

# ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ Ô NHIỄM TIẾNG ỒN GIAO THÔNG ĐÔ THỊ TRONG ĐIỀU KIỆN THIẾU DỮ LIỆU ĐO TRỰC TIẾP: NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TẠI ĐÔ THỊ - HẢI PHÒNG

## ASSESSMENT OF URBAN TRAFFIC NOISE POLLUTION RISK UNDER DATA-SCARCE CONDITIONS: A CASE STUDY OF HAI PHONG CITY

NGUYỄN PHAN ANH

Khoa Công trình, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: phananh.ctt@vimaru.edu.vn

DOI: <https://doi.org/10.65154/jmst.939>

### Tóm tắt

Ô nhiễm tiếng ồn giao thông đang là vấn đề môi trường đáng chú ý tại các đô thị Việt Nam, trong khi việc đánh giá còn hạn chế do thiếu dữ liệu đo tiếng ồn tiếp xúc trực tiếp. Bài báo đề xuất một khung đánh giá nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị theo hướng bán định lượng, phù hợp với điều kiện dữ liệu hạn chế.

Nguy cơ ô nhiễm được xem là kết quả tổng hợp của ba nhóm yếu tố chính: Bối cảnh tiếp nhận, điều kiện khai thác giao thông và đặc điểm hình thái - vật liệu mặt đường, trên cơ sở các quy chuẩn quốc gia hiện hành (QCVN 26:2025, QCVN 27:2025). Các chỉ tiêu đại diện được chuẩn hóa và tổng hợp thành chỉ số nguy cơ, cho phép phân loại tương đối các tuyến đường.

Khung đánh giá được minh họa thông qua nghiên cứu điển hình tại một số tuyến đường đô thị ở Hải Phòng, cho thấy vai trò quan trọng của bối cảnh tiếp nhận và đặc điểm mặt đường trong kiểm soát nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn.

**Từ khóa:** Ô nhiễm tiếng ồn giao thông, đánh giá nguy cơ, đô thị Việt Nam, mặt đường và khai thác giao thông, quy chuẩn môi trường.

### Abstract

Traffic noise pollution is an emerging environmental issue in Vietnamese cities, while its assessment is constrained by the lack of direct contact noise measurements. This paper proposes a semi-quantitative framework for assessing urban traffic noise pollution risk under data-scarce conditions.

Noise risk is conceptualized as the combined effect of three factor groups: receptor context, traffic operating conditions, and pavement morphological and material characteristics, in

line with current national regulations (QCVN 26:2025; QCVN 27:2025). Representative indicators are standardized and aggregated into a composite risk index to enable relative classification of urban roads.

The framework is illustrated through a case study of selected urban roads in Hai Phong city, highlighting the influence of receptor sensitivity and pavement characteristics on traffic noise risk.

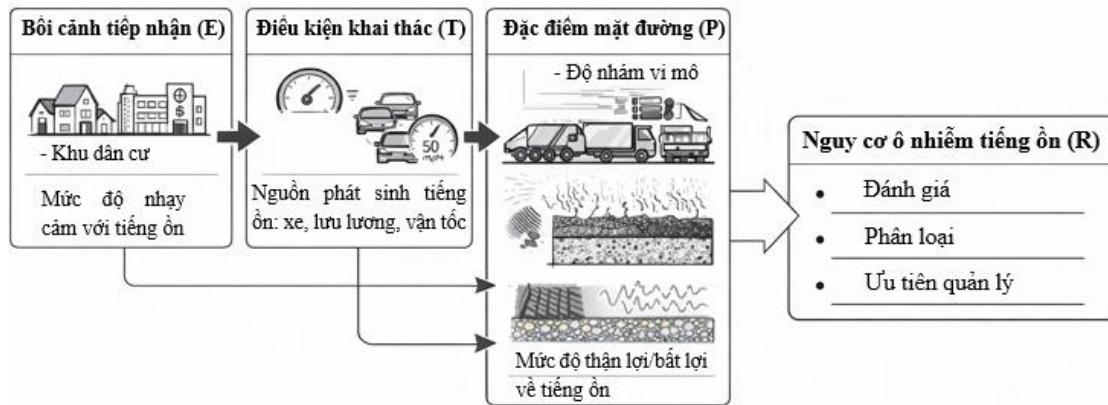
**Keywords:** Traffic noise pollution, risk assessment, Vietnamese urban areas, pavement and traffic operation, environmental regulations.

### 1. Giới thiệu

Ô nhiễm tiếng ồn giao thông đường bộ đang trở thành một trong những thách thức môi trường nghiêm trọng tại các đô thị lớn, đặc biệt trong bối cảnh đô thị hóa nhanh, gia tăng mật độ phương tiện và mở rộng hạ tầng giao thông đô thị. Không giống các dạng ô nhiễm truyền thống, tiếng ồn giao thông mang tính lan truyền, khó kiểm soát và tác động trực tiếp đến sức khỏe cộng đồng, chất lượng sống và phát triển đô thị bền vững. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra mối liên hệ giữa tiếp xúc tiếng ồn kéo dài với các vấn đề tim mạch, rối loạn giấc ngủ và suy giảm hiệu suất lao động [1], [2].

Trong lĩnh vực giao thông, tiếng ồn phát sinh chủ yếu từ ba nguồn: động cơ phương tiện, tương tác khí động và đặc biệt là tương tác lốp - mặt đường, vốn chiếm ưu thế ở dải vận tốc trung bình và cao [3], [4]. Khác với tiếng ồn động cơ, tiếng ồn lốp - mặt đường chịu ảnh hưởng trực tiếp của đặc tính hình thái bề mặt và vật liệu mặt đường, do đó có thể được kiểm soát thông qua thiết kế, lựa chọn kết cấu và công tác quản lý khai thác mặt đường.

Trên thế giới, nhiều nghiên cứu đã tập trung phân tích cơ chế phát sinh tiếng ồn lốp - mặt đường, phát triển các mô hình dự báo mức ồn và đề xuất các giải pháp kỹ thuật nhằm giảm phát xạ tiếng ồn thông qua



**Hình 1. Sơ đồ khái niệm các nhóm yếu tố chi phối nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị**

tối ưu hóa hình thái và vật liệu mặt đường. Các phương pháp đo tiếng ồn tiếp xúc như CPX (Close Proximity Method) và OBSI (On-Board Sound Intensity) đã được sử dụng rộng rãi để phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định các mô hình này [3], [4].

Tại Việt Nam, mặc dù hệ thống quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tiếng ồn và độ rung đã được ban hành và cập nhật (QCVN 26:2025 [5]; QCVN 27:2025 [6]), các nghiên cứu trong nước về tiếng ồn giao thông hiện nay chủ yếu tập trung vào đánh giá tiếng ồn môi trường đô thị, mức độ vượt chuẩn và tác động đến sức khỏe cộng đồng, thông qua đo đặc mức ồn tương đương hoặc xây dựng bản đồ tiếng ồn tại một số khu vực đô thị lớn. Tuy nhiên, các nghiên cứu này phần lớn tiếp cận ở góc độ môi trường và quy hoạch, chưa đi sâu phân tích vai trò của đặc tính hình thái và vật liệu mặt đường đối với cơ chế phát sinh tiếng ồn lớp - mặt đường. Bên cạnh đó, các phương pháp đo tiếng ồn tiếp xúc như CPX hoặc OBSI hiện chưa được triển khai phổ biến trong thực tiễn quản lý đường bộ tại Việt Nam do yêu cầu cao về thiết bị, chi phí và nhân lực chuyên môn [7].

Trong bối cảnh đó, nhu cầu đặt ra không chỉ là dự báo mức ồn tuyệt đối tại từng vị trí cụ thể, mà trước hết là xác định nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn trên mạng lưới đường đô thị nhằm phục vụ công tác sàng lọc, so sánh và ưu tiên quản lý trong điều kiện dữ liệu hạn chế. Cách tiếp cận này đòi hỏi một khung đánh giá có cơ sở kỹ thuật rõ ràng, gắn với các cơ chế vật lý của tiếng ồn giao thông, nhưng không phụ thuộc vào dữ liệu đo đạc phức tạp hoặc chưa sẵn có.

Trên cơ sở đó, bài báo này hướng tới mục tiêu xây dựng một khung đánh giá nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị dựa trên tổ hợp các yếu tố có ý nghĩa vật lý rõ ràng và dễ thu thập, bao gồm bối cảnh tiếp nhận, điều kiện khai thác giao thông và đặc điểm hình

thái - vật liệu mặt đường, như minh họa trong Hình 1. Khung phương pháp được đề xuất nhằm hỗ trợ đánh giá, so sánh và ưu tiên quản lý tiếng ồn giao thông trong điều kiện thiếu dữ liệu đo trực tiếp, đồng thời tạo nền tảng khoa học cho việc mở rộng sang các nghiên cứu định lượng và bán thực nghiệm khi dữ liệu thực địa được bổ sung trong tương lai.

## 2. Tổng quan

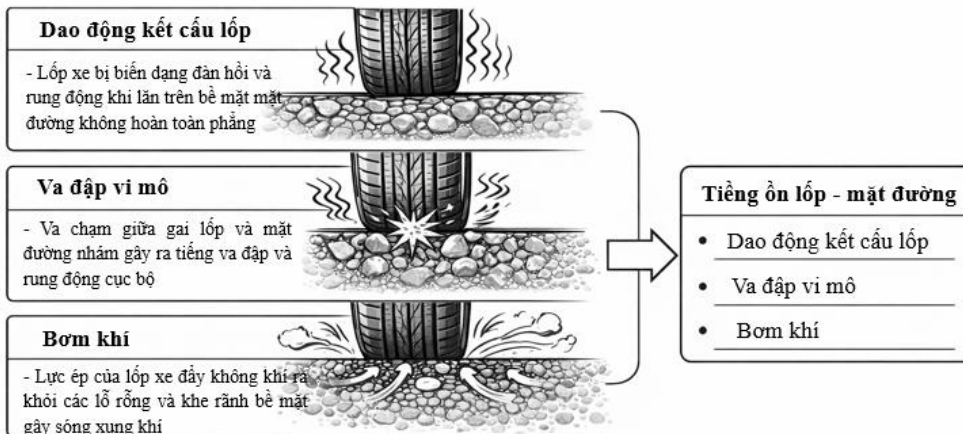
### 2.1. Cơ chế phát sinh tiếng ồn lớp - mặt đường và vai trò của hình thái bề mặt

Tiếng ồn lớp - mặt đường phát sinh từ các cơ chế phức tạp liên quan đến tương tác cơ học và khí động giữa lớp xe và bề mặt mặt đường. Các cơ chế chủ yếu bao gồm dao động kết cấu lớp, hiện tượng “air pumping” (bơm khí trong các lỗ rỗng và khe rãnh bề mặt), cũng như va đập vi mô giữa hoa lốp và kết cấu hạt của mặt đường [3], [8], được thể hiện như trong Hình 2.

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng độ nhám vĩ mô (MPD) và đặc trưng hình thái bề mặt đóng vai trò chi phối trong việc hình thành tiếng ồn ở dải vận tốc đô thị và cao tốc. Sự suy giảm hình thái bề mặt theo thời gian khai thác có thể dẫn đến gia tăng đáng kể mức ồn, ngay cả khi các điều kiện giao thông không thay đổi [9], [10]. Ngoài ra, cấu trúc rỗng và mức độ liên thông lỗ rỗng của vật liệu asphalt ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng tiêu tán sóng âm và cơ chế bơm khí, từ đó làm thay đổi đặc tính phát xạ tiếng ồn [11].

Những kết quả này cho thấy tiếng ồn lớp - mặt đường không chỉ là vấn đề vận hành giao thông mà còn là một vấn đề kỹ thuật vật liệu và kết cấu mặt đường, có thể được xem xét trong quá trình thiết kế và quản lý hạ tầng.

Từ các cơ chế trên có thể thấy rằng mức độ phát sinh tiếng ồn lớp - mặt đường chịu chi phối đồng thời



**Hình 2. Cơ chế phát sinh tiếng ồn lốp - mặt đường**

bởi đặc tính hình thái bề mặt và cấu trúc vật liệu lớp mặt. Do đó, các thông số đại diện cho hình thái bề mặt và vật liệu không chỉ có ý nghĩa trong dự báo mức ồn tuyệt đối, mà còn có thể được sử dụng làm cơ sở để đánh giá nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn trong điều kiện thiếu dữ liệu đo trực tiếp. Nhận định này là tiền đề cho việc lựa chọn các nhóm yếu tố và chỉ tiêu đánh giá được trình bày ở Mục 3.

**2.2. Các phương pháp đánh giá tiếng ồn giao thông và giới hạn trong điều kiện dữ liệu**

Các phương pháp đánh giá tiếng ồn giao thông đường bộ hiện nay chủ yếu dựa trên hai hướng tiếp cận chính. Hướng thứ nhất là các mô hình thực nghiệm hoặc bán thực nghiệm, trong đó mức ồn được biểu diễn như hàm của vận tốc phương tiện, lưu lượng giao thông và một số tham số đặc trưng của mặt đường [12]. Các mô hình này cho phép ước lượng mức ồn tuyệt đối tại vị trí xác định, phù hợp cho mục tiêu kiểm định, so sánh với ngưỡng quy chuẩn, song thường yêu cầu dữ liệu đo đạc tại chỗ để hiệu chỉnh và kiểm định, đặc biệt là dữ liệu tiếng ồn môi trường hoặc tiếng ồn tiếp xúc.

Hướng tiếp cận thứ hai tập trung vào đánh giá và phân loại mức độ ảnh hưởng của tiếng ồn trên quy mô mạng lưới, trong đó trọng tâm không đặt vào giá trị mức ồn tuyệt đối mà vào khả năng so sánh tương đối giữa các tuyến hoặc khu vực. Các nghiên cứu theo hướng này thường tích hợp nhiều yếu tố liên quan đến điều kiện khai thác giao thông, bối cảnh tiếp nhận và đặc điểm mặt đường nhằm nhận diện các khu vực có nguy cơ cao, phục vụ công tác sàng lọc và ưu tiên quản lý.

Trong thực tiễn đô thị, đặc biệt tại các quốc gia đang phát triển, việc áp dụng các mô hình định lượng chi tiết gặp nhiều hạn chế do thiếu dữ liệu đo tiếng ồn đồng bộ, chi phí đo đạc cao và yêu cầu kỹ thuật phức

tạp. Trong bối cảnh đó, các phương pháp đánh giá nguy cơ bán định lượng được xem là phù hợp hơn cho giai đoạn đầu của quá trình quản lý tiếng ồn. Cách tiếp cận này cho phép sử dụng các chỉ tiêu có ý nghĩa vật lý rõ ràng và dễ thu thập để xây dựng cơ sở khoa học cho việc phân loại, so sánh và hỗ trợ ra quyết định, thay vì tập trung vào dự báo mức ồn chính xác tại từng vị trí cụ thể.

Từ góc độ cơ chế phát sinh, mức độ tiếng ồn lốp - mặt đường chịu chi phối đồng thời bởi đặc tính hình thái bề mặt và cấu trúc vật liệu lớp mặt, bên cạnh các điều kiện khai thác giao thông. Do đó, các thông số đại diện cho hình thái bề mặt và vật liệu không chỉ có ý nghĩa trong dự báo mức ồn tuyệt đối, mà còn có thể được sử dụng làm cơ sở để đánh giá nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn trong điều kiện thiếu dữ liệu đo trực tiếp. Nhận định này là tiền đề cho việc lựa chọn các nhóm yếu tố và chỉ tiêu đánh giá được trình bày ở Mục 3.

**2.3. Khoảng trống nghiên cứu và nhu cầu tiếp cận phù hợp cho Việt Nam**

Mặc dù các nghiên cứu quốc tế đã đạt nhiều tiến bộ trong dự báo và kiểm soát tiếng ồn lốp - mặt đường, phần lớn các công trình hiện nay tập trung vào việc ước tính mức ồn tuyệt đối thông qua các mô hình định lượng chi tiết, đòi hỏi dữ liệu đo đạc đầy đủ và điều kiện kiểm chứng chặt chẽ. Cách tiếp cận này tỏ ra hiệu quả ở cấp độ nghiên cứu chuyên sâu, nhưng chưa thực sự phù hợp cho mục tiêu sàng lọc và ưu tiên quản lý trên quy mô mạng lưới đường đô thị.

Bên cạnh đó, các nghiên cứu hiện hữu chủ yếu xem xét từng yếu tố riêng lẻ hoặc tập trung vào tối ưu hóa mô hình dự báo, trong khi chưa hình thành một khung đánh giá nguy cơ tổng hợp, cho phép tích hợp đồng thời bối cảnh tiếp nhận, điều kiện khai thác và đặc điểm mặt đường dưới góc độ quản lý.

Khoảng trống nghiên cứu vì vậy không nằm ở việc thiếu các mô hình dự báo mức ồn, mà ở thiếu một khung đánh giá nguy cơ mang tính trung gian, cho phép chuyển hóa các yếu tố kỹ thuật và khai thác thành thông tin hỗ trợ ra quyết định. Khoảng trống này là cơ sở để nghiên cứu đề xuất khung đánh giá nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị được trình bày trong Mục 3.

### 3. Phương pháp đánh giá nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị

#### 3.1. Khung đánh giá và lựa chọn các nhóm yếu tố chi phối

Trong điều kiện thiếu dữ liệu đo tiếng ồn tiếp xúc (CPX/OBSI), nghiên cứu này tiếp cận đánh giá nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị theo hướng bán định lượng, dựa trên các yếu tố có ý nghĩa vật lý rõ ràng và có khả năng thu thập từ thực tiễn quản lý đô thị. Nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn được xem là kết quả tổng hợp của ba nhóm yếu tố chính, bao gồm *bối cảnh tiếp nhận (E)*, *điều kiện khai thác giao thông (T)* và *đặc điểm hình thái - vật liệu mặt đường (P)*.

Ba nhóm yếu tố này phản ánh lần lượt mức độ nhạy cảm của không gian tiếp nhận, cường độ và đặc điểm vận hành giao thông, cũng như khả năng phát sinh và lan truyền tiếng ồn từ mặt đường. Trên cơ sở khung đánh giá đó, các chỉ tiêu đầu vào được lựa chọn nhằm đại diện cho các cơ chế chi phối chính của tiếng ồn giao thông đô thị, đồng thời bảo đảm khả năng thu thập và áp dụng thống nhất trong điều kiện thiếu dữ liệu đo trực tiếp.

Để phục vụ mục tiêu tổng hợp và so sánh nguy cơ giữa các tuyến đường, các chỉ tiêu đầu vào được chuẩn hóa theo thang điểm rời rạc. Bảng 1 trình bày chi tiết

bộ chỉ tiêu được sử dụng trong nghiên cứu cùng với nguyên tắc chuẩn hóa tương ứng, trong đó chỉ số thành phần *E*, *T* và *P* của mỗi tuyến đường được xác định bằng cách tổng hợp các chỉ tiêu đại diện trong cùng nhóm sau khi chuẩn hóa theo thang điểm rời rạc. Giá trị của các chỉ số này phản ánh mức độ bất lợi tương đối của từng nhóm yếu tố, trong đó giá trị càng cao tương ứng với mức độ bất lợi càng lớn đối với nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông.

#### 3.2. Chuẩn hóa các chỉ số thành phần theo phương pháp chấm điểm bán định lượng

Trong bối cảnh thiếu dữ liệu đo tiếng ồn trực tiếp, nhiều nghiên cứu đánh giá môi trường và quản lý rủi ro đô thị đã áp dụng các phương pháp chấm điểm bán định lượng (semi-quantitative scoring) để chuyển hóa các yếu tố dị thể (vật lý, không gian, khai thác) thành các chỉ số có khả năng so sánh tương đối. Cách tiếp cận này đặc biệt phổ biến trong các nghiên cứu sàng lọc nguy cơ, nơi mục tiêu không phải là dự báo giá trị tuyệt đối mà là phân loại mức độ bất lợi tương đối giữa các đối tượng đánh giá.

Trong nghiên cứu này, mỗi nhóm yếu tố bối cảnh tiếp nhận (*E*), điều kiện khai thác giao thông (*T*) và đặc điểm hình thái - vật liệu mặt đường (*P*) được biểu diễn bằng một chỉ số thành phần, được chuẩn hóa theo thang điểm rời rạc từ 0 đến 4. Thang điểm này phản ánh các mức độ bất lợi tăng dần, từ điều kiện thuận lợi hoặc ít nhạy cảm (0) đến điều kiện bất lợi cao (4).

Việc lựa chọn thang điểm rời rạc có cơ sở 3 lập luận chính. Thứ nhất, trong điều kiện thiếu dữ liệu đo chi tiết, việc sử dụng thang liên tục có thể tạo cảm giác chính xác giả tạo và làm gia tăng sai số chủ quan. Thứ hai, thang điểm rời rạc với số mức hạn chế đã được chứng minh là ổn định hơn đối với đánh giá chuyên

**Bảng 1. Bộ chỉ tiêu đầu vào và phương pháp chuẩn hóa trong đánh giá nguy cơ**

Nhóm yếu tố	Chỉ tiêu đại diện	Nguồn dữ liệu khả dụng	Nguyên tắc chuẩn hóa
<b>Bối cảnh tiếp nhận (E)</b>	Mật độ dân cư	Thấp → Trung bình → Cao	0 - 1 - 2
	Chức năng sử dụng đất	Công nghiệp / hỗn hợp → nhà ở	0 - 1 - 2
	Mức độ nhạy cảm xã hội	Thấp → Cao	0 - 1
<b>Điều kiện khai thác (T)</b>	Lưu lượng giao thông	Thấp → Trung bình → Cao	0 - 1 - 2
	Thành phần xe nặng	Không đáng kể → đáng kể	0 - 1
<b>Hình thái - vật liệu mặt đường (P)</b>	Vận tốc khai thác	Thấp → Cao	0 - 1
	Tình trạng bề mặt	Tốt → suy giảm	0 - 1 - 2
	Đặc trưng hình thái	Nhẵn → nhám cao	0 - 1
	Khả năng tiêu tán âm	Tốt → kém	0 - 1

**Bảng 2. Ma trận phân loại nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị**

Khoảng giá trị R	Mức nguy cơ	Đặc trưng cấu hình E-T-P điển hình	Ý nghĩa quản lý
$R < 1.5$	Thấp	Các chỉ số E, T và P đều ở mức thấp đến trung bình; không tồn tại đồng thời nhiều nhóm yếu tố có giá trị cao	Tiếng ồn giao thông ít gây tác động đáng kể; chưa cần ưu tiên can thiệp
$1.5 \leq R < 2.5$	Trung bình	Ít nhất một trong ba chỉ số E, T hoặc P đạt giá trị trung bình - cao; các nhóm yếu tố còn lại ở mức thấp đến trung bình	Cần theo dõi và cân nhắc giải pháp kiểm soát cục bộ
$R \geq 2.5$	Cao	Từ hai nhóm yếu tố trở lên (E, T hoặc P) đạt giá trị cao; thường gắn với bối cảnh tiếp nhận nhạy cảm và/hoặc điều kiện khai thác bất lợi	Ưu tiên quản lý và can thiệp giám ồn

gia và dữ liệu định tính, đồng thời phù hợp với các phương pháp đánh giá nguy cơ môi trường ở cấp độ quản lý [9]. Thứ ba, số mức từ 4 đến 5 được xem là độ phân giải hợp lý, đủ để phân biệt các cấp độ nguy cơ chính mà không làm phức tạp quá mức quá trình tổng hợp [13].

Chỉ số thành phần của mỗi nhóm yếu tố được xác định thông qua tổng hợp các chỉ tiêu con đã được chuẩn hóa trong cùng một nhóm, phản ánh đặc trưng tổng quát của nhóm yếu tố đó đối với từng tuyến đường. Cách tiếp cận này cho phép bảo toàn mối liên hệ với các cơ chế vật lý và không gian đã được tổng quan ở Mục 2, đồng thời đảm bảo tính nhất quán khi so sánh giữa các tuyến đường trong cùng một đô thị.

Cần nhấn mạnh rằng các chỉ số E, T và P không đại diện cho mức độ đóng góp định lượng trực tiếp vào giá trị tiếng ồn theo đơn vị dB(A), mà đóng vai trò như các chỉ báo nguy cơ tương đối, phục vụ phân loại và ưu tiên quản lý trong điều kiện thiếu dữ liệu đo tiếng ồn tiếp xúc.

### 3.3. Xác định chỉ số nguy cơ tổng hợp R và xử lý trọng số

Trên cơ sở các chỉ số thành phần E, T và P đã được chuẩn hóa, nghiên cứu xây dựng chỉ số nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn tổng hợp (R) nhằm phản ánh mức độ bất lợi tổng thể của từng tuyến đường trong bối cảnh đô thị.

Chỉ số R được xác định theo dạng trung bình có trọng số, như sau:

$$R = \frac{w_E E + w_T T + w_P P}{w_E + w_T + w_P} \quad (1)$$

Trong đó E, T, P  $\in [0,4]$  là các chỉ số thành phần, và  $w_E, w_T, w_P$  là các trọng số phản ánh vai trò tương đối của từng nhóm yếu tố;

Trong phạm vi nghiên cứu này, do chưa có bộ dữ liệu đo tiếng ồn thực địa để hiệu chỉnh trọng số theo mức độ ảnh hưởng thực tế của từng nhóm yếu tố, các trọng số được lựa chọn bằng nhau ( $w_E = w_T = w_P = 1$ ). Giả định này phản ánh cách tiếp cận trung lập, tránh áp đặt chủ quan và phù hợp với mục tiêu đánh giá nguy cơ ở giai đoạn sàng lọc ban đầu. Khi đó, chỉ số R trở thành giá trị trung bình của ba chỉ số thành phần, bảo đảm tính so sánh và ổn định của thang đo.

Việc sử dụng trung bình có trọng số, thay vì tổng điểm thô, cho phép chuẩn hóa chỉ số nguy cơ, tránh phụ thuộc vào số lượng chỉ tiêu con hoặc cách phân nhóm. Chỉ số R vì vậy có ý nghĩa như một chỉ báo nguy cơ tương đối, không đại diện cho mức ồn theo đơn vị dB(A), mà phục vụ phân loại và ưu tiên quản lý trong điều kiện thiếu dữ liệu đo tiếng ồn trực tiếp. Trên cơ sở các chỉ số thành phần E, T và P đã được chuẩn hóa, nghiên cứu xây dựng ma trận phân loại nguy cơ nhằm chuyển đổi chỉ số nguy cơ tổng hợp R thành các mức nguy cơ có ý nghĩa quản lý. Ma trận này đóng vai trò như một công cụ trung gian, cho phép liên kết giữa kết quả tổng hợp định lượng tương đối và phân loại nguy cơ phục vụ sàng lọc, ưu tiên quản lý trong điều kiện thiếu dữ liệu đo tiếng ồn trực tiếp. Việc phân loại nguy cơ trong nghiên cứu này không dựa trên các ngưỡng tiếng ồn tuyệt đối theo đơn vị dB(A), mà dựa trên cấu hình tương đối của các nhóm yếu tố chi phối. Do đó, các mức nguy cơ được xác định không chỉ theo giá trị chỉ số R, mà còn gắn với tổ hợp điển hình của các chỉ số thành phần E, T và P, nhằm phản ánh mức độ bất lợi tổng hợp trong bối cảnh quản lý đô thị. Bảng 2 trình bày chi tiết nguyên tắc phân loại nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị được áp dụng thống nhất trong nghiên cứu.

### 4. Kết quả và thảo luận

Trên cơ sở khung đánh giá nguy cơ được xây dựng

**Bảng 3. Kết quả phân loại nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn đối với các tuyến đường đô thị điển hình tại Hải Phòng**

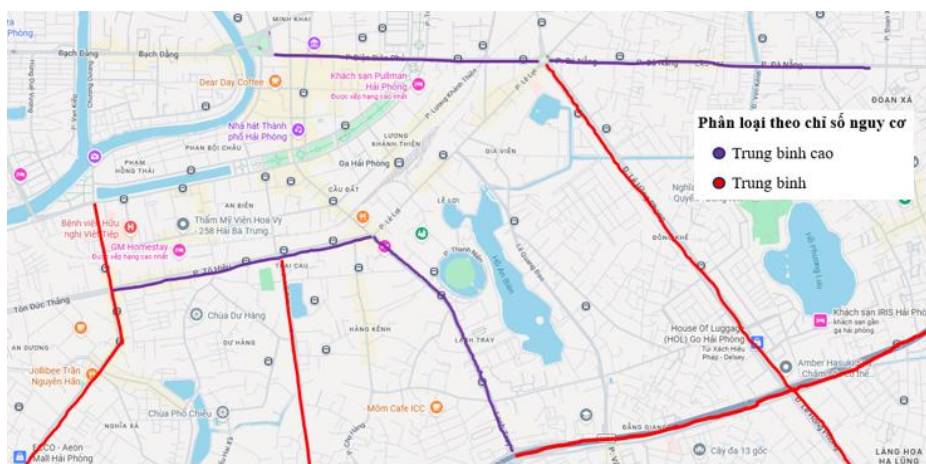
STT	Tuyến đường	E	T	P	Mức nguy cơ
1	Lạch Tray	Cao	Trung bình	Thấp	<b>Trung bình - cao</b>
2	Tô Hiệu	Cao	Trung bình	Thấp	<b>Trung bình - cao</b>
3	Trần Nguyên Hãn	Cao	Trung bình	Thấp	<b>Trung bình - cao</b>
4	Đà Nẵng	Cao	Trung bình	Thấp	<b>Trung bình - cao</b>
5	Lê Hồng Phong	Trung bình	Trung bình	Thấp	<b>Trung bình</b>
6	Võ Nguyên Giáp	Trung bình	Trung bình	Thấp	<b>Trung bình</b>
7	Điện Biên Phủ	Trung bình	Trung bình - thấp	Thấp	<b>Trung bình - thấp</b>
8	Nguyễn Bình Khiêm	Thấp	Cao	Thấp	<b>Trung bình</b>

ở Mục 3, việc tích hợp 3 nhóm yếu tố gồm bối cảnh tiếp nhận, điều kiện khai thác giao thông và đặc điểm hình thái - vật liệu mặt đường cho phép phân loại nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị theo hướng bán định lượng, phù hợp với điều kiện thiếu dữ liệu đo tiếng ồn trực tiếp. Việc áp dụng khung đánh giá cho nghiên cứu điển hình tại đô thị Hải Phòng được thực hiện trên cơ sở tổng hợp các nguồn dữ liệu thứ cấp hiện có (thông tin quy hoạch - sử dụng đất, đặc điểm giao thông, hiện trạng mặt đường), kết hợp với đánh giá chuyên gia nhằm xác định mức độ của từng chỉ tiêu thành phần trong các nhóm E, T và P. Kết quả phân loại nguy cơ đối với các tuyến đường đô thị điển hình được tổng hợp trong Bảng 3, trong đó các mức nguy cơ phản ánh sự so sánh tương đối giữa các tuyến trong cùng bối cảnh nghiên cứu.

Kết quả cho thấy nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn không chỉ phụ thuộc vào cường độ giao thông, mà là hệ quả tổng hợp của nhiều yếu tố tương tác. Trong đó, bối cảnh tiếp nhận đóng vai trò như yếu tố khuếch đại tác động tiếng ồn, trong khi đặc điểm hình thái - vật liệu mặt đường có thể làm gia tăng hoặc suy giảm mức độ

bất lợi tổng hợp. Đối với các tuyến đường có bối cảnh tiếp nhận nhạy cảm, chẳng hạn khu vực dân cư mật độ cao hoặc chức năng sử dụng đất chủ yếu là nhà ở, nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn được phân loại ở mức trung bình đến cao ngay cả khi điều kiện khai thác giao thông không thuộc nhóm bất lợi nhất. Ngược lại, tại các tuyến có bối cảnh tiếp nhận thuận lợi hơn, nguy cơ tổng hợp có thể được kiểm soát ở mức trung bình, dù lưu lượng giao thông tương đối lớn.

Sự khác biệt về mức nguy cơ giữa các tuyến đường trong cùng một đô thị được minh họa trực quan trong Hình 3, thể hiện phân bố không gian của các mức nguy cơ theo kết quả phân loại. Các tuyến được xác định có nguy cơ cao tập trung chủ yếu tại những trục giao thông kết hợp đồng thời ba điều kiện bất lợi, bao gồm bối cảnh tiếp nhận nhạy cảm, cường độ khai thác cao và đặc điểm mặt đường kém khả năng giảm phát xạ tiếng ồn. Trong khi đó, các tuyến được phân loại ở mức nguy cơ trung bình cho thấy vai trò điều tiết của một hoặc hai nhóm yếu tố, đặc biệt là đặc điểm hình thái - vật liệu mặt đường, trong việc làm suy giảm nguy cơ tổng hợp.



**Hình 3. Sơ đồ minh họa phân bố nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đối với các tuyến đường đô thị điển hình tại Hải Phòng**

Vai trò của đặc điểm hình thái và vật liệu mặt đường thể hiện rõ trong ma trận phân loại nguy cơ. Các tuyến có độ nhám vĩ mô cao, tình trạng bề mặt suy giảm hoặc kết cấu asphalt kém khả năng tiêu tán năng lượng âm có xu hướng dịch chuyển sang các mức nguy cơ cao hơn, ngay cả khi các điều kiện khai thác giao thông tương đương. Kết quả này phù hợp với các cơ chế phát sinh tiếng ồn lớp - mặt đường đã được tổng hợp ở Mục 2, đồng thời cho thấy nhóm yếu tố hình thái - vật liệu mặt đường có thể được xem là một biến kiểm soát kỹ thuật, có khả năng can thiệp thông qua các giải pháp thiết kế, lựa chọn vật liệu và bảo trì mặt đường nhằm giảm nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn.

Cần nhấn mạnh rằng các kết quả phân loại nguy cơ trong nghiên cứu này không nhằm thay thế các phép đo tiếng ồn theo quy chuẩn kỹ thuật, mà đóng vai trò như một công cụ sàng lọc và hỗ trợ ra quyết định trong điều kiện thiếu dữ liệu đo trực tiếp. Việc tham chiếu các quy chuẩn hiện hành về tiếng ồn và độ rung (QCVN 26:2025 và QCVN 27:2025) mang tính định hướng quản lý, phục vụ ưu tiên can thiệp và lập kế hoạch kiểm soát ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị. Khi dữ liệu đo thực địa được bổ sung trong tương lai, khung đánh giá có thể được hiệu chỉnh và kiểm chứng định lượng, qua đó nâng cao độ tin cậy và mở rộng phạm vi ứng dụng.

## 5. Kết luận

Nghiên cứu này đã xây dựng và luận giải một khung đánh giá nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giao thông đô thị phù hợp với điều kiện Việt Nam trong bối cảnh thiếu dữ liệu đo tiếng ồn tiếp xúc. Cách tiếp cận được đề xuất dựa trên việc tích hợp có hệ thống ba nhóm yếu tố chi phối chính, bao gồm bối cảnh tiếp nhận, điều kiện khai thác giao thông và đặc điểm hình thái - vật liệu mặt đường, qua đó cho phép đánh giá nguy cơ theo hướng định lượng tương đối và có cơ sở kỹ thuật rõ ràng.

Việc áp dụng khung đánh giá cho nghiên cứu điển hình tại đô thị Hải Phòng cho thấy khả năng phân loại và so sánh nguy cơ ô nhiễm tiếng ồn giữa các tuyến đường trong cùng một bối cảnh đô thị, đồng thời làm rõ vai trò tương đối của từng nhóm yếu tố trong việc hình thành nguy cơ tổng hợp. Khung phương pháp cho thấy tính khả thi khi sử dụng các biến đầu vào có ý nghĩa vật lý rõ ràng, dễ thu thập từ thực tiễn quản lý đô thị, đồng thời có khả năng liên kết định hướng với các ngưỡng đánh giá theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia hiện hành về tiếng ồn và độ rung.

Tuy nhiên, nghiên cứu hiện tại vẫn mang tính phương pháp luận do chưa có dữ liệu đo tiếng ồn thực địa để hiệu chỉnh và kiểm chứng định lượng các trọng

số đánh giá. Trong các nghiên cứu tiếp theo, việc bổ sung dữ liệu đo CPX/OBSI, kết hợp với thông tin chi tiết về kết cấu mặt đường và đặc trưng khí hậu địa phương, sẽ cho phép hoàn thiện khung đánh giá theo hướng bán thực nghiệm, nâng cao độ tin cậy và mở rộng khả năng ứng dụng cho các đô thị khác trên phạm vi toàn quốc.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Kefalopoulos, S., Paviotti, M., & Anfosso-Lédée, F. (2014), *Common noise assessment methods in Europe (CNOSSOS-EU)*, European Commission.
- [2] WHO (2018), *Environmental Noise Guidelines for the European Region*, World Health Organization.
- [3] Sandberg, U., & Ejsmont, J. A. (2002), *Tyre/Road Noise Reference Book*, Informex.
- [4] Ongl, A., & Harvey, J. (2016), *Tire-pavement noise generation and propagation*, Transportation Research Record, Vol.2579, pp.3-12.
- [5] QCVN 26:2025, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tiếng ồn*.
- [6] QCVN 27:2025, *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về độ rung*.
- [7] ISO 11819-2. (2017), *Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 2: The close-proximity method (CPX)*.
- [8] Donavan, P., Lodico, D., & Fuentes, L. (2014), *Mechanisms of tire-pavement noise generation*, Applied Acoustics, Vol.76, pp.182-193.
- [9] Goubert, L., et al. (2025). *Acoustic aging of low-noise pavements*. Transportation Research Part D, Vol.122, p. 103962.
- [10] Wang, X., Wu, H., Zhu, P., Chen, C., Liu, H., Yan, X., & Zhao, C. (2024), *Influence of pavement texture condition on tire-pavement noise*, KSCE Journal of Civil Engineering, Vol.28, pp.389-401.
- [11] Lee, J., et al. (2024), *Acoustic properties and durability of porous low-noise asphalt pavements*, International Journal of Pavement Engineering, Vol.25, pp.104-118.
- [13] Anfosso-Lédée, F., et al. (2016), *Modeling road traffic noise*, Applied Acoustics, Vol.114, pp.232-241.

Ngày nhận bài:	18/12/2025
Ngày nhận bản sửa:	21/01/2026
Ngày duyệt đăng:	28/01/2026