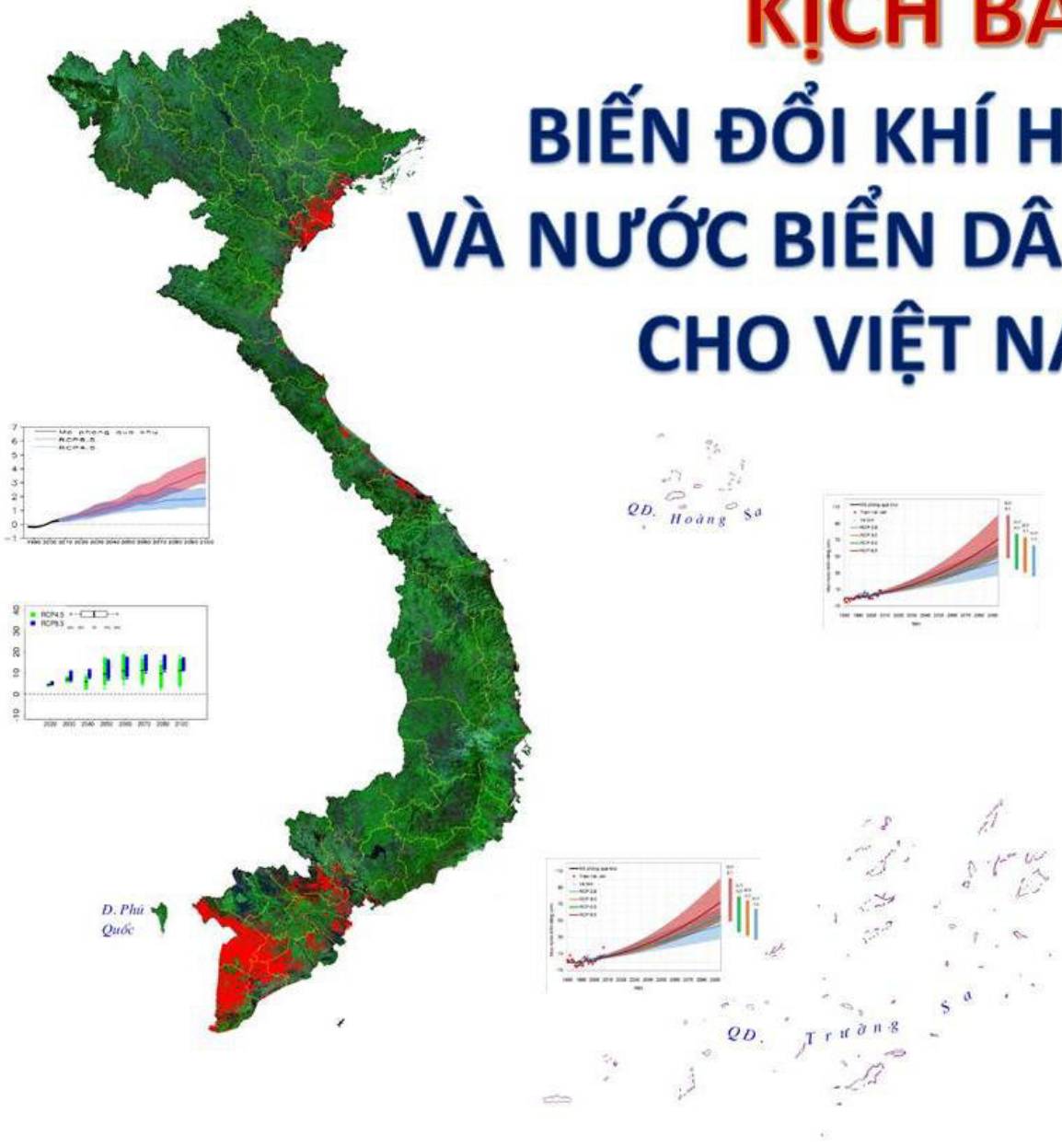
KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM

NĂM 2016

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

KỊCH BẢN
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM



NARENCA

Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam

Nhóm biên soạn chính:

Trần Thục, Nguyễn Văn Thắng, Huỳnh Thị Lan Hương, Mai Văn Khiêm, Nguyễn Xuân Hiển, Doãn Hà Phong.

Các chuyên gia kỹ thuật:

Nguyễn Văn Hiệp, Vũ Văn Thăng, Lê Nguyên Tường, Đỗ Đình Chiến, Hoàng Văn Đại, Ngô Tiền Giang, Trần Thanh Thủy, Lê Quốc Huy, Nguyễn Đăng Mậu, Nguyễn Ngọc Anh, Nguyễn Thế Anh, Nguyễn Thanh Bằng, Đặng Linh Chi, Lê Duy Điệp, Nguyễn Lê Giang, Đoàn Thị Thu Hà, Lê Phương Hà, Khương Văn Hải, Nguyễn Minh Hằng, Trần Đăng Hùng, Trương Bá Kiên, Nguyễn Thị Lan, Lưu Nhật Linh, Văn Sỹ Mạnh, Hà Trường Minh, Đàng Hồng Như, Nguyễn Thị Phương, Nguyễn Ngọc Kim Phượng, Lê Đức Quyền, Võ Đình Sức, Nguyễn Thị Thanh, Phạm Hiền Thương, Dương Ngọc Tiến, Phạm Văn Tiến, Lã Thị Tuyết, Phạm Thị Hải Yến.

Các chuyên gia nhận xét, góp ý:

Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Văn Bộ, Đào Ngọc Long, Vũ Tiến Quang, Dương Hồng Sơn, Bảo Thạnh, Trương Đức Trí, Nguyễn Thị Hiền Thuận, Đỗ Tiến Anh, Phùng Thị Thu Trang, Lê Anh Dũng, Phạm Văn Huấn, Nguyễn Minh Huấn, Nguyễn Thọ Sáo, Trần Quang Đức, Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Mai Đăng, Trương Văn Bốn, Lê Minh Nhật, Hoàng Trung Thành, Nguyễn Bá Thủy, Đinh Vũ Thanh.

Jack Katzfey, McSweeney Carol, Phil Graham.

Hội đồng thẩm định:

Mai Trọng Nhuận, Phan Văn Tân, Nguyễn Trọng Hiệu, Trần Tân Tiến, Đinh Văn Ưu, Nguyễn Hữu Ninh, Lê Bắc Huỳnh, Nguyễn Đắc Đồng, Trần Tân Văn, Nguyễn Văn Tuệ, Hoàng Đức Cường.

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam được Bộ Tài nguyên và Môi trường xây dựng và công bố.

Người dùng có thể tái xuất bản một phần hoặc toàn bộ nội dung của ấn phẩm này để cung cấp thông tin phục vụ nghiên cứu, giáo dục hoặc các mục đích phi lợi nhuận khác mà không cần xin phép bản quyền nhưng phải có lời cảm ơn và trích dẫn nguồn xuất bản.

Ấn phẩm này không được sử dụng để bán hoặc vì bất cứ mục đích thương mại nào khác. Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP), thông qua dự án CBICS và Đại sứ quán Đan Mạch tại Việt Nam thông qua Chương trình Giảm nhẹ và thích ứng với biến đổi khí hậu, đã tài trợ xuất bản ấn phẩm này.

Lời giới thiệu



Việt Nam được đánh giá là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu. Trong những năm qua, dưới tác động của biến đổi khí hậu, tần suất và cường độ các thiên tai ngày càng gia tăng, gây nhiều tổn thất to lớn về người, tài sản, cơ sở hạ tầng, về kinh tế, văn hoá, xã hội, tác động xấu đến môi trường. Tác động của biến đổi khí hậu đối với nước ta là rất nghiêm trọng, là nguy cơ hiện hữu cho mục tiêu xóa đói giảm nghèo, cho việc thực hiện các mục tiêu thiên niên kỷ và sự phát triển bền vững của đất nước. Việt Nam đã rất nỗ lực ứng phó với biến đổi khí hậu, thể hiện qua các chính sách và các chương trình quốc gia.

Năm 2009, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã xây dựng và công bố kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam để kịp thời phục vụ các Bộ, ngành và các địa phương thực hiện Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu.

Năm 2011, Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu được ban hành, xác định mục tiêu cho các giai đoạn và các dự án ưu tiên. Bộ Tài nguyên và Môi trường đã cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng dựa trên các nguồn dữ liệu, các điều kiện khí hậu cụ thể của Việt Nam và các sản phẩm của các mô hình khí hậu tại thời điểm đó. Kịch bản biến đổi khí hậu là cơ sở để các Bộ, ngành và các địa phương đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, xây dựng kế hoạch hành động ứng phó và tích hợp các vấn đề biến đổi khí hậu vào các chiến lược phát triển kinh tế - xã hội.

Thực hiện chỉ đạo của Chính phủ về việc cập nhật và chi tiết hóa kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, Bộ Tài nguyên và Môi trường giao Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu chủ trì, phối hợp với các cơ quan nghiên cứu trong và ngoài nước, xây dựng và cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu chi tiết cho Việt Nam. Kịch bản biến đổi khí hậu chi tiết năm 2016 được xây dựng dựa trên cơ sở các số liệu khí tượng thủy văn và mực nước biển của Việt Nam cập nhật đến năm 2014; số liệu địa hình được cập nhật đến tháng 3 năm 2016; phương pháp mới nhất trong Báo cáo đánh giá khí hậu lần thứ 5 của Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu; các mô hình khí hậu toàn cầu và mô hình khí hậu khu vực độ phân giải cao; theo phương pháp chi tiết hóa động lực kết hợp hiệu chỉnh thống kê sản phẩm mô hình.

Các kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng có mức độ chi tiết đến đơn vị hành chính cấp tỉnh và các đảo, quần đảo của Việt Nam. Bản đồ nguy cơ ngập do nước biển dâng có mức độ chi tiết đến cấp huyện và đến cấp xã đối với các khu vực có bản đồ địa hình tỷ lệ lớn. Kịch bản về một số đặc trưng cực trị khí hậu được cung cấp để phục vụ công tác quy hoạch.

Bộ Tài nguyên và Môi trường trân trọng giới thiệu Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam để làm cơ sở định hướng cho các Bộ, ngành, địa phương đánh giá tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu, xây dựng và triển khai kế hoạch ứng phó hiệu quả với biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

Trần Hồng Hà
Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường

MỤC LỤC

Lời giới thiệu .....
MỤC LỤC i
DANH MỤC BẢNG BIỂU iii
DANH MỤC HÌNH VẼ iv
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT vi
CÁC THUẬT NGỮ CHÍNH viii
I. Mở đầu 1
II. Cơ sở khoa học của biến đổi khí hậu 4
2.1. Nguyên nhân của biến đổi khí hậu 4
2.1.1. Biến đổi khí hậu do yếu tố tự nhiên 4
2.1.2. Biến đổi khí hậu do tác động của con người 5
2.2. Kịch bản nồng độ khí nhà kính và mô hình khí hậu 8
2.2.1. Các kịch bản nồng độ khí nhà kính 8
2.2.2. Mô hình khí hậu toàn cầu 10
2.2.3. Tổ hợp mô hình khí hậu của IPCC 11
2.3. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng quy mô toàn cầu 14
2.3.1. Xu thế biến đổi khí hậu và nước biển dâng theo số liệu quá khứ 14
2.3.2. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng của IPCC 17
III. Biểu hiện của biến đổi khí hậu và nước biển dâng ở Việt Nam 24
3.1. Số liệu sử dụng trong phân tích xu thế và xây dựng kịch bản 24
3.1.1. Số liệu khí hậu 24
3.1.2. Số liệu mực nước biển 28
3.1.3. Số liệu bản đồ số địa hình 29
3.2. Biến đổi của các yếu tố khí hậu 30
3.2.1. Nhiệt độ 30
3.2.2. Lượng mưa 31
3.2.3. Các hiện tượng cực đoan liên quan đến nhiệt độ 32
3.2.4. Các hiện tượng cực đoan liên quan đến mưa 33
3.2.5. Bão và áp thấp nhiệt đới 33
3.3. Biến đổi của mực nước biển 34
3.3.1. Biến đổi mực nước biển theo số liệu quan trắc tại các trạm hải văn 34
3.3.2. Biến đổi mực nước biển theo số liệu vệ tinh 36
IV. Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam 37
4.1. Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu 37
4.1.1. Phương pháp phân tích xu thế và mức độ biến đổi trong quá khứ 37
4.1.2. Phương pháp tính toán xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu 37
4.1.3. Phương pháp thống kê hiệu chỉnh kết quả mô hình 40
4.1.4. Đánh giá mức độ tin cậy của kết quả tính toán các biến khí hậu 41
4.2. Phương pháp xây dựng kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu 41
4.2.1. Phương pháp tính toán xây dựng kịch bản nước biển dâng 41
4.2.2. Đánh giá mức độ tin cậy của kết quả tính toán mực nước biển dâng 43
4.3. Phương pháp xây dựng bản đồ nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu 45
V. Kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam 46
5.1. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với nhiệt độ 46
5.1.1. Nhiệt độ trung bình 46
5.1.2. Nhiệt độ cực trị 51

5.2. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với lượng mưa 53
5.2.1. Lượng mưa 53
5.2.2. Lượng mưa cực trị 57
5.3. Kịch bản biến đổi của một số hiện tượng khí hậu cực đoan 59
5.3.1. Bão và áp thấp nhiệt đới 59
5.3.2. Gió mùa 60
5.3.3. Rét đậm, rét hại, nắng nóng, hạn hán 61
VI. Kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam 63
6.1. Kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu 63
6.1.1. Các thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng 63
6.1.2. Kịch bản nước biển dâng cho toàn khu vực Biển Đông 64
6.1.3. Kịch bản nước biển dâng khu vực ven biển và hải đảo Việt Nam 67
6.2. Một số nhận định về mực nước cực trị 73
6.2.1. Nước dâng do bão 73
6.2.2. Thủy triều ven bờ biển Việt Nam 74
6.2.3. Nước dâng do bão kết hợp với thủy triều 74
6.3. Nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu 75
6.3.1. Nguy cơ ngập đối với các tỉnh đồng bằng và ven biển 76
6.3.2. Nguy cơ ngập đối với các đảo và quần đảo của Việt Nam 80
6.4. Nhận định về một số yếu tố ảnh hưởng đến nguy cơ ngập 80
6.4.1. Nâng hạ địa chất 80
6.4.2. Sụt lún do khai thác nước ngầm 82
KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ 84
I. Kết luận 84
2. Khuyến nghị 86
TÀI LIỆU THAM KHẢO 88

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Đặc trưng các kịch bản, mức tăng nhiệt độ so với thời kỳ tiền công nghiệp 10
Bảng 2.2. Các mô hình toàn cầu được sử dụng trong báo cáo AR5 12
Bảng 2.3. Số lượng các mô hình có sẵn số liệu của CMIP5 13
Bảng 2.4. Kịch bản nước biển dâng toàn cầu giai đoạn 2081-2100 so với thời kỳ cơ sở (cm) 23
Bảng 3.1. Danh sách các trạm khí tượng thủy văn được sử dụng trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam 24
Bảng 3.2. Các trạm hải văn được dùng trong phân tích và tính toán 28
Bảng 3.3. Thay đổi lượng mưa (%) trong 57 năm qua (1958-2014) ở các vùng khí hậu..... 32
Bảng 3.4. Đánh giá và kiểm nghiệm thống kê xu thế biến đổi mực nước biển trung bình..... 35
Bảng 4.1. Các mô hình được sử dụng trong tính toán cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu..... 38
Bảng 4.2. Các thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng toàn cầu và phương pháp tính mực nước biển dâng cho khu vực biển Việt Nam 42
Bảng 5.1. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (^{o}C) so với thời kỳ cơ sở..... 49
Bảng 5.2. Biến đổi của lượng mưa năm (%) so với thời kỳ cơ sở..... 55
Bảng 6.1. Đóng góp của các thành phần vào mực nước biển dâng tổng cộng khu vực Biển Đông vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở 63
Bảng 6.2. Kịch bản nước biển dâng xét cho toàn khu vực Biển Đông..... 65
Bảng 6.3. Kịch bản nước biển dâng theo các kịch bản RCP cho dải ven biển Việt Nam 67
Bảng 6.4. Mực nước biển dâng theo kịch bản RCP2.6 68
Bảng 6.5. Mực nước biển dâng theo kịch bản RCP4.5 68
Bảng 6.6. Mực nước biển dâng theo kịch bản RCP6.0 69
Bảng 6.7. Mực nước biển dâng theo kịch bản RCP8.5 69
Bảng 6.8. Nước dâng do bão ở các khu vực ven biển Việt Nam 73
Bảng 6.9. Đặc điểm thủy triều ven biển Việt Nam 74
Bảng 6.10. Nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu đối với các tỉnh đồng bằng và ven biển 77
Bảng 6.11. Nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm đối với các đảo và cụm đảo 80

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 2.1. Thay đổi tham số của quỹ đạo trái đất từ 250.000 năm trước đến nay 4
Hình 2.2. Số lượng vết đen mặt trời trung bình năm từ 1750 đến 2010 5
Hình 2.3. Sơ đồ truyền bức xạ và các dòng năng lượng (W/m^2) trong hệ thống khí hậu 6
Hình 2.4. Nồng độ khí CO_2, áp suất riêng của CO_2 ở bề mặt đại dương và nồng độ PH 7
Hình 2.5. Hai cách tiếp cận trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu của IPCC 8
Hình 2.6. Thay đổi của bức xạ tác động 9
Hình 2.7. Sơ đồ minh họa các thành phần của mô hình khí hậu toàn cầu 10
Hình 2.8. Sơ đồ minh họa phương pháp lồng RCM vào GCM 11
Hình 2.9. Kích thước ô lưới GCM (km) của các mô hình trong CMIP5 14
Hình 2.10. Chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu thời kỳ 1850-2012 (so với thời kỳ 1961-1990) 15
Hình 2.11. Chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu (^oC) thời kỳ 1950-2015 15
Hình 2.12. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm thời kỳ 1901-2012 15
Hình 2.13. Biến đổi của lượng mưa năm thời kỳ 1901-2010 và thời kỳ 1951-2010 16
Hình 2.14. Xu thế biến đổi mực nước biển trung bình toàn cầu 16
Hình 2.15. Xu thế biến đổi mực nước biển trung bình theo số liệu quan trắc 17
Hình 2.16. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm so với thời kỳ 1986-2005 mô phỏng bởi các mô hình CMIP5 19
Hình 2.17. Dự tính biến đổi khí hậu toàn cầu 19
Hình 2.18. Kịch bản mực nước biển dâng toàn cầu 22
Hình 2.19. Kịch bản nước biển dâng giai đoạn 2081-2100 so với thời kỳ cơ sở 23
Hình 3.1. Các trạm khí tượng thủy văn được sử dụng trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu 24
Hình 3.2. Sơ đồ các mảnh bản đồ số địa hình tỷ lệ 1:2.000 và 1:5.000 các tỉnh đồng bằng và ven biển 29
Hình 3.3. Sơ đồ các mảnh bản đồ số địa hình tỷ lệ 1:10.000 và 1:25.000 các tỉnh ven biển ... 29
Hình 3.4. Chuẩn sai nhiệt độ (^oC) trung bình năm (a) và nhiều năm (b) trên quy mô cả nước 31
Hình 3.5. Chuẩn sai nhiệt độ trung bình năm (^oC) đối với các trạm ven biển và hải đảo 31
Hình 3.6. Thay đổi nhiệt độ trung bình năm (^oC) thời kỳ 1958-2014 32
Hình 3.7. Thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 1958-2014 32
Hình 3.8. Diễn biến bão và áp thấp nhiệt đới thời kỳ 1959-2014 34
Hình 3.9. Diễn biến bão với cường độ gió từ cấp 12 trở lên ở Biển Đông (1990-2015) 34
Hình 3.10. Xu thế biến đổi mực nước biển trung bình năm tại các trạm hải văn 35
Hình 3.11. Xu thế thay đổi mực nước biển toàn Biển Đông theo số liệu vệ tinh 36
Hình 4.1. Sơ đồ mô tả quá trình chi tiết hóa động lực độ phân giải cao cho Việt Nam 37
Hình 4.2. Minh họa phân bố luỹ tích mưa 40
Hình 4.3. Phân bố theo không gian của các thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng 41
Hình 4.4. Sơ đồ phân vùng và các ô lưới cho các khu vực ven biển 43
Hình 4.5. Biến trình chuẩn sai mực nước biển (1986-2005) 44
Hình 4.6. Tương quan giữa chuẩn sai mực nước tính toán với thực đo giai đoạn 1986-2014 (hình trái) và với số liệu vệ tinh giai đoạn 1993-2014 (hình phải) 44
Hình 5.1. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (^oC) theo kịch bản RCP4.5 47
Hình 5.2. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (^oC) theo kịch bản RCP8.5 47
Hình 5.3. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (^oC) ở 7 vùng khí hậu và hải đảo Việt Nam . 48

Hình 5.4. Biến đổi của nhiệt độ tối cao trung bình năm (^{o}C) theo kịch bản RCP4.5 51
Hình 5.5. Biến đổi của nhiệt độ tối cao trung bình năm (^{o}C) theo kịch bản RCP8.5 51
Hình 5.6. Biến đổi của nhiệt độ tối thấp trung bình năm (^{o}C) theo kịch bản RCP4.5 52
Hình 5.7. Biến đổi của nhiệt độ tối thấp trung bình năm (^{o}C) theo kịch bản RCP8.5 52
Hình 5.8. Biến đổi của lượng mưa năm (%) ở 7 vùng khí hậu và hải đảo Việt Nam 53
Hình 5.9. Biến đổi của lượng mưa năm theo kịch bản RCP4.5 54
Hình 5.10. Biến đổi của lượng mưa năm theo kịch bản RCP8.5 54
Hình 5.11. Biến đổi của lượng mưa 1 ngày lớn nhất trung bình theo kịch bản RCP4.5 57
Hình 5.12. Biến đổi của lượng mưa 1 ngày lớn nhất trung bình theo kịch bản RCP8.5 58
Hình 5.13. Biến đổi của lượng mưa 5 ngày lớn nhất trung bình theo kịch bản RCP4.5 58
Hình 5.14. Biến đổi của lượng mưa 5 ngày lớn nhất trung bình theo kịch bản RCP8.5 59
Hình 5.15. Biến đổi của bão và áp thấp nhiệt đới vào cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở..... 59
Hình 5.16. Biến đổi của bão và áp thấp nhiệt đới vào cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở..... 59
Hình 5.17. Biến đổi của bão và áp thấp nhiệt đới vào cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở (theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 của mô hình PRECIS) 60
Hình 5.18. Dự tính số lượng bão và áp thấp nhiệt đới thời kỳ cuối thế kỷ (theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 của mô hình PRECIS)..... 60
Hình 5.19. Biến đổi của bão và áp thấp nhiệt đới vào cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở..... 60
Hình 5.20. Biến đổi của số ngày nắng nóng (ngày/năm) vào giữa và cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở, theo kịch bản RCP4.5 từ tổ hợp mô hình 61
Hình 5.21. Biến đổi của số ngày nắng nóng (ngày/năm) vào giữa (2046-2065) và cuối (2080-2099) thế kỷ so với thời kỳ cơ sở, theo kịch bản RCP8.5 từ tổ hợp mô hình..... 62
Hình 6.1. Đóng góp của các thành phần vào mực nước biển dâng tổng cộng khu vực Biển Đông theo kịch bản RCP8.5 64
Hình 6.2. Kịch bản nước biển dâng khu vực Biển Đông 65
Hình 6.3. Phân bố mực nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP2.6 66
Hình 6.4. Phân bố mực nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP4.5 66
Hình 6.5. Phân bố mực nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP6.0 66
Hình 6.6. Phân bố mực nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP8.5 66
Hình 6.7. Kịch bản nước biển dâng khu vực ven biển và hải đảo Việt Nam 71
Hình 6.8. Kịch bản nước biển dâng cho các tỉnh ven biển và quần đảo 72
Hình 6.9. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm 76
Hình 6.10. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100cm, khu vực Quảng Ninh và đồng bằng sông Hồng 78
Hình 6.11. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, thành phố Hồ Chí Minh..... 79
Hình 6.12. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, khu vực đồng bằng sông Cửu Long 79

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

A1B	Kịch bản phát thải trung bình
A1FI	Kịch bản phát thải cao nhất
A2	Kịch bản phát thải cao
AGCM-MRI	Mô hình của Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản
AOGCMs	Mô hình hoàn lưu chung khí quyển - đại dương
APHRODITE	Số liệu mưa nội suy trên lưới của Nhật (Asian Precipitation Highly Resolved Observational Data)
AR4	Báo cáo đánh giá lần thứ 4 của IPCC (Fourth Assesment Report)
AR5	Báo cáo đánh giá lần thứ 5 của IPCC (Fifth Assesment Report)
B1	Kịch bản phát thải thấp
B2	Kịch bản phát thải trung bình
BĐKH	Biến đổi khí hậu
CCAM	Mô hình Khí quyển bảo giác lập phương (Conformal Cubic Atmospheric Model)
CLWRF	Mô hình WRF phiên bản cho nghiên cứu khí hậu
CMIP5	Dự án đối chứng các mô hình khí hậu lần 5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5)
CORDEX	Dự án Hợp tác về Chi tiết hóa khí hậu khu vực (The Coordinated Regional climate Downscaling Experiment)
CRU	Số liệu tái phân tích toàn cầu với độ phân giải 0,5 x 0,5 độ kinh vĩ của Cơ quan Nghiên cứu Khí hậu của Vương quốc Anh (Climate Research Unit)
CSIRO	Tổ chức Nghiên cứu Khoa học và Công nghệ Liên bang Úc
DEM	Mô hình số độ cao (Digital Elevation Model)
ECE_IPCC	Chỉ số hiện tượng khí hậu cực đoan theo IPCC (Extreme Climate Event)
ECMWF	Trung tâm dự báo hạn vừa Châu Âu (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)
GCM	Mô hình khí hậu toàn cầu (Global Climate Model)
GDP	Tổng sản phẩm quốc nội (Gross Domestic Product)
GIS	Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System)
IMHEN	Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change)
ICTP	Trung tâm quốc tế về Vật lý lý thuyết (International Centre for Theoretical Physics)
IPCC	Ban liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (Intergovernmental Panel on Climate Change)
MAGICC/SCENGEN	Phần mềm tổ hợp các kịch bản phát thải khí nhà kính (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change/ Regional Climate SCENario GENerator)
NCAR	Trung tâm Nghiên cứu Khí quyển Quốc gia, Hoa Kỳ (National Center for Atmospheric Research)
MOS	Phân tích thống kê kết quả mô hình (Model Output Statistics)
NOAA	Cơ quan Khí quyển và Đại dương Quốc gia, Hoa Kỳ (National Oceanic and Atmospheric Administration)
MRI/AGCM	Mô hình hoàn lưu chung khí quyển (Atmosphere General Circulation Model)/ Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản

	(Meteorology Research Institute)
PCMDI	Chương trình đối chứng và chẩn đoán mô hình khí hậu (Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison)
PP	Phương pháp thống kê thiết lập mô hìnhidự đoán tối ưu (Perfect Prognosis)
PRECIS	Mô hình khí hậu khu vực của Trung tâm Khí tượng Hadley, Vương quốc Anh (Providing Regional Climates for Impacts Studies)
R	Lượng mưa
RCM	Mô hình khí hậu khu vực (Regional Climate Model)
RCP	Kịch bản nồng độ khí nhà kính đặc trưng (Representative Concentration Pathways)
RCP2.6	Kịch bản nồng độ khí nhà kính thấp
RCP4.5	Kịch bản nồng độ khí nhà kính trung bình thấp
RCP6.0	Kịch bản nồng độ khí nhà kính trung bình cao
RCP8.5	Kịch bản nồng độ khí nhà kính cao
RegCM	Mô hình khí hậu khu vực (Regional Climate Model) của ICTP
Rx1day	Lượng mưa 1 ngày lớn nhất
Rx5day	Lượng mưa 5 ngày lớn nhất
SD	Chi tiết hóa thống kê (Statistical Downscaling)
SDSM	Mô hình chi tiết hóa thống kê (Statistical Downscaling Model)
SLRRP	Phần mềm hiệu chỉnh mực nước biển dâng (Sea Level Rise Rectification Program)
SRES	Báo cáo đặc biệt về kịch bản phát thải (Special Report on Emission Scenarios)
TAR	Báo cáo đánh giá lần thứ ba của IPCC (Third Assessment Report)
T2m	Nhiệt độ không khí trung bình tại độ cao 2 m
Tn	Nhiệt độ tối thấp
Tx	Nhiệt độ tối cao
TNMT	Tài nguyên và Môi trường
UNFCCC	Công ước khung của Liên Hợp Quốc về BĐKH (United Nations Framework Convention on Climate Change)
WMO	Tổ chức Khí tượng thế giới (World Meteorological Organization)
WRF	Mô hình Nghiên cứu và Dự báo thời tiết (Weather Research and Forecast)

CÁC THUẬT NGỮ CHÍNH

- **Ban Liên Chính phủ về biến đổi khí hậu - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC):** IPCC là tổ chức khoa học liên chính phủ, do Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) và Chương trình Môi trường Liên Hợp Quốc (UNEP) thành lập năm 1988.

- **Băng quyển - Cryosphere:** Là tất cả các vùng có băng tuyết bao phủ quanh năm trên đất liền và trên biển.

- **Biên độ ngày của nhiệt độ - Diurnal Temperature Range (DTR):** Chênh lệch giữa nhiệt độ thấp nhất và cao nhất trong ngày.

- **Biến đổi khí hậu - Climate Change:** Là sự thay đổi của khí hậu trong một khoảng thời gian dài do tác động của các điều kiện tự nhiên và hoạt động của con người. Biến đổi khí hậu hiện nay biểu hiện bởi sự nóng lên toàn cầu, mực nước biển dâng và gia tăng các hiện tượng khí tượng thủy văn cực đoan.

- **Bức xạ tác động - Radiative Forcing:** Bức xạ tác động được định nghĩa là mức thay đổi của cân bằng năng lượng bức xạ được hấp thụ bởi trái đất và năng lượng bức xạ trở lại khí quyển. Thông thường, bức xạ tác động (đơn vị đo: W/m^2) được xác định ở đỉnh tầng đối lưu (độ cao cách mặt đất khoảng 10-12 km). Một bức xạ tác động dương (nhiều năng lượng đến) sẽ làm ấm hệ thống, trong khi bức xạ tác động âm (nhiều năng lượng đi) sẽ làm lạnh hệ thống. Trong báo cáo này, bức xạ tác động được hiểu là sự thay đổi bức xạ toàn cầu trung bình năm so với giá trị tương ứng của năm 1750. Cần tránh nhầm lẫn bức xạ tác động nêu trên với bức xạ tác động do mây liên quan tới ảnh hưởng của mây tới thông lượng bức xạ tại đỉnh khí quyển.

- **Cân bằng khối lượng bề mặt băng - Surface mass balance:** Sự thay đổi khối lượng băng tại bề mặt do: (i) thay đổi lượng băng tích tụ (giáng thủy trừ đi bốc hơi); (ii) băng mất đi do dòng chảy băng; (iii) băng tách và trôi khỏi lục địa. Sự thay đổi khối lượng băng có thể làm mực nước biển dâng lên hoặc giảm đi.

- **Chuẩn khí hậu - Climatic Normal:** Là giá trị trung bình của yếu tố khí hậu trong một khoảng thời gian nhất định, thường là 30 năm, làm căn cứ để đánh giá sự khác biệt khí hậu giữa nơi này với nơi khác, giữa thời kỳ này với thời kỳ khác.

- **Chuẩn sai khí hậu - Climatic Anomaly:** (i) Độ lệch của giá trị một yếu tố khí hậu so với chuẩn khí hậu hoặc so với giá trị trung bình của nó trong một giai đoạn; (ii) Sự khác biệt giữa giá trị của một yếu tố khí hậu ở một nơi và giá trị trung bình của yếu tố đó lấy theo vòng vĩ tuyến đi qua nơi đó.

- **Chu trình các-bon - Carbon Cycle**: Thuật ngữ dùng để mô tả dòng các-bon (dưới các hình thức khác nhau, ví dụ như CO_2) trong bầu khí quyển, đại dương, sinh quyển trên mặt đất và thạch quyển. Trong báo cáo này, đơn vị tính khối lượng các-bon trong các chu trình các-bon là tỷ tấn các-bon (GtC).

- **Công ước Khung của Liên Hiệp Quốc về Biến đổi khí hậu - United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC):** Thường gọi tắt là Công ước khí hậu, được hơn 150 nước ký tại Hội nghị Thượng đỉnh trái đất ở Rio de Janeiro năm 1992. Mục tiêu cuối cùng của Công ước là "ổn định nồng độ khí nhà kính trong khí quyển ở mức có thể ngăn ngừa được tác động nguy hiểm của con người vào hệ thống khí hậu".

- **Dao động khí hậu - Climatic variability:** Là những thay đổi của giá trị trung bình hoặc các đặc trưng thống kê khác (độ lệch chuẩn, tần suất các giá trị cực trị...) của các yếu tố khí hậu

ở tất cả các quy mô không gian và thời gian lớn hơn quy mô thời tiết. Dao động khí hậu có thể gây ra bởi các quá trình tự nhiên nội tại bên trong hệ thống khí hậu, hoặc cũng có thể do các tác động bên ngoài của thiên nhiên và con người.

- **Dự tính khí hậu - Climate projection:** Là một mô phỏng khí hậu tương lai (thường là kết quả của các mô hình khí hậu) trên cơ sở kịch bản phát thải khí nhà kính hay kịch bản nồng độ các khí nhà kính và sol khí. Các kịch bản này được xây dựng dựa trên giả định về phát triển kinh tế xã hội, dân số, công nghệ,… trong tương lai.

- **Điôxit các-bon hay CO_2 - Carbon Dioxit:** Một loại khí sinh ra một cách tự nhiên bởi quang hợp tạo vật chất hữu cơ, là một sản phẩm phụ của việc đốt cháy nhiên liệu hóa thạch, đốt sinh khối và thay đổi sử dụng đất và các quy trình công nghiệp khác. Đây là khí nhà kính cơ bản do con người gây ra có ảnh hưởng đến sự cân bằng bức xạ của trái đất, là khí tham chiếu để so sánh cho các loại khí nhà kính khác.

- **Điều chỉnh đẳng tĩnh băng - Glacial isostatic adjustment:** Sự phản ứng của bề mặt trái đất đối với thay đổi của các khối băng trên toàn cầu. Quá trình này sẽ làm thay đổi mực nước biển tại các khu vực, đặc biệt là các khu vực gần với các khối băng vĩnh cửu.

- **Động lực băng - Ice sheet dynamic:** Các quá trình động lực có thể dẫn đến sự thay đổi khối lượng băng: (i) Quá trình tách băng và vỡ băng tại các cửa sông băng, rìa băng; (ii) Quá trình tan băng bên dưới bề mặt nước do nước biển ấm lên; (iii) Tương tác giữa cân bằng khối lượng băng và dòng chảy băng.

- **Giãn nở nhiệt của các đại dương - Thermal Expansion of the Oceans:** Khi các đại dương ấm lên, thể tích sẽ tăng và gây nước biển dâng. Thay đổi về độ mặn ở khu vực nhỏ cũng làm thay đổi mật độ và thể tích nước biển, tuy nhiên tác động này tương đối nhỏ trên quy mô toàn cầu.

- **Hạn - Drought:** Hiện tượng thiếu hụt nước nghiêm trọng kéo dài, thường liên quan tới điều kiện thời tiết khô và thiếu hụt mưa kéo dài làm giảm hàm lượng ẩm trong không khí và hàm lượng nước trong đất, làm suy kiệt dòng chảy sông suối, hạ thấp mực nước ao hồ, mực nước trong các tầng chứa nước dưới đất gây ảnh hưởng xấu đến sự sinh trưởng của cây trồng, làm môi trường suy thoái, gây đói nghèo và dịch bệnh. Có 4 loại hạn chính bao gồm: (i) Hạn khí tượng là sự thiếu hụt mưa bất thường đối với một khu vực cụ thể; (ii) Hạn nông nghiệp là sự thiếu hụt nguồn nước cung cấp cho các nhu cầu nước của cây trồng trong giai đoạn phát triển khác nhau; (iii) Hạn thủy văn đề cập đến sự duy trì mực nước thấp ở các sông, suối và hồ chứa; hạn thủy văn thường có sự liên kết với hạn khí tượng; (iv) Hạn kinh tế - xã hội xảy ra khi nhu cầu về nước vượt quá khả năng cung để đảm bảo các hoạt động kinh tế - xã hội. Siêu hạn (megadrought) là một đợt hạn xảy ra diện rất rộng, trong một giai đoạn dài bất thường, thường là một thập kỷ hoặc hơn.

- **Hệ thống khí hậu - Climate System:** Là một hệ thống phức tạp bao gồm 5 thành phần chính: Khí quyển, đại dương, băng quyển, mặt đất, sinh quyển và các tương tác giữa chúng. Hệ thống khí hậu theo thời gian bị chi phối bởi các yếu tố động lực nội tại và từ bên ngoài như phun trào núi lửa, dao động của mặt trời và các tác động nhân tạo như thay đổi thành phần khí quyển và thay đổi sử dụng đất.

- **Hiệu ứng nhà kính - Greenhouse Effect:** Hiệu ứng bức xạ hồng ngoại (bức xạ sóng dài) của tất cả các thành phần hấp thụ bức xạ sóng dài trong khí quyển. Các thành phần này bao gồm các chất khí nhà kính, mây, sol khí hấp thụ bức xạ sóng dài từ bề mặt trái đất và mọi nơi trong khí quyển và phát xạ bức xạ sóng dài trở lại theo mọi hướng. Tuy nhiên tổng năng lượng bức xạ các thành phần này phát ra không gian nhỏ hơn phần chúng nhận được dẫn tới một phần năng lượng bức xạ sóng dài được giữ lại trong khí quyển làm khí quyển ấm hơn

trường hợp không có các thành phần gây hiệu ứng nhà kính. Trong tự nhiên, hiệu ứng này giúp duy trì nhiệt độ trái đất cao hơn khoảng 30°C so với trường hợp không có các chất khí đó và do vậy trái đất không bị quá lạnh. Tuy nhiên, sự gia tăng nồng độ các khí nhà kính do hoạt động của con người làm tăng hiệu ứng này, thúc đẩy tốc độ ấm lên toàn cầu trong giai đoạn mấy thập kỷ gần đây.

- **Hoàn lưu chung của khí quyển - General Circulation of the Atmosphere:** Hệ thống gió quy mô lớn của trái đất hình thành do sự quay của trái đất và sự đốt nóng không đồng nhất trên bề mặt trái đất và khí quyển bởi mặt trời.

- **Hồi tiếp khí hậu - Climate Feedbacks:** Cơ chế tác động qua lại của các quá trình trong hệ thống khí hậu được gọi là hồi tiếp khí hậu, kết quả của một quá trình ban đầu gây nên những thay đổi trong một quá trình thứ hai đến lượt nó lại ảnh hưởng ngược trở lại quá trình ban đầu. Hồi tiếp dương làm tăng quá trình ban đầu, hồi tiếp âm làm giảm…

- **Khí hậu - Climate:** Là tổng hợp các điều kiện thời tiết ở một vùng nhất định, đặc trưng bởi các đại lượng thống kê dài hạn của các yếu tố khí tượng tại vùng đó.

- **Khí nhà kính - Greenhouse Gases (GHGs):** Là các khí trong khí quyển, cả tự nhiên và nhân tạo, hấp thụ và phát ra bức xạ ở các bước sóng trong quang phổ bức xạ hồng ngoại của bề mặt trái đất, khí quyển, mây. Các khí nhà kính chính trong khí quyển là CO_2, N_2O, CH_4, O_3, H_2O... Các khí nhà kính gây ra hiệu ứng nhà kính với việc giảm năng lượng bức xạ của trái đất thoát ra vũ trụ, làm ấm lên tầng bên dưới khí quyển và bề mặt trái đất.

- **Khí quyển - Atmotsphere:** Là lớp vỏ khí bao quanh trái đất. Bầu không khí khô bao gồm gần như hoàn toàn nitơ (78,1% theo khối lượng) và ôxy (20,9% theo khối lượng), cùng với một tỷ lệ nhỏ các loại khí khác, chẳng hạn như argon (0,93%), heli và các loại khí bức xạ nhà kính như carbon dioxide (0,035%) và ozon. Ngoài ra, bầu không khí có chứa khí nhà kính là hơi nước, có một lượng thay đổi khá lớn nhưng thường khoảng 1%. Bầu không khí cũng có những đám mây và sol khí.

- **Kịch bản khí hậu - Climate Scenario:** Một biểu diễn phù hợp và đơn giản hóa của khí hậu tương lai, dựa trên cơ sở một tập hợp nhất quán của các quan hệ khí hậu đã được xây dựng, sử dụng trong việc nghiên cứu hệ quả tiềm tàng của sự thay đổi khí hậu do con người gây ra, thường dùng như đầu vào cho các mô hình tác động. Các dự tính khí hậu thường được dùng như là nguyên liệu thô để xây dựng các kịch bản khí hậu, nhưng các kịch bản khí hậu thường yêu cầu các thông tin bổ sung ví dụ như các quan trắc khí hậu hiện tại.

- **Kịch bản biến đổi khí hậu - Climate Change Scenario:** Là sự khác biệt giữa kịch bản khí hậu và khí hậu hiện tại. Do kịch bản biến đổi khí hậu xác định từ kịch bản khí hậu, nó bao hàm các giả định có cơ sở khoa học và tính tin cậy về sự tiến triển trong tương lai của các mối quan hệ giữa kinh tế - xã hội, GDP, phát thải khí nhà kính, biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng.

- **Lưu trữ nước trên lục địa - Land water storage:** Quá trình thay đổi dài hạn trong lưu trữ và sử dụng nước trên lục địa, có liên quan đến các hồ chứa nước nhân tạo và khai thác nước ngầm. Sự thay đổi lượng trữ nước trên lục địa có thể làm thay đổi mực nước biển.

- **Mêtan - Methane (CH_4):** Là một hợp chất hóa học có công thức hóa học CH_4. Nó là một thành phần chính của khí tự nhiên. Trong trạng thái tự nhiên, mêtan được tìm thấy ở cả dưới mặt đất và dưới đáy biển. Nó là một trong sáu khí nhà kính được kiểm soát bởi Nghị định thư Kyoto. Các nguồn khí mêtan chủ yếu là bãi rác thải, mỏ than, ruộng lúa, các hệ thống khí tự nhiên và súc vật nuôi.

- **Mô hình hoàn lưu chung - General Circulation Model (GCM):** Một công cụ căn bản để nghiên cứu tác động của sự tăng nồng độ khí nhà kính đối với khí hậu. GCM cơ bản là một mô hình thủy động lực của khí quyển trên một lưới điểm hay phân giải phổ, qua đó các phương trình khối lượng, năng lượng và động lượng cho khí quyển và đại dương được tích phân với nhau theo thời gian, trên một khu vực của địa cầu để mô phỏng sự vận động của hệ thống đại dương - khí quyển thực.

- **Nhân tố khí hậu - Climatic Factors:** Các điều kiện vật lý nhất định (khác với yếu tố khí hậu) điều chỉnh khí hậu (vĩ độ, độ cao, sự phân bố đất, biển, địa hình, các dòng chảy đại dương v.v...).

- **Nhiên liệu hóa thạch - Fossil Fuels:** Nhiên liệu hóa thạch là các nhiên liệu được hình thành bởi các quá trình tự nhiên như phân hủy kỵ khí của xác sinh vật giàu các-bon đã hóa thạch. Các xác đó được chôn trong các lớp trầm tích và nén qua thời kỳ địa chất, dần dần chuyển thành nhiên liệu. Nhiên liệu hóa thạch có chứa tỷ lệ phần trăm cao của các-bon, bao gồm than đá, dầu mỏ và khí đốt tự nhiên. Các loại nhiên liệu hóa thạch liên tục được hình thành thông qua quá trình tự nhiên, tuy nhiên, chúng thường được coi là nguồn tài nguyên không tái tạo được vì phải mất hàng triệu năm để có thể hình thành.

- **Nhiệt độ cực trị - Extreme Temperatures:** Nhiệt độ cao nhất và thấp nhất đạt được trong thời gian nhất định.

- **Nóng lên toàn cầu - Global Warming:** Nói một cách chặt chẽ, sự nóng lên và lạnh đi toàn cầu là các xu thế nóng lên và lạnh đi tự nhiên mà trái đất trải qua trong suốt lịch sử của nó. Tuy nhiên, thuật ngữ này thường để chỉ sự tăng dần nhiệt độ trái đất do các chất khí nhà kính tích tụ trong khí quyển.

- **Nước biển dâng - Sea Level Rise:** Là sự dâng mực nước của đại dương trên toàn cầu, trong đó không bao gồm triều, nước dâng do bão... Nước biển dâng tại một vị trí nào đó có thể cao hơn hoặc thấp hơn so với trung bình toàn cầu vì có sự khác nhau về nhiệt độ của đại dương và các yếu tố khác.

- **Ôxit nitơ - Nitrous Oxide (N_2O):** Là một hợp chất hóa học với công thức N_2O. Là một trong sáu khí nhà kính được kiểm soát bởi Nghị định thư Kyoto, phát sinh từ việc đốt các nhiên liệu hóa thạch và sản xuất phân bón.

- **Phát thải - Emissions:** Sự thải các khí nhà kính và/hoặc các tiền tố của chúng vào khí quyển trên một khu vực và thời gian cụ thể (*Theo Công ước khí hậu*).

- **Sinh quyển - Biosphere:** Là một phần của trái đất, nơi có các điều kiện tự nhiên thích hợp cho sự sống phát triển. Sinh quyển là một hệ thống tự nhiên bao gồm thành phần vật chất sống như các loài động vật, thực vật, vi khuẩn, nấm… và thành phần vô sinh (các yếu tố môi trường) như lớp vỏ phong hóa, lớp phủ thổ nhưỡng, không khí trong tầng đối lưu… Sinh quyển được duy trì bởi sự chuyển hóa vật chất và năng lượng giữa các thành phần của nó mà hệ quả có thể làm thay đổi thành phần khí quyển và khí hậu trái đất.

- **Sol khí - Aerosols:** Là các hạt rất nhỏ gây ra hiện tượng mù. Chúng phần lớn là nước và các hạt chất ô nhiễm như axit sulphua và muối biển. Sol khí trong tầng đối lưu thường được giáng thủy quét đi. Các sol khí được mang lên tầng bình lưu thường ở đó lâu hơn nhiều. Sol khí ở tầng bình lưu chủ yếu là các hạt sunphat từ các vụ núi lửa phun, có thể làm giảm đáng kể bức xạ mặt trời.

- **Thạch quyển - Lithosphere:** Là lớp vỏ cứng ngoài cùng nhất của các hành tinh có đất đá. Trên trái đất, thạch quyển bao gồm lớp vỏ và tầng trên cùng nhất của lớp phủ kết nối với lớp vỏ. Vỏ trái đất không đồng nhất theo chiều thẳng đứng và theo chiều nằm ngang. Cùng với

việc nóng lên và nguội đi không đồng đều dưới tác động của mặt trời, thạch quyển có ảnh hưởng lớn đến khí hậu và biến đổi khí hậu.

- **Thời tiết - Weather:** Thời tiết là trạng thái khí quyển tại một địa điểm nhất định được xác định bằng tổ hợp các yếu tố: nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, tốc độ gió, mưa,…
- **Thủy quyển - Hydrosphere:** Phần của trái đất bao gồm nước, đó là đại dương, biển, băng, hồ, sông, v.v...
- **Tổ chức Khí tượng Thế giới - World Meteorological Organization (WMO):** Là một tổ chức liên chính phủ với sự tham gia của 191 nước thành viên và vùng lãnh thổ. WMO có nguồn gốc từ Tổ chức Khí tượng Quốc tế (IMO), được thành lập vào năm 1873. Được thành lập vào năm 1950, WMO trở thành cơ quan chuyên môn của Liên hợp quốc về khí tượng (thời tiết và khí hậu), thủy văn và hoạt động khoa học địa vật lý liên quan.
- **Trạm khí hậu - Climatological Station:** Trạm thực hiện các quan trắc khí hậu.
- **Tương tác khí quyển-đại dương – Atmosphere-Ocean Interactions:** Là quá trình trao đổi nhiệt, ẩm, động năng, năng lượng giữa lớp nước bề mặt đại dương với lớp không khí bên trên, chủ yếu thông qua hoạt động đối lưu và các xoáy khí quyển.
- **Xu thế khí hậu - Climatic Trend:** Sự biến đổi khí hậu được đặc trưng bằng việc tăng hay giảm đơn điệu và trơn tru của giá trị trung bình trong thời kỳ chuỗi số liệu. Không chỉ giới hạn ở sự thay đổi tuyến tính theo thời gian, mà đặc trưng bằng chỉ một cực đại và một cực tiểu ở các đầu, cuối chuỗi số liệu.
- **Yếu tố khí hậu - Climatic Element:** Một trong những tính chất hay điều kiện của khí quyển (như nhiệt độ không khí) đặc trưng cho trạng thái vật lý của thời tiết hay khí hậu tại một nơi, vào một khoảng thời gian nhất định.

I. Mở đầu

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam cung cấp những thông tin cập nhật nhất về đánh giá những biểu hiện, xu thế biến đổi trong quá khứ, kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng trong thế kỷ 21 ở Việt Nam.

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam được Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố lần đầu vào năm 2009 trên cơ sở tổng hợp các nghiên cứu trong và ngoài nước để kịp thời phục vụ các Bộ, ngành và các địa phương trong đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến các ngành, lĩnh vực và khu vực, đồng thời là cơ sở để phục vụ việc xây dựng chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội giai đoạn 2010-2015. Mức độ chi tiết của các kịch bản mới chỉ giới hạn cho 7 vùng khí hậu và dải ven biển Việt Nam.

Năm 2011, Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu được ban hành, xác định các mục tiêu ưu tiên cho từng giai đoạn, theo đó Bộ Tài nguyên và Môi trường đã cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng dựa trên các nguồn dữ liệu, các điều kiện khí hậu cụ thể của Việt Nam và các sản phẩm của các mô hình khí hậu. Kịch bản khí hậu lần này được xây dựng chi tiết đến cấp tỉnh, kịch bản nước biển dâng được chi tiết cho các khu vực ven biển Việt Nam theo từng thập kỷ của thế kỷ 21.

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam năm 2016 được cập nhật theo lộ trình đã được xác định trong Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu, nhằm cung cấp những thông tin mới nhất về diễn biến, xu thế biến đổi của khí hậu và nước biển dâng trong thời gian qua và kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng trong thế kỷ 21 ở Việt Nam.

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng được xây dựng trên cơ sở Báo cáo đánh giá lần thứ 5 (AR5) của Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC); số liệu quan trắc khí tượng thủy văn và mực nước biển cập nhật đến năm 2014, bản đồ số địa hình quốc gia cập nhật đến năm 2016; xu thế biến đổi gần đây của khí hậu và nước biển dâng ở Việt Nam; các mô hình khí hậu toàn cầu và mô hình khí hậu khu vực độ phân giải cao cho khu vực Việt Nam, các mô hình khí quyển - đại dương; các nghiên cứu của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Hội đồng tư vấn của Ủy ban Quốc gia về Biến đổi khí hậu và các cơ quan nghiên cứu của Việt Nam; các kết quả nghiên cứu trong khuôn khổ hợp tác giữa Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu với Cơ quan Phát triển Liên Hợp Quốc thông qua các dự án CBCC, CBICS; Cơ quan Nghiên cứu Khoa học và Công nghiệp Liên bang Úc; Trung tâm Nghiên cứu Khí hậu Bjerknes của Na Uy; Cơ quan Khí tượng Vương quốc Anh; Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản,…

Kịch bản biến đổi khí hậu xét đến sự biến đổi trong thế kỷ 21 của các yếu tố khí hậu như nhiệt độ (nhiệt độ trung bình năm, mùa và nhiệt độ cực trị), lượng mưa (mưa năm, mưa trong các mùa, mưa cực trị) và một số hiện tượng khí hậu cực đoan (bão và áp thấp nhiệt đới, số ngày rét đậm, rét hại, số ngày nắng nóng và hạn hán).

Kịch bản nước biển dâng xét đến xu thế dâng cao của mực nước biển trung bình do biến đổi khí hậu (giãn nở nhiệt và động lực; tan băng của các sông băng, núi băng trên lục địa; cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Greenland; cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Nam Cực; động lực băng ở Greenland; động lực băng ở Nam Cực; thay đổi lượng trữ nước trên lục địa; và điều chỉnh đẳng tĩnh băng).

Bản đồ nguy cơ ngập được xây dựng dựa trên mực nước biển dâng trung bình do biến đổi khí hậu.

Các yếu tố động lực khác có liên quan như sự nâng hạ địa chất, sự thay đổi địa hình,

sụt lún đất do khai thác nước ngầm, thay đổi đường bờ biển, ảnh hưởng của thủy triều, nước dâng do bão, nước dâng do gió mùa, ảnh hưởng của các công trình thủy điện bậc thang, xâm nhập mặn,… chưa được xét đến trong kịch bản này. Các công trình giao thông và thủy lợi như đê biển, đê sông, đê bao, đường giao thông,… cũng chưa được xét đến khi xây dựng bản đồ nguy cơ ngập do nước biển dâng.

Báo cáo kịch bản được thiết kế để cung cấp những thông tin dưới dạng dễ hiểu và dễ sử dụng, trên cơ sở tham vấn rộng rãi ý kiến của các Bộ, ngành và địa phương nhằm đánh giá thông tin, nhu cầu dữ liệu và các phương pháp diễn đạt. Các ý kiến của các Bộ, ngành và địa phương về việc khai thác sử dụng kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam đã được xem xét, tiếp thu và cập nhật trong kịch bản năm 2016.

Báo cáo này là một phần của một bộ sản phẩm bao gồm bộ dữ liệu, các thông tin bổ trợ và hướng dẫn sử dụng. Những thông tin trong báo cáo là cơ sở để các Bộ, ngành và địa phương đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xây dựng các giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu.

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng phiên bản năm 2016 có những điểm mới quan trọng so với phiên bản năm 2012 như sau:

1) Sử dụng số liệu cập nhật, bao gồm: (i) Số liệu của 150 trạm quan trắc trên đất liền và hải đảo thuộc mạng lưới trạm khí tượng thủy văn của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia được cập nhật đến năm 2014; (ii) Số liệu mực nước biển của 17 trạm hải văn ven biển và hải đảo được cập nhật đến năm 2014; (iii) Số liệu mực nước biển đo đạc từ vệ tinh được cập nhật đến năm 2014; (iv) Số liệu địa hình của bản đồ tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và 1:10.000 đo đạc bởi các dự án thuộc Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH được cập nhật đến năm 2016.

2) Sử dụng các kết quả cập nhật nhất của các mô hình khí hậu toàn cầu (thuộc dự án CMIP5), bao gồm: NorESM1-M, CNRM-CM5, GFDL-CM3, HadGEM2-ES, ACCESS1-0, CCSM4, MPI-ESM-LR, NCAR-SST, HadGEM2-SST, GFDL-SST.

3) Sử dụng phương pháp chi tiết hóa động lực dựa trên 5 mô hình khí hậu khu vực độ phân giải cao, bao gồm: AGCM/MRI, PRECIS, CCAM, RegCM và clWRF. Tổng cộng có 16 phương án tính toán.

4) Sử dụng phương pháp thống kê để hiệu chỉnh kết quả tính toán của các mô hình động lực theo số liệu thực đo tại các trạm quan trắc nhằm phản ánh điều kiện cụ thể của địa phương và giảm sai số hệ thống của mô hình.

5) Xây dựng kịch bản BĐKH và một số cực trị khí hậu chi tiết cho 63 tỉnh/thành phố, các quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa của Việt Nam và chi tiết cho 150 trạm khí tượng (tương đương cấp huyện).

6) Xây dựng kịch bản nước biển dâng chi tiết cho 28 tỉnh/thành phố/thành phố/thành phố ven biển, quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa.

7) Xác định mức độ tin cậy của các kết quả tính toán khí hậu và nước biển dâng trong tương lai theo các khoảng phân vị.

8) Đánh giá nguy cơ ngập do nước biển dâng cho các khu vực đồng bằng, ven biển, các đảo và quần đảo của Việt Nam. Đối với các khu vực có bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2000, mức độ chi tiết của bản đồ nguy cơ ngập là đến cấp xã.

9) Nhận định về mực cực trị, gồm nước dâng do bão, thủy triều, và nước dâng do bão kết hợp với thủy triều ven bờ biển Việt Nam, để người sử dụng có thể hình dung được

những tác động kép của nước biển dâng do biến đổi khí hậu và cực trị mực nước biển do các yếu tố tự nhiên như nước dâng do bão và triều cường.

10) Nhận định về một số yếu tố có tác động kép đến nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu, bao gồm nâng hạ địa chất và sụt lún do khai thác nước ngầm khu vực đồng bằng sông Cửu Long và dải ven biển miền Trung.

Báo cáo kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam được bố trí theo cấu trúc sau:

Chương 1: ***Mở đầu***

Chương 2: ***Cơ sở khoa học của biến đổi khí hậu***. Trình bày về: (i) Nguyên nhân của biến đổi khí hậu; (ii) Kịch bản khí nhà kính và mô hình khí hậu; (iii) Biến đổi khí hậu và nước biển dâng quy mô toàn cầu và khu vực.

Chương 3: ***Biểu hiện của biến đổi khí hậu và nước biển dâng ở Việt Nam***. Trình bày về: (i) Số liệu sử dụng trong phân tích xu thế và xây dựng kịch bản; (ii) Xu thế biến đổi của các yếu tố khí hậu; (iii) Xu thế biến đổi của các cực đoan khí hậu; (iv) Xu thế biến đổi của mực nước biển.

Chương 4: ***Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam***. Trình bày về: (i) Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu; (ii) Phương pháp xây dựng kịch bản nước biển dâng; (iii) Phương pháp xây dựng bản đồ nguy cơ ngập.

Chương 5: ***Kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam***. Trình bày về: (i) Kịch bản biến đổi khí hậu đối với nhiệt độ; (ii) Kịch bản biến đổi khí hậu đối với lượng mưa; (iii) Kịch bản biến đổi của một số hiện tượng khí hậu cực đoan.

Chương 6: ***Kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam***. Trình bày về: (i) Kịch bản nước biển dâng và một số nhận định về mực nước cực trị; (ii) Nguy cơ ngập theo các mực nước biển dâng.

Phụ lục: Trình bày kịch bản biến đổi khí hậu chi tiết cho 63 tỉnh/thành phố và Bản đồ nguy cơ ngập ứng với các mực nước biển dâng cho các tỉnh đồng bằng và ven biển, các đảo và quần đảo của Việt Nam.

Bản điện tử của Báo cáo kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam năm 2016, các báo cáo thành phần và các ấn phẩm khác có liên quan được đăng tải tại trang web của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (**www.imh.ac.vn**).

II. Cơ sở khoa học của biến đổi khí hậu

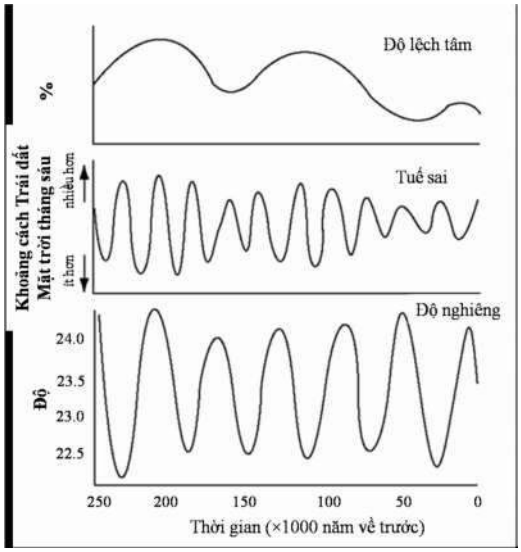
2.1. Nguyên nhân của biến đổi khí hậu

Biến đổi khí hậu có thể do các quá trình tự nhiên và cũng có thể do tác động của con người.

2.1.1. Biến đổi khí hậu do yếu tố tự nhiên

Những nguyên nhân tự nhiên gây nên sự thay đổi của khí hậu trái đất có thể là từ bên ngoài, hoặc do sự thay đổi bên trong và tương tác giữa các thành phần của hệ thống khí hậu trái đất, bao gồm:

Thay đổi của các tham số quĩ đạo trái đất: Do trái đất tự quay xung quanh trục của nó và quay quanh mặt trời, theo thời gian, một vài biến thiên theo chu kỳ đã diễn ra. Các thay đổi về chuyển động của trái đất gồm: sự thay đổi của độ lệch tâm có chu kỳ dao động khoảng 96.000 năm; độ nghiêng trục có chu kỳ dao động khoảng 41.000 năm và tuế sai (tiến động) có chu kỳ dao động khoảng từ 19.000 năm đến 23.000 năm. Những biến đổi chu kỳ năm của các tham số này làm thay đổi lượng bức xạ mặt trời cung cấp cho hệ thống khí hậu và do đó làm thay đổi khí hậu trái đất.



Hình 2.1. Thay đổi tham số của quỹ đạo trái đất từ 250.000 năm trước đến nay

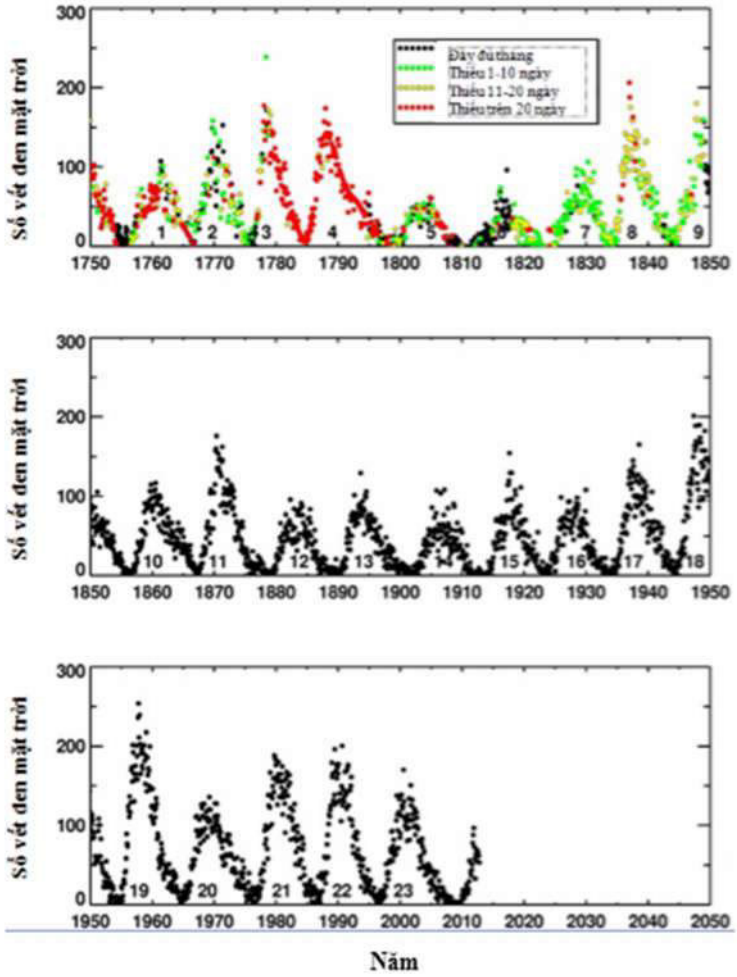
(Nguồn: www.fs.fed.us/ccrc/primers/climate-change-primer.shtml)

Biến đổi trong phân bố lục địa - biển của bề mặt trái đất: Bề mặt trái đất có thể bị biến dạng qua các thời kỳ địa chất do sự trôi dạt của các lục địa, các quá trình vận động kiến tạo, phun trào của núi lửa,… Sự biến dạng này làm thay đổi phân bố lục địa - đại dương, hình thái bề mặt trái đất, dẫn đến sự biến đổi trong phân bố bức xạ mặt trời trong cân bằng bức xạ và cân bằng nhiệt của mặt đất và trong hoàn lưu chung khí quyển, đại dương. Ngoài ra, các đại dương là một thành phần chính của hệ thống khí hậu, dòng hải lưu vận chuyển một lượng lớn nhiệt trên khắp hành tinh. Thay đổi trong lưu thông đại dương có thể ảnh hưởng đến khí hậu thông qua sự chuyển động của CO_2 vào khí quyển.

Sự biến đổi về phát xạ của mặt trời và hấp thụ bức xạ của trái đất: Sự phát xạ của mặt trời đã có những thời kỳ yếu đi gây ra băng hà và có những thời kỳ hoạt động mãnh liệt gây ra khí hậu khô và nóng trên bề mặt trái đất. Ngoài ra, sự xuất hiện các vết đen mặt trời làm cho cường độ tia bức xạ mặt trời chiếu xuống trái đất thay đổi, năng lượng chiếu xuống mặt đất thay đổi làm thay đổi nhiệt độ bề mặt trái đất.

Hoạt động của núi lửa: Khí và tro núi lửa có thể ảnh hưởng đến khí hậu trong nhiều năm. Bên cạnh đó, các sol khí do núi lửa phản chiếu bức xạ mặt trời trở lại vào không gian, và vì vậy làm giảm nhiệt độ lớp bề mặt trái đất.

Có thể thấy rằng nguyên nhân gây ra biến đổi khí hậu do các yếu tố tự nhiên là biến đổi từ từ, có chu kỳ rất dài, vì thế, nếu có, thì chỉ đóng góp một phần rất nhỏ vào biến đổi khí hậu trong giai đoạn hiện nay.



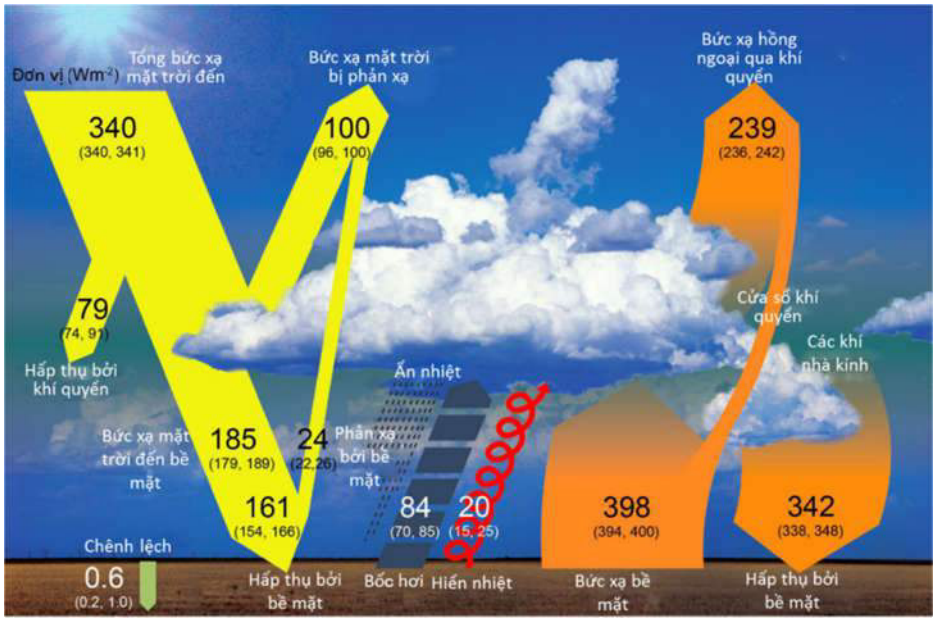
Hình 2.2. Số lượng vết đen mặt trời trung bình năm từ 1750 đến 2010
(Nguồn: NASA)

2.1.2. Biến đổi khí hậu do tác động của con người

1) Hiệu ứng nhà kính

Hiệu ứng nhà kính được định nghĩa là hiệu quả giữ nhiệt ở tầng thấp của khí quyển nhờ sự hấp thụ và phát xạ trở lại bức xạ sóng dài từ mặt đất bởi mây và các khí như hơi nước, các-bon điôxit, nitơ ôxit, mêtan và chlorofluorocarbon, làm giảm lượng nhiệt thoát ra không trung từ hệ thống trái đất, giữ nhiệt một cách tự nhiên, duy trì nhiệt độ trái đất cao hơn khoảng 30°C so với khi không có các chất khí đó (IPCC, 2013).

Các khí nhà kính trong bầu khí quyển bao gồm các khí nhà kính tự nhiên và các khí phát thải do các hoạt động của con người. Tuy các khí nhà kính tự nhiên chỉ chiếm một tỷ lệ rất nhỏ, nhưng có vai trò rất quan trọng đối với sự sống trên trái đất. Trước hết, các khí nhà kính không hấp thụ bức xạ sóng ngắn của mặt trời chiếu xuống trái đất, nhưng hấp thụ bức xạ hồng ngoại do mặt đất phát ra và phản xạ một phần lượng bức xạ này trở lại mặt đất, qua đó hạn chế lượng bức xạ hồng ngoại của mặt đất thoát ra ngoài khoảng không vũ trụ và giữ cho mặt đất khỏi bị lạnh đi quá nhiều, nhất là về ban đêm khi không có bức xạ mặt trời chiếu tới mặt đất.



Hình 2.3. Sơ đồ truyền bức xạ và các dòng năng lượng (W/m^2) trong hệ thống khí hậu
(Nguồn: IPCC, 2013)

2) Hoạt động của con người và sự nóng lên toàn cầu

Biến đổi khí hậu trong giai đoạn hiện tại là do các hoạt động của con người làm phát thải quá mức các khí nhà kính vào bầu khí quyển. Những hoạt động của con người đã tác động lớn đến hệ thống khí hậu, đặc biệt kể từ thời kỳ tiền công nghiệp (khoảng từ năm 1750). Theo IPCC, sự gia tăng khí nhà kính kể từ những năm 1950 chủ yếu có nguồn gốc từ các hoạt động của con người. Hay nói cách khác, nguyên nhân chính của sự nóng lên toàn cầu trong giai đoạn hiện nay bắt nguồn từ sự gia tăng khí nhà kính có nguồn gốc từ hoạt động của con người (IPCC, 2013).

Kể từ thời kỳ tiền công nghiệp, con người đã sử dụng ngày càng nhiều năng lượng, chủ yếu từ các nguồn nhiên liệu hóa thạch (than, dầu, khí đốt), qua đó đã phát thải vào khí quyển các khí gây hiệu ứng nhà kính, dẫn đến làm gia tăng nhiệt độ của trái đất.

Sự gia tăng nồng độ các khí nhà kính làm giảm bức xạ hồng ngoại thoát từ mặt đất ra ngoài vũ trụ, làm tăng nhiệt lượng tích lũy của trái đất và dẫn đến sự ấm lên của hệ thống khí hậu. Sự gia tăng của nhiệt độ bề mặt trái đất kéo theo nhiều thay đổi khác, như làm giảm lượng băng và diện tích được phủ băng và tuyết, làm thay đổi độ che phủ bề mặt. Do nước biển và đất có hệ số phản xạ thấp hơn so với biển băng và tuyết, nên khả năng hấp thụ năng lượng mặt trời của trái đất sẽ tăng lên. Các đại dương và bề mặt đất hấp thụ nhiều nhiệt sẽ tiếp tục làm giảm lượng băng và diện tích phủ băng và tuyết.

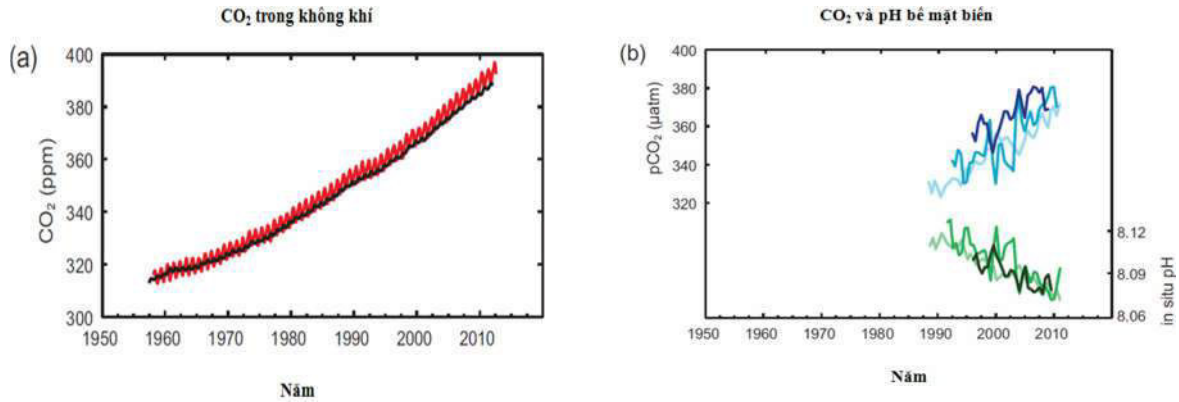
Các khí nhà kính được khống chế trong Công ước khí hậu bao gồm: các-bon điôxit (CO_2), Mê tan (CH_4), Nitơ ôxit (N_2O), Hydro fluorocarbons (HFCs), Perfluorocarbons (PFCs), Sulfur hexafluoride (SF_6).

Theo báo cáo lần thứ 5 của IPCC, nồng độ các khí nhà kính như CO_2, CH_4, và N_2O trong bầu khí quyển đã tăng với một tốc độ chưa từng có trong vòng 800.000 năm trở lại đây. Nồng độ của CO_2 đã tăng khoảng 40% so với thời kỳ tiền công nghiệp, chủ yếu là do sự phát thải từ đốt các nhiên liệu hóa thạch và thay đổi của bề mặt đệm. Đại dương đã hấp thụ khoảng 30% lượng CO_2 do con người thải ra, gây ra sự axit hóa đại dương (IPCC, 2013).

Vào năm 2011, nồng độ của các khí nhà kính như CO_2, CH_4, N_2O lần lượt là 391 ppm, 1803 ppb, và 324 ppb, tương ứng với mức tăng lần lượt là 40%, 150% và 20% so với thời kỳ

tiền công nghiệp (IPCC, 2013). Mức tăng trung bình của nồng độ khí nhà kính trong thế kỷ vừa qua là chưa từng có trong suốt 22.000 năm qua.

Từ năm 1759 đến năm 2011, lượng phát thải CO_2 vào khí quyển do sử dụng nhiên liệu hóa thạch và sản xuất xi măng là 375 tỷ tấn các-bon (GtC), trong khi chặt phá rừng và các hoạt động làm thay đổi sử dụng đất thải ra xấp xỉ 180 GtC. Tổng cộng, mức phát thải do con người vào khoảng 555 GtC (IPCC, 2013).



Hình 2.4. Nồng độ khí CO_2, áp suất riêng của CO_2 ở bề mặt đại dương và nồng độ PH

(Nguồn: IPCC, 2013)

Chú thích: (a) Nồng độ khí CO_2 tại Mauna Loa (19°32'N, 155°34'W - đỏ) và Nam cực (89°59'S, 24°48'W - đen) từ năm 1958; (b) Áp suất riêng của CO_2 ở bề mặt đại dương (đường màu xanh da trời) và nồng độ pH (đường màu xanh lá cây) - Kết quả được lấy từ 3 trạm ở Đại Tây Dương (29°10'N, 15°30'W - xanh da trời/xanh lá cây đậm; 31°40'N, 64°10'W - xanh da trời/xanh lá cây) và Thái Bình Dương (22°45'N, 158°00'W - xanh da trời/xanh lá cây nhạt)

Trong tổng lượng phát thải CO_2 do con người nói trên, khoảng 240 GtC được tích lũy trong khí quyển, 155 GtC được hấp thụ bởi đại dương và khoảng 160 GtC đã được tích lũy trong các hệ sinh thái tự nhiên trên cạn (IPCC, 2013).

Sự axit hóa của đại dương được định lượng hóa bằng sự giảm của nồng độ pH. Độ pH của bề mặt nước đại dương đã giảm 0,1 từ khi bắt đầu kỷ nguyên công nghiệp, tương ứng với mức tăng 26% của nồng độ ion hydro (IPCC, 2013).

Hơi nước (H_2O) là chất khí có đóng góp lớn nhất vào hiệu ứng nhà kính của khí quyển, nhưng hơi nước không phải là chất khí nhà kính nguy hiểm, vì lượng hơi nước tự nhiên trong khí quyển biến đổi liên tục do có thể ngưng tụ tạo thành mây và gây mưa.

Ozon (O_3) ở tầng đối lưu: Nguồn O_3 nhân tạo chủ yếu từ động cơ ôtô, xe máy hoặc các nhà máy điện. Trong tầng đối lưu, O_3 là một loại khí nhà kính mạnh nhưng vì thời gian tồn tại ngắn và biến động theo không gian và thời gian lớn, nên khó xác định được tác động bức xạ của sự tăng O_3 do hoạt động của con người. O_3 ở tầng đối lưu đóng góp khoảng +0,4 W/m^2 vào bức xạ tác động toàn cầu.

CFC và HCFC: Khác với các chất khí có nguồn gốc tự nhiên, các chất CFC và HCFC hoàn toàn là sản phẩm do con người tạo ra. Mặc dù lượng khí CFC và HCFC không lớn nhưng có xu hướng tăng lên, gây lo ngại về việc phá hủy tầng ôzôn. Tuy nhiên, nhờ việc thực hiện Nghị định thư Montreal, nồng độ của các chất khí CFC và HCFC đang có xu hướng giảm dần.

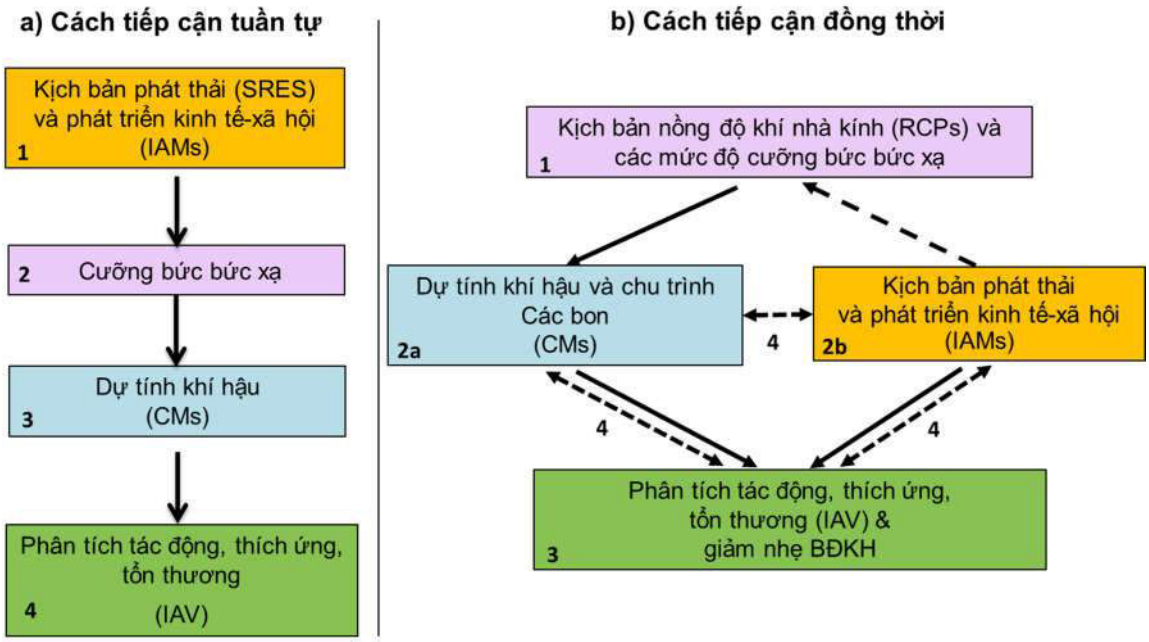
Các nhân tố khác, trong đó có các sol khí (bụi, các-bon hữu cơ, sulphat, nitrat,…) gây ra hiệu ứng âm (lạnh đi) với lượng bức xạ tác động tổng cộng trực tiếp là 0,9W/m^2.

2.2. Kịch bản nồng độ khí nhà kính và mô hình khí hậu

2.2.1. Các kịch bản nồng độ khí nhà kính

Thay đổi nồng độ khí nhà kính trong khí quyển là yếu tố quan trọng trong dự tính biến đổi khí hậu (Wayne, 2013). Kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng từ các giả định về sự thay đổi trong tương lai và quan hệ giữa phát thải khí nhà kính và các hoạt động kinh tế - xã hội, tổng thu nhập quốc dân, sử dụng đất,...

Năm 1990, IPCC lần đầu tiên công bố kịch bản biến đổi khí hậu trong báo cáo lần thứ nhất (IPCC Scenarios - 1990) và bổ sung vào năm 1992. Đến năm 2000, IPCC đưa ra tập kịch bản thế hệ thứ 2 (A1, A2, B1,...) trong Báo cáo đặc biệt về kịch bản phát thải khí nhà kính (*Special Report on Emission Scenarios - SRES*). Họ kịch bản này tiếp tục được dùng trong báo cáo lần thứ 3 năm 2001 (*Third Assessment Report - TAR*) và lần thứ 4 năm 2007 (*Fourth Assessment Report - AR4*).



Hình 2.5. Hai cách tiếp cận trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu của IPCC
(Moss và nnk, 2010).

Kịch bản phát thải khí nhà kính SRES được xây dựng theo cách tiếp cận tuần tự, các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội được sử dụng làm đầu vào cho mô hình dự tính khí hậu, các kết quả dự tính khí hậu được sử dụng để phân tích tác động, đánh giá tổn thương do biến đổi khí hậu (**Hình 2.5**).

Năm 2013, IPCC công bố kịch bản cập nhật, đường phân bố nồng độ khí nhà kính đại diện (*Representative Concentration Pathways - RCP*) được sử dụng để thay thế cho các kịch bản SRES (Wayne, 2013). Các RCP được lựa chọn sao cho đại diện được các nhóm kịch bản phát thải và đảm bảo bao gồm được khoảng biến đổi của nồng độ các khí nhà kính trong tương lai một cách hợp lý. Các RCP cũng đảm bảo tính tương đồng với các kịch bản SRES (IPCC, 2007).

Các tiêu chí để xây dựng RCP (Moss và nnk, 2010), bao gồm:

(1) Các RCP phải được dựa trên các kịch bản đã được công bố trước đó, được phát triển độc lập bởi các nhóm mô hình khác nhau, và "đại diện" về mức độ phát thải và nồng độ khí nhà kính. Đồng thời, mỗi RCP phải mô tả hợp lý và nhất quán trong tương lai (không có

sự chồng chéo giữa các RCP);

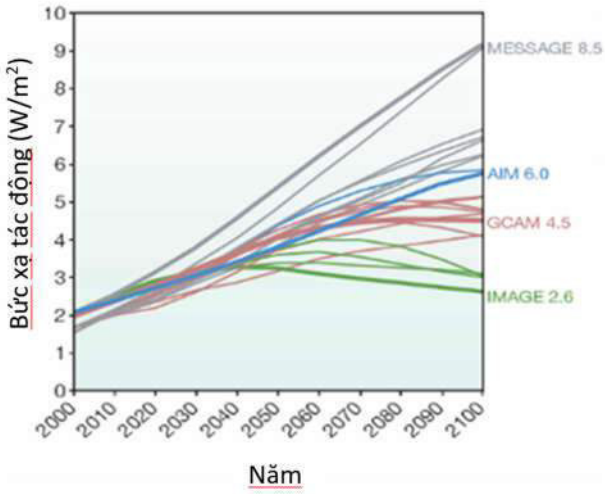
(2) Các RCP phải cung cấp thông tin về tất cả các thành phần của bức xạ tác động cần thiết để làm đầu vào của các mô hình khí hậu và mô hình hóa khí quyển (phát thải khí nhà kính, ô nhiễm không khí và sử dụng đất). Hơn nữa, những thông tin này là có sẵn đối với các khu vực địa lý;

(3) Các RCP có thể được xác định theo số liệu trong thời kỳ cơ sở đối với phát thải và sử dụng đất, cho phép chuyển đổi giữa các phân tích trong thời kỳ cơ sở và tương lai;

(4) Các RCP có thể được xây dựng cho khoảng thời gian tới năm 2100 và vài thế kỷ sau 2100.

Trên cơ sở các tiêu chí trên, bốn kịch bản RCP (RCP8.5, RCP6.0, RCP4.5, RCP2.6) đã được xây dựng. Tên các kịch bản được ghép bởi RCP và độ lớn của bức xạ tác động tổng cộng của các khí nhà kính trong khí quyển đến thời điểm vào năm 2100.

Bức xạ tác động được định nghĩa là sự thay đổi trong cân bằng năng lượng bức xạ (năng lượng nhận được từ mặt trời trừ đi năng lượng thoát vào không gian, W/m^2) tại đỉnh tầng đối lưu (ở độ cao 10-12 km so với mặt đất) do sự có mặt của các khí nhà kính hoặc chất khác (mây, hơi nước, bụi,...) trong khí quyển (**Hình 2.6**).



Hình 2.6. Thay đổi của bức xạ tác động
(Nguồn: IPCC, 2013)

Kịch bản nồng độ khí nhà kính cao (RCP8.5) được phát triển bởi Viện Phân tích hệ thống ứng dụng quốc tế, Úc. Kịch bản RCP8.5 được đặc trưng bởi bức xạ tác động tăng liên tục từ đầu thế kỷ và đạt 8,5W/m^2 vào năm 2100, tiếp tục tăng tới 13W/m^2 vào năm 2200 và ổn định sau đó. Kịch bản RCP8.5 tương đương với SRES A1FI (Riahi và nnk, 2007).

Kịch bản nồng độ khí nhà kính trung bình cao (RCP6.0) được phát triển bởi nhóm nghiên cứu mô hình AIM tại Viện Nghiên cứu Môi trường (NIES), Nhật Bản. RCP6.0 là một trong hai kịch bản trung bình với bức xạ tác động ổn định. Bức xạ tác động trong RCP6.0 tăng tới mức khoảng 6,0W/m^2 vào năm 2100 và ổn định sau đó với giả thiết là áp dụng các công nghệ và chiến lược giảm phát thải khí nhà kính. Kịch bản RCP6.0 tương đương với kịch bản SRES B2 (Fujino và nnk, 2006; Hijioka và nnk, 2008).

Kịch bản nồng độ khí nhà kính trung bình thấp (RCP4.5) được phát triển bởi nhóm nghiên cứu mô hình GCAM tại Phòng thí nghiệm quốc tế Tây Bắc Thái Bình Dương, Viện Nghiên cứu Biến đổi toàn cầu (JGCRI), Hoa Kỳ. Đây cũng là kịch bản có bức xạ tác động ổn định, trong đó tổng bức xạ tác động đạt tới mức khoảng 4,5W/m^2 vào năm 2065 và ổn định tới năm 2100 và sau đó, không có sự tăng đột ngột trong một thời gian dài. Kịch bản RCP4.5 tương đương với SRES B1 (Clarke và nnk, 2007).

Kịch bản nồng độ khí nhà kính thấp (RCP2.6) được phát triển bởi nhóm mô hình IMAGE của Cơ quan đánh giá môi trường Hà Lan (PBL). Trong RCP2.6, bức xạ tác động đạt đến giá trị khoảng 3,1W/m^2 vào giữa thế kỷ, sau đó giảm về giá trị 2,6 W/m^2 vào năm 2100 và tiếp tục giảm sau đó. Để đạt được mức bức xạ tác động thấp này, phát thải khí nhà kính phải giảm một cách đáng kể theo thời gian. Không có kịch bản SRES tương đương với kịch

bản RCP2.6 (Van Vuuren và nnk, 2011).

Các đặc trưng của kịch bản RCP và so sánh giữa các kịch bản RCP và các kịch bản SRES được trình bày trong **Bảng 2.1**.

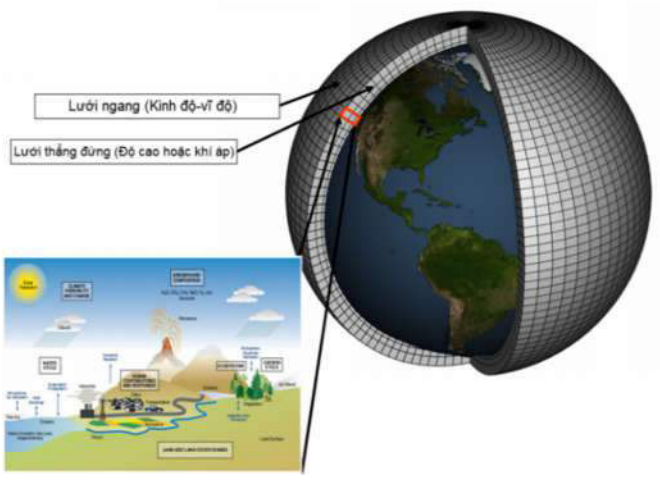
Bảng 2.1. Đặc trưng các kịch bản, mức tăng nhiệt độ so với thời kỳ tiền công nghiệp

RCP	Bức xạ tác động năm 2100	Nồng độ CO_{2td} năm 2100 (ppm)	Tăng nhiệt độ toàn cầu (^oC) vào năm 2100 so với thời kỳ cơ sở (1986-2005)	Đặc điểm đường phân bố cưỡng bức bức xạ tới năm 2100	Kịch bản SRES tương đương
RCP8.5	8,5 W/m^2	1370	4,9	Tăng liên tục	A1FI
RCP6.0	6,0 W/m^2	850	3,0	Tăng dần rồi ổn định	B2
RCP4.5	4,5 W/m^2	650	2,4	Tăng dần rồi ổn định	B1
RCP2.6	2,6 W/m^2	490	1,5	Đạt cực đại 3,0 W/m^2 rồi giảm	Không có tương đương

2.2.2. Mô hình khí hậu toàn cầu

Mô hình hóa khí hậu là sự biểu diễn hệ thống khí hậu bằng các phương trình toán học mô tả các quá trình vật lý, hóa học, sinh học,… xảy ra trong hệ thống khí hậu (**Hình 2.7**). Các mô hình khí hậu có nguồn gốc từ mô hình hoàn lưu chung khí quyển (General Circulation Model). Sau đó, mô hình khí hậu toàn cầu (Global Climate Model - GCM) được dùng để ký hiệu cho loại mô hình khí hậu, trong đó hoàn lưu chỉ là một trong những thành phần chủ yếu. GCM mô tả các đặc trưng khí quyển và đại dương với lưới 3 chiều, độ phân giải phổ biến khoảng 200km và số mực thẳng đứng từ 20-50 mực (CSIRO, 2015).

GCM được xây dựng với mục đích mô tả đầy đủ đặc tính ba chiều của hệ thống khí hậu, gồm ít nhất hai thành phần quan trọng là khí quyển và đại dương. Ban đầu, GCM được xây dựng với mục đích dự báo thời tiết hạn vài ngày. Các mô hình đã từng bước được hoàn thiện và tăng mức độ phức tạp để mô tả đầy đủ hơn quá trình vật lý và hóa học của hệ thống khí hậu. Hiện nay, các GCM đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu mô phỏng khí hậu quá khứ và hiện tại, dự báo khí hậu hạn mùa và hạn xa hơn (khoảng vài thập kỷ).

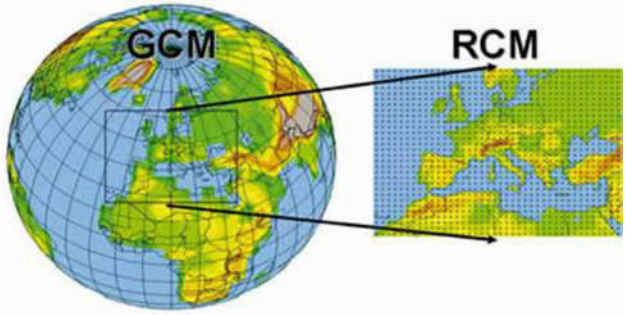


Hình 2.7. Sơ đồ minh họa các thành phần của mô hình khí hậu toàn cầu
(Nguồn: https://www.wmo.int)

Vào những năm 1980 cùng với sự ra đời của Nhóm nghiên cứu về biến đổi khí hậu của IPCC, GCM được áp dụng trong nghiên cứu tác động dài hạn của sự tích lũy khí nhà kính trong khí quyển do các hoạt động sản xuất công nghiệp và đốt nhiên liệu hóa thạch. Đại dương là một trong những thành phần quan trọng đối với hệ thống khí hậu, mô hình hoàn lưu chung đại dương (*Atmosphere - Ocean General Circulation Model - OGCM*) được ghép với mô hình hoàn lưu chung khí quyển (*General Circulation Models of the Atmosphere - AGCM*) để thành hệ thống mô hình kết hợp khí quyển - đại dương (*Atmosphere - Ocean General Circulation Model - AOGCM*).

Mặc dù đã đạt được nhiều tiến bộ về mô phỏng khí hậu trong quá khứ và dự tính khí hậu trong tương lai, tuy nhiên, hầu hết các GCM đều có độ phân giải thấp (thường khoảng từ 2,5°-3,7° kinh vĩ) nên không thể mô tả tốt các đặc trưng khu vực như khí hậu gió mùa, địa hình, hệ sinh thái phức tạp và hơn nữa là tác động của con người.

Vì vậy, các mô hình khí hậu khu vực (*Regional Climate Model - RCM*) được xây dựng nhằm nghiên cứu chi tiết hơn khí hậu khu vực. Phương pháp lồng ghép giữa GCM và RCM được gọi là chi tiết hóa động lực (*Dynamical Downscaling*). **Hình 2.8** minh họa phương pháp sử dụng RCM để chi tiết hóa cho khu vực, với trường đầu vào là từ GCM.



Hình 2.8. Sơ đồ minh họa phương pháp lồng RCM vào GCM
(Nguồn: https://www.wmo.int)

2.2.3. Tổ hợp mô hình khí hậu của IPCC

Đáp ứng đề xuất của Nhóm công tác về mô hình hóa kết hợp - WGCM (*Working Group on Coupled Modelling*) thuộc Chương trình Nghiên cứu Khí hậu Thế giới - WCRP (*World Climate Research Programme*), Dự án Đối chứng các Mô hình Khí hậu (*Couple Model Intercomparison Project - CMIP*) được triển khai nhằm nghiên cứu thử nghiệm đầu ra của các mô hình (AOGCM). Chương trình Đối chứng và Chẩn đoán Mô hình Khí hậu (*Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison - PCMDI*) lưu trữ các dữ liệu CMIP và cung cấp các hỗ trợ khác cho CMIP. Kết quả tính toán của các mô hình khí hậu, gồm khí hậu giai đoạn quá khứ, hiện tại và tương lai, được PCMDI tổ chức thành bộ dữ liệu lần 3 của CMIP. CMIP3 bao gồm tổ hợp của 24 mô hình từ 17 nhóm của 12 quốc gia khác nhau và được sử dụng trong báo cáo đánh giá lần thứ 4 (AR4) của IPCC (Meehl và nnk, 2007).

CMIP5 (*Couple Model Intercomparison Project Phase 5*) là dự án được xây dựng tiếp nối trên sự thành công của các pha CMIP trước đó, thay thế cho CMIP3 trong AR5 của IPCC (Meehl và nnk, 2000, 2005). Mặc dù CMIP5 chưa tập hợp được đầy đủ các mô hình khí hậu toàn cầu hiện nay, nhưng đã cho những kết quả mô phỏng và dự tính khí hậu tương đối tốt. Các mô hình khí hậu của dự án CMIP5 vẫn đang được tiếp tục hoàn thiện nhằm cung cấp những thông tin có giá trị cho cả ba nhóm công tác của IPCC.

CMIP5 được thực hiện với tổ hợp của hơn 50 mô hình toàn cầu từ hơn 20 nhóm mô hình khác nhau, trong đó có khoảng 47 mô hình có sẵn số liệu (**Bảng 2.2**) (CSIRO, 2015). Điểm khác biệt quan trọng của CMIP5 so với CMIP3 là các mô hình trong CMIP5 được tính toán theo các kịch bản nồng độ khí nhà kính RCP. Về mặt khoa học, CMIP5 tập trung vào ba khía cạnh chính mà CMIP3 còn hạn chế, cụ thể là: (i) Đánh giá cơ chế quyết định sự khác biệt trong mô phỏng của các mô hình đối với chu trình các-bon và mây; (ii) Đánh giá khả năng mô phỏng của mô hình đối với các hiện tượng có quy mô thập kỷ; và (iii) Tìm nguyên nhân dẫn tới việc các mô hình mô phỏng rất khác nhau đối với cùng một kịch bản (http://cmip-pcmdi.llnl.gov).

Bảng 2.2. Các mô hình toàn cầu được sử dụng trong báo cáo AR5

(Nguồn: IPCC, 2013)

STT	Mô hình	Cơ quan	Độ phân giải - Đại dương (º)	Độ phân giải - Khí quyển (º)	Kích thước ô lưới khu vực xích đạo (km)
1	ACCESS-1.0	CSIRO-BOM, Úc	1,0 x 1,0	1,9 x 1,2	210 x 130
2	ACCESS-1.3	CSIRO-BOM, Úc	1,0 x 1,0	1,9 x 1,2	210 x 130
3	BCC- CSM1-1	BCC, CMA, Trung Quốc	1,0 x 1,0	2,8 x 2,8	310 x 310
4	BCC-CSM1-1-M	BCC, CMA, Trung Quốc	1,0 x 1,0	1,1 x 1,1	120 x 120
5	BNU-ESM	BNU, Trung Quốc	0,9 x 1,0	2,8 x 2,8	310 x 310
6	CanCM4	CCCMA, Canada	1,4 x 0,9	2,8 x 2,8	310 x 310
7	CanESM2	CCCMA, Canada	1,4 x 0,9	2,8 x 2,8	310 x 310
8	CCSM4	NCAR, Mỹ	1,1 x 0,6	1,2 x 0,9	130 x 100
9	CESM1-BGC	NSF-DOE-NCAR, Mỹ	1,1 x 0,6	1,2 x 0,9	130 x 100
10	CESM1-CAMS	NSF-DOE-NCAR, Mỹ	1,1 x 0,6	1,2 x 0,9	130 x 100
11	CESM1-FASTCHEM	NSF-DOE-NCAR, Mỹ	1,1 x 0,6	1,2 x 0,9	130 x 100
12	CESM1-WACCM	NSF-DOE-NCAR, Mỹ	1,1 x 0,6	2,5 x 1,9	275 x 210
13	CMCC-CESM	CMCC, Italy	2,0 x 1,9	3,7 x 3,7	410 x 410
14	CMCC-CM	CMCC, Italy	2,0 x 1,9	0,7 x 0,7	78 x 78
15	CMCC-CMS	CMCC, Italy	2,0 x 2,0	1,9 x 1,9	210 x 210
16	CNRM-CMS	CNRM- CERFACS, Pháp	1,0 x 0,8	1,4 x 1,4	155 x 155
17	CNRM-CMS-2	CNRM- CERFACS, Pháp	1,0 x 0,8	1,4 x 1,4	155 x 155
18	CSIRO-Mk3-6-0	CSIRO- QCCCE, Úc	1,9 x 0,9	1,9 x 1,9	210 x 210
19	EC-EARTH	EC-EARTH, Úc	1,0 x 0,8	1,1 x 1,1	120 x 120
20	FIO-ESM	FIO, SOA, Trung Quốc	1,1 x 0,6	2,8 x 2,8	310 x 310
21	GFDL-CM2p1	NOAA, GFDL, Mỹ	1,0 x 1,0	2,5 x 2,0	275 x 220
22	GFDL-CM3	NOAA, GFDL, Mỹ	1,0 x 1,0	2,5 x 2,0	275 x 220
23	GFDL-ESM2G	NOAA, GFDL, Mỹ	1,0 x 1,0	2,5 x 2,0	275 x 220
24	GFDL-ESM2M	NOAA, GFDL, Mỹ	1,0 x 1,0	2,5 x 2,0	275 x 220
25	GISS-E2-H	NASA/GISS, NY, Mỹ	2,5 x 2,0	2,5 x 2,0	275 x 220
26	GISS-E2-H-CC	NASA/GISS, NY, Mỹ	1,0 x 1,0	1,0 x 1,0	110 x 110
27	GISS-E2-R	NASA/GISS, NY, Mỹ	2,5 x 2,0	2,5 x 2,0	275 x 220
28	GISS-E2-R-CC	NASA/GISS, NY, Mỹ	1,0 x 1,0	1,0 x 1,0	110 x 110
29	HadCM3	MOHC, UK	1,2 x 1,2	3,7 x 2,5	410 x 280
30	HadGEM2-AO	NIMR-KMA, Hàn Quốc	1,0 x 1,0	1,9 x 1,2	210 x 130
31	HadGEM2-CC	MOHC, Anh	1,0 x 1,0	1,9 x 1,2	210 x 130
32	HadGEM2-ES	MOHC, Anh	1,0 x 1,0	1,9 x 1,2	210 x 130
33	INMCM4	INM, Nga	0,8 x 0,4	2,0 x 1,5	220 x 165
34	IPSL-CMSA-LR	IPSL, Pháp	2,0 x 1,9	3,7 x 1,9	410 x 210
35	IPSL-CMSA-MR	IPSL, Pháp	1,6 x 1,4	2,5 x 1,3	275 x 145
36	IPSL-CMSB-LR	IPSL, Pháp	2,0 x 1,9	3,7 x 1,9	410 x 210
37	MIROC4h	JAMSTEC, Nhật Bản	0,3 x 0,2	0,56 x 0,56	60 x 60
38	MIROCS	JAMSTEC, Nhật Bản	1,6 x 1,4	1,4 x 1,4	155 x 155
39	MIROC-ESM	JAMSTEC, Nhật Bản	1,4 x 0,9	2,8 x 2,8	310 x 310
40	MIROC-ESM-CHEM	JAMSTEC, Nhật Bản	1,4 x 0,9	2,8 x 2,8	310 x 310
41	MPI-ESM-LR	MPI-N, Đức	1,5 x 1,5	1,9 x 1,9	210 x 210
42	MPI-ESM-MR	MPI-N, Đức	0,4 x 0,4	1,9 x 1,9	210 x 210
43	MPI-ESM-P	MPI-N, Đức	1,5 x 1,5	1,9 x 1,9	210 x 210
44	MRI-CGCM3	MRI, Nhật Bản	1,0 x 0,5	1,1 x 1,1	120 x 120
45	MRI-ESM1	MRI, Nhật Bản	1,0 x 0,5	1,1 x 1,1	120 x 120
46	NorESM1-M	NCC, Nauy	1,1 x 0,6	2,5 x 1,9	275 x 210
47	NorESM1-ME	NCC, Nauy	1,1 x 0,6	2,5 x 1,9	275 x 210

Thông tin về số lượng các mô hình trong CMIP5 có sẵn số liệu có thể khai thác đối với mô phỏng thời kỳ lịch sử và dự tính tương lai theo các kịch bản RCP cho từng biến khác nhau được trình bày trong **Bảng 2.3**. Tùy thuộc khả năng lưu trữ mỗi mô hình có thể cung cấp dữ liệu với các quy mô thời gian khác nhau, bao gồm:

- Đối với số liệu tháng bao gồm 9 biến: **hurs** (độ ẩm tương đối bề mặt), **pr** (lượng mưa), **psl** (áp suất bề mặt), **rsds** (năng lượng bức xạ đi xuống bề mặt), **tas** (nhiệt độ không khí bề mặt), **tasmin** và **tasmax** (nhiệt độ không khí bề mặt cực tiểu và cực đại), **uas** và **vas** (gió kinh hướng và vĩ hướng).
- Đối với số liệu ngày cho các biến cực trị bao gồm 8 biến: **rx1day** (lượng mưa ngày lớn nhất), **rx1day-RV20** (giá trị lượng mưa ngày lớn nhất trong 20 năm trở lại), **txx** (cực trị năm của nhiệt độ cực đại ngày), **txx-RV20** (giá trị txx trong 20 năm trở lại), **tnn** (cực trị năm của nhiệt độ cực tiểu ngày), **tnn-RV20** (giá trị tnn trong 20 năm trở lại), **sfcWindmax** (tốc độ gió bề mặt cực đại hàng năm), **sfcWindmax-RV20** (giá trị sfcWindmax trong 20 trở lại).

Bảng 2.3 cho thấy, không phải tất cả các mô hình của các trung tâm trên thế giới đều tạo ra dữ liệu có sẵn theo tháng và ngày như nhau. Ví dụ như dữ liệu mưa tháng có sẵn ở 48 mô hình, trong khi đó dữ liệu mưa ngày cực đại chỉ có sẵn ở 31 mô hình.

Độ phân giải của các mô hình đã được cải thiện đáng kể từ CMIP3 đến CMIP5. Tính trung bình tất cả các mô hình, độ phân giải tăng thể hiện qua sự giảm kích thước ô lưới từ 300×300km (CMIP3) xuống còn 200×200km (CMIP5) và hiện nay một số mô hình toàn cầu có độ phân giải nhỏ hơn 100km (**Hình 2.9**).

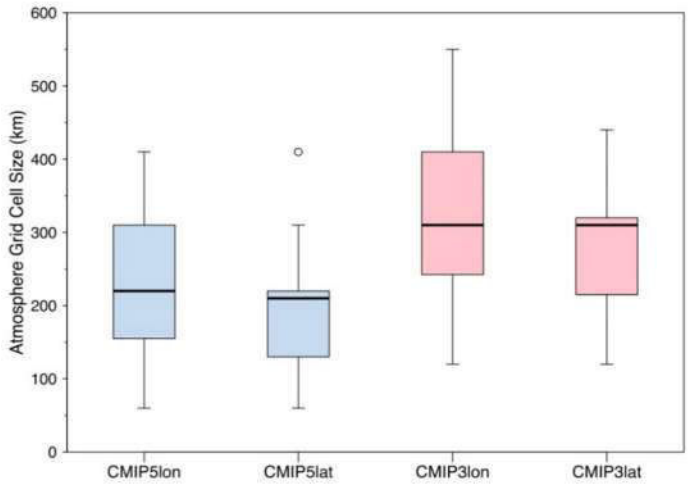
Bảng 2.3. Số lượng các mô hình có sẵn số liệu của CMIP5

Trường dữ liệu tháng	hurs	pr	psl	rsds	tas	tasmax	tasmin	uas	vas
Dữ liệu quá khứ	37	47	46	45	46	42	42	19	19
RCP4.5	31	38	38	37	38	36	36	23	23
RCP8.5	30	39	39	39	37	37	36	24	24
RCP6.0	18	21	21	21	21	20	19	13	13
RCP2.6	20	28	27	26	28	24	24	18	18

Trường dữ liệu ngày (cực trị)	rxlday	rxlday-RV20	txx	txx-RV20	tnn	tnn-RV20	sfcWind max	sfcWind max-RV20
Dữ liệu quá khứ	25	25	27	27	27	27	22	22
RCP4.5	21	22	23	24	23	23	18	15
RCP8.5	24	24	25	26	26	26	18	17
RCP6.0	-	-	-	-	-	-	3	3
RCP2.6	-	-	-	-	-	-	12	12

Ghi chú: "-" thể hiện không có mô hình nào

Như vậy, so với CMIP3, các tính toán trong CMIP5 bao gồm cả thành phần hóa sinh cho chu trình các-bon trong đất, khí quyển và đại dương. Các kịch bản phát thải khí nhà kính trong CMIP3 được thay thế bởi kịch bản nồng độ khí nhà kính mới (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 và RCP8.5) trong CMIP5. Số lượng mô hình trong CMIP5 tăng lên gần gấp đôi so với CMIP3 với độ phân giải cao hơn. Lưới hệ thống trái đất (Earth System Grid) cho phép người dùng truy cập và khai thác dữ liệu CMIP của các trung tâm trên thế giới, thông tin chi tiết có thể tham khảo tại www. earthsystemgrid.org/about/overview.htm.



Hình 2.9. Kích thước ô lưới GCM (km) của các mô hình trong CMIP5

(Nguồn: Climate Change in Australia, 2015)

Chú thích: Phần diện tích hộp thể hiện khoảng độ phân giải của 50% các mô hình, đường ngang ở giữa là kích thước ô lưới trung bình; Chấm tròn thể hiện trường hợp có mô hình có độ phân giải cao hơn hoặc thấp hơn nhiều so với các mô hình khác

2.3. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng quy mô toàn cầu

2.3.1. Xu thế biến đổi khí hậu và nước biển dâng theo số liệu quá khứ

1) Xu thế biến đổi khí hậu quy mô toàn cầu

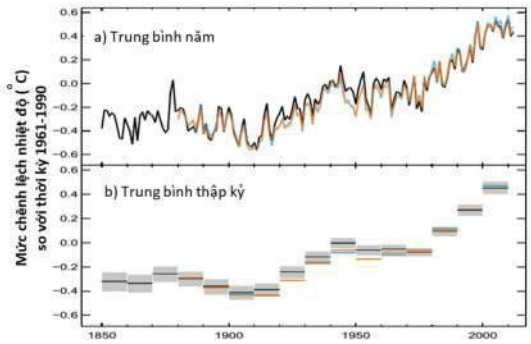
a) Nhiệt độ

Theo báo cáo AR5, nhiệt độ trung bình toàn cầu có xu thế tăng lên rõ rệt kể từ những năm 1950, nhiều kỷ lục thời tiết và khí hậu cực đoan đã được xác lập trong vài thập kỷ qua. Khí quyển và đại dương ấm lên, lượng tuyết và băng giảm, mực nước biển tăng, nồng độ các khí nhà kính tăng (IPCC, 2013).

Biến đổi của nhiệt độ có xu thế chung là tăng nhanh hơn ở vùng vĩ độ cao so với vùng vĩ độ thấp; tăng nhanh hơn ở các vùng sâu trong lục địa so với vùng ven biển và hải đảo; nhiệt độ tối thấp tăng nhanh hơn so với nhiệt độ tối cao. Báo cáo AR5 (IPCC, 2013) tiếp tục khẳng định số ngày và số đêm lạnh có xu thế giảm; số ngày và số đêm nóng, số đợt nắng nóng có xu thế tăng trên quy mô toàn cầu. Cùng với sự tăng nhanh của nhiệt độ, diện tích băng cũng có xu thế giảm, giảm đáng kể nhất trong những năm gần đây.

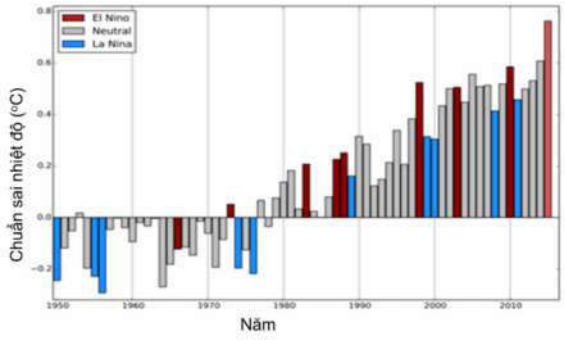
Hộp 1. Tóm tắt các biểu hiện chính của biến đổi khí hậu toàn cầu (IPCC, 2013)

- Nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng khoảng 0,89^{o}C (dao động từ 0,69 đến 1,08^{o}C) trong thời kỳ 1901-2012.
- Nhiệt độ trung bình toàn cầu có chiều hướng tăng nhanh đáng kể từ giữa thế kỷ 20 với mức tăng khoảng 0,12^{o}C/thập kỷ trong thời kỳ 1951-2012.
- Giáng thủy trung bình toàn cầu kể từ năm 1901 có xu thế tăng ở vùng lục địa vĩ độ trung bình thuộc bắc bán cầu.
- Số ngày và số đêm lạnh có xu thế giảm, số ngày và số đêm nóng cùng với hiện tượng nắng nóng có xu thế tăng rõ rệt trên quy mô toàn cầu từ khoảng năm 1950. Mưa lớn có xu thế tăng trên nhiều khu vực, nhưng lại giảm ở một số ít khu vực.



Hình 2.10. Chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu thời kỳ 1850-2012 (so với thời kỳ 1961-1990)

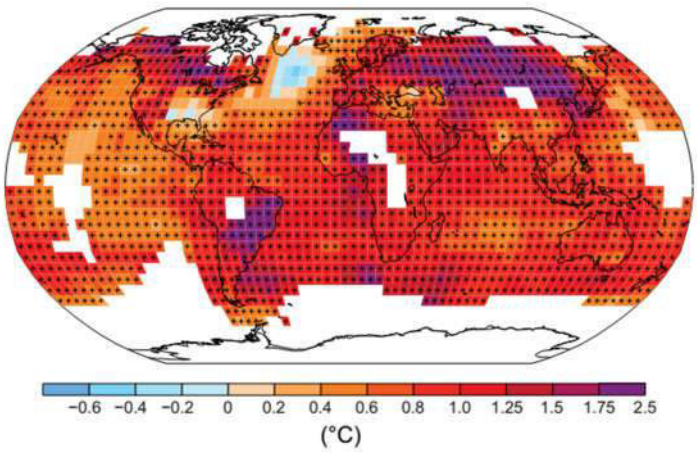
(Nguồn: IPCC, 2013)



Hình 2.11. Chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu (°C) thời kỳ 1950-2015

(Nguồn: WMO, 2016)

Theo thông báo của Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO, 2016), những năm nóng kỷ lục đều được ghi nhận là xảy ra trong những năm gần đây, đặc biệt là những năm đầu của thế kỷ 21. Trong đó, năm 2015 được ghi nhận là năm nóng nhất theo lịch sử quan trắc, với chuẩn sai nhiệt độ trung bình năm toàn cầu đạt giá trị khoảng 0,76°C.



Hình 2.12. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm thời kỳ 1901-2012

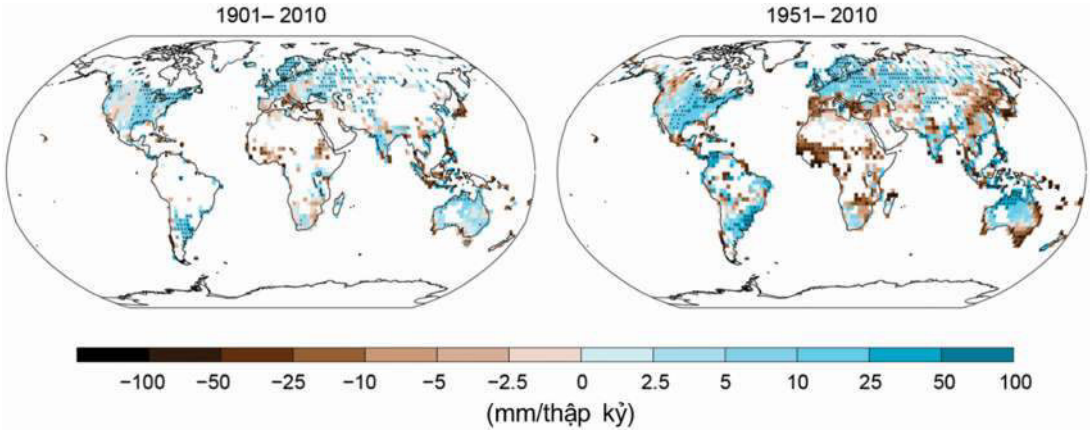
(Nguồn: IPCC, 2013)

Chú thích: Các ô lưới được thể hiện (được tô màu) nếu đảm bảo điều kiện: có đủ tối thiểu 70% số liệu trong thời kỳ 1901-2012; trong đó, tối thiểu giai đoạn đầu chỉ được thiếu 20% số liệu và giai đoạn cuối thiếu 10% số liệu. Những ô lưới màu trắng (không được tô màu) là những ô không đảm bảo điều kiện tính toán. Những ô được đánh dấu + là những ô lưới có xu thế biến đổi ở mức ý nghĩa 10% (hay mức tin cậy 90%) trở lên.

b) Lượng mưa

Lượng mưa có xu thế tăng ở đa phần các khu vực trên quy mô toàn cầu trong thời kỳ 1901-2010. Trong đó, xu thế tăng rõ ràng nhất ở các vùng vĩ độ trung bình và cao; ngược lại, nhiều khu vực nhiệt đới có xu thế giảm. Xu thế tăng/giảm của lượng mưa phản ánh rõ ràng hơn trong giai đoạn 1951-2010 so với giai đoạn 1901-2010. Trong đó, xu thế tăng rõ ràng nhất ở khu vực Châu Mỹ, Tây Âu, Úc; xu thế giảm rõ ràng nhất ở khu vực Châu Phi và Trung Quốc.

IPCC cũng tiếp tục khẳng định số vùng có số đợt mưa lớn tăng nhiều hơn số vùng có số đợt mưa lớn giảm. Hạn hán không có xu thế rõ ràng do hạn chế về số liệu quan trắc và đánh giá hạn. Xu thế về tần số bão là chưa rõ ràng, tuy nhiên gần như chắc chắn rằng số cơn bão mạnh cũng như cường độ của các cơn bão mạnh đã tăng lên (IPCC, 2013).



Hình 2.13. Biến đổi của lượng mưa năm thời kỳ 1901-2010 và thời kỳ 1951-2010
(được tính toán và hiển thị tương tự như Hình 2.12)
(Nguồn: IPCC, 2013)

2) Xu thế biến đổi mực nước biển quy mô toàn cầu

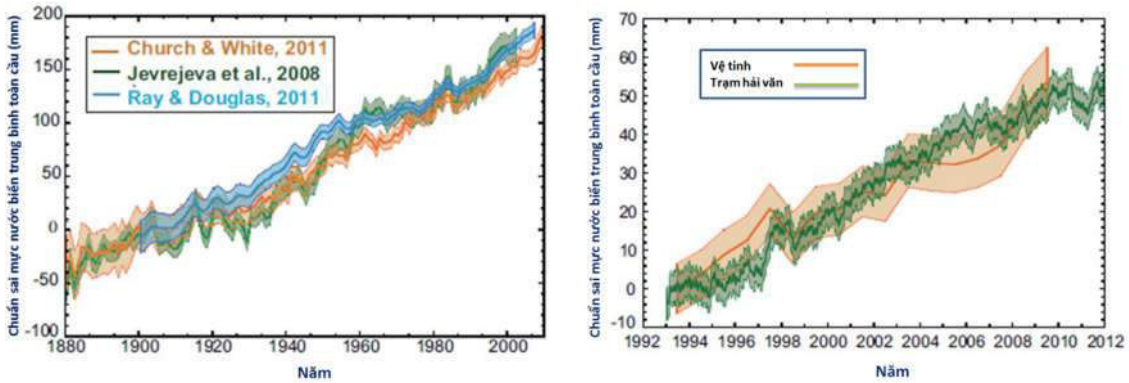
Trong quá khứ, mực nước biển trên thế giới đã có những thay đổi với quy mô thời gian khoảng vài trăm đến vài ngàn năm. Mực nước biển đã thay đổi hơn 100m do sự biến động của lượng băng trên trái đất qua các thời kỳ băng hà (Foster và Rohling, 2013, Rohling và nnk, 2009).

Từ sau thời kỳ băng hà cuối cùng, khoảng 2000 đến 6000 năm trước, mực nước biển đã tăng lên hơn 120m (Lambeck và nnk, 2002), sau đó giảm dần. Khoảng 1000 năm trở lại đây, mực nước biển trung bình toàn cầu biến động không quá 0,25m (Woodroffe và nnk, 2012, Masson-Delmotte và nnk, 2010).

Hộp 2. Tóm tắt xu thế biến đổi mực nước biển quy mô toàn cầu (IPCC, 2013)

- Giai đoạn 1901 - 2010, mực nước biển trung bình toàn cầu tăng khoảng 19cm với tốc độ tăng trung bình là 1,7mm/năm.
- Trong giai đoạn 1993 -2010, mực nước biển trung bình toàn cầu tăng 3,2mm/năm.

Số liệu quan trắc mực nước biển tại các trạm đo mực nước ven biển (Jevrejeva và nnk, 2008, Woodworth, 1999) và các vùng ngập ven biển (Gehrels và Woodworth, 2013) cho thấy mực nước biển có xu thế thay đổi từ khoảng 0,1 đến 0,25mm/thập kỷ trong giai đoạn từ cuối thế kỷ 19 đến đầu thế kỷ 20.



(a) giai đoạn từ 1880 đến 2010 *(b) giai đoạn 1993 đến 2010*

Hình 2.14. Xu thế biến đổi mực nước biển trung bình toàn cầu
(Nguồn: IPCC, 2013)

Mực nước biển tại các trạm quan trắc toàn cầu trong giai đoạn 1900 - 2010 đã tăng khoảng 1,7 ± 0,2mm/năm (Church và White, 2006; Church và White, 2011, Jevrejeva và nnk, 2012a, Ray và Douglas, 2011), với xu thế tăng rõ nét trong giai đoạn 1920 - 1950 và đặc biệt tăng mạnh từ năm 1993 trở lại đây. Xu thế mực nước biển tăng mạnh trong giai đoạn 1993 trở lại đây cũng được khẳng định trong các đánh giá về xu thế biến động mực nước biển từ số liệu vệ tinh (**Hình 2.14** a và b).



Hình 2.15. Xu thế biến đổi mực nước biển trung bình theo số liệu quan trắc

(Nguồn: http://tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/sltrends.html)

Số liệu tại các trạm quan trắc mực nước biển cho thấy mực nước biển có xu thế tăng toàn cầu. Tuy nhiên sự gia tăng mực nước biển là không đồng nhất giữa các khu vực, cá biệt tại một số trạm mực nước có xu thế giảm. Nguyên nhân là do quá trình khối băng tan vào đại dương làm thay đổi lực tải lên lớp vỏ trái đất, dẫn đến sự phản ứng lại của lớp vỏ trái đất đến lớp chất lỏng trên đại dương làm mực nước biển tương đối giảm mạnh ngay tại các khu vực có băng tan như Alaska, Scandinavia nhưng lại gây tăng tại hầu hết các khu vực khác trên toàn cầu (**Hình 2.15**).

2.3.2. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng của IPCC

Năm 2013, IPCC đã công bố Báo cáo của Nhóm 1 (*Working Group 1 - WG1*), một trong 3 báo cáo chính của Báo cáo AR5. Báo cáo AR5-WG1 được xây dựng trên nền Báo cáo AR4 có bổ sung những kết quả nghiên cứu mới. Những kết quả cơ bản được nêu trong AR5 là: biểu hiện của biến đổi khí hậu và nước biển dâng; các kịch bản khí nhà kính; phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng; kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng trong các thời kỳ, đầu, giữa và cuối thế kỷ 21; tính chưa chắc chắn của các kịch bản; Atlas biến đổi khí hậu toàn cầu và khu vực.

Phương pháp xây dựng kịch bản trong AR5 là sử dụng mô hình hoàn lưu chung khí quyển GCM, mô hình khí hậu khu vực, mô hình đại dương toàn cầu (25 - 42 mô hình) và các phương pháp chi tiết hóa thống kê. Thời kỳ cơ sở được lựa chọn để so sánh là thời kỳ 1986 - 2005. Kịch bản được xây dựng cho các thời kỳ trong tương lai: (1) Thời kỳ đầu thế kỷ 21 (tương lai gần, 2016 - 2035); (2) Thời kỳ giữa thế kỷ (tương lai vừa, 2046 - 2065); (3) Thời kỳ cuối thế kỷ (tương lai xa, 2081 - 2100).

Các yếu tố chính được dự xét đến là nhiệt độ, lượng mưa trung bình, các cực trị khí hậu, mực nước biển dâng, diện tích băng, các thành phần hóa khí quyển, hoạt động của gió mùa, ENSO, bão và áp thấp nhiệt đới,…

Kịch bản nước biển dâng trong AR5 được xây dựng dựa trên kết quả mô phỏng từ 21 mô hình AOGCM. AOGCM có các thành phần đại diện cho đại dương, khí quyển, đất, băng quyển, và mô phỏng thay đổi độ cao bề mặt tương đối so với mặt nước biển tĩnh từ các lực cưỡng bức tự nhiên như hoạt động phun trào núi lửa và thay đổi bức xạ mặt trời, và do các hoạt động của con người làm tăng nồng độ khí nhà kính cũng như sol khí. AOGCM cũng xét đến những biến thiên khí hậu có nguồn gốc nội sinh, bao gồm El Nino và Dao động Nam (ENSO), Dao động thập kỷ Thái Bình Dương (PDO), Dao động Bắc Đại Tây Dương (NAO) và các dao động khác tác động lên mực nước biển (White và nnk, 2005; Zhang và Church, 2012). Các thành phần quan trọng của thay đổi mực nước biển toàn cầu và khu vực là những thay đổi áp lực gió bề mặt, nhiệt lượng không khí - biển và thông lượng nước ngọt (Lowe và Gregory, 2006; Timmermann và nnk, 2010; Suzuki và Ishii, 2011) và những thay đổi trong mật độ và hoàn lưu đại dương, ví dụ trong cường độ của Hoàn lưu đảo ngược kinh tuyến Đại Tây Dương (AMOC) (Yin và nnk, 2009; Lorbacher và nnk, 2010; Pardaens và nnk, 2011a). Các mô hình động lực tải địa chất bề mặt được sử dụng để mô phỏng phản hồi mực nước biển dâng tương đối (RSL) đối với những thay đổi của mực nước bề mặt và tái phân bố của khối lượng băng đất liền và các thay đổi áp lực khí quyển gần đây. Các thành phần độ cao mực nước biển được dựa vào nguyên lý bảo toàn khối lượng nước và sự thay đổi trọng lực, không xét đến các hiệu ứng động lực đại dương. Việc áp dụng các mô hình này chỉ tập trung vào các biến thiên theo năm và nhiều năm do những thay đổi gần đây của chu trình thủy văn và ảnh hưởng của khí quyển (Clarke và nnk, 2005; Tamisiea và nnk, 2010), và vào các xu thế khu vực liên quan đến những thay đổi băng đất liền và thuỷ văn trong quá khứ cũng như gần đây (Lambeck và nnk, 1998; Mitrovica và nnk, 2001; Peltier, 2004; Riva và nnk, 2010).

Hộp 3. Tóm tắt kết quả dự tính biến đổi khí hậu toàn cầu trong thế kỷ 21 (IPCC, 2013)

- Nhiệt độ trung bình toàn cầu vào cuối thế kỷ 21 tăng 1,1÷2,6°C (RCP4.5) và 2,6°C÷4,8°C (RCP8.5) so với trung bình thời kỳ 1986-2005.
- Lượng mưa tăng ở vùng vĩ độ cao và trung bình, giảm ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới.
- Cực đoan nhiệt độ có xu thế tăng, theo kịch bản RCP8.5, đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ ngày lạnh nhất tăng 5÷10°C; nhiệt độ ngày nóng nhất tăng 5÷7°C; số ngày sương giá giảm; số đêm nóng tăng mạnh.
- Mưa cực trị có xu thế tăng. Dự tính lượng mưa 1 ngày lớn nhất trong năm (tính trung bình 20 năm) tăng 5,3% ứng với mức tăng 1°C của nhiệt độ trung bình.
- Theo kịch bản RCP8.5, đến năm 2100 có thể không còn băng ở Bắc Cực.
- Khu vực chịu ảnh hưởng của các hệ thống gió mùa tăng lên trong thế kỷ 21. Thời điểm bắt đầu của gió mùa mùa hè Châu Á xảy ra sớm hơn và kết thúc muộn hơn, kết quả là thời kỳ gió mùa sẽ kéo dài hơn. Mưa trong thời kỳ hoạt động của gió mùa có xu hướng tăng do hàm lượng ẩm trong khí quyển tăng.
- Bão mạnh có chiều hướng gia tăng, mưa lớn do bão gia tăng.

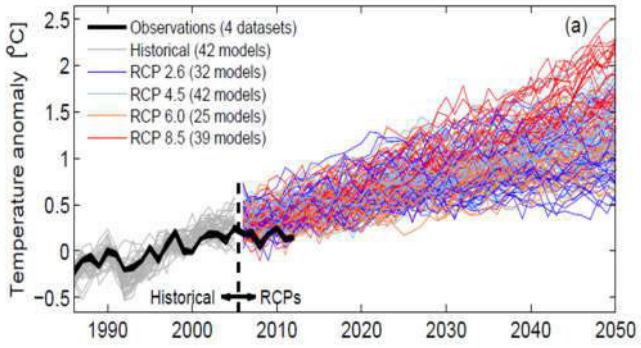
1) Kịch bản biến đổi khí hậu quy mô toàn cầu

a. Kịch bản về nhiệt độ

Thời kỳ đầu thế kỷ, 2016-2035, nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng khoảng 0,3÷0,7^{o}C. Khu vực Việt Nam có mức độ tăng tương đương với trung bình toàn cầu.

Nhiệt độ đất liền tăng nhanh hơn nhiệt độ trên biển và nhiệt độ vùng cực tăng nhanh hơn nhiệt độ vùng nhiệt đới (**Hình 2.16**).

Thời kỳ cuối thế kỷ (2081-2100) nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng khoảng 0,3°C÷1,7°C đối với kịch bản RCP2.6; 1,1°C÷2,6°C đối với kịch bản RCP4.5; 1,4°C÷3,1°C đối với kịch bản RCP6.0 và 2,6°C÷4,8°C đối với kịch bản RCP8.5.

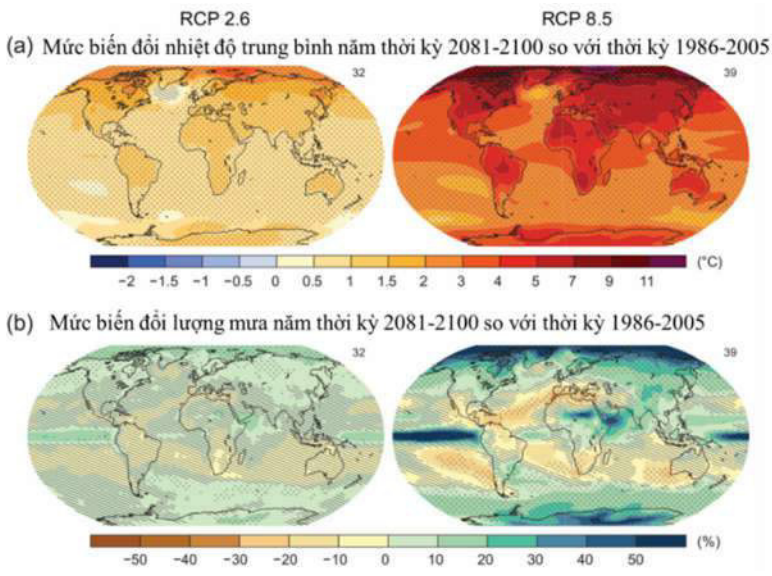


Hình 2.16. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm so với thời kỳ 1986-2005 mô phỏng bởi các mô hình CMIP5
(Nguồn: IPCC, 2013)

Nhìn chung nhiệt độ tăng không đồng nhất theo các khu vực. Gần như chắc chắn rằng nhiệt độ trung bình thời kỳ 2081-2100 có thể tăng trên 2°C so với thời kỳ 1986-2005 theo kịch bản RCP8.5.

Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, mức biến đổi của nhiệt độ có thể lớn hơn so với mô tả trong **Hình 2.16**. Ví dụ như nồng độ khí nhà kính có thể lớn hơn so với giả định trong kịch bản RCP8.5. Các giá trị tăng lên này có thể do sự giải phóng CO_2 và CH_4 vào khí quyển từ quá trình tan băng ở Bắc Cực và các bãi than bùn ngoài Bắc Cực. Một số khu vực khác cũng có thể xảy ra sự tan băng là Alaska, Canada và phía bắc Liên bang Nga. Mặc dù vậy, mức độ tăng của lượng phát thải do băng tan trong thế kỷ 21 là rất không chắc chắn. Báo cáo mới nhất của IPCC đưa ra lượng phát thải từ 50 đến 250 GtC theo kịch bản RCP8.5 nhưng mức độ tin cậy của khoảng giá trị này là rất thấp. Đại dương toàn cầu sẽ vẫn tiếp tục hấp thụ CO_2 của khí quyển do con người phát thải, dẫn đến sự axit hóa đại dương. Đại dương cũng sẽ tiếp tục hấp thụ nhiệt lượng từ không khí ở các lớp sâu hơn - đây là một quá trình kéo dài sẽ dẫn đến sự ấm lên của đại dương (IPCC, 2013, Chương 6).

Sự nóng lên toàn cầu là không đồng nhất về không gian, nhiệt độ trên đất liền tăng nhiều hơn so với trên biển; Bắc Cực là nơi có mức độ tăng lớn nhất (**Hình 2.17**a).



Hình 2.17. Dự tính biến đổi khí hậu toàn cầu
(Nguồn: IPCC, 2013)

b. Kịch bản về lượng mưa

Hình 2.17b trình bày mức độ biến đổi của lượng mưa toàn cầu dự tính theo hai kịch bản RCP2.6 và RCP8.5. Theo cả hai kịch bản, lượng mưa có thay đổi đáng kể khi nhiệt độ tăng. Một số khu vực có lượng mưa tăng, trong khi đó một số khu vực có lượng mưa giảm. Xu thế chung là lượng mưa mùa mưa tăng, lượng mưa mùa khô giảm. Lượng mưa có xu thế tăng ở vùng vĩ độ cao và gần xích đạo, xu thế giảm của lượng mưa diễn ra ở Tây Nam Úc, Nam Mỹ, châu Phi, và khu vực giữa Đại Tây Dương đến Địa Trung Hải.

c. Kịch bản về một số yếu tố khí hậu khác

Sự nóng lên toàn cầu sẽ làm tăng số ngày/mùa nắng nóng và làm giảm số ngày/mùa lạnh trên hầu hết vùng đất liền. Do vậy, các đợt nắng nóng sẽ xảy ra thường xuyên hơn và cũng kéo dài hơn. Các đợt lạnh kỷ lục mùa đông cũng vẫn thỉnh thoảng xảy ra. Thêm vào đó, các hiện tượng cực đoan liên quan đến mưa ở phần lớn khu vực vĩ độ trung bình và vùng nhiệt đới ẩm sẽ trở nên khắc nghiệt và thường xuyên hơn vào cuối thế kỷ do sự tăng lên của nhiệt độ trung bình toàn cầu (IPCC, 2013). Nguồn gốc của sự thay đổi này chủ yếu do tăng khả năng giữ ẩm của không khí nóng (IPCC, 2013) cũng như tăng độ xoáy tiềm năng của các khối khí do tăng cường hiệu ứng làm ấm của khí nhà kính (O'Gorman và Schneider, 2009).

Hệ thống gió mùa toàn cầu có vai trò rất quan trọng trong chu trình nước của trái đất. Ở quy mô toàn cầu, các ảnh hưởng của gió mùa đến các khu vực được cho là sẽ tăng cùng với sự tăng của lượng mưa và cường độ gió mùa. Sự tăng lên này có thể được hiểu là liên quan đến sự tăng của độ ẩm không khí do xu thế nóng lên toàn cầu. Tại thời điểm hiện tại, gió mùa được cho là suy yếu do sự chậm lại của các hoàn lưu vùng nhiệt đới toàn cầu (IPCC, 2013, Chương 12). Kết quả dự tính cho thấy, ngày bắt đầu gió mùa sẽ đến sớm hơn hoặc không thay đổi nhiều, trong khi đó ngày kết thúc gió mùa sẽ muộn hơn, kết quả là thời kỳ gió mùa sẽ kéo dài hơn ở nhiều khu vực (IPCC, 2013, Chương 12).

Báo cáo của IPCC cũng cho rằng có nhiều khả năng ENSO sẽ duy trì ảnh hưởng quan trọng trong dao động theo năm ở khu vực nhiệt đới Thái Bình Dương và ảnh hưởng toàn cầu trong thế kỷ 21. Do sự tăng lên của lượng ẩm tiềm năng, biến động của lượng mưa liên quan đến ENSO ở các khu vực nhỏ sẽ được tăng cường. Dao động tự nhiên của độ lớn và phân bố không gian của ENSO là rất lớn và do vậy độ tin cậy trong bất cứ dự tính khoa học nào về mức biến đổi của ENSO và các hiện tượng liên quan ở quy mô khu vực cho thế kỷ 21 vẫn ở mức thấp. Thêm vào đó, các nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng sự ấm lên toàn cầu sẽ làm tăng cường ảnh hưởng khô hạn của El Nino ở phía Tây Thái Bình Dương và tăng lượng mưa do El Nino ở trung tâm và phía đông Thái Bình Dương (Power và nnk, 2012, Cai và nnk, 2014).

Hiện tượng IOD (*Indian Ocean Dipole*), đặc trưng bởi điều kiện nhiệt độ ở bờ Tây nóng hơn hoặc lạnh hơn bờ Đông Ấn Độ Dương, liên quan chặt chẽ đến hạn hán ở Indonesia, thiếu hụt mưa ở Úc, tăng cường độ gió mùa mùa hè Ấn Độ và lũ lụt ở Đông châu Phi, nắng nóng ở Nhật Bản, và các hiện tượng khí hậu ở vùng ngoại nhiệt đới Nam Bán cầu (IPCC, 2013). Khi IOD dương (pha nóng), lượng mưa mùa đông và mùa xuân ở giữa và phía Nam Úc thường thấp hơn trung bình nhiều năm. Các kết quả dự tính cho thấy hiện tượng IOD (cả pha nóng và pha lạnh) không có sự biến đổi trong tương lai (Ihara và nnk, 2008, IPCC, 2013, Cai và nnk, 2014).

Hiện tượng SAM (*The Southern Annular Mode*), đặc trưng bởi sự dịch chuyển theo chiều Bắc - Nam của đới gió tây bao quanh Nam Cực chi phối điều kiện khí hậu vùng Nam Cực, Châu Đại Dương, phía nam Nam Mỹ và nam Châu Phi (Watter son, 2009, Thompson và nnk, 2011). Trong một vài thập kỷ qua, chỉ số SAM có xu thế tăng trong mùa hè và mùa thu Nam bán cầu (Marshall, 2007, Jones và nnk, 2009b), nguyên nhân chính là do sự suy giảm O_3 tầng bình lưu (Thompson và nnk, 2011, IPCC, 2013).

2) Kịch bản nước biển dâng quy mô toàn cầu

Hộp 4. Tóm tắt kịch bản nước biển dâng quy mô toàn cầu (IPCC, 2013)

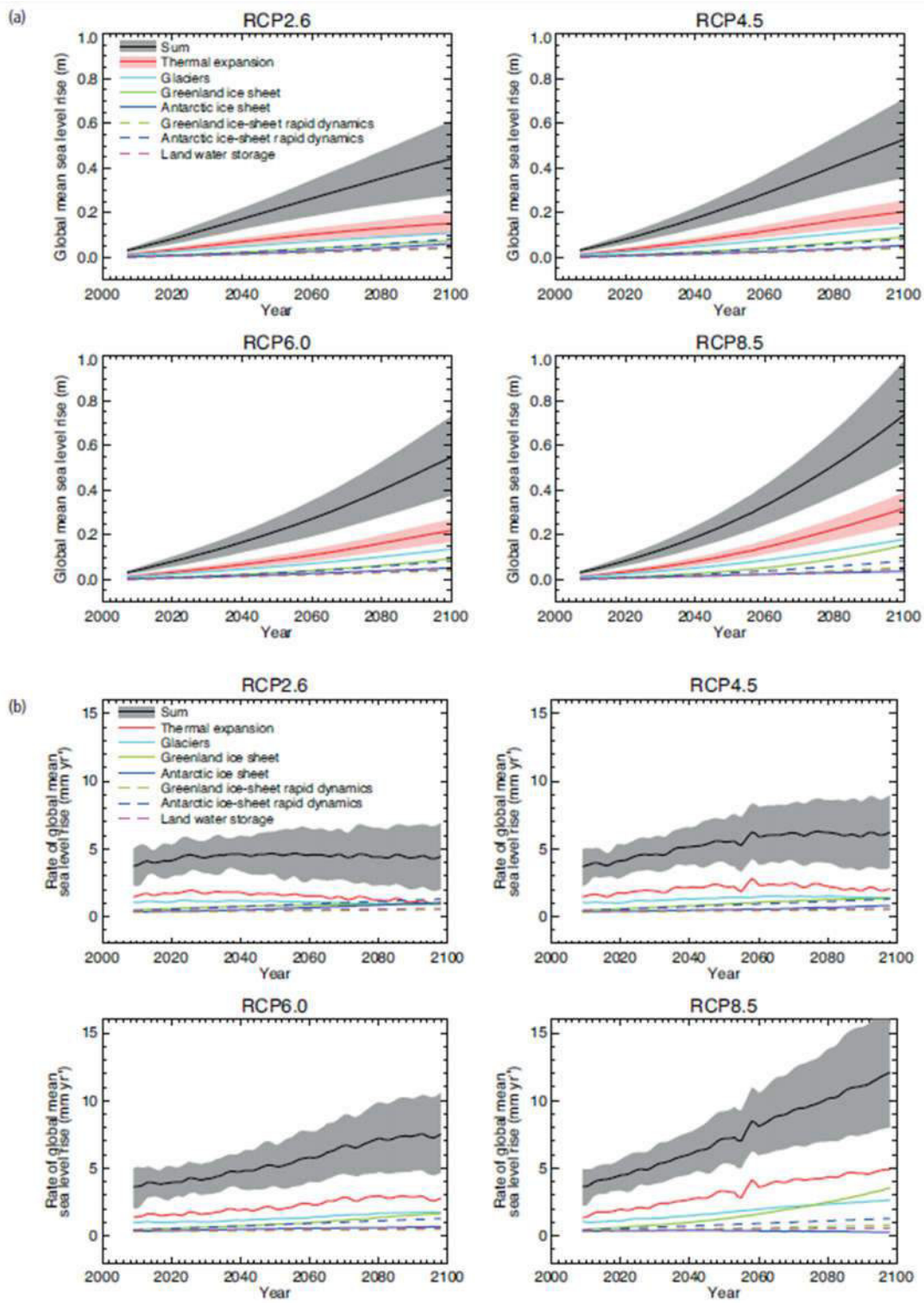
- Mực nước biển toàn cầu tiếp tục tăng trong thế kỷ 21 với tốc độ lớn hơn 2,0mm/năm, chủ yếu do quá trình giãn nở nhiệt và tan băng từ các sông băng và băng trên đỉnh núi.
- Vào giữa thế kỷ, mực nước biển tăng 19 ÷ 33cm theo kịch bản RCP4.5 và 22 ÷38cm theo kịch bản RCP8.5.
- Vào cuối thế kỷ, mực nước biển tăng 32 ÷63cm theo kịch bản RCP4.5 và 45 ÷ 82cm theo kịch bản RCP8.5.
- Đến năm 2100, mực nước biển tăng 36 ÷ 71cm theo kịch bản RCP4.5 và 52 ÷ 98cm theo kịch bản RCP8.5.

Theo kịch bản nước biển dâng toàn cầu (IPCC, 2013), thành phần giãn nở nhiệt đóng góp lớn nhất vào mực nước biển dâng tổng cộng, chiếm khoảng 30 ÷ 55%; thành phần băng tan từ các sông băng và núi băng ở đất liền, chiếm khoảng 15 ÷ 35%. Các thành phần khác có mức độ đóng góp ít hơn, thậm chí làm mực nước biển giảm, thành phần cân bằng khối lượng bề mặt băng (*SMB - Surface mass balance*) ở Greenland làm mực nước biển tăng, trong khi đó thành phần cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Nam Cực làm mực nước biển giảm. Sự thay đổi do động lực băng tại Greenland và Nam Cực đều làm mực nước biển dâng với mức độ đóng góp khoảng từ 0,03 ÷ 0,2m vào cuối thế kỷ theo từng kịch bản RCP khác nhau. Hoạt động của con người về sử dụng và lưu trữ nước trên lục địa có thể làm mực nước biển tăng một ít, chủ yếu do khai thác nước ngầm (**Hình 2.18**).

- Theo kịch bản RCP4.5, mực nước biển trung bình toàn cầu dâng 26cm (19cm ÷ 33cm) trong giai đoạn giữa thế kỷ; dâng 47m (32cm ÷ 63cm) trong giai đoạn cuối thế kỷ; dâng 53cm (36cm ÷ 71cm) vào năm 2100.

- Theo kịch bản RCP8.5, mực nước biển trung bình toàn cầu dâng 30cm (22cm ÷ 38cm) trong giai đoạn giữa thế kỷ; dâng 63cm (45cm ÷ 82cm) trong giai đoạn cuối thế kỷ; dâng 74cm (52cm ÷ 98cm) vào năm 2100.

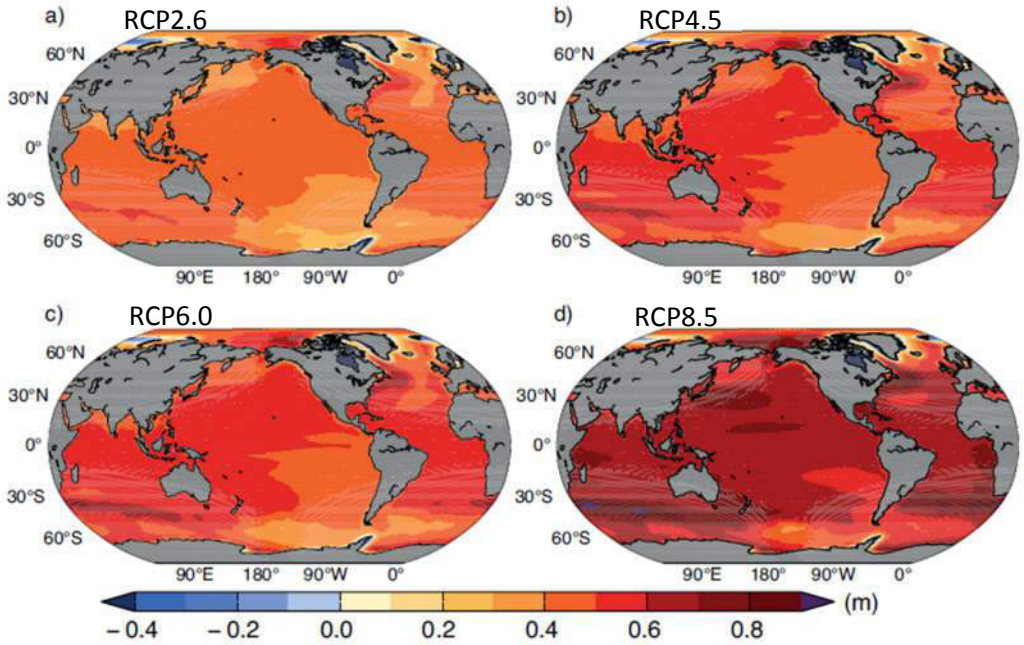
Báo cáo AR5 của IPCC cũng đánh giá rằng sự thay đổi mực nước biển tại từng khu vực có thể khác biệt đáng kể so với trung bình toàn cầu. Nguyên nhân là do các quá trình động lực đại dương, sự dịch chuyển của đáy biển hay những thay đổi trọng lực do phân bố lại khối lượng nước trên đất liền (băng và lưu trữ nước). Về mặt không gian, trong một vài thập kỷ tới, thay đổi mực nước biển trên phần lớn các khu vực trên thế giới sẽ chủ yếu là do những thay đổi về động lực (tái phân bố khối lượng nước và các thành phần do thay đổi nhiệt độ và độ mặn).



Hình 2.18. Kịch bản mực nước biển dâng toàn cầu

(Nguồn: IPCC, 2013)

Hình 2.19 cho thấy, theo kịch bản RCP4.5, khu vực phía Tây và giữa Thái Bình Dương, phía nam Đại Tây Dương và Ấn Độ Dương mực nước biển có xu thế tăng cao rõ rệt so với trung bình toàn cầu. Ngược lại, tại khu vực đông nam Thái Bình Dương, bắc Đại Tây Dương và đặc biệt là xung quanh các cực, mực nước biển có xu thế tăng ít hơn so với trung bình toàn cầu. Theo kịch bản RCP8.5, mực nước biển nhiều khu vực có xu thế tăng mạnh hơn so với trung bình toàn cầu, ngoại trừ một số khu vực nhỏ gần các cực có xu hướng tăng ít hơn.



Hình 2.19. Kịch bản nước biển dâng giai đoạn 2081-2100 so với thời kỳ cơ sở

Bảng 2.4. Kịch bản nước biển dâng toàn cầu giai đoạn 2081-2100 so với thời kỳ cơ sở (cm)

(giá trị trung bình 50%, khoảng có khả năng xảy ra 5% ÷ 95%)

Kịch bản / Yếu tố	SRES A1B	RCP2.6	RCP4.5	RCP6.0	RCP8.5
Giãn nở nhiệt	21 (16 ÷ 26)	14 (10 ÷ 18)	19 (14 ÷ 23)	19 (15 ÷ 24)	27 (21 ÷ 33)
Tan băng tại sông băng, núi băng trên lục địa	14 (8 ÷ 21)	10 (4 ÷ 16)	12 (6 ÷ 19)	12 (6 ÷ 19)	16 (9 ÷ 23)
SMB tại Greenland	5 (2 ÷ 12)	3 (1 ÷ 7)	4 (1 ÷ 9)	4 (1 ÷ 9)	7 (3 ÷ 16)
SMB tại Nam Cực	-3 (-6 ÷ -1)	-2 (-4 ÷ -0)	-2 (-5 ÷ -1)	-2 (-5 ÷ -1)	-4 (-7 ÷ -1)
Động lực băng Greenland	4 (1 ÷ 6)	4 (1 ÷ 6)	4 (1 ÷ 6)	4 (1 ÷ 6)	5 (2 ÷ 7)
Động lực băng Nam Cực	7 (-1 ÷ 16)	7 (-1 ÷ 16)	7 (-1 ÷ 16)	7 (-1 ÷ 16)	7 (-1 ÷ 16)
Thay đổi lượng trữ nước trên lục địa	4 (-1 ÷ 9)	4 (-1 ÷ 9)	4 (-1 ÷ 9)	4 (-1 ÷ 9)	4 (-1 ÷ 9)
Mực nước biển dâng trung bình toàn cầu (2081-2100)	52 (37 ÷ 15)	40 (26 ÷ 55)	47 (32 ÷ 63)	48 (33 ÷ 63)	63 (45 ÷ 82)
Mực nước biển dâng trung bình toàn cầu (2046-2065)	27 (19 ÷ 34)	24 (17 ÷ 32)	26 (19 ÷ 33)	25 (18 ÷ 32)	30 (22 ÷ 38)
Mực nước biển dâng trung bình toàn cầu đến năm 2100	60 (42 ÷ 80)	44 (28 ÷ 61)	53 (36 ÷ 71)	55 (38 ÷ 73)	74 (52 ÷ 98)

III. Biểu hiện của biến đổi khí hậu và nước biển dâng ở Việt Nam

3.1. Số liệu sử dụng trong phân tích xu thế và xây dựng kịch bản

3.1.1. Số liệu khí hậu

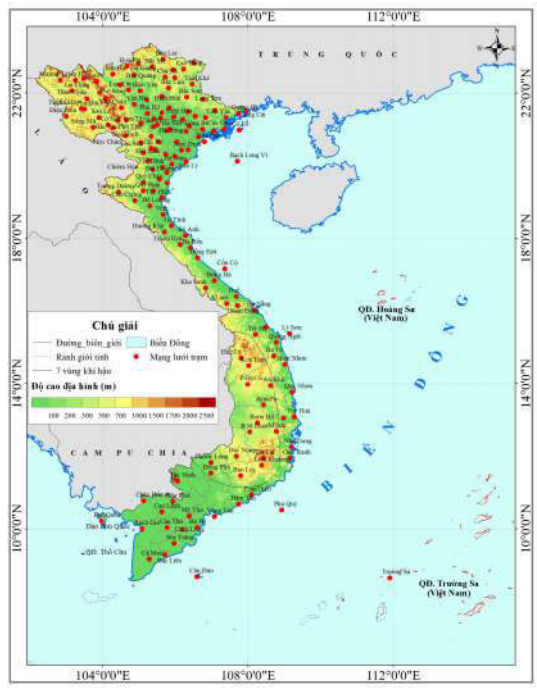
1) Số liệu tính toán từ các mô hình khí hậu khu vực

Mô hình khí hậu toàn cầu và khu vực là những công cụ chính được sử dụng để đánh giá xu thế và mức độ biến đổi của khí hậu tương lai, đặc biệt là các cực đoan khí hậu. Các mô hình được sử dụng trong tính toán xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam, gồm: (i) Mô hình AGCM/MRI của Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản, (ii) Mô hình PRECIS của Trung tâm Hadley - Vương quốc Anh, (iii) Mô hình CCAM của Cơ quan Nghiên cứu Khoa học và Công nghiệp Liên bang Úc (CSIRO), (iv) Mô hình RegCM của Trung tâm quốc tế về Vật lý lý thuyết của Ý (ICTP), (v) Mô hình clWRF của Mỹ.

2) Số liệu quan trắc tại trạm

Tính đến năm 2015, trên toàn lãnh thổ Việt Nam có 180 trạm quan trắc khí tượng bề mặt. Chỉ những trạm quan trắc có số liệu đủ dài (từ 30 năm trở lên) mới được sử dụng trong đánh giá biểu hiện của biến đổi khí hậu và xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu. Sau khi kiểm tra và xử lý số liệu, xem xét về độ dài các chuỗi số liệu, đánh giá chất lượng của chuỗi số liệu theo các phương pháp kiểm nghiệm thống kê, số liệu về nhiệt độ và lượng mưa của 150 trạm khí tượng thủy văn được sử dụng trong đánh giá biểu hiện biến đổi khí hậu và xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu ở Việt Nam.

Các trạm khí tượng thủy văn dùng trong phân tích xu thế biến đổi của khí hậu và xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu được trình bày trong **Hình 3.1** và **Bảng 3.1.**



Hình 3.1. Các trạm khí tượng thủy văn được sử dụng trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu

Bảng 3.1. Danh sách các trạm khí tượng thủy văn được sử dụng trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam

TT	Tên trạm	Kinh độ (°E)	Vĩ độ (°N)	Độ cao (m)	Năm bắt đầu có số liệu	Ghi chú
			Khu vực Tây Bắc			
1	Tam Đường	103°29′	22°25′	964,8	1973	
2	Mường Tè	102°48′	22°23′	336,7	1961	*1 lần thay đổi vị trí trạm*
3	Sìn Hồ	103°14′	22°22′	1533,7	1961	
4	Mường Lay (Lai Châu cũ)	103°09′	22°04′	243,2	1956	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1960)* *1 lần thay đổi vị trí trạm từ thấp lên cao (2013)*
5	Tuần Giáo	103°25′	21°35′	571,8	1961	
6	Pha Đin	103°31′	21°34′	1377,7	1964	*1 lần thay đổi vị trí trạm (2012)*

TT	Tên trạm	Kinh độ (°E)	Vĩ độ (°N)	Độ cao (m)	Năm bắt đầu có số liệu	Ghi chú
7	Điện Biên	103°00′	21°22′	475,1	1958	*Nâng cao vườn*
8	Phiêng Lang (Quỳnh Nhai)	103°38′	21°40′	155,3	1961	*1 lần thay đổi vị trí trạm (2011) Thay đổi tên Phiêng Lang*
9	Sơn La	103°54′	21°20′	675,3	1960	
10	Bắc Yên	104°25′	21°15′	643	1973	
11	Cò Nòi	104°09′	21°08′	670,8	1963	*1 lần xoay vị trí vườn*
12	Sông Mã	103°44′	21°04′	359,5	1962	
13	Yên Châu	104°17′	21°03′	314	1961	
14	Than Uyên	103°54′	21°01′	601,2	1961	
15	Phù Yên	104°38′	21°16′	169	1961	
16	Mộc Châu	104°41′	20°50′	972	1961	
17	Hòa Bình	105°20′	20°49′	22,7	1955	
18	Kim Bôi	105°32′	20°40′	61,1	1962	
19	Mai Châu	105°03′	20°39′	165,5	1961	
20	Chi Nê	105°47′	20°29′	11,3	1973	
21	Lạc Sơn	105°27′	20°27′	41,2	1961	
Khu vực Việt Bắc						
22	Sa Pa	103°49′	22°21′	1584,3	1957	*1 lần thay đổi vị trí trạm từ thấp lên cao (1979)*
23	Hà Giang	104°58′	22°49′	117	1956	
24	Hoàng Su Phì	104°41′	22°45′	539,4	1961	
25	Bắc Mê	105°19′	22°44′	150	1964	*1 lần thay đổi vị trí trạm từ cao xuống thấp*
26	Bắc Quang	104°52′	22°30′	73	1961	
27	Bắc Hà	104°17′	22°32′	928,7	1961	
28	Lục Yên	104°43′	22°06′	105,5	1960	
29	Mù Cang Chải	104°05′	21°51′	955	1962	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1991) Gián đoạn (T1,2,3/1966)*
30	Yên Bái	104°52′	21°42′	55,6	1955	
31	Nghĩa Lộ (Văn Chấn)	104°31'	21°35'	274,6	1961	
32	Chiêm Hóa	105°16′	22°09′	60,3	1961	
33	Hàm Yên	105°02′	22°04′	46,2	1961	
34	Tuyên Quang	105°13′	21°49′	40,8	1960	
35	Chợ Rã	105°43′	22°27′	182,6	1961	
36	Ngân Sơn	105°59′	22°26′	517,3	1961	
37	Bắc Cạn	105°50′	22°09′	174	1956	
38	Định Hóa	105°38′	21°55′	106,9	1961	
39	Tam Đảo	105°39′	21°28′	933,8	1961	*1 lần xoay lại vườn*
40	Phú Hộ	105°14′	21°27′	54,1	1960	
41	Việt Trì	105°24′	21°19′	30,5	1960	*5 lần thay đổi vị trí trạm (1965, 1973, 1992, 2001, 2003)*
42	Minh Đài	105°03′	21°10′	91,6	1972	
43	Thái Nguyên	105°50′	21°36′	35,3	1958	
44	Vĩnh Yên	105°35′	21°17′	10,1	1960	
Khu vực Đông Bắc						
45	Bảo Lạc	105°40′	22°57′	209,7	1961	
46	Trùng Khánh	106°31′	22°50′	531,5	1961	
47	Cao Bằng	106°15′	22°40′	244,1	1956	
48	Nguyên Bình	105°57′	22°39′	491,4	1961	
49	Thất Khê	106°28′	22°15′	162,5	1959	
50	Bắc Sơn	106°19′	21°54′	392,6	1962	
51	Lạng Sơn	106°46′	21°52′	257,9	1955	
52	Đình Lập	107°06′	21°32′	190,6	1963	

TT	Tên trạm	Kinh độ (°E)	Vĩ độ (°N)	Độ cao (m)	Năm bắt đầu có số liệu	Ghi chú
53	Hữu Lũng	106°21′	21°30′	41,5	1961	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1996)*
54	Quảng Hà	107°45′′	21°27	6,284	1979	
55	Tiên Yên	107°24′	21°20′	13,6	1956	
56	Uông Bí	106°45′	21°02′	2,4	1965	
57	Cửa Ông	107°21′	21°01′	57,2	1960	
58	Cô Tô	107°46′	20°59′	70	1958	
59	Bãi Cháy	107°04′	20°57′	52,4	1960	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1974)* *1 lần thay đổi vị trí trạm từ thấp lên cao (2003)*
60	Lục Ngạn	106°33′	21°23′	14,6	1961	*1 lần thay đổi vị trí trạm (2014)*
61	Sơn Động	106°50′	21°20′	58,5	1961	
62	Hiệp Hòa	105°58′	21°21′	20,565	1970	
63	Bắc Giang	106°12′	21°17′	7,5	1960	
64	Phù Liễn	106°38′	20°48′	113,4	1957	
65	Hòn Dấu	106°48′	20°40′	37,2	1955	
66	Bạch Long Vĩ	107°43′	20°08′	55,6	1958	
Khu vực Đồng bằng Bắc Bộ						
67	Sơn Tây	105°30′	21°08′	16,8	1958	
68	Ba Vì	105°25′	21°09′	30,3	1969	
69	Hà Đông	105°46′	20°58′	5,6	1973	
70	Láng	105°48′	21°01′	6,0	1956	
71	Hưng Yên	106°03′	20°39′	3	1960	*2 lần thay đổi vị trí trạm (1962, 2013)*
72	Chí Linh	106°23′	21°07′	33,6	1960	
73	Hải Dương	106°18′	20°57′	2,2	1960	
74	Thái Bình	106°23′	20°25′	1,9	1960	
75	Hà Nam	105°55′	20°31′	2,8	1960	
76	Nam Định	106°09′	20°26′	1,9	1956	
77	Văn Lý	106°18′	20°07′	1,8	1959	*2 lần thay đổi vị trí trạm (1966, 1968)*
78	Nho Quan	105°45′	20°19′	3,6	1960	
79	Ninh Bình	105°59′	20°15′	3,0	1960	
Khu vực Bắc Trung Bộ						
80	Hồi Xuân	105°06′	20°22′	102,3	1955	
81	Yên Định	105°39′	19°58′	9,2	1962	
82	Bái Thượng	105°23′	19°54′	20,7	1961	
83	Thanh Hóa	105°47′	19°45′	4,4	1957	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1993)*
84	Như Xuân	105°34′	19°38′	12,6	1962	
85	Tĩnh Gia	105°47′	19°27′	4,4	1962	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1984)*
86	Quỳ Châu	105°07′	19°34′	85,1	1962	
87	Quỳ Hợp	105°09′	19°19′	89,2	1968	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1990)*
88	Tây Hiếu	105°24′	19°19′	47,9	1960	
89	Quỳnh Lưu	105°38′	19°10′	1,6	1962	
90	Tương Dương	104°26′	19°17′	96,1	1961	
91	Con Cuông	104°53′	19°03′	33	1961	
92	Đô Lương	105°18′	18°54′	11,3	1961	
92	Vinh	105°40′	18°40′	5,1	1955	*5 lần thay đổi vị trí trạm* *(1956, 1959, 1970, 1974, 1981)*
94	Hà Tĩnh	105°54′	18°21′	2,8	1958	
95	Hương Khê	105°43'	18°11'	17,0	1961	
96	Kỳ Anh	106°17′	18°05′	2,8	1961	
Khu vực Trung Trung Bộ						
97	Tuyên Hóa	106°01′	17°53′	27,1	1961	
98	Ba Đồn	106°25′	17°45′	2,7	1960	*1 lần thay đổi vị trí trạm từ thấp lên cao (2008)*
99	Đồng Hới	106°36′	17°29′	5,7	1955	
100	Cồn Cỏ	107°20′	17°10′	3,4	1974	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1978)*
101	Đông Hà	107°05′	16°51′	8	1973	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1977)*

TT	Tên trạm	Kinh độ (°E)	Vĩ độ (°N)	Độ cao (m)	Năm bắt đầu có số liệu	Ghi chú
102	Khe Sanh	106°44’	16°38’	394,6	1975	
103	Huế	107°35’	16°26’	10,4	1976	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1981)*
104	Nam Đông	107°43’	16°10’	59,7	1973	
105	A Lưới	107°17’	16°13’	572,2	1976	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1977)*
106	Đà Nẵng	108°12’	16°02’	4,7	1975	
107	Tam Kỳ	108°28’	15°34’	23	1979	
108	Lý Sơn	109°09'	15°23'	4	1984	
109	Trà My	108°14’	15°21’	123,1	1973	
110	Quảng Ngãi	108°48’	15°07’	8,1	1976	
111	Ba Tơ	108°44’	14°46’	50,7	1979	
			Khu vực Nam Trung Bộ			
112	Hoài Nhơn	109°02’	14°31’	17,5	1977	
113	Quy Nhơn	109°13’	13°46’	7,8	1975	*1 lần thay đổi vị trí trạm từ thấp lên cao*
114	Tuy Hòa	109°17’	13°05’	11,6	1976	
115	Sơn Hòa	108°59’	13°03’	38,6	1976	
116	Nha Trang	109°12’	12°13’	3,2	1976	
117	Cam Ranh	109°09’	11°55’	15,9	1977	
118	Trường Sa	111°55’	8°39’	2	1977	
119	Phan Thiết	108°06’	10°56’	10	1978	
120	Hàm Tân	107°46’	10°41’	12	1977	
121	Phú Quý	108°56’	10°31’	5,2	1979	
			Khu vực Tây Nguyên			
122	An Khê	108°39’	13°57’	422,2	1978	
123	Aunpa	108°27’	13°23’	159,7	1977	
124	M’Đrắc	108°46’	12°44’	419	1977	
125	Đắc Tô	107°50'	14°39'	620,4	1981	
126	Kon Tum	108°00’	14°30’	537,6	1976	
127	Plâycu	108°01’	13°58’	778,9	1976	
128	Buôn Hồ	108°16'	12°55'	707,2	1982	
129	Buôn M Thuột	108°03’	12°40’	470,3	1976	
130	Đắc Nông	107°41’	12°00’	631	1978	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1995)*
131	Đà Lạt	108°27’	11°56’	1508,6	1977	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1992)*
132	Liên Khương	108°23’	11°45’	957,2	1975	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1996)*
133	Bảo Lộc	107°49’	11°32’	840,4	1979	
			Khu vực Nam Bộ			
134	Phước Long	106°59’	11°50’	198,5	1977	
135	Đồng Xoài	106°54’	11°32’	88,6	1979	
136	Tây Ninh	106°07’	11°20’	9,4	1977	
137	Vũng Tàu	107°05’	10°22’	4	1978	
138	Côn Đảo	106°36’	8°41’	6,3	1978	
139	Mộc Hóa	105°56’	10°47’	1,9	1977	
140	Mỹ Tho	106°24’	10°21’	1,1	1976	
141	Ba Tri	106°36’	10°03’	0,9	1977	
142	Càng Long	106°12’	9°59’	1,6	1978	
143	Sóc Trăng	105°58’	9°36’	2,3	1978	
144	Cần Thơ	105°46’	10°02’	1	1976	
145	Cao Lãnh	105°38’	10°28’	1,8	1978	*1 lần thay đổi vị trí trạm (2009)*
156	Châu Đốc	105°08'	10°42'	4,2	1979	
147	Phú Quốc	103°58’	10°13	3,3	1957	*1 lần thay đổi vị trí trạm (1977)*
148	Rạch Giá	105°04’	10°00’	1,4	1979	
149	Bạc Liêu	105°43’	9°17’	1,2	1980	
150	Cà Mau	105°09’	9°11’	1,2	1978	

3.1.2. Số liệu mực nước biển

Mực nước biển ở Việt Nam được bắt đầu quan trắc tại trạm hải văn Hòn Dáu từ đầu năm 1938 sau đó bị gián đoạn do chiến tranh. Đến tháng 1 năm 1956, trạm hoạt động trở lại và bắt đầu đo đạc theo chế độ 4 lần/ngày từ năm 1957. Do nhiều lý do, số liệu tại trạm từ năm 1945 đến tháng 3 năm 1960 bị thiếu nhiều. Bên cạnh đó, trước năm 1956 số liệu quan trắc được đo bằng thiết bị khác nên có thể có sự chênh lệch hệ thống. Từ tháng 6 năm 1965, mốc cao độ của trạm được thay đổi.

Tại miền Bắc, còn có một số trạm hải văn khác như Cô Tô, Bạch Long Vỹ (1958), Cửa Ông, Bãi Cháy (1960), Hòn Ngư (1961), Cồn Cỏ (1974) và Sầm Sơn (1998). Trong đó có trạm Bạch Long Vỹ và Hòn Ngư bị tạm ngừng quan trắc nhiều lần do chiến tranh. Trạm Hòn Ngư chỉ đo đạc liên tục từ năm 1990 và trạm Bạch Long Vỹ từ năm 1998. Tại hầu hết các trạm, mực nước được đo bằng thủy chí và theo chế độ 4 lần/ngày.

Tại miền Nam, trạm hải văn Quy Nhơn được thành lập từ năm 1958 và bắt đầu quan trắc từ năm 1959. Do chiến tranh, trạm Quy Nhơn tạm ngừng quan trắc từ năm 1965 và quan trắc ổn định từ năm 1986. Từ tháng 4 năm 1986, mực nước được đo theo chế độ giờ. Mực nước được đo bằng thủy chí, triều ký Lapante (từ năm 1959), máy Sum, máy Stevens-A35 (từ năm 1992). Số liệu trước năm 1986 bị gián đoạn nhiều và vị trí quan trắc bị di chuyển. Số liệu từ tháng 4 năm 1986 tới nay là liên tục.

Bảng 3.2. Các trạm hải văn được dùng trong phân tích và tính toán

TT	Tên trạm	Chuỗi số liệu	Thiết bị đo	Ghi chú
1	Cửa Ông	1962 - 2014	Thủy chí	Trạm ven bờ
2	Cô Tô	1960 - 2014	Thủy chí	Đảo
3	Bãi Cháy	1962 - 2014	Thủy chí	Trạm ven bờ
4	Bạch Long Vỹ	1998 - 2014	Thủy chí	Đảo
5	Hòn Dáu	1960 - 2014	Máy CYM	Đảo
6	Sầm Sơn	1998 - 2014	Thủy chí	Trạm ven bờ
7	Hòn Ngư	1961 - 2014	Thủy chí, Máy CYM	Đảo
8	Cồn Cỏ	1981 - 2014	Thủy chí	Đảo
9	Sơn Trà	1978 - 2014	Thủy chí	Trạm ven bờ
10	Quy Nhơn	1986 - 2014	Thủy chí, Máy Steven	Trạm ven bờ
11	Phú Quý	1986 - 2014	Thủy chí	Đảo
12	Trường Sa	2002 - 2014	Thủy chí	Đảo
13	Vũng Tàu	1978 - 2014	Thủy chí, Máy đo mực nước	Trạm ven bờ
14	Côn Đảo	1986 - 2014	Thủy chí	Đảo
15	DK I-7	1992 - 2014	Máy Steven A-71	Giàn nổi
16	Thổ Chu	1995 - 2014	Thủy chí	Đảo
17	Phú Quốc	1986 - 2014	Máy Steven A-71	Đảo

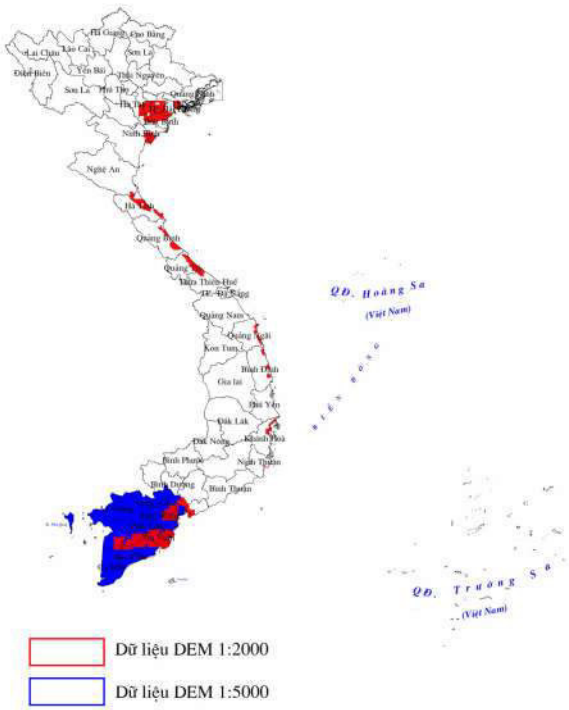
Sau năm 1975, tại miền Nam, nhiều trạm hải văn được xây dựng như Vũng Tàu (1978), Sơn Trà (1978), Phú Quý (1979), Côn Đảo (1986), Phú Quốc (1986), DK I-7 (1992), Thổ Chu (1993), Trường Sa (2002). Mực nước biển chủ yếu được quan trắc bằng thủy chí và theo chế độ 4 lần/ngày, một số ít trạm có lắp đặt triều ký. Hầu hết các trạm đều có số liệu đo đạc tương đối ổn định. Riêng trạm DK I-7 được đặt trên giàn nổi, có số liệu mực nước biển với chế độ đo đạc theo giờ bằng máy đo mực nước Steven A-71 từ năm 1992. Cột thủy chí của trạm sau khi thành lập hơn 1 năm đã bị lún và hỏng, thủy chí của trạm hiện đang được gắn

vào giàn nổi DK I-7 nên mực nước đo đạc những năm gần đây có xu thế biến động rất mạnh. Các trạm quan trắc mực nước biển được trình bày trong **Bảng 3.2**.

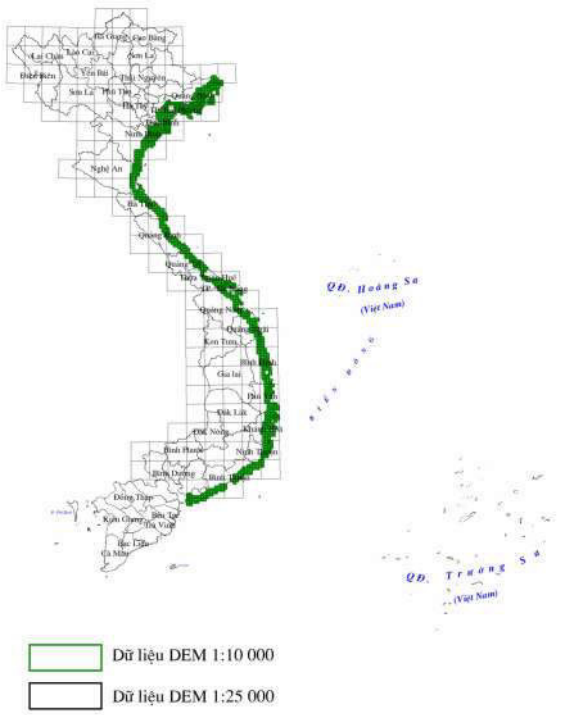
Như vậy, tính đến năm 2014, tại Việt Nam đã có 17 trạm quan trắc hải văn dọc bờ biển và các hải đảo. Trong số đó, trạm Trường Sa có chuỗi số liệu tương đối ngắn (13 năm), trạm DK I-7 có số liệu không ổn định do thủy chí được gắn vào giàn nổi.

Từ năm 1993, số liệu mực nước đo đạc từ vệ tinh cũng là nguồn số liệu đáng tin cậy trong đánh giá biến đổi mực nước biển tại Việt Nam. Bộ số liệu chuẩn sai mực nước biển của AVISO (*Archiving, Validation and Interpretation of the Satellite Oceanographic*) được tổ hợp từ các vệ tinh ERS-1/2, Topex/Poseidon (T/P), ENVISAT và Jason-1/2. Số liệu có độ phân giải thời gian là 7 ngày và không gian là 1/4 độ kinh vĩ. Các sai số của phép đo đã được hiệu chỉnh như sự trễ tín hiệu ở tầng đối lưu, tầng điện ly, thủy triều đại dương, áp suất nghịch đảo và sai số do thiết bị.

3.1.3. Số liệu bản đồ số địa hình



Hình 3.2. Sơ đồ dữ liệu bản đồ số địa hình tỷ lệ 1:2.000 và 1:5.000 các tỉnh đồng bằng và ven biển



Hình 3.3. Sơ đồ dữ liệu bản đồ số địa hình tỷ lệ 1:10.000 và 1:25.000 các tỉnh ven biển

Số liệu bản đồ địa hình được tập hợp và lựa chọn từ những bản đồ địa hình có tỷ lệ và chất lượng tốt nhất. Các dữ liệu bản đồ bao gồm:

+ Bản đồ số địa hình tỷ lệ 1:10.000, kích thước ô lưới 5mx5m, độ chính xác 2,5m - 5m của 19 tỉnh ven biển từ Quảng Ninh đến Bình Thuận (mô hình số địa hình, hành chính, thủy hệ) do Cục Đo đạc Bản đồ Việt Nam thực hiện năm 2012.

+ Mô hình số địa hình kích thước ô lưới là 2mx2m của 13 tỉnh đồng bằng sông Cửu Long, do Cục Viễn thám Quốc gia thực hiện năm 2008.

+ Bản đồ số địa hình tỷ lệ 1:2.000 do dự án bay chụp Lidar của Cục Đo đạc Bản đồ Việt Nam thực hiện năm 2016. Kích thước ô lưới 1mx1m, độ chính xác 0,2m-0,4m, diện tích bay chụp là 26.765 km^2 ứng với 21.535 mảnh bản đồ DEM, trong đó ở khu vực Bắc Bộ là 8.500km^2 (6.904 mảnh), Trung Bộ là 4.765 km^2 (4.179 mảnh) và Nam Bộ là 13.500 km^2

(10.452 mảnh).

+ Mô hình số địa hình tỷ lệ 1:2.000, kích thước ô lưới 2mx2m của khu vực thành phố Hồ Chí Minh do Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam thực hiện năm 2010.

+ Bản đồ số địa hình tỷ lệ 1:25.000 được sử dụng cho các khu vực không có nguy cơ ngập thuộc các tỉnh đồng bằng sông Hồng và ven biển miền Trung.

Sơ đồ dữ liệu bản đồ số địa hình theo các tỷ lệ được trình bày trong **Hình 3.2** và **Hình 3.3**.

3.2. Biến đổi của các yếu tố khí hậu

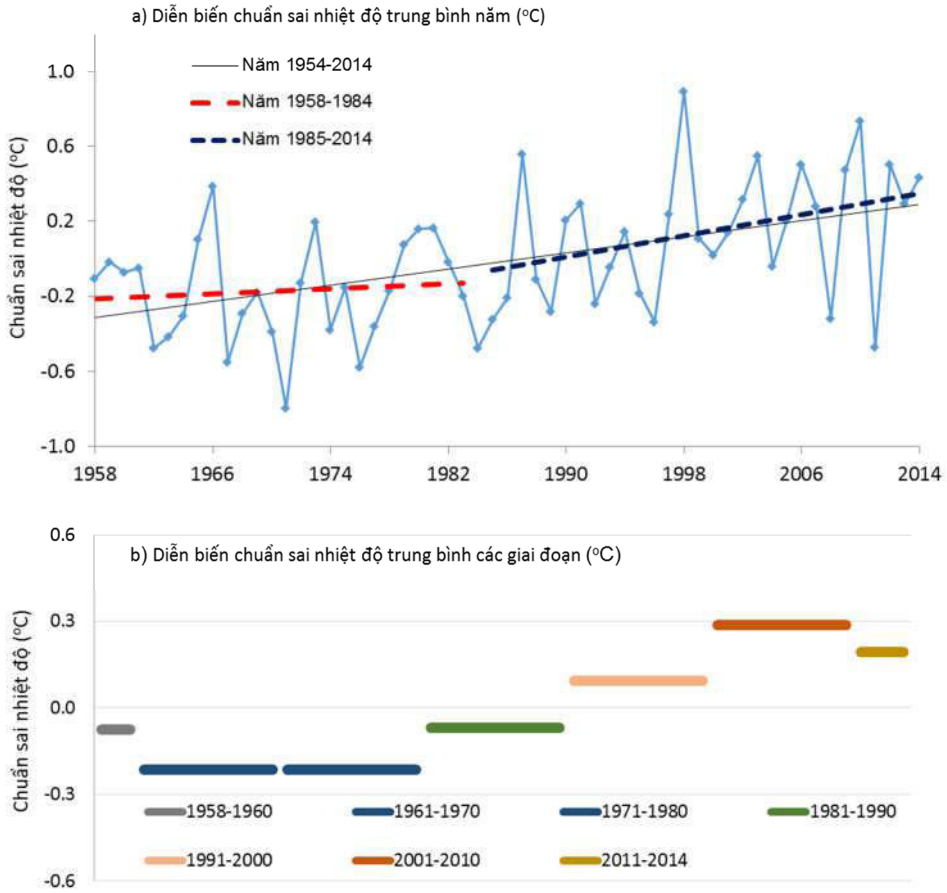
Hộp 5. Tóm tắt xu thế biến đổi khí hậu ở Việt Nam

- Nhiệt độ có xu thế tăng ở hầu hết các trạm quan trắc, tăng nhanh trong những thập kỷ gần đây. Trung bình cả nước, nhiệt độ trung bình năm thời kỳ 1958-2014 tăng khoảng 0,62^{o}C, riêng giai đoạn (1985-2014) nhiệt độ tăng khoảng 0,42^{o}C.
- Lượng mưa trung bình năm có xu thế giảm ở hầu hết các trạm phía Bắc; tăng ở hầu hết các trạm phía Nam.
- Cực trị nhiệt độ tăng ở hầu hết các vùng, ngoại trừ nhiệt độ tối cao có xu thế giảm ở một số trạm phía Nam.
- Hạn hán xuất hiện thường xuyên hơn trong mùa khô.
- Mưa cực đoan giảm đáng kể ở vùng Đồng Bằng Bắc Bộ, tăng mạnh ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên.
- Số lượng bão mạnh có xu hướng tăng.
- Số ngày rét đậm, rét hại có xu thế giảm nhưng xuất hiện những đợt rét dị thường.
- Ảnh hưởng của El Nino và La Nina có xu thế tăng.

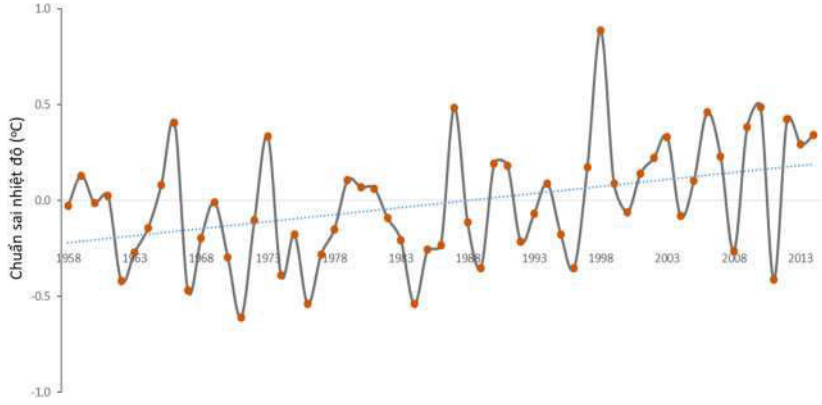
3.2.1. Nhiệt độ

Nhiệt độ có xu thế tăng ở hầu hết các trạm quan trắc, tăng nhanh trong những thập kỷ gần đây. Trung bình cả nước, nhiệt độ trung bình năm thời kỳ 1958-2014 tăng khoảng 0,62^{o}C, riêng giai đoạn (1985-2014) nhiệt độ tăng khoảng 0,42^{o}C (**Hình 3.4**). Tốc độ tăng trung bình mỗi thập kỷ khoảng 0,10^{o}C, thấp hơn giá trị trung bình toàn cầu (0,12^{o}C/thập kỷ, IPCC 2013).

Nhiệt độ tại các trạm ven biển và hải đảo có xu thế tăng ít hơn so với các trạm ở sâu trong đất liền (**Hình 3.5**). Có sự khác nhau về mức tăng nhiệt độ giữa các vùng và các mùa trong năm. Nhiệt độ tăng cao nhất vào mùa đông, thấp nhất vào mùa xuân. Trong 7 vùng khí hậu, khu vực Tây Nguyên có mức tăng nhiệt độ lớn nhất, khu vực Nam Trung Bộ có mức tăng thấp nhất (**Hình 3.6**).



Hình 3.4. Chuẩn sai nhiệt độ (°C) trung bình năm (a) và nhiều năm (b) trên quy mô cả nước



Hình 3.5. Chuẩn sai nhiệt độ trung bình năm (°C) đối với các trạm ven biển và hải đảo

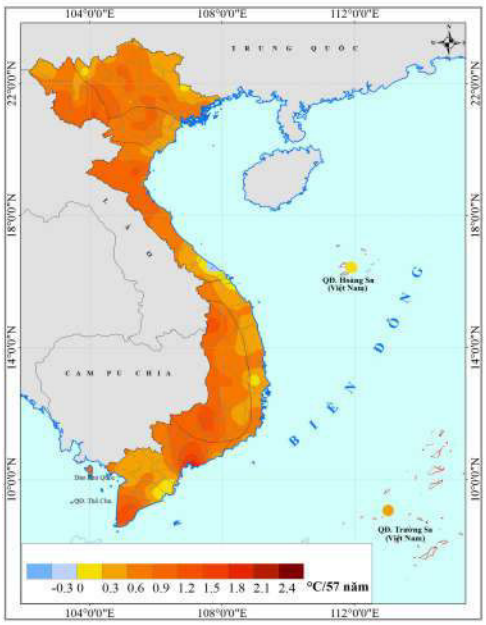
3.2.2. Lượng mưa

Trong thời kỳ 1958-2014, lượng mưa năm tính trung bình cả nước có xu thế tăng nhẹ. Trong đó, tăng nhiều nhất vào các tháng mùa đông và mùa xuân; giảm vào các tháng mùa thu. Nhìn chung, lượng mưa năm ở các khu vực phía Bắc có xu thế giảm (từ 5,8% ÷ 12,5%/57 năm); các khu vực phía Nam có xu thế tăng (từ 6,9% ÷ 19,8%/57 năm). Khu vực Nam Trung Bộ có mức tăng lớn nhất (19,8%/57 năm); khu vực đồng bằng Bắc Bộ có mức giảm lớn nhất (12,5%/57 năm).

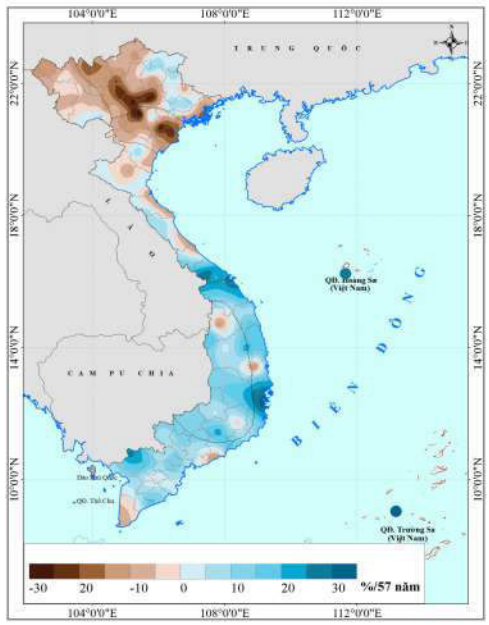
Đối với các khu vực phía Bắc, lượng mưa chủ yếu giảm rõ nhất vào các tháng mùa thu và tăng nhẹ vào các tháng mùa xuân. Đối với các khu vực phía Nam, lượng mưa các mùa ở các vùng khí hậu đều có xu thế tăng; tăng nhiều nhất vào các tháng mùa đông (từ 35,3% ÷ 80,5%/57 năm) và mùa xuân (từ 9,2% ÷ 37,6%/57 năm) (**Hình 3.7** và **Bảng 3.3**).

Bảng 3.3. Thay đổi lượng mưa (%) trong 57 năm qua (1958-2014) ở các vùng khí hậu

Khu vực	Xuân	Hè	Thu	Đông	Năm
Tây Bắc	19,5	-9,1	-40,1	-4,4	-5,8
Đông Bắc	3,6	-7,8	-41,6	10,7	-7,3
Đồng bằng Bắc Bộ	1,0	-14,1	-37,7	-2,9	-12,5
Bắc Trung Bộ	26,8	1,0	-20,7	12,4	0,1
Nam Trung Bộ	37,6	0,6	11,7	65,8	19,8
Tây Nguyên	11,5	4,3	10,9	35,3	8,6
Nam Bộ	9,2	14,4	4,7	80,5	6,9



Hình 3.6. Thay đổi nhiệt độ trung bình năm (°C) thời kỳ 1958-2014



Hình 3.7. Thay đổi lượng mưa năm (%) thời kỳ 1958-2014

3.2.3. Các hiện tượng cực đoan liên quan đến nhiệt độ

Theo số liệu quan trắc thời kỳ 1961-2014, nhiệt độ ngày cao nhất (Tx) và thấp nhất (Tm) có xu thế tăng rõ rệt, với mức tăng cao nhất lên tới 1°C/10 năm. Số ngày nóng (số ngày có Tx ≥35°C) có xu thế tăng ở hầu hết các khu vực của cả nước, đặc biệt là ở Đông Bắc, đồng bằng Bắc Bộ và Tây Nguyên với mức tăng phổ biến 2÷3 ngày/10 năm, nhưng giảm ở một số trạm thuộc Tây Bắc, Nam Trung Bộ và khu vực phía Nam. Các kỷ lục về nhiệt độ trung bình cũng như nhiệt độ tối cao liên tục được ghi nhận từ năm này qua năm khác. Một ví dụ điển hình như tại trạm Con Cuông (Nghệ An), nhiệt độ cao nhất quan trắc được trong đợt nắng nóng năm 1980 là 42°C, năm 2010 là 42,2°C và năm 2015 là 42,7°C.

Số lượng các đợt hạn hán, đặc biệt là hạn khắc nghiệt gia tăng trên phạm vi toàn quốc. Các giá trị kỷ lục liên tiếp được ghi nhận trong vài năm trở lại đây. Từ năm 2000 đến nay, khô hạn gay gắt hầu như năm nào cũng xảy ra. Vào năm 2010 mức độ thiếu hụt dòng chảy trên hệ thống sông, suối cả nước so với trung bình nhiều năm từ 60÷90%, mực nước ở nhiều nơi rất thấp, tương ứng với tần suất lặp lại 40÷100 năm. Năm 2015 mùa mưa kết thúc sớm, dẫn đến tổng lượng mưa thiếu hụt nhiều so với trung bình nhiều năm trên phạm vi cả nước, đặc biệt là ở Nam Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên.

Số ngày rét đậm, rét hại ở miền Bắc có xu thế giảm, đặc biệt là trong hai thập kỷ gần đây, tuy nhiên có sự biến động mạnh từ năm này qua năm khác, xuất hiện những đợt rét

đậm kéo dài kỷ lục, những đợt rét hại có nhiệt độ khá thấp. Năm 2008 miền Bắc trải qua đợt rét đậm, rét hại kéo dài 38 ngày (từ 13/1 đến 20/2), băng tuyết xuất hiện trên đỉnh Mẫu Sơn (Lạng Sơn) và Hoàng Liên Sơn (Lào Cai), nhiệt độ có giá trị -2 và -3°C. Mùa đông 2015-2016, rét đậm, rét hại diện rộng ở miền Bắc, tuy không kéo dài nhưng nhiệt độ đạt giá trị thấp nhất trong 40 năm gần đây; tại các vùng núi cao như Pha Đin, Sa Pa hay Mẫu Sơn, nhiệt độ thấp nhất dao động từ -5 đến -4°C; băng tuyết xuất hiện nhiều nơi, đặc biệt là ở một số nơi như Ba Vì (Hà Nội) và Kỳ Sơn (Nghệ An) có mưa tuyết lần đầu tiên trong lịch sử.

3.2.4. Các hiện tượng cực đoan liên quan đến mưa

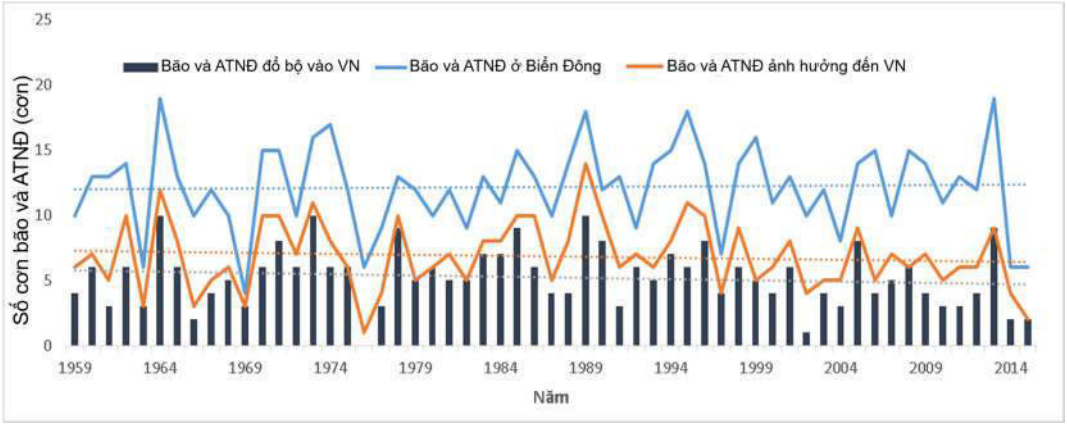
Mưa cực đoan có xu thế biến đổi khác nhau giữa các vùng khí hậu: giảm ở hầu hết các trạm thuộc Tây Bắc, Đông Bắc, đồng bằng Bắc Bộ và tăng ở phần lớn các trạm thuộc các vùng khí hậu khác. Số liệu quan trắc cho thấy mưa trái mùa và mưa lớn dị thường xảy ra nhiều hơn. Trong những năm gần đây, mưa lớn xảy ra bất thường hơn cả về thời gian, địa điểm, tần suất và cường độ. Ví dụ, mưa lớn kỷ lục năm 2008 ở Hà Nội và lân cận, với lượng mưa quan trắc được từ 19 giờ ngày 30/10/2008 đến 01 giờ ngày 1/11/2008 lên tới 408mm tại trạm Hà Nội. Mưa lớn vào tháng 10/2010 ở khu vực từ Nghệ An đến Quảng Bình với tổng lượng mưa 10 ngày dao động từ 700÷1600mm, chiếm trên 50% tổng lượng mưa năm. Trận mưa lớn ở Quảng Ninh vào cuối tháng 7 đầu tháng 8/2015 đã lập kỷ lục cường độ mưa tập trung trên phạm vi hẹp; cụ thể, trong cả đợt mưa từ 23/07 đến 04/08, tổng lượng mưa đo được dao động từ 1000÷1300mm, riêng tại Cửa Ông lượng mưa đo được gần 1600mm. Mưa lớn không chỉ xảy ra trong mùa mưa mà ngay cả trong mùa khô, đợt mưa trái mùa từ ngày 24 đến 27/3/2015 ở Thừa Thiên - Huế đến Quảng Ngãi có lượng mưa phổ biến từ 200÷500mm.

3.2.5. Bão và áp thấp nhiệt đới

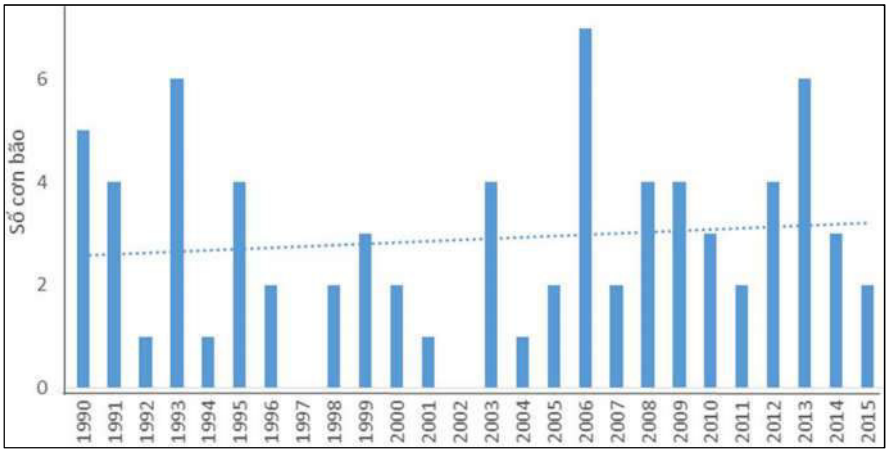
Theo số liệu thống kê thời kỳ 1959-2015, trung bình hàng năm có khoảng 12 cơn bão và áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) hoạt động trên Biển Đông, trong đó khoảng 45% số cơn hình thành ngay trên Biển Đông và 55% số cơn hình thành từ Thái Bình Dương di chuyển vào. Mỗi năm có khoảng 7 cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến Việt Nam, trong đó có 5 cơn đổ bộ hoặc ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền nước ta. Nơi có tần suất hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới lớn nhất nằm ở phần giữa của khu vực Bắc Biển Đông. Khu vực bờ biển miền Trung từ 16°N đến 18°N và khu vực bờ biển Bắc Bộ (từ 20°N trở lên) có tần suất hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới cao nhất trong cả dải ven biển Việt Nam.

Theo số liệu thời kỳ 1959-2015, bão và áp thấp nhiệt đới hoạt động trên Biển Đông, ảnh hưởng và đổ bộ vào Việt Nam là ít biến đổi. Tuy nhiên, biến động của số lượng bão và áp thấp nhiệt đới là khá rõ; có năm lên tới 18÷19 cơn bão và áp thấp nhiệt đới hoạt động trên Biển Đông (19 cơn vào năm 1964, 2013; 18 cơn vào năm 1989, 1995); nhưng có năm chỉ có 4÷6 cơn (4 cơn vào năm 1969, 6 cơn vào năm 1963, 1976, 2014, 2015) (**Hình 3.8**). Theo số liệu thống kê trong những năm gần đây, những cơn bão mạnh (sức gió mạnh nhất từ cấp 12 trở lên) có xu thế tăng nhẹ (**Hình 3.9**). Mùa bão kết thúc muộn hơn và đường đi của bão có xu thế dịch chuyển về phía Nam với nhiều cơn bão đổ bộ vào khu vực phía Nam hơn trong những năm gần đây.

Hoạt động và ảnh hưởng của bão và áp thấp nhiệt đới đến nước ta trong những năm gần đây có những diễn biến bất thường. Tháng 3/2012, bão Pakhar đổ bộ vào miền Nam Việt Nam với cường độ gió mạnh nhất theo số liệu qua trắc được. Bão Sơn Tinh (10/2012) và Hai Yan (10/2012) có quỹ đạo khác thường khi đổ bộ vào miền Bắc vào cuối mùa bão. Năm 2013 có số lượng bão và áp thấp nhiệt đới đổ bộ vào Việt Nam nhiều nhất (8 cơn bão và 1 áp thấp nhiệt đới).



Hình 3.8. Diễn biến bão và áp thấp nhiệt đới thời kỳ 1959-2014



Hình 3.9. Diễn biến bão với cường độ gió từ cấp 12 trở lên ở Biển Đông (1990-2015)

3.3. Biến đổi của mực nước biển

Hộp 6. Tóm tắt xu thế biến đổi mực nước biển tại Việt Nam

- Theo số liệu mực nước quan trắc tại các trạm hải văn:
  - Mực nước tại hầu hết các trạm đều có xu thế tăng.
  - Trạm Phú Quý có xu thế tăng mạnh nhất (5,6mm/năm).
  - Trạm Hòn Ngư và Cô Tô có xu thế giảm (5,77 và 1,45mm/năm).
  - Trạm Cồn Cỏ và Quy Nhơn không có xu thế rõ rệt.
  - Mực nước trung bình tại tất cả các trạm có xu thế tăng khoảng 2,45mm/năm.
  - Giai đoạn 1993-2014, mực nước tại các trạm có xu thế tăng khoảng 3,34mm/năm.
- Theo số liệu vệ tinh giai đoạn 1993-2014:
  - Mực nước trung bình toàn Biển Đông có xu thế tăng (4,05±0,6mm/năm).
  - Mực nước trung bình khu vực ven biển Việt Nam có xu thế tăng (3,50±0,7mm/năm).
  - Mực nước khu vực ven biển Nam Trung Bộ tăng mạnh nhất (5,6mm).
  - Mực nước khu vực ven biển Vịnh Bắc Bộ có mức tăng thấp nhất (2,5mm/năm).

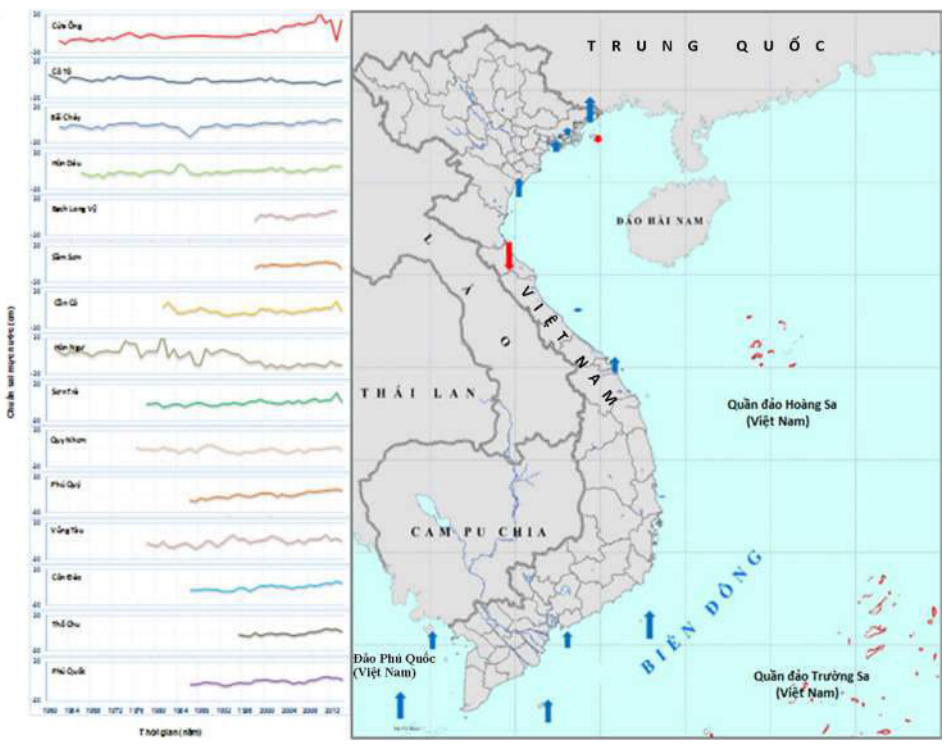
3.3.1. Biến đổi mực nước biển theo số liệu quan trắc tại các trạm hải văn

Phương pháp phân tích xu thế biến đổi mực nước theo thời gian và phương pháp kiểm nghiệm thống kê T-test đã được áp dụng để đánh giá xu thế biến đổi mực nước biển tại các trạm quan trắc. Kết quả tính toán cho thấy, ngoại trừ trạm Cồn Cỏ và trạm Quy Nhơn có

xu thế không rõ ràng, không thỏa mãn tiêu chuẩn kiểm nghiệm, số liệu tại hầu hết các trạm đều thỏa mãn tiêu chuẩn. Tại hầu hết các trạm, mực nước biển có xu thế tăng, với tốc độ mạnh nhất vào khoảng 5,58mm/năm tại Phú Quý và 5,28mm tại Thổ Chu. Tuy nhiên, mực nước tại trạm Cô Tô và Hòn Ngư lại có xu thế giảm với tốc độ lần lượt là 5,77 và 1,45mm/năm. Tính trung bình, mực nước tại các trạm hải văn của Việt Nam có xu hướng tăng rõ rệt với mức tăng khoảng 2,45mm/năm (**Bảng 3.4**, **Hình 3.10**). Nếu tính trong thời kỳ 1993-2014, mực nước biển trung bình tại các trạm hải văn đều có xu thế tăng với mức độ tăng trung bình khoảng 3,34mm/năm.

Bảng 3.4. Đánh giá và kiểm nghiệm thống kê xu thế biến đổi mực nước biển trung bình

TT	Tên trạm	Thời gian quan trắc	Xu thế biến đổi	Chỉ số kiểm nghiệm	Đánh giá
1	Cửa Ông	1962 - 2014	5,23	0,78	Tăng
2	Cô Tô	1960 - 2014	-1,39	0,60	Giảm
3	Bãi Cháy	1962 - 2014	1,54	0,50	Tăng
4	Bạch Long Vỹ	1998 - 2014	1,33	0,58	Tăng
5	Hòn Dáu	1960 - 2014	2,02	0,62	Tăng
6	Sầm Sơn	1998 - 2014	3,65	0,80	Tăng
7	Hòn Ngư	1961 - 2014	-5,77	0,71	Giảm
8	Cồn Cỏ	1981 - 2014	0,61	0,11	Không rõ xu thế
9	Sơn Trà	1978 - 2014	2,89	0,70	Tăng
10	Quy Nhơn	1986 - 2014	-0,01	0,09	Không rõ xu thế
11	Phú Quý	1986 - 2014	5,58	0,90	Tăng
12	Vũng Tàu	1978 - 2014	3,19	0,60	Tăng
13	Côn Đảo	1986 - 2014	4,79	0,86	Tăng
14	Thổ Chu	1995-2014	5,28	0,79	Tăng
15	Phú Quốc	1986-2014	3,40	0,76	Tăng
	Trung bình		**2,45**		

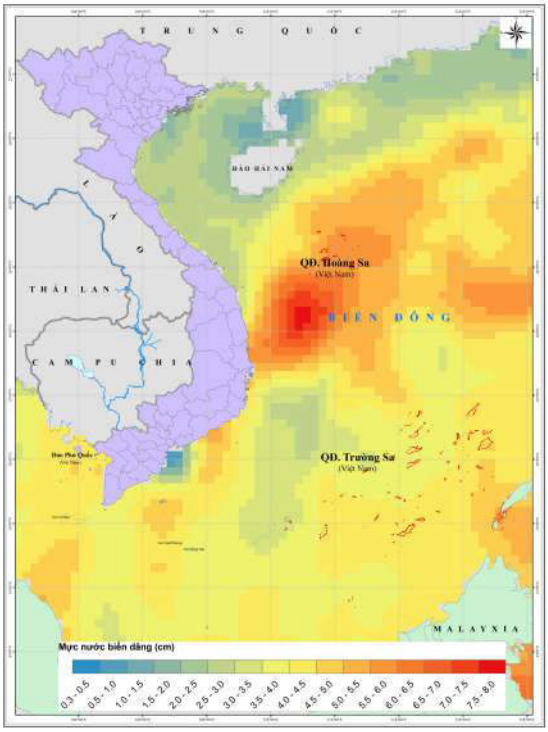


Hình 3.10. Xu thế biến đổi mực nước biển trung bình năm tại các trạm hải văn

3.3.2. Biến đổi mực nước biển theo số liệu vệ tinh

Tốc độ biến thiên mực nước biển trung bình theo số liệu vệ tinh được xác định theo phương pháp tương tự như số liệu tại trạm hải văn. Xu thế biến đổi được tính từ chuỗi số liệu chuẩn sai độ cao bề mặt biển từ năm 1993 đến 2014, kết quả cho thấy, mực nước trung bình toàn Biển Đông biến đổi với tốc độ khoảng 4,05±0,6mm/năm, cao hơn so với tốc độ tăng trung bình toàn cầu trong cùng giai đoạn (3,25 ± 0,08 mm/năm) (**Hình 3.11**).

Phân bố theo không gian của xu thế thay đổi mực nước biển ở Biển Đông được trình bày trong **Hình 3.11**. Mực nước ở vùng biển ngoài khơi miền Trung (từ bờ biển Việt Nam sang Philippine có xu thế tăng cao nhất (5,0÷5,5mm/năm). Khu vực phía bắc Biển Đông có tốc độ tăng thấp hơn (1,0÷2,0mm/năm).



Hình 3.11. Xu thế thay đổi mực nước biển toàn Biển Đông theo số liệu vệ tinh

Tính trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam, mực nước biển tăng khoảng 3,50±0,7mm/năm. Khu vực ven biển Trung Bộ tăng mạnh nhất với tốc độ tăng khoảng trên 4mm/năm, trong đó lớn nhất tại khu vực ven biển Nam Trung Bộ với tốc độ tăng đến trên 5,6mm/năm; khu vực ven biển vịnh Bắc Bộ có mức tăng thấp hơn, khoảng 2,5mm/năm (**Hình 3.11**).

IV. Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam

4.1. Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu

4.1.1. Phương pháp phân tích xu thế và mức độ biến đổi trong quá khứ

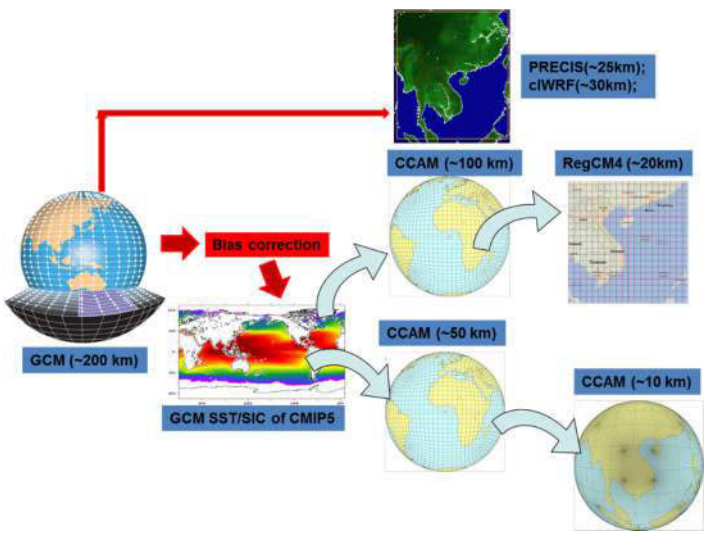
Phương pháp hồi quy tuyến tính được sử dụng để xác định xu thế và mức độ biến đổi của các biến khí hậu. Số liệu thực đo về nhiệt độ, lượng mưa tại 150 trạm khí tượng, thủy văn, số liệu quan trắc về bão, các đợt nắng nóng, rét,... được dùng để phân tích xu thế và mức độ biến đổi của các biến khí hậu trong quá khứ.

4.1.2. Phương pháp tính toán xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu

1) Phương pháp chi tiết hóa động lực

Chi tiết hóa động lực là phương pháp chính được sử dụng để tính toán xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam. Mô hình khí hậu động lực có ưu điểm là xét đến các quá trình vật lý và hóa học của khí quyển, do đó cho kết quả lôgic giữa các biến khí hậu.

Năm mô hình khí hậu khu vực (RCM) được áp dụng trong tính toán là: (i) Mô hình AGCM/MRI của Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản, (ii) Mô hình PRECIS của Trung tâm Khí tượng Hadley - Vương quốc Anh, (iii) Mô hình CCAM của Tổ chức Nghiên cứu Khoa học và Công nghiệp Liên bang Úc (CSIRO), (iv) Mô hình RegCM của Ý và (v) Mô hình clWRF của Mỹ. Mỗi mô hình có các phương án tính toán khác nhau dựa trên kết quả tính toán từ mô hình toàn cầu của IPCC (2013) (**Hình 4.1**). Tổng cộng có 16 phương án tính toán từ 5 mô hình nói trên (**Bảng 4.1**).



Hình 4.1. Sơ đồ mô tả quá trình chi tiết hóa động lực độ phân giải cao cho Việt Nam

- ***Mô hình CCAM***

CCAM (*Conformal Cubic Atmospheric Model*) là mô hình khí quyển toàn cầu do CSIRO xây dựng có khả năng mô phỏng khí hậu ở các quy mô khác nhau, từ toàn cầu đến khu vực. Mô hình sử dụng phương pháp thủy tĩnh và phương pháp bán - Lagranian đối với bình lưu ngang cùng với nội suy phương ngang song khối (*bi-cubic*). Mô hình sử dụng sơ đồ bức xạ GFDL của phòng nghiên cứu động lực học chất lưu địa vật lý Hòa Kỳ (The Geophysical Fluid Dynamics Laboratory), sơ đồ mây Rotstayn, sơ đồ lớp biên hành tinh Monin-Obukhov, sơ đồ đất 6 lớp, sơ đồ mây đối lưu thông lượng khối. Đặc biệt, CCAM sử dụng sơ đồ tham số hóa đơn giản nhằm tăng cường vai trò của nhiệt độ mặt nước biển (SST). Mô hình sử dụng lưới 3 chiều xen kẽ, độ phân giải thô tại các khu vực xa trung tâm miền tính và mịn dần vào trung tâm miền tính, tại trung tâm miền tính có độ phân giải cao nhất (McGregor 1993, 1996, 2003, 2005a,b; McGregor và Dix 2001, 2008).

- ***Mô hình PRECIS***

PRECIS (*Providing Regional Climates for Impacts Studies*) là mô hình khí hậu khu vực do Trung tâm Hadley phát triển nhằm phục vụ việc xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho khu vực nhỏ. Mô hình PRECIS có thể chạy với hai tùy chọn với kích thước lưới 50x50km và 25x25km. Phiên bản PRECIS 2.0 được ứng dụng tại Việt Nam là mô hình RCM HadRM3P. Đây là phiên bản cải tiến của mô hình khí quyển thành phần HadAM3P thuộc mô hình khí quyển đại dương toàn cầu HadCM3.

Bảng 4.1. Các mô hình được sử dụng trong tính toán cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu

TT	Mô hình	Trung tâm phát triển	Các phương án tính toán	Độ phân giải, miền tính	Số mực thẳng đứng
1	clWRF	Cộng tác của nhiều cơ quan: NCAR, NCEP, FSL, AFWA, …	1) NorESM1-M	30 km, 3,5-27N và 97,5-116E	27
2	PRECIS	Trung tâm Khí tượng Hadley - Vương Quốc Anh	1) CNRM-CM5 2) GFDL-CM3 3) HadGEM2-ES	25 km, 6,5-25N và 99,5-115E	19
3	CCAM	Tổ chức Nghiên cứu Khoa học và Công nghiệp Liên bang Úc (CSIRO)	1) ACCESS1-0 2) CCSM4 3) CNRM-CM5 4) GFDL-CM3 5) MPI-ESM-LR 6) NorESM1-M	10 km, 5-30N và 98-115E	27
4	RegCM	Trung tâm quốc tế về Vật lý lý thuyết	1) ACCESS1-0 2) NorESM1-M	20 km, 6,5-30N và 99,5-119.5E	18
5	AGCM/MRI	Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản (MRI)	1) NCAR-SST 2) HadGEM2-SST 3) GFDL- SST 4) Tổ hợp các SST	20 km, toàn cầu	19

- ***Mô hình RegCM***

RegCM (*Regional Climate Model*) là mô hình khí hậu khu vực, do Trung tâm quốc tế về Vật lý lý thuyết phát triển từ sự kết hợp giữa mô hình khí hậu toàn cầu (*Community Climate Model - CCM*) của NCAR và phiên bản 4 của mô hình quy mô vừa (MM4) (Marshall và Henson, 1997). Đây là mô hình linh hoạt, có thể áp dụng trong nghiên cứu khí hậu đối với các khu vực khác nhau. Sau nhiều bổ sung và cải tiến các sơ đồ tham số hóa vật lý, sơ đồ truyền bức xạ, vật lý bề mặt đất, RegCM có thể áp dụng trong mô phỏng, dự báo khí hậu.

Hệ thống mô hình RegCM bao gồm 4 thành phần chính là Terrain, ICBC, RegCM và PostProc. Trong đó Terrain và ICBC thuộc bộ phận tiền xử lý dữ liệu địa hình như độ cao, sử dụng đất, bề mặt biển,… các điều kiện ban đầu và điều kiện biên. RegCM có thể chạy với điều kiện biên từ các mô hình khí hậu toàn cầu GCM. Các số liệu tái phân tích làm đầu vào được sử dụng như Era40 và Era-Interim từ ECMWF (*European Centre for Medium Range Weather Forecasts*), NNRP1 và NNRP2 từ NCEP (*National Centre for Environmental Prediction*), JRA25 từ JMA (*Japan Meteorological Agency*), SST trung bình tuần (OISST) và trung bình tháng (sst_mnmean) từ NOAA (*National Ocean and Atmosphere Administration*).

Phiên bản RegCM4 được cải tiến hơn, bao gồm: một số sơ đồ tham số hóa mới như sơ đồ quá trình đất bề mặt CML, sơ đồ lớp biên hành tinh UW và sơ đồ biến trình SST, thay đổi một số sơ đồ gồm lớp biên Holtslag, sơ đồ chuyển đổi phát xạ và một số cấu hình mới linh hoạt hơn và dễ áp dụng hơn với các trình biên dịch khác nhau.

- ***Mô hình clWRF***

Mô hình Nghiên cứu và Dự báo thời tiết WRF (*Weather Research and Forecast*) là mô hình số trị linh hoạt cao, có thể sử dụng cho dự báo thời tiết, dự báo bão và dự tính khí hậu.

Mô hình WRF3.x là phiên bản cải tiến cho mô phỏng khí hậu và được gọi là clWRF (*Climate WRF model*). Về cơ bản, clWRF vẫn giữ nguyên các thành phần của phiên bản thời tiết và được bổ sung thêm các mô đun cho phép sử dụng với các kịch bản phát thải khí nhà kính SRES cũng như RCP cho bài toán khí hậu và biến đổi khí hậu (Peter và nnk, 2009; Chakrit và nnk, 2012; Fita và nnk, 2009).

Mô hình clWRF sử dụng sơ đồ bức xạ CAM với tỷ số xáo trộn khí CO_2 từ kịch bản SRES-A2. Có thể dễ dàng thay đổi tỷ số xáo trộn của 5 loại khí: CO_2, N_2O, CH_4, CFC-11 và CFC-12 (Fita, 2010). Kết quả của mô hình gồm giá trị trung bình, giá trị cực tiểu và cực đại của một số biến như nhiệt độ ở mức độ cao 2 m so với bề mặt đất, giáng thủy, tốc độ gió bề mặt, độ ẩm riêng.

- ***Mô hình AGCM/MRI***

Mô hình AGCM/MRI là sự kết hợp giữa mô hình dự báo thời tiết thời đoạn ngắn với mô hình khí hậu thế hệ mới, mô phỏng khí hậu thời gian dài với độ phân giải 20 km và 60 km. AGCM/MRI dùng số liệu 25 năm (1979-2003) để mô phỏng khí hậu thời kỳ cơ sở. Mô hình tính toán cho tương lai xa (2075-2099) (25 năm) theo kịch bản RCP8.5.

2) Lựa chọn kết quả dự tính của mô hình khí hậu

Năm mô hình khí hậu khu vực (AGCM/MRI, PRECIS, CCAM, RegCM, clWRF) đã được áp dụng để tính toán xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam. Tổng cộng có 16 phương án tính toán được thực hiện, sử dụng kết quả đầu vào từ các mô hình toàn cầu khác nhau. Mô hình AGCM/MRI: 4 phương án (NCAR, SSTHadGEM2, SSTGFDL-SST, tổ hợp các SST); mô hình PRECIS: 3 phương án (CNRM-CM5, GFDL-CM3, HadGEM2-ES); mô hình CCAM: 6 phương án (ACCESS1-0, CCSM4, CNRM-CM5, GFDL-CM3, MPI-ESM-LR, NorESM1-M); mô hình RegCM: 2 phương án (ACCESS1-0, NorESM1-M); mô hình clWRF: 1 phương án (NorESM1-M).

Việc áp dụng nhiều mô hình khí hậu khu vực với nhiều phương án tính theo các mô hình toàn cầu khác nhau sẽ cung cấp nhiều thông tin khách quan hơn, giúp đánh giá mức độ chắc chắn của kết quả dự tính khí hậu tương lai và tăng mức độ tin cậy của kết quả tính toán. (Weigel và nnk, 2008). Do vậy, IPCC đã sử dụng và khuyến nghị sử dụng tổ hợp đa mô hình để có kết quả tốt hơn (IPCC, 2007).

Đánh giá kết quả của 5 mô hình khí hậu được áp dụng ở Việt Nam cho thấy, các mô hình đều mô phỏng khá tốt nhiệt độ trên hầu hết các khu vực của Việt Nam, chỉ riêng mô hình clWRF có sai số hệ thống tương đối lớn. Kết quả tính toán về lượng mưa có sự khác biệt giữa các mô hình đối với các vùng khí hậu của Việt Nam. Trong đó, mô hình PRECIS cho kết quả tính toán tốt hơn so với các mô hình còn lại (Nguyễn Văn Hiệp, 2015). Vì vậy, để đảm bảo mức độ tin cậy, kịch bản biến đổi khí hậu đối với nhiệt độ được xây dựng theo kết quả tính toán của cả 5 mô hình, kịch bản biến đổi của lượng mưa được xây dựng dựa trên kết quả tính toán từ 3 phương án của mô hình PRECIS.

Kết quả tính toán của các biến khí hậu trong tương lai được so sánh với thời kỳ cơ sở (1986-2005), giai đoạn này cũng được IPCC dùng làm giai đoạn cơ sở để so sánh trong AR5.

Đối với nhiệt độ trung bình, tối cao, tối thấp:

$$T_{tương\ lai} = T_{\ tương\ lai} \quad \overline{T_{1986-2005}} \qquad (4.1)$$

Đối với lượng mưa:

$$R_{tương\ lai} = \frac{(R_{\ tương\ lai} - \overline{R_{1986-2005}})}{\overline{R_{1986-2005}}} \quad 100 \qquad (4.2)$$

Trong đó: $\Delta T_{tương\ lai}$ = Thay đổi của nhiệt độ trong tương lai so với thời kỳ cơ sở (^{0}C), $T^*_{tương\ lai}$ = Nhiệt độ trong tương lai (^{o}C), $\overline{T_{1986-2005}}$ = Nhiệt độ trung bình của thời kỳ cơ sở (1986-2005) (^{o}C), $\Delta R_{tương\ lai}$ = Thay đổi của lượng mưa trong tương lai so với thời kỳ cơ sở (%), $R^*_{tương\ lai}$ = Lượng mưa trong tương lai (mm), $\overline{R_{1986-2005}}$ = Lượng mưa trung bình của thời kỳ cơ sở (1986-2005) (mm).

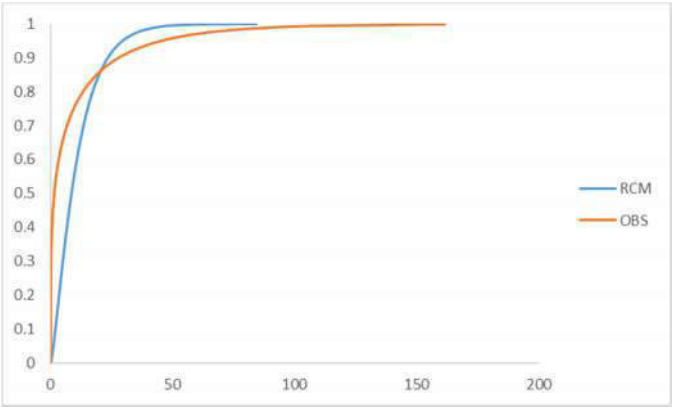
4.1.3. Phương pháp thống kê hiệu chỉnh kết quả mô hình

Như đã đề cập ở Mục 4.1.2, mô hình khí hậu động lực có ưu điểm là mô phỏng các quá trình vật lý và hóa học của khí quyển, kết quả của mô hình có tính lôgic giữa các biến khí hậu. Tuy nhiên mô hình cũng có nhược điểm là thường không mô phỏng tốt các yếu tố địa phương do không đủ mức độ chi tiết của các dữ liệu đầu vào. Hơn nữa, mỗi mô hình đều có sai số hệ thống nhất định. Vì thế, kết quả của mô hình cần được hiệu chỉnh dựa trên số liệu thực đo tại trạm để phản ánh điều kiện cụ thể của địa phương và cũng để giảm sai số hệ thống.

Việc hiệu chỉnh sai số hệ thống (bias correction) cho các biến nhiệt độ trung bình ngày và lượng mưa ngày tại mỗi trạm được thực hiện như sau:

1) Hiệu chỉnh lượng mưa

Phương pháp hiệu chỉnh phân vị (Quantile Mapping) được sử dụng để điều chỉnh kết quả tính toán lượng mưa ngày từ mô hình dựa trên số liệu quan trắc trong quá khứ tại trạm khí tượng thủy văn. Đối với mỗi phân vị của chuỗi kết quả từ mô hình, một hàm chuyển riêng biệt được xây dựng để loại bỏ sai số từ mô hình sao cho lượng mưa tính toán từ mô hình phù hợp với số liệu quan trắc tại phân vị này (Ines, V. M. và nnk, 2006; Kumar Mishra, B. và nnk, 2014).



Hình 4.2. Minh họa phân bố luỹ tích mưa
(màu đỏ: quan trắc, màu xanh: mô hình)

2) Hiệu chỉnh nhiệt độ

Phương pháp hiệu chỉnh dựa trên các ngưỡng phân vị được áp dụng đối với nhiệt độ (trung bình ngày, tối cao, tối thấp) (Amengual và nnk, 2012).

- Xây dựng hàm phân bố lũy tích đối với chuỗi nhiệt độ quan trắc cũng như nhiệt độ tính toán từ mô hình cho thời kỳ cơ sở cũng như các giai đoạn trong tương lai.
- Tại mỗi phân vị, hiệu chỉnh nhiệt độ tính toán từ mô hình dựa trên nhiệt độ quan trắc ứng với phân vị này. Hàm chuyển được xác định như sau:

$$P_i = O_i + g^{\bar{}} + f\ '_i \qquad (4.3)$$

Trong đó: i = phân vị thứ i trong chuỗi số liệu nhiệt độ quan trắc và tính toán từ mô hình, O = nhiệt độ quan trắc, P = nhiệt độ từ mô hình sau khi hiệu chỉnh, $^{\bar{}} = \bar{S}_f \quad \bar{S}_c$ với $\bar{S}_f$ và $\bar{S}_c$ tương ứng là nhiệt độ trung bình chưa hiệu chỉnh giai đoạn tương lai và thời kỳ cơ sở, $'_i = S_{fi} \quad S_{ci} \quad ^{\bar{}}$, với S_{fi} và S_{ci} lần lượt là nhiệt độ chưa hiệu chỉnh của mô hình giai đoạn tương lai và thời kỳ cơ sở tại cùng một phân vị thứ i.

$$f = \frac{\sigma_o}{\sigma_{S_c}} \quad (4.4)$$

Trong đó: σ_{S_c} và σ_o là độ lệch tiêu chuẩn của chuỗi số liệu quan trắc và mô hình thời kỳ cơ sở tương ứng.

4.1.4. Đánh giá mức độ tin cậy của kết quả tính toán các biến khí hậu

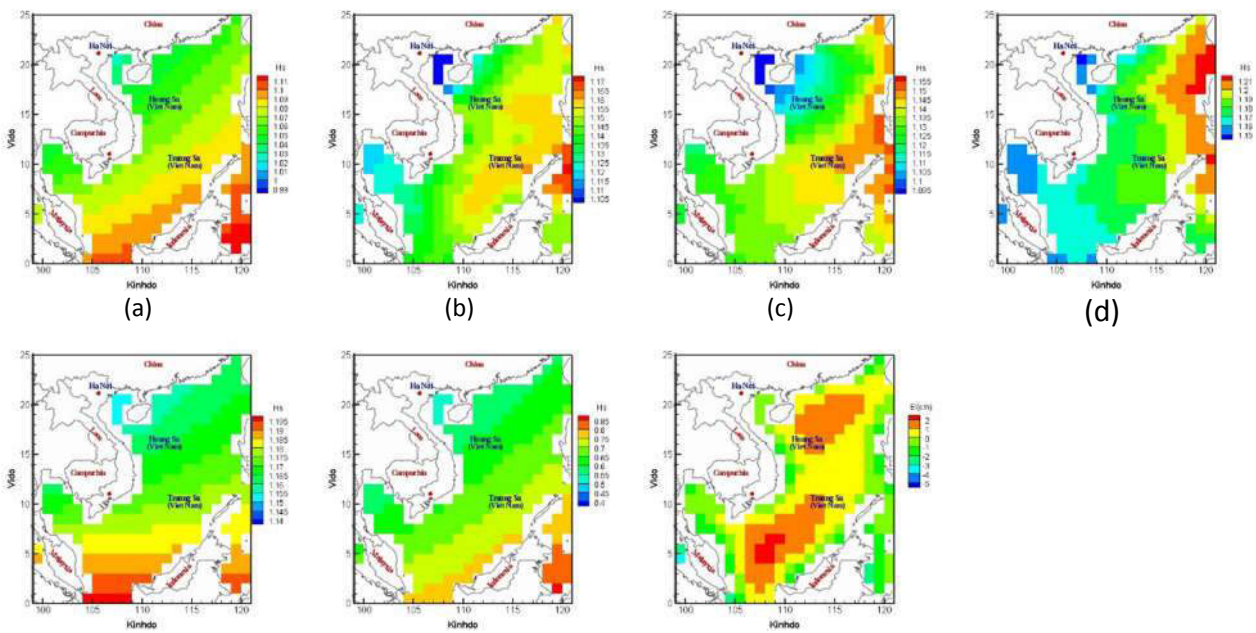
Kịch bản biến đổi khí hậu mô tả trạng thái khí hậu trong tương lai dựa trên các giả định về sự thay đổi nồng độ khí nhà kính gắn liền với các phương án phát triển kinh tế - xã hội toàn cầu. Kịch bản được tính toán bằng mô hình toán lý mô phỏng hệ thống khí hậu với số liệu đầu vào là nồng độ các khí nhà kính. Những yếu tố địa phương và khu vực có thể ảnh hưởng đến kịch bản biến đổi khí hậu. Điều này có nghĩa rằng luôn tồn tại sự chưa chắc chắn (biến động) trong kịch bản biến đổi khí hậu đối với bất kỳ khu vực cụ thể nào. Chính vì vậy, cần thiết phải đánh giá các phương án, tình huống có thể xảy ra trong tương lai của khí hậu theo các mức biến đổi khác nhau.

Trong kịch bản này, bên cạnh giá trị trung bình được tính tổ hợp từ các kết quả của các mô hình thành phần (kịch bản dễ xảy ra nhất), khoảng biến đổi có thể xảy ra cũng được tính toán, đó là cận dưới và cận trên của kịch bản tương ứng với các xác suất.

4.2. Phương pháp xây dựng kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu

4.2.1. Phương pháp tính toán xây dựng kịch bản nước biển dâng

Phương pháp tính toán kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam được xây dựng theo phương pháp của IPCC trong báo cáo AR5, các nghiên cứu của Church (2013) và Slagen (2014), các kịch bản nước biển dâng của các quốc gia như Úc, Hà Lan, Singapore.



Hình 4.3. Phân bố theo không gian của các thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng

Chú thích: (a) Tan băng ở các sông băng, núi băngtrên lục địa; (b) Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Greenland; (c) Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Nam cực; (d) Động lực băng ở Greenland; (e) Động lực băng ở Nam cực; (f) Thay đổi lượng trữ nước trên lục địa, (g) Điều chỉnh đẳng tĩnh băng

Mực nước biển dâng tổng cộng tại một khu vực được xác định là tổng của các thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng, bao gồm: (i) Giãn nở nhiệt và động lực; (ii) Tan băng của các sông băng, núi băng trên lục địa; (iii) Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở

Greenland; (iv) Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Nam Cực; (v) Động lực băng ở Greenland; (vi) Động lực băng ở Nam Cực; (vii) Thay đổi lượng trữ nước trên lục địa; và (viii) Điều chỉnh đẳng tĩnh băng. **Hình 4.3** trình bày sự phân bố theo không gian của các thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng cho khu vực biển Đông được nội suy từ nguồn số liệu toàn cầu theo nghiên cứu của Slagen (2014).

Bảng 4.2 trình bày các thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng toàn cầu và phương pháp tính mực nước biển dâng cho khu vực biển Việt Nam.

Kịch bản nước biển dâng được xây dựng cho 28 tỉnh/thành phố ven biển, các quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa, trung bình cho 7 khu vực ven biển Việt Nam và trung bình cho toàn Biển Đông.

Bảng 4.2. Các thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng toàn cầu và phương pháp tính mực nước biển dâng cho khu vực biển Việt Nam

TT	Thành phần	Phương pháp	Số liệu
1	Giãn nở nhiệt và động lực	Tính từ thành phần nước biển dâng do giãn nở nhiệt trung bình toàn cầu (*zostoga*) và nước biển dâng do động lực (*zos*) trong các mô hình AOGCM. Các thành phần này được hiệu chỉnh trước khi được nội suy về cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của IPCC.	Từ các mô hình khí quyển - đại dương toàn cầu AOGCM.
2	Tan băng của các sông băng, núi băng trên lục địa	Nội suy cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu.	Từ thành phần "*glaciers*" trong bộ số liệu của IPCC.
3	Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Greenland	Nội suy cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu.	Từ thành phần "*greensmb*" trong bộ số liệu của IPCC.
4	Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Nam Cực	Nội suy cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu	Từ thành phần "*antsmb*" trong bộ số liệu của IPCC.
5	Động lực băng ở Greenland	Nội suy cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu.	Từ thành phần "*greendyn*" trong bộ số liệu của IPCC.
6	Động lực băng ở Nam Cực	Nội suy cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu	Từ thành phần "*antdyn*" trong bộ số liệu của IPCC.
7	Thay đổi lượng trữ nước trên lục địa	Nội suy cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu.	Từ thành phần "*landwater*" trong bộ số liệu của IPCC.
8	Điều chỉnh đẳng tĩnh băng	Dùng kết quả của mô hình ICE5G, gồm thành phần tốc độ thay đổi của mặt geoid, tốc độ dịch chuyển theo phương đứng.	Từ kết quả của mô hình ICE5G (Peltier, 2004).



Hình 4.4. Sơ đồ phân vùng và các ô lưới cho các khu vực ven biển

4.2.2. Đánh giá mức độ tin cậy của kết quả tính toán mực nước biển dâng

1) Mức độ chưa chắc chắn của kết quả tính toán mực nước biển dâng

Mức độ chưa chắc chắn của kết quả tính toán mực nước biển dâng tổng cộng được tính từ mức độ chưa chắc chắn của các thành phần. Đối với thành phần động lực và giãn nở nhiệt được tính từ các mô hình; đối với thành phần thay đổi cân bằng bề mặt băng được xác định theo mức độ biến đổi khí hậu; đối với thành phần do băng tan ở các sông băng, đỉnh núi được xác định theo IPCC (2013).

Mức độ chưa chắc chắn của mỗi thành phần (ngoại trừ thành phần điều chỉnh đẳng tĩnh băng) có một giá trị trung vị (trung tâm), cận trên và cận dưới theo phân vị 5% và 95% (IPCC, 2013). Giá trị trung vị của các thành phần được cộng lại để được giá trị tổng cộng về khả năng dao động có thể có của mực nước biển dâng cho khu vực Việt Nam.

Mức độ chưa chắc chắn của kết quả tính toán xu thế mực nước biển dâng được tính theo phương pháp của IPCC. Bình phương của mức độ chưa chắc chắn của dự tính mực nước biển dâng tổng cộng bằng tổng các bình phương của các dự tính mỗi thành phần. Riêng các thành phần có quan hệ chặt chẽ với nhiệt độ không khí là thành phần giãn nở nhiệt và động lực, cân bằng khối lượng băng ở Nam Cực và Greenland được cộng tuyến tính trước khi được lấy bình phương (Church, 2013):

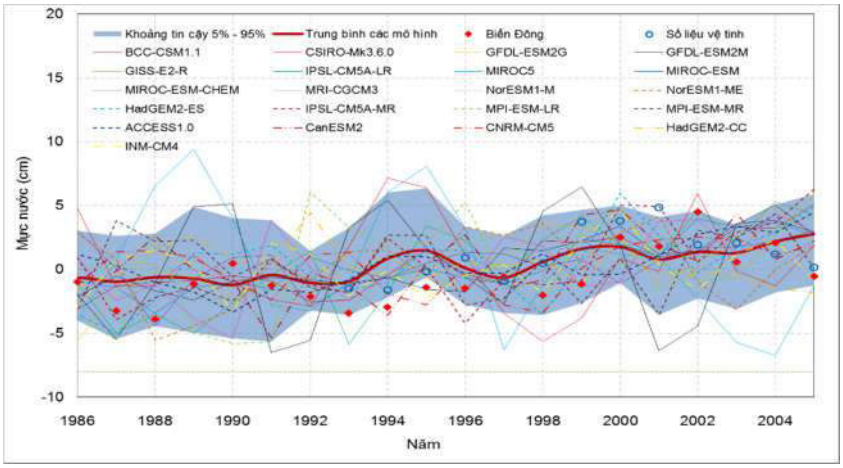
$$\sigma^2_{tot} = (\sigma_{steric/dynamic} + \sigma_{smb_a} + \sigma_{smb_g})^2 + \sigma^2_{glac} + \sigma^2_{LW} + \sigma^2_{GIA} + \sigma^2_{dyn_a} + \sigma^2_{dyn_g} \quad (4.5)$$

Trong đó: σ_{tot} là mức độ chưa chắc chắn của mực nước tổng cộng; $\sigma_{steric/dynamic}$, σ_{smb_a}, σ_{smb_g}, σ_{glac}, σ_{LW}, σ_{GIA}, σ_{dyn_a}, σ_{dyn_g} lần lượt là mức độ chưa chắc chắn của các thành phần giãn nở nhiệt và động lực, cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Nam Cực, cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Greenland, tan băng ở các sông băng, núi băng trên lục địa, thay đổi

lượng trữ nước lục địa, điều chỉnh đẳng tĩnh băng, động lực băng ở Nam Cực, động lực băng ở Greenland.

2) Mức độ tin cậy của kết quả tính toán mực nước biển dâng

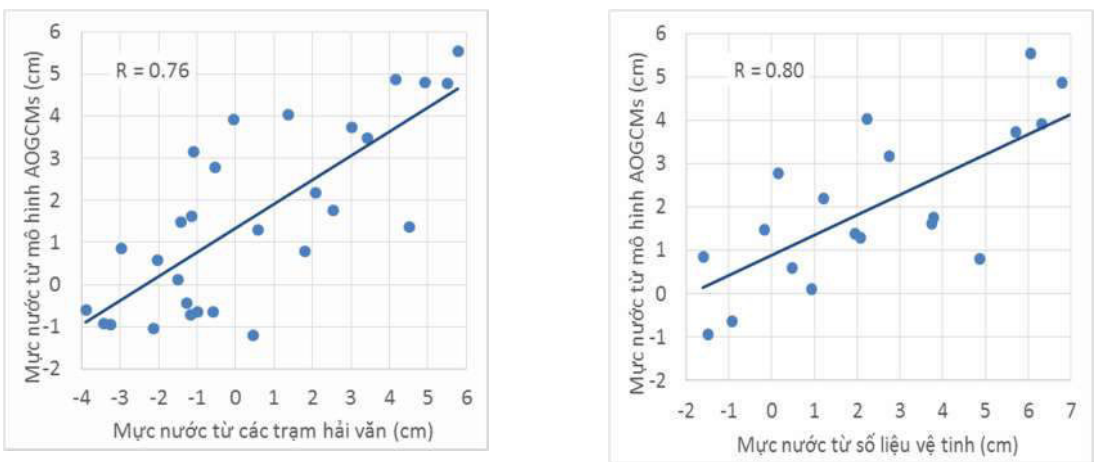
Hình 4.5 so sánh kết quả tính toán chuẩn sai mực nước với số liệu thực đo ở khu vực ven biển và hải đảo Việt Nam gồm: (1) Số liệu thực đo từ các trạm hải văn, (2) Số liệu quan trắc từ vệ tinh, và (3) Kết quả tính toán từ các mô hình AOGCMs. Có thể thấy rằng kết quả tính toán cho khu vực Biển Đông từ các mô hình khá phù hợp với số liệu biển quan trắc tại các trạm hải văn cũng như số liệu vệ tinh. Trong giai đoạn 1986-2005 tốc độ biến đổi mực nước biển tính theo số liệu quan trắc là khoảng 2,8 mm/năm, cao hơn một ít so với kết quả tính toán từ các mô hình AOGCMs (khoảng 2,4 mm/năm). Giá trị chuẩn sai mực nước trung bình tại các trạm quan trắc cũng như từ số liệu vệ tinh hầu hết đều nằm trong khoảng 5% ÷ 95% của các kết quả tính toán từ các mô hình.



Hình 4.5. Biến trình chuẩn sai mực nước biển (1986-2005)

Chú thích: (1) Trung bình chuẩn sai mực nước tại các trạm (hình thoi), (2) số liệu vệ tinh (hình tròn), (3) Kết quả tính từ các mô hình AOGCMs (đường đậm thể hiện trung bình các mô hình và khoảng tin cậy 5%÷95% là khoảng mờ màu xám)

Hệ số tương quan giữa chuẩn sai mực nước trung bình tính toán từ mô hình với số liệu thực đo tại các trạm quan trắc trên biển Đông (giai đoạn 1986-2014) là 0,76 và đối với số liệu vệ tinh (giai đoạn 1993-2014) là 0,80 (**Hình 4.6**).



Hình 4.6. Tương quan giữa chuẩn sai mực nước tính toán với thực đo giai đoạn 1986-2014 (hình trái) và với số liệu vệ tinh giai đoạn 1993-2014 (hình phải)

4.3. Phương pháp xây dựng bản đồ nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu

Bản đồ nguy cơ ngập do nước biển dâng được xây dựng dựa trên cơ sở dữ liệu bản đồ được trình bày trong **Mục 3.1.3**.

Bản đồ nguy cơ ngập cho 34 tỉnh/thành phố vùng đồng bằng và ven biển được xây dựng theo các mức ngập từ 50 cm đến 100 cm với bước cao đều là 10 cm. Đối với các đảo, các quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa của Việt Nam, bản đồ nguy cơ ngập chỉ được xây dựng với mức ngập 100 cm.

Bản đồ nguy cơ ngập thể hiện địa hình ngập bằng một khoảng cao đều theo đường bình độ cơ bản là 10 cm, nếu khoảng cao đều đường bình độ cơ bản không mô tả hết được hình dạng địa hình khu vực ngập thì sử dụng thêm nửa khoảng cao đều đường bình độ cơ bản. Trong trường hợp cần biểu thị chi tiết hình dạng khu vực ngập sẽ sử dụng đường bình độ phụ có độ cao thích hợp.

V. Kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam

Một số điểm đáng lưu ý trong kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam: Số liệu khí tượng thực đo tại các trạm trên đất liền và hải đảo cập nhật đến 2014 được dùng cho việc hiệu chỉnh mô hình; Sự thay đổi trong tương lai của các biến khí hậu là so với giá trị trung bình của thời kỳ cơ sở (1986-2005); Kết quả tính toán các biến khí hậu từ các mô hình được chiết xuất theo giá trị bình quân ngày trong giai đoạn từ năm 1986 đến năm 2100; Biến đổi khí hậu trong tương lai được phân tích và trình bày cho giai đoạn đầu thế kỷ (2016-2035), giữa thế kỷ (2046-2065) và cuối thế kỷ (2080-2099). So sánh giữa thời kỳ cơ sở 1986-2005 và thời kỳ 1980-1999, nhiệt độ trung bình tăng khoảng 0,1^{o}C ở Bắc Bộ và Nam Bộ, 0,07^{o}C ở Trung Bộ; lượng mưa giảm từ 6÷13% ở Tây Bắc, Đông Bắc, đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ, trong khi các khu vực khác hầu như không biến đổi.

Hộp 7. Tóm tắt kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam vào cuối thế kỷ 21

- ***Nhiệt độ:*** Theo kịch bản RCP4.5, nhiệt độ trung bình năm tăng 1,9÷2,4^{o}C ở phía Bắc và 1,7÷1,9^{o}C ở phía Nam. Theo kịch bản RCP8.5, mức tăng 3,3÷4,0^{o}C ở phía Bắc và 3,0÷3,5^{o}C ở phía Nam. Nhiệt độ cực trị có xu thế tăng rõ rệt.
- ***Lượng mưa:*** Theo kịch bản RCP4.5, lượng mưa năm tăng phổ biến từ 5÷15%. Theo kịch bản RCP8.5, mức tăng nhiều nhất có thể trên 20% ở hầu hết Bắc Bộ, Trung Trung Bộ, một phần Nam Bộ và Tây Nguyên. Giá trị trung bình của lượng mưa 1 ngày lớn nhất có xu thế tăng trên toàn lãnh thổ Việt Nam (10÷70%) so với trung bình thời kỳ cơ sở.
- ***Gió mùa và một số hiện tượng cực đoan:*** Số lượng bão mạnh đến rất mạnh có xu thế tăng; gió mùa mùa hè có xu thế bắt đầu sớm hơn và kết thúc muộn hơn. Mưa trong thời kỳ hoạt động của gió mùa có xu hướng tăng. Số ngày rét đậm, rét hại ở các tỉnh miền núi phía Bắc, đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ đều giảm. Số ngày nắng nóng (Tx ≥ 35°C) có xu thế tăng trên phần lớn cả nước, lớn nhất là ở Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Hạn hán có thể trở nên khắc nghiệt hơn ở một số vùng do nhiệt độ tăng và khả năng giảm lượng mưa trong mùa khô.

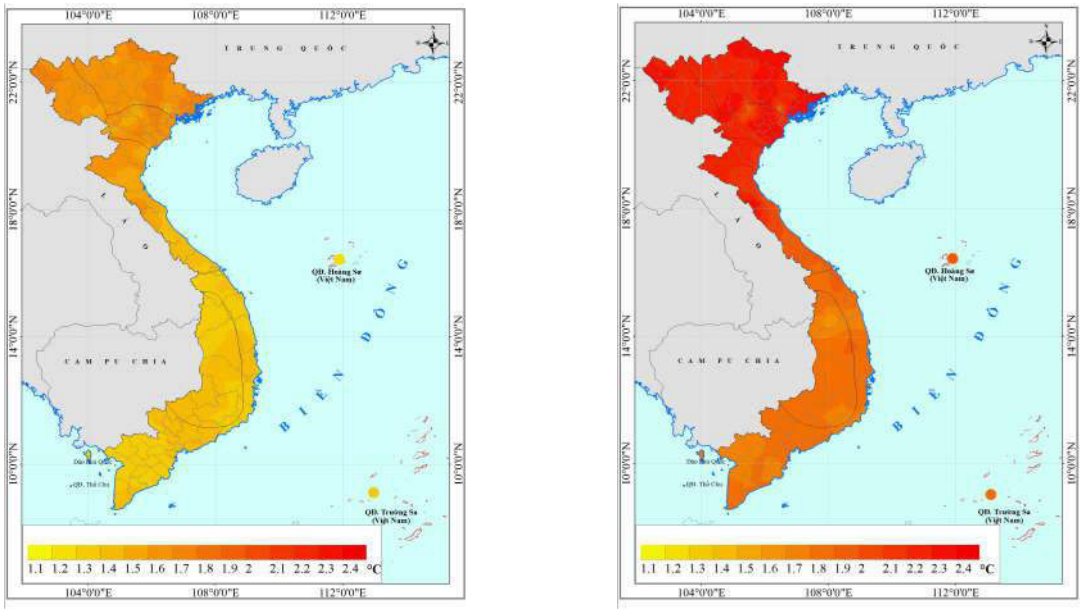
5.1. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với nhiệt độ

5.1.1. Nhiệt độ trung bình

1) Nhiệt độ trung bình năm

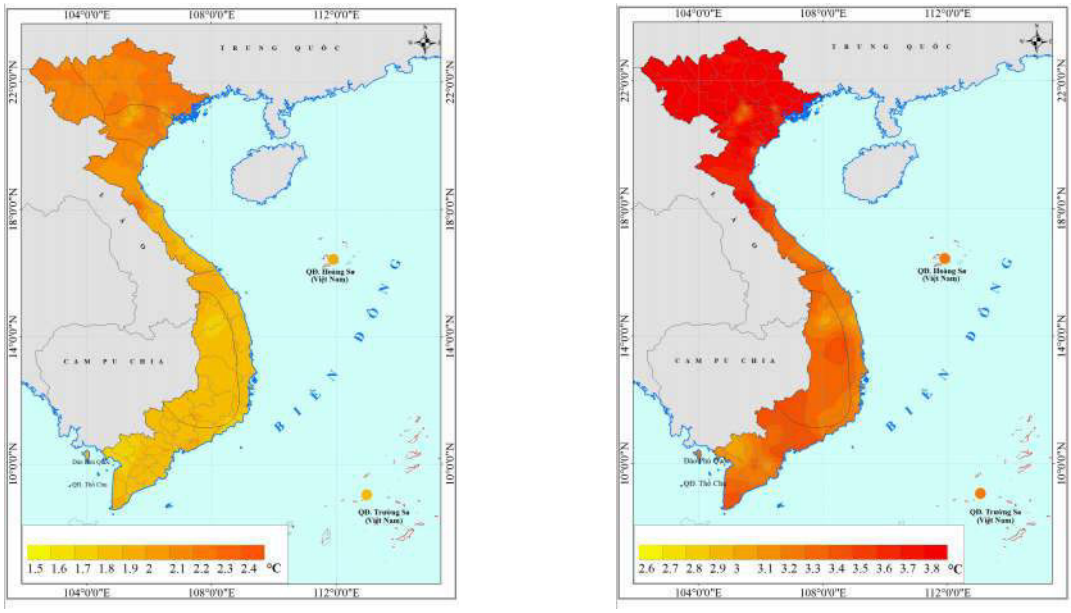
Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình năm trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 0,6÷0,8^{o}C. Vào giữa thế kỷ, mức tăng từ 1,3÷1,7^{o}C. Trong đó, khu vực Bắc Bộ (Tây Bắc, Đông Bắc, Đồng bằng Bắc Bộ) có mức tăng từ 1,6÷1,7^{o}C; khu vực Bắc Trung Bộ từ 1,5÷1,6^{o}C; khu vực phía Nam (Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ) từ 1,3÷1,4^{o}C. Đến cuối thế kỷ, ở phía Bắc nhiệt độ tăng chủ yếu từ 1,9÷2,4^{o}C và ở phía Nam từ 1,7÷1,9^{o}C (**Hình 5.1**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình năm trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 0,8÷1,1^{o}C. Vào giữa thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 1,8÷2,3^{o}C. Trong đó, khu vực phía Bắc tăng phổ biến từ 2,0÷2,3^{o}C và ở phía Nam từ 1,8÷1,9^{o}C. Đến cuối thế kỷ, nhiệt độ ở phía Bắc tăng từ 3,3÷4,0^{o}C và ở phía Nam từ 3,0÷3,5^{o}C (**Hình 5.2**).



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

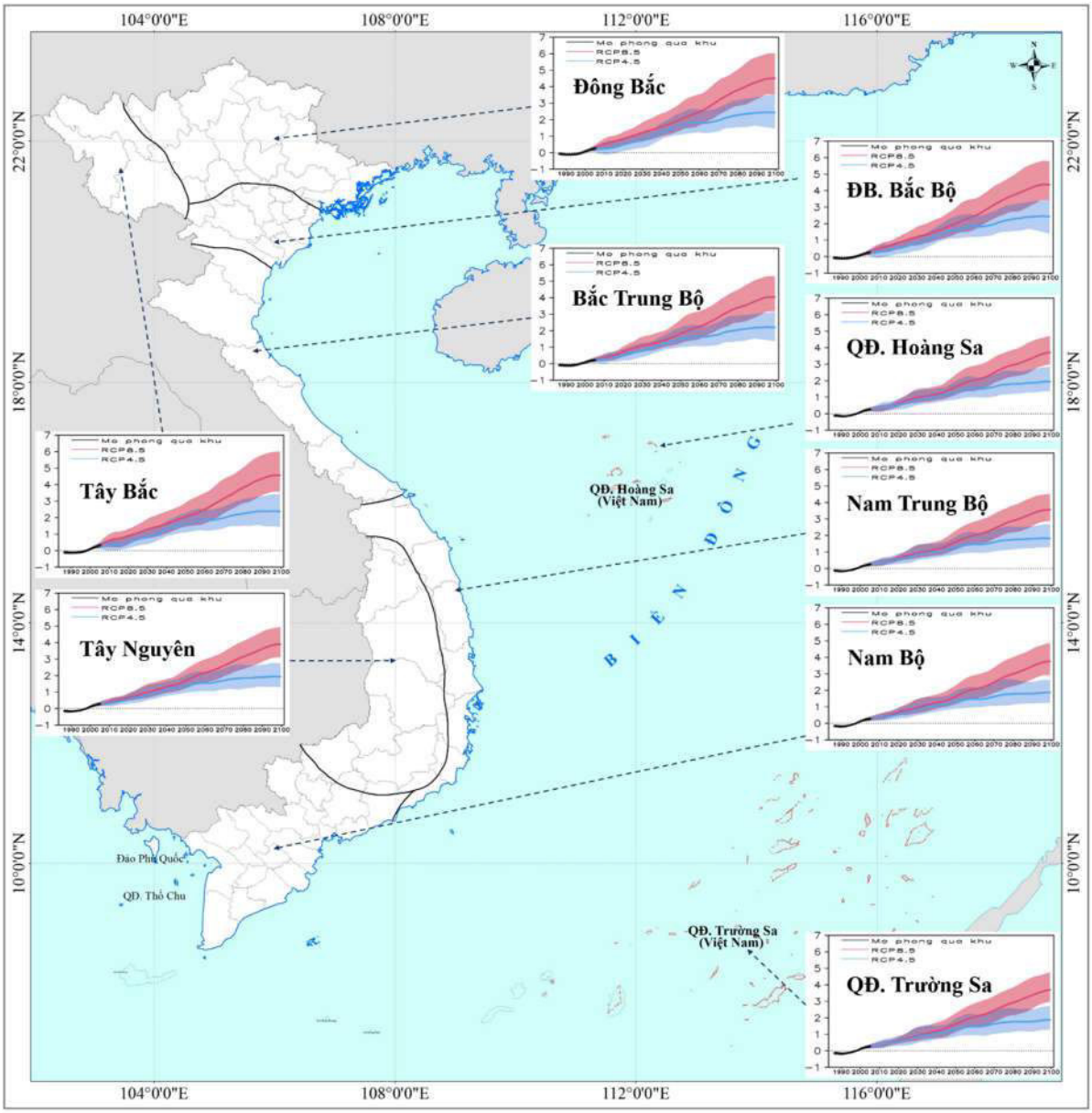
Hình 5.1. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (°C) theo kịch bản RCP4.5



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình 5.2. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (°C) theo kịch bản RCP8.5

Mức tăng nhiệt độ trung bình năm của các giai đoạn đầu, giữa và cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở cho 63 tỉnh, thành phố được trình bày ở Bảng 5.1. Xu thế và mức độ biến đổi trung bình ở 7 vùng khí hậu và hải đảo Việt Nam được trình bày trong **Hình 5.3.** Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi xung quanh trị số trung bình với cận dưới là 10% và cận trên là 90%. (Ví dụ: vào giữa thế kỷ, ở Lai Châu, mức tăng nhiệt độ trung bình năm ứng với kịch bản RCP4.5 theo các mô hình khác nhau có thể từ 1,2÷2,3°C, trung bình tất cả các mô hình là 1,7°C). Xu thế và mức độ biến đổi trung bình của từng tỉnh ở 7 vùng khí hậu Việt Nam được trình bày trong **Phụ lục A**.



Hình 5.3. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (^{o}C) ở 7 vùng khí hậu và hải đảo Việt Nam

Bảng 5.1. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (°C) so với thời kỳ cơ sở

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 10% và cận trên 90%)

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	0,7 (0,4÷1,1)	1,7 (1,2÷2,3)	2,3 (1,5÷3,3)	1,1 (0,6÷1,7)	2,2 (1,4÷3,1)	3,9 (3,1÷5,5)
2	Điện Biên	0,7 (0,4÷1,1)	1,7 (1,2÷2,3)	2,3 (1,5÷3,3)	1,1 (0,6÷1,7)	2,2 (1,4÷3,2)	3,9 (3,0÷5,6)
3	Sơn La	0,7 (0,3÷1,1)	1,6 (1,2÷2,3)	2,3 (1,6÷3,2)	1,1 (0,6÷1,6)	2,2 (1,5÷3,2)	3,9 (3,0÷5,6)
4	Hòa Bình	0,7 (0,3÷1,1)	1,6 (1,2÷2,3)	2,3 (1,6÷3,3)	1,0 (0,6÷1,5)	2,2 (1,4÷3,3)	3,8 (2,9÷5,5)
5	Lào Cai	0,7 (0,3÷1,1)	1,7 (1,2÷2,3)	2,3 (1,5÷3,3)	1,1 (0,6÷1,6)	2,2 (1,5÷3,2)	3,9 (3,1÷5,6)
6	Hà Giang	0,6 (0,1÷1,1)	1,7 (1,1÷2,5)	2,3 (1,5÷3,5)	1,1 (0,6÷1,6)	2,2 (1,5÷3,3)	3,9 (3,1÷5,8)
7	Yên Bái	0,6 (0,2÷1,1)	1,7 (1,2÷2,3)	2,3 (1,6÷3,3)	1,1 (0,6÷1,6)	2,2 (1,5÷3,2)	3,9 (3,1÷5,6)
8	Cao Bằng	0,6 (0,2÷1,1)	1,7 (1,2÷2,6)	2,3 (1,6÷3,4)	1,1 (0,6÷1,6)	2,2 (1,5÷3,5)	4,0 (3,1÷5,7)
9	Tuyên Quang	0,6 (0,1÷1,1)	1,7 (1,2÷2,5)	2,4 (1,7÷3,5)	1,1 (0,5÷1,7)	2,3 (1,5÷3,4)	4,0 (3,0÷5,8)
10	Bắc Kạn	0,6 (0,2÷1,1)	1,7 (1,2÷2,6)	2,3 (1,6÷3,5)	1,1 (0,6÷1,6)	2,2 (1,5÷3,4)	4,0 (3,1÷5,7)
11	Lạng Sơn	0,6 (0,2÷1,0)	1,7 (1,2÷2,6)	2,3 (1,6÷3,3)	1,0 (0,5÷1,6)	2,2 (1,4÷3,4)	4,0 (3,0÷5,6)
12	Thái Nguyên	0,6 (0,2÷1,1)	1,7 (1,2÷2,6)	2,4 (1,7÷3,4)	1,1 (0,6÷1,7)	2,3 (1,5÷3,4)	4,0 (3,0÷5,7)
13	Phú Thọ	0,7 (0,2÷1,1)	1,8 (1,2÷2,5)	2,4 (1,7÷3,5)	1,1 (0,6÷1,7)	2,3 (1,4÷3,4)	4,0 (3,0÷5,8)
14	Vĩnh Phúc	0,7 (0,3÷1,1)	1,7 (1,2÷2,5)	2,4 (1,7÷3,5)	1,1 (0,6÷1,7)	2,3 (1,4÷3,4)	3,9 (2,9÷5,8)
15	Bắc Giang	0,7 (0,3÷1,0)	1,7 (1,2÷2,5)	2,3 (1,6÷3,3)	1,0 (0,5÷1,6)	2,2 (1,4÷3,4)	3,9 (3,0÷5,5)
16	Bắc Ninh	0,7 (0,3÷1,1)	1,7 (1,2÷2,5)	2,3 (1,6÷3,3)	1,0 (0,5÷1,5)	2,2 (1,4÷3,3)	3,9 (2,8÷5,6)
17	Quảng Ninh	0,7 (0,4÷1,1)	1,6 (1,1÷2,3)	2,1 (1,5÷3,0)	0,9 (0,6÷1,4)	2,0 (1,5÷3,0)	3,6 (2,9÷4,8)
18	Hải Phòng	0,7 (0,4÷1,1)	1,5 (1,0÷2,2)	2,0 (1,5÷2,9)	0,9 (0,6÷1,4)	2,0 (1,4÷2,8)	3,5 (2,8÷4,6)
19	Hải Dương	0,7 (0,3÷1,1)	1,7 (1,2÷2,5)	2,3 (1,6÷3,3)	1,0 (0,6÷1,6)	2,2 (1,4÷3,3)	3,8 (2,9÷5,5)
20	Hưng Yên	0,7 (0,3÷1,1)	1,7 (1,2÷2,5)	2,3 (1,6÷3,4)	1,0 (0,6÷1,6)	2,2 (1,4÷3,3)	3,8 (2,9÷5,6)
21	Hà Nội	0,6 (0,2÷1,1)	1,7 (1,2÷2,5)	2,4 (1,6÷3,4)	1,1 (0,6÷1,6)	2,2 (1,4÷3,4)	3,9 (3,0÷5,7)
22	Hà Nam	0,7 (0,2÷1,1)	1,7 (1,2÷2,5)	2,4 (1,6÷3,4)	1,1 (0,6÷1,6)	2,2 (1,4÷3,4)	3,9 (2,9÷5,6)
23	Thái Bình	0,7 (0,3÷1,1)	1,6 (1,2÷2,4)	2,3 (1,6÷3,2)	1,0 (0,6÷1,5)	2,1 (1,5÷3,2)	3,7 (2,9÷5,2)
24	Nam Định	0,7 (0,4÷1,1)	1,6 (1,2÷2,2)	2,2 (1,5÷3,1)	0,9 (0,6÷1,4)	2,0 (1,4÷3,0)	3,6 (2,8÷4,9)
25	Ninh Bình	0,7 (0,2÷1,1)	1,6 (1,2÷2,3)	2,3 (1,6÷3,3)	1,0 (0,6÷1,5)	2,2 (1,4÷3,2)	3,8 (2,9÷5,4)
26	Thanh Hóa	0,7 (0,3÷1,1)	1,6 (1,1÷2,3)	2,2 (1,6÷3,2)	1,0 (0,6÷1,5)	2,1 (1,4÷3,2)	3,7 (2,9÷5,2)
27	Nghệ An	0,7 (0,3÷1,1)	1,6 (1,1÷2,2)	2,2 (1,5÷3,1)	1,0 (0,6÷1,5)	2,0 (1,4÷3,1)	3,7 (2,9÷5,2)
28	Hà Tĩnh	0,6 (0,3÷1,0)	1,5 (1,0÷2,1)	2,0 (1,4÷2,9)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,3÷2,8)	3,5 (2,8÷4,8)
29	Quảng Bình	0,6 (0,3÷1,1)	1,5 (1,0÷2,1)	2,0 (1,5÷2,8)	0,9 (0,6÷1,2)	1,9 (1,3÷2,8)	3,3 (2,7÷4,7)
30	Quảng Trị	0,6 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,0)	1,9 (1,3÷2,8)	0,9 (0,6÷1,2)	1,9 (1,3÷2,7)	3,3 (2,6÷4,6)
31	Thừa Thiên - Huế	0,7 (0,4÷1,1)	1,4 (0,9÷2,0)	1,9 (1,3÷2,7)	0,8 (0,6÷1,2)	1,9 (1,3÷2,6)	3,3 (2,6÷4,5)
32	Đà Nẵng	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,1)	1,9 (1,3÷2,7)	0,8 (0,6÷1,2)	1,9 (1,3÷2,6)	3,2 (2,6÷4,3)
33	Quảng Nam	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,3÷2,6)	0,8 (0,6÷1,2)	1,9 (1,3÷2,6)	3,2 (2,5÷4,2)
34	Quảng Ngãi	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,1)	1,9 (1,3÷2,7)	0,8 (0,6÷1,2)	1,9 (1,3÷2,6)	3,2 (2,6÷4,3)
35	Bình Định	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,3÷2,5)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,3÷2,5)	3,2 (2,5÷4,1)
36	Phú Yên	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷2,0)	1,8 (1,3÷2,5)	0,8 (0,6÷1,2)	1,8 (1,3÷2,5)	3,1 (2,5÷4,1)
37	Khánh Hòa	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,5)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,2÷2,5)	3,2 (2,5÷4,1)
38	Ninh Thuận	0,7 (0,4÷1,1)	1,4 (1,0÷2,0)	1,8 (1,3÷2,5)	0,8 (0,5÷1,1)	1,8 (1,3÷2,5)	3,3 (2,6÷4,2)
39	Bình Thuận	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷2,0)	1,7 (1,2÷2,4)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,3÷2,5)	3,2 (2,6÷4,0)
40	Kon Tum	0,8 (0,4÷1,2)	1,5 (1,1÷2,2)	1,9 (1,4÷2,7)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,5÷2,7)	3,5 (2,9÷4,6)
41	Gia Lai	0,7 (0,4÷1,1)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,3÷2,6)	0,8 (0,6÷1,2)	1,8 (1,3÷2,6)	3,3 (2,7÷4,5)
42	Đắk Lắk	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,6)	0,9 (0,6÷1,2)	1,9 (1,3÷2,6)	3,3 (2,7÷4,4)
43	Đắk Nông	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,1)	1,9 (1,3÷2,6)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,4÷2,7)	3,4 (2,8÷4,5)
44	Lâm Đồng	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (1,0÷2,1)	1,9 (1,4÷2,7)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,4÷2,7)	3,5 (2,8÷4,5)
45	Bình Phước	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (1,0÷2,1)	1,9 (1,3÷2,7)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,4÷2,7)	3,5 (2,8÷4,6)
46	Tây Ninh	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,9 (1,3÷2,7)	0,8 (0,6÷1,2)	1,9 (1,4÷2,7)	3,5 (2,7÷4,7)
47	Bình Dương	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	1,9 (1,2÷2,7)	0,9 (0,5÷1,3)	2,0 (1,4÷2,8)	3,6 (2,7÷4,8)
48	Đồng Nai	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (0,9÷2,1)	1,9 (1,2÷2,7)	0,9 (0,5÷1,3)	2,0 (1,4÷2,8)	3,5 (2,7÷4,7)
49	TP. Hồ Chí Minh	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (1,0÷2,1)	1,9 (1,2÷2,7)	0,9 (0,5÷1,3)	2,0 (1,4÷2,8)	3,5 (2,8÷4,7)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷2,0)	1,7 (1,2÷2,3)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,3÷2,5)	3,0 (2,5÷3,9)
51	Long An	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,9 (1,2÷2,7)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,4÷2,7)	3,4 (2,7÷4,6)
52	Vĩnh Long	0,7 (0,4÷1,1)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,4÷2,7)	3,5 (2,7÷4,6)
53	Hậu Giang	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,6÷1,2)	1,9 (1,4÷2,7)	3,4 (2,6÷4,5)
54	Tiền Giang	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,1)	1,9 (1,3÷2,7)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,4÷2,7)	3,4 (2,7÷4,6)
55	Đồng Tháp	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,6)	0,9 (0,6÷1,2)	1,8 (1,4÷2,6)	3,3 (2,7÷4,4)
56	Bến Tre	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,5)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,4÷2,5)	3,3 (2,7÷4,2)
57	Trà Vinh	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,0)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,6÷1,2)	1,9 (1,4÷2,6)	3,4 (2,7÷4,5)
58	An Giang	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,0)	1,9 (1,3÷2,7)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,3÷2,7)	3,5 (2,6÷4,6)
59	Cần Thơ	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,6)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,4÷2,6)	3,4 (2,7÷4,5)
60	Sóc Trăng	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,0)	1,8 (1,2÷2,5)	0,8 (0,6÷1,2)	1,8 (1,4÷2,6)	3,3 (2,7÷4,3)
61	Kiên Giang	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,5)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,3÷2,5)	3,2 (2,6÷4,2)
62	Bạc Liêu	0,7 (0,4÷1,3)	1,4 (1,0÷2,0)	1,8 (1,2÷2,5)	0,8 (0,6÷1,2)	1,8 (1,4÷2,5)	3,3 (2,7÷4,2)
63	Cà Mau	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,0)	1,8 (1,2÷2,5)	0,9 (0,6÷1,3)	1,8 (1,3÷2,5)	3,3 (2,7÷4,3)

2) Nhiệt độ mùa đông (tháng XII - II)

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình mùa đông trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 0,6÷0,8^{o}C. Vào giữa thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 1,2÷1,6^{o}C. Trong đó, Bắc Bộ có mức tăng cao nhất (1,5÷1,6^{o}C), sau đó là Nam Bộ và Tây Nguyên; mức tăng thấp nhất là Trung Bộ (1,2÷1,4^{o}C). Đến cuối thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 1,5÷2,2^{o}C, tăng cao nhất ở Bắc Bộ và thấp nhất ở Trung Bộ (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình mùa đông trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 0,8÷1,2^{o}C. Vào giữa thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 1,8÷2,2^{o}C; Trung Bộ có mức tăng thấp nhất (1,6÷1,9^{o}C). Đến cuối thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 2,8÷3,8^{o}C, tăng thấp nhất vẫn là khu vực Trung Bộ, từ 2,8÷3,2^{o}C (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

3) Nhiệt độ mùa xuân (tháng III - V)

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình mùa xuân trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 0,6÷0,8^{o}C. Vào giữa thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 1,3÷1,6^{o}C, trong đó Bắc Bộ có mức tăng cao nhất, sau đó là Tây Nguyên và Nam Bộ; Trung Bộ có mức tăng thấp nhất. Đến cuối thế kỷ, mức tăng từ 1,7÷2,3^{o}C; trong đó Nam Trung Bộ và Nam Bộ có mức tăng thấp nhất (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình mùa xuân trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 0,8÷1,1^{o}C. Vào giữa thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 1,8÷2,2^{o}C, trong đó Tây Bắc và Đông Bắc có mức tăng cao nhất (2,0÷2,2^{o}C); tiếp đến là Đồng bằng Bắc Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ; thấp nhất là Trung Bộ có mức tăng từ 1,7÷1,9^{o}C. Đến cuối thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 3,0÷3,9^{o}C, trong đó tăng cao nhất vẫn là khu vực Tây Bắc và Đông Bắc (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

4) Nhiệt độ mùa hè (tháng VI - VIII)

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình mùa hè trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 0,6÷0,8^{o}C. Vào giữa thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 1,6÷2,0^{o}C ở phía Bắc; từ 1,3÷1,7^{o}C ở phía Nam. Đến cuối thế kỷ, mức tăng phổ biến trên toàn quốc là từ 1,8÷2,8^{o}C, trong đó phía Bắc vẫn có xu thế tăng cao hơn phía Nam (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình mùa hè trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 0,8÷1,0^{o}C. Vào giữa thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 2,1÷2,5^{o}C ở các khu vực phía Bắc; từ 1,8÷2,1^{o}C ở các khu vực phía Nam. Đến cuối thế kỷ, nhiệt độ tăng phổ biến từ 3,7÷4,3^{o}C ở phía Bắc và từ 3,2÷3,7^{o}C ở phía Nam (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

5) Nhiệt độ mùa thu (tháng IX - XI)

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình mùa thu trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 0,6÷0,7^{o}C. Vào giữa thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 1,3÷1,9^{o}C, tăng cao nhất ở Bắc Bộ (1,6÷1,9^{o}C); tiếp đến là Bắc Trung Bộ (1,3÷1,7^{o}C); Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và Nam Bộ có mức tăng thấp hơn, từ 1,3÷1,5^{o}C. Đến cuối thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 1,7÷2,5^{o}C, trong đó, ở phía Bắc (từ Nghệ An trở ra) có mức tăng trên 2°C và ở phía Nam (từ Hà Tĩnh trở vào) có mức tăng dưới 2°C (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ, nhiệt độ trung bình mùa thu trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 0,8÷1,2^{o}C. Vào giữa thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 2,0÷2,5^{o}C ở Bắc Bộ và Thanh Hóa - Nghệ An, trong đó Tây Bắc có mức tăng thấp hơn so với Đông Bắc và Đồng bằng Bắc Bộ. Ở phía Nam (từ Hà Tĩnh trở vào) tăng chủ yếu từ 1,8÷2°C, trong đó Nam Bộ có mức tăng thấp hơn so với Tây Nguyên và Trung Bộ. Đến cuối thế kỷ, xu thế biến đổi nhiệt độ trung bình mùa thu tương tự như giữa thế kỷ nhưng với mức tăng cao hơn, phổ biến từ

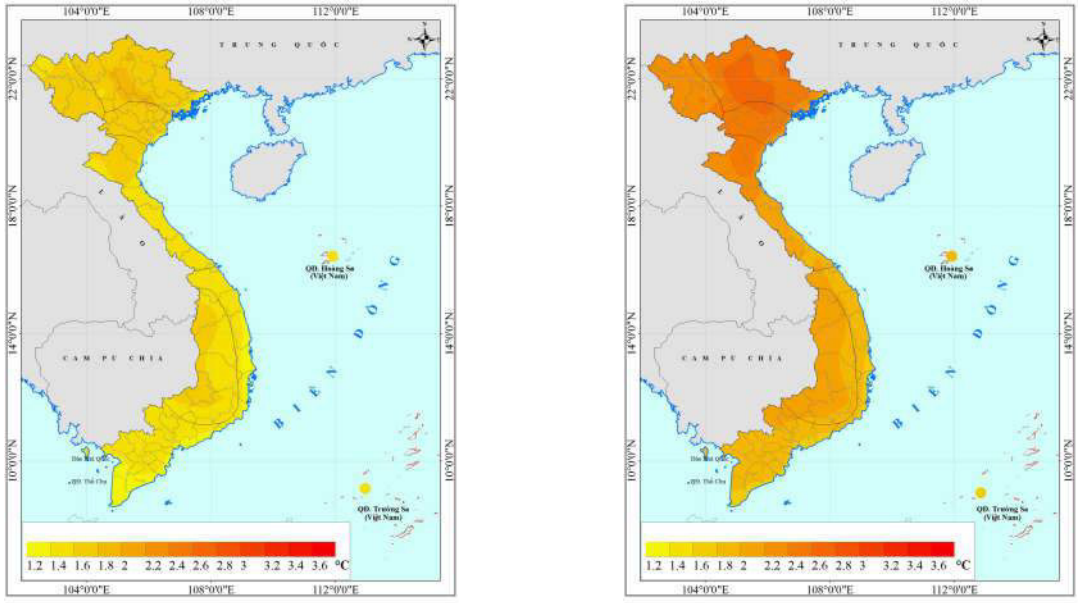
3,5÷4,3°C ở phía Bắc và 3,2÷3,5°C ở phía Nam (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

5.1.2. Nhiệt độ cực trị

1) Nhiệt độ tối cao trung bình năm

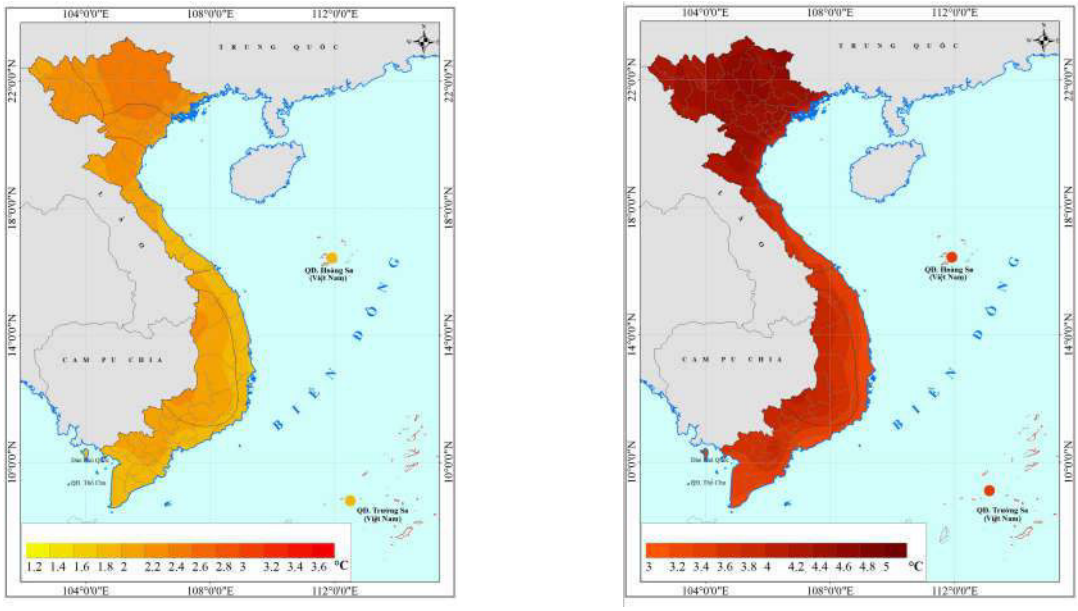
Theo kịch bản RCP4.5, vào giữa thế kỷ, nhiệt độ tối cao trung bình năm trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 1,4÷1,8°C. Đến cuối thế kỷ, mức tăng từ 1,7÷2,7°C. Trong đó, tăng cao nhất là khu vực Đông Bắc, Đồng bằng Bắc Bộ; thấp nhất là khu vực Nam Trung Bộ và Nam Bộ (**Hình 5.4**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào giữa thế kỷ, nhiệt độ tối cao trung bình năm trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 1,6÷2,4°C, tăng cao nhất là khu vực Việt Bắc với mức tăng có thể trên 2,6°C. Đến cuối thế kỷ, nhiệt độ tối cao trung bình năm tiếp tục có xu thế tăng, phổ biến từ 3,0÷4,8°C, cao nhất có thể tăng trên 5,0°C đối với một số tỉnh miền núi phía Bắc (**Hình 5.5**).



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình 5.4. Biến đổi của nhiệt độ tối cao trung bình năm (°C) theo kịch bản RCP4.5



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình 5.5. Biến đổi của nhiệt độ tối cao trung bình năm (°C) theo kịch bản RCP8.5

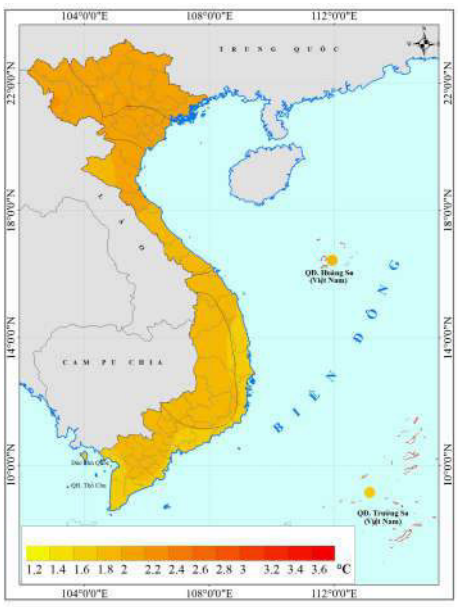
3) Nhiệt độ tối thấp trung bình năm

Theo kịch bản RCP4.5, nhiệt độ tối thấp trung bình năm trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 1,4÷1,6°C vào giữa thế kỷ, từ 1,8÷2,2°C vào cuối thế kỷ. Khu vực ven biển Nam Trung Bộ và Nam Bộ có mức tăng thấp nhất, khoảng 1,3÷1,4°C vào giữa thế kỷ và 1,6÷1,8°C vào cuối thế kỷ (**Hình 5.6**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào giữa thế kỷ, nhiệt độ tối thấp trung bình năm trên toàn quốc có mức tăng phổ biến từ 1,6÷2,6°C, tăng cao nhất ở khu vực phía Bắc và Tây Nguyên (2,2÷2,6°C). Các khu vực khác có mức tăng thấp hơn (1,6÷1,8°C). Đến cuối thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 3,0÷4,0°C, một số tỉnh phía Bắc có mức tăng cao hơn (**Hình 5.7**).

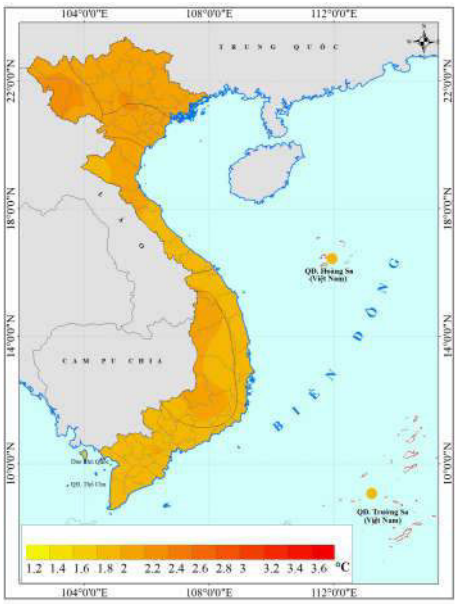


(a) vào giữa thế kỷ

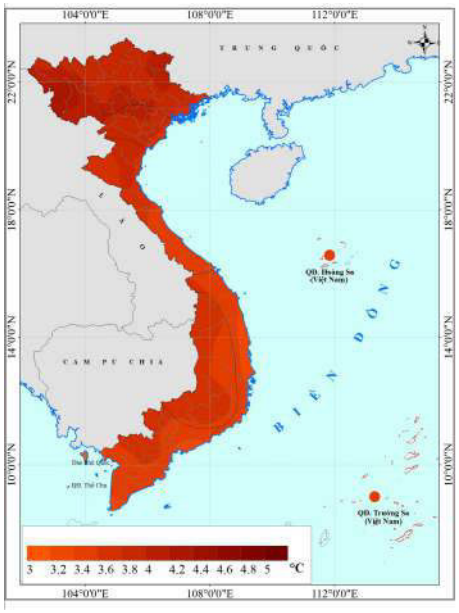


(b) vào cuối thế kỷ

Hình 5.6. Biến đổi của nhiệt độ tối thấp trung bình năm (°C) theo kịch bản RCP4.5



(a) vào giữa thế kỷ



(b) vào cuối thế kỷ

Hình 5.7. Biến đổi của nhiệt độ tối thấp trung bình năm (°C) theo kịch bản RCP8.5

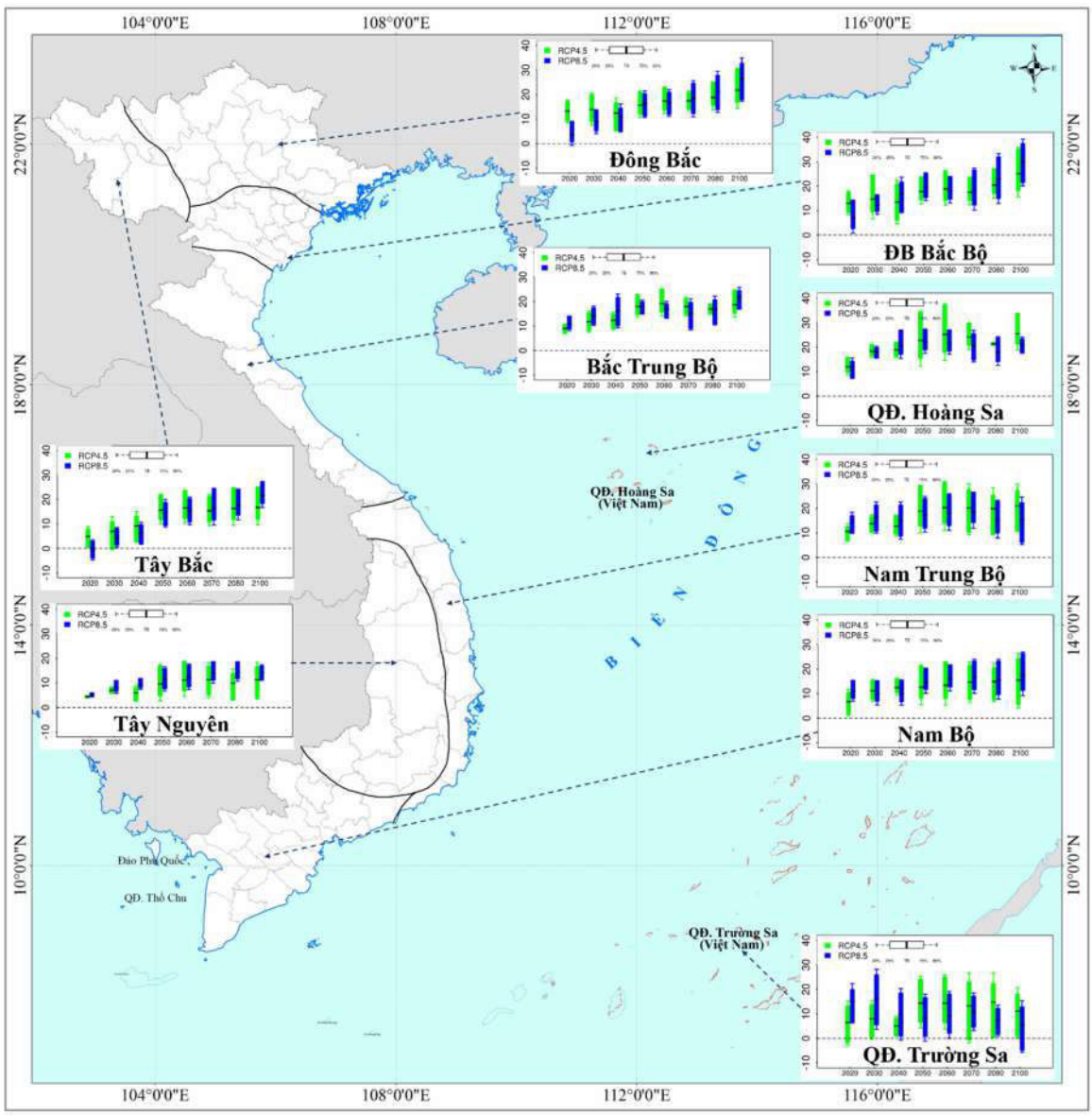
5.2. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với lượng mưa

5.2.1. Lượng mưa

1) Lượng mưa năm

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ, lượng mưa năm có xu thế tăng ở hầu hết cả nước, phổ biến từ 5÷10%. Vào giữa thế kỷ, mức tăng phổ biến từ 5÷15%. Một số tỉnh ven biển Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ có thể tăng trên 20%. Đến cuối thế kỷ, mức biến đổi lượng mưa năm có phân bố tương tự như giữa thế kỷ, tuy nhiên vùng có mức tăng trên 20% mở rộng hơn (**Hình 5.9**).

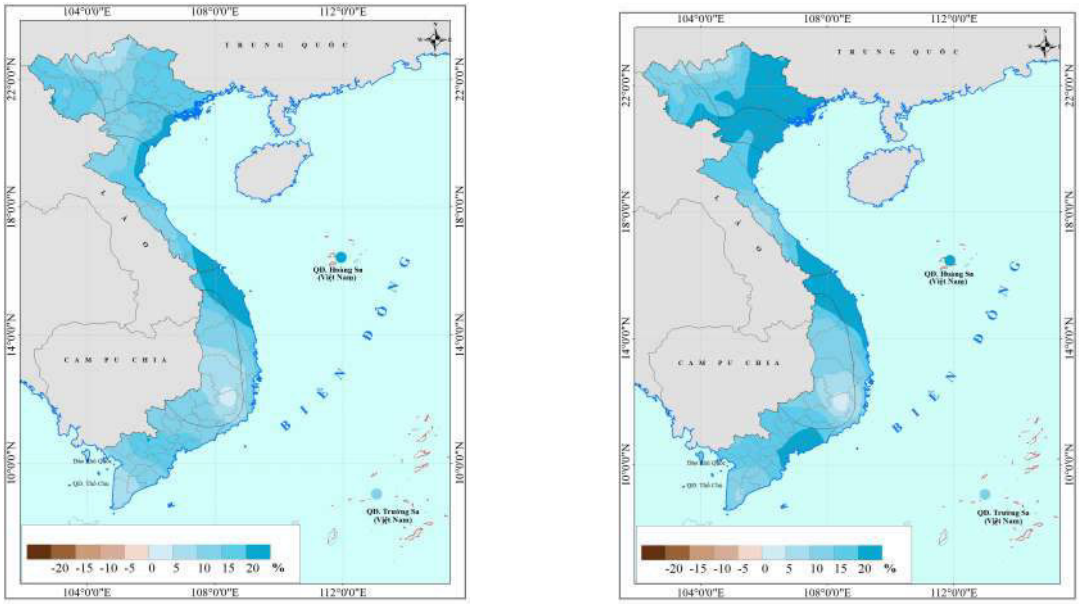
Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ, lượng mưa năm có xu thế tăng ở hầu hết cả nước, phổ biến từ 3÷10%. Vào giữa thế kỷ, xu thế tăng tương tự như kịch bản RCP4.5. Đáng chú ý là vào cuối thế kỷ mức tăng nhiều nhất có thể trên 20% ở hầu hết diện tích Bắc Bộ, Trung Trung Bộ, một phần diện tích Nam Bộ và Tây Nguyên (**Hình 5.10**).



Hình 5.8. Biến đổi của lượng mưa năm (%)
ở 7 vùng khí hậu và hải đảo Việt Nam

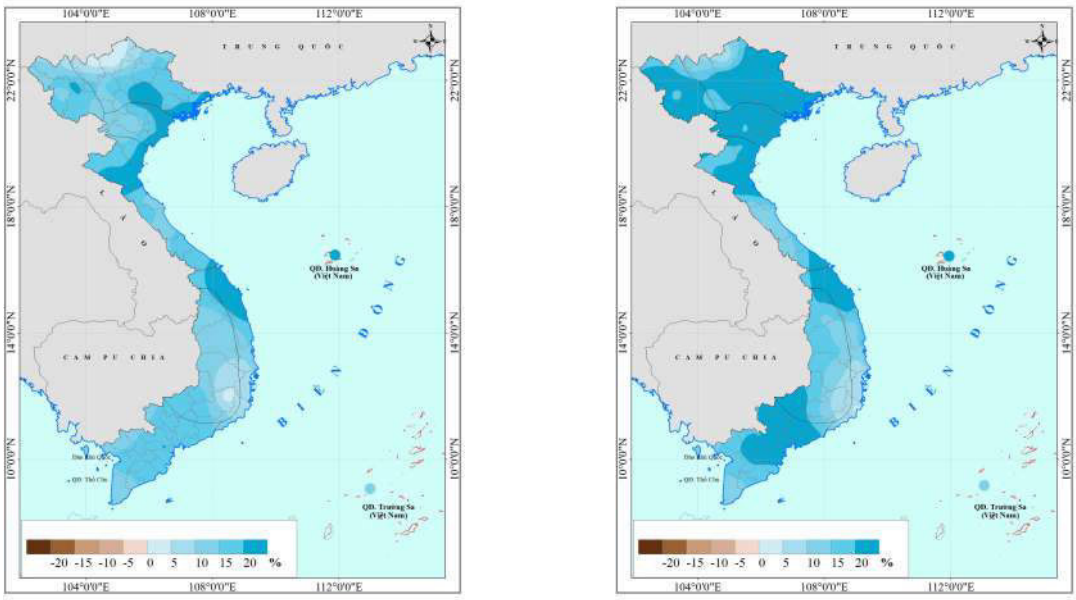
Số liệu trên Bảng 5.2 là mức biến đổi lượng mưa (%) năm của các giai đoạn đầu, giữa và cuối thế kỷ so với thời kỳ 1986-2005 cho 63 tỉnh, thành phố. Xu thế và mức độ biến đổi trung bình ở 7 vùng khí hậu và hải đảo Việt Nam được trình bày ở **Hình 5.8**. Tương tự như đối với nhiệt độ, vào giữa và cuối thế kỷ đã xác định khoảng biến đổi xung quanh trị số trung bình. Ví dụ vào giữa thế kỷ, ở Lai Châu, mức biến đổi của lượng mưa năm ứng với kịch bản RCP4.5 theo các mô hình khác nhau có thể tăng từ 9,4÷17,9%, trung bình tất cả các mô hình là 13,5%.

Xu thế và mức độ biến đổi trung bình của từng tỉnh ở 7 vùng khí hậu Việt Nam được trình bày ở **Phụ lục A**.



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình 5.9. Biến đổi của lượng mưa năm theo kịch bản RCP4.5



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình 5.10. Biến đổi của lượng mưa năm theo kịch bản RCP8.5

Bảng 5.2. Biến đổi của lượng mưa năm (%) so với thời kỳ cơ sở

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20% và cận trên 80%)

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	3,3 (-3,3÷9,7)	13,5 (9,4÷17,9)	11,2 (4,6÷18,3)	-1,0 (-4,0÷2,1)	10,6 (4,4÷16,0)	18,4 (12,0÷25,3)
2	Điện Biên	5,9 (-2,2÷13,2)	16,5 (8,9÷24,3)	15,1 (6,6÷24,4)	2,7 (-1,7÷7,3)	15,2 (8,0÷21,7)	21,2 (14,8÷28,2)
3	Sơn La	7,0 (-0,5÷14,2)	15,5 (8,4÷23,4)	19,9 (10,3÷30,4)	5,1 (-1,3÷11,2)	15,3 (9,3÷21,3)	22,3 (15,7÷28,9)
4	Hòa Bình	7,5 (0,0÷15,4)	12,9 (8,1÷18,1)	20,2 (12,2÷29,1)	7,0 (1,4÷12,9)	12,8 (7,4÷18,2)	20,9 (12,4÷29,0)
5	Lào Cai	1,8 (-4,0÷7,1)	8,2 (3,0÷13,8)	9,3 (2,2÷17,0)	-2,9 (-8,0÷2,5)	5,9 (0,4÷10,9)	12,6 (5,2÷20,0)
6	Hà Giang	5,8 (2,7÷8,9)	7,8 (3,1÷12,6)	11,8 (5,0÷19,0)	-3,3 (-9,6÷3,3)	4,0 (-0,2÷8,1)	12,7 (6,6÷18,8)
7	Yên Bái	7,5 (0,2÷14,3)	14,8 (7,5÷23,0)	19,4 (7,8÷32,7)	5,9 (-0,7÷12,7)	15,6 (7,9÷23,3)	23,3 (9,4÷35,7)
8	Cao Bằng	14,2 (8,2÷19,9)	16,0 (9,8÷21,8)	22,1 (13,1÷31,4)	3,8 (-4,2÷11,8)	12,8 (9,4÷16,1)	25,7 (17,0÷34,4)
9	Tuyên Quang	11,5 (6,2÷16,4)	12,5 (7,5÷17,7)	18,4 (10,2÷27,1)	5,8 (-0,1÷11,6)	16,7 (9,7÷23,5)	27,4 (15,0÷38,7)
10	Bắc Kạn	17,4 (11,3÷23,1)	18,3 (13,5÷22,7)	23,7 (16,9÷30,8)	6,6 (0,2÷13,1)	15,4 (10,4÷20,3)	28,0 (19,4÷36,1)
11	Lạng Sơn	18,7 (7,0÷29,8)	18,7 (11,5÷25,5)	25,1 (16,5÷34,2)	10,5 (4,6÷17,0)	17,9 (12,4÷23,3)	27,8 (20,1÷35,1)
12	Thái Nguyên	15,9 (8,2÷23,3)	17,8 (11,1÷24,2)	22,5 (14,9÷31,0)	9,9 (4,9÷15,0)	22,0 (13,8÷30,2)	31,1 (21,8÷40,1)
13	Phú Thọ	10,0 (0,3÷19,7)	15,0 (8,2÷22,6)	21,3 (10,7÷33,4)	8,5 (1,6÷15,6)	17,1 (7,5÷26,1)	25,4 (11,8÷37,4)
14	Vĩnh Phúc	14,8 (5,4÷24,6)	18,2 (10,6÷26,6)	22,4 (12,5÷34,1)	10,7 (4,7÷17,0)	22,2 (12,4÷32,1)	30,8 (18,5÷42,1)
15	Bắc Giang	17,7 (5,4÷29,3)	18,8 (11,0÷26,9)	25,7 (16,6÷35,6)	10,9 (5,8÷16,7)	21,1 (15,4÷27,2)	32,7 (25,5÷39,5)
16	Bắc Ninh	15,9 (5,5÷26,3)	16,1 (7,5÷25,2)	25,1 (15,9 ÷ 35,1)	7,6 (1,2÷14,1)	18,3 (13,5÷23,8)	29,7 (22,3÷37,0)
17	Quảng Ninh	20,4 (6,5÷33,4)	19,1 (11,7÷26,9)	29,8 (19,8÷40,9)	14,8 (6,4÷23,4)	24,0 (14,7÷33,0)	36,8 (25,9÷46,5)
18	Hải Phòng	24,4 (10,1÷38,2)	26,4 (18,0÷35,5)	34,3 (19,3÷50,3)	17,9 (10,1÷26,0)	30,2 (21,4÷39,0)	44,1 (33,4÷54,5)
19	Hải Dương	17,4 (4,9÷30,0)	18,7 (9,6÷28,4)	27,8 (17,0÷39,6)	11,4 (4,0÷19,0)	23,0 (16,5÷30,2)	32,8 (24,0÷42,2)
20	Hưng Yên	13,8 (4,3÷23,7)	16,3 (10,4÷22,9)	25,3 (15,4÷36,2)	8,2 (1,5÷15,3)	17,1 (11,1÷23,3)	28,5 (17,4÷39,8)
21	Hà Nội	12,6 (3,1÷22,9)	17,0 (10,8÷23,8)	24,0 (14,3÷35,3)	9,9 (2,7÷17,0)	17,8 (9,8÷25,9)	29,8 (18,0÷40,9)
22	Hà Nam	14,0 (3,8÷24,8)	17,6 (11,5÷24,4)	24,7 (14,8÷36,1)	10,5 (3,1÷17,9)	19,0 (10,8÷27,3)	30,1 (18,3÷41,3)
23	Thái Bình	19,8 (6,5÷32,5)	20,1 (14,2÷26,5)	27,6 (17,0÷39,1)	13,0 (4,9÷21,1)	23,9 (15,0÷33,0)	31,3 (19,4÷42,8)
24	Nam Định	16,0 (6,0÷26,0)	21,1 (14,8÷27,8)	27,5 (17,5÷38,1)	15,2 (8,6÷22,0)	21,9 (13,2÷30,5)	34,7 (24,8÷44,6)
25	Ninh Bình	11,2 (2,8÷19,5)	16,5 (10,6÷22,5)	22,0 (13,5÷30,7)	9,6 (4,8÷14,8)	17,7 (11,4÷24,2)	25,3 (18,4÷32,0)
26	Thanh Hóa	10,1 (3,7÷16,8)	17,6 (11,5÷23,6)	21,3 (14,2÷29,0)	13,8 (8,5÷19,0)	18,6 (13,0÷24,5)	25,5 (19,9÷31,2)
27	Nghệ An	10,2 (2,4÷17,7)	16,8 (10,6÷23,1)	18,1 (10,3÷26,3)	16,6 (7,7÷24,5)	21,6 (14,1÷28,5)	26,4 (18,8÷33,6)
28	Hà Tĩnh	11,3 (6,0÷16,6)	16,3 (8,5÷24,4)	13,0 (3,4÷22,6)	12,9 (6,8÷18,9)	14,1 (8,9÷19,0)	17,4 (10,6÷24,4)
29	Quảng Bình	10,1 (3,5÷16,5)	12,6 (3,8÷22,0)	10,9 (0,0÷21,4)	10,8 (4,0÷17,4)	14,1 (8,2÷19,6)	12,1 (5,5÷19,0)
30	Quảng Trị	11,4 (2,9÷20,0)	16,6 (7,5÷26,2)	20,1 (9,8÷31,3)	16,5 (9,9÷22,8)	16,8 (10,7÷22,6)	16,4 (8,2÷24,2)
31	Thừa Thiên - Huế	17,0 (10,4÷23,6)	22,5 (10,7÷34,3)	26,2 (15,4÷38,1)	16,5 (9,0÷23,3)	18,6 (12,9÷23,9)	21,2 (13,8÷28,2)
32	Đà Nẵng	16,2 (11,7÷21,1)	22,7 (10,0÷36,1)	25,5 (14,4÷37,8)	16,4 (11,3÷21,3)	22,0 (15,9÷28,3)	20,8 (15,0÷26,8)
33	Quảng Nam	18,2 (13,0÷23,7)	24,9 (14,3÷36,8)	29,9 (17,5÷42,9)	17,5 (12,2÷22,6)	25,9 (18,6÷33,5)	25,9 (13,0÷38,2)
34	Quảng Ngãi	18,0 (12,9÷23,2)	25,2 (14,0÷38,3)	29,5 (15,3÷42,9)	18,0 (12,2÷23,5)	25,1 (17,0÷33,5)	22,2 (7,2÷35,9)
35	Bình Định	14,9 (8,8÷21,2)	20,4 (10,9÷30,8)	23,0 (11,2÷34,3)	17,0 (10,1÷23,4)	19,0 (11,9÷26,2)	16,5 (5,8÷26,5)
36	Phú Yên	10,0 (3,2÷17,0)	13,4 (5,2÷22,8)	14,4 (0,9÷26,9)	12,4 (3,2÷21,9)	10,4 (2,7÷18,5)	10,1 (-1,0÷20,4)
37	Khánh Hòa	9,1 (-1,3÷19,2)	14,4 (3,9÷25,5)	11,0 (-0,2÷21,1)	16,1 (4,9÷27,2)	8,1 (-1,5÷18,0)	5,4 (-6,1÷15,6)
38	Ninh Thuận	7,2 (0,3÷14,8)	12,3 (2,8÷22,5)	12,3 (-1,3÷24,6)	16,7 (6,7÷26,1)	10,3 (1,6÷18,5)	6,1 (-3,8÷15,1)
39	Bình Thuận	14,1 (5,9÷22,0)	13,6 (3,9÷24,2)	17,7 (9,4÷25,3)	12,5 (5,9÷19,8)	15,0 (7,8÷22,0)	14,9 (8,1÷21,6)
40	Kon Tum	7,2 (4,5÷9,9)	12,0 (2,4÷22,0)	14,1 (5,2÷23,3)	8,1 (5,0÷11,4)	12,5 (6,6÷18,4)	16,2 (12,0÷20,6)
41	Gia Lai	8,3 (3,4÷12,5)	11,0 (3,2÷19,5)	12,1 (4,2÷19,9)	10,0 (5,2÷15,1)	11,8 (4,7÷19,1)	14,6 (10,6÷18,5)
42	Đắk Lắk	6,5 (2,2÷10,9)	7,6 (0,8÷15,7)	10,1 (-1,0÷20,3)	5,3 (-1,0÷11,6)	8,7 (1,8÷16,2)	11,4 (2,4÷19,5)
43	Đắk Nông	6,5 (3,7÷9,3)	11,3 (3,3÷20,7)	11,5 (4,0÷19,4)	5,0 (1,4÷8,6)	17,2 (13,6÷21,1)	18,6 (14,7÷22,7)
44	Lâm Đồng	3,9 (1,0÷6,8)	6,5 (0,3÷12,9)	7,8 (-0,6÷15,6)	4,7 (0,6÷8,9)	9,0 (4,8÷13,5)	10,1 (6,6÷13,6)
45	Bình Phước	8,7 (5,3÷12,4)	12,1 (4,3÷21,2)	15,1 (5,3÷24,1)	9,0 (2,8÷15,4)	16,0 (10,2÷21,6)	23,3 (17,8÷28,6)
46	Tây Ninh	9,4 (4,5÷14,3)	14,1 (5,2÷23,3)	16,0 (4,9÷26,1)	10,3 (4,2÷16,3)	15,0 (8,7÷21,9)	20,7 (13,6÷28,2)
47	Bình Dương	9,6 (4,5 ÷ 14,8)	14,1 (6,5 ÷22,7)	16,6 (5,9÷26,5)	11,3 (7,1÷15,2)	17,0 (11,8÷22,8)	21,1 (14,2÷28,7)
48	Đồng Nai	14,4 (9,1÷19,1)	16,1 (8,5÷24,8)	18,9 (5,8÷31,0)	13,1 (9,0÷17,0)	18,6 (12,2÷25,1)	21,4 (12,6÷30,4)
49	TP. Hồ Chí Minh	16,7 (11,4÷21,3)	18,8 (10,5÷28,6)	22,7 (6,7÷37,5)	14,7 (10,0÷19,3)	20,7 (14,6÷27,0)	23,4 (13,2÷33,9)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	17,5 (9,6÷25,0)	14,5 (4,6÷25,2)	17,5 (8,1÷27,0)	13,5 (7,3÷20,0)	16,4 (9,4÷23,6)	15,6 (7,7÷24,1)
51	Long An	11,7 (4,0÷18,5)	20,6 (7,8÷33,8)	16,7 (2,9÷29,0)	12,8 (5,9÷19,1)	16,1 (9,2÷23,4)	19,9 (11,6÷28,2)
52	Vĩnh Long	8,5 (5,2÷12,3)	14,1 (4,6÷24,7)	16,0 (3,2÷28,1)	10,7 (4,7÷17,5)	16,7 (12,2÷21,4)	20,4 (11,4÷30,4)
53	Hậu Giang	10,1 (6,4÷13,7)	8,8 (0,8÷17,1)	10,5 (1,0÷20,2)	7,7 (3,3÷12,6)	15,0 (11,7÷18,3)	16,0 (7,3÷26,2)
54	Tiền Giang	13,7 (8,6÷18,9)	17,1 (7,3÷28,3)	16,1 (2,7÷28,8)	12,7 (6,3÷18,9)	18,0 (10,6÷25,8)	20,9 (10,5÷32,3)
55	Đồng Tháp	10,0 (4,8÷15,1)	17,9 (8,9÷28,0)	17,2 (5,3÷28,4)	11,0 (4,4÷17,4)	16,2 (10,7÷22,2)	23,7 (15,6÷32,0)
56	Bến Tre	17,0 (10,1÷23,2)	18,2 (7,6÷30,4)	21,2 (7,7÷33,6)	14,7 (9,7÷19,8)	18,1 (11,3÷25,6)	21,8 (11,3÷33,0)
57	Trà Vinh	10,9 (4,9÷16,3)	15,7 (5,7÷26,8)	17,7 (4,1÷30,0)	11,4 (5,6÷17,5)	14,6 (8,4÷21,5)	18,2 (9,0÷28,2)
58	An Giang	4,7 (-0,3÷9,4)	13,1 (3,8÷23,3)	14,1 (0,5÷26,4)	8,2 (1,5÷15,1)	11,1 (5,4÷17,3)	14,7 (6,7÷23,4)
59	Cần Thơ	10,5 (6,6÷14,4)	13,7 (4,5÷23,6)	15,1 (2,8÷26,6)	10,7 (4,0÷18,0)	18,3 (13,5÷23,6)	21,2 (12,3÷30,7)
60	Sóc Trăng	11,1 (7,2÷15,0)	10,6 (2,2÷19,5)	14,0 (4,0÷23,7)	10,6 (5,1÷16,7)	15,4 (10,4÷20,6)	18,4 (9,8÷28,3)
61	Kiên Giang	4,9 (0,0÷10,3)	9,2 (0,8÷18,4)	17,0 (2,3÷31,8)	6,5 (-1,2÷14,6)	14,4 (7,3÷21,9)	15,4 (4,4÷28,0)
62	Bạc Liêu	9,6 (5,0÷13,9)	11,0 (2,3÷20,5)	13,6 (4,3÷22,8)	11,8 (6,4÷18,0)	16,5 (10,1÷23,3)	18,0 (8,5÷29,0)
63	Cà Mau	8,4 (2,1÷14,0)	5,8 (-2,4÷14,7)	9,6 (-0,3÷19,5)	6,7 (2,2÷11,7)	10,8 (6,0÷16,2)	12,6 (3,7÷22,9)

2) Lượng mưa mùa đông

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ, lượng mưa mùa đông có xu thế tăng ở hầu hết cả nước, phổ biến từ 5÷12%. Vào giữa thế kỷ, xu thế giảm ở Tây Bắc, phần lớn Việt Bắc, mức giảm nhiều nhất là 10%. Các khu vực khác tăng phổ biến từ 5÷20%, nhiều nhất là Nam Bộ, nam Tây Nguyên, phía tây Trung Bộ. Đến cuối thế kỷ, xu thế giảm ở phần lớn Đông Bắc, một phần Đồng bằng Bắc Bộ và một phần sát biên giới phía bắc thuộc Tây Bắc và Đông Bắc với mức giảm nhiều nhất đến 15%. Hầu hết các tỉnh từ Quảng Bình trở vào có mức tăng phổ biến từ 20÷25% (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ, lượng mưa mùa đông có xu thế giảm nhẹ ở phía Bắc, Tây Nguyên, xu thế tăng ở khu vực phía Nam. Vào giữa thế kỷ, xu thế giảm ở phần lớn Đông Bắc và tây Bắc Bộ, nhiều nhất đến 10%. Các khu vực còn lại có xu thế tăng, nhiều nhất đến 20%. Đến cuối thế kỷ, xu thế giảm ở phần lớn Đông Bắc, Tây Bắc, nam Tây Nguyên và cực nam Trung Bộ. Mức giảm phổ biến từ 5÷15%, giảm nhiều nhất ở cực nam Trung Bộ. Những nơi khác có xu thế tăng, mức tăng phổ biến từ 10÷40%, riêng phần lớn Nam Bộ có mức tăng từ 50÷80%, cao nhất cả nước (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

3) Lượng mưa mùa xuân

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ, lượng mưa mùa xuân có xu thế giảm nhẹ ở phía Bắc, tăng từ 5÷10% ở phía Nam. Vào giữa thế kỷ, xu thế tăng ở các tỉnh phía Bắc (từ Quảng Trị trở ra) và giảm ở nhiều tỉnh phía Nam (từ Thừa Thiên - Huế trở vào). Mức tăng phổ biến từ 5÷10%. Một phần Tây Bắc và một phần Đông Bắc có mức tăng nhiều nhất, trên 15%. Lượng mưa có xu thế giảm ở hầu hết các tỉnh ven biển Nam Trung Bộ và Nam Bộ (từ Thừa Thiên - Huế đến Cà Mau) với mức giảm dưới 10%. Đến cuối thế kỷ, lượng mưa có xu thế tăng từ 3÷10% trên cả nước, một số nơi thuộc Đông Bắc, Việt Bắc tăng nhiều hơn (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ, lượng mưa mùa xuân có xu thế giảm ở hầu hết cả nước, phổ biến dưới 8%. Vào giữa thế kỷ, xu thế biến đổi gần tương tự như kịch bản RCP4.5, với khác biệt đáng kể nhất là xu thế giảm mạnh hơn ở khu vực Nam Trung Bộ. Đến cuối thế kỷ, lượng mưa mùa xuân có xu thế tăng từ 3÷15% trên phần lớn cả nước, trừ một phần nhỏ ở Bắc Đông Bắc, Nam Tây Bắc, cực nam Trung Bộ và cực nam Nam Bộ có xu thế giảm (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

4) Lượng mưa mùa hè

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ, lượng mưa mùa hè có xu thế tăng ở hầu hết cả nước, phổ biến từ 3÷12%. Vào giữa thế kỷ, xu thế tăng phổ biến từ 5÷15% trên phần lớn lãnh thổ, trừ Nam Trung Bộ, đông Tây Nguyên và một phần phía tây Nam Bộ có xu thế giảm từ 3÷15%. Tăng nhiều nhất ở Đông Bắc và Tây Bắc; ít nhất ở Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ. Đến cuối thế kỷ, sự biến đổi có xu thế tương tự như giữa thế kỷ, tuy nhiên khu vực lượng mưa giảm mở rộng hơn về phía Bắc. Mức tăng ở Đông Bắc, Tây Bắc nhiều nhất cả nước, phổ biến từ 15÷25%. Tây Nguyên và phía tây Nam Bộ có mức tăng ít nhất cả nước, dưới 5% (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

Theo kịch bản RCP8.5 sự biến đổi của lượng mưa mùa hè có xu thế tương tự kịch bản RCP4.5. Vào đầu thế kỷ, xu thế tăng phổ biến từ 5÷15%. Vào giữa thế kỷ, xu thế tăng trên phần lớn cả nước, chỉ giảm ở một phần nhỏ Nam Trung Bộ và Tây Nguyên (dưới 5%). Tăng nhiều nhất ở Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, nam Tây Nguyên và phía đông Nam Bộ, phổ biến từ 15÷25%, tăng ít nhất ở Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và phía tây Nam Bộ, dưới 5%. Đến cuối thế kỷ, mức giảm của lượng mưa mùa hè có thể đến 15% (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

5) Lượng mưa mùa thu

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ, lượng mưa mùa thu có xu thế tăng, phổ biến từ 10÷25%. Vào giữa thế kỷ, xu thế tăng ở hầu hết các vùng với mức phổ biến từ 15÷35%. Phần lớn Đông Bắc, từ Thanh Hóa đến Nghệ An và từ Thừa Thiên - Huế đến Bình Định tăng nhiều nhất (30% đến trên 40%). Đến cuối thế kỷ, biến đổi lượng mưa mùa thu có xu thế tương tự như giữa thế kỷ nhưng mức độ nhiều hơn: tăng nhiều nhất ở Đồng bằng Bắc Bộ và Đông Bắc (30÷50%), tăng ít nhất ở nam Tây Nguyên và phía bắc Tây Bắc (dưới 10%) (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

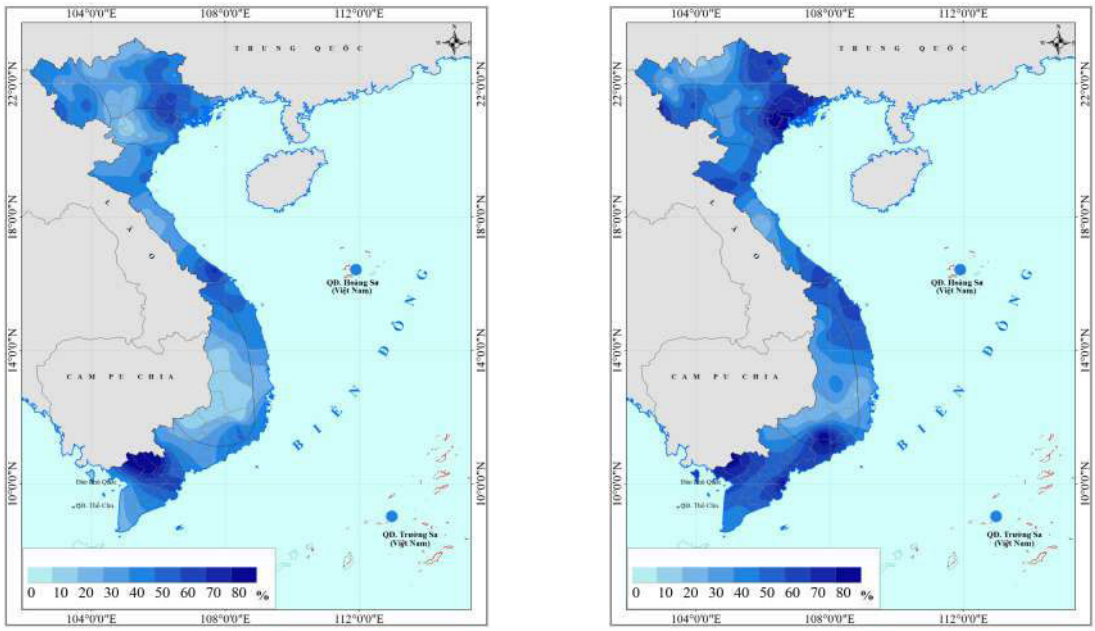
Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ, lượng mưa mùa thu có xu thế tăng ở hầu hết cả nước, phổ biến từ 10÷20%. Vào giữa thế kỷ, xu thế tăng ở hầu hết các vùng, phổ biến từ 15÷30%, trong đó nhiều nhất ở Đông Bắc, ven biển Đồng bằng Bắc Bộ, phần lớn miền Trung. Lượng mưa giảm ở một phần nhỏ thuộc nam Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và một số tỉnh thuộc Tây Bắc và Đông Bắc. Đến cuối thế kỷ, xu thế tăng trên toàn lãnh thổ (20÷70%), các tỉnh miền Bắc và miền Trung (30÷70%), Nam Bộ (10÷30%), ít nhất là ở một phần cực nam Trung Bộ và nam Tây Nguyên (dưới 10%) (Trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**).

5.2.2. Lượng mưa cực trị

1) Lượng mưa một ngày lớn nhất trung bình (Rx1day)

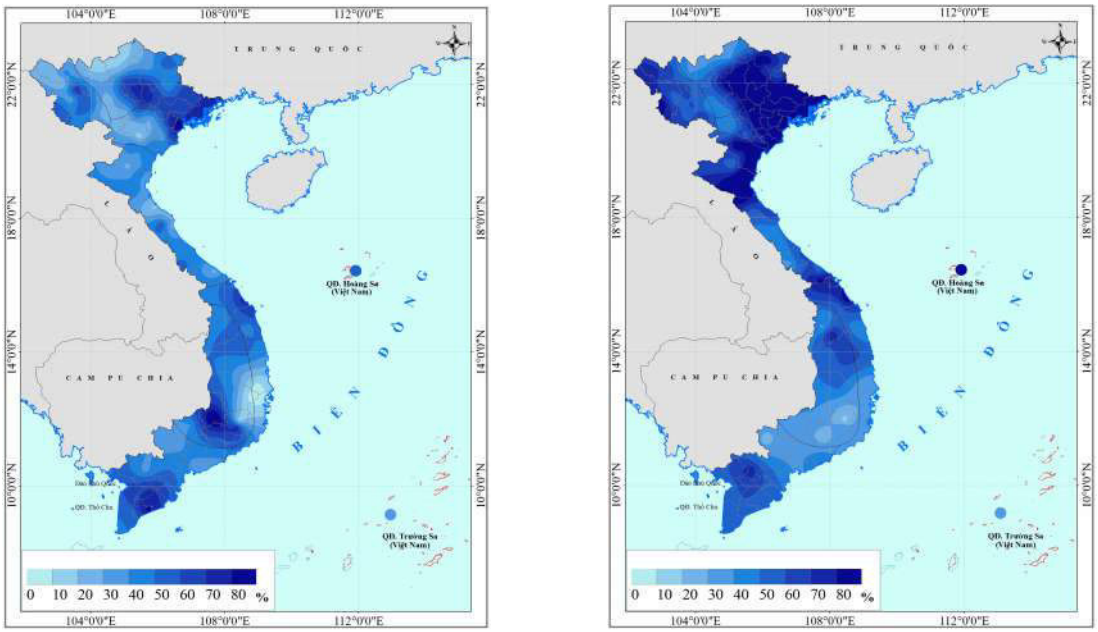
Theo kịch bản RCP4.5, vào giữa thế kỷ, lượng mưa 1 ngày lớn nhất trung bình có xu thế tăng trên toàn lãnh thổ, phổ biến từ 10÷70%. Tăng nhiều nhất ở Đông Bắc, Thừa Thiên - Huế đến Quảng Nam và phía đông Nam Bộ. Đến cuối thế kỷ, xu thế biến đổi khá giống với thời kỳ giữa thế kỷ nhưng mức tăng lớn hơn và phạm vi tăng mở rộng hơn (**Hình 5.11**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào giữa thế kỷ, lượng mưa 1 ngày lớn nhất trung bình có xu thế tăng trên cả nước, mức tăng từ 10÷70%, trong đó tăng nhiều hơn ở Đông Bắc, nam Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và Nam Bộ. Đến cuối thế kỷ, xu thế biến đổi tương tự giữa thế kỷ nhưng lớn hơn về mức độ và mở rộng hơn về phạm vi. Tăng nhiều nhất ở Đông Bắc, phía tây của Tây Bắc, nam đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, bắc Tây Nguyên và Nam Bộ (**Hình 5.12**).



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình 5.11. Biến đổi của lượng mưa 1 ngày lớn nhất trung bình theo kịch bản RCP4.5



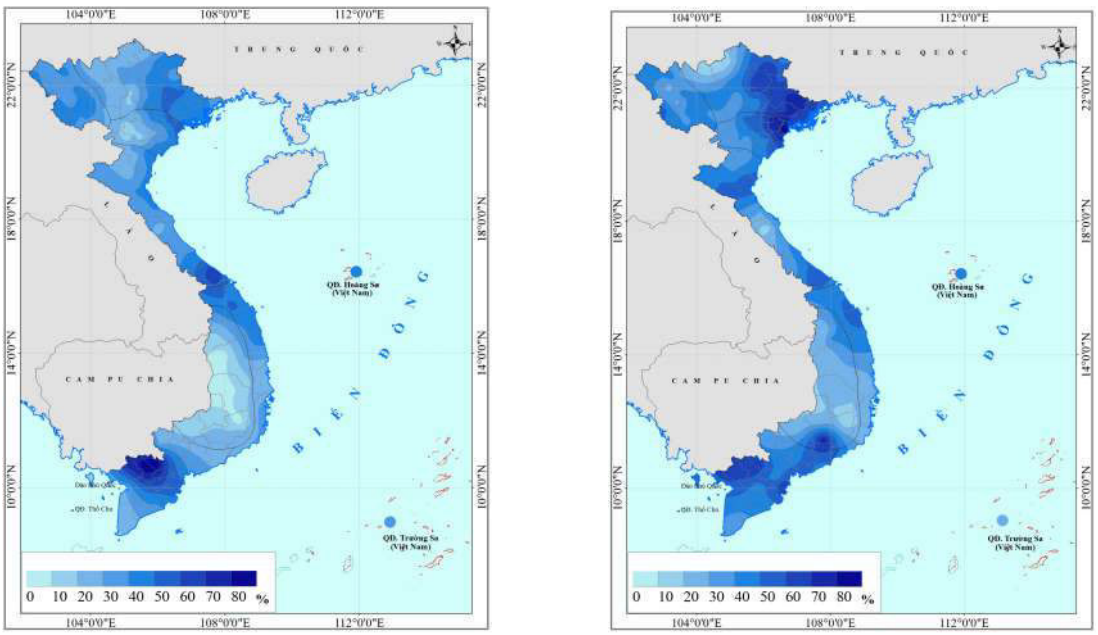
(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình 5.12. Biến đổi của lượng mưa 1 ngày lớn nhất trung bình theo kịch bản RCP8.5

2) Lượng mưa năm ngày lớn nhất trung bình (Rx5day)

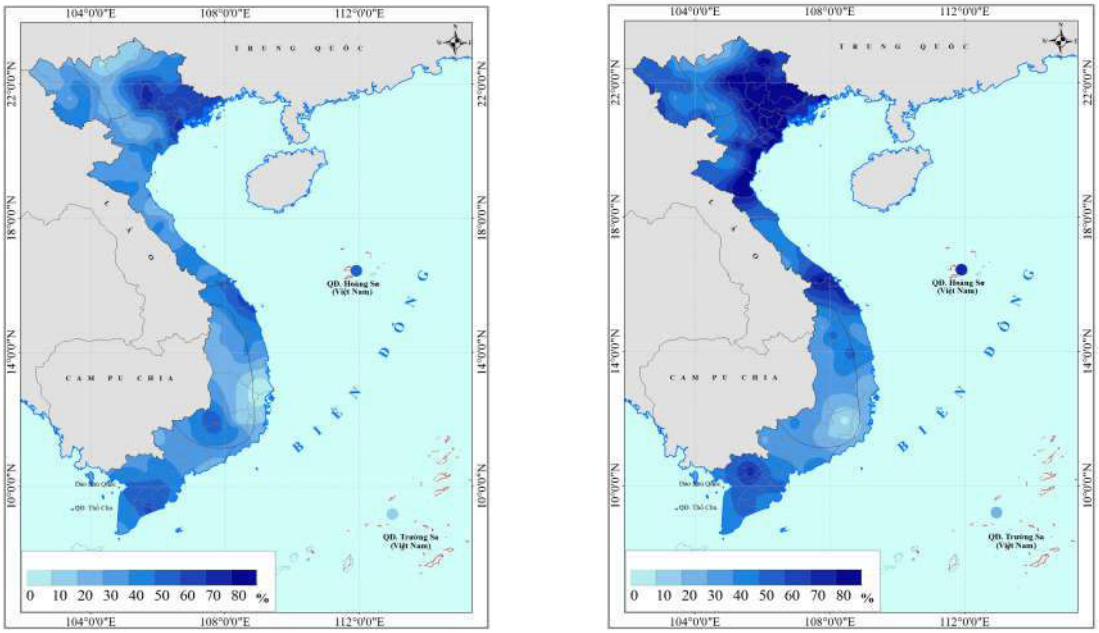
Theo kịch bản RCP4.5, vào giữa thế kỷ, lượng mưa 5 ngày lớn nhất trung bình có xu thế tăng trên phạm vi cả nước với mức tăng phổ biến từ 10÷50%. Phía đông Nam Bộ có mức tăng nhiều nhất cả nước, có thể trên 80%. Đến cuối thế kỷ, xu thế biến đổi gần tương tự với thời kỳ giữa thế kỷ nhưng lớn hơn về mức độ và mở rộng hơn về phạm vi, đặc biệt là khu vực Đông Bắc (**Hình 5.13**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào giữa thế kỷ, lượng mưa 5 ngày lớn nhất trung bình có xu thế và mức biến đổi tương tự với lượng mưa 1 ngày lớn nhất. Mức tăng phổ biến từ 10÷60%, nhiều nhất ở Đông Bắc. Đến cuối thế kỷ, xu thế tăng nhiều nhất ở Đông Bắc và Bắc Trung Bộ (**Hình 5.14**).



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình 5.13. Biến đổi của lượng mưa 5 ngày lớn nhất trung bình theo kịch bản RCP4.5



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

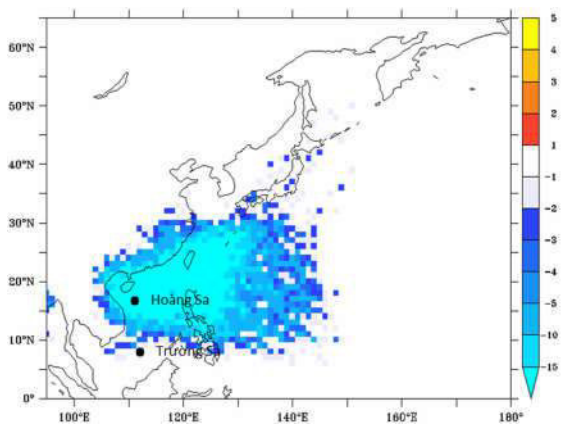
Hình 5.14. Biến đổi của lượng mưa 5 ngày lớn nhất trung bình theo kịch bản RCP8.5

5.3. Kịch bản biến đổi của một số hiện tượng khí hậu cực đoan

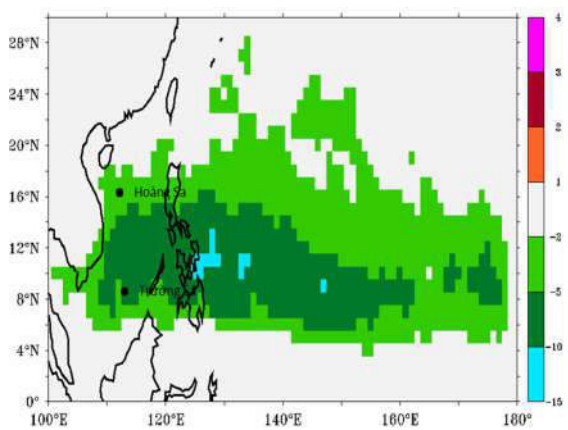
5.3.1. Bão và áp thấp nhiệt đới

Về xu thế biến đổi bão và áp thấp nhiệt đới trong thế kỷ 21, đánh giá của IPCC cho thấy chưa thể nhận định một cách chắc chắn về xu thế tăng/giảm của tần số bão trên quy mô toàn cầu (bao gồm cả Tây Bắc Thái Bình Dương). Về cường độ, nhận định tương đối đáng tin cậy là dưới tác động của biến đổi khí hậu, cường độ bão có khả năng tăng khoảng 2 tới 11%, mưa trong khu vực bán kính 100 km từ tâm bão có khả năng tăng khoảng 20% trong thế kỷ 21 (IPCC, 2013)

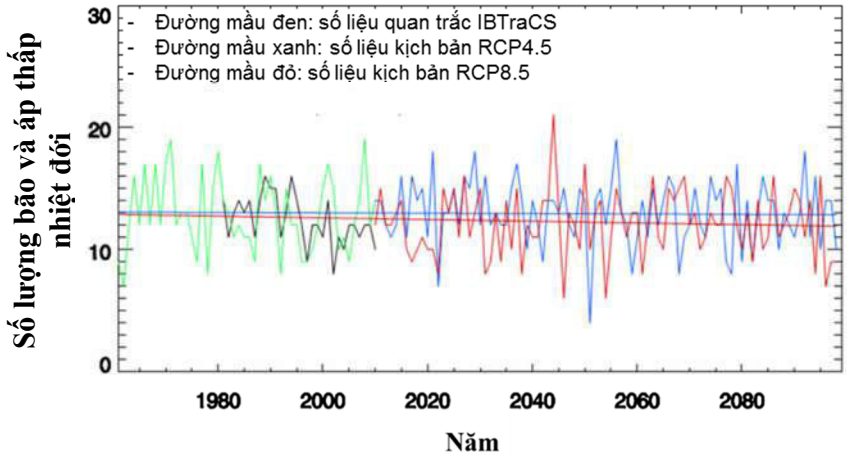
Kết quả tính toán của các mô hình độ phân giải cao cho khu vực Biển Đông (mô hình MRI, CCAM và PRECIS) khá thống nhất với kết quả của IPCC. Theo kịch bản RCP8.5, vào cuối thế kỷ bão và áp thấp nhiệt đới hoạt động và ảnh hưởng đến Việt Nam có khả năng giảm về tần suất (**Hình 5.15** đến **Hình 5.17**). Với kịch bản RCP4.5, mô hình PRECIS cho kết quả dự tính số lượng bão và áp thấp nhiệt đới có xu thế ít biến đổi (**Hình 5.17**).



Hình 5.15. Biến đổi của bão và áp thấp nhiệt đới vào cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở
(theo kịch bản RCP8.5 của mô hình MRI)



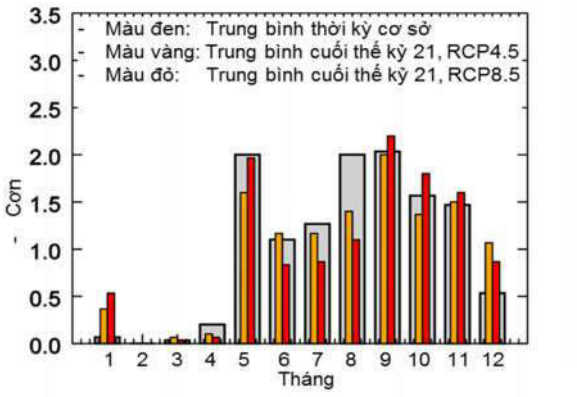
Hình 5.16. Biến đổi của bão và áp thấp nhiệt đới vào cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở
(theo kịch bản RCP8.5 của mô hình CCAM)



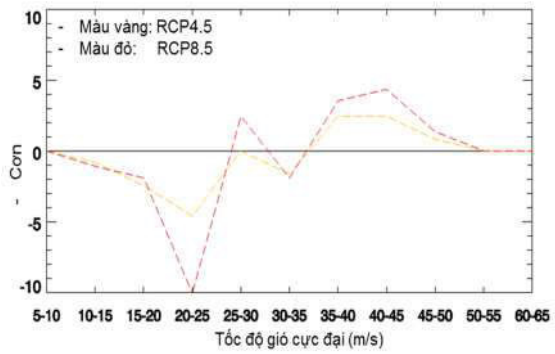
Hình 5.17. Biến đổi của bão và áp thấp nhiệt đới vào cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở
(theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 của mô hình PRECIS)

Kết quả tính toán từ PRECIS cho thấy số lượng bão và áp thấp nhiệt đới hoạt động trên Biển Đông có xu thế giảm trong các tháng đầu mùa bão (tháng 6, 7, 8) ở cả 2 kịch bản RCP4.5 và RCP8.5, nhưng lại có xu thế tăng ở cuối mùa bão, đặc biệt là ở kịch bản RCP8.5 (**Hình 5.18**). Như vậy, hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới có xu thế dịch chuyển về cuối mùa bão, thời kỳ mà bão hoạt động chủ yếu ở phía Nam.

Nếu phân chia cấp độ, số lượng bão yếu và trung bình có xu thế giảm trong khi số lượng bão mạnh đến rất mạnh lại có xu thế tăng rõ rệt (**Hình 5.19**).



Hình 5.18. Dự tính số lượng bão và áp thấp nhiệt đới thời kỳ cuối thế kỷ
(theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 của mô hình PRECIS)



Hình 5.19. Biến đổi của bão và áp thấp nhiệt đới vào cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở
(theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 của mô hình PRECIS)

5.3.2. Gió mùa

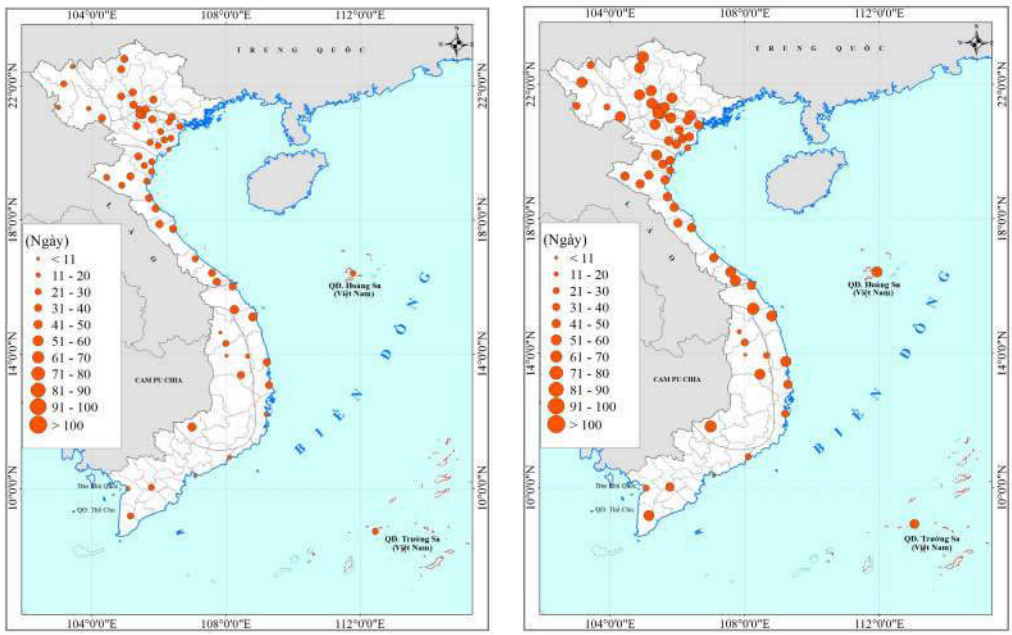
Đặc trưng quan trọng nhất của gió mùa là ngày bắt đầu, thời gian kéo dài và ngày kết thúc. Những đặc trưng này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng do có liên quan đến sự biến đổi của mưa và mùa mưa trong chu kỳ năm.

Theo các tính toán trong CMIP5, khu vực chịu ảnh hưởng của các hệ thống gió mùa tăng lên trong thế kỷ 21.Thời điểm bắt đầu của gió mùa mùa hè Châu Á có thể xảy ra sớm hơn và kết thúc muộn hơn, kết quả là thời kỳ gió mùa có thể kéo dài hơn. Hầu hết các mô hình của CMIP5 dự tính tổng lượng mưa và cực đoan mưa trong gió mùa mùa hè có khả năng tăng do hàm lượng ẩm trong khí quyển tăng (Hsu và nnk, 2013; Kitoh và nnk, 2013.

5.3.3. Rét đậm, rét hại, nắng nóng, hạn hán

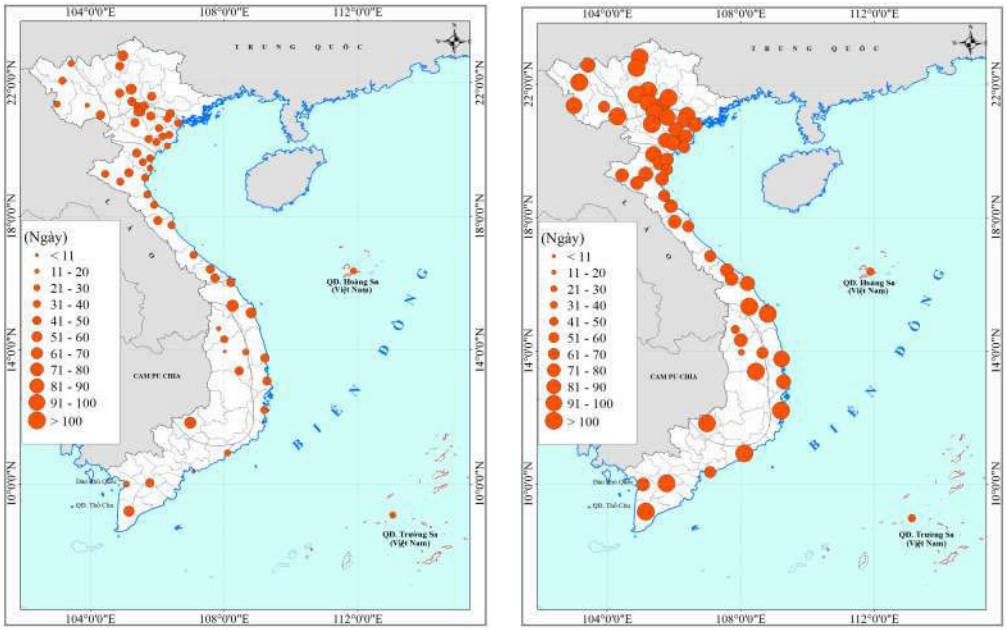
Rét đậm, rét hại: Theo kịch bản RCP4.5, vào giữa thế kỷ, số ngày rét đậm (số ngày có nhiệt độ thấp nhất Tn ≤ 15°C), số ngày rét hại (số ngày có nhiệt độ thấp nhất Tn ≤ 13°C) có xu thế giảm ở hầu hết các tỉnh miền Bắc, phổ biến 5÷10 ngày so với thời kỳ cơ sở, giảm nhiều nhất trên 15 ngày ở vùng Tây Bắc và Đông Bắc, ít nhất dưới 5 ngày ở Bắc Trung Bộ. Đến cuối thế kỷ, số ngày rét đậm, rét hại có xu thế giảm phổ biến từ 10-20 ngày, giảm nhiều nhất ở một số trạm thuộc Tây Bắc, Đông Bắc (trên 20 ngày), ít nhất dưới 10 ngày ở một số trạm thuộc Bắc Trung Bộ.

Nắng nóng: Theo kịch bản RCP4.5, vào giữa thế kỷ số ngày nắng nóng (số ngày nhiệt độ cao nhất Tx ≥ 35°C) có xu thế tăng trên phần lớn cả nước, phổ biến 25÷35 ngày so với thời kỳ cơ sở, tăng nhiều nhất (đến 40 ngày) ở Nam Trung Bộ, ít nhất (dưới 20 ngày) ở Tây Nguyên và Nam Bộ (**Hình 5.20**, trái). Đến cuối thế kỷ, số ngày nắng nóng tăng nhiều nhất (trên 50 ngày) ở Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ, tăng ít nhất ở phần lớn Tây Nguyên và Nam Bộ (**Hình 5.20**, phải).



Hình 5.20. Biến đổi của số ngày nắng nóng (ngày/năm) vào giữa và cuối thế kỷ so với thời kỳ cơ sở, theo kịch bản RCP4.5 từ tổ hợp mô hình

Theo kịch bản RCP8.5, vào giữa thế kỷ, số ngày nắng nóng tăng trên phạm vi cả nước với mức tăng 35÷45 ngày so với thời kỳ cơ sở, tăng nhiều nhất ở Nam Trung Bộ, tiếp đến là Bắc Trung Bộ, Đông Bắc, tăng ít nhất ở Tây Nguyên và Nam Bộ (**Hình 5.21**, trái). Đến cuối thế kỷ, số ngày nắng nóng tăng nhiều hơn so với giữa thế kỷ trên phạm vi cả nước, tăng nhiều nhất (trên 100 ngày) so với thời kỳ cơ sở ở Đông Bắc, Nam Trung Bộ và Nam Bộ (**Hình 5.21**, phải).



Hình 5.21. Biến đổi của số ngày nắng nóng (ngày/năm) vào giữa (2046-2065) và cuối (2080-2099) thế kỷ so với thời kỳ cơ sở, theo kịch bản RCP8.5 từ tổ hợp mô hình

Hạn hán: Theo báo cáo lần thứ tư của IPCC (AR4), hạn hán có xu thế tăng trên phạm vi toàn cầu, đặc biệt ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới từ khoảng năm 1970. Tuy nhiên, báo cáo lần thứ 5 của IPCC (AR5) nhận định hạn hán chỉ tăng ở một số mùa và một số khu vực do giảm lượng mưa và/hoặc tăng quá trình bốc hơi.

Đối với Việt Nam, hạn hán ở một số vùng có thể khắc nghiệt hơn do xu thế giảm lượng mưa trong mùa khô (ví dụ: Nam Trung Bộ trong mùa xuân và mùa hè, Nam Bộ trong mùa xuân và Bắc Bộ trong mùa đông).

Kịch bản biến đổi khí hậu chi tiết cho 63 tỉnh/thành phố được trình bày chi tiết trong **Phụ lục A**.

VI. Kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam

6.1. Kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu

Kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam được xây dựng theo phương pháp của IPCC trong báo cáo AR5; các kết quả nghiên cứu mới nhất của thế giới; các kịch bản nước biển dâng quy mô quốc gia của Úc, Hà Lan và Singapore.

Kịch bản nước biển dâng được tính từ các thành phần đóng góp, bao gồm: (i) Giãn nở nhiệt và động lực; (ii) Tan băng của các sông băng, núi băng trên lục địa; (iii) Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Greenland; (iv) Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Nam Cực; (v) Động lực băng ở Greenland; (vi) Động lực băng ở Nam Cực; (vii) Thay đổi lượng trữ nước trên lục địa; và (viii) Điều chỉnh đẳng tĩnh băng. Thành phần giãn nở nhiệt và động lực được tính trực tiếp từ 21 mô hình khí quyển - đại dương (AOGCMs). Các thành phần khác được xác định theo kết quả tính toán toàn cầu (IPCC, 2013).

Kịch bản nước biển dâng trong báo cáo này có một số điểm cập nhật so với kịch bản nước biển dâng đã được công bố vào năm 2012, bao gồm: (i) áp dụng phương pháp của IPCC trong báo cáo AR5; (ii) dựa trên kết quả tính toán của các mô hình khí quyển - đại dương; (iii) sử dụng số liệu mực nước thực đo và số liệu vệ tinh cập nhật đến năm 2014 để kiểm định kết quả tính toán từ mô hình; (iv) xác định mực nước biển dâng cho từng vị trí ven biển, khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa và cho toàn vùng biển Việt Nam.

Kịch bản nước biển dâng chỉ xét đến sự thay đổi mực nước biển trung bình do biến đổi khí hậu, mà không xét đến ảnh hưởng của các yếu tố khác gây nên sự dâng cao mực nước biển như: nước dâng do bão, nước dâng do gió mùa, thủy triều, quá trình nâng/hạ địa chất và các quá trình khác.

6.1.1. Các thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng

Mực nước biển dâng tổng cộng tại một khu vực được tính là tổng của các đóng góp thành phần, bao gồm: (i) Giãn nở nhiệt và động lực; (ii) Tan băng của các sông băng và núi băng trên lục địa; (iii) Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Greenland; (iv) Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Nam Cực; (v) Động lực băng ở Greenland; (vi) Động lực băng ở Nam Cực; (vii) Thay đổi lượng trữ nước trên lục địa; và (viii) Điều chỉnh đẳng tĩnh băng.

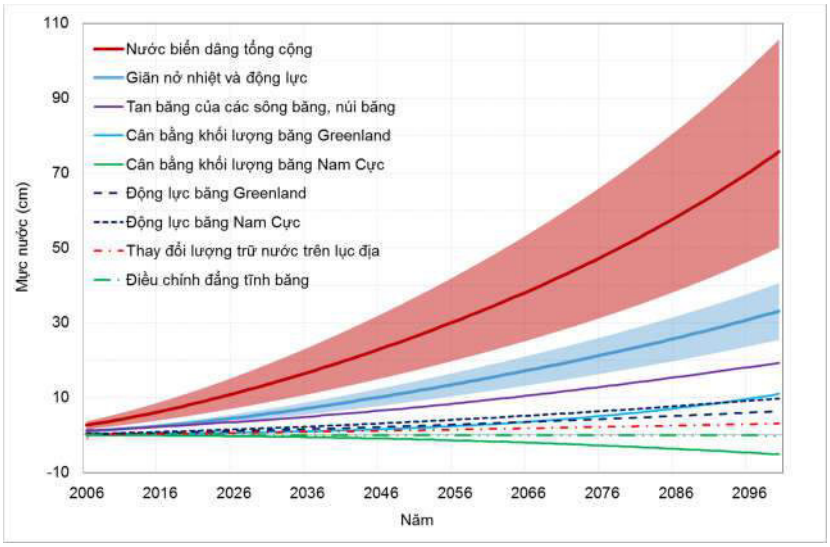
Bảng 6.1. Đóng góp của các thành phần vào mực nước biển dâng tổng cộng khu vực Biển Đông vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ cơ sở

Đơn vị: cm

Thành phần	Kịch bản RCP4.5		Kịch bản RCP8.5	
	Toàn cầu *(IPCC, 2013)*	Biển Đông Việt Nam	Toàn cầu *(IPCC, 2013)*	Biển Đông Việt Nam
Giãn nở nhiệt và động lực	19 (14 ÷ 23)	21 (15 ÷ 34)	27 [21 ÷ 33]	33 (25 ÷ 40)
Tan băng của các sông băng và núi băng trên lục địa	12 (6 ÷ 19)	14 (8 ÷ 20)	16 [9 ÷ 23]	19 (8 ÷ 25)
Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Greenland	4 (1 ÷ 9)	5 (2 ÷ 10)	7 [3 ÷ 16]	11 (7 ÷ 20)
Động lực băng tại Greenland	4 [1 ÷ 6]	5 (2 ÷ 7)	5 [2 ÷ 7]	7 (4 ÷ 10)
Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Nam Cực	-2 [-5 ÷ -1]	-3 (-4 ÷ 0)	-4 [-7 ÷ -1]	-5 (-8 ÷ -2)
Động lực băng tại Nam Cực	7 [-1 ÷ 16]	10 (3 ÷ 18)	7 [-1 ÷ 16]	10 (3 ÷ 19)
Thay đổi lượng trữ nước trên lục địa	4 [-1 ÷9]	3 (0 ÷ 8)	4 [-1 ÷ 9]	3 (0 ÷ 8)
Điều chỉnh đẳng tĩnh băng		-0,1	N/A	-0,2
Mực nước biển dâng tổng cộng	**53 (36 ÷ 71)**	**55 (33 ÷ 75)**	**74 (52 ÷ 98)**	**77 (52 ÷ 106)**

Phương pháp tính toán cho từng thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng tổng cộng đã được trình bày trong **Chương 4, mục 4.2.1**. Kết quả tính các thành phần đóng góp vào mực nước biển dâng và mực nước biển dâng tổng cộng cho toàn khu vực Biển Đông được trình bày trong **Bảng 6.1** và **Hình 6.1**.

Từ kết quả có thể thấy đóng góp của thành phần giãn nở nhiệt và động lực là lớn nhất. Đóng góp của thành phần khác theo thứ tự giảm dần là: băng tan tại sông băng, núi băng trên lục địa; băng tan ở Greenland (cả cân bằng khối lượng băng và động lực băng); băng tan ở Nam Cực; thay đổi lượng trữ nước trên lục địa.



Hình 6.1. Đóng góp của các thành phần vào mực nước biển dâng tổng cộng khu vực Biển Đông theo kịch bản RCP8.5

6.1.2. Kịch bản nước biển dâng cho toàn khu vực Biển Đông

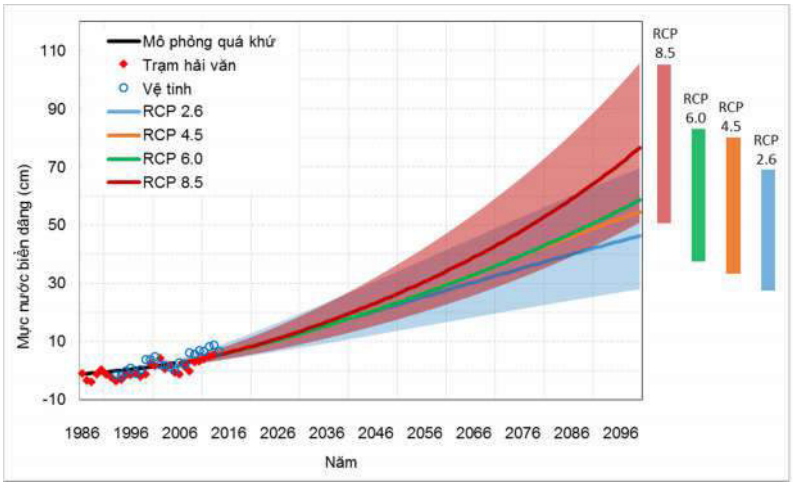
- Vào giữa thế kỷ, mực nước biển dâng ở khu vực Biển Đông như sau:
  - Theo kịch bản RCP2.6, mực nước biển dâng khoảng 22 cm (từ 14 cm ÷ 34 cm);
  - Theo kịch bản RCP4.5, mực nước biển dâng khoảng 23 cm (từ 14 cm ÷ 34 cm);
  - Theo kịch bản RCP6.0, mực nước biển dâng khoảng 23 cm (từ 15 cm ÷ 34 cm);
  - Theo kịch bản RCP8.5, mực nước biển dâng khoảng 24 cm (từ 17 cm ÷ 36 cm).
- Đến cuối thế kỷ, mực nước biển dâng ở khu vực Biển Đông như sau:
  - Theo kịch bản RCP2.6, mực nước biển dâng khoảng 46 cm (từ 28 cm ÷70 cm);
  - Theo kịch bản RCP4.5, mực nước biển dâng khoảng 55 cm (từ 33 cm ÷ 75 cm);
  - Theo kịch bản RCP6.0, mực nước biển dâng khoảng 59 cm (từ 38 cm ÷ 84 cm);
  - Theo kịch bản RCP8.5, mực nước biển dâng khoảng 77 cm (từ 51 cm ÷ 106 cm).

Hình 6.2 trình bày kịch bản nước biển dâng xét cho khu vực Biển Đông. Có thể thấy rằng kết quả tính toán mực nước biển ở khu vực Biển Đông theo các mô hình cho thời kỳ cơ sở (1986-2005) là khá phù hợp với số liệu quan trắc tại các trạm hải văn cũng như số liệu từ vệ tinh cả về độ lớn và xu thế biến đổi. Tốc độ biến đổi mực nước biển theo số liệu quan trắc là khoảng 2,8mm/năm và kết quả tính toán từ mô hình là khoảng 2,4mm/năm.

Kịch bản nước biển dâng xét cho toàn khu vực Biển Đông cũng khá phù hợp với kịch

bản nước biển dâng của Singapore.

Trong những thập kỷ đầu thế kỷ 21, xu thế tăng của mực nước biển theo cả 4 kịch bản RCP là khá tương đồng, tuy nhiên có sự khác biệt đáng kể từ khoảng năm 2040. Mực nước biển có mức tăng thấp nhất ở kịch bản RCP2.6 và cao nhất ở kịch bản RCP8.5.



Hình 6.2. Kịch bản nước biển dâng khu vực Biển Đông

Chú thích: Mực nước thực đo tại các trạm (hình thoi); số liệu từ vệ tinh (hình tròn); kết quả từ mô hình cho thời kỳ cơ sở 1986 -2005 (đường màu đen). Kịch bản nước biển dâng so với thời kỳ cơ sở theo kịch bản RCP2.6 (màu xanh dương), RCP4.5 (màu cam), RCP6.0 (màu xanh lục) và RCP8.5 (màu đỏ), khoảng tin cậy 5% - 95% (khoảng mờ) của 2 kịch bản RCP2.6 và RCP8.5. Cột giá trị bên phải biểu thị khoảng tin cậy 5% - 95% vào năm 2100 của từng kịch bản.

Bảng 6.2 trình bày kết quả tính toán mực nước biển dâng theo các kịch bản RCP vào các thập kỷ của thế kỷ 21. Mực nước biển dâng cao nhất (theo kịch bản RCP8.5) có thể đến 106 cm.

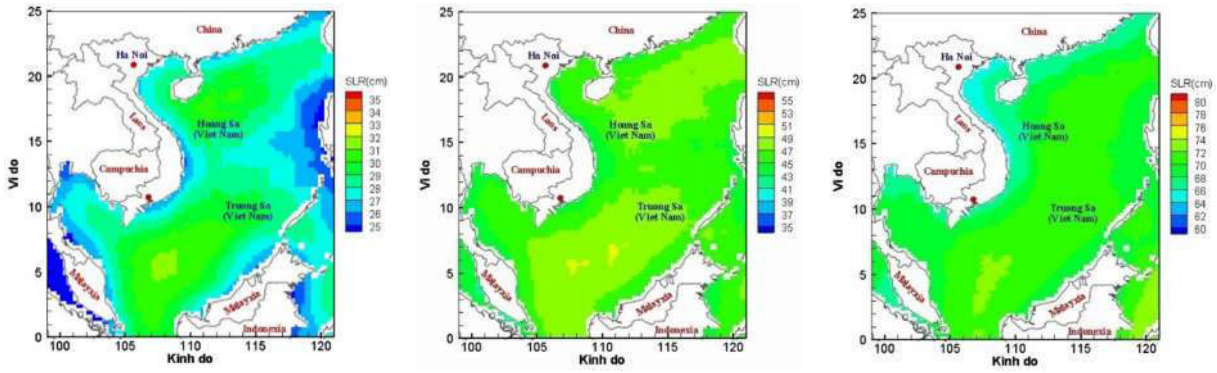
Bảng 6.2. Kịch bản nước biển dâng xét cho toàn khu vực Biển Đông

Đơn vị: cm

Kịch bản	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
RCP2.6	13 (8 ÷ 19)	18 (11 ÷ 26)	22 (14 ÷ 34)	27 (17 ÷ 41)	32 (20 ÷ 49)	37 (22 ÷ 56)	42 (25 ÷ 63)	46 (28 ÷ 60)
RCP4.5	13 (8 ÷ 19)	18 (11 ÷ 26)	23 (14 ÷ 34)	29 (18 ÷ 43)	36 (22 ÷ 53)	42 (26 ÷ 62)	49 (30 ÷ 72)	55 (34 ÷ 81)
RCP6.0	13 (8 ÷ 19)	18 (11 ÷ 26)	23 (15 ÷ 34)	29 (19 ÷ 42)	36 (23 ÷ 51)	43 (28 ÷ 61)	50 (33 ÷ 72)	59 (38 ÷ 84)
RCP8.5	13 (9 ÷ 19)	19 (13 ÷ 27)	26 (17 ÷ 36)	34 (23 ÷ 47)	43 (28 ÷ 59)	52 (35 ÷ 72)	64 (42 ÷ 88)	77 (51 ÷ 106)

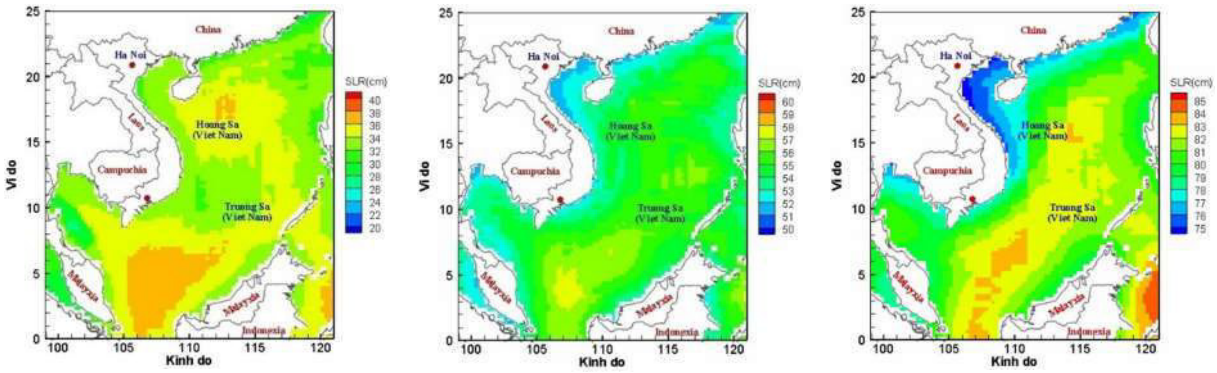
Phân bố theo không gian của nước biển dâng ở khu vực Biển Đông vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ 1986-2005 đối với các kịch bản RCP được trình bày trong các **Hình 6.3** đến **Hình 6.6**. Khu vực giữa Biển Đông (bao gồm cả quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa) và nam Biển Đông có mực nước biển dâng cao hơn đáng kể so với các khu vực khác. Khu vực có mực nước biển dâng thấp nhất là khu vực Vịnh Bắc Bộ và bắc Biển Đông.

Nếu xét riêng dải ven biển Việt Nam, khu vực ven biển từ Đà Nẵng đến Kiên Giang có mực nước biển dâng cao hơn so với khu vực phía bắc. Kết quả này phù hợp với xu thế biến đổi mực nước biển được tính theo số liệu thực đo tại các trạm trong quá khứ (Trần Thục và nnk, 2015). Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng thấp nhất theo kịch bản RCP2.6 và cao nhất theo kịch bản RCP8.5.



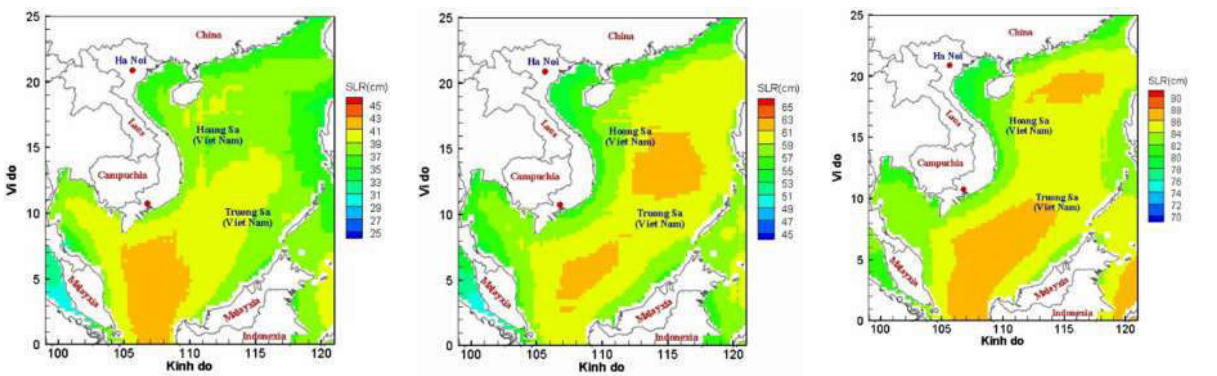
(a) cận dưới (5%) (b) trung vị (50%) (c) cận trên (95%)

Hình 6.3. Phân bố mực nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP2.6



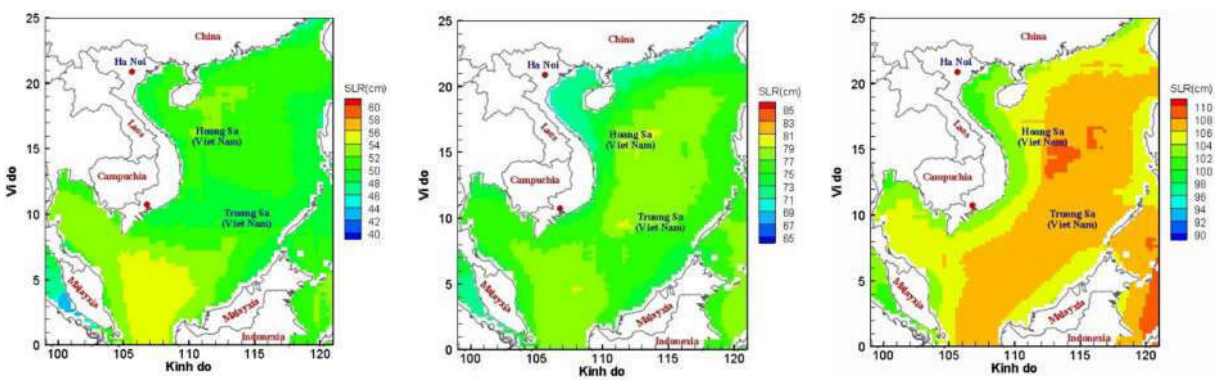
(a) cận dưới (5%) (b) trung vị (50%) (c) cận trên (95%)

Hình 6.4. Phân bố mực nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP4.5



(a) cận dưới (5%) (b) trung vị (50%) (c) cận trên (95%)

Hình 6.5. Phân bố mực nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP6.0



(a) cận dưới (5%) (b) trung vị (50%) (c) cận trên (95%)

Hình 6.6. Phân bố mực nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP8.5

6.1.3. Kịch bản nước biển dâng khu vực ven biển và hải đảo Việt Nam

Bảng 6.3 trình bày kết quả tính toán mực nước biển dâng trung bình cho dải ven biển theo các kịch bản RCP vào các thập kỷ của thế kỷ 21.

Trong khoảng đầu thế kỷ 21, xu thế tăng của mực nước biển dâng theo cả 4 kịch bản RCP không có sự khác biệt nhiều. Đến năm 2030, mực nước biển dâng trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam theo RCP2.6 là 13 cm (8 cm ÷18 cm), theo RCP4.5 là 13 cm (8 cm ÷ 18 cm), theo RCP6.0 là 13 cm (8 cm ÷ 18 cm) và theo RCP8.5 là 13 cm (9 cm ÷ 18 cm).

Trong khoảng giữa thế kỷ 21, đã bắt đầu có sự khác biệt về xu thế tăng của mực nước biển. Đến năm 2050, mực nước biển dâng trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam theo kịch bản RCP2.6 là 21 cm (13 cm ÷ 32 cm), theo RCP4.5 là 22 cm (14 cm ÷ 32 cm), theo RCP6.0 là 22 cm (14 cm ÷ 32 cm) và theo RCP8.5 là 25 cm (17 cm ÷ 35 cm).

Đến cuối thế kỷ 21, sự khác biệt về xu thế tăng của mực nước biển theo các kịch bản là rất rõ rệt. Đến năm 2100, mực nước biển dâng trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam theo kịch bản RCP2.6 là 44 cm (27 cm ÷ 66 cm), theo RCP4.5 là 53 cm (32 cm ÷ 76 cm), theo RCP6.0 là 56 cm (37 cm ÷ 81 cm) và theo RCP8.5 là 73 cm (49 cm ÷ 103 cm).

Bảng 6.3. Kịch bản nước biển dâng theo các kịch bản RCP cho dải ven biển Việt Nam

Đơn vị: cm

Kịch bản	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
RCP2.6	13 (8 ÷ 19)	17 (10 ÷ 25)	21 (13 ÷ 32)	26 (16 ÷ 39)	30 (18 ÷ 45)	35 (21 ÷ 52)	40 (24 ÷ 59)	44 (27 ÷ 66)
RCP4.5	13 (8 ÷ 18)	17 (10 ÷ 25)	22 (14 ÷ 32)	28 (17 ÷ 40)	34 (20 ÷ 48)	40 (24 ÷ 57)	46 (28 ÷ 66)	53 (32 ÷ 76)
RCP6.0	13 (8 ÷ 17)	17 (11 ÷ 24)	22 (14 ÷ 32)	27 (18 ÷ 39)	34 (22 ÷ 48)	41 (27 ÷ 58)	48 (32 ÷ 69)	56 (37 ÷ 81)
RCP8.5	13 (9 ÷ 18)	18 (12 ÷ 26)	25 (17 ÷ 35)	32 (22 ÷ 46)	41 (28 ÷ 58)	51 (34 ÷ 72)	61 (42 ÷ 87)	73 (49 ÷ 103)

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

Kết quả tính toán kịch bản nước biển dâng cho các khu vực theo các kịch bản RCP được trình bày trong các bảng từ **Bảng 6.4** đến **Bảng 6.7**, được tổng hợp trong **Hình 6.7**, chi tiết cho từng tỉnh ven biển tổng hợp trong **Hình 6.8.** Nhìn chung, dọc ven biển Việt Nam, mực nước biển dâng có giá trị tăng dần từ bắc vào nam.

Theo kịch bản RCP2.6: Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa của Việt Nam với giá trị tương ứng là 48 cm (29 cm ÷ 70 cm) và 49 cm (30 cm ÷ 71 cm); khu vực Móng Cái - Hòn Dáu và Hòn Dáu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 44 cm (27 cm ÷ 65 cm) (**Bảng 6.4**).

Theo kịch bản RCP4.5: Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa với giá trị tương ứng là 58 cm (36 cm ÷ 80 cm) và 57 cm (33 cm ÷ 83 cm); các khu vực Móng Cái - Hòn Dáu và Hòn Dáu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 53 cm (32 cm ÷ 75 cm) (**Bảng 6.5**).

Bảng 6.4. Mực nước biển dâng theo kịch bản RCP2.6

Đơn vị: cm

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dáu	13 (8 ÷ 19)	17 (10 ÷ 25)	21 (13 ÷ 31)	25 (16 ÷ 38)	30 (18 ÷ 44)	34 (21 ÷ 51)	39 (24 ÷ 58)	44 (27 ÷ 65)
Hòn Dáu-Đèo Ngang	13 (8 ÷ 19)	17 (10 ÷ 25)	21 (13 ÷ 31)	25 (16 ÷ 38)	30 (18 ÷ 44)	34 (21 ÷ 51)	39 (24 ÷ 58)	44 (27 ÷ 65)
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	13 (8 ÷ 19)	17 (11 ÷ 25)	21 (13 ÷ 31)	26 (16 ÷ 38)	30 (19 ÷ 44)	35 (22 ÷ 51)	40 (25 ÷ 58)	44 (28 ÷ 65)
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	13 (8 ÷ 19)	17 (10 ÷ 25)	22 (13 ÷ 32)	26 (15 ÷ 39)	31 (18 ÷ 45)	35 (21 ÷ 52)	40 (24 ÷ 59)	45 (26 ÷ 66)
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	13 (7 ÷ 19)	17 (10 ÷ 26)	22 (13 ÷ 32)	26 (16 ÷ 39)	31 (18 ÷ 46)	35 (21 ÷ 53)	40 (24 ÷ 60)	45 (27 ÷ 67)
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	12 (7 ÷ 19)	17 (10 ÷ 25)	21 (12 ÷ 32)	26 (15 ÷ 39)	30 (18 ÷ 46)	35 (20 ÷ 52)	39 (23 ÷ 59)	44 (26 ÷ 66)
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	13 (8 ÷ 19)	17 (10 ÷ 26)	22 (13 ÷ 33)	27 (16 ÷ 40)	31 (19 ÷ 47)	36 (22 ÷ 54)	41 (25 ÷ 61)	45 (27 ÷ 68)
Quần đảo Hoàng Sa	13 (8 ÷ 20)	18 (11 ÷ 27)	23 (14 ÷ 34)	28 (17 ÷ 41)	33 (20 ÷ 49)	38 (23 ÷ 56)	43 (26 ÷ 63)	48 (29 ÷ 70)
Quần đảo Trường Sa	13 (8 ÷ 19)	18 (11 ÷ 26)	23 (14 ÷ 34)	28 (17 ÷ 41)	33 (20 ÷ 48)	38 (24 ÷ 56)	44 (27 ÷ 63)	49 (30 ÷ 71)

Bảng 6.5. Mực nước biển dâng theo kịch bản RCP4.5

Đơn vị: cm

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dáu	13 (8 ÷ 18)	17 (10 ÷ 24)	22 (13 ÷ 31)	27 (17 ÷ 39)	33 (20 ÷ 47)	39 (24 ÷ 56)	46 (28 ÷ 65)	53 (32 ÷ 75)
Hòn Dáu-Đèo Ngang	13 (8 ÷ 18)	17 (10 ÷ 24)	22 (13 ÷ 31)	27 (16 ÷ 39)	33 (20 ÷ 47)	39 (24 ÷ 56)	46 (28 ÷ 65)	53 (32 ÷ 75)
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	13 (8 ÷ 18)	17 (11 ÷ 24)	22 (14 ÷ 32)	28 (17 ÷ 39)	34 (20 ÷ 47)	40 (24 ÷ 56)	46 (28 ÷ 65)	53 (32 ÷ 75)
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	13 (8 ÷ 18)	17 (11 ÷ 25)	23 (14 ÷ 32)	28 (17 ÷ 40)	34 (21 ÷ 48)	40 (25 ÷ 57)	47 (29 ÷ 66)	54 (33 ÷ 76)
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	12 (8 ÷ 18)	17 (11 ÷ 25)	23 (14 ÷ 33)	28 (17 ÷ 41)	34 (21 ÷ 50)	40 (24 ÷ 59)	47 (28 ÷ 68)	54 (33 ÷ 78)
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	12 (7 ÷ 18)	17 (10 ÷ 25)	22 (13 ÷ 32)	28 (17 ÷ 40)	33 (20 ÷ 49)	40 (24 ÷ 58)	46 (28 ÷ 67)	53 (32 ÷ 77)
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	12 (7 ÷ 18)	17 (10 ÷ 25)	23 (14 ÷ 32)	28 (17 ÷ 40)	34 (21 ÷ 49)	41 (25 ÷ 58)	48 (29 ÷ 68)	55 (33 ÷ 78)
Quần đảo Hoàng Sa	13 (8 ÷ 18)	18 (12 ÷ 26)	24 (15 ÷ 34)	30 (19 ÷ 42)	37 (23 ÷ 51)	43 (27 ÷ 61)	50 (31 ÷ 70)	58 (36 ÷ 80)
Quần đảo Trường Sa	14 (8 ÷ 20)	19 (11 ÷ 27)	24 (14 ÷ 35)	30 (17 ÷ 44)	36 (21 ÷ 53)	43 (25 ÷ 62)	50 (29 ÷ 72)	57 (33 ÷ 83)

Theo kịch bản RCP6.0: Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa với giá trị tương ứng là 60 cm (79 cm ÷ 85 cm) và 60 cm (39 cm ÷ 86 cm); khu vực Móng Cái - Hòn Dáu và Hòn Dáu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 54 cm (35 cm ÷ 79 cm) và 54 cm (35 cm ÷ 78 cm) (**Bảng 6.6**).

Theo kịch bản RCP8.5: Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa với giá trị tương ứng là 78 cm (52 cm ÷ 107 cm) và 77 cm (50 cm ÷ 107 cm); các khu vực Móng Cái - Hòn Dáu, Hòn Dáu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 72 cm (49 cm ÷ 101 cm) (**Bảng 6.7**).

Bảng 6.6. Mực nước biển dâng theo kịch bản RCP6.0

Đơn vị: cm

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dáu	12 (8 ÷ 17)	16 (11 ÷ 24)	21 (14 ÷ 31)	27 (17 ÷ 39)	33 (21 ÷ 48)	40 (26 ÷ 57)	47 (30 ÷ 68)	54 (35 ÷ 79)
Hòn Dáu-Đèo Ngang	12 (8 ÷ 17)	16 (11 ÷ 24)	21 (14 ÷ 31)	27 (17 ÷ 39)	33 (21 ÷ 48)	39 (25 ÷ 57)	46 (30 ÷ 67)	54 (35 ÷ 78)
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	12 (8 ÷ 17)	17 (11 ÷ 24)	22 (14 ÷ 31)	27 (18 ÷ 39)	34 (22 ÷ 48)	40 (27 ÷ 58)	47 (31 ÷ 68)	55 (37 ÷ 80)
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	12 (8 ÷ 17)	17 (11 ÷ 24)	22 (15 ÷ 31)	28 (19 ÷ 40)	34 (23 ÷ 49)	41 (28 ÷ 59)	49 (33 ÷ 70)	57 (38 ÷ 82)
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	11 (8 ÷ 16)	16 (11 ÷ 23)	22 (14 ÷ 31)	28 (18 ÷ 40)	34 (23 ÷ 49)	41 (28 ÷ 59)	49 (33 ÷ 70)	57 (38 ÷ 82)
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	11 (7 ÷ 16)	16 (10 ÷ 23)	21 (14 ÷ 31)	27 (18 ÷ 39)	34 (22 ÷ 48)	41 (27 ÷ 58)	48 (32 ÷ 69)	56 (37 ÷ 81)
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	11 (8 ÷ 16)	16 (11 ÷ 23)	22 (15 ÷ 31)	28 (19 ÷ 40)	35 (23 ÷ 49)	42 (28 ÷ 59)	50 (33 ÷ 70)	58 (39 ÷ 82)
Quần đảo Hoàng Sa	13 (8 ÷ 18)	18 (11 ÷ 25)	24 (15 ÷ 33)	30 (19 ÷ 42)	37 (23 ÷ 52)	44 (27 ÷ 62)	52 (32 ÷ 73)	60 (37 ÷ 85)
Quần đảo Trường Sa	13 (8 ÷ 18)	18 (12 ÷ 26)	24 (16 ÷ 34)	30 (20 ÷ 43)	37 (24 ÷ 52)	44 (29 ÷ 63)	52 (34 ÷ 74)	60 (39 ÷ 86)

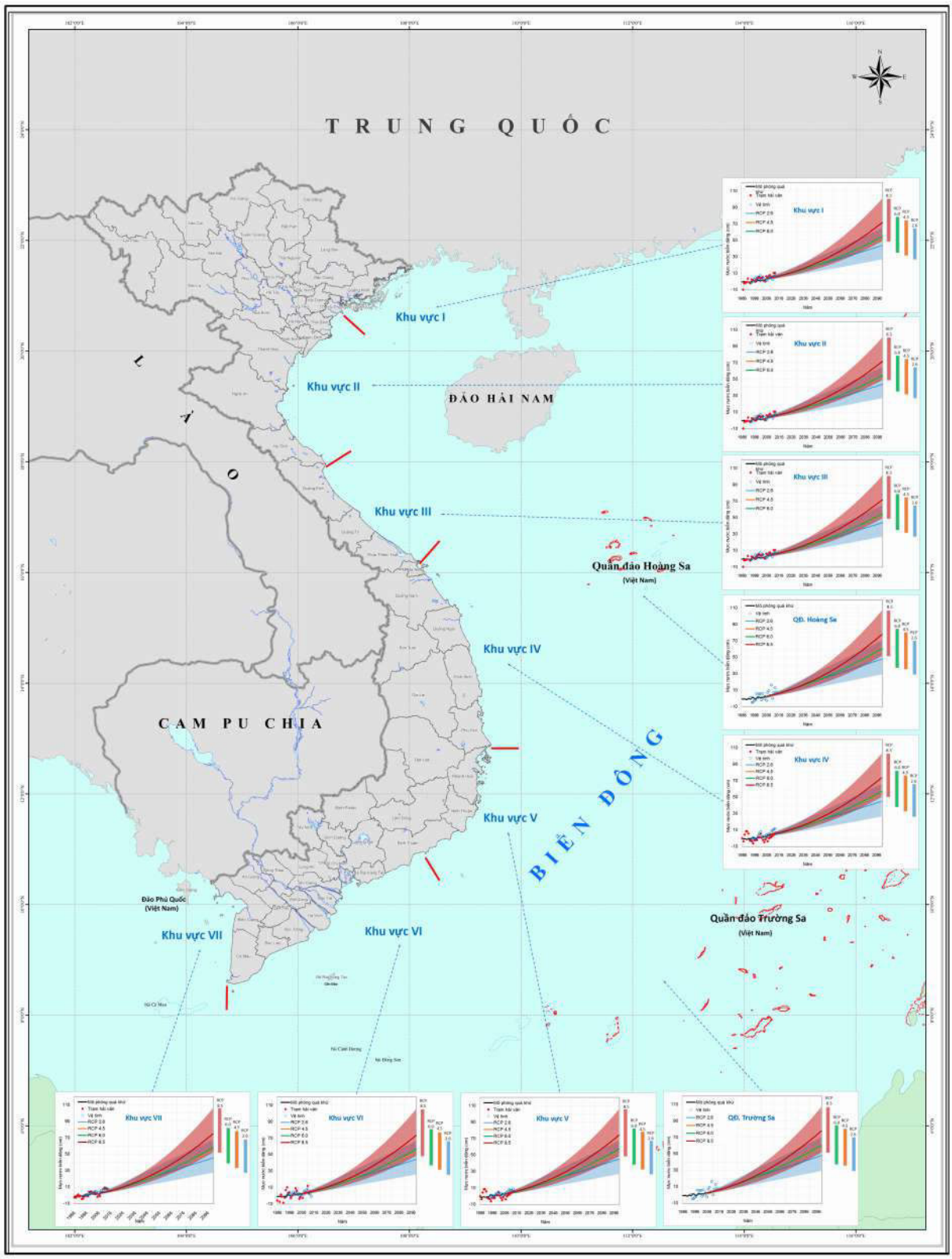
Bảng 6.7. Mực nước biển dâng theo kịch bản RCP8.5

Đơn vị: cm

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dáu	13 (9 ÷ 18)	18 (13 ÷ 26)	25 (17 ÷ 35)	32 (22 ÷ 45)	41 (28 ÷ 57)	50 (34 ÷ 70)	60 (41 ÷ 85)	72 (49 ÷ 101)
Hòn Dáu-Đèo Ngang	13 (9 ÷ 18)	18 (12 ÷ 26)	25 (17 ÷ 35)	32 (22 ÷ 45)	40 (28 ÷ 57)	50 (34 ÷ 71)	60 (41 ÷ 85)	72 (49 ÷ 101)
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	13 (9 ÷ 18)	19 (13 ÷ 26)	25 (17 ÷ 35)	33 (22 ÷ 46)	41 (28 ÷ 58)	50 (34 ÷ 71)	61 (42 ÷ 86)	72 (49 ÷ 102)
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	13 (9 ÷ 18)	18 (13 ÷ 26)	25 (17 ÷ 35)	33 (22 ÷ 46)	41 (28 ÷ 58)	51 (35 ÷ 71)	62 (42 ÷ 86)	73 (50 ÷ 103)
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	12 (8 ÷ 18)	18 (12 ÷ 26)	25 (16 ÷ 35)	33 (21 ÷ 46)	41 (27 ÷ 59)	51 (34 ÷ 73)	62 (41 ÷ 89)	74 (49 ÷ 105)
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	12 (8 ÷ 17)	18 (12 ÷ 26)	25 (16 ÷ 35)	32 (21 ÷ 46)	41 (27 ÷ 59)	51 (33 ÷ 73)	61 (41 ÷ 88)	73 (48 ÷ 105)
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	12 (9 ÷ 17)	18 (13 ÷ 26)	25 (17 ÷ 35)	33 (23 ÷ 47)	42 (29 ÷ 59)	52 (36 ÷ 73)	63 (44 ÷ 89)	75 (52 ÷ 106)
Quần đảo Hoàng Sa	13 (9 ÷ 18)	19 (13 ÷ 26)	26 (17 ÷ 36)	34 (23 ÷ 47)	44 (29 ÷ 60)	54 (36 ÷ 74)	65 (43 ÷ 90)	78 (52 ÷ 107)
Quần đảo Trường Sa	14 (9 ÷ 19)	20 (13 ÷ 28)	27 (18 ÷ 37)	35 (23 ÷ 49)	44 (29 ÷ 61)	54 (36 ÷ 75)	65 (42 ÷ 90)	77 (50 ÷ 107)

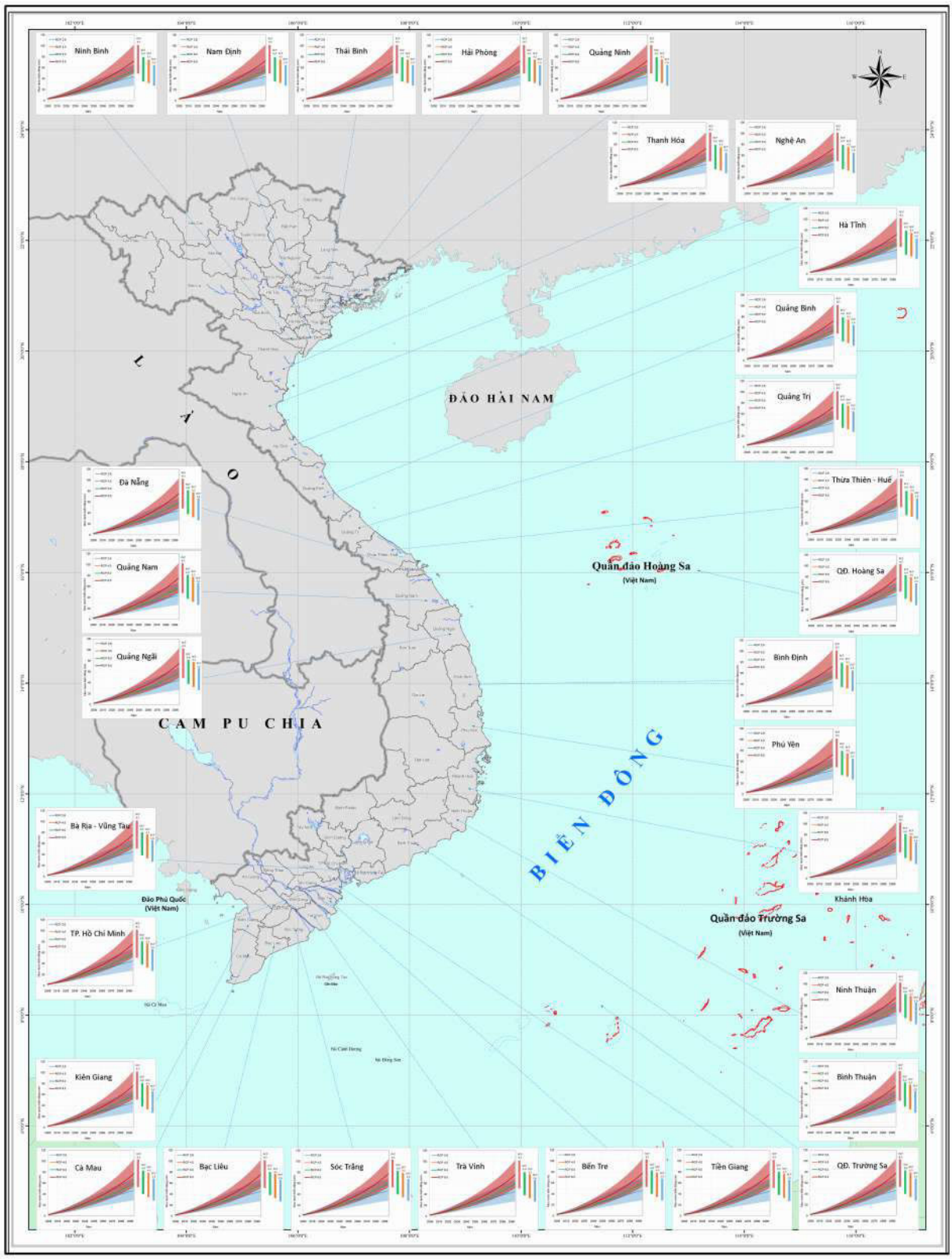
Hộp 8. Tóm tắt kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam

- Kịch bản nước biển dâng chỉ xét đến sự thay đổi mực nước biển trung bình do biến đổi khí hậu, mà không xét đến ảnh hưởng của các yếu tố khác gây nên sự dâng cao của mực nước biển như: nước dâng do bão, nước dâng do gió mùa, thủy triều, quá trình nâng/hạ địa chất và các quá trình khác.
- Kịch bản nước biển dâng được xây dựng cho các tỉnh ven biển, 7 khu vực ven biển, quần đảo Hoàng Sa, và quần đảo Trường Sa.
- Đóng góp lớn nhất vào mực nước biển dâng ở khu vực biển Việt Nam là thành phần giãn nở nhiệt và động lực, sau đó là thành phần băng tan tại sông băng và núi băng trên lục địa.
- Đến năm 2050, mực nước biển dâng trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam theo kịch bản RCP2.6 là 21 cm (13 cm ÷ 32 cm), theo RCP4.5 là 22 cm (14 cm ÷ 32 cm), theo RCP6.0 là 22 cm (14 cm ÷ 32 cm) và theo RCP8.5 là 25 cm (17 cm ÷ 35 cm).
- Đến năm 2100, mực nước biển dâng trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam theo kịch bản RCP2.6 là 44 cm (27 cm ÷ 66 cm), theo RCP4.5 là 53 cm (32 cm ÷ 76 cm), theo RCP6.0 là 56 cm (37 cm ÷ 81 cm) và theo RCP8.5 là 73 cm (49 cm ÷ 103 cm).
- Kịch bản mực nước biển dâng trung bình ven biển Việt Nam có khả năng cao hơn mực nước biển trung bình toàn cầu. Mực nước biển dâng khu vực ven biển các tỉnh phía nam cao hơn so với khu vực phía bắc. Đến cuối thế kỷ 21, khu vực ven biển từ Móng Cái - Hòn Dáu và Hòn Dáu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất, theo RCP4.5 là 55 cm (33 cm ÷ 78 cm), theo RCP8.5 là 72 cm (49 cm ÷ 101 cm). Khu vực ven biển từ Mũi Cà Mau – Kiên Giang có mực nước biển dâng cao nhất, theo RCP4.5 là 53 cm (32 cm ÷ 75 cm), theo RCP8.5 là 75 cm (52 cm ÷ 106 cm);
- Khu vực giữa Biển Đông có mực nước biển dâng cao hơn so với các khu vực khác. Đến cuối thế kỷ 21, khu vực quần đảo Hoàng Sa có mực nước biển dâng theo RCP4.5 là 58 cm (36 cm ÷ 80 cm), theo RCP 8.5 là 78 cm (52 cm ÷ 107 cm). Khu vực quần đảo Trường Sa có mực nước biển dâng theo RCP4.5 là 57 cm (33 cm ÷ 83 cm), theo RCP8.5 là 77 cm (50 cm ÷ 107 cm).



Hình 6.7. Kịch bản nước biển dâng khu vực ven biển và hải đảo Việt Nam

Chú thích: Mực nước thực đo tại các trạm (hình thoi), theo số liệu từ vệ tinh (hình tròn); Mực nước tính từ mô hình cho thời kỳ cơ sở 1986 -2005 (đường màu đen). Kịch bản nước biển dâng so với thời kỳ cơ sở theo kịch bản RCP2.6 (màu xanh dương), RCP4.5 (màu cam), RCP6.0 (màu xanh lục) và RCP8.5 (màu đỏ), khoảng tin cậy 5% - 95% (khoảng mờ) của 2 kịch bản RCP2.6 và RCP8.5. Cột giá trị bên phải biểu thị khoảng tin cậy 5% - 95% vào năm 2100.



Hình 6.8. Kịch bản nước biển dâng cho các tỉnh ven biển và quần đảo

Chú thích: Kịch bản nước biển dâng so với thời kỳ cơ sở theo kịch bản RCP2.6 (màu xanh dương), RCP4.5 (màu cam), RCP6.0 (màu xanh lục) và RCP8.5 (màu đỏ), khoảng tin cậy 5% - 95% (khoảng mờ) của 2 kịch bản RCP2.6 và RCP8.5. Cột giá trị bên phải biểu thị khoảng tin cậy 5% - 95% vào năm 2100.

6.2. Một số nhận định về mực nước cực trị

Như đã trình bày ở **Mục 6.1**, kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu chỉ xét đến mực nước biển trung bình mà không xét đến các nhân tố khác gây sự dâng lên của mực nước biển. Mục này sẽ tổng hợp các nghiên cứu đã có để cung cấp một số thông tin chung về mực nước cực trị tại khu vực ven biển. Một số nhận định được đưa ra ở phần này bao gồm: mực nước triều, nước dâng do bão và nước dâng do bão kết hợp với thủy triều.

6.2.1. Nước dâng do bão

Nước dâng do bão lớn nhất ghi nhận được tại Việt Nam xảy ra trong cơn bão Dan năm 1989 là 3,6 m. Trong lịch sử cũng đã ghi nhận nhiều thiệt hại do nước dâng do bão gây ra. Tháng 2 năm 1904 một cơn bão đổ bộ vào Nam Bộ, gây ra nước dâng và sóng lớn đã cuốn trôi nhiều người và tài sản. Bão Kelly năm 1981, đổ bộ vào Nghệ An gây nước dâng rất lớn, nhiều nơi nước dâng cao 2,8 ÷ 3,2 m trong đó cao nhất là tại Lạch Ghép (3,2 m). Năm 1985, bão Andy gây ra nước dâng 1,7 m tại cửa Dĩnh (Quảng Bình) và bão Cecil gây ra nước dâng 2,5 m tại Thừa Thiên - Huế. Bão Wayne năm 1986 gây ra nước dâng 2,3 m tại Trà Lý (Thái Bình). Năm 1987, bão Betty gây ra nước dâng 2,5 m tại Quỳnh Phượng (Nghệ An). Năm 1989, nước dâng do bão Dot gây ra tại Đồ Sơn (Hải Phòng) là 2,2 m, nước dâng do bão Irving gây ra tại Sầm Sơn (Thanh Hóa) là 2,9 m. Năm 1996, bão Frankie gây ra nước dâng 3,14 m ở Tiền Hải - Thái Bình, bão Niki gây ra nước dâng cao nhất là 3,11 m tại Hải Hậu - Nam Định (Đinh Văn Mạnh và nnk, 2011; Phạm Văn Ninh và nnk, 1991; Đỗ Ngọc Quỳnh, 1999).

Năm 2014, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã công bố báo cáo phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão cho dải ven biển Việt Nam và được cập nhật vào năm 2016. Theo đó, dải ven biển Việt Nam được chia thành các khu vực có đặc trưng nước dâng do bão khác nhau: (i) Khu vực từ Quảng Ninh đến Thanh Hóa, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 350 cm, trong điều kiện biến đổi khí hậu, bão có khả năng mạnh thêm, nước dâng có thể lên đến trên 490 cm; (ii) Khu vực từ Nghệ An đến Hà Tĩnh, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là trên 440 cm, trong tương lai, có thể lên trên 500 cm; (iii) Khu vực từ Quảng Bình đến Thừa Thiên - Huế,nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 390 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 420 cm; (iv) Khu vực Đà Nẵng đến Bình Định, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 180 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 230 cm; (v) Khu vực từ Phú Yên đến Ninh Thuận, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 170 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 220 cm; (vi) Khu vực từ Bình Thuận đến Bà Rịa – Vũng Tàu, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 120 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 200 cm; (vii) Khu vực từ TP. Hồ Chí Minh đến Cà Mau, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 200 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 270 cm; (viii) Khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 120 cm, trong tương lai có thể lên đến trên 210 cm (**Bảng 6.8**)

Bảng 6.8. Nước dâng do bão ở các khu vực ven biển Việt Nam

Khu vực ven biển	Nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra (cm)	Nước dâng do bão cao nhất có thể xảy ra (cm)
Quảng Ninh - Thanh Hóa	350	490
Nghệ An -Hà Tĩnh	440	500
Quảng Bình - Thừa Thiên - Huế	390	420
Đà Nẵng - Bình Định	180	230
Phú Yên - Ninh Thuận	170	220
Bình Thuận – Bà Rịa - Vũng Tàu	120	200
TP. Hồ Chí Minh - Cà Mau	200	270
Cà Mau – Kiên Giang	120	210

Nguồn: Bộ TNMT, 2016

Nước dâng do bão đặc biệt nguy hiểm khi xuất hiện vào đúng thời kỳ triều cường, mực nước tổng cộng dâng cao, kết hợp với sóng to có thể tràn qua đê. Năm 2005 có 4 cơn bão gây nước dâng do bão khá cao, trong đó cơn bão số 2 (bão Washi) và bão số 7 (bão Damrey) xảy ra đúng vào lúc triều cường nên gây thiệt hại lớn tại Hải Phòng và Nam Định (Nguyễn Thế Tưởng và nnk, 2007; Nguyễn Mạnh Hùng và Dương Công Điển, 2006). Bên cạnh đó, khi có bão xảy ra, khu vực cửa sông ven biển ngoài hiện tượng nước dâng do gió và áp thấp khí quyển còn có hiện tượng nước dâng do mưa lớn và nước trong sông đổ ra. Như vậy, nguy cơ nước dâng tổng cộng trong bão sẽ trầm trọng hơn.

6.2.2. Thủy triều ven bờ biển Việt Nam

Số liệu về cực trị của thủy triều (biên độ và pha) rất quan trọng trong thiết kế công trình ven biển cũng như xây dựng bản đồ nguy cơ ngập vùng ven bờ. Ven biển Việt Nam có 4 loại thủy triều chính là nhật triều đều, bán nhật triều đều, nhật triều không đều và bán nhật triều không đều, cụ thể như sau: (i) Vùng biển từ Quảng Ninh đến nửa phía bắc Thanh Hóa và một phần phía Nam ở mũi Cà Mau có nhật triều đều; (ii) Vùng biển từ nam Thanh Hóa đến Nghệ An, vùng biển từ Đà Nẵng đến phía nam Bình Thuận, các tỉnh Sóc Trăng, Bạc Liêu và Kiên Giang có nhật triều không đều; (iii) Vùng biển Quảng Bình, Thừa Thiên - Huế và vùng biển phía nam Bình Thuận đến Trà Vinh có bán nhật triều không đều; (iv) Vùng biển Quảng Trị là khu vực ven biển duy nhất có bán nhật triều đều (Phạm Văn Ninh và nnk, 2005).

Biên độ thủy triều có sự phân bố mạnh, khu vực có biên độ triều lớn nhất là ven biển Quảng Ninh và ven biển Sóc Trăng (108 ÷ 220 cm). Vùng có biên độ nhỏ nhất là ven biển Thừa Thiên - Huế (40 ÷ 50 cm). Dọc biển Việt Nam, độ cao thủy triều lớn nhất thường xuất hiện từ tháng 10 đến tháng 1 năm sau. **Bảng 6.9** trình bày đặc điểm, tính chất triều và biên độ triều cao nhất tại một số điểm ven biển Việt Nam.

Bảng 6.9. Đặc điểm thủy triều ven biển Việt Nam

STT	Trạm	Kinh độ	Vĩ độ	Tính chất triều	Biên độ triều cao nhất (cm)
1	Cửa Ông	107,37	21,05	Nhật triều đều	219
2	Hồng Gai	107,07	20,95	Nhật triều đều	206
3	Cát Bà	107,05	20,72	Nhật triều đều	189
4	Hòn Dáu	106,82	20,67	Nhật triều đều	186
5	Ba Lạt	106,52	20,32	Nhật triều đều	185
6	Lạch Trường	105,93	19,88	Nhật triều không đều	184
7	Cửa Hội	105,75	18,77	Nhật triều không đều	171
8	Cửa Gianh	106,47	17,70	Bán nhật triều không đều	107
9	Cửa Tùng	107,10	17,02	Bán nhật triều không đều	80
10	Thuận An	107,63	16,57	Bán nhật triều không đều	50
11	Chân Mây	107,97	16,32	Bán nhật triều không đều	80
12	Đà Nẵng	108,22	16,12	Nhật triều không đều	90
13	Cù Lao Chàm	108,48	15,95	Nhật triều không đều	110
14	Tam Quan	109,05	14,58	Nhật triều không đều	120
15	Quy Nhơn	109,22	13,75	Nhật triều không đều	119
16	Vũng Rô	109,40	12,87	Nhật triều không đều	130
17	Cam Ranh	109,02	11,88	Nhật triều không đều	124
18	Phú Quý	108,95	10,50	Nhật triều không đều	160
19	Vũng Tàu	107,07	10,33	Bán nhật triều không đều	192
20	Cà Mau	104,75	8,65	Bán nhật triều không đều	76

Nguồn: Hoàng Trung Thành, 2011

6.2.3. Nước dâng do bão kết hợp với thủy triều

Nước dâng trong bão kèm theo sóng lớn là nguyên nhân chính gây ra những thiệt hại nghiêm trọng đến đê biển và các công trình ven biển, và đặc biệt nguy hiểm nếu xảy ra trong

thời kỳ triều cường. Nước dâng có xu hướng đạt giá trị cao nhất trong thời kỳ triều dâng nhưng về pha thủy triều và nước dâng do bão lại không có quan hệ rõ rệt. Mực nước dâng do bão khi được tách ra từ mực nước tổng cộng trong các mô hình có tính đến thủy triều thường thấp hơn so với mực nước dâng do bão mô phỏng trong điều kiện mực nước trung bình. Nước dâng do bão đạt giá trị cao hơn nếu bão đổ bộ vào các thời điểm mực nước triều kiệt và đạt thấp hơn khi bão đổ bộ vào các thời điểm triều cường (Nguyễn Xuân Hiển, 2013).

Tại một số khu vực có biên độ thủy triều lớn, như vùng Quảng Ninh - Hải Phòng và khu vực ven biển từ Vũng Tàu đến Cà Mau, nếu bão đổ bộ vào lúc triều cường thì dù bão chỉ gây nước dâng nhỏ nhưng cũng gây ngập vùng ven bờ, như trường hợp bão số 2 năm 2013 đổ bộ vào Hải Phòng chỉ với cấp 8, gây nước dâng 70 cm, nhưng vào lúc triều cường nên đã gây ngập khu vực Đồ Sơn - Hải Phòng. Trên thực tế tại Việt Nam cũng đã có một số cơn bão mạnh đổ bộ vào thời điểm triều cường như bão Washi năm 2005, bão Xangsen năm 2006. Trường hợp bão đổ bộ vào thời điểm nước ròng thì nguy cơ ngập lụt vùng ven bờ là thấp bởi ngay cả khi độ lớn nước dâng do bão đến 200 cm, thì mực nước tổng cộng trong bão cũng không quá cao, ví dụ như bão số 10 và 11 năm 2013 đã gây nước dâng trên 100 cm nhưng xuất hiện vào lúc triều đang rút nên không gây nguy hiểm vùng ven bờ.

Trong trường hợp nước dâng do bão kết hợp với thủy triều, mực nước tổng cộng trong bão với chu kỳ lặp lại 200 năm tại khu vực đồng bằng ven biển từ Quảng Ninh đến Nghệ An có thể đạt từ 450 ÷ 500 cm, trong khi tại khu vực ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam chỉ đạt từ 150 ÷ 200 cm (Đinh Văn Mạnh và nnk, 2011). Trong trường hợp tính thêm cả nước dâng do sóng, mực nước tổng cộng trong bão tại khu vực Hải Phòng với chu kỳ lặp lại 100 năm có thể đạt tới trên 500 cm. Trong bối cảnh nước biển dâng do biến đổi khí hậu, mực nước tổng cộng trong bão tại khu vực Hải Phòng với chu kỳ lặp lại 100 năm có thể lên tới trên 600 cm (Đinh Văn Ưu, 2010; Nguyễn Xuân Hiển, 2013).

6.3. Nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu

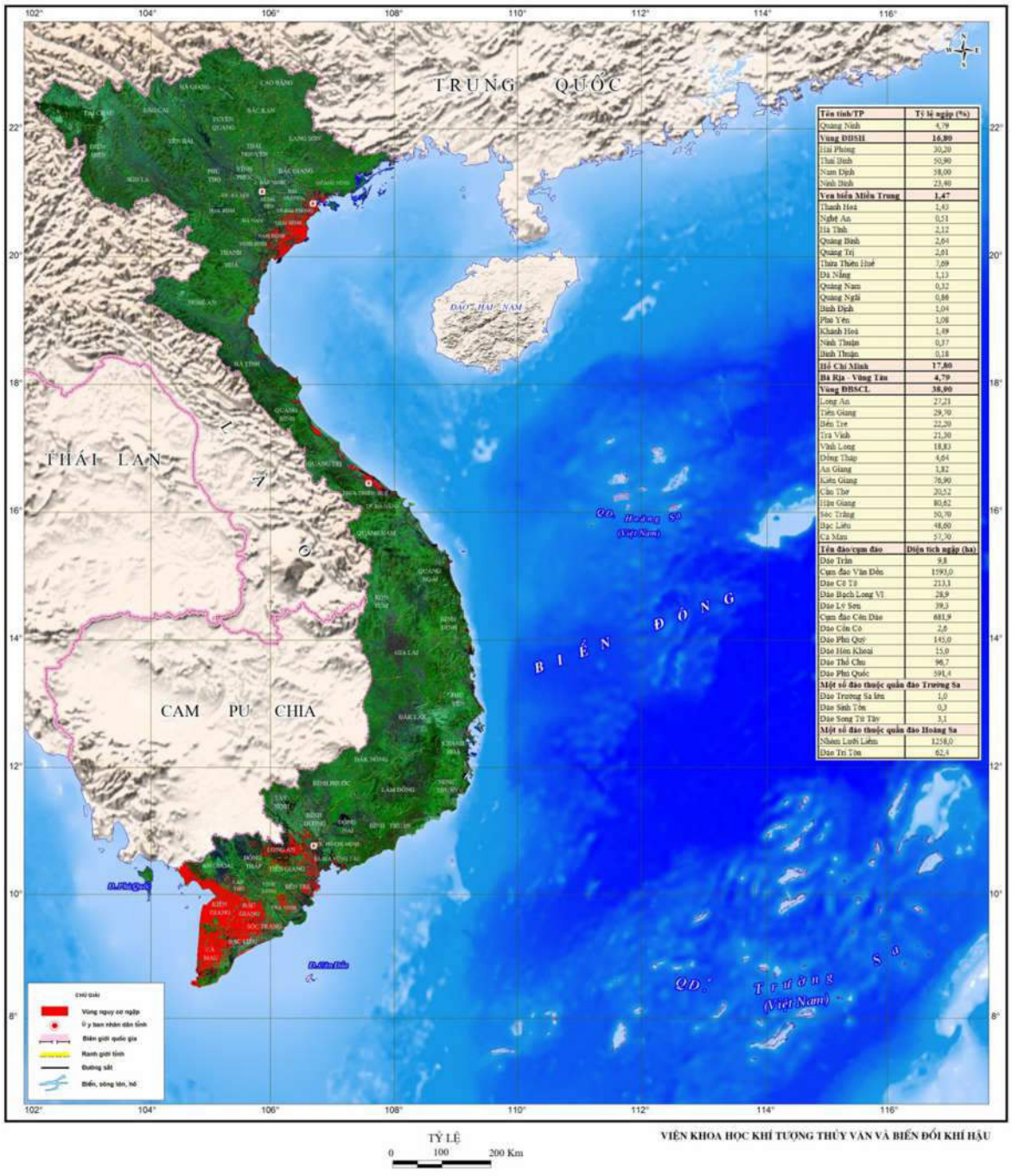
Nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu được xác định dựa trên kịch bản nước biển dâng. Các yếu tố động lực khác (ngoài yếu tố biến đổi khí hậu) như sự nâng hạ địa chất, sự thay đổi địa hình, sụt lún đất do khai thác nước ngầm, thay đổi đường bờ biển, ảnh hưởng của thủy triều, nước dâng do bão, nước dâng do gió mùa, ảnh hưởng của các công trình thủy điện bậc thang,… chưa được xét đến trong tính toán này. Các công trình giao thông và thủy lợi như đê biển, đê sông, đê bao, đường giao thông,… cũng chưa được xét đến khi xây dựng các bản đồ nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu.

Hộp 9. Nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100cm

- Khoảng 16,8% diện tích đồng bằng sông Hồng, 4,79% diện tích tỉnh Quảng Ninh có nguy cơ bị ngập;
- Khoảng 1,47% diện tích đất các tỉnh ven biển miền Trung từ Thanh Hóa đến Bình Thuận có nguy cơ bị ngập. Trong đó, Thừa Thiên - Huế có nguy cơ cao nhất (7,69% diện tích);
- Khoảng 17,8% diện tích Tp. Hồ Chí Minh, khoảng 4,79% diện tích Bà Rịa - Vũng Tàu có nguy cơ bị ngập;
- Đồng bằng sông Cửu Long là khu vực có nguy cơ ngập cao (38,9% diện tích);
- Các đảo có nguy cơ ngập cao nhất là cụm đảo Vân Đồn, cụm đảo Côn Đảo và Phú Quốc. Nguy cơ ngập đối với những đảo thuộc quần đảo Trường Sa là không lớn. Quần đảo Hoàng Sa có nguy cơ ngập lớn hơn, nhất là đối với một số đảo thuộc nhóm đảo Lưỡi Liềm và đảo Tri Tôn.

6.3.1. Nguy cơ ngập đối với các tỉnh đồng bằng và ven biển

Nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu được tính toán cho các tỉnh có nguy cơ ngập do nước biển dâng, bao gồm 34 tỉnh/thành phố ở vùng đồng bằng và ven biển và các đảo, các quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa của Việt Nam. Bản đồ nguy cơ ngập được xây dựng theo các mức ngập từ 50 cm đến 100 cm với bước cao đều là 10 cm. Kết quả tính toán nguy cơ ngập theo các mực nước biển dâng được tổng hợp trong **Bảng 6.10** và **Hình 6.9**.



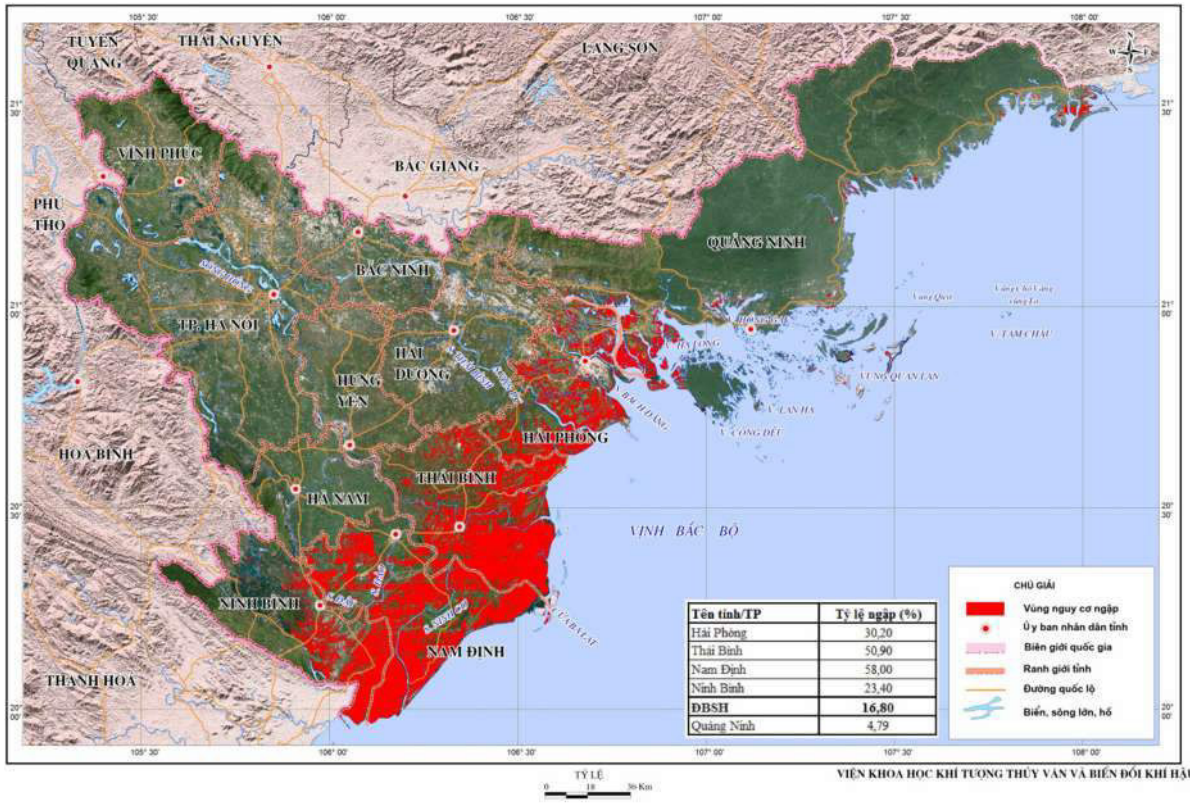
Hình 6.9. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm

Bảng 6.10. Nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu đối với các tỉnh đồng bằng và ven biển

Tỉnh/Thành phố	Diện tích (ha)	Tỷ lệ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Quảng Ninh	967655	3,33	3,62	3,88	4,10	4,40	4,79
Khu vực đồng bằng sông Hồng							
Hải Phòng	154052	5,14	7,61	11,7	17,4	24,0	30,2
Thái Bình	158131	27,0	31,2	35,4	39,9	45,1	50,9
Nam Định	159394	26,0	32,5	39,1	45,8	52,3	58,0
Ninh Bình	134700	8,29	11,0	14,0	17,1	20,5	23,4
Toàn ĐB sông Hồng	***1492739***	***6,93***	***8,55***	***10,4***	***12,5***	***14,7***	***16,8***
Từ Thanh Hóa đến Bình Thuận							
Thanh Hoá	1111000	0,51	0,65	0,8	0,98	1,2	1,43
Nghệ An	1656000	0,13	0,17	0,22	0,27	0,32	0,51
Hà Tĩnh	599304	0,86	1,00	1,2	1,39	1,81	2,12
Quảng Bình	801200	1,73	1,87	2,01	2,24	2,27	2,64
Quảng Trị	463500	0,71	0,97	1,22	1,49	1,91	2,61
Thừa Thiên - Huế	503923	0,93	1,67	2,59	3,46	4,31	7,69
Đà Nẵng	97778	0,70	0,78	0,87	0,96	1,04	1,13
Quảng Nam	1043220	0,18	0,20	0,23	0,26	0,28	0,32
Quảng Ngãi	514080	0,43	0,51	0,59	0,66	0,75	0,86
Bình Định	609340	0,55	0,64	0,74	0,84	0,93	1,04
Phú Yên	503690	0,55	0,63	0,74	0,86	0,97	1,08
Khánh Hoà	519320	0,72	0,89	1,04	1,19	1,38	1,49
Ninh Thuận	335630	0,20	0,24	0,28	0,30	0,33	0,37
Bình Thuận	796833	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,17
Toàn vùng	***9554819***	***0,53***	***0,66***	***0,80***	***0,95***	***1,11***	***1,47***
TP. Hồ Chí Minh	209962	11,4	12,6	13,9	15,2	16,5	17,8
Bà Rịa - Vũng Tàu	190223	2,13	2,53	3,01	3,52	4,16	4,79
Khu vực đồng bằng sông Cửu Long							
Long An	449100	0,61	1,36	2,85	7,12	12,89	27,21
Tiền Giang	239470	1,56	2,92	4,54	7,08	12,0	29,7
Bến Tre	235950	6,21	7,58	9,87	12,8	17,0	22,2
Trà Vinh	234120	0,80	1,02	1,33	2,38	4,93	21,3
Vĩnh Long	152020	6,55	7,49	8,23	8,97	11,27	18,83
Đồng Tháp	337860	0,36	0,69	0,96	1,28	1,94	4,64
An Giang	342400	0,08	0,16	0,29	0,49	0,90	1,82
Kiên Giang	573690	7,77	19,8	36,3	50,8	65,9	76,9
Cần Thơ	140900	1,44	1,59	1,90	2,77	6,54	20,52
Hậu Giang	160240	3,41	10,27	20,55	32,05	42,66	80,62
Sóc Trăng	322330	2,46	5,88	10,8	16,7	25,8	50,7
Bạc Liêu	252600	3,65	7,65	14,5	23,4	33,8	48,6
Cà Mau	528870	8,47	13,7	21,9	30,3	40,9	57,7
Toàn ĐBSCL	***3969550***	***4,48***	***8,58***	***14,7***	***21,0***	***28,2***	***38,9***

1) Đối với tỉnh Quảng Ninh và các tỉnh ven biển đồng bằng sông Hồng

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 4,79% diện tích của tỉnh Quảng Ninh và 16,8% đồng bằng sông Hồng có nguy cơ bị ngập. Trong đó, tỉnh Thái Bình (50,9%) và tỉnh Nam Định (58,0%) là 2 tỉnh có nguy cơ ngập cao nhất (**Hình 6.10**).



Hình 6.10. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, khu vực Quảng Ninh và đồng bằng sông Hồng

2) Đối với các tỉnh miền Trung từ Thanh Hóa đến Bình Thuận

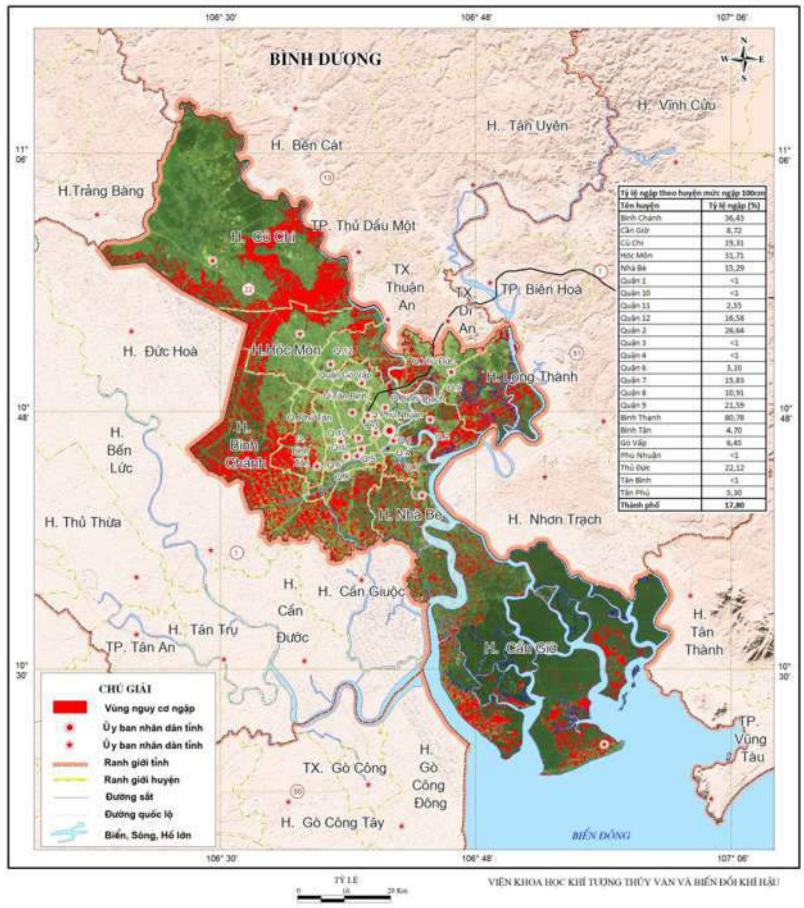
Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 1,47% diện tích các tỉnh ven biển miền Trung từ Thanh Hóa đến Bình Thuận có nguy cơ ngập. Trong đó, tỉnh Thừa Thiên - Huế có nguy cơ ngập cao nhất (7,69%).

3) Đối với thành phố Hồ Chí Minh

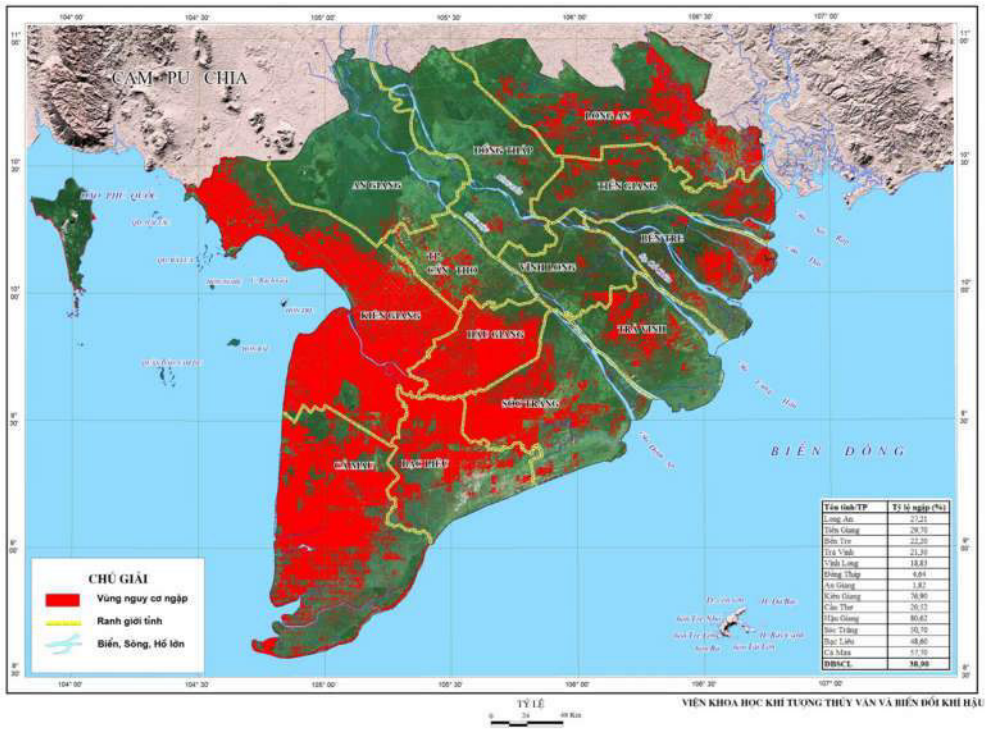
Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 17,84% diện tích Thành phố Hồ Chí Minh có nguy cơ bị ngập. Trong đó, quận Bình Thạnh (80,78%) và quận Bình Chánh (36,43%) là hai quận có nguy cơ ngập cao nhất (**Hình 6.11**).

4) Đối với khu vực đồng bằng sông Cửu Long

Đồng bằng sông Cửu Long là khu vực có nguy cơ ngập rất cao. Nếu mực nước biển dâng 100 cm, sẽ có khoảng 38,9% diện tích có nguy cơ bị ngập. Trong đó, các tỉnh có nguy cơ ngập cao nhất là Hậu Giang (80,62%), Kiên Giang (76,86%) và Cà Mau (57,69%) (**Hình 6.12**).



Hình 6.11. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, thành phố Hồ Chí Minh



Hình 6.12. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, khu vực đồng bằng sông Cửu Long

6.3.2. Nguy cơ ngập đối với các đảo và quần đảo của Việt Nam

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, các đảo bị tác động mạnh nhất là các đảo có tiềm năng phát triển kinh tế - xã hội, như cụm đảo Vân Đồn với 1593 ha có nguy cơ ngập, cụm đảo Côn Đảo (681,9 ha) và Phú Quốc (591,37 ha). Một số đảo thuộc quần đảo Trường Sa có diện tích ngập không đáng kể, trung tâm Trường Sa (Trường Sa lớn) có diện tích ngập là 1 ha, Sinh Tồn (0,3 ha), Song Tử Tây (3,1 ha). Cụm đảo Hoàng Sa diện tích ngập lớn hơn, nhất là các cụm đảo Lưỡi Liềm (1258 ha) và Tri Tôn (62,4 ha) (**Bảng 6.11).**

Bảng 6.11. Nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm đối với các đảo và cụm đảo

Tên đảo/cụm đảo	Diện tích có nguy cơ ngập (ha)
Đảo Trần	9,8
Cụm đảo Vân Đồn	1593,0
Đảo Cô Tô	213,1
Đảo Bạch Long Vĩ	28,9
Đảo Lý Sơn	39,3
Cụm đảo Côn Đảo	681,9
Đảo Cồn Cỏ	2,6
Đảo Phú Quý	145,0
Đảo Hòn Khoai	15,0
Đảo Thổ Chu	96,7
Đảo Phú Quốc	591,4
Một số đảo thuộc quần đảo Trường Sa	
Đảo Trường Sa lớn	1,0
Đảo Sinh Tồn	0,3
Đảo Song Tử Tây	3,1
Một số đảo thuộc quần đảo Hoàng Sa	
Một số đảo thuộc nhóm Lưỡi Liềm	1258,0
Đảo Tri Tôn	62,4

Bảng thống kê và bản đồ nguy cơ ngập theo mực nước biển dâng 100 cm cho từng tỉnh, các đảo và các quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa của Việt Nam được trình bày trong **Phụ lục B**.

6.4. Nhận định về một số yếu tố ảnh hưởng đến nguy cơ ngập

Như đã trình bày ở **Mục 6.3**, nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu được xác định dựa trên kịch bản nước biển dâng. Các yếu tố khác như sự nâng hạ địa chất, sự thay đổi địa hình, sụt lún đất do khai thác nước ngầm, thay đổi đường bờ biển, ảnh hưởng của thủy triều, nước dâng do bão, nước dâng do gió mùa, ảnh hưởng của các công trình thủy điện bậc thang,..., chưa được xét đến trong tính toán này.

Mục này sẽ cung cấp một số thông tin chung về các nghiên cứu, đánh giá liên quan đến sự nâng hạ địa chất, sụt lún đất do khai thác nước ngầm.

6.4.1. Nâng hạ địa chất

Sự nâng cao hay sụt lún kiến tạo sẽ làm giảm bớt hoặc gia tăng mức độ ngập lụt của khu vực theo kịch bản biến đổi khí hậu do nước biển dâng, thể hiện ở 3 nhóm sau:

a) Sụt lún kiến tạo sẽ làm hạ thấp bề mặt địa hình và vì thế sẽ làm trầm trọng hơn mức độ ngập do nước biển dâng vì biến đổi khí hậu;

b) Vùng có sự ổn định về kiến tạo thì mức độ ngập lụt sẽ tương ứng kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu;

c) Nâng kiến tạo sẽ làm nâng cao bề mặt địa hình và vì thế làm giảm bớt mức độ ngập do nước biển dâng vì biến đổi khí hậu.

Hiện nay, một số nghiên cứu đã và đang được thực hiện cho các khu vực như đồng bằng sông Cửu Long và dải ven biển miền Trung. Tuy nhiên chưa có đánh giá chính thức về tốc độ nâng hạ địa chất trên phạm vi cả nước, **đặc biệt là chưa có dự tính cho tương lai về nâng hạ địa chất**.

Một số kết quả nghiên cứu bước đầu về nâng hạ địa chất có thể tóm tắt như sau:

Khu vực đồng bằng sông Cửu Long: Các nguyên nhân dẫn đến sự nâng hạ địa chất có thể đến từ: (i) chuyển động kiến tạo từ từ ở vùng lộ đá móng trước Holocen; (ii) nén cố kết trầm tích trẻ (*sediment autocompaction - lún nông);* (iii) do khai thác nước ngầm; (iv) hoạt động nhân sinh (gia tải công trình, đô thị hóa, …), và (v) tính từ biến của đất đá. Tùy theo đặc điểm cấu trúc địa động lực mà các nguyên nhân này có thể ảnh hưởng đến các khu vực cụ thể khác nhau. Các đánh giá chi tiết về xu thế nâng hạ địa chất khu vực đồng bằng sông Cửu Long có thể tóm tắt như sau (Tổng cục Địa chất Khoáng sản Việt Nam, 2015):

- Có sự phân hóa về xu thế nâng/hạ địa chất ở các khối cấu trúc địa động lực (CT - ĐĐL) khác nhau với tốc độ hạ tuyệt đối trung bình nhỏ nhất là 2,3÷2,7mm ±1mm/năm, tốc độ hạ lớn nhất là 19,9mm±3mm/năm, tốc độ trung bình hạ lớn nhất là 9,2mm±3mm/năm, tính **trung bình hạ** là **6mm±3mm/năm,** chiếm khoảng 67% diện tích vùng nghiên cứu, phát triển trên các địa hình cấu tạo bởi trầm tích Holocen ở khối CT - ĐĐL Cà Mau - Phụng Hiệp và khối Vĩnh Long - Tân An.

- Chuyển dịch nâng tối thiểu là 0,8mm/năm đến lớn nhất là 20,6±3mm/năm, trung bình nhỏ nhất là 2,7mm/năm và trung bình lớn nhất là 7,1mm±3mm/năm, ở các khối CT - ĐĐL có xu thế nâng trung bình là 5,9mm±3mm/năm, chiếm gần 33% diện tích vùng nghiên cứu, phát triển trên các lộ móng trầm tích Kainozoi ở khối CT - ĐĐL Đất Mũi - Châu Đốc và khối Đồng Nai - Vũng Tàu.

- Chuyển dịch đứng tại 5 mốc địa động lực ổn định và tin cậy nhất (A001, A007, A011, A013, A016) tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long cho thấy, tốc độ hạ trung bình là 2,7mm/năm, tốc độ hạ lớn nhất là 19,9mm/năm (mốc A014 ở Cần Giờ), tốc độ nâng lớn nhất đạt 20,6mm/năm (mốc A005 ở Hòn Đất).

- Chuyển dịch nâng hạ giữa các khối địa động lực trong hệ quy chiếu quốc tế IGb08 cho thấy, khối cấu trúc địa động lực Hà Tiên – Kiên Hải có dấu hiệu hạ tuyệt đối với vận tốc 8,9mm/năm, khối Đất Mũi – Cà Mau có dấu hiệu nâng tuyệt đối với vận tốc 11,3 mm/năm, khối Cà Mau – Phụng Hiệp có dấu hiệu hạ tuyệt đối với vận tốc 7,4 mm/năm và khối Vĩnh Long – Tân An có dấu hiệu hạ tuyệt đối với vận tốc 11,8 mm/năm.

- Phân tích bước đầu từ mô hình địa động lực thành phần cho thấy, biên độ nâng hạ do cố kết trầm tích Holocen từ 0÷4mm/năm, do khai thác nước ngầm làm hạ địa chất từ 0÷3,5mm/năm, do chuyển động kiến tạo làm hạ từ 0÷1,5mm/lần dịch chuyển. Tổng các biên độ hạ thành phần ở các đơn vị cấu trúc địa động lực thay đổi từ 0÷4,3mm/năm ở các vùng phát triển trầm tích Holocen. Tổng biên độ nâng địa chất lớn nhất thay đổi từ 0÷6,7mm/năm ở các vùng lộ móng trầm tích trước Kainozoi. Biên độ nâng lớn nhất của số liệu đo GPS lớn gấp gần 5 lần biên độ hạ lớn nhất và gần 6 lần biên độ nâng lớn nhất xác định từ mô hình địa động lực. Tuy nhiên, tính trung bình thì tốc độ hạ từ 05 mốc địa động lực ổn định nhất cho giá trị hạ chỉ khoảng 2,7 mm/năm, gần bằng với biên độ hạ xác định từ mô hình địa động lực.

Khu vực ven biển miền Trung: Kết quả xác định biên độ nâng hạ kiến tạo hiện đại cho một số vùng dọc dải ven biển Miền Trung có thể tóm tắt như sau (Trần Thanh Hải, 2015):

Một số khu vực có biểu hiện sụt kiến tạo khá rõ ràng do hoạt động của đứt gãy dưới dạng các bồn kéo tách với tốc độ sụt hạ 0,13 cm/năm (Hồ Hảo Sơn, Phú Yên) tới 1 cm (vùng Quy Nhơn) và tới hơn 2cm/năm (Cửa Đại, Quảng Nam). Nhiều vùng trong khu vực có tốc độ nâng kiến tạo từ dưới 1 tới vài mm/năm và mức độ nâng hạ kiến tạo ở các khu vực khác nhau là không đồng đều, dao động từ vài mm/năm tới dưới 1cm/năm. Khu vực Phú Yên nhìn chung nằm trong vùng nâng kiến tạo là chủ yếu nhưng có tốc độ nâng không đồng đều, từ 0,16cm/năm ở Gành Ba, 0,27cm/năm ở Hòn Yến, 0,48 cm/năm ở Phong Niên, và 0,07cm/năm ở Bàn Thạch. Tương tự, khu vực Ninh Thuận cũng có chế độ nâng kiến tạo chung là chủ yếu nhưng tốc độ nâng cũng khác nhau trong đó cao nhất ở phía bắc là 0,40cm/năm (ở Núi Chúa), 0,214cm/năm ở Cà Ná, và 0,16cm/năm ở Nha Hố. Khu vực Cam Ranh (Khánh Hòa) có tốc độ nâng khá cao, đạt 0,50cm/năm. Những khu vực có biên độ dịch chuyển kiến tạo sụt lún lớn là những khu vực có tiềm năng ngập lụt rất cao trong thời gian tới, đặc biệt là trong điều kiện mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu.

Ngày 05 tháng 6 năm 2014, Chính phủ đồng ý cho phép Bộ Tài nguyên và Môi trường triển khai nhiệm vụ kiểm tra hệ thống mốc độ cao quốc gia khu vực thành phố Hồ Chí Minh và khu vực đồng bằng sông Cửu Long và xây dựng dự án ổn định hệ thống mốc độ cao quốc gia. Khu vực dự án bao gồm 13 đơn vị hành chính và 02 thành phố trực thuộc Trung ương là: tỉnh Long An, Tiền Giang, Đồng Tháp, Vĩnh Long, Trà Vinh, Hậu Giang, Sóc Trăng, Bến Tre, An Giang, Kiên Giang, Bạc Liêu, Cà Mau, thành phố Hồ Chí Minh và thành phố Cần Thơ.

Hiện nay, các kết quả liên quan đến sụt lún của các khu vực cụ thể đang được Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam tập hợp và báo cáo Thủ tướng Chính phủ, sau khi thẩm định sẽ được Chính phủ công bố. Do vậy, chưa có đủ điều kiện để bao gồm các thông tin liên quan vào Kịch bản lần này.

6.4.2. Sụt lún do khai thác nước ngầm

Sụt lún địa chất là sự hạ thấp của bề mặt đất. Sụt lún địa chất có thể đến do nguyên nhân từ tự nhiên do yếu tố địa chất hoặc cũng có thể đến từ con người như khai thác quá mức nước ngầm. Sụt lún địa chất có thể diễn ra nhanh chóng hoặc diễn ra trong một khoảng thời gian dài.

Thay đổi độ cao bề mặt đất do yếu tố địa chất là một quá trình xảy ra liên tục trong các đồng bằng châu thổ. Một số quá trình có thể làm nâng hay hạ độ cao bề mặt đất như tích tụ trầm tích, nén chặt trầm tích, khử nước, xói mòn và bồi tụ hữu cơ. Sự thay đổi độ cao bề mặt đất có thể xảy ra do sự nâng/hạ trong khu vực hoạt động kiến tạo hoặc lắng đọng phù sa tại khu vực đồng bằng. Thực tế cho thấy, nhiều đồng bằng đã bị hạ thấp thay vì được nâng lên do bồi đắp phù sa. Nguyên nhân là do nguồn trầm tích về khu vực đồng bằng bị thiếu hụt do các đập ở thượng nguồn và hồ chứa thủy điện, các công trình kiểm soát lũ. Sụt lún tự nhiên do sự nén chặt trầm tích có thể lên đến trên 10 mm/năm.

Khai thác nước ngầm quá mức cũng là một nguyên nhân dẫn đến sụt lún địa chất. Hiện chưa có đánh giá chính thức về tốc độ sụt lún địa chất do khai thác nước ngầm trên phạm vi cả nước và nghiên cứu đánh giá và ước tính tốc độ nâng hạ địa chất trên phạm vi cả nước, **đặc biệt là chưa có dự tính cho tương lai về sụt lún địa chất do khai thác nước ngầm**.

Theo kết quả ban đầu của nghiên cứu hợp tác giữa Việt Nam với Viện Địa kỹ thuật Na Uy (Norway Geotechnical Institute - NGI) cho tỉnh Cà Mau thì tốc độ sụt lún địa chất do khai thác nước ngầm ở Cà Mau là 1,9÷2,8 cm/năm. Tuy nhiên, ước tính về tốc độ sụt lún chỉ dựa vào mức độ khai thác nước ngầm trên địa bàn tỉnh, mà chưa cho những đo đạc thực tế để kiểm chứng, vì vậy kết quả chỉ mang tính tham khảo.

Ngày 12/5/2016, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Đề án "Điều tra, đánh giá việc khai thác, sử dụng nước dưới đất, tác động đến sụt lún bề mặt đất khu vực thành phố Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh, đồng bằng sông Cửu Long, định hướng quản lý, khai thác, sử dụng bền vững tài nguyên nước dưới đất". Đề án sẽ được thực hiện từ năm 2016 đến năm 2020. Mục tiêu của đề án là rà soát các quy định hiện hành, đánh giá thực trạng về công tác quản lý, khai thác nước dưới đất; xác định hiện trạng khai thác, sử dụng nước dưới đất và khoanh vùng các khu vực nước dưới đất bị hạ thấp tại thành phố Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh và vùng đồng bằng sông Cửu Long; đánh giá hiện trạng, diễn biến sụt lún mặt đất tại các khu vực khai thác nước dưới đất, mực nước dưới đất bị hạ thấp và xác định mức độ tác động của khai thác nước dưới đất đến sụt lún bề mặt đất. Khi Đề án được hoàn thành, các thông tin về diễn biến sụt lún mặt đất do khai thác nước dưới đất tại các khu vực nêu trên sẽ tiếp tục được cập nhật trong các phiên bản kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng tiếp theo.

KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

I. Kết luận

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng phiên bản năm 2016 được xây dựng dựa trên cơ sở kế thừa và bổ sung các kịch bản công bố trước đây. Các số liệu về khí tượng thủy văn, mực nước biển và địa hình của Việt Nam đã được cập nhật. Phương pháp mới nhất trong Báo cáo đánh giá khí hậu lần thứ 5 của Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu, các mô hình khí hậu toàn cầu, các mô hình khí hậu khu vực và phương pháp thống kê đã được sử dụng để tính toán chi tiết cho khu vực Việt Nam.

Các ý kiến của các Bộ, ngành và địa phương về việc khai thác sử dụng kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam đã được xem xét, tiếp thu trong xây dựng kịch bản năm 2016.

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng có thể được tóm tắt như sau:

- ***Nhiệt độ*** ở tất cả các vùng của Việt Nam đều có xu thế tăng so với thời kỳ cơ sở (1986 - 2005), với mức tăng lớn nhất là khu vực phía Bắc. ***Theo kịch bản RCP4.5,*** nhiệt độ trung bình năm trên toàn quốc vào đầu thế kỷ có mức tăng phổ biến từ 0,6÷0,8^{o}C; vào giữa thế kỷ có mức tăng 1,3 ÷ 1,7^{o}C, trong đó khu vực Bắc Bộ (Tây Bắc, Đông Bắc, đồng bằng Bắc Bộ) có mức tăng 1,6 ÷ 1,7^{o}C, khu vực Bắc Trung Bộ 1,5 ÷ 1,6^{o}C, khu vực Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ 1,3 ÷ 1,4^{o}C; đến cuối thế kỷ có mức tăng 1,9 ÷ 2,4^{o}C ở phía Bắc và 1,7 ÷ 1,9^{o}C ở phía Nam. ***Theo kịch bản RCP8.5,*** nhiệt độ trung bình năm trên toàn quốc vào đầu thế kỷ có mức tăng phổ biến từ 0,8 ÷ 1,1^{o}C, vào giữa thế kỷ có mức tăng 1,8 ÷ 2,3^{o}C, trong đó, tăng 2,0 ÷ 2,3^{o}C ở khu vực phía Bắc và 1,8 ÷ 1,9^{o}C ở phía Nam; đến cuối thế kỷ có mức tăng 3,3 ÷ 4,0^{o}C ở phía Bắc và 3,0 ÷ 3,5^{o}C ở phía Nam. Nhiệt độ thấp nhất trung bình và cao nhất trung bình ở cả hai kịch bản đều có xu thế tăng rõ rệt.

- ***Lượng mưa*** năm có xu thế tăng trên phạm vi toàn quốc. ***Theo kịch bản RCP4.5,*** lượng mưa năm vào đầu thế kỷ có xu thế tăng ở hầu hết cả nước, phổ biến từ 5 ÷ 10%; vào giữa thế kỷ có mức tăng 5 ÷ 15%, trong đó một số tỉnh ven biển đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ có thể tăng trên 20%; đến cuối thế kỷ có phân bố tương tự như giữa thế kỷ, tuy nhiên vùng có mức tăng trên 20% mở rộng hơn. ***Theo kịch bản RCP8.5,*** lượng mưa năm có xu thế tăng tương tự như kịch bản RCP4.5. Đáng chú ý là vào cuối thế kỷ mức tăng nhiều nhất có thể trên 20% ở hầu hết Bắc Bộ, Trung Trung Bộ, một phần Nam Bộ và Tây Nguyên. Lượng mưa 1 ngày lớn nhất và 5 ngày lớn nhất trung bình có xu thế tăng từ 40 ÷ 70% so với trung bình thời kỳ cơ sở ở phía tây của Tây Bắc, Đông Bắc, đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Thừa Thiên - Huế đến Quảng Nam, phía đông Nam Bộ, nam Tây Nguyên. Các khu vực khác có mức tăng phổ biến từ 10 ÷ 30%.

- ***Một số hiện tượng khí hậu cực đoan: Số lượng bão và áp thấp nhiệt đới*** có xu thế ít biến đổi nhưng có phân bố tập trung hơn vào cuối mùa bão, đây cũng là thời kỳ bão hoạt động chủ yếu ở phía Nam. Bão mạnh đến rất mạnh có xu thế gia tăng. ***Gió mùa mùa hè*** có xu thế bắt đầu sớm hơn và kết thúc muộn hơn. Mưa trong thời kỳ hoạt động của gió mùa có xu hướng tăng. ***Số ngày rét đậm, rét hại*** ở các tỉnh miền núi phía Bắc, Đồng bằng Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ đều giảm. ***Số ngày nắng nóng*** (số ngày nhiệt độ cao nhất Tx ≥ 35°C) có xu thế tăng trên phần lớn cả nước, lớn nhất là ở Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Nam Bộ. ***Hạn hán*** có thể trở nên khắc nghiệt hơn ở một số vùng do nhiệt độ tăng và khả năng giảm lượng mưa trong mùa khô như ở Nam Trung Bộ trong mùa xuân và mùa hè, Nam Bộ trong mùa xuân và Bắc Bộ trong mùa đông.

- Mực nước biển dâng: Kịch bản mực nước biển dâng trung bình ven biển Việt Nam có khả năng cao hơn mực nước biển trung bình toàn cầu. Khu vực giữa Biển Đông có mực nước biển dâng cao hơn so với các khu vực khác. Mực nước biển dâng khu vực ven biển các tỉnh phía nam cao hơn so với khu vực phía bắc. ***Theo kịch bản RCP4.5***, mực nước biển dâng trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam *đến năm 2050* là 22 cm (14 cm ÷ 32 cm); *đến năm 2100* là 53 cm (32 cm ÷ 76 cm), trong đó, khu vực ven biển từ Móng Cái - Hòn Dáu và Hòn Dáu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 55 cm (33 cm ÷ 78 cm), khu vực từ Mũi Cà Mau – Kiên Giang là 53 cm (32 cm ÷ 75 cm), khu vực quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa lần lượt là 58 cm (36 cm ÷ 80 cm) và 57 cm (33 cm ÷ 83 cm). ***Theo kịch bản RCP8.5,*** mực nước biển dâng trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam *đến năm 2050* là 25 cm (17 cm ÷ 35 cm); *đến năm 2100* là 73 cm (49 cm ÷ 103 cm), trong đó, khu vực ven biển từ Móng Cái - Hòn Dáu và Hòn Dáu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 72 cm (49 cm ÷ 101 cm), khu vực từ Mũi Cà Mau – Kiên Giang là 75 cm (52 cm ÷ 106 cm), khu vực quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa lần lượt là 78 cm (52 cm ÷ 107 cm), 77 cm (50 cm ÷ 107 cm).

- ***Nguy cơ ngập do nước biển dâng:*** Nếu mực nước biển dâng 100 cm và không có các giải pháp ứng phó, khoảng 16,8% diện tích đồng bằng sông Hồng, 1,5% diện tích các tỉnh ven biển miền Trung từ Thanh Hóa đến Bình Thuận, 17,8% diện tích Tp. Hồ Chí Minh, 38,9% diện tích đồng bằng sông Cửu Long có nguy cơ bị ngập. Cụm đảo Vân Đồn, Côn Đảo và Phú Quốc có nguy cơ ngập cao. Nguy cơ ngập đối với quần đảo Trường Sa là không lớn. Quần đảo Hoàng Sa có nguy cơ ngập lớn hơn, nhất là đối với các đảo thuộc nhóm Lưỡi Liềm và đảo Tri Tôn.

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng phiên bản năm 2016 có những điểm mới quan trọng so với phiên bản năm 2012 như sau:

1) Sử dụng số liệu cập nhật, bao gồm: (i) Số liệu của 150 trạm quan trắc trên đất liền và hải đảo thuộc mạng lưới trạm khí tượng thủy văn của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia được cập nhật đến năm 2014; (ii) Số liệu mực nước biển của 17 trạm hải văn ven biển và hải đảo được cập nhật đến năm 2014; (iii) Số liệu mực nước biển đo đạc từ vệ tinh được cập nhật đến năm 2014; (iv) Số liệu địa hình của bản đồ tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và 1:10.000 đo đạc bởi các dự án thuộc Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH được cập nhật đến năm 2016.

2) Sử dụng các kết quả cập nhật nhất của các mô hình khí hậu toàn cầu (thuộc dự án CMIP5), bao gồm: NorESM1-M, CNRM-CM5, GFDL-CM3, HadGEM2-ES, ACCESS1-0, CCSM4, MPI-ESM-LR, NCAR-SST, HadGEM2-SST, GFDL-SST.

3) Sử dụng phương pháp chi tiết hóa động lực dựa trên 5 mô hình khí hậu khu vực độ phân giải cao, bao gồm: AGCM/MRI, PRECIS, CCAM, RegCM và clWRF. Tổng cộng có 16 phương án tính toán.

4) Sử dụng phương pháp thống kê để hiệu chỉnh kết quả tính toán của các mô hình động lực theo số liệu thực đo tại các trạm quan trắc nhằm phản ánh điều kiện cụ thể của địa phương và giảm sai số hệ thống của mô hình.

5) Xây dựng kịch bản BĐKH và một số cực trị khí hậu chi tiết cho 63 tỉnh/thành phố, các quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa của Việt Nam và chi tiết cho 150 trạm khí tượng (tương đương cấp huyện).

6) Xây dựng kịch bản nước biển dâng chi tiết cho 28 tỉnh/thành phố ven biển, quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa.

7) Xác định mức độ tin cậy của các kết quả tính toán khí hậu và nước biển dâng trong tương lai theo các khoảng phân vị.

8) Đánh giá nguy cơ ngập do nước biển dâng cho các khu vực đồng bằng, ven biển, các đảo và quần đảo của Việt Nam. Đối với các khu vực có bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2000, mức độ chi tiết của bản đồ nguy cơ ngập là đến cấp xã.

9) Nhận định về mực nước cực trị, gồm nước dâng do bão, thủy triều, và nước dâng do bão kết hợp với thủy triều ven bờ biển Việt Nam, để người sử dụng có thể hình dung được những tác động kép của nước biển dâng do biến đổi khí hậu và cực trị mực nước biển do các yếu tố tự nhiên như nước dâng do bão và triều cường.

10) Nhận định về một số yếu tố có tác động kép đến nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu, bao gồm nâng hạ địa chất và sụt lún do khai thác nước ngầm khu vực đồng bằng sông Cửu Long và dải ven biển miền Trung.

2. Khuyến nghị

1) Việc sử dụng kịch bản BĐKH và nước biển dâng cho Việt Nam trong đánh giá tác động và xây dựng các giải pháp ứng phó cũng như trong việc lồng ghép vào chiến lược, quy hoạch, kế hoạch phát triển kinh tế - xã hội cần được xem xét và lựa chọn phù hợp với từng ngành, lĩnh vực và địa phương với các tiêu chí: (i) Tính đặc thù (của ngành, lĩnh vực, địa phương,…); (ii) Tính đa mục tiêu; (iii) Tính hiệu quả nhiều mặt (kinh tế, xã hội, môi trường); (iv) Tính bền vững; (v) Tính khả thi, khả năng lồng ghép với các chiến lược, chính sách và kế hoạch phát triển.

2) Khi áp dụng kịch bản BĐKH và nước biển dâng, các bước sau đây được khuyến nghị: (i) Xác định các thông số khí hậu quan trọng đối với ngành và đối tượng nghiên cứu ; (ii) Chọn kịch bản BĐKH và nước biển dâng từ kịch bản quốc gia; (iii) Sử dụng các công cụ tính toán và phân tích để xác định những thông tin quan trọng như sự thay đổi chế độ dòng chảy, ngập lụt, xâm nhập mặn, nước dâng do bão, biến đổi đường bờ,… để phục vụ việc xây dựng và triển khai kế hoạch hành động.

3) Việc triển khai, xây dựng và thực hiện các giải pháp ứng phó với BĐKH không nhất thiết phải tiến hành đại trà ở quy mô thế kỷ, mà cần phải có sự phân kỳ thực hiện; cần phải xác định được mức độ ưu tiên dựa trên nhu cầu thực tiễn, nguồn lực có được trong từng giai đoạn để lựa chọn kịch bản phù hợp nhất.

4) Theo Theo triển Paris về BĐKH, tất cả các quốc gia đều phải hành động để giữ cho nhiệt độ toàn cầu vào cuối thế kỷ tăng ở mức dưới $2^{o}C$ so với thời kỳ tiền công nghiệp. Điều này có nghĩa kịch bản RCP4.5 có nhiều khả năng xảy ra hơn so với các kịch bản RCP khác.

5) Kịch bản RCP4.5 có thể được áp dụng đối với các tiêu chuẩn thiết kế cho các công trình mang tính không lâu dài và các quy hoạch, kế hoạch ngắn hạn.

6) Kịch bản RCP8.5 cần được áp dụng cho các công trình mang tính vĩnh cửu, các quy hoạch, kế hoạch dài hạn.

7) Kịch bản BĐKH và nước biển dâng luôn tồn tại những điểm chưa chắc chắn vì còn phụ thuộc vào việc xác định các kịch bản phát thải khí nhà kính (phát triển kinh tế - xã hội ở quy mô toàn cầu, mức tăng dân số và mức độ tiêu dùng của thế giới, chuẩn mực cuộc sống và lối sống, tiêu thụ năng lượng và tài nguyên năng lượng toàn cầu, vấn đề chuyển giao công nghệ giữa các nước phát triển và các nước đang phát triển, việc thay đổi sử dụng đất, …), những hiểu biết còn hạn chế về hệ thống khí hậu toàn cầu và khu vực, quá trình tan băng, phương pháp xây dựng kịch bản và mô hình toán, ... Do đó, khi sử dụng kịch bản BĐKH trong đánh giá tác động của BĐKH, cần xem xét và phân tích cẩn thận mọi khả năng có thể xảy ra của khí hậu tương lai. Người sử dụng nên tham vấn ý kiến chuyên gia để xác định các giá trị cũng như khoảng biến đổi phù hợp nhất trong quá trình lập kế hoạch.

8) Mô hình khí hậu đang được tiếp tục phát triển để nâng cao mức độ chắc chắn của kịch bản BĐKH và nước biển dâng. Kịch bản BĐKH và nước biển dâng sẽ được tiếp tục cập nhật theo lộ trình của Ban liên chính phủ về BĐKH. Vì thế việc đánh giá tác động và khả năng bị tổn thương cần được rà soát, cập nhật khi kịch bản mới được công bố. Hội nghị toàn cầu về BĐKH năm 2015 đã đề nghị IPCC vào năm 2018 công bố báo cáo đặc biệt về kịch bản nồng độ khí nhà kính và các tác động khi nhiệt độ toàn cầu tăng 1,5°C so với thời kỳ tiền công nghiệp. Trên cơ sở đó, Việt Nam cũng sẽ có các bổ sung tương ứng.

9) Kịch bản BĐKH và nước biển dâng chỉ xét đến sự biến đổi của các yếu tố khí hậu và mực nước biển dâng trung bình do BĐKH. Bản đồ nguy cơ ngập được xây dựng dựa trên mực nước biển dâng trung bình do BĐKH. Các yếu tố động lực khác có liên quan như sự nâng hạ địa chất, sự thay đổi địa hình, sụt lún đất do khai thác nước ngầm, thay đổi đường bờ biển, ảnh hưởng của thủy triều, nước dâng do bão, nước dâng do gió mùa, ảnh hưởng của các công trình thủy điện bậc thang, xâm nhập mặn, … chưa được xét đến trong kịch bản này. Các công trình giao thông và thủy lợi như đê biển, đê sông, đê bao, đường giao thông, … cũng chưa được xét đến khi xây dựng bản đồ nguy cơ ngập do nước biển dâng.

Vì thế, khi sử dụng kịch bản BĐKH và nước biển dâng để đánh giá tác động của BĐKH, những yếu tố động lực nêu trên cần được xét đến trong tính toán, đặc biệt là nâng hạ địa chất, sụt lún do khai thác nước ngầm, các công trình hạ tầng, giao thông và thủy lợi, lũ và ngập lụt do lũ cần được tính đến cùng với nước biển dâng do BĐKH trong xác định ngập lụt.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. **Bộ Tài nguyên Môi trường**, 2003: *Thông báo lần thứ nhất của Việt Nam cho Công ước khung của Liên Hợp Quốc về Biến đổi khí hậu*.
2. **Bộ Tài nguyên Môi trường**, 2009: *Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*.
3. **Bộ Tài nguyên Môi trường**, 2010: *Thông báo quốc gia lần thứ 2 của Việt Nam cho Công ước khung của Liên hợp quốc về Biến đổi khí hậu*.
4. **Bộ Tài nguyên Môi trường**, 2012: *Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*.
5. **Chính phủ Việt Nam,** 2016: *Phê duyệt Đề án điều tra, đánh giá việc khai thác, sử dụng nước dưới đất, tác động đến sụt lún bề mặt đất khu vực TP. Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh, Đồng bằng sông Cửu Long, định hướng quản lý, khai thác, sử dụng bền vững TNN dưới đất.* Theo Quyết định số 805/QĐ-TTg, ngày 12 tháng 5 năm 2016.
6. **Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam**, 2016: *Đo kiểm tra hệ thống mốc độ cao hạng I, II, III nhà nước khu vực thành phố Hồ Chí Minh và đồng bằng sông Cửu Long,* Đề cương thực hiện Dự án.
7. **Trần Thanh Hải** và nnk, 2015: *Nghiên cứu, đánh giá kiến tạo hiện đại khu vực ven biển miền Trung Việt Nam và vai trò của nó đối với các tai biến thiên nhiên phục vụ dự báo và phòng tránh thiên tai trong điều kiện biến đổi khí hậu (*BĐKH-42). Báo cáo tổng kết đề tài NCKHCN cấp Nhà nước.
8. **Nguyễn Xuân Hiển,** 2013: *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.
9. **Nguyễn Văn Hiệp và nnk**, 2015: *Nghiên cứu luận cứ khoa học cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*, BĐKH-43. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu KHCN cấp Nhà nước.
10. **IMHEN,** 2011: *Xây dựng kịch bản nước biển dâng trong thế kỷ 21 cho Việt Nam theo các đơn vị hành chính cấp tỉnh ven biển, đáp ứng được các yêu cầu đánh giá tác động của nước biển dâng đối với các lĩnh vực KTXH khác nhau ở quy mô quốc gia và nhỏ hơn.* Báo cáo tổng kết nhiệm vụ thuộc Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với BĐKH.
11. **IMHEN và UNDP**, 2015: *Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu*, Nhà xuất bản Tài Nguyên - Môi trường và Bản đồ, Hà Nội.
12. **Đinh Văn Mạnh và nnk,** 2011: *Phát triển và hoàn thiện mô hình dự báo sóng bão, nước dâng do bão, thủy triều cho dải ven biển Việt Nam.* Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Cơ học.
13. **Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu**, 2004: *Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam*. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
14. **Phạm Văn Ninh và nnk,** 1991: *Nước dâng do bão và gió mùa*, Báo cáo tổng kết đề tài 48B.02.02.
15. **Phạm Văn Ninh và nnk,** 2005: *Biển Đông (Tập 2: Khí tượng, Thuỷ văn, Động lực biển),* Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.
16. **Đỗ Ngọc Quỳnh,** 1999: *Công nghệ dự báo bão nước dâng do bão ven bờ biển Việt Nam,* Báo cáo tổng kết đề tài KT.03.06.

17. **Phan Văn Tân và nnk**, 2010: *Nghiên cứu tác động của BĐKH toàn cầu đến các yếu tố và hiện tượng khí hậu cực đoan ở Việt Nam, khả năng dự báo và giải pháp chiến lược ứng phó*. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu KHCN cấp Nhà nước.
18. **Hoàng Trung Thành,** 2011: *Nghiên cứu đặc điểm biến thiên mực nước biển ven bờ Việt Nam,* Luận án Tiến sĩ.
19. **Nguyễn Văn Thắng và nnk**, 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*, KC.08.13/06-10. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu KHCN cấp Nhà nước.
20. **Trần Thục và nnk,** 2015**:** *Cập nhật xu thế thay đổi của mực nước biển khu vực biển Việt Nam.* Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 657, 25-31.
21. **Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam,** 2015: *Điều tra, đánh giá địa động lực hiện đại để hoàn thiện kịch bản Biến đổi khí hậu và đề xuất giải pháp thích ứng ở đồng bằng sông Cửu Long*, Báo cáo tổng kết Dự án, Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu
22. **Đinh Văn Ưu và nnk,** 2010*: Đánh giá biến động mực nước biển cực trị do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu phục vụ chiến lược kinh tế biển.* Báo cáo tổng kết đề tài KC-09.23/06-10.
23. **Viện Địa kỹ thuật Na Uy,** 2012: *Sự lún đất ở bán đảo Cà Mau.* Báo cáo kết quả Dự án nghiên cứu giai đoạn 1.

Tiếng Anh

24. **Amengual, A.,** V. Homar, R. Romero, S. Alonso and C. Ramis, 2012: *A statistical adjustment of regional climate model outputs to local scales: Application to Platja de Palma, Spain*. J. Climate, 25, 939957. 10.1175/JCLID-10-05024.1.
25. **Bart van den Hurk**, Peter Siegmund, Albert Klein Tank, 2014: *Climate Change scenarios for the 21st Century – A Netherlands perspective*, Scientific Report WR2014-01, KNMI, De Bilt, The Netherlands.
26. **Bengtsson, L.,** K. I. Hodges, M. Esch, N. Keenlyside, L. Kornblueh, J.-J. Luo, and T. Yamagata, 2007: *How may tropical cyclones change in a warmer climate?* Tellus A, 59, 539–561.
27. **Bilbao, R. A. F.,** Gregory, J. M. and Bouttes, N., 2015: *Analysis of the regional pattern of sea level change due to ocean dynamics and density changes for 1993-2099 in observations and CMIP5 AOGCMs. Climate Dynamics*. ISSN 0930-7575 doi:10.1007/s00382-015-2499z.
28. **Cai, W.,** S. Borlace, M. Lengaigne, P. van Rensch, M. Collins, G. Vecchi, A. Timmermann, A. Santoso, M. J. McPhaden, L. Wu, M.H. England, G. Wang, E. Guilyardi, and F.-F. Jin, 2014: *Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. Nature Climate Change*, 4, doi: 10.1038/nclimate2100, 111-116.
29. **Chakrit C.**, Eric P. S. Jr., Jiemjai K., Somporn C, 2012: *Evaluation Precipitaiton Simulations over Thailand using a WRF Regional Climate Model*, Chiang Mai J. Sci., 39(4), p. 623-638.
30. **Chie Ihara**, Yochanan Kushnir, Mark A. Cane, and Victor H. de la Peña, 2009: *Climate Change over the Equatorial Indo-Pacific in Global Warming*. J. Climate, 22, 2678–2693.
31. **Church, J. A.,** and N. J. White, 2006: *A 20th century acceleration in global sea-level rise. Geophys*. Res. Lett., 33, L01602.
32. **Church, J. A.,** and N. J. White, 2011a: *Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century*. Surv. Geophys., 32, 585–602.

33. **Church, J. A.,** et al., 2011b: *Revisiting the Earth's sea-level and energy budgets from 1961 to 2008*. Geophys. Res. Lett., 38, L18601.
34. **Church, J. A.,** D. Monselesan, J. M. Gregory, and B. Marzeion, 2013: *Evaluating the ability of process based models to project sea-level change*. Environ. Res. Lett., 8, 015051.
35. **Clarke, P. J.,** D. A. Lavallee, G. Blewitt, T. M. van Dam, and J. M. Wahr, 2005: *Effect of gravitational consistency and mass conservation on seasonal surface mass loading models*. Geophys. Res. Lett., 32, L08306.
36. **Clarke L. E.,** Edmonds JA, Jacoby HD, Pitcher H, Reilly JM, Richels R, 2007: *Scenarios of greenhouse gas emissions and atmospheric concentrations.* Sub-report 2.1a of Synthesis and Assessment Product 2.1. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research, Washington DC.
37. **CSIRO and Bureau of Meteorology**, 2015: *Climate Change in Australia Information for Australia's Natural Resource Management Regions: Technical Report,* Australia.
38. **Emanuel, K.,** R. Sundararajan, and J. Williams, 2008: *Hurricanes and global warming: Results from downscaling IPCC AR4 simulations*. Bull. Am. Meteorol. Soc., 89, 347–367.
39. **Emanuel, K.,** 2010: *Tropical cyclone activity downscaled from NOAA-CIRES reanalysis, 1908–1958*. J. Adv. Model. Earth Syst., 2, 12.
40. **Fettweis, X.,** B. Franco, M. Tedesco, J. H. van Angelen, J. T. M. Lenaerts, M. R. van den Broeke, and H. Gallee, 2013: *Estimating Greenland ice sheet surface mass balance contribution to future sea level rise using the regional atmospheric model MAR*. Cryosphere, 7, 469–489.
41. **Fita, L.,** J. Fernández, and M. Garcia-Dez, 2009: *CLWRF: WRF modi cations for regional climate simulation under future scenarios.* 11th WRF Users Workshop, Boulder, CO, NCAR.
42. **Fita, L.,** Fernández, J. and Gracia-Diez, M, 2010: *WRF Modifications for Regional Climate Simulation under Future Scenarios*. 11th WRF User's Workshop, NCAR, Boulder.
43. **Foster, G. L.,** and E. J. Rohling, 2013: *Relationship between sea level and climate forcing by CO_2 on geological timescales.* Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 110, 1209– 1214.
44. **Fujino J.,** Nair R, Kainuma M, Masui T, Matsuoka Y, 2006: *Multigas mitigation analysis on stabilization scenarios using aim global model.* The Energy Journal Special issue #3:343–354.
45. **Gehrels, R.,** and P. L. Woodworth, 2013: *When did modern rates of sea-level rise start? Global Planet.* Change, 100, 263–277.
46. **Gregory J. M.,** Lowe J. A., and Tett S. F. B, 2006: *Simulated Global-Mean Sea Level Changes over the Last Half-Millennium*. J. Climate, 19, 4576–4591.
47. **Hijioka Y.,** Matsuoka Y, Nishimoto H, Masui T, Kainuma M, 2008: *Global GHG emission scenarios under GHG concentration stabilization targets*.
48. **Hsu, P. C.,** T. Li, H. Murakami, and A. Kitoh, 2013: *Future change of the global monsoon revealed from 19 CMIP5 models*. J. Geophys. Res. Atmos., 118, doi: 10.1002/jgrd.50145.
49. **Ines, V. M.,** Hansen, J. W., 2006: *Bias correction of daily GCM rainfall for crop simulation studies*. Agricultural and Forest Meteorology. 138 (2006): 44–53.
50. **IPCC, 2007**: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

51. **IPCC, 2012:** *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C. B., V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. -K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
52. **IPCC, 2013**: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi: 10.1017/CBO9781107415324.
53. **Islam, S.,** Rehman, N, 2006: *Future change in the frequency of warm and cold spells durations over Pakistan simulated by the PRECIS regional climate model*, Presented at: Young Scientist Conference, November, 2006, Beijing, China.
54. **Jevrejeva, S.,** J. C. Moore, A. Grinsted, and P. L. Woodworth, 2008: *Recent global sea level acceleration started over 200 years ago?* Geophys. Res. Lett., 35, L08715
55. **Jones, R. G.,** Noguer, M., Hassell, D.C., Hudson, D., Wilson, S.S., Jenkins, G.J. and Mitchell, J.F.B, 2004: *Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS*, Met Office Hadley Centre, Exeter, UK, 40pp.
56. **Jones, J. M.,** R. L. Fogt, M. Widmann, G. J. Marshall, P. D. Jones, and M. Visbeck, 2009b: *Historical SAM variability. Part I: Century-engths seasonal reconstructions*. J. Clim., 22, 5319–5345.
57. **Karl E. Taylor,** Ronald J. Stouffer, and Gerald A. Meehl, 2012: *An Overview of CMIP5 and the Experiment Design*. Bull. Amer. Meteor. Soc., 93, 485–498.
58. **Karlickys, J.,** 2013: *Regional Climate Simulations with WRF Model*, WDS'13 Proceedings of Contributed Papers, Part III, 80–84.
59. **Kitoh, A.,** H. Endo, K. Krishna Kumar, I. F. A. Cavalcanti, P. Goswami, and T. Zhou, 2013: *Monsoons in a changing world regional perspective in a global context.* J. Geophys. Res. Atmos., 118, doi: 10.1002/jgrd.50258.
60. **Kumar Mishra, B.** and Herath, S., 2014: *Assessment of Future Floods in the Bagmati River Basin of Nepal Using Bias-Corrected Daily GCM Precipitation Data*. J. Hydrol. Eng., 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0001090, 05014027.
61. **Lambeck, K.,** C. Smither, and M. Ekman, 1998: *Tests of glacial rebound models for Fennoscandinavia based on instrumented sea- and lake-level records*. Geophys. J. Int., 135, 375–387.
62. **Lambeck, K.,** Y. Yokoyama, and T. Purcell, 2002a: *Into and out of the Last Glacial Maximum: sea level change during oxygen isotope stages 3 and 2*. Quat. Sci. Rev., 21, 343–360.
63. **Lorbacher, K.,** J. Dengg, C. W. Boning, and A. Biastoch, 2010: *Regional patterns of sea level change related to interannual variability and multidecadal trends in the Atlantic meridional overturning circulation*. J. Clim., 23, 4243–4254.
64. **Marshall, J.,** Henson B, 1997: *NCAR's regional climate model cuts global problems down to size*, UCAR Staff Notes Monthly.
65. **Marshall, G. J.,** 2007: *Half-century seasonal relationships between the Southern Annular Mode and Antarctic temperatures*. Int. J. Climatol., 27, 373–383.
66. **Masson-Delmotte, V.,** B. Stenni, K. Pol, P. Braconnot, O. Cattani, S. Falourd, M. Kageyama, J. Jouzel, A. Landais, B. Minster, J.M. Barnola, J. Chappellaz, G. Krinner, S. Johnsen, R. Röthlisberger, J. Hansen, U. Mikolajewicz, and B. Otto-Bliesner, 2010:

EPICA Dome C record of glacial and interglacial intensities. Quat. Sci. Rev., 29, 113-128, doi: 10.1016/j.quascirev.2009.09.030.

67. **McGregor, J. L.,** Gordon, H.B., Watterson, I.G., Dix, M.R. and Rotstayn, L.D, 1993: *The CSIRO 9-level atmospheric general circulation model*, Technical Paper, 26, CSIRO Atmospheric Research, Mordialloc, 89 pp.
68. **McGregor, J. L.,** 1996: *Semi-Lagrangian advection on conformal-cubic grids.* Mon. Wea. Rev., 124, 1311-1322.
69. **McGregor, J. L.,** and M.R. Dix, 2001: *The CSIRO conformal-cubic atmospheric GCM*. In IUTAM Symposium on Advances in Mathematical Modelling of Atmosphere and Ocean Dynamics, P.F. Hodnett (Ed.), Kluwer, Dordrecht, 197-202.
70. **McGregor, J. L.,** 2003: *A new convection scheme using a simple closure.* In "Current issues in the parameterization of convection", BMRC Research Report 93, 33-36.
71. **McGregor, J. L.**, 2005a: *C-CAM: Geometric aspects and dynamical formulation.* CSIRO Atmospheric Research Tech. Paper No. 70, 42 pp.
72. **McGregor, J. L,,** 2005b: *Geostrophic adjustment for reversibly staggered grids.* Mon. Wea. Rev., 133, 1119-1128.
73. **McGregor, J. L.,** and Dix, M. R, 2008: *An updated description of the Conformal-Cubic Atmospheric Model.* In: "High Resolution Simulation of the Atmosphere and Ocean", eds. K. Hamilton and W. Ohfuchi, Springer, 51–76.
74. **Meehl, G. A.,** G. J. Boer, C. Covey, M. Latif, and R. J. Stouffer, 2000: *The Coupled Model Intercomparison Project (CMIP)*. Bull. Am. Meteorol. Soc., 81, 313–318.
75. **Meehl, G. A.,** et al, 2005b: *Overview of the coupled model intercomparison project.* Bull. Am. Meteorol. Soc., 86, 89-93.
76. **Meehl, G. A.,** C. Covey, T. Delworth, M. Latif, B. McAvaney, J. F. B. Mitchell, R. J. Stouffer, and K. E. Taylor, 2007: *The WCRP CMIP3 multi-model dataset: A new era in climate change research*, Bulletin of the American Meteorological Society, 88, 1383-1394.
77. **Meinshausen, M.,** S. J. Smith, K. V. Calvin, J. S. Daniel, M. L. T. Kainuma, J.-F. Lamarque, K. Matsumoto, S. A. Montzka, S. C. B. Raper, K. Riahi, A. M. Thomson, G. J. M. Velders and D. van Vuuren, 2011: *The RCP Greenhouse Gas Concentrations and their Extension from 1765 to 2300.* Climatic Change (Special Issue), DOI: 10.1007/s10584-011-0156-z.
78. **Mitrovica, J. X.,** M. E. Tamisiea, J. L. Davis, and G. A. Milne, 2001: *Recent mass balance of polar ice sheets inferred from patterns of global sea-level change.* Nature, 409, 1026–1029.
79. **Moore, J. C.,** Jevrejeva, S.; Grinstead, A, 2011: *The historical global sea-level budget.* Annals of Glaciology, 52 (59). 8-14.
80. **Moss, R.,** et al, 2010: *The next generation of scenarios for climate change research and assessment.* Nature, 463, 747–756.
81. **Murakami, H.,** B. Wang and A. Kitoh, 2011a: *Future change of Western North Pacific typhoons: Projections by a 20-km-mesh global atmospheric model*. J. Clim., 24, 1154–1169.
82. **Murakami, H.,** R. Mizuta, and E. Shindo, 2011b: *Future changes in tropical cyclone activity projected by multi-physics and multi-SST ensemble experiments using the 60-km-mesh MRI-AGCM.* Clim. Dyn., doi:10.1007/s00382-011-1223-x.
83. **Murakami, H.,** et al., 2012: *Future changes in tropical cyclone activity projected by the new high-resolution MRI-AGCM.* J. Clim., 25, 3237–3260.
84. **O'Gorman, P. A.,** and T. Schneider, 2009: *The physical basis for increases in precipitation extremes in simulations of 21st century climate change.* Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 106, 14773–14777.

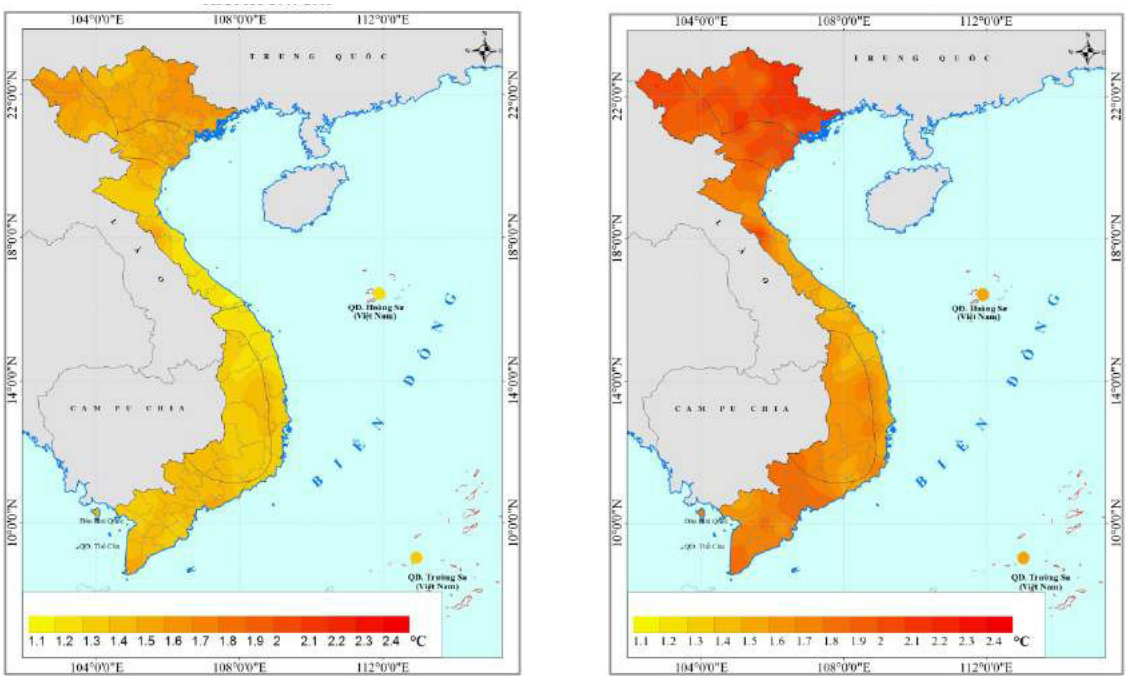
85. **Oh, S. G.,** J.-H. Park, S.-H. Lee, and M.-S. Suh, 2014: *Assessment of the RegCM4 over East Asia and future precipitation change adapted to the RCP scenarios,* J. Geophys. Res. Atmos., 119, 2913–2927, doi:10.1002/2013JD020693.
86. **Palmer, M.,** K. McInnes and M. Chattopadhyay, 2014: *Key factors for sea level rise in the Singapore region,* Met Office V2 Stage 5 Science Report. 23pp.
87. **Pardaens, A.,** J. M. Gregory, and J. Lowe, 2011a: *A model study of factors influencing projected changes in regional sea level over the twenty-first century.* Clim. Dyn., 36, 2015–2033.
88. **Peltier, W. R,** 2004: *Global Glacial Isostasy and the Surface of the Ice-Age Earth: The ICE-5G (VM2) Model and GRACE,* Ann. Rev. Earth and Planet. Sci., 32, 111-149.
89. **Peter, C.,** Hung-Neng S. Chin, David C. Bader, Govindasamy Bala, 2009: *Evaluation of a WRF dynamical downscaling simulation over California,* Climatic Change, 95:499-521, DOI 10.1007/s10584-00995835.
90. **Power, M. J.,** Mayle, F.E., Bartlein, P.J., Marlon, J.R., Anderson, R.S., Behling, H., Brown, K.J., Carcaillet, C., Colombaroli, D., Gavin, D.G., Hallett, D.J., Horn, S.P., Kennedy, L.M., Lane, C., Long, C., Moreno, P.I., Paitre, C., Robinson, G., Taylor, Z., Walsh, M, 2012: *Climatic control of the biomass-burning decline in the Americas after AD 1500. The Holocene*, 23: 3-13.
91. **Ray, R. D.,** and B. C. Douglas, 2011: *Experiments in reconstructing twentieth-century sea levels.* Prog. Oceanogr., 91, 495–515.
92. **Riahi, K.,** A. Gruebler, and N. Nakic´enovic´, 2007: *Scenarios of long-term socio-economic and environmental development under climate stabilization.* Technol. Forecasting Soc. Change, 74, 887–935.
93. **Riva, R. E. M.,** J. L. Bamber, D. A. Lavallee, and B. Wouters, 2010: *Sea-level fingerprint of continental water and ice mass change from GRACE.* Geophys. Res. Lett., 37, L19605.
94. **Rohling, E. J.,** K. Grant, M. Bolshaw, A. P. Roberts, M. Siddall, C. Hemleben, and M. Kucera, 2009: *Antarctic temperature and global sea level closely coupled over the past five glacial cycles.* Nature Geosci., 2, 500–504
95. **Slangen, A. B. A.**, C. A. Katsman, R. S. W. van de Wal, L. L. A. Vermeersen and R. E. M. Riva, 2012: *Towards regional projections of twenty-first century sea-level change based on IPCC SRES scenarios.* Clim. Dyn., 38, 1191–1209.
96. **Slangen, A. B. A.**, M. Carson, C. A. Katsman, R. S. W. van de Wal, A. Koehl, L. L. A. Vermeersen and D. Stammer, 2014: *Projecting twenty-first century regional sea-level changes,* Climatic Change, doi: 10.1007/s10584-014-1080-9.
97. **Sugi, M.,** and J. Yoshimura, 2012: *Decreasing trend of tropical cyclone frequency in 228-year high-resolution AGCM simulations.* Geophys. Res. Lett., 39, L19805.
98. **Suzuki, T.,** and M. Ishii, 2011: *Regional distribution of sea level changes resulting from enhanced greenhouse warming in the Model for Interdisciplinary Research on Climate version 3.2.* Geophys. Res. Lett., 38, L02601.
99. **Tamisiea, M. E.,** E. M. Hill, R. M. Ponte, J. L. Davis, I. Velicogna, and N. T. Vinogradova, 2010: *Impact of self attraction and loading on the annual cycle in sea level.* J. Geophys. Res., 115, C07004.
100. **Thompson, W. G.,** H. A. Curran, M. A. Wilson, and B. White, 2011: *Sea-level oscillations during the last interglacial highstand recorded by Bahamas corals.* Nature Geosci., 4, 684–687.
101. **Timmermann, A.,** S. McGregor, and F. F. Jin, 2010: *Wind effects on past and future regional sea level trends in the southern Indo-Pacific*. J. Clim., 23, 4429–4437.

102. **Wang, Y.,** O.L. Sen, B. Wang, 2003*: A highly resolved regional climate model (IPRC-RegCM) and its simulation of the 1998 severe precipitation event over China.* Part I: Model description and veri cation of simulation. J. Climate, 16, 1721–1738.
103. **Watterson, I. G.,** 2009: *Components of precipitation and temperature anomalies and change associated with modes of the Southern Hemisphere.* Int. J. Climatol., 29, 809–826.
104. **Wayne, G.,** 2013: *The beginner's guide to Representative Concentration Pathways.*
105. **Weigel, A. P.,** Liniger M.A. and C. Appenzeller, 2008: *Can multi-model combination really enhance the prediction skill of probabilistic ensemble forecasts*? Quart. J. Roy. Met. Soc. 134, 241-260.
106. **White, N. J.,** J. A. Church, and J. M. Gregory, 2005: *Coastal and global averaged sea level rise for 1950 to 2000*. Geophys. Res. Lett., 32, L01601.
107. **Woodroffe, C. D.,** H. V. McGregor, K. Lambeck, S. G. Smithers, and D. Fink, 2012: *Mid-Pacific microatolls record sea-level stability over the past 5000 yr.* Geology, 40, 951–954.
108. **Woodworth, P. L.,** 1999: *High waters at Liverpool since 1768: the UK's longest sea level record.* Geophys. Res. Lett., 26, 1589–1592.
109. **Van Vuuren** et al., 2011: *RCP2.6: Exploring the possibility to keep global mean temperature increase below 2°C.* Climatic Change, 109, 95-116.
110. **Vecchi, G. A.,** and B. J. Soden, 2007a: *Global warming and the weakening of the tropical circulation.* J. Clim., 20, 4316–4340.
111. **Vecchi, G. A.,** and B. J. Soden, 2007b: *Increased tropical Atlantic wind shear in model projections of global warming.* Geophys. Res. Lett., 34, L08702.
112. **Viện KTTVMT-CSIRO-ĐHKHTN,** 2014: *High-Resolution Climate Projections for Vietnam:* Technical Report. CSIRO, Australia. 266 pp.
113. **Y. Wada,** L. P. H Beek, F. C. Sperna Weiland, 2012: *Past and future contribution of global groundwater depletion to sea level rise,* Geophysical Research Letters, VOL. 39, L09402, doi:10.1029/2012GL051230.
114. **Yin, J. J.,** M. E. Schlesinger, and R. J. Stouffer, 2009: *Model projections of rapid sea level rise on the northeast coast of the United States.* Nature Geosci., 2, 262–266.
115. **Zhang, X. B.,** and J. A. Church, 2012: *Sea level trends, interannual and decadal variability in the Pacific Ocean.* Geophys. Res. Lett., 39, L21701.
116. **Zhao, M.,** and I. Held, 2012: *TC-permitting GCM simulations of hurricane frequency response to sea surface temperature anomalies projected for the late twenty-first century.* J. Clim., 25, 2995–3009.
117. http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cGmip5/.
118. http://www.climatechange2013.org/report/full-report/.
119. http://www.ictp.it/research/esp/models/regcm4.aspx.
120. http://www.meteo.unican.es/wiki/cordexwrf/SoftwareTools/CIWrf.
121. http://www.meteo.unican.es.
122. https://www.ncdc.noaa.gov/ibtracs/.

PHỤ LỤC

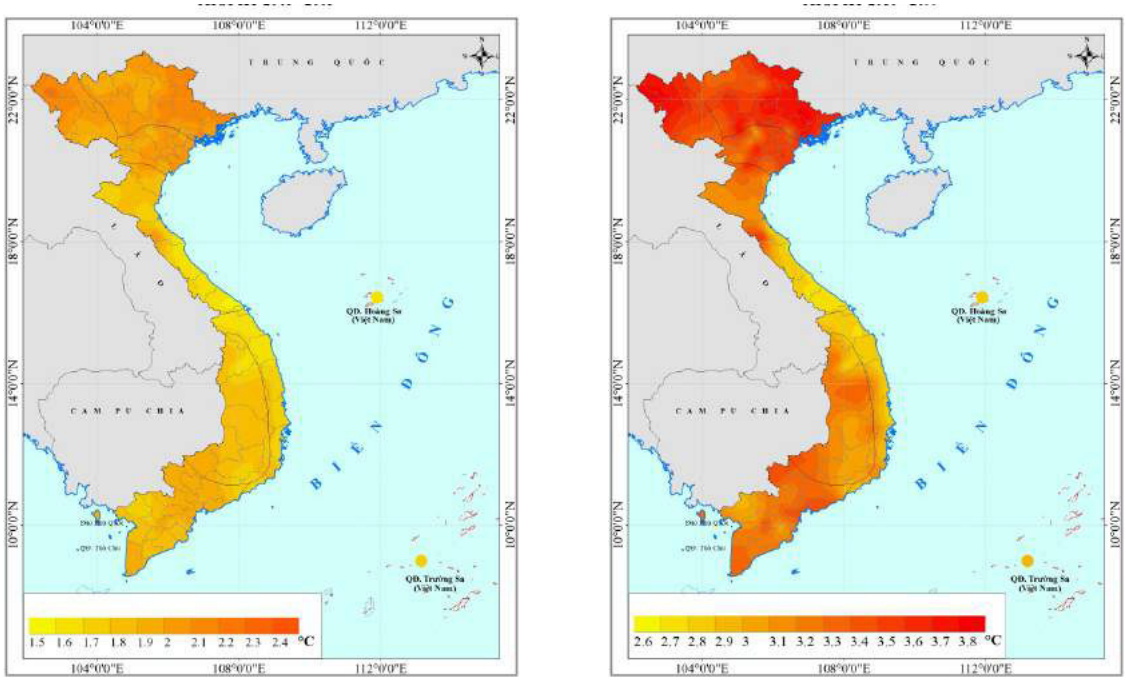
PHỤ LỤC A:

Kịch bản biến đổi khí hậu cho các mùa trong năm và chi tiết cho 63 tỉnh/thành phố so với thời kỳ cơ sở (1986-2005)



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình A1. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) theo kịch bản RCP4.5



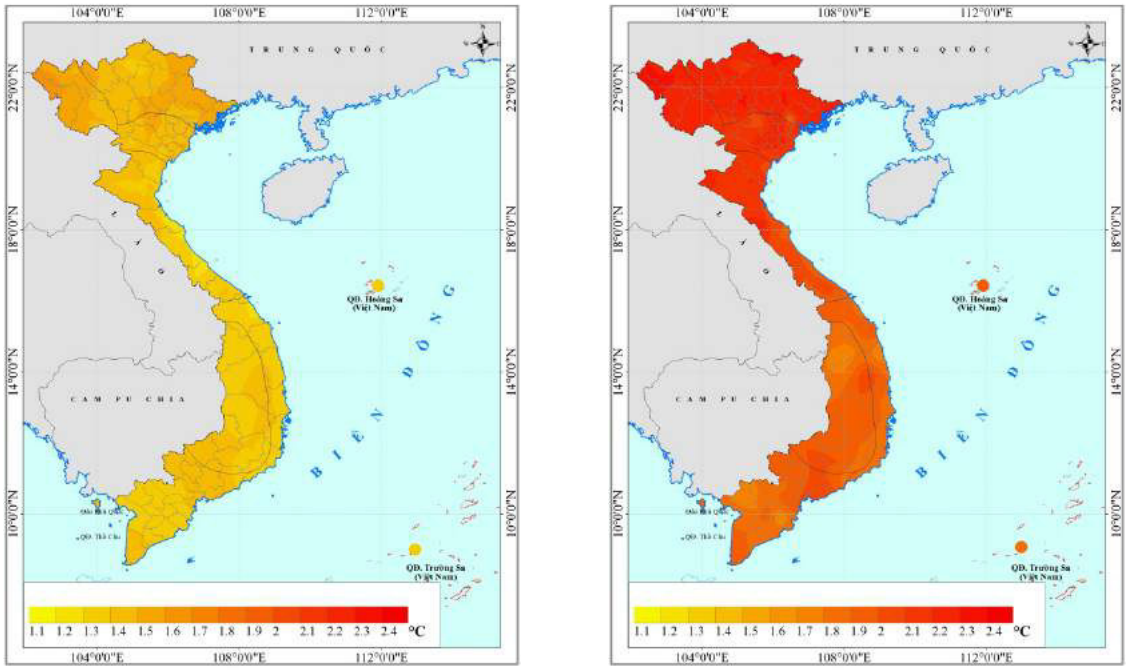
(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình A2. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) theo kịch bản RCP8.5

Bảng A1. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) so với thời kỳ cơ sở

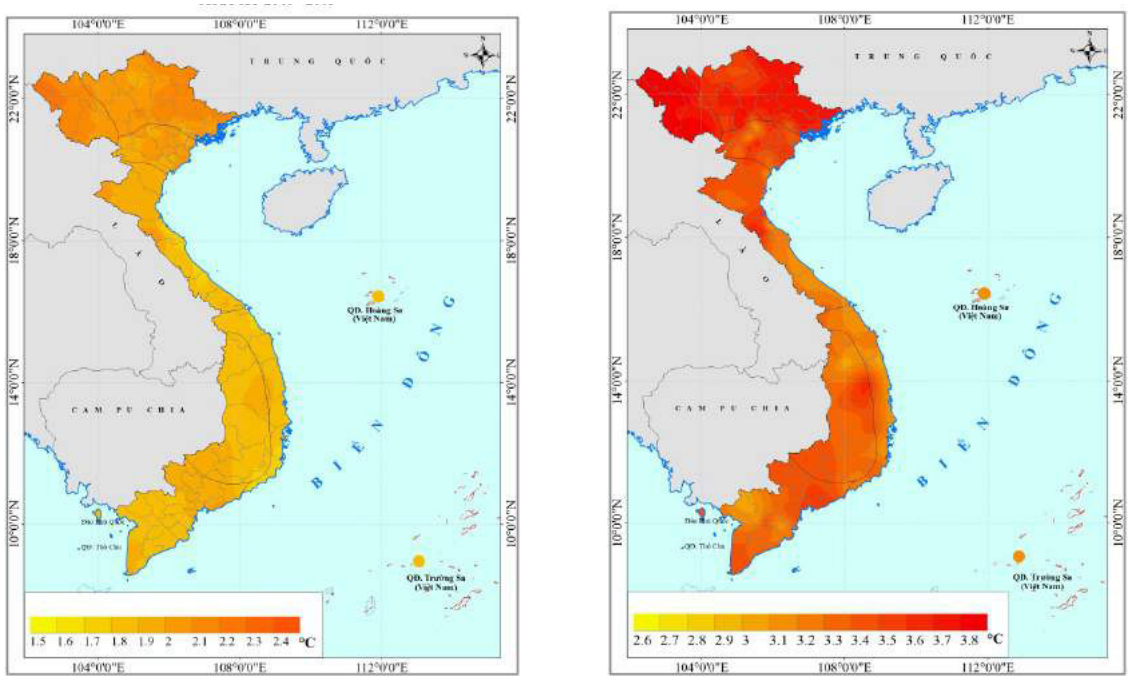
(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 10% và cận trên 90%)

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	0,8 (0,3÷1,4)	1,6 (1,1÷2,2)	2,0 (1,4÷2,9)	1,2 (0,6÷1,8)	2,1 (1,5÷2,8)	3,7 (2,9÷5,0)
2	Điện Biên	0,7 (0,2÷1,3)	1,6 (1,1÷2,3)	2,0 (1,3÷3,0)	1,2 (0,6÷1,8)	2,1 (1,5÷2,9)	3,7 (2,9÷5,0)
3	Sơn La	0,7 (0,2÷1,2)	1,5 (0,9÷2,1)	1,9 (1,1÷2,8)	1,1 (0,7÷1,6)	2,0 (1,3÷2,8)	3,5 (2,7÷4,8)
4	Hòa Bình	0,7 (0,3÷1,1)	1,5 (1,0÷2,1)	1,9 (1,1÷2,7)	1,1 (0,7÷1,5)	2,0 (1,3÷2,8)	3,4 (2,4÷4,6)
5	Lào Cai	0,7 (0,3÷1,2)	1,6 (1,0÷2,1)	2,0 (1,2÷2,9)	1,1 (0,6÷1,7)	2,0 (1,4÷2,8)	3,5 (2,7÷5,0)
6	Hà Giang	0,6 (0,2÷1,2)	1,6 (1,1÷2,3)	2,1 (1,3÷3,1)	1,2 (0,6÷1,7)	2,1 (1,5÷3,0)	3,7 (2,8÷5,2)
7	Yên Bái	0,7 (0,2÷1,1)	1,5 (1,0÷2,1)	2,0 (1,2÷2,9)	1,1 (0,7÷1,7)	2,0 (1,4÷2,8)	3,5 (2,7÷4,9)
8	Cao Bằng	0,6 (0,2÷1,1)	1,6 (1,0÷2,4)	2,1 (1,2÷3,2)	1,1 (0,6÷1,7)	2,1 (1,5÷3,1)	3,7 (2,8÷5,2)
9	Tuyên Quang	0,6 (0,2÷1,1)	1,6 (1,1÷2,3)	2,1 (1,2÷3,1)	1,2 (0,6÷1,8)	2,1 (1,5÷3,0)	3,7 (2,7÷5,2)
10	Bắc Kạn	0,6 (0,2÷1,2)	1,6 (1,1÷2,4)	2,1 (1,3÷3,1)	1,2 (0,6÷1,7)	2,1 (1,5÷3,1)	3,7 (2,8÷5,2)
11	Lạng Sơn	0,7 (0,2÷1,2)	1,6 (1,0÷2,4)	2,1 (1,2÷3,1)	1,1 (0,6÷1,7)	2,1 (1,4÷3,1)	3,8 (2,8÷5,2)
12	Thái Nguyên	0,6 (0,2÷1,2)	1,6 (1,0÷2,5)	2,2 (1,2÷3,1)	1,2 (0,6÷1,8)	2,2 (1,5÷3,1)	3,7 (2,8÷5,2)
13	Phú Thọ	0,6 (0,1÷1,0)	1,6 (1,0÷2,2)	2,0 (1,1÷2,9)	1,1 (0,7÷1,6)	2,1 (1,4÷2,9)	3,6 (2,6÷4,9)
14	Vĩnh Phúc	0,6 (0,2÷1,1)	1,6 (1,0÷2,4)	2,1 (1,2÷3,0)	1,2 (0,7÷1,6)	2,1 (1,4÷3,1)	3,6 (2,6÷5,0)
15	Bắc Giang	0,7 (0,3÷1,2)	1,6 (1,0÷2,4)	2,1 (1,2÷3,0)	1,1 (0,6÷1,6)	2,1 (1,4÷3,0)	3,7 (2,7÷5,0)
16	Bắc Ninh	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (1,0÷2,4)	2,0 (1,2÷3,0)	1,1 (0,6÷1,6)	2,1 (1,4÷3,1)	3,5 (2,6÷5,0)
17	Quảng Ninh	0,7 (0,3÷1,2)	1,5 (1,0÷2,2)	2,0 (1,2÷2,8)	1,0 (0,6÷1,5)	2,0 (1,4÷2,8)	3,4 (2,6÷4,5)
18	Hải Phòng	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (0,9÷2,1)	1,9 (1,2÷2,6)	1,0 (0,6÷1,4)	1,9 (1,3÷2,7)	3,2 (2,4÷4,2)
19	Hải Dương	0,7 (0,3÷1,2)	1,5 (1,0÷2,3)	2,0 (1,2÷3,0)	1,1 (0,6÷1,6)	2,0 (1,4÷3,0)	3,5 (2,5÷4,9)
20	Hưng Yên	0,7 (0,3÷1,2)	1,5 (1,0÷2,3)	2,0 (1,2÷2,9)	1,1 (0,7÷1,6)	2,0 (1,4÷3,0)	3,5 (2,5÷4,8)
21	Hà Nội	0,6 (0,2÷1,0)	1,6 (1,0÷2,3)	2,0 (1,1÷3,0)	1,1 (0,7÷1,6)	2,1 (1,4÷3,0)	3,6 (2,5÷4,9)
22	Hà Nam	0,6 (0,2÷1,1)	1,6 (1,0÷2,3)	2,0 (1,1÷2,9)	1,1 (0,7÷1,6)	2,1 (1,4÷3,0)	3,6 (2,5÷4,8)
23	Thái Bình	0,7 (0,3÷1,2)	1,5 (1,0÷2,2)	1,9 (1,2÷2,8)	1,1 (0,7÷1,5)	2,0 (1,3÷2,9)	3,4 (2,3÷4,5)
24	Nam Định	0,7 (0,2÷1,2)	1,5 (0,9÷2,1)	1,9 (1,2÷2,7)	1,0 (0,6÷1,5)	2,0 (1,2÷2,8)	3,3 (2,3÷4,3)
25	Ninh Bình	0,7 (0,3÷1,2)	1,5 (0,9÷2,1)	1,9 (1,1÷2,8)	1,1 (0,6÷1,5)	2,0 (1,3÷2,9)	3,4 (2,3÷4,6)
26	Thanh Hóa	0,6 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,1÷2,6)	1,0 (0,6÷1,4)	1,9 (1,3÷2,7)	3,2 (2,3÷4,3)
27	Nghệ An	0,7 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷1,9)	1,7 (1,1÷2,4)	1,0 (0,6÷1,4)	1,8 (1,2÷2,6)	3,1 (2,2÷4,2)
28	Hà Tĩnh	0,6 (0,3÷1,0)	1,3 (0,7÷1,8)	1,6 (1,0÷2,1)	0,9 (0,6÷1,2)	1,7 (1,2÷2,4)	2,8 (2,0÷3,7)
29	Quảng Bình	0,6 (0,2÷1,0)	1,2 (0,8÷1,7)	1,5 (0,9÷2,0)	0,9 (0,6÷1,2)	1,7 (1,2÷2,3)	2,8 (2,0÷3,6)
30	Quảng Trị	0,7 (0,3÷1,1)	1,2 (0,8÷1,6)	1,5 (1,0÷2,0)	0,8 (0,5÷1,1)	1,7 (1,2÷2,2)	2,8 (2,2÷3,5)
31	Thừa Thiên - Huế	0,7 (0,3÷1,1)	1,2 (0,7÷1,6)	1,4 (0,9÷2,0)	0,8 (0,5÷1,1)	1,6 (1,2÷2,1)	2,8 (2,2÷3,4)
32	Đà Nẵng	0,7 (0,4÷1,2)	1,2 (0,8÷1,7)	1,5 (1,0÷2,0)	0,8 (0,5÷1,1)	1,7 (1,3÷2,1)	2,8 (2,3÷3,3)
33	Quảng Nam	0,7 (0,4÷1,2)	1,2 (0,8÷1,7)	1,5 (1,0÷1,9)	0,8 (0,5÷1,1)	1,7 (1,3÷2,1)	2,8 (2,3÷3,4)
34	Quảng Ngãi	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷1,7)	1,5 (1,0÷2,0)	0,8 (0,5÷1,1)	1,7 (1,3÷2,1)	2,8 (2,3÷3,4)
35	Bình Định	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷1,8)	1,5 (1,0÷2,0)	0,8 (0,5÷1,2)	1,7 (1,3÷2,2)	2,8 (2,3÷3,4)
36	Phú Yên	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷1,8)	1,5 (1,1÷2,0)	0,8 (0,5÷1,2)	1,7 (1,3÷2,2)	2,9 (2,3÷3,4)
37	Khánh Hòa	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷1,8)	1,5 (1,1÷2,1)	0,8 (0,5÷1,1)	1,7 (1,3÷2,2)	2,9 (2,3÷3,5)
38	Ninh Thuận	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (1,0÷1,9)	1,6 (1,2÷2,2)	0,8 (0,5÷1,1)	1,7 (1,3÷2,3)	3,0 (2,4÷3,8)
39	Bình Thuận	0,8 (0,4÷1,3)	1,3 (0,9÷1,9)	1,6 (1,1÷2,2)	0,8 (0,5÷1,3)	1,8 (1,3÷2,4)	3,1 (2,5÷3,7)
40	Kon Tum	0,8 (0,5÷1,3)	1,5 (1,1÷2,2)	1,8 (1,2÷2,3)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,5÷2,5)	3,3 (2,7÷4,2)
41	Gia Lai	0,8 (0,4÷1,3)	1,4 (1,0÷2,0)	1,7 (1,2÷2,2)	0,9 (0,6÷1,2)	1,8 (1,4÷2,3)	3,1 (2,6÷3,9)
42	Đắk Lắk	0,8 (0,4÷1,2)	1,3 (1,0÷1,8)	1,6 (1,2÷2,2)	0,9 (0,6÷1,2)	1,8 (1,3÷2,2)	3,0 (2,5÷3,7)
43	Đắk Nông	0,8 (0,4÷1,3)	1,4 (1,1÷2,1)	1,7 (1,2÷2,4)	0,9 (0,6÷1,2)	1,9 (1,5÷2,5)	3,3 (2,8÷4,1)
44	Lâm Đồng	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (1,2÷2,2)	1,8 (1,3÷2,6)	0,9 (0,6÷1,3)	2,0 (1,6÷2,6)	3,4 (3,0÷4,4)
45	Bình Phước	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (1,1÷2,2)	1,9 (1,3÷2,6)	0,9 (0,6÷1,3)	2,0 (1,6÷2,7)	3,5 (3,0÷4,6)
46	Tây Ninh	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (1,1÷2,1)	1,9 (1,2÷2,6)	0,9 (0,6÷1,3)	2,0 (1,5÷2,6)	3,5 (2,8÷4,7)
47	Bình Dương	0,8 (0,4÷1,3)	1,6 (1,0÷2,2)	1,9 (1,2÷2,7)	0,9 (0,6÷1,3)	2,1 (1,5÷2,8)	3,7 (2,9÷4,7)
48	Đồng Nai	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (1,1÷2,1)	1,9 (1,2÷2,6)	0,9 (0,6÷1,3)	2,1 (1,5÷2,7)	3,5 (2,8÷4,5)
49	TP. Hồ Chí Minh	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (1,1÷2,1)	1,9 (1,2÷2,6)	0,9 (0,6÷1,3)	2,0 (1,6÷2,7)	3,5 (2,8÷4,4)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷1,8)	1,5 (1,2÷2,2)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,2÷2,3)	3,0 (2,4÷3,6)
51	Long An	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (1,0÷2,1)	1,9 (1,3÷2,6)	0,9 (0,6÷1,2)	2,0 (1,5÷2,6)	3,5 (2,7÷4,5)
52	Vĩnh Long	0,8 (0,4÷1,2)	1,5 (1,1÷2,1)	1,9 (1,2÷2,6)	0,9 (0,6÷1,2)	2,0 (1,6÷2,7)	3,5 (2,8÷4,4)
53	Hậu Giang	0,8 (0,4÷1,2)	1,5 (1,1÷2,1)	1,9 (1,3÷2,5)	0,9 (0,6÷1,2)	2,0 (1,5÷2,6)	3,4 (2,7÷4,4)
54	Tiền Giang	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (1,1÷2,1)	1,8 (1,3÷2,5)	0,9 (0,6÷1,3)	2,0 (1,5÷2,6)	3,4 (2,8÷4,3)
55	Đồng Tháp	0,8 (0,4÷1,2)	1,5 (1,1÷2,0)	1,8 (1,2÷2,4)	0,9 (0,6÷1,2)	1,9 (1,5÷2,5)	3,3 (2,8÷4,1)
56	Bến Tre	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,1÷2,0)	1,7 (1,2÷2,3)	0,8 (0,6÷1,2)	1,8 (1,5÷2,5)	3,2 (2,7÷3,9)
57	Trà Vinh	0,8 (0,4÷1,2)	1,5 (1,1÷2,1)	1,8 (1,3÷2,5)	0,9 (0,6÷1,2)	1,9 (1,5÷2,5)	3,3 (2,8÷4,3)
58	An Giang	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (1,1÷2,1)	1,9 (1,3÷2,6)	0,9 (0,6÷1,3)	2,0 (1,5÷2,6)	3,5 (2,7÷4,6)
59	Cần Thơ	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (1,1÷2,1)	1,8 (1,3÷2,5)	0,9 (0,6÷1,2)	2,0 (1,5÷2,6)	3,3 (2,8÷4,3)
60	Sóc Trăng	0,8 (0,4÷1,2)	1,4 (1,1÷2,0)	1,8 (1,2÷2,4)	0,9 (0,6÷1,2)	1,9 (1,5÷2,5)	3,2 (2,7÷4,1)
61	Kiên Giang	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (1,0÷2,0)	1,8 (1,2÷2,3)	0,8 (0,6÷1,2)	1,8 (1,5÷2,5)	3,2 (2,7÷4,0)
62	Bạc Liêu	0,8 (0,4÷1,2)	1,4 (1,1÷2,0)	1,7 (1,2÷2,4)	0,9 (0,6÷1,2)	1,9 (1,5÷2,4)	3,2 (2,7÷4,0)
63	Cà Mau	0,8 (0,4÷1,2)	1,4 (1,1÷2,0)	1,8 (1,2÷2,4)	0,9 (0,6÷1,2)	1,9 (1,5÷2,5)	3,2 (2,7÷4,1)



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình A3. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) theo kịch bản RCP4.5



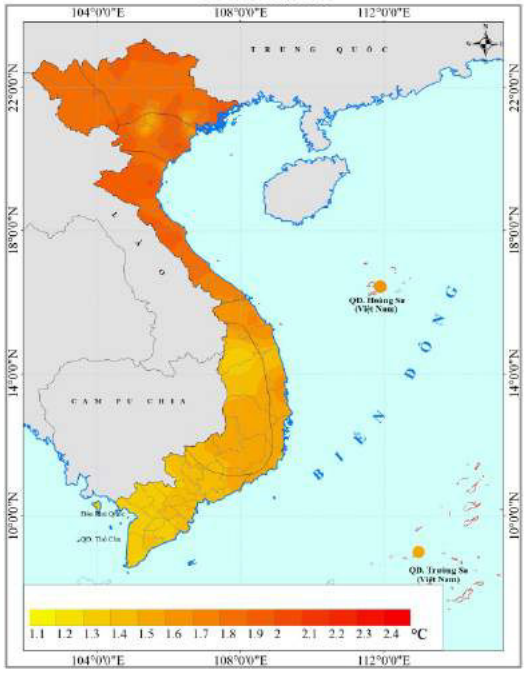
(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình A4. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) theo kịch bản RCP8.5

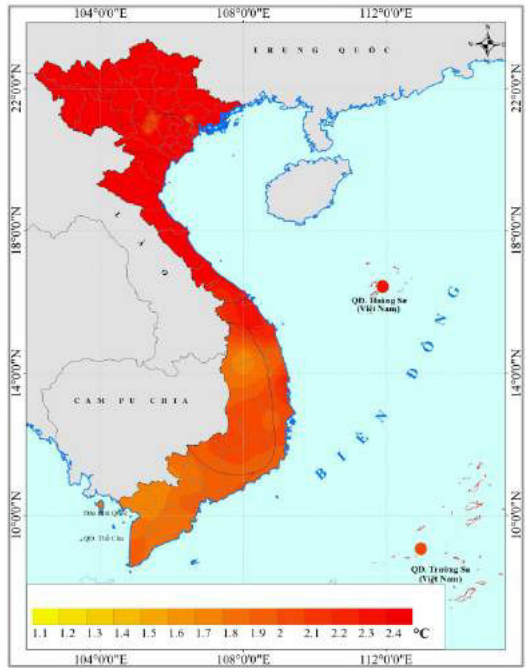
Bảng A2. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) so với thời kỳ cơ sở

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 10% và cận trên 90%)

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	0,7 (0,1÷1,3)	1,5 (1,0÷2,0)	2,3 (1,4÷3,5)	1,2 (0,6÷1,8)	2,1 (1,1÷3,2)	3,8 (2,9÷5,6)
2	Điện Biên	0,7 (0,2÷1,3)	1,6 (1,0÷2,1)	2,3 (1,4÷3,4)	1,2 (0,6÷1,7)	2,2 (1,1÷3,2)	3,9 (2,9÷5,7)
3	Sơn La	0,7 (0,1÷1,3)	1,5 (0,9÷2,0)	2,2 (1,4÷3,4)	1,1 (0,6÷1,6)	2,1 (1,0÷3,2)	3,8 (2,8÷5,6)
4	Hòa Bình	0,6 (0,0÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	2,2 (1,3÷3,3)	1,0 (0,5÷1,4)	2,0 (1,0÷3,2)	3,5 (2,4÷5,2)
5	Lào Cai	0,7 (0,2÷1,2)	1,5 (1,0÷2,1)	2,2 (1,4÷3,4)	1,1 (0,6÷1,6)	2,1 (1,1÷3,2)	3,7 (2,7÷5,5)
6	Hà Giang	0,6 (-0,1÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	2,3 (1,3÷3,5)	1,0 (0,5÷1,5)	2,1 (1,1÷3,3)	3,7 (2,7÷5,6)
7	Yên Bái	0,7 (0,0÷1,2)	1,5 (0,9÷2,1)	2,3 (1,4÷3,4)	1,1 (0,6÷1,6)	2,1 (1,1÷3,2)	3,7 (2,7÷5,6)
8	Cao Bằng	0,6 (-0,1÷1,1)	1,5 (0,9÷2,2)	2,2 (1,3÷3,4)	1,0 (0,5÷1,5)	2,1 (1,1÷3,3)	3,7 (2,8÷5,6)
9	Tuyên Quang	0,6 (-0,1÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	2,3 (1,4÷3,6)	1,1 (0,5÷1,6)	2,1 (1,2÷3,4)	3,8 (2,8÷5,7)
10	Bắc Kạn	0,6 (-0,1÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	2,3 (1,4÷3,4)	1,1 (0,5÷1,5)	2,1 (1,2÷3,4)	3,7 (2,8÷5,6)
11	Lạng Sơn	0,6 (-0,1÷1,1)	1,5 (1,0÷2,2)	2,2 (1,4÷3,3)	1,0 (0,5÷1,4)	2,1 (1,2÷3,2)	3,7 (2,9÷5,4)
12	Thái Nguyên	0,6 (-0,1÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	2,3 (1,4÷3,5)	1,1 (0,5÷1,5)	2,1 (1,2÷3,3)	3,7 (2,8÷5,6)
13	Phú Thọ	0,6 (0,0÷1,3)	1,5 (0,9÷2,2)	2,3 (1,4÷3,5)	1,1 (0,6÷1,6)	2,1 (1,2÷3,4)	3,7 (2,6÷5,5)
14	Vĩnh Phúc	0,6 (0,0÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	2,3 (1,3÷3,5)	1,0 (0,6÷1,6)	2,1 (1,1÷3,4)	3,7 (2,6÷5,5)
15	Bắc Giang	0,6 (0,0÷1,1)	1,5 (1,0÷2,0)	2,2 (1,4÷3,2)	0,9 (0,5÷1,4)	2,0 (1,2÷3,2)	3,6 (2,7÷5,2)
16	Bắc Ninh	0,6 (0,1÷1,1)	1,5 (0,9÷2,1)	2,2 (1,4÷3,3)	0,9 (0,5÷1,4)	2,0 (1,2÷3,2)	3,7 (2,6÷5,2)
17	Quảng Ninh	0,7 (0,3÷1,1)	1,5 (1,0÷2,0)	2,1 (1,5÷3,0)	0,9 (0,5÷1,2)	2,0 (1,3÷2,8)	3,4 (2,7÷4,5)
18	Hải Phòng	0,8 (0,3÷1,2)	1,5 (0,9÷2,0)	2,0 (1,4÷2,9)	0,9 (0,5÷1,2)	2,0 (1,2÷2,8)	3,2 (2,5÷4,3)
19	Hải Dương	0,6 (0,1÷1,1)	1,5 (0,9÷2,1)	2,2 (1,3÷3,3)	0,9 (0,5÷1,4)	2,0 (1,1÷3,1)	3,5 (2,5÷5,1)
20	Hưng Yên	0,6 (-0,1÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	2,2 (1,3÷3,3)	0,9 (0,4÷1,4)	2,0 (1,0÷3,2)	3,5 (2,5÷5,1)
21	Hà Nội	0,6 (-0,1÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	2,2 (1,3÷3,4)	1,0 (0,5÷1,5)	2,0 (1,1÷3,3)	3,6 (2,5÷5,4)
22	Hà Nam	0,6 (-0,1÷1,2)	1,5 (0,9÷2,1)	2,2 (1,4÷3,3)	1,0 (0,5÷1,5)	2,0 (1,1÷3,3)	3,6 (2,5÷5,2)
23	Thái Bình	0,6 (0,0÷1,1)	1,4 (0,9÷1,9)	2,2 (1,4÷3,1)	0,9 (0,5÷1,3)	1,9 (1,1÷3,0)	3,4 (2,5÷4,8)
24	Nam Định	0,7 (0,2÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	2,2 (1,3÷3,1)	0,9 (0,5÷1,3)	2,0 (1,1÷2,9)	3,3 (2,5÷4,6)
25	Ninh Bình	0,6 (-0,1÷1,2)	1,4 (0,8÷2,0)	2,2 (1,3÷3,2)	0,9 (0,4÷1,3)	2,0 (1,0÷3,2)	3,5 (2,4÷5,0)
26	Thanh Hóa	0,6 (0,0÷1,2)	1,4 (0,8÷2,0)	2,1 (1,3÷3,2)	0,9 (0,5÷1,4)	1,9 (1,0÷3,1)	3,4 (2,3÷4,9)
27	Nghệ An	0,7 (0,1÷1,3)	1,4 (0,8÷2,0)	2,1 (1,3÷3,1)	1,0 (0,5÷1,5)	1,9 (1,0÷3,1)	3,4 (2,2÷5,0)
28	Hà Tĩnh	0,6 (0,1÷1,2)	1,3 (0,7÷1,9)	2,0 (1,2÷2,9)	0,9 (0,5÷1,3)	1,8 (0,9÷2,8)	3,2 (2,0÷4,5)
29	Quảng Bình	0,6 (0,2÷1,2)	1,3 (0,8÷1,8)	2,0 (1,2÷2,8)	0,9 (0,4÷1,2)	1,8 (0,9÷2,8)	3,2 (2,1÷4,5)
30	Quảng Trị	0,7 (0,2÷1,2)	1,3 (0,8÷1,8)	2,0 (1,3÷2,8)	0,9 (0,5÷1,2)	1,8 (1,0÷2,7)	3,2 (2,2÷4,6)
31	Thừa Thiên - Huế	0,7 (0,2÷1,2)	1,4 (0,7÷1,9)	2,0 (1,2÷2,8)	0,9 (0,5÷1,2)	1,9 (1,0÷2,7)	3,2 (2,2÷4,5)
32	Đà Nẵng	0,7 (0,3÷1,2)	1,3 (0,8÷1,9)	1,9 (1,2÷2,7)	0,8 (0,5÷1,1)	1,8 (1,1÷2,6)	3,1 (2,4÷4,1)
33	Quảng Nam	0,7 (0,3÷1,2)	1,3 (0,8÷1,9)	1,9 (1,2÷2,7)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,1÷2,6)	3,2 (2,3÷4,1)
34	Quảng Ngãi	0,7 (0,3÷1,2)	1,3 (0,8÷1,8)	1,9 (1,2÷2,7)	0,8 (0,5÷1,1)	1,8 (1,1÷2,6)	3,1 (2,3÷4,1)
35	Bình Định	0,7 (0,3÷1,1)	1,3 (0,8÷1,9)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,5÷1,0)	1,8 (1,1÷2,5)	3,1 (2,3÷3,9)
36	Phú Yên	0,7 (0,4÷1,1)	1,3 (0,9÷1,9)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,6÷1,0)	1,7 (1,1÷2,6)	3,1 (2,3÷3,9)
37	Khánh Hòa	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,8÷2,0)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,6÷1,0)	1,8 (1,2÷2,7)	3,2 (2,4÷4,1)
38	Ninh Thuận	0,7 (0,4÷1,1)	1,3 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,6÷1,0)	1,8 (1,2÷2,6)	3,3 (2,5÷4,1)
39	Bình Thuận	0,7 (0,4÷1,3)	1,3 (0,8÷2,0)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,5÷1,1)	1,8 (1,2÷2,6)	3,2 (2,5÷4,0)
40	Kon Tum	0,8 (0,5÷1,2)	1,5 (1,0÷2,1)	2,0 (1,5÷2,8)	0,9 (0,6÷1,3)	2,0 (1,4÷2,8)	3,7 (2,7÷4,8)
41	Gia Lai	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷1,9)	1,9 (1,3÷2,7)	0,9 (0,5÷1,2)	1,8 (1,2÷2,7)	3,4 (2,4÷4,5)
42	Đắk Lắk	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	2,0 (1,3÷2,8)	0,9 (0,6÷1,2)	1,9 (1,2÷2,7)	3,3 (2,4÷4,5)
43	Đắk Nông	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (0,9÷2,0)	2,0 (1,4÷2,8)	0,9 (0,6÷1,2)	2,0 (1,3÷2,7)	3,4 (2,6÷4,5)
44	Lâm Đồng	0,7 (0,4÷1,1)	1,5 (1,0÷2,0)	2,0 (1,4÷2,8)	0,9 (0,6÷1,3)	2,0 (1,4÷2,7)	3,5 (2,8÷4,5)
45	Bình Phước	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	2,1 (1,4÷2,8)	0,9 (0,5÷1,4)	2,0 (1,4÷2,9)	3,6 (2,7÷4,7)
46	Tây Ninh	0,7 (0,3÷1,3)	1,4 (0,9÷2,1)	2,0 (1,3÷2,9)	0,9 (0,5÷1,4)	1,9 (1,3÷2,8)	3,5 (2,6÷4,7)
47	Bình Dương	0,7 (0,3÷1,3)	1,5 (0,9÷2,3)	2,0 (1,3÷3,0)	0,9 (0,6÷1,5)	2,0 (1,3÷3,0)	3,6 (2,6÷4,9)
48	Đồng Nai	0,8 (0,4÷1,3)	1,4 (0,8÷2,2)	2,0 (1,3÷2,9)	0,9 (0,5÷1,4)	2,0 (1,3÷3,0)	3,5 (2,6÷4,8)
49	TP. Hồ Chí Minh	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (0,9÷2,2)	2,0 (1,3÷2,9)	0,9 (0,6÷1,4)	2,0 (1,4÷2,9)	3,6 (2,7÷4,7)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	0,8 (0,4÷1,2)	1,3 (0,8÷2,0)	1,7 (1,2÷2,5)	0,8 (0,6÷1,1)	1,8 (1,2÷2,6)	3,0 (2,5÷3,8)
51	Long An	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,8÷2,1)	2,0 (1,3÷2,8)	0,8 (0,5÷1,4)	1,9 (1,3÷2,8)	3,5 (2,5÷4,7)
52	Vĩnh Long	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,8÷2,2)	1,9 (1,3÷2,8)	0,8 (0,5÷1,3)	2,0 (1,3÷2,9)	3,5 (2,6÷4,8)
53	Hậu Giang	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,8÷2,1)	1,9 (1,2÷2,8)	0,8 (0,5÷1,3)	1,9 (1,3÷2,8)	3,5 (2,5÷4,7)
54	Tiền Giang	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (0,9÷2,1)	2,0 (1,3÷2,9)	0,9 (0,6÷1,4)	1,9 (1,4÷2,9)	3,5 (2,7÷4,6)
55	Đồng Tháp	0,8 (0,4÷1,2)	1,5 (0,9÷2,0)	1,9 (1,2÷2,8)	0,9 (0,6÷1,3)	1,8 (1,3÷2,8)	3,4 (2,7÷4,4)
56	Bến Tre	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,3÷2,6)	3,3 (2,6÷4,2)
57	Trà Vinh	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,9 (1,3÷2,8)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,3÷2,8)	3,4 (2,7÷4,5)
58	An Giang	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	2,0 (1,3÷2,8)	0,9 (0,5÷1,3)	1,9 (1,3÷2,8)	3,5 (2,5÷4,7)
59	Cần Thơ	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,9 (1,3÷2,8)	0,9 (0,6÷1,4)	1,9 (1,3÷2,8)	3,4 (2,6÷4,6)
60	Sóc Trăng	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,9 (1,3÷2,6)	0,8 (0,6÷1,3)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,6÷4,4)
61	Kiên Giang	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷2,0)	1,8 (1,3÷2,6)	0,8 (0,6÷1,2)	1,8 (1,3÷2,6)	3,2 (2,6÷4,1)
62	Bạc Liêu	0,8 (0,4÷1,3)	1,4 (0,9÷1,9)	1,8 (1,3÷2,6)	0,8 (0,6÷1,2)	1,8 (1,3÷2,6)	3,3 (2,6÷4,2)
63	Cà Mau	0,7 (0,4÷1,3)	1,4 (0,9÷1,9)	1,9 (1,3÷2,6)	0,8 (0,6÷1,3)	1,8 (1,2÷2,7)	3,4 (2,5÷4,4)

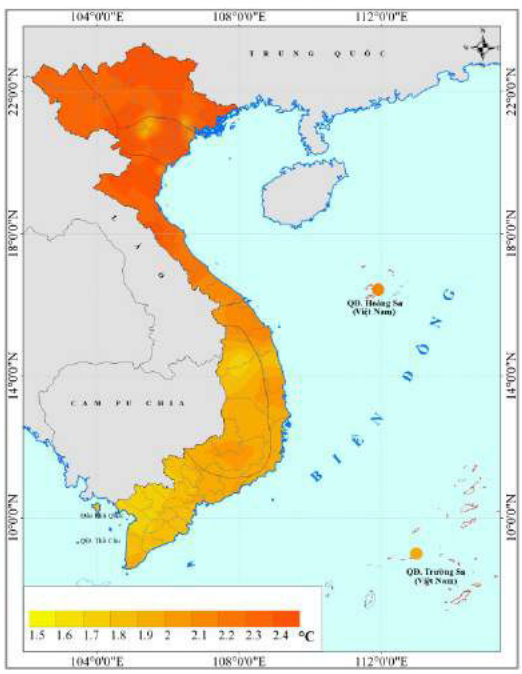


(a) vào giữa thế kỷ

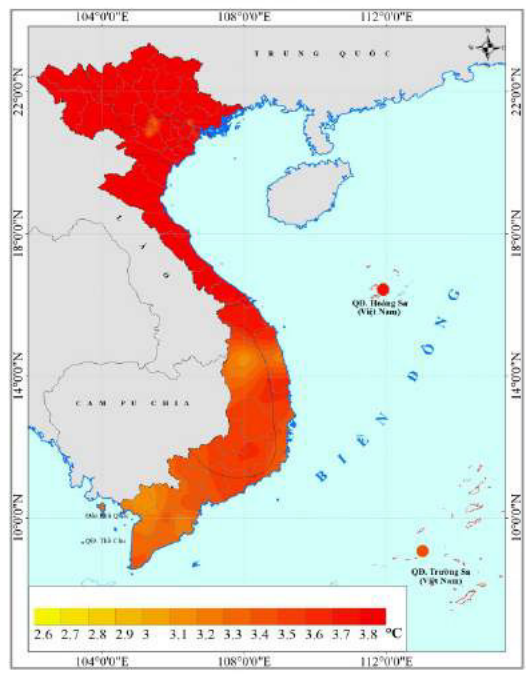


(b) vào cuối thế kỷ

Hình A5. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) theo kịch bản RCP4.5



(a) vào giữa thế kỷ



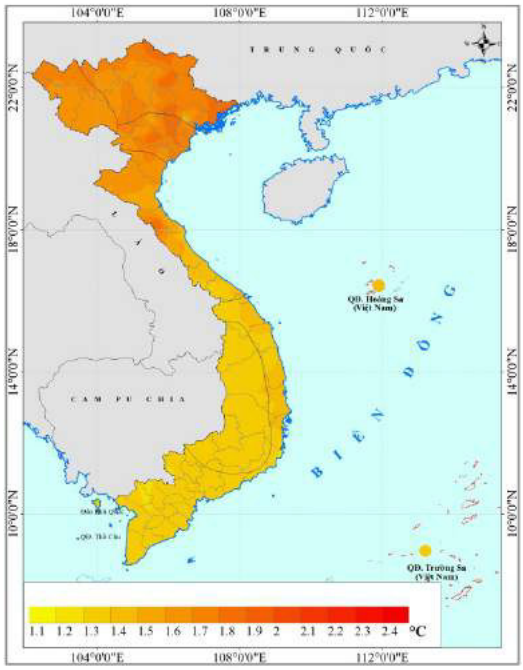
(b) vào cuối thế kỷ

Hình A6. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) theo kịch bản RCP8.5

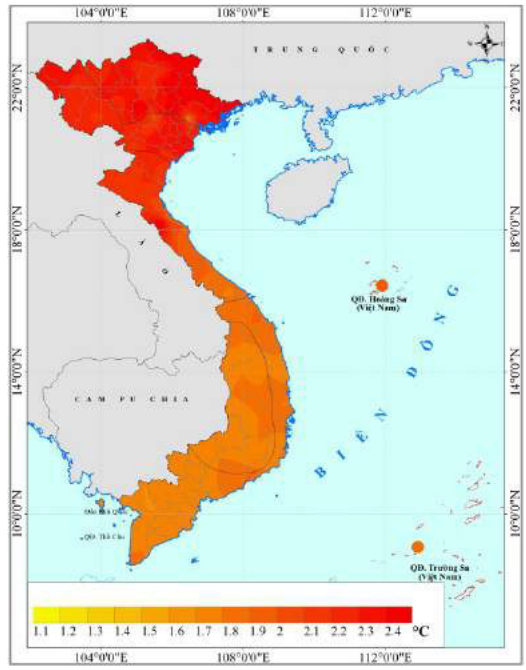
Bảng A3. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa hè (^{o}C) so với thời kỳ cơ sở

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 10% và cận trên 90%)

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	0,6 (0,3÷1,1)	1,8 (1,2÷2,7)	2,4 (1,6÷3,5)	1,0 (0,5÷1,5)	2,3 (1,4÷3,3)	3,9 (2,9÷5,6)
2	Điện Biên	0,7 (0,3÷1,1)	1,8 (1,3÷2,6)	2,5 (1,7÷3,6)	1,0 (0,5÷1,4)	2,3 (1,5÷3,3)	4,0 (2,9÷5,7)
3	Sơn La	0,7 (0,3÷1,1)	1,9 (1,3÷2,8)	2,7 (1,9÷3,7)	1,0 (0,5÷1,5)	2,4 (1,5÷3,5)	4,2 (3,0÷5,9)
4	Hòa Bình	0,8 (0,3÷1,2)	1,9 (1,3÷2,9)	2,7 (1,9÷3,8)	1,0 (0,5÷1,5)	2,5 (1,4÷3,7)	4,2 (3,0÷6,1)
5	Lào Cai	0,7 (0,3÷1,1)	1,8 (1,2÷2,8)	2,5 (1,8÷3,6)	1,0 (0,5÷1,5)	2,3 (1,5÷3,4)	4,0 (3,0÷5,7)
6	Hà Giang	0,6 (0,2÷1,1)	1,9 (1,2÷2,9)	2,6 (1,9÷3,8)	1,0 (0,5÷1,4)	2,4 (1,5÷3,6)	4,1 (3,0÷5,9)
7	Yên Bái	0,7 (0,2÷1,1)	1,8 (1,3÷2,8)	2,6 (1,9÷3,8)	1,0 (0,5÷1,5)	2,4 (1,5÷3,6)	4,2 (3,0÷5,9)
8	Cao Bằng	0,7 (0,2÷1,1)	1,9 (1,2÷2,9)	2,6 (1,8÷3,7)	1,0 (0,5÷1,5)	2,4 (1,5÷3,7)	4,2 (3,0÷5,9)
9	Tuyên Quang	0,7 (0,2÷1,1)	1,9 (1,3÷2,9)	2,8 (2,0÷3,9)	1,1 (0,5÷1,5)	2,5 (1,5÷3,8)	4,2 (3,0÷6,0)
10	Bắc Kạn	0,7 (0,3÷1,1)	1,9 (1,3÷2,9)	2,6 (1,9÷3,8)	1,0 (0,5÷1,5)	2,4 (1,5÷3,6)	4,1 (3,0÷6,0)
11	Lạng Sơn	0,7 (0,3÷1,1)	1,8 (1,2÷2,9)	2,6 (1,9÷3,7)	1,0 (0,5÷1,5)	2,4 (1,4÷3,6)	4,1 (3,0÷5,9)
12	Thái Nguyên	0,8 (0,3÷1,2)	1,9 (1,2÷2,9)	2,7 (1,9÷3,8)	1,1 (0,5÷1,6)	2,4 (1,4÷3,6)	4,2 (3,0÷6,0)
13	Phú Thọ	0,8 (0,3÷1,3)	2,0 (1,3÷3,0)	2,8 (1,9÷4,0)	1,1 (0,5÷1,6)	2,6 (1,4÷3,8)	4,3 (3,0÷6,2)
14	Vĩnh Phúc	0,8 (0,4÷1,3)	2,0 (1,3÷3,0)	2,8 (1,9÷4,0)	1,1 (0,5÷1,6)	2,5 (1,4÷3,7)	4,3 (3,0÷6,2)
15	Bắc Giang	0,7 (0,3÷1,1)	1,8 (1,2÷2,9)	2,6 (1,8÷3,7)	1,0 (0,5÷1,5)	2,4 (1,4÷3,6)	4,1 (3,0÷5,9)
16	Bắc Ninh	0,7 (0,4÷1,2)	1,9 (1,2÷3,0)	2,7 (1,9÷3,7)	1,0 (0,4÷1,5)	2,4 (1,4÷3,6)	4,3 (3,0÷6,2)
17	Quảng Ninh	0,7 (0,4÷1,1)	1,6 (1,1÷2,5)	2,2 (1,6÷3,1)	0,9 (0,4÷1,3)	2,1 (1,4÷3,0)	3,7 (2,9÷5,0)
18	Hải Phòng	0,7 (0,4÷1,2)	1,6 (1,0÷2,5)	2,2 (1,6÷3,2)	0,9 (0,4÷1,4)	2,1 (1,4÷3,1)	3,7 (2,9÷4,9)
19	Hải Dương	0,7 (0,4÷1,2)	1,9 (1,2÷3,0)	2,7 (1,9÷3,8)	1,0 (0,4÷1,5)	2,4 (1,5÷3,7)	4,1 (3,0÷6,1)
20	Hưng Yên	0,8 (0,4÷1,2)	1,9 (1,3÷3,0)	2,8 (1,9÷3,9)	1,1 (0,5÷1,6)	2,5 (1,5÷3,7)	4,2 (3,0÷6,2)
21	Hà Nội	0,8 (0,4÷1,2)	2,0 (1,3÷3,0)	2,8 (1,9÷4,0)	1,1 (0,5÷1,6)	2,5 (1,4÷3,8)	4,3 (3,0÷6,2)
22	Hà Nam	0,8 (0,4÷1,2)	2,0 (1,3÷3,0)	2,8 (1,9÷3,9)	1,1 (0,5÷1,6)	2,5 (1,4÷3,7)	4,2 (3,0÷6,1)
23	Thái Bình	0,8 (0,4÷1,2)	1,9 (1,2÷2,9)	2,7 (1,8÷3,7)	1,0 (0,5÷1,5)	2,4 (1,5÷3,6)	4,1 (3,1÷5,8)
24	Nam Định	0,8 (0,4÷1,2)	1,8 (1,2÷2,7)	2,5 (1,8÷3,5)	1,0 (0,4÷1,5)	2,2 (1,5÷3,3)	3,9 (3,0÷5,4)
25	Ninh Bình	0,8 (0,4÷1,2)	1,9 (1,3÷2,9)	2,8 (1,9÷3,8)	1,0 (0,5÷1,5)	2,5 (1,5÷3,8)	4,2 (3,0÷6,1)
26	Thanh Hóa	0,8 (0,4÷1,2)	1,9 (1,3÷2,9)	2,7 (1,9÷3,7)	1,0 (0,5÷1,5)	2,4 (1,5÷3,6)	4,1 (3,1÷5,9)
27	Nghệ An	0,8 (0,3÷1,3)	1,9 (1,3÷3,0)	2,7 (1,9÷3,7)	1,0 (0,5÷1,6)	2,4 (1,4÷3,7)	4,2 (3,2÷6,0)
28	Hà Tĩnh	0,8 (0,4÷1,3)	1,9 (1,2÷3,0)	2,6 (1,8÷3,6)	1,0 (0,5÷1,5)	2,3 (1,4÷3,6)	4,1 (3,2÷5,7)
29	Quảng Bình	0,8 (0,4÷1,3)	1,8 (1,2÷2,9)	2,5 (1,7÷3,5)	0,9 (0,5÷1,5)	2,2 (1,4÷3,4)	4,1 (3,0÷5,8)
30	Quảng Trị	0,8 (0,3÷1,3)	1,8 (1,2÷2,7)	2,3 (1,7÷3,3)	0,9 (0,5÷1,5)	2,2 (1,4÷3,2)	3,8 (3,0÷5,5)
31	Thừa Thiên - Huế	0,7 (0,3÷1,3)	1,7 (1,2÷2,7)	2,4 (1,7÷3,3)	0,9 (0,6÷1,4)	2,2 (1,4÷3,2)	3,8 (3,0÷5,4)
32	Đà Nẵng	0,8 (0,4÷1,3)	1,7 (1,1÷2,6)	2,3 (1,7÷3,2)	0,9 (0,6÷1,4)	2,1 (1,4÷3,0)	3,7 (3,0÷5,2)
33	Quảng Nam	0,7 (0,4÷1,3)	1,6 (1,0÷2,5)	2,2 (1,5÷3,1)	0,8 (0,5÷1,3)	2,1 (1,4÷3,0)	3,6 (2,9÷5,0)
34	Quảng Ngãi	0,8 (0,4÷1,3)	1,7 (1,1÷2,6)	2,3 (1,7÷3,3)	0,9 (0,6÷1,4)	2,1 (1,4÷3,1)	3,7 (3,0÷5,3)
35	Bình Định	0,7 (0,3÷1,2)	1,6 (1,0÷2,5)	2,1 (1,5÷3,0)	0,8 (0,5÷1,2)	2,0 (1,3÷2,8)	3,5 (2,9÷4,8)
36	Phú Yên	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (0,9÷2,4)	2,0 (1,4÷2,8)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,9÷4,7)
37	Khánh Hòa	0,7 (0,3÷1,2)	1,5 (0,9÷2,3)	2,0 (1,3÷2,8)	0,8 (0,5÷1,3)	2,0 (1,3÷2,9)	3,5 (2,7÷4,6)
38	Ninh Thuận	0,7 (0,3÷1,1)	1,5 (0,9÷2,2)	2,0 (1,3÷2,8)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,8÷4,6)
39	Bình Thuận	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,5)	0,8 (0,5÷1,3)	1,8 (1,3÷2,6)	3,2 (2,7÷4,2)
40	Kon Tum	0,7 (0,3÷1,2)	1,5 (1,0÷2,2)	2,0 (1,4÷2,8)	0,9 (0,6÷1,4)	2,0 (1,4÷2,8)	3,6 (2,8÷4,9)
41	Gia Lai	0,7 (0,3÷1,2)	1,5 (1,0÷2,2)	2,0 (1,4÷2,9)	0,9 (0,5÷1,4)	2,0 (1,4÷2,9)	3,6 (2,7÷5,0)
42	Đắk Lắk	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (1,0÷2,2)	2,0 (1,4÷3,0)	0,9 (0,6÷1,4)	2,0 (1,3÷3,0)	3,6 (2,8÷5,0)
43	Đắk Nông	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (1,0÷2,2)	2,0 (1,3÷2,8)	0,9 (0,6÷1,4)	2,0 (1,4÷2,8)	3,5 (2,8÷4,8)
44	Lâm Đồng	0,7 (0,4÷1,1)	1,5 (1,0÷2,2)	1,9 (1,3÷2,7)	0,9 (0,6÷1,3)	1,9 (1,4÷2,7)	3,5 (2,7÷4,7)
45	Bình Phước	0,6 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,1)	1,9 (1,3÷2,6)	0,8 (0,5÷1,3)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,7÷4,7)
46	Tây Ninh	0,7 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,2)	1,9 (1,3÷2,7)	0,8 (0,4÷1,3)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,7÷4,7)
47	Bình Dương	0,6 (0,3÷1,1)	1,5 (0,9÷2,2)	1,9 (1,2÷2,7)	0,8 (0,4÷1,3)	2,0 (1,3÷2,8)	3,6 (2,8÷4,8)
48	Đồng Nai	0,7 (0,3÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	1,9 (1,2÷2,7)	0,9 (0,5÷1,4)	2,0 (1,3÷2,8)	3,6 (2,7÷4,8)
49	TP. Hồ Chí Minh	0,7 (0,3÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	1,9 (1,3÷2,7)	0,9 (0,4÷1,4)	2,0 (1,3÷2,8)	3,6 (2,8÷4,8)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	0,7 (0,4÷1,3)	1,3 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,4)	0,8 (0,4÷1,3)	1,8 (1,2÷2,5)	3,2 (2,6÷4,1)
51	Long An	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,9 (1,3÷2,7)	0,8 (0,4÷1,3)	1,9 (1,3÷2,7)	3,5 (2,7÷4,7)
52	Vĩnh Long	0,7 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,2)	1,9 (1,2÷2,7)	0,9 (0,5÷1,3)	1,9 (1,3÷2,7)	3,6 (2,7÷4,7)
53	Hậu Giang	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,2)	1,8 (1,2÷2,7)	0,9 (0,5÷1,4)	1,9 (1,3÷2,7)	3,5 (2,7÷4,6)
54	Tiền Giang	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,9 (1,3÷2,7)	0,9 (0,5÷1,4)	1,9 (1,3÷2,8)	3,4 (2,7÷4,8)
55	Đồng Tháp	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,6)	0,9 (0,4÷1,4)	1,8 (1,3÷2,7)	3,3 (2,7÷4,7)
56	Bến Tre	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,5)	0,9 (0,4÷1,4)	1,8 (1,3÷2,6)	3,3 (2,7÷4,5)
57	Trà Vinh	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,9 (1,3÷2,6)	0,9 (0,5÷1,4)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,7÷4,6)
58	An Giang	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (0,9÷2,2)	2,0 (1,3÷2,8)	0,9 (0,5÷1,4)	1,9 (1,3÷2,7)	3,5 (2,7÷4,8)
59	Cần Thơ	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,9 (1,2÷2,6)	0,9 (0,5÷1,4)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,7÷4,6)
60	Sóc Trăng	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,6)	0,9 (0,5÷1,4)	1,8 (1,3÷2,6)	3,4 (2,7÷4,6)
61	Kiên Giang	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,5)	0,9 (0,5÷1,3)	1,8 (1,2÷2,5)	3,2 (2,6÷4,3)
62	Bạc Liêu	0,8 (0,4÷1,3)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,5)	0,9 (0,5÷1,4)	1,8 (1,3÷2,6)	3,3 (2,7÷4,4)
63	Cà Mau	0,8 (0,4÷1,3)	1,5 (0,9÷2,1)	1,9 (1,2÷2,6)	1,0 (0,5÷1,5)	1,9 (1,2÷2,7)	3,4 (2,7÷4,5)

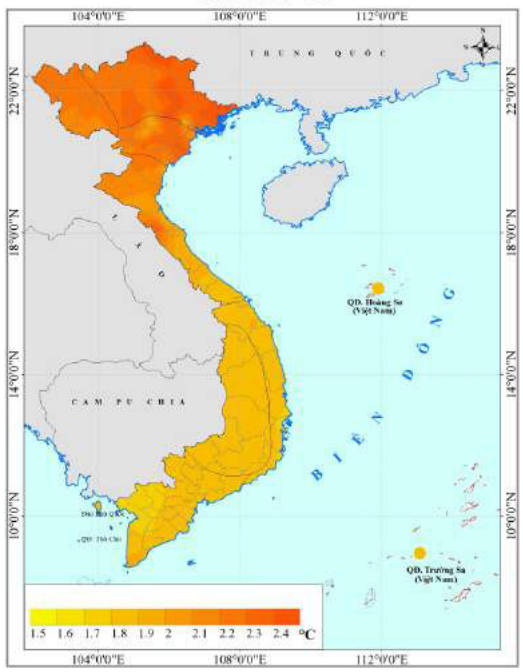


(a) vào giữa thế kỷ

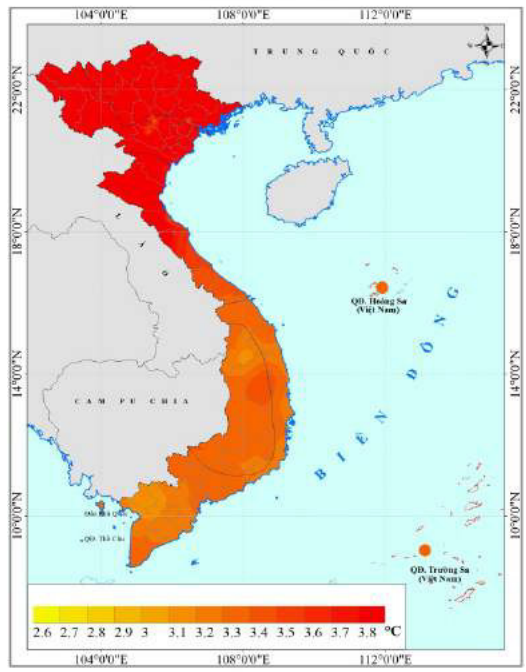


(b) vào cuối thế kỷ

Hình A7. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) theo kịch bản RCP4.5



(a) vào giữa thế kỷ



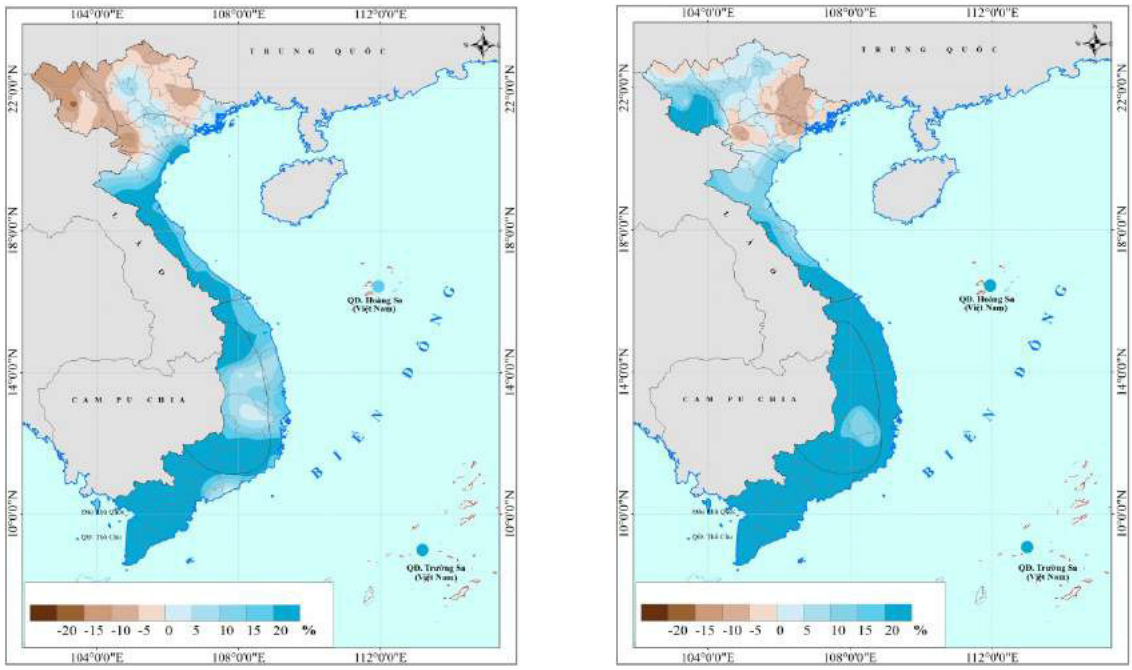
(b) vào cuối thế kỷ

Hình A8. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) theo kịch bản RCP8.5

Bảng A4. Biến đổi của nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) so với thời kỳ cơ sở

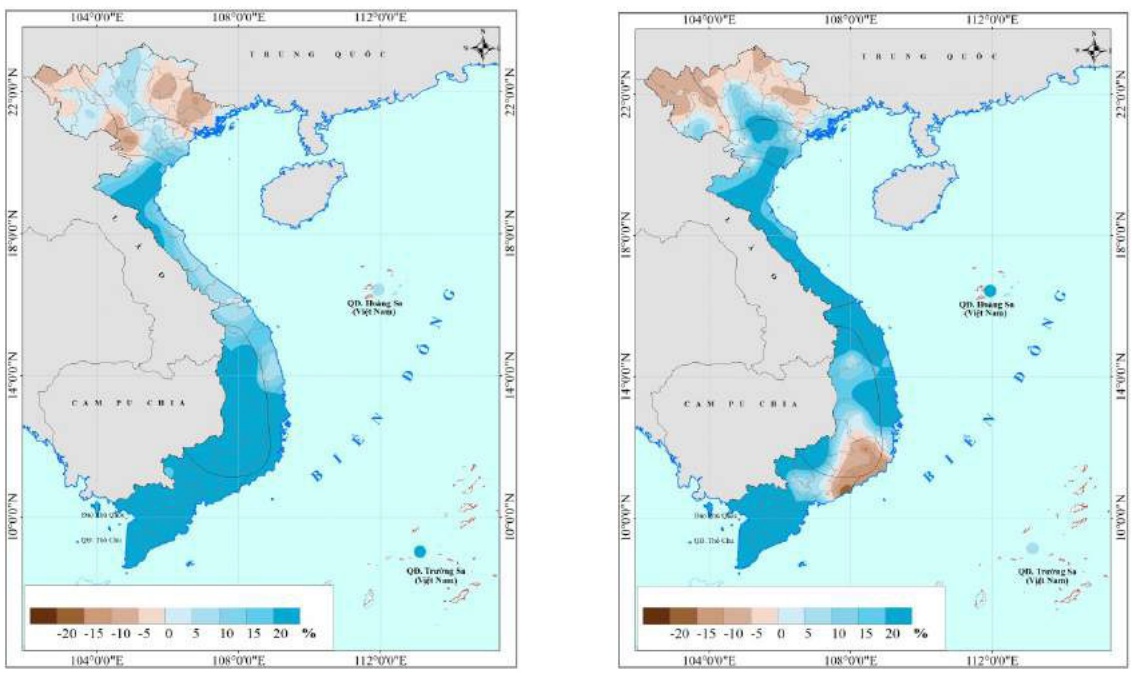
(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 10% và cận trên 90%)

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	0,7 (0,3÷1,2)	1,7 (1,2÷2,5)	2,3 (1,6÷3,4)	1,2 (0,4÷2,0)	2,2 (1,4÷3,4)	4,1 (3,1÷5,8)
2	Điện Biên	0,7 (0,4÷1,2)	1,7 (1,1÷2,5)	2,3 (1,6÷3,4)	1,2 (0,4÷2,0)	2,2 (1,4÷3,3)	4,2 (3,1÷5,8)
3	Sơn La	0,7 (0,3÷1,1)	1,7 (1,2÷2,5)	2,2 (1,5÷3,2)	1,1 (0,5÷1,9)	2,2 (1,4÷3,5)	4,2 (3,0÷5,8)
4	Hòa Bình	0,7 (0,2÷1,1)	1,7 (1,2÷2,6)	2,3 (1,6÷3,3)	1,1 (0,5÷1,8)	2,3 (1,5÷3,6)	4,1 (2,9÷5,7)
5	Lào Cai	0,7 (0,3÷1,1)	1,7 (1,2÷2,6)	2,3 (1,5÷3,4)	1,1 (0,4÷1,9)	2,2 (1,4÷3,6)	4,1 (3,1÷5,9)
6	Hà Giang	0,7 (0,2÷1,2)	1,7 (1,2÷2,7)	2,4 (1,5÷3,5)	1,1 (0,4÷1,9)	2,3 (1,5÷3,7)	4,2 (3,1÷6,0)
7	Yên Bái	0,7 (0,2÷1,2)	1,7 (1,2÷2,6)	2,3 (1,6÷3,4)	1,2 (0,5÷2,0)	2,3 (1,5÷3,7)	4,2 (3,1÷5,9)
8	Cao Bằng	0,7 (0,1÷1,2)	1,7 (1,2÷2,7)	2,4 (1,5÷3,4)	1,1 (0,4÷1,9)	2,3 (1,5÷3,9)	4,2 (3,1÷5,9)
9	Tuyên Quang	0,7 (0,1÷1,2)	1,8 (1,3÷2,8)	2,5 (1,7÷3,6)	1,2 (0,5÷2,0)	2,4 (1,5÷3,9)	4,3 (3,1÷6,1)
10	Bắc Kạn	0,7 (0,2÷1,2)	1,7 (1,2÷2,7)	2,4 (1,6÷3,5)	1,1 (0,4÷1,9)	2,4 (1,5÷3,8)	4,2 (3,2÷5,9)
11	Lạng Sơn	0,7 (0,3÷1,2)	1,8 (1,2÷2,7)	2,4 (1,6÷3,3)	1,1 (0,4÷1,8)	2,3 (1,5÷3,7)	4,2 (3,1÷5,8)
12	Thái Nguyên	0,8 (0,2÷1,2)	1,8 (1,2÷2,8)	2,5 (1,7÷3,5)	1,2 (0,4÷2,0)	2,4 (1,5÷3,8)	4,2 (3,1÷5,9)
13	Phú Thọ	0,7 (0,3÷1,2)	1,9 (1,3÷2,8)	2,5 (1,7÷3,4)	1,2 (0,6÷2,0)	2,5 (1,5÷3,8)	4,3 (3,0÷5,9)
14	Vĩnh Phúc	0,8 (0,3÷1,2)	1,9 (1,4÷2,8)	2,5 (1,7÷3,5)	1,2 (0,6÷2,1)	2,4 (1,5÷3,9)	4,3 (3,0÷6,0)
15	Bắc Giang	0,7 (0,3÷1,2)	1,8 (1,3÷2,7)	2,3 (1,7÷3,3)	1,1 (0,5÷1,9)	2,3 (1,5÷3,7)	4,2 (3,0÷5,7)
16	Bắc Ninh	0,7 (0,3÷1,2)	1,8 (1,3÷2,8)	2,3 (1,6÷3,3)	1,1 (0,5÷1,8)	2,3 (1,5÷3,7)	4,2 (2,8÷5,8)
17	Quảng Ninh	0,7 (0,3÷1,1)	1,7 (1,1÷2,5)	2,2 (1,4÷3,1)	0,9 (0,4÷1,5)	2,1 (1,4÷3,3)	3,8 (3,0÷5,2)
18	Hải Phòng	0,7 (0,4÷1,2)	1,6 (1,0÷2,4)	2,2 (1,4÷3,1)	0,9 (0,4÷1,5)	2,0 (1,3÷3,2)	3,7 (2,8÷4,9)
19	Hải Dương	0,7 (0,2÷1,2)	1,8 (1,2÷2,8)	2,3 (1,5÷3,3)	1,1 (0,5÷1,8)	2,3 (1,5÷3,7)	4,1 (2,9÷5,7)
20	Hưng Yên	0,7 (0,2÷1,2)	1,8 (1,3÷2,7)	2,3 (1,6÷3,4)	1,1 (0,5÷1,8)	2,3 (1,4÷3,7)	4,2 (2,9÷5,8)
21	Hà Nội	0,7 (0,3÷1,2)	1,8 (1,3÷2,8)	2,4 (1,7÷3,4)	1,2 (0,5÷1,9)	2,4 (1,5÷3,8)	4,2 (3,0÷5,9)
22	Hà Nam	0,7 (0,3÷1,2)	1,8 (1,3÷2,7)	2,4 (1,7÷3,4)	1,2 (0,5÷1,9)	2,4 (1,5÷3,7)	4,2 (3,0÷5,8)
23	Thái Bình	0,7 (0,2÷1,2)	1,7 (1,2÷2,6)	2,3 (1,5÷3,2)	1,1 (0,4÷1,7)	2,2 (1,5÷3,5)	4,0 (2,9÷5,4)
24	Nam Định	0,7 (0,2÷1,2)	1,7 (1,2÷2,4)	2,2 (1,5÷3,1)	1,0 (0,4÷1,6)	2,1 (1,4÷3,3)	3,9 (2,8÷5,2)
25	Ninh Bình	0,6 (0,2÷1,1)	1,7 (1,2÷2,6)	2,2 (1,5÷3,2)	1,0 (0,5÷1,7)	2,2 (1,5÷3,5)	4,1 (2,9÷5,6)
26	Thanh Hóa	0,6 (0,2÷1,1)	1,7 (1,1÷2,5)	2,2 (1,4÷3,2)	1,0 (0,5÷1,6)	2,2 (1,4÷3,3)	3,9 (2,9÷5,4)
27	Nghệ An	0,6 (0,2÷1,1)	1,6 (1,1÷2,4)	2,1 (1,3÷3,2)	1,0 (0,4÷1,6)	2,1 (1,4÷3,3)	3,9 (2,8÷5,5)
28	Hà Tĩnh	0,6 (0,3÷1,1)	1,5 (1,0÷2,2)	2,0 (1,2÷2,9)	0,8 (0,4÷1,4)	2,0 (1,3÷3,0)	3,6 (2,7÷5,0)
29	Quảng Bình	0,6 (0,2÷1,2)	1,5 (0,9÷2,1)	1,9 (1,2÷2,8)	0,8 (0,4÷1,3)	1,9 (1,3÷2,9)	3,5 (2,7÷4,8)
30	Quảng Trị	0,6 (0,3÷1,2)	1,3 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,8)	0,8 (0,4÷1,3)	1,8 (1,3÷2,8)	3,4 (2,7÷4,6)
31	Thừa Thiên - Huế	0,6 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,7)	0,8 (0,4÷1,3)	1,9 (1,2÷2,8)	3,4 (2,6÷4,6)
32	Đà Nẵng	0,7 (0,4÷1,2)	1,5 (0,9÷2,1)	1,9 (1,2÷2,7)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,2÷2,8)	3,4 (2,6÷4,4)
33	Quảng Nam	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,9 (1,2÷2,7)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,2÷2,8)	3,3 (2,6÷4,4)
34	Quảng Ngãi	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,1÷2,7)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,2÷2,7)	3,3 (2,6÷4,5)
35	Bình Định	0,7 (0,4÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,2÷2,7)	3,2 (2,6÷4,3)
36	Phú Yên	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷2,0)	1,8 (1,1÷2,6)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,2÷2,7)	3,2 (2,6÷4,2)
37	Khánh Hòa	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷2,0)	1,8 (1,1÷2,7)	0,8 (0,4÷1,2)	1,8 (1,2÷2,7)	3,2 (2,5÷4,4)
38	Ninh Thuận	0,7 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,5)	0,7 (0,5÷1,1)	1,9 (1,3÷2,6)	3,3 (2,6÷4,3)
39	Bình Thuận	0,7 (0,4÷1,3)	1,3 (0,9÷1,9)	1,8 (1,1÷2,4)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,3÷2,6)	3,2 (2,7÷4,1)
40	Kon Tum	0,7 (0,4÷1,1)	1,4 (1,0÷2,2)	1,8 (1,2÷2,7)	0,8 (0,5÷1,3)	1,9 (1,3÷2,8)	3,5 (2,8÷4,5)
41	Gia Lai	0,7 (0,3÷1,1)	1,3 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,7)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,2÷2,7)	3,3 (2,6÷4,5)
42	Đắk Lắk	0,6 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷2,1)	1,8 (1,1÷2,7)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,2÷2,8)	3,3 (2,5÷4,5)
43	Đắk Nông	0,7 (0,4÷1,1)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,2÷2,7)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,6÷4,5)
44	Lâm Đồng	0,7 (0,4÷1,1)	1,4 (1,0÷2,1)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,7÷4,5)
45	Bình Phước	0,7 (0,4÷1,1)	1,4 (0,9÷2,1)	1,7 (1,2÷2,6)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,6÷4,5)
46	Tây Ninh	0,6 (0,3÷1,1)	1,3 (0,9÷2,0)	1,8 (1,1÷2,5)	0,7 (0,4÷1,2)	1,9 (1,3÷2,6)	3,3 (2,6÷4,6)
47	Bình Dương	0,7 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,1÷2,6)	0,8 (0,5÷1,2)	2,0 (1,3÷2,7)	3,5 (2,6÷4,7)
48	Đồng Nai	0,7 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,1÷2,6)	0,8 (0,5÷1,2)	2,0 (1,3÷2,8)	3,5 (2,6÷4,8)
49	TP. Hồ Chí Minh	0,7 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,1)	1,8 (1,1÷2,6)	0,8 (0,5÷1,3)	2,0 (1,3÷2,8)	3,5 (2,6÷4,8)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷1,9)	1,7 (1,1÷2,3)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,2÷2,5)	3,2 (2,6÷4,0)
51	Long An	0,7 (0,3÷1,2)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,1÷2,5)	0,8 (0,4÷1,2)	1,9 (1,3÷2,6)	3,3 (2,6÷4,5)
52	Vĩnh Long	0,6 (0,3÷1,1)	1,3 (0,8÷2,0)	1,8 (1,1÷2,6)	0,7 (0,5÷1,2)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,6÷4,7)
53	Hậu Giang	0,7 (0,4÷1,1)	1,3 (0,8÷2,0)	1,7 (1,1÷2,5)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,3÷2,6)	3,4 (2,6÷4,4)
54	Tiền Giang	0,7 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,6)	0,8 (0,5÷1,3)	1,9 (1,3÷2,7)	3,4 (2,5÷4,6)
55	Đồng Tháp	0,7 (0,3÷1,1)	1,3 (0,9÷2,0)	1,8 (1,2÷2,5)	0,8 (0,4÷1,2)	1,8 (1,3÷2,7)	3,3 (2,6÷4,4)
56	Bến Tre	0,7 (0,3÷1,1)	1,3 (0,9÷2,0)	1,7 (1,1÷2,5)	0,8 (0,4÷1,2)	1,8 (1,3÷2,6)	3,3 (2,7÷4,2)
57	Trà Vinh	0,7 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,1÷2,5)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,3÷2,6)	3,3 (2,6÷4,5)
58	An Giang	0,7 (0,3÷1,2)	1,3 (0,8÷2,0)	1,8 (1,1÷2,5)	0,7 (0,4÷1,2)	1,9 (1,2÷2,6)	3,3 (2,5÷4,6)
59	Cần Thơ	0,6 (0,3÷1,1)	1,4 (0,9÷2,0)	1,8 (1,1÷2,5)	0,8 (0,5÷1,2)	1,9 (1,3÷2,6)	3,3 (2,6÷4,5)
60	Sóc Trăng	0,7 (0,4÷1,1)	1,3 (0,9÷1,9)	1,7 (1,1÷2,5)	0,8 (0,5÷1,2)	1,8 (1,3÷2,6)	3,3 (2,6÷4,3)
61	Kiên Giang	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,8÷1,9)	1,7 (1,1÷2,4)	0,8 (0,4÷1,2)	1,8 (1,3÷2,5)	3,2 (2,5÷4,1)
62	Bạc Liêu	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,9÷2,0)	1,7 (1,1÷2,4)	0,8 (0,5÷1,3)	1,8 (1,3÷2,5)	3,3 (2,6÷4,2)
63	Cà Mau	0,7 (0,4÷1,2)	1,3 (0,8÷1,9)	1,8 (1,1÷2,4)	0,8 (0,5÷1,3)	1,8 (1,3÷2,5)	3,3 (2,6÷4,2)



(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình A9. Biến đổi của lượng mưa mùa đông theo kịch bản RCP4.5



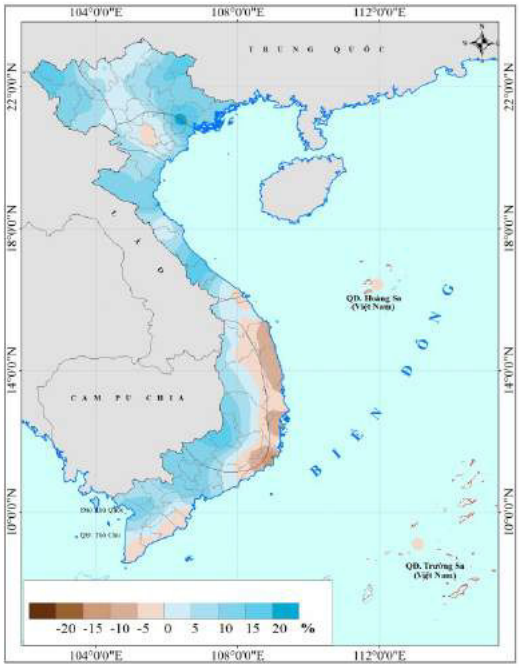
(a) vào giữa thế kỷ *(b) vào cuối thế kỷ*

Hình A10. Biến đổi của lượng mưa mùa đông theo kịch bản RCP8.5

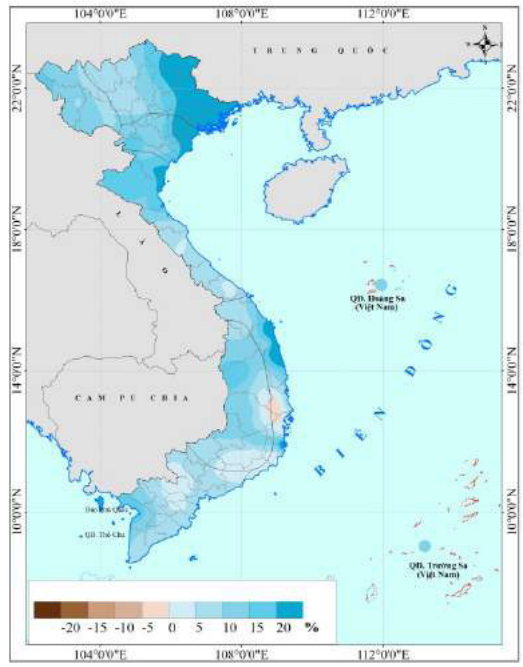
Bảng A5. Biến đổi của lượng mưa mùa đông (%) so với thời kỳ cơ sở

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20% và cận trên 80%)

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	5,0 (-7,3÷18,2)	-12,6 (-22,6÷-3,2)	0,3 (-14,9÷14,9)	-9,4 (-19,7÷1,0)	-4,9 (-16,3÷5,8)	-6,7 (-30,8÷15,7)
2	Điện Biên	17,0 (-2,7÷37,2)	-9,7 (-23,2÷2,8)	15,3 (-12,4÷40,5)	-8,5 (-20,4÷3,4)	0,9 (-15,4÷16,8)	-4,8 (-29,9÷17,7)
3	Sơn La	11,2 (-7,3÷30,1)	-6,1 (-24,7÷10,6)	15,7 (-9,7÷39,9)	-5,5 (-19,7÷8,9)	-2,4 (-18,4÷13,9)	1,0 (-23,8÷24,7)
4	Hòa Bình	4,7 (-9,0÷19,4)	-1,8 (-15,1÷10,9)	-2,4 (-11,2÷6,4)	-2,4 (-14,4÷10,4)	1,3 (-11,8÷15,0)	16,8 (3,7÷29,8)
5	Lào Cai	7,2 (-2,1÷17,3)	-7,5 (-15,2÷0,4)	-0,2 (-9,9÷10,7)	-5,4 (-13,8÷2,8)	0,0 (-10,1÷10,6)	-4,4 (-23,3÷12,9)
6	Hà Giang	15,0 (4,4÷25,6)	-1,3 (-8,7÷6,0)	3,0 (-11,0÷17,8)	-0,8 (-12,4÷10,0)	5,8 (-4,6÷16,4)	-3,6 (-18,2÷11,5)
7	Yên Bái	11,1 (-0,6÷23,3)	-0,5 (-9,4÷7,7)	7,2 (-6,1÷20,9)	-0,9 (-11,1÷9,3)	4,0 (-7,8÷16,5)	5,2 (-8,1÷18,0)
8	Cao Bằng	8,1 (-0,5÷16,4)	-4,3 (-14,3÷4,9)	1,6 (-13,6÷18,5)	-4,1 (-14,7÷6,4)	-0,4 (-13,9÷13,2)	-0,2 (-16,6÷17,2)
9	Tuyên Quang	17,8 (5,6÷29,6)	3,6 (-4,8÷12,2)	3,9 (-10,9÷19,4)	0,1 (-10,9÷11,5)	2,6 (-8,9÷15,0)	3,7 (-14,9÷23,2)
10	Bắc Kạn	12,8 (0,1÷25,0)	-3,9 (-15,1÷7,3)	1,9 (-16,0÷21,2)	-1,2 (-16,2÷14,0)	-6,5 (-20,9÷8,4)	-2,8 (-22,8÷19,3)
11	Lạng Sơn	-2,2 (-14,9÷10,8)	-3,5 (-13,1÷5,7)	-5,4 (-20,0÷8,3)	-4,8 (-20,4÷11,3)	-6,5 (-20,1÷7,7)	-3,2 (-18,6÷13,5)
12	Thái Nguyên	10,1 (-3,2÷24,3)	-0,4 (-10,6÷9,4)	-3,5 (-18,4÷12,5)	0,6 (-15,1÷17,5)	-3,8 (-20,6÷13,6)	4,3 (-13,6÷23,6)
13	Phú Thọ	11,9 (0,9÷22,5)	4,5 (-4,0÷12,6)	3,7 (-5,2÷13,1)	3,1 (-6,6÷13,7)	6,6 (-4,4÷18,8)	22,3 (9,8÷34,8)
14	Vĩnh Phúc	12,5 (0,4÷25,8)	5,8 (-4,1÷15,1)	-3,2 (-13,6÷8,2)	4,7 (-8,0÷18,7)	2,7 (-11,9÷18,5)	20,0 (5,9÷35,1)
15	Bắc Giang	0,5 (-16,0÷17,4)	-2,7 (-12,9÷7,4)	-9,1 (-24,0÷4,8)	-0,6 (-21,9÷22,2)	-6,8 (-23,5÷10,5)	4,2 (-11,7÷21,3)
16	Bắc Ninh	0,1 (-13,4÷14,4)	-3,8 (-14,2÷ 6,4)	-9,4 (-19,6÷ 0,7)	0,6 (-14,3÷15,1)	-6,8 (-23,2÷9,8)	-5,5 (-21,7÷12,2)
17	Quảng Ninh	4,3 (-16,6÷25,6)	5,3 (-10,3÷20,2)	-2,3 (-17,5÷12,4)	3,2 (-19,6÷26,5)	-0,5 (-14,8÷14,4)	6,3 (-12,6÷27,2)
18	Hải Phòng	12,1 (-8,8÷33,4)	9,1 (-7,6÷24,6)	-2,9 (-16,8÷10,8)	2,8 (-15,3÷21,4)	-1,8 (-17,6÷14,0)	-1,9 (-19,6÷17,1)
19	Hải Dương	1,2 (-14,4÷18,1)	-1,6 (-12,6÷9,1)	-10,4 (-24,0÷3,0)	-4,0 (-22,9÷15,1)	-3,8 (-19,6÷12,8)	7,6 (-7,8÷24,4)
20	Hưng Yên	5,2 (-8,7÷19,9)	5,3 (-8,6÷17,9)	-3,2 (-13,2÷6,9)	-4,1 (-17,1÷9,7)	2,9 (-15,5÷21,9)	11,4 (-6,1÷28,7)
21	Hà Nội	8,9 (-3,9÷21,9)	5,4 (-4,2÷14,1)	1,9 (-7,7÷11,5)	4,3 (-7,1÷16,4)	4,9 (-8,2÷19,5)	24,6 (11,9÷37,2)
22	Hà Nam	8,2 (-6,2÷23,1)	8,3 (-5,3÷20,5)	1,7 (-8,9÷12,4)	4,5 (-8,6÷18,5)	6,1 (-9,0÷22,2)	23,3 (6,9÷39,7)
23	Thái Bình	5,5 (-15,5÷27,7)	19,7 (-9,5÷46,2)	0,7 (-13,9÷15,9)	5,3 (-14,4÷26,8)	10,6 (-12,2÷33,1)	18,2 (-13,1÷49,8)
24	Nam Định	7,8 (-12,2÷28,8)	23,6 (-4,9÷49,2)	8,4 (-10,8÷26,3)	5,7 (-13,0÷24,9)	13,3 (-9,2÷34,7)	16,1 (-12,9÷43,1)
25	Ninh Bình	12,4 (-5,4÷31,1)	9,8 (-7,2÷26,0)	6,9 (-3,4÷17,3)	4,4 (-11,1÷20,0)	14,0 (-6,9÷33,5)	26,8 (-5,8÷54,7)
26	Thanh Hóa	9,8 (-6,2÷26,9)	4,6 (-10,7÷19,5)	7,3 (-5,6÷19,6)	5,6 (-11,8÷23,2)	14,6 (-3,2÷32,5)	22,1 (-1,1÷43,4)
27	Nghệ An	12,8 (0,1÷25,8)	19,8 (3,9÷34,7)	10,1 (-0,9÷20,6)	5,2 (-7,9÷18,6)	23,1 (6,3÷39,8)	22,7 (2,7÷41,0)
28	Hà Tĩnh	12,0 (4,1÷19,5)	21,0 (11,4÷30,4)	12,8 (5,4÷20,0)	3,5 (-2,1÷9,2)	13,0 (1,6÷24,4)	19,8 (6,5÷33,2)
29	Quảng Bình	12,8 (3,9÷20,6)	21,5 (11,7÷31,3)	12,2 (5,0÷19,8)	4,2 (-1,8÷10,6)	12,1 (-0,5÷25,1)	25,9 (11,0÷41,6)
30	Quảng Trị	7,8 (-2,6÷17,8)	16,8 (5,8÷27,9)	19,7 (6,1÷33,9)	2,7 (-3,8÷9,4)	7,6 (-10,4÷26,9)	24,4 (6,4÷43,2)
31	Thừa Thiên - Huế	9,1 (1,5÷17,2)	21,8 (6,2÷37,0)	26,7 (10,3÷41,9)	9,8 (0,8÷18,6)	7,4 (-9,3÷25,6)	26,6 (-2,3÷55,8)
32	Đà Nẵng	0,5 (-8,7÷11,0)	14,1 (-2,1÷30,7)	26,0 (6,9÷45,0)	0,6 (-7,1÷8,4)	4,1 (-13,1÷22,6)	19,9 (-11,8÷52,2)
33	Quảng Nam	5,9 (-1,8÷13,4)	14,4 (-0,9÷30,0)	53,0 (21,3÷83,3)	6,1 (-4,7÷16,3)	15,7 (-4,9÷37,9)	31,0 (-7,9÷70,4)
34	Quảng Ngãi	3,2 (-5,6÷11,9)	17,9 (0,2÷35,0)	65,8 (18,8÷108,8)	5,8 (-2,6÷14,1)	16,0 (-4,2÷38,7)	38,3 (-7,9÷85,6)
35	Bình Định	5,3 (-6,2÷16,4)	12,6 (-4,4÷28,0)	54,5 (9,6÷94,7)	1,2 (-9,2÷11,4)	11,8 (-9,1÷33,7)	23,9 (-7,5÷59,2)
36	Phú Yên	10,9 (-1,6÷23,1)	16,0 (-4,8÷35,0)	41,3 (3,5÷75,9)	-8,0 (-14,5÷-1,5)	30,5 (5,1÷58,8)	37,4 (-0,2÷77,4)
37	Khánh Hòa	7,1 (-6,2÷19,8)	23,2 (-8,0÷52,0)	26,4 (5,0÷47,3)	-11,2 (-18,1÷-4,4)	43,1 (5,8÷83,4)	7,7 (-19,8÷38,0)
38	Ninh Thuận	5,9 (-15,1÷27,3)	16,5 (-23,5÷54,8)	17,8 (-21,1÷51,4)	-10,3 (-27,5÷ 4,9)	40,8 (-9,4÷92,6)	-17,5 (-41,9÷ 9,6)
39	Bình Thuận	42,0 (4,5÷77,2)	2,7 (-19,5÷23,8)	36,8 (-1,9÷74,2)	-5,0 (-27,5÷15,9)	44,6 (1,9÷87,7)	-8,6 (-36,9÷19,1)
40	Kon Tum	3,4 (-32,7÷38,0)	31,1 (-9,2÷70,9)	91,8 (-29,1÷197,2)	3,2 (-28,6÷32,5)	30,7 (-0,1÷60,2)	13,7 (-20,8÷47,7)
41	Gia Lai	-8,1 (-33,6÷17,5)	7,3 (-29,9÷40,7)	47,2 (-29,3÷115,3)	-23,2 (-39,4÷-8,2)	38,1 (-8,9÷81,2)	22,8 (-26,9÷71,8)
42	Đắk Lắk	3,2 (-19,4÷23,7)	2,0 (-15,9÷19,2)	18,0 (-23,2÷55,3)	-26,1 (-34,0÷18,7)	28,8 (-1,8÷59,2)	13,4 (-24,6÷52,8)
43	Đắk Nông	13,4 (-10,2÷36,3)	20,9 (-3,5÷42,6)	22,2 (-13,1÷54,8)	25,0 (-14,8÷58,2)	46,1 (8,1÷81,7)	2,6 (-20,6÷28,2)
44	Lâm Đồng	32,5 (-4,6÷69,7)	35,1 (-0,7÷67,3)	54,4 (-9,1÷112,3)	19,9 (-29,2÷63,3)	85,8 (29,1÷137,9)	-9,8 (-25,8÷6,0)
45	Bình Phước	49,8 (-2,6÷98,3)	39,2 (-11,3÷86,4)	65,6 (5,6÷122,3)	19,8 (-7,4÷47,0)	43,4 (-4,4÷87,7)	48,7 (-5,5÷96,6)
46	Tây Ninh	18,7 (-10,1÷46,1)	34,6 (6,8÷64,1)	61,1 (19,7÷99,5)	12,4 (-4,4÷28,5)	18,2 (-4,5÷42,2)	24,9 (-2,6÷50,0)
47	Bình Dương	19,4 (-8,4÷44,2)	32,0 (-2,5÷65,0)	60,6 (-4,1÷118,3)	23,7 (6,2÷40,6)	25,4 (-0,3÷52,5)	5,5 (-15,5÷26,7)
48	Đồng Nai	45,2 (8,6÷78,6)	36,4 (12,6÷57,8)	114,8 (-12,5÷222,1)	17,7 (0,8÷35,6)	34,7 (3,2÷62,9)	16,4 (-9,8÷46,0)
49	TP. Hồ Chí Minh	49,7 (11,7÷ 83,9)	45,5 (16,1÷71,1)	179,6 (-16,3÷-341,2)	27,4 (9,9÷45,2)	46,0 (13,1÷79,9)	24,5 (-5,9÷59,3)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	50,8 (26,2÷75,1)	34,8 (2,2÷67,7)	81,1 (12,1÷142,1)	42,8 (10,9÷74,8)	61,9 (15,9÷104,3)	43,3 (1,2÷86,3)
51	Long An	43,2 (6,0÷77,1)	52,3 (19,8÷86,0)	80,5 (17,3÷135,1)	37,5 (14,5÷57,6)	22,8 (-6,8÷54,5)	55,6 (15,5÷96,8)
52	Vĩnh Long	67,9 (24,7÷108,8)	62,0 (3,7÷110,6)	136,1 (-0.6÷252,8)	51,3 (3,6÷92,6)	75,4 (38,9÷108,7)	49,4 (-12,2÷106,6)
53	Hậu Giang	125,4 (32,8÷205,0)	54,7 (-9,7÷110,6)	43,4 (2,3÷83,1)	33,7 (4,4÷62,1)	87,8 (51,8÷124,6)	59,7 (-7,0÷117,5)
54	Tiền Giang	37,8 (23,4÷52,4)	25,1 (-0,7÷49,3)	68,9 (1,3÷125,4)	17,9 (-0,3÷36,2)	37,5 (-5,3÷79,7)	46,8 (3,6÷87,8)
55	Đồng Tháp	48,6 (3,3÷88,4)	50,7 (22,2÷79,2)	90,0 (17,1÷151,0)	30,5 (5,4÷55,3)	35,3 (5,0÷66,2)	53,8 (9,6÷99,2)
56	Bến Tre	73,8 (41,7÷103,5)	63,5 (8,2÷111,4)	116,6 (-5,4÷221,3)	61,1 (38,8÷83,4)	69,2 (23,8÷116,4)	73,4 (16,1÷132)
57	Trà Vinh	55,5 (22,5÷84,9)	53,7 (11,9÷92,4)	120,3 (4,8÷218,9)	47,8 (26,0÷69,2)	58,1 (14,7÷101,5)	64,5 (15,8÷116)
58	An Giang	37,2 (3,3÷66,4)	43,9 (15,6÷73,4)	124,1 (14,9÷216,4)	34,4 (13,1÷55,0)	47,0 (5,6÷86,6)	55,6 (15,4÷98,7)
59	Cần Thơ	75,3 (32,5÷114,9)	43,8 (11,4÷72,7)	92,8 (10,2÷167,9)	53,6 (29,1÷80,0)	77,3 (33,3÷122,7)	64,5 (26,8÷106)
60	Sóc Trăng	88,1 (48,0÷126,4)	51,4 (17,1÷82,5)	79,1 (12,9÷141,0)	77,9 (34,0÷118,3)	110 (61,8÷159,9)	81,5 (13,3÷143)
61	Kiên Giang	47,0 (19,4÷73,2)	24,5 (-6,9÷52,5)	99,4 (7,8÷182,0)	25,9 (-5,3÷54,5)	54,7 (14,1÷94,7)	55,0 (2,2÷107,0)
62	Bạc Liêu	71,3 (39,3÷103,1)	48,8 (3,3÷89,6)	102,1 (42,1÷165,5)	103,6 (33,9÷168,1)	158 (93,1÷221,4)	85,6 (11,6÷157,0)
63	Cà Mau	53,5 (25,4÷79,6)	31,7 (-7,0÷64,8)	45,4 (3,5÷90,7)	31,8 (2,2÷59,6)	71,7 (32,9÷108,2)	52,3 (-4,6÷111,1)

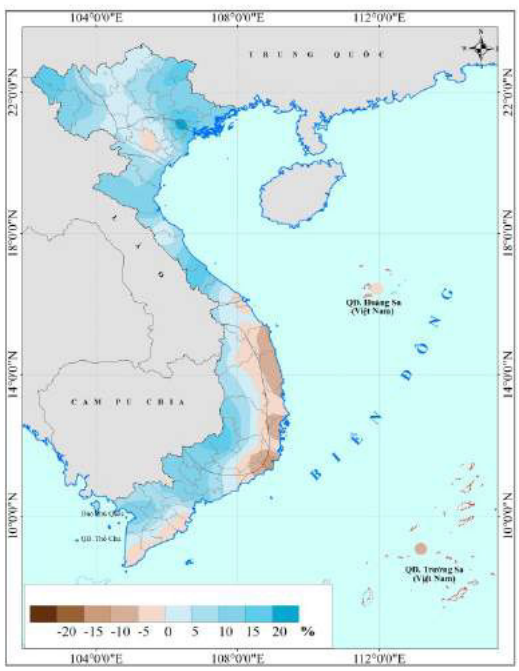


(a) vào giữa thế kỷ

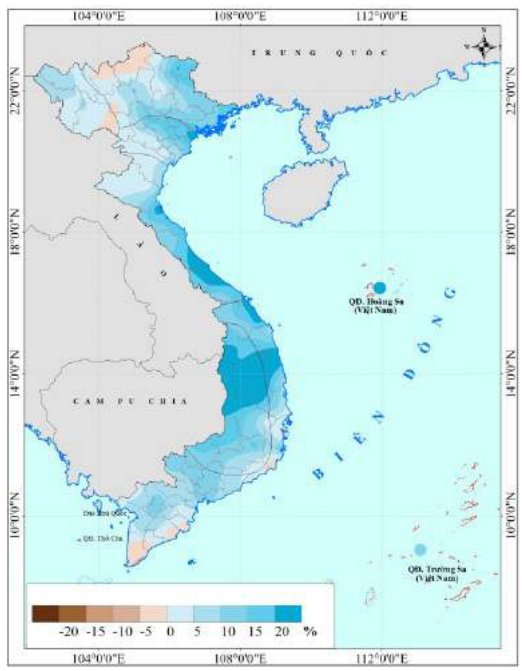


(b) vào cuối thế kỷ

Hình A11. Biến đổi của lượng mưa mùa xuân theo kịch bản RCP4.5



(a) vào giữa thế kỷ



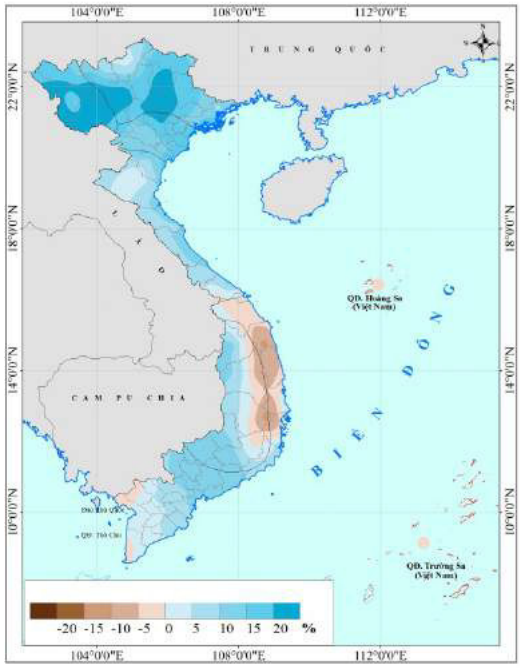
(b) vào cuối thế kỷ

Hình A12. Biến đổi của lượng mưa mùa xuân theo kịch bản RCP8.5

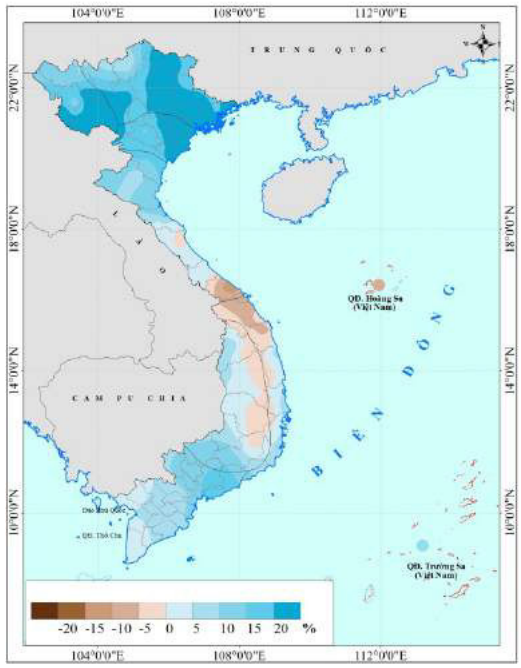
Bảng A6. Biến đổi của lượng mưa mùa xuân (%) so với thời kỳ cơ sở

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20% và cận trên 80%)

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	3,1 (-5,1÷11,0)	16,8 (1,9÷30,2)	11,6 (5,4÷17,7)	-5,7 (-10,9÷-0,5)	13,3 (2,9÷23,8)	5,6 (-6,6÷16,3)
2	Điện Biên	3,0 (-7,1÷12,0)	17,6 (-0,1÷33,2)	12,0 (4,1÷19,6)	-6,7 (-11,5÷-1,7)	12,3 (1,0÷23,7)	4,9 (-9,0÷16,6)
3	Sơn La	-0,5 (-6,2÷5,1)	9,0 (-1,8÷19,0)	10,6 (2,1÷18,7)	-9,6 (-15,0÷-4,3)	6,2 (-0,5÷13,0)	1,1 (-7,0÷8,2)
4	Hòa Bình	-7,2 (-10,5÷-3,8)	4,6 (-3,8÷12,8)	13,7 (5,7÷21,6)	-10,4 (-16,2÷-4,8)	-0,6 (-6,3÷5,7)	3,6 (-4,1÷10,5)
5	Lào Cai	-3,5 (-8,6÷1,5)	11,3 (1,2÷20,3)	6,9 (0,6÷12,9)	-8,5 (-14,0÷-2,9)	4,6 (-2,0÷11,5)	-1,2 (-9,6÷7,1)
6	Hà Giang	-3,6 (-10,0÷3,0)	12,0 (3,0÷20,7)	11,7 (3,3÷20,5)	-8,2 (-15,2÷-1,4)	3,6 (-3,6÷11,6)	-1,8 (-9,0÷5,8)
7	Yên Bái	-4,2 (-8,9÷0,3)	4,8 (-4,2÷13,1)	7,1 (-0,6÷14,6)	-6,4 (-12,5÷-0,1)	3,7 (-3,5÷11,2)	4,5 (-7,4÷15,6)
8	Cao Bằng	8,3 (0,9÷15,9)	19,8 (10,3÷29,0)	23,0 (12,8÷32,9)	-2,4 (-7,1÷2,4)	12,4 (5,8÷18,9)	12,2 (4,2÷20,2)
9	Tuyên Quang	-3,4 (-9,5÷2,7)	6,9 (-0,7÷14,2)	10,7 (3,3÷17,9)	-5,6 (-14,6÷2,9)	9,8 (1,7÷18,2)	7,6 (-3,7÷18,7)
10	Bắc Kạn	7,5 (-0,4÷15,8)	17,3 (9,9÷24,9)	21,9 (10,7÷32,5)	-2,3 (-9,6÷5,2)	14,0 (3,7÷24,6)	7,8 (1,6÷14,0)
11	Lạng Sơn	6,1 (0,2÷11,8)	21,4 (10,1÷32,2)	26,9 (16,1÷37,9)	-2,8 (-10,2÷4,5)	13,5 (4,7÷21,9)	12,1 (3,7÷20,5)
12	Thái Nguyên	-0,8 (-7,6÷5,8)	11,9 (3,2÷19,9)	15,8 (6,8÷24,5)	-6,4 (-14,9÷1,6)	11,3 (4,3÷18,3)	4,9 (-4,6÷14,1)
13	Phú Thọ	-8,1 (-12,6÷-3,9)	5,6 (-2,6÷13,3)	10,4 (2,8÷18,2)	-10,2 (-17,5÷-3,1)	2,2 (-3,4÷8,0)	11,9 (-2,3÷24,9)
14	Vĩnh Phúc	-6,8 (-11,9÷-1,9)	9,9 (-0,1÷19,6)	11,4 (6,7÷16,3)	-8,2 (-15,7÷-1,0)	6,8 (0,5÷13,3)	13,5 (-0,3÷26,9)
15	Bắc Giang	-0,5 (-6,3÷5,3)	18,3 (4,9÷30,7)	22,0 (11,0÷32,9)	-5,8 (-13,2÷1,8)	18,0 (9,9÷26,3)	12,1 (0,9÷23,3)
16	Bắc Ninh	0,7 (-3,8÷5,2)	18,7 (5,0÷31,6)	26,3 (16,6÷35,9)	-3,1 (-9,4÷3,2)	21,8 (15,3÷28,7)	15,6 (3,3÷28,4)
17	Quảng Ninh	1,6 (-3,2÷6,7)	19,0 (7,9÷29,4)	34,4 (19,4÷49,2)	-1,0 (-9,5÷7,5)	11,1 (2,1÷20,0)	15,8 (3,5÷27,7)
18	Hải Phòng	-0,1 (-5,4÷5,3)	17,0 (2,4÷30,6)	31,6 (11,1÷50,2)	-2,7 (-10,5÷5,1)	15,7 (6,6÷24,8)	20,2 (3,2÷37,6)
19	Hải Dương	-0,6 (-6,4÷5,4)	18,2 (4,8÷31,3)	26,8 (15,4÷37,9)	-2,0 (-10,4÷6,4)	22,1 (14,5÷30,4)	17,5 (3,2÷32,4)
20	Hưng Yên	-6,9 (-10,9÷-2,4)	8,8 (-3,5÷20,4)	19,9 (9,2÷30,7)	-7,2 (-13,5÷-1,1)	5,7 (0,8÷10,5)	15,2 (-4,1÷33,0)
21	Hà Nội	-10,3 (-13,6÷-7,1)	6,5 (-2,7÷15,2)	13,2 (6,0÷20,8)	-9,6 (-15,8÷-3,2)	2,3 (-2,8÷7,5)	15,4 (-1,4÷30,9)
22	Hà Nam	-9,3 (-12,8÷-5,9)	7,6 (-2,9÷17,4)	15,3 (6,4÷24,5)	-9,2 (-15,5÷-2,9)	3,5 (-1,8÷9,0)	15,1 (-1,7÷30,8)
23	Thái Bình	-5,5 (-9,6÷-1,4)	11,9 (-3,7÷26,2)	23,8 (7,7÷39,2)	-7,8 (-14,2÷-1,7)	8,5 (2,2÷15,2)	13,6 (-3,2÷30,4)
24	Nam Định	-7,6 (-12,7÷-2,6)	8,8 (-5,6÷22,0)	19,4 (5,7÷33,9)	-8,8 (-16,9÷-0,8)	7,2 (0,4÷13,7)	8,9 (-4,6÷21,6)
25	Ninh Bình	-7,8 (-11,2÷-4,3)	4,2 (-6,4÷14,5)	13,6 (4,3÷23,0)	-10,7 (-18,5÷-3,2)	2,3 (-4,2÷8,7)	3,6 (-6,2÷12,3)
26	Thanh Hóa	-1,1 (-6,3÷4,4)	7,3 (-3,7÷17,8)	19,0 (9,2÷28,4)	-4,9 (-14,2÷3,8)	7,0 (0,3÷14,2)	4,8 (-2,1÷11,6)
27	Nghệ An	2,9 (-2,9÷8,4)	11,0 (-2,0÷23,5)	17,6 (9,1÷26,0)	0,3 (-7,7÷8,2)	10,9 (4,1÷17,9)	5,6 (-1,5÷12,8)
28	Hà Tĩnh	2,8 (-3,7÷9,2)	14,5 (4,3÷23,9)	9,4 (-1,8÷20,5)	-4,2 (-14,4÷5,8)	5,0 (-3,5÷13,0)	16,1 (2,1÷30,5)
29	Quảng Bình	0,6 (-5,4÷6,4)	11,1 (-0,8÷22,0)	5,4 (-5,4÷16,0)	-6,3 (-18,2÷5,1)	6,3 (-4,7÷17,0)	16,0 (0,4÷31,2)
30	Quảng Trị	4,6 (-7,1÷15,6)	9,4 (-7,7÷25,4)	7,4 (-10,0÷23,9)	12,0 (-8,1÷30,4)	19,1 (2,4÷34,0)	25,9 (4,3÷44,7)
31	Thừa Thiên - Huế	-0,3 (-6,4÷5,7)	-0,5 (-12,0÷10,0)	4,6 (-5,8÷15,1)	3,1 (-10,4÷15,8)	2,6 (-7,9÷12,7)	15,0 (-2,0÷30,1)
32	Đà Nẵng	0,1 (-21,2÷19,9)	-1,6 (-21,0÷16,9)	11,0 (-19,0÷39,6)	-2,9 (-14,8÷8,2)	-1,7 (-20,0÷14,6)	21,8 (-12,7÷52,1)
33	Quảng Nam	0,2 (-10,4÷10,4)	-1,9 (-17,7÷12,6)	13,5 (-8,9÷35,1)	-7,6 (-15,3÷-0,1)	-6,0 (-18,7÷5,7)	11,2 (-11,4÷31,3)
34	Quảng Ngãi	4,9 (-5,9÷16,0)	-4,7 (-17,9÷8,7)	19,4 (-3,8÷42,2)	-5,4 (-13,6÷3,0)	-7,4 (-18,6÷2,7)	14,4 (-3,5÷32,5)
35	Bình Định	10,4 (-8,8÷28,4)	-2,9 (-18,7÷13,6)	22,5 (-5,3÷50,6)	2,9 (-12,3÷17,6)	-8,9 (-18,0÷-0,3)	17,7 (-9,6÷45,5)
36	Phú Yên	8,1 (-13,5÷27,9)	3,8 (-18,8÷25,3)	2,1 (-22,0÷25,2)	-0,8 (-15,0÷13,4)	-3,3 (-14,5÷7,4)	8,4 (-8,2÷25,5)
37	Khánh Hòa	22,3 (-18,5÷58,6)	4,3 (-16,0÷22,2)	13,3 (-2,5÷29,0)	24,5 (-9,3÷55,0)	-3,5 (-22,4÷14,0)	6,6 (-17,5÷28,2)
38	Ninh Thuận	7,4 (-16,0÷28,6)	-5,1 (-16,6÷ 5,5)	1,9 (-19,2÷22,7)	19,0 (-15,3÷52,3)	-15,4 (-24,5÷-6,0)	2,7 (-20,2÷22,2)
39	Bình Thuận	14,2 (-0,8÷28,4)	1,2 (-18,2÷19,6)	9,8 (-13,6÷30,5)	2,6 (-13,6÷17,9)	3,8 (-5,1÷12,4)	1,2 (-12,9÷14,9)
40	Kon Tum	5,8 (-1,1÷12,0)	4,1 (-8,9÷15,5)	11,9 (-2,7÷24,9)	-1,4 (-9,4÷5,9)	1,0 (-6,2÷7,9)	20,0 (9,6÷29,7)
41	Gia Lai	10,3 (2,7÷17,6)	7,4 (-5,2÷18,5)	11,3 (-4,4÷25,4)	6,3 (-4,0÷16,2)	1,2 (-5,1÷7,4)	28,6 (11,8÷45,1)
42	Đắk Lắk	4,5 (-3,6÷12,8)	1,1 (-6,8÷8,4)	5,5 (-5,0÷15,8)	-1,2 (-9,8÷6,9)	1,0 (-3,8÷5,8)	8,4 (1,4÷15,7)
43	Đắk Nông	13,5 (6,7÷18,8)	4,6 (-6,8÷15,7)	9,6 (1,4÷17,7)	-5,3 (-11,8÷1,3)	19,3 (-3,5÷39,7)	14,8 (10,1÷19,6)
44	Lâm Đồng	3,1 (-1,6÷8,2)	-1,1 (-12,8÷10,3)	6,1 (-4,2÷15,4)	-8,7 (-18,8÷1,9)	-0,5 (-7,3÷6,4)	10,6 (4,4÷16,7)
45	Bình Phước	6,9 (-1,5÷15,5)	0,9 (-8,4÷9,2)	9,0 (4,5÷14,3)	-9,3 (-15,5÷-3,0)	14,0 (4,7÷23,7)	15,5 (7,5÷23,6)
46	Tây Ninh	8,8 (0,4÷17,8)	3,0 (-10,1÷16,7)	4,3 (-1,5÷9,6)	0,5 (-7,2÷8,4)	10,8 (0,9÷19,6)	10,2 (3,7÷17,1)
47	Bình Dương	9,6 (0,9÷18,1)	0,4 (-12,0÷12,7)	4,7 (-0,7÷ 9,7)	0,8 (-6,9÷ 8,3)	13,5 (4,6÷21,7)	8,8 (2,1÷15,7)
48	Đồng Nai	9,8 (-1,9÷21,2)	-2,3 (-17,7÷10,9)	4,3 (-3,2÷11,1)	1,3 (-6,2÷8,6)	11,8 (5,1÷18,7)	9,0 (-0,2÷18,3)
49	TP. Hồ Chí Minh	10,6 (-1,3÷22,3)	1,7 (-12,7÷15,4)	7,3 (-1,8÷15,8)	5,6 (-1,5÷12,0)	9,4 (2,7÷16,2)	10,9 (1,9÷19,9)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	16,5 (-0,9÷32,2)	5,2 (-14,7÷24,9)	9,6 (-15,7÷32,2)	8,7 (-4,4÷21,2)	7,3 (-5,3÷19,5)	1,1 (-16,7÷17,7)
51	Long An	9,6 (-0,2÷19,0)	4,0 (-7,6÷15,8)	3,7 (-3,3÷10,4)	3,2 (-6,0÷12,4)	10,5 (1,2÷19,4)	8,6 (-1,2÷18,6)
52	Vĩnh Long	12,5 (3,8÷20,8)	6,6 (-4.8÷17,5)	10,1 (-0,1÷19,7)	2,7 (-3,8÷ 9,0)	11,1 (4,1÷18,0)	13,3 (3,9÷23,0)
53	Hậu Giang	10,8 (1,1÷21,1)	-3,8 (-14,2÷ 5,6)	10,7 (-1,6÷21,8)	-1,1 (-6,8÷ 4,7)	4,6 (-2,3÷11,3)	5,6 (-6,5÷18,3)
54	Tiền Giang	11,5 (-3,2÷25,8)	-2,4 (-18,0÷12,1)	3,8 (-9,3÷15,6)	6,6 (-2,5÷15,9)	3,5 (-3,8÷10,6)	3,9 (-6,6÷14,7)
55	Đồng Tháp	9,2 (-1,2÷19,2)	7,5 (-7,5÷22,5)	6,1 (-3,8÷15,8)	1,6 (-7,0÷10,2)	9,7 (0,6÷18,3)	11,8 (-1,9÷25,8)
56	Bến Tre	11,1 (-5,6÷26,3)	-1,5 (-19,5÷15,3)	5,7 (-13,0÷22,0)	5,6 (-4,3÷15,7)	-2,6 (-9,6÷4,5)	1,4 (-12,3÷15,6)
57	Trà Vinh	10,9 (-0,5÷21,8)	0,9 (-14,4÷15,5)	7,9 (-5,0÷19,5)	4,9 (-5,2÷14,7)	1,6 (-6,7÷9,9)	2,0 (-9,2÷13,7)
58	An Giang	10,7 (4,5÷17,3)	3,2 (-9,3÷15,6)	10,1 (3,0÷16,9)	4,2 (-6,0÷13,7)	5,8 (-3,8÷15,3)	2,7 (-6,1÷11,8)
59	Cần Thơ	16,0 (2,4÷29,4)	7,6 (-4,7÷20,1)	6,2 (-5,9÷17,5)	2,5 (-5,0÷10,3)	8,6 (1,5÷15,2)	9,1 (-3,5÷21,8)
60	Sóc Trăng	8,0 (-2,0÷17,9)	-5,0 (-15,1÷4,7)	7,9 (-9,4÷22,6)	2,4 (-6,6÷10,9)	-3,1 (-8,7÷2,7)	-0,5 (-13,1÷12,0)
61	Kiên Giang	11,6 (0,1÷22,6)	2,7 (-10,4÷14,4)	20,0 (-4,1÷40,7)	0,8 (-9,1÷10,5)	10,9 (2,2÷19,8)	6,2 (-10,6÷22,8)
62	Bạc Liêu	8,4 (-3,3÷19,9)	-5,8 (-16,8÷4,7)	9,9 (-7,9÷25,7)	-0,5 (-10,2÷8,6)	-0,1 (-6,8÷6,4)	2,0 (-10,8÷15,5)
63	Cà Mau	5,9 (-4,5÷16,7)	-9,4 (-17,0÷-2,3)	5,1 (-6,4÷15,2)	-6,0 (-12,5÷1,4)	-3,6 (-10,2÷3,0)	-4,1 (-14,9÷7,2)

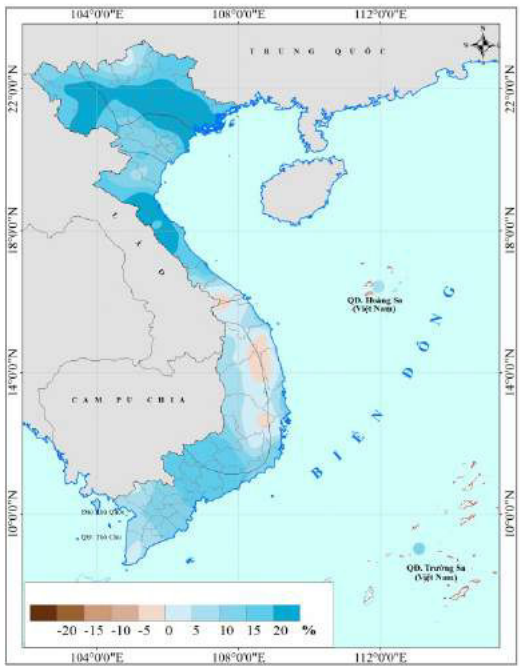


(a) vào giữa thế kỷ

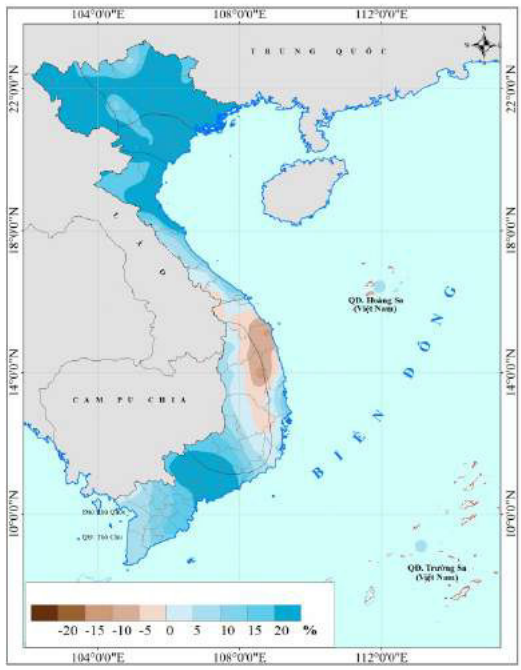


(b) vào cuối thế kỷ

Hình A13. Biến đổi của lượng mưa mùa hè theo kịch bản RCP4.5



(a) vào giữa thế kỷ



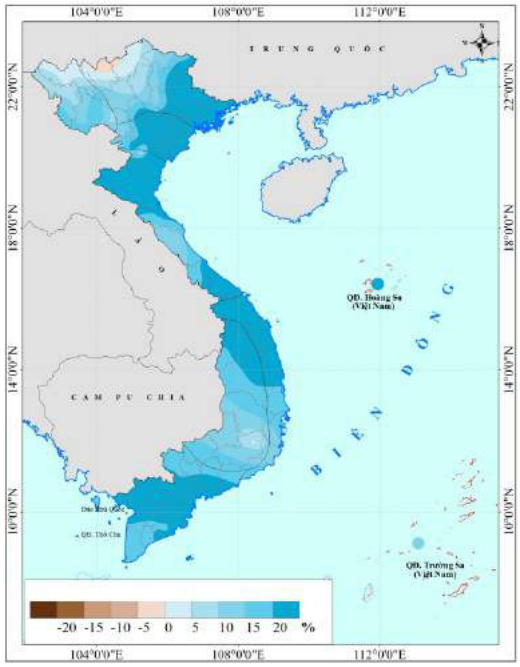
(b) vào cuối thế kỷ

Hình A14. Biến đổi của lượng mưa mùa hè theo kịch bản RCP8.5

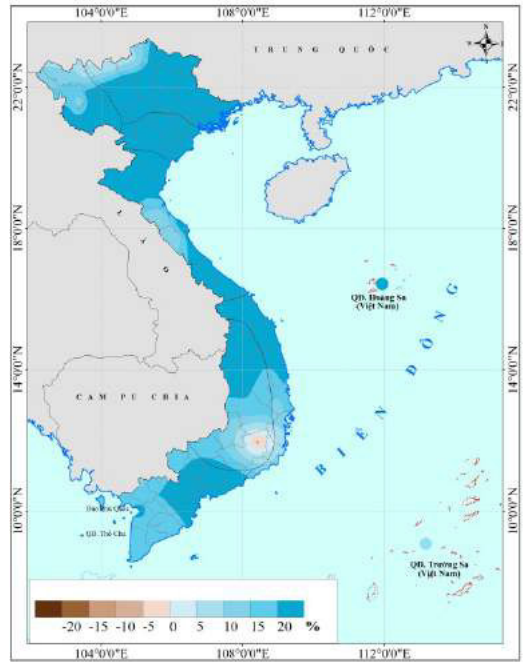
Bảng A7. Biến đổi của lượng mưa mùa hè (%) so với thời kỳ cơ sở

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20% và cận trên 80%)

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	7,0 (1,0÷13,2)	16,6 (11,0÷22,0)	12,3 (4,8÷20,5)	4,5 (1,8÷7,3)	14,7 (7,1÷22,5)	24,1 (15,4÷32,8)
2	Điện Biên	9,2 (0,6÷17,4)	19,4 (10,9÷28,6)	16,9 (6,0÷29,1)	8,8 (3,4÷14,4)	19,3 (10,1÷29,1)	26,5 (17,3÷34,7)
3	Sơn La	10,1 (-1,7÷21,7)	21,0 (7,9÷33,7)	22,6 (8,2÷38,4)	12,8 (5,7÷19,8)	19,5 (9,9÷29,8)	26,0 (15,4÷35,6)
4	Hòa Bình	5,5 (-3,9÷14,7)	12,8 (6,4÷19,0)	16,1 (8,5÷24,3)	13,5 (7,4÷19,3)	12,4 (7,2÷17,4)	20,6 (13,7÷27,4)
5	Lào Cai	9,4 (3,0÷15,2)	12,3 (3,4÷20,7)	12,0 (3,1÷21,8)	4,7 (-1,4÷10,4)	13,5 (5,6÷22,0)	19,5 (12,1÷26,6)
6	Hà Giang	9,9 (5,6÷14,0)	8,1 (0,5÷15,1)	12,0 (2,5÷21,6)	-1,1 (-9,8÷7,2)	7,3 (1,5÷13,6)	14,4 (8,4÷20,7)
7	Yên Bái	12,8 (3,9÷21,3)	22,1 (12,5÷31,4)	20,7 (7,9÷35,3)	13,6 (8,0÷19,2)	21,8 (13,9÷30,4)	21,6 (17,0÷26,1)
8	Cao Bằng	10,9 (6,2÷15,6)	17,0 (7,5÷26,1)	21,0 (8,6÷33,9)	5,7 (-3,9÷14,7)	16,3 (11,0÷21,5)	21,7 (15,2÷27,9)
9	Tuyên Quang	17,3 (12,7÷22,1)	17,6 (9,4÷25,3)	18,6 (9,0÷29,0)	11,4 (5,1÷17,1)	20,6 (14,2÷27,6)	29,4 (24,4÷34,4)
10	Bắc Kạn	14,6 (8,9÷19,9)	21,1 (10,9÷30,9)	23,8 (12,4÷35,4)	11,1 (3,4÷18,8)	19,2 (13,6÷24,7)	28,7 (22,2÷35,3)
11	Lạng Sơn	11,8 (2,4÷20,8)	16,6 (9,7÷23,4)	20,9 (12,5÷30,2)	13,6 (6,6÷20,7)	21,3 (16,1÷26,8)	29,6 (23,6÷35,5)
12	Thái Nguyên	18,9 (11,1÷26,5)	22,5 (11,6÷32,7)	24,0 (13,2÷35,6)	17,0 (11,0÷23,5)	29,0 (19,6÷39,0)	35,8 (30,6÷41,0)
13	Phú Thọ	12,9 (2,0÷23,5)	18,6 (11,4÷25,2)	18,2 (7,2÷30,5)	15,9 (9,4÷21,5)	19,7 (13,0÷26,4)	22,5 (17,7÷27,4)
14	Vĩnh Phúc	17,9 (8,7÷26,7)	22,5 (14,2÷30,0)	20,4 (9,9÷32,3)	16,8 (9,2÷23,9)	27,8 (20,2÷36,4)	29,3 (24,5÷34,3)
15	Bắc Giang	14,1 (4,7÷23,0)	18,0 (10,6÷25,2)	23,8 (15,0÷33,3)	15,6 (9,6÷22,0)	26,2 (20,5÷32,2)	37,9 (30,0÷45,8)
16	Bắc Ninh	14,8 (4,8 ÷24,1)	14,8 (8,4÷21,2)	22,8 (14,3÷32,1)	12,6 (7,0÷18,5)	21,3 (16,4÷26,4)	35,7 (29,3÷41,4)
17	Quảng Ninh	15,7 (3,7÷26,5)	15,1 (9,7÷20,7)	25,2 (14,3÷36,1)	15,5 (5,4÷25,4)	24,2 (14,4÷33,4)	40,6 (28,8÷52,8)
18	Hải Phòng	23,1 (7,9÷37,5)	22,4 (16,4÷27,9)	31,0 (12,4÷49,5)	23,0 (11,2÷34,7)	29,4 (19,5÷38,8)	53,2 (39,8÷65,8)
19	Hải Dương	14,4 (4,4÷24,0)	15,2 (9,0÷21,5)	23,0 (13,2÷33,6)	16,0 (7,8÷24,2)	23,5 (17,9÷29,1)	36,0 (27,6÷43,7)
20	Hưng Yên	13,0 (3,5÷22,2)	17,5 (12,4÷22,3)	23,3 (13,0÷34,0)	17,2 (7,5÷26,5)	16,9 (11,6÷22,1)	32,7 (26,8÷38,3)
21	Hà Nội	14,1 (2,3÷25,3)	19,5 (14,0÷24,8)	19,7 (9,3÷30,8)	16,3 (7,9÷24,1)	20,9 (15,0÷26,8)	27,8 (20,9÷34,8)
22	Hà Nam	13,7 (2,1÷24,8)	18,6 (13,2÷23,8)	20,7 (10,0÷32,0)	16,7 (8,1÷24,8)	20,2 (14,1÷26,2)	28,7 (22,0÷35,4)
23	Thái Bình	11,9 (1,0÷22,9)	15,0 (10,0÷19,8)	24,8 (12,9÷36,8)	18,4 (8,9÷27,6)	17,4 (10,3÷23,8)	32,4 (26,7÷37,8)
24	Nam Định	11,7 (1,9÷21,8)	17,6 (8,8÷25,9)	24,5 (10,1÷39,0)	24,6 (13,6÷35,1)	14,8 (6,9÷22,1)	39,0 (28,5÷49,2)
25	Ninh Bình	7,1 (-1,3÷15,8)	14,3 (7,2÷21,0)	19,5 (10,2÷28,9)	19,5 (11,9÷26,3)	12,7 (8,2÷17,3)	27,0 (19,5÷34,6)
26	Thanh Hóa	6,5 (-3,8÷16,7)	11,1 (3,7÷18,4)	16,0 (6,8÷25,5)	24,1 (12,6÷34,6)	11,6 (3,4÷19,1)	25,0 (16,1÷33,8)
27	Nghệ An	13,3 (-2,9÷28,6)	5,2 (-1,1÷11,8)	10,9 (0,5÷20,5)	31,4 (11,6÷50,5)	15,9 (-2,3÷33,2)	23,9 (12,7÷34,9)
28	Hà Tĩnh	21,1 (-3,7÷44,7)	9,1 (-2,1÷20,3)	4,8 (-5,7÷16,1)	40,6 (5,0÷70,7)	18,6 (-6,5÷43,4)	22,2 (3,0÷41,8)
29	Quảng Bình	18,5 (-13,4÷48,1)	10,5 (1,5÷18,7)	-0,6 (-14,6÷12,9)	33,2 (-3,1÷64,0)	23,2 (-11,5÷57,7)	11,9 (-7,9÷31,8)
30	Quảng Trị	7,4 (-15,4÷28,2)	11,0 (-1,7÷23,4)	4,2 (-14,2÷21,8)	30,6 (7,7÷51,1)	16,4 (-14,7÷48,0)	10,6 (-12,2÷34,5)
31	Thừa Thiên - Huế	2,0 (-11,4÷15,3)	3,7 (-7,8÷15,5)	-9,6 (-22,4÷2,9)	13,7 (1,2÷25,2)	0,5 (-16,6÷18,0)	5,9 (-17,0÷28,6)
32	Đà Nẵng	-2,1 (-16,7÷10,7)	-1,1 (-10,1÷8,3)	-8,0 (-18,9÷2,5)	4,6 (-5,7÷14,1)	2,5 (-20,3÷23,2)	4,9 (-14,4÷25,1)
33	Quảng Nam	-1,9 (-11,8÷7,5)	0,2 (-12,0÷12,1)	-4,2 (-14,8÷5,8)	24,4 (3,2÷43,0)	15,2 (-5,9÷33,5)	-5,2 (-18,2÷7,4)
34	Quảng Ngãi	-2,0 (-9,9÷5,7)	-9,3 (-17,7÷-1,6)	-4,5 (-10,9÷2,4)	18,4 (-0,6÷34,4)	-0,9 (-8,5÷6,5)	-9,1 (-17,8÷-0,5)
35	Bình Định	1,5 (-10,5÷13,2)	-4,3 (-16,4÷7,3)	4,3 (-7,2÷15,5)	26,1 (2,2÷47,4)	5,2 (-4,9÷15,0)	3,2 (-9,9÷15,4)
36	Phú Yên	4,5 (-6,8÷16,2)	-1,4 (-13,0÷9,8)	4,5 (-6,9÷15,4)	14,1 (6,8÷21,7)	9,6 (0,8÷18,2)	9,5 (-4,4÷23,0)
37	Khánh Hòa	11,9 (-0,4÷23,5)	1,9 (-8,5÷12,8)	6,3 (-5,3÷17,8)	19,8 (8,1÷31,1)	9,8 (-0,7÷19,8)	4,7 (-8,2÷16,7)
38	Ninh Thuận	12,2 (0,2÷23,5)	9,6 (-2,8÷21,9)	10,9 (-6,0÷27,1)	21,8 (10,3÷32,4)	17,4 (-0,8÷34,5)	6,9 (-11,0÷23,9)
39	Bình Thuận	9,5 (-1,8÷19,7)	10,1 (0,0÷21,3)	12,4 (4,0÷20,5)	12,3 (3,9÷20,9)	12,4 (6,1÷18,9)	12,1 (3,0÷20,6)
40	Kon Tum	0,3 (-4,3÷5,2)	8,6 (-1,8÷19,3)	4,3 (-2,8÷11,4)	4,4 (-0,6÷9,2)	4,5 (0,4÷8,6)	1,9 (-1,9÷5,9)
41	Gia Lai	0,7 (-4,6÷6,1)	-0,7 (-10,1÷8,8)	0,2 (-6,7÷7,2)	4,4 (-1,7÷10,4)	2,1 (-3,5÷7,8)	-4,0 (-12,9÷5,7)
42	Đắk Lắk	1,3 (-6,4÷9,1)	-5,1 (-11,9÷2,2)	-2,2 (-8,7÷4,7)	2,8 (-4,6÷9,9)	0,4 (-4,8÷5,7)	-1,6 (-10,2÷7,7)
43	Đắk Nông	4,9 (-0,3÷10,1)	12,1 (2,0÷23,5)	9,6 (2,3÷17,2)	7,8 (1,3÷14,9)	16,2 (10,6÷21,8)	15,5 (12,6÷18,6)
44	Lâm Đồng	3,8 (-0,2÷7,7)	4,6 (-1,3÷10,7)	4,1 (-2,0÷10,5)	7,2 (2,2÷12,5)	10,1 (4,5÷15,7)	9,7 (3,5÷16,5)
45	Bình Phước	9,8 (4,5÷15,2)	11,6 (2,6÷21,6)	10,7 (5,4÷16,2)	13,4 (6,7÷20,7)	16,9 (13,4÷20,1)	19,5 (15,6÷23,2)
46	Tây Ninh	8,9 (5,1÷12,9)	10,4 (2,2÷19,5)	10,2 (4,3÷16,3)	13,3 (8,3÷18,3)	16,7 (13,0÷20,7)	20,9 (10,7÷30,1)
47	Bình Dương	9,6 (5,5÷13,9)	12,9 (4,9÷21,0)	12,2 (2,9÷21,2)	14,1 (9,8÷18,6)	18,0 (14,3÷21,7)	22,9 (13,9÷30,9)
48	Đồng Nai	9,4 (5,1÷13,9)	9,7 (2,5÷16,9)	9,8 (1,7÷18,0)	10,6 (6,0÷15,3)	15,1 (11,7÷18,5)	17,7 (11,0÷24,7)
49	TP. Hồ Chí Minh	11,8 (5,8÷17,8)	9,0 (0,9÷17,2)	9,3 (1,5÷16,9)	10,2 (5,5÷14,8)	15,2 (11,6÷18,9)	17,9 (11,1÷25,5)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	11,7 (3,5÷19,2)	9,1 (-0,3÷18,9)	9,9 (1,5÷17,9)	12,6 (4,7÷20,5)	11,6 (2,5÷19,8)	12,9 (2,8÷22,3)
51	Long An	4,0 (0,4÷7,9)	6,5 (-1,6÷14,0)	7,3 (0,4÷13,0)	11,6 (7,4÷16,2)	11,8 (7,6÷15,9)	13,1 (5,8÷20,3)
52	Vĩnh Long	2,5 (0,1÷5,1)	4,2 (-3,7÷12,0)	6,4 (-0,3÷12,5)	4,5 (0,4÷ 8,3)	11,4 (7,6÷14,9)	10,7 (4,8÷17,1)
53	Hậu Giang	1,1 (-3,0÷5,5)	1,6 (-5,2÷ 8,7)	3,4 (-2,8÷9,4)	1,6 (-2,6÷6,2)	5,9 (1,6÷10,3)	7,2 (-1,9÷16,0)
54	Tiền Giang	9,2 (4,4÷13,9)	7,7 (-0,3÷16,1)	7,9 (-0,1÷15,8)	9,8 (4,7÷14,9)	14,3 (10,1÷18,5)	16,4 (8,7÷24,9)
55	Đồng Tháp	4,3 (0,7÷8,1)	5,2 (-2,9÷13,5)	7,7 (1,8÷13,1)	8,6 (4,1÷13,2)	11,8 (7,3÷15,9)	12,6 (5,4÷19,9)
56	Bến Tre	10,8 (6,0÷15,8)	9,7 (0,2÷19,0)	11,0 (4,6÷17,1)	11,7 (7,7÷16,0)	13,9 (7,7÷19,6)	19,5 (12,2÷26,4)
57	Trà Vinh	4,2 (0,4÷8,2)	3,6 (-4,5÷11,6)	5,2 (-0,2÷10,6)	6,8 (2,5÷11,4)	8,5 (2,8÷13,9)	11,2 (3,5÷18,8)
58	An Giang	-2,4 (-5,2÷0,6)	-2,4 (-9,1÷4,3)	-0,6 (-5,1÷4,2)	1,8 (-2,7÷6,8)	3,1 (-2,2÷8,1)	3,0 (-5,1÷11,2)
59	Cần Thơ	3,9 (0,4÷7,2)	3,8 (-4,0÷11,4)	6,2 (-1,0÷12,6)	5,3 (0,3÷10,5)	13,3 (8,6÷17,7)	12,1 (5,4÷19,0)
60	Sóc Trăng	6,2 (2,1÷10,4)	6,4 (-1,1÷14,5)	9,9 (3,0÷16,4)	6,4 (2,5÷10,8)	11,3 (6,4÷16,0)	16,5 (8,2÷25,0)
61	Kiên Giang	-2,0 (-6,8÷2,8)	0,2 (-8,3÷9,1)	5,2 (-4,8÷14,8)	1,8 (-6,1÷10,5)	9,6 (2,6÷16,4)	6,7 (-3,5÷16,7)
62	Bạc Liêu	2,2 (-2,8÷6,7)	3,8 (-4,2÷12,4)	7,8 (-0,1÷15,1)	5,7 (1,3÷10,7)	9,6 (2,2÷16,8)	12,7 (2,6÷22,5)
63	Cà Mau	0,5 (-4,9÷5,4)	0,5 (-6,7÷7,9)	2,3 (-3,2÷7,6)	2,9 (-0,7÷6,8)	4,8 (-0,1÷9,8)	8,4 (0,5÷16,4)

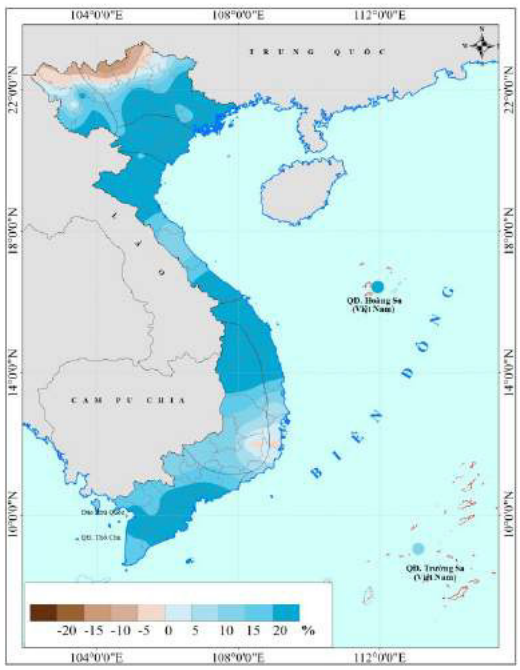


(a) vào giữa thế kỷ

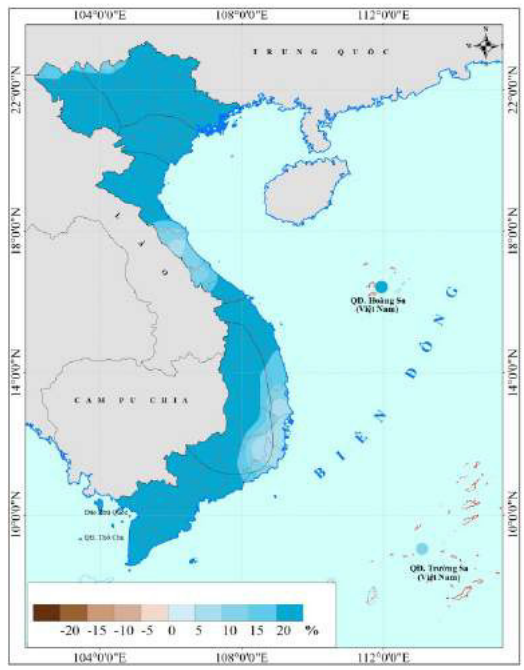


(b) vào cuối thế kỷ

Hình A15. Biến đổi của lượng mưa mùa thu theo kịch bản RCP4.5



(a) vào giữa thế kỷ



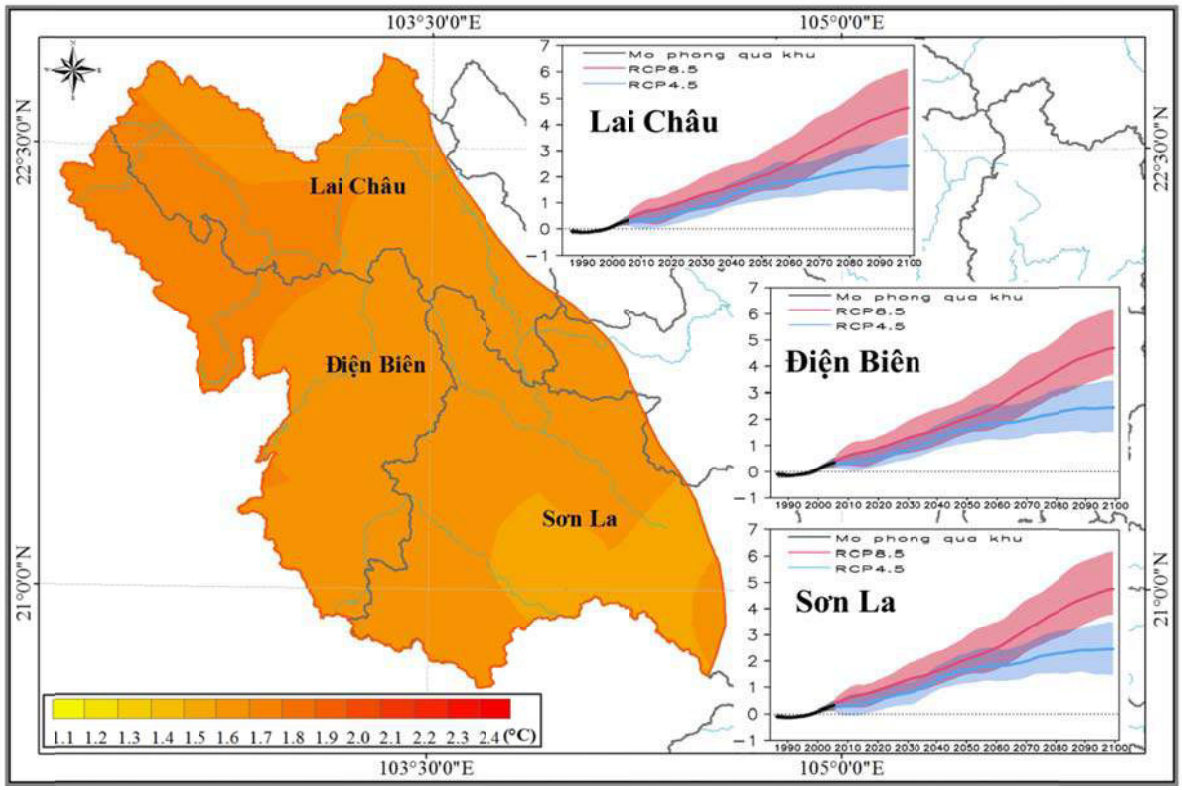
(b) vào cuối thế kỷ

Hình A16. Biến đổi của lượng mưa mùa thu theo kịch bản RCP8.5

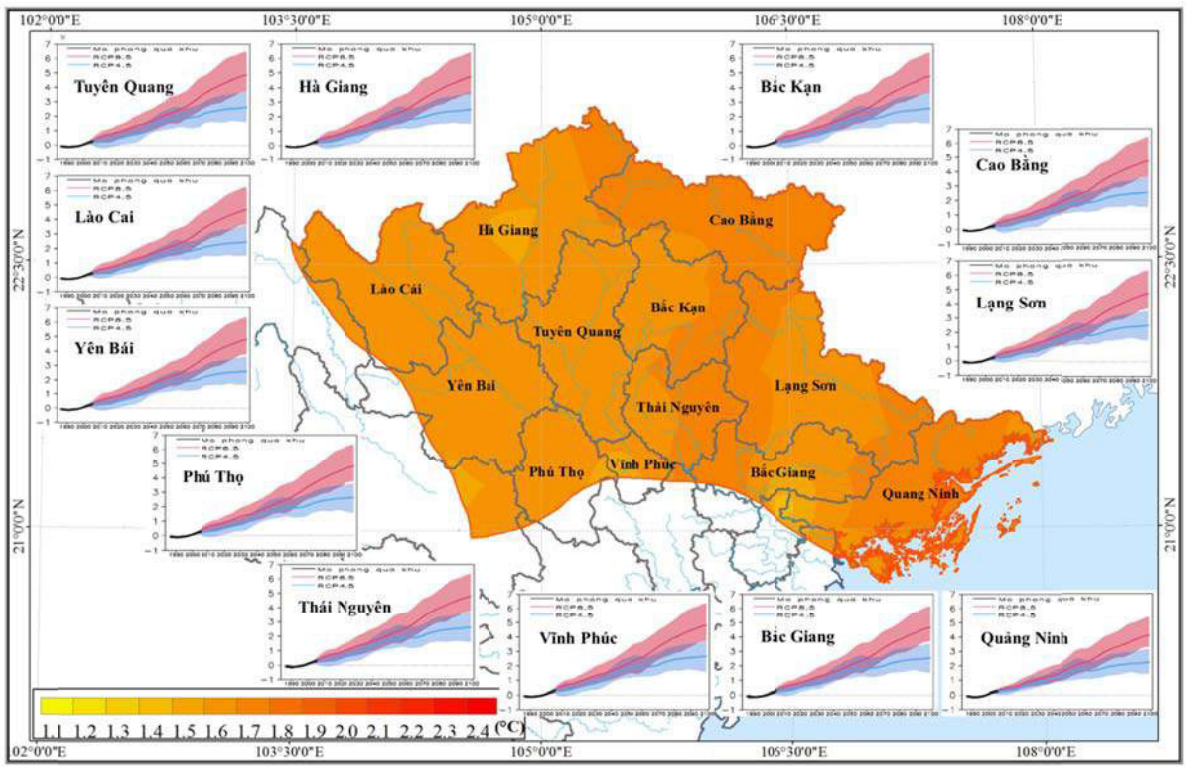
Bảng A8. Biến đổi của lượng mưa mùa thu (%) so với thời kỳ cơ sở

(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20% và cận trên 80%)

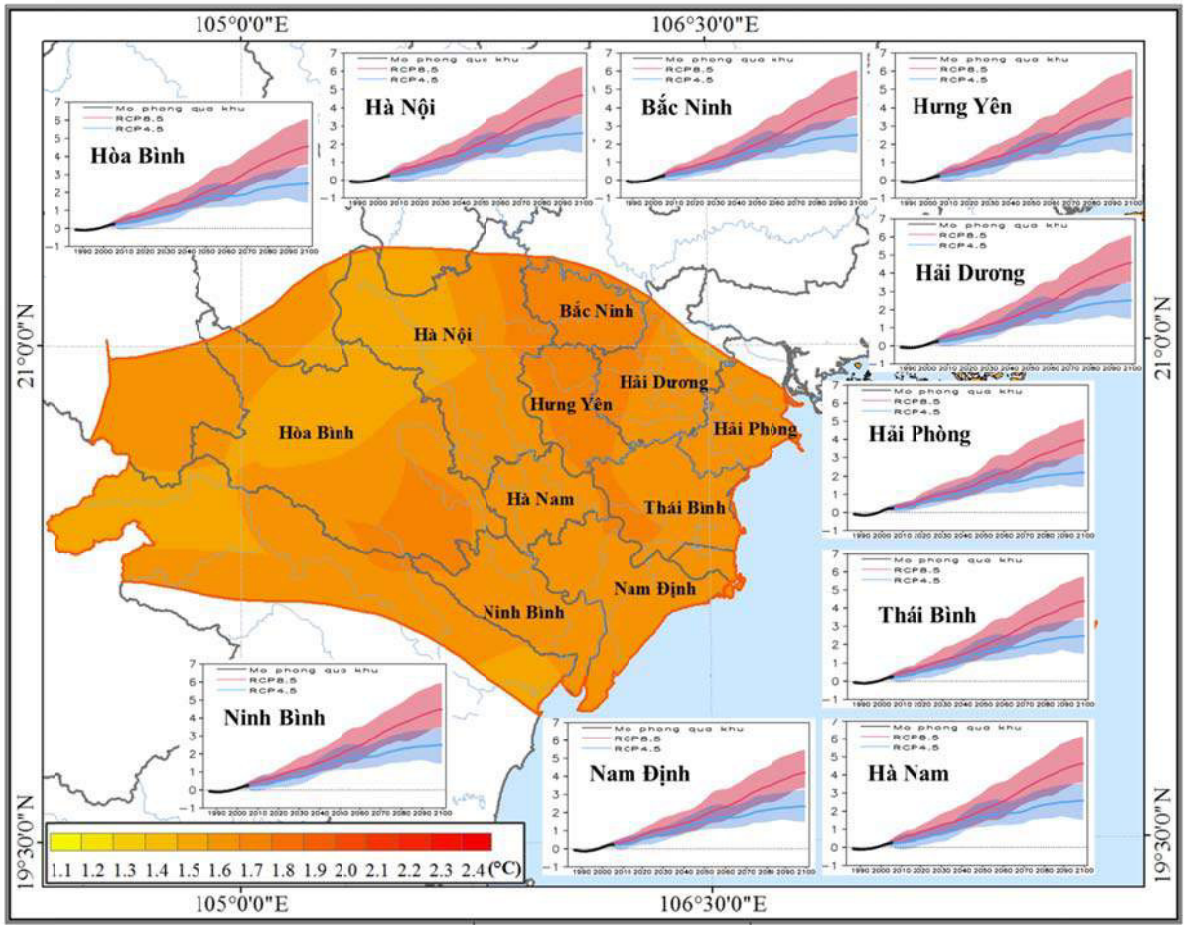
TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	-11,5 (-26,9÷3,8)	4,1 (-7,4÷15,6)	10,1 (-11,1÷31,1)	-12,7 (-21,3÷-4,2)	-3,7 (-16,2÷8,6)	22,6 (1,2÷43,2)
2	Điện Biên	-6,4 (-18,5÷5,5)	9,7 (-2,3÷21,7)	16,9 (-3,9÷37,5)	-3,4 (-15,5÷8,6)	7,3 (-5,1÷19,8)	36,3 (9,3÷62,1)
3	Sơn La	8,1 (-2,7÷19,0)	13,2 (1,0÷25,9)	28,8 (5,7÷53,5)	6,3 (-13,1÷24,6)	20,5 (4,8÷36,2)	52,4 (18,7÷82,7)
4	Hòa Bình	23,4 (5,2÷42,0)	21,6 (8,8÷35,3)	36,4 (11,2÷63,9)	9,5 (-12,0÷31,7)	26,0 (10,1÷43,5)	37,0 (3,3÷68,8)
5	Lào Cai	-10,6 (-27,5÷5,0)	-0,6 (-12,9÷11,2)	9,0 (-10,5÷30,0)	-11,8 (-22,1÷-1,2)	-7,6 (-18,8÷3,7)	20,1 (-9,9÷47,3)
6	Hà Giang	3,6 (-14,5÷21,0)	4,5 (-8,4÷16,9)	15,4 (0,9÷30,9)	-3,6 (-14,4÷7,2)	-5,5 (-19,2÷8,4)	32,0 (-4,4÷64,5)
7	Yên Bái	6,4 (-8,6÷21,3)	11,4 (-6,3÷29,3)	33,0 (1,1÷67,6)	1,7 (-16,7÷19,8)	14,9 (-4,6÷33,6)	53,8 (-1,2÷101,1)
8	Cao Bằng	36,7 (-4,2÷72,8)	15,7 (0,2÷30,5)	34,8 (9,5÷61,4)	9,8 (-7,6÷27,3)	8,6 (-5,8÷23,9)	69,5 (14,7÷118,1)
9	Tuyên Quang	15,3 (-4,7÷34,9)	8,7 (-7,0÷24,4)	34,6 (8,9÷61,7)	8,7 (-9,6÷25,3)	21,4 (-8,3÷49,5)	58,0 (0,5÷108,0)
10	Bắc Kạn	44,6 (2,4÷81,4)	16,5 (0,5÷32,4)	34,7 (13,8÷57,1)	6,9 (-7,6÷21,8)	11,9 (-5,5÷30,5)	65,8 (10,1÷114,6)
11	Lạng Sơn	65,0 (-1,0÷124,1)	30,1 (0,3÷58,1)	49,3 (8,5÷90,5)	24,5 (-3,4÷52,9)	24,6 (1,7÷46,4)	59,2 (12,9÷103,4)
12	Thái Nguyên	29,4 (-0,5÷57,0)	14,2 (-2,3÷31,1)	35,6 (13,9÷59,7)	10,6 (-0,4÷21,2)	21,1 (-3,2÷44,6)	61,6 (10,1÷107,5)
13	Phú Thọ	23,3 (3,7÷44,9)	20,8 (0,8÷42,4)	46,4 (13,2÷83,3)	14,7 (-9,7÷39,0)	31,6 (1,6÷60,1)	50,4 (-5,3÷99,8)
14	Vĩnh Phúc	28,8 (5,4÷54,4)	18,9 (-0,9÷40,8)	45,1 (16,9÷76,3)	15,1 (-3,3÷33,6)	28,7 (0,7÷55,4)	56,5 (2,1÷105,6)
15	Bắc Giang	56,5 (-4,8÷111,0)	28,1 (-1,2÷56,4)	47,1 (6,9÷86,8)	21,5 (-1,4÷45,0)	20,1 (-0,2÷39,3)	56,2 (15,4÷96,4)
16	Bắc Ninh	37,2 (-7,1÷75,6)	20,7 (-4,3÷44,6)	37,7 (3,9÷70,1)	8,1 (-14,2÷29,6)	14,1 (-0,5-28,2)	35,9 (5,7÷67,2)
17	Quảng Ninh	52,1 (-5,0÷102,2)	32,4 (7,2÷57,3)	44,8 (6,9÷82,6)	28,1 (0,7÷56,4)	38,7 (10,8÷67,2)	50,9 (6,6÷93,7)
18	Hải Phòng	45,1 (2,6÷81,5)	42,9 (17,8÷67,5)	48,2 (12,6÷83,4)	24,9 (3,5÷46,2)	46,3 (21,0÷70,9)	53,0 (12,9÷92,9)
19	Hải Dương	43,9 (-6,1÷87,6)	30,6 (3,3÷58,0)	46,7 (9,2÷84,7)	16,2 (-6,2÷39,6)	28,7 (8,9÷48,4)	47,8 (9,9÷86,5)
20	Hưng Yên	33,3 (0,7÷62,0)	22,7 (5,1÷40,9)	38,4 (11,5÷66,7)	8,8 (-11,9÷30,3)	29,4 (13,5÷46,4)	37,4 (8,1÷67,7)
21	Hà Nội	35,0 (6,7÷64,3)	25,4 (4,3÷48,8)	52,3 (19,2÷89,1)	16,1 (-8,2÷40,9)	30,6 (5,8÷55,2)	54,2 (4,5÷101,7)
22	Hà Nam	37,2 (6,8÷67,1)	26,6 (6,4÷48,7)	49,3 (17,7÷83,9)	16,8 (-7,1÷41,0)	33,0 (8,8÷57,0)	52,2 (6,5÷95,9)
23	Thái Bình	45,6 (7,1÷78,4)	31,5 (14,9÷48,0)	37,1 (11,5÷62,8)	19,3 (-2,9÷41,4)	42,7 (21,2÷64,1)	44,1 (14,3÷72,9)
24	Nam Định	34,5 (6,7÷58,8)	31,3 (18,2÷44,3)	37,8 (15,0÷60,7)	17,8 (-4,0÷39,9)	39,2 (21,5÷57,4)	46,8 (18,0÷75,4)
25	Ninh Bình	27,6 (4,4÷48,1)	27,3 (15,5÷39,0)	32,1 (10,1÷54,4)	8,5 (-11,4÷29,0)	34,0 (19,5÷49,7)	37,1 (14,5÷59,2)
26	Thanh Hóa	22,7 (5,9÷38,1)	34,0 (19,4÷47,9)	32,2 (12,2÷53,0)	13,8 (-6,9÷34,8)	36,3 (21,5÷52,1)	42,3 (22,2÷61,4)
27	Nghệ An	10,9 (3,0÷18,7)	30,6 (20,5÷41,0)	26,5 (9,1÷45,4)	12,4 (-3,8÷28,9)	32,8 (23,2÷42,9)	40,5 (26,5÷54,2)
28	Hà Tĩnh	9,9 (3,8÷16,1)	19,0 (5,2÷31,6)	17,6 (3,8÷30,3)	8,2 (-0,1÷15,8)	15,1 (6,6÷23,4)	17,6 (8,2÷27,0)
29	Quảng Bình	8,5 (0,8÷15,8)	12,5 (-3,6÷28,2)	16,1 (1,5÷29,3)	6,8 (-1,4÷13,8)	12,3 (3,2÷21,0)	10,2 (1,1÷19,1)
30	Quảng Trị	15,6 (3,0÷28,0)	21,0 (8,1÷34,1)	30,6 (17,1÷46,1)	15,0 (7,1÷22,6)	19,8 (9,5÷29,1)	18,3 (12,4÷24,2)
31	Thừa Thiên - Huế	24,7 (12,8÷36,1)	30,7 (13,0÷47,7)	39,9 (23,6÷57,9)	20,2 (10,4÷29,1)	27,2 (17,6÷35,9)	26,9 (15,5÷37,5)
32	Đà Nẵng	25,4 (18,4÷31,9)	32,4 (16,8÷47,8)	36,9 (22,8÷52,4)	23,8 (18,1÷29,0)	31,5 (23,3÷39,1)	25,3 (13,4÷36,6)
33	Quảng Nam	28,9 (21,1÷36,7)	37,4 (24,0÷51,6)	36,6 (24,6÷49,6)	22,7 (16,2÷29,3)	35,0 (26,1÷43,6)	35,0 (20,1÷49,7)
34	Quảng Ngãi	28,9 (20,6÷37,3)	39,1 (24,2÷55,3)	33,2 (20,0÷46,6)	23,5 (15,2÷32,0)	35,9 (25,8÷45,7)	26,9 (11,5÷42,5)
35	Bình Định	19,0 (13,2÷24,8)	27,9 (14,9÷40,7)	22,0 (10,1÷33,2)	18,2 (10,1÷26,5)	24,5 (15,4÷32,8)	16,9 (2,8÷31,3)
36	Phú Yên	11,0 (4,2÷17,7)	16,8 (6,9÷26,8)	15,5 (0,8÷29,0)	13,0 (2,6÷24,7)	8,8 (0,2÷17,0)	7,9 (-8,9÷23,8)
37	Khánh Hòa	5,9 (-3,2÷13,9)	15,8 (4,8÷26,0)	8,5 (-3,2÷19,4)	17,2 (4,6÷30,2)	0,1 (-10,9÷10,9)	6,7 (-7,6÷19,5)
38	Ninh Thuận	4,5 (-1,5÷ 9,9)	4,7 (2,6÷26,3)	12,7 (-5,6÷28,9)	19,3 (5,7÷33,2)	4,3 (-7,5÷15,0)	9,5 (-5,2÷23,3)
39	Bình Thuận	18,4 (8,3÷28,0)	21,5 (13,5÷30,1)	23,2 (13,4÷33,2)	16,0 (6,6÷25,8)	17,8 (6,2÷28,9)	21,5 (11,8÷31,2)
40	Kon Tum	20,1 (10,8÷29,8)	22,5 (10,2÷35,5)	29,9 (14,4÷47,0)	22,0 (13,1÷30,6)	34,3 (15,4÷52,1)	39,5 (26,8÷51,2)
41	Gia Lai	15,2 (7,2÷22,8)	20,5 (10,2÷30,3)	20,8 (7,4÷33,9)	17,3 (9,5÷25,4)	22,4 (9,4÷35,3)	24,3 (12,2÷37,3)
42	Đắk Lắk	10,2 (3,3÷16,7)	16,3 (4,6÷28,5)	17,4 (0,6÷32,9)	9,3 (0,4÷18,1)	11,5 (-0,6÷23,8)	21,1 (1,8÷39,2)
43	Đắk Nông	2,9 (-1,9÷7,7)	12,5 (0,8÷25,5)	11,9 (-2,6÷26,3)	5,9 (-0,9÷13,3)	14,2 (0,3÷29,2)	29,7 (15,7÷42,7)
44	Lâm Đồng	0,0 (-6,2÷6,3)	10,4 (1,8÷20,0)	3,0 (-7,7÷12,8)	5,2 (-2,7÷13,5)	5,0 (-5,2÷16,3)	11,5 (-1,3÷23,1)
45	Bình Phước	4,6 (0,5÷9,0)	15,6 (7,7÷24,4)	17,7 (3,6÷30,9)	11,5 (1,6÷22,3)	11,2 (2,2÷20,3)	30,6 (19,2÷40,9)
46	Tây Ninh	6,6 (-2,2÷15,6)	17,6 (4,1÷30,3)	18,4 (3,7÷31,4)	9,8 (-2,2÷21,7)	12,2 (1,0÷24,2)	23,5 (11,6÷34,4)
47	Bình Dương	8,5 (-0,1÷17,4)	18,7 (6,6÷31,3)	21,4 (6,2÷34,7)	11,2 (1,9÷20,3)	16,2 (6,3÷26,7)	24,5 (12,7÷35,5)
48	Đồng Nai	19,5 (10,1÷27,9)	29,4 (14,8÷44,5)	27,6 (11,7÷42,0)	20,6 (11,4÷29,3)	24,1 (12,7÷35,5)	30,4 (15,8÷43,4)
49	TP. Hồ Chí Minh	22,0 (11,6÷31,9)	35,6 (18,8÷53,6)	30,8 (14,1÷46,8)	23,2 (12,2÷34,6)	29,8 (18,8÷40,5)	34,4 (18,3÷49,5)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	21,8 (10,0÷33,0)	21,4 (10,5÷33,0)	23,7 (13,2÷34,6)	13,9 (3,3÷23,8)	20,6 (10,2÷31,6)	20,6 (10,2÷30,9)
51	Long An	14,8 (1,7÷27,1)	33,3 (9,5÷55,0)	20,9 (2,2÷37,5)	14,7 (0,4÷28,5)	19,1 (6,4÷31,7)	27,0 (14,1÷38,5)
52	Vĩnh Long	8,0 (1,9÷14,7)	21,2 (8,6÷35,3)	17,5 (4,9÷30,0)	15,1 (3,1÷27,7)	17,8 (10,6÷25,3)	28,4 (14,4÷42,0)
53	Hậu Giang	8,1 (1,9÷13,6)	17,3 (8,3÷26,8)	16,1 (3,8÷27,9)	15,2 (6,7÷23,6)	22,2 (17,7÷26,8)	25,0 (11,6÷38,3)
54	Tiền Giang	16,7 (6,1÷26,2)	31,5 (13,6÷50,0)	23,7 (7,9÷38,5)	17,4 (5,4÷28,7)	24,8 (12,2÷37,0)	29,5 (12,5÷45,4)
55	Đồng Tháp	11,2 (4,2÷18,8)	28,5 (12,1÷44,7)	20,2 (7,0÷32,9)	14,1 (2,1÷26,1)	19,3 (9,4÷29,3)	35,5 (24,5÷45,2)
56	Bến Tre	22,0 (7,2÷34,8)	30,0 (14,0÷46,5)	27,4 (12,6÷41,2)	18,6 (6,4÷29,6)	25,4 (12,6÷39,0)	27,8 (10,3÷44,1)
57	Trà Vinh	13,1 (1,7÷23,8)	28,6 (11,4÷45,8)	20,8 (5,5÷35,0)	15,7 (3,2÷27,7)	20,6 (8,7÷33,2)	27,1 (12,0÷40,9)
58	An Giang	4,3 (-3,8÷12,7)	27,3 (8,7÷45,2)	14,1 (-1,6÷28,8)	12,8 (0,1÷25,8)	15,9 (4,8÷27,5)	26,5 (13,7÷37,8)
59	Cần Thơ	10,6 (3,2÷18,0)	22,5 (9,6÷36,4)	19,0 (6,8÷31,1)	15,4 (2,9÷28,1)	21,0 (13,8÷28,3)	30,1 (17,3÷41,9)
60	Sóc Trăng	12,6 (5,4÷19,4)	19,4 (9,8÷29,6)	14,7 (5,9÷23,6)	15,1 (5,0÷24,8)	22,1 (15,4÷29,2)	25,9 (14,1÷37,3)
61	Kiên Giang	7,9 (0,0÷16,7)	21,9 (11,9÷32,7)	19,5 (6,6÷33,4)	13,4 (2,2÷24,6)	18,5 (9,6÷27,8)	28,0 (14,4÷42,7)
62	Bạc Liêu	14,7 (6,5÷22,2)	21,4 (12,2÷31,3)	17,4 (7,3÷27,3)	18,9 (9,2÷28,1)	22,7 (16,2÷29,7)	27,0 (13,2÷39,9)
63	Cà Mau	14,0 (2,9÷24,4)	16,2 (4,2÷29,0)	16,0 (3,5÷28,3)	14,3 (3,7÷24,9)	18,3 (11,3÷25,7)	23,6 (10,7÷36,3)



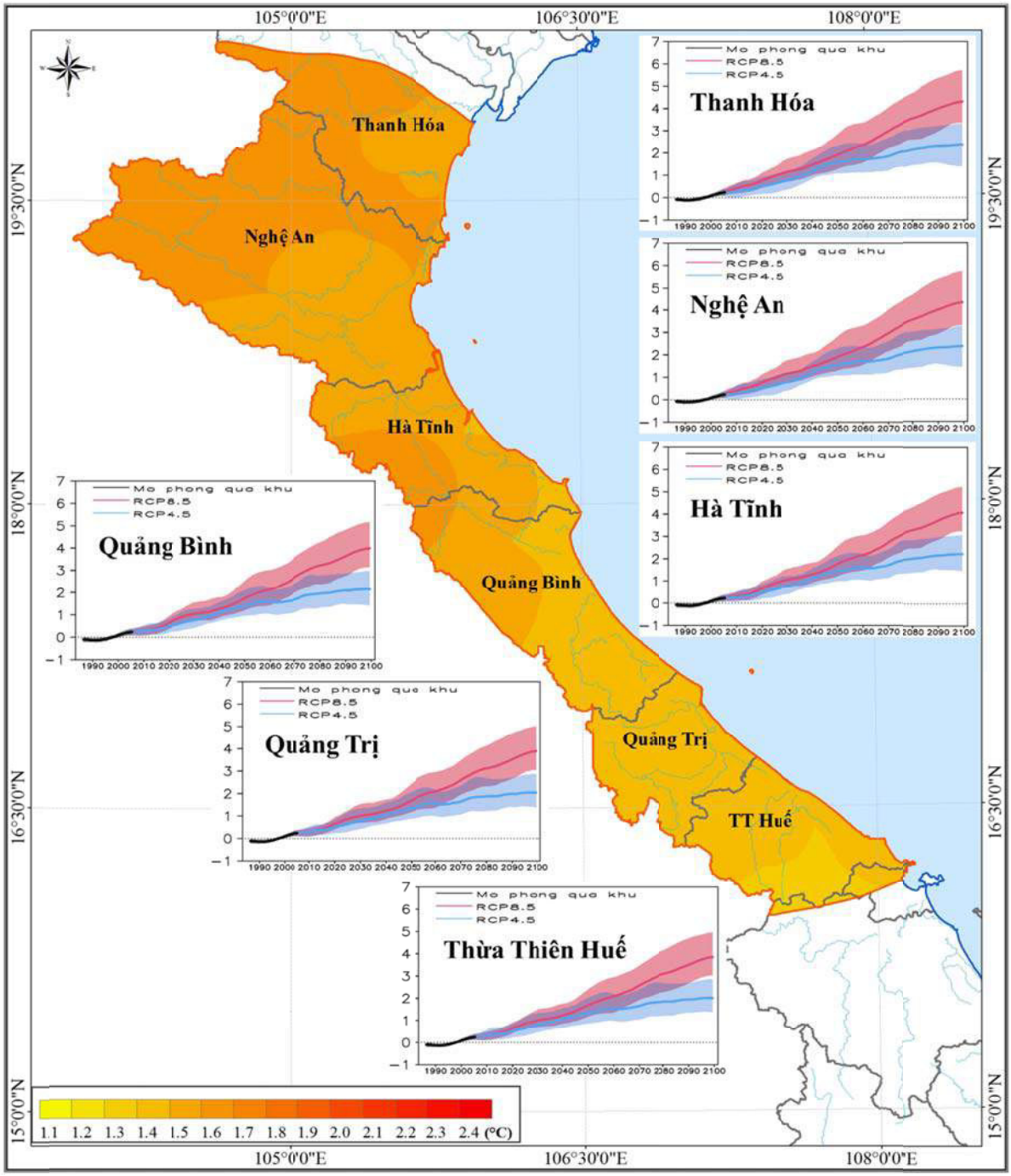
Hình A17. Kịch bản biến đổi nhiệt độ trung bình năm (°C) ở khu vực Tây Bắc



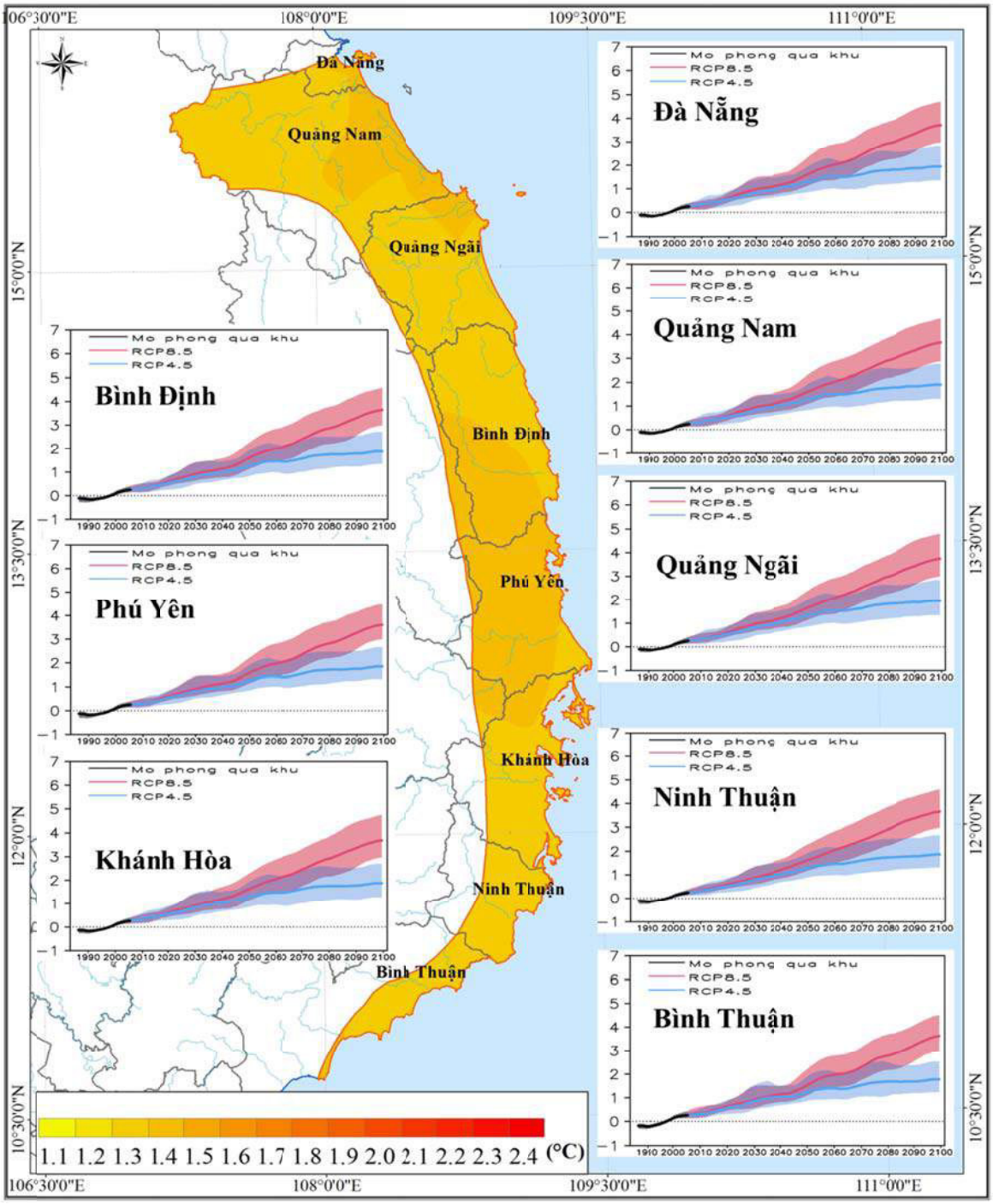
Hình A18. Kịch bản biến đổi nhiệt độ trung bình năm (°C) ở khu vực Đông Bắc



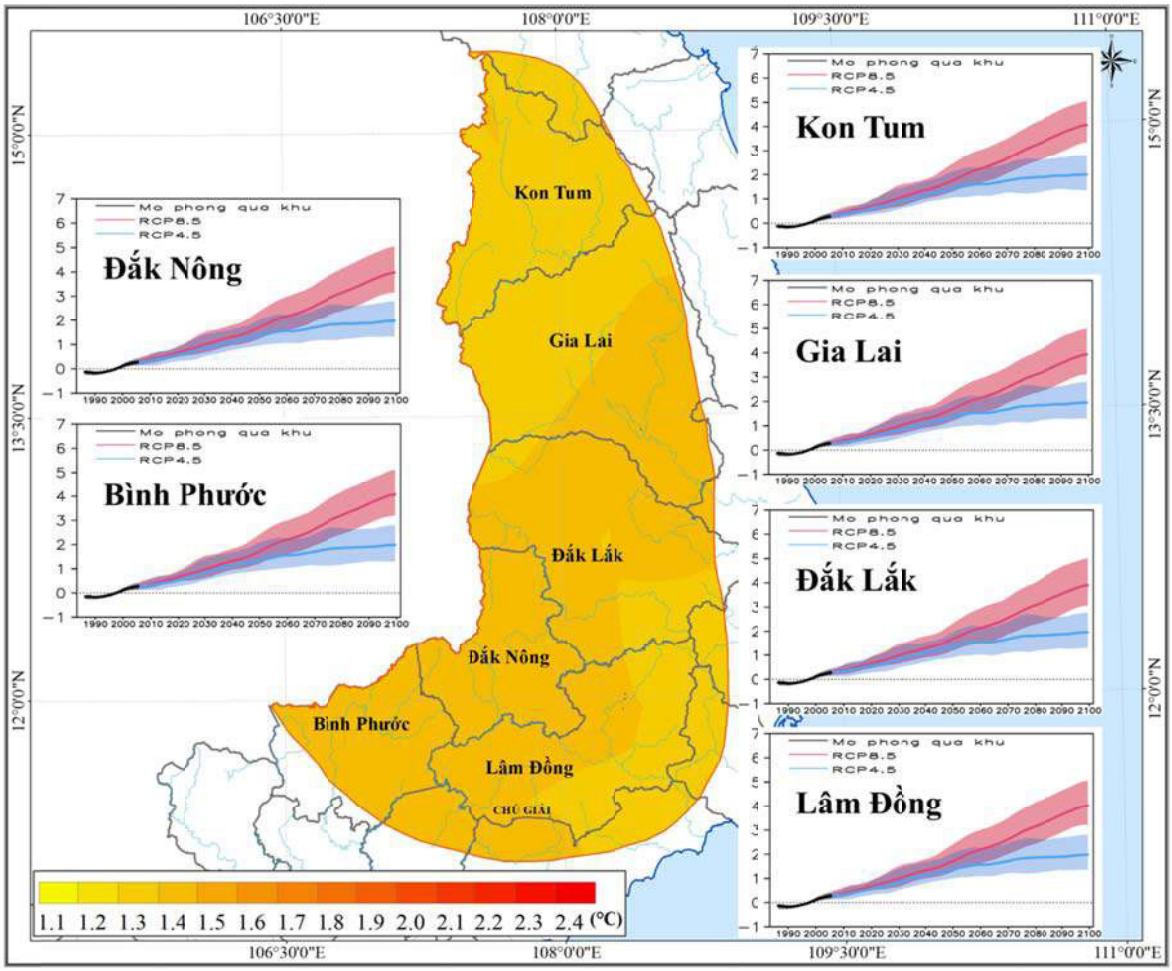
Hình A19. Kịch bản biến đổi nhiệt độ trung bình năm (°C) ở khu vực đồng bằng Bắc Bộ



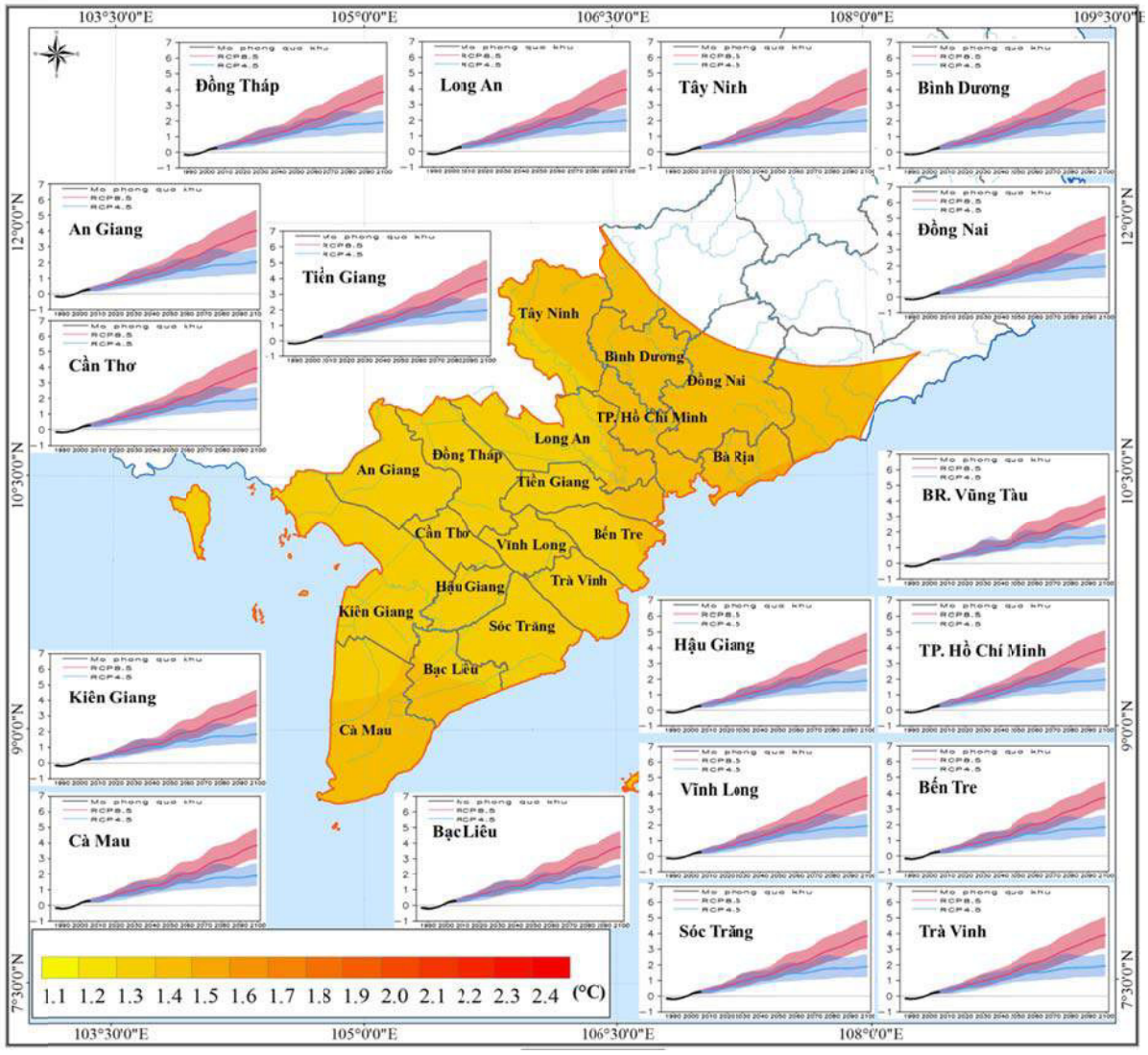
Hình A20. Kịch bản biến đổi nhiệt độ trung bình năm (^{o}C) ở khu vực Bắc Trung Bộ



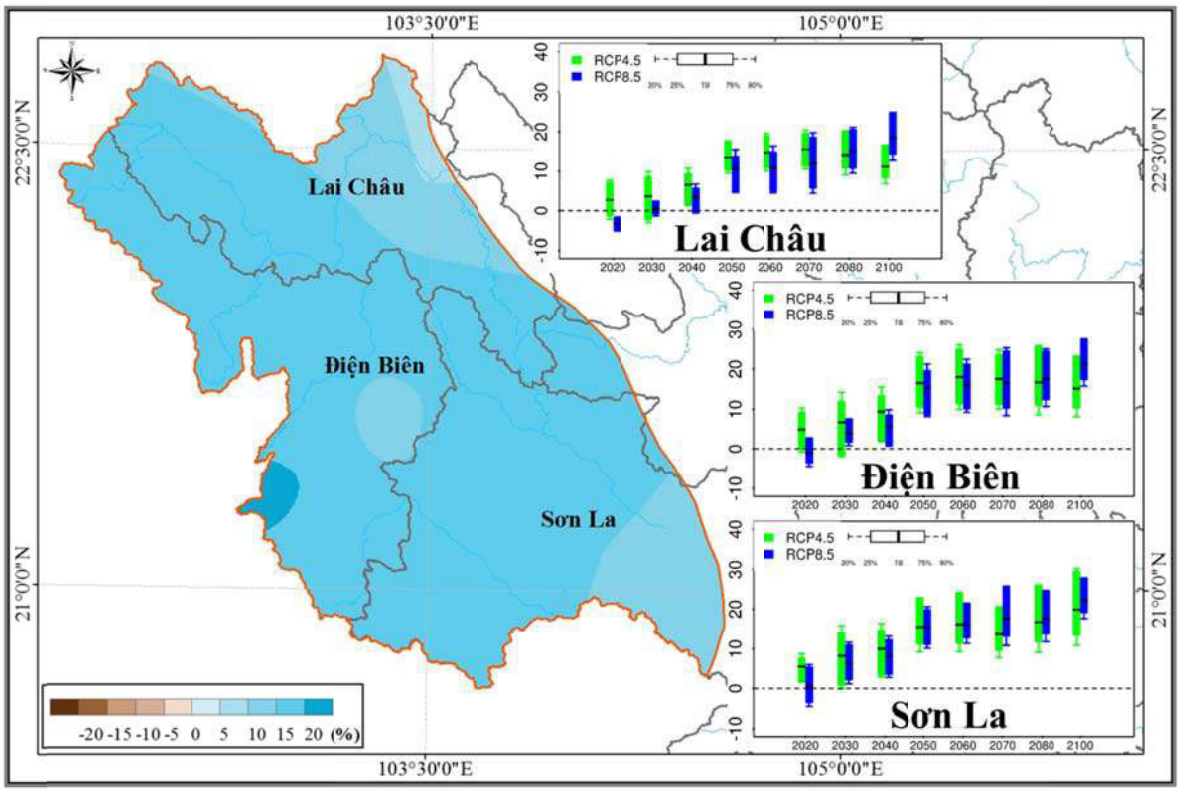
Hình A21. Kịch bản biến đổi nhiệt độ trung bình năm (°C) ở khu vực Nam Trung Bộ



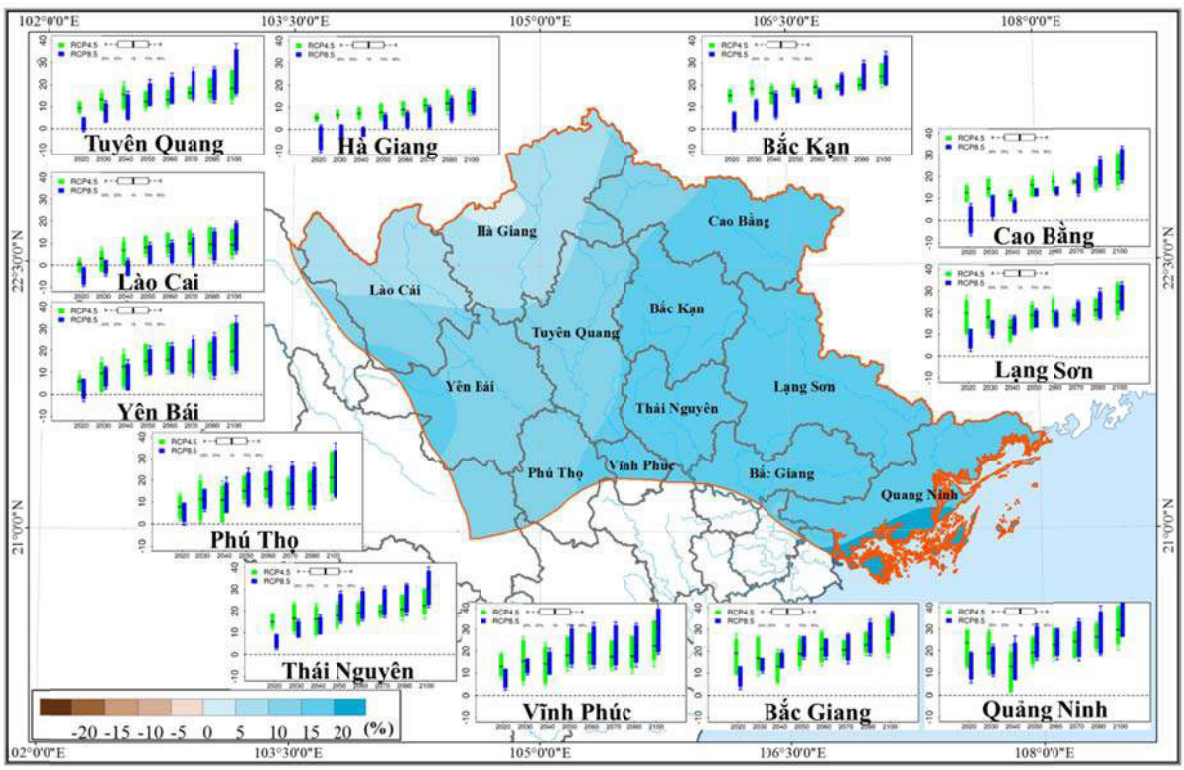
Hình A22. Kịch bản biến đổi nhiệt độ trung bình năm (°C) ở khu vực Tây Nguyên



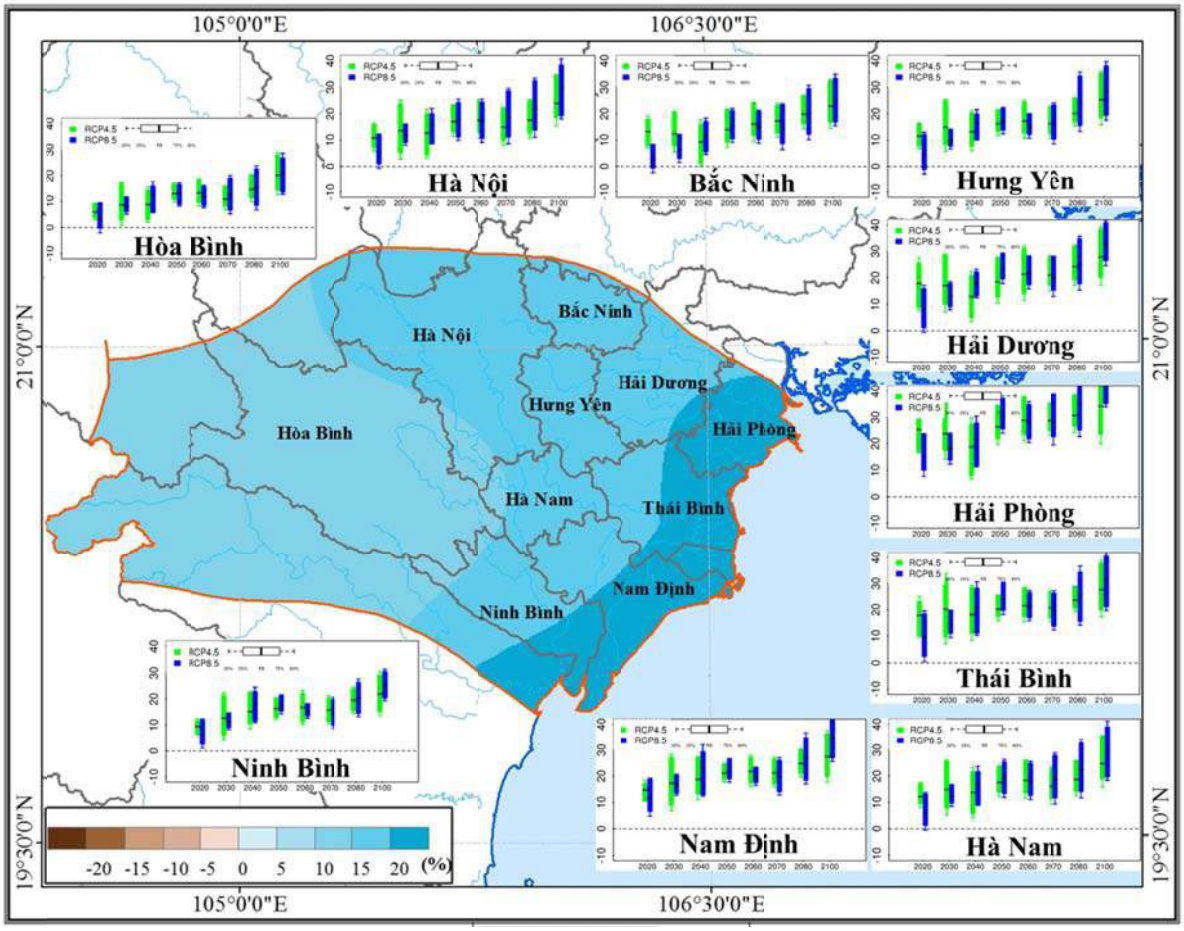
Hình A23. Kịch bản biến đổi nhiệt độ trung bình năm (°C) ở khu vực Nam Bộ



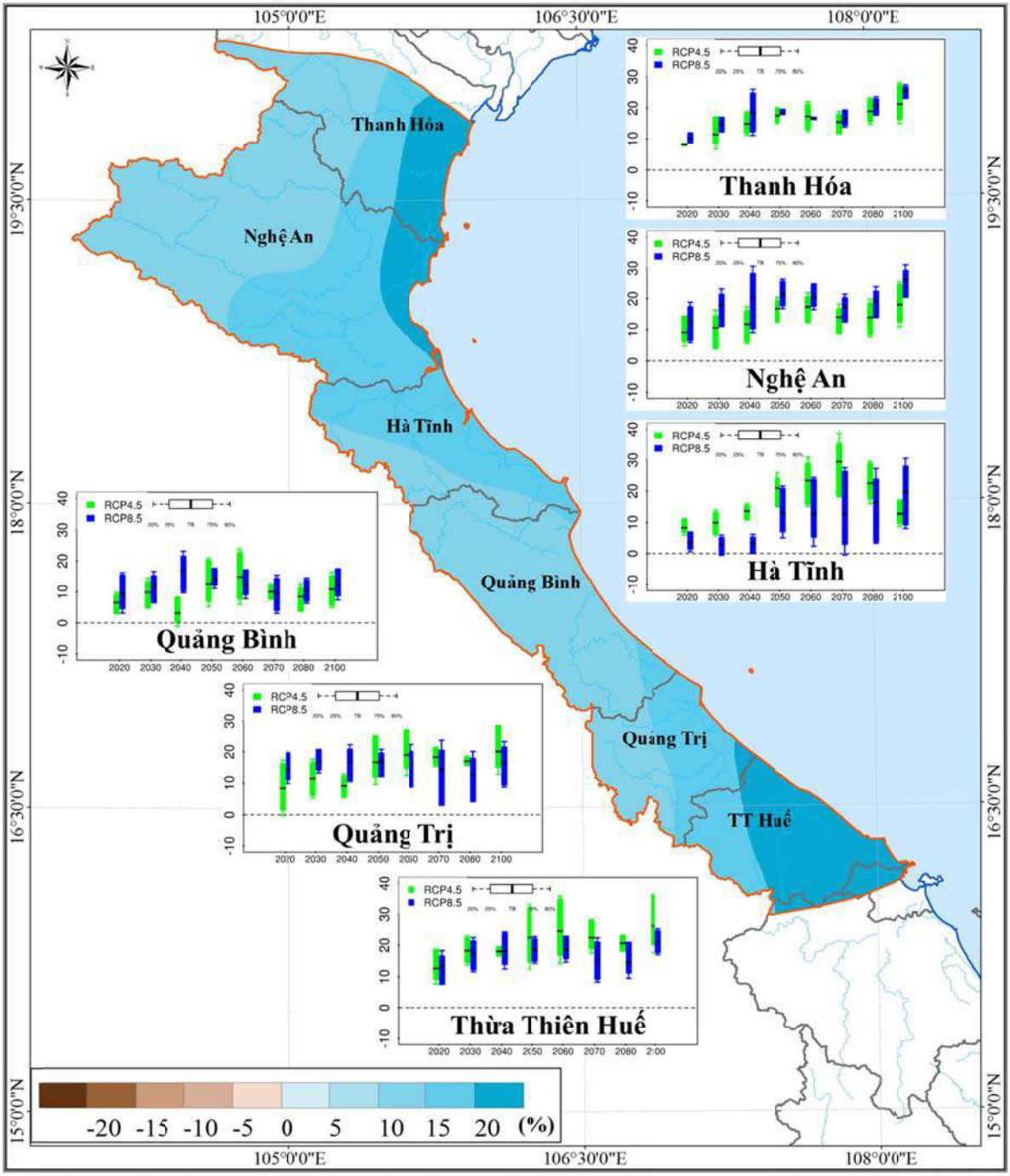
Hình A24. Kịch bản biến đổi lượng mưa năm (%) ở khu vực Tây Bắc



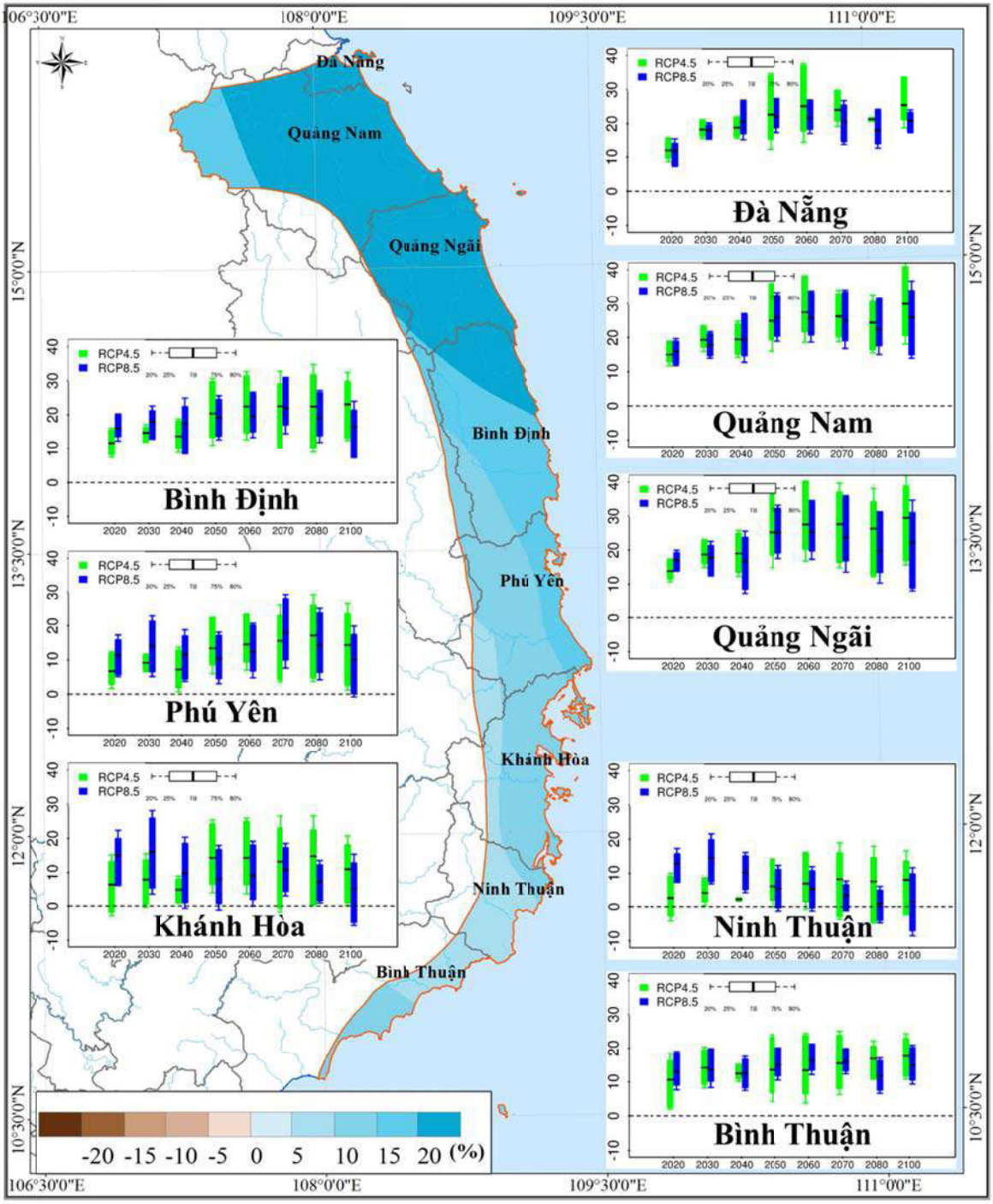
Hình A25. Kịch bản biến đổi lượng mưa năm (%) ở khu vực Đông Bắc



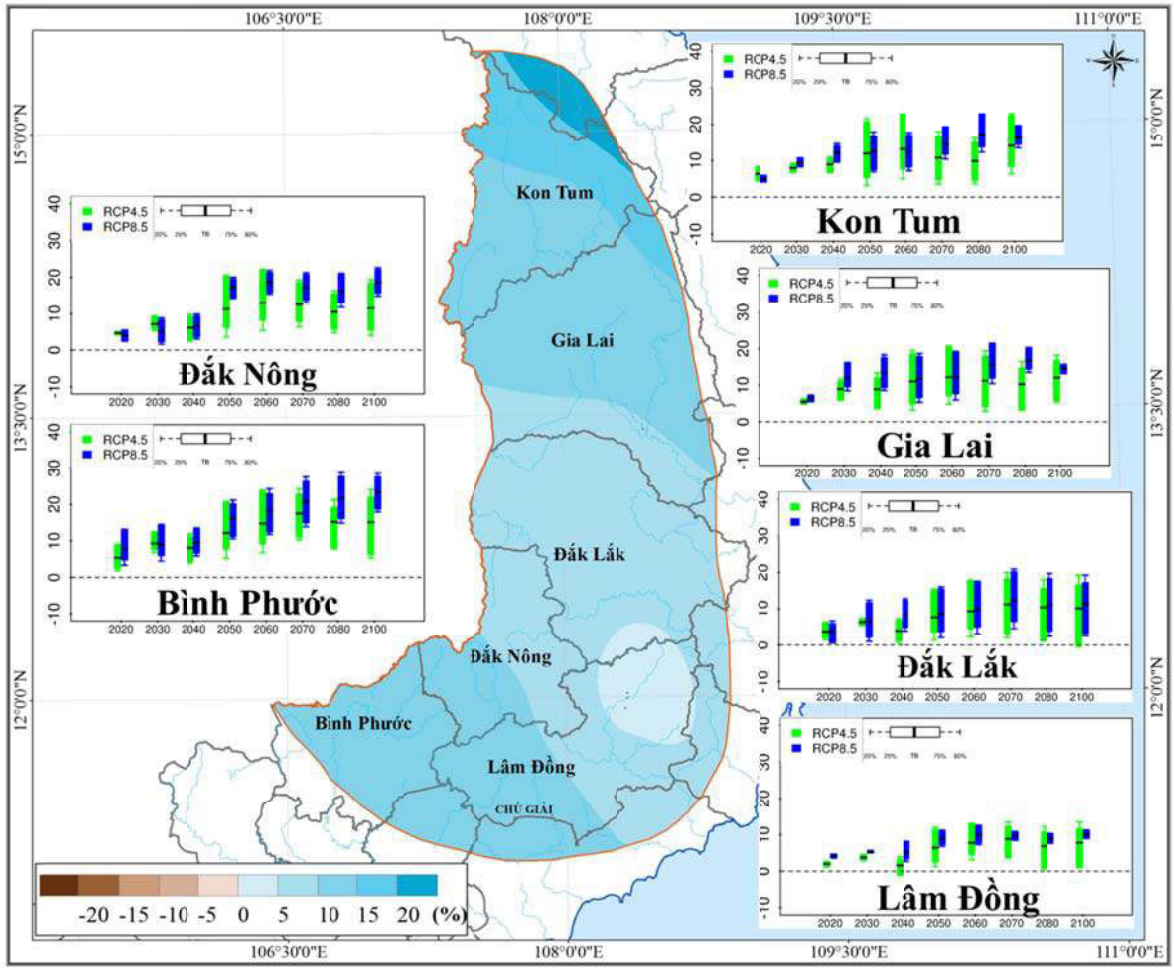
Hình A26. Kịch bản biến đổi lượng mưa năm (%) ở khu vực đồng bằng Bắc Bộ



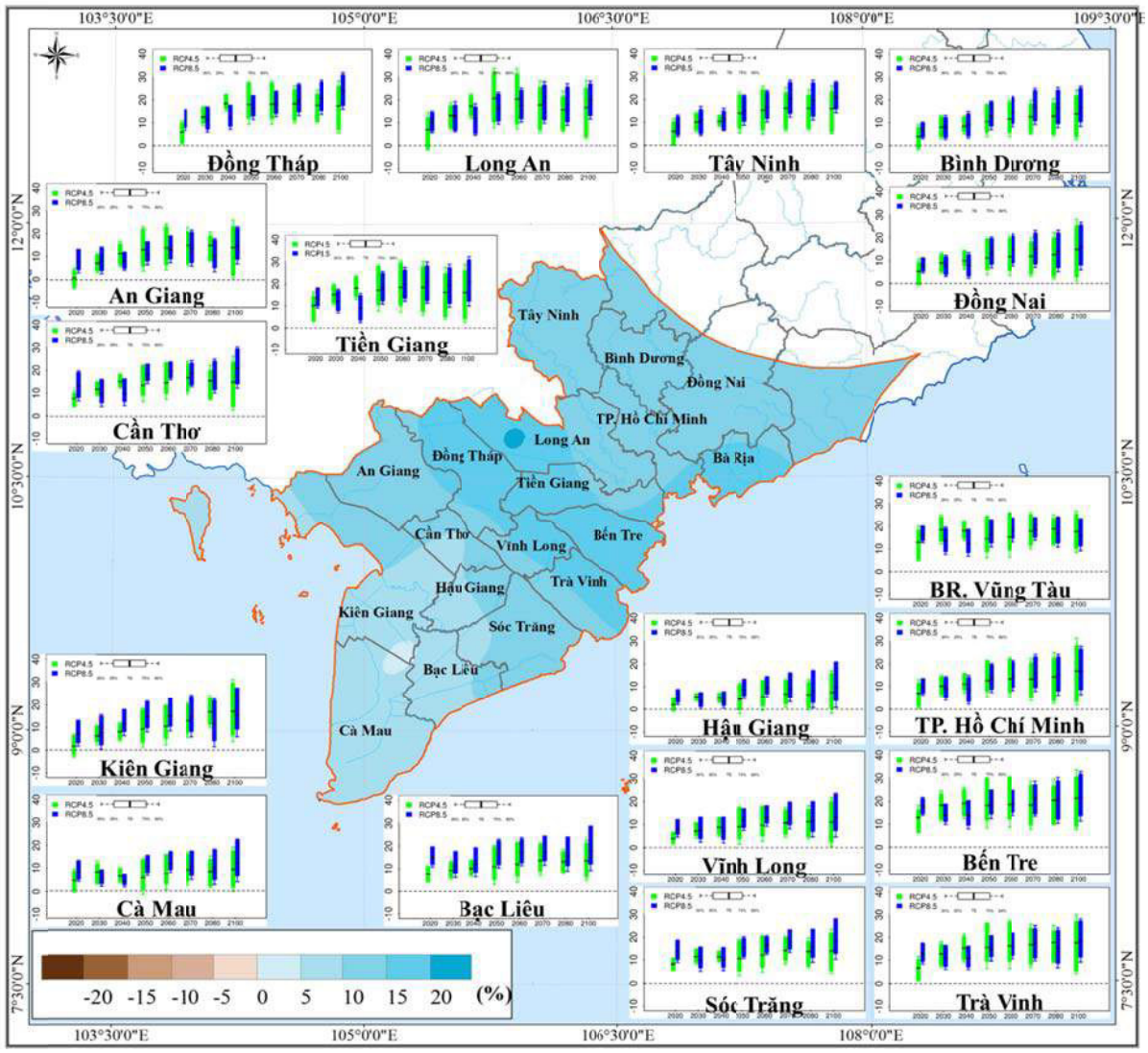
Hình A27. Kịch bản biến đổi lượng mưa năm (%) ở khu vực Bắc Trung Bộ



Hình A28. Kịch bản biến đổi lượng mưa năm (%) ở khu vực Nam Trung Bộ



Hình A29. Kịch bản biến đổi lượng mưa năm (%) ở khu vực Tây Nguyên



Hình A30. Kịch bản biến đổi lượng mưa năm (%) ở khu vực Nam Bộ

Bảng A5. Biến đổi của lượng mưa mùa đông (%) so với thời kỳ cơ sở

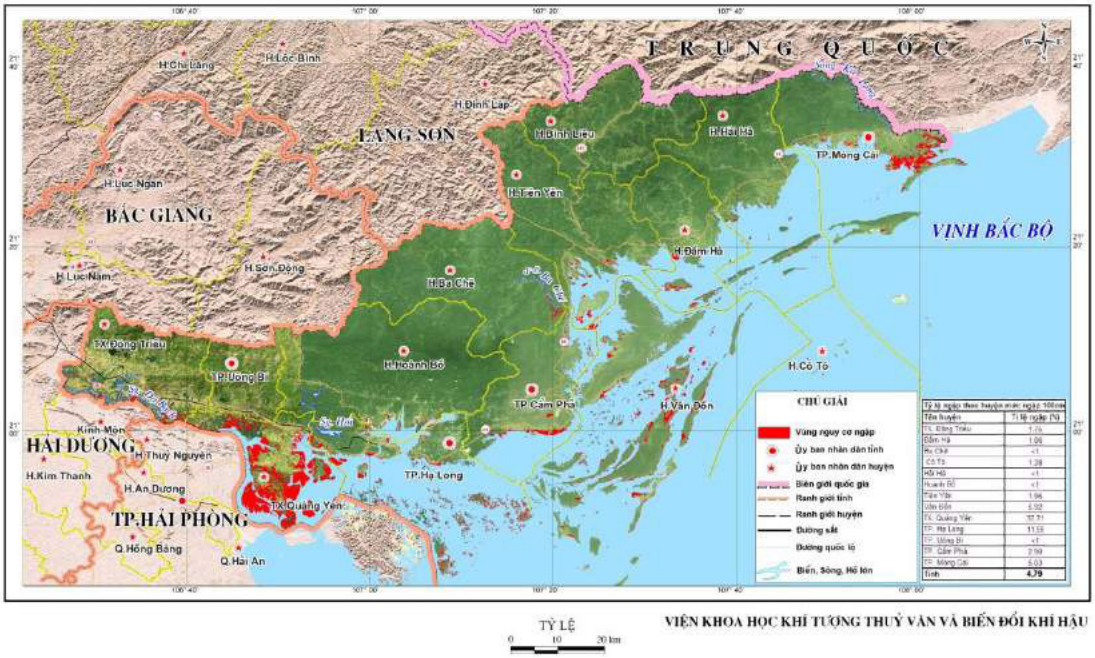
(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20% và cận trên 80%)

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
		2016-2035	2046-2065	2080-2099	2016-2035	2046-2065	2080-2099
1	Lai Châu	5,0 (-7,3÷18,2)	-12,6 (-22,6÷-3,2)	0,3 (-14,9÷14,9)	-9,4 (-19,7÷1,0)	-4,9 (-16,3÷5,8)	-6,7 (-30,8÷15,7)
2	Điện Biên	17,0 (-2,7÷37,2)	-9,7 (-23,2÷2,8)	15,3 (-12,4÷40,5)	-8,5 (-20,4÷3,4)	0,9 (-15,4÷16,8)	-4,8 (-29,9÷17,7)
3	Sơn La	11,2 (-7,3÷30,1)	-6,1 (-24,7÷10,6)	15,7 (-9,7÷39,9)	-5,5 (-19,7÷8,9)	-2,4 (-18,4÷13,9)	1,0 (-23,8÷24,7)
4	Hòa Bình	4,7 (-9,0÷19,4)	-1,8 (-15,1÷10,9)	-2,4 (-11,2÷6,4)	-2,4 (-14,4÷10,4)	1,3 (-11,8÷15,0)	16,8 (3,7÷29,8)
5	Lào Cai	7,2 (-2,1÷17,3)	-7,5 (-15,2÷0,4)	-0,2 (-9,9÷10,7)	-5,4 (-13,8÷2,8)	0,0 (-10,1÷10,6)	-4,4 (-23,3÷12,9)
6	Hà Giang	15,0 (4,4÷25,6)	-1,3 (-8,7÷6,0)	3,0 (-11,0÷17,8)	-0,8 (-12,4÷10,0)	5,8 (-4,6÷16,4)	-3,6 (-18,2÷11,5)
7	Yên Bái	11,1 (-0,6÷23,3)	-0,5 (-9,4÷7,7)	7,2 (-6,1÷20,9)	-0,9 (-11,1÷9,3)	4,0 (-7,8÷16,5)	5,2 (-8,1÷18,0)
8	Cao Bằng	8,1 (-0,5÷16,4)	-4,3 (-14,3÷4,9)	1,6 (-13,6÷18,5)	-4,1 (-14,7÷6,4)	-0,4 (-13,9÷13,2)	-0,2 (-16,6÷17,2)
9	Tuyên Quang	17,8 (5,6÷29,6)	3,6 (-4,8÷12,2)	3,9 (-10,9÷19,4)	0,1 (-10,9÷11,5)	2,6 (-8,9÷15,0)	3,7 (-14,9÷23,2)
10	Bắc Kạn	12,8 (0,1÷25,0)	-3,9 (-15,1÷7,3)	1,9 (-16,0÷21,2)	-1,2 (-16,2÷14,0)	-6,5 (-20,9÷8,4)	-2,8 (-22,8÷19,3)
11	Lạng Sơn	-2,2 (-14,9÷10,8)	-3,5 (-13,1÷5,7)	-5,4 (-20,0÷8,3)	-4,8 (-20,4÷11,3)	-6,5 (-20,1÷7,7)	-3,2 (-18,6÷13,5)
12	Thái Nguyên	10,1 (-3,2÷24,3)	-0,4 (-10,6÷9,4)	-3,5 (-18,4÷12,5)	0,6 (-15,1÷17,5)	-3,8 (-20,6÷13,6)	4,3 (-13,6÷23,6)
13	Phú Thọ	11,9 (0,9÷22,5)	4,5 (-4,0÷12,6)	3,7 (-5,2÷13,1)	3,1 (-6,6÷13,7)	6,6 (-4,4÷18,8)	22,3 (9,8÷34,8)
14	Vĩnh Phúc	12,5 (0,4÷25,8)	5,8 (-4,1÷15,1)	-3,2 (-13,6÷8,2)	4,7 (-8,0÷18,7)	2,7 (-11,9÷18,5)	20,0 (5,9÷35,1)
15	Bắc Giang	0,5 (-16,0÷17,4)	-2,7 (-12,9÷7,4)	-9,1 (-24,0÷4,8)	-0,6 (-21,9÷22,2)	-6,8 (-23,5÷10,5)	4,2 (-11,7÷21,3)
16	Bắc Ninh	0,1 (-13,4÷14,4)	-3,8 (-14,2÷ 6,4)	-9,4 (-19,6÷ 0,7)	0,6 (-14,3÷15,1)	-6,8 (-23,2÷9,8)	-5,5 (-21,7÷12,2)
17	Quảng Ninh	4,3 (-16,6÷25,6)	5,3 (-10,3÷20,2)	-2,3 (-17,5÷12,4)	3,2 (-19,6÷26,5)	-0,5 (-14,8÷14,4)	6,3 (-12,6÷27,2)
18	Hải Phòng	12,1 (-8,8÷33,4)	9,1 (-7,6÷24,6)	-2,9 (-16,8÷10,8)	2,8 (-15,3÷21,4)	-1,8 (-17,6÷14,0)	-1,9 (-19,6÷17,1)
19	Hải Dương	1,2 (-14,4÷18,1)	-1,6 (-12,6÷9,1)	-10,4 (-24,0÷3,0)	-4,0 (-22,9÷15,1)	-3,8 (-19,6÷12,8)	7,6 (-7,8÷24,4)
20	Hưng Yên	5,2 (-8,7÷19,9)	5,3 (-8,6÷17,9)	-3,2 (-13,2÷6,9)	-4,1 (-17,1÷9,7)	2,9 (-15,5÷21,9)	11,4 (-6,1÷28,7)
21	Hà Nội	8,9 (-3,9÷21,9)	5,4 (-4,2÷14,1)	1,9 (-7,7÷11,5)	4,3 (-7,1÷16,4)	4,9 (-8,2÷19,5)	24,6 (11,9÷37,2)
22	Hà Nam	8,2 (-6,2÷23,1)	8,3 (-5,3÷20,5)	1,7 (-8,9÷12,4)	4,5 (-8,6÷18,5)	6,1 (-9,0÷22,2)	23,3 (6,9÷39,7)
23	Thái Bình	5,5 (-15,5÷27,7)	19,7 (-9,5÷46,2)	0,7 (-13,9÷15,9)	5,3 (-14,4÷26,8)	10,6 (-12,2÷33,1)	18,2 (-13,1÷49,8)
24	Nam Định	7,8 (-12,2÷28,8)	23,6 (-4,9÷49,2)	8,4 (-10,8÷26,3)	5,7 (-13,0÷24,9)	13,3 (-9,2÷34,7)	16,1 (-12,9÷43,1)
25	Ninh Bình	12,4 (-5,4÷31,1)	9,8 (-7,2÷26,0)	6,9 (-3,4÷17,3)	4,4 (-11,1÷20,0)	14,0 (-6,9÷33,5)	26,8 (-5,8÷54,7)
26	Thanh Hóa	9,8 (-6,2÷26,9)	4,6 (-10,7÷19,5)	7,3 (-5,6÷19,6)	5,6 (-11,8÷23,2)	14,6 (-3,2÷32,5)	22,1 (-1,1÷43,4)
27	Nghệ An	12,8 (0,1÷25,8)	19,8 (3,9÷34,7)	10,1 (-0,9÷20,6)	5,2 (-7,9÷18,6)	23,1 (6,3÷39,8)	22,7 (2,7÷41,0)
28	Hà Tĩnh	12,0 (4,1÷19,5)	21,0 (11,4÷30,4)	12,8 (5,4÷20,0)	3,5 (-2,1÷9,2)	13,0 (1,6÷24,4)	19,8 (6,5÷33,2)
29	Quảng Bình	12,8 (3,9÷20,6)	21,5 (11,7÷31,3)	12,2 (5,0÷19,8)	4,2 (-1,8÷10,6)	12,1 (-0,5÷25,1)	25,9 (11,0÷41,6)
30	Quảng Trị	7,8 (-2,6÷17,8)	16,8 (5,8÷27,9)	19,7 (6,1÷33,9)	2,7 (-3,8÷9,4)	7,6 (-10,4÷26,9)	24,4 (6,4÷43,2)
31	Thừa Thiên - Huế	9,1 (1,5÷17,2)	21,8 (6,2÷37,0)	26,7 (10,3÷41,9)	9,8 (0,8÷18,6)	7,4 (-9,3÷25,6)	26,6 (-2,3÷55,8)
32	Đà Nẵng	0,5 (-8,7÷11,0)	14,1 (-2,1÷30,7)	26,0 (6,9÷45,0)	0,6 (-7,1÷8,4)	4,1 (-13,1÷22,6)	19,9 (-11,8÷52,2)
33	Quảng Nam	5,9 (-1,8÷13,4)	14,4 (-0,9÷30,0)	53,0 (21,3÷83,3)	6,1 (-4,7÷16,3)	15,7 (-4,9÷37,9)	31,0 (-7,9÷70,4)
34	Quảng Ngãi	3,2 (-5,6÷11,9)	17,9 (0,2÷35,0)	65,8 (18,8÷108,8)	5,8 (-2,6÷14,1)	16,0 (-4,2÷38,7)	38,3 (-7,9÷85,6)
35	Bình Định	5,3 (-6,2÷16,4)	12,6 (-4,4÷28,0)	54,5 (9,6÷94,7)	1,2 (-9,2÷11,4)	11,8 (-9,1÷33,7)	23,9 (-7,5÷59,2)
36	Phú Yên	10,9 (-1,6÷23,1)	16,0 (-4,8÷35,0)	41,3 (3,5÷75,9)	-8,0 (-14,5÷-1,5)	30,5 (5,1÷58,8)	37,4 (-0,2÷77,4)
37	Khánh Hòa	7,1 (-6,2÷19,8)	23,2 (-8,0÷52,0)	26,4 (5,0÷47,3)	-11,2 (-18,1÷-4,4)	43,1 (5,8÷83,4)	7,7 (-19,8÷38,0)
38	Ninh Thuận	5,9 (-15,1÷27,3)	16,5 (-23,5÷54,8)	17,8 (-21,1÷51,4)	-10,3 (-27,5÷ 4,9)	40,8 (-9,4÷92,6)	-17,5 (-41,9÷ 9,6)
39	Bình Thuận	42,0 (4,5÷77,2)	2,7 (-19,5÷23,8)	36,8 (-1,9÷74,2)	-5,0 (-27,5÷15,9)	44,6 (1,9÷87,7)	-8,6 (-36,9÷19,1)
40	Kon Tum	3,4 (-32,7÷38,0)	31,1 (-9,2÷70,9)	91,8 (-29,1÷197,2)	3,2 (-28,6÷32,5)	30,7 (-0,1÷60,2)	13,7 (-20,8÷47,7)
41	Gia Lai	-8,1 (-33,6÷17,5)	7,3 (-29,9÷40,7)	47,2 (-29,3÷115,3)	-23,2 (-39,4÷-8,2)	38,1 (-8,9÷81,2)	22,8 (-26,9÷71,8)
42	Đắk Lắk	3,2 (-19,4÷23,7)	2,0 (-15,9÷19,2)	18,0 (-23,2÷55,3)	-26,1 (-34,0÷18,7)	28,8 (-1,8÷59,2)	13,4 (-24,6÷52,8)
43	Đắk Nông	13,4 (-10,2÷36,3)	20,9 (-3,5÷42,6)	22,2 (-13,1÷54,8)	25,0 (-14,8÷58,2)	46,1 (8,1÷81,7)	2,6 (-20,6÷28,2)
44	Lâm Đồng	32,5 (-4,6÷69,7)	35,1 (-0,7÷67,3)	54,4 (-9,1÷112,3)	19,9 (-29,2÷63,3)	85,8 (29,1÷137,9)	-9,8 (-25,8÷6,0)
45	Bình Phước	49,8 (-2,6÷98,3)	39,2 (-11,3÷86,4)	65,6 (5,6÷122,3)	19,8 (-7,4÷47,0)	43,4 (-4,4÷87,7)	48,7 (-5,5÷96,6)
46	Tây Ninh	18,7 (-10,1÷46,1)	34,6 (6,8÷64,1)	61,1 (19,7÷99,5)	12,4 (-4,4÷28,5)	18,2 (-4,5÷42,2)	24,9 (-2,6÷50,0)
47	Bình Dương	19,4 (-8,4÷44,2)	32,0 (-2,5÷65,0)	60,6 (-4,1÷118,3)	23,7 (6,2÷40,6)	25,4 (-0,3÷52,5)	5,5 (-15,5÷26,7)
48	Đồng Nai	45,2 (8,6÷78,6)	36,4 (12,6÷57,8)	114,8 (-12,5÷222,1)	17,7 (0,8÷35,6)	34,7 (3,2÷62,9)	16,4 (-9,8÷46,0)
49	TP. Hồ Chí Minh	49,7 (11,7÷ 83,9)	45,5 (16,1÷71,1)	179,6 (-16,3÷-341,2)	27,4 (9,9÷45,2)	46,0 (13,1÷79,9)	24,5 (-5,9÷59,3)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	50,8 (26,2÷75,1)	34,8 (2,2÷67,7)	81,1 (12,1÷142,1)	42,8 (10,9÷74,8)	61,9 (15,9÷104,3)	43,3 (1,2÷86,3)
51	Long An	43,2 (6,0÷77,1)	52,3 (19,8÷86,0)	80,5 (17,3÷135,1)	37,5 (14,5÷57,6)	22,8 (-6,8÷54,5)	55,6 (15,5÷96,8)
52	Vĩnh Long	67,9 (24,7÷108,8)	62,0 (3,7÷110,6)	136,1 (-0.6÷252,8)	51,3 (3,6÷92,6)	75,4 (38,9÷108,7)	49,4 (-12,2÷106,6)
53	Hậu Giang	125,4 (32,8÷205,0)	54,7 (-9,7÷110,6)	43,4 (2,3÷83,1)	33,7 (4,4÷62,1)	87,8 (51,8÷124,6)	59,7 (-7,0÷117,5)
54	Tiền Giang	37,8 (23,4÷52,4)	25,1 (-0,7÷49,3)	68,9 (1,3÷125,4)	17,9 (-0,3÷36,2)	37,5 (-5,3÷79,7)	46,8 (3,6÷87,8)
55	Đồng Tháp	48,6 (3,3÷88,4)	50,7 (22,2÷79,2)	90,0 (17,1÷151,0)	30,5 (5,4÷55,3)	35,3 (5,0÷66,2)	53,8 (9,6÷99,2)
56	Bến Tre	73,8 (41,7÷103,5)	63,5 (8,2÷111,4)	116,6 (-5,4÷221,3)	61,1 (38,8÷83,4)	69,2 (23,8÷116,4)	73,4 (16,1÷132)
57	Trà Vinh	55,5 (22,5÷84,9)	53,7 (11,9÷92,4)	120,3 (4,8÷218,9)	47,8 (26,0÷69,2)	58,1 (14,7÷101,5)	64,5 (15,8÷116)
58	An Giang	37,2 (3,3÷66,4)	43,9 (15,6÷73,4)	124,1 (14,9÷216,4)	34,4 (13,1÷55,0)	47,0 (5,6÷86,6)	55,6 (15,4÷98,7)
59	Cần Thơ	75,3 (32,5÷114,9)	43,8 (11,4÷72,7)	92,8 (10,2÷167,9)	53,6 (29,1÷80,0)	77,3 (33,3÷122,7)	64,5 (26,8÷106)
60	Sóc Trăng	88,1 (48,0÷126,4)	51,4 (17,1÷82,5)	79,1 (12,9÷141,0)	77,9 (34,0÷118,3)	110 (61,8÷159,9)	81,5 (13,3÷143)
61	Kiên Giang	47,0 (19,4÷73,2)	24,5 (-6,9÷52,5)	99,4 (7,8÷182,0)	25,9 (-5,3÷54,5)	54,7 (14,1÷94,7)	55,0 (2,2÷107,0)
62	Bạc Liêu	71,3 (39,3÷103,1)	48,8 (3,3÷89,6)	102,1 (42,1÷165,5)	103,6 (33,9÷168,1)	158 (93,1÷221,4)	85,6 (11,6÷157,0)
63	Cà Mau	53,5 (25,4÷79,6)	31,7 (-7,0÷64,8)	45,4 (3,5÷90,7)	31,8 (2,2÷59,6)	71,7 (32,9÷108,2)	52,3 (-4,6÷111,1)

PHỤ LỤC B:
Nguy cơ ngập theo các mực nước biển dâng

1) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Quảng Ninh

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 4,79% diện tích của tỉnh Quảng Ninh có nguy cơ bị ngập, chủ yếu ở các huyện ven biển, trong đó TX. Quảng Yên có nguy cơ ngập cao nhất (37,7% diện tích) (**Hình B1, Bảng B1**).



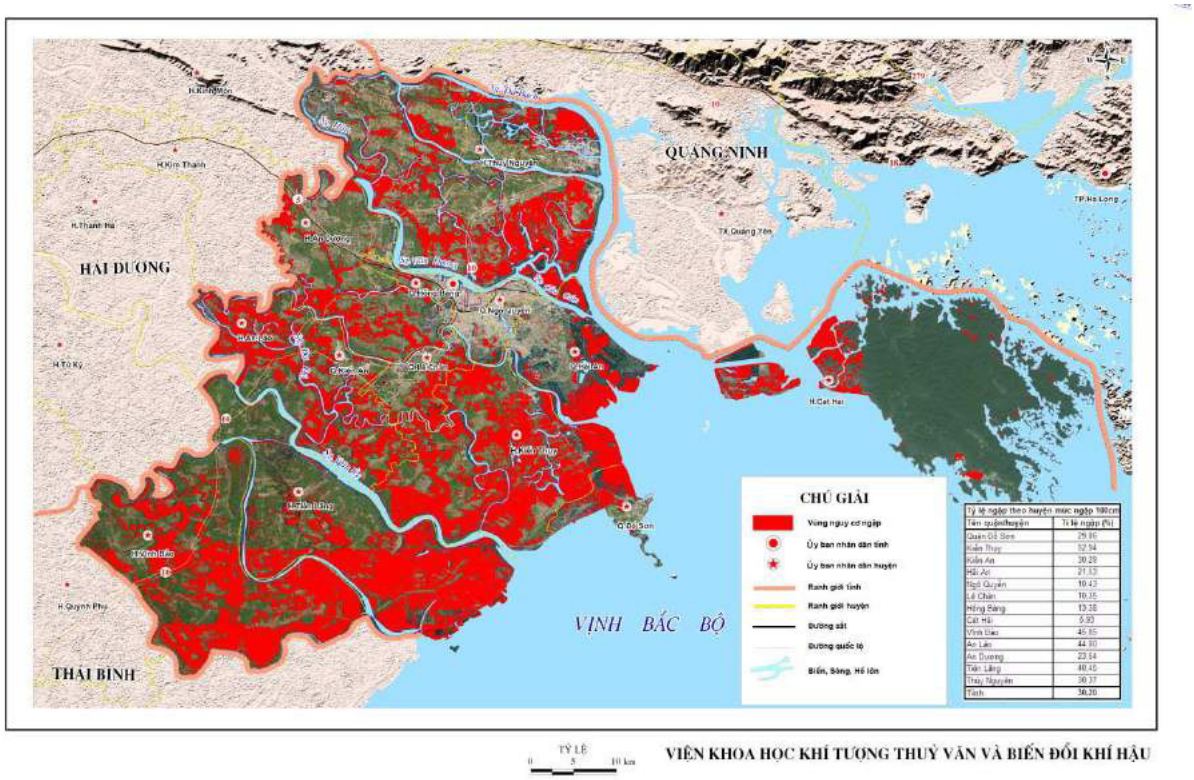
Hình B1. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Quảng Ninh

Bảng B1. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Quảng Ninh

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
TX. Đông Triều	39817	0,59	0,72	0,90	1,17	1,44	1,75
Đầm Hà	41060	1,50	1,57	1,64	1,66	1,76	1,86
Ba Chẽ	60483	0,31	0,32	0,33	0,33	0,34	0,37
Cô Tô	77133	1,09	1,13	1,18	1,18	1,26	1,38
Hải Hà	78436	0,65	0,69	0,77	0,80	0,87	0,94
Hoành Bồ	84925	0,78	0,81	0,84	0,87	0,91	0,97
Tiên Yên	66673	1,41	1,51	1,60	1,68	1,79	1,96
Vân Đồn	133137	4,83	5,13	5,23	5,26	5,41	5,92
TX. Quảng Yên	39082	25,1	27,8	30,4	33,0	35,6	37,7
TP. Hạ Long	750667	9,76	10,0	10,3	10,3	10,8	11,6
TP. Uông Bí	19767	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,23
TP. Cẩm Phả	49501	2,41	2,49	2,56	2,56	2,68	2,90
TP. Móng Cái	155818	2,92	3,34	3,72	4,06	4,47	5,03
Tỉnh	**967655**	**3,33**	**3,62**	**3,88**	**4,10**	**4,40**	**4,79**

2) Nguy cơ ngập đối với thành phố Hải Phòng

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 30,2% diện tích của thành phố Hải Phòng có nguy cơ bị ngập, chủ yếu ở các quận, huyện ven biển, trong đó huyện Kiến Thụy có nguy cơ cao nhất (52,94% diện tích) (**Hình B2, Bảng B2**).



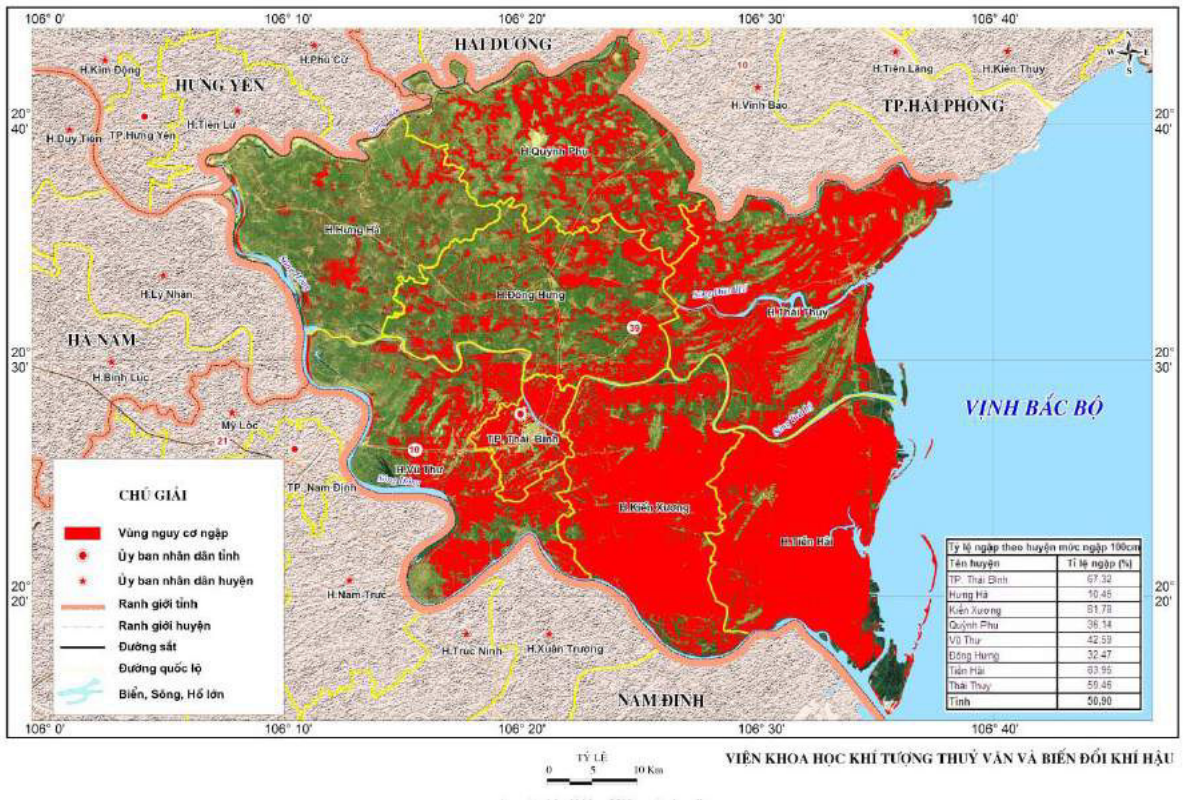
Hình B2. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, Thành phố Hải Phòng

Bảng B2. Nguy cơ ngập đối với thành phố Hải Phòng

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Q. Đồ Sơn	336730	3,23	6,33	11,97	18,85	24,84	29,86
Kiến Thụy	10257	6,16	9,70	16,36	26,90	40,26	52,94
Kiến An	11613	5,09	7,51	11,00	16,08	22,73	30,29
Hải An	174501	5,72	6,65	7,96	10,80	17,31	21,53
Ngô Quyền	26051	7,02	7,32	7,70	8,13	8,77	10,43
Lê Chân	18233	3,88	4,44	5,47	6,87	9,07	10,35
Hồng Bàng	18685	6,60	7,26	8,37	9,69	11,45	13,38
Cát Hải	8268	2,89	3,41	3,85	4,36	5,19	5,93
Vĩnh Bảo	1631	4,54	8,65	15,19	24,24	35,07	45,05
An Lão	2932	6,31	9,44	16,05	23,59	33,96	44,80
An Dương	1190	5,77	7,51	10,10	14,06	18,92	23,54
Tiên Lãng	1141	3,64	7,83	15,64	25,31	33,35	40,45
Thuỷ Nguyên	2928	8,00	10,60	14,23	19,47	25,19	30,37
Tỉnh	**154052**	**5,14**	**7,61**	**11,7**	**17,4**	**24,0**	**30,2**

3) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Thái Bình

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 50,9% diện tích của tỉnh Thái Bình có nguy cơ bị ngập, trong đó huyện Tiền Hải có nguy cơ cao nhất (83,95% diện tích), huyện Kiến Xương (81,78 % diện tích) (**Hình B3, Bảng B3**).



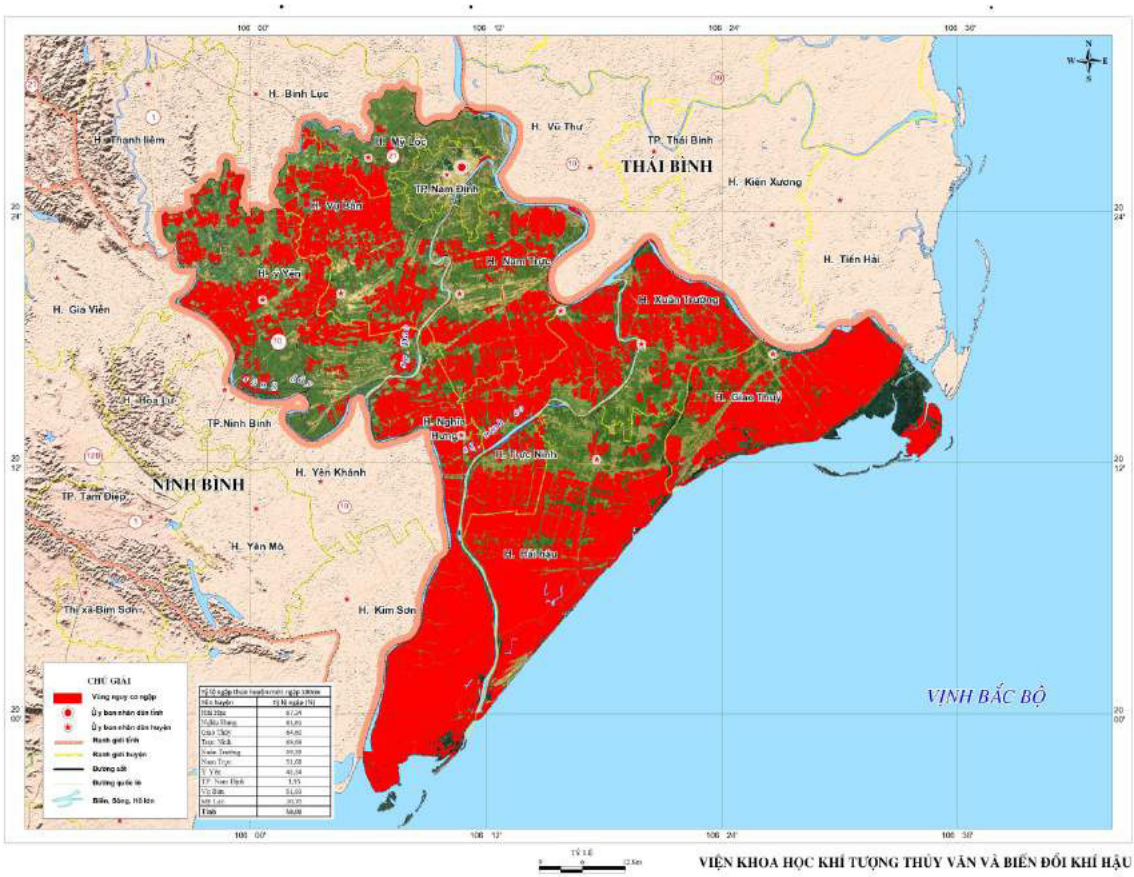
Hình B3. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Thái Bình

Bảng B3. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Thái Bình

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
TP. Thái Bình	20652	57,41	59,55	61,60	63,56	65,45	67,32
Hưng Hà	21088	0,73	1,86	2,68	3,93	6,25	10,45
Kiến Xương	21750	57,45	63,67	69,17	73,98	78,20	81,78
Quỳnh Phụ	21061	6,08	9,44	13,92	20,06	27,15	36,14
Vũ Thư	26756	21,08	24,79	29,03	33,14	37,62	42,59
Đông Hưng	22313	5,37	7,00	9,63	14,23	21,82	32,47
Tiền Hải	4351	67,47	72,33	76,28	79,36	81,90	83,95
Thái Thụy	20162	22,29	29,46	36,80	44,52	52,27	59,46
Tỉnh	**158131**	**27,0**	**31,2**	**35,4**	**39,9**	**45,1**	**50,9**

4) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Nam Định

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 58,0 % diện tích của tỉnh Nam Định có nguy cơ bị ngập. Thành phố Nam Định có nguy cơ bị ngập thấp (1,95 % diện tích). Các huyện Hải Hậu, Nghĩa Hưng, Giao Thủy, Trực Ninh, Nam Trực, Xuân Trường, Vụ Bản có nguy cơ cao, với diện tích nguy cơ bị ngập chiếm hơn 50% diện tích (**Hình B4, Bảng B4**).



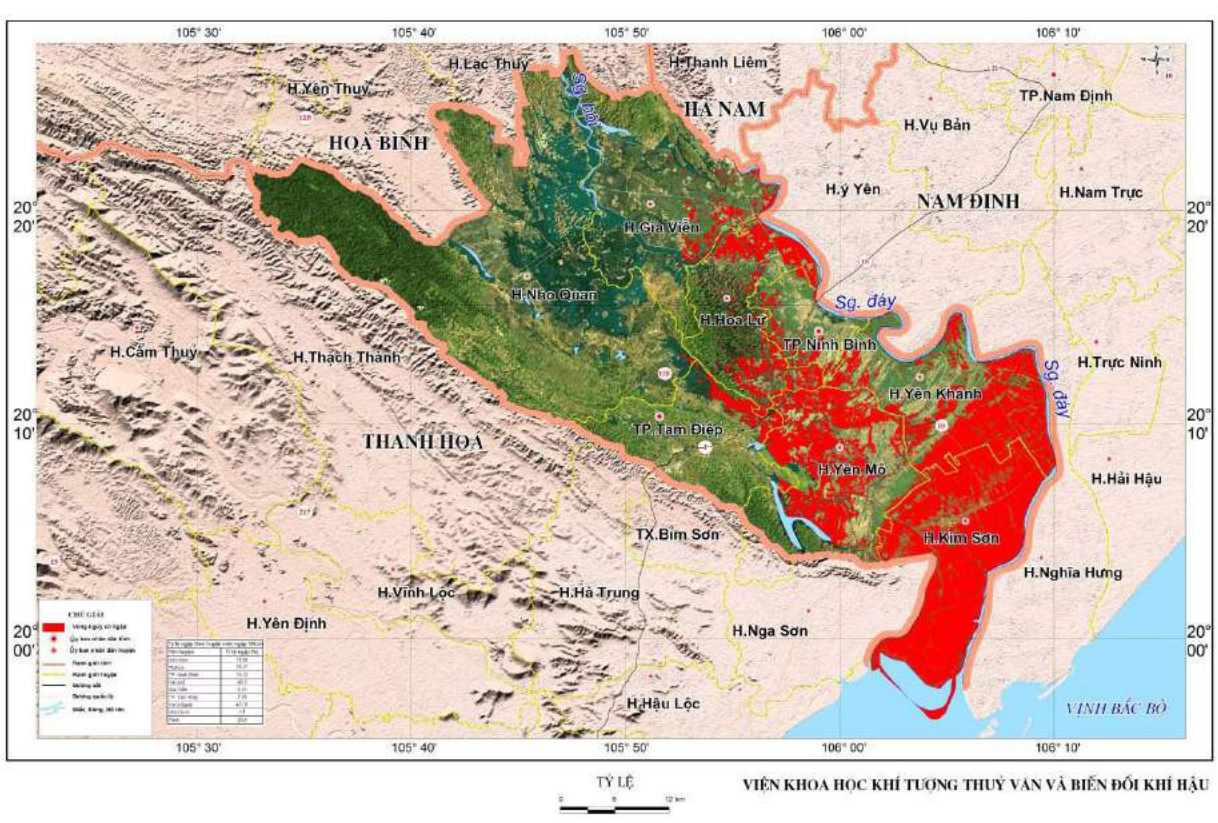
Hình B4. Bản đồ nguy cơ ngập ứng mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Nam Định

Bảng B4. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Nam Định

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Hải Hậu	22943	32,00	39,28	46,97	54,44	61,28	67,34
Nghĩa Hưng	22030	57,44	63,85	69,37	74,22	78,35	81,61
Giao Thủy	19747	33,68	41,03	47,77	53,96	59,76	64,60
Trực Ninh	14459	23,56	32,98	42,69	52,19	61,45	69,69
Xuân Trường	11638	22,47	28,41	35,19	42,83	51,32	59,39
Nam Trực	16502	16,42	23,34	30,49	37,70	44,81	51,68
Ý Yên	24596	11,87	16,48	22,42	29,65	37,49	45,34
TP. Nam Định	4632	0,14	0,18	0,22	0,40	1,37	1,95
Vụ Bản	15399	18,14	25,80	33,48	40,51	47,12	51,93
Mỹ Lộc	7448	5,82	8,56	11,87	15,41	19,23	20,70
Tỉnh	**159394**	**26,0**	**32,5**	**39,1**	**45,8**	**52,3**	**58,0**

5) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Ninh Bình

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 23,4% diện tích của tỉnh Ninh Bình có nguy cơ bị ngập, trong đó các huyện Kim Sơn (78,56% diện tích) và Yên Khánh (46,39% diện tích) có nguy cơ bị ngập cao nhất (**Hình B5, Bảng B5**).



Hình B5. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Ninh Bình

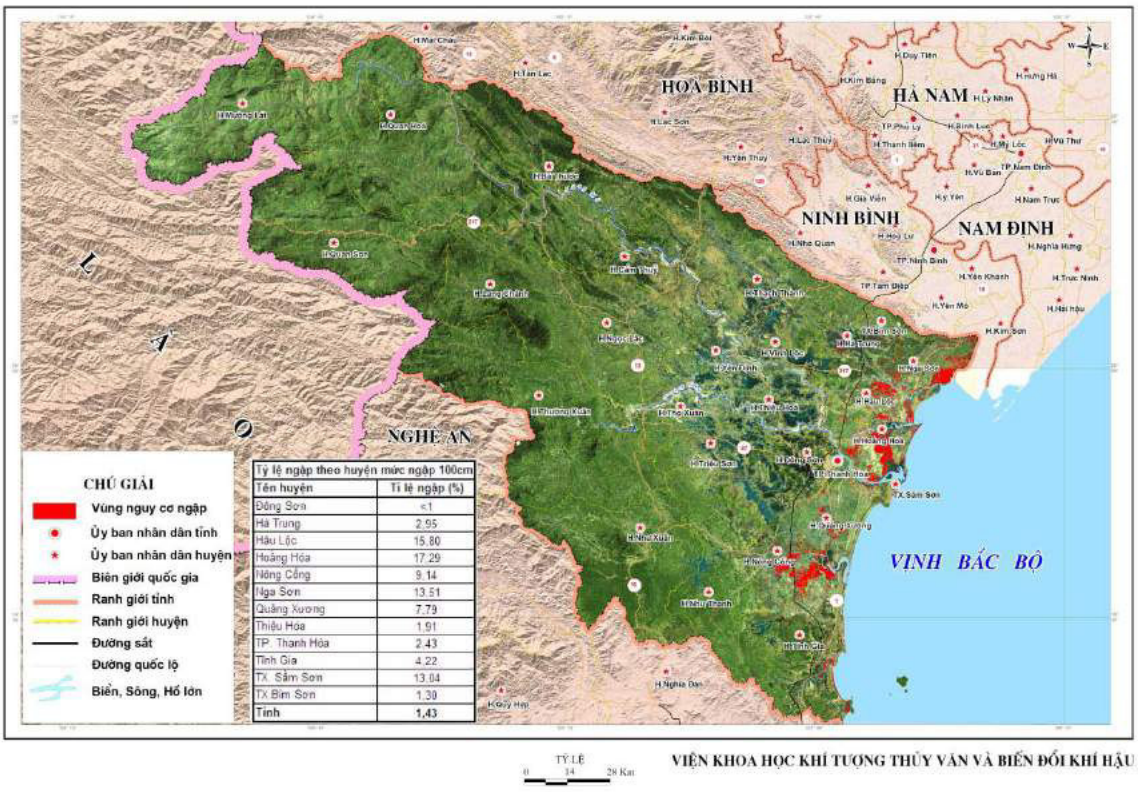
Bảng B5. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Ninh Bình

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Kim Sơn	17870	50,94	59,48	65,57	70,54	74,82	78,56
Hoa Lư	10153	6,76	9,74	13,25	17,59	22,97	28,27
TP. Ninh Bình	16834	1,75	2,60	4,58	7,16	11,85	16,43
Yên Mô	45282	4,31	8,37	14,73	22,34	31,85	40,90
Gia Viễn	4711	0,97	1,43	2,06	2,91	4,16	5,43
TP. Tam Điệp	10509	1,83	3,04	4,19	5,42	6,85	7,98
Yên Khánh	14308	5,60	12,89	22,84	31,99	39,72	46,39
Nho Quan	15015	kđk	0,01	0,02	0,13	0,33	0,09
Tỉnh	**134700**	**8,29**	**11,0**	**14,0**	**17,1**	**20,5**	**23,4**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

6) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Thanh Hóa

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 1,43% diện tích của tỉnh Thanh Hóa có nguy cơ bị ngập, trong đó huyện Nga Sơn (13,51% diện tích), Hậu Lộc (15,8% diện tích), Hoằng Hóa (17,29% diện tích) có nguy cơ ngập cao nhất (**Hình B6, Bảng B6**).



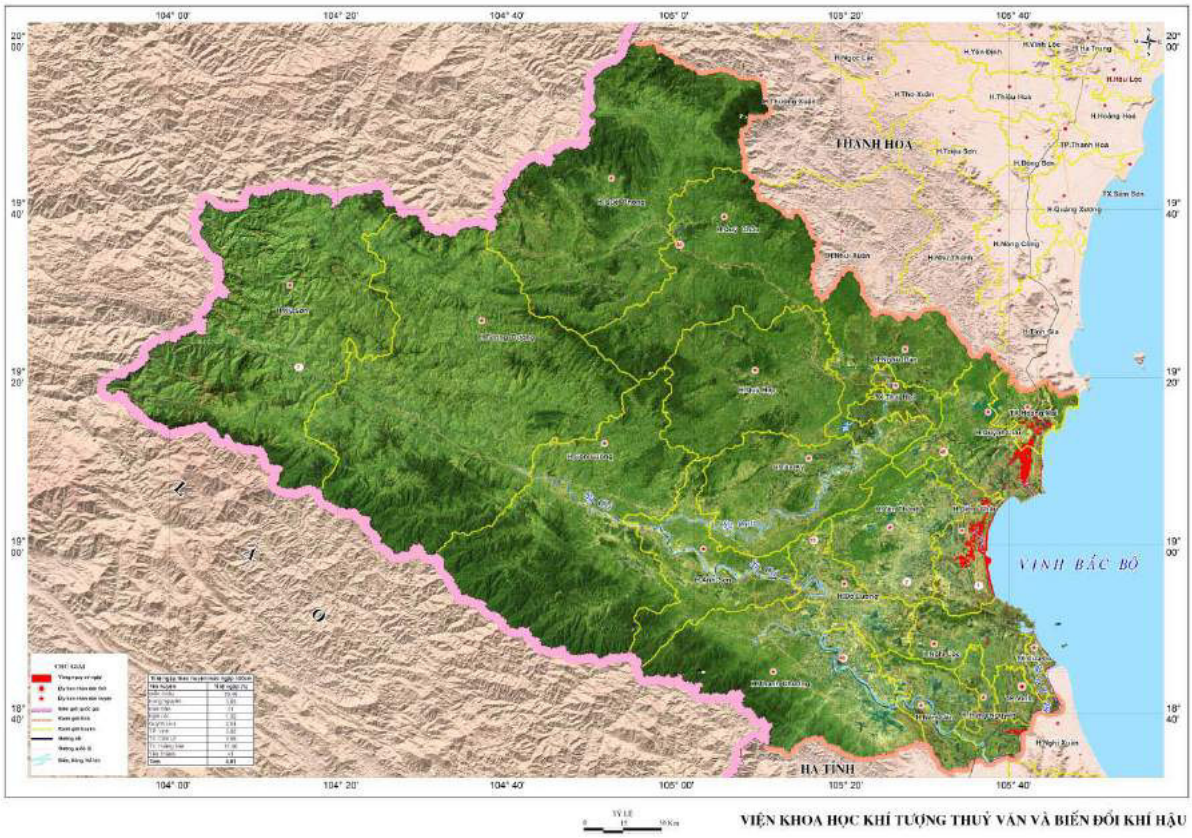
Hình B6. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Thanh Hóa

Bảng B6. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Thanh Hóa

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Đông Sơn	10735	0,15	0,15	0,18	0,24	0,38	0,43
Hà Trung	24552	0,43	0,68	1,06	1,63	2,40	2,95
Hậu Lộc	13873	2,39	3,72	5,57	8,14	11,25	15,80
Hoằng Hóa	22449	7,06	8,53	10,42	12,30	14,59	17,29
Nông Cống	28686	2,84	4,04	5,36	6,70	8,13	9,14
Nga Sơn	14841	4,93	5,99	7,05	8,65	10,99	13,51
Quảng Xương	22923	2,22	3,00	3,84	4,87	5,86	7,79
Thiệu Hóa	17556	1,04	1,21	1,37	1,42	1,50	1,91
TP. Thanh Hóa	5744	1,08	1,10	1,60	1,63	1,68	2,43
Tĩnh Gia	45066	2,48	3,03	3,38	3,68	4,05	4,22
TX. Sầm Sơn	1708	8,44	8,72	8,99	9,16	9,57	13,04
TX. Bỉm Sơn	6371	0,78	0,89	1,00	1,13	1,26	1,30
Tỉnh	**1111000**	**0,51**	**0,65**	**0,80**	**0,98**	**1,20**	**1,43**

7) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Nghệ An

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 0,51% diện tích của tỉnh Nghệ An có nguy cơ bị ngập. Trong đó, huyện Diễn Châu (10,49% diện tích), Quỳnh Lưu (5,55% diện tích) có nguy cơ ngập cao nhất (**Hình B7, Bảng B7**).



Hình B7. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Nghệ An

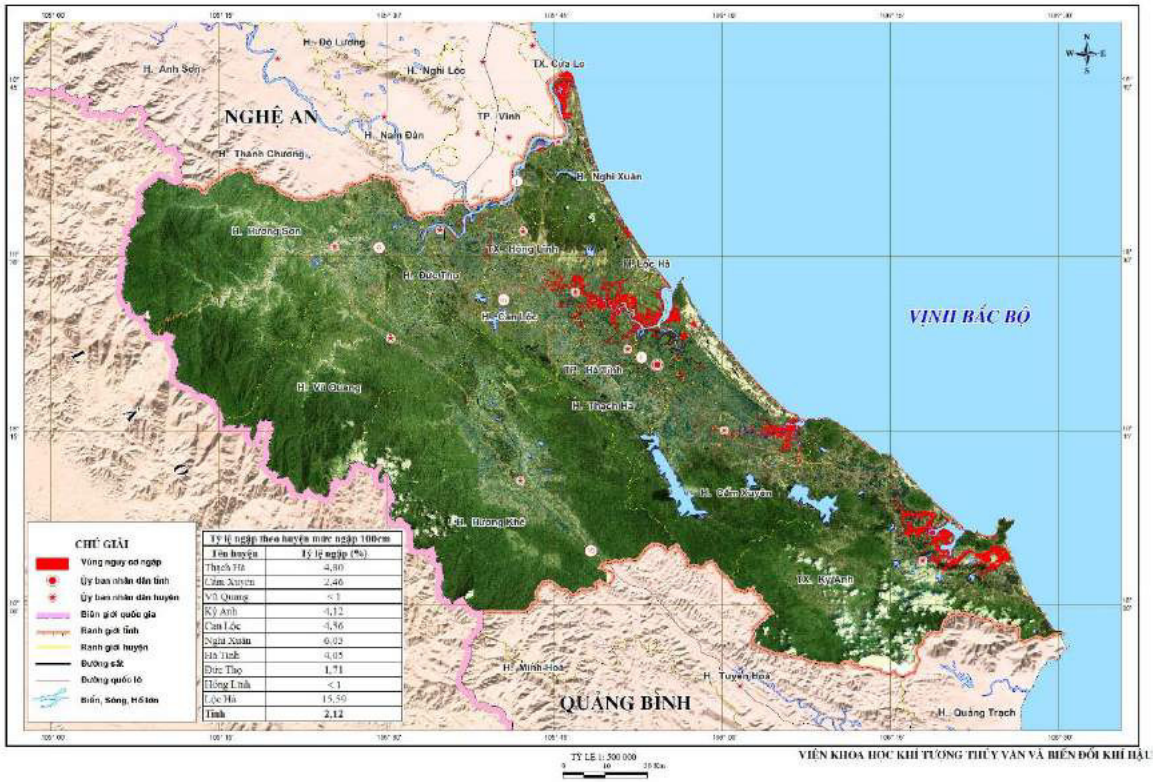
Bảng B7. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Nghệ An

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Diễn Châu	31301	2,38	3,33	4,26	5,14	5,97	10,49
Hưng Nguyên	16223	0,15	0,30	0,51	0,72	1,39	3,85
Nam Đàn	29162	kđk	kđk	kđk	kđk	0,01	0,08
Nghi Lộc	34682	0,46	0,48	0,54	0,60	0,67	1,32
Quỳnh Lưu	43763	1,56	2,12	2,75	3,50	4,12	4,86
TP. Vinh	10304	0,47	0,52	0,57	0,67	0,77	3,02
TX. Hoàng Mai	16975	2,19	2,96	3,73	4,47	5,18	11,46
TX. Cửa Lò	2441	2,60	2,67	2,75	2,81	2,85	3,58
Yên Thành	55074	kđk	kđk	kđk	0,03	0,07	0,11
Tỉnh	**1656000**	**0,13**	**0,17**	**0,22**	**0,27**	**0,32**	**0,51**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

8) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Hà Tĩnh

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 2,12% diện tích của tỉnh Hà Tĩnh có nguy cơ bị ngập. Các huyện ven biển như Lộc Hà (15,59% diện tích), Nghi Xuân (6,03% diện tích), Thạch Hà (4,80% diện tích) có nguy cơ ngập cao (**Hình B8, Bảng B8**).



Hình B8. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Hà Tĩnh

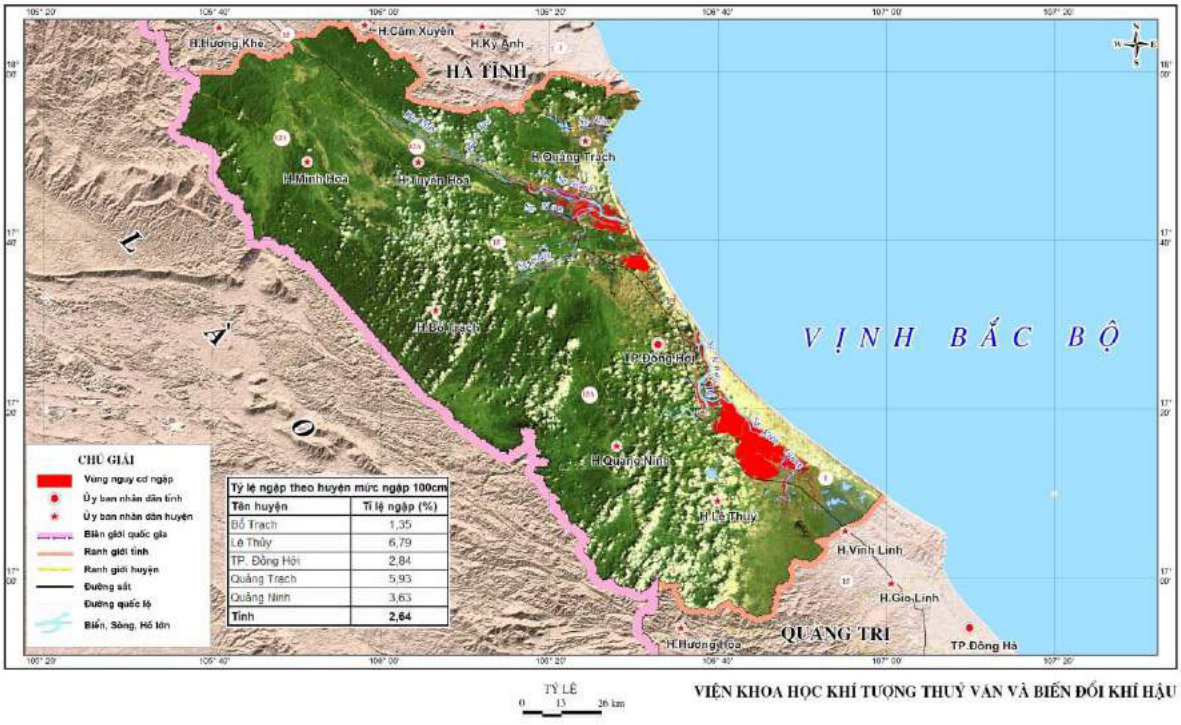
Bảng B8. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Hà Tĩnh

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Đức Thọ	20389	0,23	0,48	0,72	0,97	1,44	1,71
Cẩm Xuyên	63967	1,10	1,28	1,58	1,63	2,17	2,46
Can Lộc	29736	0,65	0,98	1,46	2,06	3,27	4,56
TX. Kỳ Anh	104082	2,38	2,46	2,69	2,99	3,56	4,12
Lộc Hà	11605	3,36	5,04	7,16	9,75	13,18	15,59
Nghi Xuân	22097	3,11	3,29	3,60	4,12	5,75	6,03
Thạch Hà	35701	1,50	2,01	2,68	3,19	4,04	4,80
TP. Hà Tĩnh	5645	2,30	2,77	3,18	3,40	3,72	4,05
TX. Hồng Lĩnh	6047	0,15	0,18	0,20	0,23	0,29	0,43
Vũ Quang	63808	kđk	kđk	kđk	kđk	kđk	0,01
Tỉnh	**599304**	**0,86**	**1,00**	**1,20**	**1,39**	**1,81**	**2,12**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

9) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Quảng Bình

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 2,64% diện tích của tỉnh Quảng Bình có nguy cơ bị ngập, trong đó các huyện Lệ Thủy (6,79% diện tích) và Quảng Trạch (5,93% diện tích) có nguy cơ ngập cao nhất **(Hình B9, Bảng B9).**



Hình B9. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Quảng Bình

Bảng B9. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Quảng Bình

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Bố Trạch	211638	0,58	0,72	0,87	1,10	1,12	1,35
Lệ Thủy	140374	5,76	5,99	6,21	6,58	6,61	6,79
Đồng Hới	15604	2,38	2,46	2,54	2,73	2,75	2,84
Quảng Trạch	60859	1,61	1,87	2,20	2,93	3,01	5,93
Quảng Ninh	119852	2,67	2,92	3,11	3,44	3,47	3,63
Tỉnh	**801200**	**1,73**	**1,87**	**2,01**	**2,24**	**2,27**	**2,64**

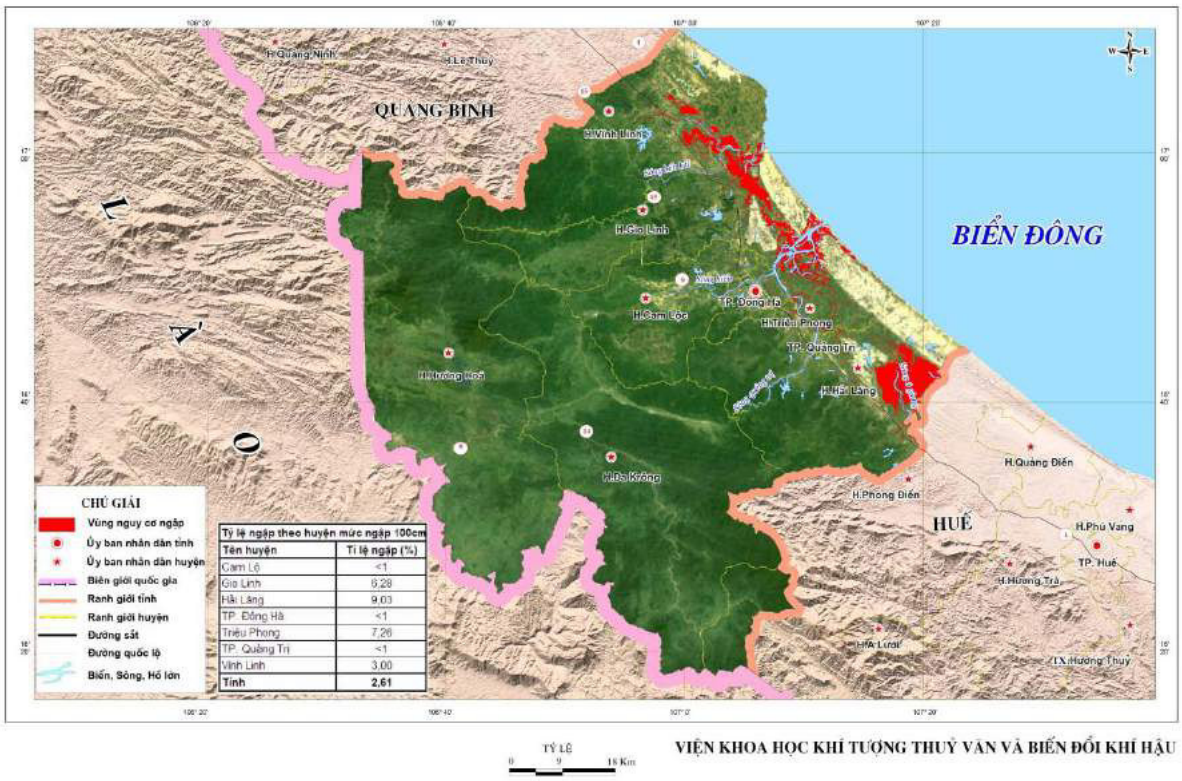
10) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Quảng Trị

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 2,61% diện tích của tỉnh Quảng Trị có nguy cơ bị ngập, trong đó các huyện Hải Lăng (9,03% diện tích) và Triệu Phong (7,26% diện tích) có nguy cơ ngập cao nhất (**Hình B10, Bảng B10**).

Bảng B10. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Quảng Trị

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Cam Lộ	34503	kđk	kđk	kđk	kđk	kđk	0,01
Gio Linh	47524	0,62	1,26	2,11	3,10	4,31	6,28
Hải Lăng	48970	4,31	5,47	6,36	7,11	8,17	9,03
TP. Đông Hà	7303	0,03	0,03	0,04	0,04	0,23	0,98
Triệu Phong	35652	1,36	1,77	2,21	2,71	4,07	7,26
TP. Quảng Trị	605	kđk	Kđk	kđk	kđk	kđk	0,42
Vĩnh Linh	61949	0,67	0,97	1,19	1,61	2,18	3,00
Tỉnh	**463500**	**0,71**	**0,97**	**1,22**	**1,49**	**1,91**	**2,61**

Ghi chú: kđk = không đáng kể



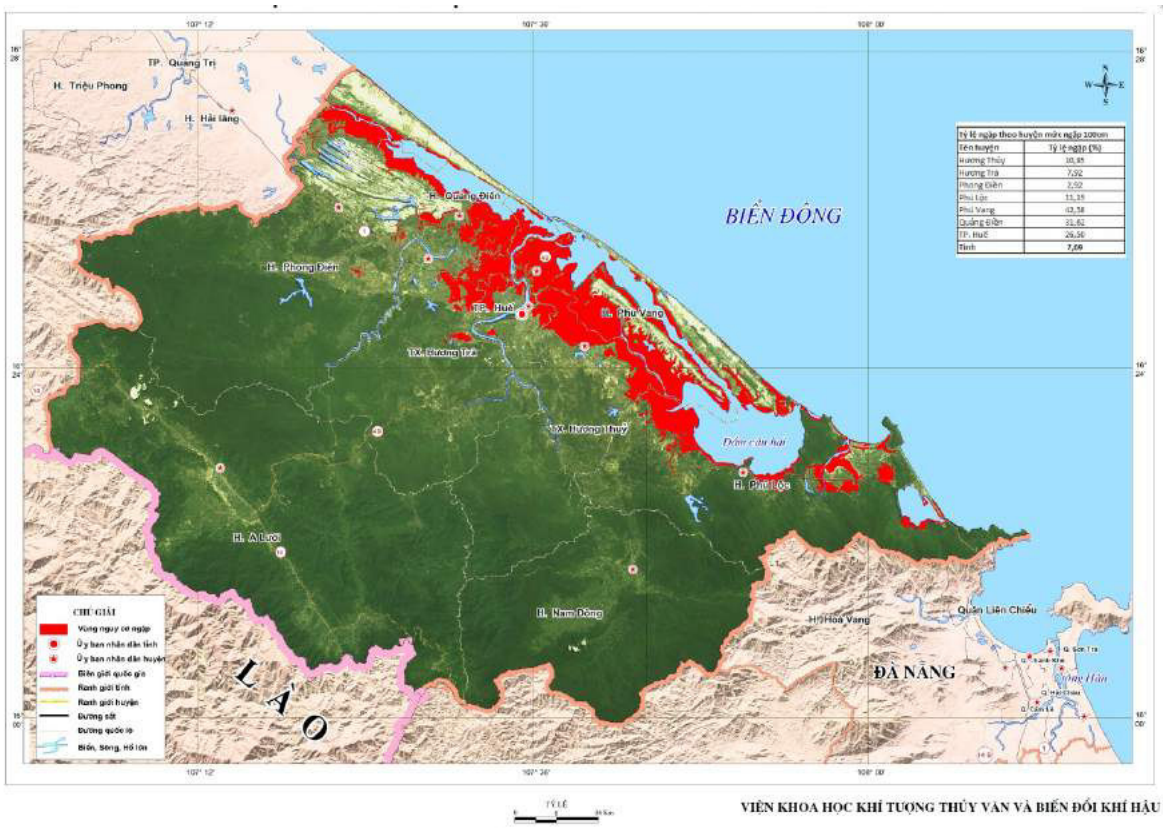
Hình B10. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Quảng Trị

11) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Thừa Thiên - Huế

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 7,69% diện tích của tỉnh Thừa Thiên - Huế có nguy cơ bị ngập, lớn nhất trong các tỉnh miền Trung, tập trung chủ yếu ở khu vực xung quanh đầm phá Tam Giang - Cầu Hai và các huyện Phú Vang (42,58% diện tích), Quảng Điền (31,62%), thành phố Huế (26,50% diện tích) **(Hình B11, Bảng B11)**.

Bảng B11. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Thừa Thiên – Huế

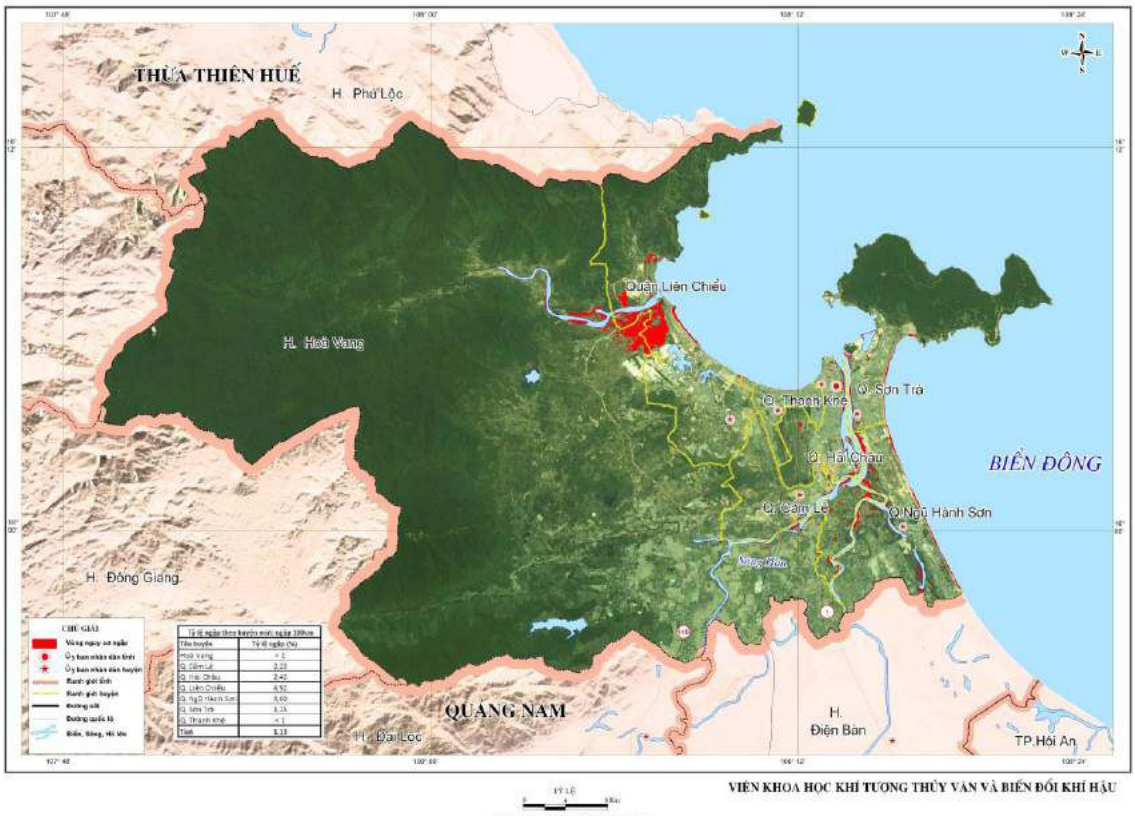
Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
TX. Hương Thủy	45662	1,71	3,59	5,61	6,99	7,94	10,85
TX. Hương Trà	51903	0,91	1,63	2,51	3,31	4,31	7,92
Phong Điền	95022	0,62	0,98	1,48	1,97	2,44	2,92
Phú Lộc	71581	1,03	1,45	1,83	2,14	2,44	11,19
Phú Vang	27815	4,43	8,46	14,17	20,22	25,61	42,58
Quảng Điền	16382	4,88	8,91	13,75	18,39	24,15	31,62
TP. Huế	7146	0,94	1,79	3,82	6,54	9,97	26,50
Tỉnh	**503923**	**0,93**	**1,67**	**2,59**	**3,46**	**4,31**	**7,69**



Hình B11. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Thừa Thiên – Huế

12) Nguy cơ ngập đối với thành phố Đà Nẵng

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 1,13% diện tích của thành phố Đà Nẵng có nguy cơ bị ngập, trong đó quận Liên Chiểu (4,92% diện tích), Ngũ Hành Sơn (4,6% diện tích) có nguy cơ cao nhất (**Hình B12, Bảng B12**).



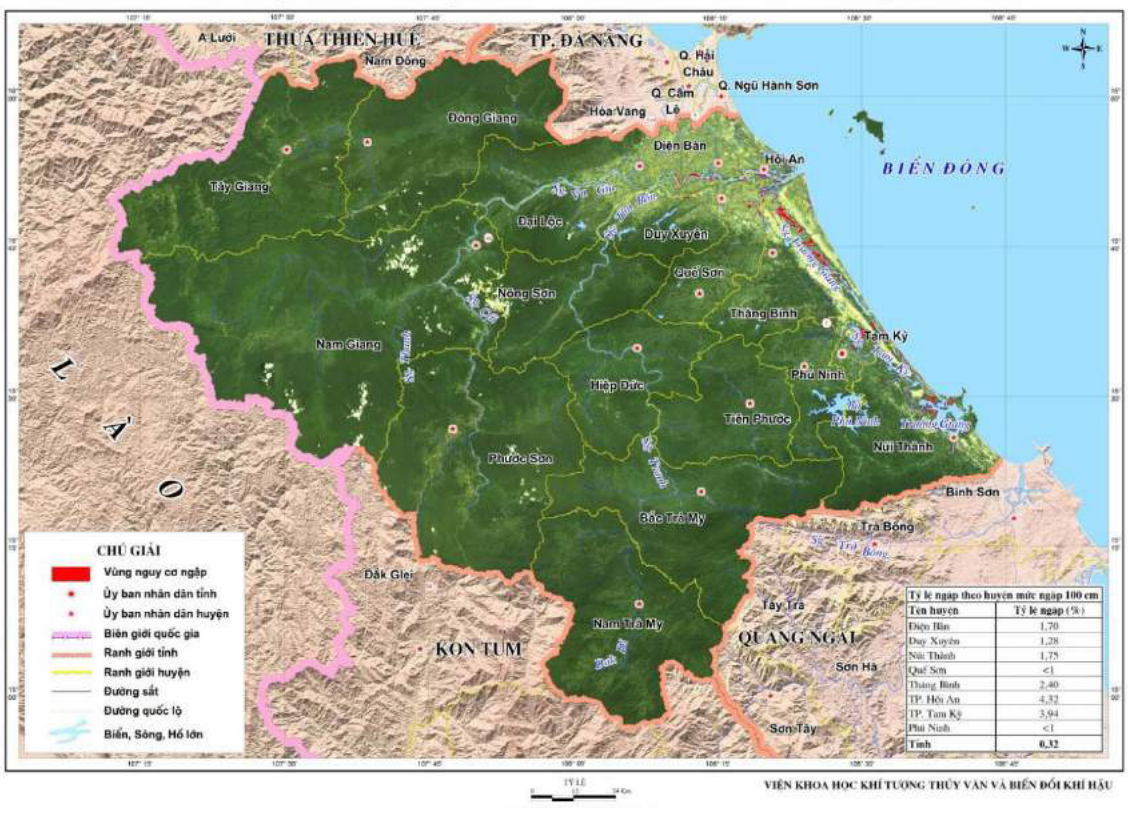
Hình B12. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, thành phố Đà Nẵng

Bảng B12. Nguy cơ ngập đối với thành phố Đà Nẵng

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Hoà Vang	73625	0,19	0,23	0,29	0,34	0,39	0,44
Cẩm Lệ	3479	1,61	1,72	1,83	1,96	2,09	2,23
Hải Châu	2081	1,76	1,89	2,00	2,14	2,27	2,42
Liên Chiểu	7991	3,27	3,71	4,08	4,39	4,67	4,92
Ngũ Hành Sơn	3903	3,53	3,71	3,92	4,14	4,35	4,60
Sơn Trà	5779	0,82	0,83	0,89	1,06	1,15	1,25
Thanh Khê	921	0,51	0,57	0,63	0,70	0,79	0,86
Thành phố	**97778**	**0,70**	**0,78**	**0,87**	**0,96**	**1,04**	**1,13**

13) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Quảng Nam

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 0,32% diện tích của tỉnh Quảng Nam có nguy cơ bị ngập, tập trung chủ yếu ở 2 khu đô thị lớn là thành phố Hội An và thành phố Tam Kỳ, trong đó thành phố Hội An có nguy cơ cao nhất (4,32% diện tích), thành phố Tam Kỳ (3,94% diện tích) (**Hình B13**, **Bảng B13**).



Hình B13. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Quảng Nam

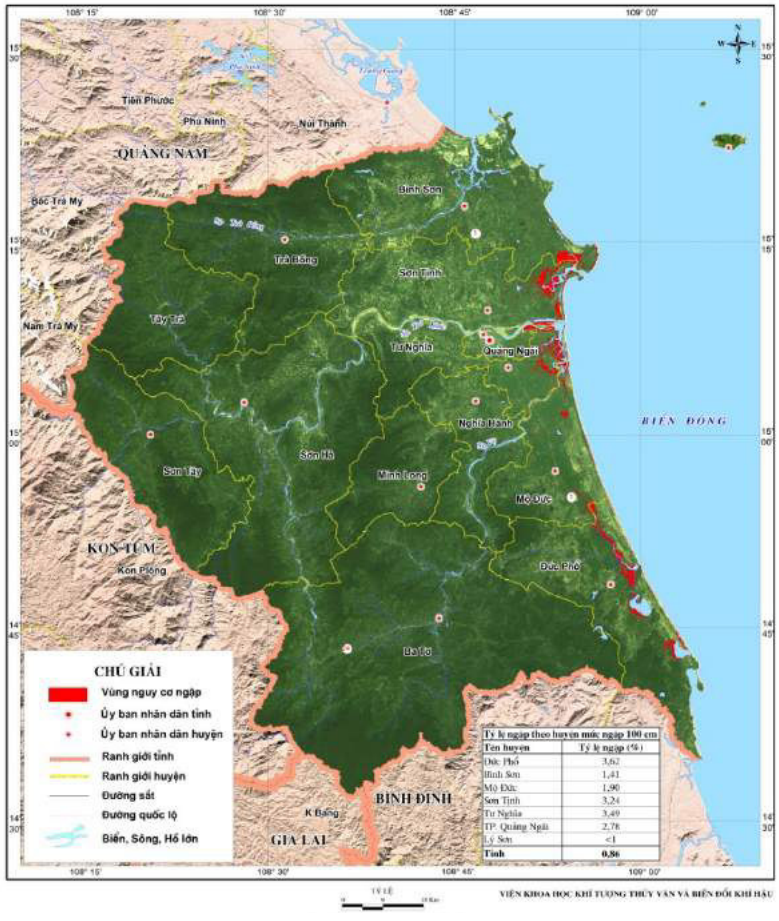
Bảng B13. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Quảng Nam

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Điện Bàn	21470	0,36	0,77	0,89	0,97	1,06	1,70
Duy Xuyên	29910	0,63	0,78	0,87	0,96	1,04	1,28
Núi Thành	53400	1,33	1,42	1,50	1,60	1,69	1,75
Quế Sơn	25080	0,20	0,23	0,34	0,39	0,43	0,48
Thăng Bình	38560	0,73	0,95	1,29	1,65	2,05	2,40
TP. Hội An	6150	3,75	3,85	3,94	4,04	4,13	4,32
TP. Tam Kỳ	9260	3,24	3,36	3,47	3,59	3,72	3,94
Phú Ninh	25150	kđk	kđk	kđk	kđk	kđk	0,04
Tỉnh	**1043220**	**0,18**	**0,20**	**0,23**	**0,26**	**0,28**	**0,32**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

14) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Quảng Ngãi

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 0,86% diện tích của tỉnh Quảng Ngãi có nguy cơ bị ngập, tập trung chủ yếu ở các huyện ven biển như Đức Phổ (3,62% diện tích), Sơn Tịnh (3,24% diện tích), Tư Nghĩa (3,49% diện tích) có nguy cơ ngập cao (**Hình B14**, **Hình B14**).

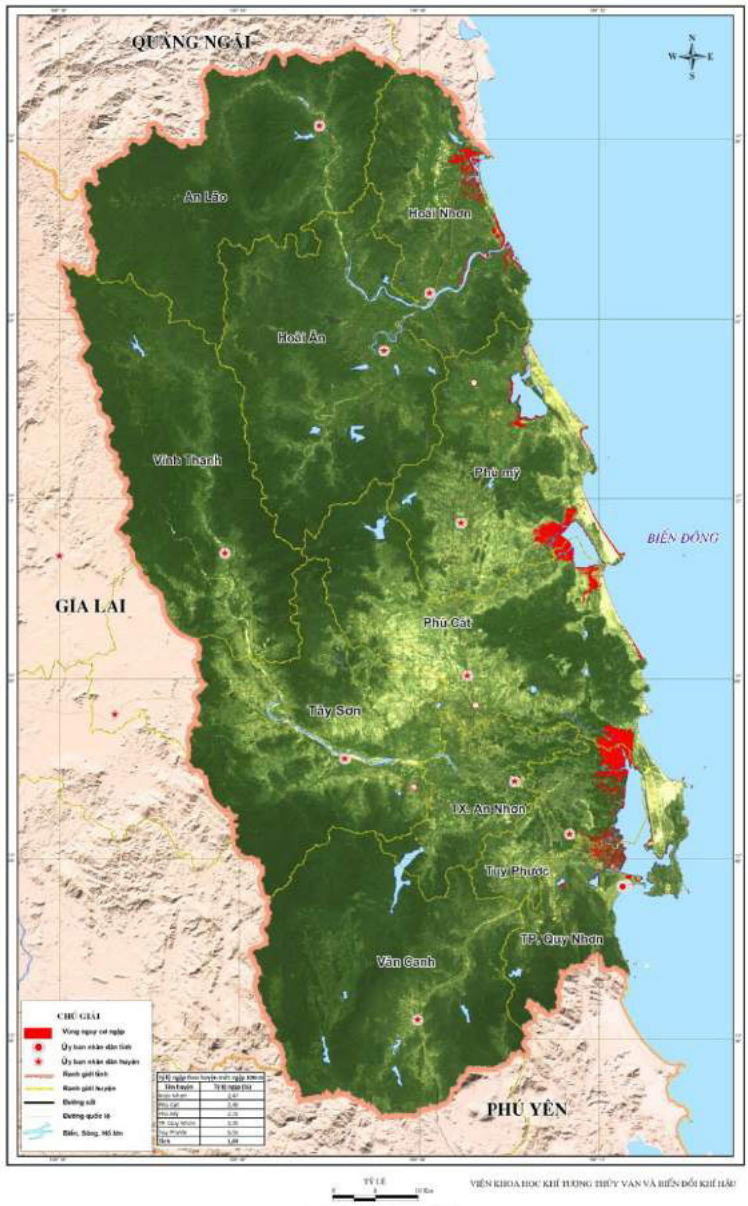


Hình B14. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Quảng Ngãi

Bảng B14. Nguy cơ ngập ứng đối với tỉnh Quảng Ngãi

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Đức Phổ	37170	1,48	1,84	2,29	2,71	3,18	3,62
Bình Sơn	46390	1,06	1,12	1,18	1,25	1,33	1,41
Mộ Đức	21220	0,85	0,95	1,09	1,25	1,49	1,90
Sơn Tịnh	34360	1,50	1,98	2,30	2,59	2,89	3,24
Tư Nghĩa	22730	1,91	2,18	2,46	2,77	3,09	3,49
TP. Quảng Ngãi	3710	0,52	0,56	0,60	0,66	0,71	2,78
Tỉnh	**514080**	**0,43**	**0,51**	**0,59**	**0,66**	**0,75**	**0,86**

15) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Bình Định



Hình B15. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Bình Định

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 1,04% diện tích tỉnh Bình Định có nguy cơ bị ngập, tập trung chủ yếu ở các huyện ven biển, ven các đầm phá, vịnh, trong đó huyện Tuy Phước (6,56% diện tích), huyện Phù Mỹ (2,71% diện tích) và Hoài Nhơn (2,47% diện tích) có nguy cơ ngập cao (**Hình B15**, **Bảng B15**).

Bảng B15. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Bình Định

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Hoài Nhơn	42215	1,38	1,56	1,73	1,91	2,12	2,47
Phù Cát	68291	1,08	1,36	1,71	1,94	2,16	2,40
Phù Mỹ	55820	1,68	1,86	2,02	2,31	2,50	2,71
TP. Quy Nhơn	28587	1,61	1,77	1,90	2,04	2,19	2,35
Tuy Phước	22059	2,88	3,62	4,28	5,00	5,67	6,56
Tỉnh	**609340**	**0,55**	**0,64**	**0,74**	**0,84**	**0,93**	**1,04**

16) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Phú Yên

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 1,08% diện tích của tỉnh Phú Yên có nguy cơ bị ngập, trong đó huyện Đông Hòa (7,28% diện tích), huyện Tuy An (4,46% diện tích) có nguy cơ ngập cao (**Hình B16**, **Bảng B16**).



Hình B16. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Phú Yên

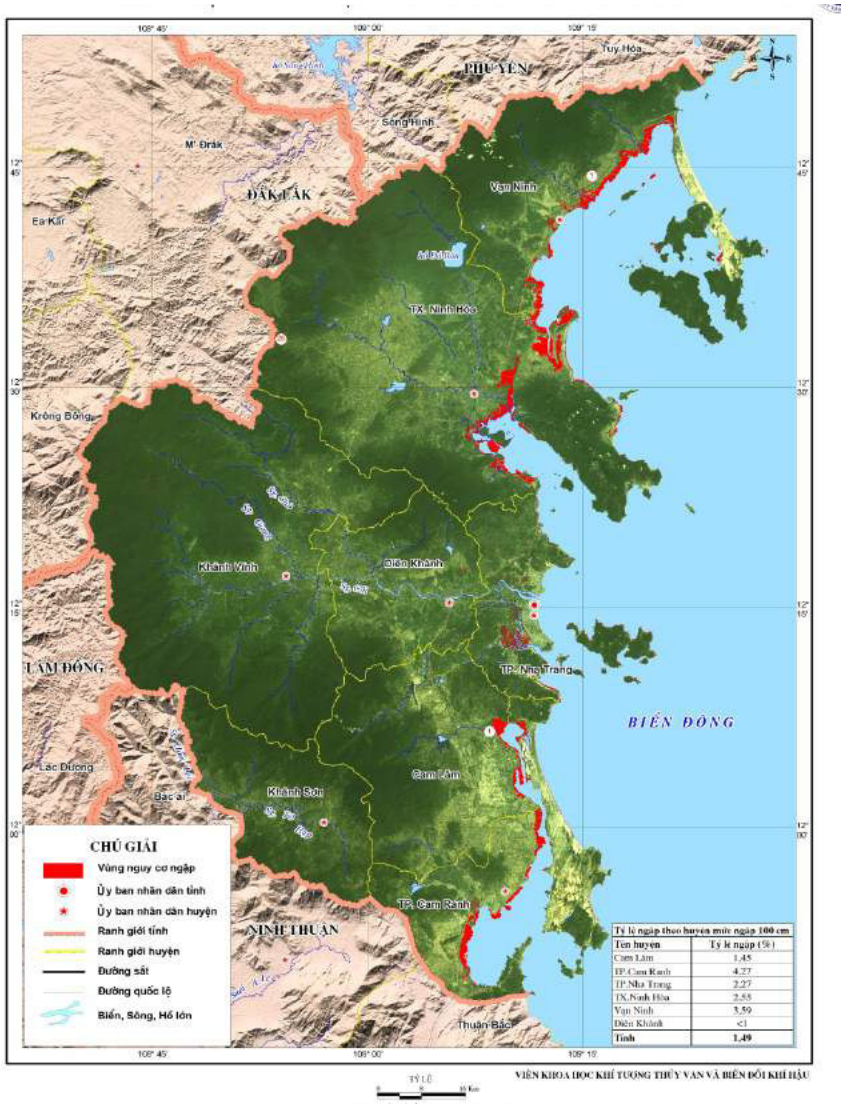
Bảng B16. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Phú Yên

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Tỷ lệ ngập (%) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Đông Hòa	26960	2,94	3,74	4,75	5,65	6,52	7,28
Phú Hòa	26320	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,66
Tây Hòa	61040	kđk	kđk	kđk	kđk	0,03	0,05
TP. Tuy Hòa	10680	2,23	2,33	2,43	2,55	2,66	2,81
Tuy An	39930	2,38	2,63	2,93	3,52	3,95	4,46
TX. Sông Cầu	48930	1,28	1,51	1,74	1,99	2,22	2,47
Tỉnh	**503690**	**0,55**	**0,63**	**0,74**	**0,86**	**0,97**	**1,08**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

17) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Khánh Hòa

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 1,49% diện tích của tỉnh Khánh Hòa có nguy cơ bị ngập, trong đó thành phố Cam Ranh (4,27% diện tích), Vạn Ninh (3,59% diện tích) có nguy cơ ngập cao (**Hình B17**, **Bảng B17**).



Hình B17. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Khánh Hòa

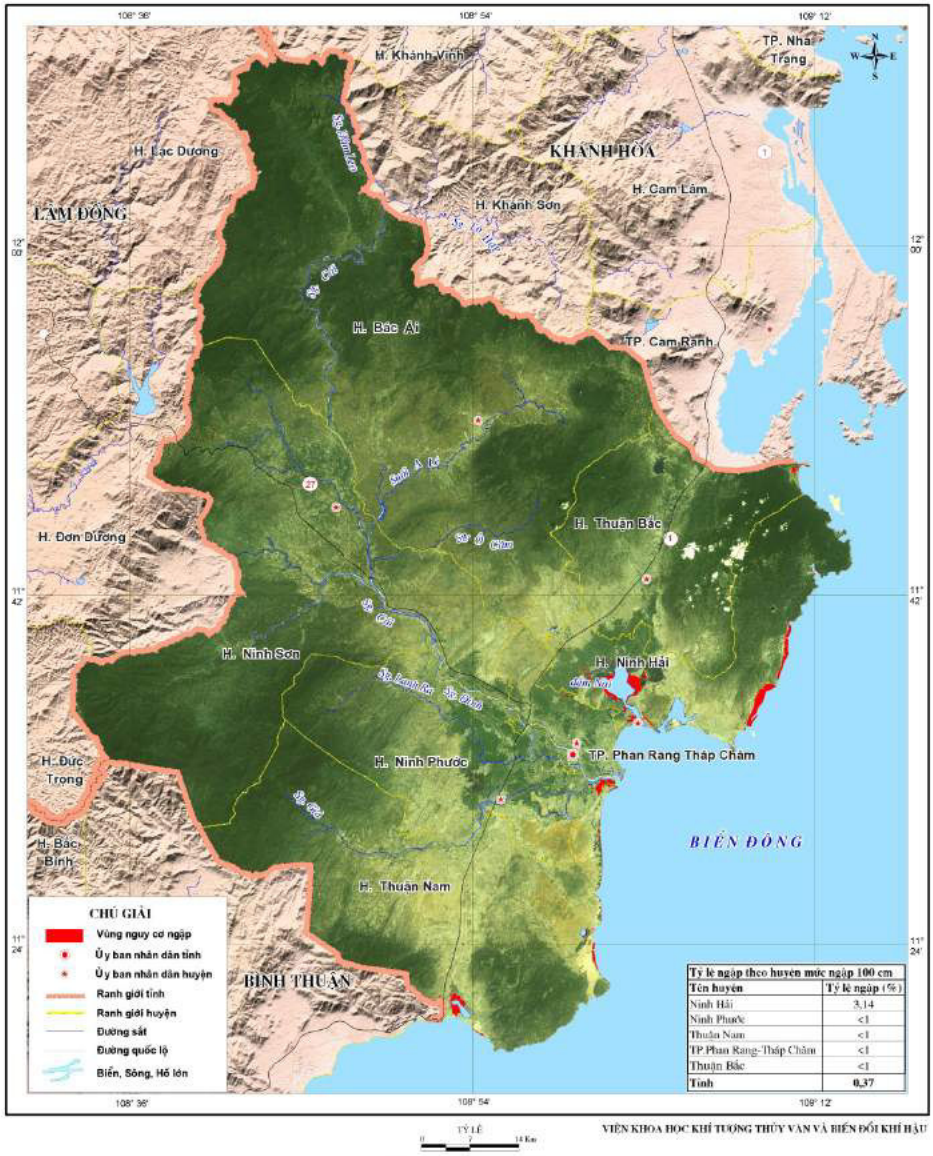
Bảng B17. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Khánh Hòa

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Cam Lâm	54380	0,24	0,60	0,95	1,22	1,36	1,45
TP. Cam Ranh	31640	2,65	2,87	3,37	3,78	4,07	4,27
TP. Nha Trang	25070	1,56	1,71	1,85	1,99	2,13	2,27
TX. Ninh Hòa	119780	0,93	1,24	1,47	1,75	2,29	2,55
Vạn Ninh	55010	2,32	2,65	2,93	3,15	3,38	3,59
Diên Khánh	33620	Kđk	kđk	0,01	0,02	0,03	0,06
Tỉnh	**519320**	**0,72**	**0,89**	**1,04**	**1,19**	**1,38**	**1,49**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

18) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Ninh Thuận

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 0,37% diện tích của tỉnh Ninh Thuận có nguy cơ bị ngập, trong đó huyện Ninh Hải (3,14% diện tích) có nguy cơ ngập cao nhất (**Hình B18**, **Bảng B18**).



Hình B18. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Ninh Thuận

Bảng B18. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Ninh Thuận

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Ninh Hải	25390	1,88	2,12	2,51	2,72	2,90	3,14
Ninh Phước	34100	0,27	0,28	0,30	0,32	0,34	0,35
Thuận Nam	56450	0,13	0,23	0,25	0,27	0,31	0,43
TP. Phan Rang - Tháp Chàm	7890	0,29	0,39	0,45	0,51	0,58	0,71
Thuận Bắc	31920	kđk	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
Tỉnh	**335630**	**0,20**	**0,24**	**0,28**	**0,30**	**0,33**	**0,37**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

19) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Bình Thuận

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 0,18% diện tích của tỉnh Bình Thuận có nguy cơ bị ngập, đây là tỉnh có nguy cơ ngập ít nhất trong số các tỉnh ven biển miền Trung (**Hình B19**, **Bảng B19**).



Hình B19. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Bình Thuận

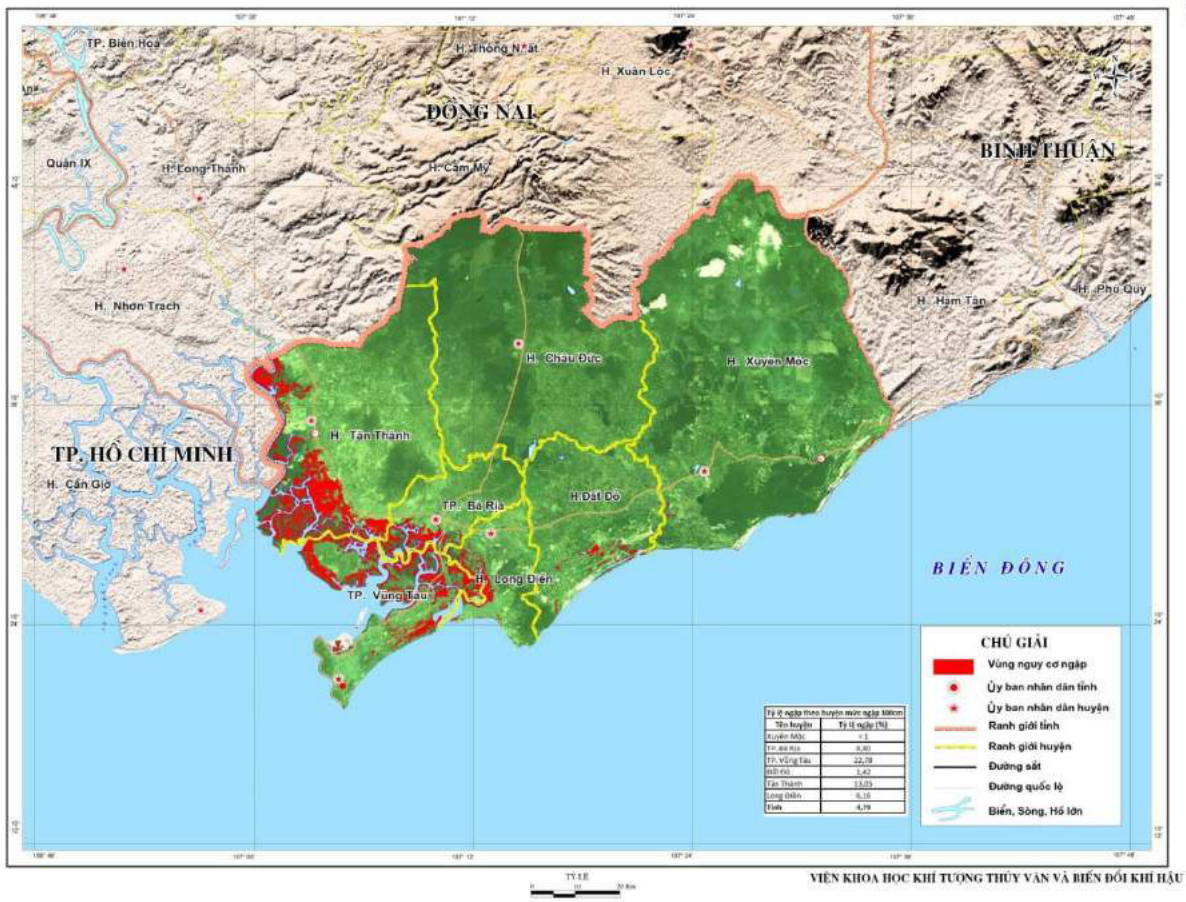
Bảng B19. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Bình Thuận

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Bắc Bình	187705	kđk	kđk	kđk	kđk	0,03	0,04
Hàm Thuận Bắc	135044	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Hàm Thuận Nam	106279	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,13
Hàm Tân	75309	0,30	0,34	0,40	0,46	0,51	0,54
TP. Phan Thiết	21168	0,73	0,79	0,83	0,88	0,93	0,97
TX. Lagi	18541	0,20	0,28	0,34	0,55	0,74	0,81
Tuy Phong	77643	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,58
Tỉnh	**796833**	**0,10**	**0,12**	**0,13**	**0,15**	**0,17**	**0,18**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

20) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 4,79% diện tích tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu có nguy cơ bị ngập. Trong đó, thành phố Vũng Tàu (22,78% diện tích), huyện Tân Thành (13,05% diện tích) có nguy cơ ngập cao (**Hình B20, Bảng B20**).



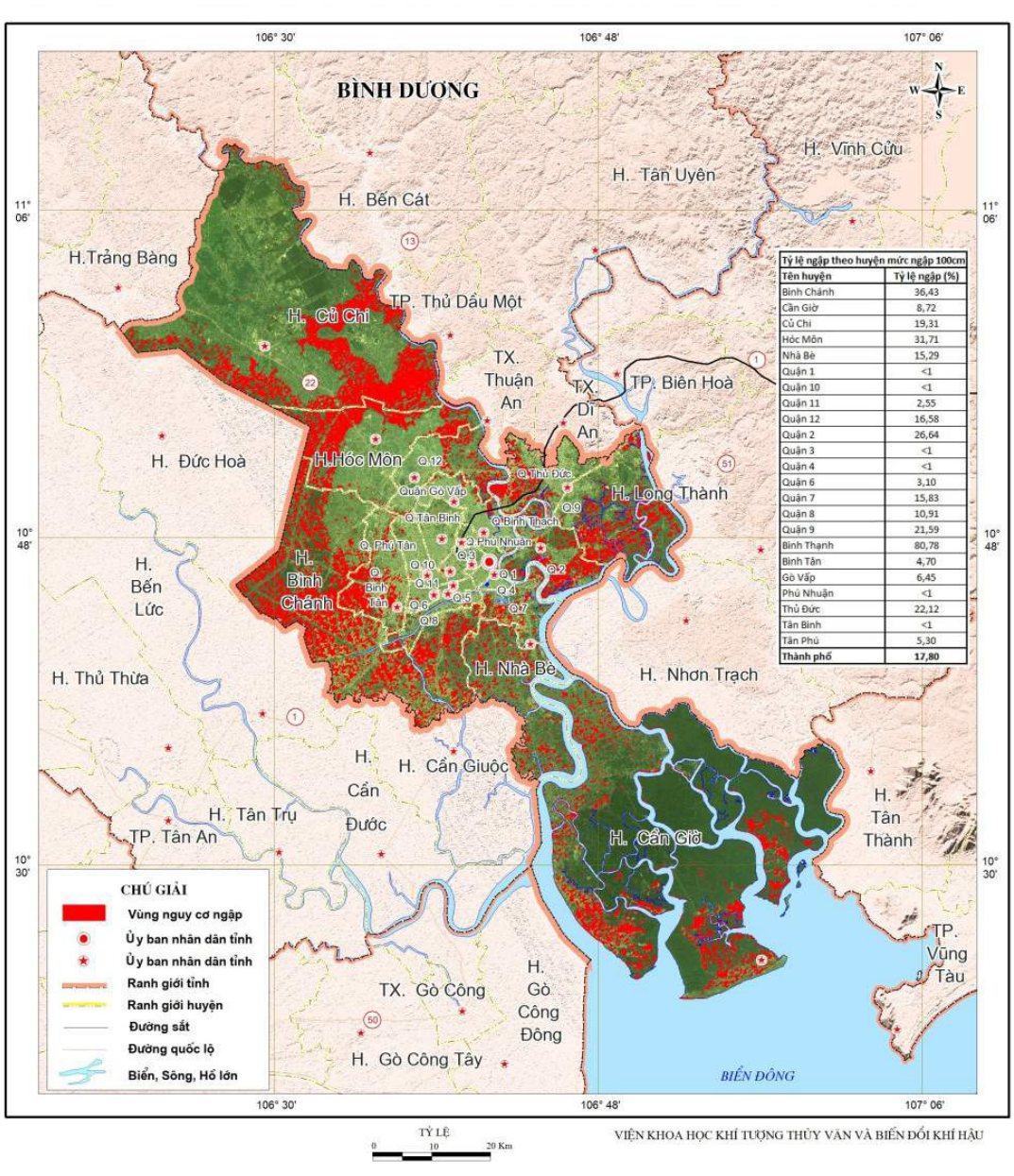
Hình B20. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu

Bảng B20. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Xuyên Mộc	65395	0,06	0,07	0,08	0,10	0,14	0,17
TP. Bà Rịa	9058	3,59	4,87	5,80	6,69	7,72	8,80
TP. Vũng Tàu	13482	9,78	11,45	13,65	15,96	19,42	22,78
Đất Đỏ	17951	0,36	0,49	0,65	0,81	1,20	1,42
Tân Thành	33357	5,89	7,00	8,29	9,77	11,27	13,05
Long Điền	8371	3,92	4,34	4,99	5,50	6,05	6,16
Tỉnh	**190223**	**2,13**	**2,53**	**3,01**	**3,52**	**4,16**	**4,79**

21) Nguy cơ ngập đối với thành phố Hồ Chí Minh

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 17,8% diện tích Tp. Hồ Chí Minh nguy cơ bị ngập. Trong đó, quận Bình Thạnh (80,78%), quận Bình Chánh (36,43%) (**Hình B21, Bảng B21.**).



Tỷ lệ ngập theo huyện mức ngập 100cm	
Tên huyện	Tỷ lệ ngập (%)
Bình Chánh	36,43
Cần Giờ	8,72
Củ Chi	19,31
Hóc Môn	31,71
Nhà Bè	15,29
Quận 1	<1
Quận 10	<1
Quận 11	2,55
Quận 12	16,58
Quận 2	26,64
Quận 3	<1
Quận 4	<1
Quận 6	3,10
Quận 7	15,83
Quận 8	10,91
Quận 9	21,59
Bình Thạnh	80,78
Bình Tân	4,70
Gò Vấp	6,45
Phú Nhuận	<1
Thủ Đức	22,12
Tân Bình	<1
Tân Phú	5,30
Thành phố	17,80

Hình B21. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, thành phố Hồ Chí Minh

Bảng B21. Nguy cơ ngập đối với Thành phố Hồ Chí Minh

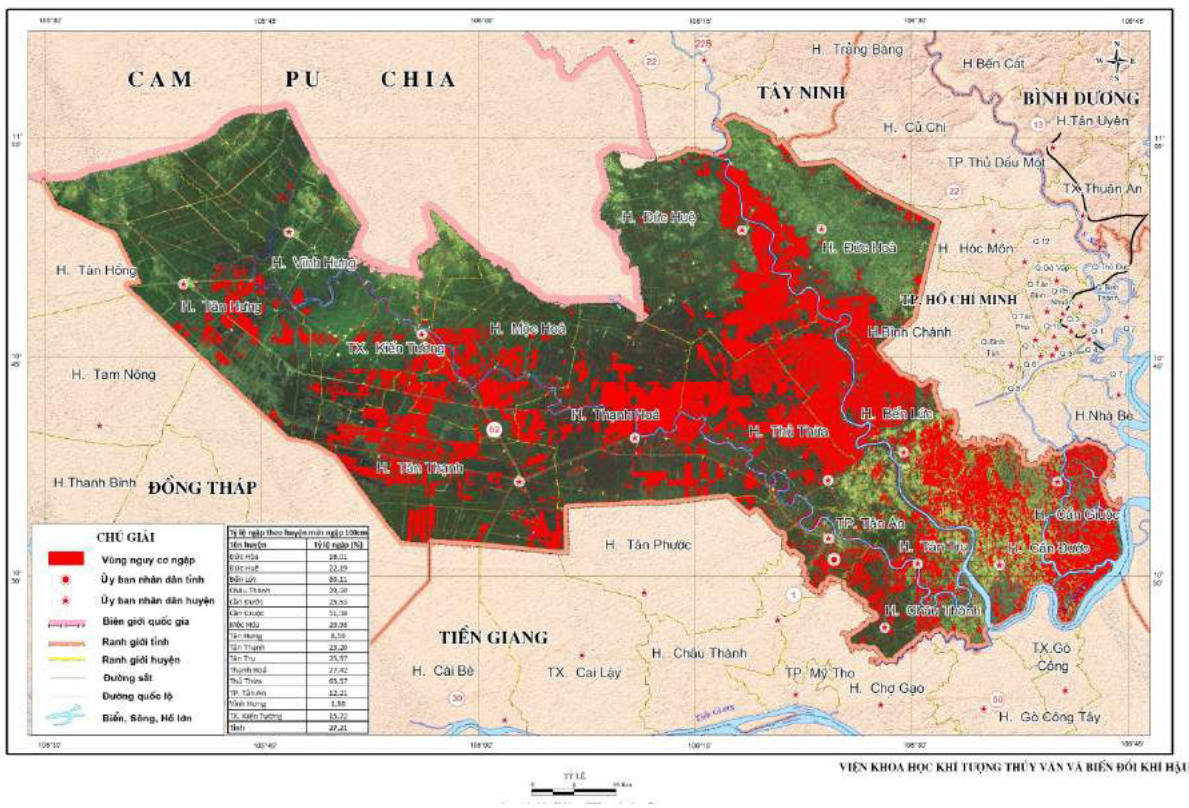
Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Tỷ lệ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Bình Chánh	25258	22,75	25,39	28,08	30,79	33,58	36,43
Cần Giờ	70916	5,02	5,66	6,34	7,08	7,86	8,72
Củ Chi	43474	13,33	14,52	15,74	16,98	18,16	19,31
Hóc Môn	10930	23,18	24,90	26,74	28,48	30,11	31,71
Nhà Bè	10053	9,01	10,13	11,31	12,56	13,83	15,29
Quận 1	772	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21

Quận 10	572	0,22	0,27	0,31	0,36	0,40	0,45
Quận 11	514	1,95	2,06	2,19	2,32	2,44	2,55
Quận 12	5273	9,55	10,86	12,22	13,62	15,00	16,58
Quận 2	5002	16,29	18,28	20,34	22,44	24,51	26,64
Quận 3	492	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,40
Quận 4	417	0,37	0,42	0,48	0,52	0,58	0,64
Quận 5	427	kđk	kđk	Kđk	Kđk	kđk	kđk
Quận 6	716	1,54	1,79	2,09	2,40	2,69	3,10
Quận 7	3522	9,42	10,54	11,75	13,07	14,34	15,83
Quận 8	1913	6,92	7,69	8,47	9,26	10,04	10,91
Quận 9	11367	11,98	13,70	15,51	17,41	19,42	21,59
Bình Thạnh	2081	59,58	63,58	67,75	72,07	76,30	80,78
Bình Tân	5200	2,93	3,27	3,61	3,98	4,32	4,70
Gò Vấp	1973	3,79	4,29	4,78	5,31	5,86	6,45
Phú Nhuận	486	0,33	0,37	0,43	0,50	0,58	0,66
Thủ Đức	4765	14,82	16,19	17,60	19,05	20,61	22,12
Tân Bình	2246	0,29	0,33	0,38	0,43	0,48	0,54
Tân Phú	1590	3,07	3,46	3,89	4,34	4,77	5,30
Thành phố	**209962**	**11,40**	**12,61**	**13,87**	**15,17**	**16,47**	**17,80**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

22) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Long An

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 27,21% diện tích của tỉnh Long An có nguy bị cơ ngập, các huyện bị ảnh hưởng nhiều nhất là Bến Lức (80,11% diện tích), Thủ Thừa (65,57% diện tích) (**Hình B22**, **Bảng B22**).



Hình B22. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Long An

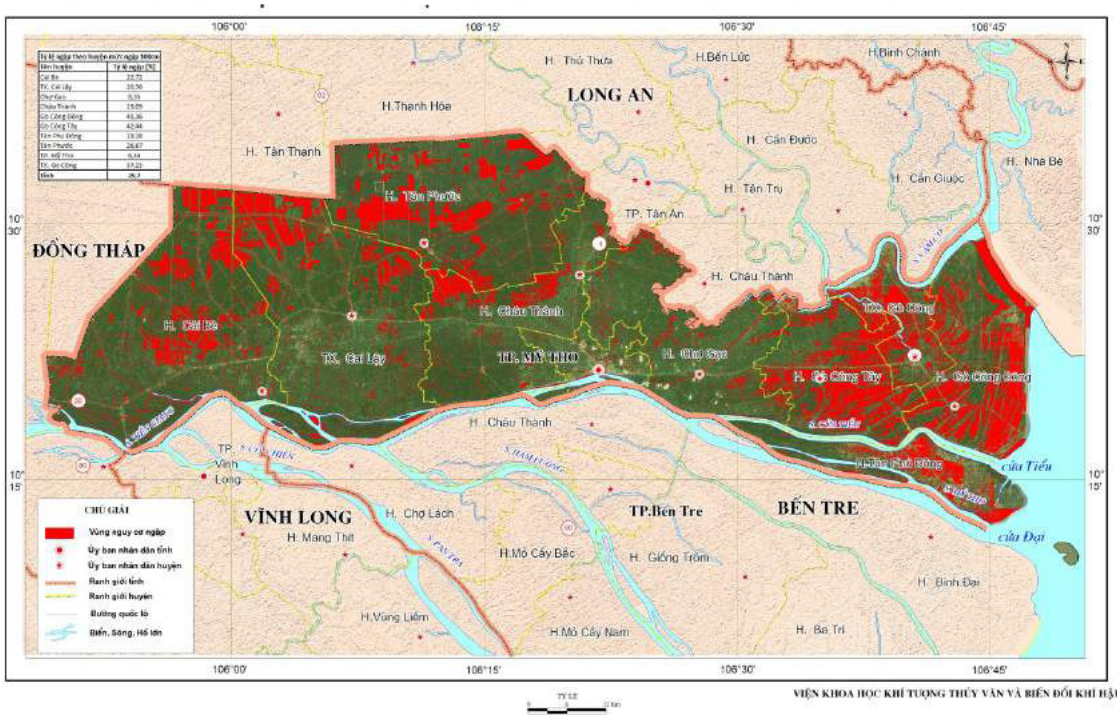
Bảng B22. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Long An

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Đức Hòa	42536	1,79	2,74	5,04	12,59	14,58	16,01
Đức Huệ	42946	1,38	2,63	5,41	13,52	14,14	22,19
Bến Lức	28752	1,04	4,28	10,50	26,26	45,56	80,11
Châu Thành	15411	1,57	2,45	3,29	8,23	10,54	29,50
Cần Đước	21964	0,10	0,73	1,27	3,17	17,91	25,53
Cần Giuộc	21571	0,01	0,27	0,63	1,56	22,61	51,98
Mộc Hóa	29893	0,06	0,25	0,91	2,26	6,40	20,98
Tân Hưng	49892	0,02	0,05	0,20	0,50	2,58	8,50
Tân Thạnh	42202	0,09	0,16	0,41	1,02	4,63	23,20
Tân Trụ	10529	1,53	2,48	3,29	8,23	14,48	25,97
Thạnh Hoá	46868	0,39	1,14	2,64	6,59	12,57	27,42
Thủ Thừa	29837	0,88	2,31	5,21	13,04	22,16	65,57
TP. Tân An	8048	1,92	2,84	4,85	9,70	11,17	12,21
Vĩnh Hưng	38223	kđk	0,09	0,31	0,77	1,76	1,80
TX. Kiến Tường	**20428**	kđk	kđk	kđk	kđk	4,4	15,72
Tỉnh	**449100**	**0,61**	**1,36**	**2,85**	**7,12**	**12,89**	**27,21**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

23) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Tiền Giang

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 29,7% diện tích của tỉnh Tiền Giang có nguy cơ bị ngập, các khu vực bị ảnh hưởng nhiều nhất là TX. Gò Công (37,23% diện tích), huyện Gò Công Đông (41,36% diện tích), Gò Công Tây (42,44% diện tích) (**Hình B23**, **Bảng B23**).



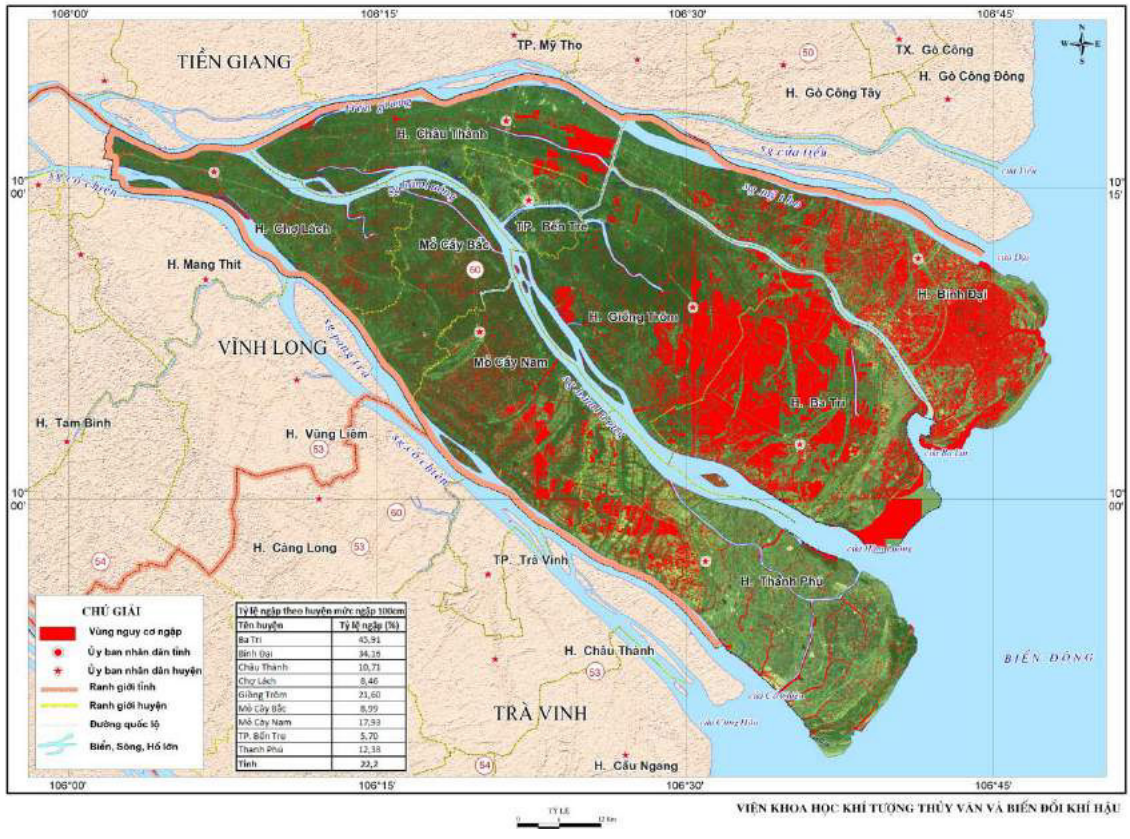
Hình B23. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Tiền Giang

Bảng B23. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Tiền Giang

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Cái Bè	41601	0,84	3,24	4,75	5,53	7,42	22,72
TX. Cái Lậy	43484	1,35	2,89	3,96	4,71	7,02	20,96
Chợ Gạo	23876	0,21	0,37	1,40	2,01	4,01	8,35
Châu Thành	23873	1,15	2,22	2,89	3,84	7,12	19,09
Gò Công Đông	22362	6,54	8,02	11,64	19,54	30,71	41,36
Gò Công Tây	19075	0,20	0,78	2,84	10,72	26,88	42,44
Tân Phú Đông	15243	3,27	4,30	6,29	8,97	13,87	19,18
Tân Phước	33303	0,43	1,59	3,17	5,15	9,04	26,67
TP. Mỹ Tho	7033	2,19	3,16	3,69	4,26	4,98	6,34
TX. Gò Công	9625	1,79	4,26	7,66	14,65	25,26	37,23
Tỉnh	**239470**	**1,56**	**2,92**	**4,54**	**7,08**	**12,0**	**29,7**

24) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Bến Tre

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 22,20% diện tích của tỉnh Bến Tre có nguy cơ bị ngập. Các huyện Ba Tri (45,91% diện tích) và Bình Đại (34,16% diện tích) có nguy cơ bị ngập cao nhất (**Hình B24**, **Bảng B24**).



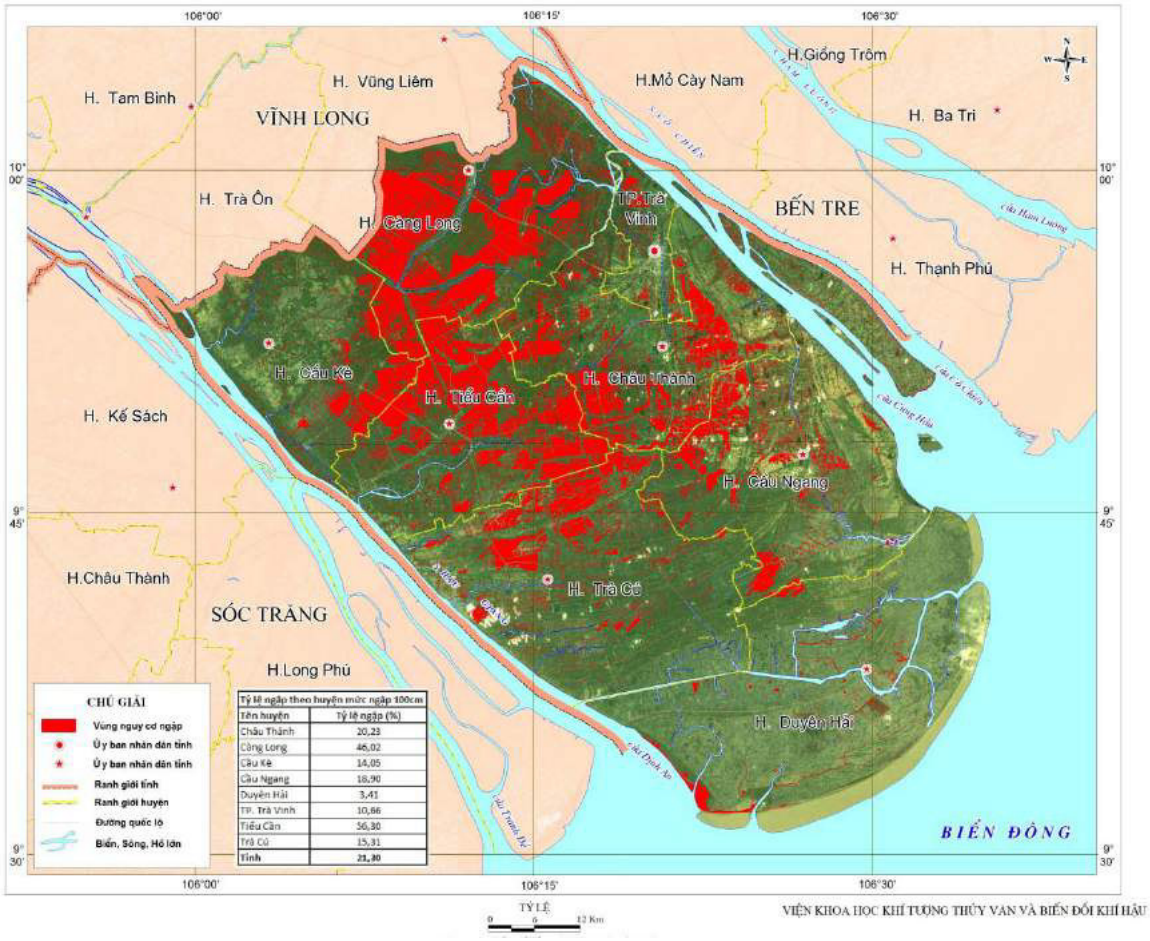
Hình B24. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Bến Tre

Bảng B24. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Bến Tre

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Ba Tri	36014	10,01	12,18	17,63	22,86	34,53	45,91
Bình Đại	40953	6,81	9,72	12,53	19,77	26,13	34,16
Châu Thành	22906	4,22	5,08	6,60	7,24	8,97	10,71
Chợ Lách	19054	4,79	5,18	6,20	6,37	7,32	8,46
Giồng Trôm	31441	5,17	7,06	10,18	13,61	16,48	21,60
Mỏ Cày Bắc	14603	4,88	5,25	5,77	6,59	7,70	8,99
Mỏ Cày Nam	22981	6,29	7,23	8,30	10,56	13,67	17,93
TP. Bến Tre	6671	2,20	2,78	3,61	4,33	5,39	5,70
Thạnh Phú	41999	0,38	6,18	7,10	7,45	9,34	12,38
Tỉnh	**235950**	**6,21**	**7,58**	**9,87**	**12,80**	**17,04**	**22,20**

25) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Trà Vinh

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 21,30% diện tích của tỉnh Trà Vinh có nguy cơ bị ngập. Các huyện bị ảnh hưởng nhiều nhất là Càng Long (46,02%), Tiểu Cần (56,30%) (**Hình B25**, **Bảng B25**).



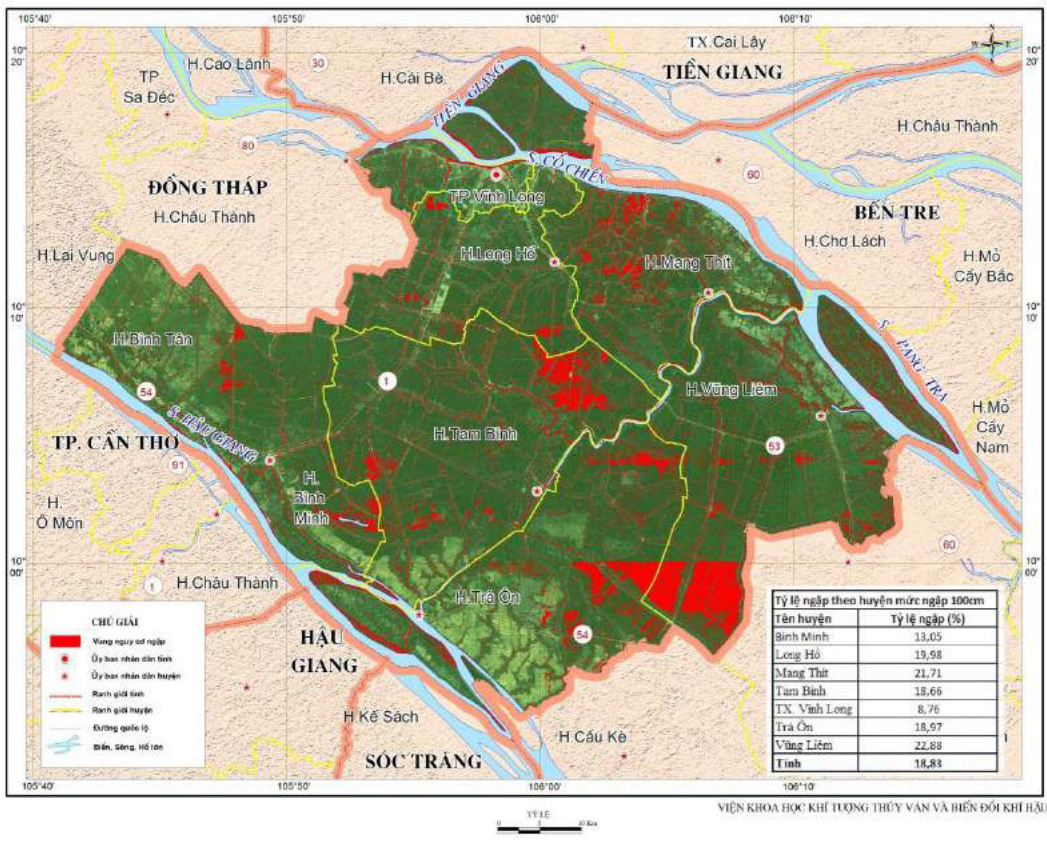
Hình B25. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Trà Vinh

Bảng B25. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Trà Vinh

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Châu Thành	34552	0,76	0,89	1,18	1,71	3,65	20,23
Càng Long	29438	1,60	1,79	2,19	2,96	6,46	46,02
Cầu Kè	24635	0,02	0,05	0,20	1,45	4,43	14,05
Cầu Ngang	32494	0,72	0,97	1,61	4,20	7,94	18,90
TX. Duyên Hải	51268	1,28	1,84	2,25	2,51	2,60	3,41
TP. Trà Vinh	6755	1,75	1,87	2,05	2,44	3,93	10,66
Tiểu Cần	22776	0,03	0,05	0,08	0,60	3,98	56,30
Trà Cú	37667	0,42	0,51	0,65	1,08	2,49	15,31
Tỉnh	**234120**	**0,80**	**1,02**	**1,33**	**2,38**	**4,93**	**21,3**

26) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Vĩnh Long

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 18,83% diện tích của tỉnh Vĩnh Long có nguy cơ bị ngập, các huyện bị ảnh hưởng nhiều nhất là Vũng Liêm (22,88% diện tích), Long Hồ (19,98% diện tích) (**Hình B26**, **Bảng B26**).



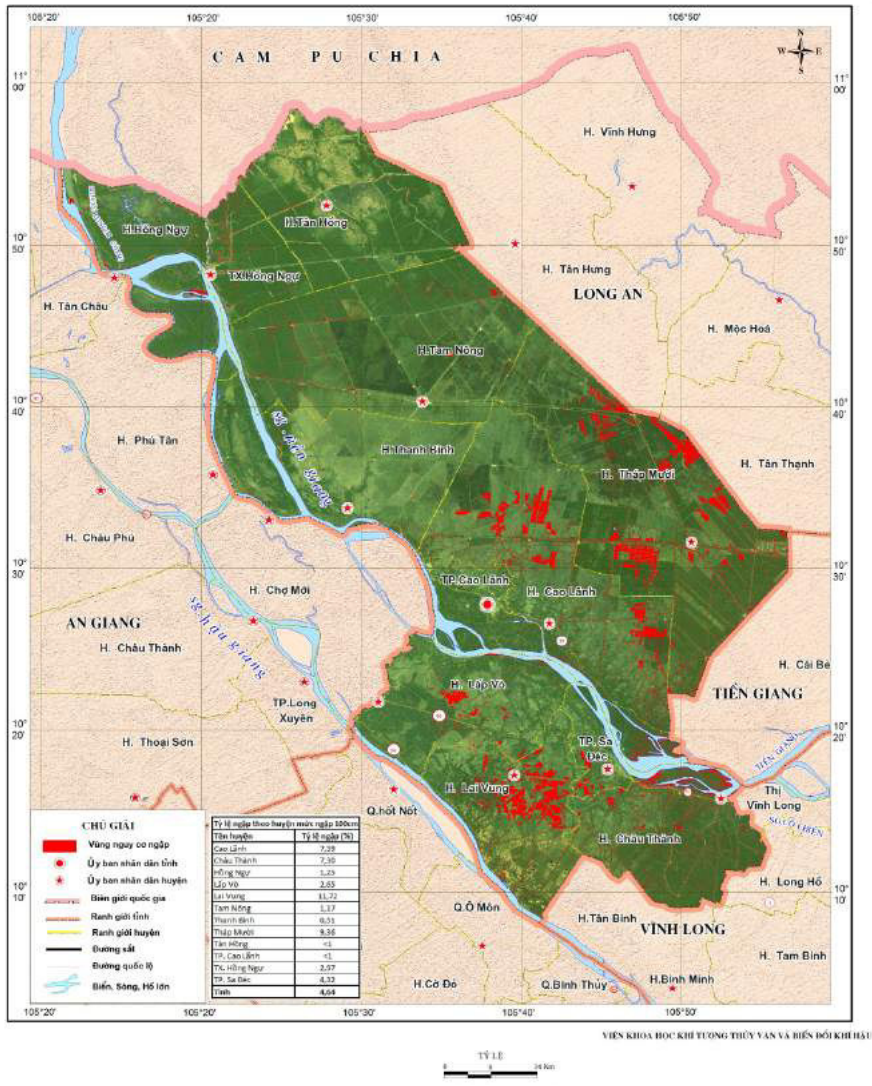
Hình B26. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Vĩnh Long

Bảng B26. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Vĩnh Long

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Bình Minh	25191	5,63	6,39	6,86	7,07	8,06	13,05
Long Hồ	19475	6,41	7,73	8,46	8,72	9,30	19,98
Mang Thít	16159	8,81	9,87	10,63	11,29	13,19	21,71
Tam Bình	28855	6,70	7,65	8,31	8,76	10,72	18,66
TP. Vĩnh Long	4576	4,93	6,05	6,50	6,58	7,10	8,76
Trà Ôn	26600	4,62	5,33	6,18	7,74	10,86	18,97
Vũng Liêm	31164	7,98	8,92	9,89	11,09	15,58	22,88
Tỉnh	**152020**	**6,55**	**7,49**	**8,23**	**8,97**	**11,27**	**18,83**

27) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Đồng Tháp

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 4,64% diện tích của tỉnh Đồng Tháp có nguy cơ bị ngập, huyện bị ảnh hưởng nhiều nhất là Lai Vung (11,72% diện tích) (**Hình B27**, **Bảng B27**).



Hình B27. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Đồng Tháp

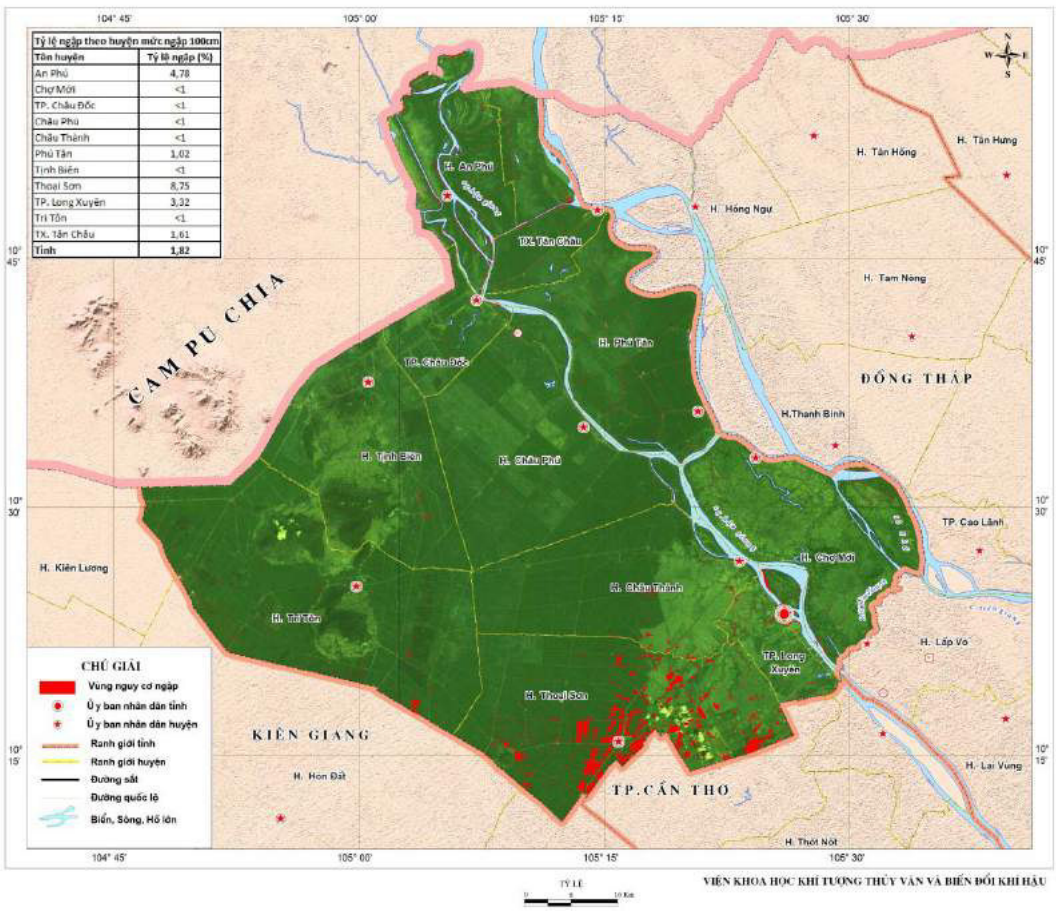
Bảng B27. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Đồng Tháp

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
TP. Cao Lãnh	49126	0,42	0,77	1,30	1,80	2,53	7,39
Châu Thành	24585	1,73	3,07	3,61	4,27	5,11	7,30
Hồng Ngự	21711	0,18	0,50	0,60	0,90	1,06	1,25
Lấp Vò	24546	kđk	0,01	0,05	0,23	0,66	2,65
Lai Vung	23914	0,89	0,98	1,12	1,58	4,25	11,72
Tam Nông	47412	0,04	0,12	0,25	0,39	0,65	1,17
Thanh Bình	34230	0,02	0,04	0,11	0,21	0,39	0,51
Tháp Mười	53368	0,46	1,19	1,68	2,13	2,94	9,36
Tân Hồng	31113	0,03	0,06	0,09	0,14	0,30	0,59
TP. Cao Lãnh	10830	0,17	0,32	0,52	0,67	0,71	0,95
TX. Hồng Ngự	11462	0,29	0,67	1,32	2,11	2,68	2,97
TP. Sa Đéc	5919	0,01	0,06	0,14	0,28	0,83	4,32
Tỉnh	**337860**	**0,36**	**0,69**	**0,96**	**1,28**	**1,94**	**4,64**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

28) Nguy cơ ngập đối với tỉnh An Giang

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 1,82% diện tích của tỉnh An Giang có nguy cơ bị ngập. Huyện có nguy cơ ngập cao nhất là Thoại Sơn (8,75%) (**Hình B28**, **Bảng B28**).



Hình B28. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh An Giang

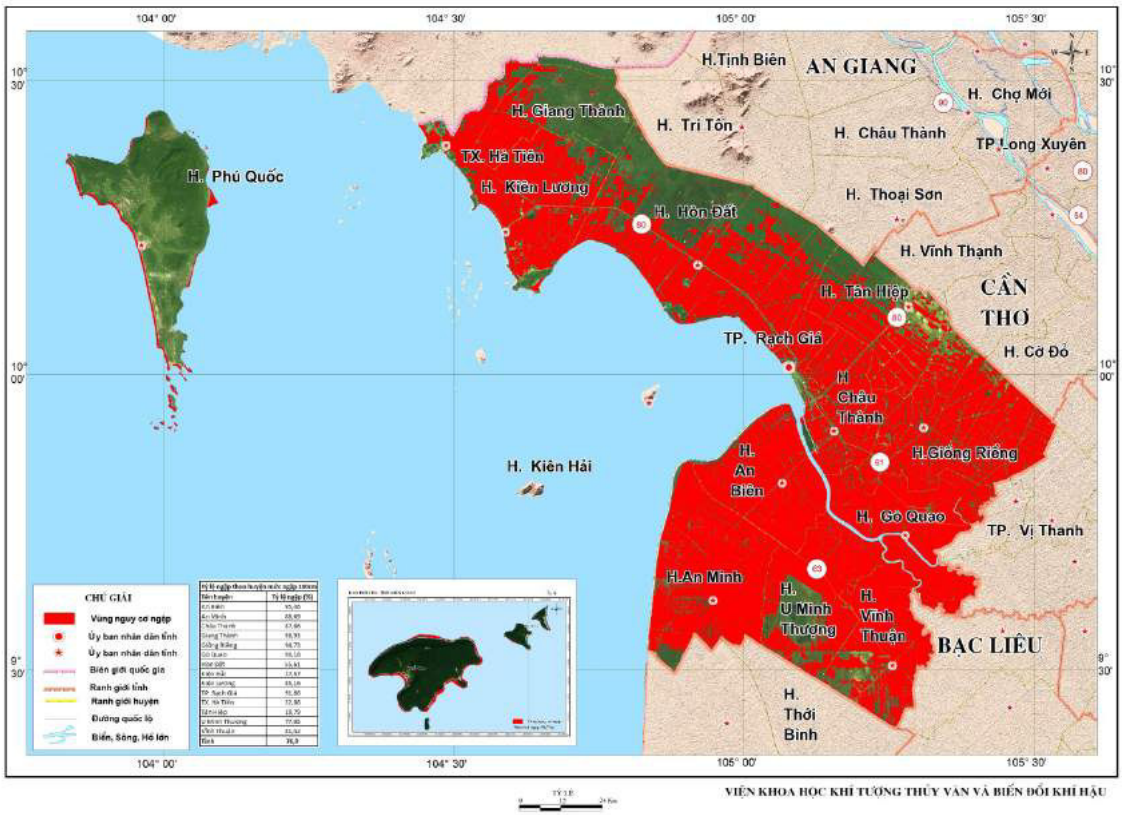
Bảng B28. Nguy cơ ngập đối với tỉnh An Giang

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
An Phú	21770	0,25	0,64	1,17	2,12	3,05	4,78
Chợ Mới	36924	0,10	0,13	0,23	0,41	0,50	0,59
Châu Đốc	10456	kđk	kđk	0,03	0,16	0,39	0,76
Châu Phú	45035	kđk	kđk	0,01	0,02	0,06	0,09
Châu Thành	35489	0,01	0,02	0,05	0,11	0,23	0,63
Phú Tân	32748	0,05	0,18	0,35	0,52	0,86	1,02
Tịnh Biên	35504	kđk	kđk	kđk	kđk	0,02	0,11
Thoại Sơn	46806	0,01	0,04	0,16	0,63	2,45	8,75
TP. Long Xuyên	11488	0,30	0,88	1,87	2,42	3,11	3,32
Tri Tôn	59978	0,06	0,09	0,12	0,18	0,27	0,47
TX. Tân Châu	17020	0,43	0,75	0,97	1,21	1,44	1,61
Tỉnh	**342400**	**0,08**	**0,16**	**0,29**	**0,49**	**0,90**	**1,82**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

29) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Kiên Giang

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 76,90% diện tích của tỉnh Kiên Giang có nguy cơ bị ngập, trong đó huyện An Biên (95,46% diện tích), huyện Giang Thành (98,93% diện tích) có nguy cơ ngập cao nhất (**Hình B29**, **Bảng B29**).



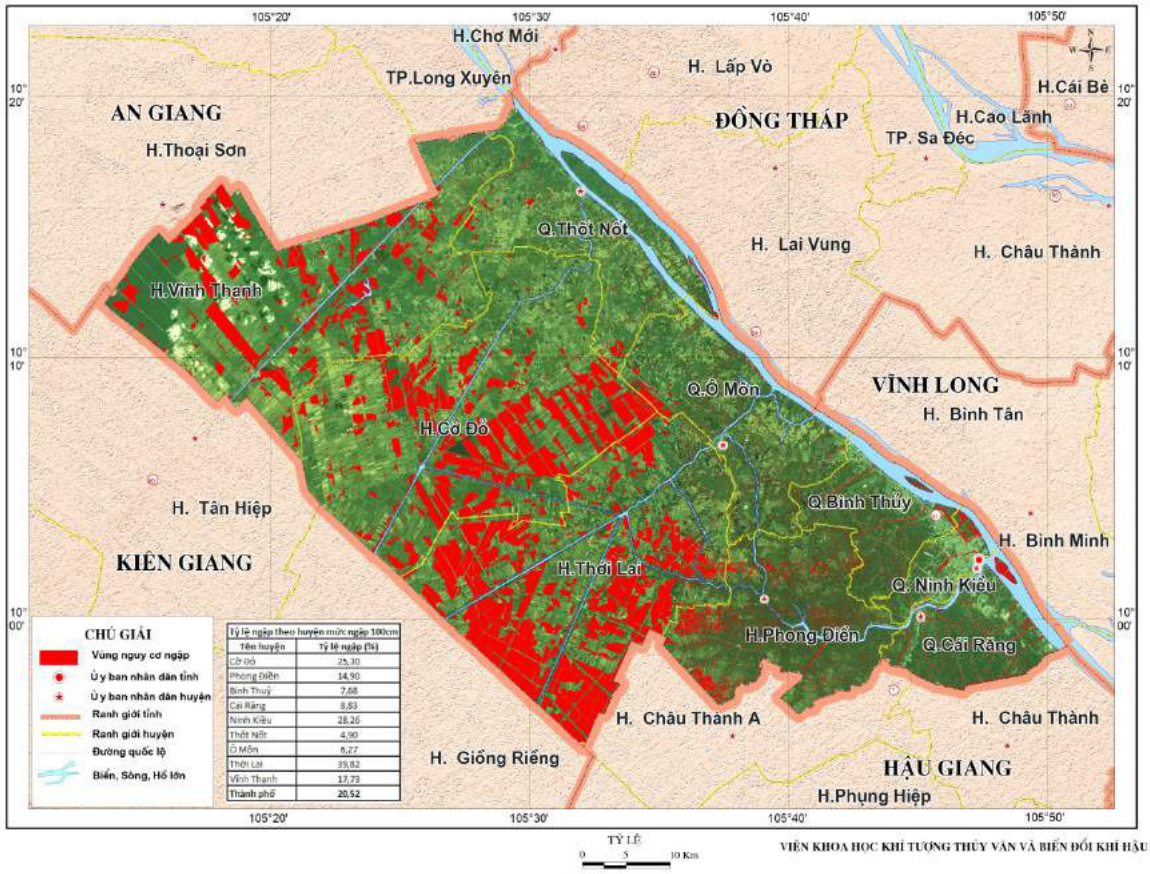
Hình B29. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Kiên Giang

Bảng B29. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Kiên Giang

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
An Biên	40001	18,23	44,20	61,90	73,75	93,56	95,46
An Minh	59009	4,85	17,63	42,73	63,42	85,91	88,69
Châu Thành	28524	4,74	18,81	45,21	65,41	82,78	87,86
Giang Thành	42358	17,70	54,21	76,81	86,21	98,23	98,93
Giồng Riềng	63886	1,04	3,22	7,86	13,37	20,70	94,73
Gò Quao	43917	3,14	16,88	50,42	84,32	88,09	90,18
Hòn Đất	104597	4,50	9,01	20,13	32,13	47,69	55,61
Kiên Hải	2545	2,27	2,27	2,27	2,27	2,50	27,57
Kiên Lương	47039	18,11	32,31	47,63	61,09	79,33	85,16
TP. Rạch Giá	10347	0,55	1,98	14,83	58,94	90,19	91,66
TX. Hà Tiên	8244	10,18	11,02	18,31	26,24	28,89	32,88
Tân Hiệp	42525	8,61	10,94	13,37	15,06	17,66	19,79
U Minh Thượng	43218	7,51	17,76	32,81	47,07	62,32	77,05
Vĩnh Thuận	37489	6,55	20,58	41,73	59,37	77,46	81,42
Tỉnh	**573690**	**7,77**	**19,8**	**36,3**	**50,8**	**65,9**	**76,9**

30) Nguy cơ ngập đối với thành phố Cần Thơ

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 20,52% diện tích của thành phố Cần Thơ có nguy cơ bị ngập, huyện bị ảnh hưởng nhiều nhất là huyện Thới Lai (39,82% diện tích) (**Hình B30**, **Bảng B30**).



Hình B30. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, Thành phố Cần Thơ

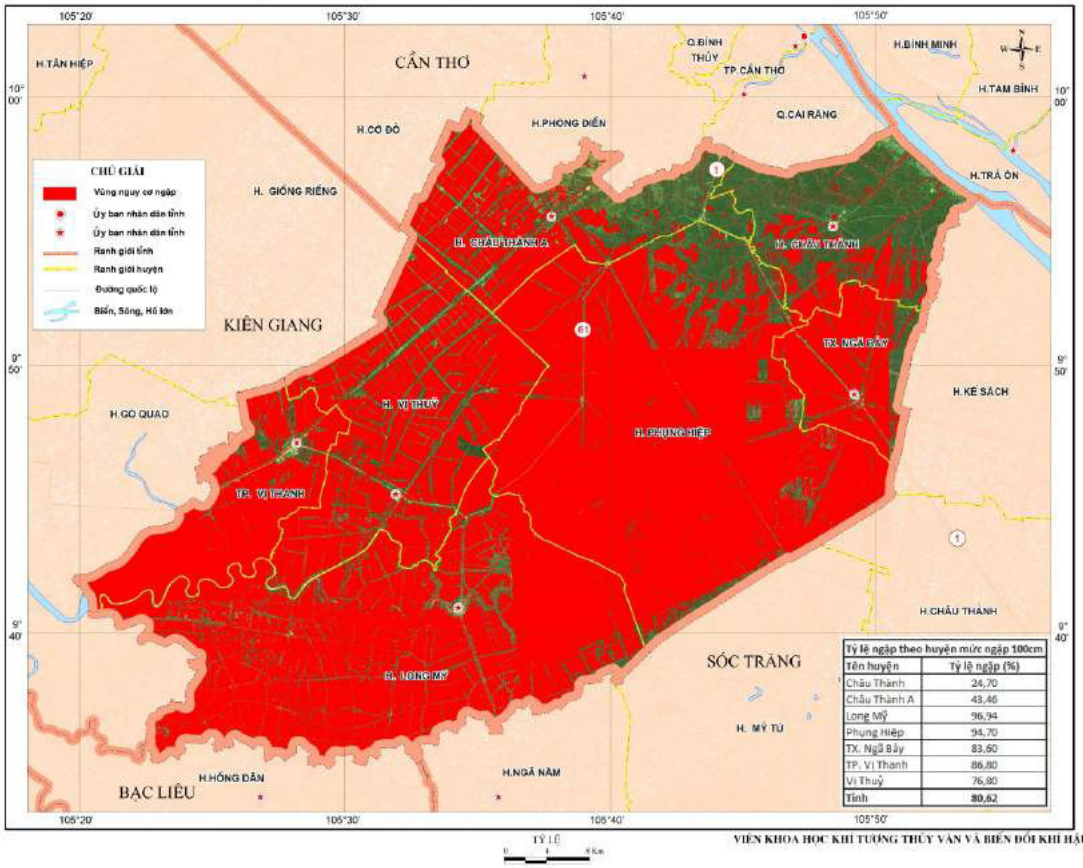
Bảng B30. Nguy cơ ngập đối với Thành phố Cần Thơ

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Cờ Đỏ	32623	kđk	0,04	0,30	1,43	6,87	25,30
Phong Điền	13133	4,01	4,49	5,15	6,25	8,66	14,90
Bình Thuỷ	6754	3,40	4,92	5,02	5,56	6,06	7,68
Cái Răng	7059	3,62	3,92	4,27	4,71	5,31	8,83
Ninh Kiều	2771	17,15	17,99	18,96	20,06	21,40	28,26
Thốt Nốt	13486	1,59	1,68	1,77	1,88	2,00	4,90
Ô Môn	12659	0,67	0,80	1,12	1,73	2,63	6,27
Thới Lai	27717	0,53	0,63	1,00	2,74	12,28	39,82
Vĩnh Thạnh	27870	0,02	0,06	0,11	0,28	1,66	17,73
Toàn Thành phố	**140900**	**1,44**	**1,59**	**1,90**	**2,77**	**6,54**	**20,52**

Ghi chú: kđk = không đáng kể

31) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Hậu Giang

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 80,62% diện tích của tỉnh Hậu Giang có nguy cơ bị ngập, trong đó huyện Long Mỹ (96,94% diện tích), Phụng Hiệp (94,70% diện tích) có nguy cơ bị ngập cao nhất (**Hình B31**, **Bảng B31**).



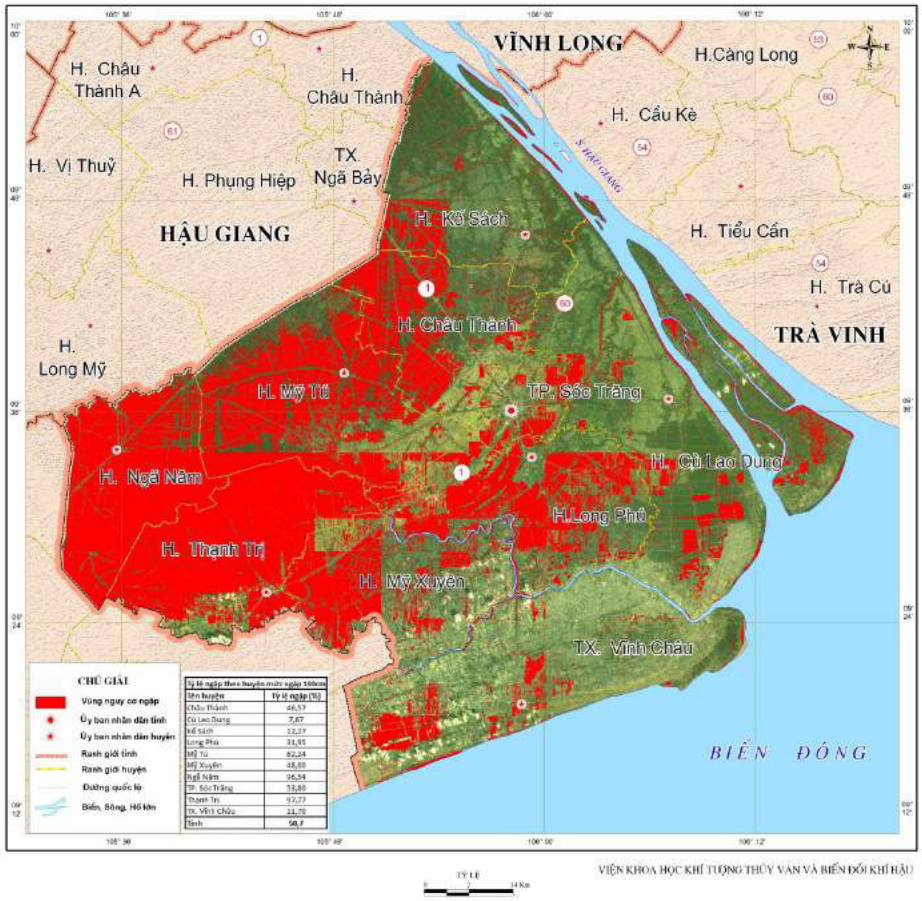
Hình B31. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Hậu Giang

Bảng B31. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Hậu Giang

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Châu Thành	14001	2,40	2,53	2,75	3,19	4,73	24,70
Châu Thành A	15898	0,80	1,24	3,21	11,85	30,67	43,46
Long Mỹ	40950	5,82	19,98	39,37	59,41	73,93	96,94
Phụng Hiệp	48468	0,41	0,97	2,75	7,01	14,50	94,70
TX. Ngã Bảy	7821	2,59	3,03	3,87	4,84	6,32	83,60
TP. Vị Thanh	11863	12,15	30,36	49,08	67,60	81,45	86,80
Vị Thuỷ	22956	3,68	15,63	38,28	58,48	69,92	76,80
Tỉnh	**160240**	**3,41**	**10,27**	**20,55**	**32,05**	**42,66**	**80,62**

32) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Sóc Trăng

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 50,70% diện tích của tỉnh Sóc Trăng có nguy cơ bị ngập, trong đó huyện Mỹ Tú (62,24% diện tích), TX. Ngã Năm (96,54% diện tích) có nguy cơ bị ngập cao nhất (**Hình B32**, **Bảng B32**).



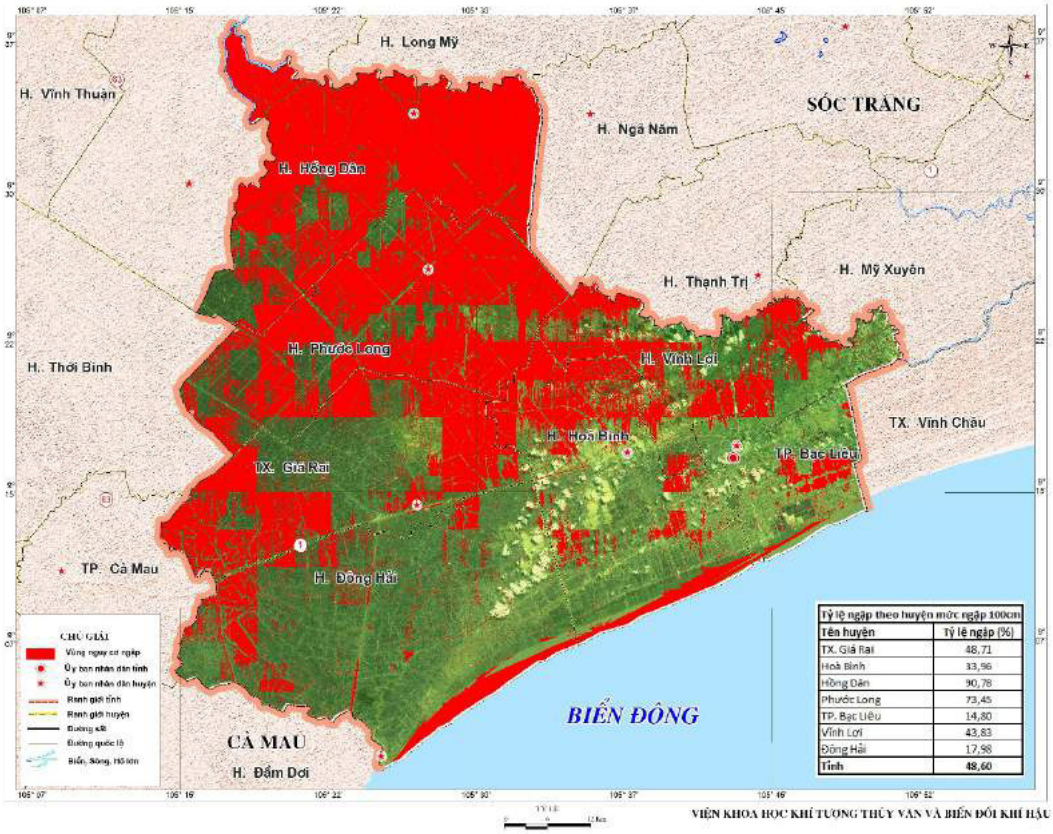
Hình B32. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Sóc Trăng

Bảng B32. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Sóc Trăng

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Châu Thành	23729	0,25	0,71	2,00	6,04	20,23	46,57
Cù Lao Dung	33423	2,27	2,55	2,97	3,63	4,87	7,67
Kế Sách	35298	2,28	2,72	3,36	4,16	4,90	12,27
Long Phú	45904	0,99	1,19	1,45	2,03	4,45	31,95
Mỹ Tú	36935	0,95	3,11	11,26	24,74	45,40	62,24
Mỹ Xuyên	56409	1,43	2,84	4,91	10,73	24,80	48,60
TX. Ngã Năm	24259	10,80	31,38	56,60	73,29	88,54	96,54
TP. Sóc Trăng	7304	1,35	2,78	5,80	10,69	21,16	53,80
Thạnh Trị	28935	8,47	25,41	45,72	65,39	83,49	97,77
TX. Vĩnh Châu	56262	0,52	0,76	1,06	2,24	5,08	11,70
Tỉnh	**322330**	**2,46**	**5,88**	**10,8**	**16,7**	**25,8**	**50,7**

33) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Bạc Liêu

Nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 48,60% diện tích của tỉnh Bạc Liêu có nguy cơ bị ngập, trong đó huyện Hồng Dân (90,78% diện tích), huyện Phước Long (73,45% diện tích) có nguy cơ bị ngập cao nhất (**Hình B33**, **Bảng B33**).



Hình B33. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Bạc Liêu

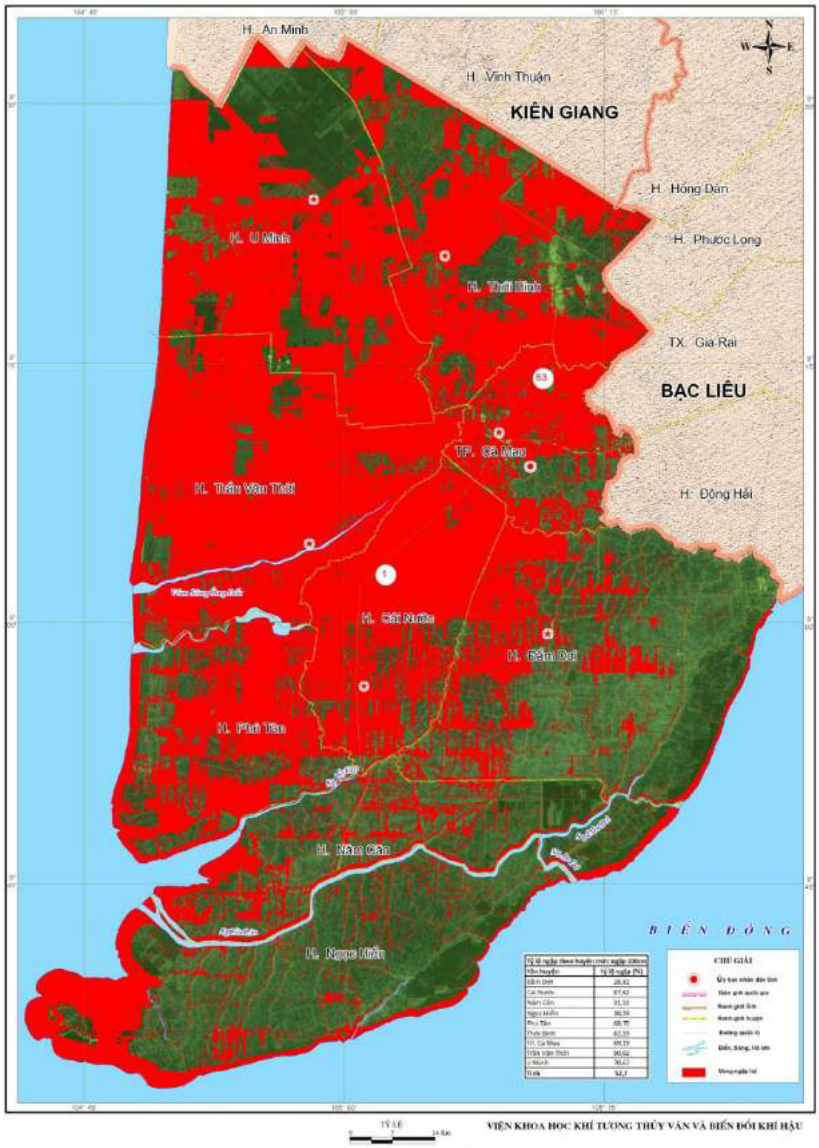
Bảng B33. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Bạc Liêu

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
TX. Giá Rai	35506	1,43	3,01	7,54	15,48	31,27	48,71
Hoà Bình	36735	2,28	4,78	6,97	11,74	18,87	33,96
Hồng Dân	44050	10,70	22,48	41,24	59,51	72,66	90,78
Phước Long	42346	4,32	9,07	20,95	37,25	54,56	73,45
TP. Bạc Liêu	15920	0,67	1,40	2,64	4,99	8,81	14,80
Vĩnh Lợi	25267	1,54	3,23	6,58	12,71	23,88	43,83
Đông Hải	56111	1,68	3,54	5,09	7,12	10,45	17,98
Tỉnh	**252600**	**3,65**	**7,65**	**14,5**	**23,4**	**33,8**	**48,6**

34) Nguy cơ ngập đối với tỉnh Cà Mau

Cà Mau có 3 mặt tiếp giáp với biển (Đông, Tây, Nam), nếu mực nước biển dâng 100 cm, khoảng 57,70% diện tích của tỉnh Cà Mau có nguy cơ bị ngập, trong đó huyện Trần Văn

Thời (90,02% diện tích), huyện Cái Nước (87,62% diện tích) có nguy cơ ngập cao nhất (**Hình B34**, **Bảng B34**).



Hình B34. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, tỉnh Cà Mau

Bảng B34. Nguy cơ ngập đối với tỉnh Cà Mau

Quận/Huyện	Diện tích (ha)	Nguy cơ ngập (% diện tích) ứng với các mực nước biển dâng					
		50cm	60cm	70cm	80cm	90cm	100cm
Đầm Dơi	82354	4,12	6,22	9,95	13,93	18,51	28,82
Cái Nước	41693	21,16	38,90	62,24	77,13	84,23	87,62
Năm Căn	48642	7,69	8,95	14,31	15,74	16,72	31,51
Ngọc Hiển	73957	5,51	6,71	10,73	13,02	15,26	30,59
Phú Tân	44984	13,01	19,92	31,87	44,62	49,77	68,70
Thới Bình	63750	3,78	7,70	12,32	17,24	42,52	62,59
TP. Cà Mau	24886	7,06	12,03	19,25	26,95	50,48	69,19
Trần Văn Thời	71507	16,05	25,87	41,40	57,96	73,86	90,02
U Minh	77098	4,25	8,27	13,24	18,53	48,15	70,67
Tỉnh	**528870**	**8,47**	**13,7**	**21,9**	**30,3**	**40,9**	**57,7**

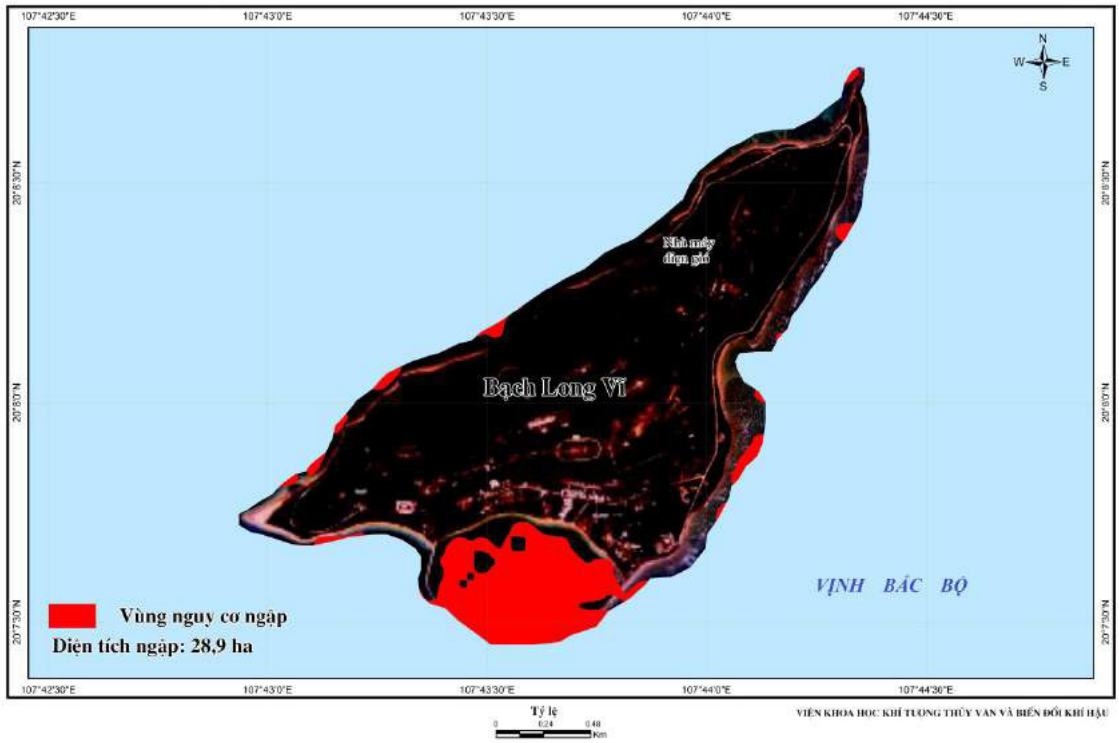
35) Nguy cơ ngập đối với các đảo và quần đảo của Việt Nam

Bảng B35. Nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm đối với các đảo và cụm đảo

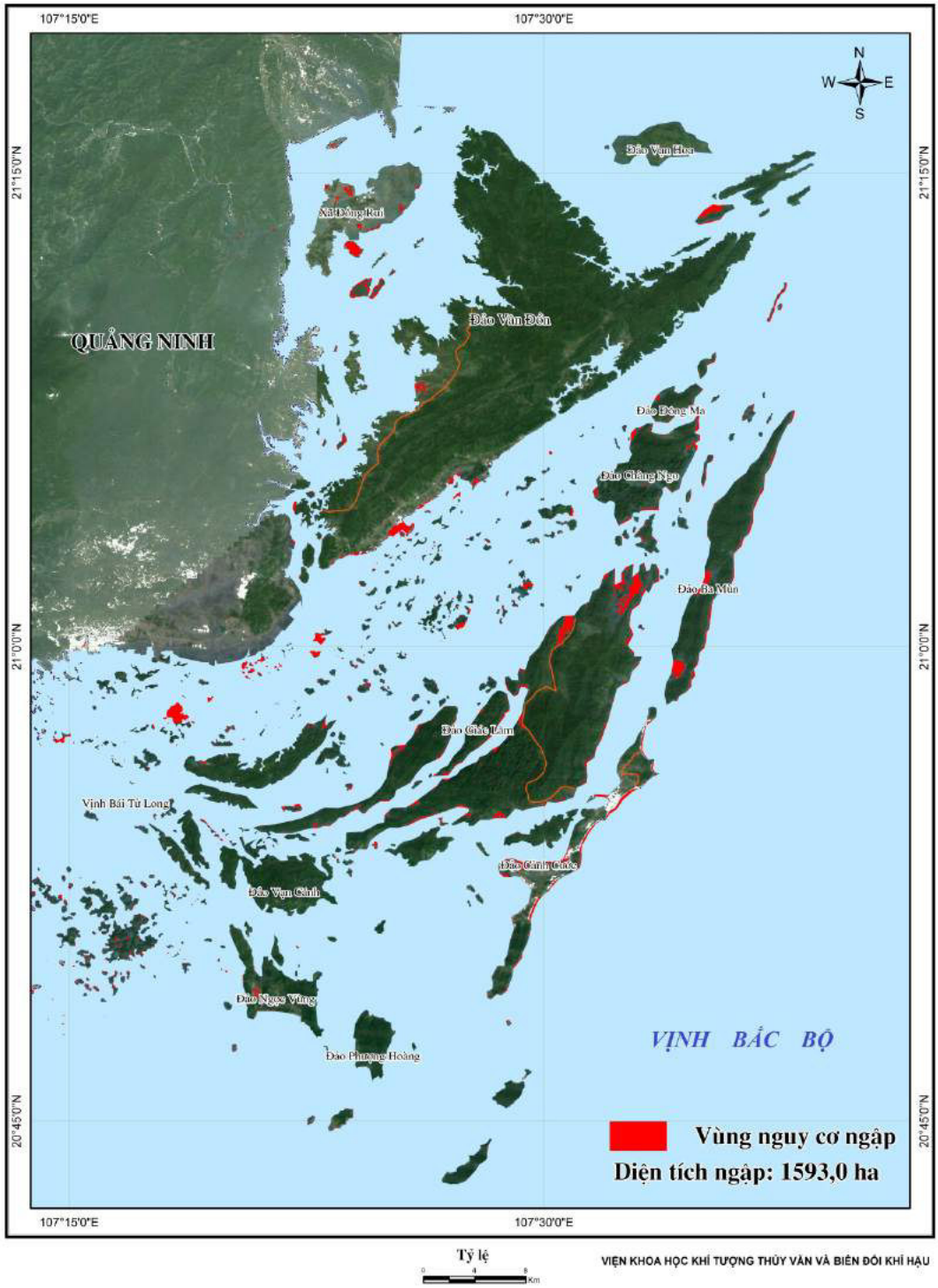
Tên đảo/cụm đảo	Diện tích có nguy cơ ngập (ha)
Đảo Trần	9,8
Cụm đảo Vân Đồn	1593,0
Đảo Cô Tô	213,1
Đảo Bạch Long Vĩ	28,9
Đảo Lý Sơn	39,3
Cụm đảo Côn Đảo	681,9
Đảo Cồn Cỏ	2,6
Đảo Phú Quý	145,0
Đảo Hòn Khoai	15,0
Đảo Thổ Chu	96,7
Đảo Phú Quốc	591,4
Một số đảo thuộc quần đảo Trường Sa	
Đảo Trường Sa lớn	1,0
Đảo Sinh Tồn	0,3
Đảo Song Tử Tây	3,1
Một số đảo thuộc quần đảo Hoàng Sa	
Một số đảo thuộc nhóm Lưỡi Liềm	1258,0
Đảo Tri Tôn	62,4



Hình B35. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Trần, tỉnh Quảng Ninh



Hình B36. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Bạch Long Vĩ, Thành phố Hải Phòng



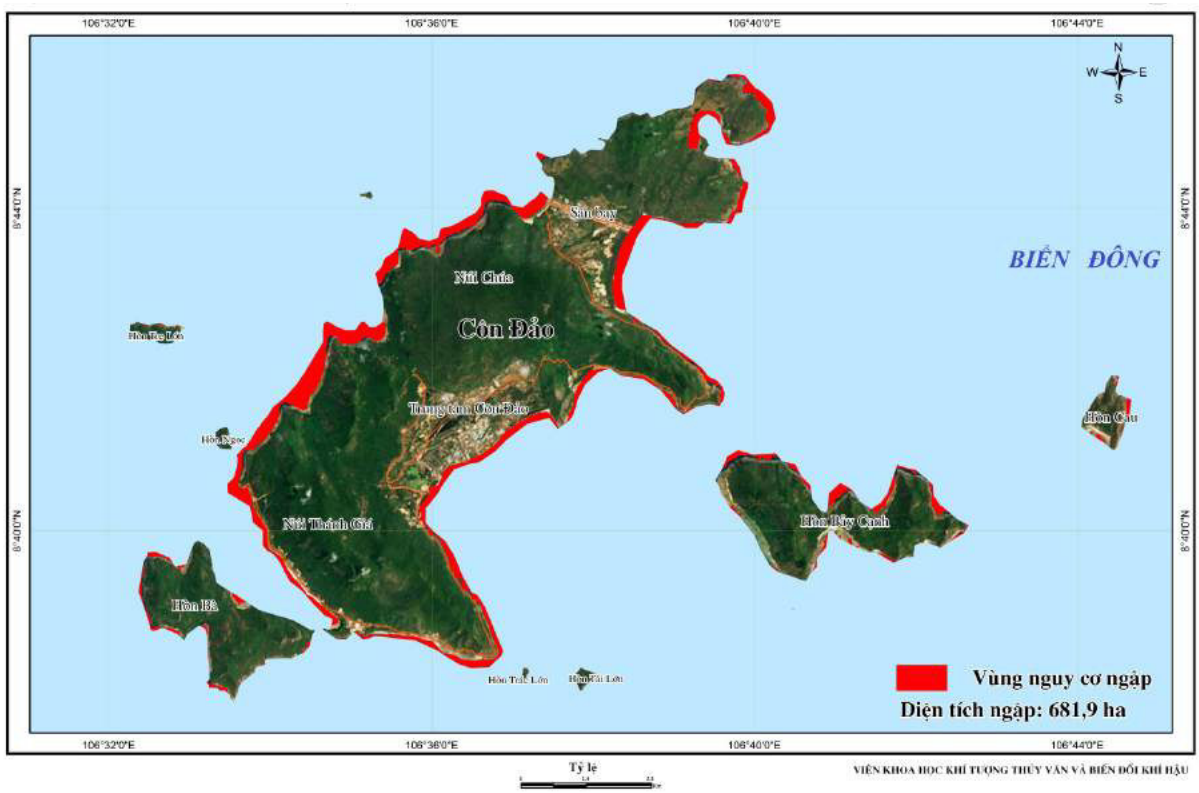
Hình B37. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, cụm đảo Vân Đồn, tỉnh Quảng Ninh



Hình B38. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Cô Tô, tỉnh Quảng Ninh



Hình B39. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Lý Sơn, tỉnh Quảng Ngãi



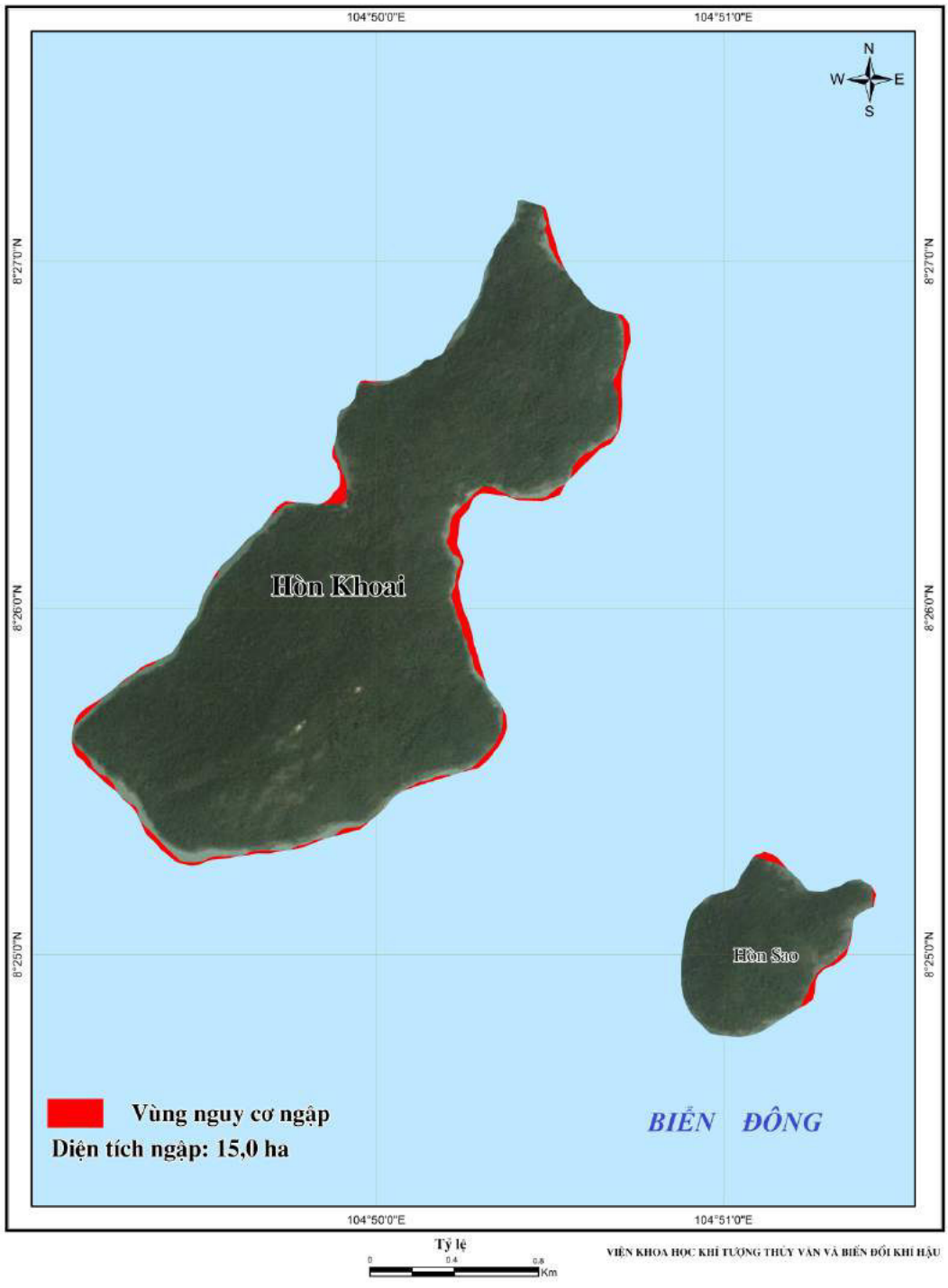
Hình B40. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, cụm đảo Côn Đảo, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu



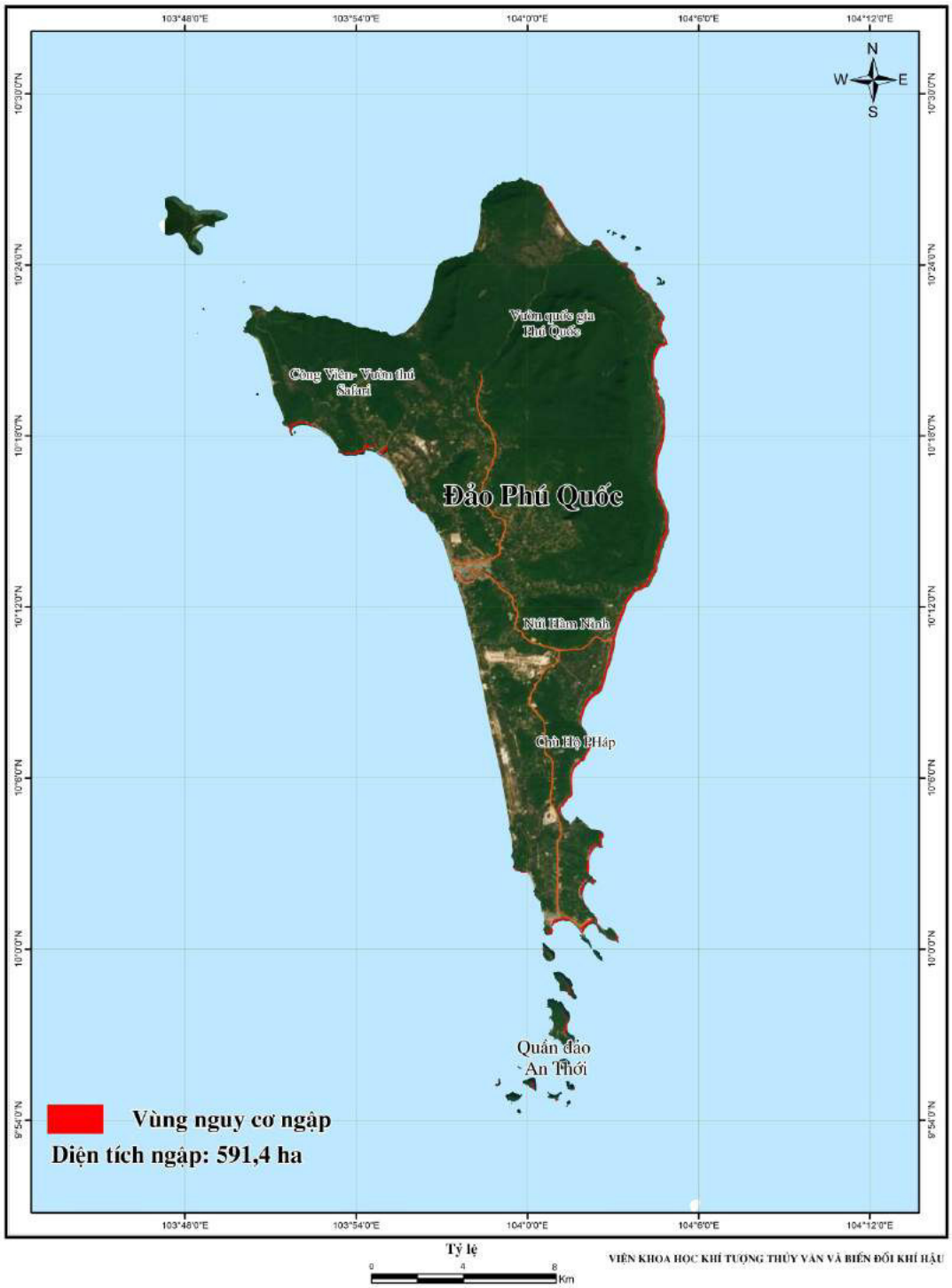
Hình B41. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Cồn Cỏ, tỉnh Quảng Trị



Hình B42. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Phú Quý, tỉnh Bình Thuận



Hình B43. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Hòn Khoai, tỉnh Cà Mau



Hình B44. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang



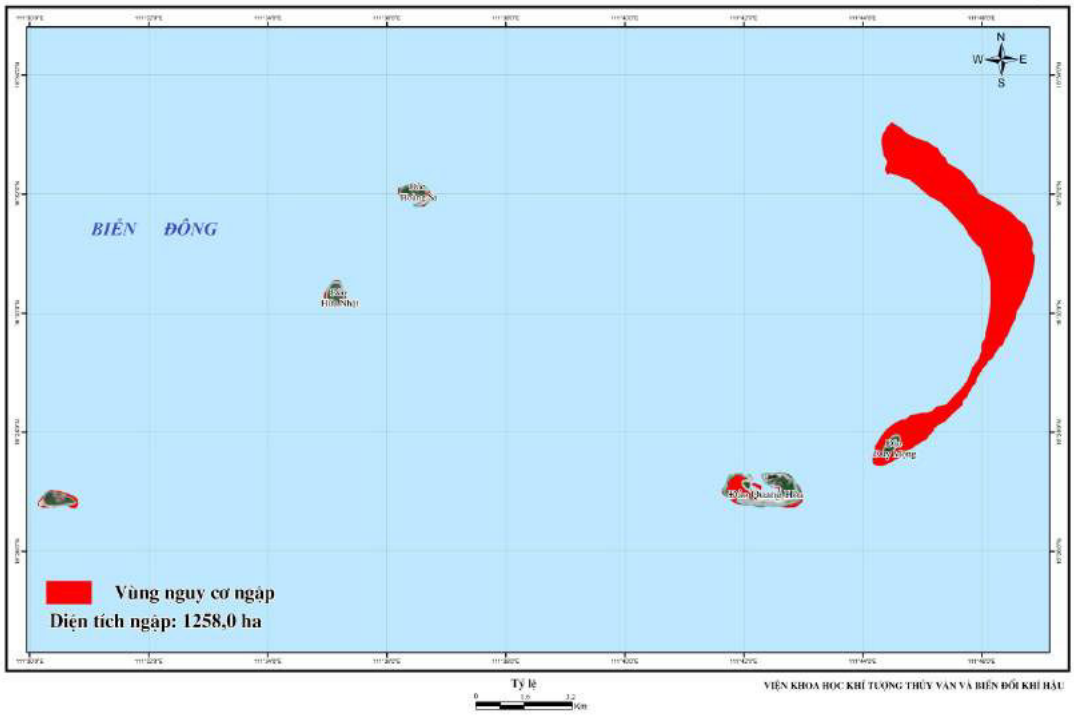
Hình B45. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Trường Sa lớn, quần đảo Trường Sa, tỉnh Khánh Hòa



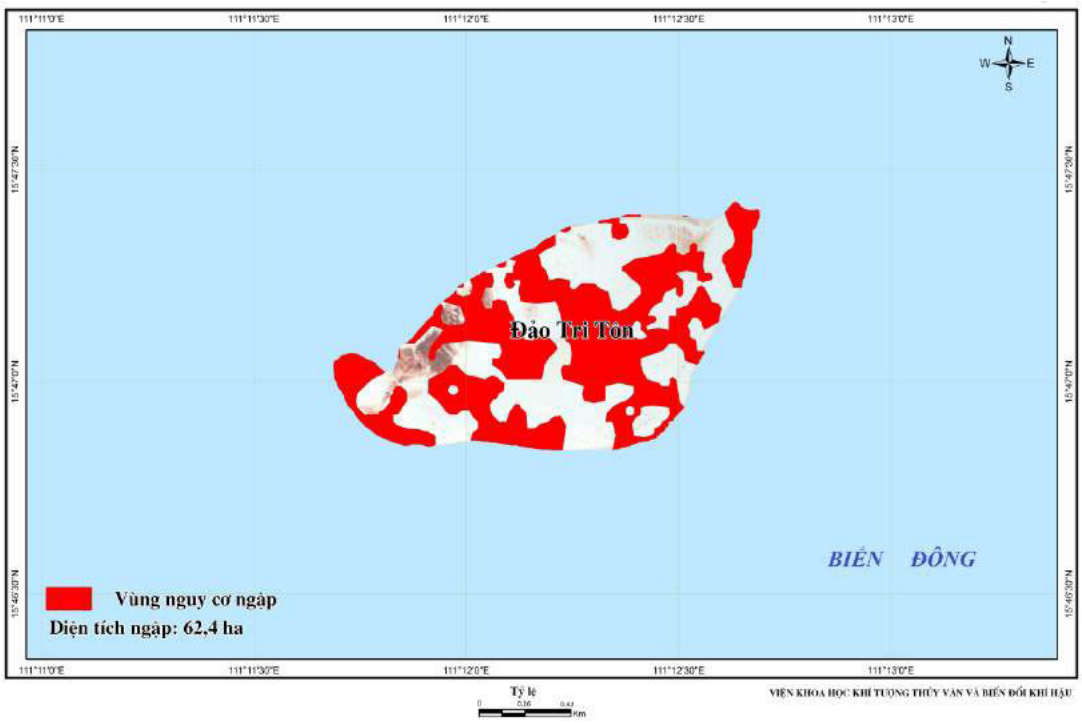
Hình B46. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Song Tử Tây, quần đảo Trường Sa, tỉnh Khánh Hòa



Hình B47. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Sinh Tồn, quần đảo Trường Sa, tỉnh Khánh Hòa



Hình B48. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, cụm một số đảo thuộc nhóm Lưỡi Liềm, quần đảo Hoàng Sa, thành phố Đà Nẵng



Hình B49. Bản đồ nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100 cm, đảo Tri Tôn, quần đảo Hoàng Sa, thành phố Đà Nẵng

NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN – MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

Số 85 – Nguyễn Chí Thanh, Láng Hạ, Đống Đa, Hà Nội
Tel: (84-4) 3835 5958 - Fax: (84-4) 3834 4610
E-mail: info@bando.com.vn - Website: www.bando.com.vn

Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN
Th.S Kim Quang Minh

CHỊU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG VÀ TRÌNH BÀY THIẾT KẾ
Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Biên tập nội dung: GS.TS. Trần Thục
PGS.TS. Nguyễn Văn Thắng
PSG.TS. Huỳnh Thị Lan Hương

Biên tập viên: ThS. Đào Thị Hậu
Đỗ Thị Phương Hoa

In 2.000 cuốn, khổ 20,5x29,5cm, tại Nhà in Công ty Cổ phần Khoa học và Công nghệ Hoàng Quốc Việt. Địa chỉ: 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 1978-2016/CXBIPH/01-382/BaĐ
Số quyết định xuất bản: 92/QĐ-TMBVN
In xong và nộp lưu chiểu Quý 4 năm 2016
Mã số ISBN: 978-604-904-939-2.