

VỀ MÔ HÌNH TRỢ GIÚP DỰ BÁO MỨC NƯỚC TỔNG HỢP TRONG BÃO TRÊN DẢI VEN BIỂN KHU VỰC NAM BỘ

PTS Nguyễn Hữu Nhân

KS Phạm Văn Đức

KS Trần Thành Công

Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

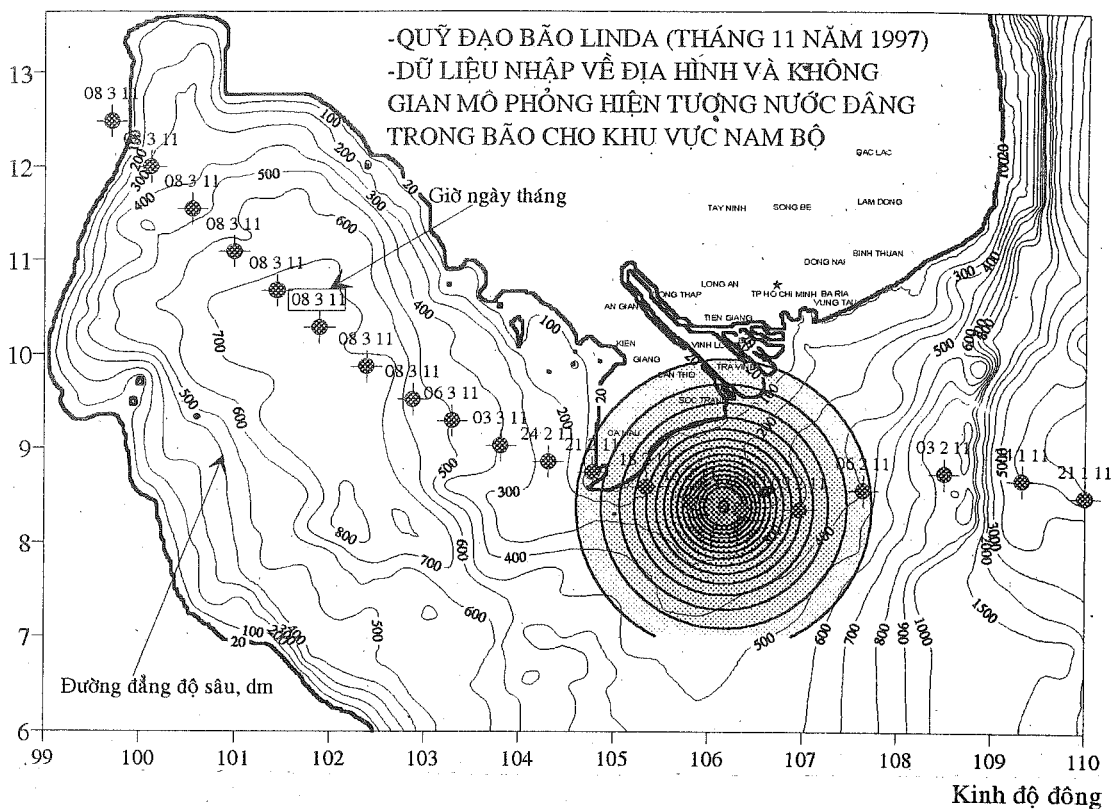
Dải ven bờ biển Nam Bộ có địa hình thấp, vươn ra biển Đông thông qua vùng thềm lục địa rộng lớn, nông và độ dốc đáy nhỏ (xem hình H.1). Vì vậy, nó rất nhạy với các sóng dài nói chung, trong đó có sóng triều và sóng nước dâng do gió mạnh trong gió mùa đông-bắc, trong bão hoặc áp thấp nhiệt đới. Điều đó góp phần giải thích câu hỏi: tại sao biên độ triều ở đây lớn nhất Việt Nam? Hiện nay phương pháp dự báo nước dâng do gió trong bão và gió mùa cho dải ven bờ biển này chất lượng chưa được nâng cao, chưa đáp ứng được yêu cầu của sự khai thác và phát triển kinh tế ở vùng này. Ngày nay với sự trợ giúp của các phương tiện công nghệ thông tin và phương pháp mô hình toán học, chúng ta có thể khắc phục điểm yếu này. Bài viết này mô tả kết quả ứng dụng một công cụ được soạn ra với tiêu chí như vậy.

II. CẤU TRÚC MÔ HÌNH TRỢ GIÚP

Mô hình trợ giúp công tác dự báo mực nước tổng hợp trong bão tương thích cho dải ven bờ biển Nam Bộ bao gồm cơ sở dữ liệu và một phần mềm vi tính.

Cơ sở dữ liệu bao gồm các yếu tố chính như sau:

1. Mạng số liệu (≈ 250000 phần tử) về địa hình đáy biển, đường bờ biển trên mạng lưới có độ phân giải 2km cho toàn khu vực từ 99° đến 110° kinh độ đông và từ 6° đến $13^\circ 40'$ vĩ độ bắc (xem hình H.1). Mạng này đã nhập lên đĩa cứng. Nguồn số liệu địa hình là các hải đồ tỷ lệ 1:100000.
2. Các hằng số điều hoà của 4 sóng triều chính trên biên lũng phía bắc, phía đông và phía nam khu vực kiểm soát M_2 , S_2 , K_1 và O_1 như trên hình H.1. Dữ liệu này được nhập vào theo kết quả công bố trong tài liệu [1].
3. Số liệu về bão bao gồm: quỹ đạo bão $I(x,y)$, áp suất khí quyển thấp nhất tại tâm bão ($p_{\min}$), áp suất khí quyển ở phần ngoại vi bão ($P_{\max}$), khoảng cách từ tâm bão đến điểm có vận tốc gió cực đại (r_m). Các dữ liệu này phải nạp vào cho tất cả các thời điểm trước khi thực hiện dự báo và các thời điểm tiếp theo sau đó (cách nhau 1-3 giờ). Phần này cần cập nhật và chỉnh sửa thường xuyên.



H.1 Cơ sở dữ liệu nhập để dự báo mực nước tổng hợp trong bão trên dải ven bờ thuộc các tỉnh Nam Bộ

Phần mềm vi tính được thiết kế với nhiệm vụ: (i) giúp người dùng nhanh chóng thực hiện các tính toán, (ii) nạp dữ liệu nhập về bão, (iii) truy xuất các cơ sở dữ liệu nền, (iv) thiết lập các bản tin dự báo, (v) xây dựng các loại bản đồ thông qua các giao diện chuẩn trong hệ điều hành WINDOWS 98 (như một GIS qui mô chuyên ngành hẹp).

Hai động cơ chính của công cụ nói trên là: (i) mô hình hoàn nguyên trường gió ở độ cao 10m trên mặt biển trong bão do các giả MITSUTA, FUJII và KAWAHIRA [4] đề nghị, (ii) mô hình nước nông phi tuyến hai chiều ngang có tính đến hiệu ứng rối ngang với thuật giải do chúng tôi đề nghị [5]. Có thể tóm tắt nội dung hai mô hình này như dưới đây.

Hiện nay có nhiều mô hình hoàn nguyên trường gió trong bão, phần lớn do các tác giả Nhật Bản lập ra. Sau khi dùng thử một số thuật toán và kết hợp với kết quả nghiên cứu của YAMASHITA (1992) cho vùng Bangladesh, cuối cùng chúng tôi chọn mô hình do các tác giả MITSUTA, FUJII và KAWAHIRA lập ra năm 1979. Mô hình hoàn nguyên trường vận tốc gió tại độ cao 10m đối với mặt biển theo các thông số nhập về bão là: L , p_{min} , p_{max} , r_m của các tác giả MITSUTA, FUJII và KAWAHIRA có các thành phần như sau:

- Áp suất khí quyển p_0 tính theo công thức SCHROEMER:

$$p_a(r) = p_{\min} + (p_{\max} - p_{\min}) e^{-r_m/r} \quad (1)$$

- Vận tốc gió gradient tính theo công thức

$$V_{gr}(r) = -\frac{rf}{2} + \sqrt{\left(\frac{rf}{2}\right)^2 + \frac{r}{\rho_a} \frac{\partial p_a}{\partial r}} \quad (2)$$

- Công thức phân bố Weibull để tính gió trên độ cao 10m có dạng:

$$G(x) = G(\infty) + \left\{ G(x_p) - G(\infty) \right\} \left(\frac{x}{x_p} \right)^{k-1} \exp \left[\left(1 - \frac{1}{k} \right) \left\{ 1 - \left(\frac{x}{x_p} \right)^k \right\} \right] \quad (3)$$

trong đó:

- $G(x) = V_{10}/V_{gr}$, $x = r/r_m$, $G(x_p) = 1,2$;
- r là khoảng cách từ tâm bão đến vị trí khảo sát;
- $G(\infty) = 0,5$ trên đất liền và $0,75$ trên biển;
- Góc giữa gió tại độ cao 10m và tiếp tuyến đường đẳng áp là $25^\circ - 30^\circ$.

Mô hình nước nông phi tuyến 2 chiều có các thành phần như sau:

- Phương trình bảo tồn khối lượng (phương trình liên tục):

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0 \quad h = d(x, y) + \zeta(x, y, t) \quad (4)$$

- Phương trình bảo tồn xung lượng:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\tau_{wx}}{h} - \frac{g \partial \zeta}{\partial x} - \frac{g \partial p_a}{\rho_0 \partial x} + f v - \frac{\tau_{bx}}{h} \quad (5)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\tau_{wy}}{h} - g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - f u + \frac{\tau_{by}}{h} - \frac{\partial p_a}{\rho_0 \partial y} \quad (6)$$

trong đó:

$$\tau_{bx} = C_d u |V|, \quad \tau_{by} = C_d v |V|$$

$$\tau_{wx} = C_w w_x |W|, \quad \tau_{wy} = C_w w_y |W| \quad (7)$$

- d là độ sâu biển so với chuẩn quốc gia;
- ζ là cao trình mực nước biển;

- Các hệ số tán xạ rối xung lượng theo phương ngang xấp xỉ theo mô hình:

$$k_x = k_{00} + C_k \Delta x \sqrt{2 \left[\frac{\partial u}{\partial x} \right]^2 + 2 \left[\frac{\partial v}{\partial x} \right]^2 + \left[\frac{\partial u}{\partial x} \right] \left[\frac{\partial y}{\partial y} \right]}$$

$$k_y = k_{00} + C_k \Delta y \sqrt{2 \left[\frac{\partial u}{\partial x} \right]^2 + 2 \left[\frac{\partial v}{\partial x} \right]^2 + \left[\frac{\partial u}{\partial x} \right] \left[\frac{\partial y}{\partial y} \right]} \quad (8)$$

- **Điều kiện biên:**

- Trên các biên rắn, vận tốc theo phương pháp tuyến bờ bằng 0: $u_n = 0$;
- Trên các biên lỏng, mực nước dự báo theo các hằng số điều hòa và hằng số thiên văn.

Do miền tính rộng, biên lỏng nằm cách xa khu vực khảo sát, nên việc bỏ qua mực nước dâng tại biên lỏng sẽ không ảnh hưởng đến chất lượng dự báo mực nước tổng hợp trong bão đối với **dải ven bờ các tỉnh Nam Bộ**.

- **Điều kiện đầu:**

Có hai chế độ khởi động mô hình tính toán. Khởi động nguội là cho nước yên tĩnh lúc khởi động mô hình tính toán. Trong trường hợp này, phải lùi thời điểm bắt đầu tính vào quá khứ 1-2 ngày để làm nóng mô hình tính. Khởi động nóng là gán trị số ban đầu cho tất cả các biến từ một cơ sở dữ liệu đã lập ra trước đó và không cần quá trình làm nóng mô hình.

Phương pháp luân hướng ẩn được áp dụng để xác định các nghiệm số trị của mô hình nước nông nói trên [5].

Về một giải pháp nghiệp vụ.

Hiện nay vẫn có người lấy hiệu số giữa trị số mực nước hực đo và trị số mực nước tính ra từ các hằng số điều hòa và thiên văn để xác định mực nước dâng thuần túy do gió, hoặc ngược lại, mực nước tổng hợp được coi là tổng đại số giữa mực nước dâng được tính riêng (bỏ qua triều) và mực nước triều tính ra từ các hằng số điều hòa và thiên văn (bỏ qua nước dâng do gió). Thực ra, không thể dự báo chúng một cách riêng rẽ như vậy, nhất là khi có nước dâng do gió mạnh. Hướng tiếp cận đúng đắn là dự báo mực nước tổng hợp trong sự tôn trọng các tương tác phi tuyến giữa chúng. Khó khăn chính là: trừ các sóng triều chính như M_2 , S_2 , K_1 và O_1 , chúng ta không có đủ số liệu về hằng số điều hòa cho tất cả các sóng triều khác trên biên lỏng (khoảng 67 sóng là đủ). Theo đánh giá của chúng tôi, trên dải ven bờ các tỉnh Nam Bộ, tỷ trọng của 4 sóng M_2 , S_2 , K_1 và O_1 chiếm 80→85% trị số mực nước triều tổng hợp, trong khi đó tổng hiệu ứng của các sóng triều còn lại chỉ chiếm 15→20%. Như vậy, hiệu ứng tương tác giữa sóng nước dâng do bão và 4 sóng triều chính M_2 , S_2 , K_1 và O_1 chiếm tỷ trọng áp đảo hiệu ứng tương tác sóng nước dâng với các sóng triều còn lại. Từ đây xuất hiện một giải pháp nghiệp vụ hiệu quả và cần thiết cho việc thiết kế mô hình trợ giúp công tác dự báo mực nước tổng hợp trong bão: bỏ qua sự tương tác giữa sóng nước dâng và các sóng triều phụ, nghĩa là:

Mực nước tổng hợp do 4 sóng triều chính M_2 , S_2 , K_1 , O_1 và sóng nước dâng do bão được dự báo theo mô hình toán (1)→(8).

Tiếp theo, mực nước tổng hợp toàn phần là tổng đại số giữa mực nước tổng hợp tính ra ở trên và mực nước tổng hợp từ các sóng triều còn lại.

III. KIỂM NGHIỆM

Vào đầu tháng 11 năm 1997, bão Linda đã gây ra hiện tượng nước dâng lớn lịch sử trên dải ven bờ biển các tỉnh Đông Nam Bộ. Tổng cục Khí tượng Thủy văn đã thu thập được bộ số liệu tin cậy nhất từ trước đến nay để nghiên cứu hiện tượng nước dâng trong bão và để kiểm định mô hình dự báo mực nước tổng hợp khi có bão tại đây. Trên hình H.2 trình bày sự so sánh kết quả hoàn nguyên mực nước tổng hợp nhờ sự trợ giúp của công cụ nêu trên và số liệu mực nước thực đo tại các trạm tự ghi chuẩn: Vũng Tàu, Bình Đại, Bến Trại, Mỹ Thanh, Gành Hào. Số liệu tính toán và thực đo phù hợp với nhau rất tốt. So sánh số liệu tính toán và thực đo tại các trạm Vàm Kênh, An Thuận cũng cho kết luận tương tự (không nêu ra ở đây do khuôn khổ bài báo).

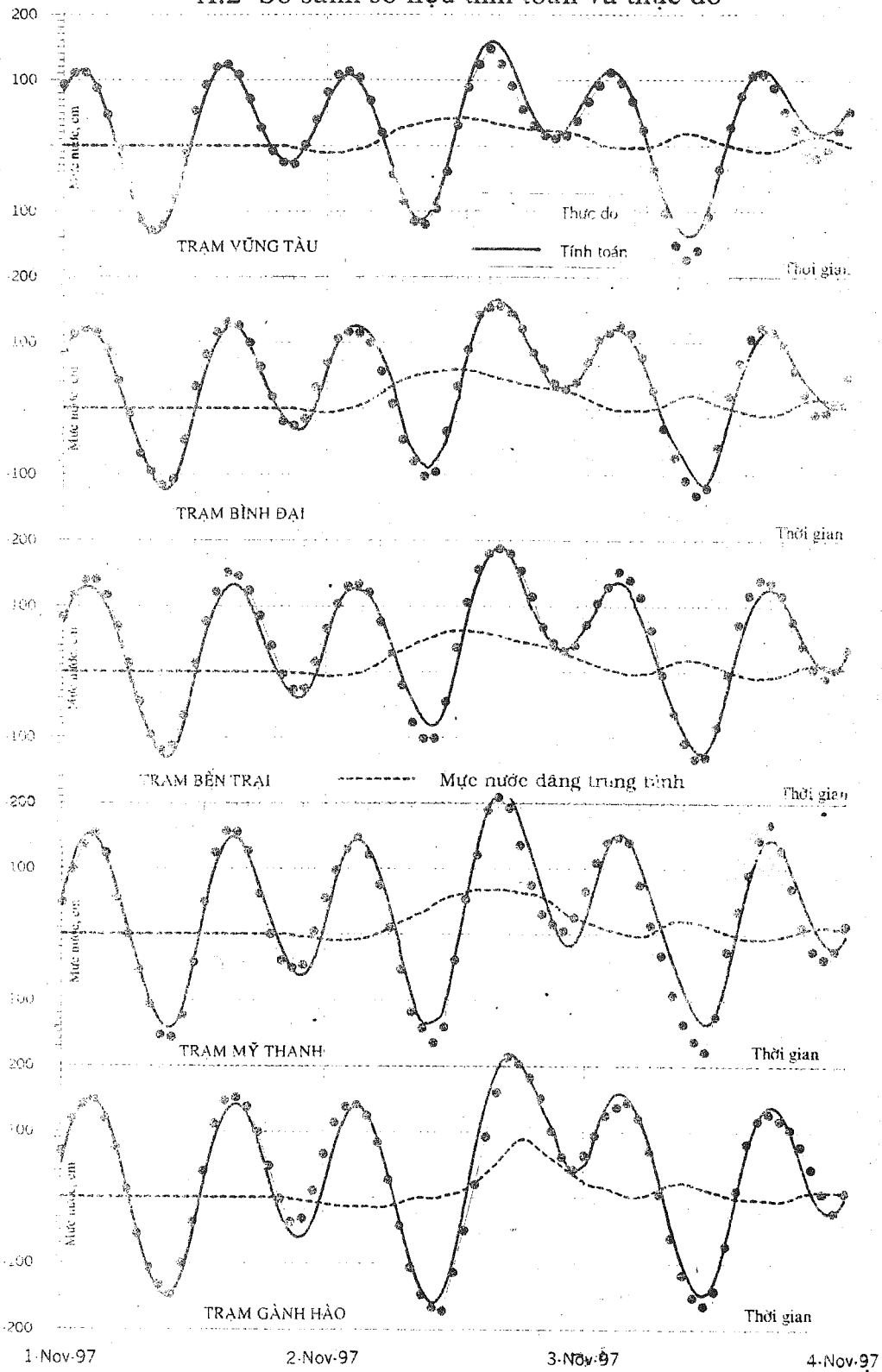
Kết quả hoàn nguyên trường gió bão LINDA tại thời điểm bão sắp đi vào mũi Cà Mau trình bày trên hình H.3 cũng phù hợp với những bức tranh hoàn nguyên bão của nhiều tác giả khác [4] trong vịnh Bengal. Điểm cần chú ý nhất: (i) vận tốc gió bên phải quỹ đạo bão lớn hơn bên trái 30-35%, (ii) trên cùng bán kính, vận tốc gió trên biển thường cao hơn trên đất 30%. Những đặc điểm này phù hợp với các ý kiến được các nhà khoa học quốc tế thừa nhận.

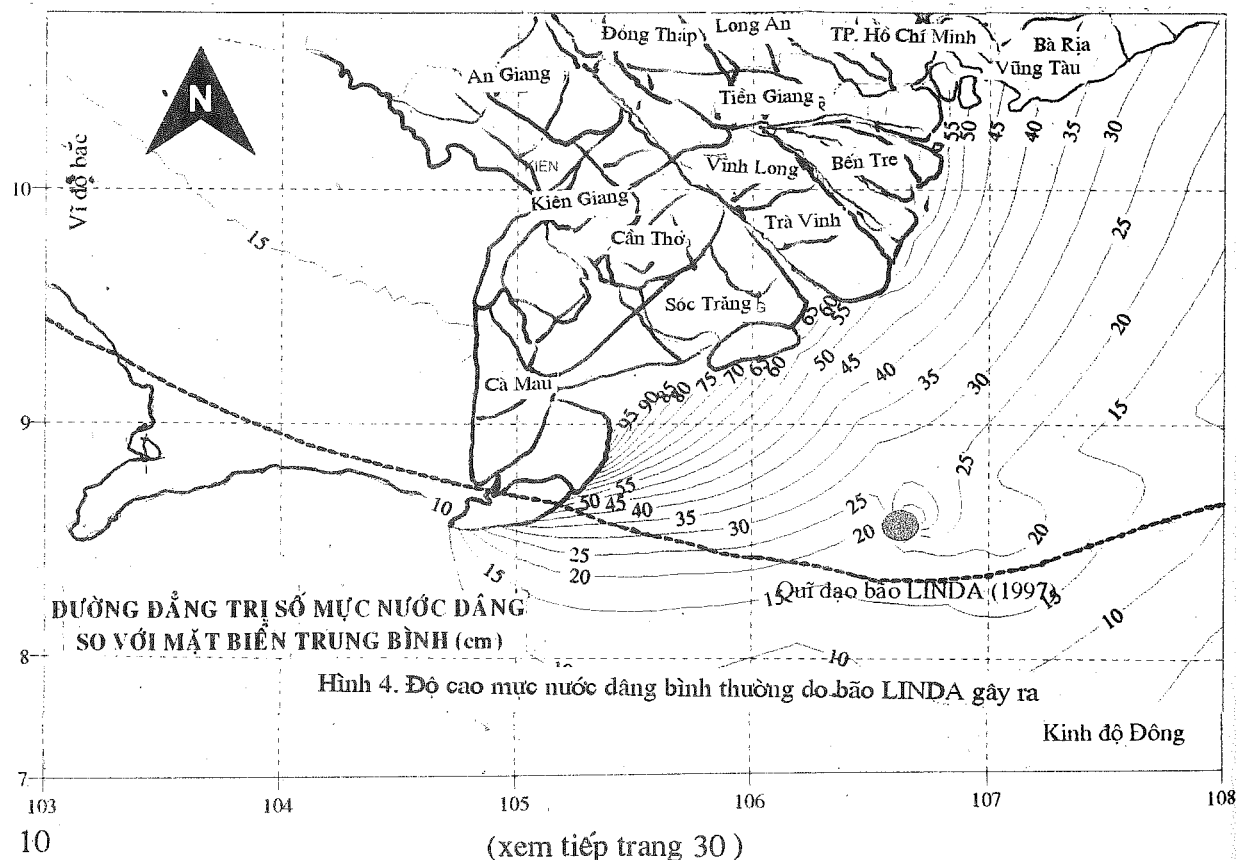
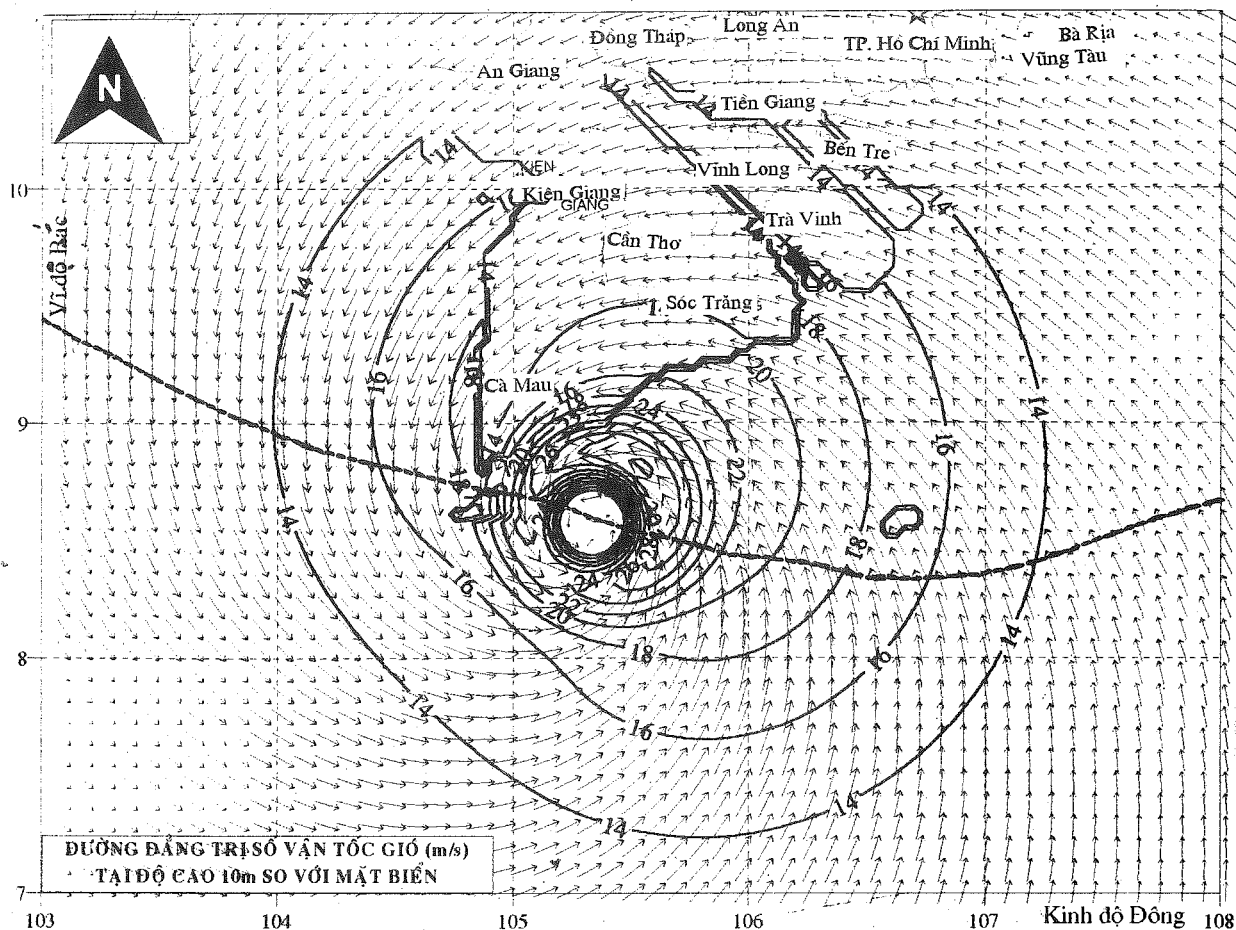
Hình H.4 là bản đồ phân bố độ cao sóng nước dâng trên dải ven bờ Nam Bộ do bão LINDA gây ra (được chúng tôi tách ra bằng cách loại bỏ sự tương tác giữa nó với các sóng triều). Khu vực lân cận cửa sông Gành Hào có độ cao sóng nước dâng lớn nhất dải ven bờ Nam Bộ (đạt 1 m). Về tổng thể, bức tranh này hoàn toàn phù hợp với cơ chế vận động của nước trên vùng biển nông với dải ven bờ có cấu trúc đường bờ, độ sâu và độ dốc đáy như trên hình H.1 dưới sự cưỡng bức của gió trong bão như trên hình H.3.

IV. KẾT LUẬN

Dự báo mực nước tổng hợp trên dải ven bờ trong bão là một vấn đề phức tạp và đã được nhiều nhà khoa học quan tâm. Lập mô hình trợ giúp công tác dự báo hiện tượng thời tiết nguy hiểm này là một công tác cấp bách. Nền tảng của mô hình này phải là các định luật bảo tồn vận năng của tự nhiên, các tài nguyên tin học hiện đại và các cơ sở dữ liệu tốt. Mức độ thành công của nó không những phụ thuộc vào chất lượng lý thuyết của các phương pháp mà còn phụ thuộc vào phương thức xử lý mối quan hệ vật lý giữa thủy triều và nước dâng do gió. Mô hình đã nêu ra trong bài viết này cho phép chúng tôi nhận được các kết quả tính toán rất gần với số liệu thực đo. Thêm vào đó, độ phân giải cao và chất lượng tốt của các dữ liệu nhập mà chúng tôi lập ra cũng đã góp phần nhất định vào sự thành công nói trên. Mô hình nêu trên đã được kiểm định cả về định lượng lẫn định tính. Tuy nhiên, mô hình trợ giúp dự báo này còn phải được tiếp tục kiểm định thông qua các

H.2 So sánh số liệu tính toán và thực đo





ngoài ngành, chúng tôi mong muốn xây dựng được tập atlas gió Việt Nam, hay rộng hơn là atlas gió khu vực Đông Nam Á. Để đáp ứng và hoà nhập kịp thời với công nghệ tin học nói chung, cũng như công nghệ turbine gió trên thế giới, sử dụng tối ưu nguồn năng lượng tái tạo, góp phần tích cực trong việc thực hiện dự án tổng thể về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả ở Việt Nam, đóng góp thiết thực trong việc bảo vệ môi trường toàn cầu./.

Tài liệu tham khảo

1. Niels G. Mortensen; Lars Landberg; Ib Troen and Erik Lundtang Petersen. Wind Atlas Analysis and Application Program (WA⁵P). RisØ National Laboratory, Roskilde, Denmark - January 1993.
 2. Ib Troen and Erik Lundtang Petersen. European Wind Atlas. RisØ National Laboratory Denmark - 1989.
 3. E.S.Takle; J.M. Brown. Note on the use of Weibull statistics to characterize wind speed data. Journal - April 1978; Met. Vol 17 - No 3.
 4. Erik L. Pertersen, Niels G. Mortensen and Lars Landberg. Wind resource estimation and siting of wind turbines. Article - september 1995.
 5. Erik L. Pertersen, Niels G. Mortensen and Lars Landberg. Wind resource assessment and siting - a wider perspective. Article - september 1995.
-

(tiếp theo trang 10)

thực nghiệm số trị cho một số cơn bão khác, nhằm tiếp tục hoàn chỉnh công nghệ và cơ sở dữ liệu nhập, trước khi sử dụng nó trong tác nghiệp.

Tài liệu tham khảo chính

1. Đặng Công Minh, Nguyễn Hữu Nhân (1993,1994). Thủy triều biển Đông. Đề mục đề tài cấp nhà nước KT.03.03 (Chủ nhiệm: Nguyễn Ngọc Thụy). 52 tr.
2. Nguyễn Hữu Nhân (1995). Creating and installing water level forecasting software in Mekong mouths for dry season (include tidal and wind surge effects). Mekong Secretariat, Bangkok. Technical report 48 pp., User's Guide 15 pp. and software.
3. Nguyễn Hữu Nhân, Hồ Ngọc Diệp (1999). Hệ thống trợ giúp nghiên cứu sóng trên vùng cửa sông ven biển. Tạp chí Khí tượng Thủy văn Số 458 (2), 40-46.
4. Mitsuta, Y., Fujii T. and Kawahira K. (1979): Analysis of typhoon pressure patterns over Japanese Islands. Natural Disaster Science, Vol. 1, p.3-19.
5. Wolanski E, Nguyễn Hữu Nhân, Spagnol S. (1998). Fine sediment dynamics in the Mekong River estuary in the dry season. J Coastal Research. Vol.14. No.2. 472-482.
6. T. YAMASHITA (1992). Storm surge and severe disasters caused by 1991 cyclone in Bangladesh. Report of Natural Disaster-Japanese Group Study. P54-99.