

Mô phỏng ô nhiễm từ cụm nhà máy nhiệt điện Na Dương I&II tới chất lượng không khí xung quanh

Dương Ngọc Bách^{1,*}, Phạm Ngọc Hồ¹,
Phạm Thị Thu Hà², Đào Thị Mai², Đỗ Mạnh Dũng³

¹Trung 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

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

³Công ty Cổ phần Tin học, Công nghệ, Môi trường – Vinacomin, Hoàng Mai, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 01 tháng 10 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 26 tháng 10 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 28 tháng 10 năm 2017

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu một số kết quả nghiên cứu ứng dụng phần mềm AERMOD VIEW 8.2 để mô phỏng lan truyền các chất ô nhiễm TSP, SO₂ và NO₂ phát thải từ ống khói cụm nhà máy nhiệt điện Na Dương I&II, tỉnh Lạng Sơn. Qua kết quả nghiên cứu cho thấy, trong điều kiện hệ thống lọc bụi tĩnh điện của nhà máy hoạt động bình thường (theo thiết kế), nồng độ bụi TSP trung bình giờ xung quanh khu vực khá cao và gần ngưỡng với tiêu chuẩn cho phép hiện hành (nồng độ bụi TSP xấp xỉ 77,8% với giá trị ngưỡng giới hạn quy chuẩn cho phép). Khi xảy ra sự cố, hệ thống xử lý bụi tĩnh điện không hoạt động thì vùng chịu ảnh hưởng ô nhiễm nhiều nhất là vùng đất nông nghiệp và đất trồng rừng sản xuất xung quanh khu vực, nồng độ bụi TSP trung bình giờ cao nhất (2841 µg/m³) vượt tiêu chuẩn cho phép hiện hành hơn 9 lần (QCVN 05-2013-BTNMT; TSP trung bình giờ: 300µg/m³).

Từ khóa: Mô hình hóa, nhiệt điện, ô nhiễm không khí.

1. Mở đầu

Ở nước ta, ngành công nghiệp năng lượng đóng vai trò to lớn trong công cuộc xây dựng và phát triển đất nước. Hiện nay công nghiệp năng lượng đang ngày càng phát triển đã và đang dần đáp ứng hầu hết nhu cầu cung cấp điện cho các ngành công nghiệp, sản xuất, chế biến và phục vụ nhu cầu sinh hoạt của người dân, trong đó nhiệt điện than cung cấp trên 50% điện năng

toàn hệ thống và giữ vai trò quan trọng trong đảm bảo cung cấp điện cho mạng lưới điện toàn quốc [1].

Dự án xây dựng nhà máy nhiệt điện Na Dương II đã được khởi công tháng 10/2015, dự kiến năm 2018 sẽ hoàn thành và hoạt động cung cấp khoảng trên 400 triệu kWh/năm, khi đó cùng với nhà máy nhiệt điện Na Dương I sẽ là nhân tố cốt lõi trong mối tương quan hình thành và phát triển cụm công nghiệp Na Dương, cũng như thị trấn Na Dương, tỉnh Lạng Sơn trong tương lai. Sau khi dự án đưa vào vận hành sẽ góp phần không nhỏ vào việc cung cấp điện

* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-24-38587285.

Email: duongngocbach@hus.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4171>

năng cho khu vực và lưới điện quốc gia cũng như cho việc phát triển kinh tế xã hội tại địa phương. Tuy nhiên, đặc thù của nguồn thải công nghiệp nhiệt điện chạy than là nguồn thải cao, lượng phát thải rất lớn, liên tục có khả năng lan truyền phát tán chất ô nhiễm đi xa, có thể là nguy cơ làm suy giảm chất lượng không khí tại địa phương, gây ảnh hưởng tới sức khỏe cộng đồng và chất lượng cuộc sống của người dân nơi đây. Vì vậy, hướng nghiên cứu mô phỏng ô nhiễm từ cụm nhà máy nhiệt điện Na Dương I&II tới chất lượng không khí xung quanh đã được lựa chọn thực hiện. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp thêm thông tin cho các nhà quản lý trong việc hoạch định chính sách và đưa ra những giải pháp phù hợp nhằm giảm thiểu ô nhiễm không khí tại địa phương.

2. Cơ sở số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở số liệu

- Dữ liệu nguồn thải thu thập từ báo cáo đánh giá tác động nhà máy nhiệt điện Na Dương II [1].

- Dữ liệu môi trường nền thu thập từ báo cáo kết quả khảo sát và đo đạc chất lượng không khí xung quanh vùng dự án, do Trung tâm môi trường và sản xuất sạch (CECP) thực hiện [1, 2].

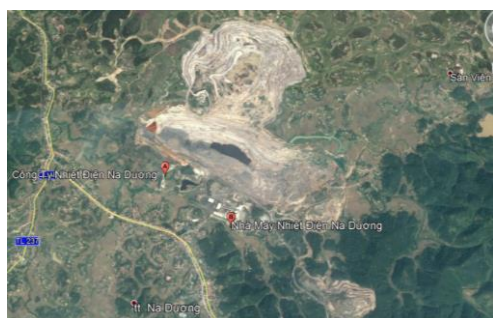
- Dữ liệu khí tượng trong vòng 01 năm liên tục (2015) được thu thập tại Đài khí tượng thủy

văn khu vực Đông Bắc và được phân tích, xử lý thành file excel và chạy trong chương trình AERMET để tạo file khí tượng đầu vào của mô hình AERMET có phần mở rộng là *.SAM [1, 2, 3].

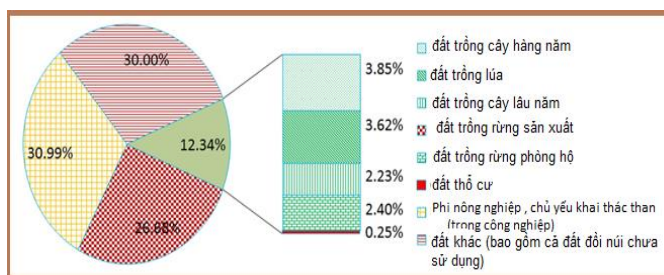
2.2. Phương pháp mô hình hóa

Phương pháp mô hình hóa toán học ứng dụng trong môi trường không khí được trình bày chi tiết trong [4-6]. Để ứng dụng phương pháp này trong việc mô phỏng quá trình lan truyền chất ô nhiễm phát thải từ ống khói cụm nhà máy nhiệt điện Na Dương I&II, mô hình ISCST3/AERMOD VIEW8.2 (seri: AER0005879, bản quyền Khoa Môi trường, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội) đã được lựa chọn trong nghiên cứu này. Cơ sở của mô hình ISCST3/AERMOD VIEW8.2 là mô hình chùm phân tán không khí Gauss, được xây dựng dựa trên một số thay đổi từ mô hình phát thải nguồn điểm từ ống khói, mô tả sự biến đổi theo không gian, thời gian của các quá trình lan truyền, khuếch tán, lắng đọng của khí thải từ nguồn đến vùng tiếp nhận dưới sự ảnh hưởng của các điều kiện khí tượng, địa hình.

Với nguồn thải là ống khói phát thải liên tục, có góc 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 (1).



Hình 1.1a. Vị trí nhà máy nhiệt điện Na Dương.



Hình 1.1b. Hiện trạng sử dụng đất xã Sần Viên [7].

Bảng 1. Các thông số nguồn thải Na Dương I và II [1]

TT	Thông số	Đơn vị	Na Dương I	Na Dương II
	Độ cao ống khói	m	100	150
	Đường kính tại miệng ống khói	m	3,5	3,5
	Nhiệt độ tại miệng ống khói	°C	150	166
	Số giờ làm việc trung bình năm	giờ/năm	6000	6000
	Vận tốc phụt khí ở miệng ống khói	m/s	16,3	18,29
	Lượng phát thải bụi	kg/h	294,5	80,6
	Lượng phát thải SOx	kg/h	361,2	206,7
	Lượng phát thải NOx	kg/h	128,9	30,3

Bảng 2. Hiệu suất xử lý bụi, NOx và SOx của nhà máy nhiệt điện Na Dương II [1]

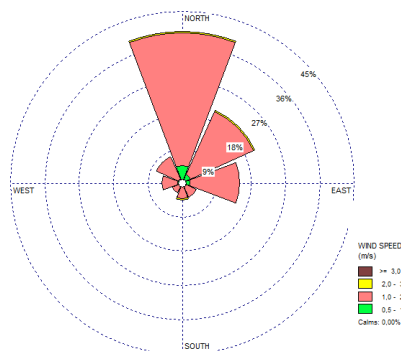
Nội dung	Đơn vị	Bụi	SO ₂	NO _x
Trước khi xử lý	g/s	7.413	19.140	8,42
Sau khi xử lý	g/s	22,54	57,41	8,42
Hiệu suất xử lý	%	99,7	97,4	0

Bảng 3. Thông số than cám Na Dương [1]

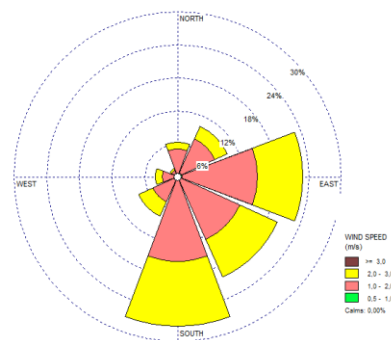
Loại than	Cỡ hạt (mm)	Độ tro khô (%)		Độ ẩm toàn phần (%)		Chất bốc khô (%)		Lưu huỳnh khô (%)		Trị số tỏa nhiệt khô (cal/g)
		Trung bình	Giới hạn	Trung bình	Không lớn hơn	Trung bình	Không lớn hơn	Trung bình	Không lớn hơn	Không lớn hơn
Na Dương loại 1	0-200	35	32-37	12	16	30	6	8		4250
Na Dương loại 2	0-200	38	37,1-42	12	16	26	6	8		3950

Bảng 4. Chất lượng môi trường không khí nền vùng dự án [1, 2]

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	QCVN05/2013 /BTNMT	Nồng độ môi trường nền
1	NO ₂	mg/m ³	0,2	0,065
2	SO ₂	mg/m ³	0,35	0,119
3	Bụi	mg/m ³	0,3	0,175



Hình 1.2a Biểu đồ hoa gió mùa khô.



Hình 1.2b. Biểu đồ hoa gió mùa mưa.

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right\} \quad (1)$$

Trong đó:

$C(x, y, z)$: nồng độ chất ô nhiễm tại điểm có tọa độ x, y, z ($\mu\text{g}/\text{m}^3$);

u : tốc độ gió trung bình tại độ cao hữu dụng (m/s);

y : khoảng cách ngang từ chân ống khói (m);

z : độ cao đang xét so với mặt đất (m);

H : chiều cao hữu dụng ;

($H=h+\Delta h$, h = chiều cao ống khói, Δh = độ nâng ống khói) (m)

Q : lượng phát thải của chất ô nhiễm($\mu\text{g}/\text{s}$);

σ_y, σ_z : Hệ số khuếch tán theo phương ngang và phương thẳng đứng (m);

Tham số trong mô hình AERMOD

- Đối với lớp biên đối lưu, độ nâng vệt khói được tính theo công thức của Briggs:

$$\Delta h = \left(\frac{3xF_m}{\beta_1^2 u_p^2} + \frac{3}{2\beta_1^2} \frac{F_b x^2}{u_p^3} \right)^{1/3} \quad (2)$$

Trong đó:

$F_m = (T/T_s) w_s r_s^2$ là dòng do động lượng;

w_s - tốc độ phụt của khí thải;

r_s là bán kính ống khói cho trường hợp “stack tip downwash”;

$F_b = g w_s r_s^2 (\Delta T/T_s)$ là dòng do tính nổi;

T là nhiệt độ không khí xung quanh;

T_s là nhiệt độ dòng thoát ra ống khói;

$\beta_1 = 0.6 u_p$ là tốc độ gió; u_p được thiết lập bằng

$u\{h_s\}$ (h_s độ nâng ống khói cho nguồn ổn định).

- Đối với lớp biên ổn định, độ nâng vệt khói tính toán theo công thức Weiletal:

$$\Delta h_s = 2.66 \left(\frac{F_b}{N^2 u_p} \right)^{1/3} \left[\frac{N' F_m}{F_b} \sin\left(\frac{N' x}{u_p}\right) + 1 - \cos\left(\frac{N' x}{u_p}\right) \right]^{1/3} \quad (3)$$

Δh_s : độ nâng vệt khói cho nguồn ổn định (m);

N : tần số Brunt-Vaisala (s^{-1});

$N' = 0.7 N$

- Các hệ số khuếch tán σ_y, σ_z trong AERMOD không tính theo các lớp ổn định Pasquill- Gifford, mà được chương trình AERMET xử lý tính toán xây dựng các đường cong liên tục từ các thông số khí tượng như chiều dài Monin-Obukhov (L), tốc độ ma sát bề mặt (u^*), độ nhám (z_0), thông lượng nhiệt bề mặt H và tốc độ đối lưu (w^*).

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Kết quả mô phỏng lan truyền SO_2, NO_2 và bụi TSP từ cụm nhà máy nhiệt điện Na Dương I&II cho thấy:

Đối với khí độc SO_2 và NO_2 :

Khi cả hai nhà máy cùng vận hành hoạt động, khu vực phía Đông bị tác động nhiều do phát thải từ ống khói của cụm nhà máy, tại vị trí cách chân ống khói NMNĐ Na Dương I khoảng 350m, nồng độ SO_2 trung bình giờ cực đại khoảng $82,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$; nồng độ NO_2 trung bình giờ cực đại khoảng $26,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nếu tính cả giá trị môi trường nền thì vùng bị tác động cao nhất xuất hiện vào mùa Mưa với trị số nồng độ trung bình giờ SO_2 và NO_2 tương ứng là $194 \mu\text{g}/\text{m}^3$ và $91,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (QCVN05-2013-BTNMT; SO_2 trung bình giờ: $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$; NO_2 trung bình giờ: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Kết quả mô phỏng cũng cho thấy vùng dân cư phía Tây Nam và phía Bắc cũng chịu ảnh hưởng lớn do hoạt động của cụm nhà máy nhiệt điện này.

Đối với bụi TSP

Vào mùa khô, vùng chịu tác động lớn nhất nằm cách chân ống khói NMNĐ Na Dương II về phía Tây Nam khoảng 320 m, nồng độ bụi TSP trung bình giờ cực đại (cả nền) là $227 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (QCVN 05-2013-BTNMT; TSP trung bình giờ: $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vào mùa mưa, vùng chịu ảnh hưởng nhiều nằm cách chân ống khói NMNĐ Na Dương II về phía Bắc và Đông Bắc 130-150m, tại đây nồng độ TSP trung bình giờ lớn nhất (cả nền) khoảng $233 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

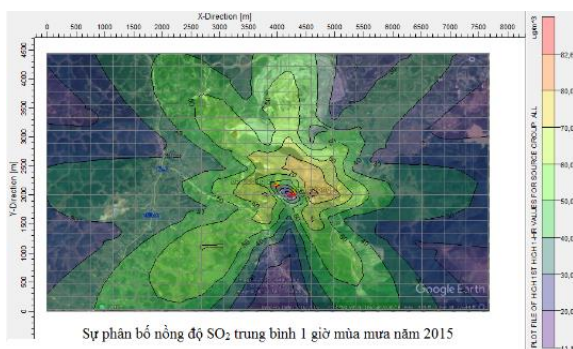
Khi trường hợp có sự cố, hệ thống xử lý bụi ngừng hoạt động

Kết quả mô phỏng ô nhiễm cho thấy, khi hệ thống lọc bụi tĩnh điện không hoạt động, vùng phân bố khu vực ô nhiễm xuất hiện xung quanh khu vực cụm nhà máy, nơi chịu tác động nặng nhất nằm ở cách chân ống khói nhà máy Na Dương II 400-500m về phía Bắc và Tây Nam ; nồng độ bụi TSP trung bình giờ cao nhất là $2841 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (chưa kể nồng độ môi trường nền), vượt tiêu chuẩn cho phép hiện hành hơn 9 lần (QCVN 05-2013-BTNMT; TSP trung bình giờ: $300\mu\text{g}/\text{m}^3$). Khu vực phía Nam của cụm nhà máy nhiệt điện Na Dương I&II ít chịu tác động hơn các khu vực khác.

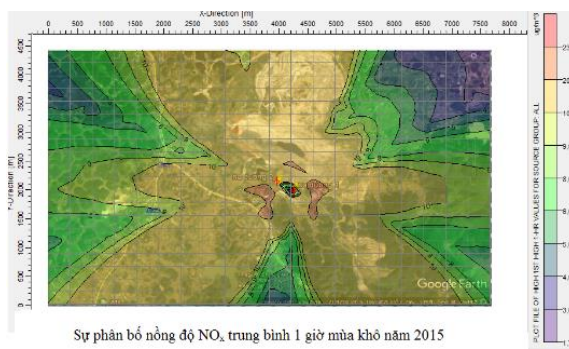
Khi xảy ra sự cố, hệ thống lọc bụi tĩnh điện không hoạt động thì vùng chịu ảnh hưởng ô

nhiễm nhiều nhất là vùng đất nông nghiệp và đất trồng rừng sản xuất xung quanh cụm nhà máy. Bên cạnh đó, vùng chịu tác động do ô nhiễm bụi TSP trải rộng trên toàn miền, bao trùm cả đoạn đường quốc lộ 4 và tỉnh lộ 237 nên ảnh hưởng trực tiếp tới người dân đi qua đoạn đường này. Được biết, quốc lộ 4B là con đường huyết mạch nối tỉnh Quảng Ninh với tỉnh Lạng Sơn và là một phần của quốc lộ 4, đây là con đường duy nhất chạy dọc theo tuyến biên giới Việt-Trung và nối các tỉnh biên giới phía Bắc nên mật độ các phương tiện giao thông và người qua lại khá cao.

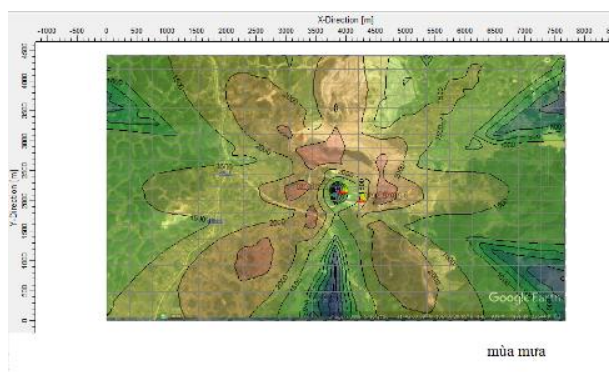
Kết quả mô phỏng lan truyền bụi và khí độc được trình bày trong các bản đồ ô nhiễm từ Hình 2.1 đến Hình 2.6.



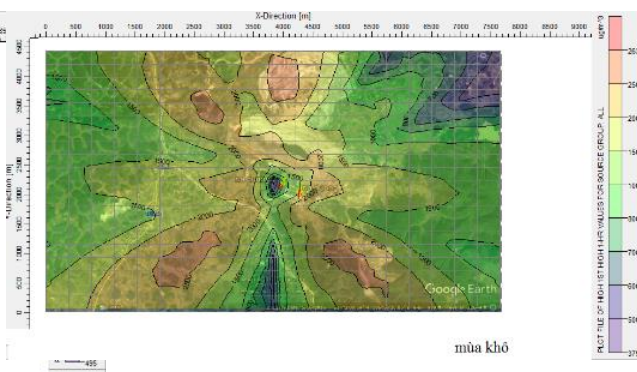
Hình 2.1. Phân bố nồng độ SO₂ trung bình giờ cao nhất (mùa mưa năm 2015).



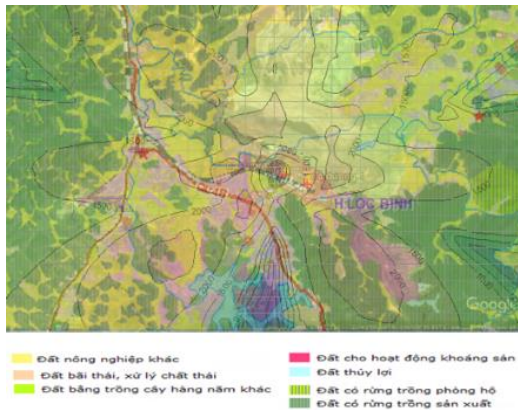
Hình 2.2. Phân bố nồng độ NO₂ trung bình giờ cao nhất (mùa khô năm 2015).



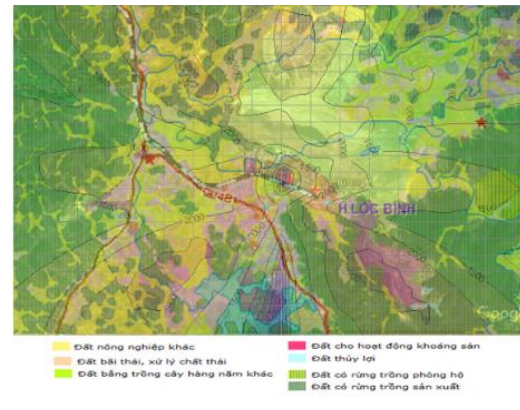
Hình 2.3. Phân bố nồng độ TSP trung bình giờ cao nhất khi xảy ra sự cố (mùa mưa năm 2015).



Hình 2.4. Phân bố nồng độ TSP trung bình giờ cao nhất khi xảy ra sự cố (mùa khô năm 2015).



Hình 2.5. Vùng chịu tác động ô nhiễm bụi TSP khi xảy ra sự cố (mùa mưa năm 2015).



Hình 2.6. Vùng chịu tác động ô nhiễm bụi TSP khi xảy ra sự cố (mùa khô năm 2015).

4. Kết luận

Dựa trên việc 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 không khí từ ống khói cụm nhà máy nhiệt điện Na Dương I&II, tỉnh Lạng Sơn.

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy, môi trường không khí xung quanh khu vực đã bị ảnh hưởng do phát thải của cụm nhà máy nhiệt điện này.

Trong điều kiện, hệ thống lọc bụi tĩnh điện của nhà máy hoạt động bình thường (theo thiết kế), kết quả tính toán mô phỏng cho thấy nồng độ bụi TSP trung bình giờ khá cao và gần ngưỡng với tiêu chuẩn cho phép hiện hành (nồng độ bụi TSP xấp xỉ 77,8% với giá trị ngưỡng giới hạn quy chuẩn cho phép).

Khi xảy ra sự cố, hệ thống xử lý bụi tĩnh điện không hoạt động thì vùng chịu ảnh hưởng ô nhiễm nhiều nhất là vùng đất nông nghiệp và đất trồng rừng sản xuất xung quanh khu vực, nồng độ bụi TSP trung bình giờ cao nhất ($2841 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vượt tiêu chuẩn cho phép hiện hành hơn 9 lần (QCVN 05-2013-BTNMT; TSP trung bình giờ: $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Bên cạnh đó, vùng chịu

tác động do ô nhiễm bụi TSP trải rộng trên toàn vùng, bao trùm cả đoạn đường quốc lộ 4 và tỉnh lộ 237 nên ảnh hưởng trực tiếp tới người dân đi qua đoạn đường này.

Tài liệu tham khảo

- [1] Công ty TNHH Giải pháp xanh (2012), Báo cáo Đánh giá tác động môi trường Dự án Nhà máy nhiệt điện Na Dương II.
- [2] Trung tâm môi trường và sản xuất sạch (2011), Báo cáo kết quả khảo sát và đo đạc chất lượng không khí xung quanh khu vực dự án nhà máy nhiệt điện Na Dương II.
- [3] Đài khí tượng thủy văn khu vực Đông Bắc (2015), Bộ số liệu quan trắc khí tượng tỉnh Lạng Sơn.
- [4] Phạm Ngọc Hồ, Đồng Kim Loan, Trịnh Thị Thanh, Cơ sở môi trường khí, NXB Giáo dục, Hà Nội, 2009.
- [5] Environmental Protection Agency (2004), AERMOD: description of model formulation.
- [6] Venkata(2009), Comparison of AERMOD and ISCST3 model for particulate emissions from ground level sources, Texas A&M University.
- [7] Chi cục thống kê huyện Lộc Bình, 2011.

Simulating Pollution from Na Duong I&II Cluster of Thermal Power Plants to Ambient Air Quality

Duong Ngoc Bach¹, Pham Ngoc Ho¹,
Pham Thi Thu Ha², Dao Thi Mai², Do Manh Dung³

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

²*Faculty of Environmental Sciences, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

³*Vinacomin Informatics, Technology, Environment Joint Stock Company, Hoang Mai, Hanoi, Vietnam*

Abstract: The article presents some results of applying AERMOD VIEW 8.2 software to simulate pollutant dispersions of TSP, SO₂ and NO₂ from the chimneys of Na Dương I&II cluster of thermal power plants, Lang Son province. Research result shows that in the condition of normal operation (as designed) of plant's electrostatic dust filter system, the hourly average concentration of TSP around this area is relatively high and nearly reaches the allowable threshold of current standard (TSP concentration is approximately 77.8% of the allowable threshold value). In the case of an accident (the electrostatic dust filter system stops working), the most affected areas by the pollution are the agricultural lands and the production forest lands surrounding the site, where the highest hourly average concentration of TSP is 2841 µg/m³, 9 times higher than the standard (QCVN 05-2013-BTNMT; hourly average TSP: 300µg/m³).

Keywords: Modeling, thermal power, air pollution.