

LASER PULSE

Long-term Assistance and Services for Research (LASER)
Partners for University-Led Solutions Engine (PULSE)

THE REPORT ON

THE STATUS OF $PM_{2.5}$ AND ITS IMPACT ON PUBLIC HEALTH IN VIETNAM 2021

SUPPLEMENT TO AGREEMENT NO. AID-7200AA18CA00009
AOR Name: Kevin Roberts

September 2022

This publication was produced for review by the United States Agency International Development (USAID). It was produced for the LASER PULSE Project, managed by Purdue University. The views expressed in this publication do not necessarily reflect the views of USAID or the United States Government.





BÁO CÁO

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} VÀ TÁC ĐỘNG SỨC KHỎE TẠI VIỆT NAM NĂM 2021

Hà Nội, tháng 9 năm 2022





LỜI CẢM ƠN

Báo cáo “Hiện trạng bụi PM_{2.5} và Tác động Sức khỏe tại Việt Nam năm 2021” được thực hiện bởi các nhóm nghiên cứu tại Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội, Trường Đại học Y tế Công cộng (HUPH) phối hợp với nhóm Khoa học Công dân – Môi trường tại Trung tâm Sống và Học tập vì Môi trường và Cộng đồng (Live&Learn). Báo cáo được thực hiện trong khuôn khổ dự án “Cải thiện Giám sát và Quản lý Ô nhiễm không khí ở Việt Nam sử dụng Quan trắc PM_{2.5} bằng vệ tinh” được tài trợ bởi Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID) thông qua chương trình LASER PULSE.

Trong quá trình thực hiện báo cáo, nhóm nghiên cứu đã nhận được các góp ý về ý tưởng và nội dung từ các chuyên gia trong và ngoài nước. Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến **GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh** (Viện Công nghệ Châu Á – AIT), **PGS. TS. Tô Thị Hiền** (Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh), **PGS. TS. Hồ Quốc Bằng** (Viện Môi trường và Tài Nguyên – IERHCM, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh – VNUHCM), **PGS. TS. Lý Bích Thủy** (Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường – INEST, Đại học Bách Khoa Hà Nội – HUST), **TS. Phạm Châu Thùy** (Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội – VNU UET), **TS. Nguyễn Ngọc Bích** (Đại học Y Tế Công Cộng), **TS. Trần Ngọc Đăng** (Đại học Y Dược Hồ Chí Minh), **TS. Hoàng Dương Tùng** (Mạng lưới Không khí sạch Việt Nam – VCAP), **bà Nguyễn Thị Nguyệt Ánh** (Trung tâm Quan trắc Môi trường Miền Bắc – NCEM), **bà Lê Thanh Thủy** (Chi cục Bảo vệ Môi trường Hà Nội – Hanoi EPA), **TS. BS. Đỗ Mạnh Cường** (Cục Quản lý Môi trường Y tế, Bộ Y Tế), **bà Chử Thị Chung** (Trung tâm Kiểm soát Bệnh tật Hà Nội – CDC Hà Nội) đã đóng góp nhiều ý kiến quý báu cho báo cáo này. Bên cạnh đó, chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đến các chuyên gia đến từ Mỹ: **GS. Christopher Justice** và **GS. Krishna Vadrevu** (Khoa Khoa học Địa lý, Đại học Maryland – UMD) đã hỗ trợ chuyên môn trong suốt quá trình thực hiện báo cáo.

Chúng tôi xin cảm ơn các chuyên viên tại Trung tâm Quan trắc Môi trường Miền Bắc và Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh đã hỗ trợ kĩ thuật và cung cấp và xử lý dữ liệu cho báo cáo này.

Chúng tôi cũng xin được gửi lời cảm ơn đến các tác giả Nguyễn Nam Hải, Marian Pavelka, Peter Nguyen và Live&Learn đã cung cấp và cho phép chúng tôi sử dụng những nguồn tư liệu ảnh cho báo cáo này.

Về chương trình LASER PULSE

Chương trình LASER (Long-term Assistance and Services for Research) PULSE (Partners for University-Led Solutions) là một chương trình với tổng ngân sách 70 triệu đô trong vòng 5 năm được tài trợ bởi Trung tâm Cải tiến, Công nghệ và Nghiên cứu của Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ - USAID với mục đích phát triển các giải pháp dựa vào nghiên cứu đối với các vấn đề phát triển thực tiễn ở những nước đối tác của USAID.

Chương trình được điều hành bởi hội đồng bao gồm trường Đại học Purdue, tổ chức Catholic Relief, trường Đại học Indiana, trường Đại học Makerere, và trường Đại học Notra Dame. Chương trình hiện đang được thực hiện tại 74 quốc gia với một mạng lưới phát triển gồm hơn 3.000+ nhà nghiên cứu và các cá nhân, tổ chức phát triển thực tế.

LASER PULSE hợp tác với các nhiệm vụ, chi cục và văn phòng độc lập và các bên liên quan khác của USAID để xác định các nhu cầu nghiên cứu nhằm giải quyết các vấn đề phát triển hệ trọng, cũng như làm vững chắc hơn mối quan hệ giữa các nhà nghiên cứu và các nhà thực địa trong việc thiết kế các giải pháp có thể chuyển đổi thành các chính sách và chương trình, hoạt động khác nhau. Để biết thêm chi tiết xin truy cập laserpulse.org

VỀ CHÚNG TÔI

Quá trình thực hiện

Báo cáo này được thực hiện bởi nhóm nghiên cứu thuộc Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội phối hợp với nhóm nghiên cứu thuộc Đại học Y tế Công cộng và nhóm Khoa học Công dân - Môi trường tại Trung tâm Sống và học tập vì Môi trường và Cộng đồng, dưới sự cố vấn và hợp tác của các chuyên gia trong và ngoài nước.

Xuyên suốt quá trình xây dựng và hoàn thiện báo cáo này, nhóm thực hiện đã nhận được sự đồng hành và cố vấn chuyên môn từ các chuyên gia nhiều năm kinh nghiệm trong nghiên cứu về ô nhiễm không khí, quản lý nhà nước về môi trường, và y tế nói chung. Bản thảo khung báo cáo đầu tiên đã được tham vấn trực tiếp với các chuyên gia vào tháng 3/2022 trước khi nhóm thực hiện bắt tay xây dựng báo cáo chi tiết. Trong giai đoạn hoàn thiện báo cáo, bản thảo được gửi tới các chuyên gia cố vấn và nhận được các góp ý rất chi tiết qua thư điện tử và góp ý trực tiếp, thảo luận sâu trong các tháng 7 và 8/2022. Báo cáo cuối cùng được góp ý, chỉnh sửa và phê duyệt bởi chương trình Laser Pulse.

Về nhóm thực hiện

Nhóm nghiên cứu tại Trường Đại học Công nghệ, ĐHQG Hà Nội, Việt Nam: đề xuất ý tưởng và các nội dung báo cáo, phát triển các nội dung liên quan đến **Hiện trạng bụi PM_{2.5}** ở các mục: Giới thiệu, Phương pháp, Hiện trạng chất lượng không khí Việt Nam, Chất lượng không khí thời kỳ giãn cách xã hội do COVID 19, Kết luận, Khuyến nghị, và các phần phụ lục khác.

PGS. TS. Nguyễn Thị Nhật Thanh **ThS. Ngô Xuân Trường**
ThS. NCS. Phạm Văn Hà **Phan Đăng Trung Hiếu**

Nhóm nghiên cứu tại Trường Đại học Y tế Công Cộng: đề xuất ý tưởng và các nội dung báo cáo, phát triển các nội dung liên quan đến đánh giá Tác động sức khỏe ở các mục: Giới thiệu, Phương pháp, Tác động sức khỏe ở phạm vi toàn quốc và một số tỉnh thành, Kết luận, Khuyến nghị, và các phần phụ lục khác.

TS. Nguyễn Thị Trang Nhung **Vũ Trí Đức**
Võ Đức Ngọc **Nguyễn Thu Uyên**

Nhóm Khoa học Công dân - Môi trường tại Trung tâm Sống và Học tập vì Môi trường và Cộng đồng (Live&Learn), Việt Nam: biên tập, hiệu chỉnh nội dung báo cáo và kết nối các bên liên quan trong quá trình tham vấn, phát triển và hoàn thiện báo cáo.

Đỗ Văn Nguyệt **Nguyễn Thị Phương Nhung**

Ban cố vấn

Chuyên gia	Đơn vị công tác
GS. Chris Justice	Khoa Khoa học Địa lý, Đại học Maryland (Hoa Kỳ)
GS. Krishna Vadrevu	Khoa Khoa học Địa lý, Đại học Maryland (Hoa Kỳ)
GS. Nguyễn Thị Kim Oanh	Viện Công nghệ Châu Á (AIT, Thái Lan)
TS. Hoàng Dương Tùng	Mạng lưới Không khí sạch Việt Nam (VCAP)
PGS. TS. Tô Thị Hiền	Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh
PGS. TS. Hồ Quốc Bằng	Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh
PGS. TS. Lý Bích Thủy	Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường (INEST), Đại học Bách Khoa Hà Nội
TS. Phạm Châu Thùy	Trường Đại học công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội (VNU-UET)
TS. Nguyễn Ngọc Bích	Đại học Y Tế Công cộng
TS. Trần Ngọc Đăng	Đại học Y Dược TP. Hồ Chí Minh
Bà Nguyễn Thị Nguyệt Ánh	Trung tâm Quan trắc Môi trường miền Bắc (NCEM), Tổng cục môi trường
Bà Lê Thanh Thủy	Chi cục Bảo vệ Môi Trường Hà Nội (Hà Nội EPA), Sở TNMT Hà Nội
TS. BS. Đỗ Mạnh Cường	Cục Quản lý môi Trường, Bộ Y tế
Bà Chử Thị Chung	Trung tâm Kiểm soát bệnh tật thành phố Hà Nội (CDC Hà Nội)





THÔNG TIN CHUNG

Mục tiêu báo cáo:	Cung cấp thông tin hiện trạng bụi PM _{2.5} trên phạm vi toàn quốc năm 2021 và Đánh giá lợi ích sức khỏe nếu ô nhiễm bụi PM _{2.5} được kiểm soát
Đối tượng hướng tới:	Công chúng nói chung Cơ quan quản lý Báo chí, truyền thông
Nội dung:	- Hiện trạng bụi PM_{2.5} năm 2021 trên phạm vi toàn quốc và theo miền Bắc, Trung, Nam - Hiện trạng bụi PM_{2.5} tại 5 tỉnh/thành phố bao gồm Hà Nội, Bắc Ninh, Thái Bình, Nghệ An, và Hồ Chí Minh - Phân tích diễn biến bụi theo phân loại đô thị và trong thời kỳ giãn cách xã hội do dịch COVID 19. - Lợi ích sức khỏe cấp tỉnh nếu ô nhiễm bụi PM_{2.5} được kiểm soát trên phạm vi toàn quốc - Lợi ích sức khỏe cấp quận/huyện nếu ô nhiễm bụi PM_{2.5} được kiểm soát ở 5 tỉnh/thành phố bao gồm Hà Nội, Bắc Ninh, Thái Bình, Nghệ An, và TP. Hồ Chí Minh - Khuyến nghị đối với các đơn vị, tổ chức thuộc chính phủ và các trường, viện nghiên cứu
Cơ sở khoa học:	Các nghiên cứu về CLKK quốc tế và trong nước
Phương pháp:	Mô hình Ảnh hưởng hỗn hợp; Tính số ca tử vong quy thuộc do ô nhiễm không khí; Tổng hợp nghiên cứu;
Dữ liệu phân tích:	Dữ liệu PM _{2.5} tính từ mô hình Ảnh hưởng Hỗn hợp; Dữ liệu PM _{2.5} tại các trạm quan trắc tiêu chuẩn; Tỷ suất tử vong (Tổng cục Thống kê); và tỷ suất tử vong do chấn thương (Khảo sát VNIS, 2010), dân số từ Tổng Điều tra Dân số và nhà ở năm 2019
Đơn vị thực hiện:	Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội (VNU-UET) phối hợp với trường Đại học Y tế Công Cộng trong khuôn khổ dự án “Cải thiện Giám sát và Quản lý Ô nhiễm không khí ở Việt Nam sử dụng Quan trắc PM _{2.5} bằng vệ tinh” do Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID) tài trợ thông qua chương trình LASER PULSE.
Đơn vị phối hợp:	Trung tâm Sống và Học tập vì Môi trường và Cộng đồng (Live&Learn)
Đơn vị hỗ trợ:	Trung tâm Quan trắc môi trường miền Bắc , Tổng cục Môi trường Viện môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh

Trích dẫn báo cáo

- **Tiếng Việt:** Thanh. T.N. Nguyen, Truong X. Ngo, Hieu D.T. Phan, Ha. V. Pham, Nhung T.T. Nguyen, Ngoc D. Vo, Duc T. Vu, Nguyet V. Do, Nhung T.P. Nguyen (2022). **Hiện trạng bụi PM_{2.5} và Tác động Sức khỏe tại Việt Nam năm 2021**. Báo cáo được thực hiện trong khuôn khổ dự án “Cải thiện Giám sát và Quản lý Ô nhiễm không khí ở Việt Nam sử dụng Quan trắc PM_{2.5} bằng vệ tinh” do Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID) tài trợ thông qua chương trình LASER PULSE.
- **Tiếng Anh:** Thanh. T.N. Nguyen, Truong X. Ngo, Hieu D.T. Phan, Ha. V. Pham, Nhung T.T. Nguyen, Ngoc D. Vo, Duc T. Vu, Nguyet V. Do, Nhung T.P. Nguyen (2022). **The Status of PM_{2.5} and Its Impacts on Public Health in Vietnam 2021**. This report was developed as part of the “Improving air pollution monitoring and management of Vietnam with satellite PM_{2.5} observation” project, sponsored by the U.S. Agency for International Development (USAID) through the LASER (Long-term Assistance and SErvices for Research) PULSE (Partners for University-Led Solutions Engine).

Báo cáo này không nhằm thay thế cho bất cứ báo cáo môi trường khác về Việt Nam, mà là một kênh bổ sung thông tin về Hiện trạng bụi PM_{2.5} và đánh giá tác động sức khỏe tại Việt Nam năm 2021. Báo cáo cũng không phản ánh quan điểm của các cơ quan chủ quản và các bên liên quan: Trường Đại học Công nghệ, ĐHQG Hà Nội, Đại học Y tế Công cộng, Live&Learn, Trung tâm Quan trắc môi trường miền Bắc, Tổng cục Môi trường, Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG TP. Hồ Chí Minh.

TÓM TẮT

Bối cảnh chung

Ô nhiễm không khí là một trong những đe dọa nguy hiểm nhất đối với sức khỏe môi trường không chỉ ở Việt Nam mà các quốc gia khác cũng đang phải đối mặt. Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), đã có 7 triệu ca tử vong sớm quy thuộc do ô nhiễm không khí cả bên ngoài và trong nhà trên toàn cầu mỗi năm¹. Chỉ số EPI - Environmental Performance Index năm 2022 cho thấy phơi nhiễm với ô nhiễm không khí ở Việt Nam ở mức cao (xếp hạng 130 trên tổng số 180 quốc gia)². Tương tự như vậy, theo báo cáo của IQAir/Air Visual về chất lượng không khí sử dụng dữ liệu từ mạng lưới cảm biến không khí rộng rãi, nồng độ bụi PM_{2.5} (các hạt bụi có đường kính nhỏ hơn 2,5 µm) trung bình năm 2021 theo trọng số dân số của Việt Nam cao thứ 36 trong 117 quốc gia³. **Báo cáo này đã tập trung vào phân tích thực trạng ô nhiễm bụi PM_{2.5} tại Việt Nam năm 2021**. Các phát hiện này có thể giúp cho người dân cũng như cơ quan quản lý có thêm thông tin về tình trạng chất lượng không khí và có những hành động cụ thể giúp cải thiện chất lượng không khí cũng như chất lượng sống. Về hiện trạng bụi PM_{2.5} năm 2021, nồng độ PM_{2.5} trung bình năm ở Việt Nam giảm so với năm 2019, nhưng tăng nhẹ so với năm 2020. Toàn quốc có 6 trên 63 tỉnh/thành vượt quy chuẩn quốc gia về nồng độ bụi PM_{2.5} (25 µg/m³) tuy nhiên tất cả các tỉnh/thành đều có nồng độ bụi PM_{2.5} cao hơn mức khuyến nghị của WHO 2021 (5 µg/m³). Trong năm 2021, 76% số tỉnh ở miền Bắc dưới ngưỡng quy chuẩn quốc gia về ô nhiễm PM_{2.5}, trong khi con số này ở miền Trung và miền Nam là 100%. Ô nhiễm bụi

PM_{2.5} cũng có xu hướng thay đổi theo mức độ đô thị hoá, với các đô thị hạng Đặc biệt có số ngày trong năm với chất lượng không khí tốt ít hơn khoảng 20% những những loại đô thị khác. Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh là hai nơi có mức độ ô nhiễm bụi PM_{2.5} cao ở hai miền Bắc và Nam. Bên cạnh đó, năm 2020 và 2021 là những năm đặc biệt bởi ảnh hưởng của dịch COVID-19 và các biện pháp giãn cách dẫn đến việc suy giảm các hoạt động sản xuất và sinh hoạt của người dân. **Báo cáo này đã thực hiện phân tích tác động của ô nhiễm không khí lên sức khỏe cộng đồng trong năm 2019 và đưa ra trường hợp giả định về tác động của ô nhiễm không khí nếu có các biện pháp can thiệp làm giảm mức độ ô nhiễm trong năm 2019 và đạt kết quả như năm 2021**. Phép phân tích này có thể cho thấy được mức độ ảnh hưởng của ô nhiễm không khí đối với sức khỏe con người trong điều kiện phát triển bình thường ở Việt Nam khi không bị ảnh hưởng bởi đại dịch COVID-19 và hiệu quả của các biện pháp can thiệp làm giảm thiểu các nguồn gây ô nhiễm từ con người. Kết quả nghiên cứu cho thấy số ca tử vong có liên quan đến PM_{2.5} ước tính năm 2019 tại Việt Nam chiếm đến 1/10 số ca tử vong do nguyên nhân tự nhiên trong nước; Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh vẫn là hai địa phương được ước tính có số ca tử vong do ô nhiễm PM_{2.5} cao nhất cả nước. Mặt khác, trong trường hợp cả nước thực hiện các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm bụi PM_{2.5}, số ca tử vong sớm do PM_{2.5} năm toàn quốc có thể giảm xấp xỉ 7%. Từ những phát hiện này, có thể nhận thấy tầm quan trọng của các hành động, chính sách quản lý và giảm thiểu ô nhiễm không khí đối với việc gia tăng chất lượng không khí cũng như chất lượng cuộc sống của người dân trên toàn quốc.

[1] WHO, 2014

[2] Wolf, M. J và cộng sự, 2022

[3] IQAir, 2022



Mục đích

Hiện nay hoạt động quan trắc PM_{2.5} cùng các chất ô nhiễm khác phục vụ công tác quản lý nhà nước phần lớn do Bộ Tài nguyên và Môi trường (TNMT) thực hiện ở cấp trung ương và do các Sở TNMT thực hiện ở cấp địa phương. Bên cạnh đó, dữ liệu PM_{2.5} còn được cung cấp bởi các trạm quan trắc tiêu chuẩn và mạng lưới cảm biến của các đại sứ quán, các tổ chức nghiên cứu khoa học, và đơn vị tư nhân. Trong những năm trở lại đây, kỹ thuật mô hình hóa sử dụng số liệu trạm quan trắc, ảnh vệ tinh (viễn thám) và các dữ liệu phụ trợ được ứng dụng rộng rãi để cung cấp thông tin quan trắc bụi PM_{2.5}⁴. Đây là một phương pháp bổ sung số liệu cho các trạm quan trắc, cung cấp thông tin về sự phân bố không gian của nồng độ PM_{2.5} trên phạm vi lớn, đặc biệt là ở những nơi chưa có điều kiện lắp đặt các trạm quan trắc. Hiện nay, các báo cáo về môi trường không khí cho Việt Nam thường sử dụng số liệu trạm đo, tuy có độ chính xác cao nhưng không phản ánh được hiện trạng ở phạm vi toàn quốc. Các tính toán về tác động sức khỏe do ô nhiễm PM_{2.5} ở cấp quốc gia còn chưa được đề cập trong bất kì báo cáo nào. Trong bối cảnh này, báo cáo **Hiện trạng bụi PM_{2.5} và Tác động sức khỏe tại Việt Nam năm 2021** được xây dựng sử dụng dữ liệu PM_{2.5} tính toán từ mô hình học máy thống kê⁵ để cung cấp thông tin đầy đủ hơn cả về phân bố không gian và diễn biến thời gian của bức tranh ô nhiễm không khí do PM_{2.5} ở Việt Nam năm 2021, cùng với đó đánh giá mức độ ảnh hưởng của ô nhiễm PM_{2.5} đến sức khỏe cộng đồng. Từ kết quả nghiên cứu, người dân cũng như chính quyền sẽ có thêm một góc nhìn đầy đủ hơn về thực trạng ô nhiễm bụi PM_{2.5} ở Việt Nam và tác hại của nó đến sức khỏe con người, từ đó có động lực thực hiện các hành động và đưa ra các chính sách giúp giảm thiểu và kiểm soát ô nhiễm không khí.

[4] J. Cohen và cộng sự, 2015; B. N. Duncan et al, 2014; Yale, 2020; Health Effects Institute, 2020

Phương pháp

Để đạt được các mục đích của nghiên cứu này, chúng tôi cần thực hiện phân tích thực trạng ô nhiễm PM_{2.5} trên các khía cạnh khác nhau (toàn quốc, theo vùng miền, theo tỉnh/thành phố, đô thị, v.v.). Đầu tiên, chúng tôi xây dựng các bản đồ PM_{2.5} trung bình ngày trong các năm 2019 đến 2021 trên toàn quốc sử dụng mô hình ảnh hưởng hỗn hợp trên dữ liệu đa nguồn bao gồm số liệu trạm quan trắc, dữ liệu AOD vệ tinh, số liệu khí tượng, và các bản đồ sử dụng đất⁶. Từ dữ liệu bản đồ PM_{2.5} trung bình ngày toàn quốc, chúng tôi tiếp tục tổng hợp giá trị nồng độ bụi PM_{2.5} theo trung bình ngày, trung bình tháng, và trung bình năm và theo khu vực địa lý để phân tích hiện trạng và diễn biến của bụi PM_{2.5} ở các cấp độ vùng miền, tỉnh/thành phố, và quận/huyện. Bên cạnh đó, chúng tôi cũng tính toán mức độ phơi nhiễm bụi PM_{2.5} cấp tỉnh, thành phố để đánh giá sơ bộ mức độ ảnh hưởng của bụi PM_{2.5} lên cộng đồng cấp tỉnh. **Tốc độ phát triển kinh tế và xã hội của từng khu vực đô thị khác nhau có thể dẫn đến mức độ ô nhiễm không khí khác nhau.** Dựa trên giả định này, chúng tôi xem xét mức độ ô nhiễm bụi PM_{2.5} tại các phân loại đô thị khác nhau bằng cách tổng hợp giá trị trung bình nồng độ PM_{2.5} tại từng loại đô thị cho năm 2021 và so sánh, đánh giá. **Một khía cạnh khác cần nghiên cứu trong bối cảnh năm 2021 là ảnh hưởng của các hoạt động giãn cách do dịch bệnh COVID-19 đối với mức độ ô nhiễm PM_{2.5} do việc giãn cách làm giảm đến các hoạt động sản xuất, đi lại và sinh hoạt của người dân.** Trong nghiên cứu này, chúng tôi so sánh nồng độ PM_{2.5} thực tế trong khoảng thời gian giãn cách và nồng độ PM_{2.5} ước tính được trong trường hợp xã hội hoạt động bình thường để đánh giá sự suy giảm của nồng độ PM_{2.5} trong năm 2021 tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Sau khi đã thực hiện phân tích tổng thể về thực trạng ô nhiễm bụi PM_{2.5}, chúng tôi xem xét ảnh

[5, 6] Trương X Ngo et al, 2022

hưởng của ô nhiễm PM_{2.5} đối với sức khỏe con người trong năm 2019, khi môi trường Việt Nam trong điều kiện bình thường và chưa bị ảnh hưởng bởi giãn cách xã hội do dịch COVID-19. **Chúng tôi dựa vào tiêu chí số lượng ca tử vong do có liên quan đến phơi nhiễm PM_{2.5} để đánh giá tác động của PM_{2.5} lên sức khỏe con người.** Sử dụng số liệu về các ca tử vong thu thập từ các bệnh viện, dữ liệu dân số, và các bản đồ phân bố PM_{2.5} trung bình cho năm 2019, chúng tôi đã ước tính số ca và tử vong sớm do ô nhiễm PM_{2.5} năm 2019. Việc áp dụng các biện pháp giãn cách xã hội do COVID-19 trong năm 2020 và 2021 cũng được coi là một “thử nghiệm tự nhiên” cho việc đánh giá hiệu quả của các biện pháp can thiệp sâu giảm phát thải ô nhiễm không khí. Trong nghiên cứu này, chúng tôi giả định nếu các biện pháp giãn cách xã hội được áp dụng từ trước năm 2019 sẽ khiến cho nồng độ PM_{2.5} năm 2019 giảm một lượng nhất định và kết quả đạt được như năm 2021, để tính toán số tử vong sớm có thể giảm được trong năm 2019.

Sơ lược kết quả

Từ các phân tích trên, chúng tôi đã rút ra được một số kết quả quan trọng về tình hình ô nhiễm PM_{2.5} tại Việt Nam trong năm 2021, cũng như chi tiết về các tác động của nó đến sức khỏe con người. **Xét về quy mô toàn quốc, nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở các tỉnh có sự giảm so với năm 2019 và tăng nhẹ so với năm 2020.** Khu vực có nồng độ PM_{2.5} cao chủ yếu tập trung ở vùng Đồng bằng sông Hồng (trong đó thủ đô Hà Nội và các tỉnh lân cận). Trong năm 2021, chỉ có 6 trên 63 tỉnh thành vượt chuẩn về ô nhiễm PM_{2.5} của quốc gia (25 µg/m³), tuy nhiên mức độ phơi nhiễm PM_{2.5} của người dân tại các tỉnh thành vẫn còn cao hơn so với nồng độ trung bình năm. Hơn nữa, nồng độ trung bình năm của tất cả các tỉnh thành phố năm 2021 cũng cao hơn so với khuyến nghị của tổ chức Y tế Thế giới WHO năm 2021 (5 µg/m³).

Phân bố mức độ ô nhiễm PM_{2.5} tại các vùng miền có sự khác nhau với 76% số tỉnh thuộc miền Bắc dưới ngưỡng quy chuẩn quốc gia quốc gia, con số này với các tỉnh miền Trung và Nam là 100%. Các giá trị trung bình năm của các quận huyện ở miền Bắc giao động từ 13,1 µg/m³ đến 43 µg/m³, đối với với miền Trung các giá trị này dao động từ 11,0 µg/m³ đến 23,1 µg/m³ và 11,4 µg/m³ đến 21,3 µg/m³ đối với miền Nam. **Mức độ ô nhiễm bụi PM_{2.5} cũng thể hiện sự phân hóa theo mức độ đô thị hóa.** Cụ thể đối với loại đô thị Đặc biệt, số lượng ngày có chất lượng không khí Tốt theo dõi được chỉ đạt 64%, trong khi đối với các đô thị còn lại thì tỉ lệ số ngày đạt chất lượng không khí Tốt giao động từ 79-85%. Phần trăm số ngày có chất lượng không khí Kém và Xấu của loại đô thị Đặc biệt cũng cao hơn so với các loại đô thị còn lại. Hai đô thị Đặc biệt là thủ đô Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh đều là những khu vực phát triển mạnh về kinh tế và cũng là những nơi tập trung đông dân ở Việt Nam, cùng với đó các thành phố này cũng là những tâm điểm về ô nhiễm không khí ở hai miền Nam và Bắc. Đối với Hà Nội, nồng độ PM_{2.5} trung bình năm của 100% các quận huyện ở đây đều vượt ngưỡng quy chuẩn quốc gia, với tỉ lệ số ngày có chất lượng không khí tốt đạt khoảng 42,2% và chất lượng trung bình chiếm khoảng 39,7%. Đối với thành phố Hồ Chí Minh, mặc dù 100% quận huyện đều dưới ngưỡng quy chuẩn quốc gia về nồng độ PM_{2.5} trung bình năm, tuy nhiên các giá trị này vẫn lớn hơn so với mức khuyến nghị của WHO 2021. Chất lượng không khí theo ngày của thành phố hầu hết đạt mức tốt với 87,1% số ngày trong năm, mức trung bình chỉ đạt 11,9%. Ngoài Hà Nội và Hồ Chí Minh, chúng tôi cũng xem xét thực trạng của một số tỉnh thành khác bao gồm Bắc Ninh, Thái Bình, Nghệ An. Bên cạnh Hà Nội, Bắc Ninh và Thái Bình cũng là các tỉnh thuộc phía Bắc được đặc trưng bởi các khu công nghiệp và hoạt động nông nghiệp ở cả hai tỉnh. Trong năm 2021, 100% số quận huyện của tỉnh Bắc Ninh đều vượt chuẩn quốc gia về ô nhiễm bụi PM_{2.5} trung bình năm với số ngày có chất lượng

không khí tốt chỉ đạt 49,7%; trong khi đó số quận huyện dưới ngưỡng quy chuẩn quốc gia của tỉnh Thái Bình là 62,5% và số ngày đạt chất lượng không khí tốt của tỉnh là 69,3%. Nghệ An là tỉnh nằm ở miền Trung được bao phủ bởi một diện tích lớn rừng tự nhiên và cũng thường xuyên xảy ra cháy rừng nhiều nhất cả nước. Tại đây trong năm 2021, 100% các quận huyện đều dưới ngưỡng quy chuẩn quốc gia nhưng vẫn cao hơn mức khuyến nghị WHO; bên cạnh đó tỉ lệ số ngày đạt chất lượng không khí tốt của tỉnh đạt 89%. Tất cả các tỉnh thành phố được phân tích đều có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ thể hiện sự thay đổi theo mùa, cụ thể có giá trị thấp vào các tháng mùa hè (hoặc mùa mưa) và có giá trị cao vào các tháng mùa đông (hoặc mùa khô). **Về tác động của các lệnh giãn cách của COVID-19, chúng tôi thực hiện phân tích chất lượng không khí ở hai thành phố lớn Hà Nội và Hồ Chí Minh;** đây là hai thành phố bị ảnh hưởng nhiều nhất bởi dịch và các đợt giãn cách trong năm 2021, vì vậy các ảnh hưởng lên chất lượng không khí có thể được nhìn thấy rõ hơn ở hai thành phố này. Mặc dù ghi nhận các mức giá trị nồng độ $PM_{2.5}$ cao trong khu vực, tuy nhiên chất lượng không khí của hai thành phố này cũng có sự thay đổi theo chiều hướng tích cực trong thời kì giãn cách COVID-19 do ảnh hưởng của các biện pháp giãn cách. Cụ thể tại thành phố Hà Nội trong thời kì giãn cách, nồng độ $PM_{2.5}$ giảm 22,7% so với ước tính điều kiện thời tiết bình thường và giảm hơn so với trước và sau thời kì giãn cách. Trong khi đó sự giảm nồng độ $PM_{2.5}$ ở thành phố Hồ Chí Minh trong thời kì giãn cách là 41,4% so với ước tính điều kiện thời tiết bình thường và cũng giảm so với trước và sau thời kì giãn cách.

Dựa vào kết quả nghiên cứu phân bố $PM_{2.5}$ cho năm 2019 và dữ liệu thu thập được từ các cơ sở khám chữa bệnh và dữ liệu về dân số, **chúng tôi ước tính được có khoảng 56,8 nghìn ca, đồng nghĩa 9,9% số ca tử vong sớm do các nguyên nhân tự nhiên tại Việt Nam trong năm 2019 có liên quan đến phơi nhiễm với nồng độ $PM_{2.5}$.** Các khu vực có số ca tử vong sớm ước tính cao bao gồm vùng Đồng bằng sông Hồng, Bắc

Trung Bộ và Duyên Hải miền Trung. Xét về các tỉnh thành phố, Hà Nội và Hồ Chí Minh vẫn là hai địa phương có số ca tử vong sớm do phơi nhiễm $PM_{2.5}$ cao nhất cả nước trong năm 2019, với lần lượt 6.250 và 4.130 ca. Các tỉnh Bắc Ninh, Thái Bình, Nghệ An lần lượt có số ca tử vong do $PM_{2.5}$ năm 2019 là 1.047, 1.697 và 1.930 ca. **Bên cạnh đó, chúng tôi cũng tính toán được việc sử dụng các biện pháp kiểm soát phát thải sẽ làm giảm 6,7% số ca tử vong sớm do phơi nhiễm $PM_{2.5}$ trong năm 2019 ở Việt Nam.** Cụ thể, các thành phố Hà Nội có tỉ lệ giảm số ca tử vong theo quận huyện dao động từ 5,6-6,8% còn thành phố Hồ Chí Minh sẽ có thể giảm được 6,9% số ca tử vong theo toàn thành phố. Tỉnh Bắc Ninh có số ca tử vong giảm theo quận huyện dao động từ 5,1-5,8% và tỉnh Thái Bình sẽ có thể giảm 6,1% số ca tử vong trên toàn tỉnh. Trong khi đó tỉnh Nghệ An có tỉ lệ giảm số ca tử vong theo quận huyện giao động từ 5,1-7,4%. Với những ảnh hưởng lớn đến sức khỏe cộng đồng, ta có thể thấy được sự cần thiết của các bên (viện nghiên cứu, địa học, tổ chức chính phủ các cấp và các tổ chức phi chính phủ, khu vực tư nhân, v.v.) để phối hợp và chung tay hành động nhằm giảm thiểu mức độ ô nhiễm không khí và cải thiện chất lượng môi trường cũng như chất lượng sống của nhân dân.

Sơ lược khuyến nghị

Đối với các tổ chức, đơn vị nhà nước, chúng tôi khuyến nghị việc sử dụng các bản đồ phân bố bụi $PM_{2.5}$ từ mô hình và trong tương lai có thể mở rộng sang các chất ô nhiễm khác để có cái nhìn toàn diện hơn về thực trạng chất lượng không khí ở cấp quốc gia, vùng miền và các tỉnh thành hằng năm. Bên cạnh đó, cũng cần đặt ưu tiên về việc theo dõi, quan trắc (bao gồm việc phát triển mạng lưới quan trắc không khí tiêu chuẩn) và xây dựng các kế hoạch quản lý chất lượng không khí cho các khu vực tỉnh thành phố và các khu vực đô thị có mức độ ô nhiễm cao như được nêu trong báo cáo. Bên cạnh đó, cần xây dựng cơ chế chia sẻ dữ liệu và thông tin đảm bảo/kiểm soát chất lượng tại các trạm cho các hoạt động nghiên cứu khoa học và giáo dục

- truyền thông. Ngoài ra, cần có sự rà soát và cập nhật định kỳ quy chuẩn quốc gia về chất lượng không khí, do hiện tại đang có sự chênh lệch lớn quy chuẩn quốc gia và khuyến nghị của WHO về mức độ $PM_{2.5}$. Bên cạnh quy chuẩn quốc gia, Việt Nam cũng cần có quy chuẩn về ô nhiễm không khí trong nhà vì đây là vấn đề cấp bách của ở các nước thu nhập trung bình và thấp. Ngoài việc quản lý chất lượng không khí, chúng tôi cũng khuyến nghị việc theo dõi ảnh hưởng của ô nhiễm không khí đến sức khỏe định kỳ bởi kết quả từ việc đánh giá này cũng sẽ là một nguồn dữ liệu hữu ích giúp lượng hoá được mức độ hiệu quả của các chính sách được thực hiện. Bên cạnh đó, cũng cần cải thiện hệ thống ghi nhận tử vong và bệnh tật tại các cơ sở y tế nhằm mục đích cập nhật kịp thời và đầy đủ. Hơn nữa, cần thiết có sự hợp tác giữa các đơn vị thuộc các chuyên ngành khác nhau (cụ thể là các cơ quan quản lý chất lượng không khí và các cơ sở y tế cùng với các cơ quan thống kê về dân số) nhằm đảm bảo hiệu quả trong việc đánh giá mức độ và tác động của ô nhiễm không khí đến sức khỏe của cộng đồng.

Về phía các viện nghiên cứu và các trường đại học, chúng tôi khuyến nghị cần có sự đầu tư nghiên cứu về mô hình hóa ô nhiễm không khí ở phạm vi toàn quốc, vùng miền, và thành phố/tỉnh để cung cấp các số liệu hiện trạng và dự báo ONKK có độ chính xác cao. Bên cạnh đó, việc phát triển một phương pháp đánh giá tác động sức khỏe bởi ô nhiễm không khí riêng cho Việt Nam cũng là cần thiết, để làm gia tăng độ chính xác khi đánh giá. Với hiện trạng ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ hiện nay, việc xác định được các nguồn thải ô nhiễm là rất cần thiết để từ đó có các biện pháp giảm thiểu hợp lý. Cuối cùng, ở mỗi quá trình nghiên cứu cũng như đánh giá cần có sự tham khảo ý kiến của các chuyên gia cũng như của các cơ quan quản lý nhà nước để đảm bảo chất lượng của quá trình cũng như sự đúng đắn trong việc diễn giải kết quả. Việc này cũng cung cấp thêm thông tin, tăng cường sự quan tâm và khả năng cam kết của các cơ quan quản lý tới việc ứng dụng kết quả nghiên cứu vào các hoạt động quản lý.



© Nguyễn Nam Hải

MỤC LỤC

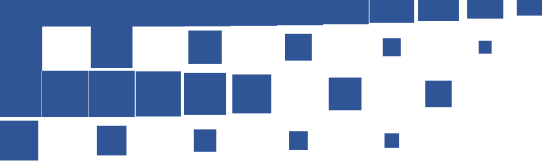
DANH MỤC HÌNH VẼ	12
DANH MỤC BẢNG BIỂU	14
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT	15
GIỚI THIỆU	16
PHƯƠNG PHÁP	19
Dữ liệu	20
Phương pháp tính toán	22
Lưu ý khi diễn giải kết quả	23
HIỆN TRẠNG BỤI PM _{2.5} NĂM 2021	25
Hiện trạng bụi PM _{2.5} toàn quốc	26
Hiện trạng bụi PM _{2.5} tại khu vực đô thị	30
Hiện trạng bụi PM _{2.5} miền Bắc 2021	32
Hiện trạng bụi PM _{2.5} ở thủ đô Hà Nội	34
Hiện trạng bụi PM _{2.5} ở Bắc Ninh	36
Hiện trạng bụi PM _{2.5} ở Thái Bình	38
Hiện trạng bụi PM _{2.5} miền Trung 2021	40
Hiện trạng bụi PM _{2.5} ở Nghệ An	42
Hiện trạng bụi PM _{2.5} miền Nam 2021	44
Hiện trạng bụi PM _{2.5} ở TP. Hồ Chí Minh	46
Chất lượng không khí thời kỳ giãn cách xã hội do COVID - 19	48
ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG LÊN SỨC KHOẺ	51
Đánh giá tác động lên sức khỏe ở quy mô toàn quốc	52
Đánh giá tác động lên sức khỏe ở miền Bắc	54

Đánh giá tác động lên sức khỏe ở Bắc Ninh	56
Đánh giá tác động lên sức khỏe ở Thái Bình	57
Đánh giá tác động lên sức khỏe ở miền Trung	58
Đánh giá tác động lên sức khỏe ở Nghệ An	59
Đánh giá tác động lên sức khỏe ở miền Nam	60
Đánh giá tác động lên sức khỏe ở thành phố Hồ Chí Minh	61
KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ	62
TÀI LIỆU TRÍCH DẪN	67
PHỤ LỤC	69
Phụ lục A1: Phương pháp phân tích hiện trạng bụi PM _{2.5}	70
Phụ lục A2: Phương pháp xây dựng bản đồ nồng độ bụi PM _{2.5}	70
Phụ lục A3: Phương pháp tính toán trung bình tháng/năm và trung bình tỉnh, thành phố/quận, huyện	72
Phụ lục A4: Phương pháp tính toán phơi nhiễm bụi PM _{2.5} (PM _{2.5} theo trọng số dân số)	73
Phụ lục A5: Danh sách các đô thị thuộc các nhóm khác nhau	74
Phụ lục A6: Phương pháp đánh giá tác động của giãn cách xã hội do dịch COVID-19 lên chất lượng không khí	76
Phụ lục B1: Phương pháp đánh giá chất lượng Bản đồ nồng độ bụi PM _{2.5}	77
Phụ lục B2: Kết quả đánh giá chất lượng Bản đồ nồng độ bụi PM _{2.5}	77
Phụ lục C: Nồng độ trung bình/trung bình theo trọng số dân PM _{2.5} theo tỉnh/thành, quận/huyện	83

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.	Minh họa kích thước của bụi PM _{2.5}	18
Hình 2.	Phương pháp tiếp cận đánh giá nguy cơ sức khỏe do ô nhiễm không khí (chỉnh sửa lại theo WHO-EU- 2016)	22
Hình 3.	Bản đồ nồng độ bụi PM _{2.5} trung bình năm 2021	26
Hình 4.	Biểu đồ tỉ lệ tăng/giảm nồng độ bụi PM _{2.5} trung bình năm 2021 so với trung bình năm 2019 và 2020	27
Hình 5.	Biểu đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình năm theo tỉnh năm 2021	29
Hình 6.	Phân loại đô thị toàn quốc trong giai đoạn năm 2021-2023 (QĐ 241/QĐ-TTG)	30
Hình 7.	Tỉ lệ số đô thị có nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 vượt chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT	31
Hình 8.	Trung bình tỉ lệ số ngày thuộc các mức chất lượng không khí (tính theo nồng độ PM _{2.5} trung bình ngày) ở các loại đô thị khác nhau năm 2021	31
Hình 9.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 khu vực miền Bắc	32
Hình 10.	Nồng độ PM _{2.5} trung bình năm và nồng độ PM _{2.5} theo trọng số dân số cấp tỉnh năm 2021 ở miền Bắc	33
Hình 11.	Biểu đồ số tỉnh/thành dưới ngưỡng quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT ở miền Bắc	33
Hình 12.	Khoảng giá trị trung bình năm nồng độ PM _{2.5} các quận/huyện ở miền Bắc	33
Hình 13.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 ở Hà Nội	34
Hình 14.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình tháng năm 2021 ở Hà Nội	34
Hình 15.	Biểu đồ xếp hạng giá trị nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 ở Hà Nội theo quận/huyện và mức tăng (giảm) so với năm 2020 và 2019	35
Hình 16.	Giá trị nồng độ PM _{2.5} trung bình tháng ở Hà Nội	35
Hình 17.	Tỉ lệ số ngày có CLKK thuộc các mức khác nhau (tính theo nồng độ PM _{2.5}) ở Hà Nội	35
Hình 18.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 ở Bắc Ninh	36
Hình 19.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình tháng năm 2021 ở Bắc Ninh	36
Hình 20.	Biểu đồ xếp hạng giá trị nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 ở Bắc Ninh theo quận/huyện và mức tăng (giảm) so với năm 2020 và 2019	37
Hình 21.	Giá trị nồng độ PM _{2.5} trung bình tháng ở Bắc Ninh	37
Hình 22.	Tỉ lệ số ngày có CLKK thuộc các mức khác nhau (tính theo nồng độ PM _{2.5}) ở Bắc Ninh	37
Hình 23.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 ở Thái Bình	38
Hình 24.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình tháng năm 2021 ở Thái Bình	38
Hình 25.	Biểu đồ xếp hạng giá trị nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 ở Thái Bình theo quận/huyện và mức tăng (giảm) so với năm 2020 và 2019	39
Hình 26.	Giá trị nồng độ PM _{2.5} trung bình tháng ở Thái Bình	39
Hình 27.	Tỉ lệ số ngày có CLKK thuộc các mức khác nhau (tính theo nồng độ PM _{2.5}) ở Thái Bình	39
Hình 28.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 khu vực miền Trung	40
Hình 29.	Nồng độ PM _{2.5} trung bình năm và nồng độ PM _{2.5} theo trọng số dân số cấp tỉnh năm 2021 ở miền Trung	41
Hình 30.	Biểu đồ số tỉnh dưới ngưỡng tiêu chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT ở miền Trung	41
Hình 31.	Khoảng giá trị trung bình năm nồng độ PM _{2.5} các quận/huyện ở miền Trung	41
Hình 32.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 ở Nghệ An	42

Hình 33.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình tháng năm 2021 ở Nghệ An	42
Hình 34.	Biểu đồ xếp hạng giá trị nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 ở nghệ An theo quận/huyện và mức tăng (giảm) so với năm 2020 và 2019	43
Hình 35.	Giá trị nồng độ PM _{2.5} trung bình tháng ở Nghệ An	43
Hình 36.	Tỉ lệ số ngày có CLKK thuộc các mức khác nhau (tính theo nồng độ PM _{2.5}) ở Nghệ An	43
Hình 37.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 khu vực miền Nam	44
Hình 38.	Nồng độ PM _{2.5} trung bình năm và nồng độ PM _{2.5} theo trọng số dân số cấp tỉnh năm 2021 ở miền Nam	45
Hình 39.	Tỉ lệ số tỉnh dưới ngưỡng tiêu chuẩn QCVN 05:2013 và WHO 2021 ở miền Nam	45
Hình 40.	Khoảng giá trị trung bình năm nồng độ PM _{2.5} các quận/huyện ở miền Nam	45
Hình 41.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 ở TP. Hồ Chí Minh	46
Hình 42.	Bản đồ nồng độ PM _{2.5} trung bình tháng năm 2021 ở TP. Hồ Chí Minh	46
Hình 43.	Biểu đồ xếp hạng giá trị nồng độ PM _{2.5} trung bình năm 2021 ở TP. Hồ Chí Minh theo quận/huyện và mức tăng (giảm) so với năm 2020 và 2019	47
Hình 44.	Giá trị nồng độ PM _{2.5} trung bình tháng ở TP. Hồ Chí Minh	47
Hình 45.	Tỉ lệ số ngày có CLKK thuộc các mức khác nhau (tính theo nồng độ PM _{2.5}) ở TP. Hồ Chí Minh	47
Hình 46.	Nồng độ PM _{2.5} trung bình ngày đo được trong khoảng thời gian giãn cách năm 2021 và nồng độ PM _{2.5} ước tính dưới điều kiện bình thường tại vị trí trạm khí tượng UWYO trên đường Nguyễn Khang tại Hà Nội	48
Hình 47.	Nồng độ PM _{2.5} trung bình ngày đo được trong khoảng thời gian giãn cách năm 2021 và nồng độ PM _{2.5} ước tính dưới điều kiện bình thường tại vị trí các trạm khí tượng UWYO tại sân bay Tân Sơn Nhất tại TP. Hồ Chí Minh	48
Hình 48.	Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} cao hơn WHO năm 2019 tại Việt Nam	52
Hình 49.	Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} cao hơn WHO năm 2019 tại Việt Nam (trường hợp giả định)	53
Hình 50.	Tỷ lệ giảm số ca quy thuộc trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại mười tỉnh có thay đổi lớn nhất	53
Hình 51.	Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} cao hơn WHO năm 2019 tại vùng Trung du và miền núi phía Bắc và Đồng bằng Sông Hồng	54
Hình 52.	Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại các tỉnh Trung du và miền núi phía Bắc và Đồng Bằng Sông Hồng	54
Hình 53.	Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} cao hơn WHO năm 2019 tại Hà Nội	55
Hình 54.	Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại Hà Nội	55
Hình 55.	Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} cao hơn WHO tại Bắc Ninh	56
Hình 56.	Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại Bắc Ninh	56
Hình 57.	Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} cao hơn WHO tại Thái Bình	57
Hình 58.	Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại Thái Bình	57
Hình 59.	Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM _{2.5} cao hơn WHO năm 2019 tại Bắc Trung Bộ và Duyên Hải miền Trung và Tây Nguyên	58



Hình 60. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại Bắc Trung Bộ và Duyên Hải miền Trung và Tây Nguyên 58

Hình 61. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn WHO năm 2019 tại Nghệ An..... 59

Hình 62. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại Nghệ An 59

Hình 63. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm quá mức PM_{2.5} so với WHO tại Đông Nam Bộ và Đồng Bằng sông Cửu Long năm 2019..... 60

Hình 64. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại các tỉnh Đông Nam Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long..... 60

Hình 65. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm quá mức PM_{2.5} so với WHO tại Thành Phố Hồ Chí Minh..... 61

Hình 66. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại TP. Hồ Chí Minh 61

Hình 67. Phương pháp xây dựng bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} trên Việt Nam..... 72

Hình 68. Minh họa tính trung bình tháng (năm) và trung bình tỉnh/thành phố (quận/huyện)..... 72

Hình 69. Bản đồ phơi nhiễm PM_{2.5} (nồng độ PM_{2.5} tính theo trọng số dân số) cấp tỉnh năm 2021..... 73

Hình 70. Đánh giá chất lượng bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} hàng ngày trên từng trạm trên Việt Nam trong khoảng thời gian 2021 79

Hình 71. Đánh giá chất lượng bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} TB tháng trên từng trạm trên Việt Nam trong khoảng thời gian 2021..... 80

Hình 72. Đánh giá bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình tháng với trạm quan trắc tại một số tỉnh/thành phố..... 81

Hình 73. Đánh giá chất lượng bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm tại từng trạm trong năm 2021 82

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1. Bảng giá trị chất lượng không khí và màu biểu thị tương ứng 21

Bảng 2. Các quận/huyện ô nhiễm nhất và ít ô nhiễm nhất năm 2021 dựa trên nồng độ PM_{2.5} trung bình năm ở miền Bắc 33

Bảng 3. Các quận/huyện ô nhiễm nhất và ít ô nhiễm nhất năm 2021 dựa trên nồng độ PM_{2.5} trung bình năm ở miền Trung 41

Bảng 4. Các quận/huyện ô nhiễm nhất và ít ô nhiễm nhất năm 2021 dựa trên nồng độ PM_{2.5} trung bình năm ở miền Nam 45

Bảng 5. Bảng tiêu chí phân loại đô thị theo Nghị quyết số 1210/2016/UBTVQH13 74

Bảng 6. Kết quả đánh giá mô hình ước tính nồng độ PM_{2.5} dưới các điều kiện khí tượng bình thường tại các điểm trạm UWYO tại Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh 76

Bảng 7. Kết quả đánh giá nồng độ PM_{2.5} trung bình tháng và năm ước tính bởi 2 nhóm nghiên cứu với dữ liệu trạm quan trắc tại Việt Nam 78

Bảng 8. Giá trị nồng độ PM_{2.5} trung bình/theo trọng số dân số của từng tỉnh/thành phố..... 83

Bảng 9. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm/trọng số dân số theo quận/huyện của 1 số tỉnh/thành phố..... 84

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

Bộ TNMT/BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
CLKK	Chất lượng không khí
ĐHQG	Đại học Quốc gia
ONKK	Ô nhiễm không khí
QCVN	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia
TNMT	Tài nguyên và Môi trường
TP. Hồ Chí Minh	Thành phố Hồ Chí Minh
AOD	Aerosol Optical Depth - Độ sâu quang học sol khí
COVID-19	Coronavirus Disease-19 - Dịch bệnh do vi-rút Corona
EPI	Environmental Performance Index – Chỉ số Hiệu quả Môi trường
HEI	Health Effects Institute - Viện Nghiên cứu Ảnh hưởng Sức khỏe
HN EPA	Hanoi Environmental Protection Agency – Chi cục Bảo vệ Môi trường Hà Nội
MEM	Mixed Effect Model - Mô hình ảnh hưởng hỗn hợp
MRE	Mean Relative Error - Sai số tương đối
PM	Particulate Matter – Bụi
PM_{2.5}	Bụi PM _{2.5} (bụi có đường kính khí động lực học ≤2,5 μm)
RMSE	Root Mean Square Error - Sai số quân phương
US EPA	United States Environmental Protection Agency - Cục Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ
UWYO	University of Wyoming – Đại học Wyoming, Mỹ
VN_AQI	Vietnam Air Quality Index - Chỉ số chất lượng không khí Việt Nam
WHO	World Health Organization - Tổ chức Y tế Thế giới
World Bank	Ngân hàng Thế giới
WRF (model)	Weather Research and Forecasting model - Mô hình Nghiên cứu và Dự đoán Thời tiết

GIỚI THIỆU

Hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ ở Việt Nam

Ô nhiễm không khí là một trong những đe dọa nguy hiểm nhất đối với sức khỏe môi trường mà các quốc gia đang phải đối mặt. Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), đã có 7 triệu ca tử vong sớm quy thuộc do ô nhiễm không khí cả bên ngoài và trong nhà trên toàn cầu mỗi năm⁷. EPI năm 2022 cho thấy phơi nhiễm với ô nhiễm không khí ở Việt Nam ở mức cao (xếp hạng 130 trên tổng số 180 quốc gia)⁸. Tương tự như vậy, theo báo cáo của IQAir/Air Visual, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2021 theo trọng số dân số của Việt Nam cao thứ 36 trong 117 quốc gia⁹.

Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2016 – 2020 cho thấy nồng độ $PM_{2.5}$ có xu hướng tăng từ năm 2017 đến 2019 và giảm năm 2020¹⁰. Báo cáo hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ tại Việt Nam giai đoạn 2019-2020 sử dụng dữ liệu đa nguồn chỉ ra rằng năm 2019 có 13/63 tỉnh/thành phố có nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm vượt quy chuẩn quốc gia, trong đó miền Bắc có 11 tỉnh/thành phố. Năm 2020, toàn quốc có 10/63 tỉnh thành vượt quy chuẩn quốc gia, trong đó tất cả các tỉnh, thành phố này đều nằm ở miền Bắc.¹¹

Hiện nay, hoạt động quan trắc bụi $PM_{2.5}$ cùng các chất ô nhiễm khác phục vụ công tác quản lý nhà nước do Bộ Tài nguyên và Môi trường (TNMT) thực hiện ở cấp trung ương và do các Sở TNMT thực hiện ở cấp địa phương. Bên cạnh đó, dữ liệu bụi $PM_{2.5}$ còn được cung cấp bởi các trạm quan trắc tiêu chuẩn và mạng lưới cảm biến của các đại sứ quán, các tổ chức nghiên cứu khoa học, và đơn vị tư nhân. Trong nhiều năm trở lại đây, kỹ thuật mô hình hóa sử dụng số liệu trạm quan trắc, ảnh vệ tinh (viễn thám) và các dữ liệu phụ trợ được ứng dụng rộng rãi để cung cấp thông tin quan trắc bụi $PM_{2.5}$ ¹². Đây là một phương pháp bổ sung số liệu cho các trạm quan trắc, cung cấp thông tin về sự phân bố không gian của nồng độ

bụi $PM_{2.5}$ trên phạm vi lớn, đặc biệt là ở những nơi chưa có điều kiện lắp đặt các trạm quan trắc.

Trong bối cảnh này, báo cáo này sử dụng dữ liệu mô hình hóa để cung cấp thông tin đầy đủ hơn cả về phân bố không gian và diễn biến thời gian của bức tranh ô nhiễm không khí do bụi $PM_{2.5}$ ở Việt Nam năm 2021. Năm 2020 và 2021 là những năm đặc biệt do có nhiều đợt giãn cách xã hội ở nhiều tỉnh/thành phố ở Việt Nam nhằm để hạn chế sự lây lan và tác động của dịch COVID-19, dẫn đến sự suy giảm lượng phát thải bụi $PM_{2.5}$ từ các hoạt động của con người. Dữ liệu $PM_{2.5}$ được sử dụng và phân tích trong nghiên cứu này là bản đồ nồng độ bụi $PM_{2.5}$ được tính toán từ Mô hình Ảnh hưởng Hỗn hợp (Mixed Effect Model – MEM)¹³. Việc sử dụng dữ liệu này sẽ cho phép tăng cường phân tích phân bố nồng độ bụi trên phạm vi toàn quốc và theo từng tỉnh/thành phố (không gian) và diễn biến nồng độ bụi theo năm, tháng, ngày (thời gian). Các phát hiện trong báo cáo này sẽ giúp đề xuất cơ sở xác định các tỉnh và vùng liên tỉnh đang gặp vấn đề ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ cần chú trọng xây dựng chính sách quản lý chất lượng không khí.

Đánh giá tác động sức khỏe

Việc thực hiện tính toán tác động sức khỏe của một yếu tố môi trường giúp nhà hoạch định chính sách có những bằng chứng về mức độ ảnh hưởng của vấn đề môi trường đó. Trong trường hợp tác động của ô nhiễm không khí, những tác động này có thể được đo bằng tổng số ca mắc, nhập viện hoặc tử vong trong quần thể được cho là do phơi nhiễm với ô nhiễm không khí cao hơn mức so sánh. Chất ô nhiễm được dùng để đánh giá nguy cơ sức khỏe phổ biến là bụi $PM_{2.5}$ – đó là bụi có đường kính nhỏ hơn 2,5 μm , vì $PM_{2.5}$ có thể đi sâu vào phế nang và gây ra các tác động xấu đến sức khỏe.

[7] WHO, 2014

[8] Wolf, M. J và cộng sự, 2022

[9] IQAir, 2022

[10] TCMT, 2021

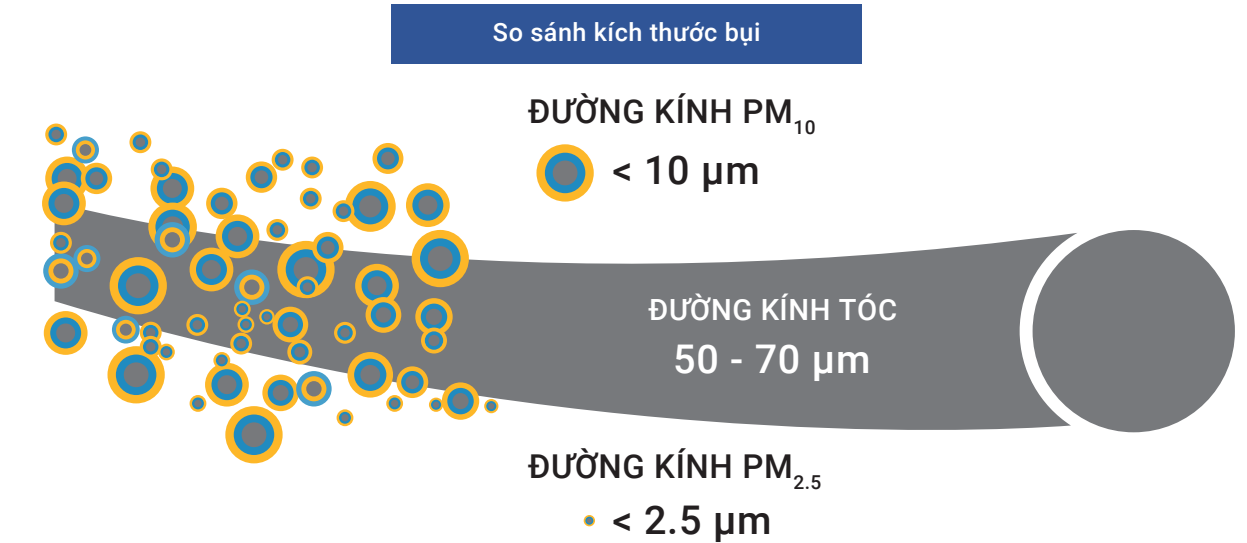
[11] VNU-UET & Live&Learn & USAID, 2021

[12] A. J. Cohen và cộng sự, 2015; B. N. Duncan và cộng sự, 2014; Yale, 2020; Health Effects Institute, 2020

[13] I. Kloog và cộng sự, 2014, H. J. Lee và cộng sự, 2016

Trong thời gian từ tháng 1 năm 2020 đến đầu năm 2021, Việt Nam áp dụng hàng loạt những biện pháp nhằm giảm sự lây lan của virus SAR-COVID-2. Những biện pháp bao gồm: hạn chế đi lại, giãn cách xã hội một phần hoặc cả một vùng. Những biện pháp này phần nào dẫn tới sự hạn chế phát thải do phương tiện giao thông. Ngoài ra, do dịch bệnh nên các hoạt động sản xuất cũng hạn chế. Nhưng nó lại trở thành một

“thử nghiệm tự nhiên” thể hiện sự can thiệp sâu làm giảm nguồn phát thải ô nhiễm không khí. Chúng tôi giả định rằng nếu trước năm 2019, Việt Nam áp dụng các biện pháp hạn chế như năm 2020 nồng độ năm 2019 sẽ bằng nồng độ $PM_{2.5}$ tại thời điểm năm 2021. Dẫn tới, số ca tử vong năm 2019 đã có thể thay đổi được phân tích trong nghiên cứu này.



Hình 1. Minh họa kích thước của bụi $PM_{2.5}$
Nguồn: <https://ww2.arb.ca.gov/resources/inhalable-particulate-matter-and-health>

Tính mới

Báo cáo “Bụi $PM_{2.5}$ và tác động sức khỏe tại Việt Nam năm 2021” trình bày kết quả nghiên cứu về hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ năm 2021 và đánh giá lợi ích sức khỏe nếu như ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ được kiểm soát ở phạm vi toàn quốc. Nghiên cứu này có một số điểm mới như sau:

- Đây là nghiên cứu đầu tiên phân tích và đánh giá hiện trạng bụi $PM_{2.5}$, kết hợp với đánh giá tác động sức khỏe cho 63 tỉnh thành, và phân tích chuyên sâu tới cấp huyện cho nhiều tỉnh/thành phố.
- Dữ liệu $PM_{2.5}$ được sử dụng và phân tích trong nghiên cứu này là bộ dữ liệu nồng độ bụi $PM_{2.5}$

trung bình ngày, phân bố theo không gian với độ phân giải 3x3 km và bao phủ toàn quốc (gọi là bản đồ nồng độ bụi $PM_{2.5}$), được tính toán từ số liệu nhiều trạm quan trắc tiêu chuẩn quốc gia và dữ liệu khác (dữ liệu vệ tinh, khí tượng, và sử dụng đất), cập nhật tới năm 2021.

- Phân tích hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ toàn quốc, theo vùng miền, và tại 5 tỉnh/thành phố trong năm 2021
- Tương tự, nghiên cứu tác động sức khỏe đánh giá quy mô quốc gia. Đó là tác động nguy cơ sức khỏe phản ánh số ca tử vong có thể tránh được nếu Việt Nam nếu nồng độ $PM_{2.5}$ được kiểm soát.

PHƯƠNG PHÁP

PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5}

Phương pháp phân tích hiện trạng bụi PM_{2.5}

Số liệu trạm quan trắc tiêu chuẩn thường được sử dụng trong các báo cáo chất lượng không khí. Các trạm quan trắc này phục vụ cho quản lý nhà nước, có chất lượng dữ liệu tốt nhưng chi phí lắp đặt và vận hành cao, phân bố không đồng đều và chưa phủ rộng trên cả nước. Trong khi đó, bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} hàng ngày cung cấp thông tin về bụi PM_{2.5} trên phạm vi lớn, trong thời gian dài, đặc biệt là ở những nơi chưa có điều kiện lắp đặt các trạm quan trắc. Tuy nhiên, tần suất dữ liệu (theo trung bình ngày) và chất lượng dữ liệu của bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} thấp hơn so với các trạm quan trắc (theo trung bình giờ).

Để đánh giá hiện trạng bụi PM_{2.5} trong năm 2021 trên Việt Nam, chúng tôi sử dụng các bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} hàng ngày ở Việt Nam với độ phân giải không gian 3x3 km trong thời gian 2019 – 2021. Bản đồ được xây dựng sử dụng mô hình ảnh hưởng hỗn hợp (MEM) với các dữ liệu đầu vào bao gồm số liệu tại trạm quan trắc, ảnh sol khí vệ tinh (AOD), số liệu khí tượng, và số liệu sử dụng đất từ năm 2012 – 2021 (Phụ lục A1). Các bản đồ đã được kiểm chứng và đánh giá bằng việc so sánh với trạm quan trắc (Phụ lục B).

Trong nghiên cứu này, dữ liệu bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} được tổng hợp và phân tích theo nhiều mức chi tiết không gian (toàn quốc, vùng/miền, tỉnh/thành, và các khu vực quận/huyện thuộc tỉnh/thành) và thời gian (theo trung bình năm, theo trung bình tháng và theo ngày). Xem chi tiết ở Phụ lục A1.

Phương pháp xây dựng bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5}

Bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} theo ngày trên Việt Nam được xây dựng dựa trên Mô hình Ảnh hưởng

Hỗn hợp (Mixed Effect Model) sử dụng các nguồn dữ liệu khác nhau trong giai đoạn 2012 – 2021. Dữ liệu đầu vào bao gồm số liệu trạm quan trắc tiêu chuẩn, sản phẩm ảnh vệ tinh (MODIS/VIIRS AOD), các bản đồ khí tượng (độ ẩm, chiều cao lớp biên hành tinh (Planetary boundary layer height - PBLH), các bản đồ sử dụng đất (mật độ giao thông, chỉ số thực vật, địa hình). Chi tiết được trình bày ở Phụ lục A2.

Phương pháp tính toán trung bình tháng/năm và trung bình tỉnh, thành phố/quận, huyện

Các bản đồ nồng độ PM_{2.5} theo ngày tạo ra từ mô hình MEM được tổng hợp thành các bản đồ trung bình tháng. Phương pháp tổng hợp là tính trung bình giá trị PM_{2.5} cho một điểm ảnh 3x3km (khu vực con) tất cả các ngày trong tháng. Thực hiện tính toán như vậy cho tất cả các khu vực con (điểm ảnh) trên Việt Nam, thu được bản đồ PM_{2.5} trung bình tháng. Bản đồ PM_{2.5} trung bình năm được tính toán trung bình từ các bản đồ tháng theo phương pháp tương tự. Chi tiết được trình bày ở Phụ lục A3. Để tính toán giá trị PM_{2.5} trung bình cấp tỉnh/thành phố hoặc quận/huyện, các giá trị PM_{2.5} tại các điểm ảnh 3x3 km trong vùng quan tâm được trích xuất, sau đó tính trung bình các giá trị đó để thu được giá trị trung bình chung cho toàn vùng quan tâm. Chi tiết được trình bày ở Phụ lục A3.

Phương pháp tính toán mức độ phơi nhiễm bụi PM_{2.5} (Nồng độ bụi PM_{2.5} theo trọng số dân số)

Nồng độ PM_{2.5} theo trọng số dân số tại một khu vực thể hiện mức độ phơi nhiễm với bụi PM_{2.5} của dân cư sinh sống tại khu vực đó. Giá trị ô nhiễm PM_{2.5} cho một khu vực, thay vì tính trung bình chung trên tất cả các vị trí trong vùng, được tính trung bình theo trọng số dân số. Trong đó, các vị trí có đông dân cư, giá trị bụi PM_{2.5} sẽ chiếm trọng số cao hơn các vị trí có ít dân cư sinh sống. Trong khi phương pháp tính trung bình chung, các vị trí đều có trọng số như nhau. Chi tiết phương pháp được trình bày ở Phụ lục A4.

Phương pháp tính toán chất lượng không khí theo phân loại đô thị

Các đô thị được phân loại dựa trên các tiêu chí của Nghị quyết 1210/2016/UBTVQH13. Danh sách các loại đô thị trên toàn quốc được cập nhật tới tháng 12/2021 được liệt kê chi tiết ở Phụ lục A5. Từ đó, nồng độ bụi PM_{2.5} được tổng hợp cho từng đô thị, sau đó tính trung bình cho từng phân loại đô thị. Số lượng đô thị có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm vượt ngưỡng quy chuẩn quốc gia QCVN 05:2013/BTNMT và trung bình tỉ lệ số ngày thuộc các mức chất lượng không khí khác nhau ở từng phân loại đô thị được phân tích.

Phương pháp đánh giá tác động của giãn cách xã hội do dịch COVID-19 lên chất lượng không khí

Chất lượng không khí bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, trong đó phải kể đến yếu tố thời tiết. Trong báo cáo này, nồng độ PM_{2.5} dưới điều kiện thời tiết bình thường trong thời gian giãn cách xã hội do dịch COVID-19 được ước tính từ các yếu tố thời

tiết bao gồm nhiệt độ, độ ẩm tương đối, áp suất khí quyển, tốc độ và hướng gió, tầm nhìn dựa trên dữ liệu quá khứ. Sau đó, giá trị PM_{2.5} này được so sánh với các giá trị PM_{2.5} thực tế (bị ảnh hưởng bởi thời tiết và các yếu tố khác) tính toán từ mô hình MEM. Từ đó, chênh lệch giữa hai giá trị PM_{2.5} này có thể đánh giá được ảnh hưởng của những yếu tố khác thời tiết (trong đó có giãn cách xã hội) lên chất lượng không khí. Chi tiết phương pháp có ở Phụ lục A6.

Quy đổi giá trị nồng độ PM_{2.5} sang Chỉ số Chất lượng không khí Việt Nam

Quy đổi giá trị nồng độ PM_{2.5} sang Chỉ số Chất lượng Không khí Việt Nam sử dụng bảng quy đổi giá trị từ Quyết định về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí tại Việt Nam (VN_AQI)¹⁴, được xây dựng và ban hành ngày 12 tháng 11 năm 2019 bởi Tổng cục Môi trường.

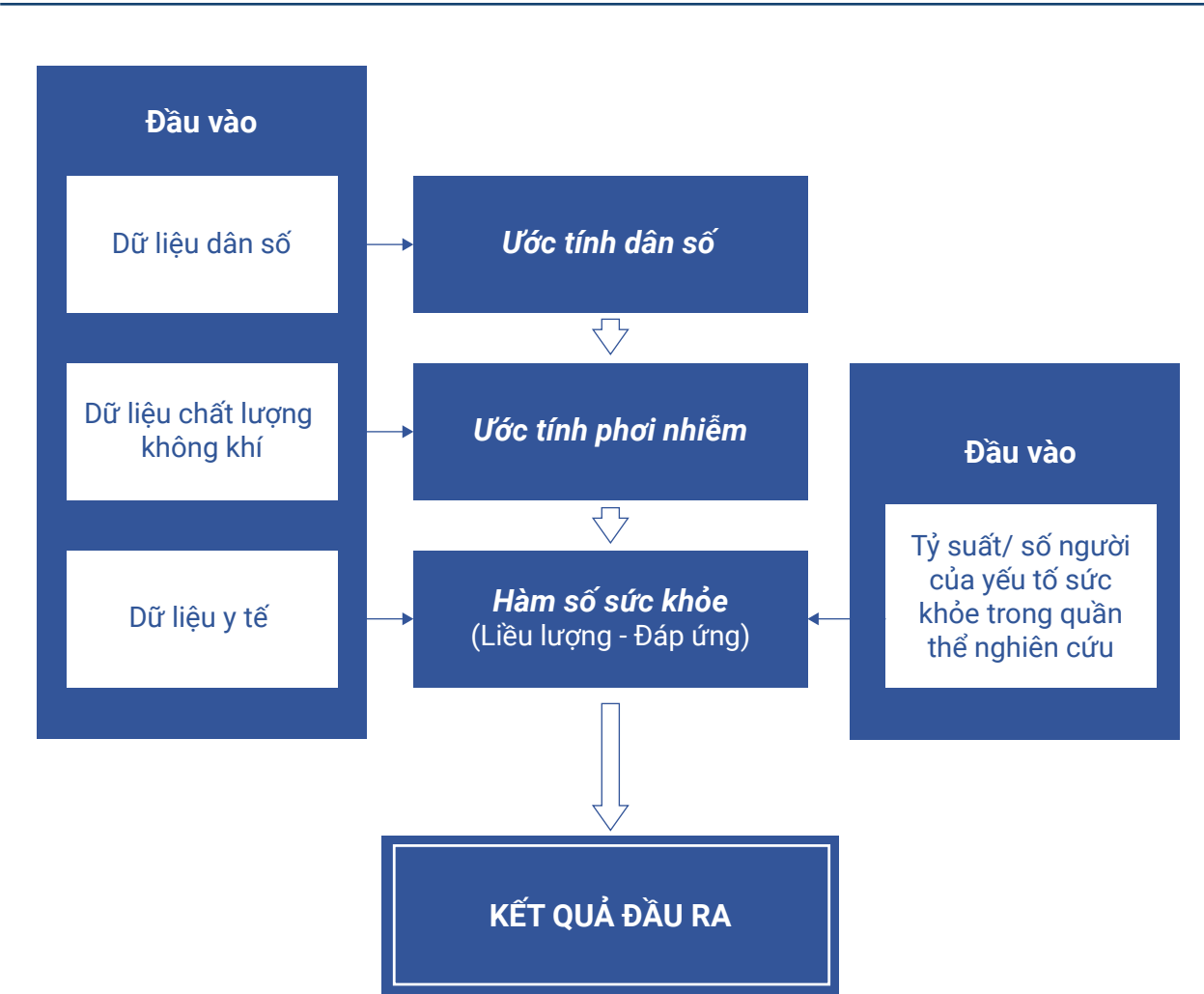
Bảng 1. Bảng giá trị chất lượng không khí và màu biểu thị tương ứng

Chất lượng không khí	Khoảng giá trị AQI	Nồng độ PM _{2.5} (µm ³)	Ảnh hưởng tới sức khỏe con người
Tốt	0÷50	0÷25	Chất lượng không khí tốt, không ảnh hưởng đáng kể tới sức khỏe.
Trung bình	51÷100	25,1÷50	Chất lượng không khí ở mức chấp nhận được. Tuy nhiên, đối với những người nhạy cảm (người già, trẻ em, người mắc bệnh hô hấp, tim mạch...) có thể chịu những tác động nhất định tới sức khỏe.
Kém	101÷150	50,1÷80	Những người nhạy cảm gặp phải các vấn đề về sức khỏe, những người bình thường ít ảnh hưởng.
Xấu	151÷200	80,1÷150	Những người bình thường bắt đầu có các ảnh hưởng tới sức khỏe, nhóm người nhạy cảm có thể gặp những vấn đề sức khỏe nghiêm trọng hơn.
Rất xấu	201÷300	150,1÷250	Cảnh báo ảnh hưởng tới sức khỏe: mọi người bị ảnh hưởng tới sức khỏe nghiêm trọng hơn.
Nguy hại	301÷500	250,1÷500	Cảnh báo khẩn cấp về sức khỏe: Toàn bộ dân số bị ảnh hưởng tới sức khỏe tới mức nghiêm trọng.

[14] Tổng cục môi trường, 2019

PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG BỤI PM_{2.5} LÊN SỨC KHOẺ

Nghiên cứu áp dụng các bước theo hướng dẫn của WHO theo hình 2:



Hình 2. Phương pháp tiếp cận đánh giá nguy cơ sức khỏe do ô nhiễm không khí (chỉnh sửa lại theo WHO-EU- 2016)

Số liệu đầu vào

Dân số cả nước năm 2019 của từng quận/huyện theo từng nhóm tuổi: Số liệu này được trích xuất

từ báo cáo Tổng Điều tra dân số và nhà ở năm 2019 của Tổng Cục Thống kê. Tổng điều tra dân số được thực hiện năm 2019 trên 63 tỉnh thành bao gồm cả thống kê toàn bộ dân số và điều tra

tử vong và sinh theo mẫu của Tổng cục Thống kê¹⁵.

• Tỷ suất tử vong chung (được báo cáo bởi Tổng Cục Thống kê (www.gso.org.vn), và Khảo sát quốc gia về tai nạn thương tích tại Việt Nam trong năm 2010¹⁶,

• Nồng độ trung bình năm PM_{2.5} năm 2021 và năm 2019: nghiên cứu sử dụng bản đồ nồng độ trung bình năm của Việt Nam năm 2019 và 2021 được tính toán trong báo cáo này.

• Hàm sức khỏe được tính theo phương pháp ước lượng số ca tử vong toàn cầu (Global Exposure Mortality Model-GEMM) của Burnett, 2018¹⁷. Trong đó số ca tử vong do các nguyên nhân không chấn thương ở quần thể tuổi trên 25 cho mỗi đơn vị tăng nồng độ PM_{2.5} được ước lượng từ phân tích gộp kết quả nghiên cứu của 41 nghiên cứu trên thế giới, trong đó có những nước có nồng độ PM_{2.5} cao như Trung quốc. Nghiên cứu tử vong không chấn thương được lựa chọn do những bằng chứng về mối liên quan giữa chấn thương và ô nhiễm không khí hiện nay chưa rõ ràng. Nghiên cứu cũng chỉ tính toán gánh nặng tử vong cho quần thể những người trên 25 tuổi theo khuyến cáo của GEMM. Việc tính toán gánh nặng tử vong cho những người trên 25 tuổi cũng hạn chế sai số do tử vong do các bệnh liên quan đến sinh sản, hai nghén và các bệnh chu sinh ở nhóm trẻ nhỏ và những bệnh liên quan đến di truyền.

Số ca tử vong quy thuộc được tính từ công thức:

Số ca tử vong quy thuộc: AN = Hàm sức khỏe x Dân số x Tỷ suất tử vong

Nghiên cứu thực hiện các tính toán trên phần mềm BenMAP-CE¹⁸.

Kết quả nghiên cứu sẽ trình bày các kết quả sau:

1) Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm bụi năm 2019 tại Việt Nam (trường hợp thực tế): số ca tử vong do người dân phơi nhiễm với nồng độ bụi PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO - 5 µg/m³).

2) Số ca tử vong sớm có thể hạn chế nếu Việt Nam có mức phát thải (trường hợp giả định): số ca tử vong năm 2019 do người dân phơi nhiễm với nồng độ bụi PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO nếu Việt Nam kiểm soát mức phát thải trước đó như đợt dịch.

3) Số lượng hoặc tỷ lệ ca tử vong có thể giảm nếu Việt Nam áp dụng các biện pháp kiểm soát nguồn phát thải trước năm 2019 (giống như các biện pháp kiểm soát dịch và các yếu tố khác) để nồng độ PM_{2.5} năm 2019 giảm xuống bằng nồng độ PM_{2.5} của năm 2021. Phần này có thể phiên giải là lợi ích sức khỏe năm 2019 của Việt Nam nếu chúng ta có áp dụng các biện pháp kiểm soát nguồn thải được tính bằng (số ca tử vong sớm năm 2021 trong trường hợp kiểm soát mức phát thải (trường hợp giả định) - số ca tử vong quy thuộc năm 2019 (trường hợp thực tế)) / số ca quy thuộc năm 2019 (trường hợp thực tế).

LƯU Ý KHI DIỄN GIẢI KẾT QUẢ

Mục đích:

Giúp người đọc hiểu rõ hơn về các giả định khi thực hiện nghiên cứu và các hạn chế về số liệu sử dụng và kết quả trong báo cáo này. Bên cạnh đó, một số lưu ý về cách biểu diễn dữ liệu cũng được trình bày.

[15] Tổng điều tra dân số và nhà ở năm 2019
[16] Khảo sát quốc gia về tai nạn thương tích tại Việt Nam năm 2010
[17] Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor-fine particulate matter
[18] BenMAP-CE

Về hạn chế của số liệu bụi $PM_{2.5}$

- Do bản đồ nồng độ bụi $PM_{2.5}$ được ước tính dựa trên số liệu quan trắc trạm trong khi số lượng các trạm tại Việt Nam vẫn còn hạn chế, nên kết quả ước tính bản đồ bụi $PM_{2.5}$ có thể có sai số và độ bất định cao ở những vị trí không có trạm quan trắc. Ngoài ra, sai số của các bản đồ còn có thể liên quan đến sai số của các nguồn dữ liệu đầu vào bao gồm số liệu vệ tinh, số liệu khí tượng, số liệu sử dụng đất.
- Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ được trích xuất và phân tích từ bản đồ không gian với độ phân giải 3x3km. Bản đồ được chia thành các khu vực con (ô lưới), mỗi khu vực con có kích thước 3x3km và có một giá trị nồng độ bụi $PM_{2.5}$ chung đại diện. Do vậy sẽ có sự chênh lệch nhất định trong so sánh giữa giá trị $PM_{2.5}$ từ bản đồ (khu vực 3x3km) và từ điểm trạm quan trắc.
- Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình tỉnh/thành phố, quận/huyện được tính toán dựa trên tất cả các ô 3x3km nằm trong khu vực đó. Các tỉnh/thành phố (quận/huyện) có sự không đồng đều về diện tích, có vùng diện tích rộng lớn, có vùng diện tích nhỏ nên nồng độ trung bình tỉnh/quận có thể đạt giá trị thấp tuy nhiên một số khu vực bên trong có thể có giá trị nồng độ $PM_{2.5}$ cao và ngược lại.

Về cách biểu diễn nồng độ bụi $PM_{2.5}$

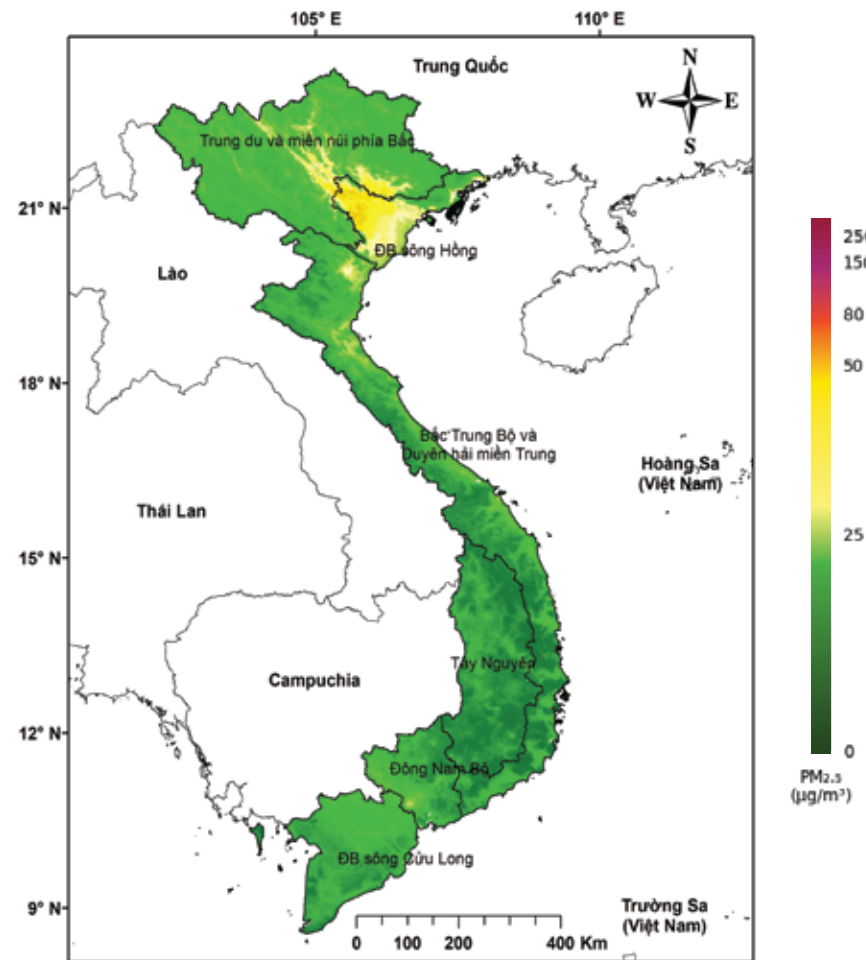
- Dữ liệu nồng độ bụi $PM_{2.5}$ từ mô hình MEM, gồm có nồng độ trung bình ngày, tháng và năm, được sử dụng để phân tích hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ quy mô toàn quốc, tại các vùng/miền, và các tỉnh/thành phố.
- Thang màu của các bản đồ, hình vẽ, bảng biểu dựa trên thang màu của Chỉ số Chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI) với giá trị nồng độ $PM_{2.5}$ được quy đổi sang VN_AQI dựa trên Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI) của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2019.
- Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm từ mô hình MEM được so sánh với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm ($25 \mu g/m^3$) (QCVN 05:2013/BTNMT) để đánh giá ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ tại khu vực hoặc toàn tỉnh/thành phố và với khuyến nghị của WHO năm 2021 ($5 \mu g/m^3$) cho sức khỏe cộng đồng.
- Bản đồ phơi nhiễm bụi $PM_{2.5}$ cấp tỉnh thể hiện mức độ tiếp xúc trung bình của dân số một khu vực (quốc gia, tỉnh, huyện) với bụi $PM_{2.5}$.

Về kết quả đánh giá tác động sức khỏe do bụi $PM_{2.5}$

- Do hạn chế số liệu chấn thương, nên nghiên cứu sử dụng số liệu tỷ suất tử vong do chấn thương năm 2010 để ước lượng tỷ suất chấn thương năm 2019. Tuy nhiên trong 10 năm qua, Việt Nam đã thực hiện hàng loạt các biện pháp nhằm giảm tỷ suất chấn thương, do vậy trên thực tế tỷ suất chấn thương tại Việt Nam có thể đã giảm. Hay nói một cách khác, số tử vong quy thuộc trên thực tế có thể cao hơn số chúng tôi báo cáo.
- Nghiên cứu sử dụng hàm sức khỏe được ước tính từ nguy cơ tử vong do ô nhiễm không khí của các nước trên thế giới, không bao gồm Việt Nam.
- Nghiên cứu sử dụng giả định thay đổi nồng độ $PM_{2.5}$ năm 2019 do các biện pháp hạn chế nguồn phát thải như thời điểm dịch bệnh. Tuy nhiên chúng tôi giả định rằng các yếu tố thời tiết năm 2021 giống như năm 2019.
- Kết quả nghiên cứu không không bao gồm đánh giá tác động ngắn hạn.

HIỆN TRẠNG
BỤI $PM_{2.5}$
NĂM 2021

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} TOÀN QUỐC



Hình 3.
Bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2021

Phân vùng kinh tế - xã hội

Nước ta có 63 tỉnh và thành phố trực thuộc Trung ương và được chia thành 6 vùng kinh tế xã hội theo Nghị định 92/2006/NĐ-CP¹⁹ như sau: vùng Trung du và miền núi phía Bắc (14 tỉnh), vùng Đồng bằng sông Hồng (11 tỉnh), vùng Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung (14 tỉnh), vùng Tây Nguyên (5 tỉnh), vùng Đông Nam Bộ (6 tỉnh) và vùng Đồng bằng sông Cửu Long (13 tỉnh).

Hiện trạng bụi PM_{2.5}

Trên phạm vi toàn quốc trong năm 2021, một số khu vực có nồng độ bụi PM_{2.5} cao tập trung ở đồng bằng sông Hồng (Hình 3). Tại Đồng bằng sông Hồng, ngoài ảnh hưởng của nguồn thải, CLKK cũng chịu tác động một phần của điều kiện khí tượng,

đặc biệt vào mùa đông lạnh²⁰ làm cho nồng độ cao tại một số khoảng thời gian nhất định. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm trên toàn quốc thấp nhất là 11,4 µg/m³ ở Lâm Đồng và cao nhất là 34,9 µg/m³ ở Hà Nội. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 có xu hướng tăng nhẹ từ 1,1% đến 5,2% so với năm 2020 ở hầu hết các khu vực. Một số tỉnh giảm đáng kể dưới 1% bao gồm Long An, Tiền Giang, Cần Thơ, Bạc Liêu, Cà Mau và Sóc Trăng. So sánh với số liệu năm 2019, nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 có xu hướng thấp hơn. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 so với 2019 giảm ít nhất là ở Lai Châu (5,8%) và giảm nhiều nhất ở Phú Yên (10,4%) (Hình 4). Do ảnh hưởng giãn cách xã hội do đại dịch COVID-19, các hoạt động năm 2020, 2021 bị hạn chế, đã góp phần làm giảm một số nguồn phát thải ô nhiễm.

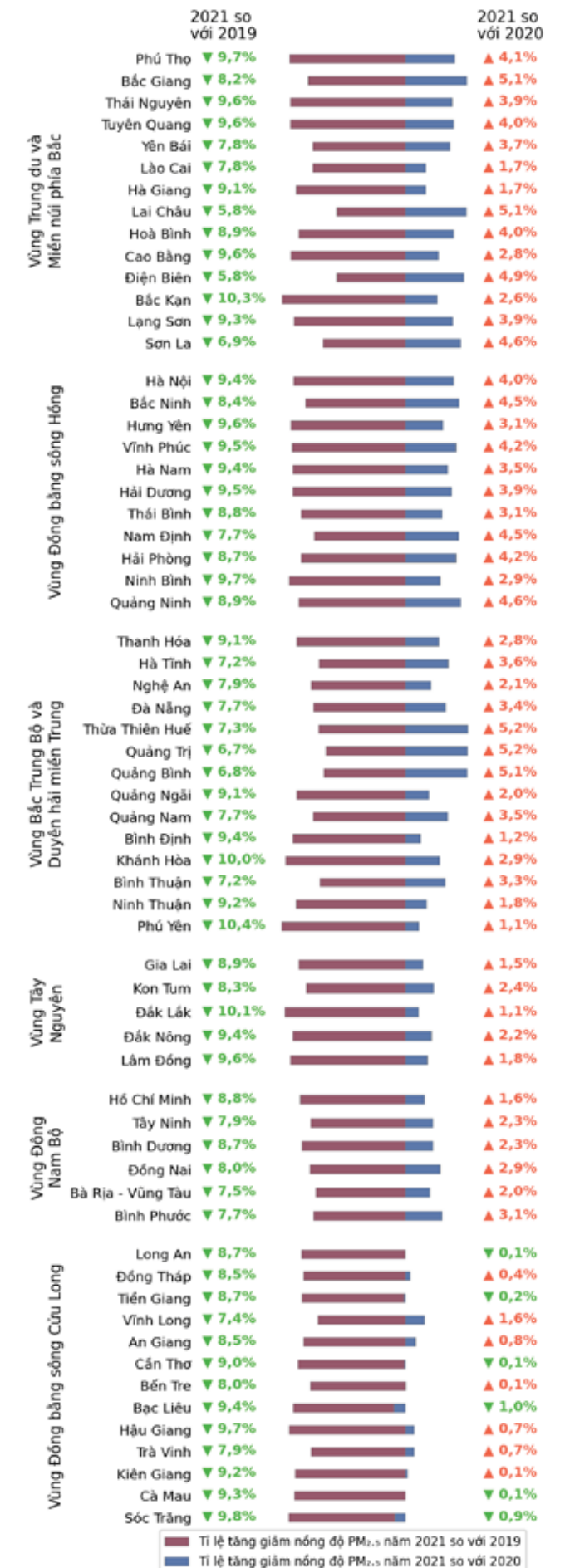
Nguồn phát thải bụi PM_{2.5}

Kiểm kê phát thải năm 2018 trên phạm vi toàn quốc, theo một kết quả nghiên cứu công bố năm 2021²¹, cho thấy lượng phát thải sơ cấp PM_{2.5} từ đốt bỏ phụ phẩm nghiệp chiếm tỉ lệ cao nhất (40%), tiếp theo là đun nấu dân sinh (17%), giao thông đường bộ (13%), cháy rừng (12,7%), hoạt động công nghiệp (11%), và nhà máy nhiệt điện (3,3%). Các lĩnh vực khác chiếm khoảng 3% đóng góp vào tổng lượng phát thải PM_{2.5} của cả nước.

Kế hoạch quản lý chất lượng môi trường không khí cấp tỉnh

Theo Luật Bảo vệ môi trường năm 2020, Quyết định số 985a/QĐ-TTg (tháng 6/2016), Chỉ thị số 03/CT-TTg (tháng 1/2021), của Thủ tướng Chính phủ, Bộ Tài nguyên và Môi trường được giao chủ trì hướng dẫn kỹ thuật xây dựng Kế hoạch quản lý chất lượng môi trường cấp tỉnh. Tháng 1/2022, nghị định 08/2022/NĐ-CP được ban hành quy định một số điều của luật bảo vệ môi trường, trong đó quy định về nội dung và trình tự, thủ tục ban hành kế hoạch quản lý chất lượng môi trường không khí cấp tỉnh.

Nội dung chính của Kế hoạch quản lý chất lượng môi trường không khí cấp tỉnh bao gồm 6 bước trong đó, đánh giá hiện trạng và diễn biến chất lượng môi trường không khí cấp tỉnh và đánh giá ảnh hưởng của ô nhiễm không khí đến sức khỏe cộng đồng là những nội dung quan trọng để xác định mục tiêu và phạm vi quản lý chất lượng môi trường không khí, xây dựng các nhiệm vụ và giải pháp quản lý chất lượng môi trường không khí và tổ chức thực hiện.



Hình 4.
Biểu đồ tỉ lệ tăng/giảm nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2021 so với trung bình năm 2019 và 2020.

[19] Chính phủ, 2006

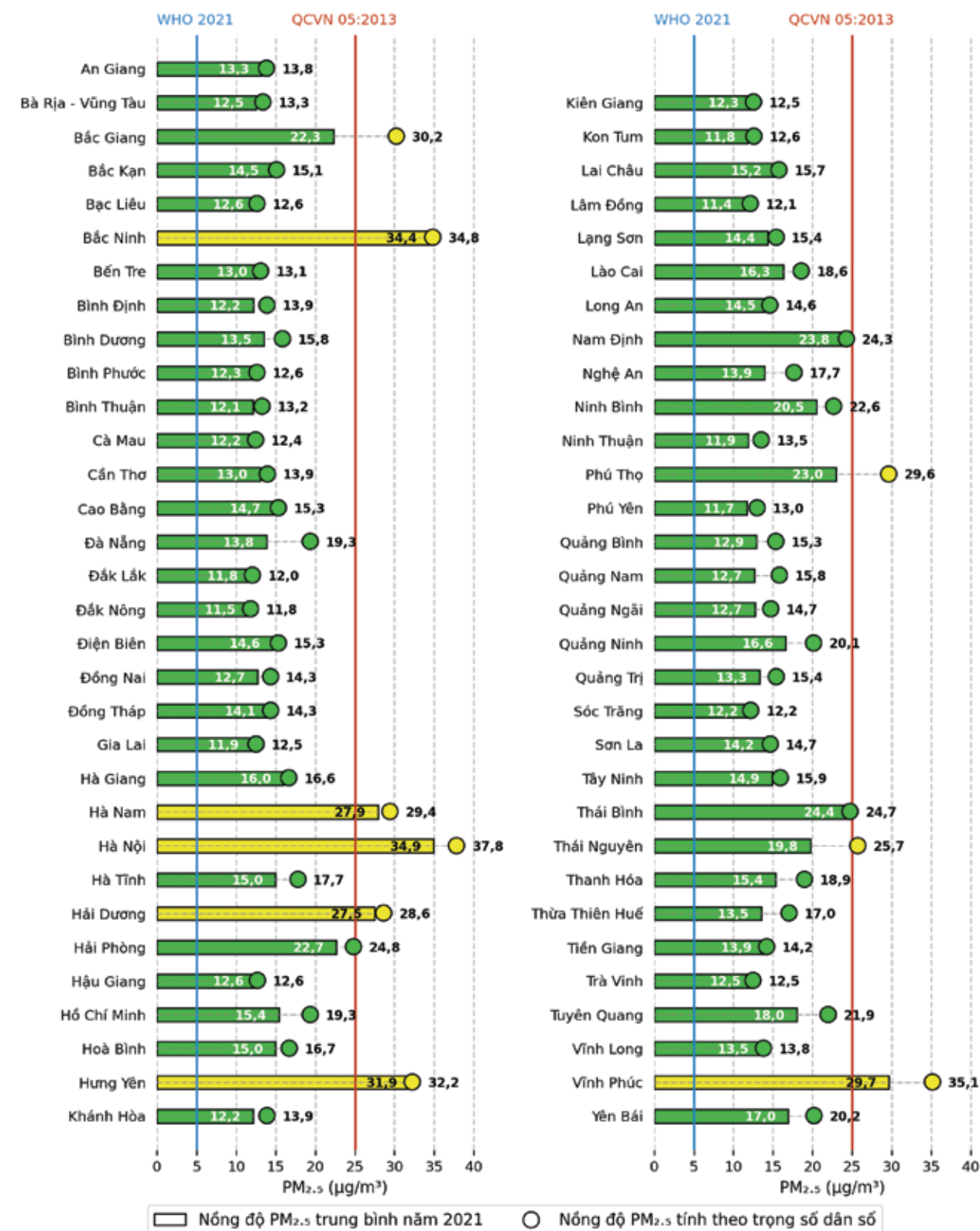
[20] 20 Hai, C.D. & Kim Oanh, N.T., 2013; Hien, P.D. et al., 2002; Hien, P.D. et al., 2004; Vinh, T. et al., 2018.

[21] VNU-UET & Live&Learn & USAID, 2021

NỒNG ĐỘ PM_{2.5} THEO TỈNH/THÀNH NĂM 2021

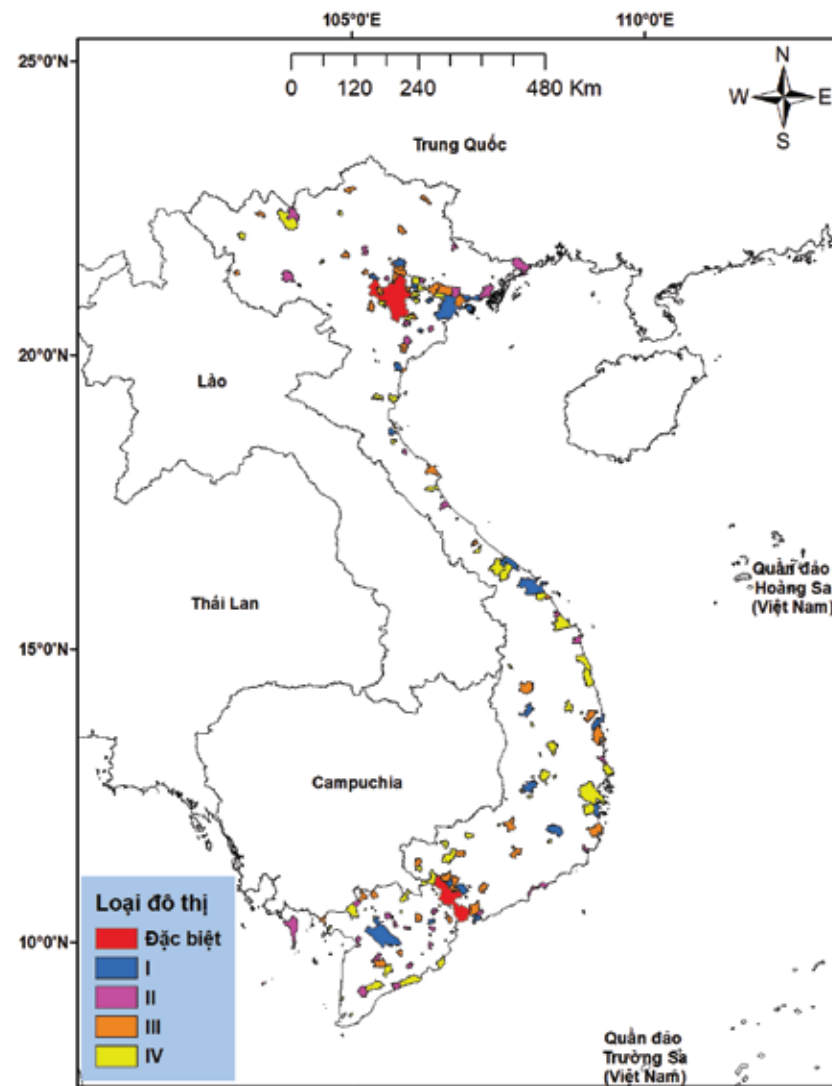
Trong năm 2021, 6/63 tỉnh vượt quy chuẩn quốc gia QCVN 05:2013/BTNMT. Số lượng tỉnh/thành phố vượt quy chuẩn tương tự với năm 2020 (6/63 tỉnh/thành phố) và ít hơn năm 2019 (10/63 tỉnh/thành phố). Các tỉnh/thành phố vượt chuẩn đều nằm ở khu vực đồng bằng sông Hồng bao gồm Hà Nội, Bắc Ninh, Hưng Yên, Vĩnh Phúc, Hà Nam và Hải Dương.

Tại các tỉnh thành, người dân bị phơi nhiễm bụi PM_{2.5} (nồng độ bụi PM_{2.5} theo trọng số dân) với nồng độ cao hơn nồng độ PM_{2.5} trung bình chung cho tỉnh/thành phố. Các tỉnh thành có mức độ phơi nhiễm bụi PM_{2.5} cao bao gồm Bắc Giang, Bắc Ninh, Hà Nam, Hà Nội, Hải Dương, Hải Phòng, Hưng Yên, Phú Thọ, Thái Bình, Thái Nguyên và Vĩnh Phúc. So sánh với khuyến nghị của WHO năm 2021 cho trung bình năm (5 µg/m³), nồng độ bụi PM_{2.5} của tất cả các tỉnh, thành phố trên toàn quốc trong năm 2021 đều vượt nhiều lần mức khuyến nghị này.



Hình 5. Biểu đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình năm và nồng độ bụi PM_{2.5} theo trọng số dân số cấp tỉnh năm 2021

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} Ở CÁC ĐÔ THỊ



Hình 6.
Phân loại đô thị toàn quốc trong giai đoạn năm 2021-2023 (QĐ 241/QĐ-TTG)

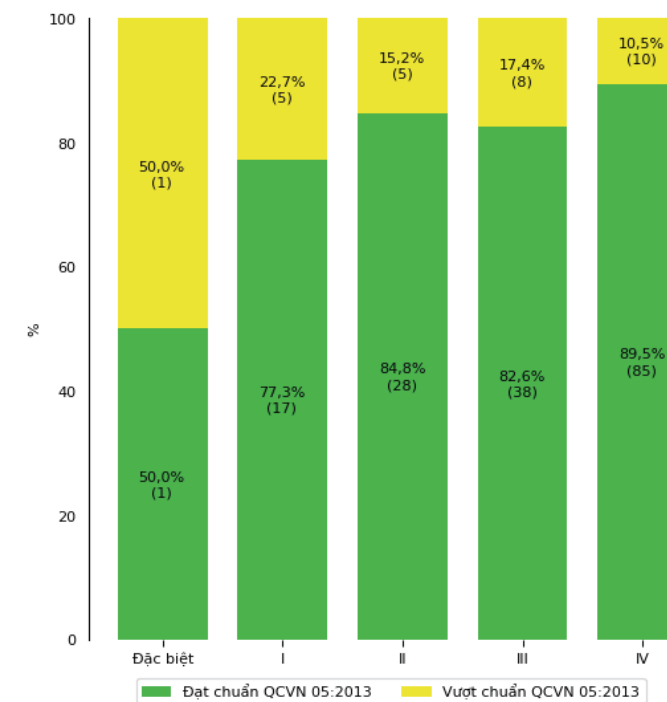
Phân loại đô thị ở Việt nam

Theo Nghị quyết 1210/2016/UBTVQH13²², đô thị tại Việt Nam được chia thành 6 loại bao gồm loại đặc biệt, loại I, loại II, loại III, loại IV và loại V. Có 5 tiêu chí cơ bản để đánh giá phân loại đô thị gồm: Vị trí, chức năng, vai trò; Cơ cấu và trình độ phát triển kinh tế - xã hội; Quy mô dân số; Tỷ lệ lao động phi nông nghiệp; Trình độ phát triển cơ sở hạ tầng và kiến trúc, cảnh quan đô thị. Chi tiết về các tiêu chí phân loại đô thị được nêu ở phụ lục A5. Ngày 24/2/2021, Thủ tướng ban hành Quyết định 241/QĐ-TTg phê duyệt Kế hoạch phân loại đô thị toàn quốc giai đoạn 2021-2030.

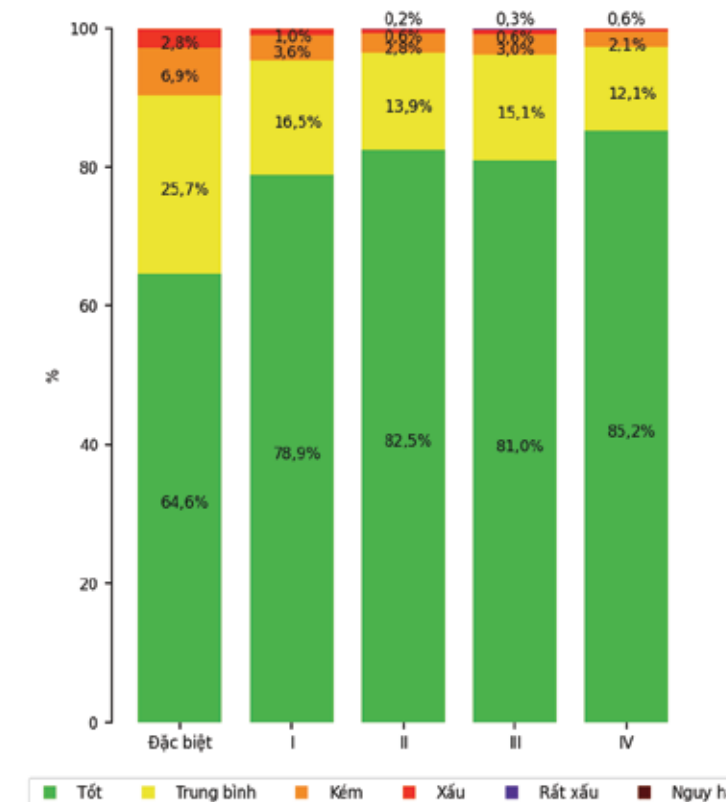
Trong báo cáo này, danh sách các phân loại đô thị trên toàn quốc được cập nhật tới tháng 12/2021, tham khảo từ những nguồn học liệu mở Wikipedia²³. Tính đến tháng 12 năm 2021, cả nước có hai thành phố được xếp loại đô thị đặc biệt là thủ đô Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, 22 đô thị loại I, 33 đô thị loại II, 47 đô thị loại III, 94 đô thị loại IV và 674 đô thị loại V. Vì sự thiếu hụt trong thông tin tổng hợp được nên nhóm nghiên cứu không thể thực hiện phân tích cho nhóm đô thị loại V.

[22] Ủy ban Thường vụ Quốc hội Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam, 2016

[23] Wikipedia. Đô thị Việt Nam.



Hình 7. Tỷ lệ số đô thị có nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 vượt chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT



Hình 8. Trung bình tỷ lệ số ngày thuộc các mức chất lượng không khí (tính theo nồng độ PM_{2.5} trung bình ngày) ở các loại đô thị khác nhau năm 2021.

Hiện trạng bụi PM_{2.5} theo phân loại đô thị

Xét trên 5 loại đô thị (từ đặc biệt tới loại IV), tỉ lệ các đô thị có nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 vượt quy chuẩn Việt Nam (25 µg/m³) có xu hướng giảm theo mức độ phân loại đô thị, ngoại trừ nhóm đô thị loại II và loại III. 1/2 đô thị đặc biệt (50%) có nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 vượt quy chuẩn quốc gia. Tỷ lệ này tương ứng với đô thị loại I, II, III và IV lần lượt là 5/22 (22,7%), 5/33 (15,2%), 8/44 (17,4%), và 10/95 (10,5%) đô thị (Hình 7).

Chất lượng không khí theo ngày ở các loại đô thị

Tỉ lệ số ngày có CLKK tốt và trung bình chiếm ưu thế ở tất cả các loại đô thị, tỉ lệ số ngày có mức AQI kém và xấu chiếm ít hơn, không có mức rất xấu và nguy hại (Hình 8).

Tỉ lệ số ngày ở mức tốt có xu hướng tỉ lệ nghịch với mức độ đô thị. Mức độ đô thị càng cao thì tỉ lệ số ngày tốt càng nhỏ. Tỷ lệ số ngày tốt biến đổi từ 64,6% đến 85,2%, cao nhất ở đô thị loại IV, thấp nhất là đô thị loại đặc biệt.

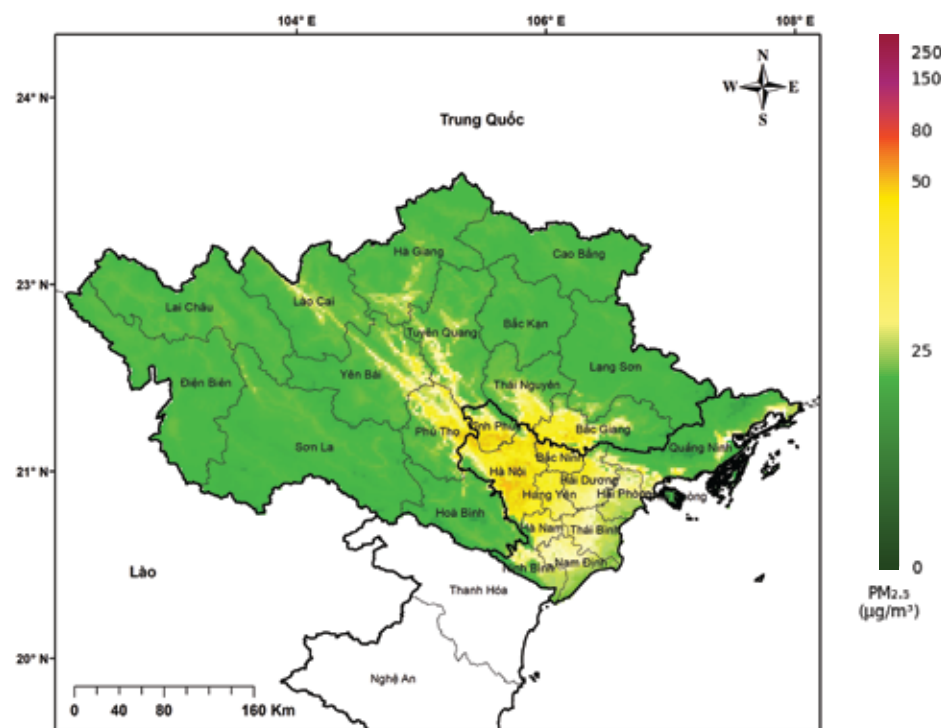
Tỉ lệ số ngày ở mức trung bình biến đổi từ 12,1% đến 25,7%, cao nhất ở đô thị đặc biệt, thấp nhất ở đô thị loại IV.

Tỉ lệ số ngày ở mức kém biến đổi từ 2,1% đến 6,9%, cao nhất ở đô thị đặc biệt, thấp nhất ở đô thị loại IV.

Tỉ lệ số ngày ở mức xấu biến đổi từ 0,6% đến 2,8%, cao nhất ở đô thị đặc biệt, thấp nhất ở đô thị loại II, III, IV.

Ở đô thị III còn xuất hiện một số ngày trong năm với mức chất lượng không khí rất xấu với tỉ lệ nhỏ là 0,3%.

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} MIỀN BẮC



Hình 9. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 khu vực miền Bắc

Điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội

Miền Bắc bao gồm 25 tỉnh thành, được chia thành 2 vùng KT-XH Trung du và miền núi phía Bắc (14 tỉnh) và Đồng bằng sông Hồng (11 tỉnh)²⁴.

Vùng Đồng bằng sông Hồng là một vùng đất rộng lớn nằm quanh khu vực hạ lưu sông Hồng thuộc miền Bắc Việt Nam có địa hình tương đối thấp và bằng phẳng, khí hậu nhiệt đới gió mùa, dân số chiếm 22,7% dân số cả nước²⁵.

Vùng trung du và miền núi phía Bắc bao gồm vùng núi Tây Bắc và vùng đồi núi Đông Bắc. Vùng Tây Bắc có địa hình hiểm trở, nhiều dãy núi cao chạy theo hướng Tây Bắc – Đông Nam, khí hậu có sự phân hóa theo độ cao. Vùng Đông Bắc Bộ có địa hình trung du và vùng núi thấp, mùa đông có gió Bắc thổi mạnh, mùa hè có khí hậu cận nhiệt đới ẩm.

Vùng trung du và miền núi phía Bắc có diện tích chiếm 28,7%, dân số chiếm 13,1% cả nước²⁶.

Hiện trạng bụi PM_{2.5}

Tại miền Bắc, nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2021 cao ở các tỉnh thuộc vùng Đồng bằng sông Hồng và thấp hơn ở vùng trung du và miền núi phía Bắc (Hình 9). Mặc dù vậy, trong cùng một tỉnh có thể có khu vực

[24, 25, 26] Viện chiến lược phát triển, 2018

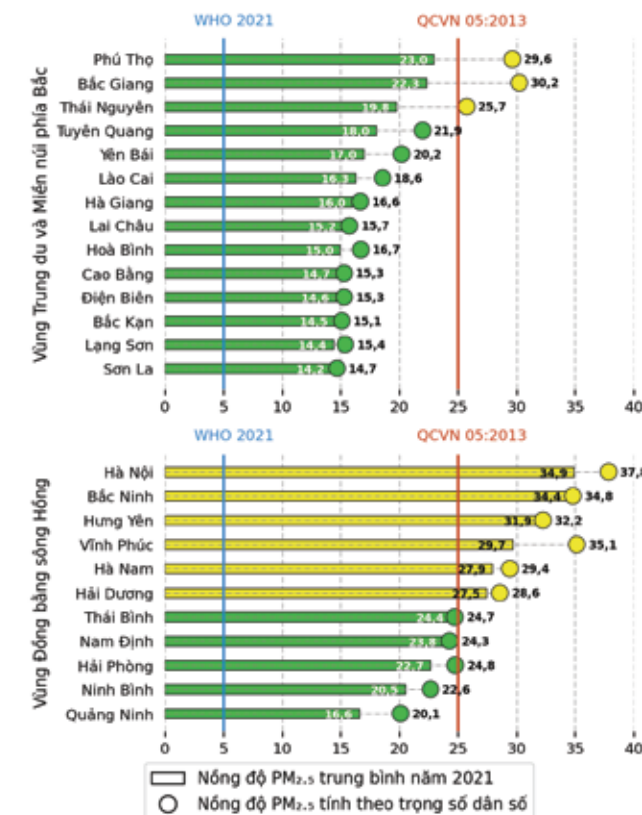
nồng độ thấp, khu vực nồng độ cao khác nhau (ví dụ Bắc Giang cao ở phía Tây giáp với Bắc Ninh và Thái Nguyên, thấp ở các khu vực còn lại).

Nồng độ bụi PM_{2.5} năm 2021 trung bình các tỉnh nằm trong khoảng từ 14,2 µg/m³ đến 34,9 µg/m³. Mức độ phơi nhiễm bụi PM_{2.5} cấp tỉnh dao động từ 14,7 µg/m³ đến 37,8 µg/m³, thấp nhất ở Sơn La và cao nhất ở Hà Nội (Hình 10).

Có 76% số tỉnh ở miền Bắc dưới ngưỡng quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT, 24% số tỉnh vượt quy chuẩn, tập trung ở khu vực đồng bằng sông Hồng (Hình 11). Nồng độ các tỉnh dưới ngưỡng quy chuẩn biến đổi từ 14,2 đến 24,4 µg/m³, nồng độ các tỉnh vượt quy chuẩn biến đổi từ 27,5 đến 34,9 µg/m³ (Hình 10).

Nồng độ các quận huyện miền Bắc thấp nhất ở Bình Liêu, Quảng Ninh (13,1 µg/m³) và cao nhất ở Nam Từ Liêm, Hà Nội (43,0 µg/m³) (Hình 12).

10 quận/huyện có nồng độ bụi cao nhất tập trung ở Hà Nội, Vĩnh Phúc và Bắc Ninh, nồng độ biến thiên từ 39 – 43 µg/m³ (Bảng 2). 10 quận/huyện có nồng độ bụi thấp nhất tập trung ở một số tỉnh miền núi bao gồm Quảng Ninh, Sơn La, Lạng Sơn, Hòa Bình, Yên Bái, nồng độ biến thiên từ 13,1 – 13,8 µg/m³ (Bảng 2).



Hình 10. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm và nồng độ PM_{2.5} theo trọng số dân số cấp tỉnh năm 2021 ở miền Bắc



Hình 11. Tỷ lệ số tỉnh/thành dưới ngưỡng quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT ở miền Bắc (dựa trên nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 cấp tỉnh)



Hình 12. Khoảng giá trị trung bình năm nồng độ PM_{2.5} các quận/huyện ở miền Bắc

Quận/huyện có nồng độ bụi cao		Quận/huyện có nồng độ bụi thấp	
Tỉnh/Thành phố	Quận/Huyện	Tỉnh/Thành phố	Quận/Huyện
Hà Nội	Nam Từ Liêm	Quảng Ninh	Bình Liêu
Hà Nội	Thanh Xuân	Sơn La	Sốp Cộp
Hà Nội	Thanh Oai	Lạng Sơn	Đình Lập
Hà Nội	Cầu Giấy	Hòa Bình	Mai Châu
Hà Nội	Hà Đông	Yên Bái	Mù Cang Chải
Vĩnh Phúc	Vĩnh Tường	Sơn La	Văn Hồ
Hà Nội	Bắc Từ Liêm	Yên Bái	Trạm Tấu
Bắc Ninh	Yên Phong	Sơn La	Mộc Châu
Hà Nội	Hoàng Mai	Quảng Ninh	Bà Chẽ
Hà Nội	Thường Tín	Sơn La	Yên Châu

Bảng 2. Các quận/huyện ô nhiễm nhất và ít ô nhiễm nhất năm 2021 dựa trên nồng độ PM_{2.5} trung bình năm ở miền Bắc

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} TP. HÀ NỘI

Thông tin chung

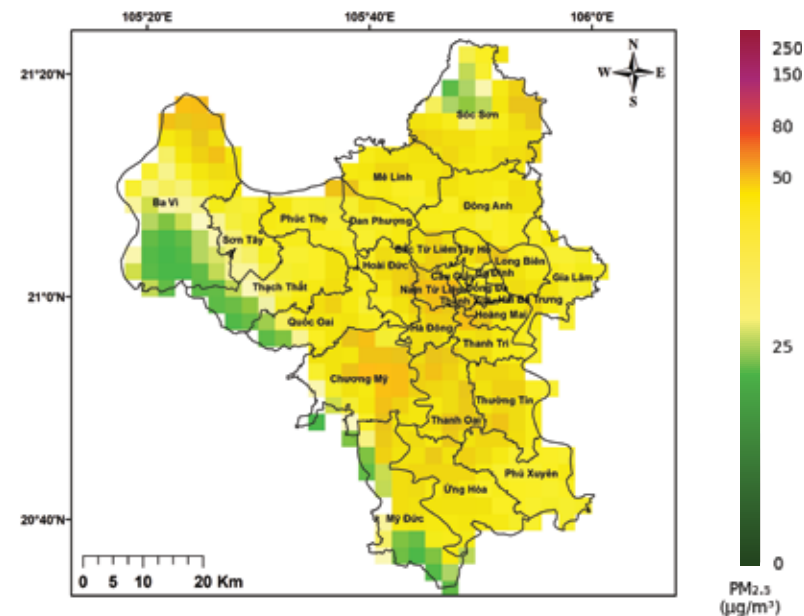
Hà Nội là trung tâm văn hóa và thủ đô của Việt Nam, có khí hậu nhiệt đới gió mùa với bốn mùa rõ rệt trong năm. Hà Nội cũng là thành phố đông dân thứ hai cả nước với dân số năm 2021 là 8.330,8 nghìn người, mật độ dân số là 2.480 người/km². Số lượng khu công nghiệp đã đi vào hoạt động của Hà Nội là 8 khu công nghiệp²⁷.

Hiện trạng bụi PM_{2.5}

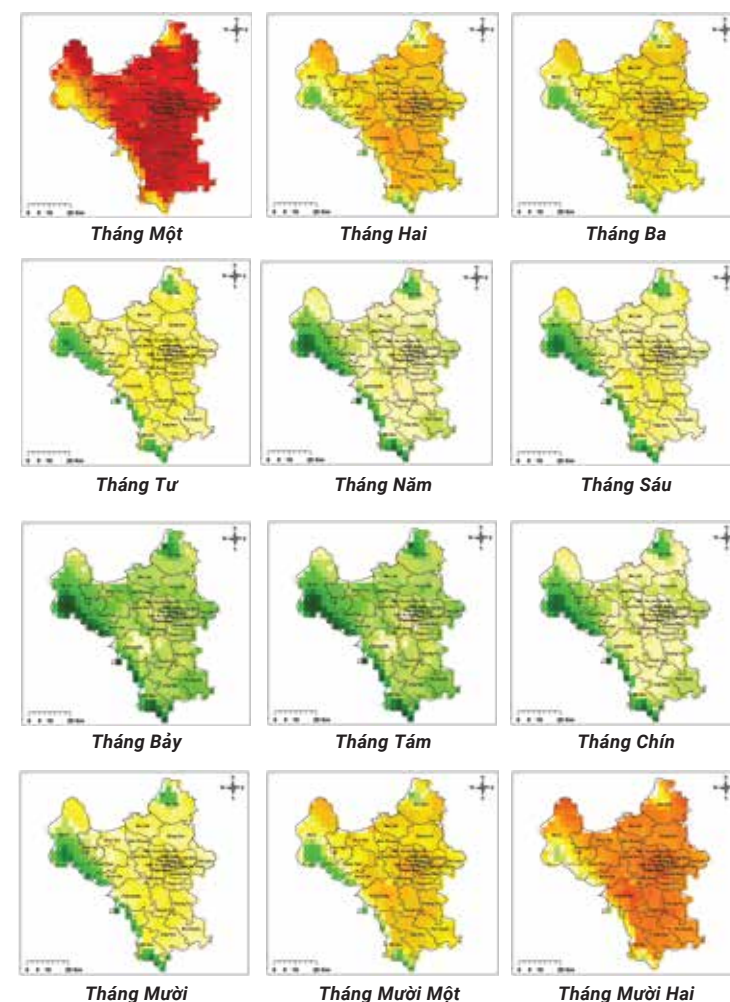
Trong năm 2021, 100% các quận huyện ở Hà Nội đều vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT và khuyến nghị của WHO năm 2021. Nồng độ trung bình năm cấp quận/huyện biến thiên từ 28,9 µg/m³ đến 43,0 µg/m³, giảm từ 8,5% đến 10,5% so với năm 2019 và tăng từ 3,1 đến 7% so với năm 2020 (Hình 15).

Nồng độ bụi ở Hà Nội cao ở các quận nội thành, thấp ở các huyện ngoại thành như Sóc Sơn, Mỹ Đức, Thạch Thất, Ba Vì (Hình 13), cao nhất tại các tháng 1 và 12 (mùa khô) và thấp nhất tại các tháng 7 – 8 (mùa mưa) (Hình 14).

So với các năm trước, nồng độ PM_{2.5} năm 2021 thấp trong khoảng thời gian tháng 5-9, tương tự với năm 2020



Hình 13. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở Hà Nội



Hình 14. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình tháng năm 2021

và thấp hơn so với năm 2019. Tháng 1 năm 2021 có nồng độ trung bình bụi PM_{2.5} cao bất thường, gấp gần hai lần so với cùng kỳ năm trước, làm giá trị trung bình năm 2021 tăng nhẹ so với năm 2020 (Hình 16). Giá trị cao bất thường này cũng có thể quan sát được ở hầu hết các trạm quan trắc trên địa bàn thành phố Hà Nội (Phụ lục B) và trong báo cáo Chất lượng không khí thế giới năm 2021²⁸.

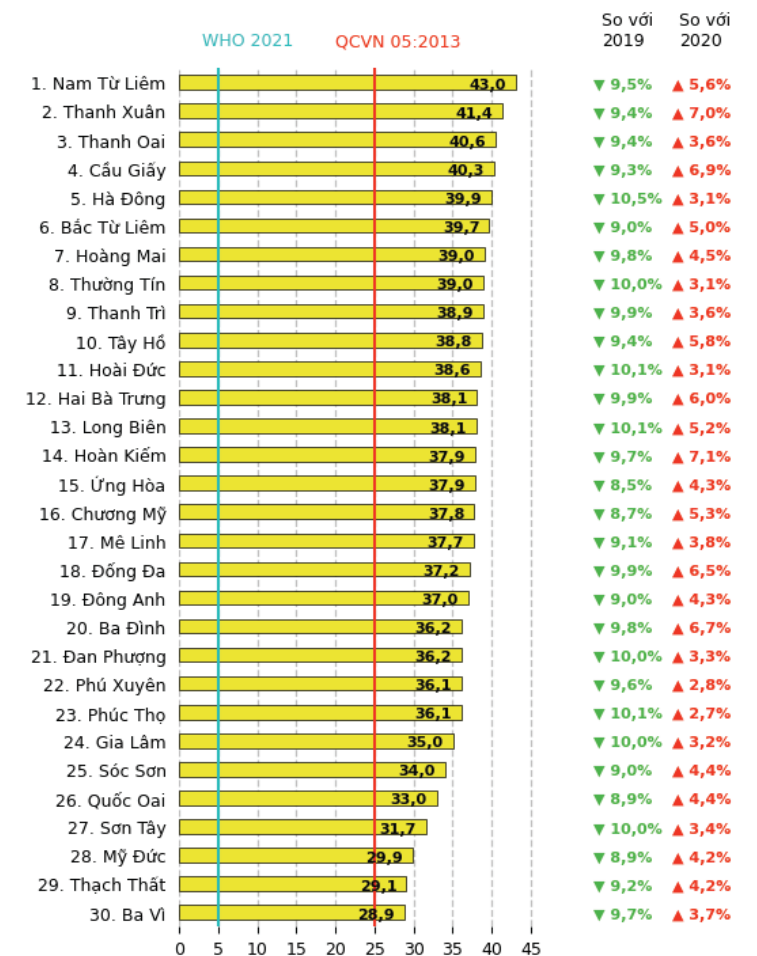
Tỉ lệ số ngày trong năm 2021 ở mức tốt chiếm 42,2%, mức trung bình chiếm 39,7%, tương đương so với năm 2020 (42,7% và 40,8%), và tốt hơn gần 2 lần so với năm 2019 (20,5% và 58,9%). Các năm 2019-2021 không có sự biến đổi nhiều giữa tỉ lệ ngày có CLKK mức xấu và kém (Hình 17).

Nguồn phát thải bụi PM_{2.5}

Theo một nghiên cứu của Ngân hàng Thế giới²⁹, kết quả kiểm kê phát thải năm 2015 cho thấy các nguồn phát thải bụi PM_{2.5} chính ở Hà Nội bao gồm 29% từ các hoạt động công nghiệp, 26% từ đốt rơm rạ ngoài trời, 23% từ bụi đường, 15% từ giao thông, và 7% từ các nguồn khác. 1/3 tổng lượng bụi PM_{2.5} tại Hà Nội từ các nguồn trên địa bàn thành phố, trong khi 2/3 lượng bụi PM_{2.5} đến từ các tỉnh lân cận, khu vực Đồng bằng sông Hồng, vận chuyển quốc tế đến từ các nước khác, và các nguồn từ tự nhiên.

Quan trắc chất lượng không khí

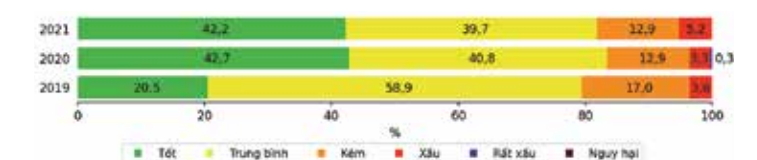
Hiện nay Hà Nội có 39 trạm quan trắc do nhà nước quản lý (4 trạm quản lý bởi TCMT và 35 trạm quản lý bởi Sở TNMT Hà Nội). Trong số đó, có 7 trạm tiêu chuẩn và 32 trạm cảm biến. Ngoài ra, ĐSQ Mỹ đã lắp đặt và vận hành 1 trạm tiêu chuẩn từ năm 2015 (airnow.gov).



Hình 15. Biểu đồ xếp hạng giá trị nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở Hà Nội theo quận/huyện và mức tăng (giảm) so với năm 2020 và 2019



Hình 16. Giá trị nồng độ PM_{2.5} trung bình tháng ở Hà Nội



Hình 17. Tỉ lệ số ngày có CLKK thuộc các mức khác nhau (tính theo nồng độ PM_{2.5}) ở Hà Nội

[27] Tổng cục Thống kê, 2022

[28] IQAir, 2022

[29] WorldBank, 2021

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} TỈNH BẮC NINH

Thông tin chung

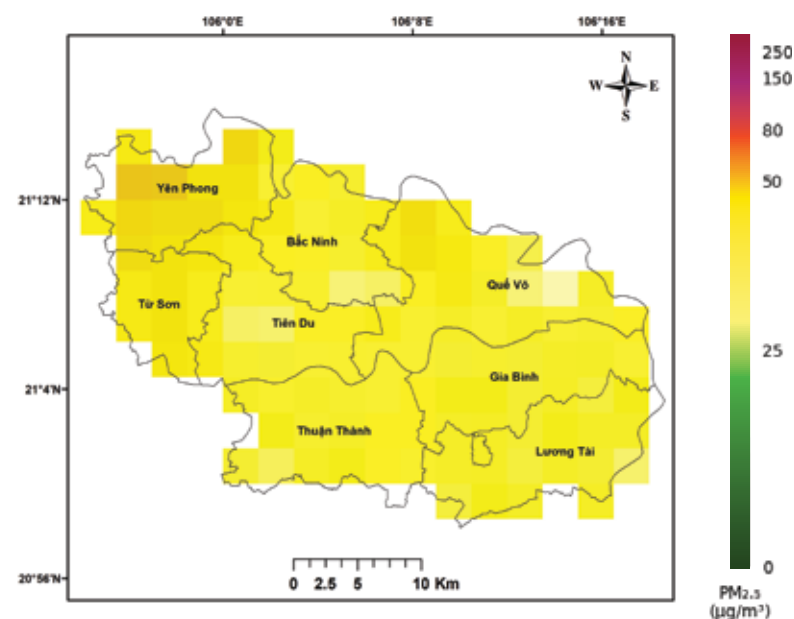
Bắc Ninh là tỉnh có tổng diện tích tự nhiên nhỏ nhất cả nước 822,7 km², vị trí nằm trong vùng đồng bằng sông Hồng nên địa hình của tỉnh Bắc Ninh khá bằng phẳng, khí hậu cận nhiệt đới ẩm, chia làm 4 mùa rõ rệt. Dân số toàn tỉnh là 1.462,9 nghìn người, mật độ dân số là 1.778 người/km². Số lượng khu công nghiệp tính đến năm 2021 tại tỉnh Bắc Ninh là 10 khu công nghiệp³⁰.

Hiện trạng bụi PM_{2.5}

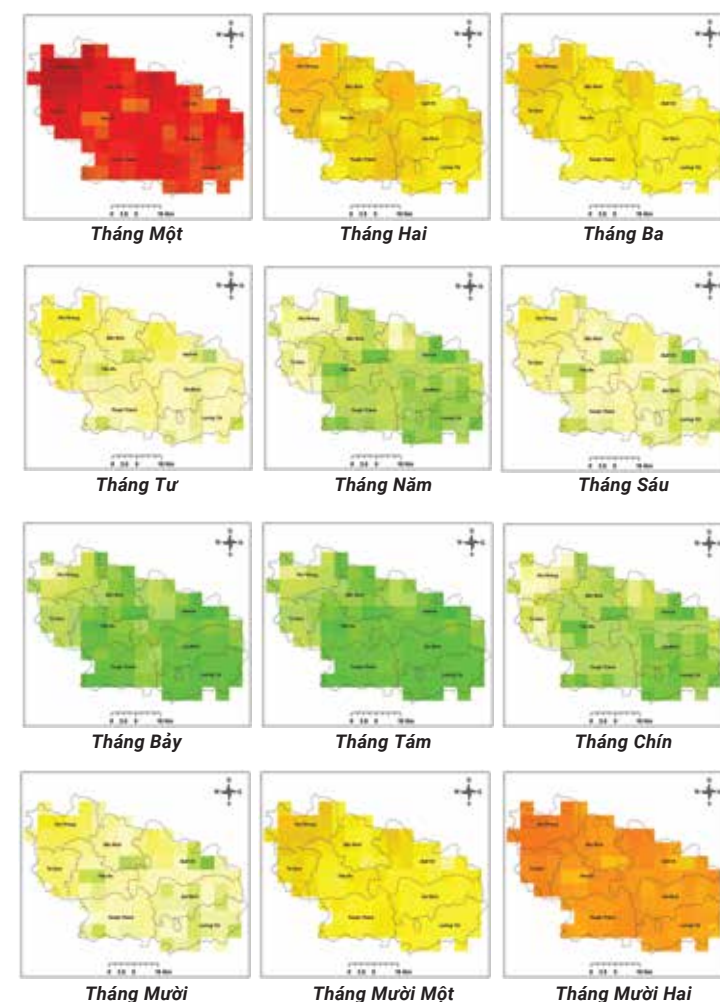
Trong năm 2021, 100% các quận huyện ở Bắc Ninh đều vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT và khuyến nghị của WHO năm 2021. Nồng độ trung bình năm cấp quận/huyện biến thiên từ 31,9 µg/m³ đến 39,2 µg/m³, giảm từ 7,8% đến 8,7% so với năm 2019 và tăng từ 4,1% đến 5,1% so với năm 2020 (Hình 20).

Nồng độ bụi ở Bắc Ninh không có sự khác biệt nhiều giữa các huyện (Hình 18), cao nhất trong các tháng 1 và 12 (mùa khô) và thấp nhất trong các tháng 7 và 8 (mùa mưa) (Hình 19).

So với các năm trước, nồng độ PM_{2.5} năm 2021 thấp trong khoảng thời gian



Hình 18. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở Bắc Ninh



Hình 19. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình tháng năm 2021 ở Bắc Ninh

từ tháng 5-9, tương tự với năm 2020 và thấp hơn so với năm 2019. Tháng 1 năm 2021 có nồng độ trung bình bụi PM_{2.5} cao bất thường, gấp gần hai lần so với cùng kỳ năm trước (Hình 21). Xu hướng này có sự tương đồng với nồng độ PM_{2.5} ở Hà Nội (lân cận). Giá trị cao bất thường này cũng có thể quan sát được ở một số trạm quan trắc ở Bắc Ninh (Phụ lục B).

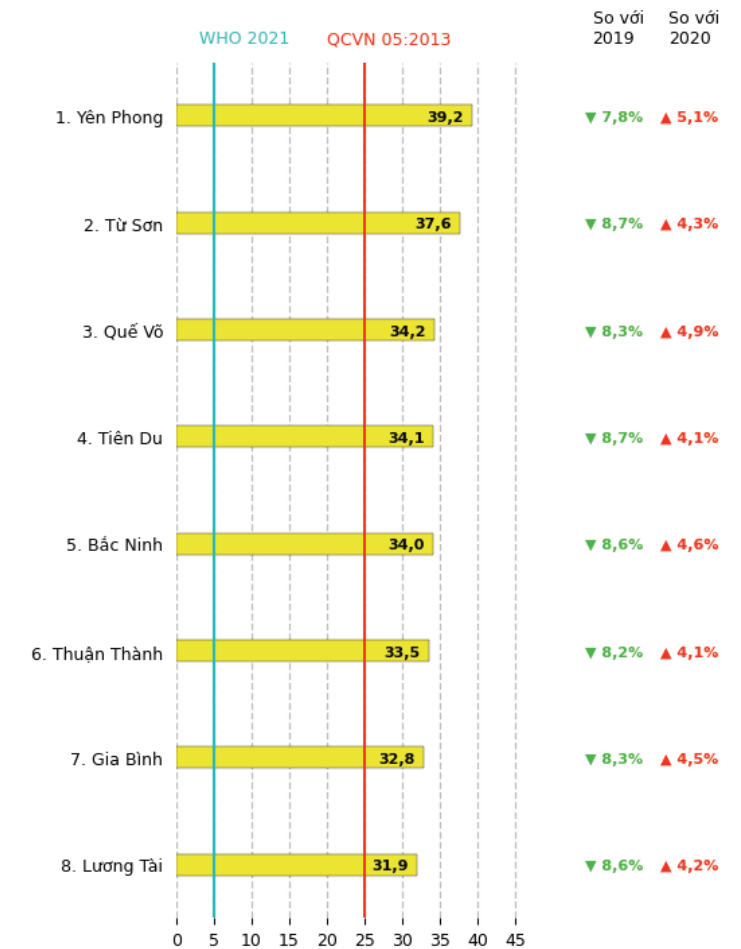
Tỉ lệ số ngày trong năm 2021 ở mức tốt chiếm 44,9%, mức trung bình chiếm 37,3%, tương đương so với năm 2020 (44,6% và 39,4%), và tốt hơn gần 2 lần so với năm 2019 (22,7% và 57,5%). Các năm 2019-2021 có sự biến đổi giữa tỉ lệ ngày có chất lượng không khí mức tốt và trung bình, trong khi tỉ lệ mức xấu và kém không có sự thay đổi nhiều (Hình 22).

Làng nghề và Khu công nghiệp (KCN)

Bắc Ninh có 62 làng nghề, trong đó có 30 làng nghề truyền thống và 32 làng nghề mới³¹. Bắc Ninh quy hoạch được 16 KCN tập trung, trong đó có 10 KCN đã đi vào hoạt động³². Theo số liệu thống kê, trên địa bàn toàn tỉnh, mỗi ngày có khoảng 500 tấn chất thải sinh hoạt, 200 tấn chất thải công nghiệp, 2 tấn chất thải y tế thải ra môi trường.

Quan trắc chất lượng không khí

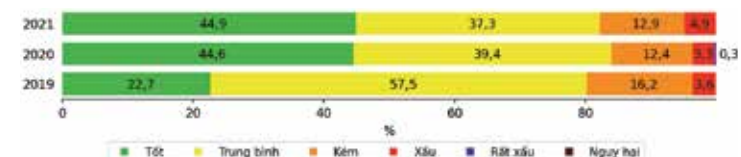
Tính đến năm 2021, Bắc Ninh đã có 18 trạm quan trắc chất lượng không khí tiêu chuẩn do Sở TNMT Bắc Ninh quản lý. Bên cạnh đó, nhiều nhà máy, khu công nghiệp (Quế Võ, Đại Đồng, ...) cũng đã lắp đặt các trạm quan trắc khí thải và cung cấp dữ liệu trực tuyến về cơ quan quản lý (cem.gov.vn)



Hình 20. Biểu đồ xếp hạng giá trị nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở Bắc Ninh theo huyện và mức tăng (giảm) so với năm 2020 và 2019

	Một	Hai	Ba	Bốn	Năm	Sáu	Bảy	Tám	Chín	Mười	Mười Một	Mười Hai	TB năm
2021	30,9	41,2	36,8	27,2	22,3	25,8	19,8	19,3	21,4	26,3	36,8	55,3	34,4
2020	43,4	53,4	37,4	33,8	24,8	23,0	22,0	17,1	21,0	25,5	42,3	51,5	32,9
2019	49,2	36,1	39,7	30,9	31,2	23,8	21,6	27,5	38,0	40,1	53,7	58,9	37,6

Hình 21. Giá trị nồng độ PM_{2.5} trung bình tháng ở Bắc Ninh



Hình 22. Tỉ lệ số ngày có CLKK thuộc các mức khác nhau (tính theo nồng độ PM_{2.5}) ở Bắc Ninh

[30] Tổng cục Thống kê, 2022

[31] Phát triển làng nghề tại Bắc Ninh

[32] Bắc Ninh: Gần 1.300 doanh nghiệp hoạt động tại các KCN tập trung

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} TỈNH THÁI BÌNH

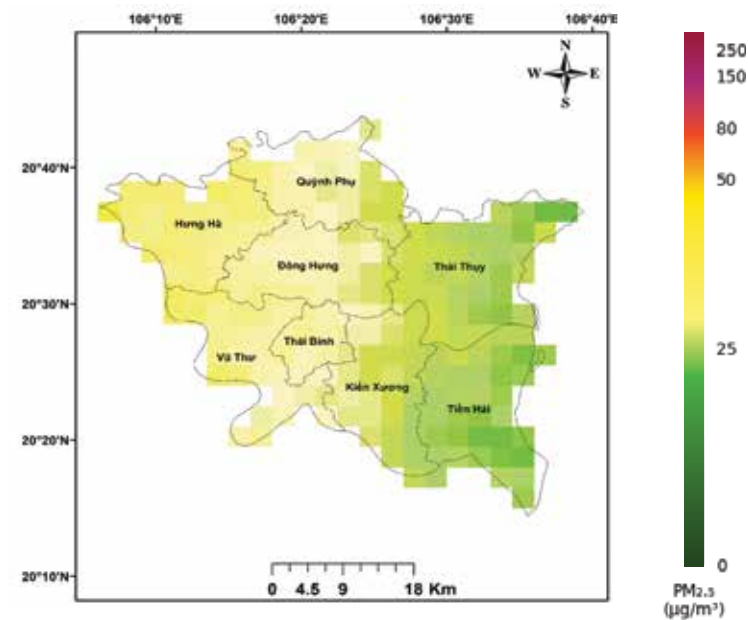
Thông tin chung

Tỉnh Thái Bình nằm ở phía đông nam đồng bằng sông Hồng, diện tích tự nhiên 1.584,6 km². Tỉnh Thái Bình nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, nên hàng năm đón nhận một lượng mưa lớn (1.700-2.200mm)³³. Tính đến ngày 01/04/2019, Gross Regional Domestic Product - GRDP của tỉnh Thái Bình đạt 68.142 tỉ Đồng³⁴. Dân số của tỉnh năm 2021 đạt 1.875,7 nghìn người. Số lượng khu công nghiệp tại tỉnh Thái Bình tính đến năm 2021 là 6 khu công nghiệp³⁵.

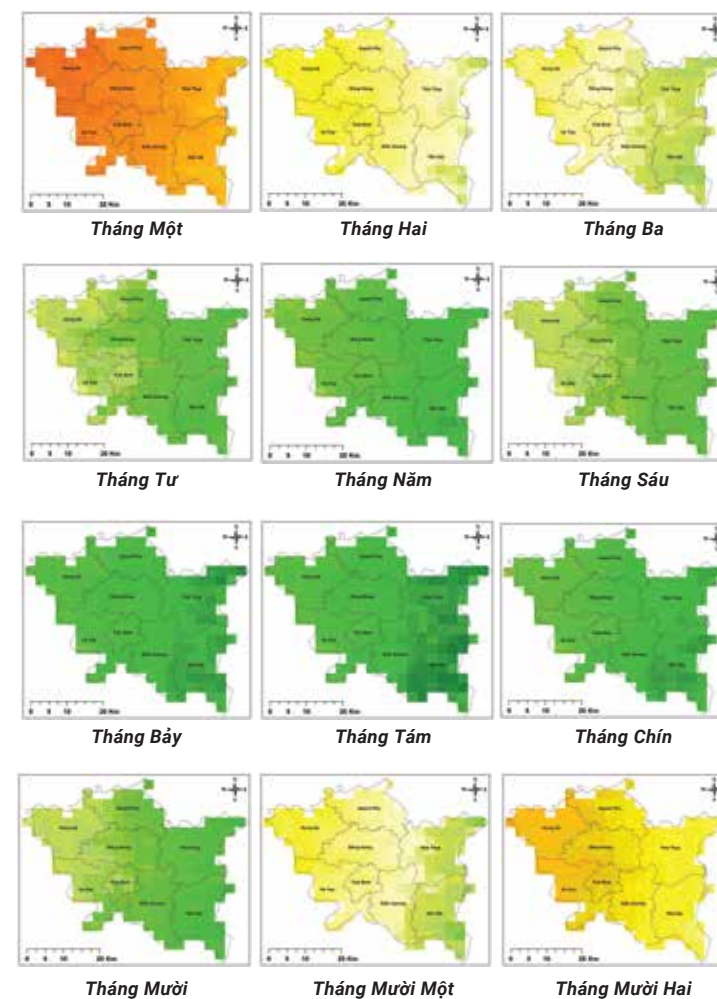
Hiện trạng bụi PM_{2.5}

Trong năm 2021, 5/8 các huyện/thành phố ở Thái Bình vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT. Nồng độ trung bình năm 2021 cấp huyện/thành phố biến thiên từ 20,7 µg/m³ đến 28,2 µg/m³, giảm từ 7,7% đến 9,6% so với năm 2019 và tăng từ 2,2 đến 3,9% so với năm 2020 (Hình 25).

Nồng độ bụi ở Thái Bình cao ở các huyện phía Tây (Hưng Hà, Quỳnh Phụ, Vũ Thư và TP. Thái Bình), thấp ở các huyện phía Đông gần biển (Thái Thụy, Kiến Xương, Tiền Hải) (Hình 23). Nồng độ bụi ở Thái Bình cao nhất trong các tháng 1 (mùa khô) và thấp nhất trong các tháng 7 và 8 (mùa mưa) (Hình 24).



Hình 23. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở Thái Bình



Hình 24. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình tháng năm 2021 ở Thái Bình

So với các năm trước, nồng độ PM_{2.5} năm 2021 thấp trong khoảng thời gian từ tháng 4-10, kéo dài hơn so với năm 2020 và 2019. Tháng 1 năm 2021 có nồng độ trung bình bụi PM_{2.5} cao bất thường, gấp gần hai lần so với cùng kỳ năm trước (Hình 26).

Tỉ lệ số ngày trong năm 2021 ở mức tốt chiếm 69,3%, mức trung bình chiếm 24,4%, tương đương so với năm 2020 (64,7% và 28,9%), và tốt hơn so với năm 2019 (57,3% và 36,4%). Các năm 2019-2021 có sự biến đổi giữa tỉ lệ ngày có chất lượng không khí mức tốt và trung bình, trong khi tỉ lệ mức xấu và kém không có sự thay đổi nhiều (Hình 27).

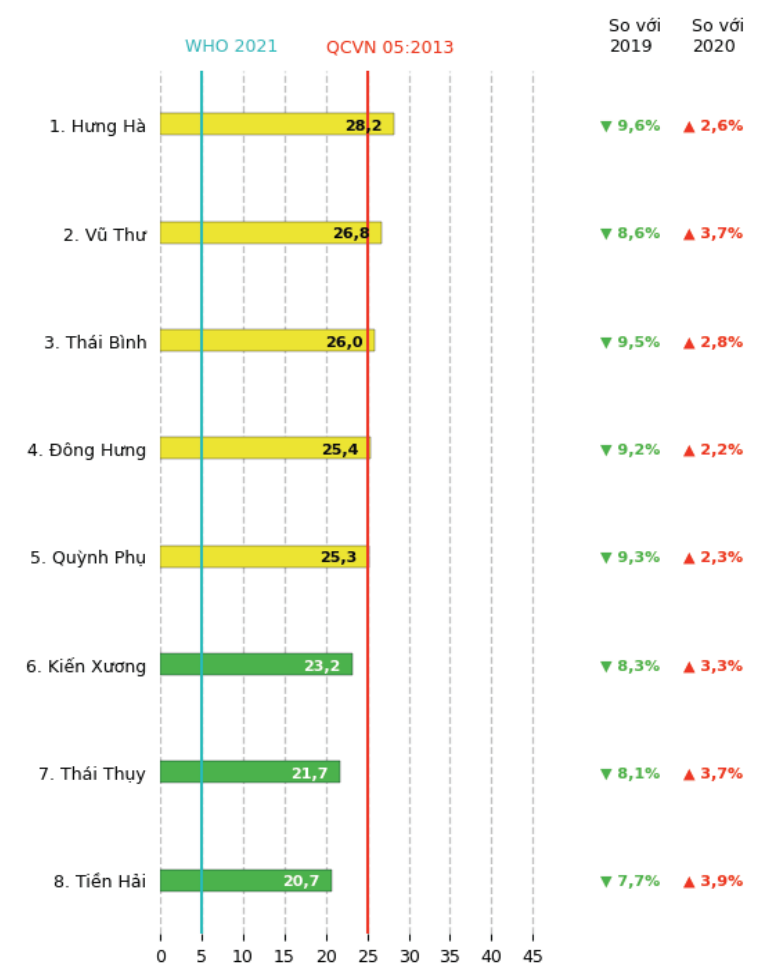
Công nghiệp, làng nghề và nông nghiệp

Ô nhiễm không khí cục bộ tại một số nơi như các khu công nghiệp, làng nghề. Tính đến năm 2019, Thái Bình có 6 Khu công nghiệp đã hình thành, trong tương lai sẽ thành lập thêm 3 khu công nghiệp³⁶.

Khí thải từ nông nghiệp cũng là một nguồn đáng kể ở Thái Bình. Theo tính toán của nhóm nghiên cứu tại Đại học Quốc gia Hà Nội³⁷, lượng khí CO₂ phát ra từ đốt rơm rạ lên tới 738,8 nghìn tấn/năm, lượng CO thải ra môi trường lên tới 58,3 nghìn tấn/năm. Theo nghị định 45/2022/NĐ-CP, hành vi đốt ngoài trời phụ phẩm từ cây trồng cạnh khu vực dân cư, sân bay, các tuyến giao thông chính bị phạt tiền 2,5 - 3 triệu đồng.

Quan trắc chất lượng không khí

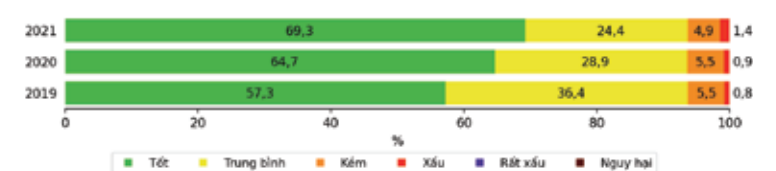
Tính đến 2021, Thái Bình chỉ có 1 trạm quan trắc duy nhất do Sở TNMT tỉnh quản lý.



Hình 25. Biểu đồ xếp hạng giá trị nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở Thái Bình theo huyện và mức tăng (giảm) so với năm 2020 và 2019

	Một	Hai	Ba	Bốn	Năm	Sáu	Bảy	Tám	Chín	Mười	Mười Một	Mười Hai	TB năm
2021	56,8	28,8	25,3	19,1	16,3	19,3	14,2	13,7	15,0	18,7	26,4	38,8	24,4
2020	30,7	30,0	27,0	25,7	18,2	16,7	15,3	12,0	14,8	17,9	30,4	37,1	23,6
2019	35,7	25,8	27,0	22,7	22,8	17,8	15,5	19,1	26,7	28,4	38,0	41,3	26,7

Hình 26. Giá trị nồng độ PM_{2.5} trung bình tháng ở Thái Bình



Hình 27. Tỉ lệ số ngày có CLKK thuộc các mức khác nhau (tính theo nồng độ PM_{2.5}) ở Thái Bình

[33] Phòng Thống kê công nghiệp, 2019

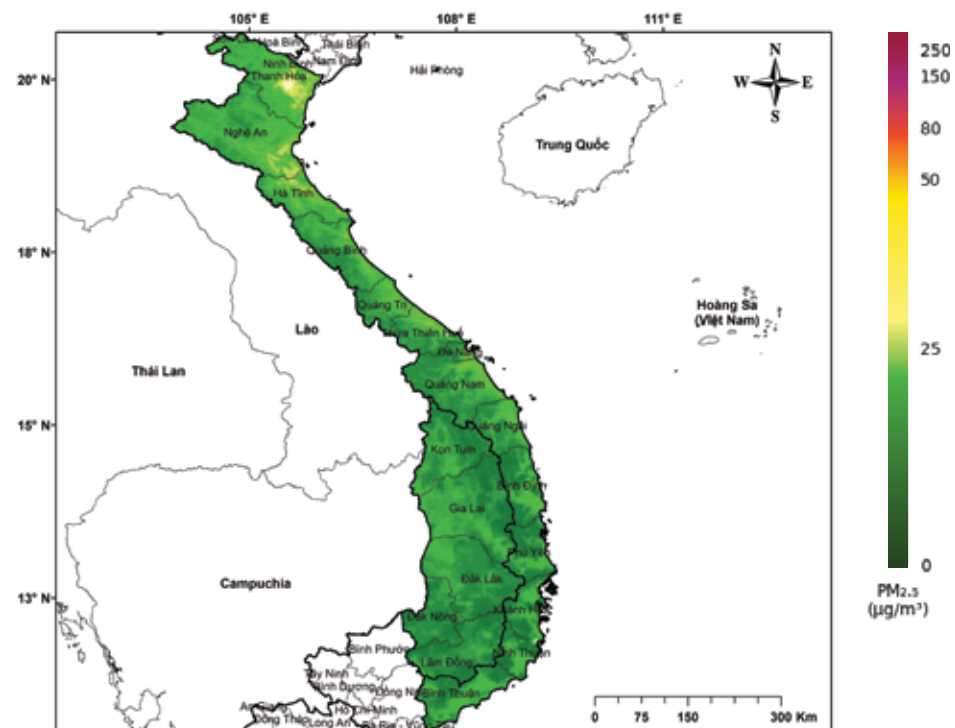
[34] Tổng Cục Thống kê Việt Nam, 2018

[35] Tổng Cục Thống kê Việt Nam, 2022

[36] Cổng thông tin điện tử Thái Bình. Các khu công nghiệp.

[37] Nghiên cứu xây dựng hệ số phát thải từ hoạt động đốt rơm rạ để ứng dụng vào kiểm kê phát thải và đánh giá tác động lên chất lượng không khí tại thành phố Hà Nội, Việt Nam

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} MIỀN TRUNG



Hình 28. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 khu vực miền Trung

Điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội

Theo điều kiện địa lý, miền Trung có 19 tỉnh thành, được chia thành 2 vùng gồm Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung (14 tỉnh) và Tây Nguyên (5 tỉnh).

Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung có địa hình thấp dần từ khu vực miền núi xuống đồi gò trung du, xuôi xuống các đồng bằng phía trong dải cồn cát ven biển rồi ra đến các đảo ven bờ. Đây là vùng có điều kiện khí hậu khắc nghiệt nhất trong cả nước. Hàng năm thường xảy ra nhiều thiên tai như bão, lũ, gió Lào, hạn hán, mà nguyên nhân cơ bản

là do vị trí, cấu trúc địa hình tạo ra. Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung có diện tích là 95.847,5 km² (chiếm 28,9% diện tích cả nước), dân số là 20.584,9 nghìn người (20,8% dân số cả nước)³⁸.

Tây Nguyên là khu vực với địa hình cao nguyên bao gồm các tỉnh Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk, Đắk Nông và Lâm Đồng. Khí hậu ở Tây Nguyên được chia làm hai mùa: mùa mưa từ tháng 5 đến hết tháng 10 và mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4, trong đó tháng 3 và tháng 4 là hai tháng nóng và khô nhất. Tây Nguyên có diện tích là 54.548,3 km² (chiếm 16,4% diện tích cả nước), dân số là 6.033,8 nghìn người (6,1% dân số cả nước)³⁹.

Hiện trạng bụi PM_{2.5}

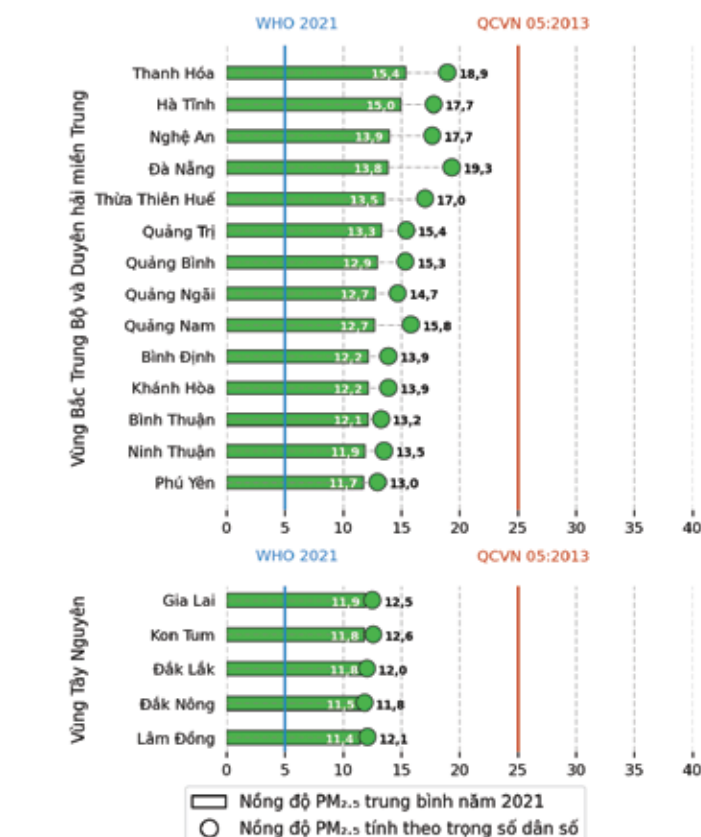
Tại miền Trung, nồng độ bụi PM_{2.5} năm 2021 hầu hết đều thấp, không có sự khác biệt rõ ràng giữa các địa phương. Nồng độ bụi PM_{2.5} cao hơn quan sát được tại một số khu vực thuộc tỉnh Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh và vùng ven biển (Hình 28).

Nồng độ bụi PM_{2.5} năm 2021 trung bình tỉnh nằm trong khoảng từ 11,4 µg/m³ đến 15,4 µg/m³, thấp nhất ở Lâm Đồng và cao nhất ở Thanh Hóa. Mức độ phơi nhiễm bụi PM_{2.5} trong khoảng 12,1 – 19,3 µg/m³, thấp nhất ở Lâm Đồng và cao nhất ở Đà Nẵng (Hình 29).

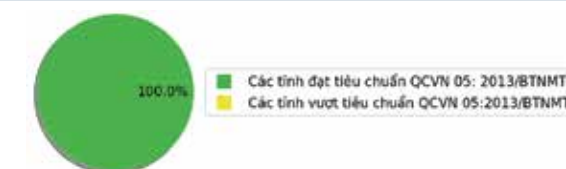
100% số tỉnh ở miền Trung dưới ngưỡng quy chuẩn QCVN05:2013/BTNMT (25 µg/m³), nhưng vượt khuyến nghị của WHO 2021 (5 µg/m³) (Hình 30).

Nồng độ tại các quận huyện miền Trung thấp nhất ở Khánh Sơn, Khánh Hòa (11 µg/m³) và cao nhất ở Thiệu Hóa, Thanh Hóa (23,1 µg/m³) (Hình 31).

10 quận/huyện có nồng độ bụi cao nhất tập trung ở Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh và Đà Nẵng, nồng độ biến thiên từ 20,3 – 23,1 µg/m³. 10 quận/huyện có nồng độ bụi thấp nhất tập trung chủ yếu ở vùng Tây Nguyên, nồng độ biến thiên từ 11,0 – 11,2 µg/m³ (Bảng 3).



Hình 29. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm và nồng độ PM_{2.5} theo trọng số dân số cấp tỉnh năm 2021 ở miền Trung



Hình 30. Tỷ lệ số tỉnh/thành dưới ngưỡng quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT ở miền Trung (dựa trên nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021)



Hình 31. Khoảng giá trị trung bình năm nồng độ PM_{2.5} các quận/huyện ở miền Trung

Quận/huyện có nồng độ bụi cao		Quận/huyện có nồng độ bụi thấp	
Tỉnh/Thành phố	Quận/Huyện	Tỉnh/Thành phố	Quận/Huyện
Thanh Hóa	Thiệu Hóa	Khánh Hòa	Khánh Sơn
Thanh Hóa	Yên Định	Gia Lai	KBang
Thanh Hóa	Thọ Xuân	Lâm Đồng	Lạc Dương
Thanh Hóa	Đông Sơn	Bình Định	Vân Canh
Nghệ An	Vinh	Phú Yên	Đồng Xuân
Thanh Hóa	Triệu Sơn	Bình Định	Vinh Thạnh
Thanh Hóa	Thanh Hóa	Gia Lai	Kông Chro
Đà Nẵng	Hải Châu	Đắk Nông	Đắk Glong
Đà Nẵng	Thanh Khê	Bình Định	An Lão
Hà Tĩnh	Hà Tĩnh	Lâm Đồng	Bảo Lâm

Bảng 3. Các quận/huyện ô nhiễm nhất và ít ô nhiễm nhất năm 2021 dựa trên nồng độ PM_{2.5} trung bình năm ở miền Trung

[38, 39] Tổng Cục Thống kê Việt Nam, 2022

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} TỈNH NGHỆ AN

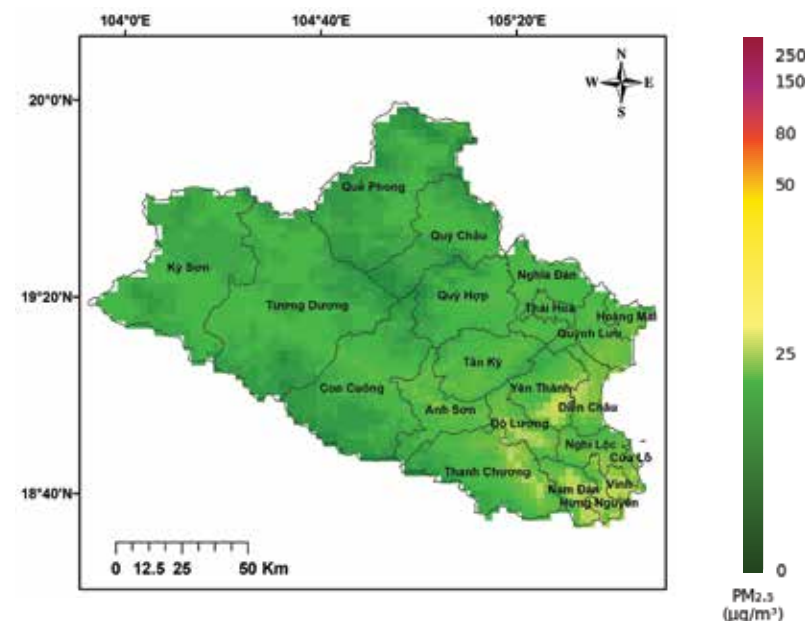
Thông tin chung

Nghệ An là một tỉnh thuộc vùng Bắc Trung Bộ, có diện tích lớn nhất cả nước với 16.486,5 km², dân số hơn 3.409,8 nghìn người (thuộc 47 dân tộc)⁴⁰. Cơ cấu hành chính gồm thành phố Vinh, 03 thị xã và 17 huyện. Nghệ An có địa hình tự nhiên đa dạng, nằm ở phía Đông Bắc dãy Trường Sơn, bị chia cắt bởi hệ thống đồi núi và sông, suối. Khí hậu Nghệ An thuộc kiểu khí hậu nhiệt đới gió mùa với hai mùa hạ và đông rõ rệt. Số lượng khu công nghiệp đang hoạt động ở Nghệ An tính đến năm 2021 là 5 khu công nghiệp⁴¹.

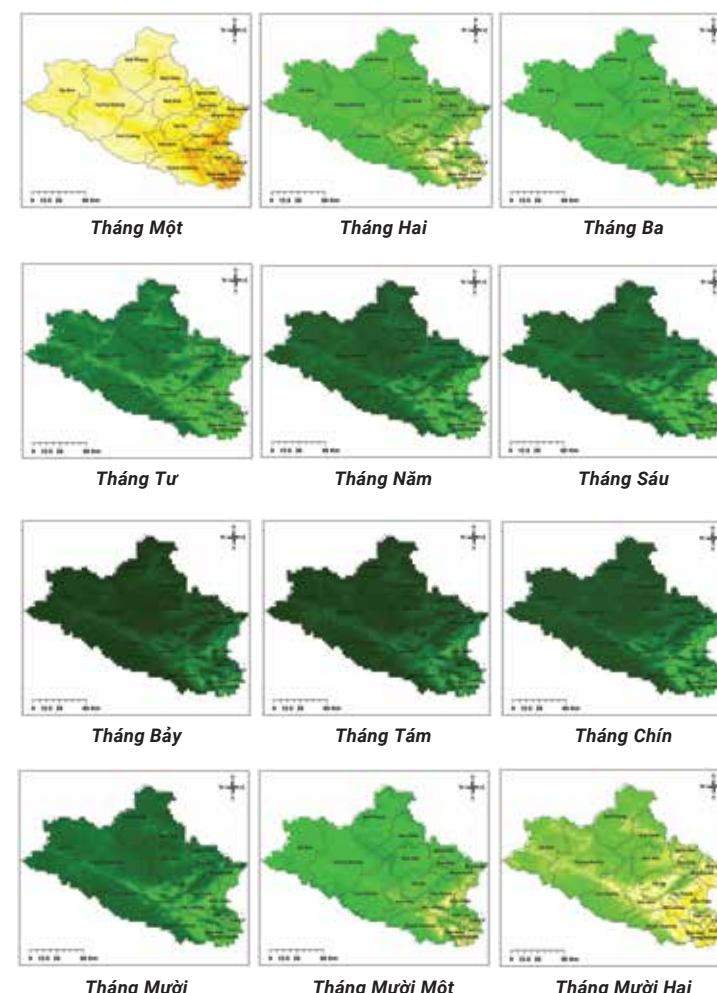
Hiện trạng bụi PM_{2.5}

Trong năm 2021, 100% các huyện/thành phố ở Nghệ An dưới ngưỡng quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT. Nồng độ trung bình năm 2021 cấp quận/huyện biến thiên từ 12,3 µg/m³ đến 21,1 µg/m³, giảm từ 7,0% đến 9,1% so với năm 2019 và tăng từ 1% đến 4,3% so với năm 2020 (Hình 34).

Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm ở Nghệ An cao ở các huyện phía Đông Nam (Hung Nguyên, Vinh, Cửa



Hình 32. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở Nghệ An



Hình 33. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình tháng năm 2021 ở Nghệ An

Lò...), thấp ở các huyện miền núi Tây Bắc (Kỳ Sơn, Quế Phong, Tương Dương ...) (Hình 32). Nồng độ bụi ở Nghệ An cao nhất trong tháng 1, 12 và thấp trong các tháng 4-10 (Hình 33).

So với các năm trước, tháng 1 năm 2021 có nồng độ trung bình bụi PM_{2.5} cao bất thường, gấp gần hai lần so với cùng kỳ năm trước (Hình 35).

Tỉ lệ số ngày trong năm 2021 ở mức tốt chiếm 89%, mức trung bình chiếm 10,4%, hơi giảm so với năm 2020 (91,5% và 7,7%) và năm 2019 (91,5% và 8,5%). Các năm 2021 và 2020 có tỉ lệ ngày có chất lượng không khí mức xấu lần lượt là 0,6% và 0,8% (Hình 36).

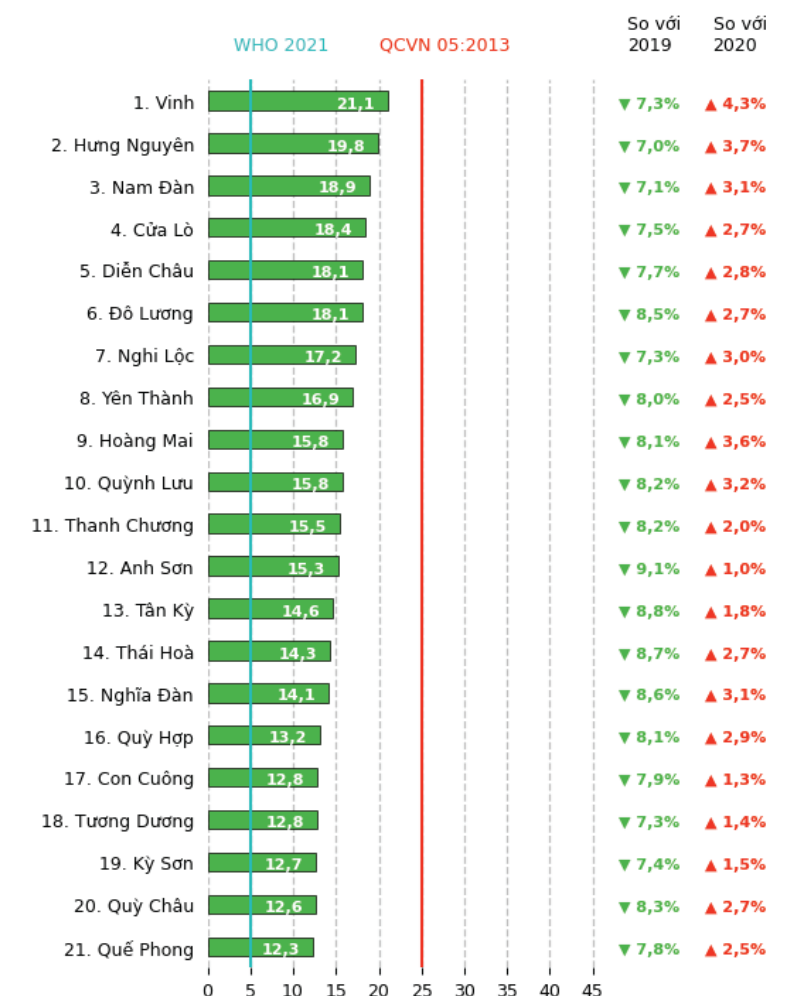
Cháy rừng

Theo Thống kê của Global Forest Watch năm 2021, Nghệ An 'dẫn đầu cả nước' về tốc độ mất rừng và cháy rừng với 203 nghìn ha, so với mức trung bình cả nước là 48,7 nghìn ha⁴². Năm 2020, toàn tỉnh xảy ra 48 vụ cháy rừng, trong đó có 21 vụ cháy gây thiệt hại đến 122,38 ha diện tích rừng.

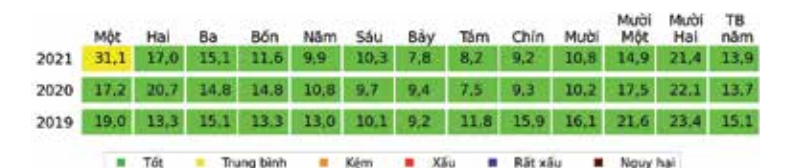
Khói từ các đám cháy rừng có thể di chuyển với khoảng cách rất xa, gây ra ô nhiễm không khí đột biến. Các đám cháy kéo dài lâu hơn có thể làm ô nhiễm không khí gia tăng trong một thời gian dài. Các đám cháy lớn tái diễn hàng năm làm tăng mức độ phơi nhiễm hàng năm.

Quan trắc chất lượng không khí

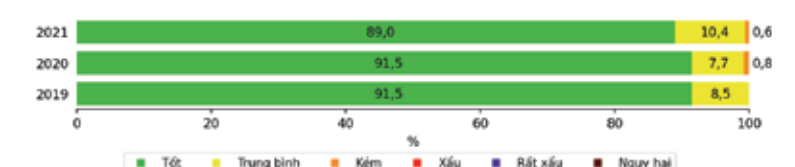
Tính đến 2021, Nghệ An có 1 trạm quan trắc quản lý bởi Bộ TNMT và 1 trạm quản lý bởi Sở TNMT.



Hình 34. Biểu đồ xếp hạng giá trị nồng độ bụi trung bình năm 2021 ở Nghệ An theo huyện và mức tăng (giảm) so với năm 2020 và 2019



Hình 35. Giá trị nồng độ bụi trung bình tháng ở Nghệ An



Hình 36. Tỉ lệ số ngày có CLKK thuộc các mức khác nhau (tính theo nồng độ bụi trung bình năm) ở Nghệ An

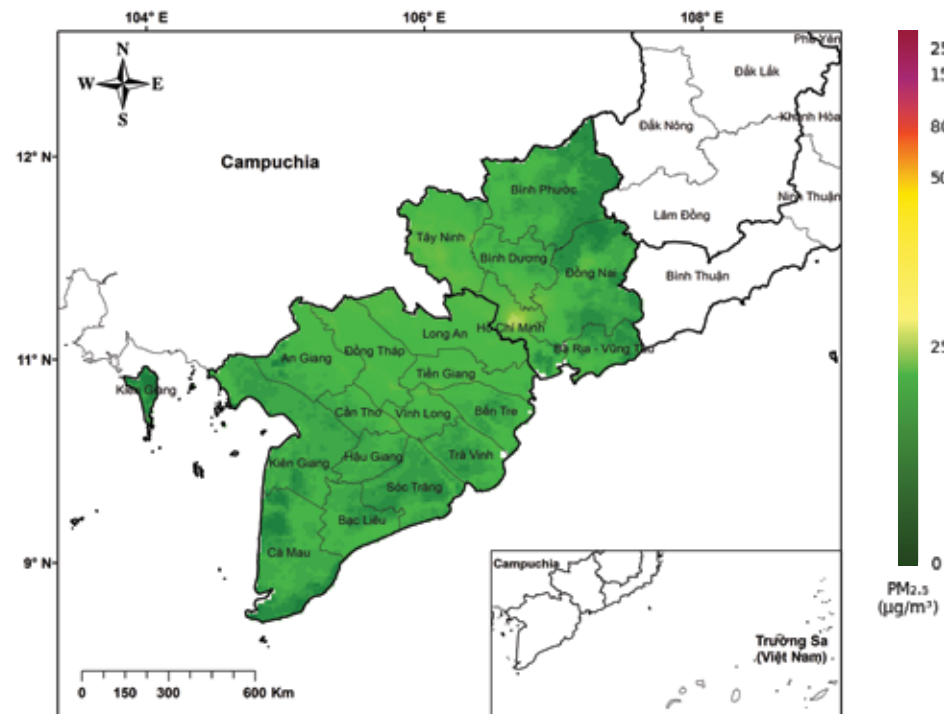
[40] Viện chiến lược phát triển, 2018

[41] Tổng Cục Thống kê Việt Nam, 2022

[35] Tổng Cục Thống kê Việt Nam, 2022

[42] Global Forest Watch

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} MIỀN NAM



Hình 37. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 khu vực miền Nam

Điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội

Miền Nam có 19 tỉnh thành, được chia thành 2 vùng gồm Đông Nam Bộ (6 tỉnh/thành phố) và Đồng bằng sông Cửu Long (13 tỉnh/thành phố)⁴³.

Đông Nam Bộ có địa hình chủ yếu là các đồi núi thấp và thoải, nằm trên vùng đồng bằng và bình nguyên rộng lớn. Rất phù hợp cho việc phát triển các ngành nghề nông nghiệp, công nghiệp đô thị, giao thông vận tải thuận lợi. Đông Nam Bộ nằm trong vùng đặc trưng của khí hậu nhiệt đới gió mùa và cận xích đạo, nền nhiệt ẩm phong phú, ánh nắng dồi dào, thời gian bức xạ dài, nhiệt độ cao. Biên độ nhiệt ngày đêm giữa các tháng trong năm thấp và ôn hòa. Khí hậu hình thành trên hai mùa là mùa khô (tháng 5 -11) và mùa

mưa (tháng 12 – 4). Lượng mưa khá lớn vào mùa mưa, trung bình hàng năm dao động trong khoảng 1.500 đến 2.000 mm⁴⁴. Đông Nam Bộ có diện tích chiếm 7,1% và dân số chiếm 18,5% so với cả nước⁴⁵.

Đồng bằng sông Cửu Long là bộ phận của châu thổ sông Mê Kông có diện tích 40.547,2 km², với chiều cao trung bình so với mực nước biển không đến 2 mét, nhiều sông và ao đầm. Đây là vùng có khí hậu cận xích đạo (mưa nhiều, nắng nóng), thuận lợi phát triển ngành nông nghiệp đặc biệt là phát triển trồng lúa nước và cây lương thực. Khí hậu có hai mùa với mùa mưa (tháng 5-10) và mùa khô (tháng 11 – 3)⁴⁶. Đồng bằng sông Cửu Long có diện tích chiếm 12,3% và dân số chiếm 17,6% so với cả nước⁴⁷.

Hiện trạng bụi PM_{2.5}

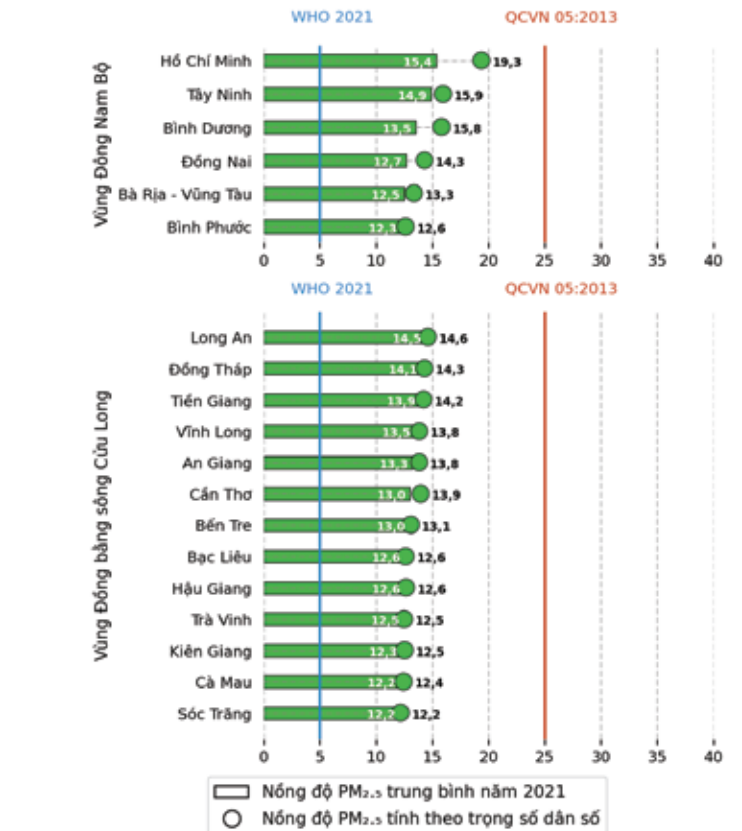
Tại miền Nam, nồng độ bụi PM_{2.5} năm 2021 đều thấp và không có sự khác biệt rõ ràng giữa các địa phương (Hình 37).

Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2021 tại các tỉnh nằm trong khoảng từ 12,2 µg/m³ đến 15,4 µg/m³. Mức độ phơi nhiễm bụi PM_{2.5} trong khoảng 12,2 µg/m³ – 19,3 µg/m³, thấp nhất ở Sóc Trăng và cao nhất ở TP. Hồ Chí Minh (Hình 38).

100% số tỉnh ở miền Nam dưới ngưỡng quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT, nhưng vẫn vượt mức khuyến nghị của WHO 2021. (Hình 39).

Nồng độ bụi PM_{2.5} tại các quận huyện miền Nam thấp nhất ở Phú Quốc, Kiên Giang (11,4 µg/m³) và cao nhất ở Quận 10, TP. Hồ Chí Minh (21,3 µg/m³) (Hình 40).

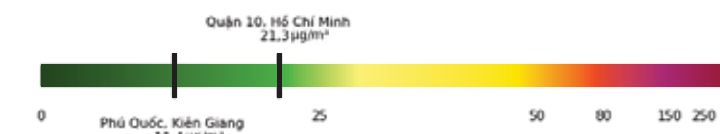
10 quận/huyện có nồng độ bụi cao nhất tập trung ở TP. Hồ Chí Minh, nồng độ biến thiên từ 20,5 – 21,3 µg/m³. 10 quận/huyện có nồng độ bụi thấp nhất tập trung rải rác ở các tỉnh Kiên Giang, Cà Mau, Bình Phước, Sóc Trăng, Đồng Nai, Bạc Liêu, Bà Rịa – Vũng Tàu, có nồng độ biến thiên từ 11,4 – 12,0 µg/m³ (Bảng 4).



Hình 38. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm và nồng độ PM_{2.5} theo trọng số dân số cấp tỉnh năm 2021 ở miền Nam



Hình 39. Tỷ lệ số tỉnh/thành đạt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT ở miền Nam (dựa trên nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021)



Hình 40. Khoảng giá trị trung bình năm nồng độ PM_{2.5} các quận/huyện ở miền Nam

Quận/huyện có nồng độ bụi cao		Quận/huyện có nồng độ bụi thấp	
Tỉnh/Thành phố	Quận/Huyện	Tỉnh/Thành phố	Quận/Huyện
Hồ Chí Minh	Quận 10	Kiên Giang	Phú Quốc
Hồ Chí Minh	Tân Bình	Cà Mau	Ngọc Hiển
Hồ Chí Minh	Quận 11	Bình Phước	Bù Đăng
Hồ Chí Minh	Quận 3	Sóc Trăng	Thanh Trị
Hồ Chí Minh	Phủ Nhuận	Cà Mau	U Minh
Hồ Chí Minh	Tân Phú	Đồng Nai	Cẩm Mỹ
Hồ Chí Minh	Quận 5	Kiên Giang	Kiên Hải
Hồ Chí Minh	Quận 1	Bạc Liêu	Vinh Lợi
Hồ Chí Minh	Quận 6	Bình Phước	Bù Gia Mập
Hồ Chí Minh	Quận 4	Bà Rịa - Vũng Tàu	Xuân Mộc

Bảng 4.

Các quận/huyện ô nhiễm nhất và ít ô nhiễm nhất năm 2021 dựa trên nồng độ PM_{2.5} trung bình năm ở miền Nam

[43, 44, 46] Viện chiến lược phát triển, 2018

[45, 47] Tổng Cục Thống kê Việt Nam, 2022

HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} TP. HỒ CHÍ MINH

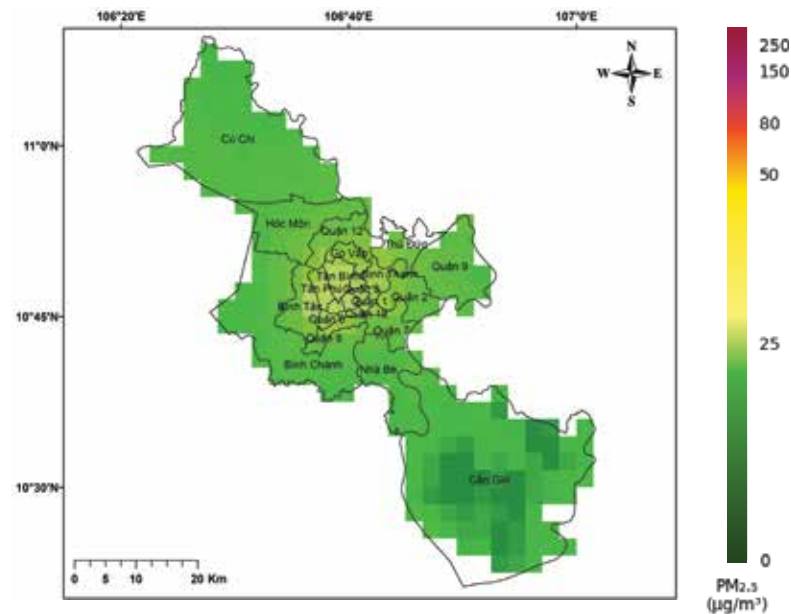
Thông tin chung

TP. Hồ Chí Minh nằm ở miền Nam Việt Nam có tổng diện tích hơn 2.095 km² và nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa cận xích đạo với hai mùa mưa – khô rõ rệt. Dân số đạt 9.166,8 nghìn người với mật độ dân số 4.375 người/km² ⁴⁸. Năm 2021, tổng sản phẩm trên địa bàn (GRDP) đạt 1.298.791 tỷ đồng, giảm 6,78% so với năm 2019⁴⁹. Số lượng khu công nghiệp đã và đang hoạt động tại thành phố Hồ Chí Minh tính đến năm 2021 là 17 khu công nghiệp⁵⁰.

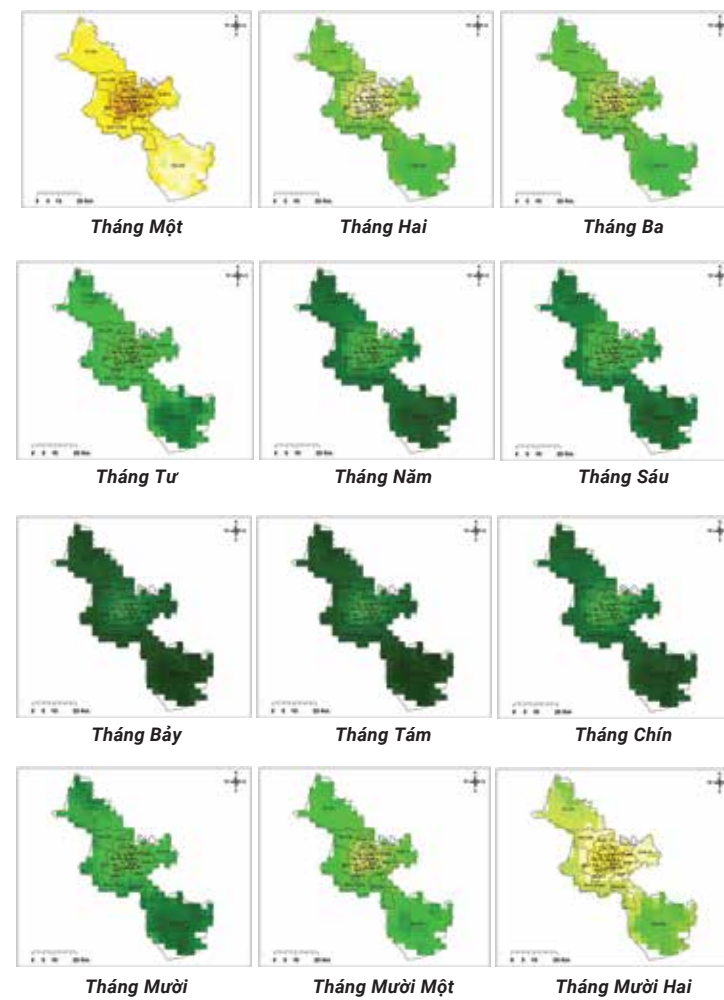
Hiện trạng bụi PM_{2.5}

Trong năm 2021, 100% các quận/huyện TP. Hồ Chí Minh dưới ngưỡng quy chuẩn QCVN 05:2013/BT-NMT. Nồng độ trung bình năm 2021 cấp quận/huyện biến thiên từ 12,9 đến 21,3 µg/m³, giảm từ 7,3% đến 10,1% so với năm 2019 và tăng từ 0,4% đến 2,8% so với năm 2020 (Hình 43).

Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở TP. Hồ Chí Minh cao ở các quận trung tâm, thấp ở các huyện xa như Củ Chi, Cần Giờ (Hình 41). Nồng độ bụi PM_{2.5} ở TP. Hồ Chí Minh năm 2021 cao trong các tháng 11, 12, 1, 2, 3 và thấp trong các tháng còn lại (Hình 42). Xu hướng tương tự cũng được quan sát tại các điểm lấy mẫu bụi của TP. Hồ Chí Minh



Hình 41. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở TP. Hồ Chí Minh



Hình 42. Bản đồ nồng độ PM_{2.5} trung bình tháng năm 2021 ở TP. Hồ Chí Minh

(Hien và cộng sự, 2019). So với các năm trước, tháng 1 năm 2021 có nồng độ trung bình bụi PM_{2.5} cao bất thường, gấp gần hai lần so với cùng kỳ năm trước, làm giá trị trung bình năm 2021 cao hơn năm 2020 (Hình 44). Giá trị cao này cũng có thể quan sát được ở trạm quan trắc tại TP. Hồ Chí Minh (Phụ lục B) và trong báo cáo Chất lượng không khí thế giới năm 2021⁵¹.

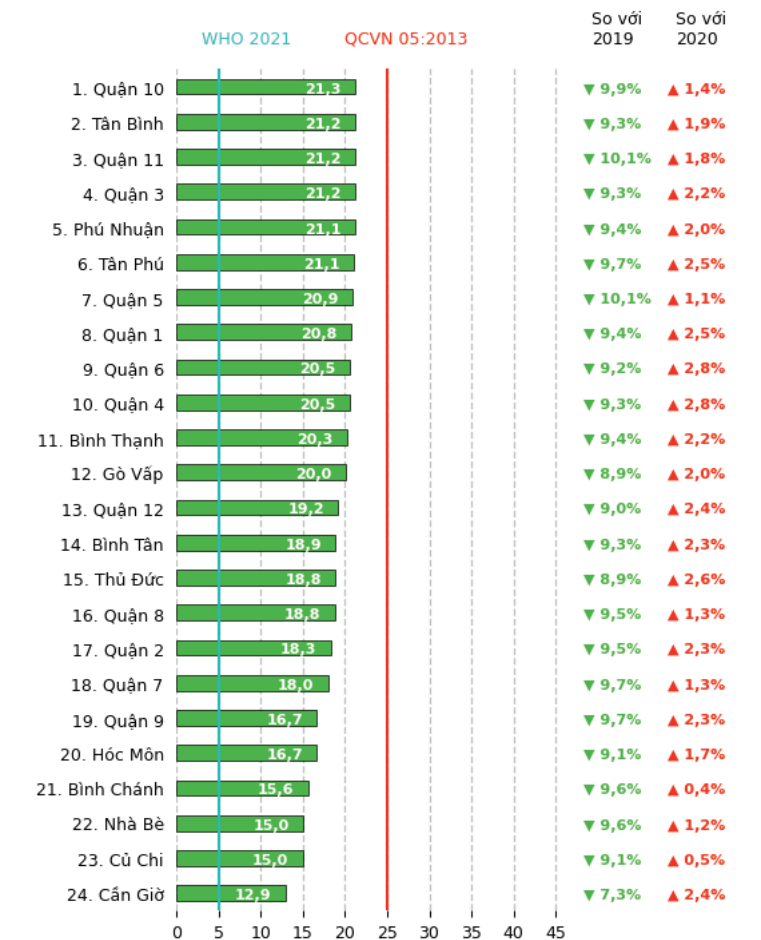
Tỉ lệ số ngày trong năm 2021 ở mức tốt chiếm 87,1%, mức trung bình chiếm 11,8%, tương đương so với năm 2020 (89% và 10,5%) và năm 2019 (86,6% và 13,4%). Các năm 2019-2021 không có sự biến đổi nhiều giữa tỉ lệ ngày có chất lượng không khí mức xấu và kém (Hình 45).

Nguồn phát thải bụi PM_{2.5}

Theo một kết quả kiểm kê phát thải năm 2017 cho TP. Hồ Chí Minh⁵², tổng lượng phát thải bụi PM_{2.5} tại đây là 4.029 nghìn tấn/năm. Trong đó, nguồn đường (giao thông) đóng góp bụi PM_{2.5} cao nhất tương ứng với 1.813 tấn/năm chiếm khoảng 45% (giao thông đường bộ là nguồn phát thải giao thông chủ yếu chiếm 75,13% tổng lượng thải PM_{2.5} của nguồn đường). Nguồn điểm đóng góp vào phát thải bụi PM_{2.5} xếp thứ hai với 1.289 tấn/năm chiếm khoảng 32% (dệt may và thực phẩm là hai ngành đóng góp nhiều nhất). Ngoài ra, nguồn điện đóng góp bụi PM_{2.5} là thấp nhất (927 tấn/năm) chiếm khoảng 23% với hộ gia đình và nhà hàng - quán ăn là hai nguồn chính.

Quan trắc chất lượng không khí

TP. Hồ Chí Minh có 1 trạm quan trắc CLKK tiêu chuẩn, được lắp đặt và vận hành bởi ĐSQ Mỹ từ năm 2016 (airnow.gov). Từ năm 2021, 1 trạm quan trắc tiêu chuẩn quản lý bởi Bộ TNMT được đưa vào hoạt động. Ngoài ra, TP. Hồ Chí Minh có 7 trạm quản lý và khai thác bởi các tổ chức nghiên cứu, trường đại học.



Hình 43. Biểu đồ xếp hạng giá trị nồng độ PM_{2.5} trung bình năm 2021 ở TP. Hồ Chí Minh theo quận/huyện và mức tăng (giảm) so với năm 2020 và 2019



Hình 44. Giá trị nồng độ PM_{2.5} trung bình tháng ở TP. Hồ Chí Minh



Hình 45. Tỉ lệ số ngày có CLKK thuộc các mức khác nhau (tính theo nồng độ PM_{2.5}) ở TP. Hồ Chí Minh

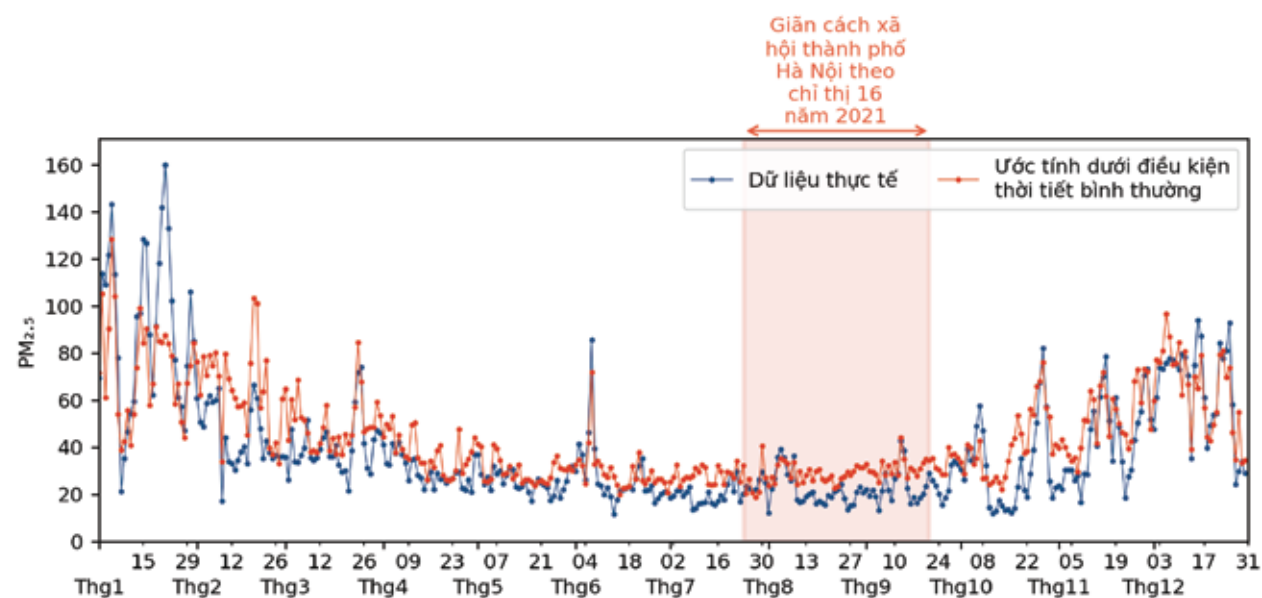
[48, 50] Tổng Cục Thống kê Việt Nam, 2022

[49] Tổng cục Thống kê Thành phố Hồ Chí Minh, 2021

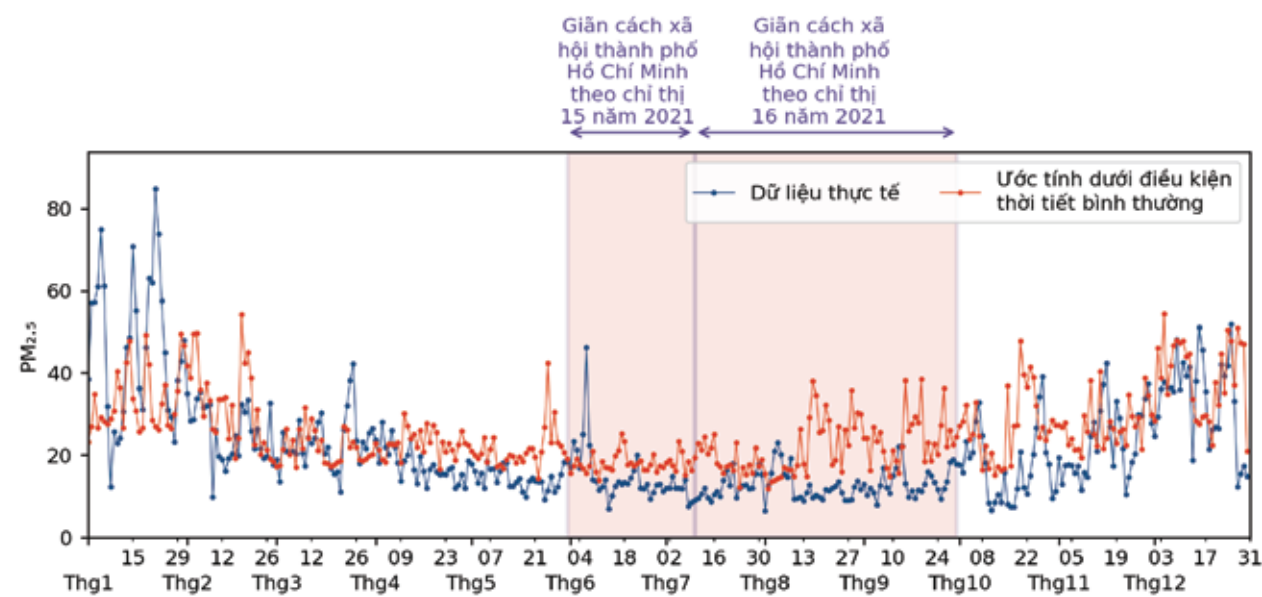
[51] IQAir, 2022

[52] Bang và cộng sự, 2019

DIỄN BIẾN NỒNG ĐỘ BỤI $PM_{2.5}$ TRONG THỜI KÌ GIÃN CÁCH XÃ HỘI DO DỊCH COVID-19



Hình 46. Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình ngày đo được trong khoảng thời gian giãn cách năm 2021 và nồng độ $PM_{2.5}$ ước tính dưới điều kiện thời tiết bình thường tại vị trí trạm khí tượng (Đại học Wyoming, Mỹ) trên đường Nguyễn Khang tại Hà Nội.



Hình 47. Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình ngày đo được trong khoảng thời gian giãn cách năm 2021 và nồng độ $PM_{2.5}$ ước tính dưới điều kiện thời tiết bình thường tại vị trí các trạm khí tượng UWYO (Đại học Wyoming, Mỹ) tại sân bay Tân Sơn Nhất tại TP. Hồ Chí Minh.

Tình hình COVID-19 ở Việt Nam năm 2021

Năm 2021, tại Việt Nam đã ghi nhận 02 đợt bùng phát dịch COVID-19 lần thứ 3 và lần thứ 4, lây lan trong cộng đồng^[53]. Giai đoạn 3 từ ngày 28/01/2021 đến ngày 26/4/2021, ghi nhận 1.301 ca mắc, không có tử vong, bắt đầu từ Hải Dương và lây lan ra cộng đồng tại 13 tỉnh/thành phố. Giai đoạn 4 từ ngày 27/4/2021 đến 10/10/2021, ghi nhận 35.445 tử vong tại 52 tỉnh, thành phố.

Đến cuối tháng 5/2021, dịch đã lây lan ra hơn 30 tỉnh, thành phố. Dịch bùng phát mạnh tại tỉnh Bắc Ninh, Bắc Giang, và được kiểm soát vào cuối tháng 6/2021.

Thành phố Hồ Chí Minh ghi nhận rải rác các ca mắc mới từ cuối tháng 4/2021. Đến 31/5/2021, TP Hồ Chí Minh quyết định áp dụng giãn cách xã hội theo Chỉ thị 15/CT-TTg trên toàn địa bàn và một số khu vực theo Chỉ thị 16/CT-TTg. Đến ngày 09/7/2021, Thành phố quyết định áp dụng Chỉ thị số 16/CT-TTg trên toàn địa bàn. Ngoài ra, tại các tỉnh trọng điểm kinh tế trong khu vực phía Nam như Bình Dương, Đồng Nai, Long An và các tỉnh Trung Bộ và Tây Nam Bộ, dịch bắt đầu có xu hướng lan rộng.

Ở Hà Nội, tính đến ngày 16/9, Hà Nội đã trải qua 4 đợt giãn cách xã hội theo Chỉ thị số 16/CT-TTg. Trên phạm vi toàn quốc, sau hơn 5 tháng xảy ra đợt dịch thứ 4, đến hết ngày 10/10/2021 dịch đã cơ bản được kiểm soát.

Việc ước tính nồng độ $PM_{2.5}$ trong các điều kiện thời tiết bình thường

Chất lượng không khí bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố, trong đó phải kể đến yếu tố thời tiết. Nồng độ $PM_{2.5}$ dưới điều kiện thời tiết bình thường trong thời gian giãn cách xã hội do dịch COVID-19 được

[53] Ban chỉ đạo quốc gia phòng, chống dịch COVID-19, 2022



© Marian Pavelka

ước tính từ các yếu tố thời tiết bao gồm nhiệt độ, độ ẩm tương đối, áp suất khí quyển, tốc độ và hướng gió, tầm nhìn dựa trên dữ liệu quá khứ. Sau đó, giá trị $PM_{2.5}$ này được so sánh với các giá trị $PM_{2.5}$ thực tế (bị ảnh hưởng bởi thời tiết và các yếu tố khác) được tính toán từ mô hình MEM. Từ đó, sự chênh lệch giữa hai giá trị $PM_{2.5}$ này có thể đánh giá ảnh hưởng của những yếu tố khác như giãn cách xã hội lên chất lượng không khí. Chi tiết phương pháp có ở Phụ lục A6.

Hiện trạng bụi PM_{2.5} trong thời kỳ giãn cách

Tại Hà Nội, từ tháng 4 đến 7 năm 2021 đã có sự khác biệt giữa nồng độ PM_{2.5} thực tế và ước tính (giảm 17,6%). Trong khoảng thời gian giãn cách do Chỉ thị 16, nồng độ bụi PM_{2.5} thực tế có sự khác biệt tương đối lớn so với ước tính được dưới điều kiện bình thường, thấp hơn 22,8% (Hình 46). Các tháng 10, 11 sau giãn cách, nồng độ PM_{2.5} vẫn thấp hơn so với ước tính (giảm 20%) và đến tháng 12 thì nồng độ PM_{2.5} thực tế bắt đầu thể hiện sự tương đồng với các ước tính. Trong thời gian giãn cách xã hội khắt khe, các hoạt động đi lại và sản xuất của người dân bị cắt giảm dẫn đến giảm một số nguồn phát thải bụi PM_{2.5}. Điều này góp phần khiến cho nồng độ PM_{2.5} có sự giảm trong và cả sau thời gian giãn cách.

Trong các khoảng thời gian giãn cách của năm 2020, hiện tượng giảm nồng độ PM_{2.5} trong không khí cũng đã được quan sát và nghiên cứu bởi các nhóm khác nhau. Nghiên cứu của Mai và cộng sự^[54] chỉ ra nồng độ PM_{2.5} trong thời kỳ giãn cách năm 2020 đo được tại các trạm thuộc Chi cục Bảo vệ Môi trường Hà Nội giảm 7-10% so với trước khi giãn cách (sau khi khử tác động thời tiết). Nghiên cứu của nhóm Thuỷ và cộng sự^[55] rút ra kết luận rằng nồng độ PM_{2.5} trong khoảng thời gian giãn cách tháng 4 năm 2020 giảm 10% tại các trạm quan trắc trong khu dân cư và 9% tại các trạm quan trắc nút giao thông.

Tại TP. Hồ Chí Minh, trong khoảng thời gian giãn cách do Chỉ thị 16, nồng độ bụi PM_{2.5} thấp hơn 41,4% so ước tính dưới điều kiện thời tiết bình thường (Hình 47). Trước đó trong khoảng thời gian giãn cách theo chỉ thị số 15 và thậm chí là trước khoảng thời gian giãn cách trong

tháng 4, 5, nồng độ PM_{2.5} cũng thể hiện xu hướng thấp hơn so với ước tính (giảm 27,3%). Xu hướng này cũng thể hiện ở khoảng thời gian sau giãn cách vào các tháng 10, 11 (nồng độ thực tế thấp hơn ước tính 25,7%). Với thời gian giãn cách dài hơn, diễn biến dịch phức tạp và hậu quả nặng nề hơn, các hoạt động giao thông và sản xuất bị cắt giảm nhiều và lâu hơn, nồng độ PM_{2.5} tại khu vực thành phố Hồ Chí Minh thể hiện sự giảm lớn hơn so với ước tính dưới điều kiện thời tiết bình thường và so với sự giảm nồng độ PM_{2.5} tại Hà Nội.

Một số nghiên cứu với khu vực thành phố Hồ Chí Minh cũng chỉ ra sự giảm của những chất gây ô nhiễm khác trong các khoảng thời gian giãn cách. Nhóm Trường và cộng sự^[56], bằng việc sử dụng phương pháp khử thời tiết, nhận thấy nồng độ thực tế khí NO₂ đo được trong giai đoạn giãn cách tháng 4 năm 2020 giảm 26% so với ước tính dưới điều kiện bình thường.

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG LÊN SỨC KHỎE



[54] Mai và cộng sự, 2021

[55] Le và cộng sự, 2021

[56] Trương N. X. và cộng sự, 2022

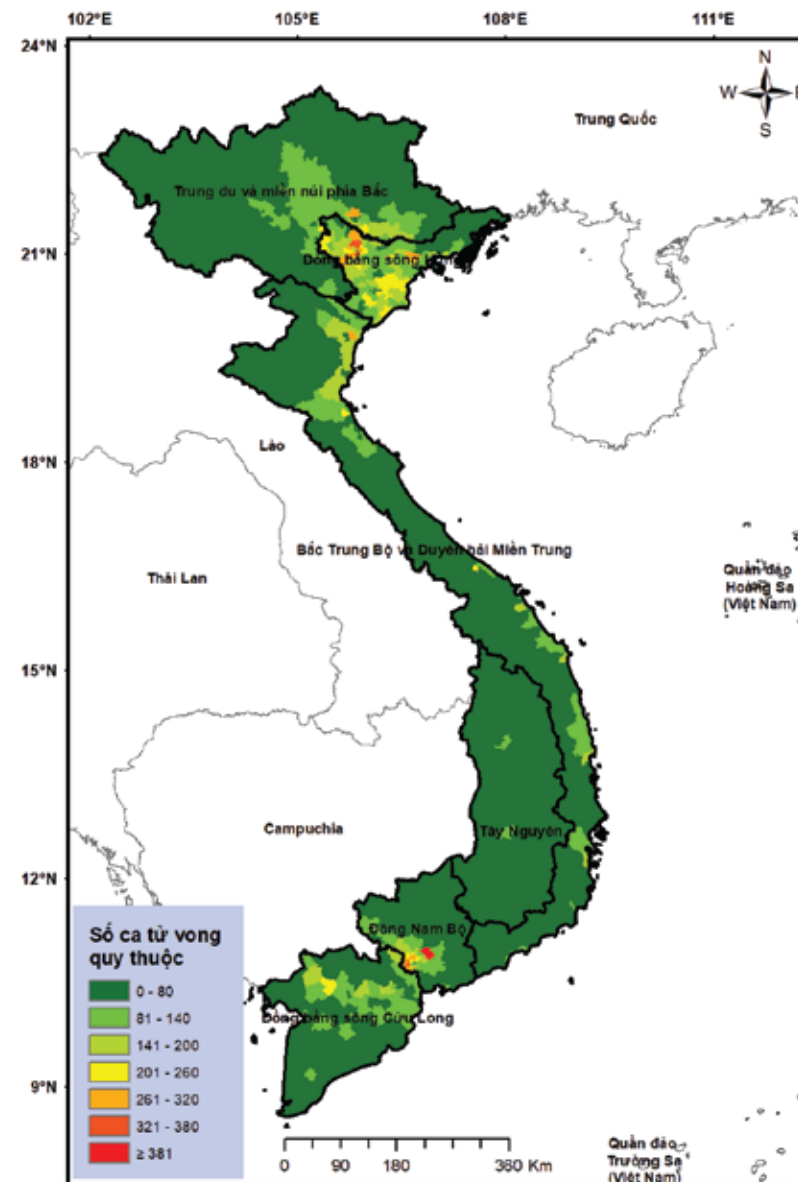
SỐ CA TỬ VONG SỚM DO PHƠI NHIỄM PM_{2.5} NĂM 2019 VÀ LỢI ÍCH SỨC KHỎE NẾU KIỂM SOÁT NỒNG ĐỘ BỤI PM_{2.5} TẠI VIỆT NAM

Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO (5 µg/m³)

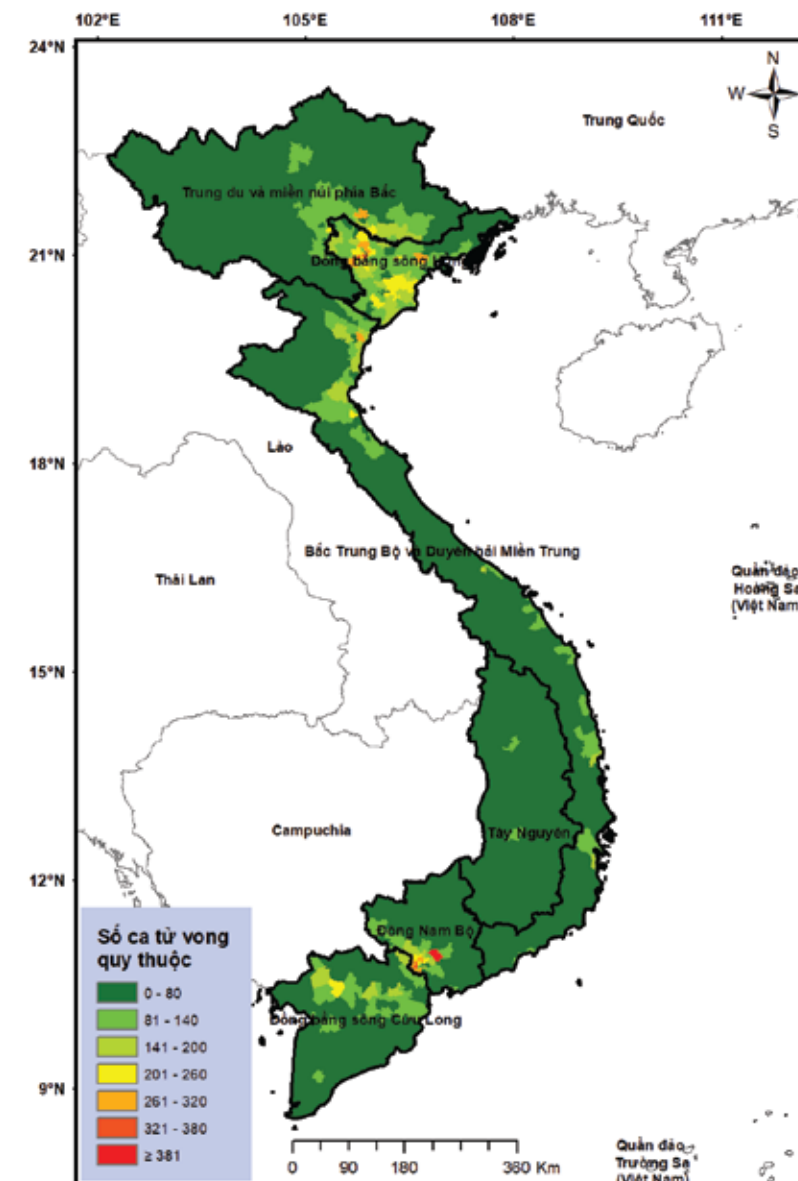
1) Năm 2019: Tổng số số ca tử vong sớm do bụi PM_{2.5} được ước tính là 56.808 ca, chiếm khoảng 9,9% tổng số ca tử vong do các nguyên nhân tự nhiên tại Việt Nam.

Vùng Đồng bằng Sông Hồng bị tác động nhiều nhất với số ca quy thuộc là hơn 18.632 ca, theo sau là vùng Bắc Trung Bộ & Duyên hải miền Trung với hơn 11.161 ca. Số ca này tại Vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long là 9.406 ca. Số ca tử vong sớm do PM_{2.5} tại vùng Đông Nam bộ là 7.378 ca. Vùng Tây Nguyên bị ảnh hưởng ít nhất với khoảng 1.795 ca tử vong sớm do phơi nhiễm quá mức PM_{2.5} (Hình 48).

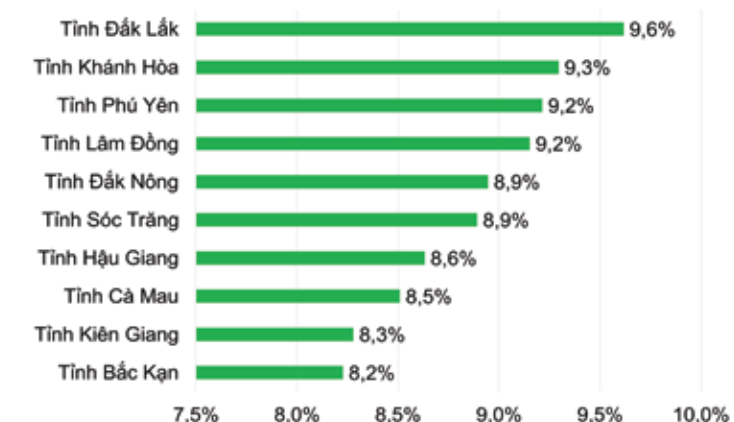
2) Tỷ lệ thay đổi số ca tử vong sớm cả nước do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát nguồn thải (trường hợp giả định)



Hình 48. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} năm 2019 tại Việt Nam (trường hợp thực tế)



Hình 49. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} năm 2019 tại Việt Nam (trường hợp giả định)



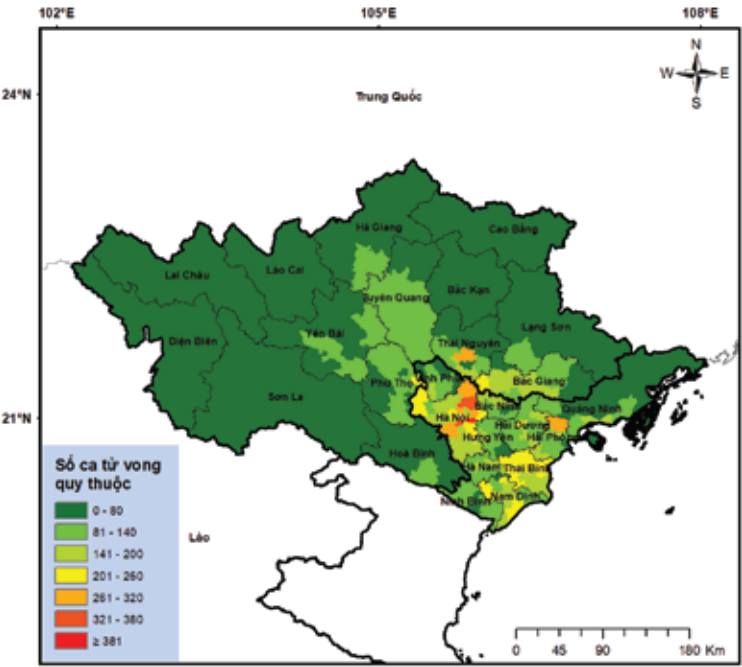
Hình 50. Danh sách 10 tỉnh có tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức ở trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 lớn nhất cả nước

Trong trường hợp đó số ca tử vong sớm cả nước năm 2019 chỉ còn lại là 52.993 ca, hay nói một cách khác số ca tử vong do ô nhiễm không khí chỉ chiếm khoảng 9,2% tổng số ca tử vong sớm do các nguyên nhân tự nhiên tại Việt Nam.

Số liệu thống kê theo vùng được trình bày như sau: Đồng Bằng Sông Hồng còn lại khoảng 17.475 ca, tại Vùng Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung là 10.412 ca. Số tử vong do PM_{2.5} tại Tây Nguyên sẽ là 1.637 ca (Hình 49).

3) Tỷ lệ số tử vong sớm thay đổi do thay đổi nồng độ năm trong khoảng từ 4,7% đến 9,6% của tổng số ca tử vong do ô nhiễm không khí năm 2019. Trong đó tỉnh Đắk Lắk (có thể giảm được 9,6%) Khánh Hòa (có thể giảm được 9,3%), Phú Yên (có thể giảm được 9,2%) so với số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} năm 2019 (hình 50). Vì vậy, nhìn chung thì những tỉnh/thành giáp Đông Nam Bộ ở phía Đông Bắc có mức thay đổi gánh nặng bệnh tật lớn.

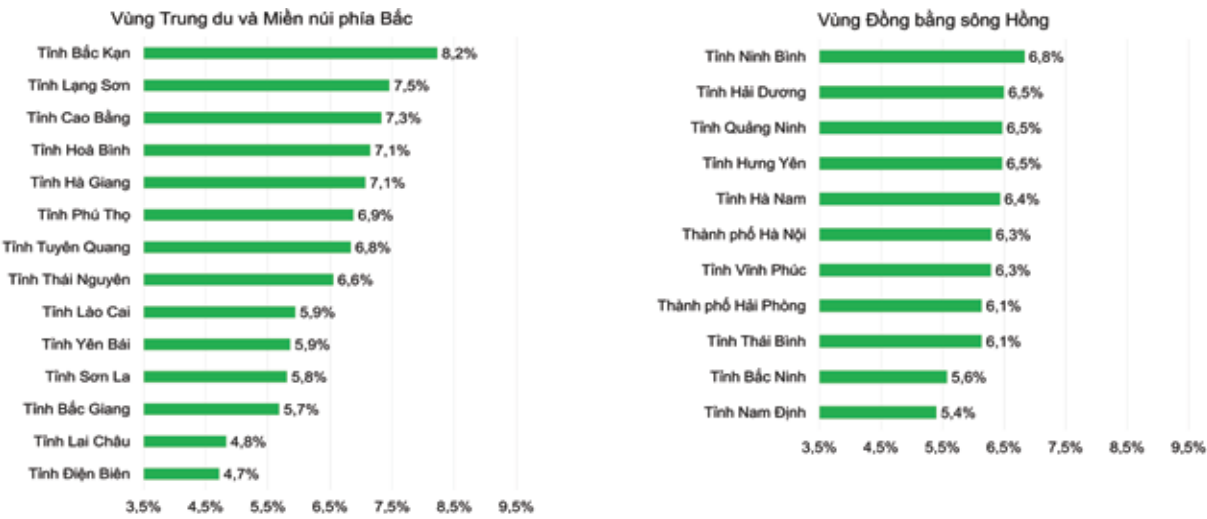
ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG SỨC KHOẺ TẠI MIỀN BẮC



Hình 51. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn WHO năm 2019 tại vùng Trung du và miền núi phía Bắc và Đồng bằng Sông Hồng

Sự thay đổi số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} tại các tỉnh này thay đổi từ khoảng 4,7% đến 8,2% tổng số ca tử vong do phơi nhiễm PM_{2.5} năm 2019.

Bắc Kạn có tỷ lệ giảm số ca quy thuộc năm 2019 ở trường hợp giả định so với thực tế lớn nhất (8,2%), tiếp theo đó là Lạng Sơn và Cao Bằng. Tỷ lệ thay đổi ít nhất ở các tỉnh Lai Châu và Điện Biên lần lượt là 4,8% và 4,7% so với tổng số ca tử vong do phơi nhiễm PM_{2.5} năm 2019 tại địa phương (Hình 52).



Hình 52. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại các tỉnh Trung du và miền núi phía Bắc và Đồng Bằng Sông Hồng

Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO tại vùng Trung du và miền núi phía Bắc

1.1) Năm 2019: Hai tỉnh Bắc Giang và Phú Thọ có số ca quy thuộc năm 2019 lớn nhất vùng, lần lượt là 1.419 và 1.372 ca. Tiếp theo đó là các tỉnh Thái Nguyên, Lạng Sơn, Hoà Bình, Sơn La, Tuyên Quang với số ca lần lượt là 988, 568, 561, 554, và 542 (Hình 51).

Hai tỉnh Bắc Kạn và Lai Châu có số ca tử vong quy thuộc 2019 nhỏ nhất lần lượt là 202 và 207 ca (Hình 51).

1.2) Tỷ lệ thay đổi số ca tử vong sớm tại Miền Bắc do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát nồng độ (trường hợp giả định)

Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO tại vùng Đồng Bằng Sông Hồng:

2.1) Năm 2019: Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức tại các tỉnh Quảng Ninh, Ninh Bình và Hà Nam lần lượt là 678, 743 và 751 ca. Con số này tại Hà Nội là 6.726 ca, cao hơn gấp 3,8 lần so với tỉnh xếp ngay sau là TP. Hải Phòng với 1.761 ca (Hình 51).

2.2) Tỷ lệ thay đổi số ca tử vong sớm tại vùng Đồng Bằng Sông Hồng do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát nồng độ (trường hợp giả định)

Tỷ lệ giảm số ca quy thuộc trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại vùng Đồng bằng Sông Hồng nằm trong khoảng 5,4 – 6,8% so với tổng số ca tử vong do ô nhiễm không khí năm 2019 tương ứng của tỉnh (Hình 52). Tỉnh có mức thay đổi cao nhất là Ninh Bình (6,8%) và Hải Dương (6,5%) so với số ca tử vong sớm do PM_{2.5} năm 2019.

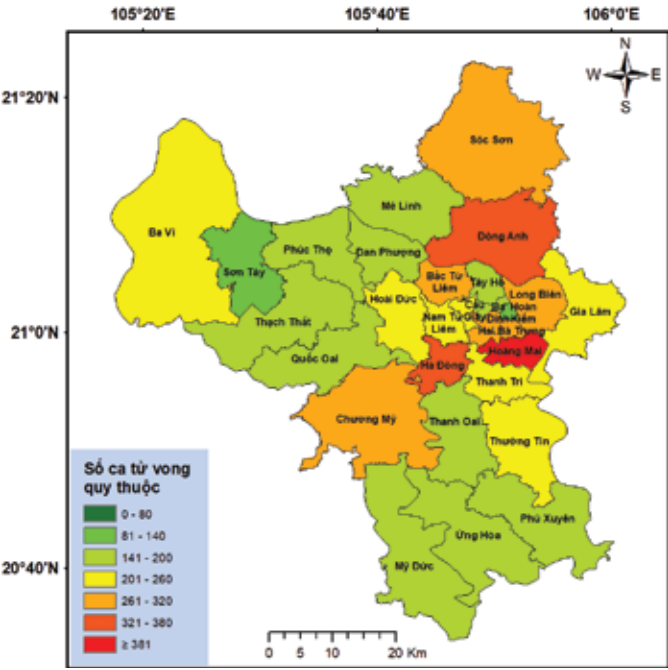
Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO tại Hà Nội:

3.1) Năm 2019: Hà Nội có ca tử vong quy thuộc năm 2019 lớn nhất nước, dao động trong khoảng 113 – 444 ca tùy theo quận (Hình 54).

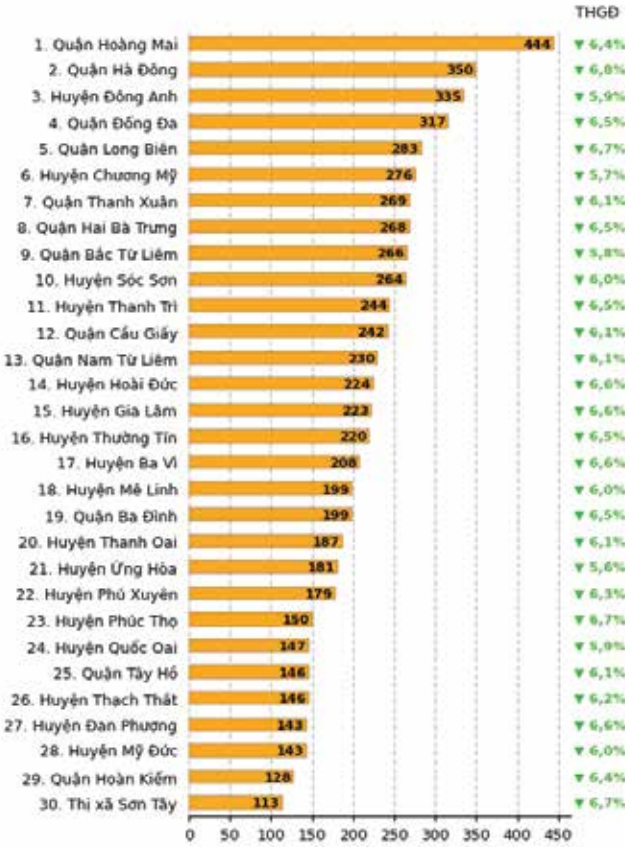
Các quận đông dân như Đông Anh, Hà Đông, và đặc biệt là Hoàng Mai, có số ca tử vong quy thuộc rất lớn, đều trên 300 ca. Thị xã Sơn Tây có số ca tử vong quy thuộc thấp nhất với 113 ca (Hình 53).

3.2) Tỷ lệ thay đổi số ca tử vong sớm tại Hà Nội do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát nồng độ (trường hợp giả định)

Tỷ lệ giảm dao động trong khoảng 5,6 – 6,8 % so với tổng số ca tử vong do ô nhiễm không khí năm 2019 (Hình 54). Quận Hà Đông có số ca tử vong sớm thay đổi nhiều nhất. Trong khi đó các huyện Ứng Hòa và Chương Mỹ có số ca tử vong sớm thay đổi ít nhất.

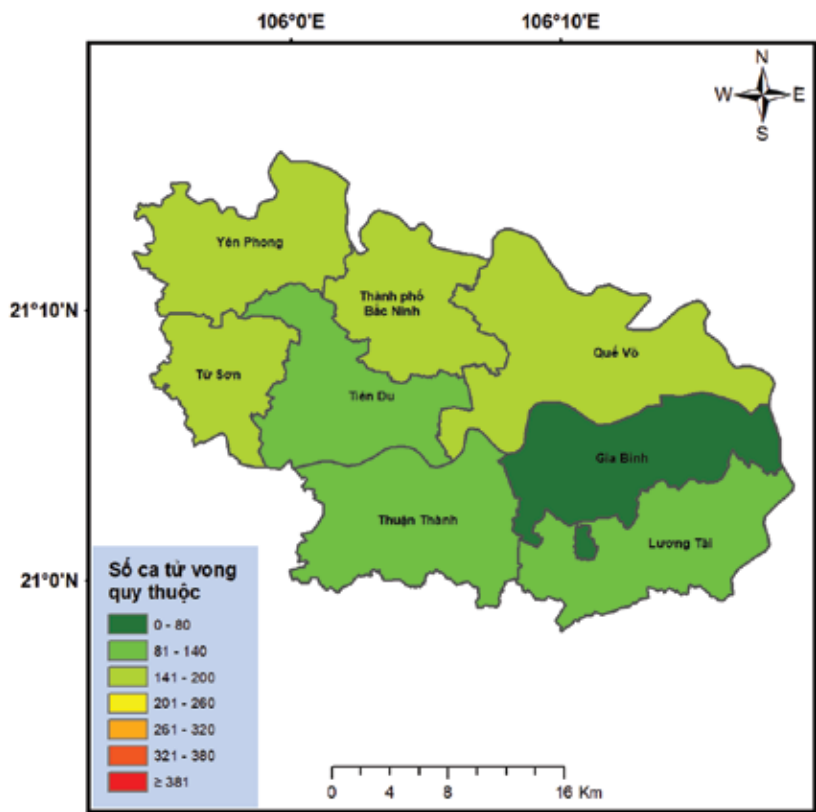


Hình 53. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn WHO năm 2019 tại Hà Nội

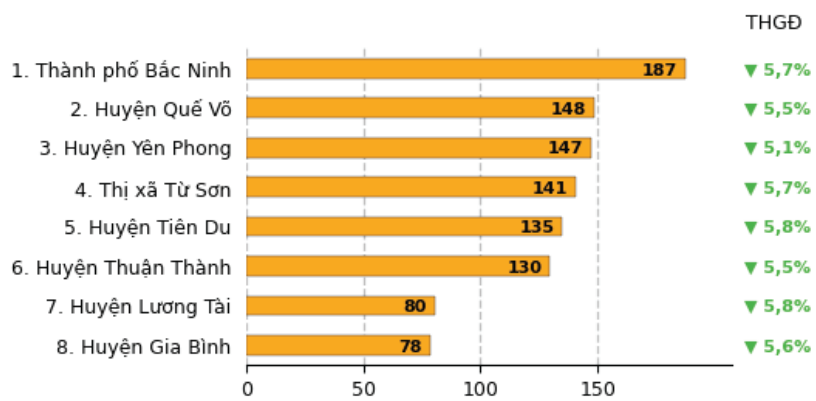


Hình 54. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại Hà Nội

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG SỨC KHOẺ TẠI BẮC NINH VÀ THÁI BÌNH



Hình 55. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn WHO tại Bắc Ninh



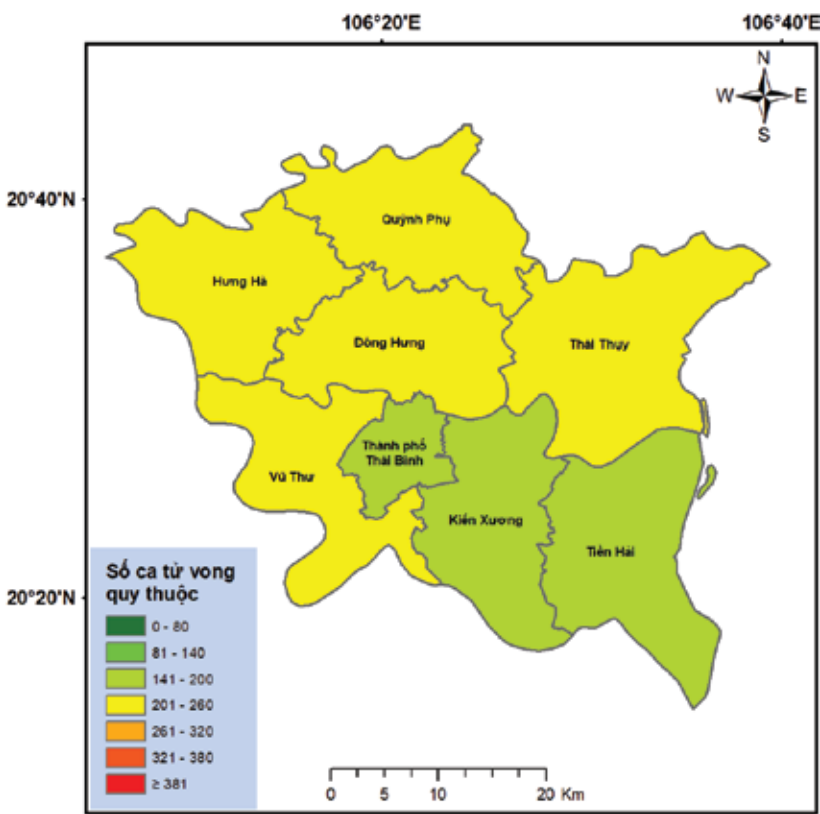
Hình 56. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại Bắc Ninh

Bắc Ninh

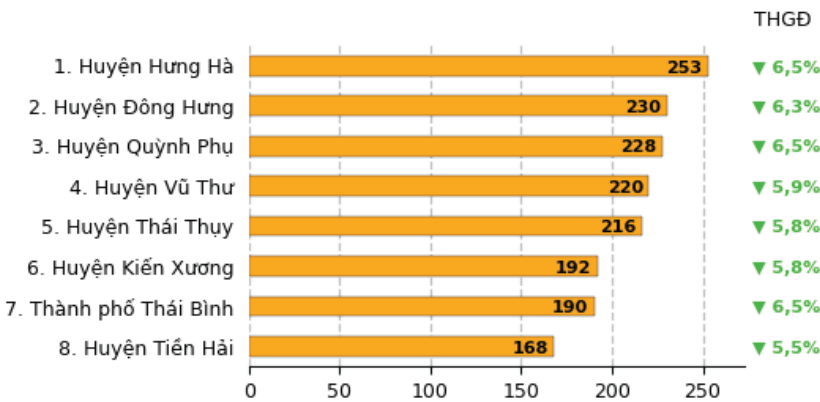
1.1) Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO là **1.047 ca**. Số ca tử vong sớm do PM_{2.5} tại thành phố Bắc Ninh là cao nhất, với 187 ca. Sau đó số ca tử vong sớm do PM_{2.5} tại Quế Võ là 148 ca, Yên Phong là 147 ca. Gia Bình và Lương Tài là hai huyện có số ca tử vong do PM_{2.5} thấp nhất, lần lượt là 78 và 80 ca (Hình 55).

1.2) Tỷ lệ thay đổi số ca tử vong sớm tại Bắc Ninh do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát nồng độ (trường hợp giả định)

Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} tại Bắc Ninh giảm xuống còn 989 ca. Tỷ lệ giảm dao động từ 5,1 – 5,8% so với tổng số ca tử vong sớm do PM_{2.5} năm 2019. Các huyện Tiên Du và Lương Tài có tỷ lệ giảm cao hơn so với các huyện khác. Tỷ lệ giảm ở Thành phố Bắc Ninh là 5,7% so với tổng số ca tử vong sớm do PM_{2.5} tại đây năm 2019 (Hình 56).



Hình 57. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn WHO tại Thái Bình



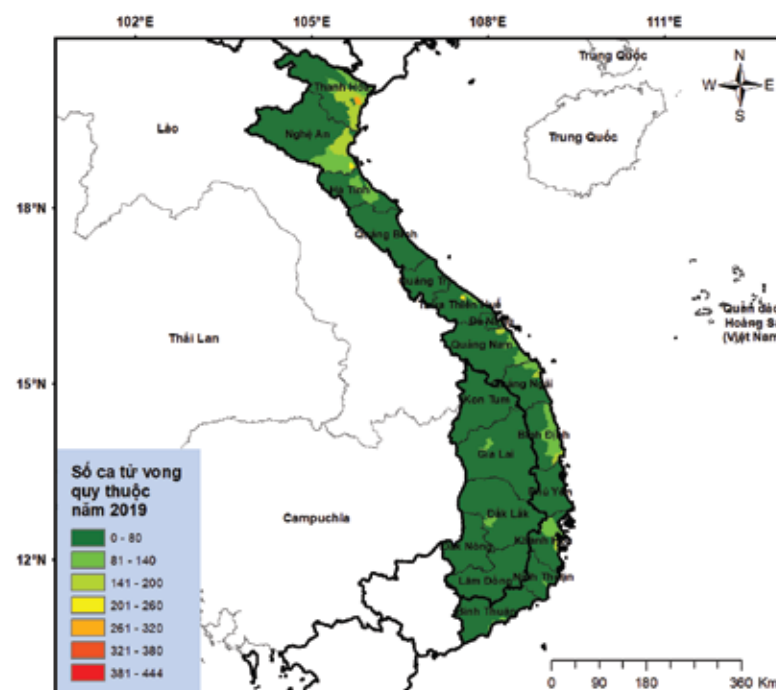
Hình 58. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại Thái Bình

Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO tại Thái Bình

2.1) Năm 2019: Tổng số ca tử vong do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo tại Thái Bình là 1.697 ca. Con số này của các huyện nằm trong khoảng 168 ca (huyện Tiền Hải) – 253 ca (huyện Hưng Hà) (Hình 57). Ngoài ra các huyện Đông Hưng, Quỳnh Phụ, Vũ Thư, Thái Thụy cũng ghi nhận số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} lần lượt là 230, 228, 220 và 216 ca.

2.2) Tỷ lệ thay đổi số ca tử vong sớm tại Thái Bình do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát nồng độ (trường hợp giả định) tại Thái Bình là **6,1%**. Mặc dù giữa các quận/huyện không có sự dao động nhiều, có xu hướng số ca quy thuộc giảm dần theo chiều từ phía Tây Bắc về phía Đông Nam của tỉnh (Hình 58), tỷ lệ giảm dao động từ 5,5 – 6,5% (Hình 58).

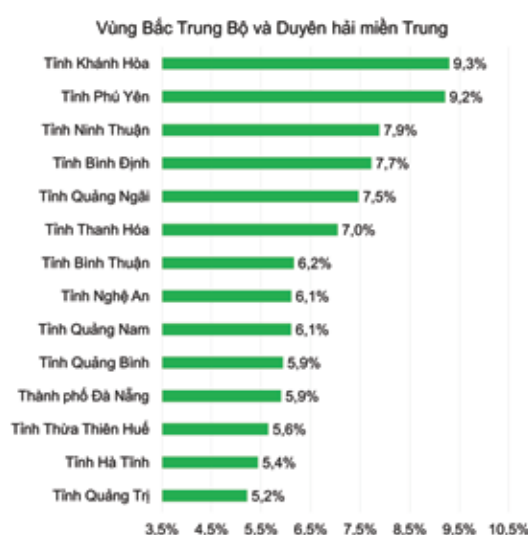
ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG SỨC KHOẺ TẠI MIỀN TRUNG



Hình 59. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn WHO năm 2019 tại Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung và Tây Nguyên

Nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát nguồn phát thải, số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} tại vùng này có thể giảm còn 10.413 ca.

Khánh Hòa, Phú Yên ghi nhận số ca tử vong có thể giảm là 9,3% và 9,2% số ca năm 2019. Tỷ lệ này ở Quảng Trị và Hà Tĩnh là 5,2% và 5,4% (Hình 60).

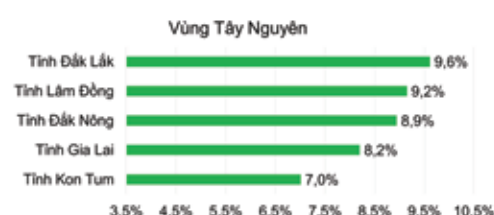


Hình 60. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung và Tây Nguyên

Bắc Trung bộ và Duyên hải miền Trung

1.1) Năm 2019: Tổng số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} vượt mức tại vùng Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung là 11.162 ca. Hầu hết các tỉnh tại vùng này có số ca tử vong quy thuộc năm 2019 nhỏ hơn 700 ca. Riêng các tỉnh Bình Định, Hà Tĩnh và Quảng Nam có từ 700-900 ca và các tỉnh Nghệ An, Thanh Hóa có lần lượt 1.930 và 2.730 ca (Hình 59).

1.2) Tỷ lệ thay đổi số ca tử vong sớm tại vùng Bắc trung Bộ và duyên hải miền Trung do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn mức khuyến cáo của WHO nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát nguồn thải (trường hợp giả định)



Tại vùng Tây Nguyên

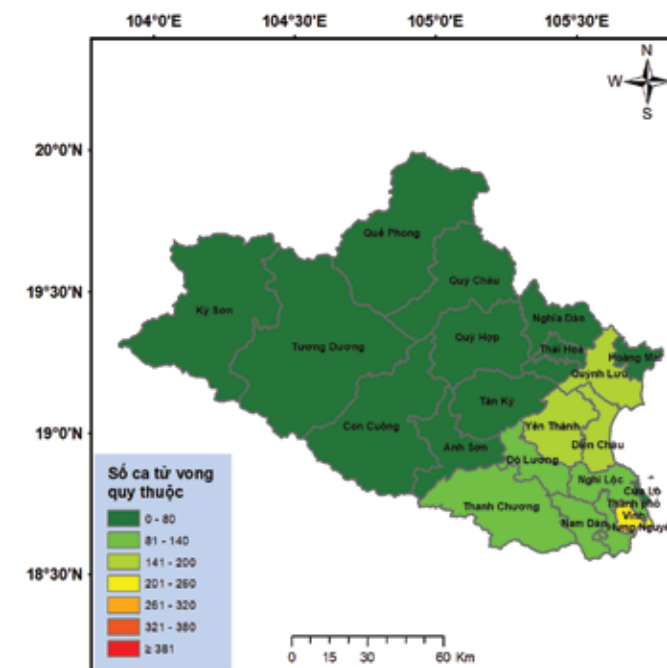
2.1) Năm 2019: Tổng số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} vượt mức WHO khuyến cáo tại vùng Tây nguyên là 1.796 ca. Số ca tử vong do phơi nhiễm PM_{2.5} tại các tỉnh thuộc vùng này năm 2019 lần lượt là Đắk Lắk là 580, tại Gia Lai là 478 ca và tại Lâm Đồng là 406 ca. Tỉnh Kon Tum có số ca tử vong do phơi nhiễm PM_{2.5} thấp nhất, 162 ca (Hình 59).

2.2) Nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát nguồn phát thải, số ca tử vong sớm tại vùng Tây Nguyên do phơi nhiễm PM_{2.5} tại vùng này có thể giảm còn 1.637 ca. Số ca có thể giảm được so với số ca tử vong năm 2019 của toàn vùng là 8,8% so với số ca tử vong do PM_{2.5} năm 2019. Cụ thể, tỉnh Đắk Lắk có thể giảm được khoảng 9,6% số ca, tỉnh Lâm Đồng có thể giảm được 9,2% số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} năm 2019 (Hình 60).

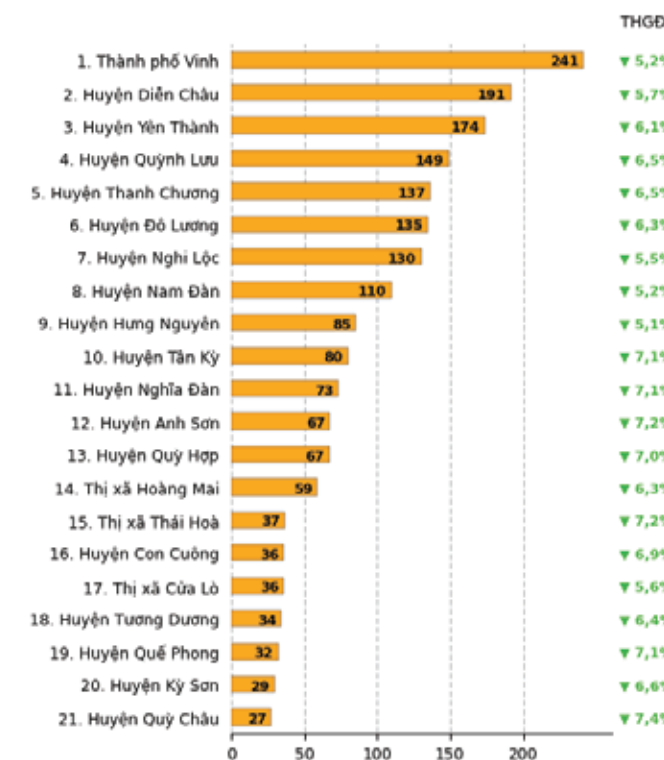
Tại Nghệ An

3.1) Năm 2019: Tổng số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} vượt mức theo khuyến cáo của WHO tại Nghệ An là 1.930 ca (Hình 61). Số ca tử vong sớm do PM_{2.5} tại Thành phố Vinh là cao nhất với 241 ca, gấp gần 10 lần so với huyện có số ca nhỏ nhất là huyện Quỳnh Châu (27 ca) (Hình 61). Huyện Diễn Châu và huyện Yên Thành cũng có số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} lần lượt là 191 và 174 ca.

3.2) Nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát nguồn phát thải, số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} tại Nghệ An có thể giảm còn 1.812 ca. Tỷ lệ thay đổi số ca tử vong sớm dao động từ 5,1 – 7,4%, và không có xu hướng thay đổi giá trị theo vị trí địa lý (Hình 62). Các địa phương có mức thay đổi ca tử vong lớn như Thị Xã Thái Hòa (7,2%), Huyện Nghĩa Đàn (7,1%), huyện Quế Phong, Huyện Tân Kỳ (7,1%). Các địa phương có nhiều hoạt động như Thành phố Vinh tỷ lệ thay đổi là 5,2%, Hoàng Mai là 6,3% và Nghi Lộc là 5,5%.

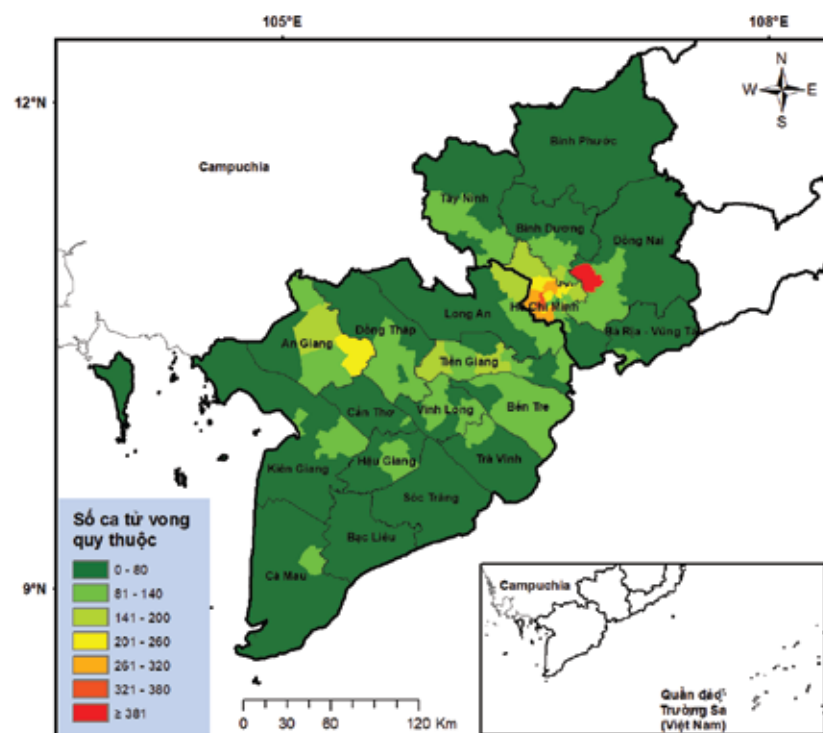


Hình 61. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} cao hơn WHO năm 2019 tại Nghệ An



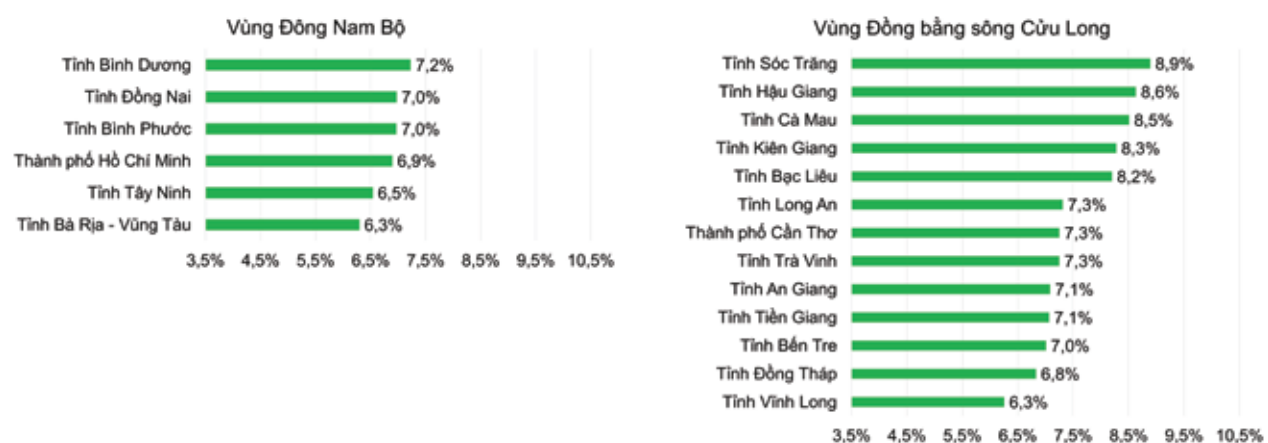
Hình 62. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại Nghệ An

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG SỨC KHOẺ TẠI MIỀN NAM



Hình 63. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm quá mức PM_{2.5} so với WHO tại Đông Nam Bộ và Đồng Bằng sông Cửu Long năm 2019

so với số ca tử vong năm 2019. Cụ thể, tỷ lệ giảm so với năm 2019 tại Bình Dương là 7,2% và tại Đồng Nai là 7,0%. Tỷ lệ số ca tử vong do PM_{2.5} có thể giảm được tại Thành phố Hồ Chí Minh là 6,9%.



Hình 64. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức trường hợp giả định so với thực tế năm 2019 tại các tỉnh Đông Nam Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long

Tại vùng Đồng bằng Sông Cửu Long

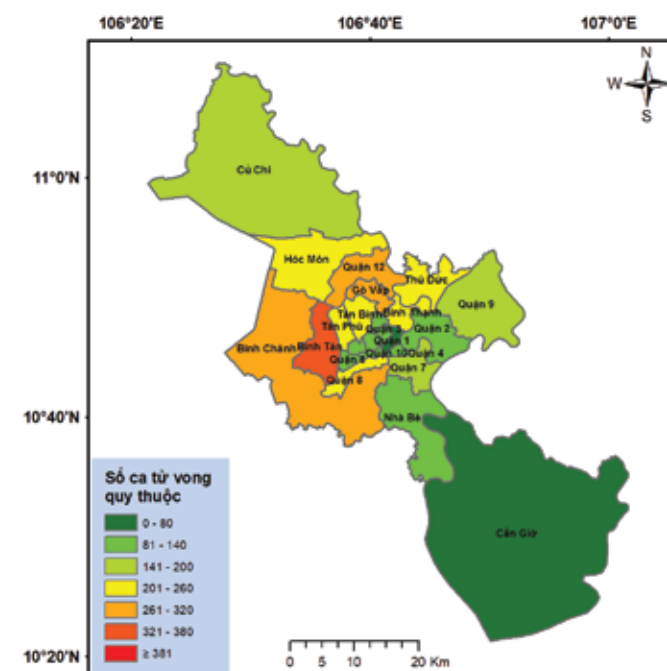
2.1) Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm quá mức PM_{2.5} so với WHO tại Đồng Bằng Sông Cửu Long là 9.406 ca. Hai tỉnh An Giang và Tiền Giang có số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} lớn nhất vùng, lần lượt 1.460 và 1.144 ca. Tỉnh Hậu Giang có số ca tử vong sớm thấp nhất (330 ca) (hình 63).

2.2) Nếu áp dụng các biện pháp giảm phát thải, tỷ lệ số ca tử vong sớm tại Đồng bằng sông Cửu Long do phơi nhiễm PM_{2.5} có thể giảm được nằm trong khoảng từ 6,3% đến 8,9%. Tỉnh Sóc Trăng có thể giảm được 8,9% số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} nếu áp dụng các biện pháp kiểm soát phát thải, tiếp đó là tỉnh Hậu Giang với 8,6% và nhỏ nhất tại Vĩnh Long (6,3%) (hình 64). Tỷ lệ số ca tử vong có thể giảm được ở Thành Phố Cần Thơ là 7,3% so với tổng số ca năm 2019.

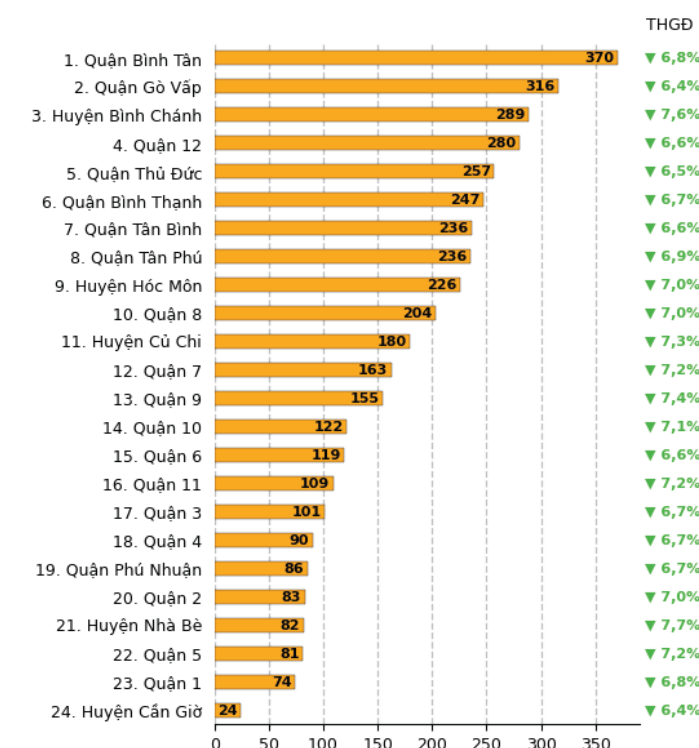
Tại TP. Hồ Chí Minh:

3.1) Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm quá mức PM_{2.5} so với WHO năm 2019 tại TP. Hồ Chí Minh là 4.130 ca đứng thứ hai cả nước. Số ca tử vong sớm do PM_{2.5} cao chủ yếu tại những quận trung tâm thành phố, lớn nhất tại quận Bình Tân với 370 ca, theo sau là quận Gò Vấp, huyện Bình Chánh và Quận 12 (đều trong khoảng 280 – 320 ca). Huyện Cần Giờ có số ca quy thuộc năm 2019 nhỏ nhất (24 ca) (hình 65).

3.2) Nếu áp dụng kiểm soát nồng độ, tỷ lệ số ca tử vong sớm tại Thành Phố Hồ Chí Minh do phơi nhiễm PM_{2.5} có thể giảm được 6,9%. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm tại Huyện Nhà Bè cao nhất là 7,7%, huyện Bình Chánh là 7,6% và tại Quận 9 là 7,4% (hình 66).



Hình 65. Số ca tử vong sớm do phơi nhiễm quá mức PM_{2.5} so với WHO tại Thành Phố Hồ Chí Minh



Hình 66. Tỷ lệ giảm số ca tử vong sớm do phơi nhiễm PM_{2.5} quá mức (trường hợp giả định) so với thực tế năm 2019 tại TP. Hồ Chí Minh

KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

VỀ HIỆN TRẠNG BỤI $PM_{2.5}$

Trên phạm vi toàn quốc

Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm 2021 có xu hướng giảm so với năm 2019 và tăng nhẹ so với năm 2020 do giá trị cao bất thường trong tháng 1. Khu vực có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ cao chủ yếu tập trung ở vùng Đồng bằng sông Hồng (Hà Nội và các tỉnh lân cận).

Năm 2021 có 06/63 tỉnh, thành phố có nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT, bao gồm Hà Nội, Bắc Ninh, Hưng Yên, Vĩnh Phúc, Hà Nam và Hải Dương. Tuy nhiên, người dân phơi nhiễm bụi $PM_{2.5}$ (nồng độ bụi $PM_{2.5}$ theo trọng số dân) với mức độ cao hơn giá trị nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm cho các tỉnh/thành phố. So sánh với khuyến nghị của WHO năm 2021 cho trung bình năm ($5 \mu g/m^3$), nồng độ bụi $PM_{2.5}$ của tất cả các tỉnh, thành phố trên toàn quốc trong năm 2021 đều lớn hơn nhiều lần mức khuyến nghị này.

Trên phạm vi vùng/miền

76% số tỉnh ở miền Bắc đạt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT, 24% số tỉnh không đạt quy chuẩn, tập trung ở Đồng bằng sông Hồng. Các giá trị trung bình năm theo quận/huyện trong khoảng từ $13,1 \mu g/m^3$ đến $43 \mu g/m^3$.

100% số tỉnh ở miền Trung dưới mức quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT ($25 \mu g/m^3$), nhưng vượt ngưỡng WHO 2021 ($5 \mu g/m^3$). Nồng độ $PM_{2.5}$ cao hơn tập trung ở các tỉnh Bắc Trung Bộ, thấp ở Tây

Nguyên và Nam Trung Bộ. Các giá trị trung bình năm theo quận/huyện trong khoảng từ $11,0 \mu g/m^3$ đến $23,1 \mu g/m^3$.

100% số tỉnh ở miền Nam dưới mức quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT ($25 \mu g/m^3$), nhưng vượt ngưỡng WHO 2021 ($5 \mu g/m^3$). Nồng độ $PM_{2.5}$ cao hơn tập trung ở TP. Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận, thấp ở các tỉnh Tây Nam Bộ. Các giá trị trung bình năm theo quận/huyện trong khoảng từ $11,4 \mu g/m^3$ đến $21,3 \mu g/m^3$.

Trên phạm vi tỉnh/thành phố

Tại Hà Nội và Bắc Ninh, 100% các quận huyện đều vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT và khuyến nghị của WHO năm 2021. Tỷ lệ số ngày trong năm 2021 có nồng độ bụi ở mức tốt và mức trung bình chiếm chủ yếu. Tỷ lệ số ngày trong năm 2021 có chất lượng không khí ở mức tốt lần lượt là 42,2%, và 49,7%, chất lượng không khí mức trung bình là 39,7% và 37,3%. Nồng độ bụi cao trong các tháng 12, 1 và thấp trong các tháng 7, 8.

Tại Thái Bình, 5/8 huyện/thành phố (62,5%) vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT và khuyến nghị của WHO năm 2021. Tỷ lệ số ngày trong năm 2021 ở mức tốt chiếm 69,3%, mức trung bình chiếm 24,4%, tương đương so với năm 2020 và tốt hơn so với 2019.

Tại Nghệ An, 100% các huyện/thành phố đều thấp hơn quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT nhưng cao hơn khuyến nghị của WHO năm 2021. Tỷ lệ số ngày trong năm 2021 ở mức tốt chiếm 89%.



Tại TP. Hồ Chí Minh, 100% các quận huyện đều dưới ngưỡng quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT nhưng vẫn vượt khuyến nghị của WHO năm 2021. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ cao ở các quận trung tâm, thấp ở các huyện xa như Củ Chi, Cần Giờ. Tỷ lệ số ngày trong năm 2021 ở mức tốt chiếm 87,1%, mức trung bình chiếm 11,8%. Nồng độ bụi cao trong các tháng 12, 1, 2, 3 và thấp trong các tháng còn lại.

Theo các loại đô thị

Tỷ lệ các đô thị có nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm 2021 vượt QCVN 05:2013/BTNMT có xu hướng giảm theo mức độ phân loại đô thị, cao nhất ở đô thị đặc biệt, thấp nhất ở đô thị loại III. Tỷ lệ số ngày tốt và trung bình chiếm ưu thế ở tất cả các loại đô thị, tỷ lệ số ngày có mức AQI kém và xấu chiếm ít hơn, không có mức rất xấu và nguy hại.

Trong thời kỳ giãn cách do dịch COVID 19

Tại Hà Nội, trong khoảng thời gian giãn cách do Chỉ thị 16/CT-TTg (từ 24/07-21/09), nồng độ bụi $PM_{2.5}$ giảm 22,8% so với điều kiện thời tiết bình thường và không chịu tác động của giãn cách xã hội). Thời gian trước và sau khi giãn cách, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ cũng có xu hướng giảm.

Tại TP. Hồ Chí Minh, trong khoảng thời gian giãn cách do Chỉ thị 16/CT-TTg (từ 24/07-21/09), nồng độ bụi $PM_{2.5}$ giảm mạnh tới 41,4% so với điều kiện thời tiết bình thường và không chịu tác động của giãn cách xã hội). Thời gian trước và sau khi giãn cách, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ cũng có xu hướng giảm, lần lượt là 27,3% và 25,7%.

VỀ TÁC ĐỘNG SỨC KHỎE

Kết quả báo cáo cho thấy tại Việt Nam số ca tử vong sớm do phơi nhiễm bụi $PM_{2.5}$ cao hơn mức khuyến cáo của WHO năm 2019 gần 56.808 ca, chiếm khoảng 9,9% tổng số ca tử vong do các nguyên nhân tự nhiên tại Việt Nam.

Đối với các khu vực kinh tế - xã hội, số ca tử vong do phơi nhiễm bụi $PM_{2.5}$ năm 2019 lớn nhất tại vùng Đồng Bằng Sông Hồng, Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung Miền Trung. Khu vực Tây Nguyên là nơi có số ca tử vong do bụi $PM_{2.5}$ thấp nhất.

Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh vẫn là những địa phương có ước tính số ca tử vong do phơi nhiễm bụi cao nhất nước.

Nếu Việt Nam áp dụng kiểm soát nồng độ, số ca tử vong do $PM_{2.5}$ sẽ giảm được 6,7% tổng số ca tử vong do $PM_{2.5}$ năm 2019.

KHUYẾN NGHỊ

Đối với các đơn vị, tổ chức nhà nước (Bộ TNMT, Bộ Y tế)

Sử dụng bản đồ nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trong giám sát CLKK nhằm đưa ra bức tranh chung về hiện trạng môi trường không khí ở cấp quốc gia, vùng miền và tỉnh, thành phố hàng năm. Bản đồ nồng độ bụi $PM_{2.5}$ có thể cung cấp thông tin về $PM_{2.5}$ toàn quốc, đặc biệt ở các khu vực thiếu các trạm quan trắc. Bản đồ này cũng chỉ ra rõ ràng hơn các vùng, tỉnh, thành phố đang gặp vấn đề về chất lượng không khí, từ đó đặt ưu tiên thực hiện các biện pháp quan trắc và kiểm soát nồng độ bụi $PM_{2.5}$. Kết quả và dữ liệu của báo cáo này sẽ bổ sung dữ liệu và phương pháp cho các báo cáo hiện trạng môi trường không khí quốc gia và cấp tỉnh/ thành phố trực thuộc Trung ương; trong đó cung cấp thông tin hiện trạng hỗ trợ các tỉnh, thành phố xây dựng Kế hoạch quản lý chất lượng môi trường không khí cấp tỉnh theo Công văn 3051/BTNMT-TCMT, giúp đưa ra các mục tiêu cụ thể cải thiện CLKK và kiểm soát hiệu quả của các biện pháp đang được thực hiện.

Đặt ưu tiên cho các công tác giám sát và quản lý CLKK theo thứ tự của hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ của tỉnh thành phố. Một số tỉnh, thành phố đang hoặc có nguy cơ cao về ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ cần có những biện pháp, chính sách giám sát và quản lý CLKK quyết liệt, kịp thời, và hiệu quả. Trong khi đó, những tỉnh, thành phố có nguy cơ thấp về ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ vẫn cần duy trì cơ chế giám sát và kiểm soát nhưng ở mức độ phù hợp để tiết kiệm nguồn lực kinh tế và con người.

Đầu tư cho quản lý chất lượng môi trường không khí theo khu vực và mức độ đô thị hóa. Báo cáo này chỉ ra nguy cơ ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ xu hướng tăng lên khi các khu đô thị được xếp loại cao hơn về phân loại đô thị. Các đô thị được xếp hạng đều là các khu vực có sự phát triển mạnh về kinh tế và xã hội, dẫn

đến khả năng tác động xấu đến môi trường không khí nếu không được giám sát và quản lý tốt.

Tăng cường mạng lưới quan trắc CLKK tiêu chuẩn của nhà nước trên toàn quốc, ưu tiên các tỉnh và khu vực có ONKK như khuyến nghị trong báo cáo. Trong báo cáo này, bản đồ nồng độ bụi $PM_{2.5}$ được xây dựng dựa trên số liệu các trạm quan trắc quốc gia. Số lượng và chất lượng của nguồn dữ liệu này rất quan trọng để đảm bảo chất lượng của mô hình tính toán toàn quốc. Chúng tôi khuyến nghị việc xây dựng cơ chế chia sẻ dữ liệu và thông tin Đảm bảo/Kiểm soát chất lượng tại các trạm để tăng cường chất lượng mô hình hoá và quan trắc $PM_{2.5}$ nói riêng, cũng như hỗ trợ các nghiên cứu khoa học và giáo dục - truyền thông về ONKK nói chung.

Định kỳ rà soát và nâng cao các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về CLKK và các nguồn thải. Theo báo cáo này, tất cả các tỉnh, thành phố có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm vượt khuyến nghị WHO, mức độ được coi là không có tác động xấu đối với sức khỏe. Hiện nay, quy chuẩn quốc gia QCVN 05:2013/BTNMT quy định ngưỡng cho nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm là $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cao hơn so với khuyến nghị của WHO 2020 ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) và WHO 2021 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ngoài ONKK xung quanh, ONKK trong nhà là một vấn đề cấp bách trên thế giới, đặc biệt ở các nước có thu nhập thấp và trung bình. Tuy nhiên, Việt Nam hiện chưa có quy chuẩn, tiêu chuẩn về CLKK trong nhà. Do đó, chúng tôi khuyến nghị định kỳ rà soát việc tuân thủ các quy chuẩn hiện có, từ đó đưa ra lộ trình phù hợp để nâng cao quy chuẩn về CLKK xung quanh và khí thải từ các ngành công nghiệp, lò đốt chất thải, đồng thời ban hành quy chuẩn về CLKK trong nhà.

Việc đánh giá tác động sức khỏe cần được thực hiện định kỳ hàng năm. Kết quả đánh giá tác động sức khỏe đóng vai trò quan trọng trong việc xây





dụng kế hoạch và các biện pháp can thiệp. Kết quả của báo cáo này cũng chỉ ra nếu kiểm soát mức độ ô nhiễm trong năm 2019 thì có thể giảm được số ca tử vong sớm từ bụi $PM_{2.5}$. Tuy nhiên, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ ở tất cả các tỉnh thành vẫn cao hơn mức khuyến cáo của WHO ($5 \mu g/m^3$), và nhiều tỉnh thành vẫn cao hơn mức Quy chuẩn của Việt Nam – QCVN05:2013 ($25 \mu g/m^3$). Vì vậy, cần đánh giá tác động sức khỏe định kỳ để đo lường được mức độ hiệu quả của các chính sách đang được thực hiện.

Cần cải thiện hệ thống ghi nhận tử vong và bệnh tật tại các cơ sở y tế. Trong báo cáo này, chúng tôi sử dụng dữ liệu ước tính từ số liệu tử vong được công bố bởi Tổng cục Thống kê, và Khảo sát quốc gia về tai nạn thương tích tại Việt Nam trong năm 2010. Vì vậy, ước tính được thực hiện dựa trên giả định cơ cấu dân số và tử vong không thay đổi của các năm. Để khắc phục nhược điểm này, cần thực hiện dữ liệu đánh giá dựa trên số liệu thực tế tại cộng đồng. Bên cạnh đó, theo nghiên cứu gần đây của tác giả Trần Thị Hồng và cộng sự (2018), số liệu được ghi nhận tại sổ A6 chỉ có thể đầy đủ khoảng 89%.

Cần có sự tham gia liên ngành để bảo vệ sức khỏe cộng đồng do ô nhiễm không khí. Trong đánh giá tác động sức khỏe, các chỉ số đầu vào đến từ nhiều nguồn khác nhau, bao gồm cơ quan quan trắc chất lượng không khí, các cơ sở y tế và các cơ quan thực hiện thống kê về dân số. Bên cạnh đó, một số cơ quan hoặc tổ chức khác cũng cần sử dụng những kết quả này để triển khai các biện pháp can thiệp phù hợp.

Đối với các viện nghiên cứu, trường đại học

Đầu tư các nghiên cứu về dữ liệu và các phương pháp mô hình hóa cho ô nhiễm không khí ở phạm vi toàn quốc, vùng miền, và thành phố/tỉnh để cung

cấp các số liệu hiện trạng và dự báo ONKK có độ chính xác cao. Trong báo cáo này, mô hình học máy thống kê được sử dụng để tính toán các bản đồ nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trên phạm vi toàn quốc. Tuy nhiên, chất lượng dữ liệu $PM_{2.5}$ vẫn ở mức trung bình do sự phức tạp của bài toán và độ không chắc chắn của dữ liệu đầu vào. Việc đầu tư các nghiên cứu về chuẩn hóa số liệu, cập nhật số liệu và các phương pháp mô hình hóa hiện đại sẽ đưa ra những bộ số liệu có độ chính xác cao hơn, và được sử dụng hiệu quả hơn.

Cần đẩy mạnh nghiên cứu sâu về mô hình tác động sức khỏe do ô nhiễm không khí. Hiện nay trên thế giới có nhiều mô hình đánh giá tác động sức khỏe. Tuy nhiên, những mô hình này không đặc trưng cho Việt Nam vì được xây dựng từ các nghiên cứu được thực hiện ở quốc gia khác. Vì vậy, cần thực hiện nghiên cứu dựa trên số liệu và mức phơi nhiễm đặc trưng cho Việt Nam.

Đẩy mạnh các nghiên cứu để xác định đóng góp nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ và các chất ô nhiễm không khí khác. Trong năm 2021, 06/63 tỉnh, thành phố bị ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ và nhiều tỉnh, thành phố khác có nguy cơ theo quy chuẩn Việt Nam. Tuy nhiên, các kết quả về nguồn thải chỉ được thực hiện và công bố ở một số tỉnh, thành phố. Điều này gây ra khó khăn trong việc xác định nguyên nhân ô nhiễm, để từ đó có chính sách phù hợp và hiệu quả trong kiểm soát nguồn thải, tăng cường CLKK.

Cần thực hiện tham vấn cho cơ quan chính phủ về quy trình và kết quả của đánh giá tác động sức khỏe. Điều này là cần thiết nhằm đảm bảo chất lượng của số liệu cũng như phiên giải đúng kết quả đầu ra. Việc này cũng cung cấp thêm thông tin, tăng cường sự quan tâm và khả năng cam kết của các cơ quan quản lý tới việc ứng dụng kết quả nghiên cứu vào các hoạt động quản lý.

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN

[1] [7] WHO, 2014. 7 million premature deaths annually linked to air pollution - Bản tin.

[2] [8] Wolf, M. J, Emerson, J. W., Esty, D. C., de Sherbinin, A., Wendling, Z. A., et al. (2022). 2022 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. epi.yale.edu

[3] [9] [21] [51] IQAir/AirVisual, 2022. World Air Quality Report 2021.

[10] Vietnam Environment Administration, 2021. Report on the State of the National Environment for the period 2016-2020.

[11] [21] VNU-UET, Live&Learn & USAID (2021). Báo cáo Hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ tại Việt Nam giai đoạn 2019-2020. Báo cáo được phối hợp thực hiện bởi Trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội (VNU-UET), Trung tâm Sống và Học tập vì Môi trường và Cộng đồng (Live&Learn) và Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID)

[4] [12] A. J. Cohen et al., "Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015," Lancet, vol. 389, no. 10082, pp. 1907–1918, 2017, doi: 10.1016/S0140-6736(17)30505-6

B. N. Duncan et al., "Satellite data of atmospheric pollution for U.S. air quality applications: Examples of applications, summary of data end-user resources, answers to FAQs, and common mistakes to avoid," Atmospheric Environment, vol. 94, pp. 647–662, 2014, doi: 10.1016/j.atmosenv.2014.05.061

Yale, "Environmental Performance Index 2020," Yale Univ., no. July, pp. 1–3, 2020

Health Effects Institute, "State of Global Air 2020. Special Report," 2020

[13] I. Kloog et al., "A new hybrid spatio-temporal model for estimating daily multi-year $PM_{2.5}$ concentrations across northeastern USA using high resolution aerosol optical depth data," Atmos. Environ., 2014, doi: 10.1016/j.atmosenv.2014.07.014

H. J. Lee, R. B. Chatfield, and A. W. Strawa, "Enhancing the Applicability of Satellite Remote Sensing for $PM_{2.5}$ Estimation Using MODIS Deep Blue AOD and Land Use Regression in California, United States," Environ. Sci. Technol., vol. 50, no. 12, pp. 6546–6555, 2016, doi: 10.1021/acs.est.6b01438

[14] 2019 Population and Housing Census (<https://www.gso.gov.vn/du-lieu-va-so-lieu-thong-ke/2020/11/ket-qua-toan-bo-tong-dieu-tra-dan-so-va-nha-o-nam-2019/>)

[15] National survey on injuries in Vietnam in 2010 (<http://www.molisa.gov.vn/Pages/tintuc/chitiet.aspx?tintucID=18249>)

[16] Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter (<https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1803222115>)

[17] BenMAP-CE (<https://www.epa.gov/benmap>)

[18] Tổng cục Môi trường. (2019). Quyết định về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí tại Việt Nam (VN_AQI). http://cem.gov.vn/storage/news_file_attach/QD_1459_TCMT_ngay_12.11.2019_AQI.pdf

[19] Chính phủ. (2006). Nghị định về lập, phê duyệt và quản lý quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội. <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Bo-may-hanh-chinh/Nghi-dinh-92-2006-ND-CP-lap-phe-duyet-quan-ly-quy-hoach-tong-the-phat-trien-kinh-te-xa-hoi-13988.aspx>

[20] Hai, C.D., Kim Oanh, N.T. (2013). Effects of local, regional meteorology and emission sources on mass and compositions of particulate matter in Hanoi. Atmos. Environ. 78, 105–112. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.05.006>

Hien, P.D., Bac, V.T., Tham, H.C., Nhan, D.D., Vinh, L.D. (2002). Influence of meteorological conditions on $PM_{2.5}$ and $PM_{2.5-10}$ concentrations during the monsoon season in Hanoi, Vietnam. Atmos. Environ. 36, 3473–3484. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(02\)00295-9](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(02)00295-9)

Hien, P.D., Bac, V.T., Thinh, N.T.H. (2004). PMF receptor modelling of fine and coarse PM10 in air masses governing monsoon conditions in Hanoi, northern Vietnam. Atmos. Environ. 38, 189–201. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2003.09.064>

Vinh, T., V. Pham, H., Nguyen, T., X. Pham, T., Hung Bui, Q., X. Nguyen, A., T. Nguyen, T. (2018). Satellite Aerosol Optical Depth over Vietnam - An Analysis from VIIRS and CALIOP Aerosol Products.

[22] [61] Ủy ban Thường vụ Quốc hội Cộng hòa Xã hội Chủ nghĩa Việt Nam. (2016). Nghị quyết về phân loại đô thị.

[23] Wikipedia. Đô thị Việt Nam.



[24] [25] [26] [40] [43] [44] [46] Institute for Development Strategies, 2018. Báo cáo nghiên cứu phân vùng phục vụ quy hoạch giai đoạn 2021-2030

[27] [30] [35] [38] [39] [45] [47] [48] [50] General Statistics Office, 2022. Statistical Yearbook of Vietnam 2021.

[29] WorldBank, 2021. Ô nhiễm không khí hà nội: Thực trạng và gợi ý chính sách

[30] Developing craft villages in Bac Ninh. <https://bacninh.gov.vn/vi/news/-/details/20182/phat-trien-lang-nghe-tai-bac-ninh>

[31] Bac Ninh: Nearly 1,300 enterprises operate in concentrated industrial zones. <https://bacninhvtv.vn/tin-tuc-n14002/bac-ninh-gan-1300-doanh-nghiep-hoat-dong-tai-cac-kcn-tap-trung.html>

[33] Thai Binh Statistical Office. Sơ bộ tình hình xây dựng tỉnh Thái Bình năm 2019. <http://thongkethaibinh.gov.vn/Tin-tuc/so-bo-tinh-hinh-xay-dung-tinh-thai-binh-nam-2019-517.html>

[34] General Statistics Office. Dân số các tỉnh Việt Nam năm 2018.

[36] Thai Binh web portal. Industry zones. <https://thaibinh.gov.vn/doanh-nghiep/cac-khu-cong-nghiep>

[37] Research on building emission coefficients from straw burning activities to apply to emissions inventory and impact assessment on air quality in Hanoi, Vietnam. Nafosted (105.08-2017.11)

[42] Global Forest Watch: <https://www.globalforestwatch.org/>

[49] Tổng cục Thống kê thành phố Hồ Chí Minh. (2021). Báo cáo tình hình kinh tế xã hội quý IV và năm 2021. http://pso.hochiminhcity.gov.vn/c/document_library/get_file?uuid=adb2e038-7bfb-46da-a5b8-a88f0eda7ce9&groupId=18

[52] [57] Bang, H.Q., Khue, V.H.N., 2019. Air Emission Inventory, in: Air Pollution - Monitoring, Quantification and Removal of Gases and Particles. pp. 1–18. <https://doi.org/10.5772/intechopen.79928>

[53] National Steering Committee for COVID-19 Prevention and Control (2022). Báo cáo Kết quả 02 năm triển khai công tác phòng, chống dịch COVID-19

[54] Mai, N.T.P., Hieu, B.T., Khai, N.M., Hue, N.T., Tu, V. Van, Long, P.H., 2021. Impact of Covid-19 partial lockdown on PM_{2.5}, SO₂, NO₂, O₃, and trace elements in PM_{2.5} in Hanoi, Vietnam. Environ. Sci. Pollut. Res. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13792-y>

[55] Le, N. H., Ly, B.-T., Thai, P. K., Pham, G.-H., Ngo, I.-H., Do, V.-N., Le, T. T., Nhu, L. V., Son, H. D., Nguyen, Y.-L. T., Pham, D. H., & Vu, T. V. (2021). Assessing the Impact of Traffic Emissions on Fine Particulate Matter and Carbon Monoxide Levels in Hanoi through COVID-19 Social Distancing Periods. Aerosol and Air Quality Research, 21(10), 210081. <https://doi.org/10.4209/aaqr.210081>

[56] [62] Truong, N. X., Ngoc, D. T. N., Vinh, T. T., Hieu, P. D. T., Tra, M. T. M., Le Anh, H., Nguyen, D. V., Hung, B. Q., & Thanh, N. T. N. (2021). Air pollution in Vietnam during the COVID-19 social isolation, evidence of reduction in human activities.

[58] [64] Donkelaar, Aaron Van, Melanie S. Hammer, Liam Bindle, Michael Brauer, Jeffery R. Brook, Michael J. Garay, N. Christina Hsu, et al. 2021. "Monthly Global Estimates of Fine Particulate Matter and Their Uncertainty.", Environmental Science and Technology 55 (22): 15287–300. <https://doi.org/10.1021/ACS.EST.1C05309>

[60] Brauer, M., 2017. PM_{2.5} air pollution, mean annual exposure (micrograms per cubic meter) | Data. Glob. Burd. Dis. Study. URL <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.PM25.MC.M3>

[5] [6] [59] [63] [66] [69] Thanh T.N. Nguyen, Vinh. T. Tran, Trường X. Ngo. 2022. Báo cáo kỹ thuật Xây dựng bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} trên Việt Nam sử dụng dữ liệu đa nguồn.

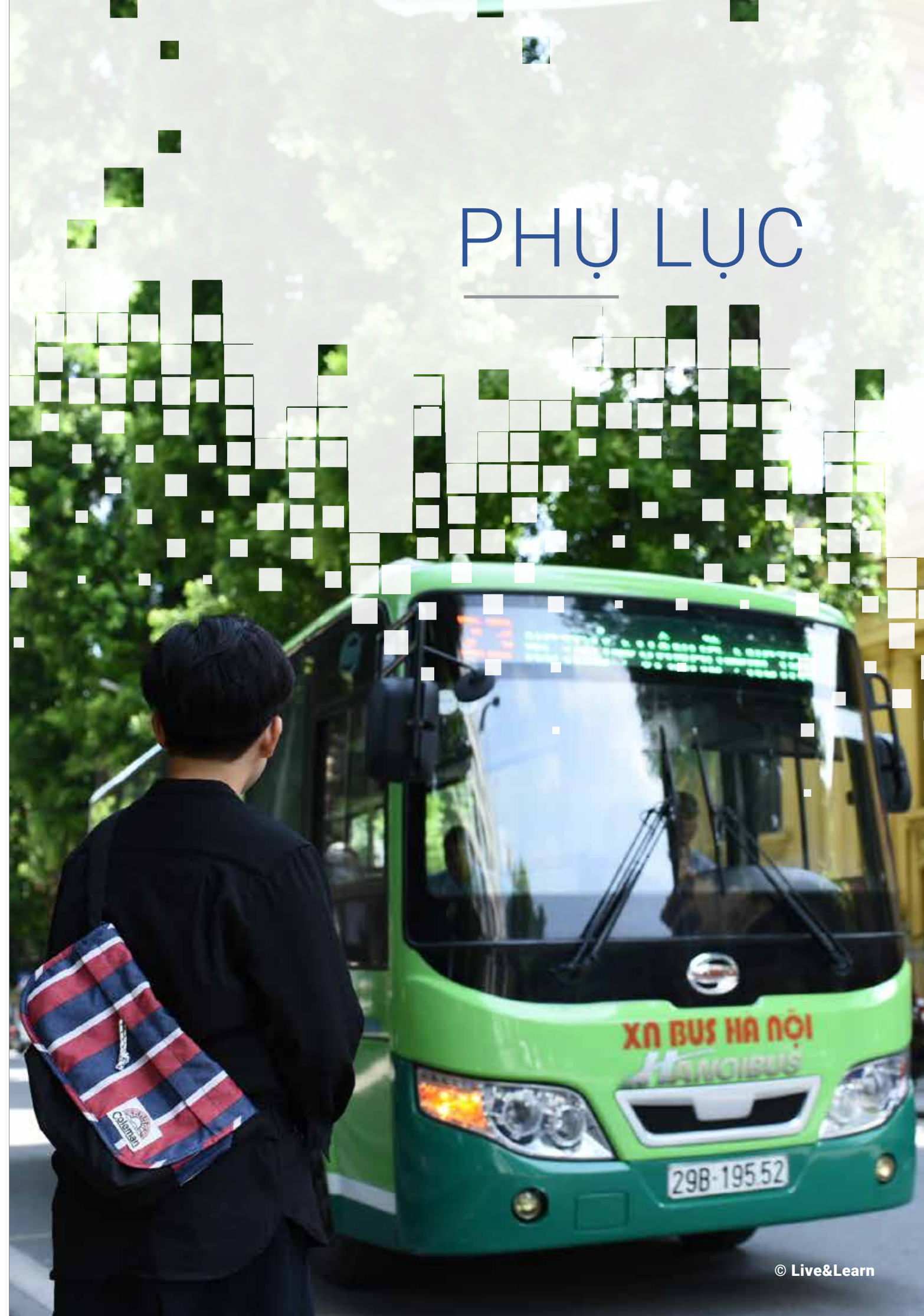
Truong X Ngo, Ha V. Pham, Hieu D.T. Phan, Anh T.N. Nguyen, To Thi Hien, Thanh T.N. Nguyen, 2022. "A daily and fully fine Particulate Matter concentration dataset derived from space observations for Vietnam in the period of 2012-2020", Science of Total Environment

[65] B. Ostro et al., "Assessing the recent estimates of the global burden of disease for ambient air pollution: Methodological changes and implications for low- and middle-income countries", Environmental Research, vol. 166. pp. 713–725, 2018, doi: 10.1016/j.envres.2018.03.001.

[67] [70] N. T. T. Nguyen et al. , "Mortality burden due to exposure to outdoor fine particulate matter in Hanoi, Vietnam: Health Impact Assessment", Int. J. Public Health, 2022

[68] [70] T. T. A. Nguyen, C. T. Tran, T. B. Ly, and T. T. N. Nguyen, "Developing a provincial environmental performance index for the environmental health of Vietnam," Environ. Dev. Sustain., no. 0123456789, 2022, doi: 10.1007/s10668-021-02072-x.

PHỤ LỤC



PHỤ LỤC A. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5}

A1. Phương pháp phân tích hiện trạng bụi PM_{2.5}

Để phân tích hiện trạng bụi PM_{2.5} trong năm 2021 trên Việt Nam, báo cáo sử dụng các bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} hàng ngày ở Việt Nam với độ phân giải không gian 3x3 km trong thời gian 2019 – 2021. Bản đồ được xây dựng nhờ sử dụng mô hình ảnh hưởng hỗn hợp (MEM) dựa trên các dữ liệu đa nguồn như số liệu tại trạm quan trắc, ảnh sol khí vệ tinh (AOD), số liệu khí tượng, số liệu sử dụng đất từ năm 2012 – 2021. Các bản đồ đã được kiểm chứng bằng việc so sánh với dữ liệu từ các trạm quan trắc (Phụ lục B).

Số liệu trạm quan trắc thường được sử dụng trong các báo cáo chất lượng không khí. Các trạm quan trắc phục vụ cho quản lý nhà nước, có dữ liệu chất lượng nhưng chi phí lắp đặt và vận hành cao, phân bố không đồng đều và chưa phủ rộng trên cả nước. Trong khi đó, bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} hàng ngày cung cấp thông tin về bụi PM_{2.5} trên phạm vi lớn và trong thời gian dài, đặc biệt là ở những nơi chưa có điều kiện lắp đặt các trạm quan trắc mặt đất. Tuy nhiên, tần suất dữ liệu (trung bình ngày) và chất lượng dữ liệu thấp hơn các trạm quan trắc tiêu chuẩn (trung bình giờ).

Trong báo cáo này, dữ liệu bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} được tổng hợp và phân tích theo nhiều mức chi tiết không gian (toàn quốc, vùng/miền, tỉnh/thành, và các khu vực quận/huyện thuộc tỉnh/thành) và thời gian (theo trung bình năm, theo trung bình tháng và theo ngày).

Ở phạm vi toàn quốc, bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2021 với độ phân giải 3x3 km được biểu diễn nhằm đưa ra phân bố chung của nồng độ PM_{2.5} trên cả nước. Dựa trên bản đồ trung bình năm toàn quốc 2019-2021, giá trị trung bình năm của từng tỉnh/thành được tính toán nhằm so sánh xu hướng tăng giảm của năm 2021 so với 2020 và 2019 và so sánh với quy chuẩn quốc gia QCVN 05:2013/BTNMT.

Ở phạm vi vùng/miền, báo cáo trình bày theo 3 miền (Bắc, Trung, Nam) và 6 vùng kinh tế-xã hội (Trung du và miền núi phía Bắc, Đồng bằng sông Hồng, Bắc Trung Bộ và duyên hải miền Trung, Tây Nguyên, Đông Nam Bộ, Đồng bằng sông Cửu Long). Tại mỗi vùng miền, bản đồ nồng độ PM_{2.5} năm 2021 trên khu vực đó được biểu diễn. Nồng độ PM_{2.5} năm 2021 trung bình theo các tỉnh/thành trong vùng miền được tính toán, biểu diễn và so sánh với quy chuẩn quốc gia QCVN 05:2013/BTNMT. Bên cạnh đó, nồng độ PM_{2.5} năm 2021 trung bình theo quận/huyện nằm trong vùng cũng được tính toán và phân tích.

Ở phạm vi tỉnh/thành phố, báo cáo đưa ra hiện trạng bụi năm 2021 tại 2 đô thị đặc biệt Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh và các tỉnh Bắc Ninh, Thái Bình, Nghệ An. Tại mỗi tỉnh/thành, bản đồ nồng độ bụi trung bình năm và bản đồ nồng độ bụi trung bình tháng trong năm 2021 được biểu diễn nhằm xem xét phân bố ô nhiễm và xu hướng biến động theo thời gian. Nồng độ PM_{2.5} trung bình cấp quận/huyện được tính toán, so sánh xu hướng tăng giảm so với năm 2019, 2020 và so sánh với quy chuẩn quốc gia QCVN 05:2013/BTNMT. Ngoài ra, dựa trên bản đồ PM_{2.5} hằng ngày, số ngày có chất lượng không khí thuộc các mức độ khác nhau trong năm 2021 cũng được thống kê và trình bày.

A2. Phương pháp xây dựng bản nồng độ bụi PM_{2.5}

Bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} theo ngày trên Việt Nam được xây dựng dựa trên Mô hình Ảnh hưởng Hỗn hợp (Mixed Effect Model) sử dụng các nguồn dữ liệu khác nhau trong giai đoạn 2012 – 2021. Dữ liệu đầu vào bao gồm quan trắc tại mặt đất, sản phẩm ảnh vệ tinh (AOD), các bản đồ khí tượng (độ ẩm, chiều cao lớp biên hành

trình (Planetary boundary layer height - PBLH)), các bản đồ sử dụng đất (mật độ giao thông, chỉ số thực vật, địa hình).

- Dữ liệu quan trắc được thu thập từ các trạm quan trắc tiêu chuẩn trên toàn quốc thuộc quản lý của cơ quan nhà nước (Trung tâm Quan trắc Môi trường miền Bắc, sở TNMT địa phương,...), tổ chức (Đại sứ quán Mỹ), nhóm nghiên cứu (trường ĐHQG Hồ Chí Minh).
- Dữ liệu viễn thám AOD được thu thập từ các nguồn vệ tinh Aqua/Terra MODIS và NPP Suomi VIIRS hàng ngày trong khoảng thời gian từ 2012 - 2021, được cung cấp miễn phí bởi cơ Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Hoa Kỳ (NASA) và Cơ quan Quản lý Khí quyển và Đại dương Quốc gia Mỹ (NOAA).
- Dữ liệu khí tượng là sản phẩm của mô hình Nghiên cứu và Dự báo Thời tiết (Weather Research and Forecasting - WRF) với dữ liệu đầu vào là bộ dữ liệu khí tượng toàn cầu (the fifth generation ECMWF reanalysis - ERA-5).
- Bản đồ chỉ số thực vật (NDVI - Normalized difference vegetation index) được tính toán từ ảnh vệ tinh Terra MODIS, cũng được thu thập từ nguồn NASA trong thời gian từ 2012 - 2021.
- Bản đồ đường được thu thập từ nguồn Open Street Map mới nhất năm 2022 ở định dạng vector chứa hình dạng các loại đường bộ.
- Bản đồ địa hình (DEM) được thu thập từ nguồn ASTER Global năm 2019 chứa thông tin về chiều cao địa hình.

Các bước cần thực hiện để xây dựng bản đồ bao gồm: tiền xử lý dữ liệu trạm, bản đồ và tăng cường chất lượng dữ liệu bản đồ, tích hợp dữ liệu bản đồ với trạm, xây dựng và kiểm chứng mô hình MEM, ước tính bản đồ PM_{2.5} hằng ngày, tổng hợp bản đồ PM_{2.5} tháng/năm, đánh giá bản đồ với trạm và so sánh với sản phẩm bản đồ PM_{2.5} toàn cầu (hình 67). Ở bước tiền xử lý, dữ liệu trạm được chuẩn hóa, làm sạch, loại bỏ dữ liệu ngoại lai, các dữ liệu bản đồ ở độ phân giải khác nhau được thực hiện tái tạo mẫu (resampling) để đưa về cùng độ phân giải không gian 3x3km. Dữ liệu vệ tinh AOD từ nhiều nguồn khác nhau được kết hợp với nhau nhằm tăng cường chất lượng dữ liệu AOD. Sau khi tiền xử lý, dữ liệu bản đồ và trạm được tích hợp với nhau theo không gian (theo vị trí trạm trên bản đồ) và thời gian (trong cùng ngày) để xây dựng bộ dữ liệu huấn luyện mô hình. Mô hình MEM được xây dựng nhằm tìm ra mối quan hệ giữa các lớp dữ liệu đầu vào (bản đồ) với quan trắc PM_{2.5} tại trạm theo các hàm toán học. Mô hình MEM có công thức:

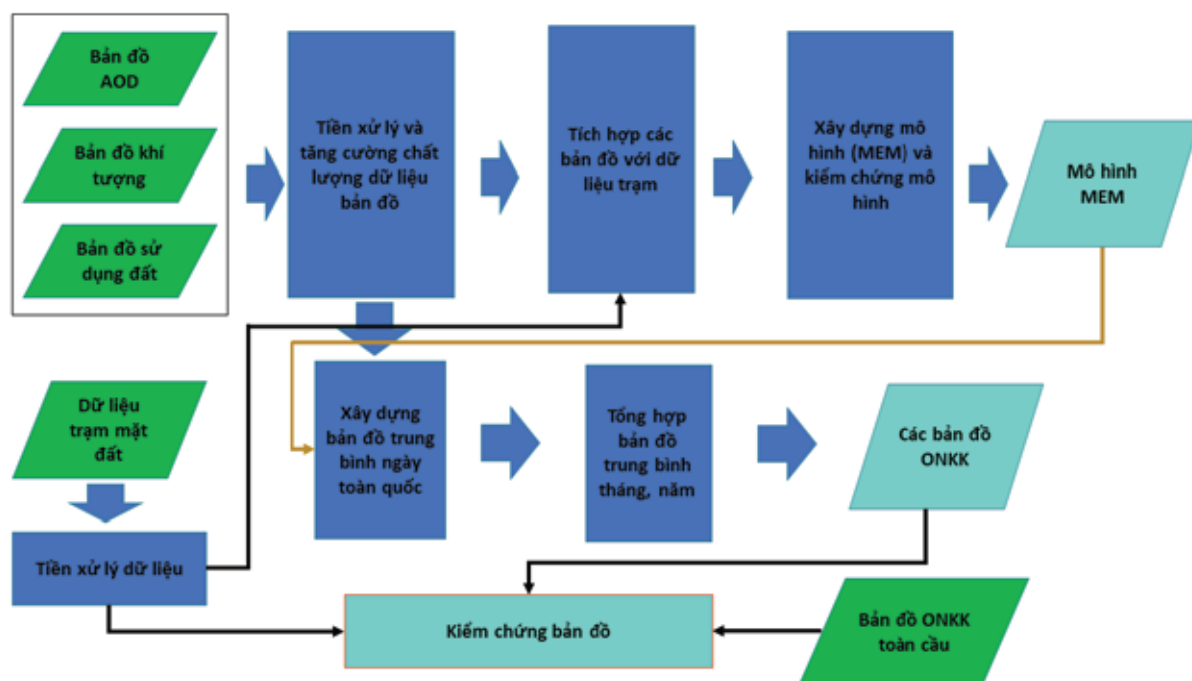
$$PM_{2.5\ i,j} = \sum_{k=1} \alpha_k X_{k,i,j} + (\alpha + \beta)$$

Trong đó $PM_{2.5\ i,j}$ là ước tính PM_{2.5} tại ngày thứ i và vị trí không gian j. $X_{k,i,j}$ là tham số bản đồ k (AOD, khí tượng, sử dụng đất) tại ngày thứ i và vị trí j. Các hệ số α , α_k là thành phần cố định (fixed effect) bao gồm hệ số dốc (slope) và hệ số chặn (intercept) của các tham số đầu vào. Tham số β là thành phần ngẫu nhiên của hệ số chặn (random effect) thay đổi khác nhau theo từng ngày. Mô hình được sử dụng để ước tính ra các bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} hàng ngày trên vùng Việt Nam với độ phân giải 3x3km. Các bản đồ theo ngày được tổng hợp thành các bản đồ trung bình tháng, trung bình năm từ 2019 đến 2021. Các bản đồ hàng ngày, trung bình tháng, trung bình năm được so sánh/đánh giá với trạm quan trắc để kiểm chứng chất lượng. Ngoài ra bản đồ tạo ra từ mô hình MEM cũng được so sánh chất lượng với sản phẩm bản đồ PM_{2.5} toàn cầu của nhóm nghiên cứu Van Donkelaar và cộng sự trong cùng thời gian⁵⁸. Các đánh giá về chất lượng bản đồ bụi PM_{2.5} được trình bày trong Phụ lục B. Quá trình xây dựng bản đồ được mô tả ở hình 67. Các bản đồ này được sử dụng cho phân tích hiện trạng ô nhiễm PM_{2.5} ở phạm vi toàn quốc, vùng miền, theo tỉnh/thành phố, và các đô thị đặc biệt.

Chi tiết về phương pháp xây dựng bản đồ có thể tìm hiểu ở báo cáo kỹ thuật của chúng tôi, hoặc trong bài báo nghiên cứu của chúng tôi⁵⁹.

[58] Donkelaar và cộng sự, 2020

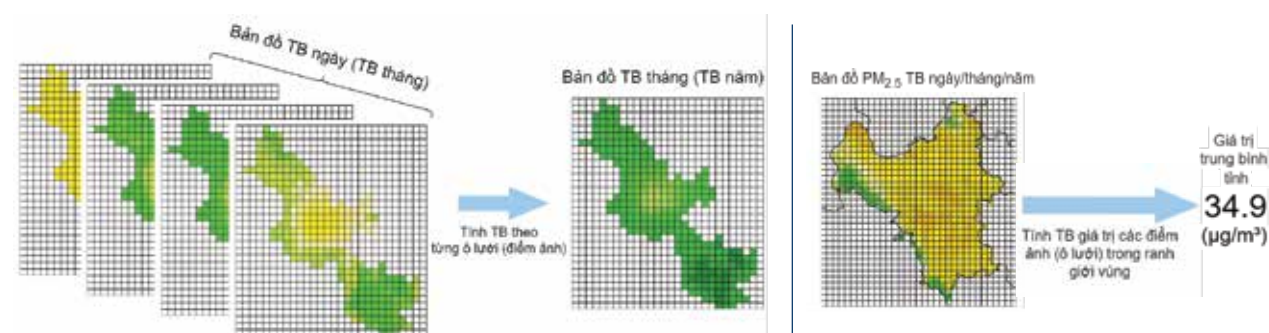
[59] Thanh T.N. Nguyen và cộng sự, 2022; Trương X Ngo và cộng sự, 2022



Hình 67. Phương pháp xây dựng bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} trên Việt Nam

A3. Phương pháp tính toán trung bình tháng/năm và trung bình tỉnh, thành phố/quận, huyện

Để tính toán bản đồ theo trung bình tháng, các bản đồ hàng ngày được tập hợp theo từng tháng. Mỗi tháng có 28 – 31 bản đồ ngày. Sau đó, giá trị nồng độ PM_{2.5} của mỗi điểm ảnh (ô lưới) của bản đồ trung bình tháng được tính trung bình từ tất cả giá trị các điểm ảnh tương ứng ở cùng vị trí trên các bản đồ hàng ngày (Hình 68a)



Hình 68. Minh họa tính trung bình tháng (năm) (a), và trung bình tỉnh/thành phố (quận/huyện) (b)

A4. Phương pháp tính toán phơi nhiễm bụi PM_{2.5} (PM_{2.5} theo trọng số dân số)

PM_{2.5} theo trọng số dân số được định nghĩa là mức độ tiếp xúc trung bình của dân số một khu vực (quốc gia, tỉnh, huyện) với nồng độ các hạt lơ lửng có đường kính khí động học nhỏ hơn hoặc bằng 2.5 µm. Việc tính toán mức độ ô nhiễm bụi PM_{2.5} cho biết mức độ tiếp xúc trung bình của dân số trong một khu vực với nồng độ bụi PM_{2.5} và được tính toán theo công thức như sau.⁶⁰

$$PWEL = \frac{\sum P_i \cdot C_i}{\sum P_i}$$

Trong đó:

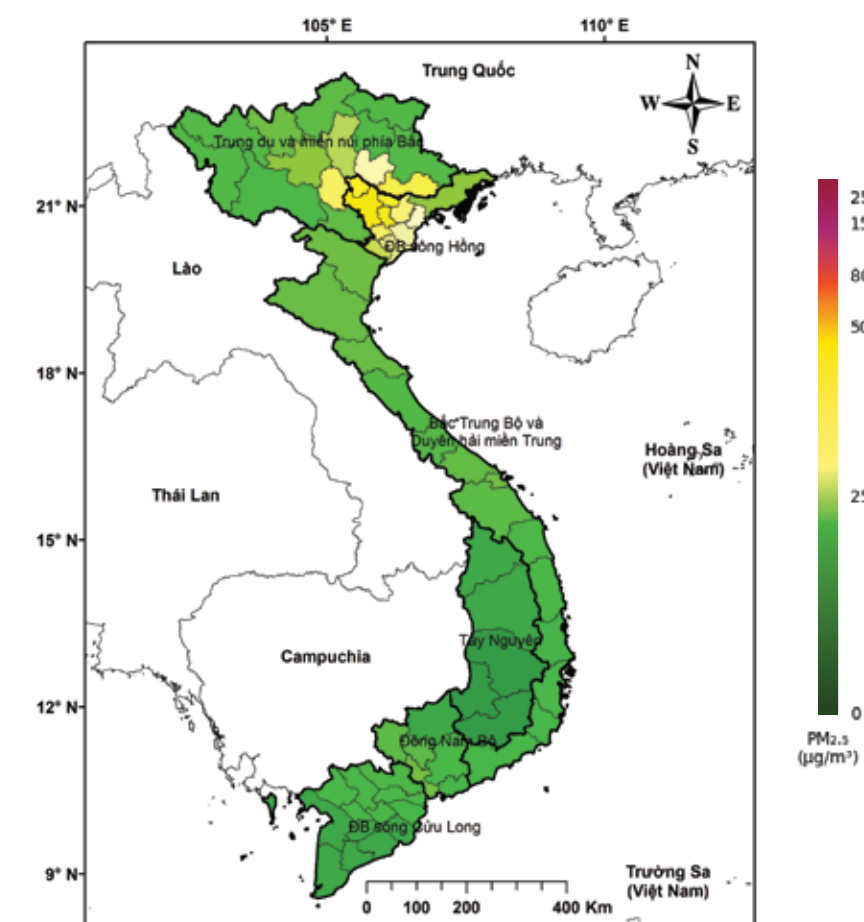
PWEL: Mức độ phơi nhiễm PM_{2.5} theo trọng số dân

P_i: Số dân tại một đơn vị diện tích (ô lưới thứ i) trong khu vực khảo sát

C_i: Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm một đơn vị diện tích (ô lưới thứ i) trong khu vực khảo sát

Chỉ số tại mỗi ô lưới được tính bằng cách nhân giá trị nồng độ PM_{2.5} tại ô lưới đó (C_i) với số dân tại ô lưới đó (P_i). Chỉ số PWEL cho một khu vực (tỉnh/thành, quận/huyện) được tính bằng tổng tất cả chỉ số của các ô lưới nằm trong khu vực đó và chia cho tổng số dân của cả khu vực (Σ P_i).

[60] Brauer, M., 2017



Hình 69. Bản đồ phơi nhiễm PM_{2.5} (nồng độ PM_{2.5} tính theo trọng số dân số) cấp tỉnh năm 2021

A5. Danh sách các đô thị thuộc các nhóm khác nhau

Dựa trên Nghị quyết số 1210/2016/UBTVQH13 về phân loại đô thị^[61], các tiêu chí phân loại các loại đô thị được liệt kê trong bảng 5.

Bảng 5. Bảng tiêu chí phân loại đô thị theo Nghị quyết số 1210/2016/UBTVQH13

Tiêu chí phân loại	Đô thị loại Đặc biệt	Đô thị loại I	Đô thị loại II	Đô thị loại III	Đô thị loại IV	Đô thị loại V
Vị trí, chức năng, vai trò, cơ cấu và trình độ phát triển kinh tế - xã hội	Là Thủ đô hoặc trung tâm tổng hợp cấp quốc gia, quốc tế về kinh tế, tài chính, văn hóa, giáo dục, đào tạo, du lịch, y tế, khoa học và công nghệ, đầu mối giao thông, giao lưu trong nước và quốc tế, có vai trò thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội của cả nước	Là trung tâm tổng hợp cấp quốc gia, cấp vùng hoặc cấp tỉnh về kinh tế, tài chính, văn hóa, giáo dục, đào tạo, du lịch, y tế, khoa học và công nghệ, đầu mối giao thông, giao lưu trong nước và quốc tế, có vai trò thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội của một vùng liên tỉnh hoặc cả nước	Là trung tâm tổng hợp hoặc trung tâm chuyên ngành cấp vùng, cấp tỉnh về kinh tế, tài chính, văn hóa, giáo dục, đào tạo, du lịch, y tế, khoa học và công nghệ, đầu mối giao thông, có vai trò thúc đẩy kinh tế - xã hội của tỉnh, vùng liên tỉnh	Là trung tâm tổng hợp hoặc trung tâm chuyên ngành về kinh tế, tài chính, văn hóa, giáo dục, đào tạo, du lịch, y tế, khoa học và công nghệ cấp tỉnh, đầu mối giao thông, có vai trò thúc đẩy kinh tế - xã hội của tỉnh, vùng liên tỉnh	Là trung tâm tổng hợp hoặc trung tâm chuyên ngành cấp tỉnh, cấp huyện về kinh tế, tài chính, văn hóa, giáo dục, đào tạo, du lịch, y tế, khoa học và công nghệ, trung tâm hành chính cấp huyện, đầu mối giao thông, có vai trò thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội của tỉnh, huyện hoặc vùng liên huyện	Là trung tâm hành chính hoặc trung tâm tổng hợp cấp huyện hoặc trung tâm chuyên ngành cấp huyện về kinh tế, văn hóa, giáo dục, đào tạo, đầu mối giao thông, có vai trò thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội của huyện hoặc cụm liên xã
	Cơ cấu và trình độ phát triển kinh tế - xã hội đạt các tiêu chuẩn quy định tại Phụ lục 1 ban hành kèm theo Nghị quyết					
Quy mô dân số	Toàn đô thị: ≥ 5 triệu người Nội thành: ≥ 3 triệu người	Đối với thành phố trực thuộc trung ương: Toàn đô thị: ≥ 1 triệu người Nội thành: ≥ 500 nghìn người Đối với thành phố thuộc thành phố trực thuộc trung ương: Toàn đô thị: ≥ 500 nghìn người Nội thành: ≥ 200 nghìn người	Toàn đô thị: ≥ 200 nghìn người Nội thành: ≥ 100 nghìn người	Toàn đô thị: ≥ 100 nghìn người Nội thị (nếu có): ≥ 50 nghìn người	Toàn đô thị: ≥ 50 nghìn người Nội thị (nếu có): ≥ 20 nghìn người	Toàn đô thị: ≥ 4 nghìn người
Mật độ dân số	Toàn đô thị: ≥ 3000 người/km ² Nội thành: ≥ 12000 người/km ²	Toàn đô thị: ≥ 3000 người/km ² Nội thành: ≥ 12000 người/km ²	Toàn đô thị: ≥ 2000 người/km ² Nội thành: ≥ 10000 người/km ²	Toàn đô thị: ≥ 1800 người/km ² Nội thành: ≥ 8000 người/km ²	Toàn đô thị: ≥ 1400 người/km ² Nội thành: ≥ 7000 người/km ²	Toàn đô thị: ≥ 1200 người/km ² Nội thành: ≥ 6000 người/km ²

[61] Ủy ban Thường vụ Quốc hội Việt Nam, 2016

Tiêu chí phân loại	Đô thị loại Đặc biệt	Đô thị loại I	Đô thị loại II	Đô thị loại III	Đô thị loại IV	Đô thị loại V
Tỷ lệ lao động phi nông nghiệp	Toàn đô thị: ≥ 70% Nội thành: ≥ 90%	Toàn đô thị: ≥ 65% Nội thành: ≥ 85%	Toàn đô thị: ≥ 65% Nội thành: ≥ 80%	Toàn đô thị: ≥ 60% Nội thành: ≥ 75%	Toàn đô thị: ≥ 55% Nội thành: ≥ 70%	Toàn đô thị: ≥ 55%
Trình độ phát triển cơ sở hạ tầng và kiến trúc, cảnh quan đô thị	Trình độ phát triển cơ sở hạ tầng và kiến trúc, cảnh quan đô thị đạt các tiêu chuẩn quy định tại Phụ lục 1 ban hành kèm theo Nghị quyết					

Danh sách phân loại đô thị được tham khảo từ nguồn mở Wikipedia, cập nhật tới tháng 12/2021

Loại Đặc biệt: Các thành phố trực thuộc Trung ương: thành phố Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh.

Loại I: Các thành phố trực thuộc Trung ương: Hải Phòng, Đà Nẵng, Cần Thơ. Các thành phố thuộc tỉnh: Huế (Thừa Thiên – Huế), Vinh (Nghệ An), Đà Lạt (Lâm Đồng), Nha Trang (Khánh Hoà), Quy Nhơn (Bình Định), Buôn Ma Thuột (Đắk Lắk), Thái Nguyên (Thái Nguyên), Nam Định (Nam Định), Việt Trì (Phú Thọ), Vũng Tàu (Bà Rịa – Vũng Tàu), Hạ Long (Quảng Ninh), Thanh Hóa (Thanh Hoá), Biên Hòa (Đồng Nai), Mỹ Tho (Tiền Giang), Thủ Dầu Một (Bình Dương), Bắc Ninh (Bắc Ninh), Hải Dương (Hải Dương), Pleiku (Gia Lai), Long Xuyên (An Giang).

Loại II: Các thành phố: Phan Thiết (Bình Thuận), Cà Mau (Cà Mau), Tuy Hòa (Phú Yên), Uông Bí (Quảng Ninh), Thái Bình (Thái Bình), Rạch Giá (Kiên Giang), Bạc Liêu (Bạc Liêu), Ninh Bình (Ninh Bình), Đồng Hới (Quảng Bình), Phú Quốc (Kiên Giang), Vĩnh Yên (Vĩnh Phúc), Lào Cai (Lào Cai), Bà Rịa (Bà Rịa – Vũng Tàu), Bắc Giang (Bắc Giang), Phan Rang – Tháp Chàm (Ninh Thuận), Châu Đốc (An Giang), Cầm Phả (Quảng Ninh), Quảng Ngãi (Quảng Ngãi), Tam Kỳ (Quảng Nam), Trà Vinh (Trà Vinh), Sa Đéc (Đồng Nai), Móng Cái (Quảng Ninh), Phú Lý (Hà Nam), Bến Tre (Bến Tre), Hà Tĩnh (Hà Tĩnh), Lạng Sơn (Lạng Sơn), Sơn La (Sơn La), Tân An (Long An), Vị Thanh (Hậu Giang), Cao Lãnh (Đồng Tháp), Vĩnh Long (Vĩnh Long), Tuyên Quang (Tuyên Quang), Sóc Trăng (Sóc Trăng).

Loại III: Các thành phố: Yên Bái (Yên Bái), Điện Biên Phủ (Điện Biên), Hòa Bình (Hoà Bình), Hội An (Quảng Nam), Hưng Yên (Hưng Yên), Kon Tum (Đắk Lắk), Đông Hà (Quảng Trị), Bảo Lộc (Lâm Đồng), Hà Giang (Hà Giang), Cam Ranh (Khánh Hoà), Cao Bằng (Cao Bằng), Lai Châu (Lai Châu), Tây Ninh

(Tây Ninh), Bắc Kạn (Bắc Kạn), Tam Điệp (Ninh Bình), Sông Công (Thái Nguyên), Sầm Sơn (Thanh Hoá), Phúc Yên (Vĩnh Phúc), Hà Tiên (Kiên Giang), Đồng Xoài (Bình Phước), Chí Linh (Hải Dương), Long Khánh (Đồng Nai), Gia Nghĩa (Đắk Nông), Dĩ An (Bình Dương), Ngã Bảy (Hậu Giang), Thuận An (Bình Dương), Hồng Ngự (Đồng Tháp), Từ Sơn (Bắc Ninh), Phổ Yên (Thái Nguyên). Các thị xã: Sơn Tây (Hà Nội), Cửa Lò (Nghệ An), Phú Thọ (Phú Thọ), Bỉm Sơn (Thanh Hoá), Gò Công (Tiền Giang), La Gi (Bình Thuận), Bến Cát (Bình Dương), Tân Uyên (Bình Dương), Sông Cầu (Phú Yên), Long Mỹ (Hậu Giang), Tân Châu (An Giang), Cai Lậy (Tiền Giang), Quảng Yên (Quảng Ninh), Kỳ Anh (Hà Tĩnh), Bình Minh (Vĩnh Long), Đông Triều (Quảng Ninh), Phú Mỹ (Bà Rịa – Vũng Tàu), An Nhơn (Bình Định).

Loại IV: các thị xã: Mường Lay (Điện Biên), Quảng Trị (Quảng Trị), Hồng Lĩnh (Hà Tĩnh), Nghĩa Lộ (Yên Bái), An Khê (Gia Lai), Ayun Pa (Gia Lai), Thái Hòa (Nghệ An), Buôn Hồ (Đắk Lắk), Bình Long (Bình Phước), Phước Long (Bình Phước), Hương Thủy (Thừa Thiên Huế), Ninh Hòa (Khánh Hoà), Vĩnh Châu (Sóc Trăng), Hương Trà (Thừa Thiên Huế), Kiến Tường (Long An), Hoàng Mai (Nghệ An), Ba Đồn (Quảng Bình), Ngã Năm (Sóc Trăng), Điện Bàn (Quảng Nam), Giá Rai (Nghệ An), Duyên Hải (Trà Vinh), Mỹ Hào (Hưng Yên), Kinh Môn (Hải Dương), Sa Pa (Lào Cai), Duy Tiên (Hà Nam), Đức Phổ (Quảng Ngãi), Hòa Thành (Tây Ninh), Trảng Bàng (Tây Ninh), Đông Hòa Phú Yên), Hoà Nhơn (Bình Định), Nghi Sơn (Thanh Hoá), Chơn Thành (Bình Phước). Các huyện: Tĩnh Biên (An Giang), Thuận Thành (Bắc Ninh), Diên Khánh (Khánh Hoà), Việt Yên (Bắc Giang), Núi Thành (Quảng Nam), Quế Võ (Bắc Ninh). Các thị trấn: Núi Sập, Phú Mỹ, Chợ Mới, An Châu, Cái Dầu, Trí Tôn (An Giang); Thăng, Chũ, Đồi Ngô (Bắc Giang); Ba Trĩ, Bình Đại, Mỏ Cày (Bến Tre); Phú Phong (Bình Định); Phan Ri Cửa (Bình Thuận); Năm Căn, Sông Đốc (Cà Mau); Ea Kar,

Buôn Trấp, Phước An, Ea Drăng, Quảng Phú (Đắk Lắk); Đắk Mil, Ea T'ling, Kiến Đức (Đắk Nông); Long Thành, Trảng Bom (Đồng Nai); Mỹ An, Lấp Vò, Mỹ Thọ (Đồng Tháp); Chư Sê (Gia Lai); Việt Quang (Hà Giang); Lương Sơn (Hoà Bình); Như Quỳnh (Hưng Yên); Vạn Giã (Khánh Hoà); Kiên Lương (Kiên Giang); Plei Kăn (Kon Tum); Đồng Đăng (Lạng Sơn);

Liên Nghĩa (Lâm Đồng); Bến Lức, Hậu Nghĩa, Đức Hoà, Cần Đước, Cần Giuộc (Long An); Thới Long (Nam Định); Hoàn Lão, Kiến Giang (Quảng Bình); Cái Rồng, Tiên Yên, Quảng Hà (Quảng Ninh); Hát Lót, Mộc Châu (Sơn La); Lam Sơn – Sao Vàng, Ngọc Lặc (Thanh Hoá); Diêm Điền (Thái Bình); Hùng Sơn (Thái Nguyên); Tiểu Cần (Trà Vinh).

A6. Phương pháp đánh giá tác động của giãn cách xã hội do dịch COVID-19 lên chất lượng không khí

Phương pháp đánh giá tác động của giãn cách xã hội do dịch COVID-19 lên mức độ ô nhiễm PM_{2.5} được tham khảo từ nghiên cứu của Ngô Xuân Trường và cộng sự⁶². Cụ thể, nhóm đưa ra ước tính chất lượng không khí dưới những điều kiện bình thường (chủ yếu là cái điều kiện khí tượng tự nhiên và không có tác động của giãn cách xã hội). Sau đó, dữ liệu ước tính được so sánh với các dữ liệu thực tế trong thời kì giãn cách xã hội, để từ đó rút ra kết luận về sự thay đổi chất lượng không khí trong thời kì này.

Dữ liệu được sử dụng để thực hiện ước tính bao gồm:

- Dữ liệu các yếu tố khí tượng đo đạc được tại các trạm quan trắc khí tượng UWYO (University of Wyoming) được đặt tại đường Nguyễn Khang, thành phố Hà Nội và sân bay Tân Sơn Nhất, thành phố Hồ Chí Minh. Các yếu tố khí tượng được thu thập bao gồm **hiệt độ, độ ẩm tương đối, áp suất khí quyển, tốc độ và hướng gió, tầm nhìn**. Dữ liệu được thu thập trong khoảng thời gian năm **2019** và năm **2021**, với mục đích làm nổi bật được sự khác biệt về chất lượng không khí trong các khoảng thời gian khác nhau (điều kiện xã hội bình thường, không giãn cách là năm 2019, và điều kiện có giãn cách xã hội là năm 2021). Dữ liệu đo tại trạm được tổng hợp theo trung bình giờ và sau đó là trung bình ngày.
- Dữ liệu giá trị nồng độ PM_{2.5} trên các bản đồ nồng độ độ phân giải 3x3km tại các điểm đặt trạm UWYO trên trong khoảng thời gian năm 2019 và 2021. Dữ liệu giá trị bản đồ trung bình ngày được sử dụng để mô hình hóa và đánh giá.

Các tập dữ liệu trên được tích hợp với nhau theo không gian (tại vị trí đặt trạm) và theo thời gian (giá trị trung bình ngày). Mỗi trạm sẽ được xây dựng một mô hình học máy riêng để ước tính nồng độ PM_{2.5} từ các thông số khí tượng. Dữ liệu năm 2019 của mỗi trạm sẽ được sử dụng để huấn luyện các mô hình. Sau đó, mô hình sẽ sử dụng dữ liệu khí tượng đo đạc được trong khoảng thời gian năm 2021. Mô hình được sử dụng để thực hiện đánh giá là mô hình Rừng Ngẫu nhiên (Random Forest). Các tham số của các mô hình đều được đặt như nhau. Kết quả đánh giá chất lượng mô hình tại từng điểm trạm sau khi xây dựng được thể hiện ở Bảng 6.

Bảng 6. Kết quả đánh giá mô hình ước tính nồng độ PM_{2.5} dưới các điều kiện khí tượng bình thường tại các điểm trạm UWYO tại Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh

Trạm UWYO	R ²	RMSE (µg/m ³)	MRE (%)
Hà Nội: Đường Nguyễn Khang	0,96	3,94	6,9
TP. Hồ Chí Minh: Sân bay Tân Sơn Nhất	0,92	2,86	9,3

[62] Trương N. X. và cộng sự, 2020

PHỤ LỤC B. ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỮ LIỆU BẢN ĐỒ PM_{2.5}

B1. Phương pháp đánh giá chất lượng Bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5}

Chất lượng bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} được kiểm chứng dựa trên so sánh với dữ liệu quan trắc PM_{2.5} tại 65 trạm mặt đất trong thời gian 2019 - 2021. Quá trình so sánh dữ liệu bản đồ và trạm mặt đất tuân theo ràng buộc về không gian và thời gian:

- Ràng buộc không gian: trích xuất dữ liệu trên bản đồ tại vị trí có trạm mặt đất. Giá trị PM_{2.5} đo tại mỗi trạm được so sánh với giá trị PM_{2.5} của vùng (ô lưới) có kích thước 3x3km trên bản đồ được trích xuất tương ứng.
- Ràng buộc thời gian: dữ liệu từ các lớp bản đồ và quan sát PM_{2.5} tại mặt đất tính tương ứng theo trung bình ngày/trung bình tháng/trung bình năm.

Dữ liệu trạm mặt đất trung bình tháng được tổng hợp từ quan trắc trung bình ngày với điều kiện có ít nhất 50% ngày trong tháng đó có dữ liệu. Dữ liệu trạm trung bình năm được tổng hợp từ quan trắc trung bình tháng với điều kiện có ít nhất 6 tháng có dữ liệu trung bình tháng.

Các tham số thống kê được sử dụng để so sánh, đánh giá giữa nồng độ PM_{2.5} ước tính từ bản đồ và PM_{2.5} quan sát tại trạm gồm có hệ số tương quan Pearson r, hệ số xác định R², sai số Root Mean Square Error (RMSE) và Mean Relative Error (MRE)⁶³.

B2. Kết quả đánh giá chất lượng Bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5}

Trong năm 2021, khi so sánh bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình ngày với số liệu quan trắc tương ứng, các chỉ số đánh giá trung bình chung bao gồm tương quan Pearson r đạt 0,77, hệ số R² đạt 0,6, sai số RMSE đạt 16,7 µg/m³, sai số MRE đạt 58,3%. Tuy nhiên, các kết quả đánh giá này thay đổi theo từng trạm (Phụ lục B, Hình 70). Các trạm quan trắc tiêu chuẩn tập trung nhiều ở các tỉnh/thành phố Hà Nội, Bắc Ninh, Quảng Ninh, Hải Dương ở miền Bắc và ở TP. Hồ Chí Minh ở miền Nam. Trong đó, PM_{2.5} có đánh giá tương quan cao tại các trạm ở Hà Nội và Bắc Ninh (hầu hết R² > 0,7), đánh giá tương quan thấp ở các trạm đặt tại Cần Thơ, Gia Lai, Sơn La, Hồ Chí Minh (R² < 0,1). Giá trị PM_{2.5} có sai số tương đối MRE thấp tại một số trạm ở Hà Nội, Bắc Ninh, Hồ Chí Minh (MRE < 30%), sai số rất cao (MRE > 100%) xuất hiện tại một số trạm ở Quảng Ninh, Hải Dương, Nghệ An. Những trạm quan trắc có kết quả đánh giá thấp có thể do mô hình ước tính còn thiếu chính xác tại vị trí trạm nhưng cũng có thể do chất lượng dữ liệu tại một số trạm chưa được đảm bảo. Điều này cần được nghiên cứu thêm hơn trong tương lai.

Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình tháng trong năm 2021 được đánh giá với số liệu tại 62 trạm quan trắc tiêu chuẩn trên phạm vi cả nước. Khi tổng hợp theo trung bình tháng, những trạm không đủ 50% số liệu trong tháng đã bị loại bỏ. Chỉ số đánh giá chung bao gồm tương quan Pearson r đạt 0,77, hệ số R² đạt 0,6, sai số RMSE đạt 13,4 µg/m³, sai số MRE đạt 43,1%. Kết quả đánh giá này cũng có sự thay đổi khác nhau theo từng trạm (Phụ lục B, Hình 41.1). Bản đồ PM_{2.5} trung bình tháng có đánh giá sai số RMSE thấp (<5 µg/m³) ở các trạm tại Lạng Sơn, Hải Dương, Hà Nội, Bắc Ninh, Gia Lai, Hồ Chí Minh, Đà Nẵng, ... và có đánh giá sai số RMSE cao (> 30 µg/m³) tại một số trạm ở Bắc Ninh, Hải Dương, Cao Bằng. Bản đồ có sai số tương đối thấp (<10%) tại Hà Nội, Bắc Ninh, Hồ Chí Minh và sai số tương đối cao (MRE > 100%) xuất hiện tại một số trạm ở Quảng Ninh, Hải Dương (Phụ lục B, Hình 71).

[63] Thanh T.N. Nguyen và cộng sự, 2022; Trương X Ngo và cộng sự, 2022

Tại một số tỉnh/thành phố Hà Nội, Bắc Ninh, Hồ Chí Minh, $PM_{2.5}$ trung bình tháng được so sánh với giá trị tương ứng tại trạm quan trắc trong khoảng thời gian 2019-2021 (Phụ lục B, Hình 72). Trong tháng 1 năm 2021, nồng độ $PM_{2.5}$ có sự cao bất thường so với tháng 2, 3 và cùng kỳ các năm trước, có thể quan sát thấy được trên dữ liệu $PM_{2.5}$ của cả bản đồ và trạm quan trắc.

Bản đồ nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2021 được so sánh với $PM_{2.5}$ trung bình năm tại 37 trạm quan trắc toàn quốc (Phụ lục B, Hình 73). Khi tổng hợp theo trung bình năm, những trạm không đủ 50% số liệu trong năm đã bị loại bỏ. Kết quả đánh giá chung giữa bản đồ và trạm trung bình năm 2021 có hệ số xác định R^2 đạt 0,4, RMSE đạt $9,78 \mu g/m^3$ và MRE đạt 29,15%. Bản đồ trung bình năm có xu hướng ước tính thấp hơn quan trắc tại trạm ở khu vực Hà Nội và Bắc Ninh, có xu hướng ước tính cao hơn trạm quan trắc ở Quảng Ninh. Các trạm ở Cao Bằng, Lạng Sơn, Thái Nguyên có sai lệch lớn giữa giá trị $PM_{2.5}$ ước tính và quan trắc. Các trạm ở Quảng Ninh có sai số ở mức trung bình trong khi các trạm còn lại có sai số thấp.

Bên cạnh đó, bản đồ trung bình năm và trung bình tháng trong năm 2019, 2020, 2021 của nhóm nghiên cứu thuộc trường Đại học Công Nghệ được so sánh với sản phẩm bản đồ toàn cầu tương ứng của nhóm nghiên cứu Van Donkelaar và cộng sự⁶⁴. Phương pháp mà Van Donkelaar và cộng sự áp dụng đã được sử dụng để phát triển bản đồ phơi nhiễm $PM_{2.5}$ cho Gánh nặng bệnh tật toàn cầu - GBD vào năm 2010, 2013, 2015⁶⁵. Cả hai nhóm bản đồ trung bình năm/trung bình tháng 2019-2021 đều được so sánh với quan trắc trạm mặt đất trên toàn quốc. Kết quả so sánh trung bình chung với trạm mặt đất cho thấy bản đồ trung bình tháng, trung bình năm xây dựng bởi chúng tôi có chất lượng tốt hơn, thể hiện qua hệ số xác định cao hơn và sai số bé hơn (Bảng 7).

Bảng 7. Kết quả đánh giá nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình tháng và năm ước tính bởi 2 nhóm nghiên cứu với dữ liệu trạm quan trắc tại Việt Nam

	Năm	Số mẫu	Bản đồ $PM_{2.5}$ của nhóm ĐHCN				Bản đồ toàn cầu			
			R^2	Pearson r	RMSE	MRE	R^2	Pearson r	RMSE	MRE
Đánh giá bản đồ TB tháng	2019	65	0,81	0,9	7,68	26,14	0,69	0,83	9,3	29,78
	2020	321	0,62	0,79	10,67	34,55	0,44	0,66	13,11	48,06
	2021	447	0,6	0,77	13,43	43,14	Chưa xuất bản			
Đánh giá bản đồ TB năm	2019	5	0,9	0,95	4,32	10,98	0,75	0,87	4,72	14,21
	2020	29	0,5	0,71	8,79	30,76	0,49	0,7	9,42	37,19
	2021	37	0,4	0,63	9,78	29,15	Chưa xuất bản			

Các kết quả về phương pháp xây dựng bản đồ nồng độ bụi $PM_{2.5}$ toàn quốc⁶⁶, và ứng dụng để đánh giá tác động của bụi $PM_{2.5}$ đối với sức khỏe⁶⁷ và phát triển chỉ số hiệu quả môi trường cấp tỉnh⁶⁸. Các kết quả này đang được phản biện⁶⁹ và đã được xuất bản trong các tạp chí khoa học danh mục ISI uy tín (SCIE Q1)⁷⁰.

[64] Donkelaar và cộng sự, 2021

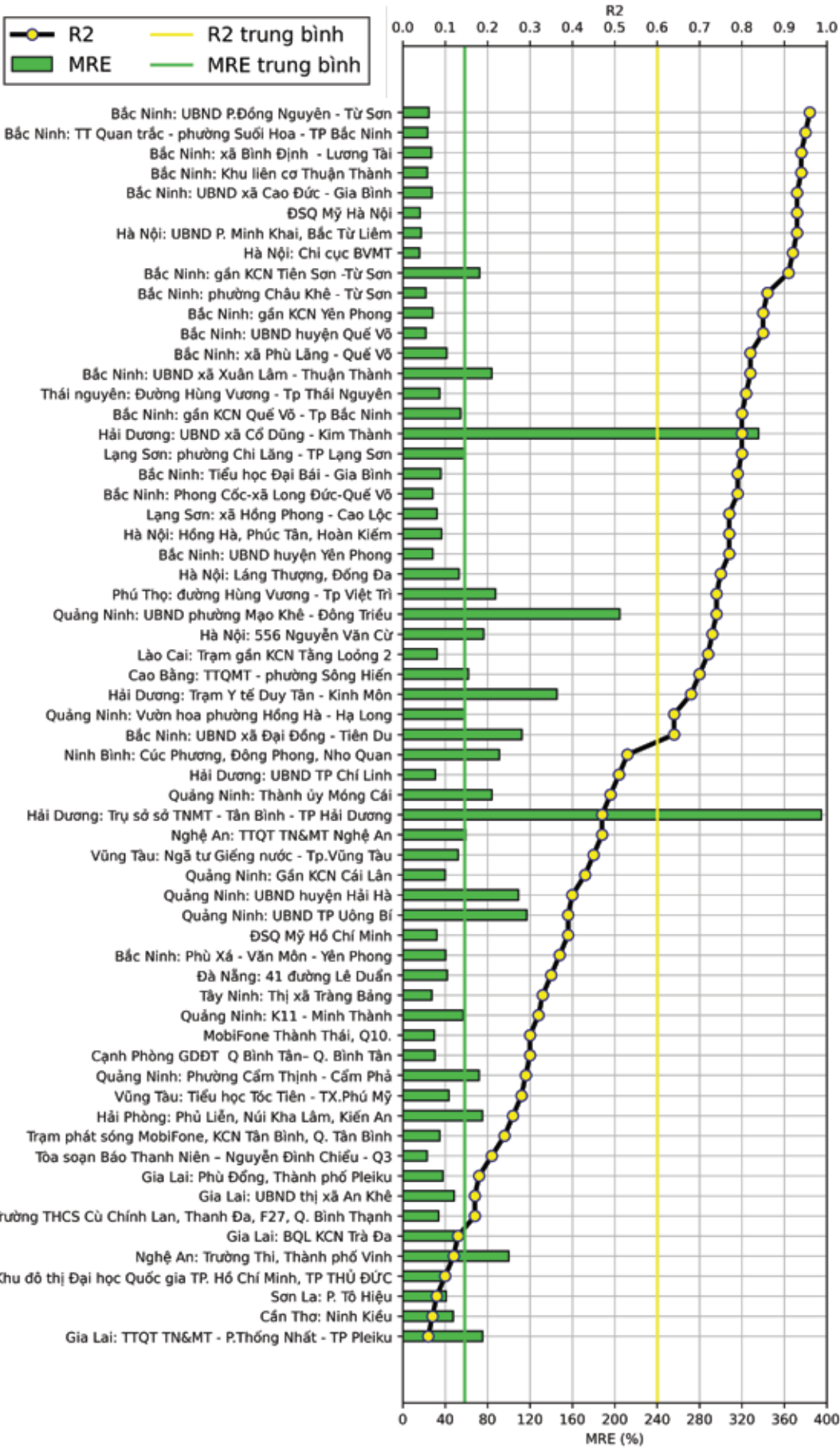
[65] B. Ostro và cộng sự, 2018

[66, 69] Thanh T.N. Nguyen và cộng sự, 2022; Truong X Ngo và cộng sự, 2022

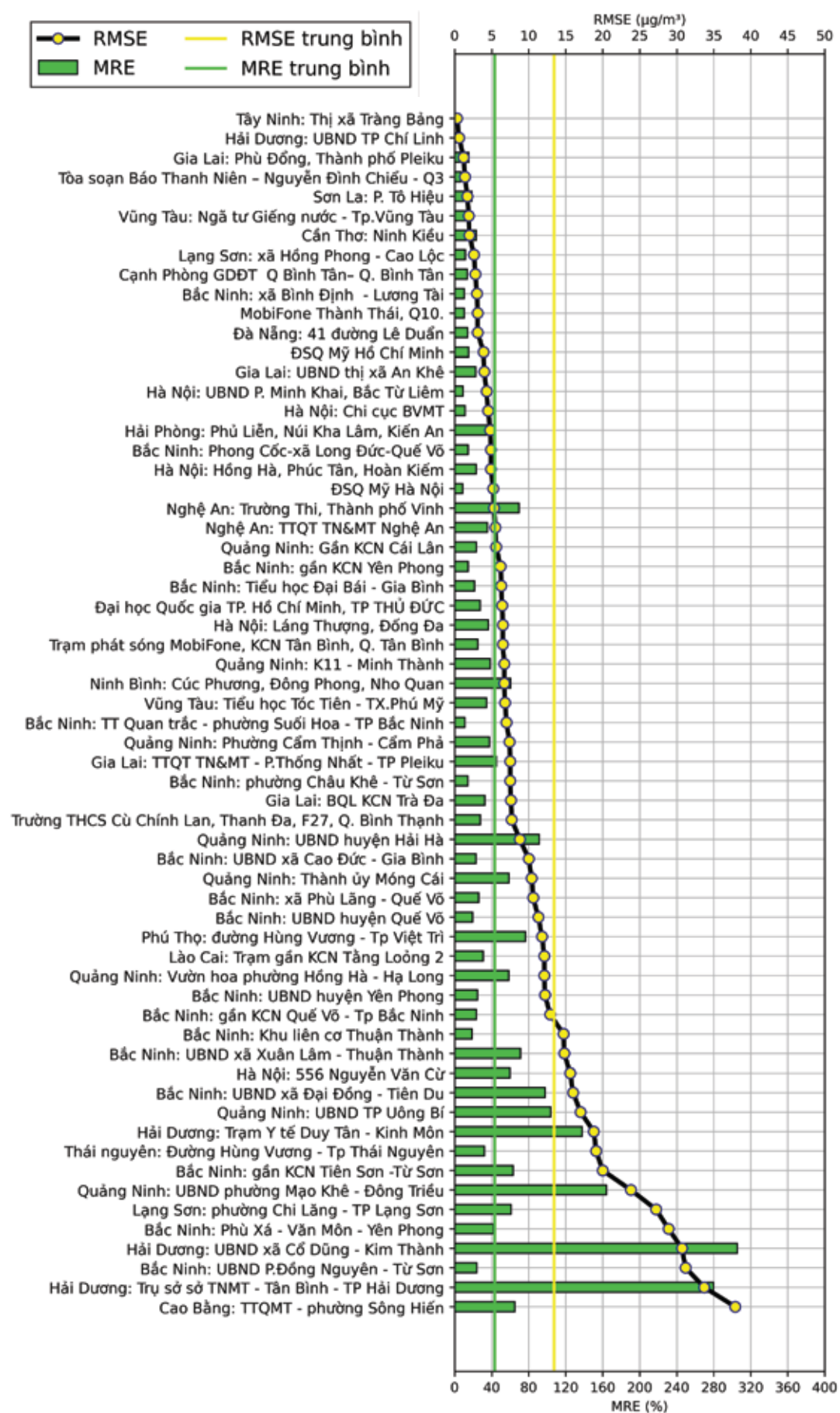
[67] N.T.T.Nguyen và cộng sự, 2022

[68] T. T. A. Nguyen, 2022

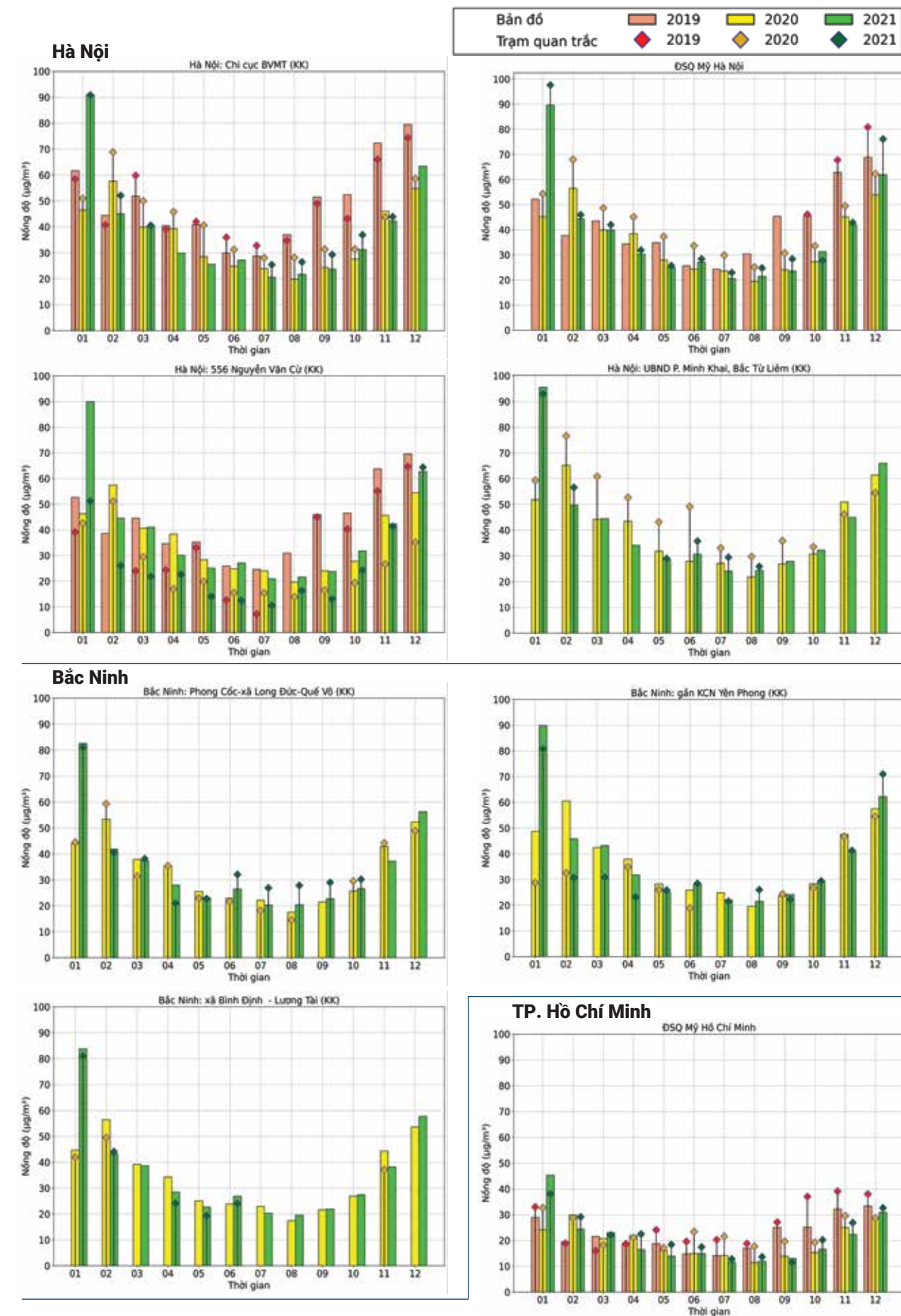
[70] N.T.T.Nguyen và cộng sự, 2022; T. T. A. Nguyen, 2022



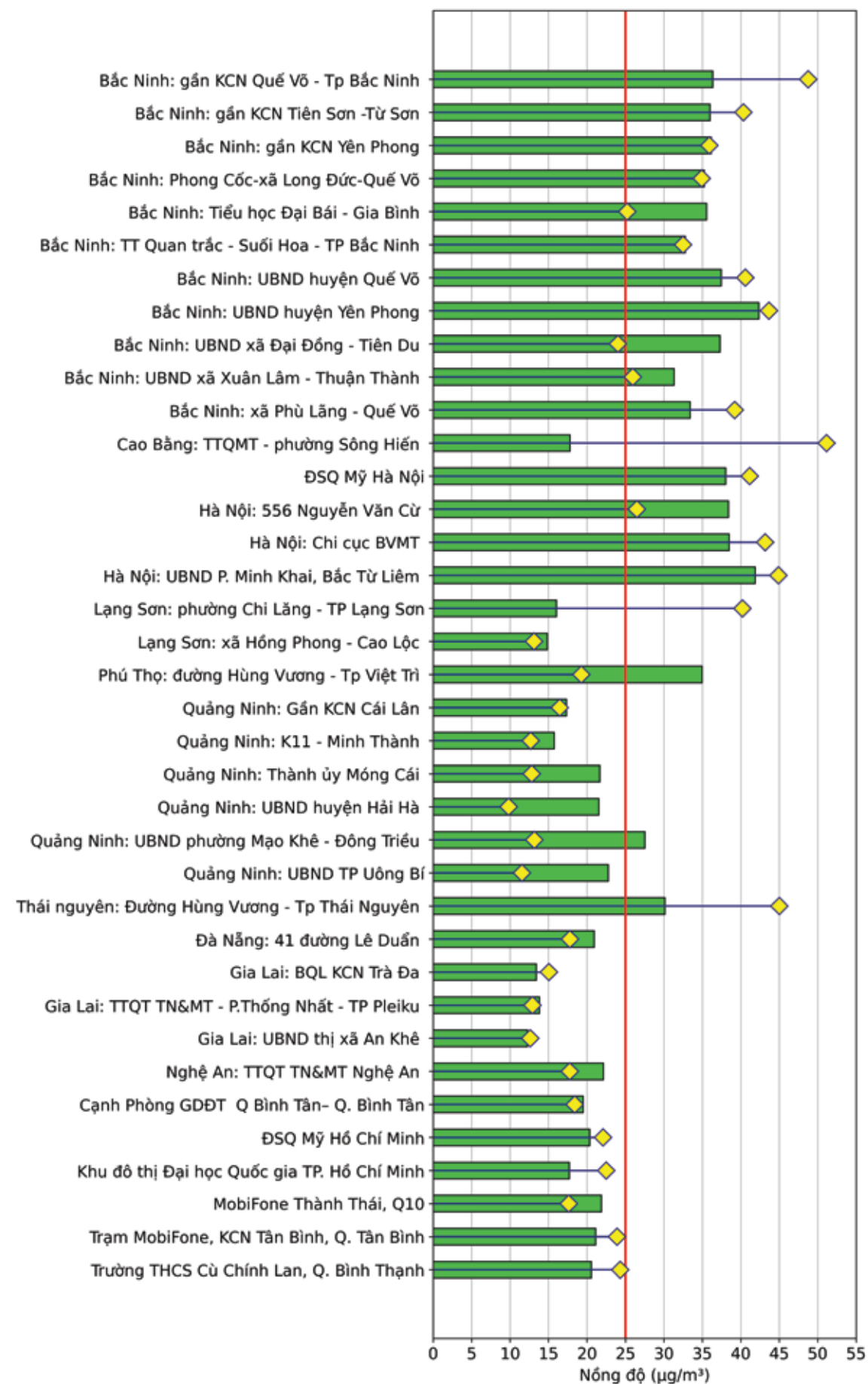
Hình 70. Đánh giá chất lượng bản đồ nồng độ bụi $PM_{2.5}$ hàng ngày trên từng trạm trên Việt Nam trong khoảng thời gian 2021



Hình 71. Đánh giá chất lượng bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} TB tháng trên từng trạm trên Việt Nam trong khoảng thời gian 2021



Hình 72. Đánh giá bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình tháng với trạm mặt đất tại một số tỉnh/thành phố



Hình 73. Đánh giá chất lượng bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm tại từng trạm trong năm 2021

PHỤ LỤC C. NỒNG ĐỘ TRUNG BÌNH/TRUNG BÌNH THEO TRỌNG SỐ DÂN PM_{2.5} THEO TỈNH/THÀNH, QUẬN/HUYỆN

Bảng 8. Giá trị nồng độ PM_{2.5} trung bình năm và theo trọng số dân số của từng tỉnh/thành phố

Vùng	Tỉnh/thành phố	Nồng độ PM _{2.5} (µg/m³)	Giá trị phơi nhiễm (Nồng độ PM _{2.5} theo trọng số dân)
Trung du và miền núi phía Bắc	Tỉnh Phú Thọ	23,0	29,6
	Tỉnh Bắc Giang	22,3	30,2
	Tỉnh Thái Nguyên	19,8	25,7
	Tỉnh Tuyên Quang	18,0	21,9
	Tỉnh Yên Bái	17,0	20,2
	Tỉnh Lào Cai	16,3	18,6
	Tỉnh Hà Giang	16,0	16,6
	Tỉnh Lai Châu	15,2	15,7
	Tỉnh Hoà Bình	15,0	16,7
	Tỉnh Cao Bằng	14,7	15,3
	Tỉnh Điện Biên	14,6	15,3
	Tỉnh Bắc Kạn	14,5	15,1
	Tỉnh Lạng Sơn	14,4	15,4
	Tỉnh Sơn La	14,2	14,7
	Tp. Hà Nội	34,9	37,8
	Tỉnh Bắc Ninh	34,4	34,8
	Tỉnh Hưng Yên	31,9	32,2
	Tỉnh Vĩnh Phúc	29,7	35,1
Đồng bằng sông Hồng	Tỉnh Hà Nam	27,9	29,4
	Tỉnh Hải Dương	27,5	28,6
	Tỉnh Thái Bình	24,4	24,7
	Tỉnh Nam Định	23,8	24,3
	Tp. Hải Phòng	22,7	24,8
	Tỉnh Ninh Bình	20,5	22,6
	Tỉnh Quảng Ninh	16,6	20,1
	Tỉnh Gia Lai	11,9	11,9
	Tỉnh Kon Tum	11,8	11,8
	Tỉnh Đắk Lắk	11,8	11,8
Vùng Tây Nguyên	Tỉnh Đắk Nông	11,5	11,5
	Tỉnh Lâm Đồng	11,4	11,4
Vùng Bắc Trung Bộ và Duyên hải miền Trung	Tỉnh Thanh Hóa	15,4	18,9
	Tỉnh Hà Tĩnh	15,0	17,7
	Tỉnh Nghệ An	13,9	17,7
	Tp. Đà Nẵng	13,8	19,3
	Tỉnh Thừa Thiên Huế	13,5	17,0
	Tỉnh Quảng Trị	13,3	15,4
	Tỉnh Quảng Bình	12,9	15,3
	Tỉnh Quảng Ngãi	12,7	14,7
	Tỉnh Quảng Nam	12,7	15,8
	Tỉnh Bình Định	12,2	13,9
Vùng Đông Nam Bộ	Tỉnh Khánh Hòa	12,2	13,9
	Tỉnh Bình Thuận	12,1	13,2
	Tỉnh Ninh Thuận	11,9	13,5
	Tỉnh Phú Yên	11,7	13,0
	Tp. Hồ Chí Minh	15,4	19,3
	Tỉnh Tây Ninh	14,9	15,9
	Tỉnh Bình Dương	13,5	15,8
	Tỉnh Đồng Nai	12,7	14,3
	Tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu	12,5	13,3
	Tỉnh Bình Phước	12,3	12,6
Đồng bằng sông Cửu Long	Tỉnh Long An	14,5	14,6
	Tỉnh Đồng Tháp	14,1	14,3
	Tỉnh Tiền Giang	13,9	14,2
	Tỉnh Vĩnh Long	13,5	13,8
	Tỉnh An Giang	13,3	13,8
	Tp. Cần Thơ	13,0	13,9
	Tỉnh Bến Tre	13,0	13,1
	Tỉnh Bạc Liêu	12,6	12,6
	Tỉnh Hậu Giang	12,6	12,6
	Tỉnh Trà Vinh	12,5	12,5





Bảng 9. Nồng độ PM_{2,5} trung bình năm/trọng số dân số theo quận/huyện của 1 số tỉnh/thành phố

Tỉnh/ thành phố	Quận/huyện	Giá trị TB năm 2021	Giá trị phơi nhiễm (Nồng độ PM _{2,5} theo trọng số dân)
Tp. Hà Nội	Huyện Ứng Hòa	37,9	37,9
	Quận Bắc Từ Liêm	39,7	39,7
	Quận Ba Đình	36,2	36,1
	Huyện Ba Vì	28,9	33,0
	Quận Cầu Giấy	40,3	40,0
	Huyện Chương Mỹ	37,8	38,7
	Quận Đống Đa	37,2	37,1
	Huyện Đan Phượng	36,2	35,9
	Huyện Đông Anh	37,0	36,8
	Huyện Gia Lâm	35,0	35,5
	Quận Hà Đông	39,9	40,7
	Quận Hai Bà Trưng	38,1	38,2
	Huyện Hoài Đức	38,6	39,2
	Quận Hoàn Kiếm	37,9	37,1
	Quận Hoàng Mai	39,0	39,7
	Quận Long Biên	38,1	37,7
	Huyện Mỹ Đức	29,9	33,9
	Huyện Mê Linh	37,7	37,7
	Quận Nam Từ Liêm	43,0	42,9
	Huyện Phú Xuyên	36,1	35,9
	Huyện Phúc Thọ	36,1	35,9
	Huyện Quốc Oai	33,0	36,1
	Huyện Sóc Sơn	34,0	37,4
	Thị xã Sơn Tây	31,7	33,8
	Quận Tây Hồ	38,8	39,0
	Huyện Thạch Thất	29,1	34,3
	Huyện Thanh Oai	40,6	40,9
	Huyện Thanh Trì	38,9	39,7
	Quận Thanh Xuân	41,4	41,2
	Huyện Thường Tín	39,0	39,0
Tỉnh Bắc Ninh	Thành phố Bắc Ninh	34,0	34,3
	Huyện Gia Bình	32,8	32,8
	Huyện Lương Tài	31,9	31,9
	Huyện Quế Võ	34,2	34,5
	Thị xã Từ Sơn	37,6	37,5
	Huyện Thuận Thành	33,5	33,6
Tỉnh Thái Bình	Huyện Tiên Du	34,1	34,2
	Huyện Yên Phong	39,2	39,2
	Huyện Đông Hưng	25,4	25,5
	Huyện Hưng Hà	28,2	28,2
	Huyện Kiến Xương	23,2	23,3
	Huyện Quỳnh Phụ	25,3	25,2
	Thành phố Thái Bình	26,0	26,1
	Huyện Thái Thụy	21,7	21,6
	Huyện Tiền Hải	20,7	20,8
	Huyện Vũ Thư	26,8	26,7
Tỉnh Nghệ An	Huyện Anh Sơn	15,3	16,2
	Thị xã Cửa Lò	18,4	18,4
	Huyện Con Cuông	12,8	13,6
	Huyện Diễn Châu	18,1	19,1
	Huyện Đô Lương	18,1	19,0
	Thị xã Hoàng Mai	15,8	16,7
	Huyện Hưng Nguyên	19,8	20,5
	Huyện Kỳ Sơn	12,7	12,8
	Huyện Nam Đàn	18,9	20,2
	Huyện Nghi Lộc	17,2	18,2
	Huyện Nghĩa Đàn	14,1	14,3
	Huyện Quế Phong	12,3	12,7
	Huyện Quỳnh Châu	12,6	13,1
	Huyện Quỳnh Hợp	13,2	13,9
	Huyện Quỳnh Lưu	15,8	17,4
	Huyện Tân Kỳ	14,6	15,1
	Thị xã Thái Hoà	14,3	14,5
	Huyện Thanh Chương	15,5	17,8
	Huyện Tương Dương	12,8	13,2
	Thành phố Vinh	21,1	21,5
	Huyện Yên Thành	16,9	19,1
	Huyện Bình Chánh	15,6	16,3
	Quận Bình Tân	18,9	19,6
	Quận Bình Thạnh	20,3	20,5
	Huyện Cần Giờ	12,9	13,2
	Huyện Củ Chi	15,0	15,2
	Quận Gò Vấp	20,0	20,1
	Huyện Hóc Môn	16,7	17,4
	Huyện Nhà Bè	15,0	15,3
	Quận Phú Nhuận	21,1	21,2
	Quận 1	20,8	20,9
	Quận 10	21,3	21,3
	Quận 11	21,2	21,2
	Quận 12	19,2	19,3
Tp. Hồ Chí Minh	Quận 2	18,3	18,5
	Quận 3	21,2	21,2
	Quận 4	20,5	20,5
	Quận 5	20,9	20,9
	Quận 6	20,5	20,5
	Quận 7	18,0	18,3
	Quận 8	18,8	19,5
	Quận 9	16,7	17,2
	Quận Tân Bình	21,2	21,5
	Quận Tân Phú	21,1	21,3
	Quận Thủ Đức	18,8	18,7

