

ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ NGẬP LỤT ĐẤT Ở DO NƯỚC DÂNG THEO CÁC KỊCH BẢN SIÊU BÃO TẠI THÀNH PHỐ HẠ LONG

Võ Đình Sứ, Dương Ngọc Tiến

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Ngày nhận bài: 2/5/2019; ngày chuyển phản biện: 3/5/2019; ngày chấp nhận đăng: 31/5/2019

Tóm tắt: Trên cơ sở các số liệu, dữ liệu về khí tượng thủy văn, bão và các dữ liệu về hiện trạng sử dụng đất, các số liệu báo cáo của địa phương về nhà ở trên khu vực thành phố Hạ Long. Bằng những phương pháp tính toán thông qua các mô hình, bài báo xây dựng bản đồ nguy cơ ngập gây ra bởi nước dâng do bão mạnh, siêu bão (từ cấp 13 đến 16). Tiếp theo đó, bằng các phương pháp GIS và qua phân tích, tính toán đã xác định được tỉ lệ phần trăm diện tích đất ở bị ngập bởi nước dâng do bão theo các cấp khác nhau. Đây là những kết quả để tiến hành đánh giá thiệt hại gây bởi nước dâng do bão đối với nhà ở khi có các thông tin về số lượng nhà ở phân theo các nhóm và mức đầu tư đối với các loại nhà đó. Kết quả tính toán cho thấy phường Trần Hưng Đạo có tỉ lệ diện tích đất ở bị ngập cao nhất trong tất cả các kịch bản siêu bão.

Từ khóa: Đất ở bị ngập, nước dâng, siêu bão.

1. Mở đầu

Nước dâng do bão là một trong những hiện tượng thiên tai nguy hiểm, gây nhiều thiệt hại về người và của cải. Trên thế giới, quốc gia bị ảnh hưởng nặng nhất bởi nước dâng do bão là Bangladesh (nước dâng do bão trong năm 1991 lên cao tới hơn 6m đã làm hơn 138.000 người thiệt mạng, ước tính thiệt hại lên đến 1,5 tỉ USD, ở một số khu vực có đến 90% số cây trồng bị quét sạch, xói lở đất hàng loạt khiến cho nông dân bị mất đất, số người thất nghiệp tăng lên). Các khu vực khác như: Đông - Bắc Á, vùng biển Caribe,... cũng chịu nhiều thiệt hại bởi nước dâng do bão gây ra, trong đó nước dâng cao nhất đo được tại Triều Tiên là 5,2m, đặc biệt, tháng 11/2013, siêu bão Haiyan khi đi qua Philippines đã gây nước dâng trên 5m, là nguyên nhân chính gây ra cái chết của trên 6.200 người của quốc gia này. Ở Việt Nam, theo thống kê nước dâng do bão lớn nhất tại Việt Nam ghi được là 3,6m trong cơn bão DAN tại Hải Phòng năm 1989. Để xác định được hàm thiệt hại gây bởi nước dâng do bão thì các

nội dung ban đầu cần được tiến hành thực hiện là xây dựng bản đồ nguy cơ ngập bởi các kịch bản siêu bão và xác định diện tích đất ở có nguy cơ ngập. Bài báo này tóm tắt một phần kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp cơ sở: “Nghiên cứu cơ sở khoa học ước tính thiệt hại gây bởi nước dâng do bão, nghiên cứu thí điểm cho thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh”.

2. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu

2.1. Quy trình xây dựng bản đồ nguy cơ ngập gây ra bởi nước dâng trong siêu bão

Bài báo này áp dụng quy trình xây dựng bản đồ ngập lụt do nước dâng trong tình huống siêu bão [1]. Theo đó, việc xây dựng bản đồ được thực hiện chủ yếu thông qua việc sử dụng phương pháp mô hình toán kết hợp với công nghệ GIS. Việc chạy các mô hình được tiến hành với miền tính cho khu vực tỉnh Quảng Ninh thông qua kết nối của 3 mô hình: (i) Mô hình 2D biển Đông (MIKE21/3 Coupled): Mô phỏng sóng, thủy động lực trên tổng thể Biển Đông; (ii) Mô hình 2D vùng trong sông, tràn đồng và ven bờ (MIKE21/3 Coupled): Mô phỏng thủy động lực vùng ven bờ, cửa sông, các nhánh sông chính và (iii) Mô hình 1D (MIKE11): Mô phỏng thủy động

Liên hệ tác giả: Võ Đình Sứ
Email: suc.vodinh@imh.ac.vn

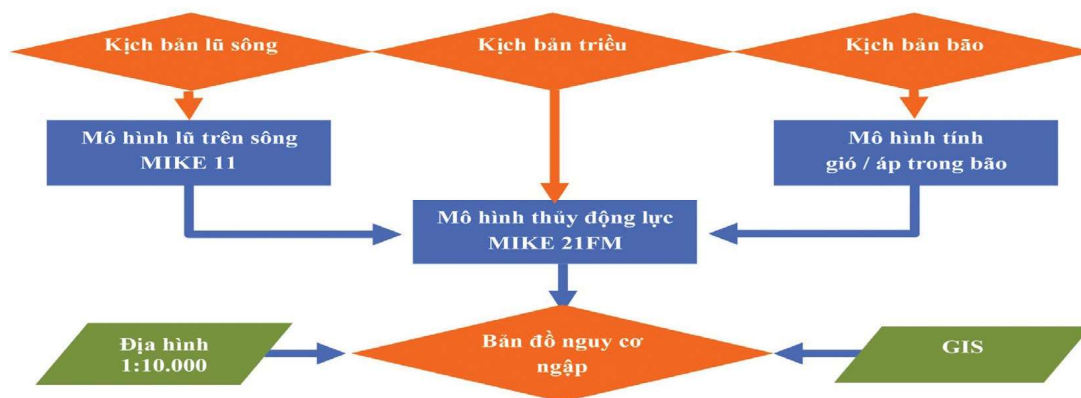
lực mạng lưới sông, kênh chính đã được kiểm chứng trước đây bởi nhóm tác giả [3].

Các nội dung tính toán và xây dựng bản đồ ngập lụt do nước biển dâng trong tình huống siêu bão trong phạm vi bài báo này được thực

hiện đối với 5 kịch bản như sau: 4 kịch bản tương ứng với 4 cấp bão mạnh nhất tổ hợp với triều cường và 1 kịch bản với cấp bão thấp nhất trong 4 cấp bão trên tổ hợp với triều trung bình [1].

Bảng 1.1. Các kịch bản tính toán vùng Quảng Ninh [2]

STT	Kịch bản	Bão	Thủy triều	Dòng chảy sông
1	KB1	16	Triều cường	Trung bình
2	KB2	15	Triều cường	Trung bình
3	KB3	14	Triều cường	Trung bình
4	KB4	13	Triều cường	Trung bình
5	KB5	13	Triều trung bình	Trung bình



Hình 1.1. Quy trình xây dựng bản đồ nguy cơ ngập gây ra bởi nước dâng do bão mạnh, siêu bão [2]

Các bước tiến hành tính toán nguy cơ ngập gây ra bởi nước dâng do siêu bão cho tỉnh Quảng Ninh như sau [2]:

Bước 1. Xác định các thông số các siêu bão ảnh hưởng đến khu vực (bao gồm: Vị trí tâm bão; hướng di chuyển của bão; tốc độ di chuyển của bão; vận tốc gió cực đại; bán kính gió cực đại);

Bước 2. Mô phỏng trường gió trong siêu bão (bằng công thức của Boose và cộng sự (1994);

Bước 3. Xác định điều kiện biên sông từ mô hình 1 chiều MIKE 11 với lũ tần suất 50%;

Bước 4. Xác định thời kỳ bão đổ bộ để mực nước tổng cộng trong bão là lớn nhất;

Bước 5. Mô phỏng ngập lụt gây ra bởi nước dâng do siêu bão (kết hợp với triều) sử dụng mô hình thủy động lực (bằng mô hình MIKE 21 FM);

Bước 6. Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập.

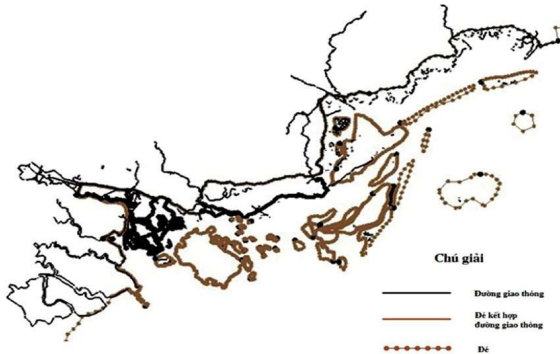
Trên cơ sở các bước của quy trình trên đây,

nguyên cứu đã tiến hành thực hiện theo các bước, một số công việc được tiến hành cho khu vực nghiên cứu như sau:

2.2. Thiết lập mô hình

2.2.1. Miền tính, lưới tính, địa hình

Bài báo giới hạn phạm vi nghiên cứu là thành phố Hạ Long. Tuy nhiên, đối với việc thiết lập miền tính cho mô hình phải đảm bảo phạm vi không gian bao phủ toàn tỉnh Quảng Ninh, do đó, miền tính toán trên đất liền của tỉnh được xác định từ cửa khẩu Móng Cái - Quảng Ninh chạy dọc theo đường quốc lộ 18 đến thành phố Cẩm Phả; từ thành phố Cẩm Phả theo tỉnh lộ 326 đến quốc lộ 279 xuống thành phố Hạ Long; tiếp theo từ thành phố Hạ Long theo quốc lộ 18 đến Mạo Khê; và sau đó theo tỉnh lộ 388 sang thành phố Hải Phòng (Hình 1.2 và Hình 1.3).



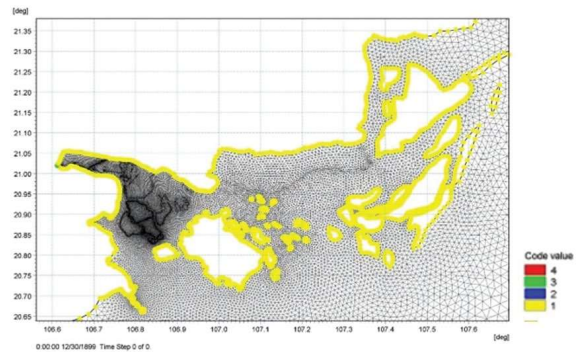
Hình 1.2. Sơ đồ hệ thống công trình giao thông và thủy lợi tỉnh Quảng Ninh

Miền tính được sử dụng trong nghiên cứu này chi tiết với lưới phi cấu trúc, chiều dài của cạnh mắt lưới nhỏ nhất là 20m (khu vực lân cận đê sông, đê biển và vùng cửa sông, ven biển) lớn nhất khoảng 5km (khu vực xa bờ). Nguồn số liệu sử dụng được khai thác từ dự án: “*Cập nhật phân vùng rủi ro thiên tai, lập bản đồ cảnh báo thiên tai, đặc biệt là các thiên tai liên quan đến bão, nước dâng do bão, lũ, lũ quét, trượt lở đất, hạn hán, xâm nhập mặn*” của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu [2], bao gồm: 1) Số liệu địa hình đáy biển và khu vực cửa sông do Bộ Tư lệnh Hải quân Việt Nam đo đạc; 2) Số liệu mặt cắt sông và địa hình đáy sông từ Liên đoàn Khảo sát sông Hồng; 3) Số liệu địa hình khu vực được chiết xuất từ các bản đồ tỷ lệ 1:10.000; 1:25.000 từ Cục Đo đạc Bản đồ và 4) Hệ thống đê biển, đê sông từ Cục Đê điều và Phòng chống lụt bão.

2.2.2. Hiệu chỉnh, kiểm nghiệm mô hình

2.2.2.1. Kiểm nghiệm mô hình tính toán trường gió và áp trong bão

Số liệu đầu vào của mô hình tính gió và áp trong bão là các thông số của các cơn bão, bao gồm: 1) Vị trí (kinh độ, vĩ độ) của tâm bão; 2) Áp suất tâm bão; 3) Hướng và tốc độ di chuyển của bão; 4) Bán kính và vận tốc gió cực đại. Kết quả tính toán từ mô hình được kiểm tra với số liệu gió thực đo trong thời kỳ hoạt động của bão tại trạm khí tượng Hòn Dấu, các cơn bão được sử dụng để kiểm tra là: a) Bão Kate, 1973; b) Bão Pat, 1988; c) Bão Niki, 1996; d) Bão Damrey, 2005 (Hình 1.4). Theo đó, kết quả tính toán vận tốc gió trong thời gian xuất hiện bão và vận tốc



Hình 1.3. Lưới tính phục vụ tính toán ngập lụt do siêu bão cho Quảng Ninh

gió thực đo cùng thời điểm đều có xu thế đồng nhất. Đối với cơn bão Kate vào năm 1973, kết quả tính toán và số liệu thực đo tính từ ngày 24/8/1973, khi đó vận tốc gió khoảng 1-2m/s, và bắt đầu tăng dần lên, đến ngày 26/8/1973 vận tốc gió tăng mạnh đột ngột và đạt cực đại ở mức trên dưới 30m/s, sau đó tốc độ gió giảm dần. Đối với cơn bão Pat vào năm 1988 cũng tương tự, tuy nhiên thời gian xuất hiện vận tốc gió cực đại sau 3 ngày tính từ thời điểm đo và tính toán, tốc độ gió cực đại đạt mức trên dưới 15m/s. Đối với cơn bão Niki năm 1996, tốc độ gió đạt cực đại sau 2 ngày tính từ thời điểm đo và tính toán mức tốc độ gió bình thường, và đạt cực đại ở mức trên dưới 25m/s. Đối với cơn bão Damrey năm 2005, tốc độ gió tăng từ ngày 24/9/2005 ở mức 1-2m/s lên đến mức 25m/s vào ngày 27/9/2005.

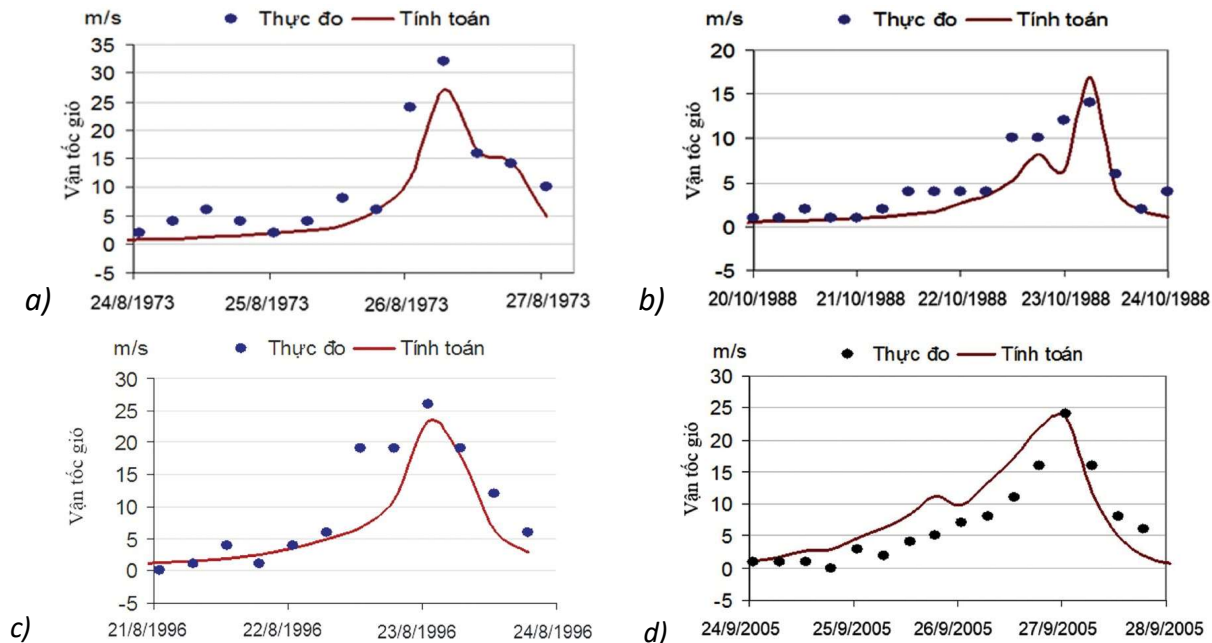
Đánh giá về sai số và độ chính xác giữa tốc độ gió tính toán và đo đạc thông qua hai đại lượng gồm độ lệch (BIAS) và trung bình quân phương (RMS) được tính toán cho từng cơn bão theo công thức sau đây:

$$BIAS = \frac{1}{N} \sum (H_{com_i} - H_{obs_i})$$

$$RMS = \left\{ \frac{1}{N} \sum (H_{com_i} - H_{obs_i})^2 \right\}^{1/2}$$

Trong đó: N là tổng số phần tử, H_{com} , H_{obs} là số liệu tính toán, thực đo.

Kết quả kiểm tra cho thấy giá trị BIAS trung bình của 4 cơn bão là 1,25, nghĩa là tốc độ gió tính toán lớn có xu thế hơi lớn hơn số liệu thực đo. Giá trị RMS trung bình của 4 cơn bão là 3,99 có thể chấp nhận được (so với tốc độ gió trong bão thường có vận tốc lớn hơn 15m/s) (Bảng 1.2).



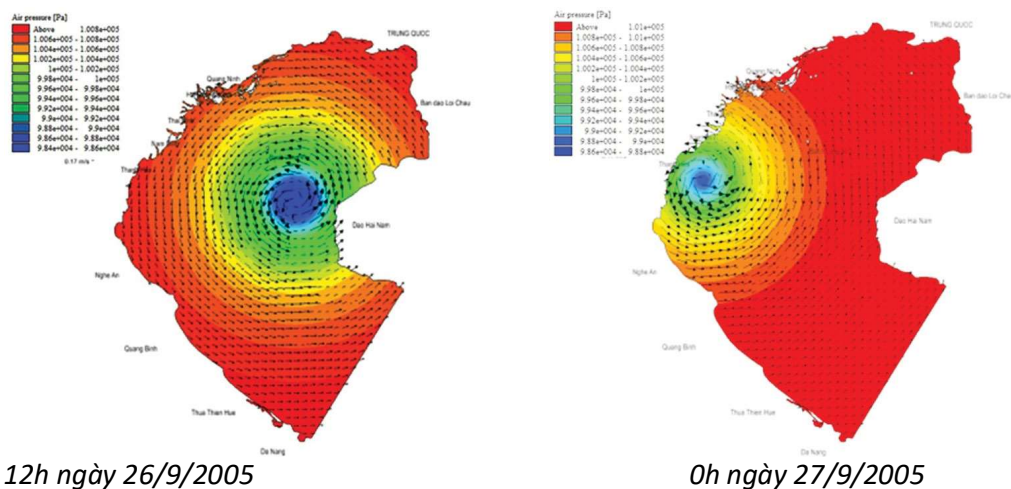
Hình 1.4. Vận tốc gió tính toán và thực đo tại trạm Hòn Dấu
a) Bão Kate, 1973; b) Bão Pat, 1988; c) bão Niki, 1996; d) bão Damrey, 2005

Bảng 1.2. Kết quả kiểm nghiệm mô hình tính toán trường gió

STT	Tên bão, năm xảy ra	Sai số	
		BIAS (m/s)	RMS (m/s)
1	Kate, 1973	2,85	4,37
2	Pat, 1988	0,95	3,12
3	Niki, 1996	2,71	4,38
4	Damrey, 2005	-1,50	4,07
Trung bình		1,25	3,99

Mô hình mô tả tương đối tốt cấu trúc trường gió và trường áp trong bão, áp suất tăng dần từ tâm bão ra ngoài, vận tốc gió

giảm dần từ khu vực bán kính gió cực đại về hai phía trong và ngoài tâm bão (Hình 1.5) [2].



Hình 1.5. Kết quả tính toán trường gió và trường áp trong cơn bão Damrey

2.2.2.2. Kiểm nghiệm mô hình 2 chiều

Mô hình 2 chiều sau khi đã được thiết lập, được sử dụng để hiệu chỉnh bằng cách sử dụng số liệu mực nước thực đo tại 9 trạm cửa sông Hồng - Thái Bình để so sánh với số

liệu tính toán, thời kỳ hiệu chỉnh từ 7h ngày 19 tháng 8 năm 2010 đến 7h ngày 22/8/2010, thông số hiệu chỉnh là hệ số ma sát đáy, bộ thông số của mô hình được đưa ra trong Bảng 1.3.

Bảng 1.3. Các thông số của mô hình MIKE 21 FM

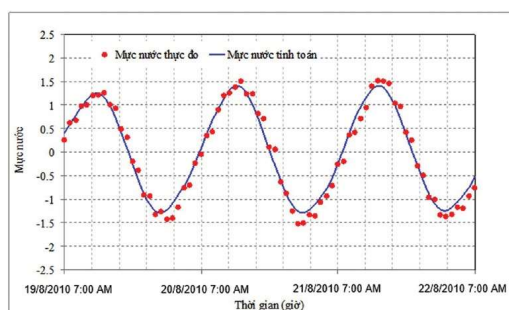
TT	Thông số	Giá trị	Chú thích
1	Bước thời gian	10s	
2	Hệ số CFL	0,8	
3	Hệ số nhớt (Smagorinsky formulation)	0,28	
4	Điều kiện ban đầu		Chạy 2 ngày để ổn định
5	Độ nhám	10 - 50	Manning ($m^{1/3}/s$)

Kết quả hiệu chỉnh từ Bảng 1.4 và Hình 1.6 cho thấy sự phù hợp về pha và biên độ giữa kết quả tính toán hiệu chỉnh và số liệu phân tích. Kết quả tính toán hiệu chỉnh bằng mô hình được đánh giá theo chỉ tiêu Nash cho kết quả rất tốt, theo chỉ tiêu này sự phù hợp giữa mực

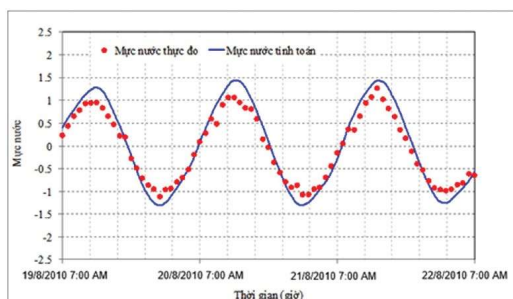
nước tính toán và phân tích nằm trong khoảng 0,90 đến 0,98. Trong đó, thấp nhất tại trạm Cửa Cấm đạt 0,90, có trạm đạt chỉ số Nash 0,98 là cửa Lạch Tray. Với kết quả hiệu chỉnh như vậy, bộ thông số mô hình tiếp tục được sử dụng để kiểm nghiệm mô hình.

Bảng 1.4. Bảng thống kê kết quả hiệu chỉnh mô hình

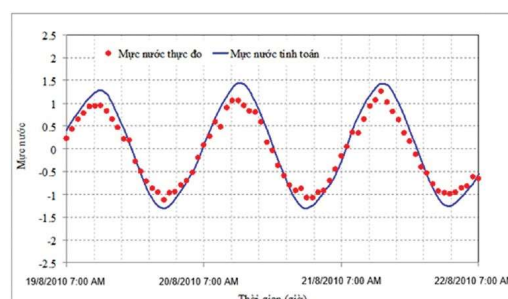
TT	Tên cửa sông	Vị trí của trạm	Chỉ tiêu Nash
1	Cửa Bạch Đằng	106°50'38" 20°48'07"	0,97
2	Cửa Cấm	106°45'23" 20°50'54"	0,90
3	Cửa Lạch Tray	106°44'32" 20°46'24"	0,98



a) Cửa Bạch Đằng



b) Cửa Cấm



c) Cửa Lạch Tray

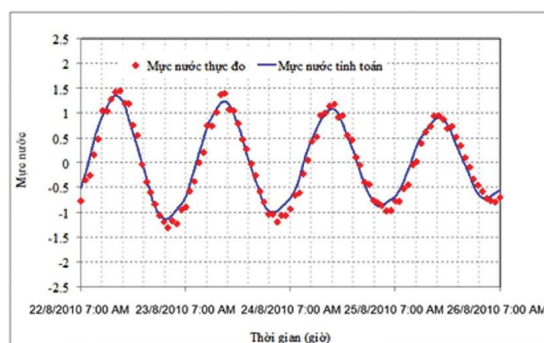
Hình 1.6. Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 21 cho các cửa sông

Từ kết quả hiệu chỉnh trên, mô hình sử dụng bộ thông số để tiến hành kiểm nghiệm với thời đoạn độc lập từ 7h ngày 22/8/2010 đến 7h ngày 26/8/2010. Kết quả kiểm nghiệm cho thấy sự phù hợp về pha và biên độ giữa kết quả tính toán kiểm nghiệm và số liệu thực đo. Kết quả tính toán kiểm nghiệm được đánh giá theo chỉ tiêu Nash cho kết quả rất tốt, theo chỉ tiêu này

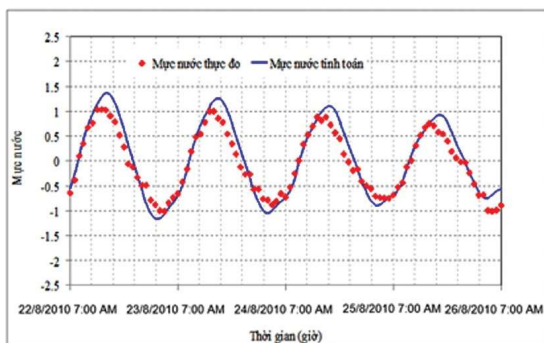
sự phù hợp giữa mực nước tính toán và phân tích nằm trong khoảng từ 0,91 đến 0,96. Trong đó, thấp nhất vẫn tại trạm Cửa Cấm đạt 0,91, có 2 trạm đạt chỉ số Nash 0,96 là Cửa Lạch Tray và Cửa Bạch Đằng. Với kết quả kiểm nghiệm như trên, mô hình hoàn toàn có thể được sử dụng để dự báo mực nước cho các cửa sông.

Bảng 1.5. Bảng thống kê kết quả kiểm nghiệm mô hình

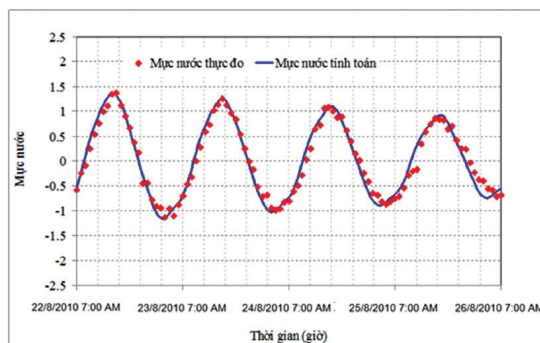
TT	Tên cửa sông	Vị trí của trạm		Chỉ tiêu Nash
1	Cửa Bạch Đằng	106°50'38"	20°48'07"	0,96
2	Cửa Cấm	106°45'23"	20°50'54"	0,91
3	Cửa Lạch Tray	106°44'32"	20°46'24"	0,96



a) Cửa Bạch Đằng



b) Cửa Cấm



c) Cửa Lạch Tray

Hình 1.7. Kết quả hiệu chỉnh mô hình MIKE 21 cho các cửa sông

2.2.2.3. Kiểm nghiệm mô hình tính toán nước dâng do bão

Để kiểm nghiệm mô hình tính toán nước dâng do bão, trước hết hiệu chỉnh mô hình với mực nước thủy triều và sau đó kiểm nghiệm với mực nước tổng cộng trong bão. Trước tiên, mô hình được hiệu chỉnh đối với mực nước thủy triều trong bão Damrey năm 2005 tại trạm Hòn Dấu. Kết quả hiệu chỉnh cho thấy mô hình mô phỏng

thủy triều tốt cả về pha và biên độ, chênh lệch lớn nhất về biên độ xuất hiện tại thời điểm chân triều. Phân tích kết quả tính toán thu được hệ số tương quan giữa 2 chuỗi số liệu tính toán và phân tích điều hòa là 0,99, sai số trung bình là 1cm, sai số tuyệt đối là 24cm tại thời điểm chân triều. Đối với mô hình mô phỏng nước dâng, kết quả hiệu chỉnh cho thấy mô hình mô phỏng tốt về cả đỉnh và pha nước dâng sau thời điểm bão

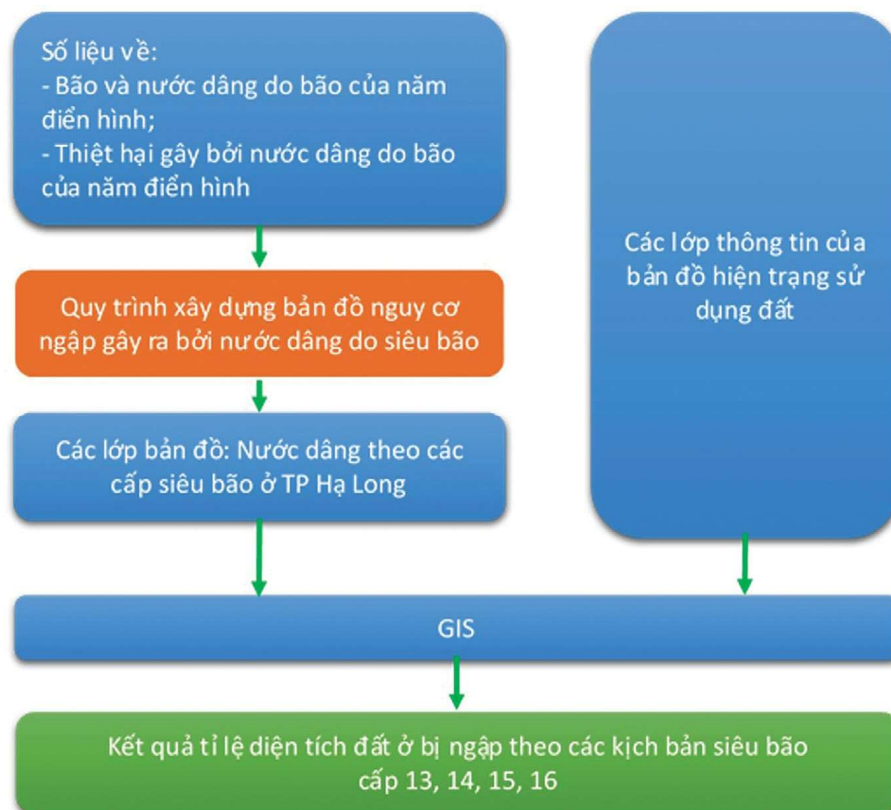
đổ bộ. Trước thời điểm bão đổ bộ, đỉnh mực nước thiên thấp so với số liệu quan trắc. Phân tích kết quả hiệu chỉnh mô hình nước dâng thu được hệ số tương quan giữa 2 chuỗi số liệu tính toán và thực đo là 0,95, sai số trung bình là 4cm, sai số tuyệt đối là 70cm tại thời điểm chân triều trước khi bão đổ bộ. Tính riêng cho thời kỳ sau bão đổ bộ, sai số lớn nhất là 29cm tại thời điểm nước dâng thực đo đạt đỉnh.

Mô hình nước dâng do bão được kiểm nghiệm đối với mực nước tổng cộng trong bão Wukong năm 2000 tại trạm Hòn Dấu và trạm Hòn Ngự. Quá trình kiểm nghiệm thu được các kết quả tốt hơn so với hiệu chỉnh. Tại trạm Hòn Dấu hệ số tương quan giữa 2 chuỗi số liệu tính toán và thực đo tại trạm Hòn Dấu là 0,97, sai số trung bình nhỏ hơn 1cm, sai số tuyệt đối là 43cm tại thời điểm chân triều trước khi bão đổ bộ, sau bão đổ bộ sai số lớn nhất vào khoảng 21cm tại thời điểm nước dâng thực đo đạt đỉnh. Tại trạm Hòn Ngự hệ số tương quan giữa 2 chuỗi số liệu tính toán và thực đo tại trạm Hòn Dấu là 0,96, sai số trung bình nhỏ hơn 1cm, sai số tuyệt

đối là 32cm tại thời điểm chân triều trước khi bão đổ bộ, sau bão đổ bộ sai số lớn nhất vào khoảng 24cm tại thời điểm nước dâng thực đo đạt đỉnh.

2.3. Tính toán tỉ lệ diện tích đất ở và đường giao thông bị ngập gây bởi nước dâng do bão của thành phố Hạ Long

Sau khi phân tích các số liệu và tài liệu thu thập được, tiến hành chạy các mô hình và hiệu chỉnh mô hình để xây dựng bản đồ nguy cơ ngập theo các kịch bản siêu bão [2]. Các số liệu về hiện trạng đất ở, đường giao thông được thu thập để xây dựng lớp thông tin bản đồ phân bố đất ở. Việc ứng dụng công cụ GIS thông qua chồng xếp các lớp bản đồ về đất ở và giao thông cùng với các lớp thông tin về các mức ngập gây bởi nước dâng do siêu bão sẽ có được diện tích đất ở và chiều dài đường giao thông bị ngập theo các cấp của các kịch bản nước biển dâng do siêu bão. Cách tiếp cận và phương pháp được thể hiện thông qua sơ đồ Hình 2.1.



Hình 2.1. Sơ đồ cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

3. Kết quả tính toán và thảo luận

3.1. Các kết quả tính toán và xây dựng bản đồ nguy cơ ngập gây ra bởi nước dâng do siêu bão

Kết quả tính toán mực nước các điểm ở khu vực ven bờ thành phố Hạ Long có mực nước dâng cao nhất là 5,03m (theo kịch bản bão cấp 16), các kịch bản bão cấp 13 triều trung bình, cấp 13 triều cường, cấp 14 triều cường và cấp 15 triều cường tương ứng là: 2,25m, 2,40m, 2,85m và 4,40m.

Đối với kịch bản bão cấp 16 xảy ra vào thời kỳ triều cường cho thấy: Nước dâng do bão phụ thuộc vào vị trí tương đối của điểm đó so với đường di chuyển của bão, ở những điểm phía trái đường đi của bão sẽ gây nước dâng và phía phải sẽ gây nước rút, do đó để xác định nước dâng

do bão cực đại cho khu vực thành phố Hạ Long thì bão phải đổ bộ vào các tỉnh phía nam Quảng Ninh như Thái Bình - Nam Định. Trước khi bão đổ bộ khoảng 4-6 giờ đến khi bão đổ bộ hầu hết các điểm đều bị rút nước, mức độ rút nước phụ thuộc vào vị trí. Sau khi bão đổ bộ khoảng 3-6 giờ thì các điểm ven bờ cũng như ngoài khơi đều có hiện tượng nước dâng. Sau khi nước tràn qua đê, nước biển sẽ lan rộng. Ngoài ra, bão là một xoáy thuận, gây rút nước trước khi bão đổ bộ khoảng từ 8-10 giờ sau đó mới gây nước dâng khoảng từ 2-8 giờ sau đó. Hầu hết các khu vực này đều bị ngập trong kịch bản bão cấp 16. Đối với, các kịch bản khác thì biến trình tương tự nhưng độ cao mực nước biển dâng do bão thấp hơn, có thể không tràn qua đê (như bão cấp 13).

Bảng 2.1. Thống kê diện tích ngập theo các kịch bản cấp bão ở các phường thuộc thành phố Hạ Long

STT	Xã, phường	Diện tích tự nhiên (ha)	Tỉ lệ ngập (%)				
			Cấp 13	Cấp 13 cường	Cấp 14	Cấp 15	Cấp 16
1	Đại Yên	3.924,0	22,0	25,8	25,8	26,8	30,0
2	Bãi Cháy	1.026,4	29,0	29,6	30,5	32,2	33,9
3	Bạch Đằng	169,5	83,7	86,1	89,7	97,0	97,0
4	Cao Xanh	223,1	34,4	35,7	37,7	51,2	51,8
5	Giếng Đáy	517,0	25,6	27,0	30,9	48,6	49,9
6	Hà Khánh	3.161,8	13,2	13,6	14,1	16,0	16,1
7	Hà Khẩu	951,7	0,0	0,0	0,0	6,5	8,5
8	Hà Phong	2.428,3	18,9	19,9	20,8	21,8	22,5
9	Hà Tu	1.578,2	21,8	22,4	23,1	26,0	26,0
10	Hồng Gai	161,9	81,6	86,2	100,0	100,0	100,0
11	Hồng Hà	381,9	35,2	36,7	38,5	48,5	50,0
12	Hồng Hải	287,9	30,5	31,5	32,7	40,4	43,1
13	Hùng Thắng	535,7	46,5	47,0	48,1	50,6	57,9
14	Trần Hưng Đạo	69,8	0,0	0,0	0,0	43,3	49,3
15	Tuần Châu	4.579,0	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6
16	Việt Hưng	3.728,9	10,9	11,1	13,4	19,7	20,3
17	Yết Kiêu	152,4	64,3	65,2	66,5	72,5	72,6

Trong trường hợp siêu bão cấp 15 và 16 có mức độ thay đổi về diện tích bị ngập không đáng kể và đều có 17 trong tổng số 20 phường của thành phố có diện tích bị ngập với tổng diện tích

bị ngập tương ứng là 5.056,8ha, chiếm khoảng 21,2% diện tích toàn thành phố (cấp 15) và 5.326,4ha, chiếm khoảng 22,3% diện tích toàn thành phố (cấp 16). Trong đó, phường Hồng Gai

sẽ bị ngập hoàn toàn, tiếp đến là phường Bạch Đằng sẽ bị ngập 97% diện tích. Riêng phường Tuần Châu do đặc điểm về địa hình nên nguy cơ ngập là rất thấp chỉ 0,6% (Bảng 2.1).

Trong trường hợp siêu bão cấp 13 vào thời kỳ triều trung bình và triều cường, trường hợp siêu bão cấp 14, tổng diện tích bị ngập lụt trong các kịch bản này tương ứng là 3.853,9ha (chiếm 16,1% diện tích toàn thành phố); 4.097,3ha (chiếm 17,2% diện tích toàn thành phố); 4.326,1ha (chiếm 18,1% diện tích toàn thành phố). Các phường: Hồng Gai, Bạch Đằng và Yết Kiêu đều có tỷ lệ ngập lụt lớn nhất, từ 64,3-83,7% đối với cấp 13 triều trung bình; từ 65,2-86,2% đối với cấp 13 triều cường và từ 66,5-100% đối với cấp 14 (Bảng 2.1).

3.2. Các kết quả tính toán tỉ lệ diện tích đất ở bị ngập bởi nước dâng do siêu bão tại thành phố Hạ Long

Từ kết quả tính toán bản đồ ngập bởi nước biển dâng theo các kịch bản siêu bão, cùng với các kết quả về đất ở, bằng công cụ GIS chúng tôi đã tính toán và chiết xuất được các kết quả như sau:

Kịch bản cấp 13 triều trung bình xảy ra thì sẽ có 12 phường có diện tích đất ở bị ngập với tỉ lệ theo các cấp khác nhau, trong đó phường Trần

Hưng Đạo là cao nhất với 22,6% diện tích đất ở bị ngập và xảy ra ở mức ngập cao nhất đến 1,5m, tiếp đến là phường Yết Kiêu với tỉ lệ ngập 15,1%. Các phường khác đều ở mức dưới 10% và phân theo các mức ngập khác nhau (Bảng 2.2).

Kịch bản cấp 13 triều cường xảy ra sẽ có 14 phường có diện tích đất ở bị ngập với các mức ngập khác nhau, phường có tỉ lệ diện tích đất ở bị ngập cao nhất là phường Trần Hưng Đạo với tỉ lệ 65,4%, các phường khác ở mức dưới 41,5% theo các mức ngập khác nhau (Bảng 2.3).

Kịch bản cấp 14 triều cường xảy ra sẽ có 14 phường có diện tích đất ở bị ngập, cao nhất là 66,1% tại phường Trần Hưng Đạo, tiếp đến là phường Yết Kiêu (42,0%), các phường còn lại dưới 28,5% (Bảng 2.4).

Kịch bản cấp 15 triều cường xảy ra sẽ có 14 phường có diện tích đất ở bị ngập với các mức khác nhau, tỉ lệ bị ngập lớn nhất là 66,3% tại phường Trần Hưng Đạo, tiếp đến là phường Yết Kiêu (42,2%), các phường khác dưới 29% (Bảng 2.5).

Kịch bản cấp 16 triều cường xảy ra sẽ có 14 phường có diện tích đất ở bị ngập, trong đó cao nhất là phường Trần Hưng Đạo với tỉ lệ ngập 66,4%, tiếp đến là phường Yết Kiêu với tỉ lệ ngập 43,1%, các phường còn lại dưới 30% (Bảng 2.6).

Bảng 2.2. Tỉ lệ (%) đất ở bị ngập phân theo các mức ngập và theo phường ở thành phố Hạ Long đối với kịch bản siêu bão cấp 13 triều trung bình

STT	Xã, phường	Mức ngập (m)								Tổng cộng
		< 0,1	0,1-1,5	1,5-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	
1	Bãi Cháy	0	0,8	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5
2	Bạch Đằng	0	5,6	1,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	8,9
3	Cao Xanh	0	4,2	1,6	0,7	0,7	0,9	1	0,8	9,9
4	Giếng Đáy	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0,3
5	Hà Khánh	0	1,2	0,7	0,2	0,2	0,1	0	0	2,4
6	Hà Khẩu	0	1	0	0	0	0	0	0	1
7	Hồng Gai	0	0,5	2	1,2	1,1	0,6	0,5	0,5	6,4
8	Hồng Hà	0	5,2	2,1	0,6	0	0	0	0	7,9
9	Hồng Hải	0	2,9	2	0,3	0	0	0	0	5,2
10	Hùng Thắng	0	1,1	0	0	0	0	0	0	1,1
11	Trần Hưng Đạo	0	22,6	0	0	0	0	0	0	22,6
12	Yết Kiêu	0	9,2	3,7	1	0,7	0,4	0,1	0	15,1

Bảng 2.3. Tỷ lệ (%) đất ở bị ngập phân theo các mức ngập và theo phường ở thành phố Hạ Long đối với kịch bản siêu bão cấp 13 triều cường

STT	Xã, phường	Mức ngập (m)								Tổng cộng
		< 0,1	0,1-1,5	1,5-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	
1	Đại Yên	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1
2	Bãi Cháy	0,6	2	0,6	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	3,9
3	Bạch Đằng	0,6	12,7	4,6	1,1	1	0,6	0,6	0,3	21,5
4	Cao Xanh	1	9,4	4	1,5	1,4	1,3	1	0,8	20,4
5	Giếng Đáy	7,2	1,5	0	0	0	0	0	0	8,7
6	Hà Khánh	0,2	2,8	1,5	0,6	0,4	0,3	0,1	0	5,9
7	Hà Khẩu	1	2,3	0	0	0	0	0	0	3,3
8	Hồng Gai	0	1,1	3,7	2,5	2,1	1,6	1,2	1	13,2
9	Hồng Hà	6,5	14	5,4	1,7	0,4	0	0	0	28
10	Hồng Hải	2,2	7,6	5,2	1,1	0,1	0	0	0	16,2
11	Hùng Thắng	2	3,1	0	0	0	0	0	0	5,1
12	Trần Hưng Đạo	8,3	57,1	0	0	0	0	0	0	65,4
13	Việt Hưng	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,4
14	Yết Kiêu	2,2	22,2	10,1	3,1	2,1	1,3	0,5	0	41,5

Bảng 2.4. Tỷ lệ (%) đất ở bị ngập phân theo các mức ngập và theo phường ở thành phố Hạ Long đối với kịch bản siêu bão cấp 14 triều cường

STT	Xã, phường	Mức ngập (m)								Tổng cộng
		< 0,1	0,1-1,5	1,5-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	
1	Đại Yên	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,2
2	Bãi Cháy	0,6	2,1	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	4
3	Bạch Đằng	0,2	12,9	5,1	1,1	1	0,7	0,6	0,7	22,3
4	Cao Xanh	1,2	9,2	4,1	1,3	1,4	1,2	1,3	1,1	20,8
5	Giếng Đáy	4,9	4,1	0	0	0	0	0	0	9
6	Hà Khánh	0,2	2,8	1,4	0,8	0,4	0,4	0,2	0	6,2
7	Hà Khẩu	0,6	3	0	0	0	0	0	0	3,6
8	Hồng Gai	0	0,6	3,6	2,4	2,3	2,1	1,3	1,1	13,4
9	Hồng Hà	6,1	13,7	6	1,8	0,9	0	0	0	28,5
10	Hồng Hải	1,4	7,8	5,3	1,6	0,4	0	0	0	16,5
11	Hùng Thắng	1,6	3,5	0	0	0	0	0	0	5,1
12	Trần Hưng Đạo	6,1	60	0	0	0	0	0	0	66,1
13	Việt Hưng	0,3	0,1	0	0	0	0	0	0	0,4
14	Yết Kiêu	1,6	21,9	10,3	3,5	2,2	1,5	0,8	0,2	42

Bảng 2.5. Tỷ lệ (%) đất ở bị ngập phân theo các mức ngập và theo phường ở thành phố Hạ Long đối với kịch bản siêu bão cấp 15 triệu cường

STT	Xã, phường	Mức ngập (m)								Tổng cộng
		< 0,1	0,1-1,5	1,5-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	
1	Đại Yên	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0,3
2	Bãi Cháy	0,2	2,1	0,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	4,2
3	Bạch Đằng	0	10,5	6,4	1,9	1,2	0,9	0,9	0,8	22,6
4	Cao Xanh	0	9,1	4,2	1,9	1,6	1,5	1,5	1,5	21,3
5	Giếng Đáy	0,4	8,8	0	0	0	0	0	0	9,2
6	Hà Khánh	0	2,4	1,3	0,6	0,6	0,6	0,5	0,3	6,3
7	Hà Khẩu	0,5	3,3	0	0	0	0	0	0	3,8
8	Hồng Gai	0	0,2	1,5	1,5	2,8	2,8	2,6	2,2	13,6
9	Hồng Hà	0,6	15,2	6,3	2,6	1,9	1,4	0,9	0	28,9
10	Hồng Hải	0,3	7,5	3,5	2	2,1	1	0,3	0	16,7
11	Hùng Thắng	1	4,3	0	0	0	0	0	0	5,3
12	Trần Hưng Đạo	1,4	64,9	0	0	0	0	0	0	66,3
13	Việt Hưng	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0,4
14	Yết Kiêu	0,3	16,6	11,2	4,2	3,6	2,9	1,9	1,5	42,2

Bảng 2.6. Tỷ lệ (%) đất ở bị ngập phân theo các mức ngập và theo phường ở thành phố Hạ Long đối với kịch bản siêu bão cấp 16 triệu cường

STT	Xã, phường	Mức ngập (m)								Tổng cộng
		< 0,1	0,1-1,5	1,5-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	
1	Đại Yên	0,4	0,3	0	0	0	0	0	0	0,7
2	Bãi Cháy	0,2	2,2	0,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	4,3
3	Bạch Đằng	0,3	10,3	6,4	2,1	1,4	0,9	0,8	0,8	23
4	Cao Xanh	0,4	8,9	4,2	1,8	1,6	1,5	1,5	1,6	21,5
5	Giếng Đáy	0,5	9,1	0	0	0	0	0	0	9,6
6	Hà Khánh	0,1	2,5	1,4	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	6,7
7	Hà Khẩu	0,2	3,8	0,1	0	0	0	0	0	4,1
8	Hồng Gai	0	0,3	1,7	1,6	2,7	3	2,6	2,5	14,4
9	Hồng Hà	0,2	15,3	6,4	2,5	2,1	1,5	1,2	0,4	29,6
10	Hồng Hải	0,2	7,7	3,4	1,9	2,1	1,4	0,6	0,1	17,4
11	Hùng Thắng	0,3	5,3	0,1	0	0	0	0	0	5,7
12	Trần Hưng Đạo	0,1	66,2	0,1	0	0	0	0	0	66,4
13	Việt Hưng	0,1	0,4	0	0	0	0	0	0	0,5
14	Yết Kiêu	0,5	15,6	11,3	4,5	3,7	3,2	2,5	1,8	43,1

4. Kết luận

Với các kịch bản siêu bão xảy ra, trong số 17 phường của thành phố Hạ Long sẽ bị ngập bởi nước dâng thì có 13 phường (đối với kịch bản siêu bão cấp 13 triệu trung bình) và 14 phường (đối với các kịch bản triệu cường) có diện tích đất ở bị ngập.

Phường Trần Hưng Đạo có tỉ lệ diện tích đất ở bị ngập lớn nhất đối với các cấp siêu bão xảy ra: 22,6% đối với cấp 13 triệu trung bình, 65,4%

đối với cấp 13 triệu cường, 66,1% đối với cấp 14 triệu cường, 66,3% đối với cấp 15 triệu cường và 66,4% đối với cấp 16 triệu cường. Tiếp đến là phường Yết Kiêu tương ứng các cấp: 15,1%, 41,5%, 42%, 42,2% và 43,1%.

Nghiên cứu này mới chỉ đánh giá mức độ ngập đất ở do nước dâng theo các kịch bản siêu bão, để có được những đánh giá về tổn thất gây bởi nước dâng do siêu bão thì cần tiếp tục nghiên cứu và xác định được các hàm thiệt hại.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2015), *Tiêu chuẩn kỹ thuật số 04-2015 về công trình thủy lợi - Hướng dẫn xây dựng bản đồ ngập lụt do nước biển dâng trong tình huống bão mạnh, siêu bão kèm theo quyết định số 3568/QĐ-BNN-TCTL ngày 01 tháng 9 năm 2015.*
2. Nguyễn Xuân Hiến (2016), *Cập nhật phân vùng bão, xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão, trong đó có phân vùng mưa lớn, gió mạnh ở sâu trong đất liền khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ*, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.
3. Nguyễn Xuân Hiến, Huỳnh Thị Lan Hương và nnk (2017), *Đánh giá nguy cơ ngập lụt gây ra bởi nước dâng khi bão mạnh, siêu bão đổ bộ cho tỉnh Nam Định*, Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học quốc gia về khí tượng, thủy văn, môi trường và Biến đổi khí hậu lần thứ XX, Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam.

ASSESSING THE LEVEL OF FLOODED RESIDENTIAL LAND CAUSED BY STORM SURGE DURING SUPER TYPHOON UNDER DIFFERENT SCENARIOS IN HA LONG CITY

Vo Dinh Suc, Duong Ngoc Tien

Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

Received: 2/5/2019; Accepted: 31/5/2019

Abstract: *The study uses meteorological and hydrological data, storms, current land use and local reports on houses in Ha Long city. The study further utilize models to perform simulation to create flood risk maps due to storm surges under strong and super typhoon scenarios. In addition, the study combines GIS analysis and calculation to determine the percentage of land area flooded by storm surges at different levels. These results could be used for storm surge house damage assessments provided the information on the number of houses in different classes and levels of investment. The results show that Tran Hung Dao ward has the highest proportion of flooded residential land in all super typhoon scenarios.*

Keywords: *Flooded residential land, surges, super storm.*