

ĐÁNH GIÁ RỦI RO KINH TẾ DO NGẬP LỤT, ỨNG DỤNG CHO DỰ ÁN CHỐNG NGẬP KHU VỰC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH GIAI ĐOẠN 1

Lê Xuân Bảo¹, Mai Văn Công²

Tóm tắt: Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu xác định giá trị thiệt hại do ngập lụt cho khu vực TP.HCM, áp dụng cho dự án chống ngập úng khu vực TP.HCM giai đoạn 1 có diện tích 136,6 km². Trong nghiên cứu này, các tác giả sử dụng công cụ mô hình toán MIKE 11 và MIKE FLOOD để mô phỏng nguy cơ ngập lụt, sau đó kết hợp với công nghệ bản đồ (Arc GIS) xác định giá trị thiệt hại do ngập tương ứng. Trong đó, mức độ thiệt hại được phân chia theo các loại sử dụng đất và được xác định từ kết quả điều tra thực tế và thống kê các số liệu lịch sử. Giá trị thiệt hại của vùng dự án tương ứng với các tần suất ngập khác nhau đã được chỉ ra trong nghiên cứu này. Các giá trị thiệt hại này sẽ được ứng dụng trong quản lý rủi ro do ngập lụt đồng thời được dùng để xác định qui mô hợp lý và tiêu chuẩn an toàn cho công trình chống ngập của vùng nghiên cứu theo phương pháp phân tích rủi ro.

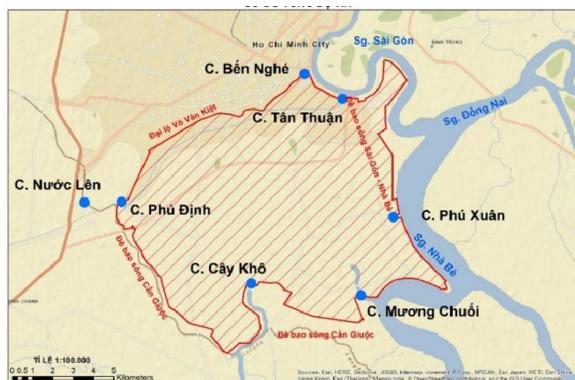
Từ khóa: Hàm thiệt hại, thiệt hại do ngập lụt, giá trị thiệt hại, phân tích thiệt hại.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Thiệt hại do ngập lụt được xác định dựa trên hàm thiệt hại. Phương pháp này được ứng dụng lần đầu trong việc xác định thiệt hại do ngập lụt ở Tennessee, USA (1964). Hiện nay phương pháp này được chấp nhận và sử dụng rộng rãi ở nhiều nơi trên thế giới như một cách tiếp cận tiêu chuẩn trong việc xác định thiệt hại do ngập lụt gây ra (Frank Messner và nnk, 2007). Hàm thiệt hại là quan hệ lượng hóa mức độ thiệt hại của một đối tượng chịu ảnh hưởng lũ với các đặc trưng của lũ như độ sâu ngập, thời gian ngập, vận tốc dòng chảy, hàm lượng phù sa, chất lượng nước... Đối tượng chịu ảnh hưởng lũ có thể là các loại sử dụng đất hoặc con người hoặc vật chất (các tòa nhà, xe hơi, đường giao thông...). Tuy vậy, độ sâu ngập lụt nước thường quyết định sự xuất hiện thiệt hại, phần lớn thiệt hại phụ thuộc vào đặc trưng này.

Để quản lý rủi ro do ngập lụt, tại châu Âu, từ những năm 2000 cộng đồng chung Châu Âu đã xây dựng chương trình khung quản lý rủi ro do

ngập lụt trong đó nhấn mạnh việc tích hợp đánh giá thiệt hại do ngập lụt vào phương pháp quản lý rủi ro do ngập lụt. Tài liệu hướng dẫn phương pháp và các nguyên tắc đánh giá rủi ro do ngập lụt là một trong những sản phẩm của chương trình này và được phổ biến tại www.floodsite.net.



Hình 1. Sơ đồ vùng nghiên cứu

Trong những năm gần đây tình trạng ngập lụt tại khu vực thành phố Hồ Chí Minh ngày càng gia tăng. Đợt ngập lụt cuối năm 2013 là một ví dụ. Đỉnh triều ngày 20/10/2013 là 1,68 m - đạt

¹ Cơ sở 2, Trường Đại học Thủy Lợi

² Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi

mức lịch sử trong 61 năm qua. Ngày 5 - 6/12/2013, mức triều cường đạt đỉnh từ 1,63 - 1,65m gây vỡ một đoạn và tràn bờ tại hầu hết các bờ bao khu vực ngoại thành, gây ngập lụt úng trên diện rộng khiến các hoạt động kinh tế xã hội bị đình trệ. Nguyên nhân ngập lụt là do thủy triều, lũ thượng nguồn và mưa.

Tại TP. HCM, việc nghiên cứu sử dụng phương pháp quản lý tổng hợp rủi ro do ngập lụt dựa trên phân tích thiệt hại cũng đã được đề cập trong một số nghiên cứu và bước đầu có kết quả (Haskoning, 2013; Hsu và nnk, 2013; Lasage và nnk, 2014). Tuy nhiên, đánh giá chung các kết quả nghiên cứu về thiệt hại do ngập cho khu vực TP.HCM còn đơn lẻ mang tính thử nghiệm, chưa có tính hệ thống. Vì vậy, nhiệm vụ của nghiên cứu này bao gồm (1) Hệ thống hóa các thiệt hại do ngập lụt cho từng loại đất (phân loại dựa trên mục đích sử dụng đất) nhằm thiết lập hàm thiệt hại, (2) Xác định mức độ thiệt hại ứng

với từng độ ngập khác nhau và (3) Tính toán rủi ro do ngập lụt. Khu vực nghiên cứu của đề tài là một phần của dự án chống ngập khu vực thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1 có diện tích 136,6km² thuộc các quận 4,7,8 một phần Bình Chánh và một phần quận Nhà Bè (hình 1).

2. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ THIẾT HẠI DO NGẬP LỤT

2.1. Phương pháp thiết lập hàm thiệt hại

Thiệt hại do ngập lụt thường được chia thành các loại: thiệt hại trực tiếp và gián tiếp; thiệt hại hữu hình và vô hình, tổng hợp tại Bảng 1. Các thiệt hại trực tiếp hữu hình thường dễ xác định đồng thời chiếm tỷ lệ lớn nhất trong tổng thiệt hại. Tuy vậy trong một số trường hợp thiệt hại vô hình trực tiếp hoặc thiệt hại gián tiếp cũng đóng vai trò quan trọng, thậm chí đóng vai trò lớn trong việc đánh giá ảnh hưởng do ngập lụt. Trong nghiên cứu này tác giả chỉ tập trung xác định các thiệt hại trực tiếp và hữu hình.

Bảng 1. Bảng phân loại thiệt hại do ngập lụt

Thiệt hại	Hữu hình	Vô hình
Trực tiếp	Thiệt hại vật chất: Nhà cửa, công trình và tài sản Cơ sở hạ tầng, các tiện ích, cơ sở công cộng Nông nghiệp Khác	Thiệt hại về người Ảnh hưởng xấu đến sức khỏe Gây thiệt hại đến môi trường. Khác
Gián tiếp	Sự di tản tạm thời Sự dọn dẹp vệ sinh, tẩy rửa, diệt trùng Sự giảm sút nguồn thu nhập Sự giảm sút các sản phẩm công nghiệp Khác	Tác động xấu đến các hoạt động xã hội Tăng khả năng bị tổn thương của các đối tượng sống sót Khác

Có hai phương pháp xây dựng hàm thiệt hại: phương pháp thứ nhất là điều tra khảo sát sau đó thống kê các giá trị thiệt hại; phương pháp thứ hai là sử dụng các công cụ để mô hình mô phỏng, sau đó dựa vào quan hệ giữa giá trị sử dụng đất và mức độ ngập lụt để xác định giá trị thiệt hại đó. Trong nghiên cứu này tác giả giới thiệu cách xác định thiệt hại theo phương pháp thứ hai. Phương pháp này cho phép sử dụng được những tiến bộ về hệ thống thông tin địa lý và viễn thám, đồng thời vẫn có thể tận dụng được một số kết quả điều tra hiện có. Quá trình

xây dựng hàm thiệt hại được tiến hành theo các bước như sau:

- Phân loại thiệt hại;
- Xác định giá trị thiệt hại lớn nhất bằng phương pháp điều tra xã hội, định giá và thống kê. Giá trị thiệt hại lớn nhất: là giá trị tối đa bị mất khi loại thiệt hại bị ngập lụt không còn phụ thuộc vào chiều sâu ngập lụt. Giá trị này có thể là toàn bộ giá trị của loại thiệt hại đó nếu sau khi nước rút không thể sử dụng lại được. Ví dụ: lúa, cây ngắn ngày, thủy sản..., hoặc nhỏ hơn nếu có thể sử dụng lại

sau khi nước rút. Ví dụ: nhà, đường giao thông, một số vật dụng trong nhà...

- Xác định đường cong thiệt hại, còn gọi là hàm thiệt hại bằng cách điều tra xã hội, phân tích cơ chế vật lý hoặc sinh lý, thí nghiệm... cho mỗi loại thiệt hại. Dạng của đường cong thiệt hại phản ánh sự thay đổi mức độ thiệt hại theo chiều sâu ngập lụt, thường bắt đầu từ 0 ứng với trạng thái không ngập lụt đến thiệt hại ổn định (100% giá trị thiệt hại hoặc nhỏ hơn mức thiệt hại lớn nhất) khi độ sâu ngập lụt đạt đến một mức độ nhất định. Đối với mỗi loại thiệt hại sẽ có dạng đường cong khác nhau. Ngoài ra, đường cong thiệt hại có thể được biểu diễn theo tỷ lệ phần trăm của thiệt hại lớn nhất theo độ sâu ngập lụt và theo tỷ lệ giá trị quy ra tiền.

2.2. Phương pháp xây dựng bản đồ ngập lụt

Mục tiêu của bản đồ ngập lụt là giúp xác định và quản lý được mức độ của hiểm họa ngập lụt lên mỗi đơn vị diện tích sử dụng đất trong vùng nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, mức độ của hiểm họa ngập lụt được xác định thông qua độ sâu ngập.

Quá trình dòng chảy và ngập lụt cho các kịch bản có thể được mô phỏng bằng các phần mềm thủy lực như MIKE, TELEMAC... Các điều kiện biên ban đầu gồm: bản đồ địa hình; biên lưu lượng ở thượng lưu ứng với từng kịch bản; biên mực nước tại hạ lưu ứng với từng kịch bản; mưa tại chỗ. Các số liệu dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực như vết lũ, quá trình mực nước lịch sử được xác định theo phương pháp quan trắc, đo đạc hoặc điều tra khảo sát hiện trường. Kết quả mô phỏng ngập lụt được đưa vào phần mềm quản lý bản đồ như, ArcGIS 10.0, dưới dạng lớp mực nước. Lớp mực nước được chồng lên cao độ (DEM) của bản đồ để xác định chiều sâu ngập lụt. Bản đồ ngập được định dạng theo ô lưới. Tại mỗi ô lưới, một chiều sâu ngập lụt trung bình được xác định để phục vụ tính toán giá trị thiệt hại.

2.3. Phương pháp thiết lập bản đồ thiệt hại và xác định giá trị rủi ro tổng hợp

Trong nghiên cứu này, hàm thiệt hại được xây dựng dựa theo phương pháp mô hình mô phỏng, xác định định lượng các thiệt hại trực

tiếp và hữu hình. Sau khi có hàm thiệt hại kết hợp với bản đồ ngập lụt, bản đồ hiện trạng sử dụng đất ta có thể xây dựng được bản đồ thiệt hại và bản đồ rủi ro. Bản đồ thiệt hại được xây dựng theo trình tự sau:

Vùng nghiên cứu được chia thành các ô sao cho mỗi ô có thể xác định được độ ngập sâu trung bình và giá trị thiệt hại lớn nhất có thể xảy ra. Khi đó, thiệt hại của vùng nghiên cứu được xác định theo công thức:

$$D = \sum_{i=1}^n F_i \times f(h_i) \quad (1)$$

Trong đó D là tổng thiệt hại trong vùng nghiên cứu, n là số ô được chia trong vùng nghiên cứu, F_i là diện tích ô thứ i và $f(h_i)$ là giá trị thiệt hại của ô lưới thứ i tương ứng với độ ngập (h_i) được xác định từ hàm thiệt hại. Minh họa phương pháp đánh giá thiệt hại do ngập lụt được trình bày tại hình 2. Các thành phần bao gồm:

- Bản đồ ngập lụt (inundation depth) thể hiện chiều sâu ngập của vùng nghiên cứu, được thiết lập thông qua mô hình thủy lực lan truyền lũ kết hợp hiệu chỉnh và kiểm định bằng số liệu điều tra. Bản đồ ngập lụt được xây dựng theo phương pháp trình bày trong Mục 2.2;

- Bản đồ sử dụng đất (Land use) là bản đồ hiện trạng sử dụng đất hoặc qui hoạch sử dụng đất trong vùng dự án được phê duyệt và công bố bởi chính quyền địa phương có dự án;

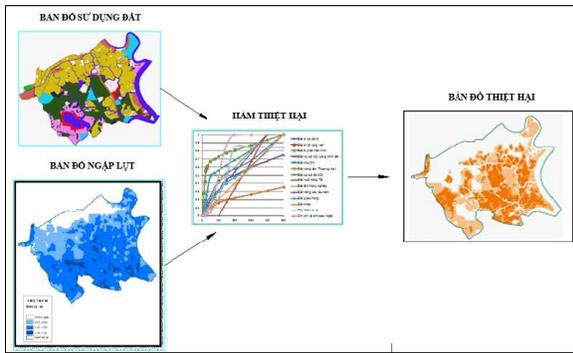
- Hàm thiệt hại (Damage Function-DF) được xây dựng theo phương pháp trình bày trong Mục 2.1;

- Bản đồ thiệt hại (Damage map) thể hiện mức độ thiệt hại của vùng nghiên cứu theo từng ô được chia tương ứng với độ sâu ngập lụt xác định trong bản đồ ngập và mức độ thiệt hại của loại sử dụng đất.

Rủi ro được xác định là tích số giữa xác suất xảy ra ngập lụt và hậu quả (tổng thiệt hại) do ngập lụt xảy ra.

Rủi ro = (Xác suất xuất hiện mực nước gây ngập) x (Tổng thiệt hại tương ứng) (2)

Ứng với từng kịch bản ngập lụt, từ bản đồ thiệt hại ta có thể xác định được tổng giá trị thiệt hại cho từng kịch bản và do đó, giá trị rủi ro tổng cộng cho từng kịch bản có thể xác định được.



Hình 2. Sơ đồ phương pháp đánh giá thiệt hại do ngập lụt

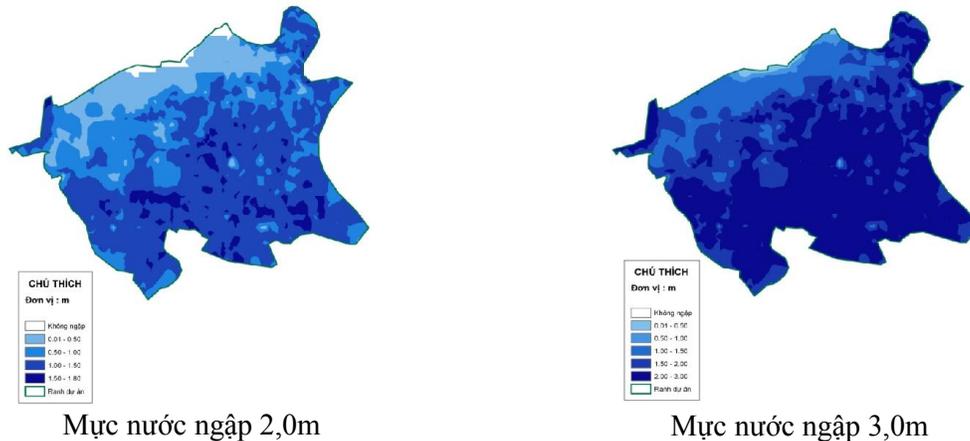
3. ỨNG DỤNG XÂY DỰNG HÀM THIẾT HẠI VÀ BẢN ĐỒ RỦI RO CHO KHU VỰC NGHIÊN CỨU

3.1. Bản đồ ngập lụt cho vùng nghiên cứu và kết quả mô phỏng ngập lụt

Quá trình dòng chảy và ngập lụt cho các kịch bản được mô phỏng bằng phần mềm MIKE11 và MIKE FLOOD cho toàn vùng hạ du sông Đồng Nai – Sài Gòn. Các điều kiện biên ban đầu gồm bản đồ địa hình khu vực do bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành; biên lưu lượng ở thượng lưu tại sau hồ Dầu Tiếng, Trị An và Phước Hòa; biên mực nước hạ lưu lấy tại trạm Vũng Tàu tính chuyển về cửa sông Soài Rạp và Lòng Tàu; biên mưa lấy từ các trạm khí tượng trong khu vực.

Mực nước thực đo tại trạm Phú An (vị trí vùng nghiên cứu), Thủ Dầu Một, Biên Hòa được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực; đây là các mực nước được xem là giá trị tổ hợp ngẫu nhiên giữa lũ thượng nguồn, mưa nội đồng, triều và nước dâng từ biển. Ngoài ra, các số liệu vết lũ, quá trình mực nước lịch sử được quan trắc, đo đạc hoặc điều tra khảo sát hiện trường cũng được sử dụng. Sử dụng phần mềm ArcGIS 10.0 để quản lý bản đồ dưới dạng lớp (layer) mực nước. Các bản đồ ngập và sử dụng đất được định dạng theo ô lưới có kích thước là 20x20m phù hợp với thực trạng thay đổi của chiều sâu ngập lụt trong vùng nghiên cứu. Kết quả mô phỏng cho 8 cấp mực nước ngập từ 0,3 đến 4,0m đã được xây dựng. Một số bản đồ ngập đại diện trong hình 3.

Một số bản đồ ngập đại diện trong hình 3.



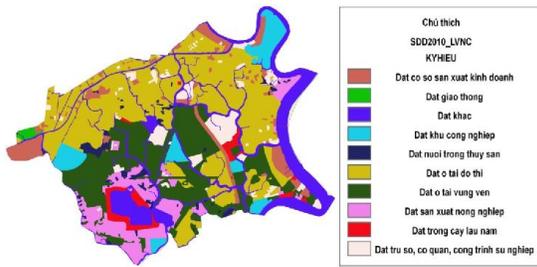
Hình 3. Bản đồ ngập tương ứng với mực nước 2,0 và 3,0m

3.2. Phân tích giá trị thiệt hại tiềm tàng dựa theo hiện trạng bản đồ sử dụng đất vùng nghiên cứu

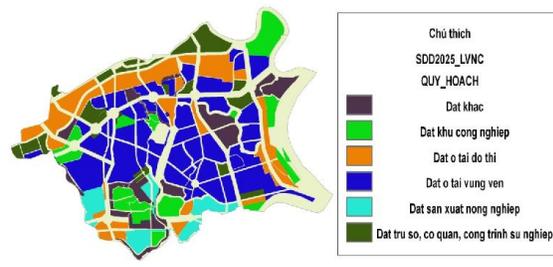
Giá trị thiệt hại tiềm tàng do ngập lụt được coi là giá trị lớn nhất hiện đang tồn tại trên đơn vị diện tích của các khu vực thuộc vùng nghiên cứu. Giá trị này được xác định thông qua thống kê chập bản đồ các lớp sử dụng đất từ bản đồ

hiện trạng sử dụng đất và giá trị đầu tư trực tiếp.

Bản đồ hiện trạng sử dụng đất do UBND TP.HCM ban hành năm 2014 được dùng để dự tính thiệt hại do ngập trong trường hợp hiện tại và tương lai gần (hình 4). Bản đồ quy hoạch sử dụng đất được phê duyệt theo quyết định số: 2631/QĐ-TTg ngày 31/12/2013 được dùng để dự tính thiệt hại do ngập trong trường hợp sau năm 2025. (hình 5)



Hình 4. Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2010



Hình 5. Bản đồ quy hoạch sử dụng đất năm 2025

Các bản đồ hiện trạng và qui hoạch sử dụng đất được thực hiện trên các phần mềm ArcGIS tương thích với công cụ thực hiện phân tích trong nghiên cứu. Bản đồ sử dụng đất cũng được định dạng theo ô lưới có kích thước là 20x20m tương thích với định dạng bản đồ ngập.

Các loại sử dụng đất được thiết lập theo qui

định tại Thông tư số: 28/2014/TT-BTNMT ngày 2/6/2014 của Bộ TN&MT.

Căn cứ các bản đồ hiện trạng và qui hoạch sử dụng đất vùng dự án được phân thành 14 loại thiệt hại trong đó có 12 loại sử dụng đất và 2 loại thiệt hại tài sản và chi phí. Kết quả tổng hợp các hàm thiệt hại được trình bày trong bảng 2 và đồ thị hình 6.

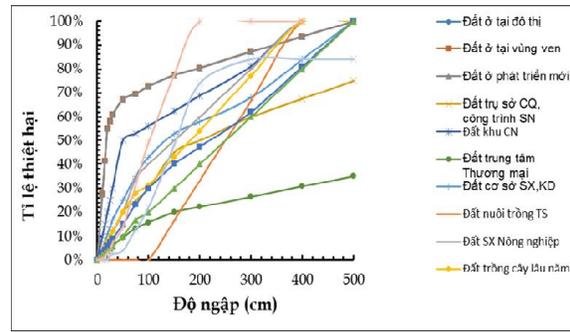
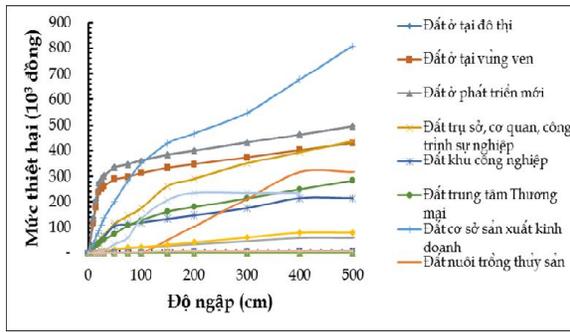
Bảng 2. Thiệt hại lớn nhất cho 1 đơn vị sử dụng đất

STT	Tên loại đất sử dụng	USDS/m ²	10 ³ Đồng/m ²
1	Đất ở tại đô thị	22.23	496
2	Đất ở tại vùng ven	19.24	429
3	Đất ở phát triển mới	22.23	496
4	Đất trụ sở, cơ quan, công trình sự nghiệp	26.1	583
5	Đất khu công nghiệp	9.65	215
6	Đất trung tâm thương mại	36.2	808
7	Đất cơ sở sản xuất kinh doanh	36.2	808
8	Đất nuôi trồng thủy sản	14.2	317
9	Đất sản xuất nông nghiệp	2.7	60
10	Đất trồng cây lâu năm	3.6	80
11	Đất giao thông	0.4	9
12	Đất khác	0	-
13	Tồn thất xe cộ	12.57	281
14	Chi phí vệ sinh sau ngập lụt	0.34	8

3.3. Hàm thiệt hại

Trong nghiên cứu này tác giả kế thừa các kết quả xác định hàm ngập lụt đã được xác định bởi các tài liệu: "Ho Chi Minh City Flood and Inundation Management - Annex 2: CBA Based on Flood Risk Approach", do Cty Royal Haskoning thực hiện năm 2013; "Assessment of the effectiveness of flood adaptation strategies for HCMC" do R. Lasage và nnk thực

hiện đăng trên tạp chí Natural Hazards Earth System Sciences năm 2014; "Flood impact assessment under climate change scenarios in centrel Taipei area, Taiwan," do Ming-Hsi Hsu, Chih-Hung Chen và nnk đăng tại *International Conference on Flood Resilience: Experiences in Asia and Europe*, Exeter, 2013 và tham khảo một số tài liệu khác. Kết quả tổng hợp các đường cong thiệt hại trình bày trong hình 6.

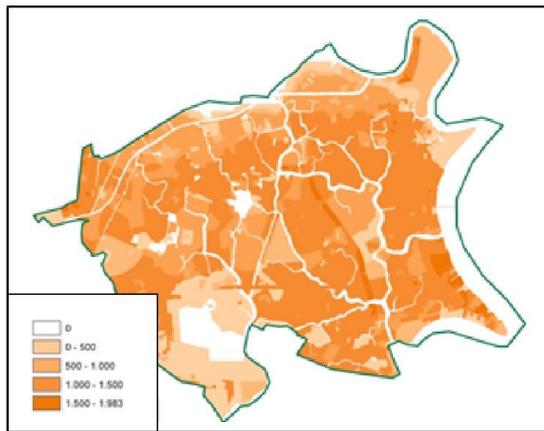


Hình 6. Đường cong các loại thiệt hại tính theo giá trị và tỷ lệ % thiệt hại lớn nhất

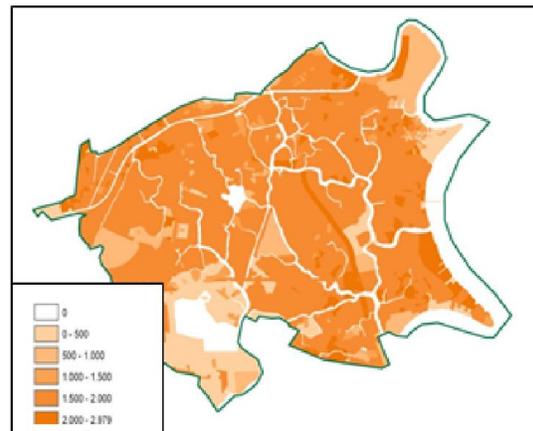
3.4. Tổng hợp thiệt hại trong vùng nghiên cứu

Thiệt hại của toàn vùng nghiên cứu với các mực nước ngập từ 0,3m đến 4,0m được tích hợp vào các bản đồ thiệt hại tương ứng. Một số bản đồ

thiệt hại đại diện thể hiện trong hình 7. Sử dụng công thức (1) tính toán tổng thiệt hại cho toàn vùng dự án cho các mức ngập khác nhau. Hình 8 thể hiện kết quả tổng thiệt hại tương ứng với trường hợp hiện trạng và qui hoạch sử dụng đất.

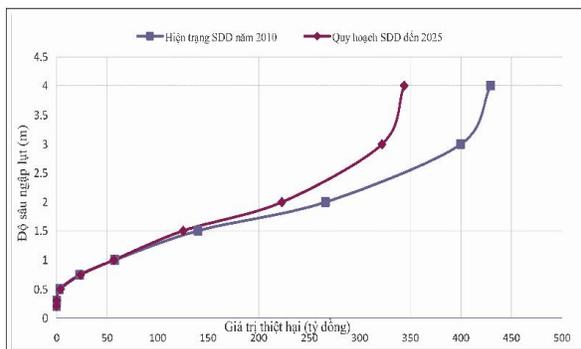


Mức nước ngập 2,0m



Mức nước ngập 3,0m

Hình 7. Bản đồ thiệt hại ứng với hiện trạng sử dụng đất năm 2010, ứng với các mức ngập khác nhau



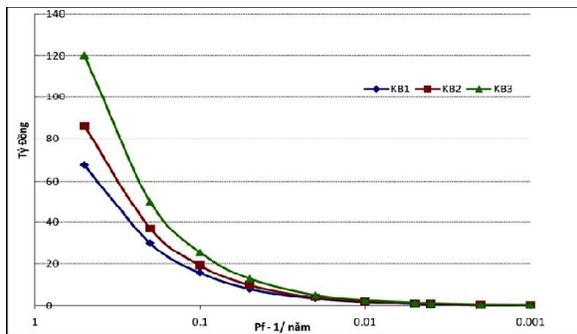
Hình 8. Thiệt hại tổng cộng theo mức ngập của vùng nghiên cứu tính cho trường hợp hiện trạng và qui hoạch sử dụng đất

3.5 Xác định rủi ro do ngập lụt

Sử dụng công thức (2). Trong đó, xác suất xuất hiện mực nước gây ngập tại vùng nghiên cứu được xác định từ liệt số liệu mực nước triều max năm thực đo của 20 năm từ 1988 đến 2007, trong nghiên cứu này được gọi là kịch bản hiện trạng hay kịch bản 1 (KB1). Các kịch bản 2 và 3 (KB2, KB3) là mực nước như KB1 nhưng có kể đến nước biển dâng tính đến năm 2050 và 2100 theo kịch bản biến đổi khí hậu do bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành năm 2012.

Bảng 3. Xác suất xuất hiện mực nước gây ngập tại vùng nghiên cứu

STT	Xác suất (P)	Chu kỳ tái diễn (năm)	Mực nước KB1 (m)	Mực nước KB2 (m)	Mực nước KB3 (m)
1	0.5	2	1.49	1.75	2.22
2	0.2	5	1.55	1.82	2.29
3	0.1	10	1.58	1.86	2.35
4	0.05	20	1.62	1.91	2.40
5	0.02	50	1.67	1.96	2.46
6	0.01	100	1.70	2.00	2.51
7	0.005	200	1.74	2.04	2.56
8	0.004	250	1.75	2.05	2.57
9	0.002	500	1.78	2.10	2.63
10	0.001	1000	1.80	2.14	2.68



Hình 9. Rủi ro do ngập của vùng nghiên cứu tương ứng với các KB1, KB2, KB3

Tổng thiệt hại tính cho KB1 xác định từ bản đồ hiện trạng sử dụng đất. Tổng thiệt hại tính cho các KB2 và KB3 xác định từ bản đồ quy hoạch sử dụng đất đến năm 2025 do UBND thành phố Hồ Chí Minh ban hành năm 2010. Các đường cong rủi ro do ngập được tổng hợp như trên hình 9.

Từ kết quả phân tích cho thấy đường cong rủi ro tăng dần theo các KB1, KB2, KB3 do NBD tăng dần theo thời gian dẫn tới mức độ ngập và

thiệt hại tương ứng tăng theo. Với các tần suất hiếm mặc dù thiệt hại tăng lên nhưng xác suất xuất hiện rất nhỏ nên rủi ro cũng vì thế mà có giá trị nhỏ. Kết quả phân tích cho thấy sử dụng khái niệm rủi ro (Risk) để đánh giá thiên tai là phù hợp. Hiện nay mực nước lớn nhất thực đo tại Phú An là 1,68m. Nếu không có đầu tư để kiểm soát ngập thì giá trị rủi ro cho vùng nghiên cứu tương ứng khoảng 24 tỷ VNĐ.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Đánh giá thiệt hại do ngập lụt cho khu vực TP. Hồ Chí Minh đang là một yêu cầu cấp thiết cả về ý nghĩa kỹ thuật cũng như thực tế. Kết quả đánh giá là một trong những cơ sở quan trọng phục vụ lựa chọn giải pháp và qui mô tối ưu cho công trình chống ngập khu vực TP. Hồ Chí Minh

Hàm thiệt hại trong nghiên cứu cần được bổ sung các kết quả điều tra khảo sát nhằm nâng cao độ tin cậy khi sử dụng. Giá trị thiệt hại cần được cập nhật thường xuyên theo sự thay đổi do các hoạt động xây dựng và phát triển kinh tế xã hội trong vùng nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Frank Messner, Edmund Penning-Rowsell, Colin Green, Volker Meyer, Sylvia Tunstall, Anne van der Veen (2007); *Evaluating flood damages: guidance and recommendations on*. www.floodsite.net, EUROPE, 2007.
- R. Lasage, T. I. E. Veldkamp, H. de Moel, T. C. Van, H. L. Phi, P. Vellinga, and J. C. J. H. Aerts, (2014); *Assessment of the effectiveness of flood adaptation strategies for HCMC*. Natural Hazards Earth System Sciences, p. 1441,

R. Haskoning (2013); *Ho Chi Minh City Flood and Inundation Management - Annex 2: CBA Based on Flood Risk Approach*.

Ming-Hsi Hsu, Chih-Hung Chen, Chia-Hsiu Chang, Wen-Cheng Liu, Tsang-Jung Chang, Yi-Chieh Lin, Albert S. Chen, Michael J. Hammond, Slobodan Djordjević, David Butler (2013); *Flood impact assessment under climate change scenarios in centre Taipei area*. International Conference on Flood Resilience: Experiences in Asia and Europe, Exeter; Taiwan.

Abstract:

**ECONOMIC RISK ASSESSMENT CAUSED BY FLOOD INUNDATION
AND APPLICATION FOR THE PROJECT OF INUNDATION PREVENTION
IN HO CHI MINH CITY - PHASE 1**

This paper aims to determine the damage value due to flood inundation in Ho Chi Minh city and apply for the project of inundation prevention in this city - phase 1 with the study area of 136.6 km². MIKE 11 and MIKE FLOOD in combination with Arc GIS were used to simulate the flood inundation and determine the damage accordingly. The damage levels were classified based on the land use and calculated via field investigation as well as the historical data statistic. The relationship between damage values and frequency of flood inundation was established. These damage values will be used for risk management due to flood inundation as well as determine the reasonable scale and standard of safe for inundation prevention constructions in this study area following the risk analysis method.

Keywords: Damage function; flood inundation damage; damage value; risk analysis.

BBT nhận bài: 03/9/2016

Phản biện xong: 27/9/2016