

MÔ HÌNH LÃNH THỔ THÔNG MINH “SỐNG CÙNG NƯỚC” CHO HỆ THỐNG ĐÔ THỊ MIỀN NÚI TỈNH CAO BẰNG THÍCH ỨNG KHÍ HẬU CỰC ĐOAN

A SMART TERRITORIAL MODEL OF “LIVING WITH WATER” FOR THE MOUNTAINOUS URBAN
SYSTEM OF CAO BẰNG PROVINCE IN ADAPTATION TO EXTREME CLIMATE CONDITIONS

PGS.TS.KTS. Nguyễn Vũ Phương¹

Tóm tắt: Trong bối cảnh biến đổi khí hậu gia tăng, kiểm soát ngập lụt đô thị miền núi không thể chỉ dựa vào các giải pháp cục bộ hay phương thức quản lý truyền thống, mà cần một cách tiếp cận ở quy mô lãnh thổ và lưu vực sông, xem hệ thống đô thị Cao Bằng như một chỉnh thể gắn với các lưu vực sông Bằng, Hiến, Gâm và sông Quây Sơn [18].

Bài tham luận này đề xuất mô hình quản trị 4 tầng tích hợp: **Không gian - Quy hoạch, Hạ tầng - Kỹ thuật, Dữ liệu - Công nghệ, và Thể chế - Quản trị**, nhằm định hướng phát triển lãnh thổ thông minh theo tinh thần “sống cùng nước”, với lộ trình chuyển từ ứng phó bị động sang thích ứng chủ động trong quản lý rủi ro thiên tai [14], [15].

Từ khóa: Biến đổi khí hậu, đô thị miền núi, ngập úng, lãnh thổ thông minh, quản trị tích hợp và theo LVS, Cao Bằng.

Abstract: In the context of intensifying climate change, mountainous urban flood control cannot depend exclusively on ad-hoc measures or traditional management practices. Rather, it requires an approach at the territorial and river basin scales, treating the Cao Bang urban system as a unified whole interconnected with the Bang, Hien, Gam, and Quay Son river basins.

This article proposes an integrated four-tier governance framework comprising: (1) Spatial Planning, (2) Infrastructure and Engineering, (3) Data and Technology, and (4) Institutional Governance. The framework supports the development of a “smart territory” grounded in the principle of “living with water” and provides a transition pathway from reactive response toward proactive, risk-informed adaptation.

Keywords: Climate change, mountainous urban systems, urban flooding, smart territory, integrated governance, Cao Bang.

Nhận bài ngày 21/01/2026, chỉnh sửa ngày 16/02/2026, chấp nhận đăng ngày 25/3/2026.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tại Việt Nam, các tỉnh miền núi phía Bắc là khu vực chịu tác động rõ rệt của biến đổi khí hậu và các hiện tượng khí tượng thủy văn cực đoan. Tỉnh Cao Bằng là một trường hợp điển hình do nằm trong lưu vực sông Bằng Giang - Kỳ Cùng, có địa hình Karst - đá vôi bị chia cắt mạnh, mạng lưới sông suối dày đặc và hệ thống đô thị phát triển chủ yếu dọc theo các thung lũng sông như Bằng Giang, Hiến, Gâm và

Quây Sơn [8]. Không gian đô thị bị giới hạn bởi địa hình núi dốc, trong khi khu dân cư và các hoạt động kinh tế thường bám theo hành lang sông suối, làm gia tăng mức độ dễ tổn thương trước các hiện tượng lũ nhanh và ngập đột ngột khi xảy ra mưa lớn [8], [10], [19].



Hình 1. Lưu vực sông Bằng - Kỳ Cùng trong hệ thống 9 lưu vực sông tại Việt Nam

Nhiều nghiên cứu và khung chính sách quốc tế cho thấy cần chuyển từ tư duy “kiểm soát nước” sang “sống cùng nước”, tức tổ chức không gian phát triển theo logic của nước, chấp nhận ngập có kiểm soát như một thành phần của hệ thống thích ứng, đồng thời tăng cường quản trị theo lưu vực sông. Cách tiếp cận này nhấn mạnh sự tích hợp giữa quy hoạch không gian, hạ tầng, dữ liệu và thể chế để nâng cao khả năng chống chịu của hệ thống đô thị [16], [17], [18].

Tuy nhiên, các nghiên cứu về mô hình quản trị lãnh thổ tích hợp cho đô thị miền núi vẫn còn hạn chế. Nghiên cứu tập trung phân tích đặc điểm rủi ro ngập lụt của hệ thống đô thị tỉnh Cao Bằng và đề xuất mô hình quản trị lãnh thổ thông minh “sống cùng nước” nhằm nâng cao khả năng thích ứng của đô thị miền núi trước tác động của biến đổi khí hậu. Bài viết đóng góp ba điểm chính:

(1) Phân tích đặc trưng rủi ro lũ – ngập của hệ thống đô thị miền núi Cao Bằng theo tiếp cận lưu vực;

(2) Đề xuất khung quản trị lãnh thổ tích hợp bốn tầng gồm không gian – quy hoạch, hạ tầng – kỹ thuật, dữ liệu – công nghệ và thể chế – quản trị;

¹ Phó Giám đốc Học viện Chiến lược, bồi dưỡng cán bộ xây dựng - Bộ Xây dựng
Email: phuongnv14271@gmail.com

(3) Xây dựng định hướng và lộ trình triển khai mô hình thích ứng với khí hậu cực đoan cho đô thị miền núi trong điều kiện cụ thể của tỉnh Cao Bằng.

II. VẬT LIỆU NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo cách tiếp cận liên ngành, kết hợp phân tích điều kiện tự nhiên, đánh giá rủi ro và tổng hợp chính sách nhằm xây dựng mô hình quản trị lãnh thổ thích ứng với nước cho hệ thống đô thị tỉnh Cao Bằng. Cụ thể, nghiên cứu sử dụng:

(i) Phân tích điều kiện tự nhiên và lưu vực sông để làm rõ đặc điểm địa hình, thủy văn, mạng lưới sông suối và cơ chế hình thành rủi ro lũ, ngập lụt;

(ii) Phân tích SWOT để đánh giá các điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức của hệ thống đô thị Cao Bằng trong thích ứng với biến đổi khí hậu;

(iii) So sánh kinh nghiệm quốc tế thông qua các mô hình như “Room for the River”, SuDS và “Sponge City” nhằm rút ra bài học phù hợp cho đô thị miền núi; và

(iv) Tổng hợp, phân tích chính sách để đánh giá khung pháp lý liên quan đến quy hoạch, tài nguyên nước, phòng chống thiên tai và phát triển đô thị ở Việt Nam.

Tên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất khung quản trị lãnh thổ tích hợp 4 tầng gồm không gian – quy hoạch, hạ tầng – kỹ thuật, dữ liệu – công nghệ và thể chế – quản trị, hướng tới nâng cao khả năng chống chịu của đô thị miền núi trước các hiện tượng khí hậu cực đoan.

2.2. Đánh giá rủi ro lũ và ngập đô thị cao bằng trong bối cảnh biến đổi khí hậu cực đoan

2.2.1. Điều kiện tự nhiên và đặc điểm thủy văn của lưu vực

Cao Bằng, có địa hình Karst bị chia cắt mạnh, độ dốc lớn và các thung lũng hẹp xen kẽ giữa các dãy núi. Đặc điểm này tạo nên mạng lưới sông suối dày đặc, phụ lưu ngắn và khả năng tập trung dòng chảy nhanh khi xảy ra mưa lớn [11], [19].

Khí hậu của tỉnh mang tính nhiệt đới gió mùa, với mùa mưa từ tháng 4 đến tháng 10 và lượng mưa trung bình năm khoảng 1.200–1.600mm [11]. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, xu hướng gia tăng các trận mưa cường độ lớn trong thời gian ngắn làm gia tăng nguy cơ lũ quét, sạt lở đất và ngập lụt tại khu vực miền núi [19]. Thực tế, hoàn lưu bão Yagi năm 2024 đã gây mưa lớn diện rộng tại nhiều địa phương miền Bắc, trong đó có Cao Bằng; riêng khu vực Tỉnh Túc ghi nhận lượng mưa lên tới 531,2 mm, gây ra trận lũ nghiêm trọng.



Hình 2. Điểm ngập sâu cầu Hòa Chung - phường Thực Phán > 3m (10/2025)

Hình 3. Vị trí Cầu Ngâm chặn dòng - đã bị phá dỡ sau cơn lốc lịch sử tháng 10/2025

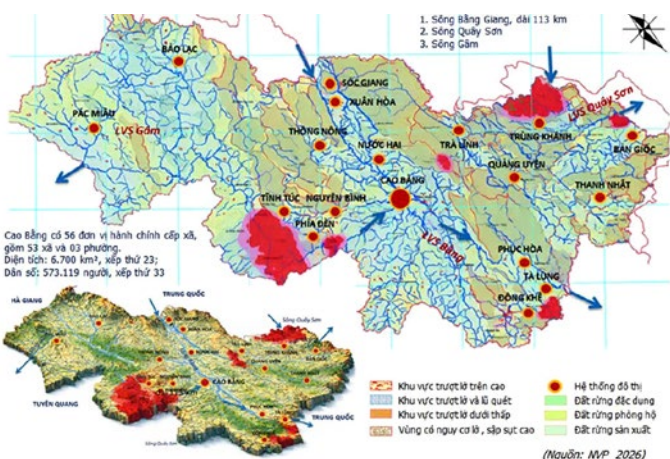
Khảo sát sau cơn lốc lịch sử tháng 10/2025 cho thấy, quá trình đô thị hóa nhanh cùng việc kè cứng và thu hẹp lòng sông Bằng tại khu vực phường Thực Phán đã làm giảm đáng kể các bãi trữ nước tự nhiên ven sông. Khi mưa lớn xảy ra, mực nước sông dâng nhanh, gây ngập sâu tại nhiều khu dân cư hơn 3m và ảnh hưởng đáng kể đến hoạt động kinh tế - xã hội.

Do địa hình dốc và khả năng tích trữ nước tự nhiên hạn chế, nước từ thượng nguồn thường tập trung nhanh về các thung lũng, nơi tập trung các đô thị và khu dân cư, làm gia tăng nguy cơ ngập nhanh, lũ bùn và bồi lấp lòng dẫn [8], [19]. Rủi ro lũ – lụt tại Cao Bằng không chỉ xuất phát từ lượng mưa lớn mà còn gắn với đặc điểm tập trung dòng chảy nhanh trong không gian địa hình hẹp của các đô thị thung lũng.

2.2.2. Cấu trúc hệ thống đô thị theo lưu vực và mức độ dễ tổn thương

Hệ thống đô thị Cao Bằng phân bố chủ yếu dọc theo các thung lũng sông và các hành lang giao thông chính. Theo Chương trình phát triển đô thị tỉnh, toàn tỉnh có khoảng 17 đô thị, trong đó phần lớn nằm trong các lưu vực sông Bằng Giang, Gâm và Quây Sơn [8], [10]. Các đô thị như Cao Bằng, Nước Hai, Đồng Khê, Quảng Uyên, Trùng Khánh và Bảo Lạc đều phát triển gần với các thung lũng ven sông.

Cấu trúc này vừa tạo thuận lợi cho kết nối và phát triển kinh tế, vừa làm gia tăng mức độ dễ tổn thương trước lũ và ngập úng. Nguy cơ này xuất phát từ không gian đô thị bị giới hạn bởi địa hình núi dốc, khu dân cư bám theo hành lang sông suối, hệ thống thoát nước quy mô nhỏ và quá trình bê tông hóa làm giảm khả năng thấm nước tự nhiên [8], [19]. Vì vậy, rủi ro ngập lụt tại các đô thị Cao Bằng mang tính liên lưu vực và liên không gian, cần được xem xét ở quy mô toàn hệ thống lưu vực thay vì từng đô thị riêng lẻ [18], [19].



Hình 4. Bản đồ điều kiện tự nhiên tỉnh Cao Bằng và các khu vực đô thị, rủi ro thiên tai

2.2.3. Hạn chế trong quản lý nước đô thị và thách thức thích ứng khí hậu

Mặc dù rủi ro ngập lụt tại Cao Bằng mang tính hệ thống theo lưu vực, mô hình quản lý nước đô thị hiện nay vẫn chủ yếu dựa trên các giải pháp công trình cục bộ và quản lý theo địa giới hành chính. Điều này dẫn đến một số hạn chế trong tổ chức không gian và vận hành hệ thống thoát nước đô thị:

(i) **Khoảng trống tích hợp không gian:** Quy hoạch và sử dụng đất chưa được thiết kế dựa trên phân tích rủi ro theo lưu vực, dẫn đến thiếu kiểm soát thượng - trung - hạ lưu [18].

(ii) **Khoảng trống điều tiết thủy văn:** Hệ thống thoát nước thiên về “thoát nhanh”, thiếu các cấu trúc trữ - phân tán - làm chậm dòng chảy phù hợp địa hình miền núi [21].

(iii) **Khoảng trống dữ liệu và dự báo:** Dữ liệu khí tượng - thủy văn và thông tin rủi ro còn phân tán, chưa hình thành nền tảng số dùng chung phục vụ cảnh báo sớm vận hành.

(iv) **Khoảng trống điều phối liên ngành:** Quản lý vẫn mang tính phản ứng sau thiên tai thay vì quản trị rủi ro chủ động [14], [18].

Trên cơ sở các khoảng trống trong quản lý nước đô thị và thách thức thích ứng khí hậu nêu trên, phân tích SWOT được sử dụng để đánh giá tổng hợp các điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức của hệ thống đô thị Cao Bằng trong quản lý ngập lụt và thích ứng với biến đổi khí hậu. Kết quả được trình bày tại Bảng 2.

Bảng 1. SWOT cho các đô thị Cao Bằng về ngập úng

Strengths (S) – Điểm mạnh	Weaknesses (W) – Điểm yếu
1) Trục sông/suối thoát nước tự nhiên (Bằng Giang - Hiến - Quây Sơn...), thuận lợi tổ chức tuyến tiêu chính và cửa xả. 2) Một số nơi còn quỹ đất ven sông/vùng trũng có thể bố trí hồ điều hòa, công viên ngập tạm. 3) Hệ hồ điều hòa – ao sinh học/đập nhỏ, không gian thượng lưu có tiềm năng trữ chậm dòng chảy, giảm đỉnh về đô thị. 4) Quy mô đô thị nhỏ, thuận lợi triển khai thí điểm đồng bộ giải pháp “xám - xanh” theo tiểu lưu vực.	1) Không gian đô thị bó hẹp theo thung lũng, nhiều khu bám sông suối → dễ ngập khi mưa lớn/nước dâng trong bối cảnh BĐKH. 2) Thoát nước thiếu đồng bộ: Cống nhỏ, thiếu tuyến tiêu chính; tồn tại điểm “thắt cổ chai”, cửa xả thấp. 3) Bồi lắng - rác thải - lấn chiếm kênh mương làm giảm năng lực tiêu thoát, gây ngập lặp lại. 4) Thiếu dữ liệu quản lý/thiết kế (bản đồ cống, cao độ, mưa cực đoan) → khó tối ưu phương án.
Opportunities (O) – Cơ hội	Threats (T) – Thách thức
1) Lồng ghép chống ngập vào quy hoạch & quản lý đất đai: Hành lang thoát lũ, cao độ nền, kiểm soát bê tông hóa. 2) Áp dụng SUDS/LID: Tăng thấm - trữ - chậm (mặt thấm, rãnh sinh học, bồn cây, mái xanh...). 3) Tổ chức chuỗi “hồ điều hòa - tuyến tiêu - cửa xả”, kết hợp nâng cấp cống, cống kiểm soát nước dâng, trạm bơm cục bộ nơi cần. 4) Chuyển đổi số/GIS: Số hóa mạng thoát nước, điểm ngập; mô hình hóa mưa - dòng chảy để ưu tiên dự án và cảnh báo.	1) Mưa cực đoan tăng/dồn dập, dễ vượt năng lực cống hiện trạng → ngập nhanh, ngập sâu cục bộ. 2) Đô thị hóa/bê tông hóa tăng làm giảm thấm tự nhiên → tăng dòng chảy mặt, ngập xảy ra thường xuyên hơn. 3) Nguồn lực đầu tư & vận hành hạn chế; thiếu duy tu (nạo vét, thu gom rác, vận hành) làm giảm hiệu quả chống ngập. 4) Xung đột mục tiêu phát triển: Mở rộng quỹ đất ven sông với giữ không gian trữ nước/hành lang thoát lũ.

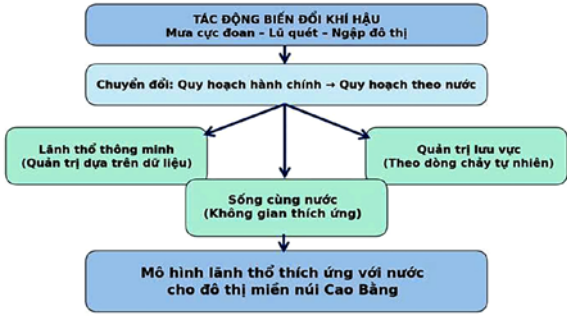
(Nguồn: Tác giả)

2.3. Cơ sở lý luận về lãnh thổ thông minh và quản trị nước đô thị

2.3.1. Khung tiếp cận nghiên cứu

Trước những hạn chế của mô hình quản lý nước đô thị hiện nay, Cao Bằng cần chuyển từ quản lý truyền thống sang cách tiếp cận quản trị lãnh thổ thích ứng với nước. Khung tiếp cận này dựa trên ba trụ cột: **Lãnh thổ thông minh, quản trị theo lưu vực và “sống cùng nước”** [20]. Cách tiếp cận này phù hợp với đặc điểm đô thị phát triển dọc các thung lũng sông, đồng thời góp phần nâng cao khả năng thích ứng và chống chịu trước các hiện tượng khí hậu cực đoan.

Khung này phù hợp định hướng quốc tế về quản trị lãnh thổ/đa cấp [16] và quản lý tài nguyên nước tổng hợp theo lưu vực [18], làm nền tảng cho việc đề xuất mô hình quản trị lãnh thổ thông minh cho hệ thống đô thị tỉnh Cao Bằng.



Hình 5. Khung tiếp cận lãnh thổ thích ứng với nước tại Cao Bằng (Nguồn: Tác giả)

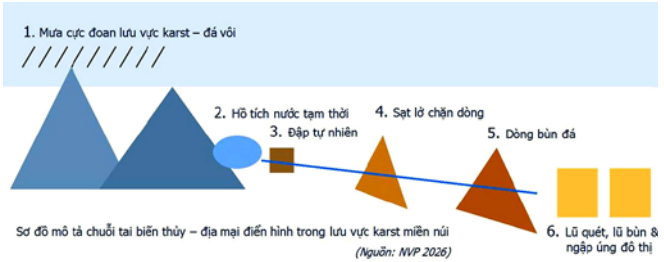
2.3.2. Khái niệm “lãnh thổ thông minh” trong quản trị phát triển

Khái niệm “lãnh thổ thông minh” (smart territory) được phát triển từ mô hình đô thị thông minh nhưng mở rộng ra quy mô không gian lớn hơn, bao gồm nhiều đô thị, khu vực nông thôn và các hệ sinh thái liên kết. Khác với đô thị thông minh thường tập trung vào tối ưu hóa dịch vụ và hạ tầng trong phạm vi một thành phố, lãnh thổ thông minh nhấn mạnh quản trị phát triển theo hệ thống, dựa trên dữ liệu và điều phối đa cấp [16], [24].

Trong bối cảnh thích ứng khí hậu, lãnh thổ thông minh không chỉ là ứng dụng công nghệ số mà còn là nâng cao năng lực quản trị không gian thông qua tích hợp giữa quy hoạch, hạ tầng, dữ liệu và thể chế [16], [17]. Đối với Cao Bằng, cách tiếp cận này phù hợp vì cho phép tổ chức phát triển theo lưu vực, gắn với hạ tầng thích ứng với nước và cơ chế phối hợp đa cấp [12], [18].

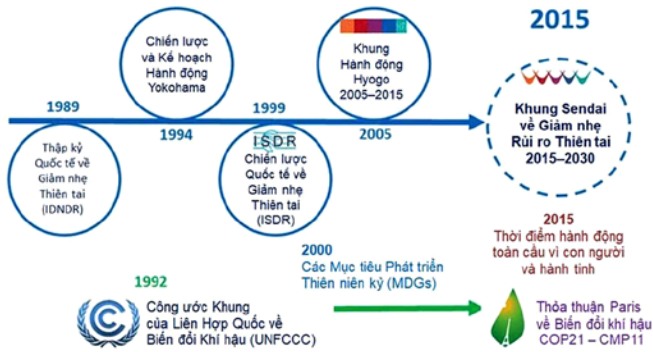
2.3.3. Quản trị tài nguyên nước theo lưu vực

Quản trị tài nguyên nước theo lưu vực (Integrated Water Resources Management – IWRM) là một khung tiếp cận được áp dụng rộng rãi trong quản lý nước và phòng chống thiên tai, trong đó lưu vực sông được xem là đơn vị tự nhiên để điều phối quy hoạch, phát triển hạ tầng và quản lý môi trường [18], [17]. Cách tiếp cận này nhấn mạnh sự phối hợp giữa các ngành, các cấp chính quyền và các nhóm lợi ích trong toàn bộ chuỗi thượng lưu – trung lưu – hạ lưu nhằm bảo đảm cân bằng giữa phát triển kinh tế và bảo vệ hệ sinh thái.



Hình 6. Chuỗi tai biến ngập lụt do mưa cực đoan đô thị miền núi Cao Bằng (Nguồn: Tác giả)

Đối với các lưu vực miền núi, đặc biệt là khu vực Karst – đá vôi như Cao Bằng, những thay đổi sử dụng đất ở thượng nguồn có thể tác động trực tiếp đến chế độ dòng chảy và rủi ro ngập lụt tại hạ lưu [18]. Chuỗi tai biến thường diễn ra theo quá trình liên hoàn: **Mưa lớn tại sườn dốc ⇒ dòng chảy tập trung nhanh ⇒ lũ quét và sạt lở ⇒ bùn đá dồn về các thung lũng ⇒ ngập và bồi lấp tại các đô thị ven sông**. Vì vậy, quản lý rủi ro ngập lụt cần được tiếp cận ở quy mô toàn lưu vực thay vì chỉ giới hạn trong phạm vi đô thị.



Hình 10. Các khung Quốc tế về giảm nhẹ khí hậu và thiên tai [18]

Trong mô hình này, các quyết định về quy hoạch, đầu tư hạ tầng và quản lý tài nguyên nước được điều phối theo toàn bộ chuỗi thượng lưu – trung lưu – hạ lưu, qua đó bảo đảm tính nhất quán giữa phát triển đô thị, bảo vệ môi trường và an toàn thiên tai. Vì vậy, quản trị theo lưu vực được xem là nền tảng thể chế quan trọng cho nâng cao khả năng chống chịu đô thị.

Ý nghĩa đối với Cao Bằng: Kinh nghiệm quốc tế cho thấy Cao Bằng cần chuyển từ tư duy kiểm soát dòng chảy sang tổ chức không gian thích ứng với nước theo logic lưu vực. Trọng tâm là lồng ghép phân vùng rủi ro vào quy hoạch, kết hợp hạ tầng xám – xanh, phát triển nền tảng dữ liệu rủi ro và cảnh báo sớm, đồng thời tăng cường điều phối liên ngành, liên cấp trong quản lý nước đô thị. Các định hướng này cần được địa phương hóa phù hợp với địa hình karst, sông suối dốc và điều kiện nguồn lực của tỉnh.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mô hình lãnh thổ thông minh "sống cùng nước" cho hệ thống đô thị Cao Bằng

Trên cơ sở phân tích rủi ro lũ, cơ sở lý luận và kinh nghiệm quốc tế, nghiên cứu đề xuất mô hình **lãnh thổ thông minh "sống cùng nước"** cho hệ thống đô thị tỉnh Cao Bằng. Mô hình này tiếp cận đô thị như một chỉnh thể không gian gắn với lưu vực sông, trong đó nước được xem là yếu tố cấu trúc của phát triển lãnh thổ.

Khung quản trị của mô hình gồm bốn tầng tích hợp: (i) **Không gian – Quy hoạch**; (ii) **Hạ tầng – Kỹ thuật**; (iii) **Dữ liệu – Công nghệ**; (iv) **Thể chế – Quản trị**. Bốn tầng này không tồn tại độc lập mà vận hành theo chu trình liên kết trong một hệ thống thống nhất và phản hồi liên tục, trong đó quy hoạch không gian đóng vai trò định hướng, hạ tầng là công cụ thực thi, dữ liệu cung cấp bằng chứng cho ra quyết định, còn thể chế bảo đảm sự điều phối và vận hành của toàn hệ thống.

3.2. Tầng không gian – quy hoạch: Tổ chức lãnh thổ theo rủi ro lưu vực

Tầng Không gian – Quy hoạch giữ vai trò tầng nền tảng của mô hình, bởi khả năng chống chịu của đô thị miền núi trước hết được quyết định bởi cách tổ chức không gian phát triển theo rủi ro lưu vực. Tầng này có chức năng xác lập khung chịu tải của lãnh thổ thông qua phân vùng nguy cơ lũ, sạt lở và bồi lấp; bảo vệ hành lang thoát lũ; kiểm soát cao độ nền và định hướng sử dụng đất theo mức độ an toàn. Tầng này đặt trọng tâm vào việc định hình phát triển theo khả năng hấp thụ, điều tiết và thích ứng của hệ thống tự nhiên, đây là tầng quyết định hướng phát triển của toàn bộ mô hình.

Đối với Cao Bằng, cần tích hợp bản đồ nguy cơ vào quy hoạch tỉnh và quy hoạch đô thị; bảo vệ hành lang sông suối, vùng trũng điều tiết nước; kiểm soát xây dựng tại đô thị thung lũng; và hạn chế phát triển ở khu vực rủi ro cao. Cách tiếp cận này cho phép chuyển từ phát triển theo nhu cầu đất đai sang quy hoạch dựa trên khả năng chịu tải của hệ thống tự nhiên.

3.3. Tầng hạ tầng – kỹ thuật: Phát triển hạ tầng thích ứng với nước

Tầng Hạ tầng – Kỹ thuật chuyển hóa định hướng quy hoạch thành năng lực chống chịu vật chất của đô thị, trả lời câu hỏi điều tiết nước bằng cách nào. Tầng này được tổ chức **theo nguyên lý giữ – thấm – trữ – làm chậm – xả**, kết hợp hạ tầng xám và hạ tầng xanh theo chuỗi thượng lưu – trung lưu – hạ lưu, thay vì chỉ mở rộng đơn thuần hệ thống thoát nước [20], [23].

Đối với Cao Bằng, cần ưu tiên phục hồi rừng và hệ sinh thái thượng nguồn, xây dựng hồ điều hòa và không gian trữ nước trung lưu, phát triển công viên ngập tạm và các giải pháp LID/SuDS trong đô thị, đồng thời cải tạo hệ thống tiêu thoát tại các đô thị thung lũng. Cách tiếp cận theo tiểu lưu vực giúp phân tán dòng chảy, giảm đỉnh lũ, hạn chế bùn đất và giảm áp lực cho khu vực hạ lưu [23], [26].

3.4. Tầng dữ liệu – công nghệ: Nền tảng thông tin cho quản trị rủi ro

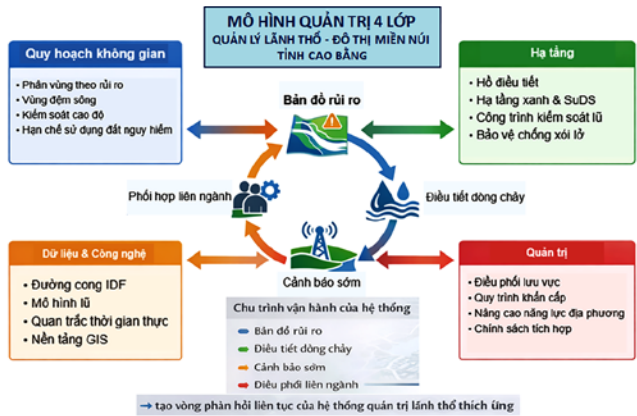
Tầng Dữ liệu – Công nghệ là tầng phản hồi của mô hình, bảo đảm quản trị đô thị dựa trên bằng chứng thay vì kinh nghiệm bị động. Tầng này tích hợp dữ liệu khí tượng – thủy văn, địa hình, sử dụng đất và hiện trạng hạ tầng nhằm phục vụ dự báo, mô phỏng, cảnh báo sớm và hỗ trợ ra quyết định quy hoạch – đầu tư [17], [19]. Trong mô hình 4 tầng, dữ liệu không chỉ là công cụ kỹ thuật, mà là hạ tầng thông tin của quản trị thích ứng. Chính tầng này tạo ra khả năng học hỏi của hệ thống, cho phép điều chỉnh chính sách và giải pháp theo diễn biến rủi ro thực tế và các kịch bản khí hậu tương lai.

Đối với Cao Bằng, hệ thống dữ liệu cần bao gồm cơ sở dữ liệu mưa cực đoan và đường cong IDF, mô hình ngập lụt hai chiều cho các đô thị thung lũng, mạng quan trắc và cảnh báo lũ quét, cùng với nền tảng GIS phục vụ quản lý không gian và hạ tầng. Các công cụ này giúp nâng cao năng lực dự báo, xác định ưu tiên đầu tư và tăng hiệu quả quản lý rủi ro thiên tai.

3.5. Tầng thể chế – quản trị: Điều phối phát triển theo lưu vực

Tầng Thể chế – Quản trị là tầng điều phối chiến lược, bảo đảm sự vận hành thống nhất của ba tầng còn lại. Trong bối cảnh đô thị miền núi, nơi rủi ro hình thành theo logic lưu vực nhưng quản lý thường bị chia cắt theo ngành và địa giới hành chính, thể chế đóng vai trò quyết định trong việc phối hợp thượng lưu – trung lưu – hạ lưu và giữa các lĩnh vực quy hoạch, xây dựng, tài nguyên nước, môi trường và phòng chống thiên tai [15], [16]. Vì vậy, đây là tầng bảo đảm cho mô hình 4 tầng không dừng ở cấp ý tưởng quy hoạch mà có thể chuyển thành năng lực quản trị thực tế.

Quản lý nước đô thị tại Cao Bằng cần được tổ chức theo quy mô lưu vực, đồng thời tăng cường cơ chế phối hợp liên ngành, chia sẻ dữ liệu, ưu tiên đầu tư và giám sát thực thi. Bên cạnh đó, cần nâng cao năng lực chính quyền địa phương và thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng nhằm bảo đảm tính nhất quán giữa phát triển đô thị và an toàn thiên tai trong toàn bộ hệ thống lưu vực.



Hình 11. Mô hình quản trị lãnh thổ thích ứng với nước gồm - 4 tầng (Nguồn: Tác giả)

Sơ đồ trên minh họa khung quản trị lãnh thổ thông minh “sống cùng nước” được đề xuất trong nghiên cứu, làm cơ sở tích hợp quy hoạch không gian, hạ tầng thích ứng, dữ liệu rủi ro và cơ chế điều phối theo lưu vực trong quản lý đô thị miền núi Cao Bằng. Mô hình này có thể được xem là một khung tham chiếu phù hợp cho các tỉnh miền núi khác của Việt Nam.

3.6. Khuyến nghị chính sách và lộ trình triển khai

3.6.1. Nền tảng pháp lý và khoảng trống thực thi theo khung 4 tầng

Cách tiếp cận lãnh thổ 4 tầng cho thấy Việt Nam đã hình thành nền tảng pháp lý tương đối đầy đủ để triển khai mô hình đô thị thích ứng với biến đổi khí hậu, đặc biệt trong các lĩnh vực quy hoạch, hạ tầng và quản lý tài nguyên nước. Các luật và quy chuẩn hiện hành như Luật Tài nguyên nước 2023, Luật Phòng chống thiên tai, QCVN 01:2021/BXD và QCVN 07:2023/BXD tạo cơ sở để tích hợp quản lý rủi ro thiên tai vào quy hoạch và đầu tư phát triển. Tuy nhiên, khi đánh giá theo khung quản trị 4 tầng, một số khoảng trống thực thi vẫn tồn tại:

- **Tầng không gian – quy hoạch:** Khung pháp lý khá đầy đủ nhưng ràng buộc về phân vùng rủi ro và hành lang thoát lũ còn hạn chế.
- **Tầng hạ tầng – kỹ thuật:** Hệ thống công trình phòng chống thiên tai tương đối hoàn chỉnh nhưng đầu tư vẫn thiên về giải pháp “cứng”, chưa ưu tiên hạ tầng xanh và giải pháp dựa vào tự nhiên.
- **Tầng dữ liệu – công nghệ:** Dữ liệu khí tượng – thủy văn và thông tin rủi ro còn phân tán giữa các cơ quan, khả năng chia sẻ và tích hợp dữ liệu còn hạn chế.
- **Tầng thể chế – quản trị:** Khung quản lý chung đã được xác lập, nhưng cơ chế điều phối theo lưu vực và phối hợp liên ngành vẫn chưa thực sự hiệu quả [17].

Thách thức hiện nay không nằm ở thiếu khung pháp lý, mà chủ yếu ở **khoảng trống vận hành giữa các tầng**, bao gồm: Thiếu ràng buộc thực thi trong quy hoạch, đầu tư hạ tầng chưa gắn với rủi ro lưu vực, dữ liệu chưa được chuẩn hóa và cơ chế điều phối liên lưu vực còn yếu.

3.6.2. Định hướng chính sách cho Cao Bằng

Trên cơ sở khung quản trị lãnh thổ 4 tầng và kinh nghiệm quốc tế, có thể xác định bốn định hướng chính cho Cao Bằng trong giai đoạn 2026–2030, tầm nhìn đến năm 2050.

Bảng 2. Khung quản trị lãnh thổ 4 tầng cho Cao Bằng

TT	ĐỊNH HƯỚNG CHÍNH SÁCH	NỘI DUNG TRỌNG TÂM	MỤC TIÊU QUẢN TRỊ
1	Quy hoạch tích hợp theo rủi ro lưu vực	Lồng ghép bản đồ ngập lụt, bùn và sạt lở vào quy hoạch tỉnh và quy hoạch đô thị; tổ chức phát triển theo khả năng chịu tải rủi ro của hệ thống tự nhiên [19].	Chuyển từ phát triển theo nhu cầu đất đai sang phát triển theo mức độ an toàn và sức chịu tải của lưu vực.
2	Phát triển hạ tầng linh hoạt kết hợp giải pháp dựa vào tự nhiên	Triển khai chuỗi giải pháp giữ – thấm – trữ – làm chậm – xả nước; kết hợp hồ điều hòa, vùng đệm ngập và hạ tầng xanh trong đô thị [23], [26].	Giảm đỉnh lũ, tăng khả năng điều tiết nước và nâng cao năng lực chống chịu của hệ thống đô thị.
3	Quản trị dựa trên dữ liệu	Xây dựng cơ sở dữ liệu khí tượng – thủy văn, mô hình ngập và hệ thống cảnh báo sớm phục vụ quy hoạch và quản lý rủi ro [17].	Nâng cao chất lượng dự báo, hỗ trợ ra quyết định và ưu tiên đầu tư dựa trên bằng chứng.
4	Điều phối phát triển theo lưu vực	Tăng cường phối hợp thượng – trung – hạ lưu; thúc đẩy chia sẻ dữ liệu thủy văn và quản lý tổng hợp tài nguyên nước theo nguyên tắc IWRM [18].	Bảo đảm liên kết liên ngành, liên cấp và thống nhất quản trị theo logic lưu vực.

(Nguồn: Tác giả)

Những định hướng này góp phần chuyển từ cách tiếp cận phòng chống thiên tai truyền thống sang **quản trị rủi ro chủ động**, phù hợp với đặc thù đô thị miền núi.

3.6.3. Lộ trình triển khai và danh mục dự án ưu tiên

Sau khi sắp xếp lại đơn vị hành chính năm 2025, tỉnh Cao Bằng có **56 đơn vị cấp xã** (gồm 53 xã và 3 phường). Sự thay đổi này làm biến đổi không gian quản trị và đặt ra yêu cầu tăng cường phối hợp liên cấp trong mô hình chính quyền địa phương hai cấp (tỉnh – xã) thích ứng với biến đổi khí hậu [9].

Quy hoạch tỉnh Cao Bằng thời kỳ 2021–2030, tầm nhìn đến 2050 cũng xác định định hướng phát triển theo hướng liên kết vùng, phát huy vai trò cửa ngõ quốc tế của khu vực trung du và miền núi phía Bắc [8].

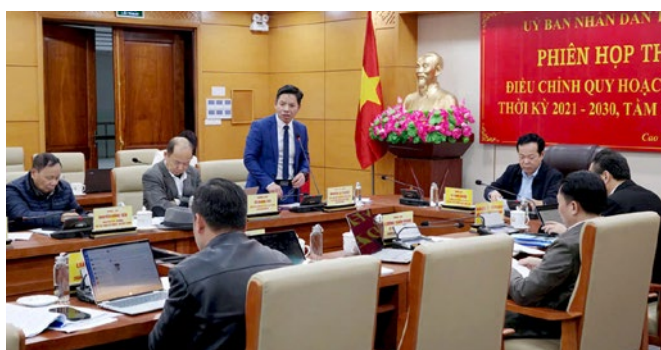
Trong bối cảnh đó, việc triển khai mô hình quản trị lãnh thổ 4 tầng cần được thực hiện thông qua:

- **Lộ trình phân kỳ theo các giai đoạn** (2026–2030, 2031–2040 và 2041–2050)
- **Danh mục dự án ưu tiên** nhằm tích hợp quy hoạch, hạ tầng, dữ liệu và thể chế trong một cơ chế vận hành thống nhất.

Bảng 3. Lộ trình triển khai mô hình quản trị lãnh thổ 4 tầng cho Cao Bằng

GIẢI ĐOẠN	MỤC TIÊU TRỌNG TÂM	KHÔNG GIAN QUY HOẠCH	HẠ TẦNG KỸ THUẬT	DỮ LIỆU CÔNG NGHỆ	THỂ CHẾ QUẢN TRỊ
2026–2030 (Nền tảng – xử lý điểm nóng)	Kiểm soát rủi ro từ quy hoạch; xử lý điểm ngập cấp bách; thiết lập nền tảng dữ liệu	Phân vùng rủi ro theo tiểu lưu vực; xác lập hành lang thoát lũ	Xử lý “nút thắt” thoát nước trọng yếu; thí điểm giải pháp xám – xanh	Xây dựng CSDL KTTV; thiết lập IDF địa phương; quan trắc điểm nóng	Thành lập cơ chế điều phối lưu vực; ban hành quy trình vận hành mưa lũ
2031–2040 (Mở rộng – nâng cấp hệ thống)	Chuyển từ dự án điểm sang chương trình lưu vực; nâng cấp điều tiết tổng thể	Tái cấu trúc đô thị thung lũng theo vùng đệm ngập	Hình thành chuỗi hồ điều hòa – tuyến tiêu – cửa xả	Ứng dụng mô hình ngập 2D; cảnh báo theo kịch bản khí hậu	Thiết lập cơ chế liên xã – liên ngành; hình thành quỹ/nguồn lực thích ứng
2041–2050 (Tối ưu – vận hành thông minh)	Vận hành thông minh liên lưu vực; chuẩn hóa đô thị chống chịu dài hạn	Chuẩn hóa tiêu chí phát triển đô thị theo mức rủi ro	Điều tiết đa mục tiêu liên lưu vực	Xây dựng Digital Twin lưu vực – đô thị; dữ liệu thời gian thực	Thiết lập cơ chế giám sát – đánh giá định kỳ; điều phối ổn định theo lưu vực

(Nguồn: Tác giả)



Hình 12 - 13. Thẩm định Điều chỉnh quy hoạch tỉnh Cao Bằng (11/2/2026)

Trong giai đoạn **2026–2030**, tỉnh có thể ưu tiên triển khai một số dự án trọng điểm như:

- (1) Phân vùng rủi ro ngập - bùn - sạt theo tiểu lưu vực sông Bằng, Gâm, Quây Sơn.
- (2) Xác định hành lang thoát lũ & quỹ đất vùng đệm ngập đô thị.
- (3) Xây dựng hệ thống hồ điều hòa / không gian trữ nước (ưu tiên cho ĐT Cao Bằng).
- (4) Cải tạo thoát nước và xử lý điểm ngập trọng yếu.
- (5) Kiểm soát bùn thượng lưu (bẫy bùn + ổn định sườn dốc).
- (6) Cơ sở dữ liệu Khí tượng thủy văn - rủi ro + Cường độ - Thời đoạn - Tần suất mưa địa phương IDF (Intensity - Duration - Frequency)
- (7) Mô hình ngập 2D + cảnh báo sớm tại các điểm nóng.
- (8) Ban điều phối theo lưu vực + Quy trình vận hành mưa lũ + Đào tạo cán bộ cấp cơ sở.

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu cho thấy rủi ro lũ - ngập tại các đô thị miền núi như Cao Bằng không chỉ là vấn đề hạ tầng thoát nước, mà gắn với cấu trúc địa hình, đặc điểm thủy văn lưu vực và mô hình phát triển đô thị thung lũng trong bối cảnh khí hậu cực đoan gia tăng. Trên cơ sở đó, bài viết đề xuất mô hình lãnh thổ thông minh “sống cùng nước” gồm bốn tầng: Không gian - Quy hoạch, Hạ tầng - Kỹ thuật, Dữ liệu - Công nghệ và Thể chế - Quản trị. Khung này nhấn mạnh sự liên kết giữa phân vùng rủi ro, hạ tầng thích ứng, hệ thống dữ liệu hỗ trợ ra quyết định và cơ chế điều phối theo lưu vực.

Khung quản trị lãnh thổ bốn tầng được đề xuất trong nghiên cứu có thể được xem như một mô hình khái niệm cho các đô thị miền núi chịu rủi ro lũ và ngập trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Như vậy, quản trị đô thị miền núi không chỉ là bài toán kỹ thuật thoát nước, mà trước hết là bài toán tổ chức lãnh thổ và điều phối phát triển theo logic của nước.

Tài liệu tham khảo:

- [1] Quốc hội, Luật Phòng, chống thiên tai số 33/2013/QH13, 2013.
- [2] Quốc hội, Luật số 60/2020/QH14 sửa đổi, bổ sung một số điều của Luật Phòng, chống thiên tai và Luật Đê điều, 2020.
- [3] Chính phủ, Nghị định số 66/2021/NĐ-CP quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Phòng, chống thiên tai, 2021.
- [4] Bộ Xây dựng, QCVN 01:2021/BXD – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Quy hoạch xây dựng, 2021.
- [5] Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 896/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược quốc gia về biến đổi khí hậu đến năm 2050, 2022.
- [6] Bộ Xây dựng, QCVN 07:2023/BXD – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Hệ thống công trình hạ tầng kỹ thuật, 2023.
- [7] Quốc hội, Luật Tài nguyên nước số 28/2023/QH15, 2023.
- [8] Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 1486/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch tỉnh Cao Bằng thời kỳ 2021–2030, tầm nhìn đến năm 2050, 2023.
- [9] Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 1422/QĐ-TTg ban hành Kế hoạch quốc gia thích ứng với biến đổi khí hậu giai đoạn 2021–2030, tầm nhìn 2050 (cập nhật), 2024.
- [10] Ủy ban nhân dân tỉnh Cao Bằng, Quyết định số 2556/QĐ-UBND phê duyệt Chương trình phát triển đô thị tỉnh Cao Bằng đến năm 2030, 2017.
- [11] Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (IMHEN), Kịch bản biến đổi khí hậu – phiên bản cập nhật năm 2020, Hà Nội, 2020.
- [12] Nguyễn Vũ Phương, “Lãnh thổ thông minh trong quy hoạch tích hợp và quản trị lưu vực sông Ba dưới tác động biến đổi khí hậu,” Tạp chí Xây dựng, số 12, 2025.
- [13] European Commission, Directive 2007/60/EC on the Assessment and Management of Flood Risks (Floods Directive), Brussels, 2007.
- [14] UNDRR, Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030, United Nations, 2015.
- [15] UN-Habitat, New Urban Agenda, United Nations Human Settlements Programme, 2016.
- [16] OECD, A Territorial Approach to the Sustainable Development Goals, OECD Publishing, Paris, 2020.
- [17] OECD, Principles on Water Governance, OECD Publishing, Paris, 2015.
- [18] Global Water Partnership (GWP), Integrated Water Resources Management (IWRM) Framework, Stockholm, 2014.
- [19] IPCC, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability (AR6 WGII), Cambridge University Press, 2022.
- [20] J. S. Rijke, S. van Herk, C. Zevenbergen, and R. Ashley, “Room for the River: Delivering Integrated River Basin Management in the Netherlands,” International Journal of River Basin Management, vol. 10, no. 4, pp. 369–382, 2012.
- [21] B. Woods Ballard et al., The SuDS Manual (C753), CIRIA, London, 2015.
- [22] World Bank, Climate Resilient Infrastructure for Mountain Regions, Washington, DC, 2021.
- [23] World Bank, Sponge Cities: Urban Flood Risk Management in China, Washington, DC, 2022.
- [24] Navio-Marco, J., Rodrigo-Moya, B., & Gerli, P., “The rising importance of the ‘smart territory’ concept: Definition and implications,” Land Use Policy, vol. 97, 2020.