

## MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	i
DANH MỤC BẢNG .....	vii
DANH MỤC HÌNH.....	xi
MỞ ĐẦU.....	1
1. SỰ CẦN THIẾT CỦA ĐỀ TÀI .....	1
2. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI .....	3
3. PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI .....	4
4. CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ KỸ THUẬT SỬ DỤNG NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI.....	4
4.1. Cách tiếp cận.....	4
4.2. Phương pháp nghiên cứu và kỹ thuật sử dụng.....	5
5. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU CHÍNH CỦA ĐỀ TÀI .....	6
5.1. Nội dung 1: Phân tích, đánh giá các tài liệu có liên quan đến nội dung nghiên cứu của đề tài. ....	6
5.2. Nội dung 2: Tổng quan các vấn đề nghiên cứu trong và ngoài nước liên quan đến nội dung của đề tài.....	6
5.3. Nội dung 3: Phân tích điều kiện tự nhiên, KTXH, đặc điểm dòng chảy lũ, đặc điểm thủy, hải văn khu vực nghiên cứu. ....	6
5.4. Nội dung 4: Điều tra khảo sát bổ sung.....	7
5.5. Nội dung 5: Đánh giá tác động của BĐKH, nước biển dâng đến dòng chảy lũ thiết kế hồ chứa, mực nước thiết kế hệ thống đê biển. ....	7
5.6. Nội dung 6: Xây dựng bộ tiêu chí về mức hiểm họa, vỡ đập, vỡ đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng. ....	7
5.7. Nội dung 7: Đề xuất phương pháp tính toán thiết kế lũ và mực nước thiết kế đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng.....	8
5.8. Nội dung 8: Ứng dụng tính toán lũ thiết kế hồ chứa và đê biển được lựa chọn ở vùng nghiên cứu trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng theo phương pháp đề xuất. ....	8
5.9. Nội dung 9: Đề xuất giải pháp phòng, tránh và giảm nhẹ thiệt hại ứng với các sự cố công trình gây ra.....	8
6. NHỮNG THUẬN LỢI VÀ KHÓ KHĂN .....	8
6.1. Những thuận lợi chính.....	8
6.2. Những khó khăn.....	9
PHẦN I .....	10

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC ĐỀ XUẤT CÁC TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ LŨ TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG Ở VIỆT NAM VÀ GIẢI PHÁP PHÒNG TRÁNH, GIẢM NHẸ THIẾT HẠI.....	10
CHƯƠNG I .....	11
TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ LŨ VÀ KHÁI QUÁT VÙNG NGHIÊN CỨU .....	11
1.1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ LŨ TRONG ĐIỀU KIỆN BÌNH THƯỜNG VÀ BĐKH, NƯỚC BIỂN DÂNG .....	11
1.1.1. Các nghiên cứu trên thế giới.....	11
1.1.2. Các nghiên cứu ở Việt nam .....	20
1.1.3. Nhận xét đánh giá và những bài học rút ra có liên quan đến nội dung nghiên cứu của đề tài phần nội dung thiết kế lũ. ....	25
1.2. TỔNG QUAN KHU VỰC NGHIÊN CỨU.....	26
1.2.1. Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.....	26
1.2.2. Lưu vực sông Kon - Hà Thanh .....	32
1.2.3. Lưu vực sông Ba .....	36
1.2.4. Lưu vực sông Srêpôk.....	40
1.2.5. Lưu vực sông Sê San.....	44
CHƯƠNG II.....	49
PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ LŨ THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHÍ VỀ MỨC HIỂM HỌA VỠ ĐẬP TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG .....	49
2.1. PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ LŨ THIẾT KẾ THEO TIÊU CHUẨN PHÒNG LŨ HẠ DU.....	49
2.1.1. Phân tích phương pháp tính toán lũ thiết kế hiện nay.....	49
2.1.2. Phân tích, đánh giá tiêu chuẩn phòng lũ hạ du hiện nay trên phạm vi khu vực nghiên cứu .....	53
2.1.3. Phân tích đánh giá sự đồng bộ, đồng kỳ dòng chảy lũ, tổ hợp lũ của các tiểu lưu vực trong cùng một lưu vực .....	55
2.1.4. Tính toán lũ và xác định lại các đặc trưng lũ thiết kế theo tài liệu quan trắc dòng chảy đã được cập nhật vùng nghiên cứu. ....	60
2.1.5. Đánh giá tác động của xu thế biến đổi khí hậu đến dòng chảy lũ .....	63
2.2. XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHÍ VỀ MỨC HIỂM HỌA VỠ ĐẬP TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH, NƯỚC BIỂN DÂNG .....	71
2.2.1. Phân tích, đánh giá phân loại cấp độ rủi ro thiên tai.....	71
2.2.2. Phân tích đánh giá các tiêu chí phân loại khẩn cấp hiện nay .....	72

2.2.3. Xây dựng bộ tiêu chí về mức hiểm họa, vỡ đập trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng.....	77
2.2.4. Thiết kế lũ có xét đến BĐKH.....	87
2.2.5. Kiến nghị Tiêu chuẩn thiết kế lũ [6].....	93
2.2.6. An toàn hồ đập – một biện pháp quan trọng phát triển bền vững [6].....	94
CHƯƠNG III.....	96
ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THIẾT KẾ LŨ TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG.....	96
3.1. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THIẾT KẾ LŨ.....	96
3.1.1. Những tồn tại trong tiêu chuẩn (qui chuẩn) thiết kế lũ hiện nay ở nước ta trong bối cảnh BĐKH, nước biển dâng.....	96
3.1.2. Phân tích lựa chọn giá trị kịch bản BĐKH, nước biển dâng trong vùng nghiên cứu theo từng địa phương.....	102
3.1.3. Nghiên cứu đề xuất phương pháp tính toán thiết kế lũ cho hồ chứa đơn độc và liên hồ chứa bậc thang có xét đến biến đổi khí hậu.....	111
3.1.4. Đề xuất phương pháp tính lũ cực hạn PMF.....	118
3.2 ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN LŨ THIẾT KẾ CHO MỘT SỐ HỒ CHỨA TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH THEO PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT.....	122
3.2.1. Tính toán số liệu đầu vào phục vụ tính toán lũ thiết kế trong điều kiện BĐKH.....	122
3.2.2. Tính toán lại lũ thiết kế cho hồ chứa điển hình trong điều kiện BĐKH.....	131
3.2.3. Tính lũ PMF lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.....	141
CHƯƠNG IV.....	146
ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHÒNG, TRÁNH VÀ GIẢM NHẸ THIẾT HẠI ỨNG VỚI CÁC SỰ CỐ CÔNG TRÌNH GÂY RA.....	146
4.1. ĐẶT VẤN ĐỀ.....	146
4.2. GIẢI PHÁP PHÒNG, TRÁNH VÀ GIẢM NHẸ THIẾT HẠI ỨNG VỚI CÁC SỰ CỐ CÔNG TRÌNH GÂY RA.....	146
4.2.1. Giải pháp phi công trình.....	146
PHẦN II.....	152
NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC ĐỀ XUẤT CÁC TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ ĐÊ BIÊN TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG Ở VIỆT NAM VÀ GIẢI PHÁP PHÒNG TRÁNH, GIẢM NHẸ THIẾT HẠI.....	152
CHƯƠNG I.....	153
TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU ĐÊ BIÊN VÀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU.....	153

1.1. CÁC NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ ĐÊ BIÊN HIỆN TẠI VÀ TRONG ĐIỀU KIỆN BDKH CỦA THẾ GIỚI.....	153
1.1.1. Các cách tiếp cận trong nghiên cứu tiêu chuẩn thiết kế đê biển trong điều kiện bình thường và trong điều kiện BDKH và nước biển dâng .....	153
1.1.2. Tiêu chuẩn thiết kế đê biển trong điều kiện BDKH và nước biển dâng của một số nước trên thế giới.....	156
1.1.3. Phương pháp xác định mực nước, sóng phục vụ thiết kế đê biển trong điều kiện bình thường và trong điều kiện BDKH và nước biển dâng.....	162
1.1.4. Các sự cố hư hỏng đê biển của thế giới và Việt Nam.....	163
1.2. CÁC NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ ĐÊ BIÊN TRONG NƯỚC.....	164
1.2.1. Phương pháp tiếp cận nghiên cứu xây dựng tiêu chuẩn, hướng dẫn kỹ thuật thiết kế đê biển.....	164
1.2.2. Phương pháp xác định mực nước thiết kế đê biển.....	165
1.2.3. Phương pháp xác định chiều cao sóng phục vụ thiết kế đê biển .....	166
1.2.4. Phương pháp xác định cao trình đỉnh đê biển thiết kế.....	168
1.3. ĐẶC ĐIỂM VÙNG NGHIÊN CỨU .....	170
1.3.1. Điều kiện tự nhiên .....	170
1.3.2. Chế độ triều ở khu vực nghiên cứu .....	172
1.3.3. Chế độ sóng, gió ven bờ vùng nghiên cứu .....	172
1.3.4. Chế độ dòng chảy, bùn cát và biến động đường bờ.....	178
1.3.5. Diễn biến hình thái cửa sông và đường bờ biển .....	181
1.4. HIỆN TRẠNG HỆ THỐNG ĐÊ BIÊN VÀ CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ .....	187
1.4.1. Hiện trạng đê biển Sóc Trăng .....	187
1.4.2. Hiện trạng đê biển Bạc Liêu .....	189
CHƯƠNG II.....	191
ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BDKH, NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN HỆ THỐNG ĐÊ BIÊN VÀ ĐỀ XUẤT BỘ TIÊU CHÍ VỀ MỨC HIỂM HỌA VỠ ĐÊ BIÊN KHU VỰC NGHIÊN CỨU .....	191
2.1. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BDKH, NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN HỆ THỐNG ĐÊ BIÊN KHU VỰC NGHIÊN CỨU .....	191
2.1.1. Mô hình toán sử dụng.....	191
2.1.2. Thiết lập mô hình .....	193
2.1.3. Đánh giá ảnh hưởng của hạ thấp bãi biển bị xói lở đến gia tăng chiều cao sóng tại khu vực ven bờ .....	208
2.1.4. Đánh giá ảnh hưởng của nước biển dâng đến mực nước và chiều cao sóng tại khu vực ven bờ.....	217

2.2. XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHÍ VỀ MỨC HIỂM HỌA VỠ ĐÊ BIỂN TRONG ĐIỀU KIỆN BIỂN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG .....	222
2.2.1. Phân tích đánh giá những tồn tại về các tiêu chí đánh giá mức hiểm họa ....	222
2.2.2. Phân tích đánh giá các tiêu chí phân loại khẩn cấp hiện nay .....	225
2.2.3. Phân tích đánh giá các kế hoạch ứng phó khẩn cấp hiện nay.....	226
2.2.4. Các nguyên tắc chung xác định tiêu chí mức hiểm họa khi vỡ đê biển trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng.....	227
2.2.5. Xác định hậu quả gia tăng tiềm tàng.....	231
2.2.6. Mức hiểm họa được chấp nhận do vỡ đê biển.....	236
2.2.7. Tiêu chí mức hiểm họa vỡ đê biển trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng	239
2.2.8. Dự thảo bộ tiêu chí mức hiểm họa ngập lụt do vỡ đê biển .....	242
CHƯƠNG III.....	244
ĐỀ XUẤT VÀ ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN MỨC NƯỚC THIẾT KẾ ĐÊ BIỂN TRONG ĐIỀU KIỆN BIỂN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG .....	244
3.1. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN MỨC NƯỚC THIẾT KẾ ĐÊ BIỂN TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH, NƯỚC BIỂN DÂNG.....	244
3.1.1. Phương pháp hiện dùng trong tiêu chuẩn.....	244
3.1.2. Thủy triều.....	246
3.1.3. Nước dâng do bão .....	252
3.1.4. Tổng hợp các yếu tố cấu thành mực nước thiết kế .....	259
3.1.5. Kết luận.....	260
3.2. TÍNH TOÁN THỬ NGHIỆM CHO MỘT KM ĐÊ BIỂN ĐIỀN HÌNH TỈNH SÓC TRĂNG – BẠC LIÊU TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH, NƯỚC BIỂN DÂNG.....	260
3.2.1. Kịch bản biến đổi khí hậu khu vực đoạn đê biển điền hình với kịch bản bất lợi trung bình.....	260
3.2.2. Mô hình tính toán.....	261
3.2.3. Tính lại mực nước triều ứng với kịch bản bất lợi trung bình .....	262
3.2.4. Tính toán lại chiều cao sóng trước chân công trình .....	262
3.2.5. Tính toán lại sóng theo kịch bản nước biển dâng trung bình .....	263
3.2.6. Tính toán lại cao trình đê biển thiết kế trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng .....	268
3.2.7. Nhận xét đánh giá.....	272
CHƯƠNG IV .....	276
ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHÒNG, TRÁNH VÀ GIẢM NHẸ THIẾT HẠI ỨNG VỚI CÁC SỰ CỐ CÔNG TRÌNH GÂY RA .....	276
4.1. GIẢI PHÁP PHI CÔNG TRÌNH.....	276

4.1.1. Nâng cao nhận thức .....	276
4.1.2. Cơ chế chính sách.....	277
4.1.3. Quy hoạch khu dân cư.....	278
4.1.4. Đề xuất giải pháp quy hoạch quản lý tổng hợp dải ven bờ phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại do vỡ đê biển gây ra.....	279
4.1.5. Đề xuất giải pháp trồng rừng ngập mặn trước hệ thống đê biển .....	281
4.1.6. Đề xuất giải pháp quy hoạch hệ thống đê biển.....	284
4.1.7. Xác định các ranh giới an toàn đê biển .....	285
4.2. GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH.....	286
4.2.1. Nâng cấp .....	286
4.2.2. Vật liệu xây dựng.....	291
4.3. KẾT LUẬN .....	295
KẾT LUẬN .....	296
1) Những bài học rút ra từ các nghiên cứu tổng quan các nội dung có liên quan đến đề tài.....	296
2) Tiếp cận tiêu chuẩn thiết kế lũ có xét đến BĐKH, nước biển dâng và Xây dựng bộ tiêu chí về mức hiểm họa, vỡ đập trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng. ....	297
3) Xây dựng bộ tiêu chí về mức hiểm họa vỡ đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu nước biển dâng. ....	299
4) Giải pháp phòng, tránh và giảm nhẹ thiệt hại ứng với các sự cố công trình gây ra .....	300
KIẾN NGHỊ.....	302
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	303
PHỤ LỤC.....	314
PHỤ LỤC 1: HỆ THỐNG CÁC DỰ ÁN THỦY ĐIỆN KHU VỰC NGHIÊN CỨU	314
PHỤ LỤC 2: KẾT QUẢ ĐỒNG BỘ LŨ - PHÂN KỲ LŨ CÁC LƯU VỰC SÔNG	318
PHỤ LỤC 3: ĐƯỜNG TẦN SUẤT $Q_{max}$ CÁC TRẠM TRƯỚC VÀ SAU CẬP NHẬT SỐ LIỆU .....	330
PHỤ LỤC 4: ĐẶC TRƯNG CÁC TRẬN LŨ CÁC TRẠM THUỘC KHU VỰC NGHIÊN CỨU .....	333
PHỤ LỤC 5: SỰ THAY ĐỔI TẦN SUẤT MƯA 1 NGÀY MAX DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA BĐKH .....	340
PHỤ LỤC 6: XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN MƯA DÒNG CHẢY CHO KHU VỰC NGHIÊN CỨU .....	342

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Tiêu chuẩn thiết kế lũ của Hoa Kỳ.....	13
Bảng 1.2: Sự thay đổi của tiêu chuẩn lũ thiết kế Việt Nam (tần suất %).....	24
Bảng 1.3: Quy chuẩn Việt Nam QCVN 04-05 .....	24
Bảng 1.4: Mạng lưới các trạm đo Khí tượng - Thủy văn .....	28
Bảng 1.5: Xu thế biến đổi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max các trạm.....	30
Bảng 1.6: Tần số xuất hiện lũ lớn nhất năm vào các tháng trong năm (Đơn vị: %).....	31
Bảng 1.7: Các trạm đo khí tượng, thủy văn trong vùng .....	33
Bảng 1.8: Xu thế biến đổi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max các trạm.....	35
Bảng 1.9: Tần suất xuất hiện lũ lớn nhất trong năm sông Kôn – Hà Thanh (%) .....	36
Bảng 1.10: Các trạm khí tượng trong và lân cận lưu vực sông Ba .....	37
Bảng 1.11: Các trạm đo mưa trong và lân cận lưu vực sông Ba.....	38
Bảng 1.12: Xu thế biến đổi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max các trạm trên lưu vực sông Ba (1979 - 2010).....	40
Bảng 1.13: Đặc trưng hình thái những sông nhánh trong lưu vực sông Srêpôk.....	41
Bảng 1.14: Lưới trạm khí tượng và đo mưa trong lưu vực.....	42
Bảng 1.15:Lưới trạm thủy văn trên lưu vực .....	42
Bảng 1.16:Lượng mưa 1 ngày max tại một số trạm trên lưu vực .....	43
Bảng 1.17: Xu thế biến đổi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max các trạm.....	44
Bảng 1.18: Xu thế biến đổi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max các trạm.....	46
Bảng 1.19: Khả năng xuất hiện lũ lớn trong năm vào các tháng mùa lũ.....	47
Bảng 2.1: Lưu lượng, mực nước lớn nhất thiết kế và kiểm tra công trình thủy [2].....	49
Bảng 2.2: Cấp thiết kế của công trình theo năng lực phục vụ [2].....	50
Bảng 2.3: Cấp thiết kế công trình theo đặc tính kỹ thuật các hạng mục CT thủy [2].....	51
Bảng 2.4: Quan hệ cấp thiết kế giữa công trình chủ yếu – công trình thứ yếu – công trình tạm thời trong một công trình đầu mối hoặc hệ thống dẫn [2] .....	51
Bảng 2.5: Lũ thiết kế hồ chứa .....	52
Bảng 2.6: Giá trị lưu lượng đỉnh lũ tương ứng tần suất tại các trạm .....	56
Bảng 2.7:Kết quả phân kỳ lũ các trạm chính trên lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn.....	56
Bảng 2.8:Giá trị lưu lượng đỉnh lũ tương ứng tần suất tại các trạm lưu vực Ba (m <sup>3</sup> /s)....	57
Bảng 2.9:Kết quả phân kỳ lũ tại một số trạm chính lưu vực sông Ba.....	57
Bảng 2.10:Giá trị Mực nước/Lưu lượng lũ tương ứng tần suất tại các trạm lưu vực Kôn – Hà Thanh (m <sup>3</sup> /s) .....	58
Bảng 2.11:Kết quả phân kỳ lũ các trạm chính trên lưu vực sông Kôn-Hà Thanh.....	58
Bảng 2.12:Giá trị lưu lượng đỉnh lũ tương ứng tần suất tại các trạm .....	59
Bảng 2.13:Kết quả phân kỳ lũ các trạm chính trên lưu vực sông Srêpôk .....	59
Bảng 2.14:Giá trị lưu lượng đỉnh lũ tương ứng tần suất tại các trạm .....	60

Bảng 2.15: Kết quả phân kỳ lũ các trạm chính trên lưu vực sông Sê San .....	60
Bảng 2.16: Đặc trưng tổng lượng lũ 1,3,5,7 ngày max tại các trạm Thành Mỹ .....	61
Bảng 2.17: Lưu lượng lũ thiết kế trạm Thành Mỹ trước và sau cập nhật số liệu .....	61
Bảng 2.18: Đặc trưng tổng lượng lũ 1,3,5,7 ngày max tại các trạm Bình Tường .....	61
Bảng 2.19: Lưu lượng lũ thiết kế trạm Bình Tường trước và sau cập nhật số liệu .....	61
Bảng 2.20: Đặc trưng tổng lượng lũ 1,3,5,7 ngày max tại các trạm An Khê .....	61
Bảng 2.21: Lưu lượng lũ thiết kế trạm An Khê trước và sau cập nhật số liệu .....	62
Bảng 2.22: Đặc trưng tổng lượng lũ 1,3,5,7 ngày max tại các trạm Kon Tum .....	62
Bảng 2.23: Lưu lượng lũ thiết kế trạm Kon Tum trước và sau cập nhật số liệu .....	62
Bảng 2.24: Đặc trưng tổng lượng lũ 1,3,5,7 ngày max tại các trạm Đức Xuyên .....	62
Bảng 2.25: Lưu lượng lũ thiết kế trạm Đức Xuyên trước và sau cập nhật số liệu .....	63
Bảng 2.26: Phân bố số cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng các khu vực theo tháng từ năm 1956-2005 .....	63
Bảng 2.27: Đánh giá độ rủi ro do sự cố hồ chứa .....	77
Bảng 2.28: Cấp thiết kế của công trình thủy theo năng lực phục vụ .....	81
Bảng 2.29: Cấp thiết kế của công trình thủy theo đặc tính kỹ thuật của các hạng mục....	82
Bảng 2.30: Quan hệ cấp thiết kế giữa công trình chủ yếu – công trình thứ yếu-công trình tạm thời trong một công trình đầu mối hoặc hệ thống dẫn.....	82
Bảng 2.31: Cấp công trình thủy theo các tiêu chí do quy chuẩn, tiêu chuẩn đề xuất .....	85
Bảng 2.32: Tiêu chuẩn lũ thiết kế của Australia và Mỹ theo mức hiểm họa .....	93
Bảng 2.33: Kiến nghị tiêu chuẩn thiết kế lũ.....	93
Bảng 3.1: Bảng tra lượng nước có thể mưa theo nhiệt độ điểm sương (theo WMO)....	119
Bảng 3.2: Sự thay đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất (%) so với thời kỳ nền (RCP 4.5) ..	127
Bảng 3.3: Sự thay đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất (%) so với thời kỳ nền (RCP 8.5) ..	129
Bảng 3.4: Các đặc trưng thống kê và lưu lượng đỉnh lũ thiết kế .....	131
Bảng 3.5: So sánh lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH...	133
Bảng 3.6: Đường đơn vị cho tuyến đập A Vương .....	134
Bảng 3.7: Mưa 1 ngày max và lưu lượng đỉnh lũ thiết kế hồ A Vương.....	134
Bảng 3.8: Lượng mưa ngày lớn nhất theo hiện trạng và kịch bản BĐKH .....	135
Bảng 3.9: So sánh lưu lượng đỉnh lũ thiết kế hồ A Vương theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH .....	135
Bảng 3.10: So sánh Q đỉnh lũ thiết kế hồ Định Bình theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH .....	137
Bảng 3.11: So sánh Q đỉnh lũ thiết kế hồ Kanak theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH .....	139
Bảng 3.12: So sánh Q đỉnh lũ thiết kế hồ PleiKrong theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH .....	141



Bảng 3.13: Giá trị mưa PMP tại vị trí các trạm đo (mm) .....	142
Bảng 3.14: Phân bố mưa lớn nhất khả năng PMP thời đoạn 3 ngày trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn .....	142
Bảng 3.15: Đường quá trình dòng chảy lũ cực hạn PMF thời đoạn 5 ngày cho lưu vực Thu Bồn đến Nông Sơn.....	143
Bảng 3.16: Quá trình lũ PMF cho lưu vực Thu Bồn tính đến Nông Sơn.....	143
Bảng 3.17: Đường quá trình dòng chảy lũ cực hạn PMF thời đoạn 5 ngày cho lưu vực Vũ Gia đến Thành Mỹ.....	144
Bảng 3.18: Quá trình lũ PMF cho lưu vực Vũ Gia tính đến Thành Mỹ.....	145
Bảng 1-1: Các kịch bản biến đổi khí hậu được đề xuất gần đây ở Hà Lan .....	159
Bảng 2-1: Bộ thông số mô hình sau khi hiệu chỉnh .....	199
Bảng 2-3: Bộ thông số mô hình sóng sau khi hiệu chỉnh cho khu vực .....	205
Bảng 2-4: Tọa độ vị trí các điểm đầu và điểm cuối của 5 mặt cắt.....	210
Bảng 2-5: Tổng hợp chiều cao sóng gia tăng do hạ thấp bãi tại các mặt cắt đại diện ....	217
Bảng 2-6: Hệ số chính sách được tính toán thử cho rủi ro thiệt mạng do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão ở Việt Nam .....	234
Bảng 2-7: Tỷ lệ (thô) chết trung bình hàng năm ở Việt Nam từ 2005 tới 2014.....	236
Bảng 2-8: Các mực nước ngập giả định do nước tràn qua đê biển và số dân chịu ảnh hưởng ở vùng đồng bằng sông Cửu Long .....	239
Bảng 2-9: Các mực nước ngập giả định do nước tràn qua đê biển và một số yếu tố vật chất chịu ảnh hưởng ở vùng đồng bằng sông Cửu Long .....	240
Bảng 2-10: Các mực nước ngập giả định do nước tràn qua đê biển và các yếu tố liên quan tới đê vỡ.....	241
Bảng 2-11: Tổng thiệt hại do vỡ đê biển ứng với các mực nước ngập khác nhau, đơn vị tính bằng triệu đồng.....	242
Bảng 2-12: Phân cấp tiêu chí mức hiểm họa do ngập lụt khi vỡ đê biển ở các tỉnh ven biển đồng bằng sông Cửu Long .....	243
Bảng 3-: Các mực nước triều đặc trưng xếp theo thứ tự cao xuống thấp.....	246
Bảng 3-: Tọa độ các trạm đo mực nước ở gần khu vực .....	250
Bảng 3-3: Mực nước biển dâng tại khu vực nghiên cứu .....	261
Bảng 3-4: Kết quả tính toán tham số sóng nước sâu.....	263
Bảng 3-5: Tọa độ vị trí các điểm đầu và điểm cuối của 3 mặt cắt.....	263
Bảng 3-6: Tổng hợp so sánh kết quả chiều cao sóng mặt cắt 1 .....	273
Bảng 3-7: Tổng hợp so sánh kết quả chiều cao sóng mặt cắt 2 .....	274
Bảng 3-8: Tổng hợp so sánh kết quả chiều cao sóng mặt cắt 3 .....	274

Bảng 1: Cấp công trình thủy theo các tiêu chí do quy chuẩn, tiêu chuẩn đề xuất .....	298
Bảng 2: Kiến nghị tiêu chuẩn thiết kế lũ .....	298
Bảng 3: Phân cấp tiêu chí mức hiểm họa khi vỡ đê biển do nước tràn qua ở vùng đồng bằng sông Cửu Long .....	300

## DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1: Một số hình ảnh vỡ đập Khe Mơ Hà Tĩnh ngày 16/10/2010 .....	25
Hình 1.2: Bản đồ lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn .....	27
Hình 1.3: Các dự án trên dòng chính lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.....	29
Hình 1.4: Xu thế biến đổi mưa 1,3,5,7 ngày max trạm Thành Mỹ.....	30
Hình 1.5: Các dự án trên dòng chính lưu vực sông Kôn - Hà Thanh.....	34
Hình 1.6: Xu thế biến đổi mưa 1,3,5,7 ngày max trạm Bình Tường .....	35
Hình 1.7: Các dự án trên dòng chính lưu vực sông Ba .....	39
Hình 1.8: Xu thế biến đổi mưa 1,3,5,7 ngày max trạm An Khê .....	40
Hình 1.9: Các dự án trên dòng chính lưu vực sông Srêpôk.....	43
Hình 1.10: Xu thế biến đổi mưa 1,3,5,7 ngày max trạm Bản Đôn .....	44
Hình 1.11: Các dự án trên dòng chính lưu vực sông Sê San .....	46
Hình 1.12: Xu thế biến đổi mưa 1,3,5,7 ngày max trạm PleiKu.....	47
Hình 2.1: Quỹ đạo phổ biến của bão .....	64
Hình 2.2: Thống kê số cơn bão đổ bộ vào vùng biển Việt Nam năm 2009 .....	64
Hình 2.3: Thống kê số cơn bão đổ bộ vào vùng biển Việt Nam năm 2013 .....	65
Hình 2.4: Thống kê số cơn bão đổ bộ vào vùng biển Việt Nam năm 2014 .....	65
Hình 2.5: Thống kê các cơn bão đổ bộ vào khu vực nghiên cứu giai đoạn 1978 - 2014..	65
Hình 2.6: Tần số và xu thế của bão ảnh hưởng đến khu vực nghiên cứu 1978 - 2014.....	66
Hình 2.7: Tổng hợp quá trình lũ chính vụ trạm Thành Mỹ .....	66
Hình 2.8: Thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trạm Thành Mỹ (Sông Vu Gia - Thu Bồn).....	67
Hình 2.9: Tổng hợp quá trình lũ chính vụ trạm Bình Tường.....	67
Hình 2.10: Thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trạm Bình Tường (Sông Kôn - Hà Thanh) ...	67
Hình 2.11: Tổng hợp quá trình lũ chính vụ trạm An Khê lưu vực sông Ba .....	68
Hình 2.12: Thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trạm An Khê (Sông Ba).....	68
Hình 2.13: Tổng hợp quá trình lũ chính vụ trạm Đức Xuyên lưu vực sông SrêPôk .....	68
Hình 2.14: Thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trạm Đức Xuyên (Sông SrêPôk) .....	69
Hình 2.15: Tổng hợp quá trình lũ chính vụ trạm Kon Tum lưu vực sông Sê San.....	69
Hình 2.16: Thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trạm Kon Tum (Sông Sê San).....	69
Hình 2.17: Định nghĩa độ rủi ro .....	78
Hình 2.18: Các cận tin cậy .....	91
Hình 3.1: Mô tả các yếu tố khí theo các độ phân giải khác nhau .....	107
Hình 3.2: Lưới tính toán trong mô hình WRF. ....	107
Hình 3.3: Phạm vi mô hình HadGEM <sup>3</sup> -RA .....	111
Hình 3.4: Sơ đồ tính toán lũ khí xét đến BĐKH theo CT cường độ giới hạn .....	112
Hình 3.5: Đường tần suất mưa 1 ngày max từ số liệu mưa thực đo .....	113

Hình 3.6: Sơ đồ tính toán lũ thiết kế khí xét đến BĐKH theo công thức triết giảm.....	114
Hình 3.7: Minh họa tính toán dòng chảy từ MIKE NAM (kịch bản BĐKH RCP 4.5) ...	115
Hình 3.8: Minh họa tính toán dòng chảy từ MIKE NAM (kịch bản BĐKH RCP 8.5) ...	115
Hình 3.9: Quan hệ giữa lưu lượng đỉnh lũ và lưu lượng trung bình ngày lớn.....	116
Hình 3.10: Sơ đồ tính toán lũ thiết kế khí xét đến BĐKH.....	117
Hình 3.11: Sơ đồ mô phỏng lưu vực sông Sê San và hệ thống hồ chứa bằng phần mềm HEC-HMS.....	118
Hình 3.12: Biểu đồ (1) xác định nhiệt độ điểm sương tại mặt chuẩn 1000 mb của WMO .....	120
Hình 3.13: Sự thay đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất so với giai đoạn nền (RCP 4.5) .....	128
Hình 3.14: Sự thay đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất so với giai đoạn nền (RCP 8.5) .....	130
Hình 3.15: Hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy tại Đức Xuyên theo MIKE-NAM.....	132
Hình 3.16: Dòng chảy tại Đức Xuyên theo các kịch bản BĐKH .....	132
Hình 3.17: Quan hệ giữa $Q_{max}$ và $Q_{1ngàymax}$ Đức Xuyên.....	133
Hình 3.18: Đường tần suất $X_{1max}$ trạm Hiên và Đà Nẵng theo 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 .....	135
Hình 3.19: Hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy tại Bình Tường theo MIKE-NAM .....	136
Hình 3.20: Dòng chảy tại Bình Tường theo các kịch bản BĐKH .....	137
Hình 3.21: Quan hệ $Q_{max}$ và $Q_{1ngàymax}$ trạm Bình Tường.....	137
Hình 3.22: Hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy tại An Khê theo MIKE-NAM.....	138
Hình 3.23: Dòng chảy tại An Khê theo các kịch bản BĐKH .....	138
Hình 3.24: Quan hệ $Q_{max}$ và $Q_{1ngàymax}$ trạm An Khê.....	139
Hình 3.25: Hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy tại Đắc Mốt theo MIKE-NAM .....	140
Hình 3.26: Dòng chảy tại Đắc Mốt theo các kịch bản BĐKH.....	140
Hình 3.27: Quan hệ $Q_{max}$ và $Q_{1ngàymax}$ trạm Đắc Mốt.....	141
Hình 1-1: Thiết kế ngẫu nhiên với R và S là các tham số đầu vào ngẫu nhiên .....	154
Hình 1-2: Nâng cao đỉnh đê trong trường hợp nước biển dâng đều (trái) và dâng nhanh dần (phải) .....	162
Hình 1-3: Các cơ chế hư hỏng đê biển. ....	164
Hình 1-4: Sơ đồ khối xây dựng đường tần suất mực nước tổng hợp.....	166
Hình 1-5: Hoa gió tại trạm Bạch Hổ .....	173
Hình 1-6: Hoa gió tại trạm Vũng Tàu (1984-1998) .....	174
Hình 1-7: Trường gió trung bình nhiều năm tại Côn Đảo.....	175
Hình 1-8: Trường sóng trung bình nhiều năm tại Côn Đảo.....	176
Hình 1-9: Hoa sóng tại trạm đo Định An (trái) và Gành Hào (phải) .....	177
Hình 1-10: Hướng và vận tốc dòng chảy mùa đông.....	178
Hình 1-11: Hướng và vận tốc dòng chảy mùa hè .....	179

Hình 1-12: Hướng và vận tốc dòng chảy đáy hàng năm .....	179
Hình 1-13: Xu thế tích tụ và vận chuyển trầm tích.....	181
Hình 2-1: Số liệu địa hình khu vực nghiên cứu .....	194
Hình 2-2: Lưới khu vực tính toán.....	194
Hình 2-3: Địa hình khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu.....	195
Hình 2-4: Số liệu địa hình khu vực nghiên cứu .....	196
Hình 2-5: Lưới khu vực tính toán.....	196
Hình 2-6: Địa hình khu vực tính toán chi tiết .....	197
Hình 2-7: Vị trí các trạm đo mực nước.....	197
Hình 2-8: Kết quả tính toán hiệu chỉnh giữa thực đo và tính toán tại cửa Định An .....	198
Hình 2-9: Kết quả tính toán hiệu chỉnh giữa thực đo và tính toán tại cửa Trần Đề.....	198
Hình 2-10: Vị trí các trạm đo mực nước.....	200
Hình 2-11: Kết quả kiểm định mực nước tại cửa Mỹ Thanh.....	201
Hình 2-12: Kết quả kiểm định mực nước tại cửa Gành Hào .....	201
Hình 2-13: Kết quả kiểm định mực nước thực đo và tính toán tại cửa Nhà Mát .....	202
Hình 2-14: Chiều cao sóng trên khu vực biển đông từ mô hình WaveWatch-III.....	203
Hình 2-15: Chu kỳ sóng trên khu vực biển đông từ mô hình WaveWatch-III.....	203
Hình 2-16: Vị trí đo sóng tại khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu.....	204
Hình 2-17: Kết quả hiệu chỉnh mô hình sóng .....	205
Hình 2-18: Vị trí trạm đo sóng khu vực cửa Nhà Mát .....	206
Hình 2-19: Kết quả kiểm định chiều cao sóng thực đo và chiều cao sóng tính toán .....	206
Hình 2-20: Địa hình thực đo tháng 3/2015 (trái) và tháng 1/2015 (phải) .....	208
Hình 2-21: Miền tính, lưới tính cho khu vực miền lớn .....	208
Hình 2-22: Địa hình tính toán tháng 3/2011 (trái) và tháng 1/2015 (phải) .....	209
Hình 2-23: Hạ thấp bãi năm 2015 so với năm 2011.....	209
Hình 2-24: Vị trí các mặt cắt trích xuất .....	210
Hình 2-25: Kết quả diễn biến mặt cắt 1 từ năm 2011 đến năm 2015.....	211
Hình 2-26: Kết quả diễn biến mặt cắt 2 từ năm 2011 đến năm 2015.....	211
Hình 2-27: Kết quả diễn biến mặt cắt 3 từ năm 2011 đến năm 2015.....	211
Hình 2-28: Kết quả diễn biến mặt cắt 4 từ năm 2011 đến năm 2015.....	212
Hình 2-29: Kết quả diễn biến mặt cắt 4 từ năm 2011 đến năm 2015.....	212
Hình 2-30: Kết quả tính toán lan truyền sóng miền lớn .....	213
Hình 2-31: Kết quả tính toán lan truyền sóng ven bờ với địa hình năm 2015 .....	214
Hình 2-32: Kết quả lan truyền sóng với địa hình 2011 (trái) và địa hình 2015 (phải) ...	214
Hình 2-33: Kết quả gia tăng chiều cao sóng do hạ thấp bãi .....	214
Hình 2-34: Lan truyền sóng tại mặt cắt 1 năm 2011 và năm 2015 .....	215

Hình 2-35: Lan truyền sóng tại mặt cắt 2 năm 2011 và năm 2015 .....	215
Hình 2-36: Lan truyền sóng tại mặt cắt 3 năm 2011 và năm 2015 .....	216
Hình 2-37: Lan truyền sóng tại mặt cắt 4 năm 2011 và năm 2015 .....	216
Hình 2-38: Lan truyền sóng tại mặt cắt 5 năm 2011 và năm 2015 .....	217
Hình 2-39: Mặt cắt 2 –tại khu vực nghiên cứu chi tiết.....	218
Hình 2-40: Cao trình đáy mặt cắt 1 – tại khu vực cửa Định An và Trần Đề.....	218
Hình 2-41: Mặt cắt 2 –tại khu vực nghiên cứu chi tiết.....	219
Hình 2-42: Cao trình đáy mặt cắt 2 – tại khu vực nghiên cứu chi tiết .....	219
Hình 2-43: Mặt cắt 3–tại khu vực cửa Gành Hào .....	219
Hình 2-44: Cao trình đáy mặt cắt 1 – tại khu vực cửa Gành Hào.....	220
Hình 2-45: Diễn biến chiều cao sóng tại MC1 theo các kịch bản.....	220
Hình 2-46: Diễn biến chiều cao sóng tại MC2 theo các kịch bản.....	221
Hình 2-47: Diễn biến chiều cao sóng tại MC3 theo các kịch bản.....	222
Hình 2-48: Cấp độ rủi ro của một số dạng thiên tai ở Việt Nam. Mũi tên thể hiện số lượng cấp độ rủi ro được qui định cho từng loại thiên tai, ví dụ nước dâng, ngập lụt, động đất có 5 cấp; sạt lở đất 2 cấp; mưa lớn 3 cấp; ATNĐ, bão 3 cấp .....	225
Hình 2-50: Đường cong FN, tần suất vượt quá của số lượng thiệt mạng do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão ở Việt Nam trong giai đoạn 1989 – 2014.....	233
Hình 2-51: Đường cong FN, tần suất vượt quá của số lượng thiệt mạng và mất tích do tất cả các dạng thiên tai ở Việt Nam trong giai đoạn 1989 – 2011 .....	233
Hình 2-52: Rủi ro xã hội và đường giới hạn ở cấp độ quốc gia do nguyên nhân bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão ở Việt Nam, $N_A=29$ , $\beta= 0,1, 1,0$ và $10$ .....	235
Hình 2-53: Đường cong FD, tần suất vượt quá của thiệt hại kinh tế do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão ở Việt Nam trong giai đoạn 1989 – 2014, tính bằng triệu đồng .	235
Hình 3-1: Xác định mực nước tổng hợp tần suất tại một vị trí ven biển (Nguồn: Tiêu chuẩn thiết kế đê biển) .....	246
Hình 3-2: Đường quá trình thực đo và đường quá trình xấp xỉ qua phân tích điều hòa .	247
Hình 3-3: Mực nước trung bình trạm Vũng Tàu trong nhiều năm .....	249
Hình 3-4: Khu vực ven biển Bạc Liêu - Sóc Trăng và các trạm thủy văn lân cận .....	250
Hình 3-6: Tương quan mực nước trạm Gành Hào - Mỹ Thanh.....	251
Hình 3-5: Quá trình mực nước triều trạm Gành Hào .....	251
Hình 3-7: Miền tính, lưới tính cho khu vực miền lớn .....	261
Hình 3-8: Đường tần suất mực nước tổng hợp tại thị trấn Gành Hào, Giá Rái, Bạc Liêu .....	262
Hình 3-9: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 1 .....	264
Hình 3-10: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 2 .....	264

Hình 3-11: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 3 .....	264
Hình 3-12: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 1 .....	265
Hình 3-13: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 2 .....	265
Hình 3-14: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 3 .....	265
Hình 3-15: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 1 .....	266
Hình 3-16: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 2 .....	266
Hình 3-17: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 3 .....	266
Hình 3-18: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 1 .....	267
Hình 3-19: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 2 .....	267
Hình 3-20: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 3 .....	267
Hình 3-21: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 1 .....	273
Hình 3-22: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 2 .....	273
Hình 3-23: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 3 .....	274
Hình 4-1: Các giải pháp bảo vệ bãi trước đê biển bằng hệ thống công trình chắn bùn cát và giảm sóng.....	286
Hình 4-2: Các kiểu loại và hình dạng đập đập mở hàn .....	287
Hình 4-5: Các dạng mặt cắt ngang hệ thống đập chắn sóng xa bờ .....	288
Hình 4-6: Các dạng công trình đề xuất có thể sử dụng kết hợp.....	290
Hình 4-7: Một số loại cỏ phù hợp trồng trên biển chịu sóng tràn: cỏ gà, cỏ còng cua (trên từ trái qua), cỏ và rễ Vetiver (dưới).....	291
Hình 4-9: Túi cát tạo kè mềm tạo bãi .....	293
Hình 4-10: Túi cát giữ bãi.....	294
Hình 4-11: Mặt cắt ngang đập phá sóng xa bờ bằng ống địa kỹ thuật có kè bảo vệ bằng đá hộc.....	295
Hình 4-12: Mặt cắt ngang đập phá sóng xa bờ có lõi bằng ống địa kỹ thuật .....	295

## MỞ ĐẦU

### 1. SỰ CẦN THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Biến đổi khí hậu, mà trước hết là sự nóng lên toàn cầu và mực nước biển dâng, là một trong những thách thức lớn nhất đối với nhân loại trong thế kỷ 21. Thiên tai và các hiện tượng khí hậu cực đoan khác đang gia tăng ở hầu hết các nơi trên thế giới, nhiệt độ và mực nước biển toàn cầu tiếp tục tăng nhanh đang là mối lo ngại của các quốc gia. Tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu được dự báo là rất nghiêm trọng nếu không có giải pháp và chương trình ứng phó kịp thời, đặc biệt là đối với các quốc đảo và các quốc gia ven biển. Việt Nam được đánh giá là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu, trong đó đồng bằng sông Cửu Long là một trong ba đồng bằng trên thế giới dễ bị tổn thương nhất do nước biển dâng, bên cạnh đồng bằng sông Nile (Ai Cập) và đồng bằng sông Ganges (Băng-la-đét). Biến đổi khí hậu hiện hữu ở nước ta, có nguy cơ tác động ngày càng lớn hơn.

Trong những năm qua, dưới tác động của biến đổi khí hậu, tần số và cường độ thiên tai ngày càng gia tăng, gây ra nhiều tổn thất to lớn về người, tài sản, các kết cấu hạ tầng về kinh tế, văn hóa, xã hội, tác động xấu đến môi trường. Chỉ tính trong 15 năm trở lại đây, các loại thiên tai như: bão, lũ, lũ quét, sạt lở đất, úng ngập, hạn hán, xâm nhập mặn và các thiên tai khác đã làm thiệt hại đáng kể về người và tài sản, làm chết và mất tích hơn 10.711 người, thiệt hại về tài sản ước tính chiếm khoảng 1,5% GDP/năm<sup>1</sup>.

Hiệp định khung về Biến đổi Khí hậu của Liên hiệp quốc (UNFCCC, 2003) đã dẫn chứng Thông báo Đầu tiên của Việt Nam về Biến đổi Khí hậu (SRV, MONRE 2003) cho biết trong suốt 30 năm vừa qua, mực nước quan trắc dọc theo bờ biển Việt Nam có dấu hiệu gia tăng, Bộ Tài nguyên và Môi trường ước tính đến năm 2050 mực nước biển sẽ gia tăng thêm 33 cm và đến năm 2100 sẽ tăng thêm 1 mét. Với nguy cơ này, Việt Nam sẽ chịu tổn thất mỗi năm chừng 17 tỉ USD (chiếm 80% tổng sản phẩm nội địa GDP).

Theo tổng kết của IHP Ban chỉ đạo vùng Đông Nam Á và Thái Bình Dương [37] thì nhìn chung trên thế giới chưa xem xét tác động của biến đổi khí hậu đối với việc tính toán lũ. Một số nước đã xét đến vấn đề này, tuy nhiên, hầu hết mới chỉ dừng ở việc thực hiện các nghiên cứu cho một vùng cụ thể. Tình hình nghiên cứu một số nước có thể kể đến:

- Ở Úc đang thực hiện các nghiên cứu nhằm xác định các phương pháp tích hợp ảnh hưởng của biến đổi khí hậu vào tất cả các thành phần tính toán lũ thiết kế.

- Ở Trung Quốc, khi tính toán thiết kế công trình đã cân nhắc lũ thiết kế có xét đến mức độ đô thị hóa và thay đổi sử dụng đất. Tuy nhiên, vấn đề biến đổi khí hậu rất hiếm

---

<sup>1</sup> Theo Báo cáo của Ban chỉ đạo phòng, chống lụt bão Trung ương



khi được đề cập. Việc nghiên cứu tính toán đường quá trình lũ thiết kế ảnh hưởng của việc đô thị hóa, gia tăng sử dụng đất, biến đổi khí hậu một cách đơn lẻ hay tổng hợp mới đang ở mức thực thi.

- Ở Malaysia đã cập nhật một chương trong hướng dẫn tính lũ thiết kế có xét đến biến đổi khí hậu.

- Bộ Môi trường của New Zealand đã công bố bộ hướng dẫn tính toán lũ dưới tác động của biến đổi khí hậu.

Các nghiên cứu đã chỉ ra được tác động của biến đổi khí hậu đến cường độ và chế độ lũ. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu vẫn chưa đưa ra được con số định lượng của các ảnh hưởng nói trên, cũng như tiêu chuẩn cho việc tính toán lũ thiết kế có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu.

Việt Nam là quốc gia có đường bờ biển rất dài, tỷ lệ giữa đường bờ biển so với diện tích lục địa là rất lớn. Hệ thống đê biển của ta hình thành từ rất sớm, chủ yếu tại các vùng đồng bằng châu thổ và được xây dựng, bồi đắp và phát triển theo thời gian và do rất nhiều thế hệ người Việt Nam thực hiện. Đê biển chủ yếu là đê đất, vật liệu lấy tại chỗ và người địa phương tự đắp bằng những phương pháp thủ công. Hệ thống đê hình thành là kết quả của quá trình đấu tranh với thiên nhiên, mồ hôi của ông cha chúng ta.

Mặc dù đã có lịch sử lâu đời về xây dựng đê biển, nhưng phương pháp luận và cơ sở khoa học cho thiết kế đê biển còn nhiều tồn tại và bất cập, chưa thể hiện được bản chất của các hiện tượng, chưa bắt kịp các tiến bộ khoa học kỹ thuật trên thế giới. Gần đây trong khuôn khổ các đề tài thuộc “Chương trình khoa học công nghệ phục vụ xây dựng đê biển và công trình thủy lợi vùng cửa sông ven biển” (Giai đoạn I từ Quảng Ninh đến Quảng Nam và Giai đoạn II từ Quảng Ngãi tới Bà Rịa-Vũng Tàu) và đề tài đê biển Nam Bộ thực hiện năm 2008 - 2009 và 2009 - 2011, đã có nhiều vấn đề mới, các tiến bộ trong kỹ thuật thiết kế và xây dựng đê biển ở trên thế giới đã được nghiên cứu áp dụng với điều kiện cụ thể của nước ta, trong đó đặc biệt là khái niệm sóng tràn lần đầu tiên được xem xét là một tải trọng quan trọng nhất trong tính toán thiết kế đê biển và đã được đưa vào Hướng dẫn thiết kế đê biển mới.

Do ảnh hưởng biến đổi khí hậu toàn cầu, tình hình bão lũ, nước biển dâng gây xói lở nghiêm trọng bờ biển. Theo các nghiên cứu của Ngân hàng Thế giới, Việt Nam được đánh giá là một trong 5 nước chịu tác động mạnh mẽ nhất của biến đổi khí hậu, nước biển dâng. Khi sử dụng kịch bản của Ủy Ban Liên Chính Phủ về Biến đổi Khí hậu (Intergovernment Panel on Climate Change - IPCC), Trung tâm Quản lý Môi trường Quốc tế (ICEM - International Centre for Environmental Management) đã dự báo đến năm 2100 khi nước biển dâng lên 1 m thì diện tích đất bị ngập vĩnh viễn của Việt Nam sẽ

là 14520 km<sup>2</sup> (chiếm 4,4% diện tích đất canh tác của Việt Nam), trong đó khoảng 20% hay 2057 trong tổng số 10.511 xã trên cả nước (39 trong 64 tỉnh thành) sẽ bị ngập một phần hoặc toàn bộ; số dân bị ảnh hưởng là 17 triệu dân và hàng năm thiệt hại khoảng 17 tỷ USD chiếm 8% GDP. Như vậy nếu không có biện pháp công trình, cụ thể là đê biển phù hợp để đối phó, thì thiệt hại và các tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng tới kinh tế xã hội hàng năm sẽ rất lớn.

Mặt khác do hệ thống đê biển hình thành qua nhiều thế hệ do sức người và các phương pháp xây dựng thủ công, cao trình và mặt cắt ngang đê phần lớn không đủ tiêu chuẩn, giải pháp công nghệ thiết kế và xây dựng đê biển chưa hoàn thiện, chẳng hạn thi công thủ công hoặc máy móc nhỏ là chủ yếu; khâu giám sát chất lượng chưa được quan tâm, vật liệu xây dựng không đáp ứng yêu cầu xây dựng đê, qui trình đắp đê chưa được tuân thủ v.v..., do đó khi gặp bão lũ, nước dâng, hệ thống đê trở nên quá nhỏ bé trước thiên nhiên.

Chính vì những vấn đề nêu trên, việc ***“Nghiên cứu cơ sở khoa học đề xuất các tiêu chuẩn thiết kế lũ, đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng ở Việt Nam và giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại”*** là cần thiết và cấp bách để từ đó đề xuất các giải pháp công trình và phi công trình phòng tránh và giảm nhẹ các thiệt hại ứng với các sự cố công trình gây ra.

## **2. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI**

### ***Mục tiêu tổng quát***

*a. Xác lập được cơ sở khoa học và thực tiễn của các tiêu chuẩn thiết kế lũ, đê biển được đề xuất trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng ở nước ta đảm bảo an toàn, an sinh xã hội.*

*b. Đề xuất được các giải pháp phòng, tránh và giảm nhẹ thiệt hại do các sự cố công trình gây ra.*

### ***Mục tiêu cụ thể:***

*- Xác lập được cơ sở khoa học và thực tiễn về tiêu chuẩn thiết kế lũ hồ chứa và mực nước thiết kế đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng ở Việt Nam.*

*- Biên soạn được tài liệu hướng dẫn tính toán thiết kế lũ hồ chứa và xác định mực nước thiết kế đê biển có xét đến điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng (áp dụng nghiên cứu điển hình cho các tỉnh thuộc Nam Trung Bộ, Tây Nguyên phục vụ thiết kế lũ hồ chứa và các tỉnh miền Tây Nam bộ phục vụ thiết kế đê biển).*

*- Đề xuất được các giải pháp công trình và phi công trình phòng, tránh và giảm nhẹ thiệt hại do các sự cố công trình gây ra thuộc khu vực nghiên cứu.*

### **3. PHẠM VI, ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI**

Phạm vi nghiên cứu của đề tài tại các lưu vực có hồ chứa lớn thuộc Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, cụ thể các lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn, Sê San, Srêpôk, sông Ba, Kon – Hà Thanh để nghiên cứu lũ thiết kế trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng. Đối với việc nghiên cứu thiết kế đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng, chọn vùng Sóc Trăng và Bạc Liêu để nghiên cứu tính toán.

Đối tượng nghiên cứu của đề tài tập trung phân tích đánh giá về thiết kế lũ và thiết kế đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng.

### **4. CÁCH TIẾP CẬN, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ KỸ THUẬT SỬ DỤNG NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI**

#### **4.1. Cách tiếp cận**

##### *a) Tiếp cận tổng hợp, hệ thống*

Tiếp cận từ thực tế: Thu thập, cập nhật thông tin, đo đạc, quan sát, đánh giá thực tế. Phát hiện những dấu ấn biểu hiện tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng đến nước lũ thiết kế và đê biển.

Khai thác, sử dụng có chọn lọc các kết quả nghiên cứu của những đề tài, dự án trước đây có liên quan đến nội dung nghiên cứu của đề tài.

Nghiên cứu của đề tài phải đặt trong điều kiện có xét đến ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu, nước biển dâng

Tiếp cận từ những thông tin trên cơ sở nắm bắt được các phương pháp mới, công nghệ mới trong quan trắc, giám sát tài nguyên nước, quan trắc sóng...

Cập nhật các phương pháp phân tích tính toán hiện đại về thiết kế lũ, thiết kế đê biển trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng.

##### *b) Tiếp cận kế thừa phát triển các kết quả nghiên cứu*

Kết quả nghiên cứu trong đề tài này là sự kế thừa các nghiên cứu đã có trong nhiều năm qua từ việc phân tích các đề tài, dự án có nội dung nghiên cứu liên quan. Đồng thời tổng kết rút ra các hạn chế, tồn tại và các vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu và sẽ giải quyết được trong đề tài, tạo nền tảng và điểm xuất phát thực hiện những phương pháp và công nghệ mới, hiện đại, phù hợp với xu thế phát triển chung trên thế giới.

##### *c) Tiếp cận về phương pháp nghiên cứu mới, hiện đại, phù hợp*

Với việc tôn trọng và sử dụng có xem xét các phương pháp nghiên cứu truyền thống, cần phải nắm chắc và vận dụng thành thục các phương pháp mới và công cụ nghiên cứu mới nhằm đưa ra các kết quả tính toán đầy đủ và tin cậy nhất.

*d) Tiếp cận với các nhà khoa học, các chuyên gia*

Tranh thủ tiếp cận với các nhà khoa học có nhiều kinh nghiệm trong công tác nghiên cứu, các chuyên gia và nhà quản lý có kinh nghiệm thực tế liên quan đến lĩnh vực đề tài bằng việc tổ chức các hội thảo.

*e) Tiếp cận tích hợp thông tin (ảnh viễn thám, bản đồ và hệ thống GIS)*

Phục vụ việc xây dựng thiết lập xác định những vùng có nguy cơ ngập lụt khi xảy ra sự cố đê đập, hồ chứa trong điều kiện biến đổi khí hậu. Khai thác tối đa ảnh viễn thám trong và ngoài nước vùng nghiên cứu nhằm xây dựng bản đồ địa hình số, xây dựng bản đồ sử dụng đất, bản đồ hệ thống sông suối...nhằm xác định một số thông số khác cho việc xác định lũ thiết kế.

*f) Tiếp cận tham vấn ý kiến của cộng đồng dân cư vùng nghiên cứu*

Thực hiện tham vấn ý kiến của cộng đồng dân cư trong quá trình điều tra khảo sát ở địa phương về lũ, ngập lụt, phòng tránh lũ, về đê biển, nước biển dâng, phòng tránh bão...

#### **4.2. Phương pháp nghiên cứu và kỹ thuật sử dụng**

- *Phương pháp điều tra, khảo sát thu thập tài liệu, số liệu:*
- *Phương pháp viễn thám và GIS.*
- *Phương pháp mô hình toán .*
- *Phương pháp chuyên gia, hội thảo*

Trong quá trình nghiên cứu, đề tài đã phối hợp, liên kết các chuyên gia, các nhà khoa học trong nước và ngoài nước có trình độ chuyên môn cao có kinh nghiệm thuộc các lĩnh vực nghiên cứu của đề tài để phát huy, tận dụng khả năng đóng góp của họ ngay từ đầu để thực hiện đề tài. Đã làm việc trực tiếp với trường đại học TU Delt của Hà Lan, làm việc và đi tham quan khu vực thí nghiệm của DeltaRes để trao đổi về kết quả cũng như phương pháp luận nghiên cứu của đề tài. Tham quan các công trình thực tế của Hà Lan. Đề tài đã tổ chức một số hội thảo lấy ý kiến các chuyên gia và các địa phương đóng góp cho báo cáo của đề tài.

#### ***Tính mới, tính độc đáo, tính sáng tạo:***

Biến đổi khí hậu, nước biển dâng ảnh hưởng rất lớn đến chế độ khí tượng thủy văn, tác động đến an toàn các công trình, đặc biệt là hồ chứa và đê biển. Việc tính toán lại lũ thiết kế và các thông số thiết kế đê biển trong điều kiện BĐKH, NBD là vấn đề mới và đang được quan tâm hiện nay trên thế giới cũng như ở Việt Nam. ***Kết quả của đề tài có ý***

*nghĩa khoa học và thực tiễn, giúp cho các nhà quản lý, các nhà thiết kế rà soát, đánh giá lại các tiêu chuẩn thiết kế hiện hành, và đề xuất các giải pháp thích ứng.*

## **5. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU CHÍNH CỦA ĐỀ TÀI**

### **5.1. Nội dung 1: Phân tích, đánh giá các tài liệu có liên quan đến nội dung nghiên cứu của đề tài.**

Trên cơ sở thu thập các số liệu về KTTV, số liệu dòng chảy lũ lớn nhất về hồ chứa, tài liệu về tình hình lũ lụt, thống kê trận lũ, thiệt hại do lũ, mức độ ngập lụt, Số liệu về hồ chứa về hiện trạng và sự cố các công trình đầu mối, tài liệu về hiện trạng đê biển, hồ sơ thiết kế đê biển, tình hình vỡ đê biển, sạt lở, xói bồi, phân tích nguyên nhân, sự cố, thiệt hại do vỡ đập, vỡ đê biển...trên vùng nghiên cứu. Đề tài đã tiến hành tổng hợp, đánh giá phân tích các số liệu thu thập được để đưa ra một bức tranh tổng quan về tình hình lũ, bão trên khu vực nghiên cứu. Từ đó, sơ bộ đánh giá tình trạng, nguyên nhân gây sự cố thiệt hại do lũ, sự cố công trình đập và đê biển trong một vài năm gần đây. Đây là một việc làm với khối lượng rất lớn, đòi hỏi phải có điều tra, thu thập, đánh giá và phân tích kết quả.

### **5.2. Nội dung 2: Tổng quan các vấn đề nghiên cứu trong và ngoài nước liên quan đến nội dung của đề tài.**

Đề tài đã tiến hành phân tích các cách tiếp cận trong nghiên cứu tiêu chuẩn thiết kế lũ, thiết kế đê biển trong điều kiện bình thường và trong điều kiện BĐKH nước biển dâng, Các phương pháp xác định lũ thiết kế hồ chứa trong điều kiện bình thường và trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng, Phương pháp xác định mực nước thiết kế và điều kiện biên (sóng, dòng chảy, tải trọng) thiết kế hệ thống đê biển trong điều kiện bình thường và trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng. Đề tài cũng phân tích đánh giá tiêu chuẩn thiết kế lũ và thiết kế đê biển, các loại sự cố liên quan trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng cùng với các giải pháp phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại thích ứng với BĐKH nước biển dâng của một số nước trên thế giới. Từ đó đưa ra những nhận xét đánh giá và những bài học rút ra có liên quan đến nội dung nghiên cứu của đề tài.

### **5.3. Nội dung 3: Phân tích điều kiện tự nhiên, KTXH, đặc điểm dòng chảy lũ, đặc điểm thủy, hải văn khu vực nghiên cứu.**

Đề tài đã tiến hành phân tích đánh giá tình hình mưa lũ lớn xảy ra trên lưu vực nghiên cứu gồm các lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn, sông Ba, sông Sê San, Srêpôk, sông Kôn - Hà Thanh theo chuỗi năm quan trắc, Phân tích xu thế diễn biến mưa lũ lớn của các trận lũ lớn trong những năm gần đây, phân tích đặc điểm hình thành lũ trên các lưu vực sông nghiên cứu trên cơ sở đó tiến hành so sánh phân tích theo chuỗi quan trắc. Với các

số liệu điều tra thu thập được, đánh giá tình hình thiệt hại do lũ, các yếu tố tác động đến lũ trên các lưu vực thuộc vùng nghiên cứu.

Việc phân tích đặc điểm thủy hải văn, thủy động lực dải bờ biển vùng nghiên cứu phục vụ cho việc thiết kế đê biển từ Sóc Trăng – Bạc Liêu trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng được dựa trên Phân tích đánh giá chế độ sóng, gió ven bờ vùng nghiên cứu, Phân tích chế độ mực nước triều, Phân tích chế độ dòng chảy và biến động đường bờ, Phân tích và xác định tổ hợp mực nước triều, nước dâng do bão, Phân tích chế độ thủy động lực ven bờ và các tác động của chế độ thủy động lực, bùn cát tới sự ổn định của hệ thống đê biển, Phân tích diễn biến các tác động của các cửa sông tới diễn biến đường bờ và bãi biển từ Sóc Trăng – Bạc Liêu.

#### **5.4. Nội dung 4: Điều tra khảo sát bổ sung**

Việc khảo sát điều tra thực địa bổ sung để hỗ trợ cho việc nghiên cứu, trên cơ sở đánh giá lại tính xác thực cũng như tính thực tiễn của các số liệu, tài liệu thu thập được, bổ sung các tài liệu còn thiếu phục vụ cho nghiên cứu.

#### **5.5. Nội dung 5: Đánh giá tác động của BĐKH, nước biển dâng đến dòng chảy lũ thiết kế hồ chứa, mực nước thiết kế hệ thống đê biển.**

Trên cơ sở đánh giá những tồn tại trong tiêu chuẩn (qui chuẩn) thiết kế lũ và thiết kế đê biển hiện nay ở nước ta trong bối cảnh BĐKH, nước biển dâng và phân tích lựa chọn giá trị kịch bản BĐKH, nước biển dâng trong vùng nghiên cứu theo từng địa phương tiến hành phân tích, đánh giá và đề xuất xây dựng bộ tiêu chuẩn thiết kế lũ trong điều kiện hồ chứa đơn độc và liên hồ chứa bậc thang, đề xuất bộ tiêu chuẩn thiết kế đê biển, Phân tích đánh giá tính hợp lý của bộ tiêu chuẩn thiết kế lũ, thiết kế đê biển.

#### **5.6. Nội dung 6: Xây dựng bộ tiêu chí về mức hiểm họa, vỡ đập, vỡ đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng.**

Phân tích đánh giá những tồn tại về các tiêu chí đánh giá mức hiểm họa, vỡ đập hiện nay, Phân tích đánh giá các tiêu chí phân loại khẩn cấp hiện nay, Phân tích đánh giá các kế hoạch ứng phó khẩn cấp hiện nay, Các nguyên tắc chung xác định tiêu chí mức hiểm họa khi vỡ đập trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng, Các nguyên tắc chung xác định tiêu chí mức hiểm họa khi vỡ đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng, Xác định hậu quả và cấp hậu quả gia tăng tiềm năng, Xây dựng bộ tiêu chí về mức hiểm họa, vỡ đập, vỡ đê biển trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng.

### **5.7. Nội dung 7: Đề xuất phương pháp tính toán thiết kế lũ và mực nước thiết kế đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng.**

Trên cơ sở đánh giá những tồn tại trong tiêu chuẩn (qui chuẩn) thiết kế lũ và thiết kế đê biển hiện nay ở nước ta trong bối cảnh BĐKH, nước biển dâng, phân tích lựa chọn giá trị kịch bản BĐKH, nước biển dâng trong vùng nghiên cứu theo từng địa phương. Từ đó đề xuất phương pháp tính toán thiết kế lũ cho hồ chứa đơn độc và liên hồ chứa bậc thang có xét đến biến đổi khí hậu, đề xuất phương pháp tính toán mực nước thiết kế đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng; Phân tích đánh giá tính hợp lý của các phương pháp tính toán thiết kế lũ hồ chứa trong điều kiện BĐKH, so sánh với tiêu chuẩn thiết kế hiện hành; Phân tích đánh giá tính hợp lý của phương pháp tính toán mực nước thiết kế đê biển trong điều kiện BĐKH, NBD so sánh với tiêu chuẩn thiết kế hiện hành.

### **5.8. Nội dung 8: Ứng dụng tính toán lũ thiết kế hồ chứa và đê biển được lựa chọn ở vùng nghiên cứu trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng theo phương pháp đề xuất.**

Đề tài nghiên cứu *tính toán lũ thiết kế cho hồ chứa và đê biển được lựa chọn ở vùng nghiên cứu trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng theo phương pháp đề xuất* trên các lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn, Sê San, Srêpôk, sông Ba và Kôn – Hà Thanh và khu vực bờ biển Sóc Trăng – Bạc Liêu.

### **5.9. Nội dung 9: Đề xuất giải pháp phòng, tránh và giảm nhẹ thiệt hại ứng với các sự cố công trình gây ra.**

Các giải pháp công trình và phi công trình được đề xuất để phòng, tránh và giảm nhẹ thiệt hại ứng với các sự cố công trình gây ra.

## **6. NHỮNG THUẬN LỢI VÀ KHÓ KHĂN**

### **6.1. Những thuận lợi chính**

1. Các chuyên gia tham gia thực hiện đề tài đã có nhiều nghiên cứu liên quan đến phạm vi nghiên cứu của đề tài, là các thành viên thuộc tổ biên soạn của các quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn, sông Ba, Sê san, Srêpôk...vì vậy đã hiểu rõ các quy luật hình thành lũ trên các lưu vực nghiên cứu.

2. Các chuyên gia có nhiều kinh nghiệm trong việc sử dụng các mô hình toán thủy văn, thủy lực...

3. Sự hợp tác có hiệu quả với một số chuyên gia nước ngoài có liên quan

## **6.2. Những khó khăn**

1. Chưa có nghiên cứu nào về thiết kế lũ và đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng.

2. Các quy trình về vận hành hệ thống chưa xét đến điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng.

3. Tài liệu về hiện trạng của hệ thống chưa được lưu trữ có hệ thống. Các tài liệu quan trắc liên quan đến vận hành các công trình cũng rất tản mạn và khó thu thập.

4. Phạm vi nghiên cứu của đề tài rất rộng, công tác điều tra, thu thập gặp nhiều khó khăn, đòi hỏi phân tích tổng hợp và cần được triển khai đồng bộ theo nhiều nội dung khác nhau.



## **PHẦN I**

**NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC ĐỀ XUẤT CÁC TIÊU CHUẨN THIẾT  
KẾ LỮ TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG Ở  
VIỆT NAM VÀ GIẢI PHÁP PHÒNG TRÁNH, GIẢM NHẸ THIỆT HẠI**

## CHƯƠNG I

### TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ LŨ VÀ KHÁI QUÁT VÙNG NGHIÊN CỨU

#### 1.1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ LŨ TRONG ĐIỀU KIỆN BÌNH THƯỜNG VÀ BĐKH, NƯỚC BIỂN DÂNG

##### 1.1.1. Các nghiên cứu trên thế giới

###### 1.1.1.1. Các phương pháp xác định lũ thiết kế hồ chứa

###### 1) Xác định lũ thiết kế hồ chứa trong điều kiện bình thường

Các đặc trưng lũ thiết kế được tính toán bao gồm lưu lượng đỉnh lũ  $Q_{\max}$ , tổng lượng lũ thiết kế  $W_{\max}$  và đường quá trình lũ thiết kế  $(Q \sim t)_{\max}$ .

Các phương pháp tính toán lũ thiết kế có thể phân ra 3 nhóm sau: (a) các phương pháp thống kê, (b) các phương pháp tất định và (c) các phương pháp kết hợp cả 2 nhóm phương pháp trên.

a) Phương pháp thống kê tính toán lũ thiết kế bằng cách khớp một phân bố tần suất lũ với các đỉnh lũ thực đo. Nếu chuỗi quan trắc lũ dài thì phương pháp này thường được sử dụng và được coi như là một “phương pháp chuẩn” trong việc tính toán tần suất lũ. Trong trường hợp không có chuỗi quan trắc lũ thì phân bố tần suất lũ có thể được lấy bằng cách sử dụng các phương pháp phân vùng mưa (lưu vực tương tự). Hạn chế lớn nhất của phương pháp thống kê này là cần phải có chuỗi số liệu lũ quan trắc dài đại biểu. Các sai số lớn có thể xảy ra khi các chuỗi đo ngắn và cần phải được ngoại suy để ước tính lũ có tần suất nhỏ. Trên thế giới, nhiều quốc gia sử dụng các phương pháp thống kê này như là phương pháp chuẩn trong tính toán. Tuy nhiên các hàm phân bố xác suất lựa chọn thường khác nhau phụ thuộc vào cơ quan tính toán của từng quốc gia. Như đối với việc lựa chọn hàm phân bố sử dụng cho việc tính toán mưa cực lớn, hàm phân bố cực trị EV1 được rất nhiều cơ quan lựa chọn như Ủy hội Tài nguyên nước Queensland của Úc, NOAA của Mỹ, Cơ quan Nước Tây Nam và Viện Thủy văn của Anh, các hàm phân bố EV2, GEV hay Log-Normal cũng được nhiều quốc gia lựa chọn. Một số hàm đặc biệt như Gamma 2 hoặc 3 thông số, hàm phân bố chuẩn, Kritski-Menkel thì ít được sử dụng hơn. Trong bài toán chọn hàm phân bố cho lũ, hàm EV1, Log-Pearson 3, Log Normal được rất nhiều quốc gia sử dụng như Mỹ, Anh, Úc, Pháp, Nga, Thụy Sĩ.

Về tần suất thiết kế, các quốc gia cũng có quy định khác nhau. Ở Na Uy, thiết kế công trình phòng lũ thường ứng với tần suất 0,2% và 0,1% tùy theo quy mô kích thước của công trình. Ở Thụy Điển, lũ 100 năm (tần suất 1%) và lũ “nguy hiểm” nhất thường dùng trong việc tính toán an toàn đập.

(b) Trong khi đó, các phương pháp tắt định lựa chọn một trận mưa thiết kế từ đường IDF (cường độ, thời khoảng và tần suất) với thời khoảng xác định. Trận mưa này sẽ là đầu vào cho mô hình dòng chảy để tính đường quá trình lũ thiết kế. Thời khoảng của trận mưa bị thay đổi vì thế trận mưa nào cho đỉnh lũ lớn nhất thường được xem xét lựa chọn. Ưu điểm chính của cách tiếp cận này là dễ dàng thực hiện và xem xét được các quá trình lũ của lưu vực, là quá trình vật lý chuyển đổi từ mưa sang dòng chảy. Nó dựa trên yếu tố sau: việc lựa chọn biểu đồ mưa thiết kế (hình dạng và thời khoảng), sự tương tự giữa thời kỳ lặp lại mưa và dòng chảy và lựa chọn điều kiện ẩm của đất trước trận mưa. Phương pháp thường dùng nhất là sử dụng đường quá trình lũ đơn vị tính toán từ lượng mưa hiệu quả thiết kế, trong đó thường dùng là đường đơn vị tổng hợp SCS, Snyder. Trong trường hợp không có tài liệu đo dòng chảy có thể sử dụng các công thức kinh nghiệm, theo quan hệ  $Q = CIA$  để tính toán lưu lượng đỉnh lũ như ở Mỹ.

(c) Các cách tiếp cận khác là sự kết hợp giữa các phương pháp thống kê và phương pháp tắt định. Eagleson (1972) đề xuất việc kết hợp giữa hàm mật độ xác suất mưa với hàm phản ứng lưu vực để thu được phân bố tần suất lũ. Do sự phát triển của khoa học máy tính, cách tiếp cận này được phát triển mạnh và giờ thường được ứng dụng bằng cách kết hợp giữa việc sinh chuỗi mưa ngẫu nhiên dài (sử dụng các mô hình sinh chuỗi ngẫu nhiên như Monte Carlo) với các mô hình liên tục mưa - dòng chảy để tạo ra chuỗi dòng chảy có thể dùng trong việc phân tích tần suất lũ. Trái ngược với phương pháp tính lũ thiết kế dựa trên lũ thực đo, phương pháp mô phỏng liên tục này có lợi thế là không cần phải giả thiết về thời kỳ lặp lại của lượng mưa thiết kế, thời khoảng và cường độ của nó cũng như độ ẩm kỳ trước của đất. Nhược điểm của phương pháp có thể là mất nhiều thời gian tính toán cũng như mô hình mưa khá phức tạp.

Một cách tiếp cận khác mà hiện nay một số quốc gia phát triển đang dùng đó là lũ lớn nhất khả năng - lũ cực hạn (PMF) được định nghĩa là lũ lớn nhất xảy ra do sự kết hợp của các yếu tố khí tượng thủy văn cực đoan cho một vùng cụ thể, hay nói cách khác không có trận lũ nào lớn hơn trận lũ này có thể xảy ra ở vùng nghiên cứu. Dựa trên cách tiếp cận lũ PMF, ở Mỹ, Cục Công binh Hoa Kỳ đưa ra tiêu chuẩn thiết kế lũ cho công trình tràn như bảng 1.1.

Phương pháp tính lũ PMF có thể chia thành 2 dạng chính là phương pháp thống kê và phương pháp tắt định. Phương pháp thống kê được tính toán dựa trên việc cực đại hoá các thông số gây mưa lũ bằng cách phân tích chuỗi thực đo trong quá khứ. Phương pháp tắt định thường được sử dụng để tính toán lũ PMF thông qua lượng mưa cực hạn PMP. Phương pháp này đòi hỏi rất nhiều tài liệu, số liệu liên quan về khí tượng và thủy văn.

Đường quá trình lũ thiết kế là quá trình thủy văn đáp ứng tiêu chuẩn thiết kế để đảm bảo an toàn cho công trình. Tiêu chuẩn lũ thiết kế cho hồ chứa dựa trên việc tính toán lũ cực hạn (PMF) hay lũ ứng với một tần suất nhỏ nào đó.

*Bảng 1.1: Tiêu chuẩn thiết kế lũ của Hoa Kỳ*

Phân loại nguy cơ tác động	Kích thước đập		
	Lớn	Vừa	Nhỏ
Lớn	PMF	PMF	Từ 0,5 PMF – PMF
Đáng kể	PMF	Từ 0,5 PMF – PMF	Lũ 100 năm tới 0,5 PMF
Thấp	Từ 0,5 PMF - PMF	Lũ 100 năm tới 0,5 PMF	Lũ 50 năm tới lũ 100 năm

## 2) Xác định lũ thiết kế cho hồ chứa có xét đến BĐKH, nước biển dâng

Lượng mưa và dòng chảy là hai yếu tố quan trọng hình thành nên dòng chảy lũ. Các dự án biến đổi khí hậu (IPCC, 2007) chỉ ra rằng biến đổi khí hậu làm thay đổi cả chế độ thủy văn ở nhiều vùng trên thế giới. Trong những năm gần đây, việc nghiên cứu sự thay đổi chế độ thủy văn trên toàn cầu, vùng hay khu vực dưới tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu đang được sự quan tâm chú ý của rất nhiều nhà khoa học.

R. Dankers, L. Feyen (2008) đã đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến hiểm họa lũ ở châu Âu trong tương lai. Nghiên cứu đã sử dụng mô hình HIRHAM để mô phỏng khí hậu vùng với độ phân giải ngang 12 km làm đầu vào cho mô hình thủy văn LISFLOOD nhằm tính toán tần suất của các giá trị lưu lượng cực đoạn. Kết quả cho thấy vào cuối thế kỷ này với kịch bản phát thải A2 các giá trị lưu lượng cực đoạn ở nhiều sông suối Châu Âu sẽ tăng cả tần số lẫn độ lớn. Một số con sông đặc biệt là ở phía Tây và một phần của Đông Âu, các trận lũ ứng với độ lặp lại N=100 năm sẽ giảm xuống còn 50 năm.

Ở Na Uy, tính toán lại lũ thiết kế được yêu cầu phải cập nhật sau mỗi 15-20 năm để đảm bảo an toàn đập (OED, 2009). Tác động của BĐKH cũng được xem xét trong bài toán phân tích rủi ro do lũ. BĐKH bằng cách sử dụng phương pháp mưa – dòng chảy để phân tích. Kết quả biến đổi được chia thành các mức độ thay đổi 0%, 20%, 40%. Một số vùng của Na Uy được dự báo là có sự suy giảm về dòng chảy lũ, thì mức độ thay đổi được đề xuất là 0%. Một số vùng khác tính toán cho thấy lưu lượng đỉnh lũ thiết kế có thể gia tăng thêm 20-40%.

Hyun-Han Kwon và cộng sự (2011) đã nghiên cứu đánh giá lại lũ thiết kế có xét đến biến đổi khí hậu. Nghiên cứu đã sử dụng mô hình đa biến ngẫu nhiên về trạng thái thời tiết như là một mô hình tần suất điều kiện nhằm mô phỏng lượng mưa. Một tiền đề quan trọng của nghiên cứu là các đặc trưng khí hậu thuộc vùng rộng lớn sẽ biến đổi liên tục từ năm này sang năm khác trong việc đánh giá tần suất mưa. Việc đánh giá tính bất định của biến đổi khí hậu là cần thiết để kiểm tra độ tin cậy của kết quả trong nghiên cứu

này. Nghiên cứu cũng áp dụng chuỗi Bayesian Markov để đánh giá độ ẩm đất trong mô hình mưa dòng chảy. Nghiên cứu đã ứng dụng tính toán thử nghiệm cho đập Soyang ở Hàn Quốc.

D. Lawrence, L. P. Graham, J. den Besten (2012) đã đưa ra phương pháp tiếp cận đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đối với lũ thủy văn trong đó sử dụng một chuỗi liên kết các mô hình khác nhau. Bắt đầu từ việc phân tích biến đổi khí hậu dựa trên việc mô phỏng tỷ lệ lớn bằng việc sử dụng mô hình khí hậu toàn cầu (GCM). Để mô hình hóa cho tương lai, các GCM đã được chạy với các kịch bản phát thải tương ứng với các lựa chọn khác nhau về mức độ phát thải khí nhà kính do phát triển xã hội và công nghệ ở thế kỷ 21. Kết quả đầu ra của mô hình sẽ được downscale về các ô lưới có độ phân giải lớn hơn (ví dụ: 25 x 25 hoặc 55 x 55 km) bằng mô hình khí hậu khu vực (RCMS) trước khi phân tích tác động ở quy mô khu vực.

Một số quốc gia khác ở Châu Âu như Thụy Điển, Hà Lan cũng xem xét tác động của BĐKH tới lũ thiết kế trong an toàn đập. Kết quả phân tích cho thấy, sẽ xuất hiện nhiều trận lũ cực trị hơn trong tương lai. Veijalainen và Vehvilainen (2008) cũng khảo sát tác động của BĐKH tới rủi ro cho đập ở Phần Lan. Lũ thiết kế được tính toán từ mưa thực đo trong 40 năm, và BĐKH không tác động nhiều tới lũ thiết kế cho Phần Lan. Graham và nnk (2007) khảo sát các tác động của BĐKH tới thủy văn ở vùng Bắc Âu sử dụng 15 mô hình khí hậu khác nhau. Kết quả cho thấy, nhìn chung dòng chảy trên sông tăng nhiều hơn, dòng chảy lũ sớm xuất hiện sớm hơn, và đồng thời cũng làm tăng tiềm năng thủy điện. Ở Đan Mạch, Thodzen (2007) cho thấy tác động của BĐKH ở 5 sông chính ở Đan Mạch cho giai đoạn 2071 – 2100 sử dụng mô hình mưa dòng chảy thì cho thấy lũ thiết kế 100 năm (ứng với tần suất 1%) có khả năng tăng thêm 11%. Ở Anh, nghiên cứu cho thấy lũ 50 năm có khả năng tăng thêm 50%, trong khi độ lặp lại lớn hơn. Key và nnk (2006) mô phỏng dòng chảy từ mô hình RCM HadRM<sup>3</sup> cho thấy lưu lượng đỉnh lũ ở một số lưu vực phía nam và đông của nước Anh giảm, mặc dù lưu lượng lũ mùa đông có tăng thêm. Các lưu vực khác phía Bắc hoặc Tây thì lưu lượng đỉnh lũ lại gia tăng, một số trường hợp còn tăng nhiều. Lehner và nnk (2006) chỉ ra rằng một số vùng phía Nam và Đông Nam Châu Âu thì có sự gia tăng đáng kể về tần số lũ. Các trận lũ 100 năm có thể xuất hiện trong mỗi khoảng thời gian 10-50 năm vào những năm 2070. Các kết quả nghiên cứu này cho thấy sự gia tăng đáng kể về thời gian trong chế độ dòng chảy mùa lũ.

### ***1.1.1.2. Tiêu chuẩn thiết kế lũ trong điều kiện bình thường và BĐKH của một số nước trên thế giới***

Theo tổng kết của IHP Ban chỉ đạo vùng Đông Nam Á và Thái Bình Dương thì nhìn chung trên thế giới chưa xem xét tác động của biến đổi khí hậu đối với việc tính

toán lũ. Một số nước đã xét đến vấn đề này, tuy nhiên, hầu hết mới chỉ dừng ở việc thực hiện các nghiên cứu cho một vùng cụ thể.

Tại Ấn Độ đã đưa ra tiêu chuẩn hướng dẫn thiết kế lũ tính cho các công trình đập dâng và hồ chứa, tiêu chuẩn IS: 5477 (phần IV) trong đó đã đưa ra các định nghĩa về thiết kế lũ đó là trận lũ lớn nhất mà công trình vẫn đảm bảo an toàn, trận lũ thiết kế tương ứng với chấp nhận một rủi ro tối đa, công trình được thiết kế với trận lũ thiết kế để đảm bảo không gây thiệt hại cho các vùng, phạm vi bảo vệ của công trình.... Theo Cục hướng dẫn tiêu chuẩn Ấn Độ đưa ra hướng dẫn "Hướng dẫn sửa chữa đập tràn", IS: 11223-1985 IDF để được xem xét các yêu cầu đảm bảo an toàn công trình.

Tình hình nghiên cứu xem xét tác động của biến đổi khí hậu đối với việc tính toán lũ một số nước có thể kể đến:

Ở Úc đang thực hiện các nghiên cứu nhằm xác định các phương pháp tích hợp ảnh hưởng của biến đổi khí hậu vào tất cả các thành phần tính toán lũ thiết kế.

Ở Trung Quốc, khi tính toán thiết kế công trình đã cân nhắc lũ thiết kế có xét đến mức độ đô thị hóa và thay đổi sử dụng đất. Tuy nhiên, vấn đề biến đổi khí hậu rất hiếm khi được đề cập. Việc nghiên cứu tính toán đường quá trình lũ thiết kế ảnh hưởng của việc đô thị hóa, gia tăng sử dụng đất, biến đổi khí hậu một cách đơn lẻ hay tổng hợp mới đang ở mức thực thi.

Ở Malaysia đã cập nhật một chương trong hướng dẫn tính lũ thiết kế có xét đến biến đổi khí hậu.

Bộ Môi trường của New Zealand đã công bố bộ hướng dẫn tính toán lũ dưới tác động của biến đổi khí hậu.

Các nghiên cứu đã chỉ ra được tác động của biến đổi khí hậu đến cường độ và chế độ lũ. Tuy nhiên, hầu hết các nghiên cứu vẫn chưa đưa ra được con số định lượng của các ảnh hưởng nói trên, cũng như tiêu chuẩn cho việc tính toán lũ thiết kế có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu.

### ***1.1.1.3. Các loại sự cố công trình liên quan đến tiêu chuẩn lũ thiết kế của một số nước trên thế giới***

Hồ chứa nước là loại hình công trình thủy lợi, thủy điện có nhiều ưu điểm trong khai thác tổng hợp. Chính vì thế nhiều nước trên thế giới đã và đang chú trọng tận dụng các điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn cho phép để xây dựng hồ chứa nước. Hiệu quả của hồ chứa nước là to lớn trên nhiều lĩnh vực: Phát điện, cấp nước tưới, cấp nước sinh hoạt... Nhưng nếu gặp rủi ro vỡ đập, thiệt hại cho hạ du cũng sẽ thật khủng khiếp (nhất là

đối với các hồ chứa nước lớn, hạ du là vùng dân cư, kinh tế quan trọng). Hiện tượng vỡ đập không phải chỉ trên lý thuyết mà thực tế đã xảy ra ở nhiều nơi trên thế giới.

Theo số liệu thống kê năm 2000, số đập lớn trên thế giới bị vỡ đã lên đến 204/17200 đập và số nạn nhân là 17000 người. Tỷ lệ số đập bị vỡ đã giảm dần trong những thập kỷ cuối của thế kỷ 20 do công tác đầu tư, khảo sát, thiết kế và thi công hồ chứa đã được quan tâm đúng mức hơn. Trước những năm 1950, tỷ lệ sự cố vỡ đập trên thế giới (tỷ lệ đập vỡ/tổng số đập) là 2,2% thì đến những năm 1980, tỷ lệ sự cố vỡ đập đã giảm xuống còn 0,85%. Tính từ trung tuần tháng 7/2010 đến nay, tại Trung Quốc có 8 đập nước đã vỡ vì mưa lũ, khoảng 1.100 người chết, 600 người mất tích liên quan đến mưa lũ. Nguy cơ tiềm ẩn từ các đập, hồ chứa thủy điện ngày một rõ...Phần lớn sự cố xảy ra đối với những đập mới xây dựng. Khoảng 70% sự cố xảy ra trong khoảng 10 năm đầu tiên của thời gian hoạt động của đập và có tỷ lệ cao hơn trong năm hoạt động đầu tiên. Sau đây là thông tin một số sự cố vỡ đập điển hình do vấn đề mưa lũ tại một số nước trên thế giới.



*Sự cố vỡ đập Delhi (bang Iowa, Hoa Kỳ)  
năm 2010*



*Sự cố vỡ đập Delhi (bang Iowa, Hoa Kỳ)  
năm 2010*

Đập Delhi là đập đất nhỏ trên sông Maquoketa, một phụ lưu của sông Mississippi, tại Đông Bắc bang Iowa, Hoa Kỳ. Đập cao 12m, dài 34m, được xây dựng từ năm 1922 đến năm 1929, tạo hồ chứa có bề mặt trái rộng trên diện tích 218ha. Trạm thủy điện có công suất 1.5MW vận hành trong những năm 1929 ~ 1973. Hồ chủ yếu có nhiệm vụ cấp nước và du lịch. Ngày 24/7/2010, sau trận mưa lớn 250mm trong 12 giờ, nước sông dâng cao trên thượng lưu đập tới 3m cao hơn mức lũ thiết kế, tràn qua đường giao thông tại đỉnh đập. Đập bị vỡ, dòng lũ và nước trong hồ xói trôi toàn bộ đập đất. Tuy là đập nhỏ nhưng khi bị vỡ đã gây thiệt hại đáng kể phía dưới hạ du, nhất là hai thành phố Hopkinton và Monticello. Khoảng 8000 người phải chạy lụt, 50 ngôi nhà và 20 cơ sở kinh doanh bị ngập nặng. Các nhà máy xử lý nước không hoạt động. Thiệt hại đến hàng triệu USD

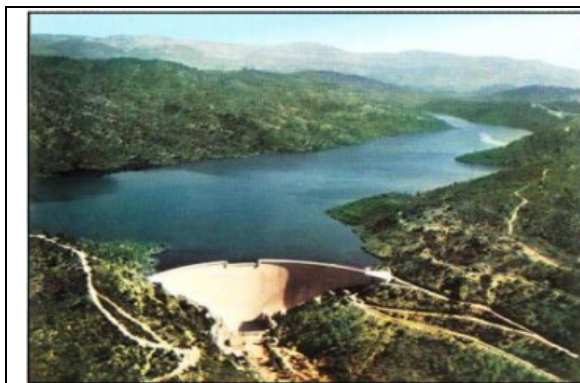


*Đập Teton tại Mỹ trước khi xảy ra sự cố*



*Đập Teton tại Mỹ sau khi xảy ra sự cố*

Đập đất Teton được xây dựng trên sông Teton, bang Idaho, Tây Bắc nước Mỹ. Đập có chiều cao 93m, chiều dài ở đỉnh 940m, đáy rộng 520m, hồ chứa có dung tích 289 triệu m<sup>3</sup>. Đập được khởi công năm 1975 và hoàn thành sau hơn 1 năm. Khi hồ đầy nước, ngày 5/6/1976 lũ lớn về, đập bị vỡ. 7h30 sáng hôm đó, dòng thấm chảy tràn trên phần dưới mái hạ lưu bên vai phải. Các phương tiện được huy động đến để khắc phục nhưng bất lực. Đập đã bị xói ngầm rất mạnh và bị vỡ lúc 11h30 ngày 5/6/1976. Đến 20h ngày 5/6/1976, hồ đã xả hoàn toàn hết nước. Các thị trấn Rexburg, Sugar City, Madison,.. dưới hạ lưu bị ngập nặng. Thiệt hại lên tới 2 tỷ USD (trong khi chi phí xây dựng đập chỉ 100 triệu USD).



*Đập Malpasset tại Pháp trước khi xảy ra sự cố*

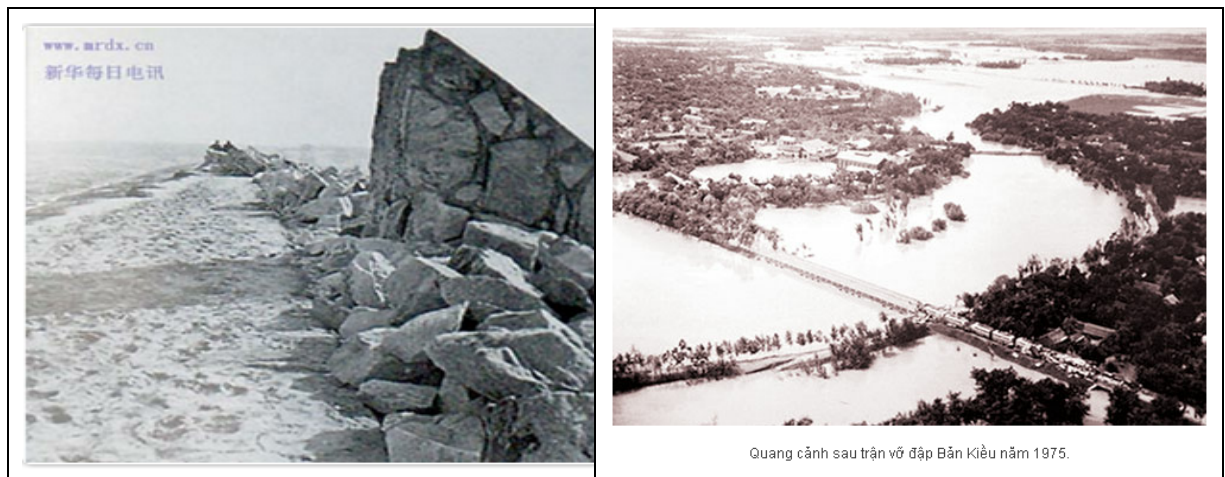


*Đập Malpasset tại Pháp sau khi xảy ra sự cố*

Đập Malpasset nằm ở vị trí phía Đông Nam của nước Pháp, đập nằm trên sông Reyran cách thị trấn Frejus 7km về phía Đông Nam có nhiệm vụ cung cấp nước tưới, sinh hoạt và du lịch. Đập Malpasset là đập vòm mỏng, cong hai chiều, bán kính thay đổi, đập có chiều cao 60m, bề rộng đáy đập 6.78m, bề rộng đỉnh đập 1.5m, chiều dài đỉnh đập 223m, bề rộng tràn xả lũ 30m. Đập được bắt đầu xây dựng vào năm 1951 và đến năm 1959 thì hoàn thành. Khối lượng bê tông xây đập là 47.857m<sup>3</sup>. Vào ngày 29/11/1959, một trận mưa với cường độ đặc biệt lớn làm đập bị phá hủy hoàn toàn, có khoảng 50 triệu m<sup>3</sup> nước đổ xuống hạ lưu, làm 423 người chết do bị ảnh hưởng trực tiếp, sau đó số người chết tăng lên khoảng 700 người.



Đập Bản Kiều bắt đầu được xây dựng vào tháng 4/1951 trên sông Ru với sự trợ giúp của các chuyên gia tư vấn Liên Xô cũ nhằm mục đích ngăn lũ tại khu vực sông Hoài và xây dựng công trình thủy điện. Do thiếu những thông tin dữ liệu về thủy văn nên mặc dù hoàn thành vào tháng 6/1952, các tiêu chuẩn thiết kế của đập thấp hơn so với bình thường. Do vậy, sau năm 1954, đập được cải tạo mới, tăng chiều cao thêm 3m lên mức 24,5m và được làm bằng đất sét. Chiều cao của đỉnh đập là 116,34m và mức đỉnh tường bảo vệ là 117,64 m so với mực nước biển. Tổng dung tích của hồ chứa là 492 triệu m<sup>3</sup> và 375 triệu m<sup>3</sup> dành cho việc phòng lũ. Lưu lượng xả tối đa của hồ chứa là 1.742 m<sup>3</sup>/s. Đập Bản Kiều được thiết kế với trận lũ lịch sử có lượng mưa lớn nhất 300mm/ngày. Tuy nhiên vào tháng 8/1975, lượng mưa lịch sử đã xảy ra với cường độ mưa 189,5mm/giờ và 1.060mm/ngày, cao hơn lượng mưa trung bình hàng năm khoảng 800mm/ngày. Vào ngày 7/8, nước lũ đã phá hủy đập Bản Kiều khi chính quyền chưa kịp thông báo quyết định sơ tán dân cư. Một khu vực rộng lớn với chiều dài 55km và chiều rộng 15km đã bị nhấn chìm trong nước lũ gồm 7 quận với hàng chục nghìn người chết và hàng triệu người bị mắc kẹt 9 ngày sau đó.



Quang cảnh sau trận vỡ đập Bản Kiều năm 1975.

Sau các sự cố vỡ đập xảy ra tại một số nơi trên thế giới như đã phân tích ở trên, các nhà khoa học, các nhà quản lý, các chủ hồ, đập đã đi sâu nghiên cứu, phân tích những nguyên nhân gây nên sự cố vỡ đập, trong đó, phải kể đến các chuyên gia về an toàn đập như Stephen Burrowws (Mỹ), N.Goutal (Mỹ), Jeff Jorgeson (Mỹ), Xinya Ying (Trung Quốc), Woodman Wardlaw (Mỹ)... và rất nhiều nhà khoa học khác. Qua phân tích, các chuyên gia đi đến kết luận một số nguyên nhân gây ra sự cố vỡ đập do mưa lũ đã xảy ra trên thế giới như sau:

- Lũ lớn, đặc biệt lớn xảy ra như tại đập vòm Habra của Algeria vào năm 1881 làm 400 người thiệt mạng.
- Lũ lớn tràn ngập đỉnh đập đất của đập South Fork vào năm 1889 làm 2200 người thiệt mạng.

- Lũ lớn trước khi công trình hoàn thành làm cho đập đất Oros (Ceara) bị vỡ vào năm 1960 làm hơn 1000 người bị thiệt mạng.

- Với loại đập đất và/hay đá, nguy hiểm nhất là nước lũ tràn ngập đỉnh, phá vỡ đập rất nhanh chóng.

#### ***1.1.1.4. Các giải pháp phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại thích ứng với BĐKH nước biển dâng của một số nước trên thế giới***

Để ứng phó, thích ứng với việc nước biển dâng cao, tại các quốc gia, nhiều giải pháp đã được nghiên cứu, triển khai như tăng cường, gia cố các hệ thống đê kè, trồng rừng ngập mặn, xây dựng hệ thống bơm giảm ngập, chuẩn bị các bản đồ xác định những điểm dễ bị tổn thương, di chuyển các cơ sở nuôi trồng thủy sản và kết cấu hạ tầng ven biển... Nhìn chung, tùy theo mức độ phát triển kinh tế và tình hình thực tế khác nhau mà các nước có những cách lựa chọn giải pháp cụ thể hoặc kết hợp các giải pháp sao cho tối ưu để thích ứng với nước biển dâng do tác động của BĐKH. Tuy nhiên, tựu trung lại, các lựa chọn thích ứng được chia thành 3 nhóm chính là:

Các biện pháp bảo vệ: bao gồm giải pháp bảo vệ “cứng” và bảo vệ “mềm”, trong đó các giải pháp bảo vệ cứng chú trọng đến các can thiệp vật lý, giải pháp kỹ thuật công trình xây dựng kết cấu hạ tầng như xây dựng tường biển, tôn cao các tuyến đê, kè sông, kè biển, xây dựng đập ngăn nước mặn hoặc kênh mương để kiểm soát lũ lụt... trong khi đó các biện pháp bảo vệ mềm lại chú trọng các giải pháp thích ứng dựa vào hệ sinh thái như tăng cường trồng rừng phòng hộ ven biển, đầu tư vào đất ngập nước, bổ sung đất cho các bãi biển, cải tạo các cồn cát ven biển, trồng rừng ngập mặn...

Các biện pháp thích nghi: các biện pháp này nhấn mạnh đến việc đầu tư cải tạo kết cấu hạ tầng, chuyển đổi tập quán canh tác, chú trọng đến việc điều chỉnh các chính sách quản lý bao gồm những phương pháp quy hoạch đón đầu, thay đổi các tiêu chuẩn xây dựng, sử dụng đất, các tiêu chuẩn về bảo vệ môi trường... nhằm giảm thiểu tính dễ tổn thương, tăng cường khả năng thích nghi, sống chung với lũ của cộng đồng trước tác động của BĐKH, nước biển dâng.

Các biện pháp di dời: phương án cuối cùng khi mực nước biển dâng lên mà không có điều kiện cơ sở vật chất để ứng phó là biện pháp di dời, rút lui vào sâu trong lục địa. Đây là phương án né tránh tác động của việc nước biển dâng bằng tái định cư, di dời nhà cửa, cơ sở hạ tầng ra khỏi vùng có nguy cơ bị đe dọa bị ngập nước. Phương án này bao gồm cả việc di dân từ vùng đất ngập nước vào sâu trong nội địa.

## **1.1.2. Các nghiên cứu ở Việt nam**

### **1.1.2.1. Các phương pháp xác định lũ thiết kế hồ chứa**

#### *1) Các phương pháp xác định lũ thiết kế cho hồ chứa trong điều kiện bình thường*

##### **- Theo QP.TL-C6-77**

Trong khi chưa có tiêu chuẩn mới thay tính toán lũ thiết kế hiện nay vẫn tiến hành theo QP.TL-C6-77. Tài liệu này có một số hạn chế đòi hỏi khi sử dụng cần bổ sung một số phương pháp khác thích hợp tiên bộ hơn. Dưới đây nêu ra một số hạn chế của Quy phạm trên:

- (1) Không có hướng dẫn tính toán lũ thiết kế trong trường hợp có ít tài liệu thực đo.
- (2) Giới hạn diện tích lưu vực 100 km<sup>2</sup> là không có cơ sở. Thực tế, đỉnh lũ thiết kế tính theo công thức cường độ giới hạn cho lưu vực nhỏ (nhỏ hơn khoảng 50km<sup>2</sup>) có mức độ tin cậy cao. Đối với lưu vực lớn hơn kết quả thường không đáng tin cậy.
- (3) Tổng lượng lũ thiết kế tính toán trong trường hợp không có tài liệu chỉ có hướng dẫn cho loại lưu vực nhỏ hơn 50 km<sup>2</sup>, còn trường hợp diện tích lớn hơn thì không có.
- (4) Không có hướng dẫn sử dụng mô hình toán trong tính toán lũ thiết kế.
- (5) Quy phạm QP.TL.C6-77 chỉ ứng dụng được đối với các lưu vực từ vĩ tuyến 17 trở ra, ngoại trừ công thức cường độ giới hạn có thể ứng dụng được trong cả nước (thời điểm biên soạn Quy phạm chưa có các đặc trưng thủy văn ở Miền Nam).
- (6) Không có hướng dẫn tính toán lũ thiết kế PMF.

Vì những hạn chế trên đây, trong tính toán thực tế các công trình, các Tư vấn thiết kế đã vận dụng kết hợp với các phương pháp tính toán khác trong các tài liệu của nước ngoài để đảm bảo thiết kế với độ tin cậy cao hơn – điều này là phù hợp với luật Tiêu chuẩn Qui chuẩn.

##### **- Tính toán lũ theo phương pháp mô hình toán**

Phương pháp mô hình toán áp dụng cho các lưu vực có ít hoặc không có tài liệu đo đạc lũ. Đây là phương pháp được áp dụng rộng rãi trên thế giới, khá phù hợp với tình trạng hiếm số liệu ở Việt nam và đã được đưa vào tính toán lũ thiết kế cho một số công trình. Dưới đây thống kê một số mô hình thường được ứng dụng.

1. Mô hình TANK là loại mô hình bể chứa có thể ứng dụng tính toán lũ từ mưa và tính toán sự thay đổi dòng chảy trong năm. Mô hình TANK có thời khoảng tính toán bằng 1 ngày nên thích hợp đối với lưu vực có diện tích tương đối lớn.

2. Mô hình NAM hoặc ghép trong bộ mô hình MIKE11, gọi là mô hình MIKE-NAM. Đây cũng là loại mô hình bể chứa, có thời khoảng tính toán nhỏ hơn một ngày nên có thể sử dụng đối với diện tích lưu vực nhỏ. Mô hình NAM cũng có thể sử dụng xác định dòng chảy từng ngày trong năm từ tài liệu đo mưa.

3. Mô hình thông số tập trung, điển hình là phương pháp đường đơn vị tổng hợp. Phương pháp đường đơn vị chỉ ứng dụng tính toán lũ từ mưa, không ứng dụng cho tính toán dòng chảy hàng năm từ mưa. Đường đơn vị được sử dụng để tính quá trình lưu lượng từ mưa gây lũ đối với một lưu vực cụ thể, được gọi là đường đơn vị tính toán.

Có 2 phương pháp xây dựng, đó là:

a. Phương pháp trực tiếp: đường đơn vị tính toán được xác định trực tiếp từ tài liệu đo mưa trên lưu vực và tài liệu đo quá trình lũ tương ứng ở mặt cắt cửa ra của lưu vực đó. Phương pháp này ứng dụng cho trường hợp lưu vực có ít tài liệu đo lũ. Tài liệu đo lũ (chỉ cần 1 hoặc vài trận lũ) được sử dụng để xác định đường đơn vị tính toán.

b. Phương pháp gián tiếp: đường đơn vị tính toán được xác định gián tiếp qua mô hình đường đơn vị tổng hợp. Phương pháp này ứng dụng cho trường hợp lưu vực không có tài liệu đo lũ. Dưới đây là một số mô hình đường đơn vị tổng hợp được ứng dụng nhiều trong thực tế:

- Đường đơn vị không thứ nguyên SCS do Cục công binh Hoa Kỳ xây dựng. Đường quá trình được xây dựng dựa trên việc phân tích một số lớn các đường quá trình đơn vị tự nhiên từ một phạm vi rất rộng các diện tích của lưu vực và các vùng địa lý. Phương pháp đường quá trình đơn vị tổng hợp SCS được ứng dụng cho các lưu vực vừa trên toàn thế giới. Phương pháp đường đơn vị SCS được khuyến cáo áp dụng cho lưu vực giới hạn trong khoảng 2.5- 250km<sup>2</sup>.

- Đường quá trình đơn vị tổng hợp Snyder do chính Snyder đề xướng, phương pháp Snyder có thể được sử dụng cho các lưu vực lớn hơn (từ 250km<sup>2</sup> đến 5000km<sup>2</sup>).

- Đường đơn vị Clark là loại đường đơn vị có xét đến quá trình điều tiết lòng sông của lưu vực, bởi vậy đường quá trình dòng chảy đơn vị Clark trở thành một đường quá trình dòng chảy đơn vị tổng hợp.

4. Mô hình lưu vực sông là loại mô hình được áp dụng tính toán lũ thiết kế cho các lưu vực lớn. Đối với các lưu vực lớn thì mưa có sự thay đổi lớn theo không gian nên việc áp dụng các mô hình trình bày ở các mục 1, 2, 3 cho kết quả không tốt. Trong trường hợp đó cần áp dụng các mô hình lưu vực sông. Mô hình thường được sử dụng nhất hiện nay là mô hình HEC-HMS do Cục Công binh Hoa Kỳ xây dựng. Để tính toán lũ từ mưa theo mô hình loại này, người ta phải chia lưu vực lớn ra nhiều lưu vực nhỏ hơn (lưu vực bộ

phận) sao cho ở mỗi lưu vực bộ phận lượng mưa gây lũ được đảm bảo rằng tương đối đồng nhất. Sự tích hợp dòng chảy của các lưu vực bộ phận tạo thành quá trình dòng chảy ở tuyến cửa ra được mô phỏng bằng các mô hình diễn toán lũ trên từng đoạn sông và thường sử dụng phương pháp diễn toán MUSKINGUM.

Ở Việt Nam, các mô hình đã được ứng dụng cho một số công trình hồ chứa. Ưu điểm của phương pháp mô hình là khi được áp dụng sẽ tính được cả quá trình lũ thiết kế và phản ảnh đầy đủ hơn quy luật hình thành lũ của trận lũ thiết kế. Bởi vậy, kết quả tính toán lũ thiết kế sẽ có mức tin cậy cao hơn.

#### **- Tính toán lũ cực hạn PMF**

Ở Việt Nam chưa có hướng dẫn về cách tính lũ cực hạn PMF. Tham khảo trong một số các tài liệu chuyên khảo có nhiều phương pháp tính lũ PMF nhưng nói chung đều được tính từ mưa cực hạn PMP gây ra lũ PMF.

Phương pháp này tính lũ cực hạn từ mưa cực hạn bằng cách chuyển hoá quá trình mưa thành quá trình dòng chảy lũ theo các phương pháp khác nhau. Hiện nay, để chuyển quá trình mưa cực hạn thành quá trình lũ cực hạn người ta thường sử dụng các mô hình toán thủy văn, việc chọn loại mô hình tính toán tùy thuộc vào diện tích lưu vực và đặc điểm sự hình thành lũ trên lưu vực. Đối với lưu vực vừa và nhỏ có mưa phân bố tương đối đồng đều trên lưu vực thường chọn phương pháp đường lũ đơn vị để diễn toán lũ (đường đơn vị thực đo, đường đơn vị tổng hợp SCS, đường đơn vị Snyder ...).

Đối với các lưu vực lớn, mưa không đồng nhất trên mặt lưu vực, sự hình thành lũ trên lưu vực phức tạp người ta thường ứng dụng các mô hình toán mạng sông để diễn toán lũ về tuyến cửa ra, trong đó mô hình HEC-HMS là một điển hình của loại mô hình này. Theo phương pháp này người ta chia lưu vực ra thành các lưu vực con, các lưu vực con được diễn toán theo phương pháp đường đơn vị tổng hợp, quá trình chuyển động lũ trong sông được diễn toán lũ theo các phương pháp mô hình thông số tập trung (phương pháp sóng động học, phương pháp Muskingum, phương pháp Muskingum –Cunge, phương pháp Pull v..v)

#### *2) Các phương pháp xác định lũ thiết kế hồ chứa trong điều kiện biến đổi khí hậu.*

Để xác định lũ thiết kế hồ chứa xét trong điều kiện biến đổi khí hậu, ở Việt Nam đã sử dụng một số các phương pháp chính để xây dựng các kịch bản BĐKH cho một số các khu vực nhỏ:

- Sử dụng trực tiếp kết quả từ mô hình toàn cầu;
- Phương pháp Downscaling thống kê;

- Phương pháp nhân tố địa phương với phần mềm được sử dụng là MAGICC/SCENGEN của NCAR/ Hoa Kỳ và CRU/Anh phối hợp phát triển;
- Ứng dụng mô hình khí hậu động lực cho khu vực, chẳng hạn như RegCM của NCAR/Hoa Kỳ và PRECIS của Trung tâm khí hậu toàn cầu Hadley, Anh.

#### **1.1.2.2. Tiêu chuẩn thiết kế lũ hiện nay**

Ở nước ta, nghiên cứu tính lũ thiết kế đã có từ năm 1903 -1904, bắt đầu từ công thức kinh nghiệm tính lũ xác định khẩu diện cống thoát lũ do Desbos, kỹ sư người pháp xây dựng. Sau năm 1954 đã có thêm nhiều công thức nửa kinh nghiệm của các nước Liên Xô (cũ), Trung Quốc và cả trong nước. Trừ công thức Desbos các công thức nửa kinh nghiệm thường cho kết quả đỉnh lũ cao song tổng lượng lũ thiết kế thì quá nhỏ do tính theo thời gian mưa hiệu quả. Điều này là nguyên nhân gây nên các hồ chứa bị vỡ ở Lạng Sơn (1968) và ở Nghệ An (1978). Sau năm 1975, thiết kế lũ ngoài tính toán theo công thức nửa kinh nghiệm, tổng lượng lũ được xác định theo tương quan đỉnh – lượng lũ ứng với thời khoảng và quá trình lũ tính toán theo số liệu thực đo. Các nhà khoa học thủy văn phần lớn sử dụng mô hình toán thủy văn tất định.

Những nội dung tính toán lũ thiết kế cũng đã được hướng dẫn cụ thể trong các quy chuẩn, tiêu chuẩn, quy phạm và các tài liệu liên quan khác: QCVN 04-05: 2012/BNNPTNT; Quy phạm QP.TL.C-6-77. Tuy nhiên, quy chuẩn và tiêu chuẩn của Việt Nam có sự khác biệt so với các nước phát triển, Quy phạm tính toán đặc trưng thủy văn thiết kế QP.TL.C-6-77 được biên soạn từ năm 1977 có một số nội dung đã lạc hậu và chưa được bổ sung kịp thời cũng như thay đổi ký hiệu theo luật TC&QC. Bởi vậy, một số lưu ý khi tính toán lũ thiết kế cho các đập thiết kế mới và cả những đập cần nâng cấp sửa chữa:

Tiêu chuẩn Việt Nam đã nhiều lần được chỉnh sửa, bổ sung và có sự khác biệt trong mỗi lần chỉnh sửa. Thường thì tiêu chuẩn thiết kế ở những lần ban hành sau thường cao hơn lần ban hành trước đó. Vì vậy, các công trình đập được xây dựng trước đó thường không đáp ứng tiêu chuẩn mới sau khi đập đã xây dựng.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam lũ thiết kế được chọn tương ứng với một tần suất nhất định phụ thuộc vào cấp và qui mô của công trình (công suất phát điện, khả năng cấp nước tưới, sinh hoạt, công nghiệp...) của công trình gọi là tần suất thiết kế lũ. Tiêu chuẩn chống lũ do Nhà nước quy định tùy thuộc vào cấp của công trình. Đối với các công trình quan trọng (hồ chứa Hoà Bình, hồ chứa Sơn La ...) sẽ có quy định riêng và chọn theo cấp đặc biệt. Do yêu cầu chống lũ cho các công trình ngày càng tăng nên ở nước ta tiêu chuẩn lũ quy định cũng thay đổi nhiều lần (xem Bảng 1.2 và Bảng 1.3).

Tiêu chuẩn thiết kế ở các nước phát triển thường cao hơn tiêu chuẩn của Việt Nam. Hiện nay, một số công trình lớn ở Việt Nam (Thủy điện Sơn La, thủy điện Hoà Bình, hồ Lai Châu...) đã tính toán lũ thiết kế lũ kiểm tra lấy bằng lũ PMF.

*Bảng 1.2: Sự thay đổi của tiêu chuẩn lũ thiết kế Việt Nam (tần suất %)*

Cấp Công trình	QPVN 08-70			TCVN 5060-90			TCXDVN 285:2002			
	Loại công trình			Loại công trình			Loại công trình			
	Lâu dài	Tạm thời	Dẫn dòng	Lâu dài	Tạm thời	Dẫn dòng	Thiết kế	Kiểm tra	Tạm thời	Dẫn dòng
I	0,1	10,0	5,0	0,1	5,0	5,0	0,1	0,02	5,0	5,0
II	0,5	10,0	5,0	0,5	5,0	5,0	0,5	0,1	5,0	5,0
III	1,0	10,0	10,0	1,0	10,0	10,0	1,0	0,2	10,0	10,0
IV	1,5	10,0	10,0	1,5	10,0	10,0	1,5	0,5	10,0	10,0
V	2,0	10,0	10,0	2,0	10,0	10,0	2,0		10,0	10,0

*Bảng 1.3: Quy chuẩn Việt Nam QCVN 04-05*

Cấp công trình	QCVN 04-05		
	Loại công trình		
	Thiết kế & kiểm tra	Dẫn dòng 1 mùa	Dẫn dòng 2 mùa
Đặc biệt	0,1	5	2
I	0,5	10	5
II	1	10	10
III	1,5	10	10
IV	2	10	10

Hiện nay tiêu chuẩn mới nhất về tính toán lũ thiết kế là TCVN 9845:2013 do Tổng cục Đường bộ Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông Vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố. TCVN 9845:2013 được xây dựng trên cơ sở tham khảo 22TCN220-95: Tính toán các đặc trưng dòng chảy lũ. Việc tính lưu lượng đỉnh lũ thiết kế, tùy theo diện tích lưu vực, có thể sử dụng một trong các công thức sau: Đối với lưu vực có diện tích nhỏ hơn 100 km<sup>2</sup>, tính theo công thức cường độ giới hạn; Đối với lưu vực có diện tích lớn hơn 100 km<sup>2</sup>, có thể tính theo công thức triết giảm.

### **1.1.2.3. Các loại sự cố công trình liên quan đến tiêu chuẩn lũ thiết kế hiện nay**

Trong những năm qua, do biến động thời tiết bất thường, mưa lớn xảy ra trên diện rộng trên một số lưu vực sông miền Trung, gây ra một số sự cố vỡ đập đáng tiếc xảy ra, điển hình một số đập bị vỡ như sau:

- **Sự cố vỡ đập Khe Mơ Hà Tĩnh:** Đập Khe Mơ được xây dựng trên con suối cùng tên tại xóm 1, xã Sơn Hàm, huyện Hương Sơn, tỉnh Hà Tĩnh là loại đập đất nhỏ tạo hồ chứa gần 1 triệu m<sup>3</sup> để cấp nước sinh hoạt và tưới tại chỗ. 7 giờ sáng ngày 16/10/2010

vào lúc đập đang được sửa chữa thì lũ lớn đổ về tràn qua đập. Thiệt hại do sự cố vỡ đập xảy ra là rất lớn. Một số hình ảnh thu được về sự cố vỡ đập Khe Mơ Hà Tĩnh như sau:



Hình 1.1: Một số hình ảnh vỡ đập Khe Mơ Hà Tĩnh ngày 16/10/2010

- **Sự cố hồ chứa KE 2/20 REC Hương Khê – Hà Tĩnh:** Hồ chứa KE 2/20 REC được xây dựng tại huyện Hương Khê Hà Tĩnh năm 2008. Vào lúc 4g00 ngày 5/6/2009, đập bị vỡ tại vị trí công lấy nước, thân công bị gãy ngang và bị nước cuốn trôi về hạ lưu, nền công bị xói sâu có chỗ đến 3m.

Một số đập có quy mô nhỏ hơn như đập Họ Vỡ (Hà Tĩnh), đập Đu Đù (Bình Thuận), đập Núi Một (Bình Định),... cũng bị vỡ, sự cố lũ tràn đập thủy điện Hồ Hồ Hà Tĩnh ngày 6/10/2010...mà nguyên nhân chính là do tài liệu khảo sát sai. Đập Cà Giây ở Bình Thuận đã thi công gần đến đỉnh đập, nước trong hồ đã dâng lên gần đến cao trình thiết kế thì xuất hiện nhiều lỗ rò xuyên qua thân đập phá hoại toàn bộ thiết bị tiêu nước trong thân đập làm đập bị sụt xuống sứt vỡ. Những nguyên nhân do sự cố vỡ đập của một số đập bị vỡ trong nước cho thấy: Do chất lượng đập, do công trình lấy nước bị nứt gãy vì lún, do tính toán thủy văn không chuẩn xác, do tràn xả lũ có qui mô không xả được lũ theo mưa thực tế hoặc cửa tràn bị tắc kẹt... Trong các sự cố về đập ở nước ta, theo thống kê sự cố vỡ đập do hỏng tràn xả lũ chiếm 25,39%, chưa kể do khẩu diện tràn xả lũ không thoát được lũ thực tế dẫn đến nước hồ dâng cao hơn tràn và phá huỷ đập.

### **1.1.3. Nhận xét đánh giá và những bài học rút ra có liên quan đến nội dung nghiên cứu của đề tài phần nội dung thiết kế lũ.**

Từ phân tích tình hình nghiên cứu thiết kế lũ trên thế giới và trong nước, đồng thời sự xuất hiện lũ, bão ngày càng lớn về cường độ, tần số với quy luật thất thường đã cho thấy các tiêu chuẩn thiết kế lũ ở nước ta mặc dù đã có qui chuẩn, tiêu chuẩn tính toán từ lâu và thay đổi nhiều lần song vẫn chưa đáp ứng yêu cầu của thực tế đã, đang gây nên những hiểm họa không đáng có. Đó là những tồn tại trong tiêu chí, tiêu chuẩn thiết kế lũ :

a. Chưa gắn kết giữa cấp công trình và hiểm họa. Nếu có xét đến hiểm họa thì tiêu chí chưa rõ ràng và thiếu tính khả thi.



b. Chưa có tiêu chí sự cố và tiêu chuẩn tính toán sự cố lũ vượt thiết kế, lũ chống lên lũ, kẹt cửa tràn, sạt lở và moi chân đê biển, vỡ đập,...

c. Chưa có tiêu chí đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng đến thiết kế lũ, và tiêu chuẩn tính toán thiết kế lũ, thích hợp trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng

Từ những tồn tại nêu trên, Mục tiêu đặt ra của đề tài (đối với nội dung thiết kế lũ):

+ Xây dựng các tiêu chí có liên quan đến thiết kế lũ;

+ Đề xuất phương pháp tính toán lũ thiết kế hồ chứa tương ứng với các tiêu chí

+ Đề xuất tính toán lũ thiết kế cho một số hồ chứa thuộc một tỉnh ven biển miền Trung;

+ Đề xuất phương pháp phòng ngừa, ứng phó, khắc phục giảm nhẹ thiệt hại do sự cố công trình hồ chứa gây ra.

## **1.2. TỔNG QUAN KHU VỰC NGHIÊN CỨU**

Phạm vi nghiên cứu của đề tài dự kiến sẽ nghiên cứu tại các lưu vực có hồ chứa lớn thuộc Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, cụ thể các lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn, Sê San, Srêpôk, sông Ba, Kon – Hà Thanh để nghiên cứu lũ thiết kế trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng, vì vậy trong chương này tập trung giới thiệu về đặc điểm tự nhiên và phân tích tình hình lũ vùng nghiên cứu nêu trên.

### **1.2.1. Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn**

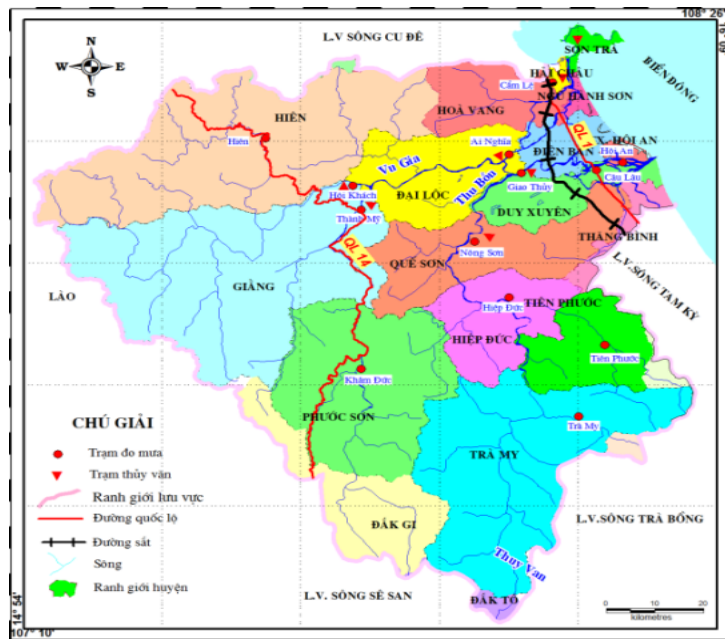
#### **1.2.1.1. Đặc điểm tự nhiên**

##### **1) Vị trí địa lý**

Sông Vu Gia - Thu Bồn là hệ thống sông lớn ở vùng Duyên hải Trung Trung Bộ. Toàn bộ lưu vực nằm ở sườn Đông của dãy Trường Sơn có diện tích lưu vực: 10.350 km<sup>2</sup>, trong đó diện tích nằm ở tỉnh Kon Tum: 301,7 km<sup>2</sup>, còn lại chủ yếu thuộc địa phận tỉnh Quảng Nam và Thành phố Đà Nẵng.

Lưu vực có vị trí tọa độ : 16°03' - 14°55' vĩ độ Bắc; 107°15' - 108°24' kinh độ Đông. Có ranh giới lưu vực : Phía Bắc giáp lưu vực sông Cu Đê, phía Nam giáp lưu vực sông Trà Bồng và Sê San, phía Tây giáp Lào và phía Đông giáp biển Đông và lưu vực sông Tam Kỳ.

Nhìn chung địa hình của lưu vực biến đổi khá phức tạp và bị chia cắt mạnh. Địa hình có xu hướng nghiêng dần từ Tây sang Đông đã tạo cho lưu vực có 4 dạng địa hình chính: i) Địa hình vùng núi; ii) Địa hình vùng gò đồi; iii) Địa hình vùng đồng bằng; iv) Địa hình vùng cát ven biển.



Hình 1.2: Bản đồ lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn

## 2) Đặc điểm sông ngòi

Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn bắt nguồn từ vùng núi cao sườn phía Đông của dãy Trường Sơn, có độ dài của sông ngắn và độ dốc lòng sông lớn. Vùng núi lòng sông hẹp, bờ sông dốc đứng, sông có nhiều ghềnh thác, độ uốn khúc từ 1 ÷ 2 lần. Phần giáp trung lưu lòng sông tương đối rộng và nông, có nhiều cồn bãi giữa dòng, về phía hạ lưu lòng sông thường thay đổi, bờ sông thấp nên vào mùa lũ hàng năm nước tràn vào đồng ruộng, làng mạc gây ngập lụt. Sông Vu Gia - Thu Bồn gồm 2 nhánh chính:

### a. Sông Vu Gia

Sông Vu Gia gồm nhiều nhánh sông hợp thành, đáng kể là các sông Đak Mi (sông Cái), sông Bung, sông A Vương, sông Con. Sông Vu Gia có chiều dài đến cửa ra tại Đà Nẵng là 204 km, đến Cẩm Lệ: 189 km, đến Ái Nghĩa: 166 km. Diện tích lưu vực đến Ái Nghĩa là 5.180 km<sup>2</sup>.

### b. Sông Thu Bồn

Bắt nguồn từ vùng biên giới 3 tỉnh Quảng Nam, Kon Tum và Quảng Ngãi ở độ cao hơn 2.000 m, sông chảy theo hướng Nam - Bắc, về Phước Hội sông chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc khi đến Giao Thủy sông chảy theo hướng Tây - Đông và đổ ra biển tại Cửa Đại. Diện tích lưu vực từ thượng nguồn đến Nông Sơn: 3.150 km<sup>2</sup>, dài 126 km, diện tích lưu vực tính đến Giao Thủy là 3.825 km<sup>2</sup>, dài 152 km. Sông Thu Bồn gồm có nhiều sông suối.

Diện tích toàn bộ lưu vực Vu Gia- Thu Bồn tính từ thượng nguồn đến cửa sông là 10.350 km<sup>2</sup>. Phần hạ lưu dòng chảy của 2 sông có sự trao đổi với nhau là: Sông Quảng

Huế dẫn 1 lượng nước từ sông Vu Gia sang sông Thu Bồn. Cách Quảng Huế 16 km, sông Vĩnh Điện lại dẫn 1 lượng nước sông Thu Bồn trả lại sông Vu Gia.

#### 4) Mạng lưới trạm đo khí tượng thủy văn

Vùng nghiên cứu (Tỉnh Quảng Nam và thành phố Đà Nẵng) có 2 trạm đo các yếu tố khí tượng: một trạm đo đại diện cho vùng đồng bằng là trạm Đà Nẵng, một trạm đại diện cho vùng miền núi là trạm Trà My, ngoài ra trong phân tích tính toán còn sử dụng tài liệu của trạm Quảng Ngãi, Ba Tư thuộc tỉnh Quảng Ngãi.

Trong vùng nghiên cứu có 18 trạm đo mưa, trong đó trạm Đà Nẵng có tài liệu từ năm 1907, tuy nhiên những năm trước giải phóng tài liệu bị gián đoạn. Hầu hết các trạm có tài liệu từ sau ngày miền Nam hoàn toàn giải phóng 1975 bình quân trên dưới 600 km<sup>2</sup> có một trạm đo mưa.

Trên các hệ thống sông tỉnh Quảng Nam và thành phố Đà Nẵng có 8 trạm đo thủy văn, trong đó có 2 trạm đo dòng chảy và mực nước và 6 trạm đo mực nước, 2 trạm (Sơn Tân, Hội Khách) vùng trung lưu sông, 4 trạm đo hạ lưu vùng ảnh hưởng triều .

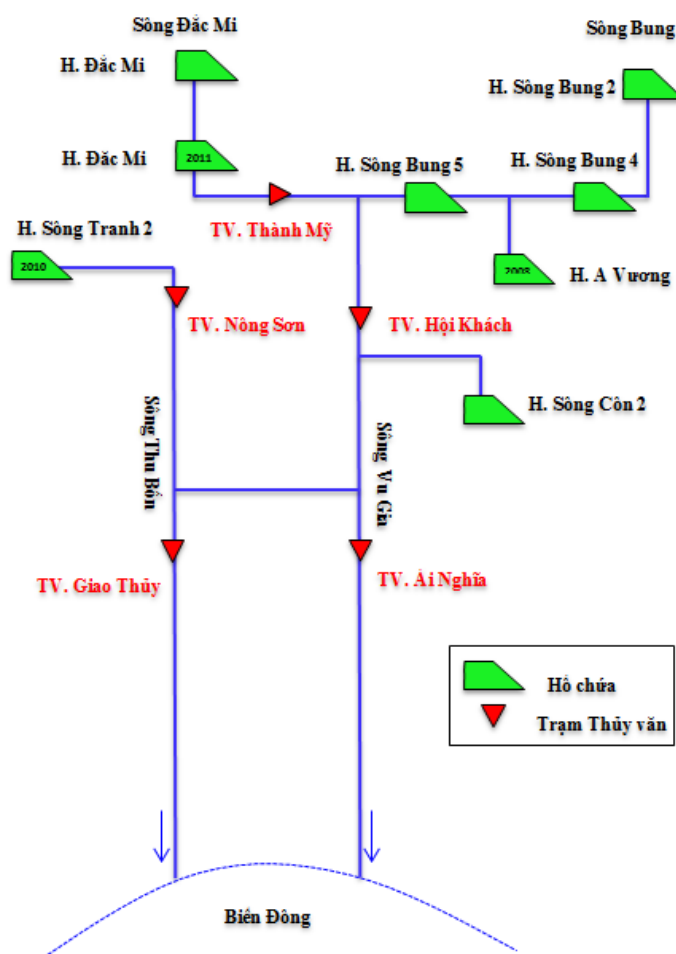
Bảng 1.4: Mạng lưới các trạm đo Khí tượng - Thủy văn

TT	Tên trạm	Tên sông	F lưu vực (km <sup>2</sup> )	Yếu tố quan trắc	Thời gian thống kê
1	Thanh Mỹ	Vu Gia	1.850	Q, H, ρ, X	1976-2006
2	Nông Sơn	Thu Bồn	3.150	Q, H, ρ, X	1976-2006
3	Hội Khách	Vu Gia		X, H	1976-2006
4	Ái Nghĩa	Vu Gia		X, H	1976-2006
5	Giao Thủy	Thu Bồn		X, H	1976-2006
6	Câu Lâu	Thu Bồn		X, H	1976-2006
7	Cẩm Lệ	Vu Gia		X, H	1976-2006
8	Hội An	Thu Bồn		X,H	13-42,61-66,76-06
9	Đà Nẵng			X, T, U, Z, V	07,31-34,46-74,76-06
10	Trà My			X, T, U, Z, V	28-41,76-2006
11	Ba Na			X	1977-2006
12	Tiên Phước			X	1977-2006
13	Thăng Bình			X	1977-2006
14	Sơn Tân			X	1976-2006
15	Hiên			X	1979-2006
16	Quế Sơn			X	1977-2006
17	Khâm Đức			X	1979-2006
18	Phước Sơn			X	1978-2006

Ghi chú: H mực nước, Q lưu lượng, ρ phù sa, X mưa, T nhiệt độ, Z bốc hơi, U độ ẩm, V tốc độ gió.

## 5) Hệ thống công trình hồ chứa trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Theo quy hoạch năm 2000 do Viện Quy hoạch thủy lợi lập, sơ đồ bậc thang thủy điện trên dòng chính sông Vu Gia - Thu Bồn dự kiến gồm 10 hồ chứa. Tuy nhiên, trong quá trình thực hiện đầu tư xây dựng, do có khảo sát đo đạc chi tiết hơn về địa hình, địa chất... và luôn đặt mục tiêu phát điện là chính, vì vậy các thông số đặc trưng của công trình đã thay đổi, chia ra nhiều bậc hơn. Đến nay (năm 2010) tình hình triển khai thực hiện xây dựng công trình thủy điện bậc thang trên sông Vu Gia-Thu Bồn như hình 1.3.

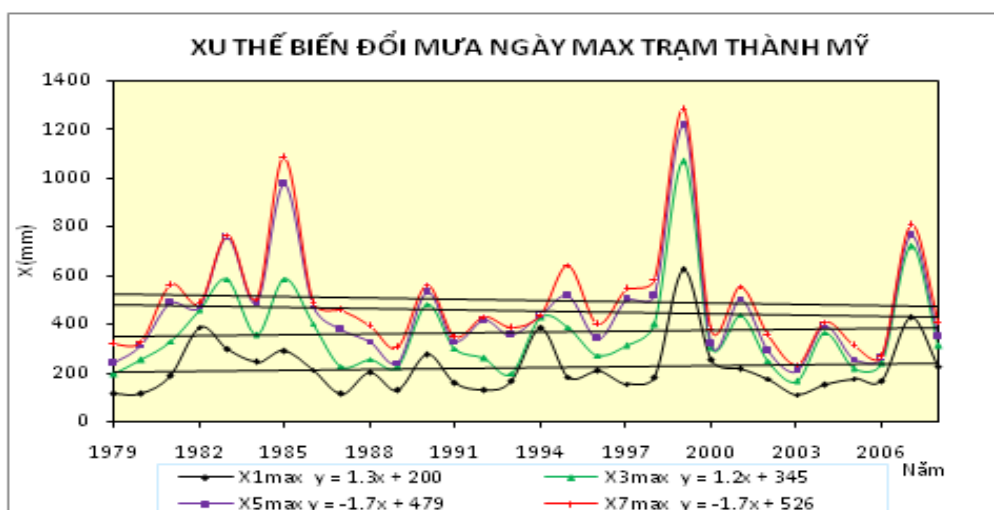


Hình 1.3: Các dự án trên dòng chính lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

### 1.2.1.2. Đặc điểm lũ lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

#### 1) Tình hình mưa lũ lớn lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn theo chuỗi năm quan trắc.

Lũ trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn chủ yếu gây nên do mưa lớn. Để đánh giá được sự biến đổi của dòng chảy lũ dưới tác động của BĐKH trên các lưu vực sông khu vực nghiên cứu, đề tài đã tiến hành phân tích xu thế diễn biến mưa 1, 3, 5, 7 ngày lớn nhất các trạm đo mưa trên lưu vực theo chuỗi năm quan trắc. Kết quả tính toán xu thế biến đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất hàng năm được thể hiện trong bảng 1.5.



Hình 1.4: Xu thế biến đổi mưa 1,3,5,7 ngày max trạm Thành Mỹ

Bảng 1.5: Xu thế biến đổi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max các trạm trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn (1979 - 2008)

Trạm mưa	Số năm thống kê	Mức tăng (+); Mức giảm (-) (mm/năm)			
		$X_{1max}$	$X_{3max}$	$X_{5max}$	$X_{7max}$
Ái Nghĩa	30	+0,8	+0,9	-0,4	+1,2
Câu Lâu	30	+1,3	+2,3	-0,1	-0,7
Đà Nẵng	30	-0,9	-1,6	-4,0	-4,3
Giao Thủy	30	+1,8	+2,0	+1,9	+5,1
Hiên	30	+1,1	-2,1	-6,3	-5,3
Hội An	30	+0,9	+3,3	+2,0	+2,5
Phước Sơn	30	-0,2	+1,1	+1,2	+3,2
Nông Sơn	30	+1,5	+2,5	-1,4	-2,6
Thành Mỹ	30	+1,3	+1,2	-1,7	-1,7
Tam Kỳ	30	+2,7	+5,5	+4,1	+5,3
Trà My	30	+1,8	+6,4	+7,0	+9,8

Kết quả thống kê cho thấy hầu hết các trạm lượng mưa có xu thế tăng. Trong đó trạm mưa Trà My có lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max đều tăng hàng năm, lớn nhất là gần 10 mm/năm đối với trận mưa 7 ngày max. Trong khi đó trạm mưa Đà Nẵng lại có xu thế ngược lại khi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max đều giảm theo hàng năm. Các trạm ở thượng lưu như Thành Mỹ, Nông Sơn đều có xu hướng tăng nhẹ đối với lượng mưa 1, 3 ngày max, nhưng lại giảm với lượng mưa 5, 7 ngày max.

## 2) Khả năng xảy ra lũ lớn nhất năm trên các lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Lũ lớn nhất năm chủ yếu tập trung vào cuối tháng X với tần suất xuất hiện vào khoảng 42,7% tại Nông Sơn, 47.6% tại Thành Mỹ. Ở hạ du khả năng xảy ra lũ lớn vào cuối tháng X chiếm 57.1% tại Giao Thủy, 42.9% tại Ai Nghĩa. Càng đi về phía Nam, lũ lớn tập trung chủ yếu vào tháng XI với tần suất 70.0% tại Sơn Giang trên sông Trà Khúc,

61.9% tại An Chi trên sông Vệ. Lũ lớn nhất trong năm xuất hiện vào tháng XI trên sông Thu Bồn chiếm tỷ lệ 33.3% tại Nông Sơn và 38.1% tại Thạnh Mỹ trên sông Vu Gia.

Lũ sớm: thường không cao do cường độ mưa không lớn, thời gian mưa ngắn tồn thất dòng chảy lớn. Lũ muộn thường xảy ra vào cuối tháng XII và đầu tháng I. Tuy nhiên những trận lũ này thường chỉ tạo ra mực nước lũ ở hạ du đạt dưới cấp báo động II.

Lũ chính vụ: Tháng X, XI do hoạt động mạnh bởi các loại hình thể thời tiết, nhất là bão và áp thấp nhiệt đới cường độ mưa lũ rất lớn lượng mưa kéo dài gây lũ lớn nhất là ở đồng bằng khi có mưa bão hoặc áp thấp nhiệt đới đổ bộ. Lũ lớn nhất trong năm chủ yếu tập trung vào tháng X và XI trùng với thời kỳ hoạt động của bão, ATND trên biển Đông có ảnh hưởng đến vùng nghiên cứu kết hợp với các nhiễu động thời tiết khác. Bắt đầu vào các tháng này, các nhiễu động thời tiết trở nên mạnh mẽ, hoạt động của bão tăng lên, nhiều trận bão trực tiếp đổ bộ hoặc ảnh hưởng gián tiếp đến vùng gây nên những đợt mưa có cường độ lớn trên diện rộng. Đặc biệt bão tan thành áp thấp di chuyển lên phía Bắc gặp khối không khí lạnh tăng cường gây nên lượng mưa lớn toàn vùng.

Lũ tiêu mẫn: Vào các tháng V, VI có mưa tiêu mẫn gây ra lũ tiêu mẫn với trị số lớn đã quan trắc đạt 3060 m<sup>3</sup>/s tại Nông Sơn vào ngày 25/V/1989, 2180 m<sup>3</sup>/s xảy ra ngày 12/VI/2004, đạt 1740 m<sup>3</sup>/s tại Thạnh Mỹ vào ngày 25/V/1989, 1690 m<sup>3</sup>/s ngày 18/VI/1985, 1430 m<sup>3</sup>/s xảy ra ngày 13/VI/2004. Lũ này thường nhỏ, chủ yếu chảy trong lòng dẫn và thường là lũ có lợi vì nó mang một lượng nước đáng kể để phục vụ sản xuất hè thu.

Căn cứ vào tài liệu quan trắc tại các trạm thủy văn trong vùng nghiên cứu cho thấy, vùng thượng nguồn sông Thu Bồn (trạm Hiệp Đức), khả năng lũ lớn nhất trong năm xuất hiện vào tháng tháng X là 41,2%, tháng XI là 38,2%, tháng XII và tháng IX là 8%. Vùng đồng bằng sông Thu Bồn (trạm Câu Lô), khả năng xuất hiện lũ lớn nhất vào tháng X là 50%, vào tháng XI là 32,4%, còn lại là vào tháng IX và XII. Vùng thượng nguồn sông Vu Gia (trạm Thành Mỹ), khả năng lũ lớn nhất trong năm xuất hiện vào tháng tháng X là 50%, tháng XI là 32,4%. Vùng hạ lưu (trạm Cẩm Lệ), khả năng xuất hiện lũ lớn nhất vào tháng XI là 47,1%, vào tháng X là 41,2%.

*Bảng 1.6: Tần số xuất hiện lũ lớn nhất năm vào các tháng trong năm (Đơn vị: %)*

TT	Trạm	Sông	V	VI	IX	X	XI	XII	Tổng
1	Hiệp Đức	Thu Bồn	2,9	0,0	8,8	41,2	38,2	8,8	100
2	Nông Sơn	Thu Bồn	2,9	0,0	8,8	44,1	35,3	8,8	100
3	Giao Thủy	Thu Bồn	2,9	0,0	8,8	50,0	32,4	5,9	100
4	Câu Lô	Thu Bồn	2,9	0,0	8,8	50,0	32,4	5,9	100
5	Hội An	Thu Bồn	0,0	0,0	5,9	35,3	47,1	11,8	100
6	Thành Mỹ	Vu Gia	2,9	0,0	11,8	50,0	32,4	2,9	100

TT	Trạm	Sông	V	VI	IX	X	XI	XII	Tổng
7	Hội Khách	Vu Gia	3,4	3,4	13,8	41,4	37,9	0,0	100
8	Ái Nghĩa	Vu Gia	2,9	2,9	11,8	47,1	32,4	2,9	100
9	Cắm Lệ	Vu Gia	0,0	0,0	5,9	41,2	47,1	5,9	100

## 1.2.2. Lưu vực sông Kon - Hà Thanh

### 1.2.2.1. Đặc điểm tự nhiên

#### 1) Vị trí địa lý

Lưu vực sông Kôn – Hà Thanh nằm ở khu vực Trung Trung Bộ, trong phạm vi 13°48'25 đến 14°22'54, độ vĩ Bắc và 108°37'24 đến 109° 13'52, độ kinh Đông, thuộc địa phận của các đơn vị hành chính sau: huyện Vĩnh Thạnh, An Nhơn, Tuy Phước, Tây Sơn tỉnh Bình Định; huyện K Bang tỉnh Gia Lai. Phần lớn lưu vực sông Kôn – Hà Thanh nằm trong tỉnh Bình Định (90% diện tích lưu vực). Đây là lưu vực sông lớn nhất của tỉnh Bình Định với diện tích khoảng 3.809 km<sup>2</sup>, và cũng là vùng tập trung các hoạt động kinh tế, văn hóa, xã hội và chính trị của toàn tỉnh. Lưu vực sông Kôn – Hà Thanh có địa hình được phân chia thành hai vùng chính: vùng núi và đồng bằng.

#### 3) Đặc điểm sông ngòi

Sông Kôn và sông Hà Thanh đều bắt nguồn từ vùng núi cao của miền Đông Trường Sơn và đổ vào đầm Thị Nại. Lưu vực sông Hà Thanh có thể coi là một bộ phận của lưu vực sông Kôn do hai sông được nối với nhau bởi nhiều kênh tự nhiên và kênh đào, dòng chảy sông Kôn ảnh hưởng và chi phối chế độ lũ của sông Hà Thanh.

##### a. Sông Kôn

Sông Kôn bắt nguồn từ dãy núi cao Trường Sơn tỉnh Gia Lai thuộc huyện Hoài Ân và An Lão, có độ cao từ 600 - 700 m, chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam đến Thượng Giang tỉnh Bình Định thì chuyển hướng Tây Nam chảy qua huyện An Nhơn, Tuy Phước đổ ra biển tại vịnh Quy Nhơn. Sông Kôn dài 171km, diện tích lưu vực khoảng 3.102km<sup>2</sup> (bao gồm phần đất của huyện Vĩnh Thạnh, Tây Sơn, An Nhơn, Tuy Phước một phần các huyện An Lão, Phù Cát và các huyện An Khê, Kông Chro, Kbang thuộc tỉnh Gia Lai và Kôn Plông (Kôn Tum), độ dốc bình quân lưu vực khoảng 0,2. Hạ lưu là vùng đồng bằng tương đối rộng, xen lẫn bãi cát dọc sông và ven biển, có độ cao từ 2 đến 20m so với mặt biển. Hiện tượng phân dòng vùng hạ lưu và bồi lắng cửa sông xảy ra khá mạnh. Mật độ sông suối khoảng 0,65km/km<sup>2</sup>. Sông Kôn có 15 sông cấp 1 và 1 phụ lưu, 7 sông cấp 2, 2 sông cấp 3.

##### b. Sông Hà Thanh

Sông Hà Thanh bắt nguồn từ vùng núi phía Tây - Nam, huyện Vân Canh, tỉnh Bình Định, chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc, đi qua huyện Vân Canh, Tuy Phước, Thành phố Quy Nhơn và đổ nước ra đầm Thị Nại. Sông dài 58km, trong đó 30 km chảy qua miền rừng núi, độ cao trung bình của lưu vực là 170m, độ dốc trung bình khoảng 0,18, diện tích lưu vực 707 km<sup>2</sup>. Khi xuống đến hạ lưu, sông Hà Thanh tách thành hai nhánh, cả hai nhánh đều đổ vào đầm Thị Nại, trong đó một nhánh có sông Tham Đô đổ vào. Sông Hà Thanh có 4 sông cấp 1, không có sông cấp 2.

#### c. Đầm Thị Nại

Tại vùng hạ du lưu vực sông Côn - Hà Thanh còn có đầm Thị Nại. Đây là đầm nước mặn nằm ở phía Đông Bắc thành phố Quy Nhơn, có chiều dài hơn 10km, bề rộng gần 4 km và diện tích hơn 5.000 ha, thông với biển bằng một cửa hẹp có tên là cửa Giã. Các nhánh sông Côn, sông Hà Thanh đều chảy về đây.

#### 4) Mạng lưới trạm đo khí tượng thủy văn

Việc đo đạc các yếu tố khí tượng đã được tiến hành sau năm 1975. Trên địa phận vùng nghiên cứu có hai trạm khí tượng là Hoài Nhơn, Quy Nhơn và 10 trạm đo mưa) Thời gian quan trắc xem ở bảng sau:

Bảng 1.7: Các trạm đo khí tượng, thủy văn trong vùng

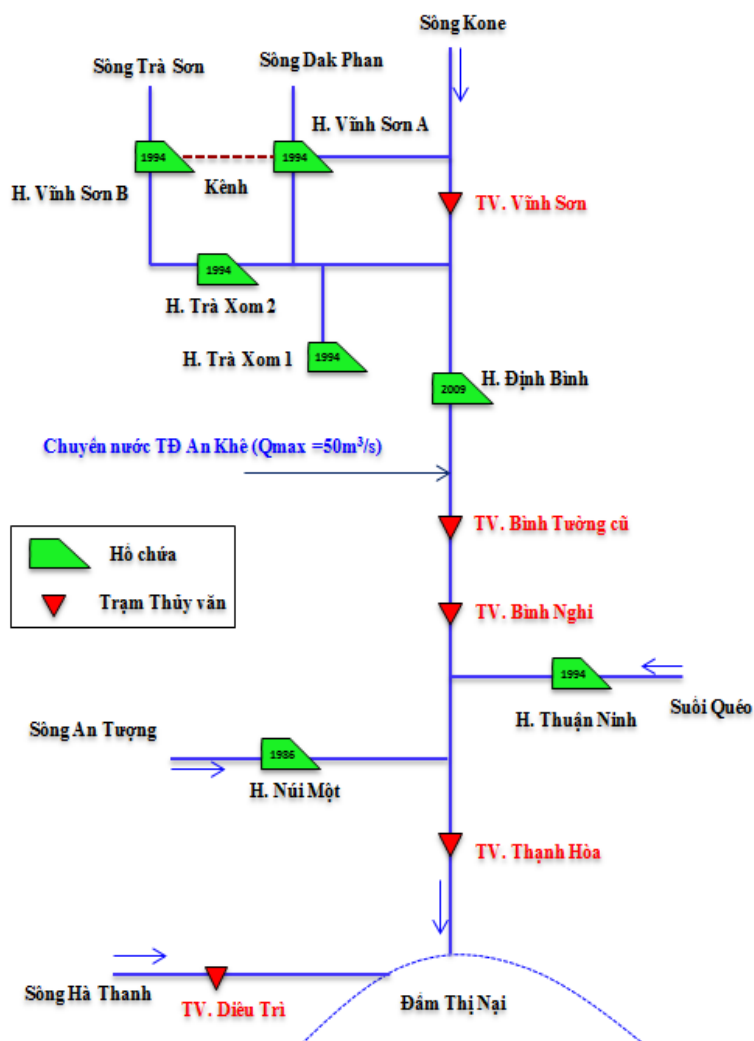
TT	Tên trạm	Trên sông/LVS	Yếu tố quan trắc	Thời gian quan trắc
<b>I. Trạm Khí tượng và mưa</b>				
1	Vĩnh Kim	LVS Côn	X	Từ 1981-Nay
2	Phù Mỹ	LVS La Tinh	X	Từ 1979-Nay
3	An Hòa	LVS Lại Giang	X	Từ 1981-Nay
4	Bồng Sơn	LVS Lại Giang	X	Từ 1976-Nay
5	Hoài Ân	LVS Lại Giang	X	Từ 1976-Nay
6	Phù Cát	LVS Côn	X	Từ 1979-Nay
7	Đề Gi	LVS La Tinh	X	Từ 1978-Nay
8	Vân Canh	LVS Hà Thanh	X	Từ 1979-Nay
9	Vĩnh Sơn	LVS Côn	X	Từ 1995-Nay
10	Quy Nhơn	LVS Hà Thanh	X,T,U,V,Z	Từ 1975-Nay
11	Hoài Nhơn	LVS Lại Giang	X,T,U,V,Z	Từ 1978-Nay
<b>II. Trạm Thủy văn</b>				
1	Bình Tường	Kôn	H, Q, ρ, X	Từ 1976-2009
2	Bình Nghi	Kôn	H, ρ, X	Từ 2009-nay
3	Vĩnh Sơn	Kôn	Q, H	Từ 1994-Nay
4	Diêu Trì	Hà Thanh	H	
5	Quy Nhơn		Trạm triều	
6	Vân Canh	Hà Thanh	H	Từ 1988-Nay
7	Tân An (Thạch Hòa)	Hà Thanh	H	Từ 1977-Nay

**Ghi chú:** X: Mưa; T: Nhiệt độ; U: Độ ẩm; Z: Bốc hơi  
V: Gió; H: Mực nước; Q: Lưu lượng; ρ: Độ đục



## 5) Hệ thống công trình hồ chứa trên lưu vực sông Kôn – Hà Thanh

Hiện nay, trên hệ thống sông Kôn - Hà Thanh có khoảng 25 hồ thủy lợi, thủy điện đã vận hành. Trong đó có 06 hồ chứa có dung tích từ 30 triệu m<sup>3</sup> trở lên, gồm các hồ chứa: Trà Xom 1 ( $W_{tb}=39,5$  triệu m<sup>3</sup>;  $W_{hi}=21,2$  triệu m<sup>3</sup>, CSLM=20MW); Thuận Ninh ( $W_{tb}=35,4$  triệu m<sup>3</sup>;  $F_{tưới}=1.036$  ha), Núi Một ( $W_{tb}=111$  triệu m<sup>3</sup>;  $W_{hi} = 109,6$  triệu m<sup>3</sup>,  $F_{tưới}=8.760$  ha), Định Bình ( $W_{tb}= 226$  triệu m<sup>3</sup>;  $W_{hi}=209$  triệu m<sup>3</sup>,  $F_{tưới}=15.515$  ha), Vĩnh Sơn A ( $W_{tb}=34$  triệu m<sup>3</sup>;  $W_{hi}=22$  triệu m<sup>3</sup>, CSLM = 66MW), Vĩnh Sơn B ( $W_{tb}=97$  triệu m<sup>3</sup>;  $W_{hi}=80$  triệu m<sup>3</sup>).



Hình 1.5: Các dự án trên dòng chính lưu vực sông Kôn - Hà Thanh

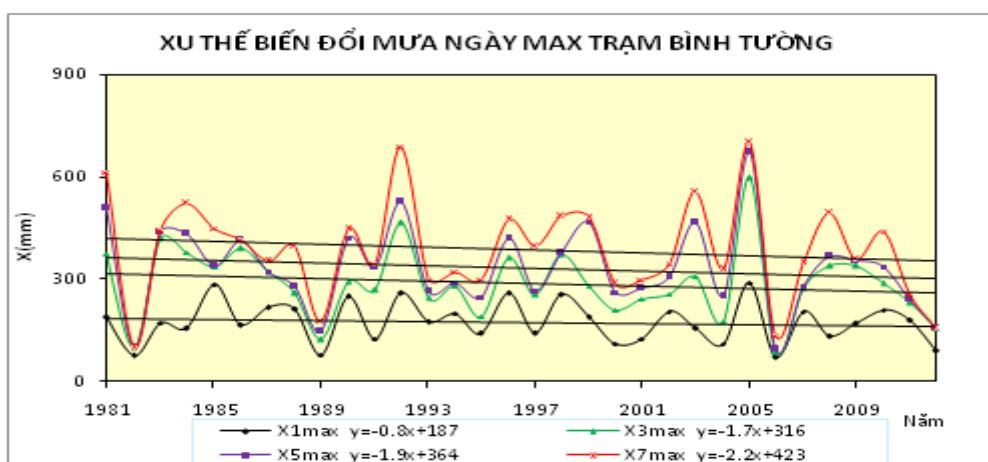
### 1.2.2.2. Đặc điểm lũ lưu vực sông Kôn – Hà Thanh

#### 1) Tình hình mưa lũ lớn lưu vực sông Kôn – Hà Thanh theo chuỗi năm quan trắc.

Khác với lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn, kết quả thống kê cho thấy hầu hết các trạm trên lưu vực sông Kôn – Hà Thanh lượng mưa lại có xu thế giảm nhẹ, chỉ có trạm Hoài An là có lượng mưa giảm khá mạnh qua các năm 6,6 mm/năm đối với lượng mưa 7 ngày max. Trong khi trạm Hoài Nhơn lượng mưa tăng/giảm không đáng kể.

*Bảng 1.8: Xu thế biến đổi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max các trạm trên lưu vực sông Kôn – Hà Thanh (1981 - 2012)*

Trạm mưa	Số năm thống kê	Mức tăng (+); Mức giảm (-) (mm/năm)			
		X <sub>1max</sub>	X <sub>3max</sub>	X <sub>5max</sub>	X <sub>7max</sub>
An Hòa	32	-1,1	-0,3	+0,3	-0,1
Bông Sơn	32	-1,3	-0,7	-0,7	-1,3
Hoài An	32	-2,3	-4,7	-5,1	-6,6
Phù Mỹ	32	-2,7	-2,4	-2,5	-1,3
Vân Canh	32	-1,8	+0,4	-1,4	-1,6
Vĩnh Kim	32	-1,1	-0,6	-1,4	-1,0
Hoài Nhơn	32	+0,2	-0,3	-0,4	+0,6
Quy Nhơn	32	-1,7	-1,7	-1,9	-2,0
Bình Tường	32	-0,8	-1,7	-1,9	-2,2



*Hình 1.6: Xu thế biến đổi mưa 1,3,5,7 ngày max trạm Bình Tường*

## **2) Khả năng xảy ra lũ lớn nhất năm trên các lưu vực sông Kôn – Hà Thanh**

Căn cứ vào tài liệu quan trắc tại các trạm thủy văn trong vùng nghiên cứu cho thấy, vùng thượng nguồn sông Kôn (trạm Bình Tường), lũ lớn nhất trong năm xuất hiện vào tháng XI là 55.9%, tháng X là 29.4%, tháng XII là 11.8%. Vùng Đồng bằng sông Kôn (trạm Thạnh Hòa, khả năng xuất hiện lũ lớn nhất vào tháng XI là 47,1%, vào tháng X là 35.3%, còn lại là vào tháng IX và XII.

Vùng thượng nguồn sông Hà Thanh (trạm Vân Canh), lũ lớn nhất trong năm xuất hiện vào tháng XI là 50%, tháng X là 36.4%, tháng XII là 9.1%. Vùng hạ lưu sông Hà Thanh (trạm Diêu Trì), khả năng xuất hiện lũ lớn nhất vào tháng XI là 64.7%, vào tháng X là 23.5%.

*Bảng 1.9: Tần suất xuất hiện lũ lớn nhất trong năm sông Kôn – Hà Thanh (%)*

TT	Trạm	Sông	6	9	10	11	12	Tổng
1	Vĩnh Sơn	Kôn	6,7	-	33,3	46,7	13,3	100
2	Bình Tường	Kôn		2,9	29,4	55,9	11,8	100
3	Thạnh Hòa	Kôn		8,8	35,3	47,1	8,8	100
4	Vân Canh	Hà Thanh		4,5	36,4	50,0	9,1	100
5	Diêu Trì	Hà Thanh		-	23,5	64,7	11,8	100

### **1.2.3. Lưu vực sông Ba**

#### **1.2.3.1. Đặc điểm tự nhiên**

##### **1) Vị trí địa lý**

Lưu vực sông Ba là một trong 9 lưu vực sông lớn ở Việt Nam, thuộc địa phận của 4 tỉnh: Gia Lai, Đắk Lắk, Phú Yên và một phần nhỏ thuộc Kon Tum. Phạm vi lưu vực nằm trong khoảng 12°35' - 14°38' vĩ độ Bắc, 180°00' - 190°55' kinh độ Đông với diện tích lưu vực là 13.900 km<sup>2</sup>

Phía Bắc giáp thượng nguồn sông Trà Khúc, Bắc và Tây Bắc giáp sông Sê San, Tây và Tây Nam giáp sông Srêpôk. Phía Nam giáp sông Bàn Thạch. Phía Đông là dải Trường Sơn Đông ngăn cách với các lưu vực sông Kôn, sông Kỳ Lộ. Sông Ba đổ ra biển Đông ở Đồng Bằng Tuy Hoà tỉnh Phú Yên.

Địa hình lưu vực sông Ba biến đổi khá phức tạp, bị chia cắt mạnh mẽ bởi sự chi phối của dãy Trường Sơn. Đường phân thủy của lưu vực có độ cao từ (500-2000) m bao bọc 3 phía: Bắc, Đông, Nam và chỉ được mở rộng về phía Tây với cao nguyên rộng lớn Pleiku, Mang Yang, Chư Sê. Đồng thời mở ra biển qua vùng đồng bằng Tuy Hoà rộng trên 20.000 ha .

##### **3) Đặc điểm sông ngòi**

Hệ thống sông Ba có mật độ lưới sông là 0,22 km/km<sup>2</sup>; sông chính sông Ba có chiều dài là 372 km. Sông Ba thuộc loại sông kém phát triển so với các sông khác vùng lân cận. Trong đó, ba sông nhánh lớn nhất là Iayun, Krong Hnang và sông Hinh đều nằm bên phía hữu ngạn:

##### **a. Sông Iayun**

Iayun là một sông nhánh lớn nhất của sông Ba có diện tích lưu vực là 2.950 km<sup>2</sup> và chiều dài sông là 175 km. Sông bắt nguồn từ vùng núi cao từ 1500 đến 1700 m, chảy theo hướng Bắc -Nam đến Chư Sê và sau đó chuyển hướng Tây Bắc- Đông Nam đến Cheo Reo thì nhập vào bờ phải sông Ba. Sông Iayun có lượng mưa năm khoảng 1.600

mm, mô đun dòng chảy trung bình nhiều năm 18 l/s km<sup>2</sup> và chiếm khoảng 17,5% tổng lượng nước đến của lưu vực sông Ba.

*b. Sông Krong Hnăng*

Krong Hnăng là sông nhánh lớn thứ hai của sông Ba có diện tích lưu vực là 1.840 km<sup>2</sup> và chiều dài sông là 130 km. Sông Krong Hnăng bắt nguồn ở vùng núi cao trên 1000 m thuộc huyện Krong Hnăng của tỉnh Dak Lak. Do địa hình phức tạp nên hướng chảy của sông này gần như hình vòng cung, đoạn đầu theo hướng Bắc- Nam, sau đó chuyển sang hướng Tây Bắc- Đông Nam rồi lại chảy ngược lên gần như hướng Nam - Bắc để nhập vào sông Ba. Lượng nước của sông nhánh Krong Hnăng đổ vào sông Ba chiếm khoảng 12,5% tổng lượng nước của toàn lưu vực sông Ba.

*c. Sông Hinh*

Với diện tích lưu vực là 1.040 km<sup>2</sup> và chiều dài sông là 88 km, sông Hinh là sông nhánh lớn thứ 3 của sông Ba. Sông Hinh bắt nguồn từ đỉnh núi Chư Hmú cao 2.051m chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc, đến gần thị trấn Sơn Hoà thì nhập vào bờ phải sông Ba. Do có địa hình núi cao chắn gió nên sông Hinh có lượng mưa tương đối lớn hơn các nhánh sông khác với lượng mưa năm trung bình khoảng 2.600 mm và mô đun dòng chảy trung bình nhiều năm là khoảng 53 l/s km<sup>2</sup>. Lượng nước của sông Hinh chiếm khoảng 17,4% tổng lượng nước của toàn lưu vực sông Ba.

**4) Mạng lưới trạm đo khí tượng thủy văn**

Việc nghiên cứu khí hậu lưu vực sông Ba được bắt đầu đo mưa tại trạm Cheo Reo từ năm 1931, trước những năm 60 việc đo đạc không có hệ thống và bị gián đoạn nhiều năm. Các điểm đo mưa trên lưu vực có tài liệu quan trắc chủ yếu từ năm 1977 cho đến nay. Tình hình quan trắc các yếu tố khí tượng của các trạm trong và ngoài lưu vực sông Ba được liệt kê trong bảng sau:

*Bảng 1.10: Các trạm khí tượng trong và lân cận lưu vực sông Ba*

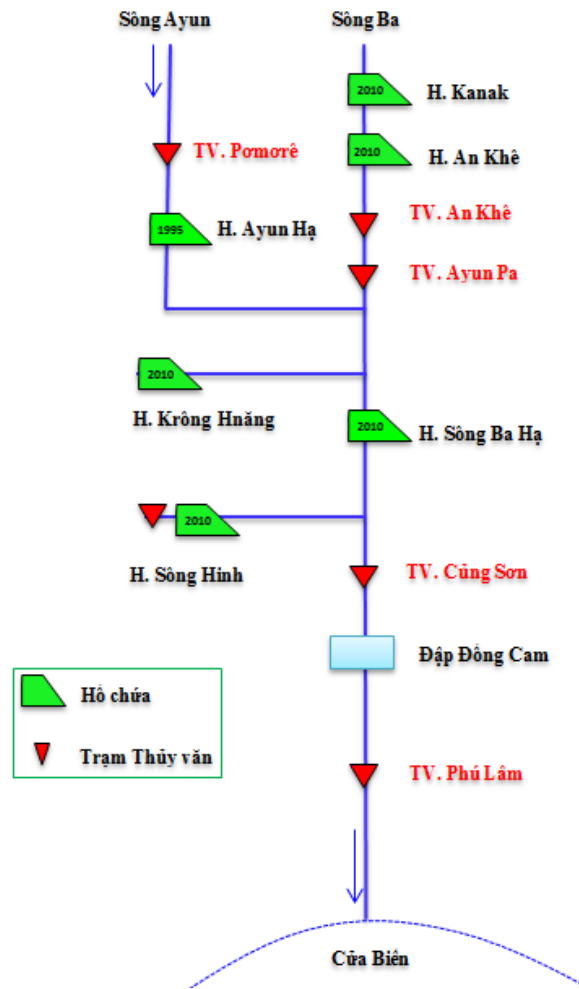
TT	Tên trạm	Kinh vĩ độ		Thời đoạn và các yếu tố quan trắc				
		Kinh độ	Vĩ độ	Mưa	T <sup>0</sup> KK	Độ ẩm KK	Bốc hơi	Gió
1	An Khê	108 <sup>0</sup> 38'	13 <sup>0</sup> 57'	77-nay	8-82, 88-00	7-82, 92-00	78-nay	88 - nay
2	Cheo Reo (Ayun Pa)	108 <sup>0</sup> 26'	18 <sup>0</sup> 25'	1-42, 64-74, 77-nay	8-82, 91-00	91-nay	61-74, 78-nay	
3	Buôn Hồ	108 <sup>0</sup> 16'	12 <sup>0</sup> 54'	91-nay	91-nay	91-nay	91-nay	
4	Sơn Hòa	108 <sup>0</sup> 59'	12 <sup>0</sup> 03'	78-nay	77-85, 90-nay	77-85, 91-nay	77-nay	76-82; 88-nay
5	M'Đrak	108 <sup>0</sup> 47'	12 <sup>0</sup> 42'	77-82 93-nay	7-82, 93-00	7-82, 93-00	93-nay	

TT	Tên trạm	Kinh vĩ độ		Thời đoạn và các yếu tố quan trắc				
		Kinh độ	Vĩ độ	Mưa	T <sup>0</sup> KK	Độ ẩm KK	Bốc hơi	Gió
6	Kon Tum	108 <sup>0</sup> 01'	14 <sup>0</sup> 30'	7-20, 31-41, 61-68, 72, 73, 76-nay	61-70, 76-nay	61-68, 77-nay	61-68, 70, 77-nay	61-70 76-nay
7	Plêiku	108 <sup>0</sup> 00'	13 <sup>0</sup> 59'	3-44, 59-74, 76-nay	39-42, 59-71, 76-nay	9-42, 59- 71, 76-nay	39-44, 59-nay	40-44, 58-71, 46-nay
8	Tuy Hòa	109 <sup>0</sup> 17'	13 <sup>0</sup> 05'	57-74, 76-nay	77-nay	6-90, 93-00	56-86, 88-nay	76-82, 88-nay

*Bảng 1.11: Các trạm đo mưa trong và lân cận lưu vực sông Ba*

TT	Tên trạm	Kinh vĩ độ		Thời gian quan trắc
		Kinh độ	Vĩ độ	
2	An Hòa	108 <sup>0</sup> 55'	14 <sup>0</sup> 35'	64-68, 81-nay
6	Sơn Thành	109 <sup>0</sup> 01'	12 <sup>0</sup> 56'	77-93, 94-nay
8	Mang Yang	108 <sup>0</sup> 00'	13 <sup>0</sup> 58'	84-nay
9	Thuần Mẫn	108 <sup>0</sup> 01'	13 <sup>0</sup> 14'	79-87
10	Đá Bàn	109 <sup>0</sup> 06'	12 <sup>0</sup> 37'	77-84, 87, 90, 94-nay
11	Nghĩa Thành	108 <sup>0</sup> 47'	13 <sup>0</sup> 05'	92-93
12	Sông Cầu	109 <sup>0</sup> 04'	13 <sup>0</sup> 27'	76-90, 92-nay
15	Chư Sê	108 <sup>0</sup> 04'	13 <sup>0</sup> 42'	78-nay

**5) Hệ thống công trình hồ chứa trên lưu vực sông Ba**



Hình 1.7: Các dự án trên dòng chính lưu vực sông Ba

Tính đến nay, trên toàn lưu vực có khoảng 198 hồ chứa thủy lợi, thủy điện lớn, nhỏ (bao gồm cả những hồ đang vận hành, đang xây dựng và dự kiến xây dựng), trong đó có 39 hồ chứa thủy điện còn lại chủ yếu là các hồ chứa thủy lợi. Tổng dung tích của các hồ chứa trên lưu vực khoảng 1560,2 triệu m<sup>3</sup>. Các hồ chứa và các công trình đi kèm với nó thường có nhiều mục tiêu và nhiệm vụ khác nhau. Các mục tiêu quan trọng là phát điện, cấp nước, góp phân giảm lũ hạ du. Xét riêng các hồ chứa có dung tích trên 100 triệu m<sup>3</sup> trên lưu vực thuộc khu vực Tây Nguyên, thì hiện nay đã xây dựng hồ chứa Ayun hạ, hồ Krông Năng trên sông Krông Năng và cụm hồ An Khê-Kanak trên sông Ba đã tích nước trong năm 2010. Các đập dâng tạo nên các hồ chứa nhỏ điều tiết ngày đêm trên dòng chính đang xây dựng đó là Đăksrông, HChan, HMun. Các hồ này không có tác dụng điều tiết lũ.

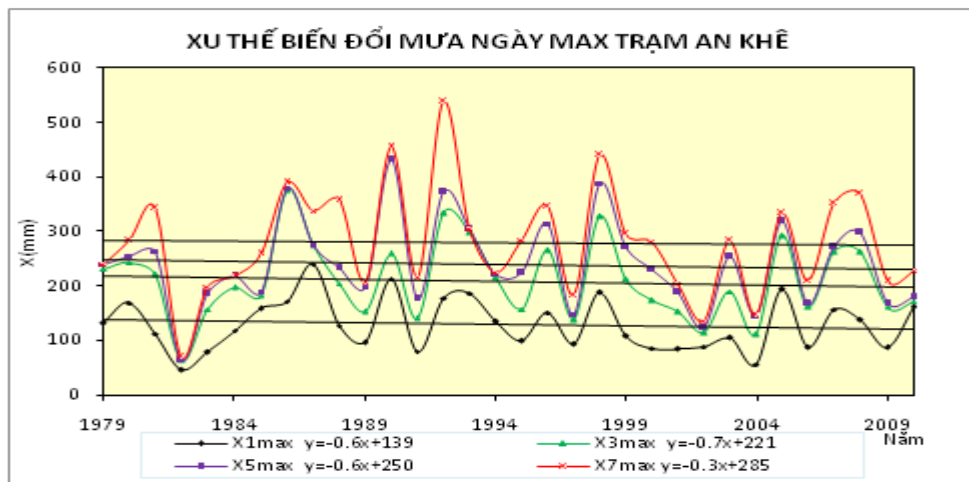
### 1.2.3.2. Đặc điểm lũ lưu vực sông Ba

#### 1) Tình hình mưa lũ lớn trên lưu vực sông Ba theo chuỗi năm quan trắc.

Bảng 1.12: Xu thế biến đổi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max các trạm trên lưu vực sông Ba (1979 - 2010)

Trạm mưa	Số năm thống kê	Mức tăng (+); Mức giảm (-) (mm/năm)			
		$X_{1max}$	$X_{3max}$	$X_{5max}$	$X_{7max}$
An Khê	32	-0,6	-0,7	-0,6	-0,3
Ayun Pa	32	-1,4	+0,3	+0,6	+0,7
Son Hòa	32	-1,4	-0,5	-0,4	+0,01
Pomorê	32	-0,6	-1,2	-2,2	+2,7
Mang Yang	32	-1,1	-3,0	-4,4	-4,5

Qua phân tích xu thế biến đổi lượng mưa ngày max các trạm trên lưu vực sông Ba có thể thấy xu thế biến đổi lượng mưa khá phức tạp. Trong khi hầu hết các trạm có xu thế giảm thì trạm Ayun Pa lại có xu thế tăng nhẹ. Toàn lưu vực xu thế biến đổi  $X_{1max}$  nhìn chung là giảm. Trạm có xu thế mưa giảm mạnh nhất qua các năm là trạm Mang Yang với  $X_{7max}$  giảm 4,5 mm/năm theo thời kỳ quan trắc.



Hình 1.8: Xu thế biến đổi mưa 1,3,5,7 ngày max trạm An Khê

## 1.2.4. Lưu vực sông Srêpôk

### 1.2.4.1. Đặc điểm tự nhiên

#### 1) Vị trí địa lý

Lưu vực sông Srêpôk về phía Việt Nam được giới hạn trong phạm vi tọa độ địa lý: 11°53' đến 13°55' vĩ độ Bắc; 107°30' đến 108°45' kinh độ Đông. Tổng diện tích tự nhiên của lưu vực sông Srêpôk là 18.260km<sup>2</sup>, thuộc địa phận 4 tỉnh: Đaklak, Đaknông; Gia Lai; Lâm Đồng.

Lưu vực Srêpôk nằm hoàn toàn về phía Tây của dãy Trường Sơn, bề mặt địa hình có hướng dốc thoải dần từ Đông sang Tây. Địa hình Srêpôk bị chia cắt phức tạp với

những cao nguyên xen kẽ núi cao và núi trung bình nhưng đặc trưng hơn cả là tính phân bậc rõ ràng. Các bậc cao nằm về phía Đông, bậc thấp nằm về phía Tây.

### 3) Đặc điểm sông ngòi

#### a. Sông Srêpôk (dòng chính)

Dòng chính sông Srêpôk do hai sông Krông Kno và sông Krông Ana hợp thành tại thác Buôn Dray tỉnh ĐakNông. Dòng chính Srêpôk tương đối dốc, chảy từ độ cao 400m ở nhập lưu xuống cao độ 150m ở biên giới Campuchia. Diện tích lưu vực của đoạn dòng chính là 4.200km<sup>2</sup> với chiều dài sông 125km, có độ dốc trung bình khoảng 2‰.

#### b. Sông Krông Kno

Sông Krông Kno bắt nguồn từ những dãy núi cao trên 2000m chạy dọc theo biên giới phía nam tỉnh Đắk Lắk. Sau đó chuyển hướng chảy lên phía bắc nhập vào sông Krông Ana tại thác Buôn Dray cùng đổ vào sông Srêpôk tại đây. Diện tích lưu vực sông là 3.920km<sup>2</sup> và chiều dài dòng chính là 156km, độ dốc trung bình của sông 6,8‰. Lưu vực sông có chiều dài 125km, cao độ bình quân 917m và độ dốc trung bình của lưu vực là 17,6‰.

#### c. Sông Krông Ana

Sông Krông Ana là hợp lưu chủ yếu của 3 sông nhánh lớn là Krông Buk, Krông Pach và Krông Bông. Tổng diện tích lưu vực là 3.200km<sup>2</sup>, chiều dài dòng chính là 215km. Dòng chính sông chảy theo hướng đông – tây dọc theo sông về phía trung, hạ lưu là những bãi lầy đất chua do bị ngập lâu ngày. Độ dốc của những sông nhánh lớn thượng nguồn từ 4 – 5‰, đoạn sông phía hạ lưu trong vùng Lắk có độ dốc nhỏ vào khoảng 0,25‰.

*Bảng 1.13: Đặc trưng hình thái những sông nhánh trong lưu vực sông Srêpôk*

Sông	F (km <sup>2</sup> )	Chiều dài sông L (km)	Cao độ bình quân lưu vực	Độ dốc lòng sông (‰)
Krông Ana	3960	215	676	2,3
Krông Pach	690	74	752	5,8
Krông Buk	478	13	590	5,5
Krông Bông	788	73	950	9,2
Krông Kno	3920	156	917	6,8
Ea H'leo	4760	128	336	6,1
Ea Soup	994	104	366	6,0
Ea Đrăng	977	78	391	5,9

### 4) Mạng lưới trạm đo khí tượng thủy văn

Mạng lưới trạm điện báo phục vụ dự báo gồm 8 trạm điện báo mưa là: Buôn ma thuật, Mđrăk, Eakmat, Lak, Ea Knôp, Đak Nong, Eahleo, Buôn Hồ; 6 trạm thủy văn: Đức Xuyên, Krông Buk, Krông Bông, Giang Sơn, Cầu 14, Bản Đôn.



Bảng 1.14: Lưới trạm khí tượng và đo mưa trong lưu vực

TT	Trạm	Kinh độ	Vĩ độ	Thời gian quan trắc
1	Buôn Mê Thuật	108 <sup>0</sup> 03'	12 <sup>0</sup> 40'	28-31,33-44 54-74,77-02
2	Bản Đôn	107 <sup>0</sup> 47'	12 <sup>0</sup> 53'	1977-2009
3	Cầu 14	107 <sup>0</sup> 45'	10 <sup>0</sup> 37'	1977-2009
4	Cầu 42	108 <sup>0</sup> 22'	12 <sup>0</sup> 46'	1977-2009
5	Krông Bông	108 <sup>0</sup> 27'	12 <sup>0</sup> 33'	1977-2009
6	Buôn Hồ	108 <sup>0</sup> 16'	12 <sup>0</sup> 55'	1978-2009
7	Đăk Mil	107 <sup>0</sup> 37'	12 <sup>0</sup> 27'	1944,51-1967 1978-2009
8	Lăk	108 <sup>0</sup> 11'	12 <sup>0</sup> 25'	1977-2009
9	Đoàn 333	108 <sup>0</sup> 37'	12 <sup>0</sup> 48'	1978-1984
10	Ea Soup	108 <sup>0</sup> 52'	13 <sup>0</sup> 06'	1979- 2009
11	Đăk Nông	108 <sup>0</sup> 53'	12 <sup>0</sup> 02'	1977- 2009
12	Krông Pách	108 <sup>0</sup> 00'	12 <sup>0</sup> 02'	1978-1987,90
13	Đức Xuyên	108 <sup>0</sup> 59'	12 <sup>0</sup> 18'	1978-2009
14	Giang Sơn	108 <sup>0</sup> 11'	12 <sup>0</sup> 30'	1977-2009
15	M'Đrak	108 <sup>0</sup> 46'	12 <sup>0</sup> 45'	1978-2009
16	Buôn Drây	107 <sup>0</sup> 58'	12 <sup>0</sup> 31'	1987-1998
17	Buôn Triết	108 <sup>0</sup> 03'	12 <sup>0</sup> 26'	1986-1997

Bảng 1.15: Lưới trạm thủy văn trên lưu vực

TT	Trạm	Sông	Số Liệu	Thời gian quan trắc
1	Bản Đôn	Srêpôk	H,Q,r	1977-2009
3	Cầu 14	-	H,Q,r	1977-2009
4	Buôn Dray	-	H,Q	1988-1998
5	Buôn Hồ	Krông Buk	H,Q	1977-1987
6	Cầu 42	-	H,Q,S	1969-1974 1977-2002
7	Krông Bông	Krông Bông	H,Q	1977-1986
8	Giang Sơn	Krông Ana	H,Q,r	1966-1974 1977-2009
9	Hồ Lăk	-	H	1977-1984
10	8-4	-	H	1977-1981
11	Buôn Tráp	-	H	1979-1981
12	Quyết Thắng	Đăk Liêng	H,Q	1988-1992
13	Đức Xuyên	Krông Knô	H,Q,r	1978-2002
14	Buôn Tráp 3	-	H	1986-1988
15	Quỳnh Ngọc	-	H	1987-1989
16	Krông Pach	Krông Pach	H,Q	1980-1985
17	Đoàn Kết	Ea Knir	H,Q	1977-1987
18	Đăk Nông	Đăk Nông	H,Q,r	1977-2009

Ghi chú: H mực nước, Q lưu lượng, r phù sa,  
X mưa, T nhiệt độ, Z bốc hơi, U độ ẩm, V tốc độ gió.

Các trạm khí tượng và thủy văn đều điện báo theo chế độ được quy định trong “Mã luật điện báo” về TTDBKTTVTW.

- Các trạm mưa đều điện báo mưa theo thời gian 6h từ 1/VIII-31/XII.
- Các trạm đo mực nước đều điện báo từ 1/VIII-31/XII theo quy định về chế độ điện báo mùa lũ.

### 5) Hệ thống công trình hồ chứa trên lưu vực sông Srêpôk

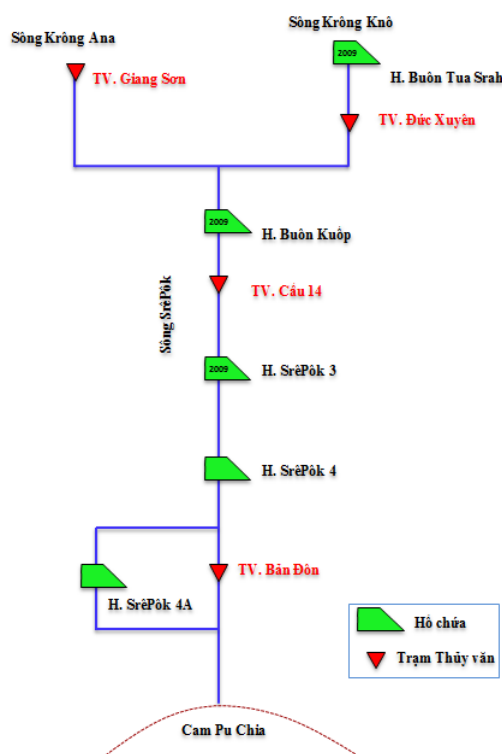
Do có điều kiện thuận lợi nên lưu vực sông Srêpôk có hệ thống các hồ chứa thủy điện thủy lợi phát triển mạnh mẽ. Tính đến nay, trên lưu vực có khoảng 600 hồ chứa với quy mô từ nhỏ đến lớn với tổng dung tích của các hồ là 2.341 triệu m<sup>3</sup> (Hình 1.9).

#### 1.2.4.2. Đặc điểm lũ lưu vực sông Srêpôk

Lượng mưa 1 ngày lớn nhất trong chuỗi năm quan trắc tại một số trạm mưa trên lưu vực sông Srêpôk và lân cận.

Bảng 1.16: Lượng mưa 1 ngày max tại một số trạm trên lưu vực

Trạm mưa	X <sub>1max</sub>	Thời gian	Trạm mưa	X <sub>1max</sub>	Thời gian
M'Drak	443,4	19-XI-1996	Buôn Ma Thuột	320,0	IX - 1935
Đà Lạt	375,0	20-X-1952	Hồ Lak	242,1	16-VI-1990
Eakmat	287,8	4-X-1993	DakNông	354,0	
Giang Sơn	243,4	4-X-1993	Buôn Tráp	228,0	4-X-1993
Đức Xuyên	208,1	4-X-1993	KrongKna	281,1	4-X-1993
Chư Prong	357,2	14-VIII-1979	Mang Yang	318,0	17-VI-1981
KrongBuk (cầu 42)	241,0	4-X-1993	Pờ Mơ Rê	227,0	18-X-1990
Kontum	252,0	28-X-1970			

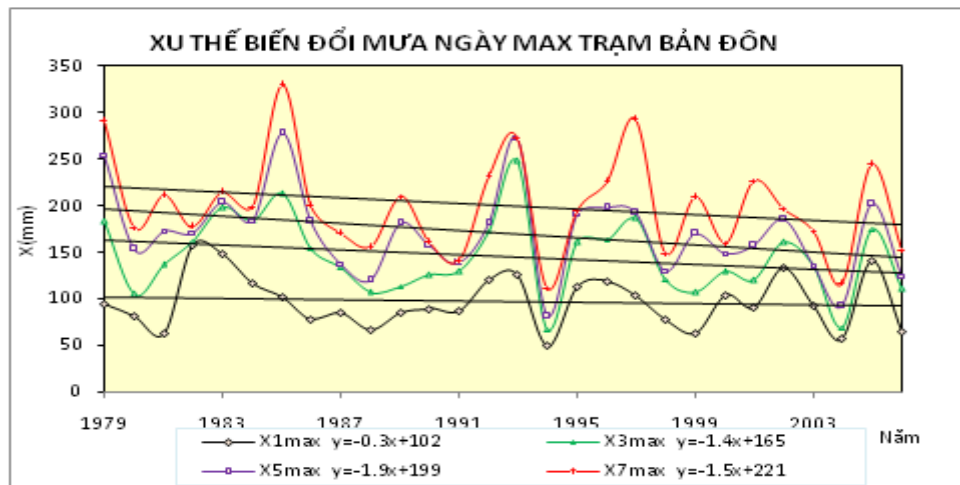


Hình 1.9: Các dự án trên dòng chính lưu vực sông Srêpôk

Thống kê chuỗi số liệu mưa qua các năm có thể thấy xu thế biến đổi lượng mưa năm trên lưu vực sông Srêpôk thay đổi theo vùng. Vùng thượng du thuộc nhánh sông Krong Kno lượng mưa ngày max có xu thế tăng đặc biệt phía thượng nguồn (Đăk Nông). Trong khi đó bên nhánh Krong Ana lại có xu thế giảm (Lak). Trên dòng chính Srêpôk, phía thượng lưu xu thế mưa ngày max tăng với lượng mưa tăng khoảng 1 mm/năm (Cầu 14), trong khi phía hạ lưu lượng mưa ngày max lại có xu thế giảm với  $X_{5max}$  giảm  $\approx$  2mm/năm (Bản Đôn)

Bảng 1.17: Xu thế biến đổi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max các trạm trên lưu vực sông Srêpôk

Trạm mưa	Số năm thống kê	Mức tăng (+); Mức giảm (-) (mm/năm)			
		$X_{1max}$	$X_{3max}$	$X_{5max}$	$X_{7max}$
Đăk Nông	28	+3,0	+2,7	+3,7	+3,8
Mdak	28	-0,3	+0,01	+0,9	+1,1
EakMat	28	+1,2	+1,3	+2,0	+3,1
Lak	28	-2,0	-1,9	-0,7	+0,3
Đức Xuyên	28	-0,1	-0,3	+0,6	+1,2
Cầu 14	28	+0,3	+0,6	+1,0	+1,6
Đăk Min	28	+0,4	-0,2	-0,4	+0,1
Bản Đôn	28	-0,3	-1,4	-1,9	-1,5



Hình 1.10: Xu thế biến đổi mưa 1,3,5,7 ngày max trạm Bản Đôn

## 1.2.5. Lưu vực sông Sê San

### 1.2.5.1. Đặc điểm tự nhiên

#### 1) Vị trí địa lý

Sông Sê San là một trong các nhánh lớn của lưu vực hạ du sông Mê Kông được bắt nguồn từ vùng núi cao Ngọc Linh tỉnh Kon Tum thuộc phía Bắc Tây Nguyên của

Việt Nam, chảy sang Campuchia, nhập với hạ lưu các sông Srêpôk, Sê Kông sau đó nhập vào sông Mê Kông ở Trung Treng. Trên lãnh thổ Việt Nam, sông Sê San nằm trên 2 tỉnh Kon Tum và Gia Lai với chiều dài 230 km, diện tích lưu vực 11.620 km<sup>2</sup>. Lưu vực có tọa độ địa lý 13°45' đến 15°14' vĩ độ Bắc; tọa độ 107°10' đến 108°24' kinh độ Đông.

Lưu vực sông Sê San trên lãnh thổ Việt Nam chiếm 46,3% diện tích tự nhiên của 2 tỉnh Kon Tum và Gia Lai, trong đó nằm trên địa phận của Kon Tum 87,61% diện tích toàn tỉnh, Gia Lai 20,63 % thuộc đất đai của 14 huyện, thị, thành phố Đăk Glây, Đăk Tô, Đăk Hà, Ngọc Hồi, Sa Thầy, Kon Plong, Kon Rẫy, Tu Mơ Rông, Chư Pah, Ia Grai, Đức Cơ, Đăk Đoa, thành phố Kon Tum và Plei Ku.

Địa hình của lưu vực thuộc dạng núi cao và trung bình, hướng dốc chính Đông Bắc - Tây Nam. Độ cao phổ biến của lưu vực phần thượng nguồn từ 800-1000 m, phần hạ lưu 400-600 m. Nhìn chung địa hình trong vùng biến đổi khá phức tạp và bị chia cắt mạnh mẽ, có thể chia thành 3 dạng địa hình chính: Địa hình núi cao; Địa hình cao nguyên; Địa hình thung lũng.

### **3) Đặc điểm sông ngòi**

Sông Sê San có mật độ lưới sông vào loại trung bình, so với sông Srêpôk sông Sê San có mật độ lưới sông thưa hơn. Đổ vào dòng chính Sê San có 27 nhánh sông suối lớn nhỏ, những nhánh lớn đổ vào dòng chính Sê San phải kể đến là các nhánh Đăk Bla, Krông Pôkô và Sa Thầy.

a. *Sông Đăk Bla*: là nhánh trái của sông Sê San có diện tích lưu vực 3507 km<sup>2</sup>, bắt nguồn từ dãy núi Ngọc Cơ Rinh cao 2025m, phía Bắc giáp hệ thống sông Thu Bồn, phía Đông giáp hệ thống sông Ba, phía Nam là hạ lưu sông Sê San. Sông Đăk Bla chảy theo hướng Đông Bắc - Tây Nam và hợp với sông Sê San cách Ya Ly 16km về phía hạ lưu.

b. *Sông Krông Pôkô*: là dòng chính Sê San từ chỗ nhập lưu với sông Đăk Bla lên phía thượng nguồn dòng chính sông có tên là Krông Pôkô có diện tích lưu vực là 3530km<sup>2</sup> với chiều dài là 121km. Sông bắt nguồn từ vùng núi cao Ngọc Linh có đỉnh cao 2598m. Đoạn thượng nguồn dài khoảng 21,5 km mang đặc điểm sông miền núi chảy trong thung lũng hẹp dạng chữ V với độ dốc khoảng 3,3%. Đoạn trung lưu thoải hơn có độ rộng lòng sông khoảng 20-30 m trong mùa kiệt và 50-70 m trong mùa lũ đoạn này dài 144 km, có độ dốc khoảng 1,8%. Độ cao nguồn sông là 2000m và giảm dần tới chỗ hợp lưu.

c. *Sông Sa Thầy*: có diện tích lưu vực 1570 km<sup>2</sup> với chiều dài là 91km. Sông bắt nguồn từ vùng núi cao Cơ Lung Cơ Lui cao 1511m, sông chảy theo hướng Bắc Nam và đổ vào dòng chính Sê San ở gần biên giới Việt Nam - Campuchia cách cửa sông Sê San 18 km, sông Sa Thầy có hệ số uốn khúc là 1,24. Mật độ lưới sông là 0,27 km/km<sup>2</sup>.

#### 4) Hệ thống công trình hồ chứa trên lưu vực sông Sê San

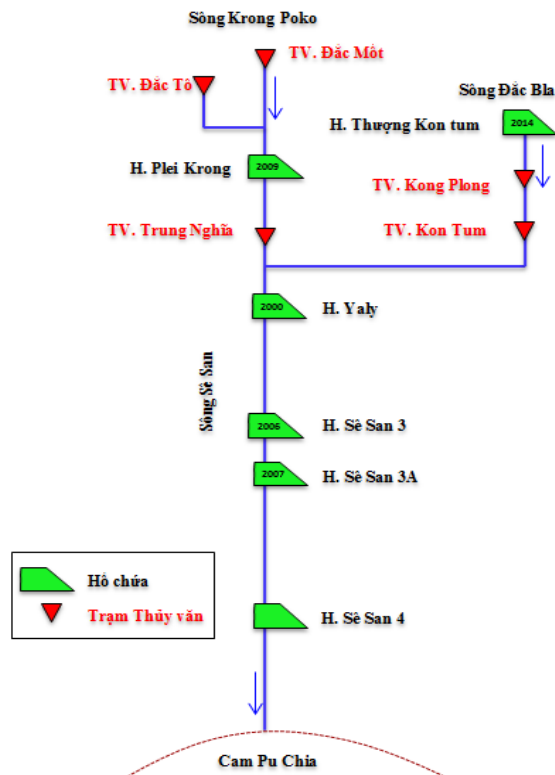
Sông Sê San có tiềm năng thủy điện rất lớn, theo số liệu của Tập đoàn điện lực Việt Nam có tổng công suất 1738 MW, tổng sản lượng điện lực trung bình đạt 8,373 triệu Kw.h/năm. Tiềm năng thủy điện của sông Sê San chỉ đứng sau sông Đà và sông Đồng Nai trong hệ thống sông của Việt Nam (hình 1.11).

##### 1.2.5.2. Đặc điểm lũ lưu vực sông Sêsan

##### 1) Tình hình mưa lũ lớn trên lưu vực sông Sêsan theo chuỗi năm quan trắc.

Bảng 1.18: Xu thế biến đổi lượng mưa 1, 3, 5, 7 ngày max các trạm trên lưu vực sông SêSan

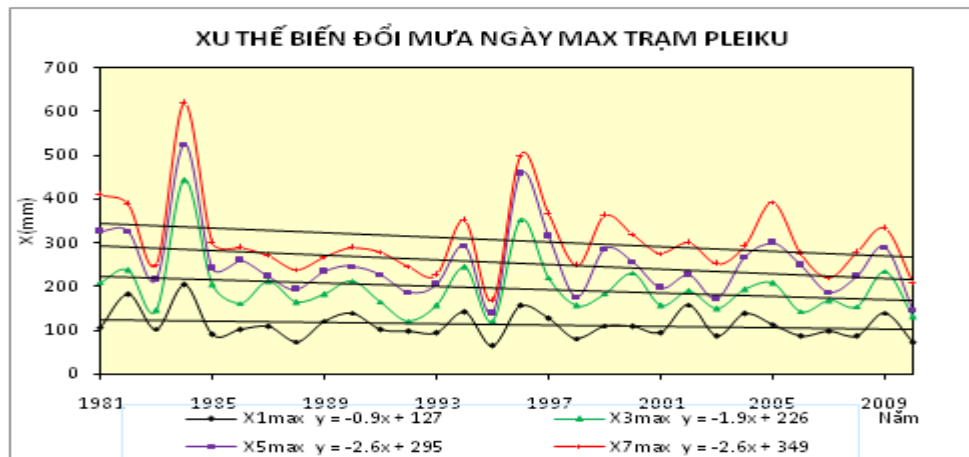
Trạm mưa	Số năm thống kê	Mức tăng (+); Mức giảm (-) (mm/năm)			
		$X_{1max}$	$X_{3max}$	$X_{5max}$	$X_{7max}$
Kon Tum	30	+0,9	+2,8	+1,7	+2,4
Đăk Tô	30	+0,03	-0,3	-0,4	-0,7
Đăk Glei	30	+0,1	+0,6	+0,4	+1,1
Plei Ku	30	-0,9	-1,9	-2,6	-2,6



Hình 1.11: Các dự án trên dòng chính lưu vực sông Sê San

Theo kết quả thống kê chuỗi mưa ngày max qua các năm trên lưu vực sông Sêsan có thể thấy xu thế lượng mưa biến đổi giữa các vùng là khác nhau. Trong khi vùng thượng lưu thuộc Kon Tum xu thế mưa ngày max đều tăng đối với tất cả các trường hợp 1, 3, 5, 7 ngày max thì ở hạ lưu thuộc tỉnh Gia Lai xu thế lại giảm đối với tất cả các

trường hợp. Lượng mưa tăng/giảm ở hai vùng này khoảng 2 mm/năm. Các vùng khác xu thế lượng mưa biến đổi không đáng kể dưới 1 mm/năm.



Hình 1.12: Xu thế biến đổi mưa 1,3,5,7 ngày max trạm PleiKu

### 3) Khả năng xảy ra lũ lớn nhất năm trên lưu vực sông Sê San

Dòng chính Sê San được hợp lưu bởi 2 nhánh lớn là Đak Bla và Prông Pôkô cùng các nhánh nhỏ khác. Nếu tính trên toàn lưu vực Sê San thì mùa lũ trên lưu vực kéo dài từ tháng VII đến XI và chiếm 75% tổng lượng nước của cả năm. Nhưng nếu xét từng thành phần lưu vực thì bên sông Pô Kô mùa lũ đến sớm hơn bên sông Đak Bla do bởi chế độ lũ của 2 nhánh sông chính này có sự khác nhau về nguyên nhân hình thành vì vậy mùa lũ có sự chênh nhau về thời gian và sự gặp gỡ của các con lũ lớn nhất cũng rất hiếm. Đây cũng là một đặc điểm thuận lợi trong lưu vực, tránh được lũ lớn gây nguy hiểm ở phần hạ lưu.

Sông Pô Kô chịu ảnh hưởng chủ yếu của khí hậu Tây Trường Sơn với hoàn lưu khí hậu chính là gió mùa Tây Nam thịnh hành trên lưu vực. Mùa lũ ở đây đến sớm hơn bắt đầu vào tháng VII và kết thúc vào tháng XI có năm vào tháng VI đã xuất hiện lũ lớn nhất trong năm.

Bảng 1.19: Khả năng xuất hiện lũ lớn trong năm vào các tháng mùa lũ

Trạm	Sông	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Đak Bla	Đak Bla	0	7.1	7.1	7.1	42.9	35.8
Trung Nghĩa	Pô Kô	14.3	7.1	21.4	7.1	42.9	7.1
Sa Bình	Sê San	11.1	11.1	11.1	11.1	44.5	11.1

Trong khi đó bên sông Đak BLA lũ lớn trong năm không xuất hiện vào tháng VI. Vào tháng VII khi hoạt động của gió mùa Tây Nam đã mạnh với đặc trưng thời tiết là khô nóng lũ lớn trong năm có thể xuất hiện nhưng rất ít, chiếm tỉ lệ nhỏ. Số trận lũ lớn xảy ra trong năm vào tháng X chiếm tỉ lệ lớn nhất 42,9% tổng số các con lũ lớn trong năm. Trên sông Đak BLA lưu vực chịu ảnh hưởng của khí hậu Đông Trường Sơn, vào tháng XI những trận bão muông và áp thấp nhiệt đới vẫn còn hoạt động đã ảnh hưởng đến

thượng nguồn lưu vực sông Đak BLa, lũ lớn trong năm vào tháng XI trên lưu vực Đak BLa vẫn còn chiếm tỉ lệ lớn 35,8%. Trong khi đó bên sông Pô Kô vào tháng XI tỉ lệ này nhỏ hơn nhiều.

## CHƯƠNG II

# PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ LŨ THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHÍ VỀ MỨC HIỂM HỌA VỠ ĐẬP TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG

## 2.1. PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ LŨ THIẾT KẾ THEO TIÊU CHUẨN PHÒNG LŨ HẠ DU

### 2.1.1. Phân tích phương pháp tính toán lũ thiết kế hiện nay

Hiện nay việc tính toán lũ thiết kế hồ chứa ở Việt Nam chủ yếu dựa trên cơ sở các tiêu chuẩn, quy chuẩn đã được ban hành:

- Tiêu chuẩn Việt Nam: Công trình thủy lợi, các qui định chủ yếu về thiết kế - TCVN 5060 – 90 [1]
- Công trình Thủy Lợi - Các qui định chủ yếu về thiết kế. TCXDVN 285:2002[2]
- Quy phạm Tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế QP.TL.C-6-77 [11]
- QCVN 04 – 05: 2012/BNNPTNT[9]
- TCVN 9845:2013

Một số hướng dẫn tính toán lũ thiết kế khác [10], [8]

Tuy nhiên, các tiêu chuẩn, quy chuẩn này đang tồn tại những hạn chế sau:

- 1) Không xét đến mức độ hiểm họa của công trình:

Theo TCXDVN 285: 2002 và QCVN04 – 05: 2012/BNNPTNT Tiêu chuẩn lũ thiết kế, lũ kiểm tra chủ yếu phụ thuộc vào loại công trình và cấp thiết kế công trình. Cấp thiết kế công trình phụ thuộc vào năng lực phục vụ như diện tích được tưới, tiêu thủy lợi; Công suất lắp máy của nhà máy thủy điện; phụ thuộc theo đặc tính kỹ thuật của các hạng mục công trình như loại công trình thủy; loại đất nền, độ cao của đập (Bảng 2.1; 2.2; 2.3)

*Bảng 2.1: Lưu lượng, mực nước lớn nhất thiết kế và kiểm tra công trình thủy [2]*

Loại công trình thủy	Cấp thiết kế				
	I	II	III	IV	V
1. Cụm đầu mối các loại (trừ công trình đầu mối vùng triều); Hệ thống dẫn – thoát nước và các công trình liên quan không thuộc hệ thống tưới; tiêu nông nghiệp					
- Tần suất thiết kế % (Tương ứng với chu kỳ lặp lại, năm)	0,1~0,2* (1000~500)	0,5 200	1 100	1,5 67	2 50
- Tần suất kiểm tra % (Tương ứng với chu kỳ lặp lại, năm)	0,02~0,04* (5000~2500)	0,1 (1000)	0,2 (500)	0,5 (200)	



Loại công trình thủy	Cấp thiết kế				
	I	II	III	IV	V
2. Công trình đầu mối vùng triều: Công trình và hệ thống dẫn thoát liên quan trong hệ thống tưới tiêu nông nghiệp (trừ công trình dẫn – tháo nước qua sông suối đã nói ở điểm 1) - Tần suất thiết kế % (Tương ứng với chu kỳ lặp lại, năm)	0,2 (500)	0,5 (200)	1 (100)	1,5 (67)	2 (50)

Chú thích \* Tần suất nhỏ áp dụng cho các công trình có dạng lũ phức tạp thường xuất hiện ở miền núi, trung du. Tần suất lớn áp dụng cho các công trình có dạng lũ ổn định thường xuất hiện ở vùng đồng bằng.

Lưu lượng, mực nước lớn nhất trong tập hợp thống kê là lưu lượng, mực nước có trị số lớn nhất xuất hiện trong từng năm. Chất lượng của chuỗi thống kê (độ dài, tính đại biểu, thời gian thống kê...) cần phải thỏa mãn các yêu cầu nêu trong các tiêu chuẩn tương ứng. Các số liệu cần được xử lý về cùng một điều kiện trước khi tiến hành tính toán. Nếu ở phía thượng nguồn có những tác động làm thay đổi điều kiện hình thành dòng chảy hoặc có công trình điều tiết thì khi xác định các yếu tố, cần phải kể đến khả năng điều chỉnh lại dòng chảy của các công trình đó. Nếu ở phía hạ du đã có công trình điều tiết, thì mô hình xả không được phá hoại hoặc vượt quá khả năng điều tiết của công trình đó. Những công trình thủy lợi cấp I có tiêu chuẩn thiết kế riêng, tần suất lũ kiểm tra có thể tính với  $p=0,01\%$  hoặc lũ cực hạn khi kết quả tính toán đủ độ tin cậy được ấn định cụ thể trong “*Tiêu chuẩn thiết kế*”

Bảng 2.2: Cấp thiết kế của công trình theo năng lực phục vụ [2]

Loại công trình thủy	Cấp thiết kế				
	I	II	III	IV	V
1. Hệ thống thủy nông có diện tích được tưới hoặc diện tích tự nhiên khu tiêu, $10^3$ ha	$\geq 50$	$< 50 \sim 10$	$< 10 \sim 2$	$< 2 \sim 0,2$	$< 0,2$
2. Nhà máy thủy điện có công suất, $10^3$ KW	$\geq 300$	$< 300 \sim 50$	$< 50 \sim 5$	$< 5 \sim 0,2$	
3. Công trình cấp nguồn nước (Chưa xử lý) cho các ngành sản xuất khác có lưu lượng, $m^3/s$	$\geq 20$	$< 20 \sim 10$	$< 10 \sim 2$	$< 2$	$< 0,2$

Bảng 2.3: Cấp thiết kế công trình theo đặc tính kỹ thuật các hạng mục CT thủy [2]

Loại công trình thủy	Loại đất nền	Cấp thiết kế				
		I	II	III	IV	V
1. Đập vật liệu đất, đất – đá có chiều cao lớn nhất, m	A	>100	>70~100	>25~70	>10~25	≤10
	B	>75	>35~75	>15~35	>8~15	≤8
	C	>50	>25~50	>15~25	>8~15	≤8
2. Đập beton, beton cốt thép các loại và các công trình thủy chịu áp lực khác có chiều cao, m	A	>100	>60~100	>25~60	>10~25	≤10
	B	>50	>25~50	>10~25	>5~10	≤5
	C	>25	>20~25	>10~20	>5~10	≤5
3. Tường chắn có chiều cao, m	A	>40	>25~40	>15~25	>8~25	≤8
	B	>30	>20~30	>12~20	>5~12	≤5
	C	>25	>18~25	>10~18	>4~8	≤4
4. Hồ chứa có dung tích, 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		>1000	>200~1000	>20~200	>1~20	≤1

Chú thích:

Đất nền chia thành 3 nhóm điển hình:

Nhóm A – Nền là đá

Nhóm B – Nền là đất cát, đất hòn thô, đất sét ở trạng thái cứng và nửa cứng

Nhóm C – Nền là đất sét bão hòa nước ở trạng thái dẻo

Chiều cao công trình được tính như sau:

- Với đập vật liệu đất, đất – đá : Chiều cao tính từ mặt nền thấp nhất sau khi dọn móng (không kể phần chiều cao chân khay) đến đỉnh đập

- Với đập beton các loại và các công trình xây đúc chịu áp khác: Chiều cao tính từ đáy chân khay thấp nhất đến đỉnh công trình.

Bảng 2.4: Quan hệ cấp thiết kế giữa công trình chủ yếu – công trình thứ yếu – công trình tạm thời trong một công trình đầu mối hoặc hệ thống dẫn [2]

Cấp thiết kế của công trình đầu mối hoặc hệ thống dẫn	I	II	III	IV	V
Cấp thiết kế công trình chủ yếu	I	II	III	IV	V
Cấp thiết kế công trình thứ yếu	III	III	IV	V	V
Cấp thiết kế công trình tạm thời	IV	IV	V	V	V

Cấp thiết kế của công trình tạm thời có thể được nâng lên một cấp khi sự hư hỏng của chúng dẫn đến các hậu quả sau:

+ Có thể gây ra thảm họa cho các khu dân cư, khu công nghiệp tập trung, các tuyến giao thông huyết mạch ở hạ lưu.

+ Làm mất an toàn cho công trình lâu dài đang xây dựng

+ Thiệt hại về vật chất gây ra khi sự cố lớn hơn nhiều so với vốn đầu tư thêm cho công trình tạm thời.

+ Đây là thời gian đưa công trình vào khai thác, giảm đáng kể hiệu quả đầu tư.

2) Mặc dù QCVN 04 – 05 ra sau TCVN 5060 – 90 đúng 15 năm song không có gì thay đổi tiêu chuẩn thiết kế và phân cấp công trình thủy.

3) Chưa đề cập đến tác động của biến đổi khí hậu trong tiêu chuẩn thiết kế lũ. Đặc biệt chưa đề cập đến lũ cực hạn PMF; Phương pháp tính thì quá lạc hậu không phù hợp với mưa lũ và điều kiện tự nhiên của các lưu vực sông ở Việt Nam.

4) Tiêu chuẩn VN 9845: 2013 ra đời sau QP.TL.C-6-77 36 năm song vẫn lấy nguyên xi các phương pháp đưa ra trong QP.TL. C-6-77; trong khi QP.TL.C-6-77 hầu hết nội dung được dịch ra từ Hướng dẫn tính toán Thủy Văn ở Liên Xô (không phải Qui phạm) năm 1973 [8]

Tháng 5/1997, Hướng dẫn tính lũ thiết kế hồ chứa (Ngô Đình Tuấn – Lê Đình Thành 5 – 1997 – Vụ khoa học Công Nghệ và Chất lượng sản phẩm [10] đề xuất tiêu chuẩn lũ thiết kế (Bảng 2.5)

*Bảng 2.5: Lũ thiết kế hồ chứa*

Cấp công trình	Mức hiểm họa	Lũ thiết kế
I	Lớn	PMF
	Trung Bình	PMF
II	Lớn	Lũ 1000 năm (không vượt quá PMF)
	Trung Bình	Lũ 500 năm
III	Lớn	Lũ 500 năm
	Trung Bình	Lũ 200 năm
	Nhỏ	Lũ 200 năm
IV và V	Từ lớn đến nhỏ	Lũ 100 năm

Chú thích:

- Mức hiểm họa gây hại sinh mạng 2 thôn trở lên là “lớn”, một thôn là “trung bình”, lẻ tẻ một vài hộ là “nhỏ”

- Trên hệ thống khai thác bậc thang thì tiêu chuẩn lũ thiết kế của công trình tại tuyến hạ lưu được nâng lên 1 cấp

- Tiêu chuẩn tràn sự cố, 3 khoang coi 1 khoang bị kẹt

Có thể nhận thấy, so với các tiêu chuẩn, quy chuẩn thì đây là lần đầu tiên hướng dẫn đã đưa hiểm họa, lũ PMF và một số mô hình toán thủy văn đơn giản vào tiêu chuẩn thiết kế lũ và tính toán lũ thiết kế. Tuy nhiên, hướng dẫn này vẫn còn một số bất cập như sau:

- Việc coi gây hại sinh mạng một vài hộ là “nhỏ” có đúng không, trong khi giao thông gây chết và bị thương một vài người là “nghiêm trọng”?

- Trên hệ thống bậc thang hồ chứa thủy điện là chủ yếu thì thường trên cùng là hồ, hạ lưu tiếp theo là đập dâng, sau đó có thể là hồ hay đập dâng. Vậy đập dâng ở hạ lưu, tiêu chuẩn thiết kế lũ có cần cao hơn hồ thượng lưu một cấp hay không?

- Đối với lũ thiết kế là PMF mà có thêm tràn sự cố với 3 khoang coi 1 khoang bị kẹt thì lũ thiết kế sẽ tăng cao rất lớn, khó có tính khả thi (nếu không có khu đất thấp chứa lũ ở hạ lưu đập)

### **2.1.2. Phân tích, đánh giá tiêu chuẩn phòng lũ hạ du hiện nay trên phạm vi khu vực nghiên cứu**

Theo Quyết định số: 1590/QĐ-TTg ngày 09 tháng 10 năm 2009 của Thủ tướng Chính phủ Phê duyệt định hướng Chiến lược Phát triển thủy lợi Việt Nam đã đề ra mục tiêu chung là “*Chủ động phòng, chống và giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai gây ra, nâng cao mức bảo đảm tiêu thoát nước, chống úng ngập, bảo vệ môi trường sinh thái, từng bước thích ứng với điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng*”. Đối với khu vực ven biển miền Trung và Tây Nguyên Quyết định đã nêu rõ mục tiêu đến năm 2020 là chủ động phòng, tránh lũ và thích nghi để bảo vệ dân cư ở các lưu vực sông đảm bảo sản xuất vụ Hè Thu, Đông Xuân với tần suất đảm bảo 5 - 10%. Như vậy, có thể nói hiện nay đối với vùng hạ du các lưu vực sông thuộc Trung Trung bộ và Tây Nguyên chưa có tiêu chuẩn phòng lũ cụ thể nào đã được phê duyệt.

Ngày 24/10/2012 Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số: 1588/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch thủy lợi khu vực miền Trung giai đoạn 2012 - 2020 và định hướng đến năm 2050 trong điều kiện biến đổi khí hậu nước biển dâng trong đó có đề cập đến yêu cầu chống lũ đối với các lưu vực sông thuộc vùng Trung Trung bộ như sau:

- Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn: Tham gia chống lũ cho hạ du, gồm các hồ Sông Tranh 2 ( $W_{pl}=61$  triệu  $m^3$ ), A Vương ( $W_{pl}=35$  triệu  $m^3$ ), Đăk Mi 4 ( $W_{pl}=29$  triệu  $m^3$ ), Sông Bung 2 ( $W_{pl}=26$  triệu  $m^3$ ), Sông Bung 4 ( $W_{pl}=120$  triệu  $m^3$ ); hồ Phú Ninh trên sông Tam Kỳ ( $W_{pl}=116$  triệu  $m^3$ ). Nạo vét, thông thoáng dòng chảy đảm bảo tiêu úng, thoát lũ nhanh; củng cố, hoàn thiện các tuyến đê biển đảm bảo chống được bão cấp 10 ÷ 12 với mức triều tần suất  $P = 5,0\%$ .

- Lưu vực sông Kôn – Hà Thanh: Nâng cấp hoàn chỉnh các tuyến thoát lũ sông Đập Đá, sông Tân An, sông Hà Thanh,... củng cố, hoàn thiện các tuyến đê biển đảm bảo chống được bão cấp 10 ÷ 12 với mức triều tần suất  $P = 5,0\%$ . Xây dựng hồ Đồng Mít ( $W_{pl}=30$  triệu  $m^3$ ), hoàn thiện hồ Định Bình ( $W_{pl}=112$  triệu  $m^3$ ).

- Lưu vực sông Ba: Tổng dung tích phòng lũ tại các công trình trên dòng chính 259 triệu m<sup>3</sup> (gồm các hồ Ayun Hạ, Kanak, Krông Hnăng, sông Hinh, sông Ba Hạ); củng cố, hoàn thiện tuyến đê ven sông Ba chống lũ với tần suất P = 10% cho thành phố Tuy Hòa; nạo vét, thông thoáng dòng chảy các trục thoát lũ hạ du các sông Ba, Bàn Thạch, Kỳ Lộ; củng cố, hoàn thiện các tuyến đê biển chống được bão cấp 10 ÷ 12 với mức triều tần suất P = 5,0%.

Như vậy, có thể thấy bên cạnh các hồ chứa hoàn thành/xây dựng thêm, trong quy hoạch cũng đã quy định rõ để có thể đảm bảo khả năng phòng lũ cho hạ du theo các tần suất như đã quy định đòi hỏi việc hoàn thiện, nâng cấp hệ thống đê biển, nạo vét, cải tạo lòng dẫn. Rõ ràng, trong điều kiện hiện nay chưa thể đáp ứng được các tiêu chuẩn này.

Thủ tướng Chính phủ đã lần lượt ra Quyết định ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa cho 6 lưu vực thuộc vùng nghiên cứu như sau:

1) Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, gồm sáu (06) hồ: A Vương, Đắc Mi 4, Sông Tranh 2, Sông Bung 4, Sông Bung 4A và Sông Bung 5 (Quyết định số 1537/QĐ-TTg);

2) Lưu vực sông Kôn - Hà Thanh, gồm ba (08) hồ: Vĩnh Sơn A - Vĩnh Sơn B, Vĩnh Sơn 5, Định Bình, Núi Một Trà Xom 1, Thuận Ninh và Văn Phong (Quyết định số 1841/QĐ-TTg);

3) Lưu vực sông Trà Khúc, gồm hai (02) hồ: DakDrinh và Nước Trong (Quyết định số 1840/QĐ-TTg)

4) Lưu vực sông Ba, gồm năm (05) hồ: Sông Ba Hạ, Sông Hinh, Krông Hnăng, Ayun Hạ và cụm hồ An Khê – Kanak (Quyết định số 1077/QĐ-TTg);

5) Lưu vực sông Sê San, gồm năm (05) hồ: Plêi Krông, Ialy, Sê San 4, Thượng Kon Tum và Sê San 4A (Quyết định số 1182/QĐ-TTg);

6) Lưu vực sông Srêpôk, gồm năm (05) hồ: Buôn Tua Srah, Buôn Kuốp, Srêpôk 3, Srêpôk 4 và Srêpôk 4A (Quyết định số 1201/QĐ-TTg);

Các quy trình đều quy định các hồ chứa ngoài nhiệm vụ chống lũ cho công trình thì phải góp phần giảm lũ cho hạ du (không đề cập đến chống lũ). Theo đó, các hồ trong mùa lũ để dành một phần dung tích nhằm chủ động cắt, giảm lũ cho hạ du. Đồng thời, khi dự báo có khả năng xuất hiện bão khẩn cấp, áp thấp nhiệt đới gần bờ hoặc các hình thế thời tiết có khả năng gây mưa, lũ lớn, thì vận hành hạ thêm mực nước hồ để tạo dung tích đón lũ. Các hồ chứa vận hành cắt, giảm lũ khi ở dưới hạ du đã xuất hiện lũ tương đối lớn, từ mức báo động II trở lên. Quy định này nhằm tránh tâm lý, dư luận hiểu nhầm là các hồ gây lũ, lụt cho hạ du, đặc biệt là khi hạ du đã có lũ tương đối lớn, đồng thời giảm thiểu

tình trạng ngập lụt, hạn chế thiệt hại, bảo vệ tính mạng và tài sản của nhân dân vùng hạ du.

Như vậy, các quy trình vận hành liên hồ chứa lưu vực sông đã tạo ra các hồ chứa có một dung tích phòng lũ cho hạ du mà trong thiết kế không có.

### **2.1.3. Phân tích đánh giá sự đồng bộ, đồng kỳ dòng chảy lũ, tổ hợp lũ của các tiểu lưu vực trong cùng một lưu vực**

Phân cấp, phân kỳ và tổ hợp lũ có ý nghĩa quan trọng trong việc quản lý vận hành các hồ chứa trên lưu vực làm cơ sở cho việc đưa ra các quyết định vận hành các hồ chứa nhằm ứng phó với các cấp lũ khác nhau. Việc phân kỳ lũ được dựa trên cơ sở số liệu lũ, phân tách lũ ra các thời kỳ: sớm, chính vụ, muộn dựa trên việc phân cấp lũ. Việc phân cấp lũ có thể dựa theo mức báo động, theo đó lũ xuất hiện trên lưu vực có ảnh hưởng tới hạ du khi lũ gây mực nước bắt đầu vượt qua báo động 1. Dưới mức này được xem như là lũ nhỏ. Khi lũ vượt quá báo động 3 được xem là lũ lớn. Ngoài ra còn có thể phân cấp lũ dựa theo Quy chuẩn Quốc gia năm 2008, theo quyết định số 18/2008/QĐ-BTNMT ngày 31/12/2008- Ban hành quy chuẩn Quốc gia về dự báo lũ để phân cấp lũ:

- *Lũ rất nhỏ:  $H_{max} < H_{max}P90\%$*
- *Lũ Nhỏ:  $H_{max}P90\% \leq H_{max} < H_{max}P70\%$*
- *Lũ Trung Bình:  $H_{max}P70\% \leq H_{max} < H_{max}P30\%$*
- *Lũ Lớn:  $H_{max}P30\% \leq H_{max} < H_{max}P10\%$*
- *Lũ rất lớn:  $H_{max} \geq H_{max}P10\%$*

Theo Quyết định trên, tiêu chí phân kỳ lũ như sau:

- **Thời kỳ lũ chính vụ:** Là thời kỳ xuất hiện lũ trên mức lũ nhỏ và có mật độ lũ cao nhất (lũ xuất hiện nhiều nhất trong mùa lũ), xây ra hầu hết các con lũ lớn hơn lũ lớn (P30%) và hàm chứa được các con lũ lớn, rất lớn đã xảy ra trong thực tế.

- **Thời kỳ Lũ sớm:** Là thời gian bắt đầu xuất hiện lũ trên mức lũ rất nhỏ (P90%) đến thời điểm bắt đầu lũ chính vụ.

- **Thời kỳ Lũ muộn:** Tính từ thời điểm kết thúc lũ chính vụ đến thời điểm kết thúc xuất hiện lũ lớn hơn lũ rất nhỏ.

Để tính toán phân cấp lũ, mỗi năm chọn một trị số  $Q_{max}/H_{max}$  tại trạm, tính toán tần suất, xác định các giá trị  $Q_{max}/H_{max}$  ứng với tần suất 10, 30, 50, 70, 90%.

#### **2.1.3.1. Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn**

##### *1. Phân cấp, phân kỳ lũ*

Căn cứ vào chỉ tiêu phân cấp lũ và chỉ tiêu phân kỳ lũ, kết quả tính toán, xác định phân cấp lũ, phân kỳ lũ cho các trạm chính trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn như sau:

Kết quả tính toán phân cấp lũ trạm Thành Mỹ, Hội Khách, Ái Nghĩa trên nhánh Vu Gia; trạm Nông Sơn, Giao Thủy trên nhánh Thu Bồn được thể hiện ở Bảng 2.6.

*Bảng 2.6: Giá trị lưu lượng đỉnh lũ tương ứng tần suất tại các trạm lưu vực Vu Gia – Thu Bồn ( $m^3/s$ )*

TT	Dạng lũ	P%	Ái Nghĩa	Hội Khách	Thành Mỹ	Nông Sơn	Giao Thủy
1	Lũ rất lớn	10%	1050,7	1875,1	6131,7	9590,4	1003,4
2	Lũ lớn	30%	939,2	1718,5	4157,5	6854,1	913,7
3	Lũ trung bình	50%	881,7	1614,9	3119,3	5388,2	866,6
4	Lũ nhỏ	70%	837,9	1515,0	2314,3	4229,4	830,0
5	Lũ rất nhỏ	90%	795,2	1377,1	1502,6	3023,6	793,2

*Bảng 2.7: Kết quả phân kỳ lũ các trạm chính trên lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn*

Trạm	Lũ sớm	Lũ chính vụ	Lũ muộn
Thành Mỹ	1/IX-30/IX	1/X-25/XI	26/XI-31/XII
Nông Sơn	1/IX-30/IX	1/X-6/XII	7/XII-31/XII
Giao Thủy	1/IX-30/IX	1/X-6/XII	7/XII-31/XII
Hội Khách	1/IX-30/IX	1/X-6/XII	7/XII-31/XII
Ái Nghĩa	1/IX-30/IX	1/X-6/XII	7/XII-31/XII

Từ Bảng 2.7 cho thấy: ngoại trừ trạm Thành Mỹ có thời gian lũ chính vụ ngắn hơn còn các trạm khác tính phân kỳ lũ khá thống nhất. Để thống nhất xác định kỳ lũ trên lưu vực đề tài kiến nghị phân kỳ lũ trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn như sau: Thời kỳ lũ sớm: 1/IX-30/IX; Thời kỳ lũ chính vụ: 1/X-6/XII; Thời kỳ lũ muộn: 7/XII-31/XII.

## *2. Phân tích đánh giá đồng bộ, tổ hợp lũ lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn*

Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn thực ra có 2 nhánh chủ đạo tác động đến vùng hạ du, đó là nhánh sông Vu Gia và Thu Bồn. Phân tích tổ hợp lũ xảy ra giữa các trạm Thành Mỹ, Nông Sơn bằng cách thống kê các con lũ trong mùa lũ từ tháng IX đến tháng XII của liệt tài liệu từ 1977 - 2009 giữa 2 trạm Thành Mỹ và Nông Sơn. Xác định những thời điểm đồng bộ lũ (năm trong 1, 2 ngày). Kết quả phân tích sự đồng bộ lũ được trình bày trong phụ lục 2.

Qua phân tích đồng bộ lũ giữa trạm Thành Mỹ và Giao Thủy trong chuỗi năm 1977 – 2009 có 23 năm 2 trạm này lũ đồng bộ nhau chiếm 70% với thời gian xuất hiện lũ trong cùng 1 hoặc 2 ngày. Như vậy nếu lũ lớn xảy ra trong lưu vực, cũng có nghĩa sẽ xuất hiện cả ở sông Vu Gia và sông Thu Bồn.

### 2.1.3.2. Lưu vực sông Ba

#### 1. Phân cấp, phân kỳ lũ

Kết quả tính toán phân cấp lũ các trạm An Khê, Củng Sơn, Sông Hình trên lưu vực sông Ba được thể hiện ở Bảng 2.8.

Bảng 2.8: Giá trị lưu lượng đỉnh lũ tương ứng tần suất tại các trạm lưu vực Ba ( $m^3/s$ )

TT	Dạng lũ	P%	An Khê	Củng Sơn	Sông Hình
1	Lũ rất lớn	10%	1969,7	12835,7	4017,9
2	Lũ lớn	30%	1309,7	8020,1	2640,9
3	Lũ trung bình	50%	962,5	5533,9	1903,1
4	Lũ nhỏ	70%	693,4	3643,8	1320,0
5	Lũ rất nhỏ	90%	422,0	1798,9	713,2

Kết quả phân kỳ lũ các trạm chính trên lưu vực sông Ba cho thấy phân kỳ lũ tại Củng Sơn ít ổn định hơn do tác nguyên nhân gây lũ phức tạp và tác động của bão rõ rệt, tính điều tiết lưu vực kém hơn. Tuy nhiên, lũ trên sông tại Củng Sơn cũng có thể phân chia ra thành các thời kỳ lũ sớm, lũ chính vụ và lũ muộn. Trên nhánh Ia Ba tại An Khê thể hiện các thời kỳ khá rõ nét và ổn định. Tại Sông Hình, lưu vực nhỏ, số liệu ngắn nhưng cũng đã thể hiện sự phân kỳ lũ khá tập trung. Trước tháng IX, và sau 12/XII hầu như không có lũ lớn xuất hiện.

Bảng 2.9: Kết quả phân kỳ lũ tại một số trạm chính lưu vực sông Ba

Trạm	Lũ sớm	Lũ chính vụ	Lũ muộn
Củng Sơn	1/IX-4/X	5/X-8/XII	9/XII-31/XII
An Khê	1/IX-30/IX	1/X-6/XII	7/XII-31/XII
Sông Hình	1/IX-15/X	16/X-6/XII	7/XII-31/XII

Giữa các trạm, kỳ lũ có thể khác nhau khoảng 1 tuần. Nhưng để thống nhất trên toàn lưu vực, đề tài kiến nghị lấy thời kỳ lũ tại Củng Sơn như sau: Thời kỳ lũ sớm: 1/IX-4/X; Thời kỳ lũ chính vụ: 5/X-8/XII; Thời kỳ lũ muộn: 9/XII-31/XII. Các tuyến trên dùng để tham khảo.

#### 2. Phân tích đánh giá đồng bộ, tổ hợp lũ lưu vực sông Ba

Phân tích tổ hợp lũ xảy ra giữa các trạm Củng Sơn, Sông Hình, An Khê trong các trường hợp:

- An Khê – Củng Sơn: Phân tích đồng bộ lũ giữa trạm An Khê và Củng Sơn trong chuỗi năm 1978 – 2010 có 13/33 năm 2 trạm này lũ đồng bộ nhau chiếm 39,4%.

- Sông Hình – Củng Sơn: Phân tích đồng bộ lũ giữa trạm Sông Hình và Củng Sơn trong chuỗi năm 1979– 1991 có 9/13 năm 2 trạm này lũ đồng bộ nhau chiếm 69,2%



- An Khê – Củng Sơn – Sông Hinh: Phân tích đồng bộ lũ giữa trạm Sông Hinh, An Khê và Củng Sơn trong chuỗi năm 1979– 1991 có 5/13 năm 3 trạm này lũ đồng bộ nhau chiếm 38,5%

### 2.1.3.3. Lưu vực sông Kôn – Hà Thanh

#### 1. Phân cấp, phân kỳ lũ

Để tính toán phân cấp lũ, phân tích chuỗi số liệu 32 năm từ 1977 – 2009 mỗi năm chọn một trị số  $Q_{\max}/H_{\max}$  tại các trạm Bình Tường; Thạnh Hòa tính toán tần suất, xác định các giá trị  $Q_{\max}/H_{\max}$  ứng với tần suất 10, 30, 70, 90%.

*Bảng 2.10: Giá trị Mực nước/Lưu lượng lũ tương ứng tần suất tại các trạm lưu vực Kôn – Hà Thanh ( $m^3/s$ )*

TT	Dạng lũ	P%	Q Bình Tường ( $m^3/s$ )	H Thạnh Hòa (cm)
1	Lũ rất lớn	10%	4755	913
2	Lũ lớn	30%	3191	849
3	Lũ trung bình	50%	2338	807
4	Lũ nhỏ	70%	1650	765
5	Lũ rất nhỏ	90%	912	706

Kết quả phân kỳ lũ một số trạm chính trên lưu vực sông Kôn – Hà Thanh được thể hiện ở Bảng 2.11.

*Bảng 2.11: Kết quả phân kỳ lũ các trạm chính trên lưu vực sông Kôn-Hà Thanh*

Trạm	Lũ sớm	Lũ chính vụ	Lũ muộn
Bình Tường	1/IX-14/X	15/X-5/XII	6/XII-15/XII
Thạnh Hòa	1/IX-30/IX	1/X-30/XI	1/XII-15/XII

Thông nhất xác định kỳ lũ trên lưu vực sông Kôn – Hà Thanh như sau: Thời kỳ lũ sớm: 1/IX-30/IX; Thời kỳ lũ chính vụ: 1/X-30/XI; Thời kỳ lũ muộn: 1/XII-15/XII.

#### 2. Phân tích đánh giá đồng bộ, tổ hợp lũ lưu vực sông Kôn – Hà Thanh

Phân tích đồng bộ lũ giữa trạm Bình Tường, Thạnh Hòa trong chuỗi năm 1979– 2013 có 25/34 năm 3 trạm này lũ đồng bộ nhau chiếm 73,5%. Tỷ lệ đồng bộ lũ giữa các trạm với nhau trên lưu vực sông Kôn – Hà Thanh là khá cao (xem phụ lục 2).

### 2.1.3.4. Lưu vực sông Srêpôk

#### 1. Phân cấp, phân kỳ lũ

Để tính toán phân cấp lũ, phân tích chuỗi số liệu 32 năm từ 1977 – 2009 mỗi năm chọn một trị số  $Q_{\max}/H_{\max}$  tại các trạm Đức Xuyên, Cầu 14, Bản Đôn, Giang Sơn, tính toán tần suất, xác định các giá trị  $Q_{\max}/H_{\max}$  ứng với tần suất 10, 30, 70, 90%. Kết quả được thể hiện ở Bảng 2.12.

*Bảng 2.12: Giá trị lưu lượng đỉnh lũ tương ứng tần suất tại các trạm lưu vực Srêpôk (m<sup>3</sup>/s)*

TT	Dạng lũ	P%	Cầu 14	Bản Đôn	Đức Xuyên	Giang Sơn
1	Lũ rất lớn	10%	2170,8	2736,0	1915,3	1337,3
2	Lũ lớn	30%	1224,1	1902,6	1189,2	755,3
3	Lũ trung bình	50%	824,6	1472,3	846,4	481,1
4	Lũ nhỏ	70%	586,1	1145,2	610,9	293,1
5	Lũ rất nhỏ	90%	466,5	825,9	419,1	140,6

Trên cơ sở kết quả phân cấp lũ tiến hành phân kỳ lũ cho các trạm chính trên lưu vực sông Srêpôk Bảng 2.13

*Bảng 2.13: Kết quả phân kỳ lũ các trạm chính trên lưu vực sông Srêpôk*

Trạm	Lũ sớm	Lũ chính vụ	Lũ muộn
Cầu 14	1/VII-7/VIII	8/VIII-29/X	30/X-30/XI
Đức Xuyên	1/VII-4/VIII	5/VIII-24/X	25/X-30/XI
Bản Đôn	1/VII-4/VIII	5/VIII-24/X	25/X-30/XI
Giang Sơn	1/VII-7/VIII	8/VIII-22/XI	23/XI-31/XII

Phân kỳ lũ ở Đức Xuyên cho thấy lũ sớm xuất hiện trước tháng VIII. Lũ chính vụ kéo dài từ tháng VIII cho đến tháng X. Lũ muộn bắt đầu từ tháng XI.

Phân kỳ lũ ở Giang Sơn có lũ chính vụ bắt đầu từ tháng VIII-IX cho đến tháng XI. Lũ muộn kéo dài đến cuối tháng XII. Mặc dù tháng VIII có các chỉ tiêu không thuộc vào mùa lũ nhưng đã có 1 năm xuất hiện lũ lớn nhất trong năm (8/VIII/2007). Vì lũ của Giang Sơn có tác động trực tiếp đến vùng trũng Buôn Trấp - Hồ Lắc nên cần phải xét lũ tháng VIII.

Kỳ lũ ở Cầu 14 - Bản Đôn tương đối giống nhau có kỳ lũ sớm bắt đầu trước tháng VIII. Lũ chính vụ bắt đầu từ tháng VIII và kết thúc vào cuối tháng X. Lũ muộn kéo dài từ tháng XI. Thống nhất lấy trạm Bản Đôn phân kỳ lũ cho lưu vực sông Srêpôk: Thời kì lũ sớm: 1/VII-4/VIII; Thời kỳ lũ chính vụ: 5/VIII-24/X; Thời kỳ lũ muộn: 25/X-30/XI.

## *2. Phân tích đánh giá đồng bộ, tổ hợp lũ lưu vực sông Srêpôk*

Dòng chính sông Srêpôk do hai sông Krông Knô và sông Krông Ana hợp thành tại thác Buôn Dray tỉnh ĐakNông. Phân tích tổ hợp lũ giữa các nhánh sông theo các trường hợp sau:

+ Phân tích đồng bộ lũ giữa trạm Giang Sơn và Bản Đôn trong chuỗi năm năm quan trắc có 3/15 năm 2 trạm này lũ đồng bộ nhau chiếm 20%

+ Phân tích đồng bộ lũ giữa trạm Đức Xuyên và Bản Đôn trong chuỗi năm năm quan trắc có 10/32 năm 2 trạm này lũ đồng bộ nhau chiếm 31,3%.

### 2.1.3.5. Lưu vực sông Sê San

#### 1. Phân cấp, phân kỳ lũ

Để tính toán phân cấp lũ, phân tích chuỗi số liệu 30 năm từ 1977 – 2009 mỗi năm chọn một trị số Qmax/Hmax tại các trên nhánh sông các trạm Kon Tum, Đắc Mốt, tính toán tần suất, xác định các giá trị Qmax/Hmax ứng với tần suất 10, 30, 70, 90%.

Bảng 2.14: Giá trị lưu lượng đỉnh lũ tương ứng tần suất tại các trạm lưu vực Sê San ( $m^3/s$ )

TT	Dạng lũ	P%	Đắc Mốt	Kon Tum
1	Lũ rất lớn	10%	2074,5	3097,4
2	Lũ lớn	30%	1039,5	1797,5
3	Lũ trung bình	50%	652,2	1228,3
4	Lũ nhỏ	70%	457,4	871,6
5	Lũ rất nhỏ	90%	453,3	634,8

Trên cơ sở kết quả phân cấp lũ tiến hành phân kỳ lũ cho các trạm chính trên lưu vực sông Sê San như sau:

Bảng 2.15: Kết quả phân kỳ lũ các trạm chính trên lưu vực sông Sê San

Trạm	Lũ sớm	Lũ chính vụ	Lũ muộn
Đắc Mốt	1/VII-3/VIII	4/VIII-2/XI	3/XI-30/XI
Kon Tum	1/VII-21/VIII	22/VIII-10/X	11/XI-30/XI

Kết quả tính toán, xác định phân kỳ lũ tại các trạm trên lưu vực có thể khác nhau. Tuy nhiên thống nhất xác định kỳ lũ trên lưu vực như sau: Thời kì lũ sớm: 1/VII-31/VII; Thời kỳ lũ chính vụ: 1/VIII-31/X; Thời kỳ lũ muộn: 1/XI-30/XI

#### 2. Phân tích đánh giá đồng bộ, tổ hợp lũ lưu vực sông Sê San

Phân tích đồng bộ lũ giữa trạm Đắc Mốt và Kon Tum trong chuỗi năm quan trắc có 10/16 năm 2 trạm này lũ đồng bộ nhau chiếm 62,5% (Xem phụ lục 2)

### 2.1.4. Tính toán lũ và xác định lại các đặc trưng lũ thiết kế theo tài liệu quan trắc dòng chảy đã được cập nhật vùng nghiên cứu.

Cập nhật số liệu vùng nghiên cứu tiến hành tính toán lũ và xác định lại các đặc trưng lũ thiết kế tại 1 số trạm trên các lưu vực sông; để thuận tiện cho phục vụ tính toán và phân tích ở các giai đoạn sau thống nhất lựa chọn tính toán các trạm: Trên sông Vu Gia - Thu Bồn: Trạm Thành Mỹ; lưu vực sông Kôn - Hà Thanh: Trạm Bình Tường; Lưu vực sông Sông Ba: Trạm An Khê; Lưu vực sông Sê San: Trạm Đắc Mốt; Lưu vực sông SrêPôk: Trạm Đức Xuyên kết quả tính toán trên các lưu vực cụ thể như sau:

### 2.1.4.1. Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn

- Tổng lượng lũ thiết kế:

Bảng 2.16: Đặc trưng tổng lượng lũ 1,3,5,7 ngày max tại các trạm Thành Mỹ

Trạm	Loại	Trung bình ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Cv	Cs	Đặc trưng thiết kế ( $10^6 \text{ m}^3$ )			
					1%	2%	5%	10%
Thành Mỹ	$W_{1\max}$	190.6	0.53	0.53	501.0	464.3	425.6	370.4
	$W_{3\max}$	374.7	0.56	1.12	1133.1	1027.1	919.1	771.7
	$W_{5\max}$	490.8	0.56	1.12	1481.1	1342.7	1201.7	1009.2
	$W_{7\max}$	594.3	0.55	1.10	1772.8	1608.9	1441.7	1213.2

- Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế:

Bảng 2.17: Lưu lượng lũ thiết kế trạm Thành Mỹ trước và sau cập nhật số liệu

Giai đoạn	$\overline{Q}_{\max}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Cv	Cs	$Q_{\max p}$ (mm)				
				0.5%	1%	2%	5%	10%
Chưa cập nhật	3030	0,48	1,4	8612	7784	6949	5829	4957
Đã cập nhật	3547	0,45	1,06	9165	8392	7602	6518	5653

### 2.1.4.2. Lưu vực sông Kôn - Hà Thanh

- Tổng lượng lũ thiết kế:

Bảng 2.18: Đặc trưng tổng lượng lũ 1,3,5,7 ngày max tại các trạm Bình Tường

Trạm	Loại	Trung bình ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Cv	Cs	Đặc trưng thiết kế ( $10^6 \text{ m}^3$ )			
					1%	2%	5%	10%
Bình Tường	$W_{1\max}$	138	0,54	0,87	359	325	277	239
	$W_{3\max}$	276	0,50	0,62	658	603	524	459
	$W_{5\max}$	359	0,50	0,62	855	783	682	597
	$W_{7\max}$	441	0,50	0,62	1051	963	838	734

- Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế:

Bảng 2.19: Lưu lượng lũ thiết kế trạm Bình Tường trước và sau cập nhật số liệu

Giai đoạn	$\overline{Q}_{\max}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Cv	Cs	$Q_{\max p}$ (mm)				
				0.5%	1%	2%	5%	10%
Chưa cập nhật	3088	0,56	1,15	9364	8482	7584	6360	5390
Đã cập nhật	2873	0,53	1,25	8529	7716	6892	5775	4897

### 2.1.4.3. Lưu vực sông Ba

- Tổng lượng lũ thiết kế:

Bảng 2.20: Đặc trưng tổng lượng lũ 1,3,5,7 ngày max tại các trạm An Khê

Trạm	Loại	Trung bình ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Cv	Cs	Đặc trưng thiết kế ( $10^6 \text{ m}^3$ )			
					1%	2%	5%	10%
An Khê	$W_{1\max}$	63.0	0.55	0.55	157.5	144.1	124.9	109.0

Trạm	Loại	Trung bình ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Cv	Cs	Đặc trưng thiết kế ( $10^6 \text{ m}^3$ )			
					1%	2%	5%	10%
	$W_{3\max}$	120.7	0.50	-0.11	155.6	240.5	217.6	196.9
	$W_{5\max}$	156.9	0.54	0.14	362.5	337.1	299.5	266.6
	$W_{7\max}$	190.5	0.56	0.34	465.3	428.7	375.8	330.5

- Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế

Bảng 2.21: Lưu lượng lũ thiết kế trạm An Khê trước và sau cập nhật số liệu

Giai đoạn	$\overline{Q_{\max}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Cv	Cs	$Q_{\max p}$ (mm)				
				0.5%	1%	2%	5%	10%
Chưa cập nhật	1179	0,58	1,18	3677	3324	2964	2475	2088
Đã cập nhật	1105	0,52	1,24	3235	2930	2620	2200	1870

#### 2.1.4.4. Lưu vực sông Sê San

- Tổng lượng lũ thiết kế:

Bảng 2.22: Đặc trưng tổng lượng lũ 1,3,5,7 ngày max tại các trạm Kon Tum

Trạm	Loại	Trung bình ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Cv	Cs	Đặc trưng thiết kế ( $10^6 \text{ m}^3$ )			
					1%	2%	5%	10%
Kon Tum	$W_{1\max}$	95	0,28	1,56	180,4	166	146	130
	$W_{3\max}$	164	0,23	1,4	287	266	236	214
	$W_{5\max}$	220	0,22	1,3	375	349	313	284
	$W_{7\max}$	260	0,21	1,2	432	403	364	333

- Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế:

Bảng 2.23: Lưu lượng lũ thiết kế trạm Kon Tum trước và sau cập nhật số liệu

Giai đoạn	$\overline{Q_{\max}}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Cv	Cs	$Q_{\max p}$ (mm)				
				0.5%	1%	2%	5%	10%
Chưa cập nhật	1542	0,38	0,76	4011	3467	3222	2612	2321
Đã cập nhật	1651	0,66	1,92	8060	6274	4773	3797	3065

#### 2.1.4.5. Lưu vực sông SrêPôk

- Tổng lượng lũ thiết kế:

Bảng 2.24: Đặc trưng tổng lượng lũ 1,3,5,7 ngày max tại các trạm Đúc Xuyên

Trạm	Loại	Trung bình ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Cv	Cs	Đặc trưng thiết kế ( $10^6 \text{ m}^3$ )			
					1%	2%	5%	10%
Đúc Xuyên	$W_{1\max}$	144	0,68	1,7	480	418	335	272
	$W_{3\max}$	258	0,75	2,4	987	836	642	501
	$W_{5\max}$	373	0,67	2,48	1309	1112	861	679
	$W_{7\max}$	460	0,63	2,8	1598	1348	1034	810

- Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế

Bảng 2.25: Lưu lượng lũ thiết kế trạm Đức Xuyên trước và sau cập nhật số liệu

Giai đoạn	$\overline{Q}_{\max}$ (m <sup>3</sup> /s)	Cv	Cs	Q <sub>maxp</sub> (mm)				
				0.5%	1%	2%	5%	10%
Chưa cập nhật	930	0,59	1,6	3123	2784	2446	1997	1652
Đã cập nhật	1041	0,63	1,94	3833	3376	2923	2333	1891

## 2.1.5. Đánh giá tác động của xu thế biến đổi khí hậu đến dòng chảy lũ

### 2.1.5.1. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến tần số, cường độ và quy luật đường đi của bão

Nếu quy định mùa bão bao gồm những tháng có số bão trung bình đạt từ 8% số bão trung bình năm trở lên thì mùa bão ở Việt Nam bắt đầu từ tháng VII đến tháng XI. Tuy nhiên, theo số liệu tổng kết thì có những năm bão và áp thấp nhiệt đới có khả năng xuất hiện ở tất cả các tháng và đổ bộ vào bờ biển nước ta không theo quy luật như đã nghiên cứu. Nhìn chung, ở nước ta mùa bão xảy ra chậm dần từ Bắc vào Nam.

Bảng 2.26: Phân bố số cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng các khu vực theo tháng từ năm 1956-2005

Tháng Khu vực		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Năm
		Quảng Ninh - Ninh Bình	SC			2	14	19	19	12	4	
	TS			3.0	20.0	27.0	27.0	17.0	6.0			100
Thanh Hóa - Hà Tĩnh	SC				5	11	17	20	16			69
	TS				7.0	16.0	25.0	29.0	23.0			100
Quảng Bình - TT Huế	SC				3	3	7	17	11	1		42
	TS				7.0	7.0	17.0	41.0	26.0	2.0		100
Đà Nẵng - Bình Định	SC		1	2	5		2	13	18	9	3	53
	TS		2.0	4.0	9.0		4.0	24.0	34.0	17.0	6.0	100
Phú Yên trở vào	SC	2			1			2	17	32	9	63
	TS	3.0			2.0			3.0	27.0	51.0	14.0	100
Toàn quốc	SC	2	1	4	28	33	45	64	70	42	12	297
	TS	1.0	1.0	1.0	9.0	11.0	15.0	21.0	24.0	14.0	4.0	100

*Ghi chú:* SC: số cơn bão; TS: tần suất xuất hiện

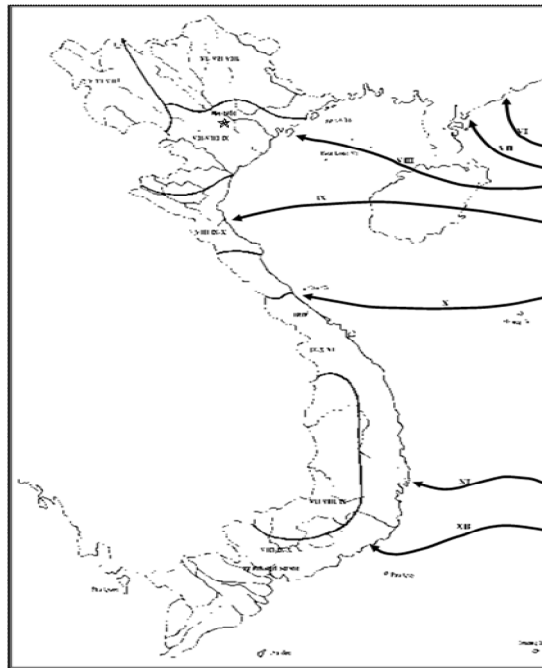
Như vậy mùa bão chính tại khu vực nghiên cứu từ khoảng tháng IX - XI, tuy nhiên những cơn bão trái mùa hoặc có thể nói những cơn bão hoạt động không theo những quy luật phổ biến khí hậu như đã nói ở trên thường gây ra những thiệt hại vô cùng lớn về người và tài sản cho địa phương.

Thống kê một số cơn bão đổ bộ vào vùng biển Việt Nam và khu vực nghiên cứu trong những năm gần đây được thể hiện trong các hình vẽ 2.1-2.6. Từ kết quả thống kê cho thấy:

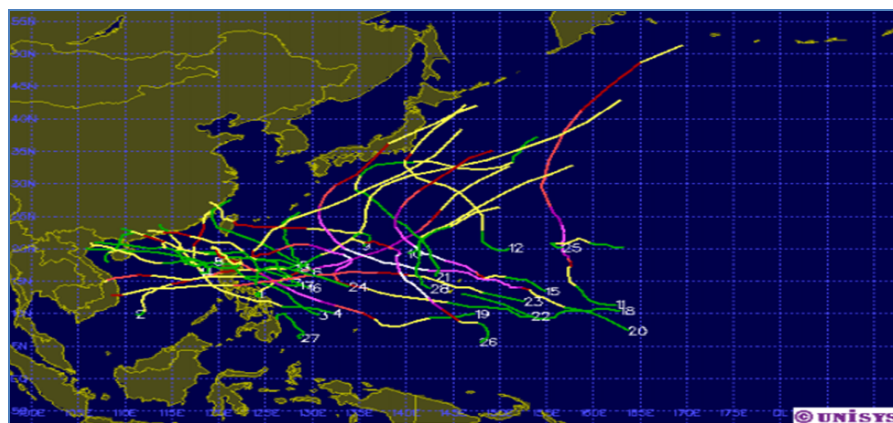
*Tại vùng Biển Việt Nam:*

- Năm 2013 là một trong những năm có số lượng cơn bão hoạt động trên biển Đông và đổ bộ vào nước ta lớn nhất từ trước tới nay. Tính đến tháng 11 đã có 15 cơn bão và 4 ATNĐ hoạt động trên biển Đông, trong đó có 12 cơn bão ảnh hưởng trực tiếp đến nước ta (bão số 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14 và 15).

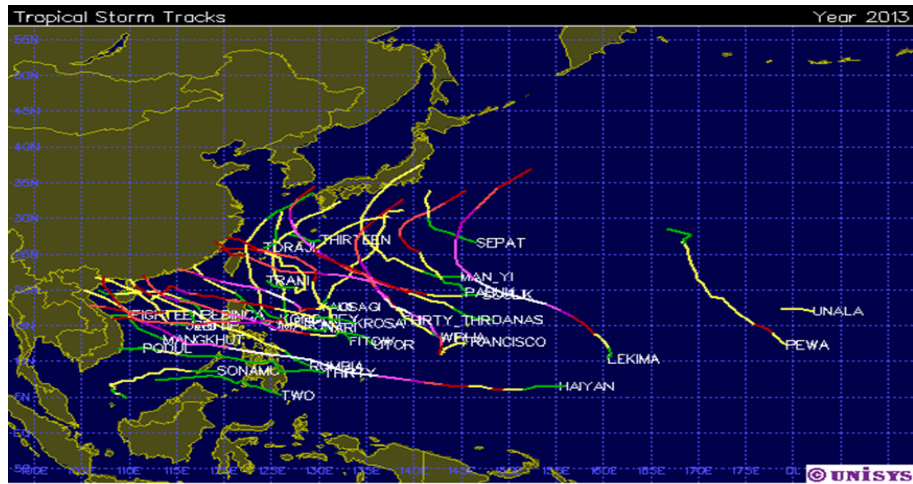
- Năm 2014, số lượng bão, ATNĐ hoạt động trên biển Đông khoảng 10-12 cơn ở mức xấp xỉ so với giá trị trung bình nhiều năm và ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền nước ta ở mức thấp hơn so với trung bình nhiều năm, khoảng 4-5 cơn (trung bình nhiều năm khoảng 5-6 cơn).



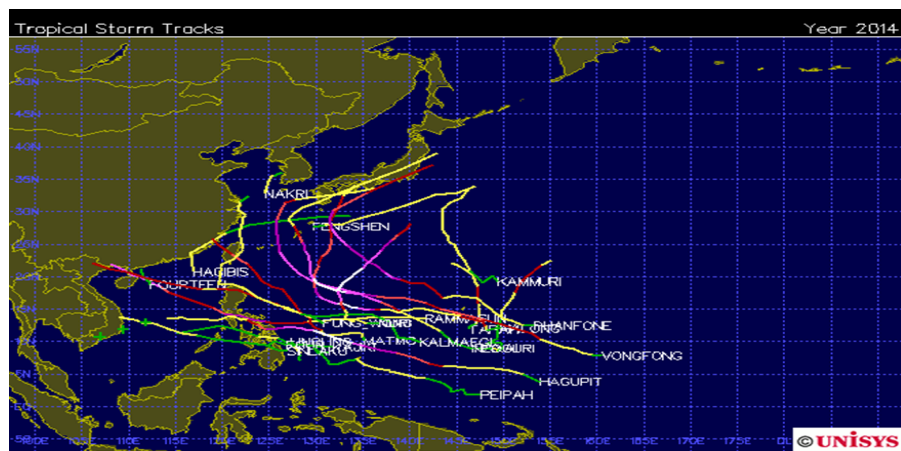
Hình 2.1: Quỹ đạo phổ biến của bão



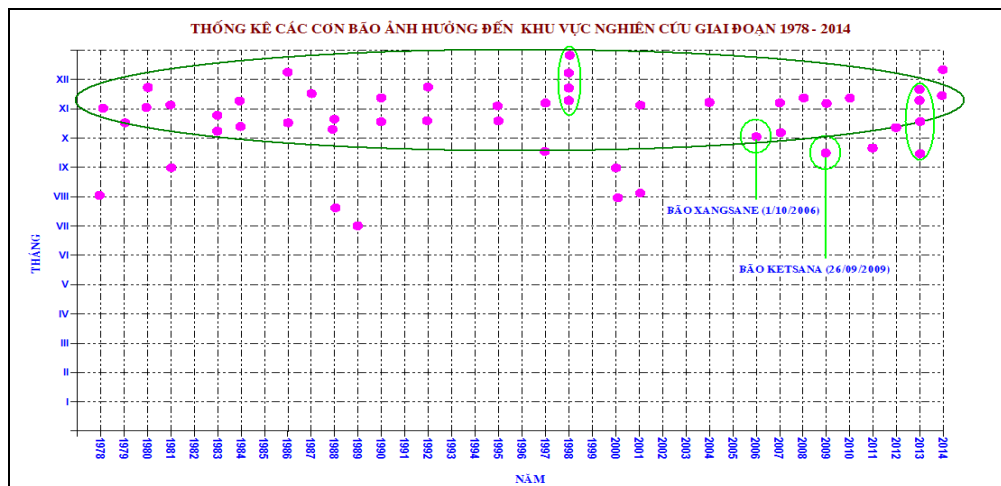
Hình 2.2: Thống kê số cơn bão đổ bộ vào vùng biển Việt Nam năm 2009



Hình 2.3: Thống kê số cơn bão đổ bộ vào vùng biển Việt Nam năm 2013



Hình 2.4: Thống kê số cơn bão đổ bộ vào vùng biển Việt Nam năm 2014

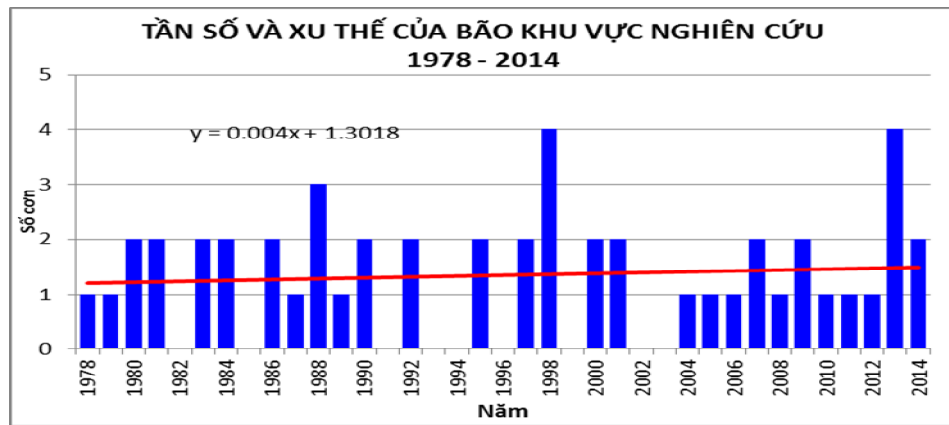


Hình 2.5: Thống kê các cơn bão đổ bộ vào khu vực nghiên cứu giai đoạn 1978 - 2014

Tại khu vực nghiên cứu:

- Tần số xuất hiện các cơn bão có xu thế tăng nhưng không đáng kể. Tuy tần số bão khu vực tăng không nhiều nhưng càng ngày càng xuất hiện nhiều hơn những cơn bão có cường độ, sức tàn phá mạnh điển hình là 2 cơn bão Xangsane (Tháng 10/2006) và cơn bão Ketsana vào tháng 9 năm 2009.





Hình 2.6: Tần số và xu thế của bão ảnh hưởng đến khu vực nghiên cứu 1978 - 2014

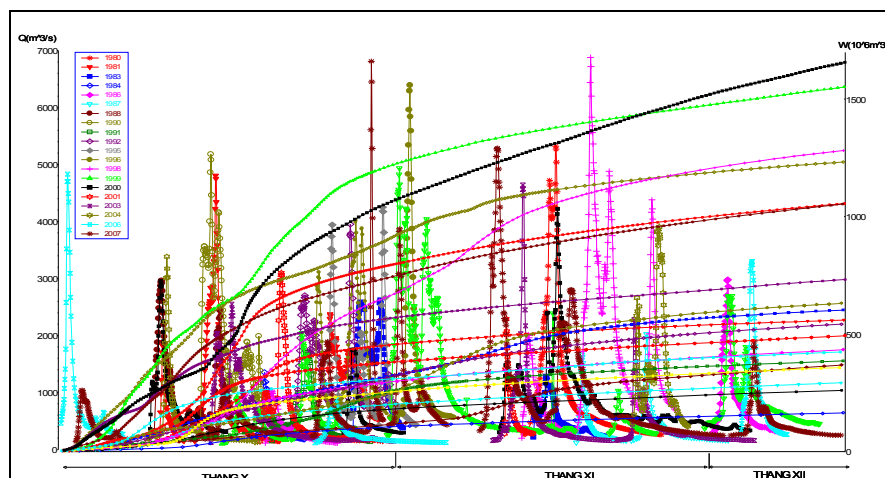
- Bão xuất hiện dồn dập trong thời gian ngắn: Năm 2012 thể hiện rõ quy luật bão không đồng nhất miền Trung không có cơn bão nào, chỉ có một cơn nhỏ vào Phú Yên. Nhưng năm 2013 thì có đến 4 cơn bão vào miền Trung (8, 10, 11 và 13), trong đó có 2 cơn mạnh là bão số 10 và 11 chỉ trong một khoảng thời gian ngắn.

- Sự biến động của các yếu tố khí hậu gây ảnh hưởng đến đặc trưng của bão, có năm xuất hiện ít, có năm xuất hiện nhiều các cơn bão. Sự biến động này khiến số lượng các cơn bão mạnh gia tăng. Hoạt động bão trong những năm gần đây tiềm ẩn nhiều yếu tố bất thường, có hướng di chuyển phức tạp, thời gian xuất hiện các cơn bão có sự biến động không theo quy luật khí hậu hoặc bão, quỹ đạo bão có xu thế dịch chuyển về phía Nam rất khó dự báo, xác định chính xác đường đi của bão.

### 2.1.5.2. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến đặc trưng dòng chảy lũ

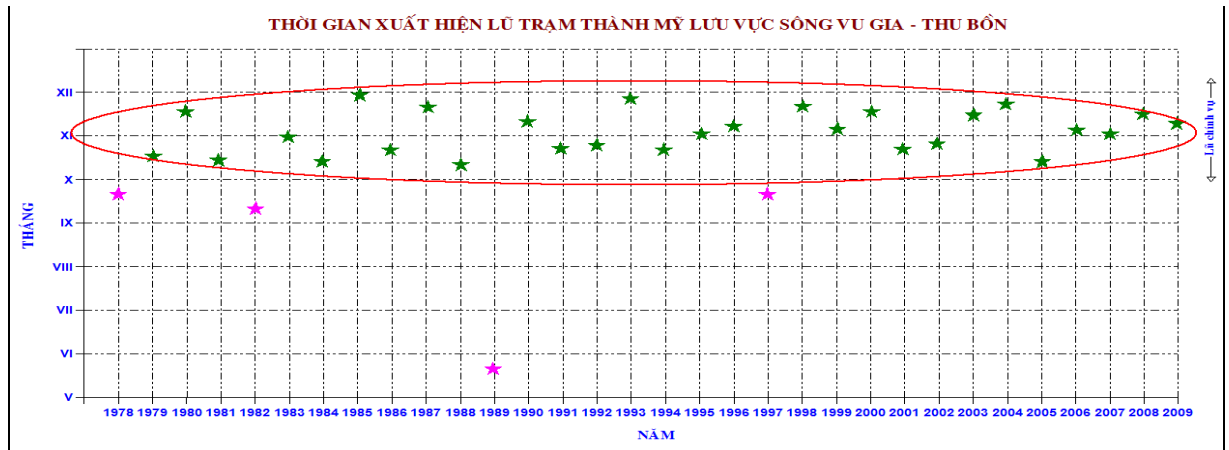
Thống kê, phân tích các trận lũ điển hình tại 1 số các trạm trên các lưu vực sông thuộc phạm vi nghiên cứu của đề tài được trình bày như sau

- Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn



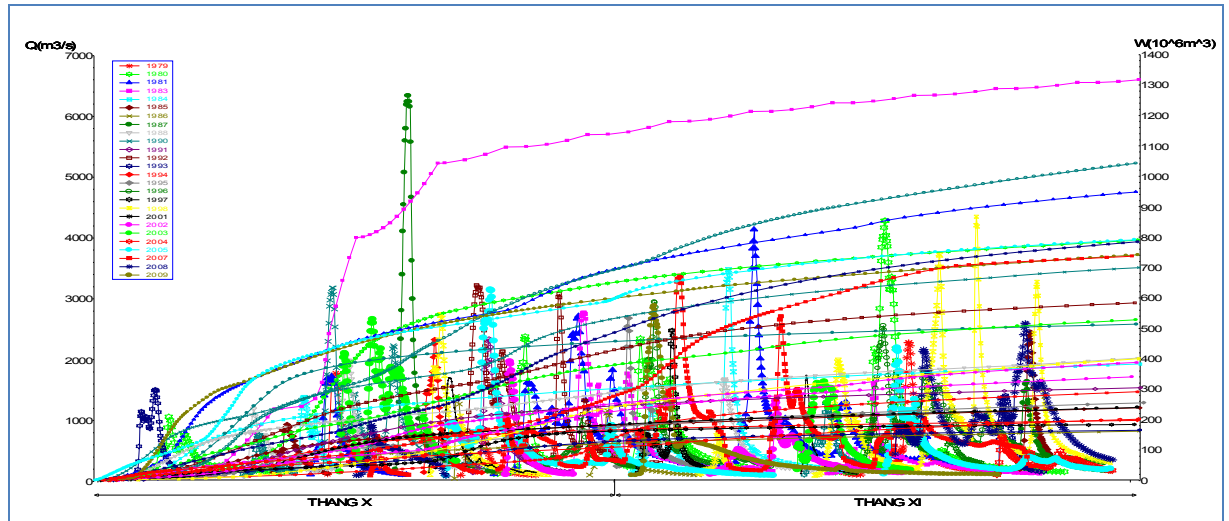
Hình 2.7: Tổng hợp quá trình lũ chính vụ trạm Thành Mỹ

Kết quả tổng hợp đặc trưng các trận lũ thuộc thời kỳ lũ chính vụ trạm Thành Mỹ lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn (xem bảng : phụ lục 4)

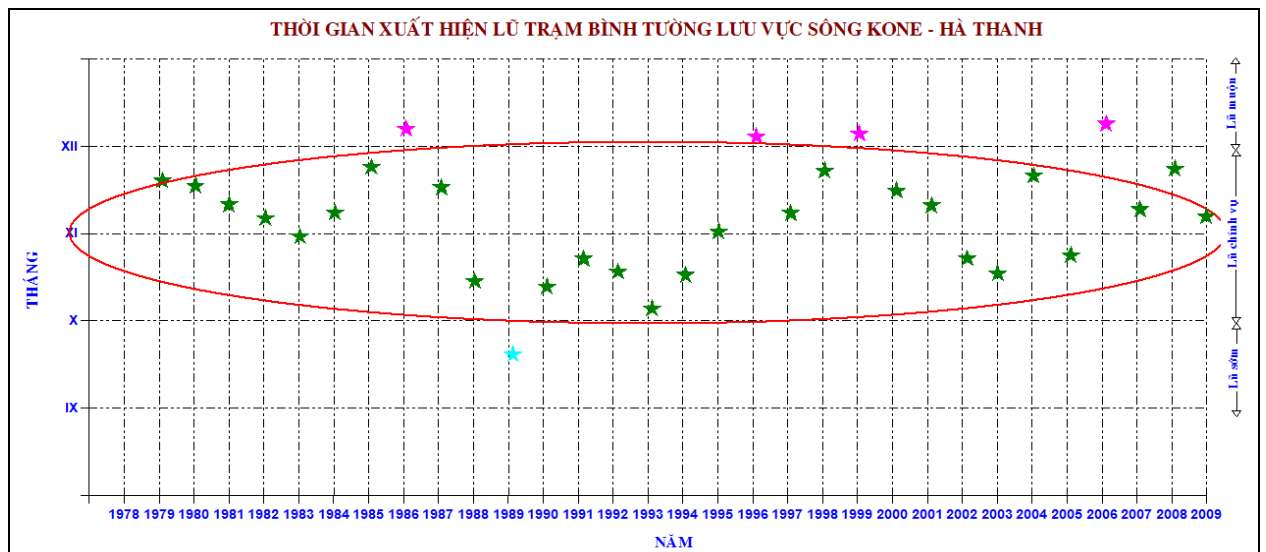


Hình 2.8: Thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trạm Thành Mỹ (Sông Vu Gia - Thu Bồn)

- Lưu vực sông Kôn - Hà Thanh

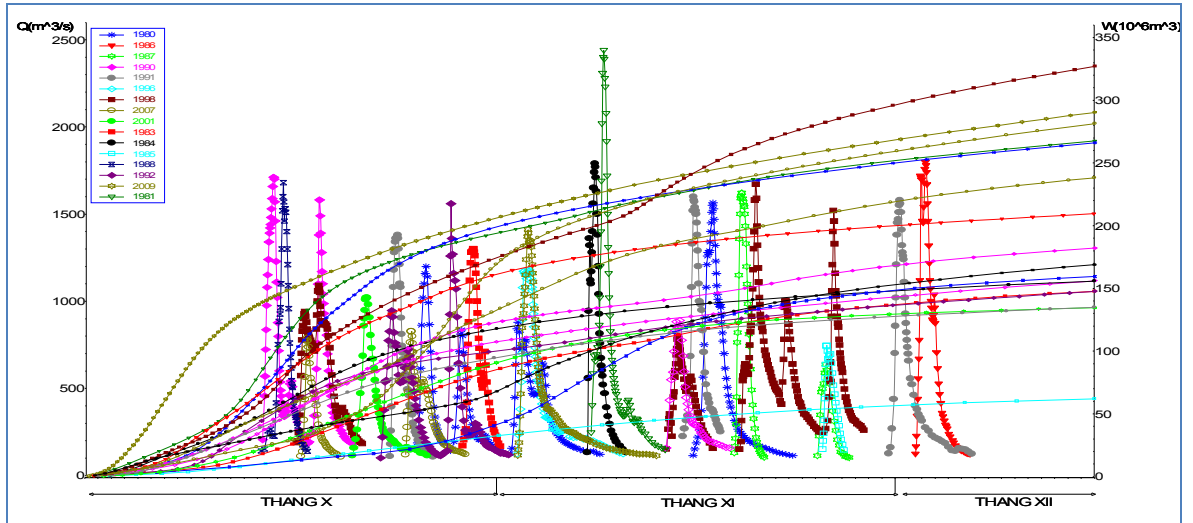


Hình 2.9: Tổng hợp quá trình lũ chính vụ trạm Bình Tường

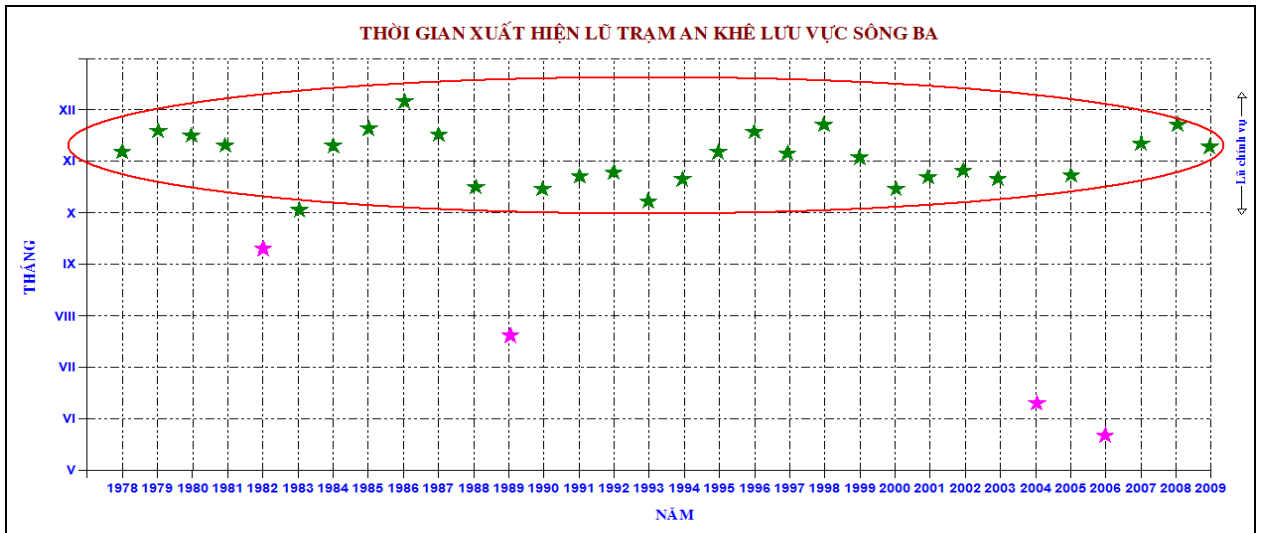


Hình 2.10: Thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trạm Bình Tường (Sông Kôn - Hà Thanh)

- Lưu vực sông Ba

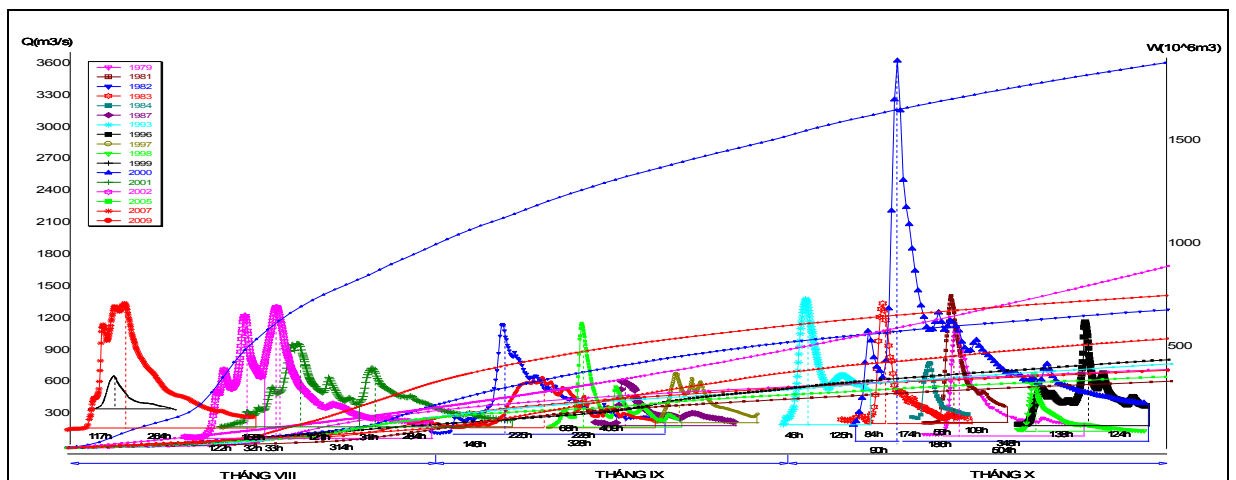


Hình 2.11: Tổng hợp quá trình lũ chính vụ trạm An Khê lưu vực sông Ba

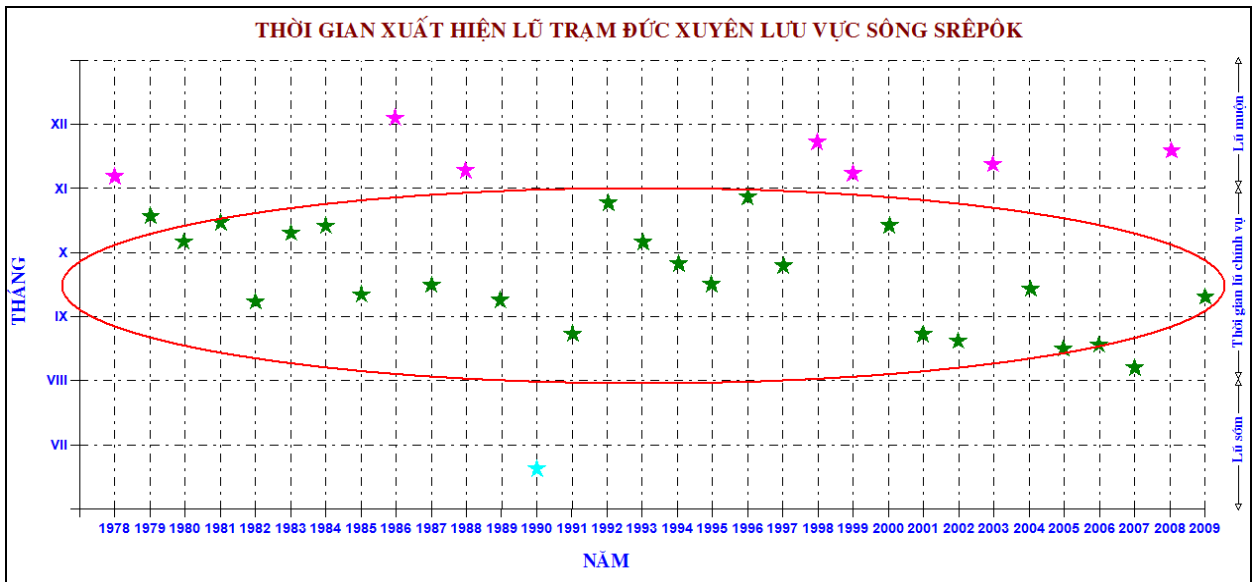


Hình 2.12: Thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trạm An Khê (Sông Ba)

- Lưu vực sông SrêPôk

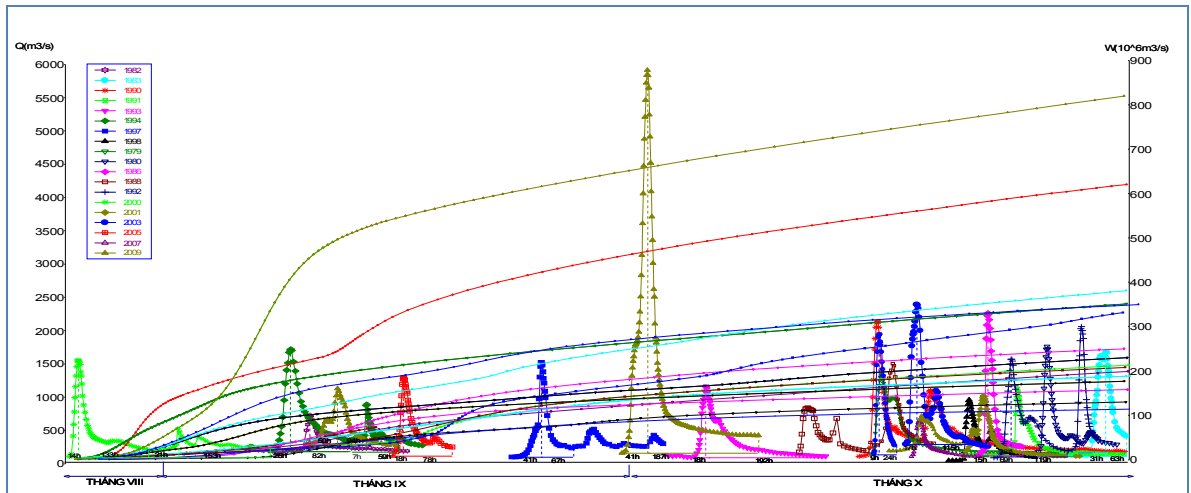


Hình 2.13: Tổng hợp quá trình lũ chính vụ trạm Đức Xuyên lưu vực sông SrêPôk

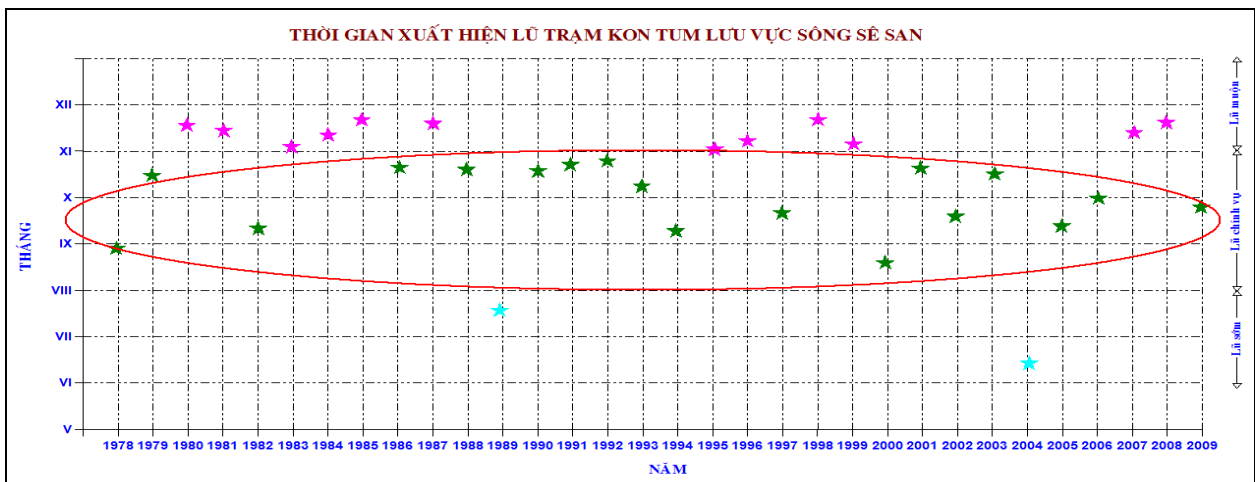


Hình 2.14: Thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trạm Đức Xuyên (Sông SrêPôk)

- Lưu vực sông Sê San



Hình 2.15: Tổng hợp quá trình lũ chính vụ trạm Kon Tum lưu vực sông Sê San



Hình 2.16: Thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trạm Kon Tum (Sông Sê San)

### **1. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến thời gian xuất hiện lũ ( Lũ sớm; lũ muộn; lũ chính vụ)**

Thường thì lũ lớn nhất trong năm thuộc vào thời kỳ lũ chính vụ. Tuy nhiên qua thống kê thời gian xuất hiện lũ lớn nhất trong năm trên các lưu vực sông cho thấy: Do sự biến đổi của các yếu tố của khí hậu, lũ lớn nhất trong năm không chỉ xuất hiện vào thời gian lũ chính vụ mà còn xuất hiện vào cả những tháng thuộc thời kỳ lũ sớm và lũ muộn.

### **2. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến cường độ lũ**

Tác động của biến đổi khí hậu làm xuất hiện những năm có cường độ lũ lớn đột ngột, bất thường so với các năm khác trong chuỗi năm quan trắc trên các lưu vực, điển hình như:

+ Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn: trận lũ 7h 30/X - 19h 31/X năm 2007 cường suất lũ lên  $700\text{m}^3/\text{s/h}$

+ Lưu vực sông Ba: Trận lũ 20h 17/XI - 22h 21/XI năm 2008 cường suất lũ lên  $143,8\text{m}^3/\text{s/h}$

+ Lưu vực sông Sê San : Trận lũ 16h 15/X - 1h 17/X năm 2003 cường suất lũ lên  $198,9\text{ m}^3/\text{s/h}$ . Trận lũ 18h 28/IX - 23h 30/IX năm 2009 cường suất lũ đạt max là  $480\text{m}^3/\text{s/giờ}$ .

+ Lưu vực sông SrêPôk : Trận lũ 7/X – 31/X năm 2000 với cường suất lũ lên  $38,13\text{ m}^3/\text{s/h}$

+ Lưu vực sông Kôn - Hà Thanh: Trận lũ 11h 22/XI - 16h 25/XI năm 1998 cường suất lũ lên  $519,6\text{ m}^3/\text{s/h}$ ; Trận lũ 12h 25/X - 13h 29/X năm 2002 cường suất lũ lên là  $309,7\text{ m}^3/\text{s/h}$ .

### **3. Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dạng lũ**

Xuất hiện nhiều hơn các trận lũ nhiều đỉnh, lũ kép. Điển hình một số trận lũ trên các lưu vực nghiên cứu:

+ Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn: Trận lũ năm 1999, 2003, 2007.

+ Lưu vực sông Ba: Trận lũ năm 1998, 2003, 2007.

+ Lưu vực sông Sê San: Trận lũ năm 1992, 2003, 2009

+ Lưu vực sông SrêPôk: Trận lũ năm 2000, 2002; 2005

+ Lưu vực sông Kôn - Hà Thanh: Trận lũ năm 2000; 2003; 2007; 2008.

**Nhìn chung:** Tác động của biến đổi khí hậu làm thay đổi thời gian lũ, cường độ lũ, dạng lũ trên các lưu vực sông. Sự thay đổi đó không có một quy luật, xu thế cụ thể, nó thể hiện qua sự xuất hiện đột ngột, bất thường của các yếu tố cực đoan ở một vài năm trong chuỗi số năm quan trắc mà con người không lường trước được gây thiệt hại lớn.

## **2.2. XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHÍ VỀ MỨC HIỂM HỌA VỠ ĐẬP TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH, NƯỚC BIỂN DÂNG**

### **2.2.1. Phân tích, đánh giá phân loại cấp độ rủi ro thiên tai**

Theo Điều 3 Luật Phòng, chống Thiên tai (2014) thì “*Thiên tai là hiện tượng tự nhiên bất thường có thể gây thiệt hại về người, tài sản, môi trường, điều kiện sống và các hoạt động kinh tế - xã hội, bao gồm: bão, áp thấp nhiệt đới, lốc, sét, mưa lớn, lũ, lũ quét do mưa lũ hoặc dòng chảy, nước dâng, xâm nhập mặn, nắng nóng, hạn hán, rét hại, mưa đá, sương muối, động đất, sóng thần và các loại thiên tai khác*”. Trong khuôn khổ nghiên cứu của đề tài chỉ xem xét đề cập các loại thiên tai có liên quan đến lũ lụt, nước biển dâng gây ra hiểm họa, vỡ đập do tác động của biến đổi khí hậu. Thực tế Việt Nam, mỗi hiểm họa gây ra do lũ lụt, bão tố sự cố vỡ đập những năm gần đây là khá nghiêm trọng ngày một tăng về tần số, cường độ và ngày càng tăng về thiệt hại gây mất an sinh xã hội, phát triển kinh tế xã hội thiếu bền vững. Những năm gần đây trong văn bản qui phạm có đề cập đến hiểm họa. Song tiêu chí hiểm họa thì các văn bản qui phạm trong nước và nước ngoài đều chưa đề cập đến. Chính vì thế, trong mục này, chúng tôi cố gắng nghiên cứu phân tích đánh giá những tồn tại trong việc phân loại cấp độ rủi ro của các loại hình thiên tai lũ lụt có ảnh hưởng trực tiếp đến hiểm họa vỡ đập. Động đất cũng là nguyên nhân quan trọng gây ra vỡ đập song chúng nằm ngoài phạm vi quy định của đề tài này.

#### **2.2.1.1. Cấp độ rủi ro thiên tai**

Theo Luật Phòng, Chống thiên tai có hơn 20 loại thiên tai. Trong đó có 5 loại hình thiên tai thuộc diện nghiên cứu của đề tài có thể gây nên vỡ đập: Áp thấp nhiệt đới, bão; mưa lớn; lũ lụt; lũ quét. Các loại thiên tai này được qui định chi tiết về cấp độ rủi ro thiên tai theo Quyết định số 44/2014/QĐ- TTg ngày 15-8-2014[14].

#### **2.2.1.2. Những tồn tại trong việc phân loại cấp độ rủi ro**

Trên cơ sở cấp độ rủi ro được qui định trong Luật Phòng, Chống thiên tai và Quyết định số 44/2014/QĐ – TTg có thể thấy tồn tại một số vấn đề sau:

1) Chưa có định nghĩa về lũ lịch sử. (Về sau trong QĐ số 46/2014/QĐ-TTg mới có định nghĩa).

2) Có định nghĩa rủi ro thiên tai và qui định chi tiết về cấp độ rủi ro thiên tai song không có định nghĩa về độ rủi ro thiên tai

3) Qui định cấp độ rủi ro thiên tai do lũ quét có 3 cấp song rủi ro thiên tai do lũ quét được xem xét xác định ở mức rủi ro cao hơn 1 cấp, đến cấp cao nhất là cấp 4 trong trường hợp tổ hợp tác động của nhiều thiên tai nguy hiểm khác. Vậy cấp 4 ở đây là gì?

4) Đối với cấp độ rủi ro thiên tai do lũ, ngập lụt có qui định “Ở những nơi có công trình, phòng, chống lũ, mức lũ lịch sử qui định tại các cấp độ 2, 3, 4, 5 được thay bằng mức lũ thiết kế” là chưa thỏa đáng vì mức nước lũ thiết kế là ranh giới cho phép hồ chuyển sang chống lũ cho công trình với  $P_{tk} < P$  lũ lịch sử ở hạ lưu.

Tóm lại, việc phân cấp các cấp độ rủi ro thiên tai chỉ là phân cấp thiệt hại do thiên tai theo đúng khoản 34 Điều 4(\*) của QĐ 44/2014/ QĐ – TTg ngày 15/8/2014,[14] định nghĩa cấp độ rủi ro thiên tai. Nghĩa là chưa xem xét đến thiệt hại cụ thể do từng loại thiên tai và không tính đến thiên tai đó rủi ro cụ thể xảy ra tại một khu vực nhất định với cấp tần suất nhất định.

### **2.2.2. Phân tích đánh giá các tiêu chí phân loại khẩn cấp hiện nay**

Trong các văn bản pháp lý của nhà nước có liên quan đến tiêu chí phân loại khẩn cấp chính thức là hai quyết định của Thủ tướng Chính phủ:

1) Quyết định số 46/2014/QĐ-TTg ngày 15/8/2014 Quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai.

2) Quyết định số 44/2014/QĐ-TTg ngày 15/8/2014 Quy định chi tiết về cấp độ rủi ro thiên tai.

Ngoài ra, chúng tôi xem xét đánh giá thêm về dự báo khẩn cấp, vận hành khẩn cấp, xử lý sự cố khẩn cấp được đề cập trong các quy trình vận hành liên hồ chứa trong mùa lũ hàng năm trên các lưu vực sông thuộc khu vực nghiên cứu của đề tài: hệ thống liên hồ chứa lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn, Ba, Kôn – Hà Thanh, Srêpôk và SêSan.

#### **2.2.2.1. Phân loại khẩn cấp theo Quyết định của Thủ tướng Chính phủ**

Theo Quyết định số 46/2014/QĐ-TTg ngày 15/8/2014 “Quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai” thì tình trạng khẩn cấp được định nghĩa như sau: Tình trạng khẩn cấp về thiên tai là tình huống khi các loại thiên tai qui định tại Điều 3 của Quyết định, ở mức rủi ro thiên tai cấp độ 5, có khả năng gây thảm họa, thiệt hại nặng nề về tính mạng, tài sản, công trình hạ tầng, môi trường sinh thái. Trong đó, một số loại hình thiên tai được coi là ở tình trạng khẩn cấp khi có một trong các điều kiện sau:

##### **a. Tin bão khẩn cấp**

1) Vị trí tâm bão cách điểm gần nhất thuộc bờ biển đất liền Việt Nam dưới 300 km;

2) Vị trí tâm bão cách điểm gần nhất thuộc bờ biển đất liền Việt Nam từ 300 đến 500 km và có khả năng di chuyển về phía đất liền Việt Nam trong 48 giờ tới.

##### **b. Tin lũ khẩn cấp.**

Được ban hành khi mực nước trong sông đạt mức báo động III và còn tiếp tục lên, hoặc khi mực nước trong sông đã xuống, nhưng vẫn còn cao hơn mức báo động III.

Theo Quyết định số 44/2014/QĐ-TTg ngày 15-8-2014 Quy định chi tiết về cấp độ rủi ro thiên tai thì có thể thấy: Cấp độ rủi ro thiên tai được xác định cho từng loại thiên tai và công bố cùng nội dung bản tin dự báo, cảnh báo về thiên tai, làm cơ sở cho việc phân công, phân cấp trách nhiệm và phối hợp trong việc ứng phó với thiên tai.

- 1) Áp thấp nhiệt đới, bão chia thành 3 cấp: từ cấp 3 đến cấp 5.
- 2) Lốc, sét, mưa đá chia thành 2 cấp: cấp 1 và cấp 2 (không có cấp 5)
- 3) Mưa lớn chia thành 3 cấp: cấp 1, 2 và cấp 3 (không có cấp 5)
- 4) Nắng nóng chia thành 3 cấp: cấp 1, 2 và cấp 3 (không có cấp 5)
- 5) Hạn hán chia thành 4 cấp: cấp 1, 2, 3 và cấp 4 (không có cấp 5)
- 6) Rét hại, sương muối chia thành 3 cấp: cấp 1, 2 và cấp 3 (không có cấp 5)
- 7) Sương mù chia thành 3 cấp: cấp 1, 2 và cấp 3 (không có cấp 5)
- 8) Lũ, ngập lụt chia thành 5 cấp: cấp 1, 2, 3, 4 và cấp 5.
- 9) Lũ quét chia thành 3 cấp: cấp 1, 2 và cấp 3. Nhưng tại Khoản 4 Điều 11 lại quy định thêm cấp 4, “*trong trường hợp tổ hợp tác động của nhiều thiên tai nguy hiểm khác như mưa rất to kéo dài, sạt lở đất trên diện rộng ở khu vực xả ra lũ quét*” (không có cấp 5)
- 10) Sạt lở đất, sụt lún đất do mưa lũ hoặc dòng chảy chia thành 2 cấp: cấp 1 và cấp 2 (không có cấp 5)
- 11) xâm nhập mặn chia thành 2 cấp: cấp 1 và cấp 2 (không có cấp 5)
- 12) Nước dâng chia thành 5 cấp: cấp 1, 2, 3, 4 và cấp 5
- 13) Gió mạnh trên biển chia thành 3 cấp: cấp 1, 2 và cấp 3. Khoản 4 Điều 15 thêm cấp 4: “Cấp độ rủi ro thiên tai do gió mạnh trên biển được xem xét xác định tăng thêm một cấp, đến cao nhất là cấp 4, khi xảy ra một trong các trường hợp sau:
  - Gió mạnh trên biển xảy ra đồng thời với hoạt động của áp thấp nhiệt đới, bão trên biển Đông hoặc vùng biển ven bờ;
  - Gió mạnh trên biển xảy ra vào đầu mùa hoặc cuối mùa bão và duy trì trong nhiều ngày liên tục.”(không có cấp 5)
- 14) Động đất chia thành 5 cấp: cấp 1, 2, 3, 4 và cấp 5



15) Sóng thần chia thành 2 cấp: cấp 3 và cấp 5.

Như vậy có thể rút ra một số nhận xét như sau:

a. Trong 15 loại thiên tai, có 10 loại không có cấp 5. Vì vậy, định nghĩa về tình trạng khẩn cấp về thiên tai như trong Quyết định số 44/2014/QĐ-TTg là chưa hoàn chỉnh.

b. Chưa xét đến tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng, thể hiện:

1) Quy luật đường đi của bão khác trước, có tính bất thường cao hơn. Ví dụ: Đường đi của bão cách bờ khoảng dưới 500 km hiện nay xuất hiện có nhiều thay đổi có thể đi ven bờ biển rồi ngoặt trở lại biển trở thành áp thấp nhiệt đới, tan dần.

2) Nước dâng do bão với độ cao trên 8 m phải chăng có ảnh hưởng đến tác động của động đất gây ra sóng thần. Hoặc có thể tính đến trong tương lai khả năng xuất hiện những cơn bão lớn Vượt cấp 12, 13... Nếu xét riêng về bão đã xảy ra thì thực tế ở nước ta đã quan trắc được độ cao nước dâng là 320 cm (3,20 m) do cơn bão Nancy đổ bộ vào khu vực Quỳnh Lưu (Nghệ An) năm 1982 gây ra.

Trong Quyết định không đề cập đến nước biển dâng do biến đổi khí hậu mà chỉ đề cập đến nước dâng do bão.

c. Trong quyết định không đề cập đến tình trạng khẩn cấp thiên tai do sự cố vỡ đập gây nên.

#### ***2.2.2.2. Phân loại khẩn cấp theo các qui trình vận hành liên hồ chứa***

Trong qui trình vận hành liên hồ chứa trên các lưu vực sông đã được Thủ tướng chính phủ phê duyệt ta có thể sắp xếp thành 3 loại khẩn cấp:

- Dự báo khẩn cấp
- Vận hành khẩn cấp
- Xử lý sự cố khẩn cấp

Trong mỗi loại khẩn cấp có thể chia ra các trường hợp khác nhau:

a. *Dự báo khẩn cấp, bao gồm:*

1) Dự báo có bão khẩn cấp và áp thấp nhiệt đới gần bờ hoặc các hình thái thời tiết khác gây mưa, lũ mà trong vòng 24 giờ đến 48 giờ tới có khả năng ảnh hưởng trực tiếp đến các địa phương trên lưu vực sông. Trưởng Ban chỉ huy phòng, chống thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn Tỉnh quyết định vận hành các hồ có liên quan.

2) Cảnh báo có khả năng xuất hiện lũ lớn ngoài thời gian qui định mùa lũ. Trưởng Ban chỉ huy phòng, chống thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn Tỉnh quyết định vận hành các hồ có liên quan.

3) Dự báo lũ, lũ khẩn cấp tại các trạm kiểm soát lũ để quyết định vận hành hồ chứa.

*b. Vận hành khẩn cấp*

1) Vận hành tích – xả đột ngột trong mùa lũ

2) Ban lệnh vận hành hồ theo quy định phải trước ít nhất 4 giờ trừ các trường hợp khẩn cấp bất thường.

*c. Xử lý sự cố khẩn cấp*

- Trưởng Ban chỉ đạo Trung ương về phòng, chống thiên tai có trách nhiệm:  
+ Quyết định cảnh báo và chỉ đạo thực hiện các biện pháp ứng phó với tình huống lũ, lụt, xử lý các tình huống ảnh hưởng đến an toàn ở hạ du khi các hồ xả lũ theo qui định.

+ Báo cáo Thủ tướng chính phủ để có biện pháp xử lý kịp thời trong trường hợp các hồ xả lũ khẩn cấp đảm bảo an toàn cho công trình đầu mối hoặc xảy ra sự cố bất thường.

+ Quyết định việc vận hành các hồ trong tình huống đặc biệt theo qui định tại khoản, Điều của Qui trình. Không cho phép sử dụng phần dung tích hồ từ cao trình mực nước dâng bình thường đến cao trình mực nước lũ kiểm tra để điều tiết lũ khi các cửa van của công trình xả chưa ở trạng thái mở hoàn toàn, trừ trường hợp đặc biệt theo quyết định của Thủ Tướng Chính phủ hoặc Trưởng Ban Chỉ đạo TƯ về phòng, chống thiên tai.

- Chủ tịch ủy ban nhân dân tỉnh quyết định vận hành hồ trong địa hạt của mình trong tình huống bất thường.

- Trưởng Ban chỉ huy phòng, chống thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn Tỉnh quyết định việc vận hành hồ trong địa hạt của mình khi Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia cảnh báo có khả năng xuất hiện lũ lớn ngoài thời gian qui định mùa lũ trên lưu vực sông.

- Trong trường hợp xảy ra sự cố bất thường, Trưởng Ban chỉ huy Phòng, chống thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn Tỉnh phải báo cáo Trưởng Ban Chỉ đạo Trung Ương về phòng, chống thiên tai và chủ tịch ủy ban nhân dân tỉnh có hồ đó để có biện pháp xử lý kịp thời.

- Bộ trưởng của Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn có trách nhiệm Quyết định biện pháp xử lý các sự cố khẩn cấp đối với hệ thống công trình thủy lợi trên lưu vực sông (Sông Ba, Sông Kôn – Hà Thanh, Sông Vu Gia – Thu Bồn, Sông Srêpôk, sông SêSan).

- Giám đốc đơn vị quản lý, vận hành các hồ do đơn vị phụ trách có trách nhiệm:
- + Báo cáo ngay với người ra lệnh vận hành trong trường hợp xảy ra tình huống bất thường.
- + Quyết định việc vận hành hồ theo đúng qui định của Quy trình, đồng thời phải thực hiện ngay các biện pháp ứng phó phù hợp trong trường hợp mất thông tin liên lạc hoặc không nhận được lệnh vận hành của người có thẩm quyền ra lệnh và các tình huống bất thường khác.
- + Phải thực hiện thông báo kịp thời mọi thông tin như đã cam kết cho phía Campuchia (ở hạ du) theo qui định của Quy trình (đối với sông SrêPôk và Sê San)

### **2.2.2.3. Phân tích, đánh giá**

#### **1. Không có tiêu chí rõ ràng**

- 1) Khi có sự cố công trình và trang thiết bị
- 2) Có nguy cơ xảy ra sự cố (công trình đầu mối)
- 3) Phát hiện sự cố (đề điều)
- 4) Tình huống bất thường
- 5) Tình huống đặc biệt hay trường hợp đặc biệt
- 6) Sự cố bất thường
- 7) Xả lũ khẩn cấp
- 8) Xuất hiện lũ vượt lũ thiết kế chống lũ hạ du

#### **2. Không đề cập đến sự cố vỡ đập hồ chứa**

Không chỉ rõ tên của sự cố: Kẹt cửa , xói lở đường tràn , vỡ đường tràn, sạt mái, thấm ra mái đập... hay sự cố cụ thể nào nữa.

#### **3. Vấn đề dự báo**

Ban lệnh vận hành hồ phải trước ít nhất 4 giờ đối với các hệ thống liên hồ chứa miền Trung và Tây Nguyên là khó đạt độ chính xác tin cậy. Vì:

- Mạng lưới trạm mưa quá thưa, ngắn, gián đoạn độ tin cậy không cao
- Tài liệu địa hình cập nhật thiếu đồng bộ
- Tập hàm vào khó đáp ứng yêu cầu của mô hình dự báo
- Các mô hình dự báo chưa được thử nghiệm có hệ thống, chưa được đánh giá độ tin cậy.

### **2.2.2.4. Những vấn đề tồn tại**

- 1) Thiếu nhất quán như qui định vượt cấp 5 nhưng thực tế có nhiều loại thiên tai chỉ dừng lại cấp 3, cấp 4

- 2) Qui định mùa lũ cứng nhắc, thiếu khả thi
- 3) Chưa xét đến tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng
- 4) Phần lớn không có tiêu chí rõ ràng
- 5) Sự cố vỡ đập, vỡ đê thường ẩn chứa, không có định danh loại sự cố và tiêu chí sự cố
- 6) Khả năng dự báo và chất lượng dự báo có độ tin cậy chưa đáp ứng yêu cầu thời gian dự kiến.

### 2.2.3. Xây dựng bộ tiêu chí về mức hiểm họa, vỡ đập trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng.

Trong mục 2.2.1 và 2.2.2 đã đề cập đến những tồn tại về định nghĩa, khái niệm của các thuật ngữ Độ rủi ro thiên tai, mức hiểm họa, sự cố đập, vỡ đập. Đề tài đề xuất các tiêu chí xác định các khái niệm trên như sau:

#### 2.2.3.1. Độ rủi ro thiên tai:

Độ rủi ro thiên tai không chỉ là “ thiệt hại mà thiên tai có thể gây ra về người, tài sản, môi trường, điều kiện sống và hoạt động kinh tế, xã hội” xem rủi ro thiên tai [7], thực tế còn phụ thuộc xác suất xảy ra từng loại thiên tai. Vì thế độ rủi ro thiên tai còn có thể biểu đạt bằng biểu thức:

Độ rủi ro thiên tai  $i$  = Xác suất thiên tai  $i$  x thiệt hại do thiên tai  $i$  và

Độ rủi ro tổng thể thiên tai =  $\sum_i$  Xác suất thiên tai  $i$  x Thiệt hại do thiên tai  $i$

Ví dụ: Theo kịch bản BĐKH trong trường hợp mưa lớn gây ra lũ lớn, lũ rất lớn, lũ lịch sử có thể gây ra sự cố hồ chứa giả thiết với 3 cấp vỡ đập, vỡ đường tràn, kẹt cửa tương ứng với xác suất xảy ra sự cố và thiệt hại dẫn ra ở Bảng 2.27

Bảng 2.27: Đánh giá độ rủi ro do sự cố hồ chứa

Sự cố hồ chứa	Xác suất thiên tai (%)	Thiệt hại (tỷ đồng) (giả định)	Độ rủi ro
Vỡ đập	0,01	5000	50
Vỡ đường tràn	0,1	1000	100
Kẹt cửa	1	200	200

Từ Bảng 2.27 cho thấy trong thiết kế, thi công, quan trọng hơn cả là quan tâm đến các chỉ tiêu an toàn đập với mức cao nhất, song trong vận hành cần quan tâm nhiều hơn đến sự cố kẹt cửa vì độ rủi ro lớn hơn, làm mất an toàn đập nhiều hơn.

Ví dụ:

1) Hồ Đơn Dương: Qua hơn 50 năm vận hành có 1 năm xảy ra sự cố kẹt cửa trong trận lũ 9/XII/1993, nguyên nhân là do rác, cây cối, gỗ bị lũ cuốn trôi lấp chẹn cửa van không hoạt động được. Lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất chỉ đạt khoảng 1656 m<sup>3</sup>/s (trong khi lũ thiết kế của hồ Đơn Dương là Q<sub>tk</sub> = 4500 m<sup>3</sup>/s, lũ PMF = 5500 m<sup>3</sup>/s).

2) Hồ Tả Trạch, trận lũ tháng X/2013, gỗ, rác trôi về lấp cửa tràn khi hồ đã chứa đầy được 300 triệu m<sup>3</sup> (Dung tích toàn bộ V<sub>tb</sub> = 492 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, V<sub>hi</sub> = 420 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> tích đến MNDBT, V<sub>pl</sub> = 509,8 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> tính từ mực nước chết đến mực nước lũ thiết kế P = 0,5%

3) Với nguyên nhân tương tự như vậy lũ 2011 đã gây ra sự cố kẹt cửa đập tràn thủy điện Hồ Hồ (Hà Tĩnh).

Để phân biệt với rủi ro thiên tai trong thiết kế công trình còn có khái niệm Rủi ro tự nhiên  $\bar{R}$  là xác suất để biến cố lũ X vượt lũ thiết kế ( $X \geq X_T$ ) xuất hiện ít nhất 1 lần trong thời gian tuổi thọ công trình n

$$\bar{R} = 1 - [1 - P(X \geq X_T)]^n \quad (2-1)$$

$$P(X \geq X_T) = 1/T \quad (2-2)$$

T- độ lặp lại (năm).                      n : Tuổi thọ công trình

Trong lý thuyết, độ rủi ro thiên tai còn được định nghĩa theo nhiều tác giả khác nhau ví dụ như : Theo ADRC (2005) – Asian Disaster Reduction Center đã sử dụng 3 vòng tròn đặc trưng cho 3 thành phần và độ rủi ro thiên tai được xác định là phần diện tích giao nhau giữa 3 vòng tròn: Theo hình vẽ này độ rủi ro là hàm số phụ thuộc 3 thành phần: Tính dễ bị tổn thương, độ phơi nhiễm và hiểm họa. Nếu một trong ba thành phần lớn lên thì độ rủi ro càng tăng và ngược lại càng giảm.



Hình 2.17: Định nghĩa độ rủi ro

Thực tế khái niệm rủi ro thiên tai là có tính tương đối vì trong mỗi thành phần đều bao gồm cả 2 thành phần còn lại. Chẳng hạn: Tính dễ bị tổn thương lũ lụt (V) có thể hiểu là hàm số của 4 tiêu chí :

1) Nguy cơ lụt (H), độ phơi nhiễm (E), tính nhạy cảm (S) và khả năng chống chịu (A) biểu đạt bằng công thức :

$$V = f ( H, E, S, A) \quad (2-3)$$

được tính theo công thức tích hoặc theo công thức tổng.

$$\text{Công thức tích : } V = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n \quad (2-4)$$

$$\text{Công thức tổng : } V = \sum_{i=1}^n X_i \times W_i \quad (2-5)$$

Trong đó:  $X_i$  tiêu chí thứ  $i$

$W_i$  – Trọng số của tiêu chí thứ  $i$

$n$ - Tổng số biến

Công thức tích có ưu điểm phù hợp với tính chất xác suất, khoảng dao động chỉ số nhỏ nên ít xảy ra giá trị thiên lớn, song nếu một trong các tiêu chí đó có giá trị bằng “0” thì chỉ số dễ bị tổn thương V sẽ nhận giá trị bằng 0.

Công thức tổng sẽ khắc phục được nhược điểm này, có thể viết chỉ số dễ bị tổn thương do lũ lụt  $V_j$  dưới dạng cụ thể như sau:

$$V_j = H_j \times W_H + E_j \times W_E + S_j \times W_S + A_j \times W_A \quad (2-6)$$

Trong đó:  $j$  – Tiêu chí thứ  $j$ ,  $W$  - Trọng số của các tiêu chí thứ  $j$  tương ứng.

Tiêu chí nguy cơ lũ lụt phản ảnh tính chất, quy mô, cường độ của tai biến lũ lụt, nó được coi là mối đe dọa trực tiếp đến hệ thống. Các đặc trưng thuộc tiêu chí này có thể là: Độ sâu ngập lụt, thời gian ngập lụt, diện tích ngập, vận tốc dòng lũ, cường suất lũ hay tần suất xuất hiện lũ lớn ....

2) Tiêu chí độ phơi nhiễm đặc trưng cho mức độ ảnh hưởng của hiện trạng bề mặt hệ thống khi tiếp xúc trực tiếp với nguy cơ lũ lụt. Hiện trạng bề mặt hệ thống ở đây có thể là: Hiện trạng sử dụng đất, mật độ nhà cửa, mật độ các công trình công cộng hay diện tích gieo trồng.

3) Tiêu chí tính nhạy đặc trưng cho các tính chất về kinh tế, xã hội và môi trường, phản ứng trước tai biến lũ lụt. Tiêu chí tính nhạy còn có các biến như: Dân số, dân tộc, trình độ học vấn, giới tính, độ tuổi ... và môi trường. Cùng với mức độ nguy cơ lũ lụt song mỗi đặc trưng thuộc tiêu chí tính nhạy có mức ảnh hưởng khác nhau trước tai biến lũ lụt.

Ví dụ:

- + Người dân có trình độ học vấn cao hơn sẽ có nguy cơ bị tổn thương thấp hơn
- + Địa phương có hệ thống giao thông, liên lạc tốt hơn thì người dân ở đó có nguy cơ tổn thương thấp hơn và ngược lại.
- + Với độ tuổi thì trẻ em và người già sẽ bị tác động nhiều hơn và dễ bị tổn thương hơn là thanh niên và trung niên trước tai biến lũ lụt.

4) Tiêu chí khả năng chống chịu, đặc trưng cho khả năng chống đỡ và chịu đựng trước tai biến lũ lụt. Khả năng chống chịu phản ánh sức kháng cự của người dân, của cộng đồng, chính quyền và hệ thống tự nhiên trước tai biến lũ lụt. Các biến thuộc tiêu chí này như kinh nghiệm, điều kiện, khả năng chống lũ, công trình phòng, tránh lũ, khả năng dự báo, cảnh báo lũ, sự hỗ trợ của cộng đồng, khả năng tự phục hồi.

Từ những phân tích trên, đề tài KHCN mang mã số BDKH 61, thuật ngữ độ rủi ro thiên tai được hiểu là:

$$\text{Độ rủi ro thiên tai } i \text{ (ĐRRTT)} = \text{Xác suất thiên tai } i \times \text{Thiệt hại do thiên tai } i \quad (2-7)$$

Trong đó xác suất thiên tai  $i = P_{ti} \%$

Thiệt hại do thiên tai  $i = TH_i$  (tỷ VNĐ)

$i$  – Loại thiên tai thứ  $i$

$$\text{Tổng ĐRRTT} = \sum_{i=1}^n P_{ti} \% \times TH_i \text{ (tỷ VNĐ)} \quad (2-8)$$

Và cấp độ rủi ro thiên tai là sự phân định mức độ rủi ro thiên tai.

### 2.2.3.2. Mức hiểm họa

a) Hiểm họa theo IPCC 2012 a trang 32 [1] hiểm họa là “sự xuất hiện tiềm tàng của các hiện tượng tự nhiên hoặc do con người gây ra có thể gây thương tật, chết người hoặc ảnh hưởng sức khỏe, làm hư hại hoặc mất mát tài nguyên môi trường”.

b) Các hiểm họa tự nhiên- theo IPCC 2012 a trang 31 [1] thì các hiểm họa tự nhiên “được đề cập trong định nghĩa của thiên tai có thể là tự nhiên, tự nhiên - xã hội (bắt nguồn từ các hoạt động làm suy giảm hoặc biến đổi môi trường tự nhiên của con người), hoặc có nguồn gốc hoàn toàn do con người tạo nên”.

c) Mức hiểm họa- trong quy phạm, tiêu chuẩn thiết kế lũ ở nước ngoài phần lớn có đề cập đến mức độ hiểm họa “hay” mỗi hiểm họa “ với 3 cấp: Thấp (hay nhỏ), đáng kể (hay trung bình), nghiêm trọng (hay lớn). Song không đưa ra tiêu chí thế nào là hiểm họa thấp, hiểm họa đáng kể, hiểm họa nghiêm trọng.

Ở Việt Nam, trong các văn bản chính thức về Quy chuẩn, Tiêu chuẩn, Quy phạm, hướng dẫn lũ thiết kế đều không đề cập đến mỗi hiểm họa hay mức hiểm họa. Riêng

hướng dẫn tính lũ thiết kế hồ chứa, 1997 [2] có đề cập đến mức hiểm họa với 3 cấp lớn, trung bình và nhỏ. Song tiêu chí mỗi mức hiểm họa quá lớn so với quan điểm của xã hội Việt Nam hiện nay cũng như ở các nước phát triển. Vì thế, trong đề tài này, chúng tôi phân mức hiểm họa thành 3 cấp với các tiêu chí sau:

(1) Lớn (nghiêm trọng):

- Gây chết một người trở lên và bị thương nhiều người.
- Gây tổn thất từ 1 huyện trở lên:
  - + Tàn phá làng mạc, hoa màu, trôi chết nhiều gia súc, gia cầm.
  - + Mất an sinh xã hội, kinh tế, dịch bệnh.
  - + Gây hậu quả xấu về môi trường sinh thái

Có thể gây chết người hoặc không bị chết người song gây hậu quả tàn phá nghiêm trọng cho hạ lưu, nguồn nước liên quốc gia mà Việt Nam nằm ở phía thượng lưu

(2) Trung bình (đáng kể): Gây thiệt hại ở mức thấp hơn so với mức lớn, song không bị chết người, gây tàn phá với phạm vi từ 1 xã trở lên.

(3) Nhỏ (không đáng kể): Gây thiệt hại nhà cửa, hoa màu, gia cầm, không gây xáo trộn an sinh xã hội, thời gian khôi phục ngắn.

Ngoài ra mức hiểm họa còn phụ thuộc quy mô công trình, thực tế cùng một mức hiểm họa song với công trình quy mô lớn sẽ gây ra hiểm họa lớn hơn là công trình có quy mô vừa và nhỏ. Nghĩa là mức hiểm họa gắn liền với xác suất xuất hiện thiên tai đó.

### 2.2.3.3. Cấp công trình

#### 1. Phân cấp công trình thủy

Theo TCXDVN 285:2002 [3] cấp công trình thủy như sau (bảng 2.28, 2.29, 2.30)

Bảng 2.28: Cấp thiết kế của công trình thủy theo năng lực phục vụ

Loại công trình	Cấp thiết kế				
	I	II	III	IV	V
1. Hệ thống thủy nông có diện tích được tưới hoặc diện tích tự nhiên khu tiêu, $10^3$ ha.	$\geq 50$	$< 50-10$	$< 10-2$	$< 2-0,2$	$< 0,2$
2. Nhà máy thủy điện có công suất $10^3$ KW.	$\geq 300$	$< 300-50$	$< 50-5$	$< 5-0,2$	$< 0,2$
3. Công trình cấp nguồn nước (chưa xử lý) cho các ngành sản xuất khác có lưu lượng $m^3/s$ .	$\geq 20$	$< 20-10$	$< 10-2$	$< 2$	



Bảng 2.29: Cấp thiết kế của công trình thủy theo đặc tính kỹ thuật của các hạng mục

Loại công trình thủy	Loại đất nền	Các cấp thiết kế				
		I	II	III	IV	V
1. Đập vật liệu đất, đất đá có chiều cao lớn nhất (m)	A	>100	>70-100	>25-70	>10-25	≤10
	B	>75	>35-75	>15-35	>8-15	≤8
	C	>50	>25-50	>15-25	>8-15	≤8
2. Đập beton, beton cốt thép các loại và các công trình thủy chịu áp khác có chiều cao, m	A	>100	>60-100	>25-60	>10-25	≤10
	B	>50	>25-50	>10-25	>5-10	≤5
	C	>25	>20-25	>10-20	>5-10	≤5
3. Tường chắn có chiều cao, m	A	>40	>25-40	>15-25	>8-15	≤8
	B	>30	>20-30	>12-20	>5-12	≤5
	C	>25	>18-25	>10-18	>4-8	≤4
4. Hồ chứa có dung tích V, 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		>1000	>200-1000	>20-200	>1-20	≤1

Chú thích: \* Đất nền chia thành 3 nhóm điển hình:

Nhóm A: Nền là đá

Nhóm B: Nền là đất cát, đất hòn thô, đất sét ở trạng thái cứng và nửa cứng

Nhóm C: Nền là đất sét bão hòa nước ở trạng thái dẻo

\*\* Chiều cao công trình được tính như sau:

- Với đập vật liệu đất, đất – đá: Chiều cao tính từ mặt nền thấp nhất sau khi dọn móng ( không kể phần chiều cao chân khay) đến đỉnh đập.

- Với đập beton các loại và các công trình xây đúc chịu áp khác: Chiều cao tính từ đáy chân khay thấp nhất đến đỉnh công trình.

Bảng 2.30: Quan hệ cấp thiết kế giữa công trình chủ yếu – công trình thứ yếu-công trình tạm thời trong một công trình đầu mối hoặc hệ thống dẫn

Cấp thiết kế của công trình đầu mối hoặc hệ thống dẫn	Cấp thiết kế				
	I	II	III	IV	V
Cấp thiết kế công trình chủ yếu	I	II	III	IV	V
Cấp thiết kế công trình thứ yếu	III	III	IV	V	V
Cấp thiết kế công trình tạm thời	IV	IV	V	V	V

Cấp thiết kế của công trình tạm thời có thể được nâng lên một cấp khi sự hư hỏng của chúng dẫn đến các hậu quả sau:

- Có thể gây ra thảm họa cho các khu dân cư, khu công nghiệp tập trung, các tuyến giao thông huyết mạch ở hạ lưu.

- Làm mất an toàn cho công trình lâu dài đang xây dựng.

- Thiệt hại về vật chất gây ra khi sự cố lớn hơn nhiều so với vốn đầu tư thêm cho công trình tạm thời.

- Đẩy lùi thời gian đưa công trình vào khai thác, giảm đáng kể hiệu quả đầu tư.

## 2. Lựa chọn cấp công trình theo các tiêu chí do Quy chuẩn, tiêu chuẩn đề xuất

### a. Mục tiêu

1) Khắc phục được những hạn chế của các văn bản phân cấp công trình thủy lợi hiện hành.

2) Phân cấp công trình thủy (gọi chung công trình thủy lợi, thủy điện và các công trình có liên quan tương tự khác).

3) Gắn kết giữa cấp công trình thủy với Tiêu chuẩn thiết kế lũ phụ thuộc vào từng cấp.

4) Xét đến tác động của biến đổi khí hậu:

- Tiêu chí an toàn là số một thể hiện qua tổng dung tích của hồ chứa vì nó đã bao gồm một phần lớn về năng lực phục vụ và độ cao của công trình. Trong đó cấp đặc biệt phải có tiêu chuẩn thiết kế riêng, 5 cấp còn lại với tiêu chuẩn thiết kế lũ cao hơn hẳn khi công trình cấp I và II qui định tiêu chuẩn lũ là PMF

- Trừ cấp đặc biệt, những cấp còn lại chỉ được phép nâng lên một cấp trong trường hợp gây hậu quả nghiêm trọng đến hạ lưu (Khu đô thị, Khu công nghiệp, hệ thống giao thông quan trọng). Ở nước ta, hiện nay miền đồi núi kinh tế xã hội đã phát triển gấp nhiều lần so với trước đây, trong khi lũ quét ngày càng tăng về tần số và cường độ. Do đó, không cho phép hạ cấp để đảm bảo an toàn.

- Phân biệt tác động của biến đổi khí hậu và rủi ro thiên tai qua từng vùng cụ thể được xét tăng thêm hệ số an toàn cho từng cấp công trình tương ứng.

### b. Lựa chọn cấp công trình theo các tiêu chí do Quy chuẩn, tiêu chuẩn đề xuất

1) Các công trình thủy được chia thành 5 cấp: I, II, III, IV, V và cấp đặc biệt có tiêu chuẩn thiết kế riêng. Tuy vậy, thực tế cho thấy:

- Từ nay sẽ khó có công trình thủy được xây dựng với qui mô cấp đặc biệt vì không còn vị trí đáp ứng.

- Tương lai công trình thủy vừa và nhỏ, đặc biệt qui mô cấp IV, V có khả năng phát triển nhiều hơn.

2) Có 3 tiêu chí qui định cho mỗi cấp công trình là:

- Dung tích toàn bộ hồ chứa
- Năng lực phục vụ thủy lợi và phát điện
- Độ cao của công trình

### 3) Các cấp công trình thủy

- Cấp đặc biệt
  - +  $W_{tb} > 1000 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
  - +  $N_{lm} > 1000 \text{ MW}$
  - +  $F_{tưới} \geq 80.000 \text{ ha}$
  - + Độ cao đập  $H > 100 \text{ m}$
- Cấp I:
  - +  $W_{tb} = (200 \sim 1000) \cdot 10^6 \text{ m}^3$
  - +  $F_{tưới} = (50 \sim 80) \cdot 10^3 \text{ ha}$
  - +  $N_{lm} = 300 \sim 1000 \text{ MW}$
  - +  $H = 100 \sim 25 \text{ m}$
- Cấp II:
  - +  $W_{tb} = (50 \sim 200) \cdot 10^6 \text{ m}^3$
  - +  $F_{tưới} = (20 \sim 50) \cdot 10^3 \text{ ha}$
  - +  $N_{lm} = 50 \sim 300 \text{ MW}$
  - +  $H = 100 \sim 20 \text{ m}$
- Cấp III
  - +  $W_{tb} = (10 \sim 50) \cdot 10^6 \text{ m}^3$
  - +  $F_{tưới} = (5 \sim 20) \cdot 10^3 \text{ ha}$
  - +  $N_{lm} = 30 \sim 50 \text{ MW}$
  - +  $H = 70 \sim 10 \text{ m}$
- Cấp IV
  - +  $W_{tb} = (3 \sim 10) \cdot 10^6 \text{ m}^3$
  - +  $F_{tưới} = (2 \sim 5) \cdot 10^3 \text{ ha}$
  - +  $N_{lm} = 5 \sim 30 \text{ MW}$
  - +  $H = 25 \sim 5 \text{ m}$
- Cấp V
  - +  $W_{tb} \leq 3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
  - +  $F_{tưới} \leq 2 \cdot 10^3 \text{ ha}$
  - +  $N_{lm} < 5 \text{ MW}$
  - +  $H \leq 10 \text{ m} \sim 5 \text{ m}$

#### Ghi chú

- Đất nền chia thành 3 nhóm điển hình:

- + Nhóm A - Nền là đá
- + Nhóm B - Nền là đất cát, đất hòn thô, đất sét ở trạng thái cứng và nửa cứng.
- + Nhóm C - Nền là đất sét bão hòa nước ở trạng thái dẻo
- + Độ cao lớn giảm dần từ A đến C

- Chiều cao công trình được tính như sau:

+ Với đập vật liệu đất, đất - đá: Chiều cao tính từ mặt nền thấp nhất sau khi dọn móng (không kể phần chiều cao chân khay) đến đỉnh đập

+ Với đập bê tông các loại và các công trình xây đúc chịu áp khác: Chiều cao tính từ đáy chân khay thấp nhất đến đỉnh công trình.

*Bảng 2.31: Cấp công trình thủy theo các tiêu chí do quy chuẩn, tiêu chuẩn đề xuất*

Tiêu chí \ Cấp công trình thủy	Đặc biệt	I	II	III	IV	V
Dung tích toàn bộ $W_{tb}$ ( $10^6$ m <sup>3</sup> )	>1000	200-1000	50~200	10-50	3~10	≤3
Công suất lắp máy $N_{lm}$ (MW)	>1000	300- 1000	50~300	30-50	5~30	≤5
Diện tích tưới $F_{tưới}$ ( $10^3$ ha)	>80	50~80	20~50	5~20	2~5	≤2
Độ cao đập (m)	>100	100~25	100~20	70-10	25~5	≤10~≤5

#### 2.2.3.4. Sự cố

##### 1. Theo quy định hiện hành

Trong các văn bản Quy chuẩn, Quy phạm, Tiêu chuẩn tính toán lũ thiết kế đều có đề cập đến tràn sự cố, song không có định nghĩa về sự cố và tiêu chí sự cố. Về tràn sự cố, các văn bản có quy định tiêu chuẩn thiết kế tràn sự cố với các trường hợp sau:

1) Khi tài liệu tính toán không đủ độ tin cậy hoặc không đáp ứng được các yêu cầu của tiêu chuẩn tính toán thủy văn (độ dài, tính liên tục, mức độ chính xác...) nhất thiết phải bố trí thêm công trình xả sự cố. Quy mô và cấp của công trình xả sự cố tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên và hoàn cảnh kinh tế mà cơ quan thiết kế kiến nghị, nhưng ít nhất phải thấp hơn công trình chính một cấp. Trường hợp không có điều kiện bố trí công trình xả sự cố mới được phép mở rộng thêm quy mô của công trình xả chính.

Lý giải quy định trong trường hợp này có điều chưa thỏa đáng về cơ sở khoa học và thực tiễn:

- Các công trình thủy nhỏ ở vùng đồi núi, xa dân, thường phải có tràn sự cố vì số liệu thủy văn ngắn, mức độ chính xác không cao, trong khi các công trình lớn đều gặp sự cố sẽ gây ra hiểm họa nghiêm trọng lại không cần tràn sự cố vì có tài liệu đủ dài, đủ liên tục, độ chính xác cao.

- Coi nặng kinh tế (tốn kinh phí) song không thông qua đánh giá hiệu quả kinh tế. Ví dụ: Trận lũ lớn vừa qua, một hồ chứa bị kẹt cửa gây vỡ đập phụ do không được phép mở rộng thêm quy mô tràn vì mở rộng sẽ tăng thêm kinh phí. Vậy nếu so sánh tổn hại do vỡ đập phụ và việc tăng kinh phí để mở rộng thêm đường tràn thì cách nào lợi hơn?

2) Tiêu chuẩn tràn sự cố tùy thuộc vào từng hồ chứa cụ thể. Ví dụ:

Hồ Núi Cốc, sau trận lũ 1978, máng tràn bị vỡ lớn, đến năm 2000, xây dựng thêm đường tràn với tiêu chuẩn thiết kế:

$$Q_{\text{tràn sự cố}} = Q_{LS} - Q_{kt} \quad (2-9)$$

$$W_{\text{tràn sự cố}} = W_{\text{LS}} - W_{\text{5kt}} \quad (2-10)$$

$Q_{\text{LS}}$ ,  $Q_{\text{kt}}$  là lưu lượng đỉnh lũ lịch sử và đỉnh lũ kiểm tra,  $W_{\text{LS}}$ ,  $W_{\text{5kt}}$  là tổng lượng lũ lịch sử và tổng lượng lũ 5 ngày lớn nhất kiểm tra.

Hồ Thanh Lanh (Vĩnh Phúc)

$$Q_{\text{tràn sự cố}} = Q_{\text{LS}} - Q_{\text{kt}} \quad (2-11)$$

$$P_{\text{kt}} = 0,5\%, P_{\text{tk}} = 1\%,$$

Hồ Ea Soup Thượng (Đak Lak)

$$Q_{\text{tràn sự cố}} = Q_{\text{LS}} - Q_{0,5\%} \quad (2-12)$$

## 2. Theo kiến nghị của Đề tài BDKH 61:

1) Sự cố đập là hiện tượng phát sinh do tác động của dòng lũ lên đập gây mất an toàn, có nguy cơ vỡ đập, gây thiệt hại hồ chứa, tổn thất người và của gồm:

- Xói lở đường tràn
- Sạt mái
- Thẩm lậu
- Kẹt cửa (do gỗ, rác trôi, do hỏng hóc thiết bị...)
- Vỡ đập tràn (hay máng tràn)
- Vỡ đập phụ,
- Vỡ đập chính...

2) Vỡ đập là sự cố đập lớn nhất gây thiệt hại nghiêm trọng về người và của, mất an ninh xã hội, gây ô nhiễm môi trường, gây hậu quả lâu dài cho một vùng lớn ở hạ du công trình, cũng có thể xảy ra trong quá trình vận hành công trình.

Vỡ đập trong thời gian thi công chủ yếu là do thi công không đảm bảo đúng kỹ thuật đã quy định trong thiết kế, hoặc do vật liệu xây dựng địa phương không đảm bảo đủ tiêu chuẩn hoặc do lũ lớn dồn về quá nhanh không kịp hoàn thổ theo đúng tiêu chuẩn ... Vỡ đập loại này không đúng đối tượng xem xét của đề tài. Đối tượng nghiên cứu của đề tài là vỡ đập trong quá trình vận hành.

### 3) Các tiêu chí vỡ đập

- Khi lũ lớn vượt lũ thiết kế, hay do tác động đập vỡ dây truyền ở thượng lưu, do kẹt cửa, nước lũ trong hồ dâng lên chảy tràn qua đỉnh đập (đối với đập đất, đập beton) hoặc dâng lên quá đỉnh lõi đập (đối với đập đất đá hỗn hợp lõi đất sét)...

Vỡ đập có thể xảy ra từng bộ phận nơi xung yếu nhất của đường tràn, đập phụ, đập chính... bắt đầu từ nơi tiếp nối giữa beton với đất hoặc do sự va đập mạnh giữa khối

lượng lớn gõ vào các cửa tràn hoặc do cột nước quá cao tràn qua đỉnh “thể năng biến thành động năng” xô đẩy từng khoang hay nhiều khoang của đập để dòng lũ thoát nhanh xuống hạ lưu..

- Tràn sự cố: Là đường tràn được mở rộng thêm nhằm phòng ngừa khi gặp lũ quá lớn do lũ vượt lũ thiết kế, do kẹt cửa để tránh đập bị vỡ.

- Đường tràn cứu hộ: Là các tràn được xây dựng trên đập nhằm chủ động cho nước lũ tràn qua mà không bị vỡ đập khi có lũ cực lớn xảy ra để tránh thảm họa do vỡ đập.

4) Tiêu chuẩn tràn sự cố là đỉnh hoặc lượng lũ hoặc cả đỉnh lẫn lượng lũ được xả tăng thêm qua đường tràn phụ hoặc mở rộng thêm cửa tràn chính hoặc xả vào khu chứa lũ ở hạ lưu công trình để đảm bảo không được phép gây ra vỡ đập.

Tiêu chuẩn thiết kế lũ tràn sự cố. Phân tích các trường hợp sau:

- Với hồ chứa lớn (cấp I, II) hay hồ chứa cấp III có thể gây ra mức hiểm họa lớn, thiết kế với lũ kiểm tra theo tần suất thì tiêu chuẩn tràn sự cố là đỉnh và lượng lũ xả tăng thêm bằng hiệu số giữa giá trị lũ PMF và lũ kiểm tra tại hồ chứa đó.

- Với hồ chứa, thiết kế với lũ kiểm tra là PMF thiên thấp, thì tràn sự cố là khu chứa lũ hay khu đất thấp có quy hoạch sơ tán, hy sinh để chứa lũ “trời hành”. Tiêu chuẩn khu chứa lũ sự cố là tổng lượng lũ tháo tràn tăng thêm do kẹt cửa, lũ vượt quá PMF dâng lên trong hồ. Tiêu chuẩn tràn sự cố: 3 khoang coi 1 khoang bị kẹt .

- Kết hợp cả hai trường hợp trên liên hệ với thực tế Việt Nam, hiện tượng “lũ vượt lũ thiết kế” phần lớn là do “kẹt cửa”, chúng tôi kiến nghị như sau:

+ Đối với các công trình thủy vừa và lớn (cấp I, II, III) với mức hiểm họa cao và trung bình, lũ đường tràn thiết kế được xác định theo tiêu chuẩn:

$$\text{Lũ đường tràn thiết kế} = \text{Lũ đường tràn chính} + \text{lũ đường tràn phụ} \quad (2-13)$$

Lũ đường tràn chính là lũ thiết kế theo tiêu chuẩn quy định, lũ đường tràn phụ là lũ tăng thêm do 3 khoang có 1 khoang bị kẹt. Cả hai được thiết kế với quy mô một đường tràn chung. Trường hợp điều kiện không cho phép mới xây dựng thêm đường tràn phụ hay khu chứa lũ sự cố.

#### **2.2.4. Thiết kế lũ có xét đến BĐKH**

*a. Theo các kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam năm 2012 của bộ Tài nguyên và Môi trường có thể tóm tắt các tác động của BĐKH đối với lũ lụt như sau:*

Sự thay đổi các yếu tố nhiệt độ, bão, kết cấu hạ tầng

- Nhiệt độ ngày càng tăng dẫn đến nạn cháy rừng ngày càng tăng (chưa kể nạn cháy rừng do người dân vô tình hút thuốc, nhóm lửa hoặc cố ý đốt rừng làm nương rẫy,

chưa kể bọn lâm tặc ngày càng tung hoành chặt phá rừng một cách dã man chưa kiểm soát được...). Do đó nó góp phần đáng kể tạo nên lũ quét ngày càng tăng về tần số lẫn cường độ, hiểm họa ngày càng lớn.

- Bão có xu hướng tăng cả tần số và cường độ gây mưa lũ lớn kéo dài, gây ra lũ lớn cả đỉnh và lượng lũ. Thời gian lũ lên nhanh xuống nhanh, cường suất lũ lên rất lớn.

- Bão di chuyển đường đi, vị trí đổ bộ không theo quy luật thống kê chuỗi số liệu lịch sử đã và sẽ gây ra lũ lớn xuất hiện vào thời gian bất kỳ trong năm tạo nên sự bất ngờ trong quản lý lũ lớn.

- Bình thường bão gây mưa khi đổ bộ vào đất liền, nay cần quan tâm đến hậu bão, mưa lớn và dài ngày hơn tạo ra quá trình lũ thành 2 đỉnh: Đỉnh lũ nhỏ trước, đỉnh lũ lớn sau. Thực tế dạng lũ này rất bất lợi trong điều hành hồ chứa.

- Phát triển kết cấu hạ tầng chưa phù hợp với quy hoạch phòng chống lũ trong khi các công trình không đủ khả năng tiêu thoát đã tạo ra lũ quét gây sạt lở nghiêm trọng. Ví dụ: Đoạn đường Hồ Chí Minh từ Sơn Diêm đến ngã ba Đông – Tây Trường Sơn, trong trận lũ quét IX-2002 trên lưu vực sông Ngàn Phố, các cầu ngầm được thay bằng các ống buy kích thước bé không đủ tiêu thoát lũ gây sạt lở cầu, đường- sau trận lũ phải làm thêm các công trình ống buy đặt ngay cạnh các cầu chưa đủ khả năng tháo lũ gây mất mỹ quan.

Phát triển đô thị xâm lấn san lấp hồ (bao gồm cả các hộ dân sống ven hồ lấn chiếm), giảm điều tiết lũ gây ngập lớn.

### ***b. Sự biến động của yếu tố mưa:***

1) Theo các kịch bản BĐKH [4]

Mùa thu (IX-XI) gần trùng với mùa lũ chính vụ ở miền Trung. Cả nước lượng mưa đều có xu thế tăng, riêng miền Trung mức tăng cao nhất là Quảng Ngãi tăng +18,3%, Bình Định +13,9%, Gia Lai +13,6%, Kon Tum +13,3%, Khánh Hòa +13,2%, Quảng Nam +12,5%, Thừa Thiên Huế +12,2%, Nghệ An +7,5%, Quảng Bình +5,5%...

2) Theo phân tích thống kê, sử dụng phương pháp trung bình trượt kép đối với chuỗi lượng mưa một ngày lớn nhất tại các trạm mưa trong vùng có thời gian thống kê liên tục hơn 30 năm cho thấy: Xu thế tăng giảm không đồng nhất, không đồng đều trong vùng mà tùy thuộc từng trạm mưa, dẫn tới lưu vực này lũ có xu thế tăng, lưu vực khác lũ có xu thế giảm, mức giảm lũ của từng lưu vực cũng không đồng nhất, đồng đều.

### ***c. Tồn tại trong tính tần suất:***

1) Chuỗi số liệu có và không có lũ lịch sử, cho kết quả khác nhau rất lớn.

2) Phần ngoại suy tần suất theo các dạng phân bố khác nhau cho kết quả rất khác nhau.

3) Khi  $C_v$  lớn ( $C_v > 0,6$ ),  $C_s$  lớn ( $C_s > 3,0$ ) dạng đường phân bố Pearson III không phù hợp mà là Ln Pearson III – Kết quả cho với  $P = 0,01\%$  lũ thiết kế sẽ lớn gấp 50-200 lần lũ  $P = 0,1\%$ . Vì thế chúng tôi kiến nghị tính tần suất lũ.

- Dùng dạng phân bố Kritxki-Menkel; công thức tính tần suất kinh nghiệm

$$P = \frac{m}{n+1} 100\%$$
 cho mọi đặc trưng thủy văn: dòng chảy năm, dòng chảy lũ, dòng chảy kiệt...

- Phần ngoại suy tần suất phụ thuộc rất nhiều vào các đặc trưng thống kê  $C_v$  và  $C_s$ .

+ Các sông ở Bắc Bộ do  $C_v = 0,3-0,4$ ,  $C_s = (4-6)C_v$  độ tin cậy ngoại suy có thể kéo dài đến  $P = 0,01\%$ . Tiêu chuẩn thiết kế lũ có thể dùng  $P = 0,01\%$  đến PMF.

+ Các sông ở Trung Bộ, chuỗi thống kê lũ thường cho  $C_v = 0,65-1,0$ ,  $C_s = 2-3C_v$  nên độ tin cậy ngoại suy có thể chấp nhận với  $P=0,1\%$ . Tiêu chuẩn thiết kế lũ có thể dùng  $P=0,1\%$  đến PMF.

+ Các nước Anh, Mỹ thường sử dụng dạng phân bố cực trị Gumbel độ tin cậy ứng với độ lặp lại  $N \leq 100$  năm, nên tiêu chuẩn thiết kế lũ thường lấy lũ  $N=100$  năm là giới hạn thấp nhất. Cao nhất là lũ PMF, trung gian là (0,4-0,5) PMF.

+ Khi tính toán tần suất, yêu cầu bắt buộc chuỗi số phải dài  $n \geq 30$ , phải có giá trị lũ lịch sử thực đo hay điều tra

#### **d. Tiêu chí điều tra lũ lịch sử:**

1) Lũ lịch sử là lũ lớn nhất xảy ra trong chuỗi thời gian quan trắc hoặc điều tra trên cùng một điều kiện mặt đệm không thay đổi hay thay đổi song đã được hoàn nguyên.

2) Lũ lịch sử thay đổi theo từng thời kỳ, ví dụ trước năm 1971 là lũ VIII-1945 tại Hà Nội.

3) Tiêu chí lũ lịch sử: Theo lý thuyết thống kê lũ lịch sử  $Q_{LS}$

$$Q_{LS} \geq Q_{tbmax} + 3\sigma Q_{max} \quad (2-14)$$

Theo kết quả nghiên cứu của [5] trên 100 trạm thủy văn trong cả nước cho thấy:

$$\text{Với } C_v = (0,2-0,5) \text{ thì } Q_{LS} \geq (2,0-2,5) Q_{tbmax} \quad (2-15)$$

$$\text{Với } C_v = 0,5-1,0 \text{ thì } Q_{LS} \geq (2,5-3,0) Q_{tbmax} \quad (2-16)$$

#### **e. Lũ cực hạn PMF [5]**

1) Lũ cực hạn PMF là trận lũ lớn nhất khả năng được hình thành từ tổ hợp bất lợi của các điều kiện khí tượng thủy văn xảy ra trên lưu vực đã bão hòa hoặc chúng được



hình thành từ trận mưa lớn nhất khả năng (mưa cực hạn) PMP của lưu vực trong điều kiện lưu vực đã bão hòa nước tới giới hạn cao nhất.

2) Lũ PMF không phải là giá trị không đổi vì chúng dựa trên cơ sở trận mưa và lũ lịch sử đã xảy ra trên lưu vực. Nếu xuất hiện một trận lũ lịch sử mới lớn hơn trận lũ lịch sử đã qua thì phải đánh giá lại lũ PMF để có biện pháp phòng ngừa thích đáng. Ví dụ: Trước năm 1999, lũ PMF tính ra tại hồ Tả Trạch (theo mưa và lũ 1983) là 15000 m<sup>3</sup>/s, sau khi lũ 1999 xảy ra trên sông Hương, tính lại lũ PMF = 21000 m<sup>3</sup>/s.

3) Kết quả tính lũ PMF có độ tin cậy cao hay thấp, vấn đề quan trọng là xác định được tập hàm vào theo số liệu quan trắc mưa của các trạm trên lưu vực có độ tin cậy, có tính đại biểu, có số liệu mưa tự ghi, có các số liệu khí tượng liên quan khác và phương pháp xử lý có hợp lý hay không.

4) Theo kết quả phân tích thống kê cho thấy :

$$\text{Với } C_{V_{Q_{\max}}} = 0,3-0,4, \text{ PMF} = (1,3-1,2) Q_{0,01\%} \quad (2-17)$$

$$C_{V_{Q_{\max}}} = 0,8-1,2, \text{ PMF} \leq Q_{\max 0,01\%} \quad (2-18)$$

#### ***g. Thực trạng xác định lũ thiết kế:***

Trong những năm gần đây cả nước đã xảy ra những trận lũ đặc biệt lớn thường được coi là lũ vượt lũ thiết kế, chẳng hạn: Các sông phía Bắc đã xuất hiện các trận lũ 1971, 1978, 1986, 1996, 2002, 2009.

Các sông miền Trung: 1952, 1953, 1964, 1975, 1986, 1987, 1992, 1993, 1999, 2000, 2002, 2009, 2013.

Thực tế không hẳn như vậy mà là do:

1) Khi thiết kế các công trình vừa và nhỏ, hầu hết không có hoặc có chuỗi quan trắc vừa, ngắn, vừa thiếu liên tục lại không có lũ lịch sử nên kết quả tính lũ thiết kế thường thiên thấp. Ví dụ:

- Hồ núi Cốc với lũ thiết kế P=2% cho  $Q_{\max} = 1426 \text{ m}^3/\text{s}$  với lũ kiểm tra P= 0,5% cho  $Q_{\max} = 1880 \text{ m}^3/\text{s}$  song lũ lịch sử xảy ra trong quá trình xây dựng 1978 là  $3050 \text{ m}^3/\text{s}$  tương đương với P=2%.

- Đập Thạch Nham, lũ thiết kế là  $16200 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $Q_{\max 1\%} = 17400 \text{ m}^3/\text{s}$ ) thực tế trận lũ lịch sử xảy ra XII-1986 với  $Q_{\max} = 19800 \text{ m}^3/\text{s}$  và lũ 1% tính toán lại có lũ lịch sử 1986  $Q_{\max 1\%} = 22.200 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{\max 0,1\%} = 31600 \text{ m}^3/\text{s}$ .

- Hồ thủy điện PleiKrong trên sông Krong PoKo (sông Sê San) thiết kế với lũ 1000 năm  $Q_{\max 0,1\%} = 7063 \text{ m}^3/\text{s}$ , lũ kiểm tra 10.000 năm với  $Q_{\max 0,01\%} = 10.000 \text{ m}^3/\text{s}$  nhưng trận lũ xảy ra ngày 29-IX-2009 với  $Q_{\max} = 10229 \text{ m}^3/\text{s}$ .

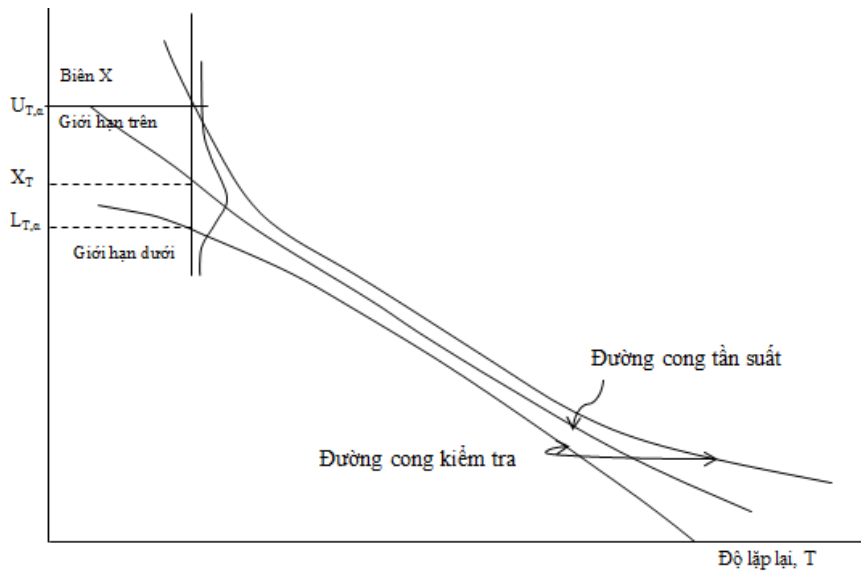
2) Thực tế chưa có hồ thủy lợi – thủy điện với quy mô vừa và lớn đều chưa bị vỡ mà chỉ xảy ra sự cố, lý do là vì:

- Dùng giá trị lũ kiểm tra tính thay cho lũ thiết kế.
- Vận hành điều tiết hồ chứa hợp lý đã cắt được đỉnh lũ.
- Sau khi xảy ra lũ lịch sử, tất cả các hồ chứa vừa và lớn đều tính lại lũ thiết kế và lũ kiểm tra, tăng cường biện pháp an toàn bằng cách mở rộng quy mô đường tràn hoặc xây dựng thêm tràn sự cố.

**h. Xác định lũ thiết kế trong điều kiện BĐKH**

Tác động của BĐKH đối với lũ thiết kế chủ yếu làm tăng giá trị cực đoạn ứng với tần suất  $P \leq 0,1\%$  hoặc có khả năng xuất hiện lũ lịch sử mới vượt giá trị lũ lịch sử cũ dẫn đến làm tăng lũ cực hạn PMF. Theo lý thuyết thống kê cũng như tác động của BĐKH thực tế đối với lũ thiết kế thì giá trị tăng thêm thường nằm trong phạm vi khoảng tin cậy của đường cong tần suất.

1) Khoảng tin cậy [5] là giá trị ước lượng của các số đặc trưng thống kê thường kèm theo một phạm vi biến đổi nào đó một khoảng trong đó ta hy vọng có chứa giá trị thật. Kích thước của khoảng tin cậy phụ thuộc vào mức độ tin cậy  $\beta$ . Các cận trên và cận dưới của khoảng tin cậy gọi là các cận tin cậy (hình)



Hình 2.18: Các cận tin cậy

Tương ứng với mức tin cậy  $\beta$  là mức có ý nghĩa  $\alpha$  được tính bởi:  $\alpha = \frac{1-\beta}{2}$  (2-19);

Ví dụ nếu  $\beta = 90\%$  thì  $\alpha = \frac{1-0,90}{2} = 0,05$  hay  $\alpha = 5\%$

Để ước lượng trị số của biến cố theo độ lặp lại T, các cận trên  $U_{T,\alpha}$  và cận dưới  $L_{T,\alpha}$  có thể được xác định bằng cách hiệu chỉnh phương trình của hệ số tần suất:

$$U_{T,\alpha} = \bar{y} + S_y K_{T,\alpha}^u \quad (2-20)$$

và  $L_{T,\alpha} = \bar{y} - S_y K_{T,\alpha}^l \quad (2-21)$

Ở đây,  $K_{T,\alpha}^u$ ,  $K_{T,\alpha}^l$  là các hệ số tần suất của cận trên và cận dưới của khoảng tin cậy. Các giá trị xấp xỉ của các hệ số tần suất được tính bằng công thức của Hội đồng tài nguyên nước Hoa Kỳ (1981)

$$K_{T,\alpha}^u = \frac{K_T + \sqrt{K_T^2 - ab}}{a} \quad (2-22)$$

$$K_{T,\alpha}^l = \frac{K_T - \sqrt{K_T^2 - ab}}{a} \quad (2-23)$$

Trong đó:  $a = 1 - \frac{z_\alpha^2}{2(n-1)} \quad (2-24)$

$$b = K_T^2 - \frac{z_\alpha^2}{n} \quad (2-25)$$

## 2) Hệ số an toàn HA hay số dư an toàn DA

Trong tính toán lũ thiết kế hồ chứa hay cao trình đỉnh đê thiết kế rất ít sử dụng công thức tính độ rủi ro tự nhiên hay công thức các cận tin cậy mà thường xử lý bằng hệ số an toàn HA hay số dư an toàn DA. Nếu gọi giá trị thủy văn thiết kế là V và giá trị thực tế được chấp nhận cho dự án là C thì  $HA = \frac{C}{V} \quad (2-26).$

Ví dụ: Trong tính toán tần suất với tần suất thiết kế  $p=0,1\%$  hay  $p=0,01\%$  thường cộng thêm  $\Delta Q_p = HA = 20\%$  hay

$$Q_{\max} = Q'_{\max} + \Delta Q_p = 1,20Q'_{\max} \quad (2-27)$$

$Q'_{\max}$  là lưu lượng đỉnh lũ tra trên đường tần suất “lý luận” ứng với  $p\%$

Còn  $DA = C - V \quad (2-28)$

Ví dụ: Thiết kế tường chắn sóng của đập chính hồ Phú Ninh với  $DA = 1,20\text{m}$  (Độ cao tường chắn sóng =  $+38,6 - (+37,4) = 1,20\text{m}$ )

Trước năm 2000, ở Việt Nam, Liên Xô và Trung Quốc, độ tin cậy của giá trị  $Q_{\max}$  thiết kế hay kiểm tra, trong Qui phạm thường cộng thêm một số an toàn  $\Delta X_p$ .

Ở Liên Xô, qui định với dạng phân bố Kritxki – Menkel:

$$\Delta Q_p = \frac{a E_p}{\sqrt{N}} Q'_p \quad (2-29)$$

Trong đó  $E_p = f(C_v, C_s, p)$  xác định theo bảng tra sẵn.

Ở Trung Quốc, qui định với dạng phân bố Pearson III:

$$\Delta Q_p = a \sigma_{Q_p} = \frac{a Q C_v}{\sqrt{N}} \times B \text{ (sai số tuyệt đối)} \quad (2-30)$$

$$\sigma'_{Q_p} = \frac{\sigma_{Q_p}}{Q_p} 100\% = \frac{C_v}{K_p \sqrt{N}} \times B \times 100\% \text{ (sai số tương đối)} \quad (2-31)$$

K<sub>p</sub>: Hệ số mô đun ứng với tần suất p đã biết

B= f(C<sub>s</sub>,P), vẽ thành toán đồ B~C<sub>s</sub>~P% dùng trong trường hợp C<sub>s</sub>=2C<sub>v</sub>, các tham số tính theo phương pháp momen; a : hệ số an toàn a=1~1,5

### 2.2.5. Kiến nghị Tiêu chuẩn thiết kế lũ [6]

Trên thế giới, ở những nước phát triển tiêu chuẩn chống lũ cho công trình cũng luôn được cập nhật nhằm đáp ứng yêu cầu ngày càng cao về mức an toàn chống lũ cho công trình. Nói chung, ở những nước này, tiêu chuẩn chống lũ cho công trình được chọn theo hai chỉ tiêu chính: Cấp công trình và tiềm năng gây hiểm họa của công trình. Theo cấp công trình chia ra ba mức: Lớn, vừa và nhỏ. Theo tiềm năng gây hiểm họa cũng chia ra ba mức: Cao, đáng kể và nhỏ song không có qui định cụ thể.

Lũ thiết kế được chọn theo sự kết hợp giữa tiêu chuẩn tần suất và tiêu chuẩn lũ PMF như qui định của Australia và Mỹ bảng 2.32.

*Bảng 2.32: Tiêu chuẩn lũ thiết kế của Australia và Mỹ theo mức hiểm họa*

Mức hiểm họa	Cấp công trình	Tiêu chuẩn của Mỹ (1979)	Tiêu chuẩn của Australia ( năm 1986)
Cao	Lớn	PMF	Lũ tần suất 0,01% đến lũ PMF
	Trung bình	PMF	
	Nhỏ	0,5PMF đến PMF	
Đáng kể	Lớn	PMF	Lũ tần suất 0,1% đến 0,01%
	Trung bình	0,5PMF đến PMF	
	Nhỏ	Lũ 1% đến 0,5 PMF	
Thấp	Lớn	0,5PMF đến PMF	Lũ tần suất 1,0 % đến 0,1%
	Trung bình	Lũ 1% đến 0,5 PMF	
	Nhỏ	Lũ tần suất 2% đến 1%	

Kiến nghị tiêu chuẩn thiết kế lũ, đề tài đã đề cập đến những bất lợi về lũ do tác động của biến đổi khí hậu, tiêu chí hiểm họa theo từng cấp công trình, tiêu chí tràn sự cố, tiêu chí lũ lịch sử...nhằm đảm bảo an toàn hồ, đập để phát triển bền vững (Bảng 2.33)

*Bảng 2.33: Kiến nghị tiêu chuẩn thiết kế lũ*

Cấp công trình (1)	Mức hiểm họa (2)	Lũ thiết kế (3)
I	Lớn	PMF
	Trung bình	PMF

II	Lớn Trung bình	PMF 10.000 năm
III	Lớn Trung bình	PMF 1.000 năm
	Nhỏ	500 năm
IV	Lớn	500 năm
	Trung bình	200 năm
	Nhỏ	100 năm
V	Lớn	200 năm
	Trung bình và nhỏ	100 năm

Trong đó:

(1) Cấp công trình theo mục 2.3.3.2

(2) Xem tiêu chí mức hiểm họa tại mục 2.3.2.2

(3) Lũ thiết kế với lũ 1000 năm đến lũ PMF được tính thêm hai thành phần:

- Tiêu chuẩn tràn sự cố: 3 khoang kẹt 1 khoang

- Tác động của BĐKH: Các hồ chứa Thủy lợi, thủy điện với 3 cấp công trình I,II, III, tuổi thọ hầu hết từ 100 năm trở lên. Vì vậy:

+ Đối với lưu vực mà lượng mưa 1 ngày lớn nhất ( $X_{1max}$ ) có xu thế giảm hoặc không tăng thì sử dụng đúng tiêu chuẩn lũ thiết kế theo bảng 2-33.

+ Đối với lưu vực mà lượng mưa 1 ngày lớn nhất có xu thế tăng với mức tăng  $\geq 10\%$  thì được tính thêm hệ số an toàn  $HA = 20\% Q'_p$

+ Đối với lưu vực mà lượng mưa 1 ngày lớn nhất có xu thế tăng với mức tăng  $< 10\%$  thì được tính thêm hệ số an toàn  $HA = 10\% Q'_p$  (xem khoản h, Mục 2.2.4 Xác định lũ thiết kế trong điều kiện biến đổi khí hậu)

## 2.2.6. An toàn hồ đập – một biện pháp quan trọng phát triển bền vững [6]

Tiêu chí an toàn hồ đập:

a. An toàn công trình: Về thiết kế, thi công với hệ số an toàn đáp ứng yêu cầu quy định theo tiêu chuẩn đảm bảo không gây ra sự cố thân đập, vai đập và sự cố vỡ đập, kéo dài tuổi thọ của công trình.

b. An sinh xã hội:

(1) Ổn định phát triển sản xuất, nâng cao đời sống cho người dân tái định cư tái định canh đảm bảo “an cư lạc nghiệp”.

(2) Công trình không được phép xảy ra sự cố vỡ đập trong quá trình thi công, quá trình vận hành.

(3) Đảm bảo vận hành tích- xả không gây ra biến đổi đột ngột về mực nước, lưu lượng trên sông, đảm bảo ổn định bờ sông, đảm bảo sinh kế của người dân sống trên sông hoạt động bình thường.

(4) Đảm bảo vận hành hồ chứa xả lũ không được phép lũ chồng lên lũ.

(5) Có công trình xả cát hoặc biện pháp vận hành thích hợp nhằm giảm bớt “hiệu ứng nước trong” không gây sạt lở nghiêm trọng gây bức xúc cho dân cư sống ven sông.

#### c. Phát triển bền vững kinh tế, xã hội

(1) Đảm bảo vận hành cuối mùa lũ, hồ chứa tích nước đầy hoặc đủ nước cấp cho yêu cầu dùng nước mùa cạn ở hạ du.

(2) Đảm bảo cấp đủ dòng chảy tối thiểu ở hạ du đập đã được quy định trong quy trình vận hành.

(3) Đảm bảo hiệu ích tổng hợp cao nhất có thể về cắt giảm đỉnh lũ, cấp nước và phát điện.

(4) Thực hiện đầy đủ phương thức quản lý cầu (theo nhu cầu sử dụng nước) thay cho phương thức quản lý cung (theo khả năng công trình) tiết kiệm nước, phòng chống thất thoát, đảm bảo cấp đủ nước cho hạ du trong những năm bình thường, thậm chí cả những năm hạn hán nghiêm trọng.

(5) Xây dựng hành lang bảo vệ nguồn nước, bảo vệ công trình, kiểm soát bọ lấm tặc, trồng và bảo vệ rừng đầu nguồn, rừng phòng hộ nhằm nuôi dưỡng nguồn nước cấp ổn định cho hồ vào mùa cạn.

(6) Nâng cao ý thức sử dụng nước tiết kiệm, chống lãng phí, thất thoát cho người dân và cán bộ địa phương.

## CHƯƠNG III

### ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THIẾT KẾ LŨ TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG

#### 3.1. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN THIẾT KẾ LŨ

**3.1.1. Những tồn tại trong tiêu chuẩn (qui chuẩn) thiết kế lũ hiện nay ở nước ta trong bối cảnh BĐKH, nước biển dâng.**

##### **3.1.1.1. Một số bất cập trong tiêu chuẩn và tính toán lũ thiết kế:**

1. Lũ xảy ra vượt lũ thiết kế hay tính lũ thiết kế thiên thấp?

- Nhiều công trình không bị vỡ do tính toán thiết kế với lũ kiểm tra không phải theo tần suất thiết kế. Ví dụ:

1) Đập Thạch Nham lấy  $Q_{maxKT}$  với  $p=0,1\%$  là  $21.300 \text{ m}^3/\text{s}$  thiết kế thay cho  $Q_{maxTK}$  với  $p=1\%$  là  $15.900 \text{ m}^3/\text{s}$  nên gặp trận lũ xảy ra năm 1986 có  $Q=19.400 \text{ m}^3/\text{s}$  nên không bị vỡ.

2) Hồ thủy điện Pleikrong trên sông KrongPoKo (sông SêSan) thiết kế với lũ 1.000 năm  $Q_{0,1\%} = 7.063 \text{ m}^3/\text{s}$ , lũ kiểm tra 10.000 năm  $Q_{0,01\%} = 10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ , song trận lũ xảy ra ngày 29-IX-2009 với  $Q_{max}=10.299 \text{ m}^3/\text{s}$  lớn hơn lũ kiểm tra.

- Thực tế lũ thiết kế thường tính thiên thấp cả về đỉnh lẫn về lượng, hoặc đỉnh, hoặc lượng lũ quá bé. Ví dụ:

1) Đập Trám (Quảng Trị)  $Q_{TK}=7.500 \text{ m}^3/\text{s}$ , lũ đã xảy ra  $Q_{max}=11.000 \text{ m}^3/\text{s}$  (năm 1923) và  $Q_{max} = 6.990 \text{ m}^3/\text{s}$  (lũ 1983). Tính lại  $Q_{max}=15.900 \text{ m}^3/\text{s}$ .

2) Đập Thạch Nham, sau trận lũ 1986, tính lại  $Q_{max}=22.200 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{max0,1\%}=31.600 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Điều đó chứng tỏ trong tính toán tần suất không điều tra phân tích đầy đủ lũ lịch sử để đưa vào chuỗi thống kê.

2. Lũ vượt lũ thiết kế do vỡ đập nhỏ dây truyền ở thượng lưu hồ chứa lớn

Nhân dân địa phương đã tự động xây dựng nhiều đập tạm ngăn nước phía thượng lưu của hồ. Đập tạm bị vỡ sẽ gây nên sự cô cho đập lớn tại cửa ra. Điển hình là hồ Vệ Vùng (Nghệ An) có  $F=37 \text{ km}^2$ , dung tích  $V=18$  triệu  $\text{m}^3$ ; thượng lưu có 16 hồ nhỏ với  $\Sigma F=12 \text{ km}^2$ ,  $\Sigma V_i=70$  triệu  $\text{m}^3$ . Nếu hồ Vệ Vùng bị vỡ do các hồ nhỏ ở thượng lưu vỡ thì thường dễ gây ngộ nhận lũ xảy ra tại hồ lớn vượt lũ thiết kế.

3. Lũ chồng lên lũ do vận hành thiếu hợp lý hay đơn độc có thể gây nên lũ đặc biệt lớn, đỉnh lũ có thể không lớn song tổng lượng lũ sẽ rất lớn có thể gây ngập lụt lớn ở hạ lưu. Ví dụ: trận lũ năm 2009 xảy ra trên lưu vực sông Ba, Vu Gia -Thu Bồn...

4. Tiêu chuẩn lũ thiết kế, lũ kiểm tra chủ yếu phụ thuộc vào loại công trình và cấp thiết kế công trình. Cấp thiết kế công trình phụ thuộc vào năng lực phục vụ như diện tích được tưới, tiêu thủy lợi; công suất lắp máy của nhà máy thủy điện; phụ thuộc theo đặc tính kỹ thuật của các hạng mục công trình như loại công trình thủy; loại đất nền, độ cao của đập, nhưng không xét đến mức độ hiểm họa của công trình? Như vậy, với một công trình nhỏ ở thượng lưu một đô thị lớn, khu công nghiệp lớn sẽ thiết kế với mức an toàn thấp (tần suất thiết kế lớn), còn một số hồ lớn ở những vùng hẻo lánh xa dân, có điều kiện chứa lũ hay phân lũ thuận tiện thì thiết kế với mức an toàn rất cao (tần suất thiết kế bé) hay phải đặt mức an toàn như nhau?

5. Trong qui phạm ghi rõ: “khi tài liệu tính toán không đủ tin cậy hoặc không đáp ứng được các yêu cầu của các tiêu chuẩn tính toán thủy văn thì nhất thiết phải bổ trí thêm công trình xả sự cố. Qui mô và cấp công trình xả sự cố ít nhất phải thấp hơn cấp công trình chính một cấp .

Nếu vậy, với một công trình quan trọng có đủ tài liệu thủy văn tin cậy như hồ Hòa Bình, hồ Sơn La thì không cần có tràn sự cố; trong khi một hồ nhỏ ở vùng hẻo lánh xa dân thường là thiếu tài liệu đo lũ tin cậy thì phải có tràn sự cố (?). Rõ ràng, tràn sự cố phải xuất phát từ chức năng ngăn ngừa các hiểm họa lớn mới đúng.

Nhưng, thế nào là sự cố? Sự cố là xét đến trường hợp xảy ra vượt lũ thiết kế hay sự rủi ro trong vận hành công trình hay tính đến sự không an toàn trong tính toán do chuỗi quan trắc ngắn, thiếu lũ lịch sử, mức tin cậy của chuỗi số liệu không cao...? Tiêu chuẩn lũ sự cố hay tràn sự cố hay xác suất xuất hiện sự cố được định lượng là bao nhiêu và quan hệ giữa trị số gia tăng do sự cố với trị số an toàn trong tính toán lũ thiết kế hay lũ kiểm tra? [1], [4].

6. Tồn tại trong tính tần suất

1) Chuỗi số liệu có và không có lũ lịch sử cho kết quả khác nhau rất lớn.

2) Phần ngoại suy tần suất theo các dạng phân bố khác nhau cho kết quả rất khác nhau.

3) Khi  $C_v$  lớn ( $C_v > 0,65$ ),  $C_s$  lớn ( $C_s > 3,0$ ), lúc đó đường phân bố Pearson III không phù hợp mà LnPearson III. Song dùng phân bố LnPearson III kết quả cho với  $P=0,01\%$  lũ thiết kế sẽ lớn gấp 50~200 lần lũ  $p=1\%$  (?) [1], [2], [4].



### 3.1.1.2. Tiếp cận tiêu chuẩn thiết kế lũ có xét đến biến đổi khí hậu, nước biển dâng vùng ven biển miền Trung.

#### 1. Tiếp cận cả lũ tần suất và lũ cực hạn (PMF)

1) Dùng dạng phân bố Kritxki-Menkel; công thức tính tần suất kinh nghiệm

$$p = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

2) Nhất thiết phải có giá trị lũ lịch sử do thực đo hay điều tra. Nếu không có thì giá trị lũ thiết kế rất thấp, thậm chí lũ PMF cũng rất thấp. Ví dụ trước năm 1999, lũ PMF tại hồ Tả Trạch tính ra  $Q_{PMF} = 15.000 \text{ m}^3/\text{s}$ . sau khi trận lũ lịch sử 1999 xảy ra trên sông Hương tính lại lũ PMF =  $21.000 \text{ m}^3/\text{s} \sim 23.000 \text{ m}^3/\text{s}$ .

3) Kết quả tính toán lũ PMF có độ tin cậy cao hay không, vấn đề quan trọng là xác định được tập hàm vào theo số liệu quan trắc mưa của các trạm trên lưu vực có đủ tin cậy và có tính đại biểu hay không? Điều đó liên quan đến mạng lưới quan trắc có số liệu đủ dài, đủ đại biểu hay không? Ví dụ: Lũ sông Hương rất lớn được quyết định từ mưa trên nhánh chính thượng nguồn Tả Trạch – nhánh BaRan bắt nguồn từ dãy Bạch Mã không phải từ nhánh phụ Thượng Nhật. Trong khi chỉ có trạm thủy văn Thượng Nhật mà không có trạm thủy văn BaRan. Vì thế, khôi phục lũ 1999 trên sông Hương rất khó chính xác.

4) Các sông ven biển miền Trung, chuỗi thống kê lũ thường cho  $C_v = 0,65 \sim 1,0$ ;  $C_s = 2-3C_v$ ;  $Q_{0,01\%}$  có độ tin cậy không cao song thường lớn hơn giá trị PMF, nên tiêu chuẩn thiết kế lũ chỉ nên lấy tiêu chuẩn đỉnh lũ lớn nhất ứng với  $p=0,1\%$  đến giá trị lũ PMF.

Các nước Anh, Mỹ thường sử dụng dạng phân bố cực trị Gumbel, độ tin cậy ứng với độ lặp lại  $N \leq 100$  năm, nên tiêu chuẩn thiết kế thường lấy lũ 100 năm là thấp nhất cho đến cao nhất là lũ PMF, trung gian là  $(0,4 \sim 0,5) \text{ PMF}$  [1].

5) Trên hệ thống hồ chứa bậc thang, thực tế lũ PMF ở hồ hạ lưu được giảm bớt do hồ chứa thượng lưu cắt lũ hay

$$PMF_{thd} = PMF_{hd} - PMF_{ht} + \Sigma Q_{xamaxht}$$

Trong đó:  $PMF_{thd}$ : giá trị thực PMF đến hạ lưu

$PMF_{hd} - PMF_{ht}$ : lũ PMF khu giữa (hd: hồ dưới; ht: hồ trên)

$Q_{xamaxht}$ : lưu lượng xả lớn nhất hồ trên

#### 2. Tiếp cận mức hiểm họa

Tháng 5-1997, trong văn bản Hướng dẫn tính lũ thiết kế hồ chứa [2], chúng tôi đã đưa vào thêm Tiêu chuẩn thiết kế có xét đến mức hiểm họa với tiêu chí:

- Mức hiểm họa gây hại sinh mạng hai thôn trở lên là “lớn”, một thôn là “trung bình”, lẻ tẻ một vài hộ là “nhỏ”.

- Trên hệ thống khai thác bậc thang thì tiêu chuẩn lũ thiết kế của công trình tại tuyến hạ lưu được nâng lên một cấp.

- Tiêu chuẩn tràn sự cố: 3 khoang coi 1 khoang bị kẹt.

Những năm sau này, các quy định trên đây nhận thấy có sự bất cập:

1) Việc coi gây hại sinh mạng một vài hộ là “nhỏ” có đúng không, trong khi giao thông gây chết và bị thương một vài người là “nghiêm trọng”?

2) Trên hệ thống bậc thang hồ chứa thủy điện là chủ yếu thì thường trên cùng là hồ chứa, hạ lưu tiếp theo là đập dâng, sau đó có thể là hồ hay đập dâng. Vậy đập dâng ở hạ lưu thì tiêu chuẩn thiết kế lũ có cần cao hơn hồ thượng lưu một cấp hay không? Hay là sử dụng “tràn sự cố”, hoặc tìm vị trí có khu trũng làm khu chậm lũ hoặc phân lũ, hoặc có biện pháp giám sát thẩm định chặt chẽ khâu thiết kế, thi công...

3) Đối với lũ thiết kế là PMF mà có thêm tràn sự cố với 3 khoang coi 1 khoang bị kẹt thì lũ thiết kế sẽ tăng cao rất lớn, thậm chí vô lý, khó có tính khả thi.

### 3. Tiếp cận với lũ chồng lên lũ

1) Hiện nay đã có văn bản qui trình vận hành liên hồ chứa hàng năm được Thủ tướng phê duyệt và ban hành như: Hệ thống liên hồ chứa Sông Ba, Sông Sê San, Sông Srêpôk, sông Mã, sông Cả, sông Trà Khúc, sông Kôn, sông Vu Gia – Thu Bồn... Với mục tiêu giảm lũ, không cho phép lũ chồng lên lũ.

2) Bộ Công Thương cùng phối hợp với các địa phương rà soát lại quy hoạch các dự án hồ thủy điện nhỏ, loại bỏ bớt những hồ chứa xét ra không có hiệu quả kinh tế và môi trường mà còn tiềm ẩn hiểm họa đáng kể. Đến nay đã loại bỏ khoảng 500 dự án thủy điện nhỏ trong toàn quốc đang trong diện quy hoạch. Bộ Thủy lợi trước đây đã có khuyến cáo địa phương trước mùa lũ rà soát những đập dâng tạm, những hồ thủy lợi nhỏ xét thấy thiếu an toàn cần xóa bỏ hoặc nếu để tồn tại phải gia cố nhằm tránh gây sự cố cho các hồ lớn ở hạ lưu.

### 4. Tiếp cận phương pháp tính toán thiết kế lũ có xét đến biến đổi khí hậu.

1) Vùng ven biển miền Trung, tác động của biến đổi khí hậu thường làm tăng lượng mưa 1 ngày max (do bão tăng tần số và cường độ, đường đi của bão thay đổi, do các hình thái thời tiết khác thay đổi theo hướng tiêu cực, làm cho độ lặp lại giá trị  $X_{1max}$  tăng lên, gây ra lũ tăng. Đồng thời làm tăng giá trị PMP dẫn tới PMF tăng.

2) Tính toán lũ thiết kế theo tần suất:

Ứng dụng công thức [3]

$$Q_{maxp} = \beta^n X_{1p}^{\frac{4}{4-n}} \quad (1)$$

Theo số liệu thiết kế hồ chứa, ta có giá trị  $X_{1p}$  và  $Q_{maxp}$ . Biết  $n = 0,7$ .

$X_{1p}$ : Lượng mưa một ngày lớn nhất ứng với tần suất thiết kế của hồ chứa.

$Q_{maxp}$ : Lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất ứng với tần suất thiết kế của hồ chứa.

$\beta^n$  là hệ số tổng hợp =  $f(\text{các hệ số không đổi với } p \leq 10\%)$

$$\beta^n = \frac{Q_{maxp}}{X_{1p}^{\frac{4}{4-n}}} \quad (2)$$

Có  $\beta^n$  tính theo (2), có  $X'_{1p}$  tăng lên do biến đổi khí hậu sẽ tính lại  $Q'_{maxp}$  tương ứng.

### 3) Tính toán lũ theo PMF

Thu thập chuỗi giá trị PMF của các hồ chứa trong vùng ven biển miền Trung, xây dựng quan hệ  $M_{PMF} = f(PMP, F)$ . Có  $X'_{1p}$ , kiểm tra lại hệ số hiệu chỉnh của hướng di chuyển của mưa có xu hướng thay đổi phù hợp sẽ tính được PMP'. Tra quan hệ  $M_{PMF} = f(PMP', F)$  sẽ được giá trị  $M'_{PMF}$  và  $Q_{PMF'}$  có xét đến biến đổi khí hậu.

### 5. Tiếp cận phương pháp tính toán lũ thiết kế theo tiểu vùng.

Vùng ven biển miền Trung có những dãy núi đâm ngang từ dãy Trường Sơn ra biển nên lượng mưa 1 ngày max, chế độ mưa, hướng di chuyển của mưa lũ thay đổi rõ rệt theo từng tiểu vùng. Vì thế khi tính toán thiết kế lũ theo tần suất hay lũ PMF phải thu thập tài liệu mưa và dòng chảy lũ theo từng tiểu vùng nghiên cứu.

### 6. Tiếp cận tính toán thiết kế lũ có xét đến nước biển dâng

Vì các hồ chứa đều ở thượng lưu rất xa biển nên tác động của nước biển dâng không có tác động đến tính toán thiết kế lũ. Tác động của nước biển dâng gây ngập úng các đồng bằng ven biển. Việc tính toán tác động này thường sử dụng mô hình toán thủy văn – thủy lực từ đó xây dựng bản đồ ngập lụt cho vùng đồng bằng để quản lý lũ lớn có hiệu quả.

### 7. Tiếp cận xây dựng Tiêu chuẩn lũ thiết kế hồ chứa vùng ven biển miền Trung

Từ những tiếp cận trên đây, có thể rút ra tiếp cận xây dựng Tiêu chuẩn lũ thiết kế theo hướng sau:

#### 1) Tiêu chuẩn lũ thiết kế với $p=1\%$ đến PMF.

2) Phân từ 3 đến 5 cấp tùy thuộc:

- a. Cấp công trình: diện tích hưởng lợi, công suất lắp máy...
- b. Mức hiểm họa theo các mức, có thể quy thành 3 – 5 mức
- c. Vùng:
  - Ven biển miền Trung
  - Đông Bắc và Thanh Nghệ
  - Tây Bắc
  - Đông Nam Bộ
  - Tây Nguyên

Hiện nay, tồn tại ba loại tiêu chuẩn chọn lũ thiết kế:

- Lựa chọn theo tần suất: theo tiêu chuẩn này, lũ thiết kế được chọn tương ứng với một tần suất nhất định phụ thuộc vào cấp của công trình. Tần suất được chọn theo quy định trên được gọi là tần suất thiết kế lũ.

Theo tiêu chuẩn tần suất lũ thiết kế được hiểu là trận lũ tương ứng với tần suất thiết kế P, được biểu thị bằng 3 đặc trưng lũ là: Đỉnh lũ thiết kế  $Q_{\max P}$ , tổng lượng lũ thiết kế  $W_{\max P}$  và đường quá trình lũ thiết kế  $(Q \sim t)_P$ .

- Chọn lũ thiết kế theo lũ cực hạn (PMF): Lũ lớn nhất có khả năng xảy ra xuất phát từ thuật ngữ tiếng Anh "Probable Maximum Flood" (được viết tắt là PMF) và được định nghĩa: "Lũ lớn nhất khả năng (còn gọi là lũ cực hạn) là trận lũ lớn nhất được hình thành từ sự tổ hợp bất lợi nhất của các điều kiện khí tượng thủy văn xảy ra trên lưu vực đã bão hoà". Như vậy trận lũ lớn nhất khả năng được hình thành từ trận mưa lớn nhất khả năng của lưu vực và trong điều kiện lưu vực đã bão hoà tới giới hạn cao nhất. Lũ lớn nhất khả năng không mang ý nghĩa tần suất, về mặt lý thuyết có thể hiểu lũ PMF là lũ lớn nhất có thể xảy ra và sẽ không có trận lũ nào nữa lớn hơn trận lũ này.

- Lựa chọn theo lũ thực đo: theo tiêu chuẩn này, người ta chọn một trận lũ lớn nhất đã xảy ra trong thực tế quan trắc hay điều tra (lũ lịch sử) làm tiêu chuẩn thiết kế công trình. Tiêu chuẩn này thường chỉ áp dụng đối với những hồ chứa có quy mô không lớn, mà trận lũ được chọn thường lớn hơn hoặc tương đương trận lũ chọn theo tiêu chuẩn tần suất.

Tiêu chuẩn chống lũ do Nhà nước quy định trong các quy phạm. Tiêu chuẩn chống lũ được quy định tùy thuộc vào cấp của công trình. Ở nước ta, lũ thiết kế được chọn theo tiêu chuẩn tần suất, ngoài ra đối với các công trình quan trọng (hồ chứa Hoà Bình, hồ chứa Sơn La ...) sẽ có quy định riêng và chọn theo cấp đặc biệt. Do yêu cầu chống lũ cho các công trình ngày càng tăng nên ở nước ta tiêu chuẩn lũ quy định cũng thay đổi nhiều lần.

Tiêu chuẩn thiết kế ở các nước phát triển thường cao hơn tiêu chuẩn của Việt Nam. Hiện nay, một số công trình lớn ở Việt Nam (Thủy điện Sơn La, thủy điện Hoà Bình, hồ Lai Châu...) đã tính toán lũ thiết kế theo tiêu chuẩn lũ PMF.

Khi tính toán xác định các đặc trưng lũ thiết kế cũng chia ra ba trường hợp: có nhiều tài liệu, ít tài liệu và không có tài liệu thực đo.

Đối với trường hợp có nhiều tài liệu thực đo, có thể trực tiếp ứng dụng phương pháp thống kê vẽ đường tần suất theo chuỗi tài liệu đo đặc dòng chảy lũ: lưu lượng đỉnh lũ.

Trong trường hợp có ít hoặc không có tài liệu đo đặc dòng chảy lũ thì lũ thiết kế thường được tính toán từ mưa bằng các công thức kinh nghiệm hoặc bằng cách ứng dụng các mô hình toán thủy văn.

Các phương pháp tính lũ hiện nay chủ yếu là tính toán lũ trong trường hợp đơn hồ, không có ảnh hưởng của các hồ chứa thượng nguồn. Các yếu tố ảnh hưởng đến dòng chảy như tác động của sự thay đổi thảm thực vật, các hoạt động của con người trên lưu vực như xây dựng nhà cửa, xây dựng đường giao thông, xây dựng các công trình thủy lợi thủy điện cũng không được xét đến. Các yếu tố ảnh hưởng đến lượng mưa như biến đổi khí hậu cũng chưa được xét đến trong các tiêu chuẩn thiết kế hiện nay.

### **3.1.2. Phân tích lựa chọn giá trị kịch bản BĐKH, nước biển dâng trong vùng nghiên cứu theo từng địa phương**

Có rất nhiều phương pháp tính toán lũ thiết kế ứng dụng ở Việt Nam. Về cơ bản, việc lựa chọn các phương pháp này phụ thuộc vào mức độ tài liệu đo đạc sẵn có. Nếu hồ chứa có chuỗi đo dòng chảy lũ trong thời kỳ dài, lũ thiết kế sẽ được tính toán trực tiếp từ chuỗi đo dòng chảy này. Nếu chuỗi số liệu đo đạc ngắn hoặc không có thì phương pháp tính chủ yếu dựa trên chuỗi quan trắc mưa lớn nhất thời đoạn sinh lũ hoặc tính toán dựa trên các lưu vực tương tự. Vì thế, có thể nói số liệu đầu vào trong bài toán tính toán lũ là mưa, các yếu tố khí tượng khác có mức độ ảnh hưởng ít hơn và thường không sử dụng trong bài toán tính lũ thiết kế.

#### **3.1.2.1. Biến đổi khí hậu và chi tiết hoá các kịch bản BĐKH**

Hiện nay trên thế giới đã có rất nhiều các mô hình được áp dụng để mô phỏng các kịch bản biến đổi khí hậu trong báo cáo IPCC (từ AR4 đến AR5). Các mô hình mô phỏng các diễn biến của các kịch bản tương lai khác nhau mô phỏng các diễn biến khí quyển trong tương lai, sử dụng các mô hình trên phạm vi toàn cầu kéo dài đến hết thế kỷ 21. Các mô hình này được gọi là *các mô hình khí tượng toàn cầu* (GCMs). Có rất nhiều các tổ chức quốc tế đã tiến hành xây dựng các GCMs khác nhau, và một GCM có thể mô

phỏng một vài các kịch bản khác nhau. Ví dụ như mô hình CCSM4 của Mỹ có thể mô phỏng được 2 kịch bản AR5 khác nhau như RCP4.5 và RCP8.5. HadGEM<sup>2</sup>-ES của vương quốc Anh cũng có thể mô phỏng 2 kịch bản AR5 khác nhau như RCP2.6 và RCP4.5. Ngay cả trong một kịch bản thì cũng có rất nhiều điều kiện ban đầu khác nhau như r1i1p1 hay r3i1p1... Và tùy các mô hình GCMs khác nhau thì các dữ liệu mô phỏng cũng có thể khác nhau. Một số mô hình chỉ cung cấp dữ liệu tháng, một số khác cung cấp dữ liệu ngày, và có thể là 6 giờ, hay thậm chí là 3 giờ. Bên cạnh đó có những mô hình cung cấp gần như đầy đủ các bước thời gian. Dữ liệu đầu ra của các mô hình khí tượng toàn cầu có thể được download trực tiếp qua các portal dữ liệu GCMs toàn cầu. Tuy nhiên việc tải (download) dữ liệu cũng mất rất nhiều thời gian và bộ nhớ. Do vậy để có thể có được một hệ thống dữ liệu GCMs đa dạng, thì có thể tồn cả về thời gian và máy móc.

Một nhược điểm chung của các GCMs là dữ liệu đầu ra đều ở dạng quy mô không gian khá kém. Chúng thường chia thế giới thành các khung tọa độ vuông, thường theo thứ tự 100-300km ngang. Điều này có nghĩa là chúng chỉ cung cấp các kết quả ở độ phân giải này, chẳng hạn một kết quả nhiệt độ cho một khu vực có diện tích 10.000 đến 90.000 km<sup>2</sup>. Khi nhìn vào các dự báo khí hậu tương lai ở quy mô địa phương, các kết quả đầu ra xuất hiện trực tiếp từ các GCM rõ ràng là không đủ cho các phân tích chi tiết như các tác động lên nguồn nước. Các dữ liệu nguyên gốc của các GCMs chỉ có thể mô tả được xu thế của một vùng nghiên cứu rộng lớn như 1 quốc gia có diện tích trung bình cỡ Việt Nam. Để nghiên cứu những biến đổi các yếu tố thời tiết khí hậu, hay thủy văn trong tương lai, thì cần phải áp dụng các phương pháp kỹ thuật thu hẹp quy mô (downscaling). Các kỹ thuật này dựa trên các kết quả toàn cầu, và do đó đồng nhất với các tương tác khí hậu toàn cầu, nhưng chúng tập trung vào một địa phương cụ thể trên thế giới. Có hai dạng thu hẹp quy mô cơ bản, động lực và thống kê. Tương ứng với hai cách tiếp cận nghiên cứu về các phương pháp thu hẹp quy mô dữ liệu bao gồm phương pháp chi tiết hóa thống kê (Statistical Downscaling) và phương pháp mô phỏng động lực (Dynamical Downscaling).

#### *Phương pháp thống kê:*

Bản chất của phương pháp là xây dựng mối quan hệ toán học giữa các thông số khí tượng ở độ phân giải toàn cầu (2°-4°) với các thông số khí tượng ở 1 khu vực nhỏ hơn với độ phân giải chi tiết hơn (0.25°-0.5°). Các mối quan hệ toán học này được thực hiện giữa các dữ liệu trong quá khứ của các thông số khí tượng ở độ phân giải toàn cầu và độ phân giải địa phương. Hầu hết các phương pháp thu hẹp thống kê (statistical downscaling-SD) chỉ tập trung vào 2 yếu tố khí tượng bao gồm mưa và nhiệt độ. Các yếu tố này có thể lấy trực tiếp từ các dữ liệu đầu ra của GCMs với độ phân giải toàn cầu, và

được đưa vào phát triển các mối quan hệ với các điểm đo trên bề mặt khu vực nghiên cứu trong quá khứ. Một điểm lưu ý của phương pháp SD là chỉ các dữ liệu GCMs ở cao độ bề mặt đại dương (sea level pressure) mới được đưa vào tính toán. Khi đưa vào tính toán thường thì các điểm đo trên bề mặt không trùng khớp với các dữ liệu từ GCMs do đó các dữ liệu của GCMs cần được tính toán nội suy để đưa ra các điểm tính toán trùng khớp với những dữ liệu đo đạc trên khu vực tính toán. Để phân loại các phương pháp thu hẹp thống kê, theo Wilby và các cộng sự, SD sẽ được chia làm 3 loại bao gồm phương pháp phân loại hình thể thời tiết, phương pháp mô hình hồi quy, phương pháp phát sinh thời tiết.

Bản chất của phương pháp phân loại hình thể thời tiết là dựa vào việc phân chia các nhóm ngày dữ liệu theo các dạng thời tiết khác nhau. Các loại hay nhóm thời tiết được định nghĩa bởi các phân tích nhóm theo các yếu tố khí tượng (tham khảo Corte-Real và các cộng sự., 1999; Huth, 2000; Kidson, 2000; Hewitson và Crane, 2002). Trong phương pháp này các dữ liệu ở khu vực nghiên cứu sẽ được gán vào các nhóm thời tiết tương ứng và tính toán từ dữ liệu toàn cầu GCMs tương ứng bằng các phương trình hồi quy (tham khảo Hay và cộng sự, 1991; Corte-Real và các cộng sự., 1999). Tuy nhiên theo Wilby (1994) thì các phương pháp này có những hạn chế trong việc áp dụng tính toán thu hẹp các yếu tố thời tiết cực trị như mưa lũ, và hạn hán. Gần đây phương pháp này đã được cải tiến thêm khi đưa vào tính toán thu hẹp theo nhiều điểm và nhiều hơn 1 yếu tố khí tượng (tính toán thu hẹp mưa và nhiệt độ tham khảo Bardossy và Van Mierlo, 2000; Palutkof và cộng sự, 2000). Ngoài ra phương pháp này cũng có thể được chia làm nhiều cách thức ứng dụng khác nhau cho từng yếu tố khí tượng. Ví dụ như mưa, có thể sử dụng các phương pháp phân tích riêng đặc tính của mưa, và phân chia nhóm hình thái mưa theo các đặc tính đó (tham khảo Hughes và Guttorp, 1994; Hughes và cộng sự., 1999).

Phương pháp phổ biến nhất và đơn giản nhất trong nhóm thu hẹp thống kê là phương pháp mô hình hồi quy. Đây là phương pháp sử dụng các khái niệm toán học để đưa ra các mối quan hệ tuyến tính hoặc phi tuyến cho số liệu GCMs với các số liệu khí tượng cần được thu hẹp ở 1 khu vực cụ thể. Một ứng dụng phổ biến của phương pháp này là phương pháp hồi quy nhiều biến (tham khảo Murphy, 1999), quy tắc phân tích tương quan (CCA) (tham khảo Von Storch và cộng sự., 1993), và phương pháp mạng nơron thần kinh một phương pháp tương tự với phương pháp hồi quy phi tuyến (tham khảo Crane và Hewitson, 1998). Von Storch (1999) và Burger (1996) cũng đã thảo luận trong nghiên cứu của mình ngoài thu hẹp giá trị các yếu tố khí tượng còn vấn đề thu hẹp về độ lệch của các yếu tố đó. Hơn nữa phương pháp này chỉ đơn thuần là áp dụng toán học do đó, các mức độ biến đổi theo thời gian ít nhiều cũng mang tính ràng buộc của các mối quan hệ toán học.

Một phương pháp khác trong nhóm các phương pháp thu hẹp thống kê là phương pháp phát sinh thời tiết. Đây là phương pháp sử dụng các đặc tính thống kê của khí hậu địa phương như giá trị trung bình và độ lệch chuẩn. Các mô hình trong phương pháp này dựa vào sự xuất hiện mưa thông qua quá trình chuyển vị Markov cho những ngày mưa và không mưa. Sau đó các biến khí tượng khác như số lượng mưa ngày, số giờ nắng, nhiệt độ sẽ được mô hình hóa theo số lượng xuất hiện các trận mưa trong khu vực. Do đó các mối quan hệ giữa dữ liệu khí tượng GCMs sẽ được đưa vào tìm các mối quan hệ tương quan với các yếu tố ở địa phương (tham khảo Katz, 1996; Semenov và Barow, 1997; Wilks, 1999).

Ưu điểm của các phương pháp thu hẹp thống kê là có thể tính toán nhanh chóng, có khả năng thu hẹp rất nhiều kịch bản cùng một lúc. Các phương pháp đơn giản, và có rất nhiều các phần mềm hỗ trợ tính toán. Tuy nhiên, do có quá nhiều phương pháp hay các mô hình ứng dụng khác nhau, nên việc lựa chọn phương pháp nào, ứng dụng nào cũng cần phải được suy xét kỹ cho phù hợp với nghiên cứu. Một ưu điểm khác của phương pháp này là ít sử dụng nguồn lực máy tính, và có thể áp dụng hàng chục thậm chí đến gần trăm kịch bản tính toán khác nhau. Phương pháp thống kê cũng có thể được thực hiện nhanh chóng, áp dụng nhiều kịch bản và mô phỏng cùng một lúc (có thể áp dụng lên đến hơn 100 kịch bản). Rất nhiều nghiên cứu đã ứng dụng phương pháp chi tiết hóa thông kê (Statistical Downscaling) (tham khảo Burlando and Rosso, 2002; Fowler et al., 2007; Goyal and Ojha, 2011; Hashmi et al., 2011; Hashmi et al., 2013; Pilling and Jones, 2002; Raje and Mujumdar, 2011; Wilby and Wigley, 1997; Yang et al., 2012; Yang et al., 2011).

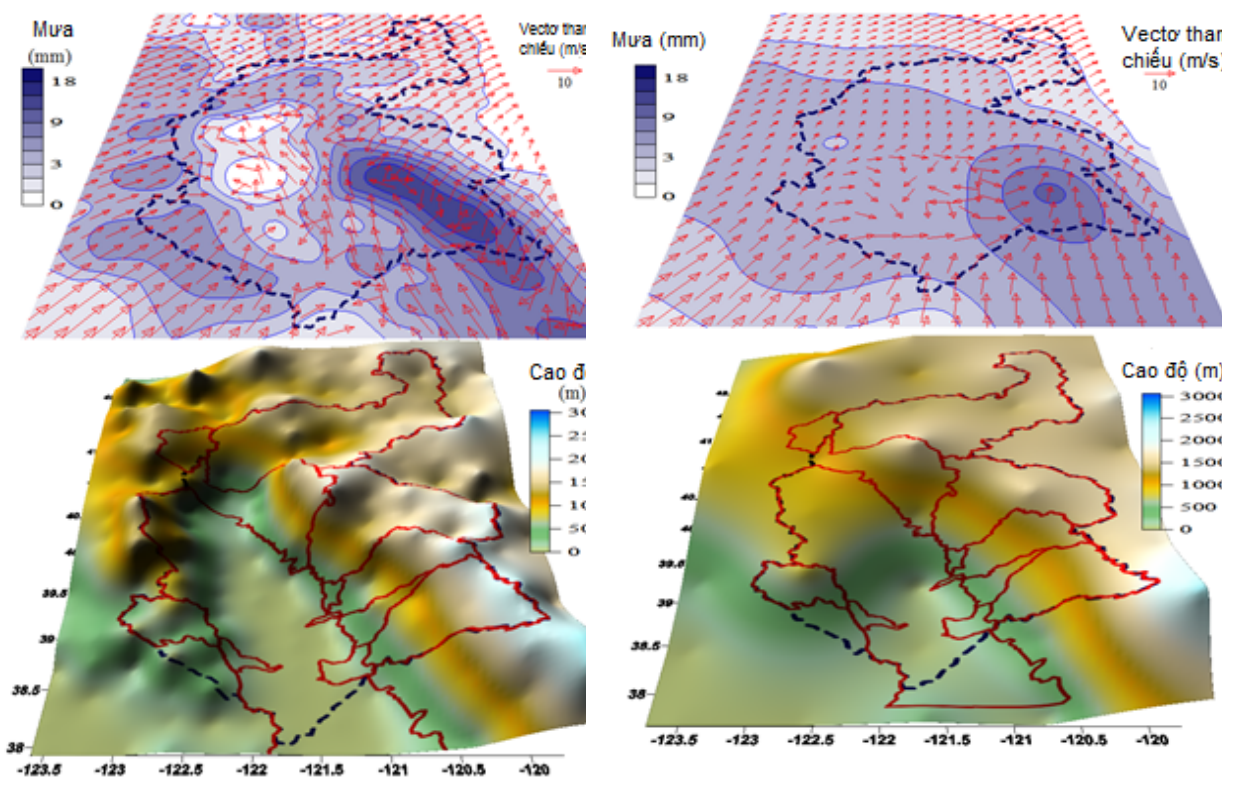
Bên cạnh những ưu điểm trên, thì phương pháp thống kê cũng có những giới hạn về khả năng ứng dụng và tính thực tế trong việc sử dụng dữ liệu đầu ra. Thực tế là mô hình khí hậu toàn cầu chỉ có thể mô phỏng được những hoàn lưu qui mô lớn, trong khi thời tiết hay khí hậu ở một địa điểm nào đó ngoài chịu ảnh hưởng của hoàn lưu, còn chịu ảnh hưởng của những yếu tố địa phương như: Địa hình, khoảng cách đến biển, thảm thực vật,... Do vậy, gây ra sự giảm kỹ năng dự báo khi mô phỏng khí hậu qui mô nhỏ, sự thiếu hụt này sản sinh ra những sai số nhất định và cần được sửa chữa trước khi sử dụng. Bên cạnh ý nghĩa về hiệu chỉnh sai số, chi tiết hóa thống kê cũng có thể được hiểu giống như mạng thông tin đặc trưng của địa phương nằm trong chuỗi số liệu quan trắc đóng góp trở lại nhằm lấp đầy những lỗ hổng của mô hình số. Đối với những khu vực ít dữ liệu thì phương pháp này không có nhiều ý nghĩa khi mức độ bất định (uncertainty) tăng lên rất lớn. Thêm nữa việc áp dụng phương pháp thống kê trong phương pháp này không thể mô phỏng được tất cả các yếu tố mật độ địa hình, thay đổi về thảm phủ thực vật hay kết cấu đất. Hầu hết các phương pháp thu hẹp thống kê chỉ thu hẹp 2



yếu tố khí tượng đó là mưa và nhiệt độ, trong khi các yếu tố khác không được đưa và tính toán. Dữ liệu đầu ra hầu hết tồn tại ở dữ liệu tháng hoặc có thể là ngày.

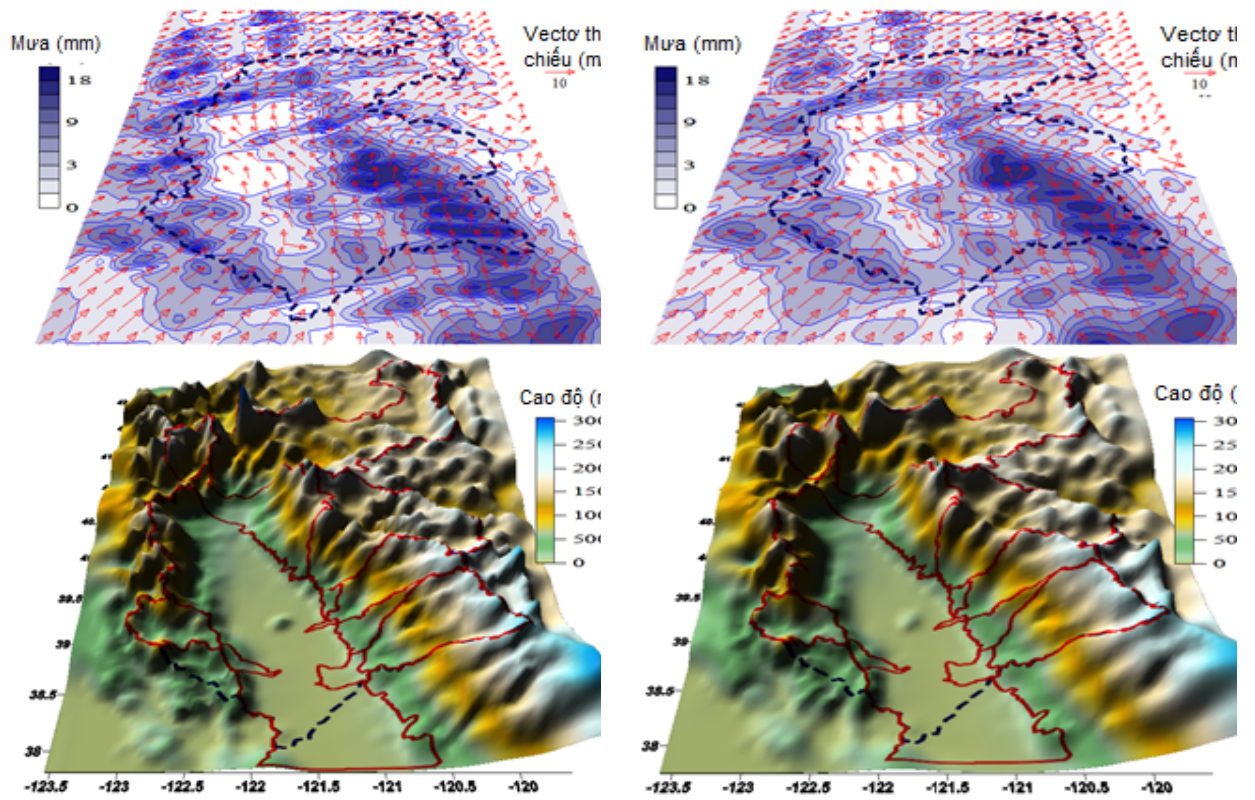
*Phương pháp động lực*

Đây là phương pháp mô phỏng hệ thống khí quyển tại phạm vi địa phương sử dụng các phương trình vật lý bao gồm các phương trình bảo toàn lượng, động lượng, năng lượng. Mô phỏng này được biết đến một cách hiểu khác là mô phỏng lại một cách chi tiết hơn các yếu tố khí hậu thời tiết tại một khu vực từ các dữ liệu toàn cầu. Phương pháp thu hẹp động lực sẽ sử dụng đầu ra của các GCMs để làm cách điều kiện biên cũng như điều kiện ban đầu để mô phỏng các dữ liệu khí quyển một cách chi tiết hơn. Phương pháp này được bắt đầu vào những năm 80 của thế kỷ 20, với mục đích là tính toán các dữ liệu khí tượng từ các mô hình khí tượng toàn cầu ở độ phân giải cao. Ngày nay số lượng các công cụ để tính toán thu hẹp động lực ngày càng phát triển và đã có rất nhiều các tổ chức, các viện nghiên cứu trên thế giới đã tập trung vào nghiên cứu phát triển các công nghệ thu hẹp động lực, và có thể ứng dụng cho nhiều nghiên cứu khác nhau.



1a. (27km)

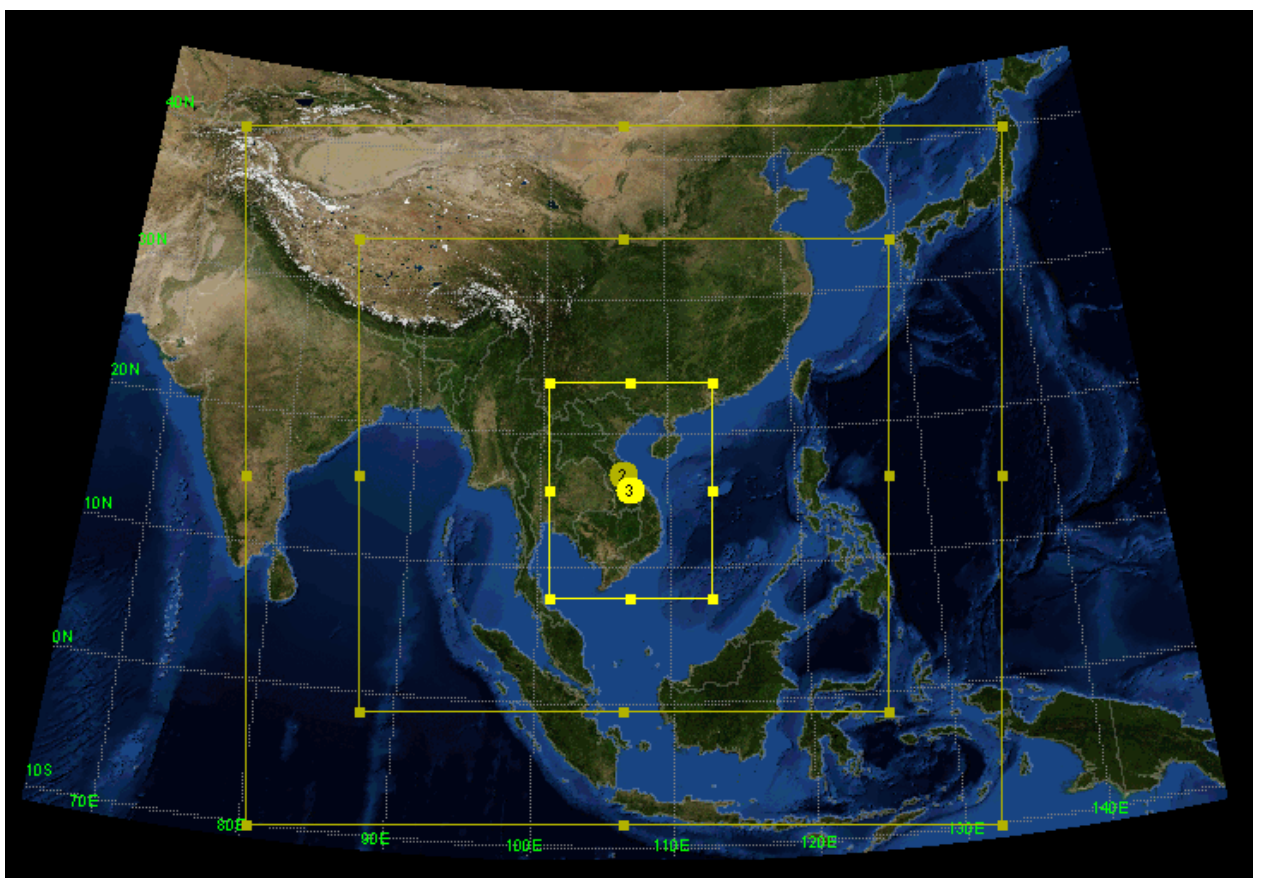
1b. (81km)



1c. (3km)

1d. (9km)

Hình 3.1: Mô tả các yếu tố khí theo các độ phân giải khác nhau



Hình 3.2: Lưới tính toán trong mô hình WRF.

Phương pháp thu hẹp động lực được thực hiện thông qua các mô hình khí hậu địa phương gọi là RCM. Các mô hình khí hậu địa phương sử dụng các dữ liệu từ các GCMs làm điều kiện biên và điều kiện ban đầu (tham khảo Kida et al., 1991; Cocke and LaRow, 2000; von Storch et al., 2000). Các mô phỏng RCM thông thường là các mô phỏng khí tượng địa phương ở độ phân giải cao. Tất cả các tính toán đều phục vụ cho các điểm trong miền tính toán ví dụ như trên hình 5.2. Mô hình RCM chia làm 3 miền tính toán. Và các bước tính toán được thực hiện theo 3 miền tính toán đó. Các mô hình RCM thông thường sẽ thu hẹp các dữ liệu GCMs dần dần qua các lớp khác nhau gọi là nesting. Và các RCM cũng có thể được gọi là các mô hình Nesting. Các mô hình này có khả năng thu hẹp các dữ liệu khí tượng đến phạm vi rất nhỏ, và không chỉ áp dụng trong tính toán BĐKH. Các RCMs hoàn toàn có thể ứng dụng trong các tính toán dự báo khí hậu thời tiết trong phạm vi ngắn. Ví dụ như các mô hình RCM có thể tính toán dự báo khí tượng mưa ngày, mưa 72h... (Dickinson et al. 1989 và Giorgi 1990). Hiện nay cũng có rất nhiều các RCM khác nhau, tuy nhiên các RCMs phổ biến trong quá khứ như MM5 hay bây giờ là RegCM4 hay WRF. Các mô hình RCM này thường được khuyến cáo là thu hẹp dần dần từ các GCMs xuống các ô lưới tính toán nhỏ hơn, và thông thường bằng 1/3 các ô lưới trước đó. (ví dụ 81km→27km→9km→3km).

Đây là phương pháp mô phỏng có tính toán đến ảnh hưởng của các yếu tố mặt đệm như địa hình. Do đó các tương tác khí hậu mặt đệm hoàn toàn có thể tương tác với các yếu tố như mưa, nhiệt độ, ẩm, gió... ví dụ có thể mô phỏng một số trận mưa lớn do khối không khí ẩm di chuyển từ biển vào đất liền gặp những khối núi lớn chắn đường và khối không khí ẩm này gây mưa trước khi đi sâu vào đất liền. Đặc biệt trong nghiên cứu BĐKH, thì các yếu tố địa hình thấm phủ lại đặc biệt quan trọng khi được coi là một trong những đặc tính riêng biệt của một vùng hay địa phương. Trong các nghiên cứu BĐKH cho các khu vực có xu hướng suy kiệt nguồn nước trong tương lai, thì các yếu tố mặt đệm lại đóng vai trò chủ chốt trong việc thay đổi các yếu tố khí tượng thủy văn (bốc hơi). Một ưu điểm khác của phương pháp thu hẹp động lực là dữ liệu đầu ra của phương pháp này là rất chi tiết theo cả không gian lẫn thời gian. Trước hết dữ liệu thu hẹp động lực có thể cung cấp dữ liệu đầu ra theo từng giờ, do đó có thể tính toán được ảnh hưởng BĐKH đến mưa lũ trên khu vực nghiên cứu. Các mô phỏng động lực cung cấp dữ liệu ở dạng dữ liệu giờ cho hầu hết các dữ liệu khí tượng từ thời điểm mô phỏng cho đến hết thế kỷ 21 (dữ liệu bức xạ mặt trời đến, bức xạ đi từ mặt đất, gió, nhiệt độ không khí, nhiệt độ mặt đất, áp suất, mưa, bốc hơi...). Qua quá trình mô phỏng thu hẹp động lực, các dữ liệu đầu ra sẽ được thu hẹp ở mức độ rất chi tiết. Dữ liệu có thể được cung cấp đến độ phân giải rất chi tiết như 10km, 3km, 1km hay thậm chí 100m. Tuy nhiên tùy vào mức độ chi tiết của dữ liệu thì thời gian mô phỏng cũng rất khác nhau. Chính vì vậy mà tùy theo nhu cầu sử dụng mà mức độ tính toán thu nhỏ khác nhau. Tuy nhiên khi áp dụng thu nhỏ động lực,

thì theo Jang and Kavvas, 2013 nên thu nhỏ xuống dưới 10km đối với các nghiên cứu về BDKH có kết hợp tính toán đến thủy văn thủy lực. Để làm rõ quan điểm trên, có thể lấy ví dụ qua hình 6.1. Nếu dữ liệu thu hẹp được đưa về độ phân giải 81km, thì hầu hết các yếu tố khí tượng hay các yếu tố thời tiết đều chưa thể hiện được rõ bản chất trong khu vực nghiên cứu khi mà các giá trị đều mang tính trung bình hóa cao. Điều này thể hiện rõ ở dữ liệu địa hình khi cao độ gần như là gần bằng nhau (hình 5.1b). Trong khi đó, ở dữ liệu có độ phân giải 27km, các yếu tố khí tượng cũng như địa hình có cải thiện hơn, tuy nhiên các mức độ các dữ liệu vẫn chưa cho thấy được mức độ chính xác cao (hình 5.1a). Đối với dữ liệu ở độ phân giải 9km và 3km, thì các yếu tố khí tượng cũng như địa hình đã được thể hiện chính xác hơn, có mức độ phân bố chi tiết hơn. Mặc dù độ phân giải 3km mô phỏng với độ chi tiết cao hơn, tuy nhiên thời gian mô phỏng thu hẹp cũng nhiều hơn gấp đôi so với 9km. Như vậy, tùy vào mục đích cuối cùng, mà lựa chọn các mức độ thu hẹp sao cho phù hợp. Phương pháp thu hẹp động lực đòi hỏi nhiều thời gian mô phỏng và một hệ thống máy tính lớn. Đây cũng là nhược điểm lớn nhất của phương pháp này.

Dựa trên các phân tích ưu nhược điểm của 2 nhóm phương pháp thu hẹp quy mô ở trên cùng với yêu cầu của bài toán, công cụ sẵn có, báo cáo lựa chọn phương pháp thu hẹp quy mô theo phương pháp thống kê.

### **3.1.2.2. Phương pháp thống kê chi tiết hoá (thu hẹp quy mô)**

Như đã trình bày ở trên, lượng mưa mô phỏng theo các mô hình toàn cầu GCMs hay các mô hình vùng RCMs đều có sự sai lệch (chủ yếu là do các hiểu biết chỉ có giới hạn về quá trình sinh mưa hoặc do độ phân giải về không gian chưa đủ). Vì thế, chúng cần phải trải qua quá trình “hậu xử lý” trước khi được sử dụng trong các bài toán đánh giá tác động của khí hậu. Quá trình “hậu xử lý” thường dùng nhất là phương pháp “biến đổi thống kê” nhằm hiệu chỉnh một số khía cạnh hay đặc trưng của phân bố các giá trị lượng mưa GCMs hay RCMs sao cho phân bố mới của chúng phù hợp với các giá trị thực đo.

Phương pháp biến đổi thống kê nhằm tìm ra một hàm  $h$  mà khi vẽ các biến tính toán  $P_m$  thì hàm phân bố mới của nó phù hợp với phân bố của biến thực đo  $P_o$  (trong đó  $P_m$  và  $P_o$  là lượng mưa tính toán và mưa thực đo). Hàm biến đổi này có thể được trình bày bằng công thức:

$$P_o = h(P_m) \quad (3-1)$$

Các hàm biến đổi thống kê là một ứng dụng của phép biến đổi tích phân xác suất và nếu phân bố của biến nghiên cứu đã biết thì hàm biến đổi được định nghĩa là:

$$P_o = F_o^{-1}(F_m(P_m)) \quad (3-2)$$

Trong đó  $F_m$  là phân bố xác suất tích lũy của  $P_m$  và  $F_o^{-1}$  là hàm ngược phân bố tích lũy tương ứng với  $P_o$ .

Để xác định được hàm biến đổi thống kê, chúng ta có thể sử dụng phương pháp phân bố xác suất lý luận để giải phương trình (3-2). Phân bố xác suất lý luận thường dùng là một phân bố pha trộn giữa phân bố Bernoulli và phân bố Gamma, trong đó phân bố Bernoulli được sử dụng để mô phỏng khả năng xuất hiện mưa còn phân bố Gamma sử dụng để mô phỏng cường độ mưa. Các phân phối thống kê này được làm cho phù hợp với các phần của đường phân bố tích lũy tương ứng của các ngày mưa thực đo ( $P_o > 0$ ) bằng cách làm giảm nhỏ nhất sai số quân phương. Các giá trị mưa tính toán tương ứng với phần không mưa của hàm phân bố xác suất tích lũy thực đo kinh nghiệm được gán bằng không.

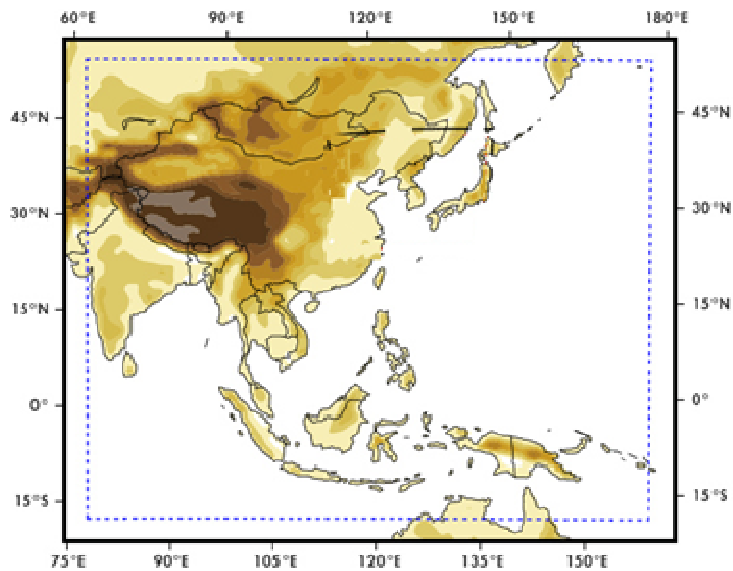
Một phương pháp khác thường dùng là sử dụng định bậc kinh nghiệm, các hàm phân bố lũy tích kinh nghiệm được xấp xỉ bằng bảng các phân vị kinh nghiệm. Các giá trị nằm giữa các phân vị có thể nội suy bằng hàm tuyến tính.

### ***3.1.2.3. Phân tích lựa chọn kịch bản biến đổi khí hậu cho vùng nghiên cứu***

Theo báo cáo đánh giá lần thứ 5 (AR5) của IPCC, kịch bản phát thải khí nhà kính SRES (Special Report on Emission Scenarios) được thay thế bằng kịch bản RCP (Representative Concentration Pathways) mô tả 4 kịch bản phát thải khí nhà kính, nồng độ khí quyển, phát thải các chất ô nhiễm và sử dụng đất khác nhau trong thế kỷ 21. RCP2.6 là nhóm kịch bản phát triển thuộc loại thấp, RCP4.5 và RCP6.0 là nhóm kịch bản triển ổn định trung bình, còn RCP8.5 là thuộc loại cao.

Mô hình khí hậu toàn cầu (GCM) HadGEM<sup>2</sup>-AO từ Anh có kích thước lưới là 1.875° x 1.25° mô phỏng các đặc trưng khí tượng theo các kịch bản BĐKH. Mô hình khí hậu vùng HadGEM<sup>3</sup>-RA (RCM) có kích thước mô phỏng nhỏ hơn là 0,44° xấp xỉ 50km với các biên đầu vào từ mô hình HadGEM<sup>2</sup>-AO. Phạm vi mô phỏng của mô hình vùng này bao trùm các vùng Đông Á, Ấn Độ và Tây Thái Bình Dương như hình 6.3 (khung đường nét đứt bên ngoài) nên chứa cả lưu vực nghiên cứu. Số liệu đầu ra của mô hình là các đặc trưng khí tượng thời đoạn ngày từ năm 2006 đến 2100 theo kịch bản RCP 4.5 và RCP8.5 đáp ứng được yêu cầu của nghiên cứu nên kết quả của mô hình được lựa chọn là kết quả mô phỏng sự biến đổi khí hậu theo các kịch bản khác nhau.

Dữ liệu của mô hình HadGEM<sup>3</sup>-RA bao gồm chuỗi số liệu mưa ngày mô phỏng giai đoạn 1950-2005, chuỗi số liệu mưa ngày mô phỏng theo các kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 từ 2006-2100.



Hình 3.3: Phạm vi mô hình HadGEM<sup>3</sup>-RA

### 3.1.3. Nghiên cứu đề xuất phương pháp tính toán thiết kế lũ cho hồ chứa đơn độc và liên hồ chứa bậc thang có xét đến biến đổi khí hậu.

#### 3.1.3.1. Tính toán thiết kế lũ cho hồ chứa độc lập

Nghiên cứu phương pháp mô phỏng dòng chảy lũ đến hồ chứa vùng nghiên cứu trong trường hợp không có tài liệu.

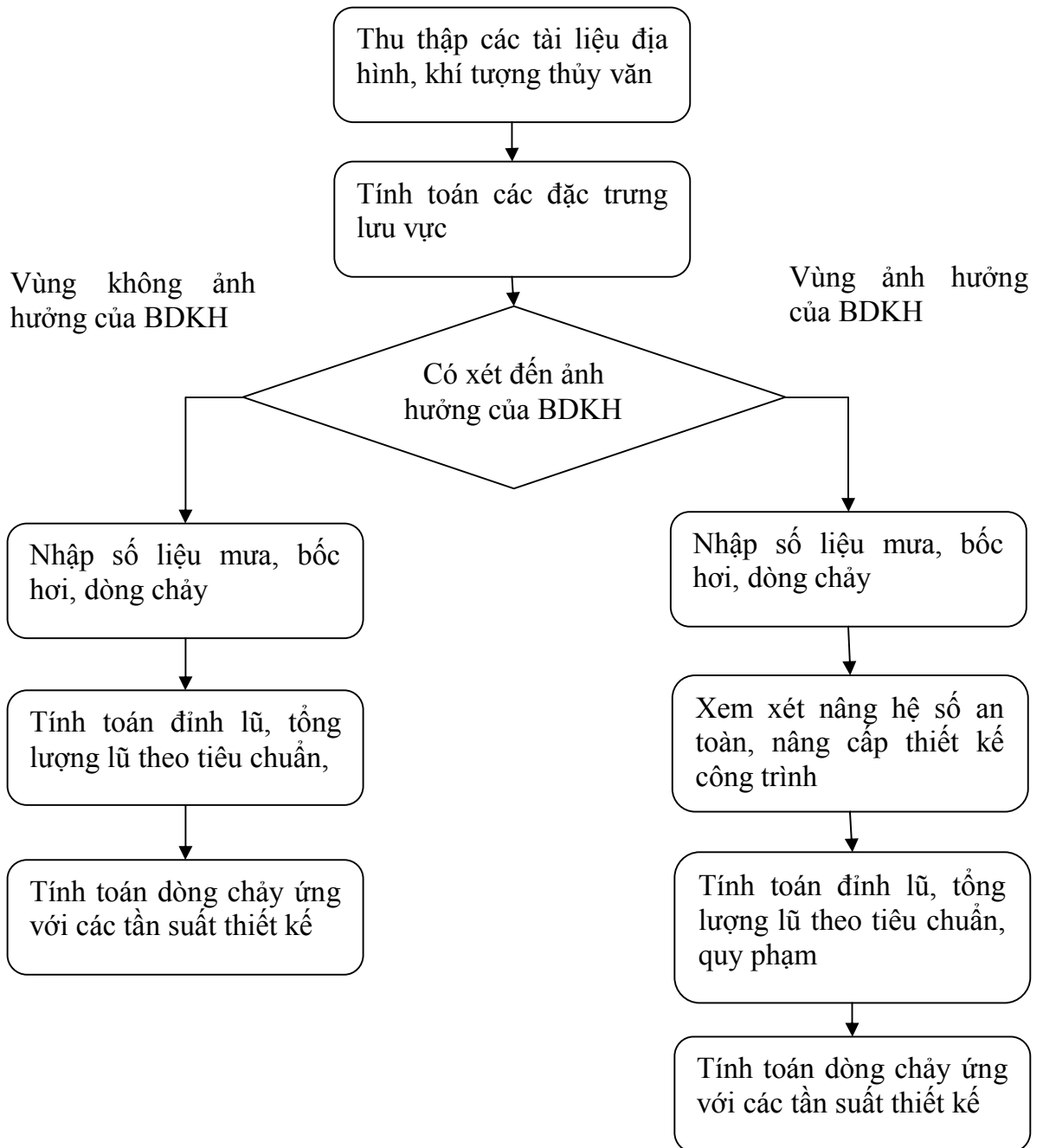
##### 1. Tính toán lũ thiết kế theo công thức cường độ giới hạn.

Bước 1: Tính toán các đặc trưng địa hình

Tính toán các đặc trưng địa hình bao gồm việc tính toán các đặc trưng sau

- Tính toán diện tích lưu vực
- Tính toán chiều dài sông chính
- Tính toán chiều dài bình quân lưu vực
- Tính toán độ dốc bình quân của sườn dốc
- Tính toán độ dốc bình quân của lòng sông chính

Chi tiết hướng dẫn tính toán xem sản phẩm 2 “Tài liệu Hướng dẫn tính toán thiết kế lũ hồ chứa trong điều kiện biến đổi khí hậu nước biển dâng”



Hình 3.4: Sơ đồ tính toán lũ khi xét đến BDKH theo CT cường độ giới hạn

Bước 2: Tính toán mưa thiết kế

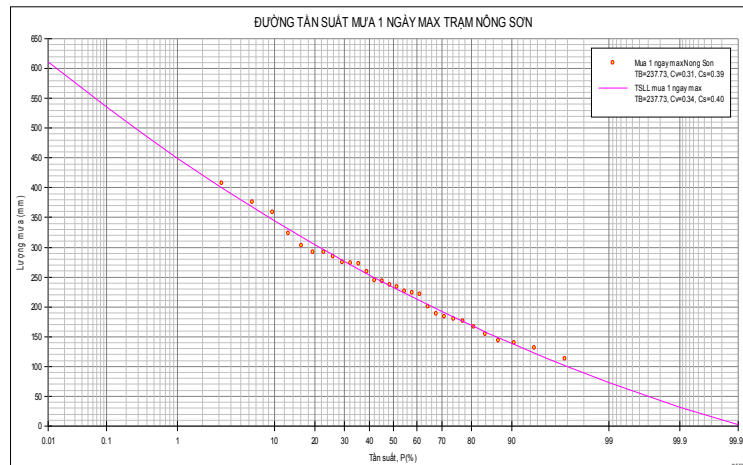
**Tính toán mưa thiết kế cho vùng chịu tác động của BDKH không đáng kể**

- Chọn trạm mưa tính toán

Để chọn trạm mưa tính toán cho lưu vực nghiên cứu cần chọn các trạm mưa gần với lưu vực tính toán. Các trạm mưa này phải gần lưu vực nghiên cứu và có số liệu đo đạc đầy đủ. Nếu trạm mưa gần lưu vực nghiên cứu có thời gian đo đạc ngắn có thể xem xét tương quan lượng mưa với các trạm mưa khác có số liệu đo đạc dài hơn. Từ đó chọn lọc số liệu mưa để vẽ đường tần suất mưa.

- Vẽ đường tần suất mưa ngày lớn nhất

Đường tần suất mưa ngày lớn nhất có thể được vẽ bằng các phần mềm tính toán vẽ đường tần suất hoặc tính toán bằng excel. Các phần mềm vẽ đường tần suất hiện nay có như FFC2008, TSTV2002 có thể được sử dụng để vẽ đường tần suất. Đường tần suất để dùng tính toán thiết kế phải có dạng đường lý luận phù hợp với các điểm thực đo (minh họa Hình 3.5).



Hình 3.5: Đường tần suất mưa 1 ngày max từ số liệu mưa thực đo

### Tính toán mưa thiết kế vùng chịu tác động của BĐKH

Đối với lưu vực thuộc các vùng mưa có ảnh hưởng của BĐKH, cần xem xét hiệu chỉnh các tham số của đường tần suất mưa ngày lớn nhất. Kết quả nghiên cứu trong nghiên cứu này cho thấy, dưới tác động của BĐKH các thông số của đường tần suất mưa 1 ngày max như  $C_v$ ,  $C_s$ ,  $X_{tb}$  có sự thay đổi lớn. Ví dụ như trạm Nông Sơn trên sông Thu Bồn, kết quả nghiên cứu cho thấy khi chưa xét đến BĐKH, khi vẽ đường tần suất với số liệu mưa 1 ngày max từ năm 1979 đến nay cho giá trị  $C_v=0.34$ ,  $C_s=0.4$ . khi có xét đến BĐKH đến năm 2050  $C_v=0.43$ ,  $C_s=1.2$ .

Khi tính toán thiết kế cho các vùng thuộc Nam Trung Bộ cần xem xét đến các hệ số an toàn. Kết quả nghiên cứu về biến đổi khí hậu cho thấy đối với khu vực Nam Trung Bộ cần lấy hệ số an toàn từ 1,2 đến 1,5 để tính toán mưa thiết kế.

*Bước 3: Tính lưu lượng đỉnh lũ thiết kế:*

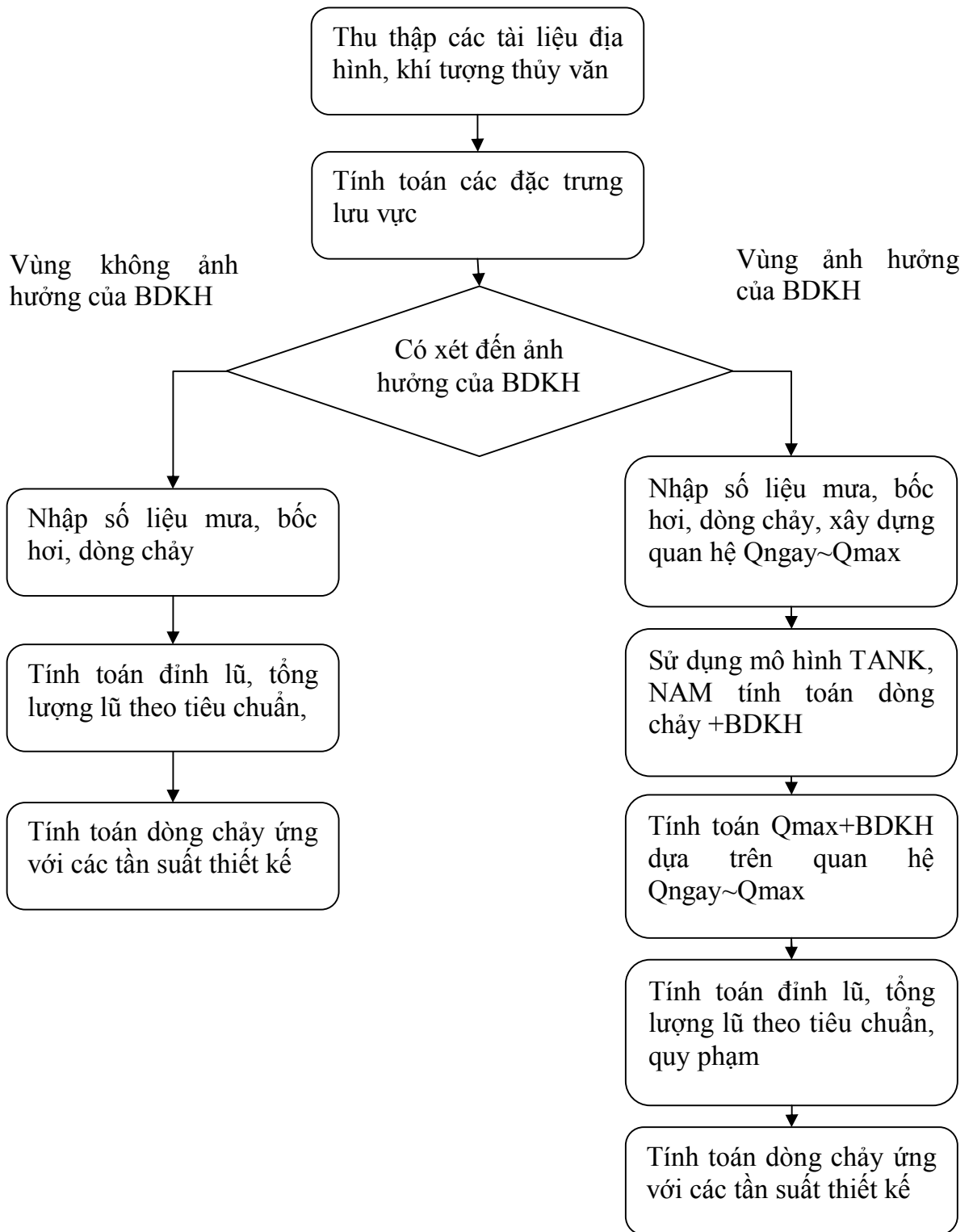
Công thức tính toán lưu lượng đỉnh lũ thiết kế như sau

$$Q_{P\%} = A_{P\%} \cdot \varphi \cdot H_{P\%} \cdot F \cdot \delta \quad (3-3)$$

Nội dung tính toán lũ thiết kế bằng công thức cường độ giới hạn trong TCVN 9845:2013 hoặc QP. TL. C6-77.



2. Tính toán lũ thiết kế theo công thức triết giảm



Hình 3.6: Sơ đồ tính toán lũ thiết kế khi xét đến BDKH theo công thức triết giảm

### *Tính toán dòng chảy thiết kế*

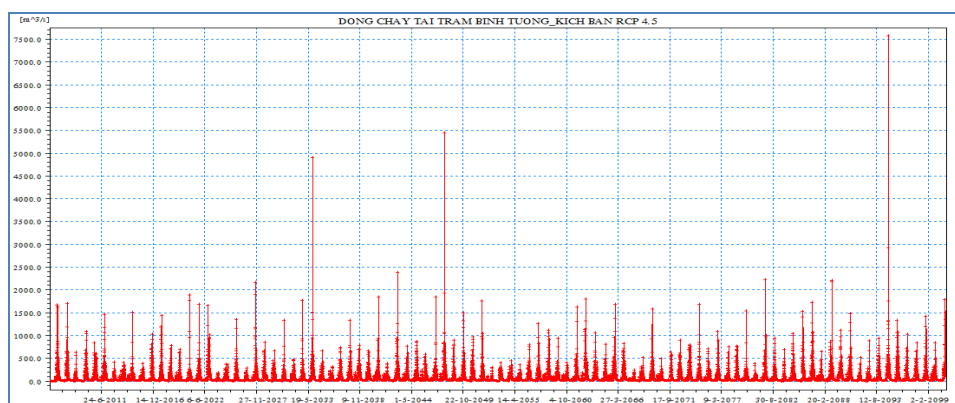
Trong trường hợp chọn được lưu vực tương tự có nhiều tài liệu quan trắc, để tính lưu lượng đỉnh lũ cho lưu vực cần nghiên cứu, có thể sử dụng công thức triết giảm để tính toán lưu lượng đỉnh lũ thiết kế.

### *Tính toán dòng chảy cho vùng chịu tác động của BĐKH không đáng kể*

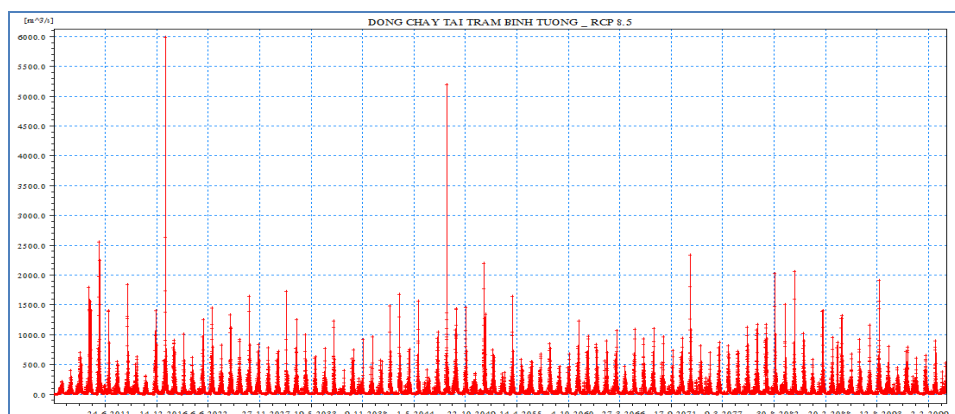
Khi tính toán đỉnh lũ cho vùng không chịu tác động của BĐKH Đường tần suất đỉnh lũ có thể được vẽ bằng các phần mềm tính toán vẽ đường tần suất hoặc tính toán bằng excel. Các phần mềm vẽ đường tần suất hiện nay có như FFC2008, TSTV2002 có thể được sử dụng để vẽ đường tần suất. Đường tần suất để dùng tính toán thiết kế phải có dạng đường lý luận phù hợp với các điểm thực đo.

### *Tính toán dòng chảy cho vùng chịu tác động của BĐKH*

Đối với vùng chịu tác động của biến đổi khí hậu, nếu vùng có trạm thủy văn có nhiều số liệu thực đo, có thể sử dụng mô hình toán để tính toán dòng chảy từ mưa. Các mô hình mưa dòng chảy dạng bể chứa có thể được dùng như mô hình TANK, Mô hình NAM đã được sử dụng nhiều ở Việt Nam và đã được chứng minh mô phỏng tốt dòng chảy ngày từ mưa ngày thực đo.

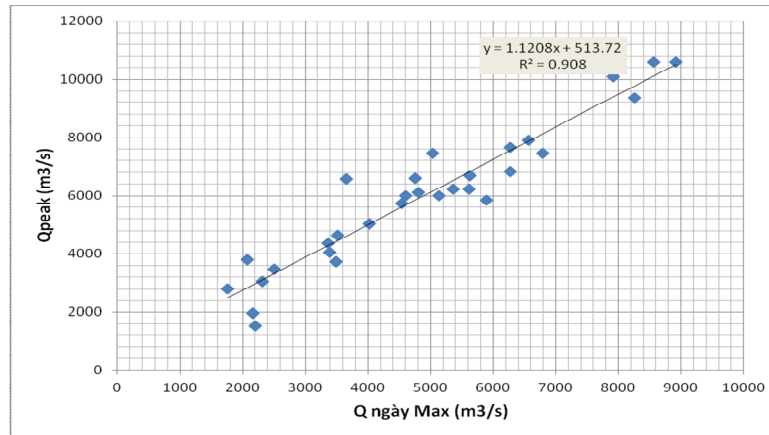


Hình 3.7: Minh họa tính toán dòng chảy từ MIKE NAM (kịch bản BĐKH RCP 4.5)



Hình 3.8: Minh họa tính toán dòng chảy từ MIKE NAM (kịch bản BĐKH RCP 8.5)

Từ kết quả đo đạc dòng chảy tại các trạm tương tự, nghiên cứu đề xuất xây dựng các quan hệ giữa đỉnh lũ  $Q_{max}$  và dòng chảy trung bình ngày. Từ các quan hệ này, khi tính toán dòng chảy trung bình ngày từ mưa ngày theo các kịch bản BĐKH, ta có thể tra quan hệ  $Q_{đỉnh} \sim Q_{ngàymax}$  để tính ra lưu lượng đỉnh lũ khi xét đến BĐKH (hình 3.09).



Hình 3.9: Quan hệ giữa lưu lượng đỉnh lũ và lưu lượng trung bình ngày lớn

### Tính toán đỉnh lũ thiết kế

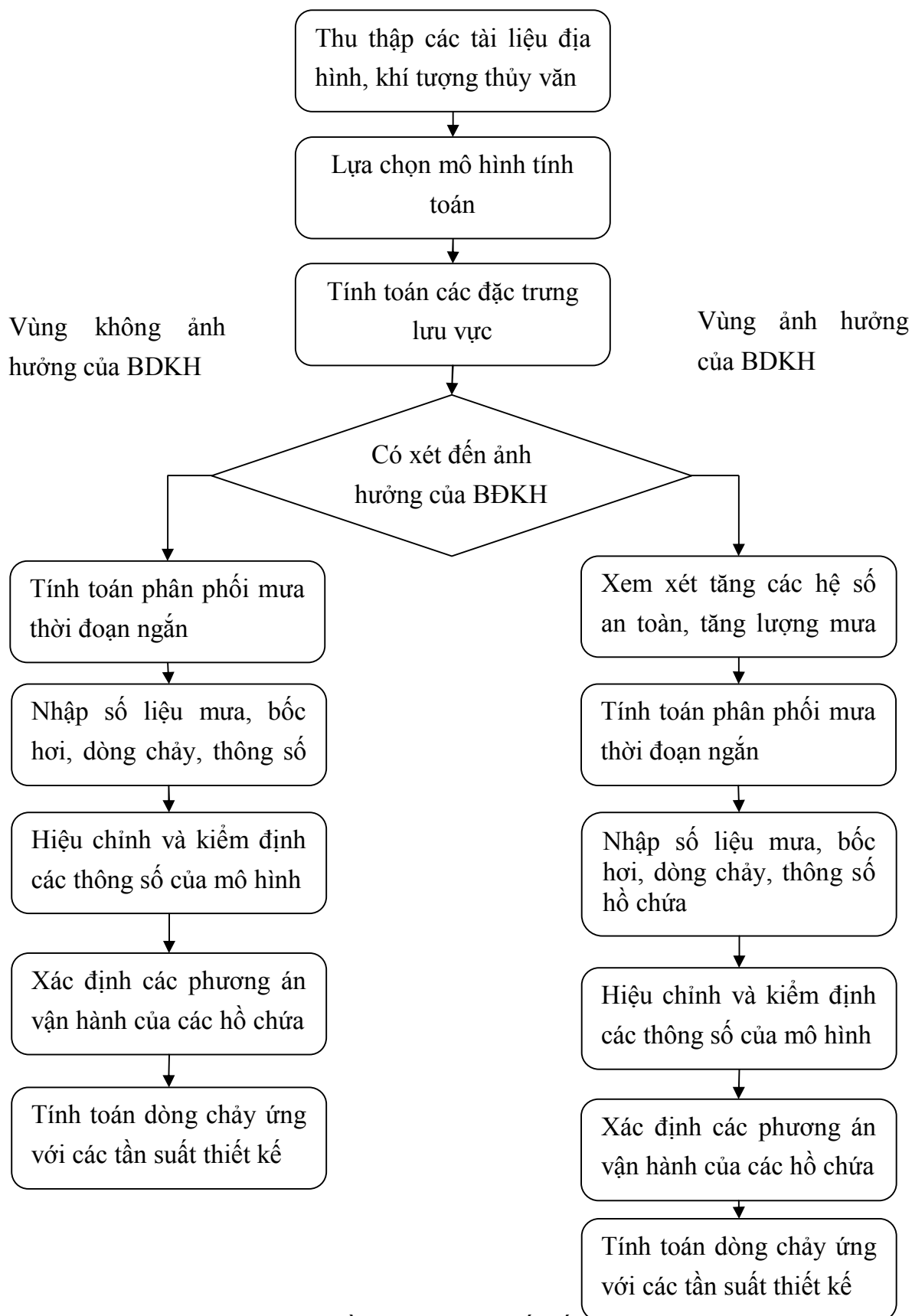
Theo quy định đối với các lưu vực lớn hơn  $100 \text{ km}^2$ , để tính lưu lượng đỉnh lũ ta có thể dùng công thức triết giảm. Công thức có dạng:

$$Q_p = q_{100} \left( \frac{100}{F} \right)^n \lambda_p \cdot F \cdot \delta \quad (m^3 / s) \quad (3-4)$$

Các bước tính toán theo công thức triết giảm được trình bày chi tiết tại TCVN 9845:2013 và QP. TL. C6-77.

### 3.1.3.2. Nghiên cứu mô phỏng vận hành cho liên hồ chứa trên hệ thống bậc thang

Các tiêu chuẩn, quy phạm tính toán lũ thiết kế hiện nay chủ yếu phục vụ tính toán cho các hồ chứa đơn, chưa có hướng dẫn tính toán thiết kế cho các hồ chứa dạng liên hồ chứa bậc thang. Trong khi đó ở nước ta hiện nay có nhiều hồ chứa thiết kế hiện ảnh hưởng của việc điều tiết dòng chảy từ các hồ thượng nguồn. Việc tính toán dòng chảy đến thiết kế theo các phương pháp cũ hiện không còn phù hợp đối với các dạng hồ chứa này.



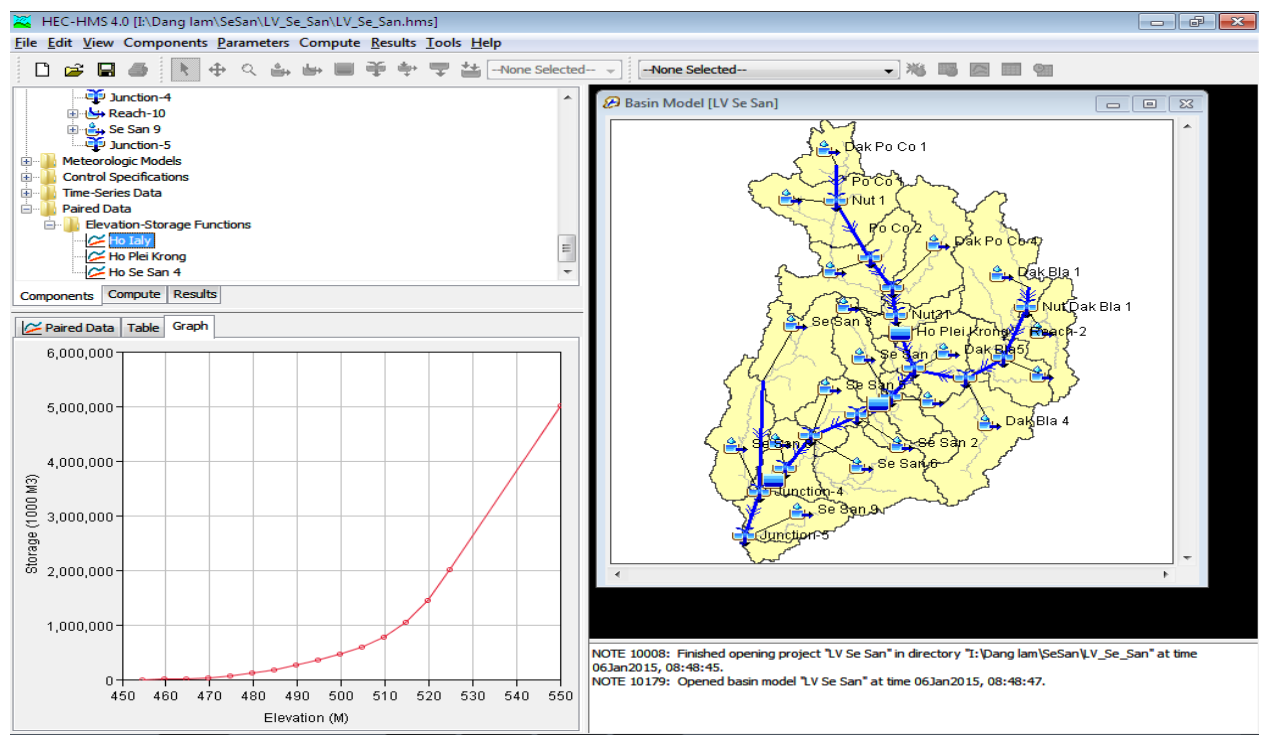
Hình 3.10: Sơ đồ tính toán lũ thiết kế khi xét đến BDKH

Để tính toán lũ và vận hành hồ chứa, các phần mềm HEC-HMS và MIKE 11 kết hợp với MIKE NAM có thể mô phỏng hệ thống các lưu vực, chia nhỏ các lưu vực và

diễn toán lưu vực qua các đoạn sông. Phần mềm MIKE 11 sử dụng diễn toán thủy lực để mô phỏng diễn toán qua các đoạn sông và việc mô phỏng hồ chứa, đập tràn và diễn toán lũ qua hồ chứa nhìn chung là phức tạp, yêu cầu số liệu đầu vào lớn. Phần mềm HEC-HMS sử dụng diễn toán thủy văn để mô phỏng diễn toán dòng chảy trên lưu vực, việc mô phỏng các công trình phù hợp với các bài toán hiện nay. Ngoài ra phần mềm còn nhiều module phục vụ việc tính toán những bài toán thiết kế phức tạp. Phần mềm HEC-RESSIM cũng được ứng dụng để mô phỏng vận hành hệ thống hồ chứa cho những hệ thống sông phức tạp. Tuy nhiên phần tính toán mưa dòng chảy vẫn phải kết nối với kết quả tính của phần mềm HEC-HMS

Mô hình HEC-HMS có thể được sử dụng để mô phỏng dòng chảy lũ kết hợp với vận hành hồ chứa. Phần mềm này cho phép nhập mưa thiết kế, phân phối mưa thiết kế và tính toán dòng chảy cho lưu vực.

Chi tiết hướng dẫn tính toán xem sản phẩm 2 “Tài liệu Hướng dẫn tính toán thiết kế lũ hồ chứa trong điều kiện biến đổi khí hậu nước biển dâng” trong phần hướng dẫn tính toán lũ và vận hành hệ thống hồ chứa bằng mô hình HEC-HMS.



Hình 3.11: Sơ đồ mô phỏng lưu vực sông Sê San và hệ thống hồ chứa bằng phần mềm HEC-HMS

### 3.1.4. Đề xuất phương pháp tính lũ cực hạn PMF

Việc tính toán lũ PMF sẽ dựa trên cơ sở tính toán lượng mưa cực hạn PMP

### 3.1.4.1. Phương pháp tính toán mưa cực hạn (PMP)

#### 1. Cực đại hóa trận mưa thực đo

Phương pháp này khá đơn giản và dễ ứng dụng cho trường hợp có nhiều tài liệu đo đạc của các trận mưa lớn. Việc cực đại hóa các trận mưa thực đo để nhận được PMP bằng cách tăng trận mưa thực đo lên một tỷ số, bằng tỷ số của dòng ẩm thực tế tới trận mưa và dòng ẩm lớn nhất có thể có được tại tuyến tính toán. Trong trường hợp không có đủ tài liệu mưa lũ của lưu vực tính toán ta có thể chuyển các trận mưa ở các lưu vực khác cùng điều kiện khí tượng về lưu vực tính toán để tính PMP.

##### 1) Cực đại hóa lượng ẩm

Cực đại hóa lượng ẩm của trận mưa thường dựa vào nhiệt độ điểm sương lớn nhất 12 giờ (hoặc 24 giờ). Với những trận mưa lớn, nhiệt độ điểm sương 12 giờ (24 giờ) được chọn trong phạm vi dòng ẩm không khí tới trận mưa. Nếu khu vực nghiên cứu có nhiều trạm đo thì cần phải tính bình quân để đảm bảo tính đại biểu của dòng ẩm tới trận mưa. Nhiệt độ điểm sương tại trạm đo cần đưa về giá trị điểm sương ở 1000mb (tương ứng mặt biển có cao trình “0”).

Ta có hai đại lượng biểu thị lượng nước có thể mưa như sau:

- Lượng nước có thể mưa của trận mưa thực đo  $W_p$  là lượng nước có thể mưa tương ứng với điểm sương của trận mưa đó đã được đưa về mặt chuẩn 1000mb (mặt biển).
- Lượng nước có thể mưa lớn nhất  $W_{mp}$  là lượng nước có thể mưa tương ứng với điểm sương lớn nhất quan trắc được của vùng nghiên cứu đã được đưa về mặt chuẩn 1000mb (mặt biển).

$W_p$  được tính theo công thức:

$$W_p = (q \cdot \Delta P) / (g \cdot \rho_w) \quad (3-5)$$

Trong đó:  $q$  : lượng ẩm riêng trung bình (g/g);  $\Delta P$ : độ dày của lớp khí quyển tính theo áp suất (mb);  $g$ : gia tốc trọng trường cm/s<sup>2</sup>);  $\rho_w$  : mật độ riêng của nước (g/cm<sup>3</sup>)

*Bảng 3.1: Bảng tra lượng nước có thể mưa theo nhiệt độ điểm sương (theo WMO)*

Độ cao (m)	Lượng nước có thể mưa (mm) tại mặt chuẩn 1000 mb theo nhiệt độ điểm sương														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
12000*	37	40	44	48	52	57	63	68	74	81	88	96	105	114	123

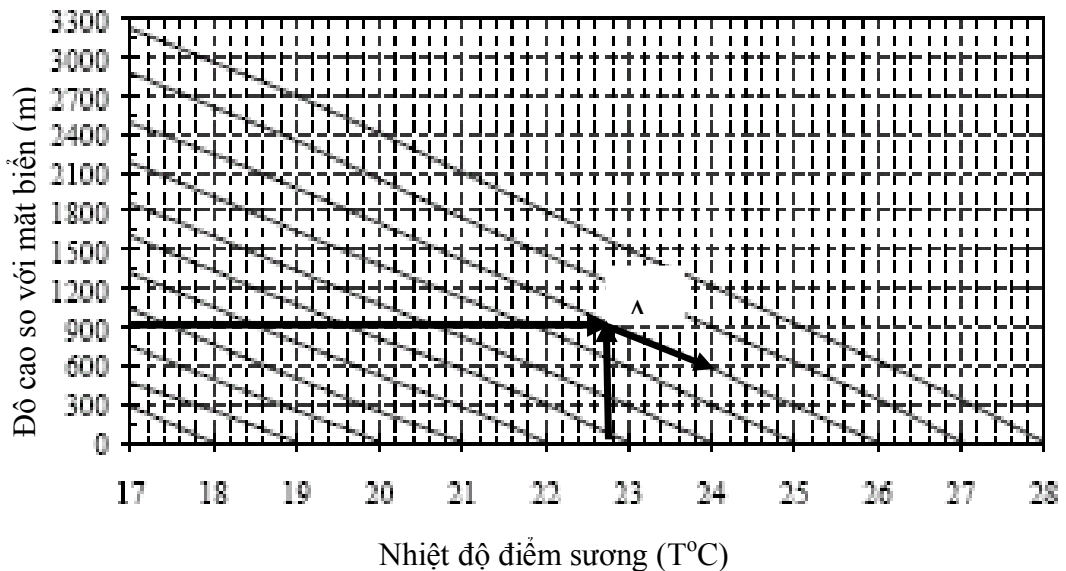
Để tiện dụng trong tính toán  $W_p$  và  $W_{mp}$  thường được xác định bằng cách sử dụng các bảng tra hoặc biểu đồ lập sẵn với các biến số là điểm sương và áp suất khí quyển của tổ chức Khí tượng thế giới (WMO). Cách xác định các đặc trưng này như sau:

- Với cao trình trạm đo mưa đã biết, nhiệt độ điểm sương đã biết, sử dụng biểu đồ (1) xác định được nhiệt độ điểm sương tại cao trình mặt chuẩn (mặt biển). Ví dụ, cao trình trạm đo là 900 m; nhiệt độ điểm sương là  $22,8^\circ\text{C}$ , trên biểu đồ (1) tìm được điểm A. Kẻ đường song song với các đường chéo (đường cùng nhiệt độ điểm sương) ta có điểm sương tại mặt chuẩn là  $26^\circ\text{C}$ .

- Với nhiệt độ điểm sương đã xác định, tra bảng (3.1) được lượng nước có thể mưa của trận mưa đang xét. Lượng nước có thể mưa tính theo độ cao tối đa 12000m (người ta giả thiết bề dày lớp không khí ẩm có độ cao 12000m).

- Xác định hệ số hiệu chỉnh lượng ẩm theo công thức (3-6):

$$K_{hc1} = (W_{mp} / W_p) \quad (3-6)$$



Hình 3.12: Biểu đồ (1) xác định nhiệt độ điểm sương tại mặt chuẩn 1000 mb của WMO

## 2) Cực đại hóa tốc độ gió

Hệ số hiệu chỉnh cực đại gió dùng cho tính toán hiệu chỉnh là tỷ số của tốc độ gió bình quân lớn nhất cho một khoảng thời gian cụ thể theo hướng thích hợp mang dòng ẩm tới lưu vực trong nhiều năm ( $V_{mp}$ ) và tốc độ gió trung bình lớn nhất của cùng khoảng thời gian trên và cùng hướng của trận mưa được làm cực đại ( $V_{ms}$ ).

Hệ số hiệu chỉnh gió được tính theo công thức (3-7).

$$K_{hc2} = (V_{mp} / V_{ms}) \quad (3-7)$$

Hệ số hiệu chỉnh tổng hợp để cực đại hóa lượng mưa thực đo là:

$$K_{hc} = K_{hc1} \cdot K_{hc2} \quad (3-8)$$

### 3) Tính toán lượng mưa lớn nhất khả năng PMP và phân bố lượng mưa theo thời đoạn

Lượng mưa lớn nhất khả năng PMP được tính toán từ trận mưa lớn đã xảy ra trong thực tế với hệ số hiệu chỉnh  $K_{hc}$  theo công thức như sau:

$$PMP = X_{DH} \cdot K_{hc} \quad (3-9)$$

Trong đó:  $X_{DH}$  là lượng mưa lớn nhất của trận mưa điển hình đã xảy ra trong thực tế. Để thuận tiện trong tính toán sự phân bố mưa theo thời gian người ta thường xây dựng quan hệ giữa hệ số  $K_T \sim T$ , trong đó :

$$K_T = \frac{X_{DH}(T)}{X_{DH}} \quad (3-10)$$

T là thời đoạn tính toán có thể bằng 1 giờ, 6 giờ, 12 giờ, 1 ngày, 2 ngày... hoặc bằng thời gian của cả trận mưa.  $X_{DH}(T)$  là lượng mưa ứng với thời đoạn tính toán T.

#### Cực đại hóa trận mưa thực đo theo phương pháp thống kê

Phương pháp thống kê được Hershfield đề xuất, xác định từ dữ liệu của một số trạm đo mưa nằm trong cùng vùng có thời tiết giống nhau, sử dụng phương pháp phân tích tần suất thủy văn cùng với phương pháp tổng quát hoá địa phương. Các bước tính khác với phương pháp tần suất thông thường và khác về ý nghĩa vật lý. Phương pháp này chủ yếu ứng dụng được cho các lưu vực có diện tích dưới 1000km<sup>2</sup>. Các bước chính của phương pháp này là (Wang G., 2004):

Xác định chỉ số  $K_m$  trận mưa lớn nhất trong chuỗi quan trắc:  $K_m = \frac{X_m - \bar{X}_{n-1}}{\sigma_{n-1}}$  trong đó  $X_m$  là giá trị trận mưa lớn nhất thực đo,  $\bar{X}_{n-1}$  và  $\sigma_{n-1}$  tương ứng là trung bình và độ lệch chuẩn tính toán từ các giá trị đặc biệt lớn.

Xây dựng đường bao  $K_m$  cho các thời khoảng D khác nhau cho từng trạm.

Chuyển vị giá trị  $K_m$  từ đường bao trên tới trạm thiết kế. Tính toán giá trị trung bình  $\bar{X}_n$  từ chuỗi số liệu mưa n năm tại trạm thiết kế và  $K_m$  là giá trị của trạm thiết kế được xác định từ biểu đồ đường bao ở trên.

$$\text{Xác định PMP: } PMP = \bar{X}_n + K_m \sigma_n = \bar{X}(1 + K_m C_{vn})$$

#### 3.1.4.2. Tính toán lũ cực hạn (PMF)

Trên cơ sở kết quả tính toán PMP, sử dụng mô hình mưa dòng chảy tính toán ra được lũ cực hạn PMF.



## 3.2 ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN LŨ THIẾT KẾ CHO MỘT SỐ HỒ CHỨA TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH THEO PHƯƠNG PHÁP ĐỀ XUẤT

### 3.2.1. Tính toán số liệu đầu vào phục vụ tính toán lũ thiết kế trong điều kiện BĐKH

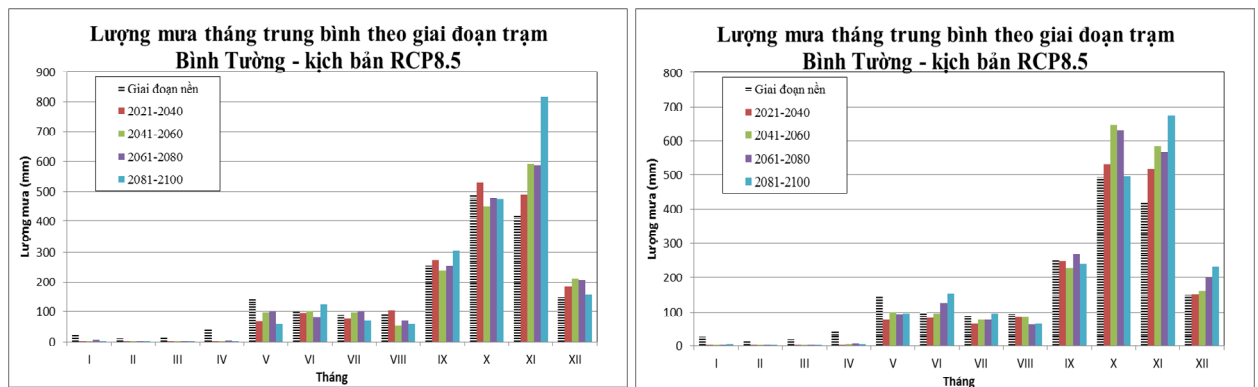
Có rất nhiều phương pháp tính toán lũ thiết kế ứng dụng ở Việt Nam. Về cơ bản, việc lựa chọn các phương pháp này phụ thuộc vào mức độ tài liệu đo đạc sẵn có. Nếu hồ chứa có chuỗi đo dòng chảy lũ trong thời kỳ dài, lũ thiết kế sẽ được tính toán trực tiếp từ chuỗi đo dòng chảy này. Nếu chuỗi số liệu đo đạc ngắn hoặc không có thì phương pháp tính chủ yếu dựa trên chuỗi quan trắc mưa lớn nhất thời đoạn sinh lũ hoặc tính toán dựa trên các lưu vực tương tự. Vì thế, có thể nói số liệu đầu vào trong bài toán tính toán lũ là mưa, các yếu tố khí tượng khác có mức độ ảnh hưởng ít hơn và thường không sử dụng trong bài toán tính lũ thiết kế.

#### *Chi tiết hoá lượng mưa cho các lưu vực điển hình miền Trung*

Áp dụng các bước chi tiết hoá thống kê tính toán chi tiết hoá lượng mưa cho các lưu vực sông Ba, sông Vu Gia – Thu Bồn, sông Sêsan, sông Srêpok, sông Kôn. Kết quả tính toán cho một số trạm điển hình trên các lưu vực này theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 được trình bày ở dưới đây:

#### 1. Lượng mưa tháng trung bình theo giai đoạn

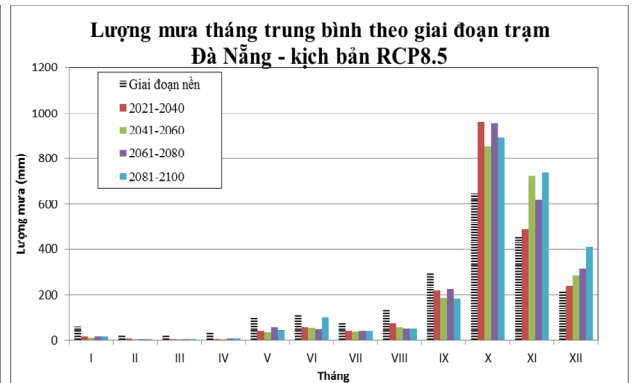
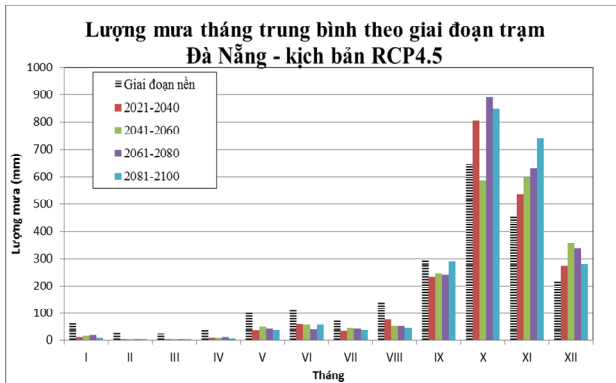
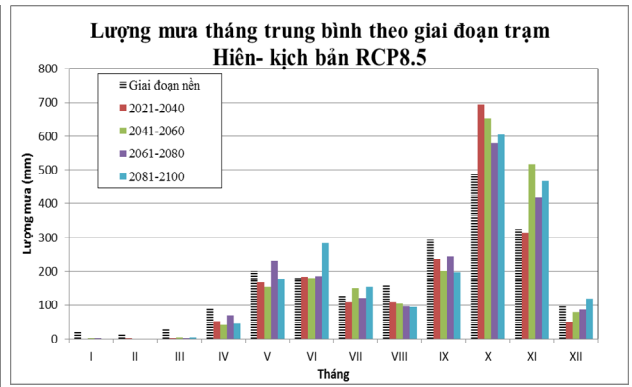
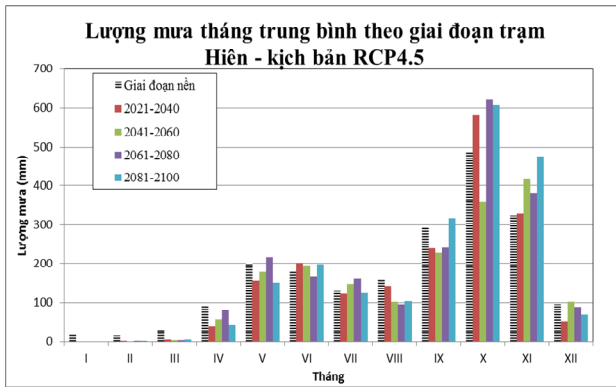
##### \* Lưu vực sông Kôn



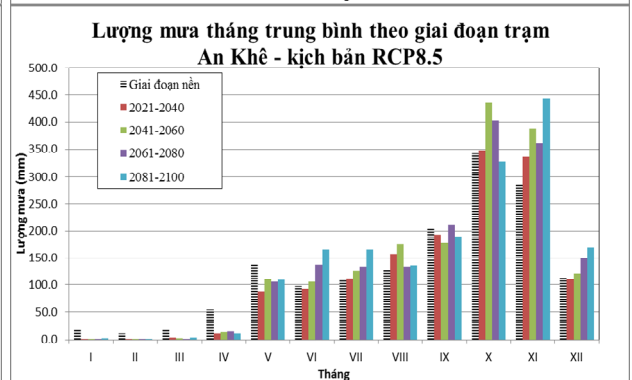
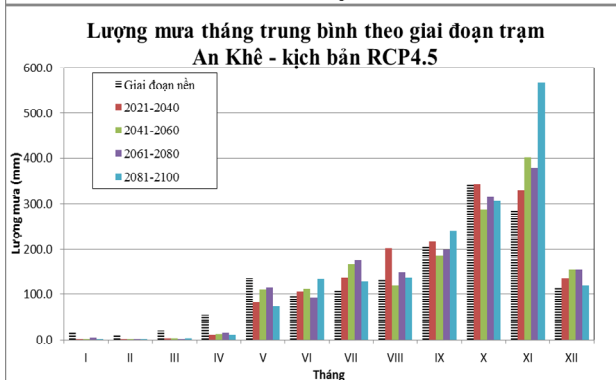
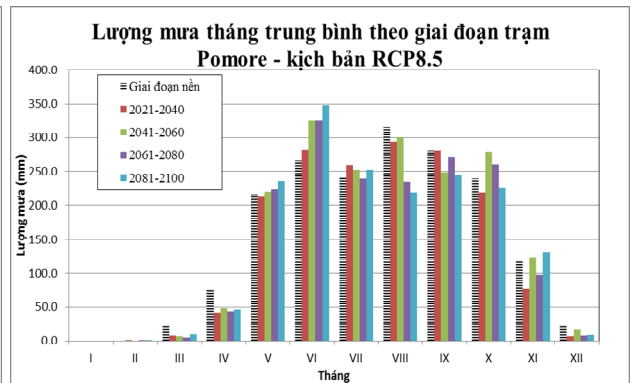
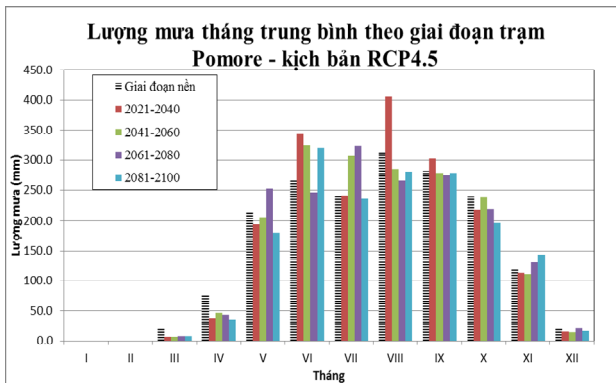
Lưu vực sông Kôn có lượng mưa mùa kiệt có xu thế giảm ở cả 2 kịch bản. Lượng các tháng mùa mưa tăng lên tập trung vào các tháng X, tháng XI và XII.

##### \* Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn có lượng mưa mùa kiệt có xu thế giảm ở cả 2 kịch bản. Lượng các tháng mùa mưa tăng lên tập trung vào các tháng X, tháng XI và XII.



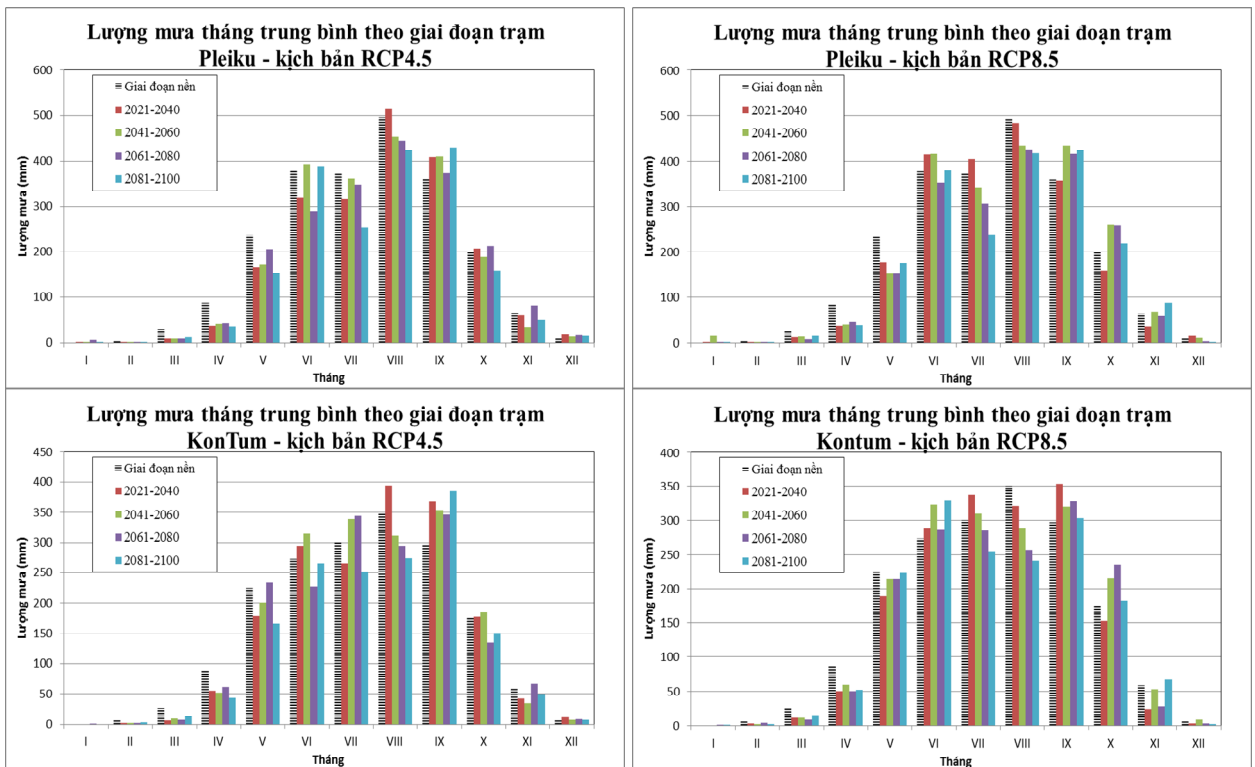
**\* Lưu vực sông Ba**



Xu thế biến đổi mưa tại sông Ba tương tự như các lưu vực khác khi lượng mưa mùa kiệt có xu thế giảm. Lượng các tháng mùa mưa tăng lên tập trung vào các tháng X, tháng XI và XII.

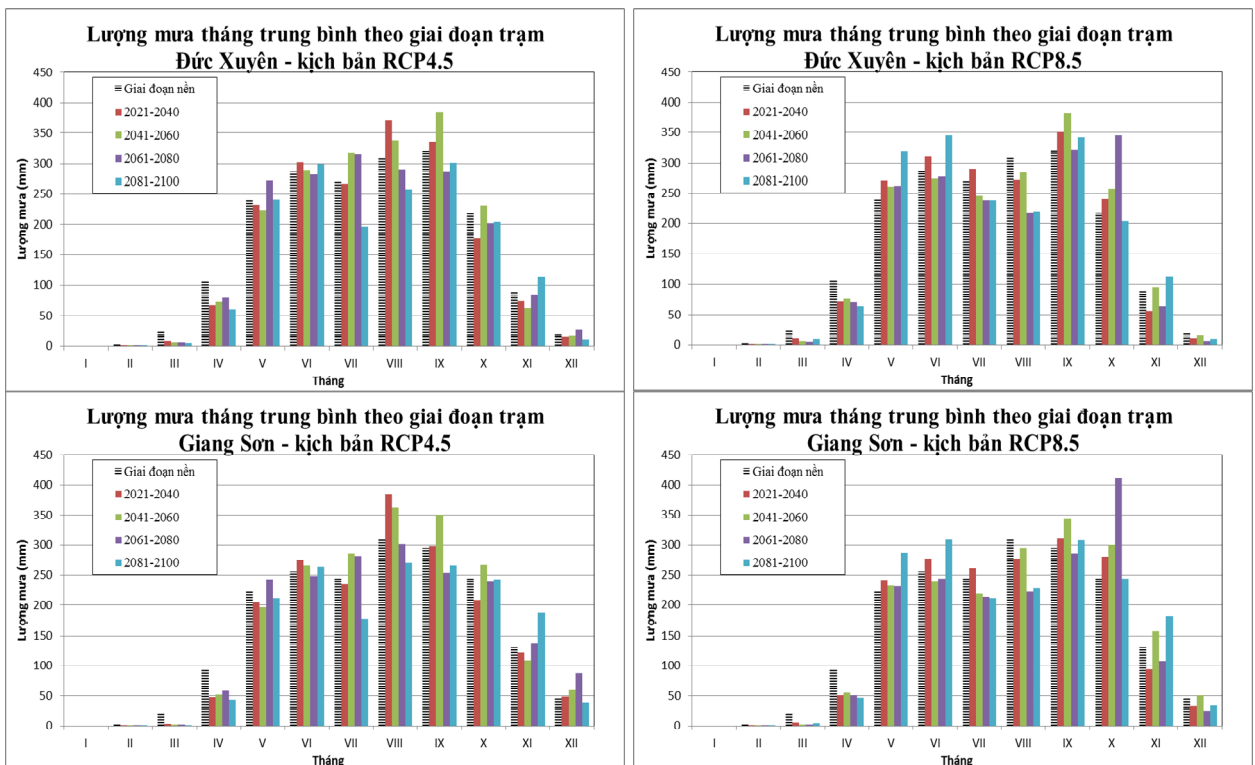
**\* Lưu vực sông SêSan**

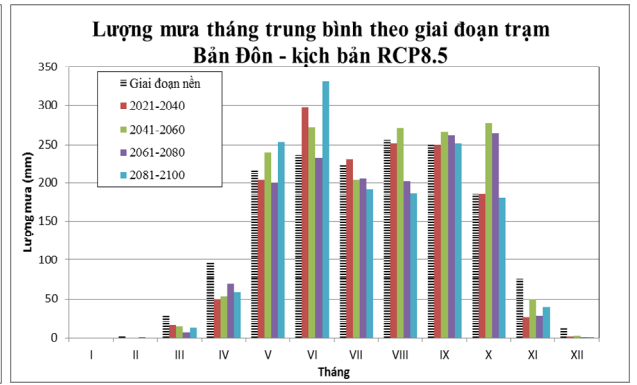
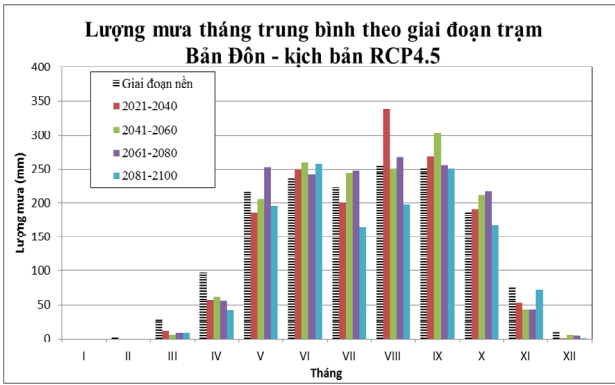
Nhìn chung, lượng mưa tháng mùa kiệt có xu hướng giảm ở cả 2 kịch bản, trong khi vào mùa mưa (đặc biệt là tháng 9) lượng mưa có xu thế tăng lên.



### \* Lưu vực sông Srêpôk

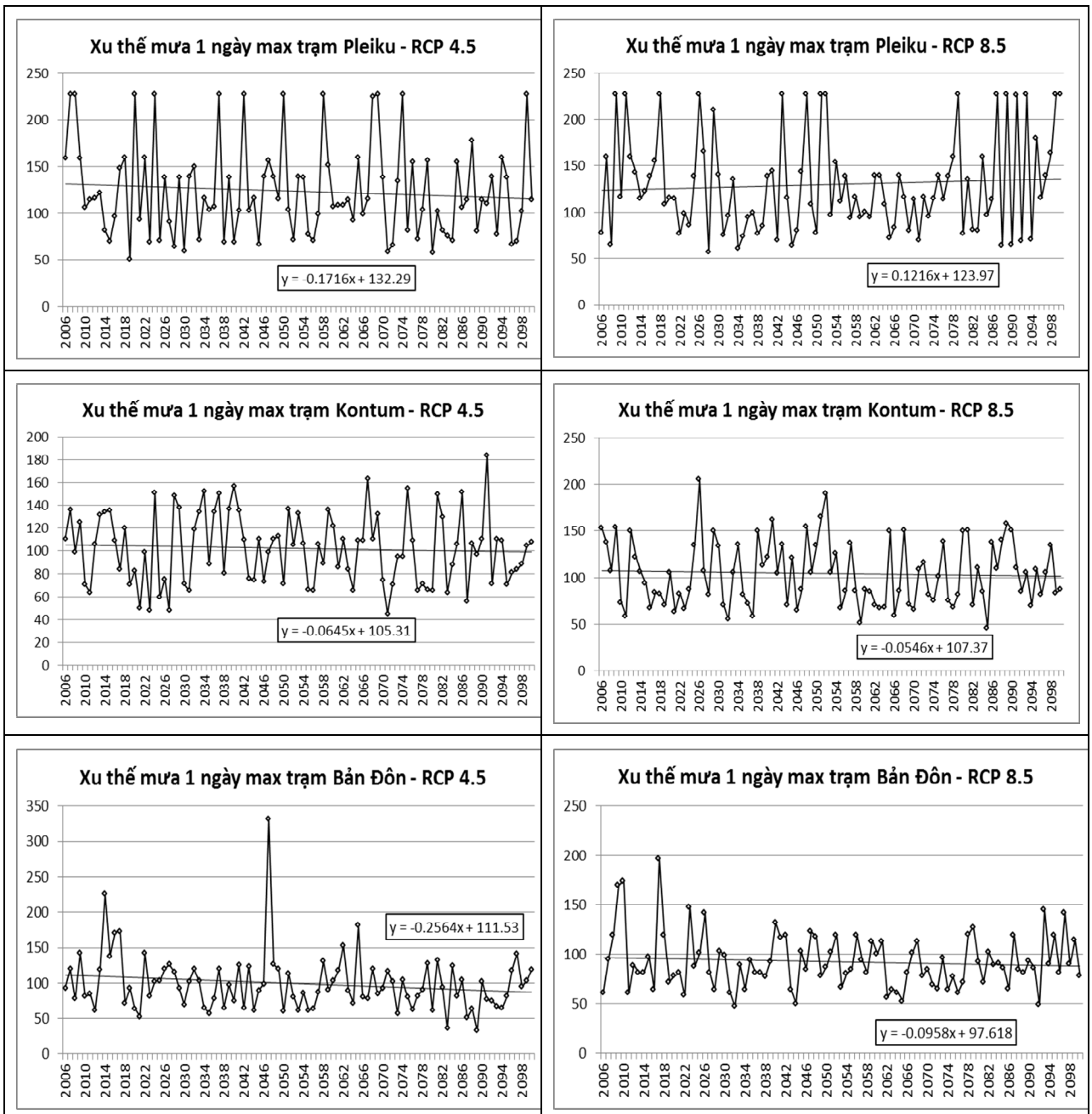
Trên lưu vực sông Srêpôk, lượng mưa tháng có xu hướng giảm ở các tháng mùa kiệt, lượng mưa các tháng mùa mưa dao động tùy giai đoạn. Riêng tại Giang Sơn kịch bản RCP8.5, lượng mưa tháng X có xu hướng tăng đột biến trong giai đoạn 2061 – 2080.

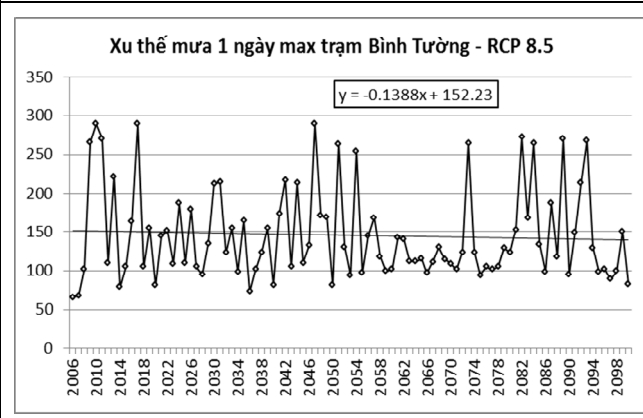
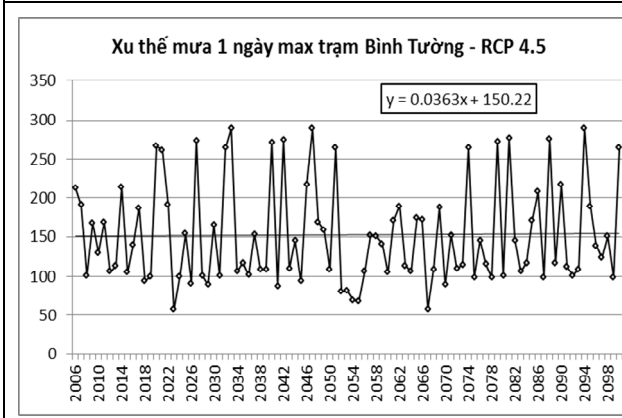
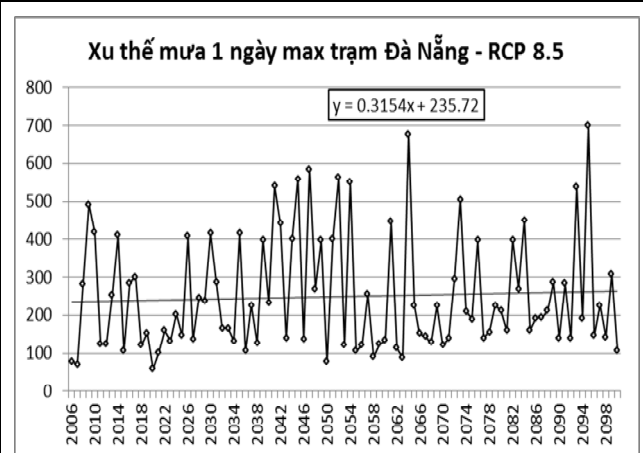
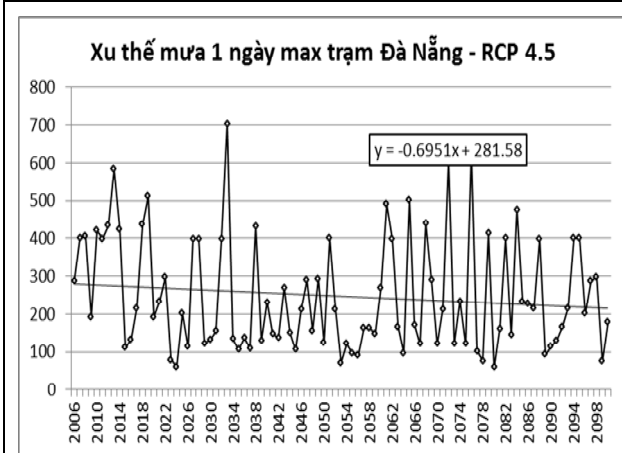
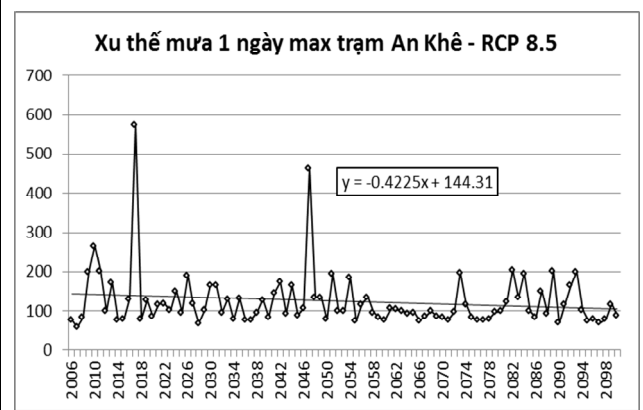
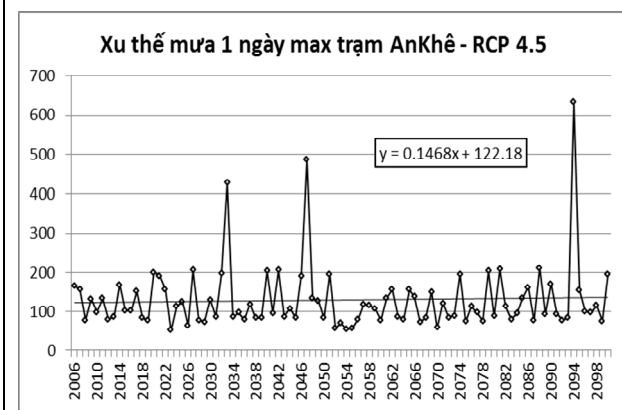
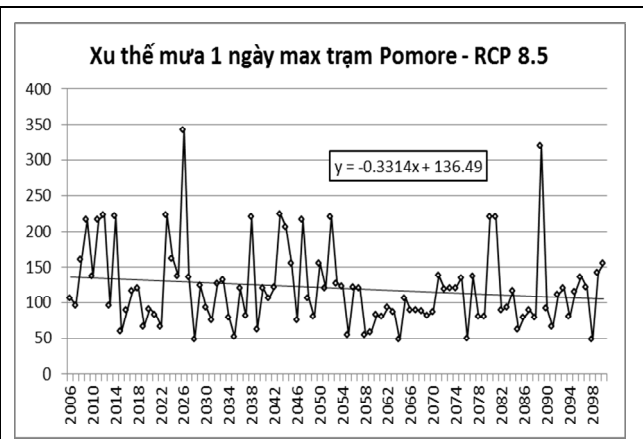
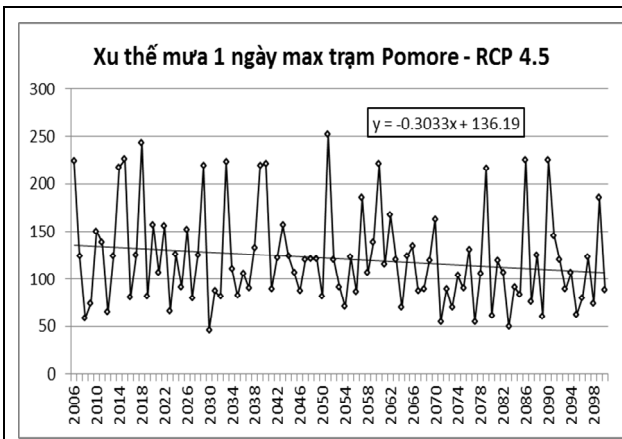




## 2. Xu thế biến đổi lượng mưa sinh lũ (mưa 1 ngày lớn nhất)

Xu thế lượng mưa một ngày lớn nhất theo các kịch bản cho một số trạm điển hình trên các lưu vực sông nghiên cứu được trình bày ở dưới đây.





Nhìn chung, lượng mưa 1 ngày max có xu hướng giảm ở cả 2 kịch bản. Một số trạm có cho xu thế tăng như An Khê với kịch bản RCP4.5, Bình Tường với kịch bản RCP 4.5, Pleiku với kịch bản RCP 8.5.

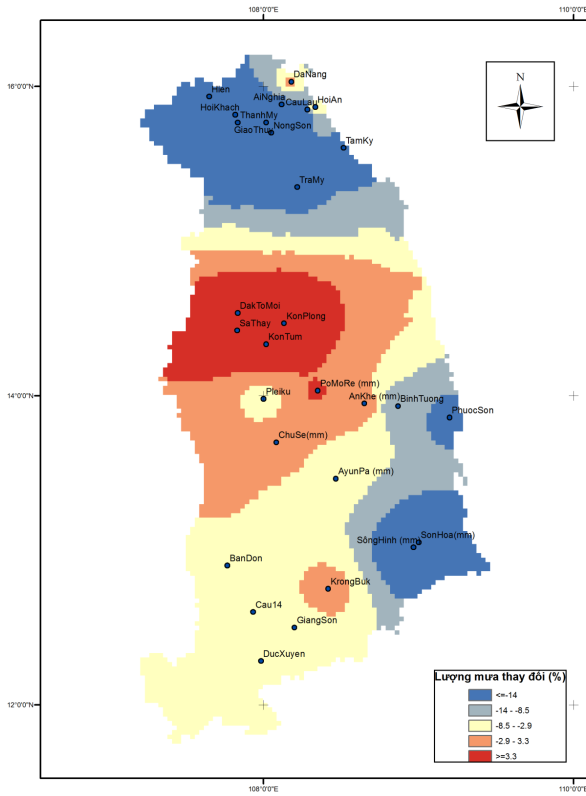
Tổng hợp kết quả thay đổi lượng mưa một ngày max (%) từng giai đoạn với thời kỳ nền được thể hiện ở bảng 3.2, 3.3 và hình 3.13, 3.14. Sự thay đổi (%) được tính theo công thức:

$$\text{Sự thay đổi (\%)} = (X_{1\text{max}} \text{ từng giai đoạn} - X_{1\text{max}} \text{b giai đoạn nền}) / (X_{1\text{max}} \text{b giai đoạn nền}) * 100\%$$

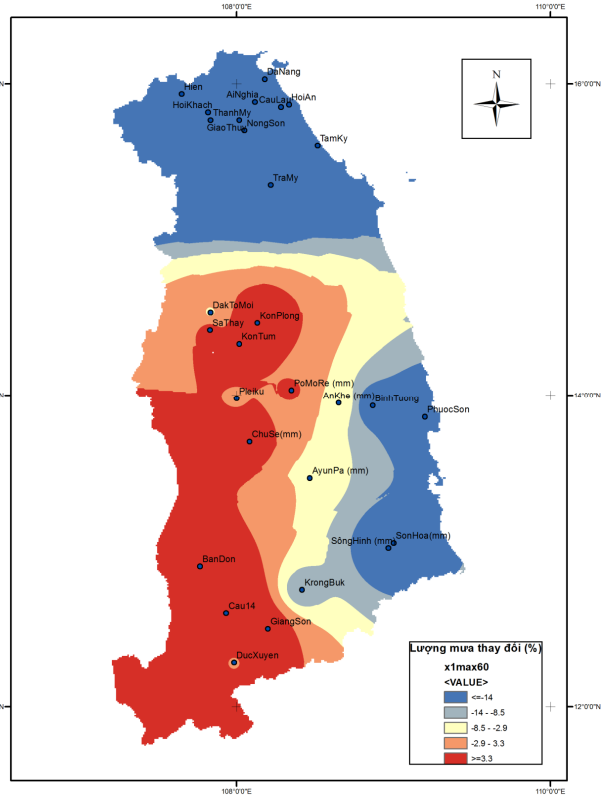
**\* Kịch bản RCP 4.5**

*Bảng 3.2: Sự thay đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất (%) so với thời kỳ nền (RCP 4.5)*

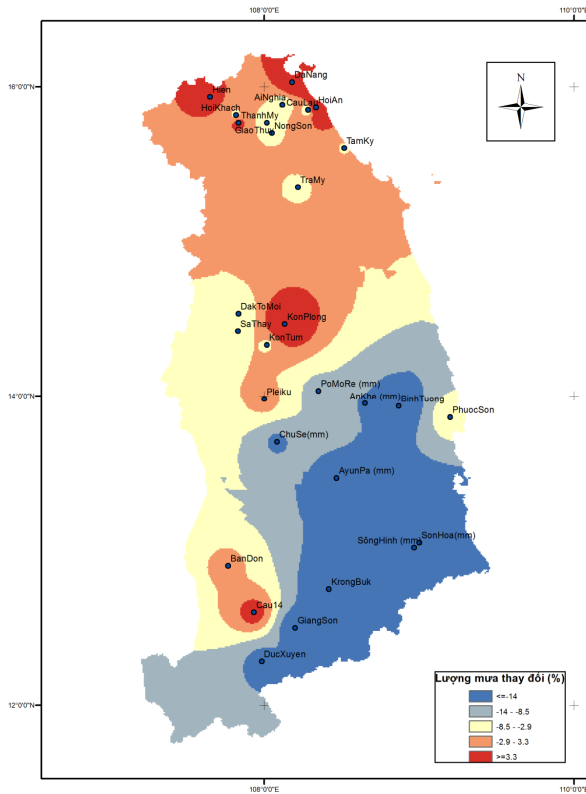
ID	Trạm	2020-2040	2040-2060	2060-2080	2080-2100
1	Pleiku	-7.77	3.17	0.06	-8.61
2	KonTum	7.95	4.37	-3.55	5.91
3	KonPlong	18.38	14.38	20.69	15.64
4	SaThay	8.44	5.10	-5.38	15.76
5	DucXuyen	-7.95	2.90	-16.15	-5.22
6	GiangSon	-6.18	7.38	-19.01	-3.14
7	Cau14	-4.47	39.67	7.43	-12.60
8	BanDon	-4.55	5.24	-1.26	-10.74
9	KrongBuk	1.31	-13.56	-19.97	-8.45
10	DakTo	7.21	-3.53	-8.35	3.39
11	BinhTuong	-13.55	-20.12	-20.87	-7.90
12	PoMoRe	3.97	4.02	-10.63	-7.87
13	AnKhe	0.50	-3.78	-14.25	12.53
14	Son Hoà	-15.53	-18.48	-26.51	-2.93
15	AyunPa	-6.41	-3.47	-15.69	-13.68
16	SôngHinh (mm)	-27.62	-22.17	-33.32	3.82
17	ChuSe	0.48	8.06	-15.08	-0.24
18	CauLau	-26.37	-26.37	-9.10	-6.45
19	AiNghia	-18.48	-40.53	-9.16	-1.89
20	DaNang	-0.94	-21.40	16.16	4.32
21	GiaoThuy	-17.25	-38.04	-8.11	-4.80
22	Hien	-14.23	-38.52	7.91	8.48
23	HoiAn	0.88	-18.19	24.89	7.53
24	HoiKhach	-19.21	-38.77	-4.87	-4.47
25	PhuocSon	-17.63	-25.98	-4.37	-2.15
26	NongSon	-17.29	-29.93	-3.57	0.96
27	ThanhMy	-21.74	-40.77	6.74	16.66
28	TamKy	-15.39	-18.13	-3.23	-7.21
29	TraMy	-15.60	-20.36	-3.92	-4.40



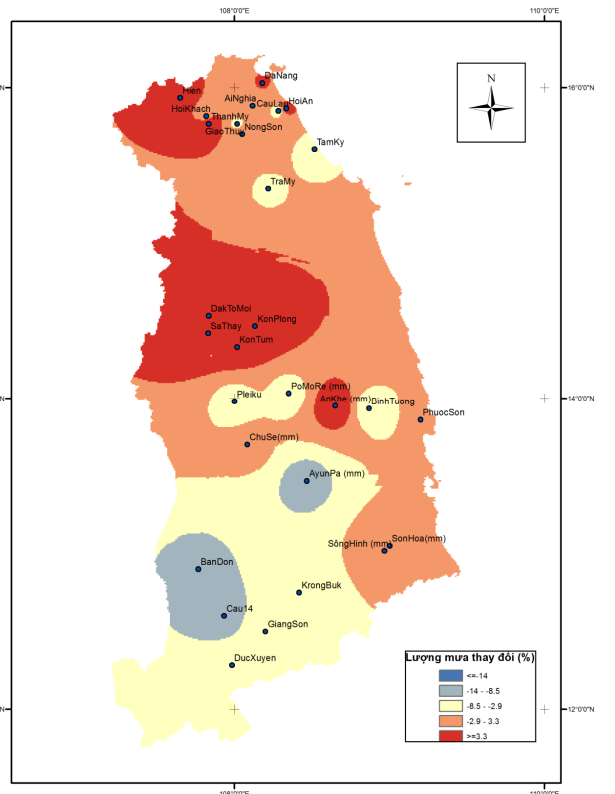
Giai đoạn 2020 - 2040



Giai đoạn 2040 - 2060



Giai đoạn 2060 - 2080



Giai đoạn 2080 - 20100

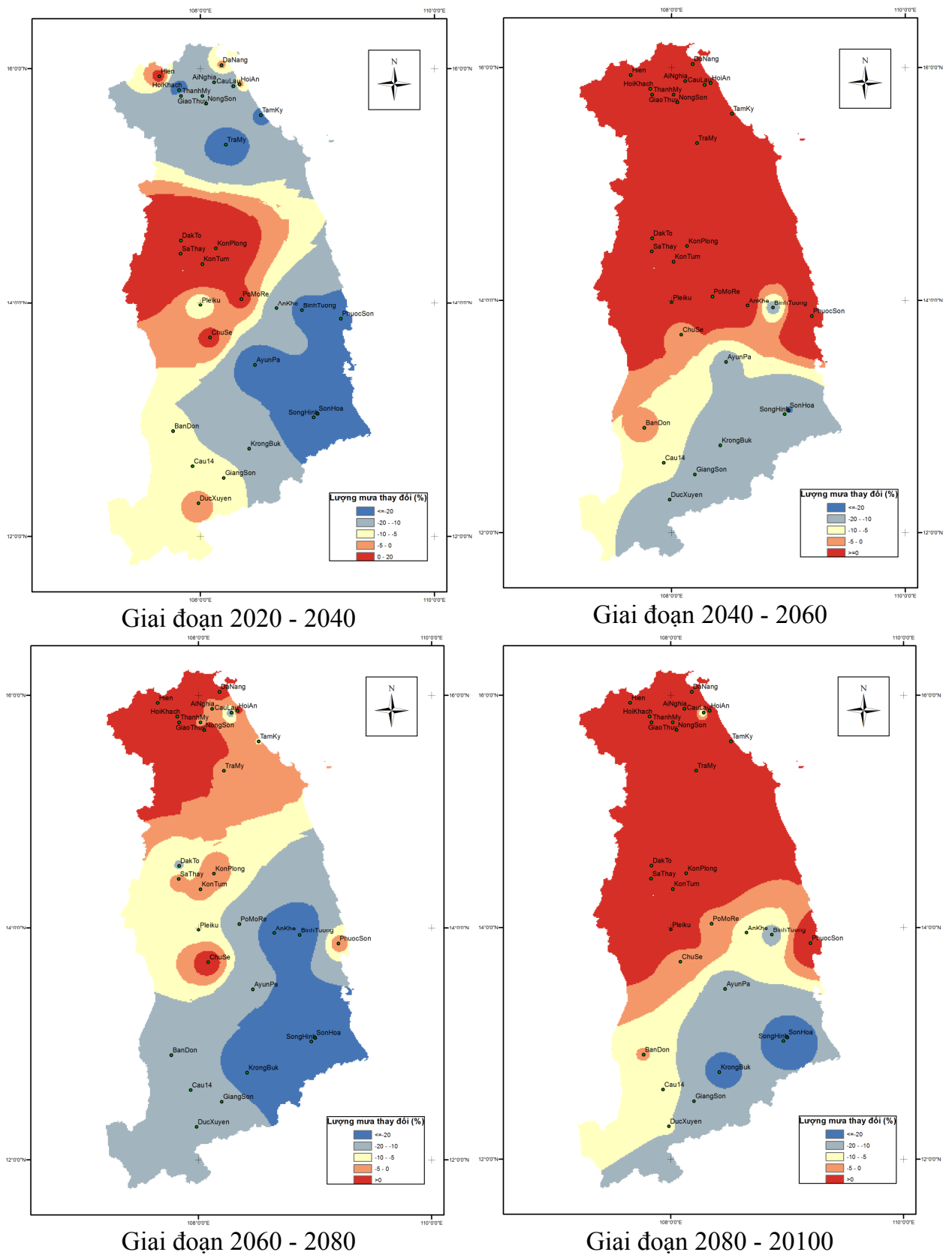
Hình 3.13: Sự thay đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất so với giai đoạn nền (RCP 4.5)

**\* Kịch bản RCP 8.5**

*Bảng 3.3: Sự thay đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất (%) so với thời kỳ nền (RCP 8.5)*

ID	Trạm	2020-2040	2040-2060	2060-2080	2080-2100
1	Pleiku	-9.80	4.89	-6.23	15.93
2	KonTum	6.65	15.07	-3.79	9.45
3	KonPlong	14.02	25.31	-1.88	17.30
4	SaThay	19.15	36.44	-3.40	15.49
5	DucXuyen	-2.60	-12.83	-10.30	-9.94
6	GiangSon	-7.03	-15.42	-12.41	-11.42
7	Cau14	-9.33	-5.95	-17.14	-6.30
8	BanDon	-9.19	-3.31	-16.12	-4.66
9	KrongBuk	-15.11	-13.14	-28.21	-25.13
10	DakTo	11.72	23.35	-10.96	5.96
11	BinhTuong	-24.34	-12.74	-31.71	-12.62
12	PoMoRe	2.56	4.50	-15.33	-3.59
13	AnKhe	-13.00	4.11	-26.43	-7.15
14	Son Hoà	-26.55	-20.60	-39.48	-26.81
15	AyunPa	-31.02	-12.79	-19.18	-14.63
16	SôngHinh (mm)	-29.50	-18.54	-31.25	-19.74
17	ChuSe	2.09	-3.67	5.53	-4.42
18	CauLau	-21.76	11.10	-14.79	-12.33
19	AiNghia	-13.65	31.34	-4.18	10.27
20	DaNang	-3.65	30.14	3.73	13.61
21	GiaoThuy	-15.99	30.12	-3.04	8.17
22	Hien	3.12	38.74	24.40	13.04
23	HoiAn	-1.37	34.37	2.95	15.75
24	HoiKhach	-29.87	23.36	16.14	4.30
25	PhuocSon	-25.56	30.39	-2.93	10.09
26	NongSon	-19.75	30.51	2.44	8.60
27	ThanhMy	-12.76	77.85	30.18	37.14
28	TamKy	-21.39	15.14	-5.18	9.71
29	TraMy	-26.72	16.70	-1.13	6.80





Hình 3.14: Sự thay đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất so với giai đoạn nền (RCP 8.5)

Theo kết quả trình bày ở bảng 3.2, bảng 3.3 và các hình bản đồ thể hiện sự thay đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất theo các kịch bản khác. Nhìn chung sự thay đổi lượng mưa trung bình một ngày lớn nhất theo các giai đoạn có sự thay đổi khác nhau. Theo kịch

bản RCP4.5, đa số các vùng và giai đoạn có sự suy giảm về mưa 1 ngày lớn nhất. Tuy nhiên một số giai đoạn thì lại có sự gia tăng như vùng Srêpôk, sông Kôn.

Còn đối với kịch bản RCP 8.5 thì vùng sông Ba, sông SêSan có sự gia tăng lượng mưa trung bình 1 ngày lớn nhất.

Tuy nhiên, kết quả ở đây chỉ là tính toán trung bình trong một giai đoạn. Các giá trị cực đoan đã bị làm mờ đi khá nhiều. Khi phân tích tính toán sự thay đổi lượng mưa một ngày lớn nhất còn cần phải xem xét từng năm, từng giai đoạn, từng vùng cụ thể.

### 3.2.2. Tính toán lại lũ thiết kế cho hồ chứa điển hình trong điều kiện BĐKH

#### 3.2.2.1 Xác định dòng chảy lũ thiết kế hồ Buôn Tua Srah (lưu vực sông Srêpôk)

##### 1. Phương pháp xác định dòng chảy lũ thiết kế

Hồ Buôn Tua Srah (diện tích 2930 km<sup>2</sup>) không có số liệu đo dòng chảy. Bên dưới hạ lưu của hồ có trạm đo thủy văn Đức Xuyên (diện tích lưu vực là 3080 km<sup>2</sup>) thực hiện đo đạc dòng chảy liên tục từ năm 1978 đến nay, số liệu tin cậy có thể sử dụng làm lưu vực tương tự. Lưu lượng đỉnh lũ của hồ Buôn Tua Srah được tính theo công thức triết giảm từ dòng chảy lũ trạm Đức Xuyên:

$$Q_{\max\text{BuonTuaSrah}} = Q_{\max\text{Đức Xuyên}} \left( \frac{F_{\text{BuonTuaSrah}}}{F_{\text{Đức Xuyên}}} \right)^{1-n} \quad (3-10)$$

Trong đó:  $Q_{\max\text{Đức Xuyên}}$  là lưu lượng đỉnh lũ tại Đức Xuyên,  $Q_{\max\text{BuonTuaSrah}}$  là lưu lượng đỉnh lũ tính toán tại hồ Buôn Tua Srah,  $F$  là diện tích lưu vực,  $n$  là hệ số triết giảm lấy bằng 0,30.

$Q_{\max\text{Đức Xuyên}}$  ứng với tần suất thiết kế được tính toán dựa trên số liệu đo đạc dòng chảy lũ thực đo tại trạm Đức Xuyên.

Kết quả tính toán lưu lượng lũ thiết kế tại trạm Đức Xuyên và hồ Buôn Tua Srah đối với dữ liệu thực đo từ năm 1978 đến năm 2010 được trình bày ở bảng 3.4:

Bảng 3.4: Các đặc trưng thống kê và lưu lượng đỉnh lũ thiết kế

Thông số	Q <sub>max</sub> TB	C <sub>v</sub>	C <sub>s</sub>	0.01%	0.10%	1%	10%
Đơn vị	m <sup>3</sup> /s			m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Trạm Đức Xuyên	956	0.52	1.4	4452	3517	2580	1614
Hồ Buôn Tua Srah				4299	3396	2491	1559

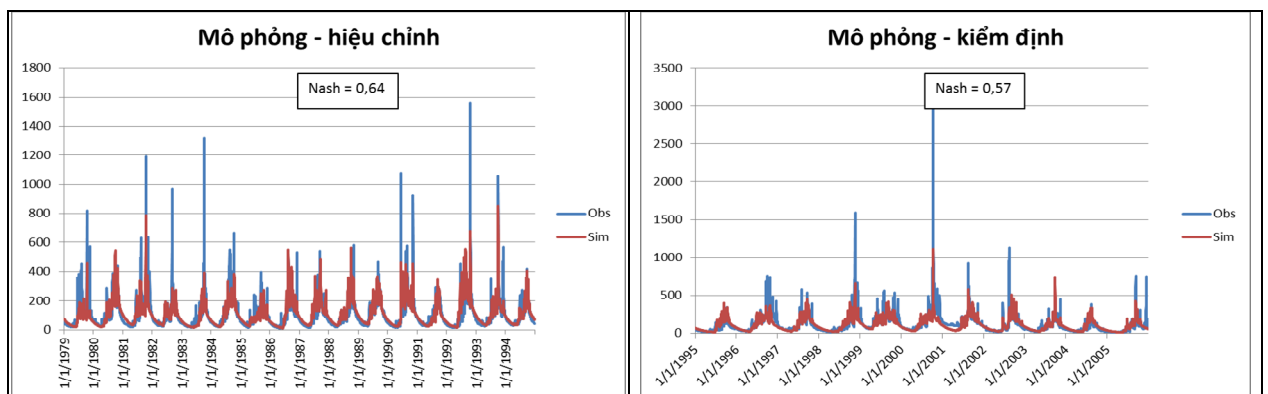
## 2. Mô phỏng dòng chảy theo các kịch bản BĐKH

### 1) Mô phỏng dòng chảy ngày tại Đức Xuyên

Để mô phỏng dòng chảy trong tương lai theo các kịch bản BĐKH, nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE-NAM với các thông số được xác định dựa trên số liệu mưa thực đo Đức Xuyên và bốc hơi tại trạm Buôn Ma Thuột từ năm 1978 – 2010 mô phỏng dòng chảy đến trạm thủy văn Đức Xuyên (từ năm 2011 dòng chảy tại Đức Xuyên bị ảnh hưởng bởi hồ chứa Buôn Tua Srah). Giai đoạn hiệu chỉnh từ năm 1979 đến năm 1994 cho hệ số Nash là 0,64; giai đoạn kiểm định từ 1995 đến 2009 cho hệ số Nash là 0,57 (Hình 3.15). Kết quả này là chấp nhận được do lưu vực Đức Xuyên là lưu vực lớn nhưng chỉ có 1 trạm đo mưa nên khó đại biểu. Các trạm mưa lân cận nằm ở dưới xa phía hạ lưu lưu vực, hoặc nằm ở vùng khí hậu khác nên không sử dụng được.

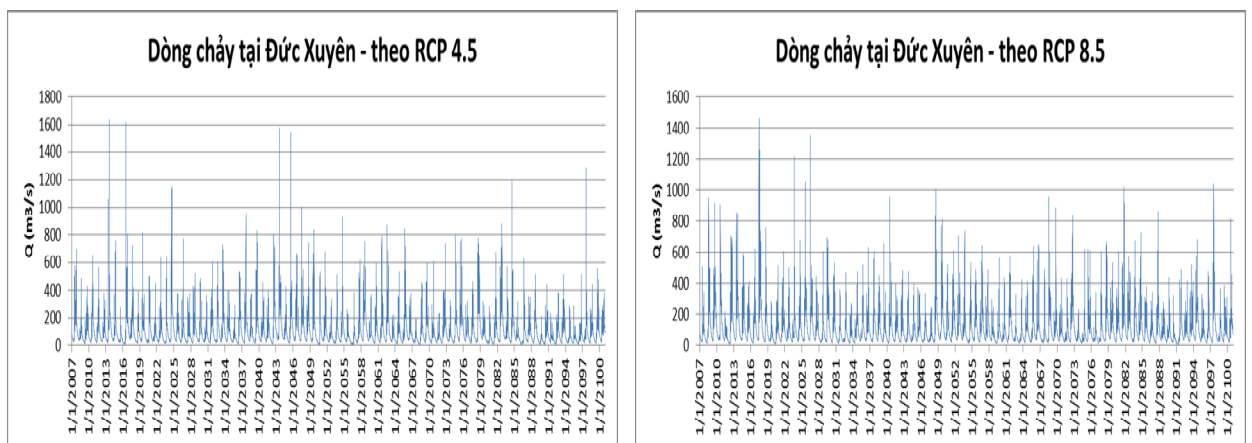
Mô hình mô phỏng thời đoạn ngày với bộ thông số tìm được như sau:

Thông số	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF
Giá trị	17.3	300	0.32	859	36	0.46	0.1	0.1	2340



Hình 3.15: Hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy tại Đức Xuyên theo MIKE-NAM

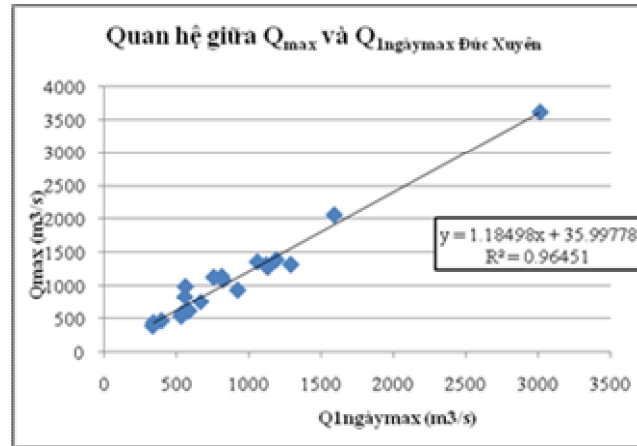
Kết quả mô phỏng dòng chảy ngày tại Đức Xuyên theo các kịch bản BĐKH được trình bày ở Hình 3.16.



Hình 3.16: Dòng chảy tại Đức Xuyên theo các kịch bản BĐKH

## 2) Phân tích quan hệ $Q_{max}$ - $Q_{1ngàymax}$

Dựa trên số liệu lũ quan trắc từ giai đoạn 1978 đến 2010, nghiên cứu đã phân tích quan hệ giữa lưu lượng đỉnh lũ của năm  $Q_{max}$  với lưu lượng trung bình ngày lớn nhất năm  $Q_{1ngàymax}$ . Kết quả (Hình 3-17) cho thấy chúng có quan hệ rất tốt với hệ số tương quan  $R = 0,98$ .



Hình 3.17: Quan hệ giữa  $Q_{max}$  và  $Q_{1ngàymax}$  Đức Xuyên

## 3) Xác định lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo các kịch bản BĐKH

Từ phương trình mô tả quan hệ tương quan giữa  $Q_{max}$  và  $Q_{1ngàymax}$  ở trên, tính toán xây dựng chuỗi số liệu  $Q_{max}$  tại Đức Xuyên từ chuỗi số liệu dòng chảy ngày đã được tính toán mô phỏng bằng mô hình MIKE-NAM từ đó xác định được lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo các kịch bản BĐKH.

Kết quả cuối cùng được trình bày ở Bảng 3.5.

Bảng 3.5: So sánh lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH

Thông số	$Q_{maxTB}$	$C_v$	$C_s$	0.01%	0.10%	1%	10%
Đơn vị	$m^3/s$			$m^3/s$	$m^3/s$	$m^3/s$	$m^3/s$
Lưu vực Đức Xuyên							
Hiện trạng	956	0.52	1.40	4452	3517	2580	1614
RCP4.5	752	0.50	1.52	3508	2754	2007	1249
RCP8.5	740	0.42	1.27	2829	2284	1733	1153
Hồ Buôn Tua Srah							
Hiện trạng				4299	3396	2491	1559
RCP4.5				3388	2659	1938	1206
RCP8.5				2732	2206	1673	1113

Có thể thấy, lưu lượng đỉnh lũ thiết kế ở cả 2 kịch bản đều giảm, trong đó với kịch bản RCP4.5 có mức độ giảm trung bình 20%, còn kịch bản RCP8.5 có mức độ giảm trung bình 30%. Hệ số biến thiên  $C_v$  nhìn chung ít thay đổi giữa hiện trạng và kịch bản

RCP4.5 nhưng giảm gần 20% so với kịch bản RCP8.5. Hệ số thiên lệch Cs cũng có sự thay đổi tương tự

### 3.2.2.2 Xác định dòng chảy lũ thiết kế hồ A Vương (lưu vực Vu Gia – Thu Bồn)

#### 1. Phương pháp xác định dòng chảy lũ thiết kế

Dòng chảy lũ thiết kế của hồ được tính toán theo phương pháp đường đơn vị (PECC2, 2003) dựa trên số liệu đo mưa 1 ngày lớn nhất ở 2 trạm Hiên và Đà Nẵng với lượng mưa của mỗi thời khoảng đơn vị 2 giờ, trong 1 ngày (Bảng 3.6) được xác định dựa trên công thức:

$$R_T = R_{24} (T/24)^{1/3} \quad (3-11)$$

Trong đó:  $R_T$  : Lượng mưa trong thời gian T.

$R_{24}$ : Lượng mưa trong 24 giờ.

T : Thời gian (giờ)

Bảng 3.6: Đường đơn vị cho tuyến đập A Vương

Thời gian (giờ)	Lưu lượng (m <sup>3</sup> /s)	Thời gian (giờ)	Lưu lượng (m <sup>3</sup> /s)
0	0.00	22	1.90
2	1.90	24	1.10
4	7.67	26	0.50
6	15.2	28	0.30
8	17.9	30	0.20
10	15.8	32	0.15
12	11.7	34	0.12
14	8.10	36	0.10
16	5.50	38	0.10
18	3.70	40	0.10
20	2.60		

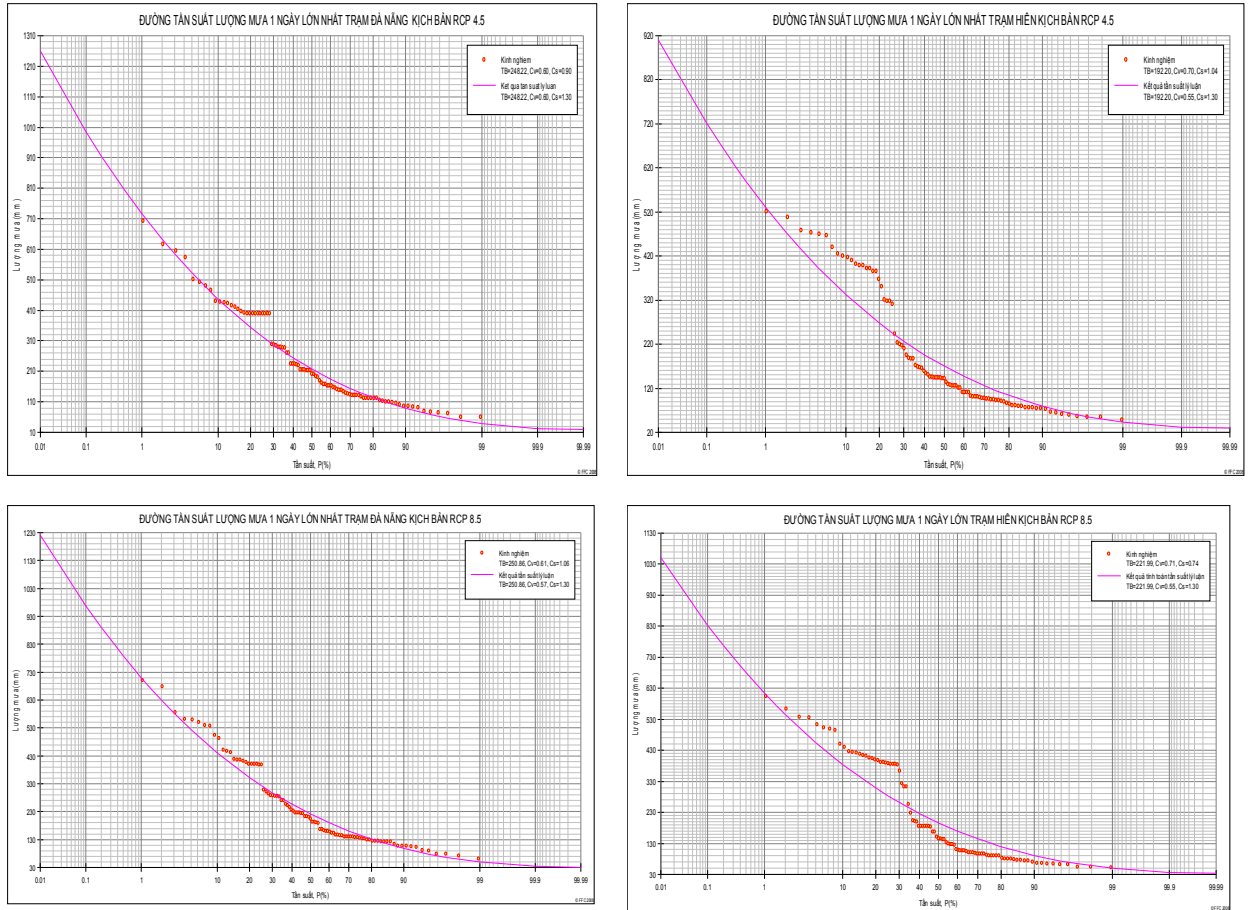
Kết quả tính toán lưu lượng đỉnh lũ thiết kế  $Q_{maxp}$  được trình bày ở Bảng 3.7.

Bảng 3.7: Mưa 1 ngày max và lưu lượng đỉnh lũ thiết kế hồ A Vương

P (%)	0.1	0.5	1	3	5	10
$X_{Đà Nẵng}$ (mm)	632	524	477	403	368	320
$X_{Hiên}$ (mm)	694	557	500	410	368	311
$Q_{maxp}$ (m <sup>3</sup> /s)	7120	5730	4980	4050	3600	3020

#### 2. Xác định dòng chảy lũ thiết kế theo các kịch bản BĐKH

Để xác định dòng chảy lũ thiết kế theo các kịch bản BĐKH, nghiên cứu đã tiến hành xây dựng đường tần suất lượng mưa 1 ngày max của các trạm Hiên và Đà Nẵng theo cả 2 kịch bản RCP 4.5 và RCP8.5 (hình 3.18).



Hình 3.18: Đường tần suất  $XI_{max}$  trạm Hiên và Đà Nẵng theo 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5

Kết quả tính toán lượng mưa 1 ngày lớn nhất thiết kế hồ theo các kịch bản như sau:

Bảng 3.8: Lượng mưa ngày lớn nhất theo hiện trạng và kịch bản BĐKH

Vu Gia – Thu Bồn (mm)

Kịch bản	P(%)	0.1	0.5	1	3	5	10
Hiện trạng	Đà Nẵng	632	524	477	403	368	320
	Hiên	694	557	500	410	368	311
RCP 4.5	Đà Nẵng	994	808	726	595	533	446
	Hiên	722	589	532	439	394	333
RCP 8.5	Đà Nẵng	967	788	710	584	524	441
	Hiên	834	681	614	507	455	384

Bảng 3.9: So sánh lưu lượng đỉnh lũ thiết kế hồ A Vương theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH

P (%)	Kịch bản	0.1	0.5	1	3	5	10
$Q_{maxp}$ (m <sup>3</sup> /s)	Hiện trạng	7120	5 730	4 980	4 050	3 600	3 020
$Q_{maxp}$ (m <sup>3</sup> /s)	RCP 4.5	9210	7398	6402	5140	4535	3723
$Q_{maxp}$ (m <sup>3</sup> /s)	RCP 8.5	9671	7778	6737	5427	4789	3942

Có thể thấy, lưu lượng đỉnh lũ thiết kế ở cả 2 kịch bản đều tăng, trong đó với kịch bản RCP4.5 có mức độ tăng trung bình 25 - 30%, còn kịch bản RCP8.5 có mức độ tăng trung bình 30-35% tùy tần suất. Hệ số biến thiên Cv nhìn chung ít thay đổi giữa hiện trạng và kịch bản RCP4.5 nhưng giảm gần 20% so với kịch bản RCP8.5. Hệ số thiên lệch Cs cũng có sự thay đổi tương tự.

### 3.2.2.3. Xác định dòng chảy thiết kế hồ Định Bình (lưu vực sông Kôn)

#### 1. Phương pháp xác định dòng chảy lũ thiết kế hồ Định Bình

Hồ Định Bình diện tích  $F=1040\text{Km}^2$  không có dòng chảy đo. Lưu lượng đỉnh lũ hồ Định Bình được xác định từ số liệu quan trắc của trạm Thủy văn Bình Tường theo tỉ lệ diện tích. Lưu lượng lũ đến hồ Định Bình được xác định:

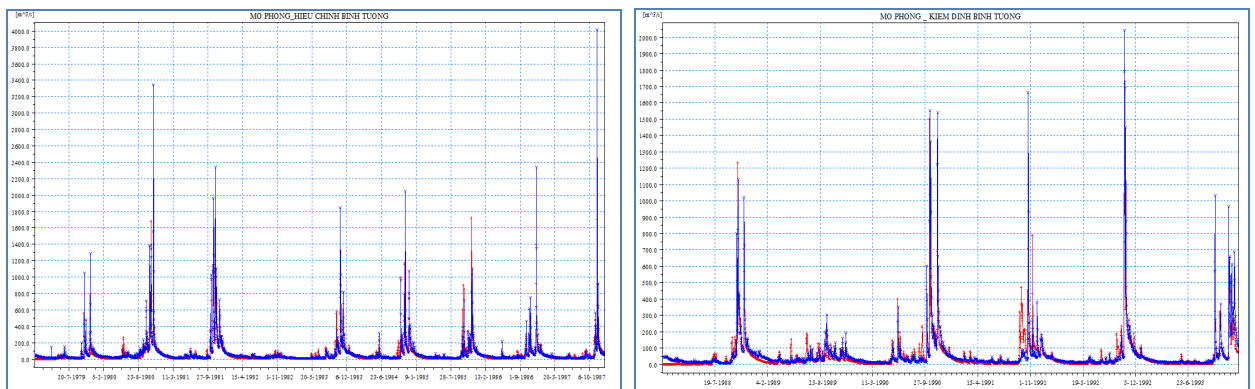
$$Q_{DB} = Q_{BT} \times \left( \frac{F_{db}}{F_{bt}} \right)^n$$

- Trong đó:  $Q_{DB}$ : Lưu lượng tại tuyến đập hồ Định Bình  
 $Q_{BT}$ : Lưu lượng tại trạm Bình Tường trên sông Kôn  
 $F_{bt}$ : Diện tích lưu vực trạm Bình Tường trên sông Kôn ( $1510 \text{ km}^2$ )  
 $F_{db}$ : Diện tích lưu vực đến tuyến đập Định Bình ( $1040 \text{ km}^2$ )  
 $N=0,78$

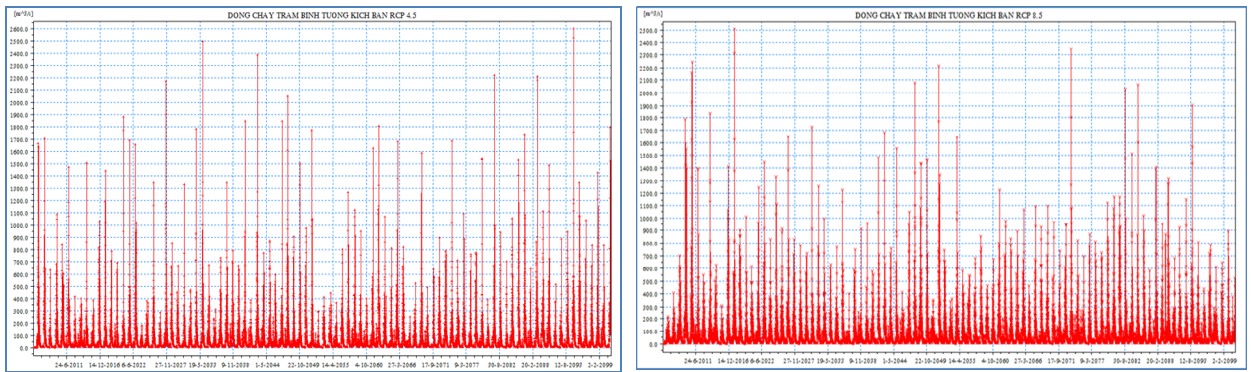
#### 2. Mô phỏng dòng chảy theo các kịch bản BĐKH

##### 1) Mô phỏng dòng chảy ngày tại trạm Bình Tường

Sử dụng mô hình MIKE-NAM để mô phỏng dòng chảy trong tương lai theo các kịch bản BĐKH với các thông số được xác định dựa trên số liệu mưa thực đo trạm Bình Tường và bốc hơi tại trạm Quy Nhơn từ năm 1979 – 1993 mô phỏng dòng chảy đến trạm thủy văn Bình Tường (từ năm 1994 dòng chảy tại trạm Bình Tường bị ảnh hưởng bởi hồ chứa Vĩnh Sơn A, Vĩnh Sơn B, Trà Xom 1, Trà Xom 2; năm 2009 thêm hồ Định Bình). Giai đoạn hiệu chỉnh từ năm 1979 đến năm 1987 cho hệ số Nash là 0,70; giai đoạn kiểm định từ 1988 đến 1993 cho hệ số Nash là 0,76.



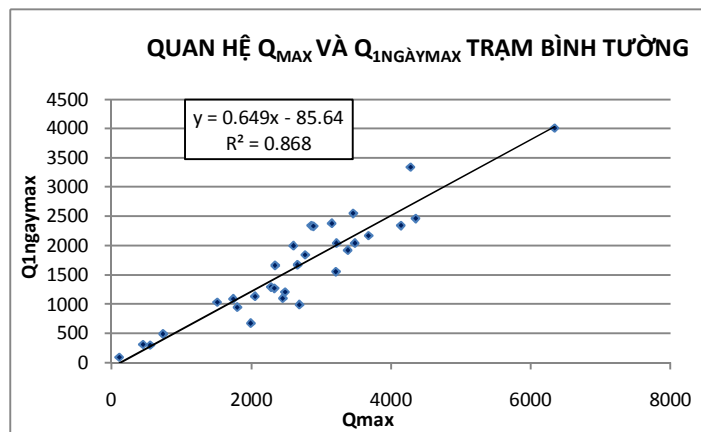
Hình 3.19: Hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy tại Bình Tường theo MIKE-NAM



Hình 3.20: Dòng chảy tại Bình Tường theo các kịch bản BDKH

## 2) Phân tích quan hệ $Q_{max}$ - $Q_{1ngàymax}$

Từ chuỗi số liệu lưu lượng quan trắc giai đoạn từ năm 1979 đến năm 2009 trạm Bình Tường, phân tích quan hệ giữa lưu lượng đỉnh lũ năm  $Q_{max}$  và lưu lượng trung bình ngày lớn nhất năm  $Q_{1ngàymax}$  cho thấy tương quan rất tốt  $R=0,93$ .



Hình 3.21: Quan hệ  $Q_{max}$  và  $Q_{1ngàymax}$  trạm Bình Tường

- Xác định dòng chảy lũ thiết kế theo các kịch bản BDKH

Từ phương trình tương quan giữa  $Q_{max}$  và  $Q_{1ngàymax}$  trạm Bình Tường được xây dựng trên, tính toán xây dựng chuỗi số liệu  $Q_{max}$  tại Bình Tường từ chuỗi số liệu dòng chảy ngày theo kịch bản BDKH đã được tính toán mô phỏng bằng mô hình MIKE-NAM từ đó xác định được lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo các kịch bản BDKH.

Bảng 3.10: So sánh  $Q_{max}$  hồ Định Bình theo hiện trạng và các kịch bản BDKH

Đặc trưng	Trường hợp tính	P(%)					
		0,1	0,5	1	2	5	10
$Q_{max}$ Định Bình	Hiện trạng	6710	5450	4900	4350	3610	3030
$Q_{max}$ Bình Tường	KB R45	6902	5628	5071	4507	3741	3139
	KB R85	7071	5703	5109	4512	3710	3086
$Q_{max}$ Định Bình	KB R45	5160	4208	3791	3370	2797	2347
	KB R85	5286	4264	3820	3373	2774	2307



Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế hồ Định Bình kịch bản BĐKH RCP 4.5, RCP 8.5 giảm so với giai đoạn hiện trạng với mức giảm 25,2% với RCP8.5 và RCP4.5 ở tần suất thiết kế 0,1%.

### 3.2.2.4. Xác định dòng chảy lũ thiết kế hồ Kanak

Hồ Kanak không có số liệu dòng chảy thực đo nên sử dụng số liệu dòng chảy thực đo trạm An Khê ( $F=1345\text{Km}^2$ ) để tính toán và coi là lưu vực tương tự.

Đỉnh lũ thiết kế tại tuyến đập Kanak được tính triết giảm từ đỉnh lũ ứng với tần suất tại trạm thủy văn An Khê theo công thức

$$Q_{\max}^{\text{td}} = Q_{\max}^{\text{tv}} (F_{\text{td}}/F_{\text{tv}})^{1-n}$$

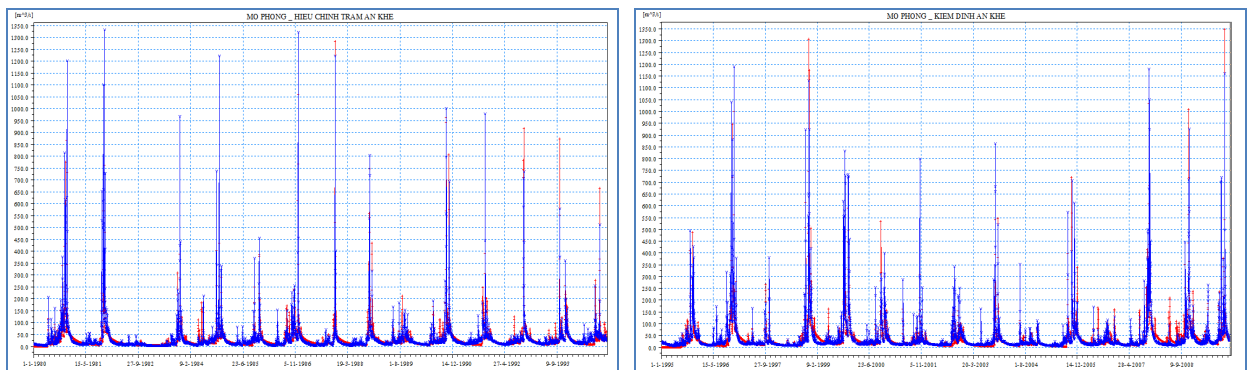
Trong đó  $Q_{\max}^{\text{td}}$ : Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế tại tuyến đập tính toán  $F_{\text{Kanak}}=833\text{Km}^2$

$Q_{\max}^{\text{tv}}$ : Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế tại trạm thủy văn An Khê

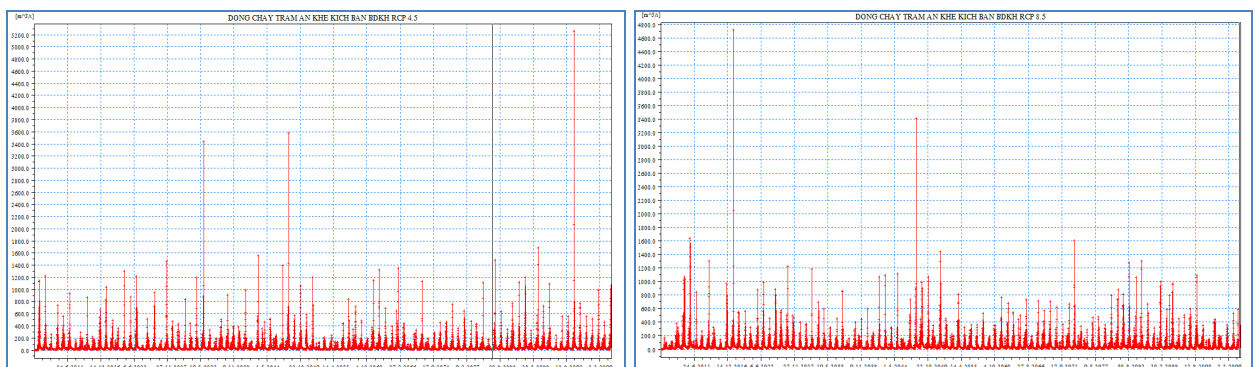
n: hệ số triết giảm đỉnh lũ theo diện tích, khu vực sông Ba  $n=0,31$

#### 1. Mô phỏng dòng chảy ngày tại trạm An Khê

Sử dụng mô hình MIKE-NAM để mô phỏng dòng chảy trong tương lai theo các kịch bản BĐKH với các thông số được xác định dựa trên số liệu mưa thực đo trạm An Khê và bốc hơi tại trạm An Khê từ năm 1980 – 2009 mô phỏng dòng chảy đến trạm thủy văn An Khê (từ năm 2010 dòng chảy tại trạm An Khê bị ảnh hưởng bởi hồ chứa An Khê và Kanak). Giai đoạn hiệu chỉnh từ năm 1980 đến năm 1994 cho hệ số Nash là 0,75; giai đoạn kiểm định từ 1995 đến 2009 cho hệ số Nash là 0,78.



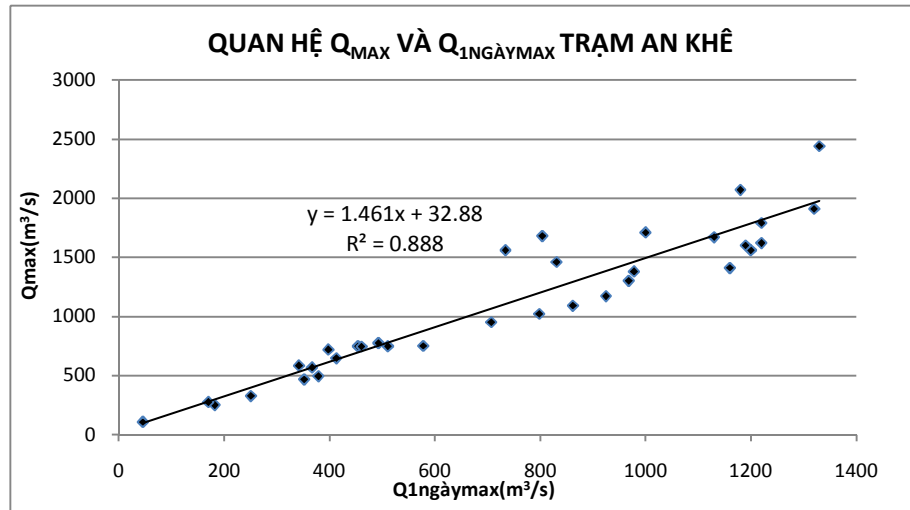
Hình 3.22: Hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy tại An Khê theo MIKE-NAM



Hình 3.23: Dòng chảy tại An Khê theo các kịch bản BĐKH

## 2. Phân tích quan hệ $Q_{max}$ - $Q_{1ngàymax}$

Từ chuỗi số liệu lưu lượng quan trắc giai đoạn từ năm 1980 đến năm 2009 trạm An Khê, phân tích quan hệ giữa lưu lượng đỉnh lũ năm  $Q_{max}$  và lưu lượng trung bình ngày lớn nhất năm  $Q_{1ngàymax}$  cho thấy tương quan rất tốt  $R=0,94$  (Hình 3.24).



Hình 3.24: Quan hệ  $Q_{max}$  và  $Q_{1ngàymax}$  trạm An Khê

- Xác định dòng chảy lũ thiết kế theo các kịch bản BĐKH

Từ phương trình tương quan giữa  $Q_{max}$  và  $Q_{1ngàymax}$  trạm An Khê được xây dựng trên, tính toán xây dựng chuỗi số liệu  $Q_{max}$  tại Đức Xuyên từ chuỗi số liệu dòng chảy ngày theo kịch bản BĐKH đã được tính toán mô phỏng bằng mô hình MIKE-NAM từ đó xác định được lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo các kịch bản BĐKH.

Bảng 3.11: So sánh  $Q$  đỉnh lũ thiết kế hồ Kanak theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH

Trường hợp tính toán	$Q_{max}(\%) (m^3/s)$					
	0,1	0,5	1	3	5	10
Hiện Trạng	4687	3582	3123	2421	2099	1676
KB RCP 4.5	7330	5233	4381	3100	2538	1814
KB RCP 8.5	6857	4848	4037	2827	2301	1629

Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế hồ Kanak kịch bản BĐKH RCP 4.5, RCP 8.5 tăng so với giai đoạn hiện trạng.

### 3.2.2.5 Xác định dòng chảy lũ thiết kế hồ chứa PleiKrong (lưu vực sông SêSan)

#### 1. Phương pháp xác định lũ thiết kế

- Thời kỳ từ 1982 đến 1997, lưu lượng tại hồ PleiKrong được xác định theo chuỗi quan trắc của trạm thủy văn Trung Nghĩa vì vị trí trạm này chỉ cách thủy điện PleiKrong khoảng 1,5km.

- Từ năm 1998 đến nay, xác định lưu lượng tại hồ PleiKrông theo phương pháp tỉ lệ diện tích từ trạm thủy văn Đắc Môt. Lưu lượng lũ tại PleiKrông được xác định như sau:

$$Q_{Plei} = Q_{ĐMôt} \times \left( \frac{F_{Plei}}{F_{ĐMôt}} \right)^{1-n}$$

Trong đó:

$Q_{Plei}$ : Lưu lượng tại tuyến đập PleiKrông

$Q_{ĐMôt}$ : Lưu lượng tại trạm Đắc Môt trên sông Krông PôKô

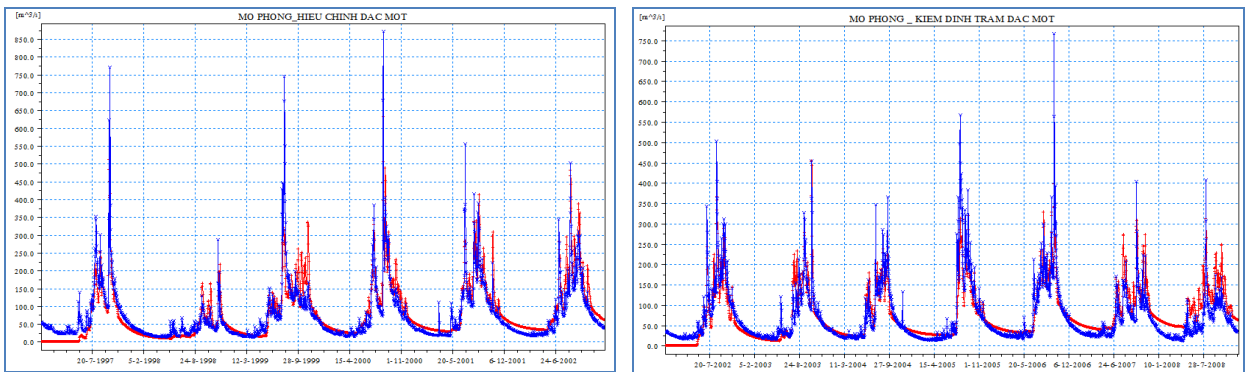
$F_{ĐMôt}$ : Diện tích lưu vực trạm sông Krông PôKô (1.260 km<sup>2</sup>)

$F_{Plei}$ : Diện tích lưu vực đến tuyến đập PleiKrông (3.216 km<sup>2</sup>)

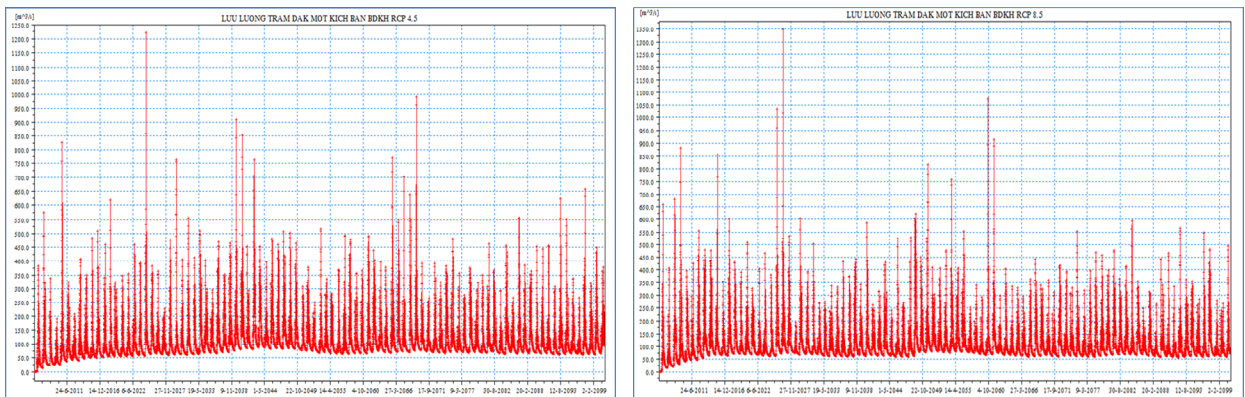
Như vậy, tỉ lệ  $\left( \frac{F_{Plei}}{F_{ĐMôt}} \right) \sim 2,55$ ;  $n = 0,31$

## 2. Mô phỏng dòng chảy theo các kịch bản BĐKH

Sử dụng mô hình MIKE-NAM để mô phỏng dòng chảy trong tương lai theo các kịch bản BĐKH với các thông số được xác định dựa trên số liệu mưa thực đo trạm Đắc Glei và trạm Đắc Tô và bốc hơi tại trạm PleiKu từ năm 1997 – 2008 mô phỏng dòng chảy đến trạm thủy văn Đắc Môt (từ năm 2009 hồ PleiKrông đi vào hoạt động). Giai đoạn hiệu chỉnh từ năm 1997 đến năm 2002 cho hệ số Nash là 0,74; giai đoạn kiểm định từ 2003 đến 2008 cho hệ số Nash là 0,73.



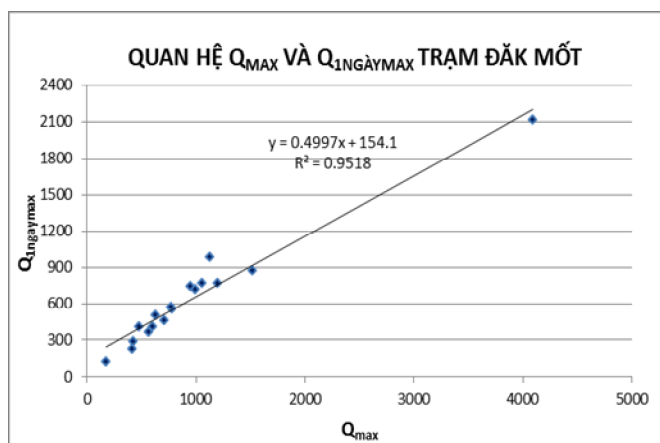
Hình 3.25: Hiệu chỉnh và kiểm định dòng chảy tại Đắc Môt theo MIKE-NAM



Hình 3.26: Dòng chảy tại Đắc Môt theo các kịch bản BĐKH

### 3. Phân tích quan hệ $Q_{max}$ - $Q_{1ngàymax}$

Từ chuỗi số liệu lưu lượng quan trắc giai đoạn từ năm 1997 đến năm 2008 trạm Đắc Mốt, phân tích quan hệ giữa lưu lượng đỉnh lũ năm  $Q_{max}$  và lưu lượng trung bình ngày lớn nhất năm  $Q_{1ngàymax}$  cho thấy tương quan rất tốt  $R=0,97$ .



Hình 3.27: Quan hệ  $Q_{max}$  và  $Q_{1ngàymax}$  trạm Đắc Mốt

### 4. Xác định dòng chảy lũ thiết kế hồ PleiKrông theo các kịch bản BĐKH

Từ phương trình tương quan giữa  $Q_{max}$  và  $Q_{1ngàymax}$  trạm Đắc Mốt được xây dựng trên, tính toán xây dựng chuỗi số liệu  $Q_{max}$  tại Đắc Mốt từ chuỗi số liệu dòng chảy ngày theo kịch bản BĐKH đã được tính toán mô phỏng bằng mô hình MIKE-NAM từ đó xác định được lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo các kịch bản BĐKH.

Bảng 3.12: So sánh  $Q$  đỉnh lũ thiết kế hồ PleiKrông theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH

Đặc trưng	Trường hợp tính	$Q_{maxP}(\%)$						
		0.02	0.1	0.5	1	3	5	10
$Q_{maxPleiKrong}$	Hiện trạng	10000	7063	4944	4212	3171	2745	2249
$Q_{maxĐắcMốt}$	KB R45	2787	2693	2120	1880	1504	1332	1101
	KB R85	3344	3219	2472	2160	1682	1466	1179
$Q_{maxPleiKrong}$	KB R45	7113	6874	5411	4798	3839	3400	2810
	KB R85	8535	8216	6309	5513	4293	3742	3009

Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế hồ PleiKrông kịch bản BĐKH RCP 4.5, RCP 8.5 giảm so với giai đoạn hiện trạng với mức giảm 14,6% với RCP4.5 và 14,2% RCP8.5 ở tần suất thiết kế 0,1%.

#### 3.2.3. Tính lũ PMF lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

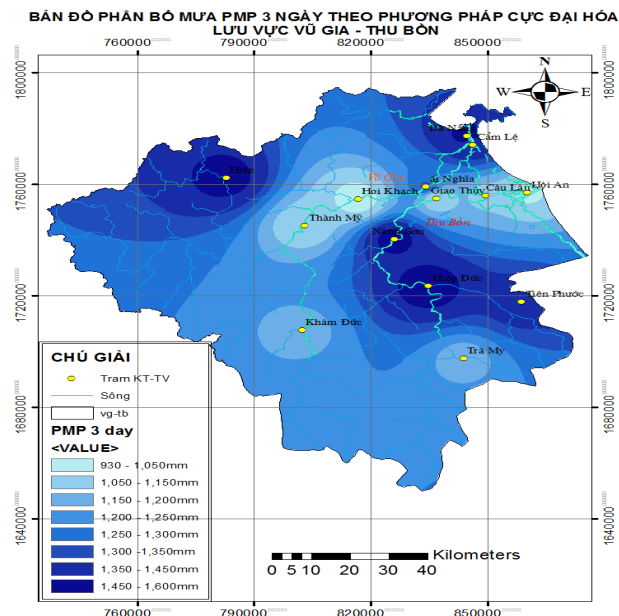
Qua việc tính toán thiết kế lũ có xét đến BĐKH ở trên có thể thấy lũ trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn chịu tác động mạnh mẽ của BĐKH. Đề tài đã tính toán lũ PMF

cho lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn theo lũ PMP như đã đề xuất ở mục 3.1.4. Kết quả tính toán lượng mưa PMP tại vị trí các trạm đo đạc được thể hiện ở bảng 3.13

Bảng 3.13: Giá trị mưa PMP tại vị trí các trạm đo (mm)

STT	Trạm	Phương pháp cực đại hóa	
		PMP 1day	PMP 3day
1	Trà My	744.3	1161.1
2	Tiên Phước	748.4	1422.0
3	Hiệp Đức	919.9	1582.2
4	Nông sơn	665.0	1536.2
5	Khâm đức	759.5	1169.7
6	Thành Mỹ	841.1	1068.2
7	Hiên	688.7	1520.1
8	Ái Nghĩa	748.4	1318.4
9	Cẩm Lệ	961.6	1407.5
10	Đà Nẵng	952.1	1508.8
11	Giao Thủy	590.9	1049.6
12	Câu Lâu	556.1	1117.8
13	Hội An	577.0	1005.6
	<b>Trung bình</b>	<b>744.8</b>	<b>1291.2</b>

Do thời gian mưa trên lưu vực sông Vũ Gia – Thu Bồn với lượng mưa đáng kể phổ biến kéo dài từ 3 ngày, vì vậy lựa chọn thời đoạn mưa PMP 3 ngày là số liệu mưa đầu vào mô hình mưa – dòng chảy để tính toán lũ cực hạn PMF cho lưu vực nghiên cứu.



Bảng 3.14: Phân bố mưa lớn nhất khả năng PMP thời đoạn 3 ngày trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Mô hình HEC-HMS được lựa chọn tính toán dòng chảy lũ cho lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn. Dựa vào kết quả tính toán mưa PMP theo phương pháp cực đại hóa tại

các trạm Tiên Phước, Khâm Đức, Nông Sơn, Hiệp Đức, Trà My, Thành Mỹ. Tiến hành thu phóng và phân phối mưa cực hạn PMP 3 ngày theo thời đoạn 6h theo dạng của trận mưa 10 -12/XI/2007 tại các trạm theo công thức:

$$PMP(t) = X_{dh}(t) \times k$$

Trong đó:  $k$  là hệ số được xác định:  $k = PMP_{3day} / X_{3day}$

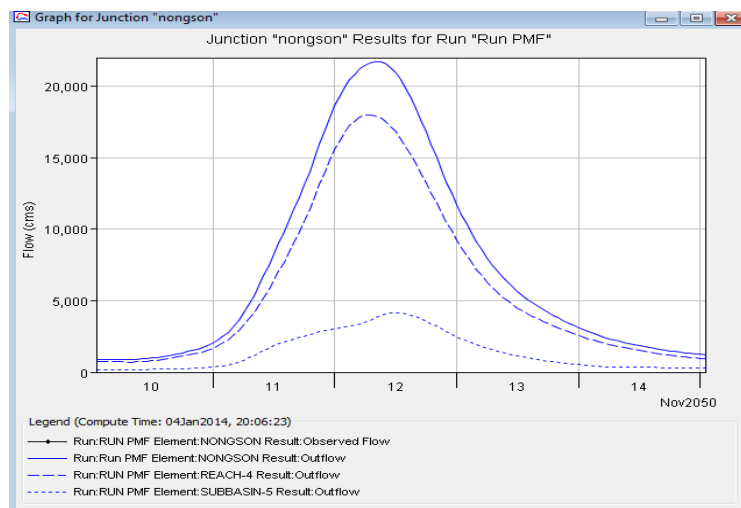
$PMP(t)$  là lượng mưa PMP trong thời gian  $t$

$X_{dh}(t)$  là lượng mưa thực đo điển hình trong khoảng thời gian  $t$

Các số liệu mưa PMP thu được làm số liệu đầu vào tính được đặc trưng lũ PMF của lưu vực Thu Bồn tính đến Nông Sơn và lưu vực Vũ Gia tính đến Thành Mỹ với kết quả như sau:

+ Lưu vực Thu Bồn tính đến Nông Sơn :

- Lưu lượng đỉnh lũ PMF :  $Q_{max} = 21724 \text{ m}^3/\text{s}$
- Tổng lượng dòng chảy lũ PMF thời đoạn 5 ngày:  $W_{5day} = 3,197 \text{ tỉ m}^3$
- Quá trình dòng chảy lũ PMF thời đoạn 5 ngày :



Bảng 3.15: Đường quá trình dòng chảy lũ cực hạn PMF thời đoạn 5 ngày cho lưu vực Thu Bồn đến Nông Sơn

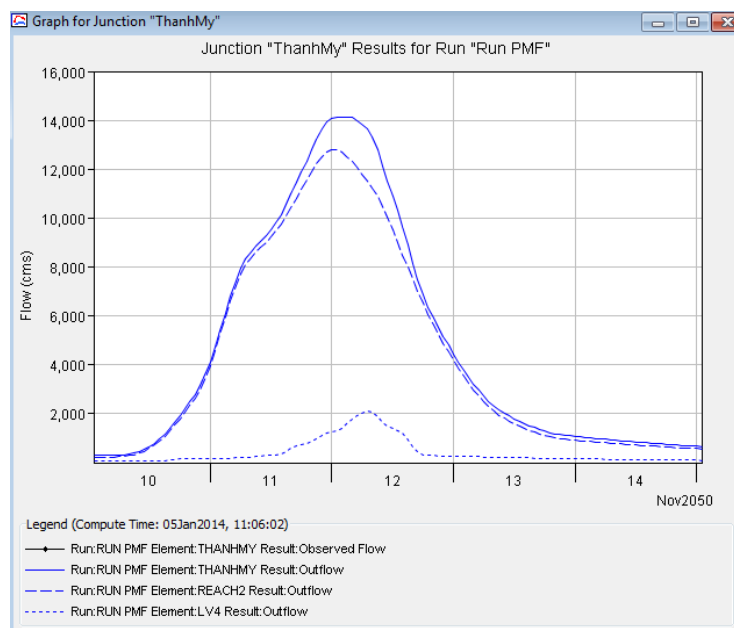
Bảng 3.16: Quá trình lũ PMF cho lưu vực Thu Bồn tính đến Nông Sơn

T(h)	$Q_{PMF}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	T(h)	$Q_{PMF}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	T(h)	$Q_{PMF}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	T(h)	$Q_{PMF}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	T(h)	$Q_{PMF}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
1	910	26	2488	51	20464	76	9087	101	2432
2	907	27	2798	52	20885	77	8525	102	2332
3	903	28	3169	53	21221	78	8003	103	2248
4	897	29	3609	54	21474	79	7520	104	2166
5	892	30	4117	55	21644	80	7074	105	2086
6	887	31	4692	56	21724	81	6665	106	2009
7	886	32	5327	57	21702	82	6290	107	1934

T(h)	Q <sub>PMF</sub> (m <sup>3</sup> /s)	T(h)	Q <sub>PMF</sub> (m <sup>3</sup> /s)	T(h)	Q <sub>PMF</sub> (m <sup>3</sup> /s)	T(h)	Q <sub>PMF</sub> (m <sup>3</sup> /s)	T(h)	Q <sub>PMF</sub> (m <sup>3</sup> /s)
8	890	33	6013	58	21564	83	5948	108	1862
9	900	34	6737	59	21303	84	5636	109	1793
10	917	35	7484	60	20924	85	5350	110	1727
11	944	36	8247	61	20438	86	5086	111	1664
12	981	37	9019	62	19856	87	4840	112	1604
13	1025	38	9794	63	19185	88	4610	113	1547
14	1079	39	10578	64	18439	89	4391	114	1493
15	1140	40	11382	65	17634	90	4181	115	1442
16	1208	41	12221	66	16783	91	3982	116	1395
17	1282	42	13104	67	15905	92	3790	117	1354
18	1360	43	14032	68	15023	93	3608	118	1317
19	1443	44	14994	69	14152	94	3435	119	1285
20	1530	45	15965	70	13310	95	3271	120	2432
21	1625	46	16914	71	12504	96	3114		
22	1735	47	17811	72	11738	97	2964		
23	1868	48	18627	73	7149	98	2039		
24	2033	49	19343	74	6704	99	1964		
25	2237	50	19952	75	6294	100	1894		

+ Lưu vực Vũ Gia tính đến Thành Mỹ:

- Lưu lượng đỉnh lũ PMF :  $Q_{\max} = 14122 \text{ m}^3/\text{s}$
- Tổng lượng dòng chảy lũ PMF thời đoạn 5 ngày:  $W_{5\text{day}} = 2,083 \text{ tỉ m}^3$
- Quá trình dòng chảy lũ PMF thời đoạn 5 ngày:



Bảng 3.17: Đường quá trình dòng chảy lũ cực hạn PMF thời đoạn 5 ngày cho lưu vực Vũ Gia đến Thành Mỹ

Bảng 3.18: Quá trình lũ PMF cho lưu vực Vũ Gia tính đến Thành Mỹ

T(h)	Q <sub>PMF</sub> (m <sup>3</sup> /s)	T(h)	Q <sub>PMF</sub> (m <sup>3</sup> /s)	T(h)	Q <sub>PMF</sub> (m <sup>3</sup> /s)	T(h)	Q <sub>PMF</sub> (m <sup>3</sup> /s)	T(h)	Q <sub>PMF</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1	296	26	5402	51	14131	76	3210	101	972.7
2	294	27	6123	52	14109	77	2960	102	953.5
3	293	28	6819	53	14003	78	2728	103	934.6
4	293	29	7431	54	13840	79	2514	104	916.1
5	297	30	7929	55	13632	80	2322	105	898
6	309	31	8312	56	13304	81	2159	106	880.3
7	329	32	8604	57	12775	82	2025	107	862.9
8	358	33	8841	58	12149	83	1905	108	845.8
9	398	34	9054	59	11523	84	1796	109	829.1
10	456	35	9271	60	10901	85	1695	110	812.7
11	538	36	9517	61	10304	86	1601	111	796.7
12	647	37	9793	62	9670	87	1513	112	780.9
13	784	38	10125	63	8924	88	1431	113	765.5
14	952	39	10544	64	8163	89	1356	114	750.4
15	1156	40	11003	65	7475	90	1286	115	735.6
16	1393	41	11458	66	6846	91	1227	116	721.1
17	1653	42	11905	67	6338	92	1183	117	706.8
18	1930	43	12337	68	5901	93	1150	118	692.9
19	2217	44	12774	69	5510	94	1123	119	679.2
20	2502	45	13229	70	5151	95	1098	120	665.8
21	2795	46	13632	71	4803	96	1076		
22	3140	47	13918	72	4458	97	1054		
23	3570	48	14080	73	4114	98	1033		
24	4097	49	14122	74	3782	99	1012		
25	4714	50	14116	75	3479	100	992		

**Nhận xét:** Kết quả PMF do mô hình tính toán ra cho giá trị phù hợp với tình hình dòng chảy có thể xảy ra trên lưu vực. Lưu lượng đỉnh lũ PMF tại Nông Sơn và Thành Mỹ tương đối lớn. So sánh giá trị lưu lượng đỉnh lũ PMF tại Nông Sơn và Thành Mỹ với giá trị Q<sub>0,01%</sub>, tại Nông Sơn Q<sub>maxPMF</sub> là 21724 m<sup>3</sup>/s và Q<sub>0,01%</sub> là 19025m<sup>3</sup>/s, Q<sub>maxPMF</sub> gấp 1,14 lần Q<sub>0,01%</sub>; còn tại Thành Mỹ Q<sub>max</sub> là 14122 m<sup>3</sup>/s và Q<sub>0,01%</sub>=13059m<sup>3</sup>/s, Q<sub>maxPMF</sub> gấp 1,08 lần Q<sub>0,01%</sub>.



## CHƯƠNG IV

### ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHÒNG, TRÁNH VÀ GIẢM NHẸ THIẾT HẠI ỨNG VỚI CÁC SỰ CỐ CÔNG TRÌNH GÂY RA.

#### 4.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu vực Nam trung bộ và Tây nguyên các nguyên nhân gây lũ lụt chủ yếu: do lũ lớn ở thượng nguồn vào đồng bằng, đồng thời nạn phá rừng, việc xả lũ hồ chứa không theo đúng quy trình, nước biển dâng hay các sự cố công trình gây ra như vỡ đập, vỡ đê. Trong những năm gần đây do sự tác động của sự biến đổi khí hậu toàn cầu ở khu vực miền trung, Tây Nguyên đã phát sinh nhiều cơn bão và áp thấp nhiệt đới, nhiều cơn lũ lớn, cực lớn liên tiếp xảy, gây ra những thiệt hại nghiêm trọng về người và của cho nhân dân trong vùng.

Qua thực tiễn đã thấy rằng lũ lụt không thể khống chế hoàn toàn, nhưng thiệt hại do chúng gây ra có thể hạn chế bằng những biện pháp khác nhau. Tùy theo điều kiện của từng khu vực để đưa ra các giải pháp phòng, tránh và giảm nhẹ thiệt hại lũ và lụt một cách cụ thể.

Khu vực Nam Trung Bộ có hệ thống sông ngắn, dốc, lũ lên nhanh, xuống nhanh. Các sông ở khu vực này có hệ thống đê ngăn lũ thấp hoặc chưa có đê. Nước lũ không chỉ chảy trong dòng chính mà còn chảy tràn qua đồng bằng, biên độ dao động lớn. Trong khi đó khu vực Tây nguyên không có các hệ thống sông lớn, lượng mưa trung bình năm nhỏ, phạm vi ảnh hưởng hẹp, thường mang đặc điểm lũ núi, lũ quét, biên độ lũ tại cầu ĐakBla trên sông ĐakBla ở mức 10m.

Từ những đặc điểm trên cho thấy chủ trương đề ra trong “Chiến lược quốc gia phòng chống thiên tai lũ lụt” là hợp lý: Khu vực Tây nguyên và Nam trung bộ chủ trương chống lũ là Né tránh và thích nghi; Chủ động phòng tránh bằng các biện pháp công trình và phi công trình.

#### 4.2. GIẢI PHÁP PHÒNG, TRÁNH VÀ GIẢM NHẸ THIẾT HẠI ỨNG VỚI CÁC SỰ CỐ CÔNG TRÌNH GÂY RA

##### 4.2.1. Giải pháp phi công trình

##### 4.2.1.1. Giải pháp trồng rừng, cải tạo rừng

Để tăng cường lớp phủ thực vật trên lưu vực nhằm giảm thiểu cường độ lũ cần áp dụng các biện pháp:

- Khoanh nuôi phục hồi rừng có thể tái sinh: Trong điều kiện khí hậu nhiệt ẩm của vùng nghiên cứu, cây tái sinh mạnh là biện pháp khả thi có mức đầu tư thấp nhất, phù

hợp với những nơi địa hình phức tạp, xa dân và không đủ kinh phí trồng rừng. Đó là các chỏm đồi, đỉnh núi, nơi đầu nguồn các sông suối... Khoanh vùng nuôi phục hồi rừng dựa vào khả năng tái sinh rừng và cần tổ chức bảo vệ, nghiêm cấm chặt phá, đốt rừng một cách nghiêm ngặt. Khi rừng khép tán cần có biện pháp nuôi dưỡng để rừng phát triển nhiều tầng.

- Trồng rừng nơi đất trống đồi núi trọc với mục đích phòng lũ (rừng phòng hộ).

Để thực hiện tốt được các biện pháp trồng rừng, cải tạo rừng cần phân chia cấp xung yếu cho toàn bộ lưu vực trồng rừng phòng chống lũ trên cơ sở bản đồ phân loại thực vật theo các cấp xung yếu. Các cấp xung yếu dựa trên cấu trúc thảm thực vật được phân chia từ mức độ an toàn đến rất xung yếu:

Để đi đến một giải pháp phòng tránh lũ lụt tổng hợp cho các lưu vực thì việc tăng số lượng, chất lượng rừng là một trong những công việc cấp bách và khó khăn. Nâng cao chất lượng lớp phủ thực vật có nghĩa tạo một lớp phủ có cấu trúc tốt hơn: nhiều tầng và độ che phủ ổn định. Tùy từng điều kiện tự nhiên của mỗi khu vực như độ cao, độ dốc địa hình, độ dày tầng đất..., cũng như phải căn cứ vào đặc điểm kinh tế - xã hội của khu vực để mà đưa ra được các phương án khả thi.

Tóm lại đây là giải pháp truyền thống giữ đất, giữ nước, chống xói mòn cạn kiệt và lũ quét. Nếu nâng độ che phủ của khu vực Nam trung bộ và Tây nguyên lên thì đó sẽ là một trong các yếu tố quan trọng đảm bảo mục tiêu phòng, tránh và giảm nhẹ thiệt hại của lũ. Rừng có vai trò đáng kể trong việc làm giảm lũ đầu vụ, lũ sớm, lũ muộn, giảm tốc độ xói mòn. Giải pháp này đặc biệt hiệu quả với những khu vực mang đặc điểm lũ núi, lũ quét như khu vực Tây nguyên.

#### **4.2.1.2. Chuyển đổi cơ cấu cây trồng**

Để ngăn ngừa và giảm thiểu hậu quả của lũ lụt trên lưu vực, phải đứng trên quan điểm sử dụng đất bền vững và chung sống với lũ lụt. Nghĩa là khai thác sử dụng đất phải có hiệu quả kinh tế, song không làm gia tăng lũ lụt, khai thác đất đai chuyển dịch cơ cấu cây con theo mùa vụ tương ứng với các chu kỳ mưa lũ. Giải pháp trước mắt cần chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất hợp lý phòng tránh lũ đối với vùng ngập úng. Về lâu dài cần chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất trên toàn lưu vực theo tính chất, chức năng của từng vùng và tiểu vùng.

#### **4.2.1.3. Xây dựng hệ thống cảnh báo lũ và xây dựng bản đồ cảnh báo ngập lụt.**

Việc xây dựng một phương án dự báo, cảnh báo lũ sớm và chính xác có vai trò quan trọng trong việc phòng chống và giảm nhẹ thiên tai. Hệ thống cảnh báo sớm cần đặt “trọng tâm vào con người”, các tin cảnh báo phải kịp thời, dễ hiểu. Hệ thống cần tính đến

các đặc điểm về vùng, miền, xã hội, giới tính và sinh kế. Hệ thống cảnh báo hiệu quả gồm 4 thành phần :

- 1) Phát hiện, theo dõi và dự báo các hiểm họa;
- 2) Phân tích rủi ro liên quan;
- 3) Phổ biến các cảnh báo kịp thời;
- 4) Thực hiện kế hoạch khẩn cấp để chuẩn bị và ứng phó

Hệ thống cảnh báo lũ chính xác, kịp thời cùng với việc phát tin đầy đủ, nội dung chỉ đạo, hướng dẫn phù hợp và cộng đồng được chuẩn bị ứng phó sẵn sàng sẽ giúp hạn chế tối đa những thiệt hại do thiên tai gây ra; Cần có sự phối hợp đồng bộ của tất cả các khâu: phát báo bản tin, truyền thông, công tác chuẩn bị ứng phó và khắc phục sau thiên tai.

Đặc biệt Tây nguyên khu vực thường có độ dốc lớn là nơi có thể xảy ra lũ quét, lũ bùn đá (Lũ quét cũng có thể xảy ra do vỡ hồ chứa nhỏ, sạt lở đất lấp dòng chảy...) Lũ quét thường phát sinh bất ngờ, xảy ra trong phạm vi hẹp nhưng rất khốc liệt và thường gây những tổn thất nghiêm trọng về người và của. Lũ quét hiện chưa dự báo được nhưng có thể chủ động phòng tránh bằng cách khoanh vùng nhưng nơi có nguy cơ xảy ra lũ quét, xây dựng hệ thống cảnh báo, biển cảnh báo đối với vùng có nguy cơ lũ quét, sạt lở đất.

#### ***4.2.1.4. Xây dựng phương pháp dự báo, cảnh báo lũ đến hồ và cảnh báo ngập lụt hạ lưu hồ khi xả lũ lớn hoặc do rủi ro vỡ đập.***

Việc dự báo và cảnh báo lũ đến hồ chứa đóng vai trò quan trọng và quyết định trong công tác vận hành hồ chứa an toàn và hiệu quả. Để làm tốt công việc này bên cạnh việc thiết lập các trạm đo mưa ở thượng lưu hồ, tổ chức đo đạc tại hồ (lượng mưa, mực nước...) thì việc lựa chọn một mô hình tính toán dòng chảy từ mưa phù hợp cũng rất quan trọng.

Cảnh báo ngập lụt hạ lưu hồ chứa khi xả lũ lớn hay do rủi ro vỡ đập có vai trò quan trọng nhằm chuẩn bị trước và cảnh báo kịp thời cho dân sống ở hạ lưu công trình về phạm vi và mức độ ngập lụt có thể để hạn chế những thiệt hại không đáng có về người và của.

Những năm gần đây do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, các hiện tượng khí tượng thủy văn (KTTV) ngày càng diễn biến phức tạp, khó lường; công tác dự báo KTTV vốn đã khó nay càng khó khăn hơn. Trước tình hình đó, công tác cảnh báo, dự báo KTTV cần được chú trọng phục vụ phòng, chống lụt bão, giảm nhẹ thiên tai và sản xuất nông nghiệp.

Nâng cấp hệ thống các trạm thủy văn khu vực nhằm nâng cao năng lực dự báo về biến đổi của mực nước trong mùa lũ.

Xây dựng công cụ cảnh báo lũ sớm phục vụ cho công tác phòng chống lũ.

#### **4.2.1.5. Giải pháp vận hành hồ chứa**

Hiện nay trên các lưu vực thuộc khu vực Nam trung bộ và Tây nguyên xây dựng rất nhiều các hồ chứa với mục đích sử dụng tổng hợp cát lũ, điều tiết dòng chảy, cấp nước, phát điện và giao thông thủy, trong đó chống lũ cho hạ du là nhiệm vụ hàng đầu. Tuy nhiên để đảm bảo hiệu quả trong công tác phòng, chống lũ cần có sự liên kết hỗ trợ giữa các hồ chứa với nhau. Hiện nay, bộ Tài nguyên Môi trường đã xây dựng ban hành quy trình vận hành liên hồ chứa các lưu vực. Tuy nhiên diễn biến mưa lũ ngày càng phức tạp, vì vậy quy trình vận hành liên hồ chứa cần được cập nhật và sửa đổi hàng năm theo diễn biến tình hình mưa lũ. Yêu cầu, kiểm tra nghiêm ngặt quá trình thực hiện quy trình vận hành hồ đảm bảo hiệu quả, an toàn trong công tác phòng chống lũ tránh xảy ra sự cố công trình ảnh hưởng đến vùng hạ du hồ chứa.

Nâng cao năng lực cán bộ quản lý và cán bộ kỹ thuật vận hành các hồ chứa. Rà soát, đánh giá lại đội ngũ cán bộ quản lý nhà nước về khai thác công trình thủy lợi và an toàn đập.

#### **4.2.1.6. Nâng cao nhận thức cộng đồng**

Vấn đề giáo dục, huấn luyện, sáng kiến cộng đồng trong phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai là hết sức cần thiết nhằm giảm thiểu tới mức thấp nhất những rủi ro do thiên tai gây ra. Chính vì vậy cần nâng cao nhận thức cho người dân bằng cách tuyên truyền vận động để họ luôn có ý thức và trách nhiệm trong việc thực hiện các biện pháp phòng tránh và khắc phục hậu quả lũ lụt nói riêng và thiên tai nói chung. Cần thực hiện chương trình tuyên truyền, đào tạo và giáo dục sâu rộng trong quần chúng nhân dân bao gồm đưa những kiến thức cơ bản về lũ lụt vào chương trình giáo dục phổ thông, in sách và tài liệu hướng dẫn phòng tránh lũ, bão để phổ biến rộng khắp trong nhân dân, tuyên truyền trên các phương tiện thông tin đại chúng. Để thực hiện nhiệm vụ này đòi hỏi phải có sự thống nhất, đoàn kết nhất trí, đầu tư tiềm lực lớn từ nhiều nguồn vốn khác nhau và phải được thực hiện một cách thường xuyên. Cứu nạn, cứu hộ là việc làm cần thiết, cấp bách khi gặp lũ lớn. Mạng lưới cứu hộ cứu nạn phải được tổ chức chặt chẽ từ trung ương đến địa phương, đầy đủ phương tiện như: Phao cứu sinh, bao tải cát,... Phải chuẩn bị đủ lương thực, thực phẩm, thuốc phòng chữa bệnh, người và tải cứu thương giải quyết sơ cứu kịp thời ngay tại hiện trường và chuyển đến bệnh viện với thời gian nhanh nhất. Hiện nay đã có Ủy ban cứu hộ cứu nạn quốc gia, có quân đội tham gia và tổ chức chặt chẽ từ Trung ương đến địa phương, nên công tác phòng chống lũ lụt có nhiều tiện lợi.

#### **4.2.1.7. Cơ chế chính sách**

Tiếp tục thực hiện các cơ chế, chính sách đã được ban hành để hỗ trợ phát triển và hoàn thiện hệ thống các công trình phòng chống lũ trên khu vực nghiên cứu đảm bảo an toàn công trình.

- Chính sách đầu tư: Xây dựng, tu bổ và nâng cấp công trình, huy động các nguồn vốn trong, ngoài nước và sự đóng góp của dân trong vùng.

- Chính sách ưu tiên cộng đồng: Gắn công tác phòng chống thiên tai với các chính sách xã hội trong việc giải quyết vấn đề ngập lũ, ô nhiễm môi trường, mất đất sản xuất, nhất là ở các khu vực ngoài bãi sông, góp phần xóa đói giảm nghèo, từng bước ổn định đời sống cho nhân dân.

- Chính sách xã hội hóa về công tác phòng chống và giảm nhẹ thiên tai: Tạo cơ chế hợp lý, nâng cao hiệu quả đầu tư và khuyến khích sự tham gia của tất cả các nguồn lực xã hội trong và ngoài tỉnh trong công tác xây dựng hệ thống công trình phòng chống lũ, nâng cao nhận thức cộng đồng về lũ lụt và phòng chống giảm nhẹ thiên tai.

- Các văn bản về xử phạt hành chính: Quy định việc thưởng, phạt khi có hành vi phá hoại công trình, lấn chiếm bãi sông, gây ô nhiễm nguồn nước,... Nhằm không ngừng nâng cao trách nhiệm của người quản lý và đối tượng hưởng lợi trong công tác phòng chống lũ.

#### **4.2.1.8. Ứng dụng công nghệ thông tin trong phòng chống lũ.**

Ứng dụng công nghệ thông tin trong công tác phòng chống lụt bão là việc làm cần thiết và cấp bách trong giai đoạn hiện nay, nhất là khi chúng ta phải đối phó với việc biến đổi khí hậu. Xây dựng các phần mềm quản lý đê điều, quản lý các số liệu khí tượng thủy văn, thường xuyên cập nhật các số liệu thông tin về mực nước trên các tuyến sông, đặc biệt lưu vực sông miền Trung có hệ thống sông ngòi có đặc điểm thủy văn, thủy lực tương đối phức tạp, chịu ảnh hưởng của thủy triều, biến đổi khí hậu, ...do đó việc ứng dụng công nghệ thông tin trong đánh giá khả năng phòng chống lũ là cần thiết.

#### **4.2.2. Giải pháp công trình**

Dựa đặc điểm các lưu vực thuộc khu vực Tây Nguyên và Nam trung bộ cho thấy hầu hết tất cả các thành phố, thị xã, đô thị và các khu kinh tế phát triển đều tập trung ở khu vực gần sông như: Thành phố Đà Nẵng là sông Vu Gia – Thu Bồn; thị xã Phú Yên gắn liền với sông Ba; Thành Phố Bình Định là Sông Kon; Thị xã Kon Tum là sông Sê San; Thị xã PleiKu là sông SrêPôk. Để xác định các giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt cho các lưu vực sông cần phải xác định rõ ràng:

- Cần xác định khu vực trọng điểm của mỗi lưu vực trong quá trình lập qui hoạch kiểm soát lũ. Khu vực trọng điểm được xác định dựa trên các yếu tố :

- + Khả năng hay bị lũ và dễ bị ngập lụt
- + Các hoạt động nông nghiệp
- + Các hoạt động công nghiệp
- + Các yếu tố chính trị
- + Dân số và các yếu tố xã hội.

- Xác định mức bảo vệ khỏi lũ dựa trên yêu cầu của mỗi lưu vực. Tùy thuộc vào mỗi lưu vực sông, mức độ bảo vệ cũng rất khác nhau. Các pháp công trình chống lũ cần được áp dụng trong kế hoạch phòng chống lũ có tính đến “*khả năng kỹ thuật, khả thi kinh tế, xã hội đồng tình và môi trường bền vững*”. Một số các giải pháp chung cho khu vực Nam trung bộ và Tây nguyên được đề xuất như sau:

#### **4.2.2.1. Xây dựng hệ thống các đê bao, đê khoanh vùng bảo vệ khu vực trọng điểm**

Việc xây dựng hệ thống đê chống lũ cho toàn bộ lưu vực rất tốn kém, vì vậy ưu tiên xây dựng hệ thống đê bao bảo vệ khu vực trọng điểm hạn chế thiệt hại do lũ gây ra.

#### **4.2.2.2. Tôn nền các khu vực dự kiến xây mới tới cao độ ứng với quy chuẩn cho từng cấp đô thị**

#### **4.2.2.3. Củng cố hệ thống đê sông, đê biển, kè chống sóng.**

Đê là biện pháp chống lũ lâu dài, nhưng theo chủ trương hiện nay đê không thể đắp cao thêm vì đê càng cao sự cố càng nhiều và rủi ro vỡ đê càng lớn, mức đảm bảo an toàn càng giảm vì vậy việc củng cố đê hiện nay nên tập trung theo hướng “*Cứng hóa mặt đê, vững chắc thân đê, xanh hóa thân đê*”.

#### **4.2.2.4. Củng cố hệ thống hồ chứa và kiên cố hóa các hệ thống kênh mương nội đồng.**

Hiện nay trên các lưu vực nghiên cứu xây dựng nhiều hồ chứa thủy lợi, thủy điện. Việc xây dựng các hồ chứa góp phần làm giảm lũ hạ du nhưng đồng thời cũng tiềm ẩn nhiều hiểm họa khi xảy ra các sự cố công trình như vỡ đập. Chính vì vậy, hằng năm trước mùa lũ cần phải củng cố, duy tu, bảo dưỡng lại các hồ chứa đảm bảo chống lũ an toàn cho bản thân công trình tránh xảy ra những sự cố đáng tiếc gây nguy hiểm cho hạ du.

Kiên cố hóa kênh mương: đặc thù lũ chính vụ trên các lưu vực là rất lớn, tập trung cao nên thường gây ngập lụt vùng hạ du, và gây hư hỏng, sạt lở các kênh mương dẫn nước. Việc kiên cố hóa các kênh mương dẫn nước sẽ làm giảm tổn thất về mặt kinh tế cũng như giảm nhẹ thiệt hại do lũ gây ra.

## **PHẦN II**

# **NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC ĐỀ XUẤT CÁC TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ ĐÊ BIÊN TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG Ở VIỆT NAM VÀ GIẢI PHÁP PHÒNG TRÁNH, GIẢM NHẸ THIỆT HẠI**

## CHƯƠNG I

### TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU ĐÊ BIỂN VÀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU

#### 1.1. CÁC NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ ĐÊ BIỂN HIỆN TẠI VÀ TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH CỦA THẾ GIỚI

##### 1.1.1. Các cách tiếp cận trong nghiên cứu tiêu chuẩn thiết kế đê biển trong điều kiện bình thường và trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng

###### 1.1.1.1. Tiếp cận hệ thống

Trong các dự án thiết kế đê biển trong thực tế, các số liệu về tải trọng thủy động không bao giờ có sẵn, mà cần phân tích và diễn toán từ các tham số ngoài khơi chẳng hạn như truyền sóng từ nước sâu vào chân công trình và để có được các tham số sóng tại chân công trình thì ta cần các số liệu sóng dài hạn không chỉ ở ngoài khơi mà còn ở gần bờ để kiểm nghiệm tính chính xác thông qua hiệu chỉnh và kiểm định. Tuy nhiên, không phải mọi nơi, mọi lúc chúng ta có được các số liệu này một cách hệ thống và đây là khó khăn của công tác thiết kế. Một số cơ quan khoa học lớn như NOAA (Hoa Kỳ) hay JMA (Nhật Bản) đã xây dựng mạng lưới trên khắp các đại dương và cung cấp điều kiện sóng, gió, đặc trưng của những cơn bão lớn (cường độ, bán kính, đường đi) làm đầu vào cho các tính toán phục vụ thiết kế.

Hiện nay, các mô hình toán giúp “truyền” số liệu hải văn ngoài khơi, tính toán các đặc trưng gần bờ có độ tin cậy cao; Các mô hình nước dâng phát triển từ giữa thế kỉ XX chẳng hạn như mô hình Jelesnianski, liên tục được cải tiến và nhiều mô hình mới như ADCIRC, FEMA, SLOSH kết hợp với cơ sở dữ liệu địa hình đã mang lại khả năng dự báo mạnh mẽ. Mô hình sóng cả thể loại phân giải pha như dạng Boussinesq và mô hình sóng phổ đều có những bước tiến mới. Mô hình sóng phổ SWAN được công nhận rộng rãi và tích hợp vào nhiều bộ phần mềm như Delft3D, TELEMAC2D. Với hiệu năng của máy tính ngày càng được cải thiện, những mô hình thuộc dạng phi thủy tĩnh ngày nay bắt đầu được tìm hiểu. Mô hình thuộc loại này, như SWASH, cho phép xác định cao độ của mặt nước cũng như vận tốc dòng chảy trên toàn bộ miền tính toán, do đó chứng tỏ tiềm năng áp dụng để tính toán thiết kế đê cũng như nghiên cứu chuyên sâu.

Những năm gần đây, công cụ mạng nơ-ron cũng giúp ích trong việc phân tích hiện tượng sóng tràn đỉnh. Phương pháp này có ưu điểm là giúp ta dự đoán được kết quả lưu lượng tràn một cách nhanh chóng, so với các phương pháp mô phỏng số. Đồng thời, phương pháp cũng xét đến sự kết hợp giữa nhiều tham số khác nhau của mặt cắt ngang cũng như điều kiện sóng, và vì vậy tổng quát hơn phương pháp hồi quy thực nghiệm.



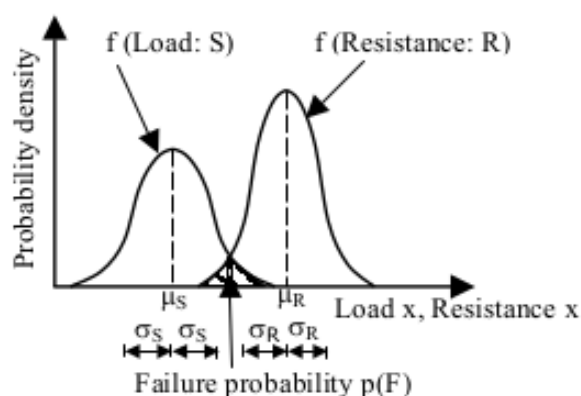
Chẳng hạn, có thể xét đến 4 yếu tố thủy lực là độ sâu nước sát chân công trình, chiều cao, chu kỳ và hướng sóng, cùng với nhiều yếu tố về công trình như kích thước, độ dốc, độ nhám mái đê. Hiện nay, các nhà khoa học châu Âu đã thiết lập được cơ sở dữ liệu CLASH gồm kết quả lưu lượng tràn của khoảng 10.000 thí nghiệm vật lý trong nhà và ngoài thực địa. Đây là kết quả quan trọng cung cấp cho việc luyện mạng nơ ron nhân tạo.

Nhóm các nhà khoa học ở Đại học Manchester, Anh quốc (Wedge et al. 2004) xét đến hai loại mạng nơ ron: perceptron nhiều lớp (MLP) và hàm radial basis (RBF). Từ kết quả tính toán với cơ sở dữ liệu CLASH, họ kết luận rằng mạng loại RBF cho kết quả tốt hơn với cơ sở dữ liệu hiện có, tuy nhiên trong trường hợp cần phải ngoại suy khỏi tập số liệu thì phương pháp MLP sẽ tốt hơn.

Bên cạnh sự phát triển mạnh mẽ của các mô hình toán với sự trợ giúp đặc lực của kỹ thuật viễn thám và GIS thì hướng mô hình vật lý với các trang bị kỹ thuật hiện đại cũng phát triển không ngừng. Các phòng thí nghiệm nổi tiếng như Delft (Hà Lan), Danish Hydraulics Laboratory (Đan Mạch), Walingford (Vương quốc Anh), Viện kỹ thuật Hải quan Mỹ đã phát triển các phương pháp, công thức tính toán các đặc trưng thủy động lực phục vụ thiết kế.

### 1.1.1.2. Tiếp cận ngẫu nhiên (lý thuyết độ tin cậy)

Trong thiết kế công trình chống lũ, gần đây có xu hướng tiếp cận ngẫu nhiên thay vì tất định. Theo lý thuyết độ tin cậy, công trình đê sẽ bị phá hủy nếu lực phá hoại vượt lực chống chịu,  $S > R$  hay hiệu số  $Z = R - S > 0$ . Tuy nhiên, các thành phần  $R$  và  $S$  ở đây không phải là số cụ thể mà là hàm phân bố xác suất. Xác suất đê bị phá hoại,  $p(F)$  chính là phần diện tích của đường cong phân bố tải trọng chồng lên trên đường cong sức chịu tải (Hình 1-1). Rõ ràng xác suất này sẽ được giảm thiểu nếu  $R$  lớn hơn hẳn  $S$ , song vẫn còn phụ thuộc vào dạng phân phối xác suất của các biến ngẫu nhiên  $R$  và  $S$ .



Hình 1-1: Thiết kế ngẫu nhiên với  $R$  và  $S$  là các tham số đầu vào ngẫu nhiên

Một nghiên cứu cụ thể hơn (Hoekstra và De Kok, 2008) cho thấy phương pháp tiếp cận ngẫu nhiên trong trường hợp áp dụng cụ thể với đê sông thì cho kết quả không

tốt bằng phương pháp truyền thống (chọn cao trình đỉnh đê với một mức an toàn cố định cho trước). Tuy nhiên, đối với đê biển, những yếu tố ngẫu nhiên do tổ hợp sóng - triều phức tạp hơn và không ngoại trừ khả năng thiết kế theo lý thuyết độ tin cậy có thể cho ta kết quả thỏa đáng.

### 1.1.1.3. Tiếp cận theo hướng thích nghi

Cách tiếp cận này cho phép ta điều chỉnh các kích thước đê theo độ dâng nước biển. Cụ thể là nâng cao cao trình đê, mở bề rộng ngang đê và tăng diện tích mặt cắt ngang đê. Các yếu tố này đều tăng khi nước biển dâng cao một mức  $\Delta Z$ . Để phân tích trong trường hợp đơn giản, cần giả thiết rằng (a) công trình đảm bảo được công năng, như vậy khi tăng điều kiện biên (mực nước, chiều cao sóng) thì trực tiếp dẫn đến tăng kích thước đê, và (b) các con sóng đều bị giới hạn độ sâu. Khi đó độ cao tôn đê là:

$$\Delta H_{\text{đê}} = \Delta Z + \Delta H_{\text{sl}} \quad (1.1)$$

Ở đây mức gia tăng của độ cao sóng leo được tính (chẳng hạn bằng công thức Delft cổ):

$$\Delta H_{\text{sl}} = 8 \Delta H_s \tan \alpha, \quad (1.2)$$

với  $\Delta H_s$  là mức tăng chiều cao sóng ý nghĩa và  $\tan \alpha$  là độ dốc mái ngoài đê. Vì chiều cao sóng tỉ lệ với độ sâu theo chỉ số sóng vỡ  $\gamma_b$ , và mực nước biển dâng sẽ đóng góp làm tăng độ sâu này, nên  $\Delta H_s = \gamma_b \Delta Z$ . Và

$$\Delta H_{\text{sl}} = 8 \gamma_b \Delta Z \tan \alpha, \quad (1.3)$$

Do đó với tuyến đê đã thiết kế với góc mái dốc  $\alpha$  nhất định và điều kiện bãi trước không biến đổi đáng kể ( $\gamma_b = \text{const}$ ) thì độ tăng cao trình đỉnh đê sẽ tỉ lệ thuận với độ dâng mực nước biển,

$$\Delta H_{\text{đê}} = \Delta Z (1 + 8 \gamma_b \tan \alpha) \quad (1.4)$$

Jonkman và nnk. (2013) đã phân tích phương pháp này và đề xuất rằng quan hệ tuyến tính giữa  $\Delta H_{\text{đê}}$  và  $\Delta Z$  vẫn khả dụng cho trường hợp nước biển dâng thêm đến 5 m với tương quan cao ( $R^2 = 0,989$ ).

Dĩ nhiên, có thể xác định mức độ gia tăng nước biển bằng những công thức khác ngoài công thức Delft cổ, để đạt độ chính xác cao hơn. Khi đó, công thức xác định cao trình đỉnh đê cũng sẽ khác đi. Chẳng hạn, theo quy định mới của Hà Lan (do Van der Meer và Janssen (1995) biên tập lại), thì chiều cao sóng leo còn phụ thuộc vào chỉ số sóng vỡ (Iribarren) và các hệ số chiết giảm do ma sát bề mặt mái đê, do sự có mặt của cơ đê, do hướng sóng tới xiên góc với tuyến đê.

## **1.1.2. Tiêu chuẩn thiết kế đê biển trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng của một số nước trên thế giới**

### **1.1.2.1. Tiêu chuẩn bang British Columbia, Canada**

Canada là quốc gia có diện tích lớn thứ hai thế giới, với rất nhiều đảo, có đường bờ biển dài đến 202000 km (nhất thế giới). Nằm phía Tây Nam của đất nước này là Bang British Columbia (BC), với khoảng 25000 km đường bờ biển, 4 triệu dân cư sinh sống, đang đối mặt với rủi ro do biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

Theo BC Ministry of Environment [Bộ Môi trường của bang này] (2011), tổng hợp những tiêu chuẩn thiết kế đê gồm có:

- Tiêu chuẩn an toàn, các mục đích thiết kế và phục vụ mà đê phải đạt được
- Tuổi thọ thiết kế của tuyến đê
- Việc khảo sát, duy tu, thay thế hoặc phá dỡ tuyến đê

Bang BC căn cứ vào mực nước biển dâng toàn cầu (hình 3) và mực nước biển dâng địa phương và đối với các địa phương thì cần tính đến: (a) biến đổi mực nước Bắc Thái Bình Dương, (b) biến đổi mực nước biển sát với bang BC, (c) nâng/hạ của các mảng kiến tạo. Nghiên cứu cụ thể cho thấy tốc độ nâng của nền địa chất khu vực BC phổ biến ở khoảng 1 – 3 mm/năm, song tốc độ này không làm giảm đáng kể tốc độ nước biển dâng do BĐKH.

Mực nước triều thiên văn cũng được xét tới. Các mực nước triều thay đổi theo thời gian: rõ rệt nhất là khác biệt giữa nước lớn - nước ròng; ngoài ra còn biến đổi theo nhiều năm (18,6 năm; biến động mực nước theo chu kỳ dài này thì vào khoảng  $\pm 0,1$  m). Mực nước cũng biến đổi dọc theo bờ biển BC: các địa điểm khác nhau dọc bờ biển có thể có mực nước chênh lệch đến 1 m hoặc thậm chí hơn. Tại các cửa sông, biên độ triều cũng khác hẳn so với bờ biển thường.

Khi xét đến ảnh hưởng của nước dâng do bão, BC Ministry of Environment đã coi hai biến cố: triều cường và bão là độc lập nhau và do đó xác suất của tổ hợp hai sự kiện này thì bằng tích của xác suất xảy ra triều cường trong thời đoạn nghiên cứu với xác suất của trận bão thiết kế.

Mực nước biển quan trắc được là tổng hợp của triều thiên văn với nhiều yếu tố khí tượng hải dương: (i) do chênh lệch áp suất khí quyển, (ii) do tác động của gió thổi mạnh, (iii) do ảnh hưởng của sóng ở vùng nước nông, (iv) do biến đổi của hoàn lưu đại dương hoặc chênh lệch nhiệt độ. Để xác định độ lớn tổng hợp của các yếu tố kể trên thì cần phải loại trừ thành phần triều thiên văn xác định qua phân tích hằng số điều hòa.

Tại BC có 8 trạm quan trắc triều lâu năm với độ dài liệt số liệu từng trạm là: 90 năm, 90 năm, 85 năm, 70 năm, 52 năm, 52 năm, 51 năm, 45 năm.

Để xác định những đặc trưng sóng, BC Ministry of Environment thiết lập đặc trưng sóng tới trong cơn bão thiết kế phù hợp với những tiêu chí thiết kế. Sau đó điều kiện sóng tại chân đê được tính bằng cách truyền sóng thông thường.

Độ cao an toàn được chọn tối thiểu là 0,6 m.

Cách tính cao trình đỉnh đê cũng theo hai phương pháp:

Sóng leo: Cao trình đỉnh = MNTK + chiều cao sóng leo (2%) + gia tăng an toàn

Sóng tràn: Cao trình đỉnh = MNTK + mức cao độ chấp nhận được

Trong đó mức cao độ chấp nhận được có thể chọn theo bảng chỉ tiêu sóng tràn (EA, ENW, KFKI 2007).

Ngoài ra, mức cao độ chấp nhận được còn có thể được xác định qua kết quả Phân tích Định lượng Rủi ro (Quantitative Risk Analysis, QRA) trong đó xác định một mức độ ngập lụt chấp nhận được trong quá trình có bão thiết kế. Bên cạnh mức độ ngập lụt chấp nhận được, còn phải đảm bảo sóng tràn không làm hư hại mặt đê.

Hiện tượng sóng tràn có thể gồm hai dạng: luồng nước chảy tràn qua đỉnh đê, và sóng vỗ trên mái đê làm bắn các tia nước qua đê. Tiêu chuẩn sóng tràn (EA, ENW, KFKI 2007) được thử nghiệm với đê có mái phía đồng 1:3. Đây là dạng mái dốc phổ biến, song để áp dụng được với trường hợp những độ dốc mái khác thì rất cần có những nghiên cứu, thí nghiệm bổ sung.

### ***1.1.2.2. Phương pháp tiếp cận của châu Âu***

#### ***a. Độ bền của đê biển***

Về cơ bản triết lý thiết kế những đê biển của Tây Âu là đê phải đủ cao và vững để chúng chỉ hư hại khi các tải trọng vượt quá bão thiết kế. Còn việc gì sẽ xảy ra sau khi đê hỏng thì lại chưa được nghiên cứu kỹ. Như vậy ý tưởng là cho đến cơn bão thiết kế thì không có gì xảy ra, còn sau khi vượt thiết kế thì xảy ra hiểm họa lũ. Trong quá khứ, phạm vi của hiểm họa thì được kiểm soát qua việc xây dựng tuyến đê được phân đoạn.

Tuy vậy, ta cũng có thể thiết kế đê “cho sóng vượt qua đỉnh”. Điều này nghĩa là ta thiết kế đê sao cho lượng sóng tràn không gây hư hại cho đê. Có thể đạt được bằng cách thiết kế mái thoải (cả mái trong lẫn ngoài đê), chống xói chân trong và ngoài, đồng thời làm kè lát mái đủ khỏe để chống chịu lượng nước tràn đỉnh.

Thực ra, các nước thiết kế đê theo khuynh hướng sao cho nó “không thể bị vỡ”. Ý tưởng này đã được Edelman trình bày năm 1954. Tháng 12 năm đó Edelman (một kỹ sư thuộc cơ quan Rijkswaterstaat, Hà Lan) đã viết báo cáo kỹ thuật nội bộ về “đê biển không

thê vỡ”, trong đó nói rằng các tuyến đê không nên được xây dựng đến cao trình ngăn cản toàn bộ sóng tràn, mà chỉ cần đến một cao trình ngăn dòng chảy tràn thường xuyên (Hình 5). Việc này sẽ làm giảm chi phí xây dựng, và nâng cao tỉ số lợi ích/chi phí. Edelman đã đề cập rằng, để đạt được điều này thì cần chú trọng nhiều hơn về chất lượng mái dốc bên trong của đê (độ dốc 1:3, và cỏ chất lượng tốt).

Tuy nhiên khi xét đến những hiệu ứng của biến đổi khí hậu đối với đê biển, có lẽ cần phải xét lại những ý tưởng của Edelman. Cơ sở của ý tưởng này là xác suất dòng chảy tràn qua thì rất thấp, song vẫn còn cao hơn 0,01% mỗi năm; và đê phải đủ sức chịu dòng chảy tràn với tần suất đó. Điều này có nghĩa là khi có lụt lội, thì phần đất phía sau đê ngập nước; nhưng sau khi nước lụt này được bơm ra thì không cần duy tu đê ở mức đáng kể. Như vậy chỉ tính đến những thiệt hại do lụt lội trong vùng đất thấp mà thôi. Đương nhiên là những thiệt hại này là đáng kể, song có thể hạn chế được qua việc phân đoạn đê một cách hợp lý.

#### *b. Xác định các yếu tố tự nhiên*

Hà Lan là một nước Tây Âu có quá trình quan trắc mực nước từ nhiều năm về trước. Mực nước biển trung bình là một yếu tố quan trọng; và họ đã nhận thấy mực nước biển bắt đầu dâng từ năm 1860 (thời kì công nghiệp hóa).

Không chỉ có yếu tố mực nước biển dâng là quan trọng, mà những thay đổi về hình thể bão cũng rất đáng xem xét. Một chế độ khí hậu khác đi sẽ dẫn đến nhiều bão xảy ra hơn, hay bão tới từ hướng khác. Đối với đê biển, sự thay đổi hướng sóng chỉ tương đối quan trọng, nhưng chính bãi biển mới bị ảnh hưởng nhiều nhất bởi hướng sóng. Lấy ví dụ với Hà Lan, từ khoảng năm 1860 – 1900, có nhiều gió tây hơn hẳn bình thường. Kết quả tổng thể là khoảng giữa 1860 và 1880, đường bờ biển trung bình của Hà Lan đã bồi thêm 220 m, nhưng từ 1880 đến 1910 lại bị xói đến 170 m.

Ở Hà Lan, các ghi chép đã chứng kiến mức độ tăng số cơn bão từ 1900 đến 1975 khá nhanh, nhưng trong 25 năm tiếp theo thì lại có xu hướng giảm. Tuy nhiên, cường độ bão dường như tăng lên.

Căn cứ vào tác động của biến đổi khí hậu, Ủy ban chính sách tài nguyên nước đến thế kỉ 21 (WB21) của Hà Lan đã đưa ra 3 nhóm kịch bản biến đổi khí hậu (2002) và vào năm 2006, Viện khí tượng hoàng gia Hà Lan (KNMI) đã đưa ra tập hợp kịch bản mới về biến đổi khí hậu phục vụ cho quy hoạch (Bảng 1-1).

Từ kịch bản của WB21, tiêu chuẩn TAW, Hà Lan đã đưa ra tiêu chuẩn thiết kế đê biển. Dựa trên các giá trị này, những chỉ dẫn sau đây được áp dụng:

- Kịch bản tối thiểu dùng để thiết kế các công trình đơn giản như đê đất đắp, bảo vệ bằng các vật liệu thông thường.
- Kịch bản trung bình dùng cho thiết kế các công trình không thể thi công đơn giản được như tường chắn có thể dịch chuyển, công trình chịu tải lớn.
- Kịch bản trung bình và viễn cảnh 200 năm được dùng cho các vùng có tiềm năng phát triển kinh tế như các khu nghỉ dưỡng.
- Kịch bản tối cao và viễn cảnh 200 năm được dùng cho những vùng không có phát triển kinh tế (như khu bảo tồn thiên nhiên, v.v.)

*Bảng 1-1: Các kịch bản biến đổi khí hậu được đề xuất gần đây ở Hà Lan*

Năm mục tiêu (2050)	Thấp	Trung bình	Cao
<b>Các kịch bản của WB21</b>			
Mức tăng nhiệt độ (°C)	+0.5	+1	+2
Mức tăng lượng mưa (%)	+1.5	+3	+6
Nước biển dâng (cm)	+10	+25	+45
Cường độ bão (%)	-5 đến +5	-5 đến +5	-5 đến +5
<b>Các kịch bản của KNMI</b>			
Mức tăng nhiệt độ (°C)	+1	+2	+2
Mức tăng lượng mưa (%)	+4	+7	+14
Nước biển dâng (cm)	+15 đến +25	+20 đến +35	+20 đến +35

### **1.1.2.3. Cách tiếp cận ComCoast**

Dự án châu Âu ComCoast (Verhagen and Visser, 2007) tập trung xem xét cách mà chúng ta sử dụng đồng bằng ven biển hiện nay và tìm kiếm những giải pháp đa mục tiêu trong việc sử dụng đa mục tiêu trong tương lai. Khái niệm ComCoast nhằm để tạo nên một sự chuyển tiếp đều đặn hơn từ biển lên đất liền, thay vì chỉ dùng một tuyến công trình ngăn nước, như cách làm truyền thống. Dự án này đang phát triển các chiến lược tiên tiến về quản lý rủi ro lũ, nhằm bao gồm cả những công năng mới về môi trường và xã hội, như giải trí, đánh bắt cá, du lịch và hình thành quần thể sinh thái. Cách tiếp cận này nhằm đến những khả năng phát triển vùng duyên hải về khía cạnh quy hoạch không gian, để làm lợi cho cộng đồng dân cư địa phương cũng như rộng hơn, và cả duy trì môi trường sống. Dự án ComCoast tập trung vào đê biển với chiều cao đê được thiết kế theo tiêu chuẩn sóng tràn đỉnh chấp nhận được (thường cỡ bằng 1 lít/giây cho mỗi mét dài tuyến đê). Ta có thể cố gắng thiết kế đê với các độ cao lưu không thấp đi. Điều này có thể đạt được bằng cách:

- Giảm tải lượng sóng lên đê;
- Cho phép tràn đỉnh nhiều hơn.

Việc hạ thấp đê xuống dưới mực nước thiết kế thường cho phép lượng tràn quá nhiều, vì vậy mà phương án này không thực tiễn. Điều này cũng ngụ ý rằng các giải pháp mà ComCoast đề ra đặc biệt hấp dẫn trong những trường hợp có sóng mạnh đáng kể. Có thể giảm tải trọng sóng bằng những giải pháp phía bãi trước; còn cho phép tràn đỉnh nhiều hơn thì lại yêu cầu những giải pháp phía trong đồng kèm theo điều chỉnh mái dốc bên trong của đê.

Về giải pháp bảo vệ phía bãi trước:

- Bảo vệ đất phía trước: xây dựng một tuyến bảo vệ bền vững ngay trước tuyến đê để tạo nên vùng nước tĩnh giữa hai tuyến này, thích hợp cho việc nuôi trồng thủy sản. Vùng nước này có thể bị nước ngập đến 10 lần mỗi năm. Việc bảo vệ vùng đất này có hai lựa chọn: (a) xây dựng một tuyến mềm với vai trò “đệm” cho tuyến đê chính, và (b) duy trì đất phía trước bằng cách đắp đất lấn biển và duy trì nó.

- Bồi sung bãi trước để phục hồi bờ biển: đất cát bị xói đi thì được thay thế bởi vật liệu nạo vét bơm lên trên bãi trước đã bị xói. Vật liệu nạo vét gồm bùn, cát, cuội sỏi, nếu không tận dụng sẽ bị đổ ra biển một cách lãng phí. Lượng bùn cát mới giúp củng cố tuyến phòng lũ tự nhiên và giúp phục hồi các quần thể hoang dã.

Đối với khu vực phía trong đê, ComCoast đề xuất ba giải pháp chính:

- Bảo vệ chống lượng nước tràn: Làm cho tuyến đê chống được lượng sóng tràn và đảm bảo rằng mọi lượng nước vượt qua đỉnh thì phải được trữ lại tạm thời và sau đó tiêu thoát đi. Điều này có thể thực hiện được bằng cách gia cố đỉnh tuyến đê và mái trong đồng bằng một lớp kè không bị sạt lở khi nước tràn qua. Phương pháp này có ý nghĩa kỹ thuật cao; đến nay đã có nhiều công nghệ bảo vệ cứng (như các khối đặt, cấu kiện nhám, nhựa đường hay Elastocoast) cũng như cỏ (kết hợp với mái trong thoải) được triển khai. Đồng thời, nhiều khái niệm mới cũng được thử nghiệm như lớp cỏ cố kết (do Royal Haskoning & Infram thực hiện ở Hà Lan) và tiêu thoát nước (do Viện Leichtweiss ở Hannover, Đức, thực hiện).

- Định tuyến lại có quản lý: Thực hiện bằng cách gỡ bỏ tuyến đê, tạo nên vùng ngập triều linh động, có giá trị về phương diện cả môi trường lẫn giải trí.

- Trao đổi nước triều có điều tiết: Có thể thực hiện bằng việc điều tiết nước triều qua một hệ thống các công và/hoặc bơm. Các vùng đất thấp có thể cần thêm cả tuyến đê thứ hai.

Đối với đê biển, bảo vệ chống lượng nước tràn có ý nghĩa rất quan trọng. Về khía cạnh kỹ thuật thì hoàn toàn có thể thiết kế đê sao cho chúng “không vỡ”. Dĩ nhiên, khi đã chọn đê không vỡ, khu trữ nước sau tuyến đê đó phải đủ lớn và không nên hoạt động

đáng kể. Những ngôi nhà trong vùng ngập này cần được nâng lên, và không nên đặt cơ sở hạ tầng quan trọng (như bệnh viện lớn) trong vùng. Như vậy theo lựa chọn này, để đối mặt với nước biển dâng, ta không nên nâng cao đê mà cần gia cố nó và điều chỉnh việc sử dụng đất sau đê.

Trong khi phân tích thay đổi khí hậu, rõ ràng không thể chắc chắn về con số nước biển dâng sau 50 hay 100 năm. Có thể thiết kế dựa trên các điều kiện mực nước biển dâng hiện thời (20 cm/thế kỉ với tần suất bão hiếm, chẳng hạn tần suất 1:4000) và cộng thêm một độ cao gia tăng nào đó để bù đắp cho nước biển dâng có thể cao hơn trong vòng 10 – 20 năm tới. Thông thường, ở Hà Lan đê biển có tuổi thọ kinh tế chừng 50 năm, và độ cao tăng thêm 10 cm để chống nước biển dâng hiện thời. Nếu lấy độ cao phụ thêm là 5 cm thì đê biển sẽ cần phải nâng thêm độ cao 15 cm.

Nhưng nếu nước biển dâng vẫn tăng đều như hiện nay thì tuổi thọ đê sẽ là 75 năm. Còn nếu trong 50 năm tới mà nước biển dâng cao hơn thì tuổi thọ tuyến đê sẽ rút ngắn lại và ta cần phải tu bổ sớm hơn, nhưng việc đầu tư muộn như vậy lại không thiệt hại về kinh tế (so với xây cao ngay từ đầu). Chính vì vậy, quan điểm của họ là không phải chiều cao thiết kế của đê là bất định, mà chính tuổi thọ thiết kế mới là bất định.

#### ***1.1.2.4. Phương pháp tiếp cận của Hoa Kỳ***

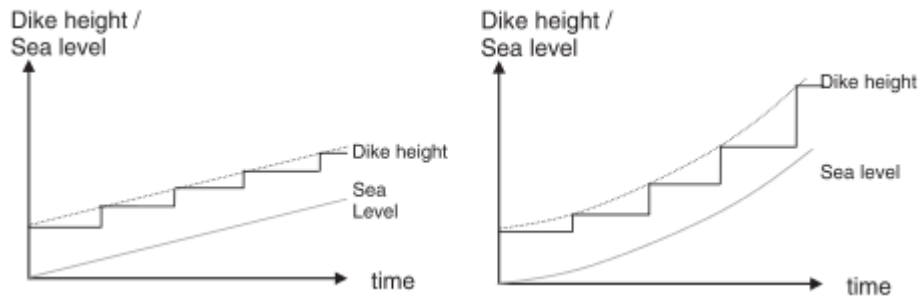
Một số dự án của Hoa Kỳ dùng cách tiếp cận dựa trên giá thành. Ở thành phố New Orleans (bang Louisiana, Hoa Kỳ), gần cửa sông Mississippi, một thành phố xây dựng trên nền đất đã tôn tạo, thường phải chịu rủi ro ngập lụt do bão và lũ sông, mưa lớn. Năm 2005 nơi đây chịu hậu quả nặng nề của cơn bão Katrina, với 1100 người chết. Chương trình nâng cao tiêu chuẩn an toàn với tần suất 1/100 đã hình thành nên 207 km đê. Họ đã kết hợp tường chắn với đê đất đắp, và nghiên cứu cho thấy giá thành đơn vị của tường chắn bê tông (5 → 9 triệu Euro/km) thì cao hơn so với đê đất đắp (2,5 → 5 triệu Euro/km). Tuy nhiên tường bê tông vẫn được đề xuất vì chiếm ít diện tích hơn và sẵn có vật liệu hơn, so với sét để đắp đê. Chi tiết về giá thành có thể xem ở (Jonkman và nnk. 2013).

Tổng giá thành cho một tuyến đê phụ thuộc trực tiếp vào chiều dài của tuyến đê. Tại vùng Plaquemines, Louisiana, với dân số chỉ 25000 người, nhưng với chiều dài đê là 185 km, như vậy chi phí rất đáng kể. Trong trường hợp đê bao quanh vùng cửa sông, có thể xây dựng công trình chặn dòng, bằng cách này giảm bớt chi phí đê phía trong và cũng giảm mức rủi ro.

Khi xét đến ảnh hưởng của nước biển dâng, chiều cao của đê cũng phải được tôn cao theo thời gian. Như vậy cách này hơi khác với quan niệm “tuổi thọ công trình” của Hà Lan, mà họ nâng cao đê định kì và tuổi thọ công trình không có hạn định. Với cách



nâng cao đê định kì thế này (Hình 1.2), độ nâng cao phụ thuộc vào xu hướng tốc độ dâng nước biển. Khi nước biển dâng nhanh dần thì càng về sau, đê càng phải nâng cao với độ nâng cao  $\Delta H_{đê}$  lớn hơn.



Hình 1-2: Nâng cao đỉnh đê trong trường hợp nước biển dâng đều (trái) và dâng nhanh dần (phải)

#### 1.1.2.5. Quy hoạch thiết kế công trình sau đê

Cùng với việc tính toán cụ thể các tải trọng khi thiết kế đê, những công trình nhà cửa phía sau đê cũng được chú trọng thiết kế đặc biệt. Để nâng cao sàn nhà, người ta có thể dùng các trụ chống hoặc một dạng “phao nổi” đặc biệt.

### 1.1.3. Phương pháp xác định mực nước, sóng phục vụ thiết kế đê biển trong điều kiện bình thường và trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng

#### 1.1.3.1. Phương pháp quan trắc

Bố trí các trạm quan trắc đo đặc mực nước tại khu vực nghiên cứu và quan trắc liên tục nhiều năm. Chuỗi số liệu mực nước càng dài càng tốt để bao hàm được mọi biến động có chu kỳ, cũng như những biến động bất thường do nhiều nguyên nhân gây ra. Phương pháp này đã được áp dụng rất rộng rãi trên thế giới khi tiến hành xây dựng các công trình ven biển như cảng, đê kè, cầu tàu ...

Ở những nước có lịch sử phát triển ở trình độ cao thì việc quan trắc tại các trạm cố định thường xuyên, lâu dài cũng như các quan trắc diện rộng theo các mục đích khác nhau trở thành chiến lược quốc gia. Do vậy, khi tính toán, xác định các đặc trưng thiết kế như mực nước, sóng, dòng chảy, bùn cát ... ngoài biển khá thuận lợi và ít gặp rủi ro trong thiết kế.

#### 1.1.3.2. Phương pháp mô hình toán

Cùng với tiến bộ khoa học công nghệ, sự phát triển của máy tính điện tử, các phần mềm thủy động lực cũng ra đời dùng để mô phỏng các quá trình thủy thạch động lực ở những phạm vi không gian khác nhau. Trên thế giới đã hình thành các trung tâm tính toán rất nổi tiếng như Viện thủy lực Đan Mạch với họ phần mềm MIKE tích hợp và cho phép tính toán khá đầy đủ các trường thủy thạch động lực; Viện Thủy lực Delft (Hà Lan) với

bộ phần mềm nổi tiếng Delft3D, Viện Walingford (Anh) hay các viện nghiên cứu, các trường đại học của Mỹ cũng phát triển các mô hình toán 1D, 2D và 3D để mô phỏng các quá trình thủy động lực và muối ở ngoài biển.

Cùng với các phương tiện kỹ thuật, máy móc quan trắc hiện đại, chính xác sẽ là đầu vào cho việc hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số của các mô hình và từ đó chiết xuất các giá trị thiết kế tại bất cứ điểm nào mong muốn. Đây là điểm mạnh, ưu việt hơn hẳn của phương pháp mô hình toán so với các phương pháp khác.

Bên cạnh các mô hình toán, thì hướng mô hình vật lý, nhằm giải quyết các bài toán đặc thù cho những không gian hữu hạn cũng được phát triển song song với mô hình toán. Đó là các phòng thí nghiệm nổi tiếng của Pháp, Hà Lan, Đức, Đan Mạch, Anh, Italy, Úc và Mỹ.

#### **1.1.4. Các sự cố hư hỏng đê biển của thế giới và Việt Nam**

Một cách tổng quát, đê biển ở mọi nơi trên thế giới bị hư hỏng do các cơ chế sau:

- Chảy tràn/sóng tràn
- Trượt mái đê bao gồm cả mái ngoài và mái trong
- Xói chân đê kè
- Hư hỏng kết cấu bảo vệ mái, đỉnh đê và xói thân đê
- Lún công trình do nền mềm
- Hư hỏng các công trình trên đê
- Xói mòn đê tự nhiên/đụn cát ven bờ

Các cơ chế hư hỏng này được sơ đồ hóa trong hình minh họa dưới đây và có thể tóm tắt các nguyên nhân gây ra các hoại hư hỏng trên.

- Hư hỏng do chảy tràn xảy ra khi mực nước ngoài biển hoặc mực nước trong đồng đều cao hơn cao trình đỉnh đê.

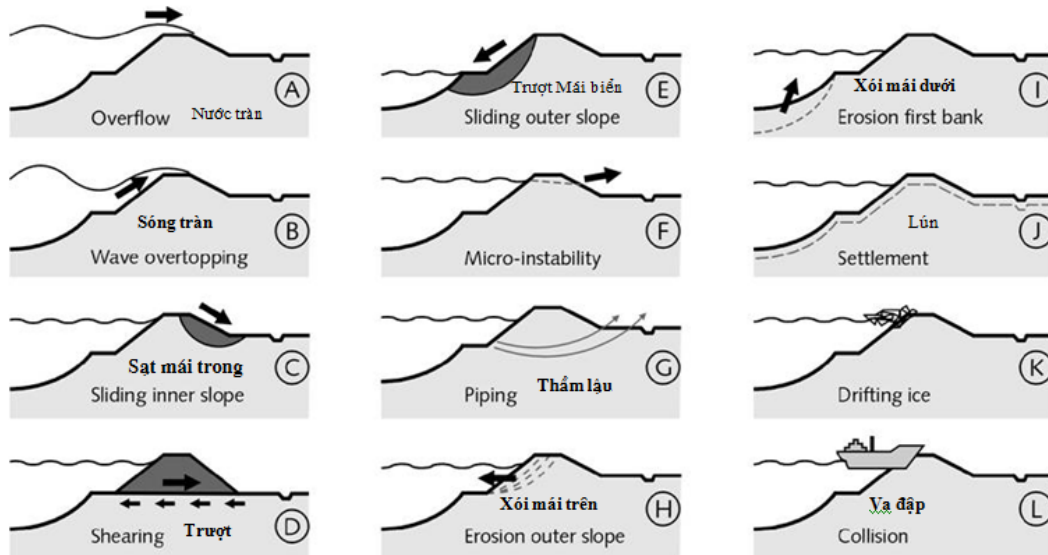
- Khi sóng trườn lên mái ngoài hoặc nước bắn do tường đứng sẽ gây ra hiện tượng nước tràn trên mặt đê. Nước tràn trường hợp này không liên tục.

- Trượt mái đê bao gồm cả mái ngoài và mái trong: Hiện tượng trượt mái có thể do nước tràn, cũng có thể do tải trọng sóng khi rút xuống tạo ra áp lực đẩy nổi, trong khi đất trong thân đê đã bão hòa nước.

- Xói chân đê kè: Chủ yếu đối với chân phía ngoài dưới tác động của sóng, dòng chảy sóng tác động liên tục vào chân đê, nơi các ình thức bảo vệ hoặc vật liệu bảo vệ chân chưa đủ cường độ.

- Hư hỏng kết cấu bảo vệ mái, đỉnh đê và xói thân đê: Thông thường sau khi đắp xong thân đê, chúng ta phải bảo vệ mái bằng các kết cấu khác nhau như đá đổ, tấm bê

tông, trồng cỏ. Tuy nhiên do nhiều nguyên nhân chẳng hạn như các yếu tố thủy động lực vượt thiết kế, các kết cấu bảo vệ không đủ tốt, thi công sai qui trình ... thì các khối bảo vệ sẽ bị bong tróc và tiếp đến các lớp vật liệu trong thân đê bị trôi ra dẫn tới hư hỏng từng phần và toàn bộ con đê.



Hình 1-3: Các cơ chế hư hỏng đê biển.

- Lún công trình do nền mềm: Đây cũng là một dạng hư hỏng thường gặp khi xây dựng chưa xử lý triệt để và gia cố nền hoặc nền bị biến dạng theo thời gian, lún không đều dẫn tới các hư hỏng cục bộ và cuối cùng là hư hỏng cho toàn bộ con đê.

- Hư hỏng các công trình trên và trong đê: Thông thường các loại công trình như cống dưới đê, đường kết hợp trên đê cũng có các sự cố như lún không đều giữa các vật liệu khác nhau hay co ngót không đều tạo ra các khe nứt trong thân đê, gãy các kết cấu của cống do nền mềm hay hư hỏng cánh cống do nước mặn ăn mòn... là nguyên nhân ban đầu dẫn tới các hư hại từng phần và cuối cùng gây ra sự phá hoại của cả con đê.

- Xói mòn đê tự nhiên/đụn cát ven bờ: Dưới tác động của bức xạ mặt trời, sóng gió, nước mặn ... ngay cả các công trình thiết kế đủ tiêu chuẩn cũng sẽ bị biến dạng và xuống cấp theo thời gian. Nếu không có bảo dưỡng định kỳ các hạng mục công trình sẽ xuống cấp nhanh chóng và là nguyên nhân gây ra hư hỏng cho đê.

## 1.2. CÁC NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ ĐÊ BIỂN TRONG NƯỚC

### 1.2.1. Phương pháp tiếp cận nghiên cứu xây dựng tiêu chuẩn, hướng dẫn kỹ thuật thiết kế đê biển

Cùng với sự phát triển kinh tế, độ an toàn của các công trình bảo vệ bờ biển cũng phải nâng cao. Cần có phương pháp luận để đánh giá sự rủi ro của công trình theo tần suất. Đây là một hướng mới đối với người thiết kế công trình bảo vệ bờ. Cũng cần thấy rằng phương pháp tính toán chỉ dựa trên tiêu chuẩn kỹ thuật đã được quy định là chưa đủ,

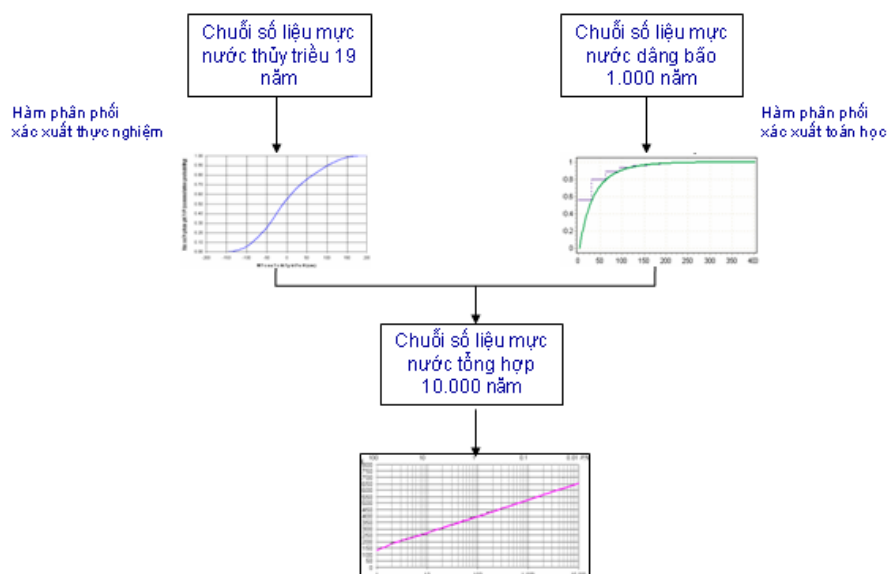
bởi công thức lý thuyết áp dụng chung cho các trường hợp phá hoại công trình bảo vệ bờ là không đủ độ tin cậy. Để vượt qua vấn đề này, cần phải xây dựng một sơ đồ phối hợp giữa điều kiện biên tự nhiên (thủy lực, địa kỹ thuật) theo tỷ lệ mô hình kết cấu công trình và sự hư hỏng tương quan đã xảy ra đối với điều kiện biên đó.

Tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đê biển ban hành theo Quyết định số 1613/QĐ-BNN-KHCN ngày 09/7/2012 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, được biên soạn từ “Hướng dẫn thiết kế đê biển, 14TCN 130-2002” và “Tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng cho chương trình củng cố, bảo vệ và nâng cấp đê biển từ Quảng Ninh đến Quảng Nam” (Ban hành kèm theo Quyết định số 57/QĐ-BNN-KHCN ngày 08 tháng 01 năm 2010) trên cơ sở chỉnh sửa, cập nhật và bổ sung từ một số kết quả nghiên cứu của các đề tài khoa học công nghệ giai đoạn II thuộc “Chương trình khoa học công nghệ phục vụ xây dựng đê biển và công trình thủy lợi vùng cửa sông ven biển” và các tiêu chuẩn khác có liên quan.

### **1.2.2. Phương pháp xác định mực nước thiết kế đê biển**

Để khắc phục thiếu sót do thiếu số liệu quan trắc và do mạng lưới trạm ven biển và trên biển quá thưa, các nhà khoa học đã xây dựng các phương pháp tính toán lý thuyết dựa trên cơ sở các phương trình toán học mô phỏng lại các hiện tượng tự nhiên và phát triển các phần mềm chuyên dụng để mô phỏng, xác định mực nước tổng hợp tại các vị trí mong muốn trên cơ sở sử dụng các số liệu đo đạc không cần quá dài để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tính toán. Một trong những công trình được thực hiện trong khuôn khổ của đề tài khoa học “*Nghiên cứu cập nhật, chi tiết hóa bộ số liệu cơ bản về triều, nước dâng dọc bờ biển từ Quảng Ninh đến Quảng Nam phục vụ tính toán thiết kế, củng cố nâng cấp đê biển*” thuộc Chương trình khoa học công nghệ phục vụ xây dựng đê biển và công trình thủy lợi vùng cửa sông ven biển thực hiện nay 2007 – 2012 và.

Cơ sở khoa học của phương pháp đã chính thức được đưa vào Tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đê biển” ban hành theo quyết định 1613/QĐ/BNN-KHCN ngày 9/7/2012 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và PTNT được thể hiện trong sơ đồ khối Hình 1-4, theo đó mực nước tổng hợp là tổ hợp của bão và thủy triều mà về bản chất chúng được coi là hai hiện tượng hoàn toàn độc lập với nhau.



Hình 1-4: Sơ đồ khối xây dựng đường tần suất mực nước tổng hợp

Một cơn bão đổ bộ vào đất liền có thể xảy ra ở bất cứ pha triều nào từ thấp nhất, cao nhất, lưng triều và tần suất mực nước tổng hợp tại từng điểm là kết quả tổ hợp của 2 thành phần mực nước triều và nước dâng do bão.

Tại mỗi điểm, xây dựng hàm phân phối xác suất độ lớn nước dâng bão và độ cao thủy triều. Hàm phân phối xác suất độ lớn nước dâng bão là hàm phân bố toán học và được lựa chọn từ 40 hàm phân bố thông thường theo tiêu chuẩn Best-fitting của Anderson Darling. Hàm phân phối xác suất độ cao thủy triều là hàm phân bố thực nghiệm (Experience distribution).

Đường tần suất mực nước tổng hợp được thể hiện theo đồ thị có 2 trục là  $x$  và  $y$ . Trục  $y$  là giá trị mực nước tổng hợp  $H_{TB}$ , trục  $x$  là chu kỳ lặp lại  $T_r$  (năm) và suất đảm bảo năm  $P(\%)$  theo hàm logarit.

Theo sơ đồ hình trên, đã tiến hành xây dựng đường tần suất mực nước tổng hợp dọc theo bờ biển Việt Nam cứ 10 km có 1 điểm khá thuận tiện cho việc xác định mực nước triều thiết kế phục vụ thiết kế các công trình cơ sở hạ tầng vùng ven biển.

### 1.2.3. Phương pháp xác định chiều cao sóng phục vụ thiết kế đê biển

#### 1.2.3.1. Phương pháp đồ giải

Phương pháp đồ giải là một phương pháp đơn giản được các nhà khoa học GODA (1980) và OWEN (1980) nghiên cứu và phát triển khi tính toán lan truyền sóng đến chân công trình. Điều kiện sóng truyền vào vùng nước ven bờ chịu ảnh hưởng của quá trình biến hình nước nông và sóng vỡ. Các quá trình này bị chi phối bởi một thông số như độ dốc mặt nước biển và độ dốc đáy biển.

Theo Goda (1980) điều kiện sóng truyền vào vùng nước ven bờ ảnh hưởng bởi quá trình biến hình nước nông và sóng vỡ. Các quá trình này bị chi phối bởi một số thông số như độ dốc mặt nước biển và độ dốc đáy. Để xét đến các thông số quan trọng này Goda 1980 đề nghị một loạt các biểu đồ xác định chiều cao sóng lớn nhất  $H_{max}$ , và chiều cao sóng có nghĩa  $H_s$  cho các độ dốc đáy 1:10; 1:20; 1:30; 1:100.

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

Các mô hình toán có thể áp dụng để tính toán chiều cao sóng bao gồm:

- + Mô hình SWAN (SWAN-1D);
- + Mô hình CRESS-WIN;
- + Mô hình WADIBE;

Các mô hình trên dựa trên nguyên lý tính toán sự suy giảm năng lượng sóng khi truyền vào bờ (mô hình ENDEC) và được trình bày chi tiết trong các chuyên đề.

### **1.2.3.3. Xác định sóng thiết kế theo hướng dẫn tiêu chuẩn thiết kế đê biển**

a) Sử dụng kết quả phân tích mô phỏng sóng tại các mặt cắt định trước dọc bờ

Sử dụng kết quả phân tích mô phỏng sóng tại các mặt cắt định trước dọc theo đường bờ. Theo cách này, kết quả tính toán sóng được cung cấp theo từng mặt cắt định trước theo các độ sâu khác nhau tính từ chân đê ra tới ngoài vùng sóng vỡ theo các tần suất thiết kế khác nhau. Người thiết kế cần thực hiện theo các bước sau:

- Xác định tọa độ chính xác của đoạn đê cần thiết kế;
- Xác định chu kỳ lặp lại/ tần suất thiết kế
- Tìm mặt cắt có tọa độ gần nhất đối với tọa độ của đoạn đê cần thiết kế;
- Tra các tham số sóng tại mặt cắt tìm được tương ứng với tần suất thiết kế được giá trị tham số sóng tại các điểm trên mặt cắt ngang xem xét (khoảng cách và độ sâu của mặt cắt) tính từ chân đê ra

b) Sử dụng kết quả phân tích sóng tại biên nước sâu theo từng vùng tính toán

Sử dụng kết quả phân tích sóng cung cấp tại biên nước sâu ngoài khơi khu vực xem xét. Các bước thực hiện:

- Xác định vùng biển ngoài khơi ảnh hưởng trực tiếp đến vùng nghiên cứu;
- Xác định chu kỳ lặp lại/ tần suất thiết kế;
- Xác định tham số sóng thiết kế ngoài khơi theo tần suất thiết kế;
- Tính toán sóng lan truyền từ khu vực nước sâu vào tới vị trí quan tâm (vị trí chân công trình (sử dụng các mô hình tính toán lan truyền sóng)).

Trong một số trường hợp, do đặc điểm địa hình và tự nhiên của khu vực nghiên cứu người thiết kế cần phải xác định các tham số sóng theo các yếu tố tạo sóng cho các khu vực được che chắn, không chịu ảnh hưởng trực tiếp của sóng nước sâu truyền vào hoặc sóng do các yếu tố tạo sóng cục bộ (gió cục bộ) gây ra. Các kết quả tính được xây dựng thành bảng cho các vùng khác nhau và đã được truyền vào bờ có xét tới ảnh hưởng của đáy biển, hình dạng đường bờ (Xem hướng dẫn thiết kế đê biển năm 2012).

#### 1.2.4. Phương pháp xác định cao trình đỉnh đê biển thiết kế

Cao trình đỉnh đê được xác định là cao trình mặt đỉnh sau khi đê biển đã lún ổn định. Trường hợp trên mặt đê có bố trí tường chắn sóng (tường đỉnh) thì cao trình đỉnh đê chính là cao trình đỉnh tường. Cao trình đỉnh đê được xác định theo công thức tổng quát như sau:

$$Z_{đp} = Z_{tk,p} + H_{lk} + a \quad (1.5)$$

Trong đó:

- $Z_{đp}$  - Cao trình đỉnh đê thiết kế (m);
- $Z_{tk,p}$  - Mực nước thiết kế (MNTK);
- $H_{lk}$  - Độ cao lưu không của đỉnh đê trên MNTK;
- $a$  - Trị số gia tăng độ cao, xác định theo cấp công trình (tra bảng).

Trị số gia tăng độ cao ở trên chưa bao gồm độ cao phòng lún, do đó khi thiết kế cao trình đỉnh đê cần thiết phải xét đến yếu tố này.

Khi tính toán cao trình đỉnh đê, cần phải chú ý một số điểm như sau:

- Trong cùng một tuyến đê, tính toán các phân đoạn có cao trình đỉnh đê khác nhau, thì lấy theo trị số cao nhất để làm cao trình thiết kế cho cả tuyến.
- Trường hợp đê có tường chắn sóng kiên cố, ổn định thì cao trình đỉnh tường là cao trình đỉnh đê.

Cách tính toán xác định các thành phần trong công thức xác định cao trình đỉnh đê cho từng trường hợp sẽ được trình bày trong các mục dưới đây.

##### 1.2.4.1. Xác định mực nước thiết kế

Để đơn giản trong áp dụng, trong hầu hết các trường hợp việc xác định MNTK cho đê trực diện với biển chỉ yêu cầu kể đến hai thành phần chính là mực nước triều thiên văn lớn nhất và chiều cao nước dâng do bão ứng với tần suất thiết kế. Trường hợp có xét cả ảnh hưởng của hiện tượng mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu, MNTK có thể được xác định như sau:

$$Z_{tk,p} = (Z_{TB} + \Delta Z_{NBD}) + A_{tr, \max} + H_{nd,p} \quad (1.6)$$

Trong đó:

$Z_{TB}$  - Mức nước biển bình quân tính theo hệ cao độ quốc gia;

$\Delta Z_{NBD}$  - Gia tăng mực nước biển trung bình khi xét đến ảnh hưởng của nước biển dâng (NBD), được xác định như sau:

+ Khi không xét đến ảnh hưởng của NBD,  $\Delta Z_{NBD} = 0$ .

+ Khi xét ảnh hưởng của NBD:  $\Delta Z_{NBD} = T_{ct} \cdot R_{NBD}$

Trong đó:  $T_{CT}$  - Tuổi thọ công trình dự kiến xây dựng (năm);  $T_{CT}$  được xác định căn cứ vào cấp công trình theo “TCXDVN 285-2002.

$R_{NBD}$  - Tốc độ dâng nước biển trung bình (m/năm) theo kịch bản NBD trung bình quy định bởi Bộ Tài Nguyên & Môi Trường;

$A_{tr, \max}$  - Biên độ triều thiên văn lớn nhất (m);

$H_{nd}$  - Chiều cao nước dâng do bão tương ứng với tần suất thiết kế P%. Đường tần suất nước dâng do bão được xây dựng dựa trên số liệu quan trắc nước dâng trong bão có thời đoạn quan trắc yêu cầu đủ dài, ít nhất là 20 năm.

#### **a) Tính toán MNTK trong trường hợp có đủ tài liệu quan trắc**

Trường hợp có đầy đủ số liệu đo đạc mực nước triều cũng như chiều cao nước dâng, MNTK có thể tính toán theo công thức (1.5) ở trên.

#### **b) Tính toán MNTK trong trường hợp không đủ tài liệu quan trắc**

Trường hợp không có đủ tài liệu đo, MNTK được tra theo các đường tần suất mực nước tổng hợp đã lập sẵn cho các điểm tính toán dọc theo đường bờ biển Việt Nam trong hướng dẫn thiết kế đê biển ban hành năm 2012. Để kể đến ảnh hưởng của NBD trong trường hợp này, MNTK tra được từ đường tần suất tổng hợp cần được cộng thêm với giá trị gia tăng mực nước biển trung bình do ảnh hưởng của nước biển dâng,  $\Delta Z_{NBD}$ , và được xác định theo công thức sau:

$$Z_{tk,p} = MNTK_p^{tra} + \Delta Z_{NBD} \quad (1.7)$$

Trong đó  $MNTK_p^{tra}$  là mực nước biển tương ứng với tần suất P(%) tra theo đường tần suất mực nước tổng hợp từ Phụ lục A của hướng dẫn thiết kế.

#### **1.2.4.2. Tính toán xác định cao trình đỉnh đê bằng mô hình toán**

Hai mô hình phổ biến nhất được sử dụng để tính toán cao trình đỉnh đê là CRESS WIND và WADIBE. Hai mô hình này đã được trình bày khá chi tiết trong mục 1.2.3. Chi



tiết các modul tính toán của mô hình được trình bày trong phụ lục của hướng dẫn tính toán đề biển năm 2012.

### **1.3. ĐẶC ĐIỂM VÙNG NGHIÊN CỨU**

#### **1.3.1. Điều kiện tự nhiên**

##### ***1.3.1.1. Đặc điểm địa hình, địa mạo***

Dải đất ven biển đồng bằng sông Cửu Long, phía biển Đông từ thành phố Hồ Chí Minh đến Cà Mau khá bằng phẳng, thấp với nhiều vùng trũng với cao độ trung bình trong vùng chỉ khoảng từ 0.5 – 1.0 m. Ở một số khu vực ven biển thuộc các tỉnh Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu có các giồng cát với cao độ khoảng từ 1.0 – 3.0 m chạy song song với bờ biển. Dọc theo bờ biển có nhiều bãi bồi, đa số là các bãi bồi ngập nước không thường xuyên, chỉ ngập nước thời triều cao (đỉnh triều) và lộ đất vào lúc triều thấp (chân triều), phía ngoài các bãi bồi là vùng biển nông. Dọc bờ biển có các dải rừng ngập mặn, có tác dụng như tấm lá chắn bảo vệ cho dải đất ven biển trước các tác động bất lợi từ phía biển như sóng, gió, nước biển dâng... Địa hình dải ven biển bị chia cắt thành nhiều khu vực bởi mạng lưới sông rạch chằng chịt, liên thông.

Địa hình, địa mạo dọc vùng biển không đồng nhất giữa các khu vực, là kết quả của sự tương tác giữa các yếu tố tự nhiên như cấu trúc địa chất và kiến tạo, quá trình hoạt động của biển, tác động của sông, vai trò của rừng ngập mặn và các hoạt động của con người làm thay đổi bề mặt đất. Có thể chia dải đất ven biển khu vực nghiên cứu thành các tiểu vùng như sau:

##### ***a) Dải ven biển Cần Giờ***

Cần Giờ nằm trong vùng cửa sông có dạng hình phễu. Các cửa sông hình phễu được hình thành trong điều kiện thủy triều cao. Lòng sông trong quá trình phát triển kéo dài nhanh ra phía biển và sự đối phù sa không bảo đảm lấp đầy các vũng, vịnh hai bên. Cao độ phổ biến trong vùng từ 0- 1m.

Bờ biển gần như thẳng với hướng đường bờ Đông - Đông Bắc, Tây - Tây Nam với 2 cửa sông là Rạch Lở cách mũi Cần Giờ 5 km và cửa Hà Thanh cách mũi Đồng Hòa 3.5 km. Bãi triều Cần Giờ dài khoảng 12km, có chiều ngang lớn, địa hình rất thoải và bằng phẳng với độ dốc của vùng biển nông trung bình 0.6‰ trong khoảng độ sâu từ 0 – 2m, 0.7 ‰ trong khoảng độ sâu từ 2 – 5m, 0.9 ‰ trong khoảng độ sâu từ 5 – 10m, 2.8 ‰ trong khoảng độ sâu từ 10 – 20m. Nói chung, bãi triều Cần Giờ thuộc môi trường giàu cát và đặc trưng cho cát của Biển Đông.

##### ***b) Dải ven biển từ Gò Công đến Bạc Liêu***

Vùng ven biển từ Gò Công đến Bạc Liêu có cao độ phổ biến từ 0.5 - 1.0 m, dọc bờ biển có các giồng cát với cao độ từ 1.0 – 3.0m, chạy song song với bờ biển nên nhiều nơi có địa hình lượn sóng, tạo nên các dải đất cao thấp xen kẽ nhau. Đường bờ biển khúc khuỷu, với sự hiện diện của các cửa gồm Cửa Tiểu, Cửa Đại, cửa Ba Lai, Cửa Hàm Luông, cửa Cổ Chiên, cửa Cung Hầu, cửa Định An và cửa Trần Đề. Nhìn chung, bờ biển có xu thế được bồi, dọc bờ biển có nhiều rừng ngập mặn.

Phần biển nông ven bờ là phần ngập nước với bề mặt nghiêng thoải và rất thoải về phía biển; cụ thể: dốc trung bình 0,5‰ trong khoảng sâu 0 - 2m, 1 ‰ trong khoảng sâu 2 - 6 m, 2‰ trong khoảng sâu 6 - 10m, 0,4‰ trong khoảng sâu 10-20m .

### ***c) Vùng ven biển từ Bạc Liêu đến Mũi Cà Mau***

Đây là vùng đồng bằng non trẻ, được hình thành và phát triển sau cùng của ĐBSCL. Nhìn chung dọc bờ biển có địa hình cao hơn và thấp dần về phía nội đồng. Khu vực ven biển Đông từ cửa sông Gành Hào đến mũi Cà Mau có cao độ phổ biến từ 0,5 – 1,5 m, rừng ngập mặn phát triển mạnh, bề dày rừng hơn 25km. Bờ biển đoạn này bị xói lở mạnh, đặc biệt là đoạn từ cửa sông Đầm Dơi đến cửa Rạch Gốc dài khoảng 40km, tốc độ biển lấn trên 30m/năm.

Phần biển nông ven bờ có bề mặt nghiêng thoải về phía biển, xen kẽ có các rãnh trũng chạy song song với bờ biển, cụ thể: dốc trung bình 0,8‰ trong khoảng sâu 0 - 2m, 1 ‰ trong khoảng sâu 2 - 6m, 2‰ trong khoảng sâu 6 - 10m, 0,4‰ trong khoảng sâu 10-20m

#### ***1.3.1.2. Đặc điểm địa chất và địa chất công trình***

ĐBSCL là phần cuối cùng của châu thổ sông Mekong được tạo thành bởi sự bồi tích của phù sa sông, phù sa biển. Phủ lên nền đá gốc là trầm tích bờ rời Kanozoi với chiều dày khá lớn. Trừ một số ngọn núi cao ở phía Tây Bắc có đá gốc lộ lên mặt, đại bộ phận diện tích ĐBSCL có tầng đá gốc cách mặt đất khá sâu, dọc biên giới Việt Nam - Campuchia là 100 - 300 m, càng về phía Nam độ sâu càng lớn, ở ven biển Đông có độ sâu khoảng 700- 1000m.

Thành phần thạch học có sét, bụi cát mịn, cát thô, sỏi, cuội. Lớp trên mặt phân bố rất phức tạp. Trừ các vùng giồng cát, nhìn chung đất có tỷ lệ sét cao.

Về đặc điểm địa chất công trình: Vùng đất ven biển Đông là một dải hẹp gồm các dạng bãi cát, đụn cát, cồn cát chạy gần như liên tục từ cửa sông Sài Gòn men dọc theo bờ biển Đông tới mũi Cà Mau. Các hình trụ hố khoan có độ sâu đạt đến 40m, cho biết lớp cát hạt mịn kém chặt dễ chuyển sang dạng cát chảy hoặc bùn cát khi có tác động cơ học, thường có độ dày 8-10m dưới là tầng sét bùn dày khoảng 15 - 21m, dưới cùng là

tầng sét dẻo cứng. Tầng bồi tích trẻ ở đây có chiều sâu trên 50m.

Móng công trình thường nằm trên lớp cát hạt mịn - bùn sét kém chặt có chứa nhiều muối hòa tan, lớp này có chiều dày thay đổi và nằm trên tầng sét bùn không ổn định. Để công trình ổn định phải xử lý, nâng cao sức chịu tải của lớp đất này hoặc truyền tải xuống tầng sét cứng bên dưới. Với các công trình thủy lợi (cống đập ngăn giữ nước) phải có thêm biện pháp chống xói ngầm cơ học và hóa học. Với mục đích tận dụng làm vật liệu là đất đắp đê, cần thiết phải có các giải pháp thoát nước cổ kết để tăng độ bền cấu trúc của đất nền và khối đất đắp, tăng khả năng ổn định độ dốc mái.

### **1.3.2. Chế độ triều ở khu vực nghiên cứu**

Khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều không đều với độ lớn triều từ 2 đến 3.5m, đặc biệt trong chu kỳ triều 19 năm có thể lên đến 4 – 4.2m. Mỗi ngày có 2 lần nước lên và 2 lần nước xuống nhưng cao trình đỉnh và chân liên tiếp không bằng nhau. Trong mỗi chu kỳ ½ tháng ta thấy sự khác nhau đáng kể của độ lớn triều cường.

Theo các kết quả nghiên cứu, khi vào sâu 100 – 150 km, độ lớn triều giảm 50% và tới 200 – 250 km chỉ còn lại 25%. Theo các số liệu quan trắc, độ lớn triều mùa kiệt có độ lớn 1.4m tại vị trí cách biển 200m.

Trên sông Tiền, đỉnh triều tại Tân Châu xuất hiện chậm hơn tại cửa biển từ 4 – 6 giờ, tương tự như tại Châu Đốc trên sông Hậu. Tốc độ sóng triều truyền vào cửa sông ở khu vực là 25km/giờ; lưu lượng triều đo được tại Cần Thơ là 1500 m<sup>3</sup>/s và 1600m<sup>3</sup>/s tại cầu Mỹ Thuận.

Trong năm ảnh hưởng triều vào cửa sông lớn nhất vào thời kỳ mùa cạn, từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau và giảm rõ rệt trong thời kỳ mùa lũ từ tháng 5 đến tháng 10. Sự lan truyền triều vào trong sông khá phức tạp phụ thuộc vào hình dạng cửa sông, độ rộng và độ sâu nước.

### **1.3.3. Chế độ sóng, gió ven bờ vùng nghiên cứu**

#### **1.3.3.1. Chế độ gió**

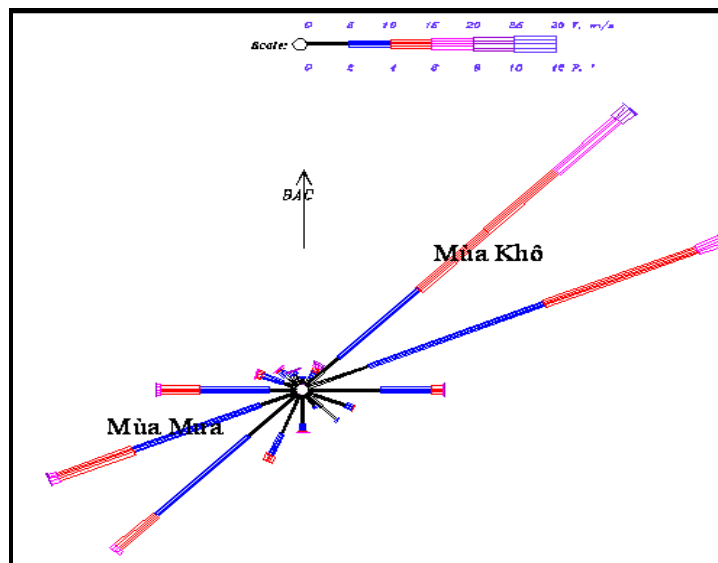
Nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, Khu vực nghiên cứu có các hướng gió chính như sau: Tây, Tây Nam, Đông Bắc, Đông Nam và gió được chia làm hai mùa rõ rệt là gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Mùa mưa chịu ảnh hưởng của gió mùa Tây Nam là chủ yếu; còn mùa khô chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc là chủ yếu với tốc độ gió trung bình là 1,77m/s.

Gió Đông Bắc xuất hiện từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, với hướng gió Đông xen kẽ hướng gió Đông Bắc, hoặc Đông Nam (gió Chướng). Tần suất và tốc độ gió tăng dần trong thời gian này, đạt cao nhất vào tháng 2, 3 và sau đó giảm dần đến tháng 4 thì

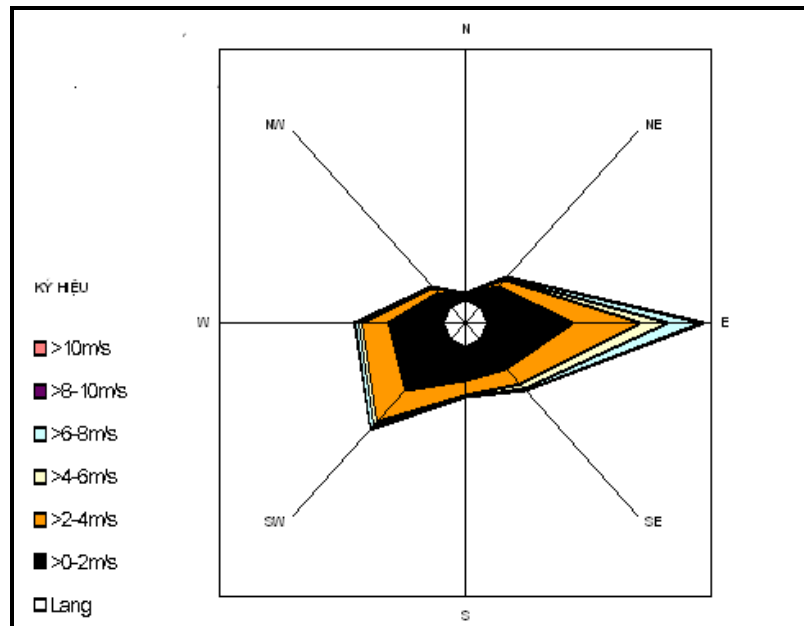
chấm dứt, tốc độ gió 2 - 3m/s; hướng gió song song với các sông lớn. Các huyện duyên hải chịu ảnh hưởng của gió chướng rất lớn, khi tốc độ gió lên tới 14-16m/s kết hợp với triều cường sẽ phá vỡ hệ thống đê điều và các công trình nuôi trồng thủy sản (NTTS) ven biển. Ngoài ra, gió chướng và triều cường còn làm cho nước biển dâng cao, lấn sâu vào nội địa làm mặn hóa ở một số khu vực, ảnh hưởng đến sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp của người dân trong vùng.

Gió Tây Nam xuất hiện từ tháng 5 đến tháng 10, sự đến sớm hay muộn của gió Tây - Tây Nam góp phần quan trọng trong việc đến sớm hay muộn của những cơn mưa đầu mùa.

Hình trên 1-5 và 1-6 là hoa gió trung bình năm tại khu vực biển Đông Nam bộ. Vào mùa khô, gió có hướng thịnh hành là Đông Bắc và Đông - Đông Bắc; vào mùa mưa, gió có hướng thịnh hành ngược lại: Tây Nam và Tây - Tây Nam. Vận tốc trung bình của gió trong mùa khô là 8,2-13,6 m/s (vận tốc gió tiêu biểu trong mùa khô qui về độ cao 10m so với mặt biển là 10m/s). Vận tốc trung bình của gió trong mùa mưa là 5,5-9,2m/s. Vào thời kỳ chuyển tiếp giữa hai mùa gió, hướng gió thay đổi và vận tốc gió thường nhỏ. Vận tốc gió cực đại trong mùa mưa đạt 32m/s và trong mùa khô đạt 42m/s (tần suất 1 lần/50 năm). Điểm đặc biệt của trường gió trên biển Đông tại Nam Bộ là không đồng nhất theo không gian. Trong mùa gió Đông Bắc, sức gió yếu đi nhanh chóng khi đi xuống phía Nam, sang phía Tây và Tây Nam, còn hướng gió cũng quay từ hướng Đông Bắc từ từ sang hướng Đông, thậm chí Đông Nam (gió Chướng) khi tiến vào vùng đất liền (xem và so sánh số liệu gió tại Côn Đảo, Bạch Hổ và các bản đồ phân bố gió trên Biển Đông (do NOAA, USA tổng kết và công bố)).

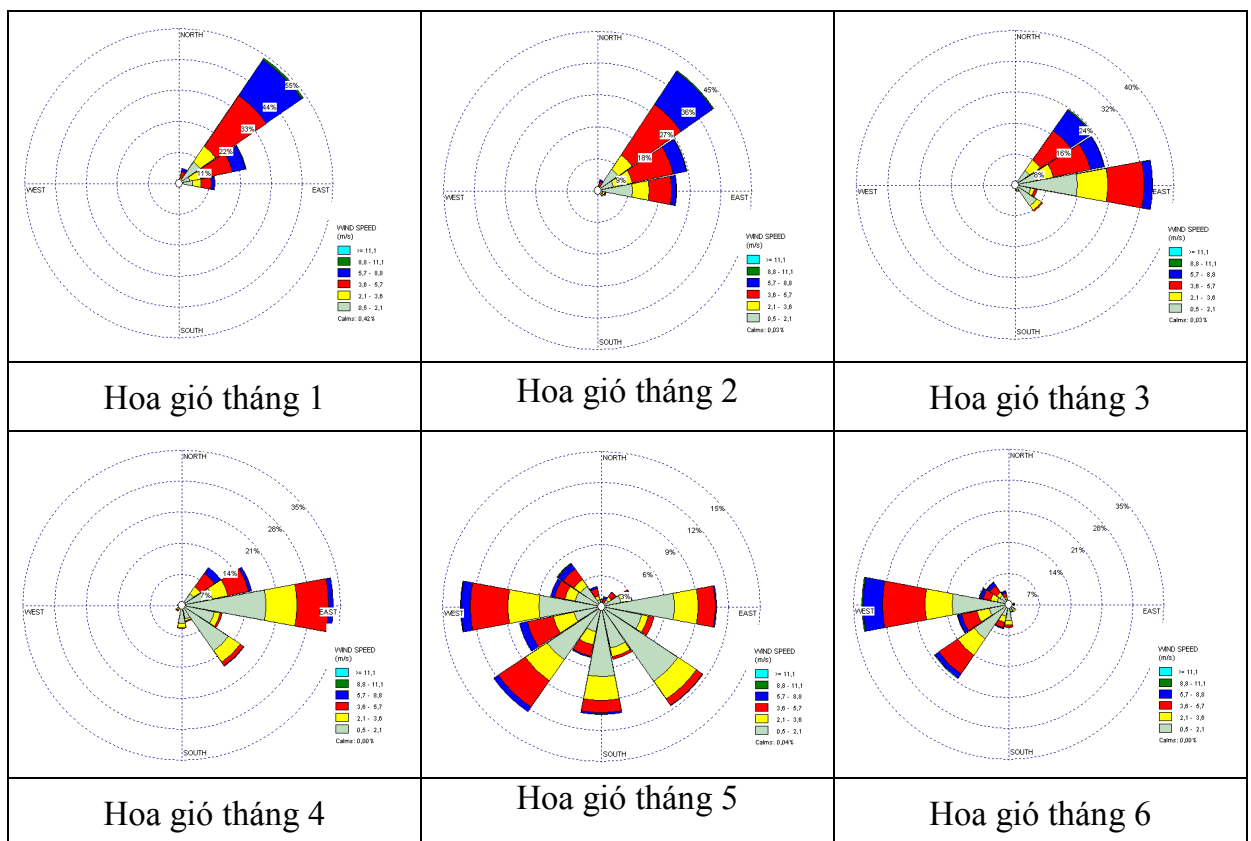


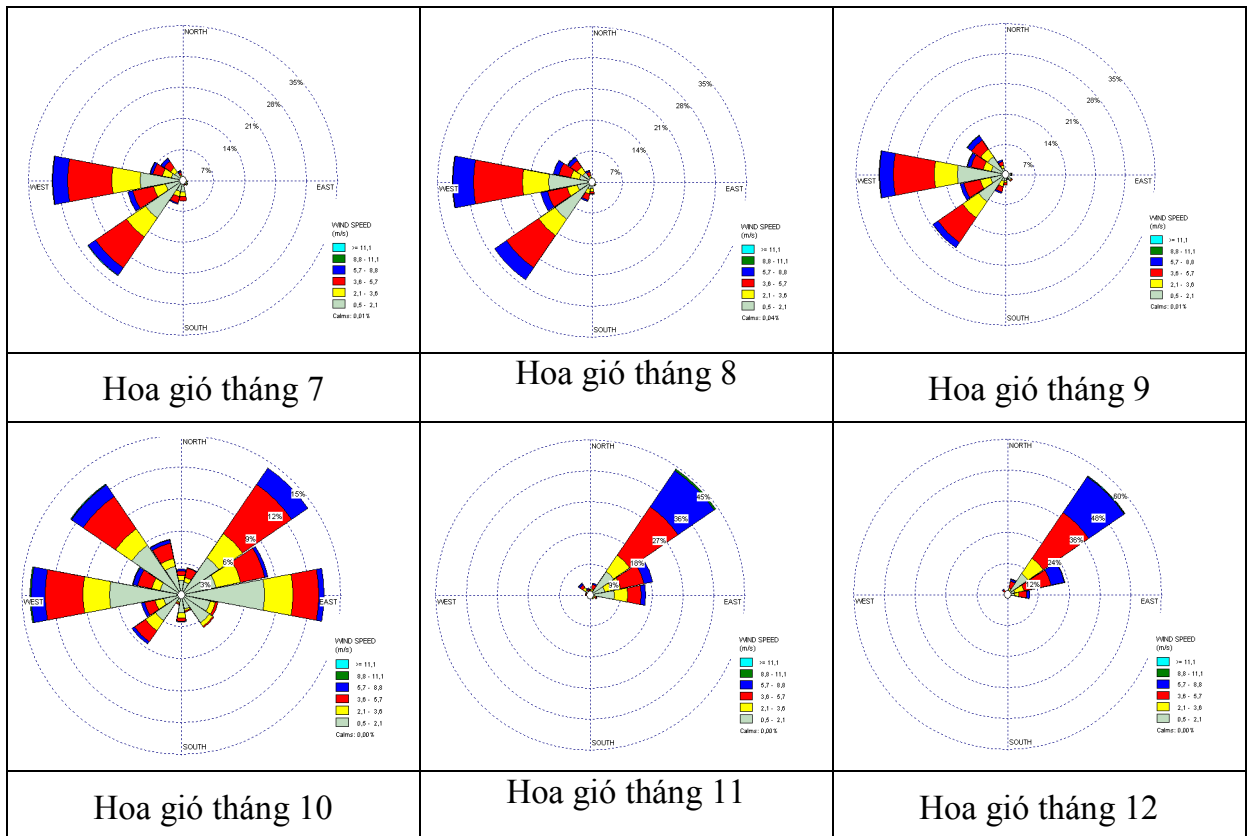
Hình 1-5: Hoa gió tại trạm Bạch Hổ



Hình 1-6: Hoa gió tại trạm Vũng Tàu (1984-1998)

Tuy có hai mùa gió đối nghịch, nhưng sự đối nghịch này không đối xứng: mùa gió mùa Đông Bắc, gió có cường suất mạnh hơn, thổi ổn định hơn và nhất là có đà gió lớn hơn so với gió trong mùa gió mùa Tây Nam. Do đó các hiện tượng cường bức của gió đối với các hiện tượng hải văn như dòng chảy, sóng và xáo trộn rối trong thời kỳ mùa gió mùa Đông Bắc mãnh liệt hơn mùa gió mùa Tây Nam.

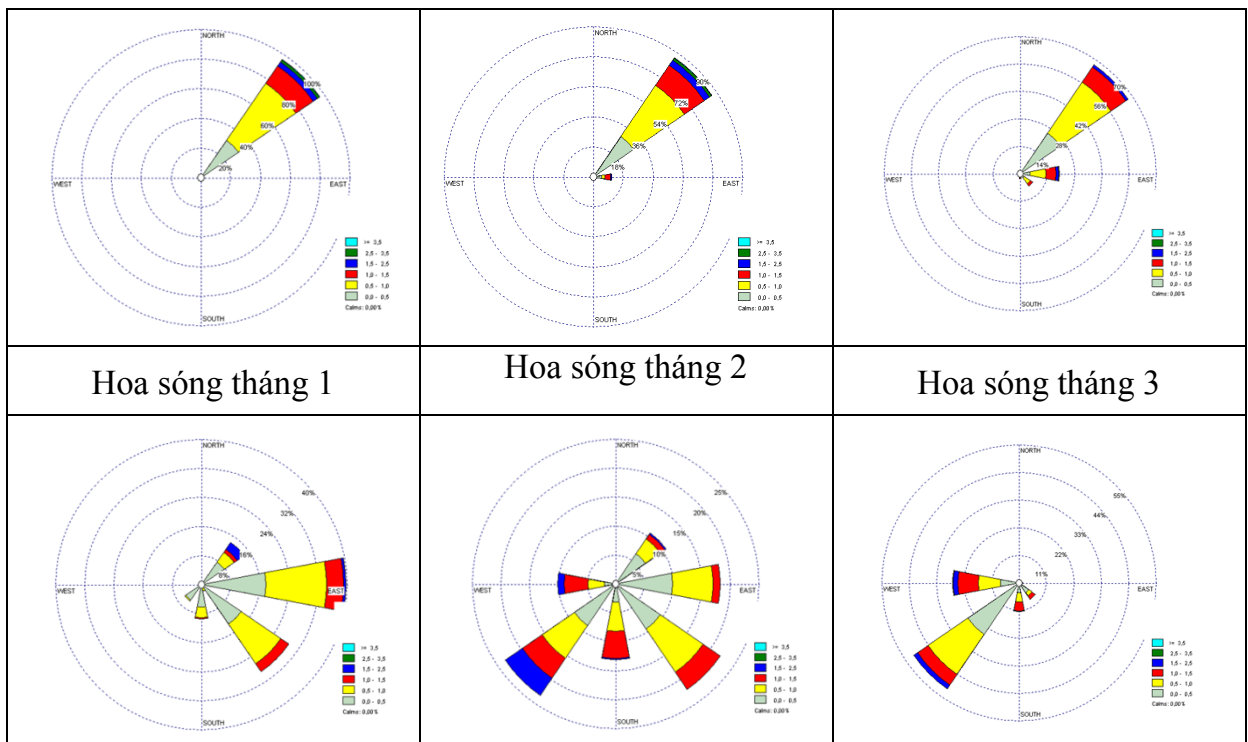


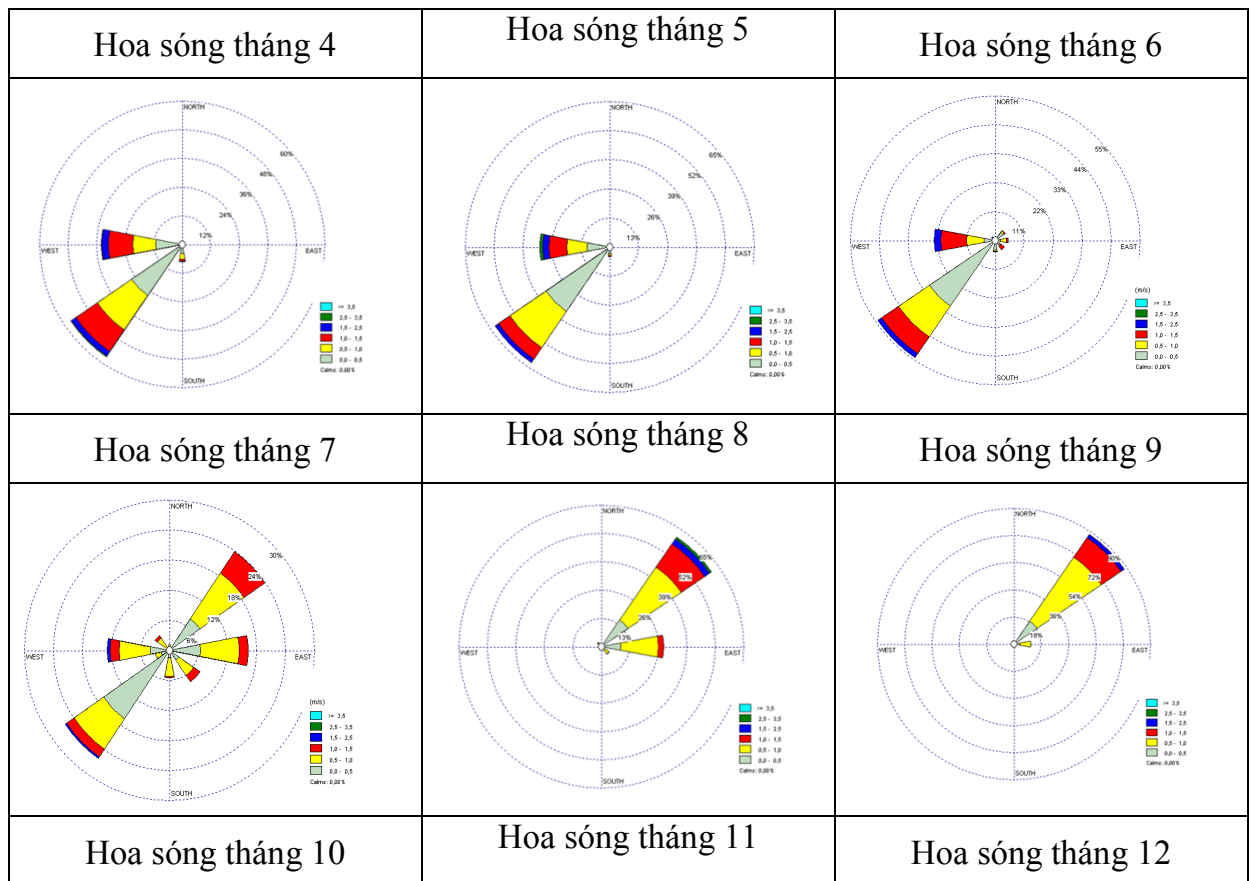


Hình 1-7: Trường gió trung bình nhiều năm tại Côn Đảo

### 1.3.3.2. Chế độ sóng

Để phân tích, đánh giá chế độ sóng khí hậu khu vực nghiên cứu chuyên đề sử dụng số liệu sóng quan trắc tại trạm Côn Đảo trong vòng 30 năm từ năm 1979 đến 2008 với số liệu đo 3 ốp/ ngày.



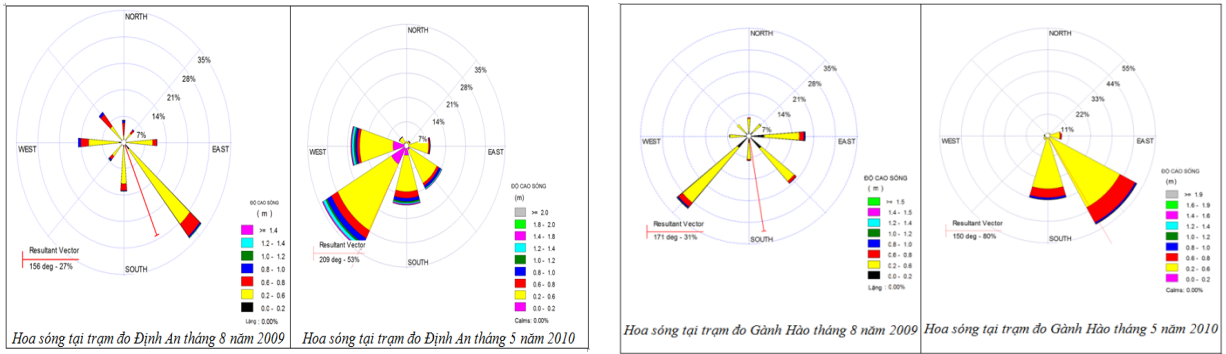


Hình 1-8: Trường sóng trung bình nhiều năm tại Côn Đảo

Kết quả phân tích, tính toán cho chế độ sóng của từng tháng được thể hiện hình 1.8, thấy rằng thời kỳ mùa đông từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau hướng sóng đông bắc chiếm ưu thế, trong khi từ tháng 6 đến tháng 9 hướng tây nam chiếm ưu thế, thời kỳ chuyển tiếp (tháng 4, 5, 10) sóng nhiều hướng.

Để xem xét sự thay đổi của sóng từ ngoài khơi truyền vào bờ, chúng tôi sử dụng tài liệu khảo sát của một số đề tài khác và thu được kết quả trường sóng tại khu vực cửa Định An và cửa Gành Hào thể hiện trong Hình 1.9.

Thời gian khảo sát gió chuyển mùa từ Đông Bắc sang Tây Nam, tốc độ gió yếu và hay thay đổi hướng. Do vậy trường sóng tại các trạm đo liên tục vẫn còn ảnh hưởng của gió Đông Bắc. Độ cao sóng cực đại trong chuỗi sóng đã đo được cũng lên tới 1.95m và chu kỳ là 3.09s. Các số liệu độ cao và chu kỳ sóng cho thấy trường sóng quan trắc được chịu tác động của gió, của sóng lừng từ vùng biển khơi truyền vào và kết quả này chưa đặc trưng cho chế độ sóng ở 2 vùng biển này vì vị trí đo là vùng ven biển, độ dốc đáy biển ở đây là thấp.



Hình 1-9: Hoa sóng tại trạm đo Định An (trái) và Gành Hào (phải)

Từ Hình 1-9 thấy rằng hướng sóng tại 2 vị trí dường như chịu ảnh hưởng khá rõ rệt của đường bờ và đã bị khúc xạ khá nhiều so với hướng sóng ngoài khơi tại Côn Đảo.

Như đã phân tích ở trên, tháng 5 hướng sóng chịu tác động của cả gió mùa tây nam đang mạnh lên và gió mùa đông bắc đang yếu đi nên hướng sóng gần bờ thời kỳ này cũng không ổn định. Tương tự tháng 8, hướng sóng ngoài khơi là hướng tây nam, nhưng tại cửa Định An dao động từ tây nam đến đông nam và tại Gành Hào lại là hướng nam và đông nam.

### 1.3.3.3. Bão và áp thấp nhiệt đới

Theo số liệu thống kê 50 năm trở lại đây (1949 - 1998) ở khu vực phía Nam Việt Nam đã xuất hiện 33 cơn bão trong đó chỉ có 8 cơn bão đổ bộ vào khu vực biển Sóc Trăng. Tuy ít bão nhưng cơn bão số 5 – cơn bão Linda (1997) là những trận bão lịch sử đã ghi nhận bởi hậu quả nặng nề cho các tỉnh vùng ĐBSCL (trong đó có tỉnh Sóc Trăng).

Những năm gần đây quy luật đó không còn nữa mà nó đã trở nên bất thường, số lượng cơn bão, tần suất và cường độ của các cơn bão đổ bộ vào nước ta tăng nhanh rõ rệt, các cơn bão thường lệch theo quỹ đạo phía Nam và thường kết thúc muộn. Nguy hiểm hơn, số lượng các cơn bão hướng vào vùng ĐBSCL, khu vực mà trong quá khứ rất ít khi hứng chịu bão, ngày càng nhiều với cường độ khá lớn. Sự biến đổi khí hậu còn được thể hiện rõ rệt qua hai hiện tượng El Nino và La Nina dẫn đến hạn hán và mưa không theo quy luật. Theo kinh nghiệm của những năm trước, khi xuất hiện El Nino đã xảy ra nhiều cơn bão trái quy luật, kết hợp với tần số không khí lạnh (gió mùa đông bắc) ít hơn và kết thúc sớm hơn mọi năm, dẫn đến mùa đông ấm hơn bình thường ở các tỉnh phía Bắc. Thường xảy ra sau hiện tượng El Nino là hiện tượng La Nina với biểu hiện là những cơn bão và áp thấp nhiệt đới với cường độ mạnh gây mưa nhiều trên diện rộng kèm theo giông lốc. Các cơn bão và áp thấp nhiệt đới thường xuất hiện từ tháng 5 đến tháng 12 hàng năm tại các tỉnh phía Nam Bộ nói chung và Khu vực nghiên cứu nói riêng.

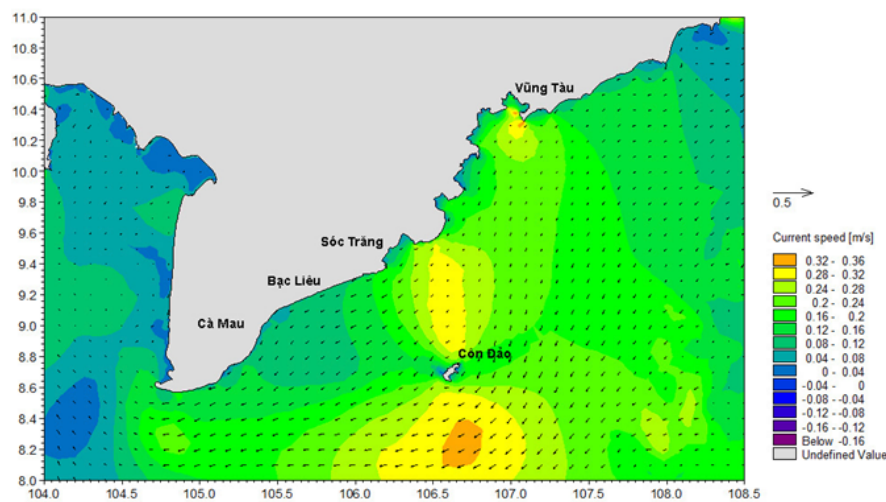
Số lượng các cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng trực tiếp đến Khu vực nghiên cứu không nhiều. Tuy nhiên, những hiện tượng bất thường của thời tiết như sự hình thành



của áp thấp nhiệt đới ngay trên khu vực biển Đông, một số cơn bão có cường độ rất mạnh (cấp 12, trên cấp 12) đã xảy ra; lốc xoáy cục bộ xuất hiện nhiều. Ảnh hưởng về tai biến thiên tai nặng nhất trong những năm gần đây là cơn bão số 9 năm 2006 và trong năm 2007 là cơn bão số 7 gây thiệt hại nặng nề về người và của. Riêng năm 2008 tuy là ảnh hưởng của hiện tượng La Nina gây mưa nhiều trên diện rộng cả nước nhưng riêng Khu vực nghiên cứu trong năm này lại không ảnh hưởng trực tiếp nhiều.

#### 1.3.4. Chế độ dòng chảy, bùn cát và biến động đường bờ

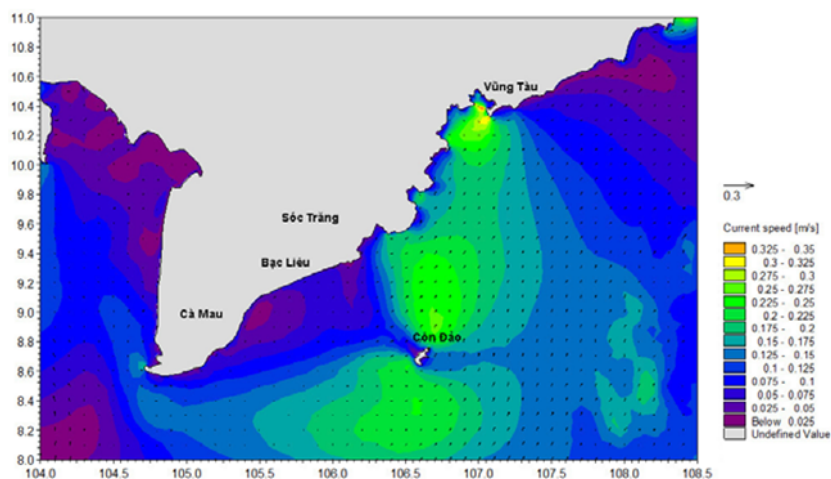
Dòng chảy bề mặt sinh ra chủ yếu do tác động của gió. Do vậy, chế độ dòng chảy bề mặt tại vùng ven bờ ĐBSCL có hai xu hướng chính dưới ảnh hưởng của gió mùa đông bắc và gió mùa tây nam.



Hình 1-10: Hướng và vận tốc dòng chảy mùa đông

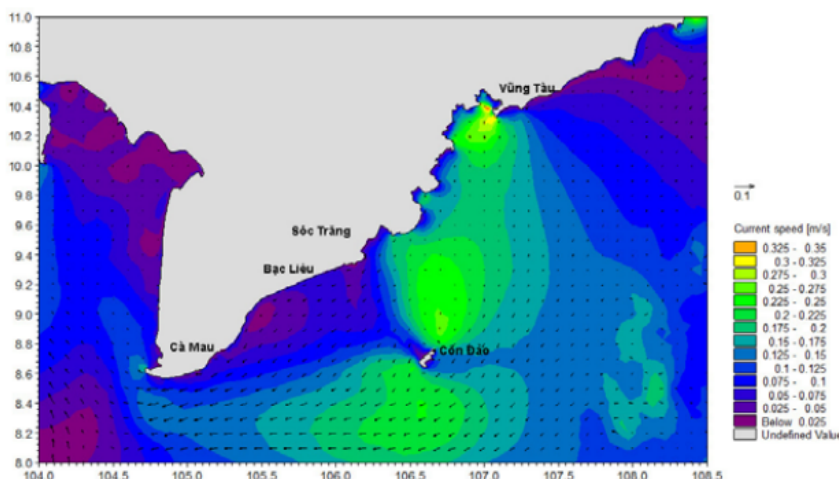
Trong mùa đông, dòng chảy bề mặt có hướng tây nam (Hình 1-10) và khi đi qua khu vực bán đảo Cà Mau, dòng chảy có hướng tây bắc đi vào vịnh Thái Lan. Tốc độ dòng chảy lớn nhất trung bình mùa đông 0,4m/s vùng biển phía nam Côn Đảo, cực đại 0,3m/s phía bắc Côn Đảo và phổ biến 0,1-0,2m/s vùng ven bờ.

Vào mùa hè, dưới ảnh hưởng gió mùa tây nam, dòng chảy ven bờ từ mũi Cà Mau đi về phía các cửa sông Mê Kông là rất yếu. Tốc độ dòng chảy trung bình lớn nhất vào mùa hè chỉ đạt 0,25m/s tại phía bắc và phía nam đảo Côn Đảo, ven bờ khu vực nghiên cứu, tốc độ thường nhỏ hơn 0,05m/s (Hình 1-11). Những kết quả này cho thấy ưu thế của dòng chảy bề mặt dọc bờ về phía tây nam trong mùa đông so với dòng chảy bề mặt dọc bờ về phía đông bắc trong mùa hè.



Hình 1-11: Hướng và vận tốc dòng chảy mùa hè

Dòng chảy đáy ít phụ thuộc vào chế độ gió bề mặt mà phụ thuộc chủ yếu vào thủy triều, điều kiện địa hình đáy và bờ biển. Tính trung bình theo năm, dòng chảy đáy có xu hướng đi vào vịnh Thái Lan khi vượt qua Mũi Cà Mau theo hướng tây, tây bắc với tốc độ 0,2 - 0,3m/s (Hình 1-12).



Hình 1-12: Hướng và vận tốc dòng chảy đáy hàng năm

Từ các kết quả nghiên cứu về bùn cát, dòng chảy và vận chuyển trầm tích, có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Đặc điểm phân bố hàm lượng cát, bột sét chỉ ra sự chiếm ưu thế của hàm lượng cát mịn trong hai khu vực: phía trước cửa sông Định An và xung quanh cửa sông Gành Hào, trong khi bột sét chiếm ưu thế trong phần châu thổ ngầm dọc bờ biển Sóc Trăng - Bạc Liêu và phần phía tây của bán đảo Cà Mau.

- Đặc điểm phân bố của kích thước hạt trung bình, kích thước  $d_{50}$  cho thấy xu hướng từ cửa sông Định An đến Gành Hào trầm tích trên phần châu thổ ngầm biển đổi khá phức tạp, có xu hướng mịn dần từ cửa Định An đến bờ biển Sóc Trăng - Bạc Liêu, sau đó thô lên ở khu vực gần Gành Hào rồi lại mịn dần về phía bán đảo Cà Mau.

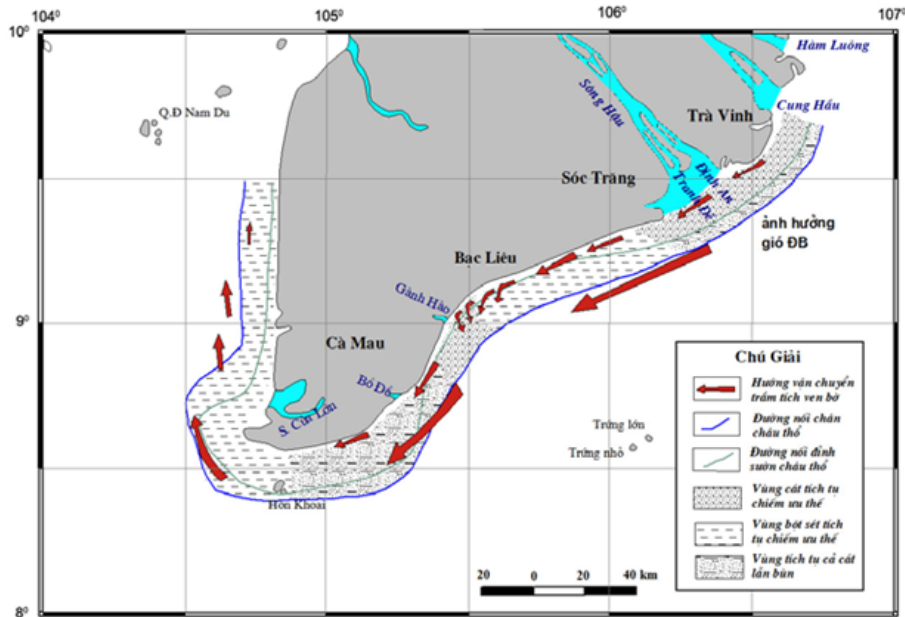
- Các kết quả nghiên cứu đặc điểm trầm tích ở đây, kết hợp với nghiên cứu các thông số kích thước hạt một cách chi tiết theo 12 tuyến cắt ngang vùng châu thổ ngàm của Nguyen T.T (2009) [10] và Nguyễn Trung Thành và nnk (2009) [9] giúp ta lập được một sơ đồ khái quát về ưu thế tích tụ trầm tích vùng châu thổ ngàm (hình 2.13).

- Các nghiên cứu về động lực dòng chảy ven bờ cho thấy sự chiếm ưu thế của dòng chảy ven bờ về phía tây nam vào mùa đông dưới ảnh hưởng của gió mùa đông bắc. Khi vượt qua Mũi Cà Mau, dòng chảy có xu hướng đi về phía tây bắc và bắc dọc bờ tây bán đảo Cà Mau. Đặc điểm phân bố kích thước hạt trầm tích và động lực dòng chảy ven bờ ở đây cho phép ta khẳng định sự chiếm ưu thế của quá trình vận chuyển trầm tích dọc bờ về phía tây nam.

Theo sơ đồ xu thế tích tụ và vận chuyển trầm tích (hình 2.13), có thể thấy vùng châu thổ ngàm ở khu vực Sóc Trăng - Bạc Liêu có phần địa hình sườn châu thổ khá rộng tiến sát vào bờ biển, trong khi đó ở khu vực trước các cửa sông chính của sông Mê Kông, phần mặt bằng châu thổ ngàm (delta front platform) có diện tích khá rộng và trầm tích cát phân bố khá phổ biến trên đó. Như vậy, có thể suy luận rằng trầm tích cát chủ yếu được vận chuyển dọc bờ biển Sóc Trăng - Bạc Liêu về phía tây nam trên phần bằng của châu thổ (subaqueous delta platform) đến sát bờ biển (môi trường vùng bằng giữa thủy triều) dưới ảnh hưởng mạnh của sóng, đặc biệt trong thời kỳ gió mùa đông bắc. Các sóng có hướng tây nam khi tiếp cận sát bờ sẽ hình thành nên các dòng dọc bờ vận chuyển trầm tích về phía tây nam. Các trầm tích (chủ yếu là cát) khi được vận chuyển đến gần khu vực cửa Gành Hào sẽ được các dòng chảy ven bờ khu vực này có hướng ngang bờ đưa ra xa hơn, tích tụ đáng kể trên phần sườn châu thổ. Các dòng chảy ngang bờ đưa trầm tích ra xa bờ có thể được hình thành do sự thuận lợi về hình thể địa hình đường bờ khu vực này như dòng chảy cắt (rip currents), dòng triều xuống (ebb tide currents) mà có thể ưu thế hơn so với dòng triều lên (flood currents). Thêm vào đó, ta có thể thấy được vai trò hoạt động của sóng gia tăng trong khoảng 3 nghìn năm trở lại đây lên vùng châu thổ thông qua các sản phẩm sót lại trên phần đồng bằng thấp ven biển đó là các giồng cát cổ rất phổ biến ở khu vực Trà Vinh, Bến Tre, Sóc Trăng, một số ít đến Bạc Liêu. Tuy nhiên, đến tỉnh Cà Mau thì các thể địa mạo này không còn nữa. Điều này cũng minh chứng cho ảnh hưởng của sóng và vận chuyển trầm tích dọc bờ sinh ra bởi sóng mạnh ở khu vực phía trước các cửa sông của sông Mê Kông cho đến khu vực Sóc Trăng - Bạc Liêu và giảm đi rất nhiều ở khu vực bờ biển của tỉnh Cà Mau.

Dựa trên các kết quả và những phân tích, ta có thể xây dựng được một sơ đồ về hướng vận chuyển trầm tích chính cho vùng châu thổ ngàm (Hình 1-13). Diễn biến vận chuyển, tích tụ trầm tích vùng châu thổ ngàm cho thấy vùng quanh bán đảo Cà Mau là một tâm tích tụ trầm tích. Ngược lại, vùng ven bờ biển Sóc Trăng - Bạc Liêu có thể là

vùng bờ biển chịu tác động nhiều của sóng dòng chảy ven bờ, tiềm ẩn nhiều nguy cơ bào mòn và xói lở bờ biển, đặc biệt trong xu thế mực nước biển gia tăng hiện nay.



Hình 1-13: Xu thế tích tụ và vận chuyển trầm tích

Các tích tụ trầm tích trên châu thổ ngầm có thể được chia thành năm vùng tích tụ chính: vùng trước các cửa sông Mê Kông, trầm tích cát tích tụ chiếm ưu thế; vùng dọc bờ biển Sóc Trăng - Bạc Liêu, trầm tích bột sét tích tụ chiếm ưu thế; vùng gần cửa sông Gành Hào, trầm tích cát tích tụ chiếm ưu thế. Vùng từ giữa Gành Hào - Bò Đề đến đảo Hòn Khoai, trầm tích cát và bột cùng tích tụ, không phân ảnh ưu thế; vùng từ đảo Hòn Khoai đến phía tây bán đảo Cà Mau, trầm tích bột sét tích tụ chiếm ưu thế.

- Quá trình vận chuyển trầm tích chịu ảnh hưởng lớn bởi chế độ dòng chảy ven bờ do sự chi phối của gió, thủy triều và các hoạt động của sóng trong vùng sát bờ biển. Trầm tích được vận chuyển chủ yếu về phía tây nam, khi vượt qua Mũi Cà Mau dòng chảy ven bờ vận chuyển trầm tích theo hướng tây bắc, bắc dọc theo bờ tây bán đảo Cà Mau. Tâm tích tụ trầm tích vùng châu thổ ngầm của ĐBSCL là khu vực xung quanh bán đảo Cà Mau (từ cửa Bò Đề đến khu vực cửa sông Cửa Lớn). Vùng tiềm ẩn nhiều nguy cơ bào mòn, xói lở là khu vực ven bờ biển Sóc Trăng - Bạc Liêu, đặc biệt trong tình trạng mực nước biển gia tăng.

### 1.3.5. Diễn biến hình thái cửa sông và đường bờ biển

#### 1.3.5.1. Thực trạng bồi xói bờ biển Sóc Trăng

Với lưu lượng nước lớn, hàng năm hệ thống sông Cửu Long chuyển tải ra biển một lượng bùn cát rất đáng kể qua 7 cửa, riêng đổ ra biển Sóc Trăng qua 2 cửa Trần Đề và cửa Định An chiếm tới 30%. Những nghiên cứu chỉ ra rằng, hàng năm lắng đọng mùn

bã hữu cơ ở vùng đồng bằng sông Cửu Long mang xuống là 40.000 tấn/ha. Song nếu như các chất kịp phân hủy và giữ lại ở phía trên 50% thì phần còn lại sẽ được chuyển xuống hạ lưu và vùng cửa sông (Largle – 1976). Bên cạnh đó chất dinh dưỡng trong vùng còn được cung cấp tại chỗ do các bãi cỏ ngầm và vùng ngập mặn.

Theo các báo cáo quốc gia ô nhiễm biển từ đất liền, hàng năm sông Cửu Long tải ra biển khoảng 160 triệu tấn bùn cát, thực tế có thể còn lớn hơn, vì ngoài lượng bùn cát di chuyển dưới dạng lơ lửng còn có thêm một lượng bùn cát đáng kể di chuyển dưới dạng lăn trượt theo đáy. Theo số liệu đo đạc tại trạm quan trắc Pakse (Lào) trong vòng 30 năm (1960 – 1989), hàng năm lượng bùn cát vận chuyển qua đây khoảng 170 – 180 triệu tấn trầm tích. Đây chính là nguồn vật liệu bồi tụ tạo thành bãi bồi ven biển tỉnh Sóc Trăng. Nhìn chung, địa hình bãi bồi khá thoải và nằm bằng phẳng. Khu vực cửa sông có địa hình khá phức tạp, thay đổi theo mùa do tương tác động lực sông biển, có nhiều cồn và doi cát ngầm đan xen với luồng lạch.

Diện tích đất bãi bồi được xác định từ ranh giới đê biển đến ranh giới chân triều (chân triều kiệt trung bình nhiều năm), xác định bởi cốt 0 hải đồ và nằm ngoài diện tích tự nhiên của tỉnh.

Theo khái niệm trên, áp dụng phương pháp điều tra thực địa và các phương pháp khác, diện tích đất bãi bồi của khu vực được xác định cụ thể như sau:

- Diện tích đang quản lý không nằm trong diện tích tự nhiên của tỉnh: 3.750 ha.
- Diện tích bãi bồi (tính từ đê biển đến cao trình – 3,0 m): 63.031 ha.
- Diện tích bãi bồi từ mép nước đến cao trình – 3,0 m: 58.547 ha.

Trong số 3 huyện ven biển của tỉnh Sóc Trăng, huyện Cù Lao Dung có bãi bồi phát triển mạnh nhất, chiều rộng bãi có nơi đạt 10km (tính từ độ sâu: 2m nước). Chính vì vậy, mặc dù chiều dài đường bờ ngắn nhưng Cù Lao Dung vẫn là huyện có diện tích bãi bồi lớn nhất, chiếm 50% tổng diện tích bãi bồi ven biển toàn tỉnh.

Cửa Định An là cửa sông có diễn biến khá phức tạp, thường xuyên bị sa bồi. Theo số liệu khảo sát từ năm 1991 đến nay, luồng tàu qua cửa Định An luôn dịch chuyển và bị bồi lấp tạo thành các bãi cạn ở phía Bắc và Nam cửa Định An. Độ sâu tự nhiên bãi ngang cửa sông chỗ cạn nhất từ đến -2,6m (CD). Riêng năm 2000 do lũ lụt ở Đồng bằng sông Cửu Long, cao độ đáy luồng chỉ còn -1,6m (CD). Trong mùa mưa lượng nước trong sông vận chuyển nhiều bùn cát đổ ra bờ biển với tỷ lệ bồi lắng lần át tiến trình ngược lại sinh ra do động lực (năng lượng thủy triều - dòng hải lưu) cục bộ. Vào mùa khô, do lưu lượng sông nhỏ nên các hoạt động của thủy triều lại thắng thế. Sự thay đổi theo mùa và sự đảo ngược dòng chảy ven bờ kết hợp gió mùa đã tạo ra tiến trình hình thành địa mạo cửa sông

Hậu. Tiến trình này sẽ không bao giờ thay đổi, kết quả này dẫn đến việc độ sâu luồng lạch cũng không ổn định.

Theo bản đồ biến động bờ biển hiện có, đã khẳng định rằng toàn bộ đồng bằng đang ở trong giai đoạn phát triển năng động. Cù Lao Dung ở cửa sông Hậu đang mở rộng với tỷ lệ trung bình từ 20 tới 50 m mỗi năm. Vùng đồng bằng gần phía Bắc cửa Định An cũng cho thấy mức độ phát triển với tốc độ 10 - 15m mỗi năm. Bồi lắng cửa sông Hậu là nghiêm trọng do dòng chảy sông vận chuyển khối lượng lớn bùn cát ra cửa và bị đọng lại dưới các ảnh hưởng của thủy triều và một tiến trình hình thành bờ biển phức hợp. Khi vận tốc dòng chảy trong sông lớn ở thượng lưu cửa và giảm rất nhiều khi dòng sông mở rộng ra cửa sông. Cùng với việc giảm vận tốc rất nhiều sẽ kéo việc giảm năng lực vận chuyển chất bồi lắng. Bùn cát sẽ lắng đọng theo hình dạng tròn (giải hình vành khăn - bán nguyệt), trình tự lắng đọng sẽ bắt đầu là vật liệu thô sẽ ở dưới đáy chỉ ngay sau vị trí mở rộng (cửa sông). Theo tài liệu về nạo vét năm 1981, thì tốc độ bồi lắng vào khoảng 350.000 m<sup>3</sup>/tháng tại tuyến luồng 81 - 83, năm 1983 tỷ lệ bồi lắng là 250.000 m<sup>3</sup>/tháng. Tháng 5 năm 1997, đã tiến hành một đợt nạo vét mới dọc theo luồng số 94 - 96. Sự bồi lắng diễn ra rất nhanh với tốc độ 0,40 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/tháng, đến tháng 8 năm 1997 luồng đã bị lấp đầy hoàn toàn. Tháng 5/1998 đã tiến hành đào luồng số 98. Quan trắc cho thấy chỉ sau 2 tháng, tỷ lệ bồi lắng là 0,20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/tháng.

Đường bờ biển tỉnh Sóc Trăng dài khoảng 72 km tiếp giáp với đường bờ biển của tỉnh Trà Vinh ở phía Bắc và đường bờ biển của tỉnh Bạc Liêu ở phía Nam. Có 3 cửa sông lớn là cửa Định An, cửa Trần Đề của sông Hậu và cửa Mỹ Thanh của sông Mỹ Thanh đổ ra biển. Đường bờ biển thuộc các huyện sau:

- Huyện Cù Lao Dung với 2 xã giáp biển là An Thạnh Nam và An Thạnh 3, cùng với 3 xã khác gần biển là Đại Ân 1, Ân Thạnh 2, An Thạnh Đông.

Đoạn bờ biển này kẹp giữa hai cửa sông Định An và Trần Đề (sông Hậu). Có chiều dài khoảng 12 km, có tốc độ bồi tụ lớn, đặc biệt tại khu vực gần cửa Trần Đề. Trong khoảng thời gian từ năm 1965 -1989 tốc độ bồi tụ vào khoảng hơn 100 m/năm. Trong giai đoạn 1989 ÷ 2001, đoạn bờ biển này vẫn tiếp tục được bồi tụ, tuy nhiên tốc độ nhỏ hơn giai đoạn trước, chỉ còn khoảng 5 m/năm. Giai đoạn 2001 đến nay tốc độ bồi tụ bờ biển Cù Lao Dung tiếp tục giảm xuống còn khoảng 50m/năm.

- Huyện Long Phú với 2 xã giáp biển là Lịch Hội Thượng, Trung Bình cùng với xã gần biển là Đại Ân 2.

Đoạn bờ biển này có chiều dài khoảng 8 km thuộc xã Trung Bình, huyện Long Phú, bờ biển có xu thế bồi nhưng tốc độ bồi lắng chậm hơn nhiều so với đoạn bờ biển từ cửa Định An tới cửa Trần Đề. Từ năm 19 5 1989, đoạn bờ biển này được bồi với tốc độ

khoảng 10 15 m/năm. Đoạn bờ biển này tiếp tục được bồi tụ trong giai đoạn từ 1989 đến nay với tốc độ khoảng 20 40 m/năm.

- Huyện Vĩnh Châu với 6 xã là xã Lai Hòa, Vĩnh Tân, Vĩnh Phước, Vĩnh Châu, Lạc Hòa, Vĩnh Hải và thị trấn Vĩnh Châu.

Đoạn từ cửa sông Mỹ Thanh đến mũi Gành Hào, là đoạn bờ trơn, ít bị chia cắt bởi các cửa sông lớn. Xói lở bờ khu vực này tương đối mạnh; ít có các biểu hiện tích tụ đan xen. Phần lớn vật liệu trầm tích bị xói lở sẽ được vận chuyển bởi dòng chảy dọc bờ về phía Tây Nam để tích tụ tại khu vực Mũi Cà Mau.

Yếu tố động lực chính gây xói lở bờ biển ở khu vực này là do sóng nhưng chỉ hoạt động mạnh vào thời gian mùa gió chướng và triều cường. Diễn biến xói bồi bờ biển qua các thời kỳ đoạn từ cửa sông Mỹ Thanh đến mũi Gành Hào được tóm lược như sau:

- Chiều dài đoạn bờ biển này khoảng 52 km thuộc huyện Vĩnh Châu tỉnh Sóc Trăng, bờ biển tương đối thẳng, quá trình diễn biến đường bờ khá phức tạp, xói bồi xen kẽ nhau. Từ năm 19 5 đến 1989, đoạn có sự biến động đường bờ mạnh nhất là từ cửa Mỹ Thanh kéo dài về phía nam khoảng 17 km, vị trí bồi lớn nhất vào khoảng 1.300 m, vị trí lở lớn nhất khoảng 400 m. Ở đoạn bờ kế tiếp thuộc xã Vĩnh Bình dài khoảng 20 km, hiện tượng bồi lấp là chủ yếu nhưng với tốc độ nhẹ chỉ khoảng 5 m/năm, riêng đoạn bờ thuộc ấp Biển Trên, thuộc thị trấn Vĩnh Châu dài khoảng 1,5 km được bồi lấp với tốc độ bồi vào khoảng 15 m/năm.

- Đoạn bờ kế tiếp cho đến giáp ranh Bạc Liêu chủ yếu bị biển xâm thực, với chỗ xói lớn nhất là 320m, tốc độ vào khoảng hơn 10 m/năm. Từ năm 1989 đến 2001, đoạn bờ từ thị trấn Vĩnh Châu đến giáp ranh tỉnh Bạc Liêu lại bị xói lở , với tốc độ khoảng 10m/năm, đường bờ bị biển lấn vào khoảng 150 m. Trong giai đoạn 2001 2008, đoạn bờ này tiếp tục bị biển xâm thực vào khoảng 100m, tốc độ xói khoảng 15m/năm. Tại vị trí cách giáp ranh Bạc Liêu khoảng 1,3 km biển đã lấn vào sát chân đê.

Theo kết quả phân tích ảnh viễn thám, bản đồ của các giai đoạn 1965, 1990, 2000, 2008 cho thấy đường bờ biển của tỉnh Sóc Trăng có nhiều biến động với 3 quá trình: bồi tụ, xói lở và bồi tụ/xói lở xen kẽ nhau.

Trên toàn tuyến có 2 đoạn bờ thuộc huyện Vĩnh Châu bị xói lở liên tục

- Đoạn bờ biển các xã Lai Hòa, Vĩnh Tân, Vĩnh Phước, thị trấn Vĩnh Châu và khoảng 0,5 km về phía dưới xã Vĩnh Châu. Tổng chiều dài đo đạc được khoảng gần 20 km, với tốc độ xói lở trung bình khoảng 10 m/năm. Quá trình này diễn ra mạnh nhất trong giai đoạn 1965 – 1990 – 2000. Còn trong giai đoạn 2000 – 2008 vẫn diễn ra quá trình xói lở, xong không liên tục ở cả tuyến bờ, mà xảy ra chủ yếu ở một số đoạn bờ áp

Khu Sáu thuộc thị trấn Vĩnh Châu, ấp Biển Trên, Biển Trên A, Biển Dưới xã Vĩnh Phước, ấp No Pol xã Vĩnh Tân và ấp Xung Thum xã Lai Hòa.

- Đoạn bờ biển xã Vĩnh Hải, từ ấp Huỳnh Kỳ (các cửa kênh Hồ Bé về phía Bắc khoảng 1 km) lên đến gần ấp Mỹ Thạnh. Tổng chiều dài đo được khoảng 7 km, tốc độ xói lở trung bình khoảng 12 – 15 m/năm. Quá trình này diễn ra mạnh nhất trong giai đoạn 1965 – 1990 – 2000. Còn trong giai đoạn 2000 – 2008, tốc độ và quy mô xói lở có giảm hơn.

Trong giai đoạn từ 2000 – 2008, đoạn bờ sông Hậu, phía Nam cửa Trần Đề, từ ấp Ngan Rô 1 qua ấp Kinh Ba đến gần ấp Đầu Giồng thuộc xã Trung Bình, huyện Long Phú. Chiều dài đo được khoảng 2.5 km.

Bên cạnh một số đoạn bờ bị xói thì cũng có nhiều đoạn được bồi. Đó là đường bờ biển thuộc huyện Cù Lao Dung. Đường bờ biển ở khu vực này diễn ra quá trình bồi tụ mạnh, điển hình không những chỉ ở Sóc Trăng mà cả đối với ở vùng đồng bằng sông Cửu Long. Tại đây ghi nhận được quá trình bồi tụ ở phía ngoài cửa Cù Lao Dung, từ cửa Vàm Hồ Lớn chạy xuôi theo bờ sông Hậu vòng qua mũi cửa Trần Đề thuộc xã An Thạnh Nam đi lên phía Bắc, đến mũi cửa Định An thuộc xã An Thạnh 3, chiều dài khoảng gần 18 km, với tốc độ bồi tụ lớn nhất khoảng 70 – 80 km/năm ở phía mũi cửa Trần Đề. Quá trình này diễn ra mạnh nhất trong giai đoạn 1965 – 1990 – 2000. Còn trong giai đoạn 2000 – 2008 vẫn diễn ra quá trình bồi tụ, nhưng không mạnh bằng giai đoạn trước và quy mô cũng không lớn bằng, chủ yếu chỉ có ở phía 2 đầu cù lao, mỗi phía dài khoảng 4 km. So với tuyến đê biển, vùng đất bồi đã cách xa có chỗ đến hơn 1 km.

Đoạn bờ phía Bắc sông Cồn Tròn tại ấp Nguyên Tăng thuộc xã Đại Ân 1, cũng ghi nhận được quá trình bồi tụ với chiều dài khoảng 4,5 km. Quá trình này chỉ diễn ra trong giai đoạn 1965 – 1990 - 2000. Riêng ngã ba chỗ giao nhau của 2 cửa sông Cồn Tròn và Vàm Hồ lớn có bãi nổi được hình thành trong giai đoạn 1990 – 2000 - 2008.

- Đoạn bờ được bồi tụ từ ấp Nhà Thờ thuộc xã Trung Bình xuống đến mũi cửa Mỹ Thạnh thuộc xã Lịch Hội Thượng, dài khoảng 8 km. Trong đó, được bồi tụ trong giai đoạn 1965 – 1990 chỉ khoảng 0,8 km ở 2 phía cửa kênh Ông Khánh thuộc ấp Nhà Thờ. Đoạn bờ được bồi dài nhất trong giai đoạn 1990 – 2000 - 2008, với tốc độ bồi lớn nhất khoảng 60 - 70 m/năm.

- Đoạn bờ sông Hậu thuộc ấp Đầu Giồng, xã Trung Bình dài khoảng 1,5 km được bồi trong giai đoạn 1990 – 2000 với tốc độ bồi lớn nhất chỉ khoảng 10 – 15 m/năm. Đoạn mới bồi trong giai đoạn 2000 – 2008 dài khoảng 0,5 km.

- Đoạn dài nhất từ trên cửa kênh Hồ Bé gần ấp Huỳnh Kỳ xã Vĩnh Hải xuôi xuống phía dưới, đến ấp Cà Lãng A Biển thuộc xã Vĩnh Châu, dài khoảng gần 20 km. Trong giai đoạn 1965 – 1990, đoạn từ ấp Huỳnh Kỳ đến ấp Âu Thọ B xã Vĩnh Hải, dài khoảng



9 km được bồi với tốc độ bồi tụ 60 m/năm; giai đoạn 1990 – 2000, đoạn 2 bên cửa kênh Hồ Bè kéo dài từ áp Huỳnh Kỳ ra cửa kênh dài khoảng 2,5 km, với tốc độ bồi tụ ra phía biển 70 m/năm. Đoạn bồi tiếp theo trong giai đoạn này thuộc áp Trà Sết xã Vĩnh Hải đến áp Cà Lăng A Biển thuộc xã Vĩnh Châu dài khoảng 16 km, với tốc độ bồi 50 – 70 m/năm, đặc biệt trong giai đoạn 2000 – 2008, quá trình bồi chỉ diễn ra ở đoạn cuối áp Cà Lăng A Biển, khoảng gần 3,5 km và xen kẽ là các đoạn bị xói lở cục bộ tại một số đoạn ngắn ở phía ngoài, không đáng kể.

- Đoạn bờ được bồi tụ thuộc vùng bờ phía Nam cửa Mỹ Thanh thuộc xã Vĩnh Hải dài khoảng hơn 3 km suốt từ năm 1965 – 1990 – 2000, với tốc độ bồi lớn nhất khoảng 30 m/năm. Từ năm 2000 đến 2008 quá trình này chỉ diễn ra một đoạn phía trên đoạn bờ này tại vùng cửa sông Mỹ Thanh với tốc độ bồi có chậm hơn, chỉ khoảng 10 – 15 m/năm.

Ngoài những đoạn được bồi hoặc xói liên tục thì cũng có những đoạn xói bồi xen kẽ. Đó là:

- Đoạn bờ khu vực Áp Chợ đến áp Nhà Thờ thuộc xã Trung Bình huyện Long Phú, diễn ra quá trình bồi năm 1965 – 1990 và xói lở năm 1990 – 2000 hoặc xói lở năm 1990 – 2000 và bồi tụ năm 2000 – 2008.

- Đoạn bờ nằm giữa đoạn bờ bồi tụ phía Nam của Mỹ Thanh với đoạn bờ bị xói lở ở áp Huỳnh Kỳ thuộc huyện Vĩnh Châu, diễn ra quá trình bồi năm 1965 – 1990 và xói lở năm 1990 – 2000.

- Các đoạn bờ ngắn nằm rải rác ở khu vực đường bờ bồi tụ thuộc xã Vĩnh Hải và Vĩnh Châu thuộc huyện Vĩnh Châu, diễn ra quá trình bồi năm 1990 – 2000 và xói lở năm 2000 – 2008.

#### ***1.3.5.2. Thực trạng bồi xói bờ biển Bạc Liêu***

Bạc Liêu có bờ biển dài 56 km, một phần thuộc biển đông và 1 phần thuộc biển tây. Trong những năm gần đây, quá trình sạt lở bờ biển của dải ven biển tỉnh Bạc Liêu xảy ra thường xuyên với mức độ ngày càng lớn, đặc biệt là khu vực Gành Hào. Những vùng bị sạt lở do ảnh hưởng của các quá trình tự nhiên và các hoạt động của con người càng làm diễn biến xói lở trở nên phức tạp và khó lường.

Cao độ phổ biến từ 1,0 - 1,5m, ven bờ có các giồng cát cao từ 1,5 - 3,0m. Nhìn chung đường bờ biển Bạc Liêu trong giai đoạn từ năm 1965 đến nay có xu thế bồi lấn ra biển, ngoại trừ hai khu vực bị xói lở là đoạn bờ giáp ranh tỉnh Sóc Trăng dài khoảng 5 km, và đoạn bờ khu vực cửa sông Gành Hào (giáp ranh tỉnh Cà Mau) dài khoảng 9 km. Các khuynh hướng sạt lở và bồi tụ ven biển Bạc Liêu chi tiết như sau:

Những đoạn bờ biển xói bồi xen kẽ có khoảng 19 km gồm các đoạn sau:

- Đoạn từ kênh 30/4 (Nhà Mát, thành phố Bạc Liêu) đến kênh số 4 (xã Vĩnh Thịnh, huyện Hòa Bình) với chiều dài khoảng 16 km và

- Đoạn gần kênh Cầu Cháy (xã Điền Hải, huyện Đông Hải) đến kênh số 3 của thị trấn Gành Hào với chiều dài khoảng 3 km. Đoạn bờ biển được bồi quanh năm có tổng chiều dài 22 km, từ kênh số 4 (xã Vĩnh Thịnh, huyện Hòa Bình) đến gần kênh Cầu Cháy (xã Điền Hải, huyện Đông Hải) với tổng chiều dài 22 km.

Những đoạn bờ biển đã và đang bị xói lở quanh năm với tổng chiều dài 15 km:

- Đoạn từ giáp ranh Sóc Trăng đến gần kênh 30/4 với chiều dài khoảng 11km (Khu vực thành phố Bạc Liêu gồm xã Vĩnh Trạch Đông, xã Hiệp Thành và phường Nhà Mát).

- Đoạn cuối từ kênh số 3 của thị trấn Gành Hào đến cửa Gành Hào có chiều dài khoảng 4 km (khu vực Thị trấn Gành Hào – huyện Đông Hải). Tốc độ xói lở bình quân hàng năm từ (20-30) m theo chiều ngang và (0,5-1)m theo phương thẳng đứng.

Thực tế cho thấy hiện tượng sạt lở bờ biển Bạc Liêu đã và đang diễn ra với tốc độ ngày càng nhanh do tác động của sóng và dòng chảy ven bờ từ những biến đổi khác thường của thời tiết và khí hậu trong những năm gần đây. Hiện tượng xâm thực bờ biển đang diễn ra ngày càng gay gắt, đe dọa trực tiếp đến thảm rừng phòng hộ và tuyến đê ven biển Đông.

Trong giai đoạn 1965- 2001, đoạn bờ tính từ giáp ranh tỉnh Sóc Trăng về phía nam dài khoảng 6 km bị biển lấn vào khoảng 160 m, tốc độ dịch chuyển đường bờ khoảng 7 m/năm. Ở đoạn bờ kế tiếp cho đến khu vực xã Điền Hải huyện Đông Hải cách cửa Gành Hào khoảng 9 km, hoạt động bồi tụ chiếm lưu thế, với tốc độ bồi từ 10 0 m/năm, đường bờ được lấn ra phía biển từ 350 m đến 2.300 m. Đoạn bờ khu vực cửa Gành Hào thuộc xã Long Điền Tây, huyện Đông Hải dài khoảng 9 km bị xói lở mạnh, tốc độ xói lở khoảng 10 m/năm, riêng tại khu vực cửa Gành Hào tốc độ xói lở khoảng 1 m/năm trong giai đoạn 1965 - 1989, và lên đến 50 m/năm trong giai đoạn 1989 ÷ 2001. Trong giai đoạn 2001 đến nay, đường bờ biển Bạc Liêu khá ổn định. Chỉ có một vài vị trí xói bồi cục bộ với mức độ nhẹ, tốc độ khoảng trên dưới 5 m/năm.

## **1.4. HIỆN TRẠNG HỆ THỐNG ĐÊ BIỂN VÀ CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ**

### **1.4.1. Hiện trạng đê biển Sóc Trăng**

Tỉnh Sóc Trăng có tổng chiều dài đê biển 91 km, bao gồm ba tuyến qua ba huyện Long Phú, Cù Lao Dung và Vĩnh Châu. Hai huyện Long Phú và cù lao Dung nằm ở hai bên cửa sông Trần Đề đổ ra biển; Tiếp đến cửa Mỹ Thanh là ranh giới giữa Long Phú và Vĩnh Châu. Tuyến Long Phú, Cù Lao Dung và một phần phía bắc của Vĩnh Châu đều có

dạng cánh cung lượn theo đường bờ biển. Phần còn lại của tuyến Vĩnh Châu gần như một đường thẳng chệch hướng Đông Bắc – Tây Nam từ Âu Thọ B xuống Prây Chóp B. Một cách tổng thể, Sóc Trang có 3 tuyến đê biển như sau:

- Tuyến đê biển Long Phú

Tuyến dài hơn 12 km, kết hợp làm đường giao thông Nam Sông Hậu. Hiện tại mặt đê được trải nhựa, rộng 5 tới 6 m, đảm bảo cho hai làn xe chạy. Cao trình đỉnh từ 3.5 tới 3.5 m; Thân đê được đắp bằng đất tại chỗ, mái đê có cỏ bảo vệ và hiện đang được khai thác như đường giao thông liên tỉnh QL 91C.

- Đê biển Cù lao Dung

Tuyến đê đã được nâng cấp năm 2002, có nhiệm vụ bảo vệ 29310 ha đất tự nhiên với khoảng 80.000 dân với chiều dài tuyến là 23.28 km, kéo từ cầu số 1 tới kênh Vàm Hồ Lớn gồm 3 đoạn (i) đê biển cù lao Dung (13.28 km), (ii) đê cửa Định An (6 km) và (iii) đoạn cửa Trần Đề (4 km). Dọc theo tuyến cù lao Dung có 4 cầu và 7 cống qua đê.

- Đê biển Vĩnh Châu

Tuyến đê biển được xây dựng vào những năm 1990 và hoàn thành năm 1994, dài hơn 50 km bắt đầu từ cầu Mỹ Thanh 2 (đường nam sông Hậu) tới biên giới Bạc Liêu. Các thông số thiết kế như sau: cao trình đỉnh +3 tới +4 m, bề rộng mặt đê 6 m, hệ số mái phía biển và phía đồng lần lượt là  $m = 3$  và 2. Tuyến đê Vĩnh Châu có thể chia thành 6 đoạn với những đặc điểm khác biệt nhau.

- Đoạn 1 từ K0 (ranh Bạc Liêu) tới K18 +600: Đê đắp đất chạy dọc bờ biển với độ rộng bãi trước 200 tới 300 m được che phủ bởi rừng ngập mặn với cây còn thấp và xen kẽ một số đoạn không còn rừng. Cao trình đỉnh từ +2,7 tới +3,6 m, chiều rộng  $B = 5 - 7$  m. Bờ biển bị xói lở nghiêm trọng ở giữa cống số 5 và 6. Phía trong đê là khu vực sản xuất muối và nuôi trồng thủy sản. Nhiều cống qua đê đã được xây dựng trong những năm 1995, 1996 lấy nước làm muối và nuôi trồng thủy sản.

- Đoạn 2 từ K18 +600 tới K27 +445: Tuyến đê đắp đất nằm phía trong của bãi rộng từ 400 tới 500 m, gần gấp hai lần so với đoạn trước. Cao trình đỉnh từ +3,2 m tới +4,1 m và bề rộng đỉnh từ 5 tới 7 m. Dọc theo tuyến, cả hai phía trong đồng và ngoài bãi đều có hoạt động sản xuất nông nghiệp và thủy sản với bề rộng phía bãi khoảng 100 m; phía ngoài khu vực nuôi trồng thủy sản là dải rừng ngập mặn có mật độ cây cao.

- Đoạn 3 từ K27 +445 tới K33 +645: Tuyến đê được xây dựng năm 1994 với bãi trước rộng khoảng 200 tới 300 m. Đoạn này đỉnh đê cao từ +3,5 tới +4,0 m,  $B = 5 - 7$  m, được đắp trên các giồng cát cấu tạo lõi cát bọc bằng đất đắp bên ngoài.

- Đoạn 4 từ K30 + 645 tới K43 +245: Đoạn đê dài hơn 12 km, lượn theo đường bờ biển với chiều rộng bãi trước khoảng 200 tới 600 m với rừng ngập mặn phát triển khá tốt

cả trước và sau đê. Đỉnh ở cao trình từ +2.7 m tới +3.5 m, bề mặt rộng 4 tới 6 m. Vật liệu đắp đê là đất khai thác từ trong đồng; có 4 công qua đê với khẩu độ 3 tới 5 m.

- Đoạn 5 từ K46 +245 tới K49 +645: Tuyến đê gãy khúc tại khu vực cửa sông Mỹ Thanh đổ ra biển, chiều rộng bãi trước chân đê dao động từ 200 tới 1000 m. Thân đê được xây dựng bằng đất khoan đào và từ phía trong đồng. Cao trình đỉnh +2.8 m tới +3.5 m, bề mặt rộng 4 tới 6 m. Dải rừng phòng hộ có mật độ lớn và có 2 công qua đê.

- Đoạn 6 từ K49 +645 tới K51 +445: Tuyến có dạng gãy khúc, nằm gần cửa sông Mỹ Thanh, khoảng cách tới đường mép nước biển động từ 70 tới 400 m. Thân đê được đắp bằng đất khai thác từ phía trong; Đỉnh đê +2.8 m tới +3.2 m, B= 3 tới 5 m; Mái đê được bảo vệ bằng tấm đan bê tông cốt thép, đang bị hư hỏng nghiêm trọng.

#### **1.4.2. Hiện trạng đê biển Bạc Liêu**

Bạc Liêu có đường bờ biển nối hai cửa Nhà Mát và Gành Hào, qua địa phận ba huyện Bạc Liêu, Vĩnh Lợi và Giá Rai. Tới năm 1991, cả ba huyện này đều có đê biển với cao trình đỉnh trên dưới +2 m, B = 3.5 - 4 m, cả hai mái m = 1.5.

Đê được xây dựng từ những năm 1976 tới 1979 và nâng cấp hai giai đoạn 1999 – 2000 và từ 2004 tới 2010. Chiều dài toàn tuyến là 52 km, được chia làm hai đoạn: (i) từ Ranh Sóc Trăng tới Nhà Mồ và (ii) từ Nhà Mồ tới đầu Gành Hào.

Đoạn thứ nhất dài 42.3 km, chạy qua xã Vĩnh Trạch Đông (Bạc Liêu) tới xã Điền Hải (Đông Hải) với các thông số kỹ thuật theo thiết kế như sau:

- Đỉnh đê trải nhựa, rộng 3.5 m; chiều rộng nền đường 6.5 m; lề đường 2 x 1.5 = 3 m; lề đường gia cố 2 x 1 = 2 m; cao trình đỉnh đê +3.5 m;

- Hệ số mái phía biển m = 3; hệ số mái phía đồng m = 2;

Mặt đê kết hợp với giao thông nên đã được trải nhựa. Đây là tuyến giao thông độc lập chạy song song với tuyến giao thông ven biển từ bắc vào nam, hai tuyến này gặp nhau ở Nhà Mồ.

Đọc tuyến đê có 24 cửa kênh đổ nước ra biển, phần lớn đã có cầu bắc ngang nối liền tuyến đê đảm bảo cho xe hai bánh lưu thông. Tại các vị trí cửa kênh, hiện tượng bồi lắng xảy ra mạnh.

Đoạn thứ hai từ Nhà Mồ và Gành Hào dài khoảng 9.4 km, nằm trong phạm vi từ xã Điền Hải tới thị trấn Gành Hào, huyện Đông Hải. Thân đê chỉ là đất đắp, mặt đê chưa được gia cố. Một điểm khác biệt là đường giao thông chạy song song, sát với đê ở phía trong. Các thông số thiết kế như sau: cao trình đỉnh 3.5 m, B= 6 m, hệ số mái phía biển m

= 3, và hệ số mái phía đông  $m = 2$ . Tuy nhiên, sau nhiều năm vận hành, cao trình đỉnh bị hạ thấp đáng kể do lún đất và cả việc canh tác hoa màu của dân địa phương.

Bên cạnh hai đoạn chính kể trên, còn phải kể tới một số đoạn đê được kết hợp sử dụng như đường giao thông. Một đoạn chạy từ Nhà Mồ tới Mũi Tàu, trên cơ phía trong có đường giao thông. Đoạn tiếp sau từ Mũi Tàu tới Lãng Ông kết hợp với đường đi lại. Phía ngoài thì bãi bị xói nhiều, rừng cũng suy thoái và có chiều rộng chỉ chừng 150 m. Đoạn từ Lãng Ông tới sông Gành Hào, phía trong là đường chính vào thị trấn.

Khu vực bãi biển trước đê là dải rừng ngập mặn, nhưng đang bị suy giảm do hiện tượng ‘lột da dép’, vật liệu bãi bị bóc từng lớp mỏng dần dần để lộ phần rễ, cây bị nghiêng đổ và thiếu dinh dưỡng nên chết. Hiện tượng này phát triển từ phía ngoài biển vào trong, bãi trước đê mỏng dần, chiều cao sóng tăng lên và tấn công trực tiếp vào đê. Rừng ngập mặn bị suy thoái ở những đoạn đường bờ biển thay đổi gấp khúc đột ngột. Đê trực tiếp chịu tác động của sóng gió nên cũng nhanh chóng bị hư hỏng, phổ biến là sạt mái ngoài dần dần tới mất thân đê.

Kết cấu đê ngầm túi địa kỹ thuật có khả năng bảo vệ và tạo điều kiện duy trì rừng ngập mặn. Tuy nhiên, thời gian làm việc chưa lâu nên khó đánh giá tác dụng tái tạo hay kích thích phục hồi rừng ngập mặn. Dạng đê mềm này cũng đang bị hư hỏng do tàu thuyền, hoạt động kinh tế xã hội của người dân, điều kiện thời tiết và chế độ duy tu sửa chữa của đơn vị quản lí.

## CHƯƠNG II

# ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BĐKH, NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN HỆ THỐNG ĐÊ BIỂN VÀ ĐỀ XUẤT BỘ TIÊU CHÍ VỀ MỨC HIỂM HỌA VỠ ĐÊ BIỂN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

### 2.1. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA BĐKH, NƯỚC BIỂN DÂNG ĐẾN HỆ THỐNG ĐÊ BIỂN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Đề nghiên cứu đánh giá các tác động của BĐKH, NBD tới hệ thống đê biển nghiên cứu, đề tài đã nghiên cứu thiết lập mô hình sóng, triều cho khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu và cho 1 km đê biển điển hình bằng mô hình MIKE 21FM couple HD SW, với 2 miền tính toán tương ứng là miền tính toán lớn bao trùm toàn bộ khu vực nghiên cứu và miền tính toán chi tiết ở khu vực tính toán thiết kế MCN đê biển điển hình.

Đánh giá ảnh hưởng của nước biển dâng đến mực nước và chiều cao sóng tại khu vực ven bờ, làm gia tăng độ sâu nước trước công trình tại khu vực ven bờ Sóc Trăng – Bạc Liêu, nghiên cứu đã áp dụng mô hình sóng triều cho miền lớn cho các kịch bản nước biển dâng đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố. Sự gia tăng mực nước làm cho sóng từ ngoài khơi lan truyền sâu hơn vào trong bờ và chiều cao sóng cũng gia tăng.

Để đánh giá được định lượng sự gia tăng chiều cao sóng khi tính đến nước biển dâng, đề tài tiến hành tính toán cho 4 kịch bản và tại 3 mặt cắt đại diện cho 3 vùng đặc trưng của khu vực nghiên cứu.

#### 2.1.1. Mô hình toán sử dụng

Trên thế giới và trong nước hiện có nhiều mô hình thủy động lực đang được áp dụng cho nhiều mục đích khai thác khác nhau như nghiên cứu, quy hoạch và thiết kế hệ thống công trình..., tiêu biểu có thể kể đến SORBEC, DELFT 3D (Hà Lan), MIKE (Đan Mạch), tuy nhiên, mỗi mô hình đều có những ưu nhược điểm riêng và cho đến nay vẫn chưa có một đánh giá toàn diện và chi tiết về khả năng áp dụng trong thực tế của các mô hình nói trên. Sau khi cân nhắc, so sánh các mô hình toán có thể áp dụng cho khu vực phù hợp với mục tiêu dự án, đã lựa chọn mô hình MIKE. Các môđun MIKE 21 cho phép mô phỏng và tái hiện bức tranh thủy động lực trên toàn miền nghiên cứu, thay vì chỉ tại một vài điểm như số liệu đo đạc. Trong nghiên cứu này, với mục tiêu mô phỏng và tính toán trường thủy động lực vùng biển khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu, bộ mô hình MIKE 21 đã được lựa chọn do đáp ứng được những tiêu chí: a) Là bộ phần mềm tích hợp đa tính năng (tính toán trường mực nước, trường sóng, dòng chảy...); b) Đã được kiểm nghiệm thực tế ở nhiều quốc gia trên thế giới; c) Giao diện thân thiện, dễ sử dụng và tương thích với nhiều phần mềm GIS khác.

Hai mô đun được sử dụng để tính toán gồm: Mike 21 HD để tính toán mực nước và Mike 21 SW để tính toán lan truyền sóng.

#### **2.1.1.1. Cơ sở lý thuyết mô hình Mike 21 HD**

Mô đun HD được giải bằng phương pháp lưới phần tử hữu hạn. Mô đun này dựa trên nghiệm số của hệ các phương trình Navier-Stokes trung bình Reynolds cho chất lỏng không nén được 2 hoặc 3 chiều kết hợp với giả thiết Boussinesq và giả thiết áp suất thủy tĩnh. Do đó, mô đun bao gồm các phương trình: phương trình liên tục, động lượng, nhiệt độ, độ muối và mật độ và chúng được khép kín bởi sơ đồ khép kín rời. Với trường hợp ba chiều thì sử dụng xấp xỉ chuyển đổi hệ tọa độ sigma.

Việc rời rạc hoá không gian của các phương trình cơ bản được thực hiện bằng việc sử dụng phương pháp thể tích hữu hạn trung tâm. Miền không gian được rời rạc hoá bằng việc chia nhỏ miền liên tục thành các ô lưới/phần tử không trùng nhau. Theo phương ngang thì lưới phi cấu trúc được sử dụng còn theo phương thẳng đứng trong trường hợp 3 chiều thì sử dụng lưới có cấu trúc. Trong trường hợp hai chiều các phần tử có thể là phần tử tam giác hoặc tứ giác. Trong trường hợp ba chiều các phần tử có thể là hình lăng trụ tam giác hoặc lăng trụ tứ giác với các phần tử trên mặt có dạng tam giác hoặc tứ giác.

#### **2.1.1.2. Cơ sở lý thuyết mô hình sóng Mike 21 SW**

Mike 21 SW là mô đun tính phổ sóng gió được tính toán dựa trên lưới phi cấu trúc. Mô đun này tính toán sự phát triển, suy giảm và truyền sóng tạo ra bởi gió và sóng lừng ở ngoài khơi và khu vực ven bờ. Động lực học của sóng trọng lực (the dynamics of the gravity wave) được mô phỏng dựa trên phương trình mật độ tác động sóng (wave action density). Khi áp dụng tính cho vùng nhỏ thì phương trình cơ bản được sử dụng trong hệ tọa độ Cartesian, còn khi áp dụng cho vùng lớn thì sử dụng hệ tọa độ cầu (spherical polar coordinates). Phổ mật độ tác động sóng thay đổi theo không gian và thời gian là một hàm của 2 tham số pha sóng.

MIKE 21 SW bao gồm hai công thức khác nhau:

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

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

độ cầu cho những áp dụng trong phạm vi lớn hơn. MIKE 21 SW bao gồm các hiện tượng vật lý sau:

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

### **2.1.2. Thiết lập mô hình**

Để đánh giá được chế độ thủy động lực khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu và cho 1 km đê biển điển hình, đề tài sử dụng 2 miền tính toán gồm miền tính toán lớn và miền tính toán chi tiết. Miền tính lớn có nhiệm vụ tính toán các yếu tố động lực từ khu vực ngoài khơi vào khu vực ven bờ và kết quả tính toán của miền lớn sẽ là điều kiện biên đầu vào cho mô hình miền tính toán chi tiết.

#### **2.1.2.1. Thiết lập mô hình Sóc Trăng – Bạc Liêu**

Miền tính và lưới tính khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu được thiết lập phục vụ tính toán giao động mực nước, lan truyền sóng từ ngoài khơi vào vùng ven bờ để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình từ đó đưa ra được bộ thông số mô hình phù hợp với khu vực. Miền tính, lưới tính của khu vực được xây dựng dựa trên số liệu địa hình thực đo ven bờ vào tháng 1/2015 do đoàn khảo sát đo đạc cung cấp, số liệu đo đạc ven bờ từ Sóc Trăng đến mũi Cà Mau từ các đề tài, dự án đã thực hiện và số liệu ngoài khơi do Hải quân Việt Nam đo đạc. Các số liệu địa hình này đã được đồng hóa và đưa về cùng một hệ cao độ quốc gia, Hệ tọa độ được quy về UTM48.

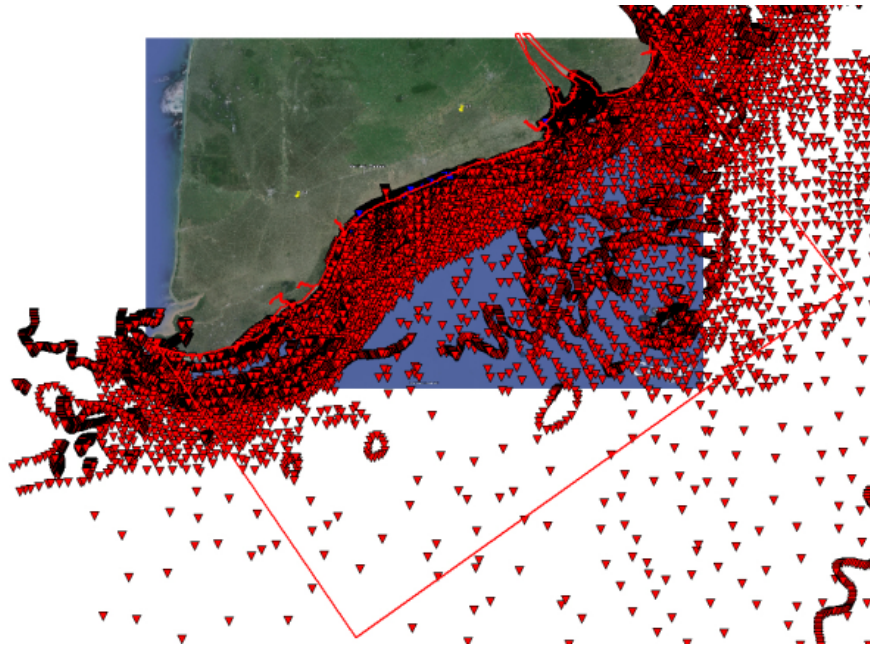
Giới hạn miền tính khu vực nghiên cứu:

- Giới hạn điểm đầu: Kinh độ: 476457; Kinh độ: 759512
- Giới hạn điểm cuối: Vĩ độ: 811646; Vĩ độ: 1070148

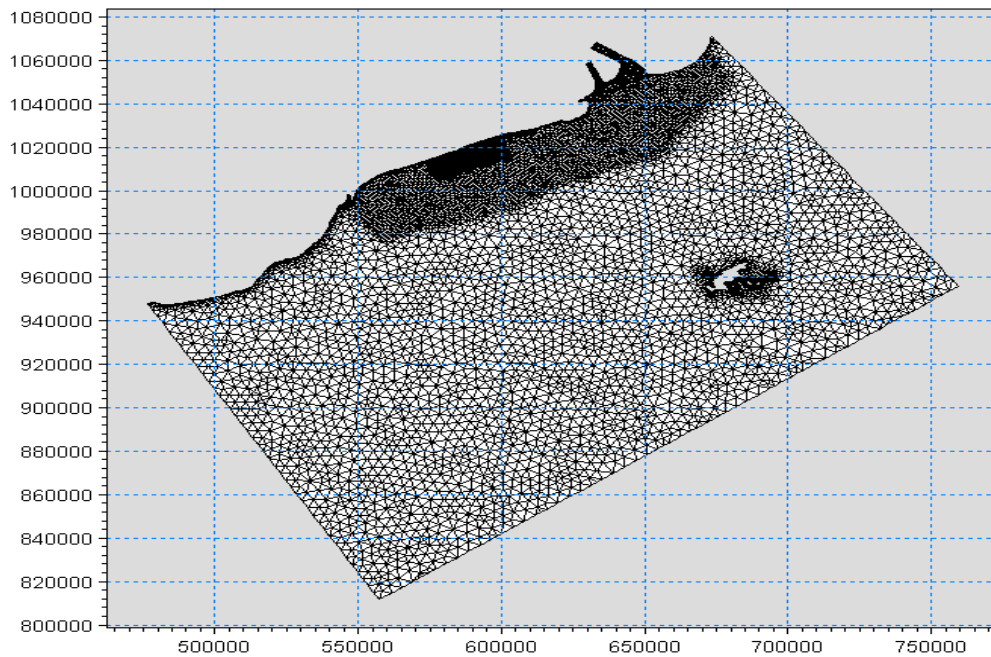
Phạm vi khu vực nghiên cứu để phục vụ tính toán hiệu chỉnh, kiểm định mô hình có chiều dài 240 Km kéo dài từ từ Hiệp Thạnh – Trà Vinh đến mũi Cà Mau, chiều rộng trung bình là 140 Km kéo dài từ bờ biển ra ngoài khơi qua Côn Đảo.

Trên cơ sở số liệu địa hình và phạm vi nghiên cứu tiến hành thiết lập miền tính và lưới tính. Miền tính, lưới tính được thiết lập trong mô hình là lưới phi cấu trúc với 9085 ô lưới tính toán.



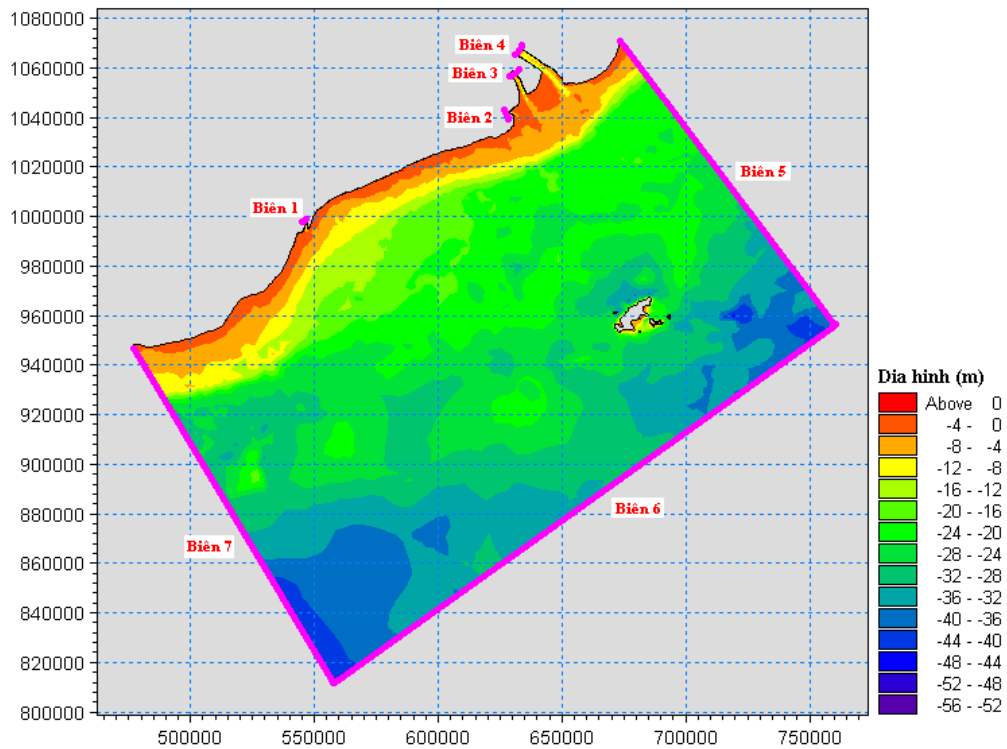


Hình 2-1: Số liệu địa hình khu vực nghiên cứu



Hình 2-2: Lưới khu vực tính toán

Miền tính toán được thiết lập dựa trên các khu vực có kích thước lưới khác nhau mục đích chi tiết hóa được các khu vực cần quan tâm đồng thời tối ưu hóa về thời gian tính toán. Đối với khu vực ngoài khơi do có sự biến động về địa hình nhỏ vì vậy sử dụng ô lưới có kích thước lớn. Kích thước ô lưới lớn nhất trong khu vực này là  $10^6\text{m}^2$ , đối với khu vực ven bờ sử dụng kích thước ô lưới nhỏ hơn, khu vực này có kích thước ô lưới lớn nhất là  $10^5\text{m}^2$ . Đối với các khu vực quan tâm gồm khu vực cửa Định An, cửa Trần Đề, khu vực thực đo địa hình và khu vực cửa Gành Hào được chi tiết hóa nhất, kích thước ô lưới lớn nhất trong khu vực này là  $10^4\text{m}^2$ .



Hình 2-3: Địa hình khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu

Miền tính toán khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu được thiết lập làm 7 biên với 4 biên sông và 3 biên biển.

- Biên sông gồm: biên sông Gành Hào, biên sông Mỹ Thanh, biên sông Trần Đề và biên sông Định An;
- Biên biển gồm: biên phía Bắc, biên phía Đông và biên phía Nam.

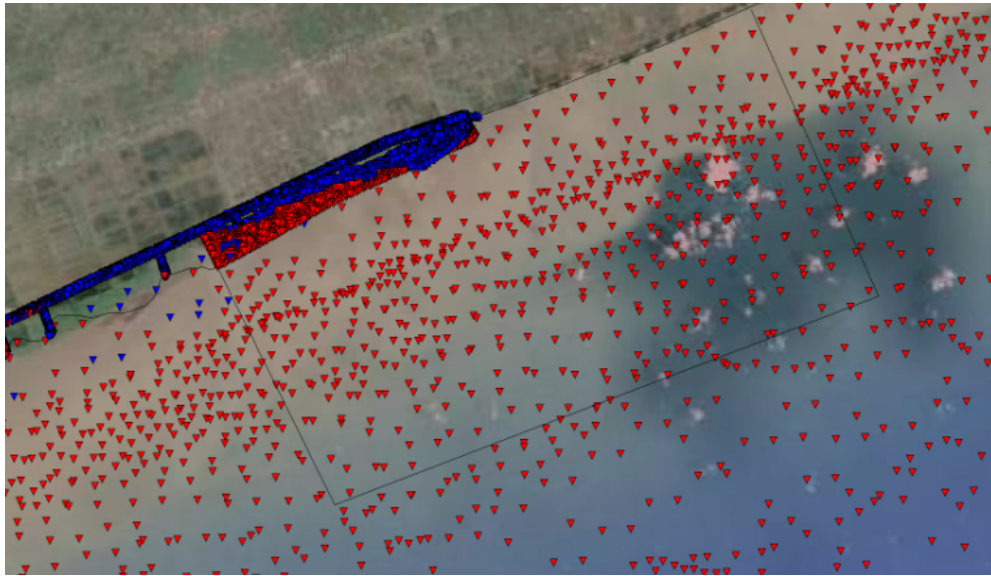
### 2.1.2.2. Thiết lập mô hình chi tiết

Miền tính lưới tính khu vực chi tiết bên trong Sóc Trăng – Bạc Liêu được thiết lập phục vụ tính toán giao động mực nước, lan truyền sóng từ miền lớn vào vùng ven bờ để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình từ đó đưa ra được bộ thông số mô hình phù hợp với khu vực chi tiết. Miền tính, lưới tính của khu vực được xây dựng dựa trên số liệu địa hình thực đo ven bờ vào tháng 1/2015 do đoàn khảo sát đo đạc cung cấp, số liệu đo đạc ven bờ từ Sóc Trăng đến mũi Cà Mau từ các đề tài, dự án đã thực hiện và số liệu khu vực ngoài khơi do Hải quân Việt Nam đo đạc. Các số liệu địa hình này đã được đồng hóa và đưa về cùng một hệ cao độ quốc gia, Hệ tọa độ được quy về UTM48.

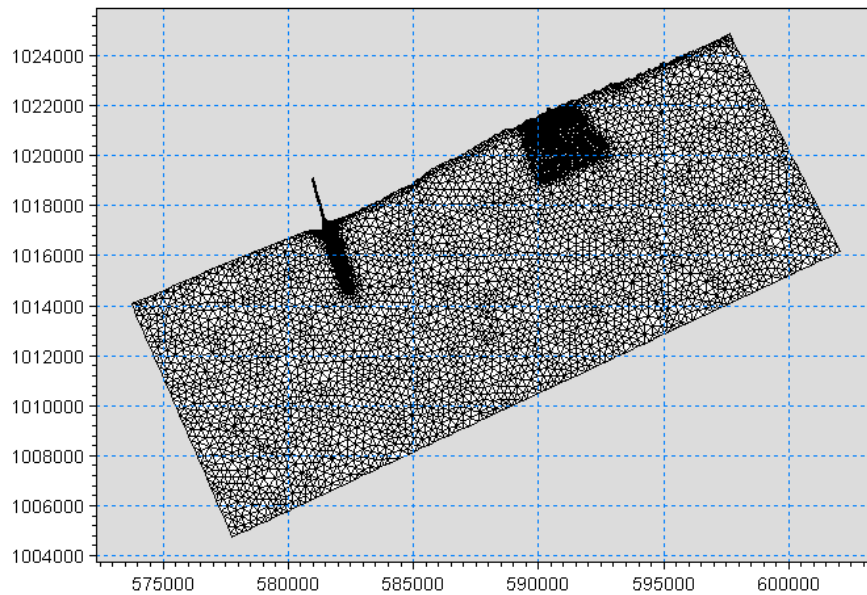
Giới hạn miền tính khu vực nghiên cứu:

- Giới hạn điểm đầu: Kinh độ: 573761; Kinh độ: 602056;
- Giới hạn điểm cuối: Vĩ độ: 1004747; Vĩ độ: 1024876

Phạm vi khu vực nghiên cứu để phục vụ tính toán hiệu chỉnh, kiểm định mô hình có chiều dài 25 Km kéo dài từ từ khu vực nhà máy điện gió Bạc Liêu đến cửa Nhà Mát, chiều rộng trung bình là 10 Km kéo dài từ bờ biển ra ngoài khơi.



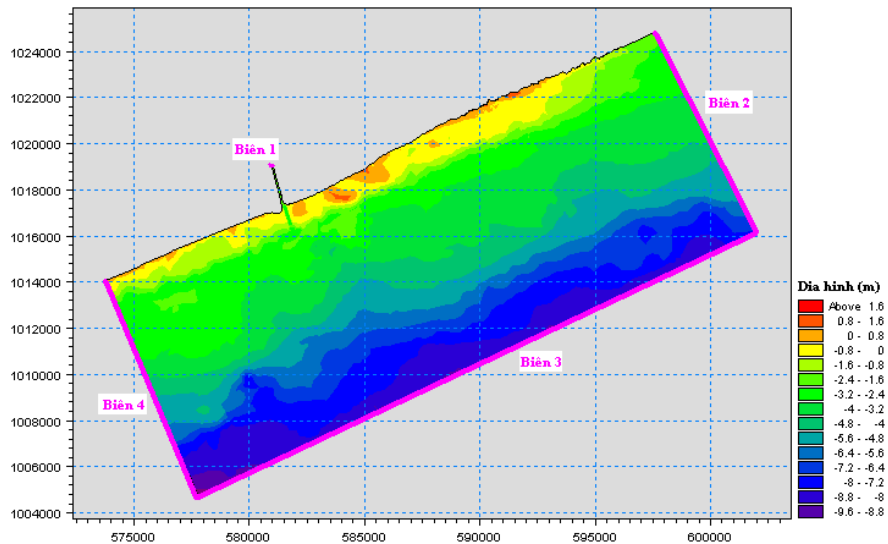
Hình 2-4: Số liệu địa hình khu vực nghiên cứu



Hình 2-5: Lưới khu vực tính toán

Như vậy trên cơ sở dựa trên số liệu về địa hình và phạm vi nghiên cứu tiến hành thiết lập lưới tính. Miền tính, lưới tính được thiết lập trong mô hình là lưới phi cấu trúc với 7551 ô lưới tính toán.

Miền tính toán được thiết lập dựa trên các khu vực có kích thước lưới khác nhau mục đích chi tiết hóa được các khu vực cần quan tâm đồng thời tối ưu hóa về thời gian tính toán. Đối với khu vực ngoài khơi do có sự biến động về địa hình nhỏ vì vậy sử dụng ô lưới có kích thước lớn. Kích thước ô lưới lớn nhất trong khu vực này là  $10^6 \text{m}^2$ , đối với khu vực ven bờ sử dụng kích thước ô lưới nhỏ hơn, khu vực này có kích thước ô lưới lớn nhất là  $10^5 \text{m}^2$ . Đối với các khu vực quan tâm gồm khu vực cửa Định An, cửa Trần Đề, khu vực thực đo địa hình và khu vực cửa Gành Hào được chi tiết hóa nhất, kích thước ô lưới lớn nhất trong khu vực này là  $10^4 \text{m}^2$ .



Hình 2-6: Địa hình khu vực tính toán chi tiết

Miền tính toán khu vực chi tiết được thiết lập làm 4 biên với 1 biên sông và 3 biên biển.

- Biên sông gồm: biên sông cửa Nhà Mát
- Biên biển gồm: biên phía Bắc, biên phía Đông và biên phía Nam.

### 2.1.2.3. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

#### 1) Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình triều

##### a) Hiệu chỉnh mô hình triều



Hình 2-7: Vị trí các trạm đo mực nước

Số liệu mực nước thực đo để hiệu chỉnh mô hình được lấy từ số liệu khảo sát tại 2 trạm đo là trạm Định An và trạm Trần Đề.

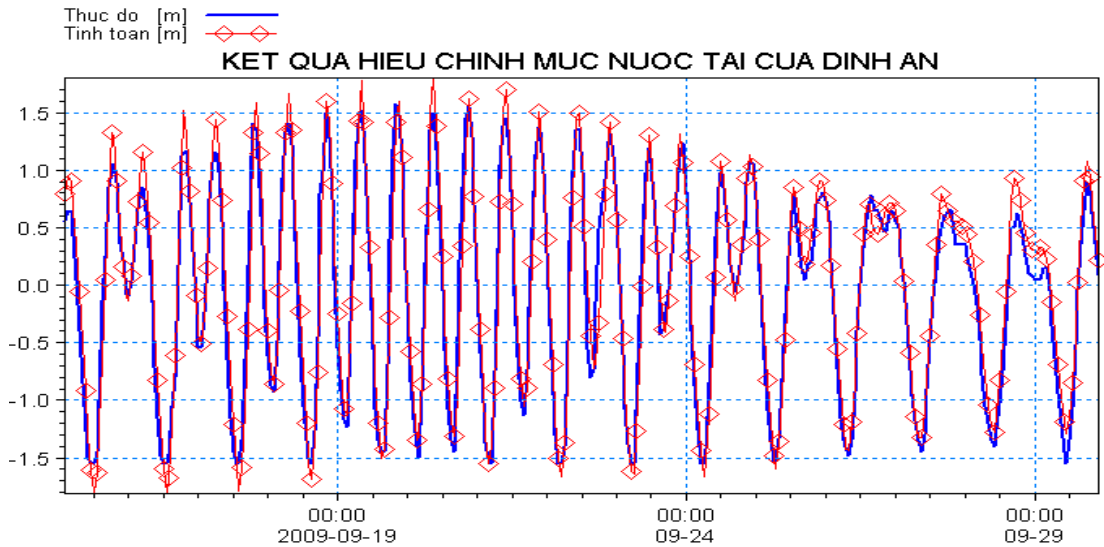
Trạm Định An có tọa độ: 9°36'37.18"N 106°16'37.35"E

Trạm Trần Đề có tọa độ: 9°30'16.10"N 106°12'49.62"E

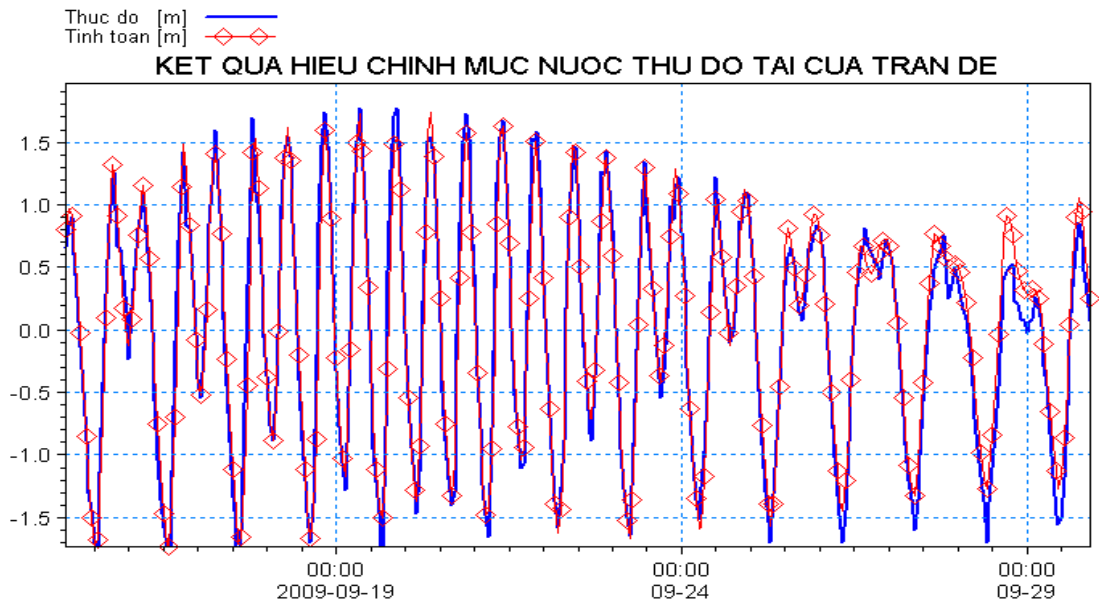
### Điều kiện biên, điều kiện ban đầu

Miền tính toán để hiệu chỉnh mực nước tại khu vực nghiên cứu gồm 3 biên biển. Các biên biển là biên mực nước với số liệu mực nước tại 3 biên này được tính toán từ số liệu hằng số điều hòa của mô hình Mike 21. Số liệu mực nước tại biên này được thiết lập từ 0 giờ ngày 14/9/2009 đến 23 giờ ngày 31/9/2009.

### Kết quả hiệu chỉnh mô hình



Hình 2-8: Kết quả tính toán hiệu chỉnh giữa thực đo và tính toán tại cửa Định An



Hình 2-9: Kết quả tính toán hiệu chỉnh giữa thực đo và tính toán tại cửa Trần Đề

Sau khi tính toán giao động mực nước bằng mô hình toán cùng với các thông số mô hình đã thiết lập, tiến hành trích xuất kết quả tính toán tại vị trí đo đạc và so sánh tương quan giữa số liệu tính toán và số liệu thực đo, kết quả:

Để đánh giá độ chính xác giữa kết quả tính toán và kết quả thực đo ở đây sử dụng chỉ tiêu Nash – Sutcliffe (1970) để đánh giá:

$$F^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^n (x'_i - x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 0,94$$

Trong đó:

$F^2$ : là hệ số Nash

$x_i$ : là giá trị thực đo thứ i

$x'_i$ : là giá trị tính toán thứ i

$\bar{x}$ : là giá trị thực đo trung bình

Kết quả so sánh mực nước giữa thực đo và tính toán có chỉ số NASH:

Tại cửa Định An:  $F^2 = 0,94$ ;

Tại cửa Trần Đề:  $F^2 = 0,95$ ;

**Nhân xét:** Kết quả tính toán hiệu chỉnh cho thấy hệ số Nash ( $F^2 = 0.94$  tại cửa Định An và  $F^2 = 0.95$  tại cửa Trần Đề)  $F^2 > 0,8$  là khá tốt, vì vậy bộ thông số phục vụ tính toán được thiết lập là đảm bảo và sử dụng để kiểm định tại các vị trí thực đo mực nước khác trước khi áp dụng tính toán cho các trường hợp khác.

#### b) Kiểm định mô hình triều

Sau khi hiệu chỉnh mô hình triều bằng chuỗi số liệu mực nước thực đo tại trạm Định An và Trần Đề có được bộ thông số mô hình phù hợp với khu vực nghiên cứu. Tiếp theo dựa trên bộ thông số mô hình này tiến hành tính toán kiểm định lại mực nước khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu nhằm đánh giá lại bộ thông số mô hình này nhằm phục vụ các tính toán sau này.

*Bảng 2-1: Bộ thông số mô hình sau khi hiệu chỉnh*

Thông số	Giá trị
Số Manning	35
Độ nhớt theo phương ngang tính toán theo công thức Smagorinsky	0,28
Mực nước tại các biên	Theo hằng số điều hòa mô hình Mike

#### *Số liệu mực nước thực đo để kiểm định mô hình triều*

Số liệu mực nước thực đo để kiểm định mô hình được lấy từ số liệu khảo sát tại 3 trạm đo là trạm Mỹ Thanh, trạm Gành Hào và trạm Cửa Nhà Mát.

Trạm Mỹ Thanh có tọa độ: 9°24'31.87"N 106° 9'19.26"E

Trạm Gành Hào có tọa độ: 9°30'16.10"N 106°12'49.62"E

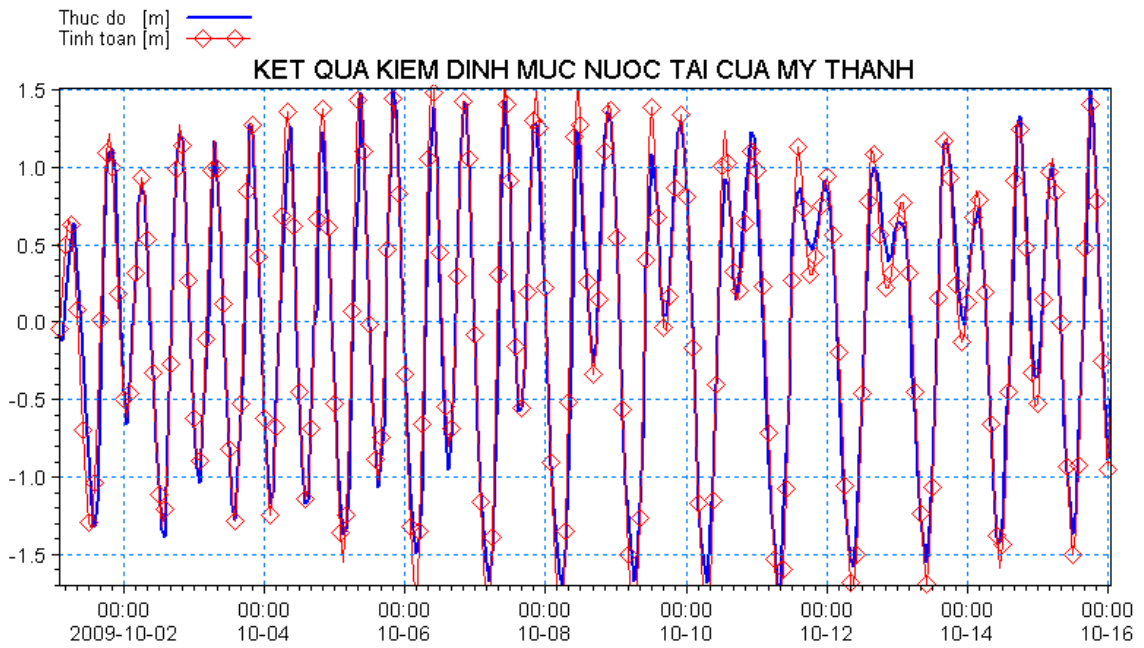
Trạm Cửa Nhà Mát có tọa độ:  $9^{\circ}12'30.50''N$   $105^{\circ}44'25.35''E$



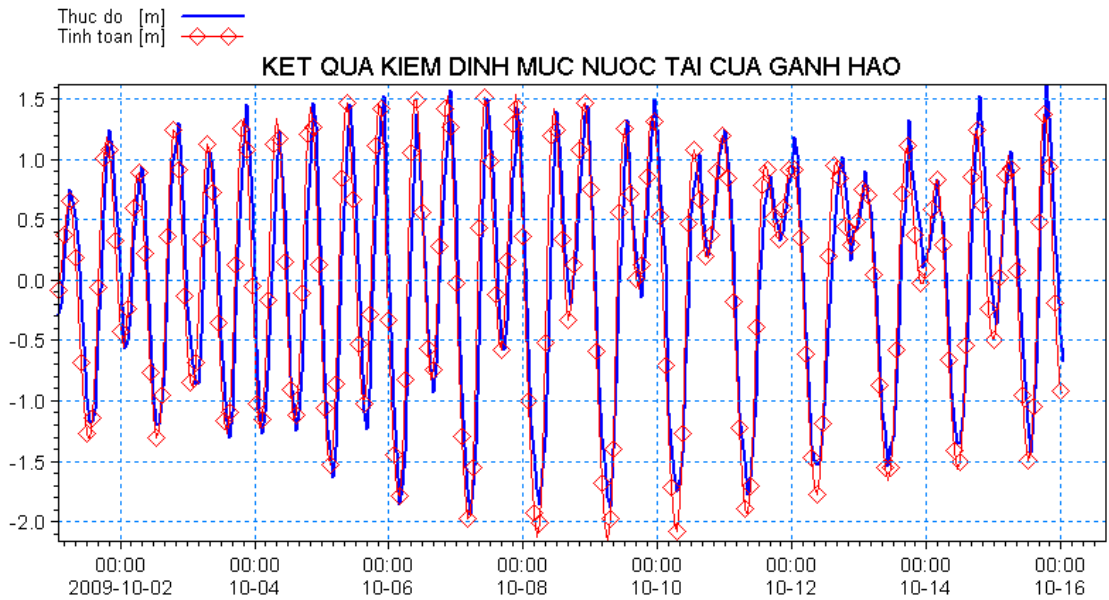
Hình 2-10: Vị trí các trạm đo mực nước

### *Kết quả hiệu chỉnh mô hình triều*

Sau khi tính toán giao động mực nước bằng mô hình toán cùng với các thông số mô hình sau khi đã hiệu chỉnh, tiến hành trích xuất kết quả tính toán tại vị trí đo đạc và so sánh tương quan giữa số liệu tính toán và số liệu thực đo, kết quả:

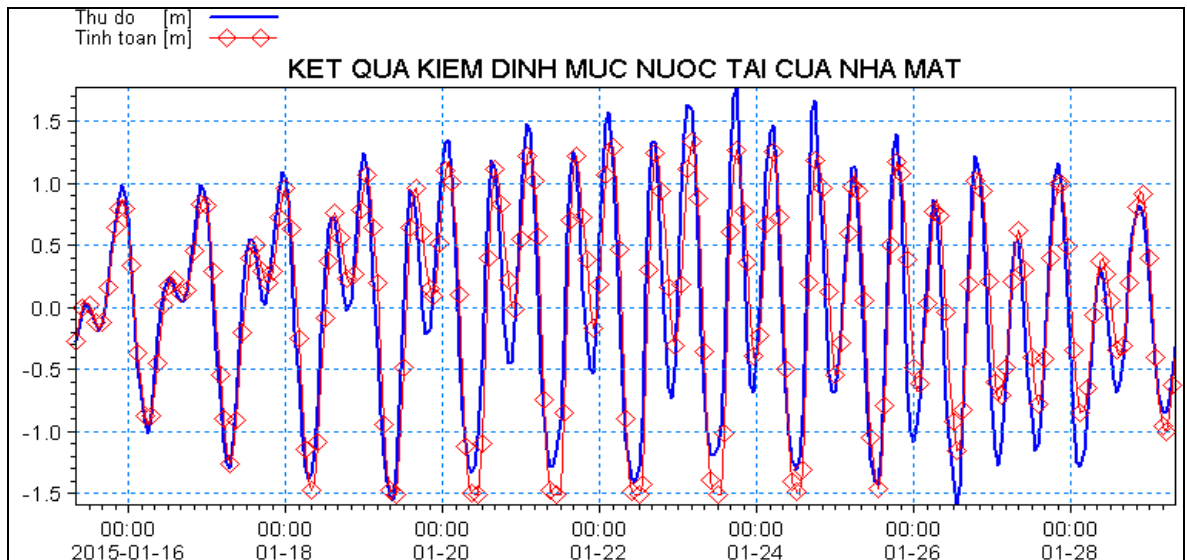


*Hình 2-11: Kết quả kiểm định mực nước tại cửa Mỹ Thành*



*Hình 2-12: Kết quả kiểm định mực nước tại cửa Gành Hào*





Hình 2-13: Kết quả kiểm định mực nước thực đo và tính toán tại cửa Nhà Mát

Kết quả so sánh mực nước giữa thực đo và tính toán có chỉ số NASH:

- Tại cửa Mỹ Thanh:  $F^2 = 0,95$ ;
- Tại cửa Gành Hào:  $F^2 = 0,82$ ;
- Tại cửa Nhà Mát:  $F^2 = 0,84$ .

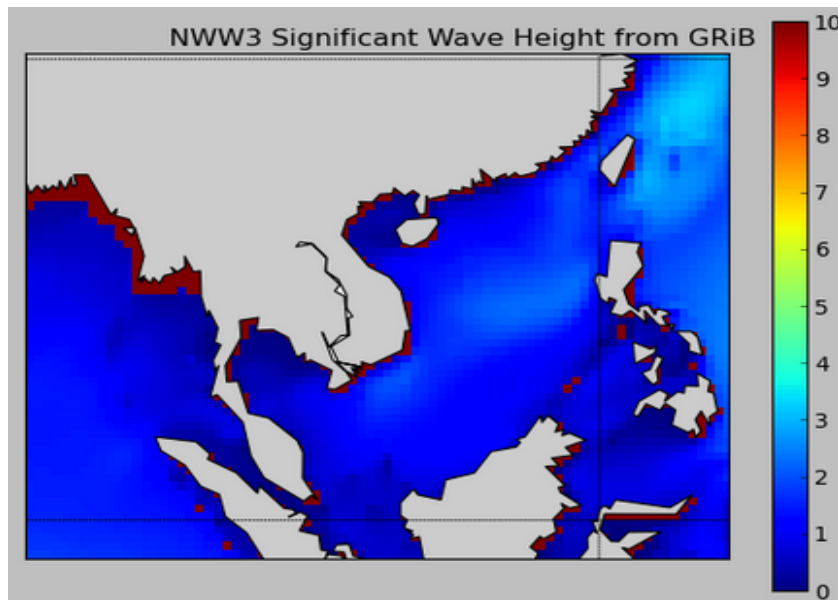
Cả ba trạm này đều cho chỉ số NASH cao hơn giá trị tối thiểu cho phép của chỉ số NASH, vì vậy bộ thông số mô hình được thiết lập phù hợp với khu vực địa phương và được sử dụng để tính toán cho các nội dung tiếp theo của đề tài.

## 2) Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình sóng

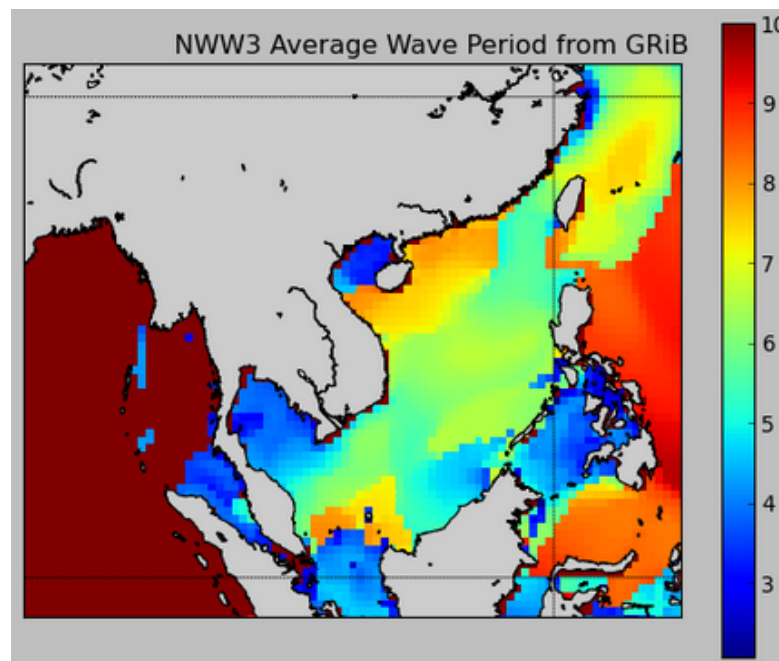
### a) Hiệu chỉnh mô hình sóng

#### Điều kiện biên sóng

Để hiệu chỉnh được số liệu sóng thực đo, chuyên đề sử dụng biên sóng được lấy từ số liệu sóng tính toán theo mô hình WAVEWATCH III của NOAA khu vực ngoài khơi tại tọa độ: Kinh độ:  $107^{\circ}24'41.98''E$ ; Vĩ độ:  $8^{\circ}40'34.95''N$ . Thời gian lấy tháng 8/2009, dữ liệu là 3 giờ 1 số liệu làm điều kiện biên để hiệu chỉnh cho mô hình.



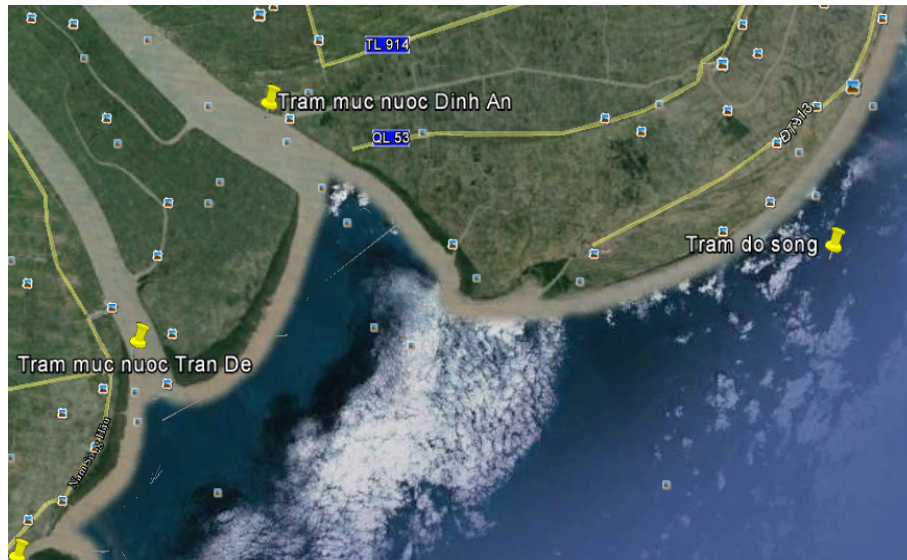
Hình 2-14: Chiều cao sóng trên khu vực biển đông từ mô hình WaveWatch-III



Hình 2-15: Chu kỳ sóng trên khu vực biển đông từ mô hình WaveWatch-III

Số liệu sóng thực đo để hiệu chỉnh mô hình sóng

Số liệu sóng thực đo để hiệu chỉnh mô hình sóng được lấy từ số liệu sóng trong đợt khảo sát vào tháng 12 năm 2014. Vị trí khảo sát sóng tại khu vực gần phía Cửa Định An. Điểm khảo sát sóng có tọa độ:  $106^{\circ}32'55.00''\text{E}$ ;  $9^{\circ}32'48.00''\text{N}$ .



Hình 2-16: Vị trí đo sóng tại khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu

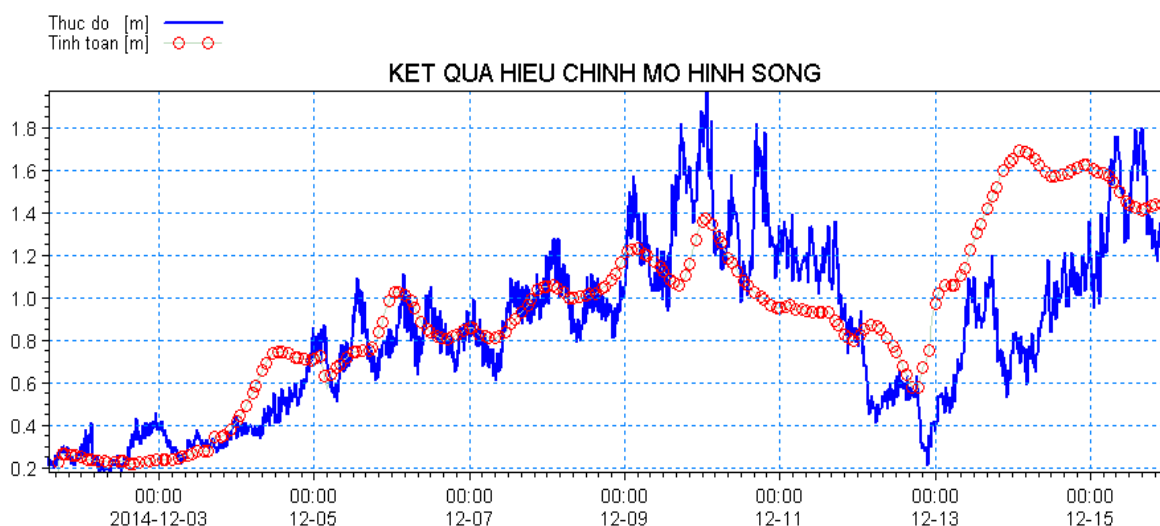
### Bộ thông số mô hình

Bộ thông số của mô hình khi tính toán hiệu chỉnh mô hình sóng được lấy từ bộ mô hình sau khi đã kiểm định mô hình mực nước đồng thời bổ sung thêm một số thông số trong mô hình sóng để phục vụ hiệu chỉnh mô hình:

- Số bước thời gian tính toán:
- Khoảng thời gian một bước tính toán: 60s
- Thời gian tính toán: 0 giờ ngày 1/12/2014 đến 23 giờ ngày 15/12/2014
- Độ nhớt theo phương ngang tính toán theo công thức Smagorinsky: 0,28
- Số Manning: lấy trung bình trên toàn miền tính là  $35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Lực Coriolis: có tính đến
- Hệ số sóng vỡ: 0,60
- Hệ số ma sát đáy: tính theo Nikuradse roughness: 0,28
- Điều kiện ban đầu: phổ sóng sử dụng tính toán là JONSWAP
- Điều kiện biên sóng: biên sóng được lấy từ số liệu thực đo
- Biên mực nước: lấy từ bộ hằng số điều hòa thủy triều toàn cầu của Mike 21 trùng với thời gian hiệu chỉnh
- Kết quả tính toán: dạng điểm, bước thời gian xuất kết quả: 3 giờ 1 giá trị.

### Kết quả hiệu chỉnh mô hình sóng

Kết quả tính toán hiệu chỉnh mô hình sóng thông qua số liệu thực đo tại vùng ven bờ và số liệu WaveWatch-III, cho thấy tương đồng cả về pha và độ lớn của kết quả sóng tính toán và thực đo. Như vậy bộ thông số mô hình sóng thiết lập cho khu vực nghiên cứu là phù hợp và đảm bảo độ chính xác cho phép về giá trị chiều cao sóng.



Hình 2-17: Kết quả hiệu chỉnh mô hình sóng

b) Kiểm định mô hình sóng

Sau khi hiệu chỉnh mô hình sóng bằng chuỗi số liệu sóng thực thực đo tại trạm sóng, có được bộ thông số mô hình phù hợp với khu vực nghiên cứu. Tiếp theo dựa trên bộ thông số mô hình này tiến hành tính toán kiểm định lại mô hình sóng khu vực chi tiết nhằm đánh giá lại bộ thông số mô hình này phục vụ các tính toán sau này.

Bảng 2-2: Bộ thông số mô hình sóng sau khi hiệu chỉnh cho khu vực

STT	Thông số	Giá trị
1	Hệ số sóng vỡ	0.6
2	Hệ số ma sát đáy: tính theo Nikuradse roughness	0.28
3	Phổ sóng	JONSWAP

Bộ số liệu sóng thực đo

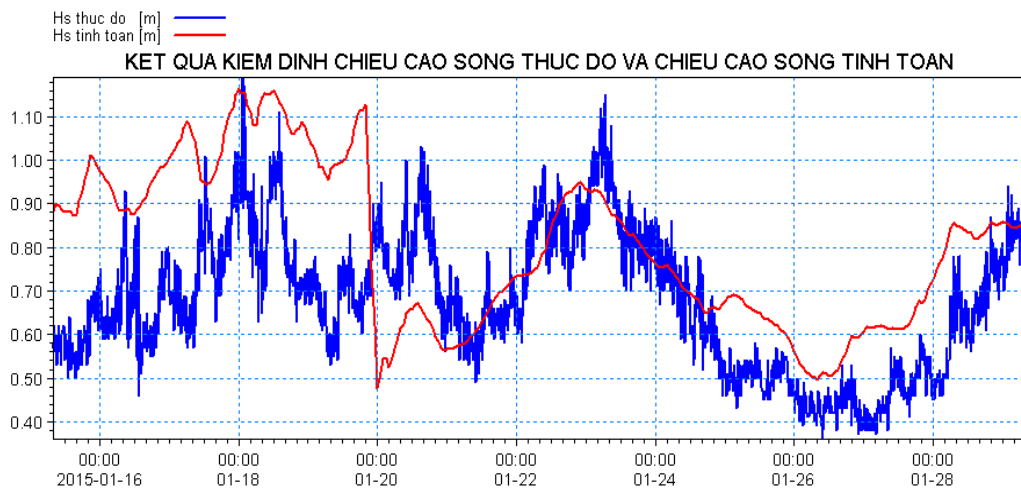
Bộ số liệu chiều cao sóng, hướng sóng và chu kỳ sóng thực đo để kiểm định mô hình sóng khu vực chi tiết được lấy từ bộ số liệu sóng thực đo từ ngày 15/1/2015 đến ngày 29/1/2015 tại khu vực cửa Nhà Mát trong khuôn khổ chuyến khảo sát của đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học đề xuất các tiêu chuẩn thiết kế lũ, đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng ở Việt Nam và giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại”. Trạm đo sóng được đặt tại khu vực biển cửa Nhà Mát có tọa độ 9° 8'48.72"N vĩ độ Bắc và 105°45'8.02"E kinh độ Đông.



Hình 2-18: Vị trí trạm đo sóng khu vực cửa Nhà Mát

### Kết quả hiệu chỉnh mô hình sóng

Sau khi tính toán sóng bằng mô hình toán cùng với các thông số mô hình sau khi đã hiệu chỉnh, tiến hành trích xuất kết quả tính toán tại vị trí đo đạc và so sánh tương quan giữa số liệu tính toán và số liệu thực đo, kết quả:



Hình 2-19: Kết quả kiểm định chiều cao sóng thực đo và chiều cao sóng tính toán

Kết quả tính toán kiểm định mô hình sóng cho thấy: về chiều cao sóng giữa thực đo và tính toán gần như tương đồng cả về độ cao cũng như về xu thế. Kết quả kiểm định mô hình sóng cho thấy bộ số liệu của mô hình sóng đã thiết lập cho khu vực nghiên cứu chi tiết là phù hợp với các yếu tố địa phương hiện tại và có thể sử dụng để tiến hành tính toán các nghiên cứu tiếp theo về sóng trong đề tài.

#### 2.1.2.4. Kịch bản tính toán mô hình

##### 1) Kịch bản hạ thấp bãi

Đề tài sử dụng bộ số liệu địa hình thực đo tại khu vực nghiên cứu 2 giai đoạn và so sánh sự suy giảm cao trình bãi do xói lở gây ra gồm: địa hình thực đo vào tháng 3 năm 2011 và địa hình thực đo vào tháng 1 năm 2015 để làm cơ sở tính toán và so sánh.

Việc tính toán lan truyền sóng từ ngoài khơi vào khu vực ven bờ thông qua mô hình miền lớn và sử dụng kết quả miền lớn làm đầu vào cho tính toán lan truyền sóng miền nhỏ ứng với địa hình đo năm 2011 và đo năm 2015 để làm cơ sở đánh giá sự gia tăng chiều cao sóng do hạ thấp bãi gây ra.

##### 2) Kịch bản nước biển dâng

Căn cứ theo Quyết định công bố của Bộ Tài nguyên và Môi trường về các kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam thì hiện nay có 3 kịch bản phát thải là: phát thải cao, phát thải trung bình và phát thải thấp, ứng với mỗi kịch bản phát thải có dự tính mực nước biển dâng cho các năm từ năm 2020 đến 2100. Theo công bố, nước biển dâng áp dụng cho khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu báo cáo đề nghị sử dụng kịch bản phát thải cao và lựa chọn 3 kịch bản tính toán chính cho khu vực gồm:

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	7-8	11-13	16-18	22-26	29-35	38-46	47-58	56-71	66-85
Hòn Dấu-Đèo Ngang	8-9	12-14	16-19	22-27	30-36	38-47	47-59	56-72	66-86
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	8-9	13-14	19-20	26-28	36-39	46-51	58-64	70-79	82-94
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	8-9	13-14	19-21	27-29	36-40	47-53	58-67	70-82	83-97
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	8-9	13-14	19-21	27-30	37-42	48-55	59-70	72-85	84-102
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	8-9	13-14	19-21	26-30	35-41	45-53	56-68	68-83	79-99
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	9-10	14-15	20-23	28-32	38-44	48-57	60-72	72-88	85-105

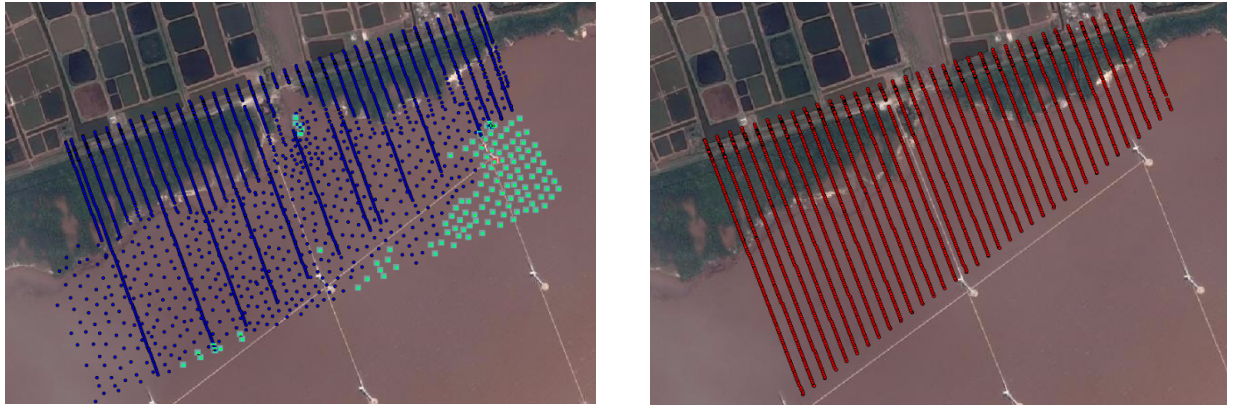
Khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu thuộc Mũi Kê Gà – Mũi Cà Mau do đó kịch bản nước biển dâng sẽ là:

- Kịch bản 1: nước biển dâng năm 2020: 9cm
- Kịch bản 2: nước biển dâng 2050: 30cm
- Kịch bản 3: nước biển dâng 2100: 99cm

### 2.1.3. Đánh giá ảnh hưởng của hạ thấp bãi biển bị xói lở đến gia tăng chiều cao sóng tại khu vực ven bờ

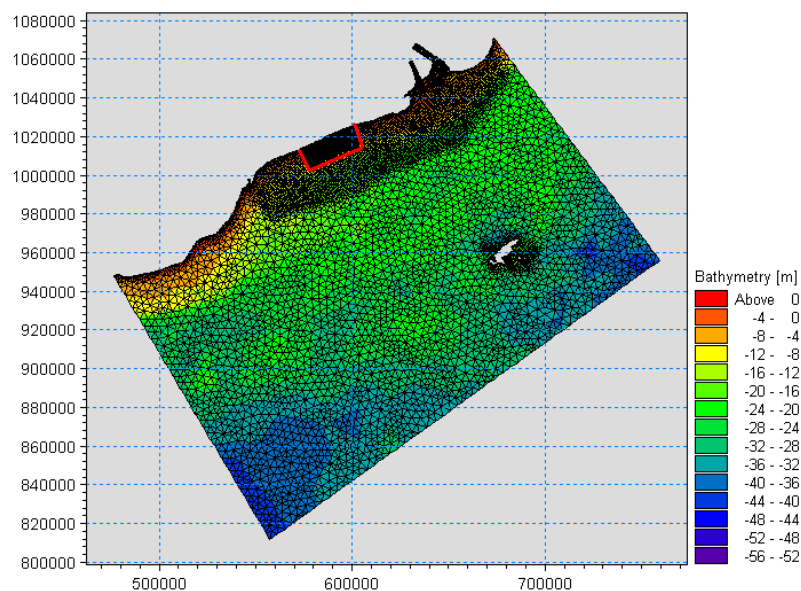
#### 2.1.3.1. Số liệu địa hình tính toán hạ thấp bãi

Số liệu địa hình: số liệu địa hình được sử dụng từ bộ số liệu địa hình thực đo vào tháng 3/2011 và tháng 1/2015 làm cơ sở để tính toán hạ thấp bãi.



Hình 2-20: Địa hình thực đo tháng 3/2015 (trái) và tháng 1/2015 (phải)

Số liệu sóng và mực nước: số liệu sóng và mực nước tính toán được lấy theo tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đê biển 2012 cho khu vực biển Bạc Liêu tương ứng với tần suất thiết kế đề hiện tại khu vực nghiên cứu là 5%.  $H_s = 5,59\text{m}$  và  $MN = 2,13\text{m}$ .

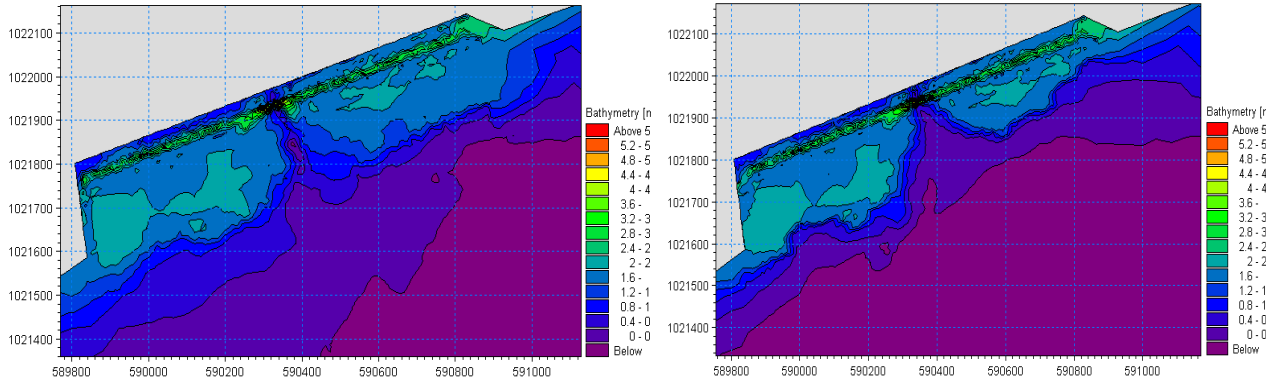


Hình 2-21: Miền tính, lưới tính cho khu vực miền lớn

Để tính toán lan truyền sóng và so sánh, đánh giá sự gia tăng chiều cao sóng do hạ thấp bãi gây ra, chuyên đề tiến hành thiết lập miền tính, lưới tính cho khu vực (Hình 2-22). Miền tính, lưới tính được thiết lập cho 2 lưới: lưới miền lớn và lưới miền nhỏ. Lưới miền lớn phục vụ tính toán lan truyền sóng nước sâu vào khu vực ven bờ, lưới miền nhỏ

phục vụ tính toán lan truyền sóng từ ven bờ vào khu vực nghiên cứu sau khi có kết quả tính toán lan truyền sóng từ miền lớn tiến hành trích xuất làm kết quả đầu vào cho mô hình miền nhỏ.

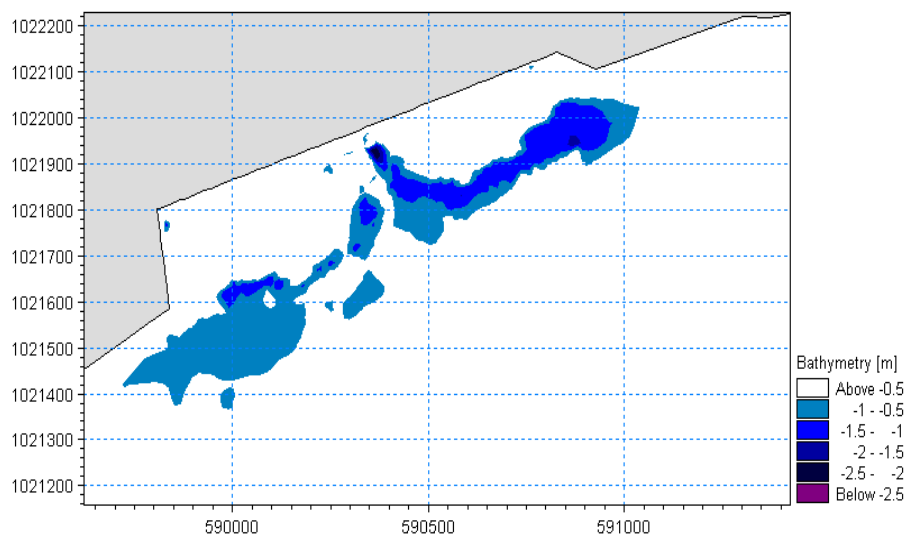
Miền nhỏ là phần màu đỏ trong miền lớn. Miền nhỏ sẽ được thiết lập và chia lưới chi tiết hơn nhằm đánh giá được chi tiết về sự hạ thấp bãi cũng như gia tăng chiều cao sóng do hạ thấp bãi gây ra đối với khu vực nghiên cứu.



Hình 2-22: Địa hình tính toán tháng 3/2011 (trái) và tháng 1/2015 (phải)

Trên cơ sở số liệu địa hình thực đo vào cùng mùa gió Đông Bắc năm 2011 và năm 2015 cho thấy khu vực nghiên cứu chi tiết bãi phía trước bị hạ thấp trải dọc vùng ven bờ, với độ hạ thấp bãi biển từ 1-1,5m.

Như vậy việc thiết lập miền tính, lưới tính và địa hình cho 2 giai đoạn năm 2011 và năm 2015 được hoàn thành. Kết quả địa hình của 2 giai đoạn này được chồng lẩn và xác định ra các khu vực bị hạ thấp bãi do suy thoái rừng ngập mặn và xói lở gây ra. Kết quả sau khi chồng lẩn địa hình cả hai giai đoạn thể hiện trên Hình 2-23.

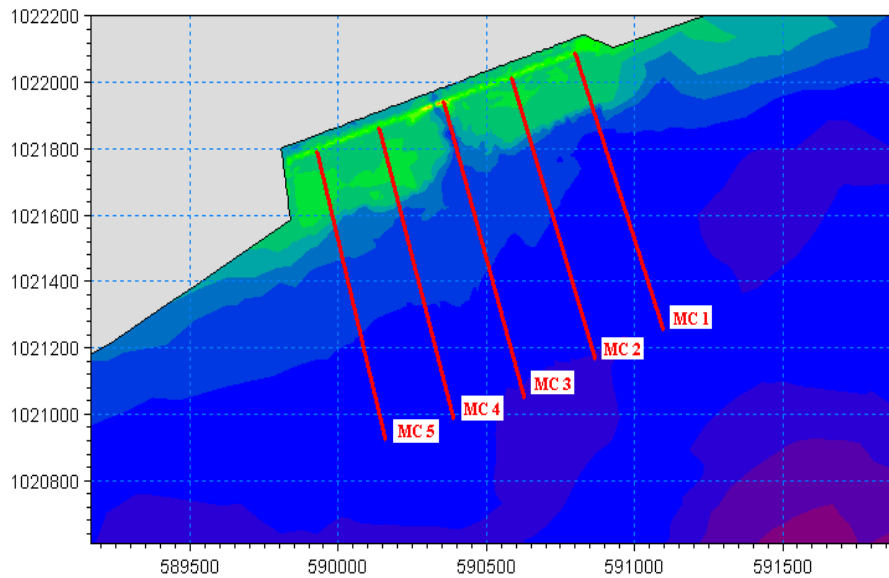


Hình 2-23: Hạ thấp bãi năm 2015 so với năm 2011



Như vậy trên toàn miền khu vực nghiên cứu cho thấy xu thế hạ thấp bãi xuất hiện chủ yếu ở khu vực ven bờ và xói lở diễn ra trên toàn miền. Xói lở lớn nhất xảy ra ở khu vực chân bãi nơi có rừng ngập mặn bị suy thoái và độ sâu xói lở lên tới 1-1,5 m.

Để đánh giá được định lượng độ hạ thấp bãi từ năm 2011 đến năm 2015, lựa chọn ra các mặt cắt đại diện trên khu vực nghiên cứu. Chuyên đề lựa chọn 5 mặt cắt đại diện cho miền tính, mỗi mặt cắt cách nhau 200 m bao gồm: 1 mặt cắt tại chính giữa khu vực nghiên cứu, 2 mặt cắt về phía bắc và 2 mặt cắt về phía nam.

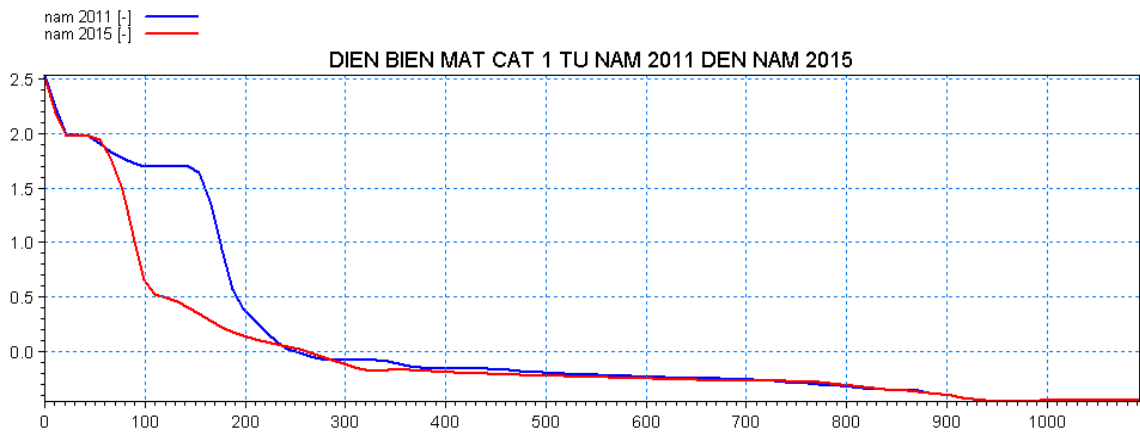


Hình 2-24: Vị trí các mặt cắt trích xuất

Bảng 2-3: Tọa độ vị trí các điểm đầu và điểm cuối của 5 mặt cắt

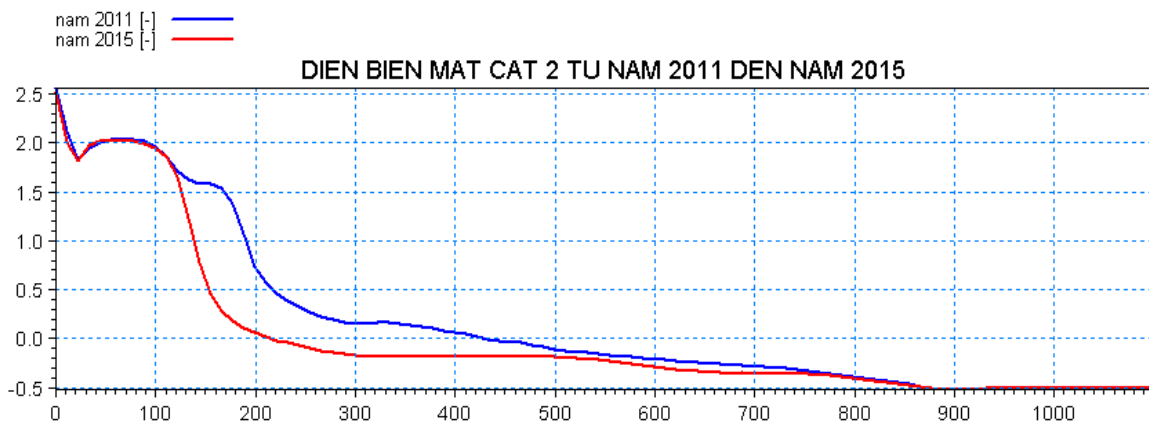
STT	X	Y
MC1	590776	1022082
	591164	1021061
MC2	590577	1022014
	590953	1020982
MC3	590401	1021955
	590757	1020913
MC4	590193	1021891
	590536	1020831
MC5	589958	1021809
	590319	1020761

Địa hình tại 5 mặt cắt này được trích xuất theo 2 giai đoạn sau đó chồng lẩn và so sánh định lượng về chiều dài xói lở, độ sâu xói lở lớn nhất và độ sâu xói lở trung bình. Trên cơ sở đó tiến hành tính toán lan truyền sóng và so sánh sự gia tăng chiều cao sóng:



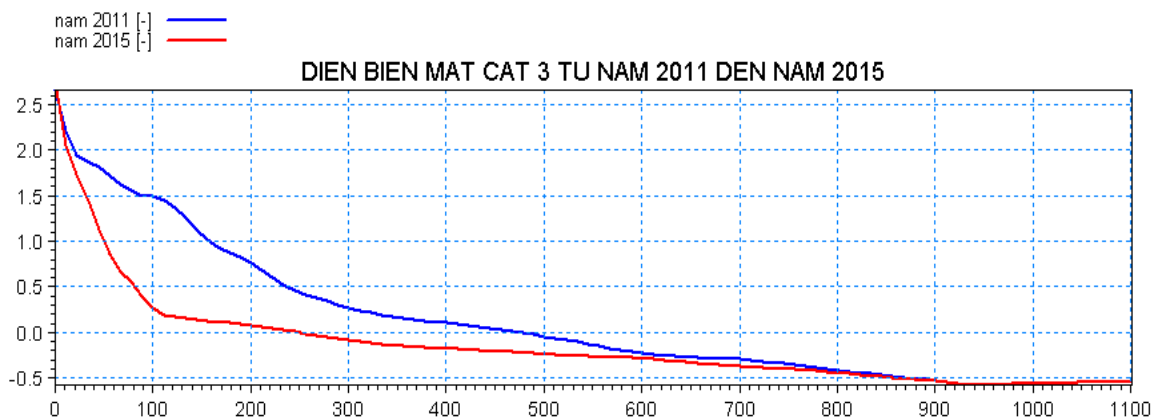
Hình 2-25: Kết quả diễn biến mặt cắt 1 từ năm 2011 đến năm 2015

Tại mặt cắt 1 cho thấy từ năm 2011 đến năm 2015 bị xói lở mạnh, đường bờ bị lùi sâu vào phía trong một đoạn khoảng 100 m và xói lở còn kéo dài ra phía ngoài. Theo số liệu trích xuất tại mặt cắt 1 thì độ hạ thấp bãi lớn nhất là -1,3 m, độ hạ thấp bãi trung bình trên toàn mặt cắt là -0,7 m và chiều dài hạ thấp bãi là 150 m.



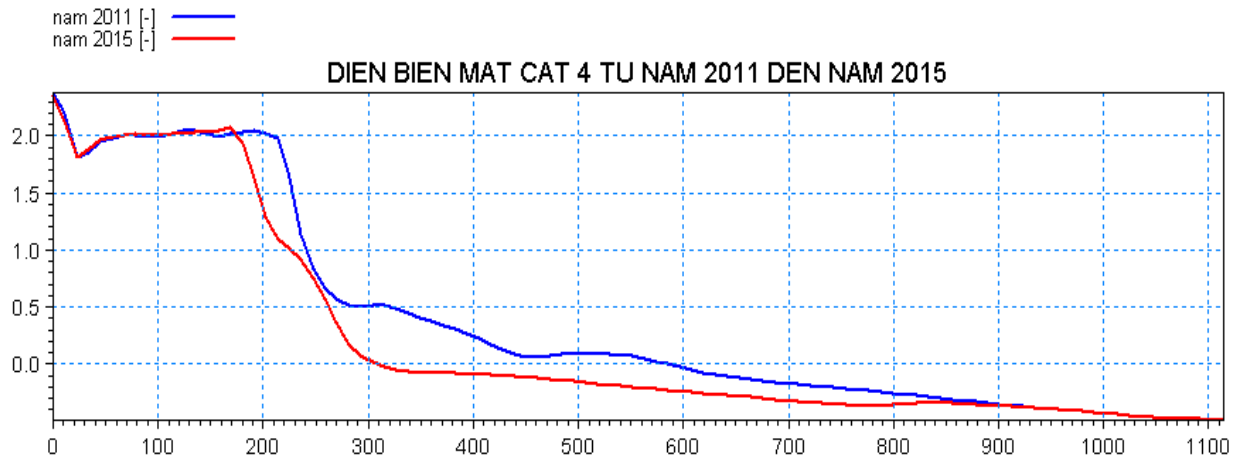
Hình 2-26: Kết quả diễn biến mặt cắt 2 từ năm 2011 đến năm 2015

Tại mặt cắt 2 cho thấy từ năm 2011 đến năm 2015 bị xói lở mạnh, đường bờ bị lùi sâu vào phía trong đất liền và xói lở còn kéo dài ra phía ngoài. Theo số liệu trích xuất tại mặt cắt 1 thì độ hạ thấp bãi lớn nhất là -1,3 m, độ hạ thấp bãi trung bình trên toàn mặt cắt là -0,3 m và chiều dài hạ thấp bãi là 550 m.



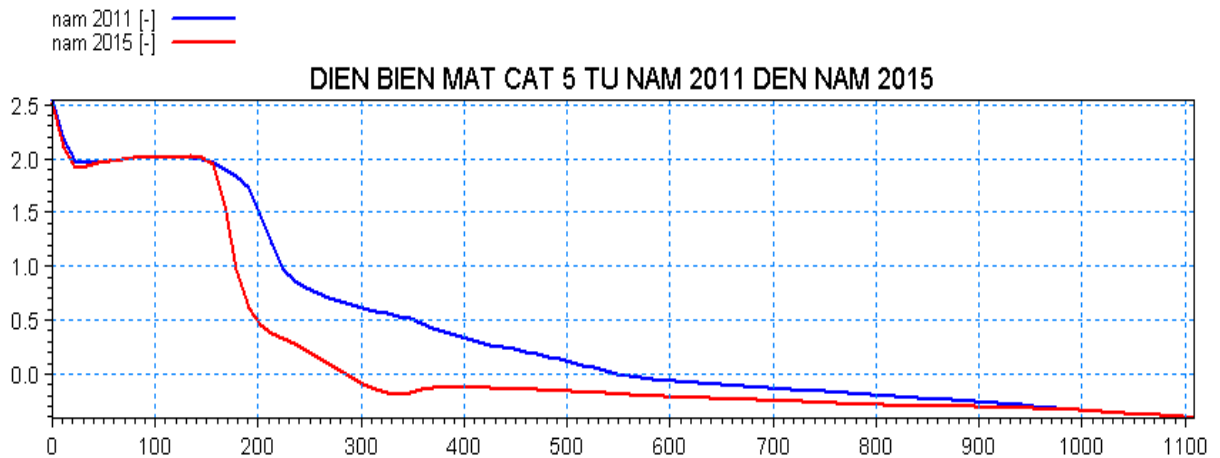
Hình 2-27: Kết quả diễn biến mặt cắt 3 từ năm 2011 đến năm 2015

Tại mặt cắt 3 cho thấy từ năm 2011 đến năm 2015 bị xói lở mạnh, đường bờ bị lùi sâu vào phía trong đất liền và xói lở còn kéo dài ra phía ngoài. Theo số liệu trích xuất tại mặt cắt 1 thì độ hạ thấp bãi lớn nhất là -1,3 m, độ hạ thấp bãi trung bình trên toàn mặt cắt là -0,4 m và chiều dài hạ thấp bãi là 670 m.



Hình 2-28: Kết quả diễn biến mặt cắt 4 từ năm 2011 đến năm 2015

Tại mặt cắt 4 cho thấy từ năm 2011 đến năm 2015 bị xói lở mạnh, đường bờ bị lùi sâu vào phía trong đất liền và xói lở còn kéo dài ra phía ngoài. Theo số liệu trích xuất tại mặt cắt 1 thì độ hạ thấp bãi lớn nhất là -0,9 m, độ hạ thấp bãi trung bình trên toàn mặt cắt là -0,3 m và chiều dài hạ thấp bãi là 590 m.



Hình 2-29: Kết quả diễn biến mặt cắt 4 từ năm 2011 đến năm 2015

Tại mặt cắt 5 cho thấy từ năm 2011 đến năm 2015 bị xói lở mạnh, đường bờ bị lùi sâu vào phía trong đất liền và xói lở còn kéo dài ra phía ngoài. Theo số liệu trích xuất tại mặt cắt 1 thì độ hạ thấp bãi lớn nhất là -1,1 m, độ hạ thấp bãi trung bình trên toàn mặt cắt là -0,3 m và chiều dài hạ thấp bãi là 650 m.

Như vậy trên toàn khu vực nghiên cứu đường bờ đều bị tiến sâu vào phía trong đất liền, khu vực xói lở lớn diễn ra ngay phần tiếp giáp giữa đất liền và biển. Trên toàn khu vực thì độ sâu xói lớn nhất tại 5 mặt cắt là -1,3 m và chiều dài xói lớn nhất là 670 m. Khu

vực phía trong bờ bị xói nhưng phía ngoài không được bồi chứng tỏ khu vực này dòng chảy dọc bờ là chủ đạo và là nguyên nhân chính gây ra xói lở. Lượng bùn cát xói lở tại khu vực này sẽ được mang đi và bồi lấp ở các khu vực phía dưới.

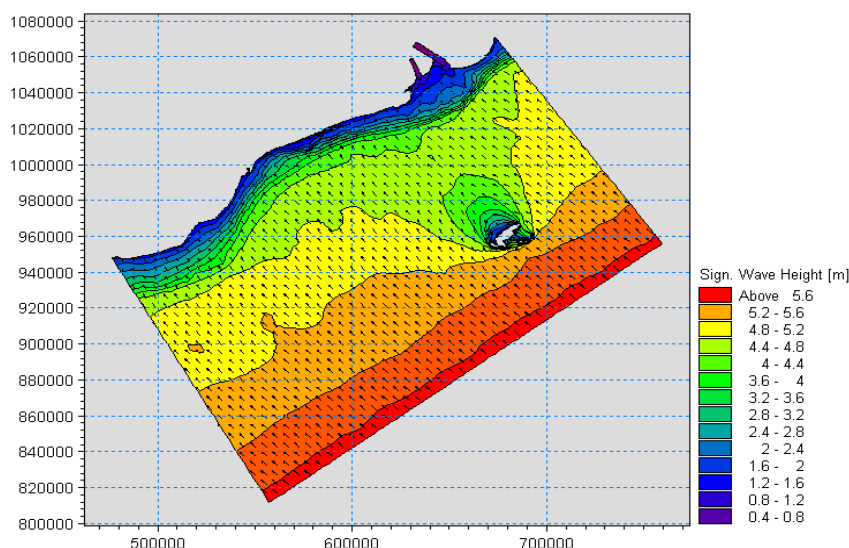
Tên mặt cắt	Độ hạ thấp lớn nhất (m)	Độ hạ thấp trung bình (m)	Chiều dài hạ thấp (m)
MC 1	-1.3	-0.7	150
MC 2	-1.3	-0.3	550
MC 3	-1.3	-0.4	670
MC 4	-0.9	-0.3	590
MC 5	-1.1	-0.3	650

### 2.1.3.2. Đánh giá ảnh hưởng của hạ thấp bãi biển bị xói lở đến gia tăng chiều cao sóng tại khu vực ven bờ

Tại khu vực nghiên cứu cấp công trình là 5% nên các thông số sóng và nước nước thiết kế cũng được lấy theo tần suất này để làm đầu vào tính toán.

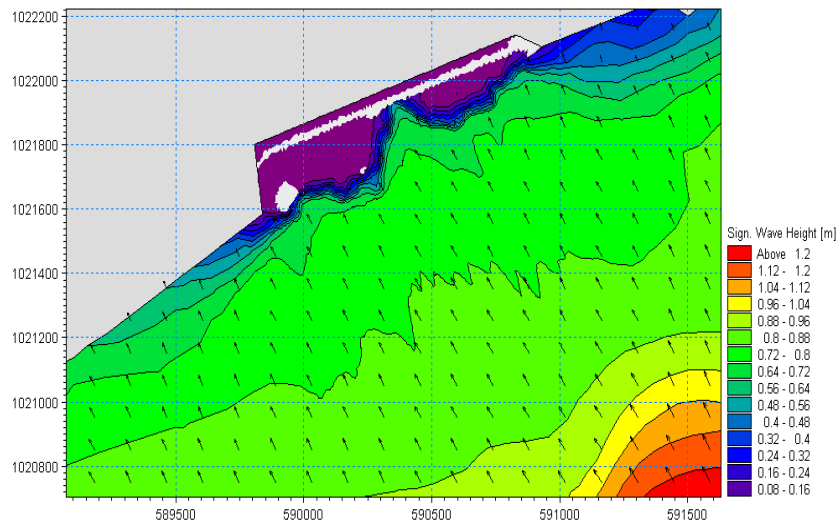
- Chiều cao sóng:  $H_s = 5.59$  m
- Mực nước thiết kế: = 2.13 m

Tiến hành tính toán lan truyền sóng cho khu vực miền lớn. Kết quả tính toán lan truyền sóng cho khu vực miền lớn:

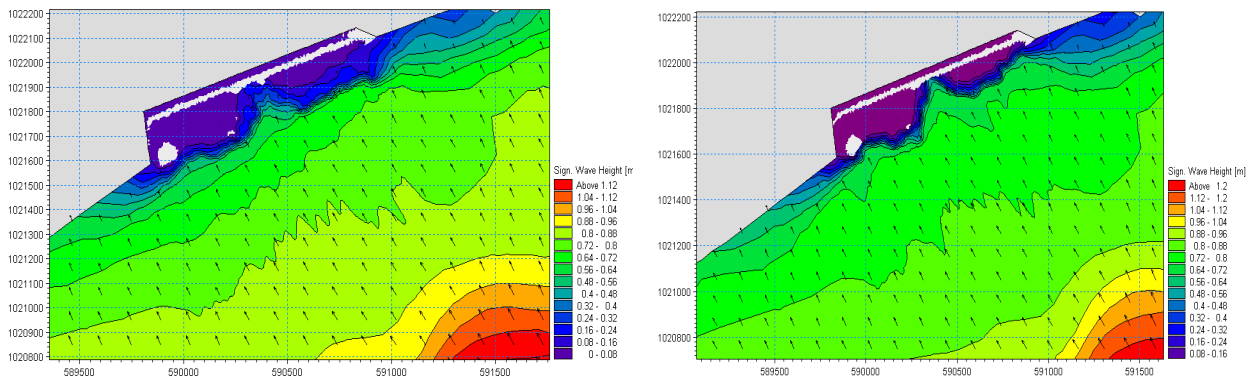


Hình 2-30: Kết quả tính toán lan truyền sóng miền lớn

Sau khi tính toán lan truyền sóng cho khu vực miền lớn. Sử dụng kết quả tính toán làm biên sóng cho khu vực miền nhỏ. Theo kết quả tính toán lan truyền sóng miền lớn thì kết quả tại biên miền nhỏ chiều cao sóng giảm còn 3,5 m. Chiều cao sóng này sẽ là đầu vào để tính toán cho miền nhỏ:

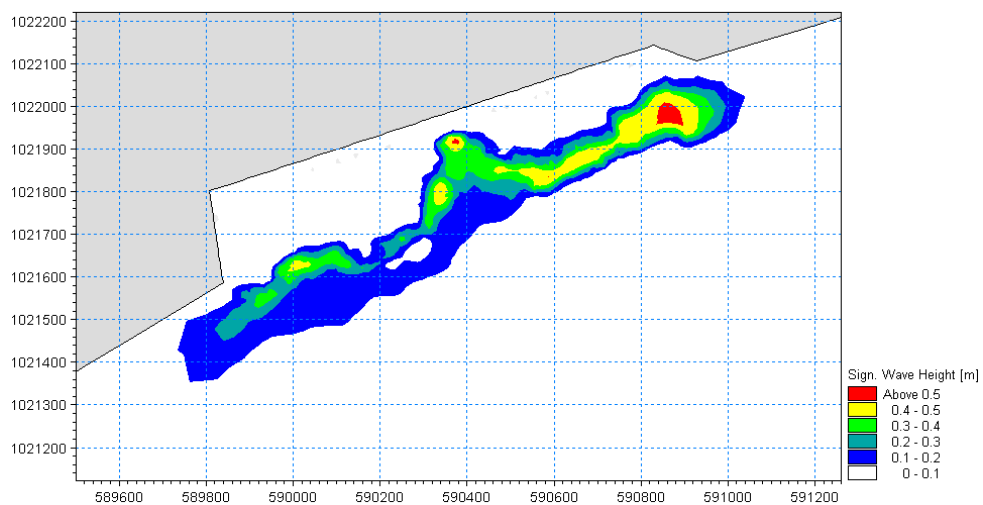


Hình 2-31: Kết quả tính toán lan truyền sóng ven bờ với địa hình năm 2015



Hình 2-32: Kết quả lan truyền sóng với địa hình 2011 (trái) và địa hình 2015 (phải)

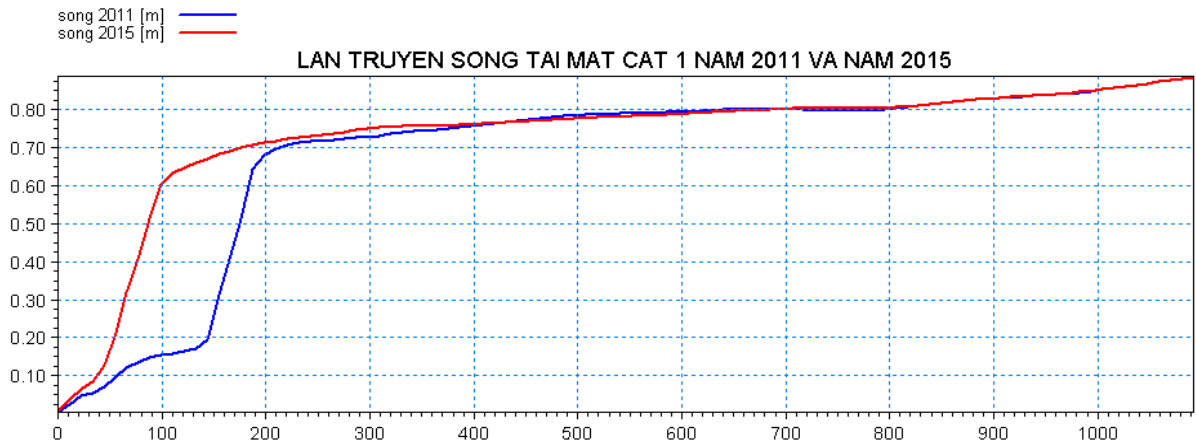
Để đánh giá ảnh hưởng của hạ thấp bãi đến gia tăng chiều cao sóng, sau khi tính toán lan truyền sóng ứng với địa hình năm 2011 và năm 2015 tiến hành chồng kết quả sóng ven bờ. Kết quả gia tăng chiều cao sóng trên toàn miền tính:



Hình 2-33: Kết quả gia tăng chiều cao sóng do hạ thấp bãi

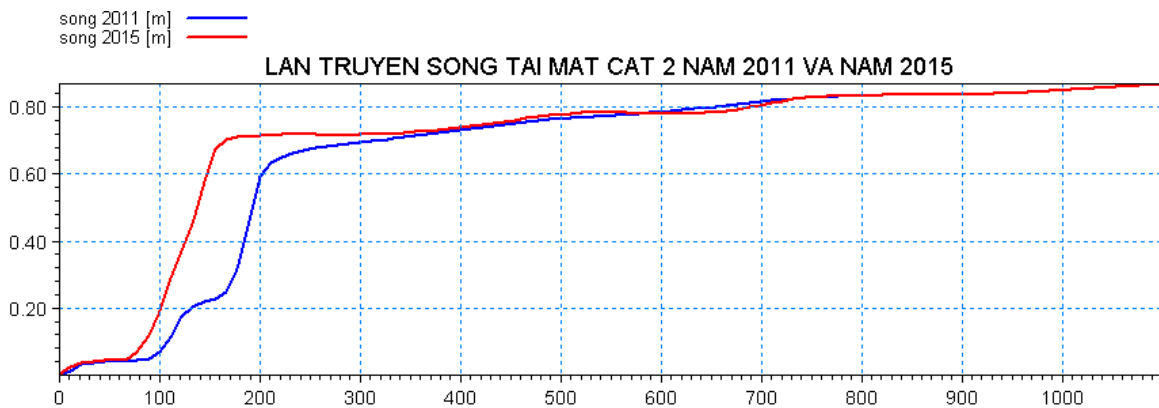
Trên cơ sở kết quả tính toán lan truyền sóng từ ngoài khơi vào chân công trình theo số liệu đo đạc địa hình năm 2011 và số liệu đo đạc địa hình năm 2015. Như vậy coi

số liệu tính toán sóng theo năm 2011 là số liệu theo tiêu chuẩn hiện hành và số liệu tính toán năm 2015 là số liệu sau đũa bãi bị hạ thấp. Kết quả tính toán và so sánh được thể hiện tại 5 mặt cắt:



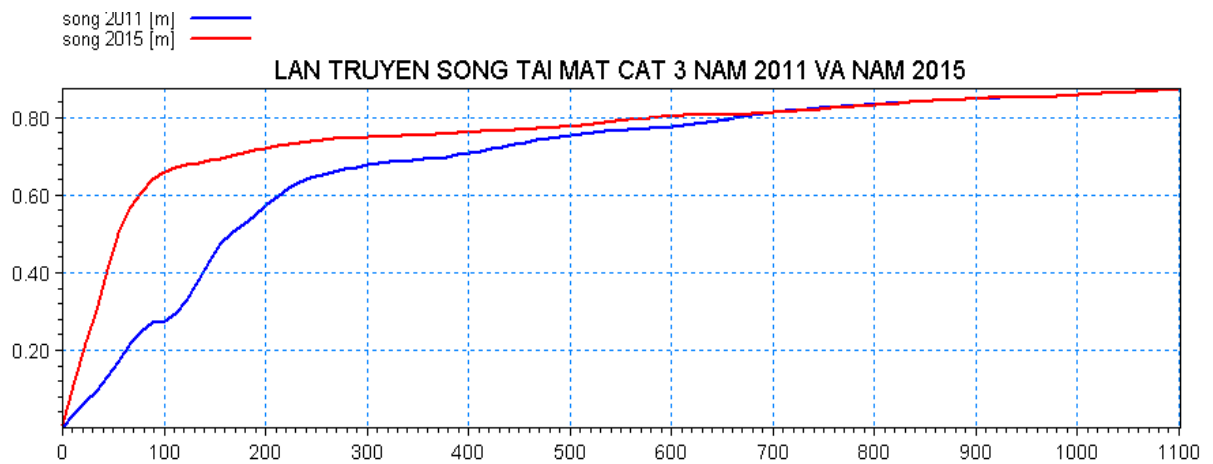
Hình 2-34: Lan truyền sóng tại mặt cắt 1 năm 2011 và năm 2015

Tại mặt cắt 1 sau khi bãi biển bị hạ thấp làm cho chiều cao sóng tại chân công trình gia tăng so với trước khi bãi biển bị hạ thấp. Chiều cao sóng tiến sâu vào phía trong sẽ làm cho bùn cát tại khu vực này bị xói lở và theo dòng chảy dọc bờ mang đi dẫn đến đường bờ ngày càng bị xói lở theo thời gian. Theo kết quả tính toán tại mặt cắt 1 thì chiều cao sóng gia tăng lớn nhất tại mặt cắt này là 0,49 m và chiều cao sóng gia tăng trung bình trên toàn mặt cắt là 0,35 m.



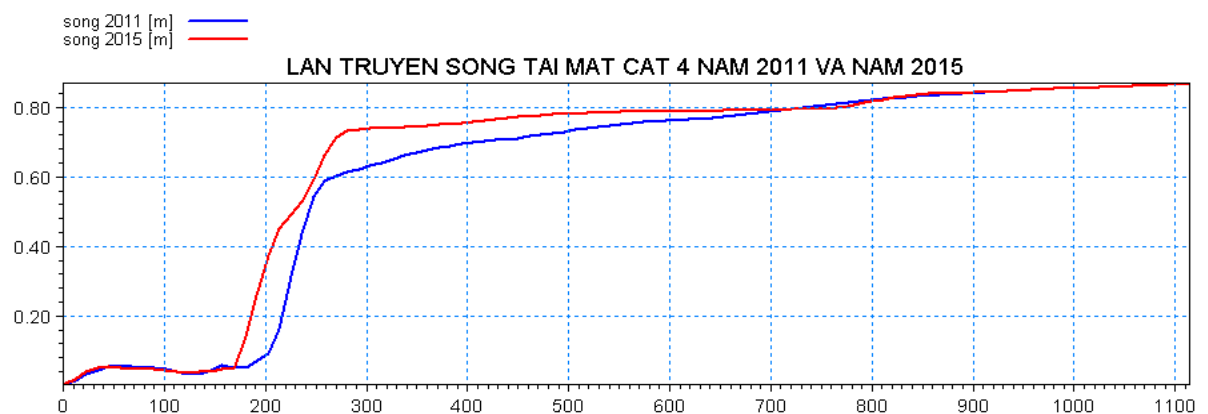
Hình 2-35: Lan truyền sóng tại mặt cắt 2 năm 2011 và năm 2015

Tại mặt cắt 2 sau khi bãi biển bị hạ thấp làm cho chiều cao sóng tại chân công trình gia tăng so với trước khi bãi biển bị hạ thấp. Chiều cao sóng tiến sâu vào phía trong sẽ làm cho bùn cát tại khu vực này bị xói lở và theo dòng chảy dọc bờ mang đi dẫn đến đường bờ ngày càng bị xói lở theo thời gian. Theo kết quả tính toán tại mặt cắt 1 thì chiều cao sóng gia tăng lớn nhất tại mặt cắt này là 0,45 m và chiều cao sóng gia tăng trung bình trên toàn mặt cắt là 0,28 m.



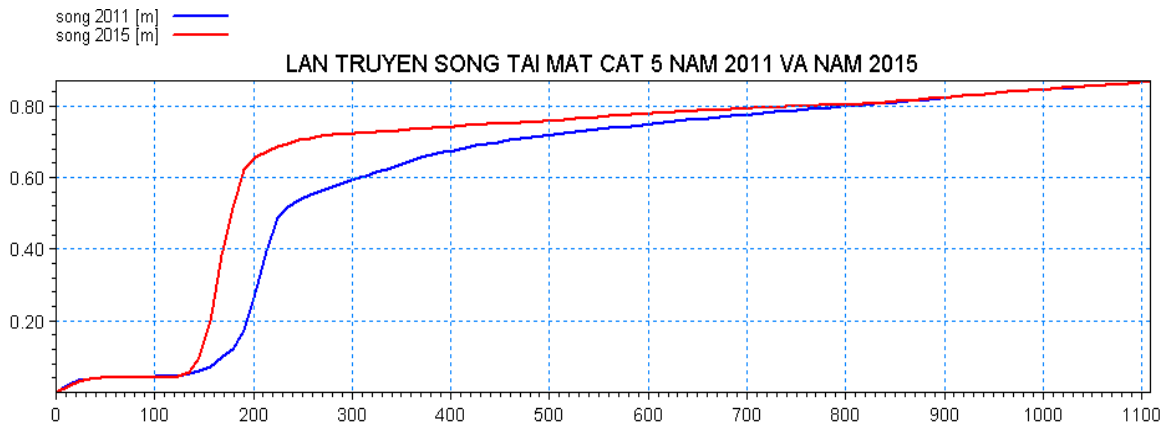
Hình 2-36: Lan truyền sóng tại mặt cắt 3 năm 2011 và năm 2015

Tại mặt cắt 3 sau khi bãi biển bị hạ thấp làm cho chiều cao sóng tại chân công trình gia tăng so với trước khi bãi biển bị hạ thấp. Chiều cao sóng tiến sâu vào phía trong sẽ làm cho bùn cát tại khu vực này bị xói lở và theo dòng chảy dọc bờ mang đi dẫn đến đường bờ ngày càng bị xói lở theo thời gian. Theo kết quả tính toán tại mặt cắt 1 thì chiều cao sóng gia tăng lớn nhất tại mặt cắt này là 0,39 m và chiều cao sóng gia tăng trung bình trên toàn mặt cắt là 0,24 m.



Hình 2-37: Lan truyền sóng tại mặt cắt 4 năm 2011 và năm 2015

Tại mặt cắt 4 sau khi bãi biển bị hạ thấp làm cho chiều cao sóng tại chân công trình gia tăng so với trước khi bãi biển bị hạ thấp. Chiều cao sóng tiến sâu vào phía trong sẽ làm cho bùn cát tại khu vực này bị xói lở và theo dòng chảy dọc bờ mang đi dẫn đến đường bờ ngày càng bị xói lở theo thời gian. Theo kết quả tính toán tại mặt cắt 1 thì chiều cao sóng gia tăng lớn nhất tại mặt cắt này là 0,29 m và chiều cao sóng gia tăng trung bình trên toàn mặt cắt là 0,14 m.



Hình 2-38: Lan truyền sóng tại mặt cắt 5 năm 2011 và năm 2015

Tại mặt cắt 5 sau khi bãi biển bị hạ thấp làm cho chiều cao sóng tại chân công trình gia tăng so với trước khi bãi biển bị hạ thấp. Chiều cao sóng tiến sâu vào phía trong sẽ làm cho bùn cát tại khu vực này bị xói lở và theo dòng chảy dọc bờ mang đi dẫn đến đường bờ ngày càng bị xói lở theo thời gian. Theo kết quả tính toán tại mặt cắt 1 thì chiều cao sóng gia tăng lớn nhất tại mặt cắt này là 0,45 m và chiều cao sóng gia tăng trung bình trên toàn mặt cắt là 0,2 m.

Bảng 2-4: Tổng hợp chiều cao sóng gia tăng do hạ thấp bãi tại các mặt cắt đại diện

Tên mặt cắt	Độ hạ thấp lớn nhất (m)	Độ hạ thấp trung bình (m)	Chiều dài hạ thấp (m)	Chiều cao sóng gia tăng lớn nhất (m)	Chiều cao sóng gia tăng trung bình (m)
MC 1	-1.3	-0.7	150	0.49	0.35
MC 2	-1.3	-0.3	550	0.45	0.28
MC 3	-1.3	-0.4	670	0.39	0.24
MC 4	-0.9	-0.3	590	0.29	0.14
MC 5	-1.1	-0.3	650	0.45	0.20

#### 2.1.4. Đánh giá ảnh hưởng của nước biển dâng đến mực nước và chiều cao sóng tại khu vực ven bờ

Như vậy ứng với tần suất thiết kế đê biển hiện tại của khu vực là 5% khi đó MNTK là 212,9cm. Nếu tính thêm biến đổi khí hậu nước biển dâng vào mực nước thì giá trị mực nước sẽ thay đổi theo từng kịch bản nước biển dâng:

- Kịch bản nước biển dâng 9 cm:  $MN = MNTK + 9 = 212,9 + 9 = 221,9$  cm
- Kịch bản nước biển dâng 30cm:  $MN = MNTK + 30 = 212,9 + 30 = 242,9$  cm
- Kịch bản nước biển dâng 99cm:  $MN = MNTK + 99 = 212,9 + 99 = 311,9$  cm.

Dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng làm cho khu vực ven bờ Sóc Trăng – Bạc Liêu gia tăng độ sâu nước theo các kịch bản nước biển dâng. Sự gia tăng mực nước làm cho sóng từ ngoài khơi lan truyền vào khu vực ven bờ được tiến sâu

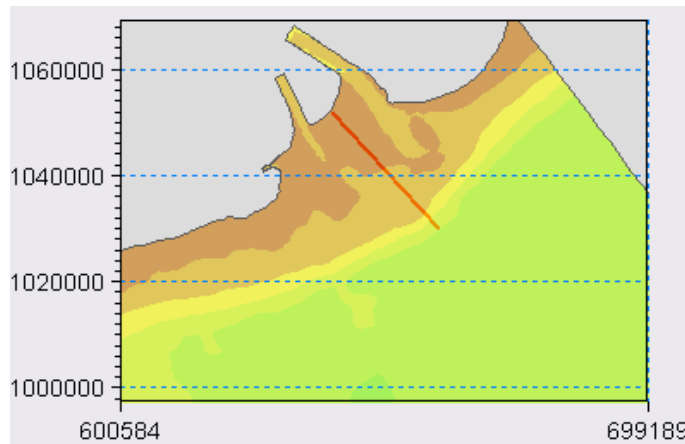


hơn và chiều cao sóng cũng gia tăng. Để đánh giá được định lượng sự gia tăng chiều cao sóng khi tính đến nước biển dâng, chuyên đề tiến hành tính toán cho 4 kịch bản và so sánh kết quả tính toán.

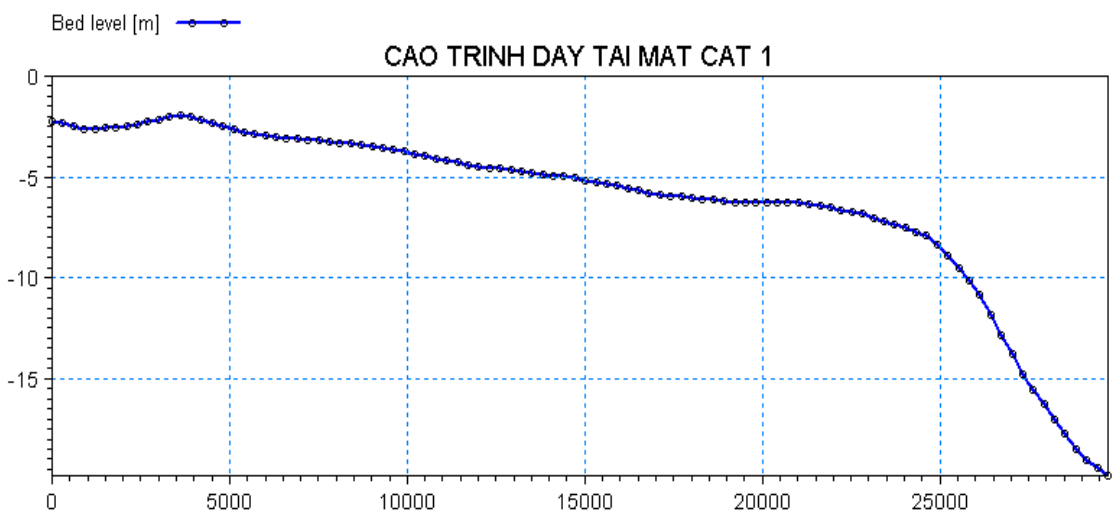
- Kịch bản 1: sóng thiết kế 5% = 5.59m và NMNTK = 2.13m
- Kịch bản 2: sóng thiết kế 5% = 5.59m và MNTK + nước dâng 9cm = 2.22m
- Kịch bản 3: sóng thiết kế 5% = 5.59m và MNTK + nước dâng 30cm = 2.43m
- Kịch bản 4: sóng thiết kế 5% = 5.59m và MNTK + nước dâng 99cm = 3.12m

Để đánh giá được định lượng chiều cao sóng tại khu vực ven bờ sau khi tính toán lan truyền sóng từ ngoài khơi vào khu vực ven bờ. Chuyên đề đưa ra 3 mặt cắt đại diện cho 3 vùng đặc trưng của khu vực nghiên cứu gồm:

- Mặt cắt 1: nằm ở khu vực cửa sông Định An và Trần Đề;
- Mặt cắt 2: nằm ở khu vực nghiên cứu chi tiết;
- Mặt cắt 3: nằm ở khu vực cửa Gành Hào

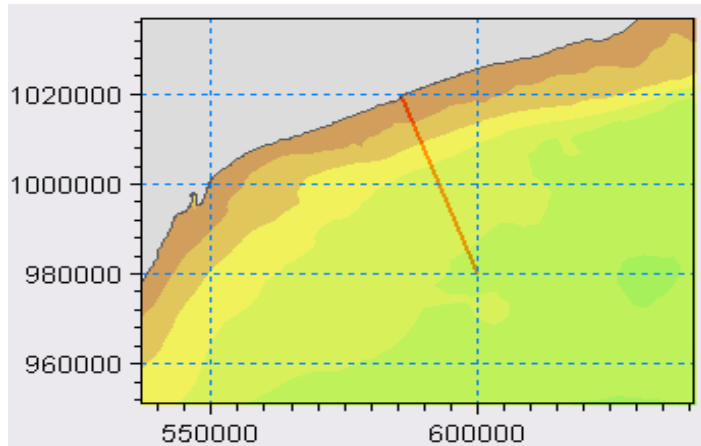


Hình 2-39: Mặt cắt 2 – tại khu vực nghiên cứu chi tiết

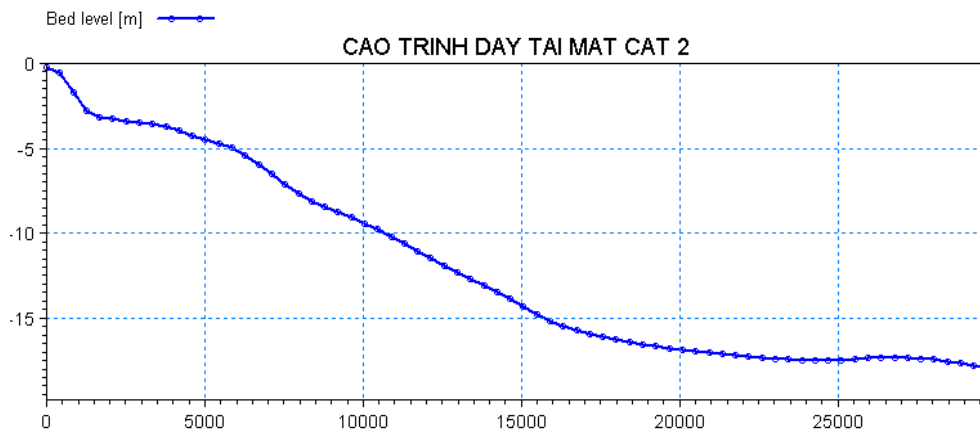


Hình 2-40: Cao trình đáy mặt cắt 1 – tại khu vực cửa Định An và Trần Đề

Mặt cắt 1 nằm ở vị trí ngay cửa sông lên địa hình tương đối thoải. Chiều dài của mặt cắt 1 khoảng 30km kéo dài từ ven bờ ra phía ngoài khơi. Cao trình tại khu vực ven bờ là -2,25m và ra phía ngoài khơi đến độ sâu là -20m.

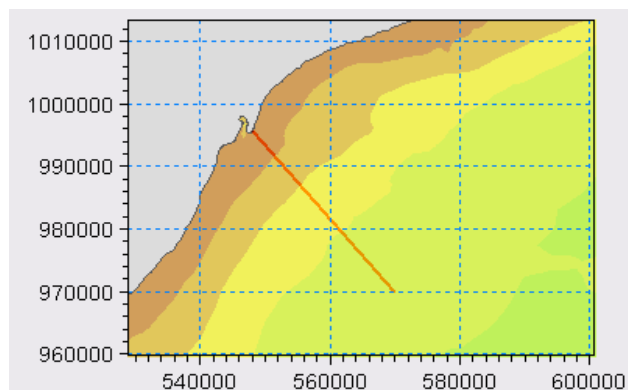


Hình 2-41: Mặt cắt 2 – tại khu vực nghiên cứu chi tiết

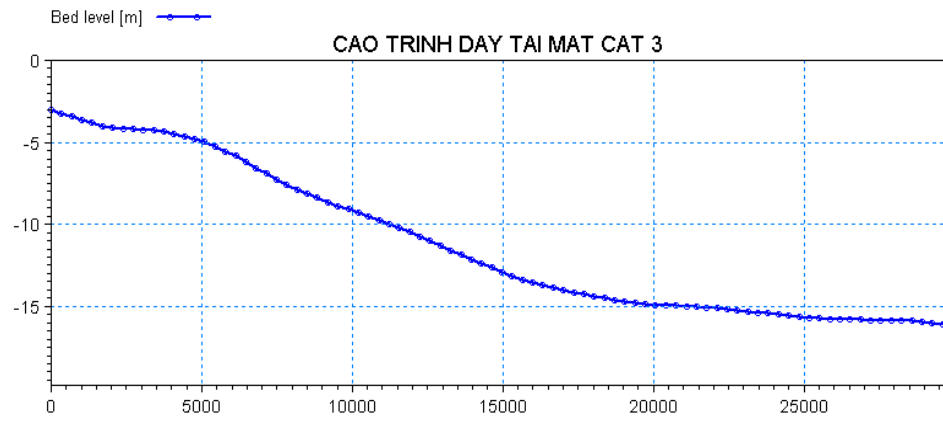


Hình 2-42: Cao trình đáy mặt cắt 2 – tại khu vực nghiên cứu chi tiết

Mặt cắt 2 nằm ở vị trí khu vực nghiên cứu chi tiết, khu vực này đã được khảo sát địa hình chi tiết vào tháng 1/2015. Chiều dài của mặt cắt 1 khoảng 30 km kéo dài từ ven bờ ra phía ngoài khơi. Cao trình tại khu vực ven bờ là -0,22m và ra phía ngoài khơi đến độ sâu là -20 m.



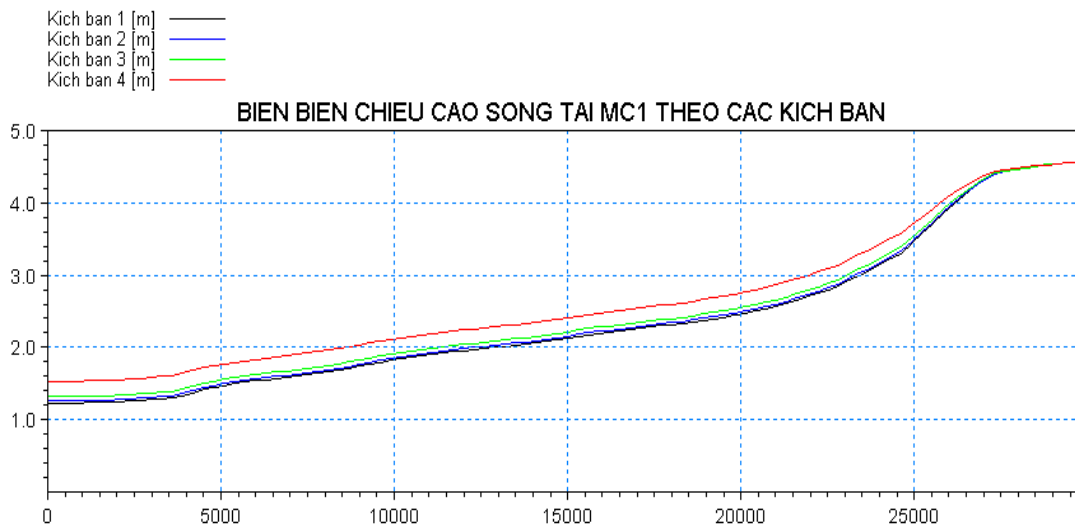
Hình 2-43: Mặt cắt 3 – tại khu vực cửa Gành Hào



Hình 2-44: Cao trình đáy mặt cắt 1 – tại khu vực cửa Gành Hào

Mặt cắt 3 nằm ở vị trí khu vực cửa Gành Hào đại diện cho Bạc Liêu. Chiều dài của mặt cắt 1 khoảng 30 km kéo dài từ ven bờ ra phía ngoài khơi. Cao trình tại khu vực ven bờ là -3m và ra phía ngoài khơi đến độ sâu là -17,1 m.

Để đánh giá được ảnh hưởng của nước biển dâng đến sự gia tăng chiều cao sóng tại khu vực ven bờ, chuyên đề tiến hành so sánh giá trị chiều cao sóng tại các mặt cắt theo kịch bản nước biển dâng khác nhau:

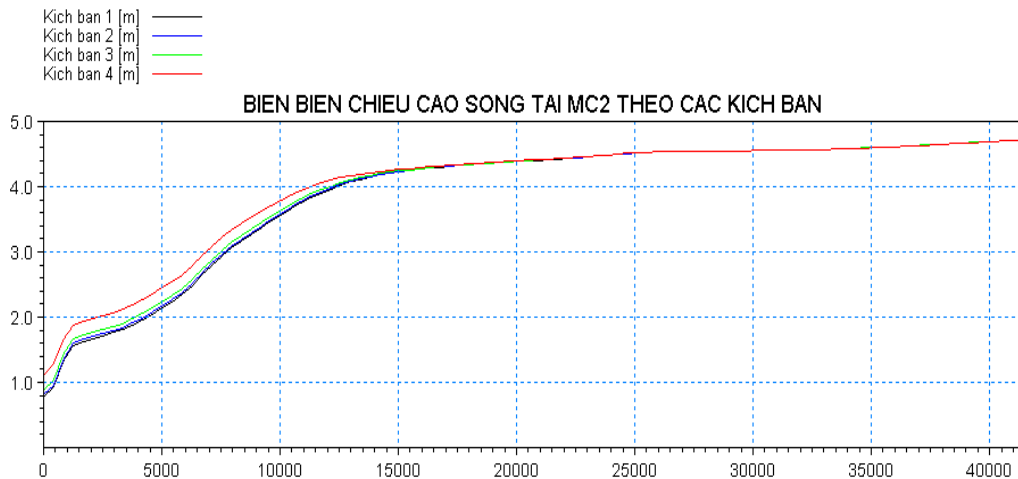


Hình 2-45: Diễn biến chiều cao sóng tại MC1 theo các kịch bản

Kịch bản	Hs tại cao trình đáy		
	-3m	-5m	-15m
Kịch bản 1	1.55	2.11	4.40
Kịch bản 2	1.58	2.13	4.40
Kịch bản 3	1.64	2.19	4.41
Kịch bản 4	1.85	2.39	4.44

Tại mặt cắt 1 khi nước biển dâng thì chiều cao sóng tại khu vực ven bờ có xu thế tăng theo nước biển dâng. Tại khu vực ven bờ có cao trình đáy -3m trong trường hợp hiện trạng thì chiều cao sóng tại mặt cắt 1 là 1,55m nhưng khi nước biển dâng lên 99cm (kịch bản 4) thì chiều cao sóng là 1,85m tức là tăng 0,3m (19%) so với hiện trạng. Tại

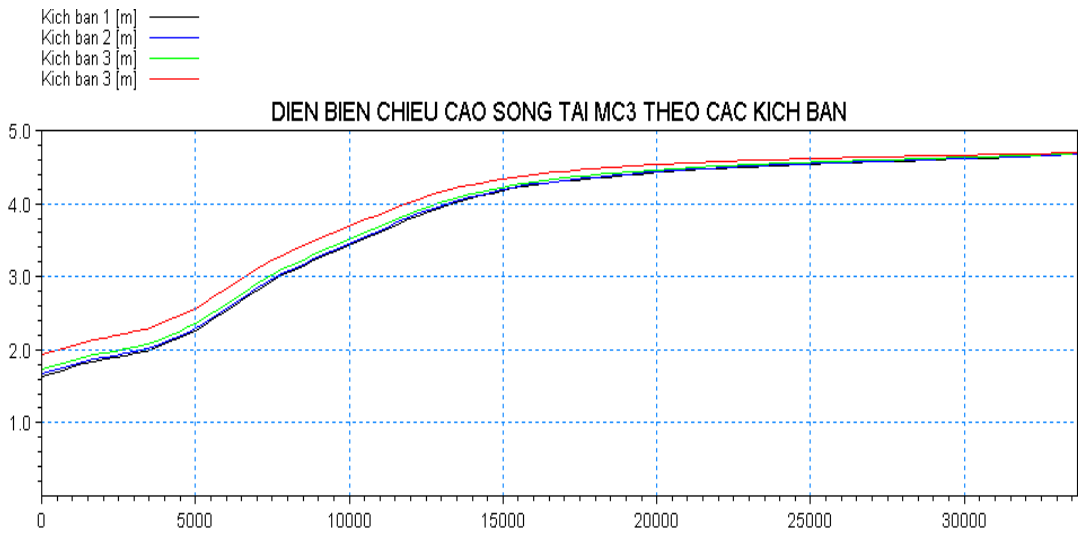
cao trình đáy -5m trong trường hợp hiện trạng thì chiều cao sóng là 2,11m nhưng khi nước biển dâng lên 99cm thì chiều cao sóng là 2,39m tức là tăng 0,28m (13%) so với hiện trạng. Khu vực nước sâu có cao trình đáy -15m thì chiều cao sóng giữa hiện trạng và nước dâng gần như không thay đổi. Như vậy theo kết quả tính toán cho thấy chiều cao sóng sẽ gia tăng khi mực nước biển dâng và khu vực có chiều cao sóng gia tăng lớn nhất là khu vực ven bờ.



Hình 2-46: Diễn biến chiều cao sóng tại MC2 theo các kịch bản

Kịch bản	Hs tại cao trình đáy -3m	Hs tại cao trình đáy -5m	Hs tại cao trình đáy -15m
Kịch bản 1	1.63	2.34	4.27
Kịch bản 2	1.66	2.37	4.27
Kịch bản 3	1.72	2.44	4.28
Kịch bản 4	1.93	2.52	4.29

Tại mặt cắt 2 khi nước biển dâng thì chiều cao sóng tại khu vực ven bờ có xu thế tăng theo nước biển dâng. Tại khu vực ven bờ có cao trình đáy -3m trong trường hợp hiện trạng thì chiều cao sóng tại mặt cắt 1 là 1,63m nhưng khi nước biển dâng lên 99cm (kịch bản 4) thì chiều cao sóng là 1,93m tức là tăng 0,3m (18%) so với hiện trạng. Tại cao trình đáy -5m trong trường hợp hiện trạng thì chiều cao sóng là 2,34m nhưng khi nước biển dâng lên 99cm thì chiều cao sóng là 2,52m tức là tăng 0,18m (7,7%) so với hiện trạng. Khu vực nước sâu có cao trình đáy -15m thì chiều cao sóng giữa hiện trạng và nước dâng gần như không thay đổi chỉ từ 4,27m lên 4,29m. Như vậy theo kết quả tính toán cho thấy chiều cao sóng sẽ gia tăng khi mực nước biển dâng và khu vực có chiều cao sóng gia tăng lớn nhất là khu vực ven bờ.



Hình 2-47: Diễn biến chiều cao sóng tại MC3 theo các kịch bản

Kịch bản	Hs tại cao trình đáy - 3m	Hs tại cao trình đáy - 5m	Hs tại cao trình đáy -15m
Kịch bản 1	1.64	2.29	4.46
Kịch bản 2	1.66	2.31	4.46
Kịch bản 3	1.73	2.38	4.49
Kịch bản 4	1.94	2.59	4.56

Tại mặt cắt 3 khi nước biển dâng thì chiều cao sóng tại khu vực ven bờ có xu thế tăng theo nước biển dâng. Tại khu vực ven bờ có cao trình đáy -3m trong trường hợp hiện trạng thì chiều cao sóng tại mặt cắt 1 là 1,64m nhưng khi nước biển dâng lên 99cm (kịch bản 4) thì chiều cao sóng là 1,94m tức là tăng 0,3m (18%) so với hiện trạng. Tại cao trình đáy -5m trong trường hợp hiện trạng thì chiều cao sóng là 2,29m nhưng khi nước biển dâng lên 99cm thì chiều cao sóng là 2,59m tức là tăng 0,3m (13,1%) so với hiện trạng. Khu vực nước sâu có cao trình đáy -15m thì chiều cao sóng giữa hiện trạng và nước dâng gần như không thay đổi chỉ từ 4,46m lên 4,56m. Như vậy theo kết quả tính toán cho thấy chiều cao sóng sẽ gia tăng khi mực nước biển dâng và khu vực có chiều cao sóng gia tăng lớn nhất là khu vực ven bờ.

## 2.2. XÂY DỰNG BỘ TIÊU CHÍ VỀ MỨC HIỂM HỌA VĨ ĐÊ BIỂN TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG

### 2.2.1. Phân tích đánh giá những tồn tại về các tiêu chí đánh giá mức hiểm họa

#### 2.2.1.1. Khái niệm về rủi ro/ hiểm họa

Thuật ngữ ‘rủi ro’ (risk) có hai ý nghĩa khác nhau. Trong một ngữ cảnh thì nó là thảm họa hay mối nguy hiểm, đó là sự đối mặt với sự kém may mắn hay hiểm họa. Trong ngữ cảnh khác, rủi ro được hiểu theo nghĩa hẹp hơn là xác suất hay cơ hội gặp phải (chịu đựng) một hậu quả có hại, hay đối mặt với một mất mát nào đó. Do đó ‘rủi ro lũ lụt’ có

thể nói tới sự hiện diện của một mối nguy hiểm của lũ lụt - một thảm họa lũ lụt, hay hẹp hơn, một xác suất cụ thể ví như một trận lũ xác suất 0.01 (một trận lũ 100 năm).

Bởi vì thuật ngữ ‘rủi ro’ có thể được sử dụng theo những cách khác nhau như vậy nên đã dẫn tới những nhầm lẫn khó hiểu. Ba quan điểm khác nhau phản ánh trạng thái phân hướng hiện tại của quan điểm khoa học bao gồm: ***Rủi ro như Thảm họa, Rủi ro như Xác suất, Rủi ro theo quan điểm tiến hóa***. Trong phạm vi đề tài, khái niệm rủi ro được trình bày sau.

Rủi ro có nghĩa là những hiểm họa hay mối nguy đi kèm với một quá trình/ hiện tượng và hậu quả chưa rõ ràng và thường liên quan tới sự xảy ra của thiên tai/ thảm họa. Về mặt ngôn ngữ từ ‘thảm họa’ ám chỉ sự kiện có tác động mạnh mẽ và thường là tiêu cực tới hoạt động của xã hội loài người. Hiện tại, thuật ngữ ‘rủi ro’ có nhiều nghĩa và đa chiều liên quan tới những vấn đề về an toàn, kinh tế, môi trường và xã hội. Những ý nghĩa khác nhau này thường phản ánh nhu cầu của những nhà ra quyết định cụ thể và kết quả là không có một định nghĩa cụ thể và duy nhất cho ‘rủi ro’.

Trong phạm vi đề tài, hai thuật ngữ ‘rủi ro’ và ‘hiểm họa’ được dùng với ý nghĩa tương đương và có thể thay thế lẫn nhau. Rủi ro được xem xét như là tích số của một xác suất độc lập và một tổn thất/ thiệt hại hậu quả (dự kiến sẽ xảy ra):

$$\text{Rủi ro} = (\text{Xác suất}) \times (\text{Hậu quả})$$

Công thức tổng quát này bao quát một số khái niệm rủi ro hiện tại. Nhìn chung, rủi ro đi kèm với một đơn vị cụ thể khi được định lượng. Tuy nhiên, đơn vị của rủi ro phụ thuộc vào việc định nghĩa khả năng xảy ra và hậu quả. Khả năng xảy ra có thể được xem như một khái niệm tổng quát miêu tả mức độ có thể xảy ra của một sự kiện cụ thể. Tần suất và xác suất có thể được sử dụng để thể hiện khả năng xảy ra. Mặc dù vậy, hai thuật ngữ này có ý nghĩa khác nhau và thường gây nhầm lẫn. Do đó, việc hiểu sự khác nhau giữa chúng là rất quan trọng.

Xác suất của một sự kiện có thể được định nghĩa như là cơ hội xảy ra sự kiện này so với tổng số tất cả các sự kiện. Nói cách khác, xác suất có thể được xem như là khả năng xảy ra của sự kiện đó. Do vậy, xác suất không có thứ nguyên. Tuy nhiên, xác suất thường được xác định trong một khoảng thời gian hay đơn vị thời gian, ví dụ, xác suất vượt quá hàng năm hay xác suất vượt quá trong thời gian tồn tại (tuổi thọ) mỗi năm. Tần suất xác định số lần dự kiến một sự kiện (cực hạn) xảy ra trong một khung thời gian cụ thể. Trong trường hợp chu kỳ lặp lại, thì tần suất thường được thể hiện bằng số năm.

Hậu quả của một sự kiện không mong muốn thể hiện một tác động thường là thiệt hại tới con người, kinh tế, xã hội hay môi trường. Những hậu quả này có thể được coi như là những kích thước đo đặc khác nhau của rủi ro. Hậu quả được biểu diễn định lượng

thông quá số người thiệt mạng, giá trị tiền tệ, diện tích ngập lụt ... Vỡ đê biển là một trường hợp cụ thể của những hiện tượng gây rủi ro/ hiểm họa tiềm tàng. Vỡ đê biển có thể dẫn tới một loạt những hậu quả về người, kinh tế bao gồm cơ sở hạ tầng, môi trường sinh thái ...

### **2.2.1.2. Các tiêu chí đánh giá mức hiểm họa hiện nay**

Trong bối cảnh thay đổi để ứng phó biến đổi khí hậu, có hai loại chi phí được đánh giá là làm giảm phúc lợi xã hội: chi phí do những thiệt hại mà BĐKH gây nên và chi phí liên quan tới việc phòng tránh hậu quả của BĐKH. Một yếu tố quan trọng chi phối loại chi phí thứ hai chính là xác suất ngập lụt có xu hướng tăng lên, đặc biệt ở những vùng đô thị với cao trình thấp. Rủi ro/ hiểm họa ngập lụt ở những khu vực được bảo vệ bởi đê xung quanh là khác nhau, phụ thuộc vào mật độ dân số và tổng lượng vốn (giá trị).

Hà Lan được tạo bởi 53 khu vực riêng lẻ vây quanh bởi đê. Năm 1960, Ủy ban Đồng bằng đã xác định tiêu chuẩn xác suất ngập lụt cho mỗi khu vực. Kết quả tính toán lớn gấp 5 tới 100 lần so với giá trị thịnh hành trước năm 1953, với chu kỳ lặp lại trong khoảng 500 tới 10 000 năm. So sánh với các nước khác, tiêu chuẩn này khá là nghiêm ngặt, ví dụ Vương quốc Anh áp dụng chu kỳ lặp lại 1/00 (Pearce và Smale, 2005). Tuy nhiên, một điều tra năm 2005 cho thấy khoảng ¼ số các khu vực được bảo vệ bởi đê không đáp ứng được yêu cầu an toàn qui định bởi luật pháp về chu kỳ lặp lại.

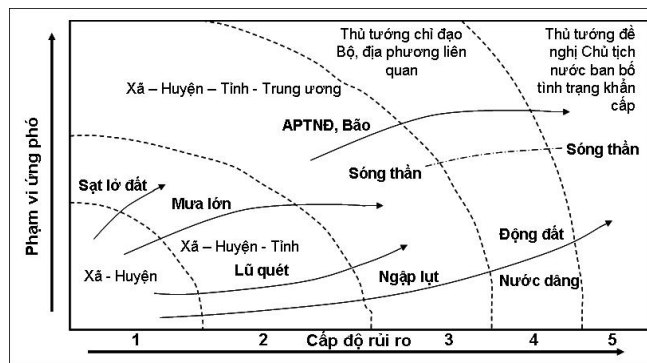
Vào năm 2008, Ủy ban Đồng bằng (mới) xác định những lựa chọn chính sách cho thế kỉ hai mươi mốt nhằm đối phó với biến đổi khí hậu. Ủy ban chủ trương tăng gấp mười lần tiêu chuẩn chu kỳ lặp lại đối với đê, cũng như sử dụng mức gia tăng mực nước biển 1,3 m như một giá trị tham chiếu vào năm 2100 (Deltacommissie, 2008). Một thỏa thuận đã được thông qua giữa chính phủ trung ương và các ủy ban nước nhằm nâng cấp mức bảo vệ để đáp ứng yêu cầu an toàn vào năm 2015.

Ngập lụt là một thiên tai thường xuyên đe dọa cuộc sống và tài sản ở Anh. Cơ quan Môi trường quốc gia đánh giá rằng: 1/6 hộ dân có rủi ro ngập lụt; 2,4 triệu bất động sản đối mặt với rủi ro ngập lụt từ sông và biển. Chương trình khung trường hợp khẩn cấp ngập lụt quốc gia được xây dựng để ứng phó với những dạng rủi ro này, The National Flood Emergency Framework for England 2014. Phần 5 của tài liệu hướng dẫn về cách phân loại mức độ hiểm họa và phạm vi tác động tiềm tàng do ngập lụt cho những người làm công tác kế hoạch và trực tiếp phản ứng khẩn cấp. Khả năng xảy ra của ngập lụt được chia thành 4 cấp độ ‘rất thấp’, ‘thấp’, ‘trung bình’ và ‘cao’; tác động tiềm tàng cũng được chia thành 4 mức ‘tối thiểu’, ‘nhỏ’, ‘đáng kể’ và ‘nghiêm trọng’.

Ở Việt Nam, Điều 18 Luật Phòng, chống thiên tai qui định rằng rủi ro thiên tai được phân thành các cấp độ, đây là cơ sở để cảnh báo, chỉ đạo, chỉ huy, ứng phó và khắc

phục hậu quả. Phân cấp bao gồm tiêu chí về cường độ hoặc mức độ nguy hiểm, phạm vi ảnh hưởng và khả năng gây thiệt hại tới người, tài sản vật chất và môi trường [Quốc hội, 2013].

Để làm chi tiết Điều 18, Thủ tướng Chính phủ qui định chi tiết về cấp độ rủi ro cho các loại hình thiên tai [TTgCP, 2014]. Trong đó, cấp độ rủi ro thiên tai được định nghĩa là sự phân định (đánh giá) mức độ thiệt hại do áp thấp nhiệt đới, bão, lốc, mưa lớn, lũ, ngập lụt ... có thể gây ra về người, tài sản, môi trường, điều kiện sống và hoạt động kinh tế - xã hội. Mỗi loại thiên tai được phân thành năm cấp (tối đa) về mức độ rủi ro: nhỏ, trung bình, lớn, rất lớn và thảm họa.



Hình 2-48: Cấp độ rủi ro của một số dạng thiên tai ở Việt Nam. Mũi tên thể hiện số lượng cấp độ rủi ro được qui định cho từng loại thiên tai, ví dụ nước dâng, ngập lụt, động đất có 5 cấp; sạt lở đất 2 cấp; mưa lớn 3 cấp; ATND, bão 3 cấp

Theo quan điểm được trình bày trong Luật Phòng, chống thiên tai thì rủi ro được hiểu cũng như phân định theo tiêu chí về cường độ (tính chất vật lí) hay mức độ thiệt hại. Đáng lưu ý là Quyết định số 44 năm 2014 của Thủ tướng Chính phủ hoàn toàn dựa trên các đặc trưng vật lí như vận tốc gió, mực nước sông, lượng mưa ngày, ... để phân cấp rủi ro. Rủi ro chưa được đánh giá dựa trên mức độ thiệt hại và khả năng xảy ra thiệt hại (xác suất).

### 2.2.2. Phân tích đánh giá các tiêu chí phân loại khẩn cấp hiện nay

Phản ứng địa phương (cục bộ) là thành phần cơ bản tạo thành sự ứng phó với bất kì tình huống khẩn cấp nào ở Vương quốc Anh. Những tình huống khẩn cấp (hay những tình huống không mong muốn qui mô lớn) thường được xử lý bởi các cơ quan khẩn cấp và những bộ phận phản ứng địa phương mà không cần có sự can thiệp đáng kể của chính phủ trung ương. Những tình huống này bao gồm va chạm lớn trên đường giao thông, ngập cục bộ và các tai nạn công nghiệp.

Trên mức khẩn cấp địa phương có 3 cấp lần lượt là Đáng kể (1), Nghiêm trọng (2) và Thảm khốc (3) như minh họa trong Hình 4.5. Mức độ 2 – Nghiêm trọng, tình huống có hay đe dọa một tác động kéo dài và rộng tới mức yêu cầu sự phối-kết hợp từ chính phủ



trung ương một cách bền vững cũng như sự hỗ trợ từ nhiều cơ quan chuyên ngành. Ví dụ ngập lụt ở vài địa phận hạt, vài trăm người phải di chuyển, có nguy cơ hay thực sự sụp đổ công trình quan trọng. Mức độ 3 – Thảm khốc, tác động cao và có khả năng lan rộng, ngay lập tức cần có sự hướng dẫn của chính quyền trung ương và hỗ trợ ví như ngập lụt có mức độ ảnh hưởng một phần lớn lãnh thổ, hàng nghìn người phải di dời; hư hỏng nặng nề tới cơ sở hạ tầng quan trọng.

Theo hướng dẫn của Ban chỉ đạo Trung ương về Phòng, chống thiên tai [TWPCTT, 2015] thì việc phân loại khẩn cấp dựa vào cấp độ rủi ro thiên tai và tương ứng với cấp chính quyền địa phương chịu trách nhiệm dựa trên Nghị định 66/2014 [Chính phủ, 2014]. Thiên tai cấp độ 1 thì xây dựng phương án ứng phó chủ yếu ở xã, huyện; cấp độ 2 thì tới tỉnh; cấp độ 3 phương án ứng phó được xây dựng từ xã tới trung ương. Thủ tướng chỉ đạo các Bộ, cơ quan thuộc Chính phủ và địa phương liên quan khi xảy ra thiên tai cấp độ 4. Đối với cấp độ 5, Thủ tướng đề nghị Chủ tịch nước ban bố tình trạng khẩn cấp về thiên tai.

### **2.2.3. Phân tích đánh giá các kế hoạch ứng phó khẩn cấp hiện nay**

Ở bang Victoria, Australia, kế hoạch ứng phó lũ khẩn cấp ‘Flood Emergency Planning’ tập hợp, kết nối nguồn lực từ rất nhiều cơ quan, tổ chức và cộng đồng để thực hiện hành động thích hợp và kịp thời trong việc chuẩn bị, phản ứng và phục hồi sau lũ [VSES, 2012]. Việc quản lý lũ phụ thuộc vào sự kết hợp của lên kế hoạch, chuẩn bị, chống, phản ứng và hồi phục ở các cấp độ bang, vùng và địa phương. Sơ tán là một chiến lược quản lý rủi ro, có thể được sử dụng như một biện pháp giảm thiểu những tác động của một tình trạng khẩn cấp hay thiên tai lên một cộng đồng. Cơ quan điều tiết sự cố (Incident Controller) đưa ra khuyến cáo để sơ tán và đây là lựa chọn của mỗi cá nhân, phản ứng của họ đối với khuyến cáo này. Tuy nhiên trong những hoàn cảnh đặc biệt pháp luật cung cấp một số nhân viên phục vụ khẩn cấp có quyền di chuyển người dân ra khỏi khu vực nào đó hay ngăn cấm người dân xâm nhập, ví như Đạo luật Quản lý Tình huống khẩn cấp 1986 [EMA, 1986]. Quá trình sơ tán bao gồm năm bước (giai đoạn): quyết định, cảnh báo, di chuyển, ổn định chỗ ở và quay trở lại.

Trong một số trường hợp, phạm vi hay mức độ phức tạp của một tình huống khẩn cấp khiến cho cần có sự hỗ trợ hay phối hợp từ chính quyền trung ương của Vương quốc Anh. Một cơ quan đầu ngành chính phủ được chỉ định (Lead Government Department - LGD) hoặc, khi thích hợp, một cơ quan hành chính được ủy quyền sẽ được phân công trách nhiệm cho quản lý chung phản ứng của chính phủ trung ương, ví dụ Defra là LGD đối với phản ứng với ngập lụt từ mọi nguồn. Trong hầu hết các trường hợp nghiêm trọng,

phản ứng từ chính phủ trung ương có thể được điều phối qua Cabinet Office Briefing Rooms (COBR). Khi COBR được kích hoạt để phản ứng với một vụ việc không được báo trước, mục tiêu chiến lược định sẵn của COBR chủ yếu nhằm bảo vệ cuộc sống con người, hỗ trợ sự liên tục các hoạt động thường ngày và khôi phục các dịch vụ bị gián đoạn sớm nhất có thể... Cấu trúc của COBR được thiết kế để linh hoạt thay đổi với tình hình thực tế.

Vương quốc Hà Lan quản lý tai họa theo một cấu trúc với hai cấp cơ bản bao gồm trung ương và địa phương. Tai họa được khái niệm hóa như một sự gián đoạn chung về mặt xã hội và kinh tế của cộng đồng kết hợp với một nhu cầu rõ ràng đối với hoạt động phạm vi chính phủ và sự phối hợp giữa các cơ quan chính phủ. Do khả năng xảy ra lũ và mối đe dọa vỡ đê, kế hoạch thiên tai đã được chuẩn bị (sơ bộ) cho khu vực Nijmegen từ những năm đầu 1980. Sau trận lũ năm 1993 từ sông Meuse và thực tế của các nguy cơ xuống cấp cũng như vỡ đê dọc sông Waal, hội đồng các thị trưởng của khu vực quyết định nâng cấp kế hoạch này. Câu hỏi cần phải trả lời đó là ‘liệu có đủ thời gian cho sơ tán khi đê vỡ, và các biện pháp nên ở mức độ nào?’.

Luật Phòng, chống thiên tai của Việt Nam đề ra phương châm bốn tại chỗ chỉ huy tại chỗ, lực lượng tại chỗ, phương tiện, vật tư tại chỗ và hậu cần tại chỗ để ứng phó với thiên tai cũng như những hoàn cảnh khẩn cấp [Quốc hội, 2013]. Luật cụ thể những vấn đề về nhân lực, phương tiện, tài chính. Về nhân lực, Luật qui định tổ chức, hộ gia đình, cá nhân trên địa bàn là lực lượng thực hiện hoạt động phòng, chống thiên tai. Đồng thời, dân quân tự vệ, công an và quân đội là lực lượng thực hiện nhiệm vụ phòng, chống cũng như công tác sơ tán đảm bảo trật tự an toàn xã hội. Vật tư, phương tiện của nhà nước và được huy động trong xã hội. Cơ sở hạ tầng thông tin, cơ sở dữ liệu về khí tượng, thủy văn, thiên tai, thiệt hại ... phục vụ quản lý nhà nước được sử dụng cho hoạt động phòng, chống thiên tai. Nguồn tài chính bao gồm ngân sách nhà nước, quỹ phòng, chống thiên tai, đóng góp tự nguyện.

Để chuẩn bị cho ứng phó khẩn cấp, Thủ tướng qui định đảm bảo 100% cán bộ chính quyền địa phương các cấp trực tiếp làm công tác phòng, chống thiên tai được tập huấn, nâng cao năng lực và trình độ về công tác phòng, chống và giảm nhẹ thiên tai; trên 70% số dân các xã thuộc vùng thường xuyên bị thiên tai được phổ biến kiến thức về phòng, chống lụt bão và giảm nhẹ thiên tai [TTgCP, 2007].

#### **2.2.4. Các nguyên tắc chung xác định tiêu chí mức hiểm họa khi vỡ đê biển trong điều kiện BĐKH và nước biển dâng**

Hội đồng Tư vấn Kỹ thuật về Công trình ngăn nước [TAW, 1984] phát triển một bộ nguyên tắc cho đánh giá linh động về rủi ro được chấp nhận mức độ cá nhân và xã hội đi kèm một phần đánh giá về mặt kinh tế của thiệt hại vật chất. Bộ nguyên tắc của TAW

cung cấp sự liên kết với triết lý về sự an toàn của đê biển Hà Lan được van Dantzig xây dựng sau trận lũ năm 1953 [Van Dantzig, 1956; Van Dantzig & Kriens, 1960; Vrijling & nnk, 2005]. Vrijling và các cộng sự đã giả thiết rằng rủi ro được chấp nhận là rủi ro không thể được đánh giá/ xem xét riêng biệt khỏi những khía cạnh khác của mỗi hoạt động. Sự chấp nhận chỉ có thể được hiểu trong một khung chi phí – lợi ích theo một nghĩa rộng nhất. Tham gia vào quá trình đánh giá, cân nhắc là các yếu tố lợi ích cá nhân, lợi ích quốc gia, tổng vốn đầu tư, chi phí vận hành, thiệt hại tới môi trường và rủi ro. Bởi vì quá trình phức tạp này không thể được mô hình một cách đầy đủ, Vrijling và các cộng sự đã đề xuất hai dạng xấp xỉ sơ bộ (thô). Dạng thứ nhất chấp nhận xu hướng của thống kê tai nạn như là kết quả của sự đánh giá chi phí – lợi ích. Dạng thứ hai là một mô hình kỹ thuật chi phí – lợi ích có xu hướng rủi ro, thể hiện tất cả các hậu quả của sự cố dưới dạng giá trị tiền tệ.

#### **2.2.4.1. Mức độ chấp nhận cá nhân của rủi ro**

Thành phần nhỏ nhất của sự chấp nhận mang tính xã hội của rủi ro là đánh giá chi phí – lợi ích cá nhân bởi mỗi người. Starr đã quan sát thấy rằng mức độ chấp nhận của cộng đồng đối với những hoạt động tự nguyện lớn hơn 1000 lần so với không tự nguyện với cùng lợi ích [Starr, 1969]. Những rủi ro thiệt mạng có thể được phép sử dụng như một cơ sở cho các quyết định có xét tới xác suất được chấp nhận mang tính cá nhân của sự cố theo cách sau:

$$P_{fi} = \frac{\beta_i 10^{-4}}{P_{d \setminus fi}} \quad (2-1)$$

với  $P_{d \setminus fi}$  là xác suất bị thiệt mạng trong sự kiện một tai nạn. Trong cách thể hiện này hệ số chính sách  $\beta_i$  biến đổi theo mức độ tình nguyện với giá trị này một hành động  $i$  được thực hiện và với lợi ích nhận được. Nó thay đổi từ 100, trong trường hợp hoàn toàn tự do lựa chọn hành động ví như leo núi, tới 0.01 trong trường hợp một rủi ro phải chịu đựng mà không nhận được bất kì lợi ích trực tiếp nào. Trường hợp sau cùng này cũng có thể bao gồm cả tiêu chí rủi ro cá nhân đối với người dân sinh sống gần đê biển.

#### **2.2.4.2. Mức độ chấp nhận quốc gia của rủi ro**

Sự xác định của mức độ chấp nhận mang tính xã hội rủi ro bắt đầu từ giả thiết rằng số liệu thống kê tai nạn phản ánh kết quả của một quá trình xã hội của sự đánh giá chi phí – lợi ích. Để thiết lập một tiêu chuẩn đối với mức độ được chấp nhận của rủi ro cho những công trình kỹ thuật thì cách làm mà đặt tiêu chuẩn dựa vào xác suất thiệt mạng do một hoạt động không tự nguyện ở nhà máy, trên boong tàu, ở biển, ..., có giá trị xấp xỉ  $1.4 \times 10^{-5}$ /năm, sẽ thực tế hơn là dựa vào số lượng thiệt mạng trong giao thông bằng ô tô, giá trị dường như được chấp nhận ở mức trung bình.

Nếu như tần suất dựa trên quan sát này được thông qua như là tiêu chuẩn cho đánh giá sự an toàn của một hành động  $i$ , do đó sau khi sắp xếp lại biểu thức, và chấp nhận một phân bố khá là bất kì của hơn 20 loại hoạt động, mỗi loại mang một số lượng tương đương của cuộc sống mỗi năm, thì tiêu chuẩn sau đây thu được cho một hoạt động  $i$  với  $N_{pi}$  thành viên tham dự ở Hà Lan:

$$P_{fi} N_{pi} P_{d\setminus fi} < \beta_i 100 \quad (2-2)$$

Chúng ta hoàn toàn có thể sử dụng tiêu chuẩn này cho quản lí rủi ro tại Việt Nam nói chung, và cho đánh giá rủi ro lũ lụt ở vùng nghiên cứu nói riêng. Tiêu chuẩn này phát biểu rằng một hoạt động là được phép nếu như nó được dự đoán là gây ra ít hơn  $\beta_i 100$  cái chết mỗi năm (tổng quát hơn là  $\beta_i 7 \times 10^{-6}$  của dân số quốc gia).

Biểu thức trên không hề xét tới sự không chấp nhận (ghét) rủi ro, điều mà chắc chắn sẽ ảnh hưởng tới sự chấp nhận bởi một cộng đồng hay xã hội. Những tai nạn nhỏ thường xuyên xảy ra sẽ dễ dàng được chấp nhận hơn là một tai nạn hiếm gặp nhưng với hậu quả lớn, mặc dầu là số lượng dự đoán thiệt mạng là như nhau ở cả hai trường hợp [Slovic & nnk, 1984]. Độ lệch chuẩn của số lượng thiệt mạng sẽ phản ánh sự khác biệt này. Chúng tôi nhận thấy rằng đối với đê biển thì khi sự cố nhỏ gây ra hậu quả nhỏ nhưng thường xuyên xảy ra ví dụ vào mùa mưa bão hàng năm thì dễ được chấp nhận hơn là so với một sự cố nghiêm trọng (vỡ đê) có khi chỉ xảy ra một lần trong rất nhiều năm mặc dù là hậu quả tổng cộng của hai trường hợp là như nhau. Do đó chúng tôi kiến nghị xây dựng tiêu chí hiểm họa vỡ đê biển dựa trên nguyên tắc rủi ro gây hậu quả nhỏ có thể được chấp nhận với xác suất vừa phải.

Sự không chấp nhận rủi ro có thể được biểu diễn một cách toán học bằng cách tăng kì vọng toán học của tổng số thiệt mạng mỗi năm,  $E(N_{di})$ , bằng bội số mong muốn của độ lệch chuẩn trước khi điều kiện được kiểm tra so với tiêu chuẩn:

$$E(N_{di}) + k \sigma(N_{di}) < \beta_i 100 \quad (2-3)$$

với  $k$  là chỉ số không chấp nhận rủi ro. Để xác định kì vọng toán học và độ lệch chuẩn của tổng số thiệt mạng xảy ra hàng năm trong phạm vi hoạt động  $i$ , cần thiết phải xét tới số lượng những nơi (địa điểm) độc lập  $N_{Ai}$  mà hoạt động được xem xét diễn ra.

Vrijling cùng cộng sự đã kiểm tra tiêu chuẩn với  $k=3$  đối với một vài hoạt động ở Hà Lan [Vrijling & nnk, 1995]. Sự trùng khớp giữa tiêu chuẩn cho những giá trị hợp lí của  $N_{Ai}$  và  $0.01 < \beta_i < 100$  và với những rủi ro thực sự được chấp nhận trong thực tế dường như thể hiện sự ủng hộ đối với mô hình này.

### 2.2.4.3. Mức độ chấp nhận địa phương của rủi ro

Sự diễn giải (chuyên đổi) mức độ được chấp nhận cấp quốc gia của rủi ro sang tiêu chí rủi ro đối với một nhà máy hay địa điểm đơn lẻ nơi mà hoạt động diễn ra phụ thuộc vào dạng phân bố của số lượng thiệt mạng khi xảy ra tai nạn của do hành động đang được xem xét. Để liên hệ tiêu chí rủi ro địa phương mới với tiêu chí được đề xuất bởi VROM ( $C_i = 10^{-3}$ ), một tiêu chí rủi ro xã hội của dạng sau đây được ưa dùng hơn

$$1 - F_{N_{di}}(x) < \frac{C_i}{x^2} \text{ đối với mọi } x \geq 10 \quad (2-4)$$

Giả thiết một phân bố Bernoulli cho số lượng thiệt mạng tại mỗi địa điểm thuộc  $N_{Ai}$  địa điểm độc lập, giá trị dự đoán của độ lệch chuẩn của số lượng thiệt mạng ở mức độ quốc gia là

$$\begin{aligned} E(F_{N_{di}}) &= N_{Ai} P_{fi} N_{dij|f} \\ \sigma(F_{N_{di}})^2 &= N_{Ai} P_{fi} (1 - P_{fi}) N_{dij|f}^2 \end{aligned} \quad (2-5)$$

với  $N_{Ai}$  là số lượng địa điểm độc lập,  $P_{fi}$  và  $N_{dij|f}$  lần lượt là xác suất sự cố tại một địa điểm và số lượng thiệt mạng do sự cố tương ứng.

Nếu phân bố Bernoulli của số lượng thiệt mạng tại mỗi địa điểm tuân theo tiêu chí (2-5), sẽ dẫn tới là tại một địa điểm thì  $E(N_{dij}) \leq C_i / N$  và  $\sigma(N_{dij}) \leq \sqrt{C_i}$ . Thay thế những giá trị này vào công thức (2-6) và sau đó là tiêu chí cấp quốc gia (2-4), và giải phương trình bậc hai thu được của  $\sqrt{P_{fi}}$ , sẽ cho ra giá trị của  $C_i$

$$C_i = \left[ \frac{-k \sqrt{N_{Ai}} + \sqrt{k^2 N_{Ai} + 4(N_{Ai} / N) \beta_i 100}}{2N_{Ai} / N} \right]^2 \quad (2-6)$$

Nếu giá trị dự đoán của số lượng người thiệt mạng nhỏ hơn nhiều so với độ lệch chuẩn của nó, điều này thường đúng với những tai họa hiếm gặp được nghiên cứu ở đây, kết quả trên đây giản lược thành

$$C_i = \left[ \frac{\beta_i 100}{k \sqrt{N_{Ai}}} \right]^2 \quad (2-7)$$

Những kết quả tương tự được thu nhận nếu hàm mật độ xác suất có điều kiện của số lượng thiệt mạng là hàm mũ thay vì Dirac.

Tiêu chí rủi ro xã hội được chấp nhận cấp quốc gia dẫn tới một tiêu chí rủi ro địa phương được chấp nhận theo dạng VROM, giá trị này tỉ lệ nghịch với số lượng địa điểm độc lập  $N_A$  và bình phương của hệ số chính sách  $\beta_i$

$$1 - F_{N_{dij}}(x) \leq \frac{C_i}{x^2} \text{ đối với mọi } x \geq 10, \text{ với } C_i = \left[ \frac{\beta_i 100}{k \sqrt{N_{Ai}}} \right]^2 \quad (2-8)$$

Nguyên tắc của VROM là một trường hợp đặc biệt của nguyên tắc chung này đối với rủi ro được chấp nhận, với  $C_i = 10^{-3}$ ,  $N_A = 1000$  (số lượng xấp xỉ của những nhà máy hóa chất) và  $k = 3$ , nó kéo theo là  $\beta = 0.03$ .

Trong những trường hợp mà giá trị dự đoán là không phải không đáng kể, thì nên khai triển từ các biểu thức cơ bản

$$\begin{aligned} E(F_{N_{di}}) &= N_{Ai} p_{fi} E(N_{dij|f}) \\ \sigma(N_{di}) &= \left[ N_{Ai} p_{fi} \left( (1 - p_{fi}) E(N_{dij|f})^2 + \sigma(N_{dij|f})^2 \right) \right]^{1/2} \end{aligned} \quad (2-9)$$

Thay thế những nguyên tắc quốc gia được cho bởi công thức (2-4) sẽ cho ra một yêu cầu đối với  $p_{fi}$  đối với mỗi vị trí của hoạt động  $i$ .

## 2.2.5. Xác định hậu quả gia tăng tiềm tàng

### 2.2.5.1. Rủi ro thiệt mạng cá nhân

Rủi ro cá nhân đối với ngập lụt từ phía biển có thể được ước lượng với công thức sau

$$IR_{flood} = p_{f-flood} \times p_{d/F-flood} \quad (2-12)$$

với  $p_{f-flood}$  xác suất thực tế của ngập lụt,  $p_{d/F-flood}$  là xác suất có điều kiện, tức là một xác suất mà một cá nhân sống trong vùng được bảo vệ bởi đê biển có thể bị thiệt mạng khi xảy ra lũ từ biển. Ở Việt Nam hiện tại, hệ thống bảo vệ bờ biển (chủ yếu là đê) được yêu cầu phải thỏa mãn tiêu chuẩn an toàn thiết kế 1/20 năm. Nếu như hệ thống phòng lũ đáp ứng tiêu chuẩn, xác suất ngập lụt  $p_{f-flood}$  là 0,05 mỗi năm. Giá trị này được cân nhắc trong ước lượng rủi ro cá nhân do ngập lụt đối với hoàn cảnh yêu cầu. Mai Văn Công đã ước tính xác suất sự cố của hệ thống đê tồn tại thực tế là 0,15 [Công, 2010]. Giá trị này sẽ được sử dụng làm cơ sở để tính toán rủi ro cá nhân thực tế do ngập lụt trong phạm vi báo cáo này.

Nhìn chung, xác suất có điều kiện của một trường hợp thiệt mạng phụ thuộc vào nhiều yếu tố, có thể kể tên như: thời gian cảnh báo trước khi lũ xảy ra, kiểu lũ, có thể dự đoán trước hay không, những chỗ ẩn náu có thể/ mức độ đối mặt với lũ, hiệu quả của việc sơ tán. Hàng năm vùng ven biển của Việt Nam đều bị bão tấn công. Do đó, người dân ở vùng ven biển đều khá biết về và có chuẩn bị cho rủi ro lũ lụt. Giả sử rằng sự hiểu biết này sẽ dẫn tới khả năng lớn của việc sơ tán (90 tới 98%). Và những khu vực bị ngập lụt

được cho rằng có diện tích tương đối là giới hạn, có cơ hội tốt để sơ tán hay tìm nơi trú ẩn trong khu vực.

Đầu tiên, những người dễ bị tổn thương như trẻ em, người già được di chuyển ra khỏi khu vực bị ảnh hưởng. Số lượng này có thể chiếm tới 30 tới 40% tổng số dân bị ảnh hưởng. Tiếp đó, phần còn lại của dân số, khoảng 60% sẽ di chuyển khỏi dải ven biển tới một vị trí sâu hơn trong đất liền, ít bị ảnh hưởng bởi ngập lụt hơn và thường đặc trưng bởi một chiều sâu ngập giới hạn, không quá 0.5 m. Những việc sơ tán này thường được điều phối bởi nhà chức trách địa phương. Một phần nhỏ của số dân này (thường là 5%), bao gồm chủ yếu là thanh niên, sẽ ở lại vùng bị ảnh hưởng để bảo quản tài sản và thực hiện việc khôi phục trực tiếp. Điều này có nghĩa là chỉ có khoảng 5% (những người trẻ tuổi) là bị tác động trực tiếp bởi ngập lụt nghiêm trọng từ biển. Tỷ lệ trực tiếp đối mặt với ngập lụt trong trường hợp này có thể lấy bằng 5% của tổng dân số ở lại trong khu vực bị ảnh hưởng.

Trong luận án của mình, Jonkman đã chỉ ra rằng tỉ lệ tử vong do những sự kiện lũ từ biển này thường rơi vào khoảng 1% [Jonkman, 2007]. Nghiên cứu này dựa trên dữ liệu lịch sử của những trận lũ từ biển ở Hà Lan, Liên bang Mỹ và Bangladesh. Giá trị kinh nghiệm 1% này được cho là khá cao trong trường hợp của Việt Nam. Một giá trị khoảng 0,2% được đề xuất cho Việt Nam dựa trên những thảo luận giữa Jonkman với các chuyên gia Việt Nam [Jonkman, 2009]. Dựa trên số liệu lịch sử về thiệt mạng và tổng số bị ảnh hưởng bởi lũ do bão gây ra ở vùng ven biển trong thế kỉ 20, tỉ lệ thiệt mạng được ước tính khoảng 0,3% [ADRC, 2006]. Có nghĩa là, 0,3% của tổng số người đối mặt với thiên tai đã không sống sót.

Do đó, xác suất có điều kiện có thể được xác định như sau:

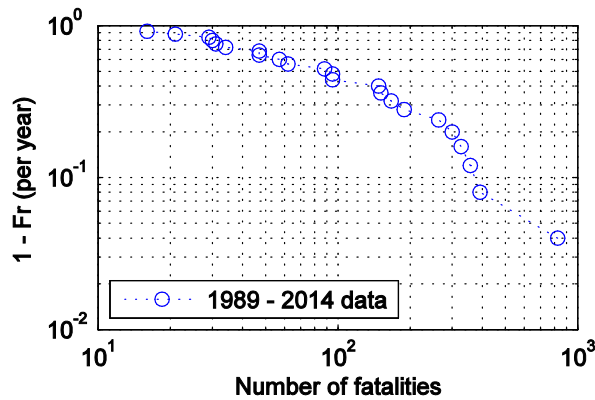
$$p_{d/F-flood} = p(\text{đối diện với lũ}) \times p(\text{thiệt mạng}) = 0.05 \times 3 \times 10^{-3} = 1.5 \times 10^{-4} \quad (2-13)$$

Tóm lại, giá trị của  $p_{f-flood} = 0,05$  và  $0,15$  lần lượt là xác suất yêu cầu và thực tế của ngập lụt và  $p_{d/F-flood} = 1,5 \times 10^{-4}$  là xác suất có điều kiện, tức là một xác suất mà một cá nhân sống trong vùng được bảo vệ bởi đê biển có thể bị thiệt mạng khi xảy ra lũ từ biển. Áp dụng công thức (4.13), kết quả thu được là rủi ro cá nhân do ngập lụt vùng ven biển yêu cầu  $IR_{flood} = 0,75 \times 10^{-5}$ , nhưng thực tế là  $2,25 \times 10^{-5}$  mỗi năm. So sánh rủi ro cá nhân đối với ngập lụt từ phía biển  $IR_{flood}$  với rủi ro cá nhân do tai nạn giao thông, thì  $IR_{flood}$  thấp hơn xấp xỉ 10 lần [Công, 2010].

### 2.2.5.2. Rủi ro thiệt mạng cấp độ quốc gia

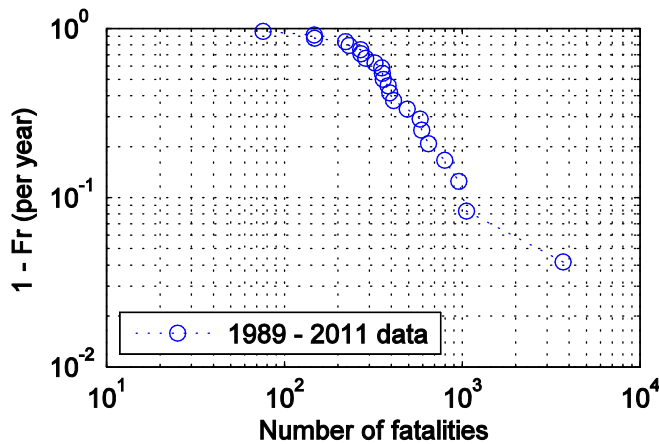
Hình 2.50 thể hiện đường cong FN, tần suất vượt quá số lượng thiệt mạng do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão ở Việt Nam trong giai đoạn 1989 – 2014. Trung bình

mỗi năm có khoảng 157 người thiệt mạng, với độ lệch chuẩn 185 người. Ở mức độ nào đó, số liệu lịch sử này có thể tuân theo một phân bố chuẩn logarit. Để so sánh, số người thiệt mạng do lũ lụt trung bình mỗi năm lên tới 4510 ở Trung Quốc trong giai đoạn hơn 60 năm gần đây [Chen & nnk, 2009].



Hình 2-49: Đường cong FN, tần suất vượt quá của số lượng thiệt mạng do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão ở Việt Nam trong giai đoạn 1989 – 2014

Một đường cong FN, tần suất vượt quá của số lượng tổng cộng thiệt mạng do thiên tai ở Việt Nam từ năm 1989 tới 2011 cũng được biểu diễn ở Hình 2-51. Sơ bộ so sánh Hình 2-50 và 2-51 có thể thấy, bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão gây ra khoảng hơn 1/10 số lượng thiệt mạng trong tất cả các dạng thiên tai.



Hình 2-50: Đường cong FN, tần suất vượt quá của số lượng thiệt mạng và mất tích do tất cả các dạng thiên tai ở Việt Nam trong giai đoạn 1989 – 2011

Để đảm bảo rủi ro tổng cộng nhỏ hơn tiêu chí do Vrijling và cộng sự đề xuất [Vrijling & nnk, 1995; Vrijling & nnk, 1998], ta cần có

$$TR = E + k\sigma < \beta MF_{VN} \quad (2-14)$$



một số giá trị của  $k$  được chọn cho ra hệ số chính sách  $\beta$  biến thiên từ 0,65 tới 1,35, xem Bảng 2-6. Để so sánh, hệ số này biến đổi từ 0,1 tới 1,0 với rủi ro do nguyên nhân lũ lụt trong điều kiện Hà Lan.

*Bảng 2-5: Hệ số chính sách được tính toán thử cho rủi ro thiệt mạng do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão ở Việt Nam*

$K$	$TR$	$\beta$	$C_N$
1	342	0,65	
2	527	1,00	
3	712	1,35	

Rủi ro xã hội được giới hạn như sau

$$1 - F_{N_{dij}}(x) < \frac{C_i}{x^n} \text{ với mọi giá trị } x \geq 10 \text{ trong đó } C_N = \left[ \frac{\beta MF}{k \sqrt{N_A}} \right]^n \quad (2-15)$$

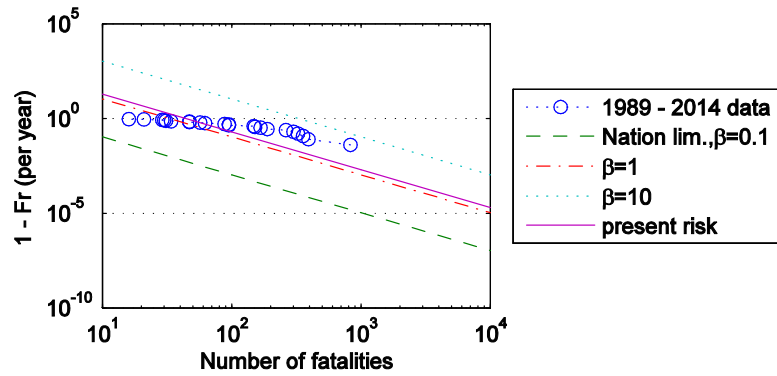
với  $k=3$  [Vrijling & nnk, 1998],  $N_A$  là tổng số các địa điểm độc lập nơi mà một thảm họa được xem xét có thể xảy ra trong lãnh thổ đất nước. Rủi ro cấp độ xã hội này có thể được khái quát hóa thành mức độ quốc gia bằng cách thay thế giá trị không đổi phụ thuộc vị trí  $C_i$  bởi một giá trị  $C_N$ .

Hệ số chính sách  $\beta$  thể hiện đặc trưng của hoạt động được xem xét. Để thiết lập một đường giới hạn cho rủi ro do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão ở Việt Nam, chúng tôi kiến nghị sử dụng  $\beta=0.1$  như rủi ro cá nhân thực tế.

Số mũ  $n$  phản ánh sự không chấp nhận rủi ro đối với những tai nạn qui mô lớn. Một giá trị  $n=2$  được giả thiết đối với đường giới hạn cho rủi ro do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão. Giá trị này đã được sử dụng và kiểm nghiệm trong rất nhiều trường hợp trên toàn thế giới như ở Hà Lan, Liên bang Mỹ và Bangladesh.

Số lượng địa điểm độc lập  $N_A$  được giả thiết là tương đương với số lượng tỉnh thành ven biển của Việt Nam, 29. Trong nghiên cứu này, Long An với một phần đất nhỏ thông với biển nằm giữa Cần Giuộc và Gò Công cũng được coi như một tỉnh ven biển.

Giá trị của hằng số  $C_N$  xác định vị trí thẳng đứng của đường giới hạn ở cấp độ quốc gia, được tính toán với công thức (2-15). Hình 2-52 thể hiện đường giới hạn cho rủi ro do nguyên nhân bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão với ba giá trị khác nhau của hệ số chính sách  $\beta = 0.1, 1.0$  và  $10$ . Bên cạnh đó rủi ro xã hội tổng cộng cấp độ quốc gia cho Việt Nam với  $k = 3$  và tương ứng  $\beta = 1,35$  cũng được thể hiện bằng đường liền nét. Đường giới hạn này được coi như rủi ro hiện tại (thực tế) trong điều kiện Việt Nam. Rủi ro thực tế có thể được chấp nhận với một đường giới hạn tương ứng một giá trị  $C_N = 1932$



Hình 2-51: Rủi ro xã hội và đường giới hạn ở cấp độ quốc gia do nguyên nhân bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão ở Việt Nam,  $N_A=29$ ,  $\beta = 0,1, 1,0$  và  $10$

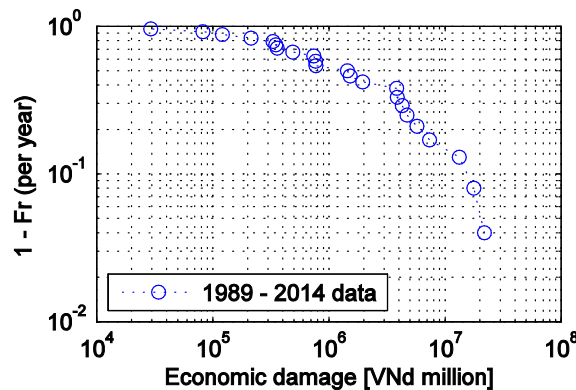
- Mức độ ước lượng của rủi ro do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão với hệ số chính sách  $\beta = 0.1$ , hoàn toàn không được chấp nhận (đặc trưng của một hoạt động không tình nguyện với chút ít lợi ích,  $IR_{flood} = 0.75 \times 10^{-5}$  mỗi năm), đường giới hạn tương ứng với hằng số  $C_N = 10$ ;

- Trận bão, áp thấp nhiệt đới hay mưa lũ sau bão gây ra ít hơn 100 trường hợp thiệt mạng được chấp nhận với giới hạn khi mà hệ số chính sách là  $\beta = 1.0$ ;

- Với hệ số chính sách là  $\beta = 10$ , đường giới hạn nằm trên đường cong FN của chuỗi số liệu 1989 - 2014, điều này có nghĩa là thiên tai như bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão được chấp nhận nếu như chúng được xem như một hoạt động tự nguyện với lợi ích trực tiếp.

### 2.2.5.3. Thiệt hại kinh tế tiềm tàng cấp quốc gia

Thiệt hại kinh tế do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão được thu thập từ năm 1989 tới 2014. Dựa trên số liệu này, đường cong vượt quá của thiệt hại (đường cong FD) được xây dựng với kì vọng 3.993.834 triệu đồng và độ lệch chuẩn 5.915.227 triệu đồng.



Hình 2-52: Đường cong FD, tần suất vượt quá của thiệt hại kinh tế do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão ở Việt Nam trong giai đoạn 1989 – 2014, tính bằng triệu đồng

Dựa vào đường cong FD, giá trị đặc trưng của thiệt hại tiềm tàng do bão, áp thấp nhiệt đới và mưa lũ sau bão được ước tính  $TD = E + k\sigma = 3.993.834 + 3 \cdot 5.915.227 = 21.739.516$  triệu đồng mỗi năm. Giá trị này đóng góp một phần đáng kể vào thiệt hại tổng cộng do thiên tai các loại. Theo thống kê trong vòng 10 năm từ 1998 tới 2008, tổng thiệt hại do lũ chiếm khoảng 1% tổng sản phẩm quốc nội GDP. Quĩ Châu Á tiến hành nghiên cứu và chỉ ra rằng trong vòng 20 năm tính từ 2013 về trước thì Việt Nam thuộc nhóm 5 nước có rủi ro thiên nhiên cao nhất thế giới, mức thiệt hại chiếm tới 1,5% GDP hàng năm. Bên cạnh đó, từ năm 1989 tới 2011, mỗi năm có khoảng 567 người chết (kể cả mất tích) do thảm họa thiên nhiên. Để so sánh, thiệt hại trực tiếp do lũ lụt mỗi năm lên tới 1,6% tổng sản phẩm quốc nội GDP trong giai đoạn 1990 – 2009 ở Trung Quốc [Chen & nnk, 2009].

## 2.2.6. Mức hiểm họa được chấp nhận do vỡ đê biển

### 2.2.6.1. Tỷ lệ chết do nguyên nhân tự nhiên ở Việt Nam

Tỷ lệ chết thô cho biết số lượng người chết trong năm, trên 1000 người dân và được ước lượng vào giữa năm. Lấy tỷ lệ sinh thô trừ đi tỷ lệ chết thô sẽ cho ra tỷ lệ tăng tự nhiên, tương đương với tỷ lệ thay đổi dân số không tính tới di cư. Những định nghĩa này được sử dụng bởi Ngân hàng thế giới [WorldBank]. Bảng 2-7 tổng hợp tỷ lệ chết thô trung bình năm ở Việt Nam từ 2005 tới 2013 [Tổng cục Thống kê Việt Nam]. Thống kê này bao gồm mọi nguyên nhân dẫn tới thiệt mạng và không phân biệt giữa các hoạt động. Có thể thấy là số lượng người chết tăng qua các năm, từ  $5,3 \times 10^{-3}$  (2005) tới  $7,1 \times 10^{-3}$  (2013).

*Bảng 2-6: Tỷ lệ (thô) chết trung bình hàng năm ở Việt Nam từ 2005 tới 2014  
[Tổng cục Thống kê Việt Nam]*

Năm	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
%	5,3	5,3	5,3	6,8	6,8	6,9	7,0	7,1

Tỷ lệ chết trung bình năm được coi là tham chiếu cho mọi tỷ lệ thiệt mạng do một nguyên nhân (hoạt động) nào đó ví như tai nạn giao thông, vỡ đập nhà máy thủy điện, vỡ đê biển ... Tính trung bình trong 8 năm trở lại đây, tỷ lệ chết trung bình năm có giá trị  $6,31 \times 10^{-3}$ .

### 2.2.6.2. Mức độ rủi ro được chấp nhận cấp quốc gia cho Việt Nam

Sự xác định của mức được chấp nhận về mặt xã hội của rủi ro bắt đầu từ một giả thiết rằng số liệu thống kê do tai nạn phản ánh kết quả của một quá trình xã hội về đánh giá chi phí – lợi ích [Vrijling & nnk, 1998]. Do đó, những thống kê này đưa ra những tham chiếu, hay một tiêu chuẩn có thể được rút ra từ chúng. Để xác lập một tiêu chí chuẩn đối với mức độ được chấp nhận của rủi ro đối với những công trình kỹ thuật (đê

biên), thì việc dựa vào xác suất thiệt mạng do một hoạt động không tự nguyện tỏ ra thực tế hơn là dựa vào số lượng người chết trong một tai nạn ô tô, giá trị này gần với khả năng được chấp nhận. Xác suất của một cá nhân thiệt mạng do một hoạt động không tự nguyện là  $1.3 \times 10^{-4}$  mỗi năm cho trường hợp Việt Nam [Công, 2010]. Nếu như tần suất dựa trên quan sát này được chấp nhận như tiêu chí chuẩn cho đánh giá mức độ an toàn của hoạt động  $i$ , thì một hoạt động  $i$  với  $N_{pi}$  người tham gia ở một đất nước sẽ có chuẩn sau:

$$P_{fi} N_{pi} P_{d|fi} < \beta_i MF \quad (2-16)$$

Tỉ số giữa xác suất thiệt mạng do tai nạn không tình nguyện và tỉ lệ chết trung bình năm là  $(1.3 \times 10^{-4} / 6.31 \times 10^{-3})$ , xấp xỉ  $1/48.5$  đối với Việt Nam. Có thể diễn giải giá trị này như sau, trung bình mỗi năm cứ khoảng 49 người chết thì có 1 người bị thiệt mạng do nguyên nhân tai nạn của một hoạt động không tình nguyện nào đó.

Hệ số MF được xác định theo thông tin được trình bày trong luận án Tiến sĩ của Mai Văn Công [Công, 2010] và được vận tấ cho trường hợp Việt Nam vào năm 2011 (thời điểm tham chiếu) như sau:

$$MF_{VN} = 606,096 \times \frac{1.3 \cdot 10^{-4} / 6.9 \cdot 10^{-3}}{20} = 571 \quad (2.17)$$

Giá trị này có thể so sánh với các yếu tố tương tự ở Hà Lan  $MF_{NL} = 100$  [Vrijling, 2005], Nam Phi  $MF_{SA} = 750$  [Van Gelder & Ouwerkerk, 2004], và Trung Quốc  $MF_{CN} = 6242$  [Qian & nnk, 2011].

### 2.2.6.3. Mức độ chấp nhận rủi ro cấp quốc gia đối với sự cố vỡ đê biển

Trước tiên cần xác định mức độ chấp nhận rủi ro cấp quốc gia, sau đó tính toán cho địa phương. Việt Nam có 29/64 tỉnh thành ven biển với khoảng một nửa dân số cả nước. Có thể chia vùng duyên hải này thành 29 khu vực độc lập trải dài từ bắc xuống nam, bao gồm các tỉnh như Sóc Trăng và Bạc Liêu. Vào năm 1997, cơn bão Linda làm 778 người thiệt mạng trên cả nước với tổng dân số 74.306.900 người. Như vậy khoảng 0.001% dân số thiệt mạng, cho một giá trị  $p_{d|fi} = 10^{-5}$ , giá trị này sẽ được sử dụng cho trường hợp vỡ đê biển thuộc một khu vực độc lập bất kì. Giả sử tại một thời điểm trong tương lai, dân số trung bình ở mỗi vùng độc lập là khoảng  $N_{pi} = 2$  triệu người.

Giá trị kì vọng và độ lệch chuẩn của số lượng thiệt mạng ở 29 khu vực độc lập mỗi năm được tính là

$$\begin{aligned} E(N_{di}) &= N_{A_i} p_{fij} p_{d|fi} N_{pi} = 29 p_f 10^{-5} \times 2000000 \\ \sigma^2(N_{di}) &= N_{A_i} p_{fij} (1 - p_{fij}) (p_{d|fi} N_{pi})^2 = 29 p_f (1 - p_f) (10^{-5} \times 2000000)^2 \end{aligned} \quad (2.18)$$

với  $N_{Ai}$  là số lượng địa điểm độc lập,  $P_{d\setminus fi}$  là xác suất bị thiệt mạng trong sự kiện một tai nạn ví như vỡ đê,  $p_{fij}$  là xác suất sự cố tại một địa điểm do một hoạt động,  $N_{pi}$  là số lượng thành viên tham dự hoạt động tương ứng. Nếu thay thế những biểu thức trên vào tiêu chuẩn quốc gia ở công thức (4.4), ta có các giá trị của  $p_{fij}$  tương ứng với  $\beta_i$  biến đổi từ 0.01 tới 1 như sau

$\beta_i$	1	0,1	0,01
$p_{fij}$	0,05	$10^{-4}$	$10^{-6}$
$P_{tk}$	1/2000	1/1.000.000	1/10 <sup>8</sup>

Theo thực tế thiết kế hiện nay, chúng ta có thể chọn một giá trị  $p_{fij} = 0,05$  mỗi năm đối với xác suất chấp nhận vỡ đê biển Việt Nam [Công, 2010]. Đây là trường hợp người dân chấp nhận rủi ro do vỡ đê biển một cách trung bình, hệ số  $\beta_i = 1.0$ . Giả sử, tuổi thọ trung bình của đê là 100 năm, để xác suất đê gặp sự cố hay gặp tải trọng thiết kế mỗi năm bằng 5% thì đê phải được thiết kế với mực nước  $100/0.05 = 2000$  năm. Tức là đê phải được thiết kế với tần suất đảm bảo 1/2000. Tương tự như vậy, với xác suất sự cố mỗi năm bằng  $10^{-4}$  trong 100 năm tồn tại thì công trình phải có tần suất thiết kế là 1/1.000.000 (1 phần triệu).

#### 2.2.6.4. Mức độ chấp nhận rủi ro đối với sự cố vỡ đê biển từ quan điểm cá nhân

Thành phần nhỏ nhất của sự chấp nhận mang tính xã hội của rủi ro bao gồm sự cố vỡ đê biển là đánh giá chi phí – lợi ích cá nhân bởi mỗi người. Từ quan điểm cá nhân, xác suất sự cố ví như một tai nạn chết người do vỡ đê biển, nên đáp ứng được yêu cầu sau đây:

$$P_{fi} \leq \frac{\beta_i 10^{-4}}{P_{d\setminus fi}} \quad (2.19)$$

Với các tham số được định nghĩa trên đây. Sử dụng giá trị  $p_{d\setminus fi} = 10^{-5}$ ,  $\beta_i = 0.1$  (không tự nguyện, vài lợi ích) và 0.01 (không tự nguyện, không lợi ích) cho ra  $P_{fi} \leq 1$  và 0.1/ năm. Tùy thuộc vào giá trị của hệ số chính sách, xác suất được chấp nhận đối với sự cố vỡ đê biển từ quan điểm của cá nhân có thể biến thiên từ nhỏ hơn 1/năm cho tới nhỏ hơn 0.1/ năm.

## 2.2.7. Tiêu chí mức hiểm họa vỡ đê biển trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng

### 2.2.7.1. Tiêu chí mức hiểm họa thiệt mạng

Do đặc điểm tự nhiên, vùng đồng bằng sông Cửu Long hứng chịu chỉ một vài trận bão lớn, số liệu về việc sơ tán trong những hoàn cảnh khẩn cấp và nguy hiểm như vậy không thể thu thập được. Sơ bộ, chúng tôi kiến nghị một con số là khoảng 70% dân số sẽ ở lại trong vùng bão đổ bộ, so sánh với 60% ở các tỉnh miền bắc như Nam Định. Tuy nhiên, phần lớn số người ở lại này sẽ tìm nơi trú ẩn ở những vùng đất cao hơn ở trong làng xã hay dịch chuyển sâu hơn vào trong đất liền. Một phần nhỏ của số người này (thường là 5%), bao gồm chủ yếu là thanh niên, sẽ ở lại vùng bị ảnh hưởng để bảo quản tài sản và thực hiện việc khôi phục trực tiếp. Điều này có nghĩa là chỉ có khoảng 5% (những người trẻ tuổi) là bị tác động trực tiếp bởi bão. Tỷ lệ trực tiếp đối mặt với ngập lụt do vỡ đê trong trường hợp này có thể lấy bằng 5% của tổng dân số ở lại trong khu vực bị ảnh hưởng. Ở những nơi bão lũ thường xuyên, số người trực tiếp đối mặt với bão có thể giả thiết là khoảng 10% của những người không đi sơ tán, tức là 6% của dân số [Công, 2010].

Dựa trên số liệu lịch sử về số lượng thiệt mạng, tổng số người bị ảnh hưởng và tổng dân số khi có bão lũ và ngập lụt, tỷ lệ thiệt mạng trung bình có thể lấy trong khoảng 0,2 tới 0,3% của những người trực tiếp đối diện. Jonkman dựa trên trao đổi với những nhà chuyên môn Việt Nam đã đề xuất giá trị 0,2% [Jonkman, 2009]. Theo báo cáo của ADRC năm 2006 thì tỷ lệ này là 0,3% [ADRC, 2006]. Ở vùng Tây Nam Bộ, chúng tôi kiến nghị áp dụng giá trị 0,2% cho ước lượng sơ bộ.

*Bảng 2-7: Các mực nước ngập giả định do nước tràn qua đê biển và số dân chịu ảnh hưởng ở vùng đồng bằng sông Cửu Long*

Giả định mực nước ngập [m]	0.6	1	1.4	1.8	2.2	2.6
Số dân bị ảnh hưởng	55	2.278.219	2.682.455	6.718.124	12.458.456	16.722.412
Ảnh hưởng/ Dân số [%]	0	13	15	39	72	96
Số dân không sơ tán	39	1.594.753	1.877.719	4.702.687	8.720.919	11.705.688
Số dân trực tiếp đối mặt thiên tai	2	79.738	93.886	235.134	436.046	585.284
Số lượng thiệt mạng	0	159	188	470	872	1.171
Thiệt mạng/ Dân số [%10 <sup>-3</sup> ]	0	0,92	1,08	2,71	5,03	6,75

Năm 2010, tổng dân số vùng đồng bằng sông Cửu Long khoảng 17.330 nghìn người với mật độ trung bình hơn 400 người/km<sup>2</sup> [Tổng cục Thống kê Việt Nam]. Bảng 2.8 thể hiện các mức nước ngập giả định do nước tràn qua đê biển và số dân chịu ảnh hưởng [Minh & nnk, 2010]. Số dân không sơ tán bằng 70% số dân chịu ảnh hưởng. Một phần nhỏ, 5%, của số dân không sơ tán sẽ trực tiếp đối mặt với thiên tai. Và khoảng 0,2% của số người này có nguy cơ thiệt mạng. Khoảng hơn 0.001% tổng dân số có khả năng thiệt mạng khi nước ngập 1,4 m.

### 2.2.7.2. Định lượng mức hiểm họa thiệt hại vật chất

Bảng 2-9 thể hiện một số yếu tố vật chất chịu ảnh hưởng do nước tràn qua đê biển có tham khảo nghiên cứu của nhóm tác giả Võ Quang Minh và cộng sự. Tổng diện tích vùng đồng bằng sông Cửu Long hiện nay là 40.548,2 km<sup>2</sup>. Tổng diện tích đất lúa hiện nay 20.855 km<sup>2</sup>. Thông thường mùa bão cũng là vụ lúa hè thu hay vụ mùa, do đó có thể sử dụng năng suất lúa hè thu để tính tổng sản lượng bị ảnh hưởng. Tạm dùng năng suất lúa hè thu năm 2014, ước đạt 5,6 tấn/ha [tanthanhco], nhân với diện tích lúa bị ảnh hưởng cho ra tổng sản lượng bị ảnh hưởng, tức là  $S_{lu} = p_{lu} \cdot A_{lu}$ .

Bảng 2-8: Các mực nước ngập giả định do nước tràn qua đê biển và một số yếu tố vật chất chịu ảnh hưởng ở vùng đồng bằng sông Cửu Long

Giả định mực nước ngập $d_{ng}$ [m]	0.6	1	1.4	1.8	2.2	2.6
Diện tích bị ảnh hưởng $A_{ng}$ km <sup>2</sup> [22]	2	626	6,036	12,867	28,034	37,629
Số dân bị ảnh hưởng $P_{ng}$ [22]	55	2,278,219	2,682,455	6,718,124	12,458,456	16,722,412
Diện tích lúa bị ảnh hưởng $A_{lu}$ km <sup>2</sup> [22]		380	3,027	6,541	14,920	20,719
Sản lượng bị ảnh hưởng $S_{lu}$ [tấn]	-	212,800	1,695,120	3,662,960	8,355,200	11,602,640
Thời gian người dân không đi làm được, $t_{ngh}$ [tuần]	1	2	3	4	5	

Ngập lụt do vỡ đê biển khi nước tràn gây thiệt hại tới sản xuất và cuộc sống của người dân cũng như tổn kém chi phí để khắc phục sự cố công trình, cơ sở hạ tầng. Rủi ro (thiệt hại) về kinh tế được giả thiết một cách đơn giản là bao gồm ba những thành phần:

- Chi phí sửa chữa khôi phục hay thậm chí xây dựng mới đê biển;
- Giá trị lương thực bị thiệt hại, ở đây chỉ tính cho lúa;
- Thu nhập của người dân có thể bị thiệt hại do không đi làm trong những ngày ngập, ước lượng mỗi mức nước tăng thêm (0,4 m) sẽ kéo dài thời gian gián đoạn cuộc sống thêm 1 tuần.

### Chi phí xây mới đê biển

Vận tốc dòng chảy tràn được giả thiết là không đổi trong suốt thời gian bão, khoảng  $D_b = 12$  giờ, và bằng căn bậc hai của tích số giữa gia tốc trọng trường và chiều sâu nước chảy tràn qua đê,  $u_{tr} = \sqrt{gd_{ng}}$ . Tổng thể tích ngập được tính đơn giản bằng  $\frac{1}{2}$  tích số giữa chiều sâu ngập và diện tích ngập,  $V_{ng} = \frac{1}{2} d_{ng} A_{ng}$ . Chiều dài đê bị vỡ cũng là chiều dài nước chảy tràn sẽ bằng thương số giữa tổng thể tích tràn và tích số của vận tốc dòng chảy tràn với thời gian bão,  $L_{dv} = V_{ng} / (u_{tr} \cdot D_b)$ . Bảng 4.6 thể hiện kết quả tính toán những yếu tố này. Tính theo thời giá và mặt cắt hiện tại thì 100 m đê biển có giá trị khoảng 440.63 triệu đồng. Như vậy thiệt hại do xây mới đê biển là  $440,63 \cdot L_{dv}$  triệu đồng.

*Bảng 2-9: Các mực nước ngập giả định do nước tràn qua đỉnh đê biển và các yếu tố liên quan tới đê vỡ*

Giả định mực nước ngập $d_{ng}$ [m]	0.6	1	1.4	1.8	2.2	2.6
Diện tích bị ảnh hưởng $A_{ng}$ [km <sup>2</sup> ]	2	626	6,036	12,867	28,034	37,629
Vận tốc chảy tràn qua đê $u_{tr}$ [m/s]	2.43	3.13	3.71	4.20	4.65	5.05
Thể tích nước ngập $V_{ng}$ [km <sup>3</sup> ]	1	313	4,225	11,580	30,837	48,918
Tổng chiều dài đê bị vỡ $L_{dv}$ [m]	6	2,313	26,392	63,792	153,656	224,213

### Giá trị lúa bị thiệt hại

Giả thiết rằng vỡ đê biển sẽ làm thiệt hại  $\frac{1}{2}$  tổng sản lượng trung bình một vụ tính cho diện tích bị ngập nước, biết giá lúa thường sấy khô khoảng 5300 đồng/kg [tanthanho]. Thiệt hại về lúa là  $\frac{1}{2} \cdot S_{lu} \cdot 5300 \cdot 1000$  đồng. Giá trị này phần nào bao gồm thu nhập của người dân được tính ngay sau đây.

### Tổng thu nhập của người dân bị thiệt hại

Thu nhập bình quân đầu người năm 2014 đạt 39 triệu đồng, xấp xỉ giá trị trung bình cả nước [sggp]. Như vậy thu nhập đầu người mỗi ngày vào khoảng 106,8 nghìn



đồng. Theo ước tính khoảng 57,8% dân số có độ tuổi từ 15 trở lên, và tỉ lệ tham gia lao động của nhóm này là 76,5% [Tổng cục thống kê Việt Nam]. Do đó, thiệt hại về thu nhập cá nhân là  $0.765 \cdot 0.578 \cdot P_{ng} \cdot t_{ngh} \cdot 7 \cdot 106,800$  đồng. Cách tính này có thể trùng lặp phần nào đó vì một phần dân số làm nông nghiệp và thiệt hại về lúa cũng đã bao gồm phần lớn thu nhập của họ.

Kết hợp tính toán chiều dài đê bị vỡ, sản lượng lúa bị thiệt hại và thu nhập bị mất ta có ước lượng tổng thiệt hại như trong Bảng 2-11. Ước lượng này chưa bao gồm thiệt hại vật chất qui đổi từ những người bị thiệt mạng. Lưu ý rằng tính toán chỉ mang tính minh họa cho các giả thiết được nêu trên đây nhằm phản ánh một phần mức độ thiệt hại khi vỡ đê biển ở đồng bằng sông Cửu Long.

*Bảng 2-10: Tổng thiệt hại do vỡ đê biển ứng với các mực nước ngập khác nhau, đơn vị tính bằng triệu đồng*

Giả định mực nước ngập [m]	0.6	1	1.4	1.8	2.2	2.6
Chi phí xây đê	25	10,193	116,289	281,086	677,051	987,949
Giá trị lúa thiệt hại	-	563,920	4,492,068	9,706,844	22,141,280	30,746,996
Thiệt hại thu nhập của người dân	18	1,506,900	2,661,416	8,887,243	20,601,236	33,182,509
Tổng thiệt hại	43	2,081,013	7,269,773	18,875,173	43,419,568	64,917,454
Chênh lệch giữa hai mức nước [%]		4,793,258	249	160	130	50
So sánh với GDP 2010 [%]	0.00	1.29	4.51	11.72	26.96	40.31

Thiệt hại vật chất do ngập 1,4 m lớn hơn hậu quả bão Linda gây ra trên 12 tỉnh đồng bằng sông Cửu Long, 6.214 tỉ đồng theo giá thực tế 1997. Thiệt hại do mực nước ngập giả định lớn nhất 2,6 m bằng khoảng 40% tổng giá trị GDP toàn vùng năm 2010, 161.049 tỉ đồng, tính theo giá cố định năm 1994 [<http://canthopromotion.vn/>]. Nếu lấy số liệu năm 2010 để so sánh thì 6 mực nước ngập giả định lần lượt gây thiệt hại 0, 1,29, 4,51, 11,72, 26,96 và 40,31% tổng GDP toàn vùng. Những phân tích trên đây sẽ được sử dụng ở phần tiếp theo để phân cấp mức hiểm họa do vỡ đê biển khi nước tràn qua.

### **2.2.8. Dự thảo bộ tiêu chí mức hiểm họa ngập lụt do vỡ đê biển**

Tổng hợp số liệu từ 9 cơn bão lớn như Linda, Damrey, Xangsane, ... cho thấy 3/9 cơn bão gây thiệt hại nhỏ hơn 0,1% GDP cả nước của năm tương ứng; 6/9 có thiệt hại nhỏ hơn 0,5%; 3/9 gây thiệt hại lớn hơn 0,5%; và 1/9 gây thiệt hại lớn hơn 2%. Đây là một gợi ý cho việc phân cấp rủi ro ngập lụt khi vỡ đê biển, sự cố thường xảy ra trong bão

nhu trường hợp bão Damrey nêu trên. Kết hợp với những phân tích ở phần trước, chúng tôi đề xuất 5 mức hiểm họa (thiệt hại) do ngập lụt khi vỡ đê biển ở vùng nghiên cứu bao gồm ‘nhỏ’, ‘chấp nhận được’, ‘đáng kể’, ‘lớn’ và ‘rất lớn’ tương ứng với những thiệt hại về vật chất và người như trong Bảng 2-12.

*Bảng 2-11: Phân cấp tiêu chí mức hiểm họa do ngập lụt khi vỡ đê biển ở các tỉnh ven biển đồng bằng sông Cửu Long*

Cấp	Mức độ	Thiệt hại/GDP	Thiệt mạng/ Dân số
		[%]	[%10 <sup>-3</sup> ]
1	nhỏ	<0,1	<0,01
2	chấp nhận được	0,1 – 0,5	0,01 – 0,1
3	đáng kể	0,5 - 1	0,1 – 0,5
4	lớn	1,0 – 2,0	0,5 – 1
5	rất lớn	> 2,0	>1

Thiệt hại vật chất lớn hơn 2% GDP thì sự cố vỡ đê được xếp loại 5, mức độ hiểm họa ‘rất lớn’. Giá trị này có cơ sở từ thực tế. Cụ thể, Quĩ Châu Á tiến hành nghiên cứu và chỉ ra rằng trong vòng 20 năm tính từ 2013 về trước thì Việt Nam thuộc nhóm 5 nước có rủi ro thiên nhiên cao nhất thế giới, mức thiệt hại chiếm tới 1.5% GDP hàng năm.

Bên cạnh phân cấp về thiệt hại vật chất, Bảng 2.12 đưa ra năm mức hiểm họa về thiệt mạng tương ứng. Cấp 5 ‘rất lớn’ có tỉ số Thiệt mạng/ Dân số lớn hơn 0,001%, giá trị này nhỏ hơn 0,01% - giới hạn trên được ước lượng ở các báo cáo chuyên đề. Cũng theo ước lượng này, tổng số người thiệt mạng do vỡ đê mỗi năm ở Sóc Trăng được tính toán không được vượt quá 1 người, hay phải nhỏ hơn  $5 \times 10^{-7}$  của tổng số dân 2 triệu người (giả thiết tại một thời điểm trong tương lai), với độ lệch chuẩn khoảng 4 tới 5 người. Điều kiện nhỏ hơn giá trị  $5 \times 10^{-7}$  này tương ứng với hiểm họa cấp 2 trong khoảng (0,01 ~ 0,1) x 10<sup>-3</sup>%, ‘chấp nhận được’. Tức là số người thiệt mạng mà lớn hơn  $5 \times 10^{-7}$  thì mức độ được đánh giá là ‘đáng kể’.

Cần nhấn mạnh rằng Bảng 2-12 đơn thuần cung cấp những mức hiểm họa về người và vật chất mà ngập lụt có thể gây ra khi vỡ đê biển ở vùng nghiên cứu. Việc xác định khả năng (xác suất) xảy ra sự cố vỡ đê, ngập lụt theo các kịch bản định trước nằm ngoài phạm vi của đề tài này. Bảng 2-12 nên được sử dụng kết hợp với ‘Luật Phòng, chống thiên tai’ và ‘Quyết định số 44/2014/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ, Quy định chi tiết về cấp độ rủi ro thiên tai’. Cùng với hai văn bản pháp luật này, Bảng 2-12 sẽ tạo nên cơ sở để cảnh báo, chỉ đạo, chỉ huy, ứng phó và khắc phục hậu quả do thiên tai nói chung và do ngập lụt khi vỡ đê biển ở vùng đồng bằng sông Cửu Long nói riêng.

## CHƯƠNG III

### ĐỀ XUẤT VÀ ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN MỨC NƯỚC THIẾT KẾ ĐÊ BIỂN TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG

#### 3.1. ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN MỨC NƯỚC THIẾT KẾ ĐÊ BIỂN TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH, NƯỚC BIỂN DÂNG

##### 3.1.1. Phương pháp hiện dùng trong tiêu chuẩn

Trong Tiêu chuẩn 14TCN 130-2002 (*Hướng dẫn thiết kế đê biển*), mực nước thiết kế đê biển được xác định bằng tổng của các thành phần: mực nước biển tính toán và chiều cao nước dâng do bão:

$$Z_{TK} = Z_t + H_{nd} \quad (3-1)$$

Mặc dù việc biên soạn tiêu chuẩn đã dựa theo các tài liệu trên thế giới kết hợp với kinh nghiệm xây dựng đê ở Việt Nam và căn cứ vào nguồn số liệu hải văn hiện có, nhưng vẫn còn một số điểm bất cập trong tiêu chuẩn thiết kế như sau:

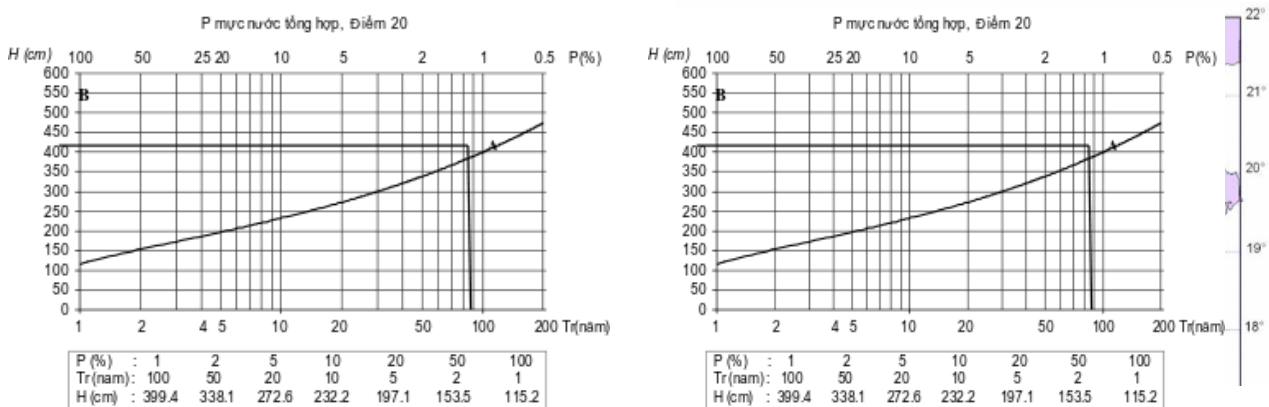
- Mực nước triều tính toán được khuyến nghị là lấy sơ bộ bằng trị số cực đại theo chu kỳ 19 năm trong trường hợp thiếu số liệu, như vậy sẽ kém chính xác.
- Chiều cao nước dâng được lấy theo tần suất cho các cấp I, II, III, IV (có bảng tra) chỉ với Bắc vĩ tuyến  $16^\circ$ , còn dưới đó thì tra theo các mức cố định.
- Chưa tính đến nước dâng do sóng: thành phần này rất quan trọng và không thể bỏ qua được.

Tiêu chuẩn này được áp dụng với nhiều tuyến đê biển trên cả nước. Tuy vậy, sau khi vận hành và bảo trì đê biển đã có nhiều ý kiến cải tiến tiêu chuẩn thiết kế nhằm nâng cao chất lượng của đê. Đồng thời, nhận thấy rõ nguy cơ tiềm ẩn do nước biển dâng và tác động dữ dội của gió bão trong điều kiện biến đổi khí hậu, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn đã ban hành Quyết định 1613/QĐ-BNN-KHCN cùng *Tiêu chuẩn kỹ thuật* áp dụng cho Chương trình củng cố, bảo vệ và nâng cấp đê biển (9/7/2012). Theo tiêu chuẩn mới này, thành phần mực nước biển “tính toán”  $Z_t$  được phân tách cụ thể thành mực nước trung bình và biên độ triều  $A_t$ .

$$Z_{TK} = Z_{TB} + (A_t + H_{nd}) \quad (3-2)$$

Cách làm đơn giản này có ý nghĩa quan trọng là gộp thành phần triều thiên văn với nước dâng để tính với tần suất  $p$ . Cùng với những chỉnh sửa, bổ sung, tiêu chuẩn lần này có những ưu điểm hơn trước như sau:

- Nhân mạnh được mối liên hệ thực nghiệm giữa mực nước triều và nước dâng do bão. Chẳng hạn, đỉnh của triều cường không phải luôn trùng với thời điểm nước dâng cực đại. Phương pháp thống kê được áp dụng cho ra kết quả tổng hợp mực nước (triều + nước dâng) với các tần suất khác nhau.
- Tính cụ thể cho từng địa phương, thể hiện qua việc xây dựng đường tần suất mực nước tổng hợp cho các mặt cắt đại diện được lựa chọn dọc bờ biển Việt Nam: như vậy có xét đến yếu tố địa hình cụ thể. Đồng thời việc áp dụng sẽ tiện dụng hơn vì có bảng tra/đồ thị (ví dụ như trên Hình 3.1).
- Có đề cập đến chiều cao gia tăng nước biển dâng. Cụ thể, nếu như tốc độ dâng nước biển trung bình là  $R_{NBD}$  (m/năm) và công trình hoạt động trong  $T_{ct}$  (năm) thì trị số gia tăng mực nước biển được tính thêm vào vế phải biểu thức (3-2) phải là:  $\Delta Z_{NBD} = T_{ct} \times R_{NBD}$ .
- Do điều kiện thủy động lực phức tạp của vùng ven bờ, đặc biệt là trong điều kiện biến đổi khí hậu - nước biển dâng, phương pháp xác định mực nước tổng hợp còn một số vấn đề cần cải thiện:
- Lưới tính toán dạng trục giao dùng phương pháp giải sai phân hữu hạn có thể tốt với vùng vịnh Bắc Bộ nhưng chưa thật tốt với vùng ven bờ. Đường bờ khúc khuỷu với nhiều vũng vịnh, đảo có thể gây ra sai số trong tính toán. Mặt bãi biển thoải gây ra hiệu ứng ướt-khô trong tính toán (hay mép nước di chuyển theo thời gian) có thể không được tính toán chính xác bằng phương pháp sai phân hữu hạn.
- Việc tính toán mực nước - dòng chảy theo giả thiết sóng dài (triều) mà bỏ qua tác động của sóng ngắn (sóng bão) có thể gây ra sai số. Vì thực tế cho thấy sóng ven bờ có thể gây nước dâng, lực đẩy này hình thành do động lượng của sóng) và các hiện tượng bẫy sóng. Một mô hình ghép giữa sóng, mực nước và dòng chảy cho ra kết quả đúng hơn.
- Tác động của mực nước dâng dài hạn dường như chỉ cần cộng vào như một thành phần độc lập, nhưng cũng có thể ảnh hưởng đến hình dạng sóng triều vùng duyên hải (Nguyễn Hữu Nhân, 2012) và ảnh hưởng đến cường độ sóng gây nước dâng và ngập lụt ven bờ.
- Sự xói lở đáy biển ven bờ rõ ràng có ảnh hưởng đến sóng và nước dâng ven bờ. Rất khó tính toán định lượng yếu tố này nhưng có thể trong tương lai những tính toán phải xét đến.



**Hình 3-1: Xác định mực nước tổng hợp tần suất tại một vị trí ven biển (Nguồn: Tiêu chuẩn thiết kế đê biển)**

### 3.1.2. Thủy triều

#### 3.1.2.1. Số liệu mực nước triều

Mực nước triều thường được đo đạc hàng giờ và là loại số liệu cơ bản trong mỗi trạm hải văn. Nếu không có sự trục trặc khi đo, mỗi năm sẽ có 8760 điểm số liệu mực nước. Khi lọc ra thành phần triều thiên văn từ số liệu này, ta có thể tính được một số giá trị mực nước triều đặc trưng như trên Bảng 3-1. Mực nước biển trung bình không nhất thiết bằng 0 mà theo quy định cụ thể của hệ thống cao độ quốc gia. Lưu ý rằng mực nước triều trung bình không phải là đại lượng thực đo mà được tính toán,  $MTL = (MHWS + MHWN + MLWN + MLWS) / 4$ .

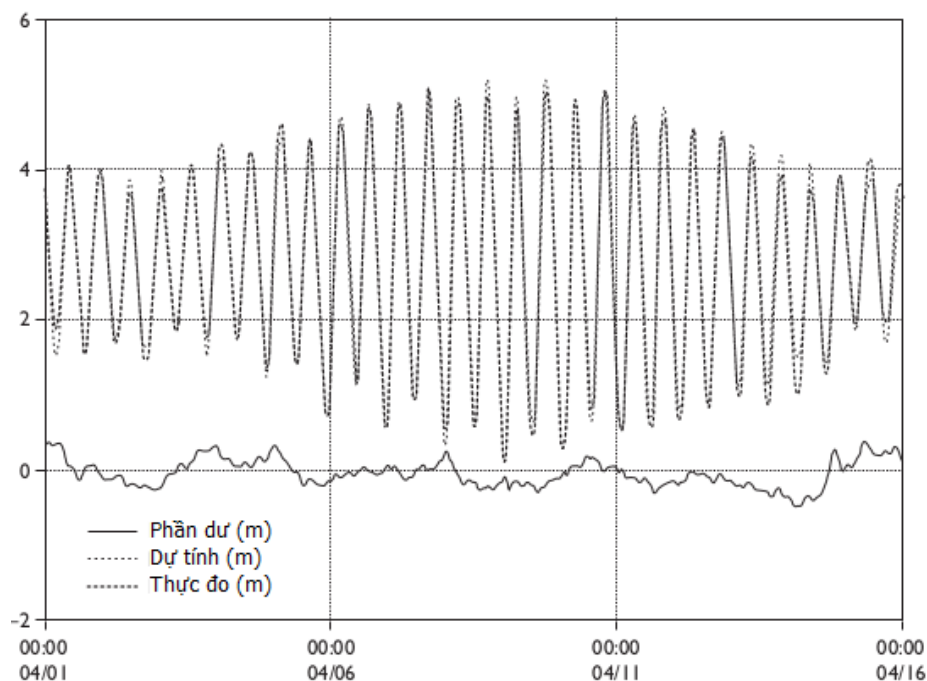
**Bảng 3-1: Các mực nước triều đặc trưng xếp theo thứ tự cao xuống thấp**

Chữ viết tắt	Tên đầy đủ	Ghi chú
HAT	MN triều thiên văn cao nhất	
MHWS	MN đỉnh triều TB kỳ triều cường	(giữa 2 đỉnh triều liên tiếp)
MHW	MN đỉnh triều TB	
MHWN	MN đỉnh triều TB kỳ triều kém	(giữa 2 đỉnh triều liên tiếp)
MTL	MN triều trung bình	
MLWN	MN chân triều TB kỳ triều kém	(giữa 2 chân triều liên tiếp)
MLW	MN chân triều TB	
MLWS	MN chân triều TB kỳ triều cường	(giữa 2 chân triều liên tiếp)
LAT	MN triều thiên văn thấp nhất	

Các mực nước ứng với các cấp tần suất khác nhau cũng có thể tính được từ chuỗi số liệu mực nước. Tuy nhiên, số liệu mực nước này cần được loại bỏ phần dư và phân tích điều hòa để có chuỗi số liệu dài, đủ để mô phỏng các trường hợp nước dâng ứng với các pha triều khác nhau.

### 3.1.2.2. Phân tích điều hòa

Phân tích điều hòa là một phương pháp truyền thống, có cơ sở lý thuyết vững chắc, để dự tính thủy triều tại vị trí có trạm đo một cách nhanh chóng. Bởi vậy, nếu mục đích của ta chỉ là xác định các sóng triều và quá trình mực nước dọc theo bờ biển vốn có mạng lưới trạm đo đủ dày, thì phương pháp này là phù hợp.



Hình 3-2: Đường quá trình thực đo và đường quá trình xấp xỉ qua phân tích điều hòa

Cơ sở lý thuyết của phương pháp phân tích điều hòa là tách giá trị mực nước thành tổng của một số thành phần điều hòa khác nhau về biên độ ( $A_i$ ), tần số góc  $\omega_i$  và pha  $\varphi_i$ . Số hạng còn lại,  $R$ , được gọi là phần dư.

$$H_i = A_0 + \sum A_i \cos(\omega_i t - \varphi_i) \quad (3-3)$$

Phần dư  $R$  trong phương trình (3-3) thể hiện tổng hợp các sai số gây ra trong phép tính toán, trong đo đạc và những dao động mực nước không gắn với triều thiên văn (chẳng hạn nước dâng do gió bão, do sóng).

Hình 3-2 thể hiện phần dư như là sai số giữa quá trình mực nước tổ hợp các sóng điều hòa với mực nước thực đo ở trạm Norfolk, nước Anh. Bằng cách cẩn thận điều chỉnh các thông số, đường quá trình dự tính đã gần trùng với đường thực đo, để lại phần dư là đại lượng đổi dấu, dao động quanh giá trị 0.

Các thành phần sóng triều chính cấu thành triều thiên văn gồm có các sóng liệt kê trong Bảng 3.1. Trong bài toán phân tích điều hòa, ta đã biết rõ tần số góc  $\omega_i$  của các sóng triều này, nhiệm vụ là phải:

- Xác định tập hợp vừa đủ gồm  $n$  thành phần triều để biểu diễn được dao động mực nước triều của địa phương, và quan trọng hơn,
- Tính được độ lớn  $A_i$  và  $\varphi_i$  của từng thành phần triều đã liệt kê.

Để phân tích được thủy triều thì chuỗi số liệu phải đủ dài. Độ dài cần thiết phụ thuộc vào vị trí địa lý, nhưng một quy tắc thô sơ là chuỗi số liệu phải dài tối thiểu là một tháng (tương ứng với khoảng 2 chu kỳ triều cường – triều kém). Số liệu càng dài thì việc dự tính càng đáng tin cậy hơn. Thông thường, để phân biệt được hai sóng điều hòa thì phải có chuỗi số liệu chứa một bội số chung các chu kỳ của từng sóng. Bởi vậy, để phân biệt được hai sóng với chu kỳ gần sát nhau sẽ cần một chuỗi số liệu thực đo dài hơn hẳn.

### ***Phương pháp bình phương tối thiểu***

Nguyên lý của phương pháp này là làm cực tiểu hóa sai số quân phương giữa các số liệu đo đạc và số liệu tính toán tương ứng. Để cực tiểu hóa hàm mục tiêu này, ta cần phải giải hệ phương trình (nếu xét đến càng nhiều yếu tố triều thì kích thước hệ này càng lớn). Kỹ thuật tính toán phương pháp này có thể xem ở trang web Học liệu môn học khoa Kỹ thuật bờ biển.

### ***Dự báo thủy triều***

Dự báo thủy triều là quá trình ngược lại của phân tích thủy triều, trong đó các biên độ  $A_i$  và pha  $\varphi_i$  đã biết của sóng triều tại một vị trí được dùng để tính toán đường quá trình thủy triều trong tương lai. Đây là bài toán “xuôi”, và đơn giản hơn khâu phân tích điều hòa.

Việc phát sinh ra chuỗi số liệu dự báo có thể được thực hiện bằng các chương trình máy tính. Chẳng hạn, wxTide (<http://www.wxtide32.com>) là một chương trình thông dụng phục vụ công việc này.

### ***Sử dụng công cụ phần mềm***

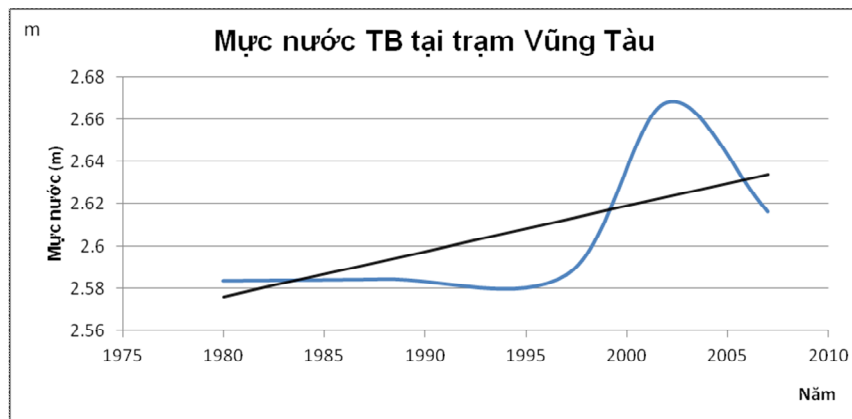
Để tự động hóa việc phân tích và tính toán dự báo thủy triều, có thể sử dụng bộ phần mềm MIKE. Qua việc tìm hiểu diễn biến thủy triều tại Hòn Dấu và Vũng Tàu qua nhiều năm, Nguyễn Văn Văn và nnk. (2015) đã phân tích được rằng với số liệu hằng giờ đo được, nếu muốn biểu diễn được sóng triều thì cần tối thiểu 60 thành phần. Nếu chất lượng dữ liệu giảm xuống, chỉ đo 4 ốp mỗi ngày thì cần 36 thành phần sóng triều là đủ.

Phần mềm MIKE còn có tính năng tiện dụng, cho phép tạo ra phân bố không gian của mực nước triều. Dữ liệu này được sử dụng để cung cấp điều kiện biên cho mô hình số trị.

### 3.1.2.3. Phương pháp số trị dựa trên việc mô phỏng trạng thái của biển dưới dạng một hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng. Bằng cách rời rạc hóa hệ phương trình này theo không gian và lấy tích phân theo thời gian, ta sẽ thu được quá trình diễn biến của mực nước triều, dòng triều trên toàn bộ miền tính toán. Một phương pháp số trị phổ dụng là phương pháp Hansen. Trên thực tế, mô hình số trị thủy triều được dùng để tính trường mực nước ở vùng lớn (như toàn Biển Đông) với lưới cấu trúc cong trục giao, ô lưới thô, để đảm bảo thời gian tính toán nhanh. Từ mô hình triều, trích xuất mực nước để tính nước dâng cho các vùng ven bờ cụ thể, khi ảnh hưởng của địa hình là quan trọng. Các mô hình nước dâng có ô lưới mịn hơn nhiều và có thể dùng lưới phi cấu trúc với phần tử tam giác.

Phương pháp số trị dựa trên việc mô phỏng trạng thái của biển dưới dạng một hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng. Bằng cách rời rạc hóa hệ phương trình này theo không gian và lấy tích phân theo thời gian, ta sẽ thu được quá trình diễn biến của mực nước triều, dòng triều trên toàn bộ miền tính toán. Một phương pháp số trị phổ dụng là phương pháp Hansen. Trên thực tế, mô hình số trị thủy triều được dùng để tính trường mực nước ở vùng lớn (như toàn Biển Đông) với lưới cấu trúc cong trục giao, ô lưới thô, để đảm bảo thời gian tính toán nhanh. Từ mô hình triều, trích xuất mực nước để tính nước dâng cho các vùng ven bờ cụ thể, khi ảnh hưởng của địa hình là quan trọng. Các mô hình nước dâng có ô lưới mịn hơn nhiều và có thể dùng lưới phi cấu trúc với phần tử tam giác.

### 3.1.2.4. Biến động dài hạn của mực nước thực đo



Hình 3-3: Mực nước trung bình trạm Vũng Tàu trong nhiều năm

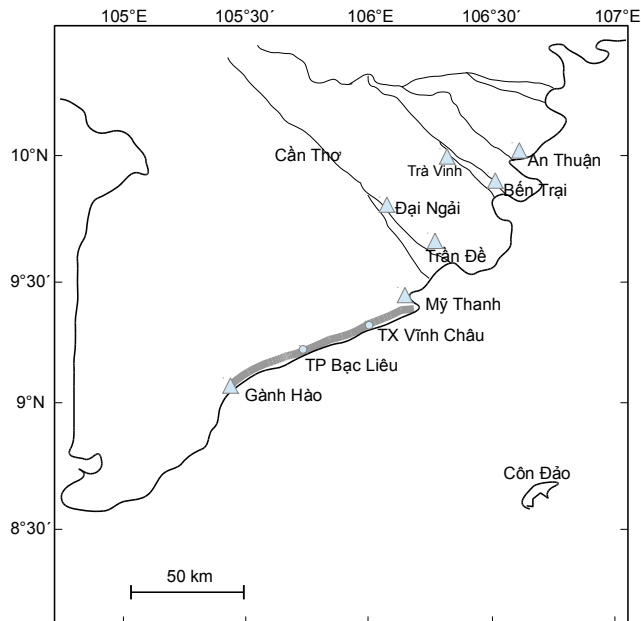
PGS. TS. Vũ Minh Cát đã theo dõi biến động của mực nước triều ở Hòn Dấu và ở Vũng Tàu, và kết quả nghiên cứu cho thấy rằng xu hướng thay đổi mực nước khá phức tạp. Riêng với trạm Vũng Tàu, có một giai đoạn 1980 – 1997 mực nước trung bình năm gần như không đổi, sau đó giai đoạn 1998 – 2002 mực nước trung bình tăng mạnh, khoảng 9 cm. Từ 2003 trở đi mực nước lại có xu hướng giảm (Hình 3-3). Việc sử dụng xu hướng dạng đường thẳng có thể sẽ không biểu diễn xu hướng biến đổi dài hạn của mực nước trong khu vực.

### 3.1.2.5. Trường hợp cụ thể: Sóc Trăng - Bạc Liêu

Để phục vụ nghiên cứu, các chuyên đề đã phân tích tính toán khu vực bờ biển hai tỉnh Sóc Trăng và Bạc Liêu. Trong khu vực có một số trạm thủy văn cung cấp số liệu mực nước (xem bản đồ Hình 3-4), tuy nhiên chỉ có trạm Gành Hào ở ven biển mà chế độ thủy văn không chịu ảnh hưởng bởi lưu lượng nước sông đổ ra biển. Các trạm còn lại đều nằm ở cửa sông. Trạm Mỹ Thanh nằm tại cửa sông Mỹ Thanh và ở tương đối sát khu vực



ngiên cứu. Các trạm Đại Ngãi, Trần Đề thực ra là trạm thủy văn cửa sông vùng triều (sông Hậu) gần hai tỉnh Sóc Trăng, Bạc Liêu. Các trạm Trà Vinh, Bến Trại, An Thuận là trạm vùng triều xa khu vực nghiên cứu. Với các trạm vùng triều này, số liệu mực nước thu được là tổng hợp của hai thành phần mực nước triều và mực nước sông. Tọa độ một số trạm được ghi ở Bảng 3-2.



Hình 3-4: Khu vực ven biển Bạc Liêu - Sóc Trăng và các trạm thủy văn lân cận

**Bảng 3-2: Tọa độ các trạm đo mực nước ở gần khu vực**

Tên trạm	Tọa độ địa lý	
Gành Hào	9°01'53,2"N	105°25'10,2"E
Mỹ Thanh	9°25'29,2"N	106°10'15,3"E
Đại Ngãi	9°01'53,2"N	105°25'10,2"E
Trần Đề	9°30'01,0"N	106°12'05,0"E
Trà Vinh	9°58'36,2"N	106°21'11,9"E
Bến Trại	9°52'51,2"N	106°31'44,4"E
An Thuận	9°58'33,0"N	106°36'18,8"E

Tại Gành Hào có một số đặc trưng mực nước ghi lại qua nhiều năm như sau<sup>2</sup>, được biểu diễn dưới dạng khoảng giá trị cực tiểu → cực đại (cao độ được so với mốc Hòn Dấu):

Mực nước trung bình năm:      -5 cm → 9 cm

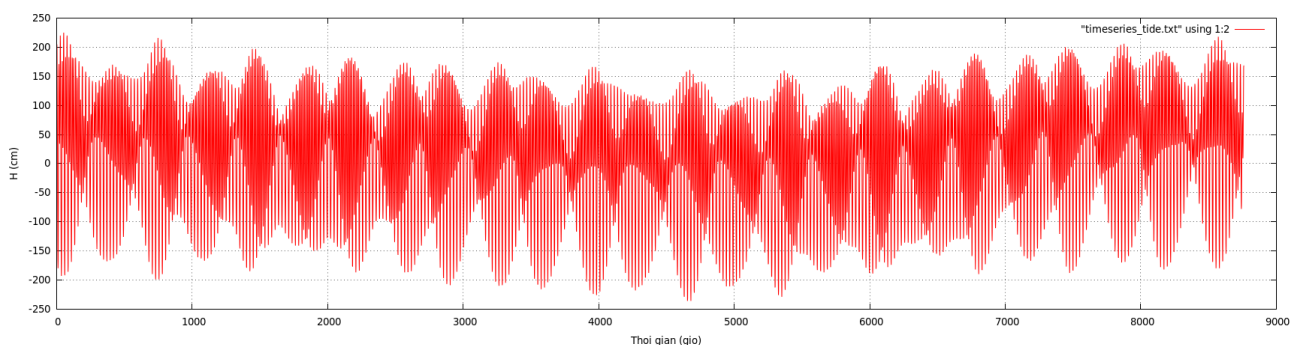
2 Tài liệu lưu hành nội bộ của Chi cục thủy lợi Bạc Liêu

Mực nước cao nhất trong năm: 166 cm → 223 cm

Mực nước thấp nhất trong năm: -245 cm → -223 cm

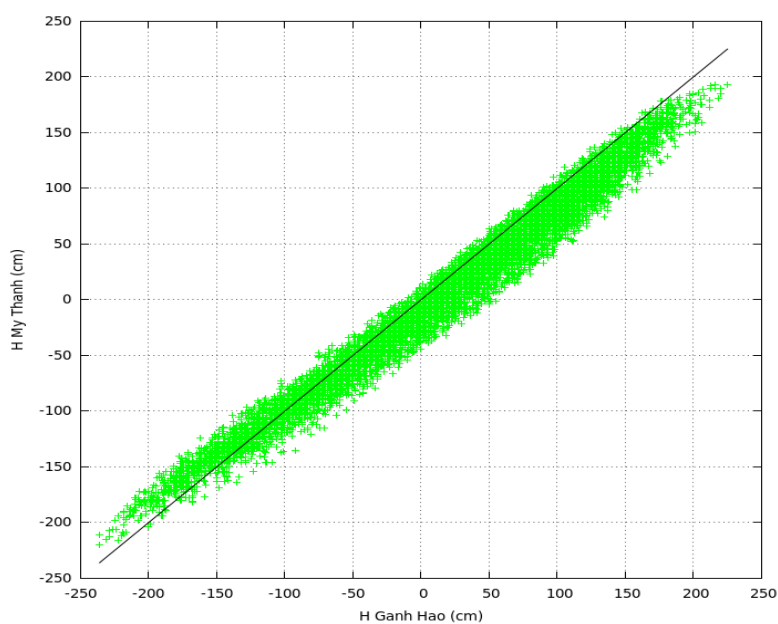
Có thể thấy rằng mực nước cao nhất các năm thay đổi rõ ràng hơn so với mực nước thấp nhất; mực nước trung bình dao động ở gần mức 0 cm.

Qua số liệu dự báo thủy triều cho cả năm 2014 thu thập được với hai trạm Gành Hào (Hình 3.5) và Mỹ Thanh, có thể thấy được chế độ bán nhật triều. Mỗi ngày đều xuất hiện hai đỉnh triều và hai chân triều.



Hình 3-5: Quá trình mực nước triều trạm Gành Hào

Do khoảng cách giữa hai trạm Gành Hào và Mỹ Thanh chỉ khoảng 100 km, nên mực nước giữa 2 điểm này không quá khác biệt. Tương quan giữa hai giá trị mực nước này là chặt chẽ (Hình 3-6), với hệ số tương quan R lên đến 0,988. Điểm đặc biệt là khi triều thấp ( $H < -100$  cm), mực nước tại Mỹ Thanh sẽ cao hơn tại Gành Hào một chút; còn với mực nước triều cao thì tại Gành Hào cao hơn một chút.



Hình 3-6: Tương quan mực nước trạm Gành Hào - Mỹ Thanh

### 3.1.3. Nước dâng do bão

#### 3.1.3.1. Tính nước dâng bằng mô hình giải tích

Dựa vào cân bằng thủy tĩnh theo phương ngang bờ, có thể tính được một cách tương đối đơn giản nước dâng do ba thành phần:

- Ứng suất bề mặt và đáy (thành phần chính)
- Chênh lệch áp suất
- Lực Coriolis

##### (1) Nước dâng do ứng suất mặt và đáy

Phương trình cân bằng động lượng (thực ra chỉ là cân bằng lực) theo phương  $x$  vuông góc với bờ biển là:

$$-g \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\tau_s - \tau_b}{\rho(h+\eta)} = 0 \quad (3-4)$$

Hiện nay người ta đã dự tính được nước dâng một cách khá thành công bằng mô hình sóng dài cho vùng nước nông. Nhân tố chính hình thành nước dâng là ứng suất gió:

$$\tau_s = C_D \rho_a |W| W \quad (3-5)$$

với  $W$  là vận tốc gió,  $\rho_a$  là khối lượng riêng không khí ( $1,25 \text{ kg/m}^3$ ) và  $C_D$  là hệ số cản; hệ số này thường phụ thuộc vào vận tốc gió. Chẳng hạn, Smith và Banke (1975) đề xuất công thức sau:

$$1000 C_D = 0,63 + 0,066|W| \quad (3-6)$$

Một công thức thông dụng khác là của Van Dorn (1953)

$$C_D = 1,21 \times 10^{-6} + 2,25 \times 10^{-6} (1 - 5,6/W)^2 \quad (3-7)$$

Trong tính toán nên cân nhắc lựa chọn kỹ giá trị của  $C_D$ . Có thể tiến hành tính toán một loạt kịch bản ứng với nhiều giá trị của  $C_D$  để phân tích độ nhạy của thông số này.

Ở đây ứng suất đáy  $\tau_b$  có hướng ngược với ứng suất gió bề mặt  $\tau_s$ . Để tiện tính toán, ta có thể quy  $\tau_b$  về theo  $\tau_s$  vì  $\tau_s$  là thành phần quan trọng hơn. Nghiên cứu của Saville (1952) cho thấy  $\tau_b$  cỡ khoảng 10%  $\tau_s$  về độ lớn. Trong Shore Protection Manual (1977) lại lấy tỉ lệ này khoảng 15% đến 30%. Như vậy có thể viết:

$$\frac{\partial \eta}{\partial x} = C'_D \frac{W^2}{g(h+\eta)} \quad (3-8)$$

với  $C'_D$  là một hệ số cản đã gộp luôn ứng suất đáy.

$$C'_D = (1,1 \rightarrow 1,3) C_D \quad (3-9)$$

Phương trình vi phân này có nghiệm đơn giản với trường hợp độ sâu đáy biển không đổi,  $h = \text{const}$ . Khi đó cao độ mặt nước là hàm của khoảng cách ngang bờ như sau:

$$\eta(x) = \left( \sqrt{1 + \frac{2C'_D W^2 x}{gh^2}} - 1 \right) \times h \quad (3-10)$$

Trên thực tế, ở vùng ven bờ đáy biển thường dốc thoải và hơi cong lõm, phức tạp hơn có thể xuất hiện những cồn ngầm. Khi độ sâu vùng nước biến đổi như vậy, không có công thức giải tích đơn giản nào biểu thị mức nước dâng. Thay vào đó, người ta sử dụng sai phân để giải ra  $\eta$ . Biểu thức sai phân có dạng:

$$\Delta\eta(x) = \left( \sqrt{1 + \frac{2C'_D W^2 \Delta x}{gh^2}} - 1 \right) \times h \quad (3-11)$$

Theo cách này, mặt cắt ngang bờ biển được chia làm nhiều đoạn có độ dài  $\Delta x$  (không nhất thiết bằng nhau); mỗi đoạn xác định một độ sâu trung bình và vận tốc gió. Bắt đầu từ vị trí nước sâu ngoài biển, nơi có nước dâng rất ít không đáng kể, tiến hành tính độ dâng mực nước trên từng đoạn theo cách lũy tích cho đến bờ.

Đối với gió thổi xiên đường bờ (tạo với pháp tuyến đường bờ một góc  $\theta$ ) thì công thức trên được điều chỉnh thành:

$$\Delta\eta(x) = \left( \sqrt{1 + \frac{2C'_D W^2 \Delta x \cos \theta}{gh^2}} - 1 \right) \times h \quad (3-12)$$

Nghĩa là chiều cao nước dâng sẽ giảm đi một chút. Do vậy, trường hợp gió thổi trực diện (vuông góc với đường bờ) thì chiều cao nước dâng sẽ lớn nhất. Đây cũng là trường hợp dùng để thiết kế công trình ven biển. Tuy nhiên, với trường hợp gió trong bão thực tế vận tốc gió có hướng xoáy kết hợp với chuyển động của tâm bão thì hướng gió luôn thay đổi so với đường bờ biển.

Một nhận xét khác cũng dễ thấy từ công thức (3-13): đối với vùng nước nông hơn thì chiều cao nước dâng cũng lớn hơn. Như vậy ở các vùng bờ biển có cấu trúc là trầm tích hạt mịn và bờ biển bùn với bãi biển thoải và rộng, nước dâng sẽ là lớn nhất. Tuy vậy, cũng lưu ý rằng mặt khác, bãi biển thoải sẽ tiêu tán nhiều năng lượng sóng (sóng bị vỡ nhiều lần trước khi vào bờ) dẫn đến chiều cao sóng leo lên mái công trình giảm.

Một ví dụ so sánh về độ dốc bãi biển được cho bởi Dean và Dalrymple (1991, tr. 158). Theo đó, với đáy biển ven bờ phẳng có độ dốc không đổi thì sẽ tạo ra nước dâng cao gấp hơn hai lần một đáy biển nằm ngang dốc đứng ở bờ (chẳng hạn với bờ biển vách đá).

### (2) Nước dâng do chênh lệch khí áp

Thành phần này thường nhỏ hơn so với nước dâng do ứng suất gió và có thể xác định đơn giản theo công thức áp suất thủy tĩnh như sau (Sorensen 2006):

$$S_p = \frac{\Delta p}{\rho g} \quad (3-13)$$

Trong đó  $S_p$  là độ dâng mặt nước do khí áp,  $\Delta p$  là chênh lệch áp suất mặt biển tại hai vị trí. Với  $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$  và  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  thì  $h = 0,01\Delta p$ . Như vậy, khí áp cứ giảm đi 1 mbar hay 1 hPa thì nước sẽ dâng thêm 1 cm.

Với một cơn bão thuộc loại mạnh có áp suất tâm bão cỡ 900 hPa, so với áp suất chuẩn của khí quyển là 1013 hPa ngoài rìa bão thì độ chênh lệch khí áp tối đa giữa rìa bão và tâm bão là  $\Delta p_{\max} = 113 \text{ hPa}$ , ứng với độ cao nước dâng bởi khí áp tại tâm bão là  $S_p = 1,12 \text{ m}$ .

Tuy vậy, cần nhớ rằng tại tâm bão nơi nước dâng khí áp lớn nhất thì lại lặng gió nên kết quả là nước dâng tổng cộng lại không lớn. Tại điểm giao cắt giữa đường bờ và vòng tròn có bán kính gió cực đại, nơi có khả năng đạt nước dâng cực đại thì thành phần nước dâng do chênh lệch khí áp này chỉ vừa phải. Theo công thức (4.5), tại điểm nước dâng cực đại thì chỉ có độ chênh áp là  $\Delta p = 0,632 \Delta p_{\max}$ .

Một công thức cho phép xác định nước dâng tổng hợp do gió và chênh lệch khí áp trong bão là công thức của Cục Khí tượng Nhật Bản (JMA):

$$H_{\text{nd}} = a(1010 - p_0) + bW^2 \cos\theta \quad (3-14)$$

trong đó  $a$  và  $b$  là các hệ số tỉ lệ, xem thêm Chuyên đề 7.4.1 để biết thêm chi tiết.

### (3) Nước dâng do lực Coriolis

Hiệu ứng nước dâng này xảy ra khi cơn bão đẩy dòng nước chảy dọc theo bờ biển. Ở Bắc bán cầu, lực Coriolis tác dụng về phía tay phải nếu ta đi theo dòng chảy; nghĩa là người đứng trên bờ quan sát dòng chảy hướng từ trái qua phải sẽ chứng kiến nước dâng lên bờ. Phương trình cơ bản là:

$$\frac{\partial \eta_c}{\partial x} = \frac{fV}{g} \quad (3-15)$$

Trong đó  $f$  là thông số Coriolis còn  $V$  là vận tốc của dòng chảy ven bờ do gió. Ở vùng nước nông,  $V$  có thể đạt 3% vận tốc gió. Ví dụ với bão mạnh ứng với  $V = 1 \text{ m/s}$ , thì độ dốc này cũng rất nhỏ,  $< 10^{-5}$ . Như vậy độ dâng mực nước do lực Coriolis nói chung là nhỏ, thường  $< 1 \text{ cm}$ . Với các tỉnh Nam Bộ, nơi vĩ độ địa lý thấp thì độ dâng này còn thấp hơn nữa.

### 3.1.3.2. Tính nước dâng bằng mô hình số trị

#### 1. Cơ sở chung

Có nhiều mô hình thuộc loại này, chẳng hạn ADCIRC, SLOSH, Delft3D-Flow, MIKE21-Flow, ANUGA Hydro. Chúng thuộc loại mô hình 2 chiều theo phương thẳng đứng (trung bình toàn độ sâu). Lưới tính toán thường có dạng trực giao (với bờ biển thẳng hoặc hình cong đơn giản), hoặc lưới tam giác với những bờ biển có dạng phức tạp. Khi hoạt động, mô hình sẽ tính toán cao độ mặt nước tại các mắt lưới và các thành phần véc-tơ vận tốc dòng chảy vuông góc với ô lưới tại các thời khoảng tính toán liên tiếp. Dạng lưới trực giao cho phép ta tính toán nhanh hơn nhưng lưới tam giác thường cho kết quả chính xác hơn khi địa hình đường bờ phức tạp.

Cơ sở của mô hình loại này là ứng dụng lý thuyết sóng dài. Sóng triều, nước dâng do bão hay do khí áp, hiệu ứng *seiche* đều là những sóng thuộc dạng này. Mô hình không thể tính toán, mô phỏng những con sóng quan sát được trên mặt biển (sóng gió). Như đã đề cập, sóng gió có tính ngẫu nhiên cao hơn và đôi khi đưa nước tràn qua công trình (ở mức chấp nhận được). Còn nước dâng có tính tất định cao hơn nên việc tính đúng mực nước dâng là cần thiết.

Trong mô hình số trị, hệ phương trình vi phân sóng dài đầy đủ được rời rạc hóa. Hệ này gồm phương trình liên tục và hai phương trình động lượng theo phương  $x$  và  $y$ :

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0 \quad (3-16)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P_a}{\partial x} + \frac{\tau_{wx} - \tau_{bx}}{\rho h} + \tau_{ix} \quad (3-17)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P_a}{\partial y} + \frac{\tau_{wy} - \tau_{by}}{\rho h} + \tau_{iy} \quad (3-18)$$

Trong các phương trình cân bằng động lượng (4.17 và 4.18), vế trái là các gia tốc cục bộ, gia tốc đối lưu của chất lỏng cùng với thành phần lực Coriolis còn vế phải là các thành phần trọng lực (thể hiện qua độ dốc mặt nước), chênh lệch khí áp, ứng suất tiếp trên bề mặt và đáy biển, và ứng suất nội trong chất lỏng.

Một số chú ý khi triển khai áp dụng mô hình nước dâng (Sorensen, 2006):

Ứng suất đáy biển cần được chọn cẩn thận theo thực nghiệm (căn cứ vào các tài liệu nghiên cứu) và phải được kiểm định theo các thời kì lặng gió cũng như kết quả từ các cơn bão trước.

Cần tính đến nước dâng do sóng (vốn khác hẳn nước dâng do gió bão); nước dâng do sóng này chỉ có ở đới sóng vỡ gần bờ. Về lý thuyết, độ dốc của đường nước dâng bằng

khoảng 18% độ dốc đáy biển sát bờ. Như vậy ở một bãi biển có độ dốc 2%, trong điều kiện bão, sóng vỡ cách bờ 100 m thì độ dâng của nước gần bờ do sóng sẽ khoảng 35 cm; như vậy rất đáng kể và không thể bỏ qua được. Riêng điều này sẽ được thảo luận ở mục tiếp theo.

Lưu ý cung cấp đầy đủ số liệu cho tốc độ gió và khí áp mặt biển vùng nghiên cứu. Nếu là dự báo bão, không có số liệu thực đo thì có thể dùng mô hình bão chuẩn.

Nếu tính trên diện rộng có thể phải tính riêng nước dâng do áp suất khí quyển rồi cộng thêm vào thành phần nước dâng do gió bão.

## 2. Các mô hình số trị thông dụng

- **MIKE21-HD và MIKE21-FlowFM**

Các mô hình này đồng thời là các mô-đun trong bộ phần mềm MIKE được biết đến rộng rãi. MIKE21-HD cung cấp lời giải số trị trên lưới chữ nhật; mô hình này ban đầu được xây dựng theo phương pháp sai phân hữu hạn. Tuy nhiên, nhu cầu tính toán với độ chính xác cao khiến cho phần mềm được cải tiến với phiên bản tính bằng phương pháp thể tích hữu hạn với khối tam giác, đó là mô-đun MIKE21-FlowFM.

- **Delft3D-Flow**

Mô-đun tính thủy động lực này đóng vai trò cốt lõi của bộ phần mềm Delft3D (Hà Lan), vốn được sử dụng rộng rãi cho nhiều dự án trên thế giới. Delft3D được lập trình bằng ngôn ngữ Fortran, đảm bảo hiệu năng cao và ổn định. Lưới tính toán có dạng trực giao (thẳng hoặc cong, phù hợp với những dải bờ biển có địa mạo đơn giản, ít vũng vịnh). Từ năm 2013, mã lệnh của các mô-đun tính toán trong Delft3D được công bố dưới hình thức nguồn mở. Đây là nguồn tài liệu quý giá để các đơn vị nghiên cứu tìm hiểu, khai thác và cải tiến chương trình để áp dụng cho điều kiện địa phương.

- **ADCIRC**

ADCIRC (ADvanced CIRculation model, <http://adcirc.org/>) là một bộ phần mềm chương trình máy tính để giải các bài toán thủy động lực và truyền chất nói chung trong không gian 2 hoặc 3 chiều. Riêng đối với bài toán tính nước dâng do bão, ADCIRC với ưu điểm sử dụng phương pháp phân tử hữu hạn cho phép tính được mực nước và dòng chảy ven bờ đạt độ chính xác cao. ADCIRC được viết bằng ngôn ngữ Fortran và chạy được trên nhiều hệ điều hành họ UNIX, Linux, Windows và Mac OS X. Một số đặc điểm của phần mềm này gồm có:

- Sử dụng tọa độ Đề-các, hoặc tọa độ cầu cho vùng địa lý lớn
- Mô phỏng quá trình khô-ướt
- Mô phỏng các thành chắn, các công trình xếp

- Cho phép hot start (khởi động từ một kết quả mô phỏng trước đó)
- Có thể chạy song song bằng giao thức MPI
- Kết quả đầu ra dạng text hoặc NetCDF (dạng chuẩn số liệu khoa học)

Trên thực tế, mô hình ADCIRC kết hợp với mô hình sóng như STWAVE hoặc SWAN được sử dụng rộng rãi để đánh giá rủi ro ven biển theo thời gian thực cho các vùng biển Hoa Kỳ, ví dụ ở trang web <http://nc-cera.renci.org/>

- **SLOSH**

SLOSH (viết tắt của Sea, Lake and Overland Surges from Hurricanes) là mô hình được phát triển bởi National Weather Service (Cục Thời tiết Hoa Kỳ) và dùng trong tác nghiệp dự báo nước dâng do bão nhiệt đới.

SLOSH tính toán mô phỏng được các hiện tượng: Dòng chảy qua các doi cát, luồng lạch – ưu điểm quan trọng khi tính cho các bờ biển hình dạng phức tạp ngập lụt dải ven bờ: cho phép mô phỏng nước chảy vào trong bờ dưới tác động của gió bão dòng chảy tràn qua các đê, kè, tường chắn, đường giao thông sóng phản xạ liên tiếp bị “giam” dọc bờ.

Nhưng SLOSH không tính được các hiện tượng: sóng vỡ, vốn là nhân tố góp phần quan trọng làm dâng nước ven bờ dòng chảy sông và mưa trong bão tố (tuy vậy, kết quả đầu ra của SLOSH có thể dùng làm đầu vào cho mô hình thủy lực sông).

Trong quy trình dự báo nước dâng của Cục Thời tiết Hoa Kỳ, phương pháp xác suất cho kết quả chuẩn xác hơn về rủi ro nước dâng. Cơ sở của phương pháp này là tính đến độ bất định về đường đi, bán kính và cường độ bão. Từ đó dự đoán nhiều kịch bản khác nhau. (Có thể đưa phần này vào kinh nghiệm dự báo thiết kế.)

Một kỹ thuật tác nghiệp khác là dự báo đường bao nước dâng lớn nhất bởi một cường độ bão nhất định đối với một khu vực, nếu xét đến các vị trí đồ bộ khác nhau và các hướng đồ bộ khác nhau.

- **IMTSP**

Trong khuôn khổ dự án UNDP VIE/87/020 về thủy động lực vùng Biển Đông, Viện Cơ học đã lập nên mô hình thủy động lực IMTSP với chương trình tính toán trên máy PC bằng ngôn ngữ Fortran. Mô hình 2 chiều theo phương ngang, phục vụ tính toán độ cao nước dâng và vận tốc dòng chảy trung bình theo độ sâu. Ngoài ra, mô hình có thể dùng để tính lan truyền triều và dòng chảy do gió.

IMTSP dựa trên phương pháp sai phân hữu hạn với lược đồ ẩn có độ chính xác bậc nhất theo thời gian và bậc 2 theo không gian. Mô hình chạy ổn định cho  $\Delta t/\Delta x \leq 0,3 \times 10^{-3}$  đối với toàn bộ Biển Đông.



Mô hình được kiểm định cho 25 cơn bão xuất hiện từ năm 1962 đến 1985. Sau đó mô hình được thẩm định cho 10 cơn bão, trong đó 9 cơn xuất hiện trong những năm 1980 và một cơn bão năm 1962 (Babe). Kết quả thẩm định tương đối tốt với 100% có sai số độ cao nước dâng dưới 20 cm; sai số về thời gian xuất hiện tối đa là 3 giờ.

### **3.1.3.3. Nhận xét chung**

Các mô hình tính toán nước dâng và dòng triều được phát triển từ sớm và đến nay được cải thiện rất nhiều. Có thể nói, phần cơ sở lý thuyết là phần cố định, không thể bổ sung thêm gì. Phần các thông số và hệ số có thể phần nào được cải thiện: các công thức kinh nghiệm có thể được lựa chọn, sau đó mô hình được kiểm định và thẩm định.

Yếu tố gây ra sai số tương đối lớn là địa hình chi tiết vùng ven bờ và phân bố của trường gió trong bão. Những số liệu đo đạc nói chung cần phải được tập hợp đầy đủ, đặc biệt với những vùng có điểm đo thưa thớt và những vùng có sự biến đổi địa hình đáy biển diễn ra mạnh mẽ.

Vùng bờ biển Việt Nam có hình thái phức tạp và phương pháp mô hình số trị được khuyến nghị sử dụng. Phương pháp này còn ưu điểm có thể so sánh được giữa các kịch bản vốn khác nhau về giá trị một thông số nhất định để khảo sát độ nhạy của thông số đó.

Đối với dự án hiện tại, phần mềm được sử dụng là MIKE21-FM (phiên bản lưới tam giác) để tính toán chi tiết vùng ven bờ và Delft3D-Flow (lưới chữ nhật) để tính vùng lưới rộng (Biển Đông). Đây là hai bộ phần mềm mô hình đồ sộ, có tính năng mạnh mẽ được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Đặc biệt, mô hình MIKE21 có giao diện thân thiện trong môi trường Windows, thuận lợi trong việc trao đổi số liệu và kết quả tính toán giữa chuyên gia chạy mô hình và các chuyên viên, kỹ sư sử dụng kết quả mô hình. Dĩ nhiên, có thể lập một lưới tam giác có độ phân giải biến đổi cho cả vùng Biển Đông lẫn gần bờ. Nhưng với mô phỏng thủy động lực Biển Đông chỉ cần mô hình sai phân hữu hạn (lưới chữ nhật) đơn giản cũng đem lại kết quả tương đối chính xác và thời gian tính toán nhanh. Hơn nữa, việc tích hợp trường gió bão làm đầu vào cho mô hình được thực hiện qua một ứng dụng nhỏ của PGS Nghiêm Tiến Lam xây dựng riêng cho mô hình Delft3D. Bởi vậy công đoạn thực hiện sẽ gồm hai mô hình ghép: mô hình Delft3D ở phạm vi rộng, và kết quả tính được từ mô hình này sẽ được trích xuất và dùng làm biên cho mô hình MIKE21 nhỏ hơn cho vùng gần bờ.

### **3.1.4. Tổng hợp các yếu tố cấu thành mực nước thiết kế**

#### **3.1.4.1. Thủy triều và nước dâng do gió bão**

Hai thành phần này là độc lập nhau và mực nước tổng hợp sẽ bằng hai thành phần này cộng lại. Tuy nhiên, mực nước thiết kế ứng với tần suất  $P(\%)$  nhất định phải ứng với mực nước triều xảy ra với tần suất  $P$  và chiều cao nước dâng cùng tần suất; hai đại lượng này thường không xuất hiện đồng thời. Khi dùng mô hình số trị cần phải tính cả thủy triều lẫn nước dâng và tìm ra mực nước tổng cộng ứng với một tần suất  $P$  cho trước.

#### **3.1.4.2. Biến đổi khí hậu và nước dâng dài hạn**

Về vấn đề này, nhiều nghiên cứu trên thế giới xác định tốc độ tăng mực nước biển. Mặc dù độ tăng này tương đối nhỏ không ảnh hưởng nhiều đến nước dâng do gió bão, song cũng ảnh hưởng đến hình dạng của sóng triều. Chẳng hạn, Nguyễn Hữu Nhân (2012) đã minh họa tác động kép của NB lên dao động mực nước đon sóng triều M2. Dựa theo số liệu thực đo giai đoạn 1984 - 2010, tác giả cho thấy pha ban đầu của sóng triều M2 đã giảm đi khoảng 5 độ.

#### **3.1.4.3. Các ảnh hưởng của sóng**

##### **1. Nước dâng do sóng**

Khi sóng nước truyền từ ngoài khơi vào bờ, nó mang theo một “lực đẩy” được gọi là ứng suất bức xạ  $S_{xx}$  theo phương vuông góc với bờ. Ứng suất bức xạ này gây ra nước dâng do sóng.

Trong điều kiện đặc biệt, khi sóng tới truyền xiên góc đáng kể so với pháp tuyến bờ biển thì sau khi phản xạ tại bờ, sóng không thể truyền ra khơi mà vẫn truyền theo từng “nhịp” men theo bờ. Năng lượng sóng tích tụ có thể gây nước dâng đáng kể, chẳng hạn bão Dennis (2005) quét qua Vịnh Mêhicô đã gây ra bão sóng chạy dọc bờ Tây bán đảo Florida, làm nước dâng mạnh ở Vịnh Apalachee (mức 8,2 ft) gần bằng cực đại nước dâng ở cách đó khá xa. Như vậy bão sóng có tác dụng nâng mực nước trong những điều kiện nhất định.

##### **2. Nghiên cứu cụ thể tác động của sóng đến nước dâng**

Phương pháp tính toán sóng kết hợp với thủy triều đã được áp dụng rộng rãi. Nguyễn Xuân Hiền (2013) đã dùng mô hình số trị mô phỏng mực nước cực trị trong bão và thấy rằng riêng ở Hải Phòng nếu bỏ qua tính toán sóng thì trị số nước dâng chỉ đạt khoảng 78% so với có tính toán sóng. Như vậy, việc kết quả thứ hai chính xác hơn đã khẳng định sự cần thiết phải tính toán kết hợp sóng+triều.

### 3.1.5. Kết luận

Đối với những hiện tượng liên quan đến nước dâng, các vấn đề sau có thể nhận thấy (Kamphuis, 2000):

- Các cơn bão dữ dội sẽ xảy ra thường xuyên hơn
- Nước dâng sẽ tăng nhiều hơn do hoạt động bão mạnh hơn chứ không phải do bản thân mực nước biển dâng một chút; hơn nữa nước biển dâng sẽ làm độ sâu nước tăng và mức độ nước dâng sẽ kém đi.
- Sóng mạnh hơn và bên cạnh các hiệu ứng như sóng leo, sóng tràn, còn lưu ý rằng mực nước dâng do sóng (*wave-set up*) cũng tăng lên, gây nguy hại đường bờ.

Để tính toán MNTK trong điều kiện biến đổi khí hậu - nước biển dâng, phương pháp mô hình số trị dựa trên cơ sở lý thuyết sóng nước nông tỏ ra hữu hiệu. Nó cho phép tính toán tổng hợp các yếu tố: triều thiên văn, tác động của yếu tố khí tượng (gió bão, khí áp) đối với nước dâng, và sóng gió; đồng thời có thể mô phỏng được các kịch bản nước biển dâng một cách thuận tiện qua việc điều chỉnh điều kiện ban đầu của mô hình.

## 3.2. TÍNH TOÁN THỬ NGHIỆM CHO MỘT KM ĐÊ BIỂN ĐIỂN HÌNH TỈNH SÓC TRĂNG – BẠC LIÊU TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH, NƯỚC BIỂN DÂNG

### 3.2.1. Kịch bản biến đổi khí hậu khu vực đoạn đê biển điển hình với kịch bản bất lợi trung bình

Các kịch bản phát thải khí nhà kính được lựa chọn để tính toán, xây dựng kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam là kịch bản phát thải thấp (kịch bản B1), kịch bản phát thải trung bình của nhóm các kịch bản phát thải trung bình (kịch bản B2) và kịch bản phát thải cao nhất của nhóm các kịch bản phát thải cao (kịch bản A1FI). Các kịch bản nước biển dâng được xây dựng cho bảy khu vực bờ biển của Việt Nam, bao gồm: (1) Khu vực bờ biển từ Móng Cái đến Hòn Dấu; (2) Khu vực bờ biển từ Hòn Dấu đến đèo Ngang; (3) Khu vực bờ biển từ đèo Ngang đến đèo Hải Vân; (4) Khu vực bờ biển từ đèo Hải Vân đến Mũi đại Lãnh; (5) Khu vực bờ biển từ Mũi đại Lãnh đến Mũi Kê Gà; (6) Khu vực bờ biển từ Mũi Kê Gà đến Mũi Cà Mau; và (7) Khu vực bờ biển từ Mũi Cà Mau đến Hà Tiên.

Theo kịch bản phát thải trung bình (B2): Vào giữa thế kỷ 21, trung bình trên toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 24-27cm. Đến cuối thế kỷ 21, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 62-82cm; thấp nhất ở khu vực Móng Cái trong khoảng từ 49-64cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 57-73cm.

Đối với kịch bản phát thải trung bình thì mực nước dâng do biến đổi tại khu vực nghiên cứu như bảng 3-3.

Như vậy đối với kịch bản nước biển dâng chuyên đề đề tính toán cho kịch bản phát thải trung bình và lựa chọn 3 kịch bản tính toán chính cho khu vực gồm:

- Kịch bản 1: Nước biển dâng năm 2020: 9cm
- Kịch bản 2: Nước biển dâng năm 2050: 27cm
- Kịch bản 3: Nước biển dâng năm 2100: 75cm

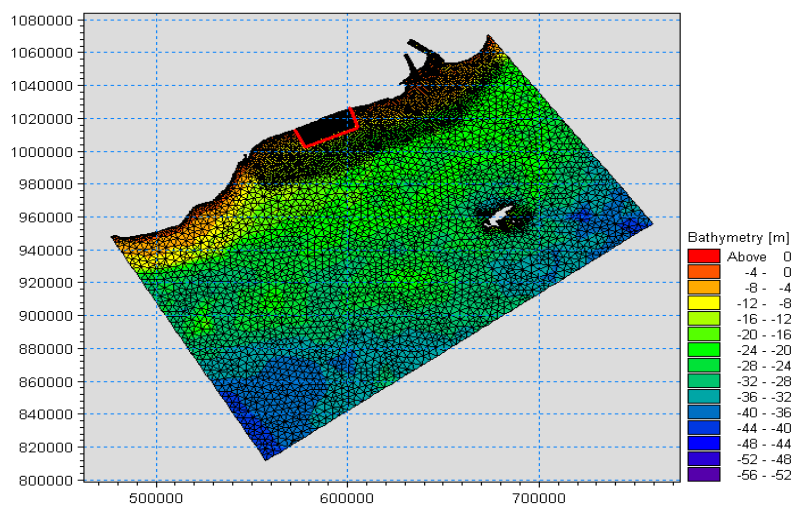
*Bảng 3-3: Mực nước biển dâng tại khu vực nghiên cứu*

STT	Năm	Mực nước biển dâng (cm)
1	2020	8-9
2	2030	12-13
3	2040	17-20
4	2050	24-27
5	2060	31-36
6	2070	38-45
7	2080	46-55
8	2090	54-66
9	2100	62-77

### 3.2.2. Mô hình tính toán

Mô hình miền lớn phục vụ tính toán lan truyền sóng từ nước sâu vào khu vực miền tính chi tiết cho đoạn đê điển hình. Miền tính toán khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu được thiết lập làm 7 biên với 4 biên sông và 3 biên biển.

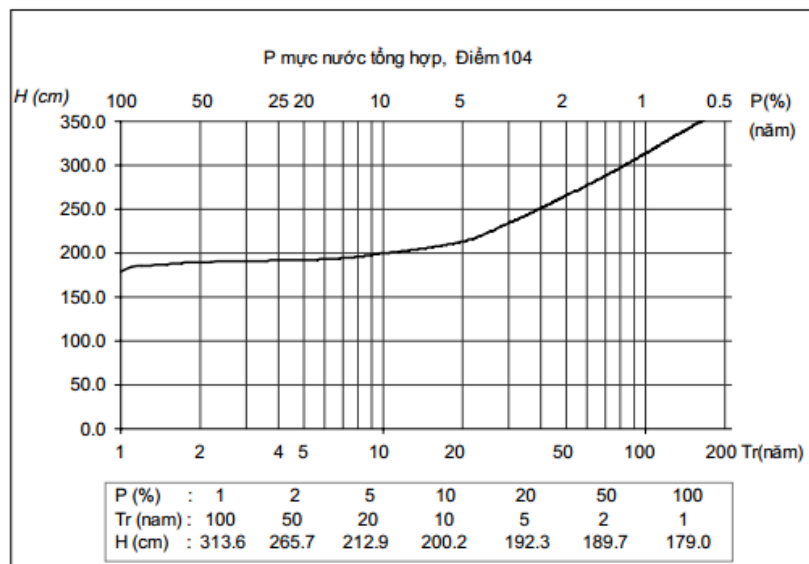
- Biên sông gồm: biên sông Gành Hào, biên sông Mỹ Thanh, biên sông Trần Đề và biên sông Định An;
- Biên biển gồm: biên phía Bắc, biên phía Đông và biên phía Nam.



*Hình 3-7: Miền tính, lưới tính cho khu vực miền lớn*

### 3.2.3. Tính lại mực nước triều ứng với kịch bản bất lợi trung bình

Khu vực nghiên cứu là vùng biển Sóc Trăng – Bạc Liêu có hệ thống đê biển cấp IV tức là tương đương với tần suất thiết kế là 5%. Vì vậy mực nước thiết kế để sử dụng tính toán được lấy là mực nước thiết kế với tần suất 5%.



Hình 3-8: Đường tần suất mực nước tổng hợp tại thị trấn Gành Hào, Giá Rái, Bạc Liêu

Theo tiêu chuẩn thiết kế đê biển hiện hành, với tần suất thiết kế đê biển hiện tại là 5%, tương ứng với mực nước thiết kế (MNTK) là 2,13m. Theo kết quả phân tích các kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam thì hiện nay có 3 kịch bản phát thải là: phát thải cao, phát thải trung bình và phát thải thấp, ứng với mỗi kịch bản phát thải có dự tính mực nước biển dâng cho các năm từ năm 2020 đến 2100.

- Kịch bản nước biển dâng năm 2020:  
 $MN = MNTK + MNBD\ 2020 = 2,13 + 0,09 = 2,22\ m$
- Kịch bản nước biển dâng năm 2050:  
 $MN = MNTK + MNBD\ 2050 = 2,13 + 0,27 = 2,4\ m$
- Kịch bản nước biển dâng năm 2100:  
 $MN = MNTK + MNBD\ 2100 = 2,13 + 0,75 = 2,88m$

### 3.2.4. Tính toán lại chiều cao sóng trước chân công trình

Theo tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đê biển năm 2012 sử dụng kết quả phân tích sóng cung cấp tại biên nước sâu ngoài khơi khu vực xem xét. Kết quả tính toán các tham số sóng vùng nước sâu cho khu vực ven bờ từ Bà Rịa Vũng Tàu đến Kiên Giang:

- Vùng 1: Vũng Tàu – Cửa Định An;
- Vùng 2: Cửa Định An – Phía đông Mũi Cà Mau;
- Vùng 3: Phía tây Mũi Cà Mau – Rạch Giá;
- Vùng 4: Rạch Giá – Hà Tiên;

Bảng 3-4: Kết quả tính toán tham số sóng nước sâu

Vùng	Yếu tố	Chu kỳ lặp [năm]						
		10	20	50	100	125	150	200
1	Hsig [m]	8.22	8.64	9.19	9.61	9.74	9.85	10.03
	T [s]	10.7	11.0	11.4	11.7	11.8	11.9	12.0
2	Hsig [m]	5.32	5.59	5.95	6.22	6.31	6.38	6.49
	T [s]	8.4	8.7	9.0	9.2	9.3	9.3	9.4
3	Hsig [m]	4.70	4.94	5.25	5.49	5.57	5.63	5.73
	T [s]	7.9	8.1	8.4	8.6	8.7	8.7	8.8
4	Hsig [m]	4.35	4.57	4.86	5.08	5.15	5.21	5.30
	T [s]	7.6	7.8	8.0	8.2	8.3	8.3	8.4

Với khu vực nghiên cứu thuộc vùng 2, tần suất thiết kế 20 năm thì chiều cao sóng nước sâu là 5,59m và chu kỳ sóng là 8,7s. Sử dụng mô hình Mike 21SW tính toán lan truyền sóng thiết kế vào chân công trình.

Sóng nước sâu thiết kế 5% = 5,59m ;  $T_p = 8,7s$  và  $MNTK = 2,13 m$

Sau khi tính toán lan truyền sóng cho khu vực miền lớn. Sử dụng kết quả tính toán làm biên sóng cho khu vực miền nhỏ. Theo kết quả tính toán lan truyền sóng miền lớn thì kết quả tại biên miền nhỏ chiều cao sóng giảm còn 3,5m. Chiều cao sóng này sẽ là đầu vào để tính toán cho miền nhỏ.

### 3.2.5. Tính toán lại sóng theo kịch bản nước biển dâng trung bình

#### a, Kịch bản hiện trạng

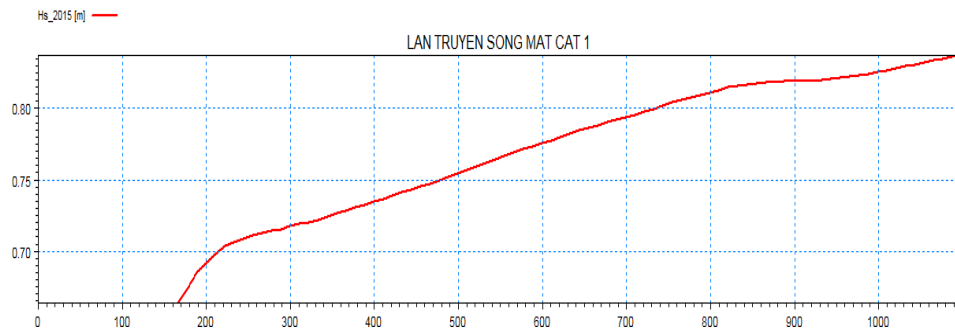
Miền tính, lưới tính cho đoạn đê biển điển hình đã được thiết lập ở các chuyên đề trước. Sau khi tính toán kết quả lan truyền sóng miền lớn thì đưa ra kết quả chiều cao sóng tại biên miền nhỏ giảm còn  $H_s = 3,5m$ , mực nước thiết kế kịch bản hiện trạng 2015 là 2,13m, chu kỳ sóng 8,7s, mực nước thiết kế 2,13m.

Bảng 3-5: Tọa độ vị trí các điểm đầu và điểm cuối của 3 mặt cắt

STT	X	Y
MC1	590577	1022014
	590953	1020982
MC2	590401	1021955
	590757	1020913
MC3	590193	1021891
	590536	1020831

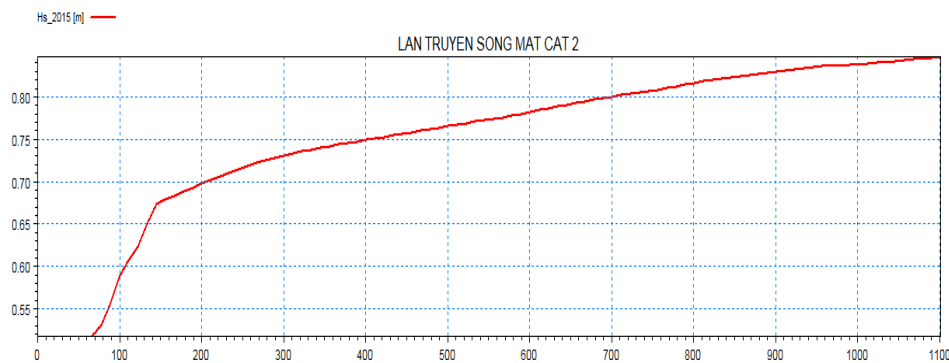
Để đánh giá được định lượng lan truyền sóng từ ngoài khơi vào chân công trình, chuyên đề lựa chọn ra 3 mặt cắt đại diện trên khu vực nghiên cứu (bảng 3-5).

- Trích xuất kết quả lan truyền sóng qua các mặt cắt



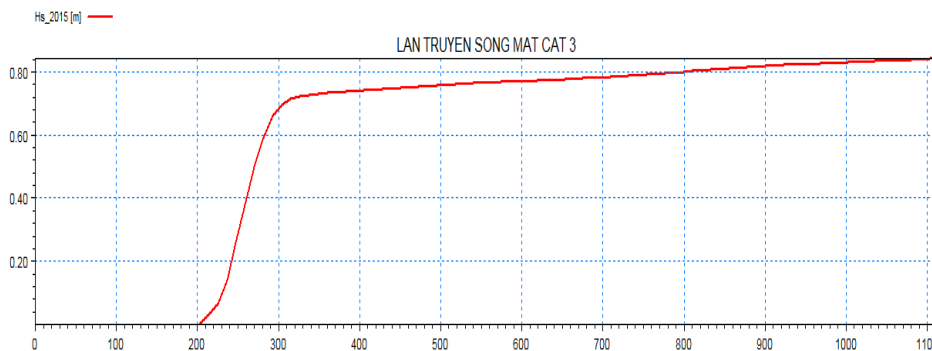
Hình 3-9: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 1

Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 1: chiều cao sóng có xu thế giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi vào gần bờ do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.



Hình 3-10: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 2

Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 2: chiều cao sóng tại mặt cắt 2 giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi cách bờ khoảng 150m do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.



Hình 3-11: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 3

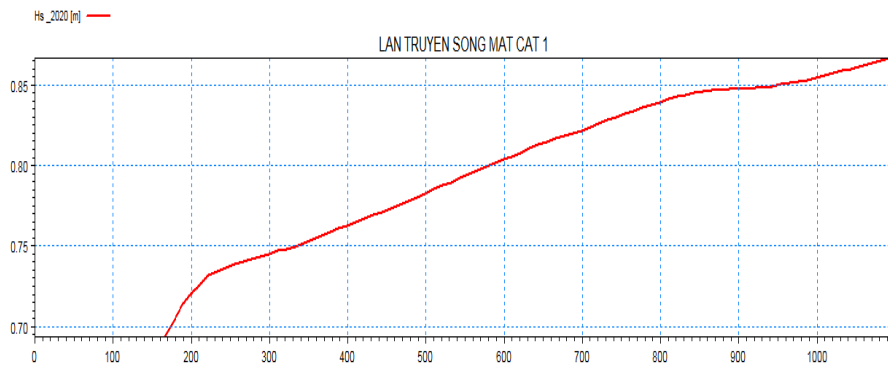
Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 3: chiều cao sóng tại mặt cắt 3 giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi cách bờ khoảng 300m do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.

b, Kịch bản nước biển dâng 2020

$$MN = MNTK + MNBD\ 2020 = 2,13 + 0,09 = 2,22\ m$$

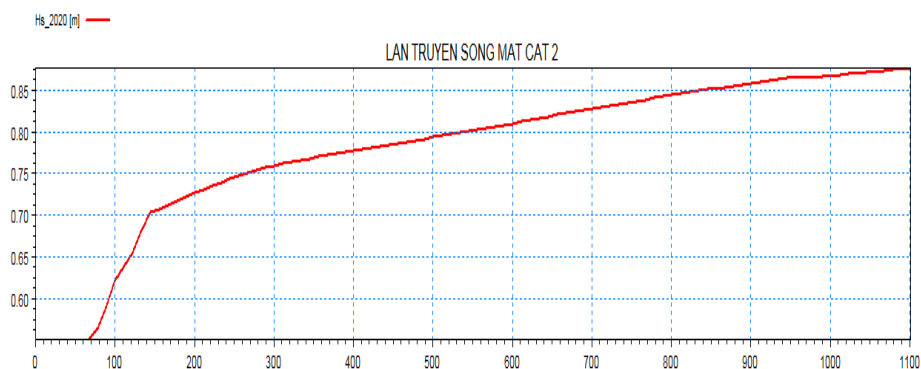
Chiều cao sóng  $H_s = 3,5m$ , chu kỳ  $T_p = 8,7s$

- Trích xuất kết quả lan truyền sóng qua các mặt cắt



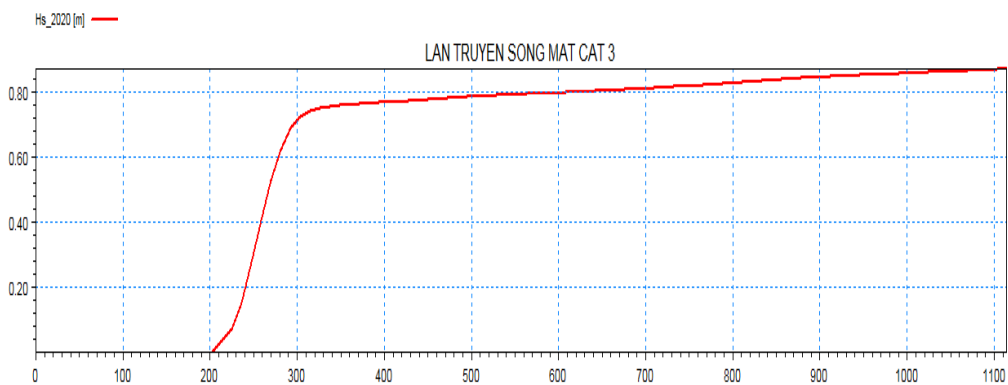
Hình 3-12: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 1

Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 1: chiều cao sóng giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi cách bờ khoảng 300m do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.



Hình 3-13: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 2

Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 2: chiều cao sóng giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi cách bờ khoảng 300m do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.



Hình 3-14: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 3

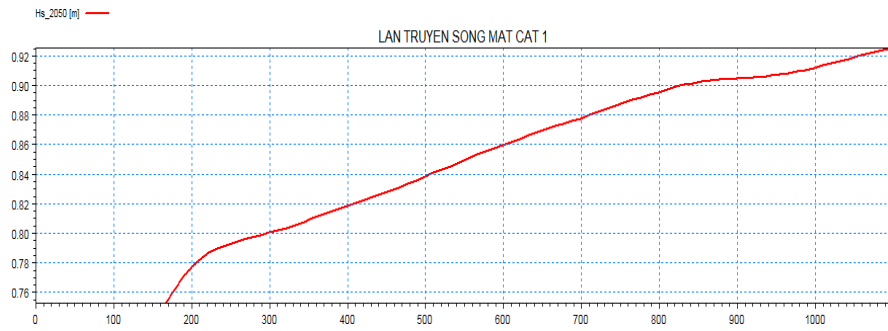
Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 3: chiều cao sóng có xu thế giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi cách bờ khoảng 300m do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.

c. Kịch bản nước biển dâng 2050

$$MN = MNTK + MNBD\ 2050 = 2,13 + 0,27 = 2,4\ \text{m}$$

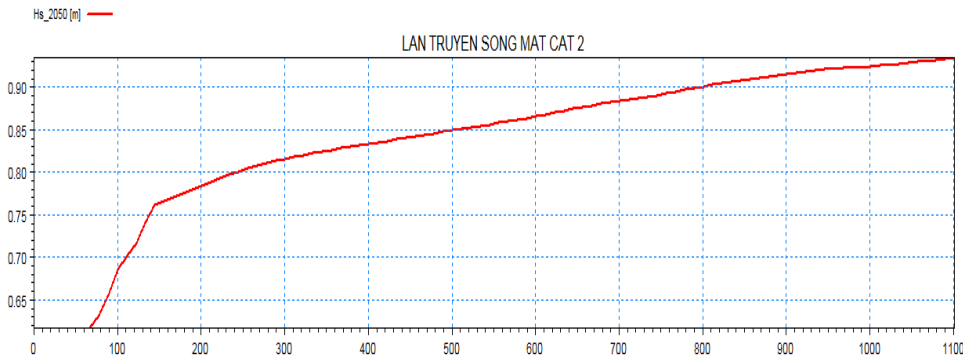


Chiều cao sóng  $H_s = 3,5\text{m}$ , chu kỳ  $T_p = 8,7\text{s}$   
 - Trích xuất kết quả lan truyền sóng qua các mặt cắt



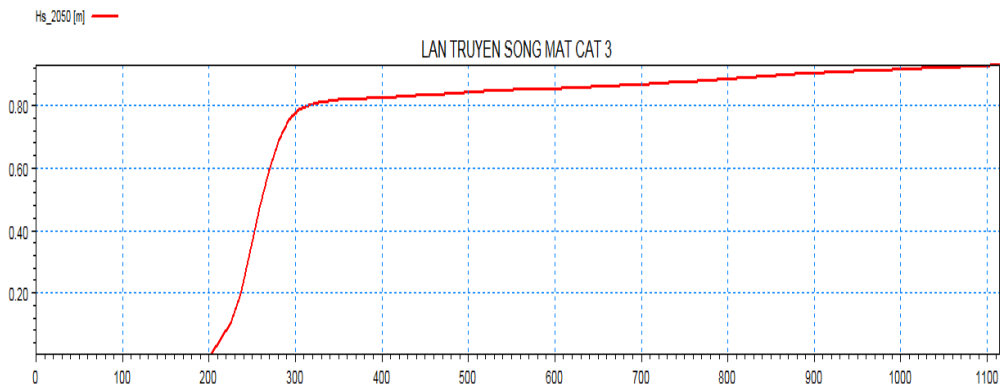
Hình 3-15: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 1

Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 1: chiều cao sóng giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi càng vào gần bờ do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.



Hình 3-16: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 2

Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 2: chiều cao sóng giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi cách bờ khoảng 150m do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.



Hình 3-17: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 3

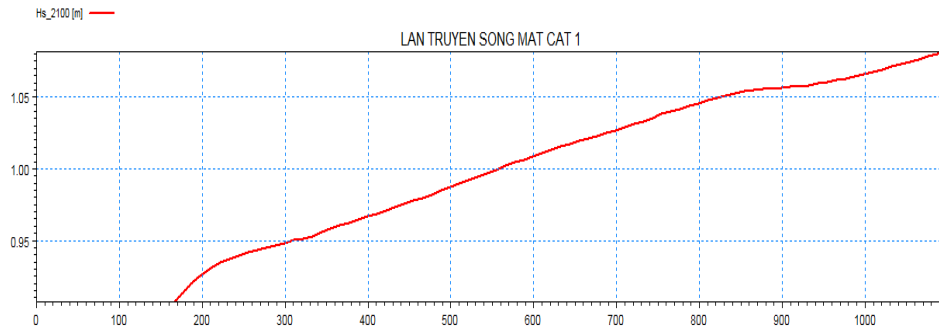
Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 3: chiều cao sóng tại mặt cắt 3 có xu thế giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình. Theo kết quả tính toán lan truyền sóng, khi cách bờ khoảng 300m do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.

d. Kịch bản nước biển dâng 2100:

$$MN = MNTK + MNBD\ 2100 = 2,13 + 0,75 = 2,88\text{m}$$

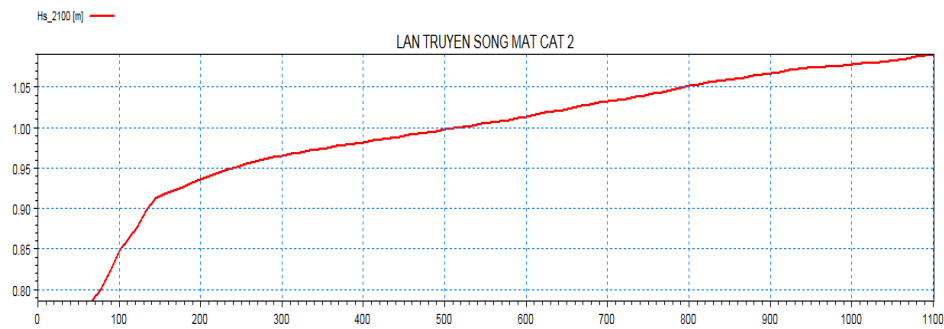
Chiều cao sóng  $H_s = 3,5\text{m}$ , chu kỳ  $T_p = 8,7\text{s}$

- Trích xuất kết quả lan truyền sóng qua các mặt cắt



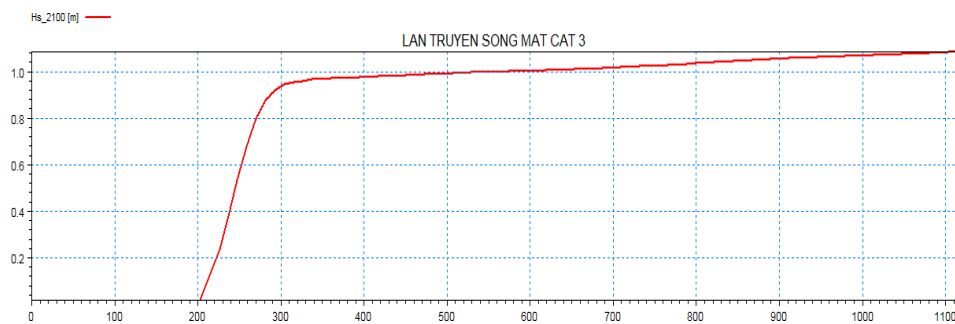
Hình 3-18: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 1

Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 1: chiều cao sóng giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi càng vào gần bờ do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.



Hình 3-19: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 2

Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 2: chiều cao sóng giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi cách bờ khoảng 200m do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.



Hình 3-20: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 3

Kết quả diễn biến chiều cao sóng tại mặt cắt 3: chiều cao sóng giảm dần từ ngoài khơi vào phía chân công trình và khi cách bờ khoảng 300m do địa hình thay đổi dẫn đến chiều cao sóng đổi nhanh chóng.

### 3.2.6. Tính toán lại cao trình đê biển thiết kế trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng

#### 3.2.6.1. Tính toán các tham số sóng thiết kế

Chiều cao sóng nước sâu:  $H_0 = 5.59$  (m)

Chiều cao sóng tại chân công trình: Theo chuyên đề 8.3.3.e2 – Kịch bản trung bình, ta xác định được chiều cao sóng trước chân công trình tại mặt cắt 2 cho kịch bản nước biển dâng 2050 là:  $H_s = 0.714$  (m)

Mực nước thiết kế (MNTK):  $MNTK = 2.13$  (m)

Góc sóng tới tại biên phía biển:  $\beta_0 = 0^\circ$

Chu kỳ sóng: Theo công thức Nguyễn Xuân Hùng (1999), quan hệ độ cao và chu kỳ sóng cho vùng biển 62 (Nam Bộ), (thống kê cho  $T < 8.6$  s,  $H < 24.4$  m, hệ số tương quan  $R = 0.988$ ) được tính theo công thức sau:

$$H = 3.64 \times 10^{-4} T^{5.164} \Rightarrow T_m = 4.634 \times H_s^{0.194} = 4.634 \times 0.741^{0.194} = 4.37(s)$$

Chu kỳ đỉnh sóng:  $T_p = 1.2 \times T_m = 1.2 \times 4.37 = 5.25(s)$

$$\Rightarrow T_{m-1,0} = \frac{T_p}{1.1} = \frac{5.25}{1.1} = 4.77(s)$$

Chiều dài sóng ứng với chu kỳ  $T_{m-1,0}$ :

$$L_{m-1,0} \approx 1.56 \times T_{m-1,0} = 1.56 \times 4.77 = 35.49(m)$$

Độ dốc sóng:

$$S_{m-1,0} = \frac{H_s}{L_{m-1,0}} = \frac{0.741}{35.49} = 0.02$$

#### 3.2.6.2. Tính toán cao trình đỉnh đê theo tiêu chuẩn sóng leo

Khu vực Sóc Trăng – Bạc Liêu có hệ thống đê biển cấp IV, ứng với tần suất thiết kế với  $P_{tk} = 5\%$ , theo tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đê biển ta có độ gia tăng an toàn  $a = 0.3$  (m).

a) Trường hợp 1: Đê không cơ, không tường đỉnh

- Hệ số mái đê phía biển:  $m = 4 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{1}{m} = 0.25$
- Chỉ số sóng vỡ Irribaren:  $\xi_{m-1,0} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{S_{m-1,0}}} = \frac{0.25}{\sqrt{0.02}} = 1.73$
- Tính toán các hệ số chiết giảm :
  - Đê không có cơ :  $\gamma_b = 1$
  - Góc sóng tới vuông góc với bờ:  $\gamma_\beta = 1 - 0,0022 \times |\beta| = 1$
  - Hệ số chiết giảm do độ nhám mái:  $\gamma_f = 0.90$

- Tính chiều cao sóng leo:

Ta có:  $\gamma_b \times \xi_{m-1,0} = 1 \times 1.73 = 1.73 < 1.8 \Rightarrow$  Sóng vỡ

Chiều cao sóng leo trong trường hợp sóng vỡ được tính theo công thức:

$$R_{slp} = 1,75 \gamma_b \gamma_f \xi_{m-1,0} H_s \quad (*)$$

Thay số ta được:  $R_{slp} = 2.02 \text{ (m)}$

- Cao trình đỉnh đê

Cao trình đỉnh đê mái nghiêng loại không tràn nước được tính theo chiều cao sóng leo thiết kế như sau:

$$Z_{đđ} = Z_{tk,p} + R_{slp} + a + b \quad (**)$$

Trong đó:

$Z_{đđ}$  - Cao trình đỉnh đê thiết kế (m);

$Z_{tk,p}$  - Mức nước thiết kế (MNTK), là mức nước biển ứng với tần suất thiết kế;

$R_{slp}$  - Độ cao lưu không của đỉnh đê trên MNTK, tính theo sóng leo thiết kế (m);

a - Trị số gia tăng độ cao (m).

b - Độ dâng cao của mực nước biển do biến đổi khí hậu toàn cầu.

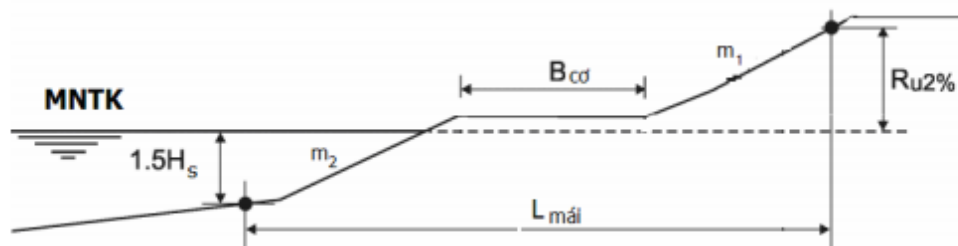
Vậy cao trình đỉnh đê ứng với trường hợp đê không có cơ, không tường đỉnh tính theo công thức (\*\*) cho kịch bản nước biển dâng 2050 là:

$$Z_{đđ} = 2.13 + 2.02 + 0.3 + 0.27 = 4.72 \text{ (m)}$$

b) Trường hợp 2: Đê có cơ, không tường đỉnh

1.1. Mái đê phía trên và phía dưới cơ đê có cùng hệ số mái

- Hệ số mái:  $m_1 = m_2 = 4 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{1}{m} = 0.25$



- Bề rộng cơ đê theo tiêu chuẩn thiết kế đê biển không được lớn hơn 2 lần chiều dài sóng, và phải đảm bảo điều kiện thi công, thông thường chọn  $B_{cơ} = 5 \text{ (m)}$ .
- Cao trình cơ đê: giả sử  $Z_{cơ} = 2 \text{ (m)} < \text{MNTK}$
- Chỉ số sóng vỡ Irribaren:  $\xi_{m-1,0} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{S_{m-1,0}}} = \frac{0.25}{\sqrt{0.02}} = 1.73$

- Chiều dài cơ đê được tính như sau:

$$L_{co} = H_s \cdot m_1 + B_{co} + H_s \cdot m_2 = 10.93 \text{ (m)}$$

- Tính toán hệ số chiết giảm do cơ đê:

$$\gamma_b = 1 - \frac{B_{co}}{L_{co}} \cdot \left[ 0,5 + 0,5 \cdot \cos \left( \pi \cdot \frac{d_h}{x} \right) \right] \quad (***)$$

Trong đó:  $x = 2 \times H_s = 1.48$  (do cơ đê dưới MNTK)

$$d_h = MNTK - Z_{co} = 2.13 - 2 = 0.13$$

Thay số ta được:  $\gamma_b = 0.55$

Ta có:  $\gamma_b \times \xi_{m-1,0} = 0.855 \times 1.73 = 0.95 < 1.8 \Rightarrow$  Sóng vỡ

- Chiều cao sóng leo thiết kế:

Thay số vào công thức (\*) ta có chiều cao sóng leo thiết kế là:  $R_{slp} = 1.11 \text{ (m)}$

- Cao trình đỉnh đê tính theo công thức (\*\*) như sau:

$$Z_{đđ} = 2.13 + 1.11 + 0.3 + 0.27 = 3.81 \text{ (m)}$$

### 1.2. Trường hợp 2 mái không bằng nhau

- Hệ số mái:  $m_1 = 3, m_2 = 4$
- Bề rộng cơ đê theo tiêu chuẩn:  $B_{co} = 5 \text{ (m)}$
- Cao trình cơ đê: giả sử  $Z_{co} = 2 \text{ (m)} < MNTK$
- Chiều dài cơ đê:  $L_{co} = H_s \cdot m_1 + B_{co} + H_s \cdot m_2 = 10.19 \text{ (m)}$
- Tính toán hệ số chiết giảm do cơ đê theo công thức (\*\*):  $\gamma_b = 0.52$
- Tính toán chiều cao sóng leo thiết kế:
  - Giả sử:  $R_{slp}^{gt} = H_s = 0.741 \text{ (m)}$
  - Chiều dài mái đê được tính theo công thức:

$$L_{mai} = (R_{slp}^{gt} + d_h) \cdot m_1 + B_{co} + (1,5H_s - d_h) \cdot m_2 = 11.54 \text{ (m)}$$

- Hệ số mái quy đổi:

$$\tan \alpha_{qd} = \frac{1,5H_s + R_{slp}^{gt}}{L_{mai} - B_c} = 0.28$$

$\Rightarrow$  Chỉ số sóng vỡ Irribaren là:  $\xi_{m-1,0} = \frac{\tan \alpha_{qd}}{\sqrt{S_{m-1,0}}} = 1.96$

- Ta có:  $\gamma_b \times \xi_{m-1,0} = 0.52 \times 1.96 = 1.02 < 1.8 \Rightarrow$  Sóng vỡ
- Chiều cao sóng leo tính toán tính theo công thức (\*):  $R_{slp}^{tt} = 1.19 \text{ (m)}$

Ta thấy:  $R_{spl}^{tt} \neq R_{spl}^{gt}$

Vậy, ta phải tính lặp đến khi giá trị sóng leo giả thiết và tính toán bằng nhau.

Tính toán tương tự các bước trên ta được giá trị sóng leo thiết kế:  $R_{spl}^{tt} = 1.22$  (m)

Vậy, cao trình đỉnh đê tính theo công thức (\*\*\*) là:

$$Z_{đđ} = 2.13 + 1.22 + 0.3 + 0.27 = 3.92 \text{ (m)}$$

### 3.2.6.3. Tính cao trình đỉnh đê theo tiêu chuẩn sóng tràn

a) Trường hợp 1: Đê không cơ, không tường đỉnh

Tính toán tương tự khi tính sóng leo ta có:

Tham số	Giá trị
$\xi_{m-1,0}$	1.73
$\gamma_b$	1
$\gamma_\beta$	1
$\gamma_f$	0.90
$\gamma_b \cdot \xi_{m-1,0}$	$1.73 < 2$

Chiều cao lưu không  $R_{cp}$  trong trường hợp sóng vỡ được tính theo công thức:

$$\frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} = \frac{0,067}{\sqrt{\tan \alpha}} \gamma_b \xi_{m-1,0} \cdot \exp\left(-4,3 \frac{R_{cp}}{H_s} \frac{1}{\xi_0 \gamma_b \gamma_f \gamma_\beta}\right) \quad (****)$$

$$\Rightarrow R_{cp} = \frac{\xi_0 \gamma_b \gamma_f \gamma_\beta \xi_{m-1,0} H_s}{4.3} \ln\left(\frac{0.067 \gamma_b \xi_{m-1,0} \sqrt{gH_s^3}}{q \sqrt{\tan \alpha_{qd}}}\right)$$

Thay số vào công thức (\*\*\*\*) ta được:  $R_{cp} = 1.03$  (m)

Vậy cao trình đỉnh đê là:

$$Z_{đđ} = MNTK + R_{cp} + a = 2.13 + 1.03 + 0.3 + 0.27 = 3.73 \text{ (m)}$$

b) Trường hợp 2: Đê có cơ, không tường đỉnh

Mái đê phía trên và phía dưới cơ đê có cùng hệ số mái

Ta có bảng các giá trị đã tính toán được ở phần sóng leo:

Tham số	Giá trị
$\xi_{m-1,0}$	1.73
$L_{cơ}$	10.93
$\gamma_b$	0.55
$\gamma_b \cdot \xi_{m-1,0}$	0.95

Chiều cao lưu không tính theo công thức (\*\*\*\*) như sau:  $R_{cp} = 0.48$  (m)

Vậy cao trình đỉnh đê là:

$$Z_{đđ} = MNTK + R_{cp} + a = 2.13 + 0.48 + 0.3 + 0.27 = 3.18 (m)$$

*Trường hợp 2 mái không bằng nhau*

- Chiều dài cơ đê:  $L_{cơ} = 10.19 (m)$
- Hệ số chiết giảm do cơ đê:  $\gamma_b = 0.52$
- Giả sử:  $R_{cp}^{gt} = H_s = 0.741(m)$
- Chiều dài mái đê được tính theo công thức:

$$L_{mai} = (R_{cp}^{gt} + d_h).m_1 + B_{co} + (1.5H_s - d_h).m_2 = 11.54(m)$$

- Hệ số mái quy đổi:

$$\tan \alpha_{qd} = \frac{1.5H_s + R_{cp}^{gt}}{L_{mai} - B_c} = 0.28$$

$$\Rightarrow \text{Chỉ số sóng vỡ Irribaren là: } \xi_{m-1,0} = \frac{\tan \alpha_{qd}}{\sqrt{S_{m-1,0}}} = 1.96$$

- Ta có:  $\gamma_b \times \xi_{m-1,0} = 0.52 \times 1.96 = 1.02 < 2 \Rightarrow$  Sóng vỡ
- Chiều cao sóng leo tính toán tính theo công thức (\*\*\*\*):  $R_{cp}^{tt} = 0.51 (m)$

$$\text{Ta thấy: } R_{cp}^{tt} \neq R_{cp}^{gt}$$

Vậy, ta phải tính lặp đến khi giá trị sóng leo giả thiết và tính toán bằng nhau.

Tính lặp tương tự các bước như trên ta được giá trị chiều cao lưu không ứng với trường hợp đê có cơ, hệ số mái phía trên và dưới cơ như nhau là:  $R_{cp}^{tt} = 0.5 (m)$ .

Vậy, cao trình đỉnh đê tính theo công thức (\*\*) là:

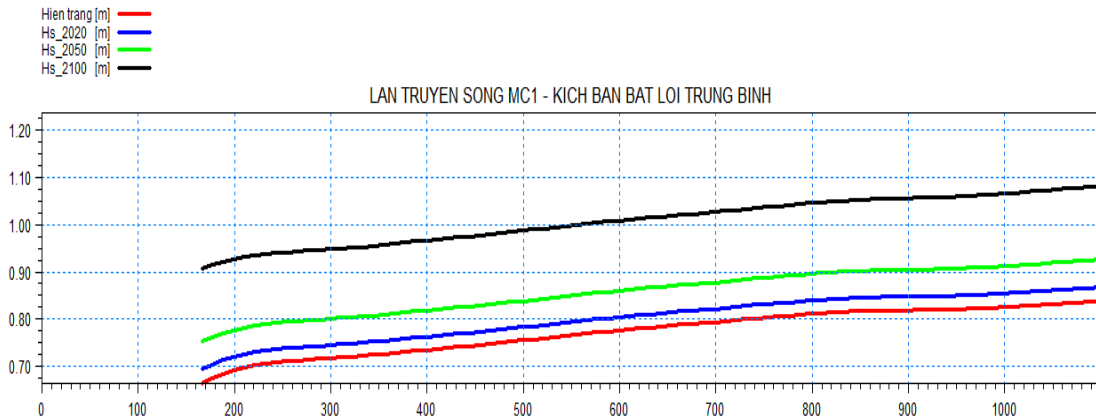
$$Z_{đđ} = 2.13 + 0.5 + 0.3 + 0.27 = 3.2 (m)$$

### 3.2.7. Nhận xét đánh giá

Mực nước biển dâng làm hệ thống đê biển hiện tại có nguy cơ tràn và vỡ đê ngay cả khi không có các trận bão lớn. Ngoài ra, do mực nước biển dâng cao làm chế độ dòng chảy ven bờ thay đổi gây xói lở bờ.

Đối với hệ thống đê sông, đê bao và bờ bao, mực nước biển dâng cao làm cho khả năng tiêu thoát nước ra biển giảm, kéo theo mực nước các con sông dâng lên, kết hợp với sự gia tăng dòng chảy lũ từ thượng nguồn sẽ làm cho đỉnh lũ tăng thêm, uy hiếp sự an toàn của các tuyến đê sông ở các tỉnh phía Bắc, đê bao và bờ bao ở các tỉnh phía Nam.

Các công trình tiêu nước vùng ven biển hiện nay hầu hết đều là các hệ thống tiêu tự chảy; khi mực nước biển dâng lên, việc tiêu tự chảy sẽ hết sức khó khăn, diện tích và thời gian ngập úng tăng lên tại nhiều khu vực.

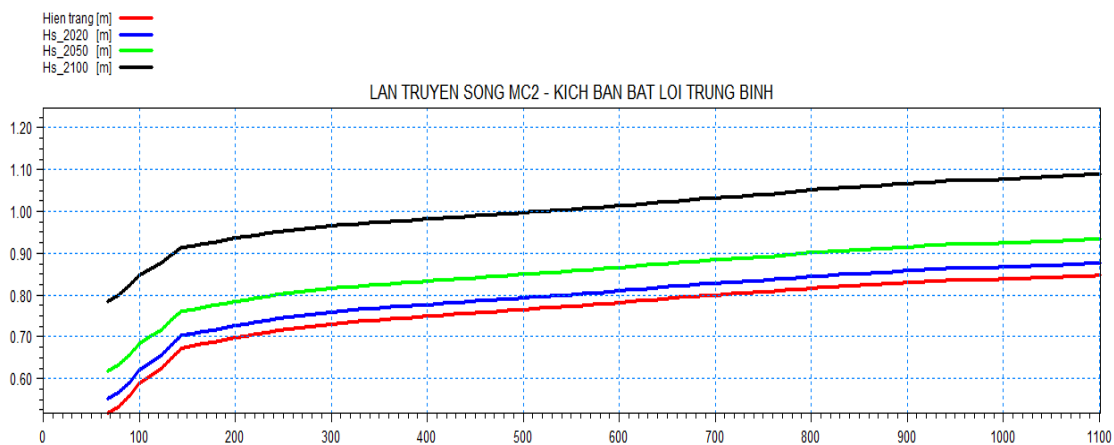


Hình 3-21: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 1

Tại mặt cắt 1 cho thấy từ năm 2015 đến 2020 chiều cao sóng tăng trung bình khoảng 0,03m; từ năm 2020 đến 2050 trong vòng 30 năm chiều cao sóng tăng trung bình khoảng 0,07m; và từ năm 2050 đến 2100 trong vòng 50 năm chiều cao sóng tăng nhanh trung bình khoảng 0,14m. Theo kết quả trích xuất của mặt cắt 1, chiều cao sóng lớn nhất 1,08m năm 2100, từ năm 2015 đến 2100 chiều cao sóng tăng 0,23m.

Bảng 3-6: Tổng hợp so sánh kết quả chiều cao sóng mặt cắt 1

Cao trình đáy Z (m)	Hs Hiện trạng (m)	Hs 2020 (m)	Hs 2050 (m)	Hs 2100 (m)
0.06	0.69	0.72	0.77	0.92
-0.25	0.77	0.8	0.85	1.0045
-0.35	0.79	0.82	0.875	1.025
-0.5	0.83	0.84	0.92	1.076



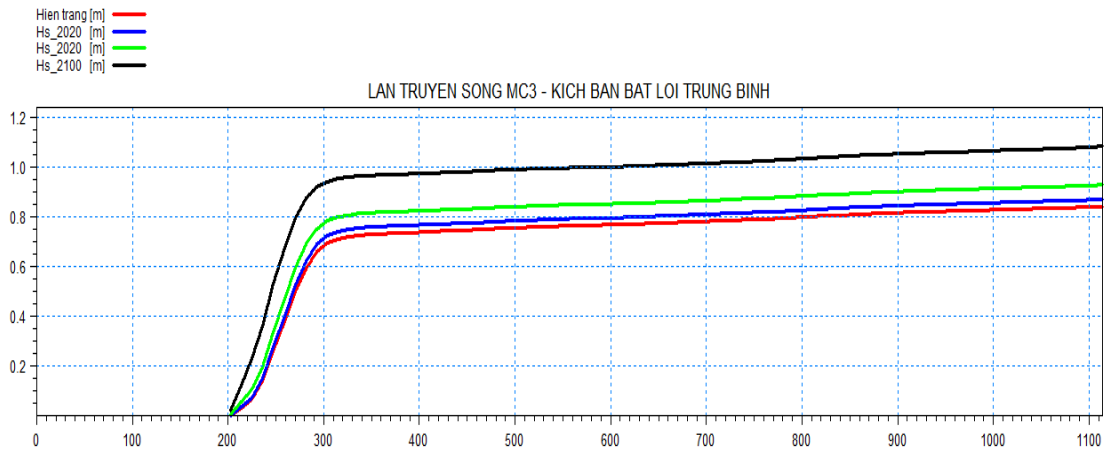
Hình 3-22: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 2



Tại mặt cắt 2 cho thấy từ năm 2015 đến 2020 chiều cao sóng tăng trung bình khoảng 0,02m; từ năm 2020 đến 2050 trong vòng 30 năm chiều cao sóng tăng trung bình khoảng 0,05m; và từ năm 2050 đến 2100 trong vòng 50 năm chiều cao sóng tăng nhanh trung bình khoảng 0,2m. Theo kết quả trích xuất của mặt cắt 2, chiều cao sóng lớn nhất 1,09m năm 2100, từ năm 2015 đến 2100 chiều cao sóng tăng 0,24m.

Bảng 3-7: Tổng hợp so sánh kết quả chiều cao sóng mặt cắt 2

Cao trình đáy Z (m)	Hs Hiện trạng (m)	Hs 2020 (m)	Hs 2050 (m)	Hs 2100 (m)
0.06	0.702	0.720	0.78	0.936
-0.25	0.770	0.805	0.86	1.0097
-0.35	0.780	0.825	0.88	1.028
-0.50	0.825	0.855	0.93	1.082



Hình 3-23: Kết quả lan truyền sóng mặt cắt 3

Tại mặt cắt 3 cho thấy từ năm 2015 đến 2020 chiều cao sóng tăng trung bình khoảng 0,01m; từ năm 2020 đến 2050 trong vòng 30 năm chiều cao sóng tăng trung bình khoảng 0,03m; và từ năm 2050 đến 2100 trong vòng 50 năm chiều cao sóng tăng nhanh trung bình khoảng 0,09m. Theo kết quả trích xuất của mặt cắt 3, chiều cao sóng lớn nhất 1,03m năm 2100, từ năm 2015 đến 2100 chiều cao sóng tăng 0,25m.

Bảng 3-8: Tổng hợp so sánh kết quả chiều cao sóng mặt cắt 3

Cao trình đáy Z (m)	Hs Hiện trạng (m)	Hs 2020 (m)	Hs 2050 (m)	Hs 2100 (m)
0.06	0.69	8.30E-08	0.0035	0.018
-0.25	0.77	0.79	0.85	1.0022
-0.35	0.789	0.812	0.867	1.0243
-0.5	0.84	0.87	0.92	1.0744

Theo kết quả lan truyền sóng qua các kịch bản hiện trạng và nước biển dâng năm 2020, 2050 và 2100 cho thấy: khi mực nước biển dâng tăng thì cũng kéo theo chiều cao

sóng cũng tăng lên cụ thể: năm 2015 chiều cao sóng trung bình khoảng 0,7m nhưng đến năm 2100 chiều cao sóng tăng lên 0,95m. Càng vào sâu trong bờ chiều cao sóng càng giảm do biến đổi địa hình đáy.

- Cao trình đỉnh đê theo tiêu chuẩn sóng leo ứng với trường hợp đê không có cơ, không tường đỉnh tính kịch bản nước biển dâng 2050 là: 4.72 (m)
- Cao trình đỉnh đê theo tiêu chuẩn sóng leo ứng với trường hợp đê có cơ, không tường đỉnh tính kịch bản nước biển dâng 2050 là: 3.92 (m)
- Cao trình đỉnh đê theo tiêu chuẩn sóng tràn với trường hợp đê có cơ, không tường đỉnh tính kịch bản nước biển dâng 2050 là: 3.2 (m)

Một trong hệ quả rõ nhất của biến đổi khí hậu là nước biển dâng cao và đây thực sự là mối lo ngại trong tương lai đối với các vùng thấp và nằm dưới mực nước biển, các quốc đảo và quốc gia có biển, đặc biệt là các nước đang phát triển và kém phát triển. Trong thế kỷ này, hàng trăm triệu người có thể phải di dời do mực nước biển dâng cao. Thế giới sẽ phải đối mặt với nguy cơ này trên phạm vi rộng lớn hơn. Nhiều thành phố của các quốc gia ven biển đang đứng trước nguy cơ bị nước biển nhấn chìm - hậu quả trực tiếp của sự tan băng ở Bắc và Nam cực. Nhằm hạn chế những tổn thất, cần phải quy hoạch và đưa ra các giải pháp thích ứng ngay từ bây giờ.

## CHƯƠNG IV

# ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHÒNG, TRÁNH VÀ GIẢM NHẸ THIẾT HẠI ỨNG VỚI CÁC SỰ CỐ CÔNG TRÌNH GÂY RA

### 4.1. GIẢI PHÁP PHI CÔNG TRÌNH

#### 4.1.1. Nâng cao nhận thức

Trong vùng nghiên cứu, người dân sống dựa vào các nghề chính là nông nghiệp, thủy sản, lâm nghiệp và làm thuê với tỷ lệ người Khmer lên tới 20 – 40% ở Sóc Trăng, 10 – 20% ở Bạc Liêu. Người Hoa chiếm tỉ lệ thấp. Một phần người Kinh và Hoa theo đạo Phật, nhóm nhỏ hơn theo đạo Thiên Chúa.

Dựa vào đặc điểm về dân cư và cộng đồng như trên, các giải pháp cụ thể nhằm giáo dục nâng cao nhận thức cộng đồng về BĐKH và nước biển dâng có thể áp dụng như sau:

##### 4.1.1.1. Hoạt động tập huấn

- Tổ chức các lớp tập huấn nâng cao nhận thức về BĐKH và NBD cho các cán bộ phường xã, Hội phụ nữ, Hội Cựu chiến binh, Ban điều hành khu phố các kiến thức cơ bản về BĐKH.

- Tổ chức tập huấn về công tác phòng chống, ứng phó khi có thiên tai, sự cố xảy ra trên địa bàn (vỡ bờ bao, xâm nhập mặn, hạn hán, bão, áp thấp nhiệt đới...). Các biện pháp căn bản tại chỗ đối phó với thiên tai, sự cố khi xảy ra đột ngột, không phòng tránh kịp thời.

- Tập huấn cho bà con kỹ thuật nuôi trồng các giống mới có khả năng chịu mặn, chịu hạn, chịu ngập.

##### 4.1.1.2. Hoạt động giáo dục

- Tổ chức các hoạt động ngoại khóa cho các em học sinh giúp các em hiểu rõ về thực tế, tranh luận và giải đáp những hiện tượng thời tiết và những vấn đề liên quan đến BĐKH. Bên cạnh đó, để các em có thể phát huy được những hiểu biết, khả năng sáng tạo của mình hoạt động về giảm thiểu và thích ứng với BĐKH.

- Chi cục Bảo vệ Môi trường, phòng Tài nguyên Môi trường các huyện tổ chức các khóa học về BĐKH và NBD cho các giáo viên. Sau đó nhóm các giáo viên này sẽ tiến hành bổ sung kiến thức về BĐKH cho học sinh... Nội dung giảng dạy phù hợp với từng độ tuổi học sinh thông qua các bài học có liên quan và hoạt động ngoại khóa.

- Xây dựng các chương trình, khóa huấn luyện nâng cao kiến thức về biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho các nhà hoạch định chính sách và đội ngũ cán bộ làm việc trong các lĩnh vực liên quan đến biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

#### **4.1.1.3. Tổ chức hội thảo**

- Hội thảo về các giống cây trồng vật nuôi có khả năng chịu mặn, chịu hạn, chịu ngập ... phương pháp canh tác nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản đạt hiệu quả cao thích ứng với BĐKH và NBD.

- Hội thảo xây dựng các biện pháp giúp tỉnh thích ứng với BĐKH và NBD.

- Tổ chức các buổi nói chuyện về công tác bảo vệ môi trường ở vùng ngập cho bà con nông dân sinh sống tại những vùng ngập trên địa bàn tỉnh.

#### **4.1.1.4. Hoạt động tuyên truyền**

- Chi Cục Bảo vệ Môi trường phối hợp với phòng Tài nguyên Môi trường các huyện phát hành các poster, tờ bướm về những tác động do BĐKH và NBD đến đời sống con người, tại những nơi công cộng, đông dân cư như chợ, UBND phường xã, các trường học...

- Đưa kiến thức về BĐKH và NBD vào chương trình phát thanh định kì tháng.

#### **4.1.1.5. Hoạt động phong trào**

- Phối hợp với Hội phụ nữ phường, xã tổ chức hội thi tìm hiểu về BĐKH và nước biển dâng.

- Phối hợp với Đoàn Thanh niên tổ chức chiến dịch trồng rừng ngập mặn bảo vệ bờ biển.

- Phối hợp với các trường học tổ chức hội thi hát, vẽ mang chủ đề bảo vệ trái đất trước BĐKH và nước biển dâng.

- Nhân rộng mô hình cộng đồng quản lý rừng ngập mặn ra nhiều địa phương.

#### **4.1.2. Cơ chế chính sách**

Một số đề xuất xây dựng, hoàn thiện chính sách, pháp luật về biến đổi khí hậu như sau:

- Luật hóa các quy định về quyền và nghĩa vụ liên quan đến công tác ứng phó với biến đổi khí hậu. Nhu cầu về việc luật hóa các quy định trong lĩnh vực biến đổi khí hậu cần sớm được nghiên cứu, triển khai thực hiện.
- Đặt ra cơ chế phối hợp và phân công trách nhiệm giữa các bộ, ban, ngành

### **4.1.3. Quy hoạch khu dân cư**

Trong vùng nghiên cứu, dân cư một phần tập trung ở các đô thị còn lại chủ yếu phân bố theo tuyến. Người dân định cư tập trung theo tuyến kênh rạch và đường bộ. Đã hình thành nhiều điểm dân cư tập trung ở các chỗ giao nhau của kênh rạch, đường giao thông, ở cửa sông và cửa kênh lớn đổ ra biển. Những năm gần đây, khai thác hải sản trở nên phát triển do đó thu hút thêm nhiều dân cư tới sinh sống, làm ăn ở các cửa kênh rạch thông ra biển. Việc quy hoạch các khu dân cư, công nghiệp và xây dựng công trình ven biển cần chú trọng đặc biệt đến các biện pháp sau:

#### **4.1.3.1. Nâng cấp hệ thống đê biển và đê ở cửa sông**

Ngoài việc nâng cấp những đê hiện có, còn phải xây dựng mới đê biển và đê cửa sông để bảo vệ các khu vực triển khai và các khu vực nông nghiệp mới và để tăng diện tích sản có và tăng vụ (lúa). Đối với việc nâng cấp và các công trình xây dựng đê mới, cần có chi phí bảo dưỡng bổ sung hàng năm bằng khoảng 1% chi phí ban đầu của các công trình đó.

#### **4.1.3.2. Tôn cao các vùng đất và nhà ở**

Các khu đất mới dành cho các khu công nghiệp đặc biệt cần được tôn cao. Việc tôn cao nhà ở được ưa chuộng hơn so với việc xây dựng đê mới, xét cả về kinh tế và môi trường. Việc tôn cao 1m trên đỉnh lũ cao nhất sẽ là cần thiết để cải thiện mức an toàn hiện đại của dân cư ở một số khu vực (chưa tính đến mực nước biển dâng).

#### **4.1.3.3. Bơm hút nước**

Việc bơm hút nước để hạ thấp mức ngập nước ở một số khu vực lầy lội, nơi mà nước mưa và các hồ chứa thu gom nước ngầm xuống đằng sau đê có kích thước dưới mức yêu cầu hiện nay.

Ngoài ra, chi phí bảo dưỡng và vận hành hàng năm bao gồm cả chi phí năng lượng sẽ chiếm một khoản bổ sung hàng năm đến 10% chi phí ban đầu.

#### **4.1.3.4. Chăm sóc tu bổ bãi biển**

Việc chăm sóc tu bổ bãi biển được coi như là một giải pháp sau cùng và chủ yếu chỉ được thực hiện ở những địa điểm có giá trị du lịch, nơi cần có những bãi biển đẹp. Đây không được coi là một biện pháp bảo vệ nghiêm túc do chi phí tốn kém cần có.

#### **4.1.3.5. Xây dựng các bản đồ nguy cơ ngập lụt**

Một biện pháp phòng ngừa khác là xây dựng các bản đồ nguy cơ ngập lụt chi tiết hơn đối với một số tỉnh thuộc đồng bằng sông Cửu Long với một số kịch bản mực nước

biển dâng phục vụ quy hoạch phát triển kinh tế xã hội. Ngoài ra, cần thiết phải cập nhật thông tin cho các bản đồ này, đặc biệt là hệ thống kênh rạch, bờ bao.

#### **4.1.4. Đề xuất giải pháp quy hoạch quản lý tổng hợp dải ven bờ phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại do vỡ đê biển gây ra**

##### **4.1.4.1. Các nội dung quy hoạch, quản lý tổng hợp dải ven bờ**

Các nội dung quản lý tổng hợp vùng bờ khu vực nghiên cứu gồm các hợp phần chính sau:

(1) Khai thác, sử dụng hợp lý tài nguyên, đảm bảo không làm tổn hại đến nhu cầu sử dụng của thế hệ mai sau. Phát triển kinh tế xã hội gắn với bảo vệ tài nguyên.

(2) Bảo tồn đa dạng sinh học: nguồn gen, giống loài, các sinh cảnh; Bảo tồn các vùng có giá trị tự nhiên, xã hội, lịch sử và văn hoá.

(3) Bảo vệ và phục hồi các hệ sinh thái, tài nguyên môi trường; đảm bảo an toàn xã hội tránh khỏi những rủi ro do thiên tai và con người gây ra.

(4) Phát triển bền vững vùng bờ miền Tây Nam Bộ nhằm đạt đến viễn cảnh một vùng bờ giàu đẹp, phát triển đa ngành, được quản lý tốt bằng cơ chế điều phối liên ngành.

##### **4.1.4.2. Các giải pháp thực hiện**

*a. Nhóm giải pháp tuyên truyền, giáo dục, nâng cao nhận thức, huy động sự tham gia của cộng đồng*

(1) Nâng cao nhận thức cộng đồng về tài nguyên, môi trường biển, ven biển và những vấn đề quản lý liên quan.

(2) Tăng cường năng lực và phương thức tuyên truyền: Đào tạo đội ngũ tuyên truyền, phát triển mạng lưới tuyên truyền rộng khắp các cơ sở, huyện, tỉnh. Xây dựng cơ chế phối hợp giữa các ngành, các cấp và các địa phương trong hoạt động tuyên truyền.

(3) Xây dựng hệ thống hoạt động thông tin về tài nguyên, môi trường vùng bờ.

(4) Huy động các bên liên quan vào công tác truyền thông môi trường: Tăng cường năng lực quản lý nhà nước, phục vụ phát triển bền vững vùng bờ cho các cơ sở, ban ngành và các địa phương. Huy động các tổ chức, cá nhân tham gia vào các hoạt động quan trắc và cảnh báo sớm môi trường.

*b. Nhóm giải pháp về thể chế, chính sách và công cụ kinh tế*

(1) Rà soát lại các văn bản pháp quy hiện có và chỉnh sửa, bổ sung cho phù hợp với tình hình mới.

(2) Phân công các ngành, các cấp xây dựng, hoàn thiện hệ thống chính sách liên quan đến quản lý và phát triển vùng bờ, với sự tham vấn rộng rãi của các bên liên quan và cộng đồng.

(3) Xây dựng cơ chế tạo nguồn tài chính bền vững phục vụ quản lý tổng hợp.

(4) Mở rộng hợp tác trong nước và ngoài nước, nhằm tìm kiếm sự hỗ trợ để giải quyết các vấn đề liên quan.

(5) Đẩy mạnh việc thực hiện nguyên tắc người gây ô nhiễm môi trường, hủy hoại tài nguyên phải chi trả để khắc phục, bồi thường. Từng bước áp dụng việc thu phí, thuế môi trường đối với các cơ sở sản xuất, tổ chức, cá nhân xả chất thải các loại vào môi trường vùng bờ.

#### *c. Nhóm giải pháp quy hoạch*

(1) Rà soát lại các quy hoạch, kế hoạch phát triển đảm bảo phù hợp với yêu cầu về sử dụng lâu bền tài nguyên và môi trường.

(2) Xây dựng quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế- xã hội, bảo vệ tài nguyên và môi trường vùng bờ đến năm 2015, xem đó là một bộ phận cấu thành của kế hoạch phát triển kinh tế- xã hội của hai tỉnh.

(3) Huy động sự tham gia rộng rãi của các bên liên quan và cộng đồng trong xây dựng và thực hiện quy hoạch sử dụng tài nguyên và môi trường.

#### *d. Nhóm giải pháp tăng cường sự tham gia của cộng đồng trong quản lý tài nguyên và môi trường vùng bờ*

(1) Xây dựng các cam kết về sử dụng và quản lý tài nguyên, bảo vệ môi trường vùng bờ giữa các cơ quan, cộng đồng cư dân.

(2) Xây dựng cơ chế đồng quản lý để thu hút sự tham gia của các bên liên quan, đặc biệt là các cộng đồng cư dân ven biển.

#### **4.1.4.4. Tổ chức thực hiện và phân công trách nhiệm**

- Các Sở Tài nguyên và Môi trường chủ trì, phối hợp với các cơ quan liên quan triển khai thực hiện tốt chiến lược; tham mưu UBND các tỉnh thành lập Ban Điều phối và Hội đồng tư vấn kỹ thuật đa ngành để hỗ trợ thực hiện.

- Sở Tài chính, Sở Kế hoạch và Đầu tư tham mưu UBND tỉnh, trình HĐND tỉnh bố trí nguồn vốn trong kế hoạch hàng năm để thực hiện Chiến lược quản lý tổng hợp vùng bờ của tỉnh; xây dựng cơ chế, chính sách tài chính, tín dụng đảm bảo việc thực hiện được thuận lợi và có hiệu quả.

- Các Sở, Ban, ngành liên quan: Rà soát, điều chỉnh quy hoạch, kế hoạch phát triển của từng ngành cho phù hợp với Chiến lược quản lý tổng hợp vùng bờ của tỉnh; hợp tác, hỗ trợ với các ngành liên quan cùng thực hiện chiến lược để đảm bảo phát triển bền vững. Phối hợp với Sở Tài nguyên và Môi trường tích cực tham gia tìm kiếm các cơ hội đầu tư về bảo vệ tài nguyên và môi trường vùng bờ.

- UBND các huyện, thành phố ven biển: Rà soát điều chỉnh quy hoạch, kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội của địa phương. Tích cực tham gia và huy động sự tham gia của cộng đồng thực hiện Chiến lược quản lý tổng hợp vùng bờ của tỉnh.

- UBND các xã, phường: Tham gia điều chỉnh và thực hiện quy hoạch, kế hoạch phát triển của địa phương. Vận động nhân dân thực hiện các hoạt động bảo vệ tài nguyên và môi trường.

- Các tổ chức xã hội: Tích cực tuyên truyền, giáo dục, huy động cộng đồng tích cực tham gia thực hiện các hoạt động bảo vệ tài nguyên và môi trường trên địa bàn địa phương.

Kinh phí thực hiện chiến lược được trích từ nguồn kinh phí sự nghiệp bảo vệ môi trường, các dự án tài trợ trong và ngoài nước, các cá nhân tổ chức hoạt động kinh tế có liên quan trong khu vực nghiên cứu.

#### **4.1.5. Đề xuất giải pháp trồng rừng ngập mặn trước hệ thống đê biển**

##### ***4.1.5.1. Các giải pháp khôi phục rừng ngập mặn, rừng phòng hộ bị suy thoái***

Về tổng thể toàn bộ bờ biển khu vực nghiên cứu được bảo vệ bởi một dải rừng ngập mặn với chiều rộng biến động đáng kể tùy theo vị trí, nhiều khu vực rừng bị suy thoái mạnh gây ảnh hưởng trực tiếp tới đê biển. Bờ biển Đông bị chia cắt bởi nhiều cửa sông, quá trình xói lở bồi tụ diễn ra mạnh mẽ và phức tạp, trong khi bờ biển Tây, quá trình bồi tụ chiếm ưu thế. Nhìn chung, toàn bộ bờ biển Sóc Trăng, Bạc Liêu được bảo vệ bởi một dải rừng ngập mặn với chiều rộng biến động đáng kể tùy theo vị trí. Tuy nhiên nhiều khu vực rừng bị suy thoái mạnh (như tại Vĩnh Châu, Gành Hào) gây ảnh hưởng trực tiếp tới đê biển và suy thoái bờ biển. Nguyên nhân chính của sự suy thoái rừng ngập mặn chính là tác động lớn của con người, đặc biệt là việc khai thác quá mức nhất tài nguyên trong rừng, nạn chặt phá rừng tràn lan để nuôi trồng thủy sản ...

Các khu vực rừng ngập mặn bị suy thoái chủ yếu là do người dân chặt phá rừng và xói lở bờ biển gây nên. Giải pháp trồng rừng và xây dựng công trình tại những khu vực này là giải pháp tối ưu. Trong đó, xây dựng một mô hình khôi phục rừng ngập mặn tại các điểm bị xói lở kết hợp với các biện pháp dưới đây nằm trong chiến lược quản lý tổng hợp vùng ven biển, chiến lược này sẽ xem xét toàn thể vùng ven biển, chứ không chỉ tập



trung vào các điểm xói lở biệt lập và sẽ xem xét các phương án khác nhau. Việc khôi phục và trồng mới rừng ngập mặn cần tập trung ở những khu vực bờ biển bị xói lở như tại đoạn bờ biển cửa sông Soài Sạp đến Cửa Tiểu (Tiền Giang), huyện Duyên Hải (Trà Vinh), đoạn bờ biển giữa huyện Vĩnh Châu (Sóc Trăng) và thành phố Bạc Liêu, đoạn cửa sông ven biển Gành Hào.

Tùy thuộc vào điều kiện hiện trường cụ thể, các biện pháp khôi phục chính bao gồm:

- + Thiết kế đê thích hợp theo hướng thích ứng với biến đổi khí hậu dọc các khu vực ven biển thuộc huyện ven biển Tây Nam Bộ

- + Sử dụng các công trình chắn sóng (rào cản chắn sóng), hạn chế xói lở và gia tăng bồi lắng, trong đó chú trọng đến các khu vực thường xuyên bị sạt lở dọc tuyến đê biển thuộc khu vực xã Lai Hòa, huyện Vĩnh Châu của Sóc Trăng, cửa sông Gành Hào Đông Hải của Bạc Liêu.

- + Khôi phục rừng ngập mặn trong điều kiện che chắn tương đối phía sau rào cản chắn sóng. Trong đó, chú trọng phát triển rừng phòng hộ ven biển theo quyết định số 156/QĐ-UBND ngày 02 tháng 10 năm 2007 của Chủ tịch UBND tỉnh Sóc Trăng phê duyệt quy hoạch, định hướng phát triển diện tích rừng trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng đến năm 2020): 13.944,2ha; hiện trạng hiện có 5.531,2ha (1.310,9ha rừng tự nhiên, 4.220,2ha rừng trồng, diện tích rừng ngập mặn là 2.100ha). Tăng cường phát triển rừng phòng hộ phòng hộ tại các khu vực đang bị xói lở mạnh, rừng phòng hộ mỏng như tại khu vực Vĩnh Châu (hiện tại mới đạt 500m), mỗi năm tại đây cần phát triển thêm 100m để đến năm 2015 đạt chiều dài quy định của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn là 1000m. Khôi phục hệ sinh thái RNM phía ngoài đê tại những khu vực bị chặt phá để nuôi trồng thủy sản bằng cách trồng mới các loại cây như Dừa nước, Bần, Đước...

Khi trồng mới, các cây cần được trồng thành các hàng song song với bờ biển và bố trí so le nhằm đạt hiệu quả chắn sóng tối ưu. Tùy theo, yêu cầu giảm sóng và trạng thái rừng để thiết kế mật độ trồng thích hợp (Mắm trắng, Mắm đen, Mắm biển: 2.500 - 10.000 cây/ha; Đước: 2.500 - 10.000 cây/ha; Dừa nước: 2.500 - 4.400 cây/ha). Khi thiết kế trồng phòng hộ trước đê cần bố trí lối ra, vào cho tàu, thuyền (thường rộng từ 50-100m) và để khoảng cách với bờ (từ 10-15m) để ngăn gia súc phá hoại cây.

Nếu trồng bổ sung: Đối với bãi phía biển đã có rừng cây, song mật độ, kích thước của rừng cây chưa đáp ứng được yêu cầu giảm sóng, cần lựa chọn loài cây phù hợp để trồng bổ sung.

Sự thành công của giải pháp nêu trên phụ thuộc vào hiệu quả của việc trồng rừng. Kinh nghiệm trồng rừng ở Đồng bằng sông Cửu Long cho thấy, có ba yếu tố chính gây

trở ngại sự tồn tại của cây trồng (i) sóng to làm tróc gốc cây và gây ra xói lở nền đất, (ii) phù sa từ các sông bồi lấp cây mới trồng và (iii) sự đeo bám của con hào làm đổ, ngã cây (Trần Thanh Cao & nnk, 2006 trích trong “Xói lở, bồi tụ bờ biển Nam Bộ từ Thành phố Hồ Chí Minh đến Kiên Giang - Nguyên nhân và các giải pháp bảo vệ”, Lê Mạnh Hùng (2011) ). Bên cạnh đó, các hoạt động của con người cũng có thể là yếu tố đe dọa sự thành công của các hoạt động trồng rừng. Do vậy, để đảm bảo sự thành công cho việc khôi phục rừng ngập mặn, rừng phòng hộ bị suy thoái, cần lưu ý một số điểm sau:

(i) Hình thức gây bồi và trồng rừng lấn biển: nên thực hiện theo hình thức lấn dần từng bước theo từng giai đoạn, trình tự từ trong ra ngoài.

(ii) Giải pháp công trình giảm sóng gây bồi: chỉ nên áp dụng dạng công trình ngăn hạn, đơn giản, sử dụng vật liệu địa phương (như cọc cừ tràm kết hợp phen, thảm cây chắn sóng và điều tiết lưu tốc dòng chảy) hoặc các dạng kết cấu sử dụng vật liệu nhẹ, có thể tận dụng lại và dễ dàng tháo dỡ, di chuyển và lắp đặt. Chỉ nên áp dụng các giải pháp kiên cố tại những khu vực mà các giải pháp trên là không thể thực hiện được.

(iii) Giải pháp công trình phải đảm bảo tốc độ bồi lắng không quá nhiều, bồi lắng được cả phù sa hạt mịn có nhiều dinh dưỡng để cây ngập mặn có thể phát triển. Hệ thống công trình kè và mỏ hàn ở Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh là ví dụ tiêu biểu về sự thành công trên phương diện chống xói gây bồi nhưng tại các khu vực được bồi, rất ít hoặc không có cây ngập mặn phát triển (Lê Mạnh Hùng, 2011).

(iv) Phải quan tâm đúng mức đến kỹ thuật trồng và chăm sóc cây ngập mặn. Bên cạnh đó, công tác quản lý và tuyên truyền nâng cao ý thức của người dân trong việc bảo vệ rừng cũng rất quan trọng.

#### ***4.1.5.2. Các giải pháp bảo vệ rừng***

Các giải pháp bảo vệ rừng như sau:

- Thay đổi cơ bản nhận thức về giá trị tài nguyên rừng ngập mặn và sử dụng bền vững tài nguyên rừng ngập mặn cho các nhà quản lý, hoạch định chính sách chủ yếu ở cấp địa phương, các tổ chức xã hội và cộng đồng dân vùng rừng ngập mặn. Tăng cường các hoạt động phù hợp nhằm nâng cao nhận thức về vai trò, giá trị tài nguyên rừng ngập mặn và quản lý, sử dụng bền vững tài nguyên rừng ngập mặn cho các nhà quản lý, hoạch định chính sách chủ yếu ở các địa phương có rừng ngập mặn. Ngoài ra, cần đẩy mạnh việc tuyên truyền, phổ cập tới các tổ chức xã hội, cộng đồng dân vùng rừng ngập mặn về vai trò và giá trị của tài nguyên rừng ngập mặn và quản lý, sử dụng khôn khéo tài nguyên rừng ngập mặn.

- Xây dựng, hoàn thiện thể chế chính sách về quản lý tài nguyên rừng ngập mặn và tăng cường vai trò quản lý cộng đồng với rừng ngập mặn. Nâng cao năng lực quản lý rừng ngập mặn cho các cơ quan liên quan cấp trung ương và địa phương, củng cố và nâng cao hiệu lực hệ thống quản lý rừng ngập mặn, bổ sung chính sách về quản lý, sử dụng bền vững và có hiệu quả tài nguyên rừng ngập mặn.

- Thiết lập các vùng đệm để rừng ngập mặn có thể phát triển lấn vào khi mực nước biển dâng cao. Hiện nay, ngoài diện tích rừng hiện có thì tiềm năng phát triển cây ngập mặn chủ yếu là diện tích đất bãi bồi ven biển và ven cửa sông chưa sử dụng. Bên cạnh công tác phát triển rừng ở diện tích trên thì cần thiết lập các vành đai xanh dọc dải ven biển của tỉnh có chiều dày ít nhất là 1000 m. Vùng đệm phía ngoài đê sông tối thiểu 100m. Mặt khác khi mực nước biển dâng, diện tích này rất khó phát triển thêm. Vì vậy, việc thiết lập các vùng đệm để rừng lấn sâu vào khi nước biển dâng là điều cần tính toán và phòng ngừa trước.

- Áp dụng phương pháp đồng quản lý tài nguyên thiên nhiên vào việc quản lý và bảo vệ rừng ngập mặn ven biển. Trong đó cần nhân rộng mô hình đồng quản lý rừng ngập mặn tại khu vực ấp Âu Thọ B, xã Vĩnh Hải ra các địa phương khác trên địa bàn tỉnh

- Bảo vệ, củng cố và mở thêm các khu bảo tồn thiên nhiên: Rà soát, xây dựng hoàn chỉnh các quy hoạch sử dụng đất các tỉnh, huyện có rừng ngập mặn mang tính pháp lý, khoa học và thực tiễn; Bảo vệ, khôi phục rừng ngập mặn và sử dụng bền vững tài nguyên rừng ngập mặn; Củng cố và mở rộng thêm các khu bảo tồn thiên nhiên đã được phê duyệt dựa trên các luận chứng kinh tế-kỹ thuật, dự án đầu tư phát triển và gắn liền với việc nâng cao đời sống nhân dân và cộng đồng.

- Đẩy mạnh hoạt động nghiên cứu khoa học và chuyển giao tiến bộ kỹ thuật cho sản xuất; Mở rộng và tăng cường mối quan hệ hợp tác quốc tế trong nghiên cứu, bảo vệ, phục hồi và sử dụng bền vững tài nguyên rừng ngập mặn.

#### **4.1.6. Đề xuất giải pháp quy hoạch hệ thống đê biển**

Hai tỉnh Sóc Trăng và Bạc Liêu thực sự có giá trị và tiềm năng kinh tế xã hội đáng kể. Để góp phần quan trọng bảo vệ con người và khuyến khích sự phát triển kinh tế xã hội, hiện nay hai tuyến đê biển đã hình thành rõ nét dọc theo đường bờ của hai tỉnh. Đê biển Sóc Trăng dài 91 km, bao gồm 3 tuyến thuộc 3 huyện Cù Lao Dung, Long Phú và Vĩnh Châu. Trong đó, trước những năm 1990 thì chỉ có đê ở Long Phú, hai tuyến còn lại mới được đắp sau này. Đê Vĩnh Châu được xây dựng những năm 1994 – 1995, dài 43 km, với cao trình đỉnh +2,80 m, bề rộng mặt 4 m. Đê Bạc Liêu được xây dựng từ những năm 1976 – 1979 và được nâng cấp một số lần năm 1999, 2000, 2004 và hiện tại. Tổng chiều dài hiện

khoảng hơn 50 km, bao gồm hai đoạn từ Ranh Sóc Trăng tới Nhà Mồ và từ Nhà Mồ tới Gành Hào.

Quy hoạch và bố trí tuyến đê biển phải dựa trên yêu cầu của quy hoạch thống nhất quản lý đê bờ, nhằm khai thác và phát triển tiềm năng kinh tế biển. Đê biển vừa có nhiệm vụ trừ hại vừa hưng lợi, xem xét đến các yêu cầu lấn biển, nuôi trồng thủy sản tiêu úng thoát lũ, giao thông thủy và yêu cầu ẩn nấp, tránh bão của tàu thuyền. Ở vùng cửa sông, quy hoạch tuyến đê biển cần kết hợp với quy hoạch chỉnh trị sông.

- Phương án thứ nhất: sử dụng hệ thống 1 tuyến đê thuộc loại không cho phép tràn hoặc cho phép tràn với lưu lượng nhỏ.

- Phương pháp thứ hai: sử dụng hệ thống 2 tuyến đê tạo nên cao trình đỉnh đê chính (tuyến đê thứ nhất) cao kết hợp với cao trình đỉnh đê thứ hai thấp. Với tuyến đê thứ nhất thấp hơn như vậy sẽ có một lượng sóng chảy tràn xảy ra nhưng lưu lượng chảy tràn khá thấp. Tuyến đê thứ hai thấp nằm phía đất liền để bảo vệ vùng đất phía trong khỏi bị ngập lụt bởi nước chảy tràn.

#### **4.1.7. Xác định các ranh giới an toàn đê biển**

- Để tuyến đê biển an toàn cần nghiên cứu xây dựng các tuyến đê siêu bền, đa chức năng trong đó xem xét kết hợp với tuyến giao thông ven biển. Bảo vệ hệ thống rừng ngập mặn hiện tại không được phá cho các mục tiêu khác như chuyển đổi sang nuôi trồng thủy sản và nghiên cứu bảo tồn hệ thống này.

- Với rừng ngập mặn phía ngoài đê: Không được phép phá hoại, không phát triển cá khu dân cư, không xây dựng các công trình dân sinh và phải có qui định cấm mọi hình thức phá hoại, khai thác. Ở những đoạn có hiện tượng xói tới chân đê hiện tại cần nghiên cứu các giải pháp cứng và mềm nhằm bảo vệ bãi trước và trong trường hợp bất khả kháng phải qui hoạch tuyến trong cách tuyến ngoài ít nhất 300m. Vùng giữa 2 tuyến cần xây dựng các hệ thống cống dưới đê cho nước mặn ra vào, đảm bảo rừng ngập mặn phát triển tốt.

- Hạn chế và tiến tới “cấm” không được chuyển đổi đất rừng sang đất thủy sản và có chính sách thích hợp để người dân an sinh, giữ và phát triển hệ thống rừng.

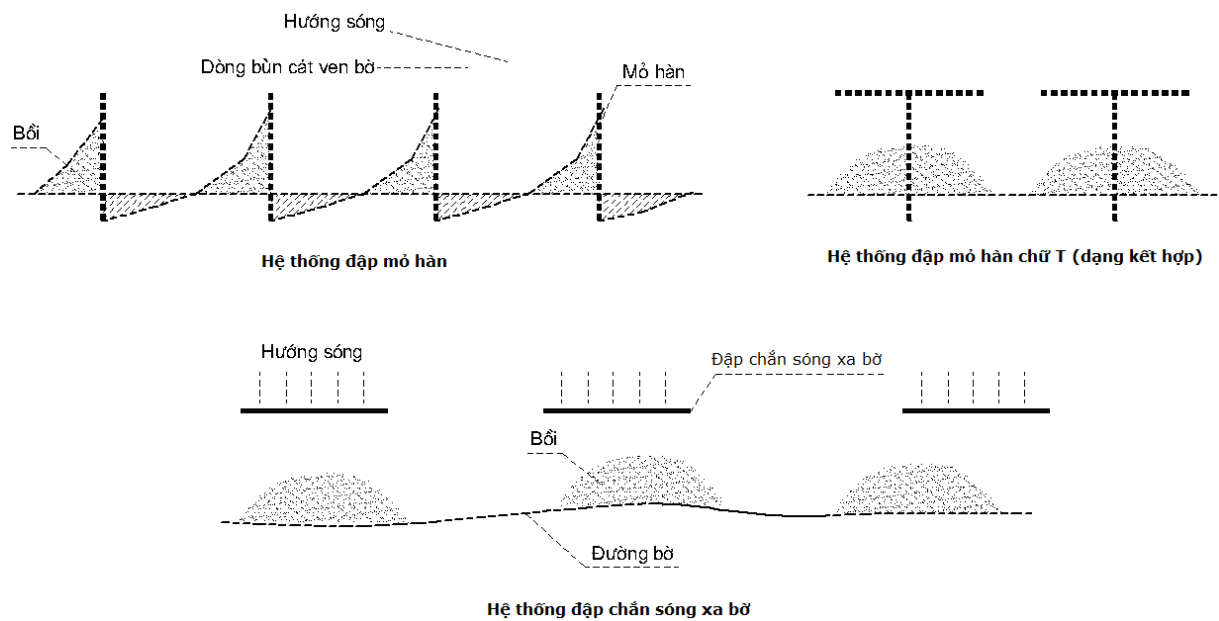
- Nâng cấp đường liên tỉnh “Nam sông Hậu” hiện tại thành tuyến đường kết hợp giữa giao thông và đê biển và áp dụng qui chế hành lang bảo vệ như trong luật đê điều.

## 4.2. GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH

### 4.2.1. Nâng cấp

#### 4.2.1.1. Đề xuất các giải pháp công trình giảm sóng; bảo vệ và ổn định bãi trước đê

Có nhiều loại công trình bảo vệ bờ biển để chống hoặc giảm xói lở bờ. Các công trình có thể bảo vệ bờ biển trực tiếp (tường chắn, đê, kè) hoặc gián tiếp (các loại đập mỏ hàn, đập chắn sóng xa bờ). Các loại đập mỏ hàn thường được gọi là các công trình gắn với bờ. Các vật liệu truyền thống như đá và bê tông thường hay được sử dụng cho các công trình bảo vệ bờ biển.

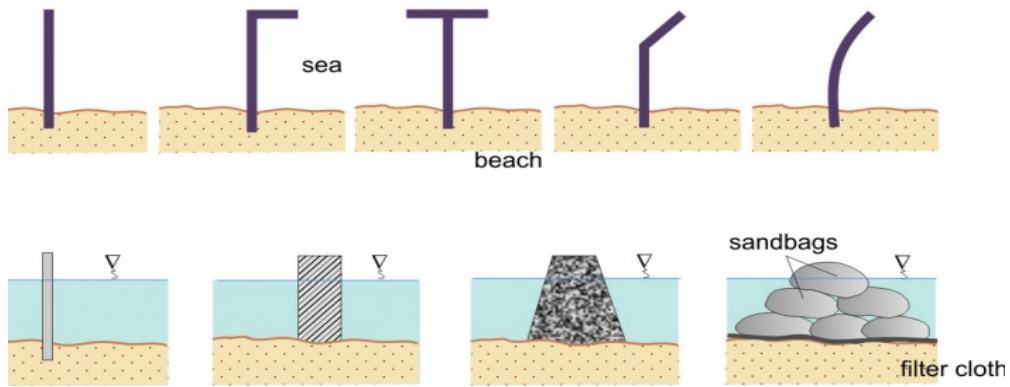


Hình 4-1: Các giải pháp bảo vệ bãi trước đê biển bằng hệ thống công trình chắn bùn cát và giảm sóng

#### a. Hệ thống mỏ hàn

Đập mỏ hàn là công trình bảo vệ bờ theo nguyên lý chặn dòng vận chuyển cát dọc bờ và thay đổi hướng của đường bờ. Đập mỏ hàn là một trong những giải pháp hiệu quả nhằm kiểm soát bãi biển trong lĩnh vực kĩ thuật bờ biển nếu được thiết kế hợp lý.

Đập mỏ hàn thường vươn ra đến dải sóng vỡ, nơi có dòng chảy dọc bờ gây ra bởi quá trình sóng vỡ. Trên mặt bằng đập mỏ hàn thường có dạng truyền thống là dạng thẳng, ngoài ra trong thực tế còn có các dạng khác như: dạng chữ chi, chữ Y, L, T, v.v... Các dạng kết cấu mặt cắt ngang của đập phá sóng cũng rất đa dạng, có thể là dạng cọc cừ (bằng gỗ, bê tông hoặc thép), dạng thùng chìm, dạng hình thang thông dụng và kết cấu địa kĩ thuật.



Hình 4-2: Các kiểu loại và hình dạng đập đập mở hàn

Hệ thống đập mở hàn bao gồm một số đập mở hàn riêng biệt, có thể có cùng chiều dài và đặt cách đều nhau, hoặc xen kẽ các đập mở hàn ngắn hơn ở giữa tùy theo mục đích chỉnh trị. Sự phát triển của các mô hình toán đã có những đóng góp đáng kể đối với công tác thiết kế đập mở hàn. Tuy nhiên, phương pháp căn bản và thực dụng nhất vẫn dựa trên cơ sở kinh nghiệm của người kỹ sư.

#### b. Đập phá sóng xa bờ/gờ chìm

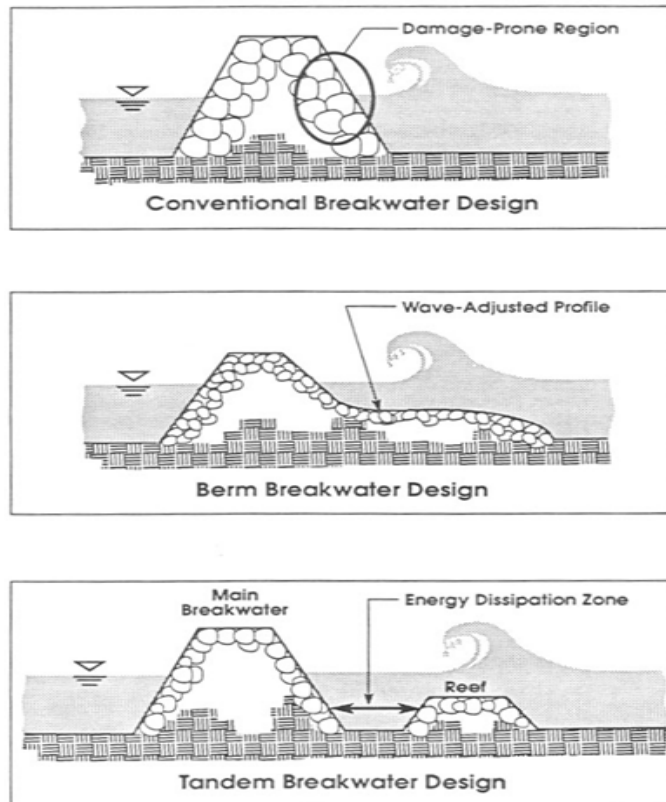
##### (1) Nguyên lý làm việc

Các đập chắn sóng xa bờ được áp dụng rộng rãi để bảo vệ bờ biển hoặc tạo ra các bãi có hình dạng lưới liềm, đặc biệt là với khu vực có biên độ triều nhỏ.

Đập chắn sóng tạo ra một vùng khuất sau đập với năng lượng sóng giảm nhỏ đồng thời tạo ra các dạng dòng chảy ven bờ có tác dụng hình thành một vùng bồi lắng bùn cát ngay sau đập chắn sóng dưới dạng bãi nhô ra, và có thể vươn xa đến tận đập chắn sóng. Tùy thuộc vào kích thước công trình và khoảng cách tương đối đến đường bờ (so với chiều dài bước sóng tới và khoảng cách giữa các đập, trường hợp có nhiều đập), mà vùng bồi có thể vươn tới công trình đập chắn sóng hay không. Một quy tắc sơ bộ là nếu tỉ số của chiều dài đập so với khoảng cách của đập chắn sóng tới bờ nhỏ hơn 2 và chiều dài của đập cỡ ít nhất bằng một chiều dài sóng thì bồi lắng sẽ vươn tới đập chắn sóng.

Rõ ràng trong trường hợp có đập chắn sóng xa bờ thì luôn có một thành phần gradien chiều cao sóng dẫn đến dòng chảy dồn bùn cát vào phía khuất của đập chắn sóng, bất kể hướng sóng đến như thế nào. Đồng thời cũng có dòng tiêu hướng ra xa bờ.

Trong trường hợp những nơi có dòng triều mạnh hoặc biên độ triều lớn thì sự có mặt của dòng chảy dọc bờ giữa phía khuất của đập chắn sóng làm giảm hiệu quả gây bồi lắng cát của công trình. Trong trường hợp này, cần thiết phải nối đập chắn sóng bởi một tuyến đường thông, đồng thời phục vụ luôn công tác thi công.



Hình 4-3: Các dạng mặt cắt ngang hệ thống đập chắn sóng xa bờ  
 - Dạng thông dụng; Dạng có cơ; Dạng kết hợp gờ ngầm.

## (2) Các công trình chắn sóng dạng đỉnh thấp

### i. Giới thiệu chung

Các công trình đỉnh thấp hoặc ngập trong nước gồm có đập phá sóng xa bờ và gờ ngầm nhân tạo đang trở thành các giải pháp bảo vệ bờ thông dụng (chỉ có công trình hoặc có kết hợp với dũng bãi nhân tạo).

### ii. Mục đích

Mục đích của các công trình đỉnh thấp hoặc ngầm là giảm tải thủy lực ở một mức độ nhất định để duy trì bờ biển ở trạng thái cân bằng động. Để đạt được mục tiêu này, chúng được thiết kế cho phép năng lượng sóng được truyền qua công trình ở mức độ nhất định dưới dạng tràn qua đỉnh và xuyên qua cấu trúc rỗng của thân (đập phá sóng đỉnh nhô) hoặc làm vỡ và tiêu tan năng lượng sóng truyền qua đỉnh ngập (các công trình chìm). Do yêu cầu thẩm mỹ người ta thường thích các công trình có khoảng lưu không thấp. Tuy nhiên, do ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng do bão thì chúng bị giảm tác dụng khi thiết kế có độ rộng đỉnh hẹp. Vì lý do này mà các công trình đập chắn sóng ngầm đỉnh rộng (còn được gọi là gờ ngầm nhân tạo) thường được dùng nhiều hơn, đặc biệt là ở Nhật Bản. Tuy nhiên, các công trình đỉnh rộng thường đắt hơn và cần phải lựa chọn dựa trên phân tích kinh tế một cách hợp lý. Mặt khác với sự phát triển của các giải

pháp thay thế khác ví dụ sử dụng các ống cát làm lõi công trình có thể giảm đáng kể chi phí xây dựng.

### (3) Các giải pháp công trình khác

Có khá nhiều giải pháp và vật liệu mới giá thành thấp hơn để bảo vệ bờ biển như:

- Rọ đá và thảm đá;
- Bê tông nhựa đường + đá;
- Đập phá sóng bằng cột lóp xe cũ;
- Công trình cọc và tấm cừ;
- Cọc bê tông chắn nhờ vật liệu rời;
- Đập phá sóng dạng tường chữ chi;
- Rèm chắn vải địa kỹ thuật;
- Tiêu nước tự nhiên cho bãi;
- Các loại đập phá sóng nổi khác

Hầu hết các dạng công trình này đã được kiểm nghiệm và công bố. Tuy nhiên, mới gần đây đã có một nhóm dạng khối bê tông đúc sẵn được phát triển và ứng dụng như: khối ngầm xa bờ URGEBREAKER, khối ngầm BEACHSAVER, khối WAVEblock, T-sill và các loại khối khác. Tuy nhiên do các đập phá sóng dùng các kết cấu đúc sẵn có đỉnh hẹp này thường chỉ hiệu quả trong điều kiện sóng nhỏ và thường mất tác dụng khi có bão. Ngoài ra chúng dễ bị xói, lún hoặc thậm chí mất ổn định.

#### **4.2.1.2. Giải pháp nuôi bãi nhân tạo**

##### *a. Giới thiệu chung về giải pháp nuôi bãi*

Nuôi bãi là giải pháp phòng chống xói lở, ổn định đường bờ mang tính “phi công trình” hay còn được gọi là giải pháp công trình “mềm” đã được áp dụng thành công ở nhiều nước có nền khoa học kỹ thuật biển tiên tiến trên thế giới. Về bản chất, giải pháp nuôi bãi chính là mang cát từ nơi khác tới bù đắp cho lượng bùn cát đang bị thiếu hụt do bờ biển bị xói lở hoặc để mở rộng bãi biển hiện có. Nuôi bãi chỉ bù đắp lượng bùn cát bị thiếu hụt mà không ngăn chặn được hiện tượng mất bùn cát do các tác động của sóng và dòng chảy ven bờ. Do vậy mà bùn cát trên bãi biển sau khi nuôi bãi sẽ dần bị mất đi và nuôi bãi phải được tiến hành định kỳ, sau một thời gian vài năm cần phải tiến hành bổ sung lại bùn cát cho bãi biển.

Trong nuôi bãi gọi là vật liệu nuôi bãi có thể đặt trực tiếp hoặc gián lên bãi biển đó (Trần Hữu Nghị, Trần Thanh Tùng, 2012). Phương án đặt trực tiếp vật liệu lên bãi (Beach Nourishment) thường sử dụng các phương tiện cơ giới phù hợp (ô tô, máy ủi...) đổ trực tiếp vật liệu nuôi bãi lên bãi và san bằng vật liệu hoặc sử dụng tàu hút-phun để

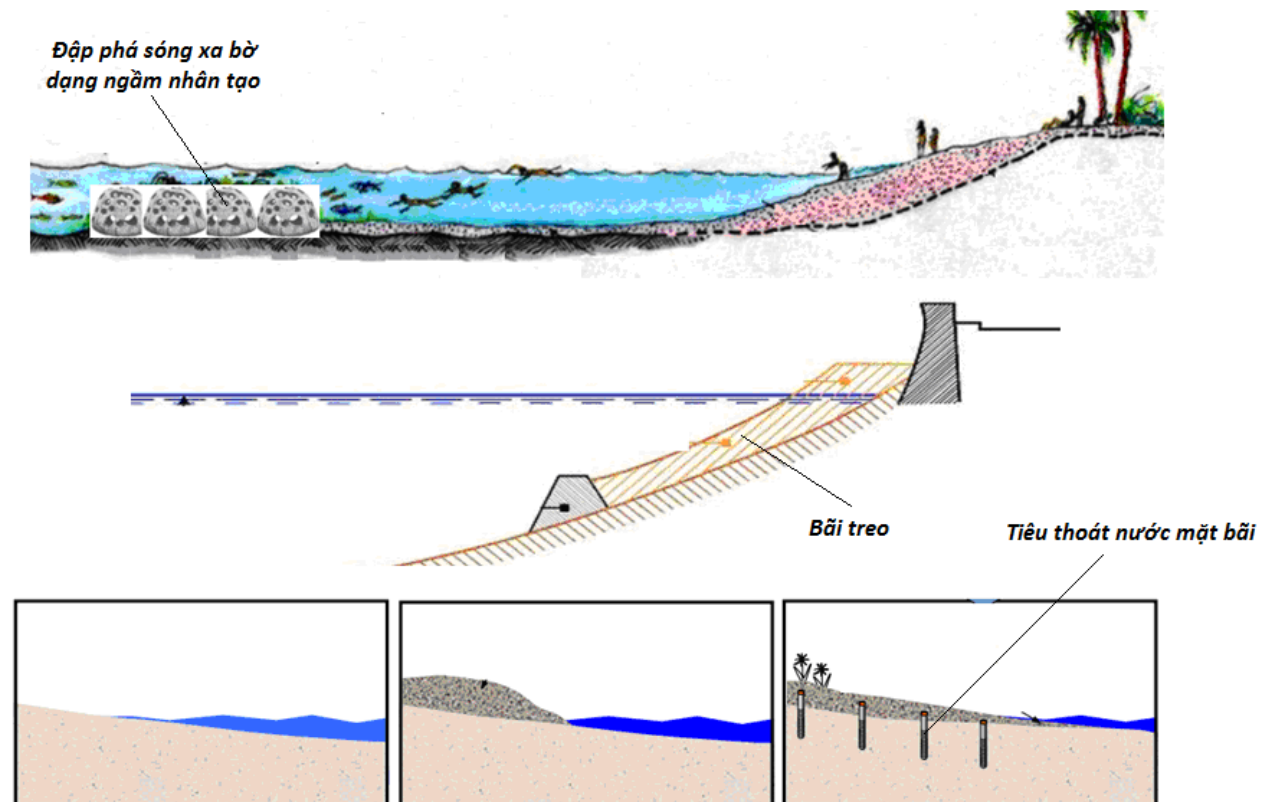


phun vật liệu nuôi bãi đạt tới cao trình, chiều rộng và hình dạng thiết kế. Khác với phương án nuôi bãi trực tiếp, trong phương án nuôi bãi gián tiếp (Shore-face Nourishment), vật liệu nuôi bãi không được đặt trực tiếp lên bãi mà đặt ngập hoàn toàn dưới nước, bên trong biên sóng vỡ. Sau đó, vật liệu nuôi bãi sẽ được đưa dần vào bờ trong mùa sóng có năng lượng thấp và chu kỳ dài. Trong phương án này, chiều rộng bãi biển không tăng lên nhiều, mà chủ yếu là bù đắp lại bùn cát cho phần mặt cát ngang đang bị thiếu hụt bùn cát.

Trong các khu vực có năng lượng sóng cao và tốc độ xói lở lớn thì nuôi bãi thường được sử dụng kết hợp với công trình cứng (kè mỏ hàn, đê ngăn cát, giảm sóng ngầm...) để giảm sự mất mát vật liệu nuôi bãi do vận chuyển dọc bờ và ngang bờ gây ra.

#### 4.2.1.3. Đề xuất giải pháp công trình kết hợp

Với địa hình bãi biển dốc, hẹp và thường xuyên bị xói lở, hướng sóng chủ đạo thường vuông góc với đường bờ, lại thường có các bãi biển phục vụ giải trí, du lịch trong khu vực, giải pháp công trình có thể áp dụng kết hợp với công tác nuôi bãi nhận tạo được đề xuất đó là: đập phá sóng (dạng ngập) xa bờ tạo bãi treo mang tính thân thiện với môi trường kết hợp với tiêu thoát nước trên bãi.



Hình 4-4: Các dạng công trình đề xuất có thể sử dụng kết hợp

Nguyên lý của bãi treo như sau: gờ ngầm thế chỗ cho phần ngoài của mặt cát ngang bãi biển cân bằng hiện hành. Tuy nhiên, dưới tác động của sóng mạnh và nước

dâng do bão, mặt cắt ngang bãi treo có thể bị thay đổi do cát bị lấy mất qua gờ chìm ra phần nước sâu trên mặt cắt. Quá trình này có thể đảo ngược với một bãi biển bình thường trong điều kiện sóng và mực nước nhỏ hơn. Nhưng với bãi treo thì sự mất cát qua gờ ngầm là vĩnh viễn.

Gờ ngầm nhân tạo là một dạng đập phá sóng ngầm nhằm giảm năng lượng sóng để chống xói lở bờ biển và tạo cấu trúc ngầm nhân tạo để cải thiện môi trường sống cho các loài động vật ven biển (dạng “Reef Ball”).

Nguyên lý của tiêu nước ngầm cho bãi làm tăng bùn cát lắng đọng khi sóng xô lên và giảm xói lở khi sóng rút xuống. Điều này sẽ dẫn đến kết quả làm tăng thể tích bãi nằm gần mực nước ở khu vực được tiêu, và bãi biển có thể được bồi nhân tạo bằng việc tiêu thoát nước ngầm cho bãi.

#### 4.2.2. Vật liệu xây dựng

##### 4.2.2.1. Kiến nghị thiết kế mái cỏ phía trong của đê biển chịu sóng tràn

(a) Loại cỏ phù hợp cho mái trong đê biển chịu sóng tràn



Hình 4-5: Một số loại cỏ phù hợp trồng trên biển chịu sóng tràn: cỏ gà, cỏ càng cua (trên từ trái qua), cỏ và rễ Vetiver (dưới)

Qua thực tế khảo sát thực địa và phân tích số liệu về các đặc tính thực vật của một số loại cỏ được tìm thấy trên đê trong quá trình thử nghiệm chúng tôi nhận thấy các loại cỏ bản địa như cỏ gà, cỏ càng cua, cỏ gừng và cỏ dày có tính phổ biến cao và có thể áp dụng hiệu quả cho chống xói mái đê. Bên cạnh đó còn có giống cỏ ngoại lai Vetiver cũng có thể áp dụng hiệu quả khi được trồng xen kẽ với các loại cỏ bản địa. Các thí nghiệm sóng tràn ở hiện trường với mái cỏ Vetiver cho thấy khoảng trống giữa các bụi (hàng) cỏ Vetiver chính là vị trí xung yếu trên mái cỏ. Dòng chảy sóng tràn có xu thế chảy tập trung và tạo ra những kênh xói nhỏ dọc theo khoảng trống này. Vì vậy cỏ

Vetiver cần được trồng trên đê kết hợp với các giống cỏ bản địa khác nhằm che phủ hết những khoảng trống giữa các bụi (hàng) Vetiver.

(b) Nuôi trồng, chăm sóc mái cỏ

Để kích thích cỏ phát triển hệ thống rễ ở thời kỳ đầu thì mái đê cần được bồi một lớp đất màu tối xấp xỉ khoảng 10 cm trước khi trồng. Nếu như sử dụng quá nhiều phân bón và nước tưới trong quá trình chăm sóc sẽ dẫn đến cỏ chủ yếu phát triển phần lá còn rễ thì bị chậm lại. Ngoài ra việc xén lá cỏ thường xuyên, định kỳ cũng đem lại hiệu quả cao trong việc kích thích hệ thống rễ phát triển.

(c) Lưu lượng tràn cho phép

Lưu lượng sóng tràn cho phép qua đê phụ thuộc vào chất lượng kết cấu bảo vệ đỉnh và mái trong của đê biển. Như vậy việc lựa chọn lưu lượng sóng tràn cho phép phù hợp trong thiết kế đê biển chịu sóng tràn nói chung và đê biển mái cỏ nói riêng có thể giúp giảm đáng kể cao trình đỉnh đê tức là giảm giá thành xây dựng đê mà vẫn đảm bảo mức độ an toàn và ổn định công trình theo thiết kế.

(d) Gia cường khả năng chống xói mái cỏ

Trong trường hợp cần thiết thì có thể áp dụng các giải pháp địa kỹ thuật để gia cường mái cỏ làm tăng đáng kể khả năng chống xói. Có thể áp dụng hai dạng kết cấu phổ biến hiện nay là lưới hoặc ô địa kỹ thuật để gia cường mái cỏ. Các ô và lưới này được làm từ các sợi Polymer có tính dẻo dai cùng với khả năng chống cắt cao, ngoài ra chúng còn có cấu tạo mở cho phép rễ cỏ dễ dàng mọc xuyên qua theo phương đứng hoặc phương ngang để thành lớp thảm liên kết giữa đất, cỏ và kết cấu gia cố. Vị trí lắp đặt các dạng kết cấu này là ở dưới mặt đất (cách mặt đất khoảng 5 cm) nằm ở tầng phát triển chính của rễ cỏ. Kết cấu gia cường có thể được thi công trước khi trồng cỏ đối với mái cỏ mới hoặc có thể được lắp đặt sau để gia cường cho mái cỏ đã mọc.

Ngoài cỏ vetiver thì ở trên các triền đê ở Việt Nam có rất nhiều các loại cỏ khác nhau, phổ biến nhất và có mặt ở hầu hết các con đê đó là cỏ gà và cỏ khôn.

#### **4.2.2.2. Phụ gia CONSOLID gia cường đất đắp đê biển**

Đê gia cường đất có cường độ tăng cao hơn và có khả năng chống thấm tốt, nhiều nước trên thế giới đã sử dụng phụ gia CONSOLID. Nguyên lý làm việc của CONSOLID là đẩy nước ra khỏi đất và lấp đầy các lỗ rỗng trong đất dưới tác dụng hoá lý và năng lượng đầm chặt. Hai sản phẩm chính là CONSOLID 444 và SOLIDRY, trong đó CONSOLID 444 là chất lỏng có độ nhớt cao, được tạo bởi công nghiệp hoá dầu, thẩm thấu nhanh trong đất và đẩy nước ra khỏi đất. SOLIDRY là chất dạng bột tạo bởi các chất không thấm nước, liên kết trong đất nhờ trao đổi ion. Hệ thống CONSOLID gồm hai sản

phẩm trên dùng gia cường và chống thấm cho tất cả các loại đất, tăng cường độ của đất lên ít nhất 3 lần và các đặc tính gia cường này bền vững theo thời gian, không ảnh hưởng môi trường.

#### **4.2.2.3. Công nghệ bê tông Miclayo sử dụng phụ gia CSSB**

Đây là sản phẩm TS. Nguyễn Hồng Bình, phó chủ tịch Hội Khoa học kỹ thuật xây dựng TP.HCM. Bê tông Miclayo được chế tạo từ đá đủ loại (đá bụi, đá mi, sành sứ và gạch bể...), đất cát đủ loại (thô hoặc mịn), nước đủ loại (nước phèn, nước lợ và thậm chí cả nước biển kết hợp chất phụ gia CSSB. Chất phụ gia này có khả năng “trực xuất” các thành phần sét và muối trong đất ra bề mặt nhờ cơ chế điện lý hoá, tạo hiệu quả làm tăng tính kết dính các nguyên vật liệu thành một khối trơ chịu lực tốt và không trương nở. Sản phẩm mới được thử nghiệm ở khu sinh thái biển Hòn Ngọc Phương Nam – Cần Giờ - TP Hồ Chí Minh.

#### **4.2.2.4. Các kết cấu bằng vải địa kỹ thuật**

Các hệ thống kết cấu địa kỹ thuật như lưới địa kỹ thuật, vải địa kỹ thuật, túi, ống từ lâu đã được áp dụng rộng rãi trong xây dựng và các ngành công nghiệp khác.

Túi, ống địa kỹ thuật (geotube, geobag) trong xây dựng công trình thủy được áp dụng trong các công trình chống lụt và chống xói mòn. Chúng có thể dùng để xây dựng đê, đập mỏ hàn, cồn và các công trình tương tự. Chúng có rất nhiều ưu điểm đáng quan tâm. Đó là xây dựng nhanh chóng và đơn giản, giá thành thấp, sử dụng các vật liệu sẵn có và không cần các hệ thống máy xây dựng nặng nề.



*Hình 4-6: Túi cát tạo kè mềm tạo bãi*



*Hình 4-7: Túi cát giữ bãi*

- Ống địa kỹ thuật (geotube)

Ống địa kỹ thuật là các ống dài làm từ vải địa kỹ thuật có kích thước và độ dài ống tùy thuộc vào quy mô và tính chất công trình riêng biệt. Ống địa kỹ thuật là giải pháp lý tưởng cho các công trình xây dựng trên cạn hoặc trong nước có độ sâu dưới 5 m. Dung tích chứa có thể thay đổi từ 2 m<sup>3</sup> đến 10 m<sup>3</sup> trên một mét dài của ống.

Geotube được dùng để xây dựng đập chắn sóng xa bờ để mở rộng bãi biển phía trước và bảo vệ đê. Geotube được định vị ngoài khơi để bảo vệ bờ, và có thể kết hợp thêm một đập chắn sóng Geotube được xây dựng xa hơn để bảo vệ móng của đập chính.

Dạng công trình này trong thực tế đã cho thấy nhiều tác dụng trong suốt quá trình xây dựng và hoạt động của đập: bờ biển được phát triển dần lên một cách rõ ràng, các sinh vật có thể tìm được chỗ ẩn nấp dọc theo bờ biển. Cát được bồi đắp nhanh chóng, kết quả sau khi lắp đặt kết cấu Geotube là một bãi biển cao rộng hơn.

- Thùng địa kỹ thuật (geocontainer)

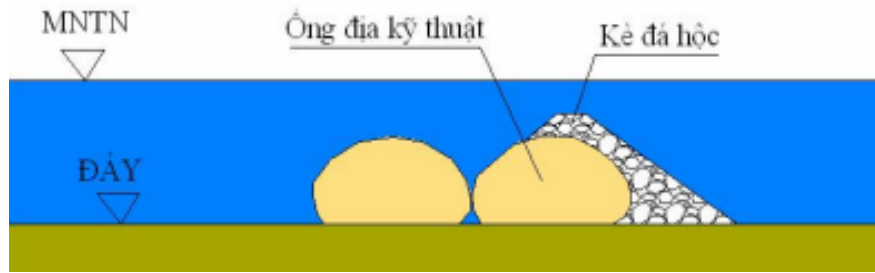
Thùng địa kỹ thuật là các thùng lớn làm từ vải địa kỹ thuật. Dung tích chứa có thể thay đổi từ 100 m<sup>3</sup> đến 1000 m<sup>3</sup>. Thùng địa kỹ thuật là lựa chọn lý tưởng cho các công trình có độ sâu nước trên 5 m.

- Túi địa kỹ thuật (geobag)

Túi địa kỹ thuật là các túi làm từ vải địa kỹ thuật sức chịu tải lớn. Điều này cho phép chúng chịu được áp lực cao khi bơm đầy đất. Về kết cấu, chúng không khác với geocontainer. Tuy nhiên, dung tích chứa của mỗi túi chỉ dao động từ 1 m<sup>3</sup> đến 10 m<sup>3</sup> đất.

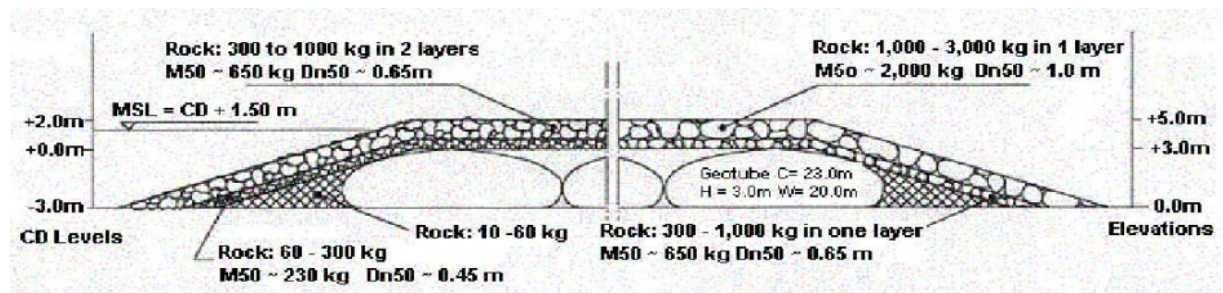
Trường hợp sử dụng kết cấu ống địa kỹ thuật làm đập chắn sóng xa bờ, các dạng kết cấu mặt cắt ngang có thể áp dụng như sau:

(ii) Đập chắn sóng xa bờ bằng ống địa kỹ thuật kết hợp với kè bảo vệ



Hình 4-8: Mặt cắt ngang đập phá sóng xa bờ bằng ống địa kỹ thuật có kè bảo vệ bằng đá hộc

(ii) Đập chắn sóng xa bờ có lõi bằng kết cấu địa kỹ thuật



Hình 4-9: Mặt cắt ngang đập phá sóng xa bờ có lõi bằng ống địa kỹ thuật

### 4.3. KẾT LUẬN

Cần chú ý đến các đặc điểm và hiệu quả của giải pháp công trình và giải pháp phi công trình. Cả hai giải pháp nêu trên đều quan trọng, không thể thay thế cho nhau. Giải pháp phi công trình có ưu điểm nổi bật là gìn giữ và bảo vệ bờ biển tự nhiên, cải biến điều kiện tự nhiên và xã hội của bờ biển mà không làm ảnh hưởng đến phát triển sinh thái bền vững. Tuy nhiên, khi bờ biển chịu các tác động mạnh của tự nhiên và bị xói lở, mất ổn định nghiêm trọng thì phải dùng đến biện pháp công trình mới có thể làm cho bờ biển ổn định trở lại được. Khi sử dụng biện pháp công trình, cũng phải hiểu rõ các tác động bất lợi, tiêu cực có thể xảy ra đối với bảo vệ môi trường sinh thái và lợi ích của các ngành kinh tế khác có liên quan.

Có nhiều giải pháp công trình có thể áp dụng kết hợp với công tác nuôi bãi nhân tạo, ví dụ như đập mô hàn, đập phá sóng xa bờ, ụ ngầm nhân tạo, bãi treo, tiêu thoát nước mặt bãi, kết cấu vải địa kỹ thuật. Các giải pháp công trình cần được xem xét nghiên cứu và áp dụng nhằm tăng hiệu quả của công tác nuôi bãi nhân tạo, góp phần ổn định và bảo vệ bờ biển. Có thể áp dụng các mô hình toán hoặc mô hình vật lý để nghiên cứu hiệu quả của các phương án áp dụng, từ đó có thể đưa ra đề xuất hợp lý mang tính định tính, định lượng và phù hợp hơn cho các khu vực nhất định.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### KẾT LUẬN

Đề tài đã thực hiện đầy đủ số lượng, đạt yêu cầu về chất lượng, đúng thời hạn theo cam kết với Bộ KHCN.

#### 1. Những kết quả nghiên cứu chính của đề tài như sau:

##### *1) Những bài học rút ra từ các nghiên cứu tổng quan các nội dung có liên quan đến đề tài.*

Từ phân tích tình hình nghiên cứu thiết kế lũ và thiết kế đê biển trên thế giới và trong nước, đồng thời sự xuất hiện lũ, bão ngày càng lớn về cường độ, lẫn tần số với quy luật thất thường đã cho thấy các tiêu chuẩn thiết kế lũ và đê biển ở nước ta mặc dù đã có qui chuẩn, tiêu chuẩn tính toán từ lâu và thay đổi nhiều lần song vẫn chưa đáp ứng yêu cầu của thực tế đã, đang gây nên những hiểm họa không đáng có. Đó là những tồn tại trong tiêu chí, tiêu chuẩn thiết kế lũ, thiết kế đê biển:

a. Chưa gắn kết giữa cấp công trình và hiểm họa. Nếu có xét đến hiểm họa thì tiêu chí chưa rõ ràng và thiếu tính khả thi.

b. Chưa có tiêu chí sự cố và tiêu chuẩn tính toán sự cố lũ vượt thiết kế, lũ chồng lên lũ, kẹt cửa tràn, sạt lở và moi chân đê biển, vỡ đập, vỡ đê biển...

c. Chưa có tiêu chí đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng đến thiết kế lũ, thiết kế đê biển và tiêu chuẩn tính toán thiết kế lũ, thiết kế đê biển thích hợp.

d. **Tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đê biển do Bộ NN&PTNT ban hành năm 2012**, là tiêu chuẩn kỹ thuật mới nhất về lĩnh vực thiết kế đê biển. Phương pháp tính toán mực nước thiết kế công trình đã có xem xét tới sự gia tăng của mực nước biển trong tương lai. Tuy nhiên Tiêu chuẩn **mới chỉ xem xét ảnh hưởng của nước biển dâng tới yếu tố mực nước thiết kế** mà chưa xem xét tới các tác động của biến đổi khí hậu tới các yếu tố khác như dòng chảy, sóng cực trị ở vùng nước sâu và **đặc biệt là sự gia tăng chiều cao sóng tại chân công trình khi mực nước thiết kế tăng lên**, cũng như sự tương tác nước biển dâng, biến đổi khí hậu tới các tham số thiết kế.

e. Trong Tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đê biển mới ban hành, việc xác định MNTK phục vụ thiết kế đê trực diện với biển đã xét tới ảnh hưởng của nước biển dâng, nhưng cách tính toán tương đối đơn giản. Các tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng tới 2 thành phần quan trọng trong MNTK là  $Z_{TB}$  và  $H_{nd}$  được tính toán thông qua  $\Delta Z_{NBD}$  được lấy theo tuổi thọ công trình và tốc độ dâng của nước biển trung bình theo kịch bản NDB trung bình do Bộ TN&MT quy định.

f. Các thành phần trong công thức tính toán cao trình đỉnh đê biển thì chỉ có  $Z_{tk,p}$  là xét tới thành phần của nước biển dâng, còn 2 thành phần còn lại là  $H_{lk}$  và  $a$  thì không xét tới các tác động biến đổi khí hậu, nước biển dâng. Đặc biệt là sự gia tăng của chiều cao sóng tại chân công trình khi xét tới tác động của BĐKH, nước biển dâng. Ngày 23 – 6 -2013, cơn bão số 2 tuy không lớn song đổ bộ vào lúc triều cường (16-5 âm lịch) đã gây ra xói lở kè, vỡ đê Đồ Sơn trong đó có lô cốt do Pháp xây dựng vững chắc cách đây khoảng 100 năm. Điều này chứng tỏ cách xác định  $\Delta Z_{NBD}$  là chưa xét tới sự tương tác tường minh giữa nước biển dâng với các tham số thiết kế quan trọng khác của công trình (cường độ bão, sóng thiết kế tại chân công trình, triều cường...) trong đó còn có sự khác biệt giữa các địa phương mà trong các kịch bản chưa được chi tiết.

g. Một số bất cập trong tiêu chuẩn và tính toán lũ thiết kế:

- Lũ xảy ra vượt lũ thiết kế hay tính lũ thiết kế thiên thấp?
- Lũ vượt lũ thiết kế do vỡ đập nhỏ dây truyền ở thượng lưu hồ chứa lớn
- Lũ chồng lên lũ do vận hành thiếu hợp lý hay đơn độc có thể gây nên lũ đặc biệt lớn, đỉnh lũ có thể không lớn song tổng lượng lũ sẽ rất lớn có thể gây ngập lụt lớn ở hạ lưu. Ví dụ: trận lũ năm 2009 xảy ra trên lưu vực sông Ba, Vu Gia -Thu Bồn...

- Tiêu chuẩn lũ thiết kế, lũ kiểm tra chủ yếu phụ thuộc vào loại công trình và cấp thiết kế công trình. Cấp thiết kế công trình phụ thuộc vào năng lực phục vụ như diện tích được tưới, tiêu thủy lợi; công suất lắp máy của nhà máy thủy điện; phụ thuộc theo đặc tính kỹ thuật của các hạng mục công trình như loại công trình thủy; loại đất nền, độ cao của đập, nhưng không xét đến mức độ hiểm họa của công trình? Như vậy, với một công trình nhỏ ở thượng lưu một đô thị lớn, khu công nghiệp lớn sẽ thiết kế với mức an toàn thấp (tần suất thiết kế lớn), còn một số hồ lớn ở những vùng hẻo lánh xa dân, có điều kiện chứa lũ hay phân lũ thuận tiện thì thiết kế với mức an toàn rất cao (tần suất thiết kế bé) hay phải đặt mức an toàn như nhau?

- Tồn tại trong tính tần suất do:

- Chuỗi số liệu có và không có lũ lịch sử cho kết quả khác nhau rất lớn.
- Phần ngoại suy tần suất theo các dạng phân bố khác nhau cho kết quả rất khác nhau.

## **2) Tiếp cận tiêu chuẩn thiết kế lũ có xét đến BĐKH, nước biển dâng và Xây dựng bộ tiêu chí về mức hiểm họa, vỡ đập trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng.**

a. Tiếp cận tiêu chuẩn thiết kế lũ

- Tiếp cận cả lũ tần suất và lũ cực hạn (PMF)
- Tiếp cận mức hiểm họa



- Tiếp cận với lũ chồng lên lũ
- Tiếp cận phương pháp tính toán thiết kế lũ có xét đến biến đổi khí hậu.
- Tiếp cận phương pháp tính toán lũ thiết kế theo tiểu vùng
- Tiếp cận tính toán thiết kế lũ có xét đến nước biển dâng
- Tiếp cận xây dựng Tiêu chuẩn lũ thiết kế hồ chứa vùng ven biển miền Trung

b. Bộ tiêu chí:

Báo cáo đã đề cập đến những bất lợi về lũ do tác động của biến đổi khí hậu, đưa ra các tiêu chí hiểm họa, tiêu chí sự cố, kiến nghị cấp công trình thủy như sau:

*Cấp công trình thủy theo các tiêu chí do quy chuẩn, tiêu chuẩn đề xuất*

Cấp công trình thủy Tiêu chí	Đặc biệt	I	II	III	IV	V
Dung tích toàn bộ $W_{tb}(10^6 m^3)$	>1000	200-1000	50~200	10-50	3~10	$\leq 3$
Công suất lắp máy $N_{lm}(MW)$	>1000	300- 1000	50~300	30-50	5~30	$\leq 5$
Diện tích tưới $F_{tưới}(10^3 ha)$	> 80	50~80	20~50	5~20	2~5	$\leq 2$
Độ cao đập (m)	>100	100~25	100~20	70-10	25~5	$\leq 10 \sim \leq 5$

Từ đó kiến nghị tiêu chuẩn lũ thiết kế:

*Kiến nghị tiêu chuẩn thiết kế lũ*

Cấp công trình (1)	Mức hiểm họa (2)	Lũ thiết kế (3)
I	Lớn	PMF
	Trung bình	PMF
II	Lớn	PMF
	Trung bình	10.000 năm
III	Lớn	PMF
	Trung bình	1.000 năm
	Nhỏ	500 năm
IV	Lớn	500 năm
	Trung bình	200 năm
	Nhỏ	100 năm
V	Lớn	200 năm
	Trung bình và nhỏ	100 năm

(\*) Lũ thiết kế với lũ 1000 năm đến lũ PMF được tính thêm hai thành phần:

- Tiêu chuẩn tràn sự cố: 3 khoang kệt 1 khoang
- Tác động của BĐKH: Các hồ chứa Thủy lợi, thủy điện với 3 cấp công trình I,II, III, tuổi thọ hầu hết từ 100 năm trở lên. Vì vậy:

+ Đối với lưu vực mà lượng mưa 1 ngày lớn nhất ( $X_{1max}$ ) có xu thế giảm hoặc không tăng thì sử dụng đúng tiêu chuẩn lũ thiết kế theo bảng 2

+ Đối với lưu vực mà lượng mưa 1 ngày lớn nhất có xu thế tăng với mức tăng  $\geq 10\%$  thì được tính thêm hệ số an toàn  $HA = 20\% Q'p$

+ Đối với lưu vực mà lượng mưa 1 ngày lớn nhất có xu thế tăng với mức tăng  $< 10\%$  thì được tính thêm hệ số an toàn  $HA = 10\% Q'p$  (xem khoản Xác định lũ thiết kế trong điều kiện biến đổi khí hậu)

### **3) Xây dựng bộ tiêu chí về mức hiểm họa vỡ đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu nước biển dâng.**

Trong phạm vi đề tài, rủi ro có nghĩa là những hiểm họa hay mối nguy đi kèm với một quá trình/ hiện tượng và hậu quả chưa rõ ràng và thường liên quan tới sự xảy ra của thiên tai/ thảm họa. Hai thuật ngữ ‘rủi ro’ và ‘hiểm họa’ được dùng với ý nghĩa tương đương và có thể thay thế lẫn nhau. Rủi ro được xem xét như là tích số của một xác suất độc lập và một tổn thất/ thiệt hại hậu quả (dự kiến sẽ xảy ra).

Ở Việt Nam, Điều 18 của Luật Phòng, chống thiên tai quy định rằng rủi ro thiên tai được phân thành các cấp độ, đây là cơ sở để cảnh báo, chỉ đạo, chỉ huy, ứng phó và khắc phục hậu quả. Phân cấp bao gồm tiêu chí về cường độ hoặc mức độ nguy hiểm, phạm vi ảnh hưởng và khả năng gây thiệt hại tới người, tài sản vật chất và môi trường [Quốc hội, 2013]. Thủ tướng Chính phủ quy định chi tiết về cấp độ rủi ro cho các loại hình thiên tai [TTgCP, 2014], trong đó, cấp độ rủi ro thiên tai được định nghĩa là sự phân định (đánh giá) mức độ thiệt hại do áp thấp nhiệt đới, bão, lốc, mưa lớn, lũ, ngập lụt ... có thể gây ra về người, tài sản, môi trường, điều kiện sống và hoạt động kinh tế - xã hội. Mỗi loại thiên tai được phân thành năm cấp (tối đa) về mức độ rủi ro: nhỏ, trung bình, lớn, rất lớn và thảm họa.

Tiêu chí nghiêm ngặt xác định mức độ được chấp nhận của rủi ro, bao gồm: Mức độ chấp nhận cá nhân của rủi ro; Mức độ chấp nhận xã hội của rủi ro; Mức độ chấp nhận quốc gia của rủi ro; Mức độ chấp nhận địa phương của rủi ro, và Mức độ tối ưu kinh tế của rủi ro.

Tiêu chí mức hiểm họa vỡ đê biển trong điều kiện BĐKH, nước biển dâng. Trong trường hợp vỡ đê do nước tràn qua, phần đất phía sau sẽ bị ngập lụt. Phụ thuộc vào lượng nước tràn mà mức độ ngập lụt như độ sâu, diện tích sẽ có giá trị tương ứng. Đồng bằng sông Cửu Long sẽ bắt đầu bị ngập khi mực nước là 0,6 m. Một nửa số tỉnh bị ảnh hưởng khi mực nước đạt 1,2 m. Toàn bộ vùng bị ngập nếu mực nước dâng tới 2,6 m.

Tiêu chí mức hiểm họa thiệt mạng. Sơ bộ, đề tài kiến nghị một con số là khoảng 70% dân số sẽ ở lại trong vùng bão đổ bộ, so sánh với 60% ở các tỉnh miền bắc như Nam Định. Tuy nhiên, phần lớn số người ở lại này sẽ tìm nơi trú ẩn ở những vùng đất cao hơn ở trong làng xã hay dịch chuyển sâu hơn vào trong đất liền. Một phần nhỏ của số người

này (thường là 5%), bao gồm chủ yếu là thanh niên, sẽ ở lại vùng bị ảnh hưởng để bảo quản tài sản và thực hiện việc khôi phục trực tiếp.

Điều này có nghĩa là chỉ có khoảng 5% (những người trẻ tuổi) là bị tác động trực tiếp bởi bão. Dựa trên số liệu lịch sử về số lượng thiệt mạng, tổng số người bị ảnh hưởng và tổng dân số khi có bão lũ và ngập lụt ở vùng Tây Nam Bộ, chúng tôi kiến nghị áp dụng giá trị 0,2% cho ước lượng sơ bộ tỉ lệ thiệt mạng trung bình của những người trực tiếp đối diện.

Phân cấp mức hiểm họa do vỡ đê biển khi nước tràn qua. Chúng tôi đề xuất 5 cấp rủi ro (thiệt hại) do ngập lụt khi vỡ đê biển gây ra bao gồm ‘nhỏ’, ‘chấp nhận được’, ‘đáng kể’, ‘lớn’ và ‘rất lớn’ tương ứng với những thiệt hại về vật chất và người như trong bảng sau:

*Phân cấp tiêu chí mức hiểm họa khi vỡ đê biển do nước tràn qua ở vùng đồng bằng sông Cửu Long.*

Cấp	Mức độ	Thiệt hại/GDP [%]	Thiệt mạng/ Dân số [%10 <sup>-3</sup> ]
1	nhỏ	<0.1	<0.01
2	chấp nhận được	0.1 - 0.5	0.01 - 0.05
3	đáng kể	0.5 - 1	0.05 - 0.1
4	lớn	1.0 - 2.0	0.1 - 1
5	rất lớn	> 2.0	>1

Thiệt hại vật chất lớn hơn 2% GDP thì sự cố vỡ đê được xếp loại 5, mức độ hiểm họa ‘rất lớn’. Giá trị này có cơ sở từ thực tế. Cụ thể, Quĩ Châu Á tiến hành nghiên cứu và chỉ ra rằng trong vòng 20 năm tính từ 2013 về trước thì Việt Nam thuộc nhóm 5 nước có rủi ro thiên nhiên cao nhất thế giới, mức thiệt hại chiếm tới 1.5% GDP hàng năm.

#### **4) Giải pháp phòng, tránh và giảm nhẹ thiệt hại ứng với các sự cố công trình gây ra**

##### **- Do thiệt hại lũ**

**Giải pháp phi công trình:** Giải pháp trồng rừng, cải tạo rừng; Chuyển đổi cơ cấu cây trồng; Xây dựng hệ thống cảnh báo lũ và xây dựng bản đồ cảnh báo nguy cơ ngập lụt; Xây dựng phương pháp dự báo, cảnh báo lũ đến hồ và cảnh báo ngập lụt hạ lưu hồ chứa khi xả lũ lớn hoặc do rủi ro vỡ đập; Giải pháp vận hành hồ chứa; Quy hoạch các khu dân cư, các khu kinh tế tập trung; Nâng cao nhận thức cộng đồng; Cơ chế chính sách; Ứng dụng công nghệ thông tin trong phòng chống lũ; Rà soát nâng cấp tiêu chuẩn chống lũ thiết kế.

**Giải pháp công trình:** Các giải pháp công trình chống lũ cần được áp dụng trong kế hoạch phòng chống lũ có tính đến “khả năng kỹ thuật, khả thi kinh tế, xã hội đồng tình và môi trường bền vững”. Một số các giải pháp chung cho khu vực Nam trung bộ và Tây nguyên được đề xuất như sau: Xây dựng hệ thống các đê bao, đê khoanh vùng bảo vệ

khu vực trọng điểm; Tôn nền các khu vực dự kiến xây mới tới cao độ ứng với quy chuẩn cho từng cấp đô thị; Củng cố hệ thống đê sông, đê biển, kè chống sóng; Củng cố hệ thống hồ chứa và kiên cố hóa các hệ thống kênh mương nội đồng; Hoạch định lại hành lang thoát lũ (cắm mốc chỉ giới hành lang thoát lũ); Mở rộng các lòng sông thoát lũ và tăng cường khả năng thoát lũ cho các cửa sông nhờ nạo vét, nắn dòng; Xây dựng, mở rộng khẩu độ các cầu, cống và xây dựng bổ sung hệ thống đường giao thông; Xây dựng các công trình bảo vệ bờ, chỉnh trị sông;

#### **- Do thiệt hại vỡ đê biển**

**Giải pháp phi công trình:** Nâng cao nhận thức cộng đồng về BĐKH, nước biển dâng; Ban hành chính sách, pháp luật trực tiếp liên quan đến biến đổi khí hậu theo cả hai hướng: chính sách pháp luật chuyên về biến đổi khí hậu và bước đầu được lồng ghép trong chính sách pháp luật của một số ngành, lĩnh vực có liên quan trực tiếp; Quy hoạch khu dân cư, các công trình ở vùng ven biển Việt Nam gắn với BĐKH; Quy hoạch quản lý tổng hợp dải ven bờ phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại do vỡ đê biển gây ra; Trồng rừng ngập mặn trước hệ thống đê biển;

**Giải pháp công trình:** Nâng cao đê thêm từ 1m đến 1,5m ở miền Nam và 0,3 đến 1m ở các tỉnh miền trung; Chăm sóc tu bổ bãi biển đối với những địa điểm có giá trị du lịch; Ứng dụng vật liệu mới, gia cường vỏ bọc đê biển; Đê biển chịu sóng tràn với mái chống xói bằng cỏ đang được xem là giải pháp khả thi chiếm nhiều ưu thế phù hợp cao trong bối cảnh biến đổi khí hậu như hiện nay.

## **2. Những đóng góp mới của đề tài:**

1. Đã xây dựng được bộ tiêu chí về mức độ hiểm họa, vỡ đập vỡ đê biển, và tiêu chí sự cố trong điều kiện biến đổi khí hậu nước biển dâng.

2. Đã đề xuất phân loại các cấp công trình thủy.

3. Kiến nghị Tiêu chuẩn thiết kế lũ theo cấp công trình và mức hiểm họa.

4, Kiến nghị phương pháp xác định mực nước thiết kế đê biển.

5. Đã xây dựng được bộ tài liệu hướng dẫn tính toán thiết kế lũ hồ chứa và xác định mực nước thiết kế đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng

## **3. Các hoạt động khác của đề tài**

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

- **Công trình công bố**: Đã có 9 bài báo được đăng trên tạp chí, hội nghị khoa học trong và ngoài nước. Trong đó có 3 bài báo đăng ở tuyển tập hội nghị quốc tế; 3 bài báo đăng ở tuyển tập Hội nghị trong nước (trong đó có 1 bài tham gia Hội thảo khoa học

Nước là cốt lõi của phát triển bền vững tổ chức tại Bắc Giang 22/3/2015); 2 bài đăng ở tạp chí Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi & Môi trường; 1 bài đăng ở Tạp chí Khoa học và công nghệ Thủy lợi.

- **Công tác đào tạo** : Từ nội dung nghiên cứu có liên quan của đề tài, đã có 1 NCS đang làm luận án, 4 học viên cao học trong đó có 2 học viên đã bảo vệ luận văn thạc sỹ.

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

## **KIẾN NGHỊ**

1. Tiếp tục thực hiện ứng dụng bộ tiêu chí về mức hiểm họa, vỡ đập trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho các lưu vực sông khác ở Việt Nam.

2. Đối với các lưu vực sông liên quốc gia, cần xem xét bổ sung các tiêu chí cho phù hợp.

Việc xây dựng các bộ tiêu chí về mức hiểm họa các công trình hồ chứa và đê biển trong điều kiện biến đổi khí hậu, nước biển dâng và phương pháp tính toán tương ứng tương đối đầy đủ và có hệ thống lần đầu tiên ở nước ta là một cố gắng rất lớn ngoài tập thể tác giả đề tài, còn có sự giúp đỡ có hiệu quả của Ban chủ nhiệm chương trình “Khoa học và công nghệ phục vụ chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu”, Mã số: KH-CN-BĐKH/11-15, các cơ quan, các nhà khoa học thuộc các trường, viện nghiên cứu trong và ngoài nước. Nhân dịp này chúng tôi xin gửi đến quý vị lời cảm ơn chân thành.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### *Tài liệu tham khảo tiếng việt*

1. Bài giảng Công trình bảo vệ bờ - TS. Thiều Quang Tuấn, 2007.
2. Bộ khoa học và Công nghệ, 2013, Tiêu chuẩn quốc gia, TCVN 9845: 2013, Tính toán các đặc trưng dòng chảy lũ
3. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2012) Tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng cho Chương trình củng cố, bảo vệ và nâng cấp đê biển, Ban hành theo Quyết định số 1613/QĐ-BNN-KHCN.
4. Bộ nông nghiệp và phát triển nông thôn. Tiêu chuẩn kỹ thuật áp dụng cho chương trình củng cố, bảo vệ và nâng cấp đê biển (Ban hành theo QĐ số 57/QĐ – BNN – KHCN ngày 08/01/2010 của Bộ NN&PTNT)
5. Bộ Nông Nghiệp và PTNT: Thông tư số 54/2013/TT – BNNTPTN ngày 17 – 12-2013, Hướng dẫn phân cấp đê và qui định tải trọng cho phép đối với xe cơ giới đi trên đê
6. Bộ Tài nguyên và Môi trường – Các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam 2012
7. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012)- Các kịch bản Biến đổi khí hậu, Nước biển dâng.
8. Bộ Tài nguyên và môi trường, 2009, *Kịch bản biến đổi khí hậu nước biển dâng cho Việt Nam.*
9. Bộ Tài nguyên và môi trường, 2011, *Kịch bản biến đổi khí hậu nước biển dâng cho Việt Nam ( dự thảo).*
10. Bộ Tài nguyên và môi trường, 2013, *Kịch bản biến đổi khí hậu nước biển dâng cho Việt Nam.*
11. Bộ Thủy lợi – Quy phạm tính toán các đặc trưng Thủy văn thiết kế. QP.TL.C-6-77. Vụ kỹ thuật 1979
12. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008: Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH
13. CEE (2012), Quy hoạch trồng rừng ngập mặn, rừng phòng hộ bảo vệ đường bờ, giảm nhẹ thiên tai, điều hòa khí hậu, TP Hồ Chí Minh.
14. Công trình Thủy Lợi - Các qui định chủ yếu về thiết kế. TCXDVN 285: 2002.
15. Đinh Văn Ưu, 2005: Phạm Hoàng Lâm, Biến động mùa và nhiều năm của trường nhiệt độ mặt nước biển và sự hoạt động của bão tại khu vực Biển Đông, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ XXI 3PT, 127

16. Đinh Văn Ưu, 2009: Đánh giá quy luật biến động dài hạn và xu thế biến đổi số lượng bão và áp thấp nhiệt đới trên khu vực Tây Thái Bình Dương, Biển Đông và ven biển Việt Nam, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 25 3S, 542
17. Đoàn Đình Tam (2005), Nghiên cứu kỹ thuật trồng rừng ngập mặn trên các điều kiện lập địa khó khăn góp phần chắn sóng vùng ven biển các tỉnh miền Bắc Việt Nam, Báo cáo kết quả đề tài, Hà Nội
18. Giáo trình Cơ sở Kỹ thuật Bờ biển. Đại học Thủy lợi. Hà Nội.
19. GIZ (2015), Quản lý rừng ngập mặn – Sổ tay hướng dẫn phương thức trồng và bảo tồn rừng ngập mặn thích hợp ở Đồng bằng sông Cửu Long, TP Hồ Chí Minh
20. Hồ chứa nước Cửa Đạt – Tỉnh Thanh Hóa. Công trình đầu mối thủy lợi. Tiêu chuẩn thiết kế (Giai đoạn thiết kế kỹ thuật + Tổng dự toán và bản vẽ thi công + Dự toán). Hanoi, 2004
21. Hoàng Việt Hùng, 2012. Nghiên cứu các giải pháp tăng cường ổn định bảo vệ mái đê biển tràn nước, Luận án Tiến sĩ.
22. Hướng dẫn thiết kế đê biển 14TCN-130-2002
23. Hướng dẫn thiết kế đê biển QĐ1613/QĐ-BNN-KHCN, ngày 09/7/2012 do Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.
24. Lê Mạnh Hùng, Nguyễn Duy Khang, Lê Thanh Chương (2011), “Xói lở, bồi tụ bờ biển Nam Bộ từ Thành phố Hồ Chí Minh đến Kiên Giang - Nguyên nhân và các giải pháp bảo vệ”, Tạp chí Khoa học & Công nghệ Thủy lợi, Số 2/1011, 2-10
25. Lê Thanh Chương và nnk, Nghiên cứu đề xuất mặt cắt ngang đê biển hợp lý và phù hợp với điều kiện từng vùng từ TPHCM đến Kiên Giang, 2011
26. Liên Xô – Hướng dẫn tính toán các đặc trưng Thủy văn thiết kế, 1973
27. Nghiêm Tiến Lam (2008) “Tính nước dâng do bão”, Bài giảng chuyên ngành kỹ thuật biển, Đại học thủy lợi.
28. Ngô Đình Tuấn – Hồ chứa và việc khai thác, sử dụng hiệu quả, bền vững nguồn nước. Hội thảo khoa học “Nước là cốt lõi của phát triển bền vững”. Bắc Giang ngày 19 tháng 3 năm 2015.
29. Ngô Đình Tuấn – Lê Đình Thành – Hướng dẫn tính lũ thiết kế hồ chứa – Vụ KHCN và chất lượng sản phẩm. Hanoi 5- 1997
30. Ngô Đình Tuấn – Ngô Lê Long. An toàn hồ đập là một biện pháp quan trọng phát triển bền vững. Hội thảo khoa học “Nước là cốt lõi của phát triển bền vững”. Bắc Giang ngày 19 tháng 3 năm 2015.

31. Ngô Đình Tuấn (chủ nhiệm) Chương trình kiểm tra hồ chứa VN. Hanoi, 1994
32. Ngô Đình Tuấn + Lê Đình Thành (5-1997). Vụ Khoa học Công nghệ và chất lượng sản phẩm.
33. Ngô Đình Tuấn- Bài giảng Thủy văn nâng cao cho các lớp cao học Thủy văn 1992-2008. Đại học Thủy Lợi.
34. Ngô Đình Tuấn- Ngô Lê Long. An toàn hồ đập là một biện pháp quan trọng phát triển bền vững . Hội thảo khoa học Nước là cốt lõi của phát triển bền vững. Bộ Tài nguyên và Môi trường tháng 3-2015
35. Ngô Đình Tuấn. Nhận xét, Đánh giá các qui phạm QP.C-6-77 và TCVN 5060 – 90 về lũ thiết kế. Hanoi, 1995
36. Ngô Đình Tuấn-Bài giảng Quản lý tổng hợp tài nguyên nước cho các lớp cao học Thủy văn 1992-2008. Đại học Thủy Lợi
37. Nguyễn Trung Thành, Bùi Việt Dũng, Phùng Văn Phách, 2009: Một số đặc điểm độ hạt và xu thế tích tụ trầm tích trên phần châu thổ ngàm của châu thổ Mekong. Các công trình địa chất và Địa vật lý biển, Tập X, tr.129-141.
38. Nguyễn Bá Quý, 2003. Quản lý dải ven biển. Đại học Thủy lợi. Hà Nội.
39. Nguyễn Đức Ngữ(chủ biên), 2008: Biến đổi khí hậu, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
40. Nguyễn Đức Ngữ, 2002: Tác động của ENSO đến thời tiết khí hậu, môi trường và kinh tế xã hội. Báo cáo Tổng kết Đề tài NCKH cấp nhà nước.
41. Nguyễn Đức Ngữ, 2009: Biến đổi khí hậu thách thức đối với sự phát triển (kỳ1), Kinh tế Môi trường, số 01, 10
42. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 1991: Biến đổi khí hậu và tác động của chúng ở Việt Nam trong khoảng 100 năm qua – Thiên nhiên và con người. Nhà XB Sự thật, Hà Nội.
43. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 1999: Các trạng huống biến đổi khí hậu ở Việt Nam trong các thập kỷ tới. Viện KTTV
44. Nguyễn Hữu Khải, Nguyễn Thanh Sơn, 2003, *Mô hình toán thủy văn*, nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà Nội, Tr.53-59.
45. Nguyễn Văn Thắng và CS, 2010: Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và đề xuất các giải pháp chiến lược phòng tránh, giảm nhẹ và thích nghi, phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội ở Việt Nam. Báo



cáo Tổng kết đề tài KC.08.13/06-10. Viện Khoa học KTTV và Môi trường, Hà Nội, 330 trang.

46. Nguyễn Văn Tuyên, 2007: Xu hướng hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới trên Tây Bắc Thái Bình Dương và biển Đông theo các cách phân loại khác nhau. Tạp chí KTTV, (số559) tháng 7 năm 2007, tr.4-10.

47. Nguyễn Văn Văn, Trương Thị Thu Hương, Nguyễn Thành Lâm (2015). “Nghiên cứu phân tích thủy triều có xét đến ảnh hưởng của Biến đổi khí hậu”. Báo cáo NCKH sinh viên. GV hướng dẫn Vũ Minh Cát.

48. Nguyễn Việt Lành (2007), Một số kết quả nghiên cứu về biến đổi khí hậu trên khu vực Việt Nam, Tạp chí khí tượng Thủy văn, số 560, 33

49. Nguyễn Xuân Hiền (2012) “Nghiên cứu nước dâng do bão có tính đến ảnh hưởng của sóng và áp dụng cho vùng ven biển Hải Phòng”, Luận án tiến sĩ, Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và môi trường.

50. Phạm Đình Đôn (2015), Hệ Sinh Thái Rừng Ngập Mặn Đồng Bằng Sông Cửu Long, Chi cục bảo vệ môi trường khu vực Tây Nam Bộ, ngày truy cập: 3/8/2015.

51. Phạm Ngọc Quý và nnk, Nghiên cứu đề xuất mặt cắt ngang đê biển hợp lý và phù hợp với từng vùng từ Quảng Ngãi tới Bà Rịa – Vũng Tàu, 2011

52. Phạm Văn Huân (2002) Động lực học biển: Phần 3 - Thủy triều, NXB Đại học quốc gia Hà Nội.

53. Phạm Văn Huân, Nguyễn Tài Hợi (2007) “Dao động mực nước biển ven bờ Việt Nam”, Tạp chí Khí tượng thủy văn, 556, 30–37.

54. Phạm Văn Quốc, 2003. Giáo trình Công trình bảo vệ bờ. Đại học Thủy lợi. Hà Nội.

55. Phan Bảo Minh và nnk, chuyên đề *Biến đổi khí hậu và ảnh hưởng của biến đổi khí hậu*, 2009, Trường Đại học nông lâm thành phố Hồ Chí Minh.

56. Phan Nguyên Hồng, 1999. Rừng ngập mặn Việt Nam, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà nội.

57. Phùng Văn Long và vùng thềm lục địa kề cận trong Holocen - Hiện đại phục vụ phát triển bền vững. Báo cáo tổng kết đề tài hợp tác Việt-Đức, lưu tại Viện Địa chất và Địa vật lý biển.

58. Quốc hội 13 – Luật phòng, chống thiên tai 2014

59. Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia công trình thủy lợi – Các quy định chủ yếu về thiết kế QCVN 04 – 05: 2012/BNNPTNT

60. Tập thể tác giả. Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và các hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với Biến đổi khí hậu. Tháng 2-2015 Nhà xuất bản Tài nguyên – Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
61. TCXD 250: 2001 Tiêu chuẩn xây dựng áp dụng cho Dự án Thủy điện Sơn La (giai đoạn nghiên cứu khả thi) Tập II. Các tiêu chuẩn cơ bản áp dụng cho Dự án Thủy điện Sơn La. Ban hành theo QĐ số: 03/2001/ QĐ – BXD ngày 29/3/2001
62. TCXDVN 285: 2002 Công trình Thủy lợi – Các qui định chủ yếu về thiết kế. Hanoi, 2002
63. Thủ tướng chính phủ - QĐ số 667/QĐ – TTg ngày 27 – 5- 2009, phê duyệt Chương trình củng cố, nâng cấp hệ thống đê biển từ Quảng Ngãi đến Kiên Giang.
64. Thủ tướng chính phủ. QĐ số 46/2014/QĐ – TTg ngày 15 tháng 8 năm 2014, Quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai
65. Thủ tướng Chính phủ. Quyết định số 46/2014/QĐ-TTg ngày 15 tháng 8 năm 2014 Quy định về dự báo, cảnh báo và truyền tin thiên tai.
66. Thủ tướng Chính phủ. Quyết định số 56/2006/QĐ-TTg ngày 14 tháng 3 năm 2006, phê duyệt Chương trình đầu tư củng cố, bảo vệ và nâng cấp đê biển hiện có tại các tỉnh có đê từ Quảng Ninh đến Quảng Nam.
67. Thủ tướng Chính phủ. Quyết định số 667/QĐ-TTg ngày 27 tháng 5 năm 2009, phê duyệt Chương trình củng cố, nâng cấp hệ thống đê biển từ Quảng Nam đến Kiên Giang.
68. Thủ tướng chính phủ: QĐ số 1590/QĐ- TTg ngày 09 tháng 10 năm 2009 Quy định Phê duyệt định hướng Chiến lược Phát triển thủy lợi Việt Nam
69. Thủ tướng chính phủ: QĐ số 44/2014/QĐ- TTg ngày 15 tháng 8 năm 2014 Quy định chi tiết về cấp độ rủi ro thiên tai
70. Thủ tướng chính phủ: QĐ số 58/2006/QĐ – TTg ngày 14 tháng 3 năm 2006. Phê duyệt chương trình đầu tư củng cố, bảo vệ và nâng cấp đê biển hiện có tại các tỉnh có đê từ Quảng Ninh đến Quảng Nam.
71. Tiêu chuẩn ngành 14 TCN 130-2002 “Hướng dẫn thiết kế đê biển”. Hà Nội.
72. Tiêu chuẩn Việt Nam – Công trình thủy lợi, Các qui định chủ yếu về thiết kế TCVN 5060 – 90 – Hanoi, 1990.
73. Tôn Thất Vĩnh, 2003. Thiết kế công trình bảo vệ bờ, đê. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.
74. Trần Duy Bình, 2000: Chương trình quốc gia thực hiện Công ước khung của Liên hiệp quốc về Biến đổi khí hậu. Viện KTTV.

75. Trần Tân Văn và Paul Trường, 2007. Tài liệu hướng dẫn ứng dụng cỏ Vetiver trong giảm nhẹ thiên tai và bảo vệ cơ sở hạ tầng.
76. Trần Thanh Tùng, Jan van de Graaff, 2003. Giáo trình Hình thái bờ biển. Đại học Thủy lợi. Hà Nội.
77. Trần Thanh Xuân, Trần Thục, Hoàng Minh Tuyền, 2011, *Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước Việt Nam*, Nhà xuất bản khoa học-kỹ thuật, Tr.118-121.
78. Trần Thục và nnk, 2011, *Biến đổi khí hậu và tác động ở Việt Nam*, Nhà xuất bản khoa học- kỹ thuật, Tr.01-02.
79. Trần Việt Liễn, 2000: Tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng đến vùng ven biển Việt nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
80. Trần Việt Liễn, Hoàng Đức Cường, Trương Anh Sơn, 2007: Xây dựng các kịch bản khí hậu cho các vùng khí hậu ở Việt Nam giai đoạn 2010-2100. Tạp chí KTTV, tháng 1, Hà Nội.
81. Trường Đại học Thủy lợi (2014) Công trình thủy lợi – Yêu cầu thiết kế đê biển. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9901:2014.
82. Viện Cơ học (1992) The Storm Surge Models, Technical Report, UNDP Project VIE/87/020 “Coastal Hydrodynamical Processes”.
83. Viện Kỹ thuật biển (2015) Bảng dự tính thủy triều, <http://www.icoe.org.vn/index.php?pid=551>.
84. Võ Quý (1984), “Các loài chim ở đồng bằng sông Mê Kông”. Kỷ yếu Hội thảo chuyên đề quốc gia về Các hệ sinh thái rừng ngập mặn. Hà Nội, 27-28/12/1984. Chương trình quốc gia về Sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường 52-02, Hà Nội: 160-166.
85. Vũ Minh Cát và nnk, Nghiên cứu, đề xuất mặt cắt ngang đê biển hợp lý với từng loại đê và phù hợp với điều kiện từng vùng từ Quảng Ninh đến Quảng Nam , Đại học Thủy lợi, Hà Nội, 2009.
86. Vũ Minh Cát, 2003. Giáo trình Cơ sở Kỹ thuật Bờ biển. Đại học Thủy lợi. Hà Nội.
87. Vũ Ngọc Phách và nnk, 2010: Nghiên cứu tiến hóa đới ven biển đồng bằng Sông Cửu Minh Cát, 2003.
88. Website: [www.soctrang.gov.vn](http://www.soctrang.gov.vn); [www.baclieu.gov.vn](http://www.baclieu.gov.vn)

### ***Tài liệu tham khảo tiếng anh***

1. Battjes, J A and Groenendijk, H W. 2000. Wave Height Distributions on Shallow Foreshores. Coastal Engineering.
2. British Columbia (Canada) Ministry of Environment (2003) Dike design and construction guide.
3. British Columbia (Canada) Ministry of Environment (2011) Climate change adaptation guidelines for sea dikes and coastal flood hazard land use: Sea dike guidelines, Project No. 143111.
4. British Standards Institution, 2000. British Standard Code of Practice for Maritime Structures. BS6349.
5. CEM-US, 2002. Coastal Engineering Manual, U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Manual 1110-2-1100, Washington D.C., USA.
6. CERC, 1984. Shore Protection Manual. 4th ed., 2 Vol. U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, U.S.Government Printing Office, Washington, D.C., 1088 pp.
7. CIRIA; CUR; CETMEF, 2007. The Rock Manual. The Use of Rock in Hydraulic Engineering (2nd Edition).
8. Condon, A.J. and Sheng, Y.P. 2012. Optimal storm generation for evaluation of the storm surge inundation threat. Ocean Engineering (43), 13-22.
9. Dean, R.G., Dalrymple, R.A. (1992). Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists, World Scientific.
10. EA, ENW, KFKI. 2007. EurOtop. Wave Overtopping of Sea Defenses and Related Structures: Assessment Manual.
11. Edelman, T. 1954. Doorbraakvrije Zeedijken (unbreacheable sea dikes), internal memorandum Rijkswaterstaat
12. EurOtop, 2007. Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual, Environment Agency UK/Expertise Netwerk Waterkeren NL/Kuratorium fur Forschung im Kusteningenieurswesen DE.
13. Field, C. (1998), “Rehabilitation of mangrove ecosystems: an overview”, Marine Pollution Bulletin 37(8-12): 383–392. DOI: 10.1016/S0025-326X(99)00106-X.
14. Gegar Prasetya (2006), Coastal protection in the aftermath of the Indian Ocean tsunami: What role for forests and trees, chapter 4: Protection from coastal erosion. FAO, RAP publication 2007/07.

15. Huth R. 1999. Statistical downscaling in central Europe: evaluation of methods and potential predictors. *Climate Research* 13: 91–101.
16. Huth R. 2002. Statistical downscaling of daily temperature in central Europe. *Journal of Climate* 15: 1731–1742.
17. Hydraulic Engineering Division, Rijkswaterstaat, (1998). *Dikes and Revetments – Design, Maintenance and Safety Assessment*.
18. International Organization for Standardization, 2007. *Actions from Wave and Currents on Coastal Structures*. ISO 21650:2007(E).
19. Jonkman, S.N., Hillen M.M., Nicholls, R.J., Kanning, W., van Ledden, M. 2013. Costs of Adapting Coastal Defences to Sea-Level Rise— New Estimates and Their Implications, *Journal of Coastal Research* 29(5): 1212 – 1226.
20. Kalnay, E. and Cai, M.: Impact of urbanization and land-use change on climate, *Nature*, 423, 528–531, 2003
21. Kamphuis, J. W. (2000) *Introduction to Coastal Engineering and Management*, World Scientific.
22. Katz, R.W. and Brown, B.G. 1992. ‘Extreme events in a changing climate: variability is more important than averages’, *Clim. Change*, 21, 289 – 302.
23. Maurer, E. P. and Duffy, P. B.: Uncertainty in projections of streamflow changes due to climate change in California, *Geophys. Res. Lett.*, 32, doi:10.1029/2004GL021462, 2005
24. Mazda, Y., Parish, F., Danielsen, F., Imamura, F., (2007), “Hydraulic functions of mangroves in relation to tsunami”, *Mangrove Sci.*, 4/5, 56-67.
25. Mehrotra, R., and A. Sharma (2010), Application of a multisite rainfall stochastic downscaling framework for climate change impact assessment, *Water Resour. Res.*, 46, W09601, doi:10.1029/2010WR009122.
26. Murphy, J.M. 1999. ‘An evaluation of statistical and dynamical techniques for downscaling local climate’, *J. Clim.*, 12, 2256 – 2284.
27. Nguyen VTV, Nguyen TD, Gachon P. 2006. On the linkage of large-scale climate variability with local characteristics of daily precipitation and temperature extremes: an evaluation of statistical downscaling methods. *Advances in Geosciences (WSPC/SPIB368)* 4(16): 1–9.
28. Paulin Coulibaly and Yonas B. Dibiye, *Downscaling precipitation and temporal neural networks*, 2005, American meteorological society.

29. R.L.Wilby, C.W.Dawson, E.M.Barrow, 2001, SDSM- a decision support tool for the assessment of regional climate change impact, Environmental Modelling & Software.
30. Reeve, D., Chadwick, A., Fleming, C. (2004) Coastal Engineering: Processes, Theory and Design Practice, Spon Press.
31. Saville, T. Jr. (1952), "Wind set-up and waves in shallow water", Tech. Memorandum 27, US Army Beach Erosion Board, Washington DC.
32. Sheng, Y.P., Alymov, V., Paramygin, V. A. (2010) "Simulation of storm surge, wave, currents, and inundation in the Outer Banks and Chesapeake Bay during Hurricane Isabel in 2003: The importance of waves", J. Geophys. Res.: Oceans, 115(C4), C04008.
33. Sorensen R.M. (2006), Basic Coastal Engineering, 3rd ed., Springer.
34. Sprangers, J.T.C.M., 1999. Vegetation dynamics and erosion resistance of seadyke grassland. Doctoral dissertation, Wageningen Agriculture University, Wageningen, 167 pp.
35. TAW, 2002. Technical report wave run-up and wave overtopping at dikes, Technical Advisory Committee on Flood Defence, The Netherlands.
36. The CoMET program (2015): Course "Introdcution to Tropical Cyclone Storm Surge", Online Access [https://www.meted.ucar.edu/tropical/storm\\_surge/intro\\_surge/print.php](https://www.meted.ucar.edu/tropical/storm_surge/intro_surge/print.php)
37. Trenberth, K. E.: Rural land-use change and climate, Nature, 427,p. 213, 2004.
38. US Army Corps of Engineering, 2002. Coastal Engineering Manual. EM 1110-2-1100.
39. Van Dorn, W.G. (1953) "Wind stress on an artificial pond", Journal of Marine Research, Vol. 12, pp. 249-276.
40. Verhagen, H.J., 1998. Revetments, Sea-dikes and River-levees, Lecture Notes, IHE, Delft.
41. Verhagen, H.J., 2009. Impacts of climate change on the principles of dike design.
42. Verhagen, H.J., Visser, P.J. 2007. Coastal defence solutions (approach of ComCoast); Proc. European Symposium on Flood Risk Management (EFRM), Dresden, Germany; pp 106-111
43. Vincent LA, Mekis E. 2006. Changes in daily and extreme temperature and precipitation indices for Canada over the twentieth century. Atmosphere-Ocean44(2): 177–193.

44. Von Storch H, Zorita E, Cubasch U. 1993. Downscaling of global climate change estimates to regional scales: an application to Iberian rainfall in wintertime. *Journal of Climate*6: 1161–1171.
45. Vose, R. S., Karl, T. R., Easterling, D. R., Williams, C. N., and Menne, M. J.: Impact of land-use change on climate, *Nature*,427, 213–214, 2004.
46. Vũ T. Thủy (2003) “Storm Surge Modelling for Vietnam's Coast”, MSc thesis, UNESCO-IHE.
47. Wahl, T., Mudersbach, C. and Jensen, J. (2011) “Assessing the hydrodynamic boundary conditions for risk analyses in coastal areas: a stochastic storm surge model”, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **11**, 2925–2939.
48. Walton, T. Jr. (2000) “Distributions for storm surge extremes”, *Ocean Engrg.* **27**, 1279–1293.
49. Widmann, M., Bretherton, C. S., and Salathe, E. P.: Statistical precipitation downscaling over the Northwestern United States using numerically simulated precipitation as a predictor, *J. Climate*,16, 799–816, 2003.
50. Wilby RL, Charles SP, Zorita E, Timbal B, Whetton P, Mearns LO. 2004. Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Statistical Downscaling Methods, Technical report, Data Distribution Centre of the IPCC: <http://www.ipcc-data.org/guidelines/index.html>.
51. Wilby RL, Dawson CW, Barrow EM. 2002. SDSM – a decision support tool for the assessment of regional climate change impacts. *Environmental Modelling and Software*17: 145–157.
52. Wilby RL, Wigley TML, Conway D, Jones PD, Hewitson BC, Main J, Wilks DS. 1998. Statistical downscaling of general circulation model output: a comparison of methods. *Water Resources Research*34:2995–3008.
53. Wilby RL, Wigley TML. 2000. Precipitation predictors for downscaling: observed and general circulation model relationships. *International Journal of Climatology* 20: 641–661.
54. Wilby, R. L., Hay, L. E., Gutowski, W. J., Arritt, R. W., Takle, E. S., Pan, Z., Leavesley, G. H., and Clark, M. P.: Hydrological responses to dynamically and statistically downscaled climate model output, *Geophys. Res. Lett.*, **27**, 1199–1202, 2000.
55. Wilks, D. S.: Multisite downscaling of daily precipitation with a stochastic weather generator, *Clim. Res.*, **11**, 125–136, 1999.

56. WMO, 2009. Guide to Hydrological Practices – Vol II.



## PHỤ LỤC

### PHỤ LỤC 1: HỆ THỐNG CÁC DỰ ÁN THỦY ĐIỆN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

*Bảng 1: Tổng hợp các dự án trên dòng chính sông Vu Gia - Thu Bồn*

TT	Tên công trình	Sơ đồ khai thác	Flv (km <sup>2</sup> )	MND (m)	MNC (m)	MNGC (m)	W <sub>tb</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	W <sub>hi</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	W <sub>pl</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	N <sub>lm</sub> (Mw)
1	S. Bung 2		324	605	565	607,56	94,3	73,9	7,19	100
2	S. Bung 4		1.477	222,5		225,97	510,8	233,99	47,28	156
3	S. Bung 5		2.380			60	20,14			49
4	S. Bung 6						20,5			30
5	A Vương		682	380	340	381,2	343,55	266,48	14,25	210
6	Sông Con 2	Bậc 1	81	340	322		29,2	23,4		3
		Bậc 2	250,1	278	276		1,2	0,7		54
7	Đắc Mi 1	Bậc 1	396,8	845			93,6			140
		Bậc 2	603	355			3,3			45
8	Đắc Mi 4	Bậc 1	1.125	258	240	258,2	310,32	158,03	2,2	141
		Bậc 2	29	106	105	108,45	2,57	0,57		39
9	Sông Tranh 2		1.100	175	140	178,69	733,4		75,52	190
10	Tân An		1.640	54	50		775	175		
	Tổng						3.046,65		146,44	1.157

*Bảng 2: Hệ thống các nhà máy thủy điện trên lưu vực sông Ba*

TT	Công trình thủy điện	$\omega$ (km <sup>2</sup> )	V <sub>tb</sub> 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	V <sub>c</sub> 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	V <sub>hi</sub> 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	N <sub>lm</sub> MW	Ghi chú
1	An Khê – Kanak	20,4	329,6	38,5	291,1	173	Vận hành 2009
2	Krong H'nh	13,67	171,6	59,3	112,3	64	nt
3	Sông Ba Hạ	54,66	349,7	183,8	165,9	220	Vận hành 2008
4	Ayun Hạ	37	253	52	201	2,7	Vận hành 1995
5	Sông Hinh	41	357	35	323	70	Phát điện 1999
6	Krong H'nh hạ					22	DKXD 2015
7	H'Mmun					14,4	DKXD 2010
8	Dak Pi Hao 4					9,0	DKXD 2010
9	Dak Srông 2A		0,442			18	Vận hành 2013

TT	Công trình thủy điện	$\omega(\text{km}^2)$	$V_{tb}$ $10^6\text{m}^3$	$V_c$ $10^6\text{m}^3$	$V_{hi}$ $10^6\text{m}^3$	$N_{lm}$ MW	Ghi chú
10	Ia Hiao		0,963			9,0	DKXD 2010
11	Dak Pi Hao 3					4,0	DKXD 2010
12	Krong Pa 2					5,8	DKXD 2010
13	Ayun thượng 1A		0,56			12	DKXD 2010
14	Ayun Trung					16,0	DKXD 2010
15	PleiKeo					10,8	DKXD 2010
16	Dak Ayuonh					4,20	DKXD 2010
17	Krong Năng 1					15,0	DKXD 2010
18	Krong Pa					20,0	DKXD 2010
19	Krong Jataun					4,0	DKXD 2010
20	Dak Srong 3 B		1,65			19,5	DKXD 2010
21	Son Lang 1					6,40	DKXD 2010
22	Son Lang 2					24,0	DKXD 2010
23	Kroong					10,0	DKXD 2010
24	Phú Cường					7,0	DKXD 2015
25	Suối U					3,0	DKXD 2015
26	Ea Ral					6,5	Vận hành 2012
27	EaKrong Hin 1					5,7	DKXD 2010
28	EaKrong Hin 3					4,0	DKXD 2010
29	Ea M'Doan 2		4,34			4,0	Vận hành 2011
30	EaKrong Hin 2					4,0	DKXD 2015
31	Ea M'Đoan 3		0,22			1,8	Vận hành 2011
32	DakBle		0,07			5,0	Khởi công 2009

Bảng 3: Hệ thống các nhà máy thủy điện trên lưu vực sông Srêpôk

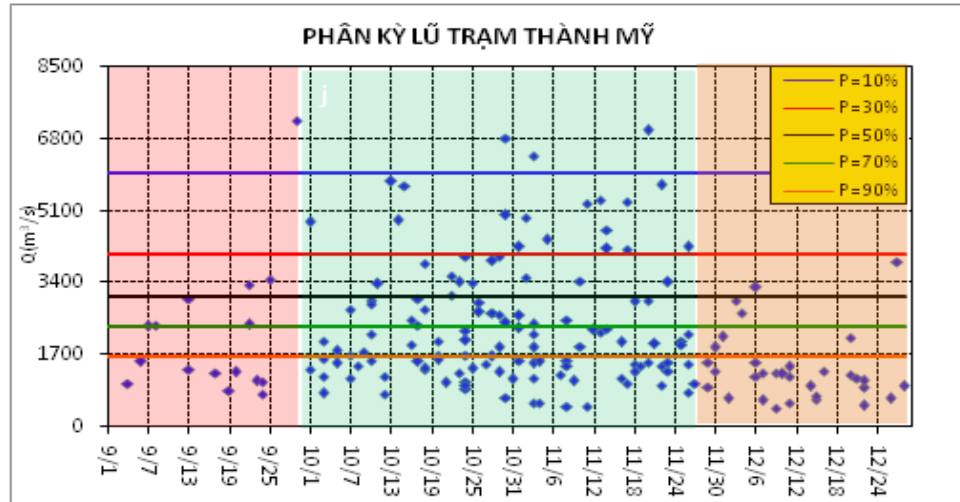
TT	Công trình thủy điện	$\omega$ (km <sup>2</sup> )	$V_{tb}$ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	$V_c$ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	$V_{hi}$ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	$N_{lm}$ MW	Ghi chú
1	Đức Xuyên	77,34	1810	1325,74	484,29	100	Chưa duyệt
2	Buon Tua Srah	37,1	786,9	264,2	522,6	86	Vận hành 2009
3	Buon Kuop	5,57	63,19	48,49	14,7	280	Vận hành 2008
4	Drayling 1 (Pháp)					0,48	Vận hành 2006
5	Drayling 2 (Việt – Đức)					12	Vận hành
6	Srêpôk 3	17,68	218,99	156,13	62,85	220	Vận hành 2010
7	Srêpôk 4	3,16	25,94	17,5	8,44	80	Vận hành 2010
8	Eakrong Kmar	0,125	0,386	0,119	0,266	12	DKXD 2010
9	EaDrăng 2	0,56	3,28	0,56	2,8	6,4	Vận hành 2009
10	Buon Bra					10	Vận hành 2012
11	Ea Soup 3		2,99			5	Vận hành 2011
12	Ea Ktour		0,137			9,3	Vận hành 2012
13	Ea Tul 4					6,0	Vận hành
14	Dray H'ling 3		2,9			6,00	Vận hành
15	Eakha					3,00	DKXD 2010
16	Ea Puich 1		0,45			6,60	Vận hành 2013
17	Ea Tul 5					4,50	Vận hành 2012
18	KrongBuk 3					4,00	DKXD 2015
19	Ea Wy					4,00	DKXD 2015
20	Ia H'leo					0,3	Vận hành
21	Ia Hiao 4					3,60	DKXD 2015
22	Cư Mốt					5,00	DKXD 2015
23	EaKar		0,004			3,00	Vận hành 2011
24	Buon Rơ Chai 1					4,00	DKXD 2015
25	Buon Rơ Chai 2					8,00	DKXD 2015
26	Hòa Phú					20,00	Vận hành 2013
27	Srêpôk 4A		1,68			64,0	Vận hành 2013
28	Hòa Xuân					6,0	DKXD 2012
29	Srêpôk 7					24,0	DKXD 2015
30	Dak Mâm 2					4,0	DKXD 2015
31	Dak Pri					10,2	DKXD 2015
32	Chư Pong Krong					8,0	DKXD 2015
33	Dak Klau 4					3,50	DKXD 2015
34	Dak Sor 3					4,00	DKXD 2015
35	Krong Tin 2					5,00	Vận hành

TT	Công trình thủy điện	$\omega$ (km <sup>2</sup> )	$V_{tb}$ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	$V_c$ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	$V_{hi}$ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	$N_{lm}$ MW	Ghi chú
36	Ea Soup Thượng		146,9			17	
37	DakKao 2					1,2	Vận hành 2012
38	DakKao 3					1,8	Vận hành 2012
39	EaSol 2					1,7	Vận hành 2012

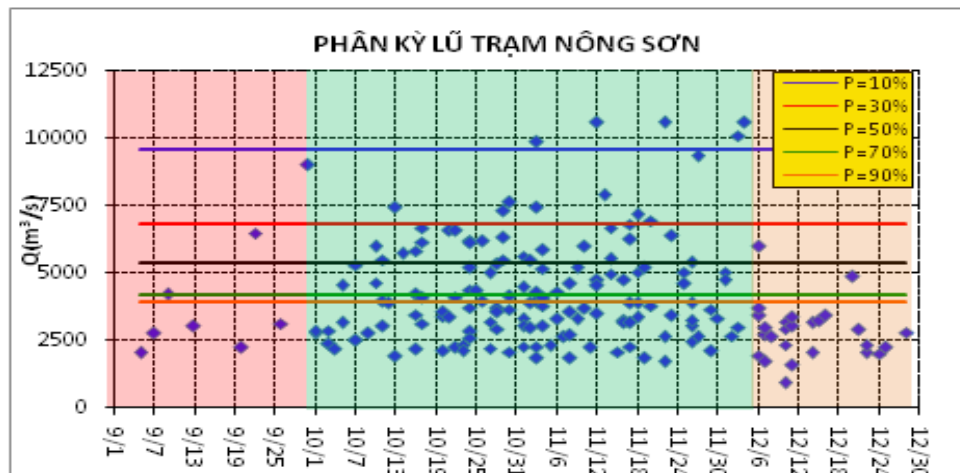
*Bảng 4 : Quy hoạch bậc thang thủy điện trên sông Sê San  
( Phần lãnh thổ Việt Nam)*

TT	Tên công trình thủy điện	Địa điểm xây dựng	MNDBT (m)	MNC (m)	Công suất (MW)	Điện lượng TB năm Tr.Kwh	Ghi chú
1	Thượng Kon Tum	Kon Tum-Quảng Ngãi	1170	1146	240	944	Dự án đầu tư
2	Pleikrong	Kon Tum	570	537	100	417	Đang xây dựng
3	Yaly	Gia Lai-Kon Tum	515	490	720	3845	Đã hoàn thành
4	Sê San 3	Gia Lai-Kon Tum	304,5	303.3	260	1274	Đã hoàn thành
5	Sê San 3A	Gia Lai-Kon Tum	239		108	503	Đã hoàn thành
6	Sê San 4	Gia Lai-Kon Tum	215	210	330	1390	Đang xây dựng
7	Sê San 4A	Gia Lai-Kon Tum	155,2	150	63	288,7	Dự án đầu tư
<b>Tổng</b>					<b>1821</b>	<b>8661,7</b>	

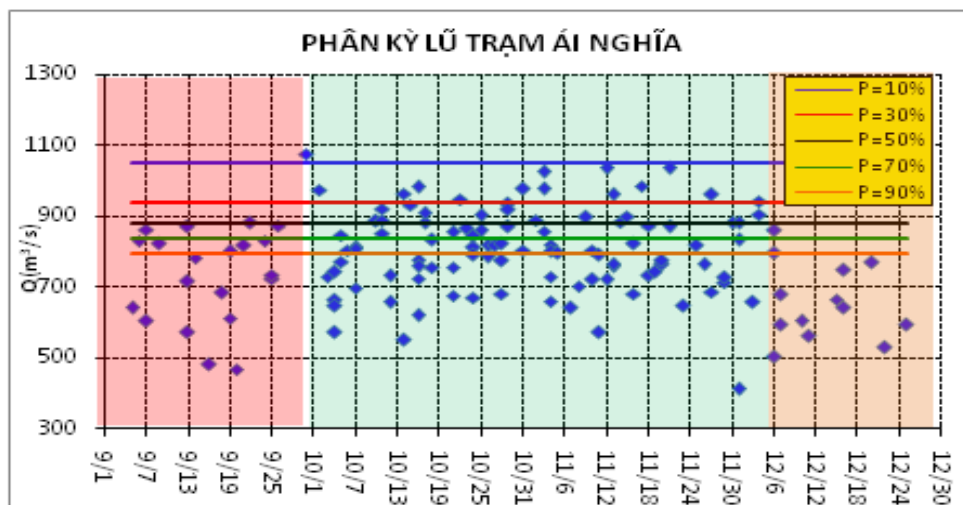
## PHỤ LỤC 2: KẾT QUẢ ĐỒNG BỘ LŨ - PHÂN KỲ LŨ CÁC LƯU VỰC SÔNG



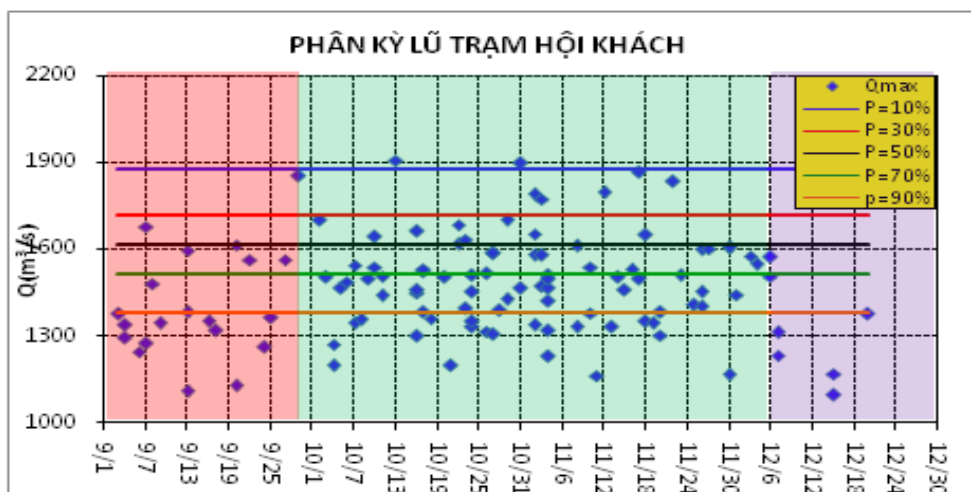
Hình 1: Phân kỳ lũ trạm Thạnh Mỹ



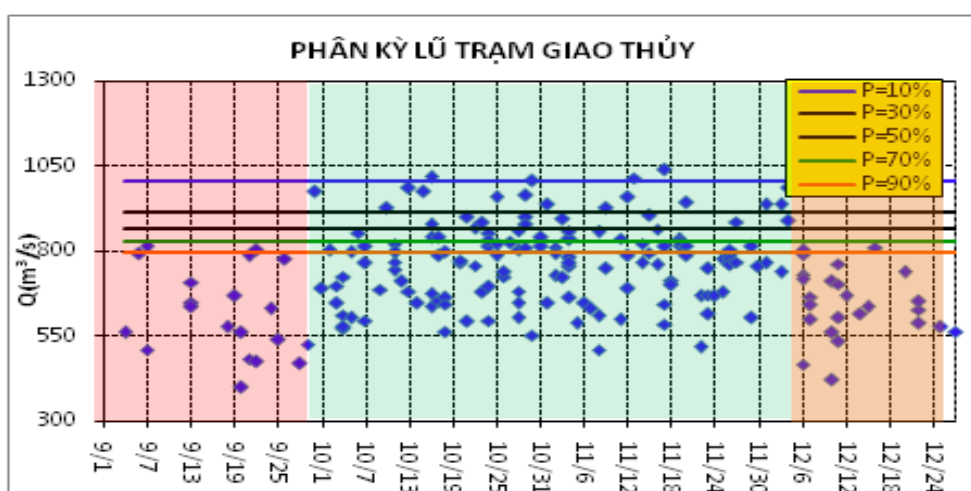
Hình 2: Phân kỳ lũ trạm Nông Sơn



Hình 3: Phân kỳ lũ trạm Ái Nghĩa



Hình 4: Phân kỳ lũ trạm Hội Khách

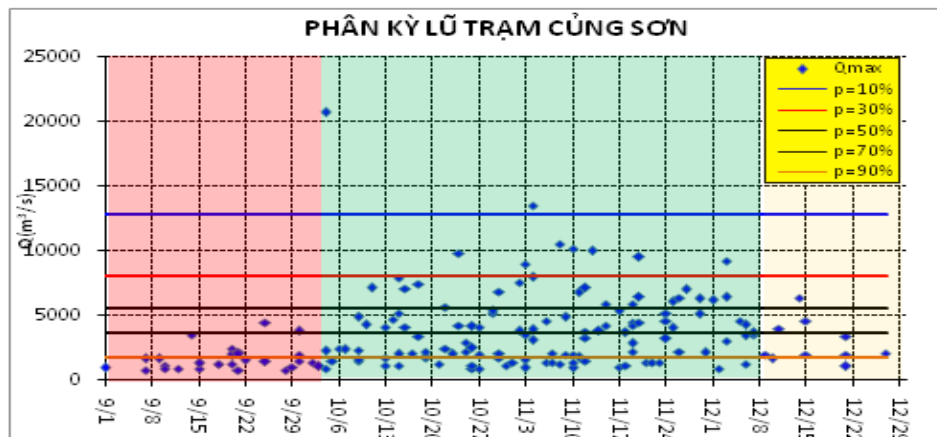


Hình 5: Phân kỳ lũ trạm Giao Thủy

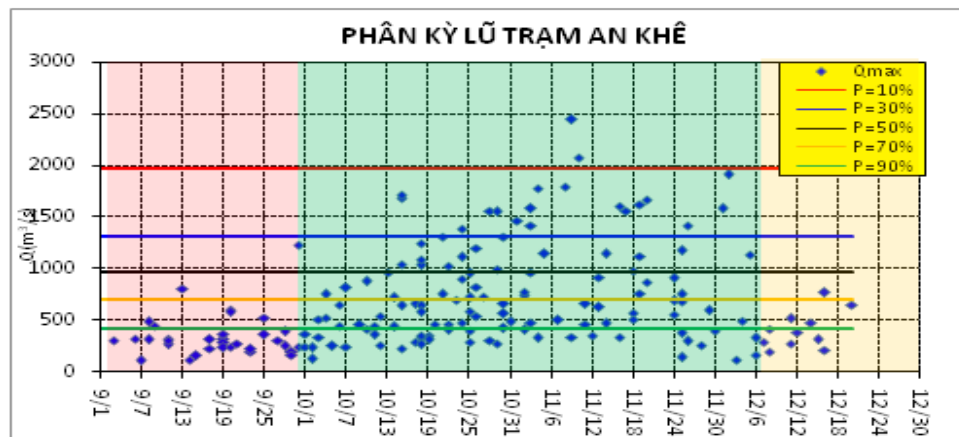
Bảng 1: Sự xuất hiện đồng thời lũ trên nhánh Vu Gia và Thu Bồn

Năm	Thành Mỹ		Nông Sơn		Đồng Bộ
	Ngày	Qmax	Ngày	Qmax	
1977	4/XI	1640	4/XI	4050	x
1978	20/IX	1290	4/XI	3060	
1979	16/X	1940	15/X	3470	x
1980	17/XI	5320	17/XI	6820	x
1981	14/X	4800	14/X	5730	x
1982	7/IX	2380	7/IX	2800	x
1983	30/X	5000	30/X	7660	x
1984	13/X	5800	13/X	7440	x

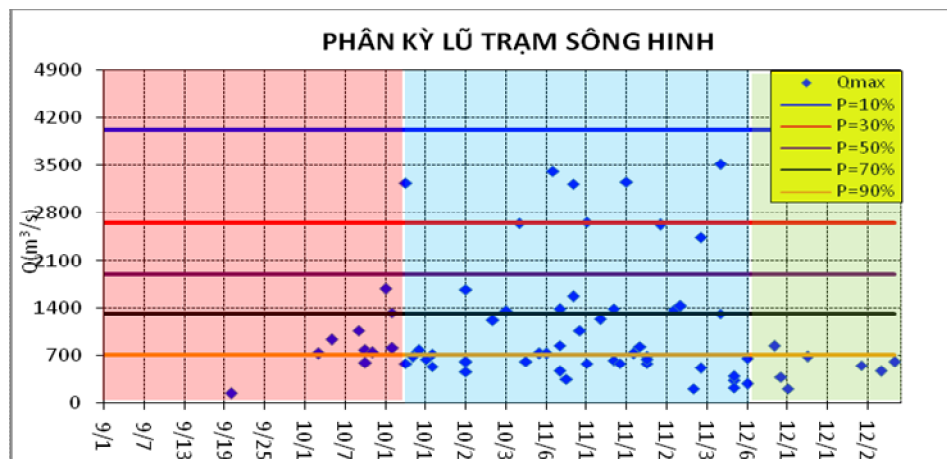
Năm	Thành Mỹ		Nông Sơn		Đồng Bộ
	Ngày	Qmax	Ngày	Qmax	
1985	30/XI	1880	30/XI	5040	x
1986	22/X	3560	3/XII	10100	
1987	25/XI	2020	19/XI	3790	
1988	10/X	2960	10/X	4640	x
1989	25/V	1720	25/V	3290	x
1990	12/XI	5370	13/XI	7900	x
1991	24/X	1720	24/X	3720	x
1992	28/X	3950	24/X	6220	
1993	29/XI	1510	24/X	4380	
1994	20/X	2010	20/X	6580	x
1995	10/XI	4250	10/XI	5990	x
1996	3/XI	6390	3/XI	7460	x
1997	25/IX	3480	4/XI	5850	
1998	20/XI	7000	20/XI	10600	x
1999	2/XI	4930	4/XII	10600	
2000	17/XI	4200	17/XI	6240	x
2001	22/X	3100	22/X	6600	x
2002	25/X	1370	25/X	4360	x
2003	14/XI	4640	14/XI	6680	x
2004	27/XI	3910	27/XI	9350	x
2005	11/X	3380	24/X	6120	
2006	1/XI	4830	6/XII	5990	
2007	30/X	6810	6/XII	5990	
2008	17/X	2400	17/X	6170	x
2009	30/IX	9000	29/IX	7230	x



Hình 6: Phân kỳ lũ trạm Củng Sơn



Hình 7: Phân kỳ lũ Trạm An Khê



Hình 8: Phân kỳ lũ trạm sông Hình

Bảng 2: Đồng bộ lũ trạm An Khê – Củng Sơn

ĐỒNG BỘ LŨ AN KHÊ - CỬNG SƠN					
Năm	An Khê		Củng Sơn		Đồng bộ lũ
	Ngày xh	Qmax	Ngày xh	Qmax	
1978	4/XI	326	3/XI	9000	X
1979	18/XI	567	15/X	7950	



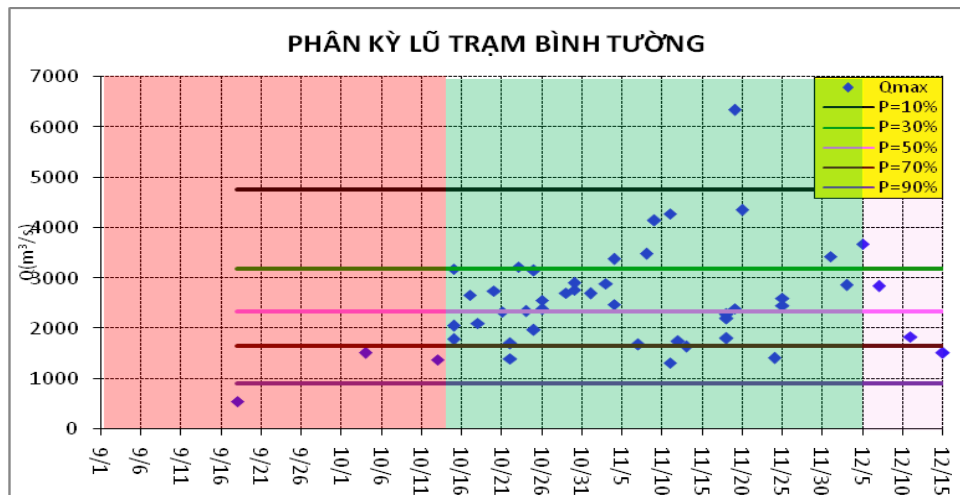
ĐỒNG BỘ LŨ AN KHÊ - CÙNG SƠN					
Năm	An Khê		Cùng Sơn		Đồng bộ lũ
	Ngày xh	Qmax	Ngày xh	Qmax	
1980	17/XI	1560	2/XI	7540	
1981	9/XI	2440	10/XI	10200	X
1982	7/IX	106	3/XI	955	
1983	30/X	1300	29/X	5150	X
1984	8/XI	1790	29/XI	5100	
1985	25/XI	747	25/XI	6060	X
1986	2/XII	1910	3/XII	9200	X
1987	19/XI	1620	20/XI	6410	X
1988	15/X	1680	8/XI	10500	
1989	23/VII	250	19/X	1710	
1990	15/X	1710	18/X	7470	
1991	24/X	1380	25/X	2940	X
1992	28/X	1560	24/X	9860	
1993	4/X	750	4/X	20700	X
1994	21/X	747	22/X	2460	X
1995	2/XI	774	26/X	4160	
1996	16/XI	1600	1/XII	6190	
1997	4/XI	493	2/XI	3800	
1998	20/XI	1670	20/XI	9520	X
1999	1/XI	1460	3/XII	6420	
2000	14/X	719	17/XI	5340	
2001	22/X	1020	12/XI	3280	
2002	25/X	584	7/XI	2070	
2003	18/X	1090	13/XI	10000	
2004	13/VI	466	13/VI	3490	X
2005	25/X	950	15/XII	4560	
2006	20/V	275	7/X	2360	
2007	10/XI	2070	4/XI	7970	
2008	25/XI	1170	26/XI	6350	X
2009	3/XI	1410	3/XI	13500	X
2010	17/XI	745	2/XI	8500	

Bảng 3: Đồng bộ lũ trạm Củng Sơn – Sông Hình

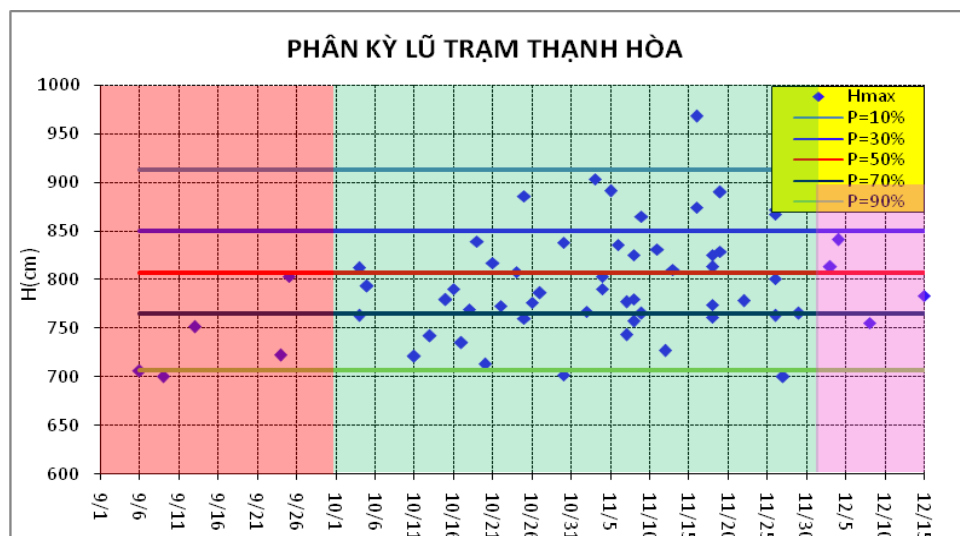
<b>ĐỒNG BỘ LŨ CỬNG SƠN - SÔNG HÌNH</b>					
Năm	Củng Sơn		Sông Hình		Đồng bộ lũ
	Ngày xh	Qmax	Ngày xh	Qmax	
1979	15/X	7950	3/XII	3250	
1980	2/XI	7540	2/XI	2640	X
1981	10/XI	10200	10/XI	3220	X
1982	3/XI	955	3/XI	610	X
1983	29/X	5150	29/X	1210	X
1984	29/XI	5100	29/XI	2440	X
1985	25/XI	6060	25/XI	2620	X
1986	3/XII	9200	2/XII	3510	X
1987	20/XI	6410	10/XI	1570	
1988	8/XI	10500	7/XI	3410	X
1989	19/X	1710	8/XI	846	
1990	18/X	7470	12/XI	2660	
1991	25/X	2940	25/X	452	X

Bảng 4: Đồng bộ lũ trạm An Khê – Củng Sơn – Sông Hình

<b>ĐỒNG BỘ LŨ TRẠM AN KHÊ - CỬNG SƠN - SÔNG HÌNH</b>							
Năm	An Khê		Củng Sơn		Sông Hình		Đồng bộ lũ
	Ngày xh	Qmax	Ngày xh	Qmax	Ngày xh	Qmax	
1979	18/XI	567	15/X	7950	3/XII	3250	
1980	17/XI	1560	2/XI	7540	2/XI	2640	
1981	9/XI	2440	10/XI	10200	10/XI	3220	X
1982	7/IX	106	3/XI	955	3/XI	610	
1983	30/X	1300	29/X	5150	29/X	1210	X
1984	8/XI	1790	29/XI	5100	29/XI	2440	
1985	25/XI	747	25/XI	6060	25/XI	2620	X
1986	2/XII	1910	3/XII	9200	2/XII	3510	X
1987	19/XI	1620	20/XI	6410	10/XI	1570	
1988	15/X	1680	8/XI	10500	7/XI	3410	
1989	23/VII	250	19/X	1710	8/XI	846	
1990	15/X	1710	18/X	7470	12/XI	2660	
1991	24/X	1380	25/X	2940	25/X	452	X



Hình 9: Phân kỳ lũ trạm Bình Tường

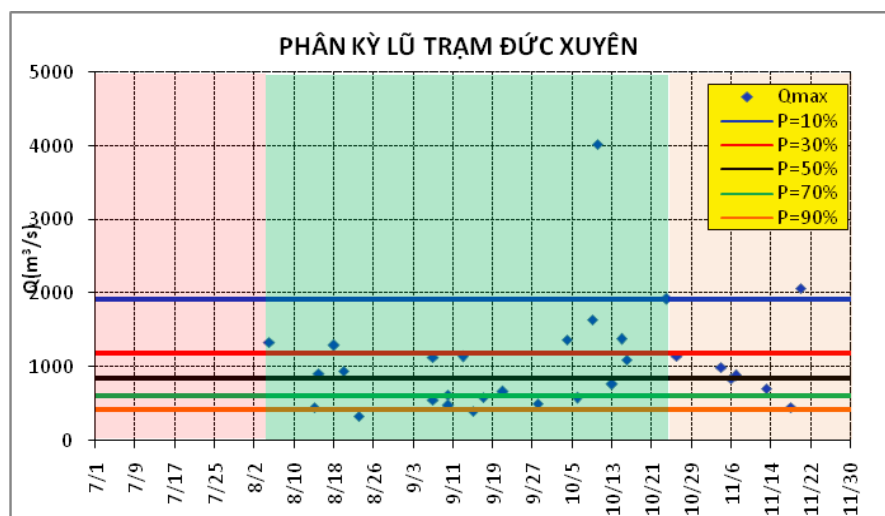


Hình 10: Phân kỳ lũ trạm Thanh Hòa

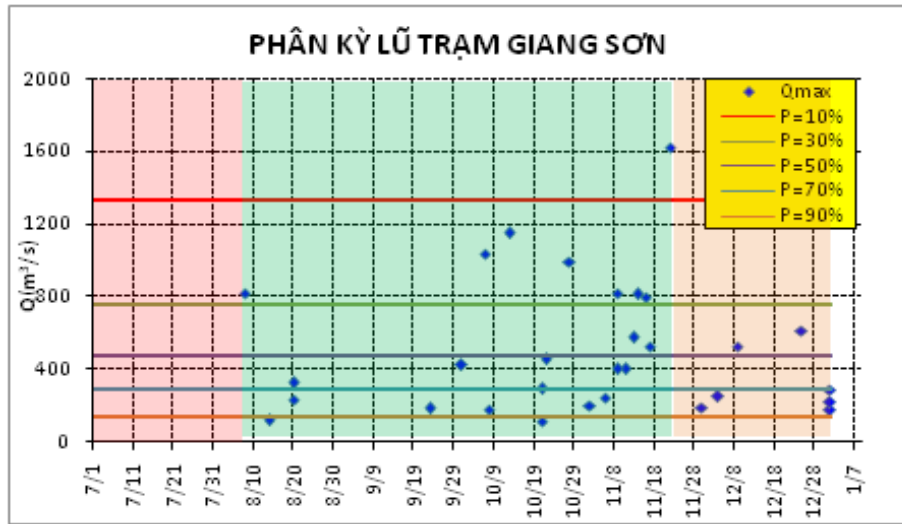
Bảng 5: Đồng bộ lũ trạm Thanh Hòa – Bình Tường

ĐỒNG BỘ LŨ THANH HÒA - BÌNH TƯỜNG					
Năm	Hmax_BT	ngày xh	Hmax_TH	ngày	Đồng bộ
1979	2364	18/XI	829	19/XI	X
1980	2570	17/XI	875	16/XI	X
1981	2551	9/XI	865	9/XI	X
1982	2058	4/XI	510	4/XI	X
1983	2404	30/X	838	30/X	X
1984	2473	8/XI	825	8/XI	X
1985	2379	25/XI	801	26/XI	X
1986	2427	3/XII	813	3/XII	X
1987	2570	19/XI	892	19/XI	X
1988	2352	15/X	790	16/X	X
1989	2173	18/IX	711	19/X	

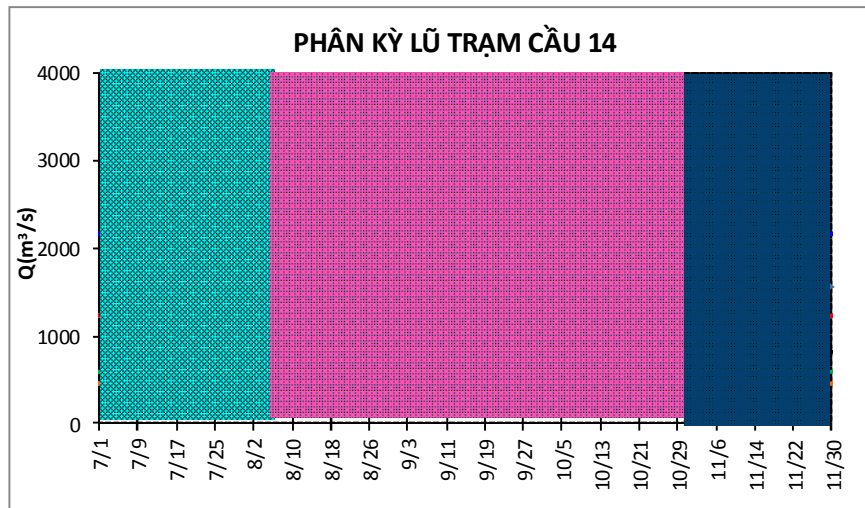
<b>ĐỒNG BỘ LŨ THẠNH HÒA - BÌNH TƯỜNG</b>					
Năm	Hmax_BT	ngày xh	Hmax_TH	ngày	Đồng bộ
1990	2436	15/X	803		
1991	2380	24/X	762	25/X	X
1992	2435	23/X	808	24/X	X
1993	2304	4/X	812	4/X	X
1994	2393	21/X	819	21/X	X
1995	2402	1/XI	786	27/X	
1996	2487	1/XII	888	1/XII	X
1997	2400	4/XI	811	4/XI	X
1998	2512	22/XI	874	26/XI	
1999	2491	3/XII	855	4/XII	X
2000	2343	17/XI	767	14/XI	
2001	2322	12/XI	773	22/X	
2002	2346	25/X	776	26/X	X
2003	2421	17/X	839	19/X	X
2004	2195	24/XI	683	14/IX	
2005	2479	25/X	886	26/X	X
2006	2143	5/XII	700	9/IX	
2007	2441	4/XI	891	5/XI	X
2008	2421	25/XI	868	26/XI	X
2009	2425	3/XI	903	3/XI	X
2010	2394	17/XI	813	18/XI	X
2011	1644	26/XI	777	7/XI	
2012	1550	7/X	686	31/XII	
2013	1935	15/XI	968	16/XI	X



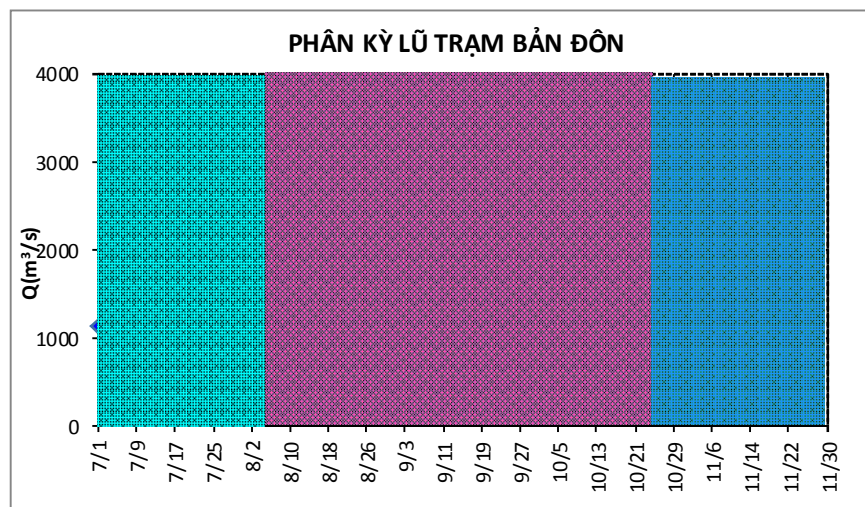
*Hình 11: Phân kỳ lũ trạm Đức Xuyên*



Hình 12: Phân kỳ lũ trạm Giang Sơn



Hình 13: Phân kỳ lũ trạm Cầu 14



Hình 14: Phân kỳ lũ trạm Bản Đôn

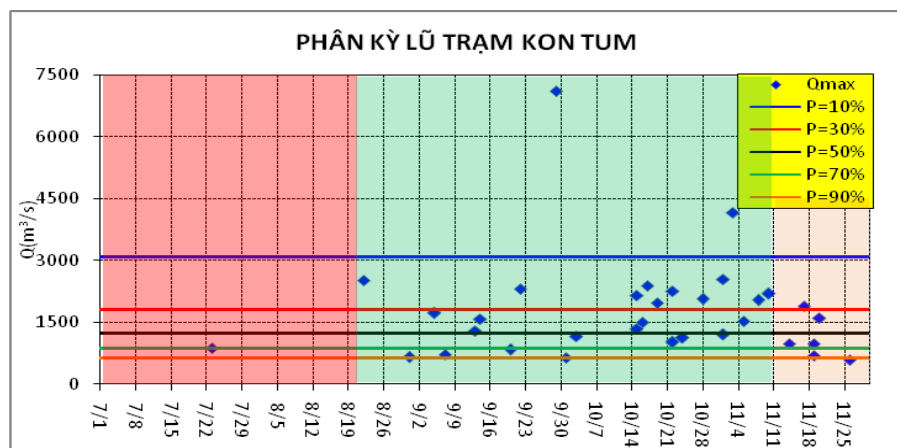
Bảng 6: Đồng bộ lũ Giang Sơn – Bản Đôn

TT	Năm	Giang Sơn		Bản Đôn		Đồng Bộ lũ
		Ngày xh	Qmax	Ngày xh	Qmax	
1	1992	28/X	990	24/X	1920	
2	1993	7/X	1040	4/X	3310	
3	1994	1/I	174	17/IX	760	
4	1995	2/XI	203	6/X	1120	
5	1996	25/XII	614	1/XI	1400	
6	1997	1/I	290	21/IX	1550	
7	1998	22/XI	1620	23/XI	2900	X
8	1999	9/XI	823	6/XI	1290	
9	2000	13/X	1150	14/X	3310	X
10	2001	20/VIII	236	23/VIII	2210	
11	2002	20/VIII	325	21/VIII	1620	X
12	2003	17/XI	525	28/IX	1070	
13	2004	14/VIII	119	19/VIII	1040	
14	2005	17/XII	1240	13/IX	3530	
15	2006	1/I	217	14/VIII	1270	

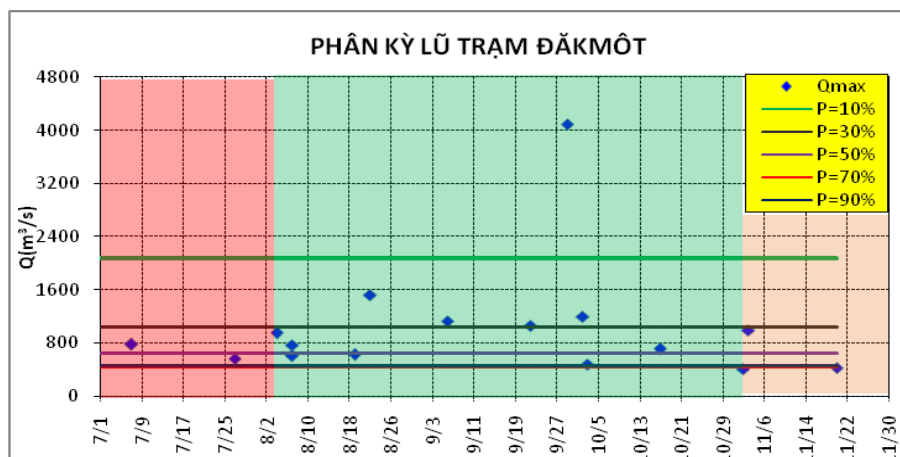
Bảng 7: Đồng bộ lũ trạm Đức Xuyên – Bản Đôn

TT	Năm	Đức Xuyên		Bản Đôn		Đồng bộ lũ
		Ngày	Qmax	Ngày xh	Qmax	
1	1978	4/XI	1000	1/VII	1140	
2	1979	16/X	1100	25/IX	1540	
3	1980	6/X	579	3/XI	1510	
4	1981	15/X	1380	15/X	1810	X
5	1982	7/IX	1130	11/IX	1070	
6	1983	9/X	1640	9/X	2400	X
7	1984	13/X	765	2/XI	1320	
8	1985	10/IX	477	10/IX	913	X
9	1986	3/XII	661	16/VIII	949	
10	1987	17/IX	588	23/IX	1160	
11	1988	7/XI	882	10/X	1260	
12	1989	7/IX	552	5/X	1350	
13	1990	17/VI	1450	4/IX	1650	
14	1991	23/VIII	336	13/X	712	
15	1992	24/X	1920	24/X	1920	X
16	1993	4/X	1370	4/X	3310	X
17	1994	28/IX	507	17/IX	760	

TT	Năm	Đức Xuyên		Bản Đôn		Đồng bộ lũ
		Ngày	Qmax	Ngày xh	Qmax	
18	1995	15/IX	398	6/X	1120	
19	1996	26/X	1150	1/XI	1400	
20	1997	21/IX	666	21/IX	1550	X
21	1998	20/XI	2070	23/XI	2900	
22	1999	6/XI	842	6/XI	1290	X
23	2000	10/X	4020	14/X	3310	
24	2001	20/VIII	948	23/VIII	2210	
25	2002	18/VIII	1290	21/VIII	1620	
26	2003	13/XI	704	28/IX	1070	
27	2004	14/VIII	445	19/VIII	1040	
28	2005	13/IX	1140	13/IX	3530	X
29	2006	15/VIII	906	14/VIII	1270	X
30	2007	5/VIII	1330	5/VIII	2700	X
31	2008	18/XI	449	29/XI	1540	
32	2009	10/IX	626	11/X	1940	



Hình 15: Phân kỳ lũ trạm Kon Tum



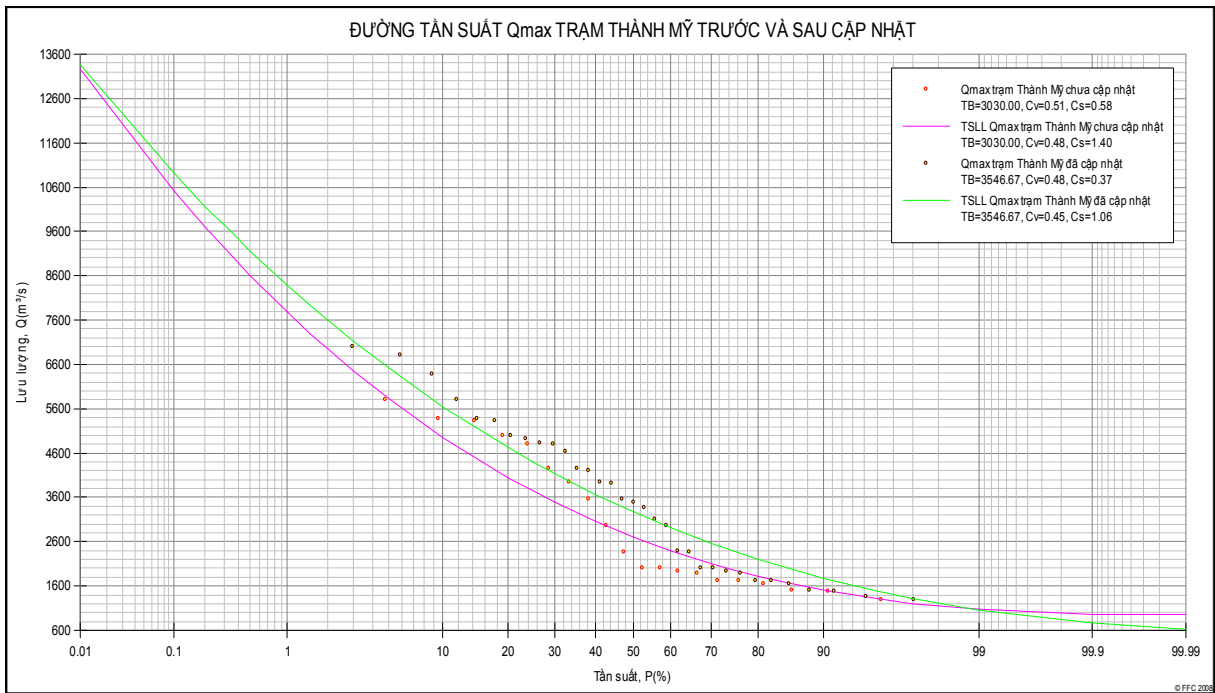
Hình 16: Phân kỳ lũ trạm Đắk Môt

Bảng 8: Đồng bộ lũ trạm Kon Tum – Đăk Môt

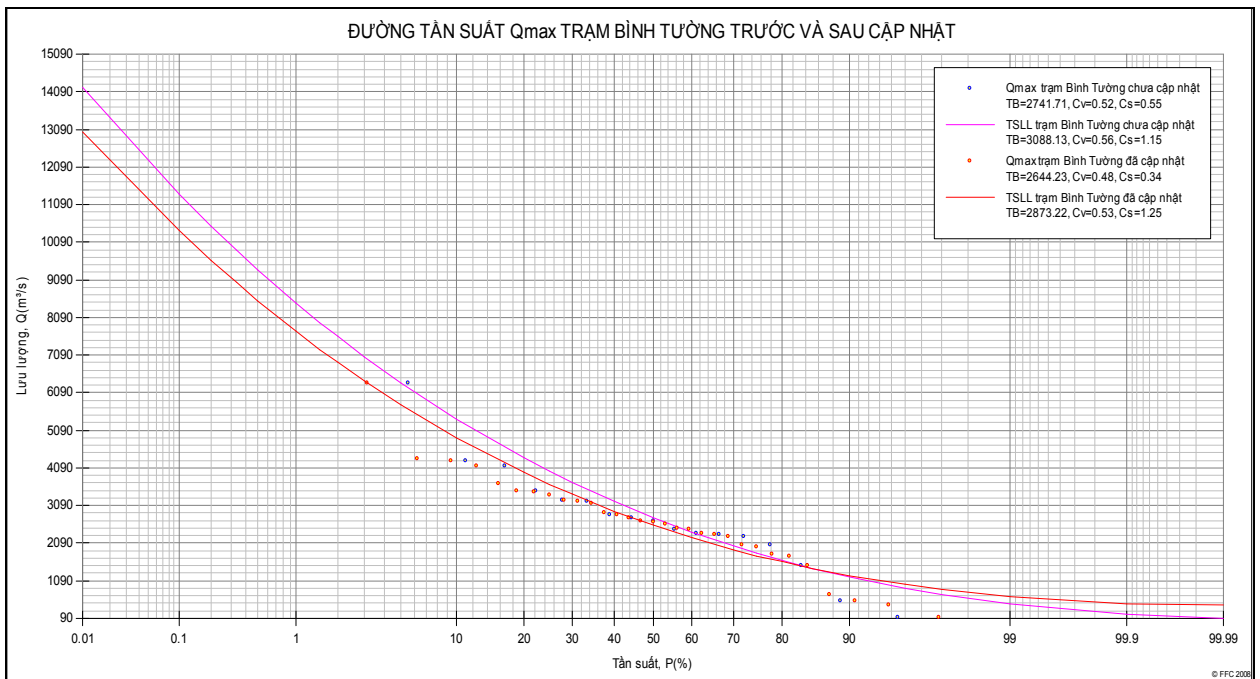
TT	Năm	Kon Tum		Đăk Môt		Đồng bộ lũ
		Ngày	Qmax	Ngày	Qmax	
1	1994	5/IX	1720	6/IX	1130	X
2	1995	1/XI	2540	2/XI	416	X
3	1996	3/XI	3620	3/XI	989	X
4	1997	22/IX	1520	22/IX	1060	X
5	1998	20/XI	1600	20/XI	428	X
6	1999	5/XI	1530	4/VIII	952	X
7	2000	22/VIII	1560	22/VIII	1520	X
8	2001	22/X	1020	7/VII	779	
9	2002	20/IX	832	19/VIII	624	
10	2003	17/X	2390	17/X	708	X
11	2004	13/VI	859	27/VII	570	
12	2005	13/IX	1290	7/VIII	773	
13	2006	1/X	640	2/X	1200	X
14	2007	10/XI	2190	3/X	477	
15	2008	19/XI	697	7/VIII	606	
16	2009	29/IX	5910	29/IX	4090	X



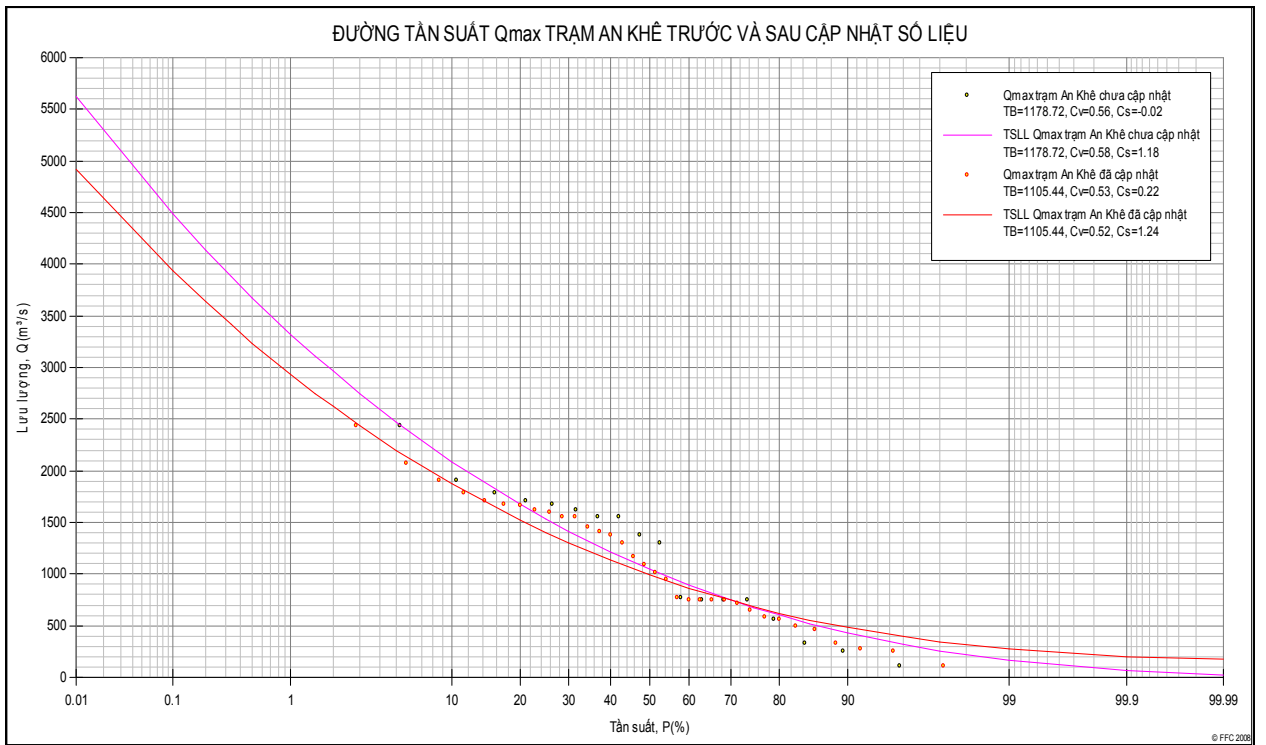
### PHỤ LỤC 3: ĐƯỜNG TẦN SUẤT $Q_{max}$ CÁC TRẠM TRƯỚC VÀ SAU CẬP NHẬT SỐ LIỆU



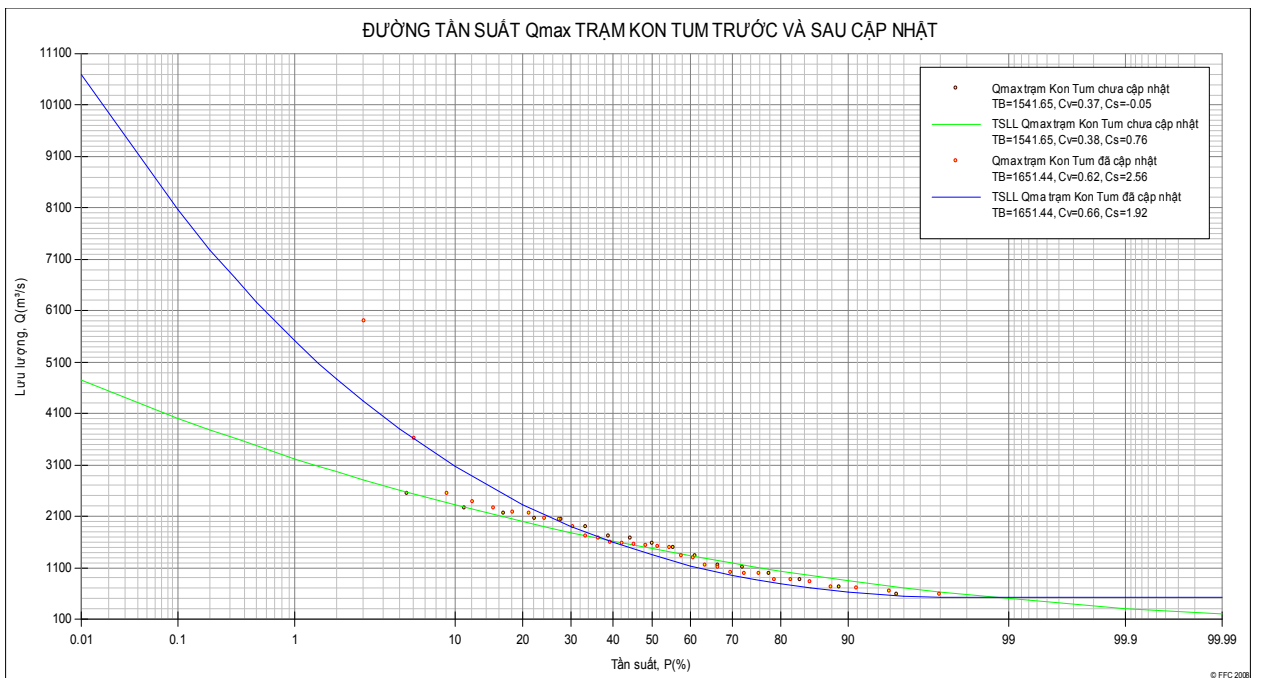
Hình 1: Đường tần suất  $Q_{max}$  trạm Thành Mỹ trước và sau cập nhật số liệu



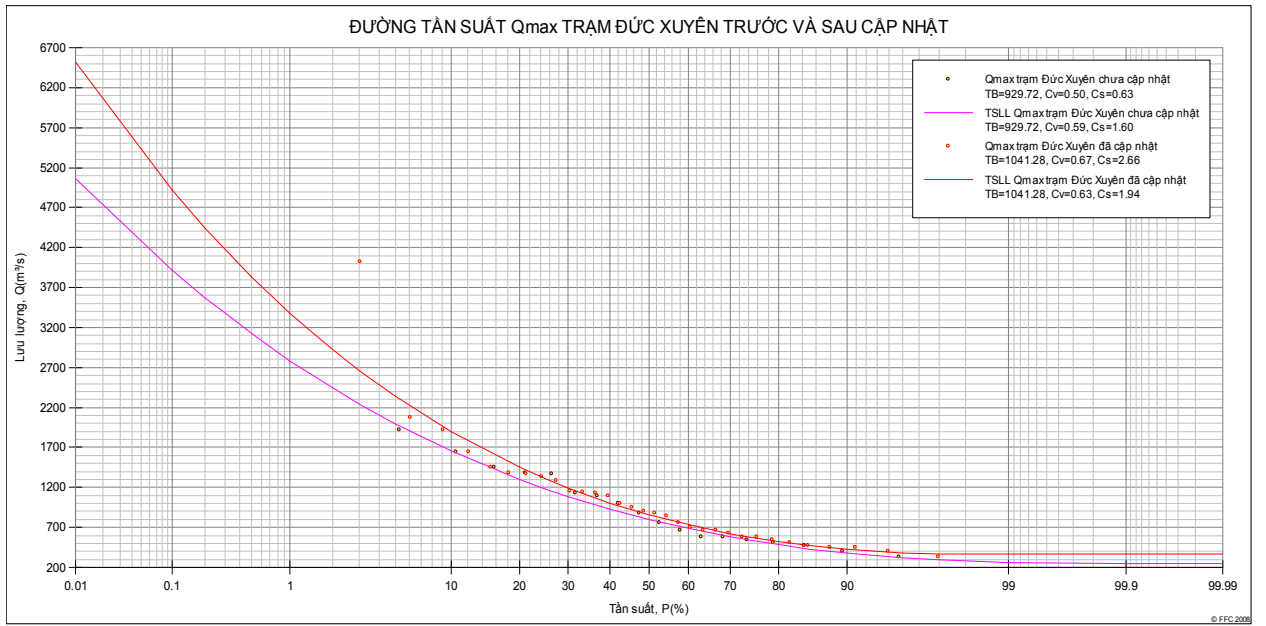
Hình 2: Đường tần suất  $Q_{max}$  trạm Bình Tường trước và sau cập nhật số liệu



Hình 3: Đường tần suất  $Q_{max}$  trạm An Khê trước và sau cập nhật số liệu



Hình 4: Đường tần suất  $Q_{max}$  trạm Kon Tum trước và sau cập nhật số liệu



*Hình 5: Đường tần suất Qmax trạm Đức Xuyên trước và sau cập nhật số liệu*

**PHỤ LỤC 4: ĐẶC TRƯNG CÁC TRẬN LŨ CÁC TRẠM THUỘC KHU VỰC  
NGHIÊN CỨU**

*Bảng 1: Đặc trưng các trận lũ thời kỳ lũ chính vụ trạm Thành Mỹ*

Năm	Thời gian xuất hiện	T lũ lên (h)	T lũ (h)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	dQ/dt (m <sup>3</sup> /s/h)	Wlũ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1980	7h 14/XI - 10h 27/XI	73	315	5320	69,3	1055,2
1981	10h 10/X - 19h 12/X	8	57	1880	216	116
	7h 13/X - 16h 22/X	36	225	4800	129,8	569
	11h 26/X - 9h 31/X	7	118	2370	297	532
1983	22h 28/X - 17h 3/XI	17	115	2580	129,6	601
	4h 15/XI - 22h 21/XI	29	162	1280	36,7	299,9
1984	1h 13/X - 21h 15/X	11	68	5800	519	359,9
	13h 19/X - 7h 24/X	22	114	1350	53,1	162,9
	22h 1/XI - 13h 7/XI	39	135	1810	41,6	354,8
	19h 7/XI - 1h 14/XI	9	180	3000	308	298,3
1986	10h 2/XII - 19h 8/XII	32	153	2980	83,5	432,2
1987	7h 19/XI - 1h 24/XI	13	114	1660	119	156,2
	13h 24/XI - 19h 3/XII	35	222	2020	53,2	291,1
1988	19h 8/X - 19h 12/X	17	69	2960	155	326,4
	22h 12/X - 13h 18/X	80	135	2450	24,9	367,4
1990	1h 14/X - 22h 24/X	25	255	5180	200	1232
1991	4h 21/X - 13h 30/X	78	225	1700	19,9	384,4
1992	10h 23/X - 21h 27/X	22	107	2700	104	541
	10h 28/X - 23h 1/XI	6	109	3950	548	453,6
1995	12h 26/X - 16h 28/X	10	52	3940	355	259,2
	19h 28/X - 4h 31/X	21	57	2050	70,7	214,9
	10h 1/XI - 22h 4/XI	9	89	4250	425	320,6
1996	19h 24/X - 23 26/X	21	52	3110	106	267
	1h 27/X - 4h 1/XI	52	123	4020	64,8	723,4
	13h 2/XI - 13h 7/XI	44	144	6390	132	657,5
1998	13h 20/X - 10h 27/X	14	165	1040	66,3	198,6
	2h 14/XI - 22h 17/XI	15	116	2010	121	313,5
	0h 19/XI - 15h 25/XI	39	159	6880	169	1281,3
	17h 26/XI - 19h 28/XI	19	74	4380	194	387,6
1999	1h 16/X - 13h 22/X	34	147	924	24,2	194,1

Năm	Thời gian xuất hiện	T lũ lên (h)	T lũ (h)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /s)	dQ/dt (m <sup>3</sup> /s/h)	Wlũ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	0h 23/X - 19h 29/X	25	163	2040	74,3	335,8
	4h 1/XI - 19h 15/XI	29	351	4930	161	1551
	22h 16/XI - 4h 19/XI	27	78	2390	76,9	121,5
	10h 22/XI - 22h 26/XI	21 55	108 264	1030 2690	35,7 42,2	170,8 788,7
	13h 1/XII - 13h 12/XII					
2000	10h 9/X - 19h 16/X	27	177	2950	103	483,1
	1h 28/X - 19h 2/XI	18	138	1750	81,2	279,5
	22h 12/XI - 22h 5/XII	134	576	4220	29,2	1656
2001	1h 20/X - 19h 31/X	49	282	3100	60,4	491,7
	10h 12/XI - 4h 15/XI	4	66	2290	502	105,5
2003	8h 15/X - 19h 1/XI	48	419	2550	50,6	731,5
	7h 1/XI - 13h 22/XI	69	270	4640	65	514
	1h 23/XI - 7h 6/XII	42	318	2280	50,5	392,4
2004	16h 24/XI - 23h 29/XI	61	127	3910	56,5	629,6
2005	7h 9/X - 11,49h 19/X	44	252	3380	74,0	356,3
2006	19h 30/IX - 22h 6/X	20	147	4830	229	428,3
	19h 25/X - 7h 7/XI	36	300	739	17,3	247,2
	0h 5/XII - 10h 9/XII	26	106	3300	116,5	361,6
2007	11h 2/X - 13h 7/X	13	122	1040	69,3	161,4
	10h 13/X - 4h 22/X	79	210	1110	11,9	319,5
	1h 25/X - 4h 30/X	35	123	1890	47,3	303,4
	7h 30/X - 19h 31/XI	9	36	6810	722	203,6
	9h 1/XI - 22h 6/XI	24	133	3870	143	452,6
	1h 10/XI - 4h 16/XI	40	147	5280	124	816,4
	7h 17/XI - 7h 3/XII	61	408	2800	37,8	1053
	1h 4/XII - 13h 14/XII	53	252	1890	30,9	394,7

Bảng 2: Đặc trưng các trận lũ thời kỳ lũ chính vụ trạm Bình Tường

Năm	Thời gian xuất hiện	T lũ lên (h)	T lũ (h)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	dQ/dt (m <sup>3</sup> /s/h)	Wlũ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1979	19h 14/X - 7h 19/X	12	108	1780	139	67,8
	19h 22/X - 7h 27/X	32	108	854	23,6	89,8
	13h 14/XI - 1h 23/XI	99	204	2280	21,3	291,5
1980	19h 3/X - 1h 12/X	36	198	1060	26,1	234,4
	19h 24/X - 13h 28/X	45	90	2380	52,9	196,4
	19h 28/X - 7h 1/XI	12	84	1890	134	183,9
	19h 1/XI - 19h 8/XI	19	168	2350	111	476,9
	7h 14/XI - 1h 28/XI	72	330	4280	57,2	789,9
1981	19h 13/X - 13h 19/X	30	138	1730	54,0	164,1
	19h 24/X - 13h 7/XI	122	330	2720	21,3	937,4
	19h 7/XI - 13h 23/XI	33	378	4140	118,9	948,4
1983	11h 29/X - 13h 10/XI	17	290	2770	153	603,3
	19h 14/XI - 13h 26/XI	67	306	1610	22,1	1317,7
1984	1h 13/X - 5h 15/X	9	52	1380	125,9	132,9
	3h 2/XI - 7h 7/X	26	124	1280	44,7	185,3
	13h 7/XI - 19h 15/XI	16	192	3480	206,9	382,7
1985	13h 11/X - 19h 14/X	20	78	934	39,7	114,2
	9h 25/XI - 1h 30/XI	13	112	2340	164,4	238,5
1986	10h 22/X - 13h 25/X	3	75	1400	451,1	96,1
	13h 30/X - 1h 6/XI	26	156	1160	40,6	161,9
1987	19h 18/XI - 19h 24/XI	20	144	6340	309,5	513,4
	1h 25/XI - 19h 30/XI	18	138	1640	79,9	214,0
1988	19h 9/X - 7h 14/X	14	108	1190	79,9	163,3
	7h 15/X - 19h 25/X	15	252	2050	123,5	401,8
	1h 7/XI - 1h 13/XI	15	144	1680	101,1	243,3
1990	13h 14/X - 1h 25/X	13	252	3180	228,1	700
1991	13h 23/X - 7h 29/X	23	138	2340	95,3	304,4
1992	1h 23/X - 3h 28/X	17	122	3220	173,6	583,5
	5h 28/X - 19h 3/XI	12	158	3080	229	381,7
1993	9h 4/X - 7h 6/X	26	70	1510	52,5	164,8
	2h 24/XI - 19h 26/XI	10	65	1410	127,2	119,9
1994	14h 20/X - 1h 24/X	16	83	2330	136,5	197,4
1995	4h 1/XI - 19h 5/XI	16	111	2690	152,4	255,4
1996	10h 27/X - 10h 2/XI	63	144	1050	13	204,5
	13h 2/XI - 10h 10/XI	21	189	2950	129,2	406,4
	1h 15/XI - 10h 30/XI	51	594	2560	47,6	1042,3

Năm	Thời gian xuất hiện	T lũ lên (h)	T lũ (h)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	dQ/dt (m <sup>3</sup> /s/h)	Wlũ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1997	11h 2/XI - 4h 8/XI	49	137	2480	47,8	183,8
1998	23h 21/X - 1h 28/XI	16	170	2740	164,3	172,6
	3h 6/XI - 16h 9/XI	27	85	783	24,4	78,5
	1h 13/XI - 1h 19/XI	34	144	1990	55,6	317,7
	4h 19/XI - 9h 22/XI	32	77	3740	110,2	399,8
	11h 22/XI - 16h 25/XI	7	77	4350	519,6	323,1
	19h 25/XI - 19h 30/XI	14	120	3250	201	338,3
2000	19h 9/X - 19h 12/X	22	72	756	28,8	73,3
	10h 12/XI - 22h 15/XI	32	84	1290	37,1	168
	1h 16/XI - 1h 23/XI	47	168	1800	32,3	387,9
2001	21h 20/X - 7h 27/X	29	154	1700	53,6	240,1
	5h 12/XI - 13h 15/XI	8	80	1740	201,3	113,3
2002	12h 25/X - 13h 29/X	6	97	1970	309,7	149,6
	19h 6/XI - 7h 18/XI	94	276	1320	12,8	340,1
2003	13h 15/X - 23h 16/X	7	34	2107	278,5	119,2
	1h 17/X - 13h 22/X	11	132	2665	212,3	527,8
	24h 11/XI - 19h 18/XI	39	163	1641	37	368,4
2004	0h 24/XI - 22h 30/XI	6	166	734	105	201,5
2005	22h 21/X - 13h 11/XI	64	471	3150	49,2	791,0
	5h 17/XI - 19h 30/XI	19	326	2200	109,3	503,7
2007	9h 17/X - 16h 19/X	10	55	744	64,6	49,5
	1h 25/X - 1h 30/X	12	120	1090	75	234,6
	4h 30/X - 13h 9/XI	139	249	3380	22,5	737,1
	19h 9/XI - 10h 16/XI	29	159	2710	87,2	480,7
	13h 16/XI - 16h 26/XI	74	243	1030	10,6	561,2
2008	13h 16/X - 22h 21/X	22	129	923	37,4	198,4
	21h 17/XI - 22h 21/XI	41	97	2170	41,9	359,2
	1h 22/XI - 22h 30/XI	87	213	2600	22,8	784,9
2009	1h 2/XI - 1h 24/XI	33	528	2890	84,5	741,7

*Bảng 3: Đặc trưng các trận lũ thời kỳ lũ chính vụ trạm An Khê*

Năm	Thời gian xuất hiện	T lũ lên (h)	T lũ (h)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	dQ/dt (m <sup>3</sup> /s/h)	Wlũ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1980	1h 26/X - 1h 28/X	16	48	1200	63,3	99,7
	13h 28/X - 7h 1/XI	20	90	836	34,7	102,7
	1h 2/XI - 19h 8/XI	14	162	880	53,9	202
	19 16/XI - 7h 23/XI	36	180	1566	40,3	266,1

Năm	Thời gian xuất hiện	T lũ lên (h)	T lũ (h)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	dQ/dt (m <sup>3</sup> /s/h)	Wlũ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1981	19h 14/XI - 13h 18/XI	24	114	889	30,5	147,5
	1h 8/XI - 13h 13/XI	25	136	2440	92,6	267,5
1983	11h 29/X - 7h 1/XI	19	68	1300	59,4	147,7
	10h 1/XI - 4h 3/XI	13	42	782	45,5	64,3
1984	20h 7/XI - 19h 10/XI	14	71	1790	118,4	155,8
	7h 28/XI - 22h 30/XI	14	63	639	36,6	67
1985	13h 25/XI - 4h 27/XI	8	39	747	74,4	62,0
1986	13h 2/XII - 16h 6/XII	18	99	1800	93,1	209,5
1987	22h 18/XI - 4h 21/XI	13	54	1620	114,6	134,5
	1h 25/XI - 13h 27/XI	15	57	636	34,9	64,3
1988	7h 14/X - 19h 17/X	40	84	1680	38,5	159,5
1990	10h 14/X - 13h 17/X	51	159	1710	29,5	182,2
	19h 18/X - 7h 21/X	21	84	1580	66,6	144,7
1991	1h 24/X - 7h 27/X	14	78	1380	90,7	138,6
1992	7h 23/X - 19h 27/X	20	108	946	42,3	171,4
	22h 28/X - 22h 1/XI	16	120	1560	90,1	147,6
1996	13h 2/XI - 13h 10/XI	22	192	1180	48,0	243,5
	13h 30/XI - 19h 6/XII	20	150	1580	72,7	215,8
1998	19h 13/XI - 7h 17/XI	21	84	795	30,7	126,4
	7h 19/XI - 13h 25/XI	29	150	1670	57,6	327,0
	16h 25/XI - 16h 28/XI	17	72	1520	74,2	139,9
2001	4h 21/X - 19h 26/X	25	135	1020	36,2	156,1
2003	15h 15/X - 21h 16/X	8	30	809	73	55,0
	23h 16/X - 22h 21/X	23	119	1090	39,2	23
2007	7h 17/X - 7h 20/X	12	72	789	56,6	77,6
	4h 25/X - 16h 29/X	10	108	827	70,7	128,9
	4h 30/X - 19h 1/XI	16	63	523	23,8	67,5
	19h 1/XI - 13h 9/XI	69	194	1530	20,0	281,4
	3h 10/XI - 7h 16/XI	20	148	2070	94	276,4
2008	21h 16/X - 19h 19/X	12	70	653	46,3	67,1
	20h 17/XI - 22h 21/XI	4	98	743	140,3	169,0
	15h 24/XI - 21h 27/XI	15		53,4		169
		25	78	1170	35,7	166,0
2009	15h 2/XI - 1h 13/XI	18	250	1410	71,9	290,3



Bảng 4: Đặc trưng các trận lũ thời kỳ lũ chính vụ trạm Đức Xuyên

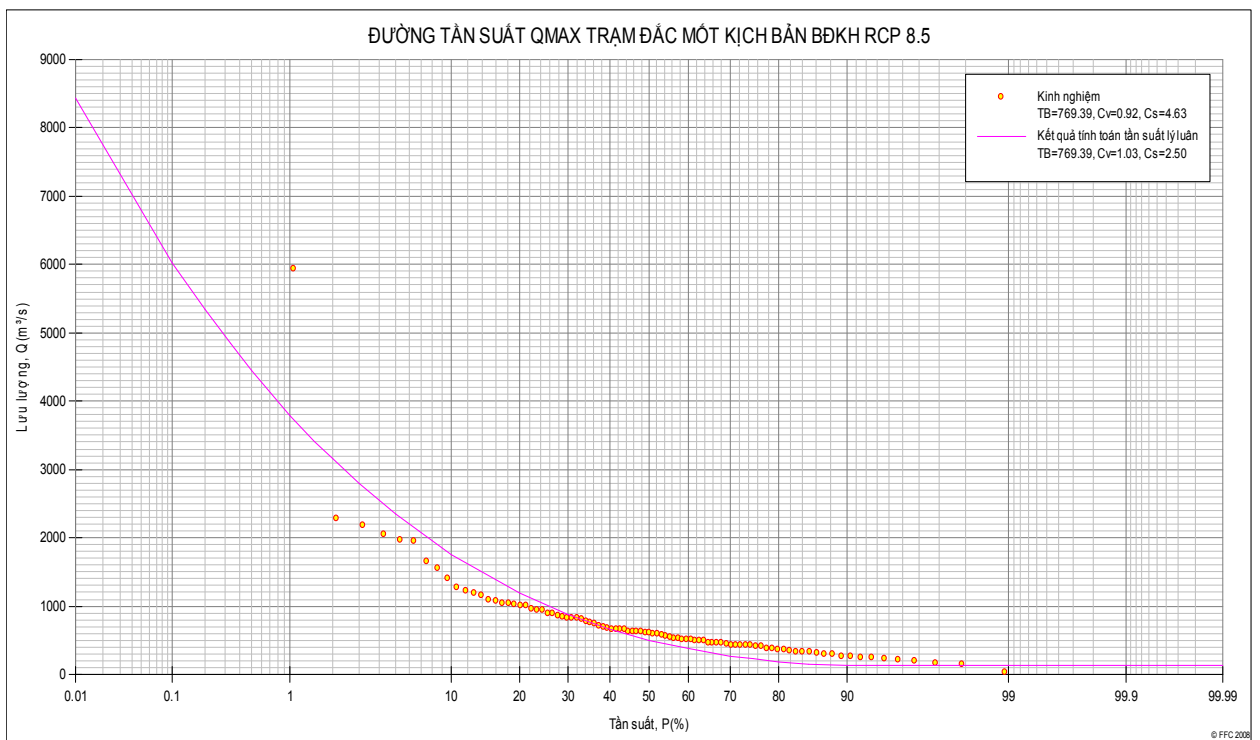
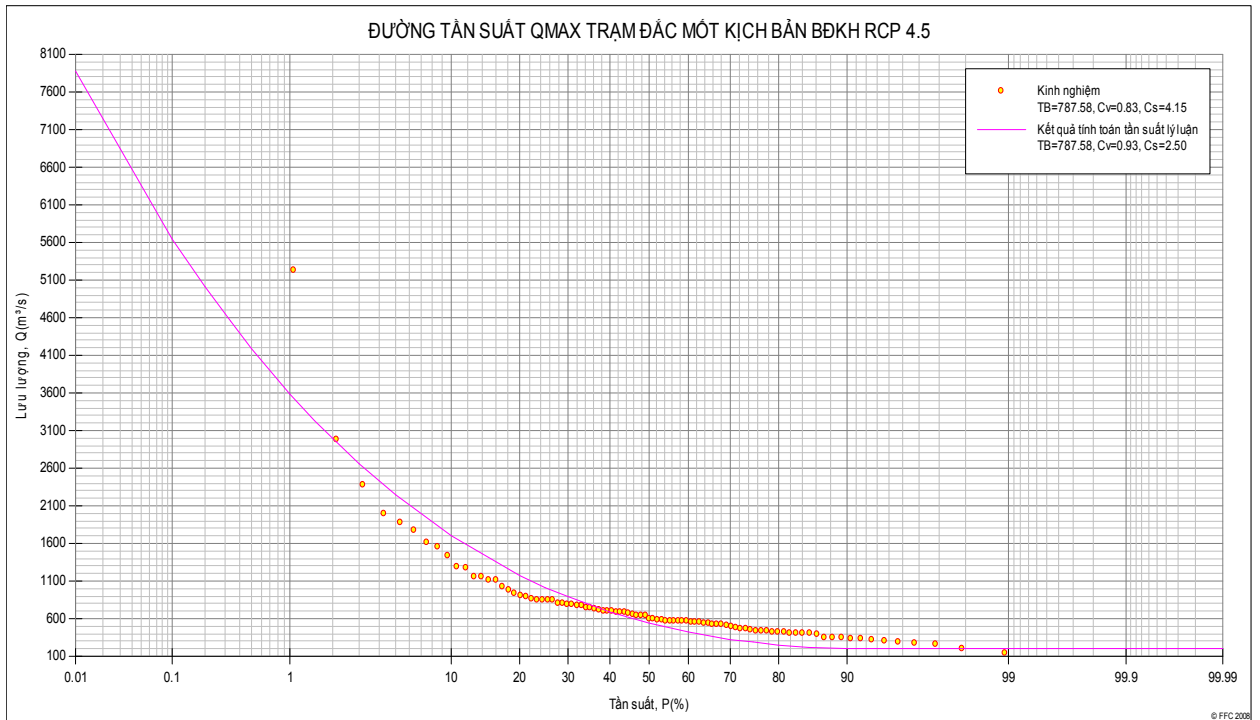
Năm	Thời gian xuất hiện	T lũ lên (h)	T lũ (h)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	dQ/dt (m <sup>3</sup> /s/h)	Wlũ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1979	13/X – 20/X	186	534	1100	5,42	384,7
1981	13/X -19/X	56	165	1400	21,5	326,8
1982	1/IX – 20/IX	146	474	1130	6,95	674,4
1983	6/X – 16/X	84	258	1325	13,01	379,8
1984	12/X – 16/X	36	114	765	14,2	278,1
1985	8/IX – 12/IX	62	116	477	6,26	136,9
1987	15/IX – 26/IX	54	282	588	7,11	298,8
1993	3/X – 10/X	46	171	1370	25,8	411,5
1996	30/IX – 9/X	44	225	842	13,2	353,4
	1/IX – 25/IX	75	198	783	7,6	277,5
	21/X – 31/X	138	262	1150	6,9	431,6
1997	31/VII – 12/VIII	44	300	662	10,1	320,1
	20/IX – 28/IX	68	282	666	6,64	289,5
1998	11/X – 31/X	34	258	652	15,2	201,1
2000	7/X – 31/X	90	594	3617	38,13	1874,7
2001	14/VIII – 7/IX	158	594	948	4,96	901,6
2002	11/VIII – 31/VIII	429	742	1290	2,85	886,5
2005	11/IX – 22/IX	68	264	1140	14,46	348,7
2007	1/VIII – 16/VIII	118	381	1330	10,14	743,6
2009	1/IX – 19/IX	228	453	626	1,89	533,0

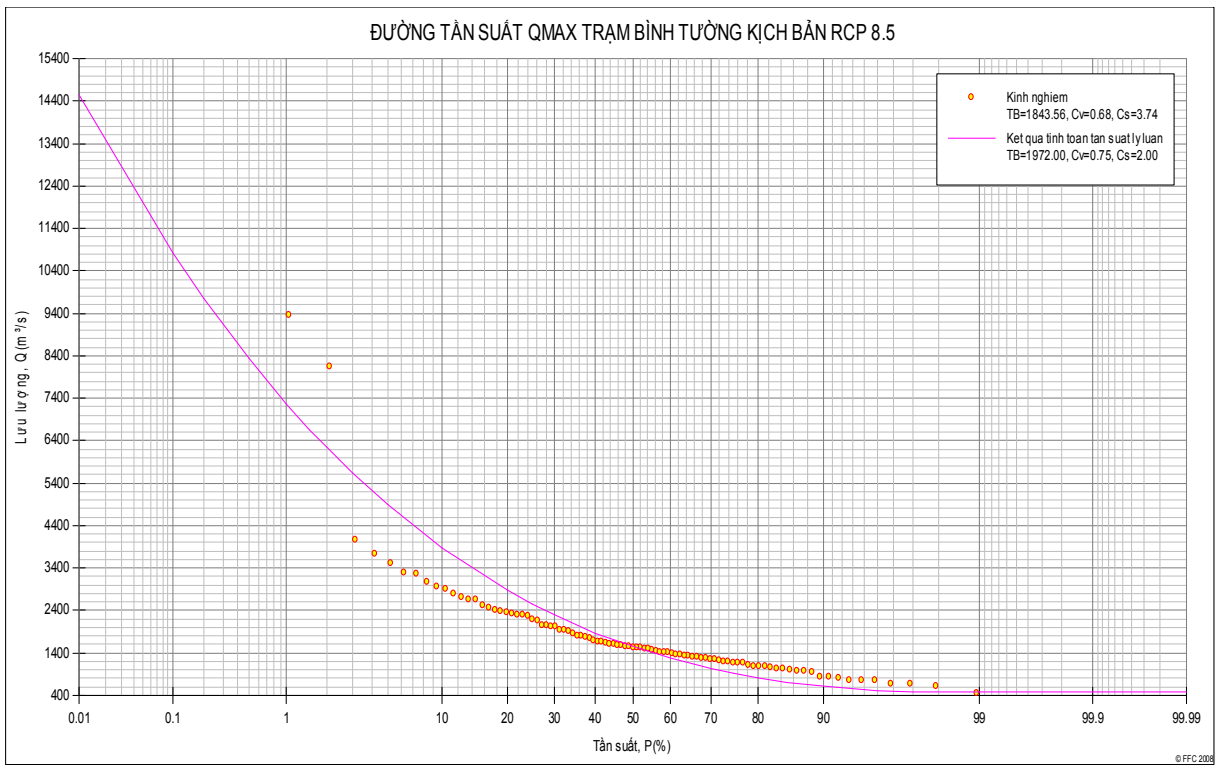
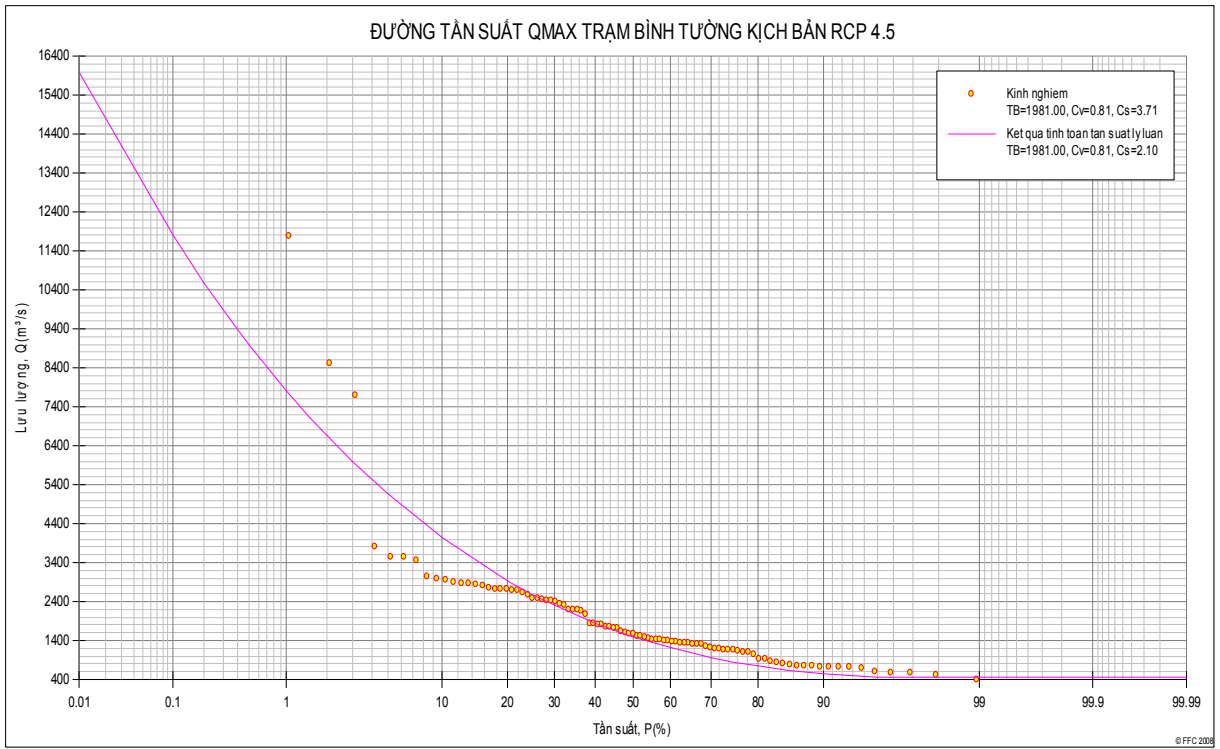
Bảng 5: Đặc trưng các trận lũ thời kỳ lũ chính vụ trạm Kon Tum

Năm	Thời gian xuất hiện	T lũ lên (h)	T lũ (h)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	dQ/dt (m <sup>3</sup> /s/h)	Wlũ 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1979	19h 14/X – 7h 27/X	17	300	1340	70	351,2
1980	1h 26/X – 7h 31/X	14	126	1760	112,9	230,2
1982	1h 5/IX - 19h 13/IX	54	210	720	10,5	199,2
1983	1h 8/X – 19h 24/X	44	402	611	10,5	380,8
	16h 29/X – 22h 31/X	14	54	1620	60,8	188,4
1986	1h 22/X – 22h 24/X	15	69	2260	141,7	158,4
1988	1h 10/X – 13h 14/X	14	108	838	47,4	164,3
	19h 14/X – 1h 19/X	36	102	1500	32,8	208,1

1990	1h 14/X - 1h 18/X	29	96	2130	70	221,6
	1h 18/X - 19h 31/X	18	330	1100	42,2	398,9
1991	13h 23/X - 19h 31/X	26	198	1120	37,9	185,9
1992	1h 23/X - 24h 27/X	28	119	1570	52,9	228
	1h 28/X - 24h 29/X	21	47	2060	88,8	125,2
1993	1h 3/X - 19h 11/X	18	210	1160	58,2	230,9
1994	22h 4/IX - 10h 9/IX	26	108	1720	57,03	288
	19h 11/IX - 13h 13/IX	7	66	891	75,4	105,2
1997	1h 21/IX - 13h 25/IX	41	108	1520	34,6	156,1
1998	1h 21/X - 19h 25/X	9	114	957	98,4	125,4
2000	4h 22/VIII - 7h 28/VIII	14	147	1560	103,7	221,6
	13h 28/VIII - 19h 4/IX	21	174	527	14,7	182,2
2001	1h 21/X - 19h 28/X	31	186	1020	29,2	177,1
2003	16h 15/X - 1h 17/X	9	33	1940	198,9	113,9
	4h 17/X - 16h 22/X	17	132	2390	123,4	349,8
2005	19h 12/IX - 19h 16/IX	18	96	1290	64,7	161,9
2007	13h 16/X - 1h 22/X	14	108	663	39,6	85,94
2009	1h 7/IX - 1h 13/IX	50	144	1130	16,7	250,46
	4h 3/IX - 7h 7/X	41	219	5910	140,3	819,8
	1h 16/X - 19h 20/X	52	114	716	10,3	149

## PHỤ LỤC 5: SỰ THAY ĐỔI TẦN SUẤT MƯA 1 NGÀY MAX DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA BĐKH





# PHỤ LỤC 6: XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN MƯA DÒNG CHẢY CHO KHU VỰC NGHIÊN CỨU

## 1) Xây dựng mô hình tính toán mưa dòng chảy cho lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn

### 1.1. Xây dựng mô hình lưu vực

Việc xây dựng mô hình tính toán mưa dòng chảy được thực hiện bằng mô hình HEC-GEO HMS. Việc tính toán phân chia các lưu vực và tiểu lưu vực được dựa trên DEM 30, DEM 90 và bản đồ nền địa hình 1: 50.000.

Tính toán bằng mô hình HEC-GEO HMS gồm các bước :

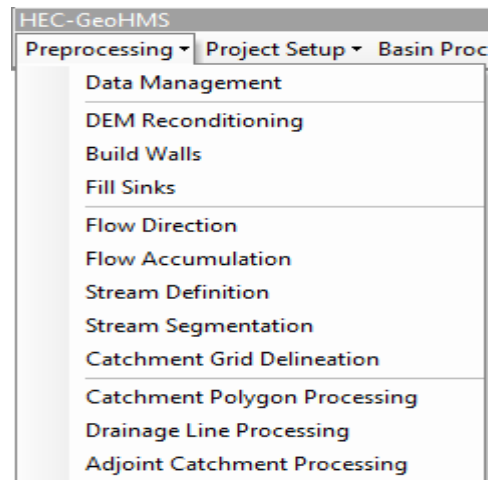
Fill sink:

Flow direction: Tính toán hướng dòng chảy

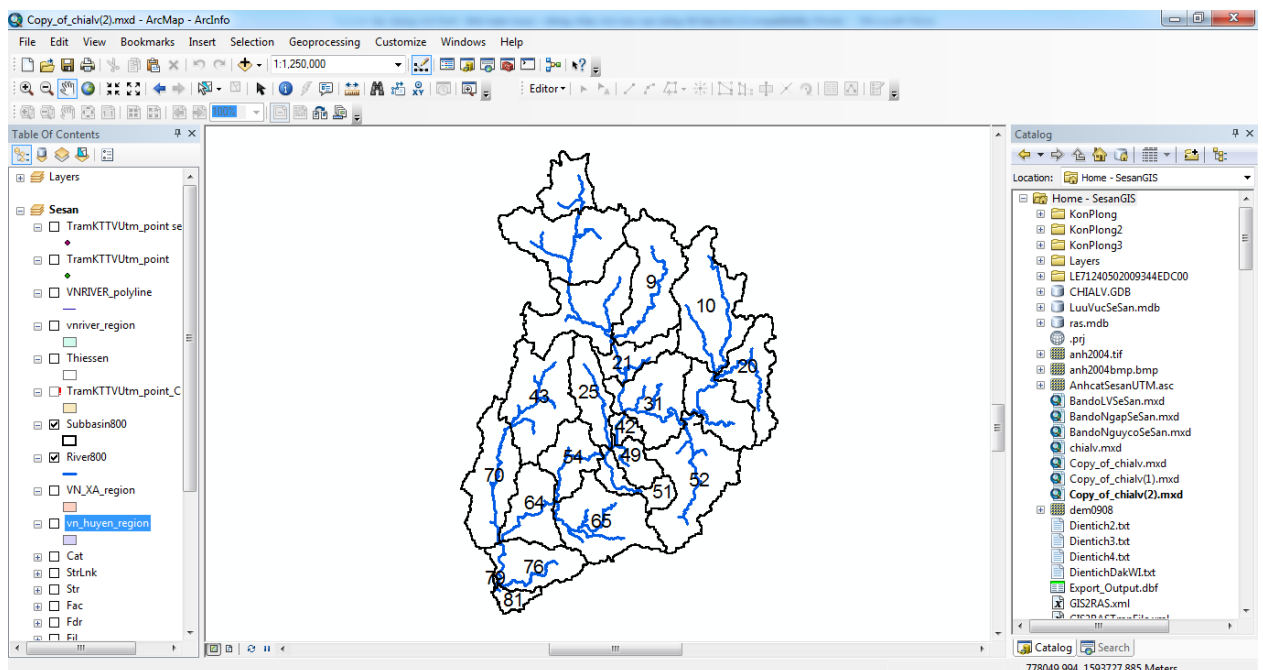
Flow accumulation: Tính toán dòng chảy lũy tích

Stream Definition: Tính toán mạng lưới sông

Catchment Grid Delineation: Tính toán phân chia lưu vực và các tiểu lưu vực



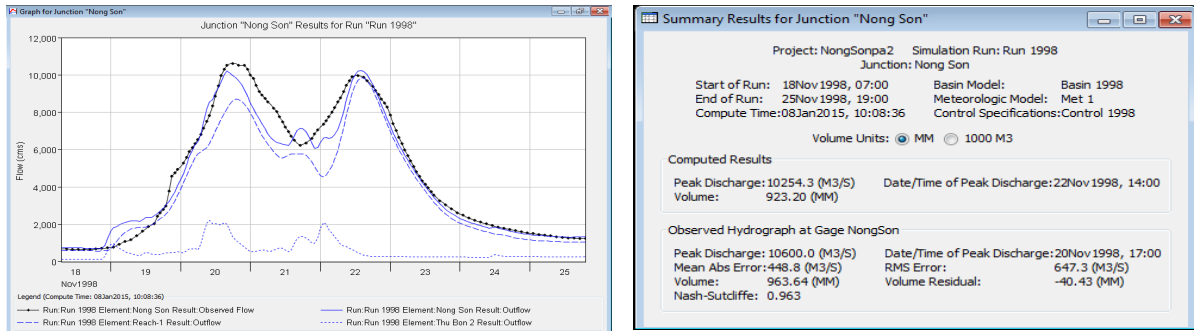
Kết quả của việc phân chia lưu vực là bản đồ lưu vực được xây dựng bằng phần mềm HEC-GEO HMS.



## 1.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn HEC-HMS

### 1.2.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 11/1998

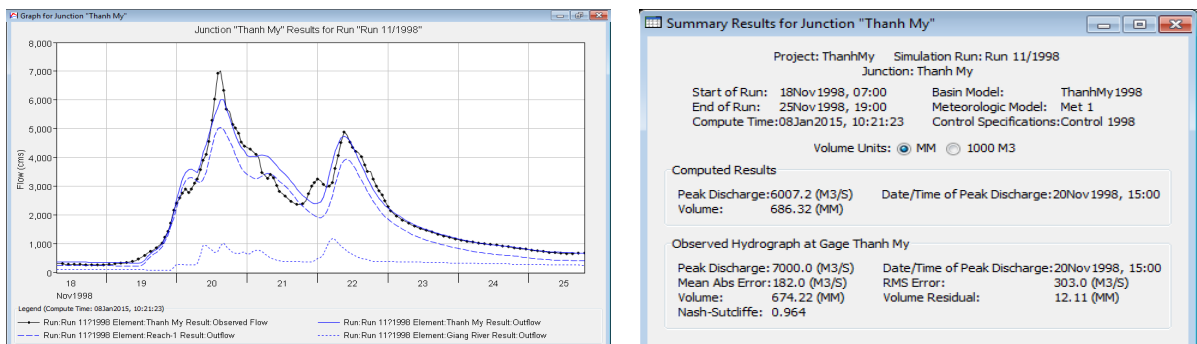
- Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 11/1998 tại trạm Nông Sơn



Hình 1: Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho trận lũ tháng 11 năm 1998

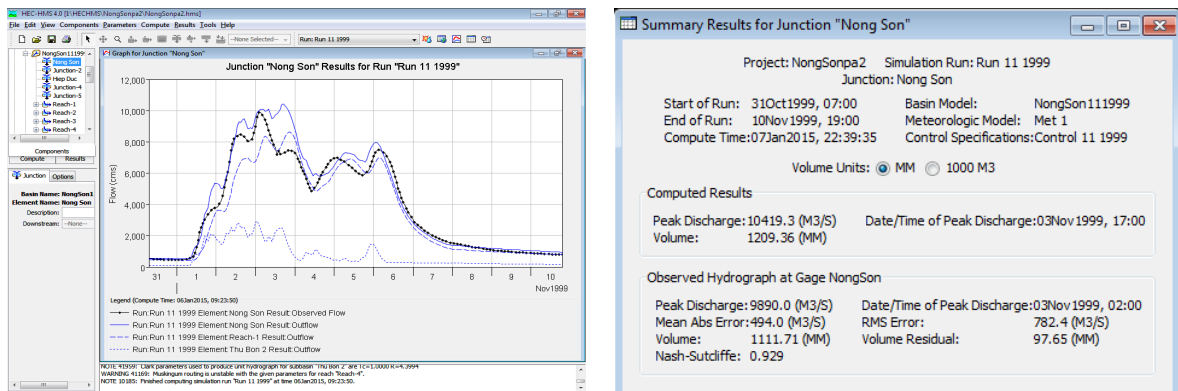
Nghiên cứu chọn trận lũ xảy ra tháng 11 /1998 và trận lũ tháng 11/1999 để hiệu chỉnh mô hình thủy văn HEC-HMS. Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho trận lũ tháng 11 năm 1998 cho thấy thấy dạng đường quá trình lũ tính toán phù hợp với dạng đường quá trình lũ thực đo, sai số đỉnh thấp, sai số tổng lượng nhỏ, chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 0.96.

- Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 11/1998 tại trạm Thành Mỹ



Hình 2: Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 11/1999

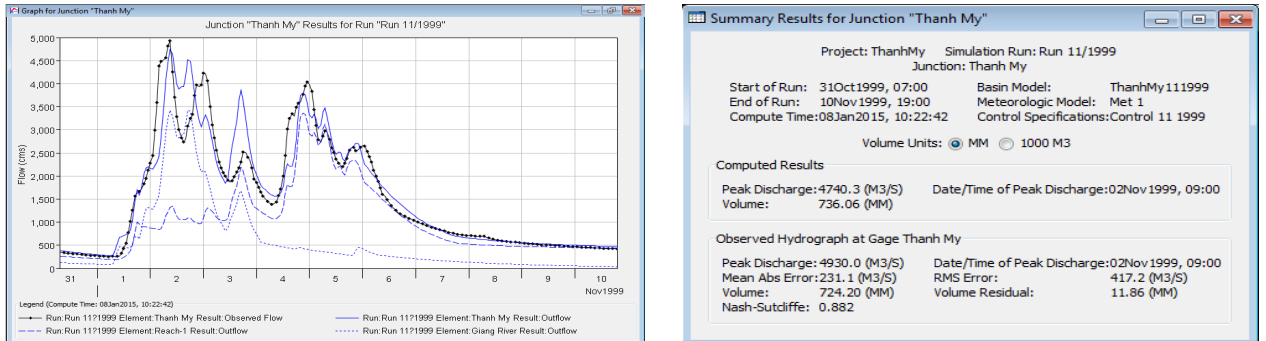
- Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 11/1999 tại trạm Nông Sơn



Hình 3: Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho trận lũ tháng 11 năm 1999 trạm Nông Sơn

Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho trận lũ tháng 11 năm 1999 cho thấy dạng đường quá trình lũ tính toán phù hợp với dạng đường quá trình lũ thực đo, sai số đỉnh thấp, sai số tổng lượng nhỏ, chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 0.93.

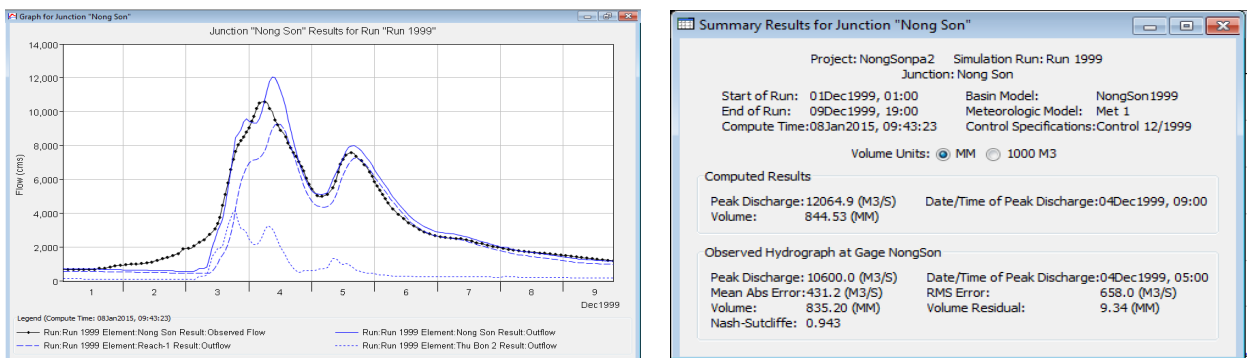
- Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 11/1999 tại trạm Thành Mỹ



Hình 3: Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho trận lũ tháng 11 năm 1999 trạm Thành Mỹ

### 1.2.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 12/1999

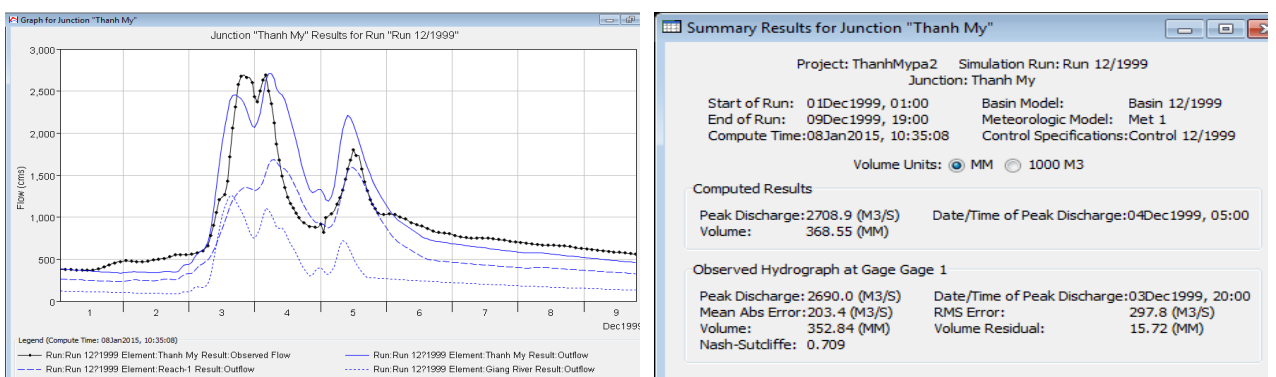
Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 12/1999 tại trạm Nông Sơn



Hình 4: Kết quả kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 12 năm 1999 trạm Nông Sơn

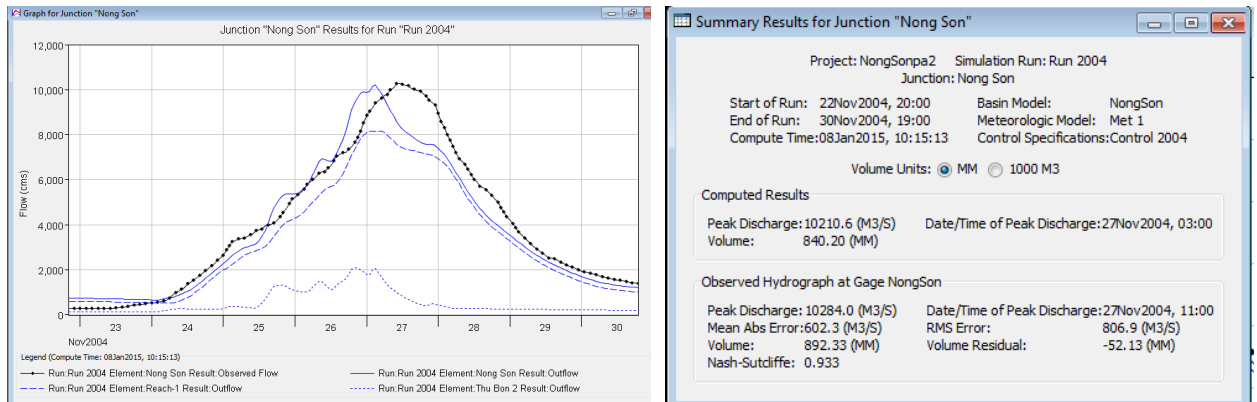
Nghiên cứu chọn trận lũ tháng 12/1999 để kiểm định mô hình, kết quả kiểm định mô hình cho thấy dạng đường quá trình lũ tính toán phù hợp với dạng đường quá trình lũ thực đo, sai số đỉnh thấp, sai số tổng lượng nhỏ, chỉ số Nash-Sutcliffe đạt 0.94.

Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 12/1999 tại trạm Thành Mỹ

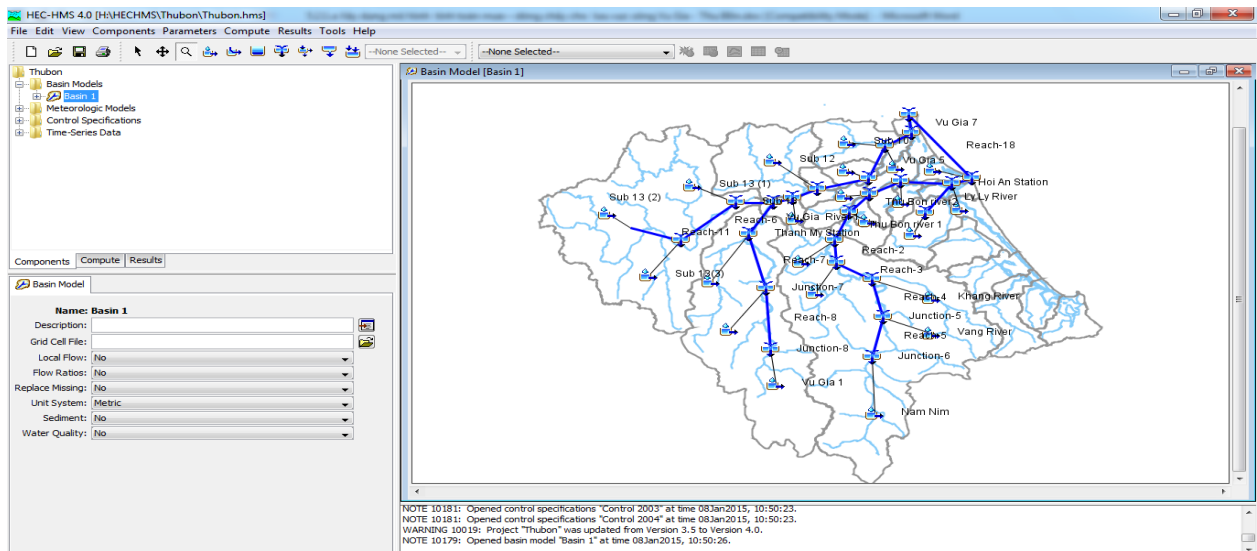


### 1.2.3. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 11/2004

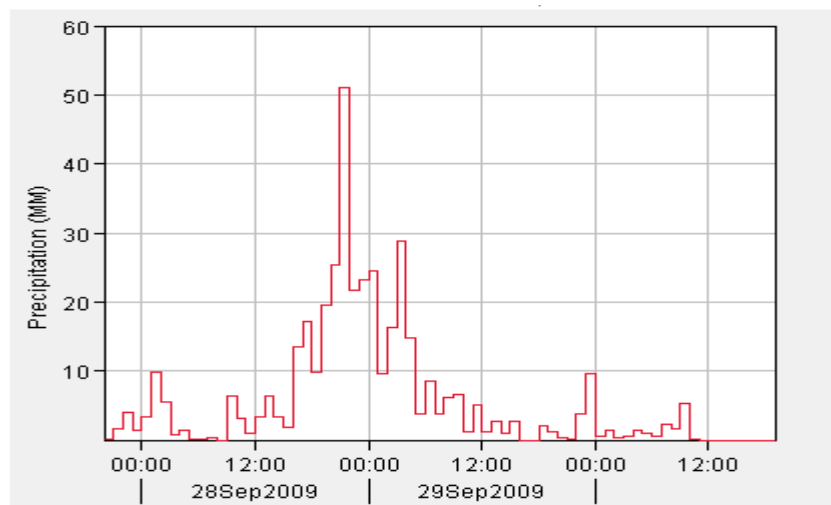
- Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 11/2004 tại trạm Nông Sơn



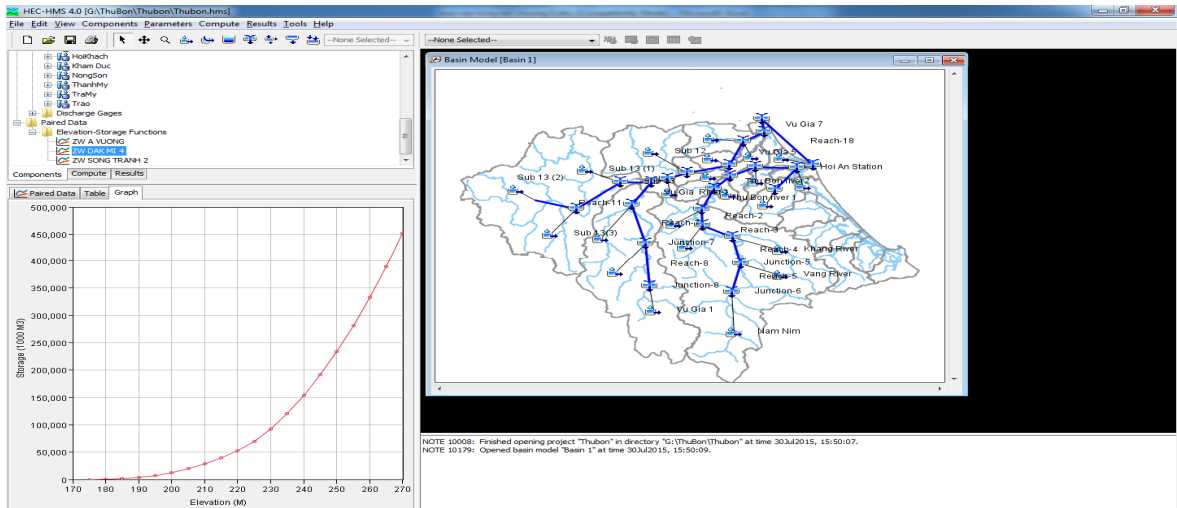
### 1.3. Nhập các số liệu mưa



Hình 5: Sơ đồ mạng lưới sông Vu Gia – Thu Bồn trong mô hình HEC-HMS







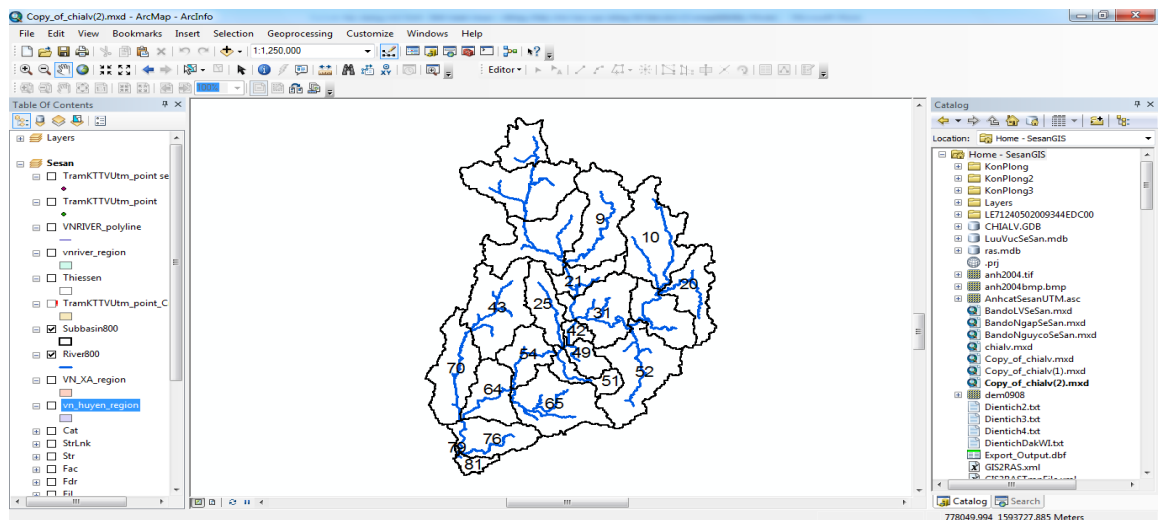
Hình 6: Đường quan hệ Z~W của hồ Dak Mi 4 trong HEC-HMS

### Xây dựng mô hình tính toán mưa dòng chảy cho lưu vực sông Sê San

Việc xây dựng mô hình tính toán mưa dòng chảy được thực hiện bằng mô hình HEC-GEO HMS. Việc tính toán phân chia các lưu vực và tiểu lưu vực được dựa trên DEM 30, DEM 90 và bản đồ nền địa hình 1: 50.000.

- Tính toán bằng mô hình HEC-GEO HMS gồm các bước
- Tính toán hướng dòng chảy
- Tính toán dòng chảy lũy tích
- Tính toán mạng lưới sông
- Tính toán phân chia lưu vực và các tiểu lưu vực

Kết quả của việc phân chia lưu vực là bản đồ lưu vực được xây dựng bằng phần mềm HEC-GEO HMS.



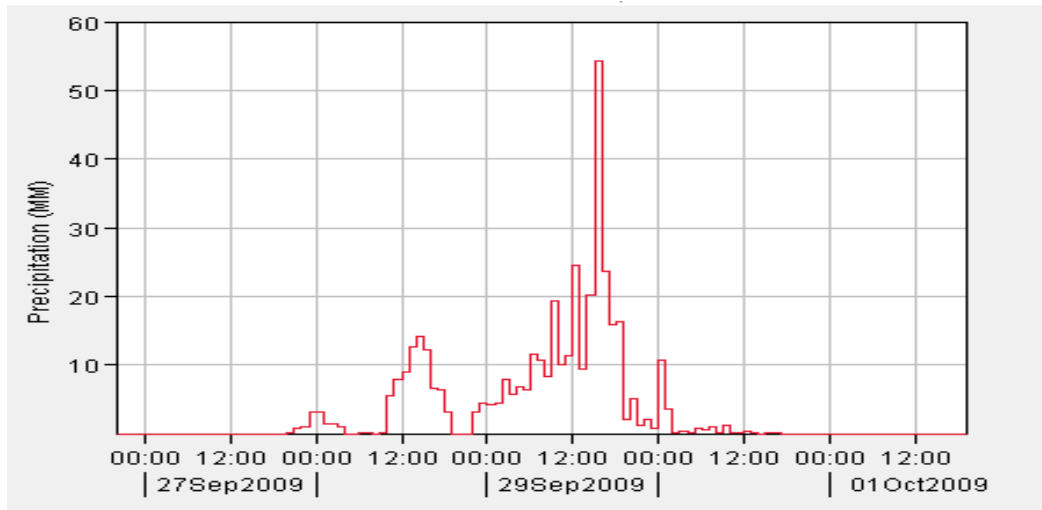
Hình 7: Kết quả phân chia lưu vực bằng HEC-GEO HMS

Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn HEC-HMS cho hồ Đăk Uy

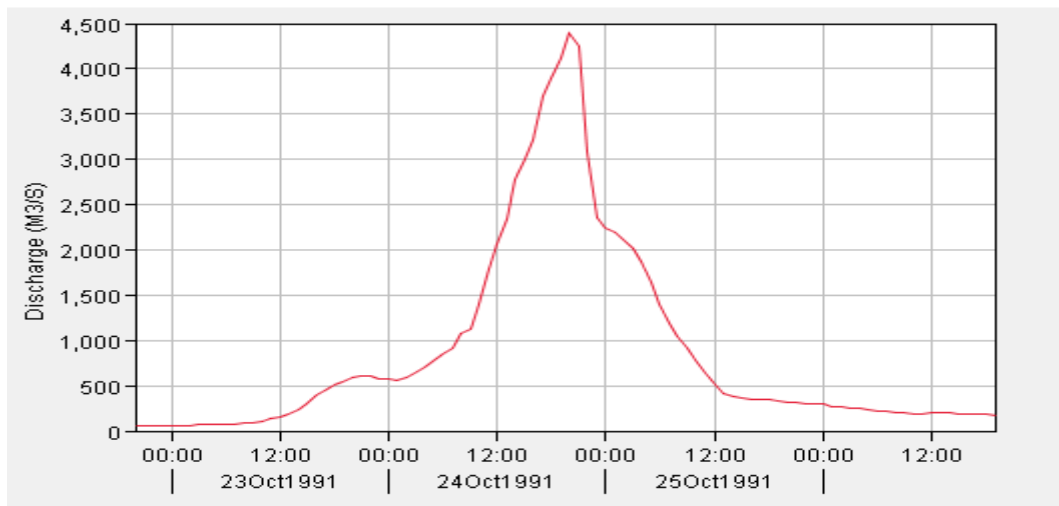
Để mô phỏng lũ cho hồ Đăk Uy, nghiên cứu đã lựa chọn mô hình thủy văn HEC-HMS.

Nghiên cứu chọn năm

Trạm thủy văn KonPlong trên sông Đăk Bla được sử dụng để tính toán hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn HEC-HMS

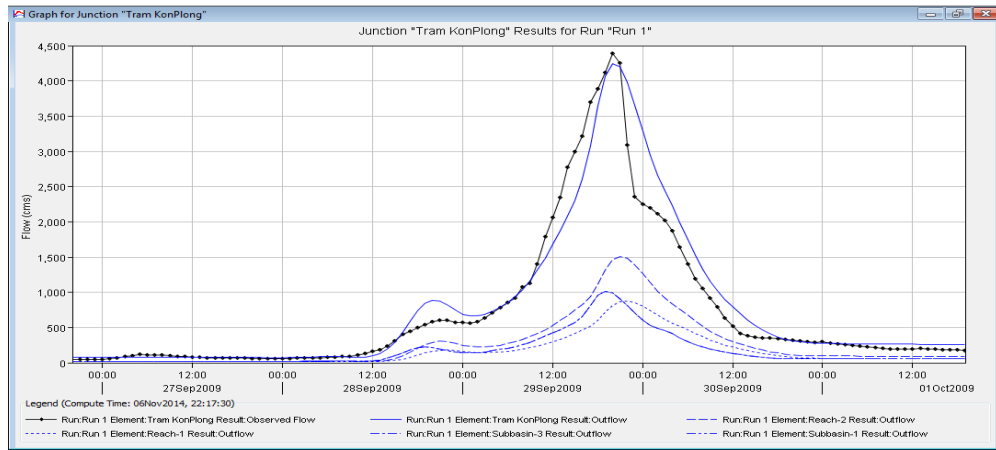


Hình 8: Mưa giờ tính toán năm 1991 tại trạm Kon Plong



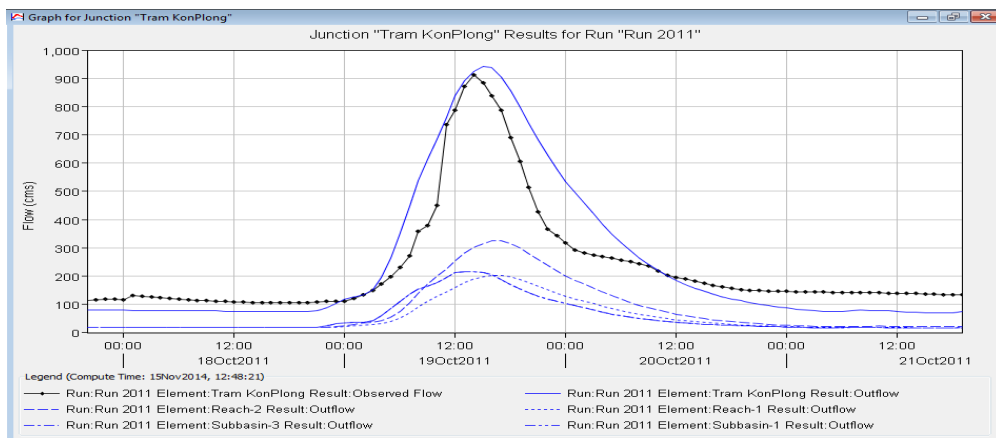
Hình 9: dòng chảy lũ thực đo tại trạm Kon Plong năm 2009

Kết quả mô phỏng dòng chảy với trận lũ từ ngày 26/09/2009 đến ngày 01/10/2009 cho thấy dòng chảy tính toán phù hợp với dòng chảy thực đo, chỉ số Nash–Sutcliffe đạt 0.86



Hình 10: Kết quả tính toán dòng chảy tính toán và thực đo trạm lũ trạm Kon Plong (hiệu chỉnh mô hình)

Nghiên cứu chọn năm 2011 để tính toán kiểm định mô hình HEC HMS. Kết quả kiểm định mô hình HEC HMS năm 2011 cho thấy kết quả tính toán phù hợp với dòng chảy thực đo tại trạm Kon Plong năm 2011



Hình 11: Kết quả tính toán dòng chảy tính toán và thực đo trạm lũ trạm Kon Plong (hiệu chỉnh mô hình)

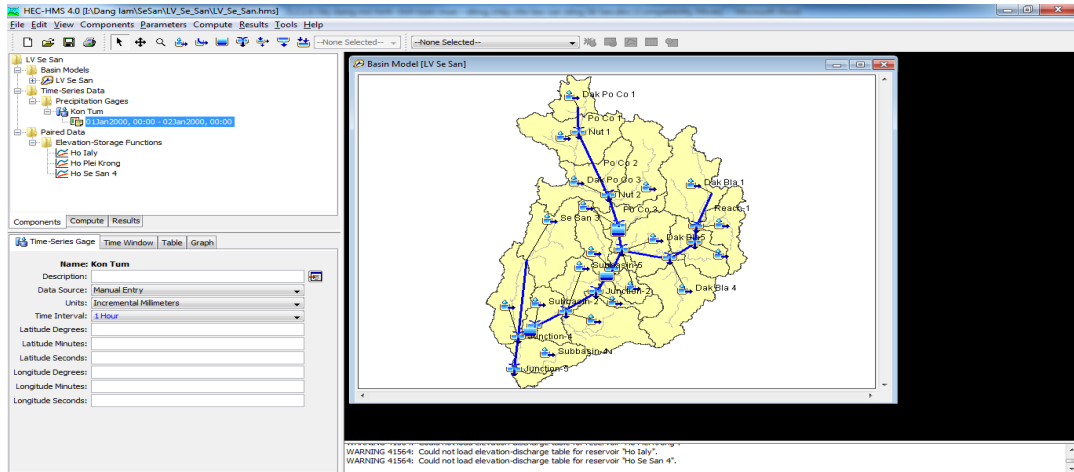


Hình 12: Kết quả tính toán dòng chảy tính toán và thực đo trạm lũ trạm Kon Plong (hiệu chỉnh mô hình)

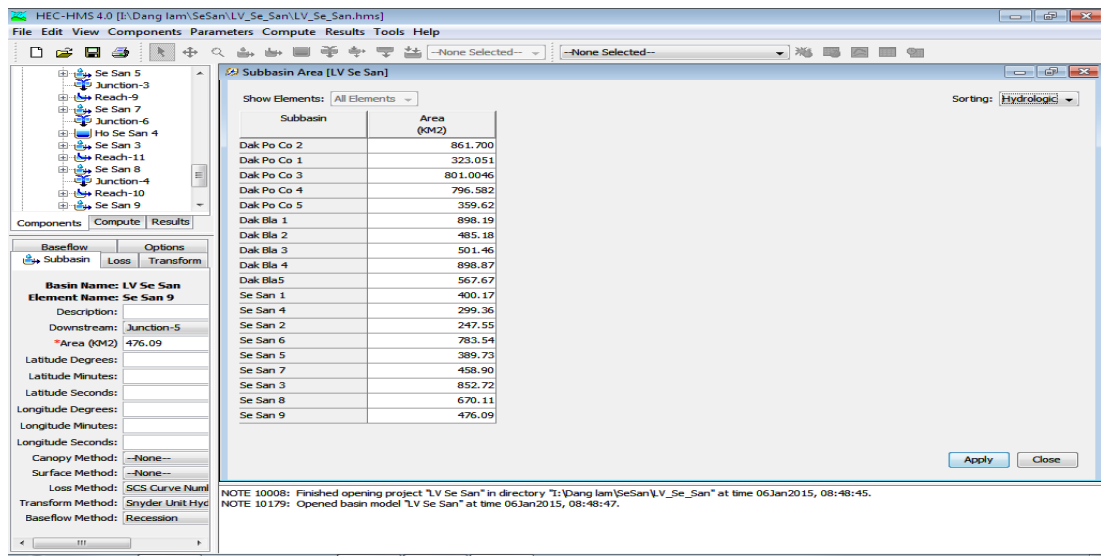
Kết quả mô phỏng cho thấy đường quá trình dòng chảy tính toán phù hợp với đường quá trình dòng chảy thực đo, chỉ số Nash đạt 0.78, đỉnh lũ tính toán phù hợp với đỉnh lũ thực đo.

## 2) Xây dựng mô hình lưu vực sông Sê San

Mô hình lưu vực sông Sê San được tính toán bằng phần mềm HEC-GEO RAS để phân chia các lưu vực và các lưu vực phụ.

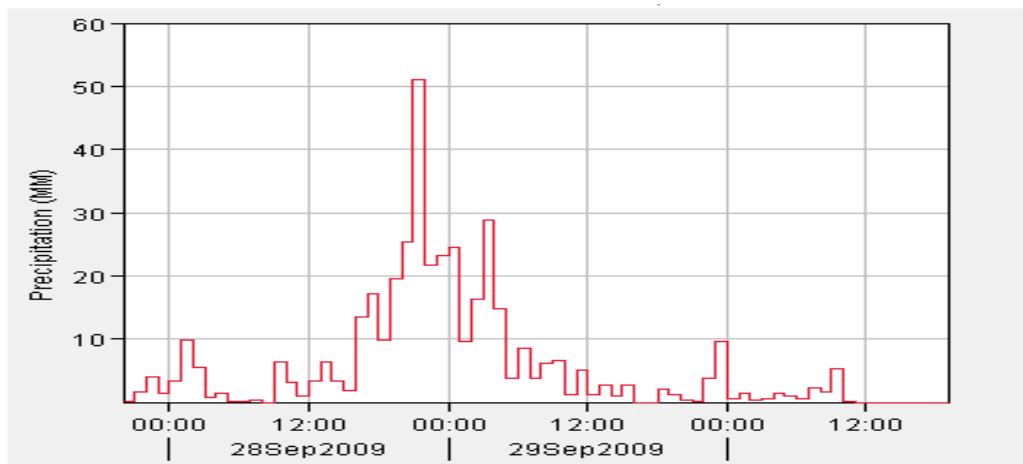


Hình 13: Sơ đồ mô phỏng lưu vực sông Sê San bằng phần mềm HEC-HMS

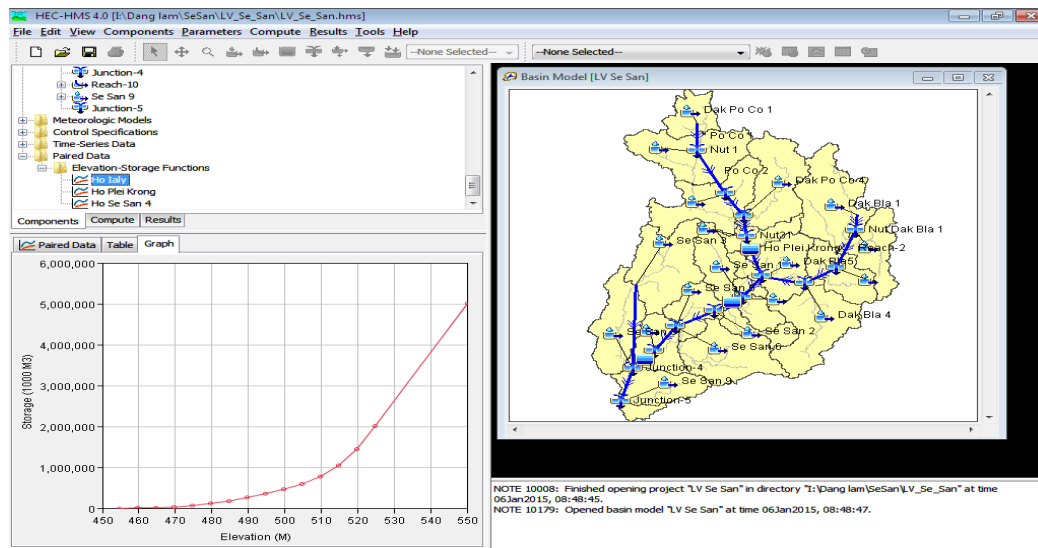


Hình 14: Diện tích các lưu vực phụ trên sông Sê San bằng phần mềm HEC-HMS

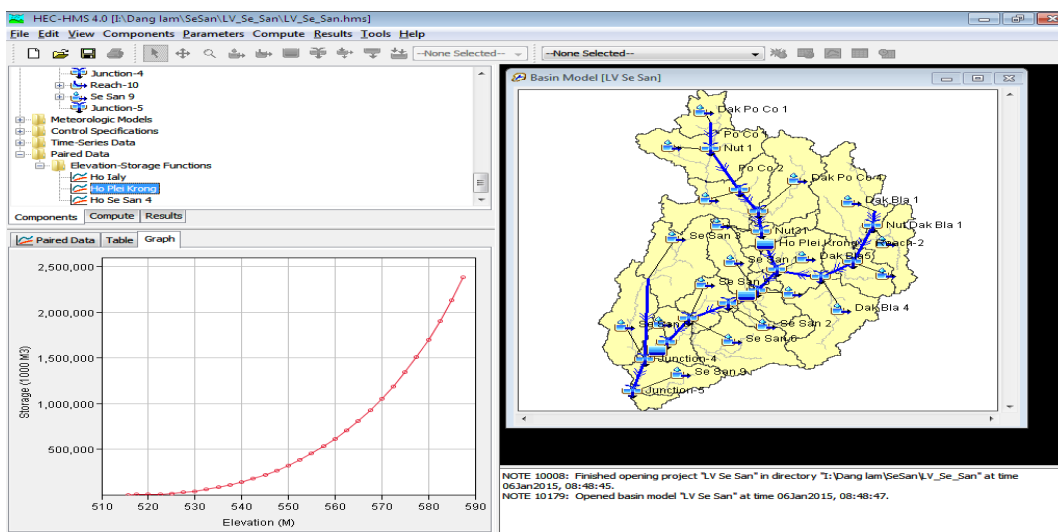
- Nhập các số liệu mưa



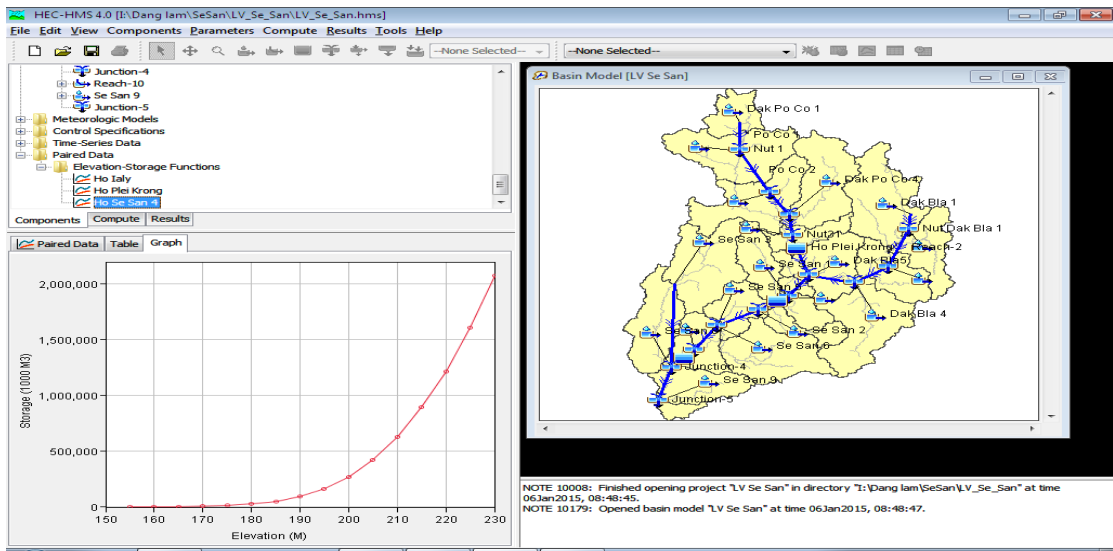
Hình 15: Sơ đồ mô phỏng lưu vực sông Sê San bằng phần mềm HEC-HMS



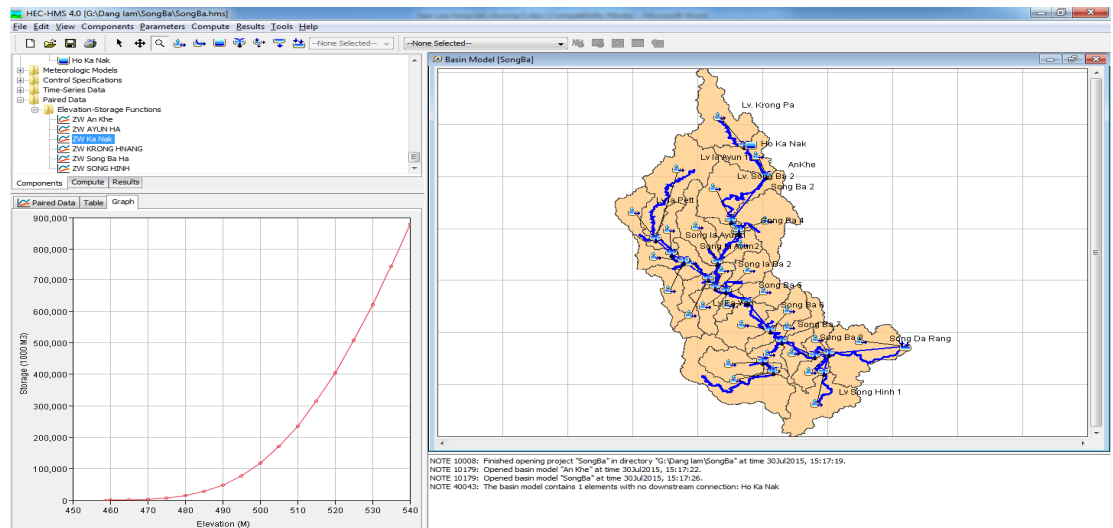
Hình 16: Đường quan hệ Z~W của hồ IALY trong HEC-HMS



Hình 17: Đường quan hệ Z~W của hồ PLEI KRONG trong HEC-HMS



Hình 18: Đường quan hệ Z~W của hồ Sê San 4 trong HEC-HMS



Hình 19: Đường quan hệ Z~W của hồ Ka Nak trong HEC-HMS