

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

BÁO CÁO SẢN PHẨM

**XÂY DỰNG BÁO CÁO QUỐC GIA VỀ HOẠT ĐỘNG GIÁM SÁT VÀ
HIỆN TRẠNG LẮNG ĐỘNG AXIT TẠI VIỆT NAM (LẮNG ĐỘNG KHÔ,
LẮNG ĐỘNG ƯỚT, MÔI TRƯỜNG NƯỚC LỤC ĐỊA)**

**THUỘC NHIỆM VỤ NGUỒN SỰ NGHIỆP MÔI TRƯỜNG
“TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG CÁC TRẠM THỰC NGHIỆM
VÀ GIÁM SÁT MẠNG LƯỚI LẮNG ĐỘNG AXIT”**

Hà Nội, năm 2022

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU**

BÁO CÁO SẢN PHẨM

**XÂY DỰNG BÁO CÁO QUỐC GIA VỀ HOẠT ĐỘNG GIÁM SÁT VÀ
HIỆN TRẠNG LẮNG ĐỘNG AXIT TẠI VIỆT NAM (LẮNG ĐỘNG KHÔ,
LẮNG ĐỘNG ƯỚT, MÔI TRƯỜNG NƯỚC LỤC ĐỊA)**

**THUỘC NHIỆM VỤ NGUỒN SỰ NGHIỆP MÔI TRƯỜNG
“TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG CÁC TRẠM THỰC NGHIỆM
VÀ GIÁM SÁT MẠNG LƯỚI LẮNG ĐỘNG AXIT”**

Hà Nội, năm 2022

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	1
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU, HÌNH.....	2
DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH.....	3
MỞ ĐẦU.....	4
1. LỊCH SỬ HÌNH THÀNH MẠNG LƯỚI GIÁM SÁT LẮNG ĐỘNG AXIT VÙNG ĐÔNG Á.....	5
2. MẠNG LƯỚI GIÁM SÁT LẮNG ĐỘNG AXIT Ở VIỆT NAM	8
2.1. Quá trình tham gia của Việt Nam	8
2.2. Quy trình và các thông số quan trắc.....	9
3. KẾT QUẢ GIÁM SÁT LẮNG ĐỘNG KHÔ, LẮNG ĐỘNG ƯỚT VÀ MÔI TRƯỜNG NƯỚC NỘI ĐỊA.....	10
3.1. Kết quả giám sát lắng đọng khô.....	10
3.2. Kết quả giám sát lắng đọng ướt	22
3.3. Kết quả giám sát nước nội địa.....	27
KẾT LUẬN.....	29
TÀI LIỆU THAM KHẢO	30

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU, HÌNH

Bảng 3.1. Tổng lắng đọng khô tại Thành phố Hồ Chí Minh theo các năm (kg/ha/năm)	11
Bảng 3.2. Tổng lắng đọng khô tại Cần Thơ theo các năm (kg/ha/năm).....	13
Bảng 3.3. Tổng lắng đọng khô tại Hòa Bình theo các năm (kg/ha/năm)	15
Bảng 3.4. Tổng lắng đọng khô tại Hòa Bình theo các năm (kg/ha/năm)	18
Bảng 3.5. Tổng lắng đọng khô tại Yên Bái theo các năm (kg/ha/năm)	20

DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH

Hình 1.1. Vị trí trạm giám sát lắng đọng ướt/lắng đọng khô thuộc EANET	7
Hình 3.1. Tổng lắng đọng SO_2 theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh.....	11
Hình 3.2. Tổng lắng đọng HNO_3 theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh	12
Hình 3.3. Tổng lắng đọng NH_3 theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh	12
Hình 3.4. Tổng lắng đọng SO_2 theo các năm tại Cần Thơ	14
Hình 3.5. Tổng lắng đọng HNO_3 theo các năm tại Cần Thơ.....	14
Hình 3.6. Tổng lắng đọng NH_3 theo các năm tại Cần Thơ.....	15
Hình 3.7. Tổng lắng đọng SO_2 theo các năm tại Hà Nội.....	16
Hình 3.8. Tổng lắng đọng HNO_3 theo các năm tại Hà Nội	17
Hình 3.9. Tổng lắng đọng NH_3 theo các năm tại Hà Nội	17
Hình 3.10. Tổng lắng đọng SO_2 theo các năm tại Hòa Bình.....	18
Hình 3.11. Tổng lắng đọng HNO_3 theo các năm tại Hòa Bình	19
Hình 3.12. Tổng lắng đọng NH_3 theo các năm tại Hòa Bình	19
Hình 3.13. Tổng lắng đọng SO_2 theo các năm tại Yên Bái	20
Hình 3.14. Tổng lắng đọng HNO_3 theo các năm tại Yên Bái.....	21
Hình 3.15. Tổng lắng đọng NH_3 theo các năm tại Yên Bái.....	21
Hình 3.16. Hàm lượng pH trong nước mưa tại các trạm Hồ Chí Minh, Cần Thơ .	22
Hình 3.17. Hàm lượng pH trong nước mưa tại các trạm Miền Bắc	23
Hình 3.18. Hàm lượng trung bình pH trong nước mưa tại các trạm năm 2021	23
Hình 3.19. Hàm lượng trung bình của các anion trong nước mưa tại các trạm Hồ Chí Minh, Cần Thơ	24
Hình 3.20. Hàm lượng trung bình của các anion trong nước mưa tại các trạm Miền Bắc.....	25
Hình 3.21. Hàm lượng trung bình của các cation trong nước mưa tại các trạm Hồ Chí Minh, Cần Thơ	26
Hình 3.22. Hàm lượng trung bình của các cation trong nước mưa tại các trạm Miền Bắc.....	27

MỞ ĐẦU

Lắng đọng axit (Acid deposition) là một trong những vấn đề ô nhiễm môi trường nghiêm trọng không chỉ vì mức độ ảnh hưởng của chúng tới cuộc sống con người và tới hệ sinh thái mà còn vì tác động của chúng đã vượt ra khỏi phạm vi quốc gia và ảnh hưởng trên quy mô toàn cầu. Lắng đọng axit là một hiện tượng đã được phát hiện từ lâu song được chú ý nhiều nhất từ khoảng những năm 1980 cho đến nay. Lắng đọng axit được tạo thành trong điều kiện khí quyển ô nhiễm do sự phát thải quá mức các khí SO_2 , NO_x từ các nguồn thải công nghiệp và có khả năng lan xa tới hàng trăm, hàng nghìn kilomet. Lắng đọng axit có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng như hư hại mùa màng, giảm năng suất cây trồng, phá hủy rừng cây, đe dọa cuộc sống của các loài sinh vật, phá hoại các công trình kiến trúc, xây dựng, ảnh hưởng nghiêm trọng tới sức khỏe của con người. Những tác động tiêu cực này thường kéo dài và khó khắc phục. Bởi vậy, lắng đọng axit là vấn đề mang tính khu vực, cần sự quan tâm và chung tay giải quyết của các quốc gia.

Để cùng nhau giải quyết những vấn đề về mưa axit, năm 1998, Nhật Bản đã khởi xướng thành lập Mạng lưới giám sát lắng đọng axit Đông Á (EANET) với 9 quốc gia.

Đến nay, EANET chính thức có 13 quốc gia thành viên trong đó có Việt Nam với tổng 54/46 trạm giám sát lắng đọng ướt/ lắng đọng khô và 19 trạm giám sát sinh thái. Các trạm này tuân thủ hướng dẫn kỹ thuật chung của EANET và đảm bảo chất lượng/kiểm soát chất lượng (QA/QC) theo quy định của EANET.

Việt Nam bắt đầu tham gia mạng lưới giám sát lắng đọng từ năm 1999 Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu (Bộ Tài nguyên và Môi trường) được giao là đầu mối quốc gia của Việt Nam tham gia EANET.

1. LỊCH SỬ HÌNH THÀNH MẠNG LƯỚI GIÁM SÁT LẮNG ĐỘNG AXIT VÙNG ĐÔNG Á

Lắng đọng axit là một trong những hệ quả của quá trình ô nhiễm không khí. Ngày nay, lắng đọng axit trở thành mối đe dọa môi trường đang ngày càng gia tăng so sự phát thải quá mức từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch. . Lắng đọng axit làm thay đổi chất lượng môi trường xung quanh theo chiều hướng xấu đi và để lại nhiều hậu quả nghiêm trọng đến các công trình, mùa màng, sinh thái, cũng như ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe của con người.

Axit sunfuric và axit nitric là thành phần chủ yếu trong các dạng lắng đọng axit (mưa, sương mù, tuyết axit...). Quá trình lắng đọng axit diễn ra theo 2 hình thức lắng đọng khô và lắng đọng ướt. Trong đó, lắng đọng ướt, H_2SO_4 và HNO_3 , tạo thành được tích tụ trong các đám mây rồi rơi xuống mặt đất theo mưa, sương và tuyết. Lắng đọng khô, với các axit trong không khí dưới dạng khí hoặc hạt bụi được gió thổi đi và rơi xuống cây cối, nhà cửa, mặt đất; hoặc các oxit axit SO_2 và NO_x xâm nhập vào ao, hồ, sông suối. Sau đó, chúng sẽ phản ứng với nước tạo ra các axit làm giảm pH của nước. Bên cạnh đó, H_2SO_4 và HNO_3 là những axit mạnh có thể hòa tan được một số bụi kim loại và oxit kim loại có trong không khí, đất như oxit chì, cadimi... làm cho nước mưa trở nên độc hơn đối với cây cối, vật nuôi và con người cũng như các hệ sinh thái tự nhiên.

Không phải cho đến nay, nhân loại mới nhận thức được mức độ nguy hại của sự lắng đọng axit và tìm kiếm những phương thức ngăn chặn. Tại Châu Âu, mưa axit lần đầu tiên được Robert Angus Smith ghi nhận tại Anh năm 1872 khi quan sát hiện tượng các công trình bằng đá và gạch bị ăn mòn. Tại London, mưa axit tàn phá nghiêm trọng các công trình nghệ thuật bằng đá từ thế kỉ 18-19 như tòa nhà Nghị viện Anh, nhà thờ Saint Paul. Các cơn mưa axit hầu hết diễn ra ở vùng Perth (Scotland) với độ axit cao gấp 500 lần so với axit trong tự nhiên. Tại khu vực miền Đông Canada, các hệ sinh thái cũng bị ảnh hưởng nặng bởi mưa axit, ước tính có khoảng một nửa trong số 700.000 hồ tại 6 tỉnh miền Đông có giá trị về độ kiềm $< 50 \text{ eq/l}$, do đó rất nhạy cảm với sự thay đổi nồng độ axit.

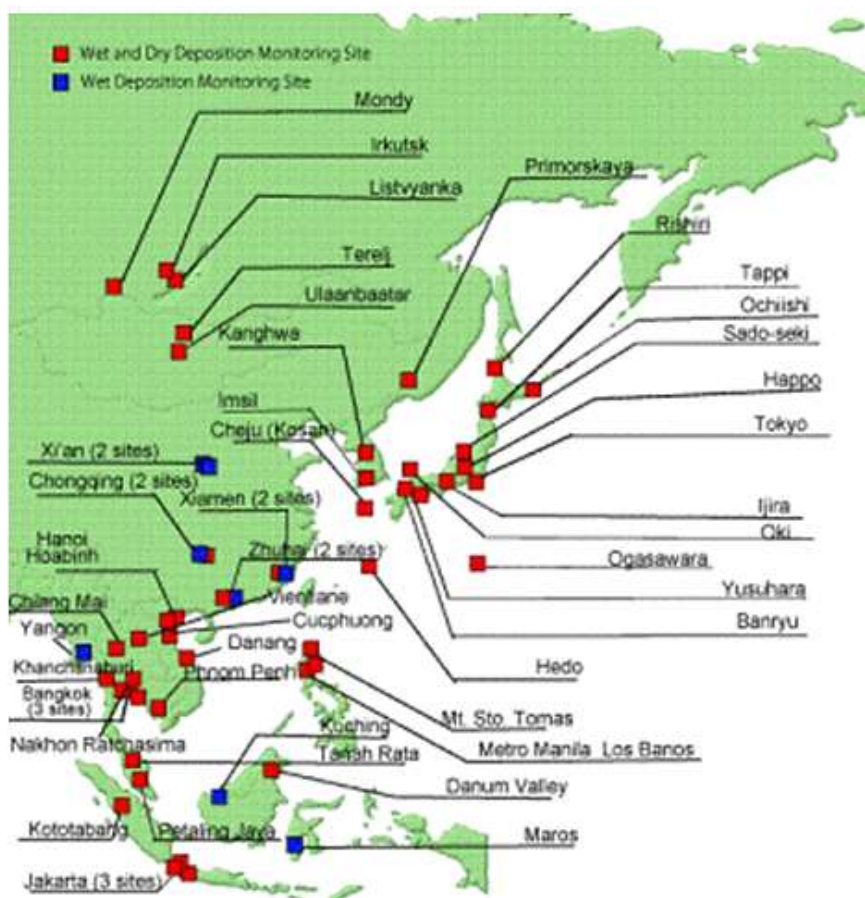
Hiện tượng lắng đọng axit thường gắn liền với những vùng phát triển công nghiệp (như Châu Âu và Bắc Mỹ trước đây) và có mối quan hệ chặt chẽ với trình độ phát triển sản xuất (giữa công nghệ hiện đại, sạch và truyền thống). Hiện nay, Đông Á là khu vực tập trung nhiều quốc gia phát triển và đang phát triển của Châu Á. Các khu công nghiệp lớn đều tập trung tại khu vực này. Trung Quốc (đặc biệt ở các tỉnh phía Nam) và Nhật Bản cũng là các quốc gia có lượng phát thải SO_2 và NO_x rất đáng kể. Vài năm gần đây, mưa axit đã trở thành vấn đề quan tâm ở Nhật Bản, giá trị pH trung bình trong nước mưa giai đoạn từ 1990-2000 là 4,56. Nhiều nghiên cứu cho thấy tỷ lệ $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^-$ và $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ trong nước mưa đã tăng nhanh ở khu vực phía Tây, chứng tỏ lắng đọng ướt do NO_3^- và NH_4^+ đã xảy ra, đặc biệt vào thời điểm mùa đông, thời điểm bị ảnh hưởng mạnh của sự ô nhiễm từ lục địa Châu Á. Theo Hiroyuki Sase và các cộng sự (2015), kết quả giám sát lắng đọng nss-SO_4^{2-} từ năm 2002 -2012 cho thấy lắng đọng tăng lên vào các tháng mùa đông khi có hướng gió Tây thịnh hành, do ảnh hưởng của ô nhiễm không khí xuyên biên giới. Sự dao động của lắng đọng nss-SO_4^{2-} ở Nhật Bản hoàn toàn trùng khớp với sự dao động của nồng độ SO_2 ở Trung Quốc.

Nhận thức được tầm quan trọng của những ảnh hưởng do lắng đọng axit nên Chính phủ Nhật Bản đã khởi xướng thiết lập Mạng lưới giám sát lắng đọng axit vùng Đông Á (bao gồm cả Đông Bắc Á và Đông Nam Á, với tên viết tắt là EANET-Acid Deposition Monitoring Network in East Asia). Đến nay, EANET chính thức có 13 thành viên bao gồm Campuchia, Trung Quốc, Indonesia, Nhật Bản, Lào, Malaysia, Mông Cổ, Philipin, Hàn Quốc, Nga, Thái Lan và Việt Nam với tổng 54/46 trạm giám sát lắng đọng ướt/lắng đọng khô và 19 trạm giám sát sinh thái.

EANET hoạt động với các mục tiêu:

- Hiểu biết chung về vấn đề lắng đọng axit khu vực Đông Á;
- Cung cấp cơ sở cho những nhà ra quyết định thuộc cấp khu vực, cấp quốc gia và cấp địa phương nhằm ngăn chặn và giảm thiểu những tác động bất lợi của lắng đọng axit tới môi trường;

- Góp phần hợp tác giải quyết vấn đề liên quan lắng đọng axit của các nước thành viên.



Hình 1.1. Vị trí trạm giám sát lắng đọng ướt/lắng đọng khô thuộc EANET

Để đảm bảo việc vận hành mạng lưới có hiệu quả ngay sau khi thành lập, các nước đã nhất trí tiến hành một Giai đoạn Chuẩn bị trước khi hình thành chính thức Mạng lưới. Giai đoạn chuẩn bị kéo dài từ tháng 4/1998 cho tới tháng 10/2000 nhằm thử nghiệm các hoạt động chung của Mạng lưới. Trong Giai đoạn Chuẩn bị đã hình thành Ban Thư ký lâm thời và Trung tâm Mạng lưới lâm thời và Chính phủ Nhật bản nhận trách nhiệm xây dựng và tài trợ cho 2 tổ chức này. Mạng lưới cũng tổ chức Nhóm tư vấn khoa học, đại diện của các quốc gia tham gia Mạng lưới cùng chịu trách nhiệm xét duyệt các báo cáo của Trung tâm Mạng lưới. Về đóng góp tài chính, trên nguyên tắc, các nước có trách nhiệm đầu tư và chi phí cho việc duy trì các hoạt động của các trạm giám sát trong nước mình, còn các khoản đóng góp khác sẽ thực hiện trên cơ sở tự nguyện. Từ ngày 1/1/2001, Mạng lưới đã đi vào hoạt động chính thức.

Từ 1998 tới nay, Nhật Bản đã chủ động tổ chức nhiều cuộc họp và tài trợ cho các nước đang phát triển trong khu vực tham gia các cuộc họp này cùng nhiều tổ chức quốc tế: Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO), Chương trình Môi trường của Liên hợp Quốc (UNEP), Ngân hàng Thế giới (WB), Ủy ban Kinh tế Xã hội Châu Á-Thái Bình Dương (ESCAP)... Đến nay, Cuộc họp liên chính phủ (IG) đã trải qua 24 lần tổ chức và cuộc họp IG 24 gần đây nhất được tổ chức tại Philippines từ ngày 24 đến 25 tháng 11 năm 2022.

2. MẠNG LƯỚI GIÁM SÁT LẮNG ĐỘNG AXIT Ở VIỆT NAM

2.1. Quá trình tham gia của Việt Nam

Việt Nam tham gia vào EANET từ tháng 8/1999 và Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Môi trường (nay là Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu) được Bộ Tài nguyên và Môi trường giao nhiệm vụ là cơ quan đầu mối quốc gia trong mạng lưới EANET.

Năm 1999, Chính phủ Nhật Bản tài trợ cho Việt Nam 2 trạm giám sát lắng đọng axit đặt tại trạm khí tượng Láng (TP. Hà Nội) và trạm môi trường Hòa Bình (tỉnh Hòa Bình). Do Việt Nam là đất nước trải dài trên 14 vĩ độ, nên Trung tâm EANET đã đề nghị Việt Nam mở rộng thêm mạng lưới quan trắc trên phạm vi cả nước để có thể cung cấp số liệu đầy đủ hơn về tình trạng lắng đọng axit của Việt Nam, Hiện nay, mạng EANET tại Việt Nam có 7 trạm lắng đọng ướt, 4 trạm lắng đọng khô, 1 trạm giám sát nước hồ và 1 trạm giám sát đất, thực vật. Các trạm hoạt động theo quy phạm thống nhất của Mạng lưới EANET.

Bảng 1.1. Các trạm giám sát lắng đọng axit Việt Nam tham gia Mạng lưới EANET

Tên Trạm	Vị trí	Thông số giám sát	Thời gian tham gia
Hà Nội	Trạm khí tượng Láng (TP. Hà Nội) năm 2015 chuyển về trạm Khí tượng nông nghiệp Hoài Đức	Lắng đọng ướt, lắng đọng khô	1999 - nay
Hòa Bình	Trạm môi trường Hòa Bình (TP. Hòa Bình)	Lắng đọng ướt, lắng đọng khô, nước mặt lục địa	1999 - nay
Cúc Phương	Trạm khí tượng Cúc Phương (tỉnh Ninh Bình)	Lắng đọng ướt	2009 - nay
Đà Nẵng	Trạm khí tượng Đà Nẵng (TP. Đà Nẵng)	Lắng đọng ướt	2009 - nay
TP. Hồ Chí Minh	Phân viện KTTVBĐKH phía Nam	Lắng đọng ướt, lắng đọng khô	2013 - nay
Trà Nóc (Cần Thơ)	Trạm khí tượng nông nghiệp Trà Nóc (Cần Thơ)	Lắng đọng ướt, lắng đọng khô	2013 - nay
Yên Bái	Trạm khí tượng Yên Bái	Lắng đọng ướt, lắng đọng khô	5/2015- nay
Cúc Phương	Rừng quốc gia Cúc Phương	Đất, thực vật	2013 - nay

Số liệu quan trắc từ các trạm được chuyển về Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu theo quy định để tổng hợp, chỉnh lý và lập báo cáo. Sau đó, số liệu này được gửi sang Trung tâm Mạng lưới EANET (tại Nhật Bản) để tổng hợp, xử lý, xuất bản và lưu trữ.

2.2. Quy trình và các thông số quan trắc

Các trạm sẽ thực hiện quan trắc với quy trình và các thông số quan trắc như sau:

- Giám sát lắng đọng khô:

- Tần suất giám sát: là 7 ngày từ 9h00 sáng thứ 2 tuần này đến 9h00 sáng thứ 2 tuần sau.
- Các thông số giám sát: Các khí SO_2 , HCl , HNO_3 , NH_3 và các thông số SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} trong aerosol. Phương pháp giám sát: Filter pack.
- Các trạm tham gia: Hòa Bình, Hà Nội, Yên Bái, TP. Hồ Chí Minh và Cần Thơ. Giám sát lắng đọng ướt:
 - Tần suất giám sát: 24h từ 9h00 hôm nay đến 9h00 sáng ngày hôm sau và mẫu phân tích là mẫu tổ hợp 1 tuần.
- Các thông số giám sát: pH, độ dẫn điện (EC) và nồng độ của các ion: SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , F^- , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} và Mg^{2+} và các thông số khí tượng (Nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió, hướng gió, lượng mưa, số giờ nắng) Các trạm tham gia: Hòa Bình, Hà Nội, Yên Bái, TP. Hồ Chí Minh, Cần Thơ, Đà Nẵng và Cúc Phương trong đó Trạm Đà Nẵng và Cúc Phương mẫu phân tích là mẫu tổ hợp của 10 ngày, từ năm 2014 mẫu phân tích là mẫu tổ hợp 7 ngày. Thiết bị lấy mẫu: Các trạm Hòa Bình, Hà Nội, Yên Bái, TP. Hồ Chí Minh và Cần Thơ sử dụng thiết bị Wet only sampler tự động để lấy mẫu. Các trạm Đà Nẵng và Cúc Phương sử dụng thiết bị lấy mẫu nước mưa tự động kết hợp đo pH, EC từng mm mưa để lấy mẫu. Giám sát môi trường nước nội địa tại trạm Hòa Bình:

- Tần suất giám sát: 4 lần trong năm.

Thông số giám sát: pH, độ dẫn điện (EC) và nồng độ của các ion: SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , F^- , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} và độ kiềm, NO_2^- , PO_3^- , COD, Độ trong.

3. KẾT QUẢ GIÁM SÁT LẮNG ĐỘNG KHÔ, LẮNG ĐỘNG ƯỚT VÀ MÔI TRƯỜNG NƯỚC NỘI ĐỊA

3.1. Kết quả giám sát lắng đọng khô

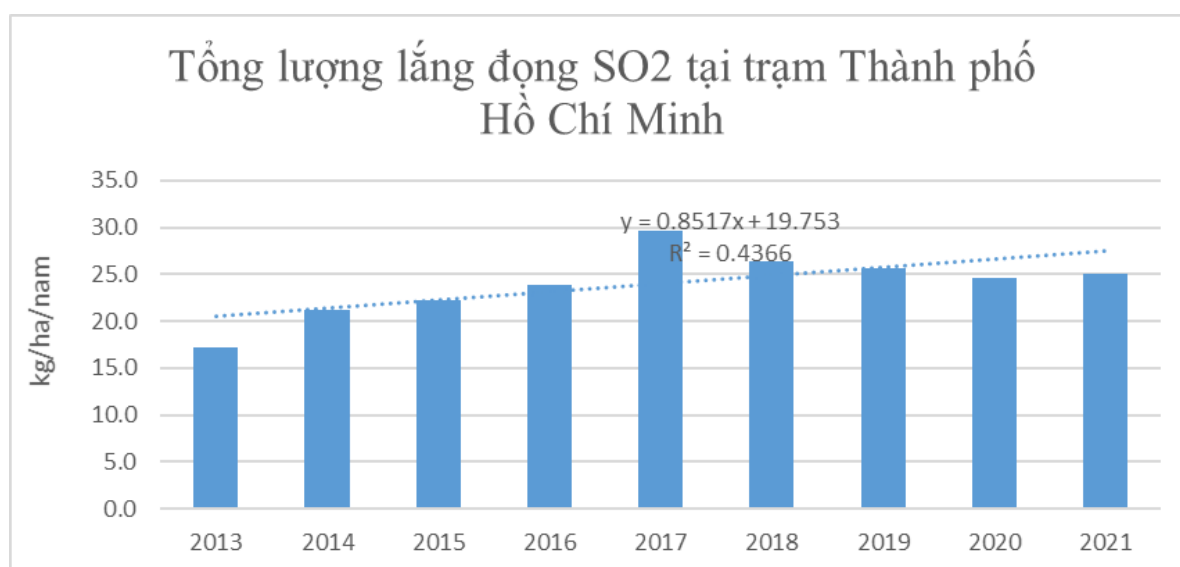
Trạm Thành phố Hồ Chí Minh

Dựa trên số liệu thu thập lắng đọng khô của EANET năm 2021 và phương pháp tính toán lắng đọng khô, mức độ lắng đọng khô tại trạm Thành phố Hồ Chí Minh theo các năm được trình bày trong bảng dưới đây.

**Bảng 3.1. Tổng lắng đọng khô tại Thành phố Hồ Chí Minh theo các năm
(kg/ha/năm)**

Năm	SO ₂	HNO ₃	NH ₃
2013	17,2	13,5	11,7
2014	21,2	16,3	12,1
2015	22,3	17,2	13,4
2016	23,9	18,5	12,3
2017	29,7	19,1	12,6
2018	26,4	16,5	13,2
2019	25,7	15,9	12,8
2020	24,6	16,3	13,2
2021	25,1	16,8	12,7

Tại Thành phố Hồ Chí Minh, năm có tổng lắng đọng SO₂ lớn nhất là năm 2017 với tổng lượng lắng đọng 29,7 kg/ha/năm, năm 2013 ghi nhận tổng lắng đọng thấp nhất ở mức 17,2kg/ha/năm. Năm 2021, tổng lắng đọng có xu hướng tăng nhẹ (từ 24,6 kg/ha/năm năm 2020 lên 25,1 kg/ha/năm).



Hình 3.1. Tổng lắng đọng SO₂ theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh

Xu thế lắng đọng SO₂ tại Thành phố Hồ Chí Minh theo các năm có xu hướng tăng lên trong thời kỳ 2013-2021. Trong cả thời đoạn tính toán, tốc độ lắng đọng có xu thế tăng dần theo các năm với tốc độ tăng trung bình mỗi năm khoảng

1,1 kg/ha/năm. Nguyên nhân là nồng độ SO_2 trong không khí cao do các hoạt động phát triển kinh tế xã hội của thành phố trong những năm gần đây.



Hình 3.2. Tổng lắng đọng HNO_3 theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh

Đối với HNO_3 , năm có lượng lắng đọng lớn nhất là năm 2017, với tổng lượng lắng đọng tính toán được là 19,1 kg/ha/năm, và lượng lắng đọng nhỏ nhất là 2013 với tổng lượng lắng đọng 13,5 kg/ha/năm.

Kết quả cho thấy, xu thế lắng đọng HNO_3 tại TP. Hồ Chí Minh theo các năm có xu hướng tăng trong cả thời kỳ 2013-2021. Trong cả thời đoạn tính toán, tốc độ lắng đọng có xu thế tăng dần theo các năm với tốc độ tăng trung bình mỗi năm khoảng 0,19 kg/ha/năm.



Hình 3.3. Tổng lắng đọng NH_3 theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh

Đối với NH_3 , lượng lắng đọng lớn nhất là 13,4 kg/ha/năm ghi nhận vào năm 2015; còn lại, lượng lắng đọng thấp nhất đạt 11,7 kg/ha/năm vào năm 2013.

Kết quả cho thấy, xu thế lắng đọng NH_3 tại Thành phố Hồ Chí Minh theo có xu hướng dao động trong giai đoạn 2018 - 2021. Trong các năm 2019 và 2021, tổng lượng lắng đọng có xu thế giảm nhưng lại tăng thêm 0,4 - 0,5 kg/ha/năm trong năm 2018 và 2020.

Trạm Cần Thơ

Sử dụng phương pháp tính toán lắng đọng khô của EANET với chuỗi số liệu tại trạm Cần Thơ xác định được tổng lượng lắng đọng khô tại Thành phố Cần Thơ theo các năm.

Bảng 3.2. Tổng lắng đọng khô tại Cần Thơ theo các năm (kg/ha/năm)

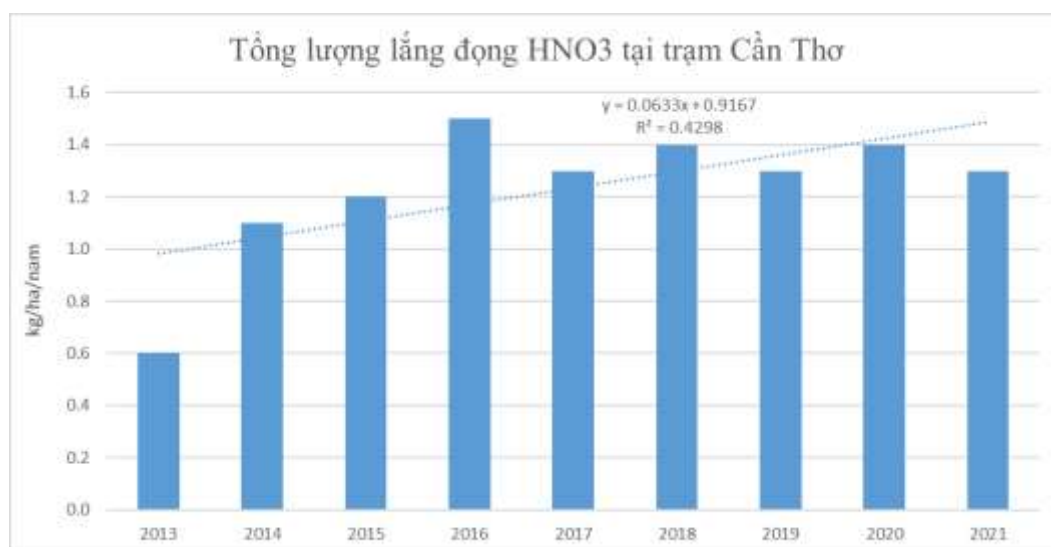
Năm	SO₂	HNO₃	NH₃
2013	1,2	0,6	2,6
2014	1,8	1,1	3,1
2015	1,9	1,2	3,3
2016	2,0	1,5	3,7
2017	1,6	1,3	3,6
2018	1,8	1,4	3,5
2019	1,7	1,3	3,2
2020	1,8	1,4	3,1
2021	1,6	1,3	3,0

Tại Cần Thơ, năm có tổng lắng đọng SO₂ lớn nhất là 2016 với tổng lượng lắng đọng 2,0 kg/ha/năm, năm có tổng lắng đọng thấp nhất là năm 2013 với lượng lắng đọng 1,2kg/ha/năm.



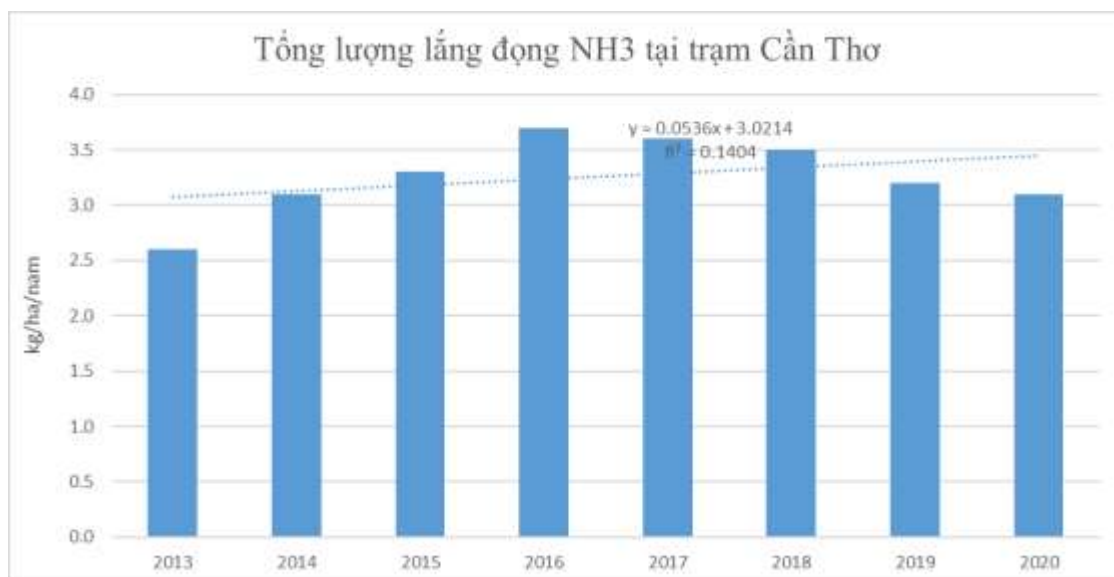
Hình 3.4. Tổng lắng đọng SO₂ theo các năm tại Cần Thơ

Kết quả cho thấy, xu thế lắng đọng SO₂ tại Cần Thơ theo các năm có xu hướng tăng từ 2013-2021. Trong cả thời đoạn tính toán, tốc độ lắng đọng có xu thế tăng dần theo các năm với tốc độ tăng trung bình mỗi năm khoảng 0,03 kg/ha/năm. Nguyên nhân là nồng độ SO₂ trong không khí cao do các hoạt động phát triển kinh tế xã hội của thành phố trong những năm gần đây.



Hình 3.5. Tổng lắng đọng HNO₃ theo các năm tại Cần Thơ

Đối với HNO₃, năm có lượng lắng đọng lớn nhất là năm 2016, với tổng lượng lắng đọng tính toán được là 1,5 kg/ha/năm, năm có lượng lắng đọng nhỏ nhất là 2013 với tổng lượng lắng đọng 0,6 kg/ha/năm. Xu thế lắng đọng HNO₃ tại Cần Thơ theo các năm có xu thế tăng từ 2013-2021. Trong cả thời đoạn tính toán, tốc độ lắng đọng có xu thế tăng dần theo các năm với tốc độ giảm trung bình mỗi năm khoảng 0,08 kg/ha/năm.



Hình 3.6. Tổng lắng đọng NH₃ theo các năm tại Cần Thơ

Đối với NH₃, lượng lắng đọng lớn nhất là 3,7kg/ha/năm vào năm 2016, năm 2013 có lượng lắng đọng thấp nhất là 2,6kg/ha/năm. Xu thế lắng đọng NH₃ tại Cần Thơ có xu thế tăng từ 2013-2021. Tổng cả thời đoạn tính toán, tốc độ lắng đọng có xu thế tăng dần theo các năm với tốc độ tăng trung bình mỗi năm khoảng 0,05 kg/ha/năm.

Trạm Hà Nội

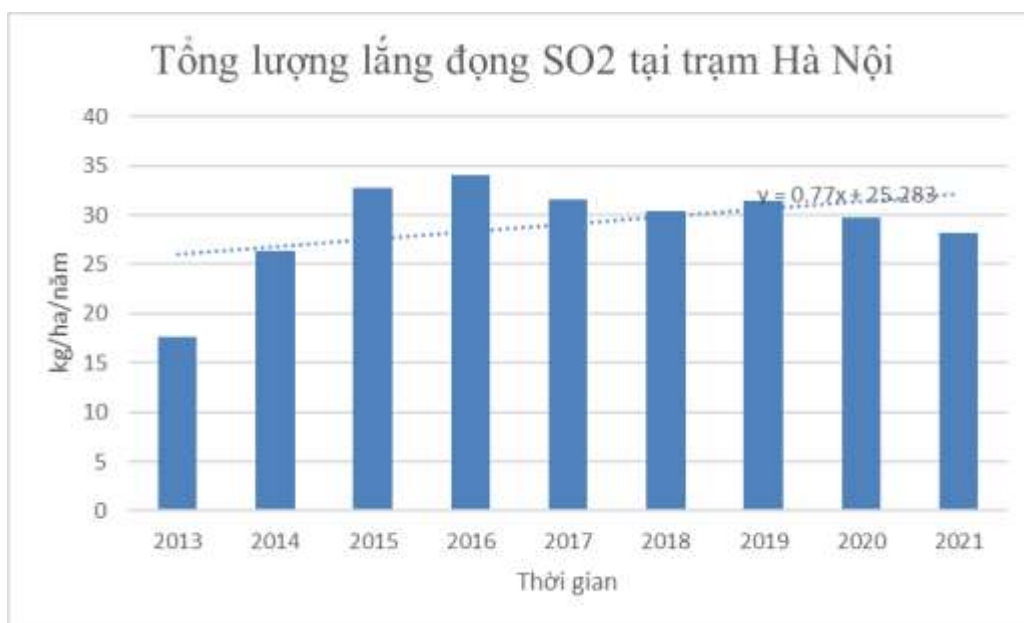
Dựa trên số liệu thu thập lắng đọng khô của EANET năm 2021 và phương pháp tính toán lắng đọng khô, mức độ lắng đọng khô tại trạm Hà Nội theo các năm được trình bày trong bảng dưới đây.

Bảng 3.3. Tổng lắng đọng khô tại Hòa Bình theo các năm (kg/ha/năm)

Năm	SO ₂	HNO ₃	NH ₃
2013	17,6	6,3	1,9
2014	26,4	4,8	2,2
2015	32,7	5,9	2,1
2016	34,1	6,3	1,9
2017	31,6	6,7	1,5
2018	30,4	5,6	1,8
2019	31,5	5,8	1,7
2020	29,7	5,1	1,6
2021	28,2	5,6	1,7

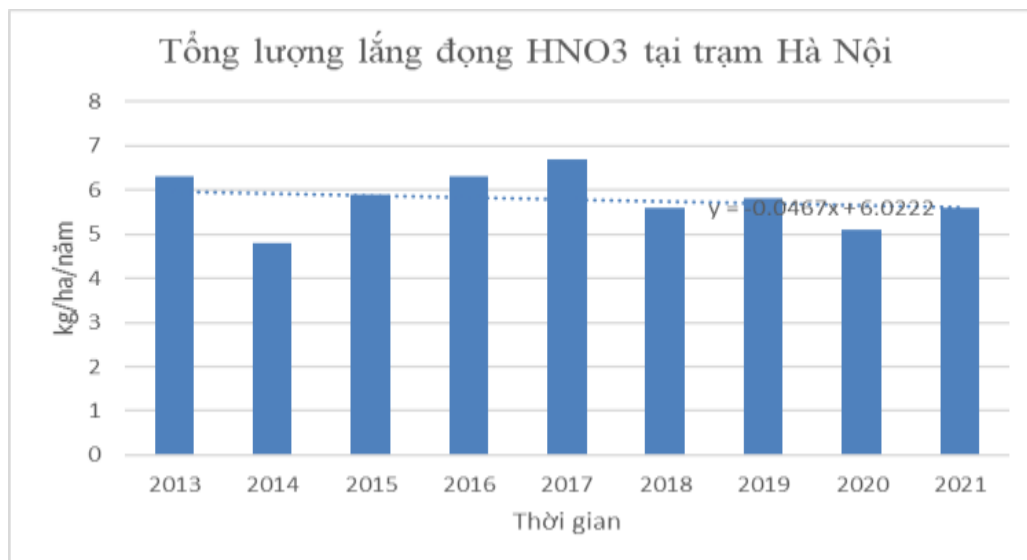
Tổng lượng lắng đọng HNO_3 năm 2021 có sự tăng nhẹ so với năm trước. Trong cả giai đoạn 2013-2021, lượng lắng đọng lớn nhất là 6,7 kg/ha/năm năm 2017, năm có lượng lắng đọng nhỏ nhất là 4,8 kg/ha/năm (2014). Tương tự, với NH_3 , lượng lắng đọng lớn nhất là 2,2 kg/ha/năm (2014) và năm 2017 có lượng lắng đọng thấp nhất là 1,5 kg/ha/năm.

Kết quả cho thấy năm có lắng đọng SO_2 có xu hướng giảm dần trong những năm gần đây, tổng giá trị cao nhất lên tới 34,1 kg/ha/năm, năm có tổng lắng đọng thấp nhất là năm 2013 với lượng lắng đọng 17,6 kg/ha/năm.



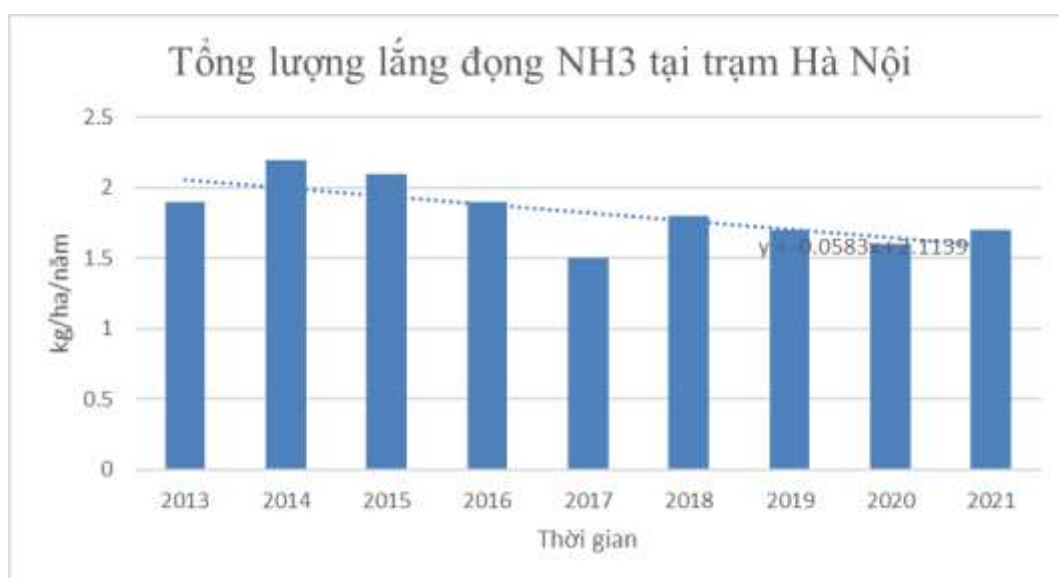
Hình 3.7. Tổng lắng đọng SO_2 theo các năm tại Hà Nội

Xu thế lắng đọng SO_2 tại Hà Nội theo các năm có xu hướng tăng lên, cũng có thể giải thích do sự gia tăng nồng độ SO_2 trong khí quyển cũng như sự gia tăng ô nhiễm không khí hiện nay.



Hình 3.8. Tổng lắng đọng HNO₃ theo các năm tại Hà Nội

Xu thế lắng đọng HNO₃ theo các năm có xu hướng giảm theo thời gian, xu thế giảm chậm theo các năm.



Hình 3.9. Tổng lắng đọng NH₃ theo các năm tại Hà Nội

Xu thế lắng đọng NH₃ theo các năm có xu hướng mạnh theo các năm gần đây tại Hà Nội, có thể giải thích được nguyên nhân từ sự hình thành NH₃ chủ yếu là hoạt động nông nghiệp trong khi hiện nay các hoạt động nông nghiệp đang giảm dần.

Trạm Hòa Bình

Dựa trên số liệu thu thập lắng đọng khô của EANET năm 2021 và phương pháp tính toán lắng đọng khô, mức độ lắng đọng khô tại trạm Hòa Bình theo các năm được trình bày trong bảng dưới đây.

Bảng 3.4. Tổng lắng đọng khô tại Hòa Bình theo các năm (kg/ha/năm)

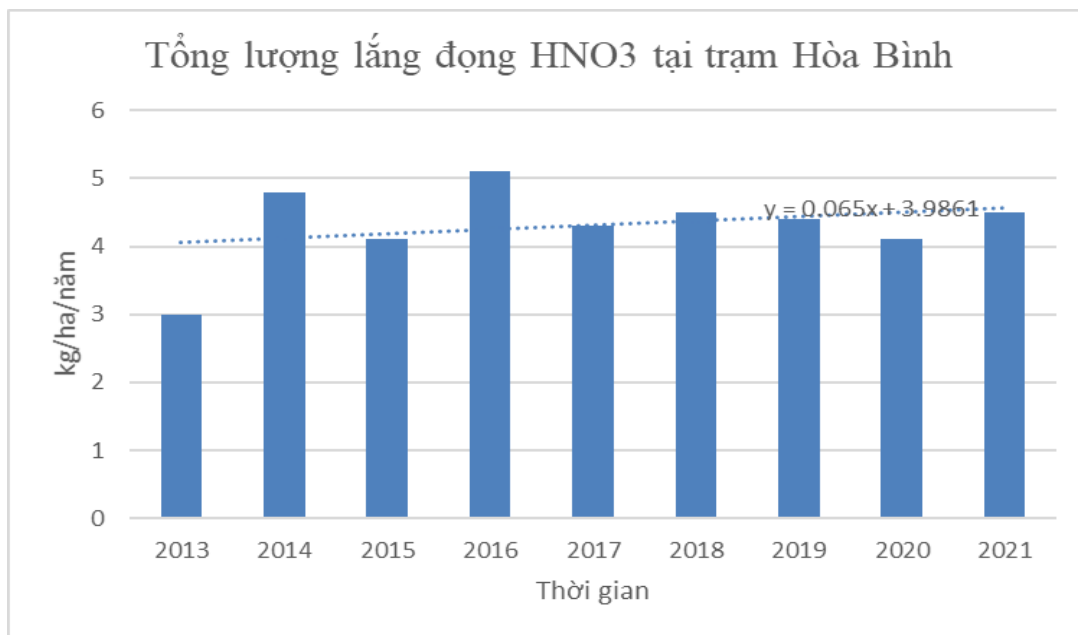
Năm	SO ₂	HNO ₃	NH ₃
2013	10,3	3,0	2,4
2014	27,2	4,8	2,0
2015	12,4	4,1	3,9
2016	11,8	5,1	3,7
2017	15,3	4,3	2,9
2018	16,7	4,5	3,1
2019	15,9	4,4	3,0
2020	14,7	4,1	2,9
2021	18,3	4,5	2,8

Tổng lắng đọng SO₂ đạt giá trị cao nhất lên tới 27,2 kg/ha/năm vào năm 2014, và tổng lắng đọng thấp nhất ở mức 10,3 kg/ha/năm năm 2013. Năm 2021, tổng lượng lắng đọng khô SO₂ ghi nhận ở mức 18,3 kg/ha/năm.



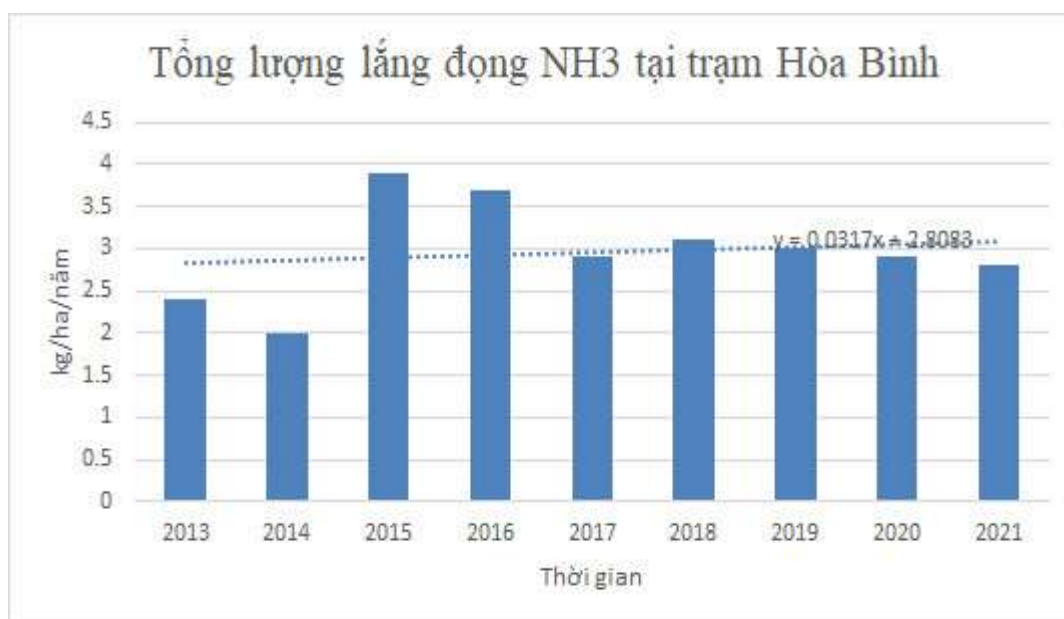
Hình 3.10. Tổng lắng đọng SO₂ theo các năm tại Hòa Bình

Xu thế lắng đọng SO₂ tại Hòa Bình theo các năm có xu hướng tăng nhẹ, cũng có thể giải thích do sự gia tăng nồng độ SO₂ trong khí quyển cũng như sự gia tăng ô nhiễm không khí hiện nay.



Hình 3.11. Tổng lắng đọng HNO₃ theo các năm tại Hòa Bình

Xu thế lắng đọng HNO₃ theo các năm cũng có sự gia tăng, so với SO₂ sự gia tăng này thấp hơn. Với HNO₃ năm có lượng lắng đọng lớn nhất là 5,1 kg/ha/năm vào năm 2016, năm có lượng lắng đọng nhỏ nhất là 2014 với tổng lượng lắng đọng 3kg/ha/năm.



Hình 3.12. Tổng lắng đọng NH₃ theo các năm tại Hòa Bình

Tương tự, với NH₃, năm 2015 là năm có lượng lắng đọng lớn nhất là 3,9 kg/ha/năm, lượng lắng đọng thấp nhất là 2 kg/ha/năm vào năm 2014. Khác với xu thế của HNO₃ và SO₂, lắng đọng NH₃ theo các năm có xu hướng giảm dần trong giai đoạn 2018-2022, có thể giải thích được nguyên nhân từ sự hình thành NH₃

chủ yếu là hoạt động nông nghiệp, trong khi các hoạt động nông nghiệp đang giảm dần.

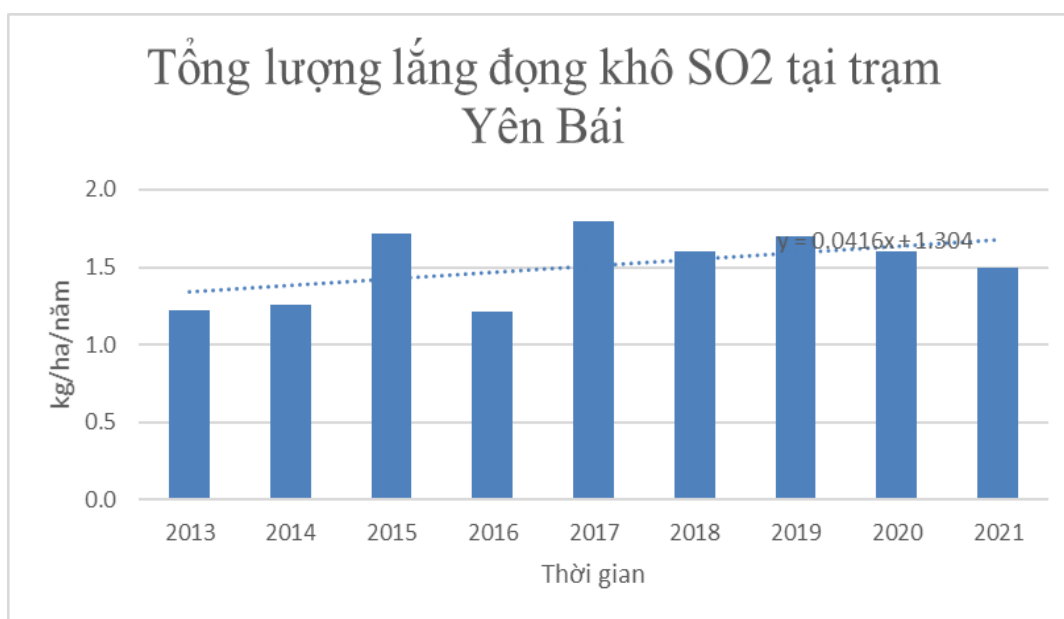
Trạm Yên Bái

Các kết quả tính toán tổng lượng lắng đọng khô tại Yên Bái theo các năm được thể hiện trong bảng dưới đây.

Bảng 3.5. Tổng lắng đọng khô tại Yên Bái theo các năm (kg/ha/năm)

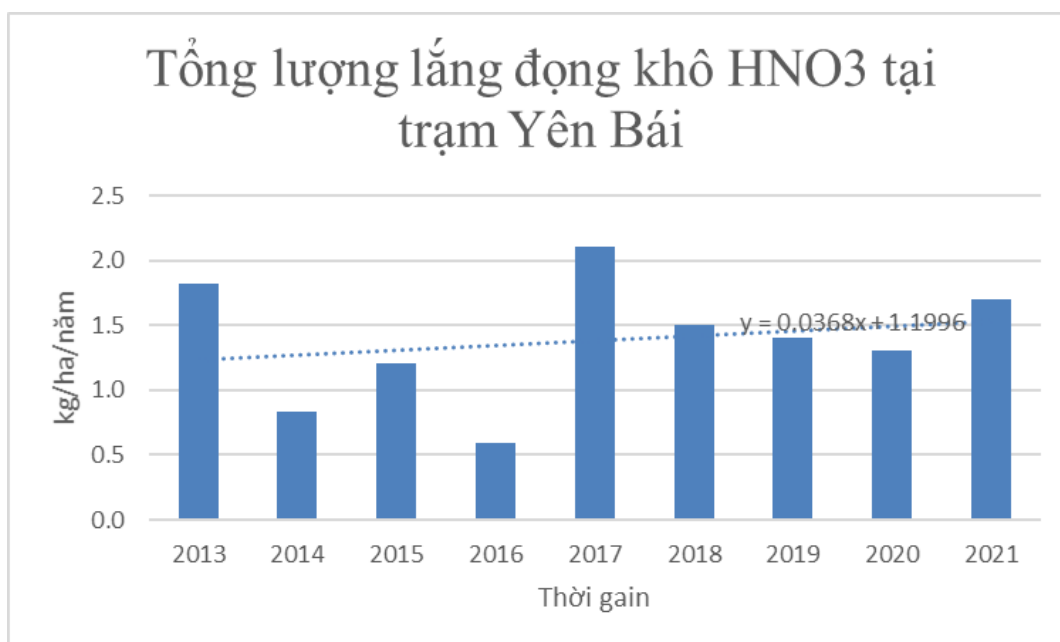
Năm	SO ₂	HNO ₃	NH ₃
2013	1,2	1,8	1,7
2014	1,3	0,8	1,7
2015	1,7	1,2	3,2
2016	1,2	0,6	2,6
2017	1,8	2,1	2,9
2018	1,6	1,5	2,7
2019	1,7	1,4	2,6
2020	1,6	1,3	2,4
2021	1,5	1,7	2,1

Năm có tổng lắng đọng SO₂ cao nhất lên tới 1,8 kg/ha/năm (2017), năm có tổng lắng đọng thấp nhất là năm 2013 với lượng lắng đọng 1,2kg/ha/năm.



Hình 3.13. Tổng lắng đọng SO₂ theo các năm tại Yên Bái

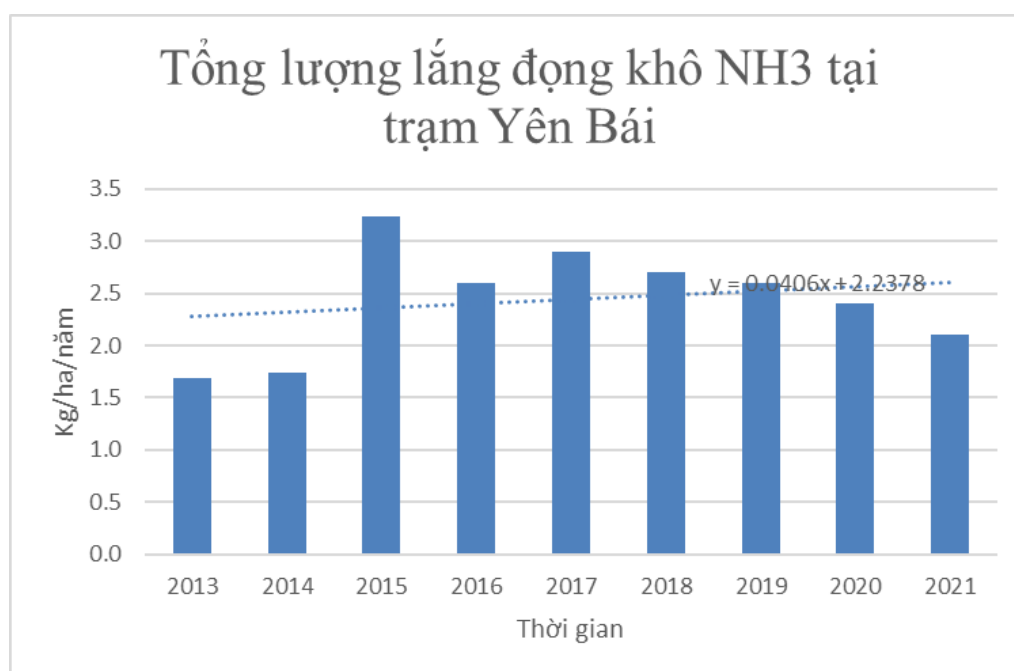
Xu thế lắng đọng SO_2 tại Yên Bái theo các năm có xu hướng tăng lên, cũng có thể giải thích do sự gia tăng nồng độ SO_2 trong khí quyển cũng như sự gia tăng ô nhiễm không khí hiện nay.



Hình 3.14. Tổng lắng đọng HNO_3 theo các năm tại Yên Bái

Xu thế lắng đọng HNO_3 theo các năm cũng có sự gia tăng, so với SO_2 sự gia tăng này thấp hơn.

Với HNO_3 năm có lượng lắng đọng lớn nhất là 2,1 kg/ha/năm (2017), năm có lượng lắng đọng nhỏ nhất là 0,6 kg/ha/năm (2016).



Hình 3.15. Tổng lắng đọng NH_3 theo các năm tại Yên Bái

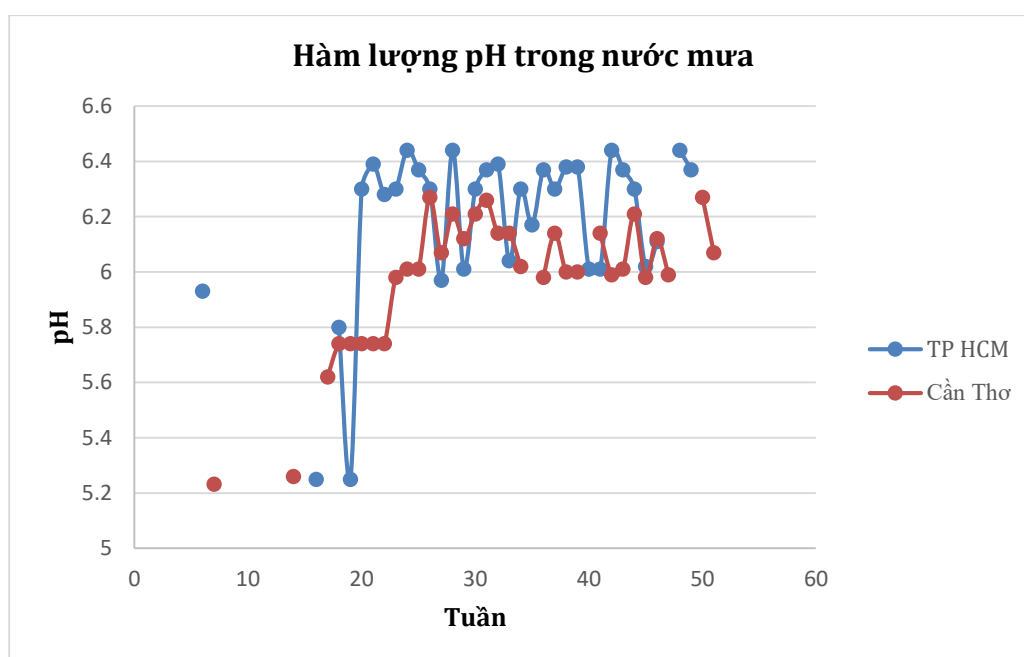
Lắng đọng NH_3 theo các năm tại Yên Bái có xu hướng tăng trong cả thời kỳ 2013-2021. Trong đó, năm 2015 có tổng lượng lắng đọng lớn nhất (3,2 kg/ha/năm). Mức tăng tổng lượng lắng đọng trung bình hàng năm khoảng 0,23 kg/ha/năm.

3.2. Kết quả giám sát lắng đọng ướt

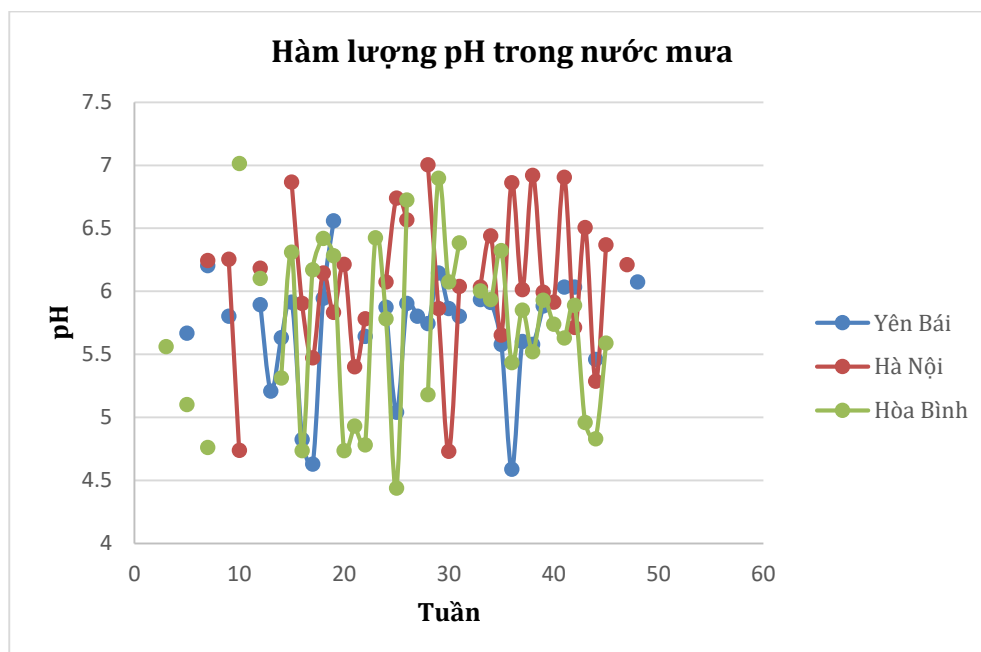
3.2.1. pH

Dưới đây là một số kết quả giám sát lắng đọng ướt năm 2021 tại các trạm quan trắc TP. Hồ Chí Minh, Cần Thơ, Yên Bái, Hà Nội và Hòa Bình.

pH trong nước mưa

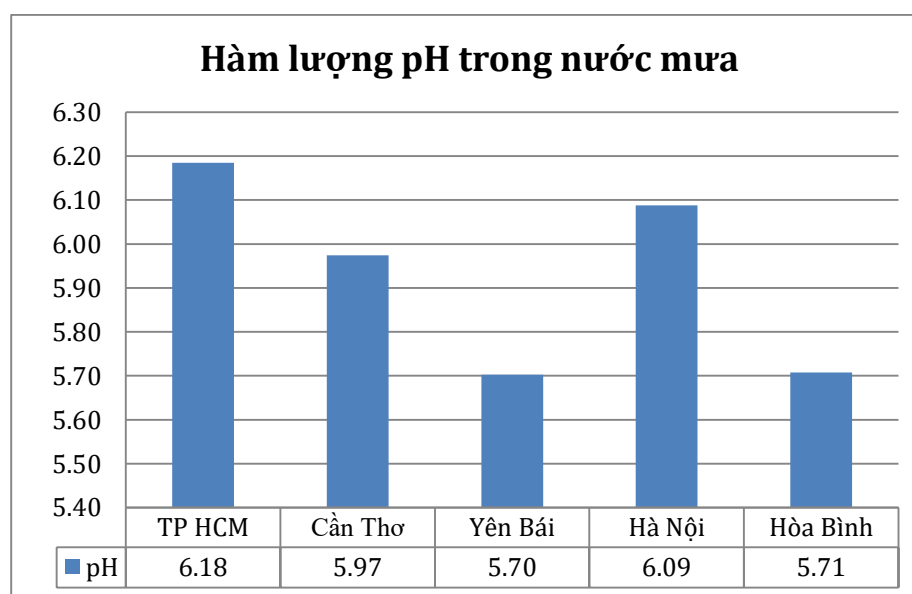


Hình 3.16. Hàm lượng pH trong nước mưa tại các trạm Hồ Chí Minh, Cần Thơ



Hình 3.17. Hàm lượng pH trong nước mưa tại các trạm Miền Bắc

Căn cứ kết quả giám sát lắng đọng ướt năm 2021, trạm Hà Nội có giá trị pH trung bình trong khoảng 4,73 - 7,01. Trong đó, trạm Hòa Bình ghi nhận thì đa số các tháng giá trị pH cũng cao hơn 6,0 nhưng bên cạnh đó cũng có những tháng giá trị pH thấp xuống 4,44. Hàm lượng pH cao nhất ghi nhận tại tuần thứ 10 đạt giá trị 7,02. Giá trị pH tại trạm Yên Bái dao động trong khoảng từ 4,59 - 6,56. Tại khu vực phía Nam, giá trị pH tại trạm TP. Hồ Chí Minh thay đổi nhiều qua từng tuần, trong khoảng từ 5,25 - 6,44. Tại trạm Cần Thơ, giá trị pH không có sự dao động lớn, trong khoảng 5,23 - 6,27. Nhìn chung, tần suất mưa axit xuất hiện nhiều hơn ở các vùng nông thôn.

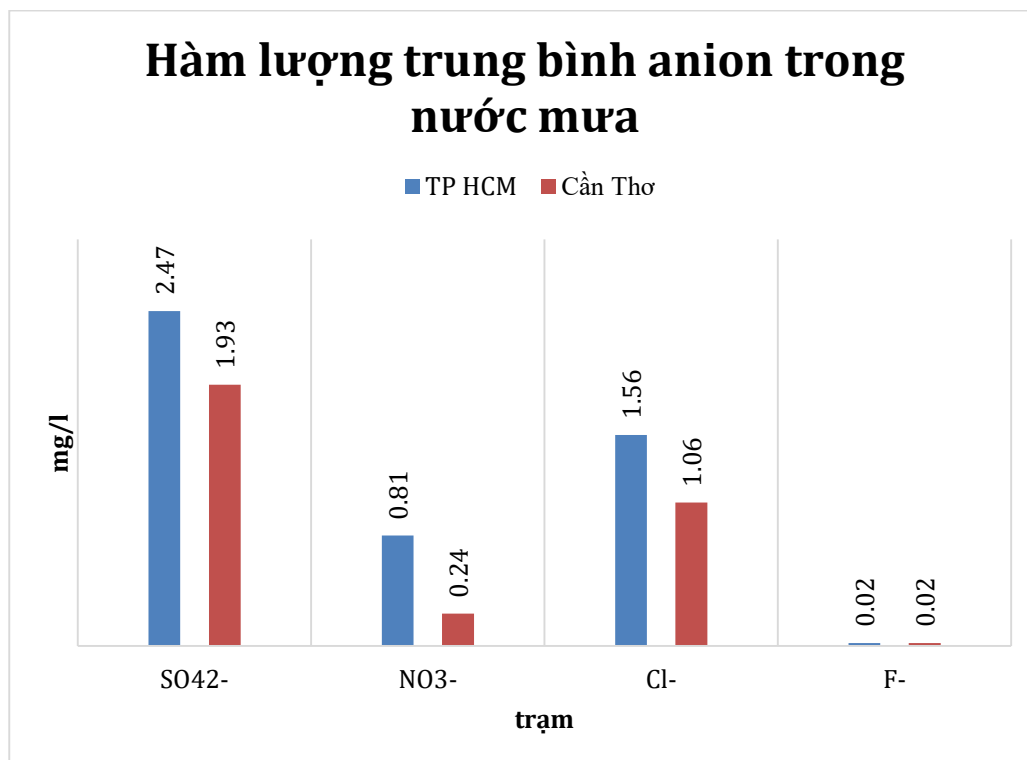


Hình 3.18. Hàm lượng trung bình pH trong nước mưa tại các trạm năm 2021

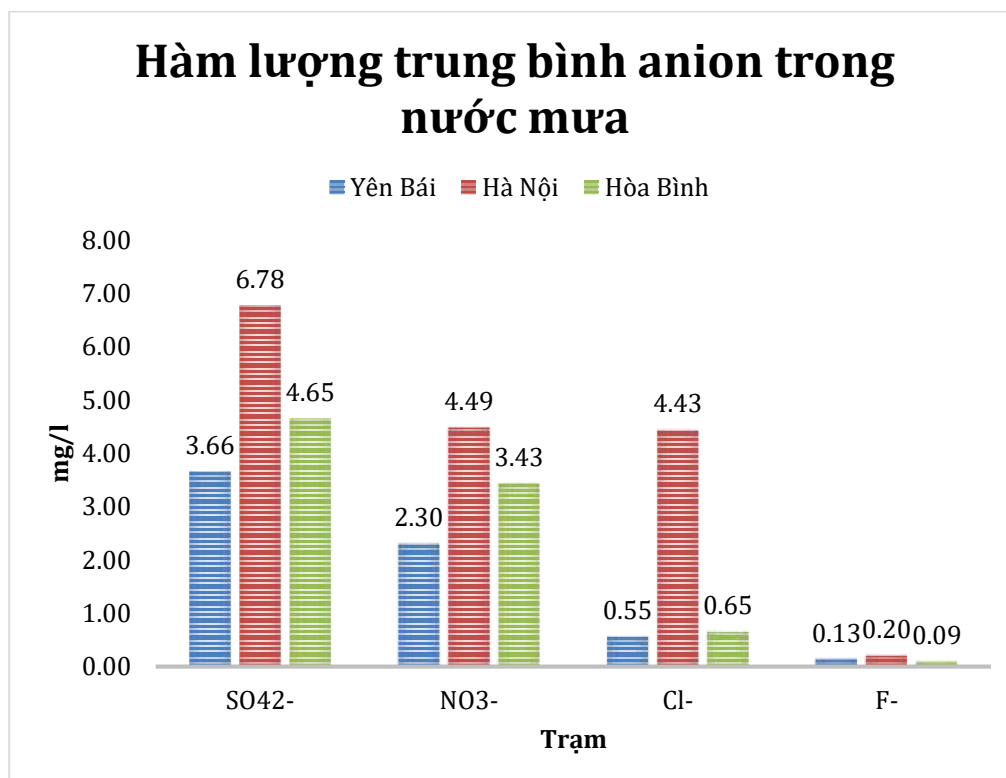
Theo hình 3.18, kết quả hàm lượng trung bình pH trong nước mưa tại các trạm của Việt Nam năm 2021 cho thấy tần suất mưa axit tại các khu vực miền Bắc có khả năng cao hơn khu vực miền Nam (Cần Thơ, TP. Hồ Chí Minh).

3.2.2. Các anion (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , F^-)

Hàm lượng trung bình của các anion trong nước mưa



Hình 3.19. Hàm lượng trung bình của các anion trong nước mưa tại các trạm Hồ Chí Minh, Cần Thơ

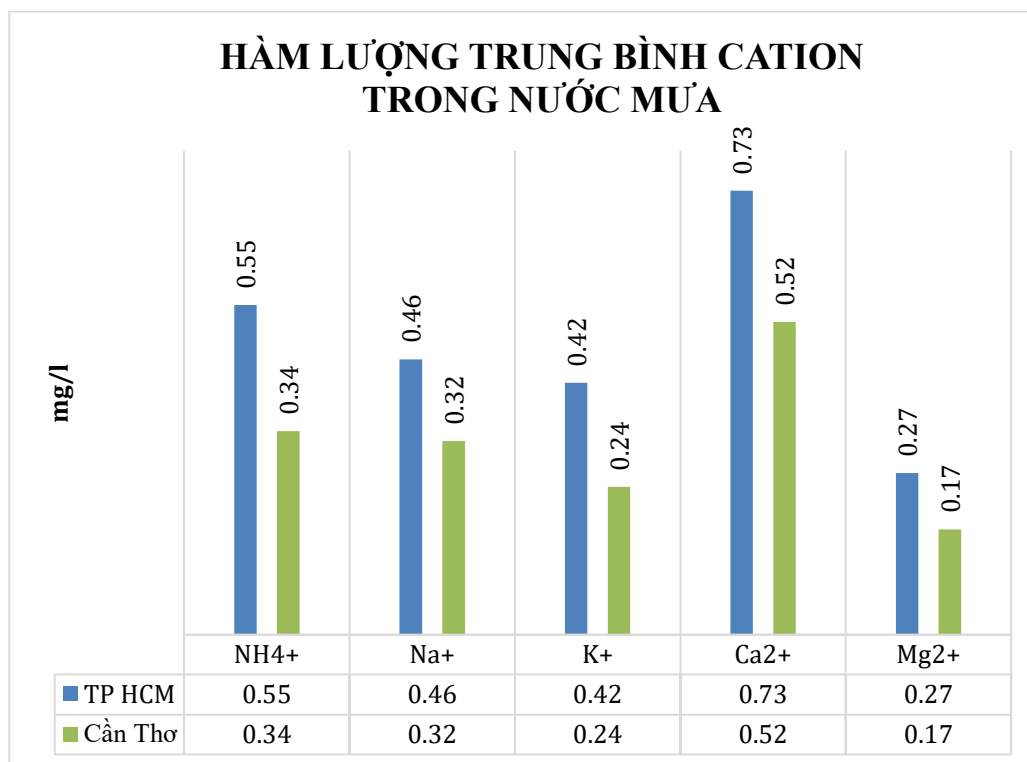


Hình 3.20. Hàm lượng trung bình của các anion trong nước mưa tại các trạm Miền Bắc

Nhìn vào biểu đồ, có thể thấy rằng hàm lượng SO_4^{2-} tại trạm Hà Nội cao hơn nhiều lần so với các trạm còn lại và thấp nhất là trạm Cần Thơ. Tại khu vực Hà Nội, hàm lượng NO_3^- cũng cao nhất trong số các trạm. Lượng lắng đọng của Ion Clorua đặc biệt trạm Hà Nội cũng đạt giá trị cao nhất và thấp nhất tại trạm Yên Bái. Hàm lượng ion F^- tại các trạm phía Nam không đáng kể (0,02 mg/l), nhỏ hơn tại các trạm phía Bắc (dao động từ 0,09 - 0,2 mg/l).

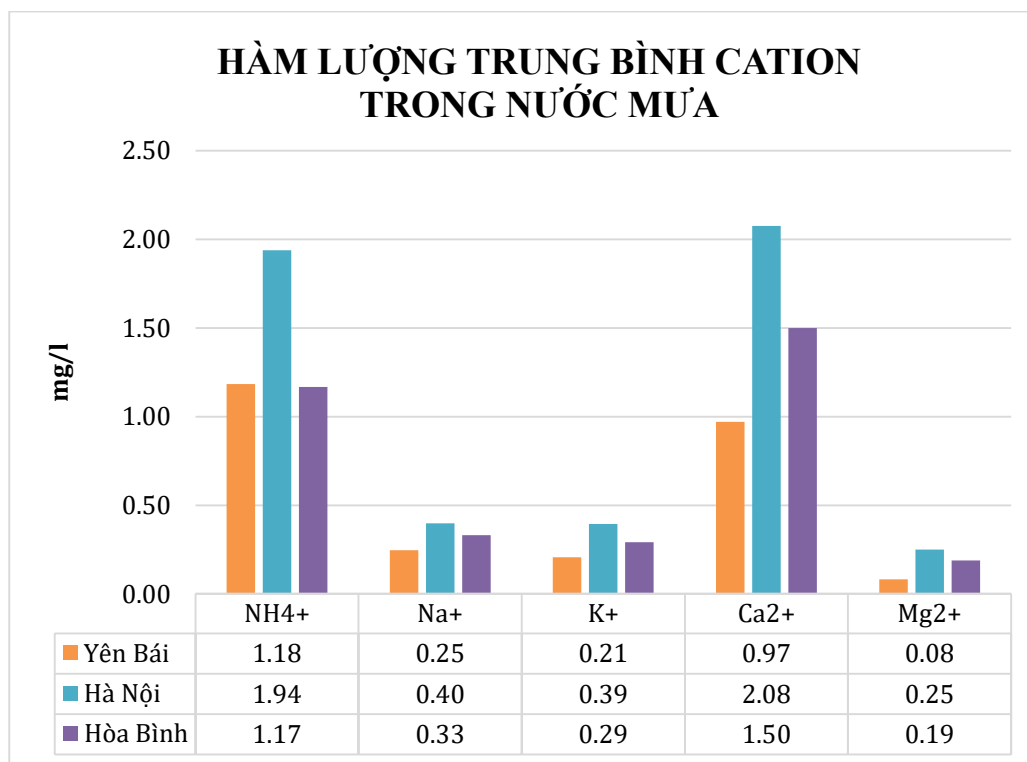
3.2.3. Các cation (NH_4^+ , Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+)

Hàm lượng trung bình của các cation trong nước mưa



Hình 3.21. Hàm lượng trung bình của các cation trong nước mưa tại các trạm Hồ Chí Minh, Cần Thơ

Dựa trên các biểu đồ, lượng lắng đọng các cation tại các Trạm khu vực phía Nam tương đối thấp hơn khu vực miền bắc. Tại trạm Hà Nội, lượng lắng đọng NH₄⁺ và Ca²⁺ cao nhất (lần lượt là 1,94 và 2,08 mg/l tương ứng). NH₄⁺, Ca²⁺ ở các trạm đô thị là khá lớn, tham gia vào phản ứng trung hòa trong nước mưa của các trạm này, hạn chế hiện tượng mưa axit kéo dài. Hàm lượng Ca²⁺ ở Đà Nẵng cũng tương đối cao nhưng vẫn thấp hơn trạm Hà Nội. Còn lại tại trạm TP. Hồ Chí Minh, hàm lượng trung bình của các cation Mg²⁺, K²⁺, Na⁺ ghi nhận giá trị cao hơn.



Hình 3.22. Hàm lượng trung bình của các cation trong nước mưa tại các trạm Miền Bắc

3.3. Kết quả giám sát nước nội địa

Hồ chứa Hòa Bình bắt đầu tích nước từ năm 1989 và tích nước đến cao trình bình thường từ năm 1990. Với dung tích là 9,45 tỷ m³, dung tích hữu ích ở mức 5,65 tỷ m³, dung tích chống lũ đạt 5,60 tỷ m³. Diện tích mặt hồ ứng với cao trình mực nước 120m (308km²); mực nước 115m (208km²); mực nước chết 80m (117km²); mực nước tối thiểu (107km²). Tại cao trình mực nước 115m, hồ dài 230km, chiều rộng trung bình 1km và độ sâu trung bình là 50m. Nhiệm vụ chính của hồ hiện nay là sản xuất điện năng, cấp nước tưới cho đồng bằng sông Hồng, giao thông thủy, thủy sản và một nhiệm vụ quan trọng là cung cấp nước sinh hoạt cho thành phố Hà Nội. Hồ Hòa Bình được chọn làm hồ để quan trắc lắng đọng axit cho môi trường nước nội địa tại Việt Nam từ năm 2001 đến nay.

Kết quả quan trắc bốn đợt trong các tháng 3,6,9 và 12 năm 2021 cho thấy, giá trị pH nằm trong khoảng từ 7,67-7,71 và cao hơn so với kết quả quan trắc vào năm 2020 (7,13-7,64). Tương tự, độ kiềm trong nước cũng tăng hơn so với năm 2020 từ 1,22-1,4 meq/l lên 1,33-1,46 meq/l. Cả hai thông số này đều đạt giá trị cao nhất vào kỳ quan trắc tháng 9.

Hàm lượng các cation NH_4^+ và Mg^{2+} không có sự dao động lớn qua bốn kỳ quan trắc trong năm 2021. Ngoại trừ, hàm lượng Na^+ tăng 38,35% (từ 2,79 mg/l trong kỳ quan trắc tháng 6 lên 3,86 mg/l vào tháng 9). Tương tự, hàm lượng K^+ tăng 62,23% (từ 1,43 lên 2,32 mg/l vào kỳ quan trắc tháng 9).

Các anion (Cl^- , F^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) hầu hết đạt giá trị cao nhất vào kỳ quan trắc tháng 12; trong đó hàm lượng Cl^- tăng cao nhất từ 2,56 vào tháng 9 lên 3,79 mg/l (tăng 48,04%). Hàm lượng NO_3^- tăng 33,06% và đạt giá trị cao nhất là 1,65 mg/l vào tháng 12.

KẾT LUẬN

Lắng đọng axit là một mối đe dọa môi trường đang ngày càng gia tăng do phát thải quá mức từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch, tuy nhiên do đặc thù tác động của nó âm thầm, lặng lẽ (từ từ và thời gian dài) nên chưa được quan tâm đúng mức. Thực ra, lắng đọng axit gây tác động đến rất nhiều đối tượng như công trình, mùa màng, sinh thái (đất, nước, rừng) và cả sức khỏe cộng đồng. Lắng đọng axit là một quá trình phức tạp, có quy mô lớn bởi nguồn phát thải sinh ra từ vùng này có thể ảnh hưởng tới vùng khác, từ quốc gia này lại ảnh hưởng tới quốc gia khác. Hệ thống trạm quan trắc lắng đọng axit hiện nay ở Việt Nam được thành lập và vận hành dựa trên yêu cầu cụ thể của từng bộ, cơ quan quản lý ngành nên cũng có những đặc điểm khác nhau của các bộ, cơ quan đó. Trang thiết bị, quy trình và phương pháp giám sát lắng đọng axit của họ chưa đồng bộ và còn chồng chéo.

Năm 2016, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Quy hoạch tổng thể mạng lưới quan trắc tài nguyên và môi trường quốc gia giai đoạn 2016 - 2025, tầm nhìn đến năm 2030, trong đó có nội dung liên quan đến quan trắc lắng đọng axit. Theo quy hoạch, Việt Nam sẽ lắp đặt mới các trạm quan trắc gồm 7 trạm quan trắc môi trường không khí tự động, 12 điểm quan trắc môi trường không khí định kỳ; cũng có 18 trạm mưa axit hiện có và sẽ thành lập 5 trạm quan trắc mưa axit mới, nâng tổng số trạm quan trắc mưa axit lên 23 trạm vào năm 2030. Như vậy, hoạt động quan trắc lắng đọng axit ở Việt Nam được quy hoạch đồng bộ, thống nhất và sẽ được đầu tư hoạt động nhiều hơn hiệu quả trong tương lai.

Năm 2022, giám sát lắng đọng axit trong khuôn khổ mạng lưới giám sát lắng đọng axit vùng Đông Á (EANET), bao gồm lắng đọng khô, lắng đọng ướt, nước nội địa tại các trạm theo đúng yêu cầu kỹ thuật, đảm bảo các số liệu thu thập được có thể so sánh được với các nước trong khu vực và trên thế giới. Kết quả giám sát lắng đọng axit năm 2021 tại các Trạm cho thấy lượng lắng đọng axit tăng lên so với năm 2020, lượng lắng đọng axit khác nhau tại các trạm đó có thể là do quá trình ô nhiễm xuyên biên giới, lắng đọng axit ngày càng tăng cao tại các Trạm khu vực đô thị như thành phố Hà Nội và Hồ Chí Minh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2022). Kết quả giám sát lắng đọng axit năm 2021.
2. Đàm Duy Ân, Lê Văn Linh, (2016), Đánh giá ảnh hưởng của lan truyền xuyên biên giới đến lắng đọng khô tại Miền Bắc Việt Nam sử dụng phương pháp mô hình hóa WRF-CMAQ, Tạp chí Khoa học Trái đất và Môi trường
3. Hán Thị Ngân, Hoàng Xuân Cơ, Lê Văn Linh, Đàm Duy Ân. (2019). Đánh giá diễn biến theo mùa của lắng đọng axit (lắng đọng ướt) tại Việt Nam trong giai đoạn hiện nay. Tạp chí Môi trường, số Chuyên đề Tiếng Việt 4/2019.
4. Nguyễn Hồng Khánh. (2003). Đề tài độc lập cấp Nhà nước "Nghiên cứu, đánh giá hiện trạng dự báo xu thế diễn biến và đề xuất các giải pháp kiểm soát ma axit ở miền Bắc Việt Nam".
5. Nguyễn Hồng Khánh. (2005). Đề tài độc lập cấp "Nhà nước Nghiên cứu, đánh giá hiện trạng dự báo xu thế diễn biến và đề xuất các giải pháp kiểm soát mưa axit ở miền Bắc Việt Nam-giai đoạn II".
6. Nguyễn Thị Kim Lan và Nguyễn Thị Phương. (1999). Hiện trạng mưa axit ở khu vực phía Nam Việt Nam.
7. Phạm Thị Thu Hà. (2010). Bước đầu nghiên cứu đánh giá về phát thải và lắng đọng axit cho một số vùng kinh tế trọng điểm phía Bắc, Việt Nam
8. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu. (2020). Đề tài "Nghiên cứu đánh giá hiện trạng và lập bản đồ phân bố lắng đọng axit ở Việt Nam".