

TÓM TẮT KẾT QUẢ ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP BỘ
Nghiên cứu xác định các nguồn đóng góp chính đối với bụi PM₁₀, PM_{2.5} ở đô thị miền Bắc Việt Nam – thực nghiệm tại Hà Nội, Quảng Ninh và Phú Thọ
Mã số: TNMT.2018.04.01

1. Thông tin chung về đề tài

- ***Thời gian thực hiện***

Từ tháng 6/2018 đến tháng 6/2021.

- ***Đơn vị chủ trì***

Trung tâm Quan trắc môi trường miền Bắc, Tổng cục Môi trường

- ***Đơn vị phối hợp***

Trung tâm Công nghệ tích hợp liên ngành và giám sát hiện trường, Đại học Công nghệ, ĐHQG Hà Nội

- ***Mục tiêu***

- Xác định nguồn phát sinh và mức độ đóng góp đối với lượng bụi PM₁₀, PM_{2.5} trong môi trường không khí khu vực đô thị miền Bắc;

- Đề xuất các giải pháp giám sát và kiểm soát các nguồn thải tác động tới nồng độ bụi PM₁₀, PM_{2.5} trong môi trường không khí xung quanh.

- ***Địa điểm, phạm vi nghiên cứu***

- Địa điểm nghiên cứu: Phú Thọ, Quảng Ninh, Hà Nội

- Đối tượng nghiên cứu: Bụi PM₁₀, PM_{2.5} và các yếu tố ảnh hưởng

- ***Nội dung nghiên cứu chính của Đề tài***

- Nội dung 1. Tổng quan một số vấn đề có liên quan đến bụi PM₁₀, PM_{2.5} từ các kinh nghiệm quốc tế và trong nước

- Nội dung 2. Nghiên cứu phân bố, diễn biến nồng độ bụi PM₁₀, PM_{2.5} và mối tương quan với các yếu tố ảnh hưởng để xác định các nguồn phát sinh đối với bụi PM₁₀, PM_{2.5} ở khu vực miền Bắc

- Nội dung 3. Nghiên cứu thực nghiệm xác định nồng độ bụi PM₁₀, PM_{2.5} trong không khí xung quanh một số khu vực trọng điểm của miền Bắc: Nghiên cứu và xây dựng giải pháp tích hợp thiết bị đo nồng độ bụi PM₁₀, PM_{2.5}; Thực nghiệm xác định xu hướng biến động nồng độ bụi PM₁₀, PM_{2.5} trong không khí xung quanh tại khu vực nghiên cứu.

- Nội dung 4. Ứng dụng mô hình hoá (Modeling) và ảnh vệ tinh để xác định phân bố, diễn biến và nguồn phát sinh của PM₁₀, PM_{2.5} ở khu vực miền Bắc

- Nội dung 5. Đánh giá mức độ tác động/đóng góp của các nguồn thải đối với nồng độ bụi PM₁₀, PM_{2.5} và đề xuất giải pháp giám sát, kiểm soát các nguồn thải tác

động đến nồng độ bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$ trong môi trường không khí xung quanh ở các đô thị khu vực miền Bắc

- **Phương pháp nghiên cứu**

- Thu thập thông tin và kế thừa từ các nghiên cứu đã thực hiện
- Phân tích thống kê số liệu
- Mô hình hoá (WRF/Chem và Hysplit)
- Giải đoán ảnh vệ tinh Calipso
- Giải pháp tích hợp chế tạo thiết bị
- Quan trắc thực nghiệm

- **Sản phẩm KH&CN chính của đề tài đã đạt được**

- Báo cáo tổng quan về đặc điểm, tính chất, xu hướng biến động, nguồn gốc phát sinh, mối tương quan với các yếu tố ảnh hưởng và ứng dụng mô hình hóa, ảnh vệ tinh đối với bụi (PM_{10} , $PM_{2.5}$)

- Báo cáo phân bố, diễn biến nồng độ bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$, mối tương quan với các yếu tố ảnh hưởng và xác định các nguồn phát sinh đối với bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$ ở khu vực miền Bắc.

- Dữ liệu quan trắc và Báo cáo thực nghiệm xác định nồng độ bụi PM_{10} và $PM_{2.5}$ tại Quảng Ninh, Hà Nội và Phú Thọ.

- Báo cáo ứng dụng mô hình hoá (Modeling) và ảnh vệ tinh để xác định nguồn phát sinh của PM_{10} , $PM_{2.5}$

- Báo cáo đánh giá mức độ tác động/đóng góp của các nguồn thải đối với nồng độ bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$ trong môi trường không khí xung quanh ở khu vực miền Bắc và đề xuất các giải pháp giám sát và kiểm soát

- 02 Bộ thiết bị đo nồng độ bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$

- 06 bài báo đăng trên tạp chí chuyên ngành (01 bài báo đăng trên tạp chí quốc tế, 05 bài báo đăng trên tạp chí quốc tế)

- Hỗ trợ đào tạo 02 thạc sỹ chuyên ngành môi trường.

2. Kết quả chủ yếu đạt được về lý thuyết và thực nghiệm

2.1. Diễn biến nồng độ bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$ và mối tương quan với các yếu tố ảnh hưởng ở khu vực miền Bắc

Trong giai đoạn 2015 – 2019, giá trị PM_{10} , $PM_{2.5}$ trung bình năm tại các khu vực nghiên cứu đều ở mức cao, vượt giới hạn cho phép của QCVN 05:2013/BTNMT (Tp. Hà Nội có mức ô nhiễm cao nhất, tiếp đến là Tp. Việt Trì rồi đến Tp. Hạ Long); giá trị của PM_{10} , $PM_{2.5}$ có xu hướng giảm năm 2015 – 2017, tăng năm 2018 – 2019. Tại các trạm miền Bắc cũng ghi nhận số ngày có giá trị TB 24 giờ của $PM_{2.5}$ năm 2019 vượt QCVN cao hơn nhiều so với năm 2018.

Đánh giá tương quan với các yếu tố khí tượng, khí hậu cho thấy các thông số đặc trưng ô nhiễm trong không khí đều có quy luật diễn biến theo tháng và theo các mùa trong năm. Quy luật này thể hiện rất rõ rệt tại các tỉnh thành phố ở miền Bắc. Giá trị trung bình tháng của các thông số PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 , CO , NO_2 có sự khác biệt đáng kể giữa mùa hè và mùa đông, nồng độ các thông số cao nhất trong tháng 12 và tháng 1, thấp nhất trong giai đoạn từ tháng 6 đến tháng 8. Theo các mùa trong năm, PM_{10} và $PM_{2.5}$ có diễn biến theo mùa rõ hơn các khí khác. Vào mùa đông, gió mùa Đông Bắc, thời tiết khô, lạnh, áp suất cao làm nồng độ bụi PM và các khí tăng cao. Ngược lại, vào mùa hè, do chịu tác động của gió Tây Nam và Đông Nam thổi ra biển hoặc lên phía bắc cùng những cơn mưa thường xuyên rửa trôi bụi bẩn trong không khí. Kết quả là, nồng độ bụi PM và các khí trong mùa hè giảm đi rất nhiều so với mùa đông. Như vậy, yếu tố khí tượng là một trong những nguyên nhân khiến nồng độ bụi PM_{10} và $PM_{2.5}$ và một số khí cao vào mùa đông ở các tỉnh thành phố phía bắc. Bên cạnh đó, ảnh hưởng của hiện tượng nghịch nhiệt khá đáng kể.

Nồng độ các chất trong không khí ảnh hưởng bởi sự thay đổi điều kiện thời tiết và cường độ phát thải giữa ngày và đêm. Số liệu từ các trạm quan trắc không khí ven đường đặt tại Hà Nội, Phú Thọ và Quảng Ninh cho thấy, các thông số như CO , PM_{10} , $PM_{2.5}$ có diễn biến trong ngày tương đồng với nhau và tương quan chặt chẽ với cường độ giao thông. Các thông số đều có xu hướng cao vào các giờ cao điểm giao thông buổi sáng (từ 7-9 giờ) và buổi chiều (17-19 giờ), thấp nhất vào giữa trưa (13-14 giờ) và ban đêm (23h-1h). Do đó, có thể nhận định những thông số này chịu ảnh hưởng từ các hoạt động giao thông khá rõ ràng. Thông số NO_2 cũng có 2 cực đại vào buổi sáng (7h đến 9h) và buổi chiều (17-19h), tuy nhiên nồng độ cực đại vào buổi chiều cao hơn so với buổi sáng. Đối với thông số SO_2 , biến động nồng độ trong ngày ít hơn so với các thông số khác. Trong các khung giờ thấp điểm, cường độ ánh sáng mặt trời buổi trưa cao nhất đốt nóng lớp không khí sát mặt đất, đối lưu khí quyển diễn ra mạnh làm cho bụi PM_{10} và $PM_{2.5}$ và các khí ô nhiễm phát tán lên cao.

Ảnh hưởng của các nguồn phát thải thể hiện rõ hơn theo khu vực cụ thể trong cùng đô thị. Số liệu năm 2019 tại các trạm Hà Nội cho thấy, giá trị PM_{10} , $PM_{2.5}$ ở trạm Phạm Văn Đồng, Minh Khai (Bắc Từ Liêm) cao hơn hẳn các khu vực khác do có lưu lượng phương tiện giao thông lớn, đồng thời có các hoạt động xây dựng hạ tầng (làm đường xá, các công trình xây dựng khác...). Giá trị PM_{10} , $PM_{2.5}$ TB 24 giờ của 02 trạm này có 45% số ngày vượt giới hạn cho phép của QCVN, cao hơn so với năm 2018. Đánh giá theo chỉ số AQI, chất lượng không khí tại các trạm của Hà Nội năm 2019 ở mức trung bình chiếm tỷ lệ cao nhất. Tại 02 trạm nêu trên, chất lượng không khí ở mức kém và xấu cũng chiếm tỷ lệ cao. Tính trung bình các trạm năm 2019, chỉ số AQI ở mức xấu là 8,6%, cao gấp hơn 6 lần; ở mức kém, cao gấp hơn 2 lần; ở mức tốt và trung bình, giảm đáng kể so với năm 2018.

Về mối tương quan giữa các thông số, tỷ lệ $PM_{2.5}/PM_{10}$ giữa các khu vực khác nhau phụ thuộc chủ yếu vào nguồn gốc sinh ra bụi và có sự thay đổi theo các mùa trong năm. Kết quả tính toán cho 03 trạm quan trắc quốc gia ở miền Bắc cho thấy tỷ lệ $PM_{2.5}/PM_{10}$ trung bình nằm trong khoảng 0,64 – 0,72 (phù hợp các nghiên cứu trước đó). Tỷ lệ này thay đổi khá rõ theo mùa, mùa khô (từ tháng 10 - tháng 4 năm sau) cao hơn so với mùa mưa (từ tháng 5-9) có thể do phát thải từ việc đốt nhiên liệu

hiều hơn; điều kiện khí hậu khô, ít mưa làm giảm khả năng làm sạch không khí; bụi mịn vận chuyển từ xa trong thời gian gió mùa Đông Bắc. Tỷ lệ $PM_{2.5}/PM_{10}$ trong ngày có biến động rất lớn, thời gian đêm (từ 21 giờ - 6 giờ sáng hôm sau) cao hơn ban ngày (từ 7-19 giờ) do có sự đóng góp đáng kể từ các nguồn sơ cấp như bụi đường và các hoạt động cơ giới.

Phân tích tương quan giữa PM_{10} , $PM_{2.5}$ với các thông số NO_2 , CO, SO_2 tại các trạm cho thấy, tại trạm Hà Nội, thông số PM_{10} , $PM_{2.5}$ và NO_2 , CO có tương quan trung bình ($R < 0,5$). Do đó, có thể nhận định sơ bộ ngoài nguồn phát thải từ giao thông, nguồn thải khác có đóng góp quan trọng vào nồng độ bụi vì NO_2 và CO là thông số phát thải đặc trưng từ hoạt động giao thông. Tại trạm Phú Thọ và Quảng Ninh, tương quan này khá cao, lần lượt là từ 0,60 - 0,70 và từ 0,49 – 0,68 cho thấy tại 2 địa điểm này chúng có nguồn phát thải khá đồng nhất, đặc biệt tại Phú Thọ. Vì vậy, có thể sơ bộ nhận định bụi PM tại Phú Thọ và Quảng Ninh đóng góp từ nguồn giao thông chiếm tỷ lệ cao hơn so với tại Hà Nội. Riêng thông số SO_2 phát sinh chủ yếu từ đốt nhiên liệu hoá thạch như than, có tương quan trung bình ở cả 3 khu vực Hà Nội, Phú Thọ, Quảng Ninh. Do đó, nguồn đốt than có thể có đóng góp một tỷ lệ nhất định vào nồng độ bụi trong không khí.

Nhìn chung, mỗi chất trong không khí có thể do nhiều nguồn phát ra, ngược lại mỗi nguồn lại có thể phát ra đồng thời nhiều chất, những chất này lại trải qua quá trình biến đổi trong khí quyển. Vì vậy thông qua việc đánh giá mối tương quan giữa thông số bụi (PM_{10} , $PM_{2.5}$) với các yếu tố ảnh hưởng chưa thể đánh giá được cụ thể sự đóng góp của các nguồn thải vào nồng độ các chất trong không khí, nó chỉ cho thấy dấu hiệu các chất ô nhiễm có thể có cùng nguồn gốc phát sinh. Với các kết quả phân tích tương quan, sơ bộ chỉ có thể nhận định bụi PM có nguồn gốc từ các hoạt động giao thông và đốt nhiên liệu hoá thạch.

2.2. Ứng dụng mô hình hóa và ảnh vệ tinh để xác định phân bố diễn biến và nguồn phát sinh của PM_{10} , $PM_{2.5}$ ở khu vực miền Bắc

2.2.1. Ứng dụng mô hình hóa để xác định phân bố diễn biến nguồn phát sinh bụi PM

Đề tài đã sử dụng mô hình WRF/Chem để mô phỏng nồng độ bụi PM_{10} và $PM_{2.5}$ tại các khu vực và sử dụng mô hình HYSPLIT để xác định đường đi của khối khí và đóng góp của các khối khí tại khu vực miền Bắc Việt Nam.

Kết quả chạy mô hình tháng 01/2019 cho thấy, giá trị các thông số PM_{10} , $PM_{2.5}$ cao nhất vào tháng 1, đây là khoảng thời gian đặc trưng cho mùa khô của khu vực miền Bắc Việt Nam. Giá trị thông số bụi trung bình ngày thấp trong khoảng thời gian chưa có gió mùa, giảm xuống rất thấp khi sắp có gió mùa về (đợt 1), tăng cao khi gió mùa đã tràn về và duy trì trong khoảng 3 – 4 ngày sau đó giảm dần. Xu hướng diễn biến các thông số tương đồng cho cả 03 khu vực Hà Nội, Phú Thọ và Quảng Ninh; giá trị trung bình cao nhất là Hà Nội, theo sau là Phú Thọ và cuối cùng là Quảng Ninh. Trong đó, Quảng Ninh là tỉnh bị ảnh hưởng bởi gió mùa sớm nhất làm cho giá trị thông số bụi giảm sớm hơn (khi gió mùa bắt đầu về) và đạt đỉnh điểm sớm hơn (sau khi gió mùa về).

Xem xét trên phạm vi rộng hơn cho toàn bộ khu vực miền Bắc, trước và sau khi có gió mùa Đông Bắc, nồng độ bụi cao chủ yếu ở Hà Nội; khi có gió mùa Đông Bắc, nồng độ bụi cao mở rộng hơn bao gồm Hà Nội và một số tỉnh lân cận ở khu vực Đông Bắc và Đồng Bằng Sông Hồng như Vĩnh Phúc, Phú Thọ, Hà Nam, Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình ... Điều này có thể nhận định về khối khí di chuyển từ phía bắc có nồng độ cao hơn chuyên tới, phù hợp với hướng gió chủ đạo trong tháng 01 là hướng Đông Bắc thổi từ Trung Quốc vào miền Bắc của Việt Nam. Xét về diễn biến, nồng độ bụi có xu hướng thấp khi chưa có gió mùa về, cao khi có gió mùa và lại thấp khi gió mùa hết, nhận định này có sự tương đồng với kết quả nghiên cứu trước đây của GS.TS. Phạm Duy Hiền năm 2002.

Kết quả sử dụng mô hình HYSPLIT cho thấy nguồn gốc phát sinh tiềm năng của các khối khí. Các tỉnh như Quảng Ninh, Hải Phòng, Thái Bình, Hải Dương, Hưng Yên là các tỉnh tập trung nhiều nhà máy và đóng góp nhiều vào phát thải. Trong khi đó, các tỉnh như Giang Tây, Quảng Tây, Phúc Kiến của Trung Quốc có thể đóng góp nhiều vào phát thải vận chuyển tới Việt Nam, ngoài ra hoạt động hàng hải trên biển cũng đóng góp một phần chất ô nhiễm trước khi di chuyển vào Việt Nam.

Tại Hà Nội, nồng độ bụi cao chủ yếu ở Hà Đông, Thanh Oai, Ứng Hòa, tương đối trái ngược với mật độ giao thông và mật độ dân cư tập trung chủ yếu ở khu vực nội thành. Điều này được nhận định là do ảnh hưởng bởi gió mùa tương đối mạnh trong tháng 1 hơn các nguồn phát thải cục bộ. Tại Quảng Ninh, nồng độ bụi cao chủ yếu ở TP. Hạ Long và một số huyện lân cận như Đông Triều, Uông Bí, Quảng Yên, Cẩm Phả và TP. Móng Cái... Nguyên nhân có thể do phân bố của các nhà máy xi măng, nhiệt điện và than xung quanh các khu vực này; một phần khác có thể do giao thông và dân sinh. Ở Phú Thọ, nồng độ bụi cao chủ yếu ở TP. Việt Trì và các huyện lân cận như Lâm Thao, Tam Nông... Nguồn gây ra có thể do giao thông, dân sinh, công nghiệp xi măng và hóa chất.

2.2.2. Sử dụng ảnh vệ tinh để xác định sự đóng góp của các nguồn phát sinh bụi PM

Các nhóm sol khí được nghiên cứu phân theo tầng khí quyển: sol khí tầng đối lưu (Sol khí biển sạch, sol khí biển ô nhiễm, bụi sa mạc, sol khí lục địa sạch, sol khí lục địa ô nhiễm/khói, bụi ô nhiễm); sol khí tầng bình lưu (khói tầng cao, sol khí tầng bình lưu tại cực, tro núi lửa, sol khí sulfat/khác). Qua phân tích ảnh vệ tinh CALIPSO LIDAR trong giai đoạn từ năm 2016 – 2019 cho thấy, tại Hà Nội và Quảng Ninh, thành phần sol khí đặc trưng cho nguồn thải tại đô thị với tỷ lệ cao “sol khí lục địa ô nhiễm/khói” và “bụi ô nhiễm”. Các thành phần sol khí này phát sinh từ hoạt động giao thông, công nghiệp và sinh hoạt của người dân. Tại Hà Nội và Phú Thọ, thành phần sol khí có xu hướng thay đổi theo mùa; Thành phần sol khí ảnh hưởng bởi vị trí địa lý như: thành phần “sol khí biển sạch/ô nhiễm” tìm thấy ở Quảng Ninh, nhưng không tìm thấy ở Hà Nội và Phú Thọ; thành phần “bụi sa mạc” và “bụi ô nhiễm” chiếm tỷ trọng nhiều nhất tại Phú Thọ.

“Sol khí lục địa ô nhiễm/khói” tại Hà Nội chiếm tỷ trọng lớn nhất với 40%, tiếp theo là “bụi ô nhiễm”, “khói tầng cao”, “bụi sa mạc” và “sol khí lục địa sạch”; không có thành phần sol khí có nguồn gốc từ biển. Tỷ lệ sol khí ô nhiễm đô thị tại Hà Nội khá cao bao gồm “sol khí lục địa ô nhiễm/khói” và “bụi ô nhiễm” do hoạt động giao

thông, công nghiệp, dân cư... “Khói tầng cao” và “sol khí lục địa sạch” chiếm tỷ trọng trung bình thấp. Nguồn gốc của các loại sol khí này được phát hiện là do hoạt động nông nghiệp và đốt rơm rạ ở ngoại thành Hà Nội và các tỉnh lân cận. Trong năm, “khói tầng cao” tìm thấy nhiều hơn vào các tháng 3, 4, 10 và có thể liên quan đến thói quen đốt phụ phẩm nông nghiệp sau khi thu hoạch ở khu vực Đông Nam Á và miền Bắc Việt Nam; giá trị cao nhất được quan sát thấy vào tháng 4 có thể do sự lan rộng của việc đốt rừng và nông nghiệp ở các nước trong khu vực như Thái Lan và Lào. “Bụi sa mạc” được quan sát thấy trong hầu hết các tháng và chiếm một tỷ lệ nhỏ so với các loại sol khí khác, giá trị của thành phần này cao nhất vào tháng 3 có thể do luồng bụi sa mạc tràn qua nội địa Trung Quốc và Mông Cổ đến Hà Nội theo quỹ đạo gió.

Tại Quảng Ninh, tỷ lệ sol khí xuất hiện trong môi trường không khí khá tương đồng so với Hà Nội, cho thấy nguồn gốc sol khí của hai tỉnh thành này khá giống nhau. Trong đó, sự hiện diện của sol khí có nguồn gốc từ giao thông, công nghiệp, sinh hoạt với tỷ lệ cao bao gồm: “sol khí lục địa ô nhiễm/khói” và “bụi ô nhiễm”. Ở đây còn phát hiện có thành phần sol khí có nguồn gốc từ biển như “sol khí biển ô nhiễm” và “sol khí biển sạch” nhưng chiếm tỷ lệ nhỏ (1-2%). “Sol khí lục địa ô nhiễm/khói” đạt giá trị cao nhất là tháng 7 (75%); thấp nhất là tháng 4 (16%). Khác với Hà Nội, tỷ lệ này không biến thiên theo hai mùa khô và mùa mưa. “Bụi ô nhiễm” cao nhất vào tháng 12 (56%) và thấp nhất tháng 2, 7, 9, 11 (16%). Theo quan sát, loại sol khí “khói tầng cao” thường xuyên xảy ra hơn vào tháng 3, 4, 5, 8. Tỷ lệ cao trong giai đoạn mùa xuân (tháng 3, 4) có thể liên quan đến thói quen đốt phụ phẩm nông nghiệp sau khi thu hoạch ở khu vực Đông Nam Á và thói quen đốt rơm rạ sau vụ thu hoạch đông xuân của người nông dân vào tháng 5 tại miền Bắc Việt Nam.

Phú Thọ có “bụi ô nhiễm” chiếm tỷ lệ lớn nhất và tiếp theo là “sol khí lục địa ô nhiễm/khói”, khác với Hà Nội và Quảng Ninh. Các loại sol khí khác như “khói tầng cao”, “bụi sa mạc”, “sol khí lục địa sạch” chiếm tỷ lệ nhỏ hơn đáng kể, lần lượt là 11%, 11% và 3%. So với Hà Nội và Quảng Ninh, tỷ lệ “bụi ô nhiễm” và “bụi sa mạc” tại Phú Thọ cao hơn, trong khi thành phần “sol khí lục địa ô nhiễm/khói” lại thấp hơn. Thành phần “sol khí lục địa ô nhiễm/khói” đặc trưng cho khu vực có tốc độ công nghiệp hóa cao, nguồn gốc từ các hoạt động của con người như giao thông, sinh hoạt,... Điều này phần nào được lý giải là do tốc độ công nghiệp hóa tại Quảng Ninh và Hà Nội nhanh hơn so với tốc độ công nghiệp hóa tại Phú Thọ. Theo diễn biến tháng, “bụi ô nhiễm” chiếm tỷ lệ cao nhất so với các loại sol khí khác, tháng đạt giá trị cao nhất là tháng 5 (91%), thấp nhất là tháng 2 (16%). “Sol khí lục địa ô nhiễm/khói” cao nhất vào tháng 12 (64%) và thấp nhất vào tháng 5 (8%), tỷ lệ này biến thiên theo hai mùa, cao vào mùa đông và thấp vào mùa hè, tương tự như Hà Nội.

Ở cả 03 khu vực nghiên cứu (Hà Nội, Quảng Ninh, Phú Thọ), có thể xác định nguồn gốc bụi phát sinh từ các nguồn: (1) hoạt động do con người tại đô thị như giao thông, công nghiệp tại Hà Nội và các tỉnh lân cận; (2) hoạt động nông nghiệp như bón phân, tưới tiêu (3) đốt sinh khối tại Hà Nội và các tỉnh lân cận hoặc từ các nước láng giềng; và (4) bụi sa mạc từ Trung Quốc và Mông Cổ. Tuy nhiên, tại Hà Nội và Quảng Ninh, nguồn đóng góp bụi từ nguồn tại chỗ (giao thông, công nghiệp,

đốt sinh khối) và nguồn từ phía Bắc vận chuyển xuống chiếm tỷ lệ cao hơn Phú Thọ. Ngược lại, tại Phú Thọ, nguồn đóng góp bụi do hoạt động đốt sinh khối từ các nước láng giềng (Lào, Thái Lan, Campuchia...) có khả năng cao hơn.

2.3. Kết quả nghiên cứu giải pháp tích hợp thiết bị đo nồng độ bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$

2.3.1. Thiết kế và chế tạo thiết bị đo bụi

Thiết bị đo bao gồm có các khối cơ bản sau: bo mạch chính, hiển thị, nguồn và cảm biến.

- Bo mạch chính sử dụng module ESP32 Dev được tích hợp cả module WiFi.
- Khối hiển thị sử dụng LCD TFT 1.8 inches ST7735: sử dụng giao tiếp SPI; nguồn cấp: 3.3- 5V; Độ phân giải 128x160 pixels.
- Khối nguồn sử dụng nguồn từ pin và nguồn từ mạch sạc (tương lai, có thể sử dụng hệ thống pin mặt trời để cung cấp nguồn nuôi cho thiết bị).
- Khối cảm biến gồm: cảm biến nhiệt độ, độ ẩm SHT85 và cảm biến bụi. Các cảm biến được kiểm tra và hiệu chuẩn 100% tại nhà máy.

Sau khi nghiên cứu các phương án tích hợp, tiến hành lập trình tích hợp hệ thống đo - hiển thị - xử lý dữ liệu thiết bị. Các thiết kế trên đây đã được thử nghiệm hoàn chỉnh trên các phần mềm mô phỏng, các sơ đồ nguyên lý và thiết kế mạch cứng đã được hoàn thiện. Thiết bị nhỏ gọn, có kích thước 10,5 x 7,5 x 2 (cm).

Đặc tính kỹ thuật công bố của thiết bị

- Cảm biến bụi
 - + Phương pháp đo: Tán xạ ánh sáng; Thông số: PM_{10} ; $PM_{2.5}$; PM_1
 - + Phạm vi đo: $(0 \div 999) \mu\text{g}/\text{m}^3$; Độ phân dải: $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - + Độ chính xác: $\pm 5\%$ toàn thang đo (FS) tương ứng với $\pm 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Cảm biến nhiệt độ. Phạm vi đo: $(-40 \div 105) ^\circ\text{C}$; Độ phân dải: $0,01 ^\circ\text{C}$; Độ chính xác: $\pm 0,5^\circ\text{C}$ cho dải nhiệt độ $-40 \sim 100^\circ\text{C}$.
- Cảm biến độ ẩm: Phạm vi đo: $(0 \div 100) \%RH$; Độ phân dải: $0,01\%RH$; Độ chính xác: $\pm 1,5\%RH$.



Thiết bị đo bụi thực tế

2.3.2. Chứng nhận thử nghiệm thiết bị đo bụi

Thiết bị đo bụi mịn (PM_{10} ; $PM_{2.5}$; PM_1) được thử nghiệm đánh giá độ chính xác thiết bị thông qua việc thử nghiệm so sánh tương đương với phương pháp xác định nồng độ $PM_{2.5}$ thông qua quan trắc lấy mẫu theo TCVN 5704:1993: phương pháp trọng lượng, là một trong những phương pháp tiêu chuẩn trong việc xác định nồng độ đo bụi. Viện Kiểm định Công nghệ và Môi trường là đơn vị thực hiện lấy mẫu, đã được Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng chứng nhận đăng ký cung cấp dịch vụ kiểm định, hiệu chuẩn, thử nghiệm phương tiện đo, chuẩn đo lường trong đó có phương tiện đo hàm lượng bụi môi trường xung quanh (TSP; PM_{10} ; $PM_{2.5}$; PM_1).

Thực hiện lấy mẫu bụi liên tục trong 3 ngày từ ngày 14 - 16 tháng 4 năm 2021, kết quả đo thử nghiệm tại bảng sau:

TT (N ^o)	Giá trị của chuẩn (Standard value) µg/m ³	Giá trị của đối tượng (Object value) µg/m ³	Số hiệu chỉnh (Correction number) µg/m ³	Độ không đảm bảo đo mở rộng (Exp U; P = 95%, k = 2) %
1	12	11	1	10,0
2	14	12	2	
3	14	12	2	

Ngoài ra, thiết bị đã được sử dụng để quan trắc thử nghiệm, có đối chiếu với kết quả đo của trạm quan trắc tự động, liên tục (có cùng phương pháp đo) nhằm đánh giá tính hiệu quả của thiết bị.

2.4. Kết quả quan trắc thực nghiệm xác định nồng độ bụi PM₁₀, PM_{2.5} tại Hà Nội, Quảng Ninh và Phú Thọ

Thực nghiệm xác định nồng độ PM tại Hà Nội với 4 điểm đo trong 2 đợt; Phú Thọ với 2 điểm đo trong 2 đợt; Quảng Ninh với 2 điểm đo trong 2 đợt. Tần suất thu nhập dữ liệu: 1 phút/lần, sau đó dữ liệu được tổng hợp, phân tích, đánh giá theo giá trị trung bình 1 giờ, 24 giờ.

Kết quả quan trắc thử nghiệm tại các khu vực nghiên cứu cho thấy, nồng độ PM có sự khác biệt rất rõ giữa các vị trí quan trắc cũng như giữa các tỉnh, cao nhất tại Hà Nội và thấp nhất tại Quảng Ninh. Các điểm quan trắc môi trường nền như Vườn quốc gia Ba Vì – Hà Nội, Vườn quốc gia Xuân Sơn – Phú Thọ có nồng độ PM thấp hơn các khu vực khác.

Kết quả quan trắc bằng thiết bị cảm biến do đề tài chế tạo có tương quan rất tốt với số liệu từ các trạm quan trắc không khí cố định đặt trong khu vực. Hệ số tương quan của số liệu của thiết bị cảm biến và trạm quan trắc không khí đối với thông số PM₁₀ và PM_{2.5} tại 556 Nguyễn Văn Cừ lần lượt là (đợt 1: 0,98 và 0,96), (đợt 2: 0,71 và 0,70); giữa thiết bị cảm biến đặt tại Bộ Tài nguyên và Môi trường và trạm cố định đặt tại Chi cục Bảo vệ môi trường Hà Nội là (đợt 1: 0,85 và 0,86), (đợt 2: 0,82 và 0,73). Từ đó có thể đánh giá, thiết bị của đề tài sử dụng hiệu quả trong thực tế để quan trắc bụi PM₁₀ và PM_{2.5}.

2.5. Đề xuất các giải pháp giám sát và kiểm soát bụi PM₁₀, PM_{2.5} trong môi trường không khí xung quanh khu vực miền Bắc

Trên cơ sở xác định các nguồn gây ô nhiễm cùng các yếu tố ảnh hưởng đã được nghiên cứu phạm vi đề tài, cần xem xét việc triển khai một chương trình kiểm soát ô nhiễm bụi thông qua hệ thống quản lý chất lượng không khí toàn diện bao gồm:

- Tiếp tục hoàn thiện hệ thống chính sách pháp luật
- Tăng cường nguồn lực đảm bảo cho việc triển khai kế hoạch quản lý chất lượng không khí
- Phòng ngừa, kiểm soát và giám sát các nguồn phát thải
- Hợp tác quốc tế và nghiên cứu khoa học, công nghệ về quản lý chất lượng không khí
- Các giải pháp kiểm soát theo từng loại hình nguồn thải

Trên cơ sở những định hướng, đề xuất giải pháp chung là những đề xuất giải pháp cụ thể hơn nhằm kiểm soát và giảm thiểu ô nhiễm đối với một số loại hình nguồn thải chính gồm:

- Kiểm soát, giảm thiểu phát thải từ hoạt động giao thông
- Kiểm soát, giảm thiểu phát thải từ nguồn công nghiệp
- Kiểm soát, giảm thiểu phát thải từ hoạt động dịch vụ và sinh hoạt
- Kiểm soát, giảm thiểu phát thải từ đốt sinh khối

- Các giải pháp đối với nguồn phát thải được vận chuyển từ xa
- Một số giải pháp ưu tiên đề xuất đối với 03 khu vực nghiên cứu: Hà Nội,

Phú Thọ, Quảng Ninh

3. Kết quả nghiên cứu đã được thử nghiệm/ứng dụng/sử dụng trong thực tiễn. Nêu khả năng và phạm vi ứng dụng kết quả của nhiệm vụ vào các lĩnh vực khoa học, kỹ thuật và thực tiễn xã hội

3.1. Đánh giá các ứng dụng/sử dụng của kết quả nhiệm vụ đã được triển khai trong thực tiễn

- Các kết quả nghiên cứu của đề tài về đánh giá hiện trạng, diễn biến, xu thế nồng độ bụi PM₁₀, PM_{2.5} trong môi trường không khí, mối tương quan giữa nồng độ với các yếu tố ảnh hưởng (khí hậu, khí tượng) và các thông số khác trong môi trường không khí đã được sử dụng trong các báo cáo đánh giá chất lượng không khí định kỳ, đột xuất gửi báo cáo các cấp lãnh đạo và công bố trên trang thông tin điện tử của Tổng cục Môi trường, Trung tâm Quan trắc môi trường miền Bắc; báo cáo chất lượng môi trường không khí 2019 của Tổng cục Môi trường, Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016 – 2020.

- 02 Bộ thiết bị quan trắc bụi PM₁₀, PM_{2.5} đã được sử dụng cho hoạt động quan trắc thử nghiệm tại 03 khu vực nghiên cứu (Hà Nội, Phú Thọ, Quảng Ninh) . Kết quả quan trắc bằng thiết bị cảm biến do đề tài chế tạo có tương quan rất tốt với số liệu từ các trạm quan trắc không khí cố định đặt trong khu vực. Từ đó có thể đánh giá, thiết bị của đề tài sử dụng hiệu quả trong thực tế để quan trắc bụi PM₁₀ và PM_{2.5}.

6.2. Đánh giá khả năng ứng dụng/sử dụng được trong thực tiễn và mức độ sẵn sàng chuyển giao kết quả nghiên cứu

Các sản phẩm của Đề tài, sau khi được nghiệm thu thông qua, đã được bàn giao cho 03 đơn vị nghiên cứu, sử dụng, cụ thể:

- Trung tâm Quan trắc môi trường miền Bắc sử dụng: (1) Bộ số liệu quan trắc bụi PM₁₀, PM_{2.5}, cập nhật bổ sung vào CSDL quan trắc môi trường (2) Bộ thiết bị quan trắc bụi PM₁₀, PM_{2.5} đưa vào sử dụng kết hợp trong chương trình quan trắc môi trường không khí định kỳ hoặc các chương trình đo nhanh, ngắn ngày tại các khu vực chỉ định cần giám sát nhanh hoặc các chương trình, đề tài nghiên cứu có liên quan khác. (3) Các báo cáo kết quả nghiên cứu của đề tài được sử dụng là tài liệu tham khảo chính trong xây dựng các báo cáo về chất lượng môi trường không khí, báo cáo hiện trạng môi trường và tiếp tục là nguồn tham khảo hữu ích cho việc mở rộng các hướng nghiên cứu có liên quan.

- Vụ Quản lý chất lượng môi trường: sử dụng các báo cáo sản phẩm chính của đề tài làm cơ sở xây dựng các chương trình quản lý, giám sát, kiểm soát nguồn gây ô nhiễm không khí ở cấp vùng và cấp quốc gia và phục vụ xây dựng Báo cáo Hiện trạng môi trường quốc gia năm 2021 với chủ đề “Môi trường không khí”.

- Trường đại học TN&MT Hà Nội: sử dụng các báo cáo sản phẩm chính của đề tài phục vụ nghiên cứu, giảng dạy.

4. Tác động của kết quả nghiên cứu đối với điều tra cơ bản và quản lý nhà nước về tài nguyên và môi trường

Kết quả nghiên cứu đã xác định rõ các nguồn thải, nguyên nhân chính gây ô nhiễm bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$ tại 03 khu vực nghiên cứu điển hình (Hà Nội, Phú Thọ, Quảng Ninh) và các khu vực đô thị ở miền Bắc nói chung. Đây là cơ sở hỗ trợ cho các cơ quan quản lý có những giải pháp kiểm soát và giảm thiểu mức độ ô nhiễm môi trường không khí tại các khu vực trọng điểm. Việc hoàn thành đề tài cũng là hoàn thành một nội dung, nhiệm vụ ưu tiên đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt trong Kế hoạch hành động quốc gia về quản lý chất lượng môi trường không khí đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2025.