

LẬP BẢN ĐỒ VÀ ĐÁNH GIÁ Ô NHIỄM TIẾNG ỒN TRONG MÔI TRƯỜNG LAO ĐỘNG DỰA TRÊN MẠNG NƠ-RON HÀM CƠ SỞ XUYỀN TÂM

**ĐẶNG ĐỖ LÂM PHƯƠNG⁽¹⁾, PHẠM VĂN MẠNH⁽¹⁾, NGUYỄN VIỆT THANH⁽²⁾
PHẠM THÁI MINH⁽¹⁾, NGUYỄN THỊ DIỄM MY⁽¹⁾, ĐỖ THỊ NHUNG⁽¹⁾**

⁽¹⁾Khoa Địa lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

⁽²⁾Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt:

Kiểm soát tiếng ồn trong môi trường lao động là cần thiết cho sức khỏe con người và môi trường xung quanh. Mức độ tiếng ồn nguy hiểm, được coi là ngưỡng gây ra các vấn đề về tâm sinh lý cho người lao động. Mục đích của nghiên cứu này xây dựng bản đồ phân bố không gian mức độ tiếng ồn bằng số liệu đo được tính toán dựa trên mô hình tiếng ồn. Một khu công nghiệp sản xuất nhựa tại thành phố Hải Phòng đã được lựa chọn và mức áp suất âm thanh được đo tại 60 điểm riêng biệt tại khu công nghiệp. Các phép đo được tiến hành vào các khung giờ buổi Sáng (8h00 – 10h00) với mức độ tiếng ồn vào buổi sáng dao động từ 37,5 đến 95,2 dBA, buổi Trưa (11h30 – 13h30) dao động từ 17,0 đến 74,0 dBA và buổi Chiều (14h00 – 16h00) từ 38,7 đến 100 dBA. Dữ liệu mức tiếng ồn thu được của khu công nghiệp được lập bản đồ bằng mô hình mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm (RBF). Kết quả chỉ ra rằng chất lượng môi trường lao động trong khu công nghiệp ở mức trung bình, có nghĩa là việc tiếp xúc với các mức độ này trong một thời gian dài có thể ảnh hưởng đến sức khỏe và chất lượng cuộc sống của người lao động. Đề xuất giải pháp khả thi để giảm mức độ tiếng ồn trong khu vực xuống các giá trị giới hạn cho phép nhằm nâng cao chất lượng môi trường lao động.

Từ khóa: Ô nhiễm tiếng ồn, Bản đồ tiếng ồn, Môi trường lao động, Tiếng ồn công nghiệp, Mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm.

1. Đặt vấn đề

Ô nhiễm tiếng ồn là một vấn đề môi trường phức tạp, đặc biệt trong các khu công nghiệp thường có mật độ dân số và số lượng nhà ở xung quanh thấp [1], [2]. Mức độ tiếng ồn nguy hiểm, được coi là ngưỡng gây ra các vấn đề về tâm sinh lý, có thể gây ra những hậu quả tiêu cực nghiêm trọng đối với sức khỏe của con người [3], [4]. Vì lý do này, điều cần

thiết là cung cấp khả năng kiểm soát và đánh giá mức độ ảnh hưởng của tiếng ồn đến sức khỏe của người lao động và môi trường sống ở quy mô khu công nghiệp [5], [6]. Thời gian tiếp xúc với tiếng ồn của người lao động trong khu công nghiệp được đánh giá theo phân tích định lượng và đòi hỏi sự chính xác và đầy đủ của các dữ liệu về mức độ tiếng ồn. Ô nhiễm tiếng ồn đã tạo ra một lĩnh vực làm việc cho

Ngày nhận bài: 1/5/2023, ngày chuyển phản biện: 5/5/2023, ngày chấp nhận phản biện: 9/5/2023, ngày chấp nhận đăng: 28/5/2023

các nhà nghiên cứu với việc xác định các môi trường nguy hại do tiếng ồn gây ra đối với sức khỏe của cộng đồng dân cư [7].

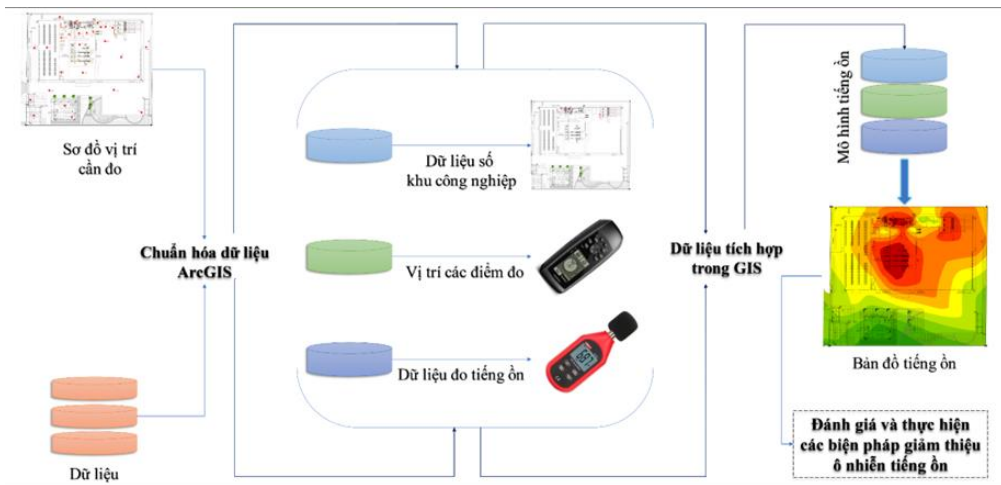
Tại Việt Nam đã có một số quy định về mức độ ô nhiễm tiếng ồn tại các xí nghiệp, khu công nghiệp được quy định trong các văn bản pháp luật (Luật Bảo vệ Môi trường năm 2020, Thông tư số 24/2016/TT-BYT của bộ Y Tế, Nghị định 45/2022/NĐ-CP và 155/2016/NĐ-CP của Chính phủ). Giám sát tiếng ồn ngày càng phổ biến nhưng vẫn còn thiếu các nghiên cứu liên quan đến đánh giá chính xác mức độ ô nhiễm tiếng ồn ở các khu công nghiệp lớn [8]. Lập bản đồ tiếng ồn dựa trên công nghệ phân tích không gian trong môi trường GIS kết hợp với mô hình tính toán âm thanh là một phương pháp đánh giá hiệu quả và hữu ích để trực quan hóa mức độ tiếp xúc với tiếng ồn của các khu vực khác nhau, mức độ đóng góp của nguồn tiếng ồn và dữ liệu thống kê liên quan

đến những khu vực mà người lao động bị ảnh hưởng [9], [10].

Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng bản đồ phân bố không gian mức độ tiếng ồn tại khu công nghiệp sản xuất nhựa tạo ra trong môi trường lao động. Từ đó, giúp các nhà quản lý đưa ra những dự kiến thay đổi trong kế hoạch để thực hiện các biện pháp kiểm soát, phòng ngừa trước để giảm mức độ tiếng ồn về ngưỡng an toàn cho người lao động theo quy định.

2. Phương pháp và dữ liệu sử dụng

Khung phương pháp lập bản đồ mức độ tiếng ồn trong môi trường lao động được thể hiện trong hình 1. Các công đoạn chính bao gồm: (i) Xác định các vị trí cần đo, (ii) Sử dụng thiết bị đo tiếng ồn, (iii) Thực hiện việc lập bản đồ, (iv) Đánh giá và thực hiện các biện pháp giảm thiểu tiếng ồn, và (v) Điều chỉnh và theo dõi.



Hình 1: Khung phương pháp lập bản đồ ô nhiễm tiếng ồn trong môi trường lao động

2.1. Khu vực nghiên cứu và dữ liệu thu thập

Khu công nghiệp được đề cập trong nghiên cứu này nằm ở thành phố Hải Phòng, chuyên cung ứng các loại hạt nhựa kỹ thuật cho hầu hết các công ty nhựa tại Việt Nam. Với quy mô sản xuất và gia công lên đến 11.000 tấn sản phẩm/năm, việc đánh giá tiếng

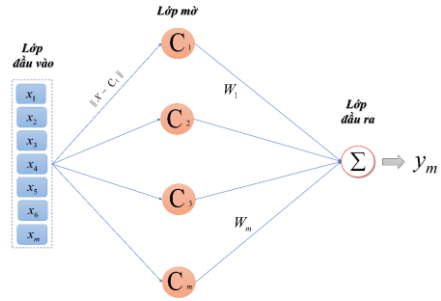
ồn tại khu công nghiệp này là cần thiết để đảm bảo rằng các hoạt động sản xuất không gây ra sự khó chịu và gây hại cho sức khỏe của người lao động và cộng đồng dân cư xung quanh.

Trong nghiên cứu, phương pháp đo thực hiện đo lường mức độ âm thanh tại một thời điểm cụ thể, thường sử dụng để xác định mức

độ âm thanh tại một điểm trong một khoảng thời gian ngắn. Ba lần đo riêng biệt được ghi lại khi các thiết bị máy móc trong khu công nghiệp vào các khoảng thời gian buổi Sáng từ 8 giờ 00 phút đến 10 giờ 00 phút, buổi Trưa từ 11 giờ 30 phút đến 13 giờ 30 phút và buổi Chiều từ 14 giờ 00 phút đến 16 giờ 00 phút. Thu lần lượt dữ liệu trong thời gian 2 tiếng với 5 máy đo tự động với điều kiện các thiết bị máy móc ở trạng thái hoạt động đồng nhất và liên tục. Các phép đo thực hiện ở độ cao 1,5 m so với mặt đất với thiết bị đo mức độ âm thanh và phân tích dải tần Nor131/132 (trung bình tại mỗi điểm đo dài 10 phút). Trong đó, mức độ tiếng ồn đo được vào (i) Buổi Sáng dao động từ 37,7 đến 95,2 dBA; (ii) Buổi Trưa từ 30,0 đến 72,3 dBA; và (iii) Buổi Chiều với mức độ tiếng ồn dao động từ 39,8 đến 97 dBA.

2.2. Lập bản đồ tiếng ồn dựa trên mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm

Có nhiều phương pháp và thuật toán khác nhau trong môi trường phân tích không gian GIS có sẵn để lập bản đồ mức độ tiếng ồn, như trọng số khoảng cách nghịch đảo (IDW), nội suy đường cong (Spline), nội suy theo nhóm các kỹ thuật (Kriging), nội suy đa thức cục bộ (LPI), nội suy kriging bayesian theo kinh nghiệm (EBK), mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm (RBF) và các mô hình máy học sử dụng mạng nơ-ron [10]. Mỗi phương pháp đều có những ưu điểm và nhược điểm riêng, dựa trên tài liệu tham khảo, nghiên cứu này sử dụng RBF để lập bản đồ phân bố không gian mức độ tiếng ồn trong khu công nghiệp sản xuất nhựa [9]. RBF là một loại mạng nơ-ron nhân tạo sử dụng các hàm cơ sở hướng tâm kích hoạt, khác với các mạng nơ-ron khác là ở kiến trúc ba lớp, ánh xạ từ lớp đầu vào đến lớp đầu ra là hàm phi tuyến, những lớp ẩn đến lớp đầu ra là tuyến tính (hình 2).



Hình 2: Minh họa về mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm (RBF)

Nội suy tiếng ồn trong không gian sử dụng thuật toán học máy RBF với cấu trúc 3 lớp được áp dụng như sau:

(i) *Lớp đầu vào*: các trường dữ liệu bao gồm tọa độ vị trí điểm đo, khoảng cách điểm và giá trị tiếng ồn đo được tại mỗi điểm. Các nơ-ron đầu vào truyền giá trị cho từng nơ-ron trong lớp ẩn gọi là hàm đơn vị cơ sở. Trong cấu trúc mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm, véc-tơ RBF lớp đầu vào là $X = [x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_m]^T$, với i là hàm Gaussian và được trình bày theo phương trình (1) như sau.

$$\phi_i(\|x - c_i\|) = \exp\left(-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right), i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (1)$$

(ii) *Lớp ẩn*: chứa các đơn vị được gọi là hàm cơ sở xuyên tâm. Mỗi đơn vị được liên kết với một véc-tơ nguyên mẫu từ lớp đầu vào, đại diện cho một tâm trong không gian đầu vào. Mỗi đơn vị RBF trong lớp ẩn có một trọng số kết nối đầu ra tương ứng.

Tâm của các hàm cơ sở tại nút i là $C_i = [c_{i1}, c_{i2}, c_{i3}, \dots, c_{im}]^T, i = 1, 2, 3, \dots, m$. Độ lệch của các hàm cơ sở là $\sigma = [\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_i]^T$. Trong đó, σ_i là độ lệch của hàm cơ sở của nút i và $\sigma > 0$. Véc-tơ trọng số của mạng là $W = [w_1, w_2, \dots, w_m]^T$. Tổng trọng số của mạng nơ-ron hàm cơ sở xuyên tâm (RBF) được tính như phương trình (2).

$$y_k = \sum_{i=1}^n \omega_{ik} \phi_i(x) \quad (2)$$

(iii) *Lớp đầu ra*: Kích hoạt dữ liệu từ RBF trong môi trường phân tích không gian dựa trên phương pháp tính toán hồi quy để tạo lớp đầu ra. Kết quả lớp đầu ra sẽ là giá trị dự đoán của mô hình đầu vào, dựa trên các đơn vị RBF trong lớp ẩn và trọng số kết nối.

Mô hình RBF cung cấp các phép nội suy tốt cho các tập dữ liệu nhiều chiều, cho kết quả rõ ràng hơn trong thời gian ngắn hơn về nghiệm số của phương trình đạo hàm riêng so với các phương pháp khác, được áp dụng rất dễ dàng cho các hàm số chiều cao hơn về quá trình nội suy.

2.3. Đánh giá hiệu suất của mô hình tiếng ồn

Các chỉ số đánh giá hiệu suất của mô hình tiếng ồn được đánh giá thông qua ước tính Hệ số xác định (R^2), Sai số toàn phương trung bình (RMSE) và Sai số tuyệt đối trung bình (MAE). R^2 được sử dụng để xác định tính độc lập của các biến bằng phương trình (3).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^{ob} - y_i^{pre})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i^{ob} - \bar{y}^{ob})^2} \quad (3)$$

Trong đó, n là một số mẫu quan sát được; y_i^{ob} là các giá trị quan sát được, là các giá trị dự đoán là y_i^{pre} ; \bar{y}^{ob} mức trung bình của giá trị quan sát được.

RMSE phản ánh độ chính xác của mô hình ước tính bằng cách so sánh các giá trị dự đoán với dữ liệu quan sát thực tế. RMSE được tính toán bằng phương trình (4).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i^{ob} - \bar{y}^{pre})^2}{n}} \quad (4)$$

MAE cung cấp một sai số dự đoán trung bình với điểm số định hướng tiêu cực. MAE được thể hiện bằng phương trình (5).

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i^{ob} - y_i^{pre}|}{n} \quad (5)$$

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiệu suất mô hình tính toán tiếng ồn trong khu công nghiệp sản xuất nhựa

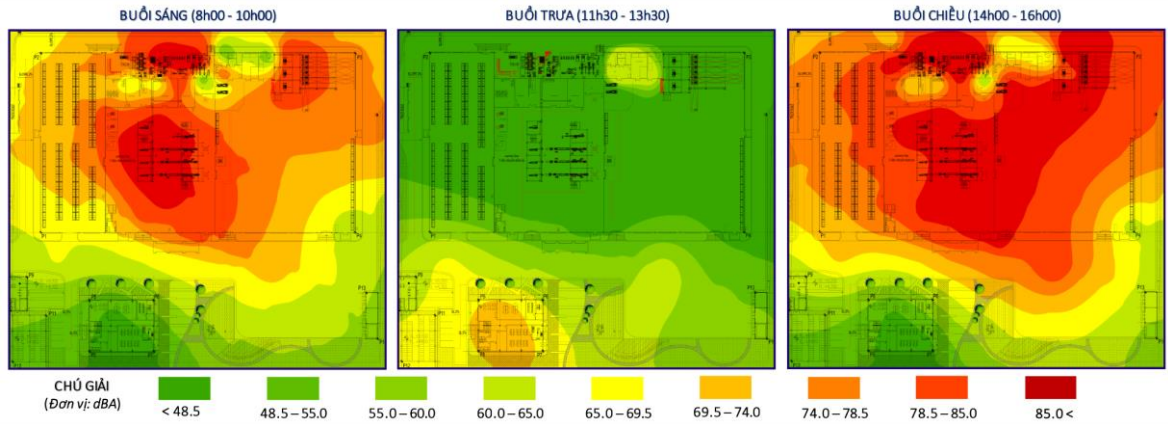
Nghiên cứu đã sử dụng tổng cộng 80% số mẫu đào tạo mô hình và 20% số mẫu đánh giá hiệu suất của mô hình tính toán tiếng ồn. Các thông số đánh giá hiệu suất của mô hình áp dụng với RMSE, R^2 , MAE vào buổi Sáng (4,93 dBA; 0,88; và 4,37 dBA), buổi Trưa (5,38 dBA; 0,87; và 5,13 dBA) và buổi Chiều (4,53 dBA; 0,90; và 4,35 dBA). Độ chính xác ước tính bằng cách sử dụng mô hình tính toán tiếng ồn với các số liệu kết hợp khác nhau là tương đối tốt. Các chỉ số đánh giá hiệu suất của mô hình tính toán (RMSE, R^2 và MAE) đều đạt giá trị chấp nhận.

3.2. Đánh giá và thực hiện các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm tiếng ồn trong khu công nghiệp sản xuất nhựa

Tất cả các dữ liệu raster kết quả, được phân loại sao cho các khoảng tương ứng với cường độ của các hiện tượng đã biết, tạo điều kiện thuận lợi cho việc giải thích các mức kết quả (theo QCVN 24:2016/BYT), đặc biệt những khu vực vượt quá ngưỡng quy định trên 85 dBA. Hình 3 cho thấy sự phân bố không gian của mức độ tiếng ồn trong khu công nghiệp có xu hướng gia tăng trong buổi Sáng và buổi Chiều. Các khu vực màu vàng đến đỏ đậm thể hiện khu vực đang bị tác động xấu từ tiếng ồn có mức độ từ 65 dBA đến trên 85 dBA. Các khu vực này tập trung chủ yếu xung quanh các điểm nguồn phát ra tiếng ồn là các loại máy sản xuất nhựa với công suất lớn. Sự chênh lệch theo xu hướng tăng dần trong hai thời điểm hoạt động của các nhà máy khi đo các nguồn ồn tại cùng một vị trí, điều này thể

hiện rõ tình trạng mức độ ô nhiễm tiếng ồn và có thể nhận thấy rõ ràng sự lan truyền của tiếng ồn tại nhà máy. Các khu vực có mức độ tiếng ồn thấp nhất là khu vực văn phòng và khu nhà ăn. Tuy nhiên vào giờ buổi Trưa, các

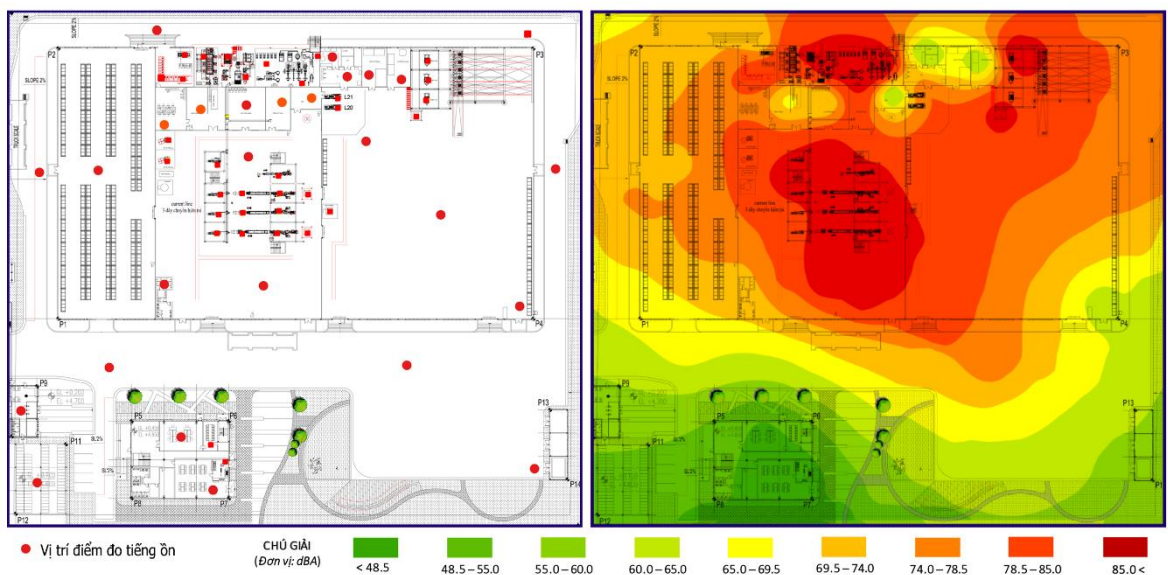
khu vực nhà bếp có xu hướng tăng mức độ ồn tạo ra bởi công nhân lao động sinh hoạt, xu hướng giảm mức độ ồn ở khu vực nhà máy bởi các thiết bị sản xuất nhựa tạm ngừng hoạt động trong khoảng thời gian này.



Hình 3: Phân bố không gian mức độ tiếng ồn của khu công nghiệp sản xuất nhựa trong buổi Sáng (bên trái), buổi Trưa (trung tâm) và buổi Chiều (bên phải)

Hình 4 thể hiện sự phân bố không gian mức độ ô nhiễm tiếng ồn trung bình số giờ các thiết bị máy móc hoạt động. Kết quả bản đồ lan truyền tiếng ồn chỉ ra tiếng ồn phát ra luôn

đạt ở ngưỡng cao đến rất cao từ 78,5 dBA đến trên 85 dBA trong khu vực có các thiết bị máy móc hoạt động.



Hình 4: Phân bố không gian vị trí các điểm đo tiếng ồn và mức độ tiếng ồn của khu công nghiệp sản xuất nhựa trong giờ làm việc trong ngày

Nghiên cứu chỉ ra ô nhiễm tiếng ồn trong việc sản xuất công nghiệp là tập hợp những âm thanh phát ra loại máy móc thiết bị khi

hoạt động sản xuất gây ra cho người lao động cảm giác khó chịu, về lâu dài ảnh hưởng đến sức khỏe làm việc của người lao động. Thời

gian lao động tiếp xúc dài sẽ dẫn đến một số bệnh nghề nghiệp không mong muốn như suy giảm thính lực, tổn thương sinh lý hệ tim mạch dẫn đến tăng huyết áp, đột quy, tổn thương tâm lý gây rối loạn giấc ngủ, trầm cảm và gây ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường lao động và khu vực xung quanh.

4. Kết luận

Việc lập bản đồ tiếng ồn trong khu công nghiệp là một hoạt động quan trọng để đảm bảo an toàn và sức khỏe cho người lao động làm việc trong môi trường ồn ào, bản đồ phân bố không gian tiếng ồn giúp các nhà quản lý đánh giá mức độ tiếng ồn trong khu công nghiệp và xác định các vị trí có mức độ tiếng ồn cao và nguy hại.

Kết quả mức độ tiếng ồn thu được chứng minh rằng chất lượng tổng thể của môi trường âm thanh trong khu vực nghiên cứu ở mức trung bình, nếu tiếp xúc với các mức độ này trong một thời gian dài có thể ảnh hưởng đến sức khỏe và chất lượng cuộc sống của người lao động. Tại các khu vực nhà máy nên được chú ý và xem xét lên kế hoạch nâng cao chất lượng môi trường làm việc để bảo vệ sức khỏe của người lao động và người dân sống xung quanh khu vực này.

Tiếng ồn trong môi trường lao động đã trở thành một vấn đề hàng ngày trong các khu công nghiệp lớn. Do đó, điều quan trọng là phải biết hiện trạng tiếng ồn trong các khu nhà máy và xây dựng kế hoạch hành động trong các khu vực vượt ngưỡng cụ thể. Nhà máy cần trang bị các biện pháp bảo hộ cho người lao động khi làm việc lâu dài trong môi trường ô nhiễm tiếng ồn nghiêm trọng như đeo tai nghe bảo vệ, sử dụng các thiết bị làm giảm tiếng ồn, học tập, đào tạo các kiến thức về phòng tránh ô nhiễm tiếng ồn... Cần đầu tư xây dựng các vách ngăn tiếng ồn từ các máy móc tránh tác

động trực tiếp đến công nhân làm việc, điều chỉnh kế hoạch, quy trình sản xuất, bổ xung các không gian xanh xung quanh nhà máy nhằm giảm thiểu tác động của ô nhiễm tiếng ồn đến các khu vực xung quanh và luôn đảm bảo thực hiện nghiêm chỉnh các chính sách của nhà nước quy định về ô nhiễm tiếng ồn nơi làm việc và các tiêu chuẩn về tiếng ồn.

Bên cạnh đó nghiên cứu cũng đánh giá, cảnh báo và thông tin đến các đối tượng chịu ảnh hưởng của tiếng ồn công nghiệp tại nhà máy. Việc triển khai mô hình GIS trong giám sát và lập mô hình lan truyền tiếng ồn có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc xử lý và phân tích dữ liệu. Mô hình GIS với các tiện ích mở rộng được sử dụng để lập bản đồ kỹ thuật số và lập mô hình tiếng ồn mang lại kết quả ấn tượng và được đặc trưng bởi độ chính xác cao, tương thích với nhiều định dạng cơ sở dữ liệu khác nhau. Kết quả nghiên cứu có thể sử dụng làm cơ sở để đề xuất, triển khai những giải pháp phù hợp nhằm hạn chế tác động có hại đến người lao động và có thể được áp dụng cho các khu công nghiệp khác trong khu vực. ○

Tài liệu tham khảo

- [1]. Lercher P. (2019). Combined Transportation Noise Exposure in Residential Areas☆. *Encyclopedia of Environmental Health (Second Edition)*. Elsevier, Oxford, 695–712.
- [2]. Murphy E. and King E.A. (2022). Chapter 3 - Environmental Noise and Health. *Environmental Noise Pollution (Second Edition)*. Elsevier, Boston, 53–84.
- [3]. Mir M., Nasirzadeh F., Bereznicki H., et al. (2023). Construction noise effects on human health: Evidence from physiological measures. *Sustain Cities Soc*, 91, 104470.
- [4]. Lee H.M., Luo W., Xie J., et al. (2022). Traffic Noise Reduction Strategy in a

Large City and an Analysis of Its Effect. *Appl Sci*, 12(12), 6027.

[5]. Bozkurt T.S. (2021). Preparation of Industrial Noise Mapping and Improvement of Environmental Quality. *Curr Pollut Rep*, 7(3), 325–343.

[6]. Casas W.J.P., Cordeiro E.P., Mello T.C., et al. Noise mapping as a tool for controlling industrial noise pollution. .

[7]. Kumar D., et al (2018). Chapter 13 - Abatement of Noise Pollution. *Sustainable Management of Coal Preparation*. Woodhead Publishing, 279–291.

[8]. Masum M.H., Pal S.K., Akhie A.A., et al. (2021). Spatiotemporal monitoring and assessment of noise pollution in an urban setting. *Environ Chall*, 5, 100218.

[9]. Esmeray E. and Eren S. (2021). GIS-based mapping and assessment of noise pollution in Safranbolu, Karabuk, Turkey. *Environ Dev Sustain*, 23(10), 15413–15431.

[10]. Bhunia G.S., Shit P.K., and Maiti R. (2018). Comparison of GIS-based interpolation methods for spatial distribution of soil organic carbon (SOC). *J Saudi Soc Agric Sci*, 17(2), 114–126. ○

Summary

Mapping and assessment of noise pollution in the working environment based on radial basis function network

Dang Do Lam Phuong, Pham Van Manh, Pham Thai Minh, Nguyen Thi Diem My, Do Thi Nhung
Faculty of Geography, University of Science, Vietnam National University, Hanoi
Nguyen Viet Thanh

Faculty of Environment, University of Science, Vietnam National University, Hanoi

Controlling noise in the workplace is essential for human health and the surrounding environment. The level of harmful noise is considered the tolerance threshold for workers. This study aims to build a spatial distribution map of noise levels using calculated data based on noise models. A plastic manufacturing industrial park in Hai Phong City was selected, and sound pressure levels were measured at sixty points in the industrial park. Measurements were taken during the Morning hours (8:00 a.m - 10:00 a.m) with noise levels from 37.5 to 95.2 dBA, at Midday (11:30 a.m - 1:30 p.m) from 17.0 to 74.0 dBA and during the Afternoon hours (2:00 p.m - 4:00 p.m) between 38.7 and 100 dBA. The noise level data collected from the industrial park was mapped using a radial basis function (RBF) neural network model. The results also indicate that the working environment in the industrial park is moderate, meaning that prolonged exposure to these levels can affect workers' health and quality of life. A feasible proposal is suggested to reduce noise levels in the area to permissible values to improve the quality of the working environment. ○

Keywords: Noise pollution, Noise mapping, Working environment, Industrial noise, Radial basis function neural network.