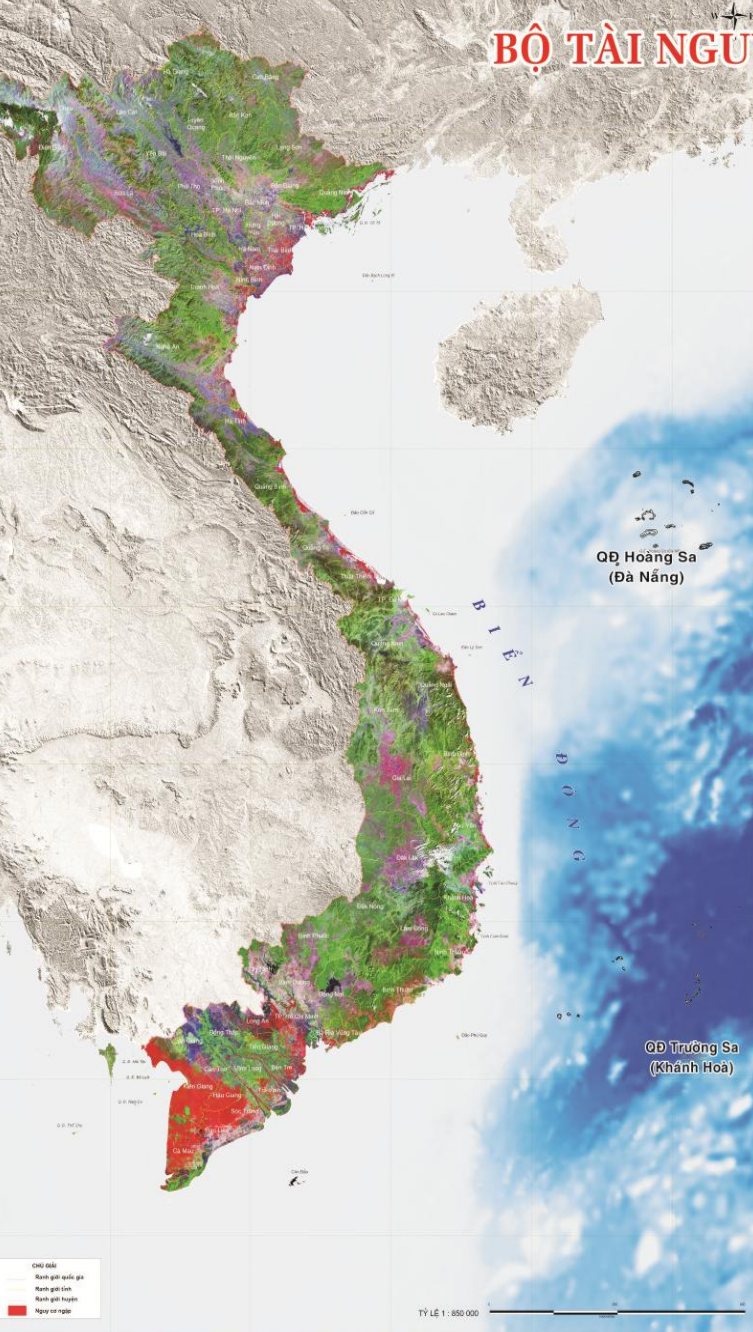
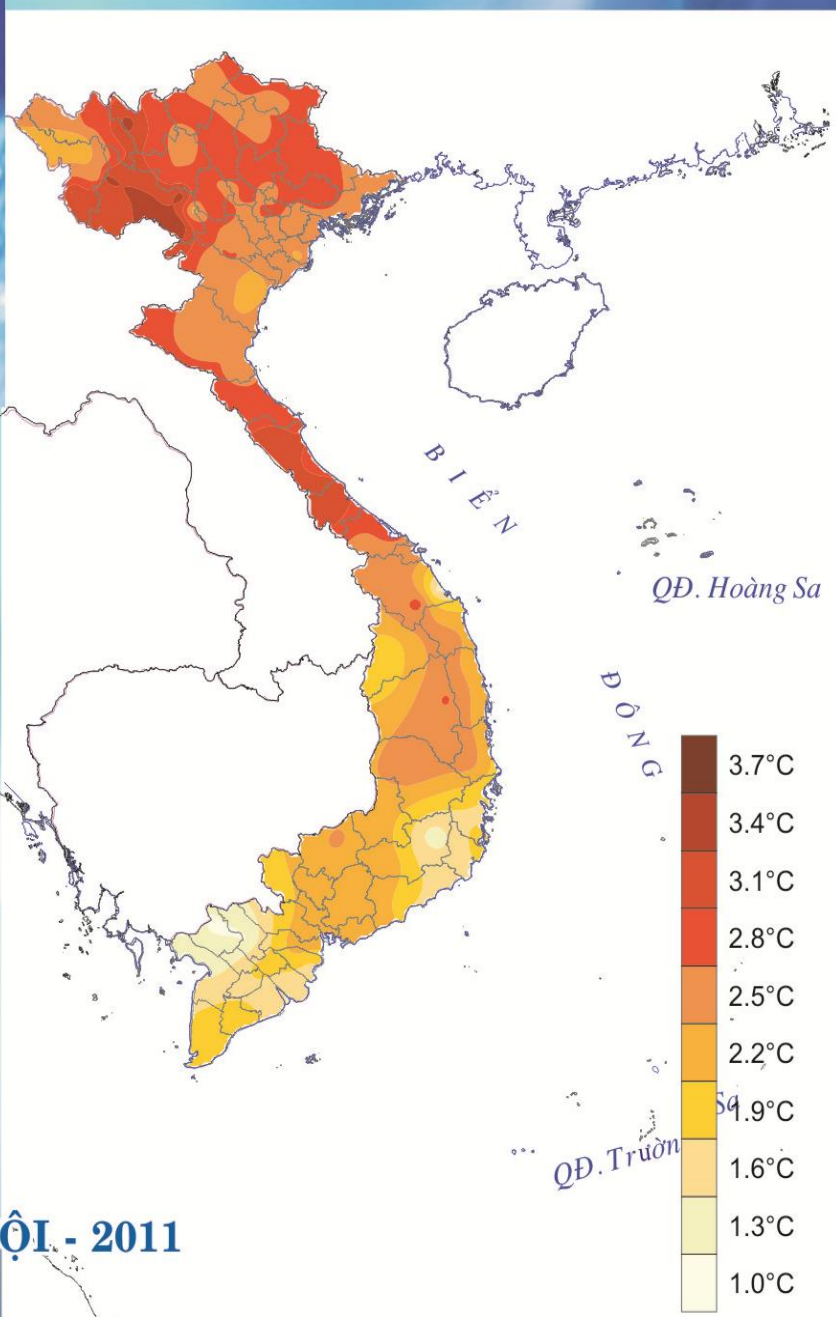
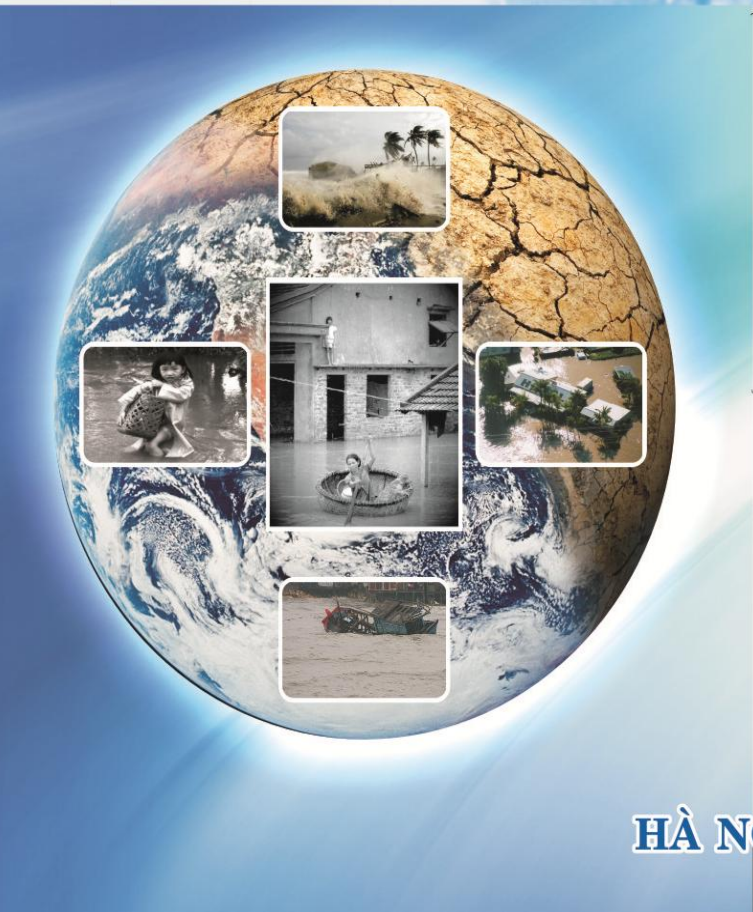




Kịch Bản BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM



BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

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

HÀ NỘI, 2011

MỤC LỤC

	Trang
MỤC LỤC	2
LỜI GIỚI THIỆU	3
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT	4
CÁC THUẬT NGỮ CHÍNH	6
DANH MỤC BẢNG	10
DANH MỤC HÌNH	11
TÓM TẮT KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM VÀ NHỮNG ĐIỂM MỚI CƠ BẢN	15
1. BIỂU HIỆN CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG	17
1.1. Biểu hiện của biến đổi khí hậu, nước biển dâng trên thế giới	17
1.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu, nước biển dâng ở Việt Nam	21
2. PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM	26
2.1. Yêu cầu cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam	26
2.2. Lựa chọn kịch bản phát thải khí nhà kính	26
2.3. Lựa chọn phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam	28
2.4. Một số lưu ý về các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng và bản đồ nguy cơ ngập	38
3. KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM	40
3.1. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với nhiệt độ	40
3.2. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với lượng mưa	56
3.3. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với khí áp và độ ẩm	70
3.4. Kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam	71
4. NGUY CƠ NGẬP THEO CÁC MỤC NƯỚC BIỂN DÂNG	74
KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ	96
TÀI LIỆU THAM KHẢO	98
PHỤ LỤC	103

LỜI GIỚI THIỆU



Biến đổi khí hậu đang diễn ra ở quy mô toàn cầu, khu vực và ở Việt Nam do các hoạt động của con người làm phát thải quá mức khí nhà kính vào bầu khí quyển. Biến đổi khí hậu có những tác động tiêu cực đối với con người, kinh tế - xã hội và môi trường. Vấn đề biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ làm thay đổi toàn diện và sâu sắc quá trình phát triển và an ninh toàn cầu như lương thực, nước, năng lượng, an toàn xã hội, chính trị, văn hóa, kinh tế, ngoại giao và thương mại.

Là một trong những nước chịu tác động nặng nề nhất của biến đổi khí hậu, Việt Nam coi ứng phó với biến đổi khí hậu là vấn đề có ý nghĩa sống còn. Để ứng phó hiệu quả với biến đổi khí hậu, những hiểu biết về khí hậu trong tương lai thông qua các kịch bản biến đổi khí hậu là rất cần thiết.

Trong năm 2009, dựa trên cơ sở tổng hợp các nghiên cứu trong và ngoài nước, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã xây dựng và công bố kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam. Các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng đã tạo cơ sở cho các Bộ, ngành, địa phương đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, xây dựng và triển khai kế hoạch hành động ứng phó.

Thực hiện chỉ đạo của Chính phủ về việc cập nhật và chi tiết hóa các 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 Môi trường chủ trì, phối hợp với các cơ quan nghiên cứu và các đơn vị quản lý nhà nước, tính toán chi tiết hóa mức độ thay đổi của các yếu tố khí hậu, tập trung vào các yếu tố chính là nhiệt độ, chế độ mưa, nước biển dâng cho các địa phương và các khu vực ven biển Việt Nam. Các tính toán được dựa trên kết quả ở phạm vi toàn cầu của Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu và các điều kiện khí hậu cụ thể của Việt Nam và được trình bày trong báo cáo "Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam".

Bộ Tài nguyên và Môi trường trân trọng giới thiệu Kịch bản biến đổi khí hậu, 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, nước biển dâng.

Nguyễn Minh Quang
Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

AR4	Báo cáo đánh giá lần thứ tư của IPCC về biến đổi khí hậu (Four Assessment Report)
BĐKH	Biến đổi khí hậu
CRU	Số liệu tái phân tích toàn cầu với độ phân giải 0,5 x 0,5 độ kinh vĩ (Climate Research Unit)
DBHD	Dự báo hạn dài
DEM	Mô hình số độ cao, Mỹ (USGS Digital Elevation Model)
ĐTDB	Đối tượng dự báo
ERA40	Số liệu tái phân tích toàn cầu với độ phân giải 2,5 x 2,5 độ kinh vĩ của Trung tâm Dự báo thời tiết hạn vừa, Châu Âu.
FAR	Báo cáo đánh giá lần thứ nhất của IPCC về biến đổi khí hậu (First Assessment Report)
GCM	Mô hình hoàn lưu chung (General Circulation Model)
GIS	Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System)
IMHEN	Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Environment)
IPCC	Ban Liên Chính phủ về biến đổi khí hậu (Intergovernmental Panel on Climate Change)
JAMSTEC	Cục Công nghệ và Khoa học Trái đất – Đại dương, Nhật Bản (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)
JMA	Cục Khí tượng Nhật Bản (Japan Meteorological Administration)
KNK	Khí nhà kính
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)
MOS	Thống kê đầu ra của mô hình (Model Output Statistics)
MRI/AGCM	Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản (Meteorology Research Institute)/Mô hình hoàn lưu chung khí quyển (Atmosphere General Circulation Model)
NCAR	Trung tâm Nghiên cứu Khí quyển Quốc gia, Hoa Kỳ (The National Center for Atmospheric Research)
NOAA	Cơ quan Đại dương và Khí quyển Quốc gia, Hoa Kỳ (National Oceanic

	and Atmospheric Administration)
NTDB	Nhân tố dự báo
PCMDI	Chương trình chuẩn đoán mô hình khí hậu và so sánh lẫn nhau (Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison)
PP	Phương pháp sử dụng số liệu "phân tích lại" kết hợp với số liệu quan trắc tương ứng để thiết lập mô hình (Perfect Prognosis)
PRECIS	Mô hình khí hậu khu vực của Trung tâm Hadley, Vương quốc Anh (Providing Climate Information for Impact Study)
SD	Chi tiết hóa thống kê (Statistical Downscaling)
SDSM	Mô hình chi tiết hóa thống kê (Statistical Downscaling Model)
SIMCLIM	Hệ thống mô hình tích hợp để đánh giá tác động và thích ứng với biến đổi khí hậu (The Simulator of Climate Change Risks and Adaptation Initiatives)
SLRRP	Chương trình cải tiến dự báo mực nước biển dâng (The Sea Level Rise Rectification Program)
TAR	Báo cáo đánh giá lần thứ ba của IPCC (Third Assessment Report)
TNMT	Tài nguyên và Môi trường
WMO	Tổ chức Khí tượng thế giới (World Meteorological Organization)
XTNĐ	Xoáy thuận nhiệt đới

CÁC THUẬT NGỮ CHÍNH

Ban liên Chính phủ về biến đổi khí hậu – *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*: IPCC là tổ chức quốc tế hàng đầu về đánh giá BĐKH do Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) và Chương trình Môi trường Liên Hiệp Quốc (UNEP) thành lập năm 1988. Là tổ chức khoa học Liên Chính phủ của tất cả các nước là thành viên của Liên Hiệp Quốc và Tổ chức Khí tượng Thế giới.

Băng quyển - *Cryosphere*: Các khối băng và tuyết (trên đất liền và biển) của trái đất.

Biên độ ngày của nhiệt độ - *Daily (Diurnal) Range of Temperatures*: Phạm vi biến đổi của nhiệt độ trong vòng 24 giờ.

Biến đổi khí hậu - *Climate Change*: Sự thay đổi của khí hậu (định nghĩa của Công ước khí hậu) được quy trực tiếp hay gián tiếp là do hoạt động của con người làm thay đổi thành phần của khí quyển toàn cầu và đóng góp thêm vào sự biến động khí hậu tự nhiên trong các thời gian có thể so sánh được. Biến đổi khí hậu xác định sự khác biệt giữa các giá trị trung bình dài hạn của một tham số hay thống kê khí hậu. Trong đó, trung bình được thực hiện trong một khoảng thời gian xác định, thường là vài thập kỷ.

Chuẩn (khí hậu) - *Normals (Climate)*: Trung bình của thời kỳ, tính cho một thời kỳ như nhau là 30 năm

Chuẩn sai khí hậu - *Climatic Anomaly*: (1) Độ lệch của giá trị một yếu tố khí hậu so với giá trị trung bình của nó; (2) 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 cacbon - *Carbon Cycle*: Các quá trình tự nhiên chi phối sự trao đổi cacbon (dưới dạng CO₂, cacbonát và các hợp chất hữu cơ v.v...) trong khí quyển, đại dương và trái đất.

Công ước Khung của Liên Hiệp Quốc về Biến đổi khí hậu - *UN 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 sự can thiệp nguy hiểm của con người vào hệ thống khí hậu”.

Cường bức bức xạ - *Radiative Forcing*: Sự thay đổi trong cán cân bức xạ của trái đất giữa bức xạ tới của mặt trời và bức xạ đi của trái đất dưới dạng bức xạ hồng ngoại và sóng ngắn. Nếu không có cường bức bức xạ, bức xạ mặt trời được trái đất hấp thụ sẽ gần bằng bức xạ hồng ngoại phát ra từ trái đất. Việc có thêm khí nhà kính đã hấp thụ thêm một phần bức xạ hồng ngoại trong khí quyển, bức xạ trở lại trái đất, tạo ra ảnh hưởng gây nóng lên toàn cầu.

Dao động khí hậu - *Climatic Fluctuation*: Biến động khí hậu gồm bất kỳ dạng thay đổi có tính hệ thống nào, dù thường xuyên hay không thường xuyên, trừ các xu thế và bất liên tục (thay đổi đột ngột trong một giai đoạn, từ giá trị trung bình này sang giá trị trung bình khác). Đặc trưng bằng ít nhất hai cực đại (hay cực tiểu) và một cực tiểu (hay cực đại), gồm cả ở hai đầu chuỗi số liệu.

Điôxit cacbon hay CO₂ - *Carbon Dioxide*: Một chất khí trong tự nhiên, cũng là một sản phẩm phụ của việc đốt các nhiên liệu hóa thạch và sinh khối, cũng như các

quá trình thay đổi sử dụng đất và các quá trình công nghiệp khác. Đó là chất khí nhà kính chủ yếu do con người sinh ra, ảnh hưởng đến nhiệt độ trái đất. Nó là chất khí tham chiếu để tính “tiềm năng nóng lên toàn cầu” của các khí nhà kính khác. CO₂ chiếm gần 0,036% khí quyển.

Giãn nở nhiệt của các đại dương - *Thermal Expansion of the Oceans*: Với khối lượng không đổi, thể tích các đại dương và mực nước biển thay đổi theo mật độ của nước biển. Mật độ có quan hệ ngược với nhiệt độ, do đó, khi các đại dương ấm lên, mật độ giảm và các đại dương giãn nở. 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*: Một hiện tượng tự nhiên xảy ra khi lượng giáng thủy dưới mức trung bình nhiều năm, khiến mức nước hạ thấp và cây cối chết. Hạn gây những tổn thất cho cộng đồng (tổn thất mùa màng, thiếu cung cấp nước).

Hệ thống khí hậu - *Climate System*: Toàn bộ khí quyển, thủy quyển, băng quyển, sinh quyển và thạch quyển cùng các tương tác của chúng thể hiện các điều kiện trung bình và cực trị của khí quyển trong một thời kỳ dài tại một khu vực của bề mặt trái đất.

Hiệu ứng nhà kính - *Greenhouse Effect*: 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, cacbon điôxit, nitơ ôxit, mê tan và chlorofluorocacrbon, 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.

Hoàn lưu chung của khí quyển - *General Circulation of the Atmosphere*: Hệ thống trung bình toàn cầu của gió và các hệ thống thời tiết kèm theo. Sự chuyển động của không khí gây nên bởi sự đốt nóng khác nhau trên bề mặt trái đất và khí quyển và do trái đất quay, với các khác biệt về địa hình gây nên các biến đổi địa phương.

Hồi tiếp khí hậu - *Climate Feedbacks*: Sự tương tác giữa các khí nhà kính và những cơ chế khí hậu quan trọng như lớp thực vật, hơi nước, lớp băng, mây và đại dương. Các tương tác đó có thể làm tăng, giảm hoặc trung hòa sự ấm lên do tăng nồng độ các khí nhà kính.

Khí hậu - *Climate*: Tổng hợp của thời tiết được đặc trưng bởi các trị số thống kê dài hạn (trung bình, xác suất các cực trị v.v...) của các yếu tố khí tượng biến động trong một khu vực địa lý. Thời kỳ tính trung bình thường là vài thập kỷ. Theo định nghĩa của WMO: “Tổng hợp các điều kiện thời tiết ở một khu vực nhất định đặc trưng bởi các thống kê dài hạn các biến số của trạng thái khí quyển ở khu vực đó”.

Khí nhà kính - *Greenhouse Gases (GHGs)*: Các khí nhà kính (KNK) làm giảm lượng bức xạ của trái đất thoát ra vũ trụ, do đó làm nóng tầng bên dưới khí quyển và bề mặt trái đất.

Khí quyển - *Atmosphere*: Lớp khí bao quanh trái đất và bị giữ ở đây do lực hấp dẫn của trái đất. Khí quyển được chia thành nhiều tầng: tầng đối lưu (từ mặt đất đến khoảng 8 – 17 km); tầng bình lưu (lên đến 50 km); tầng giữa (50 – 90 km) và tầng nhiệt tạo thành vùng chuyển tiếp ra vũ trụ. Sự pha trộn giữa các tầng là cực chậm.

Kịch bản biến đổi khí hậu - *Climate Change Scenario*: Là 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 ý rằng, kịch bản biến đổi khí hậu khác với dự báo thời tiết và dự báo khí hậu là nó đưa ra quan điểm về mối ràng buộc giữa phát triển và hành động.

Mêtan - *Methane (CH₄)*: Một trong sáu khí nhà kính được kiểm soát bởi Nghị định thư Kyoto. Nó có thời gian sống trong khí quyển tương đối ngắn: 10 ± 2 năm. Các nguồn khí mêtan chủ yếu là bãi rác thải, mỏ than, ruộng lúa, các hệ thống khí tự nhiên và súc vật nuôi. Ước tính tiềm năng làm nóng lên toàn cầu (GWP) của mêtan là 21 trong vòng 100 năm tới.

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 (ví độ, độ cao, sự phân bố đất, biển, địa hình, các dòng chảy đại dương v.v...).

Nhiên liệu hóa thạch - *Fossil Fuels*: Than, dầu, xăng và khí tự nhiên cùng các hydrocarbon khác được gọi là nhiên liệu hóa thạch vì chúng được tạo ra từ các xác thực vật và động vật giàu cacbon 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.

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 lên của 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 nito - *Nitrous Oxide (N₂O)*: 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 chế tạo phân bón. Nó có tiềm năng làm nóng lên toàn cầu (GWP) là 310 trong vòng 100 năm tới.

Phát thải - *Emissions*: (Định nghĩa của Công ước khí hậu). 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.

Sinh quyển - *Biosphere*: Bộ phận của trái đất và khí quyển của nó, trong đó các sinh vật sống. Bề chứa chu trình cacbon toàn cầu, trong đó chứa các sinh vật sống (thực vật và động vật và vật chất hữu cơ từ sự sống (rác và mùn)). Sinh quyển trái đất gồm hệ sinh vật (thực vật và động vật), rác và vật chất hữu cơ trong đất trên lục địa và sinh quyển biển gồm hệ sinh vật và mùn ở đại dương.

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: Lớp bên trên (thuộc đại dương và lục địa) của phần trái đất rắn, gồm toàn bộ đá ở vỏ trái đất và phần cứng, dòn của vỏ trên cùng của trái đất. Độ dày của nó thay đổi từ 1 đến 2 km ở dãy sống núi giữa đại dương, nhưng dần dần tăng từ 60km gần sống núi tới 120 – 140 km bên dưới vỏ ở đại dương có tuổi cao hơn.

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): Một cơ quan chuyên môn của Liên Hiệp Quốc, hiện có 160 nước và vùng lãnh thổ thành viên.

Trạm khí hậu - Climatological Station: Một trạm thực hiện các quan trắc khí hậu.

Trung bình chuẩn khí hậu - Climatological “Standard Normals”: Trị số trung bình của số liệu khí hậu tính cho từng thời kỳ 30 năm kế tiếp nhau: 01 tháng 01 năm 1901 đến 31 tháng 12 năm 1930, 01 tháng 01 năm 1931 đến 31 tháng 12 năm 1960, 01 tháng 01 năm 1961 đến 31 tháng 12 năm 1990.

Tương tác khí quyển/đại dương - Atmosphere/Ocean Interactions: Người ta mới chỉ hiểu một phần động lực học của các tương tác khí quyển - đại dương và cần tính đến các mối liên hệ giữa các lớp trên và dưới của đại dương, khi còn hiểu ít về các liên hệ này. Tuy nhiên, tương tác khí quyển - đại dương tỏ ra là nhân tố quan trọng đối với các biến thiên khí hậu với mọi quy mô thời gian, và có những biểu hiện rõ ràng về mối liên quan của nó với những biến đổi theo quy mô thời gian vài năm.

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.

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Mức tăng nhiệt độ và mức thay đổi lượng mưa trong 50 năm qua ở các vùng khí hậu của Việt Nam	23
Bảng 2.1. Các hệ thống mô hình được tham khảo trong xây dựng kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam.....	35
Bảng 3.1. Mức tăng nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) trung bình năm so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2).....	55
Bảng 3.2. Mức thay đổi (%) lượng mưa năm so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2).....	69
Bảng 3.3. Mức thay đổi lượng mưa ngày lớn nhất (%) vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999.....	70
Bảng 3.4. Mức nước biển dâng theo kịch bản phát thải thấp (cm).....	71
Bảng 3.5. Mức nước biển dâng theo kịch bản phát thải trung bình (cm)	72
Bảng 3.6. Mức nước biển dâng theo kịch bản phát thải cao (cm).....	72
Bảng 4.1. Diện tích có nguy cơ bị ngập theo các mức nước biển dâng (% diện tích)	74
Bảng 4.2. Tỷ lệ chiều dài quốc lộ có nguy cơ bị ảnh hưởng theo các mức nước biển dâng (%)	74
Bảng 4.3. Tỷ lệ chiều dài tỉnh lộ có nguy cơ bị ảnh hưởng theo các mức nước biển dâng (%).....	75
Bảng 4.4. Tỷ lệ chiều dài đường sắt có nguy cơ bị ảnh hưởng theo các mức nước biển dâng (%)	76
Bảng 4.5. Tỷ lệ số dân có nguy cơ bị ảnh hưởng trực tiếp (so với tổng dân số vùng) theo các mức nước biển dâng (%).....	76

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Diễn biến chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu	17
Hình 1.2. Diễn biến nhiệt độ ở quy mô toàn cầu và khu vực.....	18
Hình 1.3. Chuẩn sai nhiệt độ toàn cầu tháng 6 năm 2010 so với thời kỳ 1971 – 2000	18
Hình 1.4. Diễn biến lượng mưa năm ở các vùng khác nhau trên thế giới.....	19
Hình 1.5. Biến động mực nước biển trung bình toàn cầu	19
Hình 1.6. Xu thế biến động mực nước biển trung bình tại các trạm quan trắc nước biển trên toàn cầu.....	20
Hình 1.7. Xu thế biến động mực nước biển trung bình toàn cầu từ số liệu vệ tinh ...	21
Hình 1.8. Xu thế mực nước biển trung bình toàn cầu theo số liệu vệ tinh	21
Hình 1.9. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) trong 50 năm qua.....	22
Hình 1.10. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) trong 50 năm qua.....	22
Hình 1.11. Bản đồ tần suất XTNĐ hoạt động (a), hình thành ở Biển Đông (b) và ảnh hưởng đến đất liền Việt Nam (c)	24
Hình 1.12. Diễn biến của số cơn xoáy thuận nhiệt đới hoạt động ở Biển Đông, ảnh hưởng và đổ bộ vào đất liền Việt Nam trong 50 năm qua	24
Hình 1.13. Diễn biến mực nước biển theo số liệu các trạm thực đo	25
Hình 1.14. Diễn biến mực nước biển theo số liệu vệ tinh (1993-2010)	25
Hình 1.15. So sánh mực nước biển từ số liệu tại trạm hải văn và vệ tinh	25
Hình 2.1. Sơ đồ tính toán phát thải khí nhà kính theo các kịch bản và mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu	28
Hình 2.2. Giao diện của phần mềm SDSM	28
Hình 2.3. Giao diện của phần mềm SIMCLIM.....	29
Hình 2.4. Sơ đồ xây dựng hàm chuyển theo phương pháp PP và MOS	30
Hình 2.5. Hệ thống Mô phỏng trái đất và kịch bản BĐKH của mô hình AGCM/MRI..	31
Hình 2.6. Sơ đồ tính và miền tính của mô hình PRECIS.....	32
Hình 2.7. Các quá trình vật lý được xét đến trong mô hình PRECIS	32
Hình 2.8. Phương pháp tính và kịch bản nước biển dâng của Rahmstorf, 2007	33
Hình 2.9. Kịch bản mực nước biển dâng năm 2100 ở quy mô toàn cầu (NCAR)	34
Hình 2.10. Một kịch bản nước biển dâng theo phương pháp của Doyle	34
Hình 2.11. Phương pháp chi tiết hóa thống kê cho mực nước biển dâng.....	34
Hình 2.12. Mực nước biển dâng cuối thế kỷ 21 theo kịch bản trung bình của các mô hình số trị.....	36
Hình 2.13. So sánh kịch bản mực nước biển dâng (IPCC) và số liệu đo đạc.....	36
Hình 2.14. Mực nước biển dâng cuối thế kỷ XXI từ các nghiên cứu khác nhau	36
Hình 2.15. Kịch bản mực nước biển toàn cầu theo các kịch bản phát thải	36
Hình 3.1. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp.....	40
Hình 3.2. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	40
Hình 3.3. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	41
Hình 3.4. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao	42
Hình 3.5. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp.....	42
Hình 3.6. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	42

Hình 3.7. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	43
Hình 3.8. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao	44
Hình 3.9. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp	44
Hình 3.10. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	44
Hình 3.11. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	45
Hình 3.12. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao	46
Hình 3.13. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp	46
Hình 3.14. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	46
Hình 3.15. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	47
Hình 3.16. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao	48
Hình 3.17. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp	48
Hình 3.18. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	48
Hình 3.19. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	49
Hình 3.20. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao	50
Hình 3.21. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa đông vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	50
Hình 3.22. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa đông vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	51
Hình 3.23. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa hè vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	52
Hình 3.24. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa hè vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	52
Hình 3.25. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) năm vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	53
Hình 3.26. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) năm vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	53
Hình 3.27. Mức tăng số ngày có nhiệt độ cao nhất trên 35°C vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	54
Hình 3.28. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp	56
Hình 3.29. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	57
Hình 3.30. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	58
Hình 3.31. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao	57

Hình 3.32. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp	59
Hình 3.33. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	59
Hình 3.34. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	60
Hình 3.35. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao.....	61
Hình 3.36. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp	61
Hình 3.37. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	62
Hình 3.38. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	63
Hình 3.39. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao.....	62
Hình 3.40. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp	64
Hình 3.41. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	64
Hình 3.42. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	65
Hình 3.43. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao.....	66
Hình 3.44. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp	66
Hình 3.45. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	67
Hình 3.46. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	68
Hình 3.47. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao	67
Hình 3.48. Mức thay đổi lượng mưa ngày lớn nhất (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải trung bình.....	70
Hình 3.49. Mức thay đổi khí áp trung bình bề mặt (a) và độ ẩm tương đối trung bình bề mặt (b) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình	71
Hình 3.50. Kịch bản nước biển dâng cho các khu vực ven biển Việt Nam	73
Hình 4.1. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực ven biển Việt Nam ứng với mực nước biển dâng 1m	77
Hình 4.2. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh ứng với mực nước biển dâng 1m.....	78
Hình 4.3. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Thanh Hóa ứng với mực nước biển dâng 1m	79
Hình 4.4. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Nghệ An ứng với mực nước biển dâng 1m	80
Hình 4.5. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Hà Tĩnh ứng với mực nước biển dâng 1m	81
Hình 4.6. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Quảng Bình ứng với mực nước biển dâng 1m	82

Hình 4.7. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Quảng Trị ứng với mực nước biển dâng 1m	83
Hình 4.8. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Thừa Thiên - Huế ứng với mực nước biển dâng 1m.....	84
Hình 4.9. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực thành phố Đà Nẵng ứng với mực nước biển dâng 1m	85
Hình 4.10. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Quảng Nam ứng với mực nước biển dâng 1m	86
Hình 4.11. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Quảng Ngãi ứng với mực nước biển dâng 1m	87
Hình 4.12. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Bình Định ứng với mực nước biển dâng 1m	88
Hình 4.13. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Phú Yên ứng với mực nước biển dâng 1m	89
Hình 4.14. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Khánh Hòa ứng với mực nước biển dâng 1m	90
Hình 4.15. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Ninh Thuận ứng với mực nước biển dâng 1m	91
Hình 4.16. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Bình Thuận ứng với mực nước biển dâng 1m	92
Hình 4.17. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu ứng với mực nước biển dâng 1m.....	93
Hình 4.18. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực thành phố Hồ Chí Minh ứng với mực nước biển dâng 1m.....	94
Hình 4.19. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực đồng bằng sông Cửu Long ứng với mực nước biển dâng 1m	95

TÓM TẮT KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM VÀ NHỮNG ĐIỂM MỚI CƠ BẢN

1. Các phương pháp và nguồn số liệu để xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được kế thừa từ các nghiên cứu trước đây và được cập nhật đến năm 2010. Thời kỳ 1980-1999 được chọn là thời kỳ cơ sở trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam đến năm 2100.

2. Về nhiệt độ:

- *Theo kịch bản phát thải thấp*: Đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm tăng từ 1,6 đến 2,2°C trên phần lớn diện tích phía Bắc lãnh thổ và dưới 1,6°C ở đại bộ phận diện tích phía Nam (từ Đà Nẵng trở vào).

- *Theo kịch bản phát thải trung bình*: Đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình tăng 2-3°C trên phần lớn diện tích cả nước, riêng khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Trị có nhiệt độ trung bình tăng nhanh hơn so với những nơi khác. Nhiệt độ thấp nhất trung bình tăng từ 2,2-3,0°C, nhiệt độ cao nhất trung bình tăng từ 2,0-3,2°C. Số ngày có nhiệt độ cao nhất trên 35°C tăng 10-20 ngày trên phần lớn diện tích cả nước.

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

3. Về lượng mưa:

- *Theo kịch bản phát thải thấp*: Đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm tăng phổ biến khoảng trên 6%, riêng khu vực Tây Nguyên có mức tăng ít hơn, chỉ vào khoảng dưới 2%.

- *Theo kịch bản phát thải trung bình*: Đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa năm tăng trên hầu khắp lãnh thổ. Mức tăng phổ biến từ 2-7%, riêng Tây Nguyên, Nam Trung Bộ tăng ít hơn, dưới 3%. Xu thế chung là lượng mưa mùa khô giảm và lượng mưa mùa mưa tăng. Lượng mưa ngày lớn nhất tăng thêm so với thời kỳ 1980-1999 ở Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và giảm ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ. Tuy nhiên ở các khu vực khác nhau lại có thể xuất hiện ngày mưa dị thường với lượng mưa gấp đôi so với kỷ lục hiện nay.

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

4. Về một số yếu tố khí hậu khác:

- Khí áp tăng trên phạm vi toàn lãnh thổ Việt Nam, Biển Đông.

- Độ ẩm tương đối giảm trên hầu khắp cả nước, nhất là phía Đông Bắc Bộ và Nam Bộ.

5. Về nước biển dâng:

- *Theo kịch bản phát thải thấp (B1)*: Vào cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 54-72cm; thấp nhất ở khu vực Móng Cái trong khoảng từ 42-57cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 49-64cm.

- *Theo kịch bản phát thải trung bình (B2)*: Vào cuối thế kỷ 21, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 62-82cm; thấp nhất ở khu vực Móng Cái trong khoảng từ 49-64cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước

biển dâng trong khoảng từ 57-73cm.

- Theo kịch bản phát thải cao (A1FI): Vào cuối thế kỷ 21, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 85-105cm; thấp nhất ở khu vực Móng Cái trong khoảng từ 66-85cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 78-95cm.

6. Nếu mực nước biển dâng 1m, sẽ có khoảng 39% diện tích đồng bằng sông Cửu Long, trên 10% diện tích vùng đồng bằng sông Hồng, Quảng Ninh, trên 2,5% diện tích thuộc các tỉnh ven biển miền Trung và trên 20% diện tích Thành phố Hồ Chí Minh có nguy cơ bị ngập; Gần 35% dân số thuộc các tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long, trên 9% dân số vùng đồng bằng sông Hồng, Quảng Ninh, gần 9% dân số các tỉnh ven biển miền Trung và khoảng 7% dân số Thành phố Hồ Chí Minh bị ảnh hưởng trực tiếp; Trên 4% hệ thống đường sắt, trên 9% hệ thống quốc lộ và khoảng 12% hệ thống tỉnh lộ của Việt Nam sẽ bị ảnh hưởng.

7. Những điểm mới của kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng

- Các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được xây dựng trên các cơ sở khoa học và số liệu đo đạc thực tế. Các kịch bản được xây dựng dựa vào các phân tích, tính toán bằng các mô hình khí hậu, công cụ thống kê. Các mô hình, công cụ này đã được lựa chọn, xây dựng chuyên biệt cho Việt Nam và khu vực lân cận. Trong tính toán, đã khai thác tối đa các nguồn số liệu và các loại dữ liệu khác nhau, cụ thể là đã sử dụng toàn bộ số liệu khí tượng, khí hậu, thủy văn, hải văn quan trắc tại gần 200 trạm khí tượng, 17 trạm hải văn, số liệu quan trắc từ vệ tinh, số liệu tính toán từ các mô hình khác nhau,... Các kết quả phản ánh được tính đặc thù của các vùng khí hậu cũng như các vùng biển của Việt Nam.

- Các kịch bản về nhiệt độ và lượng mưa được thể hiện chi tiết cho các khu vực nhỏ của Việt Nam, đáp ứng được yêu cầu đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đối với từng khu vực nhỏ. Các yếu tố cực trị (nhiệt độ cao nhất, thấp nhất, mưa lớn) cũng đã được tính toán để phục vụ cho công tác quy hoạch và thiết kế của các ngành. Các kịch bản nước biển dâng được xác định với mức độ chi tiết đến từng khu vực ven biển.

- Theo kịch bản cập nhật, mức tăng nhiệt độ dao động trong phạm vi lớn hơn so với kịch bản năm 2009. Chẳng hạn, theo kịch bản phát thải trung bình, vào cuối thế kỷ 21, mức tăng nhiệt độ trung bình năm có thể tới 3,5°C ở các khu vực nhỏ thuộc Bắc Trung Bộ (theo kịch bản năm 2009, mức tăng chung cho vùng khí hậu này là 2,8°C vào năm 2100). Tương tự đối với mưa, lượng mưa mùa khô có thể giảm đến 30% vào năm 2100 ở một vài nơi thuộc Nam Bộ, trong khi đó theo phiên bản năm 2009 thì chỉ giảm 18%. Các yếu tố cực trị như nhiệt độ cao nhất, nhiệt độ thấp nhất, lượng mưa ngày lớn nhất và một số yếu tố khác đã được tính toán và trình bày trong bản cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu.

- So với kịch bản nước biển dâng năm 2009, kịch bản cập nhật đã tính chi tiết hơn cho các khu vực ven biển Việt Nam. Theo các kịch bản, đến năm 2100 nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang, thấp nhất ở vùng Móng Cái đến Hòn Dấu.

- Cùng với các bản đồ nguy cơ ngập cho khu vực đồng bằng sông Cửu Long và Thành phố Hồ Chí Minh, kịch bản cập nhật đã tính toán và trình bày các bản đồ nguy cơ ngập cho đồng bằng sông Hồng, Quảng Ninh và từng tỉnh thuộc khu vực ven biển miền Trung.

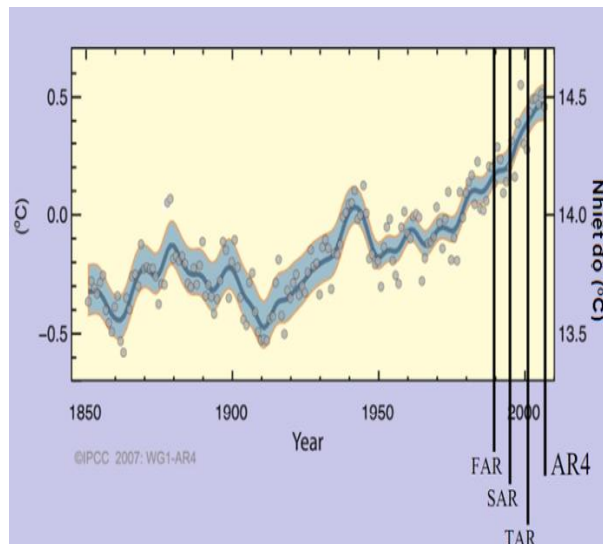
1. BIỂU HIỆN CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG

1.1. Biểu hiện của biến đổi khí hậu, nước biển dâng trên thế giới

Sự nóng lên toàn cầu là rất rõ ràng với những biểu hiện của sự tăng nhiệt độ không khí và đại dương, sự tan băng diện rộng và qua đó là mức tăng mực nước biển trung bình toàn cầu.

Các quan trắc cho thấy rằng nhiệt độ tăng trên toàn cầu và tăng nhiều hơn ở các vĩ độ cực Bắc. Trong 100 năm qua (1906-2005), nhiệt độ trung bình toàn cầu đã tăng khoảng 0,74°C, tốc độ tăng của nhiệt độ trong 50 năm gần đây gần gấp đôi so với 50 năm trước đó (Hình 1.1, 1.2).

Theo báo cáo gần đây của WMO, 2010 là năm nóng nhất trong lịch sử, với mức độ tương tự như các năm 1998 và 2005. Ngoài ra, trong mười năm qua tính từ năm 2001, nhiệt độ trung bình toàn cầu đã cao hơn nửa độ so với giai đoạn 1961-1990, mức cao nhất từng được ghi nhận đối với bất kỳ một giai đoạn 10 năm nào kể từ khi bắt đầu quan trắc khí hậu bằng thiết bị đo đạc (Michel Jarraud, 2011). Theo số liệu của NOAA (Hoa Kỳ), tháng 6 năm 2010 được ghi nhận là tháng nóng nhất trên toàn thế giới kể từ những năm 1880, khi các quan trắc khí tượng được thực hiện một cách tương đối hệ thống (Hình 1.3).

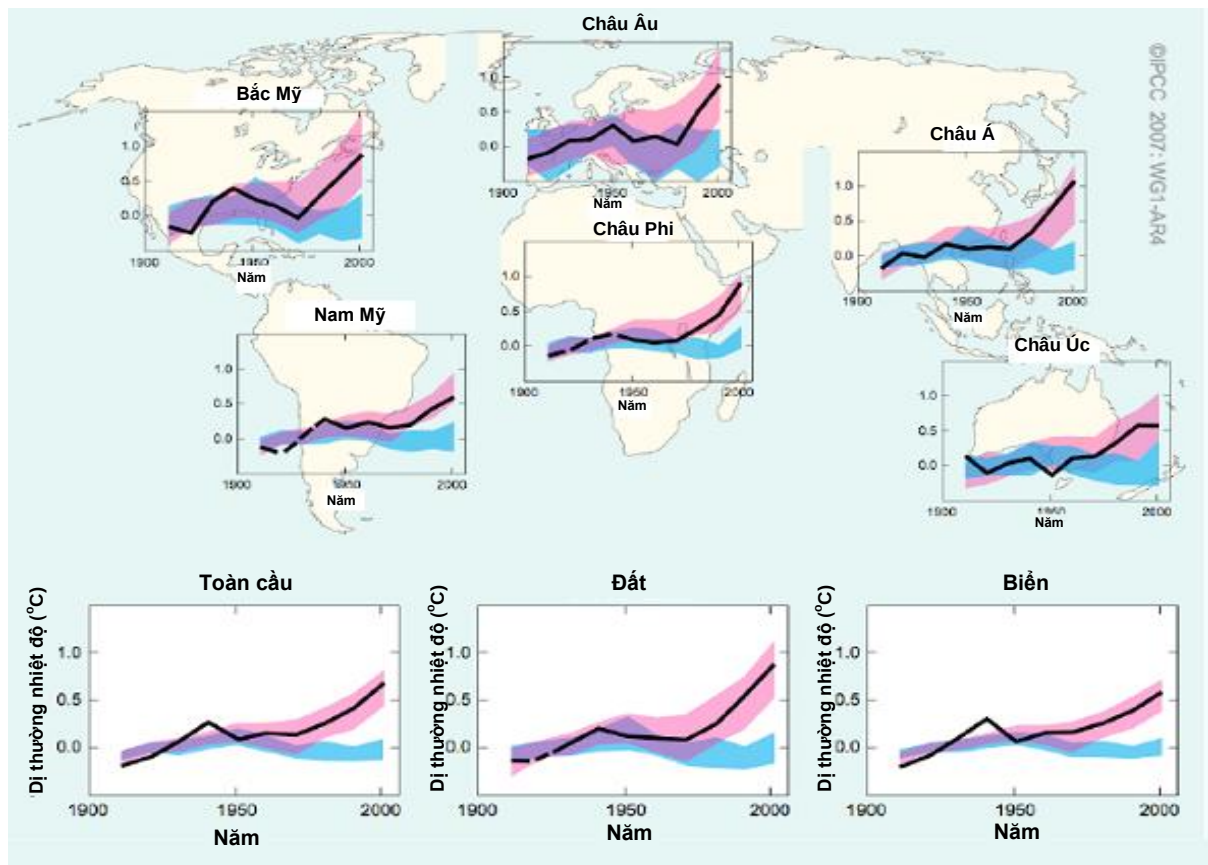


Hình 1.1. Diễn biến chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu (Nguồn: IPCC/2007)

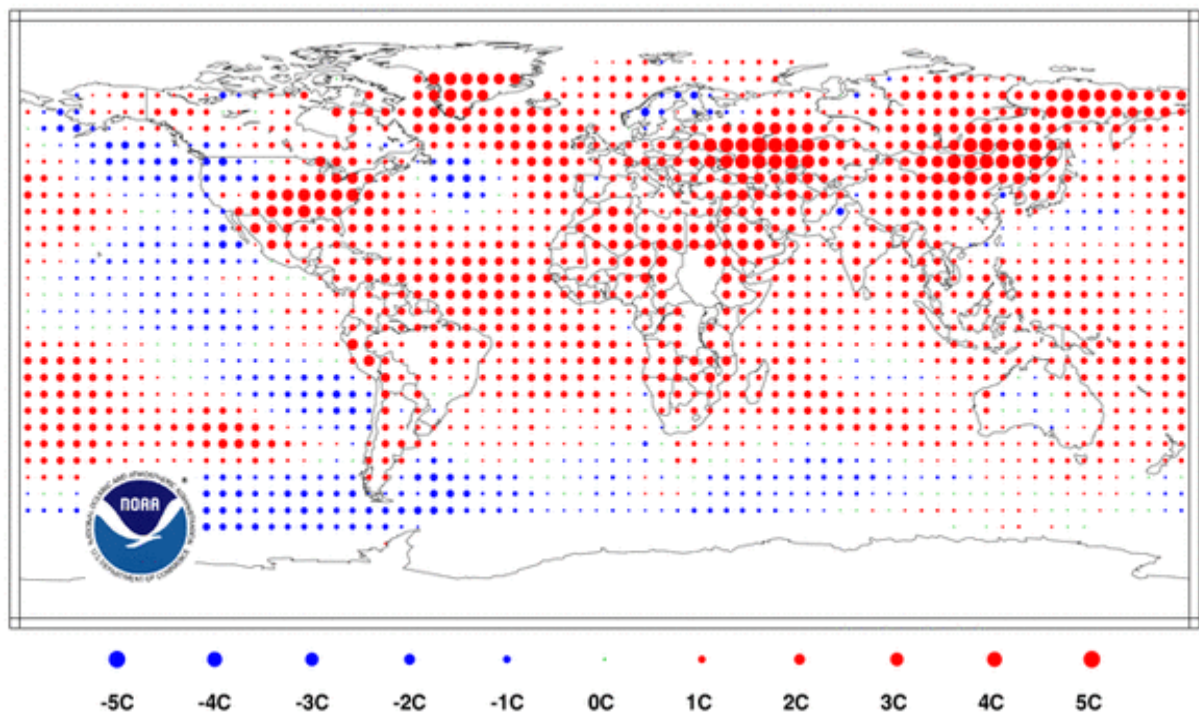
Trên phạm vi toàn cầu lượng mưa tăng lên ở các đới phía Bắc vĩ độ 30°B thời kỳ 1901-2005 và giảm đi ở các vĩ độ nhiệt đới, kể từ giữa những năm 1970 (Hình 1.4). Ở khu vực nhiệt đới, mưa giảm đi ở Nam Á và Tây Phi với trị số xu thế là 7,5% cho cả thời kỳ 1901-2005. Ở đới vĩ độ trung bình và vĩ độ cao, lượng mưa tăng lên rõ rệt ở miền Trung Bắc Mỹ, Đông Bắc Mỹ, Bắc Âu, Bắc Á và Trung Á. Tần số mưa lớn tăng lên trên nhiều khu vực, kể cả những nơi lượng mưa có xu thế giảm đi (IPCC, 2007).

Trên phạm vi toàn cầu, biến đổi của xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) chịu sự chi phối của biến đổi nhiệt độ nước biển, của hoạt động ENSO và sự thay đổi quỹ đạo của chính XTNĐ. Xu thế tăng cường hoạt động của XTNĐ rõ rệt nhất ở Bắc, Tây Nam Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương (IPCC, 2010).

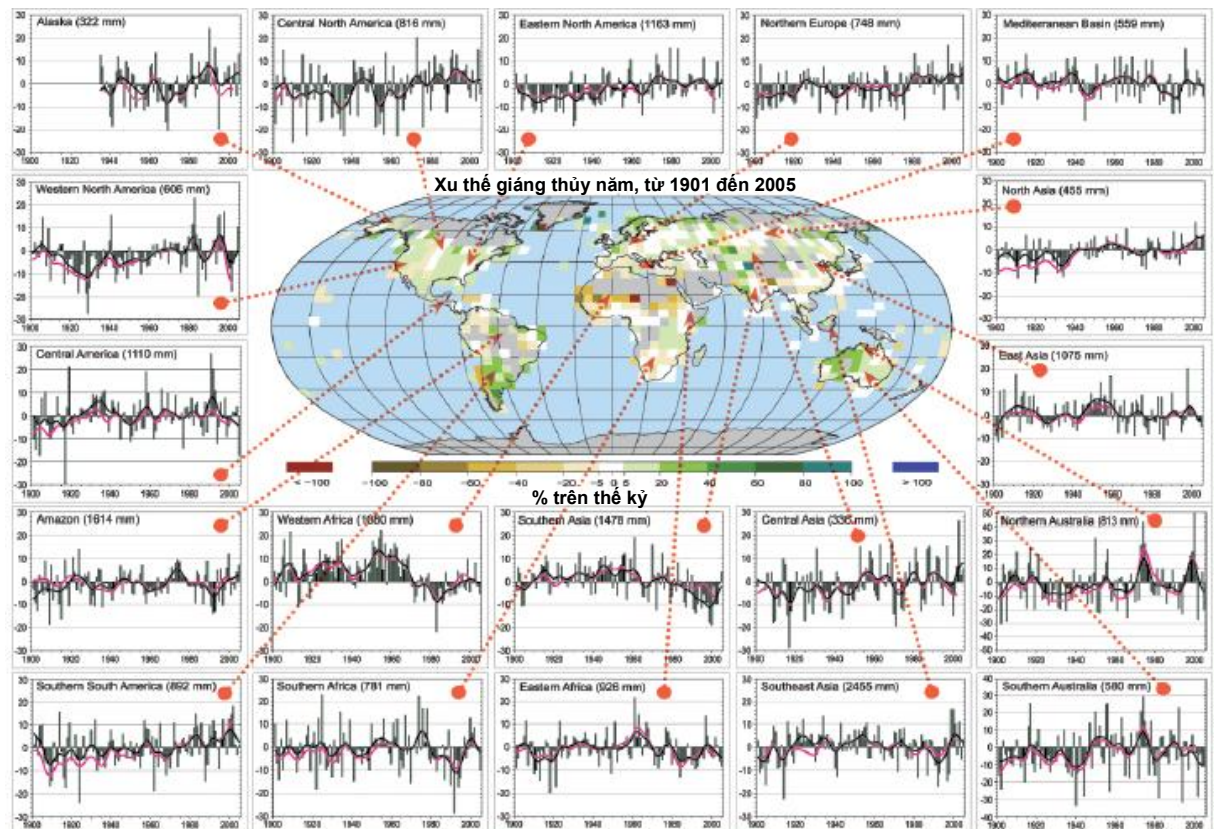
Trong thế kỷ 20 cùng với sự tăng lên của nhiệt độ mặt đất có sự suy giảm khối lượng băng trên phạm vi toàn cầu. Từ năm 1978 đến nay, lượng băng trung bình hàng năm ở Bắc Băng Dương giảm khoảng 2,1-3,3% mỗi thập kỷ (IPCC, 2007).



Hình 1.2. Diễn biến nhiệt độ ở quy mô toàn cầu và khu vực
(Nguồn: IPCC AR4 WG-I Report, 2007)



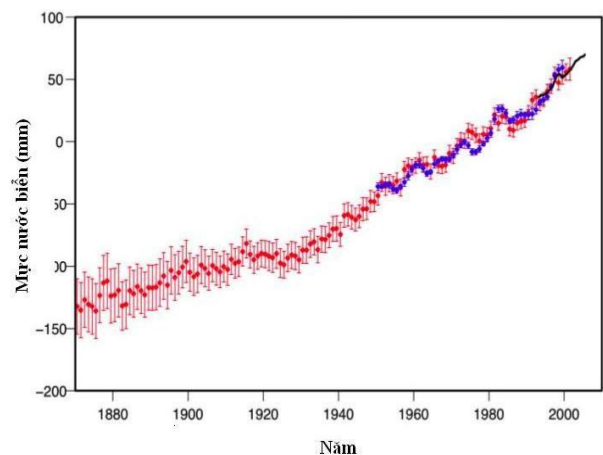
Hình 1.3. Chuẩn sai nhiệt độ toàn cầu tháng 6 năm 2010 so với thời kỳ 1971 – 2000
(Nguồn: NOAA/2010)



Hình 1.4. Diễn biến lượng mưa năm ở các vùng khác nhau trên thế giới
(Nguồn: IPCC/2007)

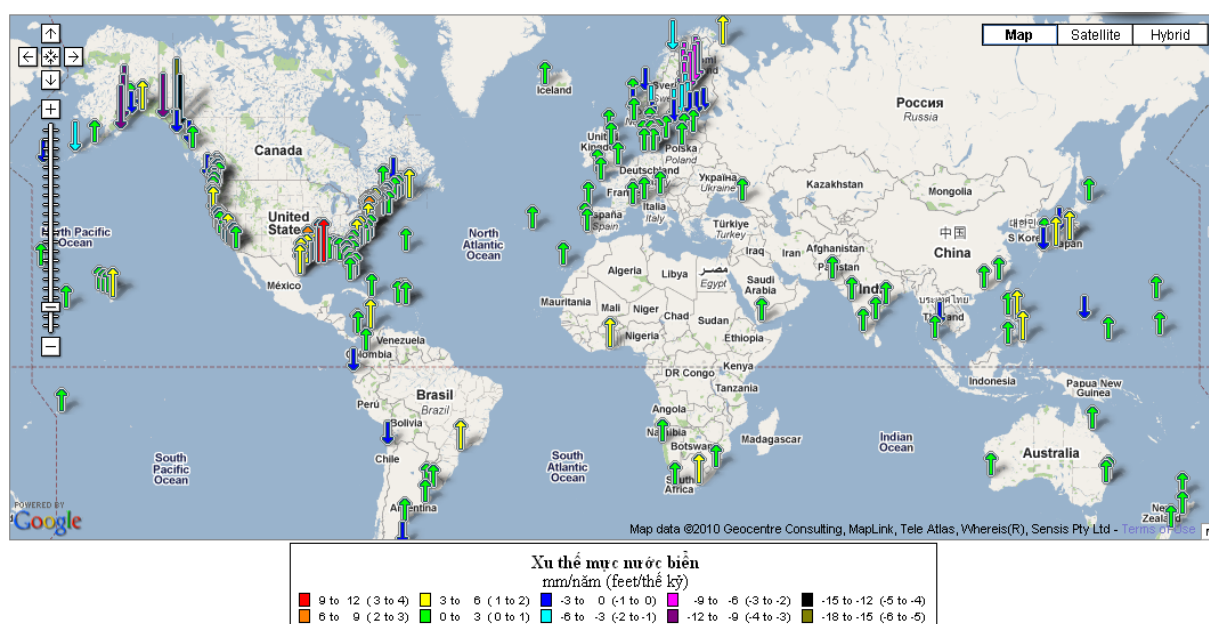
Sự nóng lên của hệ thống khí hậu đã rõ ràng được minh chứng thông qua số liệu quan trắc ghi nhận sự tăng lên của nhiệt độ không khí và nhiệt độ nước biển trung bình toàn cầu, sự tan chảy nhanh của lớp tuyết phủ và băng, làm tăng mực nước biển trung bình toàn cầu (IPCC, 2007). Mực nước biển tăng phù hợp với xu thế nóng lên do có sự đóng góp của: (a) hiện tượng giãn nở nhiệt của đại dương; (b) tan băng ở Greenland, Nam Cực và các khu vực khác; (c) thay đổi khả năng giữ nước ở đất liền. Trong các nhân tố này, hiện tượng nở vì nhiệt của đại dương đã từng được xem là nhân tố chủ yếu dẫn đến sự dâng lên của mực nước biển. Tuy nhiên, số liệu mới về tỷ lệ tan băng ở Greenland và Nam Cực cho thấy rằng ảnh hưởng này lớn hơn. Bởi vì các tảng băng ở Greenland và Nam Cực chứa đủ nước để làm tăng mực nước biển lên 70m.

Theo các nhà khoa học về biến đổi khí hậu (BĐKH) toàn cầu và nước biển dâng cho thấy, đại dương đã nóng lên đáng kể từ cuối thập kỷ 1950. Các



Hình 1.5. Biến động mực nước biển trung bình toàn cầu (Nguồn: IPCC/2007)

nghiên cứu từ số liệu quan trắc trên toàn cầu cho thấy, mực nước biển trung bình toàn cầu trong thời kỳ 1961-2003 đã dâng với tốc độ $1,8 \pm 0,5\text{mm/năm}$, trong đó, đóng góp do giãn nở nhiệt khoảng $0,42 \pm 0,12\text{mm/năm}$ và tan băng khoảng $0,70 \pm 0,50$ (IPCC, 2007 - Hình 1.5). Nghiên cứu cập nhật năm 2009 cho rằng tốc độ mực nước biển trung bình toàn cầu dâng khoảng $1,8\text{mm/năm}$ (Church và White, 2009). Mực nước biển thay đổi không đồng đều trên toàn bộ đại dương thế giới: một số vùng tốc độ dâng có thể gấp một vài lần tốc độ dâng trung bình toàn cầu trong khi mực nước biển ở một số vùng khác lại có thể hạ thấp. Xu thế tăng của mực nước biển xuất hiện hầu hết tại các trạm quan trắc trên toàn cầu, mặc dù, vẫn xuất hiện một số khu vực có xu hướng giảm như ở bờ biển phía Đông của Nam Mỹ và khu vực ven biển phía Nam Alaska và Đông Bắc Canada, vùng biển Scandinavia (Hình 1.6). Theo một số báo cáo của các nhà khoa học, trong thập kỷ vừa qua, mực nước biển dâng nhanh nhất ở vùng phía Tây Thái Bình Dương và phía Đông Ấn Độ Dương.



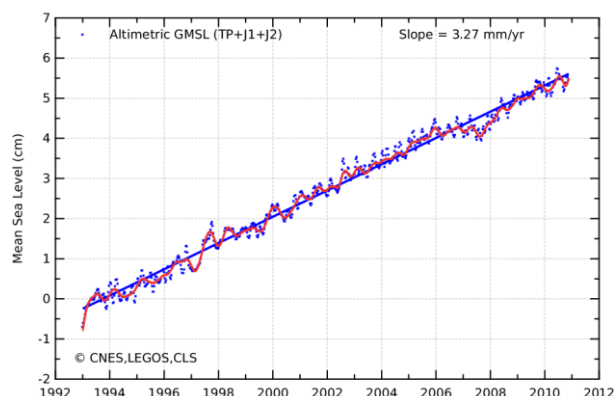
Hình 1.6. Xu thế biến động mực nước biển trung bình tại các trạm quan trắc nước biển trên toàn cầu (Nguồn NOAA/2010)

Hiện nay, có hai phương pháp chủ yếu để đo đạc mực nước biển là đo tại trạm hải văn và bằng vệ tinh. Các số liệu từ các trạm hải văn cho biết mức thay đổi mực nước so với mốc cao độ của trạm. Để có thể biết được thay đổi mực nước do thể tích khối nước và các yếu tố vật lý biển khác, số liệu trạm hải văn cần phải loại bỏ được yếu tố do vận động địa chất của mặt đất. Sự ước tính ảnh hưởng vận động địa chất nói chung sẽ không thực hiện được nếu không có đủ vị trí đo đạc hay số liệu địa chất. Tuy nhiên, việc lựa chọn cẩn thận vị trí đặt trạm có thể loại bỏ được ảnh hưởng những hoạt động kiến tạo và lấy trung bình các số liệu có thể thu được sai số nhỏ trong ước tính mực nước biển toàn cầu. Sự biến đổi mực nước biển dựa vào số liệu

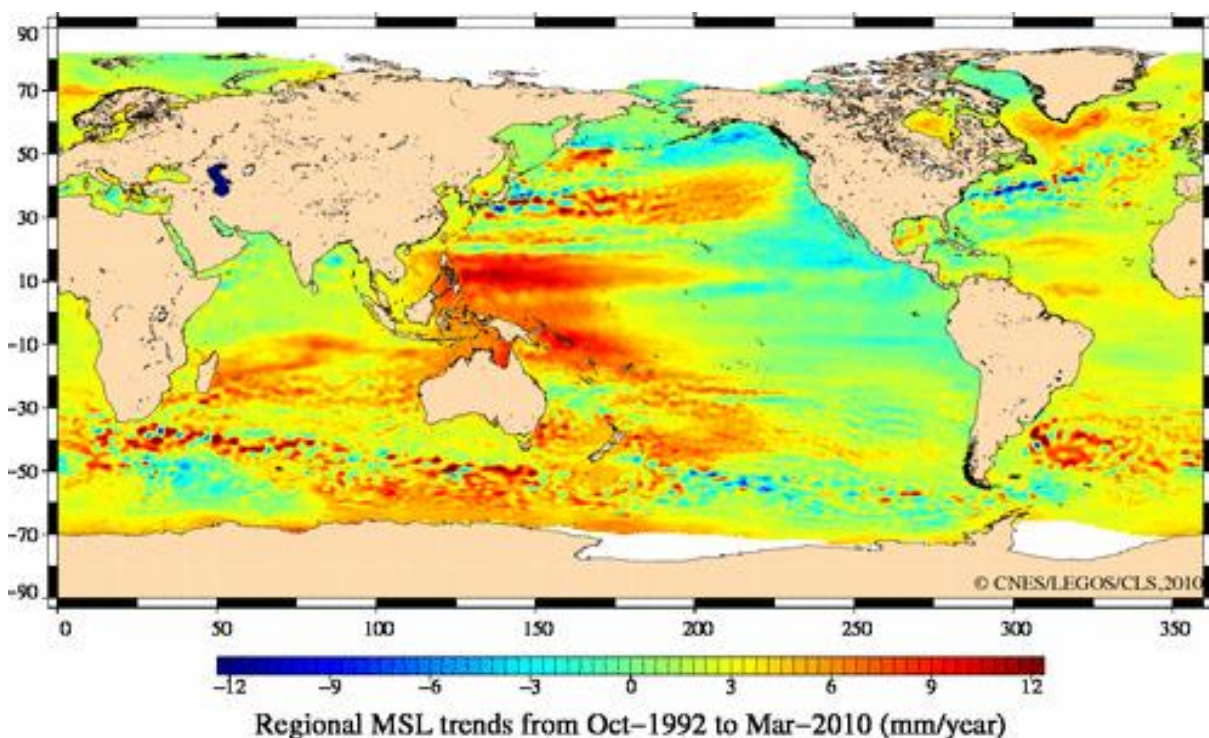
vệ tinh được đo với khối tâm của Trái đất, do đó không bị ảnh hưởng của vận động địa chất.

Từ năm 1992, mực nước biển trung bình toàn cầu được tính toán, cập nhật theo chu kỳ 10 ngày từ vệ tinh TOPEX/Poseidon (T/P) và vệ tinh JASON từ 66° Nam đến 66° Bắc (Nerem và Mitchum, 2001). Số liệu đo đạc được tổng hợp và hiệu chỉnh từ các vệ tinh (Topex/Poisedon, Jason - 1/2, ERS - 1/2, Envisat) từ tháng 10/1992 đến 12/2010

cho rằng mực nước biển đã dâng với tốc độ là 3,27mm/năm (CNES, LEGOS, CLS - Hình 1.7). Trên quy mô toàn cầu, xu thế biến đổi của mực nước biển tăng mạnh ở ven bờ Tây Thái Bình Dương trong khi xu thế giảm ở bờ Đông Thái Bình Dương (Hình 1.8).



Hình 1.7. Xu thế biến động mực nước biển trung bình toàn cầu từ số liệu vệ tinh (Nguồn: AVISO)



Hình 1.8. Xu thế mực nước biển trung bình toàn cầu theo số liệu vệ tinh (Nguồn: CNES/LEGOS/CLS, 2010)

1.2. Biểu hiện của biến đổi khí hậu, nước biển dâng ở Việt Nam

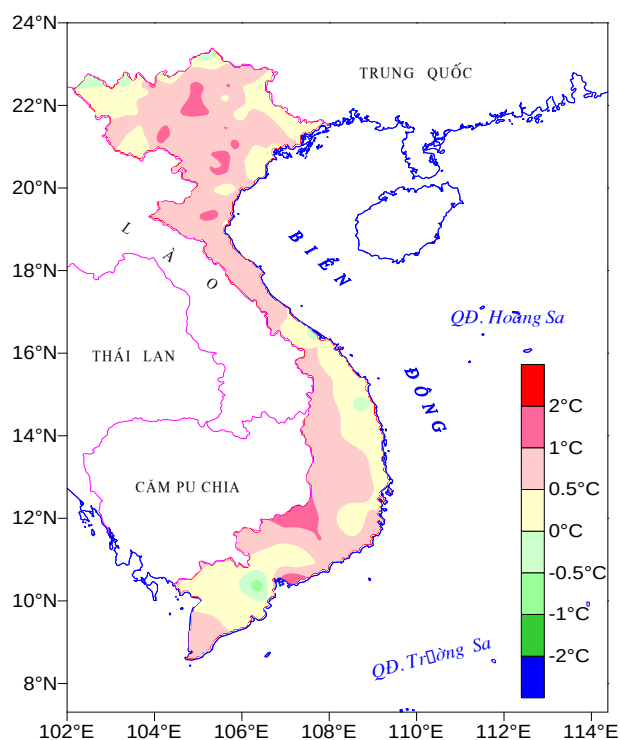
Ở Việt Nam, xu thế biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa là rất khác nhau trên các vùng trong 50 năm qua. Nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 0,5°C trên phạm vi cả nước và lượng mưa có xu hướng giảm ở phía Bắc, tăng ở phía Nam lãnh thổ.

Nhiệt độ tháng I (tháng đặc trưng cho mùa đông), nhiệt độ tháng VII (tháng đặc trưng cho mùa hè) và nhiệt độ trung bình năm tăng trên phạm vi cả nước trong 50 năm qua. Nhiệt độ mùa đông tăng nhanh hơn so với mùa hè và nhiệt độ vùng sâu trong đất liền tăng nhanh hơn nhiệt độ vùng ven biển và hải đảo.

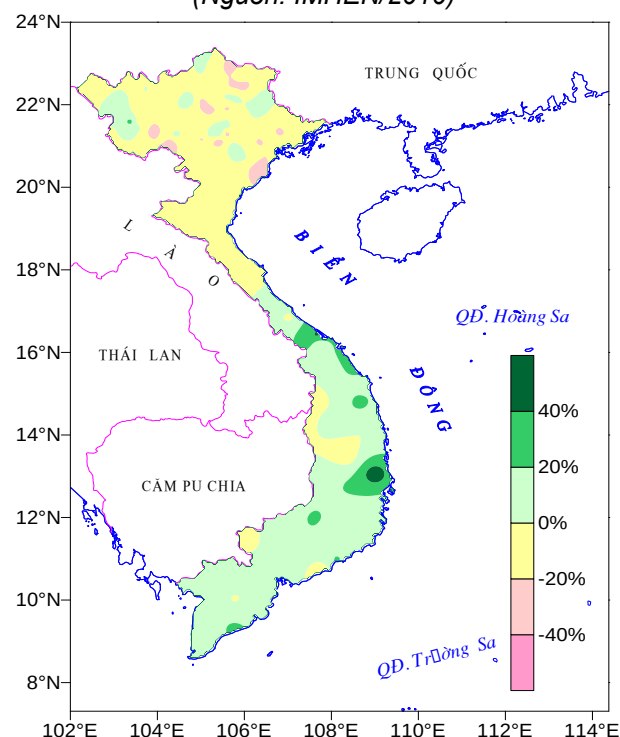
Vào mùa đông, nhiệt độ tăng nhanh hơn cả là ở Tây Bắc Bộ, Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ (khoảng 1,3-1,5°C/50 năm). Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ có nhiệt độ tháng I tăng chậm hơn so với các vùng khí hậu phía Bắc (khoảng 0,6-0,9°C/50 năm). Tính trung bình cho cả nước, nhiệt độ mùa đông ở nước ta đã tăng lên 1,2°C trong 50 năm qua. Nhiệt độ tháng VII tăng khoảng 0,3-0,5°C/50 năm trên tất cả các vùng khí hậu của nước ta. Nhiệt độ trung bình năm tăng 0,5-0,6°C/50 năm ở Tây Bắc, Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ còn mức tăng nhiệt độ trung bình năm ở Nam Trung Bộ thấp hơn, chỉ vào khoảng 0,3°C/50 năm (Hình 1.9 và Bảng 1.1).

Xu thế chung của nhiệt độ là tăng trên hầu hết các khu vực trên cả nước, tuy nhiên có những khu vực nhỏ thuộc vùng ven biển Trung Bộ và Nam Bộ như Thừa Thiên – Huế, Quảng Ngãi, Tiền Giang có xu hướng giảm của nhiệt độ. Đáng lưu ý là ở những nơi này, lượng mưa tăng trong cả hai mùa: mùa khô và mùa mưa.

Mức thay đổi nhiệt độ cực đại trên toàn Việt Nam nhìn chung dao động trong khoảng từ -3°C đến 3°C. Mức thay đổi nhiệt độ cực tiểu chủ yếu dao động trong khoảng -5°C đến 5°C. Xu thế chung của nhiệt độ cực đại và cực tiểu là tăng, tốc độ tăng của nhiệt độ cực tiểu nhanh hơn so với nhiệt độ cực đại, phù hợp với xu thế



Hình 1.9. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) trong 50 năm qua
(Nguồn: IMHEN/2010)



Hình 1.10. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) trong 50 năm qua
(Nguồn: IMHEN/2010)

chung của biến đổi khí hậu toàn cầu.

Lượng mưa mùa khô (tháng XI-IV) tăng lên chút ít hoặc không thay đổi đáng kể ở các vùng khí hậu phía Bắc và tăng mạnh mẽ ở các vùng khí hậu phía Nam trong 50 năm qua. Lượng mưa mùa mưa (tháng V-X) giảm từ 5 đến hơn 10% trên đa phần diện tích phía Bắc nước ta và tăng khoảng 5 đến 20% ở các vùng khí hậu phía Nam trong 50 năm qua. Xu thế diễn biến của lượng mưa năm tương tự như lượng mưa mùa mưa, tăng ở các vùng khí hậu phía Nam và giảm ở các vùng khí hậu phía Bắc. Khu vực Nam Trung Bộ có lượng mưa mùa khô, mùa mưa và lượng mưa năm tăng mạnh nhất so với các vùng khác ở nước ta, nhiều nơi đến 20% trong 50 năm qua (Hình 1.10 và Bảng 1.1).

Lượng mưa ngày cực đại tăng lên ở hầu hết các vùng khí hậu, nhất là trong những năm gần đây. Số ngày mưa lớn cũng có xu thế tăng lên tương ứng, nhiều biến động mạnh xảy ra ở khu vực miền Trung. Tồn tại mối tương quan khá rõ giữa sự nóng lên toàn cầu và nhiệt độ bề mặt biển khu vực Đông xích đạo Thái Bình Dương với xu thế biến đổi của số ngày mưa lớn trên các vùng khí hậu phía Nam.

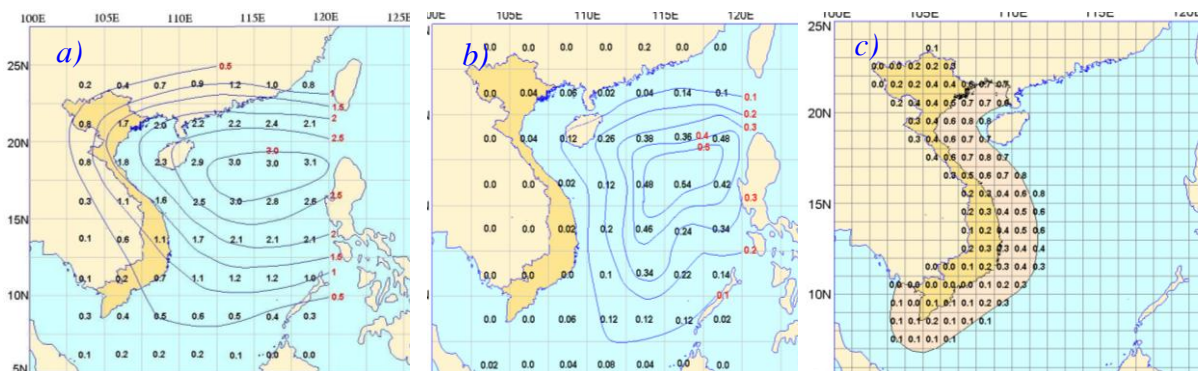
Bảng 1.1. Mức tăng nhiệt độ và mức thay đổi lượng mưa trong 50 năm qua ở các vùng khí hậu của Việt Nam (Nguồn: IMHEN/2010)

Vùng khí hậu	Nhiệt độ (°C)			Lượng mưa (%)		
	Tháng I	Tháng VII	Năm	Thời kỳ XI-IV	Thời kỳ V-X	Năm
Tây Bắc Bộ	1,4	0,5	0,5	6	-6	-2
Đông Bắc Bộ	1,5	0,3	0,6	0	-9	-7
Đồng bằng Bắc Bộ	1,4	0,5	0,6	0	-13	-11
Bắc Trung Bộ	1,3	0,5	0,5	4	-5	-3
Nam Trung Bộ	0,6	0,5	0,3	20	20	20
Tây Nguyên	0,9	0,4	0,6	19	9	11
Nam Bộ	0,8	0,4	0,6	27	6	9

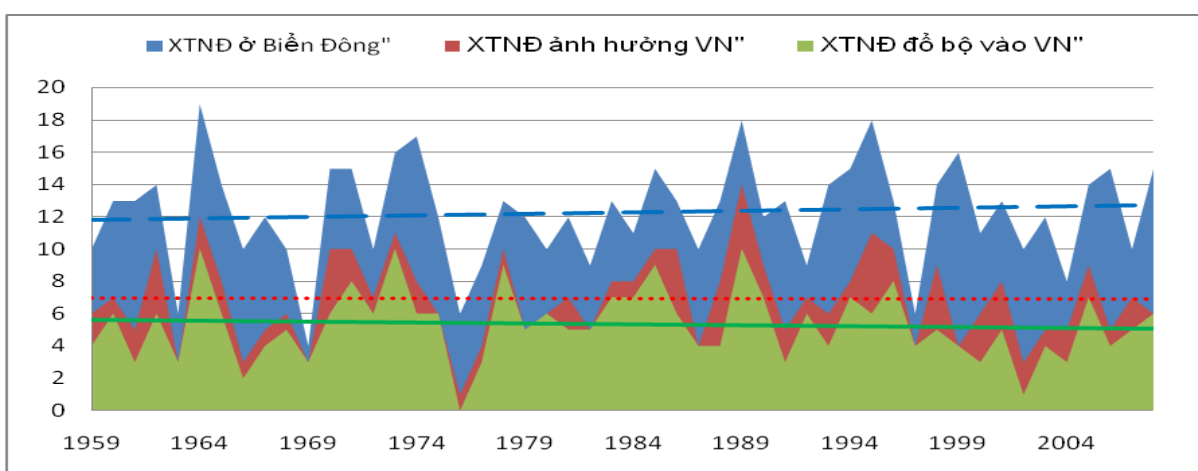
Về xoáy thuận nhiệt đới, trung bình hàng năm có khoảng 12 cơn bão và áp thấp nhiệt đới hoạt động trên Biển Đông, trong đó khoảng 45% số cơn này sinh ngay trên Biển Đông và 55% số cơn từ Thái Bình Dương di chuyển vào. Số cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến Việt Nam vào khoảng 7 cơn mỗi năm và trong đó có 5 cơn đổ bộ hoặc ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền nước ta. Nơi có tần suất hoạt động của bão, áp thấp nhiệt đới lớn nhất nằm ở phần giữa của khu vực Bắc Biển Đông, trung bình mỗi năm có khoảng 3 cơn đi qua ô lưới 2,5 x 2,5 độ kinh vĩ. Khu vực bờ biển miền Trung từ 16 đến 18°N và khu vực bờ biển Bắc Bộ từ 20°N trở lên có tần suất hoạt động của bão, áp thấp nhiệt đới cao nhất trong cả dải ven biển nước ta, cứ khoảng 2 năm lại có 1 cơn bão, áp thấp nhiệt đới đi vào khu vực 1 vĩ độ bờ biển (Hình 1.11).

Số lượng xoáy thuận nhiệt đới hoạt động trên khu vực Biển Đông có xu

hướng tăng nhẹ, trong khi đó số cơn ảnh hưởng hoặc đổ bộ vào đất liền Việt Nam không có xu hướng biến đổi rõ ràng (Hình 1.12).



Hình 1.11. Bản đồ tần suất XTNĐ hoạt động (a), hình thành ở Biển Đông (b) và ảnh hưởng đến đất liền Việt Nam (c) (Nguồn: IMHEN/2010)



Hình 1.12. Diễn biến của số cơn xoáy thuận nhiệt đới hoạt động ở Biển Đông, ảnh hưởng và đổ bộ vào đất liền Việt Nam trong 50 năm qua (Nguồn: IMHEN/2010)

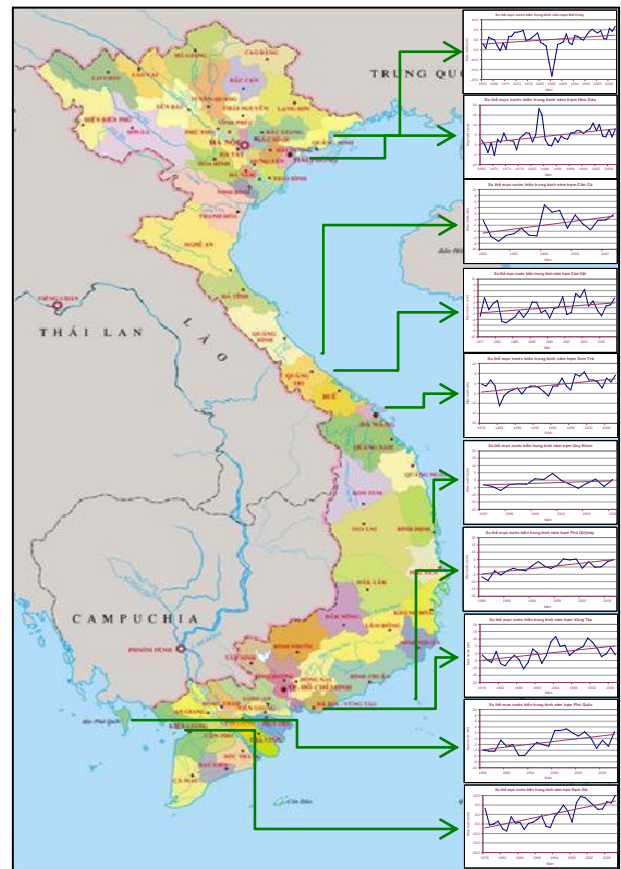
Khu vực đổ bộ của các cơn bão và áp thấp nhiệt đới vào Việt Nam có xu hướng lùi dần về phía Nam lãnh thổ nước ta; số lượng các cơn bão rất mạnh có xu hướng gia tăng; mùa bão có dấu hiệu kết thúc muộn hơn trong thời gian gần đây. Tuy nhiên, mức độ ảnh hưởng của bão đến nước ta có xu hướng mạnh lên.

Hạn hán, bao gồm hạn tháng và hạn mùa có xu thế tăng lên nhưng với mức độ không đồng đều giữa các vùng và giữa các trạm trong từng vùng khí hậu. Hiện tượng *nắng nóng* có dấu hiệu gia tăng rõ rệt ở nhiều vùng trong cả nước, đặc biệt là ở Trung Bộ và Nam Bộ.

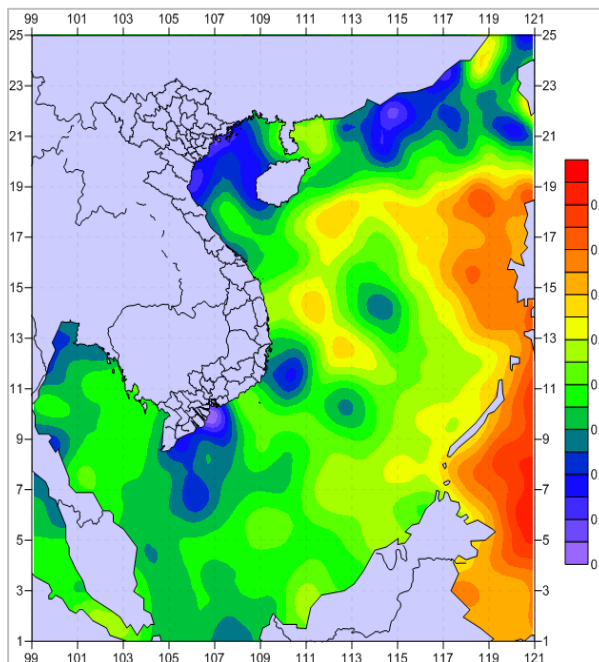
Ở Việt Nam, số liệu mực nước quan trắc tại các trạm hải văn ven biển Việt Nam cho thấy xu thế biến đổi mực nước biển trung bình năm không giống nhau. Hầu hết các trạm có xu hướng tăng, tuy nhiên, một số ít trạm lại không thể hiện rõ xu hướng này. Xu thế biến đổi trung bình của mực nước biển dọc bờ biển Việt Nam là khoảng 2,8mm/năm (Hình 1.13).

Số liệu mực nước đo đạc từ vệ tinh từ năm 1993 đến 2010 cho thấy, xu thế tăng mực nước biển trên toàn biển Đông là 4,7mm/năm, phía Đông của biển Đông có xu thế tăng nhanh hơn phía Tây. Chỉ tính cho dải ven bờ Việt Nam, khu vực ven biển Trung Trung Bộ và Tây Nam Bộ có xu hướng tăng mạnh hơn, trung bình cho toàn dải ven biển Việt Nam tăng khoảng 2,9mm/năm (Hình 1. 14).

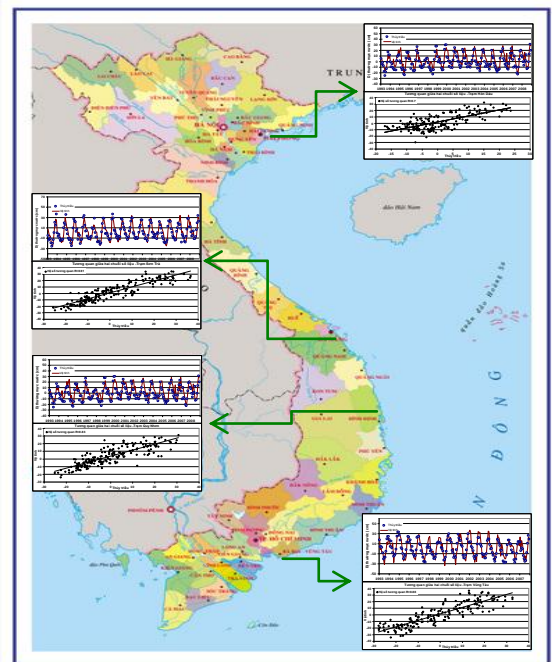
Như vậy, xu thế mực nước biển cho khu vực ven biển từ số liệu thực đo tại trạm quan trắc hải văn và từ vệ tinh là gần bằng nhau. Điều này cũng được kiểm chứng khi so sánh giữa số liệu thực đo tại trạm hải văn và từ vệ tinh. Kết quả so sánh cho thấy có sự tương đồng cao về pha và biên độ dao động của mực nước trung bình cũng như tương quan giữa chúng (Hình 1.15).



Hình 1.13. Diễn biến mực nước biển theo số liệu các trạm thực đo
(Nguồn: IMHEN/2010)



Hình 1.14. Diễn biến mực nước biển theo số liệu vệ tinh thời kỳ 1993 - 2010
(Nguồn: IMHEN/2010)



Hình 1.15. So sánh mực nước biển từ số liệu tại trạm hải văn và vệ tinh
(Nguồn: IMHEN/2010)

2. PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG KỊCH BẢN BIỂN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM

2.1. Yêu cầu cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam

Nhận thức rõ tác động của biến đổi khí hậu đến Việt Nam, Chính phủ đã phê duyệt Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu. Một trong những nội dung quan trọng của Chương trình là xây dựng và cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu. Kịch bản BĐKH là cơ sở để các Bộ, ngành, địa phương đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, xây dựng và triển khai kế hoạch hành động ứng phó.

Bộ Tài nguyên và Môi trường được Chính phủ giao: *“Dựa trên cơ sở các nghiên cứu đã có trong và ngoài nước, đầu năm 2009 hoàn thành việc xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu ở Việt Nam, đặc biệt là nước biển dâng, ... Cuối năm 2010, hoàn thành việc cập nhật các kịch bản biến đổi khí hậu và đến năm 2015, tiếp tục cập nhật các kịch bản biến đổi khí hậu, đặc biệt là nước biển dâng cho các giai đoạn đến năm 2100”*.

Các kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam công bố năm 2009 được xây dựng chủ yếu dựa trên cơ sở các nghiên cứu trong và ngoài nước về BĐKH đến thời điểm đó và với mức độ chi tiết đến vùng khí hậu và chung cho cả vùng biển của Việt Nam.

Việc cập nhật các kịch bản BĐKH cần phải được thực hiện trên cơ sở ứng dụng các mô hình khí hậu, phần mềm thống kê, phương pháp luận được lựa chọn, xây dựng chuyên biệt cho Việt Nam và khu vực lân cận. Các loại số liệu khác nhau cũng cần được khai thác tối đa trong quá trình xây dựng các kịch bản BĐKH, nước biển dâng như số liệu quan trắc tại các trạm khí tượng, khí hậu, các trạm hải văn, dữ liệu vệ tinh, số liệu mô phỏng của mô hình, ... Các kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam phải có cơ sở khoa học và thực tiễn.

Nhằm đáp ứng được các yêu cầu đánh giá tác động của BĐKH đối với các lĩnh vực và các địa phương khác nhau của Việt Nam, kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam cần được chi tiết hoá đến đơn vị hành chính cấp tỉnh và nhỏ hơn.

2.2. Lựa chọn kịch bản phát thải khí nhà kính

Biến đổi khí hậu hiện nay cũng như trong thế kỷ 21 phụ thuộc chủ yếu vào mức độ phát thải khí nhà kính, tức là phụ thuộc vào sự phát triển kinh tế - xã hội. Vì vậy, các kịch bản biến đổi khí hậu được xây dựng dựa trên các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội toàn cầu.

Con người đã phát thải quá mức khí nhà kính vào khí quyển từ các hoạt động khác nhau như công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải, phá rừng, ... Do đó, cơ sở để xác định các kịch bản phát thải khí nhà kính là: (1) Sự phát triển kinh tế ở quy mô toàn cầu; (2) Dân số thế giới và mức độ tiêu dùng; (3) Chuẩn mực cuộc sống và

lối sống; (4) Tiêu thụ năng lượng và tài nguyên năng lượng; (5) Chuyển giao công nghệ; (6) Thay đổi sử dụng đất;...

Trong *Báo cáo đặc biệt về các kịch bản phát thải khí nhà kính* năm 2000, IPCC đã đưa ra 40 kịch bản, phản ánh khá đa dạng khả năng phát thải khí nhà kính trong thế kỷ 21. Các kịch bản phát thải này được tổ hợp thành 4 kịch bản gốc là A1, A2, B1 và B2 với các đặc điểm chính sau:

- Kịch bản gốc A1: Kinh tế thế giới phát triển nhanh; dân số thế giới tăng đạt đỉnh vào năm 2050 và sau đó giảm dần; truyền bá nhanh chóng và hiệu quả các công nghệ mới; thế giới có sự tương đồng về thu nhập và cách sống, có sự tương đồng giữa các khu vực, giao lưu mạnh mẽ về văn hoá và xã hội toàn cầu. Họ kịch bản A1 được chia thành các nhóm dựa theo mức độ phát triển công nghệ, như:

+ A1FI: Tiếp tục sử dụng thái quá nhiên liệu hóa thạch (kịch bản phát thải cao);

+ A1B: Có sự cân bằng giữa các nguồn năng lượng (kịch bản phát thải trung bình);

+ A1T: Chú trọng đến việc sử dụng các nguồn năng lượng phi hoá thạch (kịch bản phát thải thấp).

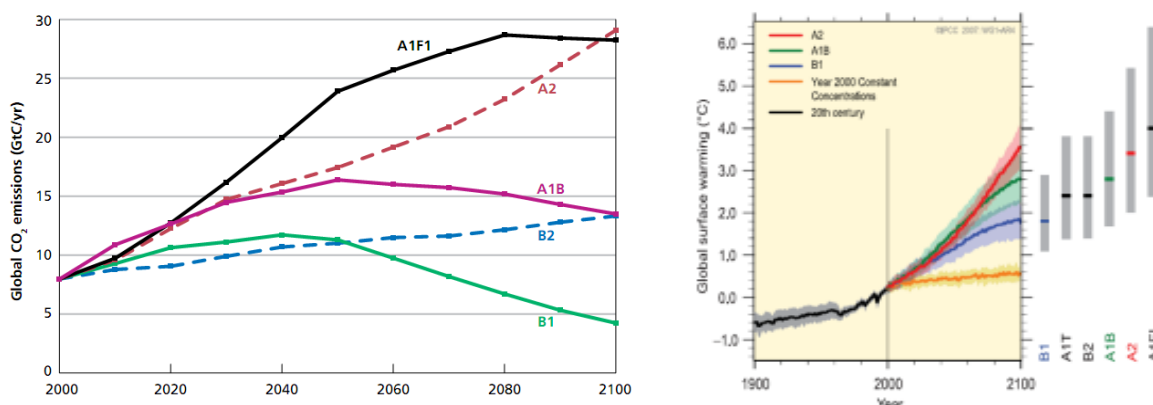
- Kịch bản gốc A2: Thế giới không đồng nhất, các quốc gia hoạt động độc lập, tự cung tự cấp; dân số tiếp tục tăng trong thế kỷ 21; kinh tế phát triển theo định hướng khu vực; thay đổi về công nghệ và tốc độ tăng trưởng kinh tế tính theo đầu người chậm (kịch bản phát thải cao, tương tự như A1FI).

- Kịch bản gốc B1: Kinh tế phát triển nhanh giống như A1 nhưng có sự thay đổi nhanh chóng theo hướng kinh tế dịch vụ và thông tin; dân số tăng đạt đỉnh vào năm 2050 và sau đó giảm dần; giảm cường độ tiêu hao nguyên vật liệu, các công nghệ sạch và sử dụng hiệu quả tài nguyên được phát triển; chú trọng đến các giải pháp toàn cầu về ổn định kinh tế, xã hội và môi trường (kịch bản phát thải thấp, tương tự như A1T).

- Kịch bản gốc B2: Dân số tăng liên tục nhưng với tốc độ thấp hơn A2; chú trọng đến các giải pháp địa phương thay vì toàn cầu về ổn định kinh tế, xã hội và môi trường; mức độ phát triển kinh tế trung bình; thay đổi công nghệ chậm hơn và mạnh mẽ hơn so với B1 và A1 (kịch bản phát thải trung bình, được xếp cùng nhóm với A1B).

Như vậy, IPCC khuyến cáo sử dụng các kịch bản phát thải được sắp xếp từ thấp đến cao là B1, A1T (kịch bản thấp), B2, A1B (kịch bản trung bình), A2, A1FI (kịch bản cao) với các mức phát thải khí nhà kính trong thế kỷ 21 và dự tính mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu được thể hiện trên Hình 2.1. Tuy nhiên, tùy thuộc vào nhu cầu thực tiễn và khả năng tính toán của từng nước, IPCC cũng khuyến cáo lựa chọn các kịch bản phát thải phù hợp để xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu.

Các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được xây dựng và công bố năm 2009 theo các kịch bản phát thải khí nhà kính ở mức thấp (B1), trung bình (B2) và cao (A2, A1FI), trong đó kịch bản trung bình B2 được khuyến nghị cho các Bộ, ngành và địa phương làm định hướng ban đầu để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng và xây dựng kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu. Kế thừa các nghiên cứu đã có và trên cơ sở các kết quả tính toán của các mô hình khí hậu ở Việt Nam, các kịch bản phát thải khí nhà kính được chọn nhằm cập nhật kịch bản BĐKH, nước biển dâng cho Việt Nam trong báo cáo này bao gồm: B1 (kịch bản thấp) , B2, A1B (kịch bản trung bình), A2 và A1FI (kịch bản cao).



Hình 2.1. Sơ đồ tính toán phát thải khí nhà kính theo các kịch bản và mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu (Nguồn: IPCC)

2.3. Lựa chọn phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam

2.3.1. Các phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu

Nhiều phương pháp đã được sử dụng để xây dựng kịch bản BĐKH cho Việt Nam như: ứng dụng các phần mềm SDSM, SIMCLIM, ứng dụng phương pháp chi tiết hoá thống kê, khai thác sản phẩm của các mô hình động lực toàn cầu và khu vực,... Các phương pháp tính cũng như các sản phẩm minh hoạ của các phương pháp được giới thiệu sơ lược sau đây:

- **Ứng dụng phần mềm SDSM**

Phần mềm SDSM là một công cụ hỗ trợ, đánh giá sự thay đổi khí hậu ở quy mô địa phương bằng cách sử dụng kỹ thuật chi tiết hóa thống kê (Hình 2.2).

Cấu trúc hoạt động của SDSM như sau:



Hình 2.2. Giao diện của phần mềm SDSM

- Kiểm soát chất lượng và chuyển đổi dữ liệu thống kê;
- Kiểm tra các nhân tố dự báo;
- Hiệu chỉnh mô hình;
- Tổ hợp các dữ liệu hiện tại bằng các nhân tố trong quan trắc;
- Đưa kết quả của mô hình lên công cụ đồ họa;
- Tổ hợp các dự tính khí hậu tương lai (kịch bản BĐKH).

- *Ứng dụng phần mềm SIMCLIM*

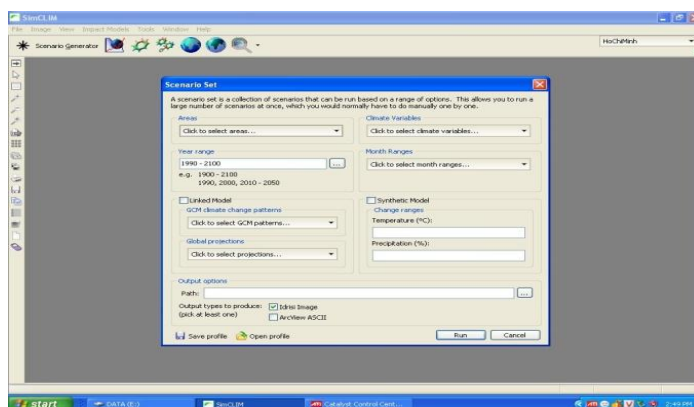
Phần mềm SIMCLIM có 2 chức năng chính là tính toán xây dựng các kịch bản (Scenarios Generation) và đánh giá tác động theo các kịch bản (Impact model).

Chức năng xây dựng kịch bản: Dựa trên sản phẩm của các mô hình toàn cầu (GCM) theo từng kịch bản và chuỗi số liệu của các yếu tố khí hậu, mực nước biển dâng ở các địa phương, phần mềm SIMCLIM có thể tính toán các kịch bản về các yếu tố khí hậu và mực nước biển dâng cho các địa phương đó. Phương pháp chính được sử dụng là thống kê kết hợp với các công cụ đồ họa. Các yếu tố khí hậu bao gồm: lượng mưa, nhiệt độ (trung bình, cực trị) và các yếu tố khác như độ ẩm, gió,...

Sản phẩm của hơn 20 mô hình hoàn lưu chung khí quyển được tích hợp trong SIMCLIM và có sẵn trong cơ sở dữ liệu của tổ chức PCMDI (<http://www-pcmdi.llnl.gov/>).

Chức năng đánh giá tác động bao gồm:

- Đánh giá tác động lên tài nguyên nước: Được thể hiện thông qua các tính toán cân bằng nước. Phần mềm tính toán sự khác nhau giữa lượng mưa và bốc hơi tiềm năng. Đầu vào của mô hình là nhiệt độ trung bình, lượng mưa và bức xạ mặt trời,... và đầu ra là giá trị cân bằng nước.



Hình 2.3. Giao diện của phần mềm SIMCLIM

- Đánh giá tác động lên nông nghiệp: Sử dụng các tính toán nhiệt – ngày (degree - day) để đánh giá tác động của biến đổi khí hậu lên nông nghiệp.

- Đánh giá tác động xói lở đường bờ và cân bằng nước.

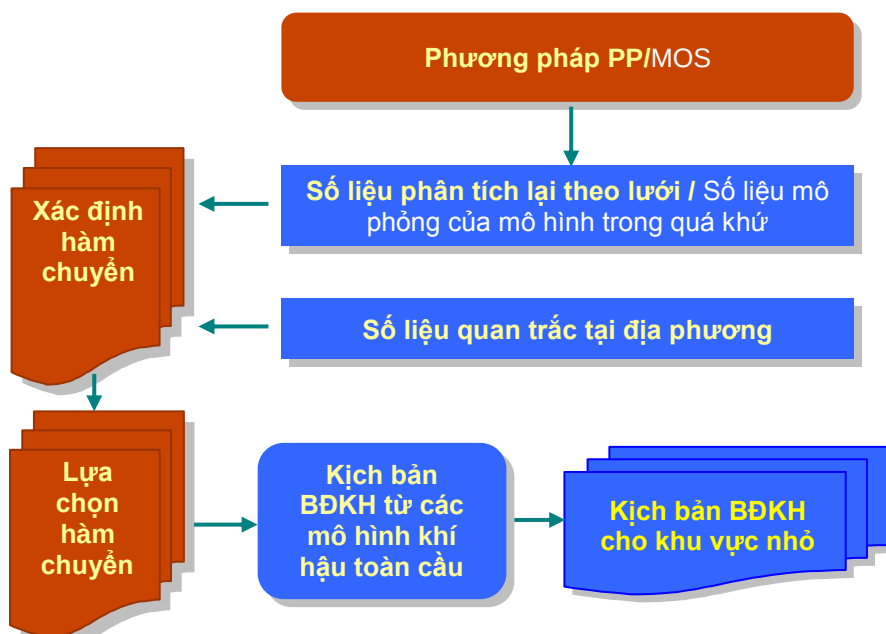
- **Phương pháp chi tiết hóa thống kê**

Phương pháp chi tiết hóa thống kê (Statistical Downscaling) sử dụng những thông tin khí hậu và BĐKH từ mô hình khí hậu toàn cầu (GCMs) có độ phân giải tương đối thô để tính toán chi tiết và có độ phân giải cao hơn cho một khu vực. Mặc dù GCM ngày càng được hoàn thiện trên phạm vi không gian và thời gian, tuy nhiên kết quả của các mô hình vẫn chưa đủ chi tiết để đánh giá tác động của BĐKH cho một khu vực nhỏ vì các điều kiện như địa hình, mặt đệm có ảnh hưởng lớn đến khí hậu địa phương nhưng chưa được thể hiện trong GCM.

Mô hình chi tiết hóa thống kê xây dựng mối quan hệ định lượng giữa các biến khí quyển quy mô lớn, đóng vai trò là các nhân tố dự báo (NTDB) và các biến lớp bề mặt của địa phương - đối tượng dự báo (ĐTDB). Các mô hình chi tiết hóa thống kê đã phát triển khá mạnh trong dự báo nói chung, dự báo hạn dài (DBHD) nói riêng. Ứng dụng phương pháp chi tiết hóa thống kê để xây dựng kịch bản về BĐKH là trường hợp đặc biệt trong dự báo hạn dài. Có 3 phương pháp được áp dụng trong chi tiết hóa thống kê:

- Các mô hình hồi quy (Regression models);
- Các sơ đồ phân loại thời tiết (Weather Classification schemes hoặc Weather Typing);
- Các "máy" tạo thời tiết (Weather Generators).

Trong các nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo và xây dựng kịch bản BĐKH, hai phương pháp thường được dùng là phương pháp thống kê đầu ra của mô hình (MOS) và phương pháp sử dụng số liệu "phân tích lại" kết hợp với nguồn số liệu quan trắc tương ứng để thiết lập mô hình (PP), như được trình bày trong Hình 2.4.



Hình 2.4. Sơ đồ xây dựng hàm chuyển theo phương pháp PP và MOS

- Phương pháp "Thống kê từ đầu ra của mô hình" (Model Output Statistics - MOS). Phương pháp này sử dụng kết quả đầu ra của mô hình trong quá khứ, kết

hợp với số liệu quan trắc tương ứng tại các trạm để xây dựng mô hình hồi quy, chuyển các kịch bản có được từ các mô hình này cho tương lai về các khu vực nghiên cứu.

- Phương pháp sử dụng số liệu "phân tích lại" kết hợp với nguồn số liệu quan trắc tương ứng để thiết lập mô hình (Perfect Prognosis - PP). Do nguồn số liệu tái phân tích được coi là nguồn số liệu gần thực tế, tương tự như số liệu quan trắc nên mối quan hệ tạo ra giữa chúng được coi là gần với quan hệ thực.

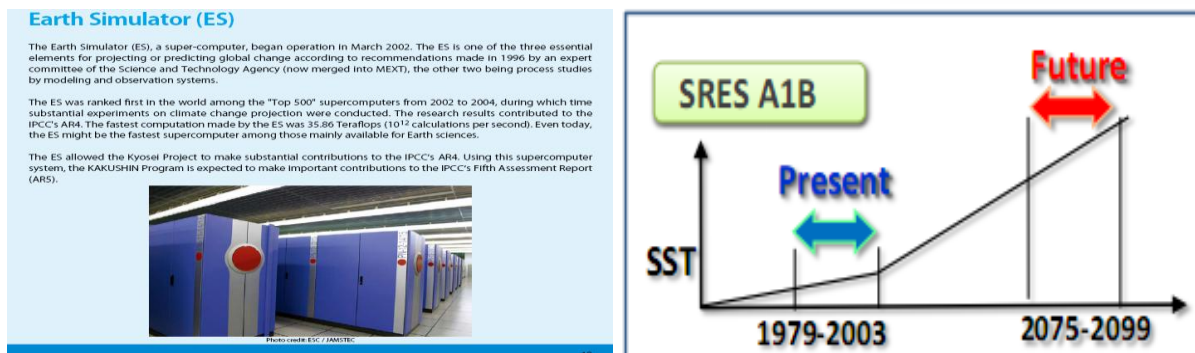
Việc đánh giá mức độ tin cậy và tiêu chí để lựa chọn được thực hiện khi xây dựng và lựa chọn hàm chuyển. Các phương pháp dùng để xây dựng và kiểm chứng mô hình được lựa chọn cho phù hợp với độ dài và đặc điểm của các chuỗi số liệu.

- *Ứng dụng kết quả của mô hình AGCM/MRI (Nhật Bản)*

Mô hình AGCM/MRI do Viện Nghiên cứu Khí tượng Nhật Bản và Cục Khí tượng Nhật Bản (JMA) xây dựng, 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.

Mô hình độ phân giải 20 km và 60 km, chạy bằng hệ thống mô phỏng trái đất (Earth Simulator) tại Cục Công nghệ và khoa học Trái đất - Đại dương, Nhật Bản.

AGCM/MRI dùng số liệu 25 năm từ năm 1979 - 2003 để mô phỏng khí hậu quá khứ nhằm tính toán các đặc trưng khí hậu cho thời kỳ cơ sở. Tương lai gần được mô tả từ 2015 đến 2039 (25 năm) và tương lai xa được mô phỏng từ 2075 đến 2099 (25 năm). Sản phẩm của mô hình gồm khoảng 70 yếu tố khí hậu theo kịch bản phát thải trung bình A1B.



Hình 2.5. Hệ thống Mô phỏng trái đất và kịch bản BĐKH của mô hình AGCM/MRI

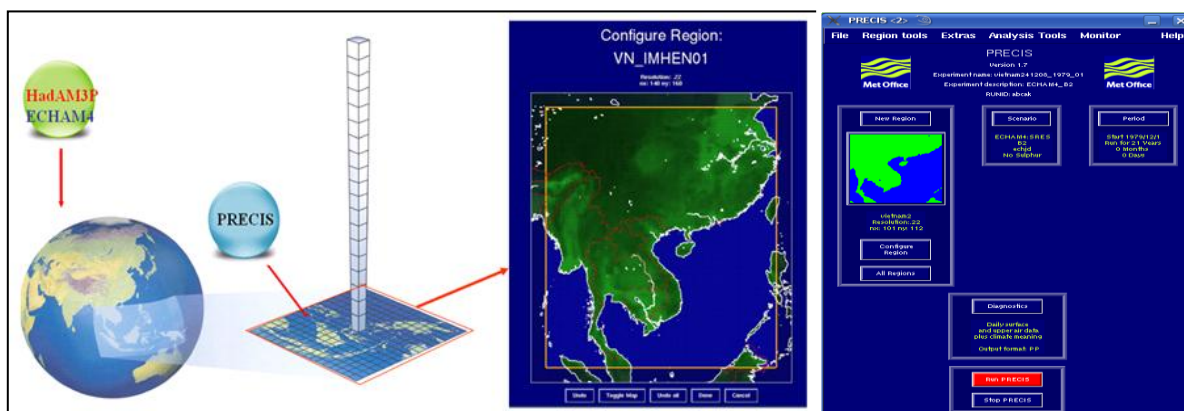
- *Ứng dụng mô hình PRECIS của Trung tâm Hadley – Vương quốc Anh*

PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies) là mô hình động lực khí hậu khu vực được xây dựng bởi Trung tâm Nghiên cứu Khí hậu toàn cầu Hadley. Mô hình được dùng để xây dựng các kịch bản BĐKH cho khu vực nhỏ và có thể chạy trên máy tính cá nhân. Sơ đồ tính và miền tính của mô hình PRECIS được trình bày trong Hình 2.6.

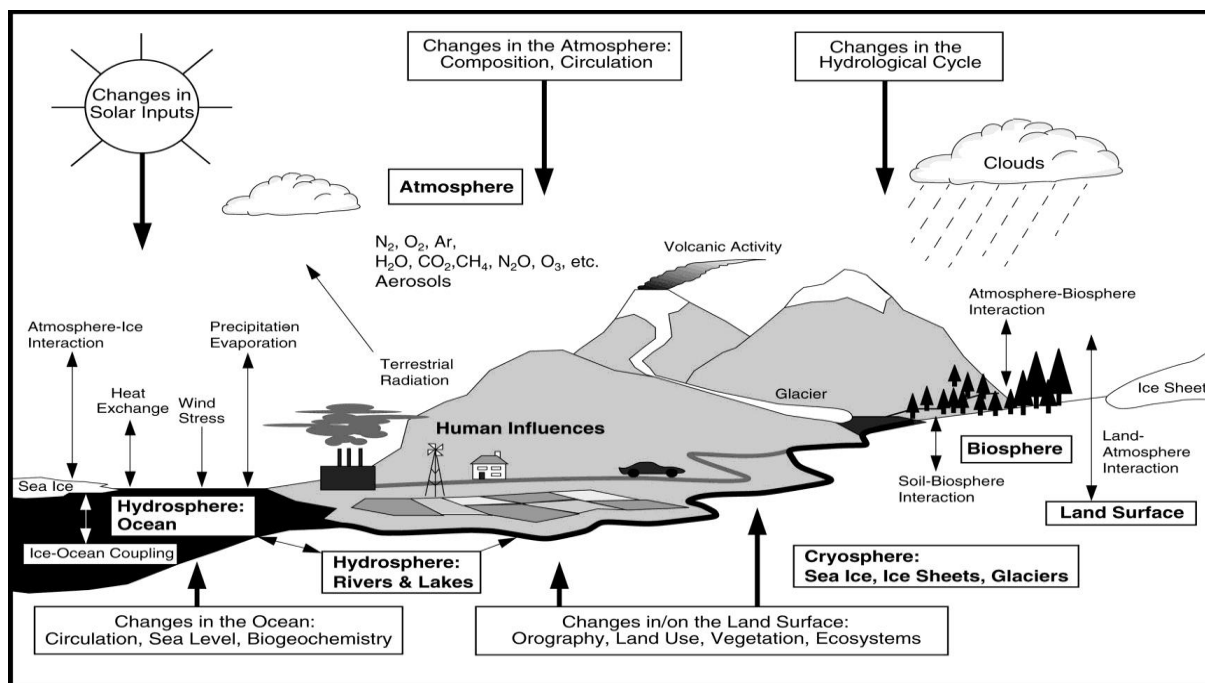
Mô hình sử dụng hệ tọa độ lai (Hybrid, η) gồm 19 mực thẳng đứng với mỗi

mức η , k ($k = 1, \dots, 19$) xác định bởi sự kết hợp tuyến tính giữa độ cao địa hình và các mức khí áp. Lưới ngang là lưới xen kẽ, các biến vô hướng như nhiệt độ, khí áp, độ ẩm được xác định tại tâm ô lưới còn các thành phần hữu hướng được xác định tại các điểm nút lưới. PRECIS sử dụng phép chiếu cực quay, đảm bảo cho sự ổn định mô hình mà không cần tới phép lọc phi vật lý.

Các sơ đồ tham số hóa vật lý được xét đến là: Sơ đồ mây và giáng thủy; Sơ đồ bức xạ; Sơ đồ sol khí; Sơ đồ lớp biên; Sơ đồ bề mặt đất; Sơ đồ sóng trọng trường (Hình 2.7). Điều kiện biên xung quanh được lấy từ mô hình toàn cầu hoặc dữ liệu phân tích, bao gồm gió, nhiệt độ, độ ẩm, áp suất bề mặt,... Kết quả của mô hình gồm khoảng hơn 100 biến khí tượng, trong đó nhiệt độ trung bình, cao nhất, thấp nhất bề mặt và lượng mưa theo ngày, tháng, năm được dùng trong xây dựng kịch bản BĐKH.



Hình 2.6. Sơ đồ tính và miền tính của mô hình PRECIS



Hình 2.7. Các quá trình vật lý được xét đến trong mô hình PRECIS

Miền tính cho Việt Nam được xây dựng với phạm vi không gian trong khoảng:

4N-36°N, 93-120°E, độ phân giải ngang 25 x 25km, bao gồm 140 x 160 nút lưới.

Mô hình được sử dụng để tính toán cho 2 thời kỳ: (1) Thời kỳ cơ sở được lựa chọn theo 2 phương án là 1961-1990 và 1980-1999, và (2) Thời kỳ tương lai, được lựa chọn là thời kỳ 2000-2100 đối với các kịch bản phát thải trung bình và cao. Các mốc thời gian trong tương lai được xác định theo khoảng 20 năm một: 2000-2019, 2020-2039, 2040-2059, 2060-2079 và 2080-2100.

Lựa chọn phương pháp để xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam

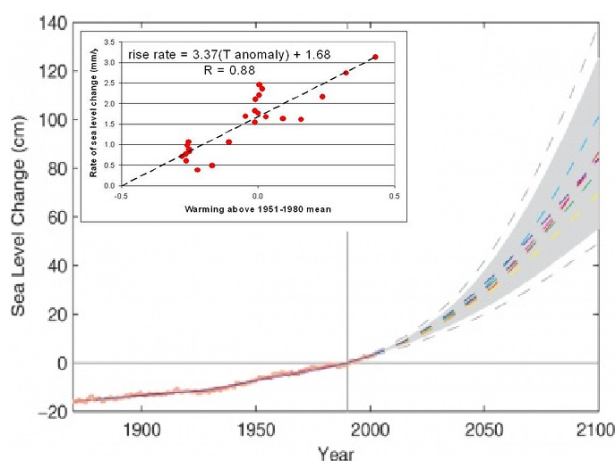
Việc lựa chọn phương pháp để xây dựng kịch bản BĐKH cho Việt Nam được dựa trên mức độ phù hợp của các phương pháp với điều kiện khí hậu Việt Nam, mức độ chi tiết và tính đầy đủ của kịch bản, tính kế thừa về các phương pháp đã được sử dụng trong kịch bản công bố năm 2009 và khả năng chủ động cập nhật trong tương lai. Các phương pháp được dùng để xây dựng kịch bản BĐKH cho Việt Nam bao gồm: Phương pháp chi tiết hóa thống kê được dùng để tính toán cho kịch bản nhiệt độ, lượng mưa trung bình mùa, năm đối với các kịch bản thấp, trung bình và cao; Mô hình AGCM/MRI được dùng để tính toán cho kịch bản nhiệt độ, lượng mưa trung bình mùa, năm đối với kịch bản trung bình và mô hình PRECIS được dùng để tính toán cho kịch bản nhiệt độ, lượng mưa trung bình mùa, năm và cực trị đối với kịch bản trung bình. Các phần mềm SDSM, SIMCLIM được dùng để tham khảo.

Thời kỳ cơ sở để so sánh sự thay đổi của khí hậu là giai đoạn 1980-1999, đây cũng giai đoạn được IPCC dùng trong báo cáo lần thứ tư.

2.3.2. Các phương pháp xây dựng kịch bản nước biển dâng

Các phương pháp chính nhằm xây dựng kịch bản nước biển dâng toàn cầu cũng như khu vực bao gồm: Phương pháp chi tiết hoá thống kê (MAGICC, SIMCLIM, SLRPP) và ứng dụng sản phẩm của các mô hình số trị.

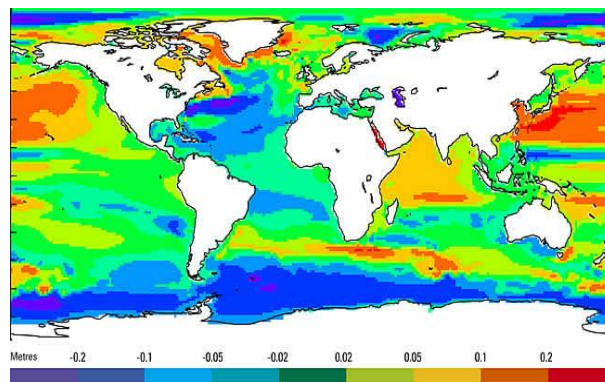
Ở quy mô toàn cầu, Rahmstorf (2007) đã xây dựng phương pháp thống kê bán thực nghiệm để tính mực nước biển dâng. Phương pháp này dựa vào mối quan hệ giữa nhiệt độ trung bình và mực nước biển toàn cầu trong quá khứ để ước tính cho tương lai. Kết quả tính toán được so sánh với số liệu thực đo (Hình 2.8). Aslak Grinsted (2009) dùng phương trình phi tuyến bốn tham số để xây dựng quan hệ giữa nhiệt độ và mực nước biển toàn cầu trong 2000 năm và tính toán mực nước trong quá khứ và



Hình 2.8. Phương pháp tính và kịch bản nước biển dâng của Rahmstorf, 2007

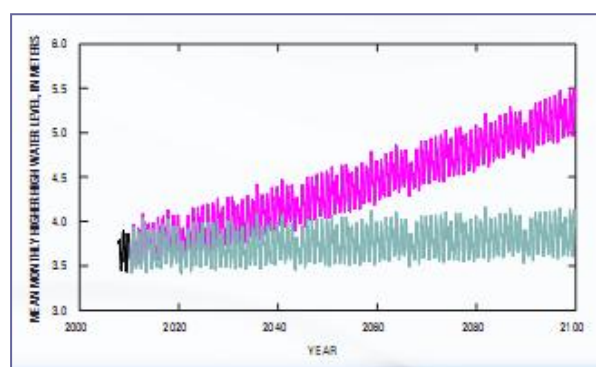
tương lai.

Nhiều mô hình số trị đã được phát triển để tính toán xây dựng kịch bản nước biển dâng với sự kết hợp giữa mô hình khí hậu và mô hình đại dương đối với các kịch bản phát thải khí nhà kính khác nhau, ví dụ trên hình 2.9 là kịch bản mực nước biển dâng năm 2100 ở quy mô toàn cầu của Trung tâm Nghiên cứu Khí quyển Quốc gia, Hoa Kỳ (NCAR).



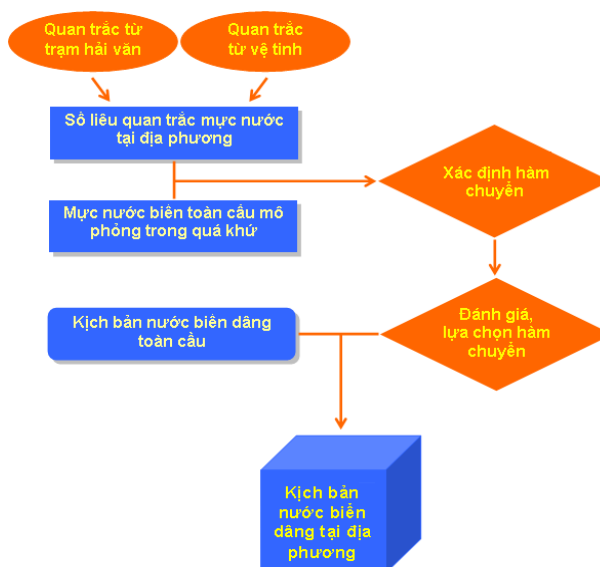
Hình 2.9. Kịch bản mực nước biển dâng năm 2100 ở quy mô toàn cầu (NCAR)

Trong nghiên cứu xây dựng kịch bản nước biển dâng cho các khu vực, Joanne (2008) đã sử dụng chương trình cải tiến dự báo nước biển dâng (SLRRP) từ các mô hình toàn cầu khác nhau, các kịch bản được lấy từ Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC TAR 2001). Mô hình cho phép người sử dụng lựa chọn các kịch bản nước biển dâng cho các khu vực dựa trên các mô hình toàn cầu và các kịch bản phát thải khí nhà kính kết hợp với số liệu thực tế từ các trạm đo thủy triều và sự thay đổi địa chất tại khu vực đó.



Hình 2.10. Một kịch bản nước biển dâng theo phương pháp của Doyle

Thomas W. Doyle (2010) tính toán kịch bản nước biển dâng cho vùng đồng bằng sông Mê Kông trên cơ sở tổng hợp các yếu tố: (1) Biến thiên mực nước biển trong quá khứ tại khu vực; (2) Mức độ sụt lún của khu vực; (3) Xu thế mực nước biển dâng theo số liệu quan trắc; (4) Kịch bản mực nước biển toàn cầu của IPCC theo các kịch bản phát thải A1FI và B1 (Hình 2.10).



Hình 2.11. Phương pháp chi tiết hóa thống kê cho mực nước biển dâng

Trong kịch bản nước biển dâng của Vương quốc Anh năm 2009 (UKCP09), kịch bản mực nước biển cho 4 khu vực mực nước biển trung bình toàn cầu được chiết xuất từ 11 mô hình số trị kết hợp với ước tính của IPCC (2007) về

nước biển dâng do quá trình tan băng và những nghiên cứu về biến đổi, sụt lún địa chất cho 4 khu vực khác nhau.

Nhìn chung, khi tính toán kịch bản mực nước biển dâng cho khu vực nhỏ, các nghiên cứu trên thế giới thường sử dụng các yếu tố địa phương như tốc độ biến đổi mực nước trong quá khứ và sự dịch chuyển địa chất tại khu vực nhằm hiệu chỉnh các kịch bản nước biển dâng quy mô toàn cầu từ phương pháp thống kê hoặc các mô hình số trị.

Lựa chọn phương pháp

Ưu điểm của phương pháp số trị là có thể mô tả được quá trình mực nước biển dâng tới từng khu vực cụ thể với các thời kỳ dâng rút theo chu kỳ khí hậu. Nhược điểm của phương pháp này là chưa mô tả đúng được quá trình tan băng nên các kết quả thường thiên thấp khi kiểm chứng với số liệu thực đo. Mặt khác, do mô hình là ở quy mô toàn cầu nên đòi hỏi khối lượng tính toán quá lớn, yêu cầu phải có hệ thống siêu máy tính chạy trong thời gian khá dài. Trên cơ sở kế thừa kịch bản nước biển dâng do biến đổi khí hậu đã được công bố năm 2009 và yêu cầu chi tiết hoá của kịch bản cập nhật cũng như khả năng áp dụng các phương pháp tính toán kịch bản nước biển dâng trong điều kiện hiện nay ở Việt Nam, phương pháp chi tiết hóa thống kê đã được lựa chọn. Kịch bản mực nước biển dâng được xây dựng trên cơ sở mối quan hệ thống kê giữa mực nước biển thực đo, ước tính từ vệ tinh trong quá khứ ở từng khu vực của Việt Nam với mực nước biển toàn cầu (Hình 2.11).

Kết quả được chiết xuất từ 10 mô hình số trị toàn cầu (Hình 2.12, Bảng 2.1) và các phương pháp khác, như mô hình SIMCLIM, được sử dụng để tham khảo.

Bảng 2.1. Các hệ thống mô hình được tham khảo trong xây dựng kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam

TT	Tên Mô hình	Quốc gia	Độ phân giải tại khu vực Việt Nam
1	BCCR-BCM2.0	Na Uy	1° x 1°
2	ECHAM5/MPI-OM	Đức	1° x 1°
3	MIUB-ECHO-G	Đức - Hàn Quốc	2,5° x 1°
4	GFDL-CM2.0	Mỹ	1° x 1°
5	GFDL-CM2.1	Mỹ	1° x 1°
6	GISS-ER	Mỹ	4° x 5°
7	MIROC3.2	Nhật Bản	1,4° x 1,4°
8	MRI-CGCM2.3.2	Nhật Bản	2,5° x 2°
9	NCAR - PCM	Mỹ	1° x 1°
10	UKMO-HadCM3	Anh	1,25° x 1,25°

Báo cáo lần thứ tư của IPCC đã ước tính mực nước biển dâng khoảng 26-59cm vào năm 2100, tuy nhiên không loại trừ khả năng tốc độ cao hơn. Các nghiên cứu gần đây cho thấy mực nước biển đã dâng nhanh hơn so với nhận định của IPCC.

Hình 2.13 cho thấy mực nước thực đo những năm gần đây nằm ở cận trên của kịch bản nước biển dâng của IPCC trong cùng thời kỳ. Nhiều nghiên cứu cho thấy vào cuối thế kỷ 21 mực nước biển có thể dâng từ 1m (Horton, 2007); 1,4m (Rahmstorf, 2007) đến 2,1m (Grinsted, 2009) như thể hiện trong Hình 2.14.

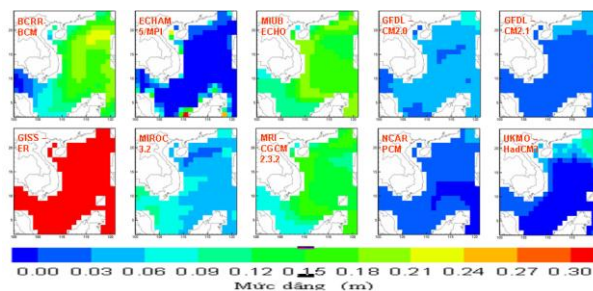
Từ những phân tích, nhận định trên, kết quả tính toán kịch bản nước biển dâng toàn cầu theo mô hình MAGICC (Hình 2.15) được lựa chọn làm đầu vào để tính toán kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam.

Xác định các khu vực ven biển có mức độ nước biển dâng khác nhau

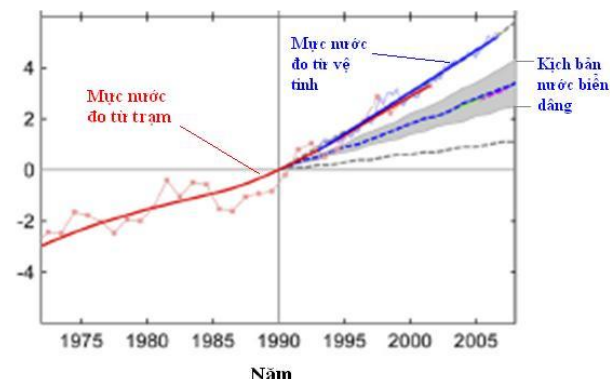
Số liệu mực nước thực đo tại các trạm hải văn, số liệu quan trắc từ vệ tinh và kết quả tính toán nước biển dâng từ các mô hình số trị cho vùng ven biển Việt Nam được sử dụng để xác định các khu vực ven biển có sự đồng nhất về xu thế biến đổi mực nước biển trong quá khứ và dự đoán cho tương lai.

Kết quả cho thấy có 7 khu vực ven biển có sự đồng nhất về xu thế biến đổi mực nước biển như sau:

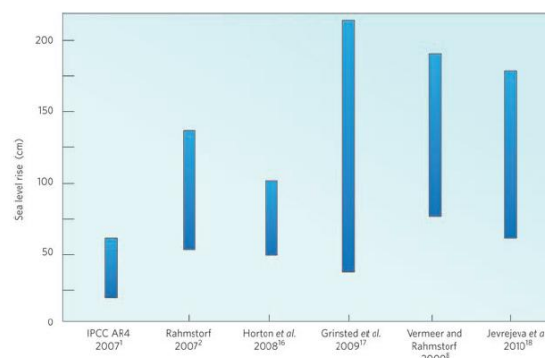
1) Khu vực ven biển bắc Vịnh Bắc Bộ, từ Móng Cái đến Hòn Dấu (gồm



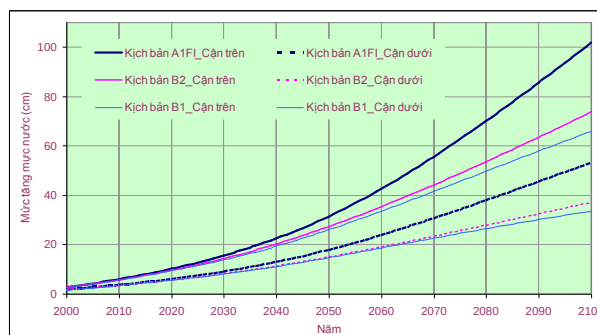
Hình 2.12. Mực nước biển dâng cuối thế kỷ 21 theo kịch bản trung bình của các mô hình số trị



Hình 2.13. So sánh kịch bản mực nước biển dâng (IPCC) và số liệu đo đạc



Hình 2.14. Mực nước biển dâng cuối thế kỷ XXI từ các nghiên cứu khác nhau



Hình 2.15. Kịch bản mực nước biển dâng toàn cầu theo các kịch bản phát thải

tỉnh Quảng Ninh và phía Bắc thành phố Hải Phòng);

2) Khu vực ven biển đồng bằng sông Hồng và Bắc Trung Bộ, từ Hòn Dấu đến Đèo Ngang (gồm phía Nam thành phố Hải Phòng, các tỉnh Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình, Thanh Hóa, Nghệ An và Hà Tĩnh);

3) Khu vực ven biển phía Nam Vịnh Bắc Bộ, từ Đèo Ngang đến đèo Hải Vân (gồm các tỉnh Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên - Huế);

4) Khu vực ven biển phía Bắc của Nam Trung Bộ, từ Đèo Hải Vân đến Mũi Đại Lãnh (gồm Thành phố Đà Nẵng, tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định và Phú Yên);

5) Khu vực ven biển phía Nam của Nam Trung Bộ, từ Mũi Đại Lãnh đến Mũi Kê Gà (gồm các tỉnh Khánh Hòa, Ninh Thuận và Bắc Bình Thuận);

6) Khu vực ven biển Đông Nam Bộ, từ Mũi Kê Gà đến Mũi Cà Mau (gồm Nam Bình Thuận và các tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, TP Hồ Chí Minh, Tiền Giang, Trà Vinh, Bến Tre, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau);

7) Khu vực ven biển Tây, từ Mũi Cà Mau đến Hà Tiên (gồm các tỉnh Cà Mau và Kiên Giang).

2.3.3. Phương pháp xây dựng các bản đồ nguy cơ ngập

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

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

- Bản đồ số địa hình các tỉnh ven biển tỷ lệ 1:10.000, Cục Đo đạc và Bản đồ - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010).

- Bản đồ địa hình tỉ lệ 1:5.000 vùng Đồng bằng sông Cửu Long thuộc dự án cấp nhà nước "Xây dựng cơ sở dữ liệu hệ thống thông tin địa hình - thủy văn cơ bản phục vụ phòng chống lũ lụt và phát triển kinh tế - xã hội vùng Đồng bằng sông Cửu Long", Trung tâm Viễn thám Quốc gia - Bộ Tài nguyên Môi trường (2008).

- Dữ liệu nền địa lý về giao thông các tỉnh ven biển tỷ lệ 1:25.000, Nhà xuất bản Bản đồ - Bộ Tài nguyên và Môi trường.

- Số liệu về diện tích và dân số các tỉnh ven biển, Tổng cục Thống kê (2009).

Mỗi bản đồ cho một khu vực được xây dựng dựa trên một giá trị duy nhất của mực nước áp dụng trên toàn vùng thể hiện của bản đồ. Về cơ bản, phương pháp này là “nâng bề mặt nước” theo một giá trị được lựa chọn. Cách tiếp cận này được sử dụng phổ biến nhất trong xây dựng bản đồ nguy cơ ngập do nước biển dâng.

Các lớp thông tin được nhập vào hệ thống GIS, thể hiện bản đồ nguy cơ ngập và được trình bày theo quy định của bản đồ chuyên đề đã ban hành.

2.4. Một số lưu ý về các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng và bản đồ nguy cơ ngập

Các kịch bản nói chung và kịch bản BĐKH luôn tồn tại những điểm chưa chắc chắn, vì thế tính chưa chắc chắn của các kịch bản BĐKH cần được xét đến trong đánh giá tác động, tính dễ bị tổn thương và xác định các giải pháp thích ứng với BĐKH. Về cơ bản, tính chưa chắc chắn trong các kịch bản BĐKH liên quan đến tính chưa chắc chắn trong xác định các kịch bản phát thải khí nhà kính, nồng độ khí nhà kính trong khí quyển trong tương lai, những hiểu biết còn hạn chế về hệ thống khí hậu toàn cầu và khu vực, phương pháp xây dựng các kịch bản.

Về các kịch bản phát thải khí nhà kính

Tính chưa chắc chắn của các kịch bản phát thải khí nhà kính được cho là nguyên nhân chính gây ra những điểm không chắc chắn của các kịch bản BĐKH. Những điểm chưa chắc chắn của các kịch bản phát thải khí nhà kính liên quan đến các mối quan hệ ràng buộc giữa sự tăng dân số, phát triển kinh tế - xã hội và thay đổi công nghệ trong tương lai. Để khắc phục vấn đề này các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng được xây dựng dựa theo các kịch bản phát thải khí nhà kính khác nhau, từ kịch bản thấp đến các kịch bản cao (theo các họ kịch bản chính A1, A2, B1 và B2).

Về nồng độ khí nhà kính trong khí quyển

Tính chưa chắc chắn về nồng độ khí nhà kính trong khí quyển liên quan đến những hạn chế trong hiểu biết về các quá trình vật lý và hóa học trong khí quyển. Do vậy, sẽ tồn tại những điểm chưa chắc chắn tiềm ẩn trong các kết quả xây dựng kịch bản BĐKH, nước biển dâng. Ngoài ra, tính chưa chắc chắn còn liên quan đến việc chưa tính đến những ảnh hưởng của bức xạ đến nồng độ sol khí làm thay đổi nồng độ khí quyển. Các mô hình động lực toàn cầu ngày càng cố gắng mô phỏng đầy đủ hơn các quá trình vật lý và hóa học trong khí quyển.

Về khả năng mô phỏng của các mô hình khí hậu toàn cầu

Các mô hình toàn cầu thường khó có thể mô phỏng đầy đủ và chính xác các quá trình trong khí quyển, vì thế có những sai số nhất định, các mô hình khác nhau có thể cho kết quả khác nhau. Để khắc phục, cần sử dụng kết quả của nhiều mô hình để đưa ra các khoảng giá trị. Ngoài ra, phương pháp tổ hợp cũng có thể được áp dụng đối với các kết quả khác nhau, trong đó các kịch bản thành phần có thể được tạo ra bằng cách thay đổi điều kiện đầu vào của mô hình toàn cầu hoặc sử dụng các mô hình toàn cầu khác nhau.

Về các phương pháp khu vực hóa khí hậu

Nhìn chung, các phương pháp khu vực hóa thường có các sai số tính toán. Đối với phương pháp động lực, sai số là do tính chưa hoàn hảo của các sơ đồ vật lý, động lực và những thay đổi bên trong của mô hình. Bên cạnh đó, những điểm chưa

chắc chắn của mô hình toàn cầu cũng góp phần làm tăng thêm mức độ sai số của mô hình khu vực.

Đối với phương pháp chi tiết hóa thống kê: Sự phù hợp của các hàm chuyển được nhận định thông qua độ lớn của hệ số tương quan tuyến tính giữa nhiệt độ, lượng mưa mô phỏng, phân tích bằng mô hình toàn cầu và quan trắc ở Việt Nam. Đối với nhiệt độ, hệ số tương quan dao động trong khoảng 0,65-0,95. Các hàm chuyển là đáng tin cậy, nhất là vào các tháng mùa đông. Đối với lượng mưa, hệ số tương quan dao động trong khoảng từ 0,4-0,7 vào mùa khô và khoảng 0-0,2 vào các tháng mùa mưa. Các hàm chuyển tin cậy vào mùa khô và chưa đáng tin cậy vào mùa mưa.

Đối với sản phẩm của mô hình AGCM/MRI: Kết quả kiểm định mô hình cho thời kỳ 1979-2003 cho thấy mô hình mô phỏng khá tốt biến trình năm của nhiệt độ, tuy nhiên vẫn tồn tại sai số giữa giá trị nhiệt độ tính toán và thực đo đối với các trạm thuộc khu vực Trung Bộ và Nam Bộ. Biến trình năm của lượng mưa được mô phỏng khá tốt đối với các trạm thuộc Bắc Bộ, Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ, nhưng lượng mưa vào thời kỳ cao điểm mùa mưa ở Nam Trung Bộ có nhiều sai số.

Đối với mô hình PRECIS: Số liệu tái phân tích với độ phân giải $0,5 \times 0,5$ độ kinh vĩ và số liệu thực đo tại các trạm ở Việt Nam được dùng để kiểm định mô hình. Mô hình mô phỏng khá tốt nhiệt độ (giá trị, biến trình năm và phân bố theo không gian). Mô hình mô phỏng tốt biến trình năm của lượng mưa ở Bắc Bộ và Nam Bộ, mô phỏng được các tâm mưa lớn ở phía Bắc, nhưng thiên thấp đối với lượng mưa cho khu vực Trung Bộ và Nam Bộ, mô phỏng không tốt lượng mưa vào các tháng cao điểm mùa mưa ở Trung Bộ.

Về các kịch bản nước biển dâng

Sự chưa chắc chắn trong tính toán nước biển dâng cho tương lai ở quy mô toàn cầu do hai nguyên nhân cơ bản sau: (1) Sự chưa chắc chắn của mô hình khí hậu vì đây là đầu vào cho các mô hình tính toán nước biển dâng; (2) Hiểu biết chưa đầy đủ về các quá trình tan băng.

Về độ chính xác của các bản đồ nguy cơ ngập

Mức độ chính xác của bản đồ nguy cơ ngập phụ thuộc vào mức độ chính xác của bản đồ địa hình.

3. KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU, NƯỚC BIỂN DÂNG CHO VIỆT NAM

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

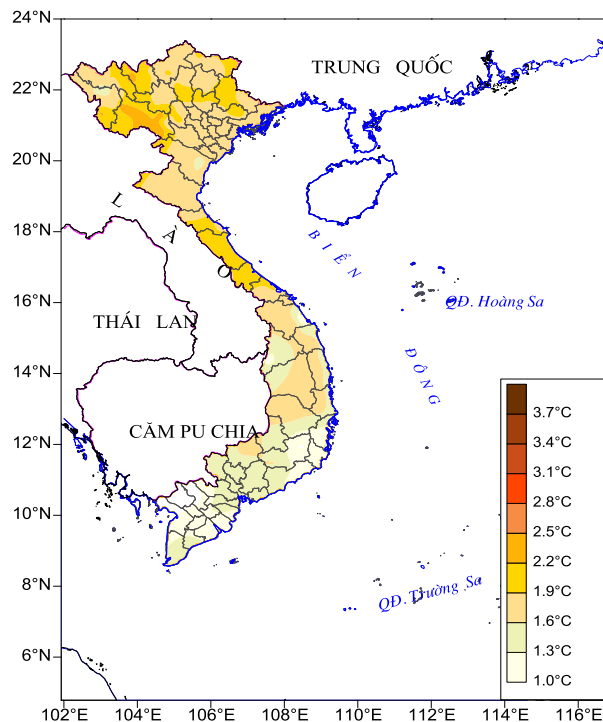
3.1.1. Nhiệt độ trung bình

a) Mùa đông (tháng XII-II)

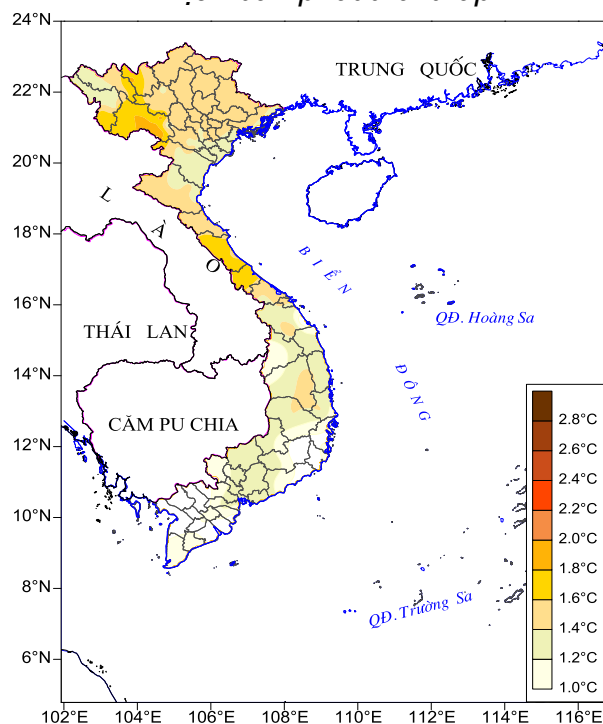
Theo kịch bản phát thải thấp, đến cuối thế kỷ 21, trên đa phần diện tích nước ta, nhiệt độ mùa đông tăng từ 1,6 đến 2,2°C so với thời kỳ cơ sở 1980-1999. Ở phần lớn diện tích Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và Nam Bộ có nhiệt độ tăng ít hơn, từ 1 đến 1,6°C. Khu vực tỉnh Sơn La có nhiệt độ tăng nhiều nhất, trên 2,5°C (Hình 3.1).

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 1,4 đến 1,8°C trên đại bộ phận diện tích ở phía Bắc (từ Đà Nẵng trở ra). Hầu khắp diện tích ở phía Nam (từ Quảng Nam trở vào) có mức tăng từ nhỏ hơn 1,0 đến 1,4°C (Hình 3.2).

Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 2,5 đến 3,1°C trên đa phần diện tích nước ta. Riêng khu vực phía Tây tỉnh Lào Cai, phía Nam tỉnh Điện Biên và hầu hết diện tích các tỉnh Sơn La, Quảng Bình và Quảng Trị có mức tăng cao hơn 3,1°C. Phần lớn diện tích ở phía Nam (từ Quảng Nam trở vào) có mức tăng nhiệt độ từ 1,6 đến 2,5°C. Một phần nhỏ diện tích tỉnh Lâm Đồng và khu vực phía Bắc của Tây Nam Bộ có mức tăng từ 1,0 đến 1,6°C (Hình 3.3). Như vậy, mức tăng nhiệt độ ở phía Bắc cao hơn ở phía Nam.

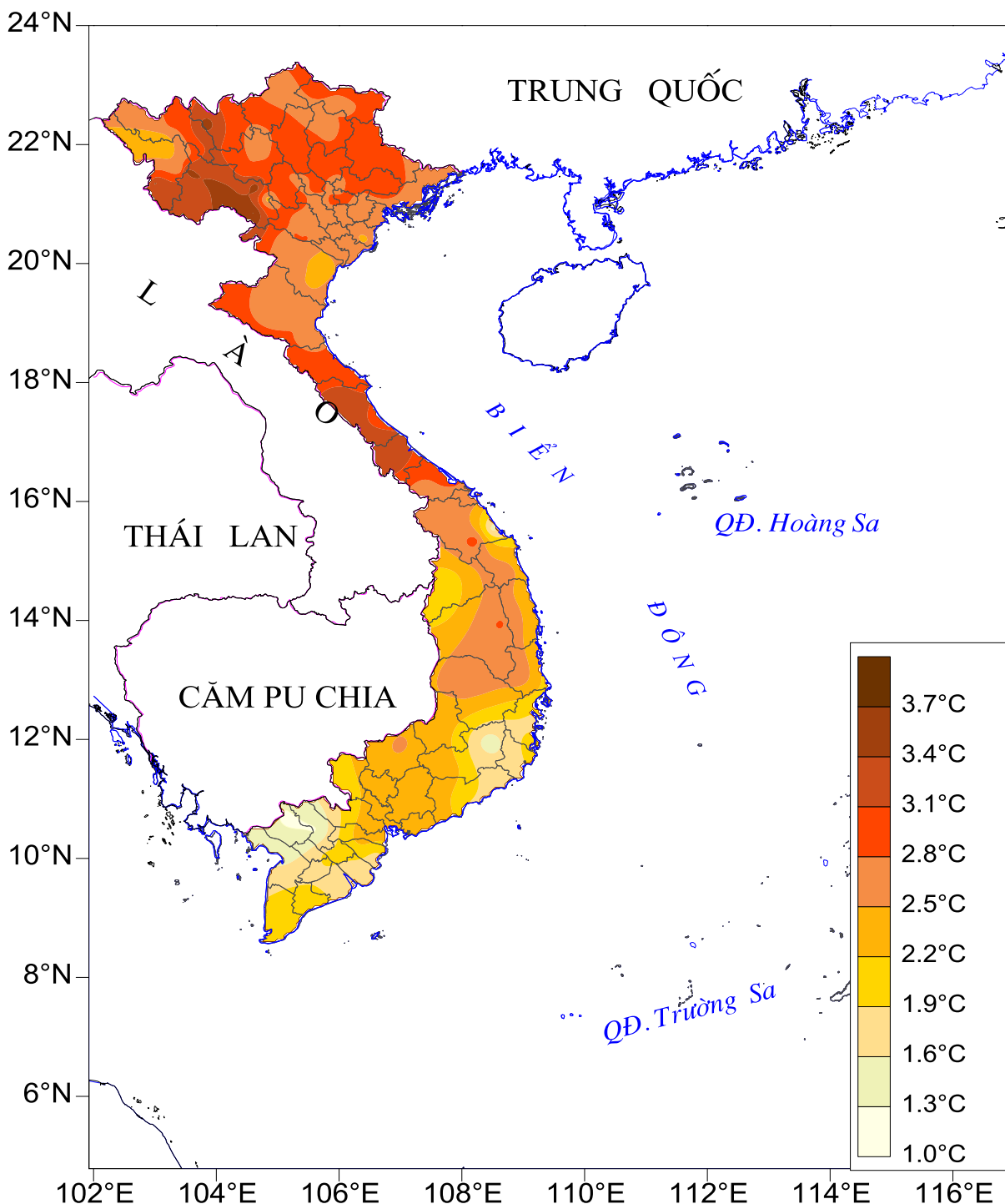


Hình 3.1. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp



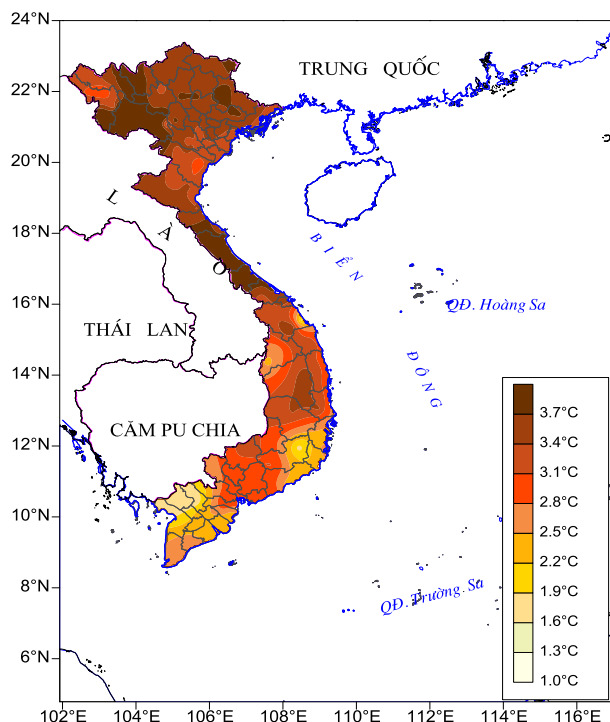
Hình 3.2. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Theo kịch bản phát thải cao, vào cuối thế kỷ 21, trên phần lớn diện tích nước ta nhiệt độ mùa đông tăng từ 2,8 đến trên 3,7°C. Riêng khu vực tỉnh Lào Cai, Nam Điện Biên, Sơn La và khu vực từ Nam Hà Tĩnh đến Quảng Trị có nhiệt độ tăng trên 3,7°C. Phần lớn diện tích khu vực từ Khánh Hòa trở vào có mức tăng thấp hơn, từ 1,6 đến 2,8°C (Hình 3.4).

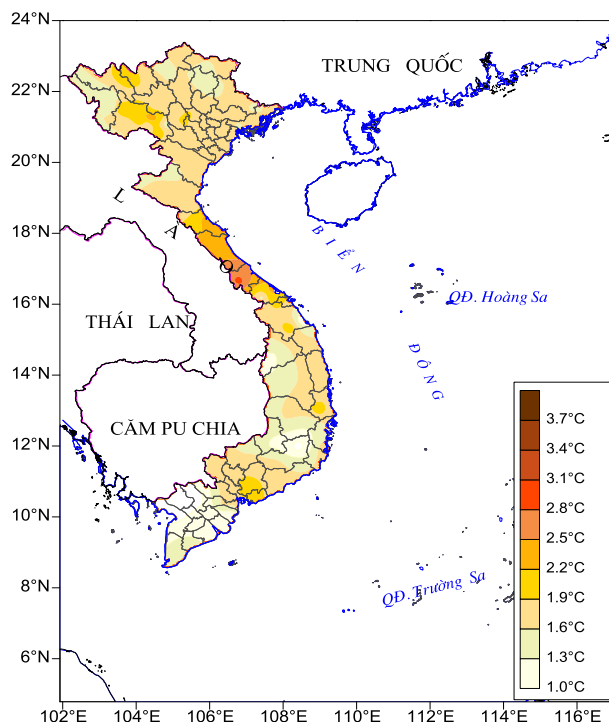


Hình 3.3. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

b) Mùa xuân (tháng III – V)



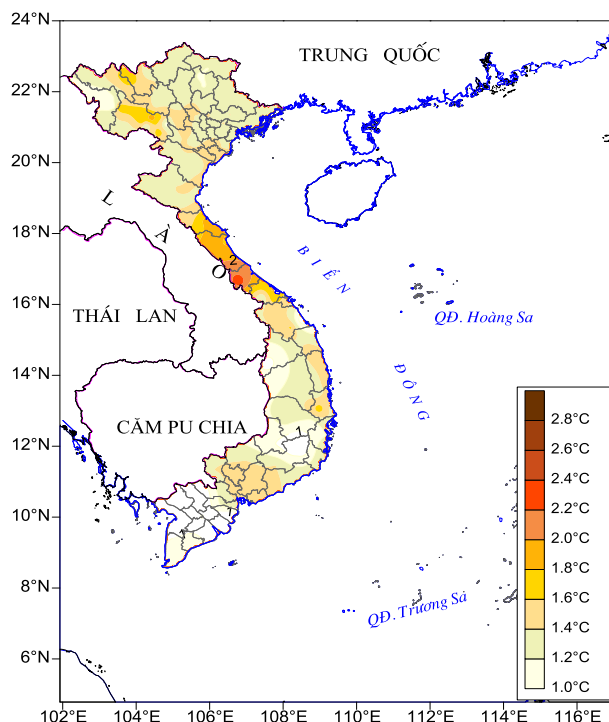
Hình 3.4. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa đông ($^{\circ}\text{C}$) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao



Hình 3.5. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân ($^{\circ}\text{C}$) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp

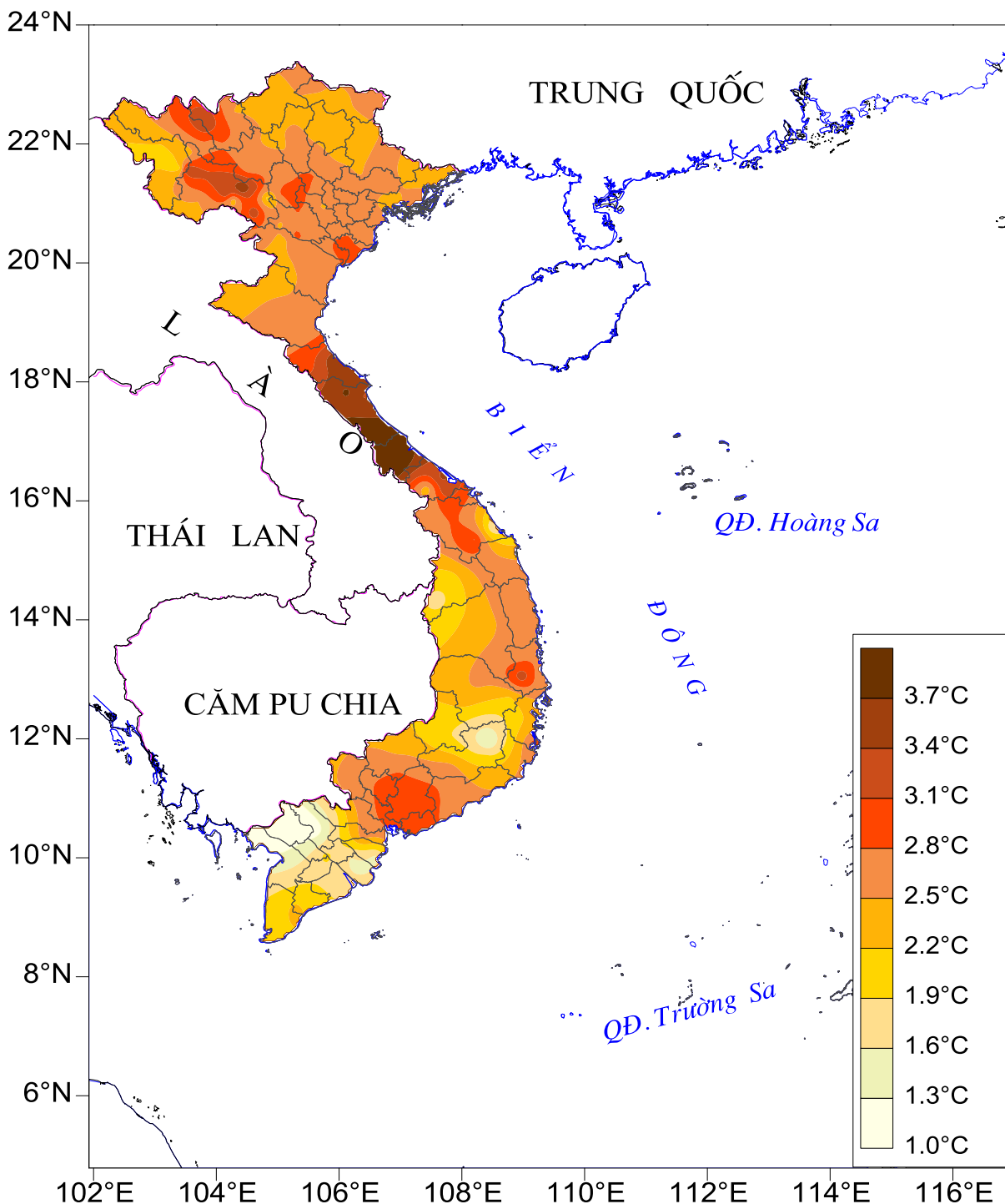
Theo kịch bản phát thải thấp, vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ mùa xuân tăng từ 1,6 đến 2,2 $^{\circ}\text{C}$ ở đa phần diện tích nước ta so với thời kỳ cơ sở 1980-1999. Khu vực Quảng Bình đến Quảng Trị có mức tăng từ 2,2 đến trên 2,8 $^{\circ}\text{C}$. Một vài nơi thuộc Bắc Bộ, một phần diện tích Nam Trung Bộ, đa phần diện tích Tây Nguyên và Tây Nam Bộ có mức tăng nhiệt độ thấp nhất, từ 1,0 - 1,6 $^{\circ}\text{C}$ (Hình 3.5).

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 1,2 đến 1,6 $^{\circ}\text{C}$ ở đa phần diện tích nước ta. Khu vực Quảng Bình đến Quảng Trị có mức tăng từ 1,6 đến trên 2,2 $^{\circ}\text{C}$. Đa phần diện tích Tây Nguyên và Tây Nam Bộ có mức tăng từ dưới 1,0 đến 1,2 $^{\circ}\text{C}$ (Hình 3.6). Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 2,2 đến 3,1 $^{\circ}\text{C}$ ở đại bộ phận diện tích



Hình 3.6. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân ($^{\circ}\text{C}$) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

nước ta. Khu vực từ Nam Hà Tĩnh đến Quảng Trị có mức tăng cao nhất, từ 3,1 đến trên 3,4°C. Một phần diện tích Tây Nguyên và đa phần diện tích Tây Nam Bộ có nhiệt độ tăng thấp nhất, từ 1,3 đến 2,2°C (Hình 3.7).



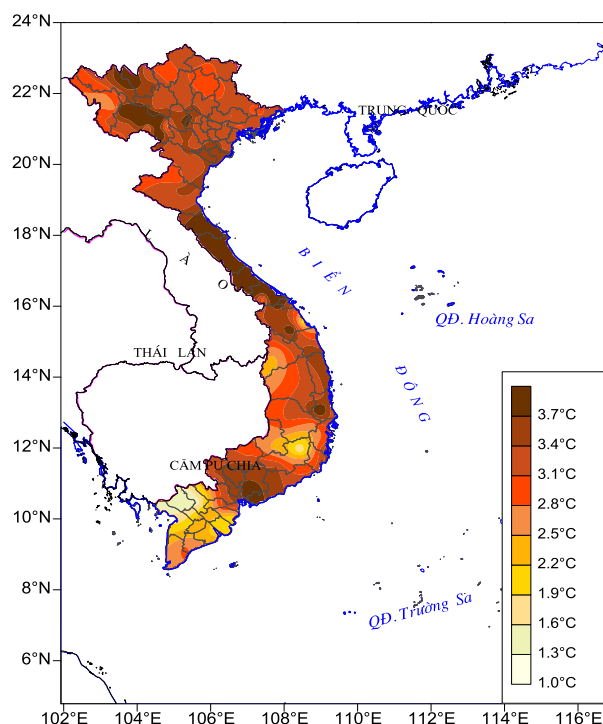
Hình 3.7. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Theo kịch bản phát thải cao, tính đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ mùa xuân tăng từ 2,8 đến trên 3,7°C trên đại bộ phận diện tích nước ta. Một phần diện tích Tây Nguyên và Tây Nam Bộ có mức tăng từ trên 1,3 đến 2,8°C (Hình 3.8).

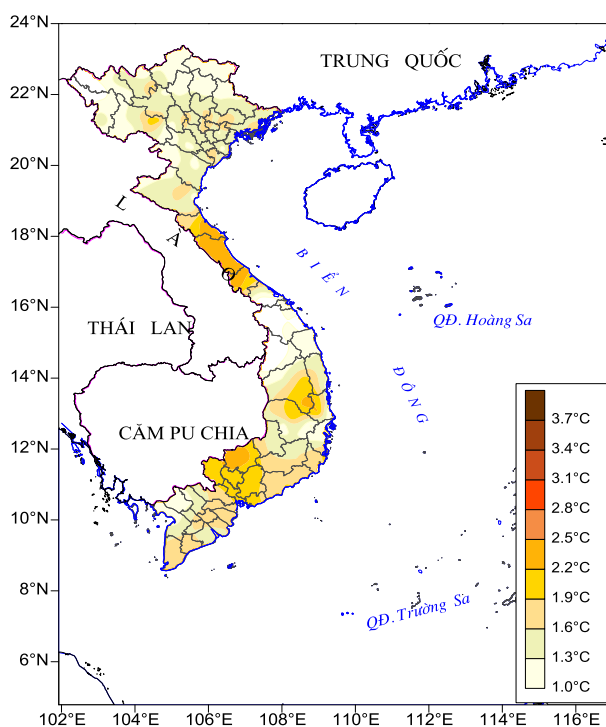
c) Mùa hè (tháng VI-VIII)

Theo kịch bản phát thải thấp, đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ mùa hè tăng từ 1,0 đến 1,6°C ở phần lớn diện tích nước ta; tăng từ 1,6 đến 2,5°C trên khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Trị, một phần diện tích thuộc Tây Nguyên và Nam Trung Bộ và đa phần diện tích Nam Bộ (Hình 3.9).

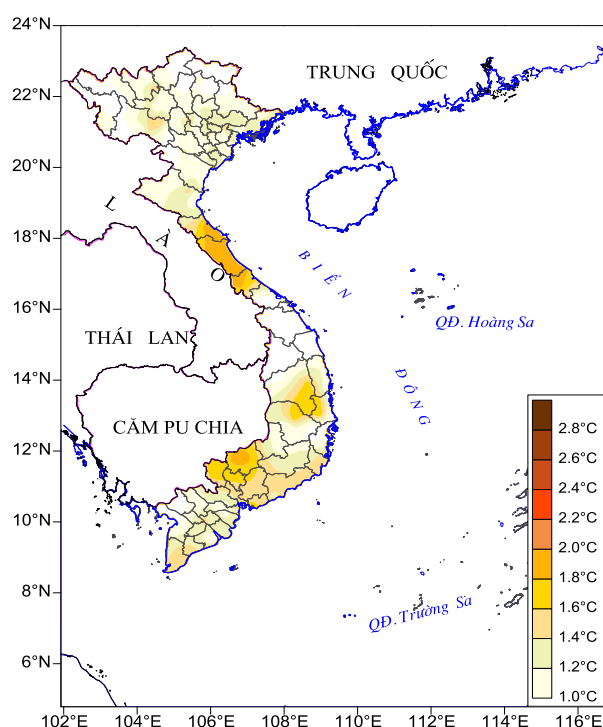
Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, trên đa phần diện tích nước ta nhiệt độ tăng từ 1,0 đến 1,4°C. Khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Trị, một phần nhỏ diện tích Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ có nhiệt độ tăng từ 1,4 đến trên 1,8°C (Hình 3.10). Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 1,6 đến 3,1°C trên đại bộ phận diện tích cả nước. Khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Trị, một phần diện tích thuộc Tây Nguyên và Đông



Hình 3.8. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa xuân (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao

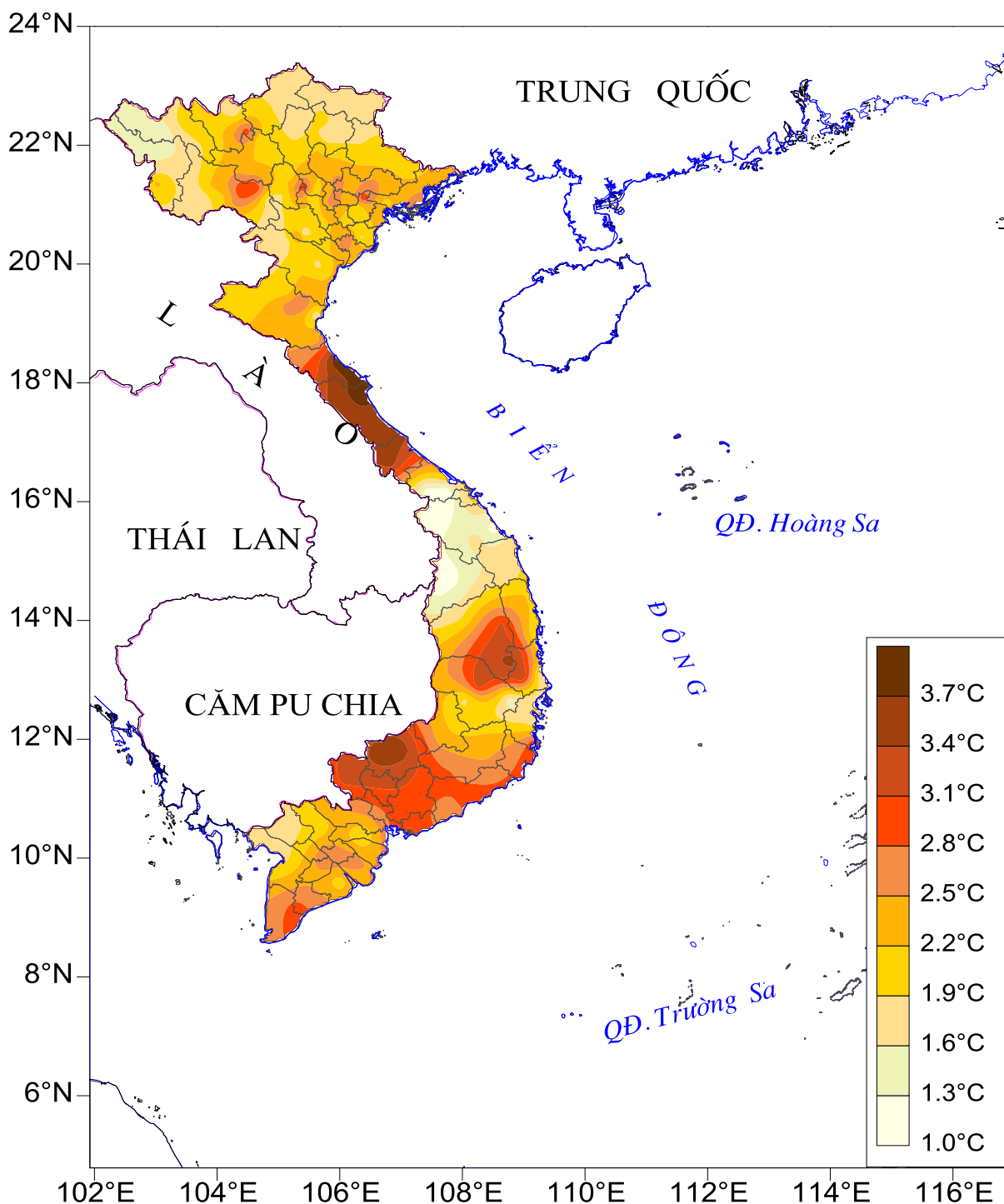


Hình 3.9. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp



Hình 3.10. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Nam Bộ có mức tăng từ 3,1 đến trên 3,7°C; mức tăng nhiệt độ từ 1,0 đến 1,6°C xảy ra ở phía Bắc Tây Bắc Bộ và hầu hết diện tích từ Thừa Thiên - Huế đến Kon Tum (Hình 3.11).



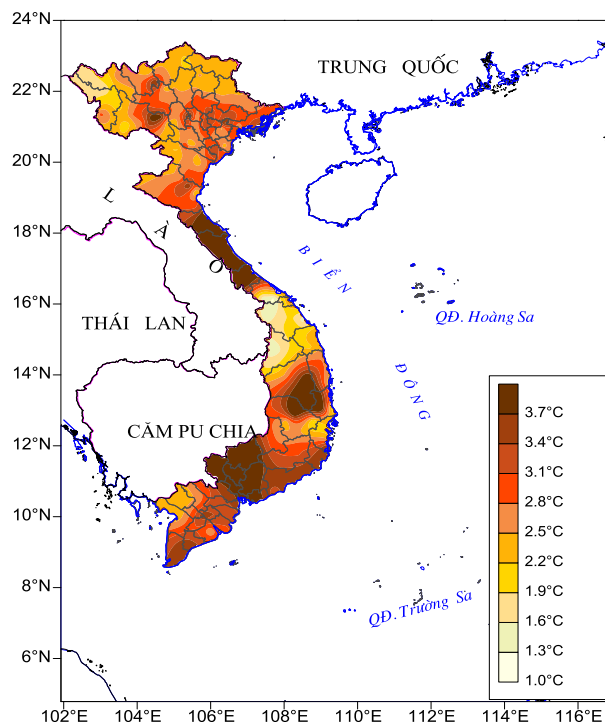
Hình 3.11. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Theo kịch bản phát thải cao, vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 2,2 đến trên 3,7°C trên đại bộ phận diện tích nước ta. Khu vực phía Bắc Tây Bắc Bộ và từ Thừa Thiên Huế đến Kon Tum có mức tăng từ 1,0 đến 2,2°C (Hình 3.12).

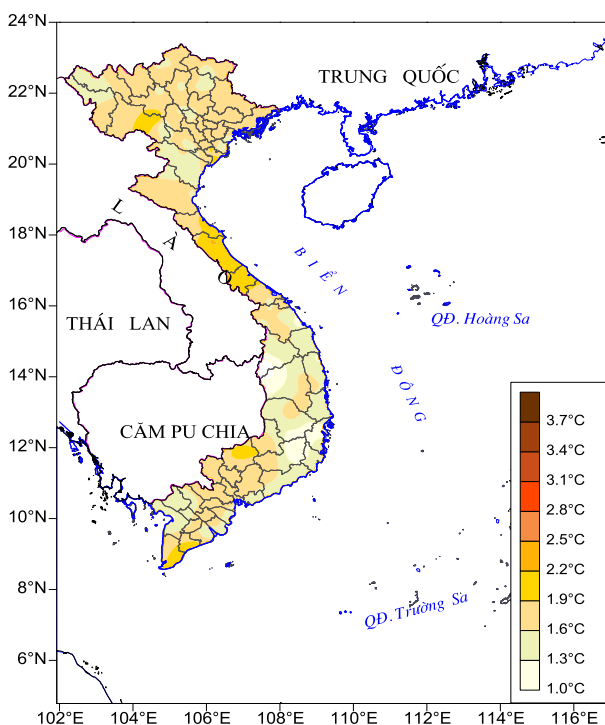
d) Mùa thu (tháng IX-XI)

Theo kịch bản phát thải thấp, vào cuối thế kỷ 21, trên hầu khắp diện tích nước ta, nhiệt độ mùa thu tăng từ 1,3 đến 2,2°C, trong đó ở phía Bắc (từ Quảng Nam trở ra) và khu vực Nam Bộ, tăng chủ yếu từ 1,6 đến 2,2°C; khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên có mức tăng chủ yếu từ 1,0 đến 1,6°C (Hình 3.13).

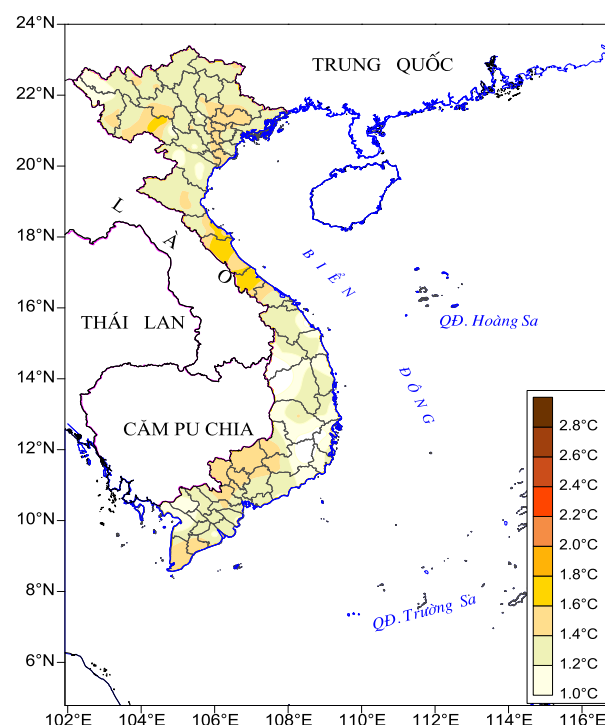
Theo kịch bản trung bình, vào giữa thế kỷ 21, nhiệt độ mùa thu trên hầu hết diện tích nước ta tăng từ 1,0 đến 1,6°C, trong đó một phần diện tích thuộc Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và Tây Nam Bộ có nhiệt độ tăng từ 1,0 đến 1,2°C (Hình 3.14).



Hình 3.12. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa hè (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao



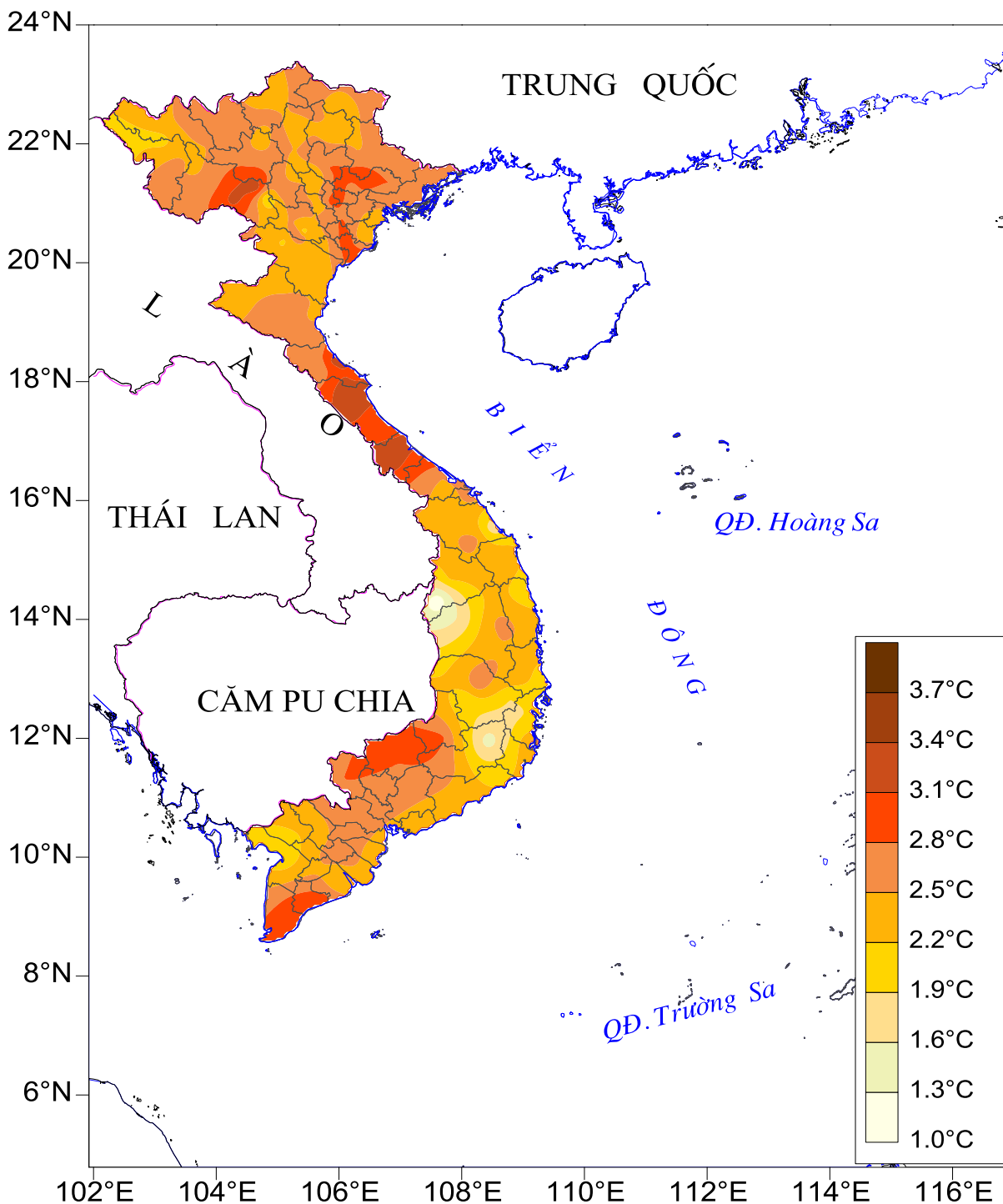
Hình 3.13. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp



Hình 3.14. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Vào cuối thế kỷ 21, trên hầu khắp diện tích cả nước có nhiệt độ tăng từ 1,6

đến 2,8°C. Ở một vài nơi thuộc Bắc Bộ, khu vực từ nam Hà Tĩnh đến Quảng Trị và một phần nhỏ diện tích Nam Bộ có mức tăng từ 2,8 đến trên 3,1°C. Một phần nhỏ diện tích thuộc Tây Nguyên và Tây Nam Bộ có mức từ 1,0 đến 1,6°C (Hình 3.15).



Hình 3.15. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

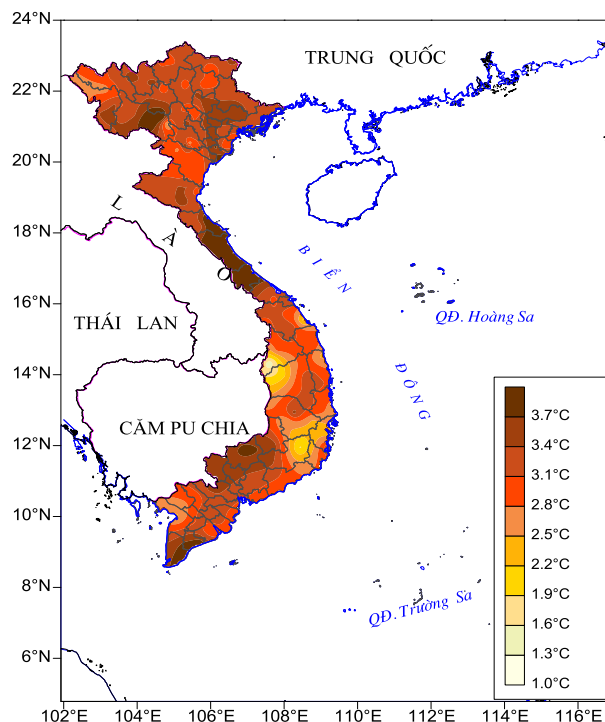
Theo kịch bản phát thải cao, vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ mùa thu tăng từ 2,5 đến trên 3,7°C so với thời kỳ cơ sở 1980-1999 ở hầu khắp diện tích nước ta, một

phần diện tích Tây Nguyên có tăng từ 1,3 đến trên 2,5 °C (Hình 3.16).

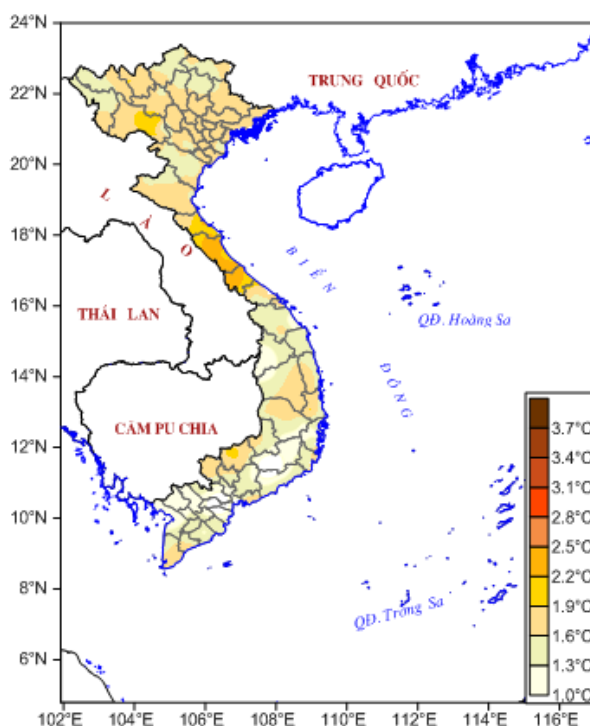
e) Trung bình năm

Theo kịch bản phát thải thấp, đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm tăng từ 1,6 đến lớn hơn 2,2°C trên đại bộ phận diện tích phía Bắc (từ Thừa Thiên Huế trở ra). Mức tăng nhiệt độ từ 1,0 đến 1,6°C ở đại bộ phận diện tích phía Nam (từ Quảng Nam trở vào - Hình 3.17).

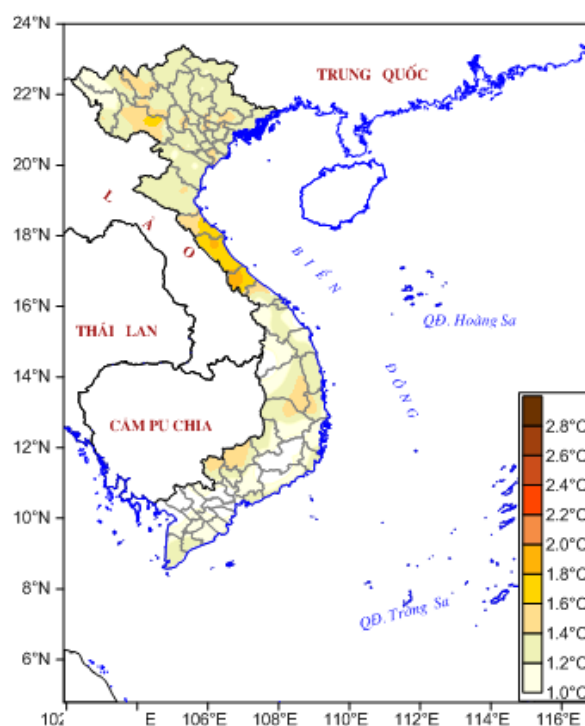
Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, trên đa phần diện tích nước ta, nhiệt độ trung bình năm có mức tăng từ 1,2 đến 1,6°C. Khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Trị có nhiệt độ tăng cao hơn, từ 1,6 đến trên 1,8°C. Đa phần diện tích Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và Nam Bộ có mức tăng thấp hơn, từ dưới 1,0 đến 1,2°C (Hình 3.18).



Hình 3.16. Mức tăng nhiệt độ trung bình mùa thu (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao

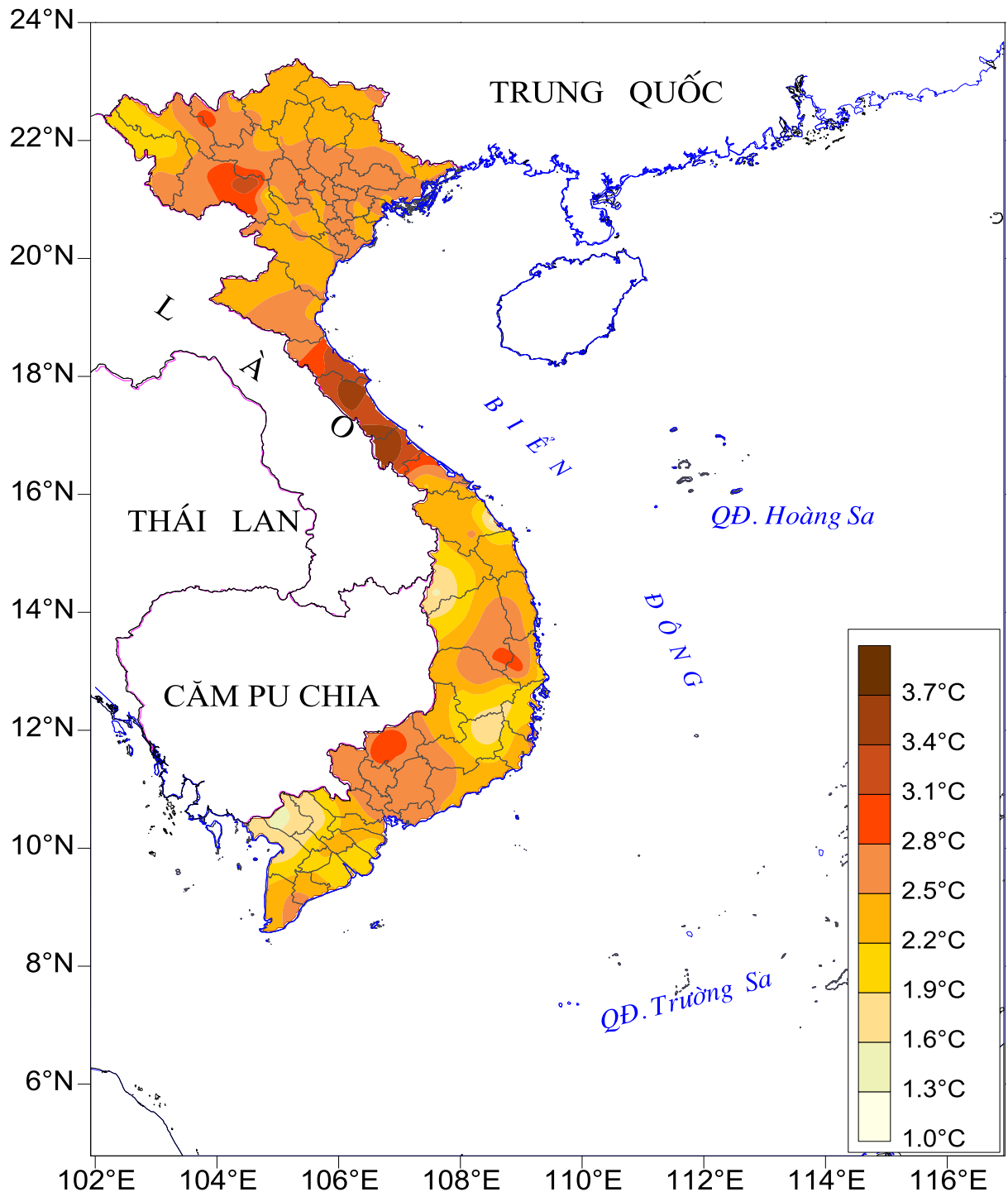


Hình 3.17. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải thấp



Hình 3.18. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ tăng từ 1,9 đến 3,1°C ở hầu khắp diện tích cả nước, nơi có mức tăng cao nhất là khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Trị với mức tăng trên 3,1°C. Một phần diện tích Tây Nguyên và Tây Nam Bộ có mức tăng thấp nhất, từ 1,6 đến 1,9°C (Hình 3.19).



Hình 3.19. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

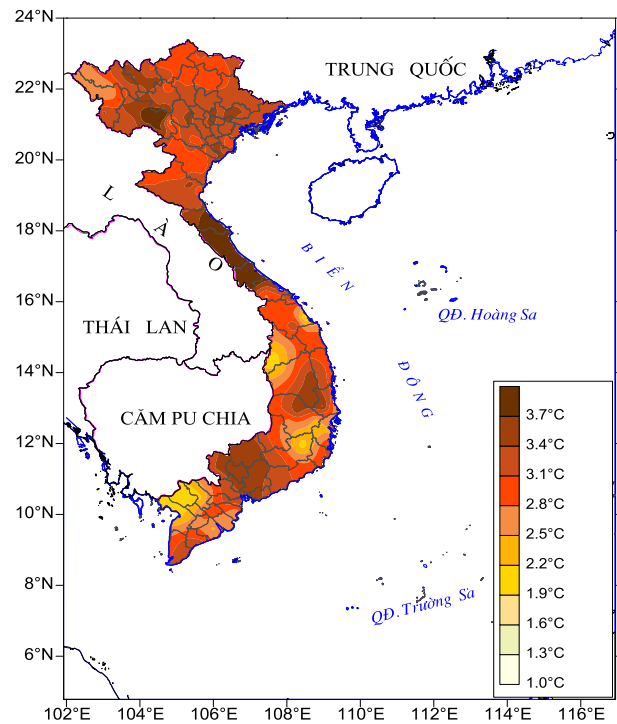
Theo kịch bản phát thải cao, đến cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm có mức tăng chủ yếu từ 2,5 đến cao hơn 3,7°C trên hầu hết diện tích nước ta. Nơi có

mức tăng thấp nhất, từ 1,6 đến 2,5°C là ở một phần diện tích thuộc Tây Nguyên và Tây Nam Bộ (Hình 3.20).

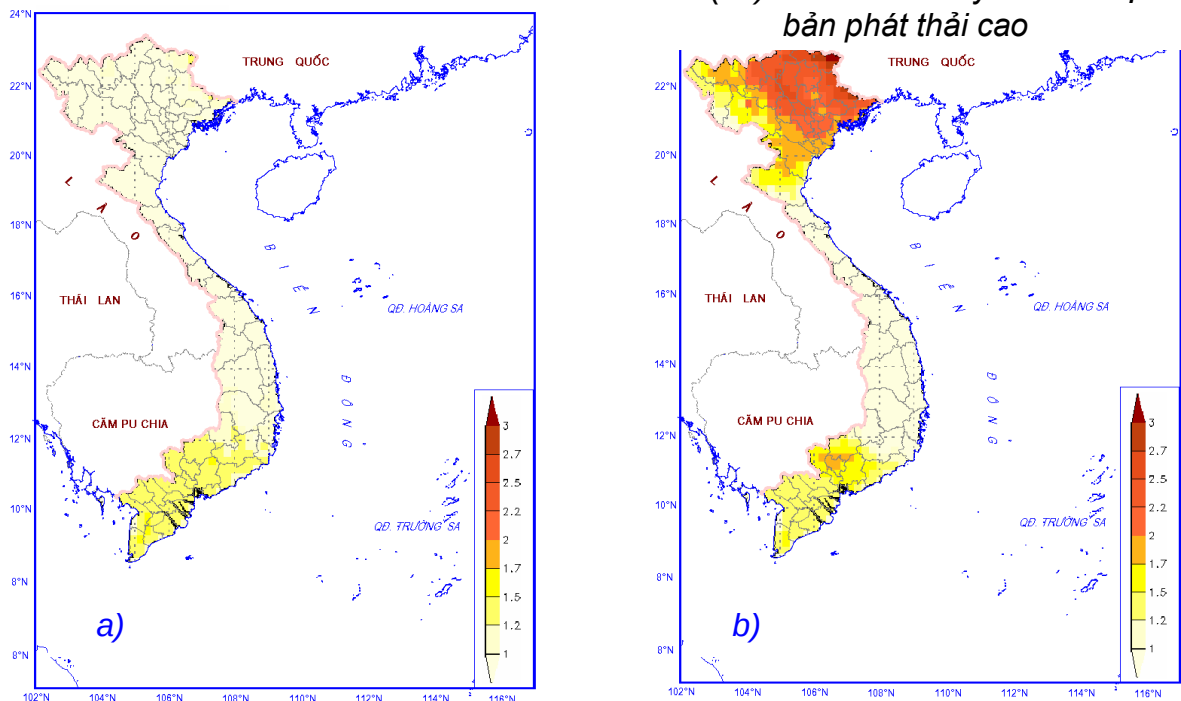
3.1.2. Nhiệt độ cực trị

a) Nhiệt độ cực trị mùa đông (tháng XII-II)

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, nhiệt độ thấp nhất trung bình mùa đông tăng từ 1,0 đến 1,2°C trên hầu hết diện tích từ Khánh Hòa trở ra; tăng từ 1,2 đến 1,5°C trên khu vực từ Ninh Thuận trở vào (Hình 3.21a). Nhiệt độ cao nhất trung bình tăng từ 1,2 đến 2,2°C trên hầu hết diện tích phía Bắc (từ Nghệ An trở ra), khu vực tỉnh Bình Thuận và Nam Bộ; tăng từ 0 đến 1,2°C ở hầu khắp diện tích Trung Bộ và Tây Nguyên (Hình 3.21b).



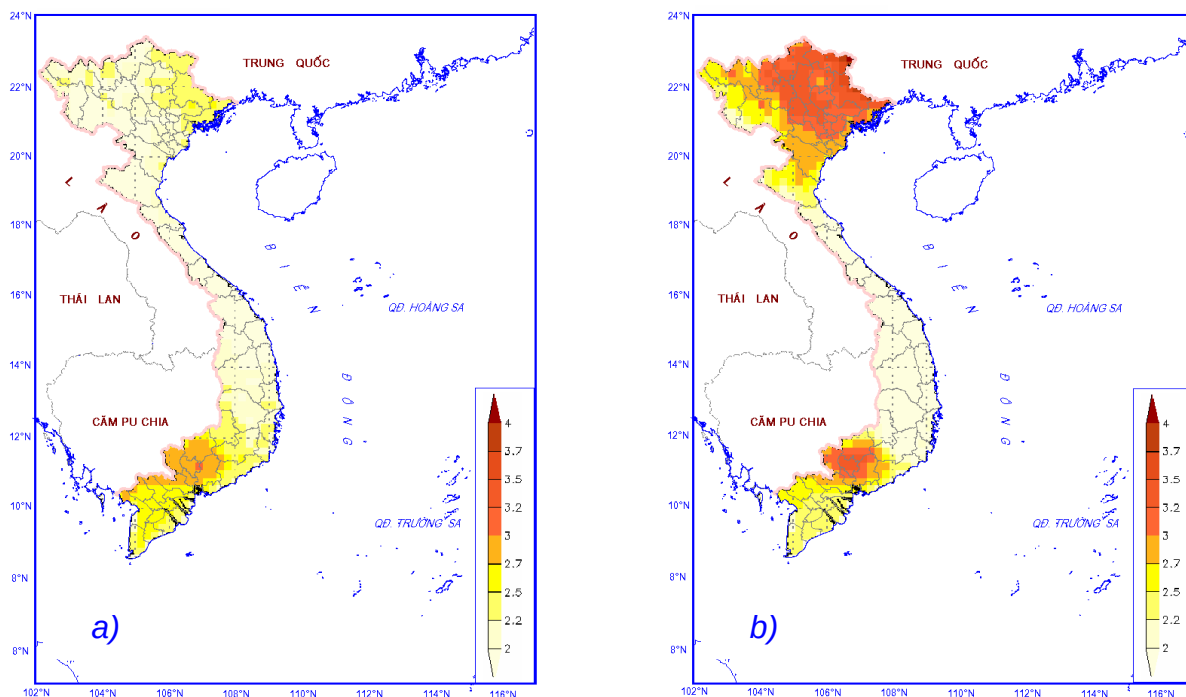
Hình 3.20. Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải cao



Hình 3.21. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa đông vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Vào cuối thế kỷ 21, trên đại bộ phận diện tích khu vực từ Bắc Phú Yên trở ra, nhiệt độ thấp nhất trung bình mùa đông tăng từ 2,0 đến 2,2°C; một phần diện tích Đông Bắc Bộ, Nam Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và Nam Bộ có mức tăng từ 2,2 đến trên 3,0°C. Nhiệt độ cao nhất trung bình tăng từ 2,2 đến 3,2°C trên đa phần diện tích từ Nghệ An trở ra và khu vực Nam Bộ; tăng từ 2,0 đến 2,2°C trên hầu hết diện

tích Trung Bộ và Tây Nguyên (Hình 3.22).



Hình 3.22. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa đông vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

b) Nhiệt độ cực trị mùa hè (tháng VI-VIII)

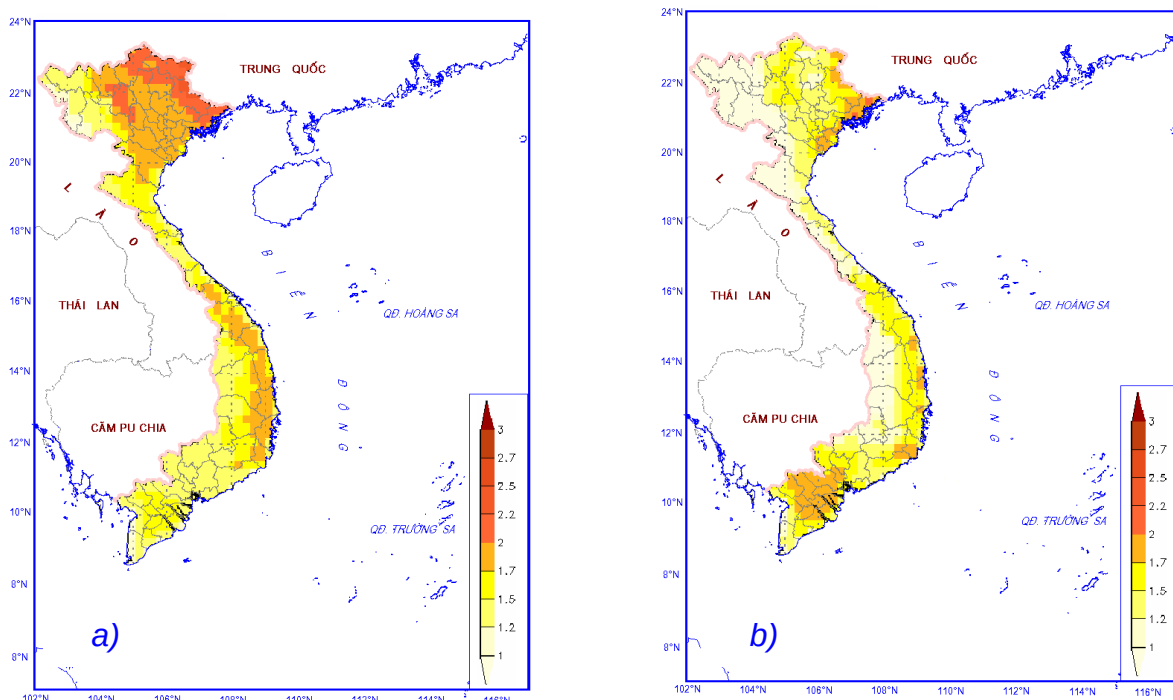
Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, nhiệt độ thấp nhất trung bình mùa hè có thể tăng từ 1,7 đến trên 2,0°C ở Đông Bắc Bộ, đại bộ phận diện tích từ Thừa Thiên Huế đến Ninh Thuận; tăng từ 1,2 đến 1,7°C ở Tây Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ.

Nhiệt độ cao nhất trung bình mùa hè chủ yếu tăng từ 1,2 đến trên 2,0°C ở Đông Bắc Bộ và hầu hết diện tích ở phía Nam (từ Thừa Thiên Huế trở vào); tăng từ 1,0 đến 1,2°C ở Tây Bắc Bộ, phần lớn diện tích thuộc Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên.

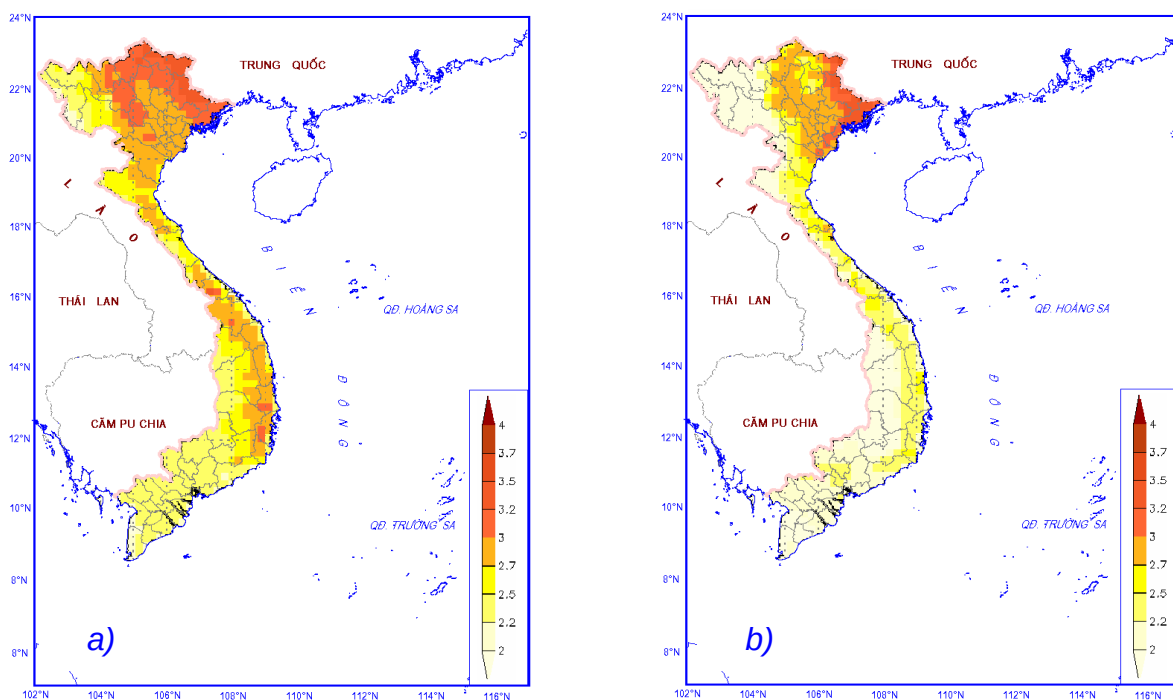
Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ thấp nhất trung bình mùa hè tăng từ 2,7 đến trên 3,2°C ở Đông Bắc Bộ và đại bộ phận diện tích Trung Bộ; tăng từ 2,0 đến 2,7°C ở Tây Bắc Bộ, một phần diện tích Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ. Nhiệt độ cao nhất trung bình tăng từ 2,2 đến 3,2°C ở Đông Bắc Bộ và Trung Bộ; tăng từ 2,0 đến 2,2°C ở Tây Bắc Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ (Hình 3.24).

c) Nhiệt độ cực trị năm

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, nhiệt độ thấp nhất trung bình năm tăng từ 1,0 đến 1,7°C trên đại bộ phận diện tích nước ta; tăng từ 1,7 đến 2,0°C ở một phần nhỏ diện tích Nam Tây Nguyên và Nam Bộ. Nhiệt độ cao nhất trung bình năm tăng từ 1,0 đến 1,7°C trên phần lớn diện tích lãnh thổ; tăng từ 1,7 đến 2,2°C ở Đông Bắc Bộ, một phần diện tích Nam Tây Nguyên và Nam Bộ (Hình 3.25).



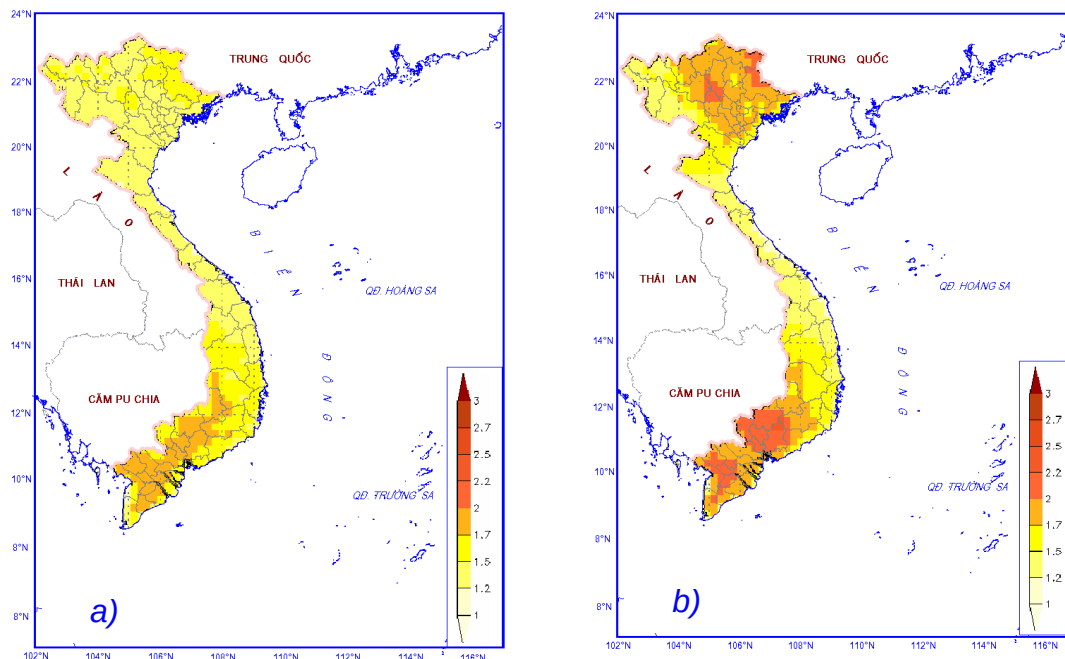
Hình 3.23. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa hè vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình



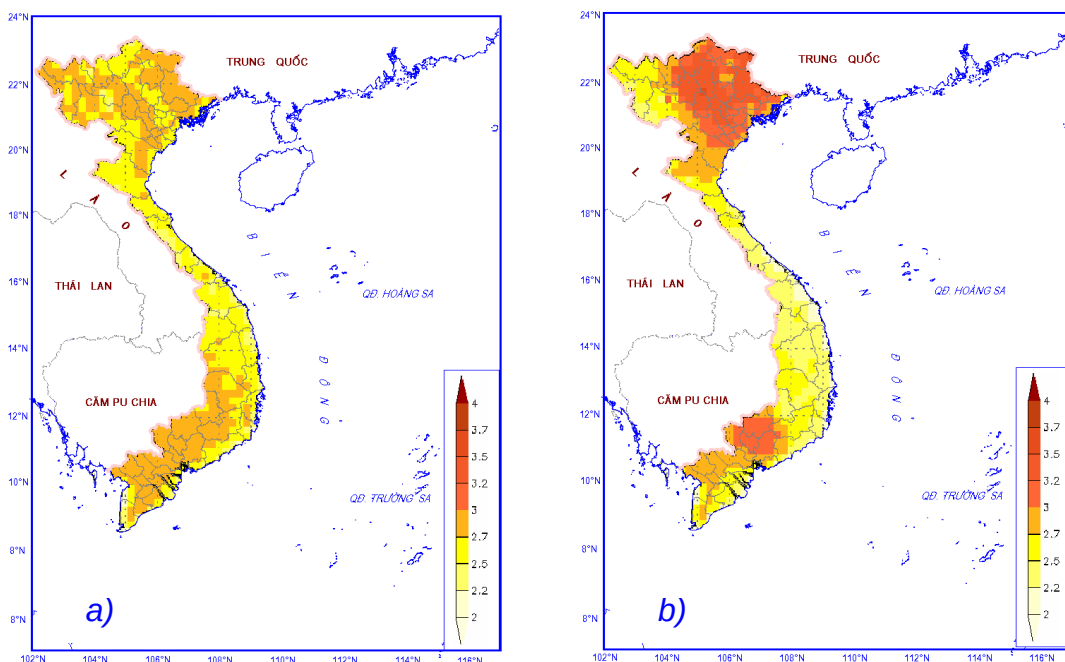
Hình 3.24. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) trong mùa hè vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ thấp nhất trung bình năm tăng từ 2,2 đến 3,0°C; trong đó, đa phần diện tích Bắc Bộ, Nam Tây Nguyên và Nam Bộ có mức tăng cao hơn so với các khu vực khác (từ 2,7 đến 3,0°C). Nhiệt độ cao nhất trung bình năm tăng từ 2,0 đến 3,2°C, trong đó khu vực Đông Bắc Bộ và đa phần diện tích Nam Bộ

có mức tăng cao nhất, từ 2,7 đến 3,2°C (Hình 3.26).

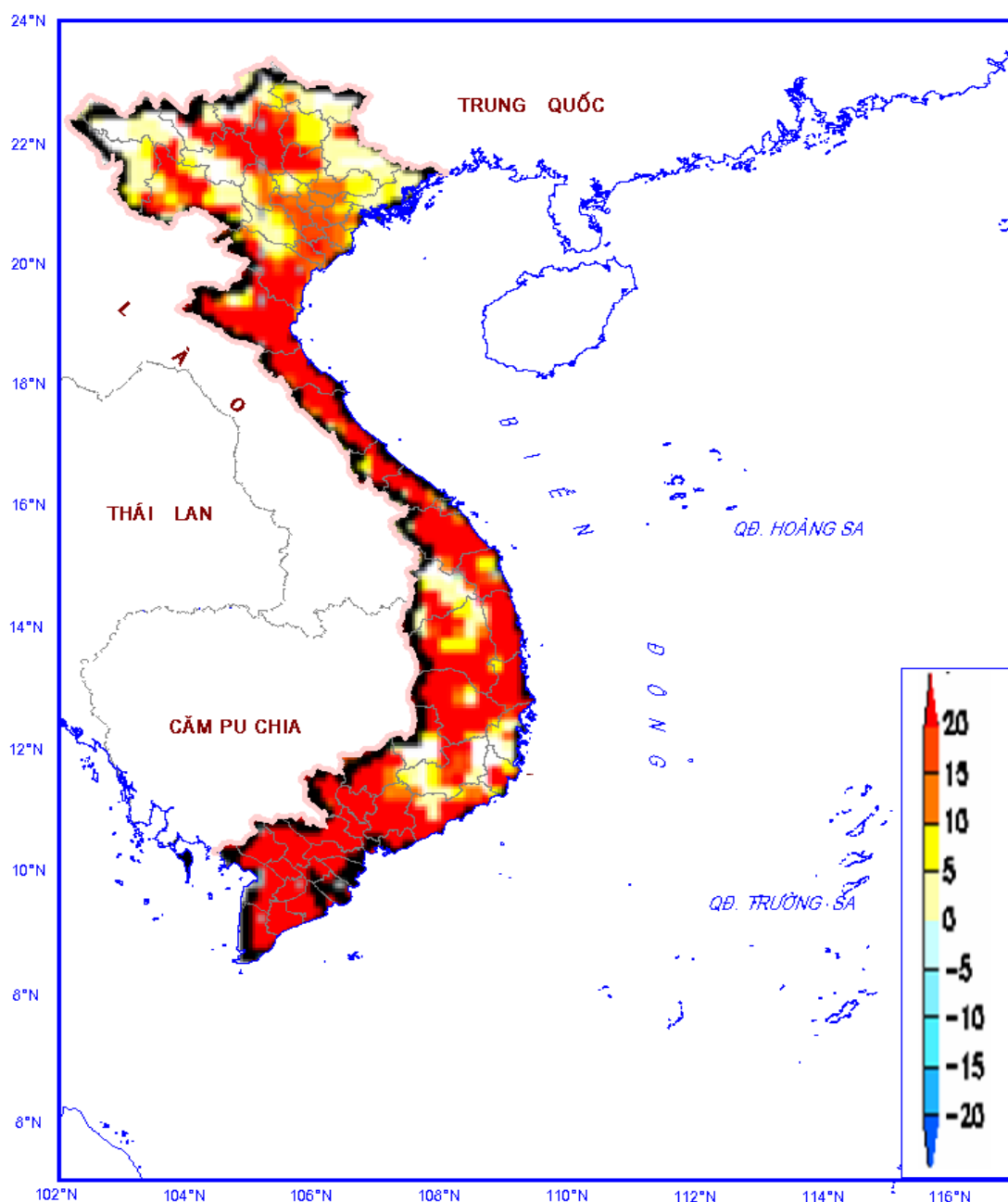


Hình 3.25. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) năm vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình



Hình 3.26. Mức tăng nhiệt độ tối thấp trung bình (a) và tối cao trung bình (b) năm vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Vào cuối thế kỷ 21, số ngày nắng nóng (nhiệt độ cao nhất trên 35°C) tăng từ 10 đến 20 ngày trên phần lớn diện tích cả nước. Đa phần diện tích Bắc Bộ và một phần nhỏ diện tích Tây Nguyên có mức tăng từ 1 đến 10 ngày (Hình 3.27).



Hình 3.27. Mức tăng số ngày có nhiệt độ cao nhất trên 35°C vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Bảng 3.1 trình bày mức tăng nhiệt độ (°C) trung bình năm của từng thập kỷ của thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2) cho 63 tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương. Đối với các mốc thời gian vào giữa và cuối thế kỷ 21 có bổ sung khoảng dao động của mức tăng nhiệt độ, ví dụ vào năm 2050, ở Lai Châu, mức tăng nhiệt độ dao động trong khoảng từ 1,0 đến 1,6°C, nhưng khả năng cao nhất có thể xảy ra là 1,2°C.

Bảng 3.1. Mức tăng nhiệt độ (°C) trung bình năm so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

STT	Tỉnh, thành phố	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
1	Lai Châu	0,5	0,7	1,0	1,2 (1,0 - 1,6)	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4 (1,9 - 2,8)
2	Điện Biên	0,5	0,8	1,1	1,4 (1,0 - 1,6)	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7 (1,9 - 2,8)
3	Sơn La	0,6	0,8	1,2	1,5 (1,2 - 1,8)	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9 (2,2 - 3,4)
4	Hòa Bình	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,4)	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6 (2,2 - 2,8)
5	Hà Giang	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,4)	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4 (2,2 - 2,8)
6	Cao Bằng	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,4)	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4 (2,2 - 2,8)
7	Lào Cai	0,5	0,8	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7 (2,2 - 3,1)
8	Yên Bái	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,6)	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4 (2,2 - 3,1)
9	Tuyên Quang	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,4)	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5 (2,2 - 2,8)
10	Bắc Kạn	0,5	0,7	0,9	1,2 (1,0 - 1,4)	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3 (2,2 - 2,8)
11	Thái Nguyên	0,5	0,8	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7 (2,2 - 2,8)
12	Lạng Sơn	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,4)	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5 (2,2 - 2,8)
13	Phú Thọ	0,5	0,8	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7 (2,2 - 2,8)
14	Bắc Giang	0,5	0,8	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7 (2,5 - 2,8)
15	Quảng Ninh	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,4)	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5 (2,2 - 2,8)
16	Vĩnh Phúc	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,6)	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6 (2,5 - 2,8)
17	Bắc Ninh	0,5	0,8	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6 (2,5 - 2,8)
18	Hà Nội	0,5	0,8	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6 (2,5 - 2,8)
19	Hưng Yên	0,5	0,8	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6 (2,5 - 2,8)
20	Hải Dương	0,5	0,7	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6 (2,2 - 2,8)
21	Hải Phòng	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,4)	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5 (2,2 - 2,8)
22	Hà Nam	0,4	0,6	0,9	1,1 (1,0 - 1,4)	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3 (2,2 - 2,8)
23	Thái Bình	0,5	0,7	0,9	1,2 (1,0 - 1,4)	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3 (2,2 - 2,8)
24	Nam Định	0,5	0,8	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7 (2,5 - 2,8)
25	Ninh Bình	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,4)	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5 (2,2 - 2,8)
26	Thanh Hóa	0,5	0,7	1,0	1,2 (1,0 - 1,4)	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4 (2,2 - 2,8)
27	Nghệ An	0,5	0,7	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6 (2,2 - 2,8)
28	Hà Tĩnh	0,6	0,9	1,3	1,7 (1,4 - 1,8)	2,0	2,4	2,7	2,9	3,2 (2,5 - 3,4)
29	Quảng Bình	0,7	1,0	1,4	1,8 (1,6 - 2,0)	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4 (3,1 - 3,7)
30	Quảng Trị	0,6	1,0	1,3	1,7 (1,6 - 2,0)	2,1	2,5	2,8	3,1	3,3 (2,8 - 3,7)
31	Thừa Thiên - Huế	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,0 - 1,6)	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4 (2,2 - 3,1)
32	Đà Nẵng	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,4)	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5 (2,2 - 2,8)
33	Quảng Nam	0,4	0,6	0,8	1,1 (1,0 - 1,4)	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0 (1,9 - 2,2)
34	Quảng Ngãi	0,5	0,7	0,9	1,2 (1,0 - 1,4)	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3 (1,9 - 2,5)
35	Bình Định	0,4	0,7	0,9	1,2 (1,0 - 1,4)	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3 (2,2 - 2,8)
36	Phú Yên	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,0 - 1,6)	1,6	1,9	2,1	2,4	2,5 (2,2 - 3,1)
37	Khánh Hòa	0,5	0,7	1,0	1,2 (1,0 - 1,4)	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4 (1,9 - 2,8)
38	Ninh Thuận	0,5	0,7	1,0	1,2 (1,0 - 1,4)	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4 (1,9 - 2,8)
39	Bình Thuận	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,4)	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5 (2,2 - 2,8)
40	Kon Tum	0,3	0,5	0,6	0,8 (0,5 - 1,2)	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6 (1,3 - 2,2)
41	Gia Lai	0,5	0,7	0,9	1,2 (1,0 - 1,6)	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3 (1,6 - 3,1)
42	Đắk Lắk	0,5	0,7	1,0	1,2 (0,5 - 1,6)	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4 (1,9 - 2,8)
43	Đắk Nông	0,4	0,5	0,8	1,0 (0,5 - 1,4)	1,2	1,4	1,6	1,7	2,0 (1,9 - 2,8)
44	Lâm Đồng	0,3	0,5	0,7	0,9 (0,5 - 1,6)	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8 (1,6 - 2,8)
45	Tây Ninh	0,5	0,8	1,1	1,4 (1,2 - 1,6)	1,8	2,1	2,3	2,6	2,7 (2,5 - 2,8)
46	Bình Dương	0,6	0,8	1,2	1,5 (1,4 - 1,6)	1,8	2,1	2,4	2,6	2,7 (2,5 - 2,8)
47	Bình Phước	0,6	0,8	1,2	1,5 (1,2 - 1,6)	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9 (2,5 - 3,1)
48	Tp. Hồ Chí Minh	0,5	0,8	1,1	1,3 (1,2 - 1,4)	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7 (2,5 - 2,8)
49	Đồng Nai	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,2 - 1,6)	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6 (2,5 - 2,8)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	0,4	0,6	0,9	1,1 (1,0 - 1,6)	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3 (2,2 - 2,8)
51	Long An	0,4	0,6	0,8	1,1 (1,0 - 1,4)	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0 (1,9 - 2,8)
52	Đồng Tháp	0,3	0,5	0,7	0,8 (0,5 - 1,2)	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7 (1,6 - 2,2)
53	Tiền Giang	0,5	0,7	1,0	1,1 (1,0 - 1,4)	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4 (1,9 - 2,5)
54	Bến Tre	0,4	0,6	0,9	1,1 (1,0 - 1,2)	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2 (1,9 - 2,5)
55	Vĩnh Long	0,4	0,6	0,8	1,1 (1,0 - 1,2)	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1 (2,2 - 2,5)
56	Trà Vinh	0,4	0,6	0,8	1,1 (1,0 - 1,4)	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0 (1,9 - 2,2)
57	An Giang	0,3	0,5	0,7	0,9 (0,5 - 1,2)	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6 (1,3 - 1,9)
58	Cần Thơ	0,3	0,5	0,7	0,9 (0,5 - 1,2)	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7 (1,6 - 2,5)
59	Hậu Giang	0,4	0,6	0,8	1,1 (1,0 - 1,4)	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1 (1,9 - 2,5)
60	Sóc Trăng	0,5	0,7	1,0	1,2 (1,0 - 1,4)	1,5	1,7	2,0	2,2	2,3 (1,9 - 2,5)
61	Bạc Liêu	0,5	0,7	1,0	1,3 (1,0 - 1,4)	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6 (2,2 - 2,8)
62	Kiên Giang	0,3	0,5	0,7	0,9 (0,5 - 1,2)	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6 (1,3 - 2,2)
63	Cà Mau	0,5	0,7	1,0	1,4 (1,0 - 1,4)	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6 (1,9 - 2,8)

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

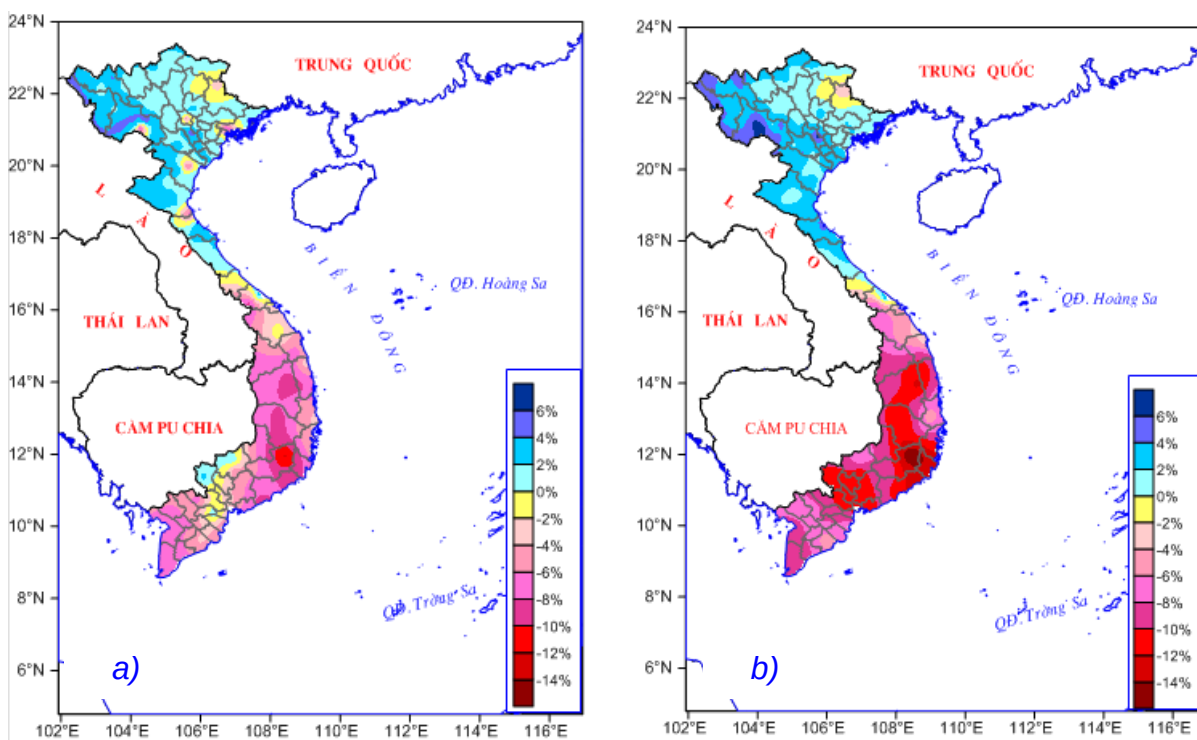
3.2.1. Lượng mưa mùa và mưa năm

a) Lượng mưa mùa đông (tháng XII-II)

Lượng mưa mùa đông ở Việt Nam có xu hướng tăng ở hầu hết diện tích phía Bắc (từ Quảng Bình trở ra), giảm ở hầu khắp diện tích phía Nam (từ Quảng Trị trở vào).

Theo kịch bản phát thải thấp, vào giữa thế kỷ 21, lượng mưa mùa đông tăng đến 2% ở hầu hết diện tích Đông Bắc Bộ, một phần diện tích Bắc Trung Bộ và đa phần diện tích Đông Nam Bộ. Khu vực Tây Bắc Bộ, phía Tây của Thanh Hóa - Nghệ An có mức tăng từ 2 đến 4%. Lượng mưa giảm từ 2 đến 12% ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và đa phần diện tích Nam Bộ, trong đó ở một phần diện tích thuộc Đông Tây Nguyên và cực nam Trung Bộ có mức giảm cao hơn so với khu vực khác, khoảng 8-12% (Hình 3.28a).

Vào cuối thế kỷ 21, mức tăng của lượng mưa mùa đông dao động từ 0 đến 6% trên đại bộ phận diện tích Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ; trong đó, một phần diện tích Tây Bắc Bộ có mức tăng từ 4 đến trên 6%. Lượng mưa giảm trên toàn bộ diện tích ở phía Nam, mức giảm từ 2 đến trên 14%, trong đó phần lớn diện tích thuộc các khu vực Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ có mức giảm cao nhất, từ 10 đến trên 14% (Hình 3.28b).

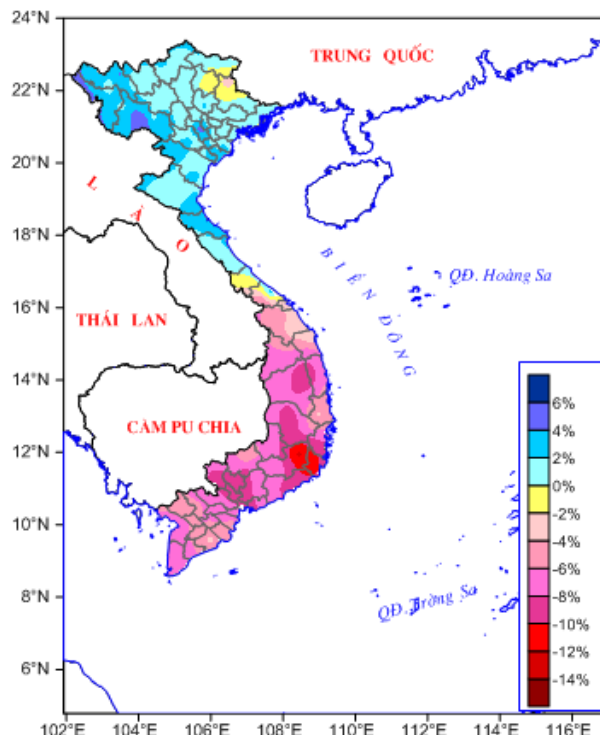


Hình 3.28. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp

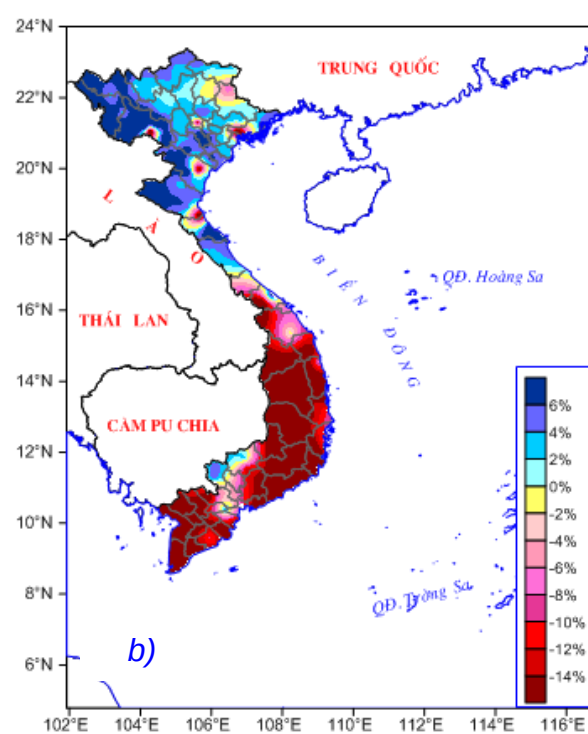
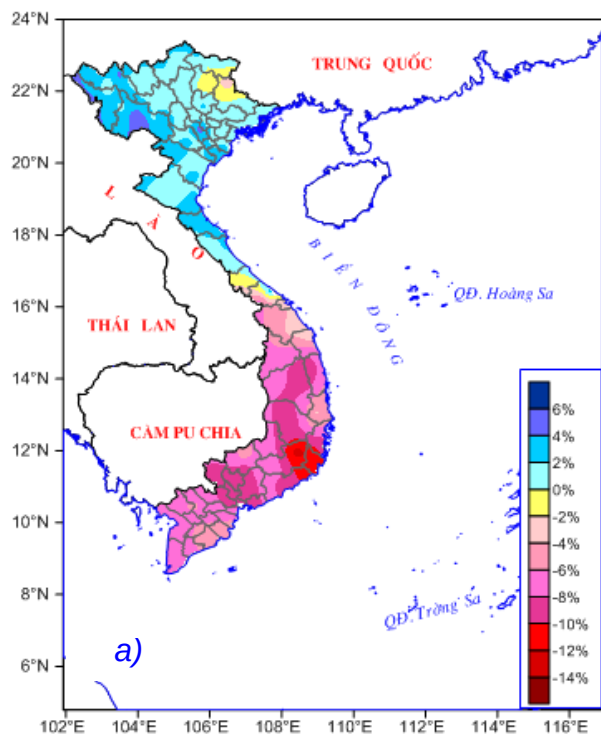
Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, hầu hết diện tích Đông Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ có lượng mưa tăng với mức phổ biến là dưới 2%, riêng Tây Bắc Bộ và khu vực tỉnh Hà Tĩnh có mức tăng cao hơn, từ 2 đến trên 4%. Lượng mưa giảm từ 2 đến 12% ở phía Nam (từ Đà Nẵng trở vào), trong đó, một phần diện tích thuộc

các khu vực Tây Nguyên, cực Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ có mức giảm nhiều nhất, từ 8-12% (Hình 3.29). Đến cuối thế kỷ 21, mức tăng của lượng mưa trên hầu hết diện tích Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ dao động từ 0-6%, riêng một phần diện tích Tây Bắc Bộ có mức tăng trên 6%. Lượng mưa giảm từ 2 đến trên 14% ở phía Nam, trong đó, Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ có mức giảm cao hơn, từ 10 đến trên 14% (Hình 3.30).

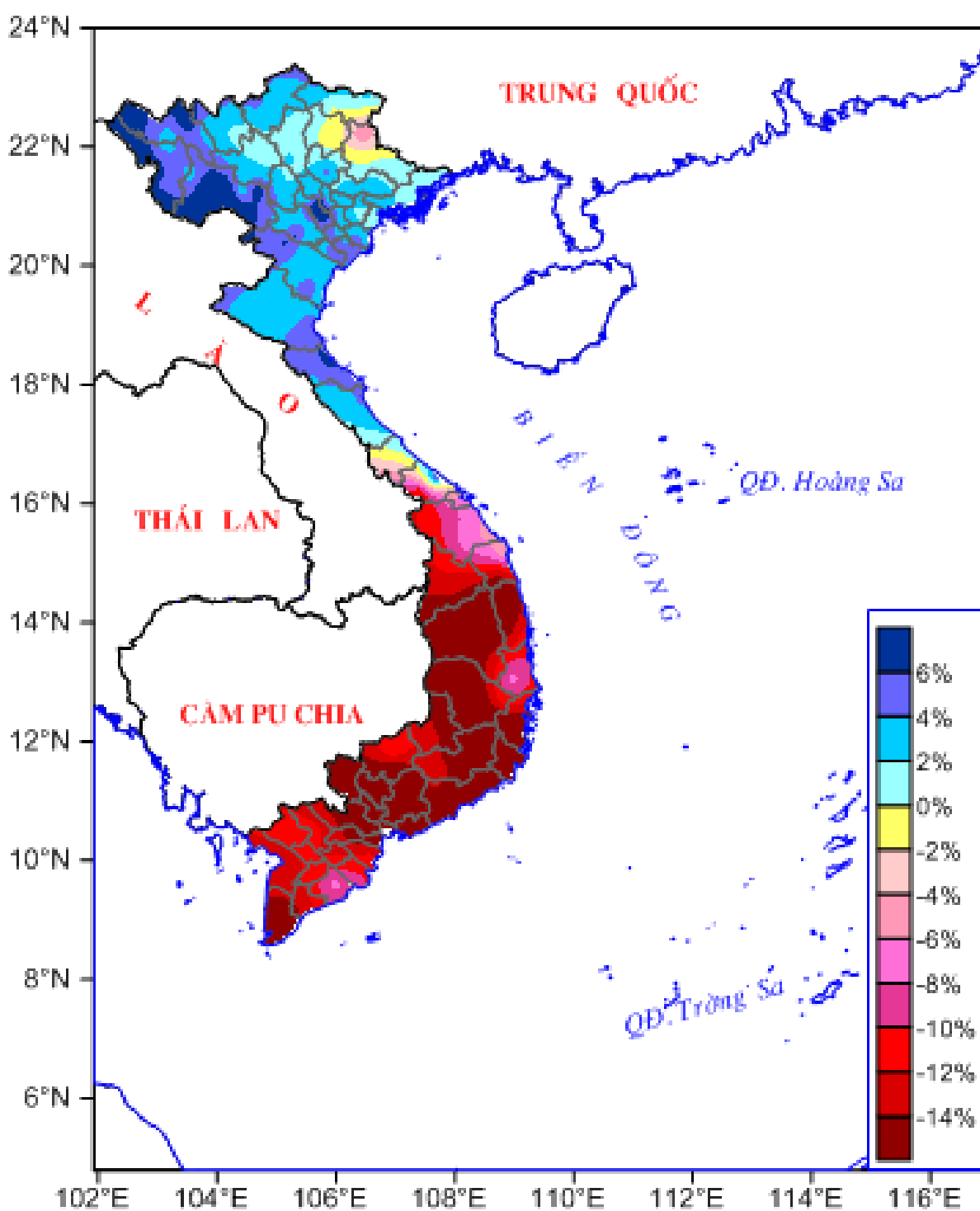
Theo kịch bản phát thải cao, lượng mưa trung bình mùa đông trên hầu khắp diện tích Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ tăng đến trên 4% (vào giữa thế kỷ 21) và đến trên 6% (vào cuối thế kỷ 21), trong đó, khu vực Tây Bắc có mức tăng cao hơn so với các khu vực khác. Lượng mưa giảm ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ với mức giảm đến trên 10% (giữa thế kỷ 21) và đến trên 14% (vào cuối thế kỷ 21), nơi có mức giảm lớn nhất là ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên (Hình 3.31).



Hình 3.29. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình



Hình 3.31. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao

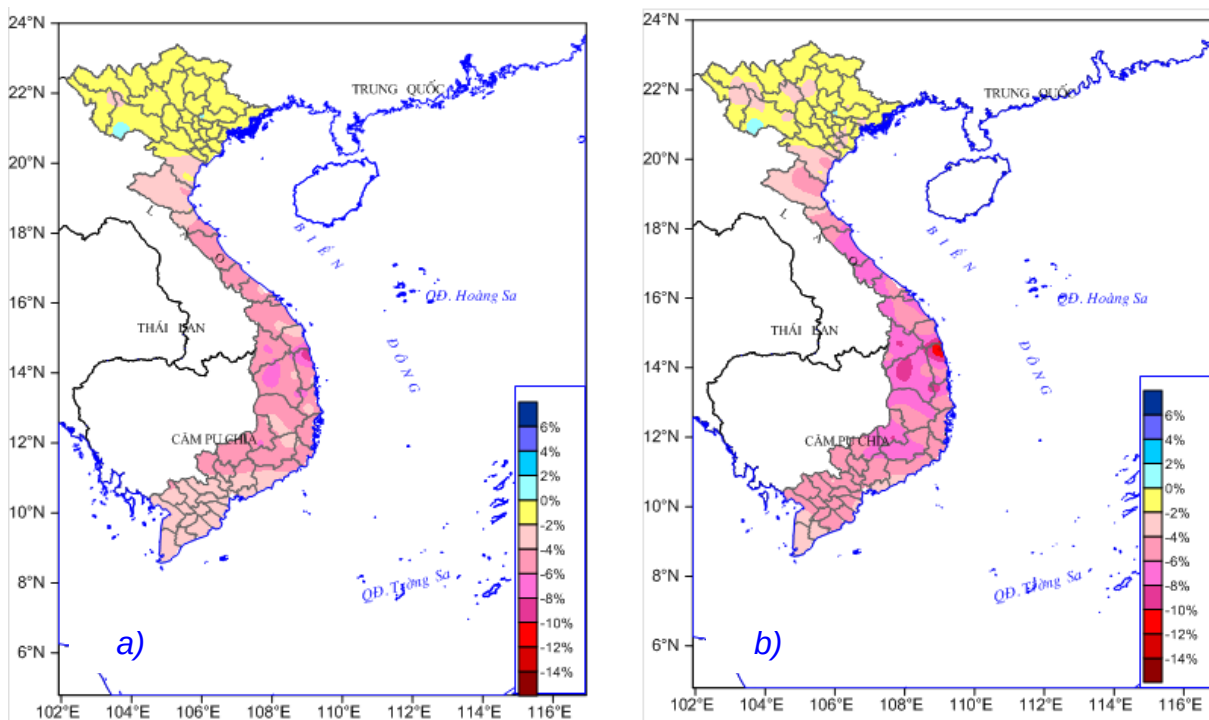


Hình 3.30. Mức thay đổi lượng mưa mùa đông (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

b) Lượng mưa mùa xuân (tháng III-V)

Theo kịch bản phát thải thấp, lượng mưa mùa xuân có xu hướng giảm trên hầu hết diện tích nước ta, với mức giảm có thể đến trên 6% vào giữa thế kỷ 21 và đến trên 10% vào cuối thế kỷ 21. Khu vực có mức giảm nhiều nhất là ở một phần diện tích Trung Bộ và Tây Nguyên. Lượng mưa tăng chỉ thấy ở một vài nơi thuộc Bắc

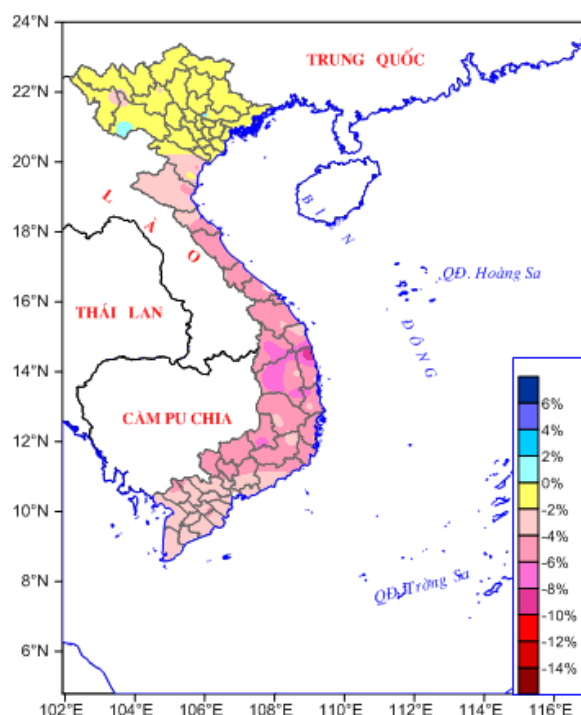
Bộ với mức tăng chỉ khoảng dưới 2% (Hình 3.32).



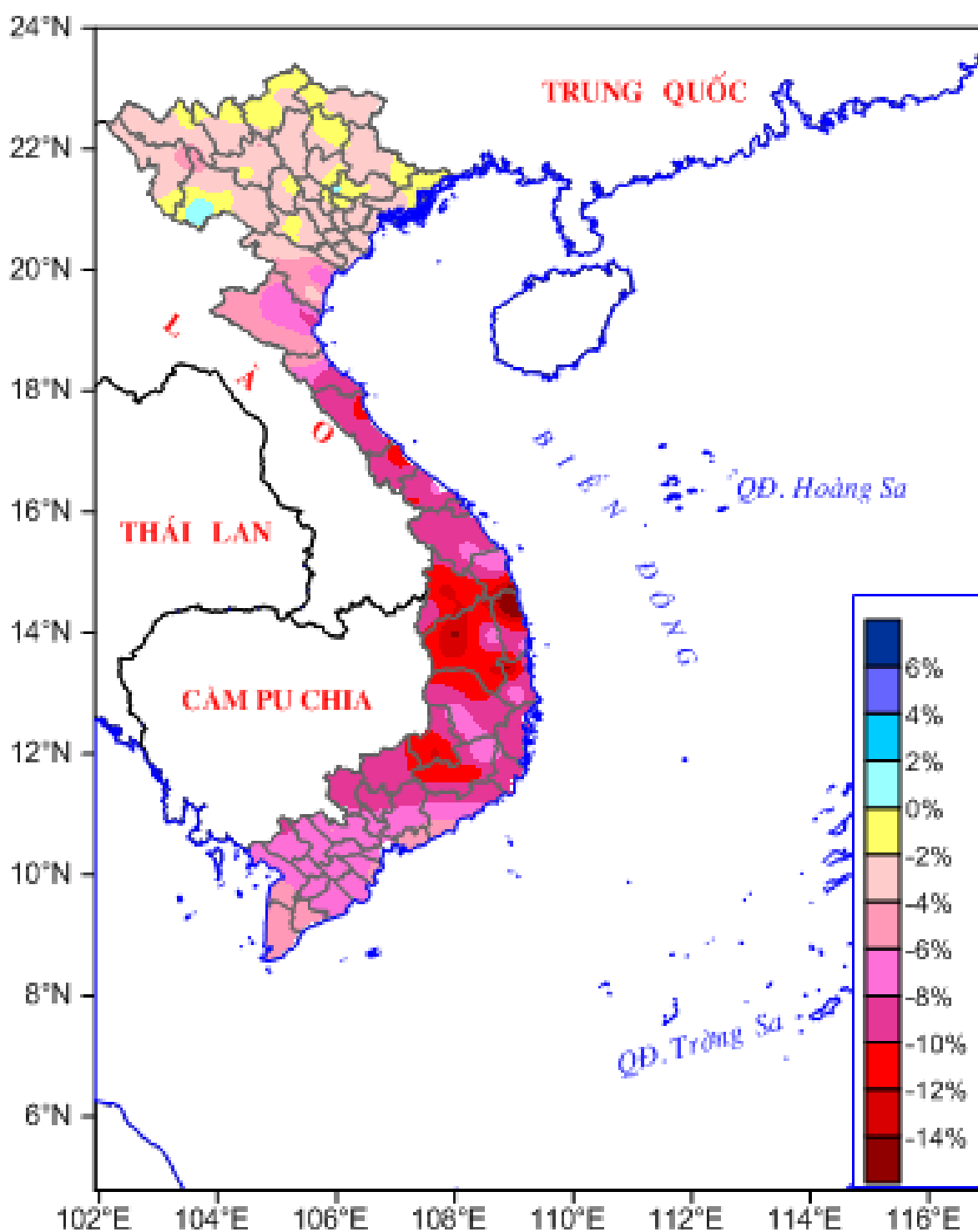
Hình 3.32. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, lượng mưa giảm ở hầu hết diện tích lãnh thổ nước ta, với mức giảm phổ biến ở khu vực Bắc Bộ là dưới 2% và ở khu vực từ Thanh Hóa trở vào có mức giảm phổ biến từ 2 đến 6% (Hình 3.33). Lượng mưa tăng chỉ xảy ra ở một vài nơi thuộc Bắc Bộ, với mức tăng khoảng 2%.

Đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa trên khu vực Bắc Bộ giảm khoảng 4%. Mức giảm trên phần lớn khu vực từ Thanh Hóa trở vào là từ 4-10%; ở đa phần diện tích Tây Nguyên và một phần nhỏ diện tích Trung Bộ có lượng mưa giảm từ 10 đến trên 14% (Hình 3.34).

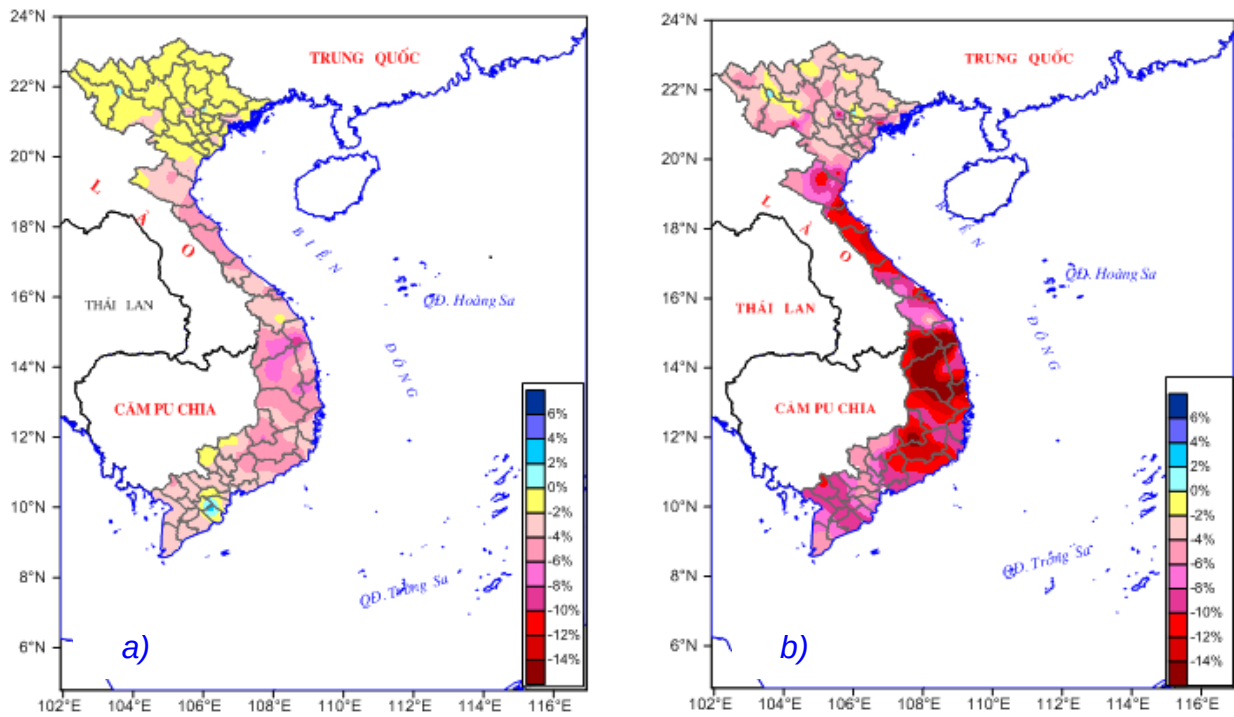


Hình 3.33. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình



Hình 3.34. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

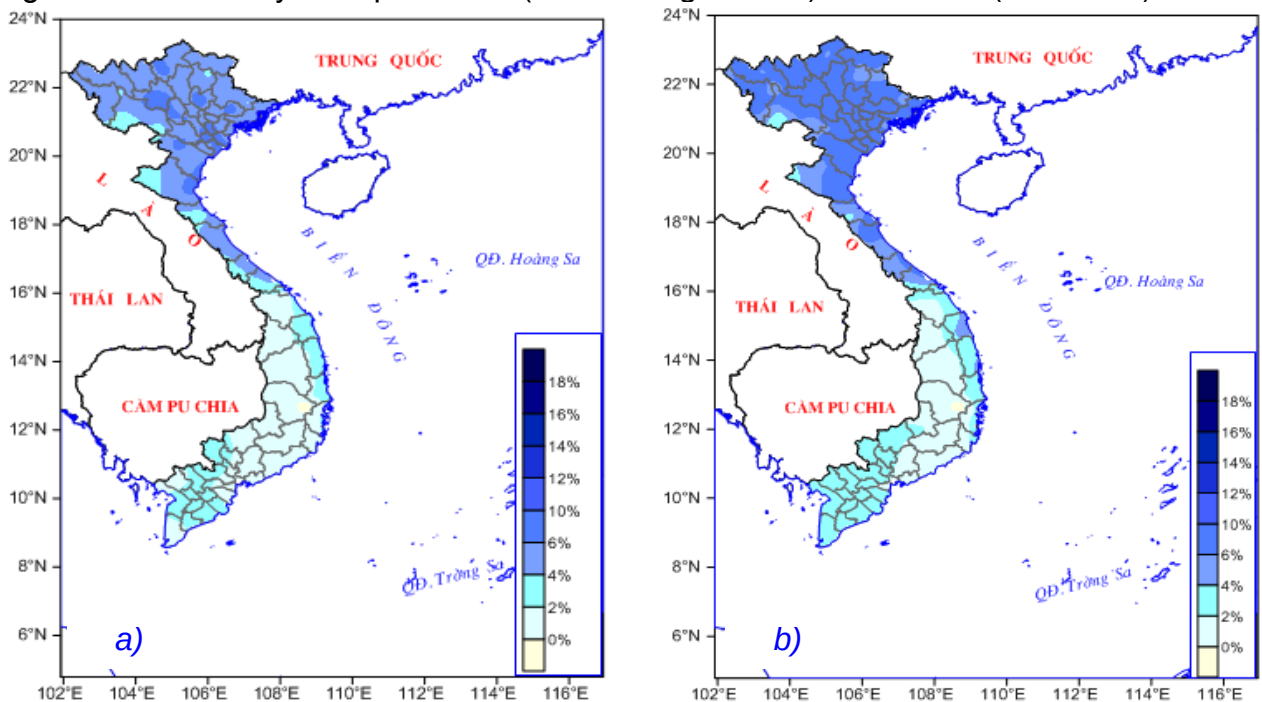
Theo kịch bản phát thải cao, lượng mưa mùa xuân ở khu vực Bắc Bộ giảm khoảng 2% (vào giữa thế kỷ 21) và đến 4% (vào cuối thế kỷ 21); đại bộ phận diện tích phía Nam (từ Thanh Hóa trở vào), mức giảm phổ biến là từ 2-6% (vào giữa thế kỷ) và từ 4 đến trên 14% (vào cuối thế kỷ 21), trong đó khu vực có lượng mưa giảm nhiều nhất là Bắc Tây Nguyên (Hình 3.35).



Hình 3.35. Mức thay đổi lượng mưa mùa xuân (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao

c) Lượng mưa mùa hè (tháng VI-VIII)

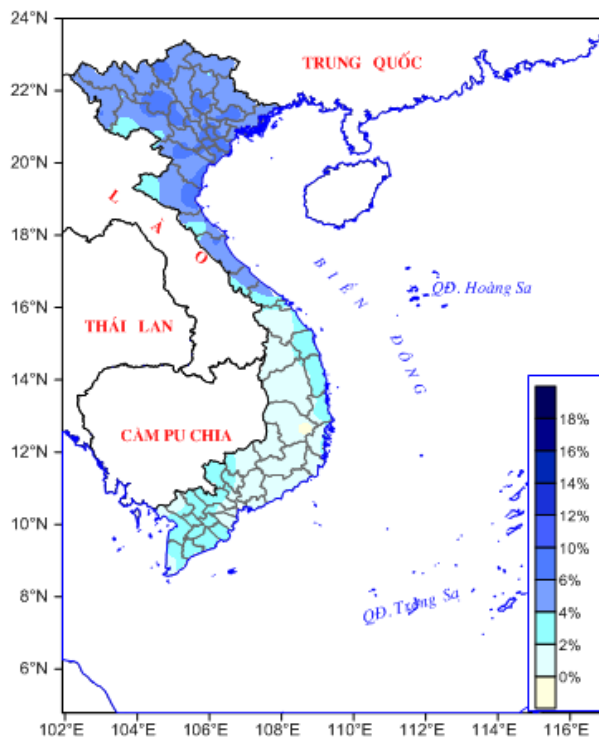
Theo kịch bản phát thải thấp, lượng mưa mùa hè có xu hướng tăng trên toàn lãnh thổ. Mức tăng phổ biến ở phía Bắc (từ Thừa Thiên Huế trở ra) là từ 4 đến trên 6% (vào giữa thế kỷ 21) và từ 4-10% (vào cuối thế kỷ 21). Mức tăng phổ biến vào giữa và cuối thế kỷ 21 ở phía Nam (từ Đà Nẵng trở vào) là dưới 4% (Hình 3.36).



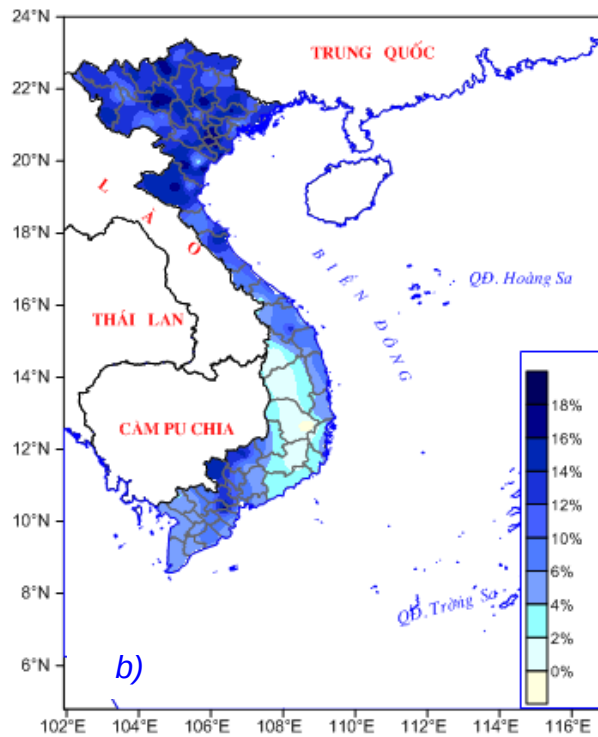
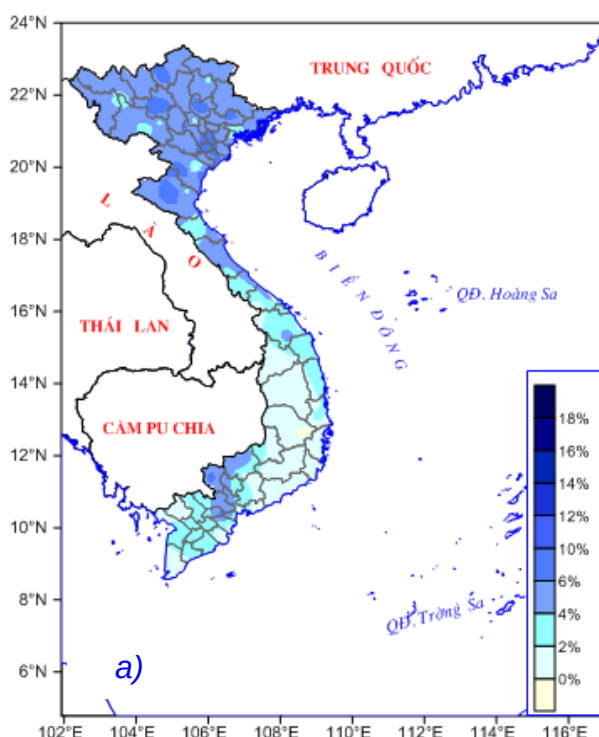
Hình 3.36. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, lượng mưa mùa hè trên toàn lãnh thổ Việt Nam đều tăng, với mức tăng cao nhất có thể đến trên 6%. Mức tăng ở khu vực phía Bắc cao hơn so với khu vực phía Nam (Hình 3.37). Vào cuối thế kỷ 21, lượng mưa mùa hè tăng đến trên 14%. Trong đó, mức tăng cao nhất xảy ra trên khu vực Bắc Bộ (phổ biến từ 6 đến 14%) và thấp nhất (dưới 3%) là ở khu vực Tây Nguyên (Hình 3.38).

Theo kịch bản phát thải cao, lượng mưa mùa hè tăng trên 6% vào giữa thế kỷ 21 và đến trên 18% vào cuối thế kỷ 21. Mức tăng cao nhất xảy ra ở khu vực Bắc Bộ và thấp nhất là ở khu vực Tây Nguyên (Hình 3.39).



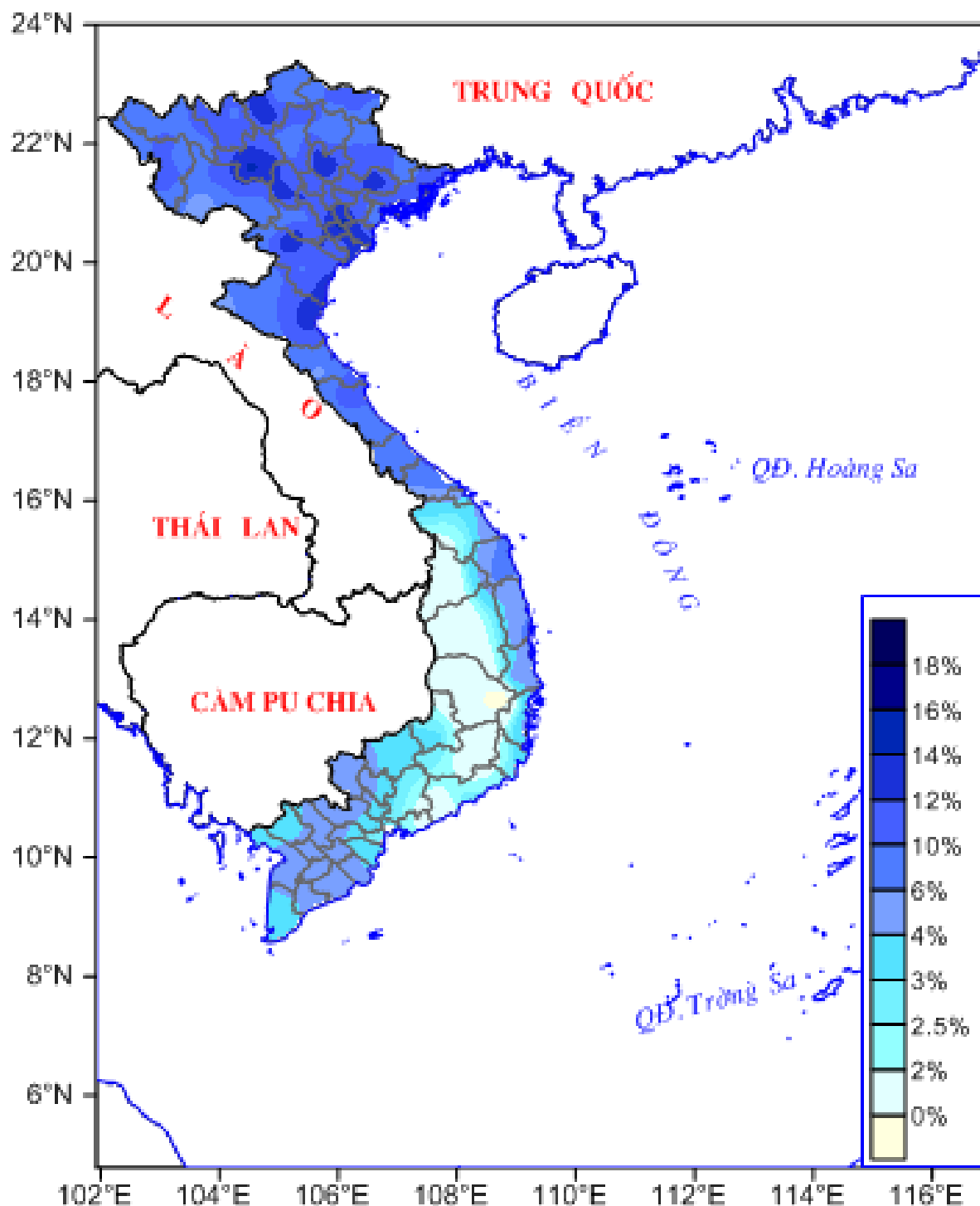
Hình 3.37. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình



Hình 3.39. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao

d) Lượng mưa mùa thu (tháng IX-XI)

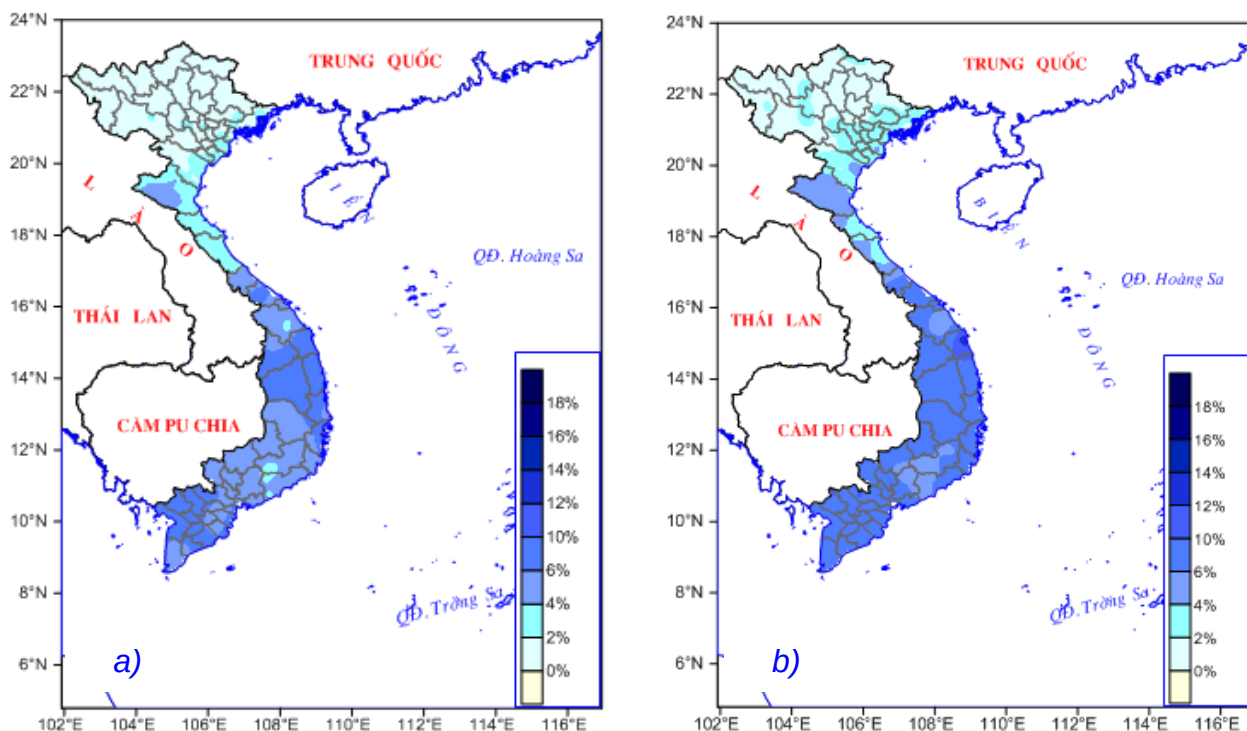
Tương tự như lượng mưa trong mùa hè, lượng mưa mùa thu cũng có xu hướng tăng trên toàn lãnh thổ. Tuy nhiên, ở Bắc Bộ lại có mức tăng nhỏ hơn so với các khu vực khác trên cả nước.



Hình 3.38. Mức thay đổi lượng mưa mùa hè (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Theo kịch bản phát thải thấp, mức tăng của lượng mưa trung bình mùa thu vào giữa thế kỷ 21 ở Bắc Bộ là dưới 2%; khu vực từ Thanh Hóa đến Hà Tĩnh từ 2

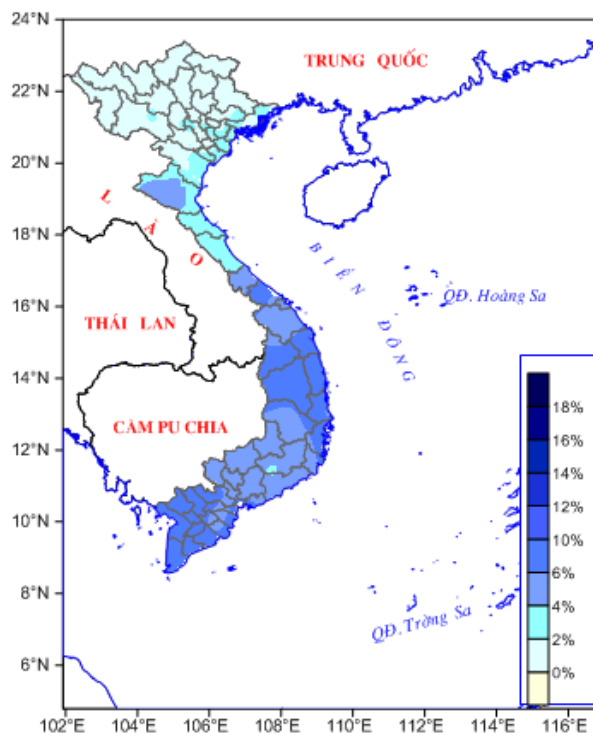
đến 4%; khu vực từ Quảng Trị trở vào có mức tăng từ 4 đến trên 6%. Đến cuối thế kỷ 21, lượng mưa tăng phổ biến đến 4% ở Bắc Bộ và từ 4 đến 10% trên khu vực từ Thanh Hóa trở vào (Hình 3.40).



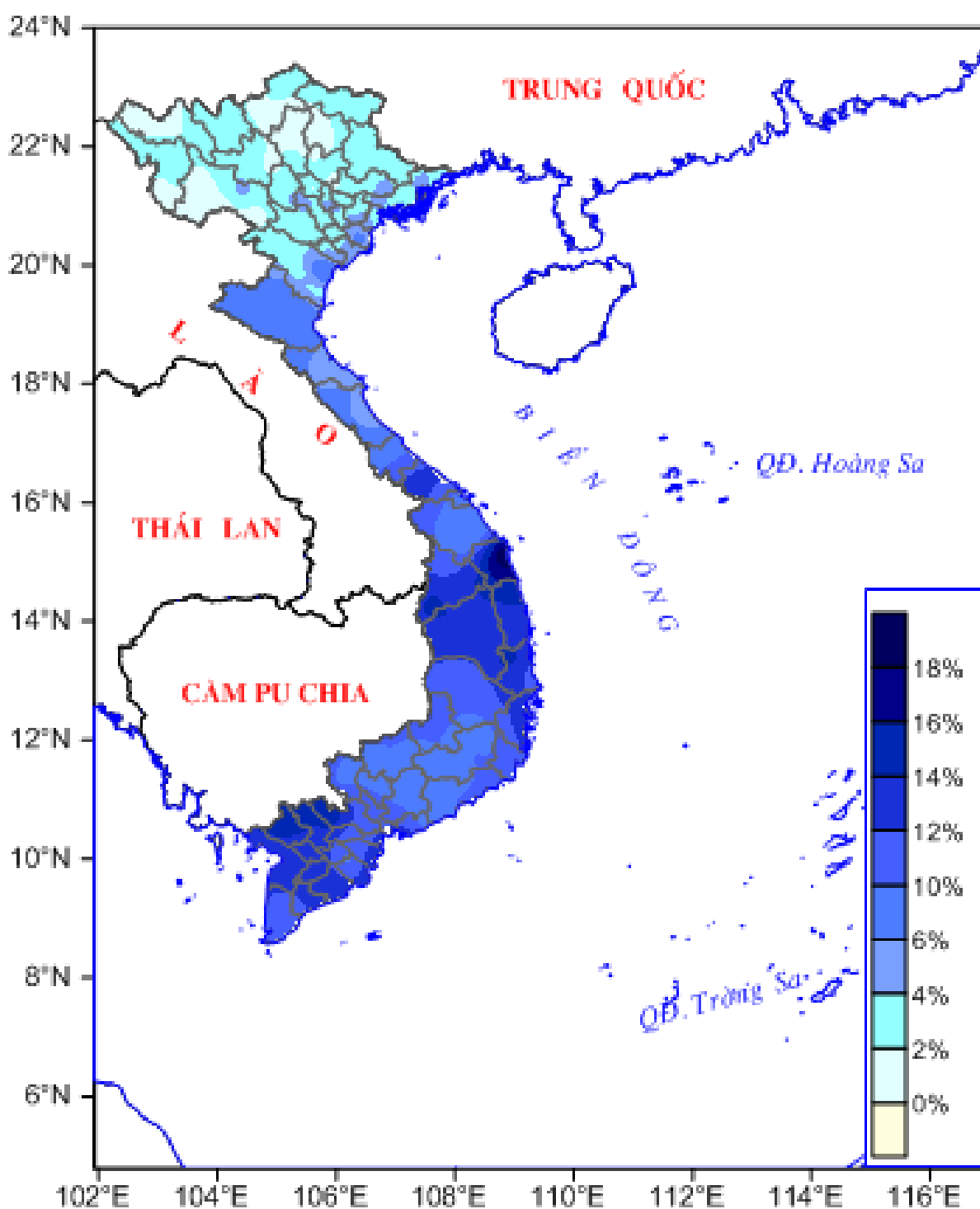
Hình 3.40. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào giữa thế kỷ 21, mức tăng cao nhất có thể của lượng mưa trên khu vực phía Bắc (từ Quảng Bình trở ra) là khoảng 4%; khu vực phía Nam (từ Quảng Trị trở vào) có mức tăng từ 4 đến 10% (Hình 3.41).

Vào cuối thế kỷ 21, trên lãnh thổ Việt Nam, lượng mưa tăng đến 14%. Trong đó, khu vực Bắc Bộ có mức tăng thấp nhất (dưới 4%) và tăng cao nhất là ở Bắc Tây Nguyên, một phần diện tích Nam Trung Bộ và Tây Nam Bộ, với mức tăng từ 10 đến 14% (Hình 3.42).

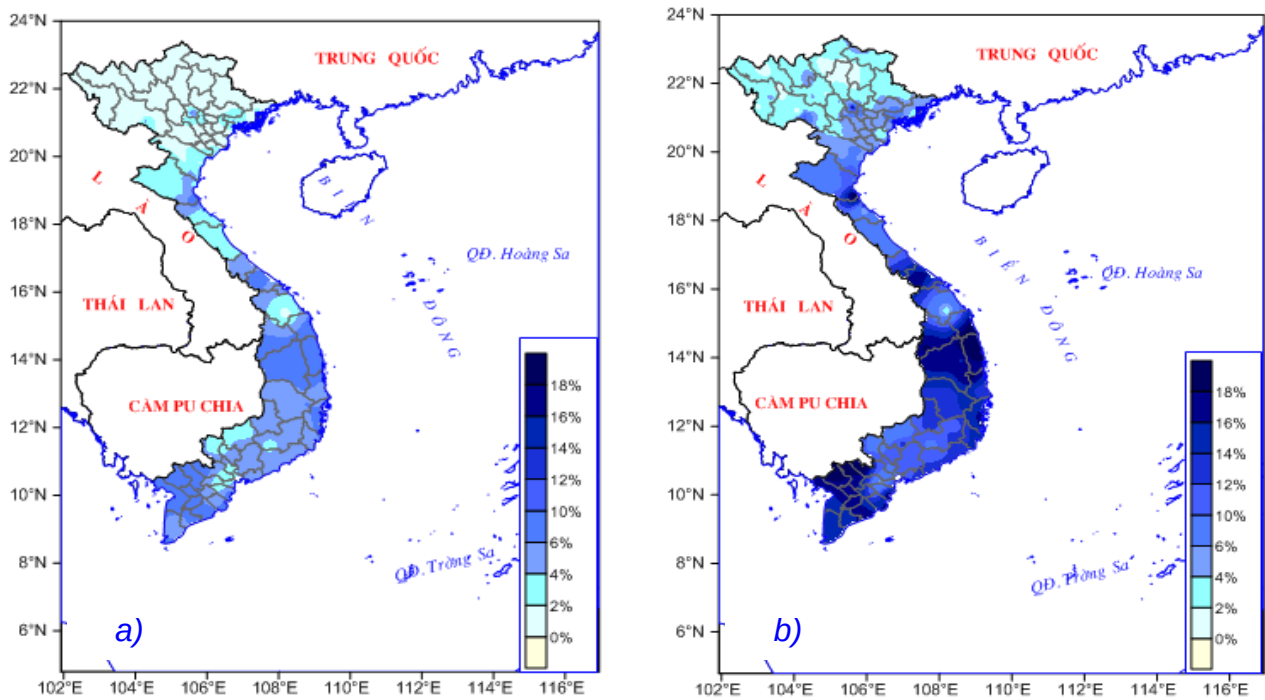


Hình 3.41. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình



Hình 3.42. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

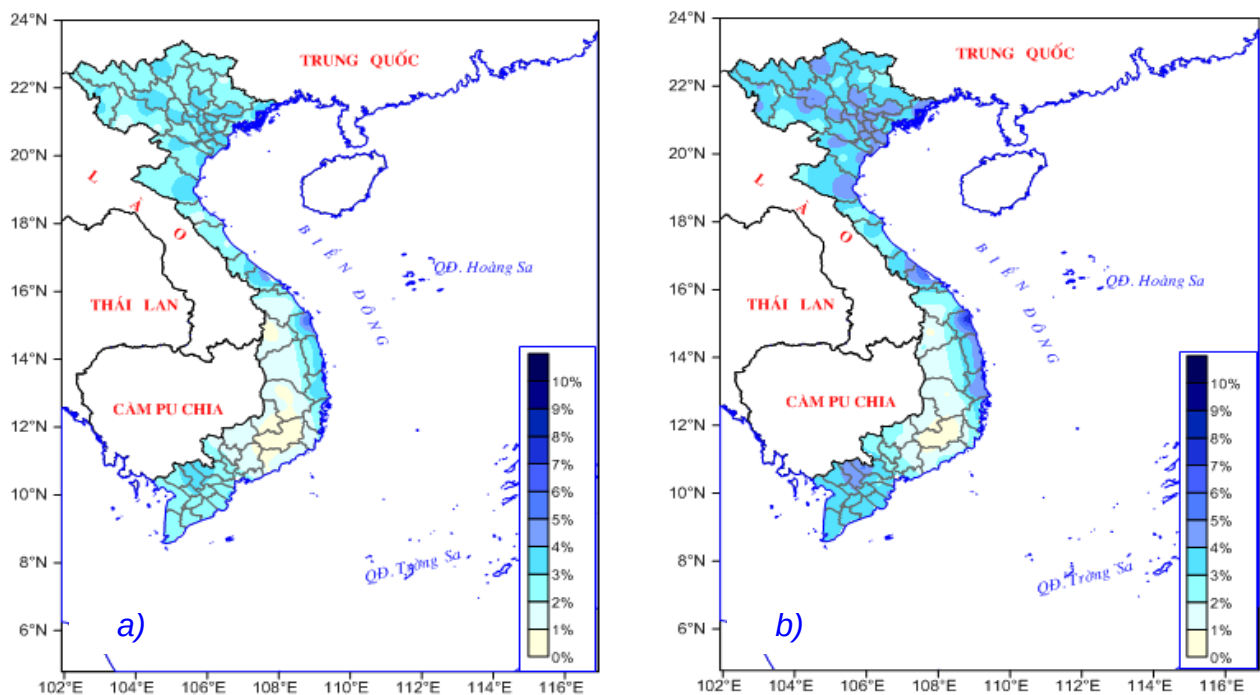
Theo kịch bản phát thải cao, lượng mưa tăng đến gần 10% vào giữa thế kỷ 21 và 18% vào cuối thế kỷ 21. Trong đó, trên khu vực Bắc Tây Nguyên, một phần diện tích Nam Trung Bộ và Tây Nam Bộ có mức tăng cao hơn so với các khu vực khác (Hình 3.43).



Hình 3.43. Mức thay đổi lượng mưa mùa thu (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao

e) Lượng mưa năm

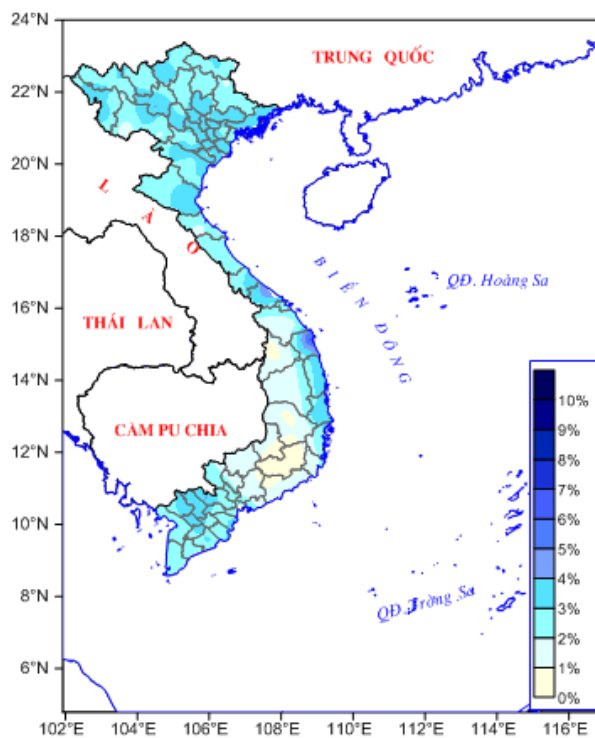
Theo kịch bản phát thải thấp, lượng mưa tăng đến 5% vào giữa thế kỷ 21, và trên 6% vào cuối thế kỷ 21. Mức tăng thấp nhất là ở Tây Nguyên, chỉ vào khoảng dưới 2% vào giữa và cuối thế kỷ 21 (Hình 3.44).



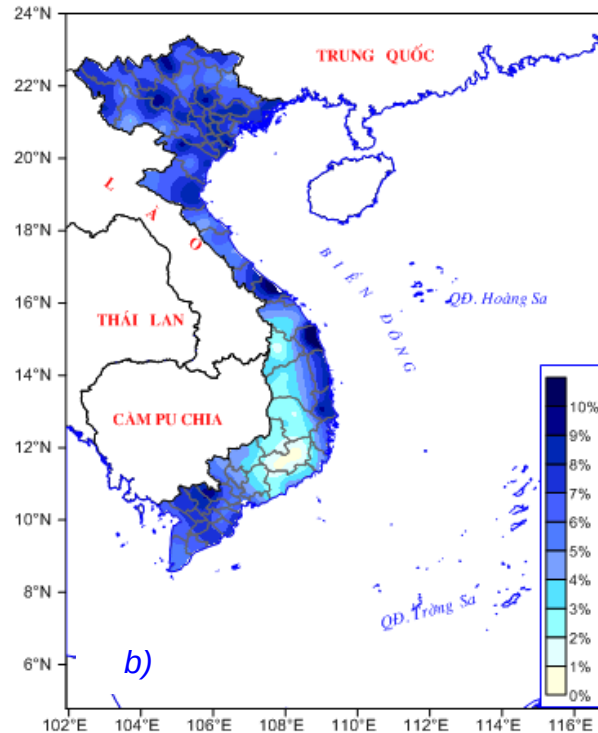
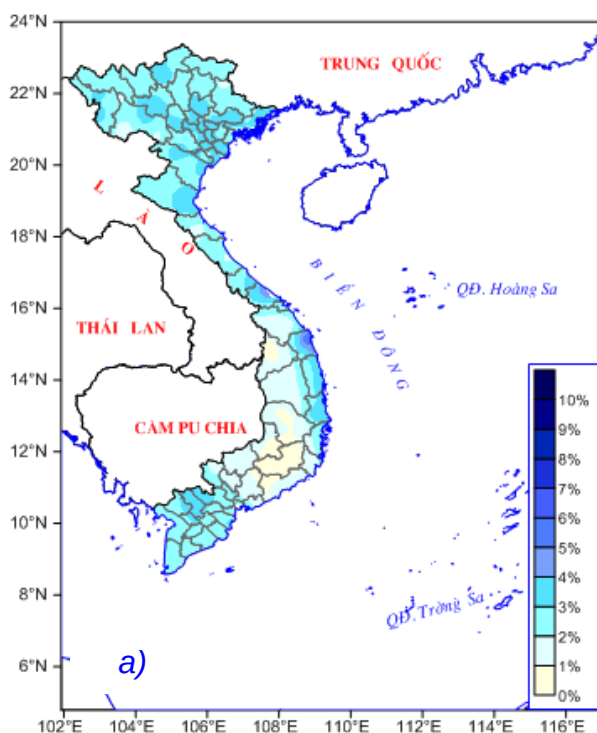
Hình 3.44. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải thấp

Theo kịch bản phát thải trung bình, mức tăng phổ biến của lượng mưa năm trên lãnh thổ Việt Nam từ 1-4% (vào giữa thế kỷ) và từ 2-7% (vào cuối thế kỷ). Tây Nguyên là khu vực có mức tăng thấp hơn so với các khu vực khác trên cả nước, với mức tăng khoảng dưới 1% vào giữa thế kỷ và từ dưới 1 đến gần 3% vào cuối thế kỷ 21 (Hình 3.45, 3.46).

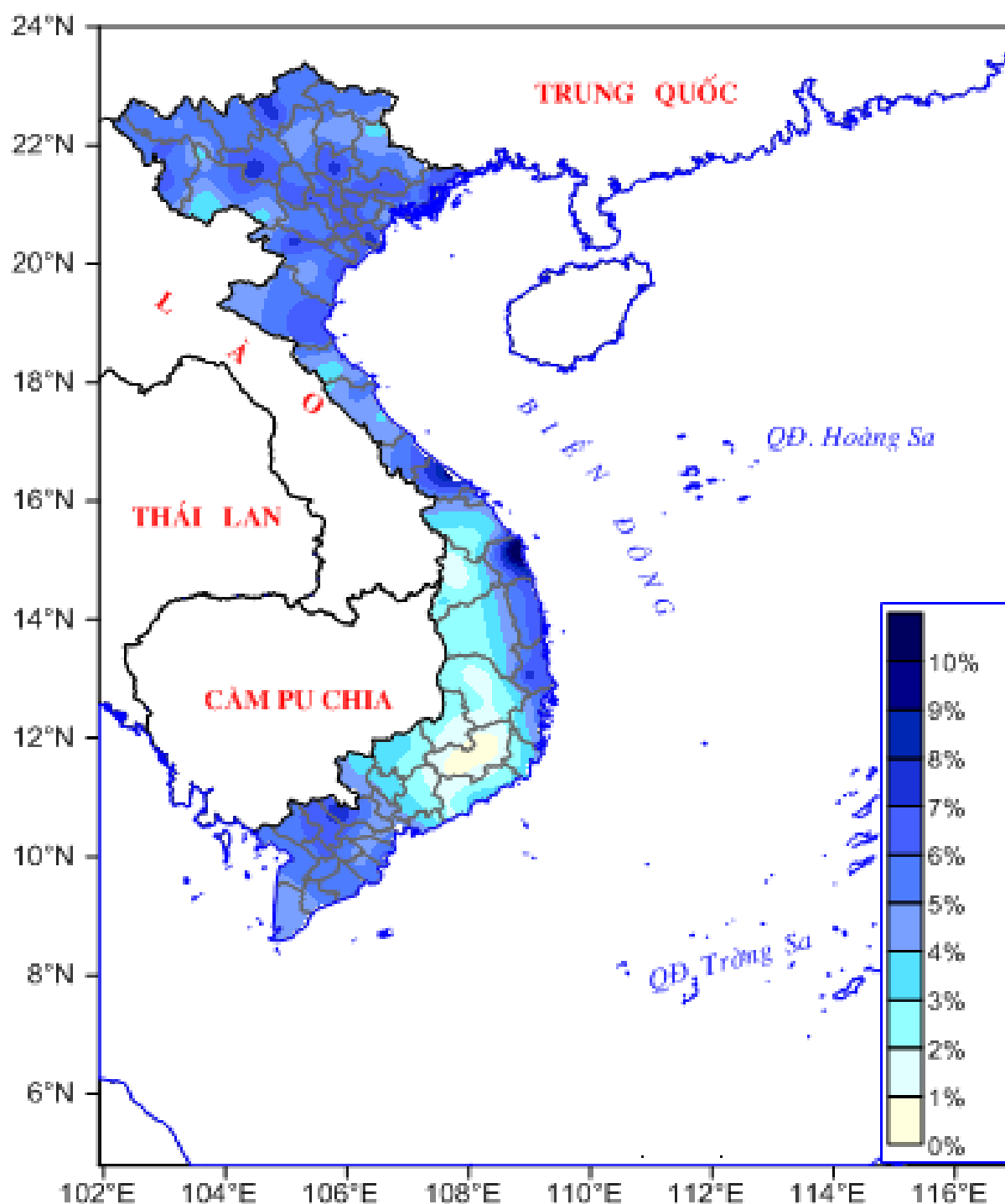
Theo kịch bản phát thải cao, lượng mưa năm vào giữa thế kỷ tăng phổ biến từ 1-4%, đến cuối thế kỷ mức tăng có thể từ 2 đến trên 10%. Khu vực Tây Nguyên có mức tăng ít nhất, khoảng dưới 2% vào giữa thế kỷ và từ 1-4% vào cuối thế kỷ 21 (Hình 3.47).



Hình 3.45. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào giữa thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình



Hình 3.47. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải cao



Hình 3.46. Mức thay đổi lượng mưa năm (%) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

Bảng 3.2 là tóm tắt mức thay đổi lượng mưa (%) năm qua từng thập kỷ so với thời kỳ 1980 -1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2) cho 63 tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương. Tương tự như đối với nhiệt độ, vào giữa và cuối thế kỷ 21 có bổ sung khoảng dao động của mức thay đổi lượng mưa đối với tỉnh, thành phố. Ví dụ vào năm 2050, ở Lai Châu, mức thay đổi lượng mưa sẽ dao động trong khoảng từ 2 đến 4%, nhưng khả năng cao nhất có thể xảy ra là 2,9%.

Bảng 3.2. Mức thay đổi (%) lượng mưa năm so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

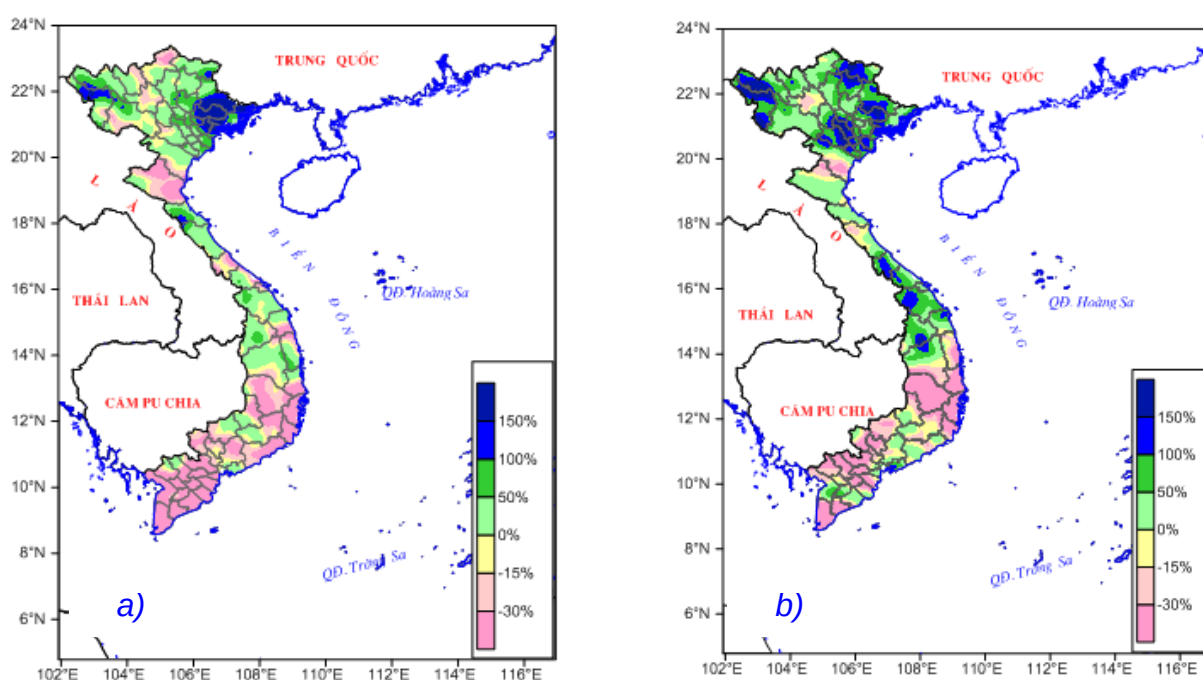
STT	Tỉnh, thành phố	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
1	Lai Châu	1,1	1,6	2,2	2,9 (2,0 - 4,0)	3,5	4,1	4,6	5,1	5,5 (4,0 - 6,0)
2	Điện Biên	1,3	1,9	2,7	3,5 (2,0 - 4,0)	4,2	5,0	5,6	6,2	6,7 (4,0 - 7,0)
3	Sơn La	1,0	1,4	2,0	2,5 (1,0 - 4,0)	3,1	3,6	4,1	4,5	4,8 (3,0 - 7,0)
4	Hòa Bình	1,1	1,6	2,3	2,9 (2,0 - 4,0)	3,6	4,2	4,7	5,2	5,6 (4,0 - 6,0)
5	Hà Giang	1,2	1,8	2,6	3,3 (2,0 - 4,0)	4,0	4,7	5,3	5,9	6,4 (5,0 - 8,0)
6	Cao Bằng	1,1	1,6	2,2	2,9 (2,0 - 4,0)	3,5	4,1	4,6	5,1	5,5 (4,0 - 6,0)
7	Lào Cai	1,0	1,5	2,1	2,7 (2,0 - 4,0)	3,3	3,8	4,3	4,8	5,2 (5,0 - 6,0)
8	Yên Bái	1,3	1,8	2,6	3,3 (2,0 - 5,0)	4,1	4,7	5,3	5,9	6,4 (5,0 - 8,0)
9	Tuyên Quang	0,9	1,3	1,8	2,3 (2,0 - 4,0)	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5 (4,0 - 6,0)
10	Bắc Kạn	0,9	1,3	1,8	2,4 (2,0 - 3,0)	2,9	3,4	3,8	4,2	4,5 (4,0 - 6,0)
11	Thái Nguyên	1,4	2,0	2,9	3,7 (2,0 - 4,0)	4,5	5,2	5,9	6,5	7,1 (5,0 - 8,0)
12	Lạng Sơn	0,9	1,3	1,9	2,4 (1,0 - 3,0)	3,0	3,5	3,9	4,3	4,7 (3,0 - 6,0)
13	Phủ Thọ	1,2	1,7	2,4	3,1 (2,0 - 4,0)	3,8	4,4	5,0	5,5	6,0 (4,0 - 7,0)
14	Bắc Giang	0,8	1,3	1,9	2,6 (2,0 - 4,0)	3,4	4,1	4,8	5,4	6,0 (4,0 - 7,0)
15	Quảng Ninh	1,3	1,9	2,7	3,5 (3,0 - 4,0)	4,3	5,0	5,6	6,2	6,7 (4,0 - 7,0)
16	Vĩnh Phúc	1,2	1,8	2,5	3,3 (3,0 - 4,0)	4,0	4,6	5,2	5,8	6,3 (5,0 - 7,0)
17	Bắc Ninh	1,3	1,9	2,6	3,4 (3,0 - 4,0)	4,1	4,8	5,5	6,0	6,5 (5,0 - 8,0)
18	Hà Nội	1,3	1,9	2,7	3,4 (3,0 - 4,0)	4,2	4,9	5,5	6,1	6,6 (6,0 - 8,0)
19	Hưng Yên	1,4	2,1	2,9	3,8 (3,0 - 4,0)	4,6	5,3	6,0	6,6	7,2 (5,0 - 8,0)
20	Hải Dương	1,1	1,6	2,3	2,9 (2,0 - 4,0)	3,5	4,1	4,7	5,1	5,6 (5,0 - 6,0)
21	Hải Phòng	0,9	1,3	1,8	2,3 (2,0 - 4,0)	2,8	3,3	3,7	4,1	4,4 (4,0 - 6,0)
22	Hà Nam	1,1	1,7	2,4	3,0 (2,0 - 4,0)	3,7	4,3	4,9	5,4	5,8 (6,0 - 7,0)
23	Thái Bình	1,5	2,1	3,0	3,9 (3,0 - 4,0)	4,7	5,5	6,2	6,8	7,4 (6,0 - 8,0)
24	Nam Định	1,3	1,9	2,7	3,5 (2,0 - 4,0)	4,2	4,9	5,6	6,1	6,6 (5,0 - 7,0)
25	Ninh Bình	1,1	1,7	2,4	3,0 (2,0 - 4,0)	3,7	4,3	4,9	5,4	5,8 (5,0 - 7,0)
26	Thanh Hóa	1,1	1,7	2,4	3,1 (2,0 - 4,0)	3,7	4,4	4,9	5,4	5,9 (4,0 - 8,0)
27	Nghệ An	1,1	1,7	2,4	3,1 (2,0 - 4,0)	3,7	4,4	4,9	5,4	5,9 (4,0 - 7,0)
28	Hà Tĩnh	0,7	1,0	1,5	1,9 (1,0 - 3,0)	2,3	2,7	3,0	3,3	3,6 (3,0 - 6,0)
29	Quảng Bình	0,8	1,2	1,7	2,2 (2,0 - 3,0)	2,7	3,2	3,6	3,9	4,3 (3,0 - 6,0)
30	Quảng Trị	1,3	2,0	2,8	3,6 (2,0 - 4,0)	4,4	5,1	5,7	6,3	6,9 (4,0 - 7,0)
31	Thừa Thiên - Huế	1,4	2,1	2,9	3,8 (3,0 - 5,0)	4,6	5,3	6,0	6,6	7,2 (4,0 - 8,0)
32	Đà Nẵng	1,0	1,4	2,0	2,6 (2,0 - 4,0)	3,2	3,7	4,2	4,6	5,0 (4,0 - 6,0)
33	Quảng Nam	0,7	1,0	1,5	1,9 (1,0 - 3,0)	2,3	2,7	3,0	3,3	3,6 (2,0 - 5,0)
34	Quảng Ngãi	1,8	2,7	3,8	4,9 (2,0 - 6,0)	5,9	6,9	7,8	8,5	9,3 (5,0 - 10,0)
35	Bình Định	1,4	2,0	2,8	3,6 (2,0 - 4,0)	4,4	5,2	5,9	6,4	7,0 (5,0 - 8,0)
36	Phú Yên	1,4	2,0	2,8	3,6 (2,0 - 4,0)	4,4	5,2	5,8	6,4	6,9 (5,0 - 8,0)
37	Khánh Hòa	1,1	1,6	2,3	2,9 (1,0 - 3,0)	3,6	4,2	4,7	5,2	5,7 (3,0 - 6,0)
38	Ninh Thuận	0,8	1,1	1,5	2,0 (1,0 - 3,0)	2,4	2,8	3,2	3,5	3,8 (2,0 - 5,0)
39	Bình Thuận	0,6	0,8	1,2	1,5 (0,0 - 2,0)	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9 (1,0 - 4,0)
40	Kon Tum	0,4	0,6	0,9	1,1 (0,0 - 2,0)	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1 (1,0 - 5,0)
41	Gia Lai	0,8	1,1	1,6	2,1 (1,0 - 3,0)	2,5	2,9	3,3	3,6	3,9 (2,0 - 5,0)
42	Đắk Lắk	0,5	0,7	1,0	1,2 (0,0 - 2,0)	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4 (1,0 - 4,0)
43	Đắk Nông	0,3	0,5	0,7	0,9 (0,0 - 2,0)	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7 (1,0 - 3,0)
44	Lâm Đồng	0,1	0,2	0,2	0,3 (0,0 - 1,0)	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6 (0,0 - 2,0)
45	Tây Ninh	0,8	1,2	1,7	2,2 (1,0 - 3,0)	2,7	3,1	3,5	3,8	4,2 (3,0 - 5,0)
46	Bình Dương	0,7	1,0	1,4	1,8 (1,0 - 3,0)	2,3	2,6	2,9	3,3	3,5 (3,0 - 5,0)
47	Bình Phước	0,6	0,8	1,2	1,5 (1,0 - 2,0)	1,9	2,2	2,4	2,7	2,9 (2,0 - 4,0)
48	Tp. Hồ Chí Minh	0,8	1,1	1,6	2,1 (2,0 - 3,0)	2,6	3,0	3,4	3,7	4,0 (3,0 - 5,0)
49	Đồng Nai	1,0	1,4	2,0	2,5 (0,0 - 3,0)	3,1	3,6	4,0	4,4	4,8 (1,0 - 5,0)
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	1,1	1,6	2,2	2,9 (1,0 - 3,0)	3,5	4,1	4,6	5,0	5,5 (2,0 - 6,0)
51	Long An	1,6	2,3	3,2	4,2 (1,0 - 5,0)	5,1	5,9	6,7	7,4	8,0 (4,0 - 8,0)
52	Đồng Tháp	1,3	1,9	2,6	3,4 (3,0 - 5,0)	4,1	4,8	5,4	6,0	6,5 (6,0 - 8,0)
53	Tiền Giang	0,8	1,2	1,7	2,1 (2,0 - 4,0)	2,6	3,0	3,4	3,8	4,1 (4,0 - 7,0)
54	Bến Tre	1,3	1,8	2,6	3,3 (2,0 - 4,0)	4,0	4,7	5,3	5,8	6,3 (4,0 - 7,0)
55	Vĩnh Long	1,1	1,6	2,2	2,9 (2,0 - 4,0)	3,5	4,1	4,6	5,1	5,5 (4,0 - 6,0)
56	Trà Vinh	0,9	1,3	1,8	2,3 (2,0 - 4,0)	2,8	3,2	3,7	4,0	4,4 (4,0 - 6,0)
57	An Giang	1,1	1,7	2,4	3,0 (2,0 - 4,0)	3,7	4,3	4,9	5,4	5,8 (5,0 - 7,0)
58	Cần Thơ	1,2	1,8	2,5	3,2 (3,0 - 4,0)	3,9	4,5	5,1	5,6	6,1 (5,0 - 7,0)
59	Hậu Giang	1,1	1,7	2,3	3,0 (2,0 - 4,0)	3,7	4,3	4,8	5,3	5,8 (5,0 - 7,0)
60	Sóc Trăng	1,1	1,7	2,4	3,0 (2,0 - 4,0)	3,7	4,3	4,9	5,4	5,8 (5,0 - 6,0)
61	Bạc Liêu	1,0	1,5	2,1	2,7 (2,0 - 3,0)	3,3	3,9	4,4	4,8	5,2 (4,0 - 6,0)
62	Kiên Giang	1,0	1,5	2,1	2,8 (2,0 - 3,0)	3,4	3,9	4,4	4,9	5,3 (4,0 - 6,0)
63	Cà Mau	0,9	1,3	1,9	2,4 (2,0 - 3,0)	2,9	3,4	3,8	4,2	4,6 (4,0 - 5,0)

3.2.2. Lượng mưa ngày lớn nhất

Vào cuối thế kỷ 21, lượng mưa ngày lớn nhất ở Bắc Bộ có thể tăng khoảng 50% so với thời kỳ 1980-1999 và khoảng 20% ở Bắc Trung Bộ. Ngược lại, lượng mưa ngày lớn nhất giảm ở khu vực Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ, với mức giảm vào khoảng 10-30%. Tuy nhiên, ở các khu vực khác nhau lại có thể xuất hiện lượng mưa ngày dị thường với lượng mưa gấp đôi so với kỷ lục hiện nay (Bảng 3.3, Hình 3.48).

Bảng 3.3. Mức thay đổi lượng mưa ngày lớn nhất (%) vào cuối thế kỷ 21 so với thời kỳ 1980-1999

Đặc trưng	Tây Bắc Bộ	Đông Bắc Bộ	Đồng bằng Bắc Bộ	Bắc Trung Bộ	Nam Trung Bộ	Tây Nguyên	Nam Bộ
Kỷ lục tuyệt đối	126	87	108	12	-40	0	-40
Trung bình	50	58	56	20	-35	-10	-20

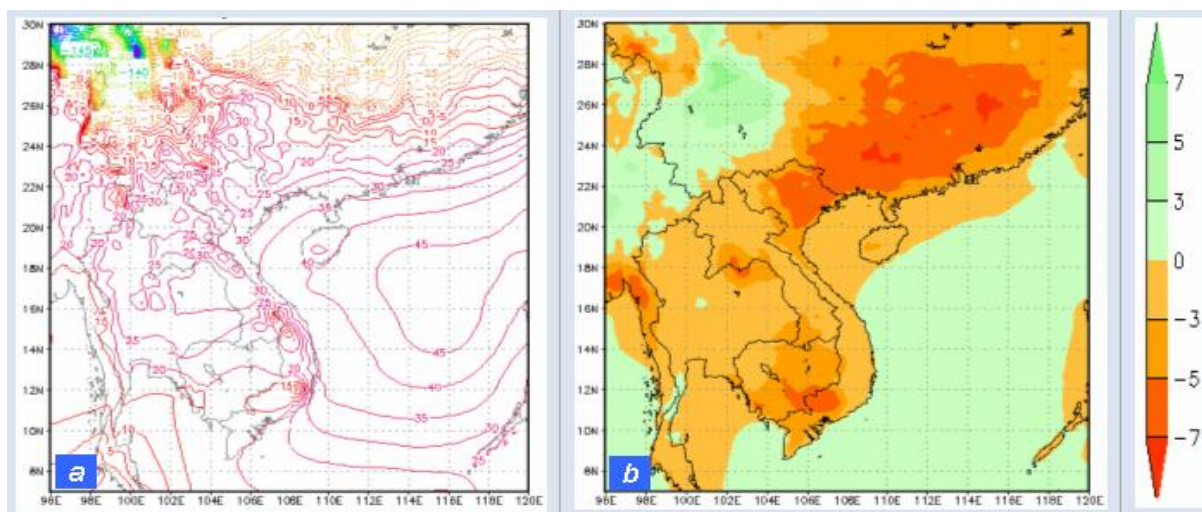


Hình 3.48. Mức thay đổi lượng mưa ngày lớn nhất (%) vào giữa (a) và cuối thế kỷ 21 (b) theo kịch bản phát thải trung bình

3.3. Kịch bản biến đổi khí hậu đối với khí áp và độ ẩm

Theo kịch bản phát thải trung bình, vào cuối thế kỷ 21, khí áp bề mặt có thể tăng trên toàn lãnh thổ nước ta với mức tăng khoảng từ 20-30hpa; trên khu vực giữa Biển Đông tăng khoảng 30-40hpa (Hình 3.49a).

Độ ẩm tương đối trung bình năm có khả năng giảm trên phạm vi cả nước trong các thời kỳ khác nhau của thế kỷ 21 với mức giảm phổ biến từ 3-7%. Khu vực Đông Bắc Bộ, Đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ là những nơi có độ ẩm tương đối trung bình năm giảm nhiều nhất (Hình 3.49b).



Hình 3.49. Mức thay đổi khí áp trung bình bề mặt (a) và độ ẩm tương đối trung bình bề mặt (b) vào cuối thế kỷ 21 theo kịch bản phát thải trung bình

3.4. Kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam

Các kịch bản phát thải khí nhà kính được lựa chọn để tính toán, xây dựng kịch bản nước biển dâng cho Việt Nam là kịch bản phát thải thấp (kịch bản B1), kịch bản phát thải trung bình của nhóm các kịch bản phát thải trung bình (kịch bản B2) và kịch bản phát thải cao nhất của nhóm các kịch bản phát thải cao (kịch bản A1FI). Các kịch bản nước biển dâng được xây dựng cho bảy khu vực bờ biển của Việt Nam, bao gồm: (1) Khu vực bờ biển từ Móng Cái đến Hòn Dấu; (2) Khu vực bờ biển từ Hòn Dấu đến Đèo Ngang; (3) Khu vực bờ biển từ Đèo Ngang đến đèo Hải Vân; (4) Khu vực bờ biển từ Đèo Hải Vân đến Mũi Đại Lãnh; (5) Khu vực bờ biển từ Mũi Đại Lãnh đến Mũi Kê Gà; (6) Khu vực bờ biển từ Mũi Kê Gà đến Mũi Cà Mau; và (7) Khu vực bờ biển từ Mũi Cà Mau đến Hà Tiên (Bảng 3.4-3.6 và Hình 3.50).

- Theo kịch bản phát thải thấp (B1): Vào giữa thế kỷ 21, trung bình trên toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 18-25cm. Đến cuối thế kỷ 21, mực nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 54-72cm; thấp nhất ở khu vực Móng Cái trong khoảng từ 42-57cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 49-64cm.

Bảng 3.4. Mực nước biển dâng theo kịch bản phát thải thấp (cm)

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

- Theo kịch bản phát thải trung bình (B2): Vào giữa thế kỷ 21, trung bình trên toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 24-27cm. Đến cuối thế kỷ 21, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 62-82cm; thấp nhất ở khu vực Móng Cái trong khoảng từ 49-64cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 57-73cm.

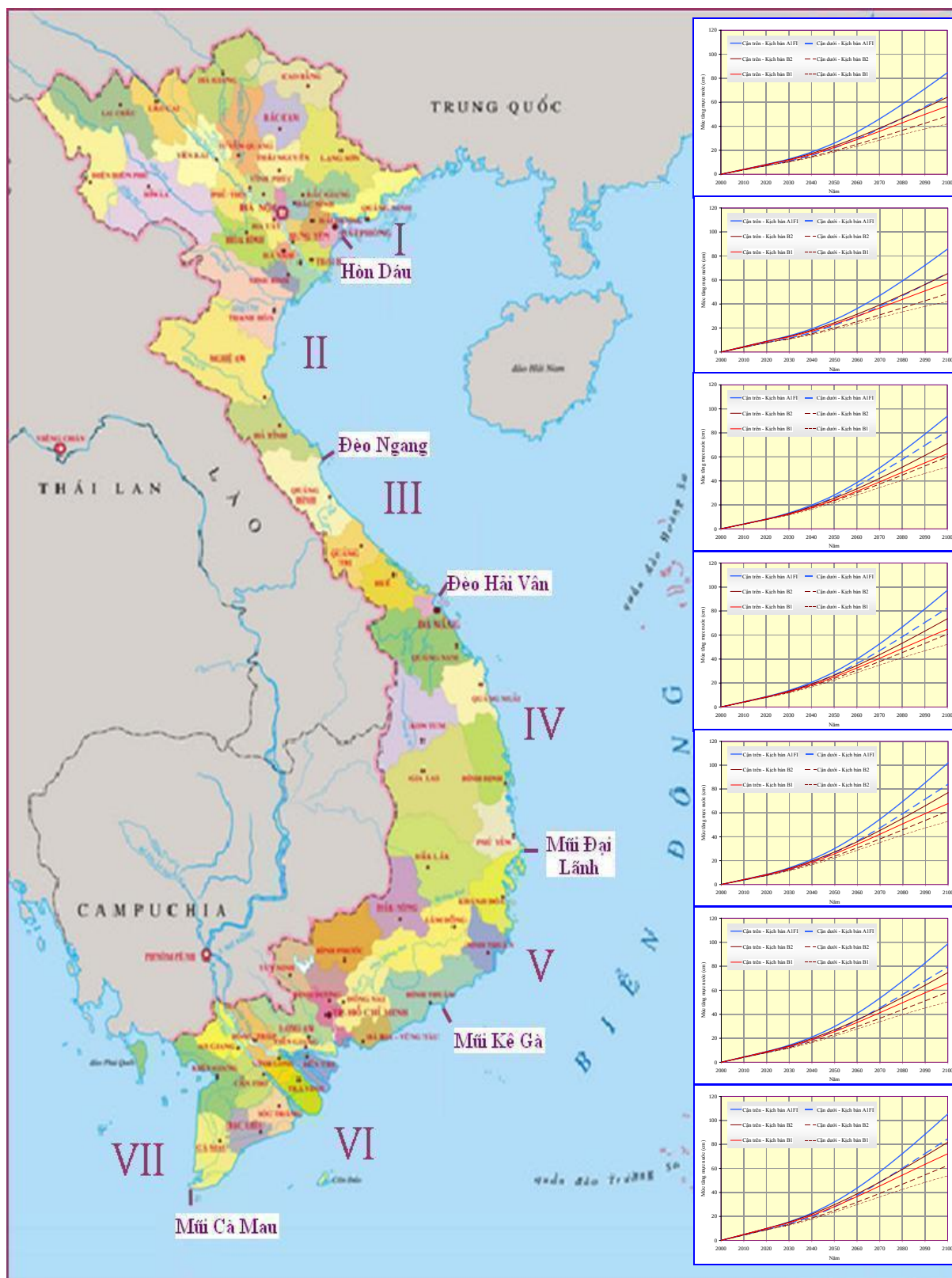
Bảng 3.5. Mực nước biển dâng theo kịch bản phát thải trung bình (cm)

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	7-8	11-12	15-17	20-24	25-31	31-38	36-47	42-55	49-64
Hòn Dấu-Đèo Ngang	7-8	11-13	15-18	20-24	25-32	31-39	37-48	43-56	49-65
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	8-9	12-13	17-19	23-25	30-33	37-42	45-51	52-61	60-71
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	8-9	12-13	18-19	24-26	31-35	38-44	45-53	53-63	61-74
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	8-9	12-13	17-20	24-27	31-36	38-45	46-55	54-66	62-77
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	8-9	12-14	17-20	23-27	30-35	37-44	44-54	51-64	59-75
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	9-10	13-15	19-22	25-30	32-39	39-49	47-59	55-70	62-82

- Theo kịch bản phát thải cao (A1FI): Vào giữa thế kỷ 21, trung bình trên toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 26-29cm. Đến cuối thế kỷ 21, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 85-105cm; thấp nhất ở khu vực Móng Cái trong khoảng từ 66-85cm. Trung bình toàn Việt Nam, mực nước biển dâng trong khoảng từ 78-95cm.

Bảng 3.6. Mực nước biển dâng theo kịch bản phát thải cao (cm)

Khu vực	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Móng Cái-Hòn Dấu	7-8	11-13	16-18	22-26	29-35	38-46	47-58	56-71	66-85
Hòn Dấu-Đèo Ngang	8-9	12-14	16-19	22-27	30-36	38-47	47-59	56-72	66-86
Đèo Ngang-Đèo Hải Vân	8-9	13-14	19-20	26-28	36-39	46-51	58-64	70-79	82-94
Đèo Hải Vân-Mũi Đại Lãnh	8-9	13-14	19-21	27-29	36-40	47-53	58-67	70-82	83-97
Mũi Đại Lãnh-Mũi Kê Gà	8-9	13-14	19-21	27-30	37-42	48-55	59-70	72-85	84-102
Mũi Kê Gà-Mũi Cà Mau	8-9	13-14	19-21	26-30	35-41	45-53	56-68	68-83	79-99
Mũi Cà Mau-Kiên Giang	9-10	14-15	20-23	28-32	38-44	48-57	60-72	72-88	85-105



Hình 3.50. Kịch bản nước biển dâng cho các khu vực ven biển Việt Nam

4. NGUY CƠ NGẬP THEO CÁC MỨC NƯỚC BIỂN DÂNG

Kết quả xác định vùng có nguy cơ bị ngập theo các mức nước biển dâng cho thấy: Nếu mức nước biển dâng 1m, khoảng 39% diện tích đồng bằng sông Cửu Long, trên 10% diện tích đồng bằng sông Hồng và trên 2,5% diện tích thuộc các tỉnh ven biển miền Trung có nguy cơ bị ngập. Khu vực thành phố Hồ Chí Minh có nguy cơ bị ngập là trên 20% diện tích (Bảng 4.1).

Bảng 4.1. Diện tích có nguy cơ bị ngập theo các mức nước biển dâng (% diện tích)

Mức nước dâng (m)	Đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh	Ven biển miền Trung	Thành phố Hồ Chí Minh	Đồng bằng sông Cửu Long
0,50	4,1	0,7	13,3	5,4
0,60	5,3	0,9	14,6	9,8
0,70	6,3	1,2	15,8	15,8
0,80	8,0	1,6	17,2	22,4
0,90	9,2	2,1	18,6	29,8
1,00	10,5	2,5	20,1	39,0
1,20	13,9	3,6	23,2	58,8
1,50	19,7	5,3	28,1	78,5
2,00	29,8	7,9	36,2	92,1

Kết quả tính toán trên cơ sở số liệu về giao thông của Nhà xuất bản Bản đồ năm 2005 cho thấy, nếu mức nước biển dâng 1m thì cả nước có khoảng trên 4% hệ thống đường sắt, trên 9% hệ thống quốc lộ và khoảng 12% hệ thống tỉnh lộ sẽ bị ảnh hưởng. Đối với khu vực đồng bằng sông Cửu Long, hệ thống giao thông bị ảnh hưởng nặng nhất với khoảng 28% quốc lộ và 27% tỉnh lộ. Hệ thống giao thông khu vực ven biển miền Trung có gần 4% quốc lộ, gần 5% tỉnh lộ và trên 4% hệ thống đường sắt bị ảnh hưởng. Riêng khu vực đồng bằng sông Hồng có khoảng 5% quốc lộ, trên 6% tỉnh lộ và gần 4% đường sắt bị ảnh hưởng (Bảng 4.2, 4.3, 4.4).

Đồng thời theo số liệu dân số của Tổng cục Thống kê năm 2010 thì gần 35% dân số thuộc các tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long, trên 9% dân số vùng đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh bị ảnh hưởng trực tiếp, riêng thành phố Hồ Chí Minh khoảng 7% và các tỉnh ven biển miền Trung gần 9% dân số bị ảnh hưởng (Bảng 4.5).

Bảng 4.2. Tỷ lệ chiều dài quốc lộ có nguy cơ bị ảnh hưởng theo các mực nước biển dâng (%)

Mực nước dâng (m)	Đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh	Ven biển miền Trung	Thành phố Hồ Chí Minh	Đồng bằng sông Cửu Long
0,50	1,9	0,6	5,9	4,9
0,60	2,2	1,0	7,0	8,2
0,70	2,8	1,4	8,3	12,0
0,80	3,4	1,8	8,9	14,3
0,90	4,1	2,7	10,1	20,2
1,00	5,1	3,6	11,4	27,8
1,20	7,4	6,3	14,2	45,4
1,50	11,6	10,8	19,2	64,0
2,00	19,9	18,6	28,0	83,7

Bảng 4.3. Tỷ lệ chiều dài tỉnh lộ có nguy cơ bị ảnh hưởng theo các mực nước biển dâng (%)

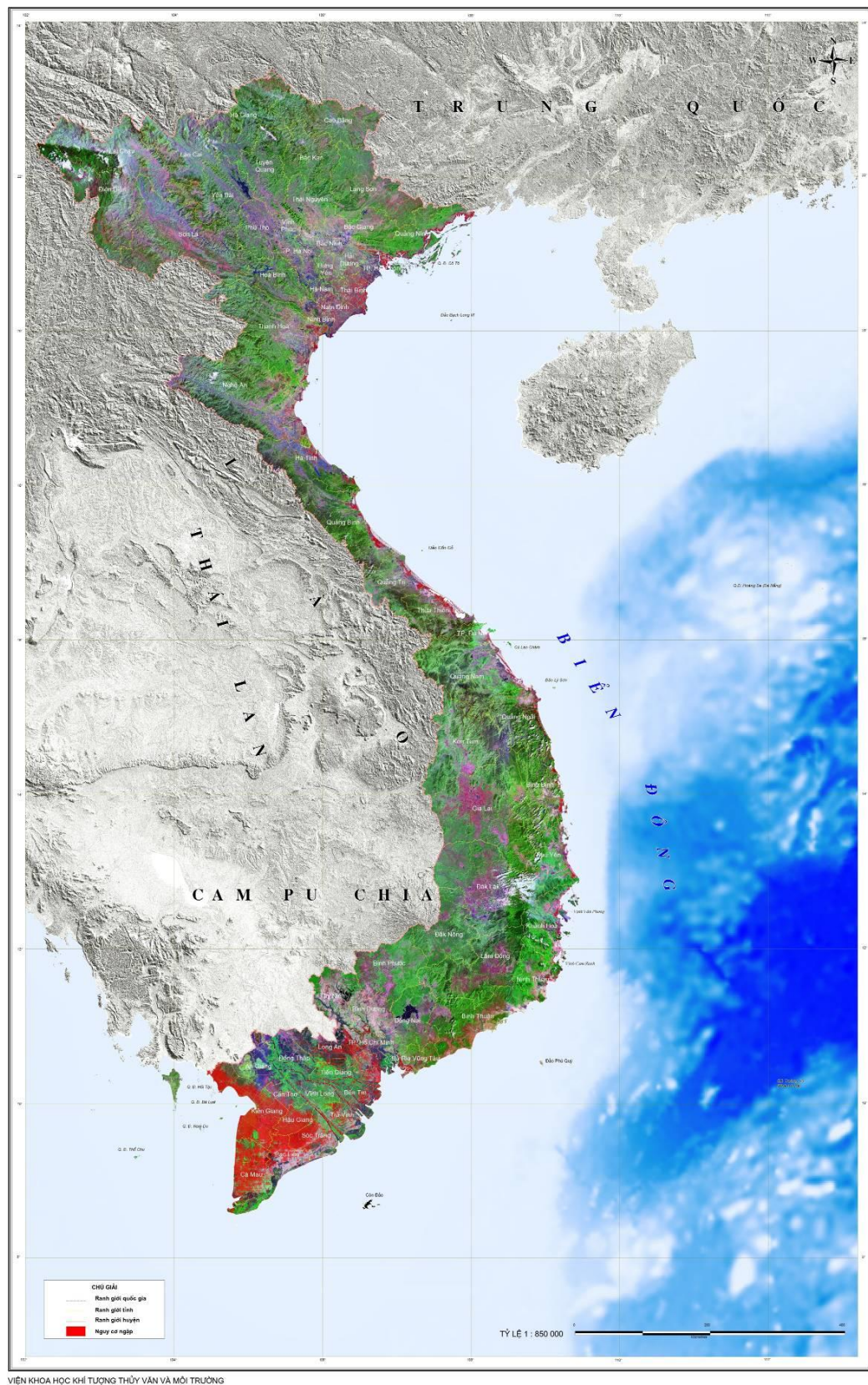
Mực nước dâng (m)	Đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh	Ven biển miền Trung	Thành phố Hồ Chí Minh	Đồng bằng sông Cửu Long
0,50	2,2	0,6	5,6	3,3
0,60	2,6	1,1	6,2	6,7
0,70	3,5	1,7	6,8	11,1
0,80	4,0	2,3	7,2	13,4
0,90	5,1	3,4	7,9	19,0
1,00	6,3	4,5	8,8	26,8
1,20	9,2	7,5	10,7	43,6
1,50	16,0	11,7	13,9	63,4
2,00	29,5	18,3	19,1	80,3

Bảng 4.4. Tỷ lệ chiều dài đường sắt có nguy cơ bị ảnh hưởng theo các mực nước biển dâng (%)

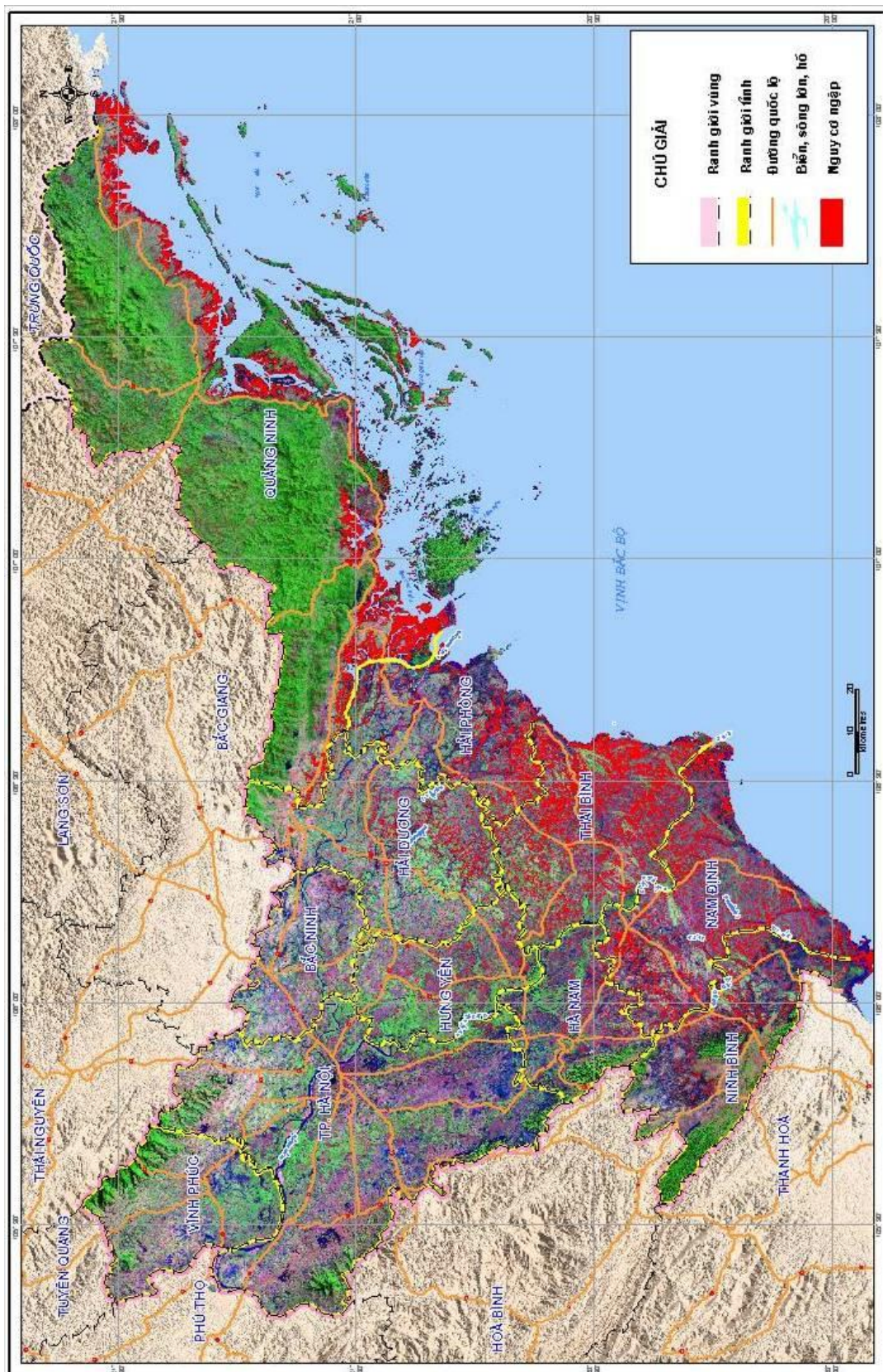
Mực nước dâng (m)	Đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh	Ven biển miền Trung	Thành phố Hồ Chí Minh	Đồng bằng sông Cửu Long
0,50	1,3	1,0	1,7	-
0,60	1,6	1,3	3,4	-
0,70	1,9	1,9	4,1	-
0,80	2,3	2,3	4,4	-
0,90	2,9	3,2	5,3	-
1,00	3,7	4,4	6,2	-
1,20	5,6	8,2	9,2	-
1,50	8,8	15,1	13,4	-
2,00	16,2	26,4	21,2	-

Bảng 4.5. Tỷ lệ số dân có nguy cơ bị ảnh hưởng trực tiếp (so với tổng dân số vùng) theo các mực nước biển dâng (%)

Mực nước dâng (m)	Đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh	Ven biển miền Trung	Thành phố Hồ Chí Minh	Đồng bằng sông Cửu Long
0,50	3,4	2,4	4,5	5,3
0,60	4,1	3,5	5,0	9,3
0,70	5,2	4,4	5,4	14,7
0,80	6,5	6,0	5,9	20,4
0,90	7,9	7,5	6,5	26,8
1,00	9,4	8,9	7,0	34,6
1,20	12,9	13,6	8,2	51,6
1,50	19,6	20,4	10,1	71,4
2,00	31,5	31,7	13,7	87,2



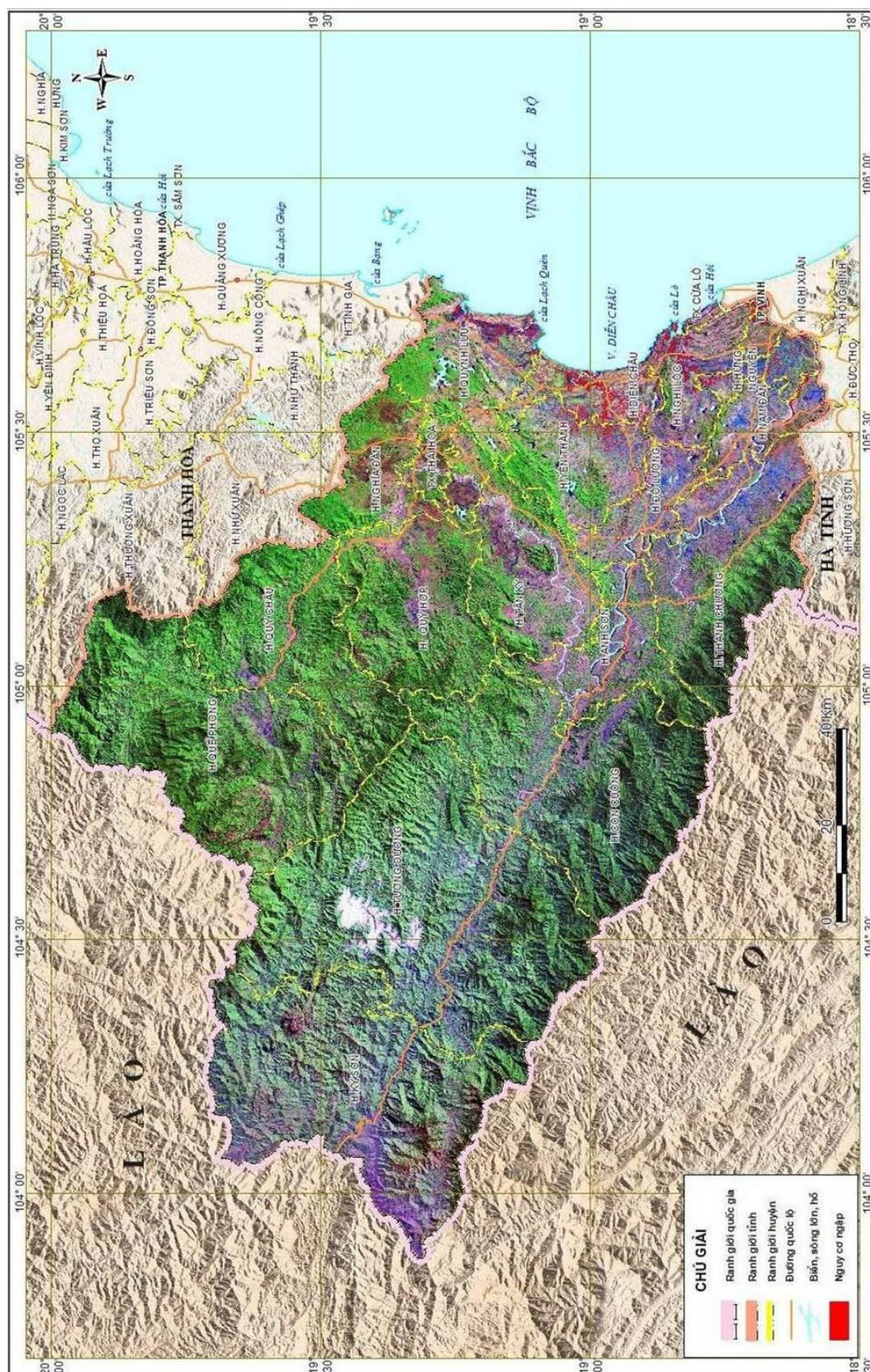
**Hình 4.1. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực ven biển Việt Nam
ứng với mực nước biển dâng 1m**



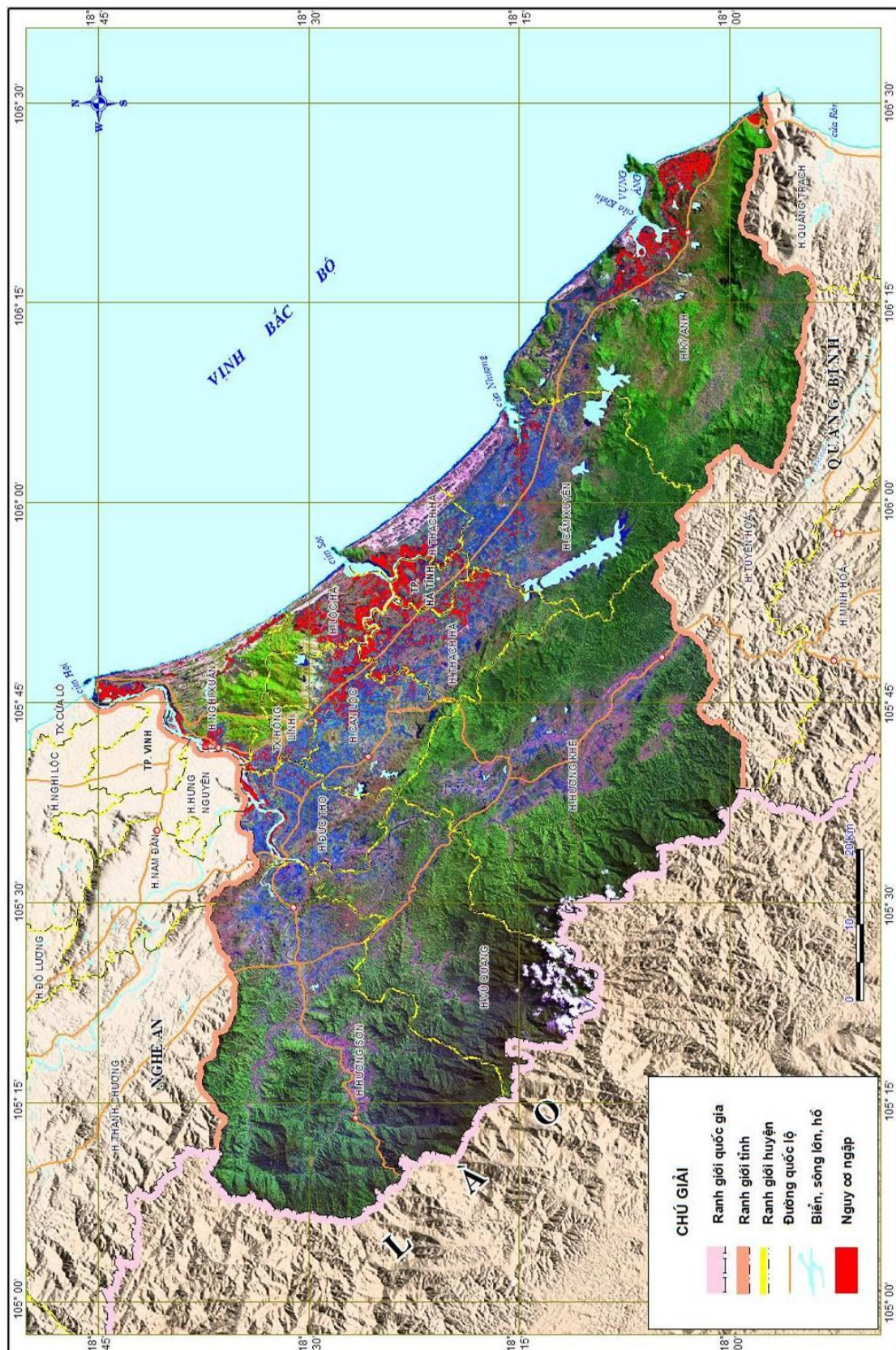
Hình 4.2. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực đồng bằng sông Hồng và Quảng Ninh ứng với mực nước biển dâng 1m



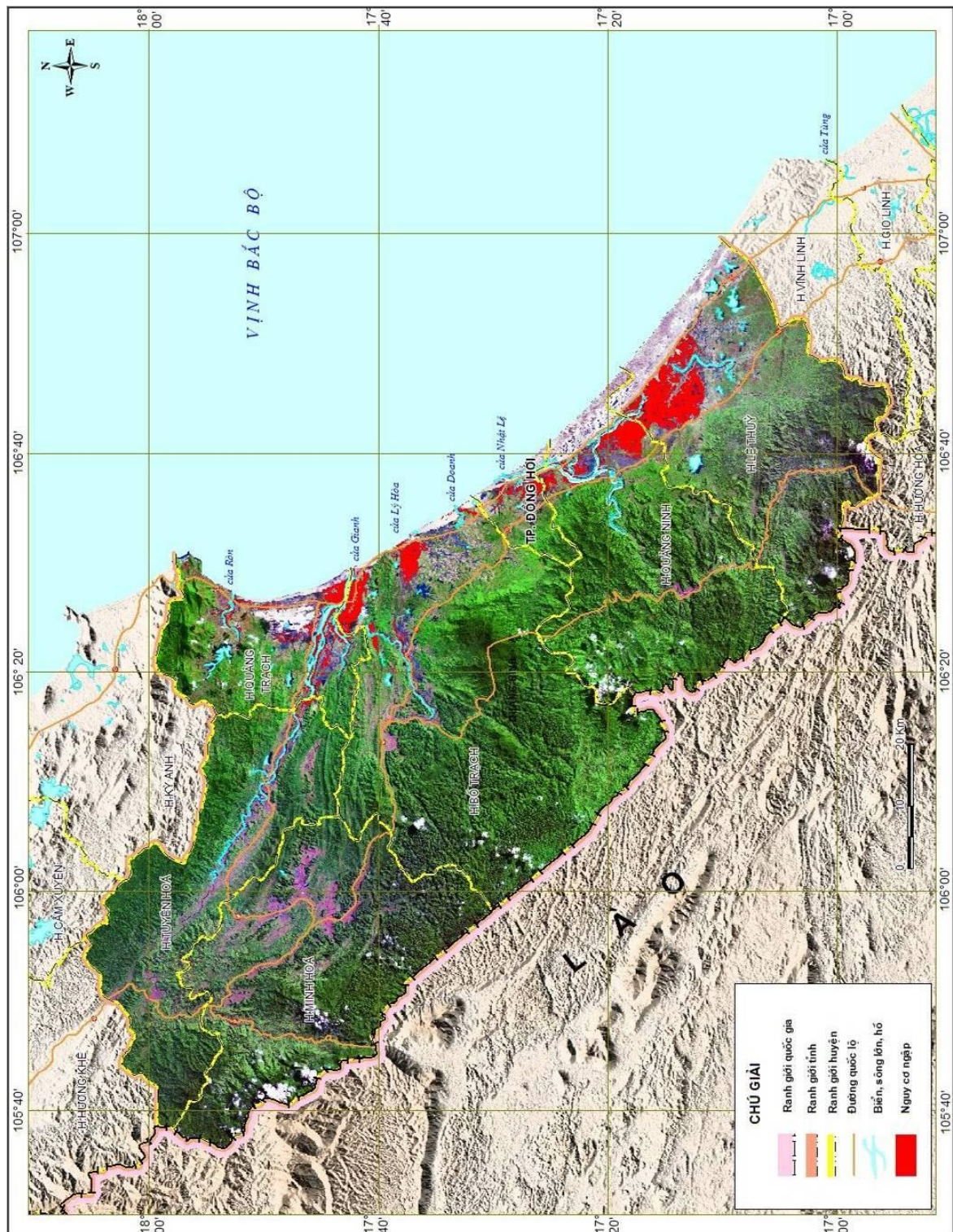
Hình 4.3. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Thanh Hóa
ứng với mực nước biển dâng 1m



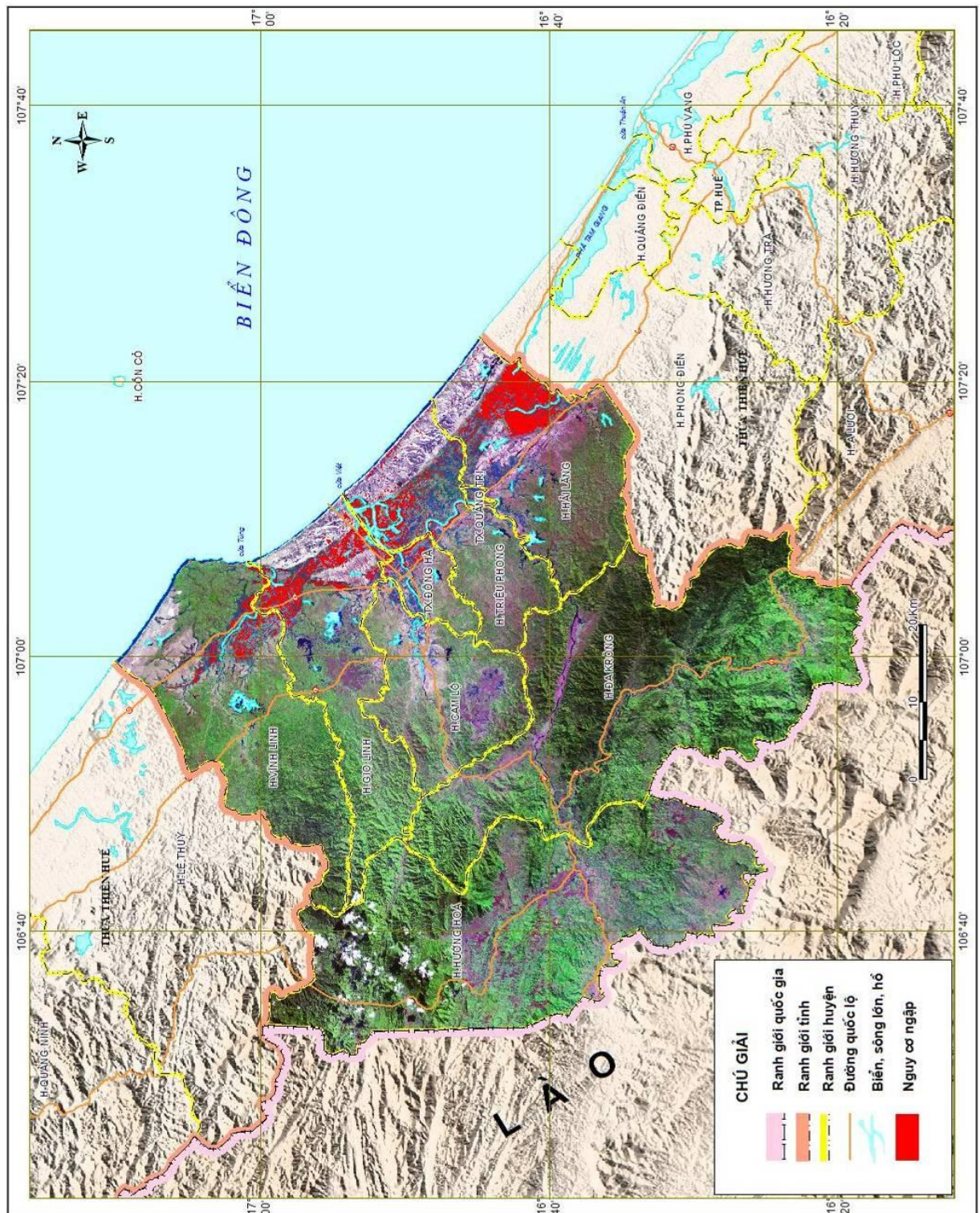
Hình 4.4. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Nghệ An
ứng với mực nước biển dâng 1m



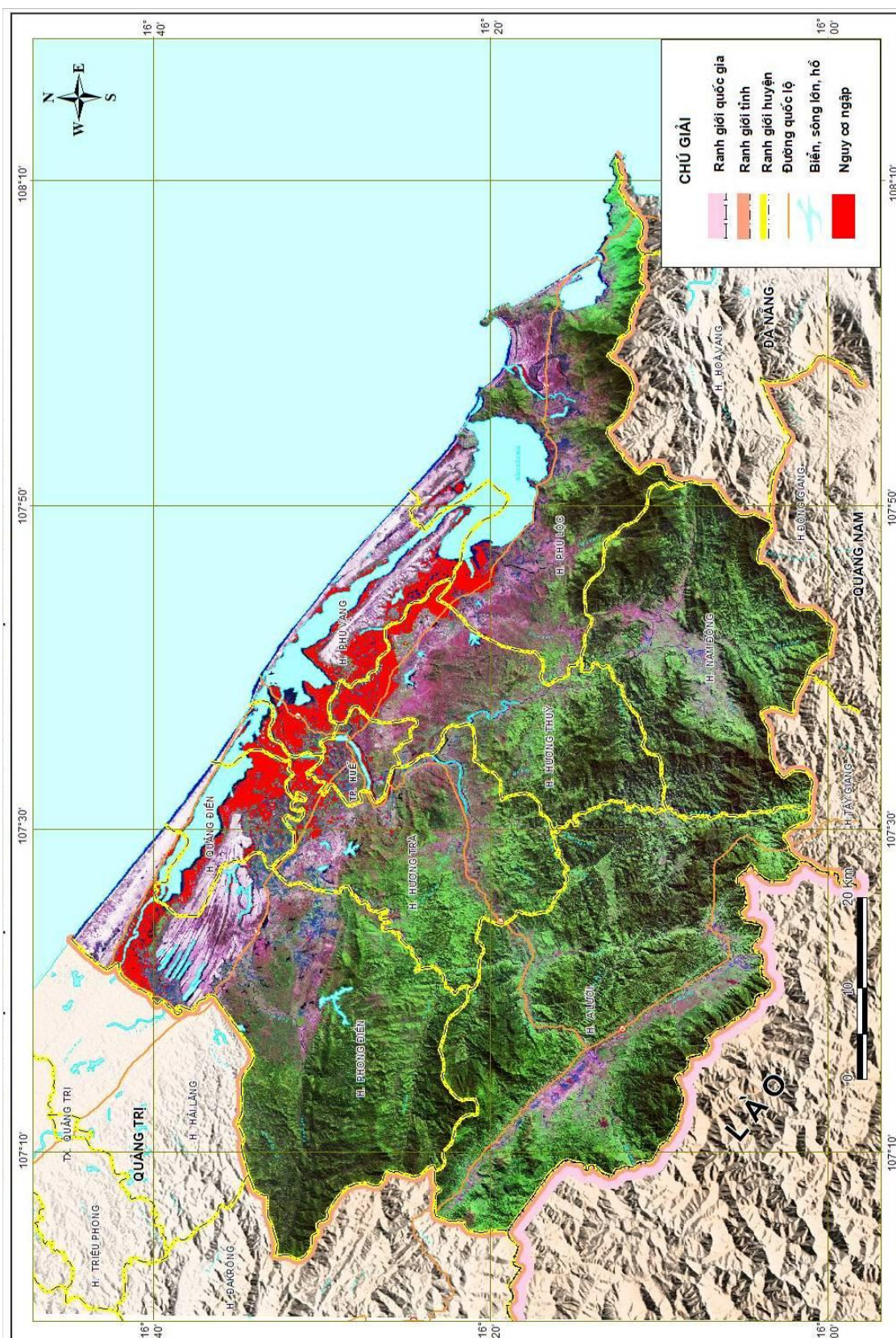
Hình 4.5. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Hà Tĩnh
ứng với mực nước biển dâng 1m



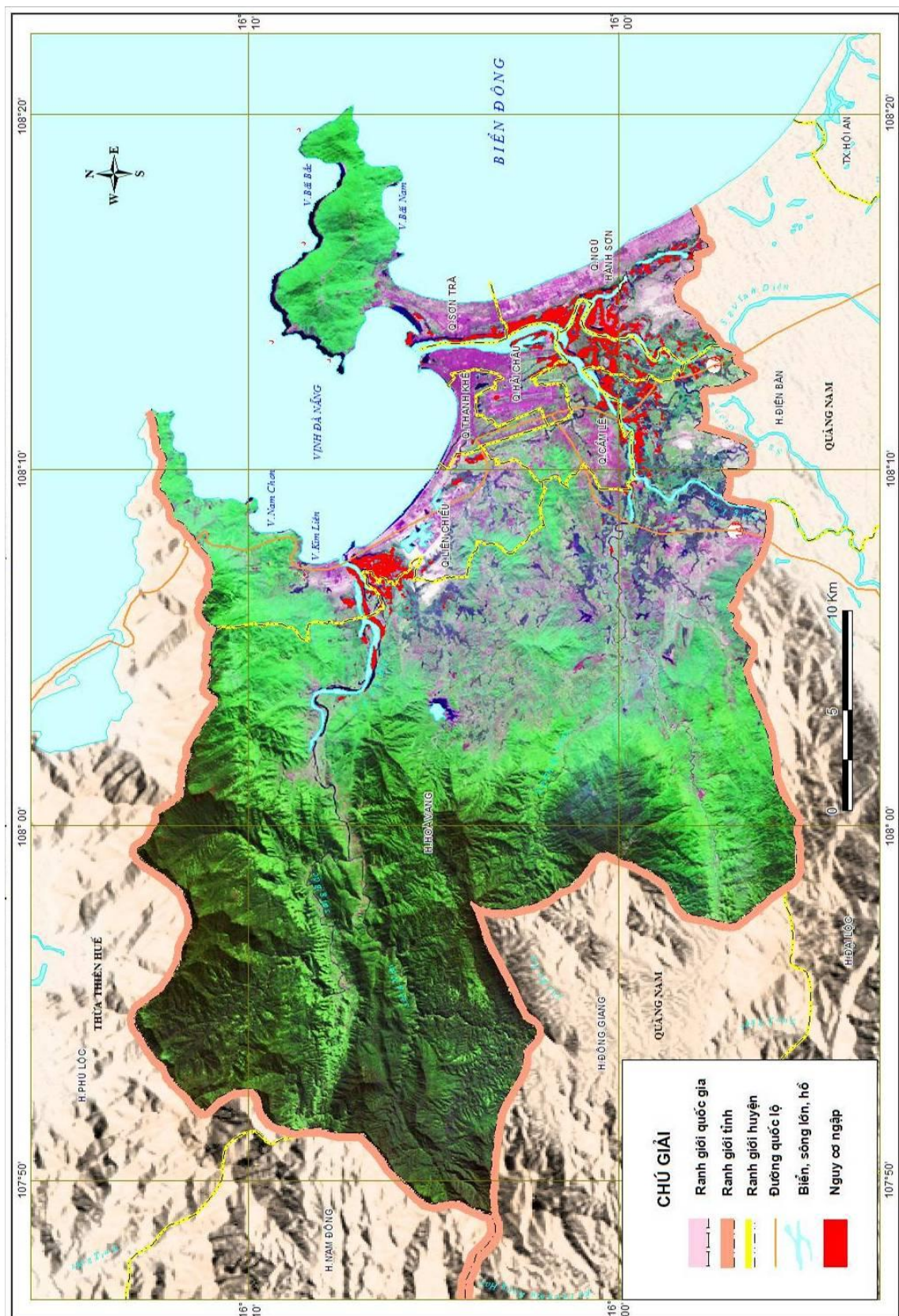
Hình 4.6. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Quảng Bình
ứng với mực nước biển dâng 1m



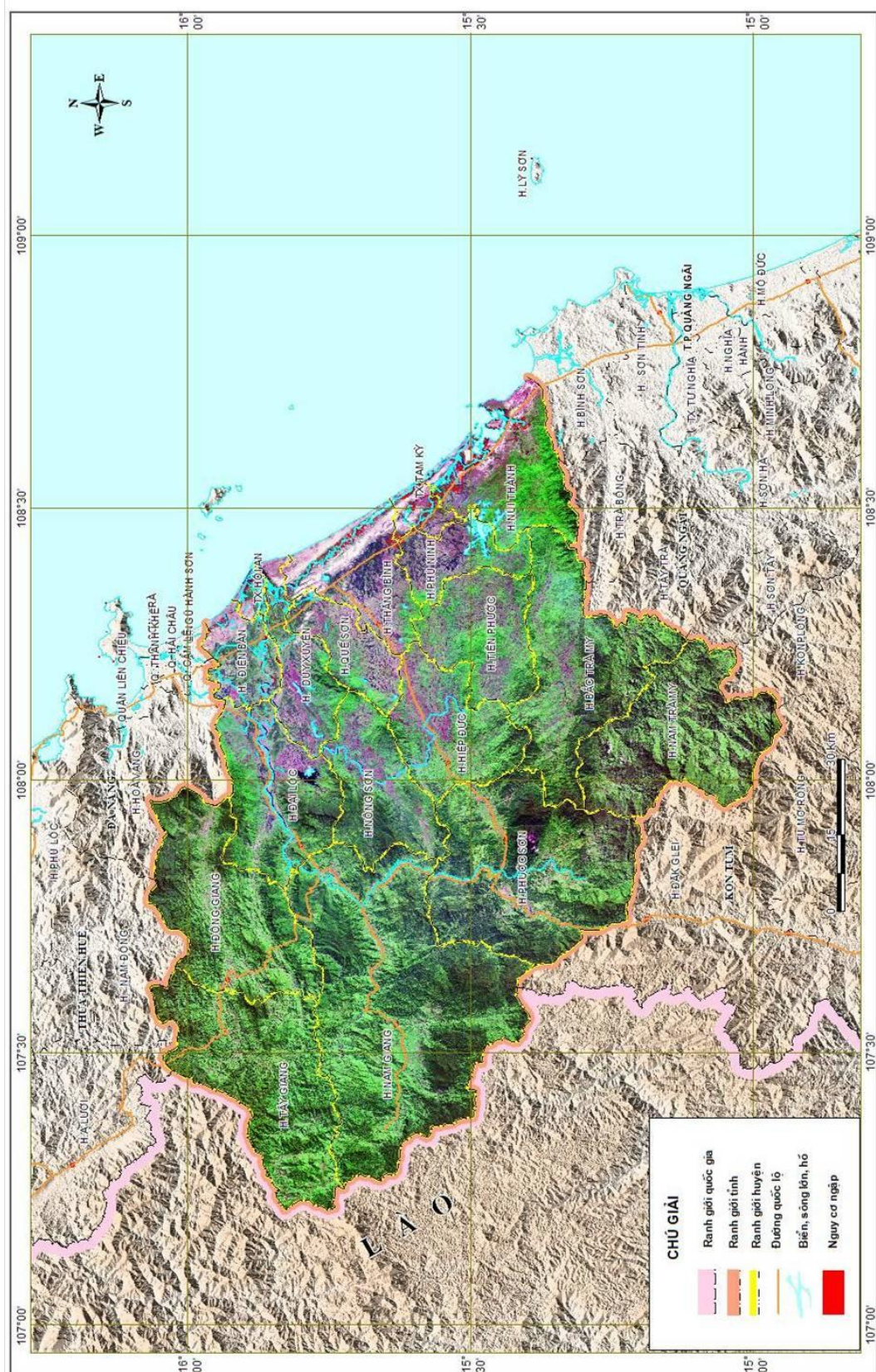
Hình 4.7. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Quảng Trị
ứng với mực nước biển dâng 1m



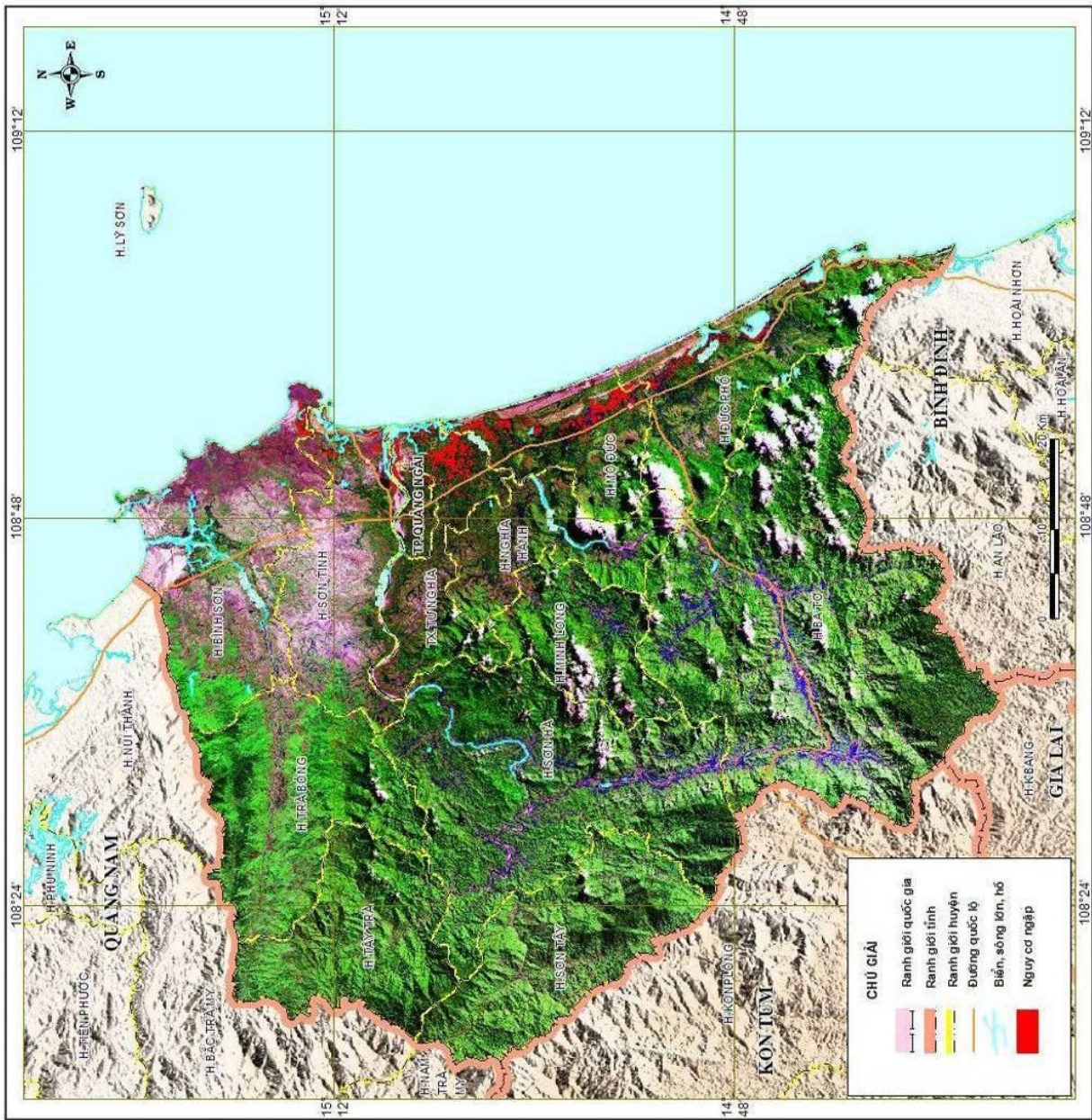
Hình 4.8. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Thừa Thiên - Huế
ứng với mực nước biển dâng 1m



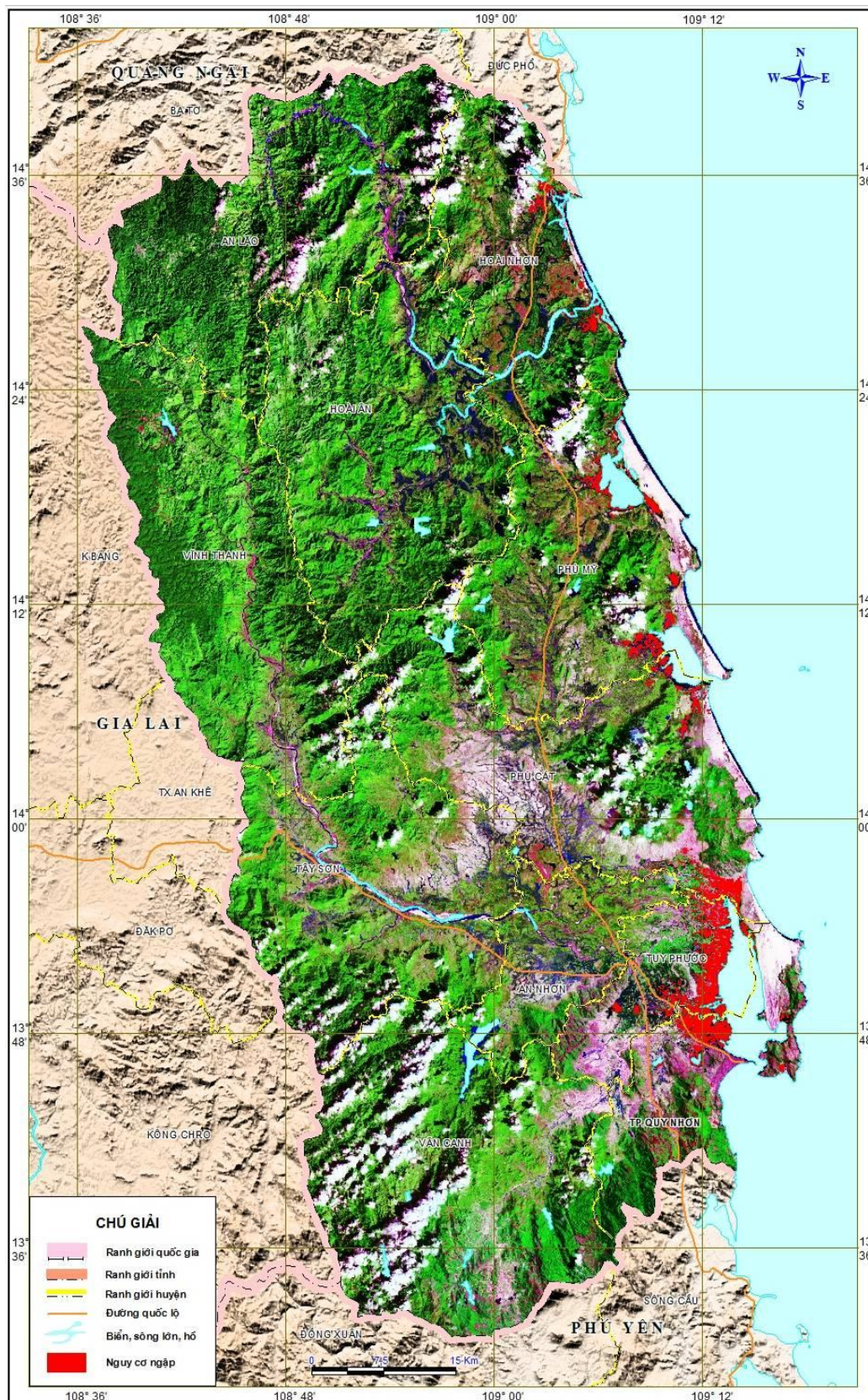
Hình 4.9. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực thành phố Đà Nẵng ứng với mực nước biển dâng 1m



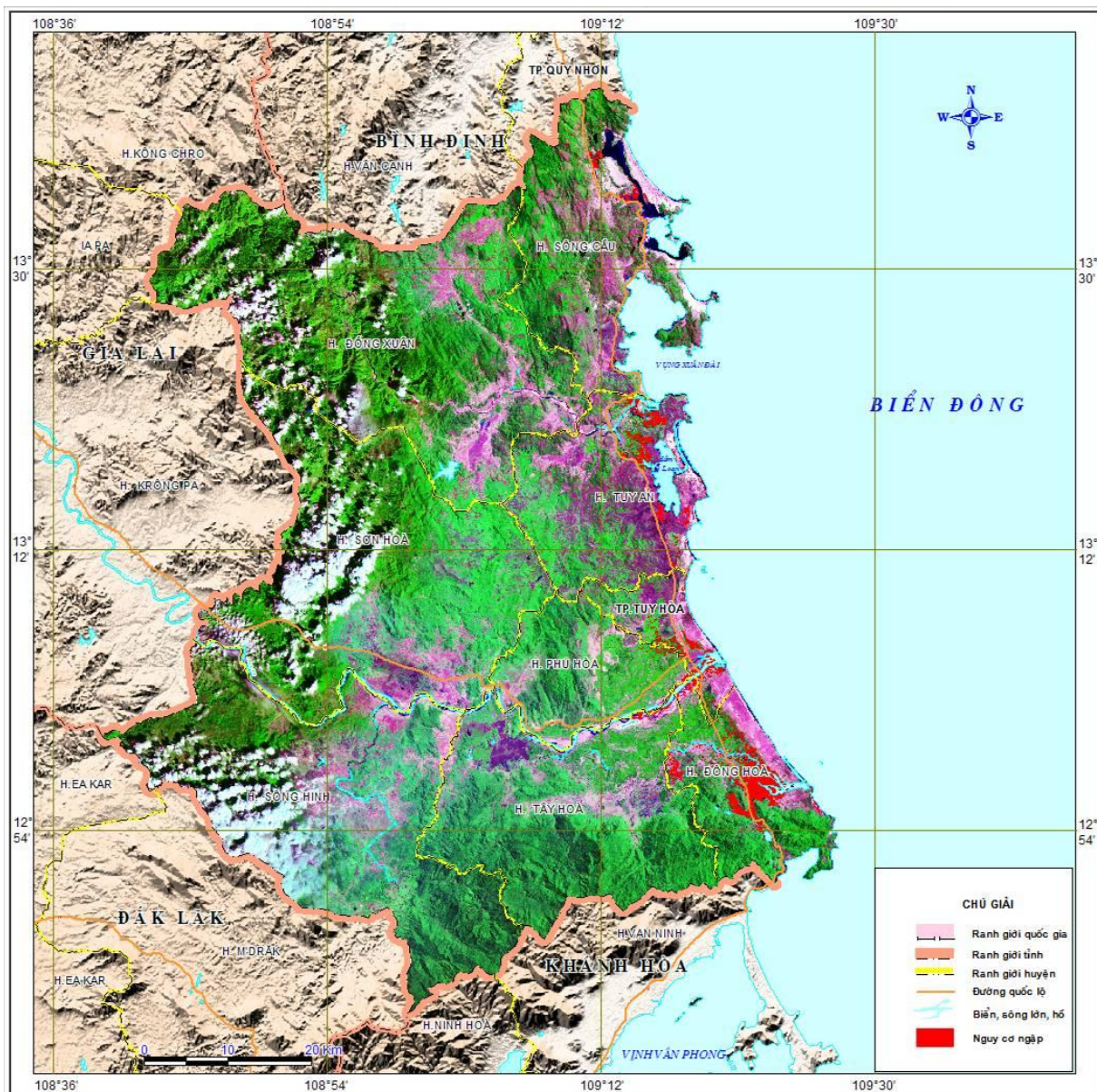
Hình 4.10. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Quảng Nam
ứng với mực nước biển dâng 1m



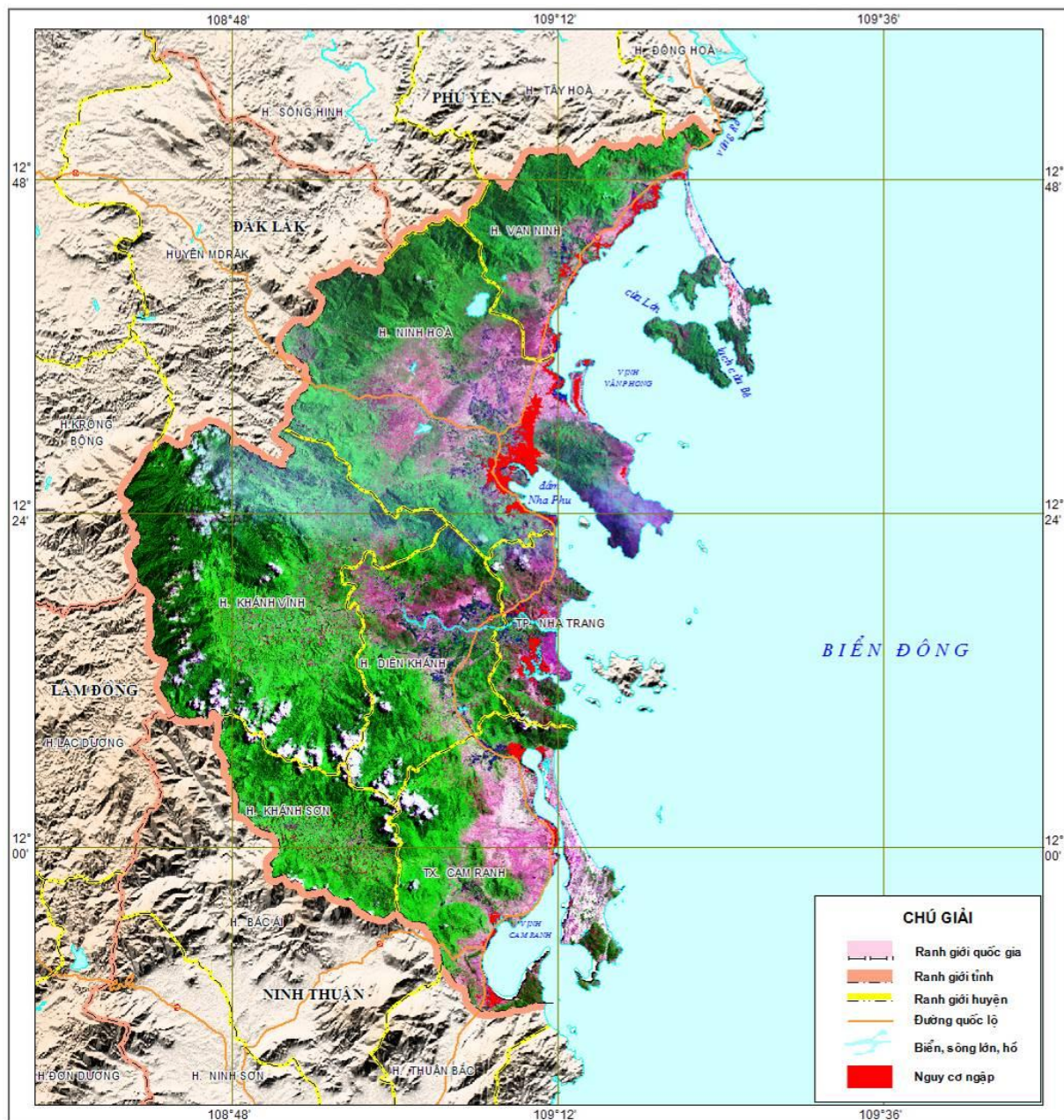
Hình 4.11. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Quảng Ngãi
ứng với mực nước biển dâng 1m



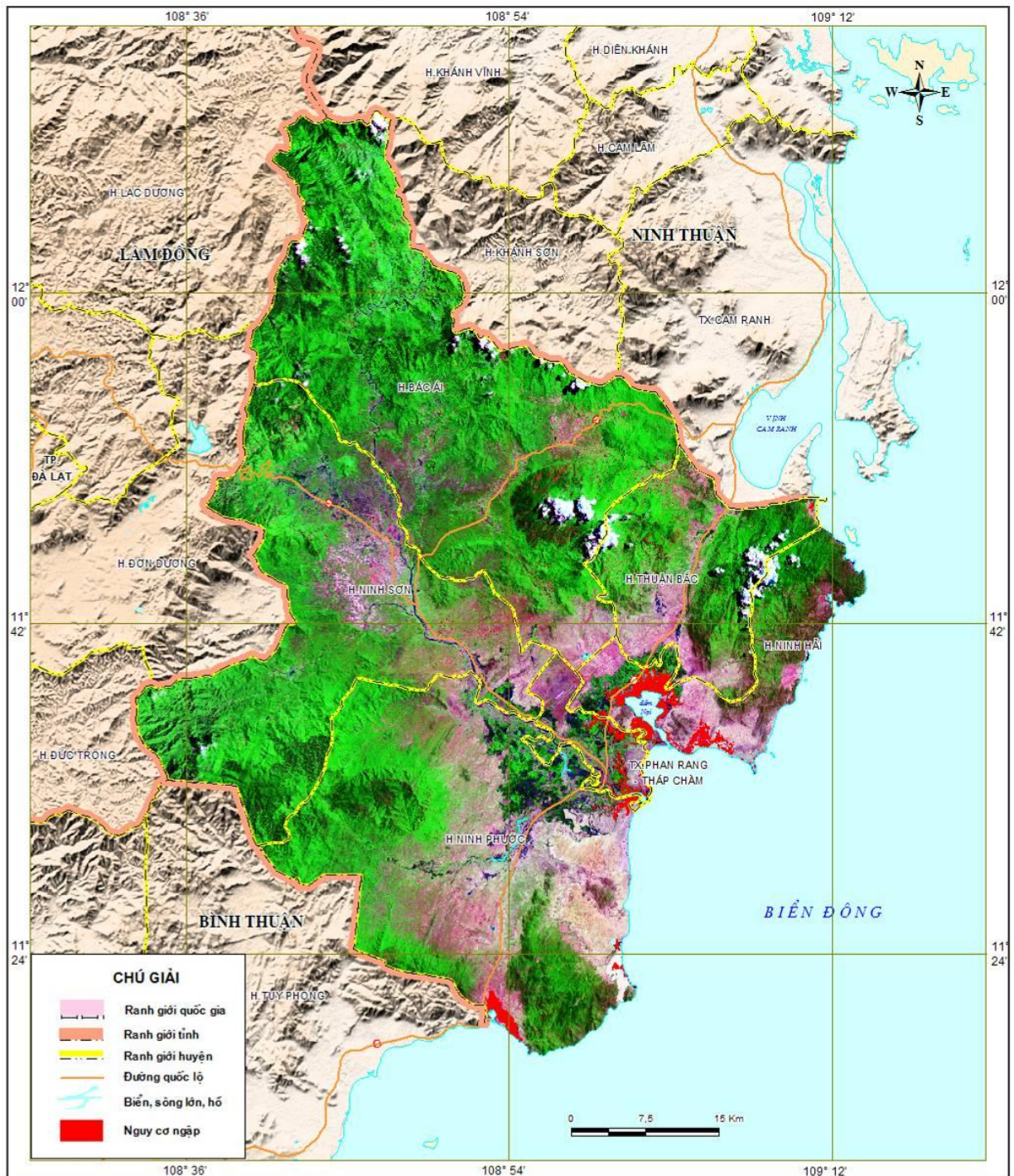
Hình 4.12. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Bình Định
ứng với mực nước biển dâng 1m



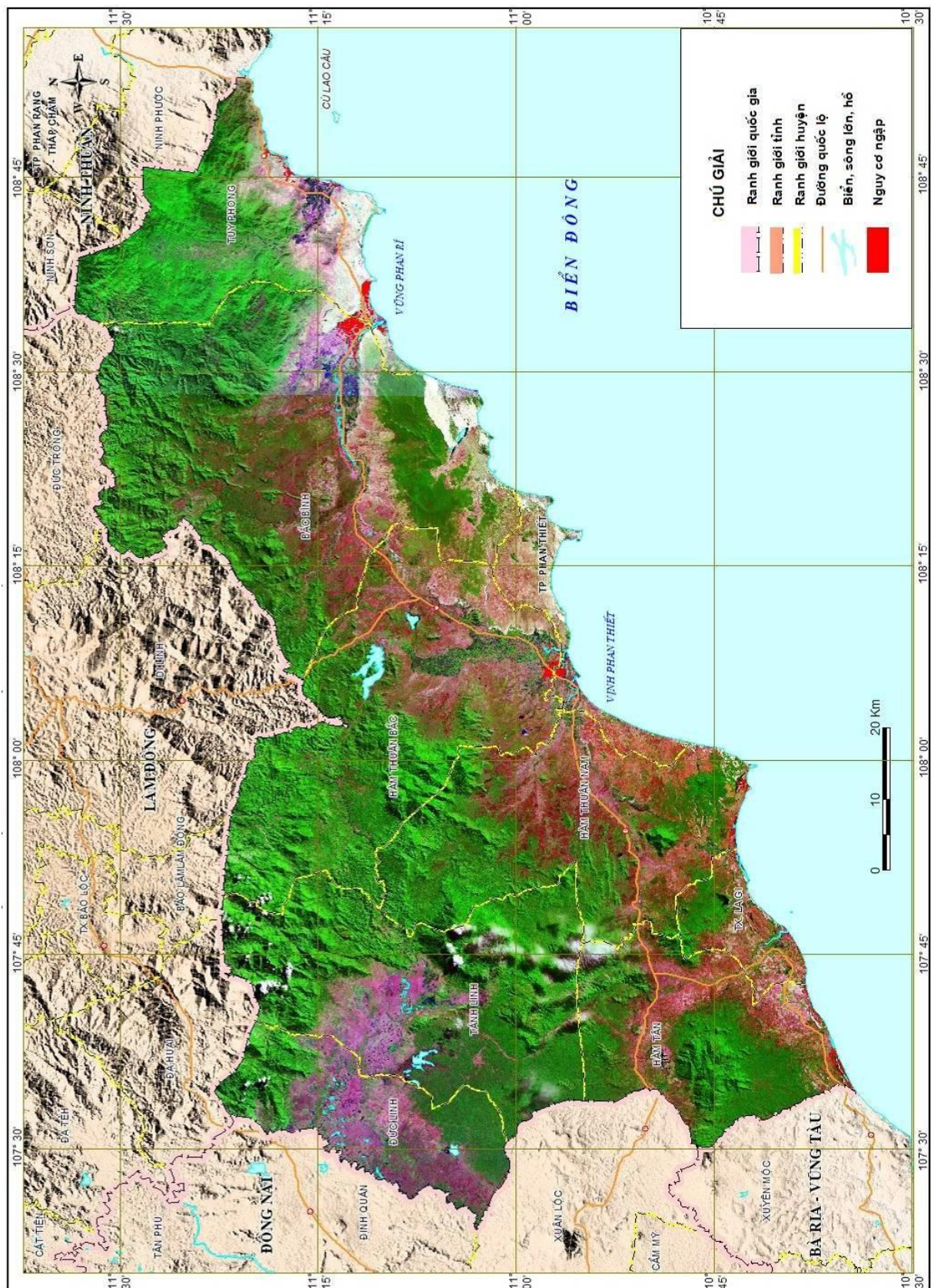
Hình 4.13. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Phú Yên
ứng với mực nước biển dâng 1m



Hình 4.14. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Khánh Hòa
ứng với mực nước biển dâng 1m



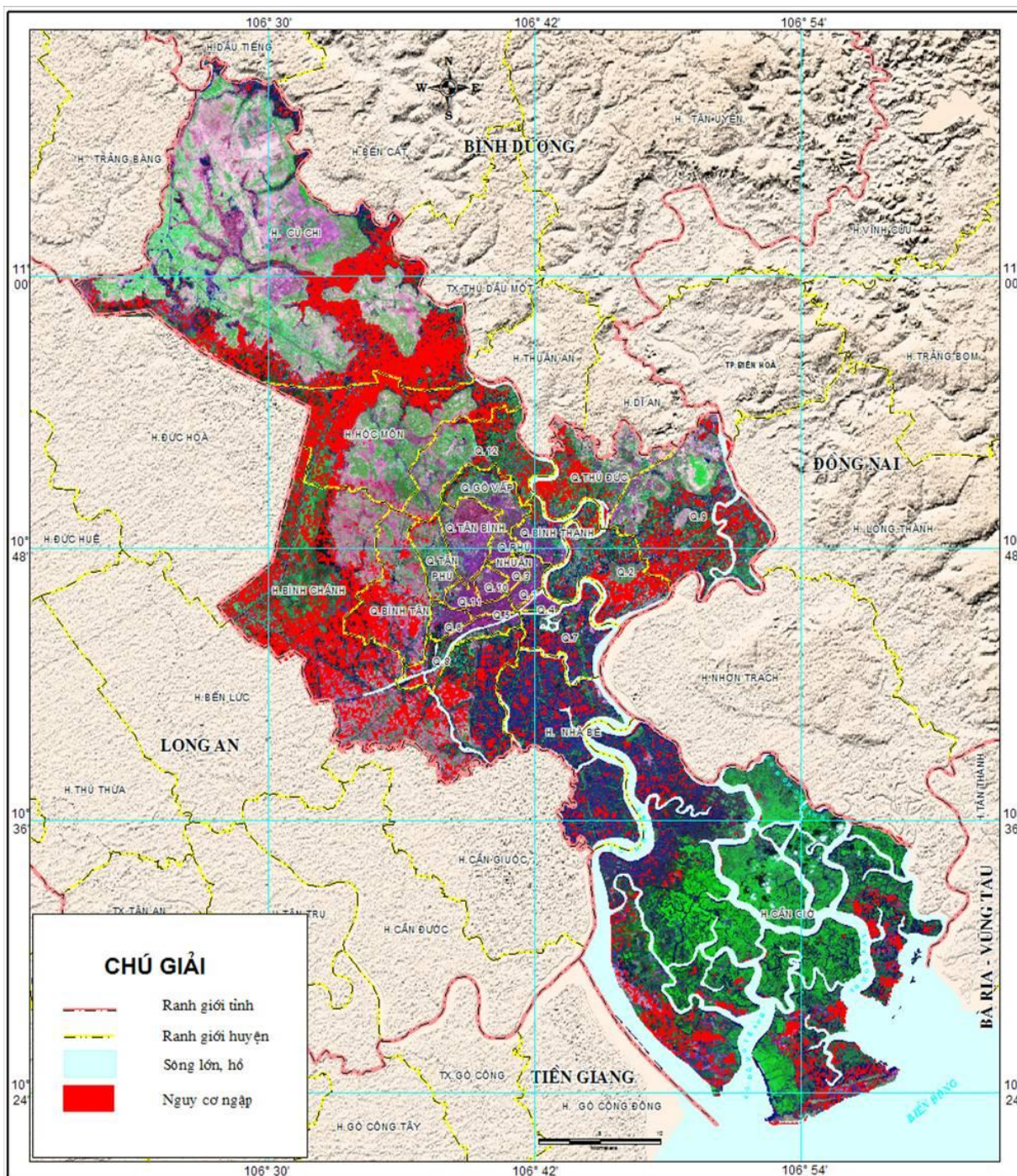
Hình 4.15. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Ninh Thuận ứng với mực nước biển dâng 1m



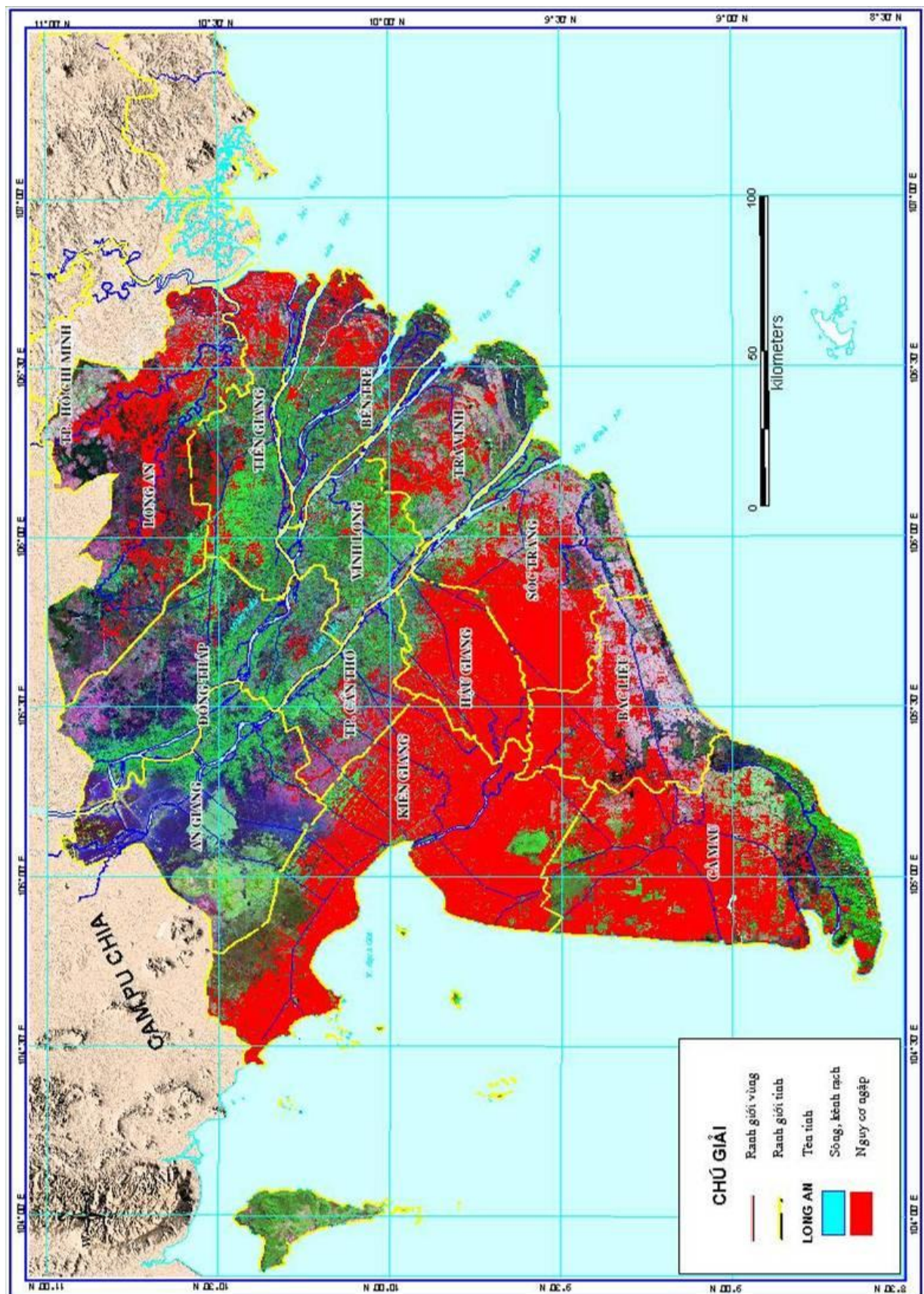
Hình 4.16. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Bình Thuận ứng với mực nước biển dâng 1m



Hình 4.17. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu
ứng với mực nước biển dâng 1m



Hình 4.18. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực thành phố Hồ Chí Minh ứng với mực nước biển dâng 1m



Hình 4.19. Bản đồ nguy cơ ngập khu vực đồng bằng sông Cửu Long ứng với mực nước biển dâng 1m

KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

1) Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu (IPCC), tổ chức gồm hơn hai nghìn nhà khoa học hàng đầu trên thế giới trên tất cả các lĩnh vực, đã nghiên cứu một cách toàn diện các hoạt động của nhân loại để đưa ra các dự đoán về mức độ phát thải khí nhà kính trong tương lai. Trên cơ sở đó, lựa chọn ra được các kịch bản phát thải khí nhà kính có độ thích hợp cao nhất làm cơ sở tính toán sự thay đổi của các yếu tố khí hậu như nhiệt độ, chế độ mưa, mức độ tan chảy của các khối băng trên phạm vi toàn cầu và nước biển dâng. Các kết quả này được công bố trong các báo cáo đánh giá của Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu, báo cáo gần đây nhất là Báo cáo đánh giá lần thứ tư, năm 2007 và được cập nhật, bổ sung vào năm 2010.

Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam được xây dựng dựa trên kịch bản phát thải khí nhà kính và kịch bản biến đổi khí hậu toàn cầu của Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu, phản ánh 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.

Các kịch bản được chi tiết hóa cho điều kiện khí hậu cụ thể của Việt Nam, thể hiện mức độ thay đổi của các yếu tố khí hậu, tập trung vào các yếu tố chính là nhiệt độ, chế độ mưa và nước biển dâng cho các địa phương và các khu vực ven biển Việt Nam.

2) Các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng được xây dựng theo các kịch bản phát thải khí nhà kính: kịch bản phát thải thấp (B1), kịch bản phát thải trung bình (B2, A1B), kịch bản phát thải cao (A2, A1FI).

Các kịch bản được xây dựng chi tiết cho các địa phương và các khu vực ven biển Việt Nam theo từng thập kỷ của thế kỷ 21. Thời kỳ cơ sở để so sánh sự thay đổi của khí hậu là giai đoạn 1980-1999, đây cũng giai đoạn được IPCC dùng trong báo cáo đánh giá lần thứ tư.

Các yếu tố của kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng gồm: Mức tăng nhiệt độ và sự thay đổi lượng mưa trung bình của các mùa (mùa đông (XII-II), mùa xuân (III-V), mùa hè (VI-VIII), mùa thu (IX-XI)) và trung bình năm; Các cực trị khí hậu gồm: nhiệt độ tối cao trung bình, tối thấp trung bình, sự thay đổi của số ngày có nhiệt độ nóng nhất và mức thay đổi của lượng mưa ngày lớn nhất; Mực nước biển dâng cho các khu vực ven biển.

3) Các kịch bản được tóm tắt như sau:

- Về *hiệt độ*: Vào cuối thế kỷ 21, theo kịch bản phát thải trung bình, nhiệt độ trung bình tăng 2-3°C trên phần lớn diện tích cả nước, riêng khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Trị có nhiệt độ trung bình tăng nhanh hơn so với những nơi khác. Nhiệt độ thấp nhất trung bình tăng từ 2,2-3,0°C, nhiệt độ cao nhất trung bình tăng từ 2,0-3,2°C. Số ngày có nhiệt độ cao nhất trên 35°C tăng 10-20 ngày trên phần lớn diện tích cả nước.

- Về *lượng mưa*: Vào cuối thế kỷ 21, theo kịch bản phát thải trung bình, lượng mưa năm tăng trên hầu khắp lãnh thổ, mức tăng phổ biến từ 2-7%, riêng Tây Nguyên, Nam Trung Bộ tăng ít hơn, dưới 3%. Xu thế chung là lượng mưa mùa khô giảm và lượng mưa mùa mưa tăng. Lượng mưa ngày lớn nhất tăng thêm so với thời

kỷ 1980-1999 ở Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và giảm ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên, Nam Bộ. Tuy nhiên ở các khu vực khác nhau lại có thể xuất hiện ngày mưa dị thường với lượng mưa gấp đôi so với kỷ lục hiện nay.

- *Mức nước biển dâng*: Vào cuối thế kỷ 21, theo kịch bản phát thải trung bình, nước biển dâng cao nhất ở vùng từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 62-82cm, thấp nhất ở vùng Móng Cái trong khoảng từ 49-64cm; trung bình toàn Việt Nam, mức nước biển dâng trong khoảng từ 57-73cm. Theo kịch bản phát thải cao (A1FI), vào cuối thế kỷ 21, nước biển dâng cao nhất ở vùng từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 85-105cm, thấp nhất ở vùng Móng Cái trong khoảng từ 66-85cm; trung bình toàn Việt Nam, mức nước biển dâng trong khoảng từ 78-95cm.

- *Nếu mức nước biển dâng 1m*, sẽ có khoảng 39% diện tích đồng bằng sông Cửu Long, trên 10% diện tích vùng đồng bằng sông Hồng, Quảng Ninh, trên 2,5% diện tích thuộc các tỉnh ven biển miền Trung và trên 20% diện tích Thành phố Hồ Chí Minh có nguy cơ bị ngập; **Gần 35% dân số thuộc các tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long, trên 9% dân số vùng đồng bằng sông Hồng, Quảng Ninh, gần 9% dân số các tỉnh ven biển miền Trung và khoảng 7% dân số Thành phố Hồ Chí Minh bị ảnh hưởng trực tiếp; Trên 4% hệ thống đường sắt, trên 9% hệ thống quốc lộ và khoảng 12% hệ thống tỉnh lộ của Việt Nam sẽ bị ảnh hưởng.**

4) Việc sử dụng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam trong đánh giá tác động và xây dựng kế hoạch ứng phó với biến đổi khí hậu 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.

5) Khi áp dụng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho địa phương, 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 phù hợp với địa phương; (ii) Chọn kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho địa phương từ kịch bản quốc gia; (iii) Sử dụng các mô hình thủy văn, thủy lực và các mô hình đánh giá tác động nhằm cung cấp những thông tin đầu vào quan trọng khác như sự thay đổi chế độ dòng chảy, ngập lụt, xâm nhập mặn, nước dâng do bão, biến đổi đường bờ,... phục vụ xây dựng và triển khai kế hoạch hành động.

6) Việc triển khai, xây dựng và thực hiện các giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu 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. Kịch bản thấp và kịch bản trung bình 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; Kịch bản cao cần được áp dụng cho các công trình mang tính vĩnh cửu, các quy hoạch, kế hoạch dài hạn.

7) Việc cập nhật, bổ sung các kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam cần được thực hiện thường xuyên theo các kết quả nghiên cứu mới nhất ở trong và ngoài nước. Các đánh giá tác động và khả năng bị tổn thương cần được rà soát, cập nhật khi các kịch bản mới được công bố.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2008), *Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu*, Hà Nội.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2009), *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*, Hà Nội.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010), *Thông báo Quốc gia lần thứ hai của Việt Nam cho Công ước khung Liên Hiệp Quốc về Biến đổi khí hậu*, Hà Nội.
4. Nguyễn Duy Chinh (2006), *Kiểm kê, đánh giá tài nguyên khí hậu Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Bộ, Hà Nội.
5. Chương trình biển KHCN – 06 (2004), *Chuyên khảo biển Đông*, Hà Nội.
6. Hoàng Đức Cường (2008), *Nghiên cứu xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu cho lưu vực sông Hồng giai đoạn 2010-2100 và bước đầu đánh giá tác động đến tài nguyên nước mặt, sản xuất nông nghiệp*, Báo cáo tổng kết đề tài NCCB, Hà Nội.
7. Nguyễn Xuân Hiền, Trần Thục, Lê Quốc Huy (2010), “Nghiên cứu xu thế biến đổi mực nước biển khu vực biển Đông và vùng ven bờ Việt Nam từ số liệu vệ tinh”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 592.
8. Nguyễn Trọng Hiệu và CTV (2009), *Biến đổi khí hậu ở Hà Tĩnh*, Viện Chiến lược Chính sách và Môi trường, Hà Nội.
9. Nguyễn Trọng Hiệu và CTV (2009), *Biến đổi khí hậu ở Việt Nam*. Viện Chiến lược Chính sách và Môi trường, Hà Nội.
10. Phạm Văn Huân, Nguyễn Tài Hoi (2007), “Dao động mực nước biển ven bờ Việt Nam”, *Tạp chí Khí tượng thủy văn*, (556), tr. 30-37.
11. Nguyễn Viết Lành (2007), “Một số kết quả nghiên cứu về biến đổi khí hậu trên khu vực Việt Nam”, *Tạp chí Khí tượng thủy văn*, (560).
12. Trần Việt Liễn (2000), *Tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đến vùng ven biển Việt Nam*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
13. Nguyễn Đức Ngữ (2002), *Tác động của ENSO đến thời tiết khí hậu, môi trường và kinh tế xã hội*, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Nhà nước.
14. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2003), *Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam*, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
15. Nguyễn Đức Ngữ (2008), *Biến đổi khí hậu*, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
16. Phan Văn Tân và nnk (2010), *Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu 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 KHCN cấp Nhà nước thuộc chương trình KC08.13/06-10, Hà Nội.
17. Hoàng Trung Thành, Phạm Văn Huân (2010), “Tình hình dao động dâng rút của mực nước biển ven bờ Việt Nam”, *Tạp chí Biển Việt Nam*.
18. 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, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Nhà nước thuộc chương trình KC08.13/06-10, Hà Nội.

19. Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Trọng Hiệu, Trần Thục (2011), *Biến đổi khí hậu và tác động ở Việt Nam*, Nhà xuất bản KHCN, Hà Nội.
20. Trần Thục, Phan Nguyên Hồng (2009), *Biến đổi khí hậu và các hệ sinh thái ven biển*, NXB Lao động, Hà Nội.
21. Trần Thục, Nguyễn Văn Thắng, Hoàng Đức Cường (2009), “Xây dựng các kịch bản biến đổi khí hậu cho Việt Nam”, *Tạp chí KTTV*.
22. Trần Thục, Hoàng Minh Tuyển (2011), “Tác động biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước Việt Nam”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*.
23. Trần Thục, Lê Nguyên Tường (2008), “Những tác động của biến đổi khí hậu đối với nước ta”, *Tạp chí Tài nguyên Môi trường*.
24. Trần Tân Tiến (2001), *Đối lưu khí quyển*, NXB Đại học Quốc gia, Hà Nội.
25. Lê Đức Tố, Đoàn Bộ (1991), “Sự phát triển nguồn lợi biển Thuận Hải trong cơ chế hoạt động của hiện tượng nước trời”, *Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị khoa học toàn quốc về biển lần thứ 3*, (1), tr.321-337.
26. Đinh Văn Ưu (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 Chương trình KHCN cấp Nhà nước KC 09/06-10, Hà Nội.
27. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2009), *Tác động của biến đổi khí hậu ở lưu vực sông Hương và chính sách thích nghi ở huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế*, Báo cáo tổng kết dự án hợp tác với Hà Lan, Hà Nội.
28. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), *Các kịch bản nước biển dâng và khả năng giảm thiểu rủi ro ở Việt Nam*, Báo cáo tổng kết dự án hợp tác với Đan Mạch, Hà Nội.
29. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), *Tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng*, Báo cáo tổng kết dự án hợp tác với Đan Mạch, Hà Nội.
30. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), *Lợi ích của thích ứng với biến đổi khí hậu từ các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ, đồng bộ với phát triển nông thôn*, Báo cáo tổng kết dự án hợp tác với Đan Mạch, Hà Nội.
31. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2010), *Điều tra, đánh giá và cảnh báo biến động của các yếu tố khí tượng thủy văn có nguy cơ gây tổn thương tài nguyên - môi trường vùng biển và dải ven biển Việt Nam, đề xuất các giải pháp phòng tránh và ứng phó*, Báo cáo kết quả thực hiện dự án năm 2009, Hà Nội.
32. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (2011), *Hướng dẫn kỹ thuật “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và xác định các giải pháp thích ứng”*, NXB TN-MT và BĐ Việt Nam, Hà Nội.
33. Kiều Thị Xin (2002), *Động lực học khí quyển vĩ độ thấp*. NXB Đại học Quốc gia, Hà Nội.
34. Trần Thanh Xuân, Trần Thục, Hoàng Minh Tuyển (2011), *Tác động của biến đổi khí hậu đến tài nguyên nước Việt Nam*, Nhà xuất bản KHCN, Hà Nội.

Tiếng Anh

35. Aslak Grinsted, J. C. Moore & S. Jevrejeva (2009), Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 2000 to 2100 AD, *Climate Dynamics*, Vol 34, No 4, 461-472.
36. Cazenave, A., and R. S. Nerem (2004), "Present-day sea level change: Observations and causes", *Rev. Geophys.* 42 (3), pp.1-20
37. Church, J.A., Gregory, J.M., Huybrechts, P., Kuhn, M., Lambeck, K., Nhuan, M.T., Qin, D., Woodworth, P.L (2001), "Changes in sea level", *Climate Change 2001. The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge.
38. Dan Cayan et al, (2009), "Climate Change scenarios and sea level rise estimates for the California 2008", *Climate Change scenarios assessment*, California Climate Change Center.
39. Ho, C.R., Zheng, Q., Soong, Y.S., Kou, N.J., Hu, J.H. (2000), "Seasonal variability of sea surface height in the South China Sea observed with TOPEX/POSEIDON altimeter data", *J. Geophys. Res.*, 105 (6), pp. 13981–13990.
40. Hoang Duc Cuong et al (2010), "Using the PRECIS – regional climate model to develop climate change scenario in 21st century for Vietnam", *Proceedings, the Fifth APHW Conference on Hydrological Regimes and Water Resources Management in the Context of Climate Change*.
41. Hulme, M., Jiang, T. and Wigley, T. M. L. (1995), *SCENGEN: A Climate Change Scenario Generator, Software Use manual, Version 1.0*, Climatic Research Unit, Norwich.
42. IPCC (2007), *The Physical Science Basis*, Cambridge University Press.
43. Jame G. Titus, Vijay K. Narayanan (1995), *The probability of sea level rise*. US Environmental Protection Agency, Washington, DC
44. Joanne R. Potter and Michael J. Savonis (2008), "Impacts of Climate Change and Variability on Transportation Systems and Infrastructure: Gulf Coast Study, Phase I".
45. Kamiguchi, K., A. Kitoh, T. Uchiyama, R. Mizuta and A. Noda (2006), "Changes in precipitation-based extremes indices due to global warming projected by a global 20-km-mesh atmospheric model", *SOLA*, (2), pp. 64-67.
46. Kelly P.M., Tran Viet Lien, Nguyen Huu Ninh (1996), "Climate Scenarios for Vietnam", *Project "Socio-economic and physical approaches to Vulnerability to Climate Change"*. EaSEC-GECP.
47. Krabill, W, E. Hanna, P. Huybrechts, W. Abdalati, J. Cappelen, B. Csatho, E. Frederick, S. Manizade, C. Martin, J. Sonntag, R. Swift, R. Thomas, and J. Yunge (2004), "Greenland Ice Sheet: increased coastal thinning", *Geophysical Research Letters*.
48. Kusunoki, S., J. Yoshimura, H. Yoshimura, A. Noda, K. Oouchi and R. Mizuta (2006), "Change of Baiu rain band in global warming projection by an atmospheric general circulation model with a 20-km grid size", *J. Meteor. Soc.*, (84), pp. 581-611, Japan.
49. Liu, Q., Jia, Y., Wang, X., Yang, H. (2001), "On the annual cycle characteristics of the sea surface height in the South China Sea" *Adv. Atmos. Sci.*, (18), pp. 613-622.

50. Mizuta, R., K. Oouchi, H. Yoshimura, A. Noda, K. Katayama, S. Yukimoto, M. Hosaka, S. Kusunoki, H. Kawai and M. Nakagawa (2006), “20-km-mesh global climate simulations using JMA-GSM model –Mean climate states”, *J. Meteor. Soc.*, (84), Japan, pp. 165-185.
51. Nordon (2010), *Physical Climate Science since IPCC AR4 – A brief update*.
52. Oouchi K, Yoshimura J, Yoshimura H, Mizuta R, Kusunoki S, Noda A (2006), “Tropical cyclone climatology in a global-warming climate as simulated in a 20 km-mesh global atmospheric model: Frequency and wind intensity analyses”, *J. Meteor. Soc.*, (84), pp. 259-276, Japan.
53. Prudhomme Christel, Helen Davies (2009), “Assessing uncertainties in climate change impact analyses on the river flow regimes in the UK. Part 1: baseline climate”, *Climatic Change*, (93), pp. 177-195, DOI 10.1007/s10584-008-9464-3.
54. Prudhomme Christel, Helen Davies (2009), “Assessing uncertainties in climate change impact analyses on the river flow regimes in the UK. Part 2: future climate”, *Climatic Change*, (93), pp. 197-222, DOI 10.1007/s10584-008-9461-6.
55. Shaw, P.T., Chao, S.Y., Fu, L.L. (1999), “Sea surface height variations in the South China Sea from satellite altimetry”, *Oceanol. Acta*, (1), pp. 1-17.
56. STARDEX (2005), “Downscaling climate extremes”, *STARDEX Project* (retrieved from <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/projects/starde>).
57. Stefan Rahmstorf (2006), “A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise”.
58. Sub-institute of Hydrometeorology and Environment of South Vietnam (2010), *Climate Change in the Mekong Delta - Climate Scenario's, Sea Level Rise and other Effects*.
59. Sub-institute of Hydrometeorology and Environment of South Vietnam (2010), *Research and Assessment of Water and Environment in Mekong River Delta: Living Environment, Ecosystem, Mangrove and Natural Preservation*.
60. Susmita Dasgupta, Benoit Laplante, Craig Meisner, David Wheeler & Yan Jianping (2007), “The impact of sea level rise on developing countries: a comparative analysis”, *Policy Research Working Paper Series 4136*, World Bank.
61. Thomas W. Doyle, Richard H. Day, and Thomas C. Michot (2010), *Development of Sea Level Rise Scenarios for Climate Change Assessments of the Mekong Delta*. Geological Survey Open-File Report 2010–1165, 110 p
62. Thuc T., Thang N. V. and Cuong H. D. (2010), “On the Development of Climate Change Scenarios for Vietnam”, *Proceedings, the Fifth APHW Conference on Hydrological Regimes and Water Resources Management in the Context of Climate Change*, Hanoi.
63. Thuc T, Thang N. V. and Trong T. D. (2011), “Climate change Adaptation in the Agriculture and Water Sectors: Current Status, Issues and Challenges in Vietnam”, *Asian Journal of Environment and Disaster Management*, (2).
64. Wigley. T. M. L (2003), *Input Needs for Downscaling of Climate Data*. California Energy Commission.

65. Wigley. T. M. L., and Raper. S. C. B. (1992), "Implications for climate and sea level of revised IPCC emissions scenarios" (357), pp. 293-300.
66. Wilby R.L et al (2004), *Guideline for use of Climate Scenarios developed from Statistical Downscaling Methods*, NOAA.
67. Wilks D.S. (2006), *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*, Elsevier.
68. WMO, UNEP (2001), *Special Report on Emissions Scenarios. IPCC Special Report on Climate Change*. Cambridge University Press.
69. Xuhua Cheng, Yiquan Qi, Wen Zhou (2008), "Trends of sea level variations in the Indo-Pacific warm pool", *Global and Planetary Change*, (63), pp. 57–66.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1. Danh sách các trạm khí tượng phục vụ việc tính toán xây dựng kịch bản BĐKH theo phương pháp chi tiết hoá thống kê

TT	Tên trạm	Vĩ độ	Kinh độ	TT	Tên trạm	Vĩ độ	Kinh độ	TT	Tên trạm	Vĩ độ	Kinh độ
1	Điện Biên	21,4	103,0	47	Tiên Yên	21,3	107,4	93	Nam Đông	16,2	107,7
2	Mường Tè	21,4	102,8	48	Uông Bí	21,0	106,8	94	Huế	16,4	107,7
3	Tuần Giáo	21,6	103,4	49	Cửa Ông	21,0	107,3	95	Ba Đồn	17,8	106,4
4	Sìn Hồ	21,4	103,3	50	Hòn Gai	20,5	107,1	96	Tuyên Hóa	17,8	106,1
5	Lai Châu	22,1	103,2	51	Bắc Giang	21,3	106,2	97	Đồng Hà	16,8	107,8
6	Pha Đin	21,6	103,5	52	Lục Ngạn	21,4	106,6	98	A Lưới	16,2	107,4
7	Tam Đường	22,4	103,5	53	Sơn Động	21,3	106,8	99	Đà Nẵng	16,0	108,2
8	Sơn La	21,3	103,9	54	Hiệp Hòa	21,4	106,0	100	Trà Mi	15,4	108,2
9	Quỳnh Nhai	21,8	103,6	55	Bắc Yên	21,3	104,4	101	Tam Kỳ	15,6	108,5
10	Yên Châu	21,1	104,3	56	Việt Trì	21,3	105,4	102	Quy Nhơn	13,8	109,2
11	Mộc Châu	20,9	104,6	57	Vĩnh Yên	21,4	105,6	103	Hoài Nhơn	14,5	109,0
12	Sông Mã	21,1	103,7	58	Láng	21,0	105,9	104	Ba Tơ	14,8	108,7
13	Cò Nòi	21,1	104,2	59	Sơn Tây	21,1	105,5	105	Quảng Ngãi	15,1	108,8
14	Phù Yên	21,3	104,7	60	Ba Vì	21,1	105,6	106	Nha Trang	12,3	109,2
15	Sa Pa	22,3	103,8	61	Mai Châu	20,7	105,1	107	Tuy Hòa	13,1	109,3
16	Bắc Hà	22,5	107,3	62	Hà Đông	21,0	105,8	108	Sơn Hòa	13,1	109,0
17	Lục Yên	22,1	104,7	63	Hòa Bình	20,8	105,3	109	Phan Thiết	10,9	108,1
18	Than Uyên	22,0	103,9	64	Kim Bôi	20,7	105,5	110	Plâycu	14,0	108,0
19	Yên Bái	21,7	104,9	65	Chi Nê	20,5	105,3	111	Đắc Tô	14,7	107,8
20	Văn Chấn	21,6	104,5	66	Lạc Sơn	20,5	105,5	112	An Khê	13,9	108,6
21	Phổ Ràng	21,3	104,5	67	Hải Dương	20,9	106,3	113	Kon Tum	14,3	107,6
22	Bắc Quang	22,5	104,8	68	Hưng Yên	20,7	106,1	114	Ayunpa	13,4	108,9
23	Hà Giang	22,8	105,0	69	Phù Liễn	20,8	106,6	115	Buôn Mê Thuột	12,7	108,1
24	Hoàng Su Phì	22,8	104,7	70	Thái Bình	20,5	106,4	116	Buôn Hồ	12,9	108,3
25	Bắc Mê	22,7	105,4	71	Phủ Lý	20,5	105,4	117	M'Đrăk	12,7	108,8
26	Chiêm Hóa	22,2	105,3	72	Nam Định	20,4	106,2	118	Đắc Nông	12,0	107,7
27	Hàm Yên	22,1	105,0	73	Nho Quan	20,3	105,7	119	Đà Lạt	11,9	108,4
28	Tuyên Quang	21,8	105,2	74	Ninh Bình	20,3	106,0	120	Liên Khương	11,8	108,4
29	Cao Bằng	22,7	106,2	75	Văn Lý	20,1	106,3	121	Bảo Lộc	11,5	107,8
30	Nguyên Bình	22,7	105,9	76	Thanh Hóa	19,8	105,8	122	Phước Long	11,8	106,9
31	Bảo Lạc	22,9	106,5	77	Bái Thượng	19,9	105,4	123	Hàm Tân	10,7	107,8
32	Trùng Khánh	22,8	106,5	78	Yên Định	20,0	105,7	124	Đồng Phú	10,5	107,0
33	Chợ Rã	22,5	105,7	79	Hồi Xuân	20,3	105,1	125	Tây Ninh	11,3	106,1
34	Ngân Sơn	22,5	106,0	80	Như Xuân	19,6	105,6	126	Vũng Tàu	10,3	107,1
35	Lạng Sơn	21,8	106,8	81	Tĩnh Gia	19,5	105,8	127	Mộc Hóa	10,8	105,9
36	Thất Khê	22,3	106,5	82	Tây Hiếu	19,3	105,4	128	Ba Tri	10,0	106,6
37	Bắc Sơn	21,9	106,2	83	Quỳ Châu	19,7	105,1	129	Càng Long	10,0	106,2
38	Đình Lập	21,5	107,1	84	Vinh	18,7	105,7	130	Mỹ Tho	10,3	106,4
39	Hữu Lũng	21,5	106,3	85	Đô Lương	18,9	105,3	131	Cần Thơ	10,0	105,8
40	Bắc Cạn	22,1	105,8	86	Tương Dương	19,3	104,4	132	Sóc Trăng	9,6	106,0
41	Định Hóa	21,9	105,6	87	Quỳnh Lưu	19,1	105,6	133	Cao Lãnh	10,5	105,6
42	Thái Nguyên	21,6	105,8	88	Quỳ Hợp	19,3	105,1	134	Phủ Quốc	10,2	104,0
43	Phủ Hộ	21,5	105,2	89	Con Cuông	19,1	105,9	135	Rạch Giá	10,0	105,1
44	Tam Đảo	21,5	105,6	90	Hương Khê	18,2	105,7	136	Châu Đốc	10,8	105,1
45	Mình Đài	21,2	105,1	91	Hà Tĩnh	18,4	105,9	137	Cà Mau	9,2	105,3
46	Móng Cái	23,5	108,0	92	Đồng Hới	17,5	106,6				

Phụ lục 2. Mức tăng nhiệt độ (°C) trung bình mùa đông (XII-II) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

STT	Tỉnh, thành phố	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
1	Lai Châu	0,6	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8
2	Điện Biên	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	2,9	3,2	3,4
3	Sơn La	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4
4	Hòa Bình	0,6	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8
5	Hà Giang	0,6	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8
6	Cao Bằng	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9
7	Lào Cai	0,6	0,9	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,1
8	Yên Bái	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6
9	Tuyên Quang	0,6	0,8	1,2	1,5	1,9	2,2	2,4	2,7	2,9
10	Bắc Kạn	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7
11	Thái Nguyên	0,6	0,8	1,2	1,5	1,9	2,2	2,4	2,7	2,9
12	Lạng Sơn	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9
13	Phú Thọ	0,6	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8
14	Bắc Giang	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9
15	Quảng Ninh	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6
16	Vĩnh Phúc	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8
17	Bắc Ninh	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8
18	Hà Nội	0,5	0,8	1,1	1,4	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8
19	Hưng Yên	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7
20	Hải Dương	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7
21	Hải Phòng	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
22	Hà Nam	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5
23	Thái Bình	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5
24	Nam Định	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6
25	Ninh Bình	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6
26	Thanh Hóa	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5
27	Nghệ An	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7
28	Hà Tĩnh	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9
29	Quảng Bình	0,6	0,9	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,1
30	Quảng Trị	0,6	0,9	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,1
31	Thừa Thiên - Huế	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8
32	Đà Nẵng	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7
33	Quảng Nam	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
34	Quảng Ngãi	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5
35	Bình Định	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
36	Phú Yên	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5
37	Khánh Hòa	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9
38	Ninh Thuận	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0
39	Bình Thuận	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	1,9	2,1
40	Kon Tum	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0
41	Gia Lai	0,5	0,8	1,0	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
42	Đắk Lắk	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5
43	Đắk Nông	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
44	Lâm Đồng	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8
45	Tây Ninh	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,8	1,9	2,1
46	Bình Dương	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2
47	Bình Phước	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4
48	Tp. Hồ Chí Minh	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3
49	Đồng Nai	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,0	2,2
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4
51	Long An	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8
52	Đồng Tháp	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3
53	Tiền Giang	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4
54	Bến Tre	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8
55	Vĩnh Long	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
56	Trà Vinh	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9
57	An Giang	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3
58	Cần Thơ	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0
59	Hậu Giang	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8
60	Sóc Trăng	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7
61	Bạc Liêu	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0
62	Kiên Giang	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5
63	Cà Mau	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1

Phụ lục 3. Mức tăng nhiệt độ (°C) trung bình mùa xuân (III-V) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

STT	Tỉnh, thành phố	Các mốc thời gian của thế kỷ 21									
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	
1	Lai Châu	0,5	0,7	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	
2	Điện Biên	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	
3	Sơn La	0,6	0,8	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,7	3,0	
4	Hòa Bình	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7	
5	Hà Giang	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
6	Cao Bằng	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	
7	Lào Cai	0,5	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9	
8	Yên Bái	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
9	Tuyên Quang	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	
10	Bắc Kạn	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	
11	Thái Nguyên	0,5	0,7	1,0	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	
12	Lạng Sơn	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	
13	Phú Thọ	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9	
14	Bắc Giang	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	
15	Quảng Ninh	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	
16	Vĩnh Phúc	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7	
17	Bắc Ninh	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	
18	Hà Nội	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	
19	Hưng Yên	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	
20	Hải Dương	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	
21	Hải Phòng	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	
22	Hà Nam	0,5	0,7	1,0	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	
23	Thái Bình	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7	
24	Nam Định	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	
25	Ninh Bình	0,5	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	
26	Thanh Hóa	0,5	0,7	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	
27	Nghệ An	0,5	0,7	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	
28	Hà Tĩnh	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,4	
29	Quảng Bình	0,7	1,0	1,4	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	
30	Quảng Trị	0,7	1,1	1,5	2,0	2,4	2,8	3,1	3,4	3,7	
31	Thừa Thiên - Huế	0,6	0,9	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0	
32	Đà Nẵng	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7	
33	Quảng Nam	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
34	Quảng Ngãi	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	
35	Bình Định	0,5	0,8	1,1	1,4	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	
36	Phú Yên	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,2	2,5	2,7	3,0	
37	Khánh Hòa	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	
38	Ninh Thuận	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	
39	Bình Thuận	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	
40	Kon Tum	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	
41	Gia Lai	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
42	Đắk Lắk	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
43	Đắk Nông	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	
44	Lâm Đồng	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	
45	Tây Ninh	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	
46	Bình Dương	0,5	0,7	1,1	1,3	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	
47	Bình Phước	0,5	0,7	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	
48	Tp. Hồ Chí Minh	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8	
49	Đồng Nai	0,5	0,7	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	0,6	0,9	1,2	1,6	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	
51	Long An	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	
52	Đồng Tháp	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	
53	Tiền Giang	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	
54	Bến Tre	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	
55	Vĩnh Long	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	
56	Trà Vinh	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	
57	An Giang	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	0,9	1,0	
58	Cần Thơ	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	
59	Hậu Giang	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	
60	Sóc Trăng	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	
61	Bạc Liêu	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	
62	Kiên Giang	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	
63	Cà Mau	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	

Phụ lục 4. Mức tăng nhiệt độ (°C) trung bình mùa hè (VI-VIII) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

STT	Tỉnh, thành phố	Các mốc thời gian của thế kỷ 21									
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	
1	Lai Châu	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	
2	Điện Biên	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	
3	Sơn La	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,3	
4	Hòa Bình	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1	
5	Hà Giang	0,4	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	
6	Cao Bằng	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	
7	Lào Cai	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	
8	Yên Bái	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	
9	Tuyên Quang	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0	
10	Bắc Kạn	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	
11	Thái Nguyên	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	
12	Lạng Sơn	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	
13	Phú Thọ	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
14	Bắc Giang	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	
15	Quảng Ninh	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
16	Vĩnh Phúc	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1	
17	Bắc Ninh	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
18	Hà Nội	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
19	Hưng Yên	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	
20	Hải Dương	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	
21	Hải Phòng	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
22	Hà Nam	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	
23	Thái Bình	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	
24	Nam Định	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	
25	Ninh Bình	0,4	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	
26	Thanh Hóa	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	
27	Nghệ An	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
28	Hà Tĩnh	0,7	1,0	1,4	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	
29	Quảng Bình	0,7	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4	3,7	
30	Quảng Trị	0,6	0,9	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	2,9	3,2	
31	Thừa Thiên - Huế	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	
32	Đà Nẵng	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	
33	Quảng Nam	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	
34	Quảng Ngãi	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	
35	Bình Định	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	
36	Phú Yên	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	
37	Khánh Hòa	0,4	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
38	Ninh Thuận	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	
39	Bình Thuận	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7	
40	Kon Tum	0,2	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	
41	Gia Lai	0,5	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	
42	Đắk Lắk	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	
43	Đắk Nông	0,4	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	
44	Lâm Đồng	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	
45	Tây Ninh	0,6	0,9	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	3,0	3,2	
46	Bình Dương	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,5	2,8	3,1	3,4	
47	Bình Phước	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	
48	Tp. Hồ Chí Minh	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,5	2,8	3,1	3,3	
49	Đồng Nai	0,6	0,9	1,3	1,6	2,0	2,4	2,6	2,9	3,2	
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	0,6	0,9	1,3	1,7	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	
51	Long An	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
52	Đồng Tháp	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	
53	Tiền Giang	0,4	0,5	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	
54	Bến Tre	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,0	2,3	2,4	
55	Vĩnh Long	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4	
56	Trà Vinh	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	
57	An Giang	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	
58	Cần Thơ	0,5	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	
59	Hậu Giang	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,3	
60	Sóc Trăng	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	
61	Bạc Liêu	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	
62	Kiên Giang	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	
63	Cà Mau	0,6	0,8	1,2	1,5	1,9	2,2	2,4	2,7	2,9	

Phụ lục 5. Mức tăng nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$) trung bình mùa thu (IX-XI) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

STT	Tỉnh, thành phố	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
1	Lai Châu	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4
2	Điện Biên	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7
3	Sơn La	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9
4	Hòa Bình	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6
5	Hà Giang	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5
6	Cao Bằng	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5
7	Lào Cai	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
8	Yên Bái	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4
9	Tuyên Quang	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5
10	Bắc Kạn	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4
11	Thái Nguyên	0,5	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8
12	Lạng Sơn	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
13	Phú Thọ	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5
14	Bắc Giang	0,6	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8
15	Quảng Ninh	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5
16	Vĩnh Phúc	0,4	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
17	Bắc Ninh	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6
18	Hà Nội	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6
19	Hưng Yên	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8
20	Hải Dương	0,5	0,7	1,0	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6
21	Hải Phòng	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4
22	Hà Nam	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0
23	Thái Bình	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2
24	Nam Định	0,6	0,9	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0
25	Ninh Bình	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5
26	Thanh Hóa	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
27	Nghệ An	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
28	Hà Tĩnh	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9
29	Quảng Bình	0,6	0,9	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	3,0	3,2
30	Quảng Trị	0,6	0,9	1,3	1,7	2,1	2,4	2,7	3,0	3,2
31	Thừa Thiên - Huế	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5
32	Đà Nẵng	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6
33	Quảng Nam	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1
34	Quảng Ngãi	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4
35	Bình Định	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
36	Phú Yên	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,2
37	Khánh Hòa	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
38	Ninh Thuận	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
39	Bình Thuận	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
40	Kon Tum	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7
41	Gia Lai	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2
42	Đắk Lắk	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,0	2,2
43	Đắk Nông	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9
44	Lâm Đồng	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9
45	Tây Ninh	0,5	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8
46	Bình Dương	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9
47	Bình Phước	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9
48	Tp. Hồ Chí Minh	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7
49	Đồng Nai	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7
50	Bà Rịa - Vũng Tàu	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	2,0	2,1	2,3
51	Long An	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7
52	Đồng Tháp	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
53	Tiền Giang	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
54	Bến Tre	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2
55	Vĩnh Long	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5
56	Trà Vinh	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7
57	An Giang	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4
58	Cần Thơ	0,5	0,7	1,0	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6
59	Hậu Giang	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5
60	Sóc Trăng	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
61	Bạc Liêu	0,6	0,9	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0
62	Kiên Giang	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9
63	Cà Mau	0,6	0,9	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0

Phụ lục 6. Mức thay đổi (%) lượng mưa mùa đông (XII-II) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

STT	Tỉnh, thành phố	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
1	Lai Châu	1,2	1,8	2,6	3,0	3,9	4,5	5,1	5,6	6,1
2	Điện Biên	1,1	1,7	2,4	2,8	3,7	4,3	4,8	5,3	5,8
3	Sơn La	1,5	2,2	3,2	4,0	4,9	5,7	6,4	7,1	7,7
4	Hòa Bình	0,7	1,0	1,5	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6
5	Hà Giang	0,6	0,9	1,3	1,7	2,1	2,4	2,7	3,0	3,2
6	Cao Bằng	0,3	0,5	0,7	0,8	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7
7	Lào Cai	0,4	0,6	0,8	1,1	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1
8	Yên Bái	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9
9	Tuyên Quang	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7
10	Bắc Kạn	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
11	Thái Nguyên	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7
12	Lạng Sơn	-0,3	-0,5	-0,6	-0,9	-1,0	-1,2	-1,4	-1,5	-1,6
13	Phủ Thọ	0,6	0,9	1,3	1,6	1,9	2,3	2,5	2,8	3,1
14	Bắc Giang	0,3	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2
15	Quảng Ninh	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	1,6	1,7	1,9	2,1
16	Vĩnh Phúc	0,5	0,7	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,3	2,4
17	Bắc Ninh	0,9	1,3	1,9	2,4	2,9	3,4	3,8	4,2	4,6
18	Hà Nội	1,1	1,6	2,2	2,9	3,5	4,1	4,6	5,1	5,5
19	Hưng Yên	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	2,8	3,2	3,4
20	Hải Dương	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0
21	Hải Phòng	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	Hà Nam	1,2	1,7	2,4	3,1	3,8	4,4	4,9	5,5	5,9
23	Thái Bình	0,9	1,4	1,9	2,5	3,1	3,6	4,0	4,5	4,8
24	Nam Định	0,8	1,1	1,5	1,9	2,4	2,8	3,1	3,5	3,8
25	Ninh Bình	0,8	1,2	1,7	2,1	2,6	3,1	3,4	3,8	4,1
26	Thanh Hóa	0,7	1,0	1,4	1,8	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6
27	Nghệ An	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4
28	Hà Tĩnh	1,1	1,6	2,2	2,8	3,5	4,0	4,6	5,0	5,5
29	Quảng Bình	0,8	1,2	1,6	2,1	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1
30	Quảng Trị	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,5
31	Huế	-0,9	-1,2	-1,7	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-3,9	-4,3
32	Đà Nẵng	-1,5	-2,1	-3,0	-3,8	-4,7	-5,4	-6,1	-6,7	-7,3
33	Quảng Nam	-1,2	-1,8	-2,5	-3,2	-3,9	-4,5	-5,1	-5,6	-6,1
34	Quảng Ngãi	-2,0	-2,9	-4,0	-5,2	-6,4	-7,4	-8,4	-9,3	-10,0
35	Bình Định	-2,5	-3,6	-5,0	-6,6	-8,0	-9,3	-10,5	-11,6	-12,5
36	Phước Yên	-1,7	-2,5	-3,5	-4,6	-5,6	-6,5	-7,3	-8,1	-8,8
37	Khánh Hòa	-3,2	-4,7	-6,7	-8,6	-10,4	-12,1	-13,7	-15,1	-16,4
38	Ninh Thuận	-3,2	-4,6	-6,5	-8,4	-10,2	-11,9	-13,5	-14,9	-16,1
39	Bình Thuận	-3,1	-4,6	-6,5	-8,3	-10,2	-11,8	-13,4	-14,7	-16,0
40	Kon Tum	-2,7	-3,9	-5,5	-7,0	-8,6	-10,1	-11,4	-12,5	-13,6
41	Gia Lai	-2,9	-4,2	-6,0	-7,7	-9,4	-10,9	-12,3	-13,6	-14,7
42	Đắk Lắk	-3,0	-4,3	-6,1	-7,9	-9,6	-11,2	-12,6	-13,9	-15,1
43	Đắk Nông	-2,6	-3,9	-5,4	-7,0	-8,5	-9,9	-11,2	-12,3	-13,3
44	Lâm Đồng	-3,8	-5,6	-7,9	-10,3	-12,5	-14,6	-16,5	-18,2	-19,7
45	Tây Ninh	-3,3	-4,9	-6,9	-8,9	-10,8	-12,6	-14,2	-15,7	-17,0
46	Bình Dương	-3,0	-4,4	-6,2	-8,0	-9,7	-11,3	-12,8	-14,1	-15,3
47	Bình Phước	-2,6	-3,9	-5,5	-7,1	-8,6	-10,0	-11,4	-12,5	-13,6
48	Tp. Hồ Chí Minh	-3,0	-4,5	-6,3	-8,2	-9,9	-11,6	-13,1	-14,4	-15,7
49	Đồng Nai	-2,9	-4,3	-6,1	-7,9	-9,5	-11,1	-12,6	-13,9	-15,1
50	Vũng Tàu	-3,3	-4,8	-6,8	-8,8	-10,7	-12,5	-14,1	-15,5	-16,8
51	Long An	-2,7	-4,0	-5,6	-7,3	-8,9	-10,4	-11,7	-12,9	-14,0
52	Đồng Tháp	-2,2	-3,2	-4,5	-5,8	-7,1	-8,3	-9,3	-10,3	-11,2
53	Tiền Giang	-2,9	-4,3	-6,1	-7,9	-9,6	-11,2	-12,6	-13,9	-15,1
54	Bến Tre	-2,1	-3,1	-4,4	-5,7	-7,0	-8,2	-9,2	-10,2	-11,0
55	Vĩnh Long	-2,5	-3,6	-5,1	-6,7	-8,1	-9,5	-10,7	-11,8	-12,8
56	Trà Vinh	-2,2	-3,3	-4,7	-6,0	-7,2	-8,5	-9,6	-10,5	-11,4
57	An Giang	-2,2	-3,3	-4,7	-6,0	-7,3	-8,5	-9,6	-10,6	-11,5
58	Cần Thơ	-2,4	-3,5	-4,9	-6,4	-7,7	-9,0	-10,2	-11,2	-12,2
59	Hậu Giang	-2,1	-3,1	-4,4	-5,7	-6,9	-8,0	-9,1	-10,0	-10,7
60	Sóc Trăng	-1,4	-2,1	-3,0	-3,9	-4,7	-5,5	-6,2	-6,8	-7,4
61	Bạc Liêu	-2,3	-3,3	-4,7	-6,1	-7,4	-8,6	-9,7	-10,7	-11,6
62	Kiên Giang	-2,5	-3,6	-5,1	-6,6	-8,0	-9,4	-10,6	-11,7	-12,7
63	Cà Mau	-2,9	-4,3	-6,0	-7,8	-9,4	-11,0	-12,4	-13,6	-14,8

Phụ lục 7. Mức thay đổi (%) lượng mưa mùa xuân (III-V) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

STT	Tỉnh, thành phố	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
1	Lai Châu	-0,5	-0,8	-1,1	-1,4	-1,7	-2,0	-2,3	-2,5	-2,7
2	Điện Biên	-0,5	-0,8	-1,1	-1,4	-1,8	-2,1	-2,3	-2,6	-2,8
3	Sơn La	-0,5	-0,7	-1,0	-1,3	-1,6	-1,9	-2,1	-2,3	-2,5
4	Hòa Bình	-0,4	-0,6	-0,8	-1,1	-1,3	-1,5	-1,7	-1,9	-2,0
5	Hà Giang	-0,3	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	-1,2	-1,3	-1,5	-1,6
6	Cao Bằng	-0,5	-0,7	-0,9	-1,2	-1,5	-1,7	-1,9	-2,1	-2,3
7	Lào Cai	-0,4	-0,6	-0,9	-1,1	-1,4	-1,6	-1,8	-2,0	-2,2
8	Yên Bái	-0,6	-0,9	-1,2	-1,6	-1,9	-2,2	-2,5	-2,8	-3,0
9	Tuyên Quang	-0,7	-1,0	-1,4	-1,7	-2,1	-2,5	-2,8	-3,1	-3,3
10	Bắc Kạn	-0,3	-0,4	-0,6	-0,8	-0,9	-1,1	-1,2	-1,3	-1,5
11	Thái Nguyên	-0,5	-0,7	-1,0	-1,3	-1,6	-1,8	-2,1	-2,3	-2,5
12	Lạng Sơn	-0,5	-0,8	-1,1	-1,4	-1,7	-2,0	-2,2	-2,4	-2,6
13	Phú Thọ	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	-1,2	-1,4	-1,6	-1,8	-1,9
14	Bắc Giang	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,7	-0,8	-0,9	-1,0
15	Quảng Ninh	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0	-1,2	-1,4	-1,6	-1,8	-1,9
16	Vĩnh Phúc	-0,5	-0,8	-1,1	-1,4	-1,8	-2,1	-2,3	-2,6	-2,8
17	Bắc Ninh	-0,5	-0,8	-1,1	-1,4	-1,8	-2,0	-2,3	-2,5	-2,7
18	Hà Nội	-0,5	-0,7	-1,0	-1,3	-1,6	-1,9	-2,1	-2,3	-2,5
19	Hưng Yên	-0,6	-0,9	-1,3	-1,7	-2,1	-2,4	-2,7	-3,0	-3,2
20	Hải Dương	-0,6	-0,9	-1,3	-1,6	-2,0	-2,3	-2,6	-2,9	-3,1
21	Hải Phòng	-0,4	-0,6	-0,9	-1,1	-1,4	-1,6	-1,8	-2,0	-2,2
22	Hà Nam	-0,5	-0,8	-1,1	-1,4	-1,7	-2,0	-2,2	-2,4	-2,6
23	Thái Bình	-0,6	-0,9	-1,2	-1,6	-2,0	-2,3	-2,6	-2,8	-3,1
24	Nam Định	-0,6	-0,8	-1,2	-1,5	-1,9	-2,2	-2,5	-2,7	-2,9
25	Ninh Bình	-0,5	-0,8	-1,1	-1,4	-1,7	-2,0	-2,3	-2,5	-2,7
26	Thanh Hóa	-1,1	-1,6	-2,2	-2,9	-3,5	-4,1	-4,6	-5,1	-5,5
27	Nghệ An	-1,1	-1,7	-2,3	-3,0	-3,7	-4,3	-4,8	-5,3	-5,8
28	Hà Tĩnh	-1,7	-2,4	-3,4	-4,4	-5,4	-6,3	-7,1	-7,8	-8,5
29	Quảng Bình	-2,0	-2,9	-4,1	-5,3	-6,5	-7,6	-8,6	-9,5	-10,3
30	Quảng Trị	-2,0	-3,0	-4,2	-5,4	-6,6	-7,7	-8,7	-9,5	-10,4
31	Huế	-1,7	-2,4	-3,4	-4,4	-5,4	-6,3	-7,1	-7,8	-8,5
32	Đà Nẵng	-1,9	-2,8	-4,0	-5,2	-6,4	-7,3	-8,3	-9,2	-9,9
33	Quảng Nam	-1,6	-2,4	-3,4	-4,4	-5,3	-6,2	-7,0	-7,7	-8,3
34	Quảng Ngãi	-1,8	-2,6	-3,6	-4,7	-5,7	-6,7	-7,5	-8,3	-9,0
35	Bình Định	-2,6	-3,8	-5,3	-6,9	-8,4	-9,8	-11,0	-12,1	-13,2
36	Phú Yên	-1,5	-2,2	-3,1	-4,0	-4,9	-5,7	-6,4	-7,1	-7,7
37	Khánh Hòa	-1,8	-2,6	-3,7	-4,7	-5,8	-6,7	-7,6	-8,4	-9,1
38	Ninh Thuận	-1,3	-1,9	-2,7	-3,4	-4,2	-4,9	-5,5	-6,1	-6,6
39	Bình Thuận	-1,0	-1,5	-2,2	-2,8	-3,4	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4
40	Kon Tum	-2,1	-3,1	-4,3	-5,5	-6,7	-7,8	-8,8	-9,8	-10,6
41	Gia Lai	-2,3	-3,4	-4,8	-6,2	-7,6	-8,8	-9,9	-11,0	-11,9
42	Đắk Lắk	-1,7	-2,6	-3,6	-4,6	-5,7	-6,6	-7,4	-8,2	-8,9
43	Đắk Nông	-2,5	-3,7	-5,1	-6,6	-8,1	-9,4	-10,6	-11,7	-12,7
44	Lâm Đồng	-1,8	-2,6	-3,6	-4,7	-5,7	-6,7	-7,5	-8,3	-9,0
45	Tây Ninh	-1,8	-2,6	-3,6	-4,7	-5,7	-6,7	-7,5	-8,3	-9,0
46	Bình Dương	-1,8	-2,6	-3,7	-4,7	-5,8	-6,7	-7,6	-8,4	-9,1
47	Bình Phước	-1,8	-2,6	-3,7	-4,8	-5,8	-6,8	-7,7	-8,5	-9,2
48	Tp. Hồ Chí Minh	-1,6	-2,3	-3,3	-4,2	-5,1	-6,0	-6,8	-7,5	-8,1
49	Đồng Nai	-1,5	-2,1	-3,0	-3,9	-4,7	-5,5	-6,2	-6,9	-7,5
50	Vũng Tàu	-1,0	-1,5	-2,1	-2,6	-3,2	-3,8	-4,2	-4,7	-5,1
51	Long An	-1,1	-1,7	-2,3	-3,0	-3,7	-4,3	-4,8	-5,3	-5,8
52	Đồng Tháp	-1,4	-2,0	-2,9	-3,7	-4,5	-5,2	-5,9	-6,5	-7,1
53	Tiền Giang	-1,5	-2,3	-3,2	-4,1	-5,0	-5,8	-6,5	-7,2	-7,8
54	Bến Tre	-1,0	-1,5	-2,2	-2,8	-3,4	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4
55	Vĩnh Long	-1,3	-1,9	-2,7	-3,5	-4,3	-5,0	-5,6	-6,2	-6,7
56	Trà Vinh	-1,6	-2,3	-3,2	-4,1	-5,0	-5,9	-6,6	-7,3	-7,9
57	An Giang	-1,6	-2,4	-3,4	-4,4	-5,3	-6,2	-7,0	-7,7	-8,4
58	Cần Thơ	-1,4	-2,0	-2,8	-3,7	-4,5	-5,2	-5,9	-6,5	-7,0
59	Hậu Giang	-1,4	-2,0	-2,9	-3,7	-4,5	-5,3	-6,0	-6,6	-7,0
60	Sóc Trăng	-1,5	-2,2	-3,1	-4,0	-4,9	-5,7	-6,4	-7,1	-7,6
61	Bạc Liêu	-1,2	-1,7	-2,4	-3,2	-3,8	-4,5	-5,1	-5,6	-6,0
62	Kiên Giang	-1,2	-1,8	-2,5	-3,2	-3,9	-4,6	-5,2	-5,7	-6,2
63	Cà Mau	-0,8	-1,2	-1,7	-2,3	-2,7	-3,2	-3,6	-4,0	-4,3

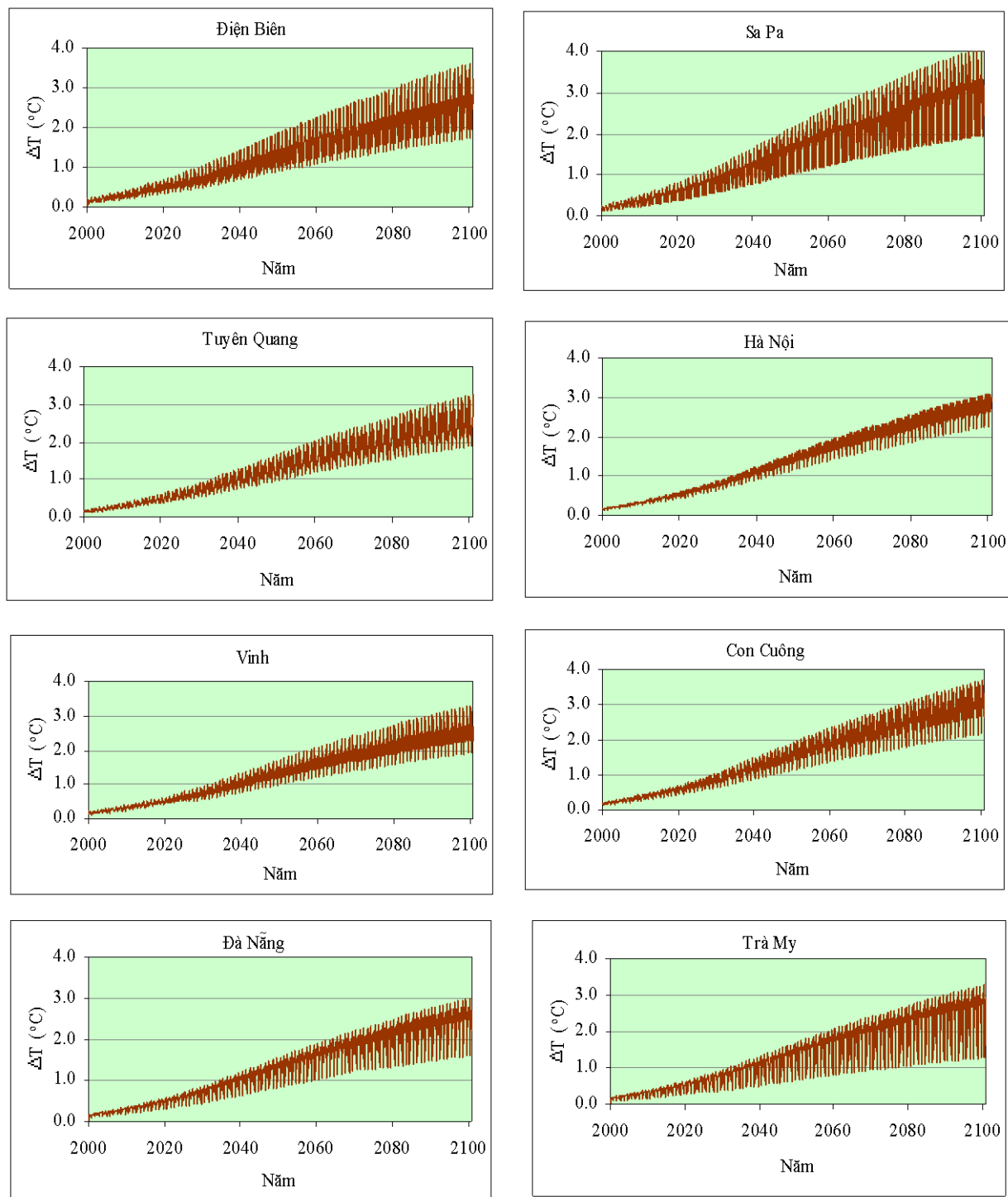
Phụ lục 8. Mức thay đổi (%) lượng mưa mùa hè (VI-VIII) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

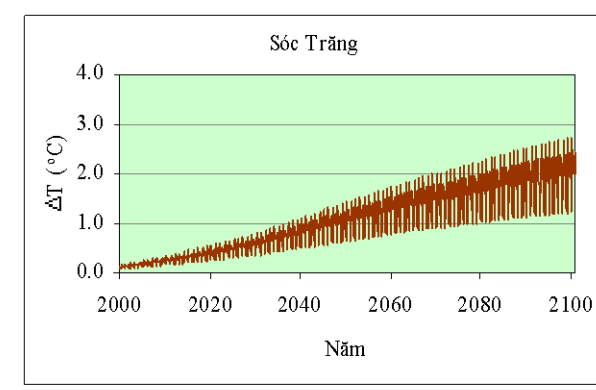
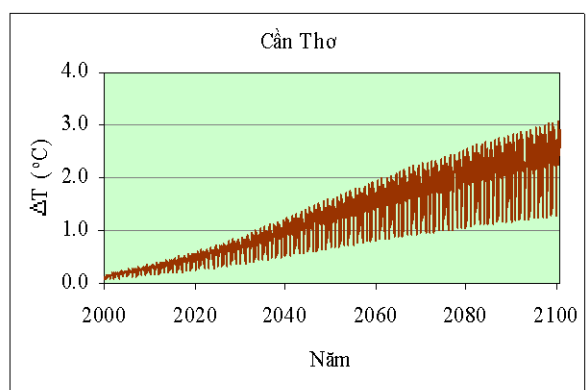
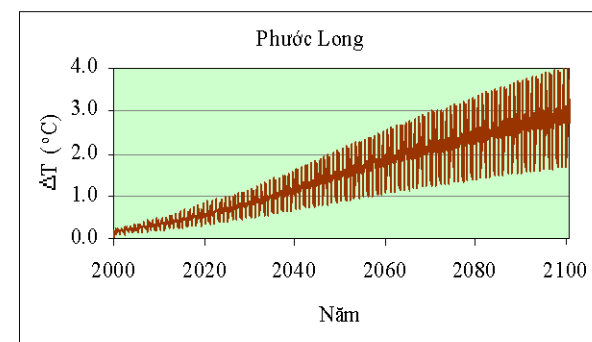
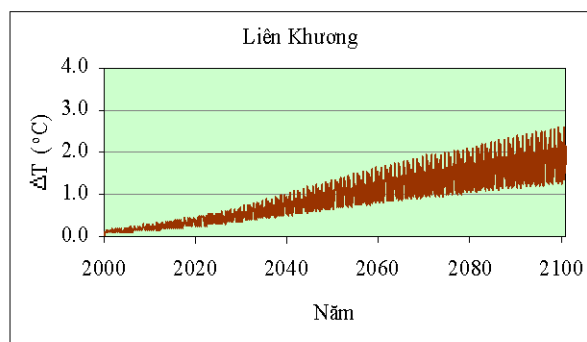
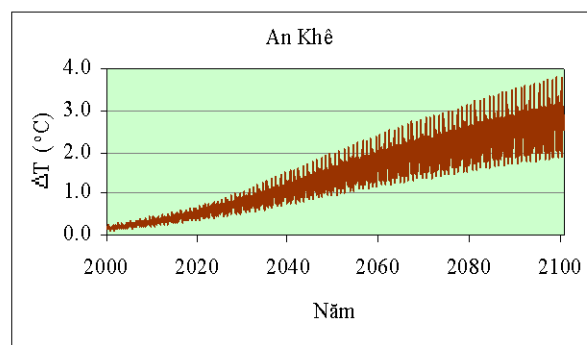
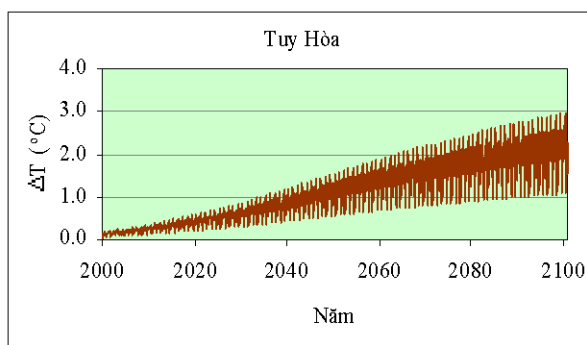
STT	Tỉnh, thành phố	Các mốc thời gian của thế kỷ 21									
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	
1	Lai Châu	1,9	2,8	3,9	5,1	6,2	7,2	8,1	9,0	9,7	
2	Điện Biên	2,4	3,5	4,9	6,4	7,7	9,0	10,1	11,2	12,1	
3	Sơn La	1,7	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,4	8,2	8,8	
4	Hòa Bình	2,1	3,0	4,2	5,4	6,6	7,7	8,7	9,6	10,4	
5	Hà Giang	2,3	3,3	4,7	6,0	7,3	8,6	9,6	10,6	11,5	
6	Cao Bằng	2,0	3,0	4,2	5,4	6,5	7,6	8,6	9,5	10,3	
7	Lào Cai	2,0	2,9	4,0	5,2	6,3	7,4	8,3	9,2	9,9	
8	Yên Bái	2,5	3,7	5,2	6,7	8,2	9,6	10,8	11,9	12,9	
9	Tuyên Quang	1,9	2,7	3,8	4,9	6,0	7,0	7,9	8,7	9,4	
10	Bắc Kạn	1,7	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,3	8,0	8,7	
11	Thái Nguyên	2,6	3,8	5,3	6,8	8,3	9,7	10,9	12,0	13,0	
12	Lạng Sơn	2,0	2,9	4,0	5,2	6,3	7,4	8,3	9,2	10,0	
13	Phú Thọ	2,3	3,3	4,6	6,0	7,3	8,5	9,6	10,6	11,4	
14	Bắc Giang	1,4	2,3	3,4	4,7	6,1	7,4	8,7	9,8	10,8	
15	Quảng Ninh	2,3	3,3	4,7	6,0	7,3	8,5	9,6	10,6	11,5	
16	Vĩnh Phúc	2,3	3,4	4,8	6,2	7,5	8,8	9,9	10,9	11,8	
17	Bắc Ninh	2,4	3,5	4,9	6,3	7,7	8,9	10,1	11,1	12,0	
18	Hà Nội	2,3	3,4	4,7	6,1	7,4	8,6	9,7	10,7	11,6	
19	Hưng Yên	3,0	4,4	6,1	7,9	9,6	11,2	12,6	13,9	15,1	
20	Hải Dương	2,1	3,1	4,3	5,6	6,8	7,9	8,9	9,9	10,7	
21	Hải Phòng	1,6	2,3	3,3	4,2	5,1	6,0	6,7	7,4	8,1	
22	Hà Nam	2,1	3,1	4,3	5,6	6,8	8,0	9,0	9,9	10,7	
23	Thái Bình	2,5	3,7	5,2	6,7	8,1	9,5	10,7	11,8	12,7	
24	Nam Định	2,6	3,9	5,4	7,0	8,5	9,9	11,2	12,3	13,4	
25	Ninh Bình	2,2	3,2	4,5	5,9	7,1	8,3	9,4	10,3	11,2	
26	Thanh Hóa	2,4	3,5	4,9	6,3	7,7	8,9	10,0	11,1	12,0	
27	Nghệ An	2,0	3,0	4,2	5,4	6,6	7,7	8,6	9,5	10,3	
28	Hà Tĩnh	1,3	1,9	2,6	3,4	4,2	4,8	5,4	6,0	6,5	
29	Quảng Bình	1,9	2,8	3,9	5,0	6,2	7,1	8,0	8,9	9,6	
30	Quảng Trị	2,5	3,7	5,3	6,8	8,3	9,7	10,9	12,0	13,1	
31	Huế	1,4	2,0	2,8	3,6	4,4	5,1	5,8	6,4	6,9	
32	Đà Nẵng	0,7	1,0	1,5	1,9	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	
33	Quảng Nam	0,8	1,2	1,6	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	
34	Quảng Ngãi	1,4	2,0	2,9	3,7	4,5	5,2	5,9	6,5	7,1	
35	Bình Định	1,2	1,7	2,3	3,0	3,6	4,2	4,8	5,2	5,7	
36	Phú Yên	1,0	1,4	2,0	2,5	3,1	3,6	4,1	4,5	4,8	
37	Khánh Hòa	1,0	1,4	2,0	2,6	3,1	3,7	4,1	4,6	5,0	
38	Ninh Thuận	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	
39	Bình Thuận	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	
40	Kon Tum	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	
41	Gia Lai	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	1,9	2,1	
42	Đắk Lắk	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	
43	Đắk Nông	0,6	0,9	1,3	1,7	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	
44	Lâm Đồng	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	
45	Tây Ninh	1,2	1,7	2,4	3,2	3,9	4,5	5,1	5,6	6,0	
46	Bình Dương	1,0	1,4	1,9	2,4	3,0	3,5	3,9	4,3	4,7	
47	Bình Phước	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,5	2,8	3,1	3,3	
48	Tp. Hồ Chí Minh	0,9	1,2	1,7	2,2	2,7	3,1	3,5	3,9	4,2	
49	Đồng Nai	0,8	1,2	1,7	2,2	2,6	3,1	3,5	3,8	4,1	
50	Vũng Tàu	0,6	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8	
51	Long An	1,1	1,6	2,3	3,0	3,6	4,2	4,7	5,2	5,6	
52	Đồng Tháp	0,9	1,2	1,8	2,3	2,8	3,2	3,6	4,0	4,3	
53	Tiền Giang	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9	
54	Bến Tre	0,7	0,9	1,3	1,7	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	
55	Vĩnh Long	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	
56	Trà Vinh	0,9	1,3	1,8	2,3	2,8	3,3	3,7	4,1	4,4	
57	An Giang	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,2	2,5	2,7	3,0	
58	Cần Thơ	0,9	1,2	1,7	2,3	2,7	3,2	3,6	4,0	4,3	
59	Hậu Giang	0,9	1,3	1,8	2,4	2,9	3,4	3,8	4,2	4,8	
60	Sóc Trăng	1,1	1,6	2,2	2,9	3,5	4,1	4,6	5,1	5,5	
61	Bạc Liêu	0,9	1,3	1,9	2,4	2,9	3,4	3,8	4,3	4,6	
62	Kiên Giang	0,9	1,3	1,8	2,3	2,8	3,3	3,7	4,1	4,4	
63	Cà Mau	0,8	1,1	1,6	2,0	2,5	2,9	3,2	3,6	3,9	

Phụ lục 9. Mức thay đổi (%) lượng mưa mùa thu (IX-XI) so với thời kỳ 1980-1999 theo kịch bản phát thải trung bình (B2)

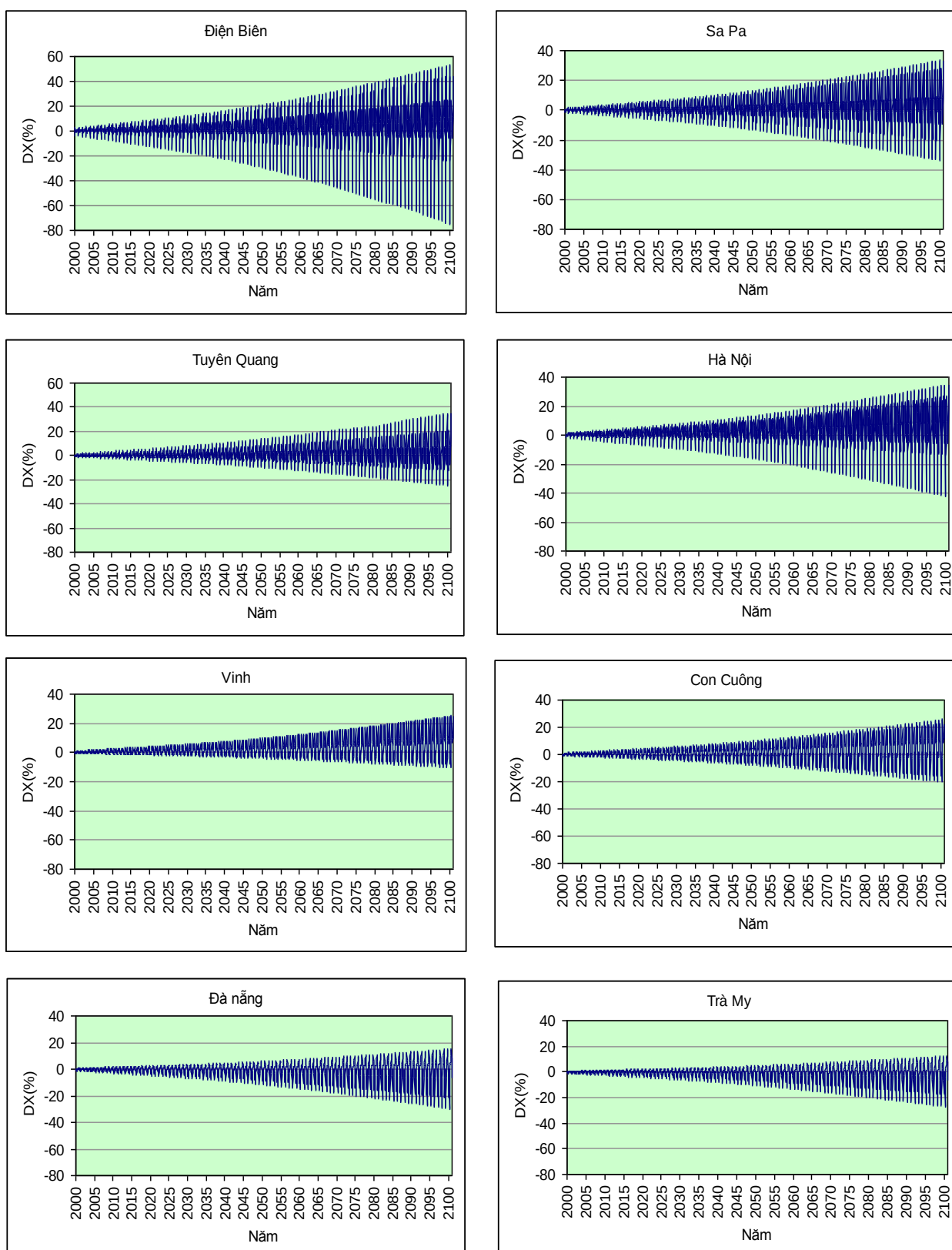
STT	Tỉnh, thành phố	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
		2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
1	Lai Châu	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
2	Điện Biên	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
3	Sơn La	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5
4	Hòa Bình	0,6	0,9	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	2,9	3,2
5	Hà Giang	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4
6	Cao Bằng	0,6	0,8	1,2	1,5	1,9	2,2	2,5	2,7	2,9
7	Lào Cai	0,6	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,8
8	Yên Bái	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,4
9	Tuyên Quang	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8
10	Bắc Kạn	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7
11	Thái Nguyên	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9
12	Lạng Sơn	0,6	0,8	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9
13	Phú Thọ	0,6	0,9	1,2	1,6	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1
14	Bắc Giang	0,4	0,6	0,9	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9
15	Quảng Ninh	0,6	1,0	1,3	1,7	2,1	2,5	2,8	3,1	3,3
16	Vĩnh Phúc	0,5	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5
17	Bắc Ninh	0,8	1,2	1,7	2,2	2,7	3,1	3,5	3,9	4,2
18	Hà Nội	0,9	1,3	1,8	2,4	2,9	3,4	3,8	4,2	4,5
19	Hưng Yên	0,7	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,0	3,4	3,6
20	Hải Dương	0,7	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,0	3,4	3,6
21	Hải Phòng	0,7	1,1	1,5	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,7
22	Hà Nam	0,8	1,2	1,6	2,1	2,5	3,0	3,4	3,7	4,0
23	Thái Bình	1,4	2,1	2,9	3,8	4,6	5,3	6,0	6,6	7,2
24	Nam Định	0,9	1,3	1,8	2,3	2,8	3,3	3,7	4,1	4,4
25	Ninh Bình	0,7	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,3	3,5
26	Thanh Hóa	1,0	1,4	2,0	2,6	3,1	3,6	4,1	4,5	4,9
27	Nghe An	1,5	2,2	3,1	4,0	4,9	5,7	6,5	7,1	7,7
28	Hà Tĩnh	1,0	1,4	2,0	2,6	3,1	3,7	4,1	4,5	4,9
29	Quảng Bình	1,0	1,5	2,0	2,6	3,2	3,8	4,2	4,7	5,1
30	Quảng Trị	1,7	2,5	3,5	4,5	5,5	6,4	7,2	7,9	8,7
31	Huế	2,4	3,5	4,9	6,4	7,8	9,1	10,2	11,3	12,2
32	Đà Nẵng	1,8	2,7	3,7	4,9	5,9	6,9	7,8	8,5	9,3
33	Quảng Nam	1,6	2,4	3,3	4,3	5,2	6,1	6,9	7,6	8,2
34	Quảng Ngãi	3,6	5,3	7,4	9,6	11,7	13,6	15,3	16,9	18,3
35	Bình Định	2,7	4,0	5,7	7,3	8,8	10,3	11,7	12,8	13,9
36	Phú Yên	2,4	3,5	5,0	6,4	7,8	9,1	10,2	11,3	12,2
37	Khánh Hòa	2,6	3,8	5,4	6,9	8,4	9,8	11,1	12,2	13,2
38	Ninh Thuận	2,1	3,0	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,4
39	Bình Thuận	1,8	2,6	3,7	4,7	5,8	6,7	7,6	8,3	9,1
40	Kon Tum	2,6	3,8	5,4	7,0	8,5	9,9	11,2	12,3	13,3
41	Gia Lai	2,7	3,9	5,6	7,1	8,7	10,1	11,5	12,6	13,7
42	Đắk Lắk	2,1	3,1	4,4	5,7	6,9	8,1	9,2	10,1	10,9
43	Đắk Nông	2,0	3,0	4,2	5,4	6,5	7,6	8,6	9,5	10,3
44	Lâm Đồng	1,7	2,4	3,4	4,4	5,3	6,2	7,0	7,8	8,4
45	Tây Ninh	1,9	2,8	3,9	5,0	6,1	7,1	8,0	8,8	9,6
46	Bình Dương	1,8	2,7	3,8	4,9	6,0	7,0	8,0	8,7	9,5
47	Bình Phước	1,8	2,7	3,8	4,9	6,0	6,9	7,9	8,6	9,4
48	Tp. Hồ Chí Minh	2,1	3,1	4,3	5,5	6,8	7,9	8,9	9,8	10,6
49	Đồng Nai	2,3	3,4	4,8	6,2	7,6	8,8	10,0	10,9	11,9
50	Vũng Tàu	2,8	4,1	5,7	7,3	8,9	10,4	11,8	13,0	14,1
51	Long An	3,1	4,6	6,5	8,3	10,1	11,8	13,3	14,6	15,9
52	Đồng Tháp	2,7	3,9	5,5	7,1	8,6	10,1	11,4	12,5	13,6
53	Tiền Giang	1,9	2,8	4,0	5,1	6,2	7,3	8,2	9,0	9,8
54	Bến Tre	2,7	4,0	5,6	7,2	8,8	10,2	11,6	12,7	13,8
55	Vĩnh Long	2,4	3,5	5,0	6,4	7,8	9,1	10,2	11,3	12,2
56	Trà Vinh	1,9	2,7	3,8	4,9	5,9	6,9	7,8	8,6	9,4
57	An Giang	3,0	4,5	6,3	8,1	9,9	11,5	13,0	14,3	15,5
58	Cần Thơ	2,6	3,8	5,3	6,9	8,3	9,7	11,0	12,1	13,1
59	Hậu Giang	2,6	3,8	5,3	6,9	8,4	9,7	11,0	12,1	12,8
60	Sóc Trăng	2,5	3,7	5,2	6,7	8,2	9,5	10,7	11,8	12,8
61	Bạc Liêu	2,4	3,5	5,0	6,5	7,9	9,1	10,3	11,4	12,3
62	Kiên Giang	2,5	3,6	5,1	6,6	8,0	9,3	10,5	11,6	12,6
63	Cà Mau	2,3	3,3	4,7	6,1	7,4	8,6	9,7	10,7	11,6

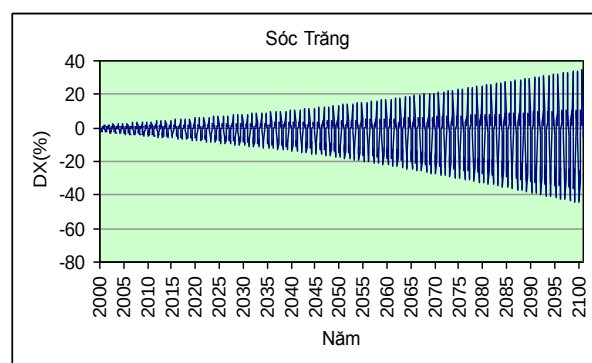
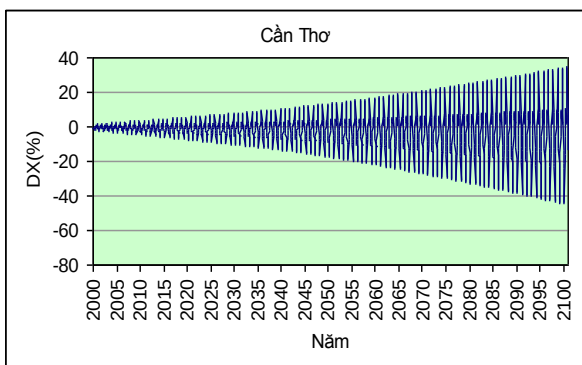
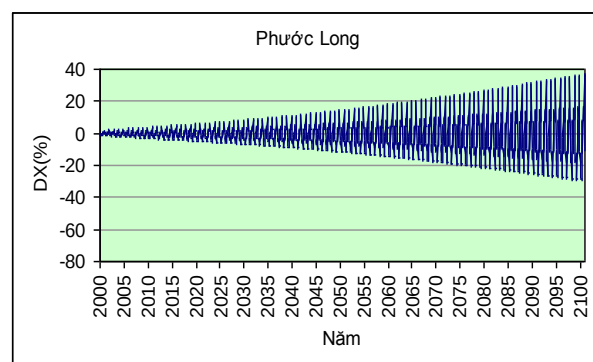
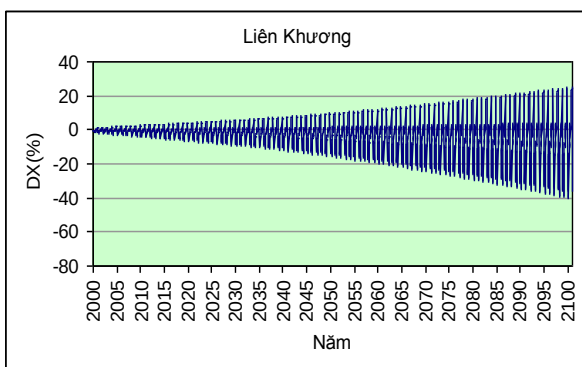
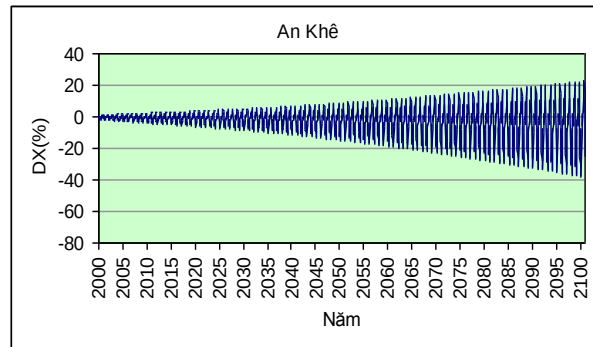
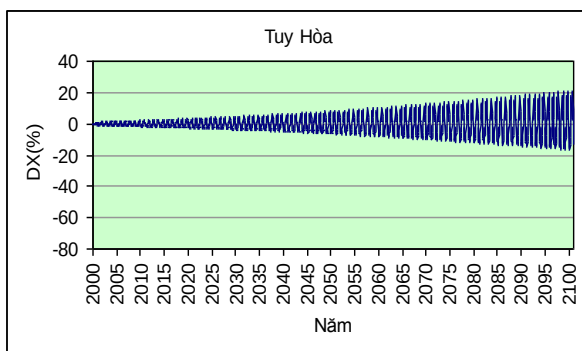
Phụ lục 10. Mức tăng nhiệt độ (°C) trung bình tháng trong thế kỷ 21 ở một số khu vực theo kịch bản trung bình





Phụ lục 11. Mức thay đổi lượng mưa (%) tháng trong thế kỷ 21 ở một số khu vực theo kịch bản trung bình





BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
83 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam
ĐT: 04. 38343005 - 04. 37732731; Fax: 04 38359221
Email: webmaster@monre.gov.vn
Website: <http://www.monre.gov.vn>