

ĐÁNH GIÁ RỦI RO LŨ NGẬP TRÊN LƯU VỰC SÔNG BẰNG GIANG DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA MƯA LŨ CỰC ĐOAN

FLOOD RISK ASSESSMENT IN THE BANG GIANG RIVER BASIN UNDER THE IMPACTS OF EXTREME RAINFALL AND CLIMATE CHANGE



TS. Lương Hữu Dũng¹, TS. Lê Đức Thường², ThS. Văn Thị Hằng³, TS. Ngô Thị Thủy⁴

Tóm tắt: Do tác động của biến đổi khí hậu, trong những năm gần đây lưu vực sông Bằng Giang thường xuyên chịu ảnh hưởng của các hiện tượng thời tiết cực đoan, đặc biệt là mưa lớn gây lũ và ngập lụt. Các sự kiện thiên tai có xu thế gia tăng cả về cường độ và tần suất, gây nhiều thiệt hại đối với đời sống dân sinh và phát triển kinh tế – xã hội trong khu vực. Đáng chú ý, trận mưa lũ đặc biệt lớn xảy ra trong năm 2025 đã gây ngập lụt nghiêm trọng trên sông Bằng Giang và nhiều khu vực ven sông. Thực tế này cho thấy xu thế gia tăng các hiện tượng cực đoan dưới tác động của biến đổi khí hậu và đặt ra yêu cầu cấp thiết trong việc đánh giá, quản lý rủi ro lũ và ngập lụt.

Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu trình bày kết quả đánh giá rủi ro do lũ và ngập lụt trên lưu vực sông Bằng Giang nhằm góp phần giảm nhẹ thiệt hại đối với con người và kinh tế – xã hội của cộng đồng dân cư trong khu vực. Rủi ro lũ, ngập lụt được đánh giá trên cơ sở phân tích ba thành phần chính gồm: Hiểm họa (Hazard – H), mức độ phơi bày trước thiên tai (Exposure – E) và tính dễ bị tổn thương (Vulnerability – V). Các thành phần này được lượng hóa thông qua hệ thống 25 chỉ số và tiêu chí đánh giá. Trên

cơ sở các dữ liệu thu thập và phân tích, mức độ rủi ro được phân thành 5 cấp khác nhau theo hành chính xã. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học phục vụ các cấp quản lý trong việc xây dựng kịch bản ứng phó và giảm nhẹ rủi ro lũ, ngập lụt, góp phần nâng cao hiệu quả quản lý thiên tai trong bối cảnh biến đổi khí hậu.

Từ khóa: Lũ, ngập lụt, tính dễ bị tổn thương, rủi ro, lưu vực sông Bằng Giang, đô thị.

Abstract: Due to the impacts of climate change, the Bang Giang River basin has frequently been affected by extreme weather events in recent years, particularly heavy rainfall causing floods and inundation. Natural disaster events tend to increase in both intensity and frequency, causing significant damage to livelihoods and socio-economic development in the region. Notably, an exceptionally large flood event in 2025 caused severe inundation along the Bang Giang River and many riparian areas. This reality demonstrates the increasing trend of extreme weather events under the impacts of climate change and highlights the urgent need for flood and inundation risk assessment and management.

In this paper, the research group presents the results of a flood and inundation risk assessment for the Bang Giang River basin to contribute to mitigating human and socio-economic damage to the local communities. Flood and inundation risks are evaluated based on the analysis of three main components: Hazard (H), Exposure (E) and Vulnerability (V). These components are quantified through a system of 25 assessment indicators and criteria. Based on the collected and analyzed data, risk levels were classified into five categories according to commune-level administrative divisions. The research results provide a scientific basis for management levels to develop flood and inundation response and mitigation scenarios, contributing to enhancing disaster management efficiency in the context of climate change.

Keywords: Flood, inundation, vulnerability, risk, Bang Giang River basin, urban area.

Nhận bài ngày 25/01/2026, chỉnh sửa ngày 26/02/2026, chấp nhận đăng ngày 26/3/2026.

I. MỞ ĐẦU

Ngập lũ do mưa lớn là một trong những loại hình thiên tai thường xuyên

^{1, 3, 4} Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

² Trường Đại học xây dựng Miền trung

Email: ¹dungluonghuu@gmail.com, ³vanhangimhen@gmail.com, ⁴tide4586@gmail.com, ²leducthuong1980@gmail.com

xảy ra tại nhiều lưu vực sông ở Việt Nam, đặc biệt ở các khu vực có địa hình phức tạp và khả năng thoát lũ hạn chế. Lưu vực sông Bằng Giang thuộc tỉnh Cao Bằng có đặc trưng địa hình miền núi với các thung lũng xen kẽ, chảy từ thượng nguồn tập trung nhanh về vùng thấp. Khi xảy ra mưa lớn trên diện rộng, nước từ các sườn núi và phụ lưu nhanh chóng dồn về sông chính, làm mực nước sông dâng cao và gây ngập lụt tại các khu vực ven sông, đặc biệt ở các vùng trũng và khu dân cư trong thung lũng. Trong các năm gần đây, các hiện tượng mưa lớn cực đoan có xu hướng gia tăng, tình trạng lũ và ngập lụt trên lưu vực sông Bằng Giang diễn biến phức tạp hơn, ảnh hưởng đáng kể đến đời sống dân sinh, cơ sở hạ tầng và phát triển kinh tế – xã hội của địa phương.

Do đó, việc đánh giá rủi ro thiên tai do lũ và ngập lụt lưu vực sông Bằng Giang là cần thiết. Rủi ro được xem xét thông qua mức độ phơi bày, tính dễ bị tổn thương và khả năng chống chịu của hệ thống. Kết quả đánh giá giúp nhận diện các khu vực có rủi ro cao, từ đó hỗ trợ đề xuất các giải pháp giảm nhẹ thiệt hại và nâng cao hiệu quả công tác phòng chống thiên tai tại địa phương.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp đánh giá rủi ro do lũ và ngập lụt

Rủi ro thiên tai được nghiên cứu và đánh giá theo nhiều cách tiếp cận khác nhau nhưng tựu chung có thể được chia thành hai hướng chính sau:

- Đánh giá rủi ro trước thiên tai: Rủi ro được xác định trước khi thiên tai xảy ra dựa trên ba thành phần chính gồm hiểm họa, mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương. Trong đó, mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương phản ánh các đặc điểm tự nhiên, kinh tế – xã hội của khu vực, thể hiện mức độ thiệt hại tiềm tàng khi thiên tai xảy ra. Yếu tố hiểm họa được thể hiện thông qua xác suất xuất hiện và cường độ của thiên tai.

- Đánh giá rủi ro sau thiên tai: Rủi ro được đánh giá dựa trên thống kê các thiệt hại thực tế do thiên tai gây ra. Trong đó, yếu tố hiểm họa thường được xem xét thông qua xác suất xảy ra của thiên tai; thiên tai có xác suất xuất hiện cao và gây thiệt hại lớn thì mức độ rủi ro đối với khu vực càng cao.

Hai cách tiếp cận trên được khái quát thông qua hình sau:

$$\text{Rủi ro} = \frac{\text{Xác suất} \times \text{Cường độ}}{\text{Hiểm họa}} \times \text{Độ phơi bày} \times \text{Tính dễ bị tổn thương}$$

$$\text{Rủi ro} = \frac{\text{Xác suất}}{\text{Hiểm họa}} \times \text{Hậu quả}$$

Hình 1. Các phương pháp đánh giá rủi ro [1],[2]

Rủi ro thiên tai do lũ và ngập lụt có thể được tính toán theo nhiều công thức khác nhau như là tích số, trung bình cộng, trung bình nhân của các thành phần rủi ro. Do đặc điểm của rủi ro do lũ và ngập lụt, nếu không có hiểm họa (H=0) thì không có rủi ro (R=0) nên nghiên cứu lựa chọn công thức tính rủi ro theo tích số của 3 thành phần (H-E-V). Bên cạnh đó, do giá trị của các chỉ số H, E và V trong khoảng từ 0 đến 1 nên để thuận tiện trong nghiên cứu, công thức trung bình nhân được sử dụng để tính toán rủi ro.

$$R = \sqrt[3]{H \times E \times V} \quad (1)$$

Theo công thức này, vai trò của các chỉ số cấp 1 đối với rủi ro lũ và ngập lụt là như nhau. Nếu 1 trong 3 chỉ số bằng 0 thì rủi ro thiên tai R=0. Giá trị của rủi ro do lũ và ngập lụt thuộc khoảng từ 0 đến 1.

Bản đồ phân vùng rủi ro thiên tai được xác định là một hàm của hiểm họa ứng với mực nước lũ tại vị trí kiểm soát và mức độ phơi bày, tính dễ bị tổn thương (độ nhạy cảm và khả năng chống chịu). Đây là bản đồ tính để đánh giá rủi ro do lũ gây ra ngập, trong đó hiểm họa ngập sẽ được xác định gồm: độ sâu ngập, diện tích ngập, thời gian ngập. Được thực hiện theo các bước:

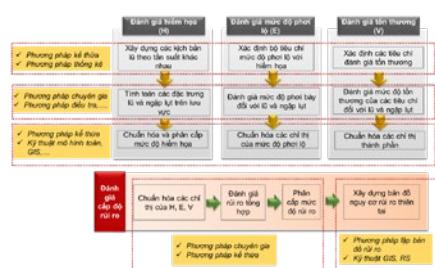
Bước 1: Thu thập số liệu KTTV, số liệu quan trắc, số liệu vận hành hồ chứa; các bản đồ (địa hình, sử dụng đất); tài liệu hiện trạng khai thác sử dụng nước...;

Bước 2: Điều tra điều kiện tự nhiên hiện trạng điều tra xã hội học phục vụ đánh giá rủi ro do lũ ngập vùng nghiên cứu liên quan đến các vấn đề: Sinh kế; Cơ sở hạ tầng; Khả năng ứng phó, thích ứng;

Bước 3: Tính toán lũ, ngập lụt (mức ngập, diện ngập);

Bước 4: Đánh giá mức độ phơi bày và dễ bị tổn thương;

Bước 5: Tính toán rủi ro do lũ gây ra ngập;



Hình 2. Sơ đồ thực hiện đánh giá rủi ro lũ và ngập [1]

Phương pháp tính toán các thành phần rủi ro thiên tai lũ và ngập lụt

Tính toán hiểm họa lũ và ngập lụt

Hiểm họa lũ (H) là sự kết hợp giữa khả năng xảy ra thiên tai (H1) và cường độ thiên tai (H2). Công thức như sau:

$$H = H_1 \times H_2 \quad (2)$$

Bảng 1. Các tiêu chí thể hiện hiểm họa lũ và ngập lụt [1]

Tiêu chí H	Nội dung	Đơn vị
Khả năng xảy ra (H1)	Khả năng xuất hiện lũ	%
Cường độ (H2)	Độ sâu ngập lớn nhất (H ₂₁)	m
	Thời gian ngập (H ₂₂)	Giờ

Thành phần khả năng xảy ra lũ (H1) được xác định trong 2 trường hợp:

Đối với bài toán phân vùng theo các kịch bản/sự kiện lũ/phương án thì xác suất xuất hiện lũ được xác định bằng 1.0.

✓ Đối với cảnh báo, xác suất xuất hiện lũ chính là độ tin cậy của dự báo lũ.

✓ Các bước tính toán hiểm họa lũ và ngập lụt như sau:

- Bước 1: Xác định khả năng xảy ra của hiểm họa (H1).

- Bước 2: Tính toán mô phỏng mô hình ngập lụt 1-2 chiều.

- Bước 3: Trích xuất các kết quả ngập lụt.

- Bước 4: Chuẩn hóa các tiêu chí (với đơn vị khác nhau) về thành giá trị không thứ nguyên theo phương pháp chuẩn hóa Max-Min, tại công thức (4).

Sau khi chuẩn hóa thu được các giá trị H₂₁, H₂₂ không thứ nguyên trong khoảng từ (0-1).

- Bước 5: Tính toán các tiêu chí thành phần H2 theo công thức:

$$H_2 = \frac{H_{21} + H_{22}}{2} \quad (3)$$

Kết quả thu được giá trị H2 trong khoảng (0-1).

- Bước 6: Tính toán tiêu chí hiểm họa tổng hợp theo công thức (3).

Phân cấp hiểm họa được xác định theo khoảng cân bằng để đánh giá mức độ ảnh

hường của lũ và ngập lụt đến lưu vực sông. Theo đó, bảng phân cấp thành phần hiểm họa và rủi ro lũ, ngập được thực hiện như Bảng 2.

Bảng 2. Phân cấp hiểm họa lũ và ngập lụt

Cấp độ	Mức độ	Giá trị
1	Rất thấp	<0,2
2	Thấp	0,2-0,4
3	Trung bình	0,4-0,6
4	Cao	0,6-0,8
5	Rất cao	>0,8

Tính toán phơi bày và tính dễ bị tổn thương do lũ và ngập lụt

Mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương do lũ và ngập lụt được tính toán, xác định thông qua các bước sau:

- Xác định các tiêu chí thể hiện mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương.
- Thu thập, tổng hợp số liệu phục vụ tính toán.
- Tính toán, chuẩn hóa các tiêu chí.
- Tính toán, xác định trọng số của từng chỉ thị trong tiêu chí chính.
- Tính toán xác định tiêu chí chính, yếu tố chính của mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương.
- Phân cấp mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương.

a. Xác định các tiêu chí/chỉ số thể hiện mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương do lũ và ngập lụt

Các tiêu chí của phơi bày và tính dễ bị tổn thương sẽ được tính toán từ một hay nhiều chỉ số phụ. Để định lượng các chỉ số, cần thu thập số liệu của từng chỉ số tương ứng. Các chỉ số cần được lựa chọn để đưa ra bộ chỉ số phù hợp, phản ánh đúng mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương đối với lũ và ngập lụt.

Việc lựa chọn bộ chỉ số được thực hiện thông qua các vòng tham vấn chuyên gia. Các chuyên gia tham gia trả lời bảng câu hỏi trong hai hoặc nhiều vòng, sau mỗi vòng người điều phối sẽ tổng hợp các ý kiến và lý do lựa chọn của các chuyên gia để làm cơ sở cho vòng tiếp theo. Quy trình lựa chọn bộ tiêu chí đánh giá rủi ro thiên tai được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1: Tổng quan các nghiên cứu trong và ngoài nước, từ đó đề xuất bộ tiêu chí đánh giá mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương do lũ, ngập lụt.

Bước 2: Khảo sát khu vực nghiên cứu nhằm xác định hiện trạng thiên tai, đặc điểm kinh tế – xã hội và đặc trưng lũ, ngập lụt.

Bước 3: Phân tích, tổng hợp và điều chỉnh bộ tiêu chí phù hợp với đặc điểm thiên tai và KT-XH của lưu vực sông.

Bước 4: Thu thập, tổng hợp và rà soát số liệu phục vụ tính toán các tiêu chí.

Bước 5: Lựa chọn bộ tiêu chí cuối cùng thể hiện mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương đối với lũ và ngập lụt dựa trên điều kiện dữ liệu.

Kết quả xác định các tiêu chí thể hiện mức độ phơi bày và TDBTT đối với lũ và ngập lụt được trình bày ở Bảng 3.

Bảng 3. Tiêu chí, chỉ thị đánh giá mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương do lũ và ngập lụt[1]

Thành phần TDBTT	Tiêu chí	Chỉ thị	Đơn vị
Phơi bày trước lũ và ngập lụt	Con người	Dân số	Người
	Thương mại	Số doanh nghiệp, cơ sở kinh tế đang hoạt động trên địa bàn	-
	Nông nghiệp	Diện tích đất nông nghiệp	Ha
		Số lượng gia súc (Trâu+bò+lợn)	Con
		Số lượng gia cầm	Nghìn Con
		Số lượng tàu, thuyền có động cơ khai thác thủy sản biển	Cái
		Diện tích đất nuôi trồng thủy sản	Ha
		Diện tích rừng	Ha
	Cơ sở hạ tầng	Đường giao thông gồm quốc lộ, tỉnh lộ, huyện lộ	km
		Số lượng công trình trọng điểm (trụ sở, trường học, trạm y tế)	-
		Diện tích đất ở	Ha
Độ nhạy cảm (S)	Con người	Tỷ lệ người già, trẻ em	%
	Xã hội	Tỷ lệ người khuyết tật	%
		Tỷ lệ thất nghiệp của dân số từ 15 tuổi	%
		Tỷ lệ hộ nghèo (tiếp cận đa chiều)	%
Năng lực ứng phó (AC)	Dân trí	Tỷ lệ học sinh tốt nghiệp/tổng dân số	%
	Y tế	Số giường bệnh/10000 dân	giường/người dân
		Số cán bộ ngành Y, Dược/10.000 người dân	người/10.000 dân
		Tỷ lệ người dân tham gia BHYT	%
	Cơ sở hạ tầng	Tỷ lệ nhà kiên cố/bán kiên cố	%
	Thông tin, truyền thông	Tỷ lệ người sử dụng điện thoại/internet	%
	Kinh tế	Thu nhập bình quân đầu người	tr.đ
	Môi trường	Tỷ lệ hộ sử dụng hố xí hợp vệ sinh	%
		Tỷ lệ hộ sử dụng nước sạch	%

b. Chuẩn hóa các tiêu chí mức độ phơi bày và dễ bị tổn thương

Chuẩn hóa số liệu nhằm chuyển các chỉ số có giá trị và đơn vị khác nhau về dạng không thứ nguyên để có thể so sánh với nhau. Trong nghiên cứu này, các chỉ số được chuẩn hóa trong khoảng từ 0 đến 1 nhằm đảm bảo tính thống nhất với một số nghiên cứu đã thực hiện tại Việt Nam.

Kết quả phân tích cho thấy hầu hết các chỉ số của các thành phần hiểm họa, phơi bày và độ nhạy cảm (S) có quan hệ đồng biến với rủi ro, tức làm gia tăng rủi ro tại khu vực nghiên cứu; trong khi chỉ số khả năng thích ứng (AC) – một thành phần của tính

dễ bị tổn thương – có quan hệ nghịch biến với rủi ro, góp phần làm giảm mức độ rủi ro của khu vực.

Đối với các tiêu chí có mối tương quan đồng biến với rủi ro, công thức chuẩn hóa như sau:

y = (x - X_min) / (X_max - X_min) (4)

Đối với các tiêu chí có mối tương quan là nghịch biến với các thành phần TDBTT, công thức chuẩn hóa như sau:

y = (X_max - x) / (X_max - X_min) (5)

c. Xác định trọng số của các yếu tố thành phần đánh giá mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương

Các yếu tố thành phần có vai trò khác nhau đóng góp vào mức độ rủi ro của khu vực đối với lũ và ngập lụt. Mặt khác, mức độ tổn thương lũ, ngập lụt tại các khu vực không đồng nhất với nhau. Do đó, để làm nổi bật sự phân hóa không gian của các chỉ số cũng như kết quả mức độ dễ bị tổn thương, báo cáo đã lựa chọn phương pháp tính trọng số bất cân bằng của Iyengar và Sudarshan (1983)[4] bằng phương pháp toán học trong đó đánh giá trọng số của từng chỉ số dựa trên độ lệch chuẩn của từng chỉ số.

Các yếu tố thành phần có mức độ đóng góp khác nhau vào rủi ro lũ và ngập lụt, đồng thời mức độ tổn thương cũng không đồng nhất giữa các khu vực. Vì vậy, để phản ánh sự phân hóa không gian của các chỉ số và mức độ tổn thương, nghiên cứu áp dụng phương pháp tính trọng số bất cân bằng của Iyengar và Sudarshan (1983), trong đó trọng số của từng chỉ số được xác định dựa trên độ lệch chuẩn của chúng.

Trọng số của từng chỉ số thành phần được xác định bởi công thức:

w_j = C / sqrt(Var(x_j)) (6)

Trong đó:

- W_j: Trọng số của chỉ thị thành phần con thứ j;
- Var(x_j) là phương sai của chỉ số phụ thứ j được xác định bởi công thức:

Var_xj = Σ (x_ij - x̄_j)² / (n - 1) (7)

- C: được xác định bởi công thức sau:

C = [Σ 1 / sqrt(Var(x_j))]⁻¹ (8)

Trong đó:

- *n*: số giá trị của chỉ số phụ thứ *j* tham gia vào đánh giá, ở đây chính là số đơn vị hành chính của chỉ số phụ *j*;

- *m*: số các yếu tố thành phần đóng góp vào chỉ số rủi ro/chỉ số dễ bị tổn thương.

d. Phân cấp mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương

Đối với các thành phần E và V, cấp độ được phân cấp dựa theo phân phối phân vị. Để đánh giá rủi ro của khu vực đối với thiên tai, giá trị tính toán của rủi ro sau khi tính toán từ thành phần (hiểm họa, phơi bày, tính dễ bị tổn thương) sẽ được chuẩn hóa về khoảng 0-1. Trong số các xã, phường các đơn vị hành chính có giá trị E và V xếp ở phân vị thứ 81th trở lên sẽ được xếp ở mức rất cao, giá trị E và V từ phân vị thứ 60th đến 80th được xếp ở mức cao, tương tự cho các mức trung bình, thấp và rất thấp. Theo cách phân cấp này, mức độ phơi bày và TDBTT của từng đơn vị hành chính sẽ được so sánh một cách tương đối trong toàn khu vực.

Bảng 4. Phân cấp mức độ phơi bày và TDBTT

Cấp độ	Mức độ	Phân vị	Giá trị mức độ phơi bày	Giá trị TDBTT
1	Rất thấp	<20 th	0-0,078	0-0,653
2	Thấp	20 th – 39 th	0,078-0,09	0,653-0,655
3	Trung bình	40 th – 59 th	0,09-0,095	0,655-0,665
4	Cao	60 th – 80 th	0,095-0,11	0,665-0,682
5	Rất cao	>80 th	>0,11	>0,682

2.3. Tính toán rủi ro do lũ và ngập lụt

Trên cơ sở các thành phần hiểm họa, phơi bày và tính dễ bị tổn thương được tổ hợp để tính toán thành phần rủi ro lũ ngập lụt. Rủi ro lũ ngập lụt sử dụng phương pháp phân cấp theo khoảng cân bằng để đánh giá, phân cấp mức độ rủi ro. Bảng phân cấp thành phần rủi ro lũ ngập được thực hiện ở Bảng 5.

Bảng 5. Phân cấp rủi ro lũ và ngập lụt

Cấp độ	Mức độ	
1	Rất thấp	
2	Thấp	
3	Trung bình	
4	Cao	
5	Rất cao	

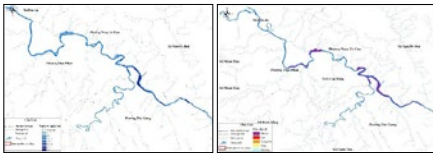
III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả đánh giá hiểm họa

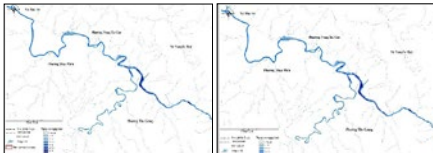
Sử dụng kết quả mô phỏng lũ và ngập lụt 1 và 2 chiều, tiến hành tính toán, đánh giá hiểm họa lũ cho các đơn vị hành chính cấp xã của lưu vực sông Bằng Giang. Rủi ro lũ do ngập lụt lưu vực sông Bằng Giang được tính

toán cho các kịch bản lũ gồm: Trận lũ năm 2008 – mực nước tại trạm Bằng Giang đạt 182m, trận lũ ứng với cấp BĐII (181,5m) và BĐIII (182,5m) tại trạm Bằng Giang. Kết quả tính toán mức độ ngập lụt và hiểm họa lũ và ngập gây nên trên lưu vực sông Bằng Giang được trình bày từ Hình 3 đến Hình 5.

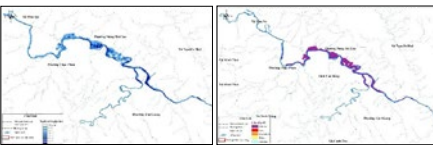
Kết quả tính toán cho thấy, khi mực nước tại trạm Bằng Giang đạt BĐII, các khu vực ven sông có có địa hình trũng đã chịu tác động của ngập lụt. Trong đó, mức độ ngập lụt tăng lên đáng kể khi mực nước tại Bằng Giang đạt BĐIII. Hiểm họa lũ, ngập ở mức độ cao tập trung tại 03 phường gồm: Nùng Trí Cao, Tân Giang và Thực Phán, do nằm dọc sông chảy qua khu vực trung tâm và có địa hình thấp ven sông. Kết quả này cho thấy các khu vực ven sông thuộc ba phường trên là những vùng có mức hiểm họa lũ cao, cần được ưu tiên trong công tác quản lý và giảm nhẹ rủi ro lũ, ngập lụt.



Hình 3. Bản đồ ngập lụt, phân vùng hiểm họa lưu vực sông Bằng Giang trận lũ năm 2008



Hình 4. Bản đồ ngập lụt, phân vùng hiểm họa lưu vực sông Bằng Giang khi mực nước tại Bằng Giang đạt BĐII



Hình 5. Bản đồ ngập lụt, phân vùng hiểm họa lưu vực sông Bằng Giang khi mực nước tại Bằng Giang đạt BĐIII

3.2 Kết quả đánh giá mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương

3.2.1. Trọng số mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương

a. Trọng số của thành phần mức độ phơi bày

Tiêu chí	Chỉ thị	Trọng số chỉ thị	Trọng số tiêu chí
Con người	Dân số	1,000	0.209
Thương mại	Số doanh nghiệp, cơ sở kinh tế đang hoạt động trên địa bàn	1,000	0.158

Tiêu chí	Chỉ thị	Trọng số chỉ thị	Trọng số tiêu chí
Nông nghiệp	Diện tích đất nông nghiệp	0,14	0.150
	Số lượng gia súc (Trâu+bò+lợn)	0,68	
	Số lượng gia cầm	0,18	
	Diện tích đất nuôi trồng thủy sản	0,354	
Thủy sản	Diện tích đất nuôi trồng thủy sản	1,0	0.194
Lâm nghiệp	Diện tích rừng	1,000	0.138
Cơ sở hạ tầng	Đường giao thông gồm quốc lộ, tỉnh lộ, huyện lộ	0,43	0.197
	Số lượng công trình trọng điểm (trụ sở, trường học, trạm y tế)	0,32	
	Diện tích đất ở	0,25	

b. Trọng số của các thành phần tính dễ bị tổn thương

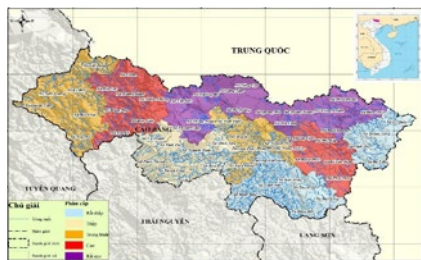
Kết quả tính toán trọng số của các tiêu chí chính thể hiện tính dễ bị tổn thương trước lũ và ngập lụt được trình bày ở Bảng 7.

Bảng 7. Trọng số các chỉ thị phụ thể hiện tiêu chí của TDBTT trước lũ và ngập lụt

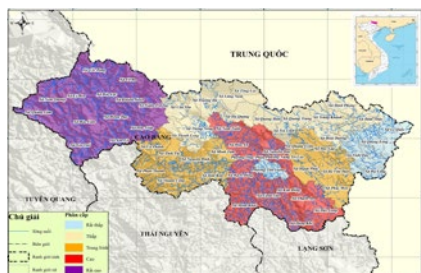
Thành phần TDBTT	Tiêu chí	Chỉ thị	Trọng số của chỉ thị	Trọng số các tiêu chí
Độ nhạy cảm (S)	Con người	Tỷ lệ người già, trẻ em	0,522	0.459
		Tỷ lệ người khuyết tật	0,478	
	Xã hội	Tỷ lệ thất nghiệp của dân số từ 15 tuổi	0,572	0.541
		Tỷ lệ hộ nghèo (tiếp cận đa chiều)	0,428	
Năng lực ứng phó (AC)	Dân trí	Tỷ lệ học sinh tốt nghiệp/tổng dân số	1,000	0.186
		Số giường bệnh/10.000 dân	0,544	0.331
	Y tế	Số cán bộ ngành Y, Dược/10.000 người	0,286	
		Tỷ lệ người dân tham gia BHYT	0,17	
	Cơ sở hạ tầng	Tỷ lệ nhà kiên cố/bán kiên cố	1,000	0.138
	Thông tin, truyền thông	Tỷ lệ người sử dụng điện thoại/ internet	1,000	0.127
	Kinh tế	Thu nhập bình quân đầu người	1,000	0.111
	Môi trường	Tỷ lệ hộ sử dụng hố xí hợp vệ sinh	0,508	0.107
		Tỷ lệ hộ sử dụng nước sạch	0,492	

3.2.2. Mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương do lũ và ngập lụt

Kết quả tính mức độ phơi bày và tính dễ bị tổn thương của lưu vực sông Bằng Giang được trình bày từ Hình 6 và Hình 7. Các xã có mức phơi bày rất cao tập trung chủ yếu tại khu vực trung tâm và dọc theo trục sông Bằng Giang (Hòa Chung, Sông Hiến, Để Thám và Ngọc Xuân). Đây là các khu vực có mật độ dân cư và hoạt động tương ứng chịu tác động trực tiếp khi xảy ra lũ và ngập lụt lớn hơn so với các khu vực khác trong lưu vực. Các xã có tính dễ bị tổn thương rất cao gồm (Hưng Đạo, Vĩnh Quang và Chu Trinh), chủ yếu phân bố tại các khu vực ven sông và vùng trũng của lưu vực. Những khu vực này có điều kiện hạ tầng và khả năng chống chịu với thiên tai còn hạn chế, do đó dễ chịu tác động mạnh khi xảy ra lũ và ngập lụt.



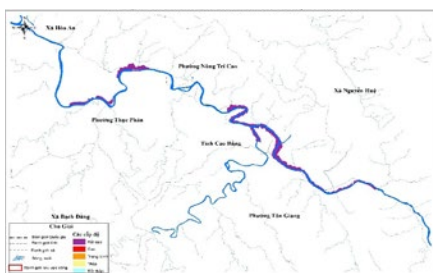
Hình 6. Bản đồ phân vùng mức độ phơi bày lưu vực sông Bằng Giang



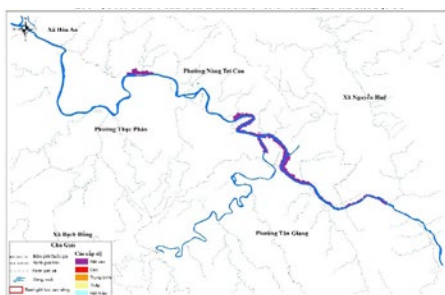
Hình 7. Bản đồ phân vùng TDBTT lưu vực sông Bằng Giang

3.3. Kết quả phân vùng rủi ro

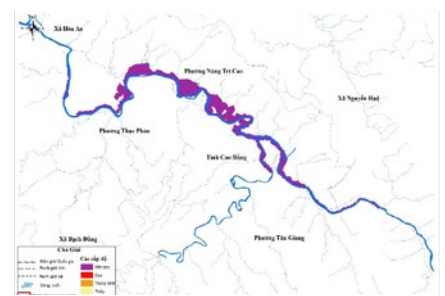
Kết quả tính rủi ro lũ, ngập lưu vực sông Bằng Giang cho các kịch bản lũ được thể hiện từ Hình 8 đến Hình 10. Có thể nhận thấy rủi ro ngập lụt tập trung chủ yếu dọc theo trục sông Bằng Giang trong khu vực đô thị Cao Bằng. Các khu vực chịu tác động chính gồm phường Nùng Trí Cao, Tân Giang và Thực Phán, nơi có địa hình thấp ven sông và tập trung nhiều hoạt động kinh tế – xã hội.



Hình 8. Bản đồ phân vùng rủi ro lũ lưu vực sông Bằng Giang năm 2008



Hình 9. Bản đồ phân vùng rủi ro lũ lưu vực sông Bằng Giang năm khi mực nước tại Bằng Giang đạt BĐII



Hình 10. Bản đồ phân vùng rủi ro lũ lưu vực sông Bằng Giang năm khi mực nước tại Cao Bằng đạt BĐIII

Khi mực nước tăng từ BĐII lên BĐIII, phạm vi và mức độ rủi ro có xu hướng gia tăng rõ rệt, với vùng rủi ro cao mở rộng dọc theo hành lang sông và lan rộng vào các khu vực ven bờ. Trong khi đó, ở kịch bản trận lũ năm 2008, phạm vi rủi ro chủ yếu phân bố cục bộ dọc theo lòng dẫn chính.

IV. KẾT LUẬN

Rủi ro do lũ ngập lưu vực sông Bằng Giang được đánh giá thông qua thành phần hiểm họa, mức độ phơi bày, nhạy cảm và khả năng ứng phó với 25 chỉ số phụ. Rủi ro do lũ được đánh giá với các kịch bản năm lũ điển hình 2008 và kịch bản mực nước đạt BĐII và BĐIII tại trạm thủy văn Bằng Giang.

Kết quả tính toán cho thấy khu vực có nguy cơ ngập lụt cao trên lưu vực sông Bằng

Giang chủ yếu tập trung dọc theo hành lang sông trong phạm vi thành phố Cao Bằng, đặc biệt tại các phường Nùng Trí Cao, Tân Giang và Thực Phán. So với trận lũ năm 2008, trong kịch bản mực nước đạt báo động III, phạm vi rủi ro có xu hướng mở rộng và gia tăng về mức độ, hình thành dải rủi ro liên tục dọc theo trục sông chính. Các khu vực này đồng thời nằm trong vùng có mức phơi bày và tổn thương từ trung bình đến cao, do tập trung nhiều dân cư và hoạt động kinh tế – xã hội ven sông. Sự kết hợp giữa hiểm họa lũ, mức phơi bày và tính dễ bị tổn thương đã làm gia tăng đáng kể rủi ro ngập lụt tại khu vực trung tâm lưu vực sông Bằng Giang.

Đóng góp của từng tác giả trong bài báo: Xây dựng ý tưởng, phương pháp thực hiện: Lương Hữu Dũng; Xử lý số liệu: Lê Đức Thường, Văn Thị Hằng, Ngô Thị Thủy; Mô phỏng mô hình: Văn Thị Hằng, Ngô Thị Thủy.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của mình, chưa từng công bố trước đó, không sao chép, đạo văn; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Nguyễn Thành (BT)

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Báo cáo tổng kết dự án: Phân vùng rủi ro thiên tai và lập bản đồ cảnh báo lũ, ngập lụt, Hà Nội, 2023.
- [2]. IPCC, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2014.
- [3]. Cục Thống kê tỉnh Cao Bằng, *Niên giám thống kê tỉnh Cao Bằng năm 2024*. Cao Bằng, 2024.
- [4]. N. Iyengar and P. Sudarshan, "A method of classifying regions from multivariate data," *Economic and Political Weekly*, vol. 17, no. 51, pp. 2047–2052, 1982.

