

NGHIÊN CỨU, ĐÁNH GIÁ RỦI RO LŨ, NGẬP LỤT THEO CÁC CẤP ĐỘ MƯA LỚN VÀ THƯƠNG NGUỒN CHO THÀNH PHỐ YÊN BÁI VÀ KHU VỰC LÂN CẬN

Nguyễn Thị Bích Thủy, Lê Viết Sơn,
Trần Thị Mai Sứ, Nguyễn Đình Quân
Viện Quy hoạch Thủy lợi

Tóm tắt: Đánh giá rủi ro lũ, ngập lụt và phân tích kinh tế lũ cho khu vực có nguy cơ ngập lụt cao ở thành phố Yên Bái và khu vực lân cận (7 xã huyện Trấn Yên) có ý nghĩa khoa học và thực tiễn trong công tác lập Kế hoạch ứng phó, quản lý lũ lụt và hiệu quả đầu tư công trình phòng chống lũ. Kết hợp giữa mô hình thủy lực 2 chiều (MIKE FLOOD) và mô hình phân tích kinh tế lũ HEC-FDA cùng với sự hỗ trợ của công nghệ viễn thám và GIS để tính toán thiệt hại theo các cấp độ rủi ro (tần suất lũ- mực nước lũ trên sông) và thiệt hại bình quân hàng năm trên khu vực trước và sau khi đầu tư xây dựng hệ thống đê. Kết quả tính toán cho thấy thiệt hại trong giai đoạn hiện tại có thể từ 107 đến 12.787 x 10³ USD tùy thuộc vào cấp độ rủi ro, trong tương lai đến 2050 tăng lên khoảng 1,3 lần. Hiệu quả khi đầu tư hệ thống đê có thể mang lại 550x 10³USD hàng năm, là cơ sở khoa học cho các bên liên quan ra quyết định đầu tư.

Từ khóa: Yên Bái, Thiệt hại lũ, HEC- FDA, MIKE FLOOD

Summary: Flood risk assessment and flood damage analysis for high-risk areas in Yen Bai city and surrounding area (7 communes of Tran Yen district) have scientific and practical significance for planning flood response, management and investment efficiency in flood control works. In this study, a two-dimensional hydraulic model (MIKE FLOOD) and the flood damage analysis model HEC-FDA with the support of remote sensing technology and GIS are used to calculate the damage according to the levels of risk (frequency flood - flood water level in rivers) and average annual damage in the area before and after the construction of the dike system. The calculation results show that damage in the current period can be from 107 to 12.787 thousand USD depending on the level of risk, in the future by 2050 it will increase by about 1,3 times. The efficiency of the investment in the dike system can bring in 550 thousand USD annually. This is an economic value for decision maker to consider the efficiency in the investment of flood control works.

Keywords: Yen Bai, flood damage, HEC- FDA, MIKE FLOOD

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng nghiên cứu là trung tâm chính trị, kinh tế, văn hóa, khoa học kỹ thuật của tỉnh Yên Bái. Thành phố Yên Bái nằm 2 bên bờ Sông Thao có lưu lượng nước bình quân hàng năm rất lớn trung bình đạt 2.629 m³/s, lưu lượng lớn nhất 5.298 m³/s, lưu lượng nhỏ nhất vào mùa kiệt

162 m³/s.

Các suối tự nhiên thuộc thành phố có lưu vực rộng và đều đổ ra sông Thao như: suối Ngòi Yên, suối Hào Gia, suối Khe Dài, suối Yên Thịnh, suối xã Tân Thịnh, ngòi Sen xã Văn Tiến, ngòi Lâu xã Âu Lâu, đảm bảo cung cấp lượng nước dồi dào. Đặc điểm sông, suối đều

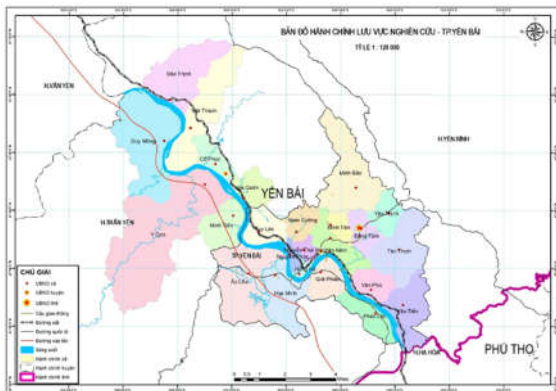
Ngày nhận bài: 01/7/2020
Ngày thông qua phản biện: 06/8/2020

Ngày duyệt đăng: 12/8/2020

bất nguồn từ núi cao, có độ dốc lớn nên dồi dào về tiềm năng thủy điện và cung cấp nước cho sản xuất và sinh hoạt của nhân dân.

Phần hạ lưu vực sông Thao tuy lượng mưa lớn nhưng diện tích nhỏ, dài hẹp nên mưa xảy ra không đồng đều và lũ trên lưu vực sông cũng không đồng nhất. Khu vực Thành phố Yên Bái những năm gần đây có lũ lớn ngoài sông, nước sông Thao tràn vào gây ngập úng cộng thêm có mưa lớn, hệ thống cơ sở hạ tầng trở thành những vật cản làm cho dòng chảy lũ không thể tiêu thoát nhanh khiến cho thiệt hại do lũ ngày càng trầm trọng.[1]

Nghiên cứu này tập trung tính toán, phân tích các thiệt hại do ngập lũ của dân sinh và cơ sở hạ tầng và phân tích kinh tế các giải pháp chống lũ cho khu vực có rủi ro ngập lũ cao bao gồm thành phố Yên Bái và 7 xã huyện Trấn Yên.



Hình 1: Khu vực chịu rủi ro do lũ, ngập lụt cao - TP Yên Bái và 7 xã Trấn Yên

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phân tích thiệt hại và kinh tế lũ được dựa trên cơ sở kết hợp giữa mô hình thủy lực 1+2 chiều MIKEFLOOD và mô hình phân tích kinh tế lũ HEC-FDA.

2.1. Phương pháp tính toán thủy lực

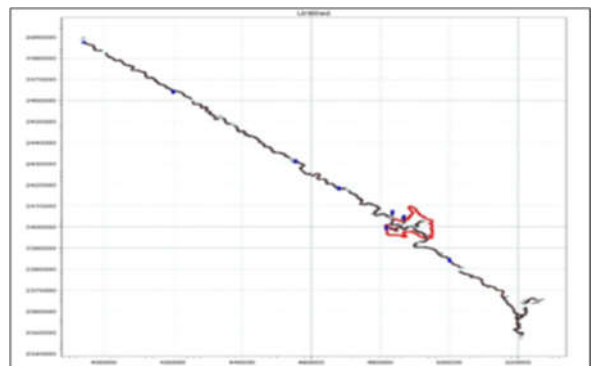
Bộ mô hình MIKEFLOOD của Viện thủy lực Đan Mạch (DHI) được sử dụng để mô phỏng các trận lũ theo các tần suất, tính toán tác động của các công trình chống lũ đến dòng chảy lũ và khả năng gây ngập lụt của khu vực nghiên

cứu. MIKEFLOOD được liên kết giữa mô hình MIKE11 và MIKE21 được thiết lập bằng hệ thống các liên kết từ mạng sông trong MIKE 11 đến miền tính của MIKE 21. Khi mực nước trong lòng sông của mô hình MIKE 11 vượt quá cao độ bờ sông tại một điểm bất kỳ nước sẽ tràn vào bãi (khu vực thuộc phạm vi tính toán của mô hình MIKE 21).

a) Mô hình MIKE 11[2]

Mô hình 1 chiều mô phỏng dòng chính sông Thao và các sông nhánh đi qua TP. Yên Bái, bao gồm các trục sông lớn ảnh hưởng đến vùng nghiên cứu: (1) Sông Thao: Từ Lào Cai về Trung Hà, dài 260,138 km (142 mặt cắt đo từ năm 2006-2012); (2) Sông Đà: Từ hạ lưu đập Hoà Bình đến cửa sông nhập vào sông Thao (Trung Hà), dài 60,7 km (49 mặt cắt đo năm 2008, 2012); (3) Sông Lô: Từ trạm TV. Vụ Quang đến cửa sông nhập vào sông Hồng, dài 50,93 km (55 mặt cắt đo năm 2012); (4) Sông Hồng: Từ Trung Hà đến Sơn Tây, dài 30,55 km (11 mặt cắt đo năm 2009).

Các sông, suối nhỏ chảy qua thành phố Yên Bái: (1) Đoạn suối từ Yên Phúc đến Tuần Quán, dài 6,7k m; (2) Đoạn suối Nam Cường: dài 5,7k m; (3) Đoạn suối Nga Quán dài 4,4km; (4) Đoạn sông Âu Lâu dài 10,0km (4 nhánh suối sử dụng 16 mặt cắt đo năm 2018).



Hình 2: Sơ đồ mạng sông tính toán thủy lực lưu vực sông Thao

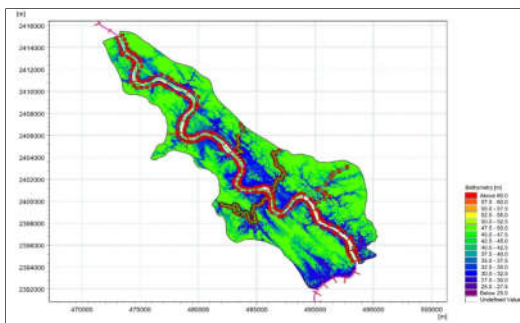
b) Mô hình MIKE21FM[3]

Mô hình MIKE21FM xây dựng từ dữ liệu đường đồng mức, cao độ của khu vực nghiên

cứ. Lưới sử dụng trong mô hình là lưới tam giác, chia ra 2 khu vực với độ chi tiết khác nhau, khu vực ven sông là khu vực chính mô phỏng dòng chảy lũ từ sông vào trong nội đồng được thiết lập chi tiết hơn với diện tích ô lưới lớn nhất là 400 m², còn khu vực có địa hình cao hơn sát với đồi núi thì ô lưới thưa hơn với diện tích ô lưới lớn nhất là 1.000 m².

Trong mô hình MIKE 21 tiến hành thiết lập và mô phỏng hệ thống đê điều cũng như các tuyến đường giao thông chính trong vùng nghiên cứu thông qua mô đun công trình.

Liên kết giữa mô hình MIKE11 và MIKE21 có tổng số 4 đoạn liên kết cho 2 đoạn sông (Hình 6).



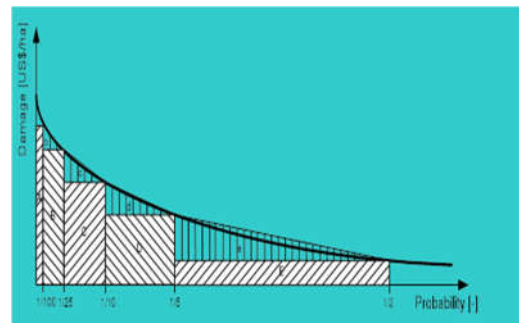
Hình 3: Mô hình MIKE FLOOD

2.2. Phương pháp đánh giá thiệt hại

Ứng dụng mô hình HEC-FDA[4] của Trung tâm Kỹ thuật Thủy văn Hoa Kỳ để phân tích tính toán các thiệt hại lũ. Mô hình kết hợp giữa kỹ thuật thủy văn và phân tích kinh tế trong việc xây dựng và thẩm định quản lý rủi ro. Mô hình HEC-FDA là mô hình đã được kết nối giữa dữ liệu đầu ra của thủy văn – thủy lực và dữ liệu đầu vào của kinh tế để tính toán thiệt hại lũ gây ra theo các cấp độ mưa lớn và lũ theo các tần suất khác nhau.

Mô hình HEC - FDA dựa trên rủi ro và sử dụng mô phỏng Monte Carlo để ước tính thiệt hại do lũ lụt cho nhiều kịch bản. Các tính toán thiệt hại này áp dụng mô phỏng Monte Carlo tính toán các giá trị kỳ vọng của thiệt hại dựa trên các thông số cơ bản để xác định thiệt hại ngập lũ. Mô phỏng này là phương pháp tích hợp các số

thành một khối thống nhất để hoàn thiện việc phân tích độ nhạy bằng cách tích hợp các lần xuất hiện ngẫu nhiên.



Hình 4: Đường cong thiệt hại - xác suất

Xác suất thiệt hại là một hàm được thể hiện trong công thức sau:

$$P [D>d]=F(D) = \int_d^{\infty} f(D) dD$$

Trong đó:

- F(D): Hàm thiệt hại ứng với xác suất vượt quá định mức;
- f(D): Hàm mật độ xác suất
- P[D>d]: xác suất mà D vượt quá d.

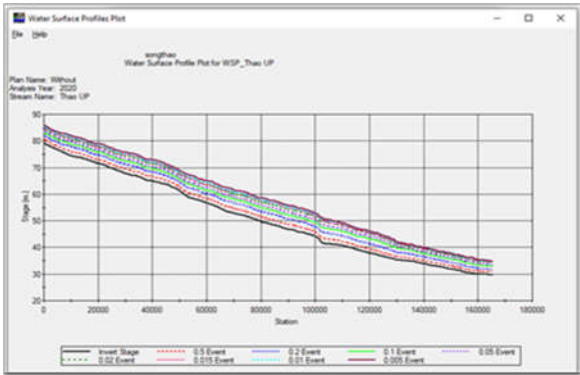
Dữ liệu của mô hình bao gồm dữ liệu thủy văn – thủy lực, dữ liệu kinh tế cần thiết cho phân tích. Mô hình cung cấp các công cụ để trực quan hóa dữ liệu và kết quả, tính toán dự kiến thiệt hại hàng năm (EAD) và thiệt hại hàng năm tương đương, tính xác suất vượt quá hàng năm (AEP) và có điều kiện xác suất không vượt quá theo yêu cầu, thực hiện các quy trình phân tích rủi ro.[5]

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Xác định khu vực chịu rủi ro, thiệt hại do lũ, ngập lụt

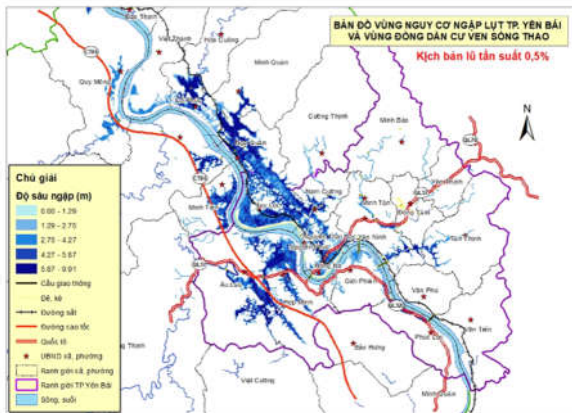
Xác suất xuất hiện các con lũ và khu vực chịu rủi ro do lũ, ngập lụt được xác định bằng việc tính toán mô hình thủy lực dòng chảy với 8 con lũ tương ứng với các tần suất khác nhau: lũ 2008, BD1, BD2, BD3, lũ 10%, lũ 5%, lũ 2%, lũ 1%, lũ 0,5%.

Kết quả tính toán mô hình xác định được đường mực nước lũ MAX dọc sông.



Hình 5: Đường mực nước lũ sông Thao theo các tần suất

Mô hình còn xác định được diện ngập, độ sâu và vị trí ngập ứng với từng tần suất lũ – bản đồ ngập lụt cho 8 kịch bản lũ tại Yên Bái từ mức BĐ 1 (29,8m) đến lũ có tần suất xuất hiện 0,5% (34,9m).



Hình 6: Bản đồ ngập lụt - tần suất 0,5%

3.2. Xác định các thiệt hại do lũ, ngập lụt của dân sinh và các ngành

Khu vực nghiên cứu có 20 phường, xã được phân ra 240 khu ngập lụt theo các cấp cao độ.

Đối tượng thiệt hại chủ yếu được xác định theo 7 nhóm chính: Tài sản cố định (nhà cấp 3, 4, cơ sở công nghiệp), nông nghiệp (lúa, màu, thủy sản), cơ quan (trụ sở hành chính, trường học, bưu chính viễn thông, bệnh viện, trạm xá), thủy lợi (đê kè, trạm bơm, kênh mương), giao thông (đường quốc lộ, đường nhựa, đường bê tông, đường đô thị), hệ thống điện (trạm biến áp, hệ thống đường dây trung và hạ áp, công tơ), di tích lịch sử. [6, 7, 8]

Bảng 1: Các loại đối tượng thiệt hại

TT	Đối tượng thiệt hại	Năm 2020	Năm 2050
1	Dân số (hộ)	26515	62104
2	Dân số (người)	106061	248418
3	Diện tích tự nhiên	18493	18493
4	Nhà cấp 4 (nhà)	10779	4576
5	Nhà cấp 3 (nhà)	15737	57529
6	CSCN (điểm)	0	0
7	Lúa (ha)	1314.7	1314.7
8	Màu (ha)	727.1	727.1
9	Thủy Sản (ha)	262.6	262.6
10	Trụ sở HC (điểm)	167	66
11	Trường học (điểm)	105	57
12	Bệnh Viện (điểm)	31	26
13	Đê	13.91	13.91
14	Trạm Bơm (cái)	10	10
15	Cống (cái)	0	0
16	Kênh Mương (km)	60075	55933
17	Đường Quốc Lộ (km)	40.59	40.59
18	Đường BT (km)	23.88	20.57
19	Đường Đô Thị (ha)	142.82	296.27
20	Trạm Biến Áp (trạm)	0	0
21	Đường Dây (km)	0	0
22	DT LS (km)	26	26

Số liệu tài sản cố định và cơ sở hạ tầng của từng xã, phường được thu thập và được phân thành 240 khu nhỏ tương ứng với từng cấp cao độ dựa trên sự hỗ trợ của công nghệ viễn thám (sử dụng đất) và công nghệ GIS (cao độ số - bình đồ 1/10.000) [9]

Thiệt hại tối đa và đường cong thiệt hại và độ sâu ngập lụt của các đối tượng thiệt hại được xây dựng và xác định dựa trên cơ sở nghiên cứu đánh giá thiệt hại của các trận lũ của JVC (Ủy ban Châu Âu) nghiên cứu cho toàn cầu, trong đó kết quả nghiên cứu riêng đối với khu vực Châu Á với các quốc gia bao gồm Bangladesh, Campuchia, Đài Loan, Trung Quốc, Indonesia, Thái Lan, Việt Nam, Lào và Nhật Bản. Đề tài đã có những điều chỉnh phù hợp hơn với khu vực nghiên cứu là khu vực đô thị nhỏ miền núi ở Việt Nam.[10]

Bảng 2: Thiệt hại tối đa của các loại hình

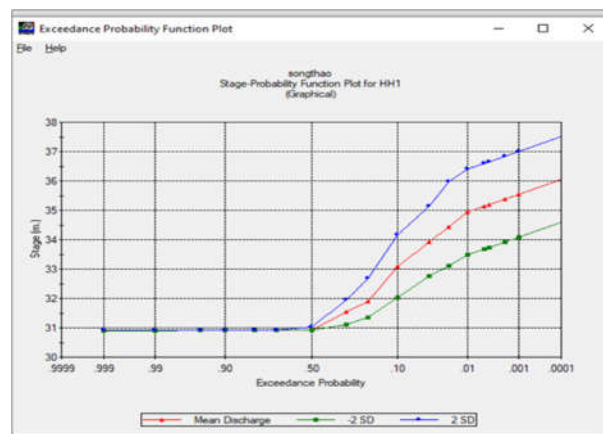
T T	Hạng mục	Đơn vị	Thiệt hại tối đa
			(USD)
1	Trụ sở ủy ban	điểm	189.876
2	Nhà cửa		
	Nhà cấp 4	nhà	10.650
	Nhà cấp 3 trở lên	nhà	21.300
3	Trường học	điểm	303.801
4	Công trình thủy lợi		
	Đê	km	79.326
	Trạm bơm	cái	392.131
	Cống	cái	26.008
	Kênh mương	km	63.940
5	Y tế (trạm xá)	điểm	33.756
6	Điện		
	Trạm BA (250KVA)	trạm	20.253
	Đường dây trung thế	km	13.502
	Đường dây hạ thế	km	9.283
7	Giao thông		
	Quốc lộ	km	1.054.866
	Đường nhựa, đường bê tông	km	485.238
	Đường đô thị	ha	21.097
	Ách tắc giao thông	km	13.000
8	Nông nghiệp		
	Mỗi ha lúa bị ngập	ha	1.937
	Rau bình quân các loại	ha	1.329
	Thủy sản	ha	1.055
9	Khác		
	Khu công nghiệp	điểm	189.876
	Di tích lịch sử	điểm	126.584

3.3. Xác định thiệt hại do lũ, ngập lụt theo tần suất lũ

Xác định thiệt hại theo hai giai đoạn phát triển hiện trạng 2020 và quy hoạch phát triển đến 2050 bằng mô hình HEC-FDA.

3.3.1. Xác định quan hệ mực nước lũ và tần suất xuất hiện

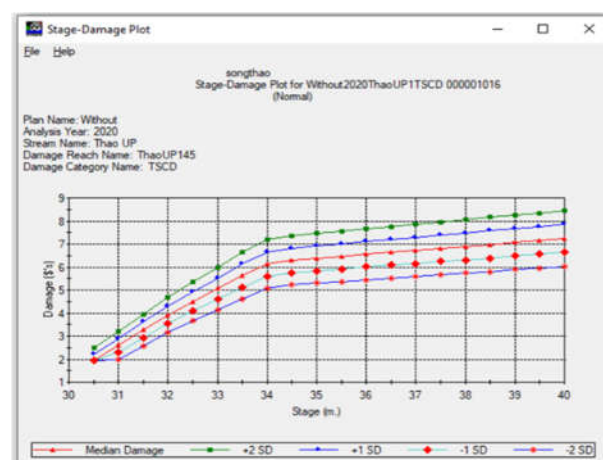
Quan hệ mực nước lũ và tần suất xuất hiện của 240 khu ngập lụt được xây dựng dựa trên mực nước lũ dọc theo sông và vị trí của từng khu vực ngập lụt.



Hình 7: Quan hệ mực nước lũ và tần suất xuất hiện

3.3.2. Xác định quan hệ mực nước lũ và thiệt hại

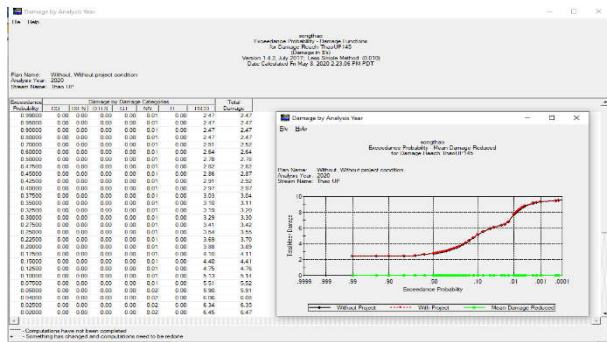
Tùy thuộc vào cao độ đất, số lượng các loại hình thiệt hại, quan hệ giữa thiệt hại và độ ngập sâu của từng loại hình thiệt hại được xây dựng cho 240 khu ngập lụt theo 7 loại hình ngập lụt (TSCD: NC4, NC3, CSCN; NN: Lua, Mau, TS; CQ: TSHC, TH, BV; TL: DE, TB, CONG, KM; GT: QL, DBT, DDT; Dien: TBA, DDAY; DTLS).



Hình 8: Quan hệ mực nước lũ và thiệt hại- loại hình tài sản cố định

3.3.3. Xác định thiệt hại theo các cấp độ rủi ro (theo tần suất lũ)

Mô hình đã tính toán thiệt hại (1000USD) cho 7 loại hình thiệt hại ngập lụt và tổng thiệt hại của từng 240 khu ngập lụt ứng với từng tần suất xuất hiện lũ.



Hình 9: Quan hệ tần suất xuất hiện lũ và thiệt hại khu ngập lụt

Tổng hợp thiệt hại ứng với các cấp độ rủi ro (tần suất lũ) do lũ của từng xã được tổng hợp ở bảng sau:

Bảng 3: Tổng hợp thiệt hại ứng với các cấp độ rủi ro (1000USD)

Tần suất	H Yên Bái (m)	GD 2020	GD 2050
BĐ1	29,8	107	244
BĐ2	30,8	165	459
BĐ3	31,7	890	1.413
Lũ 10%	32,9	3.917	4.768
Lũ 5%	33,5	6.652	7.837
Lũ 2%	34,2	10.280	12.004
Lũ 1%	34,7	11.298	13.200
Lũ 0,5%	34,9	12.787	15.010

Đến năm 2050, thiệt hại tăng lên do dân số tăng, số lượng và giá trị tài sản cố định, tài sản trong đó cũng tăng lên.

3.4. Tính toán thiệt hại do lũ, ngập lụt bình quân hàng năm

Từ quan hệ giữa thiệt hại và tần suất lũ, mô hình đã tính toán thiệt hại ngập lụt bình quân hàng năm cho từng khu ngập lụt, từng xã phường và cả vùng nghiên cứu.

- Thiệt hại bình quân hàng năm giai đoạn 2020 là 1.057×10^3 USD.
- Thiệt hại bình quân hàng năm giai đoạn 2050 là 1.341×10^3 USD.

3.5. Tác động và lợi ích của hệ thống công trình phòng chống lũ

Hiệu ích mang lại của công trình phòng chống lũ được làm rõ qua phân tích kinh tế lũ 2 trường hợp không có và xây dựng đê tả, hữu bảo vệ thành phố Yên Bái.

Đê dự kiến được xây dựng với đê tả từ xã Tuy Lộc đến hết địa phận phường Nguyễn Thái Học dài 10km, cao trình +37m; đê hữu bảo vệ xã Giới Phiên dài 4km, cao trình +37m.

Khi xây dựng đê, mực nước tại trạm Yên Bái có tăng lên nhưng không đáng kể, chỉ từ 0,01 - 0,08 m. Thiệt hại ở thành phố sẽ giảm đi, đặc biệt các xã, phường có xây dựng đê như Tuy Lộc, Nguyễn Phúc, Hồng Hà, Nguyễn Thái Học, Nam Cường, nhưng các xã khác thuộc Trấn Yên sẽ tăng lên do mực nước lũ cao hơn.

- Thiệt hại bình quân hàng năm giai đoạn 2020 là 628×10^3 USD.
- Thiệt hại bình quân hàng năm giai đoạn 2050 là 791×10^3 USD.

Như vậy, việc xây dựng tuyến đê sẽ mang lại hiệu quả $(1341-791)=550 \times 10^3$ USD hàng năm (tương đương 680 tỷ VND- 50 năm). Trên cơ sở hiệu ích mang lại đó (B) cùng với chi phí đầu tư hệ thống đê (C) có thể phân tích hiệu ích kinh tế NPV, B/C, IRR; qua đó nhà đầu tư, các cơ quan quản lý đưa ra quyết định lựa chọn phương án có hay không xây dựng đê.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở hỗ trợ của các mô hình toán hiện đại, hình ảnh viễn thám, nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ ngập lụt, quan hệ giữa thiệt hại và mực nước lũ của từng xã, phường khu vực nghiên cứu.

Thiệt hại trong giai đoạn hiện tại (2020) có thể từ 107 đến 12.787×10^3 USD tùy thuộc vào cấp

độ rủi ro (tần suất xuất hiện lũ hay mực nước lũ trên sông). Thiệt hại trong tương lai giai đoạn 2050 sẽ tăng lên do tài sản của người dân và nhà nước trong khu vực tăng lên khoảng 1,3 lần (quy về giá hiện tại).

Nghiên cứu đã phân tích, tính toán hiệu ích khi xây dựng tuyến đê thông qua tính toán thiệt hại do lũ bình quân hàng năm trong hai trường hợp có đê và không có đê, kết quả cho thấy hiệu quả của việc xây dựng đê có thể mang lại 550x 10³USD hàng năm.

Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa thực tiễn rất cao. Từ bản đồ ngập, độ ngập sâu cũng như thiệt hại theo từng cấp lũ được xác định và tính toán, nhân dân và các cơ quan quản lý nhà nước có

liên quan sẽ có cơ sở khoa học để xây dựng Kế hoạch ứng phó lũ, ngập lụt phù hợp góp phần giảm thiểu và quản lý rủi ro do lũ. Bên cạnh đó, lợi ích mang lại khi xây dựng đê được tính toán cũng là cơ sở để tiến hành đầu tư xây dựng tuyến đê Giới Phiên và các tuyến đê khác trong giai đoạn tới.

Lời cảm ơn: *Nghiên cứu này là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp Quốc gia: Nghiên cứu đánh giá rủi ro lũ, ngập lụt và đề xuất các giải pháp phòng tránh, thích ứng cho các khu vực tập trung đông dân cư, đô thị vùng miền núi Bắc Bộ, mã số KC08.26/16-20.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Viện Quy hoạch Thủy lợi, Quy hoạch phòng chống lũ của tuyến sông có đê gồm Đà, Thao, Lô, tập trung vào các khu vực có nguy cơ ngập lũ cao các tỉnh miền núi phía Bắc, 2018.
- [2] MIKE by DHI (2011), MIKE11 - A modelling system for Rivers and Channels - User Guide.
- [3] MIKE by DHI (2011), MIKE21&MIKE3 FLOW MODEL FM - Hydrodynamic and Transport Module Scientific Documentation
- [4] HEC-FDA User Manual, 2010.
- [5] Đề tài Nghiên cứu triển khai ứng dụng mô hình phân tích thiệt hại do lũ trong các dự án Quy hoạch phòng chống lũ- chủ nhiệm Nguyễn Thị Bích Thủy- 2010.
- [6] Trung Tâm Kiến Trúc Quy hoạch- Sở Xây Dựng tỉnh Yên Bái, Quy hoạch xây dựng vùng tỉnh Yên Bái đến năm 2030, tầm nhìn 2050, 2014.
- [7] Viện Kiến Trúc, Quy hoạch đô thị và nông thôn, Điều chỉnh Quy hoạch thành phố Yên Bái đến năm 2030, 2012.
- [8] Công ty cổ phần tư vấn kiến trúc Xây dựng Yên Bái, Điều chỉnh Quy hoạch chung xây dựng thị trấn Cổ Phúc- huyện Trấn Yên, Yên Bái đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030, 2018.
- [9] Arcgis 10.7 user manual, 2019
- [10] European Commission – JRC TECHNICAL REPORTS- Global flood depth-damage functions- 2017