

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

CHƯƠNG TRÌNH KHCN CẤP NHÀ NƯỚC KHCN-BĐKH/11-15

**BÁO CÁO TÓM TẮT
KẾT QUẢ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ**

**ĐỀ TÀI: NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC XÂY DỰNG
MẠNG LƯỚI GIÁM SÁT BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
VÀ ĐIỀU CHỈNH BỔ SUNG MẠNG LƯỚI QUAN TRẮC
KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, HẢI VĂN GÓP PHẦN
NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG DỰ BÁO THIÊN TAI
TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

MÃ SỐ ĐỀ TÀI: BĐKH.04

**Cơ quan thực hiện đề tài: Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi
dưỡng nghiệp vụ khí tượng thủy văn và môi trường**

Chủ nhiệm đề tài: TS. Bùi Văn Đức

Hà Nội - 2014

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

CHƯƠNG TRÌNH KHCN CẤP NHÀ NƯỚC KHCN-BĐKH/11-15

**BÁO CÁO TÓM TẮT
KẾT QUẢ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ**

**ĐỀ TÀI: NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC XÂY DỰNG
MẠNG LƯỚI GIÁM SÁT BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
VÀ ĐIỀU CHỈNH BỔ SUNG MẠNG LƯỚI QUAN TRẮC
KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN, HẢI VĂN GÓP PHẦN
NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG DỰ BÁO THIÊN TAI
TRONG BỐI CẢNH BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

MÃ SỐ ĐỀ TÀI: BĐKH.04

Chủ nhiệm đề tài

Cơ quan chủ trì đề tài

**TS. Bùi Văn Đức Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi dưỡng
nghệ vụ khí tượng thủy văn và môi trường**

Ban Chủ nhiệm Chương trình

Bộ Tài nguyên và Môi trường

Hà Nội - 2014

MỞ ĐẦU

BĐKH và mực nước biển dâng với những tác động sâu rộng của nó đến mọi hoạt động kinh tế- xã hội không còn là vấn đề của khoa học mà đã trở thành một tác nhân của sự phát triển kinh tế xã hội. Vì vậy, không chỉ riêng các nhà khoa học mà BĐKH đã được toàn thể cộng đồng quốc tế quan tâm.

Đánh giá đúng mức độ BĐKH thông qua phân tích các yếu tố và hiện tượng KTTV trên chuỗi số liệu lịch sử là cơ sở để đưa ra các giải pháp phù hợp, ứng phó hiệu quả với BĐKH. Để đánh giá đúng mức độ BĐKH, chúng ta phải lựa chọn được những chuỗi số liệu của các trạm phản ánh đúng diễn biến khách quan của trạng thái khí quyển, những trạm không bị tác động mang tính địa phương của con người.

Mặt khác, để phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai KTTV một cách hiệu quả trong bối cảnh BĐKH, cần phải nâng cao chất lượng dự báo, cảnh báo KTTV. Chất lượng dự báo, cảnh báo KTTV được nâng lên một khi cả ba thành phần của hệ thống dự báo KTTV: cơ sở dữ liệu (mật độ trạm, chất lượng quan trắc, hệ thống thông tin), công nghệ dự báo và dự báo viên được tăng cường năng lực một cách đồng bộ. Nói một cách khác, muốn nâng cao chất lượng dự báo KTTV, cùng với việc hiện đại hóa công nghệ dự báo và đào tạo đội ngũ dự báo viên đủ năng lực làm chủ công nghệ mới cần nghiên cứu xây dựng mạng lưới trạm KTTV hiện đại, tự động với mật độ tối ưu đáp ứng đầy đủ số liệu đầu vào cho các công nghệ dự báo hiện đại.

Trước những nhu cầu cấp bách của thực tế, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã giao cho Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi dưỡng nghiệp vụ KTTV và môi trường thực hiện đề tài **“Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới giám sát BĐKH và điều chỉnh bổ sung mạng lưới quan trắc KTTV, hải văn góp phần nâng cao chất lượng dự báo thiên tai trong bối cảnh BĐKH”** với hai mục tiêu chính là: (1) Cung cấp được cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới giám sát BĐKH trên cơ sở điều chỉnh, bổ sung mạng lưới quan trắc KTTV, hải văn hiện có; (2) Đề xuất được một số cải tiến góp phần nâng cao chất lượng dự báo thiên tai trong điều kiện BĐKH.

Sau hai năm thực hiện, nhóm nghiên cứu đã hoàn thành những nội dung nghiên cứu đề ra. Báo cáo kết quả nghiên cứu của đề tài, ngoài phần mở đầu, kết luận - kiến nghị và phụ lục, được phân thành 5 chương như sau:

Chương 1. Tổng quan về tình hình nghiên cứu

Chương 2. Cơ sở số liệu và phương pháp nghiên cứu

Chương 3. Hiện trạng công tác quan trắc và dự báo khí tượng, thủy văn và hải văn

Chương 4. Cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới trạm giám sát biến đổi khí hậu-Đề xuất khung mạng lưới giám sát biến đổi khí hậu

Chương 5. Đề xuất giải pháp góp phần nâng cao chất lượng dự báo khí tượng, thủy văn và hải văn.

Chương 1.

TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

1.1 Những khái niệm cơ bản

1.1.1 Khái niệm về biến đổi khí hậu

Khí hậu là sự tổng hợp của thời tiết, được đặc trưng bởi các giá trị trung bình thống kê và các cực trị đo được hoặc quan trắc được của các yếu tố và hiện tượng thời tiết trong một khoảng thời gian đủ dài, thường là hàng chục năm. Một cách đơn giản, có thể hiểu khí hậu là trạng thái trung bình của thời tiết được xác định trên một khoảng thời gian đủ dài ở một nơi nào đó.

Theo IPCC, BĐKH là sự biến đổi trạng thái của hệ thống khí hậu, có thể được nhận biết qua sự biến đổi về giá trị trung bình và sự biến động của các thuộc tính của nó, được duy trì trong một thời gian đủ dài. Nói cách khác, nếu coi trạng thái cân bằng của hệ thống khí hậu là điều kiện thời tiết trung bình và những dao động của nó trong khoảng vài thập kỉ hoặc dài hơn, thì BĐKH là sự biến đổi từ trạng thái cân bằng này sang trạng thái cân bằng khác của hệ thống khí hậu.

1.1.2 Khái niệm về mạng lưới quan trắc

Các yếu tố KTTV và hải văn phản ánh trạng thái của hệ thống khí hậu Trái đất được quan trắc, đo đạc tại các trạm KTTV và hải văn. Trong hệ thống mạng lưới quan trắc khí tượng, người ta còn phân biệt trạm khí hậu và trạm synop.

- Trạm khí hậu là trạm khí tượng mà số liệu quan trắc được dùng để nghiên cứu các đặc trưng khí hậu của vùng khí hậu mà trạm đại diện.
- Trạm synop là trạm khí tượng mà số liệu được truyền tức thời ngay sau khi quan trắc về các cơ quan dự báo thời tiết để sử dụng trong phân tích synop và dự báo thời tiết.

Hiện nay, do việc phát triển của công nghệ thông tin truyền dữ liệu đạt trình độ rất cao, có thể truyền nhận thông tin dữ liệu giữa hai điểm bất kì trên Trái đất, nên tất cả các trạm khí tượng đều có thể phát báo số liệu theo yêu cầu tăng số liệu đầu vào của các công nghệ dự báo hiện đại. Vì vậy, trên thực tế không còn phân biệt các trạm khí hậu và các trạm synop. Tuy nhiên, để lựa chọn các trạm khí hậu hiện có thực hiện nhiệm vụ giám sát BĐKH với các yêu cầu kĩ thuật nghiêm ngặt, hay phát triển mạng lưới quan trắc phục vụ dự báo KTTV với các yêu cầu mới cần thiết phải nghiên cứu đưa ra các cơ sở khoa học phù hợp với điều kiện tự nhiên của từng quốc gia, trong từng thời kì phát triển.

1.2 Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước

1.2.1 Tình hình nghiên cứu ở nước ngoài

1. Nghiên cứu về mạng lưới trạm

Bài toán quy hoạch mạng lưới trạm quan trắc được hình thành từ rất lâu, nhưng phải đến những năm giữa thế kỉ 20 mới được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu để xác định một mạng lưới tối ưu nhất.

Công trình đầu tiên nghiên cứu quy hoạch tối ưu mạng trạm khí tượng bề mặt được

Drozdop và Shepelepsy công bố vào cuối thập kỷ bốn mươi của thế kỷ 20. Tiếp theo, vào cuối thập kỷ 50 của thế kỷ 20, Gandin đã đề xuất phương pháp quy hoạch mạng lưới trạm quan trắc mang tính tổng quát hơn, Gandin thiết lập trên cơ sở đặc điểm cấu trúc thống kê của trường các yếu tố khí tượng.

Năm 2011, trên toàn thế giới có hơn 11.000 trạm quan trắc thời tiết cung cấp số liệu cho tất cả các nước thành viên phục vụ dự báo thời tiết. Trong số đó, WMO chọn được 1040 trạm để tham gia Mạng lưới quan trắc khí hậu toàn cầu (Global Climate Observing System-GCOS) nhằm giám sát BĐKH.

Năm 2003 Michael J. đã xác định mật độ trạm khí hậu cho chiến lược giám sát BĐKH ở Hoa Kỳ. Tác giả đã ước tính số lượng cũng như sự phân bố vị trí quan trắc tham chiếu (CRN), xác định một mạng lưới trên tập mẫu con có chất lượng số liệu tốt nhất của mạng lưới trạm khí tượng hiện có để xác định sự BĐKH trên cơ sở các trạm của tập con nhưng sai số khi tính nhiệt độ và lượng mưa cho hai mạng trạm này phải nhỏ hơn một giá trị nào đó. Kết quả cho thấy, khoảng cách giữa các trạm giám sát BĐKH là $2,5^0$ vĩ độ và $3,5^0$ kinh độ là hợp lý.

Năm 2005 Vose S. Russell thử nghiệm xây dựng mạng lưới giám sát BĐKH cho lãnh thổ Hoa Kỳ trên cơ sở xây dựng CRN. Mạng lưới giám sát BĐKH mà các tác giả thiết lập cũng là một tập hợp con của mạng lưới trạm lịch sử (HCN) hiện đang hoạt động. Kết quả tính toán đã chọn được 135 trạm phân bố tương đối đồng đều trên phạm vi cả nước.

Nghiên cứu của Divin P. Thomas về xây dựng mạng lưới trạm giám sát BĐKH trên cơ sở mạng lưới trạm khí hậu quốc gia cũng đã chọn được 114 trạm trên toàn bộ lãnh thổ Hoa Kỳ làm mạng trạm khí hậu tham chiếu. Theo tác giả, để đảm bảo chất lượng thì hồ sơ của mạng lưới trạm khí hậu tham chiếu của Hoa Kỳ (USCRN) là vấn đề cần được đề cập thường xuyên.

Cũng với mục đích giám sát khí hậu dài hạn, đặc biệt đối với việc phân tích biến đổi khí hậu, ở Úc đã thành lập mạng lưới trạm khí hậu tham chiếu. Có khoảng 100 trạm khí hậu tham chiếu được lựa chọn từ mạng lưới trạm quan trắc hiện có bởi chúng có những đặc điểm: là những trạm số liệu có chất lượng cao, lưu trữ dữ liệu dài hạn, có vị trí ở xa khu vực trung tâm đô thị lớn, có khả năng hoạt động lâu dài trong tương lai.

Mạng lưới giám sát BĐKH của Thụy Sĩ cũng được Cơ quan Khí tượng nước này xác định là 29 trạm. Chuỗi thời gian từ đầu thế kỷ 20 đến nay của nhiệt độ và lượng mưa của mạng lưới trạm này đã được đồng nhất và số hóa hoàn toàn.

Đối với trạm thủy văn, việc xác định vị trí đặt trạm là một trong những vấn đề chính. Nhiều phương pháp được sử dụng để thiết kế và duy trì mạng lưới thu thập dữ liệu. Ngay từ cuối những năm 1930, phương pháp phân tích thống kê đã được sử dụng trong thiết kế mạng. Wilm và cộng sự đã đề xuất rằng, các số liệu từ lưu vực và các sai số trong tính toán lượng mưa được xem là cơ sở để chọn mật độ trạm đo tối ưu. Một trong những nỗ lực đầu tiên thiết kế mạng đo dòng chảy được Langbein thực hiện.

Cuối năm 1965, WMO đã công bố tiêu chuẩn để thiết kế một mạng trạm thủy văn, trong đó nhấn mạnh tầm quan trọng của việc thiết lập một mạng lưới tối ưu. Để đạt được điều này, WMO cho rằng trạm thủy văn nên được chia thành ba loại: trạm

chính, trạm thứ cấp và trạm đặc biệt. Trạm chính cung cấp cơ sở cho các nghiên cứu thống kê và nên hoạt động liên tục và vô thời hạn. Trạm thứ cấp nên hoạt động một số năm để thiết lập một mối quan hệ tốt với các trạm chính. Sau khi một mối quan hệ đã được thiết lập tiến hành di chuyển các trạm thứ cấp, có thể bao gồm toàn bộ quốc gia với một mạng lưới dày đặc dựa trên các trạm chính hoạt động liên tục.

Một trong những giải pháp nâng cao chất lượng dự báo của mô hình là nghiên cứu phát triển cấy dày mật độ lưới trạm và hiện đại hóa thiết bị quan trắc khí tượng. OSSE (**O**bservation **S**imulation **S**ystem **E**xperiments) là một công cụ được sử dụng để đánh giá các tác động của số liệu quan trắc tới kết quả dự báo. Phương pháp OSSE tương tự như hệ thống đồng hóa số liệu. Nếu như hệ thống đồng hóa số liệu sử dụng số liệu quan trắc có được từ khí quyển thực thì OSSE lại sử dụng số liệu quan trắc giả lập từ khí quyển mô phỏng. OSSE cho phép ước lượng được những tác động của hệ thống quan trắc mới tới kết quả dự báo của hệ thống mô hình số.

2. Nghiên cứu dự báo KTTV

Điều kiện KTTV chi phối hầu như mọi hoạt động của con người, cho nên nó được loài người quan tâm nghiên cứu từ rất sớm. Tuy nhiên, phương pháp dự báo KTTV phụ thuộc vào trình độ phát triển của khoa học công nghệ.

Phương pháp synop được tiến hành từ cách đây rất nhiều thập niên. Dựa vào bộ bản đồ này, người ta tiến hành phân tích và dự báo các hình thế thời tiết và các hiện tượng thời tiết cho “vùng dự báo quan tâm”, hay một địa điểm đã chọn với một thời hạn dự báo nhất định.

Phương pháp thống kê được sử dụng rất rộng rãi trong nghiên cứu khí tượng, khí hậu nói chung. Trong thống kê, hiện có rất nhiều phương pháp được sử dụng để xây dựng phương trình dự báo xác suất xuất hiện hiện tượng khí tượng.

Trong những năm gần đây, phương pháp dự báo số trị được phát triển và ứng dụng mạnh mẽ trong dự báo thời tiết và khí hậu; từ các mô hình toàn cầu đến các mô hình khu vực đã và đang được các nhà khoa học, các trung tâm nghiên cứu khí tượng trên thế giới tập trung nghiên cứu nên đã đạt được nhiều thành tựu to lớn.

Đối với dự báo thủy văn, trong những năm gần đây các sản phẩm mưa dự báo số trị ngày càng được mở rộng và nâng cao chất lượng về độ phân giải theo không gian cũng như theo thời gian. Sự phát triển của mạng lưới quan trắc, điều tra, khảo sát địa hình, địa chất, sử dụng đất, thảm phủ, đo đạc KTTV bề mặt cũng như cao không, vệ tinh, radar,.. tạo điều kiện cho các sản phẩm số trị có độ chính xác cao hơn, giúp kéo dài thời gian dự kiến của bản tin dự báo thủy văn. Các mô hình thủy văn có thể được tích hợp trong hệ thống dự báo nghiệp vụ theo hai cách tiếp cận:

- Tích hợp truyền thống: Trong cách tiếp cận này, hệ thống dự báo được xây dựng xung quanh các mô hình được sử dụng, trong đó, hệ thống dự báo là mô hình đã được tối ưu và được chuyển sang hệ thống dự báo nghiệp vụ với các yêu cầu tối thiểu. Hệ thống dự báo kiểu này có nhiều hạn chế, trong đó quan trọng nhất là sự cứng nhắc đối với sự thích nghi hoặc thay đổi khái niệm của mô hình.
- Tích hợp kiểu mở: Trong cách tiếp cận này, việc thực hiện mô hình không bị ràng buộc bởi sự kết hợp kỹ thuật thực tế của mô hình. Hệ thống dự báo cung cấp hệ thống xử lý các dữ liệu và cho phép các mô hình được tích hợp khi cần.

1.2.2 Tình hình nghiên cứu ở trong nước

1) Nghiên cứu mạng lưới trạm KTTV

Việc xây dựng mạng lưới trạm KTTV được xây dựng từ rất lâu, nhưng việc xác định mật độ lưới trạm mới được quan tâm trong những thập kỉ gần đây. Năm 1986, Nguyễn Trọng Hiệu đã áp dụng phương pháp Drozdop và Shepelepsy để giải bài toán quy hoạch mạng lưới trạm khí tượng bề mặt. Tác giả chọn nhiệt độ và lượng mưa để tính toán.

Đối với mạng lưới trạm thủy văn, từ năm 1960 Cục Thủy văn đã “Quy định các lưới trạm thủy văn cơ bản miền Bắc Việt Nam” trên nguyên tắc chọn trạm tiêu biểu trên cơ sở phân khu thủy văn và bổ trợ cho trạm đại biểu là các trạm dùng riêng. Việc quy hoạch mạng lưới trạm đã thúc đẩy sự phát triển ngành Thủy văn nước ta.

2) Nghiên cứu dự báo KTTV

Nhận thức được sự ảnh hưởng nghiêm trọng của các loại thiên tai có nguồn gốc KTTV đối với sản xuất và đời sống nên các nhà khoa học đã nghiên cứu khá nhiều nên đã đạt được nhiều thành tựu đáng kể. Các công trình nghiên cứu được triển khai theo các hướng: xây dựng quy trình, quy phạm dự báo; nghiên cứu dự báo thời tiết bằng thống kê vật lí, đặc biệt là thống kê sau mô hình cũng được nhiều nhà khí tượng tiến hành nghiên cứu; nghiên cứu ứng dụng các mô hình dự báo thời tiết số trị khu vực; nghiên cứu ứng dụng dự báo tổ hợp.

Mô hình thủy-động lực đầu tiên được nghiên cứu và xây dựng cho các hệ thống sông của Việt Nam phải kể đến mô hình VRSAP, được nghiên cứu cho hệ thống sông vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Đây là mô hình thủy động lực học dòng chảy một chiều trong kênh hở, bãi ven sông, vùng ngập lũ nhằm tính toán nguồn nước, tính toán lũ, kết hợp trong thiết kế quy hoạch thủy lợi. Tiếp đến mô hình SAL và VRSAP-SAL những mô hình được xây dựng có tính chặt chẽ hơn về mặt toán học, dựa trên sơ đồ sai phân ẩn 4 điểm của Preissman, nhưng lấy trọng số bằng 2/3 để giảm thiểu sai số trong phép sai phân. Việc tính lan truyền chất trong SAL dựa trên thuật toán phân rã. Khi giải phương trình tải thuần túy dùng phương pháp đường đặc trưng ẩn với cách nội suy spline bậc 3 bảo đảm giảm tối đa khuếch tán số và do mịn lan tới đầu tính tới đó nên tốc độ tính của SAL rất nhanh. Cùng với sự phát triển của dự báo thời tiết bằng phương pháp số, dự báo hải văn cũng đã được quan tâm nghiên cứu tại một số đơn vị trong và ngoài Ngành. Một số công trình nghiên cứu sử dụng mô hình số để dự báo các điều kiện KTTV trên một số khu vực thuộc vùng biển Việt Nam đã được thực hiện.

Từ những tổng quan nghiên cứu trong và ngoài nước về những nội dung mà đề tài đề nghiên cứu, chúng ta có thể rút ra một số nhận xét như sau:

- 1) Đối với mạng lưới trạm giám sát/tham chiếu BĐKH, người ta chọn những trạm từ những trạm sẵn có trong mạng lưới thỏa mãn các điều kiện sau:
 - + Có thời gian quan trắc liên tục đủ dài;
 - + Ở xa khu vực trung tâm đô thị lớn, nơi ít chịu tác động trực tiếp từ các hoạt động sống mang tính địa phương;
 - + Trong suốt thời gian hoạt động, trạm sử dụng các chủng loại máy và thiết bị đo

các yếu tố khí tượng cơ bản có cùng tiêu chuẩn về độ chính xác.

Ngoài ra, một số nước cũng đề xuất xây dựng thêm một số trạm giám sát BĐKH mới ở những nơi hẻo lánh để đánh giá BĐKH về sau.

- 2) Đối với xây dựng mạng lưới khí tượng phục vụ dự báo, các nhà khoa học đã đưa ra các cơ sở khoa học để xây dựng mạng lưới trạm KTTV tối ưu của họ để đáp ứng yêu cầu phục vụ dự báo thiên tai có nguồn gốc KTTV.
- 3) Đối với công tác phát triển công nghệ dự báo KTTV, các nhà khoa học đặc biệt quan tâm nghiên cứu nên công nghệ dự báo KTTV luôn luôn phát triển và hoàn thiện, đặc biệt trong bối cảnh BĐKH.

Ở Việt Nam, việc nghiên cứu xây dựng mạng lưới trạm KTTV tối ưu đáp ứng yêu cầu điều tra cơ bản và dự báo KTTV đã thực hiện nhưng nghiên cứu xác định mạng lưới trạm khí tượng, hải văn đảm bảo số liệu đầu vào cho các công nghệ dự báo KTTV hiện đại và giám sát BĐKH đang là một bài toán bỏ ngõ, ít được thực hiện.

Chương 2.

CƠ SỞ SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Cơ sở số liệu

Để thực hiện đề tài, chúng tôi sử dụng nguồn số liệu sau:

- i) Khí tượng: khai thác 120 trạm phân bố đều trên cả nước với các yếu tố là: nhiệt độ trung bình, tối cao, tối thấp ngày; lượng mưa ngày; hướng và tốc độ gió mạnh nhất ngày; độ ẩm trung bình, tối cao và tối thấp ngày; từ năm 1981-2010.
- ii) Thủy văn: khai thác 60 trạm phân bố khá đều trên các lưu vực sông chính với các yếu tố là: mực nước trung bình ngày, lưu lượng trung bình ngày; từ năm 1981-2010.
- iii) Hải văn: khai thác 17 trạm trên mạng lưới với các yếu tố là: mực nước trung bình ngày và độ cao sóng lớn nhất ngày; từ năm 1981-2010.
- iv) Dữ liệu chạy mô hình: Trung tâm Dự báo Môi trường quốc gia Mỹ (NCEP).

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Phương pháp hàm xu thế

Với bộ số liệu về lượng mưa và nhiệt độ của các trạm khí tượng từ năm 1971-2010, đề tài sẽ tiến hành tính toán lựa chọn trạm khí tượng giám sát BĐKH như sau:

- Tính tổng lượng mưa năm; nhiệt độ trung bình năm;
- Xây dựng hàm xu thế theo thời gian của lượng mưa và nhiệt độ;
- Phân tích hệ số góc của hàm xu thế theo thời gian;
- Phân nhóm/phân cấp hệ số góc theo khu vực;
- Xây dựng tương quan cặp trạm trong nhóm trạm có cùng xu thế của khu vực;
- Phân tích, lựa chọn trạm giám sát BĐKH.

Để xây dựng được lưới trạm khí tượng giám sát BĐKH, cần đưa ra các tiêu

chỉ để làm cơ sở thiết lập hệ thống lưới trạm. Trên cơ sở phân tích chuẩn sai của các yếu tố, nhóm nghiên cứu đưa ra 2 tiêu chí như sau:

- + Tiêu chí 1: Tính khác biệt về xu thế. Trong các khu vực nghiên cứu, những trạm có xu thế ngược với xu thế chung của các trạm khác (có hệ số góc khác dấu với hệ số góc của tổng lượng mưa năm và giá trị theo cấp đối với hệ số góc của nhiệt độ); Các trạm lựa chọn theo tiêu chí này được sử dụng để giám sát BĐKH có xu thế ngược lại với xu thế chung của khu vực.
- + Tiêu chí 2: Tính đại biểu cho khu vực. Đối với những trạm có cùng xu thế trong vùng/khu vực, chúng tôi lựa chọn trạm có giá trị trung bình nhiều năm tương đồng với giá trị trung bình nhiều năm của khu vực. Các trạm lựa chọn theo tiêu chí này được sử dụng để giám sát BĐKH có xu thế chung của khu vực.

2.2.2 Phương pháp hàm cấu trúc D-S

Một trong những ứng dụng quan trọng của hàm cấu trúc là quy hoạch lưới trạm khí hậu theo phương pháp D-S.

Khi áp dụng phương pháp D-S xây dựng quy hoạch mạng lưới trạm khí tượng giám sát BĐKH thực chất là đi tìm hàm tương quan không gian giữa chuẩn sai của các yếu tố với khoảng cách giữa các trạm cần xét. Để tính toán hàm cấu trúc, người ta thực hiện các bước tính toán sau đây:

(i) Bước 1. Tính toán trị số hàm cấu trúc và các đặc trưng liên quan:

- Trung bình số học của yếu tố f tại trạm I :
- Chuẩn sai của f tại trạm I vào năm t :
- Độ lệch tiêu chuẩn của f tại trạm I :
- Trị số hàm cấu trúc giữa trạm I và trạm J :
- Trị số hàm cấu trúc tiêu chuẩn giữa trạm I và trạm J :
- Trị số hàm tương quan tiêu chuẩn giữa trạm I và trạm J :

(ii) Bước 2. Lập hàm hồi quy tuyến tính giữa b_f' và l :

$$\bar{b}_f' = a_0 + b_0 l$$

(iii) Bước 3. Kiểm nghiệm mức độ rõ rệt của hệ số tương quan tuyến tính và hiệu quả của phương trình hồi quy tuyến tính giữa b_f' và l .

2.2.2 Phương pháp thử nghiệm giả lập hệ thống quan trắc - OSSE

Phương pháp OSSE tương tự như hệ thống đồng hóa số liệu. Nếu như hệ thống đồng hóa số liệu sử dụng số liệu quan trắc có được từ khí quyển thực thì OSSE lại sử dụng số liệu quan trắc giả lập từ khí quyển giả lập.

OSSE cho phép ước lượng được những tác động của hệ thống quan trắc mới trong tương lai, hay loại số liệu quan trắc mới tới kết quả dự báo của hệ thống mô hình số trị bằng phương pháp giả lập.

Chương 3. HIỆN TRẠNG CÔNG TÁC

QUAN TRẮC VÀ DỰ BÁO KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN VÀ HẢI VĂN

3.1 Hiện trạng công tác quan trắc KTTV và hải văn

3.1.1 Mạng lưới trạm khí tượng

- *Mạng lưới trạm khí tượng bề mặt*: có 178 trạm phân bố không đều giữa các vùng với mật độ trung bình khoảng 1.870 km²/trạm.
- *Mạng lưới trạm khí tượng nông nghiệp*: có 27 trạm, trong đó có 15 trạm cơ bản và 12 trạm phổ thông.
- *Mạng lưới trạm đo mưa*: có 860 điểm đo mưa, trong đó có 397 điểm đo đang sử dụng các thiết bị đo thủ công và 463 điểm đo mưa tự động.
- *Mạng lưới thám không vô tuyến*: có 5 trạm.
- *Mạng lưới radar*: có 9 chiếc với 7 trạm.
- *Mạng lưới pilot*: có 8 trạm.

3.1.2 Mạng lưới trạm thủy văn

Hiện nay mạng lưới quan trắc thủy văn cơ bản có 229 trạm phân bố dọc theo các lưu vực sông trên khắp cả nước gồm: 61 trạm hạng I, 20 trạm hạng II và 148 trạm hạng III. Trong số đó có 88 trạm tự ghi, tự báo mực nước; 100 trạm vùng ảnh hưởng triều.

3.1.3 Mạng lưới quan trắc hải văn

Cho đến nay tổng số trạm hải văn là 19, trong đó có 6 trạm ven bờ, 11 trạm đảo và 2 trạm trên giàn DKI-7 và DKI-14.

3.2 Hiện trạng công tác dự báo KTTV và hải văn

3.2.1 Dự báo khí tượng

- *Chế độ phát bản tin*: Hệ thống dự báo khí tượng nói chung và dự báo cảnh báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm nói riêng hiện nay được phân chia làm 3 cấp: Trung ương, khu vực và tỉnh. Công tác dự báo phục vụ hiện nay gồm có các bản tin dự báo khí tượng hạn ngắn, hạn vừa và hạn dài.
- *Cách thức tiến hành dự báo*: phương pháp đang sử dụng thịnh hành hiện nay trong dự báo thời tiết vẫn là phương pháp synop có kết hợp phân tích ảnh vệ tinh, ảnh radar thời tiết và sản phẩm chiết xuất từ các mô hình số trị.

3.3.2 Dự báo thủy văn

- *Chế độ phát bản tin*: Cảnh báo đỉnh lũ các sông chính với thời gian dự kiến 1-2 ngày; Cảnh báo mực nước đỉnh lũ tại một số vị trí trên các sông chính khi có lũ lớn từ báo động II trở lên; Dự báo quá trình lũ là dựa vào bản chất tập trung nước và quá trình truyền lũ trên các lưu vực sông đã xây dựng một số phương pháp đơn giản dự báo quá trình lũ.
- *Cách thức tiến hành dự báo*: Hiện nay đã có nhiều phần mềm được xây dựng để đáp ứng yêu cầu tính toán dự báo thủy văn trên các lưu vực sông từ thượng lưu về hạ lưu. Các phần mềm này đã giải quyết được các bài toán dự báo lũ từ mưa, tính

toán truyền lũ trong sông, điều tiết hồ chứa, ngập lụt,... Với chức năng GIS và lưu trữ cơ sở dữ liệu trong một môi trường thống nhất kèm theo dữ liệu gốc và mô hình hoá thủy văn, thủy lực thành một hệ phần mềm thống nhất.

3.3.3 Dự báo hải văn

- Dự báo, cảnh báo sóng biển: chủ yếu dựa vào kết quả của hai mô hình số trị WAM, SWAN
- Dự báo và cảnh báo nước dâng do bão: sử dụng mô hình SSMSCS.
- Dự báo thủy triều: dự tính mực nước triều cho một số khu vực ven biển, cửa sông nhằm phục vụ cảnh báo triều cường, lũ, nước dâng do bão,...

Chương 4.

CƠ SỞ KHOA HỌC XÂY DỰNG MẠNG LƯỚI TRẠM GIÁM SÁT BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU-ĐỀ XUẤT KHUNG MẠNG LƯỚI GIÁM SÁT BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

4.1 Cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới giám sát BĐKH và giám sát mực nước biển dâng

4.1.1 Điều kiện lựa chọn trạm giám sát BĐKH và mực nước biển dâng

Xuất phát từ yêu cầu thông kê tính toán, đánh giá chính xác mức độ dao động và biến đổi của các yếu tố khí hậu và mực nước biển, một trạm được lựa chọn tham gia mạng lưới giám sát BĐKH hoặc giám sát mực nước biển dâng phải thỏa mãn những điều kiện sau:

1. Điều kiện cần

Để số liệu quan trắc của trạm phản ánh đúng đặc điểm khí hậu tự nhiên của vùng vùng khí hậu nơi trạm trú đóng và đủ điều kiện tính toán xác định xu thế biến đổi của khí hậu cũng như của mực nước biển, các trạm phải hội đủ các điều kiện sau:

- Có thời gian quan trắc liên tục dài và đang tiếp tục hoạt động; chuỗi số liệu được đánh giá là đồng nhất và có chất lượng cao;
- Ở xa khu vực trung tâm đô thị lớn, không/hoặc ít chịu tác động trực tiếp từ các hoạt động kinh tế, xã hội mang tính địa phương của con người và có điều kiện hoạt động với hành lang kỹ thuật tiêu chuẩn ổn định lâu dài trong tương lai;
- Trong suốt thời gian hoạt động, sử dụng các chủng loại máy và thiết bị đo các yếu tố khí tượng cơ bản có cùng tiêu chuẩn về độ chính xác.

2. Điều kiện đủ

Muốn xây dựng được mạng lưới trạm giám sát BĐKH tối ưu và lựa chọn chính xác các trạm đại diện, đảm bảo độ tin cậy của trường số liệu phân tích, trạm giám sát BĐKH được lựa chọn từ mạng lưới trạm cơ sở và phải tuân thủ nguyên tắc và điều kiện sau:

- Trong một nhóm trạm liên kề có hệ số xu thế BDKH ở cùng một cấp, lựa chọn một trạm hoặc một số trạm có hệ số tương quan tốt nhất với tất cả hoặc một số trạm khác; trường hợp trạm đơn độc có hệ số xu thế BDKH ở cấp khác biệt với các trạm xung quanh thì đương nhiên được chọn.
- Trong một vùng khí hậu, hệ số tương quan R của phương trình hồi quy hàm cấu trúc của trường chuẩn sai của các yếu tố khí hậu, hải văn được chọn làm trường nền với khoảng cách phải lớn hơn hoặc bằng hệ số tương quan R_α tiêu chuẩn (α là mức ý nghĩa, thường được chọn là $\alpha = 5\%$).

4.1.2 Phương pháp lựa chọn

Căn cứ vào điều kiện lựa chọn trạm giám sát BDKH, các bước thực hiện lựa chọn các trạm trong mạng lưới trạm đang hoạt động đưa vào khung mạng lưới giám sát BDKH như sau:

- Lựa chọn trong mạng lưới trạm đang hoạt động các trạm thỏa mãn điều kiện cần đối với trạm giám sát BDKH, thành lập mạng lưới trạm cơ sở theo từng vùng khí hậu đối với trạm khí tượng, trên phạm vi toàn quốc đối với trạm hải văn;
- Xây dựng hàm xu thế biến đổi theo thời gian của yếu tố khí hậu được chọn, tính hệ số góc của hàm xu thế của yếu tố khí hậu (gọi là hệ số góc);
- Phân cấp hệ số góc của từng yếu tố, lập bản đồ phân bố hệ số góc, vẽ đường đồng mức theo phân cấp. Lựa chọn các trạm có hệ số biến đổi khác biệt so với các trạm xung quanh đưa vào danh sách dự kiến tham gia mạng lưới giám sát BDKH;
- Phân định các nhóm trạm trên một vùng khí hậu có cùng cấp xu thế của hệ số góc. Tính giá trị trung bình cộng của từng yếu tố theo từng nhóm trạm;
- Tính hệ số tương quan từng trạm trong nhóm trạm trên một vùng khí hậu có cùng cấp hệ số góc với chuỗi giá trị trung bình cộng của nhóm trạm. Lựa chọn các trạm có hệ số tương quan lớn theo thứ tự đưa vào danh sách dự kiến tham gia mạng lưới giám sát BDKH;
- Tổ hợp các danh sách trạm dự kiến thành mạng lưới trạm dự kiến giám sát BDKH theo từng vùng khí hậu;
- Sử dụng hàm cấu trúc để đánh giá mức độ phù hợp về mật độ của mạng lưới trạm giám sát BDKH theo từng vùng khí hậu. Khi mạng lưới trạm giám sát BDKH dự kiến thỏa mãn các yêu cầu theo đánh giá của hàm cấu trúc với mật độ trạm thưa nhất có thể, đưa ra khung mạng lưới trạm giám sát BDKH tối ưu.

Sự phân vùng khí hậu và những biểu hiện của BDKH ở cả hai miền nước ta thể hiện rõ rệt nhất trong chế độ nhiệt và mưa. Vì vậy, hai yếu tố này được lựa chọn làm cơ sở lựa chọn các trạm giám sát BDKH là chuỗi số liệu nhiệt độ trung bình năm và tổng lượng mưa năm. Thời gian sử dụng số liệu thống nhất từ năm 1971-2010.

4.2 Đề xuất khung mạng lưới trạm khí tượng giám sát BDKH

4.2.1 Lựa chọn mạng lưới trạm cơ sở

1. Mục đích lựa chọn mạng lưới trạm cơ sở

Trạm khí tượng cơ sở là trạm hội đủ điều kiện cần có thể tham gia mạng lưới trạm

giám sát BĐKH.

Mạng lưới trạm cơ sở dùng để tính toán các chỉ số thống kê làm cơ sở lựa chọn những trạm đại diện của từng vùng khí hậu đưa vào mạng lưới trạm giám sát BĐKH. Số lượng trạm cơ sở trên mỗi vùng khí hậu phụ thuộc vào sự phân hóa theo không gian của xu thế và mức độ BĐKH trên mỗi vùng khí hậu. Cơ sở dữ liệu của trạm được sử dụng tham khảo khi đánh giá chi tiết mức độ BĐKH của một vùng lãnh thổ.

2. Phương pháp lựa chọn

- Lập danh sách các trạm khí tượng bề mặt đang hoạt động của 7 vùng khí hậu theo thứ tự ngắn dần về số năm quan trắc;
- Căn cứ hồ sơ kỹ thuật trạm, lựa chọn trong mỗi vùng khí hậu những trạm thỏa mãn điều kiện cần đối với trạm giám sát BĐKH;
- Thẩm định thực tế tại trạm.

3. Kết quả lựa chọn

Kết quả lựa chọn mạng lưới trạm cơ sở đối với các vùng khí hậu được dẫn ra trong bảng 4.1 gồm 84 trạm.

Bảng 4.1. Số lượng các trạm khí tượng cơ sở theo các vùng khí hậu

Vùng khí hậu	Tổng số trạm
B-I	14
B-II	26
B-III	8
B-IV	14
N-I	7
N-II	7
N-III	8
Tổng	84

4.2.2 Kết quả đề xuất khung mạng lưới trạm khí tượng giám sát BĐKH

Sử dụng bộ số liệu về lượng mưa và nhiệt độ của 84 trạm cơ sở trong giai đoạn 1971-2010 để tính hệ số góc của tổng lượng mưa năm và nhiệt độ trung bình năm. Kết quả cho thấy, trên vùng B-I, đa số các trạm có hệ số góc âm (tổng lượng mưa có xu thế giảm dần). Cụ thể có 12 trạm có hệ số góc âm và 2 trạm có hệ số góc dương, đó là trạm Mường Tè và Yên Châu. Như vậy, theo tiêu chí 1 về việc chọn trạm đã trình bày trong chương 2, hai trạm Mường Tè và Yên Châu được chọn. Vùng khí hậu B-II có 23 trạm có hệ số góc âm trong khi chỉ có 3 trạm có hệ số góc dương, đó là trạm Sơn Động, Chợ Rã và Hoàng Su Phì. Như vậy, theo tiêu chí 1, ba trạm có hệ số góc dương nói trên được chọn. Vùng khí hậu B-III có 6 trạm có hệ số góc dương trong khi chỉ có 2 trạm có hệ số góc âm, đó là trạm Phù Liễn và trạm Ba Vì. Như vậy, theo tiêu chí 1, hai trạm Phù Liễn và Ba Vì được chọn. Vùng khí hậu B-IV có 12 trạm có hệ số góc âm trong khi chỉ có 3 trạm có hệ số góc dương, đó là trạm Tương Dương, Tuyên Hóa và Huế. Như vậy, theo tiêu chí 1, ba trạm Tương Dương, Tuyên Hóa và Huế được chọn. Vùng khí hậu N-I có 7 trạm trong tổng số 7 trạm có hệ số góc dương và không có trạm nào có hệ số góc âm, vì vậy, theo tiêu chí 1,

không có trạm nào được chọn. Vùng khí hậu N-II có 5 trạm có hệ số góc dương và có 2 trạm có hệ số góc âm, đó là trạm Pleiku và trạm Liên Khương. Như vậy, theo tiêu chí 1, hai trạm Pleiku và trạm Liên Khương được chọn. Vùng khí hậu N-III có 5 trạm có hệ số góc dương và 3 trạm có hệ số góc âm, đó là các trạm: Tây Ninh, Côn Đảo và Phú Quốc. Ba trạm này nằm xa nhau và cũng đại diện cho các khu vực khác nhau: nằm sâu trong lục địa (Tây Ninh), ở biển Đông (Côn Đảo) và ở biển Tây (Phú Quốc) nên cả 3 trạm này đều được chọn.

Như vậy, kết quả chọn trạm giám sát sự biến đổi của tổng lượng mưa năm theo tiêu chí 1 được dẫn ra trong bảng 4.2.

Bảng 4.2. Danh sách trạm giám sát sự biến đổi của tổng lượng mưa năm được chọn theo tiêu chí 1

STT	Tên trạm	STT	Tên trạm	STT	Tên trạm
1	Mường Tè	6	Phù Liễn	11	Pleiku
2	Yên Châu	7	Ba Vì	12	Liên Khương
3	Sơn Động	8	Tương Dương	13	Tây Ninh
4	Chợ Rã	9	Tuyên Hóa	14	Côn Đảo
5	Hoàng Su Phì	10	Huế	15	Phú Quốc

Căn cứ vào tiêu chí 2, tiêu chí lựa chọn trạm đại diện cho khu vực, trạm có quan hệ tốt nhất với trung bình chung của khu vực. Kết quả 10 trạm có hệ số tương quan cao nhất trong khu vực đại diện cho 10 khu vực để phản ánh sự biến đổi tổng lượng mưa năm như được dẫn ra trong bảng 4.3.

Bảng 4.3. Danh sách trạm giám sát sự biến đổi của tổng lượng mưa năm được chọn theo tiêu chí 2

STT	Tên trạm	STT	Tên trạm
1	Pha Đin	6	Nho Quan
2	Mai Châu	7	Hòn Ngu
3	Móng Cái	8	Quy Nhơn
4	Hàm Yên	9	Bảo Lộc
5	Tam Đảo	10	Mỹ Tho

Như vậy, căn cứ vào hai tiêu chí này, chúng tôi chọn được tất cả 25 trạm khí tượng để giám sát sự biến đổi tổng lượng mưa năm trên phạm vi cả nước.

Như đã biết, khác với hệ số góc của tổng lượng mưa năm, nhiệt độ trung bình năm đều tăng ở tất cả các trạm. Tuy nhiên, hệ số góc của những trạm khác nhau có những giá trị khác nhau.

Cấp của hệ số góc được phân theo các khoảng khác nhau, biên độ của các khoảng này là giống nhau và được lấy dựa trên “Kịch bản BĐKH và nước biển dâng năm 2012”. Nếu chiếu theo kịch bản BĐKH, nhìn chung xu thế tăng nhiệt độ trung bình là $0,5^0-0,9^0C/50$ năm. Với bộ số liệu từ 1971-2010 (40 năm), đề tài đề xuất mức

tăng nhiệt độ trung bình là $0,6^0/40$ năm. Như vậy, biên độ dao động của hệ số xu thế trung bình là $\Delta a = 0,015$. Theo biên độ dao động của hệ số góc, đề tài đã phân làm 3 cấp độ: mức tăng nhiệt độ thấp (có hệ số 0,004-0,019), trung bình (có hệ số 0,019-0,034) và cao (có hệ số 0,034-0,049). Từ đó thống kê số lượng các trạm trong các vùng khí hậu theo các cấp này. Căn cứ vào tiêu chí 1 ta có thể chọn được những trạm đại diện để giám sát biến đổi của nhiệt độ trung bình năm, đó là những trạm có hệ số góc khác với những trạm trong vùng. Kết quả lựa chọn như sau:

- Đối với vùng khí hậu B-I, nhiệt độ tại hai trạm Mường Tè và Pha Đin có xu thế tăng thấp, trạm Phù Yên có xu thế tăng cao và 11 trạm còn lại có xu thế tăng trung bình. Vì vậy, chúng tôi chọn trạm Mường Tè, Pha Đin và Phù Yên để giám sát sự biến đổi nhiệt độ trung bình năm.
- Đối với vùng khí hậu B-II, nhiệt độ tại hai trạm Sa Pa và Phú Hộ có xu thế tăng thấp, hai trạm Vĩnh Yên và Bắc Hà có xu thế tăng cao và 22 trạm còn lại có xu thế tăng trung bình. Vì vậy, chúng tôi chọn bốn trạm Sa Pa, Phú Hộ, Vĩnh Yên và Bắc Hà để giám sát sự biến đổi nhiệt độ trung bình năm.
- Đối với vùng khí hậu B-III, nhiệt độ tại trạm Bắc Giang có xu thế tăng thấp và 7 trạm còn lại có xu thế tăng trung bình. Vì vậy, chúng tôi chọn trạm Bắc Giang để giám sát sự biến đổi nhiệt độ trung bình năm.
- Đối với vùng khí hậu B-IV, nhiệt độ tại hai trạm Tuyên Hóa và Huế có xu thế tăng thấp và 12 trạm còn lại có xu thế tăng trung bình. Vì vậy, chúng tôi chọn hai trạm Tuyên Hóa và Huế để giám sát sự biến đổi nhiệt độ trung bình năm.
- Đối với vùng khí hậu N-I, nhiệt độ tại tất cả các trạm đều có xu thế tăng thấp. Vì vậy, theo tiêu chí 1, chúng tôi không chọn trạm nào để giám sát sự biến đổi nhiệt độ trung bình năm.
- Đối với vùng khí hậu N-II, nhiệt độ tại trạm Liên Khương có xu thế tăng thấp và 6 trạm còn lại có xu thế tăng trung bình. Vì vậy, chúng tôi chọn trạm Liên Khương để giám sát sự biến đổi nhiệt độ trung bình năm.
- Đối với vùng khí hậu N-II, nhiệt độ tại 5 trạm Ba Tri, Mỹ Tho, Bạc Liêu, Cao Lãnh và Rạch Giá có xu thế tăng thấp và 3 trạm còn lại là các trạm Tây Ninh, Côn Đảo và Phú Quốc có xu thế tăng trung bình. Vì vậy, ở đây, chúng tôi cũng chọn Tây Ninh, Côn Đảo và Phú Quốc đại diện cho các khu vực: đất liền và biển, trong đó biển có Đông và biển Tây để giám sát sự biến đổi nhiệt độ trung bình năm.

Tổng hợp kết quả lựa chọn trạm giám sát sự biến đổi của nhiệt độ trung bình năm theo tiêu chí 1 được dẫn ra trong bảng 4.4.

Như vậy, theo tiêu chí 1, có 12 trạm khí tượng được chọn để giám sát sự biến đổi của nhiệt độ trung bình năm trên toàn lãnh thổ.

Căn cứ vào tiêu chí 2, tiêu chí lựa chọn trạm đại diện cho vùng, trạm có quan hệ tốt nhất với trung bình chung của vùng. Như vậy, chúng tôi chọn được những trạm để giám sát sự biến đổi của nhiệt độ như được dẫn ra trong bảng 4.5.

Từ bảng 4.5 ta thấy, trên 7 vùng khí hậu chọn được 7 trạm, nhưng riêng vùng khí hậu N-II có hai trạm có hệ số tương quan bằng nhau cao nhất vùng, đó là trạm

Quảng Ngãi và Nha Trang với giá trị lên tới 0,93 nên chúng tôi chọn cả hai trạm. Như vậy, theo tiêu chí 2, chúng tôi chọn được 8 trạm làm trạm giám sát biến đổi nhiệt độ trung bình.

Bảng 4.4. Danh sách trạm giám sát sự biến đổi của nhiệt độ trung bình được chọn theo tiêu chí 1

STT	Tên trạm	STT	Tên trạm
1	Mường Tè	8	Bắc Giang
2	Pha Đìn	9	Tuyên Hóa
3	Phù Yên	10	Huế
4	Sa Pa	11	Liên Khương
5	Phú Hộ	12	Tây Ninh
6	Vĩnh Yên	13	Côn Đảo
7	Bắc Hà	14	Phú Quốc

Bảng 4.5. Danh sách trạm giám sát sự biến đổi của nhiệt độ trung bình năm được chọn theo tiêu chí 2

STT	Tên trạm	STT	Tên trạm
1	Điện Biên	5	Quảng Ngãi
2	Tiên Yên	6	Nha Trang
3	Văn Lý	7	Đà Lạt
4	Thanh Hóa	8	Cao Lãnh

Như vậy, căn cứ vào cả hai tiêu chí này, chúng tôi chọn được tất cả 22 trạm khí tượng để giám sát sự biến đổi của nhiệt độ trung bình năm trên phạm vi cả nước.

Tổng hợp cả hai loại trạm giám sát biến đổi của tổng lượng mưa năm và nhiệt độ trung bình năm, đồng thời tính đến những trạm trùng nhau cho cả hai yếu tố này (từ nay được gọi chung là trạm giám sát BĐKH), ta có kết quả mạng lưới giám sát BĐKH gồm 39 trạm như được dẫn ra trong bảng 4.6.

Để đảm bảo tính phù hợp về mật độ lưới trạm, với số lượng trạm đã lựa chọn như trên, chúng tôi đã tiến hành đánh giá mật độ mạng lưới trạm dựa trên cơ sở hàm cấu trúc. Trên cơ sở lí luận của hàm cấu trúc, với bộ số liệu đặc trưng của lượng mưa và nhiệt độ từ năm 1971-2010 của 39 trạm khí tượng đã được chọn làm trạm giám sát BĐKH, đồng thời lựa chọn sai số nội suy về lượng mưa không quá là 10% và nhiệt độ không quá 0,1⁰C tức là:

$$\sqrt{E_x} = 0,1.X \text{ và } \sqrt{E_t} = 0,1$$

trong đó: E_x là sai số nội suy về lượng mưa, E_t sai số nội suy về nhiệt độ, X là lượng mưa tại các trạm nội suy.

Việc đánh giá mật độ mạng lưới trạm dựa trên hàm cấu trúc là xem xét sự phù hợp của mật độ lưới trạm dựa vào hệ số tương quan không gian giữa khoảng cách trạm với trị số hàm cấu trúc tương ứng với mức sai số nội suy đã chọn. Nếu hệ số tương quan giữa 2 trạm trong hàm hồi quy tuyến tính cao thì quan hệ không gian giữa 2 trạm là chặt chẽ, đảm bảo sự phù hợp về mật độ. Kết quả cho thấy, tất các vùng với số lượng trạm đã lựa chọn đều đảm bảo sự phù hợp về mật độ mạng lưới trạm để giám sát sự biến đổi của tổng lượng mưa năm và nhiệt độ trung bình năm.

Bảng 4.6. Danh sách trạm được chọn để giám sát BĐKH

STT	Trạm	STT	Trạm
1	Mường Tè	21	Văn Lý
2	Điện Biên	22	Nho Quan
3	Yên Châu	23	Thanh Hóa
4	Pha Đin	24	Tương Dương
5	Mai Châu	25	Hòn Ngu
6	Phù Yên	26	Tuyên Hóa
7	Sa Pa	27	Huế
8	Hoàng Su Phì	28	Quảng Ngãi
9	Hàm Yên	29	Quy Nhơn
10	Sơn Động	30	Nha Trang
11	Bắc Hà	31	Pleiku
12	Chợ Rã	32	Đà Lạt
13	Phú Hộ	33	Liên Khương
14	Vĩnh Yên	34	Bảo Lộc
15	Tam Đảo	35	Tây Ninh
16	Móng Cái	36	Mỹ Tho
17	Tiên Yên	37	Cao Lãnh
18	Phù Liên	38	Côn Đảo
19	Ba Vì	39	Phú Quốc
20	Bắc Giang		

4.4 Đề xuất khung mạng lưới trạm hải văn giám sát mực nước biển dâng

Từ chuỗi số liệu tại các trạm hải văn đã nói trong chương 2, đề tài đã tính toán tốc độ biến thiên của mực nước biển trung bình năm tại các trạm hải văn ta thấy, cả nước có 7 vùng có tính chất triều khác nhau. Tiến hành tính hệ số tương quan giữa các cặp trạm liền kề trong một vùng có cùng tính chất triều ta thấy, trong vùng nhật triều đều phía bắc, chúng tôi chọn trạm Cửa Ông và trạm Hòn Dấu, bởi vì trạm Cửa Ông có hệ số góc lớn nhất vùng này (lên đến 0,292) còn trạm Hòn Dấu; trạm Bãi Cháy và trạm Sầm Sơn đều có quan hệ tốt với trạm Hòn Dấu nên chỉ cần chọn trạm Hòn Dấu là đủ.

Trong vùng bán nhật triều không đều miền Trung, hệ số tương quan giữa hai trạm Cồn Cỏ và Sơn Trà là 0,82 và hệ số góc của trạm Sơn Trà lớn hơn nên chúng tôi chọn trạm Sơn Trà.

Trong vùng nhật triều không đều tiếp theo hệ số tương quan giữa các cặp trạm đều nhỏ hơn 0,8 nhiều, lớn nhất chỉ là 0,66 nên cả 4 trạm Lý Sơn, Phú Quý, DK1 và Trường Sa đều được chọn.

Trong vùng bán nhật triều không đều tiếp theo, hệ số tương quan giữa hai trạm Vũng Tàu và Côn Đảo có hệ số tương quan lớn nên chúng tôi chọn trạm Vũng Tàu vì hệ số góc của trạm này lớn nhất cả nước.

Vùng nhật triều đều chỉ có trạm Thổ Chu và vùng nhật triều không đều cuối cùng chỉ có trạm Phú Quý nên cả hai trạm này đều được chọn.

Ngoài ra, giữa những trạm trong một vùng có cùng tính chất triều có hệ số tương

quan nhỏ hơn 0,8 thì phải tăng thêm ít nhất là một trạm ở giữa hai trạm trên. Như vậy, đề tài đã chọn được mạng lưới trạm hải văn phục vụ giám sát mực nước biển dâng và đề xuất xây dựng thêm trạm mới như được dẫn ra trong bảng 4.7.

Bảng 4.7. Danh sách trạm khí tượng hải văn giám sát nước biển dâng

STT	Tên trạm	Ghi chú
1	Cửa Ông	Tăng mạnh
2	Hòn Dấu	Tăng mạnh
3	Sơn Trà	Tăng mạnh
4	Lý Sơn	Tương quan kém, cần bổ sung thêm ít nhất là một trạm
5	Phú Quý	
6	Trường Sa	Tương quan kém nhưng khó bổ sung trạm
7	DK-17	
8	Vũng Tàu	Tăng mạnh
9	Phú Quốc	

4.5 Đề xuất xây dựng mới trạm khí tượng giám sát biến đổi khí hậu

Như đã nói trong chương 1, việc xây dựng thêm những trạm khí tượng giám sát BĐKH là một việc làm cần thiết nên một số nước đã thực hiện, bởi vì sự phát triển KTXH đã làm thay đổi môi trường sống rất nhiều, làm ảnh hưởng đến số liệu của các trạm khí tượng gần kề; và ngay cả những trạm hiện chưa bị ảnh hưởng của sự thay đổi địa phương thì liệu trong tương lai, khi sự phát triển KTXH vẫn đang có xu thế ngày càng mạnh, môi trường xung quanh của trạm này có bị biến đổi.

Vì vậy, việc xác định được những điểm ít có khả năng bị biến đổi nhất để xây dựng mới trạm khí tượng giám sát BĐKH có ý nghĩa rất lớn trong việc giám sát BĐKH. Trong đề tài này, chúng tôi chọn những điểm như vườn quốc gia, khu dự trữ sinh quyển để đề xuất xây dựng mới gồm 32 trạm tại những khu vực này.

Tóm lại, nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới giám sát BĐKH ở Việt Nam, đề tài đã đề xuất được một mạng lưới trạm gồm 39 trạm khí tượng để giám sát BĐKH và 9 trạm hải văn giám sát MNBD. Bên cạnh đó, đề tài cũng đề xuất được việc xây dựng mới 32 trạm khí tượng để giám sát BĐKH và ít nhất một trạm hải văn để giám sát MNBD.

Chương 5.

ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP GÓP PHẦN NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG DỰ BÁO KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN VÀ HẢI VĂN

5.1 Đặt vấn đề

Từ những đánh giá hiện trạng mạng lưới quan trắc và công tác dự báo KTTV của Việt Nam đã trình bày trong chương 3, có thể nhận thấy rằng, một trong những nguyên nhân làm hạn chế chất lượng dự báo KTTV nói chung, của mô hình số trên lãnh thổ nước ta nói riêng, là do mạng lưới trạm quan trắc còn quá thưa, công nghệ quan trắc và truyền số liệu còn lạc hậu và thiếu đồng bộ.

Trong phạm vi đề tài này, chúng tôi bước đầu nghiên cứu cơ sở khoa học phát triển,

mở rộng và hiện đại hóa mạng lưới quan trắc nhằm mục đích nâng cao chất lượng dự báo KTTV, phục vụ phòng chống thiên tai.

5.2 Cơ sở khoa học phát triển mạng lưới trạm khí tượng phục vụ dự báo

Để có cơ sở khoa học đề xuất khung phát triển mạng lưới trạm khí tượng nhằm nâng cao chất lượng dự báo, chúng tôi thực hiện các thử nghiệm theo phương pháp giả lập hệ thống quan trắc OSSE.

5.2.1 Thiết kế các kịch bản tăng cường trạm quan trắc khí tượng thử nghiệm

1. Mạng lưới trạm khí tượng bề mặt trên đất liền

Trong điều kiện của Việt Nam, để từng bước nâng cao chất lượng dự báo KTTV, việc bổ sung các trạm quan trắc là điều cần thiết. Tuy nhiên, để tiến tới xây dựng được một mạng lưới quan trắc tối ưu, phục vụ hiệu quả nhất cho công tác dự báo, đòi hỏi phải có bước đi thích hợp, phù hợp với điều kiện đầu tư của Nhà nước. Vì vậy, trong đề này chúng tôi đề xuất thực hiện khảo sát theo ba kịch bản với 3 cấp mật độ trạm khác nhau được dẫn ra trong bảng 5.1.

Nguyên tắc xác định số lượng và vị trí trạm bổ sung được thực hiện như sau:

- Lãnh thổ Việt Nam được chia thành những ô lưới tương ứng lưới tính của mô hình có độ phân giải: 50km × 50km, 30km × 30km và 20km × 20km;
- Các ô lưới hiện không có trạm khí tượng sẽ được tự động thêm một trạm;
- Khi xác định vị trí trạm bổ sung trong ô lưới cần tham khảo vị trí các trạm hiện có sao cho mạng lưới trạm phân bố đều trên toàn lãnh thổ.

Bảng 5.1. Thông tin tóm tắt về các kịch bản thử nghiệm tăng cường mật độ trạm

Tên kịch bản thử nghiệm	Nội dung kịch bản
EXP1	Tăng mật độ trạm sao cho ít nhất có 1 trạm trong một ô lưới có kích thước 50km×50km
EXP2	Tăng mật độ trạm sao cho ít nhất có 1 trạm trong một ô lưới có kích thước 30km×30km
EXP3	Tăng mật độ trạm sao cho ít nhất có 1 trạm trong một ô lưới có kích thước 20km×20km

2. Mạng lưới trạm khí tượng được bổ sung trên biển

Trong phạm vi đề tài, trên vùng biển quần đảo Hoàng Sa chúng tôi bổ sung một trạm thám không vô tuyến giả lập trên đảo Hoàng Sa và một trạm khí tượng bề mặt giả lập cách đảo Hoàng Sa 100km; trên quần đảo Trường Sa, bổ sung một trạm thám không vô tuyến giả lập trên đảo Trường Sa Lớn, một trạm khí tượng bề mặt giả lập cách đảo Trường Sa Lớn 100km. Ngoài ra, còn bổ sung ngẫu nhiên một số trạm ship, trạm phao trên biển Đông.

Các số liệu quan trắc giả lập được trích từ kết quả Nature Run để đồng hóa với các số liệu thực. Đối với các trạm bề mặt gồm nhiệt độ, độ ẩm, khí áp và gió; đối với trạm thám không vô tuyến là các yếu tố nhiệt độ, độ ẩm và gió tại các mực khí áp tiêu chuẩn.

5.2.2 Đánh giá tác động của các phương án phát triển mạng lưới quan trắc khí tượng tới kết quả dự báo của mô hình số trị

Ở đây chúng tôi nghiên cứu thử nghiệm dự báo và đánh giá ảnh hưởng của mật độ trạm đến kết quả dự báo ba trường hợp là: bão, mưa lớn và nắng nóng.

1. Tác động tới dự báo quỹ đạo bão

Trường hợp được lựa chọn là bão Haiyan năm 2013. Để mô phỏng khí quyển, quá trình NR sử dụng số liệu FNL $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ làm đầu vào và chạy từ 18UTC ngày 08/11/2013 mô phỏng cho 72 giờ sau. Thời gian trích số liệu OSSE được lựa chọn là sau 12 giờ mô phỏng từ Nature Run (NR). Các EXP và quá trình CR sử dụng số liệu GFS $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$ làm đầu vào và chạy từ 06UTC ngày 09/11/2013 (bảng 5.2).

Kết quả thử nghiệm cho thấy, khi chưa có đồng hóa số liệu cao không giả lập từ hai trạm đảo, kết quả dự báo theo CR là khác với NR. CR cho lệch phải rất nhiều so với quỹ đạo mô phỏng NR. Trong các trường hợp thử nghiệm EXP có đồng hóa số liệu quan trắc giả lập, kết quả dự báo đã được cải thiện, sự sai khác không còn lớn như trường hợp CR. Quỹ đạo bão theo các thử nghiệm EXP sát hơn với NR.

Bảng 5.2. Thông tin thử nghiệm cơn bão Haiyan

Trường hợp	Điều kiện biên và điều kiện ban đầu	Đồng hóa số liệu	Thời điểm chạy
Nature Run	Số liệu FNL	Không	18UTC ngày 08/11/2013
Control Run	Số liệu dự báo GFS	Không	06UTC ngày 09/11/2013
Thử nghiệm (EXP)	Số liệu dự báo GFS	Có	06UTC ngày 09/11/2013

2. Tác động tới dự báo mưa lớn

Do sự khác nhau về các hình thế thời tiết gây ra mưa cho từng khu vực, nên các thử nghiệm đánh giá ảnh hưởng của số liệu đầu vào tới kết quả dự báo mưa sẽ được đánh giá riêng cho từng khu vực. Trong đề tài chúng tôi thực hiện thử nghiệm cho hai đợt mưa, thông tin về hai đợt thử nghiệm này được trình bày trong bảng 5.3.

Bảng 5.3. Thông tin thử nghiệm dự báo hai đợt mưa lớn

Khu vực thử nghiệm	Trường hợp	Điều kiện ban đầu và điều kiện biên	Đồng hóa	Thời điểm thực hiện dự báo
Bắc Trung Bộ- Trung Bộ	Nature Run	Số liệu FNL	Không	12UTC ngày 30/08/2012
	Control Run	Số liệu dự báo GFS	Không	00UTC ngày 31/08/2012
	Thử nghiệm (EXP)	Số liệu dự báo GFS	Có	00UTC ngày 31/08/2012
Đông Bắc Bộ- Bắc Trung Bộ	Nature Run	Số liệu FNL	Không	18UTC ngày 26/10/2012
	Control Run	Số liệu dự báo GFS	Không	06UTC ngày 27/10/2012
	Thử nghiệm (EXP)	Số liệu dự báo GFS	Có	06UTC ngày 27/10/2012

Kết quả thử nghiệm cho đợt mưa từ ngày 01/09/2012 trên khu vực Bắc Trung Bộ-Trung Trung Bộ cho thấy, đợt mưa lớn bắt đầu từ ngày 01/9/2012 có diện mưa trải dài từ Thanh Hóa tới Thừa Thiên- Huế, với hai tâm mưa chính trên khu vực Thanh Hóa và từ Quảng Trị tới Thừa Thiên- Huế với lượng mưa phổ biến từ 10-20mm. Giữa Thanh Hóa và Quảng Trị là một vùng mưa nhỏ hơn với lượng mưa phổ biến từ 5-10mm. Khi chưa được đồng hóa số liệu giả lập, kết quả dự báo CR (hình 5.10b) chưa phản ánh được lượng mưa của đợt mưa này. Lượng mưa dự báo thiên thấp hơn so với thực tế, phổ biến từ 5-10mm. Hai khu vực mưa nhiều hơn cũng không được thể hiện trong kết quả dự báo theo CR.

Kết quả thử nghiệm EXP1 cho thấy, lượng mưa dự báo đã tăng cao hơn so với CR và đã tương đối sát với NR với giá trị phổ biến từ 10-20mm, tuy nhiên dự báo này chưa thể hiện được hai tâm mưa chính của đợt mưa này. Mưa được dự báo trải dài từ khu vực Nghệ An tới Thừa Thiên- Huế mà không phân ra thành hai tâm mưa chính, thậm chí còn không dự báo được tâm mưa tại Thanh Hóa.

Kết quả thử nghiệm EXP2 và EXP3 không khác nhau nhiều và đều phản ánh chính xác hơn về diện mưa và lượng mưa so với CR và EXP1. Về lượng mưa, hai kịch bản EXP2 và EXP3 đã cho kết quả khá đúng, lượng mưa phổ biến từ 10-20mm, hai tâm mưa chính của đợt mưa này là Thanh Hóa và khu vực từ Quảng Trị đến Thừa Thiên- Huế và giữa hai khu vực này là một vùng mưa có lượng phổ biến từ 5-10mm cũng được thể hiện.

Kết quả thử nghiệm dự báo mưa lớn với thời hạn dự báo 24 giờ cho khu vực Đông Bắc Bộ với thời điểm dự báo là 06UTC ngày 27/10/2012 cho thấy, dự báo CR và các thử nghiệm EXP1, EXP2 và EXP3 đều đã thể hiện được tâm mưa. Tuy nhiên, càng ra xa khỏi khu vực tâm mưa, các kịch bản đã có những dự báo khác nhau.

Trường hợp CR có xu hướng dự báo thiên cao cả về diện và lượng mưa. Về diện mưa, CR dự báo vùng mưa lớn hơn 20mm đã lan tới cả khu Tây Bắc, trong khi theo NR mưa chỉ thể hiện đến dãy Hoàng Liên Sơn. Vùng mưa phía bắc cũng được CR dự báo thiên cao hơn thực tế, nếu như theo NR lượng mưa chỉ từ 10-20mm thì CR đưa ra dự báo mưa khá lớn, từ 30-40 mm, có nơi trên 40mm.

Kết quả EXP1 cho thấy, cho thấy khu vực phía tây của tâm mưa với lượng mưa trên 20mm chỉ lan tới khu vực Hoàng Liên Sơn, phù hợp với kết quả mô phỏng NR. Tuy nhiên, phần phía bắc của tâm mưa, tuy dự báo đã thấp hơn CR nhưng vẫn còn cao hơn NR và vùng mưa 10mm được mở rộng hơn NR.

Kết quả dự báo theo hai kịch bản EXP2 và EXP3 đã cải thiện đáng kể. Phía tây của vùng mưa lớn với lượng mưa phổ biến 20mm được dự báo chính xác hơn với giới hạn chỉ tới dãy Hoàng Liên Sơn; còn phần phía bắc của tâm mưa, lượng mưa dự báo đã giảm khá nhiều so với CR và EXP1, nghĩa là tiến sát gần hơn với NR.

Kết quả đánh giá thử nghiệm của hai đợt mưa lớn với ngưỡng mưa là 30mm theo các chỉ số thống kê được thực hiện tại các điểm lưới với chỉ số đánh giá là:

- + Chỉ số FAR (tỉ lệ dự báo không)
- + Chỉ số POD (tỉ lệ phát hiện hiện tượng)
- + Chỉ số ETS (thể hiện kĩ năng dự báo)

Nhìn chung, khi sử dụng số liệu giả lập, kết quả dự báo đã có những cải thiện, như tỉ lệ dự báo không (FAR) giảm và tỉ lệ phát hiện hiện tượng (POD) cũng như kĩ năng dự báo (ETS) đã tăng lên rõ rệt.

Với đợt mưa trên khu vực Bắc Trung Bộ- Trung Trung Bộ, khi chưa có quá trình đồng hóa (CR), khả năng phát hiện hiện tượng chỉ xấp xỉ 0,3 trong khi tỉ lệ dự báo không lại khá cao (FAR=0,6), kĩ năng dự báo cũng chưa tốt, chỉ xấp xỉ 0,2. Đối với EXP1, dự báo không đã giảm đi (FAR< 0,6), trong khi khả năng phát hiện hiện tượng và kĩ năng dự báo đã bắt đầu được cải thiện. Đối với EXP2 và EXP3, chỉ số POD đều lớn hơn FAR (khả năng phát hiện hiện tượng tăng trong khi tỉ lệ dự báo không giảm); không chỉ vậy, kĩ năng dự báo trong hai thử nghiệm EXP2 và EXP3 cũng đã được nâng lên (ETS>0.2). Tương tự, các kết quả đánh giá cho đợt mưa trên khu vực Đông Bắc Bộ cũng chỉ ra khi đồng hóa số liệu quan trắc giả lập, chất lượng dự báo mưa được nâng cao. Mật độ trạm càng tăng thì tỉ lệ dự báo không giảm, khả năng phát hiện mưa lớn và kĩ năng dự báo cũng tăng.

3. Tác động tới dự báo nắng nóng

Tiến hành thử nghiệm dự báo nhiệt độ cho khu vực Tây Nguyên-Nam Bộ vào thời điểm 00UTC ngày 13/3/2014. Thông tin về đợt thử nghiệm này được dẫn ra trong bảng 5.4. Vào thời điểm này Nam Bộ và Tây Nguyên có nhiệt độ khá cao:

- Miền Tây Nam Bộ: phổ biến từ 28⁰C trở lên;
- Miền Đông Nam Bộ: phổ biến từ 26-28⁰C;
- Khu vực Tây Nguyên: phổ biến từ 21-24⁰C.
- Kết quả dự báo của CR có hai sự khác biệt khá rõ so với NR: (1) Theo NR, khu vực có nhiệt độ 28⁰C bao phủ cả miền Tây Nam Bộ, trong khi theo CR, khu vực này có diện tích khá nhỏ, chủ yếu tập trung tại các tỉnh phía nam Tây Nam Bộ. Ngược lại, vùng có nhiệt độ từ 26-28⁰C lại được mở rộng hơn, bao gồm phần còn lại miền Tây và miền Đông Nam Bộ; (2) Tại khu vực Tây Nguyên, kết quả dự báo của CR cho vùng có nhiệt độ từ 21-22⁰C được mở rộng hơn nhiều so với NR.

Bảng 5.4. Thông tin thử nghiệm dự báo yếu tố nhiệt độ tại độ cao 2m

Khu vực	Trường hợp	Điều kiện biên và điều kiện ban đầu	Đồng hóa số liệu	Thời điểm thực hiện dự báo
Tây Nguyên-Nam Bộ	Nature Run	Số liệu FNL	Không	12UTC ngày 12/03/2014
	Control Run	Số liệu dự báo GFS	Không	00UTC ngày 13/03/2014
	Thử nghiệm (EXP)	Số liệu dự báo GFS	Có	00UTC ngày 13/03/2014

Kết quả dự báo theo EXP1, EXP2 và EXP3 đều đã có những cải thiện đáng kể:

- Tại khu vực Nam Bộ: Cả ba thử nghiệm đều dự báo nhiệt độ phổ biến từ 26-28⁰C. Các kết quả này khá phù hợp với NR cả về diện và giá trị nhiệt độ.
- Tại khu vực Tây Nguyên: Kết quả thử nghiệm EXP1 khá giống với CR, vùng có

nhệt độ 21-22⁰C mở rộng hơn nhiều so với NR; còn theo các thử nghiệm EXP2 và EXP3 vùng có nhiệt độ 21-22⁰C được thu hẹp và có xu hướng tiến sát tới giá trị của NR. Đặc biệt trường hợp EXP3, kết quả thử nghiệm khá phù hợp với NR cả về giá trị và phân bố nhiệt độ theo không gian.

Kết quả đánh giá dự báo nhiệt độ T2m theo hai chỉ số thống kê:

- Sai số hệ thống ME: cho biết xu thế dự báo thiên cao nếu ME >0;
- Sai số quân phương trung bình RMSE: cho biết độ lớn sai số của dự báo so với mô phỏng, RMSE càng lớn thì sai số dự báo càng lớn và ngược lại.

Kết quả tính toán ME và RMSE cho thấy, kết quả dự báo tăng dần trong các trường hợp dự báo thử nghiệm. Cụ thể giá trị ME của CR khoảng -1,75; của EXP1 khoảng -1,2; của EXP2 khoảng -0,6 và của EXP3 khoảng -0,5; còn giá trị RMSE của CR khoảng 2,6; của EXP1 khoảng 1,4; của EXP2 khoảng 1,2 và của EXP3 khoảng 1,0. Như vậy, khi đồng hóa số liệu quan trắc giả lập với mật độ 1 trạm/400km², chỉ số RMSE nhỏ hơn 2,5 lần so với RMSE của CR.

5.2.3 Đề xuất khung phát triển mạng lưới quan trắc khí tượng phục vụ dự báo

Từ những kết quả thử nghiệm đã phân tích, rõ ràng khi tăng cường mật độ trạm có kết hợp đồng hóa số liệu theo phương pháp biến phân ba chiều (3DVAR), chất lượng dự báo quỹ đạo của bão, mưa lớn và nhiệt độ được cải thiện so với trường hợp không có đồng hóa số liệu và chất lượng dự báo được cải thiện rõ rệt khi mật độ trạm tăng lên mức 900km² có một trạm. Riêng đối với dự báo mưa, chất lượng dự báo có tăng lên khi mật độ trạm giả lập tăng, nhưng cần thiết thử nghiệm tăng độ phân giải mô hình xuống dưới 20km và bổ sung thêm các trạm khí tượng bề mặt, nhất là các trạm đo mưa.

Từ cơ sở khoa học đã nghiên cứu, đề từng bước cải thiện chất lượng dự báo, đề tài đề xuất khung phát triển mạng lưới trạm khí tượng bề mặt giai đoạn 2015-2020 đạt mật độ một trạm/900km², sau năm 2020 phát triển đạt mật độ một trạm/400km². Số lượng trạm khí tượng phát triển mới trong mỗi giai đoạn được dẫn ra trong bảng 5.

Bảng 5.5. Số lượng trạm phát triển mới theo giai đoạn

Giai đoạn phát triển	Số lượng trạm mới
2015-2020	310
Sau năm 2020	535

5.3 Cơ sở khoa học phát triển mạng lưới trạm thủy văn phục vụ dự báo

5.3.1 Đánh giá sự ảnh hưởng của mật độ trạm tới chất lượng dự báo thủy văn thông qua kết quả tính toán theo các kịch bản giả định

Để có cơ sở khoa học đề xuất khung phát triển mạng lưới trạm thủy văn nhằm mục đích góp phần nâng cao chất lượng dự báo, đề tài nghiên cứu ứng dụng phương pháp sử dụng các mô hình dự báo số trị để tính toán dự báo lũ theo các kịch bản có số liệu và thiếu số liệu đầu vào, và so sánh các kết quả tính toán dự báo.

1. Kịch bản I

a) Nội dung kịch bản: Sử dụng mô hình MIKE11 tính toán dự báo lũ và chỉ tiêu

NASH trên lưu vực sông Gianh (Quảng Bình) theo hai phương án:

- Phương án 1: Dự báo đường quá trình lũ, đỉnh lũ trạm Mai Hóa với biên trên là Q trạm Đồng Tâm được nội suy từ H thực đo bằng đường H~Q được xây dựng từ số liệu lưu lượng thực đo trong những năm 60-70 của thế kỉ 20;
- Phương án 2: Tính toán dự báo đường quá trình lũ, đỉnh lũ trạm Mai Hóa với biên trên là Q trạm Đồng Tâm từ kết quả chạy mô hình NAM cho phần lưu vực mà trạm Đồng Tâm không chế.

b) *Dữ liệu*: Sử dụng các trận lũ để tính toán sau: từ ngày 12- 21/10/1984; từ ngày 14-21/10/1993; từ ngày 22-25/10/2001; từ ngày 2-10/10/2010; từ ngày 30/9-4/10/2011;

c) *Phân tích kết quả*: Phương án 1 cho thấy, đường quá trình mực nước lũ tính toán tại trạm Mai Hóa tương đối đồng dạng với đường thực đo, không có sự trễ pha. Hệ số NASH trung bình là 91,21, cao nhất là 95,63 (trận lũ năm 2011), thấp nhất là 82,27 (trận lũ năm 1984); chênh lệch giữa mực nước đỉnh lũ tính toán và thực đo khá nhỏ, trung bình là 13cm, lớn nhất là 26cm (trận lũ năm 1984), nhỏ nhất là 2,5cm (trận lũ năm 2010); thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán sai lệch với thời gian xuất hiện đỉnh lũ thực đo không nhiều, 4/5 trận lũ có kết quả tính toán thời gian xuất hiện đỉnh lũ trước thời gian xuất hiện đỉnh lũ thực đo trên 1 giờ, chỉ có một trận đỉnh lũ tính toán xuất hiện sau đỉnh thực đo 4 giờ.

Ngược lại, theo phương án 2, đường quá trình mực nước lũ tính toán không đồng dạng với đường thực đo, sự trễ pha khá lớn, thậm chí có trận lũ có chỉ số NASH âm, chứng tỏ chênh lệch giữa giá trị thực đo và tính toán khá lớn; chênh lệch giữa mực nước đỉnh lũ tính toán và thực đo rất lớn, từ 2-4m, thời gian xuất hiện chênh nhau từ 2-10 giờ, lớn nhất tới 10 giờ (năm 2001), có trận lũ không thể hiện rõ đỉnh lũ.

Tóm lại, kết quả tính toán theo kịch bản I cho thấy, khi tính toán mô phỏng đường quá trình mực nước lũ nếu không có số liệu lưu lượng thực đo để kiểm định phương án tính toán dự báo thì sự sai lệch về độ lớn cũng như thời gian xuất hiện đỉnh lũ so với thực đo là rất lớn, các chỉ tiêu chất lượng như NASH và $S/\bar{\sigma}$ đều thấp. Cũng phải lưu ý rằng, trong kịch bản I sử dụng số liệu lưu lượng trạm Đồng Tâm được đo đạc từ những thập niên 60-70 của thế kỉ trước, trong khi chế độ dòng chảy qua trạm đã có nhiều thay đổi. Vì vậy nếu trạm Đồng Tâm được phục hồi chế độ đo lưu lượng thì chất lượng mô phỏng tính toán dự báo chắc chắn sẽ tốt hơn.

2. Kịch bản II

a) *Nội dung kịch bản*: Tính toán mực nước, lưu lượng và chỉ tiêu NASH tại trạm Con Cuông trên sông Cả (Nghệ An) theo hai phương án xây dựng bộ quan hệ H ~ Q:

- Phương án 1: sử dụng diễn toán Muskingum xây dựng bộ quan hệ H ~ Q giả định cho trạm Con Cuông từ bộ dữ liệu mực nước, lưu lượng tại trạm thủy văn Cửa Rào được tính toán bằng mô hình NAM cho nhiều trận lũ khác nhau.
- Phương án 2: Sử dụng một bộ quan hệ H ~ Q bất kì cho trạm Con Cuông

b) *Dữ liệu*: Sử dụng các trận lũ sau đây để tính toán: từ ngày 2-10/10/2007; từ ngày 22/9-1/10/2009 và từ ngày 23/6-1/7/2011.

c) *Phân tích kết quả tính toán*: Theo phương án 1 ta thấy, đường quá trình mực nước lũ tính toán tại Con Cuông tương đối đồng dạng với đường thực đo, tuy

lên/xuống có sai lệch nhưng không đáng kể; giá trị mực nước đỉnh lũ lệch nhau không nhiều, nhỏ nhất là trận lũ từ 14-24/10/2010 chênh nhau 4cm, lớn nhất là trận lũ 22/09-01/10/2009 cũng chỉ chênh nhau 43cm; thời gian xuất hiện đỉnh lũ theo tính toán hầu như trùng với thực đo, riêng trận lũ từ 22/09 đến 01/10/2009 có thời gian lệch nhau 6 giờ; giá trị NASH của các trận lũ khá cao, từ 75,3-85,2%, lớn nhất là trận lũ từ 23/6-1/07/2011, nhỏ nhất là trận lũ xảy ra từ 22/9-1/10/2009.

Theo phương án 2, đường quá trình mực nước lũ tuy tương đối đồng dạng với thực đo, nhưng cũng thấy rõ quá trình lũ lên, lũ xuống, giá trị đỉnh lũ, thời gian xuất hiện đỉnh lũ đều có sự khác biệt với số liệu thực đo. Nhỏ nhất là trận lũ xảy ra từ 2-10/10/2007, mực nước đỉnh lũ tính toán lệch với mực nước đỉnh lũ thực đo 24cm, lớn nhất là trận lũ xảy ra từ 22/9-1/10/2009 lệch nhau tới 115cm; thời gian xuất hiện đỉnh lũ giữa tính toán và thực đo lệch nhau từ 6-12 giờ, chỉ có trận lũ xảy ra từ 23/6-1/7/2011 có thời gian xuất hiện đỉnh lũ theo tính toán và thực đo trùng nhau; giá trị NASH của các trận lũ khá thấp, từ 49,5-72,2%.

Phân tích kết quả tính toán theo kịch bản II ta thấy, đường quá trình mực nước lũ tính toán cho vị trí không có hoặc không đủ số liệu thực đo chỉ có thể chấp được khi xây dựng bộ quan hệ $H \sim Q$ bằng mô hình số trên chuỗi số liệu đủ dài.

3. Kịch bản III: Đánh giá ảnh hưởng của số liệu đầu vào tới kết quả mô phỏng đường quá trình mực nước và lưu lượng bằng mô hình số.

a) Nội dung kịch bản: Sử dụng số liệu mực nước, lưu lượng của hai trạm Thành Mỹ, Nông Sơn hiệu chỉnh bộ thông số mô hình MIKE NAM cho hai lưu vực bộ phận Thành Mỹ, Nông Sơn; áp bộ thông số đã hiệu chỉnh cho các lưu vực bộ phận còn lại chạy mô hình MIKE11 mô phỏng đường quá trình mực nước, lưu lượng tại các trạm không chế.

b) Dữ liệu: Sử dụng trận lũ từ ngày 10-22/10/2008

c) Phân tích kết quả: Kết quả tính toán theo kịch bản III cho thấy đường quá trình mực nước lũ tính toán bằng mô hình MIKE11 trận lũ từ ngày 10-22/10/2008 tại hai trạm Thành Mỹ và Nông Sơn khá đồng dạng với số liệu thực đo, không có sự trễ pha, hệ số NASH trung bình là 8,1; chênh lệch giữa mực nước đỉnh lũ tính toán với giá trị thực đo khá nhỏ, trung bình là 24cm, lớn nhất là 41cm, nhỏ nhất là 13cm; thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán chỉ sai lệch với thực đo từ 0-2 giờ.

Ngược lại, đường quá trình mực nước lũ tính toán bằng mô hình MIKE11 trận lũ nói trên tại trạm Hội Khách và Giao Thủy không đồng dạng với đường thực đo, sự trễ pha khá lớn, chỉ số NASH <80%; chênh lệch giữa đỉnh lũ tính toán và thực đo rất lớn, từ 0,73-0,82m; thời gian xuất hiện đỉnh lũ tính toán sai lệch với thực đo từ 4-5 giờ. Thực tế với sự chênh lệch này không thể sử dụng được trong dự báo nghiệp vụ.

Từ những phân tích kết quả tính toán theo kịch bản III, chúng ta thấy rằng nếu có đủ số liệu lưu lượng tại các mặt cắt không chế trên lưu vực để hiệu chỉnh bộ thông số mô hình sẽ cho ta kết quả tính toán mô phỏng quá trình mực nước lũ tốt hơn.

5.3.2 Đề xuất khung phát triển mạng lưới trạm thủy văn phục vụ dự báo

1. Mục tiêu phát triển mạng lưới trạm thủy văn

Nâng cấp hay bổ sung thêm trạm vào hệ thống mạng lưới trạm thủy văn hiện có

không chỉ đảm bảo cung cấp đủ số liệu đầu vào cho bài toán thủy văn mà còn phục vụ công tác nghiên cứu, quy hoạch phát triển của các cấp, các ngành có liên quan, đặc biệt là trong giám sát và đánh giá tài nguyên nước trong bối cảnh BĐKH.

2. Quan điểm phát triển mạng lưới trạm quan trắc thủy văn

- Hệ thống mạng lưới trạm được thiết kế phải phủ kín toàn lưu vực, mỗi trạm phải kiểm soát được một lưu vực sông nhánh hoặc một phần lưu vực sông chính, đảm bảo cung cấp số liệu thời gian thực thường xuyên liên tục cho các cơ quan dự báo. Tuy nhiên phải có bước đi phù hợp với khả năng đầu tư của nhà nước;

- Trên dòng chính trung bình từ 60-100km có một trạm đo lưu lượng, giữa hai trạm đo lưu lượng có một trạm đo mực nước, tùy theo số lượng dòng nhập lưu hay phân lưu, sao cho khi tính toán nội suy giá trị lưu lượng tại một điểm nằm giữa hai trạm, sai số tương đương với sai số đo lưu lượng cho phép (5-10% đối với dòng chảy trung bình năm và 25-30% đối với dòng chảy lớn nhất năm); diện tích lưu vực đến hai trạm quan trắc liền kề phải chênh nhau trên 10%;

- Sông nhánh cấp 3 có diện tích lưu vực trên 200km² có ít nhất một trạm cấp III; sông nhánh cấp 1, sông nhánh cấp 2 có diện tích lưu vực trên 500 km²: có ít nhất một trạm thủy văn cấp II hoặc cấp I;

- Tại các điểm quan trọng trên lưu vực, bố trí trạm quan trắc đa chức năng, đo nhiều yếu tố cả khí tượng và thủy văn.

- Lựa chọn vị trí đặt trạm sao cho số liệu quan trắc, đo đạc phản ánh đúng chế độ nước sông tự nhiên; không chế được dòng chảy cả trong mùa lũ và mùa cạn; phục vụ hiệu quả công tác dự báo phục vụ điều hành hồ chứa, phòng chống thiên tai.

3. Đề xuất khung phát triển mạng lưới thủy văn theo lưu vực sông

Từ những mục tiêu và quan điểm nói trên về phát triển mạng lưới trạm thủy văn, việc đề xuất nâng cấp hoặc di chuyển trạm được dẫn ra trong bảng 5.6.

Bảng 5.6. Danh sách trạm thủy văn đề xuất nâng cấp hoặc di chuyển

TT	Lưu vực sông	Trạm	Hạng	
			Hiện tại	Đề nghị nâng cấp/di chuyển
1	Đà	Mường Tè	Hạng III	Hạng I
2		Nậm Giàng	Hạng I	Di chuyển sát biên giới
3	Thao	Yên Bái	Hạng III	Hạng I
4		Phú Thọ	Hạng III	Hạng I
5	Lô	Hà Giang	Hạng III	Hạng I
6		Tuyên Quang	Hạng III	Hạng I
7	Bằng	Cao Bằng	Hạng III	Hạng I
8	Lục Nam	Chũ	Hạng III	Hạng I
9	Thương	Cầu Sơn	Hạng III	Hạng I
10	Mã	Mường Lát	Hạng III	Hạng II
11	Mã	Hồi Xuân	Hạng III	Hạng II
12	Mã	Lí Nhân	Hạng III	Hạng II

TT	Lưu vực sông	Trạm	Hạng	
			Hiện tại	Đề nghị nâng cấp/di chuyển
13	Bưởi	Kim Tân	Hạng III	Hạng II
14	Chu	Cửu Đạt	Hạng II	Hạng III
15	Chu	Bái Thượng	Hạng III	Hạng II
16	Cả	Con Công	Hạng III	Hạng II
17	Rào Nậy	Đồng Tâm	Hạng III	Hạng II
18	Đại Giang	Kiến Giang	Hạng III	Hạng II
19	Thạch Hãn	Thạch Hãn	Hạng III	Hạng II
20	Vụ Gia	Hội Khách	Hạng III	Hạng II
21	Thu Bồn	Giao Thủy	Hạng III	Hạng II
22	Thu Bồn	Câu Lô	Hạng III	Hạng II
23	Trà Bồng	Châu Ô	Hạng III	Hạng II
24	Trà Khúc	Trà Khúc	Hạng III	Hạng II
25	Lại Giang	Bồng Sơn	Hạng III	Hạng II
26	Kôn	Vĩnh Sơn	Hạng III	Hạng II
27	Kì Lộ	Hà Bằng	Hạng III	Hạng II
28	Ninh Hòa	Ninh Hòa	Hạng III	Hạng II
29	Cái	Tân Mỹ	Hạng III	Hạng II
30	Ba	Ia Yunpa	Hạng III	Hạng I
31	Đakbla	Đăk To	Hạng III	Hạng II

Việc đề xuất trạm cụ thể đối với từng hệ thống sông được trình bày trong phụ lục 3.

Tóm lại: Ước tính đến năm 2020, mạng lưới trạm thủy văn các loại trên toàn quốc có khoảng 691 trạm, gồm 345 trạm đã có và phát triển mới 346 trạm. Số lượng trạm thủy văn đề xuất mở mới tính đến năm 2020 được dẫn ra trong bảng 5.7.

Bảng 5.7. Số lượng các trạm thủy văn đề xuất phát triển mới đến năm 2020 theo lưu vực sông

STT	Các lưu vực sông	Kí hiệu	Số lượng
1	Sông Kỳ Cùng-Bằng Giang	SKC	11
2	Sông Hồng	SHG	40
3	Sông Đà	SĐA	13
4	Sông Thái Bình	STB	18
5	Sông Mã	SMA	21
6	Sông Cả	SCA	17
7	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Quảng Bình	SQB	13
8	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Quảng Trị	SQT	4
9	Hệ thống sông Hương thuộc tỉnh Thừa Thiên Huế	SHUE	3

STT	Các lưu vực sông	Kí hiệu	Số lượng
10	Sông Vu Gia – Thu Bồn	SVGTB	21
11	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Quảng Ngãi	SQNG	15
12	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Bình Định	SBD	9
13	Hệ thống sông Ba và các sông thuộc tỉnh Phú Yên	SBA	28
14	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Khánh Hòa	SKH	3
15	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Ninh Thuận	SNT	5
16	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Bình Thuận	SBT	6
17	Sông Đồng Nai	SDN	25
18	Sông Se San-Srê Pok	SSSA	29
19	Sông Cửu Long	SCL	65
Tổng cộng			346

5.4 Đề xuất khung phát triển mạng lưới trạm đo mưa phục vụ dự báo

5.4.1 Mục tiêu phát triển mạng lưới trạm đo mưa độc lập

Thiết lập mạng lưới đo mưa độc lập nhằm bổ sung, dày dầy số liệu mưa trong khoảng giữa các trạm KTTV có đo yếu tố mưa, phục vụ hiệu quả dự báo mưa cực ngắn, dự báo lũ, ngập lụt đô thị.

5.4.2 Quan điểm phát triển mạng lưới trạm đo mưa độc lập

Để phát triển mạng lưới trạm đo mưa, cần thống nhất các quan điểm sau:

- Khoảng cách trung bình giữa hai điểm có số liệu mưa từ 10-15km, ở các thành phố lớn, khu đông dân dưới 5km, sao cho phản ánh đúng phân bố mưa trên theo không gian và thời gian trong ô lưới 10km × 10km;
- Hành lang kĩ thuật, điều kiện mặt đệm phù hợp với hiện trạng mặt đệm ô lưới;
- Sử dụng thiết bị đo và truyền tin tự động, đảm bảo cung cấp số liệu thời gian thực thường xuyên cho các cơ quan dự báo KTTV.

5.4.3 Đề xuất khung phát triển mạng lưới đo mưa độc lập theo lưu vực sông

Từ những mục tiêu và quan điểm nói trên về phát triển mạng lưới trạm đo mưa được dẫn ra trong bảng 5.8 (chi tiết xem phụ lục 4).

Bảng 5.8. Số lượng các trạm đo mưa độc lập đề xuất mở mới đến năm 2020

STT	Lưu vực sông	Kí hiệu	Số lượng
1	Sông Kỳ Cùng-Bằng Giang	SKC	24
2	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Quảng Ninh	SQN	5
3	Sông Hồng	SHG	24
4	Sông Đà	SĐA	38
5	Sông Thái Bình	STB	22
6	Sông Mã	SMA	29

STT	Lưu vực sông	Kí hiệu	Số lượng
7	Sông Cả	SCA	24
8	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Quảng Bình	SQB	28
9	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Quảng Trị	SQT	32
10	Hệ thống sông Hương thuộc tỉnh Thừa Thiên Huế	SHUE	16
11	Sông Vu Gia – Thu Bồn	SVGTB	27
12	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Quảng Ngãi	SQNG	16
13	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Bình Định	SBD	18
14	Hệ thống sông Ba và sông thuộc tỉnh Phú Yên	SBA	50
15	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Khánh Hòa	SKH	16
16	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Ninh Thuận	SNT	08
17	Hệ thống các sông thuộc tỉnh Bình Thuận	SBT	21
18	Sông Đồng Nai	SĐN	42
19	Sông Se San- Srê Pok	SSSA	38
20	Sông Mê Công	SMK	25
Tổng cộng			498

Việc đề xuất xây dựng trạm đo mưa độc lập cụ thể đối với từng hệ thống sông được trình bày trong xem phụ lục 4.

5.5 Đề xuất khung phát triển mạng lưới trạm hải văn phục vụ dự báo

5.5.1 Mục tiêu phát triển mạng lưới trạm hải văn

Phát triển mạng lưới trạm hải văn nhằm thu thập đủ số liệu, phản ánh được những biến đổi phức tạp theo không gian của mực nước thủy triều và sóng biển trên vùng biển nước ta, đặc biệt là vùng ven bờ và hải đảo, phục vụ hiệu quả công tác dự báo hải văn, phòng chống thiên tai trên biển.

5.5.2 Quan điểm phát triển mạng lưới trạm quan trắc hải văn

- Hệ thống mạng lưới trạm hải văn được thiết kế phải phủ kín toàn dải ven bờ và các hải đảo, với mật độ hợp lí, sao cho số liệu quan trắc, đo đạc được phản ánh đúng, phân vùng chính xác về chế độ thủy triều, chế độ sóng biển, xác định đúng vị trí và đường bao của nước dâng do bão và ATNĐ;
- Đảm bảo cung cấp số liệu thời gian thực thường xuyên cho các cơ quan dự báo, phục vụ có hiệu quả yêu cầu phòng chống thiên tai ven biển và trên biển;
- Mạng lưới trạm hải văn phải nằm trong tổng thể, có quan hệ chặt chẽ với mạng lưới trạm thủy văn vùng cửa sông, mạng lưới trạm khí tượng vùng ven biển và trên các đảo về mặt phân bố, tránh chùng chéo, gây lãng phí về mặt đầu tư.

5.5.3 Căn cứ đề xuất khung phát triển mạng lưới quan trắc hải văn

1. Căn cứ đặc điểm, tính chất, chế độ thủy triều

Để đánh giá sự phân bố theo không gian của thủy triều về hai đặc trưng chính là tính chất và biên độ triều, đề tài đã mô phỏng thủy triều trên biển Đông và vùng biển ven bờ

Việt Nam bằng mô hình số trị trong khoảng thời gian 18,6 năm.

Tính chất thủy triều được phân chia thành bốn loại chính: nhật triều đều, nhật triều không đều, bán nhật triều không đều và bán nhật triều đều. Tính chất triều được nhận dạng thông qua tỉ số:

$$k = \frac{H_{K_1} + H_{O_1}}{H_{M_2}}$$

Trên biển Đông và vùng biển ven bờ Việt Nam có đủ bốn loại thủy triều cơ bản, ứng với những các giá trị của tỉ số k: Bán nhật triều đều ($k \leq 0,5$); Bán nhật triều không đều ($0,5 < k \leq 2,0$); Nhật triều không đều ($2,0 < k \leq 4,0$) và Nhật triều đều ($k > 4$).

Kết quả phân tích tỉ số k, chúng ta nhận thấy rằng, trên vùng biển ven bờ Việt Nam, tính chất triều phân bố rất phức tạp, thường có sự đan xen các loại thủy triều có tính chất khác nhau. Một cách tương đối có thể phân vùng tính chất thủy triều trên vùng biển ven bờ nước ta như sau:

- Thủy triều từ vùng biển Quảng Ninh đến nửa phía bắc Thanh Hóa mang tính nhật triều đều;
- Thủy triều từ vùng biển nửa phía nam Thanh Hóa đến Hà Tĩnh, từ Đà Nẵng đến tỉnh Bình Thuận, vùng biển thuộc tỉnh Kiên Giang và vịnh Thái Lan mang tính nhật triều không đều;
- Thủy triều từ vùng biển Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế mang tính bán nhật triều không đều;
- Thủy triều từ vùng biển phía nam Bình Thuận đến mũi Cà Mau mang tính bán nhật triều đều.

Biên độ triều được phân tích dựa trên phương pháp thống kê, biên độ triều lớn nhất ứng với thời gian triều cường cực đại trong chuỗi số liệu mô phỏng 18,6 năm.

2. Căn cứ mức độ tương quan về mực nước triều giữa hai trạm quan trắc liền kề

Để thẩm định mức độ hợp lí của mật độ trạm hải văn ven bờ theo mạng lưới đã được thiết kế phát triển bổ sung, đề tài sử dụng phương pháp tính tương quan mực nước triều của hai trạm liền kề, nếu hệ số tương quan $\geq 0,80$ thì giữa hai trạm không cần thiết bổ sung thêm trạm mới, ngược lại, nếu hệ số tương quan $< 0,80$ thì giữa hai trạm cần thiết phải bổ sung thêm trạm mới, tùy thuộc vào sự thay đổi triều và biên độ triều giữa hai trạm.

3. Căn cứ theo yêu cầu của công nghệ dự báo hải văn

a) Dự báo mực nước triều

Tại Việt Nam, dự báo mực nước thủy triều, đặc biệt là dự báo mực nước dị thường xảy ra vào các kì triều cường và trong vùng nước dâng do bão giữ vai trò rất quan trọng trong phục vụ các hoạt động kinh tế ven biển.

Dao động mực nước dị thường trên vùng biển ven bờ là hiện tượng rất phức tạp, hình thành do sự tương tác của ba nhân tố: khí tượng, hải dương và địa hình. Để dự báo mực nước dị thường vùng biển ven bờ, cần thực hiện các nội dung sau:

- Dự báo các hình thế thời tiết (trường áp, nhiệt, front khí quyển);
- Nhận dạng các hình thế thời tiết có khả năng tạo ra sóng chu kì dài, cộng

hưởng gây ra mực nước dị thường;

- Dự báo độ cao mực nước trên cơ sở phân tích mối liên hệ giữa hình thể khí áp với chu kì sóng dài gây dao động mực nước dị thường;
- Phát bản tin cảnh báo, dự báo.

Để nâng cao chất lượng dự báo nước dâng do bão, cần thực hiện các điều chỉnh sau:

- *Đưa thành phần sóng biển* vào mô hình tính toán *dự báo nước dâng do bão*: Nhiều công trình nghiên cứu đã kết luận rằng trong nhiều trường hợp, thành phần sóng biển có thể đóng góp tới 40% giá trị mực nước dâng tổng cộng trong bão.

- *Sử dụng công nghệ lưới lồng chạy mô hình dự báo*: Sử dụng lưới lồng trong dự báo nước dâng do bão có ưu điểm là có thể mô phỏng chi tiết phân bố nước dâng cho khu vực hạn chế được quan tâm, nâng cao độ chính xác của dự báo.

- *Sử dụng công nghệ đồng hóa dữ liệu*: Để sử dụng công nghệ đồng hóa dữ liệu tạo trường đầu vào tốt nhất cho mô hình dự báo, cần phải phát triển và hiện đại hóa mạng lưới quan trắc, sao cho có thể cung cấp thương xuyên số liệu thời gian thực cho các mô hình dự báo.

- *Sử dụng điều kiện biên di động để mô phỏng ngập lụt*: Ngoài việc dự báo độ cao nước dâng do bão thì việc cảnh báo nguy cơ ngập lụt do nước dâng cho vùng ven biển cũng vô cùng quan trọng, để thực hiện nhiệm vụ này cần phải sử dụng điều kiện biên di động cho mô hình dự báo.

- *Sử dụng nhiều kịch bản dự báo bão để chạy mô hình dự báo nước dâng do bão*: Trong dự báo nước dâng do bão, các tham số về bão là dữ liệu đầu không thể thiếu.

- *Xây dựng phần mềm hỗ trợ dự báo viên dự báo nước dâng do bão*: Phần mềm phải thân thiện với người sử dụng nhằm giảm thiểu các thao tác thủ công, tạo điều kiện đa dạng hóa bản tin dự báo.

Tóm lại, phát triển công nghệ dự báo mực nước dị thường cần quan tâm các vấn đề:

- Thu thập thông tin, điều tra khảo sát và phân vùng nguy cơ xảy ra mực nước dị thường, trước hết, cần thu thập thông tin hiện có và điều tra khảo sát thu thập đủ thông tin phục vụ công tác đánh giá, phân vùng và tính toán mô phỏng triều cường và nước dâng do bão, trong đó các thông tin về điều kiện khí tượng, độ cao mực nước, mức độ ngập lụt và thời điểm xảy ra hiện tượng.
- Xây dựng hệ thống quan trắc hải văn: Các thông tin chính xác về dao động mực nước tại các vị trí dự báo có ý nghĩa rất quan trọng tính toán và dự báo mực nước dị thường. Khi có số liệu mực nước thực đo, chúng ta sẽ có được độ cao mực nước dị thường sau khi loại bỏ phần độ cao mực nước của triều thiên văn.
- Tính toán mô phỏng bằng mô hình số trị: Tính toán mô phỏng sẽ cho ta các thông tin về nguy cơ mực nước dị thường tại mỗi cảng biển. Chất lượng của tính toán dao động mực nước dị thường phụ thuộc rất nhiều vào các số liệu khí tượng, hải dương và địa hình khu vực.

b) Dự báo sóng

Nội dung các bản tin dự báo sóng biển hiện nay không đáp ứng yêu cầu của người

sử dụng, vì vậy rất cần đổi mới và đa dạng hóa nội dung dự báo sóng.

Để nâng cao chất lượng dự báo sóng, cần thực hiện các điều chỉnh sau:

- Sử dụng lưới tính có độ phân giải cao, chi tiết cho vùng biển ven bờ và vùng đảo. Với lưới tính chi tiết có thể chia vùng biển ven bờ thành các miền tính nhỏ để chạy mô hình dự báo sóng ven bờ
- Thực hiện đồng hóa số liệu quan trắc sóng bằng radar biển trên vùng ven bờ với số liệu sóng thời gian thực quan trắc bằng thiết bị tự động.
- Xây dựng phần mềm hỗ trợ dự báo viên tác nghiệp dự báo sóng, đa dạng hóa bản tin dự báo và đảm bảo tính kịp thời trong việc đưa bản tin phục vụ cộng đồng.

5.5.4 Đề xuất khung phát triển mạng lưới trạm hải văn

Với quan điểm và mục tiêu phát triển mạng lưới quan trắc hải văn đã nêu, đến năm 2020 đề nghị đầu tư phát triển mới 21 trạm hải văn, trong đó có 14 trạm ở dải ven bờ và 7 trạm trên các đảo xa và nhà giàn với thiết bị đo tự động, hiện đại (bảng 5.9).

Bảng 5.9. Số lượng các trạm hải văn tính đến năm 2020

STT	Đài KTTV khu vực	Hiện có	Đề xuất mở mới	Tổng số
1	Đông Bắc	5	2	7
2	Đông bằng Bắc Bộ	0	1	1
3	Bắc Trung Bộ	3	2	5
4	Trung Trung Bộ	3	4	7
5	Nam Trung Bộ	3	7	10
6	Nam Bộ	6	5	10
	Tổng số	20	21	41

Tóm lại, với quan điểm và mục tiêu phát triển mạng lưới quan trắc KTTV, hải văn phục vụ công nghệ dự báo, căn cứ cơ sở khoa học và thực tiễn đã tổng kết, đến năm 2020 đề nghị phát triển mới 310 trạm khí tượng bề mặt, 346 trạm thủy văn, 498 trạm đo mưa độc lập và 21 trạm hải văn. Khi xây dựng dự án phát triển trạm, phải thực hiện khảo sát kỹ thuật vị trí trạm theo đúng quy định hiện hành.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Bám sát mục tiêu chính của đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới giám sát biến đổi khí hậu và điều chỉnh bổ sung mạng lưới quan trắc khí tượng, thủy văn, hải văn góp phần nâng cao chất lượng dự báo thiên tai trong bối cảnh biến đổi khí hậu”, tiến hành tổng hợp các tài liệu liên quan cũng như nguồn số liệu KTTV và hải văn, áp dụng những phương pháp nghiên cứu cũng như nguồn số liệu đã nói trong chương 2, đề tài đã đạt được những kết quả sau đây:

- 1) Tổng quan được một cách tương đối đầy đủ, ngắn gọn và súc tích những công trình nghiên cứu trong và ngoài nước về mạng lưới quan trắc KTTV phục vụ dự báo thiên tai KTTV, những công trình nghiên cứu về việc xây dựng mạng lưới giám sát BĐKH trong bối cảnh BĐKH toàn cầu và những công trình nghiên cứu trong và ngoài nước về dự báo KTTV;
- 2) Đánh giá được hiện trạng mạng lưới quan trắc và truyền tin KTTV và hải văn cũng như công tác dự báo KTTV và hải văn của ngành KTTV một cách tương đối đầy đủ và khách quan để làm cơ sở cho việc đề xuất xây dựng mạng lưới KTTV và hải văn cũng như công tác dự báo và phục vụ dự báo trong tương lai một cách hiệu quả. Qua phân tích hiện trạng cho thấy, mật độ trạm quan trắc KTTV cũng như công nghệ quan trắc tại trạm còn khá thủ công, lạc hậu và đặc biệt là mạng lưới trạm quan trắc KTTV và hải văn còn thưa nên chưa đáp ứng được yêu cầu của công tác dự báo thiên tai KTTV và hải văn, đặc biệt là trong bối cảnh BĐKH;
- 3) Đã nghiên cứu một cách đầy đủ cơ sở khoa học xây dựng mạng lưới giám sát BĐKH và đã tính toán xây dựng mạng lưới trạm khí tượng và hải văn giám sát BĐKH khu vực Việt Nam một cách đầy đủ, khoa học để làm cơ sở cho việc nghiên cứu xác định mức độ BĐKH trên lãnh thổ một cách đầy đủ và chính xác hơn. Qua đó, 39 trạm khí tượng được chọn để giám sát BĐKH và 10 trạm hải văn được chọn để giám sát MNBD cho khu vực Việt Nam. Đồng thời đã đề xuất xây dựng mới 32 trạm khí tượng tại các vườn quốc gia và khu dự trữ sinh quyển và ít nhất một trạm hải văn giữa hai trạm Lý Sơn và Phú Quý;
- 4) Đã nghiên cứu một cách đầy đủ cơ sở khoa học về mạng lưới trạm quan trắc KTTV và hải văn trong bối cảnh BĐKH và đã tính toán xây dựng mạng lưới quan trắc KTTV và hải văn nhằm góp phần nâng cao chất lượng dự báo thiên tai trong bối cảnh BĐKH một cách khá đầy đủ, khoa học. Qua đó, một danh sách các trạm KTTV và hải văn được đề tài đề xuất nâng/hạ cấp, xây dựng mới. Đối với dự báo thời tiết bằng phương pháp số trị, đề tài đã sử dụng phương pháp khảo sát thử nghiệm số liệu quan trắc OSSE. Kết quả đã chỉ ra rằng, khi thêm trạm khí tượng thám không khu vực Hoàng Sa và Trường Sa, chất lượng dự báo quỹ đạo bão trên biển Đông được nâng lên rõ rệt. Với 3 kịch bản mật độ trạm để thử nghiệm dự báo mưa lớn và nắng nóng, kết quả bước đầu cho thấy, việc tăng mật độ trạm lên có hiệu ứng rõ rệt đến chất lượng dự báo mưa và nhiệt. Tuy nhiên, khi độ phân giải đều cả lãnh thổ là 50km x 50km, chất lượng dự báo tăng hơn mạng trạm hiện tại khá nhiều, khi tăng độ phân giải lên 30km x 30km, chất lượng cũng tăng lên khá rõ rệt; và khi tăng độ phân giải lên 20km x 20km, chất lượng tiếp tục tăng lên.

2. Kiến nghị

Cũng qua việc thực hiện đề tài này, chúng tôi có một số kiến nghị như sau:

- 1) Đề giám sát BĐKH một cách khoa học, chính xác, cần phải có những biện pháp tích cực, hữu hiệu và lâu dài để bảo vệ 39 trạm khí tượng được chọn làm trạm giám sát BĐKH đã nói. Và đặc biệt, nếu điều kiện cho phép, cần xây dựng mới 32 trạm để giám sát BĐKH trong vườn quốc gia, khu bảo tồn sinh quyển, sau khi khảo sát kỹ lưỡng địa điểm đặt trạm cụ thể;
- 2) Đề nghị Nhà nước sớm ban hành các văn bản quy phạm pháp luật bảo vệ mạng lưới trạm giám sát BĐKH như các công trình cấp quốc gia;
- 3) Cho phép xây dựng và sớm triển khai thực hiện dự án hoặc đề tài khoa học xây dựng cơ sở dữ liệu giám sát BĐKH, trong đó quan tâm phục chế và tính toán đồng nhất hóa các chuỗi số liệu lịch sử;
- 4) Tăng cường đầu tư đồng bộ các trang thiết bị quan trắc đo đạc, thiết bị thám sát và truyền tin KTTV và hải văn hiện đại; các trạm quan trắc tự động, các phao thu thập số liệu, các trạm thu ảnh mây vệ tinh địa tĩnh, đặc biệt hệ thống radar đủ mạnh để quan sát bão, ATNĐ.... Đẩy mạnh đầu tư phát triển công nghệ dự báo KTTV, hải văn hiện đại, tiên tiến đồng bộ với tiến trình phát triển mạng lưới quan trắc tự động, nâng cao hiệu quả đầu tư.