



Ngày nhận bài: 27/5/2026; Ngày thẩm định: 05/6/2026; Ngày nhận đăng: 05/6/2026.

KHUNG DỮ LIỆU TÍCH HỢP PHỤC VỤ GIÁM SÁT, GIẢM THIỂU NGUY CƠ CHÁY TẠI ĐÔ THỊ VÀ HỖ TRỢ RA QUYẾT ĐỊNH TRONG CÔNG TÁC PHÒNG CHÁY, CHỮA CHÁY TẠI VIỆT NAM

TRẦN KIM QUANG MINH

Chương trình Quản trị và An ninh, Trường Quản trị và Kinh Doanh, Đại học Quốc gia Hà Nội

TS NGUYỄN MINH

Khoa An ninh Phi truyền thống, Trường Quản trị và Kinh doanh, Đại học Quốc gia Hà Nội

Thượng tá, ThS ĐỖ VĂN MẠNH

Phó Tổng Giám đốc Công ty TNHH MTV Tháng 8 - Công An Thành Phố Hà Nội

Trung tá TÔ ĐỨC PHÚ

Phòng Cảnh sát PCCC&CNCH- Công an tỉnh Bắc Ninh

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Minh (Email: minhnguyen@hsb.edu.vn)

Tóm tắt: Nghiên cứu tập trung xây dựng khung dữ liệu tích hợp phục vụ và hỗ trợ ra quyết định trong công tác phòng cháy, chữa cháy (PCCC) tại Việt Nam trong bối cảnh Chính phủ thúc đẩy chuyển đổi số hiệu quả. Trong thời kỳ đô thị hóa nhanh, nguy cơ cháy không chỉ gắn với nguyên nhân trực tiếp của từng vụ cháy, mà còn chịu tác động bởi phân bố dân cư, hạ tầng đô thị, cơ sở hạ tầng PCCC và điều kiện thời tiết. Tuy nhiên, dữ liệu phục vụ công tác PCCC hiện nay còn phân tán, chưa đồng bộ giữa các địa phương, nhiều trường thông tin chưa được chuẩn hóa, gây khó khăn cho việc tổng hợp, phân tích và quan trọng nhất là xây dựng cơ sở dữ liệu hướng đối tượng là các ứng dụng giúp công tác PCCC và cứu nạn, cứu hộ (CNCH) hiệu quả hơn. Trên cơ sở đó, bài viết đề xuất một khung dữ liệu tích hợp gồm: các nhóm thông tin về vụ cháy, không gian - thời gian, dân cư, môi trường xây dựng, giao thông, khả năng tiếp cận, nguồn nước chữa cháy. Khung dữ liệu này góp phần hỗ trợ nhận diện khu vực nguy cơ cao, đánh giá khoảng trống bán kính bảo vệ của lực lượng Cảnh sát PCCC&CNCH nhằm nâng cao hiệu quả giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy tại đô thị.

Từ khóa: cơ sở dữ liệu tích hợp, phòng cháy, chữa cháy, giảm thiểu nguy cơ, cháy tại đô thị, hỗ trợ ra quyết định.

Abstract: This study develops an integrated data framework to support decision-making in fire prevention and fighting in Vietnam, particularly in the context of the Government's efforts to promote effective digital transformation. Under rapid urbanization, urban fire risk is not only associated with the direct causes of individual fire incidents but is also shaped by population distribution, urban infrastructure, fire safety infrastructure, and weather conditions. However, fire-related data currently remains fragmented and unevenly standardized across localities. Many important data fields have not been consistently structured, creating difficulties in data aggregation, analysis, and, most importantly, the development of application-oriented databases that can improve the effectiveness of fire prevention, firefighting, and rescue operations. Thus, this article proposes an integrated data framework consisting of key information groups, including fire incident characteristics, spatial and temporal attributes, demographic conditions, the built environment, traffic and accessibility, firefighting water sources, weather conditions, and historical fire patterns. The proposed framework can support the identification of high-risk areas, assessment of fire station coverage gaps, and improvement of urban fire risk management in Vietnam.

Keywords: integrated data framework, fire protection and prevention, urban fire risk reduction.

1. Đặt vấn đề

Quá trình đô thị hóa nhanh kéo theo hạ tầng không đồng bộ tại Việt Nam đã làm gia tăng tính phức tạp của công tác PCCC&CNCH. Trong nhiều khu vực đô thị, nguy cơ cháy không chỉ xuất phát từ bản thân nguồn lửa hay nguyên nhân kỹ thuật, mà còn gắn với mật độ dân cư cao, nhà ở kết hợp kinh doanh, công trình cao tầng, hệ thống ngõ nhỏ, ùn tắc giao thông và sự phân bố chưa đồng đều của hạ tầng PCCC. Những yếu tố này khiến việc đánh giá nguy cơ cháy và tổ chức lực lượng phản ứng trở thành một bài toán quản lý tổng hợp, đòi hỏi thông tin phải được thu thập, chuẩn hóa và liên kết một cách có hệ thống.

Tuy nhiên, trong thực tiễn, dữ liệu phục vụ công tác PCCC được lưu trữ phân tán ở nhiều nguồn khác nhau, như hồ sơ vụ cháy, dữ liệu dân cư, bản đồ hành chính, vị trí đội chữa cháy và cứu nạn cứu hộ khu vực, mạng lưới giao thông, nguồn nước chữa cháy, thông tin công trình và điều kiện thời tiết. Khi các nguồn dữ liệu này chưa được liên kết, việc nhận diện khu vực nguy cơ cao, đánh giá khả năng tiếp cận hiện trường và bố trí nguồn lực vẫn chủ yếu dựa vào kinh nghiệm và từng loại thông tin riêng lẻ.

2. Thực trạng

Trong những năm gần đây, công tác PCCC&CNCH ở Việt Nam đã từng bước được quan tâm theo hướng hiện đại hóa, trong đó có việc ứng dụng công nghệ thông tin, bản đồ số và các hệ thống quản lý dữ liệu [1]. Tuy nhiên, xét riêng trên phương diện dữ liệu phục vụ giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy tại đô thị, quá trình số hóa hiện vẫn còn ở giai đoạn chưa đồng bộ. Ở một số đơn vị, thông tin về vụ cháy vẫn được ghi nhận chủ yếu thông qua biểu mẫu hành chính, sổ theo dõi hoặc các bảng biểu riêng lẻ. Sau đó, dữ liệu mới được tổng hợp lại để phục vụ báo cáo. Cách làm này phù hợp với yêu cầu thống kê truyền thống, tổng hợp nghiệp vụ nhanh, nhưng chưa thật sự đáp ứng tốt nhu cầu phân tích chuyên sâu, liên kết dữ liệu không gian và hỗ trợ ra quyết định dựa trên khoa học dữ liệu.

Một hạn chế đáng chú ý là hiện chưa có một khung dữ liệu thống nhất, chi tiết và dễ sử dụng để cán bộ, chiến sỹ PCCC ghi nhận thông tin trước, trong

và sau mỗi vụ cháy theo cùng một khung tham chiếu. Trên thực tế, mỗi địa phương hoặc mỗi đơn vị có thể sử dụng một cấu trúc biểu mẫu khác nhau, với cách đặt tên trường thông tin, cách phân loại nguyên nhân, cách ghi nhận thiệt hại, thời gian, địa điểm và hậu quả vụ cháy chưa hoàn toàn thống nhất. Khi các tệp dữ liệu riêng lẻ này được tổng hợp lại ở cấp cao hơn, sự khác biệt về cấu trúc và cách ghi nhận có thể gây ra tình trạng thiếu nhất quán, trùng lặp, thiếu trường dữ liệu quan trọng hoặc sai lệch về đơn vị đo lường.

Ví dụ điển hình khác là dữ liệu thiệt hại tài sản. Nếu đơn vị ghi nhận không được chuẩn hóa rõ ràng, cùng một trường thông tin có thể được hiểu theo nhiều cách khác nhau, chẳng hạn ghi theo đồng, nghìn đồng, triệu đồng hoặc tỷ đồng. Khi dữ liệu này được đưa vào phân tích, sự sai lệch đơn vị có thể dẫn đến kết quả thống kê không chính xác, làm sai lệch đánh giá về mức độ nghiêm trọng của vụ cháy hoặc mức độ thiệt hại theo địa bàn. Tương tự, các trường thông tin như thời gian xảy ra cháy, thời gian tiếp nhận tin báo, thời gian xuất xe, thời gian đến hiện trường, nguyên nhân cháy, loại hình công trình, số tầng, khoảng cách đến Đội Chữa cháy và CNCH khu vực hoặc nguồn nước chữa cháy nếu không được ghi nhận đầy đủ sẽ làm giảm khả năng phân tích, đánh giá và giảm thiểu nguy cơ.

Bên cạnh đó, dữ liệu hiện nay thường mới tập trung vào mô tả vụ cháy sau khi sự cố đã xảy ra, trong khi các yếu tố bối cảnh có ảnh hưởng lớn đến giám sát, giảm thiểu nguy cơ và khả năng xử lý vụ cháy lại chưa được tích hợp đầy đủ. Những yếu tố như: mật độ dân cư, đặc điểm nhà ở kết hợp kinh doanh, số lượng nhà cao tầng, hệ thống ngõ nhỏ, tình trạng giao thông, vị trí lực lượng PCCC, khoảng cách đến nguồn nước chữa cháy và điều kiện thời tiết thường nằm ở các nguồn dữ liệu khác nhau. Khi chưa có cơ chế liên kết các nguồn dữ liệu này, việc nhận diện khu vực nguy cơ cao, đánh giá khoảng trống vùng phủ của các Đội Chữa cháy hoặc dự báo khu vực cần ưu tiên kiểm tra vẫn gặp nhiều khó khăn.

Từ góc độ quản lý nhà nước về PCCC, hạn chế lớn nhất không chỉ nằm ở việc thiếu dữ liệu, mà còn ở việc dữ liệu chưa được tổ chức theo một cấu trúc đủ

chuẩn để có thể sử dụng lâu dài [2]. Dữ liệu nếu chỉ phục vụ báo cáo tổng hợp thì chủ yếu phản ánh tình hình đã xảy ra. Trong khi đó, để phục vụ giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy tại đô thị hiện đại, dữ liệu cần cho phép trả lời các câu hỏi mang tính dự báo và điều hành, chẳng hạn: khu vực nào có nguy cơ cháy cao hơn trong một thời điểm nhất định; địa bàn nào nằm ngoài vùng tiếp cận nhanh của lực lượng PCCC; nơi nào có nhiều ngõ nhỏ khiến xe chữa cháy khó tiếp cận; khu vực nào có nhiều nhà cao tầng hoặc công trình hỗn hợp cần ưu tiên kiểm tra; và lực lượng PCCC nào đang chịu áp lực phục vụ lớn hơn so với nguồn lực hiện có.

Những hạn chế trên cho thấy yêu cầu cấp thiết phải xây dựng một khung dữ liệu tích hợp, thống nhất và phù hợp với điều kiện đô thị Việt Nam. Khung dữ liệu này cần vừa đáp ứng yêu cầu báo cáo rút kinh nghiệm vụ cháy, vừa có khả năng liên kết với dữ liệu dân cư, hành chính, giao thông, công trình, nguồn nước chữa cháy, lực lượng PCCC và thời tiết. Đây là cơ sở quan trọng để chuyển từ cách tiếp cận thống kê, báo cáo truyền thống sang cách tiếp cận giám sát, giảm thiểu nguy cơ chủ động, có khả năng hỗ trợ phân tích, quản trị và quản lý nguồn lực, cảnh báo sớm và ra quyết định trong công tác PCCC.

3. Giải pháp

Khung dữ liệu tích hợp [6] được hiểu là cấu trúc tổ chức các trường thông tin cần thiết để mô tả đầy đủ một vụ cháy tại đô thị và bối cảnh xung quanh vụ cháy đó. Khung này không chỉ ghi nhận vụ cháy đã xảy ra, mà còn liên kết vụ cháy với các yếu tố về không gian, thời gian, dân cư, giao thông, công trình, nguồn nước, lực lượng Cảnh sát PCCC&CNCH cùng điều kiện môi trường.

Bảng nhóm biến số [3]:

1. Nhóm thông tin vụ cháy
2. Nhóm không gian - thời gian
3. Nhóm dân cư và địa giới hành chính
4. Nhóm môi trường xây dựng
5. Nhóm giao thông và khả năng tiếp cận
6. Nhóm nguồn nước chữa cháy
7. Nhóm thời tiết và môi trường
8. Nhóm điều động nguồn lực và hiệu quả can thiệp

Khi khung dữ liệu được chuẩn hóa, có thể áp dụng các mô hình phân tích dữ liệu để tổng hợp nhiều yếu tố rủi ro cùng lúc. Ví dụ, một khu vực có mật độ dân cư cao, nhiều nhà cao tầng, nhiều ngõ nhỏ, xa nguồn nước chữa cháy và nằm ngoài vùng tiếp cận nhanh của Đội Chữa cháy có thể được xếp vào nhóm cần ưu tiên theo dõi, kiểm tra hoặc tuyên truyền an toàn PCCC.

Ở bước phát triển tiếp theo, các mô hình thống kê hoặc học máy hay trí tuệ nhân tạo có thể được sử dụng để lượng hóa điểm rủi ro theo ngày, theo phường hoặc theo ô lưới không gian ở cấp độ chi tiết hơn.

Một nghiên cứu gần đây tại Đài Loan về dự báo mức độ nghiêm trọng của cháy tại đô thị đã cho thấy tiềm năng lớn của việc kết hợp dữ liệu vụ cháy, đặc điểm công trình và dữ liệu không gian trong hỗ trợ điều động nguồn lực chữa cháy [5]. Nghiên cứu này sử dụng hơn 47.000 vụ cháy trong giai đoạn 2010 - 2020, trong đó các trường dữ liệu quan trọng gồm: loại công trình, công năng sử dụng, số tầng, tuổi công trình, kết cấu xây dựng, thời điểm xảy ra cháy, khoảng cách đến lực lượng chữa cháy, khoảng cách đến trụ nước và mật độ dân cư. Kết quả cho thấy mô hình có thể phân biệt cháy lớn và cháy thường với độ chính xác 82,7%. Đặc biệt, khi kết quả dự báo được dùng để mô phỏng điều động nguồn lực sớm hơn đối với các vụ có nguy cơ cháy lớn, thiệt hại tài sản ước tính giảm 23%, thương tích của lính chữa cháy giảm 18% và thời gian phản ứng giảm 15% [5]. Trường hợp này cho thấy dữ liệu nếu được tổ chức đúng cách không chỉ phục vụ thống kê, mà còn có thể trực tiếp hỗ trợ quyết định điều động lực lượng và phương tiện.

Bên cạnh các bảng dữ liệu mô tả vụ cháy và bối cảnh đô thị, khung dữ liệu đề xuất cần có một bảng phục vụ mô phỏng điều động nguồn lực và đánh giá hiệu quả can thiệp. Bảng này không chỉ ghi nhận lực lượng, phương tiện và thời gian xử lý trong thực tế, mà còn cho phép so sánh với một kịch bản giả định trong đó vụ cháy được nhận diện sớm là có nguy cơ nghiêm trọng và được điều động tăng cường ngay từ đầu. Cách tiếp cận này kế thừa logic của các nghiên cứu quốc tế về dự báo mức độ nghiêm trọng của cháy tại đô thị, trong đó việc kết hợp dữ liệu công trình,

thời gian, vị trí lực lượng chữa cháy, trụ nước và mật độ dân cư có thể hỗ trợ phân loại cháy lớn/cháy thường và đề xuất phương án điều động phù hợp hơn. Các chỉ số như tỷ lệ giảm thiệt hại tài sản, tỷ lệ giảm thương tích của lực lượng chữa cháy và tỷ lệ giảm thời gian không chế đám cháy không phải là dữ liệu gốc, mà là chỉ số đánh giá hiệu quả trong kịch bản mô phỏng. Vì vậy, chúng cần được sử dụng như: công cụ tham khảo cho hoạch định và cải thiện quy trình điều động, không thay thế quyết định nghiệp vụ của chỉ huy tại hiện trường.

3.1. Nguyên tắc xây dựng khung dữ liệu tích hợp

Khung dữ liệu tích hợp phục vụ giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy tại đô thị cần được xây dựng trên nguyên tắc vừa đáp ứng yêu cầu ghi nhận nghiệp vụ hằng ngày của lực lượng Cảnh sát PCCC&CNCH khu vực, vừa bảo đảm khả năng khai thác lâu dài cho phân tích, đánh giá và hỗ trợ ra quyết định. Điểm đặc biệt quan trọng của khung dữ liệu này là không đòi hỏi phải thay đổi toàn bộ hệ thống quản lý hiện có ngay từ đầu, mà có thể bắt đầu từ việc chuẩn hóa các trường thông tin cơ bản trong hồ sơ vụ cháy, sau đó từng bước liên kết thêm dữ liệu dân cư, giao thông, công trình, nguồn nước, Đội Chữa cháy và CNCH và điều kiện môi trường. Cách tiếp cận này giúp các địa phương có thể triển khai theo lộ trình phù hợp với điều kiện thực tế.

Trước hết, dữ liệu cần được chuẩn hóa về cấu trúc, cách ghi nhận và đơn vị đo lường. Các trường thông tin như thời gian xảy ra cháy, địa điểm, nguyên nhân, thiệt hại, thương vong, loại hình công trình, số tầng, thời gian tiếp nhận tin báo, thời gian xuất xe và thời gian đến hiện trường cần được ghi nhận theo cùng một quy chuẩn. Việc chuẩn hóa này giúp hạn chế tình trạng mỗi địa phương sử dụng một cách ghi khác nhau, đồng thời giảm sai lệch khi tổng hợp dữ liệu ở cấp cao hơn. Đây là bước có thể thực hiện ngay thông qua việc xây dựng biểu mẫu ghi nhận thống nhất, kể cả khi dữ liệu ban đầu vẫn được nhập bằng Excel hoặc các hệ thống quản lý đơn giản.

Thứ hai, khung dữ liệu cần chuyển hồ sơ vụ cháy từ dạng ghi nhận đơn lẻ sang dạng dữ liệu có thể liên kết và phân tích. Mỗi vụ cháy không chỉ cần

được ghi bằng địa chỉ hành chính, mà nên được gắn với tọa độ, phường, quận, Đội Chữa cháy và CNCH khu vực [1], nguồn nước chữa cháy gần nhất và đặc điểm giao thông xung quanh. Khi đó, cùng một vụ cháy có thể được nhìn nhận không chỉ là một sự cố riêng lẻ, mà còn là một phần của bức tranh giám sát, giảm thiểu nguy cơ trên địa bàn. Điều này giúp cơ quan quản lý nhận diện được nơi nào cháy nhiều, nơi nào khó tiếp cận, nơi nào thiếu nguồn nước chữa cháy và nơi nào cần ưu tiên kiểm tra, tuyên truyền hoặc bố trí phương án chữa cháy tại chỗ.

Thứ ba, khung dữ liệu cần phản ánh đúng đặc thù đô thị Việt Nam. Trong nhiều đô thị, giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy không chỉ đến từ nguyên nhân trực tiếp như sự cố hệ thống, thiết bị điện, bất cẩn hoặc vi phạm quy định an toàn, mà còn chịu ảnh hưởng bởi mật độ dân cư cao, nhà ở kết hợp kinh doanh, công trình cao tầng, hệ thống ngõ nhỏ, đường hẹp, ùn tắc giao thông và sự phân bố chưa đồng đều của nguồn nước chữa cháy. Do đó, các trường dữ liệu về mật độ dân cư, loại hình sử dụng đất, số lượng, phân bố, số tầng của các nhà cao tầng, mật độ ngõ nhỏ, khả năng tiếp cận của xe chữa cháy và khoảng cách đến nguồn nước cần được đưa vào như những thành phần quan trọng. Đây chính là các yếu tố giúp giải thích vì sao có những khu vực tuy không xa lực lượng Cảnh sát PCCC&CNCH về mặt khoảng cách, nhưng khi xảy ra cháy vẫn gặp nhiều khó khăn trong tiếp cận và xử lý.

Thứ tư, khung dữ liệu cần phục vụ được cả ba giai đoạn của công tác PCCC: phòng ngừa trước sự cố, phản ứng khi có sự cố và đánh giá sau sự cố. Ở giai đoạn phòng ngừa, dữ liệu giúp xác định địa bàn, công trình hoặc nhóm dân cư cần ưu tiên kiểm tra, tuyên truyền và hướng dẫn an toàn PCCC. Ở giai đoạn phản ứng, dữ liệu hỗ trợ đánh giá nhanh mức độ nguy hiểm, khả năng tiếp cận hiện trường và nhu cầu điều động lực lượng, phương tiện. Ở giai đoạn sau sự cố, dữ liệu giúp đánh giá hiệu quả xử lý, rút kinh nghiệm và hoàn thiện phương án chữa cháy, CNCH cho các tình huống tương tự. Như vậy, cùng một bộ dữ liệu có thể phục vụ đồng thời công tác phòng ngừa, chỉ huy điều hành và tổng kết rút kinh nghiệm.

Thứ năm, khung dữ liệu cần được thiết kế theo hướng mở, có thể triển khai từng bước. Trong giai đoạn đầu, các địa phương có thể ưu tiên chuẩn hóa những trường dữ liệu dễ thu thập nhất như thời gian, địa điểm, nguyên nhân, thiệt hại, thương vong, loại hình công trình, phương tiện điều động và thời gian đến hiện trường. Ở giai đoạn tiếp theo, dữ liệu có thể được liên kết với bản đồ số, dân cư, nguồn nước chữa cháy, Đội PCCC&CNCH khu vực, giao thông và công trình cao tầng. Khi điều kiện kỹ thuật cho phép, có thể bổ sung thêm dữ liệu giao thông theo thời gian thực, cảm biến, camera, hệ thống báo cháy tự động và các công cụ phân tích rủi ro. Cách triển khai theo từng bước giúp khung dữ liệu vừa có tính khả thi trước mắt, vừa phù hợp với định hướng chuyển đổi số lâu dài trong công tác PCCC.

Thứ sáu, một lợi ích quan trọng khác là khung dữ liệu giúp đơn giản hóa quá trình ghi nhận thông tin sau mỗi vụ cháy. Thay vì mô tả tự do bằng văn bản dài, nhiều trường dữ liệu có thể được thiết kế dưới dạng lựa chọn có sẵn, như loại công trình, nguyên nhân cháy, mức độ thiệt hại, loại phương tiện điều động, khả năng tiếp cận hiện trường hoặc tình trạng nguồn nước chữa cháy. Cách làm này giúp cán bộ nhập liệu nhanh hơn, giảm sai sót khi ghi chép, đồng thời bảo đảm dữ liệu giữa các địa phương được thống nhất và dễ tổng hợp hơn.

Từ các nguyên tắc trên, có thể thấy khung dữ liệu tích hợp không phải là một yêu cầu kỹ thuật phức tạp tách rời thực tiễn, mà là công cụ giúp chuẩn hóa những thông tin lực lượng Cảnh sát PCCC&CNCH vốn đã và đang thu thập hàng ngày. Điểm khác biệt là các thông tin này được tổ chức theo một cấu trúc thống nhất, có khả năng liên kết và phục vụ trực tiếp cho giám sát, giảm thiểu nguy cơ, bố trí nguồn lực, đánh giá vùng phủ, cảnh báo sớm và nâng cao hiệu quả xử lý sự cố. Đây là tiền đề để chuyển từ quản lý dữ liệu theo hướng báo cáo sau sự cố sang giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy tại đô thị theo hướng chủ động, có căn cứ dữ liệu và phù hợp với yêu cầu hiện đại hóa công tác PCCC.

3.2. Cấu trúc các nhóm dữ liệu đề xuất

Trên cơ sở các nguyên tắc nêu trên, khung dữ liệu tích hợp phục vụ quản lý, giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy tại đô thị có thể được tổ chức thành 10 nhóm dữ liệu chính. Các nhóm dữ liệu này được thiết kế theo hướng vừa phục vụ ghi nhận nghiệp vụ sau mỗi vụ cháy, vừa tạo điều kiện cho việc phân tích nguy cơ, đánh giá khả năng tiếp cận, dự báo mức độ nghiêm trọng và hỗ trợ điều động nguồn lực trong công tác PCCC. Cấu trúc này không nhằm thay thế các biểu mẫu nghiệp vụ hiện có, mà đóng vai trò định hướng chuẩn hóa, giúp các địa phương có thể từng bước thống nhất cách thu thập, lưu trữ và khai thác dữ liệu.

Bảng đề xuất nội dung khung dữ liệu.

Nhóm dữ liệu	Nội dung chính	Ý nghĩa đối với công tác PCCC
1. Thông tin vụ cháy	Mã vụ cháy, thời gian, địa điểm, nguyên nhân, thiệt hại, thương vong, mức độ nghiêm trọng (cháy thường/cháy lớn)	Chuẩn hóa hồ sơ vụ cháy, phục vụ thống kê, tổng hợp và đánh giá hậu quả sau sự cố
2. Không gian - thời gian	Tọa độ điểm cháy, số nhà, đường, ngõ, phường/xã, ngày, tháng, năm, khung giờ.	Phân tích quy luật cháy theo địa bàn và thời điểm, nhận diện khu vực hoặc thời gian có nguy cơ cao
3. Dân cư và địa giới hành chính	Dân số, diện tích, mật độ dân cư, loại khu vực đô thị, số vụ cháy trên 100.000 dân (đây là dữ liệu tĩnh, cần trích dẫn từ cơ sở dữ liệu khác)	Đánh giá mức độ phơi nhiễm rủi ro và so sánh nguy cơ giữa các địa bàn một cách công bằng hơn
4. Môi trường xây dựng	Loại công trình, công năng sử dụng, số tầng, tuổi công trình, kết cấu xây dựng, nhà cao tầng, nhà ở kết hợp kinh doanh	Nhận diện nhóm công trình, khu vực cần ưu tiên kiểm tra, tuyên truyền và hướng dẫn an toàn PCCC

5. Giao thông và khả năng tiếp cận	Giờ cao điểm, mật độ đường, khả năng xe chữa cháy tiếp cận hiện trường	Giúp đánh giá khó khăn trong tiếp cận đám cháy, đặc biệt tại các khu vực có đường hẹp, ngõ sâu hoặc thường xuyên ùn tắc
6. Nguồn nước chữa cháy	Vị trí trụ nước, các nguồn nước sử dụng để chữa cháy, ao hồ, bể nước, khoảng cách đến nguồn nước gần nhất,	Đánh giá điều kiện bảo đảm nguồn nước khi chữa cháy và xác định khu vực cần bổ sung, cải thiện điểm lấy nước
7. Thời tiết và khí hậu	Dữ liệu thứ cấp: Nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa, tốc độ gió (có thể thu thập từ Tổng cục Thống kê) Dữ liệu sơ cấp: điều kiện thời tiết gần thời điểm xảy ra cháy	Bổ sung yếu tố bối cảnh môi trường, phục vụ cho việc dự báo và phân tích, giám sát và giảm thiểu nguy cơ cháy theo mùa và điều kiện thời tiết
8. Điều động nguồn lực và hiệu quả xử lý ban đầu	Số xe, số cán bộ, chiến sĩ, thời gian đến hiện trường, thời gian không chệ, thiệt hại thực tế, kịch bản điều động tăng cường, có cần tăng cường lực lượng so với đợt xuất quân không	Đánh giá mức độ phù hợp của phương án điều động, rút kinh nghiệm sau sự cố và xây dựng phương án xử lý theo mức rủi ro

Việc tổ chức dữ liệu thành các nhóm trên giúp chuyển dữ liệu PCCC từ dạng ghi nhận rời rạc sang dạng có thể liên kết và khai thác theo nhiều mục tiêu quản lý khác nhau. Chẳng hạn, nhóm thông tin vụ cháy cho biết sự cố đã xảy ra như thế nào; nhóm không gian - thời gian cho biết sự cố tập trung ở đâu và vào thời điểm nào; nhóm môi trường xây dựng, giao thông và nguồn nước giúp giải thích vì sao một số khu vực có nguy cơ cao hoặc khó xử lý hơn; trong

khi nhóm lịch sử cháy, dự báo mức độ nghiêm trọng và điều động nguồn lực giúp mở rộng dữ liệu từ mục đích báo cáo sang mục đích cảnh báo, phòng ngừa và hỗ trợ ra quyết định.

Điều đáng lưu ý là khung dữ liệu này có thể triển khai theo từng mức độ. Ở giai đoạn đầu, các đơn vị có thể ưu tiên chuẩn hóa nhóm thông tin vụ cháy, không gian - thời gian, thiệt hại, thương vong, loại hình công trình và thời gian phản ứng. Khi điều kiện dữ liệu tốt hơn, có thể bổ sung dần các nhóm về giao thông, ngõ nhỏ, nguồn nước chữa cháy, nhà cao tầng, dữ liệu bản đồ và các chỉ số đánh giá hiệu quả điều động. Cách tiếp cận này bảo đảm khung dữ liệu có tính khả thi trong thực tế, đồng thời vẫn phù hợp với định hướng hiện đại hóa và chuyển đổi số trong công tác PCCC.

3.3. Khả năng ứng dụng của khung dữ liệu trong công tác PCCC

Khi các nhóm dữ liệu được chuẩn hóa và liên kết, khung dữ liệu không chỉ phục vụ lưu trữ hồ sơ vụ cháy, mà còn hỗ trợ trực tiếp cho công tác quản lý, phòng ngừa và điều hành hoạt động PCCC. Trước hết, dữ liệu về thời gian, địa điểm, dân cư, lịch sử cháy và điều kiện thời tiết có thể giúp nhận diện những khu vực có nguy cơ cháy cao hơn theo từng thời điểm, từ đó ưu tiên kiểm tra, tuyên truyền, hướng dẫn an toàn PCCC hoặc bố trí phương án thường trực phù hợp.

Bên cạnh đó, dữ liệu về vị trí các Đội Chữa cháy và CNCH khu vực phụ trách địa bàn, mạng lưới giao thông, hệ thống ngõ nhỏ, khoảng cách đến nguồn nước chữa cháy và thời gian tiếp cận hiện trường giúp đánh giá khả năng phản ứng thực tế của lực lượng chữa cháy. Một khu vực có thể không quá xa đơn vị PCCC&CNCH khu vực gần nhất về mặt khoảng cách, nhưng vẫn khó tiếp cận do đường hẹp, ngõ sâu hoặc ùn tắc giao thông. Việc tích hợp các yếu tố này giúp xác định rõ hơn các điểm nghẽn trong tiếp cận hiện trường và đề xuất phương án xử lý phù hợp.

Ngoài ra, dữ liệu về loại hình công trình, công năng sử dụng, số tầng, tuổi công trình, kết cấu xây dựng và mức độ tập trung nhà cao tầng có thể hỗ trợ xác định các nhóm công trình cần ưu tiên kiểm tra. Các khu vực có nhiều nhà ở kết hợp kinh doanh, công

trình cũ, nhà cao tầng hoặc cơ sở có nguy hiểm cháy, nổ cao có thể được đưa vào nhóm giám sát trọng điểm, giúp công tác kiểm tra và phòng ngừa có trọng tâm hơn.

Khi dữ liệu về mức độ nghiêm trọng, thiệt hại, thương vong, phương tiện điều động và thời gian không chế đám cháy được ghi nhận đầy đủ, cơ quan quản lý có thể từng bước đánh giá hiệu quả của các phương án điều động lực lượng. Nhờ đó, dữ liệu không chỉ phản ánh sự cố đã xảy ra, mà còn hỗ trợ rút kinh nghiệm, hoàn thiện phương án xử lý và xây dựng bản đồ giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy theo địa bàn.

Như vậy, khung dữ liệu tích hợp có thể hỗ trợ đồng thời ba nhiệm vụ: phòng ngừa trước khi cháy xảy ra, phản ứng nhanh khi có sự cố và đánh giá sau sự cố để cải thiện phương án trong tương lai. Đây là cơ sở quan trọng để chuyển từ quản lý chủ yếu dựa trên báo cáo thống kê sang quản lý giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy tại đô thị theo hướng chủ động, có căn cứ dữ liệu và phù hợp với yêu cầu chuyển đổi số trong công tác PCCC.

3.4. Mô phỏng điều động nguồn lực và đánh giá hiệu quả can thiệp

Một hướng ứng dụng nâng cao của khung dữ liệu tích hợp là mô phỏng phương án điều động nguồn lực và đánh giá hiệu quả xử lý ban đầu đối với các vụ cháy có nguy cơ nghiêm trọng. Trong thực tế, quyết định điều động lực lượng và phương tiện thường phải được đưa ra trong thời gian rất ngắn, trong khi thông tin ban đầu về vụ cháy có thể chưa đầy đủ. Nếu dữ liệu về loại công trình, công năng sử dụng, số tầng, kết cấu xây dựng, thời điểm xảy ra cháy, vị trí đội PCCC&CNCH khu vực phụ trách địa bàn, nguồn nước chữa cháy và khả năng tiếp cận hiện trường được chuẩn hóa, cơ quan quản lý có thể từng bước xây dựng công cụ hỗ trợ nhận diện sớm các vụ cháy có khả năng diễn biến phức tạp.

Cách tiếp cận này đã được minh họa trong một số nghiên cứu quốc tế gần đây. Một nghiên cứu về dự báo mức độ nghiêm trọng của cháy tại đô thị cho thấy, khi dữ liệu về đặc điểm công trình [5], thời điểm xảy ra cháy và thông tin không gian được chuẩn hóa, mô hình phân tích có thể hỗ trợ phân biệt cháy lớn và cháy

thường, từ đó đề xuất điều động tăng cường sớm đối với các vụ có nguy cơ cao. Kết quả mô phỏng của nghiên cứu này cho thấy khả năng giảm thiệt hại tài sản, giảm thương tích của lực lượng chữa cháy và rút ngắn thời gian phản ứng. Ở một hướng tiếp cận khác, nghiên cứu về dự báo thời gian phản ứng và tìm tuyến đường tối ưu bằng GIS [7] kết hợp học máy đã sử dụng dữ liệu hơn 7.000 vụ cháy, mạng lưới đường và thuật toán tìm đường ngắn nhất để ước tính thời gian tiếp cận hiện trường [4]. Kết quả cho thấy mô hình có thể dự báo thời gian đến hiện trường với sai số trung bình dưới 02 phút, đồng thời bản đồ GIS giúp xác định các khu vực có khả năng tiếp cận chậm và các tuyến đường phù hợp hơn cho lực lượng chữa cháy. Những nghiên cứu này cho thấy nếu dữ liệu được tổ chức đúng cách, cơ quan PCCC không chỉ có thể lưu trữ hồ sơ vụ cháy, mà còn có thể hỗ trợ đánh giá mức độ nguy hiểm, lựa chọn phương án tiếp cận và bố trí nguồn lực phù hợp hơn. Trong khung dữ liệu đề xuất, bảng mô phỏng điều động nguồn lực và hiệu quả xử lý ban đầu có thể được thiết kế để so sánh giữa hai nhóm thông tin. Nhóm thứ nhất là dữ liệu thực tế được ghi nhận trong hồ sơ vụ cháy, bao gồm lực lượng, phương tiện, thời gian đến hiện trường, thời gian không chế đám cháy, thiệt hại tài sản và thương vong. Nhóm thứ hai là dữ liệu ước tính trong kịch bản giả định, trong đó vụ cháy được nhận diện sớm là có nguy cơ nghiêm trọng và được điều động tăng cường ngay từ đầu. Việc so sánh hai nhóm thông tin này giúp đánh giá liệu phương án điều động ban đầu đã phù hợp hay chưa và trong trường hợp nào cần bổ sung lực lượng, phương tiện hoặc phương án xử lý đặc thù.

Các chỉ số như tỷ lệ giảm thiệt hại tài sản, tỷ lệ giảm thương tích của lực lượng chữa cháy hoặc tỷ lệ giảm thời gian không chế đám cháy cần được hiểu là chỉ số đánh giá trong kịch bản mô phỏng, không phải dữ liệu gốc của vụ cháy. Ví dụ, thiệt hại tài sản thực tế là giá trị được ghi nhận trong hồ sơ vụ cháy đã xảy ra; còn thiệt hại ước tính theo kịch bản mô phỏng là giá trị giả định nếu vụ cháy được nhận diện sớm và điều động tăng cường ngay từ đầu. Do đó, các chỉ số này không nhằm thay thế quyết định nghiệp vụ của chỉ huy tại hiện trường, mà đóng vai trò cung cấp thêm căn cứ

tham khảo cho việc hoàn thiện quy trình điều động, bố trí lực lượng và rút kinh nghiệm sau sự cố.

Như vậy, việc bổ sung nhóm dữ liệu về điều động nguồn lực và hiệu quả xử lý ban đầu giúp mở rộng giá trị của khung dữ liệu từ quản lý hồ sơ sang hỗ trợ quản trị giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy tại đô thị. Khi được tích lũy đủ lớn và cập nhật thường xuyên, dữ liệu này có thể giúp lực lượng Cảnh sát PCCC&CNCH từng bước xây dựng quy trình điều động theo mức rủi ro, ưu tiên nguồn lực cho các vụ cháy có khả năng gây hậu quả lớn và nâng cao hiệu quả phòng ngừa, ứng phó trong điều kiện đô thị phức tạp.

4. Kết luận

Bài viết đã làm rõ sự cần thiết của việc xây dựng khung dữ liệu tích hợp phục vụ giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy tại đô thị và hỗ trợ ra quyết định trong công tác phòng cháy, chữa cháy tại Việt Nam. Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh và yêu cầu chuyển đổi số ngày càng cao, dữ liệu PCCC không nên chỉ dừng lại ở chức năng thống kê, báo cáo sau sự cố, mà cần trở thành nền tảng phục vụ nhận diện nguy cơ, đánh giá khả năng phản ứng và nâng cao hiệu quả điều hành.

Ý nghĩa của khung dữ liệu đề xuất nằm ở việc tạo ra một cách tiếp cận thống nhất để liên kết dữ liệu nghiệp vụ với dữ liệu không gian, dân cư, công trình, giao thông, nguồn nước chữa cháy, điều kiện thời tiết và lịch sử cháy. Khi được triển khai phù hợp, khung dữ liệu này có thể hỗ trợ lực lượng Cảnh sát PCCC&CNCH nhận diện khu vực trọng điểm, ưu tiên kiểm tra, tuyên truyền, bố trí nguồn lực và từng bước xây dựng phương thức giám sát, giảm thiểu nguy cơ cháy tại đô thị theo hướng chủ động hơn.

Trong thời gian tới, cần tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện bộ trường dữ liệu chuẩn, thử nghiệm tại một số đô thị lớn và đánh giá mức độ phù hợp với điều kiện thực tế của từng địa phương. Bên cạnh đó, cần ưu tiên bổ sung các nhóm dữ liệu còn thiếu như thời gian phản ứng, phương tiện điều động, đặc điểm công trình, khả năng tiếp cận của xe chữa cháy, nguồn nước chữa cháy và dữ liệu giao thông. Đây là cơ sở

để phát triển các công cụ hỗ trợ cảnh báo sớm, đánh giá hiệu quả điều động và nâng cao năng lực quản lý nhà nước về PCCC trong giai đoạn chuyển đổi số. ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Chính phủ (2021), *Thông tư số 01/2021/TT-BXD ban hành QCVN 01:2021/BXD quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Quy hoạch xây dựng*, Hà Nội.
2. Chính phủ (2025), *Khoản 1 Điều 26 Nghị định số 105/2025/NĐ-CP Quy định chi tiết một số điều và biện pháp thi hành luật Phòng cháy, chữa cháy và cứu nạn, cứu hộ*, Hà Nội.
3. Danh, (FSB HCM) Nguyễn Ngọc. (n.d.) (2015), *Thống kê cơ bản, Thành Phố Hồ Chí Minh*. https://www.academia.edu/25069603/Th%E1%BB%91ng_k%C3%AA_c%C6%A1_b%E1%BA%A3n_Statistics.
4. Urfali, T., & Eymen, A. (2025), *Estimating Fire Response Times and Planning Optimal Routes Using GIS and Machine Learning Techniques*, <https://www.mdpi.com/2673-7418/5/4/58>, DOI:10.3390/geomatics5040058
5. Lee, S.-L., Hsu, M.-H., Wang, Y.-F., & Wang, M. Y.-F. (2025). *Forecasting urban fire severity for enhanced emergency response and resource allocation*. *Scientific Reports*, <https://www.nature.com/articles/s41598-025-26006-z>
6. Chính phủ (2025), *Quyết Định Số: 2439/QĐ-TTg Ban hành khung kiến trúc dữ liệu quốc gia, khung quản trị, quản lý dữ liệu quốc gia, từ điển dữ liệu dung chung*, Hà Nội
7. Moyroud, N., & Portet, F. (2018). *Introduction to QGIS*. In *QGIS and Generic Tools* (pp. 1–17). John Wiley & Sons, Ltd., <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119457091.ch1>
<https://doi.org/10.1002/9781119457091.ch1>