

# Mô phỏng ô nhiễm bụi PM10 từ hoạt động giao thông trên tuyến đường Trường Chinh - Hà Nội bằng phần mềm Calroads view

Dương Ngọc Bách<sup>1,\*</sup>, Phạm Ngọc Hồ<sup>1</sup>,  
Nguyễn Việt Hoài<sup>1</sup>, Phan Văn Hùng<sup>2</sup>, Phạm Thị Thu Hà<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trung tâm Nghiên cứu Quan trắc và Mô hình hóa Môi trường,  
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup>Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN,  
334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 08 tháng 6 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 12 tháng 7 năm 2016; chấp nhận đăng ngày 06 tháng 9 năm 2016

**Tóm tắt:** Bài báo giới thiệu một số kết quả nghiên cứu ứng dụng phần mềm CALROADS VIEW để mô phỏng lan truyền ô nhiễm bụi PM10 từ hoạt động giao thông trên tuyến đường Trường Chinh - Hà Nội. Kết quả nghiên cứu cho thấy ảnh hưởng của hoạt động giao thông đường bộ đến nồng độ bụi PM10 tại khu vực dân cư dọc theo tuyến đường là khá đáng kể. Nồng độ bụi trung bình 24h lớn nhất là  $95,6\mu\text{g}/\text{m}^3$  xấp xỉ bằng 63,6 % so với quy chuẩn cho phép hiện hành. Với hướng gió chủ đạo là Đông Nam (tần suất 33%) thì khu vực chịu ảnh hưởng lớn nhất do lan truyền bụi PM10 trong không khí là khu vực dân cư phía quận Đống Đa bên cạnh đường Trường Chinh. Kết quả của mô phỏng bằng mô hình đạt 79% kết quả quan trắc thực tế.

*Từ khóa:* Mô hình hóa, PM10, Calroads view.

## 1. Mở đầu

Ở nước ta, tình trạng ô nhiễm môi trường không khí tại các đô thị lớn như thành phố Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh đã được giới khoa học cảnh báo từ rất lâu. Nguồn gây ô nhiễm không khí chủ yếu do hoạt động giao thông vận tải, xây dựng, công nghiệp và sinh hoạt. Trong đó hoạt động giao thông đóng góp 70% lượng khí thải ô nhiễm [1]. Đường Trường Chinh là một trong những tuyến đường huyết mạch trong nội đô thành phố Hà Nội, có lưu lượng phương tiện giao thông rất lớn. Trong khi đó đây là tuyến đường khá hẹp không đủ đáp ứng nhu cầu

tham gia giao thông. Do vậy tình trạng tắc nghẽn giao thông thường xuyên xảy ra, hầu như các ngày trong tuần, không chỉ gây cản trở đến hoạt động tham gia giao thông của người dân mà còn ảnh hưởng đến sức khỏe người dân xung quanh vì sự phát thải chất ô nhiễm từ phương tiện giao thông là rất lớn. Trong bài nghiên cứu này, phần mềm CALROADS VIEW đã được lựa chọn để mô phỏng ô nhiễm bụi PM10 từ hoạt động giao thông trên tuyến đường Trường Chinh - Hà Nội. Đặc trưng của các nguồn thải giao thông này là lượng phát thải nhỏ nhưng số nguồn phát thải lớn và liên tục. Ngoài ra thì vị trí nguồn thải thấp hơn so với nguồn thải từ hoạt động công nghiệp.

\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-4-38587285  
Email: duongngocbach@hus.edu.vn

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Điều tra khảo sát hiện trường

- Sử dụng camera để ghi hình lưu lượng phương tiện tham gia giao thông tại tuyến đường Trường Chinh. Vị trí đặt camera ghi hình tại cổng Viện y học Hàng không-225 Trường Chinh - Hà Nội. Mỗi ngày ghi hình trong 24 khung giờ từ 1h-24h, mỗi giờ ghi hình 15 phút. Sau khi ghi hình giao thông, tiến hành đếm số lượng và phân loại các phương tiện giao thông từ các file ghi hình để có được diễn biến lưu lượng giao thông ở tuyến đường Trường Chinh từ ngày 19/1/2015 đến 31/1/2015.

- Sử dụng máy đo khí tượng để thu thập các dữ liệu khí tượng với các thông số nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió, hướng gió, lượng mưa. Thiết bị ghi dữ liệu 2 lần trong 1 giờ, mỗi lần cách nhau 30 phút, ngày đo 24 giờ, thời gian đo trùng thời gian với quan trắc giao thông. Vị trí lắp đặt thiết bị đo khí tượng lựa chọn trên đỉnh tòa nhà Đ4, cách mặt đất 10m, trong Viện y học Hàng không-225 Trường Chinh- Hà Nội

- Bụi PM10 được đo trực tiếp liên tục bằng máy đo GRIMM. Để đánh giá sự lan truyền bụi PM10 trong không khí do hoạt động giao thông, máy đo bụi được đặt tại 3 vị trí khác nhau với 2 vị trí đo bụi gần nguồn giao thông ký hiệu là TC1 và TC2, vị trí đo bụi thứ 3 là đo môi trường nền, cách xa nguồn giao thông ký hiệu là BG trong đó: TC1: Ngõ 306 Trường Chinh, cách đường Trường Chinh 2m. Máy được đặt tại vị trí có độ cao 1,7 m cách mặt đất; TC2: Viện Y Học Hàng Không 225 Trường Chinh. Cách đường Trường Chinh 5m. Máy được đặt tại vị trí có độ cao 2 m so với mặt đất; BG: Đo

môi trường nền, đặt trên đỉnh tòa nhà Đ4 bên trong Viện Y Học Hàng Không, cách mặt đất 7m, cách đường Trường Chinh 150m. Thời gian đo trong khung thời gian quan trắc khí tượng và lưu lượng xe, Máy ghi dữ liệu 2 lần trong 1 giờ, mỗi lần cách nhau 30 phút, ngày đo 24 giờ.

### 2.2. Phương pháp mô hình hóa

Phương pháp mô hình hóa toán học ứng dụng trong môi trường không khí được trình bày chi tiết trong [2]. Để ứng dụng phương pháp này trong việc đánh giá quá trình lan truyền bụi PM10 phát thải từ hoạt động giao thông trên tuyến đường Trường Chinh - Hà Nội, mô hình CALINE4 (một trong 3 mô hình tích hợp trong phần mềm CALROADS VIEW) đã được lựa chọn trong bài nghiên cứu.

CALINE4 dựa vào phương trình khuếch tán dạng Gaussian và khái niệm vùng xáo trộn để mô phỏng quá trình lan truyền, khuếch tán các chất ô nhiễm trong không khí. Đối tượng mô phỏng trong mô hình CALINE4 là các tuyến đường giao thông, cách thức mô phỏng tuyến đường như là một nguồn thải dạng tuyến như sau: mỗi tuyến đường được phân khúc thành các tiểu phần, coi mỗi tiểu phần như một yếu tố phát thải độc lập. Nồng độ chất ô nhiễm tại mỗi điểm tiếp nhận được tính toán dựa vào phép tổng hợp các thành phần ô nhiễm lan truyền tới nó từ các tiểu phần.

Nồng độ tổng cộng tại điểm tiếp nhận là kết quả của phép cộng các thành phần ô nhiễm lan truyền đến nó từ các tiểu phần khác nhau của nguồn đường, công thức tính nồng độ tổng cộng như sau:



Hình 1. Máy đo bụi GRIMM.



Hình 2. Vị trí các điểm quan trắc.

$$C = \frac{1}{\sqrt{2\pi n}} \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{5SGZ_i} \sum_{K=-CNT}^{CNT} \left[ \exp\left(-\frac{(z-H+2kL)}{25GZ_i^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H+2kL)}{25GZ_i^2}\right) \right] \right\} \sum_{j=1}^n WT_j \cdot QE_i \cdot PD_{ij}$$

Trong đó:

C(mg/m<sup>3</sup>): nồng độ trung bình tổng cộng của chất ô nhiễm tại điểm tiếp nhận

n: số tiêu phân của nguồn đường.

CNT: số lan truyền có sự hội tụ của chất ô nhiễm.

WT<sub>j</sub>: thành phần trọng số sử dụng cho công thức tính công suất phát thải của tiêu phân thứ j.

SGZ<sub>i</sub>: tham số khuếch tán rối theo phương thẳng đứng.

H(m): độ cao nguồn đường .

u(m/s): tốc độ gió tại độ cao H.

QE<sub>i</sub>: công suất phát thải của tiêu đơn vị trung tâm i .

PD<sub>ij</sub>: hàm mật độ xác suất nguồn thải là ống khói phát thải liên tục, có gốc đặt tại chân ống khói, trục OX hướng theo chiều gió, trục OY vuông góc với trục OX, trục OZ dọc theo ống khói. Nồng độ các chất ô nhiễm tại bề mặt của nguồn phát thải điểm được tính theo công thức sau:

$$C(x, y, z) = \frac{QKVD}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-0,5 \left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \quad (1)$$

Trong đó:

C (x,y,z) - nồng độ chất ô nhiễm tại điểm có tọa độ x, y, z (mg/m<sup>3</sup>);

Q - lượng phát thải của chất ô nhiễm (g/s);

K - hệ số tỷ lệ biến đổi các nồng độ tính toán về các đơn vị yêu cầu (giá trị mặc định K=1.106 đối với lưu lượng thải Q (g/s) và nồng độ chất ô nhiễm được tính toán C (µg/m<sup>3</sup>));

V - thành phần liên quan đến sự khuếch tán chất ô nhiễm theo phương thẳng đứng;

D - hệ số phân rã;

U<sub>s</sub> - tốc độ gió trung bình tại độ cao hiệu dụng (m/s);

σ<sub>y</sub>, σ<sub>z</sub> - hệ số khuếch tán theo phương ngang và phương thẳng đứng (m);

► **Lý do lựa chọn mô hình**

Mô hình CALINE4 đã được kiểm định thực tế, đáp ứng các tiêu chuẩn của đạo luật về các yêu cầu đối với mô hình dự báo lan truyền khí thải của Hoa Kỳ và hiện nay đang được sử dụng phổ biến ở nhiều nước trên thế giới [3, 4, 5].

**3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận**

Đường Trường Chinh là một trong những tuyến đường huyết mạch trong nội đô thành phố Hà Nội, có lưu lượng phương tiện giao thông rất lớn, trung bình mỗi ngày có hơn 200.000 phương tiện giao thông lưu thông qua đường Trường Chinh, trong đó xe máy chiếm tỷ lệ rất

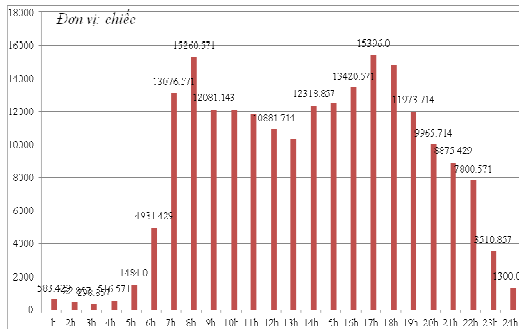
cao (89,6 %). Lưu lượng xe trên tuyến đường Trường Chinh thay đổi theo từng giờ, lưu lượng xe cao nhất vào hai khung giờ là 7h - 9h và 16h - 18h; thấp nhất vào khung giờ từ 1h-4h.

Kết quả tính toán mô phỏng lan truyền bụi PM10 từ phát thải từ hoạt động giao thông trên tuyến đường Trường Chinh - Hà Nội bằng mô hình CALINE4 năm 2015 theo các kịch bản khác nhau được trình bày dưới đây.

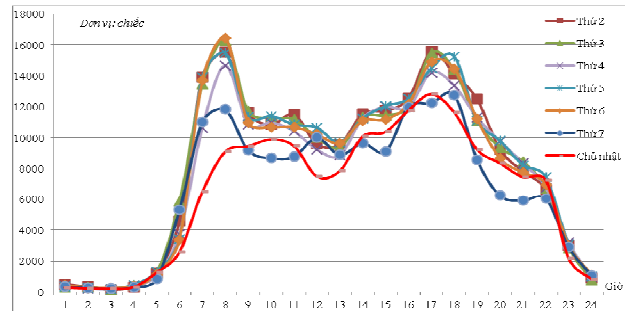
Nồng độ bụi PM10 trung bình giờ lớn nhất biến thiên theo từng giờ trong ngày. Nồng độ bụi PM10 trung bình giờ đạt giá trị cao nhất thường vào hai khung giờ từ 7h-9h (186µg/m<sup>3</sup>) và 16h-18h (231µg/m<sup>3</sup>); thấp nhất là từ 1h-4h (4,1µg/m<sup>3</sup>).

Sự biến thiên giá trị nồng độ bụi PM10 trung bình giờ lớn nhất có mối tương quan khá chặt chẽ với sự biến thiên lưu lượng xe theo giờ trong ngày trên đường Trường Chinh (hệ số tương quan giữa nồng độ và lưu lượng xe là 0,74).

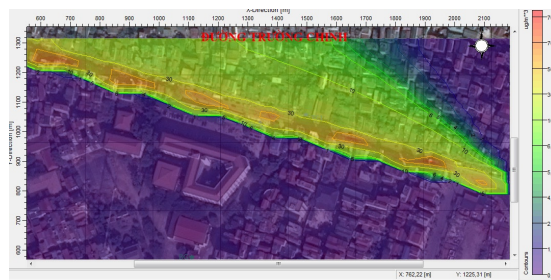
Sự ảnh hưởng của hướng gió và tốc độ gió đến sự lan truyền bụi PM10 trong không khí tại khu vực dân cư dọc theo tuyến đường Trường Chinh là khá đáng kể. Với hướng gió chủ đạo tại khu vực là hướng gió Đông Nam (tần suất chiếm 33%) thì khu vực bị ảnh hưởng do lan truyền bụi PM10 trong không khí lớn nhất là khu vực dân cư phía quận Đống Đa bên cạnh đường Trường Chinh. Trong khi đó hướng gió Đông Bắc (chiếm tần suất 15,2%) sẽ gây ảnh hưởng đến khu vực dân cư quận Thanh Xuân cạnh đường Trường Chinh.



Hình 3. Biểu đồ biến thiên lưu lượng xe theo giờ trên tuyến đường Trường Chinh.



Hình 4. Đồ thị biến thiên lưu lượng xe máy theo giờ của các ngày trong tuần.



Hình 5. Nồng độ bụi PM10 lúc 17h ngày thứ Ba với hướng gió Đông Nam.

Để đánh giá kết quả mô hình, trong nghiên cứu này đã tiến hành quan trắc nồng độ bụi PM10 tại ba vị trí vị trí TC1 (cách đường Trường Chinh 2m) và TC2 (cách đường Trường Chinh 5m) để so sánh kết quả quan trắc bụi PM10 với kết quả mô phỏng lan truyền bụi PM10 trung bình giờ với kịch bản nồng độ nền khu vực bằng  $53,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Giá trị nồng độ nền được xác định trên cơ sở khảo sát đo đạc tính bằng giá trị trung bình của nồng độ PM10 trung bình giờ quan trắc được tại vị trí nền BG trong hai ngày thứ Ba và thứ Năm trong thời gian nghiên cứu.

Kết quả cho thấy nồng độ bụi PM10 từ mô phỏng thấp hơn khá nhiều so với kết quả quan trắc bụi PM10 thực tế tại tuyến đường Trường Chinh, cụ thể sai số giữa giữa kết quả mô phỏng và kết quả quan trắc tại vị trí TC1 là khoảng 15,5 % và ở vị trí TC2 là khoảng 26,5%. Nguyên nhân là PM10 được phát sinh không chỉ từ nguồn giao thông mà còn từ các hoạt động công nghiệp và dân sinh.

Kết quả mô phỏng lan truyền bụi PM10 và so sánh kết quả mô phỏng với kết quả quan trắc

thực tế bụi PM10 tại tuyến đường khảo sát được trình bày trong các hình và bảng dưới đây (Bảng 1):

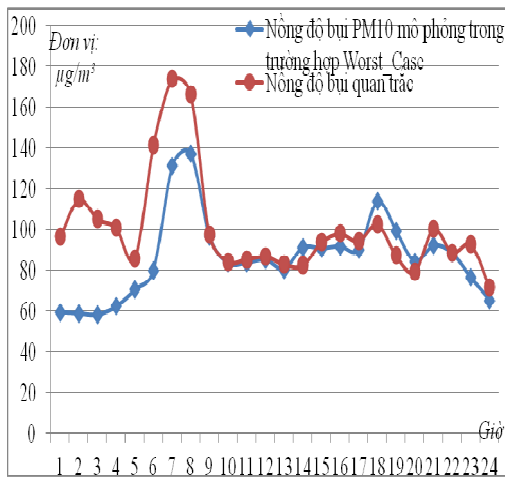
#### 4. Kết luận

Dựa trên việc quan trắc hiện trường, phân tích, xử lý các số liệu khí tượng, dữ liệu bản đồ và số liệu phát thải, các tác giả đã tiến hành tính toán mô phỏng ô nhiễm bụi PM10 từ hoạt động giao thông trên tuyến đường Trường Chinh bằng mô hình CALINE4.

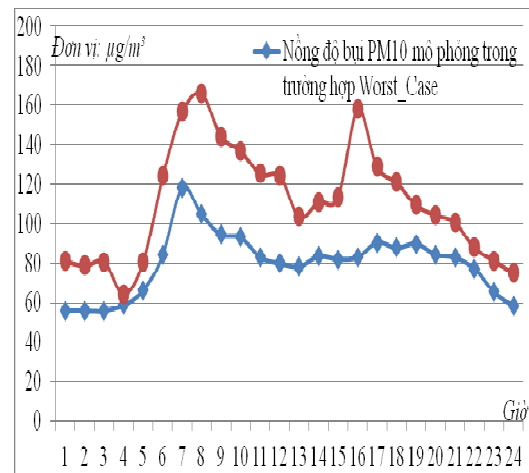
Kết quả tính toán mô phỏng lan truyền ô nhiễm bụi PM10 trên đường Trường Chinh cho thấy nồng độ bụi PM10 trung bình 24h lớn nhất là  $95,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (QCVN 05:2013/BTNMT; PM10 trung bình 24h:  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Với hướng gió chủ đạo là Đông Nam (tần suất 33%) thì khu vực chịu ảnh hưởng lớn nhất do lan truyền bụi PM10 trong không khí là khu vực dân cư phía quận Đống Đa tiếp giáp đường Trường Chinh. Điều này cần phải được cảnh báo cho người dân sinh sống tại khu vực này và xem xét, đánh giá kỹ khi có dự án quy hoạch, phát triển mở rộng tuyến đường này.

Bảng 1. Nồng độ bụi PM10 trung bình giờ mô phỏng trong trường hợp “Worst - Case angle” và nồng độ bụi PM10 trung bình giờ quan trắc (Đơn vị:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Vị trí	TC2		TC1	
Ngày	Thứ Ba (27/1/2015)		Thứ Năm (29/1/2015)	
Giờ	Nồng độ bụi PM10 trung bình giờ mô phỏng trong trường hợp Worst -Case angle	Nồng độ bụi PM10 trung bình giờ quan trắc	Nồng độ bụi PM10 trung bình giờ mô phỏng trong trường hợp Worst -Case Angle	Nồng độ bụi PM10 trung bình giờ quan trắc
1h	56,1	81,2	59,6	96,45
2h	55,9	78,8	59	114,95
3h	55,8	80,9	58,3	105,3
4h	58,8	64,6	62,4	101,05
5h	66,2	80,7	70,7	85,75
6h	84,3	124	80,2	141,4
7h	118,1	156,75	131,1	173,7
8h	104,7	166	137,4	166,4
9h	94,6	144,4	121,7	97,55
10h	93,3	137,15	104,6	84,45
11h	83,1	125,15	83,9	71,2
12h	80	124,2	80,2	80,5
13h	78,3	103,45	80,7	81
14h	83,5	110,9	91,4	82,6
15h	82	113,15	91	93,85
16h	83,1	158,3	92	98,05
17h	90,6	128,85	90,3	94,35
18h	87,8	121,15	114,2	102,85
19h	90	109,55	99,5	87,25
20h	84,6	104,4	84,4	79,3
21h	83	100,7	92,5	100,6
22h	77,2	87,8	88,6	88,8
23h	65,3	81,3	76,6	92,85
24h	58,4	75,2	65,6	72,05



Hình 6. Đồ thị so sánh giữa nồng độ bụi PM10 mô phỏng trong trường hợp “Worst\_Case angle” và nồng độ bụi PM10 quan trắc được tại vị trí TC1.



Hình 7. Đồ thị so sánh giữa nồng độ bụi PM10 mô phỏng trong trường hợp “Worst\_Case angle” và nồng độ bụi PM10 quan trắc được tại vị trí TC2.

Kết quả so sánh giữa mô hình và số liệu quan trắc bụi PM10 đã chỉ ra rằng nồng độ bụi PM10 mô phỏng bằng khoảng 79% kết quả quan trắc thực tế. Qua đó có thể thấy rằng hoạt động giao thông đóng góp đáng kể vào nồng độ bụi PM10 trong không khí tại khu vực nghiên cứu. Kết quả này cung cấp thêm thông tin giúp các nhà quản lý ra quyết định trong công tác kiểm soát ô nhiễm tại địa phương.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy khả năng ứng dụng của mô hình vào thực tiễn rất khả thi và ý nghĩa đặc biệt trong công tác cảnh báo ô nhiễm và phân vùng ô nhiễm tại các tuyến đường giao thông phục vụ công tác quy hoạch, mở rộng mạng lưới giao thông nội đô tại thủ đô Hà Nội.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Trần Thị Diệu Hằng, Phan Ban Mai, Đặng Mạnh Toàn, Thực trạng ô nhiễm môi trường không khí

Hà Nội và kiến nghị nhằm giảm thiểu ô nhiễm, Tuyển tập báo cáo khoa học lần thứ 10, Viện Khoa học khí tượng - thủy văn môi trường, 2010.

- [2] Phạm Ngọc Hồ, Đồng Kim Loan, Trịnh Thị Thanh, Cơ sở môi trường khí, NXB Giáo dục, Hà Nội, 2009.
- [3] Rajni Dhyani, Niraj Sharma, Sensitivity Analysis of CALINE4 Model under Mix Traffic Conditions, Aerosol and Air quality Research, 2016.
- [4] Joseph Levitin, Jari Harkonen, Jaakko Kukkonen, Juha Nikmo, Evaluation of the CALINE and CAR-FMI models against measurement near a major road, Atmospheric Environment, 2005.
- [5] Dana L. Coe. Douglas S. Eisinger. Jeffrey D. Prouty. Tom Kear (1998). User's Guide for CALINE 4: A User-friendly interface for the CALINE 4 model for transportation project assessments. Caltrans - U.C.Davis Air Quality Project. California

## Simulating the PM10 Dispersion from Traffic on Truong Chinh Street, Hanoi, Using Calroads View Software

Duong Ngoc Bach<sup>1</sup>, Pham Ngoc Ho<sup>1</sup>, Nguyen Viet Hoai<sup>1</sup>,  
Phan van Hung<sup>2</sup>, Pham Thi Thu Ha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Research Center for Environmental Monitoring and Modeling,  
VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

<sup>2</sup>*Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

**Abstract:** The article presents results based on calculation and simulation of PM10 dispersion from traffic on Truong Chinh street, Hanoi, using Calroads view software. Results show a significant effect of traffic on concentration of PM10 at the residential area surrounding the street. Concentration of PM10 reached up to the maximum value of  $95,6\mu\text{g}/\text{m}^3$  which is equal to 63,6 % of the current air quality standard per 24h. The residential area in Dong Da District near Truong Chinh Street is most impacted by PM10 dispersion due to wind from southeast direction. Results obtained from simulation account for 79% results from measurement.

*Keywords:* Modeling, PM10, Calroads view.