



TRỰC QUAN HÓA DỮ LIỆU QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG

Vũ Xuân Cường*, Lê Minh Vĩnh*

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP Hồ Chí Minh

Ngày Tòa soạn nhận được bài: 25-4-2017; ngày phân biên đánh giá: 29-5-2017; ngày chấp nhận đăng: 19-6-2017

TÓM TẮT

Bài báo mô tả cách vận dụng các phương pháp thể hiện nội dung bản đồ để đưa ra các giải pháp thể hiện trực quan dữ liệu quan trắc môi trường (minh họa với dữ liệu quan trắc môi trường không khí ở TP Hồ Chí Minh). Theo đó, bản đồ phân vùng chất lượng hoặc bản đồ kí hiệu theo điểm với giá trị chỉ số chất lượng chung được dùng khi cần thể hiện thông tin tổng quát, phương pháp biểu đồ bản đồ với biểu đồ cột hoặc đồ thị radar được dùng khi cần thể hiện chi tiết kết quả đo từng thông số quan trắc.

Từ khóa: bản đồ chuyên đề, dữ liệu quan trắc môi trường, trực quan hóa dữ liệu.

ABSTRACT

Visualization of environmental monitoring data

The article describes how to use cartographic principles to provide visualization solutions for environmental monitoring data (illustrated with Ho Chi Minh City air environment monitoring data). Accordingly, asymmetric map or point symbol map with general quality index are used when general information is required; point diagram maps with column charts or radar charts are used to display detailed measurement results of each monitoring parameter.

Keywords: thematic maps, environmental monitoring data, data visualization.

1. Đặt vấn đề

Dữ liệu quan trắc môi trường là một trong những dữ liệu quan trọng để đánh giá chất lượng môi trường. Ở Việt Nam hiện nay, Nhà nước đã quan tâm đến việc xây dựng hệ thống mạng lưới quan trắc. Theo kế hoạch thực hiện Quy hoạch mạng lưới quan trắc Tài nguyên và Môi trường Quốc gia [1], đến năm 2020, nước ta sẽ có 39 trạm quan trắc môi trường (hiện có 23 trạm, xây mới 16 trạm), 771 điểm quan trắc (hiện có 571 điểm, xây mới 200 điểm). Các trạm và điểm quan trắc này sẽ cung cấp một nguồn dữ liệu phong phú phục vụ việc đánh giá, dự báo các diễn biến thành phần môi trường, làm cơ sở cho công tác quản lý và hoạch định chính sách, góp phần cải thiện môi trường.

Các dữ liệu quan trắc môi trường là tài nguyên có giá trị và cần được công bố rộng rãi. Dữ liệu này được nhiều người quan tâm ở các cấp độ và nhu cầu khác nhau từ nhận biết tổng thể đến phân tích chi tiết nhằm đưa ra các quyết định phù hợp. Khi thực hiện

* Email: vxcuong@hcmunre.edu.vn

công bố, hình thức thể hiện sao cho hiệu quả và phù hợp là vấn đề cần đặt ra nhằm đáp ứng nhu cầu rộng rãi và đa dạng của người sử dụng.

Số liệu quan trắc là các con số qua các thời điểm và ở các vị trí khác nhau về giá trị, nồng độ các chất được quan trắc (gọi là thông số quan trắc). Các số liệu này nếu được lưu trữ và công bố ở dạng bảng thì tuy “có vẻ” rõ ràng, chi tiết nhưng có thể không đem lại hiệu quả truyền thông mong muốn vì khó hình dung. Đặc biệt, mỗi thông số thể hiện những ý nghĩa, mức độ nguy hại khác nhau và không phải ai cũng biết về những điều này. Mặt khác, về bản chất, dữ liệu quan trắc môi trường là dữ liệu không gian vì phải gắn với vị trí cụ thể trên bề mặt Trái Đất và như vậy, việc sử dụng bản đồ để thể hiện vị trí các điểm quan trắc với những phương pháp thể hiện thích hợp để biểu hiện các kết quả đo sẽ mang lại hiệu quả tích cực. Hiện nay, báo cáo kết quả quan trắc môi trường tại các tỉnh thường được trình bày qua bảng số liệu và biểu đồ nhưng cũng đã có các trang web trên thế giới [2], [3] và trong nước [4] thể hiện chất lượng môi trường bằng bản đồ. Tuy nhiên, hầu hết đều chỉ thể hiện dữ liệu tổng hợp và chưa tận dụng các phương pháp thể hiện đa dạng, trực quan, vốn là thế mạnh của bản đồ chuyên đề.

Bài báo này sẽ trình bày, đề xuất các hình thức thể hiện các dữ liệu quan trắc môi trường và phân tích để đưa ra các nhận định về hiệu quả của từng giải pháp.

2. Phương pháp và dữ liệu

2.1. Phương pháp

Với bản chất là dữ liệu có tính không gian, dữ liệu quan trắc môi trường có thể (và cần) được thể hiện qua bản đồ với các phương pháp thể hiện nội dung khác nhau. Việc quan tâm khai thác khía cạnh không gian của dữ liệu sẽ làm tăng giá trị thông tin. Trong bài báo này, các phương pháp thể hiện trực quan dữ liệu không gian (phương pháp thể hiện nội dung bản đồ) sẽ được vận dụng. Bên cạnh đó, việc lựa chọn giải pháp sẽ phải dựa trên các phân tích nhu cầu và đặc điểm dữ liệu theo các bước sau (Hình 1):

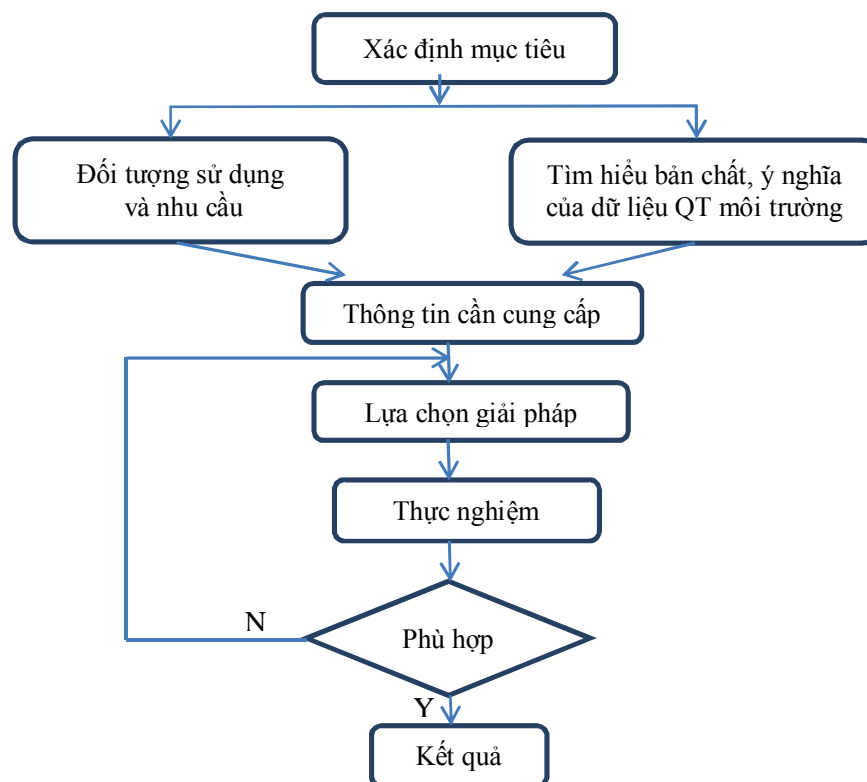
- *Xác định mục tiêu*

Mục tiêu đặt ra là tìm các giải pháp thể hiện trực quan dữ liệu quan trắc môi trường nhằm đạt hiệu quả tốt trong việc công bố thông tin. Hiệu quả tốt được phản ánh, đánh giá qua:

- Mức độ phù hợp đối với nhu cầu, nhận thức người đọc;
- Mức độ sử dụng, khai thác được tối đa nguồn dữ liệu.

- *Ý nghĩa, nội dung của dữ liệu quan trắc môi trường*

Dữ liệu quan trắc môi trường là các số liệu thu được từ kết quả đo (tự động, bán tự động...) tại các trạm cố định hoặc lưu động, định kỳ hoặc ngẫu nhiên của một hoặc nhiều thông số về tính chất vật lý, hóa học và sinh học của các thành phần môi trường, theo một kế hoạch lập sẵn về thời gian, không gian, phương pháp và quy trình đo lường, để cung cấp các thông tin cơ bản có độ tin cậy, độ chính xác cao và có thể đánh giá được diễn biến chất lượng môi trường [5].



Hình 1. Các bước thực hiện phân tích nhu cầu và đặc điểm dữ liệu

Về nội dung: Các dữ liệu quan trắc rất đa dạng, tùy theo mục tiêu, nhiệm vụ của việc quan trắc, các thông số đo đạc sẽ rất khác nhau. Ví dụ, số liệu quan trắc môi trường không khí gồm các nhóm thông số cơ bản (khí tượng: độ ẩm, nhiệt độ, bức xạ...); nhóm thông số hóa học (nồng độ các chất chì, bụi, CO, SO₂, NO₂...), nhóm thông số vật lí (tiếng ồn, mật độ xe...) [6].

Khi giá trị, nồng độ các chất vượt qua một mức nào đó (gọi là ngưỡng) thì sẽ gây ô nhiễm môi trường. Ngoài ra, trên cơ sở tính toán các nồng độ của các chất thành phần, chỉ số chất lượng tổng hợp sẽ được xác định; ví dụ, đối với môi trường không khí, ta có chỉ số chất lượng không khí AQI (Air Quality Index), đối với môi trường nước ta có chỉ số chất lượng nước WQI (Water Quality Index)... Mặc dù AQI, WQI là chỉ số được quan tâm và thừa nhận rộng rãi trên thế giới nhưng mỗi quốc gia và vùng có thể áp dụng cách tính khác nhau [7]. Ở Việt Nam hiện nay, đang áp dụng cách tính AQI theo công thức được trình bày trong “Sổ tay hướng dẫn tính toán chỉ số chất lượng không khí” do Tổng cục Môi trường ban hành Quyết định số 878/QĐ-TCMT [8].

Về đặc điểm: Dữ liệu quan trắc phải gắn với vị trí không gian cụ thể và thường được đo ở nhiều thời điểm khác nhau.

Như vậy, dữ liệu quan trắc môi trường là *dữ liệu không gian đa tiêu chí và đa thời gian*, điều này đòi hỏi có những cách xử lí và thể hiện thích hợp. Trong phạm vi bài này, chúng ta sẽ không bàn đến việc thể hiện dữ liệu đa thời gian.

- *Đối tượng sử dụng và nhu cầu thông tin*

Trong bài báo này, hai nhóm nhu cầu chính được đề cập là:

- Nhu cầu thông tin tổng hợp để đánh giá nhanh chất lượng môi trường. Đối tượng có nhu cầu này có thể là các nhà lãnh đạo, cộng đồng, các nhà đầu tư cần nắm bắt tình hình chung... Những người này thường cần trả lời câu hỏi: Ở đâu môi trường có/ không ô nhiễm, chất lượng có cải thiện/ kém đi không? Như vậy, đối tượng này sẽ chỉ cần thông tin tổng hợp về chất lượng môi trường, phản ánh qua AQI, WQI... Theo quy định, thông tin này cũng phải được bổ sung thông số cụ thể nào gây ô nhiễm.

- Nhu cầu thông tin chi tiết với từng thông số cụ thể. Đối tượng có nhu cầu này thường là các nhà nghiên cứu, các nhà quản lí cần đánh giá chi tiết tình hình để đưa ra các chính sách, quyết định phù hợp. Nhóm đối tượng này thường cần trả lời câu hỏi môi trường đã/ đang/ sẽ ô nhiễm do chất thải nào, nguyên nhân nào, phân bố ra sao... và làm thế nào để cải thiện môi trường.

Khi cung cấp giá trị đo từng thông số, để dễ hiểu, thông tin này phải được quy chuẩn hoặc so với quy định về ngưỡng cho phép để có thể đánh giá mức độ, nguyên nhân gây ô nhiễm.

Với những nhu cầu như vậy, thông tin cần cung cấp (và hình thức thể hiện) cũng cần được lựa chọn cho phù hợp.

- *Lựa chọn giải pháp*

Dữ liệu quan trắc môi trường là dữ liệu không gian nên để khai thác triệt để giá trị của dữ liệu, cần phải thể hiện trên bản đồ với các phương pháp thể hiện trực quan khác nhau tùy theo nội dung thông tin và mục đích sử dụng. Cụ thể là:

- Sử dụng phương pháp kí hiệu theo điểm, biểu đồ định vị để thể hiện các dữ liệu quan trắc tại từng vị trí trạm đo (vì đây là dữ liệu phân bố theo điểm).

- + Kí hiệu điểm dùng thể hiện chỉ số AQI/WQI với màu thay đổi theo giá trị theo đúng quy định đã ban hành.

- + Biểu đồ định vị để thể hiện các chỉ tiêu. Các biểu đồ có thể dùng là biểu đồ tròn, biểu đồ cột, đồ thị, biểu đồ radar. Việc lựa chọn hình thức biểu đồ phải được cân nhắc cho từng trường hợp cụ thể.

- Sử dụng phương pháp nền chất lượng để phân vùng chất lượng môi trường (vì bản chất vấn đề môi trường không khí là phân bố theo diện).

2.2. *Dữ liệu sử dụng*

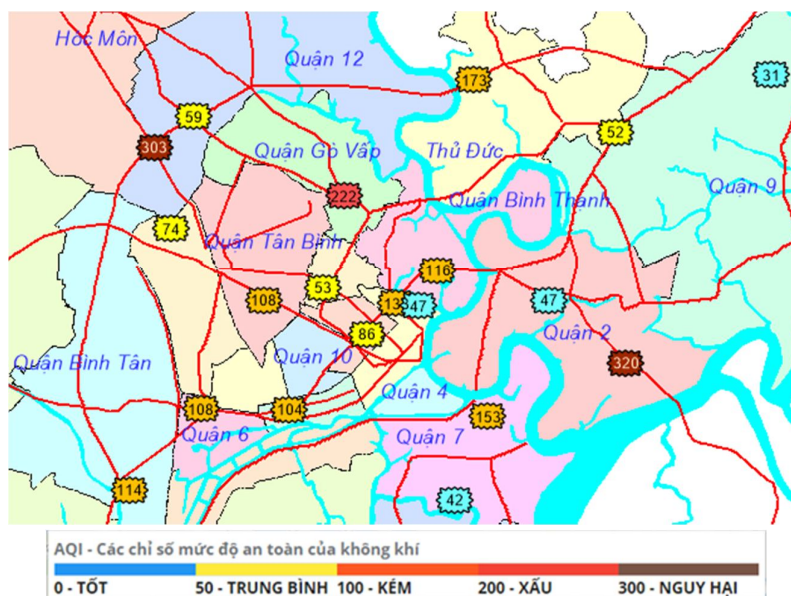
Số liệu quan trắc môi trường không khí được ghi nhận ở 20 trạm, điểm quan trắc thuộc khu vực Thành phố Hồ Chí Minh tại một thời điểm trong quý 1 năm 2017. Các

thông số đo gồm: CO, SO₂, NO_x, Bụi lơ lửng TSP (tính bằng μg/m³) và tiếng ồn (tính bằng dBA). Dữ liệu ở đây chỉ có ý nghĩa minh họa và không đề cập đến nội dung đa thời gian.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thể hiện chỉ số chất lượng môi trường tổng hợp AQI

Áp dụng cách tính AQI được trình bày trong “Sổ tay hướng dẫn tính toán chỉ số chất lượng không khí” [8], ta tính AQI từ các số liệu đo. Chỉ số này cho biết tình trạng chất lượng môi trường không khí tại điểm quan trắc với 5 mức từ tốt (không ảnh hưởng đến sức khỏe) đến nguy hại (mọi người nên ở trong nhà).



Hình 2. Chất lượng không khí thể hiện qua giá trị AQI tại các trạm đo

Chỉ số AQI được tính theo công thức:

$$AQI_i^h = \frac{C_i^h}{S_i^h} * 100$$

C_i^h : Nồng độ trung bình của chất i.

S_i^h : tiêu chuẩn môi trường cho phép của chất i

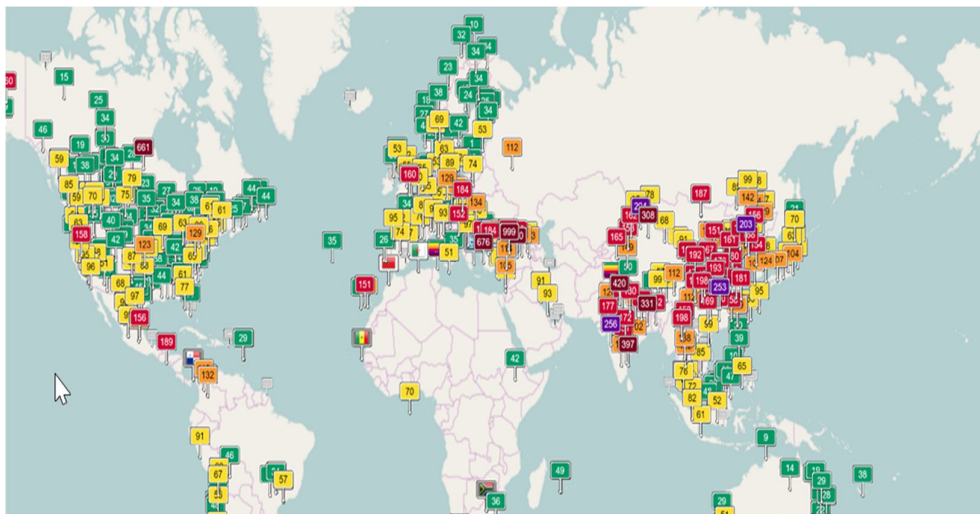
AQI tổng hợp tại một thời điểm (giờ) là max của các AQI thành phần:

$$AQI^h = \max (AQI_x^h)$$

Kết quả AQI tổng hợp được phân thành 5 nhóm và thể hiện bằng phương pháp kí hiệu theo điểm với màu của từng nhóm theo quy định (Hình 2).

Theo bản đồ này, người sử dụng có thể xác định rõ ở đâu không ô nhiễm/ ô nhiễm và với mức độ nào dựa vào màu của từng kí hiệu và con số giá trị AQI cụ thể ghi kèm kí hiệu. Mặc dù chỉ thể hiện theo từng vị trí (điểm) nhưng nếu mật độ điểm quan trắc đủ lớn thì ta có thể nhìn thấy cả đặc điểm phân bố ô nhiễm nói chung. Ví dụ, qua bản đồ ở Hình 3 có

thể thấy môi trường không khí ở Trung Quốc bị ô nhiễm ở mức báo động (các kí hiệu có màu đỏ, nâu), trong khi khu vực Canada, Bắc Âu có môi trường không khí khá tốt (các kí hiệu có vàng, xanh).



Hình 3. Bản đồ thế giới với AQI

(nguồn <http://aqicn.org/map/world/>)

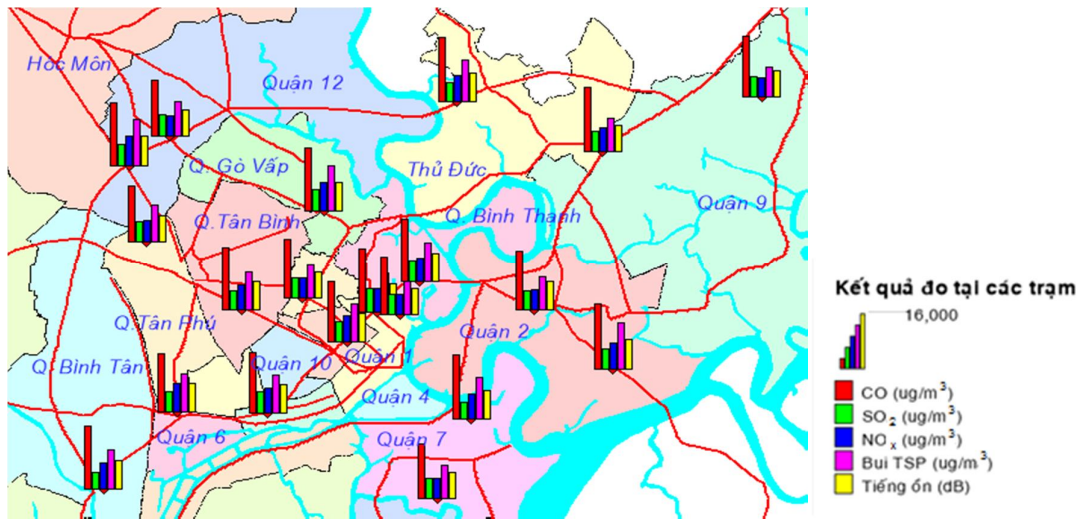
Tuy nhiên, với bản đồ này, ta chỉ có thể nhận định được mức độ ô nhiễm nói chung mà không xác định được loại chất gây ô nhiễm nên cũng không thể có những nhận định chi tiết và cụ thể về sự phân bố các chất gây ô nhiễm.

3.2. Thể hiện kết quả đo chi tiết (nhiều thông số)

Theo quy định, tại một trạm quan trắc không khí có thể đo cùng lúc các thông số SO_2 , NO_x , O_3 , CO , Chì, Bụi... Do đó, để thể hiện các kết quả đo này tại cùng một vị trí ta phải sử dụng phương pháp biểu đồ định vị.

Biểu đồ sử dụng trong trường hợp này phải là biểu đồ cột (Bar chart) vì mặc dù tất cả các trị đo đều cùng đơn vị $\mu g/m^3$ nhưng mỗi chất phải được xem xét độc lập. Điều này là do mức độ nguy hại của từng chất là rất khác nhau: $0,5mg NO_x/m^3$ đã bị xem là ô nhiễm (có tác hại lớn) nhưng $5 mg CO/m^3$ vẫn là trong ngưỡng cho phép (theo Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng không khí xung quanh QCVN 05:2013/BTNMT [6]).

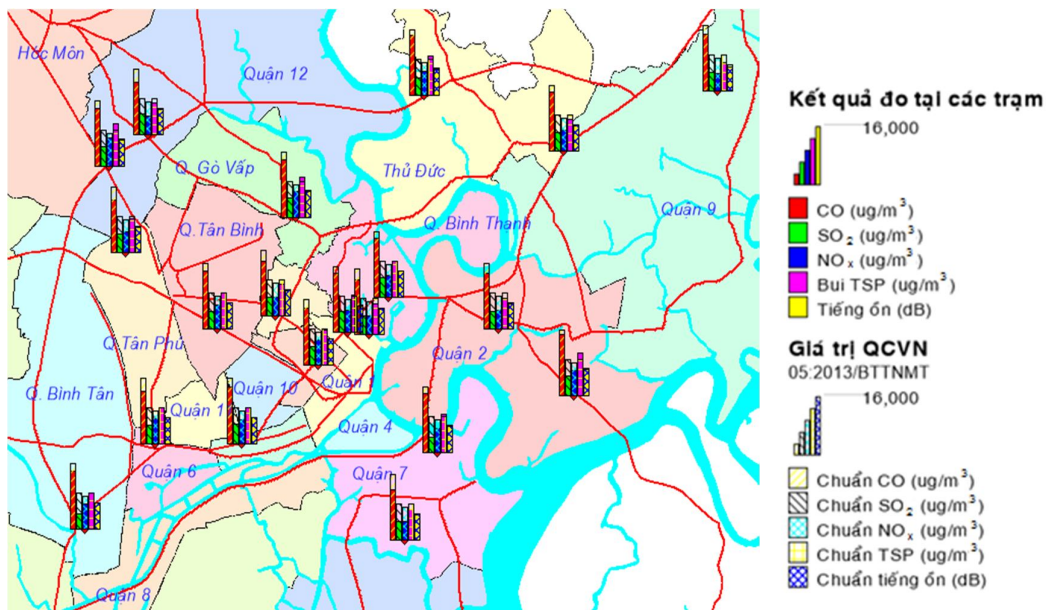
Lưu ý: Ở đây, ta không thể sử dụng biểu đồ bánh (Pie chart) vì sẽ gây nhầm lẫn khi thể hiện tổng số các giá trị (không có ý nghĩa). Ví dụ điểm quan trắc A có nồng độ ($\mu g/m^3$) các thông số là $1200\mu gCO$, $200\mu g SO_2$, $100\mu g NO_x$; điểm quan trắc B có có nồng độ ($\mu g/m^3$) các thông số là $800\mu gCO$, $400\mu g SO_2$, $300\mu g NO_x$; nếu thể hiện với biểu đồ hình bánh thì hai vòng tròn có độ lớn như nhau (thể hiện với giá trị $1500\mu g$) nhưng mức độ nguy hại, ô nhiễm của điểm B là cao hơn A nhiều do NO_x (QCVN: 200) và SO_2 (QCVN:350) vượt ngưỡng cho phép [9].



Hình 4. Kết quả quan trắc các thông số tại các trạm

Mặc dù biểu đồ cột cho phép ta xác định cụ thể kết quả đo, nồng độ của từng thông số nguy hại (Hình 4), nhưng những con số này sẽ không dễ hình dung nếu người đọc không có kiến thức sâu về các chất gây ô nhiễm.

Để làm rõ hơn mức độ ô nhiễm từng thông số, cần bổ sung giá trị ngưỡng ô nhiễm theo quy chuẩn Quốc gia về chất lượng không khí (QCVN) [9], [10]. Cột quy chuẩn này được tạo trên một lớp riêng, có kích thước theo đúng như khi thể hiện nồng độ đo được của các thông số và phải chọn hình thức sao cho có thể nhận biết được tình trạng vượt/ không vượt chuẩn của từng thông số (Hình 5, Hình 6).



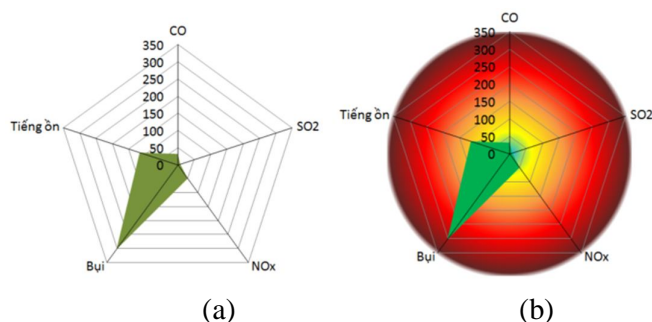
Hình 5. Kết quả quan trắc từng thông số tại các trạm kèm với giá trị QCVN



Trạm Cát Lái - Nồng độ bụi và tiếng ồn vượt chuẩn *Trạm quận 9 - Tất cả các số đo đều trong chuẩn*

Hình 6. Phóng to hình biểu đồ từ bản đồ Hình 5

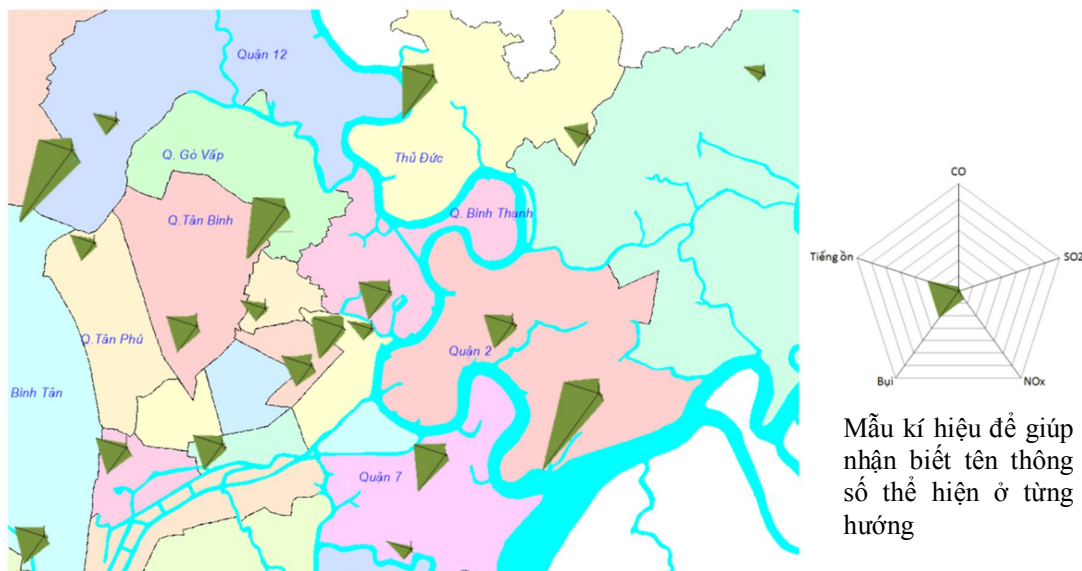
Ngoài việc dùng các biểu đồ cột, có thể dùng đồ thị radar (Hình 7) với chỉ số đã chuẩn hóa (tức là giá trị AQI của từng thông số theo công thức ghi ở mục 3.1)



Hình 7. Đồ thị radar thể hiện kết quả đo CO , SO_2 , NO_x , Bụi và tiếng ồn tại một trạm đo
(a) không tô màu nền (b) tô màu nền để thấy mức ô nhiễm

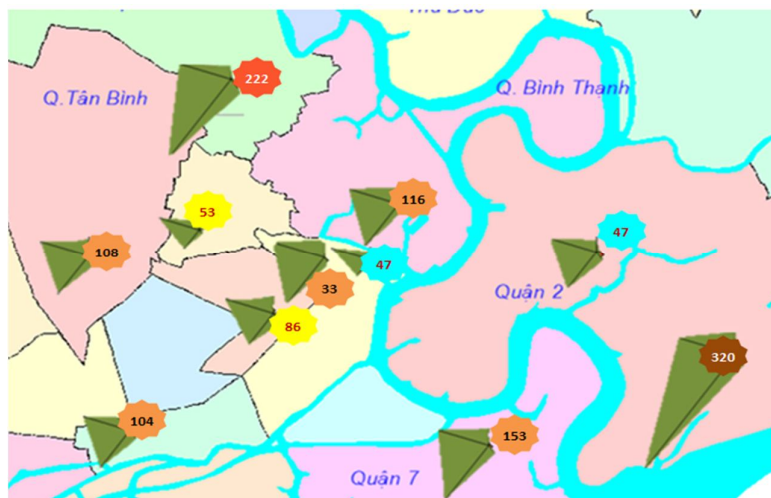
Đồ thị radar cho một cái nhìn trực quan về kết quả quan trắc, cho biết mức độ ô nhiễm theo từng thông số. Ngoài việc cho phép xác định chi tiết mức ô nhiễm theo từng thông số, kích thước (độ lớn) của biểu đồ và hình dạng của chúng (mở rộng ở phía nào) cũng sẽ cung cấp khả năng đánh giá nhanh tình hình do các số liệu đã được quy về chuẩn (AQI) thay vì số liệu thô như trong biểu đồ cột. Ví dụ, đồ thị radar trong Hình 7 cho thấy tình trạng ô nhiễm không khí tại trạm là do Bụi (ở mức rất cao) và tiếng ồn (ở mức trung bình). Các thông số khác đều trong mức cho phép.

Đặc biệt, khi đặt các đồ thị lên vị trí tương ứng có thể cho thấy quy luật phân bố theo không gian của ô nhiễm. Đây chính là thế mạnh của phương pháp bản đồ.



Hình 8. Kết quả quan trắc tại các trạm đo thể hiện với đồ thị radar

Hình 8 cho thấy các đồ thị radar đều có khuynh hướng kéo dài ở hướng Tây Nam (Bụi) và Tây Bắc (Tiếng ồn). Các thông số khác đều nhỏ không đáng kể.



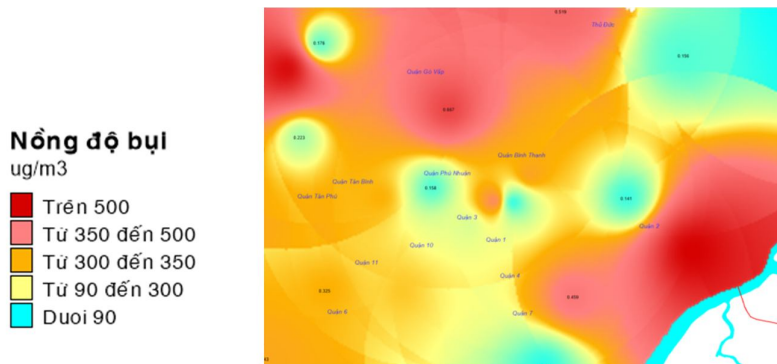
Hình 9. Kết quả quan trắc tại các trạm đo thể hiện với đồ thị radar kèm với giá trị AQI

Để làm rõ hơn, ta có thể bổ sung kí hiệu thể hiện giá trị AQI chung tại các điểm quan trắc (Hình 9).

3.3. Phân vùng chất lượng môi trường

Mặc dù được đo tại từng trạm nhưng bản chất môi trường không khí là một hiện tượng phân bố theo vùng. Do đó, bản đồ thể hiện phân vùng chất lượng không khí là rất cần thiết để phản ánh tình trạng môi trường.

Chất lượng không khí theo vùng có thể có được nhờ thực hiện nội suy từ giá trị tại các điểm (Hình 10).



Hình 10. Bản đồ thể hiện vùng chất lượng không khí theo nồng độ bụi

Có thể thể hiện bản đồ phân vùng theo từng chỉ số (NO, CO, Bụi...) hay sử dụng giá trị AQI tổng hợp tùy theo yêu cầu. Tuy nhiên, cần lưu ý là để kết quả nội suy đáng tin cậy thì mật độ các điểm đo phải đạt mức nhất định. Thực tế hiện nay, mật độ mạng lưới trạm quan trắc môi trường không khí của chúng ta còn khá thưa thớt. Để có kết quả phân vùng chất lượng tốt hơn, cần kết hợp các số liệu và phương pháp bổ sung như viễn thám, thống kê...

Nhận xét:

- Để thể hiện chất lượng môi trường tổng hợp thì bản đồ phân vùng chất lượng tổng hợp là hiệu quả nhất (nếu đủ dữ liệu). Nếu dữ liệu đo đạc không đủ để nội suy, có thể thể hiện theo kí hiệu điểm (Hình 2).

- Để thể hiện thông tin chi tiết, ta có thể dùng biểu đồ cột thể hiện nồng độ đo được và phải kèm với ngưỡng để nhận biết mức độ ô nhiễm (Hình 5). Đồ thị radar (Hình 8, Hình 9) cũng là một giải pháp hiệu quả, đặc biệt khi cần đánh giá trên diện rộng, xem xét quy luật phân bố theo không gian của tình trạng ô nhiễm. Bản đồ phân vùng chất lượng theo từng thông số đo (Hình 10) chỉ có ý nghĩa cho từng nghiên cứu riêng khi có nhu cầu quan tâm đặc biệt đến thông số đó, không phản ánh đầy đủ hiện trạng.

4. Kết luận

Chất lượng môi trường là thông tin ngày càng được nhiều người quan tâm. Với nguồn dữ liệu quan trắc ngày càng phong phú, việc công bố các thông tin chất lượng môi trường là vấn đề cần được đặt ra. Đứng ở góc độ “thông tin học”, cơ sở dữ liệu quan trắc xem như tài nguyên, nguyên liệu thô và nhiệm vụ đặt ra là khai thác hiệu quả, biến thành dữ liệu ấy thành thông tin có ích và ý nghĩa cho người sử dụng. Bài báo đã trình bày các phương án để “xử lí và chế biến” dữ liệu này thành các thông tin không gian phù hợp với các nhu cầu khác nhau. Việc thể hiện các dữ liệu trên bản đồ cho ta một hình ảnh trực quan, toàn diện, cho thấy sự phân bố trong không gian của hiện tượng. Trong đó, tùy theo đặc điểm dữ liệu, có thể sẽ có những phương pháp thể hiện tương ứng khác nhau. Cụ thể, bản đồ phân vùng chất lượng hoặc bản đồ kí hiệu theo điểm với giá trị chỉ số chất lượng chung được dùng khi cần thể hiện thông tin tổng quát; phương pháp biểu đồ bản đồ với biểu đồ cột hoặc đồ thị radar được dùng khi cần thể hiện chi tiết kết quả đo từng thông số quan trắc. Với sự hỗ trợ của công nghệ thông tin, thông qua WebGIS, việc công bố các bản đồ kết quả này là hoàn toàn khả thi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Quyết định số 90/QĐ-TTg ngày 12 tháng 01 năm 2016 về việc phê duyệt Quy hoạch mạng lưới quan trắc Tài nguyên môi trường quốc gia giai đoạn 2016-2025, tầm nhìn đến năm 2030
- [2] Thông tin về môi trường không khí thế giới theo chỉ số Plume, (truy cập tháng 2/2017) <https://air.plumelabs.com/en/>
- [3] Thông tin về ô nhiễm không khí trên thế giới: Bản đồ chỉ số chất lượng không khí theo thời gian thựcTrang (Air Pollution in World: Real-time Air Quality Index Visual Map), truy cập 12/2106, <http://aqicn.org/map/world/#@g/57.4301/-110.127/4z>
- [4] Cổng thông tin quan trắc môi trường UBND thành phố Hà Nội, (truy cập tháng 3/2017), <http://moitruongthudo.vn/>
- [5] Lưu Đức Hải và nnk, *Cẩm nang quản lý môi trường*, NXB Giáo dục, 2006.
- [6] Chế Đình Lý, *Sinh thái nhân văn- Những vấn đề Lí thuyết và Ứng dụng*, Viện Môi trường &Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh, 2014.
- [7] Nguyễn Văn Phước, Nguyễn Thị Vân Hà, *Giáo trình Quản lý chất lượng Môi trường*, NXB Xây dựng, 2006.
- [8] Tổng cục Môi trường, *Sổ tay hướng dẫn tính toán chỉ số chất lượng không khí*, ban hành kèm Quyết định số 878/QĐ-TCMT, 2011.
- [9] Tổng cục Môi trường, *Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về chất lượng không khí xung quanh* QCVN 05:2013/BTNMT, ban hành theo thông tư số 32/2013/TT-BTNMT ngày 25/10/2013.
- [10] Tổng cục Môi trường, *Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về tiếng ồn* QCVN 26:2010/BTNMT, ban hành theo thông tư số 39/2010/TT-BTNMT ngày 16/12/2010.