

DỰ BÁO THỜI TIẾT, BÃO, SÓNG VÀ NƯỚC DÂNG TRÊN BIỂN ĐÔNG

Trần Tân Tiến, Công Thanh, Nguyễn Minh Trường, Lê Thị Hồng Vân,
Phạm Thị Minh, Phùng Đăng Hiếu, Đỗ Ngọc Quỳnh, Nguyễn Thọ Sáo.

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên. ĐHQGHN. 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội

Tóm tắt:

Báo cáo giới thiệu các mô hình dự báo khí tượng RAMS, ETA, WRF, HRM, MM5, WBAR và các mô hình dự báo sóng WAM, SWAN, STWAVE và dự báo nước dâng DELFT-3D, TSIM đang được sử dụng trong nghiên cứu và nghiệp vụ ở Việt Nam. Trong đó trình bày miền tính lưới tính, phương pháp tạo trường ban đầu cho các mô hình như cập nhật số liệu địa phương, cài xoáy nhân tạo, môi trường phát triển, tổ hợp trường, tổ hợp quỹ đạo bão. Một số kết quả chính về dự báo trường khí tượng thủy văn hạn 3 ngày trong điều kiện thời tiết bình thường và khi có bão trên Biển Đông đã được trình bày một cách tóm tắt. Đây là những kết quả của đề tài KC09-04 và KC08-05 có ý nghĩa khoa học và phục vụ được thực tiễn.

WEATHER, STORM, WAVES AND SURGE FORECASTING IN THE EAST VIETNAM SEA

Abstract:

The report introduces meteorological forecast models RAMS, ETA, WRF, HRM, MM5, WBAR, waves forecast models WAM, SWAN, STWAVE; and storm surge forecast models DELFT-3D, TSIM being used in research and operations in Vietnam. In the report the domain, grid, methods for creating inition conditions as local data assimilation, artificial cyclon breeding, the EPS, the storm trajectory ensemble are presented Some key results about the weather forecast for 3 days in normal and storms conditions in East Vietnam Sea has been presented in a summary. These are the results of the research project KC09-04 und KC08-05 and scientific significance and service practices.

I. MỞ ĐẦU

Việt Nam nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa và thuộc một trong những ô bão lớn nhất trên thế giới. Hàng năm có khoảng gần 10 cơn bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng đến nước ta. Vì vậy việc dự báo khí tượng thủy văn biển là vấn đề được quan tâm của toàn xã

hội. Các mô hình số dự báo thời tiết đã được đưa vào ứng dụng nghiệp vụ và nghiên cứu ở Việt Nam từ những năm 80. Tuy nhiên, chất lượng dự báo của các mô hình này nhiều lúc chưa đáp ứng được yêu cầu thực tế đặt ra do sai số lớn, đặc biệt là dự báo quỹ đạo và cường độ bão. Nguyên nhân cơ bản là do sai số vị trí và cường độ bão trong các trường phân tích và dự báo toàn cầu, cùng với các xấp xỉ vật lý và thuật toán chưa tốt tồn tại trong mỗi mô hình. Một hệ lụy tiếp theo của việc dự báo khí tượng không chính xác là chúng ta sẽ không thể có được các dự báo sóng, dòng chảy và nước dâng do bão cũng như các cảnh báo khu vực sát lở dù chính xác phục vụ công tác phòng chống lụt bão, giảm nhẹ thiên tai và khai thác tài nguyên biển. Đứng trước thực tiễn nêu trên, trong khuôn khổ của Chương trình Khoa học và Công nghệ KC08 và KC09 đã đề xuất các đề tài dự báo khí tượng thủy văn biển từ 2001 đến nay. Kết quả đạt được của các đề tài trên đã cho phép xây dựng các phương pháp dự báo liên hoàn mới về thời tiết, bão, sóng và nước dâng ở Việt Nam. Về mặt kỹ thuật, đã đưa ra được công nghệ dự báo liên hoàn sử dụng các mô hình số dự báo thời tiết và hải dương. Các sản phẩm của đề tài có ý nghĩa khoa học và thực tiễn lớn. Dưới đây trình bày một số kết quả chính của đề tài KC09-04 và KC08-05.

II. CÁC MÔ HÌNH DỰ BÁO KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN BIỂN

Ở nước ta việc áp dụng các mô hình số dự báo thời tiết nói chung và bão nói riêng cũng như các mô hình dự báo thủy văn biển mới thực sự được phát triển mạnh mẽ trong thời gian gần đây do phát triển internet và đầu tư cơ sở hạ tầng kỹ thuật cũng như công nghệ dự báo. Trong công trình này đã sử dụng mô hình số trị. Các đặc tính cơ bản của các mô hình được trình bày tóm lược dưới đây.

1. Mô hình HRM:

Mô hình dự báo thời tiết khu vực phân giải cao HRM (High resolution Regional Model) là mô hình thủy tĩnh, sử dụng hệ phương trình nguyên thủy, bao gồm đầy đủ các quá trình vật lý như: bức xạ, mô hình đất, các quá trình rối trong lớp biên, tạo mưa quy mô lưới, đối lưu nông và đối lưu sâu. Mô hình HRM được phát triển tại Tổng cục Thời tiết Cộng hòa liên bang Đức (DWD) và đang được chạy nghiệp vụ tại nhiều cơ quan khí tượng quốc gia như tại Philipin, Brazil, Tây Ban Nha, Đức, Việt Nam. Để dự báo quỹ đạo bão trên biển Đông, mô hình HRM đã chọn các thông số sau: Hệ tọa độ lai với số mực là 38, Sơ đồ đối lưu dòng khối (mass flux) theo Tiedke (1989) bao gồm ba loại: đối lưu nông, đối lưu mực giữa và đối lưu sâu.

2. Mô hình WRF:

Mô hình nghiên cứu và dự báo thời tiết (WRF) được phát triển trong sự cộng tác nỗ lực của NCAR, NCEP, FSL, AFWA và Trường Đại học Oklahoma (OU). Mô hình WRF sử dụng hệ tọa độ thẳng đứng địa hình η (Mesinger, 1987) với đầy đủ các tham số hóa vật lý như đối lưu, lớp biên, vi vật lý mây, bức xạ và mô hình đất. Một cách khái quát, mô hình WRF là một hệ thống mô hình hóa hết sức hiện đại, linh hoạt và tối ưu cho cả mục đích nghiên cứu cũng như chạy nghiệp vụ. Đây là mô hình phi thủy tĩnh với các sơ đồ tham số hóa vật lý được tích hợp. Để dự báo quỹ đạo bão trên biển Đông, mô hình WRF đã chọn 28 mực theo phương thẳng đứng và sơ đồ đối lưu Kain Fritsch.

3. Mô hình ETA:

Mô hình dự báo thời tiết phi thủy tĩnh ETA được phát triển trong khuôn khổ hợp tác nghiên cứu giữa hai cơ quan khí tượng Nam Tư và Mỹ từ trước năm 1987. Mô hình này sử dụng hệ tọa độ "cta h", đã làm cho yếu tố địa hình một trong các yếu tố gây ảnh hưởng quan trọng lên chuyển động của các khối khí trong khí quyển được đúng đắn hơn. Mô hình ETA sử dụng đầy đủ các tham số hóa vật lý như đối lưu, lớp biên, vi vật lý mây, bức xạ và mô hình đất. Theo không gian, mô hình ETA sử dụng lưới sai phân xen kẽ Arakawa-E trong đó các biến vô hướng được xen kẽ và lệch đi nửa bước lưới so với các biến có hướng.

Để dự báo quỹ đạo bão trên biển Đông, mô hình ETA đã chọn 38 mực theo phương thẳng đứng và sơ đồ đối lưu Betts Miller-Janjic.

4. Mô hình MM5:

Mô hình khí tượng động lực quy mô vừa thể hệ thứ 5 (MM5) của Trung tâm Nghiên cứu Khí quyển Quốc gia Mỹ (NCAR) và Trường Đại học Tổng hợp Pennsylvania Mỹ (PSU). Mô hình sử dụng sơ đồ Grell (1993) cho đối lưu, Simple Icc cho vật lý vi mô trong mây, MRF cho lớp biên hành tinh. Dudhia (1989) cho bức xạ. LSM cho các quá trình đất - bề mặt. 38 mực theo phương thẳng đứng.

5. Mô hình chính áp WBAR:

Mô hình WBAR là mô hình chính áp dựa trên hệ phương trình nước nông được viết trong hệ tọa độ cầu bao gồm 2 phương trình chuyển động ngang và phương trình liên tục.

Trong thủ tục ban đầu hóa trường ban đầu của mô hình được xác định theo công thức sau:

$$\text{Trường ban đầu} = \text{Trường phân tích toàn cầu} + \text{Xoáy phân tích} + \text{Xoáy nhân tạo}$$

Trong đó xoáy đối xứng nhân tạo là sự kết hợp giữa xoáy đối xứng phân tích và xoáy đối xứng giả được xây dựng từ các thông tin chỉ thị bão (TC advisories). Để dự báo quỹ đạo bão trên biển Đông, mô hình WBAR đã chọn phương án tạo trường ban đầu là KILOEF: Tích hợp 8 tùy chọn sơ đồ ban đầu hóa xoáy với 4 tùy chọn profile gió tiếp tuyến đối xứng giả và 32 tùy chọn mực đồng dẫn.

6. Mô hình RAMS:

Mô hình RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) được Đại học Tổng hợp Colorado (CSU) kết hợp với ASTER division- thuộc Mission Research Corporation phát triển đa mục đích. Mô hình RAMS được các nhà khoa học thuộc Khoa KT-TV-HDH, Trường ĐH Khoa Học Tự Nhiên Hà Nội đưa vào nghiên cứu tại Việt Nam từ năm 2001. Đến năm 2004, GS.TS Trần Tân Tiến cùng các cộng sự của ông đã tiến hành cải tiến, áp dụng thành công mô hình RAMS trong dự báo thời tiết tại Việt Nam và hoàn thành đề tài nghiên cứu cấp nhà nước "Xây dựng mô hình dự báo các trường Khí tượng Thủy văn biển Đông Việt Nam". Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra kỹ năng dự báo ưu việt của mô hình

RAMS đối với các trường khí tượng trên lãnh thổ Việt Nam. Để dự báo quỹ đạo bão trên Biển Đông, mô hình RAMS đã chọn các thông số sau: độ phân giải theo phương thẳng đứng là 30 mực và sơ đồ dò lưu KuO.

7. Mô hình dự báo sóng ngoài khơi - WAM

WAM là mô hình sóng đại dương nhưng nó cho phép tính đến ảnh hưởng của dòng chảy và nước nông, nên có thể chạy cho nước nông, sâu và xét khúc xạ do biến đổi độ sâu và khúc xạ do dòng chảy. Tính toán lan truyền sóng có thể thực hiện trên lưới kinh vĩ hoặc lưới cartesian.

Mô hình truy xuất chiều cao sóng có nghĩa, hướng và tần số sóng trung bình, chiều cao và hướng sóng lừng trung bình, trường ứng suất gió được hiệu chỉnh do xét đến ứng suất sóng và hệ số cản, và phổ sóng 2 chiều tại những thời điểm và điểm lưới được chọn. Trong đề tài này mô hình sử dụng lưới 0.25° tương đương với khoảng cách lưới là khoảng 28 km.

8. Mô hình dự báo sóng ven bờ SWAN

SWAN (Simulating WAVes Nearshore) là mô hình tính toán tiến triển sóng trong vùng ven bờ thể hệ ba do nhóm chuyên gia Hà Lan tại viện Delft phát triển. *Mô hình SWAN là giai hệ phương trình cân bằng tác động phổ dạng tự do không chịu một qui định nào về dạng phổ và dễ dàng lồng ghép với các mô hình sóng đại dương thể hệ ba khác như mô hình WAM hay WAVE-WATCH III, các mô hình này hiện nay đang được sử dụng rộng rãi tại các nước trên thế giới phục vụ cho mục đích tính toán dự báo sóng biển khơi và ven bờ.* Mô hình SWAN yêu cầu các dữ liệu đầu vào cơ bản bao gồm: *địa hình vùng tính toán; số liệu gió 10 mét mặt biển; số liệu phổ sóng trên biển mở.* Các dữ liệu này được người dùng thiết lập cho các vùng theo mục đích tính toán cụ thể. Trong đó các dữ liệu trên biển được chiết xuất từ mô hình sóng đại dương như WAM.

9. Mô hình tính sóng STWAVE 3.0

Tương tác giữa sóng và dòng chảy được xác định khi sóng truyền trên một nền dòng chảy. Trong mô hình STWAVE tính toán khúc xạ và biến dạng trường sóng khi truyền vào vùng ven bờ dựa trên cơ sở áp dụng luật bảo toàn năng lượng dọc theo tia sóng, nhiễu xạ được tính trên cơ sở sự phân tán năng lượng sóng theo nguyên lý là phẳng. Năng lượng của gió truyền cho sóng được phân bố dưới tác động của hiện tượng tương tác phi tuyến giữa các sóng. Năng lượng sóng sẽ bị tiêu tán chủ yếu là sự tải năng lượng về các tần số cao và tiêu tán dưới tác động của hiệu ứng sóng do bậc đầu và hiệu ứng rối, nhớt của nước. Tôn tại sự cân bằng động lực giữa năng lượng của gió truyền cho sóng và năng lượng tiêu hao do hiệu ứng dòng năng lượng phi tuyến của sóng phân tán vào khu vực tần số cao. Các tensor ứng suất bức xạ sóng được tính theo lý thuyết sóng tuyến tính. Các lưới được thiết kế theo hướng bắc nam và đông tây nhằm mục đích phù hợp với lưới tính sóng vùng nước sâu từ mô hình WAM và các lưới này sẽ bao phủ được toàn bộ khu vực ven bờ vịnh Bắc Bộ với các hướng đường bờ khác nhau. Biên ngoài khơi của các lưới tính phải đạt tới độ sâu khoảng 30m trở lên và có chứa các điểm tính của lưới tính sóng vùng nước sâu từ mô hình WAM. Đã chọn bước lưới 200m.

10. Mô hình DELFT3D

Mô đun dòng chảy Delft3D-FLOW giải các phương trình nước nông không dừng 2 chiều (trung bình theo độ sâu) hoặc 3 chiều. Hệ các phương trình bao gồm các phương trình chuyển động, phương trình liên tục và phương trình tải - khuếch tán. Các phương trình được xây dựng trong hệ tọa độ chữ nhật, công trực giao, hoặc tọa độ cầu. Dòng chảy bị tác động bởi thủy triều ở biên hở, ma sát gió ở mặt thoáng, chênh lệch áp suất do chênh lệch mực bề mặt hoặc chênh lệch mật độ. Các nguồn thêm vào và bớt đi (source and sink) cũng được đưa vào trong các phương trình để mô hình hoá nguồn vào và nguồn ra của nước.

11. Mô hình TSIM2001

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu về nước dâng đã xây dựng và kiểm định thành công mô hình toán học mô phỏng tính toán dự báo hiện tượng nước dâng bão trong vùng biển Việt Nam với bộ chương trình TSIM (Typhoon Surges by Institute of Mechanics) được hoàn thiện theo các version khác nhau. Từ đó đã thiết lập được bức tranh phân bố các đặc trưng chế độ nước dâng bão dọc vùng ven biển nước ta và xây dựng quy trình dự báo nước dâng bão cho các cơn bão trong tương lai. Những kết quả này đã được tiếp nhận ứng dụng trong thực tế, cung cấp những thông số đặc trưng chế độ nước dâng bão cho các dự án, công trình xây dựng ven biển và sử dụng các phần mềm cho công tác dự báo nghiệp vụ về nước dâng bão.

Trong khuôn khổ đề tài nhà nước "Xây dựng công nghệ dự báo liên hoàn bão, nước dâng và sóng ở Việt Nam bằng mô hình số với thời gian dự báo trước ba ngày" (mã số KC.08.05/06-10) đã sử dụng bộ chương trình TSIM được hoàn thiện và liên kết với bộ chương trình tính dự báo bão cho vùng Biển Đông và vùng biển lân cận Việt Nam để có kết quả dự báo nước dâng bão. Nghĩa là các kết quả tính toán dự báo các trường khí tượng trong bão sẽ được sử dụng trực tiếp như các số liệu đầu vào của mô hình tính nước dâng bão.

III. MIỀN TÍNH, SỐ LIỆU ĐẦU VÀO CHO CÁC MÔ HÌNH

Trong nghiên cứu này, các trường phân tích và dự báo 6 giờ một của mô hình toàn cầu GFS với độ phân giải ngang 1×1 độ kinh vĩ được sử dụng làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho các mô hình khí tượng với miền tính ($5^{\circ}\text{S} - 35^{\circ}\text{N}$, $90^{\circ}\text{E} - 130^{\circ}\text{E}$) gồm 161×161 điểm lưới, bước lưới 28 km. Tập số liệu phụ thuộc bao gồm 838 trường hợp và độc lập gồm có 61 trường hợp. Trường phân tích toàn cầu GFS được nội suy về các điểm lưới và cập nhật số liệu địa phương. Trong trường hợp có bão trường khí tượng được cải thiện xoáy giả và cấy thêm các nhiễu phát triển nhanh của mô hình. Công nghệ cập nhật số liệu địa phương, cải xoáy giả, tạo nhiễu phát triển nhanh của mô hình được trình bày trong báo cáo tổng kết và chuyên đề của các đề tài KC09-04 và KC08-05.

Để dự báo sóng ngoài khơi đã sử dụng lưới tính có độ phân giải là $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ kinh vĩ, phạm vi: từ -1°S đến 23°N và từ 99°E đến 119°E . Số liệu địa hình do Dự án Việt Nam - Na Uy cung cấp. Trường gió trung bình tháng lấy của NOAA, trường gió mực 10m và trường khí áp mặt biển là đầu ra của mô hình khí tượng. Trong nghiên cứu này, đã sử

dụng trường tổ hợp của hai mô hình khí tượng RAMS và WRF. Từ kết quả đầu ra của hai mô hình khí tượng RAMS VÀ WRF lấy ra các trường khí áp mực biển, trường địa thế vị, gió, nhiệt độ và ẩm tại 10 mực 1000, 850, 700, 500, 300, 200, 150 và 100mb tính trung bình các trường này của hai mô hình và cài xoáy giả nhằm khôi phục lại cấu trúc và vị trí của xoáy bão mô hình sao cho gần với xoáy bão thực nhất.

Để tính sóng ven bờ bằng STWAVE lưới tính sóng được thiết lập với bước lưới là 200m x 200m. Nguyên tắc của các lưới tính sóng là cần thiết phải có trục X là trục hướng từ ngoài khơi vào bờ sao cho trường sóng vùng nước sâu truyền vào có hướng tạo với trục này một góc càng gần 0° càng tốt. Để tính sóng ven bờ bằng SWAN đã chia bờ biển Việt Nam thành 5 vùng.

Bảng 1 Vùng tính toán cho SWAN

Tên vùng	Kinh độ đầu	Kinh độ cuối	Vĩ độ đầu	Vĩ độ cuối
QN-TH	105.5	108.25	19.25	21.5
NA-QB	105.5	108.25	17	19.5
QT-QN	106.75	110.5	14.5	17.25
BD-NT	108	111	11.25	14.75
BT-CM	103.5	110	7.75	11.5

Các mô hình sóng ven bờ cần các dữ liệu đầu vào cơ bản bao gồm: địa hình vùng tính toán; số liệu gió 10 mét mặt biển; số liệu phổ sóng trên biển mở. Các dữ liệu này được người dùng thiết lập cho các vùng, trong đó các dữ liệu trên biển được chiết xuất từ mô hình sóng đại dương WAM.

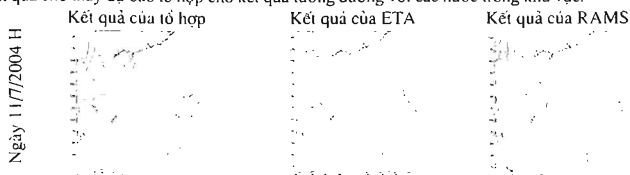
Miền tính cho mô hình DELFT3D là toàn vùng Biển Đông giới hạn từ 99°E - 121°E và 1°N - 25°N , lưới tính là lưới cong trục giao, khoảng cách lưới thưa nhất ở phía đông, phía nam và mịn dần về phía bờ biển Việt Nam. Hệ tọa độ kinh vĩ được sử dụng trong mô hình. Các biên lóng của mô hình là các eo biển Taiwan, Bashi và Mallaca. Dao động mực nước thủy triều tại các biên lóng được tính toán theo mô đun TIDE từ hằng số điều hòa của 8 sóng $K_1, O_1, M_2, S_2, P_1, Q_1, N_2, K_2$ lấy từ bộ hằng số điều hòa toàn cầu của dự án Topex/Poseidon với độ phân giải $1/8^\circ$. Với mô hình TSIM đã chọn: nhóm sóng bán nhật triều: M_2, S_2, N_2, K_2 , nhóm sóng nhật triều: K_1, O_1, P_1, Q_1 , nhóm sóng nước nông: M_4, MS_4, M_6 , nhóm sóng chu kỳ dài: S_{1a}, S_{3a} .

Số liệu khí tượng cho các mô hình nước dâng gồm trường gió và trường áp lấy từ kết quả dự báo tổ hợp của các mô hình khí tượng RAMS, WRF có cài xoáy giả để làm tăng cường độ của bão trong mô hình gần với cường độ của cơn bão thực.

IV. CÁC KẾT QUẢ DỰ BÁO

1. Dự báo thời tiết

Các trường khí tượng: địa thế vị H, gió ngang U,V, nhiệt độ T, độ ẩm tương đối RH được dự báo bằng các mô hình và tổ hợp (EPS). Kết quả được trình bày trên hình 1 và bảng 2. Từ kết quả cho thấy dự báo tổ hợp cho kết quả tương đương với các nước trong khu vực.



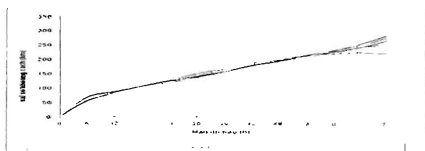
Hình 1. Trường địa thế vị mặt 700 mb dự báo 48 giờ

Bảng 2: Hệ số tương quan trung bình của các dự báo 48 giờ

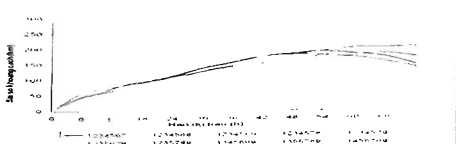
HSTQTB của EPS	HSTQTB của ETA	HSTQTB của RAMS
0.7	0.72	0.63
0.87	0.87	0.82
0.91	0.89	0.89
0.88	0.84	0.85
0.8	0.71	0.73

2. Dự báo quỹ đạo bão

Quỹ đạo bão được dự báo bằng phương pháp siêu tổ hợp (SUPERENSEMBLE) và phương pháp nuôi nhiều phát triển (BGM). Phương pháp siêu tổ hợp dựa trên kết quả dự báo từ 2 đến 7 mô hình. Trọng số của mô hình phụ thuộc chất lượng dự báo của nó. Đã chọn ra 10 tổ hợp tốt nhất của bộ tổ hợp 2 mô hình và bộ 7 mô hình để trình diễn. Sai số trung bình khoảng cách tâm bão (Km) của các bộ tổ hợp này được biểu diễn trên hình 2 và 3. Sai số dự báo ở đây đạt tâm khu vực của chúng ta (dự báo 72 giờ vị trí tâm bão sai khoảng 300 km). Trên các hình 2 và 3 các con số ký hiệu mô hình: 1. HRM, 2. WBAR, 3. WRF, 4. ETA, 5. MMS, 6. BARO, 7. BAROCT (BARO cải tiến), 8. RAMS, 9. RAMSBOG (RAMS cải xoáy).



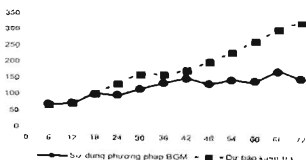
Hình 2 Sai số trung bình khoảng cách tâm bão (Km) trường hợp tổ hợp 2 mô hình tốt nhất (số liệu phụ thuộc)



Hình 3. Sai số trung bình khoảng cách tâm bão (Km) trường hợp tổ hợp 7 mô hình tốt nhất (số liệu phụ thuộc)

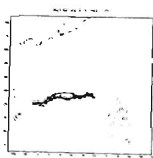
Từ kết quả trên cho ta thấy thay đổi tổ hợp sẽ thay đổi sai số dự báo song mức độ thay đổi phụ thuộc vào mô hình tham gia tổ hợp và số lượng mô hình tham gia tổ hợp. Tăng số mô hình tham gia tổ hợp sai số dự báo giảm nhưng sự giảm là chậm dần. Kết quả trên giúp ta chọn được tổ hợp tối ưu phù hợp với điều kiện kỹ thuật của cơ sở dự báo.

Đã áp dụng phương pháp nuôi nhiều để dự báo quỹ đạo 7 cơn bão và áp thấp nhiệt đới (xoáy thuận nhiệt đới, XTNĐ) hoạt động trên biển Đông trong mùa bão năm 2006. Kết quả dự báo được trình bày trên hình 4 và bảng 2

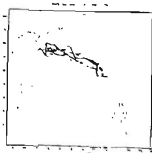


Hình 4. Sai số khoảng cách trung bình (MPE) của dự báo bằng phương pháp BGM và dự báo kiểm tra (Km)

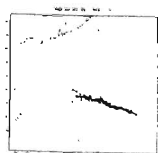
Như vậy ta thấy trong các trường hợp đã xét phương án dự báo sử dụng phương pháp BGM cho sai số vị trí tâm bão giảm gần 100 km trong các thời hạn dự báo 48, 60 và 72h. Như vậy phương pháp BGM làm tăng độ chính xác dự báo với các hạn dự báo từ 2 ngày trở lên.



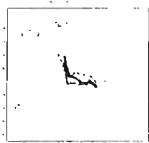
a: Dự báo tổ hợp 72h quỹ đạo bão Durian 7h ngày 01/12/2006



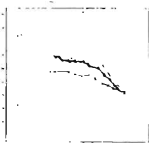
b: Dự báo tổ hợp 72h quỹ đạo bão Prapiroon 7h ngày 31/07/2006



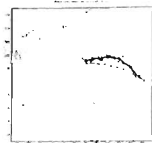
c: Dự báo tổ hợp 72h quỹ đạo bão Utor 7h ngày 11/12/2006



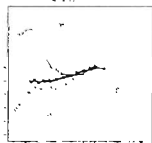
d: Dự báo tổ hợp 72h quỹ đạo bão Chanchu 7h ngày 13/05/2006



e: Dự báo tổ hợp 72h quỹ đạo bão Xangsane 7h ngày 27/09/2006



f: Dự báo tổ hợp 72h quỹ đạo bão Cimaron 7h ngày 28/10/2006

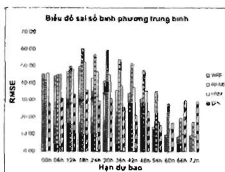


g: Dự báo tổ hợp 72h quỹ đạo bão Chebi 7h ngày 11/11/2006

Hình 5. Dự báo 72h quỹ đạo bão hằng mô hình RAMS của 7 cơn bão nghiên cứu. Quỹ đạo dự báo kiểm tra: đường nét đứt có chấm tròn; Quỹ đạo dự báo mỗi những dao động phát triển nhanh: đường nét liền mỏng (12 đường); Quỹ đạo dự báo tổ hợp: đường nét liền có chấm tròn; Quỹ đạo thực (Nhật bản): đường nét liền có hình tam giác

3. Dự báo cường độ bão

Đã sử dụng phương pháp siêu tổ hợp để xây dựng phương trình dự báo áp suất ở tâm bão và tốc độ gió cực đại dựa trên kết quả dự báo của 3 mô hình RAMS, WRF và HRM. Các sai số dự báo được biểu diễn trên hình 5 và 6a.



Hình 6a. Biểu đồ sai số bình phương trung bình (Mb^2) của dự báo tổ hợp và ba mô hình thành phần (số liệu độc lập)

Dự báo cường độ bão bằng mô hình số là vấn đề khó hiện nay trên thế giới còn đang nghiên cứu và thử nghiệm. Đề tài này cũng chỉ thử nghiệm để đánh giá khả năng dự báo cường độ bão của các mô hình số ở Việt Nam. Đề tài đã sử dụng công thức dự báo áp suất tâm bão để cài xoáy giá vào trường khí áp tổ hợp phục vụ dự báo sóng và nước dâng.

Bảng 3. Các sai số trung bình, trung bình tuyệt đối và bình phương trung bình tại các hạn dự báo

Hạn DB	ME (M/s)	MAE (M/s)	RMSE(M ² /s ²)
24h	-8.02	11.90	15.23
48h	-5.27	8.51	10.30
72h	14.22	14.22	14.96

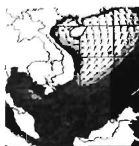
4. Dự báo sóng ngoài khơi

Để đánh giá kết quả dự báo, bản đồ trường sóng dự báo bằng WAM của đề tài và bản đồ trường sóng do tổ chức SEAMOS phát báo trên internet được trình bày trên hình 6b.



00h 27/9/05 (GMT)

Mô hình WAM dự báo 72h



00h 27/9/05 (GMT)

Phát báo của SEAMOS

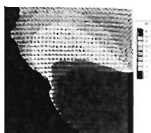
Hình 6b: Sự phù hợp giữa trường sóng dự báo với trường dự báo của nước ngoài (SEAMOS) trong cơn bão Damrey.

5. Dự báo sóng ven bờ

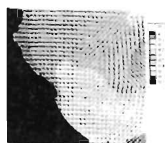
Kết quả dự báo sóng ven bờ trong cơn bão Mujigae cho khu vực Nghệ An-Quảng Bình bằng SWAN biểu diễn trên hình 7. Hình 8 và 9 thể hiện độ cao sóng dự báo của các mô hình SWAN, STWAVE và độ cao sóng khảo sát tại Quảng Bình. Kết quả dự báo cho thấy các mô hình dự báo sóng ven bờ đã dự báo được độ cao sóng khi bão vào bờ với sai số khoảng 0,2 -0,5 m.



Dự báo 24h

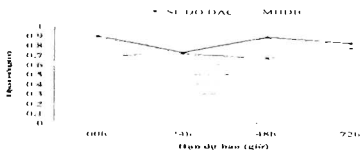


Dự báo 48h

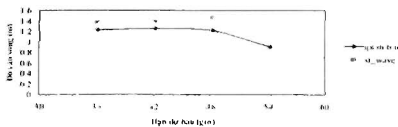


Dự báo 72h

Hình 7. Bản đồ dự báo sóng ven bờ trong cơn bão Mujigae, khu vực NA-QB, với thời điểm bắt đầu dự báo lúc 06 giờ (GMT) ngày 09/09/2009



Hình 8. Đồ thị biểu diễn độ cao sóng ở các hạn dự báo khác nhau (con bèo MUJIGAE) với thời điểm bắt đầu dự báo lúc 06 giờ (GMT) ngày 09/09/2009

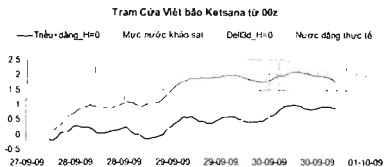


Hình 9. Đồ thị biểu diễn độ cao sóng ven bờ quan trắc và dự báo của mô hình sóng ven bờ STWAVE tại các hạn dự báo với thời điểm dự báo 00(GMT) ngày 10/9/2009

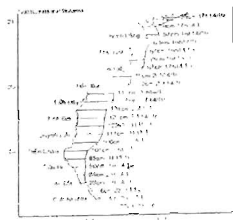
6. Dự báo nước dâng do bão

Đã tính mực nước dâng tại các trạm theo hai phương án: Tính nước dâng chỉ do gió và áp (biên độ triều $H=0$) và tính nước dâng trên nền dao động thủy triều. Kết quả tính toán với cơn bão Ketsana (hình 10) cho thấy mực nước và nước dâng tại trạm Cửa Việt dự báo được rất phù hợp với số liệu đo còn tại trạm Sơn Trà những ngày đầu mực nước tính được thấp hơn thực tế, những ngày sau phù hợp hơn. Kết quả này có thể do những ngày đầu mô hình chưa thích ứng kịp.

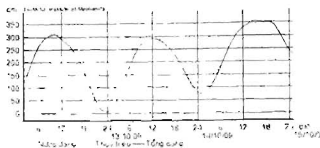
Đã dự báo nước dâng bằng TSIM cho một số cơn bão đổ bộ vào bờ biển Việt Nam. Hình 12 và 13 biểu diễn đường bao nước dâng cực đại dọc bờ do bão Parma 2009. Bảng 3 tính toán nước dâng cho điểm khảo sát Quảng Bình



Hình 10. Mực nước và nước dâng dự báo và đo đạc tại Cửa Việt.



Hình 11 Đường bão mức dâng cực đại dọc bờ bão Parma 2009



Hình 12. Biểu trình mức dâng bão Parma tại khu vực mức dâng lớn nhất

Bảng 4. Nước dâng khảo sát và dự báo bằng TSIM-10 (cm)

Bão	Trạm	Ngày, giờ (VN)	Số liệu khảo sát Nước dâng	Dự báo TSIM-10 Nước dâng	Sai số Nước dâng
Parma	Cửa Cấm	16h-14/10/2009	42	57	-15
Xangsane	Sơn Trà	14h-30/9/2006	25	80	-55

Kết quả đánh giá dự báo nước dâng bằng mô hình TSIM với các điểm khảo sát trong các cơn bão trong bảng 4 cho thấy với 2 điểm khảo sát ở 2 khu vực khác nhau trong hai cơn bão thì mô hình TSIM cho kết quả dự báo mực nước tổng cộng và độ cao nước dâng lớn nhất cao hơn thực tế từ 10-50cm. Do kết quả tính cho từng điểm nên sai số có phần hơi cao so với giá trị sai số trung bình. Kết quả cho thấy có thể sử dụng mô hình trong dự báo ngập lụt.

V. KẾT LUẬN

Trong khuôn khổ của hai đề tài cấp nhà nước KC0904 và KC0805 đã áp dụng được phương pháp dự báo tổ hợp thời tiết, bão, sóng, nước dâng vào Việt Nam và xây dựng nó thành một hệ thống liên hoàn từ dự báo khí tượng đến thủy văn biển. Kết quả dự báo của hệ thống đạt trình độ các nước trong khu vực và đáp ứng được một số yêu cầu của thực tế

trong khai thác tài nguyên biển và phòng chống thiên tai ở Việt Nam. Công nghệ dự báo có thể chuyển giao cho tất cả các cơ quan làm công tác nghiệp vụ và nghiên cứu. Nhân dịp này tập thể tác giả xin cảm ơn Bộ Khoa học và Công nghệ, ban chủ nhiệm các chương trình KC08, KC09, Ban Giám hiệu trường đại học KHTN- ĐHQG Hà Nội đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho chúng tôi hoàn thành các đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước KC.08.05. Hà Nội, 2010: "*XÂY DỰNG CÔNG NGHỆ DỰ BÁO LIÊN HOÀN BẢO, NƯỚC DẶNG VÀ SÓNG Ở VIỆT NAM BẰNG MÔ HÌNH SỐ VỚI THỜI GIẢN DỰ BÁO TRƯỚC 3 NGÀY*". MÃ SỐ : KC.08.05/06-10.
2. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước KC 09.04. Hà Nội, 2004: "*Xây dựng mô hình dự báo các trường khí tượng thủy văn vùng Biển Đông*"