

Bước đầu nghiên cứu một số yếu tố ảnh hưởng và biện pháp giảm thiểu tiếng ồn của dự án đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam

A preliminary study on noise influencing factors and mitigation measures for the high-speed railway project in Vietnam

> TS NGÔ QUANG DỰ*, THS TRỊNH XUÂN BÁU

Trường Đại học Giao thông vận tải

*Email: ngdu@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Đường sắt tốc độ cao là loại hình vận tải hiện đại, là xu hướng phát triển tất yếu đối với hạ tầng giao thông tại Việt Nam. Tuy nhiên, quá trình xây dựng và vận hành tuyến đường sắt tốc độ cao sẽ gây ra các tác động môi trường, trong đó ô nhiễm tiếng ồn là một vấn đề cần được quan tâm đặc biệt. Bài báo này bước đầu nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến đặc tính phát sinh và các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm tiếng ồn của dự án đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam.

Từ khóa: Đường sắt tốc độ cao; tiếng ồn giao thông; công trình giảm thiểu tiếng ồn.

ABSTRACT

High-speed rail is a modern mode of transportation and an inevitable development trend for Vietnam's transport infrastructure. However, the construction and operation of high-speed railway systems may result in environmental impacts, among which noise pollution is a critical concern. This paper presents a preliminary investigation of factors influencing noise generation and reviews noise mitigation measures for high-speed railway projects in Vietnam.

Keywords: High-Speed Railways (HSR); noise traffic; noise reduction project.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự phát triển kinh tế - xã hội và gia tăng dân số đã thúc đẩy nhu cầu phát triển hệ thống giao thông hiện đại, trong đó đường sắt tốc độ cao (High-Speed Railways - HSR) được xem là giải pháp hiệu quả nhờ các ưu thế về năng lực vận chuyển. Tuy nhiên, trong quá trình xây dựng và vận hành, HSR có thể gây ra các tác động môi trường đáng kể, đặc biệt là tiếng ồn, ảnh hưởng đến chất lượng sống, sức khỏe con người và hệ sinh thái, nhất là tại các khu vực dân cư và các khu vực nhạy cảm.

Nhiều nghiên cứu cho thấy tiếng ồn của HSR phát sinh từ nhiều nguồn khác nhau và có thể đạt mức trên 90 dB trong quá trình vận hành khai thác [7, 9, 10]. Mức độ tiếng ồn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như đặc điểm hạ tầng, điều kiện vận hành và điều kiện khí hậu.

Tại Việt Nam, giới hạn tiếng ồn giao thông được quy định trong QCVN 26:2025/BNMT, tại các khu vực đặc biệt như khu dân cư, trường học, bệnh viện... mức ồn cho phép chỉ từ 45 - 55 dB. Do đó, việc nghiên cứu và áp dụng các biện pháp giảm thiểu tiếng ồn, đặc biệt tại các khu vực nhạy cảm là yêu cầu cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn khi Việt Nam bắt đầu tiếp cận xây dựng đường

sắt tốc độ cao [1].

2. PHÂN LOẠI DỰ ÁN ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO TẠI VIỆT NAM THEO TIÊU CHÍ MÔI TRƯỜNG

2.1. Cơ sở pháp lý về đầu tư xây dựng đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam

- Quy hoạch mạng lưới đường sắt tốc độ cao thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến 2050 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 1769/QĐ-TTg ngày 19/10/2021.

- Dự án đường sắt tốc độ cao trục Bắc - Nam đã được Quốc hội quyết định chủ trương đầu tư tại Nghị quyết số 172/2024/QH15. Tuyến đường dài 1.541 km đi qua 20 tỉnh, thành, điểm đầu tại Ga Ngọc Hồi (Hà Nội), điểm cuối tại Ga Thủ Thiêm (TP.HCM). Toàn tuyến được đầu tư mới đường ray khổ đôi 1.435 mm, tốc độ thiết kế 350 km/h, tải trọng 22,5 tấn/trục; có 23 ga hành khách và 5 ga hàng hóa, đáp ứng yêu cầu lương dụng phục vụ quốc phòng, an ninh và có thể vận tải hàng hóa khi cần thiết [6].

- Dự án đầu tư xây dựng tuyến đường sắt Lào Cai - Hà Nội - Hải Phòng đã được Quốc hội quyết định chủ trương đầu tư tại Nghị quyết số 187/2025/QH15 ngày 19/02/2025. Tuyến chính dài

khoảng 390,9 km, các tuyến nhánh dài khoảng 27,9 km đi qua địa phận 9 tỉnh, thành, điểm đầu nối ray qua biên giới (tỉnh Lào Cai), điểm cuối tại ga Lạch Huyện (TP Hải Phòng). Toàn tuyến được đầu tư mới đường ray khổ đơn 1.435 mm, tốc độ thiết kế 160 km/h đối với tuyến chính, 120 km/h đối với đoạn qua khu vực đầu mối TP Hà Nội và 80 km/h đối với các đoạn tuyến còn lại [6].

2.2. Phân loại dự án đầu tư xây dựng đường sắt tốc độ cao theo tiêu chí môi trường

Dự án xây dựng hạ tầng giao thông được phân chia thành 4 nhóm: (1) Dự án nhóm I - Có nguy cơ tác động xấu đến môi trường mức độ cao; (2) Dự án nhóm II - Có nguy cơ tác động xấu đến môi trường; (3) Dự án nhóm III - Ít có nguy cơ tác động xấu đến môi trường; và (4) Dự án nhóm IV - Không có nguy cơ tác động xấu đến môi trường. Đối với các dự án nhóm I thì tiêu chí gồm chiếm dụng đất quy mô lớn hoặc quy mô trung bình nhưng có yếu tố nhạy cảm về môi trường hoặc có yêu cầu di dân, tái định cư với quy mô lớn (quy định tại Phụ lục III Nghị định số 48/2026/NĐ-CP) [3, 4, 5].

Đối với các dự án đầu tư xây dựng các tuyến đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam thường chiếm dụng diện tích đất lớn, thường đi qua những khu vực/đối tượng yếu tố nhạy cảm về môi trường và thường có yêu cầu di dân, tái định cư với quy mô lớn. Ngoài ra, các dự án này có vốn đầu tư rất lớn nên thuộc thẩm quyền quyết định chủ trương đầu tư của Quốc hội. Vì vậy, các dự án này thường thuộc nhóm I theo tiêu chí về môi trường quy định tại Phụ lục III của Nghị định số 48/2026/NĐ-CP.

Theo Luật Bảo vệ môi trường (2020) thì các dự án này phải thực hiện đánh giá sơ bộ tác động môi trường; thời điểm đánh giá sơ bộ tác động môi trường được thực hiện trong giai đoạn nghiên cứu tiền khả thi đầu tư xây dựng, đề xuất chủ trương đầu tư, đề nghị chấp thuận chủ trương đầu tư (Điều 29); đồng thời, phải thực hiện đánh giá tác động môi trường song song với quá trình lập báo cáo nghiên cứu khả thi của dự án (Điều 30). Báo cáo đánh giá tác động môi trường của các dự án này sẽ được thẩm định và phê duyệt kết quả thẩm định bởi Bộ Nông nghiệp và Môi trường (Điều 33).

3. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN MỨC ỒN CỦA ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO

Tiếng ồn do hoạt động của đường sắt tốc độ cao gây ra từ nhiều yếu tố khác nhau, bao gồm: Tiếng ồn từ đầu máy, tiếng ồn khí động học từ thân vỏ, tiếng ồn từ gầm và tiếng ồn từ các kết cấu hạ tầng. Tiếng ồn từ đầu máy bao gồm tiếng ồn khí động học tạo ra tại máy kéo và tấm chắn máy kéo, tiếng ồn ma sát do bộ thu chạy trên dây điện và tiếng ồn tia lửa giữa bộ thu và dây điện. Tiếng ồn khí động học tạo ra bởi luồng không khí qua toa tàu chỉ liên quan đến tàu cao tốc (Martens và cộng sự, 2018). Nhiều yếu tố khác nhau có thể ảnh hưởng đến mức độ tiếng ồn; có thể là tuổi của cơ sở hạ tầng và vật liệu đã được sử dụng để xây dựng đường ray, mức độ bảo trì, toa xe và cách thức vận hành đường sắt. Nếu một đường ray ở trong tình trạng kém và có mức độ bảo trì thấp thì nó sẽ phát ra nhiều hơn 10 dB so với một đường ray mới (Transport Policy and the Environment, 1990, 1990) [7, 9, 10].

Các yếu tố chính ảnh hưởng đến tiếng ồn bao gồm:

(1) Tốc độ đoàn tàu: Tốc độ càng cao sẽ tạo ra mức độ tiếng ồn càng lớn, đặc biệt là khi vượt qua ngưỡng khoảng 300 km/h, tiếng ồn do khí động (aerodynamic noise) sẽ chiếm ưu thế. Các nghiên cứu của Clausen et.al (2012), Feilden, Wickens and Yates (1995) cho thấy: Ở khoảng cách 25 m từ đường ray, mức độ tiếng ồn tạo ra khi đoàn tàu chuyển động là hơn 80 dB; ở tốc độ 300 km/h, mức độ tiếng ồn là khoảng 90 dB; khi tốc độ tăng gấp đôi sẽ làm tăng khoảng 18 dB mức độ tiếng ồn khí động học.

Các loại tiếng ồn cần quan tâm bao gồm: Tiếng ồn tiếp xúc (Rolling Noise) do ma sát giữa bánh xe và ray, chiếm ưu thế dưới ~300 km/h; tiếng ồn khí động (Aerodynamic Noise) do luồng không khí rối quanh tàu, chiếm ưu thế trên 300 km/h; tiếng ồn do thiết bị phụ trợ như máy nén khí, điều hòa không khí, máy biến áp và tiếng ồn khi phanh và tăng tốc.

(2) Loại và kết cấu đoàn tàu: Hình dáng đầu tàu ảnh hưởng đến khả năng xuyên gió và khí động học, đầu tàu thiết kế khí động tốt sẽ giảm tiếng ồn; loại bánh xe và vật liệu bánh - ray ảnh hưởng đến tiếng ồn tiếp xúc (rolling noise); khung và lớp cách âm ảnh hưởng đến tiếng ồn bên trong và mức lan truyền ra ngoài.

Độ nhám của bánh xe và đường ray tạo ra tiếng ồn lẫn khi bánh xe di chuyển dọc theo đường ray, mức ồn phát sinh phụ thuộc vào tải trọng và tốc độ của tàu, tiếng ồn lẫn của bánh xe và đường ray tỷ lệ thuận với lũy thừa ba của tốc độ tàu (Lynch, 1998). Tàu có khớp nối ít ảnh hưởng đến tiếng ồn (Japanese railway technology today, 2001).

Chiều rộng và chiều cao của tàu ảnh hưởng đến hiệu suất khí động học của các đoàn tàu đang chạy. Chiều dài toa tàu và kết nối giữa các toa có thể ảnh hưởng đến mức ồn phát sinh.

(3) Điều kiện vận hành: Tình trạng bảo trì bánh xe, ray (nếu bề mặt không nhẵn sẽ gây tiếng ồn nhiều hơn) và việc tăng giảm tốc liên tục/đột ngột cũng góp phần tạo ra tiếng ồn.

(4) Cấu trúc đường ray và hạ tầng: Đường ray không hàn (continuous welded rail - CWR) sẽ phát ra ít tiếng ồn hơn so với ray hàn đoạn; đường ray trên đá ballast hấp thụ rung tốt hơn; đường ray trên bản mặt bê tông có xu hướng phản xạ tiếng ồn nhiều hơn; hệ thống treo và giảm chấn cũng ảnh hưởng đến rung động và truyền âm.

Loại đường ray và bề mặt đường ray có thể tạo ra sự khác biệt hơn +/-10 dB. Các tòa nhà và công trình kỹ thuật dân dụng dọc tuyến có thể khuếch đại hoặc làm giảm tiếng ồn phát sinh (Feilden, 1995). Đường ray càng thấp càng làm giảm mức ồn vì mặt đất và thảm thực vật làm giảm âm thanh phát ra. Ngoài ra, cũng chú ý đến sự thay đổi khí hậu và các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt cũng ảnh hưởng đến mức ồn phát sinh.

(5) Điều kiện môi trường và địa hình: Địa hình xung quanh như thung lũng, rừng hoặc thành thị sẽ ảnh hưởng đến khả năng phản xạ hoặc hấp thụ âm thanh. Các yếu tố khí hậu (nhiệt độ, độ ẩm, gió...) có thể ảnh hưởng đến sự lan truyền của sóng âm. Trong một số trường hợp, do bản chất địa hình của khu vực mà tuyến đường sắt đi qua, có thể cần phải sử dụng các đường cắt và đường hầm. Đi vào đường hầm của tàu cao tốc sẽ tạo ra hiệu ứng tiếng nổ siêu thanh và trên hết là tiếng ồn sẽ phát ra nhiều hơn từ các trục thông gió.

4. CÁC BIỆN PHÁP GIẢM THIỂU TIẾNG ỒN KHI THỰC HIỆN ĐẦU TƯ XÂY DỰNG DỰ ÁN ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO

Để giảm tiếng ồn phát sinh từ các tuyến đường sắt tốc độ cao, cần phải giảm thiểu mức ồn tại nguồn, xung quanh nguồn tiếng ồn và ở nguồn tiếp nhận [7, 9, 10]. Các biện pháp đề xuất như sau:

4.1. Biện pháp kỹ thuật

Tối ưu hóa thiết kế khí động học: Thiết kế mũi tàu dài và nhọn giúp giảm nhiễu loạn không khí, từ đó giảm tiếng ồn khí động. Che chắn các bộ phận dễ gây nhiễu loạn như bogie (cụm bánh xe), hệ thống phanh, gầm tàu.

Sử dụng vật liệu và cấu trúc giảm ồn: Thiết kế lớp cách âm cho khoang hành khách và vỏ tàu. Lớp bánh xe và ray làm bằng hợp kim đặc biệt để giảm tiếng ồn tiếp xúc. Giảm khe hở giữa các toa tàu giúp luồng khí ổn định hơn. Hệ thống treo và giảm chấn hiện đại sẽ giúp giảm rung và dao động truyền từ bánh xe lên khung tàu và lan

truyền ra môi trường.

Lựa chọn loại hình ray: Đường ray thẳng là nguồn tạo ra tiếng ồn thấp nhất, trong khi đường ray tằm cong là nguồn gây ra tiếng ồn lớn nhất. Đường sắt có khúc cua gấp sẽ có tiếng rít của bánh xe. Đường ray có rãnh có thể làm tăng mức độ tiếng ồn từ 10 - 20 dB tùy thuộc vào loại phanh (The Railways, 1995). Đường ray nâng cao dọc theo đỉnh kè, cầu và cầu cạn truyền tiếng ồn trên khoảng cách xa và dẫn đến mức độ tiếng ồn trong phạm vi từ 75 - 105 dB. Ngoài ra, cải thiện cơ sở hạ tầng và thiết kế toa xe, quản lý giao thông, mài đường ray âm thanh, bộ giảm chấn đường ray, giảm trọng lượng tàu và giới hạn tốc độ phù hợp sẽ làm giảm mức độ tiếng ồn phát sinh.

4.2. Biện pháp kết cấu hạ tầng

- Cải thiện đường ray và nền đường: Sử dụng ray hàn liên tục (CWR) để giảm rung động hay thiết kế đường ray trên nền ballast hoặc sử dụng lớp đệm đàn hồi giữa ray và nền.

- Lắp đặt rào chắn ở bogie (bánh xe): Lắp tấm chắn che phần bánh xe để ngăn âm thanh phát ra từ vị trí tiếp xúc bánh - ray.

- Tường chắn tiếng ồn: Xây dựng tường chắn ồn hai bên đường ray bằng vật liệu hấp thụ âm (bê tông xốp, polycarbonate, kính hấp thụ âm, tường cây xanh...). Thiết kế kết hợp hình học cong, giúp phản xạ âm ra hướng khác thay vì hướng đến nhà dân có thể giảm mức độ tiếng ồn từ 5 - 15 dB (Oertli và Hubner, 2010). Đối với HSR thì tường chắn tiếng ồn cần phải cao 4 m trở lên để giảm tiếng ồn đến từ các máy kéo điện (Transport Policy and the Environment, 1990).

Sử dụng vật liệu hấp thụ âm thế hệ mới: Như vật liệu nano, composite siêu nhẹ, siêu bền có khả năng hấp thụ sóng âm cao. Đối với rào chắn được che phủ một phần hoặc toàn bộ vật liệu hấp thụ âm, rào chắn bên trong nên được phủ bằng vật liệu thấm hút.

4.3. Biện pháp quy hoạch

Xác định hướng tuyến: Lựa chọn hướng tuyến đường sắt tránh đi qua các khu vực đông dân cư hoặc khu vực nhạy cảm về môi trường.

Trồng cây xanh cách âm (rừng cây, tường cây nhân tạo) giữa tuyến đường sắt và các khu dân cư, khu vực nhạy cảm về môi trường.

4.4. Biện pháp vận hành và quản lý

Giới hạn tốc độ ở khu dân cư: Giảm tốc độ tàu khi đi qua các khu dân cư, khu vực nhạy cảm về môi trường để giảm mức ồn phát sinh tại các khu vực này.

Bảo trì thường xuyên hệ thống đường sắt: Bảo trì bánh xe, ray, thiết bị phanh định kỳ để tránh mòn, cong vênh - nguyên nhân gây tăng tiếng ồn.

Giám sát tiếng ồn: Thiết kế lắp đặt hệ thống đo và phân tích tiếng ồn theo thời gian thực để có giải pháp điều chỉnh kịp thời. Tối ưu hóa thiết kế đoàn tàu, tuyến đường, vận hành dựa trên dữ liệu thực tế về tiếng ồn và mô hình hóa lan truyền âm thanh.

5. MỘT SỐ ĐỀ XUẤT KHI THỰC HIỆN DỰ ÁN TẠI VIỆT NAM

Tiếng ồn gây ra bởi quá trình vận hành là một trong những vấn đề môi trường quan trọng cần được quan tâm khi thực hiện dự án xây dựng đường sắt tốc độ cao. Trong quá trình thực hiện dự án, cần thực hiện các nội dung sau để giảm thiểu tiếng ồn:

- Ở bước đề xuất chủ trương đầu tư: Khi đề xuất dự án, thực hiện đánh giá sơ bộ tác động môi trường cần lựa chọn hướng tuyến và công nghệ cho dự án đáp ứng về kỹ thuật, hiệu quả về kinh tế và hiệu quả về môi trường.

- Ở bước lập báo cáo nghiên cứu khả thi: Cần thực hiện kỹ, bài bản công tác đánh giá tác động môi trường nhằm đáp ứng quy định về quản lý nhà nước về môi trường và đề xuất các biện pháp giảm thiểu tiếng ồn khả thi, hiệu quả. Các công trình giảm thiểu tiếng ồn cần cập nhật vào hồ sơ thiết kế cơ sở của dự án để thực hiện chi tiết trong bước thiết kế kỹ thuật thi công và thi công của dự án.

- Ở giai đoạn thi công xây dựng và khai thác vận hành: Cần tuân thủ đầy đủ các nội dung giảm thiểu tiếng ồn đã được phê duyệt trong báo cáo đánh giá tác động môi trường; thực hiện vận hành và quản lý hiệu quả; thực hiện quan trắc và kiểm soát tiếng ồn một cách hệ thống để có giải pháp điều chỉnh phù hợp.

6. KẾT LUẬN

Tiếng ồn là một trong các vấn đề môi trường quan trọng có ảnh hưởng lâu dài khi vận hành đường sắt tốc độ cao. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến tiếng ồn khi vận hành tuyến đường sắt tốc độ cao và các biện pháp chính để giảm thiểu tiếng ồn đã được tổng hợp và trình bày chi tiết trong nội dung bài báo.

Việt Nam chuẩn bị đầu tư xây dựng các tuyến đường sắt tốc độ cao, vì vậy cần quan tâm sâu sắc đến ô nhiễm tiếng ồn từ các dự án này. Khi thực hiện dự án, cần phải thực hiện đánh giá tác động đến môi trường theo từng giai đoạn nêu trên và đề xuất được các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm tiếng ồn hiệu quả và lâu dài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Nông nghiệp và Môi trường. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tiếng ồn (QVCN 26:2025/BNNMT), 2025.
- [2] Cao Minh Quý, Cao Trọng Hiên, Ngô Quang Dự, Trịnh Xuân Bái. Kỹ thuật môi trường giao thông. NXB. Giao thông vận tải, 2019.
- [3] Nghị định số 48/2026/NĐ-CP ngày 29/01/2026 sửa đổi bổ sung một số điều của Nghị định số 08/2020/NĐ-CP ngày 10/01/2022 của Thủ tướng Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật Bảo vệ môi trường được sửa đổi, bổ sung bởi Nghị định 05/2025/NĐ-CP ngày 06/01/2025, 2026.
- [4] Ngô Quang Dự, Nguyễn Viết Cường. Phân loại dự án đầu tư hạ tầng giao thông theo tiêu chí môi trường phục vụ công tác đánh giá tác động môi trường. Tạp chí Giao thông vận tải, số tháng 8, Hà Nội, 2024.
- [5] Luật Bảo vệ môi trường số 72/2020/QH14, 2020.
- [6] Nghị quyết số 172/2024/QH15 quyết định chủ trương đầu tư dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam; Nghị quyết số 187/2025/QH15 của Quốc hội về chủ trương đầu tư Dự án đầu tư xây dựng tuyến đường sắt Lào Cai - Hà Nội - Hải Phòng, 2025.
- [7] A. Bracciali¹, P. Firpo, S. Leth, L. Michelet and M. Sacchi. Noise from High Speed Trains: Harmonization of National and European Legislation. *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing*, 2011.
- [8] Enda Murphy and Eoin A. Kinh. Environmental Noise Pollution. *Elsevier*, 2014.
- [9] Inara Watson¹, Amer Ali, Ali Bayyati. Noise Mitigation and Related Factors of High Speed Railways. *European Journal of Sustainable Development*, 2018.
- [10] U.S. Department of Transportation. *High Speed Rail Noise Standards and Regulations*, 2021.