



USAID
TƯ NHÂN DÂN MỸ



LIVE & LEARN
For Environment and Community



VNU
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
Vietnam National University, Hanoi



BÁO CÁO HIỆN TRẠNG BỤI $PM_{2.5}$ TẠI VIỆT NAM GIAI ĐOẠN 2019-2020 SỬ DỤNG DỮ LIỆU ĐA NGUỒN

Tài liệu được xuất bản bởi:

Trung tâm Sống và Học tập vì Môi trường và Cộng đồng (Live&Learn)

Địa chỉ: Số 24 Làng Kiến trúc phong cảnh, ngõ 45A Vọng Thị, Hà Nội.

Điện thoại: +84 24 37185930

Email: vietnam@livelearn.org

Website: www.khisachtroixanh.com

Fanpage: Thế Hệ Xanh

THÁNG 10/2021



BÁO CÁO
**HIỆN TRẠNG BỤI $PM_{2.5}$
Ở VIỆT NAM**
GIAI ĐOẠN 2019-2020
SỬ DỤNG DỮ LIỆU ĐA NGUỒN

THÁNG 10/2021



Mục tiêu Báo cáo	Cung cấp thông tin hiện trạng bụi PM _{2.5} trên phạm vi toàn quốc giai đoạn 2019 - 2020 từ nguồn dữ liệu mở và đa nguồn
Đối tượng hướng tới	Công chúng nói chung Cơ quan quản lý Báo chí, truyền thông
Nội dung	- Hiện trạng bụi PM_{2.5} giai đoạn 2019-2020 trên phạm vi toàn quốc và theo vùng/ miền; - Hiện trạng bụi PM_{2.5} tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh; - Đóng góp nguồn thải bụi PM_{2.5} quy mô toàn quốc, Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh; - Khuyến nghị về nghiên cứu và chính sách quản lý CLKK.
Cơ sở khoa học	Các nghiên cứu về CLKK quốc tế và trong nước
Phương pháp	Mô hình học máy thống kê; Kiểm kê phát thải; Tổng hợp nghiên cứu
Dữ liệu phân tích	Đa nguồn: dữ liệu mô hình Ảnh hưởng Hỗn hợp, dữ liệu trạm tiêu chuẩn; dữ liệu mạng lưới cảm biến; và kết quả các nghiên cứu gần đây về ONKK
Đơn vị thực hiện	Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội phối hợp (VNU-UET) với Trung tâm Sống và Học tập vì Môi trường và Cộng đồng (Live&Learn) trong khuôn khổ Dự án “Chung tay vì Không khí Sạch” do Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID) tài trợ.
Đơn vị phối hợp	Viện Công nghệ Châu Á, Thái Lan- AIT Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh
Đơn vị hỗ trợ	Mạng lưới Không khí Sạch - VCAP, Khoa Môi trường, trường Đại học Khoa học Tự nhiên- Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, PAM Air, IQAir/AirVisual

Trích dẫn báo cáo:
VNU-UET, Live&Learn & USAID (2021). *Báo cáo Hiện trạng bụi PM_{2.5} tại Việt Nam giai đoạn 2019-2020 sử dụng dữ liệu đa nguồn*. 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).

LỜI CẢM ƠN

Báo cáo Hiện trạng bụi PM_{2.5} tại Việt Nam giai đoạn 2019 - 2020 sử dụng dữ liệu đa nguồn được thực hiện bởi Trường Đại học Công nghệ, Đại Học Quốc gia Hà Nội phối hợp với Trung tâm Sống và Học tập vì Môi trường và Cộng đồng (Live&Learn), GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh và TS. Lại Nguyễn Huy (Viện Công nghệ Châu Á Thái Lan), và PGS. TS. Hồ Quốc Bằng (Viện Môi trường và Tài Nguyên, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh). Báo cáo được thực hiện trong khuôn khổ dự án Dự án Chung tay vì Không khí Sạch do Cơ quan Phát triển Quốc tế Mỹ (USAID) tài trợ.

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 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. Nghiêm Trung Dũng và TS. Lý Bích Thủy (Đại học Bách Khoa Hà Nội) đã đóng góp nhiều ý kiến quý báu cho báo cáo này.

Chúng tôi cũng xin cảm ơn Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Mạng lưới Không khí Sạch (VCAP) và PAM Air, IQAir/AirVisual đã hỗ trợ chuyên môn và cung cấp dữ liệu cho báo cáo này.

Đơn vị tài trợ



Đơn vị thực hiện



Đơn vị hỗ trợ



Dự án Chung tay hành động vì không khí sạch thúc đẩy những hành động hợp tác từ các tổ chức địa phương (Chính phủ Việt Nam, khối tư nhân, các tổ chức xã hội và người dân) nhằm giải quyết những vấn đề về ô nhiễm không khí.

Báo cáo này được thực hiện với hỗ trợ từ Nhân dân Mỹ thông qua Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID). Nội dung của báo cáo thuộc trách nhiệm của các tác giả và không nhất thiết phản ánh quan điểm của USAID, Chính phủ Hoa Kỳ hay các tổ chức liên quan.



MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	2	TÀI LIỆU TRÍCH DẪN	50
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT	5	TÀI LIỆU THAM KHẢO	52
DANH MỤC CÁC HÌNH & BẢNG	7	VỀ NHÓM THỰC HIỆN	57
I. GIỚI THIỆU	9	PHỤ LỤC A - PHƯƠNG PHÁP VÀ DỮ LIỆU NỒNG ĐỘ BỤI PM_{2.5} TỪ MÔ HÌNH MEM	59
II. PHƯƠNG PHÁP VÀ LƯU Ý KHI DIỄN GIẢI KẾT QUẢ	12	PHỤ LỤC B - PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ VÀ TÍNH TOÁN NỒNG ĐỘ BỤI PM_{2.5} TRUNG BÌNH TẠI TRẠM QUAN TRẮC	63
2.1. Phương pháp	13	PHỤ LỤC C - PHƯƠNG PHÁP VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ KIỂM KÊ PHÁT THẢI BỤI PM_{2.5}	65
2.2. Dữ liệu	14	PHỤ LỤC D - BẢN ĐỒ PHÁT THẢI BỤI PM_{2.5} CHO TẤT CẢ CÁC NGUỒN TẠI TP. HỒ CHÍ MINH NĂM 2017	69
2.3. Lưu ý về hạn chế và diễn giải kết quả	15		
III. HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} TẠI VIỆT NAM GIAI ĐOẠN 2019-2020	17		
3.1. Hiện trạng bụi PM _{2.5} toàn quốc	18		
3.2. Hiện trạng bụi PM _{2.5} tại các miền và vùng	21		
3.3. Hiện trạng bụi PM _{2.5} tại khu vực đô thị	28		
3.3.1. Hiện trạng bụi PM _{2.5} tại thủ đô Hà Nội	29		
3.3.2. Hiện trạng bụi PM _{2.5} tại TP. Hồ Chí Minh	34		
3.4. Chất lượng không khí thời kỳ giãn cách xã hội do COVID - 19	39		
IV. ĐÓNG GÓP NGUỒN THẢI BỤI PM_{2.5}	41		
4.1. Quy mô toàn quốc (2018)	43		
4.2. Đóng góp nguồn thải tại Hà Nội (2018)	44		
4.3. Đóng góp nguồn thải tại TP. Hồ Chí Minh (2017 và 2018)	45		
V. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ CHÍNH SÁCH	46		
5.1. Kết luận	47		
5.2. Khuyến nghị	48		

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

TÊN VIẾT TẮT	Ý NGHĨA
BỘ TNMT/BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
CLKK	Chất lượng không khí
ĐHQG	Đại học Quốc Gia
ĐSQ	Đại sứ quán
LSQ	Lãnh sự quán
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
ABC EIM	Atmospheric Brown Cloud Emission Inventory Manual - Sổ tay kiểm kê phát thải của dự án Mây Nâu Khí Quyển
AOD	Aerosol Optical Depth - Độ sâu quang học sol khí
COVID-19	CoronaVirus Disease-19 - Dịch bệnh do vi-rút Corona
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecast - Trung tâm Dự báo Thời tiết Trung hạn châu Âu
EMEP / EEA	European Monitoring and Evaluating Programme / European Economic Area - Chương trình Giám sát và Đánh giá của châu Âu / Vùng kinh tế châu Âu
EPI	Environmental Performance Index - Chỉ số Hiệu quả Môi trường

TÊN VIẾT TẮT	Ý NGHĨA
ERA5	ECMWF Reanalysis v5 - Dự án Phân tích Dữ liệu Thời tiết của Tổ chức ECMWF
GFED 4	Global Fire Emission Database - Cơ sở dữ liệu phát thải do cháy rừng trên toàn thế giới
HEI	Health Effects Institute, Institute for Health Metrics and Evaluation's Global Burden of Disease project - 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 mịn 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
VCAP	Vietnam Clean Air Partnership - Mạng lưới Không khí sạch Việt Nam
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 (WB)	Ngân hàng Thế giới
WRF (model)	Weather Research and Forecasting model - Mô hình Nghiên cứu và Dự đoán Thời tiết

DANH MỤC HÌNH

Hình 1:	Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm tại các trạm quan trắc từ 2010- 2017 tại các trạm của Trung tâm Quan trắc Môi trường miền Bắc, Tổng cục Môi trường	10
Hình 2:	Giải thích biểu đồ box plot biểu diễn nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tại tỉnh/thành phố	16
Hình 3:	Bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2019 và 2020 với độ phân giải không gian 3x3 km.	18
Hình 4:	Bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 tại miền Bắc với độ phân giải không gian 3x3 km	21
Hình 5:	Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2019 và 2020 tại các tỉnh và thành phố miền Bắc	22
Hình 6:	Phân bố và nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 của các trạm cảm biến và trạm ĐSQ Mỹ tại miền Bắc và chi tiết tại Hà Nội và Bắc Ninh	23
Hình 7:	Bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 tại miền Trung với độ phân giải không gian 3x3 km	23
Hình 8:	Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2019 và 2020 tại các tỉnh và thành phố miền Trung	24
Hình 9:	Phân bố và nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 của các trạm cảm biến tại miền Trung	25
Hình 10:	Bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 tại miền Nam với độ phân giải không gian 3x3 km	26
Hình 11:	Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2019 và 2020 tại các tỉnh và thành phố miền Nam	27
Hình 12:	Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 của các trạm cảm biến và LSQ Mỹ tại miền Nam	27
Hình 13a:	Tỷ lệ đô thị có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 vượt QCVN 05:2013/BTNMT	28
Hình 13b:	Bản đồ vị trí các đô thị toàn quốc năm 2020	29
Hình 14:	Bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 các quận/huyện/thị xã tại Hà Nội	30
Hình 15:	Phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình tháng của các quận/huyện/thị xã tại Hà Nội năm 2020	31
Hình 16:	Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm từ năm 2016 đến 2020 tại trạm ĐSQ Mỹ	32
Hình 17:	Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình tháng từ năm 2016 đến 2020 tại trạm ĐSQ Mỹ	32
Hình 18:	Tỉ lệ số ngày theo 6 mức chỉ số chất lượng không khí (VN_AQI) tại trạm tại ĐSQ Mỹ từ năm 2016- 2020	33
Hình 19:	Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 của các trạm cảm biến và trạm ĐSQ Mỹ tại Hà Nội	34
Hình 20:	Phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 cấp quận/huyện tại TP. Hồ Chí Minh	35

Hình 21:	Phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình tháng của các quận/huyện tại TP. Hồ Chí Minh năm 2020	36
Hình 22:	Diễn biến nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2016 đến 2020 tại trạm LSQ Mỹ	37
Hình 23:	Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình tháng từ năm 2016 đến 2020 tại trạm LSQ Mỹ	37
Hình 24:	Tỉ lệ số ngày theo 6 mức chỉ số chất lượng không khí (VN_AQI) tại trạm LSQ Mỹ từ năm 2016 đến 2020	38
Hình 25:	Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 của các trạm cảm biến tại TP. Hồ Chí Minh	39
Hình 26:	Phát thải $PM_{2.5}$ từ nguồn do hoạt động của con người và cháy rừng và tỷ lệ phát thải $PM_{2.5}$ của các nguồn năm 2018	43
Hình 27:	Tỷ lệ đóng góp của các nguồn do con người vào phát thải SOx cả nước, năm 2018	44
Hình 28:	Đóng góp các nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ ở Hà Nội, năm 2018	44
Hình 29:	Đóng góp các nguồn thải bụi ở TP. Hồ Chí Minh, năm 2017	45
Hình 30:	Bản đồ tổng phát thải bụi $PM_{2.5}$ tại TP. Hồ Chí Minh năm 2017	69

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1:	Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm của 63 tỉnh, thành phố và tỷ lệ giảm nồng độ bụi $PM_{2.5}$ năm 2020 so với 2019	19
Bảng 2:	Tổng hợp kết quả nghiên cứu chất lượng không khí thời kỳ giãn cách xã hội do đại dịch COVID-19	40
Bảng 3:	Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm tại các tỉnh/ thành phố trên cả nước năm 2019 và 2020	59
Bảng 4:	Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 cấp quận/huyện tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh	62
Bảng 5:	Bảng quy đổi thang màu nồng độ $PM_{2.5}$ theo giá trị VN_AQI	64
Bảng 6:	So sánh phát thải hàng năm của báo cáo này với các bộ phát thải khác nhau	67



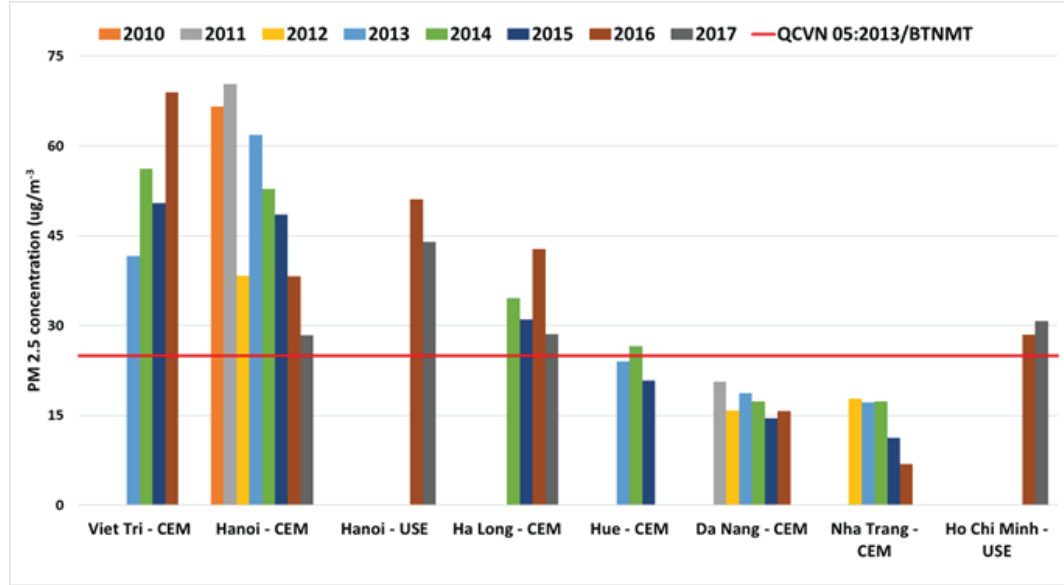
I GIỚI THIỆU

Ô nhiễm không khí là một trong những vấn đề sức khỏe môi trường thách thức nhất mà các quốc gia đang phải đối mặt. Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), đã có 7 triệu ca tử vong sớm do phơi nhiễm với ô nhiễm không khí trên toàn cầu mỗi năm¹. Trong đó, bụi PM_{2.5} là chất ô nhiễm không khí có tác động nguy hại tới sức khỏe cộng đồng đã được chỉ ra trong rất nhiều nghiên cứu. Theo ước tính của Viện Nghiên cứu Ảnh hưởng Sức khỏe², cứ 10 người thì có 9 người hít thở không khí có nồng độ bụi PM_{2.5} cao hơn 10 µg/m³ (mức khuyến cáo năm 2004 và mức lộ trình II theo khuyến cáo năm 2021 của WHO).

Trong những năm qua, tình trạng ô nhiễm không khí do bụi PM_{2.5} tại nhiều tỉnh, thành phố ở Việt Nam đều vượt giới hạn cho phép của quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh (QCVN

05:2013/BTNMT)³ và có xu hướng tăng (Hình 1)⁴. Một số báo cáo quốc tế cũng chỉ ra tình trạng ô nhiễm không khí nghiêm trọng ở Việt Nam. Theo chỉ số hiệu quả môi trường (EPI) năm 2020 của Đại học Yale, phơi nhiễm với ô nhiễm không khí ở Việt Nam xếp hạng 115 trên tổng số 180 quốc gia⁵. Trên bảng xếp hạng IQAir/AirVisual, nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 theo trọng số dân số của Việt Nam cao thứ 21 trong danh sách 106 quốc gia⁶.

Hiện nay, quan trắc bụi PM_{2.5} tại Việt Nam được thực hiện bằng nhiều phương pháp và công nghệ bởi nhiều bên, từ cơ quan quản lý môi trường nhà nước tới các đại sứ quán, các đơn vị nghiên cứu, tư nhân với các mục tiêu quan trắc khác nhau. Các dữ liệu quan trắc bụi PM_{2.5} được thu thập bằng thiết bị tiêu chuẩn truyền thống (lấy mẫu và phân tích sau đó trong phòng thí nghiệm), và các phương pháp tiên



Hình 1. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm tại các trạm quan trắc từ 2010 - 2017 tại các trạm của Trung tâm Quan trắc Môi trường miền Bắc, Tổng cục Môi trường (Nguồn: Thanh và cộng sự, 2018)

[1] WHO, 2014. 7 million premature deaths annually linked to air pollution- Bản tin.
[2] Health Effects Institute, & Institute for Health Metrics and Evaluation's Global Burden of Disease project. (2020). State of Global Air 2020 (p. 28). <https://www.stateofglobalair.org/resources>.
[3] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2013. Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng không khí xung quanh.
[4] Thanh và cộng sự, 2018. Current Status of PM2.5 Pollution and its Mitigation in Vietnam.
[5] Hạng 1 tương ứng với gánh nặng bệnh tật do phơi nhiễm với ONKK thấp nhất.
[6] IQAir/ AirVisual, 2021. World Air Quality Report 2020.

tiến như kỹ thuật viễn thám (sử dụng vệ tinh) và thiết bị quan trắc tự động cho dữ liệu liên tục (trạm tiêu chuẩn và thiết bị cảm biến). Mục đích sử dụng các dữ liệu quan trắc này rất đa dạng, gồm công tác quản lý nhà nước về kiểm soát ô nhiễm, nghiên cứu, và các mục đích khác như giáo dục, nâng cao nhận thức và khoa học công dân.

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 viễn thám (vệ tinh) được ứng dụng trong nghiên cứu và cung cấp thông tin quan trắc bụi $PM_{2.5}$.⁷ Đây là một phương pháp quan trắc bổ sung cho các trạm quan trắc mặt đất, cung cấp thông tin về sự phân bố không gian 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 mặt đất.

Hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ ở Việt Nam được nghiên cứu và công bố trong các báo cáo và tạp chí khoa học bởi cơ quan quản lý nhà nước, các trường/viện và các nhà khoa học cũng như các tổ chức xã hội, như Báo cáo Hiện trạng Môi trường Quốc gia - Chuyên đề môi trường không khí năm 2007 và 2013; Báo cáo Chất lượng Không khí Việt Nam năm 2016 và 2017 của Trung tâm Phát triển Sáng tạo Xanh. Tuy nhiên, các báo cáo và nghiên cứu này có hạn chế về nguồn dữ liệu (độ dài dữ liệu và/hoặc độ phủ dữ liệu trên phạm vi cả nước) do thiếu số liệu quan trắc, và chưa khai thác các nguồn dữ liệu mở (như vệ tinh) hay từ các mạng lưới khoa học công dân (trạm cảm biến).

[7] Cohen và cộng sự, 2017; Duncan và cộng sự, 2014; EPI, 2020; State of Global Air, 2020.

[8] Kloog và cộng sự, 2014; Lee và cộng sự, 2016.

Trong bối cảnh đó, **Báo cáo Hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ tại Việt Nam giai đoạn 2019 - 2020 sử dụng dữ liệu đa nguồn** được xây dựng để cung cấp thông tin đa nguồn, 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. Dữ liệu được sử dụng và phân tích trong báo cáo này bao gồm bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ được tính toán từ Mô hình Ảnh hưởng Hỗn hợp (Mixed Effect Model- MEM)⁸ và dữ liệu $PM_{2.5}$ thu thập từ trạm quan trắc tiêu chuẩn và trạm cảm biến. Việc sử dụng dữ liệu đa nguồn này sẽ cho phép tăng cường phân tích phân bố nồng độ bụi trên phạm vi toàn quốc và theo từng tỉnh (không gian) và diễn biến nồng độ bụi theo thời gian. Cùng với các kết quả kiểm kê phát thải, các phát hiện trong báo cáo sẽ giúp đề xuất cơ sở xác định các tỉnh và vùng liên tỉnh đang gặp vấn đề ô nhiễm không khí mà cần chú trọng xây dựng chính sách quản lý chất lượng không khí và kiểm soát nguồn thải bụi $PM_{2.5}$.

Báo cáo này không nhằm thay thế cho báo cáo môi trường của cơ quan quản lý nhà nước (Bộ TNMT), mà là một kênh bổ sung thông tin về CLKK giai đoạn 2019 - 2020 từ các nguồn dữ liệu mở và tiếp cận đa nguồn.



II PHƯƠNG PHÁP VÀ LƯU Ý KHI DIỄN GIẢI KẾT QUẢ

2.1 PHƯƠNG PHÁP

Báo cáo kế thừa nhiều phương pháp, kết quả nghiên cứu, và tổng hợp tài liệu nhiều nguồn khác nhau để phân tích hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ và đưa ra khuyến nghị, cụ thể:

• Phương pháp xây dựng bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$:

Ước tính nồng độ bụi $PM_{2.5}$ theo ngày trên lãnh thổ Việt Nam được xây dựng dựa trên Mô hình Ảnh hưởng Hỗn hợp (MEM) sử dụng các nguồn dữ liệu bao gồm dữ liệu $PM_{2.5}$ tại các trạm quan trắc tiêu chuẩn, sản phẩm ảnh vệ tinh MODIS Terra/Aqua và VIIRS NPP (AOD), các bản đồ khí tượng và sử dụng đất. Các bước xây dựng bản đồ bao gồm: tiền xử lý và tăng cường chất lượng dữ liệu, tích hợp dữ liệu, xây dựng và kiểm chứng mô hình, ước tính và kiểm chứng bản đồ hàng ngày⁹. Các kết quả tính toán từ mô hình trên sẽ được gọi trong báo cáo là dữ liệu nồng độ bụi $PM_{2.5}$ từ mô hình MEM hoặc gọi tắt là dữ liệu mô hình MEM (Xem **Phụ lục A**).

• Quy đổi giá trị nồng độ $PM_{2.5}$ sang Chỉ số Chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI):

sử dụng 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 2019¹⁰ (Xem **Phụ lục B**).

• Xử lý và tính toán nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình từ các trạm quan trắc:

dữ liệu các trạm quan trắc được lọc bỏ các giá trị bất thường và tính toán theo giá trị trung bình ngày, tháng, năm (Xem **Phụ lục B**).

Bên cạnh đó, để **đánh giá chất lượng không khí thời kỳ giãn cách xã hội do COVID-19 năm 2020** và **tính toán đóng góp nguồn phát thải bụi $PM_{2.5}$** , báo cáo này sử dụng *Phương pháp tổng hợp tài liệu (Desk review)*, cụ thể:

- Các kết quả đánh giá CLKK thời kỳ giãn cách xã hội do COVID-19 được tổng hợp từ các nghiên cứu trong nước và quốc tế đã được công bố trong thời gian gần đây.
- Các kết quả nghiên cứu *kiểm kê phát thải toàn quốc, trong đó có tính toán cụ thể cho Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh năm 2018* được thực hiện bởi GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh và TS. Lại Nguyễn Huy (Oanh & Huy, 2021) để phục vụ cho báo cáo này. Nghiên cứu sử dụng mô hình tính toán Excel của “Sổ tay kiểm kê phát thải ABC” (Atmospheric Brown Cloud Emission Inventory Manual- ABC EIM)¹¹ để tính toán lượng phát thải (Xem **Phụ lục C**).
- Các kết quả nghiên cứu *kiểm kê phát thải tại TP. Hồ Chí Minh năm 2017* được thực hiện bởi PGS. TS. Hồ Quốc Bằng và cộng sự (Bằng, 2019; Khuê & Bằng, 2020). Các nghiên cứu này ứng dụng kết hợp phương pháp từ dưới lên (Bottom-up) và từ trên xuống (Top-down) để kiểm kê nguồn thải: sử dụng mô hình EMISENS tính phát thải đường bộ, mô hình GIZ tính phát thải cảng biển, và kiểm kê phát thải các nguồn khác sử dụng phương pháp hệ số phát thải nhân với dữ liệu hoạt động (Xem **Phụ lục C**).

2.2 DỮ LIỆU

Tương ứng các phương pháp tại mục 2.1, báo cáo sẽ sử dụng các dữ liệu sau đây để phân tích hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ giai đoạn 2019-2020:

Dữ liệu đánh giá hiện trạng bụi $PM_{2.5}$:

- Dữ liệu nồng độ bụi $PM_{2.5}$ từ mô hình MEM bao gồm các bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ với độ phân giải 3x3km trên phạm vi toàn quốc và vùng/miền và biểu đồ hộp (box plot) cho 63 tỉnh, thành phố trong giai đoạn 2019-2020. Dữ liệu mô hình MEM đã được kiểm chứng bằng việc so sánh với các dữ liệu quan trắc tại trạm tiêu chuẩn;
- Dữ liệu quan trắc $PM_{2.5}$ từ các trạm quan trắc tiêu chuẩn tại ĐSQ Mỹ và LSQ Mỹ (được đặt tại 19-21 Hai Bà Trưng, quận Hoàn Kiếm, Hà Nội và số 4 Lê Duẩn, Quận 1, TP. Hồ Chí Minh) trong giai đoạn 2019-2020;
- Dữ liệu quan trắc $PM_{2.5}$ từ các trạm cảm biến, bao gồm 50 trạm của PAM Air, 23 trạm của IQAir/AirVisual và hai trạm của Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG TP. Hồ Chí Minh.

Đánh giá chất lượng không khí thời kỳ giãn cách xã hội năm 2019 do đại dịch COVID-19: Báo cáo này tổng hợp các kết quả nghiên cứu về chất lượng không khí thời kỳ giãn cách xã hội năm 2019 từ các nghiên cứu trong nước và quốc tế¹², cụ thể là:

- **Quy mô toàn quốc:** Nghiên cứu của Ngô Xuân Trường và cộng sự (2021) đánh giá sự thay đổi

mật độ NO_2 từ vệ tinh; Nghiên cứu của Hai Anh & Trong Anh (2020) đánh giá sự thay đổi **nồng độ NO_2** .

- **Tại Hà Nội:** Nghiên cứu của Lê Hồng Nhung và cộng sự (2021) đánh giá sự thay đổi nồng độ **$PM_{2.5}$** và **CO** tại các trạm quan trắc; Nghiên cứu của Nguyễn Thị Phương Mai và cộng sự (2021) đánh giá sự thay đổi các thông số **$PM_{2.5}$** , **NO_2** , **O_3** và **SO_2** tại trạm Nguyễn Văn Cừ; Nghiên cứu của Sanjoy Roy và cộng sự (2021) đánh giá sự thay đổi mật độ **NO_2** từ vệ tinh.

- **Tại TP. Hồ Chí Minh:** Nghiên cứu của Ngô Xuân Trường và cộng sự (2021) đánh giá sự thay đổi **mật độ NO_2** từ vệ tinh; Nghiên cứu của Suarez & Myllyvirta (2020) đánh giá sự thay đổi **mật độ NO_2** .

Dữ liệu về nguồn thải bụi $PM_{2.5}$:

- Kết quả nghiên cứu về tổng lượng phát thải bụi $PM_{2.5}$ và mức đóng góp của các nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ sơ cấp từ các nguồn được kiểm kê cho quy mô toàn quốc, trong đó có kết quả tính toán cụ thể cho Hà Nội năm 2018 (chưa tính đến một số nguồn và bụi $PM_{2.5}$ thứ cấp hình thành trong khí quyển từ các tiền chất là SO_2 , NO_x , NH_3 , VOC)¹³;
- Kết quả nghiên cứu về tổng lượng phát thải bụi $PM_{2.5}$ và mức đóng góp của các nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ năm 2017 tại TP. Hồ Chí Minh¹⁴.

[9] Thanh và cộng sự, 2021.

[10] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2019. Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI).

[11] Shrestha, 2013.

[12] Do các kết quả phân tích nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trong thời gian này khá hạn chế về số lượng, các nghiên cứu và phân tích trên các thông số khác như NO_2 , CO, SO_2 cũng được thu thập và tổng hợp.

[13] Oanh & Huy, 2021.

[14] Bằng, 2019; Khuê & Bằng, 2020.

2.3 LƯU Ý VỀ HẠN CHẾ VÀ DIỄN GIẢI KẾT QUẢ

2.3.1 Lưu ý về hạn chế của báo cáo

• Về kết quả phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$:

- Do số lượng hạn chế của trạm quan trắc tại Việt Nam nên kết quả ước tính bản đồ bụi $PM_{2.5}$ có thể có sai số và độ bất định cao ở những nơi không có trạm quan trắc đưa vào mô hình. Các bản đồ mô hình hóa trung bình năm 2019, 2020 được so sánh với dữ liệu trạm quan trắc để kiểm chứng chất lượng. Các chỉ số thống kê được sử dụng để so sánh, đánh giá gồm có sai số Sai số quân phương (Root Mean Square Error- RMSE) và Sai số tương đối (Mean Relative Error- MRE). 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 trạm quan trắc, số liệu khí tượng, số liệu sử dụng đất.
- Do hạn chế về nguồn dữ liệu mở nên báo cáo này chỉ sử dụng các nguồn số liệu của trạm ĐSQ Mỹ và LSQ Mỹ để phân tích sâu hơn về diễn biến thời gian của nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tại các địa điểm đặt trạm. Báo cáo cũng sử dụng dữ liệu từ 77 trạm cảm biến của PAM Air, IQAir/AirVisual, ĐHQG TP. Hồ Chí Minh.

• Về kết quả kiểm kê phát thải:

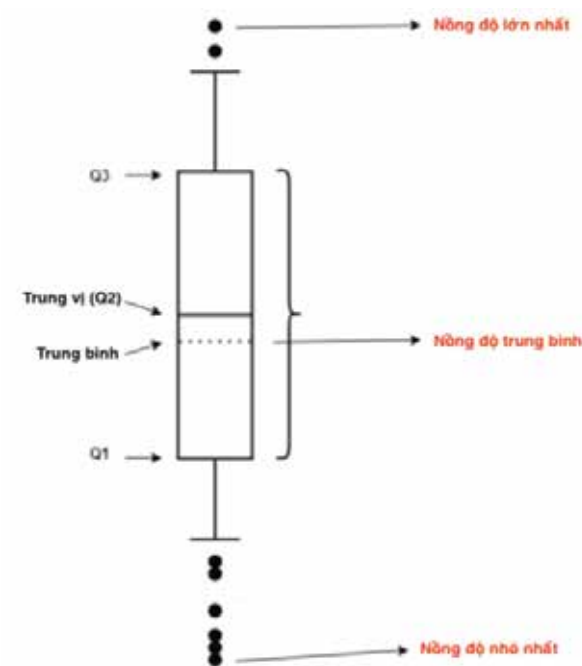
Báo cáo trình bày kết quả kiểm kê phát thải của năm 2017 và 2018 từ các nghiên cứu sử dụng phương pháp khác nhau, quy mô và đầu vào khác nhau nhằm bổ sung thông tin nguồn phát thải $PM_{2.5}$. Mỗi phương pháp/ mô hình sử dụng đều có sai số nhất định, các nghiên cứu được tiến

hành tại các thời điểm khác nhau, phụ thuộc vào mức độ sẵn có và chi tiết của số liệu về hệ số phát thải và dữ liệu hoạt động của các nguồn thải, cũng như khác nhau trong các phân chia hoặc cách đọc tên nguồn. Các lưu ý hạn chế của mỗi kết quả kiểm kê được trình bày chi tiết trong Mục IV.

2.3.2 Lưu ý về cách hiểu kết quả nồng độ bụi $PM_{2.5}$ từ mô hình hóa

Dữ liệu nồng độ bụi $PM_{2.5}$ từ mô hình hóa, gồm có nồng độ trung bình tháng và trung bình năm, được sử dụng để phân tích hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ quy mô toàn quốc và tại các vùng/miền. Các dữ liệu này được thể hiện và phân tích theo hai cách sau:

- Bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm với độ phân giải không gian 3x3 km: gồm các giá trị nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tại các khu vực có diện tích 3x3 km;
- Biểu đồ hộp (box plot) được sử dụng để biểu diễn sự thay đổi của nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trong từng tỉnh/ thành phố, trong đó có giá trị thấp nhất, cao nhất, trung bình năm toàn tỉnh/thành phố và giá trị được coi là ngoại lai (là giá trị rất cao hoặc rất thấp) (**Hình 2**). Do đó, biểu đồ này giúp cung cấp thông tin về hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ trên toàn bộ các khu vực trong một tỉnh/thành phố và cả nồng độ trung bình năm của các tỉnh/thành phố.



Hình 2. Giải thích biểu đồ box plot biểu diễn nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tại tỉnh/thành phố

Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm từ các nhóm dữ liệu (mô hình MEM và trạm quan trắc mặt đất) 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 2021¹⁵ cho sức khỏe cộng đồng.

Các kết quả $PM_{2.5}$ tính toán từ mô hình MEM, từ trạm quan trắc tiêu chuẩn và trạm cảm biến được so sánh, đánh giá về xu hướng phân bố không gian

và diễn biến thời gian của nồng độ bụi $PM_{2.5}$ giữa các nhóm dữ liệu, không so sánh giá trị tuyệt đối.

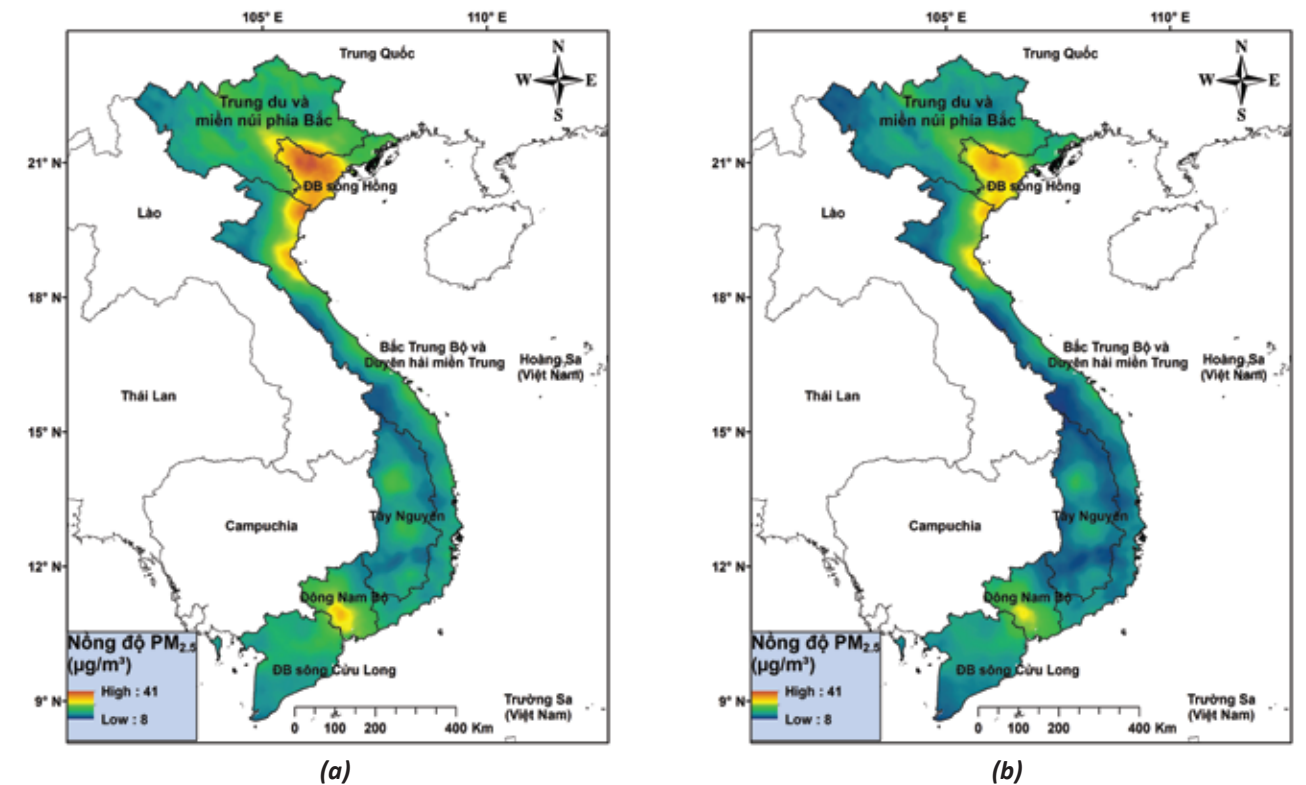
Cấp độ phân tích nồng độ bụi trong báo cáo là cấp tỉnh và thành phố trực thuộc Trung ương (viết tắt trong báo cáo là “tỉnh, thành phố”). Các phân vùng trong phân tích hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ trong báo cáo này dựa trên phân vùng quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội theo Nghị định 92/2006/NĐ-CP của Chính phủ¹⁶.

[15] World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.

[16] Nghị định 92/2006/NĐ-CP về lập, phê duyệt và quản lý quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế- xã hội.



3.1 HIỆN TRẠNG BỤI $PM_{2.5}$ TOÀN QUỐC



Hình 3. Bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm a) 2019 và b) 2020 với độ phân giải không gian 3x3 km.

Trên phạm vi toàn quốc, theo dữ liệu mô hình MEM, nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 có xu hướng giảm so với năm 2019. Trong năm 2019, nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm thấp nhất là $9 \mu g/m^3$ và cao nhất là $41 \mu g/m^3$; và trong năm 2020 là $8 \mu g/m^3$ và $35,8 \mu g/m^3$. Các vùng có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ cao là Đồng bằng sông Hồng (Hà Nội và các tỉnh lân cận), Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh (các khu vực ven biển), và TP. Hồ Chí Minh, Đồng Nai và Bình Dương (Hình 3). Xu hướng này cũng thể hiện tương tự trên bản đồ phát thải toàn quốc năm 2018 với mức độ phát thải cao tập trung tại Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh và một số tỉnh lân cận (Hình 26-a). Tại Đồng bằng sông Hồng, ngoài ảnh hưởng của nguồn thải, chất lượng không khí cũng chịu ảnh hưởng một phần của điều kiện khí tượng, đặc biệt vào mùa đông lạnh, ít mưa và ảnh hưởng của khí áp cao làm cho chất ô nhiễm khuếch tán kém, khiến cho giá trị nồng độ $PM_{2.5}$ cao hơn vào những tháng này trong năm¹⁷.

Trong năm 2020, miền Bắc có 10/25 tỉnh, thành phố (chiếm 40%) có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm toàn tỉnh vượt quy chuẩn quốc gia QCVN 05:2013/BTNMT, bao gồm Bắc Ninh, Hưng Yên, Hải Dương, Hà Nội, Thái Bình, Nam Định, Hải Phòng, Hà Nam, Ninh Bình, Vĩnh Phúc. Miền Trung và miền Nam không có tỉnh, thành phố nào có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm toàn tỉnh vượt quy chuẩn quốc gia (Bảng 1). Tuy nhiên, tại các tỉnh Thanh Hóa, Hà Tĩnh, Nghệ An (miền Trung) và TP. Hồ Chí Minh, Bình Dương, Đồng Nai (miền Nam), vẫn có nhiều khu vực trong tỉnh vẫn đang bị ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$.

So sánh với khuyến nghị của WHO năm 2021 ($5 \mu g/m^3$) và năm 2005 ($10 \mu g/m^3$)¹⁸ cho sức khỏe cộng đồng, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ của tất cả các tỉnh, thành phố trên toàn quốc trong giai đoạn 2019 - 2020 đều vượt nhiều lần các mức khuyến nghị này.

[17] Hai & Oanh, 2012; Hien và cộng sự, 2002; Vinh, 2018.

[18] WHO, 2006. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005.

III

HIỆN TRẠNG BỤI $PM_{2.5}$ TẠI VIỆT NAM GIAI ĐOẠN 2019 - 2020

Bảng 1. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm của 63 tỉnh, thành phố và tỷ lệ giảm nồng độ bụi PM_{2.5} năm 2020 so với 2019

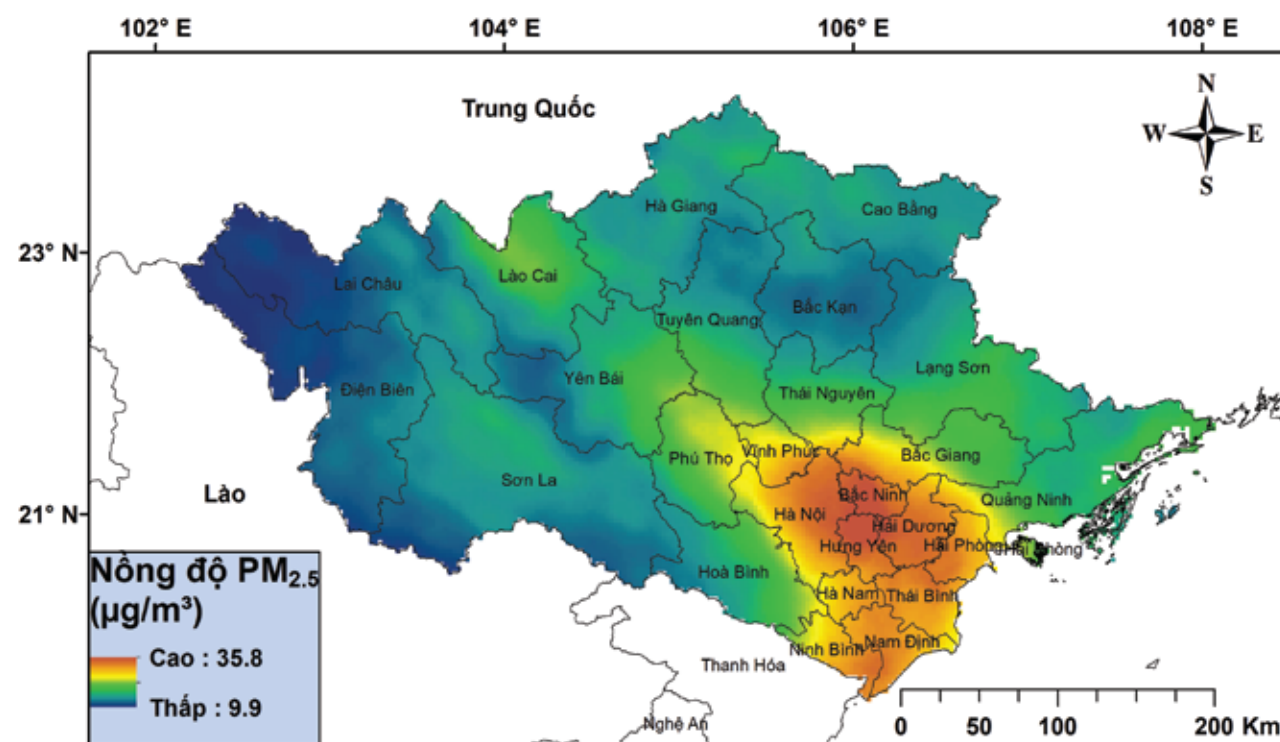
TỈNH/THÀNH PHỐ	NỒNG ĐỘ NĂM 2019	NỒNG ĐỘ NĂM 2020	TỶ LỆ GIẢM
AN GIANG	16,3	15,2	-6,7%
BẠC LIÊU	14,6	12,9	-11,6%
BẮC GIANG	26,1	22,6	-13,4%
BẮC KẠN	16,3	13,6	-16,6%
BẮC NINH	38,0	33,0	-13,2%
BẾN TRE	17,5	15,9	-9,1%
BÀ RỊA - VŨNG TÀU	22,4	20,2	-9,8%
BÌNH ĐỊNH	15,0	12,8	-14,7%
BÌNH DƯƠNG	26,0	23,3	-10,4%
BÌNH PHƯỚC	16,5	14,6	-11,5%
BÌNH THUẬN	15,7	14,0	-10,8%
CẦN THƠ	16,8	15,5	-7,7%
CÀ MAU	13,6	11,7	-14,0%
CAO BẰNG	18,0	15,0	-16,7%
ĐẮK LẮK	15,3	13,0	-15,0%
ĐẮK NÔNG	13,1	11,2	-14,5%
ĐỒNG NAI	21,1	18,8	-10,9%
ĐỒNG THÁP	16,6	15,5	-6,6%
ĐÀ NẴNG	17,5	15,3	-12,6%
ĐIỆN BIÊN	14,6	12,2	-16,4%
GIA LAI	15,3	13,1	-14,4%
HẢI DƯƠNG	35,9	31,2	-13,1%
HẢI PHÒNG	32,0	28,2	-11,9%
HẬU GIANG	15,8	14,2	-10,1%
TP. HỒ CHÍ MINH	26,6	23,5	-11,7%
HÀ GIANG	17,7	15,3	-13,6%
HÀ NỘI	33,7	29,0	-13,9%
HÀ NAM	32,1	27,8	-13,4%
HÀ TĨNH	20,4	18,6	-8,8%
HÒA BÌNH	20,4	17,7	-13,2%
HƯNG YÊN	37,4	32,7	-12,6%

**Tên các tỉnh/ thành phố trong bảng được sắp xếp theo thứ tự alphabet.
Các tỉnh màu hồng có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 cao và các tỉnh màu xanh có nồng độ thấp năm 2020.*

TỈNH/THÀNH PHỐ	NỒNG ĐỘ NĂM 2019	NỒNG ĐỘ NĂM 2020	TỶ LỆ GIẢM
KHÁNH HÒA	15,2	12,7	-16,4%
KIÊN GIANG	15,8	14,1	-10,8%
KON TUM	13,0	11,2	-13,8%
LẠNG SƠN	19,4	16,6	-14,4%
LAI CHÂU	15,0	12,6	-16,0%
LÂM ĐỒNG	14,7	12,7	-13,6%
LÀO CAI	19,1	16,8	-12,0%
LONG AN	18,9	17,3	-8,5%
NAM ĐỊNH	33,1	29,4	-11,2%
NGHỆ AN	18,4	16,5	-10,3%
NINH BÌNH	31,4	27,5	-12,4%
NINH THUẬN	14,8	12,5	-15,5%
PHÚ THỌ	24,5	20,9	-14,7%
PHÚ YÊN	14,2	12,2	-14,1%
QUẢNG BÌNH	14,1	12,5	-11,3%
QUẢNG NAM	13,5	11,8	-12,6%
QUẢNG NGÃI	15,8	13,5	-14,6%
QUẢNG NINH	21,4	18,5	-13,6%
QUẢNG TRỊ	16,0	14,1	-11,9%
SÓC TRĂNG	14,9	13,4	-10,1%
SƠN LA	16,9	14,2	-16,0%
TÂY NINH	21,1	18,8	-10,9%
THỪA THIÊN HUẾ	16,0	13,8	-13,8%
THÁI BÌNH	33,1	29,3	-11,5%
THÁI NGUYÊN	22,0	18,9	-14,1%
THANH HÓA	21,9	19,1	-12,8%
TIỀN GIANG	18,2	16,7	-8,2%
TRÀ VINH	15,7	14,1	-10,2%
TUYÊN QUANG	19,4	16,2	-16,5%
VĨNH LONG	17,3	15,8	-8,7%
VĨNH PHÚC	31,1	26,1	-16,1%
YÊN BÁI	18,7	16,3	-12,8%

**Tên các tỉnh/ thành phố trong bảng được sắp xếp theo thứ tự alphabet.
Các tỉnh màu hồng có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 cao và các tỉnh màu xanh có nồng độ thấp năm 2020.*

MIỀN BẮC

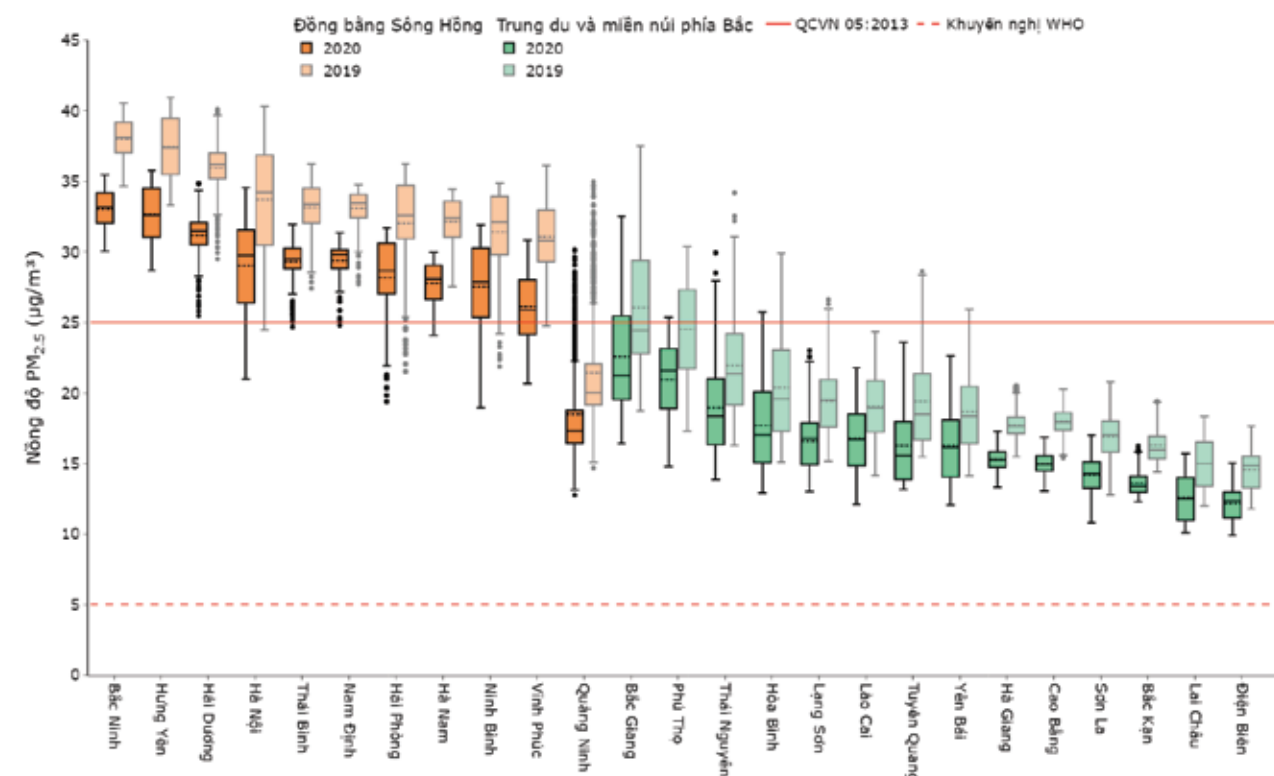


Hình 4. Bản đồ phân bố nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 tại miền Bắc với độ phân giải không gian 3x3 km

Tại miền Bắc, theo dữ liệu mô hình MEM, nồng độ bụi PM_{2.5} năm 2020 nằm trong khoảng từ 9,9 µg/m³ đến 35,8 µg/m³ (Hình 4). Nồng độ bụi PM_{2.5} cao chủ yếu ở các tỉnh thuộc vùng Đồng bằng sông Hồng và thấp hơn ở vùng Trung du và miền núi phía Bắc. Tại vùng Đồng bằng sông Hồng, nồng độ PM_{2.5} trung bình năm dao động từ 12,8 µg/m³ đến 35,8 µg/m³, trong đó cao nhất ở các tỉnh Bắc Ninh (30 - 35,5 µg/m³), Hưng Yên (28,7 - 35,8 µg/m³), Hải Dương (25,5 - 34,9 µg/m³) và thành phố Hà Nội (21 - 34,6 µg/m³). Nồng độ PM_{2.5} tại vùng Trung du và miền núi phía Bắc thấp hơn và dao động trong khoảng 9,9 - 32,5 µg/m³.

Xét theo nồng độ PM_{2.5} trung bình năm toàn tỉnh, trong năm 2020, miền Bắc có 10/25 tỉnh, thành phố (chiếm 40%) có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT. Trong khi đó, con số này năm 2019 là 11/25 tỉnh thành (chiếm 44%). So sánh với khuyến nghị của WHO năm 2021 (5 µg/m³), tất cả các tỉnh, thành phố tại miền Bắc đều có nồng độ bụi PM_{2.5} trong giai đoạn 2019 – 2020 vượt nhiều lần mức khuyến nghị này (Hình 5).

Tại vùng Đồng bằng Sông Hồng, hầu hết các tỉnh, thành phố đều có nồng độ PM_{2.5} trung bình năm vượt quy chuẩn quốc gia. Mặc dù vậy, một số khu vực tại



Hình 5. Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2019 và 2020 tại các tỉnh và thành phố miền Bắc

Hà Nội, Hải Phòng, Ninh Bình, Vĩnh Phúc vẫn có chất lượng không khí tốt (nồng độ bụi PM_{2.5} dưới ngưỡng QCVN 05:2013/BTNMT). Tại tỉnh Quảng Ninh, mặc dù nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm toàn tỉnh thấp hơn quy chuẩn, nhưng vẫn còn khá nhiều khu vực trong tỉnh có nồng độ PM_{2.5} rất cao (Hình 5).

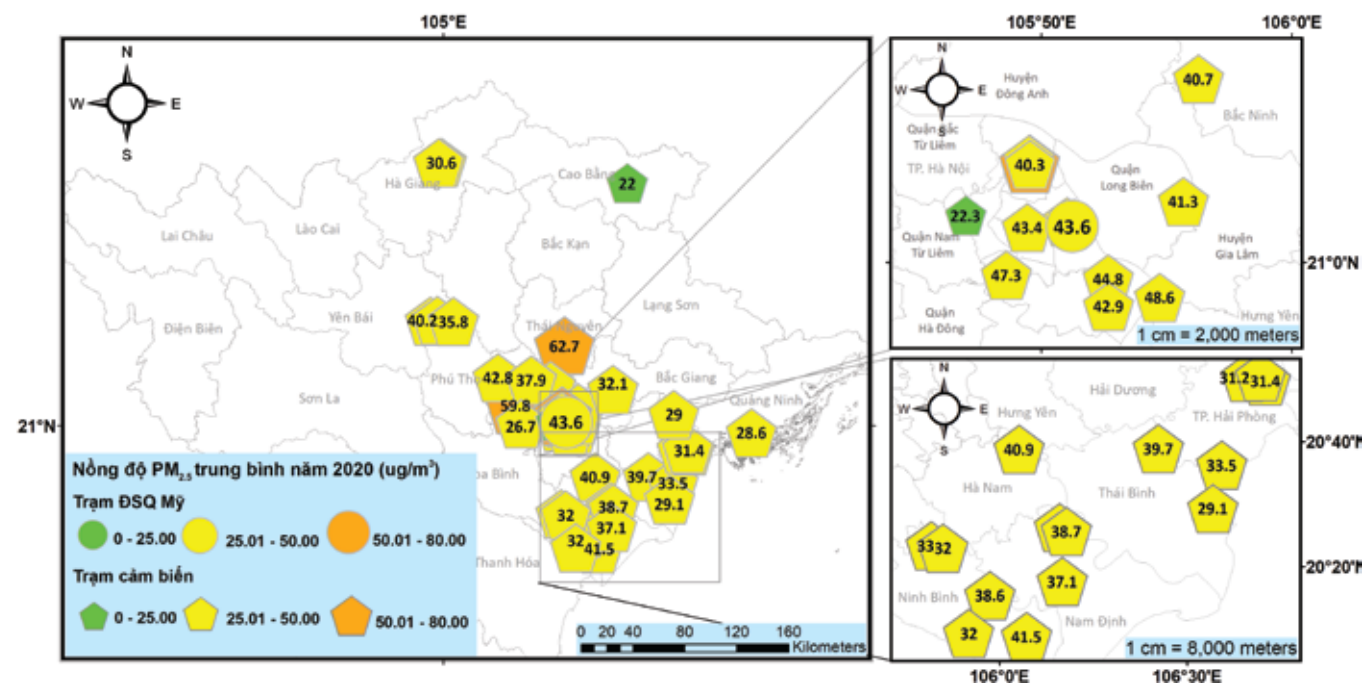
Tại vùng Trung du và miền núi phía Bắc, các tỉnh, thành phố đều có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm thấp hơn QCVN 05:2013/BTNMT. Tuy nhiên, nhiều khu vực trong tỉnh Bắc Giang, Thái Nguyên, Hoà Bình, Phú Thọ vẫn có giá trị bụi PM_{2.5} trung bình năm vượt quy chuẩn (Hình 5).

So sánh với năm 2019, nồng độ PM_{2.5} của các tỉnh, thành phố năm 2020 giảm trung bình 14% trên toàn miền Bắc. Các tỉnh có nồng độ bụi PM_{2.5} giảm nhiều nhất là Cao Bằng (16,7%), Bắc Kạn (16,6%), Tuyên Quang (16,5%), Điện Biên (16,4%). Các tỉnh có mức

giảm thấp nhất là Hải Phòng (11,9%), Thái Bình (11,5%) và Nam Định (11,2%).

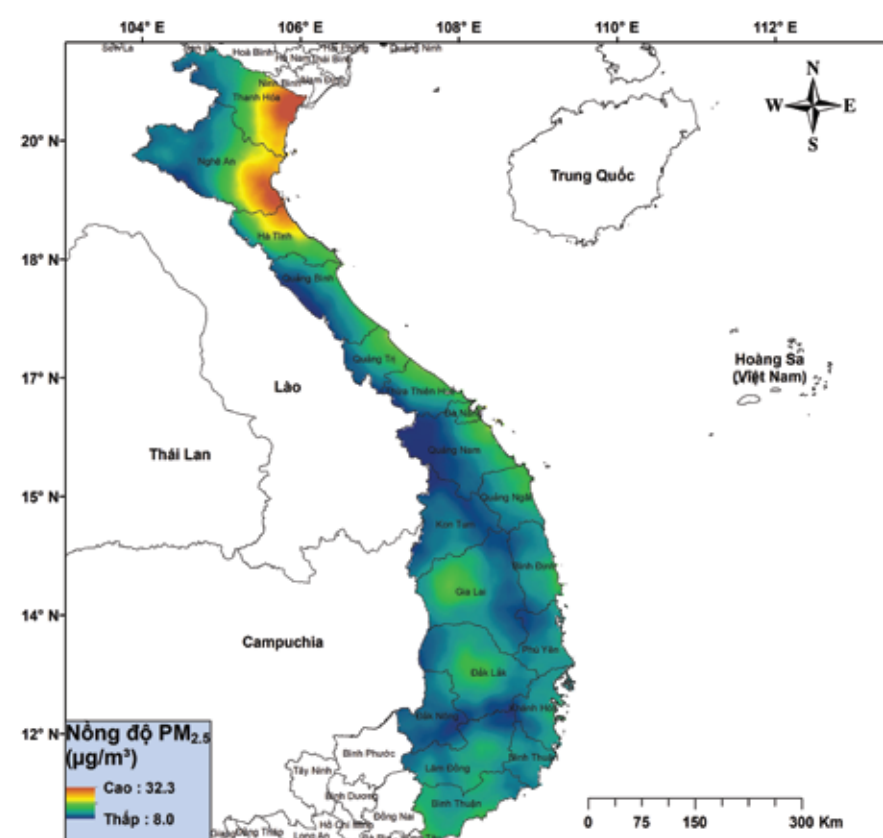
Theo dữ liệu trạm quan trắc thu thập được tại miền Bắc¹⁹, nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 tại các trạm nằm trong khoảng từ 22 µg/m³ đến 62,7 µg/m³ (Hình 6). Có đến 41/43 trạm đo có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm vượt QCVN 05:2013/BTNMT (25 µg/m³). Về phân bố không gian, nồng độ PM_{2.5} cao được quan sát ở các trạm tại vùng Đồng bằng sông Hồng, và giá trị thấp hơn ở vùng Trung du và miền núi phía Bắc (trạm Cao Bằng, Hà Giang), tương đồng với xu hướng từ dữ liệu mô hình MEM (Hình 4). Nồng độ bụi PM_{2.5} cao nhất là trạm Ba Tháng Hai (Thái Nguyên) có thể chịu ảnh hưởng bởi nguồn giao thông vì nằm cạnh đường giao thông Ba Tháng Hai. Nồng độ bụi PM_{2.5} thấp nhất tại trạm sông Bằng (Cao Bằng), nơi có vị trí đặt trạm nằm gần sông, xung quanh dân cư thưa thớt, chủ yếu là đồi núi.

[19] Các trạm được biểu diễn bao gồm 38 trạm cảm biến của PAM Air, 4 trạm cảm biến của IQAir/AirVisual và 1 trạm ĐSQ Mỹ.



Hình 6. Phân bố và nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 của các trạm cảm biến và trạm ĐSQ Mỹ tại miền Bắc (trái) và chi tiết tại Hà Nội, Bắc Ninh và vùng phía nam của miền Bắc (phải)

MIỀN TRUNG

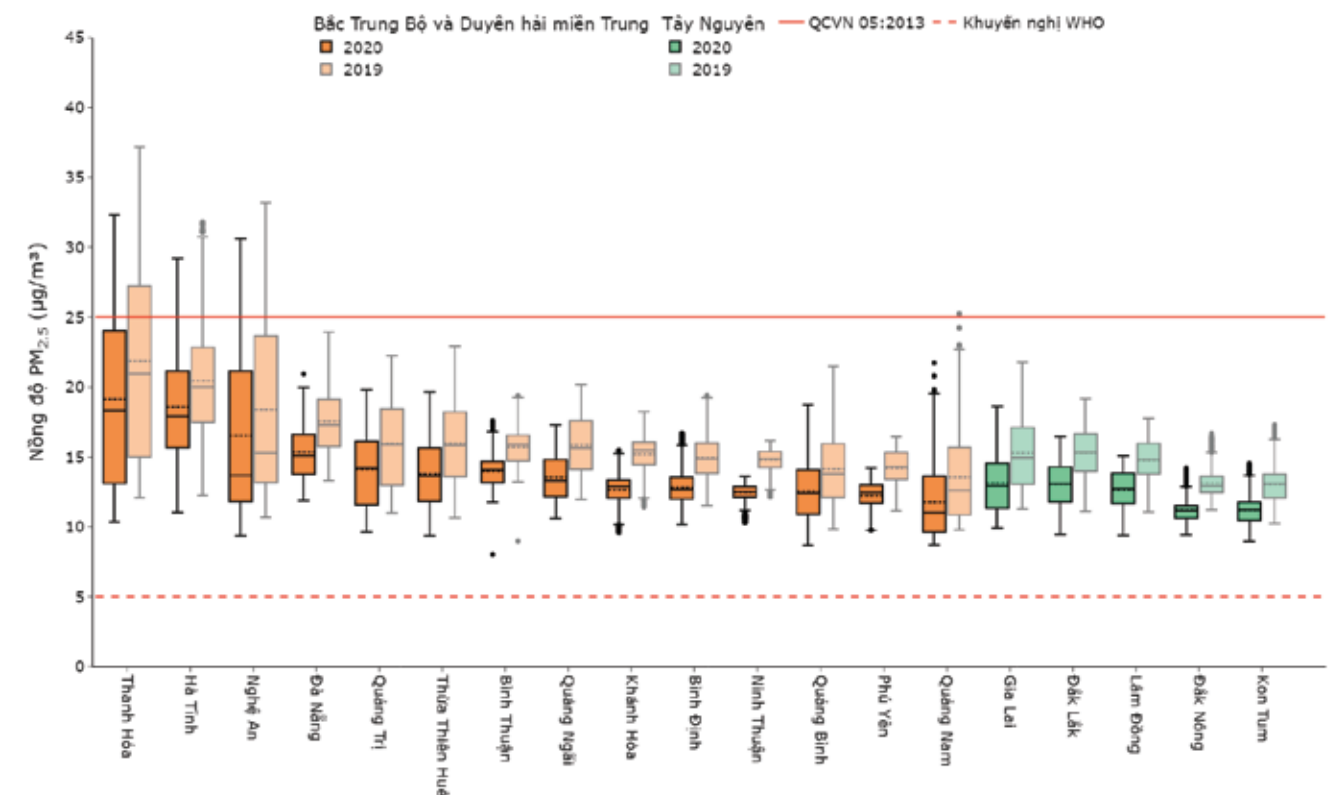


Hình 7. Bản đồ phân bố nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 tại miền Trung với độ phân giải không gian 3x3 km

Tại miền Trung, theo dữ liệu mô hình MEM, nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 dao động từ 8,0 µg/m³ đến 32,3 µg/m³, với phần lớn nồng độ nằm dưới ngưỡng của quy chuẩn quốc gia. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm cao quan sát được ở Thanh Hóa (10,4- 32,3 µg/m³), Nghệ An (9,4- 30,6 µg/m³), Hà Tĩnh (11- 29,2 µg/m³). Vùng Tây Nguyên có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm của các tỉnh cũng ở mức thấp, dao động từ 9 µg/m³ đến 18,6 µg/m³ (Hình 7).

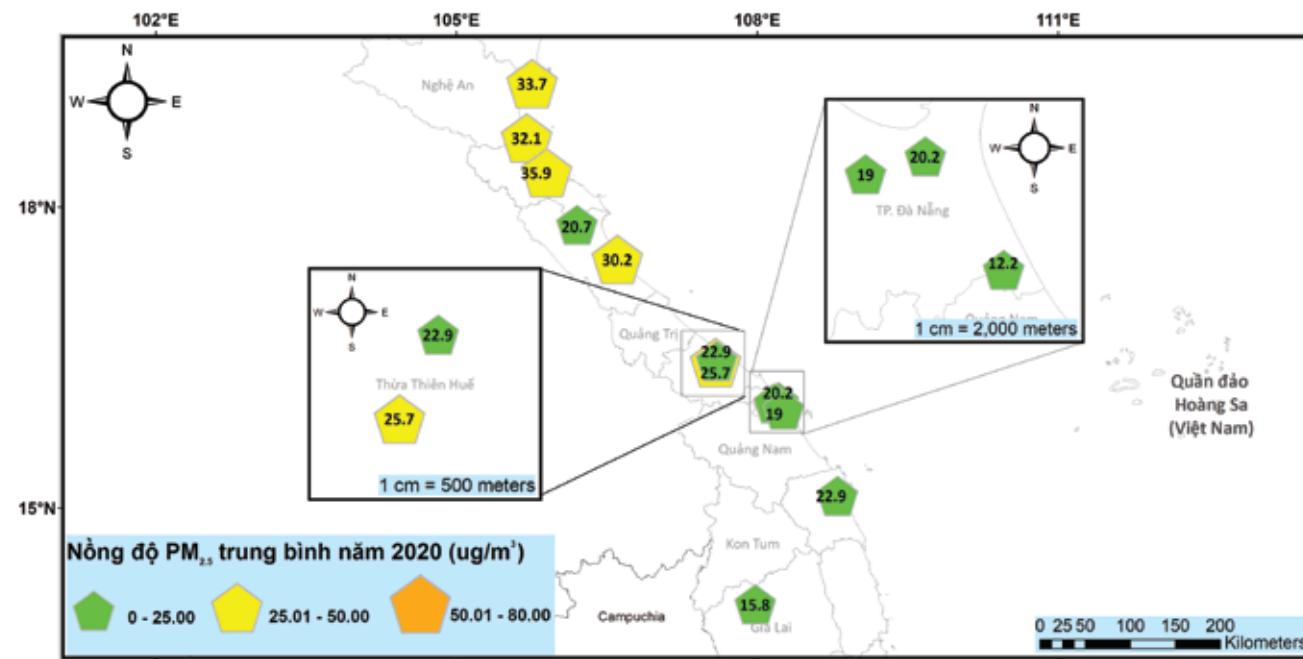
Xét theo nồng độ PM_{2.5} trung bình năm toàn tỉnh, trong năm 2020, tất cả các tỉnh, thành phố ở miền Trung và Tây Nguyên đều có nồng độ bụi PM_{2.5} trung

bình năm thấp hơn QCVN 05:2013/BTNMT (Hình 8). Tại các tỉnh Bắc Trung Bộ gồm Thanh Hoá, Hà Tĩnh, Nghệ An, một số khu vực ven biển có nồng độ PM_{2.5} vượt quy chuẩn (Hình 7, Hình 8). Các tỉnh thuộc vùng Tây Nguyên có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm ở mức thấp, dao động từ 11,2 µg/m³ đến 13,1 µg/m³. So sánh với năm 2019, nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 của các tỉnh, thành phố giảm 13,2% trên toàn miền Trung. Mức giảm nhiều nhất ở các tỉnh Khánh Hòa (16,4%), Ninh Thuận (15,5%), Đắk Lắk (15,0%) và giảm ít hơn ở Nghệ An (10,3%) và Hà Tĩnh (8,8%).



Hình 8. Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2019 và 2020 tại các tỉnh và thành phố miền Trung

Theo dữ liệu trạm cảm biến thu thập được tại miền Trung, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 tại các trạm nằm trong khoảng 12,2 $\mu g/m^3$ đến 35,9 $\mu g/m^3$ (Hình 9). Trong đó, có 5/12 trạm có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm vượt quy chuẩn, cao nhất tại điểm quan trắc ở Hà Tĩnh (quản lý bởi đại học Phú Xuân) và thấp nhất tại trạm FPT Complex, Đà Nẵng (nằm trong khu đô thị công nghệ FPT Đà Nẵng kế bên dòng Cỏ Cò, xung quanh chủ yếu là đất trống, mật độ xây dựng thấp).



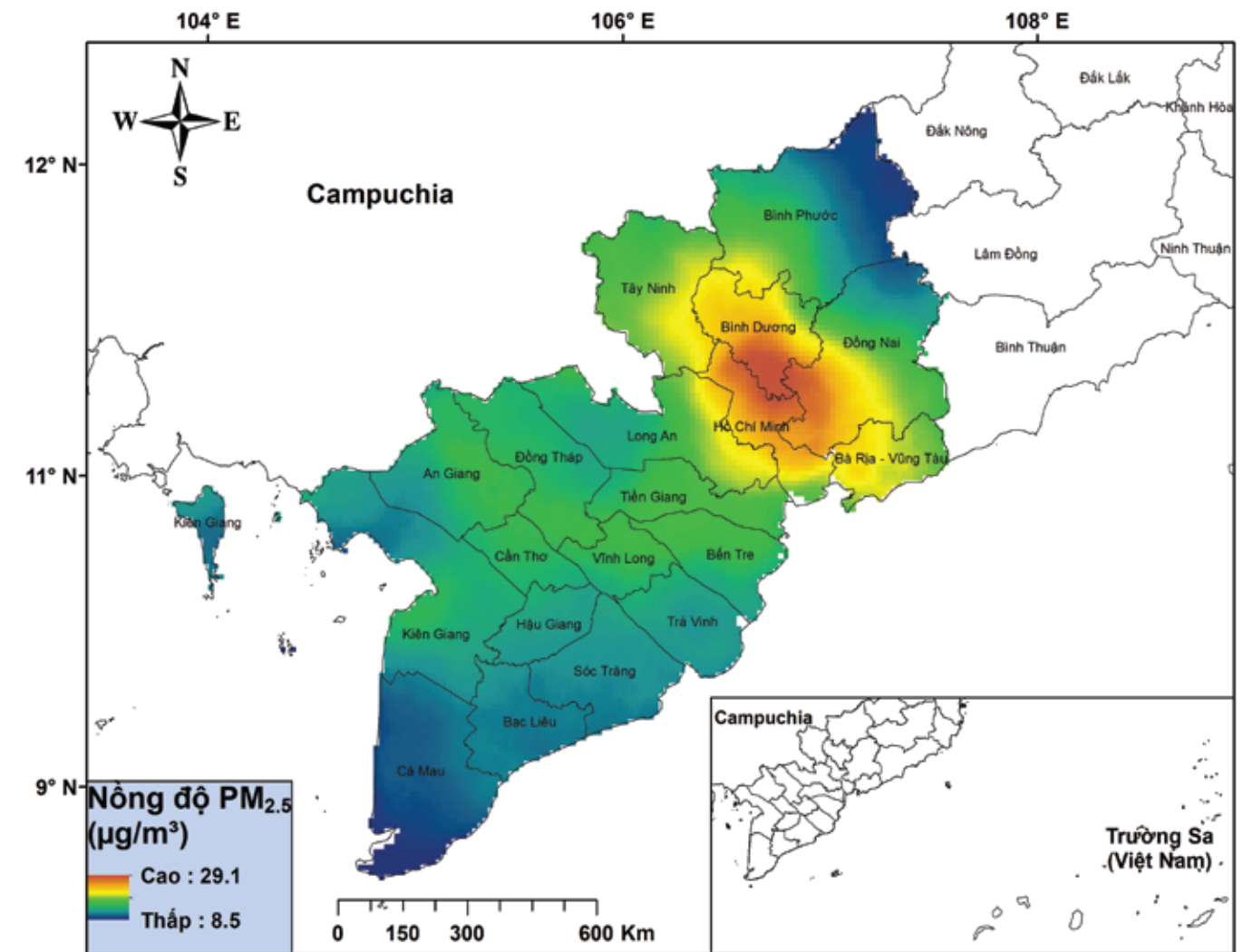
Hình 9. Phân bố và nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 của các trạm cảm biến tại miền Trung

MIỀN NAM

Tại miền Nam, theo dữ liệu mô hình MEM, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm dao động từ 8,5 $\mu g/m^3$ đến 29,1 $\mu g/m^3$. Có thể nhận thấy sự chênh lệch lớn của giá trị này giữa TP. Hồ Chí Minh và các tỉnh lân cận thuộc vùng Đông Nam Bộ với các tỉnh còn lại (Hình 10).

Vùng Đông Nam Bộ có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm dao động từ 10,8 $\mu g/m^3$ đến 29,1 $\mu g/m^3$, trong đó cao nhất ở Bình Dương (16,1- 29,1 $\mu g/m^3$), TP. Hồ Chí Minh (17,9- 28,5 $\mu g/m^3$) và Đồng Nai (11,5- 28,4 $\mu g/m^3$).

Xu hướng phân bố không gian dữ liệu trạm cảm biến tương đồng với dữ liệu mô hình MEM (Hình 7), trong đó nồng độ $PM_{2.5}$ cao được quan sát tại các trạm ở khu vực ven biển vùng Bắc Trung Bộ, đặc biệt tại Hà Tĩnh, Nghệ An, và giá trị thấp hơn ở vùng duyên hải miền Trung và Tây Nguyên.



Hình 10. Bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 tại miền Nam với độ phân giải không gian 3x3 km

Xét theo nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm toàn tỉnh, trong năm 2020, tất cả các tỉnh, thành phố đều có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm thấp hơn QCVN 05:2013/BTNMT. Một số khu vực thuộc TP. Hồ Chí Minh, Bình Dương và Đồng Nai vẫn có giá trị nồng độ bụi $PM_{2.5}$ cao (Hình 10, Hình 11).

Các tỉnh tại vùng Đông Nam Bộ có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm dao động từ 14,6 $\mu g/m^3$ đến 23,5 $\mu g/m^3$; các tỉnh ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm thấp hơn, dao động từ 11,7 $\mu g/m^3$ đến 17,3 $\mu g/m^3$.

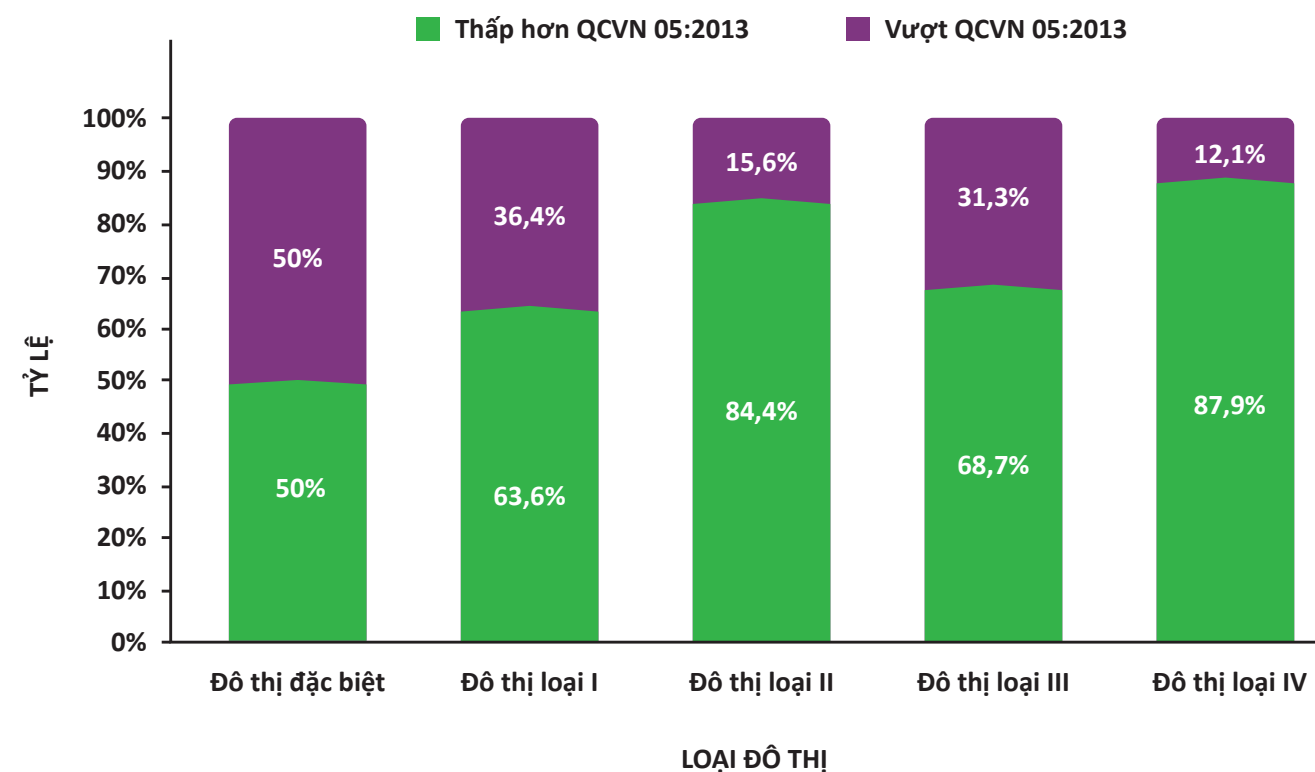
So sánh với năm 2019, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình trong năm 2020 của các tỉnh, thành phố có xu hướng giảm 9,9% trên toàn miền. Mức giảm nhiều ở các tỉnh Cà Mau (14,0%), Bạc Liêu (11,6%), TP. Hồ Chí Minh (11,7%) và giảm ít ở các tỉnh An Giang (6,7%) và Đồng Tháp (6,6%). Trong năm 2019, TP. Hồ Chí Minh và Bình Dương là hai địa phương có nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình toàn tỉnh vượt quy chuẩn quốc gia (Hình 11).

3.3 HIỆN TRẠNG BỤI PM_{2.5} TẠI KHU VỰC ĐÔ THỊ

Đô thị tại Việt Nam được chia theo năm loại (loại đặc biệt, loại I, loại II, loại III và loại IV) theo các tiêu chuẩn về chức năng đô thị, cơ sở hạ tầng, quy mô dân số...²¹ Tính đến đầu 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, 32 đô thị loại II, 48 đô thị loại III và 89 đô thị loại IV.

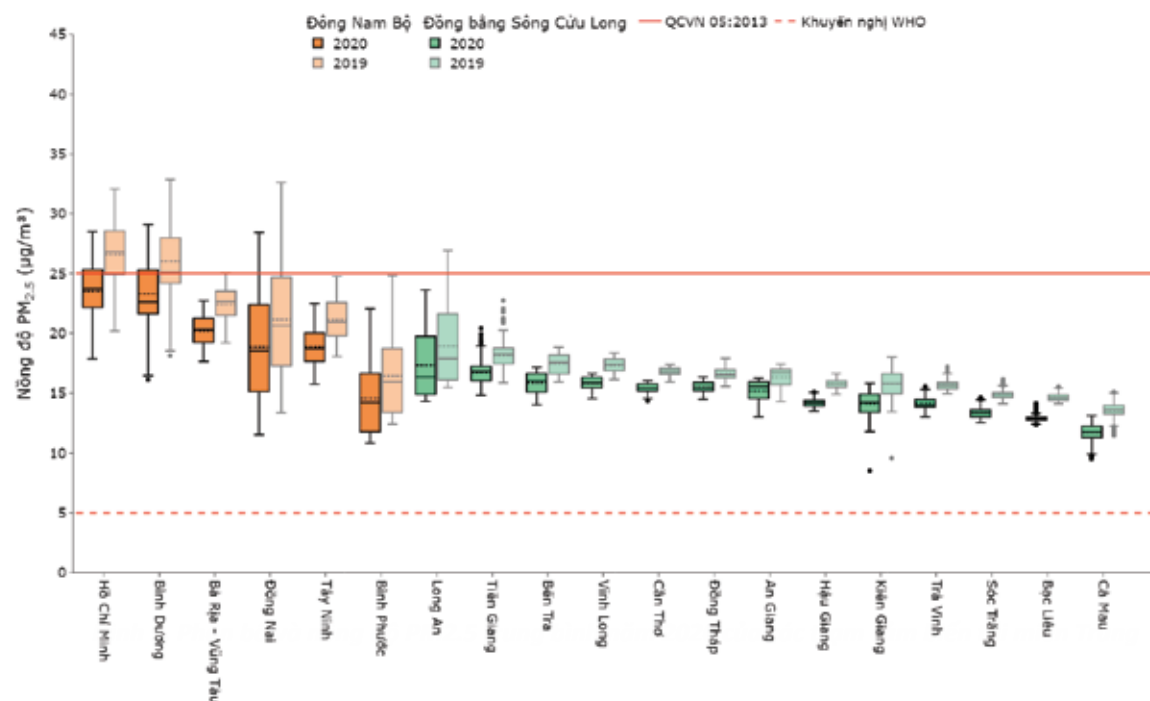
trong khi tỷ lệ này tại các đô thị loại I, loại II, loại III, và loại IV lần lượt là 36,4%, 15,6%, 31,3% và 12,1% (Hình 13 - a). Nhóm đô thị loại III có tỉ lệ vượt ngưỡng quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT cao hơn nhóm đô thị loại II, nguyên nhân có thể do phân bố của các đô thị loại III tập trung nhiều ở những vùng có mức độ ô nhiễm cao như vùng Đồng bằng sông Hồng và xung quanh TP. Hồ Chí Minh (Hình 13 - b).

Theo dữ liệu mô hình MEM, về nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 cấp đô thị, trong hai đô thị đặc biệt có Thủ đô Hà Nội (tương đương 50% của nhóm đô thị này) có nồng độ bụi PM_{2.5} vượt quy chuẩn quốc gia



Hình 13a. Tỷ lệ đô thị có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 vượt QCVN 05:2013/BTNMT

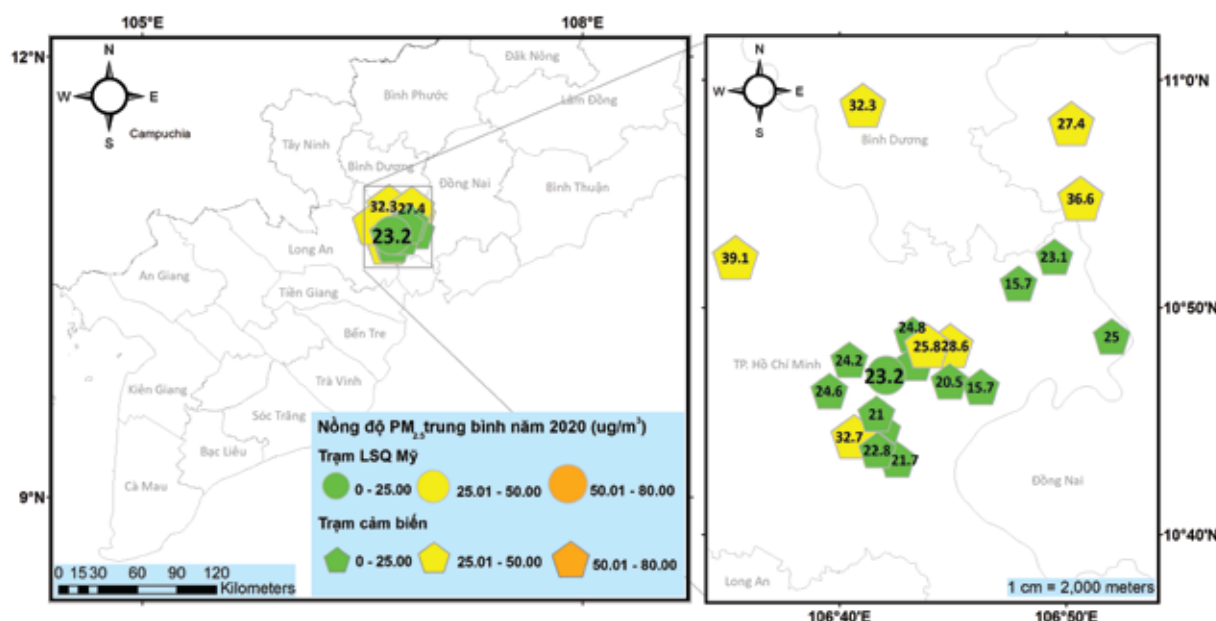
[21] Ủy ban Thường vụ Quốc hội, 2016. Nghị quyết số 1210/2016/UBTVQH13 về phân loại đô thị.



Hình 11. Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2019 và 2020 tại các tỉnh và thành phố miền Nam

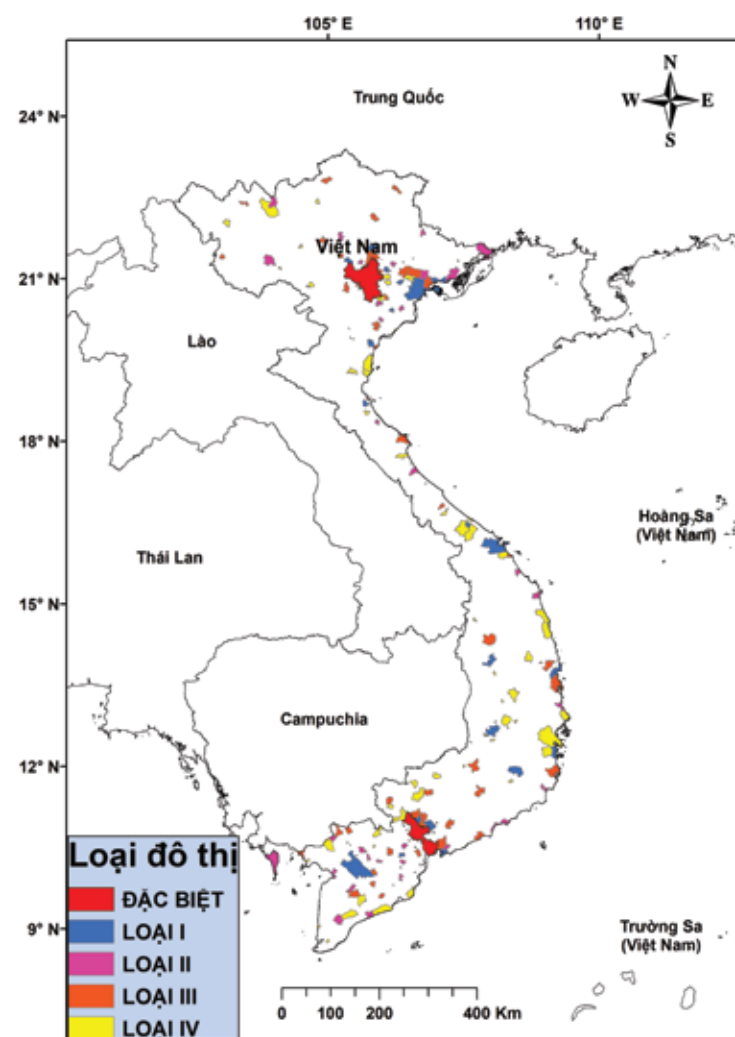
Theo dữ liệu trạm quan trắc thu thập được tại miền Nam²⁰, nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 nằm trong khoảng từ 15,7 µg/m³ đến 39,1 µg/m³. Có 7/21 trạm đo có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm vượt quy chuẩn (màu vàng), nằm ở Bình Dương, Đồng Nai, và TP. Hồ Chí Minh (Hình 12). Nồng độ bụi PM_{2.5} cao

nhất và thấp nhất đều nằm tại hai trạm tại TP. Hồ Chí Minh, lần lượt là trạm Ấp Xuân Thới Đông 2 và trạm FPT. Do hầu hết các trạm cảm biến nằm ở TP. Hồ Chí Minh và một vài trạm ở Bình Dương và Đồng Nai, nên không thấy rõ xu hướng phân bố không gian từ các trạm cảm biến so với kết quả mô hình như Hình 10.



Hình 12. Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 của các trạm cảm biến và LSQ Mỹ tại miền Nam

[20] Các trạm thu thập được ở miền Nam bao gồm 13 trạm cảm biến IQAir/AirVisual, 6 trạm cảm biến PAM Air, 2 trạm cảm biến ĐHQG TP. Hồ Chí Minh và trạm tiêu chuẩn LSQ Mỹ.



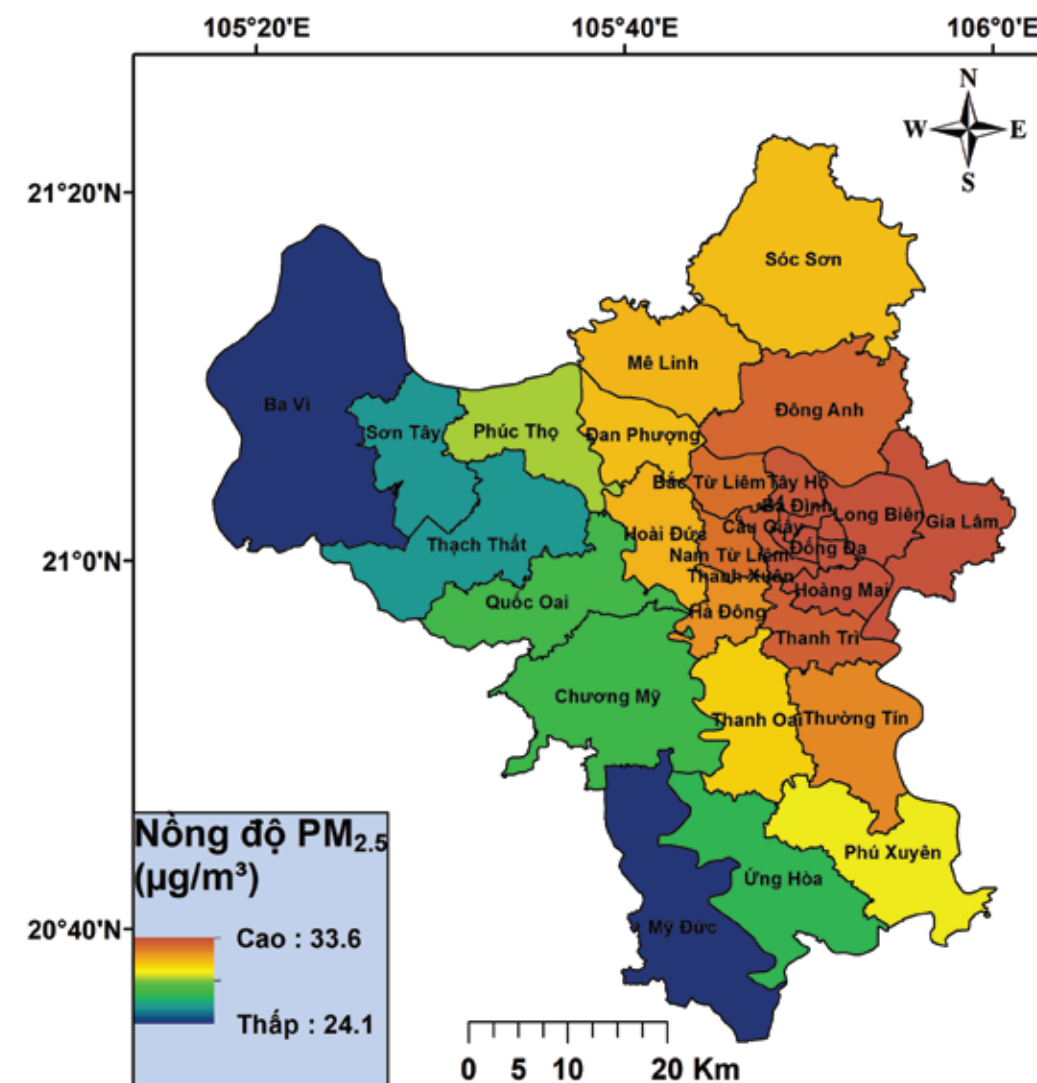
Hình 13b. Bản đồ vị trí các đô thị toàn quốc năm 2020

3.3.1 HIỆN TRẠNG BỤI $PM_{2.5}$ TẠI THỦ ĐÔ HÀ NỘI

Năm 2020, thủ đô Hà Nội đứng thứ 6 trong xếp hạng các tỉnh, thành phố có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 cao nhất. Nồng độ bụi trung bình cả hai năm 2019-2020 đều vượt quy chuẩn quốc gia QCVN 05:2013/BTNMT, mặc dù ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ năm 2020 giảm 16% so với năm 2019.

Các phân tích hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ tại thủ đô Hà Nội dựa trên dữ liệu mô hình, dữ liệu trạm cảm biến và dữ liệu trạm tiêu chuẩn tại ĐSQ Mỹ. Lưu ý, các dữ liệu trạm mặt đất (trạm tiêu chuẩn và thiết bị cảm biến) chỉ đại diện cho chất lượng không khí của khu vực xung quanh vị trí lắp đặt trạm.

Theo dữ liệu mô hình MEM, về nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 cấp quận/huyện/thị xã, 29/30 quận/huyện và thị xã ở Hà Nội có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 vượt quy chuẩn QCVN 05:2013 BTNMT. Hầu hết các huyện/thị xã ngoại thành (trừ các huyện Gia Lâm, Đông Anh và Thanh Trì) đều có nồng độ thấp hơn so với các quận nội thành. Tại 12 quận nội thành²², nồng độ bụi dao động trong khoảng từ 31,5 $\mu g/m^3$ đến 32,9 $\mu g/m^3$, cao nhất tại quận Hai Bà Trưng (32,9 $\mu g/m^3$) và thấp nhất tại Hà Đông (31,5 $\mu g/m^3$). Trong khi đó, giá trị này tại các huyện/thị xã ngoại thành²³ trong khoảng từ 24,1 $\mu g/m^3$ đến 33,6 $\mu g/m^3$, cao nhất là Gia Lâm



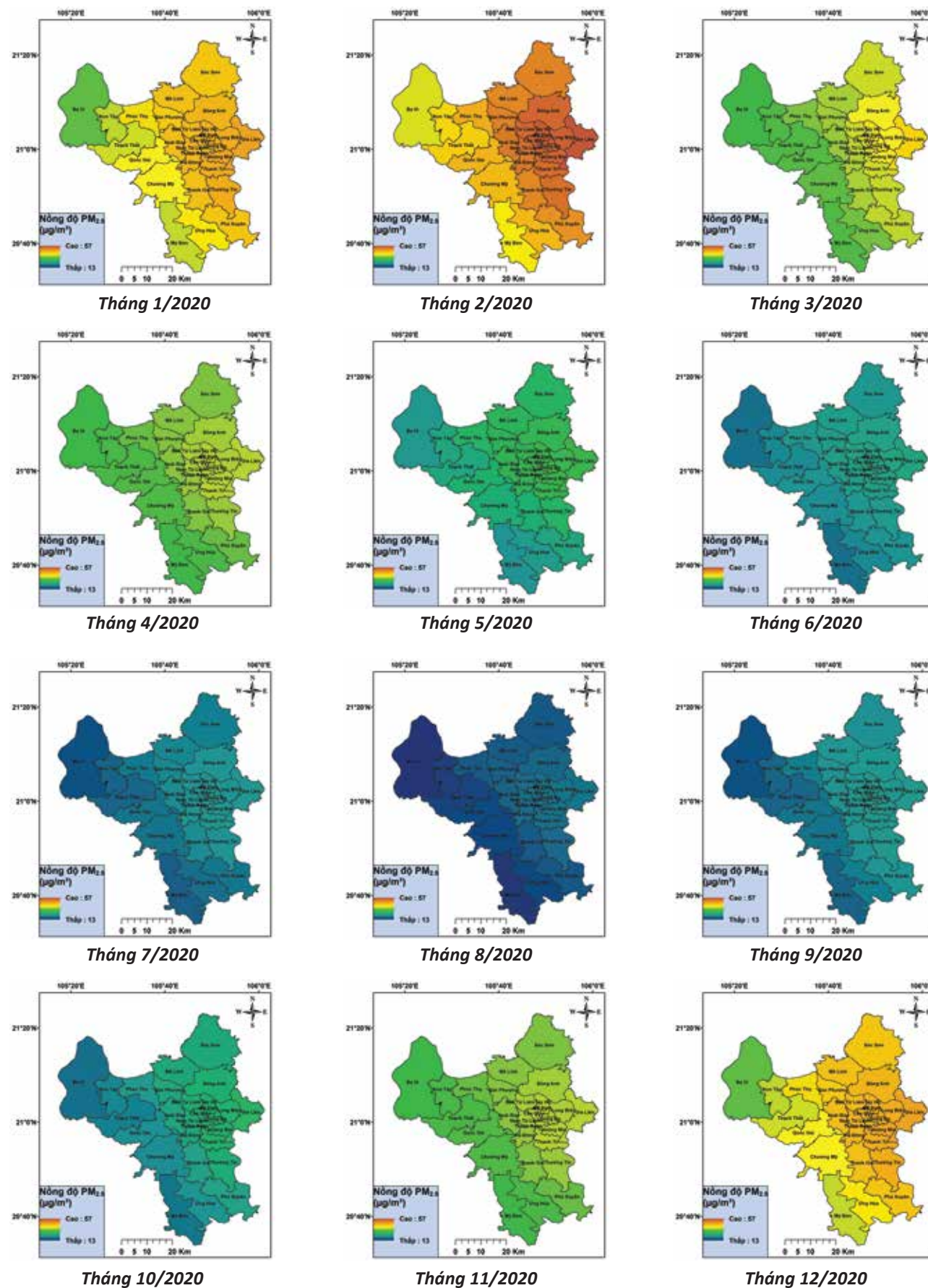
Hình 14. Bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 các quận/huyện/thị xã tại Hà Nội

(33,6 $\mu g/m^3$) và thấp nhất tại Ba Vì (24,1 $\mu g/m^3$) (Hình 14).

Về diễn biến nồng độ bụi $PM_{2.5}$ theo mùa trong năm 2020 (Hình 15), có sự biến động rõ rệt theo mùa, trong đó tăng cao trong khoảng thời gian từ tháng 11 đến tháng 3 và giảm từ tháng 5 đến tháng 9; và chênh lệch rất lớn giữa tháng có nồng độ cao nhất và thấp nhất. Cụ thể, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ của các quận/ huyện ở Hà Nội cao nhất trong tháng 2 (dao

động từ 38,1 $\mu g/m^3$ đến 56,1 $\mu g/m^3$) và thấp nhất là vào tháng 8 (biến động từ 13 $\mu g/m^3$ đến 18,6 $\mu g/m^3$). Vào các tháng mùa hè, điều kiện nhiệt độ cao, gió mạnh làm cho bụi dễ khuếch tán, và thời tiết mưa nhiều cũng giúp nồng độ bụi $PM_{2.5}$ giảm thấp. Lưu ý, bên cạnh ảnh hưởng của các nguồn thải tại địa phương, chất lượng không khí Hà Nội cũng chịu ảnh hưởng tới bởi bụi $PM_{2.5}$ lan truyền từ xa²⁴ và điều kiện khí tượng.

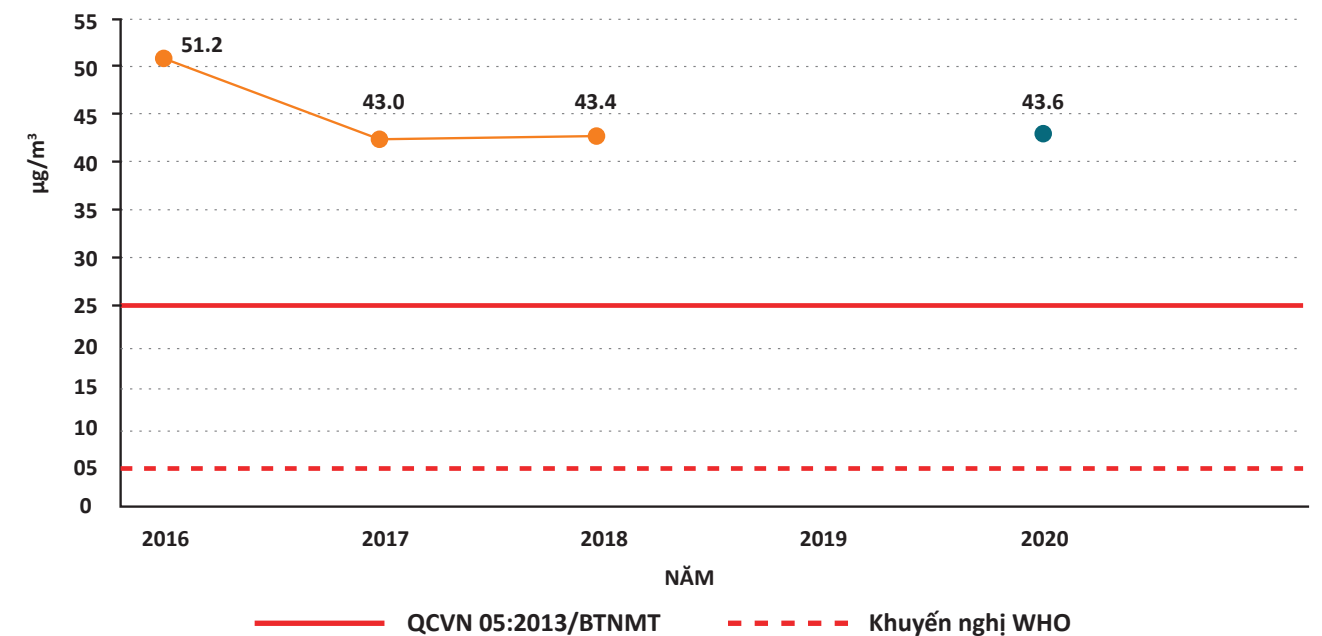
- [22] Các quận nội thành Hà Nội bao gồm: Hoàn Kiếm, Đống Đa, Ba Đình, Hai Bà Trưng, Hoàng Mai, Thanh Xuân, Long Biên, Nam Từ Liêm, Bắc Từ Liêm, Tây Hồ, Cầu Giấy, Hà Đông
- [23] Các huyện, thị xã ngoại thành gồm: Ba Vì, Chương Mỹ, Đan Phượng, Đông Anh, Gia Lâm, Hoài Đức, Mê Linh, Mỹ Đức, Phúc Thọ, Phú Xuyên, Quốc Oai, Sóc Sơn, Thạch Thất, Thanh Oai, Thanh Trì, Thường Tín, Ứng Hòa; và Sơn Tây.
- [24] Một số nghiên cứu cho thấy nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tại Hà Nội có sự biến đổi theo mùa (Hai & Oanh, 2012; Hien và cộng sự, 2002; Vinh, 2018), và ngoài ra còn bị ảnh hưởng bởi bụi $PM_{2.5}$ lan truyền từ xa tới (Hien và cộng sự, 2004).



Hình 15. Phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình tháng của các quận/huyện/thị xã tại Hà Nội năm 2020

Theo dữ liệu tại trạm ĐSQ Mỹ, trong giai đoạn 2016 - 2020, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm tại trạm đều vượt gần hai lần giá trị quy định trong QCVN 05:2013/BTNMT và cao hơn rất nhiều so với khuyến

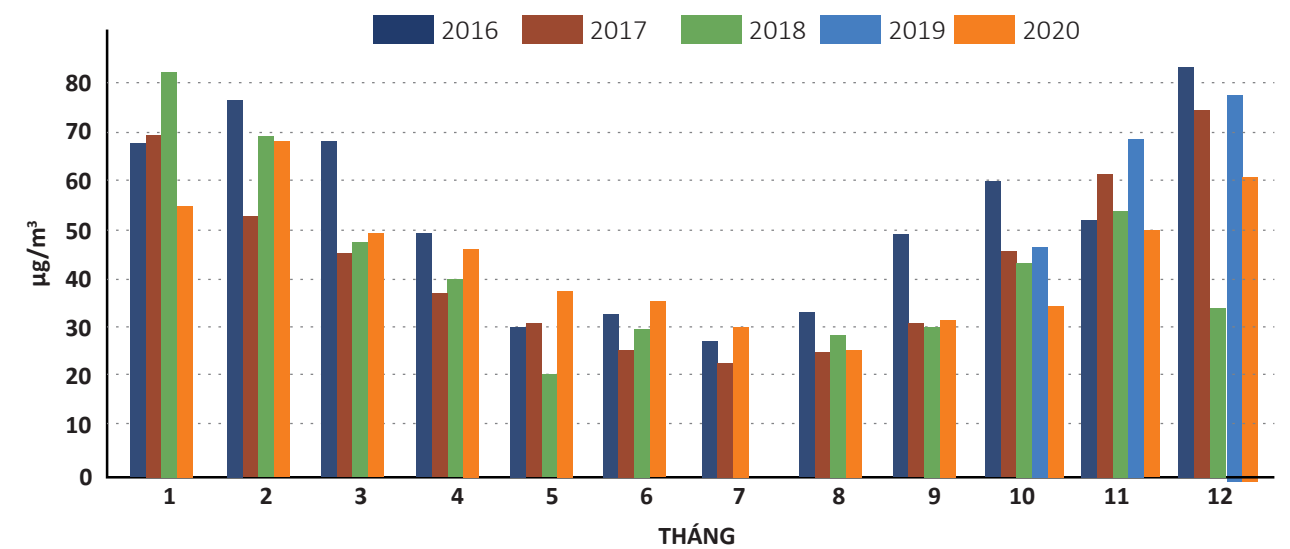
ngợi của WHO 2021²⁵. Từ năm 2016 đến năm 2017, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm có xu hướng giảm mạnh ($51,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ xuống $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sau đó tăng nhẹ trong giai đoạn 2017- 2018 và năm 2020 (Hình 16).



Hình 16. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm từ năm 2016 đến 2020 tại trạm ĐSQ Mỹ

Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình tháng giai đoạn 2016-2020 có xu hướng cao ở các tháng đầu năm (tháng 1, 2) và giảm dần cho đến các tháng giữa năm (tháng 5, 6, 7, 8) sau đó tăng dần đến các tháng cuối năm (tháng 11, 12) (Hình 17).

Năm 2020, tháng 2 có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ cao nhất trong khi tháng 8 có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ thấp nhất. Xu hướng này tương đồng với kết quả dữ liệu mô hình nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình tháng năm 2020 của các quận/huyện/thị xã tại Hà Nội (Hình 15).



Hình 17. Nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình tháng từ năm 2016 đến 2020 tại trạm ĐSQ Mỹ

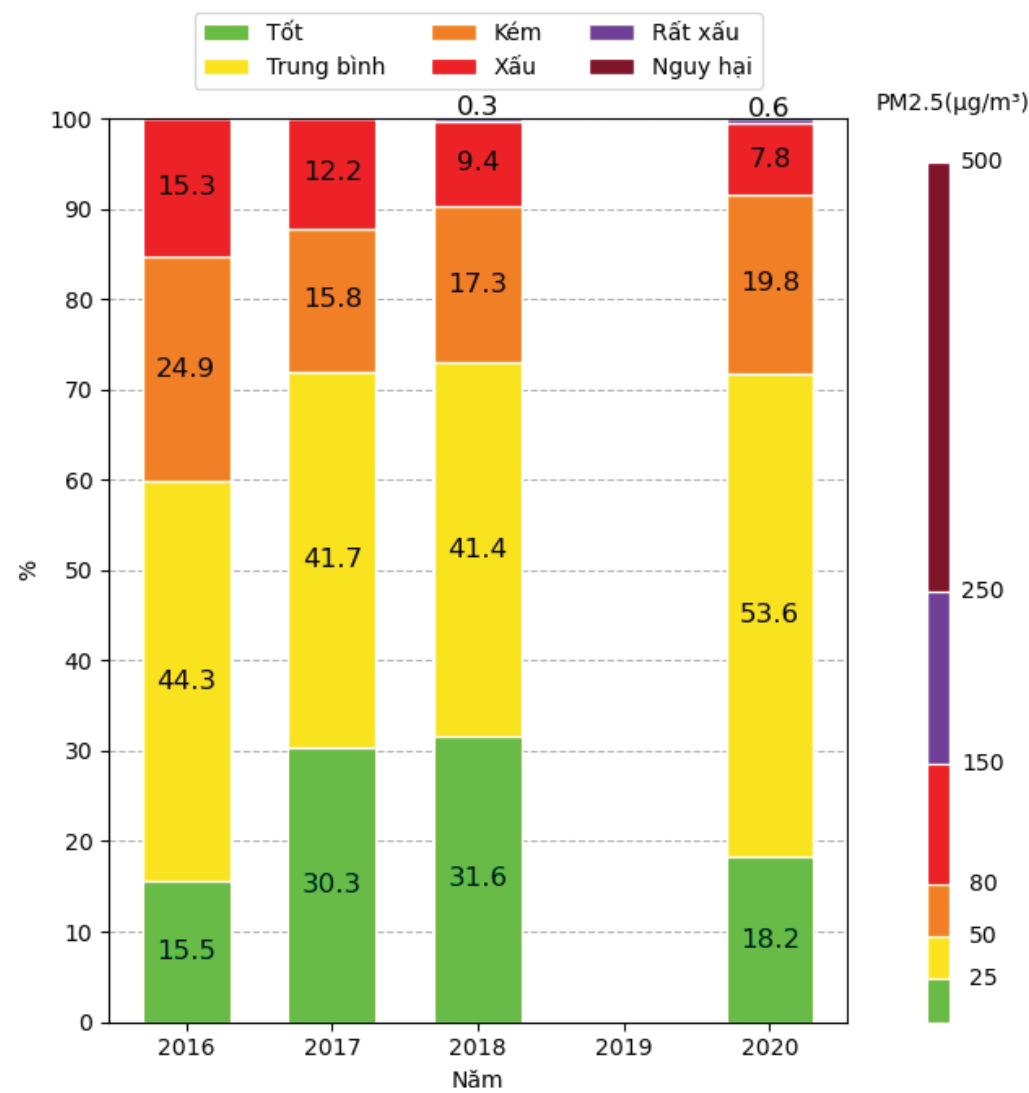
[25] Nồng độ trung bình năm 2019 tại trạm ĐSQ Mỹ không có số liệu do việc di dời trạm.

Theo quy đổi nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình 24h sang VN_AQI, trong giai đoạn 2016 - 2020 (Hình 18):

- CLKK của phần lớn các ngày trong năm là ở mức trung bình, trong đó có xu hướng giảm từ năm 2016 (44,3%) đến năm 2018 (41,4%) và tăng mạnh vào năm 2020 (53,6%);
- Số ngày có chất lượng không khí ở mức tốt không nhiều, cao nhất là 31,6% (năm 2018) và thấp nhất là 15,5% (năm 2016);
- Tỷ lệ số ngày ở mức kém là 15,8-24,9%, và ở mức xấu là 7,8-15,3% và có xu hướng giảm từ 2016 đến 2020;

•Số ngày mức rất xấu chiếm tỉ lệ rất nhỏ trong năm 2020 (0,6%) và năm 2018 (0,3%); năm 2016 và 2017 không có ngày ở mức này.

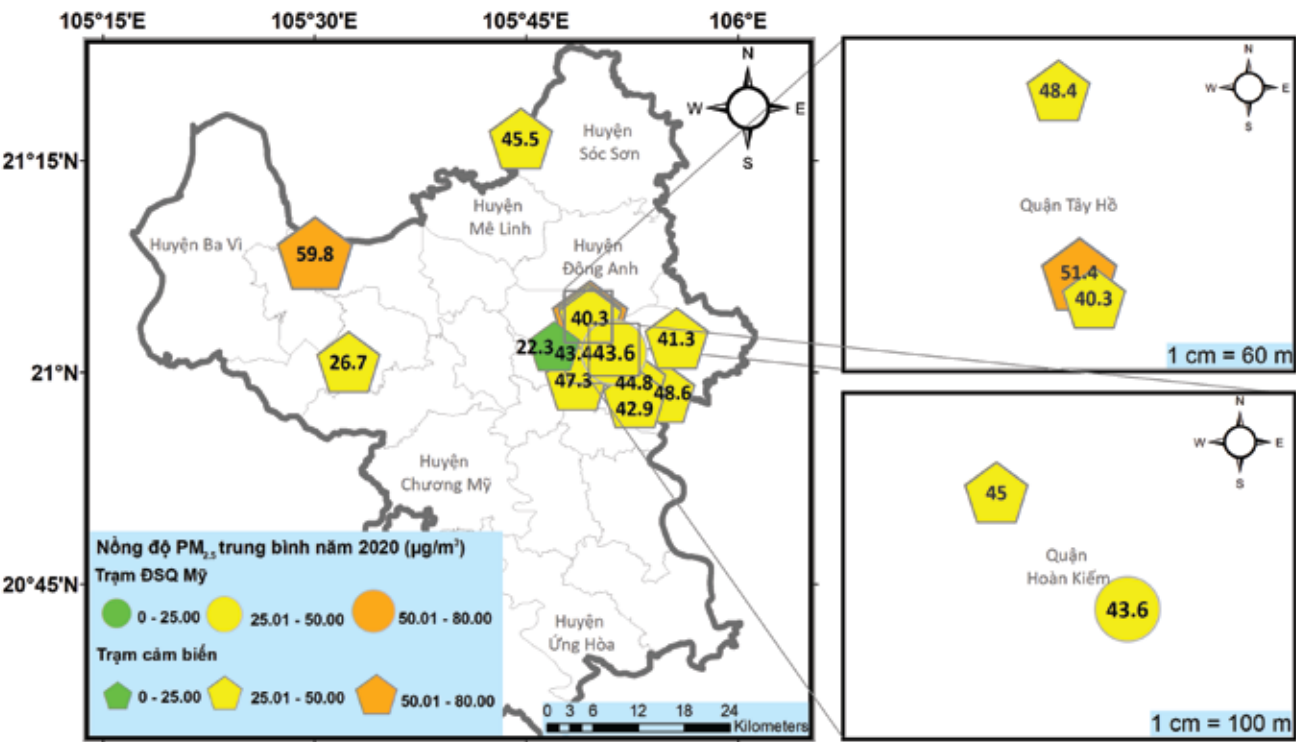
Trong năm 2020, kết quả tại trạm ĐSQ cho thấy có khoảng 192/358 ngày ở mức trung bình và chiếm hơn một nửa số ngày trong năm (chiếm 53,6%), số ngày ở mức tốt thì rất thấp (65/358 ngày), có xu hướng giảm so với các năm khác. Số ngày ở mức kém, xấu và rất xấu vẫn chiếm tỉ lệ cao với tổng tỷ lệ đạt 28,2% (khoảng 101/358 ngày) (Hình 18).



Hình 18. Tỷ lệ số ngày theo 6 mức chỉ số chất lượng không khí (VN_AQI) tại trạm tại ĐSQ Mỹ từ năm 2016 - 2020

Theo dữ liệu nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 từ 14 trạm cảm biến thu thập được tại Hà Nội, có tới 13/14 trạm cảm biến có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm vượt quy chuẩn. Giá trị tại các trạm

dao động từ 22,3 µg/m³ đến 59,8 µg/m³, trong đó thấp nhất là 22,3 µg/m³ tại trạm FSoft Cầu Giấy và cao nhất là 59,8 µg/m³ tại trạm Trần Hưng Đạo đặt tại thị xã Sơn Tây (Hình 19).

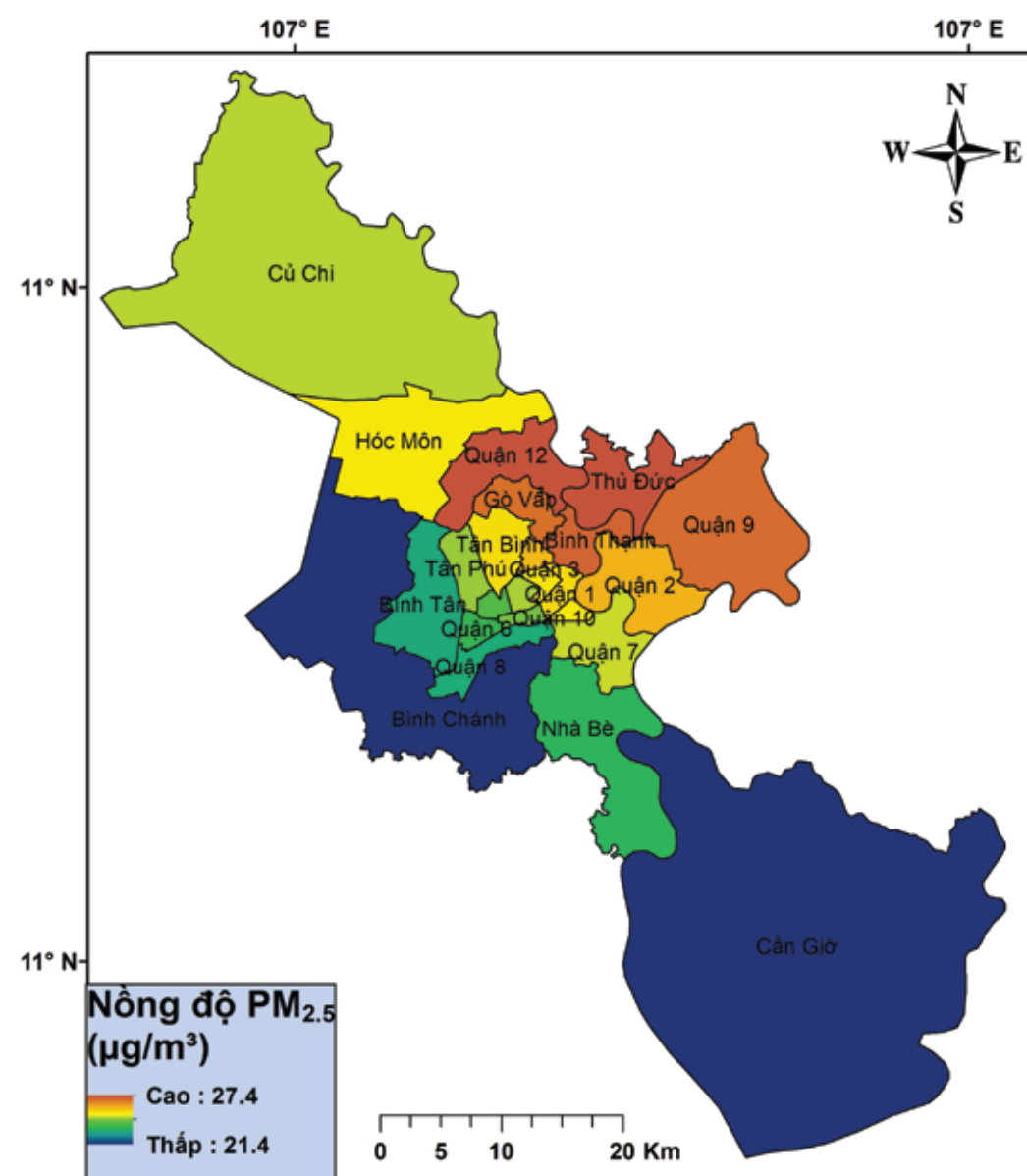


Hình 19. Nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm 2020 của các trạm cảm biến và trạm ĐSQ Mỹ tại Hà Nội

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

Năm 2020, TP. Hồ Chí Minh đứng thứ 11 trong xếp hạng các tỉnh, thành phố có nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình năm cao nhất. Nồng độ trung bình năm 2020 của thành phố vẫn thấp hơn giới hạn cho phép của QCVN 05:2013/BTNMT, và giảm 13% so với nồng độ trung bình năm 2019.

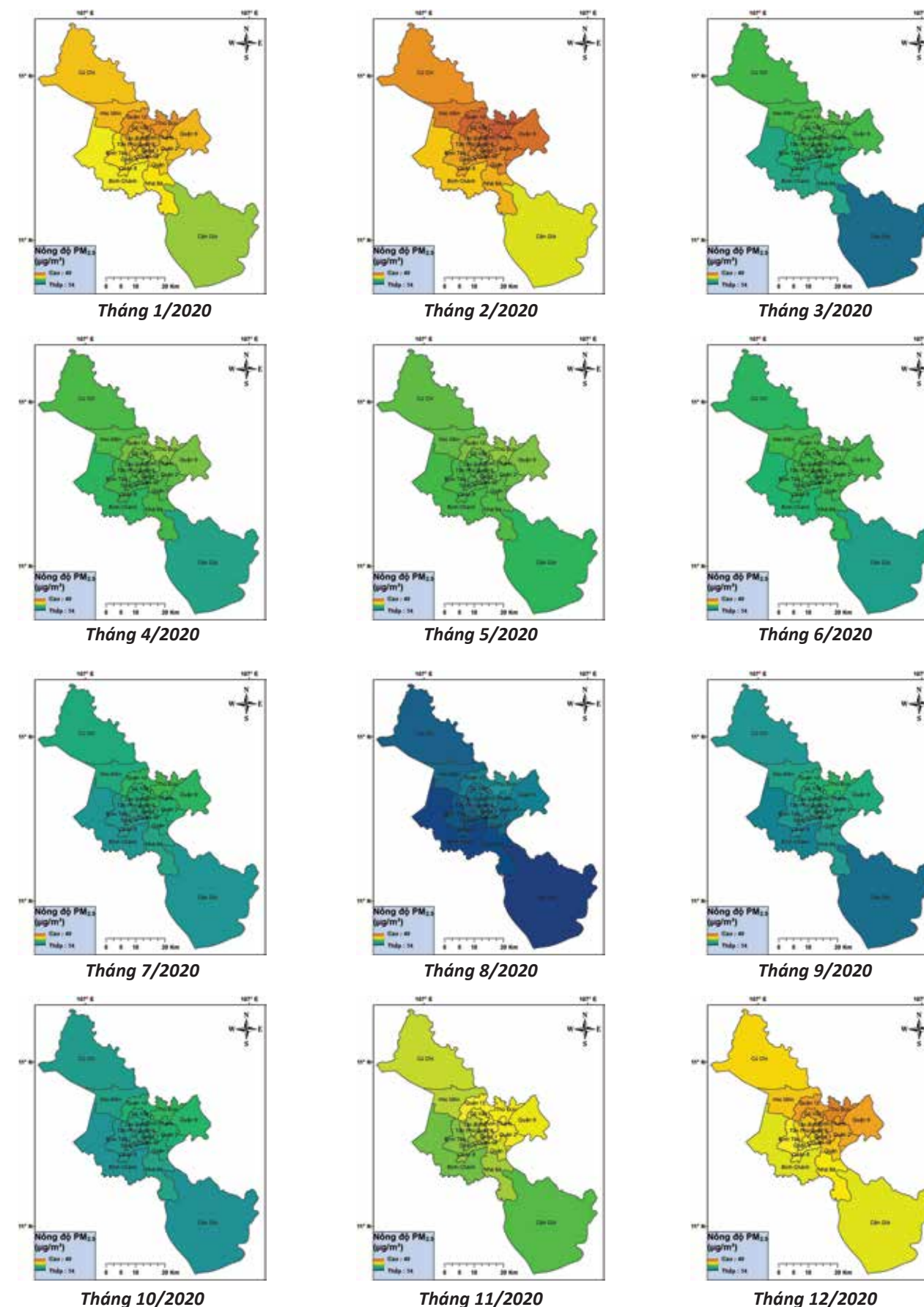
Các phân tích hiện trạng bụi PM_{2.5} tại TP. Hồ Chí Minh dựa trên dữ liệu mô hình, dữ liệu trạm cảm biến và dữ liệu trạm tiêu chuẩn tại LSQ Mỹ. Lưu ý, các dữ liệu trạm mặt đất (cảm biến và tiêu chuẩn) chỉ đại diện cho chất lượng không khí của khu vực nhỏ xung quanh vị trí lắp đặt trạm.



Hình 20. Phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 cấp quận/huyện tại TP. Hồ Chí Minh

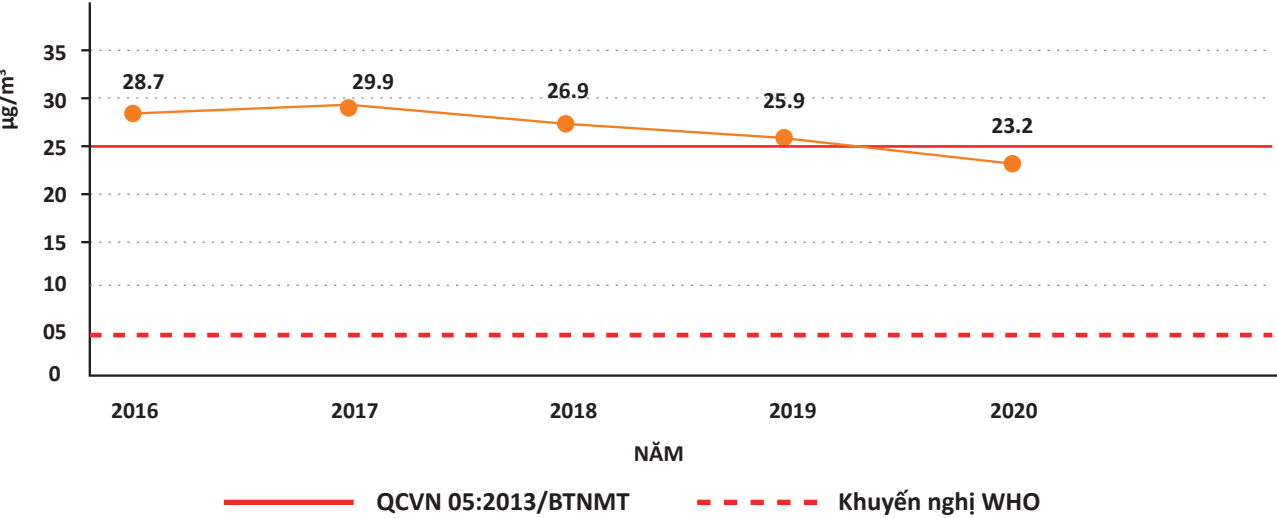
Theo dữ liệu mô hình MEM, về nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 cấp quận/huyện, 12/24 quận/huyện ở TP. Hồ Chí Minh có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ năm 2020 vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/ BTNMT. Không có sự chênh lệch lớn giữa các quận/huyện, từ 21,4 $\mu g/m^3$ đến 27,4 $\mu g/m^3$. Nồng độ bụi ở TP. Hồ Chí Minh không có xu hướng chênh lệch rõ ràng giữa khu vực nội thành và ngoại thành như tại Thủ đô Hà Nội, mà phân bố theo các hướng khác nhau.

Các khu vực có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm cao bao gồm một số quận/huyện ngoại thành như TP. Thủ Đức (27,4 $\mu g/m^3$), Quận 12 (26,7 $\mu g/m^3$) sau đó đến một số quận nội thành như Bình Thạnh (26,4 $\mu g/m^3$), Gò Vấp (26,3 $\mu g/m^3$). Các khu vực có nồng độ tương đối thấp như Củ Chi (24,9 $\mu g/m^3$), Nhà Bè (23,9 $\mu g/m^3$) và Bình Tân (23,7 $\mu g/m^3$). Khu vực có nồng độ thấp nhất là Bình Chánh (22,8 $\mu g/m^3$) và Cần Giờ (21,4 $\mu g/m^3$) (Hình 20).



Hình 21. Phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình tháng của các quận/huyện tại TP. Hồ Chí Minh năm 2020

Về diễn biến nồng độ bụi $PM_{2.5}$ theo mùa trong năm 2020 (Hình 21), có sự khác biệt về nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trong hai mùa mưa và mùa khô. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tăng cao nhất trong các tháng từ 11 đến tháng 2 (mùa khô) và giảm thấp trong thời gian từ tháng 6 - tháng 10 (mùa mưa)²⁶. Trong các tháng mùa khô năm 2020, tháng 2 có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ cao nhất và dao động trong tháng này từ 29 - 39 $\mu g/m^3$. Trong các tháng mùa mưa, tháng 8 có nồng độ bụi $PM_{2.5}$

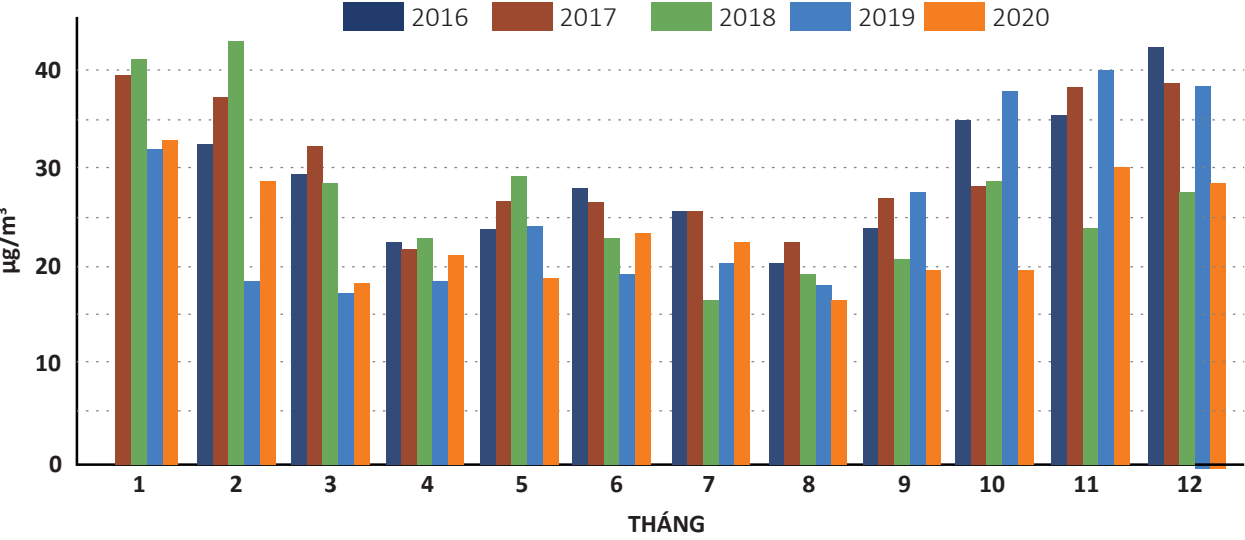


Hình 22. Diễn biến nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2016 đến 2020 tại trạm LSQ Mỹ

Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình tháng từ năm 2016 đến 2020 đều cao vào các tháng 1, 2, 3 và tháng 10, 11, 12 (Hình 23). Năm 2020, nồng độ bụi $PM_{2.5}$ biến thiên trong khoảng 17,2 $\mu g/m^3$ đến 33,3 $\mu g/m^3$. Các giá trị cao chủ yếu rơi vào tháng 11 đến

tháng 2, trong khi đó các giá trị thấp được quan sát vào các tháng từ tháng 4 đến tháng 9²⁷. Xu hướng này cũng tương đồng kết quả dữ liệu mô hình nồng độ bụi $PM_{2.5}$ năm 2020 cho các quận/huyện tại TP. Hồ Chí Minh.

Theo dữ liệu tại trạm LSQ Mỹ, trong 5 năm từ 2016 đến 2019, nồng độ bụi trung bình đều vượt quy chuẩn quốc gia, có xu hướng giảm dần từ năm 2017 đến 2020, trong đó năm 2020 thấp nhất và dưới ngưỡng QCVN 05:2013 (Hình 22).



Hình 23. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình tháng từ năm 2016 đến 2020 tại trạm LSQ Mỹ

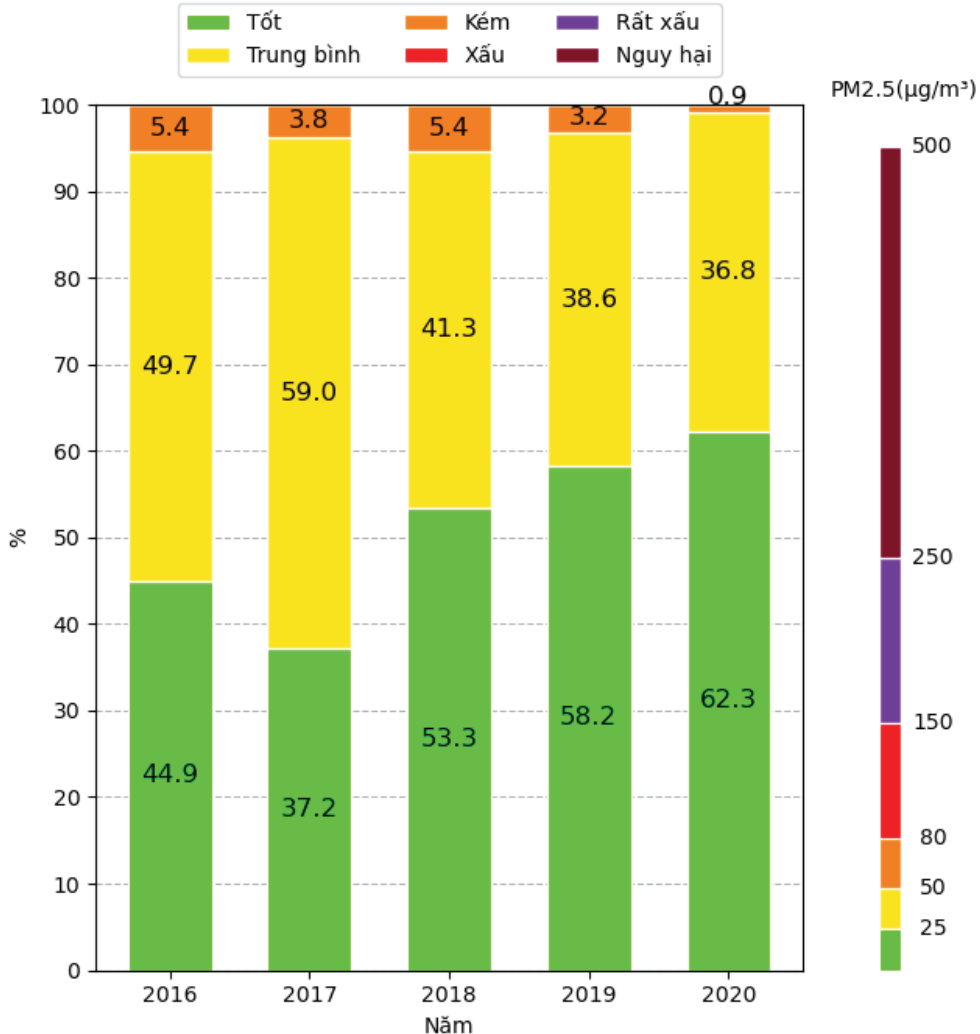
Theo quy đổi nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình 24h sang chỉ số VN_AQI, trong giai đoạn 2016-2020 (Hình 24):

- CLKK ở trạm LSQ Mỹ có phần lớn các ngày trong năm là ở mức tốt và mức trung bình, trong đó mức tốt có xu hướng tăng từ năm 2016 (44,9%) đến năm 2020 (62,3%);
- Tỷ lệ số ngày ở mức tốt cũng tăng mạnh từ 37,2% lên 62,3% trong giai đoạn từ năm 2017 đến 2020.
- Tỷ lệ số ngày ở mức trung bình tăng từ 50% (năm 2016) lên 59% (năm 2017) sau đó có

xu hướng giảm dần đến năm 2020 (36,8%);

- Tỷ lệ số ngày ở mức kém là rất thấp và có xu hướng giảm từ năm 2018 đến năm 2020, tương ứng với mức giảm từ 5,4% (17/316 ngày) xuống còn 0,9% (khoảng 3/361 ngày);

Dữ liệu trạm LSQ Mỹ cho thấy, trong năm 2020, có tới 225/361 ngày ở mức tốt, chiếm 62,3% và là tỷ lệ cao nhất trong 5 năm qua. Tỷ lệ ngày mức trung bình là 36,1% (khoảng 133/361 ngày) và mức kém chiếm 0,9% (khoảng 3/361 ngày) cũng là thấp nhất trong tất cả các năm (Hình 24).



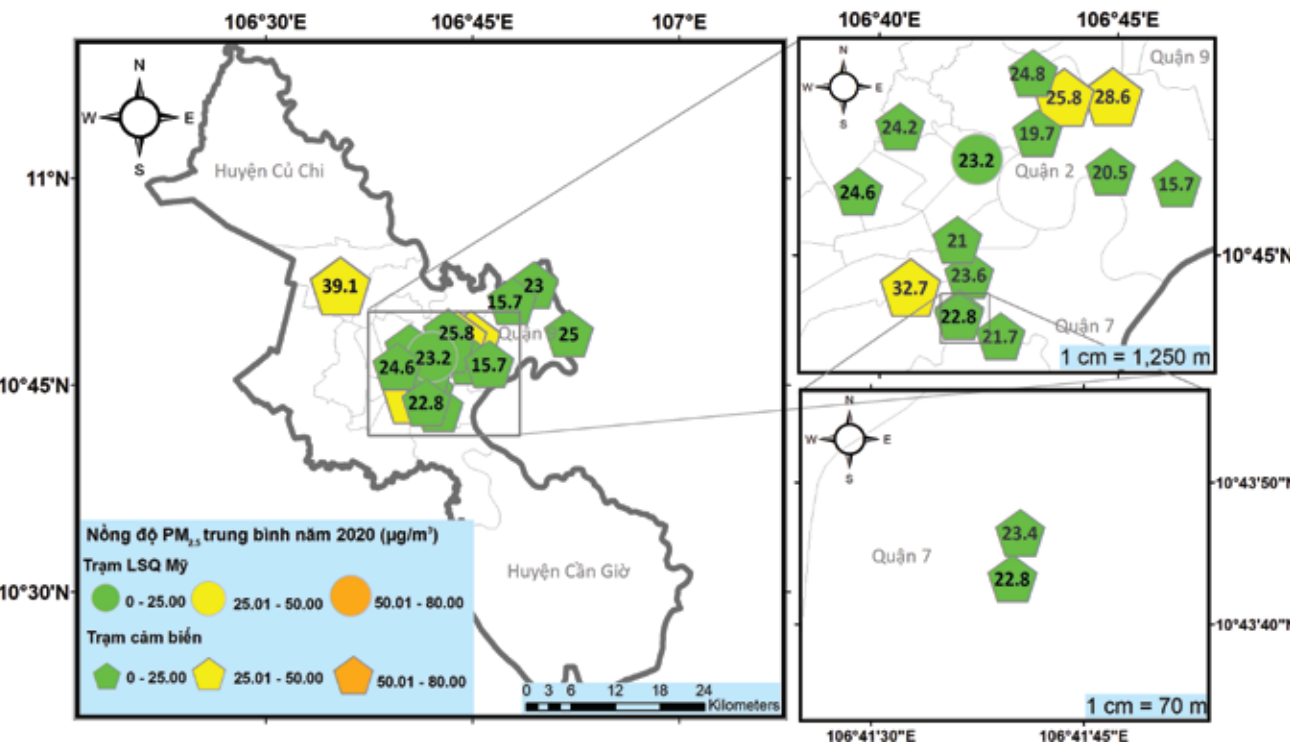
Hình 24. Tỷ lệ số ngày theo 6 mức chỉ số chất lượng không khí (VN_AQI) tại trạm LSQ Mỹ từ năm 2016 đến 2020

[26] Xu hướng biến động $PM_{2.5}$ tương tự cũng được quan sát thấy trong nghiên cứu của PGS. TS. Tô Thị Hiền và cộng sự năm 2019 tại năm trạm quan trắc trên TP. Hồ Chí Minh (Hiền và cộng sự, 2019).

[27] Xu hướng tương tự cũng được quan sát tại các điểm lấy mẫu bụi của TP. Hồ Chí Minh (Hiền và cộng sự, 2019).

Theo dữ liệu nồng độ bụi trung bình năm 2020 từ 18 trạm cảm biến thu thập được tại TP. Hồ Chí Minh, có 14/18 trạm có nồng độ $PM_{2.5}$ dưới ngưỡng QCVN 05:2013/BTNMT. Các giá trị trung bình nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trong năm 2020 tại các trạm này dao

động trong khoảng từ 15,7 $\mu g/m^3$ đến 39,1 $\mu g/m^3$ với giá trị thấp nhất tại điểm đo FPT Software HCM và THCS Thạnh Mỹ Lợi và cao nhất tại điểm Ấp Xuân Thới Đông 2 (Hình 25).



Hình 25. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 của các trạm cảm biến tại TP. Hồ Chí Minh

3.4 CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ THỜI KỲ GIÃN CÁCH XÃ HỘI DO COVID-19

Giãn cách xã hội do đại dịch COVID-19 năm 2020 đã hạn chế một số hoạt động kinh tế- xã hội, và điều này phần nào tác động tới chất lượng không khí trên nhiều quy mô địa bàn và trong một khoảng thời gian nhất định. Báo cáo đã tổng hợp một số kết quả nghiên cứu về sự thay đổi nồng độ chất ô nhiễm sử dụng ảnh vệ tinh và trạm quan trắc mặt đất trong thời kỳ giãn cách xã hội năm 2020:

Các phát hiện nghiên cứu nêu trên cho thấy việc giảm các hoạt động kinh tế- xã hội có ảnh hưởng nhất định tới chất lượng không khí, từ đó, gợi ý các nghiên cứu về tác động của việc điều chỉnh các động kinh tế-xã hội lên chất lượng không khí và các biện pháp kiểm soát ô nhiễm không khí từ các nguồn.

Bảng 2. Tổng hợp kết quả nghiên cứu chất lượng không khí thời kỳ giãn cách xã hội do đại dịch COVID-19

QUY MÔ/ ĐỊA BÀN	THỜI GIAN GIÃN CÁCH	KẾT QUẢ TĂNG/GIẢM NỒNG ĐỘ CHẤT Ô NHIỄM
TOÀN QUỐC	01/04/2020 - 22/04/2020	Mật độ NO_2 xác định qua ảnh vệ tinh trên toàn quốc có xu hướng giảm 9,3% (quan sát từ vệ tinh Sentinel 5P) và 7,2% (quan sát từ vệ tinh OMI) so sánh với cùng kỳ năm trước ²⁹ .
	01/04/2020 - 14/04/2020	Nồng độ NO_2 ở Việt Nam sau hai tuần cách ly xã hội giảm từ 24%–32% so với khoảng thời gian trước đó. Lợi ích kinh tế đem lại khi chất lượng không khí cải thiện được ước tính 0,6 tỷ đô-la Mỹ. Hiệu ứng tích cực của việc cách ly xã hội đã chậm dứt sau đó 10 tuần, khi mà các hoạt động mở cửa trở lại ³⁰ .
HÀ NỘI	27/03/2020 - 31/05/2020	Nồng độ $PM_{2.5}$ và CO tại các trạm quan trắc của Chi cục Bảo vệ Môi trường trong thời gian cách ly giảm tương ứng từ 7 – 10% và 5 – 11% so với thời gian trước cách ly sau khi loại bỏ các yếu tố khí tượng ³¹ .
	01/04/2020 - 22/04/2020	Tại trạm Nguyễn Văn Cừ, trong giai đoạn cách ly xã hội năm 2020 (từ 01/04/2020 - 22/04/2020), các thông số $PM_{2.5}$, NO_2, O_3 và SO_2 giảm lần lượt 75,8%; 55,9%; 21,4% và 60,7% so với dữ liệu lịch sử (cùng kỳ năm 2014, 2016 và 2017). Nồng độ $PM_{2.5}$ đo được tại các trạm lấy mẫu trong khu dân cư trong thời gian cách ly xã hội cũng giảm 41,8% so với giai đoạn trước đó ³² .
	27/03/2020 - 31/05/2020	Đánh giá tác động của giãn cách xã hội do COVID-19 đối với chất lượng không khí ở quy mô khu vực, quốc gia và thành phố trong khu vực Nam Á và Đông Nam Á sử dụng dữ liệu vệ tinh cho thấy, tại Hà Nội, mật độ NO_2 năm 2020 (từ 27/03/2020- 31/05/2020) giảm 45,79% năm 2020 khi so sánh với cùng kỳ năm 2019 ³³ .
TP. HỒ CHÍ MINH	01/04/2020 - 22/04/2020	Mật độ NO_2 trong thời kỳ giãn cách xã hội, giảm 16,62% so với tháng 3/2020 và giảm 11,77% so với cùng kỳ năm 2019. Khi sử dụng mô hình thống kê dùng các tham số khí tượng để ước tính mật độ NO_2 trong điều kiện thông thường và so sánh với mật độ NO_2 thực tế quan sát được từ vệ tinh, kết quả cho thấy mật độ NO_2 tại thành phố trong giai đoạn cách ly xã hội giảm 26% so với thông thường ³⁴ .
	16/02/2020 - 01/05/2020	Mật độ NO_2 tại TP. Hồ Chí Minh trong thời gian này có xu hướng giảm 15% trong thời gian này so với cùng thời điểm năm 2019 ³⁵ .

[29] Hai Anh & Trong Anh, 2020.

[30] Nhung và cộng sự, 2021.

[31] Mai và cộng sự, 2021

[32] Sanjoy Roy và cộng sự (Roy, 2021)

[33] Trường và cộng sự, 2021

[34] Suarez & Myllyvirta, 2020



IV ĐÓNG GÓP NGUỒN THẢI BỤI $PM_{2.5}$

Bụi trong không khí có thể được chia theo nguồn phát sinh gồm (1) nguồn tự nhiên và nguồn nhân tạo; hoặc (2) bụi sơ cấp và bụi thứ cấp. Bụi $PM_{2.5}$ có thể phát thải trực tiếp vào trong môi trường không khí (được gọi là bụi $PM_{2.5}$ sơ cấp) hoặc được hình thành từ các phản ứng hóa học trong khí quyển (được gọi là bụi $PM_{2.5}$ thứ cấp).

Các kết quả kiểm kê phát thải bụi $PM_{2.5}$ trong báo cáo này được tổng hợp từ nghiên cứu của GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh và cộng sự cho đóng góp nguồn thải quy mô toàn quốc năm 2018, trong đó có tính toán cụ thể cho Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh³⁵; và PGS. TS. Hồ Quốc Bằng và cộng sự cho đóng góp nguồn thải tại TP. Hồ Chí Minh năm 2017³⁶. Công cụ kiểm kê phát thải, về nguyên tắc, không đưa ra kết quả về bụi $PM_{2.5}$ thứ cấp được hình thành trong khí quyển từ các tiền chất.

Một số lưu ý trong kết quả kiểm kê phát thải bụi $PM_{2.5}$ trong báo cáo này:

• **Đối với kết quả kiểm kê phát thải quy mô toàn quốc, Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh năm 2018:** Các nguồn thải trong kết quả kiểm kê này gồm giao thông đường bộ và giao

thông khác (đường sắt, hàng không, đường thủy nội địa và máy móc nông nghiệp); Đốt nhiên liệu và hoạt động sản xuất công nghiệp; Nhà máy nhiệt điện; Đốt phụ phẩm nông nghiệp và cháy rừng (đốt sinh khối mớ); Đun nấu dân dụng và thương mại; và Đốt chất thải rắn đô thị. **Các nguồn có bao gồm nhưng chỉ tính gộp trong tổng tiêu thụ nhiên liệu của các tỉnh là** Máy móc xây dựng (không gồm bụi xây dựng), máy móc làm vườn; Làng nghề: tính gộp vào tiêu thụ nhiên liệu công nghiệp (có thể hệ số phát thải khác với công nghiệp lớn) và không tính đến phát thải từ các hoạt động sản xuất; Máy phát điện dự phòng (diesel) được gộp trong mức tiêu thụ nhiên liệu các tỉnh. **Các nguồn chưa đưa vào kiểm kê gồm** bụi đường³⁷, vận tải đường biển quốc tế; Hỏa hoạn, pháo hoa và đốt khí đồng hành (gas flaring); Phát thải từ thực phẩm khi nấu: ví dụ như khói từ thịt nướng cháy; Hương, nến và đốt vàng mã, hỏa táng, khói thuốc lá; Lò đốt rác thải (dân sinh, công nghiệp và bệnh viện) và bụi $PM_{2.5}$ thứ cấp.

• **Đối với kết quả kiểm kê phát thải tại TP. Hồ Chí Minh năm 2017:** Các nguồn được đưa vào kiểm kê này cụ thể là:

NGUỒN ĐƯỜNG (GIAO THÔNG)	NGUỒN ĐIỂM (CÔNG NGHIỆP)	NGUỒN DIỆN
Giao thông đường bộ: Xe gắn máy, xe buýt/khách, xe ô tô, xe tải nhẹ, xe tải nặng Nguồn giao thông khác: Bến xe, hàng không, cảng sông/biển, tàu hỏa	Dệt may; Thực phẩm; Sản xuất giấy; In Ấn; Hóa chất cơ bản; Xây dựng; Sản xuất Gỗ gia dụng; Bia - Rượu - Nước giải khát; Sắt thép, Cơ khí; Cao su; Sản xuất Nhựa; Dược phẩm; Chế biến Thủy sản; Giày dép; Phân bón; Thức ăn gia súc; Rang xay Cà phê; Thuốc thú y, Bảo vệ thực vật; Linh kiện Điện tử; Thuốc lá; Phát điện; và các ngành khác; Phát thải theo quá trình sản xuất	Hộ gia đình; Nhà hàng - quán ăn; Trạm xăng; Gara oto; Tiệm Vật liệu xây dựng; Tiệm photocopy; Công trình xây dựng; Chùa

[35] Oanh & Huy, 2021.

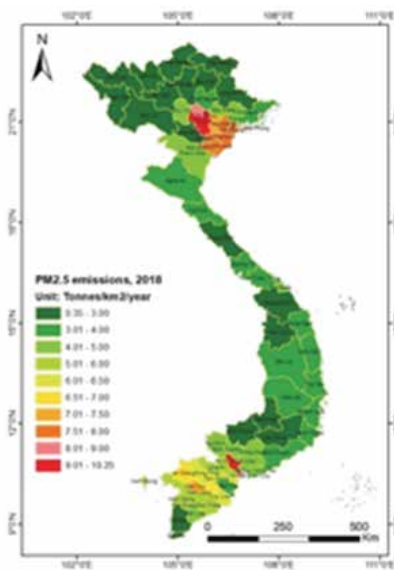
[36] Bằng, 2019; Khuê & Bằng, 2020.

[37] Ngân hàng Thế giới, 2021. Lượng $PM_{2.5}$ từ bụi đường liên quan đến hoạt động xe cộ có thể khá lớn ở các đô thị.

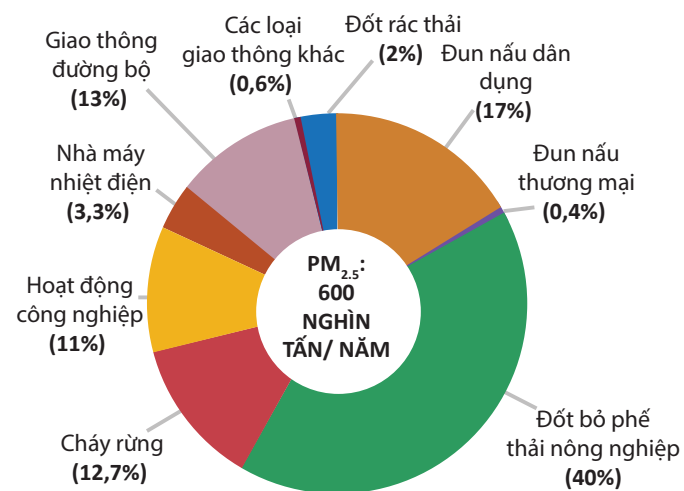
Một số hạn chế của nghiên cứu là (i) Hệ số phát thải nguồn giao thông chưa hoàn chỉnh cho Việt Nam, chỉ có hệ số phát thải một số loại xe máy, xe ô tô và xe buýt. Còn hệ số phát thải cho xe tải nặng, tải nhẹ phải dùng từ các nước khác nên có thể gây ra sai số; (ii) Hệ số phát thải công nghiệp hầu như sử dụng theo bộ hệ số phát thải AP 42 (US EPA, 2011) và của EMEP/EEA (EMEP / EEA, 2013), đã được Bộ TNMT

cho phép dùng bộ hệ số phát thải này. Tuy nhiên cần thiết phải có bộ hệ số phát thải công nghiệp riêng cho Việt Nam; (iii) Hiện nay các mô hình giao thông chưa phát triển cho Việt Nam vì các camera trên các tuyến đường chưa tích hợp đồng bộ nên không thể tính phát thải giao thông tự động và liên tục nên có thể có sai số trong lưu lượng xe thu thập và tính trong mô hình EMISENS.

4.1 QUY MÔ TOÀN QUỐC (2018)



Hình 26. Phát thải $PM_{2.5}$ từ nguồn do hoạt động của con người và cháy rừng (a) và tỷ lệ phát thải $PM_{2.5}$ của các nguồn (b) năm 2018 (Nguồn: Oanh & Huy, 2021)

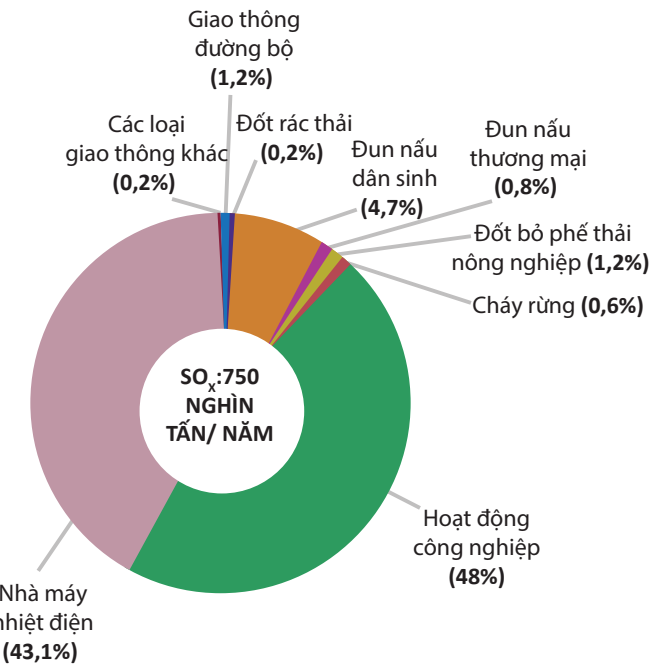


Theo nghiên cứu của GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh và cộng sự, ước tính lượng phát thải $PM_{2.5}$ năm 2018 từ các hoạt động của con người và cháy rừng trên lãnh thổ Việt Nam là khoảng 600 nghìn tấn (chưa kể nguồn bụi đường và một số nguồn khác³⁸). Lượng phát thải $PM_{2.5}$ từ đốt bỏ phụ phẩm nông nghiệp chiếm tỷ 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 còn lại đóng góp chung khoảng 3% tổng lượng phát thải $PM_{2.5}$ của cả nước (Hình 26-b).

Bản đồ phát thải $PM_{2.5}$ cấp tỉnh năm 2018 cho thấy các tỉnh, thành phố có lượng phát thải cao chủ yếu nằm ở vùng Đồng bằng sông Hồng với mức độ phát thải trên 6,5 tấn/km²/năm, và ở vùng Đông Nam Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long với mức độ trên 5,0

[38] Hoạt động khác không nằm trong kết quả kiểm kê phát thải này gồm xây dựng, lò đốt rác, vận tải đường biển quốc tế, hỏa hoạn, đốt hương, nến và vàng mã, v.v

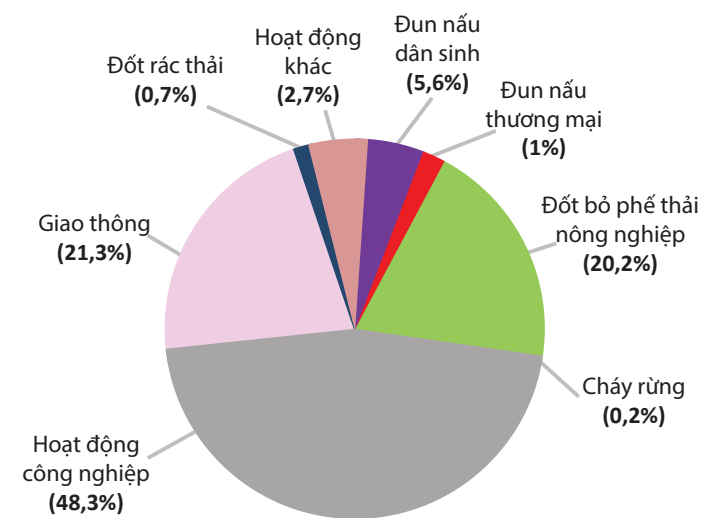


Hình 27. Tỷ lệ đóng góp của các nguồn do con người vào phát thải SO_x cả nước, năm 2018 (Nguồn: Oanh & Huy, 2021)

tấn/km²/năm. Đặc biệt, Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh có lượng phát thải lớn nhất, đều trong khoảng 9,01-10,25 tấn/km²/năm. Các tỉnh thành ở các khu vực còn lại như vùng Trung du và miền núi phía Bắc và miền Trung có mức độ phát thải $PM_{2.5}$ thấp hơn, dao động từ 0,35 đến 3,0 tấn/km²/năm (Hình 26-a).

Ngoài phát thải $PM_{2.5}$ sơ cấp nêu trên, $PM_{2.5}$ thứ cấp được hình thành một phần từ các chất tiền thân như NO_x , SO_x và VOC. Để minh họa, lượng phát thải các oxit lưu huỳnh (SO_x) năm 2018 được tính cho cả nước là khoảng 750 nghìn tấn/năm, trong đó phát thải từ nhà máy nhiệt điện và hoạt động công nghiệp đóng góp trên 91% (Hình 27).

4.2 ĐÓNG GÓP NGUỒN THẢI TẠI HÀ NỘI (2018)



Hình 28. Đóng góp các nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ ở Hà Nội, năm 2018 (Nguồn: Oanh & Huy, 2021)

Theo nghiên cứu của Oanh & Huy (2021), ước tính tổng lượng $PM_{2.5}$ phát thải khoảng 20 nghìn tấn/năm (chưa kể bụi đường và một số nguồn khác³⁹), trong đó khoảng 48,3% lượng $PM_{2.5}$ đến từ các hoạt động công nghiệp và làng nghề, 21,3% từ giao thông, 20,2% do đốt phụ phẩm nông nghiệp (rơm rạ) và 6,6% do đun nấu dân dụng và thương mại (Hình 28)⁴⁰.

[39] Hoạt động khác không nằm trong kết quả kiểm kê phát thải này gồm xây dựng, lò đốt rác, vận tải đường biển quốc tế, hỏa hoạn, đốt hương, nến và vàng mã, v.v

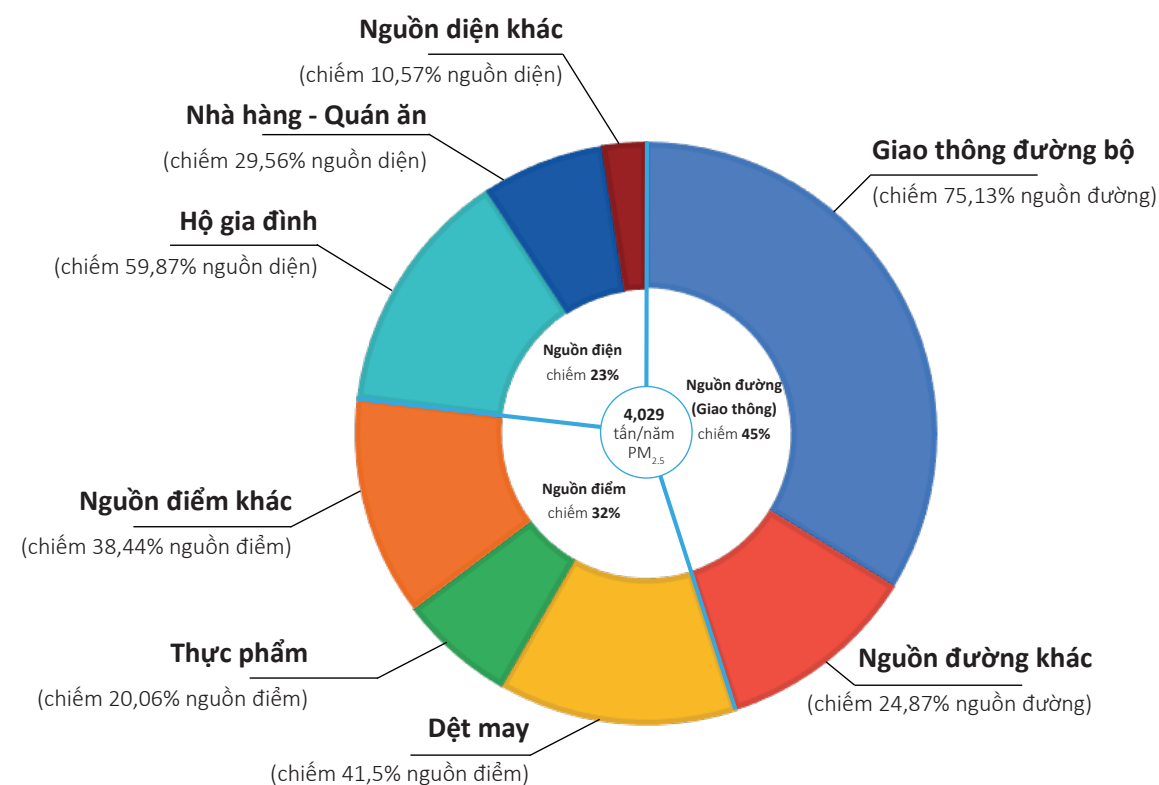
[40] Kết quả kiểm kê phát thải tại Hà Nội năm 2018 tương đối tương đồng với các kết quả nghiên cứu của Ngân hàng Thế giới (2021) đóng góp nguồn phát thải $PM_{2.5}$ tại Hà Nội tính toán bằng mô hình tích hợp GAINS cho giai đoạn 2015-2020 và mô hình nơi tiếp nhận PMF cho giai đoạn 2019-2020 được trình bày tại Hội thảo "Quản lý Chất lượng Không khí thành phố Hà Nội - Thực trạng các nguồn gây ô nhiễm và giải pháp" ngày 30/06/2021. Trong đó, cả ba phương pháp đều chỉ ra đóng góp ô nhiễm $PM_{2.5}$ tại Hà Nội chủ yếu từ ba nguồn gồm giao thông, hoạt động công nghiệp và đốt sinh khối.

ĐÓNG GÓP NGUỒN THẢI TẠI TP. HỒ CHÍ MINH (2017 VÀ 2018)

Theo kết quả nghiên cứu của PGS. TS. Hồ Quốc Bằng và cộng sự^[41], kết quả kiểm kê năm 2017 cho thấy tổng lượng phát thải bụi $PM_{2.5}$ tại TP. Hồ Chí Minh 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%** (trong đó giao thông đường bộ là nguồn phát thải giao thông chủ yếu của TP. Hồ Chí Minh chiếm 75,13% tổng lượng thải $PM_{2.5}$ của nguồn đường). Nguồn điểm đóng góp vào phát thải bụi $PM_{2.5}$ đứng thứ hai với 1.289 tấn/năm chiếm khoảng **32%** (dệt may và thực phẩm là hai ngành đóng góp nhiều nhất vào lượng bụi $PM_{2.5}$ của ngành công nghiệp tại TP. Hồ Chí Minh lần lượt là 536 tấn/năm, chiếm 41,5%; và 258,66 tấn/năm chiếm 20,06% tổng phát thải của nguồn

điểm). Ngoài ra, nguồn diện đóng góp bụi $PM_{2.5}$ là thấp nhất (927 tấn/năm) chiếm khoảng **23%** (hộ gia đình và nhà hàng- quán ăn là hai nguồn chính, đóng góp tương ứng với 555,01 tấn/năm chiếm 59,87% và 274,06 tấn/năm chiếm 29,56% tổng phát thải từ nguồn diện của TP. Hồ Chí Minh (**Hình 29**). **Bản đồ tổng phát thải bụi $PM_{2.5}$ tại TP. Hồ Chí Minh năm 2017**^[42] chi tiết được trình bày ở **Phụ lục D**.

Theo kiểm kê phát thải bụi $PM_{2.5}$ ở TP. Hồ Chí Minh năm 2018 của GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh và cộng sự (2021), cho thấy các nguồn thải chủ yếu là giao thông đường bộ (58,2%), hoạt động công nghiệp (22,8%), đun nấu dân sinh và thương mại (12,8%) (chưa kể bụi đường và một số nguồn khác^[43]).



Hình 29. Đóng góp các nguồn thải bụi ở TP. HỒ CHÍ MINH, năm 2017

[41] Bằng, 2019; Khuê & Bằng, 2020.

[42] Khuê và cộng sự, 2020.

[43] Hoạt động khác không nằm trong kết quả kiểm kê phát thải này gồm xây dựng, lò đốt rác, vận tải đường biển quốc tế, hỏa hoạn, đốt hương, nến và vàng mã, v.



KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ CHÍNH SÁCH

5.1 KẾT LUẬN

Báo cáo cho thấy hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ ở Việt Nam giai đoạn 2019- 2020 như sau:

- **Trên phạm vi toàn quốc**, nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 có xu hướng giảm so với năm 2019. 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), vùng Bắc Trung Bộ (Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh), vùng Đông Nam Bộ (TP. Hồ Chí Minh, Đồng Nai và Bình Dương). Năm 2019, có 13/63 tỉnh, thành phố có nồng độ $PM_{2.5}$ trung bình năm vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTMNT gồm 11 tỉnh, thành phố tại miền Bắc, và 2 tỉnh, thành phố tại miền Nam.
Năm 2020, toàn quốc có **10/63** tỉnh thành có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm vượt quy chuẩn, trong đó tất cả các tỉnh, thành phố này đều nằm ở **miền Bắc** (chiếm 40% số tỉnh, thành phố của miền Bắc).
- Tại **Hà Nội**, 29/30 quận/huyện/thị xã có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 cao ở các quận nội thành và thấp hơn ở các huyện ngoại thành. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ có chênh lệch rõ rệt theo mùa, trong đó cao vào các tháng từ 11 đến tháng 3 và thấp hơn vào các tháng từ tháng 5 đến tháng 9.
- Tại **TP. Hồ Chí Minh**, 12/24 quận/huyện có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 vượt quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm 2020 cao ở phía bắc và thấp ở phía nam xa

trung tâm thành phố. Nồng độ bụi $PM_{2.5}$ có sự khác biệt theo mùa, cụ thể là cao trong các tháng 11 đến tháng 2 (mùa khô) và thấp trong các tháng 6 đến tháng 10 (mùa mưa).

Các dữ liệu tổng hợp cho thấy **giãn cách xã hội do đại dịch COVID-19 đã phần nào giúp cải thiện chất lượng không khí** toàn quốc và hai đô thị đặc biệt là Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh.

Đối với đóng góp nguồn thải bụi $PM_{2.5}$, các nghiên cứu kiểm kê phát thải gần đây cho thấy:

- **Trên phạm vi toàn quốc**, kết quả kiểm kê cho năm 2018 theo nghiên cứu của GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh và cộng sự cho thấy các nguồn chủ yếu là: **40%** từ đốt phụ phẩm nông nghiệp, **17%** đun nấu dân dụng, **13%** từ giao thông đường bộ, **12,7%** từ cháy rừng, 11% từ hoạt động công nghiệp, **3,3%** từ nhiệt điện và khoảng **3%** tổng lượng phát thải bụi $PM_{2.5}$ trong cả nước từ các lĩnh vực còn lại (chưa tính đến bụi đường, bụi $PM_{2.5}$ thứ cấp và một số nguồn khác gồm xây dựng, lò đốt rác, vận tải đường biển quốc tế, hỏa hoạn, đốt hương, nến và vàng mã, v.v).
- Tại Hà Nội, kết quả kiểm kê cho năm 2018 theo nghiên cứu của GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh và cộng sự cho thấy khoảng **48,3%** lượng $PM_{2.5}$ đến từ các hoạt động công nghiệp và làng nghề, **21,3%** từ giao thông, **20,2%** do đốt phụ phẩm nông nghiệp (rơm rạ), **6,6%** do đun nấu dân sinh và thương mại, và khoảng **3,6%** tổng lượng phát thải $PM_{2.5}$ tại Hà Nội đến từ các lĩnh

vực còn lại (chưa tính đến bụi đường, bụi $PM_{2.5}$ thứ cấp và một số nguồn khác gồm xây dựng, lò đốt rác, vận tải đường biển quốc tế, hỏa hoạn, đốt hương, nến, vàng mã, v.v).

- **Tại TP. Hồ Chí Minh**, các nghiên cứu đều chỉ ra các nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ chiếm tỉ lệ cao là giao thông và hoạt động công nghiệp. Kết quả kiểm kê năm 2017 theo nghiên cứu của PGS. TS. Hồ Quốc Bằng và cộng sự cho thấy nguồn đường (giao thông) đóng góp **45%**, nguồn điểm đóng góp **32%**, và nguồn diện đóng góp **23%**⁴⁴. Theo kết quả kiểm kê năm 2018, đóng góp chính cho ô nhiễm $PM_{2.5}$ lần lượt là giao thông đường bộ, hoạt động công nghiệp, đun nấu dân sinh và đun nấu thương mại (tỷ lệ tương ứng là 58,2%, 22,8%, 12,8%)⁴⁵.

5.2 KHUYẾN NGHỊ

Dựa trên kết quả của báo cáo, chúng tôi đưa ra các khuyến nghị cụ thể sau:

1. **Ứng dụng tiếp cận đa nguồn và dữ liệu mô hình tính toán từ ảnh vệ tinh trong giám sát CLKK nhằm đưa ra bức tranh về hiện trạng môi trường không khí ở cấp quốc gia, vùng miền và tỉnh, thành phố.**

[42] Khuê và cộng sự, 2020.

[43] Hoạt động khác không nằm trong kết quả kiểm kê phát thải này gồm xây dựng, lò đốt rác, vận tải đường biển quốc tế, hỏa hoạn, đốt hương, nến và vàng mã, v.

Mỗi phương pháp quan trắc (quan trắc bằng thiết bị lấy mẫu, hay bằng vệ tinh, trạm tiêu chuẩn và trạm cảm biến) đều có những ưu điểm và hạn chế riêng về chất lượng dữ liệu, độ phủ của thiết bị, chi phí... Báo cáo này đã kết hợp các phương pháp và khai thác dữ liệu đa nguồn để đưa ra phân tích về hiện trạng phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trên phạm vi toàn quốc, đặc biệt là ở các khu vực thiếu trạm quan trắc tiêu chuẩn và trạm cảm biến. Bản đồ phân bố tính toán từ ảnh vệ tinh cũng đã 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 để 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 và cải thiện CLKK.

2. **Xây dựng bản đồ phân bố bụi $PM_{2.5}$ chi tiết tới từng quận/huyện/thị xã tại các tỉnh, thành phố có ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$.**

Bản đồ phân bố nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tại Hà Nội trong báo cáo này cho thấy sự khác biệt khá lớn về tình trạng ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ giữa các khu vực hay quận/huyện/thị xã ngay trong

một thành phố. Bên cạnh đó, một số tỉnh, thành phố mặc dù có nồng độ bụi $PM_{2.5}$ trung bình năm toàn tỉnh thấp hơn QCVN 05:2013/BTNMT nhưng vẫn có một số khu vực trong các tỉnh, thành phố này có mức ô nhiễm bụi $PM_{2.5}$ cao như TP. Hồ Chí Minh hay Quảng Ninh. Điều này đặt ra yêu cầu cần thiết cho việc xây dựng các bản đồ phân bố không gian nồng độ bụi $PM_{2.5}$ tới cấp quận/huyện/ thị xã cho các tỉnh/thành phố có ô nhiễm bụi mịn. **Các bản đồ chi tiết này sẽ hỗ trợ các cơ quan quản lý nhà nước về môi trường và ban/ngành liên quan đưa ra các ưu tiên và giải pháp quản lý CLKK phù hợp với tình hình thực tế của địa phương.**

3. Đẩy mạnh các nghiên cứu để xác định đóng góp nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ và cho các chất ô nhiễm không khí khác, đặc biệt ở các tỉnh, thành phố đang bị ô nhiễm bụi như kết quả báo cáo nêu ra, từ đó có chính sách phù hợp và hiệu quả trong kiểm soát các nguồn thải chính. Cần kết hợp các công cụ kiểm kê phát thải và các mô hình lan truyền hóa học để xác định được cả lượng phát thải bụi $PM_{2.5}$ sơ cấp, các tiền chất như NO_x , SO_x và VOC, và bụi $PM_{2.5}$ thứ cấp. Phát thải bụi có sự lan truyền trong không khí, lượng phát thải ở một địa phương không chỉ ảnh hưởng đến chất lượng không khí của địa phương đó mà còn ảnh hưởng đến các địa phương xung quanh. Do đó, cần tính toán cả sự ảnh hưởng qua lại của phát thải các địa phương trong một khu vực cũng như lượng $PM_{2.5}$ thứ cấp hình thành trong từng khu vực để đưa ra các biện pháp kiểm soát ô nhiễm phù hợp.

4. Tăng cường mạng lưới trạm quan trắc CLKK tiêu chuẩn của nhà nước trên phạm vi toàn quốc, ưu tiên cho các tỉnh, thành phố có ONKK. Đồng thời, nhà nước cần có cơ chế

chia sẻ dữ liệu (theo thời gian thực, dữ liệu lịch sử), bao gồm cả thông tin Đảm bảo/Kiểm soát chất lượng tại các trạm nhằm hỗ trợ các nghiên cứu khoa học và giáo dục- truyền thông về ONKK.

5. Thúc đẩy ứng dụng công nghệ trong quan trắc bụi $PM_{2.5}$ và các chất ô nhiễm không khí khác.

Các ứng dụng công nghệ (thiết bị cảm biến, kỹ thuật viễn thám) trong quan trắc CLKK đã được sử dụng ở rất nhiều quốc gia cho nhiều mục đích: từ nghiên cứu, giáo dục - truyền thông, phát hiện điểm nóng ONKK, theo dõi phơi nhiễm cá nhân hay bổ sung thông tin quan trắc. Do đó, Việt Nam cần tham khảo kinh nghiệm và xu thế quốc tế để thúc đẩy đổi mới sáng tạo và sự tham gia của người dân trong giám sát CLKK. Cơ quan quản lý nhà nước nên đưa ra hướng dẫn về các thiết bị cảm biến và khuyến nghị cho cộng đồng về các giá trị đo từ các phương pháp khác nhau. Các nhà sản xuất/ vận hành mạng lưới cảm biến nên xây dựng quy trình Đảm bảo/Kiểm soát chất lượng và chia sẻ thông tin này cho các bên sử dụng, bao gồm các thông tin về vị trí quan trắc, phương pháp quan trắc và độ chính xác của thiết bị hoặc hạn chế của phương pháp. Và chúng tôi khuyến nghị nâng cao trách nhiệm giải trình đối với chất lượng dữ liệu và các kết quả, phân tích từ các dữ liệu này.

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN

[1] WHO, 2014. 7 million premature deaths annually linked to air pollution- Bản tin. [WWW Document]. URL <https://www.who.int/news/item/25-03-2014-7-million-premature-deaths-annually-linked-to-air-pollution>.

[2] Health Effects Institute, & Institute for Health Metrics and Evaluation's Global Burden of Disease project. (2020). State of Global Air 2020 (p. 28). URL <https://www.stateofglobalair.org/resources>

[3] Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng không khí xung quanh (QCVN 05:2013/BTNMT) được ban hành theo Thông tư số 32/2013/TT-BTNMT ngày 25 tháng 10 năm 2013 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.

[4] Thanh, N.T.N., Hoang Anh, L., Tra, M.T.M., Nhung, N.T.T., Ha, P. Van, Hung, B.Q., 2018. Current Status of PM2.5 Pollution and its Mitigation in Vietnam. Glob. Environ. Res. 22, 073–083.

[5] Wendling, Z. A., Emerson, J. W., de Sherbinin, A., Esty, D. C., et al. (2020). 2020 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. [epi.yale.edu](https://epi.yale.edu/downloads/epi2020report20210112.pdf). URL <https://epi.yale.edu/downloads/epi2020report20210112.pdf>

[6] IQAir/ AirVisual, 2021. World Air Quality Report 2020. URL <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>

[7] Cohen, A.J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H.R., Frostad, J., Estep, K., Balakrishnan, K., Brunekreef, B., Dandona, L., Dandona, R., Feigin, V., Freedman, G., Hubbell, B., Jobling, A., Kan, H., Knibbs, L., Liu, Y., Martin, R., Morawska, L., Pope, C.A., Shin, H., Straif, K., Shaddick, G., Thomas, M., van Dingenen, R., van Donkelaar, A., Vos, T., Murray, C.J.L., Forouzanfar, M.H., 2017. 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 389, 1907–1918. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6)

Duncan, B. N., Prados, A. I., Lamsal, L. N., Liu, Y., Streets, D. G., Gupta, P., ... Ziemba, L. D. (2014). 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, 94, 647–662. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.05.061>

EPI, 2020. Environmental Performance Index 2020 [WWW Document]. Yale Univ. URL <https://epi.yale.edu/epi-results/2020/component/epi>.

Health Effects Institute. 2020. State of Global Air 2020. Special Report. Boston, MA: Health Effects Institute.

[8] Kloog, I., Chudnovsky, A.A., Just, A.C., Nordio, F., Koutrakis, P., Coull, B.A., Lyapustin, A., Wang, Y., Schwartz, J., 2014. A new hybrid spatio-temporal model for estimating daily multi-year PM2.5 concentrations across northeastern USA using high resolution aerosol optical depth data. Atmos. Environ. 95, 581–590. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.07.014>

Lee, M., Kloog, I., Chudnovsky, A., Lyapustin, A., Wang, Y., Melly, S., Coull, B., Koutrakis, P., Schwartz, J., 2016. Spatiotemporal prediction of fine particulate matter using high-resolution satellite images in the Southeastern US 2003-2011. J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol. 26, 377–384. <https://doi.org/10.1038/jes.2015.41>

[9] Thanh N.T.N, Ha P.V, Truong N.X, Hieu P.D.T, Linh N.V, Báo cáo kỹ thuật về Phương pháp xây dựng bản đồ bụi PM2.5 toàn quốc, 2021

[10] Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2019. Quyết định về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI) ban hành ngày 12 tháng 11 năm 2019.

[11] Shrestha, R.M., Thi, N., Oanh, K., Shrestha, R.P., Rupakheti, M., Rajbhandari, S., Permadi, D.A., Kanabkaew, T., 2013. Atmospheric Brown Clouds (ABC) Emission Inventory Manual.

[14], [37], [42] [45] 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>

Khue, V.H.N., Quang, P.H., Hiep, N.D., Thuy, N.T.T., Tam, N.T., Hang, N.T.T., Dang, T.N., Bang, H.B., 2020. Poor air quality and its association with mortality in Ho Chi Minh city: Case study. Atmosphere. 2020, 11, 750. <https://doi.org/10.3390/atmos11070750>.

[15] World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

[16] Nghị định 92/2006/NĐ-CP về lập, phê duyệt và quản lý quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế-xã hội của Chính Phủ ban hành ngày 7 tháng 9 năm 2006

[17], [24] 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)

Vinh, Tr.T., Ha, P. V., Thanh, N.T.N., Thanh, P.X., Hung, B.Q., Anh, N.X., Thuy, N.T., 2018. Satellite Aerosol Optical Depth over Vietnam- An Analysis from VIIRS and CALIOP Aerosol Products 499–522. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67474-2_23

[18] WHO, 2006. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005. URL http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_S-DE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf;jsessionid=2CEBBDEF23C4433B3F9FFF262CD4828D?sequence=1

[24] 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>

[26], [27] Hien, T.T., Chi, N.D.T., Nguyen, N.T., Vinh, L.X., Takenaka, N., Huy, D.H., 2019. Current status of fine particulate matter (PM_{2.5}) in Vietnam's most populous city, Ho Chi Minh city. Aerosol Air Qual. Res. 19, 2239–2251. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2018.12.0471>

[28] [33] 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. International Journal of Remote Sensing. Volume 42, 2021 – Issue 16. <https://doi.org/10.1080/01431161.2021.193491>

[29] Hai Anh, D., Trong Anh, T., 2020. The Beneficial Impacts of COVID-19 Lockdowns on Air Pollution: Evidence from Vietnam. IZA Discussion Paper Series No. 13651. URL <http://ftp.iza.org/dp13651.pdf>

[30] 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>

[31] 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>

[32] Roy, S., Saha, M., Dhar, B., Pandit, S., Nasrin, R., 2021. Geospatial analysis of COVID-19 lockdown effects on air quality in the South and Southeast Asian region. Sci. Total Environ. 756, 144009. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144009>

[34] Suarez, I., Myllyvirta, L., 2020. COVID19 Lockdowns across Southeast Asia improve air quality – but not everywhere. [WWW Document]. URL <https://energyandcleanair.org/covid19-lockdowns-across-southeast-asia/>

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Amann, M., Klimont, Z., Ha, T.A., Rafaj, P., Gómez-sanabria, A., Nguyen, B., Nguyen, T., Thu, T., Thuy, K., Schöpp, W., Borken-kleefeld, J., Hoglund, L., Wagner, F., Sander, R., Heyes, C., Cofala, J., 2019. Future air quality in Ha Noi and northern Vietnam. IIASA Research Report. Laxenburg, Austria: RR-19-003. URL <http://pure.iiasa.ac.at/15803>

Bac, V.T., Lam, D.T., Thinh, N.T.H., Nhan, D.D., Quang, N.H., Hien, P.D., 2003. Study variation of PM-10 air pollution at Lang Meteorological Station, Hanoi Coded: CS/02/04-06. Hanoi Coded CS/02/04-06 VAEC- Annu. Rep. 2001-2002 159–167.

Bang, H.Q., Clappier, A., Road traffic emission inventory for air quality modelling and to evaluate the abatement strategies: A case of Ho Chi Minh

[37] World Bank, 2021a. Air Quality Management for Hanoi. Technical Report.

World Bank, 2021b: AIR QUALITY MONITORING AND SOURCE APPORTIONMENT STUDY HANOI 2019–2020. Technical Report.

[42] Khue, V.H.N., Quang, P.H., Hiep, N.D., Thuy, N.T.T., Tam, N.T., Hang, N.T.T., Dang, T.N., Bang, H.B., 2020. Poor air quality and its association with mortality in Ho Chi Minh city: Case study. Atmosphere. 2020, 11, 750. <https://doi.org/10.3390/atmos11070750>.

City, Vietnam. Atmos Environ., 2011. 45(3584-3593).

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>

Bộ Kế hoạch Đầu tư, 2018. Báo cáo nghiên cứu phân vùng phục vụ quy hoạch giai đoạn 2021-2030.

Báo TNMT, 2020. Hà Nội phần đầu hoàn thiện 81 trạm quan trắc không khí trong năm 2020. URL <https://baotaingyenmoitruong.vn/ha-noi-phần-đầu-hoàn-thiện-81-trạm-quan-trắc-không-khí-trong-năm-2020-298604.html>

Bộ TNMT, 2020. Thực trạng ô nhiễm không khí ở Việt Nam. Bộ Tài nguyên và Môi trường- Bản tin. URL <https://monre.gov.vn/Pages/thuc-trang-o-nhiem-khong-khi-o-viet-nam.aspx>

Bộ TNMT, 2007. Báo cáo môi trường quốc gia 2007 - MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ ĐÔ THỊ VIỆT NAM. URL <http://vea.gov.vn/detail?Sid=365>

Bộ TNMT, 2009. Viet Nam Assessment Report on climate change.

Bộ TNMT, 2013. Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng không khí xung quanh (QCVN 05:2013/BTNMT) được ban hành theo Thông tư số 32/2013/TT-BTNMT ngày 25/10/2013.

Bộ TNMT, 2014. Vietnam Urban Air Environment. Vietnam Publ. House Nat. Resour. Environ. Cartogr. Hanoi, Vietnam, 2014.

Bộ TNMT, 2015. Báo cáo Hiện trạng môi trường quốc gia giai đoạn 2011 – 2015.

Brauer, M., 2017. PM2.5 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>

Chen, Siyu, Zhang, Xiaorui, Lin, Jintai, Huang, Jianping, Zhao, Dan, Yuan, Tiangang, Huang, Kangning, Luo, Yuan, Jia, Zhuo, Zang, Zhou, Qiu, Yue'an, Xie, Li. Fugitive road dust PM2.5 emissions and their potential health impacts. environmental science & technology 2019 53 (14), 8455-8465.doi: 10.1021/acs.est.9b00666.

Co, H.X., Dung, N.T., Oanh, N.T.K., Hang, N.T., Phuc, N.H., Le, H.A., 2014. Levels and composition of ambient particulate matter at a mountainous rural site in northern Vietnam. Aerosol Air Qual. Res. 14, 1917–1928. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2013.09.0300>

Cowen, K., Kelly, T., Coutant, B., Riggs, K., 2001. Environmental Technology Verification Report MET ONE INSTRUMENTS BAM 1020 PARTICLE MONITOR. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.10.037>

Cohen, D.D., Crawford, J., Stelcer, E., Bac, V.T., 2010. Characterisation and source apportionment of fine particulate sources at Hanoi from 2001 to 2008. Atmos. Environ. 44, 320–328. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.10.037>

Dung, N.T., Hung, M.D., Dung, N.A., Le, N.C., 2021. An integrated approach for analyzing air quality monitoring data: a case study in Hanoi, Vietnam. Air Qual. Atmos. Heal. 14, 7–18. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00907-6>

GreenID, 2017. Báo cáo chất lượng không khí năm 2017. URL https://cleanairday.vn/wp-content/uploads/2019/04/AQR_VIE_FINAL.pdf

Hien, P.D., Binh, N.T., Truong, Y., Ngo, N.T., 1999. Temporal variations of source impacts at the receptor, as derived from air particulate monitoring data in Ho Chi Minh City, Vietnam. Atmos. Environ. 33, 3133–3142. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(98\)00337-9](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(98)00337-9)

Hien, P.D., Binh, N.T., Truong, Y., Ngo, N.T., Sieu, L.N., 2001. Comparative receptor modelling study of TSP, PM2 and PM2-10 in Ho Chi Minh City. Atmos. Environ. 35, 2669–2678. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(00\)00574-4](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00574-4)

Hien, T.H., Chi, N.D.T., Nguyen, T.N., Vinh, L.X., Takenaka, N., Huy, D.H., Current Status of Fine Particulate Matter (PM2.5) in Vietnam's Most Populous City, Ho Chi Minh City. Aerosol Air Qual. Res., 2019. 19: p. 2239–2251.

Ho Quoc Bang, Hoang Ngoc Khue Vu, Thoai Tam

Nguyen. Current research on air quality, policy, needs and opportunities for collaboration. Workshop on: French Environment Booster in ASEAN. Atelier préparatoire- Qualité de l'Air. 23/4/2021.

Hồ Quốc Bằng (2010). Optimal methodology to generate road traffic emissions for air quality modeling: Application to Ho Chi Minh city. Luận án Tiến sĩ tại Đại học Bách Khoa Liên bang Lausanne (EPFL), Thụy Sĩ. 2010.

Hồ Minh Dũng (2011). Ô nhiễm không khí do hoạt động giao thông ở thành phố Hồ Chí Minh: Xác định hệ số phát thải chất ô nhiễm và mô hình hóa chất lượng không khí. Luận án tiến sĩ tại Viện Môi trường và Tài Nguyên, ĐHQG TP HCM. 2011.

Hopke, P.K., Cohen, D.D., Begum, B.A., Biswas, S.K., Ni, B., Pandit, G.G., Santoso, M., Chung, Y.S., Davy, P., Markwitz, A., Waheed, S., Siddique, N., Santos, F.L., Pabroa, P.C.B., Seneviratne, M.C.S., Wimolwatatanapun, W., Bunprapob, S., Vuong, T.B., Duy Hien, P., Markowicz, A., 2008. Urban air quality in the Asian region. Sci. Total Environ. 404, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.05.039>

HUHP, VNU-UET, Live&Learn & USAID, 2021. Báo cáo – Nghiên cứu tác động ô nhiễm không khí do bụi PM2.5 lên sức khỏe cộng đồng tại Hà Nội. Báo cáo được phối hợp thực hiện bởi Đại học Y tế Công cộng (HUPH), Trường Đại học Công nghệ- Đại học Quốc gia Hà Nội, Trung tâm Sống và Học tập vì Môi trường và Cộng đồng (Live&Learn) trong khuôn khổ dự án “Chung tay vì Không khí Sạch” do Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID) tài trợ.

Huong Giang, N.T., Kim Oanh, N.T., 2014. Roadside levels and traffic emission rates of PM2.5 and BTEX in Ho Chi Minh City, Vietnam. Atmos. Environ. 94, 806–816. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.05.074>

Huy, D.H., Chi, N.D.T., Phu, N.L.S., Hien, T.T, Bụi PM2.5 ở Thành phố Hồ Chí Minh: Phân tích hiện trạng và quy luật biến đổi theo thời gian dựa trên số liệu đo liên tục 2013-2017. Science & Technology Development: Natural Sciences, 2018. 2 (5): p. 130-137.

Huy, L.N. (2021). Development of Attested and Readily Publicised Air Pollution Emission Inventories Database for Southeast Asia. (AIT's Dissertation). Asian Institute of Technology, Thailand.

Huy, L. N., & Kim Oanh, N. T. (2017). Assessment of national emissions of air pollutants and climate forcers from thermal power plants and industrial activities in Vietnam. Atmospheric Pollution Research, 8(3), 503-513. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apr.2016.12.007>

Huynh, V.H., Thi, N., Oanh, K., 2014. Development of bottom-up emission inventory for vehicle fleet in Ho Chi Minh City to assess potential co-benefits to air quality and climate. AtmosPheric composition and the asian monsoon (ACAM).

IQAir, 2020. World Air Quality Report. 2019. URL <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities/world-air-quality-report-2019-en.pdf>

Ke, H.L.C., Van Trang, H.T., Tuong, T.N., Dang, N. Le, 2010. Detecting air pollution in Vietnam by optical satellite images. 31st Asian Conf. Remote Sens. 2010, ACRS 2010 2, 1011–1018.

Khue, V.H.N., Quang, P.H., Hiep, N.D., Thuy, N.T.T., Tam, N.T., Hang, N.T.T., Dang, T.N., Bang, H.B., 2020. Poor air quality and its association with mortality in Ho Chi Minh city: Case study. Atmosphere. 2020, 11, 750. <https://doi.org/10.3390/atmos11070750>.

Kim Oanh, N.T., Upadhyay, N., Zhuang, Y.H., Hao, Z.P., Murthy, D.V.S., Lestari, P., Villarin, J.T., Chengch-

ua, K., Co, H.X., Dung, N.T., Lindgren, E.S., 2006. Particulate air pollution in six Asian cities: Spatial and temporal distributions, and associated sources. *Atmos. Environ.* 40, 3367–3380. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.01.050>

Kim Oanh N. T., Thuy Ly Bich, Danutawat Tipayaron, Bhai R. Manadhar, Pongkiatkul Prapat, Christopher D. Simpson, L-J Sally Liu (2010). Source Characterization of Aerosol Emission from Field Burning of Rice Straw. *Atmospheric Environment*, 45 (2), pp. 493-502. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.09.023>.

Lâm, H.T., Rönmark, E., Vãn Tng, N., Ekerljung, L., Kim Chúc, N.T., Lundbäck, B., 2011. Increase in asthma and a high prevalence of bronchitis: Results from a population study among adults in urban and rural Vietnam. *Respir. Med.* 105, 177–185. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2010.10.001>

Luong, L.M.T., Phung, D., Sly, P.D., Morawska, L., Thai, P.K., 2017. The association between particulate air pollution and respiratory admissions among young children in Hanoi, Vietnam. *Sci. Total Environ.* 578, 249–255. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.012>

Luong, L.M.T., Phung, D., Dang, T.N., Sly, P.D., Morawska, L., Thai, P.K., 2018. Seasonal association between ambient ozone and hospital admission for respiratory diseases in Hanoi, Vietnam. *PLoS One* 13, 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203751>

Mehta, S., Ngo, L.H., Van Dzung, D., Cohen, A., Thach, T.Q., Dan, V.X., Tuan, N.D., Giang, L.T., 2013. Air pollution and admissions for acute lower respiratory infections in young children of Ho Chi Minh City. *Air Qual. Atmos. Heal.* 6, 167–179. <https://doi.org/10.1007/s11869-011-0158-z>

Nhung, N.T.T., Schindler, C., Dien, T.M., Probst-Hensch, N., Perez, L., Künzli, N., 2018. Acute effects of ambient air pollution on lower respiratory infections in Hanoi children: An eight-year time series study. *Environ. Int.* 110, 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.10.024>

Phuc, N.H., Kim Oanh, N.T., 2018. Determining factors for levels of volatile organic compounds measured in different microenvironments of a heavy traffic urban area. *Sci. Total Environ.* 627, 290–303. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.216>

PAM Air, Báo cáo kỹ thuật – Quy trình đảm bảo chất lượng số liệu QA/QC cho thiết bị cảm biến theo dõi chất lượng không khí PAM Air- Model PAS-OA 318/320.

Phung, D., Hien, T.T., Linh, H.N., Luong, L.M.T., Morawska, L., Chu, C., Binh, N.D., Thai, P.K., 2016. Air pollution and risk of respiratory and cardiovascular hospitalizations in the most populous city in Vietnam. *Sci. Total Environ.* 557–558, 322–330. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.070>

Randerson, J.T., Werf, G.R. van der, L. Giglio, G.J.C., Kasibhatla, P.S., 2017. Global Fire Emissions Database, Version 4.1 (GFEDv4). <https://doi.org/10.3334/ORNLDAAAC/1293>.

TCTK, 2020. Niên giám thống kê Hồ Chí Minh 2019.

TCTK, 2019. Niên giám thống kê đầy đủ 2019.

Thuy, L.B., Matsumi, Y., Nakayama, T., Sakamoto, Y., Kajii, Y., Nghiem, T.D., 2018. Characterizing PM2.5 in Hanoi with new high temporal resolution sensor. *Aerosol Air Qual. Res.* 18, 2487–2497. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2017.10.0435>

Thuy, L.B., Matsumi, Y., Nakayama, T., Sakamoto, Y., Kajii, Y., Dung, N.T., 2018. Characterizing PM2.5 in

Hanoi with new high temporal resolution sensor. *Aerosol Air Qual. Res.* 18, 2487–2497. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2017.10.0435>

Thuy, T.T., Nguyen, T.D.H., Nguyen, T.A.T., Trinh, T.T., 2018. Research on Effects of Temperature Inversions to Concentration of Particulate Matter (PM2.5) in the Atmosphere in Hanoi. *VNU J. Sci.* 3, 1–9.

Trang, T.T., Van, H.H., Oanh, N.T.K., 2015. Traffic emission inventory for estimation of air quality and climate co-benefits of faster vehicle technology intrusion in Hanoi, Vietnam. *Carbon Manag.* 6, 117–128. <https://doi.org/10.1080/17583004.2015.1093694>

Truc, V.T.Q., Kim Oanh, N.T., 2007. Roadside BTEX and other gaseous air pollutants in relation to emission sources. *Atmos. Environ.* 41, 7685–7697. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.06.003>

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. *International Journal of Remote Sensing. Volume 42, 2021 – Issue 16.* <https://doi.org/10.1080/01431161.2021.1934911>

Van Ha, P., Truong, N.X., Laffly, D., Jourdan, A., Nhat Thanh, N.T., 2019. Evaluation of maximum likelihood estimation and regression methods for fusion of multiple satellite aerosol optical depth data over Vietnam. *Proc. 2019 11th Int. Conf. Knowl. Syst. Eng. KSE 2019* 1–6. <https://doi.org/10.1109/KSE.2019.8919417>

Vân, T.T., Bình, T.T., Bảo, H.D.X., 2012. Nghiên cứu khả năng phát hiện ô nhiễm bụi trên khu vực đô thị bằng công nghệ viễn thám nhằm hỗ trợ quan trắc môi trường không khí 33–47.

Vinh, Tr.T., Ha, P. V., Thanh, N.T.N., Thanh, P.X., Hung, B.Q., Anh, N.X., Thuy, N.T., 2018. Satellite Aerosol Optical Depth over Vietnam- An Analysis from VIIRS and CALIOP Aerosol Products 499–522. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67474-2_23

WHO, 2006. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005. URL http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_S-DE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf;jsessionid=2CEBBDEF23C4433B3F9FFF262CD4828D?sequence=1

WHO, 2018. Air pollution in Viet Nam [WWW Document]. URL <https://www.who.int/vietnam/health-topics/air-pollution>

Zimmerman, N., Presto, A., Kumar, S., Gu, J., Hauryliuk, A., Robinson, E., Robinson, A., Subramanian, R., 2017. Closing the gap on lower cost air quality monitoring: machine learning calibration models to improve low-cost sensor performance. *Atmos. Meas. Tech. Discuss.* 1–36. <https://doi.org/10.5194/amt-2017-260>

VỀ NHÓM 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 Trung tâm Sống và Học tập vì Môi trường và Cộng đồng (Live&Learn) dưới sự cổ vũ và hợp tác của các chuyên gia trong và ngoài nước.

Nhóm nghiên cứu thuộc Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội (VNU-UET) là đơn vị tiên phong ứng dụng công nghệ thông tin, viễn thám và mô hình hóa trong đánh giá hiện trạng bụi $PM_{2.5}$ ở Việt Nam. Hướng nghiên cứu của nhóm bao gồm xây dựng bản đồ ô nhiễm không khí dựa trên các sản phẩm vệ tinh và dữ liệu phụ trợ từ quy mô quốc gia đến địa phương; Mô hình hóa ô nhiễm không khí sử dụng mô hình vận chuyển hóa học và mô hình lan truyền (WRF/Chem, CMAQ, CAMx, HYSPLIT...); kiểm kê phát thải từ hình ảnh vệ tinh; phát triển mạng lưới cảm biến chi phí thấp; và triển khai hệ thống WebGIS để cung cấp thông tin về chất lượng không khí.

Trực tiếp xây dựng một phần nội dung báo cáo còn có GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh và các cộng sự đóng góp các phần liên quan đến kiểm kê phát thải $PM_{2.5}$ và SOx cho toàn quốc và đóng góp nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ cho các thành phố Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh năm 2018; và sự tham gia của PGS. TS. Hồ Quốc Bằng và các cộng sự cho nội dung về Đóng góp nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ của TP. Hồ Chí Minh năm 2017.

Xuyên suốt quá trình xây dựng và hoàn thiện báo cáo này, nhóm thực hiện đã nhận được sự đồng hành và cổ vũ chuyên môn từ các chuyên gia nhiều năm kinh nghiệm trong nghiên cứu về ô nhiễm không khí và quản lý nhà nước về môi trường nói chung. Bản thảo khung báo cáo đầu tiên đã được tham vấn trực tiếp với các chuyên gia vào tháng 12/2020 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 cổ vũ và nhận được các góp ý rất chi tiết qua thư điện tử và góp ý trực tiếp, thảo luận sâu từ tháng 6- 9/2021.

Báo cáo được hoàn thiện vào tháng 10/2021 và công bố vào tháng 12/2021 trong khuôn khổ dự án “Chung tay vì Không khí Sạch” do Cơ quan Phát triển Quốc tế Hoa Kỳ (USAID) tài trợ với sự điều phối của Live&Learn nhằm nỗ lực thúc đẩy các hành động chung tay của các bên liên quan, từ các cơ quan chính phủ, nhà khoa học tới các doanh nghiệp, trường học, các nhóm cộng đồng để cải thiện chất lượng không khí.

Danh sách các 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: Giới thiệu, Phương pháp và Dữ liệu, Hiện trạng chất lượng không khí Việt Nam, Chất lượng không khí thời kỳ giãn cách xã hội do COVID 19, Khuyến nghị, và các phần phụ lục khác.

PGS. TS. Nguyễn Thị Nhật Thanh	ThS. Phan Anh
ThS. NCS. Phạm Văn Hà	HVCH. Ngô Xuân Trường
ThS. Đỗ Thị Như Ngọc	Phan Đăng Trung Hiếu
ThS. NCS. Trần Tuấn Vinh	Nguyễn Văn Linh

Nhóm nghiên cứu tại Viện Công nghệ Châu Á, Thái Lan (Asian Institute of Technology - AIT): Phát triển và đóng góp các nội dung về Kiểm kê phát thải bụi $PM_{2.5}$ và SOx quy mô toàn quốc và nguồn thải bụi $PM_{2.5}$ ở Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh năm 2018

GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh
TS. Lại Nguyễn Huy
ThS. NCS. Nguyễn Nhật Hà Chi

Nhóm nghiên cứu tại Trung tâm Nghiên cứu ô nhiễm không khí và BĐKH, Viện Môi trường và Tài nguyên - Đại học Quốc Gia TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam: Phát triển và đóng góp các nội dung về Kiểm kê phát thải $PM_{2.5}$ tại TP. Hồ Chí Minh năm 2017

PGS. TS. Hồ Quốc Bằng
ThS. NCS. Vũ Hoàng Ngọc Khuê

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 Quỳnh Giao
Nguyễn Thị Phương Nhung	Nguyễn Hà Đan Quế

BAN CỐ VẤN

Chuyên gia	Đơn vị công tác
GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh	Viện Công nghệ châu Á, Thái Lan- AIT
TS. Hoàng Dương Tùng	Mạng lưới Không khí sạch Việt Nam- VCAP
PGS.TS. Hồ Quốc Bằng	Viện Môi trường và Tài nguyên, ĐHQG TP. Hồ Chí Minh
PGS.TS. Tô Thị Hiền	Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh
TS. Lý Bích Thủy	Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

CHUYÊN GIA GÓP Ý

Chuyên gia	Đơn vị công tác
PGS. TS. Nghiêm Trung Dũng	Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội
GS. TS. Hoàng Xuân Cơ	CEMM
TS. Nguyễn Thị Trang Nhung	Trường Đại học Y tế Công cộng

PHỤ LỤC A - PHƯƠNG PHÁP VÀ DỮ LIỆU
NỒNG ĐỘ BỤI PM_{2.5} TỪ MÔ HÌNH MEM

1.Phương pháp xây dựng bản đồ phân bố nồng độ bụi PM_{2.5}

Phương pháp xây dựng bản đồ phân bố nồng độ bụi PM_{2.5} dùng trong báo cáo này được kế thừa từ kết quả đề tài Đánh giá tác động ô nhiễm không khí lên sức khỏe sử dụng cách tiếp cận tích hợp từ công nghệ ảnh viễn thám (Quỹ phát triển Khoa học & Công nghệ quốc gia- NAFOSTED, Mã số: 102.99-2016.22). Bản đồ phân bố 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- 2020. Dữ liệu đầu vào bao gồm quan trắc tại mặt đất, sản phẩm ảnh vệ tinh (AOD), các bản đồ khí tượng (nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, PBLH...), các bản đồ sử dụng đất (mật độ dân số, mật độ giao thông, chỉ số thực vật). Mô hình thống kê tìm ra mối quan hệ giữa các lớp dữ liệu đầu vào với quan trắc PM_{2.5} tại trạm theo các hàm toán học. Các bước cần thực hiện để xây dựng bản đồ bao gồm: tiền xử lý và tăng cường chất lượng dữ liệu, tích hợp dữ liệu, xây dựng và kiểm chứng mô hình, ước tính và kiểm chứng bản đồ hàng ngày (Nguyen và cộng sự, 2021). Một số kết quả bước đầu về phương pháp xây dựng bản đồ phân bố nồng độ bụi PM_{2.5} toàn quốc đã được xuất bản trong tạp chí danh mục ISI uy tín (Nguyen và cộng sự, 2015). Các kết quả nghiên cứu mới trong phát triển bản đồ phân bố nồng độ bụi PM_{2.5}, được sử dụng để phân tích trong báo cáo này, có chất lượng tốt hơn do sử dụng công nghệ và dữ liệu mới, đang được tổng hợp để xuất bản trong thời gian tới.

Các bản đồ phân bố nồng độ bụi PM_{2.5} theo ngày được tổng hợp thành các bản đồ trung bình tháng, trung bình năm 2019 và 2020 tại Việt Nam với độ phân giải không gian 3x3km. Các bản đồ này được sử dụng cho phân tích hiện trạng ô nhiễm PM_{2.5} ở phạm vi toàn quốc, miền (Bắc, Trung và Nam) theo tỉnh/thành phố, và hai đô thị đặc biệt (Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh). Các hình vẽ, biểu đồ được sử dụng nhằm trực quan hóa sự phân bố của PM_{2.5} theo không gian giữa các khu vực, địa phương khác nhau.

2. Dữ liệu nồng độ PM_{2.5} trung bình năm giai đoạn 2019 - 2020

Bảng 3. Nồng độ PM_{2.5} trung bình năm tại 63 tỉnh/ thành phố trên cả nước năm 2019 và 2020

VÙNG	TỈNH/ THÀNH	2019				2020			
		THẤP NHẤT	TRUNG VỊ	TRUNG BÌNH	CAO NHẤT	THẤP NHẤT	TRUNG VỊ	TRUNG BÌNH	CAO NHẤT
TRUNG DU VÀ MIỀN NÚI PHÍA BẮC	BẮC GIANG	18,7	24,4	26,1	37,5	16,4	21,2	22,6	32,5
	PHÚ THỌ	17,3	25,0	24,5	30,4	14,8	21,6	20,9	25,3
	THÁI NGUYÊN	16,3	21,4	22,0	34,2	13,9	18,4	18,9	30,0
	HÒA BÌNH	15,1	19,6	20,4	29,9	12,9	17,0	17,7	25,7
	LẠNG SƠN	15,2	19,5	19,4	26,6	13,0	16,8	16,6	23,0
	TUYÊN QUANG	15,5	18,5	19,4	28,6	13,2	15,6	16,2	23,6
	LÀO CAI	14,2	18,9	19,1	24,3	12,1	16,7	16,8	21,8

VÙNG	TỈNH/ THÀNH	2019				2020			
		THẤP NHẤT	TRUNG VỊ	TRUNG BÌNH	CAO NHẤT	THẤP NHẤT	TRUNG VỊ	TRUNG BÌNH	CAO NHẤT
TRUNG DU VÀ MIỀN NÚI PHÍA BẮC	YÊN BÁI	14,1	18,4	18,7	25,9	12,1	16,1	16,3	22,6
	CAO BẰNG	15,4	17,9	18,0	20,3	13,0	14,9	15,0	16,9
	HÀ GIANG	15,5	17,6	17,7	20,5	13,3	15,3	15,3	17,3
	SƠN LA	12,8	17,0	16,9	20,8	10,8	14,3	14,2	17,0
	BẮC KẠN	14,4	16,0	16,3	19,4	12,3	13,4	13,6	16,3
	LAI CHÂU	12,0	15,0	15,0	18,3	10,1	12,5	12,6	15,7
	ĐIỆN BIÊN	11,8	14,8	14,6	17,6	9,9	12,3	12,2	15,0
ĐỒNG BẰNG SÔNG HỒNG	BẮC NINH	34,7	38,1	38,0	40,6	30,0	33,2	33,0	35,5
	HƯNG YÊN	33,3	37,4	37,4	41,0	28,7	32,6	32,7	35,8
	HẢI DƯƠNG	29,5	36,2	35,9	40,1	25,5	31,5	31,2	34,9
	HÀ NỘI	24,5	34,2	33,7	40,3	21,0	29,8	29,0	34,5
	THÁI BÌNH	27,4	33,4	33,1	36,2	24,7	29,5	29,3	32,0
	NAM ĐỊNH	27,7	33,4	33,1	34,8	24,8	29,8	29,4	31,3
	HÀ NAM	27,5	32,4	32,1	34,4	24,1	28,1	27,8	30,0
	HẢI PHÒNG	21,5	32,6	32,0	36,2	19,4	28,7	28,2	31,7
	NINH BÌNH	21,9	32,1	31,4	34,9	18,9	27,9	27,5	31,9
	VĨNH PHÚC	24,7	30,8	31,1	36,1	20,7	25,9	26,1	30,8
	QUẢNG NINH	14,7	20,0	21,4	35,0	12,8	17,3	18,5	30,2
BẮC TRUNG BỘ VÀ DUYÊN HẢI MIỀN TRUNG	THANH HÓA	12,1	20,9	21,9	37,2	10,4	18,3	19,1	32,3
	HÀ TĨNH	12,2	20,0	20,4	31,8	11,0	17,9	18,6	29,2
	NGHỆ AN	10,7	15,3	18,4	33,2	9,4	13,7	16,5	30,6
	ĐÀ NẴNG	13,3	17,3	17,5	23,9	11,9	15,1	15,3	20,9
	THỪA THIÊN HUẾ	10,6	15,8	16,0	22,9	9,4	13,6	13,8	19,6
	QUẢNG TRỊ	11,0	15,9	16,0	22,3	9,6	14,2	14,1	19,8
	QUẢNG NGÃI	11,9	15,6	15,8	20,2	10,6	13,3	13,5	17,3
	BÌNH THUẬN	9,0	15,9	15,7	19,4	8,0	14,1	14,0	17,6
	KHÁNH HÒA	11,4	15,5	15,2	18,3	9,6	12,9	12,7	15,5
	BÌNH ĐỊNH	11,5	14,9	15,0	19,4	10,1	12,7	12,8	16,7
	NINH THUẬN	12,1	14,9	14,8	16,2	10,3	12,5	12,5	13,6
	PHÚ YÊN	11,1	14,3	14,2	16,4	9,8	12,4	12,2	14,2
	QUẢNG BÌNH	9,8	13,8	14,1	21,5	8,7	12,4	12,5	18,7
	QUẢNG NAM	9,8	12,6	13,5	25,2	8,7	11,0	11,8	21,7

VÙNG	TỈNH/ THÀNH	2019				2020			
		THẤP NHẤT	TRUNG VỊ	TRUNG BÌNH	CAO NHẤT	THẤP NHẤT	TRUNG VỊ	TRUNG BÌNH	CAO NHẤT
TÂY NGUYÊN	ĐẮK LẮK	11,1	15,3	15,3	19,2	9,5	13,1	13,0	16,4
	GIA LAI	11,3	15,0	15,3	21,8	9,9	12,9	13,1	18,6
	LÂM ĐỒNG	11,1	14,8	14,7	17,8	9,4	12,7	12,7	15,1
	ĐẮK NÔNG	11,2	12,9	13,1	16,7	9,4	11,2	11,2	14,2
	KONTUM	10,2	13,1	13,0	17,3	9,0	11,2	11,2	14,5
ĐÔNG NAM BỘ	HỒ CHÍ MINH	20,2	26,8	26,6	32,1	17,9	23,7	23,5	28,5
	BÌNH DƯƠNG	18,1	25,1	26,0	32,9	16,1	22,6	23,3	29,1
	BÀ RỊA - VŨNG TÀU	19,2	22,7	22,4	25,1	17,6	20,3	20,2	22,7
	ĐỒNG NAI	13,4	20,7	21,1	32,6	11,5	18,6	18,8	28,4
	TÂY NINH	18,1	20,9	21,1	24,8	15,7	18,7	18,8	22,5
	BÌNH PHƯỚC	12,4	16,0	16,5	24,8	10,8	14,2	14,6	22,0
ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG	LONG AN	15,5	17,9	18,9	26,9	14,3	16,4	17,3	23,6
	TIỀN GIANG	15,9	18,3	18,2	22,7	14,8	16,8	16,7	20,4
	BẾN TRE	15,9	17,6	17,5	18,8	14,0	16,0	15,9	17,2
	VĨNH LONG	16,1	17,4	17,3	18,4	14,5	15,9	15,8	16,6
	CẦN THƠ	15,9	16,8	16,8	17,4	14,3	15,4	15,5	16,0
	ĐỒNG THÁP	15,6	16,5	16,6	17,9	14,5	15,5	15,5	16,4
	AN GIANG	14,3	16,7	16,3	17,4	13,0	15,6	15,2	16,2
	HẬU GIANG	14,9	15,8	15,8	16,6	13,5	14,2	14,2	15,1
	KIÊN GIANG	9,6	15,8	15,8	18,0	8,5	14,2	14,1	15,8
	TRÀ VINH	15,0	15,7	15,7	17,2	13,0	14,0	14,1	15,5
	SÓC TRĂNG	14,1	14,8	14,9	16,2	12,5	13,3	13,4	14,6
	BẠC LIÊU	14,1	14,6	14,6	15,5	12,4	12,9	12,9	14,1
	CÀ MAU	11,4	13,6	13,6	15,1	9,5	11,7	11,7	13,1

Bảng 4. Nồng độ $PM_{2,5}$ trung bình năm 2020 cấp quận/huyện tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh

HÀ NỘI			
QUẬN/ HUYỆN	NỒNG ĐỘ $PM_{2,5}$	QUẬN/ HUYỆN	NỒNG ĐỘ $PM_{2,5}$
GIA LÂM	33,6	HÀ ĐÔNG	31,5
HAI BÀ TRƯNG	32,9	HOÀI ĐỨC	31,0
LONG BIÊN	32,9	MÊ LINH	30,9
HOÀNG MAI	32,9	ĐAN PHƯỢNG	30,8
HOÀN KIẾM	32,9	SÓC SƠN	30,7
ĐỐNG ĐA	32,9	THANH OAI	30,5
BA ĐÌNH	32,8	PHÚ XUYỀN	29,7
TÂY HỒ	32,7	PHÚC THỌ	29,3
THANH XUÂN	32,7	QUỐC OAI	27,9
CẦU GIẤY	32,5	CHƯƠNG MỸ	27,8
THANH TRÌ	32,5	ỨNG HÒA	27,6
ĐÔNG ANH	32,3	THẠCH THẤT	26,6
BẮC TỪ LIÊM	32,2	SƠN TÂY	26,5
NAM TỪ LIÊM	32,1	MỸ ĐỨC	25,2
THƯỜNG TÍN	31,7	BA VÌ	24,1

TP. HỒ CHÍ MINH			
QUẬN/ HUYỆN	NỒNG ĐỘ $PM_{2,5}$	QUẬN/ HUYỆN	NỒNG ĐỘ $PM_{2,5}$
THỦ ĐỨC	27,4	QUẬN 7	24,9
QUẬN 12	26,7	CỦ CHI	24,9
BÌNH THẠNH	26,4	QUẬN 10	24,8
QUẬN 9	26,3	TÂN PHÚ	24,7
GÒ VẤP	26,3	QUẬN 5	24,6
QUẬN 2	25,7	QUẬN 11	24,4
PHÚ NHUẬN	25,6	QUẬN 6	24,0
QUẬN 1	25,4	NHÀ BÈ	23,9
TÂN BÌNH	25,3	QUẬN 8	23,8
QUẬN 3	25,3	BÌNH TÂN	23,7
HÓC MÔN	25,3	BÌNH CHÁNH	22,8
QUẬN 4	25,2	CẦN GIỜ	21,4

3. Đảm bảo chất lượng và kiểm soát chất lượng đối với dữ liệu

Để xây dựng bản đồ phân bố nồng độ bụi PM_{2.5}, dữ liệu đầu vào được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau (vệ tinh, trạm mặt đất, khí tượng, sử dụng đất...). Dữ liệu trạm mặt đất được làm sạch, chuẩn hóa, lọc bỏ dữ liệu ngoại lai (outlier). Dữ liệu vệ tinh được đánh giá, so sánh với trạm mặt đất đồng thời được nghiên cứu tích hợp nhiều sản phẩm vệ tinh nhằm tăng cường chất lượng cũng như độ che phủ không gian. Mô hình thống kê xây dựng để ước tính bản đồ nồng độ bụi PM_{2.5} cũng được đánh giá và thực hiện kiểm chứng chéo (10-fold cross validation).

Các bản đồ mô hình hóa trung bình năm 2019, 2020 được so sánh với dữ liệu trạm mặt đất để kiểm chứng chất lượng. Các tham số thống kê được sử dụng để so sánh, đánh giá gồm có sai số Root Mean Square Error (RMSE) và Mean Relative Error (MRE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (y_t - x_t)^2}$$
$$MRE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{|y_t - x_t|}{y_t} \cdot 100\%$$

(1)

(2)

Trong đó x_t, y_t tương ứng là giá trị trích xuất trên bản đồ bụi PM_{2.5} và giá trị quan trắc tại trạm.

Kết quả đánh giá bản đồ trung bình năm 2019, 2020 với các trạm mặt đất (sáu trạm VEA tại Hà Nội, Phú Thọ, Quảng Ninh, Huế, Đà Nẵng, Khánh Hòa), hai trạm ĐSQ Mỹ, LSQ Mỹ và một trạm HN EPA (Trung Yên) cho thấy sai số RMSE, RE trong năm 2019 đạt 5,09 µg/m³ (tương ứng với sai số tương đối là 14,3%) và trong năm 2020 đạt 6,95 µg/m³ (tương ứng với sai số tương đối là 24,16%). Các đánh giá chi tiết vui lòng xem tại báo cáo kỹ thuật (Nhóm nghiên cứu Trường Đại học Công Nghệ, 2021).

PHỤ LỤC B - PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ VÀ TÍNH TOÁN NỒNG ĐỘ BỤI PM_{2.5} TRUNG BÌNH TẠI TRẠM QUAN TRẮC

1. Phương pháp tiền xử lý và tính toán nồng độ bụi PM_{2.5} trung bình từ các trạm quan trắc

Việc tính toán thống kê dữ liệu các trạm cảm biến được thực hiện tuần tự như sau:

- **Bước 1:** Lọc các giá trị bất thường (< 3 hoặc > 300 µg/m³) và lọc độ đầy đủ dữ liệu trên số liệu giờ. Ngưỡng lọc được chọn là 70% để tính trung bình ngày. Dưới ngưỡng này, số dữ liệu giờ có được trong ngày sẽ coi là không đủ để đại diện cho ngày đó và sẽ bị loại bỏ.
- **Bước 2:** Tính giá trị trung bình ngày từ dữ liệu trung bình giờ đã lọc.

- **Bước 3:** Lọc độ đầy đủ dữ liệu trên đơn vị thời gian ngày tương tự bước 1. Ngưỡng lọc được chọn là 70% để tính trung bình tháng.
- **Bước 4:** Tính giá trị trung bình tháng từ dữ liệu trung bình ngày đã lọc.
- **Bước 5:** Lọc độ đầy đủ dữ liệu trên đơn vị thời gian tháng tương tự bước 1. Ngưỡng lọc được chọn là 70% để tính trung bình năm.
- **Bước 6:** Tính giá trị trung bình năm từ dữ liệu trung bình tháng đã lọc.

2. Phương pháp quy đổi giá trị trung bình 24 giờ của bụi PM_{2.5} sang Chỉ số Chất lượng Không khí Việt Nam (VN_AQI)

Việc quy đổi giá trị trung bình 24 giờ của bụi PM_{2.5} sang thang màu VN_AQI được tính toán từ công thức tính VN_AQI của Hướng dẫn kỹ thuật của Bộ TNMT năm 2019, cụ thể ở **Bảng 5**

Bảng 5. Bảng quy đổi thang màu nồng độ PM2.5 theo giá trị VN_AQI

CLKK	Khoảng giá trị AQI	Nồng độ PM _{2.5} (µg/m ³)	Ảnh hưởng tới sức khỏe con người
TỐT	0÷50	0÷25	Chất lượng không khí tốt, không ảnh hưởng 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 các 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 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.

3. Đảm bảo dữ liệu các trạm quan trắc

a. Đối với dữ liệu từ các trạm ĐSQ Mỹ và LSQ Mỹ

Hai trạm quan trắc ĐSQ Mỹ và LSQ Mỹ sử dụng thiết bị BAMs để đo bụi PM_{2.5}. Đây là một thiết bị đo nồng độ bụi PM_{2.5} gián tiếp thông quan việc đo sự suy giảm Beta. Trước khi tiến hành lấy mẫu bụi, băng lọc sạch (dùng

để thu bụi) của thiết bị BAMs sẽ được chiếu một nguồn beta 14C nhỏ (60 µCi) đi qua nhằm xác định cường độ tia Beta ban đầu khi chưa có bụi trên băng lọc. Sau đó, băng lọc này sẽ được đưa vào ống lấy mẫu. Tiếp theo, tiến hành mở bơm hút với lưu lượng 16,7 lít/phút, các hạt bụi sẽ được hút vào đầu vào của bộ lấy mẫu phía trên, tại đây các hạt PM_{2.5} được tách ra khỏi dòng khí và lắng đọng trên giấy lọc. Khi hoàn thành giai đoạn lấy mẫu, băng lọc được đưa trở lại vị trí ban đầu và quá trình truyền tia beta được đo lại. Sự khác biệt giữa cường độ tia Beta của hai phép đo được sử dụng để xác định nồng độ PM_{2.5} (Cowen, 2001). Các thông tin về nguyên lý làm việc của thiết bị đo BAMs tại 2 trạm ĐSQ Mỹ và LSQ Mỹ được mô tả rõ ràng, nhưng các thông tin về quy trình kiểm soát và đánh giá chất lượng dữ liệu QA/QC không được công bố.

b. Đối với dữ liệu từ các trạm cảm biến

Các thiết bị được PAMAir sử dụng để quan trắc CLKK sử dụng công nghệ tán xạ ánh sáng (light scattering) để đo nồng độ bụi mịn. Mỗi thiết bị trước khi xuất xưởng đều được căn chỉnh với thiết bị TSI DustTrack. Các vị trí lắp đặt thiết bị sẽ cần đảm bảo các tiêu chí được PAMAir đề ra. Các thiết bị sau khi đc lắp đặt sẽ được bảo dưỡng định kỳ 3-6 tháng một lần và các cảm biến đo bụi mịn được đặt trong thiết bị sẽ được thay thế sau 1 năm hoạt động. Trong quá trình các trạm hoạt động, các trạm sẽ thường xuyên được so sánh với số liệu từ trạm quan trắc CLKK cố định (Reference Air Quality Monitoring Station). Định kỳ 3 tháng, các thiết bị đang hoạt động sẽ được chọn ngẫu nhiên để so sánh song song và hiệu chỉnh với thiết bị TSI DustTrack II và sẽ thực hiện hiệu chỉnh nếu thiết bị không đáp ứng được mục tiêu chất lượng hoặc xảy ra các trường hợp đo được các số liệu bất thường. Tuy nhiên, đánh giá chi tiết và định lượng về quá trình vận hành và kiểm soát chất lượng dữ liệu của các trạm PAMAir không được công bố.

Đối với các trạm cảm biến của AirVisual, ĐHQG TP. Hồ Chí Minh, nhóm nghiên cứu không có thông tin về QA/QC.

PHỤ LỤC C - PHƯƠNG PHÁP VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ KIỂM KÊ PHÁT THẢI BỤI PM_{2.5}

1. Kiểm kê phát thải quy mô toàn quốc, Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh năm 2018

a. Phương pháp

Kết quả kiểm kê này được GS. TS. Nguyễn Thị Kim Oanh và TS. Lại Nguyễn Huy tính toán nhằm phục vụ cho báo cáo này. Kiểm kê phát thải PM_{2.5} (và SOx) năm 2018 cho từng tỉnh Việt Nam bao gồm Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh được tính toán từ dữ liệu hoạt động của các nguồn thải được thu thập kết hợp với hệ số phát thải (EFs) được chọn thích hợp cho các nguồn thải địa phương.

Mô hình tính toán Excel của “Sổ tay kiểm kê phát thải ABC” (Atmospheric Brown Cloud Emission Inventory Manual- ABC EIM) (Shrestha, 2013) đã được sử dụng để tính toán lượng phát thải. kiểm kê này tính phát thải cho các hoạt động chính của con người như đốt phế thải nông nghiệp, đốt rác thải, giao thông đường bộ và các phương tiện giao thông khác, nhà máy công nghiệp, nhà máy nhiệt điện, đun nấu dân dụng và đun nấu thương

mại, máy xây dựng, máy nông nghiệp, và cháy rừng.

Dữ liệu hoạt động của các nguồn thải được thu thập từ các khảo sát thực địa ở Việt Nam (Huy, 2020; Trang 2015; Vân, 2014; Kim Oanh, 2019) và số liệu thống kê của tỉnh và địa phương. Các số liệu điều tra về lượng rơm rạ đốt bỏ, đun nấu dân dụng và thương mại, các hoạt động làng nghề (của Hà Nội), lượng xe cộ lưu thông trên đường bộ và nhiên liệu sử dụng cho giao thông đường thủy đều được cập nhật cho năm 2018. Các số liệu hoạt động của các nguồn được thu thập như sau:

- Các dữ liệu hoạt động của ngành giao thông vận tải (số km phương tiện di chuyển và số lần máy khởi động hàng năm và tỷ lệ phương tiện đã đăng ký đang lưu hành);
- Các dữ liệu hoạt động của đun nấu dân dụng (loại nhiên liệu và lượng nhiên liệu sử dụng theo đầu người ở nông thôn và thành thị) theo Huy và cộng sự (2020);
- Các dữ liệu đốt phụ phẩm nông nghiệp (tỷ lệ rơm rạ bị đốt bỏ, lượng rơm rạ bị đốt bỏ trên tấn thóc, v.v.);
- Các dữ liệu nhiệt điện và công nghiệp (loại nhiên liệu và lượng nhiên liệu đốt, hệ thống kiểm soát phát thải) lấy từ báo cáo năng lượng APEC cho năm 2018, phương pháp tính tương tự với phương pháp sử dụng trong Huy và Kim Oanh (2017), và Huy (2021).
- Phát thải do cháy rừng được tính bằng các thông số lấy từ GFED 4 (Randerson, 2017), bao gồm lượng vật chất khô hàng tháng (DM), tính bằng kg DM/m²/tháng trong năm 2018, trích xuất cho Việt Nam theo ô lưới 0,25° × 0,25° và EFs của PM_{2.5} (g/ kg DM).

Hệ số phát thải (EFs): giá trị EFs phù hợp với các nguồn thải ở Châu Á trong Sổ tay ABC EIM được tập hợp từ các sổ tay kiểm kê phát thải hiện hành (EMEP / EEA, 2013; IPCC, 2006) và AP-42 (US EPA, 2011) cũng như các số liệu đo đạc của các nước Châu Á. Trong bản kiểm kê này:

- Các giá trị EFs cho các loại xe lưu thông trên đường được cập nhật cho năm 2018 từ các kết quả của mô hình phát thải phương tiện giao thông quốc tế (International Vehicle Emission Model) tính cho Hà Nội (Trang và cộng sự, 2015) và TP. Hồ Chí Minh (Vân, 2014). Các hệ số phát thải giao thông được cập nhật cho năm 2018 theo lộ trình tuân thủ tiêu chuẩn Euro của các loại xe mới đăng ký trong từng năm của Việt Nam;
- EFs của việc đốt bỏ rơm rạ (đốt trải và đốt đồng) và thân ngô sau thu hoạch được dựa trên các kết quả đo đạc được thực hiện ở Thái Lan (Kim Oanh và cộng sự, 2010).
- EFs cho nấu ăn dân dụng đã được cập nhật với các kết quả đo đạc và tính toán cho các bếp nấu dùng nhiên liệu điển hình ở Việt Nam (Huy và cộng sự, 2020).
- EFs cho nhiệt điện và công nghiệp được trích xuất từ dữ liệu AP-42 (US EPA) tương thích với các loại hình công nghệ sản xuất áp dụng ở Việt Nam.

b. Đảm bảo chất lượng và kiểm soát chất lượng đối với dữ liệu

Kiểm kê phát thải PM_{2.5} cho các tỉnh, thành phố của Việt Nam được tính toán cho năm 2018 với các nguồn dữ liệu và mô hình sau:

- Dữ liệu hoạt động của các nguồn thải được thu thập từ các khảo sát thực địa ở Việt Nam và số liệu thống

kê, kết hợp với hệ số phát thải (EFs) được lựa chọn thích hợp cho các nguồn thải địa phương.

- Mô hình tính toán Excel của “Sổ tay kiểm kê phát thải ABC” (Atmospheric Brown Cloud Emission Inventory Manual- ABC EIM) (Shrestha, 2013) được sử dụng để tính toán phát thải đã được AIT phát triển và cập nhật, bao gồm các nguồn phát thải chính ở châu Á. Đối với các nguồn của Việt Nam, ưu tiên sử dụng các số liệu EF từ đo lường và khảo sát ở Việt Nam được, tiếp đến là đo đạc ở các nước xung quanh với các nguồn tương tự.
- Công cụ AMC EIM này cũng được sử dụng cho nghiên cứu kiểm kê phát thải bụi PM_{2.5} tại Hà Nội, Hưng Yên và Bắc Ninh cho giai đoạn 2015-2020 sử dụng mô hình GAINS của Ngân hàng Thế giới. Trong đó, kết quả kiểm kê phát thải của Hà Nội, Hưng Yên và Bắc Ninh (không bao gồm bụi đường) phù hợp với kết quả phát thải của Viện Phân tích Hệ thống Ứng dụng Quốc tế (International Institute for Applied Systems Analysis- IIASA) được sử dụng trong báo cáo của World Bank.
- Trong báo cáo này kết quả của PM_{2.5} và SO_x tính cho toàn quốc năm 2018 được so sánh với kết quả phát thải trích xuất cho Việt Nam từ các cơ sở dữ liệu khu vực và toàn cầu như REAS3.21, EDGAR5.02, CMIP63, chi tiết xem trong **Bảng 6**.

Bảng 6. So sánh phát thải hàng năm của báo cáo này với các bộ phát thải khác nhau

CƠ SỞ DỮ LIỆU	NĂM	PM _{2.5}	SO ₂
TRONG BÁO CÁO NÀY	2018	600	750
REAS3.21	2015	362 (Không bao gồm nguồn đốt sinh khối)	436 (Không bao gồm nguồn đốt sinh khối)
EDGAR5.02	2015	633	1039
CMIP63	2014	-	629

2. Kiểm kê phát thải tại TP. Hồ Chí Minh năm 2017

a. Phương pháp

Dữ liệu kiểm kê phát thải ở TP. Hồ Chí Minh cho năm 2017 được tổng hợp từ nghiên cứu của PGS. TS. Hồ Quốc Bằng và cộng sự (Bang, 2019; Khue & Bang, 2020). Bản đồ phát thải cho tất cả các nguồn thải của TP. Hồ Chí Minh được xây dựng sử dụng các dữ liệu và mô hình/ phương pháp sau:

- Nghiên cứu này ứng dụng kết hợp phương pháp từ dưới lên (Bottom-up) và từ trên xuống (Top-down) để kiểm kê nguồn thải. Cụ thể sử dụng mô hình EMISENS tính phát thải đường bộ, mô hình GIZ tính phát thải

cảng biển, và kiểm kê phát thải các nguồn khác sử dụng phương pháp hệ số phát thải nhân với dữ liệu hoạt động (được khảo sát trực tiếp từ các chủ nguồn thải). Trong nghiên cứu trên đã tính phát thải PM_{2.5} sơ cấp từ tất cả các nguồn điểm, nguồn đường, nguồn diện và nguồn sinh học.

- Các dữ liệu của từng nguồn được phỏng vấn trực tiếp tại nhà máy, hộ gia đình, các chủ nguồn thải, thu thập, bao gồm 2550 bảng câu hỏi phỏng vấn trực tiếp nguồn diện (trong đó nguồn sinh hoạt nấu ăn phát thải lớn nhất), nguồn điểm khảo sát tại 750 nhà máy lớn và thu thập từ các sở ban ngày 1337 nhà máy còn lại và nguồn đường gồm có đường bộ, đường thủy, đường sắt và đường hàng không (trong đó hoạt động giao thông đường bộ phát thải lớn nhất, đã thực hiện đếm xe trực tiếp trên các tuyến đường và phỏng vấn trực tiếp hơn 1500 tài xế xe). Các dữ liệu này bao gồm cả thông tin tải lượng phát thải của tất cả các nguồn nhỏ nằm trong nhóm nguồn đường, nguồn diện, nguồn điểm và cả thông tin về không gian như tọa độ và phân bố của từng nguồn.
- Mô hình EMISENS cho hoạt động giao thông đường bộ, mô hình GIZ cho hoạt động cảng biển; Các nguồn khác sử dụng phương pháp hệ số phát thải
- Hệ số phát thải cho ngành công nghiệp sử dụng từ bộ hệ số phát thải ô nhiễm không khí (AP-42) bởi US-EPA và sổ tay hệ số phát thải của CORINAIR (EMAP, 2013). Các hệ số phát thải của các chất ô nhiễm không chỉ phụ thuộc vào quá trình sản xuất mà còn phụ thuộc vào các hệ thống xử lý khí thải không khí được áp dụng.
- Hệ số cho giao thông đường bộ sử dụng từ nghiên cứu trong nước của tác giả Nghiêm Trung Dũng và cộng sự (2019), tác giả Hồ Minh Dũng và Hồ Quốc Bằng (2011), hệ số tính toán từ CORINAIR (EMAP, 2013) cho một số chất, đối với xe tải nhẹ và xe ô tô hệ số được tính toán lại dựa trên tỷ lệ xe dùng xăng và dầu. Các hệ số thu thập và tính toán cho từng loại xe, đời xe với vận tốc xe chạy tương ứng với từng loại đường. Ngoài ra mô hình EMISENS tính hệ số phát thải lạnh và bay hơi cho phương tiện giao thông đường bộ.

b. Đánh giá kết quả kiểm kê phát thải

Nhìn chung, nguồn đường (giao thông) là nguồn chính phát thải ra PM_{2.5} (45%), nguồn công nghiệp (nguồn điểm) đứng thứ hai khi đóng góp 32% và nguồn diện đóng góp 23%. Kết quả này cũng khá tương đồng khi so sánh với nghiên cứu của Cohen và cộng sự (2010) khi nhóm nghiên cứu này báo cáo nguồn chính sinh ra bụi PM_{2.5} tại Hà Nội từ năm 2001- 2008 là nguồn giao thông (40%) còn nguồn công nghiệp đóng góp khoảng 36% mặc dù hai nghiên cứu này sử dụng hai cách tiếp cận khác nhau tại hai thành phố khác nhau. Tuy nhiên có thể thấy Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh là hai thành phố cũng có nhiều nét tương đồng, ví dụ như đây là hai thành phố lớn nhất của Việt Nam với mật độ dân cư cao nhất nước. Thêm vào đó, hai thành phố có số lượng xe máy và phương tiện cá nhân, các hoạt động dân sinh và sản xuất công nghiệp nhìn chung cũng có nhiều nét tương đồng về tỷ lệ và công nghệ xe. Vì vậy, có thể có sự giống nhau ở các nguồn tại địa phương sinh ra bụi- chất gây ô nhiễm không khí.

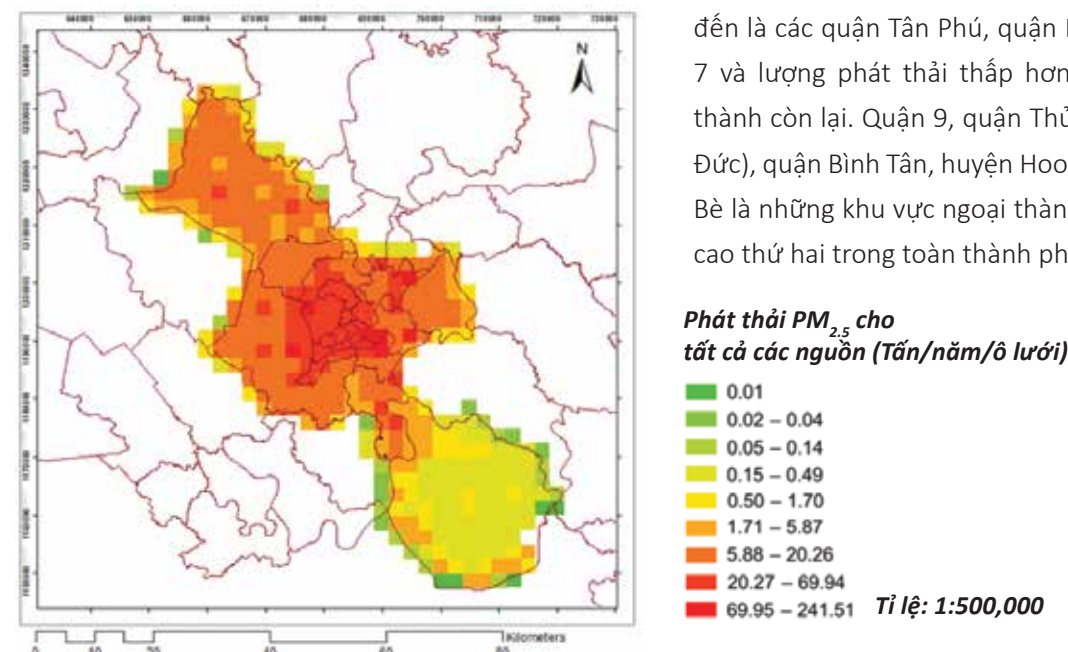
So sánh với nghiên cứu của Hien và cộng sự năm 2001 về sự đóng góp của các nguồn thải tới nồng độ bụi PM_{2.5} tại TP. Hồ Chí Minh từ năm 1996 đến năm 1998 cho thấy cũng có một số nét khá tương đồng. Ví dụ như phần trăm đóng góp của nguồn đường (road dust) và nguồn xe (vehicles) trong nghiên cứu của Hien và cộng sự lần lượt là 13% và 17%. Sự đóng góp này cũng khá tương đồng với nguồn từ mặt đường khi xe chạy (14,0) nguồn khí thải mô tô, xe máy (18,3%) trong báo cáo này. Nguồn công nghiệp trong báo cáo này (33,6%) lớn hơn so với

nghiên cứu của Hien và cộng sự (13%) cũng có thể được giải thích được như sau. Trong khi nghiên cứu của Hien chỉ xác định sự đóng góp của các nguồn tới một điểm tiếp nhận, cụ thể được mô tả là trên nóc một tòa nhà 8 tầng ở trung tâm thành phố với đặc trưng nhà ở nhỏ gọn, đường hẹp và mật độ xe cao nhưng không có nhà máy công nghiệp chính trong bán kính 10 km; báo cáo này thực hiện kiểm kê các nguồn chính trên toàn thành phố bao gồm toàn bộ hoạt động công nghiệp. Thêm vào đó, nguồn công nghiệp trong báo cáo này được xác định bởi cả hai quá trình sản xuất và đốt nhiên liệu nên kết quả có phần bao trùm cả một phần nguồn đốt than (chỉ tính phát thải từ đốt nhiên liệu hóa thạch chứ không tính phát thải từ quá trình sản xuất và nguyên liệu sản xuất) trong nghiên cứu của Hien (10%). Có thể thấy hai nghiên cứu này mặc dù có phương pháp tiếp cận khác nhau, một nghiên cứu sử dụng phương pháp kiểm kê trong khi nghiên cứu còn lại ứng dụng mô hình nơi tiếp nhận để xác nhận sự đóng góp của từng nguồn thải, nên sự phân chia hoặc cách đọc tên nguồn có thể không nhất quán hoàn toàn nhưng cũng vẫn có những sự tương đồng nhất định.

PHỤ LỤC D - BẢN ĐỒ PHÁT THẢI BỤI $PM_{2.5}$ CHO TẤT CẢ CÁC NGUỒN TẠI TP. HỒ CHÍ MINH NĂM 2017

Theo kết quả nghiên cứu của Khuê và cộng sự (2020), bụi $PM_{2.5}$ được phát thải cao nhất ở khu vực nội thành TP. Hồ Chí Minh với giá trị cao nhất đạt 234 tấn/năm/ô lưới tại vị trí cảng Quận 4 và Quận 2 (**Hình 30**), với mỗi ô lưới có kích thước 2,5 x 2,5 km. Ngoài ra, vì bụi chủ yếu là từ khí thải xe gắn máy, xe ô tô và bụi sinh ra trên

mặt đường khi xe chạy trên đường, các quận trung tâm có lưu lượng xe cao nên phát thải bụi do giao thông cao tại trung tâm thành phố với tải lượng trung bình từ 21- 47 tấn/năm/ô lưới. Bên cạnh đó, lượng phát thải $PM_{2.5}$ nói riêng phân bố hầu hết tất cả các khu vực nội và ngoại thành TP. Hồ Chí Minh. Phát thải cao nhất tại khu vực Quận 4 và Quận 2, tiếp đến là các quận Tân Phú, quận Bình Chánh và Quận 7 và lượng phát thải thấp hơn ở các khu vực nội thành còn lại. Quận 9, quận Thủ Đức (nay là TP. Thủ Đức), quận Bình Tân, huyện Hooc Môn và huyện Nhà Bè là những khu vực ngoại thành có lượng phát thải cao thứ hai trong toàn thành phố.



Hình 30. Bản đồ tổng phát thải bụi $PM_{2.5}$ tại TP. Hồ Chí Minh năm 2017 (Nguồn: Khuê và cộng sự, 2020)