

## Phân tích tình hình ngập úng và lũ lụt miền hạ du lưu vực sông Lam

Nguyễn Thanh Sơn<sup>1,\*</sup>, Phan Ngọc Thắng<sup>1</sup>, Nguyễn Xuân Tiến<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

<sup>2</sup>Đài Khí tượng Thủy văn Bắc Trung Bộ, 144 Lê Hồng Phong, Vinh, Nghệ An

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 26 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 12 năm 2016

**Tóm tắt:** Bài báo giới thiệu tình hình nghiên cứu ngập úng do mưa lớn và lũ lụt trên thế giới, từ đó nghiên cứu giải quyết bài toán ngập úng hạ du sông Lam. Từ việc tổng quan khoa học nhận thấy rằng để làm rõ được các nguyên nhân gây úng ngập thành phố Vinh, Nghệ An nói riêng và hạ du sông Lam nói chung phải giải quyết bằng mô hình toán thủy văn và thủy lực cho 3 trường hợp: 1) mưa lũ tự nhiên; 2) mưa lũ có ảnh hưởng của hệ thống hồ chứa và 3) mưa lũ khu vực đô thị. Từ các bài toán riêng biệt đó có thể tổng hợp đề xuất các giải pháp thích ứng chống ngập úng hạ du sông Lam.

*Từ khóa:* Mưa lớn, úng ngập, lũ lụt, sông Lam.

### 1. Mở đầu

Úng ngập khi có mưa lũ là một hiện tượng thiên tai thường xuyên xảy ra ở các thành phố lớn. Thủ Đô Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh là những nơi liên tục xảy ra ngập úng do mưa lũ, do triều dâng và trở thành vnan nạn đối với sự phát triển kinh tế xã hội của đất nước. Đã có những nghiên cứu về vấn đề ngập úng nội đô [1] tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh. Nguy cơ ngập úng có thể diễn ra trên hầu hết các thành phố và miền hạ du các con sông lớn. Thành phố Vinh – Nghệ An nằm phía hạ lưu sông Lam cũng thường xuyên xảy ra úng ngập khi có mưa lũ. Chính vì sự ngập úng gây tổn hại lớn cho đời sống an ninh xã hội, quốc phòng nên giải quyết vấn đề úng ngập là một bài toán

được toàn xã hội quan tâm. Trong bối cảnh Biến đổi khí hậu, khi sự gia tăng về quy mô và cường độ các hiện tượng cực đoan cùng với sự tác động của quá trình đô thị hóa, các công trình xây dựng giao thông, thủy lợi, thủy điện... không hợp lý có thể làm cho vấn đề ngập úng càng nghiêm trọng hơn. Việc phân tích, xác định nguyên nhân ngập úng và giải pháp giảm nhẹ thiệt hại do nó gây ra là một việc làm có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cấp bách, đặc biệt đối với vùng đô thị để phát triển kinh tế xã hội.

### 2. Tổng quan về nghiên cứu úng ngập do mưa lũ trên thế giới và lưu vực sông Lam

Thiên tai và những tác động của chúng đến kinh tế, xã hội và môi trường ngày càng gia tăng trên toàn thế giới với một tốc độ rất đáng báo động. Con người, tài sản, xã hội và môi

\*Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-903252559  
Email: sonnt@vnu.edu.vn

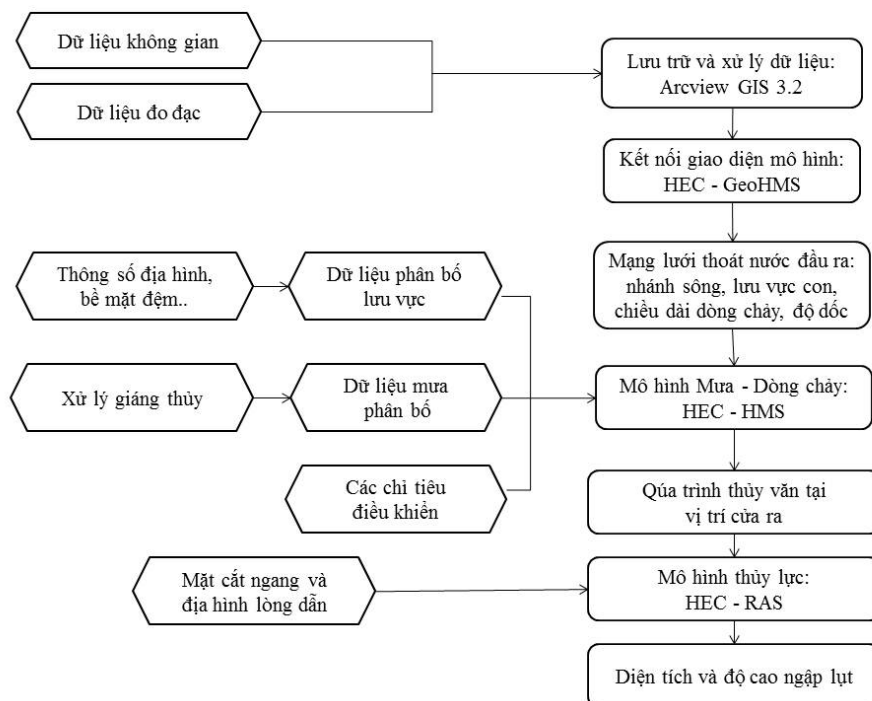
trường đang bị ảnh hưởng rất nhiều từ các hiểm họa tự nhiên. Những sự thay đổi như: hiện tượng nóng lên toàn cầu, tăng dân số, tăng trưởng kinh tế, đô thị hóa, công nghiệp hóa, phá rừng, mở rộng khu dân cư, di canh, di cư... đã làm cho xã hội trở nên dễ bị tổn thương hơn trước các hiểm họa tự nhiên. Theo Jonkman (2005) [2], tổng số người chết và bị ảnh hưởng do các loại thiên tai trên thế giới giai đoạn 1975-2001 tương ứng là 2 triệu và 4,2 tỷ. Trong đó số người chết và bị ảnh hưởng do lũ lụt trong gian đoạn này tương ứng là 175 nghìn và 2,2 tỷ người. So với các loại thiên tai khác, mặc dù không phải nguyên nhân gây tử vong lớn nhất, lũ lụt lại có mức độ ảnh hưởng rất lớn.

Năm 2011, lũ lịch sử đã gây ngập lụt nghiêm trọng tại Thái Lan. Trận lũ này đã gây thiệt hại: 813 người chết và bị thương; ảnh hưởng đến 2.5 triệu người và 1.886.000 hộ gia đình; làm thiệt hại 32 tỷ đô la [3-4]. Trung Quốc có nhiều hệ thống sông lớn, trong lịch sử đã có nhiều trận lũ kinh hoàng xảy ra và gây ra những thảm họa không kể hết. Các ghi chép chỉ ra rằng, từ năm 602 đến ngày nay, sông Hoàng

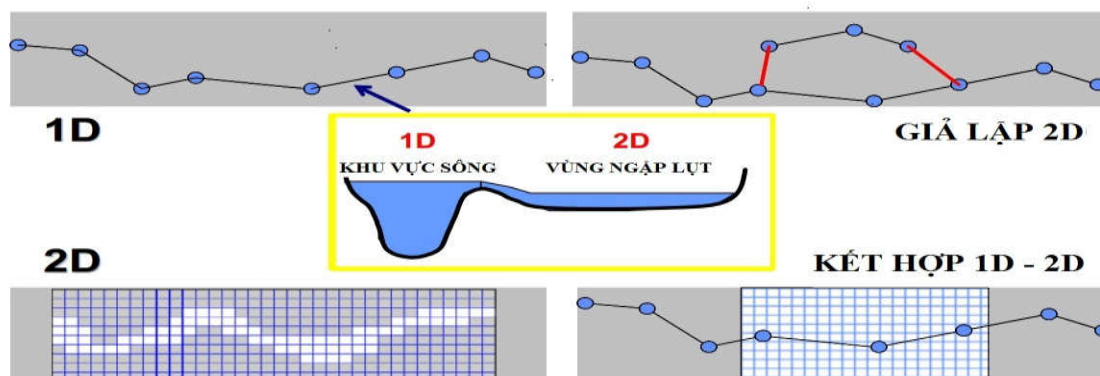
Hà đã ít nhất 5 lần đổi dòng và các con đê bao bọc đã vỡ không dưới 1.500 lần. Để khắc phục tác hại của lũ lụt, Trung Quốc đã đề ra chiến lược: “Tăng cường chứa lũ ở thượng nguồn; bảo vệ lũ ở vùng trung lưu và hạ lưu các sông lớn; phối hợp chứa lũ, giảm lũ ở trung du; chuẩn bị tốt khả năng chống lũ trước mùa mưa lũ [5]. Nepal là một trong những nước chịu nhiều ảnh hưởng của lũ lụt. Hằng năm, lũ lụt và sạt lở đất làm chết 300 người, 20.000 người mất nhà cửa, thiệt hại ước tính 8 triệu đô la [6]. Tại Mỹ, từ năm 1989-1994, 80% trong số thiên tai công bố ở cấp liên bang liên quan đến lũ lụt và làm thiệt hại 4 tỷ đô la mỗi năm [7].

### 2.1. Một số công trình nghiên cứu ở nước ngoài

M.R. Knebla và các tác giả khác (2005) [8] đã nghiên cứu mô hình HEC-HMS/RAS mô phỏng ngập lụt qui mô lớn có sử dụng dữ liệu ra đa và GIS (Hình 1). Kết quả của nghiên cứu được ứng dụng cho việc dự báo ngập lụt ở khu vực lớn.



Hình 1. Sơ đồ sử dụng mô hình HEC-HMS/RAS, mưa ra đa và GIS để tính toán ngập lụt [8].



Hình 2. Kiểu cách mô hình số mô phỏng ngập lụt [7].

Bảng 1. Các mô hình áp dụng tính toán ngập lụt [7]

Kiểu mô hình	Scheldt	Thames	Brembo
1D			SOBEK 1D, SV1D, SANA1D, ORSAID- Roe
1D kiểu tựa 2D	SOBEK 1D		
2D giả		RFSM	
2D	SOBEK 2D, SV2D	SOBEK 2D, LISTFLOO DFP, INFORWO RK2D	

Chris Nielsen (2006) [9]. đã ứng dụng mô hình MIKE SHE để tính toán ngập lụt vùng đồng bằng và tiêu thoát nước đô thị, đã áp dụng cho khu vực Đông Nam Á đông đúc dân cư sinh sống với đặc trưng các dòng sông lớn chảy qua các vùng đồng bằng trũng và các khu đô thị.

Nathalie Asselman và các tác giả khác (2009) đã công bố nghiên cứu về một số mô hình số mô phỏng ngập lụt. Tác giả đã phân tích các kiểu mô hình số mô phỏng ngập lụt (Hình 2). Tác giả đã chọn 3 lưu vực tính toán thử nghiệm: vùng cửa sông Scheldt (Hà Lan) với đặc điểm địa hình thấp và được bảo vệ bởi đê; vùng dọc theo sông Thames (Anh), có dòng

bằng thấp trũng có đê bảo vệ và lưu vực sông Brembo (Italia) với đặc điểm địa hình núi cao, dòng sông dốc. Qua nghiên cứu, các tác giả đã có đánh giá tổng quan việc áp dụng các kiểu mô hình mô phỏng tương ứng với các lưu vực như sau:

+ Với các lưu vực sông thấp, vùng ngập lụt rộng, phẳng hoặc vùng cửa sông có vùng ngập lụt rộng thì áp dụng mô hình 2 chiều có lưới cấu trúc hoặc không cấu trúc. Cũng có thể sử dụng ô vuông nếu vùng đó mang tính chất chứa là chủ yếu và thiếu số liệu địa hình chi tiết;

+ Với lưu vực sông có dòng sông dốc và vùng ngập rộng: nếu có đủ dữ liệu yêu cầu thì sử dụng mô hình 2 chiều kết hợp với dòng chính; nếu có đủ số liệu về mặt cắt ngang sông nhưng thiếu tài liệu địa hình thì dùng mô hình 1 chiều kết hợp với dòng chính.

+ Với lưu vực sông có dòng sông dốc và vùng ngập hẹp: thì sử dụng mô hình 1 chiều hoặc 2 chiều kết hợp với dòng chính; cũng có thể sử dụng mô hình 1 chiều với sự thay đổi khối lượng và dòng lượng giữa các ô.

+ Với vùng đô thị khi có đầy đủ dữ liệu: bản đồ địa hình, bản đồ số độ cao (DEM), dữ liệu khí tượng thủy văn thì sử dụng mô hình 2 chiều, với mô hình nước nông đầy đủ ở những nơi có ảnh hưởng lớn của quán tính cục bộ. Hiện nay đã có mô hình ô chứa 2 chiều cho kết quả hợp lý tuy nhiên chi phí tính toán cao [7].

A. Pathirama và các tác giả khác (2011) [10] đã phát triển mô hình EPA-SWMM5 để tính toán ngập lụt đô thị trên cơ sở mô hình 2

chiều được đơn giản hóa kết hợp với mô hình tiêu thoát lũ 1 chiều SWMM5. Tác giả cũng đã sử dụng kết quả đầu ra của mô hình để tính toán thiệt hại do ngập lụt. Mô hình này cũng có hiệu quả trong việc tính toán tối ưu hệ thống tiêu thoát nước đô thị

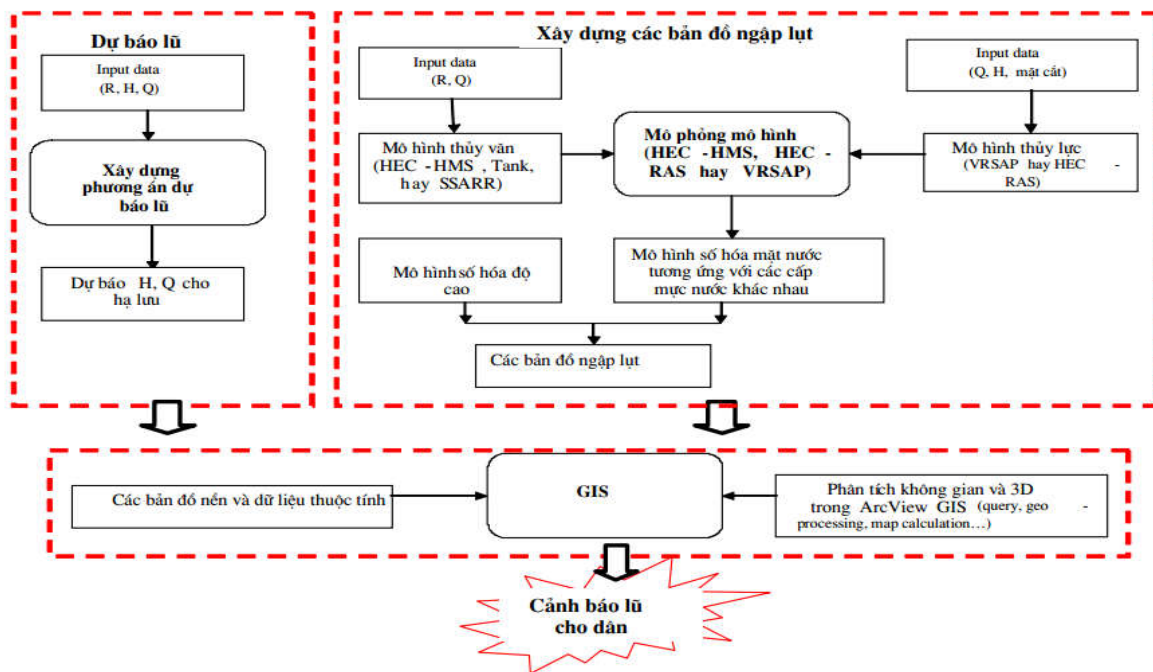
Nguyễn Mai Đăng (2010) [11] đã nghiên cứu đánh giá rủi ro lũ lụt tổng hợp cho vùng phân lũ sông Đáy thuộc hệ thống sông Hồng. Tác giả đã sử dụng mô hình MIKE 11, MIKE21 để mô phỏng lũ vùng nghiên cứu để đưa ra đánh giá rủi ro lũ lụt tổng hợp trên các mặt: mối nguy hiểm (độ sâu ngập, thời gian ngập, tốc độ dòng chảy), kinh tế (nhà dân, sử dụng công cộng đặc biệt, hạ tầng cơ sở xã hội, nông nghiệp), xã hội (dân số, nhận thức về lũ lụt, giá trị tinh thần, thu nhập), môi trường (ô nhiễm, xói mòn, không gian mở), tổn thương (kinh tế, xã hội, môi trường), rủi ro (mối hiểm nguy, tổn thương).

Zhifeng Li và các tác giả khác (2014) [12] đã nghiên cứu ngập úng đô thị do mưa bão bằng mô hình. Các tác giả đã sử dụng ô tam giác hạn chế để tính toán ngập lụt cho vùng đô thị.

L. Liu và các tác giả khác (2015) [13], đã nghiên cứu ngập úng do mưa lớn bằng mô hình Máy tự động di động CA (Cellular Automata). Quá trình thấm, dòng chảy cửa vào, động lực dòng chảy được mô phỏng trên cơ sở xử lý trước một phần nhỏ dữ liệu địa hình đô thị nhỏ ở Guangzho, miền nam Trung Quốc. Kết quả cho thấy sai số mực nước ở đầu ra là 4cm; so sánh với bản đồ ngập lụt cho thấy mô hình này có khả năng mô phỏng động lực dòng chảy hiệu quả; tốc độ nhanh của mô hình đáp ứng được yêu cầu điều hành khẩn cấp ở vùng đô thị

### 2.2. Các nghiên cứu trong nước

Theo báo cáo Chi số rủi ro khí hậu toàn cầu 2011 do tổ chức Germanwatch công bố thì Việt Nam là nước đứng thứ năm chịu ảnh hưởng lớn nhất của các biến cố cực trị liên quan đến khí hậu trong hai thập kỷ trở lại đây. Trung bình hàng năm (1990 đến 2009) thiên tai cướp đi mạng sống của 457 người, thiệt hại ước tính trên 1,8 tỷ USD.



Hình 3. Phương pháp nghiên cứu dự báo, cảnh báo lũ và ngập úng [15].

Theo [14], việc áp dụng các mô hình toán đã có một số công trình sau: Lê Xuân Cầu và Nguyễn Văn Chương (2000), đã ứng dụng mạng thần kinh nhân tạo (ANN) để dự báo lũ sông Cầu, Trà Khúc và sông Vệ; Nguyễn Hữu Khải và Lê Xuân Cầu (2000) đã ứng dụng mạng thần kinh nhân tạo (ANN) để dự báo lũ quét; Trần Thục, Lê Đình Thành, Đặng Thu Hiền (2000) đã ứng dụng mô hình mạng thần kinh nhân tạo (ANN) để tính toán dự báo lũ cho các sông Tả Trạch, Trà Khúc, Vệ và lũ quét trên sông Dinh; Trần Thanh Xuân, Hoàng Minh Tuyền (2000) đã sử dụng mô hình TANK để tính toán lũ trên sông Tả Trạch; Bùi Đức Long áp dụng mô hình SSARR để dự báo lũ trên sông Trà Khúc (2001) và sông Cả (2003).

Lê Văn Nghinh và Hoàng Thanh Tùng (2007) [15] đã ứng dụng các mô hình toán và Hệ thống thông tin địa lý để xây dựng các phương án dự báo, cảnh báo lũ và ngập lụt cho các sông lớn ở miền Trung. Phương pháp nghiên cứu của tác giả được thể hiện trên hình 3.

### 2.3. Các nghiên cứu trên lưu vực sông Lam

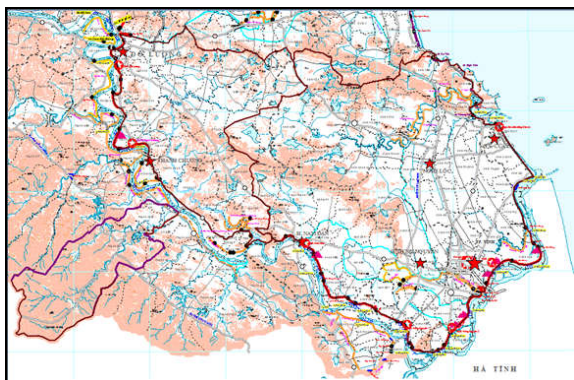
Năm 2002, Trung tâm Thủy văn ứng dụng và Kỹ thuật môi trường thuộc Trường Đại học Thủy lợi [16] đã thực hiện Dự án “Khảo sát, điều tra, tính toán hoàn nguyên lũ 1978 với thực trạng sông Cả như hiện nay”. Dự án đã sử dụng mô hình thủy văn, thủy lực để mô phỏng hệ thống sông Cả. Dự án đã chọn sơ đồ tính toán thủy lực dòng không ổn định biến đổi chậm để mô tả quá trình truyền lũ trong sông và trên các ô ruộng ngập nước; dùng phần mềm HEC-HMS để tính dòng chảy từ các nhập lưu theo số liệu mưa. Bùi Đức Long (2003) [17] đã ứng dụng mô hình SSARR để dự báo dòng chảy lũ sông Cả tại Nam Đàn. Kết quả nghiên cứu đã được đưa vào sử dụng dự báo tác nghiệp cho hệ thống sông Cả và cho kết quả khá tốt. Năm 2004, Viện Quy hoạch Thủy lợi [18] đã thực hiện Dự án “Quy hoạch tổng hợp nguồn nước sông Cả. Năm 2011, Hoàng Thanh Tùng [19], đã nghiên cứu dự báo mưa, lũ trung hạn cho vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ - ứng dụng cho lưu vực sông Cả bao gồm: i) bảng nhận dạng hình thể thời tiết gây mưa lớn trên lưu

vực; ii) đặc điểm, tổ hợp lũ và kết quả mô phỏng mô hình toán thủy văn tính toán và dự báo lũ đến các hồ chứa, nhập lưu khu giữa trong hệ thống; iii) mô hình mô phỏng hệ thống hồ chứa kết hợp với các quy tắc phối hợp vận hành các hồ chứa phòng lũ cho lưu vực. Năm 2012, Trần Duy Kiều [20], đã “Nghiên cứu quản lý lũ lớn lưu vực sông Lam bao gồm: i) phân tích, tổng hợp các nguyên nhân, đặc điểm lũ lớn và tổ hợp lũ lớn trên lưu vực sông Lam; ii) xác định được qui luật biến đổi đỉnh lũ theo diện tích lưu vực sông trên hệ thống sông Lam; đã xây dựng được bảng nhận dạng dấu hiệu lũ lớn tại một số tuyến sông, bước đầu phục vụ công tác cảnh báo, dự báo lũ lớn. Năm 2013, Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn thực hiện Dự án: “Quy hoạch tiêu vùng Nam – Hưng – Nghi và Thành phố Vinh, tỉnh Nghệ An đến năm 2020, tầm nhìn 2050”. Dự án đã sử dụng mô hình thủy lực MIKE11 để mô phỏng lũ trên hệ thống sông Cả từ trạm thủy văn Nghĩa Khánh, Cửa Rào về cửa biển; đồng thời dự án đã mô phỏng lũ vùng Nam – Hưng – Nghi và thành phố Vinh.

## 3. Tình hình ứng ngập lưu vực sông Lam

### 3.1. Hệ thống sông Lam

Sông Lam (Sông Cả) bắt nguồn từ Lào, chảy qua hầu hết địa phận tỉnh Nghệ An, đến hạ lưu vùng Hưng Nguyên sông tiếp nhận phụ lưu sông La từ Hà Tĩnh và đổ ra biển tại Cửa Hội. Lưu vực hệ thống sông có tọa độ địa lý từ  $18^{\circ}15'$  đến  $20^{\circ}10'30''$  vĩ độ Bắc;  $103^{\circ}45'20''$  đến  $105^{\circ}15'20''$  kinh độ Đông. Lưu vực hệ thống sông Lam nằm trên hai quốc gia, phần thượng nguồn nằm trên đất tỉnh Phong Sa Văn và Sầm Nưa của Lào. Ở Việt Nam, lưu vực sông nằm trên địa phận của 3 tỉnh Thanh Hoá, Nghệ An, Hà Tĩnh. Trên lưu vực hệ thống sông Lam đã và đang xây dựng nhiều hồ chứa nước lớn như: hồ sông Sào; Bản Mòng Bản Vẽ, Khe Bó trên sông Lam; Thác Muối, Hồ Hồ, Ngàn Trươi trên sông La. Đây đều là các hồ chứa đa mục tiêu như phòng lũ, phát điện, cấp nước cho lưu vực hệ thống sông Lam.



Hình 4. Bản đồ vùng hạ lưu vực sông Cả.

### 3.2. Vùng nghiên cứu

Vùng nghiên cứu chọn 3 lưu vực có đặc điểm khác nhau ở hạ lưu lưu vực sông Lam: lưu vực sông Rộ, lưu vực sông Gang, khu vực thành phố Vinh và vùng phụ cận (Hình 4).

### 3.3. Tình hình mưa, lũ trên lưu vực sông Lam

Trong những năm gần đây đã có sự gia tăng đáng kể các trận lũ lớn, đặc biệt lớn trên hệ thống sông Lam. Theo số liệu quan trắc trên hệ thống sông Lam từ năm 1978 đến nay, các trận lũ lớn, đặc biệt lớn, lũ lịch sử đã xuất hiện như sau: trên sông Nậm Mộ: 1971, 1973, 2005, 2011; 2012; trên sông Hiếu: 1978, 1980, 1988, 1990, 1991, 2007, 2009; 2011; trên sông Ngàn Sâu: 1978, 1979, 1983, 2002, 2007, 2010; trên sông Ngàn Phố: 1978, 1983, 1989, 1996, 2002, 2006, 2007, 2008, 2013; trên hạ lưu sông Lam: 1978, 1980, 1988, 1996, 2002, 2007, 2009.

Thành phố Vinh và vùng phụ cận chịu các đợt ngập úng lớn sau: 1963, 1964, 1971, 1973, 1978, 1989, 2010. Qua số liệu thống kê nhận thấy: mưa lớn gây ngập úng ở hạ lưu lưu vực sông Lam chủ yếu xảy ra vào tháng IX và X; nguyên nhân gây mưa do bão kết hợp với không khí lạnh hoặc do bão liên tiếp xảy ra; lượng mưa lớn tập trung 3 - 4 ngày.

### 3.4. Thiệt hại do lũ lụt gây ra

Lũ, lụt đã gây nhiều thiệt hại về người và của trên lưu vực sông Lam. Đặc biệt năm 1978

đã làm chết 166 người; ngập úng 9.698 ha lúa; 7.235 ngôi nhà bị trôi, đổ; 378 đập nhỏ bị vỡ; 4 đập vừa và lớn bị tràn bờ. Tháng X/2010, trên vùng nghiên cứu đã xảy ra mưa rất to, tổng lượng mưa cả đợt đạt 900-1200mm, lượng mưa ngày lớn nhất tại Vinh đạt 390.2 mm. Thành phố Vinh bị ngập nghiêm trọng. Thiệt hại do đợt mưa tháng X/2010 tại thành phố Vinh và vùng phụ cận làm ngập, hư hỏng: 10.166 ngôi nhà, 52 trạm bơm, 1.010 ha ao hồ, 3.596 ha lúa, 5.823 ha ngô, 600 ha lạc, 1.836 ha hoa màu các loại, 300 ha khoai lang; lụt: 50m đê, 200m kênh; Tổng thiệt hại ước tính lên đến hàng trăm tỷ.

## 4. Kết luận

Nguyên nhân gây ra ngập úng là do mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn rơi tại các vùng hạ lưu sông có địa hình thấp trũng, kết hợp với lũ từ thượng nguồn đổ về hoặc cộng thêm sự ảnh hưởng của triều cường làm cho nước không tiêu thoát kịp ra sông hoặc biển. Ngập úng đã gây nhiều thiệt hại về người, tài sản và ảnh hưởng nghiêm trọng tới kinh tế xã hội trong những khu vực lớn. Ngập úng có thể phân thành 3 dạng chính: 1) Ngập úng do mưa lớn làm cho nước không thể thoát kịp. Loại ngập úng này xảy ra ở vùng có độ dốc nhỏ, miền đồng bằng và đô thị; 2) Ngập úng do lũ chồng lên lũ (lũ trên sông, lũ do xả lũ của thủy điện), hành lang thoát lũ kém và 3) Ngập úng đô thị bởi hệ thống tiêu thoát nước kém do quy hoạch không hợp lý kết hợp tác động của Biến đổi khí hậu làm gia tăng lượng mưa cực đoan và triều cường. Hiện nay, chưa có một công trình nào nghiên cứu lý giải chi tiết các vấn đề ngập úng phù hợp với yêu cầu thực tiễn hiện nay. Các nghiên cứu về các mô hình úng ngập do lũ tự nhiên, do ảnh hưởng của hệ thống hồ chứa, do tiêu thoát lũ khu vực đô thị chính là cơ sở khoa học để thiết lập bài toán xác định nguyên nhân gây úng ngập hạ lưu sông Lam, được giải quyết bằng mô hình toán thủy văn, thủy lực, từ đó xác định được các thành phần trong tổ hợp các nguyên nhân gây úng ngập, đề xuất các giải pháp giảm thiểu thiệt hại. Kết quả



này sẽ được các tác giả trình bày trong các công bố tiếp theo.

### Tài liệu tham khảo

- [1] Phạm Mạnh Côn, Trần Ngọc Anh, Đặng Đình Khá, Đặng Đình Đức, Nguyễn Mạnh Khải, Phạm Quang Hà, 2015 Giải pháp thoát úng ngập cho vùng nội đô Hà Nội trên cơ sở nghiên cứu nút mất cân bằng, một số giải pháp kỹ thuật nhằm thoát úng ngập cục bộ Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 31, Số 3S tr. 44 – 55.
- [2] Jonkman, S.N. (2005). Global Perspectives of Loss of Human Life Caused by Floods. *Natural Hazards*, vol. 34, no. 2, pp. 151-175.
- [3] Masahiko Haraguchi, Upmanu Lall (2013). Flood Risks and Impacts Future Research Questions and Implication to Private Investment Decision-Making for Supply Chain Networks. *Global Assessment Report On Disaster Risk Reduction*.
- [4] Hoàng Thị Nguyệt Minh (2014). Nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp tiêu úng, thoát lũ sông Phan – Cà Lồ. Luận án tiến sĩ.
- [5] Lê Xuân Cầu, Nguyễn Văn Chương (2000). Dự báo lũ sông Cầu, Trà Khúc và sông Vệ bằng mạng thần kinh nhân tạo (ANN). Tuyển tập các báo cáo tại hội nghị “Khoa học, công nghệ dự báo và phục vụ dự báo khí tượng thủy văn”. T2. Dự báo thủy văn, Hà Nội, tr. 202-210.
- [6] Kabir Das Rajbhandari, Deepak Paudel, Dinesh Singh Malla, Sarbagya Shrestha (2012). Retrospective Research to Flood Risk in relation to WASH facilities. *WaterAid*.
- [7] Nathalie Asselman, Paul Bates, Tim Fewtrell, Sandra Soares-Frazão, Yves Zech, Mirjana Velickovic, Anneloes de Wit, Judith ter Maat, Govert Verhoeven (2009). *Flood Inundation Modelling*.
- [8] Jian Chen, Arleen A. Hill, Lensyl D. Urbano (2009). A GIS-based model for urban flood inundation. *Journal of Hydrology*.
- [9] Chris Nielsen (2006). The application of MIKE SHE to floodplain inundation and urban drainage assessment in South East Asia. *DHI Water and Environment, Malaysia*.
- [10] A. Pathirama, S. Tsegaye, B. Gersonius, K. Vairavamoorthy (2011). A simple 2-D inundation model for incorporating flood damage in urban planning. *Hydrology and Earth System Science*.
- [11] Nguyen Mai Dang (2010). Intergrated flood risk assessment for the Day river flood diversion area in the Red river, Vietnam. PhD dissertation of engineering in water engineering and management. AIT 2010.
- [12] Zhifeng Li, Lixin Wu, Wei Zhu, Miaole Hou, Yizhou Yang and Jianchun Zheng (2014). A New Method for Urban Storm Flood Inundation Simulation with Fine CD-TIN Surface. *Journal of Water*.
- [13] L. Liu, Y. Liu, X. Wang, D. Yu, K. Liu, H. Huang, and G. Hu (2015). Developing an effective 2-D urban flood inundation model for city emergency management based on cellular automata. *Natural Hazard And Earth System Science*.
- [14] Nguyễn Thanh Sơn, (2008) Nghiên cứu mô phỏng quá trình mưa – dòng chảy phục vụ sử dụng hợp lý tài nguyên nước và đất trên một số lưu vực sông thượng nguồn Miền Trung. Luận án tiến sĩ.
- [15] Lê Văn Nghinh, Hoàng Thanh Tùng (2007). Ứng dụng mô hình toán trong nghiên cứu dự báo, cảnh báo lũ và ngập lụt vùng đồng bằng các sông lớn ở Miền Trung. Trang thông tin điện tử Hội đập lớn Việt Nam.
- [16] Trung tâm Thủy văn ứng dụng và Kỹ thuật môi trường, Trường Đại học Thủy lợi (2003). Dự án đã thực hiện Khảo sát, điều tra, tính toán hoàn nguyên lũ 1978 với thực trạng sông Cà như hiện nay.
- [17] Bùi Đức Long (2003). Mô hình tính toán và dự báo dòng chảy lũ sông Cà - Nam Đàn. Tuyển tập báo cáo Hội thảo Khoa học lần thứ 8, T. II, Thủy văn - Môi trường, Viện Khí tượng Thủy văn, Tháng 12-2003, tr 142-150.
- [18] Công ty CP Tư vấn và Xây dựng thủy lợi Nghệ An (2006). Giải pháp thoát nước, phòng chống ngập úng, lụt cho thành phố Vinh và vùng phụ cận. Đề tài NCKH tỉnh Nghệ An.
- [19] Viện Quy hoạch Thủy lợi (2004). Quy hoạch tổng hợp nguồn nước sông Cà. Dự án tỉnh Nghệ An.
- [20] Trần Duy Kiều (2012). Nghiên cứu quản lý lũ lớn lưu vực sông Lam. Luận án Tiến sĩ.

## Situation Analysis and Flood Inundation Downstream Lam River Basins

Nguyen Thanh Son<sup>1</sup>, Phan Ngoc Thang<sup>1</sup>, Nguyen Xuan Tien<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

<sup>2</sup>*Hydrometeorology Station North Central, 144 Le Hong Phong, Vinh City, Nghe An*

**Abstract:** This paper introduces the research situation of flooding due to heavy rains and floods in the world from which researchers solving the Lam River downstream flooding. From the scientific review found that in order to clarify the causes due flooding Vinh City, Nghe An in particular, and downstream river float them to solve mathematical models in hydrology and hydraulics for 3 cases 1) natural flooding; 2) floods have affected the system's reservoirs and urban flooding. From the separate problem that can aggregate to propose adaptation measures against flooding downstream Lam River.

*Keyword:* Heavy rain, flooding, flood, Lam River.