

# NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG DỮ LIỆU TIẾNG ÒN TỰ ĐỘNG BẰNG PHẦN MỀM ANOISE (THỬ NGHIỆM TẠI PHƯỜNG NGHĨA TÂN, QUẬN CẦU GIẤY, HÀ NỘI)

NGUYỄN THỊ HUỆ<sup>(1)</sup>, NGUYỄN THANH THỦY<sup>(1)</sup>, LÊ LAN LAM<sup>(1)</sup>  
LÊ THỊ ÁNH MAI<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

<sup>(2)</sup>Văn phòng Đăng ký đất đai, huyện Thới Lai - Thành phố Cần Thơ

## Tóm tắt:

Bài báo trình bày này trình bày cơ sở khoa học xây dựng dữ liệu tiếng ồn tự động bằng phần mềm ANoise được xây dựng trong khuôn khổ đề tài nghiên cứu khoa học cấp bộ "Nghiên cứu xây dựng hệ thống quan trắc tiếng ồn trực tuyến tại khu vực đô thị bằng công nghệ WebGIS và truyền dẫn không dây", Mã số: TNMT.2018.07.06. Các bước xây dựng dữ liệu tiếng ồn tự động bao gồm: i) Đồng bộ dữ liệu; ii) Tạo lưới tính toán tiếng ồn tổng hợp; iii) Tính toán khoảng cách từ trạm tới các điểm lưới; iv) Tính toán dữ liệu tiếng ồn tổng hợp trên các điểm lưới; v) Nội suy raster dữ liệu tiếng ồn và vi) Cắt Raster dữ liệu tiếng ồn theo ranh giới. Phương pháp này được thử nghiệm trên địa bàn phường Nghĩa Tân, quận Cầu Giấy, Hà Nội.

## 1. Đặt vấn đề

Theo WHO, tiếng ồn là nguyên nhân ảnh hưởng tới sức khỏe lớn thứ 2 sau bụi, gây các bệnh lý về tim mạch, huyết áp, thính giác. Tại châu Âu có tới 40% dân số sống trong khu vực bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm tiếng ồn: 30% dân số phải ngủ trong môi trường có mức ồn > 55 dB; 25% sống trong môi trường có mức ồn > 65 dB. Theo số liệu thống kê của các cơ quan quản lý môi trường ở Việt Nam, giai đoạn 2016-2018, tổng số giá trị quan trắc tiếng ồn vượt chuẩn từ 75% đến trên 80% tại miền Bắc, từ 53 đến 85% tại khu vực phía Nam.

Dữ liệu tiếng ồn thường được quan trắc rời rạc theo các trạm một cách thủ công hoặc tự động. Xu hướng xây dựng các hệ thống quan trắc và công bố dữ liệu tiếng ồn trực tuyến và tự động ngày càng được quan tâm [9], [12]... nhằm cung cấp dữ liệu tiếng ồn một cách đầy đủ, chính xác và đáp ứng tính thời sự và theo thời gian thực

Trong khuôn khổ đề tài mã số TNMT.2018.07.06 [1], các tác giả đã thiết kế, chế tạo thiết bị thu nhận tiếng ồn trực tuyến sử dụng công nghệ truyền dẫn dữ liệu bằng công nghệ mạng di động.

Tiếng ồn được lan truyền trong môi trường và phân bố theo diện. Chính vì vậy, dữ liệu sau khi quan trắc cần phải được tính toán, mô phỏng và biểu diễn giá trị phân bố theo vùng sẽ giúp cho việc đánh giá, xác định mức độ ảnh hưởng một cách trực quan và thuận lợi hơn.

Ở trên thế giới và tại Việt Nam, dữ liệu tiếng ồn thường được cung cấp dưới dạng điểm, biểu thị ở dạng biểu đồ, bảng hoặc bản đồ. Song, các bước thành lập bản đồ chủ yếu được thành lập bằng cách sử dụng các phương pháp nội suy IDW, CoKriging trong các phần mềm GIS và làm thủ công, chưa thực hiện một cách tự động [3], [6], [9]...

Chính vì vậy, xây dựng một phần mềm cho phép thành lập và xuất bản một cách tự động các dữ liệu, bản đồ phục vụ cung cấp trực tuyến trên môi trường WebGIS là hết sức cần thiết. Đây là một thành phần của Hệ thống quan trắc tiếng ồn trực tuyến tại khu vực đô thị bằng công nghệ WebGIS và truyền dẫn không dây.

## 2. Phương pháp luận

Tiếng ồn chịu ảnh hưởng của khoảng cách, thời tiết như gió, phân bố nhiệt độ theo chiều cao từ mặt đất, vật liệu bề mặt và các chướng ngại vật như nhà cửa, cây cối... Năng lượng âm khi lan truyền sẽ giảm dần theo khoảng cách tính từ nguồn âm (do sự truyền năng lượng cho các phần tử môi trường, sự hút âm của không khí do ma sát) [12]. Trong bài báo này sẽ tập trung vào việc xây dựng phần mềm ANoise - thành lập và xuất bản dữ liệu tiếng ồn tự động dựa trên thuật toán suy giảm tiếng ồn theo khoảng cách và các thuật toán khác sẽ được trình bày chi tiết dưới đây.

### 2.1. Thuật toán tính toán, đồng bộ dữ liệu từ CSDL thuộc tính sang CSDL không gian

Các thiết bị quan trắc dữ liệu tự động mỗi 05 giây có 01 giá trị mức cường độ âm (dBA) nên trong một khoảng thời gian xác định số lượng giá trị là rất lớn. Chính vì vậy, để đại diện cho một khoảng thời gian từ  $t_1$ - $t_2$ , cần lấy một giá trị mức cường độ âm đại diện tại một trạm quan trắc để tính toán. Công thức tính giá trị mức âm trung bình tại một trạm trong một khoảng thời gian từ  $t_1$ - $t_2$  như sau:

$$L_{TBj} = \sum_{t=t_1}^{t=t_2} L_{jt} \quad (1)$$

Trong đó:

$D_{ij}$ : khoảng cách từ trạm quan trắc thứ  $j$  tới điểm lưới tính toán thứ  $i$

$i$  chạy từ 1 đến  $k$ : với  $k$  là số điểm trên lưới tính toán

$j$  chạy từ 1 đến  $n$ : với  $n$  là số trạm quan trắc.

### 2.4. Thuật toán xác định mức độ suy giảm tiếng ồn

Trong đó  $L_{jt}$  là giá trị mức cường độ âm (dBA) tại mỗi thời điểm trong khoảng thời gian  $t_1$ - $t_2$ ;  $L_{TBj}$  là giá trị trung bình của mức cường độ âm (dBA). Khoảng thời gian tự động thành lập dữ liệu tiếng ồn tự động  $t_1$ - $t_2$  được xác định trước.

### 2.2. Thuật toán tính chuyển hệ tọa độ WGS84-VN2000

Dữ liệu vị trí của các trạm quan trắc được GPS thu được đang ở định dạng của hệ tọa độ địa lý WGS84 (Latitude, Longitude). Để tính toán, chuyển đổi hệ tọa độ từ WGS84 sang VN2000, đề tài sẽ sử dụng mô hình tính chuyển 7 tham số theo Quyết định số 05/2007/QĐ-BTNMT ngày 27 tháng 02 năm 2007 của Bộ Tài nguyên và Môi trường và công văn số 1123/ĐĐBĐ-CNTĐ ngày 26 tháng 10 năm 2007 của Cục Đo đạc và Bản đồ.

1. Tham số dịch chuyển gốc tọa độ:

$$\Delta x_0 = 191,90441429 \text{ m}; \quad \Delta y_0 = 39,30318279 \text{ m}; \quad \Delta z_0 = 111,45032835 \text{ m}.$$

2. Góc xoay trục tọa độ:

$$\omega_0 = 0,00928836''; \quad \psi_0 = -0,01975479''; \quad \varepsilon_0 = 0,00427372''.$$

3. Hệ số tỷ lệ chiều dài:  $k = 0,999999747093722$ .

### 2.3. Thuật toán tính toán khoảng cách giữa các trạm đo tới lưới tính toán

Để tính toán mức độ suy giảm mức cường độ âm theo khoảng cách, cần thiết phải tính toán giá trị khoảng cách từng trạm quan trắc tới toàn bộ các điểm trên lưới điểm tính toán. Việc tính toán khoảng cách được thực hiện bằng công thức sau:

$$D_{ij} = \sqrt{(XLuoi_i - XTramQT_j)^2 + (YLuoi_i - YTramQT_j)^2} \quad (2)$$

Năng lượng của âm thanh lan truyền trong không khí sẽ giảm dần theo khoảng cách tính từ nguồn âm [2]. Theo lý thuyết sóng âm thì tại điểm  $i$  trên lưới tính toán chịu tác động của nhiều nguồn âm (được đo bởi các trạm  $j$ ) thì cường độ âm tổng được tính như sau [5], [7]:

$$I_{total(ij)} = I_{Li1} + I_{Li2} + I_{Li3} + \dots + I_{Lin} = \sum_{j=1}^n I_{Lij} \quad (3)$$

Mức cường độ âm tổng hợp tính tại điểm i trên lưới tính toán như sau:

$$\begin{aligned} L_{Total(Lij)} &= 10 \lg \frac{I_{Total(Lij)}}{I_0} = 10 \lg \frac{\sum_{j=1}^n I_{Lij}}{I_0} = 10 \lg \frac{\sum_{j=1}^n I_0 \times 10^{\frac{L_{Lij}}{10}}}{I_0} \\ &= 10 \lg \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_{Lij}}{10}} = 10 \lg \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_{Tj} - 20 \log \left( \frac{r_{Lij}}{r_{Tj}} \right)}{10}} \end{aligned} \quad (4)$$

Với các trạm đề cách nguồn âm 1m thì công thức tính mức cường độ âm tổng hợp tại điểm i trên lưới tính toán như sau:

$$L_{Total(Lij)} = 10 \lg \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_{Tj} - 20 \log r_{Lij}}{10}} = 10 \lg \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_{Tj} - 20 \log r_{Lij}}{10}} \text{ (dB)} \quad (5)$$

Trong đó:  $L_{Total(Lij)}$  là mức cường độ âm tổng hợp của j trạm quan trắc (nguồn) gây nên tại điểm i trên lưới tính toán;  $L_{Tj}$  là mức cường độ âm đo được tại trạm quan trắc thứ j;  $r_{Lij}$  là khoảng cách giữa điểm i trên lưới tính toán đến trạm quan trắc j.

### 2.5. Thuật toán nội suy

Có nhiều kỹ thuật nội suy tính toán lưới giá trị cho các bề mặt liên tục như Cokriging sử dụng nội suy chất lượng môi trường không khí [14], IDW nội suy chất lượng nước [4]; IDW, Kriging, TIN, người láng giềng trong nội suy tiếng ồn [3], [10], [13]... Các nghiên cứu chỉ ra phương pháp IDW được sử dụng phổ biến nhất trong nội suy chất lượng môi trường, nội suy dữ liệu tiếng ồn. Từ những nghiên cứu trên, đề tài lựa chọn thuật toán IDW để xây dựng phần mềm thành lập dữ liệu tiếng ồn tự động.

Giá trị nội suy của mỗi điểm được tính theo công thức sau [8, 11]:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i) \quad (6)$$

trong đó:  $Z(s_0)$  là giá trị được dự đoán cho vị trí mục tiêu  $s_0$ ;  $N$  là số điểm dữ liệu đo được trong cửa sổ tìm kiếm;  $\lambda_i$  là trọng số được gán cho mỗi điểm đo; và  $Z(s_i)$  là giá trị quan sát

được tại vị trí  $s_i$ . Trọng số  $\lambda_i$  được tính bằng công thức dưới đây:

$$\lambda_i = \frac{d_{i0}^{-p}}{\sum_{i=1}^N d_{i0}^{-p}} \quad \text{với} \quad \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1 \quad (7)$$

trong đó:  $d_{i0}$  là khoảng cách giữa vị trí dự báo  $s_0$  và vị trí đo được  $s_i$ ;  $p$  là lũy thừa của khoảng cách, nó xác định tốc độ giảm của các trọng số khi khoảng cách tăng lên.

### 2.6. Xây dựng phần mềm thành lập, xuất bản dữ liệu tiếng ồn tự động

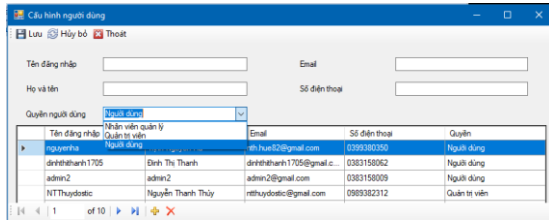
#### 2.6.1. Ngôn ngữ lập trình, nền tảng xây dựng

Phần mềm được xây dựng mới dựa trên ngôn ngữ lập trình C# trên Visual Studio, sử dụng thư viện engine thương phẩm của ESRI, với CSDL tập trung, đa người dùng (đối với mô đun tự động thành lập dữ liệu tiếng ồn); sử dụng ngôn ngữ lập trình python đối với chức năng tự động xuất bản (publish) raster tiếng ồn lên môi trường WebGIS.

#### 2.6.2. Các chức năng của phần mềm

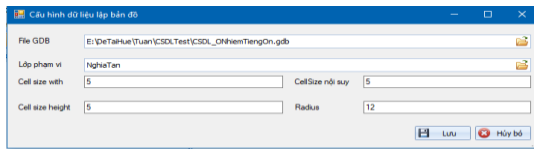
Phần mềm ANoise có các nhóm chức năng chính như sau:

- Chức năng cấu hình người dùng: thêm mới, cập nhật, xóa thông tin, dữ liệu người dùng.



Hình 1. Chức năng cấu hình thông tin người dùng

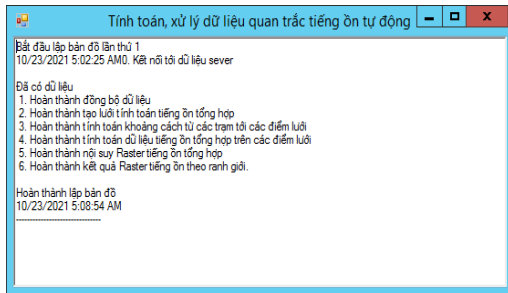
- Chức năng thiết lập cấu hình tham số tự động thành lập bản đồ: cho phép thiết lập tham số lựa chọn nguồn dữ liệu đầu vào, lưới điểm tính toán, tham số nội suy, cắt theo ranh giới, tự động xuất, thiết lập tham số trình bày raster mức cường độ âm theo cấu hình định trước, tự động xuất bản dữ liệu tiếng ồn trực tuyến.



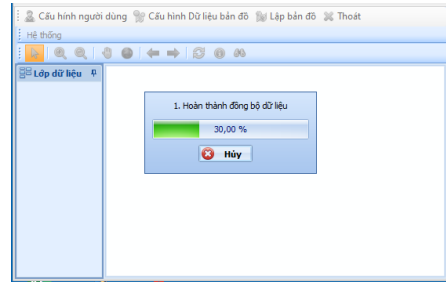
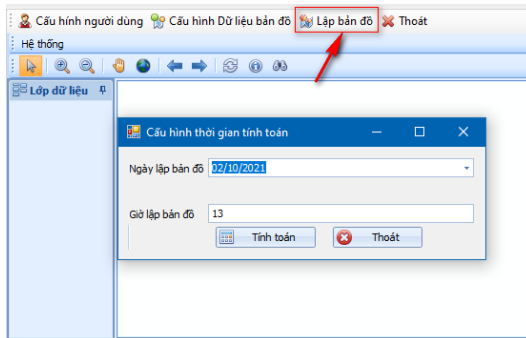
Hình 2. Chức năng thiết lập cấu hình tham số tự động thành lập dữ liệu tiếng ồn

- Chức năng thành lập dữ liệu tiếng ồn:

Phần mềm cung cấp cho người dùng 02 chức năng thành lập dữ liệu tiếng ồn là: thành lập dữ liệu tiếng ồn tự động và thành lập dữ liệu tiếng ồn thủ công.



Hình 3. Giao diện tính toán, xử lý dữ liệu quan trắc và tự động thành lập dữ liệu tiếng ồn

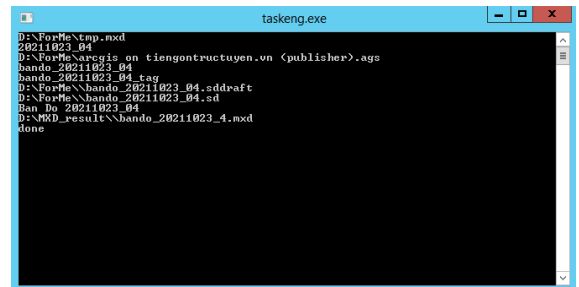


Hình 4. Cấu hình hình thời gian và tiến trình thành lập dữ liệu tiếng ồn thủ công

- Xuất bản dịch vụ dữ liệu tiếng ồn:

Sau khi dữ liệu raster theo giờ được tạo lập, phần mềm sẽ tự động khởi động chương trình xuất bản dữ liệu tiếng ồn raster thành dịch vụ bản đồ (map service) để chuẩn bị công bố lên WebGIS để cung cấp trực tuyến cho người dùng và xã hội.

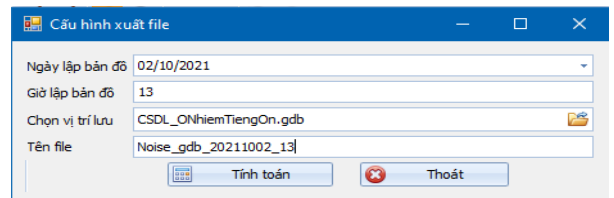
Cửa sổ chương trình xuất bản dữ liệu tiếng ồn trực tuyến cho thấy khi nào kết quả xuất bản được hoàn thành (done). Lúc này, dữ liệu tiếng ồn mới thành lập đã được xuất bản và công bố trực tuyến trên WebGIS.

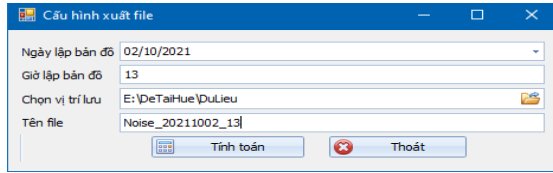


Hình 5. Cửa sổ làm việc của chương trình xuất bản dữ liệu tiếng ồn trực tuyến

- Chức năng xuất dữ liệu tiếng ồn:

Phần mềm này cung cấp công cụ giao tiếp với các phần mềm khác bằng định dạng dữ liệu đầu ra là shapefile và gdb.





Hình 6. Giao diện chức năng xuất dữ liệu định dạng gdb và shapefile

## 2.7. Thử nghiệm thành lập và xuất bản dữ liệu tiếng ồn tự động tại phường Nghĩa Tân, quận Cầu Giấy, Hà Nội

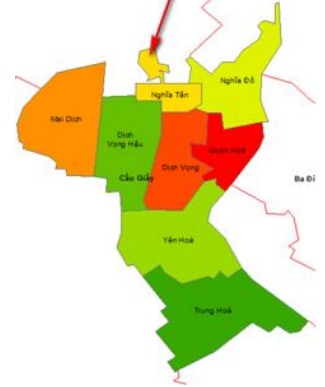
### 2.7.1. Khu vực nghiên cứu

Phường Nghĩa Tân có diện tích tự nhiên 0,68 km<sup>2</sup> và quy mô dân số 22.207 người. Đây là nơi tập trung các cơ quan trung ương, các trường học, bệnh viện, trụ sở làm việc...; có nhiều hoạt động kinh doanh, buôn bán diễn ra nhộn nhịp từ sáng sớm tới đêm khuya...; mật độ giao thông

trên các trục đường chính qua khu vực lớn.

### 2.7.2. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu đầu vào của phần mềm ANoise được lưu trong CSDL NOISE được quản trị bởi hệ quản trị CSDL SQL Server chứa các thông tin về thời gian, trạm quan trắc, giá trị mức cường độ âm, tọa độ GPS (B, L) của các trạm quan trắc ngoài thực địa được bố trí trên địa bàn phường Nghĩa Tân (Bảng 1).



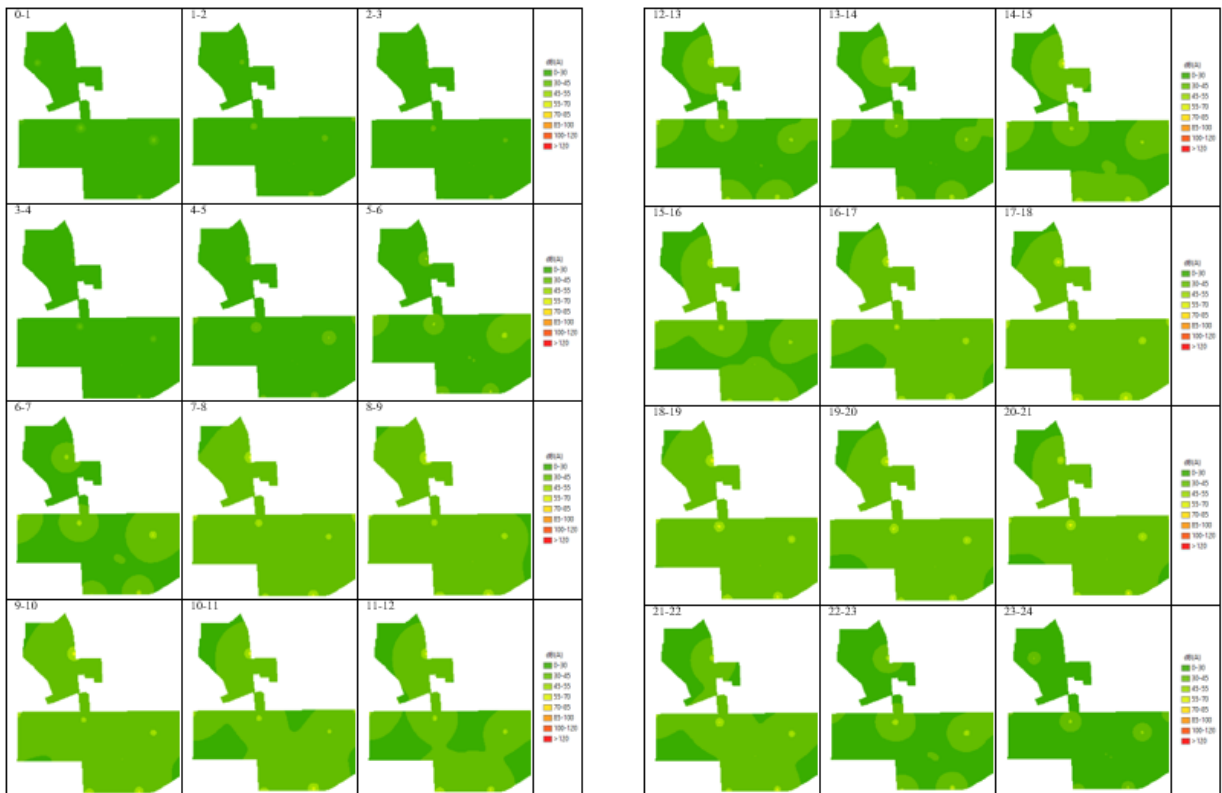
Hình 7. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu

Bảng 1. Vị trí, thông số lắp đặt trạm quan trắc trên khu vực phường Nghĩa Tân

ID	Điểm đo	Mô tả	Chỗ treo thiết bị
1001	Ngã tư Tô Hiệu - Nghĩa Tân (gần trường THCS Nghĩa Tân)	Hàng bánh mì kebab Linh (cạnh hàng sửa xe)	Cột đèn gần cửa hàng; chiều cao thiết bị 1,5 m.
1002	Sân chơi tập thể nhà A10-A11		Cột đèn cao áp trong sân; chiều cao thiết bị 1,5 m.
1003	Ngã tư Hoàng Quốc Việt - Nguyễn Phong Sắc	In Thành Công - Bún chả Hàng Mành	Cột biển tên đường Nguyễn Phong Sắc; chiều cao thiết bị 1,5 m.
1004	Ngõ 126 Trần Cung (đối diện bệnh viện E)	Hàng hoa quả	Cột biển tên ngõ 126; chiều cao thiết bị 1,5 m.
1005	Mặt đường Hoàng Quốc Việt, gần ngã tư Tô Hiệu - Hoàng Quốc Việt	Cửa hàng sơn Nippon - 239 Hoàng Quốc Việt	Cây trước cửa hàng; chiều cao thiết bị 1,5 m.
1006	Ngã tư Phạm Tuấn Tài - Hoàng Quốc Việt - Vietinbank	Ngân hàng VietinBank	Cột đèn giao thông cho người đi bộ mặt đường Hoàng Quốc Việt; chiều cao thiết bị 1,5 m
1007	Ngã tư Nghĩa Tân - Hoàng Quốc Việt	Gần cửa hàng bánh mì	Cây trước cửa hàng; chiều cao thiết bị 1,5 m.
1008	Ngã tư Nguyễn Phong Sắc - Tô Hiệu	Hàng quảng cáo Huy Khoan - 307 Tô Hiệu	Cột đèn trước cửa hàng; chiều cao thiết bị 1,5 m.
1009	Phố Nghĩa Tân - Ngõ 385	Hàng sửa xe Lộc Tài Motor	Chạc cây chữ Y bên hông cửa hàng; chiều cao thiết bị 1,5 m
1010	Chợ Nghĩa Tân	Công chợ	Cột đèn cao áp công chợ; chiều cao thiết bị 1,5 m.

### 2.7.3. Kết quả

Phần mềm được lập trình để thành lập, xuất bản một cách tự động mỗi giờ một raster dữ liệu tiếng ồn. Hình 7 thể hiện kết quả quan trắc, sự phân bố tiếng ồn theo không gian trong vòng 24 khung giờ ngày 29 tháng 3 năm 2021 tại phường Nghĩa Tân, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội.



Hình 8. Dữ liệu raster ngày 29 tháng 03 năm 2021 của khu vực phường Nghĩa Tân được thành lập, xuất bản tự động bởi phần mềm ANoise

Nhìn vào Hình 8 có thể thấy:

- Mức cường độ âm lớn tập trung vào các khung giờ từ 6 giờ đến 13 giờ và 16 giờ đến 22 giờ, lớn nhất là từ 7 - 8 giờ và 17 - 18 giờ do đây là giờ cao điểm, người lao động đi làm và tan sở nên mật độ phương tiện di chuyển cao.

- Các khung giờ muộn 22 - 23 giờ một số điểm quan trắc tiếng ồn vẫn cao do hoạt động khu vực này nhộn nhịp về đêm, các hàng quán tập trung nhiều trên phố Tô Hiệu, đối diện chợ Nghĩa Tân là các quán bán hàng ăn đêm...

- Dữ liệu tính toán cũng cho thấy khu vực này yên tĩnh nhất là vào 2 giờ đến 3 giờ.

Điều này có thể khẳng định dữ liệu được thành lập và xuất bản bởi phần mềm ANoise phản ánh đúng quy luật và hiện trạng tiếng ồn khu vực.

### 3. Kết luận

Phần mềm ANoise cho phép quy trình hóa các bước thành lập, xuất bản dữ liệu tiếng ồn một cách tự động, giúp rút ngắn thời gian, giảm chi phí nhân công trong quá trình xây dựng dữ liệu

tiếng ồn. Bên cạnh đó, phần mềm còn cho phép tùy biến thiết lập các tham số đầu vào cũng như chạy thử công cho các dữ liệu ở các ngày khác nhau, làm tăng khả năng áp dụng vào thực tiễn. ○

### Tài liệu tham khảo:

[1]. Nguyễn Thị Huệ và các cộng sự. (2019), "Nghiên cứu thiết kế mô đun thu thập dữ liệu trong hệ thống quan trắc tiếng ồn đô thị", *Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ*(41), tr. 50-56.

[2]. Nguyễn Võ Châu Ngân (2003), *Giáo trình Ô nhiễm tiếng ồn và kỹ thuật xử lý*, Cần Thơ, 125.

[3]. Bùi Hoàng Việt, Nguyễn Thanh Quang và Lê Thị Thanh Huyền (2019), *Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý trong việc thành lập bản đồ ô nhiễm tiếng ồn tại phường Phú Hòa, thành phố Thủ Dầu Một, tỉnh Bình Dương*, Khoa Kiến trúc, Trường Đại học Thủ Dầu Một, Bình Dương.

[4]. Nông Thị Hải Yến và Nguyễn Hải Hòa (2017), "Ứng dụng GIS và thuật toán nội suy không gian xây dựng bản đồ chất lượng nước

mặt khu vực khai thác khoáng sản tại huyện Hoàn Bò, tỉnh Quảng Ninh", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ (Đại học Thái Nguyên)*(Số 9), tr. 75-80.

[5]. Richard J Baker (2021), *Basic Acoustics*, truy cập ngày 30/08-2021, tại trang web <https://personalpages.manchester.ac.uk/staff/ric-hard.baker/BasicAcoustics/index.html>.

[6]. Hakan Doygun và Derya Kuşat Gurun (2008), "Analysing and mapping spatial and temporal dynamics of urban traffic noise pollution: a case study in Kahramanmaras, Turkey", *Environmental Monitoring and Assessment*. 142(1-3), tr. 65-72.

[7]. Engineering ToolBox (2003), *Adding Decibels - The logarithmic decibel scale is convenient calculating sound power levels for two or more sound sources*, truy cập ngày 30/08-2021, tại trang web [https://www.engineeringtoolbox.com/adding-decibel-d\\_63.html](https://www.engineeringtoolbox.com/adding-decibel-d_63.html).

[8]. ESRI *How inverse distance weighted interpolation works*, ESRI, ESRI, truy cập ngày 20/10-2021, tại trang web <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.6/help/analysis/geostatistical-analyst/how-inverse-distance-weighted-interpolation-works.htm>.

### Summary

**Research on automatic noise-monitoring data establishment using anoise software: pilot study in nghĩa tan ward, cau giay district, hanoi**

*Nguyen Thi Hue, Nguyen Thanh Thuy, Le Lan Lam*

*Vietnam Intitude of Geodesy and Cartography*

*Le Thi Anh Mai, Land Registration Office, Thoi Lai district, Can Tho city*

This article presents the scientific basis/fundamental for automatically establishing noise-monitoring data using Anoise software, which is created within the framework of the ministerial-level scientific research of "Research on establishing online noise monitoring systems in urban areas using WebGIS technology and wireless transmission", research code: TNMT.2018.07.06. The process of data establishment includes: i) Data synchronizing; ii) Creating a grid to calculate the synthesized noise; iii) Calculating the distance from the monitoring station to the grid points; iv) Calculating the aggregated noise data on grid points; v) Interpolating raster of noise data and vi) Clipping raster of noise data by boundary. This method is tested in the Nghĩa Tan ward, Cau Giay district, Hanoi. ○

[9]. Nicolas Maisonneuve và các cộng sự. (2009), *Citizen Noise Pollution Monitoring*, 96-103.

[10]. Parviz Nejad, Anuar Ahmad và Irina Zen (2019), "Assessment of the interpolation techniques on traffic noise pollution mapping for the campus environment sustainability", *International Journal of Built Environment and Sustainability*. 6, tr. 147-159.

[11]. Manuel Peralvo (2004), "Influence of DEM interpolation methods in Drainage Analysis".

[12]. Luis Sanchez Fernandez và các cộng sự. (2015), *Methods of analysis for urban environmental noise*, 381-389.

[13]. Jantien Stoter, Henk de Kluijver và Vinaykumar Kurakula (2008), "3D noise mapping in urban areas", *International Journal of Geographical Information Science*. 22(8), tr. 907-924.

[14]. Nguyen Cong Nhut, Lai Van Phut và Bui Hung Vuong (2018), "Applied the Cokriging interpolation method to survey Air Quality Index (AQI) for dust TSP in Da Nang city", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*(Số 4), tr. 1-9. ○