

# Nghiên cứu xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương do ngập lụt cho lưu vực sông Nhuệ Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội

Đặng Đình Đức<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thanh Sơn<sup>2</sup>, Trần Ngọc Anh<sup>2</sup>  
Đặng Đình Khá<sup>1</sup>, Nguyễn Ý Như<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

<sup>2</sup>*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 01 tháng 4 năm 2013  
Chấp nhận xuất bản ngày 29 tháng 4 năm 2013

**Tóm tắt.** Là khu vực trọng điểm quốc gia về an ninh quốc phòng cũng như kinh tế xã hội nhưng lưu vực sông Nhuệ Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội thường xuyên phải chống chịu với hiện tượng ngập lụt do mưa lớn. Vì vậy việc đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ, ngập lụt đối với kinh tế - xã hội có ý nghĩa quan trọng trong công tác quản lý rủi ro thiên tai. Nghiên cứu này đã lựa chọn hướng tiếp cận đa ngành, xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương sử dụng mô hình thủy lực kết hợp với điều tra khảo sát khả năng chống chịu của người dân. Khu vực dễ bị tổn thương của lưu vực đã được khoanh vùng, đồng thời một số kiến nghị cũng được đưa ra nhằm cung cấp cơ sở thực tiễn và khoa học, hỗ trợ các nhà quản lý hoạch định chiến lược giảm nhẹ tác hại do ngập lụt gây ra.

*Từ khóa:* Ngập lụt, tổn thương, bản đồ, Nhuệ Đáy.

## 1. Mở đầu

Lưu vực sông Nhuệ Đáy thuộc hệ thống sông Hồng – Thái Bình, phần lớn diện tích thủ đô Hà Nội nằm trên lưu vực này. Lưu vực sông này có ý nghĩa hết sức quan trọng cả về kinh tế, xã hội và an ninh quốc phòng, lại dễ chịu tác động của ngập lụt mỗi khi mưa lớn, là tai biến thiên nhiên ảnh hưởng nặng nề nhất tới khu vực nghiên cứu, gây ra nhiều thiệt hại về người và

của. Trận mưa lớn gây ngập lụt lịch sử năm 2008 (với lượng mưa lớn nhất đo được tại trạm Láng đạt 620mm) trên địa bàn thành phố Hà Nội đã khiến 22 người chết, hơn 78.000 hộ dân bị ngập, gần 10.300 hộ phải di dời, diện tích lúa, hoa màu bị ngập trên 60.000 ha, diện tích nôi trồng thủy sản gần như mất trắng, nhiều tài sản khác bị cuốn trôi hoặc hư hỏng, ước tính tổng thiệt hại lên tới 3.000 tỷ đồng [1].

Có thể thấy rằng các thông số vật lý của trận lũ, đã được đề cập đến trong [2], đóng vai trò quan trọng trong bài toán tổn thương do lũ.

\* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-973758049  
E-mail: dangduc.hus@gmail.com

Tuy nhiên, các yếu tố mang tính xã hội mà tiêu biểu là sự phát triển nhận thức hay độ phơi nhiễm lại là yếu tố quyết định tính tổn thương đối với khu vực nghiên cứu của chính thiên tai đó. Tính tổn thương vì thế biến đổi lớn theo ranh giới hành chính và đồng thời nó là vấn đề quan trọng đặc biệt đối với khu vực có tốc độ phát triển cao, quá trình đô thị hóa mạnh.

Theo kế hoạch phát triển kinh tế xã hội giai đoạn 2011-2015 chỉ rõ tầm nhìn về sự tiến bộ nhanh chóng hướng tới một xã hội công nghiệp hiện đại mà đặc trưng là quá trình đô thị hóa nhanh trong điều kiện biến đổi khí hậu, người dân khu vực Hà Nội cũng như nhiều thành phố khác đứng trước những rủi ro cao với những thảm họa thiên nhiên. Do vậy việc xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương trên khu vực nghiên cứu sẽ giúp cho các nhà quản lý xác định được chiến lược giảm thiểu tác hại do ngập lụt.

**2. Khái niệm và cơ sở khoa học xây dựng bản đồ tổn thương.**

Trong khoảng 30 năm trở lại đây, thì tính dễ bị tổn thương được các nhà khoa học tập trung nghiên cứu nhiều trong các lĩnh vực như: kinh tế - xã hội, môi trường, tự nhiên, thiên tai. Tuy nhiên các nghiên cứu về tính dễ bị tổn thương do ngập lụt thì mới được nghiên cứu trong những năm gần đây theo các cách tiếp cận khác nhau.

Năm 2006, Villagra'n de Leo'n JC [3] đã đưa ra mối quan hệ giữa tính dễ tổn thương lũ, sự phơi nhiễm, tính nhạy và khả năng chống chịu qua công thức:

$$Tổn\ thương = \frac{Độ\ phơi\ nhiễm\ x\ tính\ nhạy}{Khả\ năng\ chống\ chịu} \quad (2.1)$$

Trong khi đó UNESCO-ihc lại đưa ra khái niệm về tính dễ bị tổn thương: “Tính dễ bị tổn thương là mức độ gây hại có thể được xác định trong những điều kiện nhất định thông qua tính nhạy, sự tổn thất và khả năng phục hồi [4] với cách tính khác:

$$Tổn\ thương\ lũ = Sự\ phơi\ nhiễm + Tính\ nhạy$$

$$- Khả\ năng\ phục\ hồi \quad (2.2)$$

Trong đó, *sự phơi nhiễm* được hiểu như là các giá trị có mặt tại vị trí lũ lụt có thể xảy ra. Những giá trị này có thể là hàng hóa, cơ sở hạ tầng, di sản văn hóa, con người, nông nghiệp... hay sự phơi nhiễm có thể được hiểu là mức độ phơi bày của tài sản, con người nằm trong vùng nguy cơ lũ. Sự phơi nhiễm phụ thuộc vào tần suất xuất hiện lũ, cường độ lũ và giá trị tài sản, con người có mặt tại đó.

*Tính nhạy* được định nghĩa là các yếu tố tiếp xúc trong hệ thống, ảnh hưởng đến xác suất bị tổn hại ở những thời điểm nguy hại của lũ lụt. Tính nhạy liên quan đến các đặc tính của hệ thống, bao gồm bối cảnh xã hội của dạng thiệt hại do lũ. Đặc biệt là nhận thức và sự chuẩn bị sẵn sàng của người dân trước nguy cơ lũ, các tổ chức liên quan đến giảm nhẹ thiên tai, các biện pháp bảo vệ cộng đồng trước lũ.

*Khả năng phục hồi* là khả năng của hệ thống chịu được những xáo trộn do lũ gây ra và duy trì hiệu quả các hoạt động của thành phần kinh tế xã hội, môi trường, vật lý của hệ thống.

Một hướng nghiên cứu khác đánh giá tổn thương lũ dựa vào bản thân cộng đồng dân cư mà không xét đến sự phơi nhiễm của cộng đồng đó trước nguy cơ lũ. Nghiên cứu của Conner (2007) [5] đã đưa các biện pháp công trình và phi công trình vào tính toán chỉ số tổn thương lũ, thể hiện khả năng chống chịu của cộng đồng dân cư. Sebastian (2010) [6] đã xác định tính tổn thương lũ là sự kết hợp giữa xác suất tác

động (thiệt hại) và khả năng chống chịu. Theo cách tiếp cận này thì tính tổn thương lũ của các cộng đồng sống ven sông ngang bằng với những cộng đồng sống ở vùng cao. Các cách tiếp cận đánh giá tổn thương lũ đó chỉ xem tính tổn thương lũ là một yếu tố trong việc xác định rủi ro lũ và chỉ tập trung vào một mặt nhất định như kinh tế hay khả năng chống chịu của cộng đồng.

Để tăng cường tính ứng dụng của các nghiên cứu trong thực tế, đặc biệt là trong chủ động đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ thì Janet Edwards (2007) [7] đã đưa ra một khái niệm nữa là bản đồ tính dễ bị tổn thương do lũ “là bản đồ cho biết vị trí các vùng nơi mà con người, môi trường thiên nhiên, của cải gặp rủi ro do các thảm họa có thể dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng như thiệt hại về người, gây ô nhiễm môi trường”.

Trong những nghiên cứu gần đây [8,9], thì tổn thương lũ được xác định qua khả năng phục hồi, tính nhạy và sự phơi nhiễm của các đối tượng trước nguy cơ lũ, tuy nhiên việc rạch ròi giữa tính nhạy và khả năng phục hồi trong thực tế thường gặp nhiều khó khăn. Do vậy [8] đã kết hợp tính nhạy và khả năng phục hồi thành khả năng chống chịu của người dân và đưa ra công thức tính tổn thương như sau:

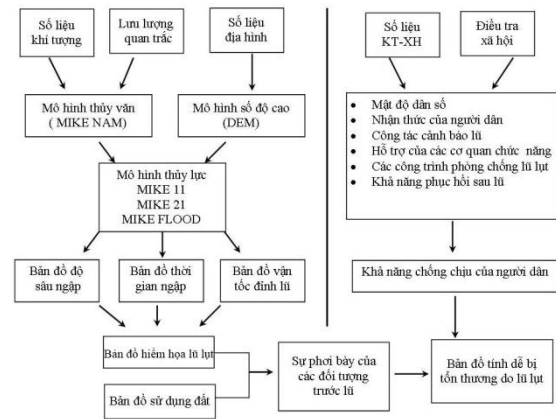
$$\text{Tổn thương} = \text{Sự phơi nhiễm} - \text{Khả năng chống chịu} \quad (2.3)$$

Qua việc phân tích các đặc điểm địa lý tự nhiên, kinh tế xã hội và tình hình ngập lụt trên lưu vực sông Nhuệ Đáy, nghiên cứu thấy rằng công thức (2.3) khá phù hợp với điều kiện khu vực nghiên cứu. Bài báo sẽ sử dụng công thức (2.3) để xây dựng bản đồ tổn thương gây ra bởi ngập lụt cho lưu vực sông Nhuệ Đáy phần thuộc địa bàn thành phố Hà Nội.

### 3. Xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương gây ra bởi ngập lụt cho khu vực nghiên cứu.

Để xây dựng được bản đồ tổn thương lũ, ta cần xác định được sự phơi nhiễm của các đối tượng trước lũ và khả năng chống chịu của cộng đồng. Trong đó sự phơi bày của các đối tượng trước lũ, ngập lụt được thành lập dựa trên bản đồ hiểm họa lũ, ngập lụt và bản đồ sử dụng đất.

Công thức (2.3) được cụ thể hóa công việc qua 4 bước (hình 1):



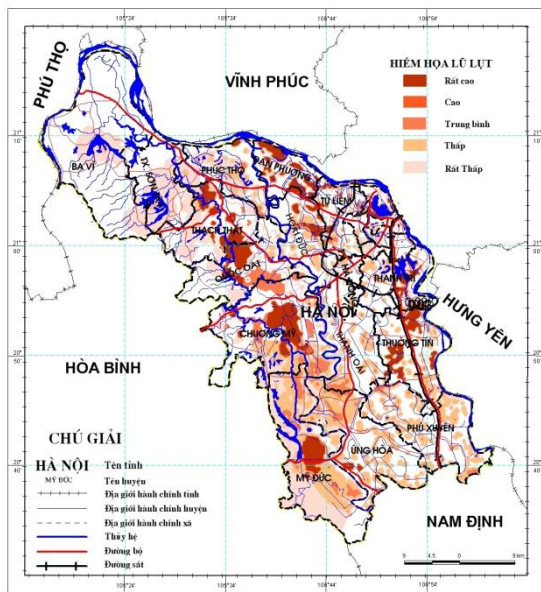
Hình 1. Các bước xác định tính dễ bị tổn thương do lũ, ngập lụt.

**Bước 1:** Xây dựng bản đồ hiểm họa gây do lũ, ngập lụt.

Bản đồ hiểm họa lũ, ngập lụt có thể được đánh giá thông qua các chỉ số cơ bản như bản đồ ngập lụt, thời đoạn lũ, vận tốc lũ, xung lượng lũ (là tích của mực nước lũ và vận tốc lũ), vật liệu trong dòng lũ (trầm tích, muối, các chất hóa học, nước thải và đất đá) vv... Trong các yếu tố đó thì độ sâu ngập lụt, vận tốc đỉnh lũ, thời gian ngập lụt đóng một vai trò quan trọng trong việc xác định các thiệt hại về lũ. Theo đó bản đồ hiểm họa lũ được tích hợp dựa trên ba bản đồ: bản đồ độ sâu ngập, bản đồ thời gian ngập, bản đồ vận tốc đỉnh lũ với các trọng số thu được từ một số các nghiên cứu trước đây trên khu vực [2]. Các bản đồ này là kết quả đầu

ra của mô hình thủy lực, cụ thể là mô hình thủy lực MIKE FLOOD đã được áp dụng thành công mô phỏng ngập lụt trên lưu vực nghiên cứu và đã xây dựng bộ bản đồ ngập lụt với các tần suất khác nhau [10].

Bản đồ hiểm họa lũ, ngập lụt được tính toán dựa trên bản đồ mức độ ngập sâu tần suất 1%, thời gian ngập và vận tốc lũ. Kết quả bản đồ hiểm họa lũ, ngập lụt được thể hiện trên hình 2. Hiểm họa lũ, ngập lụt được phân thành 5 cấp độ: rất thấp, thấp, trung bình, cao và rất cao.



Hình 2. Bản đồ hiểm họa lũ, ngập lụt lưu vực sông Nhuệ Đáy (phần thuộc thành phố Hà Nội) ứng với mưa tần suất 1% tại trạm Láng.

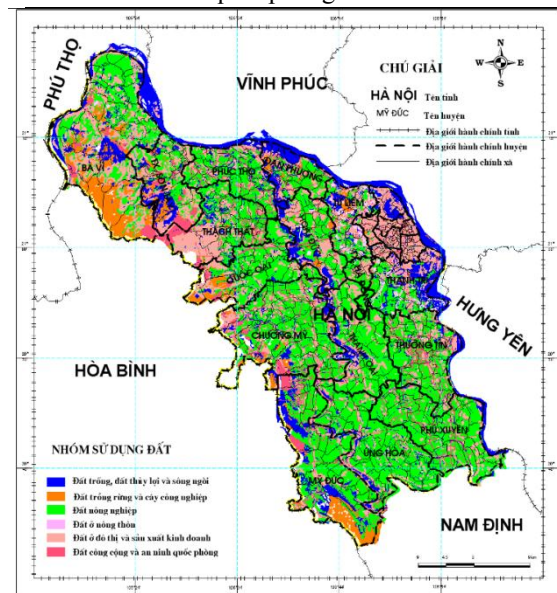
**Bước 2:** Xây dựng bản đồ độ phơi nhiễm của các đối tượng trước lũ, ngập lụt

Bản đồ hiểm họa lũ, ngập lụt chỉ cho ta thấy những vị trí có mức độ nguy hiểm cao khi xuất hiện mưa lớn gây lũ, ngập lụt, tuy nhiên không hẳn những khu vực có hiểm họa cao thì mức độ nguy hiểm hay độ tổn thương lớn. Cần phải xem xét tới sự phơi nhiễm của các đối tượng trong vùng hiểm họa lũ, ngập lụt. Sự phơi nhiễm của các đối tượng trước hiểm họa lũ,

ngập lụt được xác định bằng cách xem xét vị trí các đối tượng trước hiểm họa lũ, ngập lụt.

Bảng 1. Các nhóm đất chính và mức độ chịu thiệt hại

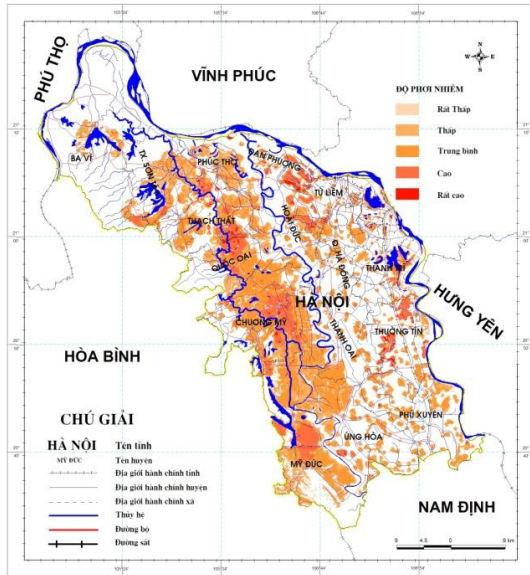
TT	Nhóm đất	Mức độ chịu thiệt hại
1	Đất trồng, đất thủy lợi và sông ngòi	Không đáng kể
2	Đất trồng rừng và cây công nghiệp	Rất thấp
3	Đất nông nghiệp	Thấp
4	Đất ở nông thôn	Trung bình
5	Đất đô thị và sản xuất kinh doanh	Cao
6	Đất công cộng và an ninh quốc phòng	Rất cao



Hình 3. Nhóm sử dụng đất vùng nghiên cứu.

Với lý luận đó, bản đồ độ phơi nhiễm của các đối tượng trước nguy cơ lũ, ngập lụt được xây dựng dựa trên việc chồng ghép bản đồ nguy cơ lũ, ngập lụt và bản đồ hiện trạng sử dụng đất trên khu vực nghiên cứu. Bài báo đã sử dụng bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2005 của Sở Tài nguyên và Môi trường thành phố Hà Nội (hình 3), khu vực nghiên cứu, từ các loại đất phân thành 6 nhóm sử dụng đất chính với mức

độ chịu thiệt hại khác nhau nếu nằm trong vùng hiểm họa. (bảng 1). Các kết quả được thể hiện trong hình 4.



Hình 4. Bản đồ độ phơi nhiễm trước hiểm họa lũ, ngập lụt của các đối tượng trên lưu vực sông Nhuệ Đáy (phần thuộc thành phố Hà Nội).

**Bước 3:** Xây dựng bản đồ khả năng chống chịu của người dân

Khả năng chống chịu hay khả năng thích nghi thể hiện qua các giải pháp mà con người sử dụng trước, trong và sau thiên tai để ứng phó, thích nghi với những hậu quả bất lợi và là một hàm của nhiều yếu tố xã hội [11]. Để định lượng hóa khả năng chống chịu của hệ thống (hay vùng nghiên cứu), trong nghiên cứu này đã tiến hành phân tích số liệu kinh tế xã hội (mật độ dân số, các khu vực sản xuất kinh doanh...), và đã tiến hành nhiều đợt thực địa điều tra để từ đó định lượng hóa khả năng chống chịu của các cộng đồng dân cư trong vùng hiểm họa ngập lụt. Nhận thức của người dân về ngập lụt, lũ được thể hiện qua công tác sẵn sàng ứng phó và những biện pháp thích ứng với những nguy hại mà nó có thể gây ra. Sự nhận thức này có được trước hết do trình độ dân trí, kinh nghiệm địa phương của người dân, sau đó là sự tuyên truyền của các cơ quan chức năng. Khu vực

nghiên cứu là một vùng thường xuyên xảy ra ngập lụt mỗi khi có mưa lớn, trình độ dân trí nhìn chung là khá cao so với các khu vực khác, thông tin về ngập lụt và lũ cũng tương đối đầy đủ, kịp thời, do vậy sự thích ứng của cư dân địa phương khá tốt. Tuy vậy, vẫn có sự phân hóa giữa các cộng đồng dân cư, nhất là các cộng đồng dân cư khu vực ngoại thành, vùng ngoài đê, các cộng đồng cư dân sống ven sông...

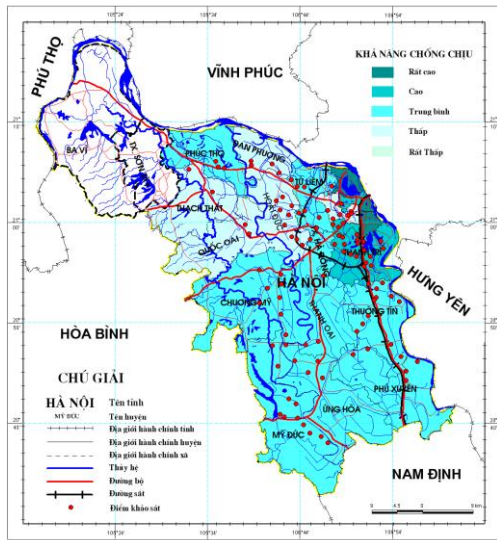
Trong khuôn khổ nghiên cứu này đã tiến hành một số đợt thực địa, phỏng vấn người dân địa phương trên khu vực nghiên cứu về nhận thức, khả năng chuẩn bị trước lũ lụt cũng như khả năng phục hồi sau lũ. Tổng số phiếu điều tra phát ra là 102 phiếu, phân bổ đều trên các khu vực có hiểm họa lũ lụt. Các câu hỏi giải quyết những vấn đề như: khả năng nhận thức của người dân đối với các vấn đề ngập lụt, các biện pháp phòng ngừa, khả năng hồi phục sau ngập lụt, công tác cảnh báo ngập lụt, lũ và sự hỗ trợ của các cơ quan chức năng. Nghiên cứu đánh giá cao sự chủ động ứng phó trước lũ hơn khả năng phục hồi sau đó vì nếu công tác chuẩn bị kém thì thiệt hại lũ lụt gây ra sẽ vô cùng lớn, sự phục hồi sẽ cần rất nhiều thời gian. Từ các phiếu điều tra nghiên cứu tiến hành mã hóa các phương án trả lời để xác định khả năng chống chịu đối với hiểm họa lũ lụt của từng khu vực, kết quả cho thấy các địa phương khu vực nội thành có khả năng chống chịu cao hơn so với các khu vực ngoại thành. Đối tượng có khả năng chống chịu thấp nhất là các cộng đồng dân cư ngoài đê khu vực Quốc Oai, Thạch Thất. Khả năng chống chịu của người dân được phân thành 5 cấp độ: rất thấp, thấp, trung bình, cao và rất cao, kết quả được trình bày trong hình 5.

**Bước 4:** Xây dựng bản đồ tính dễ bị tổn thương do lũ, ngập lụt.

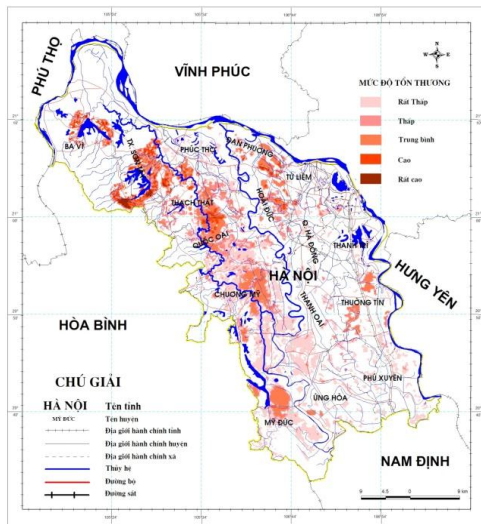
Mức độ tổn thương của các đối tượng trong vùng hiểm họa lũ sẽ ở mức cao nhất, bằng với độ phơi nhiễm nếu như đối tượng đó không có khả năng chống chịu [12], tuy nhiên trong thực tế con người luôn có những biện pháp nhằm



giảm thiểu những tổn thương do lũ gây ra. Do đó để thể hiện được mức độ tổn thương của các đối tượng trong vùng, nghiên cứu đã tiến hành kết hợp bản đồ sự phơi nhiễm lũ, ngập lụt với bản đồ khả năng chống chịu của cộng đồng để đưa ra bản đồ tổn thương lũ với mức độ tổn thương được chia thành 5 cấp độ: rất thấp, thấp, trung bình, cao, rất cao.



Hình 5. Bản đồ thể hiện khả năng chống chịu của cộng đồng.



Hình 6. Bản đồ tính dễ bị tổn thương do lũ, ngập lụt của các đối tượng trên lưu vực sông Nhuệ Đáy (phần thuộc thành phố Hà Nội).

Sau khi tính toán sự tổn thương do lũ, nghiên cứu đã tiến hành bản đồ hóa mức độ tổn thương gây ra bởi lũ, ngập lụt lưu vực sông Nhuệ Đáy, trên địa bàn thành phố Hà Nội (hình 6). Từ kết quả này có thể thấy một số khu vực mức độ tổn thương cao tập trung chủ yếu ở khu vực ngoại thành như: TT Phùng, Song Phượng (Đan Phượng); Ngọc Liệp, Phùng Xá, Liệp Tuyết, Tuyết Nghĩa (Quốc Oai); Trung Hưng, Tích Giang, Lại Thượng (Sơn Tây)... Diện tích khu vực tổn thương theo các cấp độ được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Thống kê diện tích tổn thương theo cấp độ

TT	Cấp độ tổn thương	Diện tích (km <sup>2</sup> )
1	Rất thấp	290.6
2	Thấp	125.8
3	Trung bình	121.3
4	Cao	32.54
5	Rất cao	4.85

#### 4. Kết luận và kiến nghị

Trên cơ sở bản đồ tính dễ bị tổn thương do lũ lụt được xây dựng cho lưu vực Nhuệ Đáy, nghiên cứu đã chỉ ra một số khu vực có mức độ tổn thương cao. Đây là những vị trí cần được chú ý xem xét, có kế hoạch phát triển kinh tế xã hội phù hợp, bảo đảm an toàn cuộc sống người dân và tài sản.

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu kèm thiên tai diễn biến khó lường, tần suất mưa lớn xuất hiện ngày càng nhiều, cộng thêm quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ, diện tích thoát nước tự nhiên thu hẹp, hệ lụy tất yếu là tình hình ngập lụt ngày càng trầm trọng hơn. Do đó việc nghiên cứu hoàn chỉnh vấn đề tính dễ bị tổn

thương gây ra bởi ngập lụt cho các cộng đồng dân cư cần phải triển khai khẩn cấp.

Một số các kiến nghị cần được xem xét: đầu tư áp dụng các giải pháp điều hòa nước mưa như xây bể chứa nước cho các tòa nhà, chú ý việc bố trí hồ điều hòa khi triển khai xây dựng khu đô thị; tăng cường công tác dự báo thời tiết; tăng cường cơ sở vật chất cứu hộ thiên tai; tăng cường hợp tác với các nước, các tổ chức quốc tế trong lĩnh vực BDKH và phòng tránh thiên tai; bên cạnh đó phải thường xuyên nâng cao nhận thức cho người dân trong vùng có độ phơi nhiễm cao về lũ lụt và các biện pháp thích ứng...

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Bách khoa toàn thư mở Wikipedia
- [2] [http://vi.wikipedia.org/wiki/L%C5%A9\\_1%E1%B%A5t\\_Vi%E1%BB%87t\\_Nam\\_2008](http://vi.wikipedia.org/wiki/L%C5%A9_1%E1%B%A5t_Vi%E1%BB%87t_Nam_2008).
- [3] Dang - Nguyen Mai, Mukand S. Babel, Huynh T. Luong (2010), "Evaluation of food risk parameter in the Day River flood Diversion Area, Red River Delta, Vietnam". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Springer, Accepted: 13 May 2010. DOI 10.1007/s11069-010-9558-x.
- [4] Villagran de Leon JC (2006), Vulnerability – conceptual and methodological review. *Studies of the university: research, counsel, education, publication series of UNU-EHS4/2006*. Bonn.
- [5] <http://www.unesco-ihe-fvi.org/>
- [6] Richard F. Conner. Flood vulnerability index. [www.oieau.fr/IMG/pdf/09-WWF4\\_FVI.pdf](http://www.oieau.fr/IMG/pdf/09-WWF4_FVI.pdf)
- [7] Sebastian Scheuer, Dagmar Haase, Volker Meyer (2010), Exploring multicriteria flood vulnerability by integrating economic, social and ecological dimension of flood risk and coping capacity: from a starting point view towards an end point view of vulnerability, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Springer, Accepted: 3 November 2010. DOI 10.1007/s11069-010-9666-7.
- [8] Janet Edwards (2007), "Handbook for Vulnerability Mapping". *EU Asia ProEco project*
- [9] Đặng Đình Khá (2011), "Nghiên cứu tính dễ bị tổn thương do lũ lụt hạ lưu sông Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị", *Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội*
- [10] Nguyễn Thanh Sơn, Cấn Thu Văn (2012), "Các phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương - Lý luận và thực tiễn. Phần 1. Khả năng ứng dụng trong đánh giá tính dễ bị tổn thương lũ lụt ở Miền Trung Việt Nam", *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* Tập 28, số 3S tr.115-122
- [11] Đặng Đình Đức, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Ý Như, Nguyễn Thanh Sơn (2011), "Ứng dụng mô hình MIKE FLOOD tính toán ngập lụt hệ thống sông Nhuệ Đáy trên địa bàn thành phố Hà Nội", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, Tập 27, số 1S, 37-43
- [12] Fuchs S (2009), "Susceptibility versus resilience to mountain hazards in Austria of paradigms of vulnerability revisited". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol.9 p. 337 – 352. (Không thấy trong bài)

## Developing flood vulnerability map of Nhue Day river basin in Hanoi

Dang Dinh Duc<sup>1</sup>, Nguyen Thanh Son<sup>2</sup>, Tran Ngoc Anh<sup>2</sup>  
Dang Dinh Kha<sup>1</sup>, Nguyen Y Nhu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Center for Environmental Fluid Dynamics, VNU University of Science,  
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

<sup>2</sup>*Faculty of Hydro-Meteorology & Oceanography, VNU University of Science,  
334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam*

Being as a key area of national defense and security as well as socio-economic but Nhue Day river basin in Hanoi has to cope frequently with flood and inundation due to local heavy rainfall and flood vulnerability assessment of local communities plays an important role in disaster hazard management. Based on practical experience, this research has selected a multidisciplinary approach to develop vulnerability map employing hydrodynamic model and survey of coping capacity of communities. Vulnerable regions in Nhue Day have been localised, then several structural measure and non-structural measure are suggested in order to provide scientific and practical base for decision-makers to response to flood and inundation as well as to establish policies for flood damage reduction.

*Keywords:* Inundation, vulnerability-map, Nhue Day river basin.