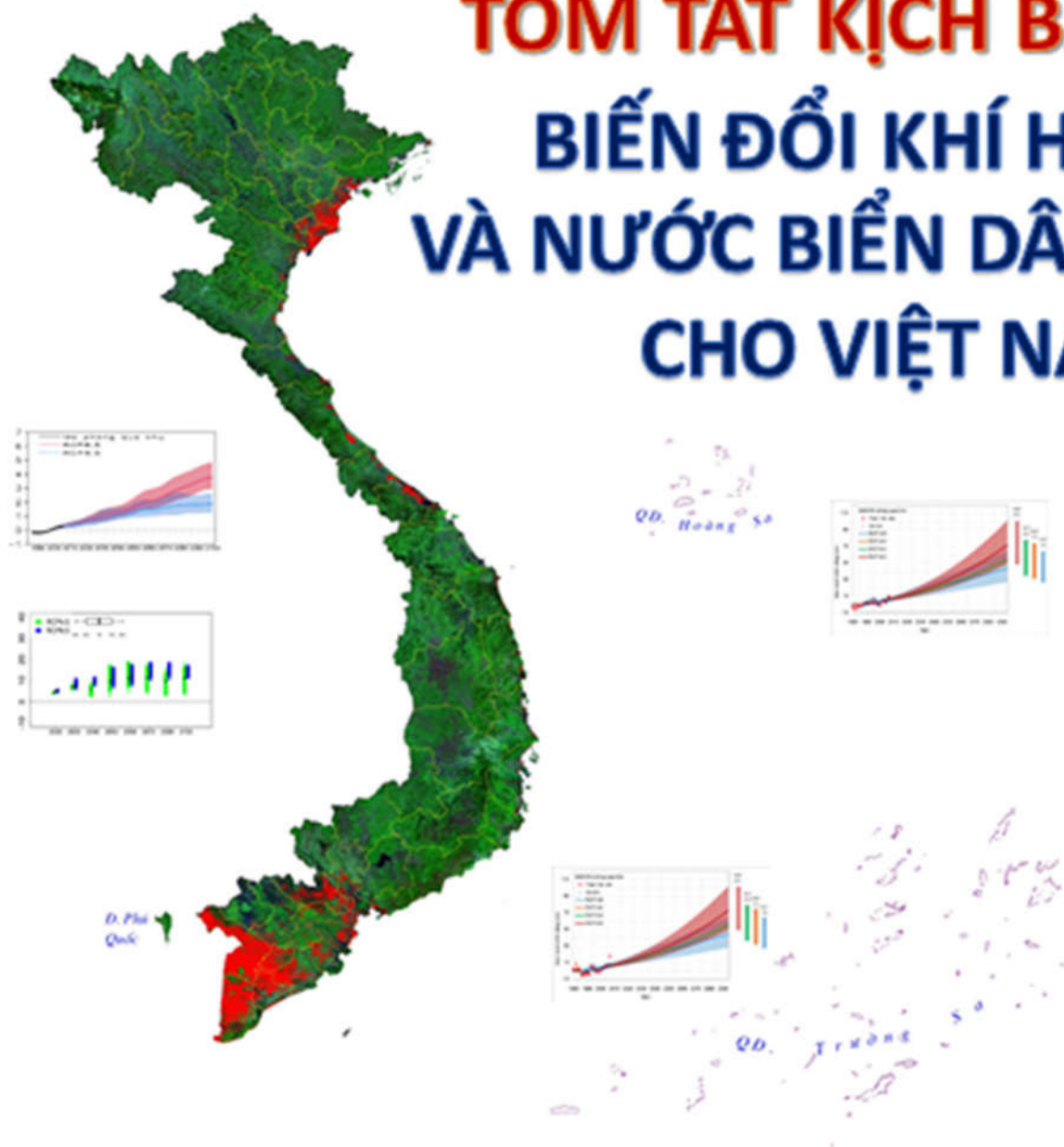


TÓM TẮT KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM



Nhóm biên soạn chính:

Trần Thực, 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 Thắng, 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, Đàm Hồng Như, Nguyễn Thị Phương, Nguyễn Ngọc Kim Phượng, Lê Đức
Quyền, Võ Đình Súc, 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.

MỤC LỤC

I. Mở đầu	2
II. Biến đổi khí hậu toàn cầu và ở Việt Nam.....	3
2.1. Biến đổi khí hậu quy mô toàn cầu	3
2.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu và nước biển dâng ở Việt Nam.....	4
III. Phương pháp xây dựng kịch bản.....	6
3.1. Số liệu sử dụng.....	6
3.1.1. Số liệu khí hậu	6
3.1.2. Số liệu mực nước biển	6
3.1.3. Số liệu địa hình	7
3.2. Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu	7
3.2.1. Kịch bản nồng độ khí nhà kính	7
3.2.2. Phương pháp chi tiết hóa động lực.....	8
3.2.3. Phương pháp thống kê dùng trong hiệu chỉnh kết quả mô hình	8
3.2.4. Phương pháp đánh giá mức độ tin cậy của kết quả tính toán	8
3.3. Phương pháp xây dựng kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu	9
3.4. Phương pháp xây dựng bản đồ nguy cơ ngập do nước biển dâng	10
IV. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam	10
4.1. Kịch bản biến đổi khí hậu.....	10
4.1.1. Nhiệt độ trung bình	10
4.1.2. Nhiệt độ cực trị.....	12
4.1.3. Lượng mưa năm.....	14
4.1.4. Lượng mưa cực trị.....	17
4.1.5. Gió mùa và một số hiện tượng khí hậu cực đoan	18
4.2. Kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu	18
4.2.1. Kịch bản nước biển dâng trung bình toàn khu vực Biển Đông	18
4.2.2. Kịch bản nước biển dâng khu vực biển Việt Nam	19
4.3. Một số nhận định về mực nước cực trị	23
4.3.1. Nước dâng do bão.....	23
4.3.2. Thủy triều ven bờ biển Việt Nam.....	23
4.3.3. Nước dâng do bão kết hợp với thủy triều	23
4.4. Bản đồ nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu	24
4.4.1. Nguy cơ ngập đối với các tỉnh đồng bằng và ven biển	24
4.4.2. Nguy cơ ngập đối với các đảo và quần đảo của Việt Nam	26
4.5. Nhận định về một số yếu tố ảnh hưởng đến nguy cơ ngập	26
4.5.1. Nâng hạ địa chất.....	26
4.5.2. Sụt lún do khai thác nước ngầm	27
V. Kết luận và khuyến nghị	28
5.1. Kết luận	28
5.2. Khuyến nghị	30

I. Mở đầu

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, các mùa và cực trị nhiệt độ), lượng mưa (mưa năm, mưa trong các mùa, cực trị mưa), gió mùa hè và một số hiện tượng 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.

II. Biến đổi khí hậu toàn cầu và ở Việt Nam

2.1. Biến đổi khí hậu quy mô toàn cầu

1) Biểu hiện của biến đổi khí hậu và nước biển dâng toàn cầu

Các biểu hiện chính của biến đổi khí hậu và nước biển dâng toàn cầu:

- Nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng khoảng $0,89^{\circ}\text{C}$ ($0,69 \div 1,08^{\circ}\text{C}$) trong giai đoạn 1901-2012.

- Nhiệt độ trung bình toàn cầu có chiều hướng tăng nhanh đáng kể trong vài thập kỷ gần đây. Mức tăng trung bình giai đoạn 1951-2012 khoảng $0,12^{\circ}\text{C}/10$ năm.

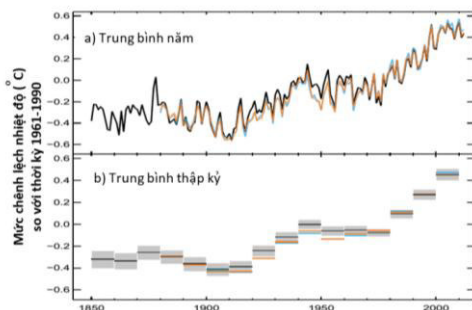
- Kể từ năm 1901, giáng thủy có xu thế tăng ở vùng lục địa vĩ độ trung bình thuộc bắc bán cầu.

- Số ngày và số đêm lạnh giảm, số ngày và số đêm nóng cùng với hiện tượng nắng nóng tăng rõ rệt trên quy mô toàn cầu từ khoảng năm 1950. Mưa lớn có xu thế tăng trên nhiều khu vực, trong khi đó lại giảm ở một số khu vực.

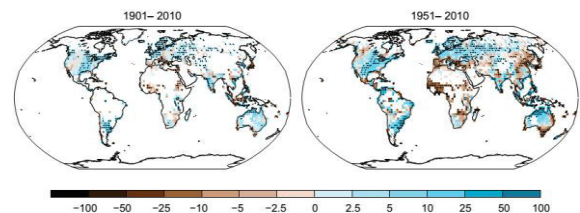
- Trong giai đoạn 1901-2010, mực nước biển trung bình toàn cầu tăng khoảng 19cm. Tốc độ tăng trung bình của mực nước biển toàn cầu là $1,7\text{mm}/\text{năm}$ trong giai đoạn 1901-2010 và $3,2\text{mm}/\text{năm}$ trong giai đoạn 1993-2010.

Hộp 1. Biểu hiện của biến đổi khí hậu toàn cầu

- Nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng khoảng $0,89^{\circ}\text{C}$ ($0,69 \div 1,08^{\circ}\text{C}$) trong giai đoạn 1901-2012.
- Mực nước biển trung bình toàn cầu tăng khoảng $1,7\text{mm}/\text{năm}$ giai đoạn 1901-2010, $3,2\text{mm}/\text{năm}$ trong giai đoạn 1993-2010.



Hình 1. Chuẩn sai nhiệt độ (1850-2012) so với (1961-1990) (IPCC, 2013)



Hình 2. Biến đổi của lượng mưa năm (IPCC, 2013)

2) Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng toàn cầu

Dự tính xu thế của biến đổi khí hậu và nước biển dâng toàn cầu:

- Nhiệt độ có xu thế tăng trên quy mô toàn cầu, tăng cao nhất ở các cực. Dự tính đến cuối thế kỷ 21 nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng $1,1 \div 2,6^{\circ}\text{C}$ theo kịch bản RCP4.5 và $2,6 \div 4,8^{\circ}\text{C}$ theo kịch bản RCP8.5 so với trung bình thời kỳ 1986-2005. Nhiệt độ mùa đông

Hộp 2. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng toàn cầu

- Nhiệt độ trung bình toàn cầu vào cuối thế kỷ 21 tăng $1,1 \div 2,6^{\circ}\text{C}$ (RCP4.5) và $2,6 \div 4,8^{\circ}\text{C}$ (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.
- Đến năm 2100, mực nước biển trung bình toàn cầu tăng $36 \div 71\text{cm}$ (RCP4.5) và $52 \div 98\text{cm}$ (RCP8.5) so với trung bình thời kỳ 1986 - 2005.

tăng nhanh hơn so với mùa hè. Tuy nhiên, ở khu vực Việt Nam và Biển Đông nhiệt độ mùa hè có xu thế tăng nhanh hơn so với mùa đông.

- Lượng mưa tăng nhiều ở vùng vĩ độ cao và trung bình, giảm ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới. Tuy nhiên, ở khu vực Việt Nam, dự tính lượng mưa tăng trong cả mùa đông và mùa hè (trong khi đó AR4 (2007) dự tính lượng mưa giảm vào mùa đông và tăng vào mùa hè).

- Gần như chắc chắn rằng 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: lượng mưa 1 ngày lớn nhất trong năm (trung bình 20 năm) tăng 5,3% ứng với mức tăng 1°C của nhiệt độ trung bình.

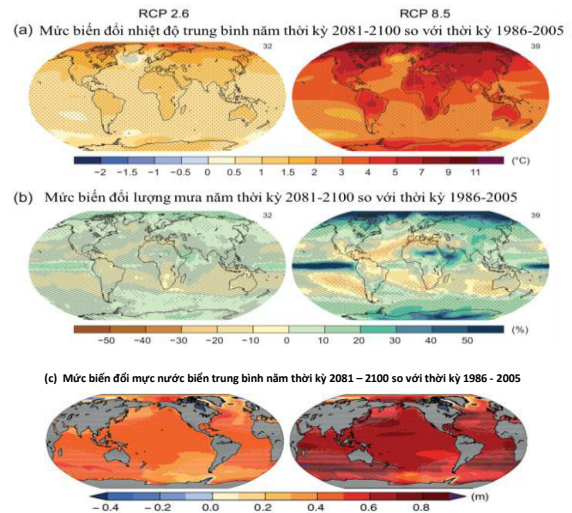
- Lượng băng có xu thế giảm. Theo kịch bản RCP8.5, đến năm 2100 có thể không còn băng ở Bắc cực.

- Gió mùa có xu hướng tăng về phạm vi và cường độ trong thế kỷ 21. Gió mùa mùa hè có xu hướng bắt đầu sớm hơn, kết thúc muộn hơn. Mưa gió mùa có xu hướng tăng do hàm lượng ẩm trong khí quyển tăng.

- ENSO thay đổi không đáng kể về cường độ, ảnh hưởng của ENSO có xu hướng dịch chuyển về phía đông tại khu vực Bắc Thái Bình Dương và Bắc Mỹ.

- Số lượng các cơn bão trung bình hoặc thấp có thể giảm hoặc không thay đổi, số lượng bão mạnh có chiều hướng gia tăng, mưa lớn do bão gia tăng.

- Mức nước biển có thể tăng vượt quá 2,0mm/năm, chủ yếu do quá trình giãn nở nhiệt và do băng tan từ các sông băng và các đỉnh núi. Đến năm 2100, mức nước biển trung bình toàn cầu theo kịch bản RCP4.5 tăng từ 36 ÷ 71cm, kịch bản RCP8.5 tăng từ 52 ÷ 98cm so với giai đoạn 1986-2005.



Hình 3. Dự tính biến đổi khí hậu toàn cầu

(IPCC, 2013)

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

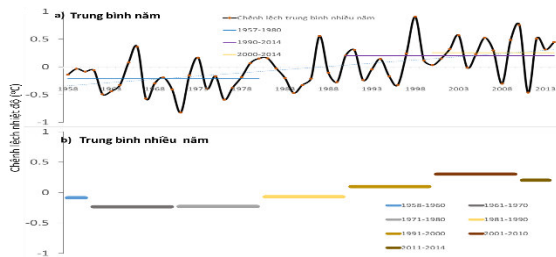
1) Biểu hiện của biến đổi khí hậu ở Việt Nam

Trong thời kỳ 1958 - 2014, nhiệt độ có xu thế tăng tại hầu hết các trạm quan trắc. Tính trung bình cả nước, nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 0,62°C (khoảng 0,10°C/10 năm). Lượng mưa năm có xu thế giảm ở các khu vực phía Bắc (từ 5,8% đến 12,5%/57 năm); tăng ở các khu vực phía Nam (từ 6,9% đến 19,8%/57 năm).

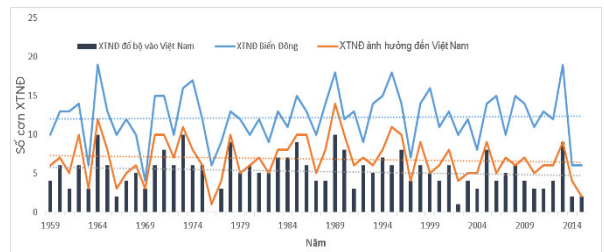
Bão và áp thấp nhiệt đới ở khu vực Biển Đông, ảnh hưởng trực tiếp đến Việt Nam hoặc đổ bộ vào Việt Nam là ít biến đổi. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, những cơn bão mạnh (sức gió mạnh nhất từ cấp 12 trở lên) có xu thế tăng nhẹ, mùa bão kết thúc muộn hơn và bão đổ bộ vào khu vực phía Nam có xu thế gia tăng.

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. Số lượng các đợt hạn hán, đặc biệt là hạn khắc nghiệt gia tăng trên phạm vi toàn quốc. Số ngày rét đậm, rét hại ở miền Bắc có xu thế giảm, đặc biệt là trong hai thập kỷ gần đây, tuy nhiên cũng xuất hiện những đợt rét đậm kéo dài kỷ lục, những đợt rét hại có nhiệt độ khá thấp. 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.



Hình 4. Chênh lệch nhiệt độ trung bình năm (°C) so với trung bình nhiều năm

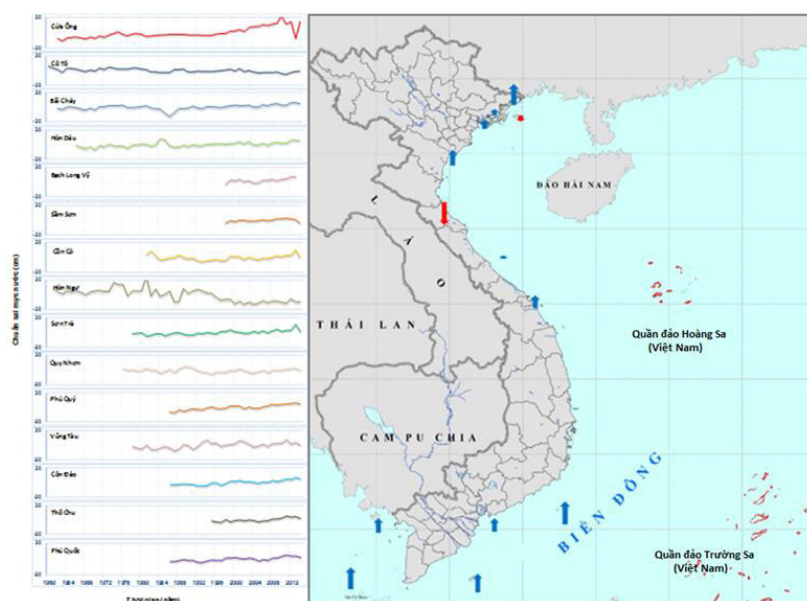


Hình 5. Diễn biến của bão và áp thấp nhiệt đới thời kỳ 1959-2014

Hộp 3. Biểu hiện của biến đổi khí hậu ở Việt Nam

- Nhiệt độ trung bình tăng 0,62°C trong thời kỳ 1958-2014, khoảng 0,10°C/10 năm. Trong 20 năm gần đây tăng 0,38°C so với thời kỳ 1981-1990.
- Lượng mưa năm giảm ở phía Bắc, tăng ở phía Nam.
- Nhiệt độ cực trị tăng ở các vùng, nhưng nhiệt độ tối cao giảm ở một số trạm phía Nam.
- Hạn hán trong mùa khô xảy ra thường xuyên hơn.
- Mưa cực đoan giảm 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 giảm nhưng xuất hiện những đợt rét dị thường.
- Ảnh hưởng của El Nino và La Nina có xu thế tăng.

2) Biểu hiện của nước biển dâng



Hình 6. Xu thế biến đổi mực nước biển

Hộp 4. Biểu hiện của nước biển dâng

Mức nước biển tại các trạm ven biển Việt Nam:

- Tăng khoảng 2,45mm/năm giai đoạn 1960-2014;
- Tăng khoảng 3,34mm/năm giai đoạn 1993-2014;
- Theo số liệu vệ tinh tăng khoảng 3,5±0,7mm/năm giai đoạn 1993-2014.

Theo số liệu quan trắc tại các trạm hải văn ven biển và các đảo của Việt Nam: Mức nước tại các trạm đều có xu thế tăng, mạnh nhất tại trạm Phú Quý (5,6mm/năm). Mức nước tại trạm Hòn Ngư và Cô Tô có xu thế giảm (5,77 và 1,45mm/năm). Mức nước tại trạm Cồn Cỏ và Quy Nhơn có xu thế thay đổi không rõ rệt. Tính trung bình cho tất cả các trạm, mực nước biển tăng khoảng 2,45mm/năm. Mực nước tại các trạm trong giai đoạn 1993-2014 tăng khoảng 3,34mm/năm.

Theo số liệu đo đạc từ vệ tinh trong giai đoạn 1993 - 2014: Mực nước trung bình toàn Biển Đông tăng 4,05±0,6mm/năm. Mực nước trung bình khu vực ven biển Việt Nam tăng 3,50±0,7mm/năm. Mực nước trung bình ven biển Trung Bộ tăng mạnh nhất (4mm/năm), nhất là tại Nam Trung Bộ (5,6mm). Mực nước trung bình ven biển Vịnh Bắc Bộ tăng thấp nhất (2,5mm/năm).

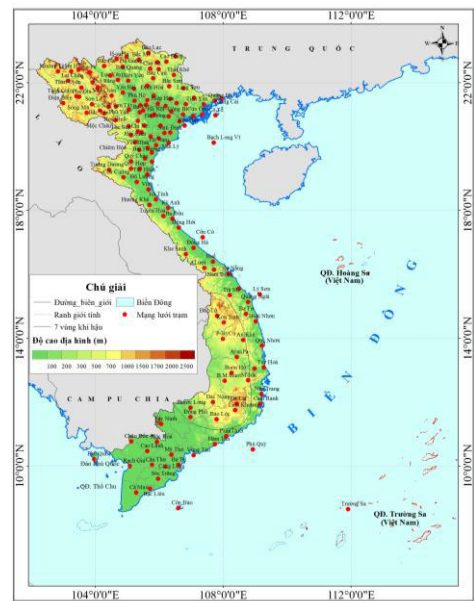
III. Phương pháp xây dựng kịch bản

3.1. Số liệu sử dụng

3.1.1. Số liệu khí hậu

1) Số liệu quan trắc tại trạm

Số liệu của 150 trạm khí tượng bề mặt có số liệu đủ dài (30 năm trở lên) trong mạng lưới quan trắc khí tượng của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia được sử dụng trong đánh giá biểu hiện của biến đổi khí hậu và xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu (Hình 7).



Hình 7. Các trạm khí tượng được sử dụng

2) Kết quả từ các mô hình khí hậu khu vực

Kết quả tính toán từ các mô hình khí hậu khu vực được sử dụng, bao gồm: (i) AGCM/MRI của Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản, (ii) PRECIS của Trung tâm Hadley - Vương quốc Anh, (iii) CCAM của Tổ chức Nghiên cứu Khoa học và Công nghiệp Liên bang Úc (CSIRO), (iv) RegCM của Ý, (v) cIWRf của Mỹ.

3.1.2. Số liệu mực nước biển

Tính đến năm 2014, có 17 trạm hải văn dọc bờ biển Việt Nam và các hải đảo. Trong 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 (Bảng 1).

Bảng 1. Các trạm quan trắc mực nước biển

TT	Tên trạm	Chuỗi số liệu	Ghi chú	TT	Tên trạm	Chuỗi số liệu	Ghi chú
1	Cửa Ông	1962 - 2014	Ven bờ	10	Quy Nhơn	1986 - 2014	Ven bờ
2	Cô Tô	1960 - 2014	Đảo	11	Phú Quý	1986 - 2014	Đảo
3	Bãi Cháy	1962 - 2014	Ven bờ	12	Trường Sa	2002 - 2014	Đảo
4	Bạch Long Vỹ	1998 - 2014	Đảo	13	Vũng Tàu	1978 - 2014	Đảo
5	Hòn Dấu	1960 - 2014	Đảo	14	Côn Đảo	1986 - 2014	Đảo
6	Sầm Sơn	1998 - 2014	Ven bờ	15	DK I-7	1992 - 2014	Giàn nổi
7	Hòn Ngư	1961 - 2014	Đảo	16	Thổ Chu	1995 - 2014	Đảo
8	Cồn Cỏ	1981 - 2014	Đảo	17	Phú Quốc	1986 - 2014	Đảo
9	Sơn Trà	1978 - 2014	Ven bờ				

Số liệu mực nước đo bằng vệ tinh từ năm 1993 đến nay cũng được dùng trong đánh giá biến đổi mực nước biển tại Việt Nam.

3.1.3. Số liệu địa hình

Số liệu bản đồ địa hình bao gồm:

+ Bản đồ số địa hình tỷ lệ 1:10.000 (2015), kích thước ô lưới 5mx5m, của 19 tỉnh ven biển từ Quảng Ninh đến Bình Thuận do Cục Đo đạc Bản đồ Việt Nam thực hiện năm 2012;

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

+ Mô hình 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, diện tích bay chụp là 26.765 km² ứng với 21.535 mảnh bản đồ DEM, trong đó ở khu vực Bắc Bộ 8.500km² (6904 mảnh), Trung Bộ 4.765 km² (4.179 mảnh) và Nam Bộ 13.500 km² (10.452 mảnh).

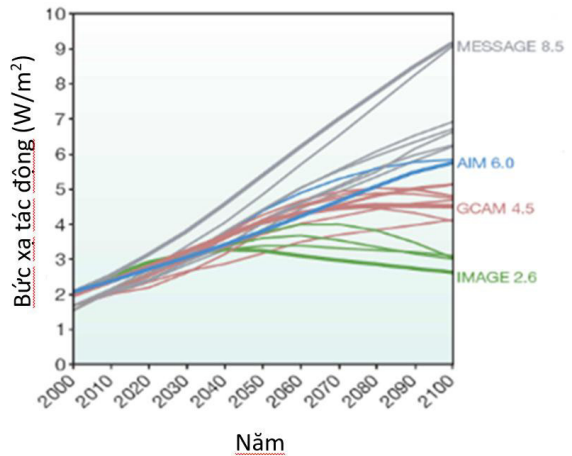
+ Mô hình số địa hình tỷ lệ 1:2000, kích thước ô lưới 2mx2m của khu vực thành phố Hồ Chí Minh do Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam thực hiện năm 2010;

+ 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.

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

3.2.1. Kịch bản nồng độ khí nhà kính

Trong AR5, IPCC đã xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu dựa trên cách tiếp cận mới về kịch bản phát thải là *kịch bản phát thải chuẩn (Benchmark emissions scenarios)* hay *đường nồng độ khí nhà kính đại diện “Representative Concentration Pathways - RCP”*. Kịch bản RCP chú trọng đến nồng độ khí nhà kính hơn là các quá trình phát thải. Nói cách khác, RCP đưa ra giả định về đích đến, tạo điều kiện để thế giới có những lựa chọn trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội, công nghệ, dân số,... Có 4 kịch bản RCP (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 và RCP8.5) (Hình 8 và Bảng 2).



Hình 8. Thay đổi bức xạ tác động

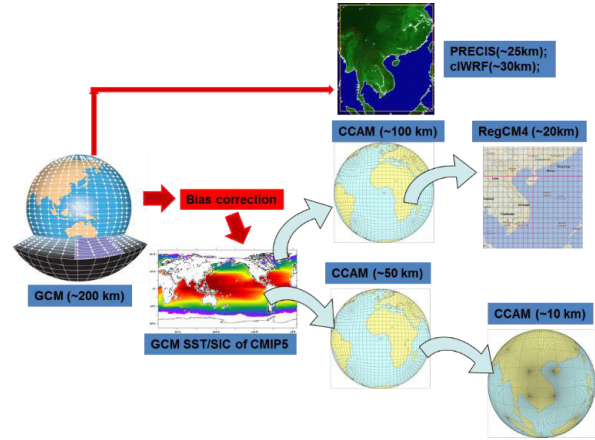
Bảng 2. Đặc trưng các kịch bản, mức tăng nhiệt độ so với thời kỳ tiền công nghiệp

RCP	Bức xạ tác động năm 2100	Nồng độ CO ₂ năm 2100 (ppm)	Mức tăng nhiệt độ toàn cầu năm 2100 (°C) so với 1986-2005	Đặc điểm đường bức xạ tác động 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 sau đó giảm	Không có

3.2.2. Phương pháp chi tiết hóa động lực

Phương pháp chi tiết hóa động lực được sử dụng để tính toán xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam. Năm mô hình khí hậu toàn cầu và khu vực (Mục 3.1.1) được áp dụng trong tính toán.

Mỗi mô hình có các phương án tính toán khác nhau dựa trên kết quả từ mô hình toàn cầu (IPCC, 2013) (Hình 9). Tổng cộng có 16 phương án tính toán (Bảng 3).



Hình 9. Sơ đồ chi tiết hóa động lực

Bảng 3. Các mô hình được sử dụng trong tính toán xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu

TT	Mô hình	Trung tâm phát triển	Các phương án tính toán	Độ phân giải, miền tính	Số mục thẳng đứng
1	cIWRf	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 (ICTP)	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

3.2.3. Phương pháp thống kê dùng trong hiệu chỉnh kết quả mô hình

Các mô hình khí hậu động lực có ưu điểm là mô phỏng được các quá trình vật lý và hóa học của khí quyển, kết quả của mô hình có tính logic giữa các biến khí hậu. Tuy nhiên, mô hình cũng có nhược điểm là thường không mô phỏng tốt 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 giảm sai số hệ thống.

Việc hiệu chỉnh sai số hệ thống (*bias correction*) được thực hiện cho các biến nhiệt độ và lượng mưa dựa trên số liệu quan trắc tại các trạm khí tượng. Phương pháp hiệu chỉnh phân vị (Quantile Mapping) được áp dụng đối với lượng mưa ngày. Phương pháp dựa trên ngưỡng phân vị được áp dụng đối với nhiệt độ (trung bình ngày, tối cao, tối thấp).

3.2.4. Phương pháp đánh giá mức độ tin cậy của kết quả tính toán

Kịch bản biến đổi khí hậu luôn tồn tại những yếu tố chưa chắc chắn: trong kịch bản khí nhà kính; trong mô hình hóa các quá trình tự nhiên phức tạp; do sai số hệ thống của các

mô hình; do yếu tố địa phương chưa được xét đầy đủ trong tính toán,... Vì vậy, cần thiết phải nhận định được mức độ chưa chắc chắn của kết quả tính toán.

Trong kịch bản, ngoài giá trị trung bình được tính tổ hợp từ kết quả của các mô hình thành phần, khoảng biến đổi có thể xảy ra được tính toán là cận dưới và cận trên của kịch bản tương ứng với mức độ tin cậy.

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

Phương pháp tính toán nước biển dâng cho Việt Nam được xây dựng theo các phương pháp của IPCC trong 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. Mức nước biển dâng tổng cộng tại khu vực được xác định là tổng của các thành phần đóng góp vào mức 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.

Mức độ chưa chắc chắn của kết quả tính toán xu thế mức nước biển dâng được tính theo phương pháp của IPCC trong AR5.

Bảng 4. Các thành phần đóng góp vào mức nước biển dâng

TT	Thành phần	Phương pháp	Số liệu
1	Giãn nở nhiệt và động lực	Được tính từ thành phần nước biển dâng do giãn nở nhiệt trung bình toàn cầu (<i>zostoga</i>) và nước biển dâng do động lực (<i>zos</i>) 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 hướng dẫn 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, thu phóng cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu	Từ thành phần " <i>glaciers</i> " trong bộ số liệu của IPCC.
3	Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Greenland	Nội suy, thu phóng cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu	Từ thành phần " <i>greensmb</i> " trong bộ số liệu của IPCC.
4	Cân bằng khối lượng bề mặt băng ở Nam Cực	Nội suy, thu phóng cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu	Từ thành phần " <i>antsmb</i> " trong bộ số liệu của IPCC.
5	Động lực băng ở Greenland	Nội suy, thu phóng cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu	Từ thành phần " <i>greendyn</i> " trong bộ số liệu của IPCC.
6	Động lực băng ở Nam Cực	Nội suy, thu phóng cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu	Từ thành phần " <i>antdyn</i> " trong bộ số liệu của IPCC.
7	Thay đổi lượng trữ nước trên lục địa	Nội suy, thu phóng cho khu vực biển Việt Nam theo phương pháp của Slangen (2014) từ số liệu trung bình toàn cầu	Từ thành phần " <i>landwater</i> " 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.

3.4. Phương pháp xây dựng bản đồ nguy cơ ngập do nước biển dâng

Bản đồ nguy cơ ngập cho 34 tỉnh/thành phố vùng đồng bằng và ven biển được xây dựng theo các mức ngập từ 50cm đến 100cm với khoảng cao đều là 10cm; riêng đối với 10 cụm đảo, bản đồ nguy cơ ngập chỉ được xây dựng với mức ngập 100cm.

IV. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam

4.1. Kịch bản biến đổi khí hậu

Hộp 5. Tóm tắt kịch bản biến đổi khí hậu vào cuối thế kỷ

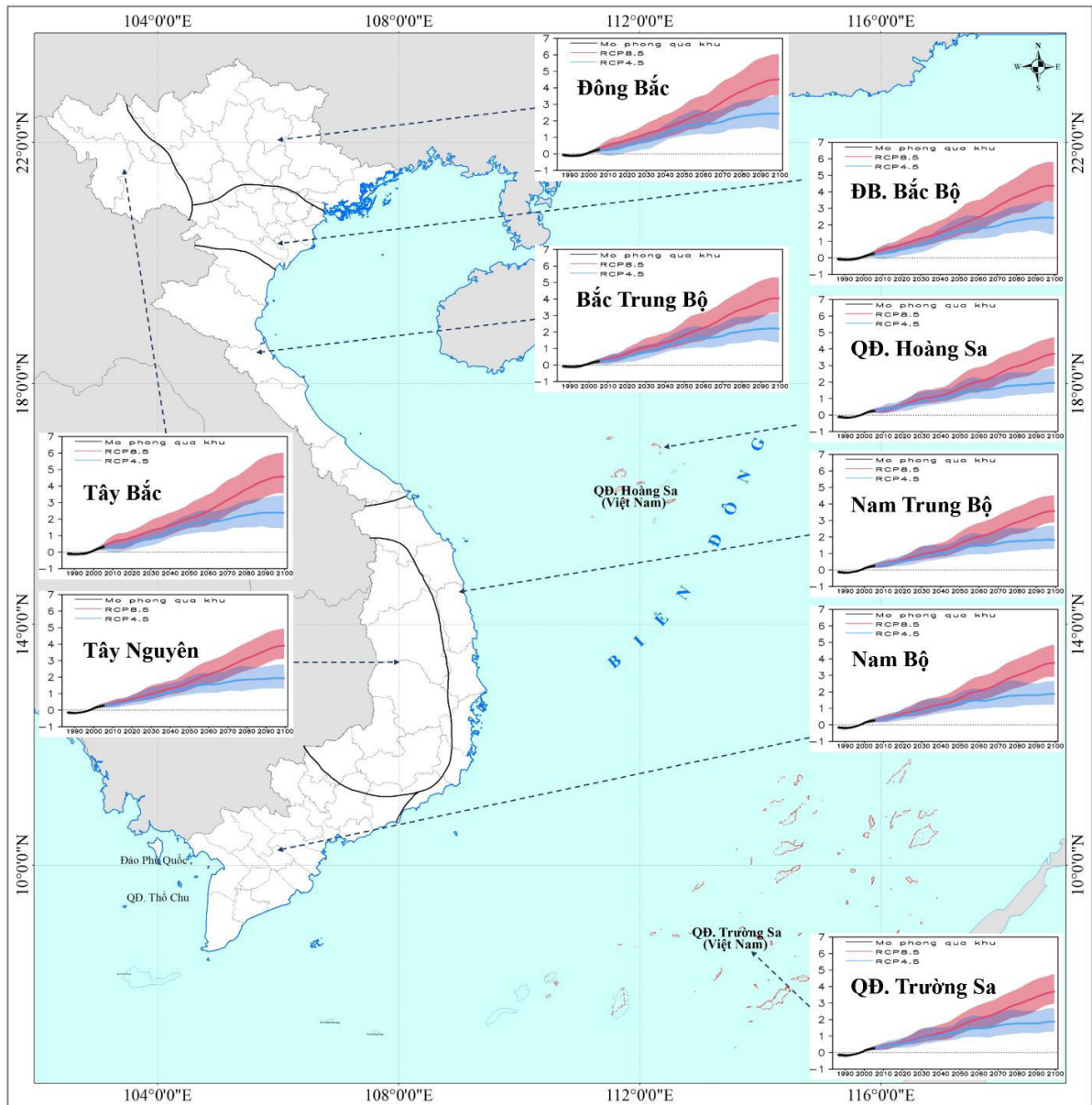
- **Nhiệt độ:** Theo kịch bản RCP4.5, nhiệt độ tăng $1,9\div 2,4^{\circ}\text{C}$ ở phía Bắc và $1,7\div 1,9^{\circ}\text{C}$ ở phía Nam. Theo kịch bản RCP8.5, nhiệt độ tăng $3,3\div 4,0^{\circ}\text{C}$ ở phía Bắc và $3,0\div 3,5^{\circ}\text{C}$ ở phía Nam. Nhiệt độ cực trị có xu thế tăng rõ rệt.
- **Lượng mưa:** Theo kịch bản RCP4.5, lượng mưa năm tăng phổ biến từ $5\div 15\%$. 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 ($10\div 70\%$) 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. Thời điểm bắt đầu của gió mùa mùa hè có xu hướng bắt đầu sớm hơn, kết thúc muộn hơn. Mưa 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 ($T_x \geq 35^{\circ}\text{C}$) có xu thế tăng, lớn nhất là ở Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Hạn hán trở nên khắc nghiệt hơn do nhiệt độ tăng và lượng mưa giảm trong mùa khô.

4.1.1. Nhiệt độ trung bình

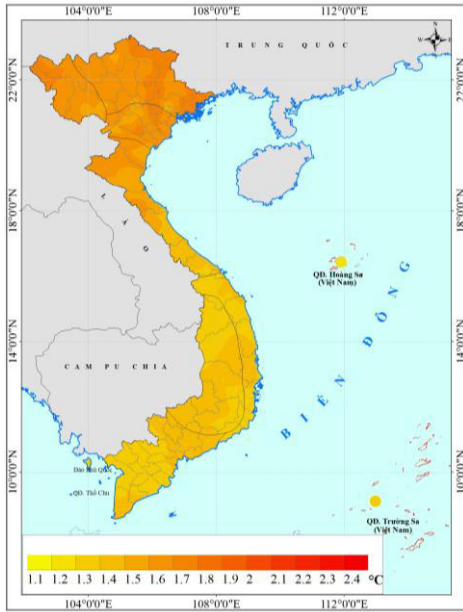
Nhiệt độ không khí bề mặt (nhiệt độ) trung bình năm, mùa (đông, xuân, hè, thu) ở tất cả các vùng của Việt Nam đều có xu thế tăng so với thời kỳ cơ sở (1986-2005); mức tăng phụ thuộc vào các kịch bản RCP và vùng khí hậu.

Theo kịch bản RCP4.5: Nhiệt độ trung bình năm trên toàn quốc vào đầu thế kỷ có mức tăng phổ biến từ $0,6\div 0,8^{\circ}\text{C}$; vào giữa thế kỷ có mức tăng $1,3\div 1,7^{\circ}\text{C}$; đến cuối thế kỷ có mức tăng $1,7\div 2,4^{\circ}\text{C}$. Nhìn chung, nhiệt độ phía Bắc tăng cao hơn phía Nam (**Hình 11**).

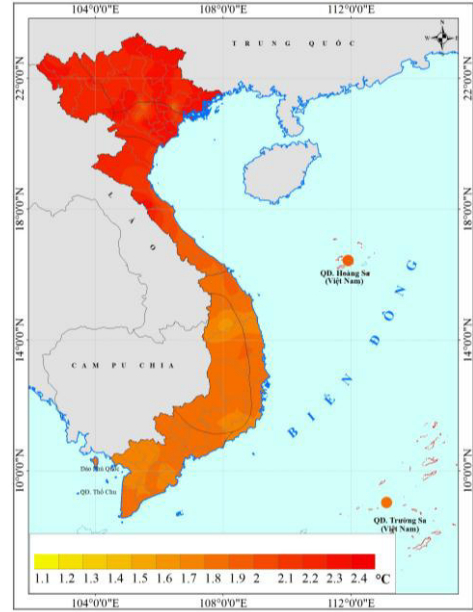
Theo kịch bản RCP8.5: Nhiệt độ trung bình năm trên toàn quốc vào đầu thế kỷ có mức tăng phổ biến từ $0,8\div 1,1^{\circ}\text{C}$; vào giữa thế kỷ có mức tăng $2,0\div 2,3^{\circ}\text{C}$ ở phía Bắc và $1,8\div 1,9^{\circ}\text{C}$ ở phía Nam; đến cuối thế kỷ có mức tăng $3,3\div 4,0^{\circ}\text{C}$ ở phía Bắc và $3,0\div 3,5^{\circ}\text{C}$ ở phía Nam (**Hình 12**).



Hình 10. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (°C) ở 7 vùng khí hậu và hải đảo Việt Nam

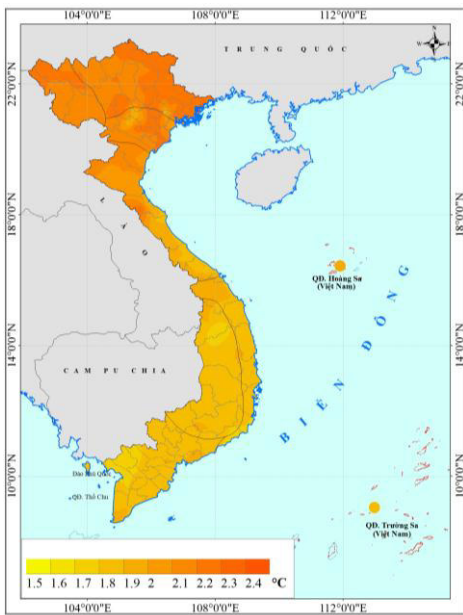


(a) vào giữa thế kỷ 21

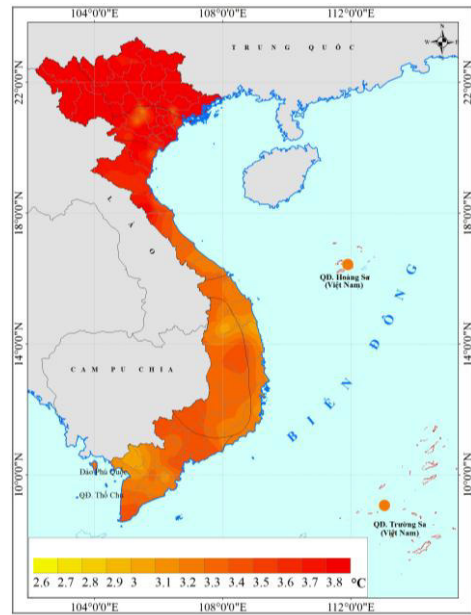


(b) vào cuối thế kỷ 21

Hình 11. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (°C) theo kịch bản RCP4.5



a) vào giữa thế kỷ 21



b) vào cuối thế kỷ 21

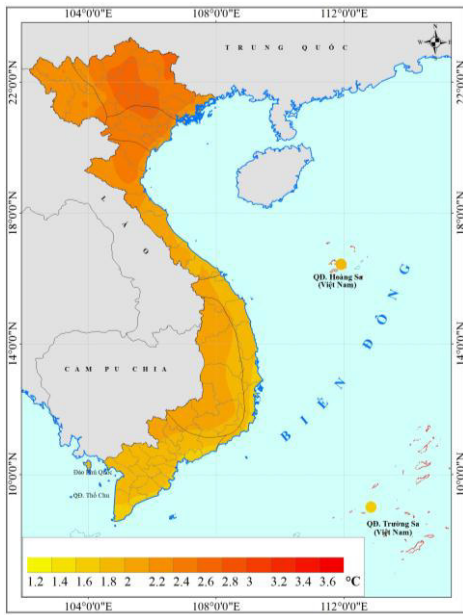
Hình 12. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm (°C) theo kịch bản RCP8.5

Mức tăng nhiệt độ trung bình năm của các giai đoạn đầu, giữa và cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ 1986-2005 cho 63 tỉnh, thành phố được trình bày ở **Bảng 5**. 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 21, ở Lai Châu mức tăng nhiệt độ trung bình năm ứng với kịch bản RCP4.5 là từ 1,2÷2,3°C, trung bình là 1,7°C.

4.1.2. Nhiệt độ cực trị

Nhiệt độ cực trị có xu thế tăng ở tất cả các vùng khí hậu. Đến cuối thế kỷ, theo kịch bản RCP4.5 nhiệt độ tối cao trung bình năm tăng 1,7÷2,7°C, cao nhất là ở Đông Bắc, đồng bằng Bắc Bộ, thấp nhất là ở Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Nhiệt độ tối thấp trung bình năm tăng 1,8÷2,2°C (**Hình 13**). Theo kịch bản RCP8.5 nhiệt độ tối cao trung bình năm tăng 3,0÷4,8°C,

cao nhất là ở các tỉnh miền núi phía Bắc, thấp nhất là ở Nam Trung Bộ, Đông Nam Bộ. Nhiệt độ tối thấp trung bình năm tăng $3,0 \div 4,0^\circ\text{C}$, một số tỉnh phía Bắc có mức tăng cao hơn.



a) Nhiệt độ tối cao trung bình năm



b) Nhiệt độ tối thấp trung bình năm

Hình 13. Biến đổi nhiệt độ cực trị ($^\circ\text{C}$) vào cuối thế kỷ, theo kịch bản RCP4.5

Bảng 5. Biến đổi của nhiệt độ trung bình năm ($^\circ\text{C}$) so với thời kỳ 1986 - 2005

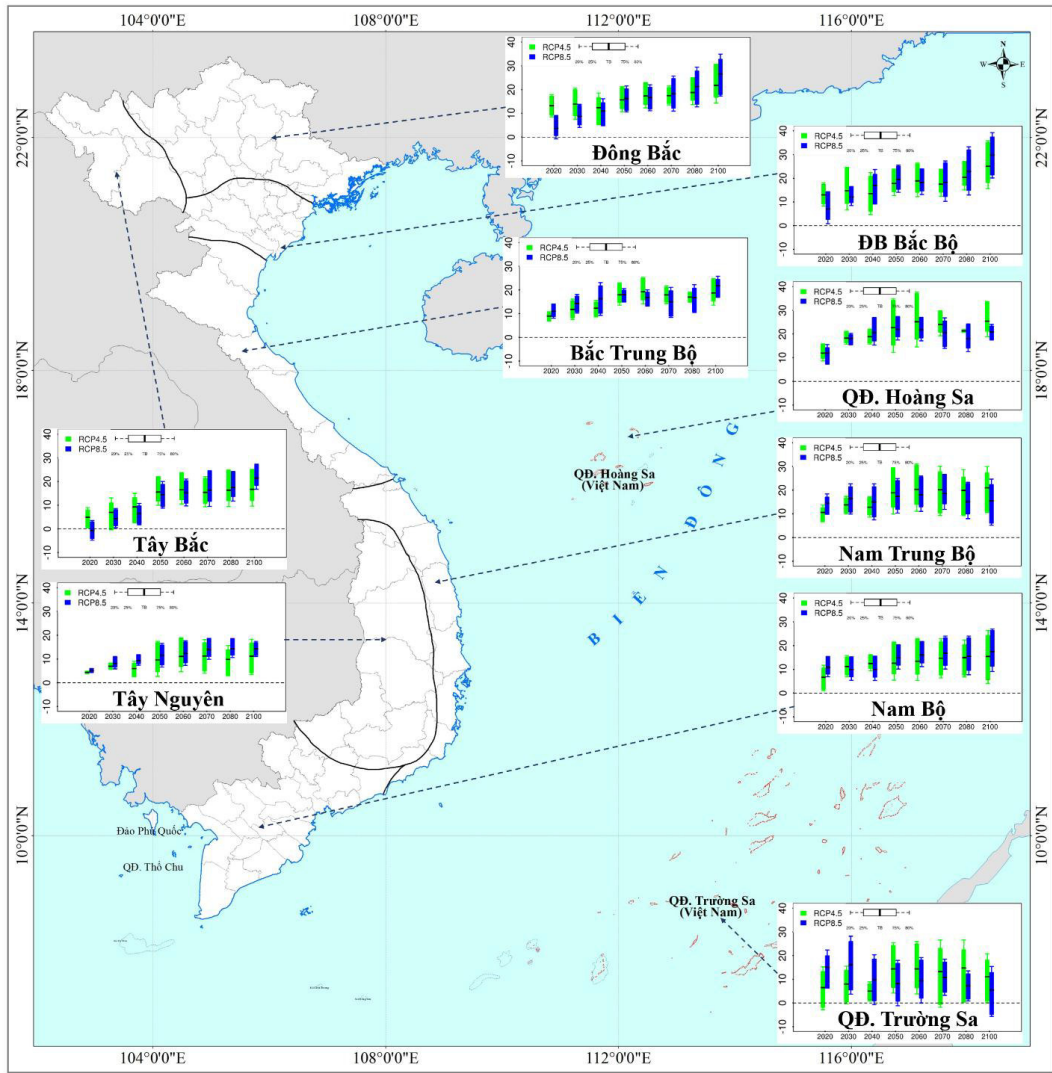
(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 10% và cận trên 90%)

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)

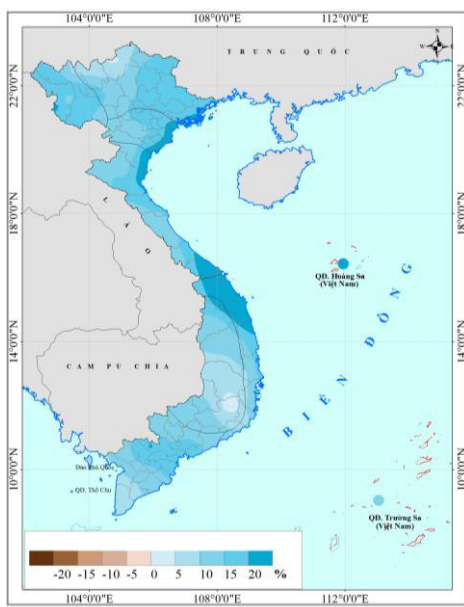
TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
37	Khánh Hòa	0,7 (0,4 ÷1,2)	1,4 (0,9 ÷2,0)	1,8 (1,2 ÷2,5)	0,8 (0,5 ÷1,2)	1,8 (1,2 ÷2,5)	3,2 (2,5 ÷4,1)
38	Ninh Thuận	0,7 (0,4 ÷1,1)	1,4 (1,0 ÷2,0)	1,8 (1,3 ÷2,5)	0,8 (0,5 ÷1,1)	1,8 (1,3 ÷2,5)	3,3 (2,6 ÷4,2)
39	Bình Thuận	0,7 (0,4 ÷1,2)	1,3 (0,9 ÷2,0)	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)

4.1.3. Lượng mưa năm

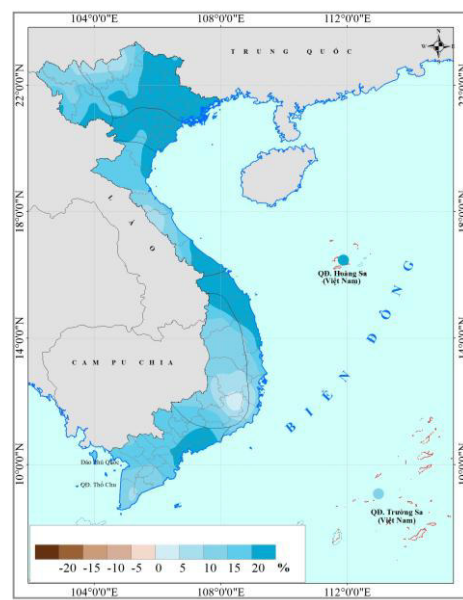
Lượng mưa năm có xu thế tăng ở tất cả các vùng khí hậu. Lượng mưa mùa khô ở một số vùng có xu thế giảm (ví dụ: mùa xuân ở Nam Trung Bộ và Nam Bộ, mùa hè ở Nam Trung Bộ, mùa đông ở Bắc Bộ). Mưa cực trị có xu thế tăng (**Hình 14**).



Hình 14. Biến đổi của lượng mưa năm (%) ở 7 vùng khí hậu và hải đảo Việt Nam



(a) vào giữa thế kỷ 21



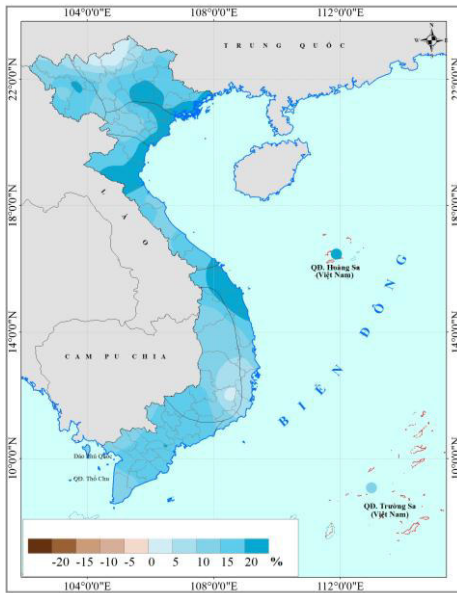
(b) vào cuối thế kỷ 21

Hình 15. Biến đổi của lượng mưa năm (%) theo kịch bản RCP4.5

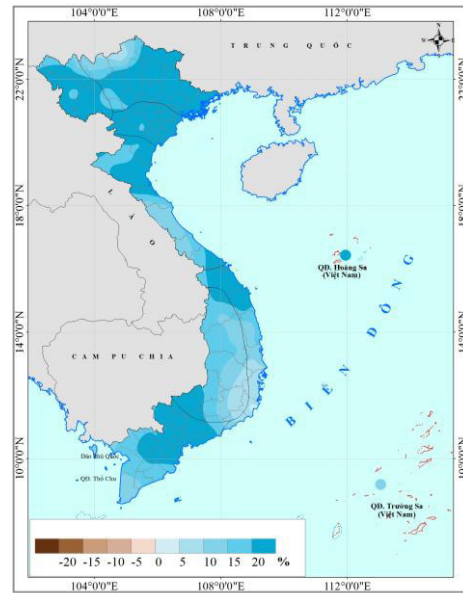
Theo kịch bản RCP4.5: Lượng mưa năm vào đầu thế kỷ có xu thế tăng ở hầu hết cả nước, phổ biến từ 5÷10%; vào giữa và cuối thế kỷ tăng 5÷15%, riêng ở một số tỉnh ven biển Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ có thể tăng trên 20% (Hình 15).

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 khắp Bắc Bộ, Trung Trung Bộ, một phần Nam Bộ và Tây Nguyên (Hình 16).

Bảng 6 trình bày mức biến đổi (%) lượng mưa năm so với thời kỳ cơ sở ở các giai đoạn đầu, giữa và cuối thế kỷ cho 63 tỉnh, thành phố.



(a) vào giữa thế kỷ 21



(b) vào cuối thế kỷ 21

Hình 16. Biến đổi của lượng mưa năm (%) theo kịch bản RCP8.5

Bảng 6. Biến đổi của lượng mưa năm (%) so với thời kỳ 1986-2005

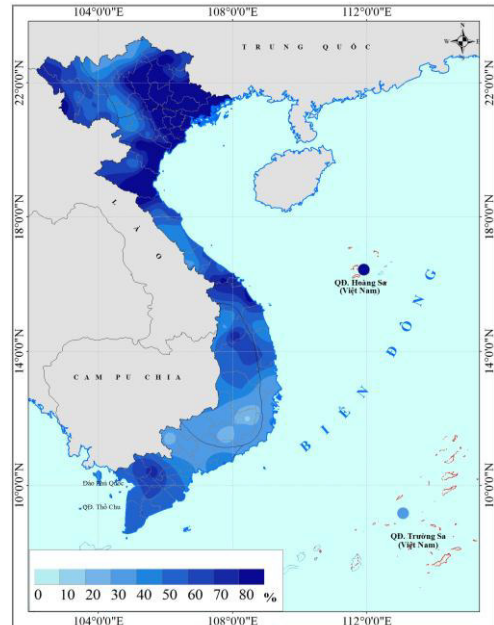
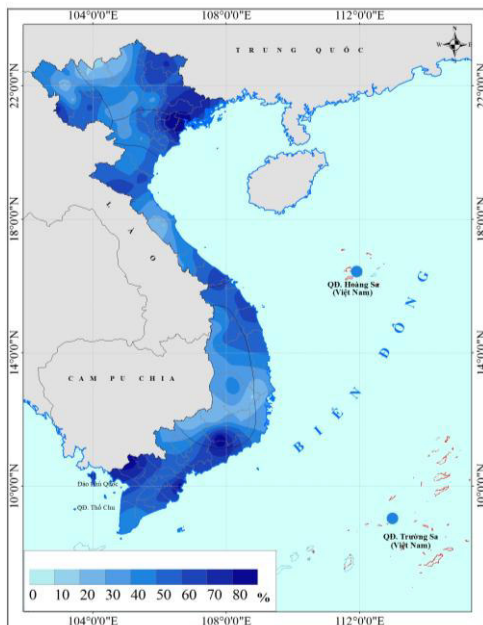
(Giá trị trong ngoặc đơn là khoảng biến đổi quanh giá trị trung bình với cận dưới 20% và cận trên 80%)

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	13,0 (4,1÷21,9)	13,9 (6,6÷22,2)	22,9 (14,2÷32,8)	4,8 (-0,9÷11,1)	15,4 (9,2÷22,0)	25,2 (15,4÷34,9)
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)

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

TT	Tỉnh, thành phố	Kịch bản RCP4.5			Kịch bản RCP8.5		
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	5,0 (-0,9÷11,5)	6,2 (-0,8÷14,4)	8,1 (-2,9÷17,7)	14,0 (7,3÷20,2)	5,6 (-1,5÷12,5)	1,6 (-8,5÷11,6)
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	7,2 (1,8÷12,6)	10,4 (3,3÷18,4)	13,8 (2,6÷24,1)	7,5 (3,1÷12,1)	12,8 (6,9÷19,4)	16,8 (8,4÷25,9)
48	Đồng Nai	8,3 (3,1÷13,0)	11,1 (3,8÷19,8)	15,0 (1,2÷28,0)	7,8 (3,7÷12,1)	13,3 (6,8÷20,4)	16,1 (5,9÷26,8)
49	TP. Hồ Chí Minh	9,7 (4,2÷14,9)	12,7 (5,1÷21,7)	16,9 (1,7÷31,1)	9,3 (4,6÷14,1)	13,5 (7,3÷20,2)	16,8 (6,4÷27,8)
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	6,2 (2,5÷10,1)	9,1 (1,2÷17,9)	11,1 (0,6÷21,8)	7,6 (2,7÷13,2)	11,8 (7,0÷17,0)	13,4 (4,5÷23,7)
53	Hậu Giang	4,9 (2,1÷7,8)	4,5 (-2,3÷11,7)	7,4 (-1,8÷17,0)	3,8 (0,2÷7,9)	8,6 (4,4÷13,4)	9,8 (0,5÷21,0)
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)

4.1.4. Lượng mưa cực trị



Hình 17. Biến đổi lượng mưa 1 ngày lớn nhất trung bình vào cuối thế kỷ 21

Theo kịch bản RCP4.5, vào cuối thế kỷ, lượng mưa 1 ngày lớn nhất trung bình có xu thế tăng trên toàn lãnh thổ Việt Nam với mức tăng phổ biến từ 10÷70%; tăng nhiều nhất ở Đông Bắc, Trung Bộ (từ Thừa Thiên - Huế đến Quảng Nam) và Đông Nam Bộ (**Hình 17**).

Theo kịch bản RCP8.5, vào cuối 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 ở Đông Bắc, nam Tây Nguyên, và Nam Bộ (**Hình 17**).

4.1.5. Gió mùa và một số hiện tượng khí hậu cực đoan

Biến đổi khí hậu có khả năng làm thay đổi tần suất, cường độ, quy luật hoạt động của các hiện tượng khí hậu cực đoan. Một số kết quả dự tính có thể được tóm tắt như sau:

- 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.

- Thời điểm bắt đầu của gió mùa mùa hè có xu hướng bắt đầu sớm hơn, kết thúc muộn hơn. Mưa trong thời kỳ hoạt động của gió mùa có xu hướng tăng do hàm lượng ẩm trong khí quyển 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 (số ngày nhiệt độ cao nhất $T_x \geq 35^\circ\text{C}$) 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.

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

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.

4.2.1. Kịch bản nước biển dâng trung bình toàn khu vực Biển Đông

Vào cuối thế kỷ, mực nước biển dâng ở khu vực Biển Đông được tóm tắt như sau:

- Theo kịch bản RCP4.5, mực nước biển dâng khoảng 55cm (từ 33÷75cm);
- Theo kịch bản RCP8.5, mực nước biển dâng khoảng 77cm (từ 51÷106cm).

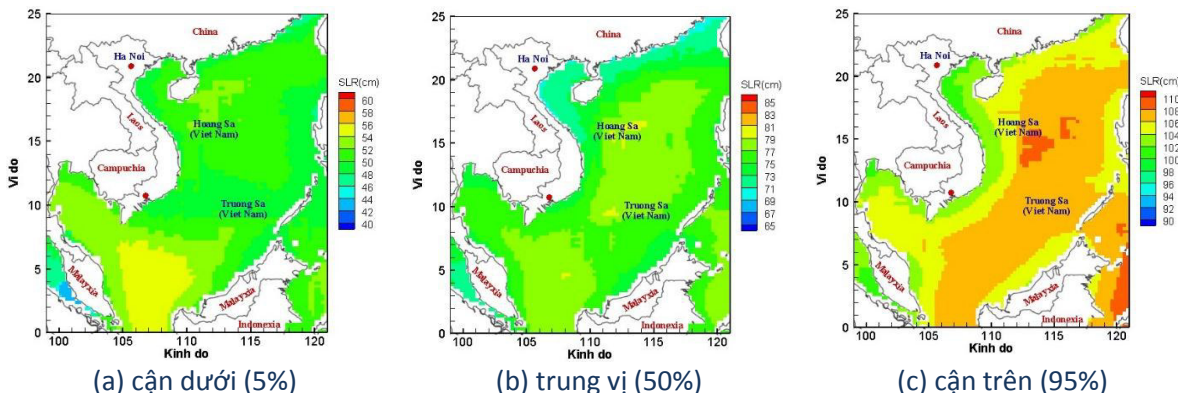
Hộp 6. Tóm tắt kịch bản nước biển dâng vào cuối thế kỷ

- Mực nước ven biển phía nam dâng cao hơn phía bắc.
- Theo RCP4.5: Mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa tương ứng là 58cm (36÷80cm) và 57cm (33÷83cm); khu vực Cà Mau - Kiên Giang là 55cm (33÷78); khu vực Móng Cái - Hòn Dấu và Hòn Dấu - Đèo Ngang có nước biển dâng thấp hơn, 53cm (32÷75cm).
- Theo RCP8.5: Mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa là 78cm (52÷107cm) và 77cm (50÷107cm); khu vực Cà Mau - Kiên Giang là 75 cm (52÷106); khu vực Móng Cái - Hòn Dấu và Hòn Dấu - Đèo Ngang có nước biển dâng thấp hơn, 72cm (49÷101cm).

Phân bố theo không gian về nước biển dâng ở khu vực Biển Đông vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ 1986-2005 đối với kịch bản RCP8.5 được trình bày trong **Hình 18**.

Bảng 7. Kích bản nước biển dâng cho toàn khu vực Biển Đông (cm)

Kích bản RCP	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
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)
RCP8.5	13(9÷18)	19(13÷27)	26(17÷36)	34(23÷47)	43(28÷59)	52(35÷72)	64(42÷88)	77(51÷106)



Hình 18. Phân bố mực nước biển dâng vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản RCP8.5

Khu vực giữa Biển Đông 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. 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.

4.2.2. Kích bản nước biển dâng khu vực biển Việt Nam

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 8. Kích bản nước biển dâng theo các kịch bản RCP cho dải ven biển Việt Nam (cm)

Kích 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 và 9 khu vực, bao gồm: (I) Khu vực từ Móng Cái đến Hòn Dấu; (II) Khu vực từ Hòn Dấu đến Đèo Ngang; (III) Khu vực từ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân; (IV) Khu vực từ Đèo Hải Vân đến Mũi Đại Lãnh; (V) Khu vực từ Mũi Đại Lãnh đến Mũi Kê Gà; (VI) Khu vực từ Mũi Kê Gà đến Mũi Cà Mau; (VII) Khu vực từ Mũi Cà Mau đến Kiên Giang; (VIII) Khu vực quần đảo Hoàng Sa; (IX) Khu vực quần đảo Trường Sa.

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 58cm (36÷80cm) và 57cm (33÷83cm); khu vực Cà Mau - Kiên Giang là 55cm (33÷78); khu vực Móng Cái - Hòn Dấu và Hòn Dấu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 53cm (32÷75cm).

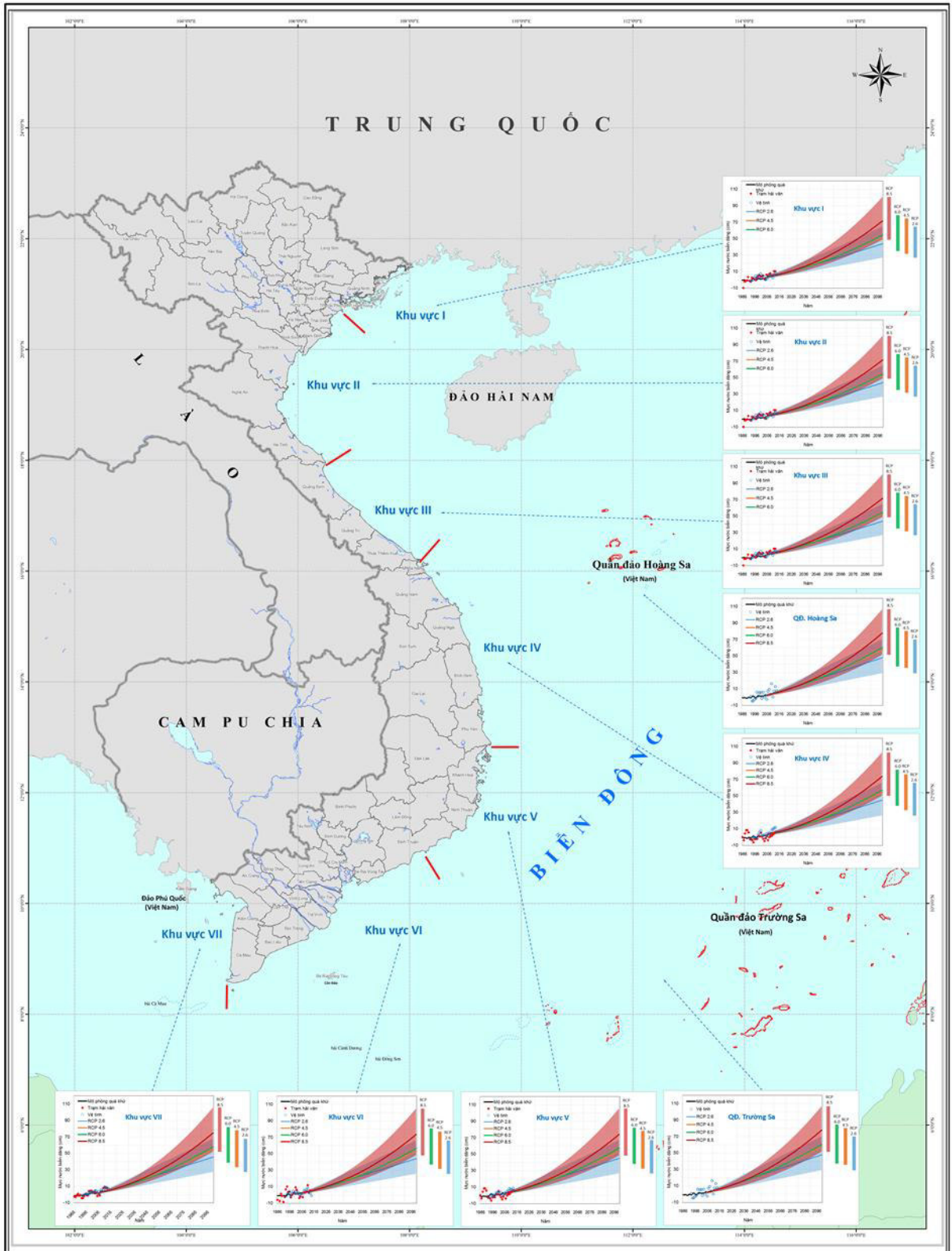
Theo kịch bản RCP8.5: Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực quần đảo Hoàng Sa và quần đảo Trường Sa với giá trị tương ứng là 78cm (52÷107cm) và 77cm (50÷107cm); khu vực Cà Mau - Kiên Giang là 75 cm (52÷106); khu vực Móng Cái - Hòn Dấu, Hòn Dấu - Đèo Ngang có mực nước biển dâng thấp nhất là 72cm (49÷101cm).

Bảng 9. Mực nước biển dâng theo kịch bản RCP4.5 (cm)

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	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 Dấu-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)

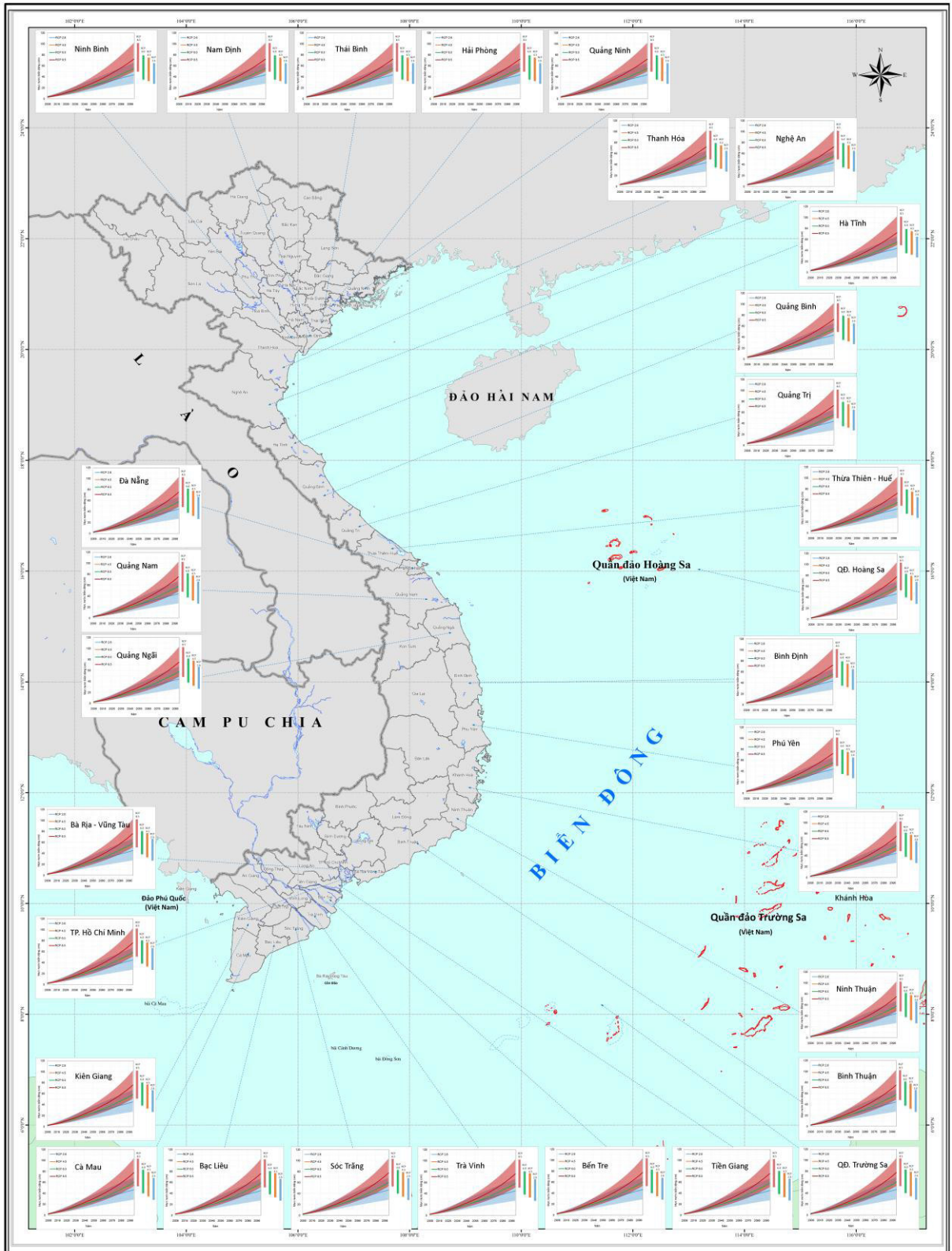
Bảng 10. Mực nước biển dâng theo kịch bản RCP8.5 (cm)

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21							
	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	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 Dấu-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)



Hình 19. Kịch bản mực 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 mực 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 20. Kịch bản nước biển dâng cho các tỉnh ven biển và hải đảo Việt Nam

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.

4.3. Một số nhận định về mực nước cực trị

Khi đánh giá tác động của mực nước biển dâng trung bình do biến đổi khí hậu đến các khu vực đồng bằng và ven biển, cần thiết phải xét thêm mực nước biển cực trị gây ra bởi các yếu tố khác như nước dâng do bão, thủy triều, nước dâng do bão kết hợp với triều cường,...

4.3.1. Nước dâng do bão

Nước dâng do bão là sự dâng cao mực nước biển do tác động trực tiếp của bão. Mặc dù tần suất xuất hiện nước dâng do bão là không lớn nhưng rất nguy hiểm do mực nước dâng cao và bất ngờ, gây ngập lụt khu vực ven biển. Đặc trưng nước dâng do bão cho các khu vực ven biển Việt Nam là khác nhau và được tổng kết trong **Bảng 11**.

Bảng 11. 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

4.3.2. Thủy triều ven bờ biển Việt Nam

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. Vùng biển từ Quảng Ninh đến nửa phía bắc Thanh Hóa và một phần phía Nam ở mũi Cà Mau có nhật triều đều. Vùng biển từ nam Thanh Hóa đến Nghệ An; từ Đà Nẵng - Quảng Nam đến phía bắc Bình Thuận; các tỉnh Sóc Trăng, Bạc Liêu và Kiên Giang đến Phú Quốc có nhật triều không đều. Vùng biển Quảng Bình, Thừa Thiên - Huế và phía nam Bình Thuận, Vũng Tàu đến Trà Vinh có bán nhật triều không đều. Vùng biển Quảng Trị là khu vực ven biển duy nhất có bán nhật triều đều. Biên độ thủy triều ven biển Việt Nam có sự phân bố mạnh, khu vực có biên độ triều lớn nhất là ven biển Quảng Ninh và ven biển Sóc Trăng (180 ÷ 220cm). Vùng có biên độ nhỏ nhất là ven biển Thừa Thiên Huế (40 ÷ 50cm). Dọc biển Việt Nam, độ cao thủy triều lớn nhất thường xuất hiện từ tháng 10 đến tháng 1 năm sau.

4.3.3. Nước dâng do bão kết hợp với thủy triều

Nước dâng trong bão kèm theo sóng lớn có thể gây ra thiệt hại nghiêm trọng đến đô thị và các công trình ven biển, và đặc biệt nguy hiểm nếu xảy ra trong thời kỳ triều cường. Tại các khu vực có biên độ thủy triều lớn, như vùng Quảng Ninh - Hải Phòng và khu vực từ Vũng Tàu đến Cà Mau, nếu bão đổ bộ vào lúc triều cường thì dù bão chỉ gây nước dâng nhỏ cũng có thể làm ngập khu vực ven bờ.

Nếu xét trường hợp nước dâng do bão kết hợp với triều cường, mực nước tổng cộng trong bão với chu kỳ lặp lại 200 năm tại khu vực ven biển từ Quảng Ninh đến Nghệ An có thể đạt từ 450÷500cm; trong khi tại khu vực ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam chỉ đạt từ 150÷200cm. Nếu 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 500cm. Vì vậy, nếu xét cả mực

nước biển dâng do BĐKH (100cm), mực nước dâng tổng cộng trong bão tại khu vực Hải Phòng với chu kỳ lặp lại 100 năm có thể lên tới trên 600cm.

4.4. Bản đồ nguy cơ ngập vì nước biển dâng do biến đổi khí hậu

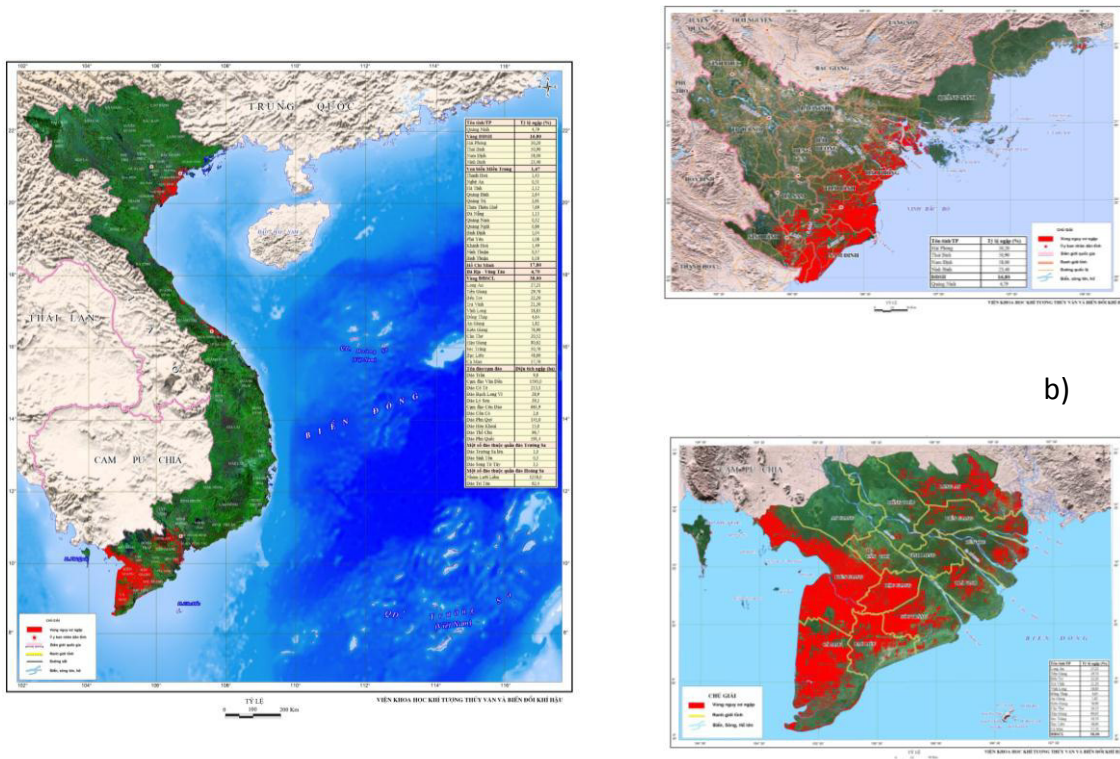
Các bản đồ nguy cơ ngập ứng với các mực nước biển dâng được xây dựng cho các khu vực đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh, các tỉnh ven biển Miền Trung từ Thanh Hóa đến Bình Thuận, Bà Rịa - Vũng Tàu, Thành phố Hồ Chí Minh và khu vực đồng bằng sông Cửu Long. Các bản đồ nguy cơ ngập cũng được xây dựng cho các đảo, các quần đảo Hoàng Sa và Trường Sa của Việt Nam.

Hộp 7. Nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100cm

- Khoảng 16,8% diện tích đồng bằng sông Hồng, 1,47% 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 đảo Lưỡi Liềm và đảo Tri Tôn.

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.

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



Hình 21. Nguy cơ ngập ứng với mực nước biển dâng 100cm
 a) Ven biển Việt Nam; b) ĐB sông Hồng và Quảng Ninh; c) ĐB sông Cửu Long

Bảng 12. Nguy cơ ngập ứng với các mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu

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

Nếu mực nước biển dâng 100cm, nguy cơ ngập đối với các tỉnh như sau:

- Kiên Giang là tỉnh ven biển có nguy cơ ngập cao nhất (77% diện tích). Bình Thuận là tỉnh có nguy cơ ngập thấp nhất (0,18% diện tích);

- Khoảng 16,8% diện tích đồng bằng sông Hồng, 4,89% diện tích tỉnh Quảng Ninh có nguy cơ bị ngập;

- Khoảng 1,47% diện tích các tỉnh ven biển miền Trung từ Thanh Hóa đến Bình Thuận có nguy cơ bị ngập. Trong đó, tỉnh 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);

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

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. Cụm đảo Hoàng Sa có nguy cơ ngập lớn hơn, lớn nhất là tại cụm đảo Lưỡi Liềm và Tri Tôn.

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

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.

4.5.1. 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: (i) 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; (ii) 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; (iii) 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.

Khu vực đồng bằng sông Cửu Long: Tổng cục Địa chất Khoáng sản Việt Nam (2015) phân tích các nguyên nhân nâng hạ địa chất như: chuyển động kiến tạo từ từ ở vùng lộ đá móng trước Holocen; nén cố kết trầm tích trẻ; khai thác nước ngầm; hoạt động nhân sinh, và tính từ biến của đất đá.

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

- Chuyển dịch nâng tối thiểu là $0,8 \text{ mm/năm}$ đến lớn nhất là $20,6 \pm 3 \text{ mm/năm}$, trung bình nhỏ nhất là $2,7 \text{ mm/năm}$ và trung bình lớn nhất là $7,1 \pm 3 \text{ mm/năm}$, ở các khối CT-ĐDL có xu thế nâng trung bình là $5,9 \pm 3 \text{ mm/năm}$, chiếm gần 33% diện tích vùng nghiên cứu, phát triển trên các lộ móng trầm tích Kainozoi ở khối CT-ĐDL 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 Giò), 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: 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.

- Kết quả theo mô hình địa động lực thành phần: 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 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 2,7mm/năm, gần bằng với biên độ hạ xác định từ mô hình địa động lực.

Khu vực ven biển miền Trung: Theo kết quả của đề tài cấp nhà nước BDKH-42, biên độ nâng hạ kiến tạo hiện đại cho một số vùng dọc dải ven biển Miền Trung có thể tóm tắt như sau: 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 Hồ. 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.

Năm 2014, Chính phủ giao cho Bộ Tài nguyên và Môi trường kiểm tra và xây dựng dự án ổn định hệ thống mốc độ cao quốc gia cho các địa phương là Tiền Giang, Đồng Tháp, Vĩnh Long, Trà Vinh, Hậu Giang, Sóc Trăng, Bến Tre, An Giang, Kiên Giang, Bạc Liêu, Cà Mau, TP. Hồ Chí Minh và TP. Cần Thơ.

4.5.2. Sụt lún do khai thác nước ngầm

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 dâng 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 dâng lên do bồi đắp phù sa. Nguyên nhân là do nguồn trầm tích về khu vực đồng bằng bị thiếu hụt do các con 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.

Theo kết quả ban đầu của nghiên cứu hợp tác giữa Việt Nam với Viện Địa kỹ thuật Na Uy cho tỉnh Cà Mau thì tốc độ sụt lún địa chất do khai thác nước ngầm ở Cà Mau là $1,9 \div 2,8$ cm/năm. Tuy nhiên, ước tính này chỉ dựa vào mức độ khai thác nước ngầm trên địa bàn tỉnh, mà chưa có những đo đạc thực tế, vì thế chỉ mang tính tham khảo.

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. Một trong những mục tiêu quan trọng của Đề án là “... 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 ...”. Các kết quả của Đề án sẽ được cập nhật trong các phiên bản kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng tiếp theo.

V. Kết luận và khuyến nghị

5.1. 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 $0,6 \div 0,8^{\circ}\text{C}$; vào giữa thế kỷ có mức tăng $1,3 \div 1,7^{\circ}\text{C}$, trong đó khu vực Bắc Bộ (Tây Bắc, Đông Bắc, đồng bằng Bắc Bộ) có mức tăng $1,6 \div 1,7^{\circ}\text{C}$, khu vực Bắc Trung Bộ $1,5 \div 1,6^{\circ}\text{C}$, khu vực Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ $1,3 \div 1,4^{\circ}\text{C}$; đến cuối thế kỷ có mức tăng $1,9 \div 2,4^{\circ}\text{C}$ ở phía Bắc và $1,7 \div 1,9^{\circ}\text{C}$ 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 $0,8 \div 1,1^{\circ}\text{C}$, vào giữa thế kỷ có mức tăng $1,8 \div 2,3^{\circ}\text{C}$, trong đó, tăng $2,0 \div 2,3^{\circ}\text{C}$ ở khu vực phía Bắc và $1,8 \div 1,9^{\circ}\text{C}$ ở phía Nam; đến cuối thế kỷ có mức tăng $3,3 \div 4,0^{\circ}\text{C}$ ở phía Bắc và $3,0 \div 3,5^{\circ}\text{C}$ 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 $5 \div 10\%$; vào giữa thế kỷ có mức tăng $5 \div 15\%$, 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 $40 \div 70\%$ 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%.

- **Gió mùa và 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 $T_x \geq 35^\circ\text{C}$) 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 Dấu và Hòn Dấu - 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 Dấu và Hòn Dấu - 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 cIWRF. 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.

5.2. 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 Hiệp định 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°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.

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.