

Nghiên cứu ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển và bài học kinh nghiệm cho Việt Nam

Bùi Thị Ngọc Lan^{1*}, Nguyễn Công Giang²

¹Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

²Trung tâm vũ trụ Việt Nam

TỪ KHOÁ

Đô thị ven biển
Quản lý đô thị ven biển
Hệ thống thông tin địa lý (GIS)
Ứng dụng GIS
Bài học

TÓM TẮT

Hiện nay, Chính phủ Việt Nam đã và đang rất quan tâm, chú trọng phát triển đô thị ven biển nhằm thực hiện chiến lược phát triển kinh tế biển, góp phần quan trọng vào việc thực hiện thành công Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 [2]. Việt Nam có lợi thế “mặt tiền hướng biển” với bờ biển trải dài hơn 3.260km (không tính bờ các đảo) với các đô thị ven biển thuộc 28 tỉnh và thành phố ven biển [14], trải dài từ Quảng Ninh đến Kiên Giang, trong đó có các đô thị ven biển lớn bao gồm Hạ Long, Hải Phòng, Sầm Sơn, Đà Nẵng, Nha Trang, Quy Nhơn, Vũng Tàu, Rạch Giá.... Các đô thị ven biển đóng vai trò là trung tâm phát triển kinh tế, giao thương và du lịch, được xác định là động lực phát triển kinh tế - xã hội của địa phương và quốc gia. Tuy nhiên, hiện nay các đô thị ven biển đang phải đối mặt với rất nhiều khó khăn, thách thức về biến đổi khí hậu, xói lở bờ biển, ô nhiễm môi trường và quản lý đất đai,...Trong bối cảnh này, việc ứng dụng khoa học công nghệ nhằm quản lý đô thị ven biển trở nên cực kỳ quan trọng, trong đó hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System - GIS) là một trong những công cụ hữu hiệu nhằm nâng cao hiệu quả công tác quản lý đô thị ven biển. Hệ thống GIS cung cấp khả năng phân tích, quản lý dữ liệu không gian và hỗ trợ ra các quyết định có tính chính xác cao. Mục tiêu của bài báo là thông qua việc phân tích vai trò của GIS trong quản lý đô thị ven biển ở một số quốc gia trên thế giới và nghiên cứu sự phù hợp tại Việt Nam, từ đó rút ra bài học kinh nghiệm về ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển Việt Nam.

KEYWORDS

Coastal urban areas
Coastal urban management
Geographic Information System (GIS)
GIS applications
Lessons

ABSTRACT

Currently, the Vietnamese government is highly focused on developing coastal urban areas to implement the maritime economic development strategy. This effort significantly contributes to the successful realization of Vietnam's Sustainable Maritime Economic Development Strategy by 2030, with a vision toward 2045 [2]. Vietnam benefits from its "coastal front," with a coastline stretching over 3.260 kilometers (excluding the shores of the islands) and coastal urban areas belonging to 28 coastal provinces and cities [14], extending from Quang Ninh to Kien Giang. These include major coastal urban areas such as Ha Long, Hai Phong, Sam Son, Da Nang, Nha Trang, Quy Nhon, Vung Tau, Rach Gia, etc. Coastal urban areas are centers of economic development, trade, and tourism, identified as the driving force of economic growth for both the local and national levels. However, coastal urban areas face many difficulties and challenges related to climate change, coastal erosion, environmental pollution, land management, etc. In this context, applying science and technology for coastal urban management becomes extremely important, with Geographic Information Systems (GIS) being one of the effective tools in coastal urban management, providing the ability to analyze, manage spatial data, and support high-precision decision-making. Through analyzing the role of GIS in coastal urban management in several countries worldwide and the study of the potential for its applicability in Vietnam, the article draws some lessons for its effective application in coastal urban management in Vietnam.

1. Lời mở đầu

Trong thời gian qua, gắn liền với sự tăng trưởng mạnh mẽ của kinh tế - xã hội, tỷ lệ đô thị hóa ở Việt Nam đang gia tăng nhanh chóng, với nhiều thành phố lớn được mở rộng về quy mô, gia tăng mật độ dân

cư, đặc biệt là sự phát triển của các đô thị ven biển. Đây là kết quả tất yếu của sự kết hợp giữa tăng trưởng kinh tế, đô thị hóa nhanh chóng và tầm quan trọng chiến lược của các khu vực ven biển, góp phần quan trọng vào quá trình công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước. Hiện nay, Việt Nam có khoảng gần 40 đô thị ven biển, trong đó các đô thị

*Liên hệ tác giả: ngoclan78dhkt@gmail.com

Nhận ngày 14/01/2025, sửa xong ngày 25/02/2025, chấp nhận đăng ngày 26/02/2025

Link DOI: <https://doi.org/10.54772/jomc.01.2025.887>

gắn liền với dải đất ven bờ biển bao gồm: Hạ Long, Móng Cái, Cẩm Phả, Uông Bí, Sầm Sơn, Cửa Lò, Hà Tĩnh, Đồng Hới, Đà Nẵng, Hội An, Nha Trang, Tuy Hòa, Quy Nhơn, Vũng Tàu, Bạc Liêu, Cà Mau,...[13].

Đô thị ven biển là các khu vực đô thị nằm dọc theo bờ biển, được hình thành bởi hoạt động của con người và các yếu tố môi trường tự nhiên, đóng vai trò là cảng chính và trung tâm cho thương mại, du lịch và giao lưu văn hóa thúc đẩy phát triển kinh tế, xã hội và môi trường của địa phương và quốc gia. Các đô thị ven biển dễ bị tổn thương do luôn chịu tác động của con người, môi trường và thiên nhiên, luôn phải đối mặt với nhiều khó khăn, thách thức như (i) Chịu tác động của biến đổi khí hậu (nước biển dâng, bão, lũ lụt, xói lở bờ biển, sạt lở bờ biển, biển xâm thực...); (ii) Ảnh hưởng của quy hoạch và phát triển đô thị thiếu bền vững; (iii) Ô nhiễm môi trường biển và suy thoái hệ sinh thái ven biển; (iv) Nguồn lực tài chính hạn chế, di dân và áp lực dân số; (v) Thiếu công nghệ và dữ liệu quản lý đô thị ven biển và (vi) Thiếu chính sách đồng bộ về quản lý đô thị ven biển [5, 6, 17, 24, 25]. Có thể thấy, quản lý đô thị ven biển là một yêu cầu cấp thiết vì các khu vực này luôn phải đối mặt với nhiều thách thức đặc thù, đồng thời còn giữ vai trò rất quan trọng trong phát triển kinh tế biển, bảo vệ môi trường biển và đảm bảo an ninh quốc gia.

Theo Quy hoạch, xây dựng, quản lý và phát triển bền vững đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 [3] đã đưa ra yêu cầu xây dựng hệ thống dữ liệu toàn quốc về quy hoạch phát triển đô thị; ứng dụng rộng rãi hệ thống thông tin địa lý (GIS) và công nghệ số, nền tảng số trong quy hoạch và quản lý phát triển đô thị. Do đó, nghiên cứu ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển là rất cần thiết và phù hợp với chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của quốc gia, giúp tối ưu hóa việc quản lý và phát triển đô thị ven biển, đóng góp vào việc bảo vệ môi trường và ứng phó với những thách thức từ thiên nhiên.

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là một công nghệ hữu ích trong quản lý và xử lý tích hợp các dữ liệu đô thị có tọa độ (bản đồ) với các dạng dữ liệu khác để biến chúng thành thông tin hữu ích trợ giúp các chính quyền đô thị trong lựa chọn địa điểm, quản lý cơ sở hạ tầng, cung cấp dịch vụ đô thị một cách hợp lý. Với giao diện GIS được phát triển ở cấp độ cao với hệ thống ảnh vệ tinh viễn thám và công nghệ bản đồ số, sẽ phục vụ cho những quyết sách dù nhỏ hay lớn. Khi các nhà quản lý có được đầy đủ thông tin chính xác và phân tích kỹ càng sẽ đảm bảo công tác quản lý đạt hiệu quả cao hơn rất nhiều [12]. Nghiên cứu này đánh giá tổng quan về quản lý đô thị ven biển, các thực tiễn về quản lý đô thị ven biển ở Việt Nam, nghiên cứu ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển của một số quốc gia trên thế giới và rút ra bài học cho Việt Nam.

2. Tổng quan về quản lý đô thị ven biển và hệ thống thông tin địa lý (GIS)

2.1 Quản lý đô thị ven biển

Các đô thị ven biển được biết đến với mật độ dân số cao, đặc biệt dễ bị ngập lụt do tác động kết hợp của mưa lớn, xâm nhập mặn, sóng thần và mực nước biển dâng [11]. Các đô thị ven biển đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế cũng như an ninh quốc phòng của

quốc gia. Những năm gần đây, Đảng và Chính phủ rất quan tâm đến chiến lược phát triển bền vững các đô thị ven biển như thúc đẩy phát triển kinh tế xanh, kinh tế tuần hoàn; quản lý chất thải và xây dựng đô thị xanh, thông minh và ứng phó với biến đổi khí hậu... Trong đó, bao gồm Nghị quyết 24/NQ/TW ngày 03/6/2013 của Ban chấp hành Trung ương về chủ động bảo vệ hệ sinh thái kết hợp với ứng phó biến đổi khí hậu, tăng cường quản lý tài nguyên và bảo vệ môi trường; Nghị quyết 36/NQ/TW ngày 22/10/2018 của Ban chấp hành Trung ương về chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045; [24]. Tuy nhiên, Việt Nam đang phải đối mặt với nhiều thách thức ngày càng nghiêm trọng hơn từ hiểm họa thiên tai, biến đổi khí hậu và nước biển dâng xuất hiện nhiều và bất thường, gây nên các vấn đề rất đáng lo ngại đối với các đô thị Việt Nam, trong đó các đô thị ven biển là các đô thị chịu ảnh hưởng trực tiếp [18]. Một việc làm cấp thiết nhằm hạn chế những ảnh hưởng tiêu cực đến công tác quản lý đô thị ven biển tại Việt Nam đó là phải đánh giá các mục tiêu chính của quản lý đô thị ven biển, cụ thể là: (i) Phát triển bền vững, các hoạt động phát triển đô thị không tác động tiêu cực đến hệ sinh thái ven biển, góp phần hỗ trợ đời sống lâu dài của cộng đồng dân cư tại địa phương; (ii) Bảo tồn tài nguyên thiên nhiên nhằm giảm thiểu rủi ro từ thiên tai, bảo vệ hệ sinh thái như rạn san hô, đầm lầy và rừng ngập mặn; (iii) Giảm thiểu rủi ro, thiệt hại do thiên tai bằng việc tăng cường xây dựng cơ sở hạ tầng và quy hoạch phù hợp; (iv) Quản lý nguồn tài nguyên nước, bảo vệ nguồn nước sạch, xử lý nước thải và kiểm soát ô nhiễm do hoạt động đô thị; (v) Thích ứng với biến đổi khí hậu, ứng dụng các giải pháp công nghệ và tự nhiên nhằm giảm tác động của biến đổi khí hậu đối với các khu vực ven biển. Hình 1 mô tả các mục tiêu chính của quản lý đô thị ven biển như sau:

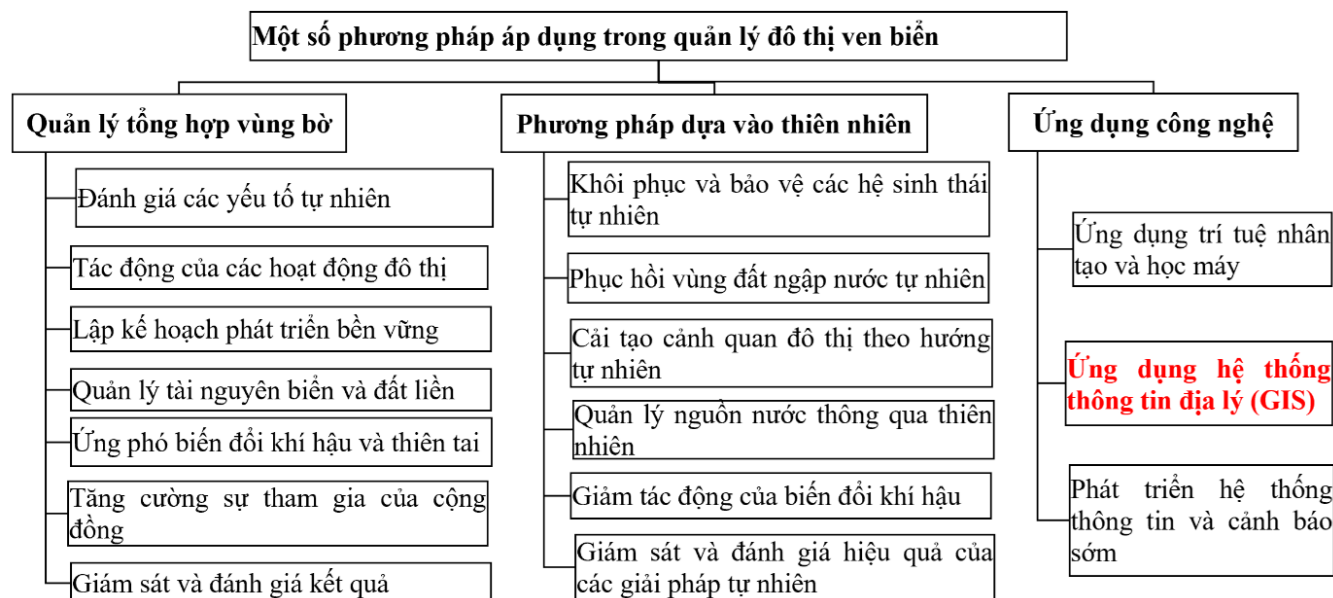


Hình 1. Các mục tiêu chính của quản lý đô thị ven biển (Nguồn: Tác giả tổng hợp).

Để thực hiện được các mục tiêu chính của quản lý đô thị ven biển nêu trên, yêu cầu đặt ra là các nhà quản lý phải áp dụng các phương pháp quản lý đô thị ven biển phù hợp để đảm bảo sự phát triển bền vững, ứng phó biến đổi khí hậu, bảo vệ tài nguyên thiên nhiên và nâng cao chất lượng sống cho cộng đồng dân cư. Các phương pháp này bao gồm: (i) Quản lý tổng hợp vùng bờ với sự kết hợp của các bên liên quan từ nhiều lĩnh vực khác nhau về môi trường, kinh tế, xã hội, nhằm đạt

được sự cân bằng trong việc sử dụng và bảo vệ tài nguyên; (ii) Phương pháp dựa vào thiên nhiên bằng cách sử dụng hệ sinh thái tự nhiên để bảo vệ và tăng cường khả năng chống chịu trước thiên tai, xác định các biện pháp can thiệp phù hợp với thực tế, tính toán chi phí và lựa chọn

biện pháp quản lý hiệu quả và (iii) Ứng dụng công nghệ như ứng dụng trí tuệ nhân tạo và học máy, hệ thống thông tin địa lý (GIS), phát triển hệ thống thông tin và cảnh báo sớm để quản lý hiệu quả hơn [7, 8].



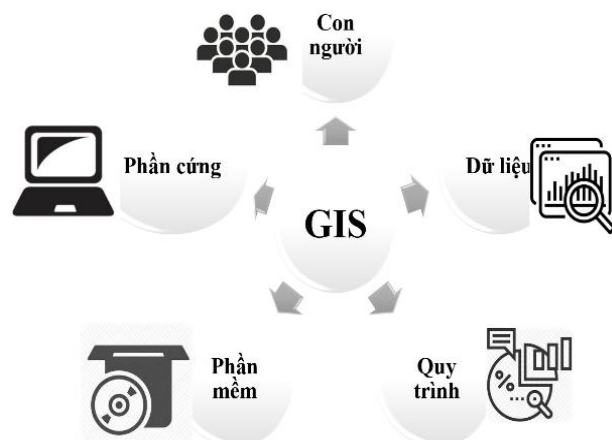
Hình 2. Một số phương pháp quản lý đô thị ven biển (Nguồn: Tác giả tổng hợp từ [7, 8]).

Có thể thấy rằng, quản lý đô thị ven biển là một nhiệm vụ cực kỳ quan trọng nhằm đảm bảo các đô thị này phát triển bền vững trong bối cảnh đối mặt với các thách thức về biến đổi khí hậu, thiên tai, ô nhiễm, xói mòn bờ biển và tăng trưởng dân số. Để thực hiện tốt các mục tiêu quan trọng, việc phối hợp chặt chẽ giữa các bên liên quan sẽ tạo ra môi trường làm việc hiệu quả, đảm bảo các đô thị ven biển phát triển hài hòa và bền vững trong bối cảnh áp lực từ các vấn đề môi trường và xã hội ngày càng gia tăng.

2.2 Hệ thống thông tin địa lý (GIS)

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) là một công nghệ mới đang phát triển nhanh chóng, là một công nghệ để thu thập, lưu trữ, thao tác, phân tích và trực quan hóa dữ liệu có tham chiếu không gian. GIS được sử dụng cho phân tích không gian và mô hình hóa, cho phép xem, diễn giải và trực quan hóa dữ liệu theo nhiều cách, giúp tiết lộ mối quan hệ, các mẫu và xu hướng dưới dạng bản đồ, báo cáo và biểu đồ. GIS giúp trong việc tạo ra nhiều kịch bản theo thời gian. Nó tích hợp phần cứng, phần mềm, dữ liệu và con người để thu thập, quản lý, phân tích và hiển thị tất cả các dạng dữ liệu có tham chiếu địa lý.

GIS cũng là một phần của hệ thống thông tin không gian, xử lý và tạo ra thông tin không gian. Các phần của GIS bao gồm: (i) Con người; (ii) Dữ liệu; (iii) Phương pháp phân tích; (iv) Phần mềm; và (v) Phần cứng. Hình 3 dưới đây thể hiện cấu tạo của hệ thống thông tin địa lý GIS [19].

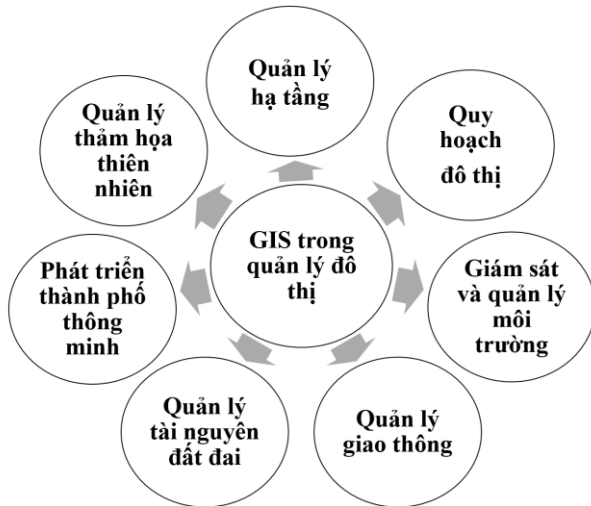


Hình 3. Cấu tạo của hệ thống thông tin địa lý GIS [19].

Đặc trưng quan trọng nhất của GIS là khả năng xử lý dữ liệu không gian (dữ liệu bản đồ hoặc dữ liệu có tọa độ). Dữ liệu không gian của GIS đều được gắn với không gian thực trên bề mặt Trái đất, nhờ sự liên kết giữa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính mà GIS có khả năng xử lý, phân tích dữ liệu không gian [12].

Hệ thống GIS cung cấp những phương tiện hữu hiệu trong quản lý đô thị, đặc biệt là trong quy hoạch, giám sát, phân tích không gian và quản lý tài nguyên. Với chức năng đặc trưng, GIS thực hiện phân tích không gian, hỗ trợ cho việc đưa ra các quyết định dựa trên các dữ liệu được thể hiện một cách trực quan và chi tiết, nhờ đó giúp các nhà

quản lý đô thị giải quyết các thách thức, các khó khăn phức tạp trong môi trường đô thị ngày càng phát triển với tốc độ cao. Hệ thống GIS hỗ trợ công tác quản lý đô thị trong các lĩnh vực và quá trình khác nhau, cụ thể được trình bày trong sơ đồ theo Hình 4 dưới đây:



Hình 4. Ứng dụng GIS trong công tác quản lý đô thị [9, 12, 19, 20, 22, 23].

Bằng cách tích hợp và chia sẻ dữ liệu không gian địa lý giữa tất cả các bên liên quan, các thông tin như dữ liệu quan sát Trái Đất nhận được từ hệ thống GIS có giá trị cao trong việc sử dụng để giám sát và phân tích sự giao thoa giữa các đô thị và biến đổi khí hậu. Đặc biệt là việc chuyển đổi các dữ liệu này thành bản đồ chi tiết về các mối nguy hiểm, sự tiếp xúc, mức độ dễ bị tổn thương và rủi ro liên quan đến khí hậu [26]. Có thể nói, sử dụng GIS mang lại lợi ích lớn trong việc quản lý các vấn đề đô thị phức tạp, từ quy hoạch đến bảo vệ môi trường, giảm thiểu thiên tai và phát triển bền vững. Từ đó, giúp các nhà quản lý đô thị có giải pháp cải thiện chất lượng sống cho cư dân, tối ưu hóa tài nguyên và xây dựng các chiến lược phát triển đô thị hiệu quả.

3. Sự phù hợp của việc ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển

Hiện nay, trong quản lý đô thị nói chung và quản lý đô thị ven biển nói riêng, hệ thống GIS đang đóng một vai trò ngày càng quan trọng nhằm cung cấp các công cụ để tạo dữ liệu, quản lý, phân tích và truyền tải dữ liệu liên quan đến quản lý đô thị ven biển, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu, đô thị hóa nhanh chóng và các vấn đề liên quan đến tài nguyên thiên nhiên.

Do nhu cầu tích hợp và quản lý tất cả các yếu tố, khía cạnh liên quan đến vùng đô thị ven biển, GIS trở thành công cụ phù hợp nhất để vẽ bản đồ trên các tỷ lệ và phép chiếu khác nhau. Đồng thời, GIS cũng là một công cụ xuất sắc cho phân tích và tích hợp dữ liệu nhờ khả năng xác định các kết nối không gian giữa các lớp thông tin khác nhau. Hệ thống GIS có thể xây dựng các mô hình cho sự tiến hóa địa hình và dự

đoán những thay đổi ở các khu vực ven biển. GIS cung cấp khả năng hiển thị rõ ràng sự tiến hóa không gian và thời gian của các quá trình động lực, cũng như các yếu tố kiểm soát hành vi của chúng, nhằm phân tích các kịch bản, đánh giá tác động đến môi trường ven biển và quản lý hiệu quả [15].

Trong quá trình ứng dụng khoa học công nghệ trong quản lý đô thị, hệ thống GIS đã cung cấp các công cụ để trực quan hóa, phân tích và diễn giải dữ liệu không gian, trong đó, phần mềm lập bản đồ dựa trên GIS đóng vai trò thiết yếu trong quản lý đô thị ven biển nhờ khả năng thu thập, phân tích và trực quan hóa dữ liệu không gian.

Đối với công tác quản lý đô thị ven biển, hệ thống GIS là một sự lựa chọn phù hợp thông qua việc phân tích, tích hợp dữ liệu, dự báo nguy cơ rủi ro giúp cung cấp thông tin toàn diện nhằm thúc đẩy sự phát triển bền vững của các đô thị trong bối cảnh tốc độ đô thị hóa mạnh mẽ và sự ảnh hưởng nghiêm trọng của biến đổi khí hậu, bao gồm:

(i) Hệ thống GIS thu thập dữ liệu đa nguồn, tích hợp thông tin từ bản đồ địa hình, hình ảnh vệ tinh, dữ liệu dân cư, hệ sinh thái, hạ tầng đô thị, cảm biến môi trường và khảo sát thực địa, cung cấp thông tin toàn diện và phân tích dữ liệu không gian nhằm xác định các khu vực dễ bị tổn thương (ví dụ: vùng có nguy cơ xói lở bờ biển hoặc ngập lụt).

(ii) Hệ thống GIS tổ chức dữ liệu theo lớp nên có thể quản lý nhiều yếu tố liên quan đến đô thị ven biển như địa hình, giao thông và tài nguyên môi trường. Từ đó, GIS có thể hỗ trợ quản lý và tối ưu hóa hệ thống giao thông, cấp thoát nước và các công trình ven biển.

(iii) Hệ thống GIS giúp quy hoạch khu vực phù hợp để phát triển đô thị, công nghiệp, khu vực bảo tồn và khu vực có nguy cơ thiên tai cao. Đồng thời, hỗ trợ thiết kế đô thị bền vững, giảm thiểu tác động đến hệ sinh thái ven biển, mô phỏng các kịch bản đô thị hóa và dự báo các xu hướng thay đổi trong tương lai nhằm hỗ trợ quy hoạch, đảm bảo sự cân đối giữa phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường, sự phát triển hài hòa, hiệu quả và bền vững của các đô thị ven biển.

(iv) Hệ thống GIS cung cấp bản đồ thời gian thực về xói lở, bồi tụ và thay đổi đường bờ biển, mô phỏng các kịch bản mực nước biển dâng và tác động của các hoạt động phát triển, từ đó lập kế hoạch ứng phó thiên tai thông qua việc xác định các khu vực nguy cơ và hỗ trợ lập kế hoạch sơ tán, bảo vệ tài sản và cộng đồng dân cư địa phương. Đồng thời, GIS hỗ trợ trong việc đánh giá tổn thất sau thiên tai về hạ tầng, dân cư và tài nguyên để lập kế hoạch khôi phục.

(v) Tăng cường hợp tác hiệu quả giữa các đội ngũ khác nhau thông qua việc GIS cho phép cập nhật và chia sẻ thông tin theo thời gian thực. Các bản đồ do hệ thống GIS cung cấp thông tin minh bạch, dễ hiểu, giúp các nhà quản lý và cộng đồng dân cư có cái nhìn rõ ràng về tình trạng đô thị ven biển, nâng cao nhận thức và sự tham gia vào việc quản lý đô thị ven biển.

(vi) Hệ thống GIS giúp tiết kiệm chi phí khảo sát về thời gian và chi phí nhờ sử dụng công nghệ số hóa. Do các công cụ dựa trên GIS tự động hóa nhiều quy trình liên quan đến quản lý và phân tích dữ liệu, các đội ngũ khác nhau có thể tự động cập nhật bản đồ và mở rộng liên tục, phù hợp với các yêu cầu quản lý thay đổi.

SỰ PHÙ HỢP ỨNG DỤNG GIS TRONG QUẢN LÝ ĐÔ THỊ VEN BIỂN



Hệ thống GIS thu thập dữ liệu đa nguồn, tập hợp tất cả dữ liệu vào một kho dữ liệu duy nhất



Tăng cường hợp tác hiệu quả giữa các đội ngũ khác nhau nhờ cho phép cập nhật và chia sẻ thông tin theo thời gian thực



Dự báo, lập kế hoạch ứng phó thảm kịch thiên nhiên và giải pháp khắc phục sau thiên tai



Hỗ trợ quản lý, tối ưu hóa hệ thống giao thông, cấp thoát nước và công trình ven biển



Hỗ trợ quy hoạch đô thị, công nghiệp, khu vực bảo tồn và khu vực có nguy cơ thiên tai cao



Giúp tiết kiệm chi phí khảo sát về thời gian và chi phí nhờ sử dụng công nghệ số hóa

Hình 5. Sự phù hợp của việc ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển.

(Nguồn: Tác giả tổng hợp và hình ảnh minh họa tham khảo từ internet)

Có thể thấy rằng, GIS là ứng dụng phù hợp và có nhiều tiềm năng đáp ứng hiệu quả mục tiêu quản lý đô thị ven biển. Do đó, các nhà quản lý cần tích cực chuyển từ việc sử dụng các thiết bị đơn lẻ sang việc tích hợp nhiều công nghệ cảm biến khác nhau giống như GIS. Với vai trò quan trọng trong việc tích hợp dữ liệu, phân tích dữ liệu và trực quan hóa dữ liệu, hệ thống GIS góp phần giúp các địa phương đưa ra quyết định chính xác khi thực hiện quy hoạch, giám sát, bảo vệ tài nguyên, tối ưu hóa nguồn lực, đánh giá rủi ro. Từ đó, giúp các nhà quản lý đưa ra các giải pháp phát triển bền vững cho các đô thị ven biển.

4. Kinh nghiệm của một số quốc gia về ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển

Bài báo nghiên cứu các kinh nghiệm thực tiễn về ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển của Nhật Bản, Australia, Singapore. Những kinh nghiệm về ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển của Nhật Bản, Australia, Singapore. Những kinh nghiệm quản lý rủi ro trong xây dựng ngầm được ghi chép rõ ràng trong các nghiên cứu đã được phân tích.

4.1 Kinh nghiệm của Nhật Bản

Nhật Bản là quốc gia ven biển nên rất coi trọng việc xây dựng và triển khai Chiến lược quốc gia về biển, quản lý đô thị ven biển. Đặc biệt, việc ứng dụng GIS trong quản lý đô thị được triển khai tại Nhật Bản từ năm 1997 (Hiroyuki Kohsaka, 2011). Trong đó, việc ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển được Nhật Bản sử dụng nhằm quản lý rủi ro thiên tai như sóng thần và bão lụt, xây dựng bản đồ cảnh báo sớm và hệ thống quản lý khẩn cấp. Tại Nhật Bản, một cơ quan chịu trách nhiệm chính trong việc thu thập, quản lý và phân phối thông tin địa lý là Japan Geospatial Information Authority (GSI). GSI có vai trò quan trọng trong

các hoạt động liên quan đến quy hoạch đô thị, quản lý vùng ven biển (trong đó có đô thị ven biển), phòng chống thiên tai và phát triển bền vững. Việc ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển được thực hiện và đạt được những thành tựu đáng kể, cụ thể như sau:

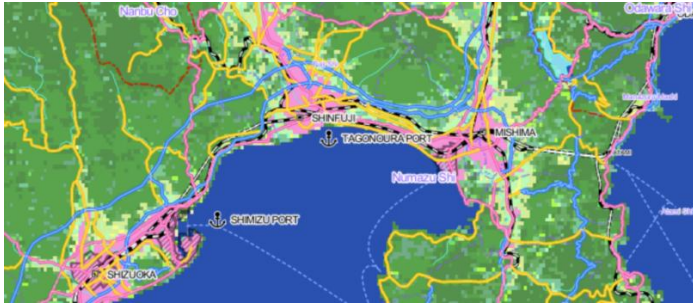
(i) Ứng dụng GIS trong việc giám sát biến đổi bờ biển: Các công cụ GIS được tích hợp để xây dựng bản đồ chi tiết, cung cấp thông tin về địa hình ven biển và các khu vực có nguy cơ cao. Đồng thời, sử dụng dữ liệu ảnh vệ tinh và các cảm biến địa lý để giám sát sự thay đổi bờ biển do xói mòn, nước biển dâng, và các hoạt động con người.

(ii) Ứng dụng GIS trong quản lý thiên tai vùng ven biển: Các công cụ GIS có vai trò để phát triển các bản đồ nguy cơ thiên tai, như bản đồ sóng thần, bản đồ động đất và các khu vực dễ bị ảnh hưởng bởi lũ lụt. Từ đó, dữ liệu GIS hỗ trợ các chính quyền địa phương trong việc lập kế hoạch ứng phó khẩn cấp và giảm thiểu rủi ro.

(iii) Ứng dụng GIS trong hỗ trợ quy hoạch đô thị và bảo vệ môi trường: Công cụ GIS cung cấp các bộ dữ liệu địa lý chi tiết về sử dụng đất, đặc điểm địa hình và tài nguyên thiên nhiên để hỗ trợ các dự án phát triển đô thị ven biển. Đồng thời, GIS được sử dụng để mô phỏng tác động của nước biển dâng đối với các khu vực dân cư và cơ sở hạ tầng.

Cơ quan GSI của Nhật Bản đã phát triển Global Map Japan có vai trò quan trọng trong quản lý đô thị ven biển, dễ dàng tích hợp với các hệ thống thông tin địa lý (GIS), cung cấp công cụ mạnh mẽ để phân tích dữ liệu không gian và ra quyết định. Global Map Japan dựa trên công nghệ GIS là công cụ chính để xử lý, quản lý và tích hợp dữ liệu địa lý từ nhiều nguồn khác nhau nhằm xây dựng bản đồ vector và raster, tích hợp các lớp dữ liệu địa lý (địa hình, thủy văn, giao thông, biên giới hành chính), phân tích không gian và mô hình hóa dữ liệu. Đồng thời, sử dụng các phần mềm GIS chuyên dụng để xử lý và biên tập dữ liệu, như ArcGIS để phân tích và trực quan hóa dữ liệu, QGIS là phần mềm mã nguồn mở phổ biến trong cộng đồng GIS. Có thể thấy, tại Nhật Bản,

Global Map Japan dựa trên GIS là một công cụ hữu ích giúp quản lý đô thị ven biển một cách hiệu quả và bền vững, từ quy hoạch sử dụng đất đến ứng phó với biến đổi khí hậu và thiên tai (Hình 6).



Hình 6. Global Map Japan được phát triển bởi Cơ quan Thông tin Địa lý Nhật Bản (Nguồn: Geospatial Information Authority of Japan (GSI)).

4.2 Kinh nghiệm của Australia

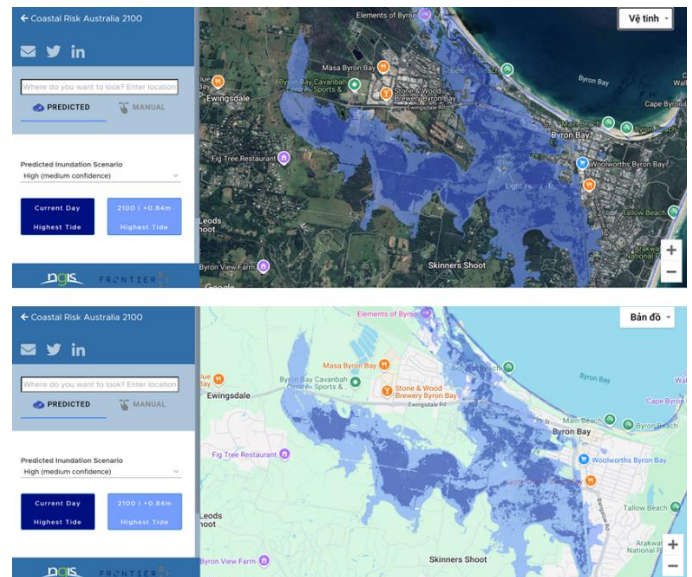
Australia là quốc gia có đường bờ biển dài và các đô thị ven biển phát triển mạnh, một trong những công cụ hữu ích trong quản lý đô thị ven biển ở Australia là Hệ thống thông tin địa lý (GIS). Hệ thống GIS cung cấp các công cụ và dữ liệu để phân tích, lập kế hoạch, và quản lý hiệu quả các khu vực ven biển. Việc ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển ở Australia được thực hiện và đạt được những kết quả cụ thể như sau:

(i) Ứng dụng GIS trong việc giám sát và bảo tồn môi trường tự nhiên, theo dõi sự thay đổi của đường bờ biển qua các năm, giúp phát hiện các vấn đề như xói mòn hoặc bồi lắng, tích hợp dữ liệu môi trường để giám sát chất lượng nước, từ đó bảo vệ hệ sinh thái và nguồn nước cho đô thị. Tại Úc, phát triển đô thị tiếp tục nhắm đến các khu vực liền kề với các thành phố ven biển, sử dụng GIS và công cụ hỗ trợ quyết định CommunityViz với nhiều loại tài sản, dữ liệu môi trường và khí hậu để mô hình hóa các hướng phát triển đô thị hiện tại và tương lai. Các mô hình chỉ ra rằng lượng khí thải nhà kính, mức sử dụng năng lượng và sự gia tăng dân số đều tăng lên, các khu vực này rất dễ bị tổn thương trước các tác động của biến đổi môi trường bao gồm khả năng mất đa dạng sinh học, xói mòn đất và mực nước biển dâng. Phương pháp mô hình hóa được mô tả ở đây có thể hỗ trợ các nhà quy hoạch và quyết định trong phát triển đô thị ven biển trong tương lai cũng như giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu [1].

(ii) Ứng dụng GIS hỗ trợ công tác quy hoạch đô thị ven biển và phát triển bền vững, phân tích sử dụng đất, mật độ dân cư và cơ sở hạ tầng hiện tại để hỗ trợ quy hoạch mở rộng đô thị. Các thành phố ven biển của Australia đã trải qua sự thay đổi lớn về chức năng kinh tế từ những năm 1980, vừa phải đối mặt với sự chuyển đổi công nghiệp, vừa phải đối diện với các vấn đề môi trường do biến đổi khí hậu và gia tăng dân số. Hệ thống GIS giúp mô hình hóa và phân tích dữ liệu không gian, hỗ trợ xác định các khu vực thích hợp cho phát triển đô thị và bảo vệ các khu vực có giá trị môi trường, đánh giá tác động đến môi trường đô thị ven biển, từ đó các nhà quy hoạch phân tích các yếu tố như biến

đổi khí hậu, tăng trưởng dân số và tác động môi trường để đưa ra các quyết định chính xác, giảm thiểu các tác động tiêu cực [21].

(iii) Ứng dụng GIS phân tích biến đổi khí hậu, quản lý rủi ro thiên tai. Theo báo cáo nghiên cứu của CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) năm 2001 là “Australia’s Coastal Zones: Vulnerability and Adaptation to Sea-Level Rise”, đánh giá tác động của mực nước biển dâng ở Australia và sử dụng GIS trong việc mô hình hóa các vùng ven biển. Ngoài ra, bắt đầu từ năm 2016, dự án Coastal Risk Australia được phát triển bởi công ty NGIS Australia, với sự hợp tác của FrontierSI, đã sử dụng hệ thống GIS để mô phỏng các kịch bản nước biển dâng và tác động của biến đổi khí hậu lên các khu vực ven biển của Australia, mô hình dự báo khí hậu và dữ liệu địa hình chi tiết, giúp người dùng hiểu rõ hơn về nguy cơ ngập lụt và các tác động khác liên quan đến biến đổi khí hậu.



Hình 7. Sử dụng GIS để nghiên cứu nước biển dâng tại khu vực Byron Bay, Australia (Nguồn: NGIS Australia tại <https://coastalrisk.com.au/>).

4.3 Kinh nghiệm tại Singapore

Singapore là một quốc gia có diện tích nhỏ, dân số đông, tốc độ đô thị hóa cao và chịu nhiều áp lực từ biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng, Singapore phải tối ưu hóa việc sử dụng đất đai. Do đó, hệ thống GIS có vai trò quan trọng giúp mô phỏng và đánh giá các kịch bản sử dụng đất, đảm bảo cân bằng giữa phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường. Ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển ở Singapore tập trung vào việc giải quyết các thách thức về đô thị hóa, tối ưu hóa việc sử dụng đất, bảo vệ môi trường, ứng phó biến đổi khí hậu và nước biển dâng, cụ thể như sau:

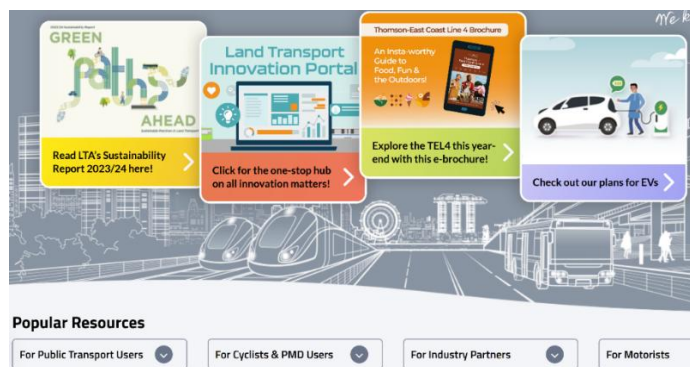
(i) Ứng dụng GIS hỗ trợ công tác quy hoạch và sử dụng đất ven biển, các dữ liệu không gian như bản đồ địa hình, khí hậu và dân cư được tích hợp để lập kế hoạch sử dụng đất hiệu quả. Đồng thời, sử dụng GIS để lập kế hoạch và giám sát các dự án lấn biển, nhằm mở rộng

diện tích đất ở và thương mại.

(ii) Ứng dụng hệ thống GIS hỗ trợ quản lý rủi ro ngập lụt, thích ứng biến đổi khí hậu và nước biển dâng, đề lập bản đồ thay đổi đường bờ biển tại Singapore, thông qua việc đo đạc sự thay đổi đường bờ biển và tạo bản đồ nguy cơ cho các khu vực ven biển nhằm cung cấp thông tin quan trọng để hỗ trợ các quyết định quản lý và quy hoạch bờ biển [10]. Đồng thời, GIS được sử dụng để xây dựng các mô hình dự báo ngập lụt cho các khu vực ven biển dựa trên dữ liệu về mực nước biển, lượng mưa và dòng chảy. Từ đó, hỗ trợ các nhà quản lý đô thị chuẩn bị biện pháp ứng phó với nguy cơ ngập lụt, xây dựng hệ thống bảo vệ bờ biển, đặc biệt, kế hoạch hành động của Chính phủ Singapore được công bố vào tháng 02/2021 coi GIS là công cụ quan trọng trong việc thích ứng biến đổi khí hậu.

(iii) Ứng dụng GIS trong việc quản lý cơ sở hạ tầng và giao thông ven biển, giúp tối ưu hóa hoạt động cảng biển và quy hoạch các tuyến giao thông liên kết với các khu vực ven biển (như Pasir Panjang Terminal, Marina Coastal Expressway) và giúp theo dõi và bảo trì các công trình ven biển (như đê biển, nhà máy xử lý nước ...). Đồng thời, một số cơ quan như cơ quan chủ quản về quy hoạch và phát triển đô thị tại Singapore (Urban Redevelopment Authority (URA)) sử dụng GIS trong việc quản lý cơ sở hạ tầng và giao thông ven biển, cơ quan giao thông đường bộ (Land Transport Authority (LTA)) ứng dụng GIS để giám sát giao thông và phát triển hệ thống giao thông thông minh ở Singapore [16].

(iv) Ứng dụng hệ thống GIS hỗ trợ việc giám sát và quản lý các yếu tố tác động đến khu vực ven biển, bao gồm thay đổi lớp phủ đất, chất lượng nước, sự xói mòn bờ biển và các yếu tố môi trường khác. Việc sử dụng hình ảnh vệ tinh và dữ liệu GIS cho phép theo dõi chính xác các thay đổi trong khu vực ven biển theo thời gian, hỗ trợ các nhà quản lý đưa ra quyết định chính xác và kịp thời, giúp phát triển các chiến lược bảo vệ bền vững và thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng trong quá trình quản lý tài nguyên ven biển [16].



Hình 8. Ứng dụng GIS để giám sát giao thông và phát triển hệ thống giao thông thông minh ở Singapore (Nguồn: Land Transport Authority (LTA) tại <https://www.lta.gov.sg/>).

5. Một số bài học về ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển cho Việt Nam

Việt Nam có đường bờ biển dài hơn 3.260 km, với nhiều đô thị ven biển đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế, du lịch và bảo vệ môi trường. Việt Nam được đánh giá là một trong những nước chịu ảnh hưởng nặng nề bởi tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng; tần suất và cường độ các thiên tai ngày càng gia tăng, gây nhiều tổn thất to lớn. Đặc biệt, các đô thị Việt Nam cũng đang đối mặt với nhiều thách thức ngày càng nghiêm trọng hơn từ hiểm họa thiên tai, biến đổi khí hậu xuất hiện nhiều và bất thường [18], bao gồm các đô thị ven biển. Có thể nói, các đô thị ven biển đang phải đối mặt với nhiều thách thức, như biến đổi khí hậu, thiên tai, gia tăng dân số và phát triển đô thị không bền vững. Các công cụ GIS có chức năng số hóa bản đồ, đối tượng và không gian, phục vụ cả nhu cầu nội bộ của thành phố và cho người dùng bên ngoài, bao gồm cư dân và nhà đầu tư, góp phần giám sát và quản lý đô thị. Do đó, việc ứng dụng hệ thống GIS trong quản lý đô thị ven biển là một giải pháp thiết yếu đối với Việt Nam.

Việc ứng dụng hệ thống GIS trong quản lý đô thị ven biển tại Việt Nam đã bước đầu được triển khai tại một số tỉnh, thành phố nhằm nâng cao hiệu quả quản lý và phát triển bền vững như thành phố Hồ Chí Minh, Nam Định, Đà Nẵng, Hải Phòng, Quảng Ngãi, Cà Mau..... Trong đó, thành phố Hồ Chí Minh được đánh giá là địa phương đi đầu trong việc ứng dụng hệ thống GIS trong quản lý đô thị nói chung và quản lý đô thị ven biển nói riêng, đặc biệt hệ thống GIS đã được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực đất đai, xây dựng, quy hoạch.... Việc ứng dụng GIS kết hợp với công nghệ điện toán đám mây (Cloud Computing), dữ liệu lớn (Big Data), trí tuệ nhân tạo (AI) và các thiết bị thông minh tạo ra những ứng dụng đa dạng trong quản lý đô thị, quản lý dịch bệnh; hỗ trợ ra quyết định trong quy hoạch và phát triển bền vững trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Thành phố cũng ban hành Quyết định 3030/QĐ-UBND phê duyệt “Đề án ứng dụng công nghệ GIS, viễn thám trong công tác quản lý đất đai, quy hoạch và xây dựng”, tập trung vào việc tích hợp, liên thông cơ sở dữ liệu và xây dựng hệ sinh thái đổi mới sáng tạo phục vụ quản lý và phát triển đô thị bền vững [4]. Có thể thấy, tại một số tỉnh, thành phố ven biển đã bước đầu được triển khai GIS trong các lĩnh vực đất đai, quy hoạch và xây dựng, nhằm hỗ trợ quản lý đô thị. Tuy nhiên, mức độ ứng dụng còn khác nhau, kết quả ứng dụng GIS vẫn chưa đạt được như mong đợi và cần được đẩy mạnh hơn để đáp ứng yêu cầu quản lý đô thị ven biển, phát triển đô thị bền vững. Bên cạnh đó, việc ứng dụng GIS trong quản lý đô thị tiếp tục gặp nhiều khó khăn do các chính sách chưa đầy đủ và thống nhất; nhiều địa phương chưa thực sự quan tâm và đánh giá đúng vai trò, tầm quan trọng của GIS; hạ tầng công nghệ thông tin ở nhiều nơi chưa sẵn sàng; chất lượng dữ liệu đầu vào để xây dựng cơ sở dữ liệu còn kém; nguồn nhân lực có chuyên môn về GIS còn thiếu về số lượng và hạn chế về năng lực, kinh nghiệm [18]. Nhờ vào nghiên cứu về GIS trong quản lý đô thị ven biển ở một số quốc gia trên thế giới, bài viết có thể rút ra một số bài học kinh nghiệm cho Việt Nam như sau:

Thứ nhất: Tập trung triển khai ứng dụng GIS để giám sát sự biến đổi của bờ biển, bảo vệ hệ sinh thái và quản lý hành lang bờ biển. GIS góp

phần làm thay đổi cơ bản về nội dung, sản phẩm của công tác đo đạc và bản đồ địa hình hiện nay cũng như mang đến những hiệu quả thiết thực trong các nghiên cứu cảnh báo, giám sát, phòng chống thiên tai, thích ứng với biến đổi khí hậu. Dựa trên kinh nghiệm của một số quốc gia, việc sử dụng GIS để xây dựng bản đồ chi tiết về bờ biển và các khu vực có nguy cơ cao giúp giám sát các vấn đề như xói mòn, nước biển dâng, và các hoạt động của con người. Việc tích hợp dữ liệu từ ảnh vệ tinh và cảm biến địa lý là cần thiết để cung cấp thông tin chính xác, từ đó hỗ trợ các quyết định bảo vệ hệ sinh thái và tài nguyên nước. Việt Nam có thể xây dựng hệ thống GIS quốc gia cho các khu vực ven biển, đặc biệt là các khu vực có nguy cơ cao, để tăng cường năng lực cho các cơ quan quản lý địa phương trong bảo tồn môi trường thiên nhiên vùng ven biển.

Thứ hai: Thúc đẩy việc sử dụng GIS trong quy hoạch và phát triển đô thị ven biển. GIS giúp phân tích dữ liệu về đất đai, mật độ dân cư, và cơ sở hạ tầng, hỗ trợ trong việc xây dựng các kế hoạch phát triển đô thị bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu. Kết hợp dữ liệu GIS giúp quy hoạch các khu vực ven biển, mở rộng đô thị, cải thiện cơ sở hạ tầng giao thông ven biển và bảo vệ các khu vực có giá trị môi trường là rất cần thiết đối với công tác quản lý đô thị ven biển Việt Nam. Từ đó, sẽ giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu đối với các đô thị ven biển, tăng cường tính bền vững trong quản lý và phát triển đô thị ven biển tại Việt Nam.

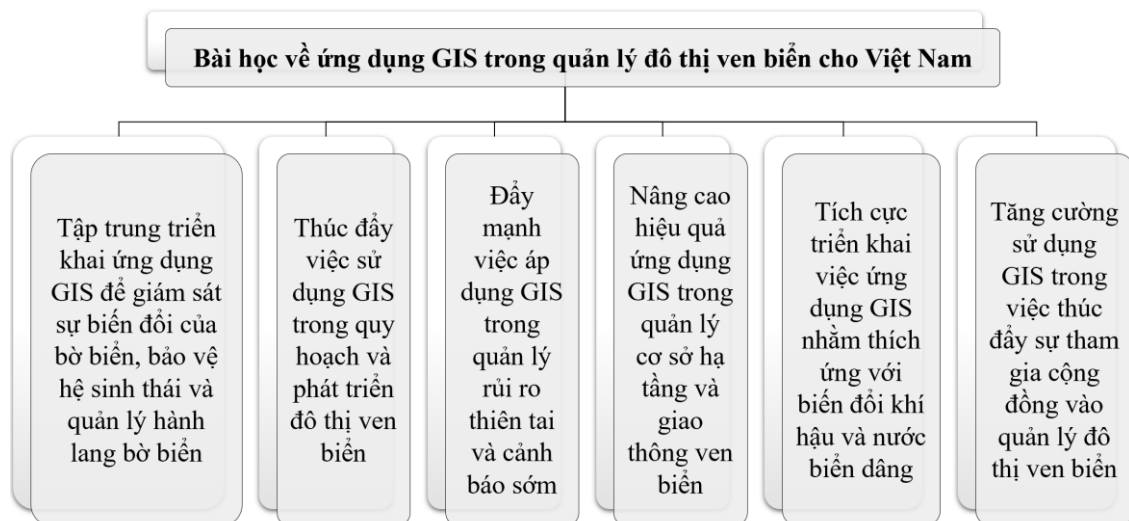
Thứ ba: Đẩy mạnh việc áp dụng GIS trong quản lý rủi ro thiên tai và cảnh báo sớm. Việc ứng dụng GIS để phát triển các bản đồ nguy cơ thiên tai, như ngập lụt, sóng thần và nước biển dâng được các quốc gia đã và đang thực hiện thành công, vì GIS chính là một phương tiện hữu ích để lập kế hoạch ứng phó khẩn cấp và giảm thiểu rủi ro. Việt Nam có thể tham khảo các mô hình cảnh báo sớm từ các quốc gia khác để xây dựng hệ thống dự báo thiên tai dựa trên GIS. Đồng thời, việc kết hợp GIS với công nghệ viễn thám để giám sát hành lang bảo vệ bờ biển sẽ hỗ trợ bảo vệ hệ sinh thái và giảm thiểu tác động từ thiên tai.

Thứ tư: Nâng cao hiệu quả ứng dụng GIS trong quản lý cơ sở hạ tầng và giao thông ven biển. Hệ thống GIS được triển khai tại một số quốc gia cho thấy, GIS có khả năng cung cấp thông tin không gian chi tiết về cơ sở hạ tầng và giao thông, hỗ trợ theo dõi, bảo trì các công trình ven biển và tối ưu hóa các hoạt động logistics và giao thông. Do đó, việc tăng cường tích hợp GIS vào quản lý cảng biển và giao thông ven biển là cần thiết nhằm đảm bảo sự bền vững và hiệu quả trong quản lý, đặc biệt trong việc bảo trì cơ sở hạ tầng tại Việt Nam.

Thứ năm: Tích cực triển khai việc ứng dụng GIS nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Ứng dụng GIS để mô phỏng các kịch bản nước biển dâng và biến đổi khí hậu, giúp phân tích tác động lên các khu vực ven biển và dự báo các nguy cơ như ngập lụt và xói mòn. GIS cung cấp thông tin chính xác giúp các nhà quản lý đưa ra các quyết định chiến lược, bảo vệ tài nguyên ven biển và giảm thiểu rủi ro. Việt Nam có thể nghiên cứu và phát triển các mô hình GIS hiện đại và chi tiết để mô phỏng các kịch bản ngập lụt và xói lở bờ biển tại các khu vực nhạy cảm. Từ đó, giúp xác định những vùng có nguy cơ cao, góp phần giảm thiểu thiệt hại và bảo vệ các nguồn tài nguyên ven biển trước những thách thức từ biến đổi khí hậu, hỗ trợ trong việc xây dựng các chiến lược phát triển bền vững và hệ thống bảo vệ bờ biển.

Thứ sáu: Tăng cường sử dụng GIS trong việc thúc đẩy sự tham gia cộng đồng vào quản lý đô thị ven biển. Hệ thống GIS cung cấp các bản đồ trực quan và dữ liệu dễ hiểu, giúp cộng đồng dân cư và các bên liên quan dễ dàng nhận diện các rủi ro, thách thức và cơ hội tại khu vực ven biển. Điều này góp phần nâng cao nhận thức cộng đồng và khuyến khích họ tham gia vào quá trình ra quyết định, đóng góp ý tưởng cho các kế hoạch phát triển đô thị bền vững. Hệ thống GIS phát huy tính hữu ích về kết nối, phối hợp giữa cộng đồng và các bên liên quan trong công tác bảo vệ môi trường ven biển.

Bài báo tổng hợp một số bài học về ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển cho Việt Nam trong Hình 9 như sau:



Hình 9. Một số bài học về ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển cho Việt Nam.

(Nguồn: Tác giả tổng hợp)

6. Kết luận

Ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển tại Việt Nam hiện nay là rất quan trọng, đặc biệt trong bối cảnh đối mặt với nhiều thách thức lớn về biến đổi khí hậu, thiên tai và sự phát triển đô thị không bền vững. Hệ thống GIS không những cung cấp các công cụ mạnh mẽ để quản lý tài nguyên, quy hoạch và bảo vệ môi trường mà còn giúp xây dựng các đô thị ven biển thông minh và bền vững. Đầu tư vào phát triển và ứng dụng GIS sẽ đóng góp thiết thực vào sự phát triển bền vững của các đô thị ven biển ở Việt Nam.

Vì vậy, Việt Nam cần tham khảo các kinh nghiệm quốc tế và kết hợp với việc đầu tư vào công nghệ, nhân sự và ban hành chính sách phù hợp để khai thác tối đa tiềm năng của GIS nhằm đảm bảo sự phát triển bền vững cho các đô thị ven biển. Bài báo không những chỉ rõ vai trò, tầm quan trọng của ứng dụng GIS trong quản lý đô thị nói chung mà còn trong quản lý đô thị ven biển, đồng thời chỉ ra sự cần thiết và tính phù hợp của việc ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển ở Việt Nam. Nghiên cứu cũng đề cập đến những kinh nghiệm thực tiễn từ các quốc gia khác và rút ra những bài học, nhằm nâng cao hiệu quả ứng dụng GIS trong quản lý đô thị ven biển, bảo vệ môi trường tự nhiên của khu vực và thúc đẩy sự phát triển bền vững cho các đô thị ven biển Việt Nam.

7. Tài liệu tham khảo

- [1]. A.Jalali, Phillip B. Roös, M.Herron, P.Sidiqui, B.Beza, E.Duncan (2022), Modelling Coastal Development and Environmental Impacts: A Case Study Across Two Regional Towns in Australia, <https://doi.org/10.18280/ij dne.170402>, International Journal of Design & Nature and Ecodynamics, Vol. 17, No. 4, August, 2022, pp. 491-501.
- [2]. Ban chấp hành Trung Ương (2018), Nghị quyết số 36/NQ/TW ngày 22/10/2018, Hội nghị lần thứ tám Ban Chấp hành Trung ương Đảng (khóa XII) về “Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045”.
- [3]. Ban chấp hành Trung Ương (2022), Nghị quyết 06/NQ/TW ngày 24/01/2022 của Bộ chính trị về Quy hoạch, xây dựng, quản lý và phát triển bền vững đô thị Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.
- [4]. Báo điện tử Tài nguyên và môi trường (2021), Thành phố Hồ Chí Minh: Ứng dụng công nghệ GIS trong quản lý đô thị thông minh, <https://baotainguyenmoitruong.vn/>, ngày 15/07/2021.
- [5]. Báo xây dựng điện tử (2016), Đô thị ven biển dễ tổn thương, Tạp chí xây dựng điện tử, <https://baoxaydung.com.vn/>, ngày 21/10/2016.
- [6]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2022), Nhận diện thách thức phát triển kinh tế ven biển, <https://www.monre.gov.vn/>, ngày 07/11/2022.
- [7]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2024), Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong GIS, <https://www.monre.gov.vn/>, ngày 31/01/2024.
- [8]. CRC for Water Sensitive Cities (2021), Đánh giá lợi ích của các giải pháp dựa vào thiên nhiên để quản lý ngập lụt đô thị tổng hợp ở vùng sông Mê Kông, <https://watersensitivecities.org.au/>, Báo cáo Tổng quan - Tháng 01/2021.
- [9]. Dai F.C, Lee C.F, Zhang X.H (2001), GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: A case study, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0013-7952\(01\)00028-X](https://doi.org/10.1016/S0013-7952(01)00028-X), Engineering Geology, 61 (4), pp. 257-271
- [10]. D.K. Raju, K. Santosh, J. Chandrasekar & Teh Tiong-Sa (2010), Coastline change measurement and generating risk map for the coast using geographic information system, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 38, Part II.
- [11]. Farhan Aziz, Xiuquan Wang, Muhammad Qasim Mahmood, Muhammad Awais and Bill Trenouth (2024), Coastal urban flood risk management: Challenges and opportunities A systematic review, Journal of Hydrology, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.132271>, Available online 29 October 2024.
- [12]. Nguyễn Công Giang, Đặng Vũ Khắc, Vũ Anh Tuấn, Bùi Thị Ngọc Lan, Ngô Đức Anh (2022), Quản lý quy hoạch đô thị thông qua hệ thống thông tin địa lý GIS, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, ISBN: 978-604-67-2207-6, 2022.
- [13]. Nguyễn Hồng Hạnh (2021), Đô thị biển Việt Nam và một số vấn đề, Tổng hội xây dựng Việt Nam, <https://tonghoixaydung.vn/>, đăng ngày 12/05/2021.
- [14]. Nguyễn Chu Hồi (2023), Tiến ra biển bằng các đô thị biển để “mạnh giàu từ biển, Cổng thông tin điện tử Quốc hội, <https://quochoi.vn/>, đăng ngày 05/12/2023.
- [15]. I. Rodríguez, I. Montoya, M.J. Sánchez and F.Carreño (2009), Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.05.023>, Geomorphology, Volume 107, Issues 1–2, 1 June 2009, Pages 100-105.
- [16]. K.S. Darwish (2024), Integrated Coastal Zone Management (ICZM) Using Satellite Remote Sensing and GIS Technology, DOI:10.1007/978-3-031-64163-3_21, New Advancements in Geomorphological Research, pp.355-381.
- [17]. Kinh tế và đô thị (2023), Thời tiết cực đoan - Thách thức đối với đô thị ven biển, <https://kinhtedothi.vn/>, ngày 24/10/2023.
- [18]. Bùi Thị Ngọc Lan (2022), Biến đổi khí hậu và nước biển dâng đối với quản lý đô thị Việt Nam - Sự ảnh hưởng và nhiệm vụ đề ra, Tạp chí xây dựng số 03/2022, trang 115-119, ISSN 2734-9888.
- [19]. Bùi Thị Ngọc Lan (2023), GIS in Smart urban planning and management: Lessons learned for Vietnam, Hanoi Architectural University, Science Journal of Architecture and Construction, Number 51/2023.
- [20]. L. Parra (2022), Remote Sensing and GIS in Environmental Monitoring, Section Environmental Sciences, DOI: <https://doi.org/10.3390/app12168045>, ngày 11/8/2022.
- [21]. M. Herron, P. Roos, C. Donley, D. Jones (2015), Geographic information systems and coastal planning in Australia, Geography, environment, sustainability, vol. 8, no. 1, pp. 79- 108, ISSN 2071-9388.
- [22]. N.Yaw, D.Twumasi, Z.Shao, A.Orhan (2019), Remote Sensing and GIS Methods in Urban Disaster Monitoring and Management – An Overview, International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD) Volume: 3, Issue: 4, May-Jun 2019, Available Online: www.ijtsrd.com, e-ISSN 2456 – 6470.
- [23]. S.Wang, L. Zhang (2024), A Review of GIS Technology Applications in Transportation Planning and Management, Scientific Journal of Technology, Volume 6, Issue 4, 2024, ISSN: 2688-8645.
- [24]. Tạp chí Thông tin và Truyền thông (2023), Xây dựng chuỗi đô thị ven biển Việt Nam thích ứng với biến đổi khí hậu, <https://ictvietnam.vn/>, ngày 30/11/2023
- [25]. Tạp chí Môi trường xây dựng (2023), Phát triển bền vững đô thị ven biển Việt Nam - thực trạng và giải pháp, <https://moitruongxaydungvn.vn/>, ngày 10/07/2023.
- [26]. World Cities Report 2024 (2024), Cities and Climate Action, by United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), Available Online: www.unhabitat.org.