

CÁC ĐẶC TRƯNG BÃO VÀ NƯỚC DÂNG DO BÃO Ở CÁC VÙNG BỜ NƯỚC TA

Nguyễn Thanh Cơ*, Đinh Văn Mạnh

Viện cơ học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

E-mail: thanhcoz@yahoo.com

Ngày nhận bài: 12-9-2016 / Ngày chấp nhận đăng: 3-1-2017

TÓM TẮT: Bão và nước dâng do bão gây ra là các hiện tượng thời tiết nguy hiểm, thiệt hại do chúng gây ra là rất lớn. Vì vậy, vấn đề nghiên cứu bão và nước dâng do bão hiện nay đang rất được quan tâm. Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu các đặc trưng bão và nước dâng do bão của các cơn bão đổ bộ trực tiếp vào các vùng bờ nước ta trong thời gian từ năm 1951 đến năm 2015. Các đại lượng đặc trưng bão và nước dâng do bão được xác định trên cơ sở số liệu bão được thu thập từ các tài liệu do Trung tâm Khí tượng Nhật Bản JMA công bố. Trong đó, nước dâng do bão được tính toán bằng mô hình số được thiết lập trên cơ sở phần mềm TSIM 08 do Phòng Cơ học biển, Viện Cơ học, Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam xây dựng. Mô hình số đã được hiệu chỉnh và kiểm chứng bằng các số liệu nước dâng do bão quan trắc ở các trạm thủy-hải văn ven bờ và số liệu khảo sát thực địa của một số cơn bão.

Từ khóa: Đặc trưng bão, nước dâng bão.

MỞ ĐẦU

Nước ta có dải bờ biển dài hơn 3.000 km lại nằm trong vùng hoạt động của bão với tần suất trung bình năm bao gồm cả bão và áp thấp nhiệt đới là khoảng 5 - 7 cơn [1]. Hậu quả mà bão gây ra là rất lớn. Theo thống kê của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), từ năm 1989 đến 2011, trung bình mỗi năm ở Việt Nam có 567 người chết và mất tích do thảm họa thiên nhiên, trong đó chủ yếu là do bão. Thiệt hại về kinh tế là khoảng 1,9 tỉ USD tổng sản phẩm quốc nội theo sức mua GDP (PPP), tương đương 1,3% GDP [3].

Khi bão đổ bộ vào bờ, sức gió và nước dâng do bão (hay còn gọi là nước dâng bão - NDB) là những yếu tố chính gây ra thiệt hại cho các vùng bờ. Vì vậy, vấn đề nghiên cứu các đặc trưng bão và NDB như tốc độ gió, thời điểm xuất hiện của bão, hướng di chuyển, mực nước dâng và vị trí NDB cực đại,... là rất cần thiết để đưa ra các biện pháp giảm thiểu thiệt

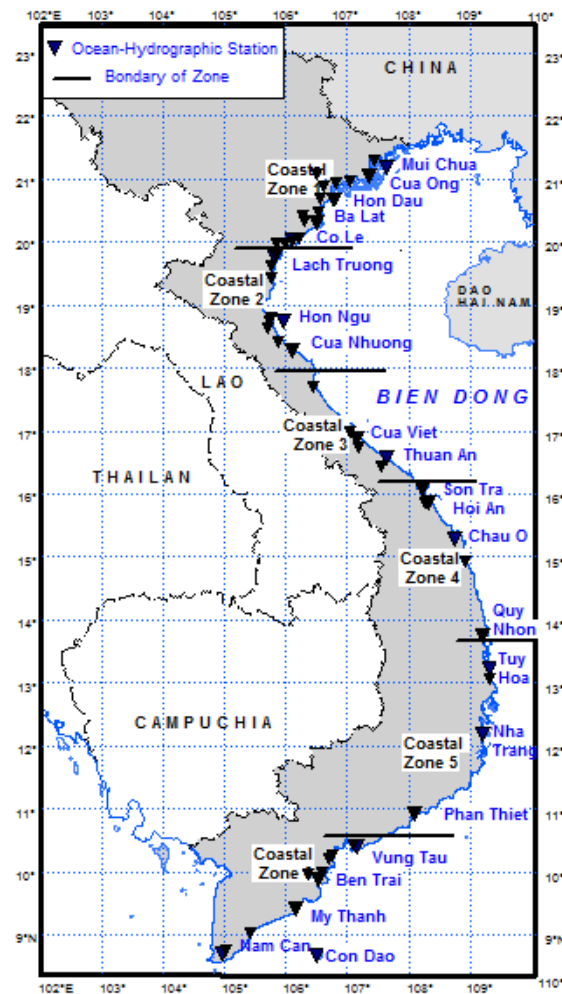
hại do bão gây ra.

Để nghiên cứu các đặc trưng bão và NDB ở các vùng bờ, dải ven bờ nước ta được chia thành 6 vùng tương ứng với đặc điểm địa hình, địa mạo và khí hậu khác nhau. Vùng 1 là vùng bờ các tỉnh đồng bằng Bắc Bộ, từ Quảng Ninh đến Ninh Bình. Vùng 2 là vùng bờ các tỉnh Thanh Hóa-Nghệ An-Hà Tĩnh. Vùng 3 là vùng bờ các tỉnh từ Quảng Bình đến Thừa Thiên-Huế. Vùng 4: Từ Đà Nẵng đến Bình Định. Vùng 5 là vùng bờ các tỉnh Nam Trung Bộ, từ Phú Yên đến Bình Thuận. Vùng 6 là vùng bờ các tỉnh Nam Bộ, từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến Cà Mau (hình 1).

Các đặc trưng bão được xác định dựa trên số liệu quan trắc của các cơn bão (sức gió từ cấp 8 trở lên khi đổ bộ vào đất liền) đổ bộ trực tiếp vào các vùng bờ từ Móng Cái đến Cà Mau của nước ta. Các số liệu này do Trung tâm Khí tượng Nhật Bản công bố.

Để xác định NDB, hiện nay có 2 phương

pháp là đo đạc và tính toán bằng mô hình số bằng các phần mềm chuyên dụng như Mike, Delft3D, SMS, TSIM 08,... Tuy nhiên, do hạn chế về số liệu đo đạc nên trong nghiên cứu này NDB được tính toán bằng mô hình số được xây dựng trên cơ sở phần mềm TSIM 08 do Phòng Cơ học và Môi trường biển, Viện Cơ học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam xây dựng. Phần mềm này đã được sử dụng tính toán NDB trong nhiều đề tài nghiên cứu cấp Nhà nước, cấp Bộ và cho kết quả khá tốt và đã được lựa chọn làm phần mềm nghiệp vụ tại Trung tâm Dự báo Quốc gia.

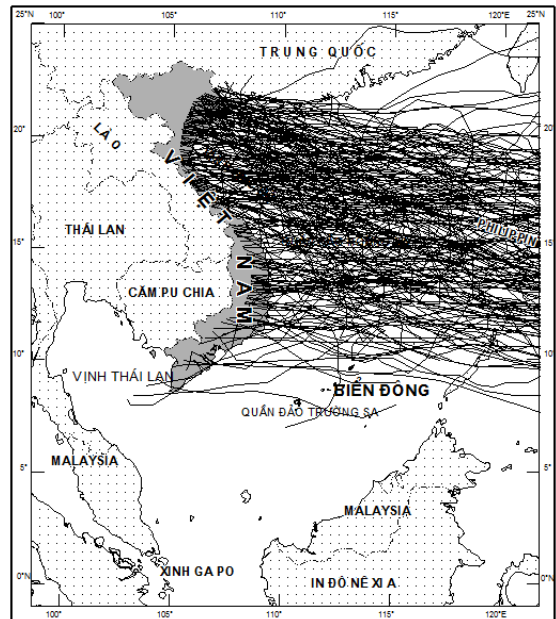


Hình 1. Các vùng bờ và vị trí của các trạm thủy-hải văn

SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để xác định các đặc trưng bão và NDB ở các vùng bờ, các số liệu cần thiết để xác định chúng cần phải được thu thập và xử lý. Các số liệu này gồm:

Số liệu bão. Số liệu bão được thu thập từ các tài liệu do Trung tâm Khí tượng Nhật Bản JMA (Japan Meteorological Agency) công bố. Số liệu này gồm các giá trị vị trí tâm bão và áp suất khí quyển cực tiểu ở tâm bão (P_{min}) được đo đạc 4 lần/ngày vào các thời điểm 0 h, 6 h, 12 h và 18 h (GMT) của toàn bộ các cơn bão đã đổ bộ vào đất liền nước ta trong khoảng thời gian từ năm 1951 đến năm 2015. Từ các số liệu này sẽ xác định được quỹ đạo di chuyển của các cơn bão (hình 2) và các thông số bão.



Hình 2. Quỹ đạo di chuyển của các cơn bão

Số liệu độ sâu đáy biển. Số liệu số độ sâu đáy biển được thu thập, số hóa và xử lý để xây dựng lưới tính cho mô hình số trị tính toán NDB ở các vùng bờ. Số liệu này bao gồm:

Các bản đồ độ sâu vùng biển ven bờ Việt Nam tỷ lệ 1:10.000, 1:20.000, 1:100.000 và Bản đồ độ sâu Biển Đông tỷ lệ 1:1.000.000 do Hải quân Nhân dân Việt Nam xuất bản.

98 bản đồ độ sâu tỷ lệ 1:50.000, hệ tọa độ Quốc gia VN2000, dạng dữ liệu MicroStation, do Trung tâm Tư liệu và Đo đạc Bản đồ, Bộ Tài nguyên và Môi trường cung cấp.

Số liệu mực nước. Số liệu mực nước thực đo được thu thập và xử lý để xác định NDB của các cơn bão sử dụng hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình số trị tính toán NDB. Số liệu này bao gồm:

Mực nước thực đo tại 40 trạm thủy-hải văn ven biển (hình 1) từ Quảng Ninh đến Cà Mau. Đây là các chuỗi số liệu được đo đạc liên tục 1 giờ 1 số liệu:

Trong nhiều năm: Số liệu này dùng để phân tích các hằng số điều hòa (HSDH) gồm biên độ và pha của các sóng triều thành phần tại trạm.

Trong tối thiểu từ 5 - 7 ngày trong thời gian bão hoạt động và có ít nhất 2 ngày sau khi bão đổ bộ. Số liệu này dùng để xác định NDB.

Phương pháp xác định NDB từ số liệu mực nước thực đo được thực hiện theo công thức sau:

$$\zeta_S(t) = \zeta_o(t) - \zeta_T(t) \quad (1)$$

Trong đó: t là thời điểm tính toán; ζ_S là NDB; ζ_o là mực nước thực đo; ζ_T là mực triều được xác định bằng công thức:

$$\zeta_T = A_0 + \sum_{i=1}^n f_i H_i \cos[q_i t + (V_0 + u) - g_i] \quad (2)$$

Với: A_0 là mực nước biển trung bình; q_i là vận tốc góc; H_i và g_i là biên độ và pha của HSDH của sóng triều thành phần thứ i của trạm; V_0 và u là các hằng số thiên văn của trạm; n là số sóng triều thành phần. Các HSDH thủy triều thực đo của trạm đặc xác định từ phân tích điều hòa thủy triều các chuỗi mực nước đo đạc.

Trong nghiên cứu này, phương pháp tính toán và dự báo thủy triều được sử dụng là phương pháp bình phương tối thiểu với $n=10$. Các sóng triều thành phần bao gồm 4 sóng nhật triều (K_1, O_1, P_1, Q_1); 4 sóng bán nhật triều (M_2, S_2, N_2, K_2) và 2 sóng chu kỳ dài là S_a và S_{sa} (năm và nửa năm). Các sóng triều thành phần này đã được xác định là các sóng có đóng góp chủ yếu trong mực nước triều tổng cộng ở vùng bờ nước ta^[2].

Số liệu khảo sát NDB của 17 cơn bão mạnh đổ bộ vào đất liền trong thời kỳ từ năm 1985 đến năm 2005 ở miền Bắc (từ Móng Cái đến Thừa Thiên-Huế). Số liệu này được khảo sát, đo đạc ngay sau khi bão tan.

Trong nghiên cứu này, các phương pháp nghiên cứu được sử dụng chủ yếu là GIS, phân tích điều hòa thủy triều và mô hình số. Trong đó, phương pháp GIS được sử dụng để xác định quỹ đạo, vị trí đổ bộ, hướng và vận tốc di chuyển của bão. Phương pháp phân tích điều hòa thủy triều được sử dụng để xác định các HSDH thủy triều và NDB thực đo. Mô hình số trị được sử dụng để tính toán NDB của các cơn bão đổ bộ vào các vùng bờ.

XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ BÃO

Trên cơ sở các giá trị quan trắc quỹ đạo bão và áp suất khí quyển cực tiểu ở tâm bão thu thập được, các thông số bão như vận tốc gió cực đại ổn định, cấp bão (theo cấp gió Beaufort và phân loại của Việt Nam), hướng và vận tốc di chuyển của bão, thời gian và địa điểm đổ bộ của bão,... của từng cơn bão sẽ được xác định.

Áp suất và tốc độ gió tại một điểm được xác định bằng các công thức thực nghiệm [2]:

$$P = P_\infty - \frac{P_\infty - P_{\min}}{\sqrt{1 + (r/R)^2}} \quad (3)$$

$$W = W_{\max} \frac{2\sqrt{r/R}}{1 + (r/R)} \quad (4)$$

Với: P_∞ là áp suất tại rìa bão; P_{\min} - áp suất tại tâm bão; R - bán kính gió cực đại; r - khoảng cách từ điểm đang xét đến tâm bão; W_{\max} - tốc độ gió cực đại được xác định bằng mối quan hệ thực nghiệm với độ giảm áp ở tâm bão.

Tuy nhiên, ngoài quy luật cân bằng xoáy, phân bố áp suất và gió còn chịu ảnh hưởng của chuyển động tịnh tiến của tâm bão, độ lệch vectơ gió so với đường tiếp tuyến của đường đẳng áp cũng như ảnh hưởng của địa hình khi bão đến vùng gần bờ. Do vậy, mô hình bão bất đối xứng có thể được biểu diễn như sau:

$$\vec{W}_0 = \vec{W} + \vec{W}_\phi + \vec{W}_c + \vec{W}_{ac} \quad (5)$$

Ở đây: \vec{W} là biểu diễn bão tròn xoáy, được xác định bằng công thức (4); $\vec{W}_\phi = \vec{W} \cos(\phi)$: phần hiệu chỉnh vận tốc do ma sát; ϕ - góc lệch của véc tơ vận tốc gió với đường đẳng áp; \vec{W}_c - vận tốc tịnh tiến của tâm bão và \vec{W}_{ac} - hiệu chỉnh do ảnh hưởng của lục địa.

Tốc độ di chuyển của bão được xác định bởi 2 vị trí tâm bão quan trắc liên kế, hướng của bão trùng với hướng của đoạn thẳng nối hai vị trí này.

TÍNH TOÁN NƯỚC DÂNG BÃO

Thiết lập mô hình. Mô hình số tính toán NDB trong nghiên cứu này được thiết lập trên cơ sở

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{U}{R \cos \phi} \frac{\partial U}{\partial \lambda} + \frac{V}{R \cos \phi} \frac{\partial (U \cos \phi)}{\partial \phi} - \frac{UV \tan \phi}{R} = 2\omega \sin \phi V - \frac{g}{R \cos \phi} \frac{\partial \xi}{\partial \lambda} - \frac{k_b U \sqrt{U^2 + V^2}}{H} + \frac{1}{R \cos \phi} \frac{\partial P_a}{\partial \lambda} + \frac{\tau_\lambda^s}{H} \quad (7)$$

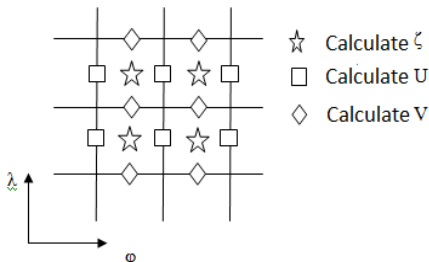
$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{U}{R \cos \phi} \frac{\partial V}{\partial \lambda} + \frac{V}{R} \frac{\partial V}{\partial \phi} + \frac{U^2 \tan \phi}{R} = -2\omega \sin \phi U - \frac{g}{R} \frac{\partial \xi}{\partial \phi} - k_b \frac{V \sqrt{U^2 + V^2}}{H} + \frac{1}{R} \frac{\partial P_a}{\partial \phi} + \frac{\tau_\phi^s}{H} \quad (8)$$

Trong đó: ϕ, λ là kinh độ đông và vĩ độ bắc, tương ứng; t - thời gian; ξ - độ cao bề mặt biển; h - độ sâu tĩnh của nước; $H = h + \xi$ - tổng độ sâu cột nước; R - bán kính của Trái đất; ω - tốc độ góc của Trái đất; g - gia tốc trọng trường; P_a - áp suất khí quyển; τ_λ^s - ứng suất gió theo hướng λ ; τ_ϕ^s - ứng suất gió theo hướng ϕ ; U, V - thành phần dòng chảy trung bình theo chiều sâu:

$$U = \frac{1}{h + \xi} \int_{-h}^{\xi} u(z) dz, V = \frac{1}{h + \xi} \int_{-h}^{\xi} v(z) dz \quad (9)$$

$u(z), v(z)$ - thành phần dòng chảy theo hướng tăng lên của kinh độ và vĩ độ tương ứng tại độ sâu z ở dưới bề mặt biển tĩnh; k_b - hệ số của ma sát đáy bậc hai và được đưa ra ở dạng không đổi cho tính toán hiện tại. Ở đây, trường gió và trường áp được xác định theo mô hình giải tích (3) và (4).

Hệ phương trình (6), (7) và (8) được giải xấp xỉ bằng phương pháp sai phân hữu hạn, sử dụng sơ đồ lưới xen kẽ (hình 3).

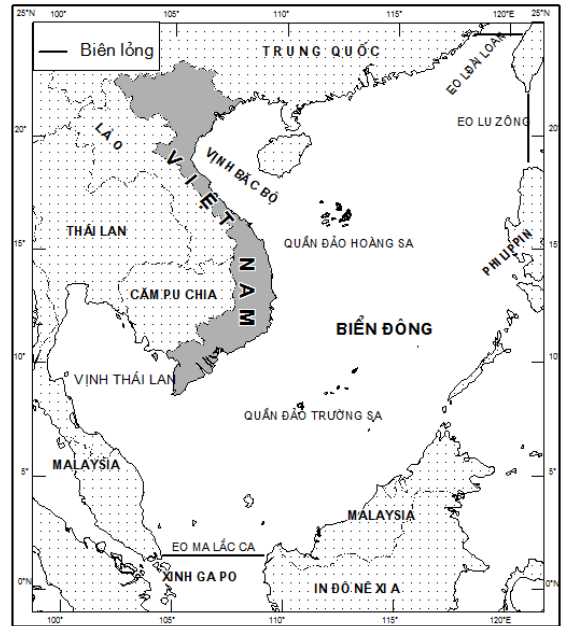


Hình 3. Sơ đồ vị trí các điểm tính u, v và ξ

phần mềm TSIM 08. Đây là phần mềm tính toán thủy triều và nước dâng do bão dựa trên hệ phương trình nước nông phi tuyến hai chiều trong hệ tọa độ cầu [2]:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{1}{R \cos \phi} \left\{ \frac{\partial}{\partial \lambda} (HU) + \frac{\partial}{\partial \phi} (HV \cos \phi) \right\} = 0 \quad (6)$$

Miền tính của mô hình bao gồm toàn bộ Biển Đông được giới hạn bởi đường bờ và 3 biên lóng là các eo biển Đài Loan, eo biển Basi và eo biển Malacca (hình 4). Lưới tính sử dụng trong mô hình là lưới vuông có kích thước $0,1^\circ \times 0,1^\circ$.



Hình 4. Giới hạn của miền tính

Hiệu chỉnh mô hình. Số liệu sử dụng hiệu chỉnh mô hình là giá trị NDB thực đo ở các trạm thủy-hải văn ven bờ của 15 cơn bão mạnh, có thể gây ra NDB lớn và có số liệu đồng bộ về thủy triều và NDB.

Hiệu chỉnh mô hình được thực hiện trên cơ sở so sánh kết quả NDB tính toán với NDB

thực đo của các cơn bão sử dụng hiệu chỉnh mô hình. Kết quả hiệu chỉnh là nhận được các hệ số phù hợp của mô hình như hệ số truyền năng lượng gió, hệ số khuếch tán,...

So sánh giá trị NDB tính toán (TT) với giá trị NDB thực đo (TĐ) cho thấy sai số tính toán của mô hình sau khi hiệu chỉnh là khoảng từ 1 - 28%, sai số trung bình là $\pm 12,1\%$ (bảng 1).

Bảng 1. Sai số tính toán của mô hình tại các trạm thủy-hải văn

Tên bão	Trạm đo	TĐ [cm]	TT [cm]	Sai số [%]
Dot89	Hondau	77	83	8
Vera83	Hondau	94	93	-1*
Chuck92	Hondau	120	96	-20
Dinah74	Dinhcu	87	75	-14
Frankie96	Dinhcu	183	224	22
Nancy82	Dinhcu	85	95	12
Kate73	Balat	121	97	-20
Kelly81	Nhutan	142	143	1
Cary87	Hoangtan	148	139	-6
Wulong00	Cuahoi	86	119	38
Cecil85	Thanhke	190	169	-11
Zack95	Hoian	74	87	18
Lingling01	Quynhon	82	86	5
Durian06	Binh dai	90	98	9
Linda97	Ganh hao	114	120	5

Ghi chú: *: Dấu (-) biểu thị nước dâng tính toán nhỏ hơn giá trị đo đạc.

Kiểm chứng mô hình. Số liệu sử dụng kiểm chứng mô hình là giá trị NDB thực đo ở các trạm thủy-hải văn ven bờ của 15 cơn bão mạnh,

có khả năng gây NDB khá lớn ở các vùng bờ. Sai số tính toán của mô hình đối với các cơn bão này được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Sai số tính toán của mô hình đối với các cơn bão kiểm chứng

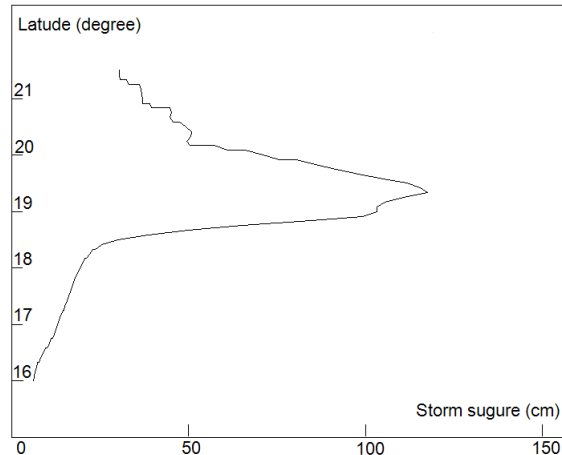
Tên bão	Trạm đo	TĐ [cm]	TT [cm]	Sai số [%]
Elie92	Hondau	62	64	3
Lois95	Hondau	101	98	-3
Zeke91	Hondau	107	100	-7
Saha77	Hondau	86	95	10
Washi05	Dinhcu	129	142	10
Wayne86	Dinhcu	137	105	-23
Koni03	Balat	103	113	10
Niki96	Phule	132	113	-14
Damrey05	Nhutan	216	195	-10
Ruth80	Hoangtan	115	96	-16
Dan89	Ngoc tra	120	128	7
Kai-tak05	Cuaviet	102	90	-12
Xangsang06	Sontra	164	132	-20
Agness84	Quynhon	53	47	-12
Muifa04	Namcan	59	63	7

Sai số tính toán trung bình đối với các cơn bão sử dụng kiểm chứng là $\pm 10,9\%$. Như vậy, sai số này không khác nhau đáng kể so với sai số trung bình của các cơn bão sử dụng hiệu chỉnh mô hình ($\pm 12,1\%$), điều này chứng tỏ kết quả tính toán của mô hình không lớn và khá ổn định.

Kết quả tính toán nước dâng bão. Mô hình sau khi hiệu chỉnh và kiểm chứng đã được sử dụng tính toán NDB của tất cả các cơn bão đổ bộ trực tiếp vào các vùng bờ. Kết quả nhận được 221 file kết quả NDB tương ứng với 221 cơn bão.

Theo kết quả tính toán, số cơn bão gây ra NDB lớn hơn 3,0 m là 3 cơn, chiếm 1,4%, hơn 2,0 m là 23 cơn, chiếm 10,4%, hơn 1,5 m là 48 cơn, chiếm 21,7% và lớn hơn 1 m là 100 cơn, chiếm 45,3 %. Như vậy, gần một nửa số cơn bão đổ bộ vào nước ta gây ra NDB ở các vùng bờ lớn hơn một mét.

Hình 5 là đường bao NDB (đường biểu diễn giá trị NDB dọc bờ) của cơn bão Lois đổ bộ vào vùng biển Thanh Hóa ngày 29 tháng 8 năm 1995. Đường bao NDB này cho thấy bão Lois năm 1995 gây ra nước dâng cực đại là 120 cm ở vị trí 19,3 vĩ độ bắc, trị số NDB lớn hơn 50 cm ở vùng bờ có chiều dài hơn 200 km, khoảng từ 18,5°N đến 20,5°N. Như vậy đường bao NDB cho biết giá trị NDB ở các vị trí dọc bờ và vị trí cũng như giá trị NDB cực đại của mỗi cơn bão.



Hình 5. Đường bao NDB của cơn bão Lois năm 1995

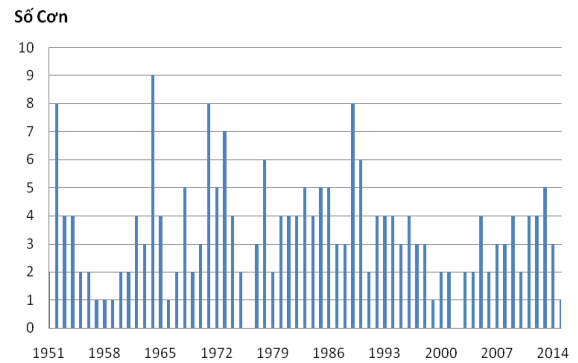
ĐẶC TRƯNG BÃO VÀ NDB Ở CÁC VÙNG BỜ

Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng bão xuất hiện ở vùng bờ nước ta chịu sự chi phối của sự hoạt động của bão và áp suất nhiệt đới ở bờ tây Thái Bình Dương [3].

Theo số liệu thống kê bão, trong thời gian 65 năm, từ năm 1951 đến năm 2015 có 221 cơn bão đổ bộ vào các vùng bờ biển nước ta. Trong đó, hơn một nửa số bão đổ bộ vào vùng 1 và vùng 2 là vùng bờ các tỉnh đồng bằng Bắc Bộ và các tỉnh Thanh Hóa-Nghệ An-Hà Tĩnh. Vùng 6 chỉ có 6 cơn bão và đây cũng là vùng có ít bão nhất. Số liệu thống kê cho thấy tần

suất xuất hiện của bão có xu thế giảm nhanh từ bắc vào nam, vùng 6 nhỏ hơn vùng 1 khoảng 15 lần.

Năm có nhiều bão nhất là 1964, có 9 cơn bão đổ bộ vào đất liền, hai năm không có bão đổ bộ là năm 1976 và năm 2002 (hình 6). Trong 10 năm gần đây, từ năm 2006 đến 2015, trung bình mỗi năm có 3,1 cơn bão đổ bộ, thấp hơn trung bình nhiều năm (3,4 cơn). Thập niên bão ở vùng bờ có tần suất cao nhất là thập niên 80, trung bình 4,7 cơn/năm.



Hình 6. Biểu đồ biến thiên của số lượng bão

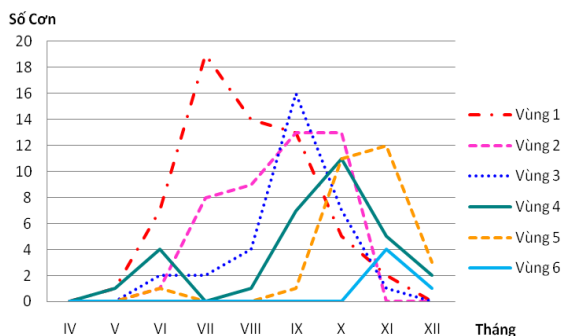
Bão sớm nhất xuất hiện từ tháng IV và muộn nhất là tháng XII. Như vậy thời gian bão xuất hiện trong năm có thể kéo dài 9 tháng, trong đó tháng IX và tháng X là hai tháng có nhiều bão nhất, chiếm tới 46,2% tổng số bão. Số lượng thống kê bão đổ bộ trong các tháng được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Số lượng bão đổ bộ trong các tháng

Số TT	Tháng	Số cơn	%
1	I	0	0,0
2	II	0	0,0
3	III	0	0,0
4	IV	1	0,5
5	V	4	1,8
6	VI	15	6,8
7	VII	30	13,6
8	VIII	29	13,1
9	IX	49	22,2
10	X	53	24,0
11	XI	33	14,9
12	XII	7	3,2

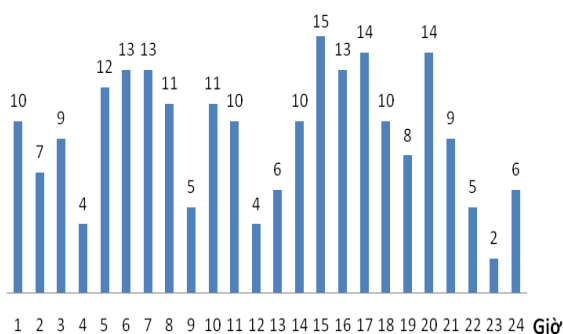
Vùng 1 bão chủ yếu hoạt động trong các tháng từ tháng 6 đến tháng 9, vùng 2 là từ

tháng 7 đến tháng 10, vùng 3 là từ tháng 8 đến tháng 10, vùng 4 là từ tháng 9 đến tháng 11, vùng 5 là từ tháng 10 đến tháng 12 và vùng 6 là tháng 11 đến tháng 12. Như vậy, thời gian bão hoạt động ở các vùng khác nhau và có xu thế muộn dần từ bắc vào nam (hình 7).



Hình 7. Biểu đồ phân bố bão trong các tháng

Thời điểm bão đổ bộ đóng vai trò quan trọng đến mức độ thiệt hại do bão gây ra. Thông thường, nếu bão đổ bộ vào ban đêm hoặc trùng với thời điểm đỉnh triều thì độ nguy hiểm của bão càng lớn. Theo số liệu thống kê, số bão đổ bộ ban ngày chiếm 61% (134 cơn) và khoảng thời gian bão đổ bộ nhiều nhất là từ 15 h đến 20 h. Hình 8 là biểu đồ phân bố thời lượng bão đổ bộ trong ngày, trong đó chỉ số trên biểu đồ là số lượng bão đổ bộ trong giờ.



Hình 8. Biểu đồ phân bố thời lượng bão đổ bộ

Tuy nhiên đối với từng vùng bờ riêng biệt thì tỷ số này khác nhau đáng kể. Ở vùng 3 và vùng 4, phần lớn số bão đổ bộ vào ban ngày với tỷ lệ tương ứng là 63% và 74%. Nhưng ở các vùng 1, vùng 2 và vùng 3 số bão đổ bộ ban ngày và ban đêm xấp xỉ bằng nhau.

Bão ở nước ta thuộc diện bão mạnh. Khi đổ

bộ vào đất liền, các cơn bão có cường độ nhỏ hơn cấp 9 có tỷ lệ khá nhỏ, khoảng 12%. Các cơn bão mạnh với cường độ từ cấp 10 đến cấp 12 chiếm ưu thế, bằng 54,3%. Siêu bão, với cường độ từ cấp 15 trở lên chiếm tỷ lệ đáng kể, khoảng 4,1% (bảng 4).

Bảng 4. Bảng thống kê số bão theo cấp khi đổ bộ

Số TT	Cấp bão	Số cơn	%
1	8	27	12,2
2	9	36	16,3
3	10	51	23,1
4	11	21	9,5
5	12	48	21,7
6	13	14	6,3
7	14	15	6,8
8	15	5	2,3
9	16	2	0,9
10	17	2	0,9

Sự phân bố cấp bão ở các vùng bờ cũng có sự khác nhau đáng kể. Bão có tần suất cao nhất ở các vùng 1, 2, 3 là cấp 12, ở vùng 4 là cấp 10, vùng 5 là cấp 8 và cấp 9. Bảng 5 là bảng thống kê số bão theo cường độ (cấp bão) ở các vùng bờ.

Bảng 5. Bảng thống kê số bão của từng cấp

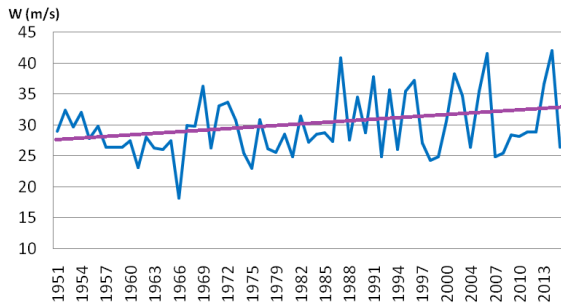
Cấp	V1	V2	V3	V4	V5	V6
8	8	0	4	2	11	2
9	8	8	7	2	11	0
10	16	12	5	9	7	2
11	11	3	2	3	2	0
12	19	13	7	5	2	2
13	5	5	0	3	1	0
14	3	2	5	3	2	0
15	2	1	0	2	0	0
16	1	0	0	0	1	0
17	0	0	2	0	0	0

Như vậy, ở vùng bờ các tỉnh phía nam (vùng 6) không phải chịu tác động của các cơn bão có cường độ mạnh.

Các số liệu thống kê cho thấy từ năm 1960 đến nay, giá trị trung bình trong năm của tốc độ gió cực đại của bão khi đổ bộ nhìn chung có xu thế tăng lên (hình 9).

Khi đi vào các vùng bờ nước ta, phần lớn bão suy giảm về cường độ do mất mát năng lượng. So với cường độ bão cực đại, số bão suy

giảm ít nhất 1 cấp chiếm 57%, ít nhất 2 cấp là khoảng 32%. Số bão có cường độ mạnh lên không nhiều, chỉ khoảng 6%.



Hình 9. Biểu đồ biến thiên của vận tốc gió

Trong các đại lượng đặc trưng bão, hướng di chuyển của bão là đại lượng thay đổi phức tạp nhất. Phần lớn các cơn bão khi đến gần bờ có xu thế chuyển hướng từ hướng tây tây bắc và hướng giữa tây tây bắc và tây sang hướng tây khi đi vào đất liền. Bảng 7 là hướng di chuyển trung bình của các cơn bão ở các vùng bờ khi bão còn cách bờ 200 km và khi bão đổ bộ.

Bảng 7. Hướng di chuyển của bão ở các vùng bờ

STT	Vùng bờ	$\bar{\Phi}_{_bo}$ [độ]	$\bar{\Phi}_{_200km}$ [độ]
1	Vùng 1	291	301
2	Vùng 2	272	277
3	Vùng 3	268	276
4	Vùng 4	270	277
5	Vùng 5	275	275
6	Vùng 6	266	260

Tốc độ di chuyển của bão nhìn chung khá nhanh, trung bình khoảng 20 km/h. Khi vào vùng bờ, bão thường di chuyển nhanh hơn so với khi bão đến gần bờ (trừ vùng 6 bão có xu hướng di chuyển chậm lại). Bảng 8 là số liệu thống kê vận tốc trung bình và lớn nhất của các cơn bão khi đổ bộ.

Bảng 8. Vận tốc di chuyển trung bình của bão

STT	Vùng bờ	\bar{V} [km/h]	\bar{V}_{max} [km/h]
1	Vùng 1	22	49
2	Vùng 2	24	42
3	Vùng 3	20	45
4	Vùng 4	18	31
5	Vùng 5	22	48
6	Vùng 6	19	31

Kết quả tính toán cho thấy, tốc độ gió cực đại trung bình của bão ở các vùng bờ khác nhau không nhiều nhưng NDB cực đại trung bình ở các vùng bờ khác nhau đáng kể. NDB cực đại trung bình lớn nhất ở vùng 1 và vùng 2 và giảm dần cho tới vùng 5 (bảng 9).

Bảng 9. Tốc độ gió cực đại và NDB cực đại trung bình ở các vùng bờ

STT	Vùng	\bar{W}_{max} [m/s]	$\bar{\eta}_{max}$ [cm]
1	Vùng 1	30,5	131
2	Vùng 2	31,1	134
3	Vùng 3	31,4	104
4	Vùng 4	32,1	65
5	Vùng 5	25,4	38
6	Vùng 6	26,8	94

Bảng 9 cho thấy mặc dù tốc độ gió cực đại trung bình lớn nhất là vùng 4 nhưng NDB cực đại trung bình ở vùng này lại khá nhỏ (chỉ lớn hơn vùng 5). Nguyên nhân của hiện tượng này có thể do sự khác biệt của hình thái đường bờ và địa hình đáy biển vùng này và tính chất phi tuyến giữa tốc độ gió cực đại và NDB.

NDB ở các vùng bờ khác nhau khá lớn. Vùng đồng bằng Bắc Bộ (vùng 1 và 2) NDB có thể đạt tới trên 3 m, vùng bắc Trung Bộ (vùng 3) là gần 4 m. Tuy nhiên vùng bờ nam Trung Bộ (vùng 5), NDB chỉ nhỏ hơn 1 m. Bảng 10 thị vận tốc gió cực đại và NDB cực đại của các cơn bão gây ra NDB lớn nhất ở các vùng bờ.

Bảng 10. NDB cực đại ở các vùng bờ

STT	Vùng	Tên bão	W_{max} [m/s]	η_{max} [cm]
1	Vùng 1	Wayne86	42	320
2	Vùng 2	KaiTak05	49	271
3	Vùng 3	Harriet71	60	382
4	Vùng 4	Sangsane06	50	205
5	Vùng 5	Lola93	42	91
6	Vùng 6	Linda97	36	156

Điều cần lưu ý là NDB cực đại trung bình ở vùng 6 tuy nhỏ hơn các vùng bờ phía bắc (vùng 1 đến vùng 3), nhưng mức độ nguy hiểm của NDB ở vùng bờ này là rất lớn. Nguyên nhân do đây là vùng đất thấp, hệ thống sông ngòi chằng chịt, đê kè còn yếu kém.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tính toán, xác định NDB và các thông số bão như cường độ, hướng và vận tốc di chuyển,... của tất cả các cơn bão đổ bộ vào các vùng bờ nước ta trong thời kỳ 1951-2015.

NDB và các đặc trưng bão ở các vùng bờ nước ta khác nhau đáng kể, đặc biệt là NDB. Nguyên nhân khác nhau có nhiều nhưng chủ yếu có thể do vị trí địa lý và đặc điểm địa hình khác nhau của các vùng bờ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Thanh Hằng và nnk., 2010. Đặc điểm hoạt động của bão ở vùng biển gần bờ Việt Nam giai đoạn 1945-2007. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, **26**(3S), 344-353.
2. Phạm Văn Ninh và nnk., 1991. Nước dâng do bão ở Việt Nam. *Tuyển tập các Công trình Hội nghị Cơ học Thủy khí lần thứ 3*, Tr. 104-114.
3. <http://www.wpro.who.int/vietnam/topics/emergencies/factsheet/vi/index.html>.
4. <http://www.jma.go.jp/jma/indexe.html>

CHARACTERISTICS OF TROPICAL STORMS AND STORM SURGES IN COASTAL ZONES OF VIETNAM

Nguyen Thanh Co, Dinh Van Manh

Institute of Mechanics, VAST

ABSTRACT: Tropical storms and storm surges are dangerous. The damage caused by them is very huge. Therefore, studying characteristics of storms and storm surges is of great interest today. This paper presents some study results on characteristics of tropical storms and storm surges, which landed in Vietnam during 1951-2015. These characteristics are determined based on the storm data collected on website of Japan Meteorological Agency, JMA. In the paper, the storm surges are calculated by a numerical model as TSIM 08 software. This software is established by the Institute of Mechanics, Vietnam Academy of Science and Technology. The numerical model has been calibrated and verified by measured storm surge data at the hydrographic, oceanographic stations along the Vietnam coast and the survey's storm surge data in some storms.

Keywords: Characteristics of tropical storms, storm surges.