

**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 VỀ TÌNH HÌNH 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 2019

**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 VỀ TÌNH HÌNH 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”**

TRUNG TÂM NCMT

VIỆN KHKT TV & BĐKH

Lê Ngọc Cầu

Hà Nội, năm 2019

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	5
1. THAM GIA CỦA VIỆT NAM VÀO MẠNG LƯỚI GIÁM SÁT LẮNG ĐỘNG AXIT VÙNG ĐÔNG Á	6
1.1. Yêu cầu thực tiễn.....	6
1.2. Quá trình hình thành vấn đề trên Thế giới, Châu Á và Việt Nam	8
1.2.1. Quá trình hình thành vấn đề trên thế giới	8
1.2.2. Lịch sử mạng EANET	9
1.2.3. Quá trình tham gia của Việt Nam vào mạng EANET.	10
2. GIÁM SÁT LẮNG ĐỘNG AXIT TẠI VIỆT NAM	12
2.1. Mục tiêu.....	12
2.2. Nhiệm vụ	12
3. KẾT QUẢ GIÁM SÁT LẮNG ĐỘNG KHÔ, LẮNG ĐỘNG ƯỚT VÀ MÔI TRƯỜNG NƯỚC NỘI ĐỊA	15
3.1. Kết quả giám sát lắng đọng khô	15
3.2. Kết quả giám sát lắng đọng ướt.....	25
3.3. Kết quả giám sát nước nội địa	27
KẾT LUẬN	28
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	29

DANH MỤC BẢNG BIỂU, HÌNH

Bảng 1. Tổng lắng đọng khô tại Cần Thơ theo các năm (kg/ha/năm)	15
Bảng 2. Tổng lắng đọng khô tại Hòa Bình theo các năm (kg/ha/năm)	17
Bảng 3. Tổng lắng đọng khô tại Hòa Bình theo các năm (kg/ha/năm)	19
Bảng 4. Tổng lắng đọng khô tại Yên Bái theo các năm (kg/ha/năm)	21
Bảng 5. Tổng lắng đọng khô tại Thành phố Hồ Chí Minh theo các năm(kg/ha/năm).....	23
Hình 1. Hệ thống trạm tại các nước thành viên EANET	10
Hình 2. Tổng lắng đọng SO ₂ theo các năm tại Cần Thơ	15
Hình 3. Tổng lắng đọng HNO ₃ theo các năm tại Cần Thơ.....	16
Hình 4. Tổng lắng đọng NH ₃ theo các năm tại Cần Thơ.....	16
Hình 5. Tổng lắng đọng SO ₂ theo các năm tại Hà Nội.....	17
Hình 6. Tổng lắng đọng HNO ₃ theo các năm tại Hà Nội.....	18
Hình 7. Tổng lắng đọng NH ₃ theo các năm tại Hà Nội.....	18
Hình 8. Tổng lắng đọng SO ₂ theo các năm tại Hòa Bình.....	19
Hình 9. Tổng lắng đọng HNO ₃ theo các năm tại Hòa Bình	20
Hình 10. Tổng lắng đọng NH ₃ theo các năm tại Hòa Bình	20
Hình 11. Tổng lắng đọng SO ₂ theo các năm tại Yên Bái	21
Hình 12. Tổng lắng đọng HNO ₃ theo các năm tại Yên Bái	22
Hình 13. Tổng lắng đọng NH ₃ theo các năm tại Yên Bái	22
Hình 14. Tổng lắng đọng SO ₂ theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh.....	23
Hình 15. Tổng lắng đọng HNO ₃ theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh	24
Hình 16. Tổng lắng đọng NH ₃ theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh	24
Hình 17. pH trong nước mưa tại các trạm Miền Bắc	25
Hình 18. pH trong nước mưa tại các trạm Đà Nẵng, Hồ Chí Minh, Cần Thơ	25
Hình 19. Hàm lượng trung bình anion trong nước mưa.....	26
Hình 20. Hàm lượng trung bình của các cation trong nước mưa.....	26

MỞ ĐẦU

Đứng trước tình hình công nghiệp hóa của các nước Đông Á phát triển chóng mặt, đồng nghĩa với việc gia tăng sử dụng nhiên liệu hóa thạch dẫn tới nguy cơ ô nhiễm không khí nghiêm trọng, đặc biệt với những tác động bất lợi của hiện tượng lắng đọng axit xuyên biên giới giữa các quốc gia trong khu vực. Năm 1998, Nhật Bản đã khởi xướng thành lập Mạng lưới giám sát lắng đọng axit Đông Á (EANET) như là một sáng kiến hợp tác vùng nhằm nâng cao nỗ lực bảo vệ môi trường và sức khỏe con người trong khu vực Đông Á với các mục tiêu cụ thể như sau:

- Tạo ra sự hiểu biết chung về vấn đề lắng đọng axit khu vực Đông Á;
- Cung cấp cơ sở cho những nhà ra quyết định thuộc các 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 giữa các nước thành viên;

Đến nay, EANET chính thức có 13 thành viên bao gồm các quốc gia: Campuchia, Trung Quốc, Indonesia, Nhật Bản, Lào, Malaysia, Myanmar, Mông Cổ, Phillipin, 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.

Việt Nam đã xây dựng mạng lưới giám sát lắng đọng từ năm 1999, bao gồm 7 trạm lắng đọng ướt, 5 trạm lắng đọng khô, 1 trạm nước mặt lục địa, 1 trạm đất và sinh thái.

1. THAM GIA CỦA VIỆT NAM VÀO MẠNG LƯỚI GIÁM SÁT LẮNG ĐỘNG AXIT VÙNG ĐÔNG Á

1.1. Yêu cầu thực tiễn

Lắng đọng axit (Acid deposition) hiện đang là một trong những vấn đề ô nhiễm môi trường nghiêm trọng nhất không chỉ vì mức độ ảnh hưởng mạnh mẽ của chúng tới cuộc sống con người và các hệ sinh thái mà còn vì quy mô tác động của chúng đã vượt ra khỏi phạm vi kiểm soát của mỗi quốc gia và nhân loại đang phải xem xét những ảnh hưởng của chúng ở quy mô khu vực và toàn cầu. 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 khác cho các hoạt động phát triển kinh tế, cũng như ảnh hưởng trực tiếp tới sức khỏe của con người.

Thuật ngữ “Lắng đọng axit” được dùng trong Kế hoạch này bao gồm cả hai hình thức: lắng đọng khô (dry deposition) và lắng đọng ướt (wet deposition). Lắng đọng ướt có thể thể hiện dưới nhiều dạng (trước đây thường quen chung gọi là Mưa axit): mưa, tuyết, sương mù, hơi nước có tính axit, còn lắng đọng khô bao gồm các dạng: khí (gases), bụi (particulate) và sol khí (aerosol) có tính axit. Lắng đọng axit xuất hiện khi có một lượng lớn SO_2 và NO_x được thoát ra từ quá trình đốt cháy các nhiên liệu hóa thạch.

Không phải cho đến những năm cuối của thế kỷ XX này, nhân loại mới nhận thức được mức độ nguy hại của sự lắng đọng axit và tìm kiếm những phương thức ngăn chặn. Ngay từ những năm 60, lắng đọng axit đã được phát hiện thấy qua các số liệu quan trắc ở Thụy Điển, hàng loạt cây bị khô và chết ở vùng Rừng Đen (Black Forest) của Tây Đức, sự suy giảm rõ rệt của loài Vân Sam đỏ trên sườn phía đông của đỉnh Mitchell ở Bắc Carolina (Hoa K)... là những thảm họa đầu tiên mà con người nhận thức được về sự nguy hại của lắng đọng axit. Mặc dù lắng đọng axit là một hiện tượng đã được phát hiện từ lâu song được chú ý nhiều nhất từ khoảng những năm 80 cho tới nay do tác hại của chúng gây ra ở nhiều quốc gia. Đến nay, hiện tượng này đã được phát hiện thấy ở nhiều vùng khác nhau trên thế giới.

Lắng đọng axit được tạo thành do sự phát thải quá mức các khí SO_2 , NO_x từ các nguồn thải như nguồn thải công nghiệp, có khả năng lan xa tới hàng trăm, hàng ngàn kilomet. Bởi vậy, có thể nguồn phát thải sinh ra từ quốc gia này song lại có ảnh hưởng tới nhiều quốc gia lân bang do sự chuyển động quy mô lớn trong khí quyển. Lắng đọng axit gây ra những hậu quả nghiêm trọng về người và của: làm hư hại mùa màng, làm giảm năng suất cây trồng, phá hủy các rừng cây, đe dọa cuộc sống của các loài sinh vật ở dưới nước và trên cạn, phá hoại các công trình kiến trúc, xây dựng, các cơ sở hạ tầng, ảnh hưởng nghiêm trọng tới sức khỏe, tác động mạnh tới hệ thần kinh của con người... Lắng đọng axit gây ra những hậu quả nghiêm trọng cho các hệ sinh thái trên cạn và dưới nước. Chẳng hạn, với hệ sinh thái nước ở Nauy, số lượng sinh vật trong các dòng sông đã giảm đi một nửa vào năm 1978 và số còn lại đã giảm đi 40% vào năm 1983. Với hệ sinh thái trên cạn, 75% diện tích rừng kinh tế của Châu Âu bị thiệt hại nghiêm trọng do lắng đọng axit. Ngoài những hậu quả nghiêm trọng gây ra cho các hệ sinh thái còn phải kể đến những sự phá hủy vô hình mà chúng gây ra cho những công trình kiến trúc lịch sử, cho các loại vật liệu xây dựng cũng như khả năng gia tăng các loại bệnh phổ biến về hô hấp như viêm phế quản, hen suyễn. Thiệt hại hàng năm trên toàn cầu ước tính tới hàng tỷ đô la Mỹ. Những tác động tiêu cực này thường kéo dài và khó khắc phục. Bởi vậy, hiện nay vấn đề lắng đọng axit là vấn đề mà toàn nhân loại quan tâm.

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 sạch và không sạch). Hiện nay - ở Châu Á - 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. Tại Thái Lan, trong những năm gần đây cũng đã xuất hiện những sự cố nghiêm trọng có liên quan tới sự phát thải SO_2 quá mức gây nên: ngày 1-2 tháng 10 năm 1992, tại vùng thung lũng Mae Moh đã xảy ra sự cố lại nhà máy điện kết hợp với điều kiện thời tiết bất lợi (khả năng khuếch tán kém-tốc độ gió khoảng 0,5m/s) đã làm cho 34 người dân làng Sobpad phải đi cấp cứu ở bệnh viện và 1118 người khác phải sơ cứu, ngoài ra còn có những ảnh hưởng

bất lợi khác tới cây trồng và nông nghiệp của cả vùng. Những kết quả đo đạc cho thấy rằng nồng độ SO₂ ở không khí xung quanh (ambient) đạt tới 2122 µg/m³ tính trung bình cho 24 giờ (ngày 20/10/1992). Giá trị đó cao gấp 7 lần so với giá trị tiêu chuẩn cho phép ở không khí xung quanh (300 µg/m³). Một sự cố khác cũng đã xảy ra tại đây vào ngày 17-18/8/1998, khi nồng độ SO₂ đo đạc tại 16 trạm giám sát ghi nhận được giá trị trung bình ngày đạt tới 2133 – 2293 µg/m³. Thiệt hại cũng là đáng kể: 800 người phải đi bệnh viện để xử lý, 1211 gia đình bị ảnh hưởng, có tới 1,46 ha lúa, 0,24ha cây công nghiệp khác, 7431 tấn hoa quả, 109754 tấn rau và 218 vườn hoa bị ghi nhận là thiệt hại trong sự cố này.

1.2. Quá trình hình thành vấn đề trên Thế giới, Châu Á và Việt Nam

1.2.1. Quá trình hình thành vấn đề trên thế giới

Trong những năm 70, ở Châu Âu và Bắc Mỹ, những sự phối hợp của các hoạt động quốc tế trên quy mô khu vực đã được thực hiện: Công ước về nhiễm bẩn không khí xuyên biên giới phạm vi rộng (LRTAP- The Covention on Long Range Transboundary Air Pollution) đã được ký kết ở Châu Âu vào năm 1979 và tiếp theo là những Nghị định thư về việc giảm lượng SO₂ và NO_x cũng được các bên tham gia Công ước tiếp tục ký kết. Một Chương trình giám sát đa quốc gia của Châu Âu (EMEP-The European Monitoring and Evaluation Programme) đã được triển khai. Ở Bắc Mỹ, các hoạt động của Chương trình đánh giá mưa axit quốc gia (NAPAP-National Acid Precipitation Aessment Program) đã dẫn đến sự ra đời của Luật làm sạch khí quyển (CAA-Clean Air Act) vào năm 1990. Chính vì những mối quan tâm chung như vậy mà trong Chương 9 của Chương trình Nghị sự 21 (Agenda 21) tại Hội nghị Liên hợp quốc về Môi trường và Phát triển (UNCED-The United Nation Conference on the Environment and Development, Rio de Janeiro, 6/1992) đã chỉ ra rằng: Các Chương trình này (các chương trình đã được thực hiện ở Châu Âu và Bắc Mỹ) cần được tiếp tục và tăng cường, những kinh nghiệm thu được từ các chương trình này cần được chia sẻ với các khu vực khác trên thế giới.

Hiện nay, quá trình công nghiệp hóa đang phát triển hết sức nhanh chóng ở khu vực Châu Á-Thái Bình Dương đã dẫn đến việc phải xem xét những vấn đề

nhiệm bản không khí một cách nghiêm túc mà trong đó vấn đề lắng đọng axit là một trọng tâm. Cũng trong khu vực này, vùng Đông Á (bao gồm cả Đông Bắc Á và Đông Nam Á) lại là một vùng phát triển sôi động nhất. Vào thời điểm 1997, mức tăng trưởng kinh tế của hầu hết các nước trong vùng đạt từ 5-10% hàng năm và hệ quả của nó là nền công nghiệp của vùng Đông Á đã đóng góp khoảng 1/3 tổng lượng khí thải của toàn cầu và mức độ gia tăng của nó đã vượt lên trên bất kỳ vùng nào của Trái đất. Nếu quá trình này tiếp tục phát triển mà không có sự kiểm soát thì sẽ gây nên những hậu quả xấu, dẫn đến tình trạng là chất lượng nước và mức độ phì nhiêu của đất đai trong vùng sẽ bị suy giảm rất nghiêm trọng.

1.2.2. Lịch sử mạng EANET

Nhận thức được tầm quan trọng của những ảnh hưởng do lắng đọng axit nên Nhật Bản là nước khởi xướng vấn đề thiết lập một 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) ở Đông Á. Từ 1993 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. Tham dự các cuộc họp có đại biểu nhiều nước: Trung Quốc, Nhật Bản, Hàn Quốc, Mông Cổ, Liên bang Nga, Thái Lan, Việt Nam, Indonesia, Philippines, Malaysia và 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),...

Để điều hành hoạt động của Mạng lưới, có tổ chức Ban Thư ký và Trung tâm Mạng lưới. 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, có đại diện của tất cả các nước tham gia Mạng lưới, 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. Hiện nay, đã tiến hành thảo luận về cơ chế đóng góp tài chính trong Mạng lưới và đưa ra quyết định đóng góp dựa trên thu nhập quốc dân và năm 2011 Việt Nam phải đóng góp khoảng 1500USD. Từ ngày 1/1/2001, Mạng lưới đã đi vào hoạt động chính thức.



Hình 1. Hệ thống trạm tại các nước thành viên EANET

1.2.3. Quá trình tham gia của Việt Nam vào mạng EANET.

Tổng cục Khí tượng Thủy văn (trước đây), nay là Bộ Tài nguyên và Môi trường, được Nhà nước giao nhiệm vụ điều tra cơ bản về môi trường không khí và nước. Hiện nay, hệ thống quan trắc môi trường không khí và nước của Tổng Cục Khí tượng Thủy văn (KTTV) gồm có một trạm kiểm soát nhiễm bản khí quyển nền vùng (thuộc mạng GAW), 21 trạm đo hóa nước mưa (tương tự như trạm giám sát lắng đọng ướt), 51 trạm giám sát chất lượng nước sông và 7 trạm giám sát chất

lượng nước hồ (tương tự như trạm giám sát môi trường nước nội địa), 3 phòng thí nghiệm để phân tích mẫu cho các trạm nói trên. Các số liệu giám sát về chất lượng môi trường không khí và nước trên phạm vi toàn quốc được thông báo định kỳ trên Tạp chí KTTV của ngành.

Tổng cục KTTV được phía Nhật Bản mời tham dự cuộc họp nhóm chuyên gia lần thứ 3 và tới nay đã tham gia nhiều cuộc họp trong khuôn khổ của mạng lưới EANET. Mạng lưới EANET coi trọng việc tham gia và đánh giá cao về những đóng góp của Việt Nam. Trong Giai đoạn Chuẩn bị, Nhật Bản đã hỗ trợ cho Việt Nam qua việc cung cấp các thiết bị lấy mẫu lắng đọng khô và ướt cho 2 trạm quan trắc ở Hà Nội và Hòa Bình để thực hiện theo các quy trình kỹ thuật thống nhất với Mạng lưới. Trong những năm qua (2001, 2002) Trung tâm Mạng lưới cũng đã hỗ trợ chúng ta trong việc xuất bản cuốn sách phổ biến kiến thức về lắng đọng axit bằng tiếng Việt và tổ chức phổ biến rộng rãi cuốn sách này tới các trường phổ thông, đại học trong cả nước.

Năm 2002, Chính phủ Việt Nam đã có những văn bản pháp lý chính thức về việc tham gia mạng lưới EANET và giao cho Tổng cục khí tượng Thủy văn (cụ thể là Viện KTTV) làm nhiệm vụ đầu mối, chủ trì hợp tác và tham gia chính thức vào các hoạt động của Mạng lưới.

Công văn số 2136/ VPCP-QHQT ngày 4 tháng 7 năm 2011 của Văn phòng Chính phủ về việc đồng ý ký “Thỏa thuận củng cố Mạng lưới giám sát lắng đọng axit khu vực Đông Á (EANET)” và ủy quyền cho Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường ký thỏa thuận.

Công văn số 1902/BTNMT-HTQT ngày 31 tháng 5 năm 2011 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường yêu cầu Viện KH KTTVMT chủ trì, phối hợp với các cơ quan trong và ngoài Bộ xây dựng kế hoạch để triển khai các hoạt động trong khuôn khổ thỏa thuận EANET.

“Thỏa thuận củng cố Mạng lưới giám sát lắng đọng axit khu vực Đông Á (EANET)” đã được các Quốc gia thành viên nhất trí và ký kết tại Hội nghị Liên Chính phủ (IG12) tại Niigata, Nhật Bản.

Hiện nay, được sự đồng ý của Bộ Tài nguyên và Môi trường, Viện KHKTTV và Biến đổi khí hậu đang thu thập số liệu giám sát lắng đọng axit của các trạm, cụ thể là:

- 1) Trạm Hòa Bình;
- 2) Trạm Yên Bái
- 3) Trạm Hà Nội;
- 4) Trạm Cần Thơ;
- 5) Trạm Hồ Chí Minh;
- 6) Trạm Cúc Phương
- 7) Trạm Đà Nẵng

2. GIÁM SÁT LẮNG ĐỌNG AXIT TẠI VIỆT NAM

2.1. Mục tiêu

Duy trì các hoạt động quan trắc lắng đọng axit trong khuôn khổ Mạng lưới giám sát lắng đọng axit Vùng Đông Á (EANET) 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.

2.2. Nhiệm vụ

- Giám sát lắng đọng khô:
 - Phương pháp giám sát: Filter pack
 - Các trạm tham gia: Hòa Bình, Hà Nội, Yên Bái, TP. Hồ Chí Minh và Cần Thơ
 - 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
 - Tần suất giám sát: từ 9h00 sáng thứ 2 tuần này đến 9h00 sáng thứ 2 tuần sau
 - Phương pháp phân tích:
 - SO_2 , HCl , HNO_3 : Hướng dẫn giám sát lắng đọng khô của EANET và TCVN 6494-1:2011 (sắc ký ion)

- NH₃: Hướng dẫn giám sát lắng đọng khô của EANET và TCVN 6660-2000 (sắc ký ion)
 - SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻: Hướng dẫn giám sát lắng đọng khô của EANET và TCVN 6494-1:2011 (sắc ký ion)
 - NH₄⁺, Na⁺: Hướng dẫn giám sát lắng đọng khô của EANET và TCVN 6660-2000 (sắc ký ion)
 - K⁺: Hướng dẫn giám sát lắng đọng khô của EANET và TCVN 6196-2:1996 (Quang phổ hấp thụ nguyên tử)
 - Ca²⁺, Mg²⁺: Hướng dẫn giám sát lắng đọng khô của EANET và TCVN 6201-1995 (Quang phổ hấp thụ nguyên tử)
- Giám sát lắng đọng ướt
- Các trạm tham gia: Hòa Bình, Hà Nội, Yên Bái, TP. Hồ Chí Minh, Cần Thơ, Đà Nẵng và Cúc Phương
 - 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.
 - Các thông số giám sát: pH, độ dẫn điện (EC) và nồng độ của các ion: SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, F⁻, NH₄⁺, Na⁺, K⁺, Ca²⁺ và Mg²⁺.
 - 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.
 - Phương pháp phân tích:
 - pH: Hướng dẫn giám sát lắng đọng ướt của EANET và TCVN 6492-1:2011
 - EC: Hướng dẫn giám sát lắng đọng ướt của EANET và SMEWW 2510B:2012
 - SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, F⁻: Hướng dẫn giám sát lắng đọng ướt của EANET và TCVN 6494-1:2011 (sắc ký ion)
 - NH₄⁺, Na⁺: Hướng dẫn giám sát lắng đọng ướt của EANET và TCVN 6660-2000 (sắc ký ion)

- K^+ : Hướng dẫn giám sát lắng đọng ướt của EANET và TCVN 6196-2:1996 (Quang phổ hấp thụ nguyên tử)
 - Ca^{2+} , Mg^{2+} : Hướng dẫn giám sát lắng đọng ướt của EANET và TCVN 6201-1995 (Quang phổ hấp thụ nguyên tử)
- Giám sát môi trường nước nội địa tại trạm Hòa Bình:
- 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.
 - Tần suất giám sát: 4 lần trong năm.
 - Phương pháp phân tích:
 - pH: Hướng dẫn giám sát nước nội địa của EANET và TCVN 6492-1:2011
 - EC: Hướng dẫn giám sát nước nội địa của EANET và SMEWW 2510B:2012
 - SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- : Hướng dẫn giám sát nước nội địa của EANET và TCVN 6494-1:2011 (sắc ký ion)
 - NH_4^+ , Na^+ : Hướng dẫn giám sát nước nội địa của EANET và TCVN 6660-2000 (sắc ký ion)
 - K^+ : Hướng dẫn giám sát nước nội địa của EANET và TCVN 6196-2:1996 (Quang phổ hấp thụ nguyên tử)
 - Ca^{2+} , Mg^{2+} : Hướng dẫn giám sát nước nội địa của EANET và TCVN 6201-1995 (Quang phổ hấp thụ nguyên tử)
 - NO_2^- : Hướng dẫn giám sát nước nội địa của EANET và TCVN 6178-1996 (so màu)
 - NO_2^- : Hướng dẫn giám sát nước nội địa của EANET và TCVN 6202-2008 (so màu)
 - COD: Hướng dẫn giám sát nước nội địa của EANET và TCVN 6186-1996

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

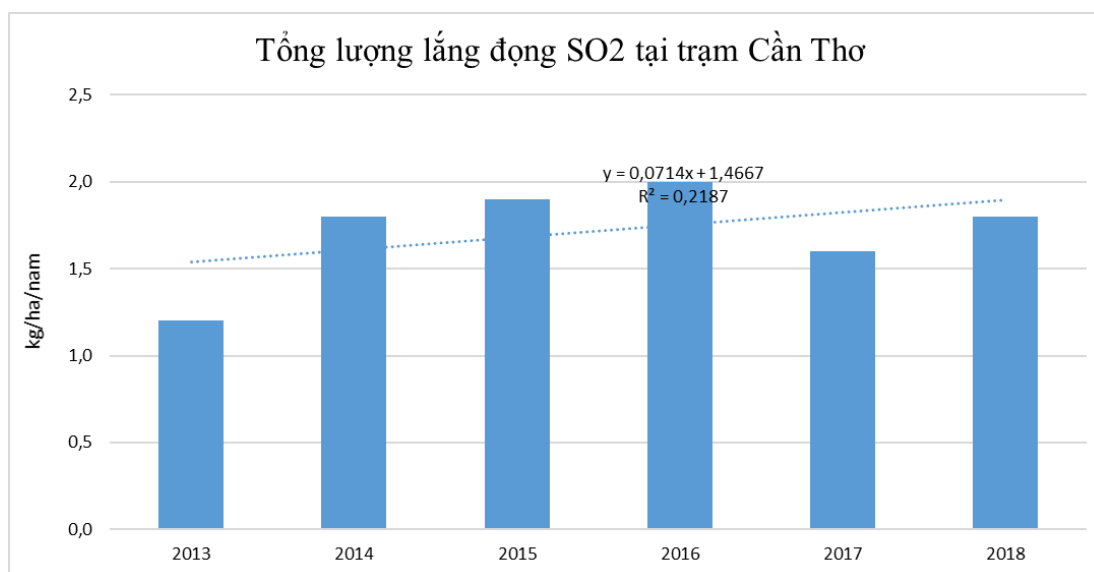
Trạm Cần Thơ

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

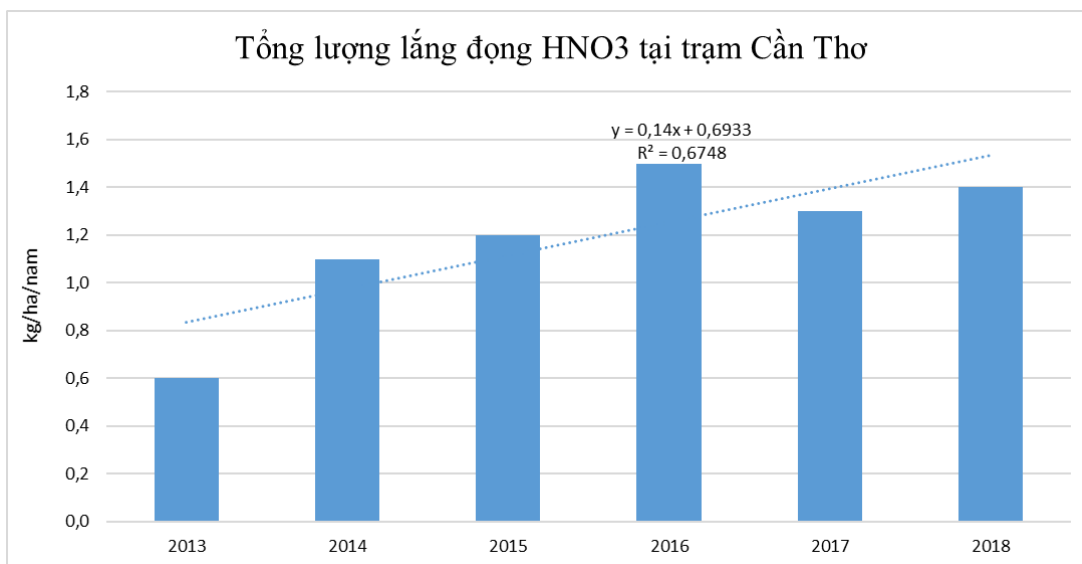
Năm	SO ₂	HNO ₃	NH ₃
2013	1,2	0,6	2,6
2014	1,8	1,1	3,1
2015	1,9	1,2	3,3
2016	2	1,5	3,7
2017	1,6	1,3	3,6
2018	1,8	1,4	3,5

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. 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. Đối với NH₃, năm có lượng lắng đọng lớn nhất là 3,7kg/ha/năm, năm có lượng lắng đọng thấp nhất là 1,6kg/ha/năm.



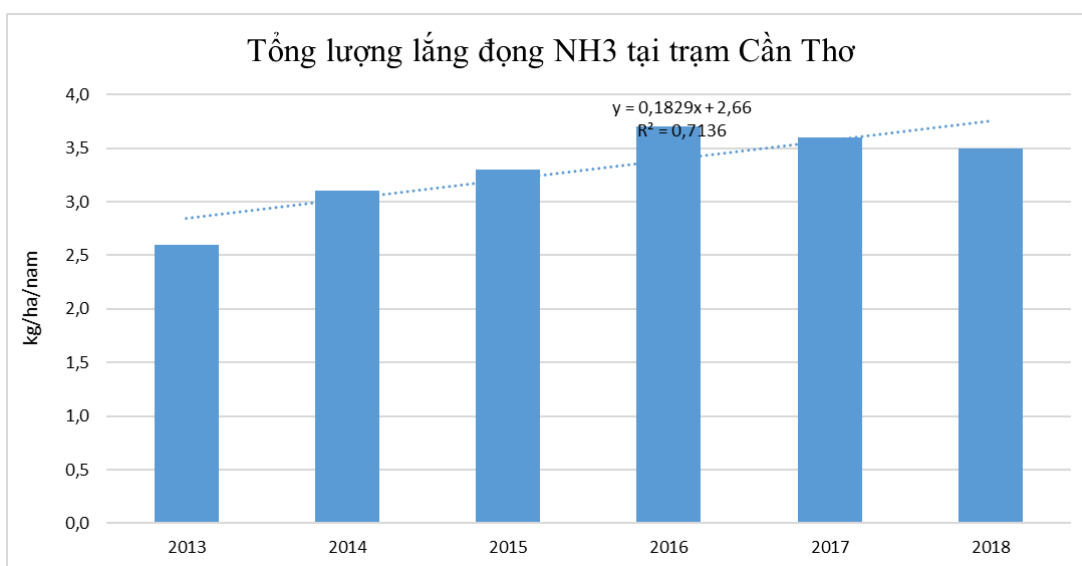
Hình 2. Tổng lắng đọng SO₂ theo các năm tại Cần Thơ

Kết quả hình 2 cho thấy, xu thế lắng đọng SO_2 tại Cần Thơ theo các năm có xu hướng tăng từ 2013-2018. 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 0,07 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. Tổng lắng đọng HNO₃ theo các năm tại Cần Thơ

Kết quả hình 3 cho thấy, xu thế lắng đọng HNO₃ tại Cần Thơ theo các năm có xu thế tăng từ 2013-2018. 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 0,14 kg/ha/năm.



Hình 4. Tổng lắng đọng NH₃ theo các năm tại Cần Thơ

Kết quả hình 4 cho thấy, xu thế lắng đọng NH₃ tại Cần Thơ có xu thế tăng từ 2013-2018. 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 0,18 kg/ha/năm.

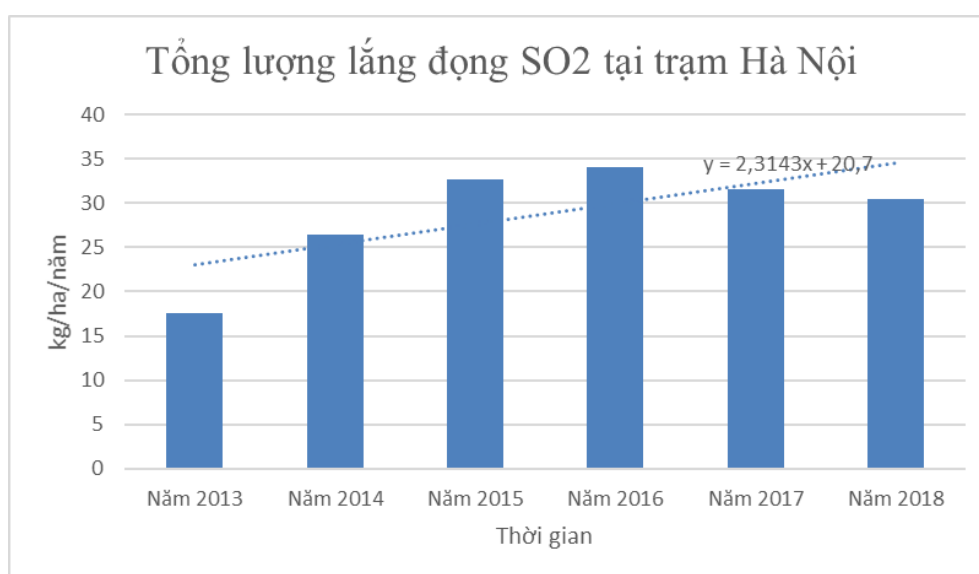
Trạm Hà Nội

Sử dụng phương pháp tính toán lắng đọng khô của EANET với số liệu thu thập được để xác định mức độ lắng đọng khô tại trạm Hòa Bình theo các năm.

Bảng 2. Tổng lắng đọng khô tại Hòa Bình theo các năm (kg/ha/năm)

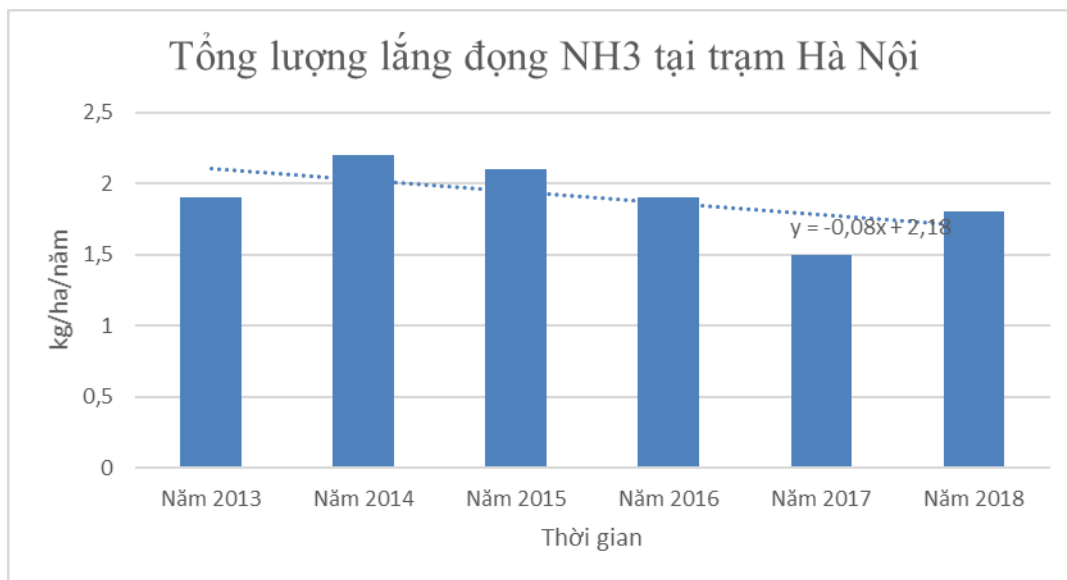
Năm	SO₂	HNO₃	NH₃
2013	17.6	6.3	1.9
2014	26.4	4.8	2.2
2015	32.7	5.9	2.1
2016	34.1	6.3	1.9
2017	31.6	6.7	1.5
2018	30,4	5,6	1,8

Năm có tổng lắng đọng SO₂ 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. Với HNO₃ năm có lượng lắng đọng lớn nhất là 6,7 kg/ha/năm, năm có lượng lắng đọng nhỏ nhất là 4,8 kg/ha/năm. Tương tự với NH₃ năm có lượng lắng đọng lớn nhất là 2,2 kg/ha/năm, năm có lượng lắng đọng thấp nhất là 1,5 kg/ha/năm.

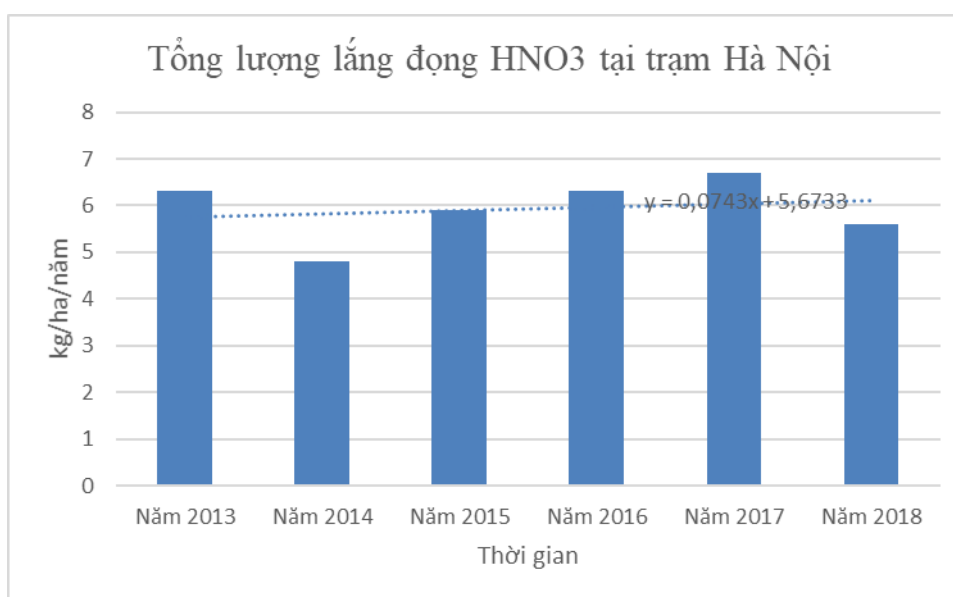


Hình 5. Tổng lắng đọng SO₂ theo các năm tại Hà Nội

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. Xu thế lắng đọng HNO_3 theo các năm có xu hướng giảm theo thời gian, xu thế giảm chậm theo các năm.



Hình 6. Tổng lắng đọng HNO_3 theo các năm tại Hà Nội



Hình 7. Tổng lắng đọng NH_3 theo các năm tại Hà Nội

Xu thế lắng đọng NH_3 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 NH_3 chủ yếu là hoạt động nông nghiệp trong khi hiện nay các hoạt động nông nghiệp đang giảm dần.

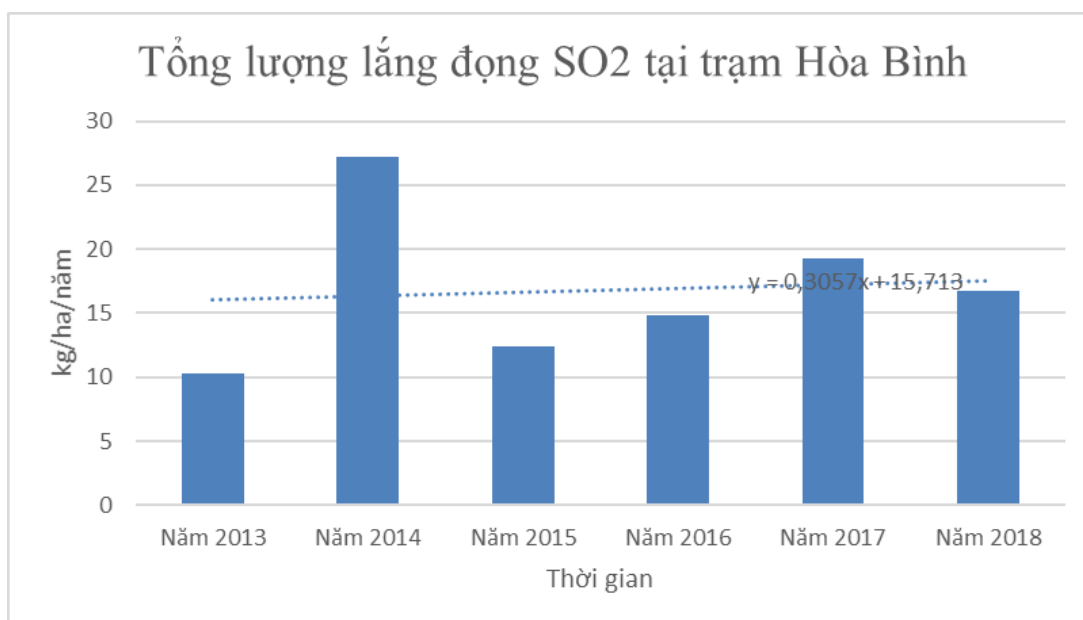
Trạm Hòa Bình

Sử dụng phương pháp tính toán lắng đọng khô của EANET với số liệu thu thập được để xác định mức độ lắng đọng khô tại trạm Hòa Bình theo các năm.

Bảng 3. Tổng lắng đọng khô tại Hòa Bình theo các năm (kg/ha/năm)

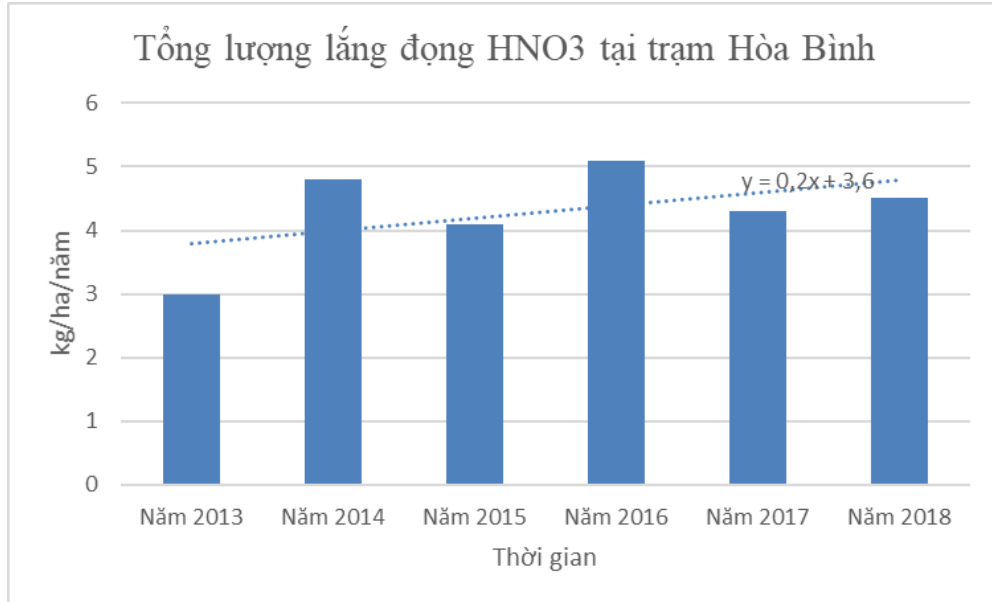
Năm	SO₂	HNO₃	NH₃
2013	10,3	3	2,4
2014	27,2	4,8	2
2015	12,4	4,1	3,9
2016	11,8	5,1	3,7
2017	15,3	4,3	2,9
2018	16,7	4,5	3,1

Năm có tổng lắng đọng SO₂ cao nhất lên tới 27,2 kg/ha/năm vào năm 2014, năm có tổng lắng đọng thấp nhất là năm 2013 với lượng lắng đọng 10,3kg/ha/năm. 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. Tương tự, với NH₃ năm có lượng lắng đọng lớn nhất là 3,9kg/ha/năm, năm có lượng lắng đọng thấp nhất là 2kg/ha/năm vào năm 2014.

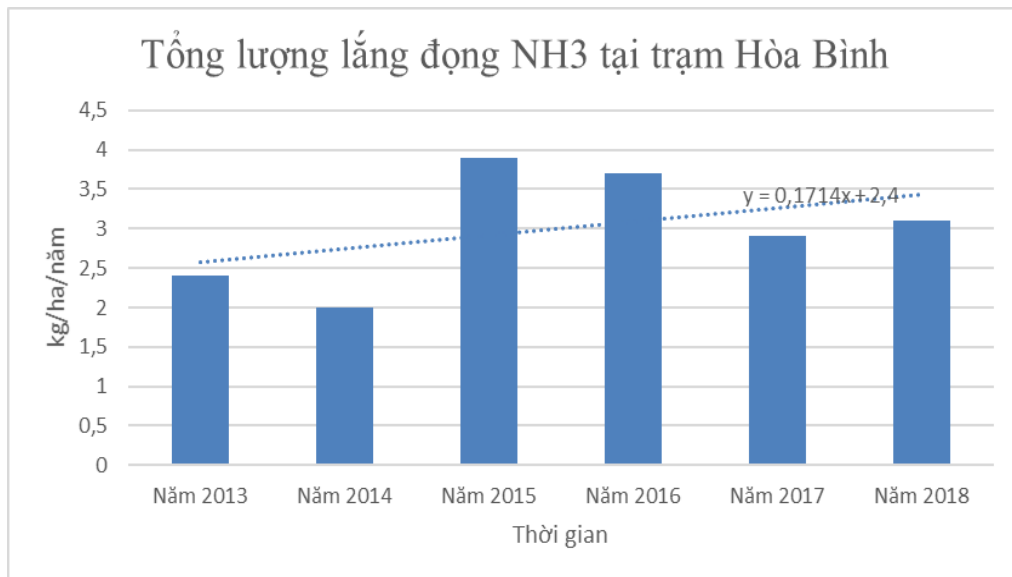


Hình 8. Tổng lắng đọng SO₂ theo các năm tại Hòa Bình

Xu thế lắng đọng SO_2 tại Hòa Bình theo các năm có xu hướng tăng nhẹ, 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. Xu thế lắng đọng HNO_3 theo các năm cũng có sự gia tăng, so với SO_2 sự gia tăng này thấp hơn.



Hình 9. Tổng lắng đọng HNO_3 theo các năm tại Hòa Bình



Hình 10. Tổng lắng đọng NH_3 theo các năm tại Hòa Bình

Khác với xu thế của HNO_3 và SO_2 , lắng đọng NH_3 theo các năm có xu hướng giảm dần, có thể giải thích được nguyên nhân từ sự hình thành NH_3 chủ yếu là hoạt động nông nghiệp trong khi hiện nay các hoạt động nông nghiệp đang giảm dần.

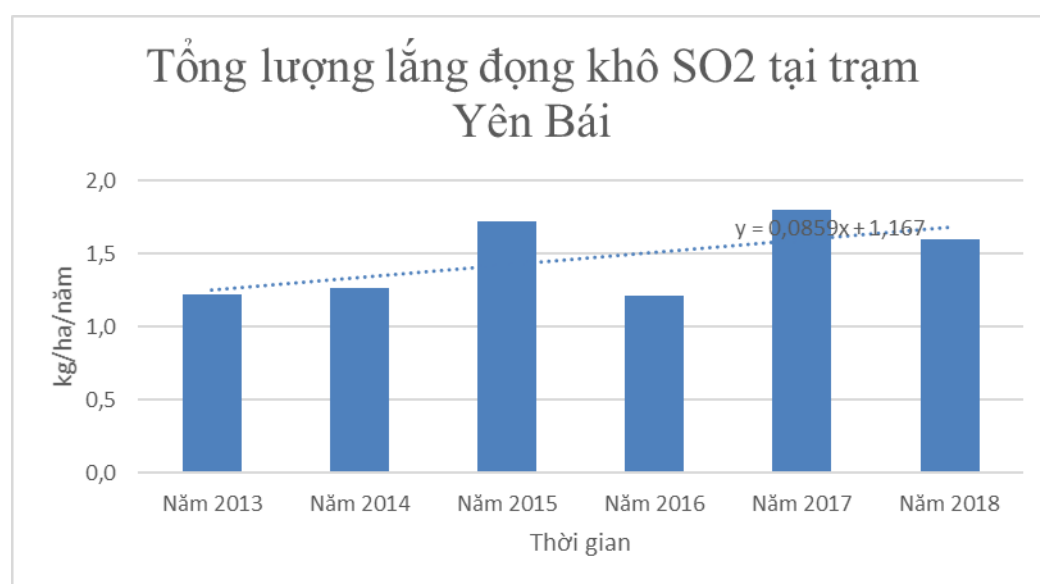
Trạm Yên Bái

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

Bảng 4. Tổng lắng đọng khô tại Yên Bái theo các năm (kg/ha/năm)

Năm	SO₂	HNO₃	NH₃
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

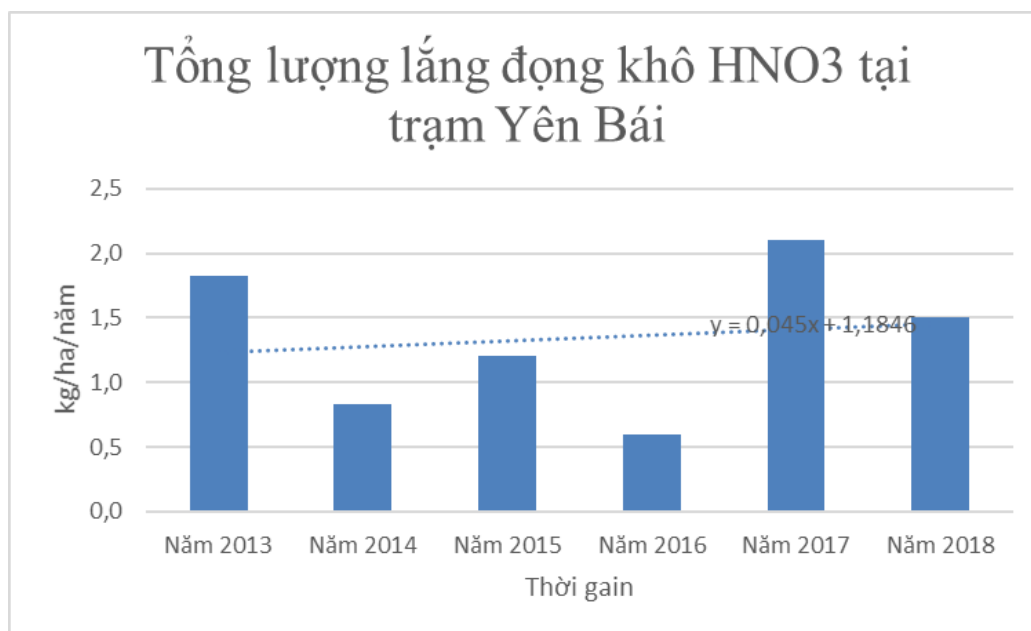
Năm có tổng lắng đọng SO₂ cao nhất lên tới 1,8 kg/ha/năm (2017), năm có tổng lắng đọng thấp nhất là năm 2013 với lượng lắng đọng 1,2kg/ha/năm. Với HNO₃ năm có lượng lắng đọng lớn nhất là 2,1 kg/ha/năm (2017), năm có lượng lắng đọng nhỏ nhất là 0,6kg/ha/năm (2016). Tương tự với NH₃ năm có lượng lắng đọng lớn nhất là 3,2kg/ha/năm (2015), năm có lượng lắng đọng thấp nhất là 1,7kg/ha/năm (2013).



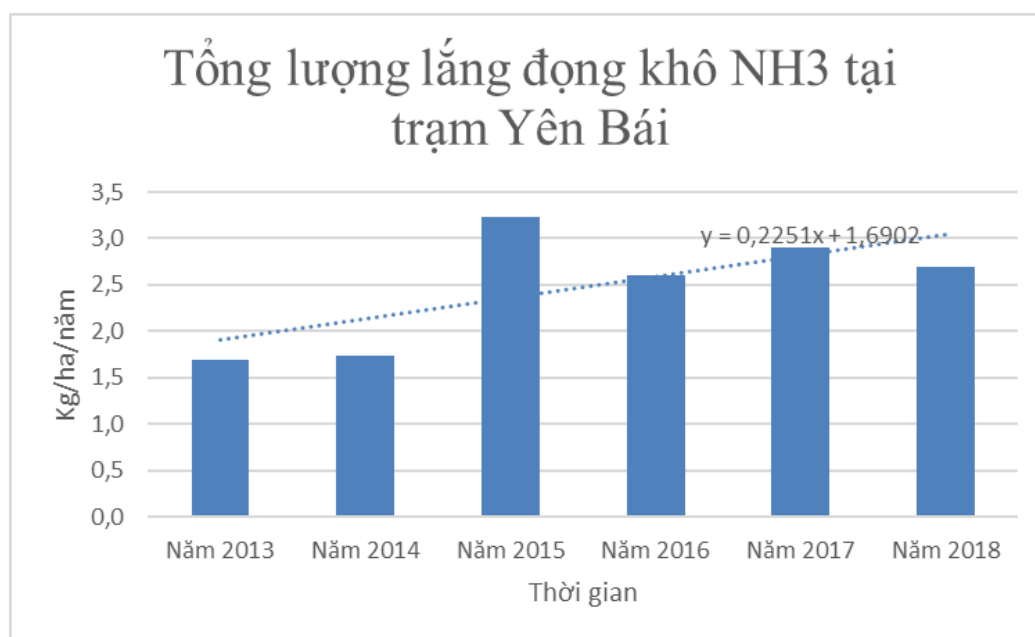
Hình 11. Tổng lắng đọng SO₂ theo các năm tại Yên Bái

Xu thế lắng đọng SO₂ tại Yên Bái theo các năm có xu hướng tăng lên, 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.

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



Hình 12. Tổng lắng đọng HNO_3 theo các năm tại Yên Bái



Hình 13. 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 2013-2018. 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.

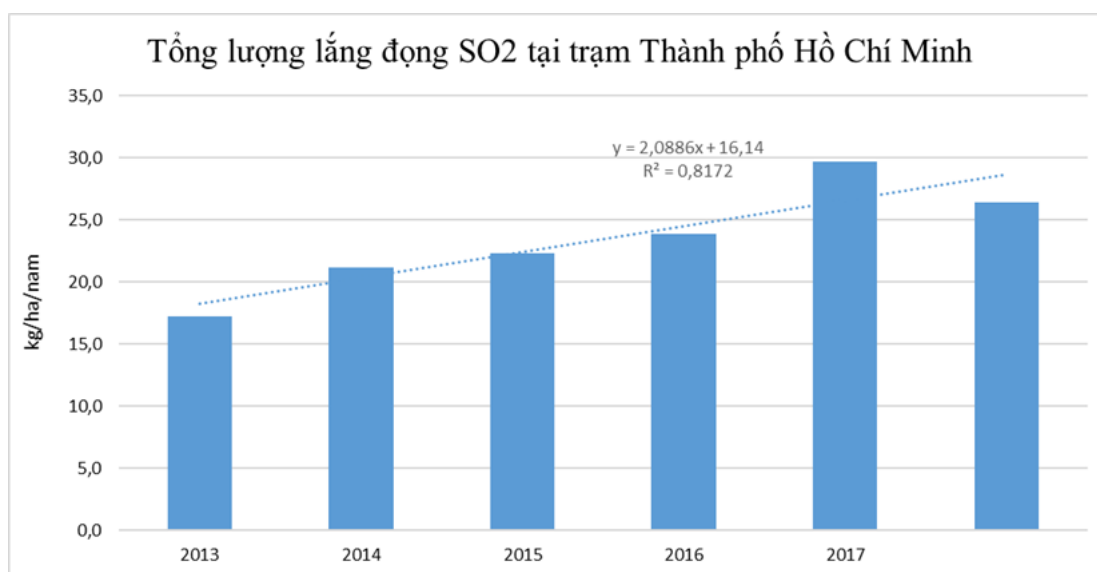
Trạm Thành phố Hồ Chí Minh

Sử dụng phương pháp tính toán lắng đọng khô của EANET với chuỗi số liệu tại trạm Thành phố Hồ Chí Minh để xác định kết quả tổng lượng lắng đọng khô tại Thành phố Hồ Chí Minh theo các năm.

Bảng 5. Tổng lắng đọng khô tại Thành phố Hồ Chí Minh theo các năm(kg/ha/năm)

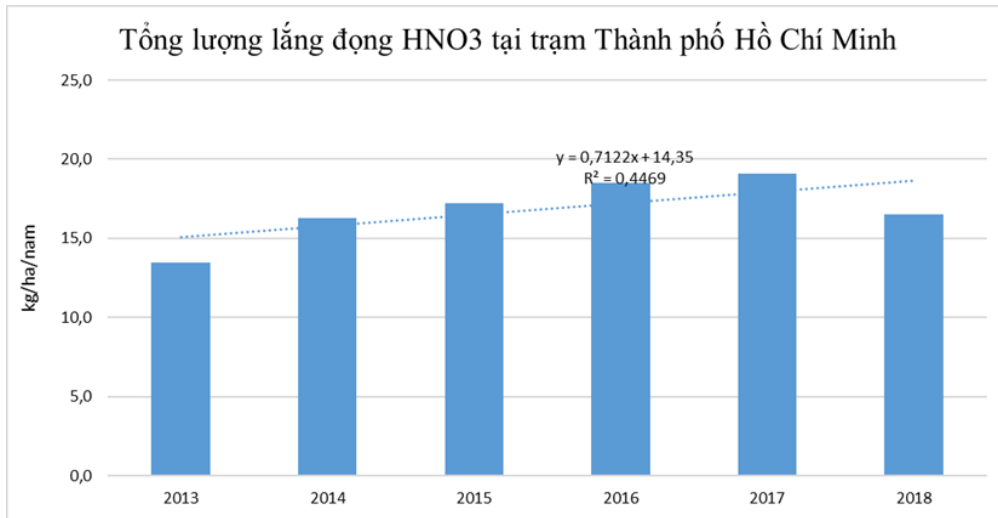
Năm	SO₂	HNO₃	NH₃
2013	17,2	13,5	11,7
2014	21,2	16,3	12,1
2015	22,3	17,2	13,4
2016	23,9	18,5	12,3
2017	29,7	19,1	12,6
2018	26,4	16,5	13,2

Tại Thành phố Hồ Chí Minh, năm có tổng lắng đọng SO₂ lớn nhất là 2017 với tổng lượng lắng đọng 29,7 kg/ha/năm, năm có tổng lắng đọng thấp nhất là năm 2013 với lượng lắng đọng 17,2kg/ha/năm. Đối với HNO₃, năm có lượng lắng đọng lớn nhất là năm 2017, với tổng lượng lắng đọng tính toán được là 19,1 kg/ha/năm, năm có lượng lắng đọng nhỏ nhất là 2013 với tổng lượng lắng đọng 13,5 kg/ha/năm. Đối với NH₃, năm có lượng lắng đọng lớn nhất là 13,4kg/ha/năm, năm có lượng lắng đọng thấp nhất là 11,7kg/ha/năm.



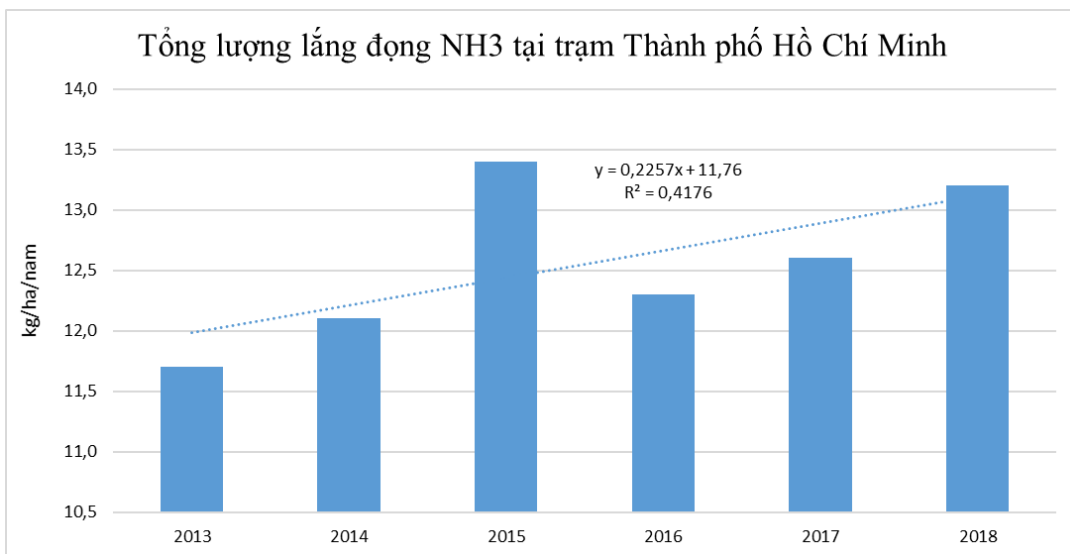
Hình 14. Tổng lắng đọng SO₂ theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh

Kết quả hình 14 cho thấy, xu thế lắng đọng SO_2 tại Thành phố Hồ Chí Minh theo các năm có xu hướng tăng lên trong thời kỳ 2013-2018. 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 2,09 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 15. Tổng lắng đọng HNO₃ theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh

Kết quả hình 15 cho thấy, xu thế lắng đọng HNO₃ tại Thành phố Hồ Chí Minh theo các năm có xu hướng tăng trong cả thời kỳ 2013-2018. 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 1,35 kg/ha/năm.

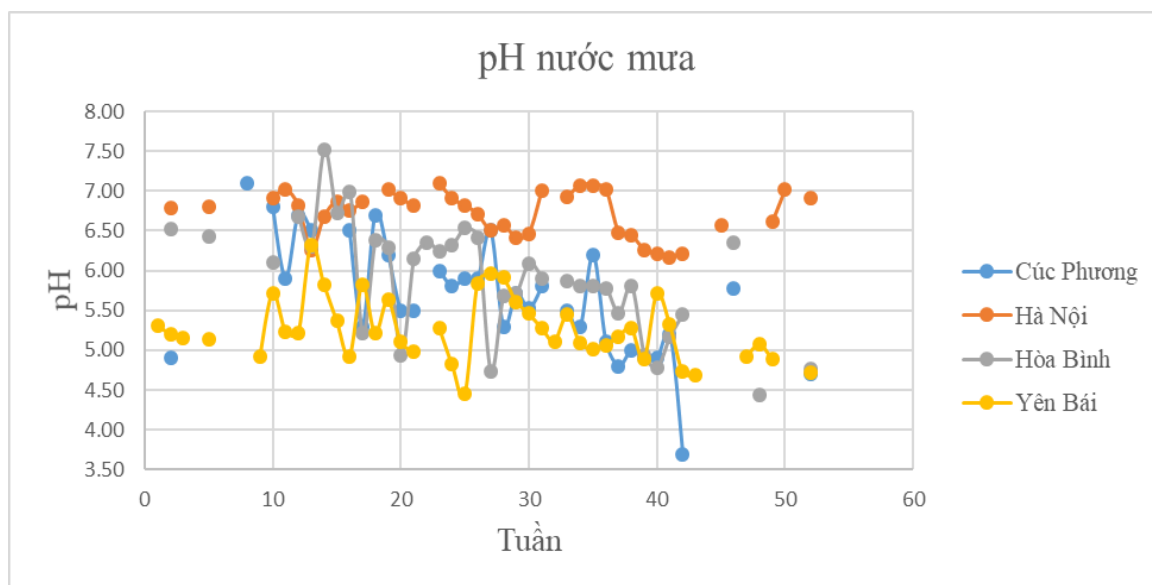


Hình 16. Tổng lắng đọng NH₃ theo các năm tại Thành phố Hồ Chí Minh

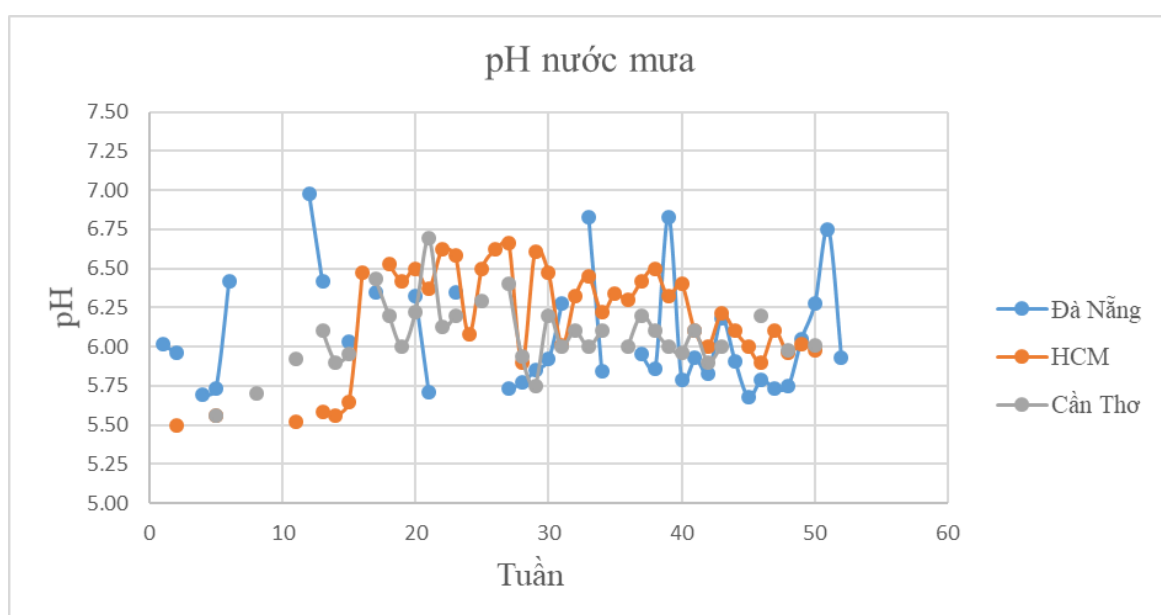
Kết quả hình 16 cho thấy, xu thế lắng đọng NH₃ tại Thành phố Hồ Chí Minh theo các năm có xu hướng tăng lên vào năm 2015. Trong các năm 2016, tổng lượng lắng đọng có xu thế giảm. Trong cả thời đoạn tính toán, tốc độ lắng đọng có xu thế tăng dần theo các năm với tốc độ tăng trung bình mỗi năm khoảng 0,2 kg/ha/năm.

3.2. Kết quả giám sát lắng đọng ướt

Dưới đây là một số kết quả giám sát lắng đọng ướt năm 2018
pH trong nước mưa



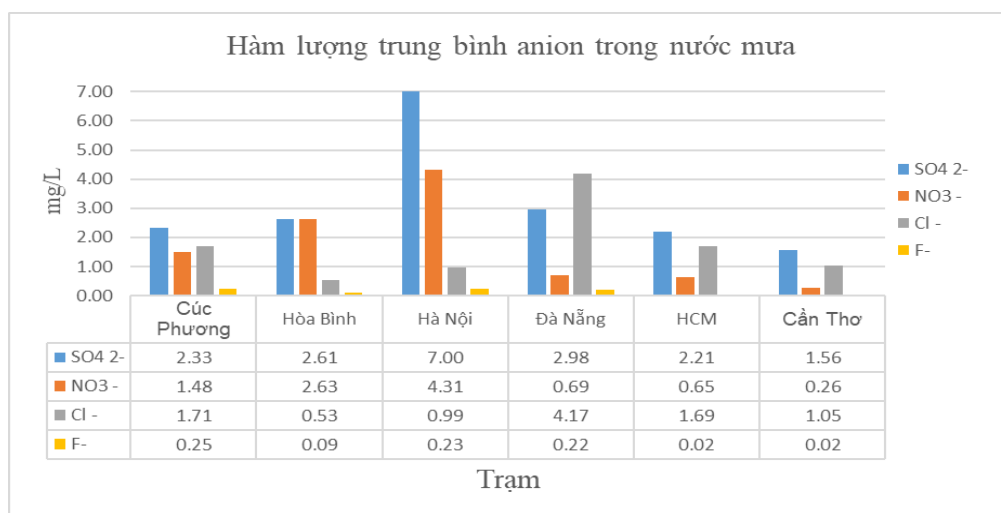
Hình 17. pH trong nước mưa tại các trạm Miền Bắc



Hình 18. pH trong nước mưa tại các trạm Đà Nẵng, Hồ Chí Minh, Cần Thơ

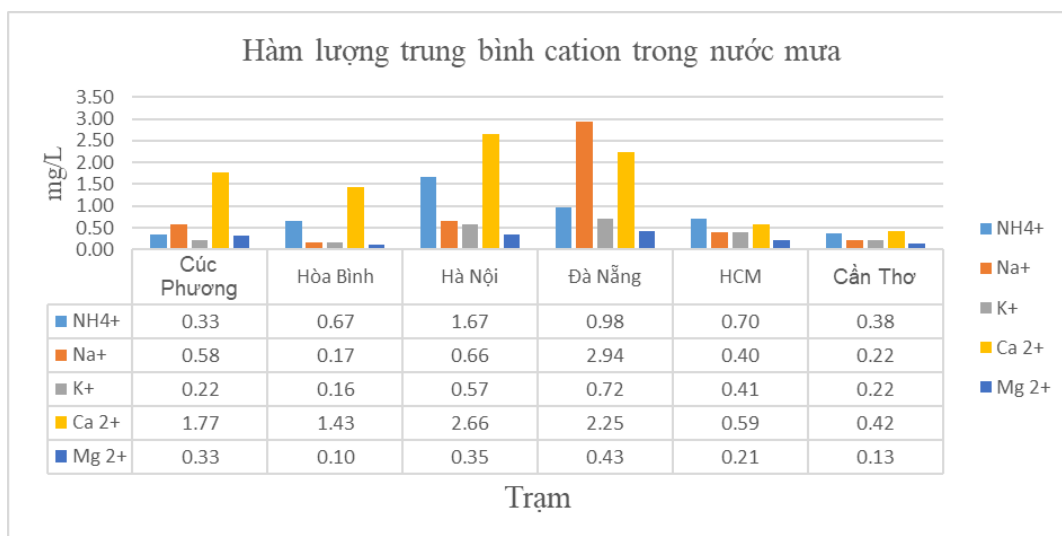
Trạm Hà Nội có giá trị pH cao nhất trung bình đều lớn hơn 6,0. Tại Hòa Bình thì đa số các tháng giá trị pH cũng cao hơn 6,0 nhưng bên cạnh đó cũng có những tháng giá trị pH thấp dưới 5,5. Giá trị pH tại trạm Đà Nẵng thay đổi nhiều qua từng tuần, dao động trong khoảng từ 5,6-7,0. Tại TP.HCM, giá trị pH trung bình cao hơn 5,8. Nhìn chung, tần suất mưa axit xuất hiện nhiều hơn ở các vùng nông thôn.

Hàm lượng trung bình của các anion và cation trong nước mưa



Hình 19. Hàm lượng trung bình anion trong nước mưa

Nhìn vào biểu đồ, 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 Trạm Hà Nội hàm lượng NO_3^- cũng cao nhất trong số các trạm. Lượng lắng đọng của Ion Clorua đặc biệt trạm Đà Nẵng cao nhất đó có thể là do Trạm Đà Nẵng ở ngay gần biển.



Hình 20. Hàm lượng trung bình của các cation trong nước mưa

Nhìn vào biểu đồ, ta thấy lượng lắng đọng các cation tại các Trạm miền Nam tương đối thấp. Tại trạm Đà Nẵng lượng lắng đọng Na cao nhất điều đó hoàn toàn phù hợp với lượng lắng đọng của Ion Clorua cao như đã đề cập ở trên. Hàm lượng Ca^{2+} ở Đà Nẵng cũng tương đối cao nhưng vẫn thấp hơn trạm Hà Nội. Lượng lắng đọng NH_4^+ ở trạm Hà Nội là cao nhất, NH_4^+ , Ca^{2+} ở các trạm đô thị là khá lớn, chúng đã tham gia vào phản ứng trung hòa trong nước mưa của các trạm này, hạn chế hiện tượng mưa axit kéo dài

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 m^3 , dung tích hữu ích: 5,65 tỷ m^3 , dung tích chống lũ: 5,60 tỷ m^3 . Diện tích mặt hồ ứng với cao trình mực nước 120m: 308 km^2 ; mực nước 115m: 208 km^2 ; mực nước chết 80m: 117 km^2 ; mực nước tối thiểu: 107 km^2 . Tại cao trình mực nước 115m: Hồ có chiều 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 thủ đô Hà Nội. Hồ Hòa Bình được chọn làm hồ để quan trắc lắng đọng acid cho môi trường nước nội địa tại Việt Nam từ năm 2001 đến nay.

Qua việc nghiên cứu kết quả quan trắc nước hồ Hòa bình trong năm vừa qua cho thấy giá trị pH nằm trong khoảng 7,13-7,64, độ dẫn dao động từ 15,1 – 16,5 mS/m, độ kiềm trong nước khá cao từ 1,22-1,4 meq/L, cả ba thông số trên đều cao nhất vào kỳ quan trắc tháng 6. Ngoài ra, hàm lượng SO_4^{2-} , Cation Ca^{2+} và Mg^{2+} cho giá trị lớn đặc biệt là Ca^{2+} , các ion khác biến động không nhiều trong cả bốn kỳ quan trắc của năm

KẾT LUẬN

Năm 2018 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 2018 tại các Trạm cho thấy lượng lắng đọng axit tăng lên so với năm 2017, 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 đô thị như Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh.

Sử dụng phương pháp tính toán lắng đọng khô của EANET cho thấy được tổng lắng đọng khô các chất NH_3 , HNO_3 , và SO_2 . Qua đó có thể nhận thấy lắng đọng qua các năm có xu hướng gia tăng đối với NH_3 , SO_2 và giảm đối với HNO_3 .

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đàm Duy Ân, Đánh, Lê Văn Linh (2016) 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
2. 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 axít ở miền Bắc Việt Nam".
3. 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 axít ở miền Bắc Việt Nam-giai đoạn II"
4. Nguyễn Thị Kim Lan và Nguyễn Thị Phương (1999). Hiện trạng mưa axít ở khu vực phía Nam Việt Nam
5. Phạm Thị Thu Hà (2010), Bước đầu nghiên cứu đánh giá về phát thải và lắng đọng axít cho một số vùng kinh tế trọng điểm phía Bắc, Việt Nam
6. Phạm Thị Thu Hà, Lê Trọng Cúc, Đỗ Thị Ngọc Ánh. Nghiên cứu ảnh hưởng của mưa axít đến cường độ quang hợp, hàm lượng Chlorophyll và cường độ thoát hơi nước của đậu Cô ve (*Phaseolus vulgaris* L.) ở tỉnh Hải Dương. Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc Gia Hà Nội. Tập 28, số 4S, 2012
7. EMEP. 2017. EMEP MSC-W modelled air concentrations and depositions. Available at http://webdab.emep.int/Unified_Model_Results/index.html, Data accessed on November 7, 2016.