

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Lương Duy Hanh

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM Ô NHIỄM CHẤT HỮU CƠ
TRONG NƯỚC SÔNG MỘT SỐ THÀNH PHỐ LỚN
MIỀN BẮC VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU
Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG

Chuyên ngành: Khoa học môi trường

Mã số: 9440301.01

(DỰ THẢO) TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG

Hà Nội - 2023

Công trình được hoàn thành tại:

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS.TS. Nguyễn Mạnh Khải
2. PGS.TSKH. Nguyễn Xuân Hải

Phản biện:

Phản biện:

Phản biện:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng cấp ĐHQG chấm luận án tiến sĩ
họp tại: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN vào hồi giờ
phút, ngày tháng năm 2023

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam
- Trung tâm Thư viện và Tri thức số, Đại học Quốc gia Hà Nội

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài luận án

Việt Nam đang trong giai đoạn phát triển kinh tế - xã hội đề vươn lên là nước công nghiệp phát triển theo hướng hiện đại. Trong quá trình công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước, quá trình đô thị hóa diễn ra rất nhanh cả ở nông thôn và thành thị, làm gia tăng nhu cầu sử dụng nước sạch của người dân và doanh nghiệp, dẫn đến mức xả nước thải sinh hoạt (NTSH), nước thải bệnh viện (NTBV) và nước thải sản xuất (NTSX) gia tăng. Tại khu vực đô thị, hầu hết NTSH phát sinh đều chưa được thu gom, xử lý đạt quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường (QCVN) hoặc quy chuẩn kỹ thuật địa phương về môi trường (QCĐP) trước khi xả ra nguồn tiếp nhận, gây ô nhiễm môi trường nước mặt nói chung và nước sông nội đô (SNĐ) nói riêng.

Qua điều tra khảo sát và tổng hợp tài liệu tại một số thành phố lớn ở miền Bắc của Việt Nam, trải qua nhiều năm hình thành và phát triển, các dòng sông chảy qua đô thị xưa kia (nay là SNĐ) đã dần trở thành những kênh thoát nước cấp I như các sông Tô Lịch, sông Kim Ngưu, sông Lừ và sông Sét của TP. Hà Nội; sông Hào Thành, sông Sặt và kênh T2 của TP. Hải Dương, v.v. đang bị ô nhiễm rất nghiêm trọng. Bên cạnh đó, một số sông, kênh thoát nước nội đô mới được hình thành như kênh A 4-8 và Chính Tây của TP. Phú Lý, tỉnh Hà Nam và sông Tào Khê, kênh Kim Đồi của TP. Bắc Ninh, tỉnh Bắc Ninh cũng đang bị ô nhiễm ở các mức độ khác nhau. SNĐ ngoài chức năng điều hòa, tiêu thoát úng nó trở thành sông thoát nước thải đô thị.

Trong nước SNĐ tồn tại các CHC có nguồn gốc tự nhiên và nhân tạo. Phần lớn các CHC trong nước đóng vai trò là cơ chất đối với VSV và tham gia vào quá trình trao đổi chất tạo sinh khối và năng lượng. Hiện nay, có nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước đưa ra giải pháp XLNT đô thị tập trung hiệu quả, phù hợp với đặc điểm tự nhiên của từng vùng và từng đô thị. Trong đó, phương pháp sinh học hiếu khí là một phương pháp cho hiệu quả xử lý cao, phù hợp với các nguồn thải có chứa hàm lượng các CHC cao, đặc biệt là CHC dễ bị phân hủy sinh học. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình XLNT bằng phương pháp sinh học gồm: nhiệt độ, pH, nồng độ muối hòa tan, hàm lượng cặn lơ lửng, hàm lượng oxi hòa tan, kim loại nặng, chất dinh dưỡng và vi lượng.

Ở các quốc gia đang phát triển như Việt Nam, việc đầu tư riêng hệ thống thu gom và XLNT đô thị tập trung chỉ phù hợp đối với các đô thị mới.

Đối với các đô thị cũ thường phải kết hợp nhiều giải pháp tổng hợp để giảm thiểu và xử lý ô nhiễm nước thải đô thị như: giải pháp kiểm soát ô nhiễm tại nguồn, thu gom và XLNT tập trung, XLNT phân tán và giải pháp xử lý sục khí cưỡng bức trên các dòng SÑĐ...

Giải pháp xử lý phân tán kết hợp với công trình XLNT trên lòng SÑĐ phụ thuộc vào quá trình cung cấp oxi cho quá trình oxi hóa sinh hóa CHC trong nước. Việc nghiên cứu làm rõ cơ sở khoa học của mô hình XLNT đô thị trực tiếp trên các SÑĐ phù hợp với đặc điểm HTTN của một số thành phố lớn miền Bắc của Việt Nam. Xuất phát từ những vấn đề khoa học và thực tiễn nêu trên, đề tài luận án: *“Nghiên cứu đặc điểm ô nhiễm chất hữu cơ trong nước sông một số thành phố lớn miền Bắc và đề xuất giải pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường”* được triển khai thực hiện.

2. Mục tiêu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu

2.1. Mục tiêu nghiên cứu của luận án:

- Đánh giá được đặc điểm HTTN và vai trò của SÑĐ trong HTTN đô thị tại một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam.

- Đánh giá được hiện trạng môi trường nước SÑĐ và đặc điểm ô nhiễm CHC, yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng CHC trong nước SÑĐ khu vực nghiên cứu;

- Nghiên cứu, đề xuất giải pháp tổng thể quản lý nước thải đô thị nói chung và giải pháp xử lý ô nhiễm CHC trong nước SÑĐ nói riêng, đảm bảo cân bằng sinh thái và phù hợp với điều kiện thực tế các SÑĐ một số thành phố lớn khu vực miền Bắc.

2.2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- *Đối tượng nghiên cứu:* SÑĐ trong HTTN đô thị một số thành phố (Hà Nội, Phủ Lý, Hải Dương và Bắc Ninh; Các thành phần ô nhiễm CHC trong nước SÑĐ;

- *Phạm vi nghiên cứu:* Phạm vi không gian (Các SÑĐ khu vực trung tâm TP. Hà Nội; các SÑĐ trung tâm TP. Hải Dương; HTTN TP. Bắc Ninh và Phủ Lý); Phạm vi thời gian (Các số liệu về HTTN, môi trường và kết quả điều tra, khảo sát và quan trắc môi trường mùa khô năm 2016, mùa mưa năm 2017 và tháng 3 năm 2019).

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

3.1. Ý nghĩa khoa học:

- Nghiên cứu đóng góp cơ sở khoa học trong việc xác định đặc điểm ô nhiễm CHC (theo các thông số BOD, COD, TOC; nhóm CHC chứa lưu

huỳnh, ni tơ và phốt pho; chất hoạt động bề mặt, các hợp CHC bèn PAHs, nhóm kháng sinh, nhóm chất béo, nhóm các hợp chất humic...); sự tồn tại và các yếu tố ảnh hưởng đến mức độ ô nhiễm CHC trong nước SNT một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam.

- Đóng góp cơ sở khoa học và thực tiễn của giải pháp giảm thiểu ô nhiễm CHC trong nước SNT phù hợp với thực tế và bảo đảm cân bằng sinh thái.

3.2. Ý nghĩa thực tiễn:

- Luận án cung cấp bộ thông tin, dữ liệu cơ bản về đặc điểm HTTN đô thị, thực trạng ô nhiễm môi trường nước và đặc điểm ô nhiễm CHC trong nước SNT của một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam.

- Góp phần đánh giá được thực trạng, ưu điểm và hạn chế của các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm nước SNT; đề xuất các giải pháp góp phần giảm thiểu ô nhiễm nước SNT một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam.

4. Đóng góp mới của luận án

- Đã xác định được một số đặc trưng ô nhiễm CHC trong nước SNT và nguy cơ đối với hệ sinh thái nước;

- Góp phần làm sáng tỏ cơ sở khoa học và ý nghĩa thực tiễn của giải pháp tổng thể đề xuất quản lý nước thải đô thị nói chung và giải pháp xử lý ô nhiễm CHC trong nước SNT nói riêng, đảm bảo cân bằng sinh thái và phù hợp với điều kiện thực tế các SNT một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam.

Chương 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

1.1. Sông nội đô và vai trò của chúng trong hệ thống thoát nước

1.1.1. *Khái quát về sông nội đô trên thế giới và ở Việt Nam*

1.1.1.1. *Sông nội đô trên thế giới*

Ở các nước phát triển trên thế giới, các đô thị lớn và văn minh đều nằm cạnh các con sông như: sông Seine ở Paris, sông Thames ở London, sông Hoàng Phố ở Thượng Hải, sông Hàn ở Seoul... Dòng sông là nguồn gốc tạo ra một đô thị, không có sông sẽ không có nguồn nước và sẽ không thể có đô thị sầm uất. Sông là nơi cấp nước, thoát nước... là một trong những điều kiện quan trọng của một đô thị. Các nền văn minh trên thế giới đều được hình thành và phát triển tại các LVS lớn như: sông Nil ở Ai Cập, sông Hằng ở Ấn Độ và sông Hoàng Hà ở Trung Quốc...

1.1.1.2. *SND một số thành phố lớn ở Việt Nam*

Một số thành phố, đặc biệt là các đô thị lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam có lịch sử hình thành lâu đời, theo thời gian, cùng với quá trình chỉnh trị dòng sông và quá trình đô thị hóa, một số sông cổ xưa đã trở thành dòng SND như:

- **Thủ đô Hà Nội:** TP. Hà Nội có hệ thống sông ngòi kênh mương khá dày đặc, được bao bọc bởi các hệ thống sông Hồng, sông Tích, sông Nhuệ, sông Đáy, sông Đuống... Khu vực trung tâm thành phố có các con SND nhỏ chạy qua như: sông Tô Lịch, sông Kim Ngưu, sông Sét và sông Lừ. Các SND và các hồ điều hoà khu vực trung tâm thành phố đã tạo nên một bản sắc đô thị rất riêng của Hà Nội.

- **TP. Hải Dương:** Hiện nay, trên địa bàn TP. Hải Dương, tỉnh Hải Dương có các SND như sông Sặt, sông Kim Sơn, hệ thống sông/kênh Hào Thành và kênh T2 có chức năng điều hòa, tiêu thoát úng và thoát nước thải đô thị. Nước sông Sặt đoạn trong thành phố, hệ thống Hào Thành và Kênh T2 đang bị ô nhiễm nghiêm trọng.

- **TP. Bắc Ninh và TP. Phủ lý:** Qua điều tra, khảo sát nhận thấy 02 đô thị này không có SND, kênh mương thoát nước hở chảy qua trung tâm. Khu vực ven đô TP. Bắc Ninh có kênh Tào Khê và sông Ngũ Huyện Khê tiếp nhận nước thải công nghiệp của làng nghề tái chế giấy Phong Khê và nước sản xuất trong nông nghiệp. Khu vực ven đô TP. Phủ Lý có sông Châu Giang là nơi tiếp nhận nước thải của TP. Phủ Lý bơm ra qua các trạm bơm; điểm giao giữa sông Châu Giang với sông Nhuệ chảy vào sông Đáy và các kênh A

4-8 và Chính Tây cũng bị ô nhiễm CHC nặng.

1.1.2. Chức năng và vai trò của SND ở Việt Nam

1.1.2.1. Chức năng của SND: gồm: (i) Chức năng cung cấp nước: cung cấp nước cho tưới, sinh hoạt, nuôi trồng thủy sản, phát điện, công nghiệp; (2) Chức năng điều hòa: điều tiết một phần dòng chảy, tiêu thoát nước, tiêu thoát lũ, tiếp nhận nước thải; (3) Chức năng văn hóa – xã hội: giải trí, du lịch, tạo môi trường cảnh quan, tinh thần và quân sự; (4) Chức năng hỗ trợ sinh thái: tự làm sạch, cung cấp nguồn dinh dưỡng, phù sa, phục hồi sinh thái, là nơi cư trú và sinh sản của các loài thủy sinh.

1.1.2.2. Vai trò của SND: Điều hoà nước mưa; tạo cảnh quan đô thị; tiếp nhận và vận chuyển nước thải; XLNT; điều hoà vi khí hậu; phát triển nông nghiệp; giao thông thủy; duy trì hệ sinh thái dưới nước; duy trì và bổ cập nước ngầm.

1.1.2.3. Suy giảm chức năng của SND ở miền Bắc Việt Nam: Suy giảm khả năng điều hoà nước mưa, chất lượng cảnh quan đô thị, khả năng tiếp nhận và vận chuyển nước thải, khả năng XLNT, khả năng điều hoà vi khí hậu, khả năng cấp nước cho phát triển nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản, khả năng phát triển giao thông thủy, suy giảm hệ sinh thái dưới nước và suy giảm khả năng bổ cập nước ngầm.

1.2. Tổng quan về ô nhiễm CHC trong nước SND

1.2.1. Phân loại các hợp CHC

Trong Luận án này, dựa vào mức độ bị phân hủy dưới tác dụng của VSV, các CHC có trong môi trường nước được chia thành hai loại: CHC dễ bị phân hủy sinh học và các CHC bền vững (khó phân hủy sinh học). Cụ thể như sau:

1.2.1.1. Các CHC dễ bị phân hủy sinh học gồm: protein, hidratcacbon, chất béo.... Đây là các chất gây ô nhiễm chính có nhiều trong NTSH (khoảng 60 – 80%), nước thải chế biến thực phẩm. Các hợp chất này chủ yếu làm suy giảm oxi hòa tan trong nước dẫn đến suy thoái tài nguyên thủy sản, hệ sinh thái thủy sinh ...

1.2.1.2. Các CHC bền vững: Các CHC có độc tính cao thường là các chất bền vững, khó bị VSV phân hủy trong môi trường. Một số CHC có khả năng tồn lưu lâu dài trong môi trường và tích lũy sinh học trong cơ thể sinh vật; chúng có thể thâm nhập vào chuỗi thức ăn và qua đó đi vào trong cơ thể con người, gồm: *Nhóm hợp chất phenol, Nhóm hóa chất bảo vệ thực vật hữu cơ, Nhóm hợp chất dioxin, Nhóm hợp chất polychlorinated biphenyl (PCBs), Nhóm hợp chất hydrocacbon đa vòng ngưng tụ (PAHs), Nhóm hợp chất là*

thuốc kháng sinh, Nhóm các hợp chất humic...

1.2.2. Ô nhiễm CHC trong nước sông và ảnh hưởng đến môi trường

Nguyên nhân dẫn đến sự ô nhiễm CHC trong nước sông có thể do nguồn gốc tự nhiên hoặc nhân tạo. Sự nhiễm bản tự nhiên là do nước mưa chảy tràn kéo theo các thành phần ô nhiễm hữu cơ xuống sông, hồ hoặc do hoạt động của sinh vật, VSV thậm chí cả xác chết của chúng. Sự nhiễm bản nhân tạo chủ yếu do nước thải từ các khu dân cư đô thị, các khu công nghiệp (KCN), cụm công nghiệp (CCN) và cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ (cơ sở) cũng như tàu thuyền xả ra. Các tác nhân gây ô nhiễm như: NTSH chứa lượng lớn CHC, VSV... ; NTSX có một lượng lớn CHC như nước thải chăn nuôi, tinh bột sắn, sản xuất đường mía, dệt nhuộm, giấy...

1.3. Các giải pháp xử lý, giảm thiểu ô nhiễm CHC trong nước SNTĐ

1.3.1. Tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước

XLNT chứa các thành phần hữu cơ bằng biện pháp sinh học được áp dụng phổ biến đối với đa số các ngành công nghiệp nói riêng và cho loại hình NTSH, nước thải đô thị nói chung bởi tính khả thi và tính kinh tế cao của các phương pháp này mang lại. Bên cạnh đó, phương pháp xử lý sinh học có ưu điểm lớn so với các phương pháp xử lý khác ở chỗ là chi phí thấp và tính ổn định cao, đặc biệt là hiệu quả xử lý cao ở thời gian lưu ngắn đối với các loại nước thải chứa các CHC dễ bị phân hủy sinh học.

Nước SNTĐ chủ yếu là NTSH thường chứa các CHC dễ bị phân hủy sinh học; đã có nhiều nghiên cứu khoa học và có nhiều phương pháp, công nghệ xử lý được áp dụng rộng rãi, được nghiên cứu nhiều trong phòng thí nghiệm và quy mô pilot.

1.3.2. Các phương pháp xử lý CHC trong nước thải, nước SNTĐ

1.3.2.1. Phương pháp sinh học

1.3.2.2. Phương pháp lý hóa

1.3.2.3. Công nghệ xử lý CHC trong nước thải, nước SNTĐ như: Bể aerotank, Bể UASB, AAO, MBR, công nghệ tuyển nổi, công nghệ Fenton...

1.3.2.4. Sử dụng khả năng tự làm sạch của nguồn nước mặt.

1.3.3. Một số giải pháp BVMT tại các LVS khu vực nghiên cứu

Trên các SNTĐ của TP. Hà Nội đã có nhiều cơ quan, tổ chức trong và ngoài nước, các trường đại học và nhà khoa học đã tiến hành nhiều thí nghiệm thành công bước đầu (các mô hình pilot) để cải thiện ô nhiễm môi

trường nước sông SND.

1.4. Một số nhận xét, đánh giá tổng quan và lựa chọn nội dung, địa điểm nghiên cứu về SND khu vực miền Bắc của Việt Nam

Qua nghiên cứu, tổng hợp tài liệu và điều tra, khảo sát đánh giá về SND nêu trên, có thể đưa ra một số nhận xét, đánh giá như sau:

- SND trên thế giới và Việt Nam có vai trò rất quan trọng trong các đô thị, đặc biệt là trong HTTN đô thị. Nó có chức năng cung cấp nước, điều hòa nước, có giá trị văn hóa – xã hội và hỗ trợ sinh thái tại các đô thị.

- HTTN tại các đô thị lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam có hai loại: có SND và không có SND. Hầu hết các đô thị lớn, cổ xưa đều có các SND, kênh, mương thoát nước hở, nó đóng vai trò là kênh thoát nước cấp I của HTTN đô thị. Nước SND hiện nay đang bị ô nhiễm nặng bởi các CHC có nguồn gốc tự nhiên và nhân tạo.

- Có nhiều giải pháp kiểm soát, giảm thiểu và xử lý ô nhiễm CHC trong nước SND hiện nay như giải pháp xử lý tại nguồn, thu gom và xử lý tập trung và giải pháp xử lý phân tán. Phương pháp xử lý nước SND bị ô nhiễm CHC rất đa dạng như phương pháp: sinh học; hóa học; hoặc phương pháp kết hợp giữa sinh học, hóa học, lý học. Giải pháp xử lý phân tán, cung cấp oxi trực tiếp vào các SND để tăng khả năng tự làm sạch, xử lý sinh học tự nhiên cũng là một phương pháp được nhiều quốc gia trên thế giới áp dụng, góp phần giảm thiểu ô nhiễm nước sông.

Từ những nhận xét, đánh giá nêu trên, Luận án tập trung nghiên cứu đặc điểm ô nhiễm CHC, mức độ ô nhiễm, các dạng tồn tại, ảnh hưởng đến hệ sinh thái nước mặt nói chung và nước SND nói riêng. Ngoài ra, việc nghiên cứu, đề xuất các giải pháp phù hợp để giảm thiểu, xử lý ô nhiễm các CHC trong nước SND của TP. Hà Nội và TP. Hải Dương là 02 đô thị có SND chảy qua (TP. Bắc Ninh và TP. Phủ Lý không có SND chảy qua trung tâm thành phố) sẽ góp phần bổ sung phương án công nghệ trong cải thiện chất lượng nước mặt, từng bước phục hồi các dòng SND đang bị ô nhiễm nặng CHC nói riêng và các thành phần ô nhiễm khác nói chung.

Chương 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nội dung nghiên cứu

2.1.1. Điều tra, khảo sát, đánh giá đặc điểm HTTN đô thị tại một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam: Hà Nội, Phủ Lý, Bắc Ninh và Hải Dương.

2.1.2. Đánh giá hiện trạng chất lượng nước SNT và nước sông, kênh thoát nước tại một số thành phố: Hà Nội, Phủ Lý, Bắc Ninh và Hải Dương: Tổng hợp số liệu, điều tra khảo sát, quan trắc nước SNT và đánh giá hiện trạng chất lượng nước theo QCVN 08:2023/BTNMT, QCVN 40:2011/BTNMT và QCVN 14:2008/BTNMT.

2.1.3. Nghiên cứu, đánh giá đặc điểm ô nhiễm CHC trong nước SNT, trong đó tập trung nghiên cứu, đánh giá các SNT của TP. Hà Nội: Phân tích, đánh giá sự phân bố CHC trong nước SNT giữa tầng mặt và tầng đáy; mức độ ô nhiễm giữa mùa khô và mùa mưa và giữa các đô thị; Tính toán, phân tích đánh giá các thông số ô nhiễm CHC đặc trưng trong SNT khu vực trung tâm TP. Hà Nội; Tính toán lượng phát sinh khí gây mùi (sunfua) tại các SNT của TP. Hà Nội dưới ảnh hưởng của hàm lượng CHC (qua BOD₅), hàm lượng SO₄²⁻, H₂S làm căn cứ đề xuất giải pháp giảm thiểu.

2.1.4. Nghiên cứu các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm nước SNT một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam; lấy nước Tô Lịch, TP. Hà Nội làm thí nghiệm: Đánh giá các tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý ô nhiễm nước SNT; đánh giá hiệu quả của các giải pháp kỹ thuật đề xuất xử lý ô nhiễm CHC trong SNT.

2.1.5. Nghiên cứu, đề xuất giải pháp kỹ thuật xử lý ô nhiễm CHC trong nước SNT: Nghiên cứu cơ sở khoa học để đề xuất giải pháp xử lý ô nhiễm CHC và giảm phát sinh khí gây mùi bằng giải pháp cung cấp oxi theo chiều sâu vực khí quy mô phòng thí nghiệm; lựa chọn và đề xuất giải pháp kỹ thuật xử lý ô nhiễm CHC và giảm phát sinh khí gây mùi trong nước sông phù hợp với các SNT của TP. Hà Nội; Đánh giá về sự phù hợp của giải pháp kỹ thuật xử lý ô nhiễm CHC trong nước SNT một số thành phố khu vực phía Bắc của Việt Nam; Đề xuất giải pháp quản lý, quy hoạch SNT.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tham vấn chuyên gia:

2.2.2. Phương pháp thừa kế có chọn lọc:

2.2.3. Phương pháp thống kê và thu thập tài liệu:

2.2.4. Phương pháp điều tra thực địa:

2.2.5. Phương pháp lấy mẫu và phân tích mẫu trong phòng thí nghiệm:

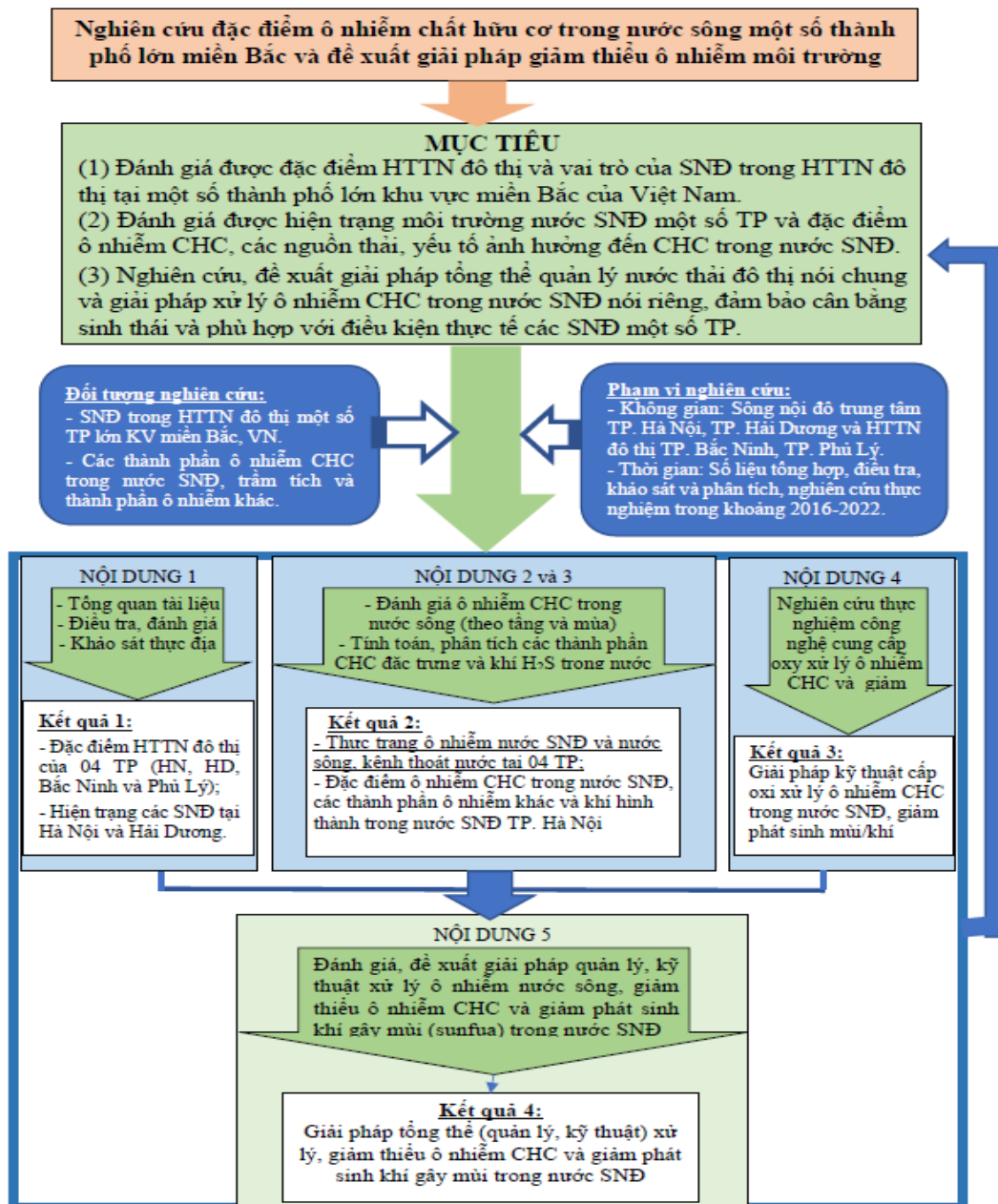
2.2.6. Phương pháp thực nghiệm xây dựng các quy trình thí nghiệm xử lý ô nhiễm CHC trong nước SND

2.2.6.1. Xây dựng quy trình thí nghiệm xử lý nước SND bằng giải pháp oxi hóa

2.2.6.2. Xây dựng quy trình thí nghiệm xử lý CHC trong nước SND bằng phương pháp sục khí Clo

2.2.6.3. Xây dựng quy trình thí nghiệm xử lý nước SND bằng hợp chất Sắt

2.3. Sơ đồ nghiên cứu của luận án



Hình 2.4. Sơ đồ tổng quát nghiên cứu của luận án

Chương 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm hệ thống thoát nước đô thị tại một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam

3.1.1. Đặc điểm HTTN đô thị TP. Hà Nội

HTTN khu vực trung tâm TP. Hà Nội được hình thành từ đầu thế kỷ thứ 20, là hệ thống thu gom nước thải chung với nước mưa, mặc dù đã được cải tạo, nâng cấp song vẫn chưa hoàn chỉnh. Đây là loại hệ thống thu cả ba loại nước thải (sinh hoạt, sản xuất, nước mưa) vào một mạng lưới đường ống chung dẫn ra ngoài phạm vi thành phố hoặc được thu gom, chuyển nước đến công trình XLNT.

Các khu đô thị mới có thiết kế công thoát nước thải riêng nhưng nhiều khu vực chưa xây dựng các công trình trên tuyến hoàn chỉnh, do đó nước thải chỉ xử lý sơ bộ bằng bể tự hoại hoặc các công trình XLNT cục bộ, chưa đạt yêu cầu. Mạng công thu gom và thoát nước thải có kích thước nhỏ, chất lượng kém, thường bị lắng đọng đất cát, quản lý, nạo vét không thường xuyên, làm giảm khả năng tiêu thoát

Khu vực trung tâm TP. Hà Nội có các SNTĐ đóng vai trò là kênh thoát nước cấp I tiếp nhận nước thải từ các khu vực và đổ vào TLV sông Tô Lịch. Thông tin chính về các SNTĐ trung tâm TP. Hà Nội thể hiện trong bảng sau:

Tên sông	Chiều dài (km)	Chiều rộng (m)	Độ sâu (m)	Lưu lượng ($\times 10^3 \text{ m}^3/\text{ngày}$)
Tô Lịch	13,5	30 – 45	3 – 4	660 – 710
Kim Ngưu	12,2	25 – 30	3 – 4	
Sét	6,7	10 – 30	3 – 4	
Lừ	5,8	20 – 25	2 – 4	

3.1.2. Đặc điểm HTTN đô thị TP. Phủ Lý

HTTN đô thị TP. Phủ Lý là hệ thống thoát chung nước mưa và nước thải, được xây dựng từ năm 1980, hướng tiêu thoát về sông Châu Giang. Khu vực nội đô không có các sông, kênh, mương hở, toàn bộ hệ thống công thu gom nước được đi ngầm. Khu vực ven đô có kênh Chính Tây và kênh A 4-8 là kênh nông nghiệp phục vụ tưới tiêu và thoát nước mưa, nước thải của các KCN, cơ sở dọc theo Quốc lộ 1A cũ.

Ngoài ra, LVS Nhuệ - Đáy chảy qua TP. Phủ Lý, hợp lưu tại cầu Hồng Phú là nơi nhập lưu của 3 con sông Đáy, Nhuệ và Châu Giang hàng ngày phải tiếp nhận hàng trăm nghìn m^3 nước thải từ TP. Hà Nội và tại tỉnh Hà Nam. Nước sông Nhuệ chỉ sử dụng được cho mục đích tưới tiêu. Nước sông bị ô nhiễm CHC nặng: hàm lượng COD vượt QCCP từ 1,7 lần, BOD₅ vượt

QCCP 2,2 lần, NH_4^+ vượt QCCP 3,2 lần; tại Cầu Hồng Phú nhờ có sự pha loãng với nước sông Đáy nên mức độ ô nhiễm giảm đi đáng kể (COD vượt QCCP 1,34 lần, BOD_5 vượt QCCP 1,9 lần).

3.1.3. Đặc điểm HTTN đô thị TP. Bắc Ninh

Qua khảo sát, HTTN của TP. Bắc Ninh là HTTN nửa riêng đã được cải tạo và đã có Nhà máy XLNT TP. Bắc Ninh công suất 28.000 m³/ngày đêm. Các tuyến cống chính thoát nước thải được bố trí các giếng tách dòng, tuyến cống bao gom nước thải tự chảy về các trạm bơm và bơm về nhà máy XLNT. Các khu vực đô thị mở rộng chưa thu gom hết nước thải để xử lý. Hướng tiêu thoát chảy vào sông Cầu.

Khu vực nội đô không có các sông, kênh, mương hở. Các sông, kênh thủy lợi bao quanh thành phố như kênh Tào Khê và sông Ngũ Huyện Khê là một chi lưu của sông Đuống, được dùng tiêu thoát nước về mùa mưa, lấy nước phục vụ sản xuất nông nghiệp vào mùa khô. Hiện nay, con sông này đang bị ô nhiễm nặng, nguyên nhân do NTCN của các cơ sở sản xuất giấy ở khu vực hạ lưu thuộc xã Phú Lâm, huyện Tiên Du và xã Phong Khê, TP. Bắc Ninh chưa được xử lý đạt QCVN xả vào.

3.1.4. Đặc điểm HTTN đô thị TP. Hải Dương

HTTN của thành phố là hệ thống thoát chung nước mưa và nước thải. Mạng lưới đường cống thoát nước tập trung chủ yếu tại khu vực nội thành cũ với tổng chiều dài khoảng hơn 120 km và thu gom được khoảng 60 % nước thải. Thành phố cũng đã xây dựng Nhà máy XLNT tập trung có công suất giai đoạn 01 là 10.000 m³/ngày đêm và giai đoạn 2 nâng công suất lên 13.000 m³/ngày đêm nhưng hệ thống này hiện nay chưa hoàn chỉnh, chỉ lắng sơ bộ và bơm ra sông. Các sông/kênh nội đô như sông Sắt, sông Kim Sơn, Hào Thành, kênh T2, kênh Bạch Đằng có chức năng điều hòa, tiêu thoát úng và thoát nước thải đô thị của thành phố và bị ô nhiễm nghiêm trọng.

3.1.5. Nhận xét, đánh giá về đặc điểm HTTN đô thị và SNĐ tại một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam

Qua điều tra, khảo sát HTTN đô thị của 04 thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam nhận thấy HTTN đô thị được chia thành 02 nhóm:

- Nhóm đô thị có SNĐ chảy qua (như TP. Hà Nội và TP. Hải Dương) là các đô thị lớn, có lịch sử hình thành và phát triển lâu đời, xưa kia các sông này bao quanh thành cổ (kinh đô Thăng Long và thành cổ Hải Dương) và thông với các sông lớn như sông Hồng bên cạnh TP. Hà Nội, sông Thái Bình bên cạnh TP. Hải Dương.

Các SNTĐ đóng vai trò là kênh thoát nước cấp I của HTTN đô thị. Nó có chức năng cung cấp nước, điều hòa nước, có giá trị văn hóa – xã hội và hỗ trợ sinh thái tại các đô thị. Nước SNTĐ này đang bị ô nhiễm nặng bởi các CHC.

- Nhóm đô thị không có SNTĐ chảy qua trung tâm thành phố (như TP. Bắc Ninh và TP. Phủ Lý). HTTN đô thị là hệ thống đường ống thu gom kín, kiểu nửa riêng, có chức năng chuyên nước thải đô thị về trạm XLNT tập trung hoặc chảy vào các kênh thoát nước và sông liên tỉnh khu vực ngoại ô thành phố.

3.2. Hiện trạng chất lượng nước SNTĐ và nước sông, kênh thoát nước tại một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam

3.2.1. Chất lượng nước SNTĐ khu vực trung tâm TP. Hà Nội

3.2.1.1. *Kết quả quan trắc mùa khô năm 2016 và mùa mưa năm 2017:* quan trắc tại 30 điểm trên 04 SNTĐ, bao gồm: 12 điểm sông Tô Lịch, 05 điểm sông Lừ, 05 điểm sông Sét và 08 điểm sông Kim Ngưu (tổng số 60 mẫu nước).

3.2.1.2. *Kết quả quan trắc mùa khô từ ngày 13-15/3/2019;* quan trắc tại 22 điểm trên 05 sông, bao gồm: 05 điểm sông Tô Lịch, 05 điểm sông Lừ, 05 điểm sông Sét, 05 điểm sông Kim Ngưu và 02 điểm sông Nhuệ.

3.2.1.3. Nhận xét, đánh giá kết quả phân tích mẫu:

- Qua kết quả phân tích nước SNTĐ khu vực trung tâm TP. Hà Nội theo 02 mùa (mùa khô năm 2016 và mùa mưa năm 2017), nhận thấy:

+ **Nước có chất lượng rất xấu**, có thể gây ảnh hưởng lớn tới cá và các sinh vật sống trong môi trường nước do nồng độ oxi hòa tan thấp, nồng độ các chất ô nhiễm cao. Nước có thể được sử dụng cho mục đích giao thông thủy và các mục đích khác với yêu cầu nước chất lượng thấp. Hầu hết các thông số đánh giá chất lượng nước đều vượt giá trị quy định mức D (là mức phân loại chất lượng nước sông xấu nhất), theo Bảng 2 QCVN 08:2023/BTNMT. Giá trị trung bình các thông số chính so với mức D như sau: DO thấp, trung bình mùa khô là 0,5 mg/l, mùa mưa là 0,4 mg/l (DO < 4mg/l thuộc mức D); COD trung bình mùa khô là 150 mg/l, vượt 7,5 lần mức D (COD > 20 mg/l), mùa mưa vượt 5,6 lần; BOD₅ trung bình mùa khô là 112 mg/l, vượt 8,6 lần mức D (BOD₅ > 10 mg/l), mùa mưa vượt 6,4 lần; TSS trung bình mùa khô là 505,5 mg/l, vượt 5 lần mức D (TSS > 100 mg/l và có rác nổi), mùa mưa vượt 3,7 lần; Tổng Coliform trung bình mùa khô là 55.455 MPN/100ml, vượt 7,4 lần và mùa mưa vượt 5,6 lần...

+ Nước sông bị ô nhiễm nặng bởi: **các CHC** (thể hiện qua các thông số DO thấp; TOC, BOD₅ và COD cao), **chất dinh dưỡng** (kết quả quan trắc mùa khô năm 2019 nêu tại Bảng 3.4 cho thấy giá trị Tổng N trung bình là 43,2 mg/l, vượt mức D là 21,6 lần; Tổng P trung bình là 9,8 mg/l, vượt mức D là

19,6 lần. Đặc biệt giá trị NH_4^+ cả 03 đợt quan trắc dao động từ 27,3 đến 36,3 mg/l, vượt từ 91 đến 121 lần giá trị tối đa cho phép đối với các thông số ảnh hưởng đến sức khỏe con người theo Bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNMT, thậm chí NH_4^+ còn cao hơn giá trị quy định đối với NTCN theo QCVN 40:2011/BTNMT), **chất rắn lơ lửng** (TSS cao) và **vi khuẩn** (Tổng coliform cao và Ecoli trung bình mùa khô là 232 MPN/100ml, vượt giá trị quy định tại Bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNMT 11,6 lần và mùa mưa là 8,8 lần).

+ Đặc biệt, nước sông có chứa hàm lượng cao các hợp chất của sunfua (là nguồn phát sinh các chất khi gây mùi hôi thối). Giá trị sunfua còn cao hơn nhiều lần so với giá trị giới hạn quy định tại Cột B của QCVN 40:2011/BTNMT đối với NTCN (mùa khô năm 2016 giá trị trung bình của Sunfua là 26,5 mg/l, mùa mưa năm 2017 là 19,9 mg/l, cao hơn tương ứng là 55 lần và 40 lần).

- Kết quả quan trắc năm 2019 cũng cho kết quả tương tự. Chất lượng nước SNĐ, bao gồm cả sông Nhuệ đều vượt QCVN 08:2023/ BTNMT mức D nhiều lần.

Từ kết quả Bảng 3.5 cho thấy các thông số ảnh hưởng đến sức khỏe con người vượt nhiều lần giới hạn tối đa cho phép tại bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNMT, gồm: Chất hoạt động bề mặt có giá trị trung bình là 1,88 mg/l, vượt QCCP 18,8 lần; Amonia giá trị trung bình là 35,8 mg/l, vượt 119 lần; Sắt giá trị trung bình là 8,25 mg/l, vượt 16,5 lần. Ngoài ra, tại một số điểm quan trắc có một số thông số cao như: As, Hg, Pb, Zn, Mn. Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Kikuchi T., và cs, (2009) [83], nước SNĐ của TP. Hà Nội đặc biệt là sông Tô Lịch một số điểm có hàm lượng Mn cao [92]. Kết quả phân tích còn ghi nhận có sự xuất hiện của hàm lượng đáng kể CHC bền PAHs, dư lượng thuốc kháng sinh (Bảng 3.10 và 3.11).

3.2.2. **Chất lượng nước mặt khu vực TP. Phủ Lý**

- Chất lượng nước sông Châu Giang, sông Nhuệ và đoạn hợp lưu với sông Đáy mức độ ô nhiễm thấp hơn SNĐ TP. Hà Nội nhưng chất lượng nước vẫn thuộc **loại có chất lượng rất xấu**, đều vượt giá trị quy định mức D, Bảng 2 của QCVN 08:2023/BTNMT: DO thấp, dao động từ 1,4 đến 1,8 mg/l; BOD₅ mùa khô vượt 2,5 lần, mùa mưa vượt 1,9 lần; COD mùa khô vượt 2,1 lần, mùa mưa vượt 1,6 lần; TSS mùa khô vượt 1,1 lần, mùa mưa thấp hơn có TSS trung bình là 82,7 mg/l nhưng cũng tiệm cận mức C – mức có chất lượng nước xấu...;

- Nước SNĐ cũng bị ô nhiễm nặng bởi các CHC (thể hiện qua các thông số DO thấp, BOD₅ và COD cao), chất dinh dưỡng (NH_4^+ mùa khô vượt 49,6 lần và mùa mưa vượt 37,2 lần giá trị tối đa cho phép theo Bảng 1 của

QCVN 08:2023/BTNMT và NH_4^+ cũng cao hơn giá trị quy định đối với NTCN; NO_3^- và PO_4^{3-} cũng rất cao), chất rắn lơ lửng (TSS cao) và vi khuẩn (Tổng coliform mùa khô vượt 6,7 lần, mùa mưa là 5 lần; Ecoli vượt giá trị quy định tại Bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNM, mùa khô là 12,7 lần và mùa mưa là 9,6 lần).

- Nước sông có chứa hàm lượng cao các hợp chất của sunfua (là nguồn phát sinh các chất khi gây mùi hôi thối). Giá trị sunfua còn cao hơn nhiều lần so với giá trị giới hạn quy định tại Cột B của QCVN 40:2011/BTNMT đối với NTCN (mùa khô cao hơn 55,9 lần, mùa mưa cao hơn 41,9 lần).

3.2.3. Chất lượng nước mặt khu vực ven đô TP. Bắc Ninh

- Chất lượng nước kênh Tào Khê mức độ ô nhiễm thấp hơn SNĐ TP. Hà Nội nhưng vẫn thuộc **loại có chất lượng rất xấu**, đều vượt giá trị quy định mức D, Bảng 2 của QCVN 08:2023/BTNMT: DO thấp, dao động từ 0,76 đến 2,17 mg/l; BOD_5 mùa khô vượt 2,4 lần, mùa mưa vượt 1,8 lần; COD mùa khô vượt 2 lần, mùa mưa vượt 1,5 lần; TSS mùa khô vượt 1,1 lần, mùa mưa thấp hơn có TSS trung bình là 89,9 mg/l nhưng cũng tiệm cận mức C – mức có chất lượng nước xấu...;

- Nước kênh cũng bị ô nhiễm nặng bởi các CHC (thể hiện qua các thông số DO thấp, BOD_5 và COD cao), chất dinh dưỡng (NH_4^+ mùa khô vượt 49,2 lần và mùa mưa vượt 36,9 lần giá trị tối đa cho phép theo Bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNMT và NH_4^+ cũng cao hơn giá trị quy định đối với NTCN; NO_3^- và PO_4^{3-} cũng rất cao), chất rắn lơ lửng (TSS cao) và vi khuẩn (Tổng coliform mùa khô vượt 7,4 lần, mùa mưa là 5,6 lần; Ecoli vượt giá trị quy định tại Bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNM, mùa khô là 10,2 lần và mùa mưa là 7,7 lần).

- Nước kênh có chứa hàm lượng cao các hợp chất sunfua. Giá trị sunfua còn cao hơn nhiều lần giá trị giới hạn quy định tại Cột B của QCVN 40:2011/BTNMT đối với NTCN (mùa khô cao hơn 57,5 lần, mùa mưa cao hơn 43,1 lần).

3.2.4. Chất lượng nước SNĐ khu vực trung tâm TP. Hải Dương

- Mức độ ô nhiễm nước SNĐ thấp hơn TP. Hà Nội nhưng vẫn thuộc **loại có chất lượng rất xấu**, vượt giá trị quy định mức D, Bảng 2 của QCVN 08:2023/BTNMT: DO thấp, giá trị trung bình mùa khô là 1,8 mg/l, mùa mưa là 1,4 mg/l; BOD_5 mùa khô vượt 1,98 lần, mùa mưa vượt 1,5 lần; COD mùa khô vượt 1,7 lần, mùa mưa vượt 1,3 lần; TSS mùa khô vượt 1,07 lần, mùa mưa thấp hơn (80,4 mg/l) nhưng cũng tiệm cận mức C – mức có chất lượng nước xấu...;

- Nước SNT cũng bị ô nhiễm nặng bởi các CHC (thể hiện qua các thông số DO thấp, BOD₅ và COD cao), chất dinh dưỡng (NH₄⁺ mùa khô vượt 37,6 lần và mùa mưa vượt 28,2 lần giá trị tối đa cho phép theo Bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNMT và NH₄⁺ cũng cao hơn giá trị quy định đối với NTCN; NO₃⁻ và PO₄³⁺ cũng rất cao), chất rắn lơ lửng (TSS cao) và vi khuẩn (Tổng coliform mùa khô vượt 6,8 lần, mùa mưa là 5,1 lần; Ecoli vượt giá trị quy định tại Bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNM, mùa khô là 13,1 lần và mùa mưa là 9,9 lần).

- Nước sông có chứa hàm lượng cao các hợp chất của sunfua (là nguồn phát sinh các chất khi gây mùi hôi thối). Giá trị sunfua còn cao hơn nhiều lần so với giá trị giới hạn quy định tại Cột B của QCVN 40:2011/BTNMT đối với NTCN (mùa khô cao hơn 53,9 lần, mùa mưa cao hơn 40,4 lần).

3.2.5. Nhận xét, đánh giá về chất lượng nước SNT và nước sông, kênh thoát nước tại một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam

- Chất lượng nước SNT và nước sông, kênh thoát nước tại 04 thành phố khu vực nghiên cứu đều bị ô nhiễm nặng bởi các CHC, chất dinh dưỡng, chất lơ lửng và vi khuẩn. Mức độ ô nhiễm nước khác nhau tùy thuộc vào chức năng của từng sông, kênh thoát nước tại các đô thị. Các SNT khu vực trung tâm TP. Hà Nội có mức độ ô nhiễm cao nhất, tiếp đến là TP. Hải Dương, TP. Phủ Lý và TP. Bắc Ninh.

- Nước SNT chủ yếu là NTSH, chất lượng nước ở mức rất xấu theo mức D của QCVN 08:2023/BTNMT. Mức độ ô nhiễm khác nhau theo mùa, mùa khô có mức độ ô nhiễm cao hơn mùa mưa (do pha loãng nước thải).

- Để nghiên cứu giải pháp giảm thiểu ô nhiễm nước SNT một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam một cách hiệu quả và phù hợp, Đề tài Luận án tập trung nghiên cứu giải pháp xử lý ô nhiễm nước SNT khu vực trung tâm TP. Hà Nội và tiến hành mô hình thí nghiệm đối với nước sông Tô Lịch.

3.3. Đặc điểm ô nhiễm CHC trong nước SNT

Từ kết quả phân tích, đánh giá chất lượng nước SNT và nước mặt tại các kênh, mương thoát nước đô thị của 04 thành phố lớn miền Bắc cho thấy chất lượng nước có tính chất tương đồng, các thông số ô nhiễm tương tự nhau nhưng mức độ ô nhiễm khác nhau. Chất lượng nước mặt đều vượt Mức D của QCVN 08:2023/BTNMT là mức có chất lượng nước sông rất xấu, xấu nhất là SNT TP. Hà Nội, tiếp đến là TP. Hải Dương, TP. Phủ Lý và TP. Bắc Ninh. Luận án tập trung nghiên cứu đặc trưng ô nhiễm CHC trong nước SNT khu vực trung tâm TP. Hà Nội. Cụ thể như sau:

3.3.1. Sự phân bố CHC trong nước sông giữa tầng mặt và tầng đáy

Nghiên cứu đã tiến hành phân tích, đánh giá 16 mẫu nước tầng mặt và tầng đáy các SNT nhận thấy, CHC phân bố ở tầng đáy cao hơn ở tầng mặt 1,09 lần.

3.3.2. Các thông số ô nhiễm đặc trưng trong nước SNT

3.3.2.1. Ô nhiễm do các CHC chứa lưu huỳnh (S)

Kết quả phân tích nước SNT và nước sông, kênh thoát nước ở tại 04 thành phố đều cho kết quả hàm lượng sunfua rất cao. Hàm lượng Sunfua có điểm quan trắc (sông Tô Lịch) vượt 82 lần QCVN 40:2011/BTNMT cột B. Đặc biệt, giá trị sunfua trung bình của TP. Hà Nội vào mùa khô năm 2016 là 26,5 mg/l, mùa mưa năm 2017 là 19,9 mg/l và mùa khô năm 2019 là 4,76 mg/l, cao hơn tương ứng là 55 lần, 40 lần và 9,5 lần. Hàm lượng sunfua trong nước SNT của TP. Hà Nội có xu hướng giảm dần từ năm 2016 đến năm 2019, điều đó chứng tỏ hiệu quả của các giải pháp quản lý, kỹ thuật xử lý ô nhiễm của nhà nước bắt đầu có hiệu quả tuy chưa đáp ứng yêu cầu.

Nghiên cứu về quá trình hình thành và phát thải H_2S trên sông Tô Lịch trước đây đã công bố lượng H_2S hình thành từ nguồn CHC có chứa lưu huỳnh là khoảng 56,4%. Tương quan giữa lượng H_2S trong nước sông Tô Lịch giai đoạn 2009 -2013 chiếm khoảng 37,5% so với Sunfua [30]. Kết quả phân tích 21 mẫu nước tầng mặt của TP. Hà Nội tháng 3/2019 cho thấy, giá trị trung bình S^{2-} là 4,76 mg/l tương đương 0,14875 mmol/l, vượt khoảng 9,5 lần so với QCVN 40:2011/BTNMT cột B. Ước tính lượng H_2S hình thành từ nguồn CHC có chứa lưu huỳnh trong nước sông Tô Lịch là khoảng 0,05578125 mmol/l tương đương 1,9 mg/l.

Kết quả phân tích về lượng TOC, COD và BOD cho thấy lượng CHC chứa S trong nước SNT của TP. Hà Nội có thể sinh khí H_2S với nồng độ H_2S trong nước lên đến 0,05578125 mmol/l tương đương 1,9 mg/l, đây là nguyên nhân chính phát sinh khí gây mùi hôi thối ven sông (mùi hôi thối đặc trưng của H_2S).

3.3.2.2. Ô nhiễm do các CHC chứa N: Giá trị trung bình các CHC chứa N ước tính là 6,21 mg/l, vượt giá trị quy định mức A theo QCVN 08:2023/BTNMT là 10,3 lần. Quá trình oxi hóa các CHC chứa N trong nước SNT tạo ra các hợp chất amonia, nitrite, nitrate... Với hàm lượng rất cao các CHC chứa N trong nước SNT (6,21 mg/l) cho thấy công đoạn khử N trong các hệ thống XLNT cần phải đặc biệt quan tâm.

3.3.2.3. Ô nhiễm do các CHC chứa P: Giá trị trung bình các CHC chứa P là 0,87 mg/l, vượt mức A nêu trên là 8,7 lần. Quá trình oxi hóa các CHC

chứa P trong nước thải đô thị cũng tạo ra các hợp chất photpho vô cơ. Với tỷ lệ đáng kể các CHC chứa P trong nước SNTĐ (0,87 mg/l), khi tính toán thiết kế hoặc tìm các giải pháp phù hợp để XLNT nước SNTĐ cũng cần phải quan tâm đến thông số này.

3.3.2.4. *Ô nhiễm do các CHC là các chất hoạt động bề mặt*: Giá trị trung bình của chất hoạt động bề mặt là 2,68 mg/l, vượt giá trị quy định tại Bảng 1 theo QCVN 08:2023/BTNMT là 26,8 lần. Chất hoạt động bề mặt làm biến dạng cơ cấu tế bào của các loài thực vật dưới nước, làm giảm oxi hòa tan trong nước, làm tăng nguy cơ mắc ung thư vú và khi tiếp xúc một thời gian dài, người sử dụng thường bị khô da, mông da, thậm chí gặp phải hiện tượng kích ứng và các bệnh về da ...

3.3.2.5. *Ô nhiễm CHC do PAHs*: Giá trị trung bình của các hợp chất PAHs là 0,00026 mg/l (0,26 µg/l). Mặc dù tồn tại trong nước SNTĐ với hàm lượng nhỏ, nhưng các chất PAHs là các CHC bền vững trong môi trường; một số loại PAHs có thể gây ung thư đối với con người và động vật và đều có khả năng gây độc cho người.

3.3.2.6. *Ô nhiễm CHC là các chất kháng sinh*: Giá trị trung bình của tổng các hợp chất kháng sinh là 1,59 µg/l. Mặc dù tồn tại trong nước SNTĐ với hàm lượng nhỏ, nhưng nhiều chất kháng sinh rất bền trong môi trường và ảnh hưởng đến sinh vật.

Ngoài ra, đề tài cũng tiến hành quan trắc, phân tích hàm lượng các chất Gluxit, Fuvic và Humic trong nước SNTĐ và trầm tích: Hàm lượng fulvic trong nước dao động trong khoảng từ 9,3 - 26,8 mg/l trong tầng mặt, từ 15,1 - 56,9 mg/l trong tầng đáy; hàm lượng humic có dao động từ 30,66 mg/l - 156 mg/l trong tầng mặt và từ 54,76 mg/l - 95 mg/l trong tầng đáy.

Hàm lượng ni tơ và photpho trong nước đều rất cao thể hiện giá trị dinh dưỡng của nước cao, có thể sử dụng chúng làm nước tưới cho nông nghiệp hoặc nuôi trồng tảo, thực vật phù du để sản xuất nhiên liệu sinh khối. Tuy nhiên, nếu nước không được xử lý hoặc nguồn thải vào sông và nước SNTĐ không được làm sạch đáp ứng yêu cầu BVMT thì có nguy cơ gây phú dưỡng ở các thủy vực tiếp nhận phía hạ lưu.

Hàm lượng PAHs trong các mẫu phân tích trầm tích SNTĐ TP. Hà Nội dao động từ 4,41 µg/kg đến 46,04 µg/kg. Sự xuất hiện PAHs trong nước theo kết quả phân tích ở trên có thể tiềm ẩn nguy cơ rủi ro sinh thái, tích lũy trong trầm tích, động vật thủy sinh từ đó đi vào các động vật bậc cao hơn qua chuỗi thức ăn.

3.4. Nghiên cứu giải pháp giảm thiểu ô nhiễm nước SNTĐ một số thành

phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam

Như phân tích, đánh giá ở trên, nước thải đô thị nói chung và nước SÑĐ là kênh thoát nước cấp I của 04 thành phố lớn miền Bắc của Việt Nam nằm trong phạm vi nghiên cứu của Luận án nói riêng, cho thấy chất lượng nước SÑĐ có tính chất tương đồng, các thông số ô nhiễm tương tự nhau nhưng mức độ ô nhiễm của từng đô thị khác nhau. Nước SÑĐ chủ yếu là NTSH, chất lượng nước đều vượt mức D (cao hơn nhiều giá trị quy định tại mức D) của QCVN 08:2023/BTNMT là mức có chất lượng nước rất xấu, xấu nhất là SÑĐ TP. Hà Nội, tiếp đến là TP. Hải Dương, TP. Phủ Lý và TP. Bắc Ninh. Để nghiên cứu giải pháp giảm thiểu ô nhiễm nước SÑĐ một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam một cách hiệu quả và phù hợp, Đề tài Luận án tập trung nghiên cứu giải pháp xử lý ô nhiễm nước SÑĐ khu vực trung tâm TP. Hà Nội, đặc biệt là kỹ thuật xử lý ô nhiễm CHC trong nước sông; tiến hành lấy mẫu chạy mô hình thí nghiệm đối với nước sông Tô Lịch.

3.4.1. Tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý ô nhiễm nước SÑĐ

3.4.1.1. Quản lý, XLNT phi tập trung

a) Các giải pháp XLNT phi tập trung: tại chỗ, theo cụm và theo khu vực.
b) Tiêu chí lựa chọn công nghệ để XLNT phi tập trung như theo: quy mô công suất, thành phần và tính chất nước thải, mức độ sử dụng năng lượng, yêu cầu theo QCVN, điều kiện về kỹ thuật, tài chính và năng lực quản lý, điều kiện về tự nhiên, khả năng tăng công suất và kết nối với hệ thống XLNT tập trung ...

c) Các công nghệ áp dụng để thực hiện XLNT phi tập trung: bể tự hoại; bể lọc kỵ khí có vách ngăn; bể tự hoại cải tiến có vách ngăn và ngăn lọc kỵ khí dòng hướng lên; hồ kỵ khí, hồ hiếu-kỵ khí, hồ ổn định; bãi lọc trồng cây; bể phản ứng theo mẻ...

3.4.1.2. Các tiêu chí lựa chọn công nghệ XLNT

- Hiệu quả xử lý của công nghệ: Đảm bảo mức độ cần thiết làm sạch nước thải, có tính đến khả năng tự làm sạch của nguồn tiếp nhận;

- Tiết kiệm đất xây dựng;

- Quản lý, vận hành và bảo dưỡng phù hợp với năng lực của địa phương;

- Chi phí đầu tư hợp lý trong đó tính cả sự phụ thuộc vào công nghệ nhập khẩu;

- Phù hợp với đặc điểm điều kiện khí hậu, địa hình, địa chất thủy văn của khu vực và khả năng chịu tải của nguồn tiếp nhận;

- An toàn và thân thiện với môi trường;

- Có khả năng tăng công suất hay cải thiện hiệu quả xử lý trong tương lai;
- Đảm bảo hoạt động ổn định khi có sự thay đổi bất thường về chất lượng nước đầu vào, thời tiết và biến đổi khí hậu;
- Mức độ phát sinh và xử lý bùn cặn;
- Tiết kiệm năng lượng, có khả năng tái sử dụng nước thải, bùn thải sau xử lý.

3.4.2. Đánh giá hiệu quả của các giải pháp kỹ thuật đề xuất xử lý, giảm thiểu ô nhiễm CHC trong nước SND

3.4.2.1. Đánh giá hiệu quả xử lý CHC bằng chất oxi hóa khác nhau

3.4.2.2. Đánh giá hiệu quả xử lý CHC bằng giải pháp cung cấp oxi ở các độ sâu khác nhau

a) Hệ thiết bị sục khí

Hệ thiết bị được thiết kế phục vụ nghiên cứu gồm 3 cột ống nhựa đại diện cho 3 mô đun được thiết kế với chiều cao cột nước là 4 m như hình dưới đây:



Mẫu nước sử dụng cho hệ sục khí là mẫu lấy Cầu Lủ. Sở dĩ lựa chọn vị trí lấy mẫu này làm đại diện cho nước sông Tô Lịch bởi đây là địa điểm nằm tại khu vực trung lưu của sông Tô Lịch, không quá gần về thượng nguồn hay hạ nguồn.

b) Ảnh hưởng của phương pháp sục khí đến DO : Dựa trên kết quả thí nghiệm và so sánh giữa các mô đun với nhau nhận thấy độ sâu sục khí hay giá trị áp suất riêng phần của không khí cũng như oxi có ảnh hưởng tới độ bão hòa oxi trong nước. Với độ sâu sục khí lớn nhất là 4 m ứng với áp suất tăng cường 0,4 atm thì giá trị DO thu được cả ở tầng đáy và tầng mặt đều tối

uru hơn so với các độ sâu sục khí thấp hơn.

c) *Ảnh hưởng của phương pháp sục khí đến hiệu quả xử lý CHC*: Kết quả nghiên cứu cho thấy độ sâu sục khí có ảnh hưởng đến khả năng phân hủy CHC.

3.5. Đề xuất giải pháp kỹ thuật xử lý ô nhiễm CHC trong nước SÑĐ

3.5.1. Cơ sở khoa học đề xuất giải pháp xử lý ô nhiễm CHC

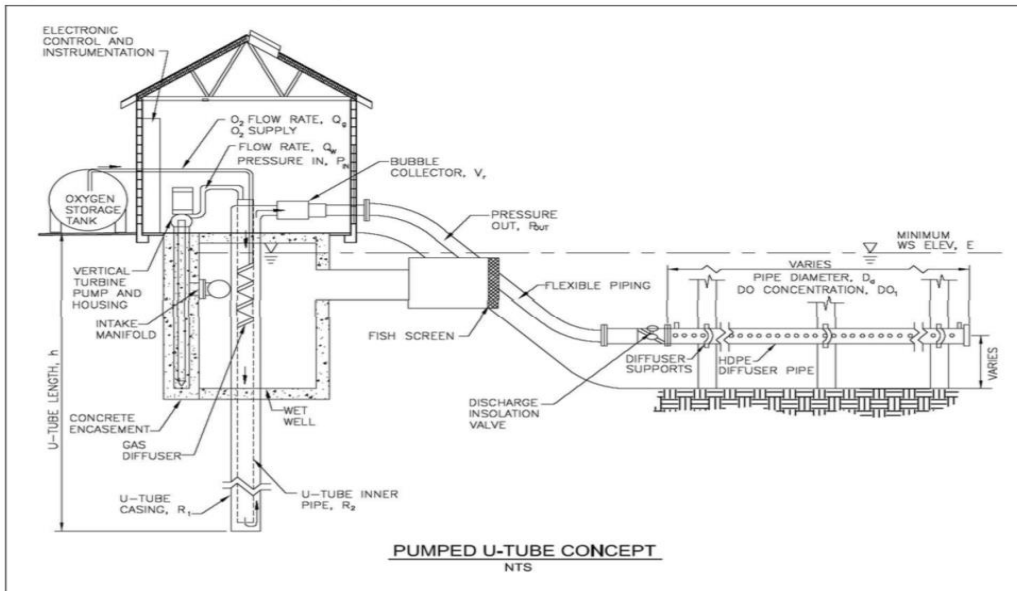
Phương pháp sục khí (sử dụng máy thổi hoặc máy nén không khí) ứng dụng trong xử lý CHC trong nước SÑĐ là phương pháp được Luận án lựa chọn. Nồng độ oxy hòa tan trong nước bị chi phối bởi nhiệt độ và áp suất, trong đó nhiệt độ là yếu tố rất khó kiểm soát trong các hệ hở. Vì vậy, trong trường hợp muốn cải thiện hiệu suất của quá trình hòa tan oxy vào nước có thể chọn phương án thay đổi áp suất sục khí, đạt được khi tiến hành sục khí ở các độ sâu khác nhau so với bề mặt của khối nước.

Việc nâng cao hàm lượng oxy trong nước sông cũng sẽ làm giảm giá trị BOD₅, giảm lượng CHC và giảm khả năng hình thành sunfua. Áp suất sục khí cũng ảnh hưởng tới quá trình phân hủy CHC trong nước SÑĐ, khi sục ở độ sâu lớn hơn sẽ cho hiệu quả xử lý tốt hơn. Quá trình phân hủy CHC diễn ra tốt hơn tại tầng mặt so với tầng đáy. Áp suất sục khí có ảnh hưởng tới khả năng hòa tan oxy vào nước, với độ sâu sục khí lớn nhất thí nghiệm trên mô đun có độ sâu 4 m, lượng áp suất sục khí được tăng cường thêm 0,4 atm cho kết quả tối ưu hơn so với hai mô đun sục khí ở các độ sâu thấp hơn trong điều kiện cấp khí với cùng một lưu lượng. Giá trị DO có xu hướng lớn hơn tại bề mặt (là 6,5 mg/l đối với tầng mặt và 5,3 mg/l đối với tầng đáy).

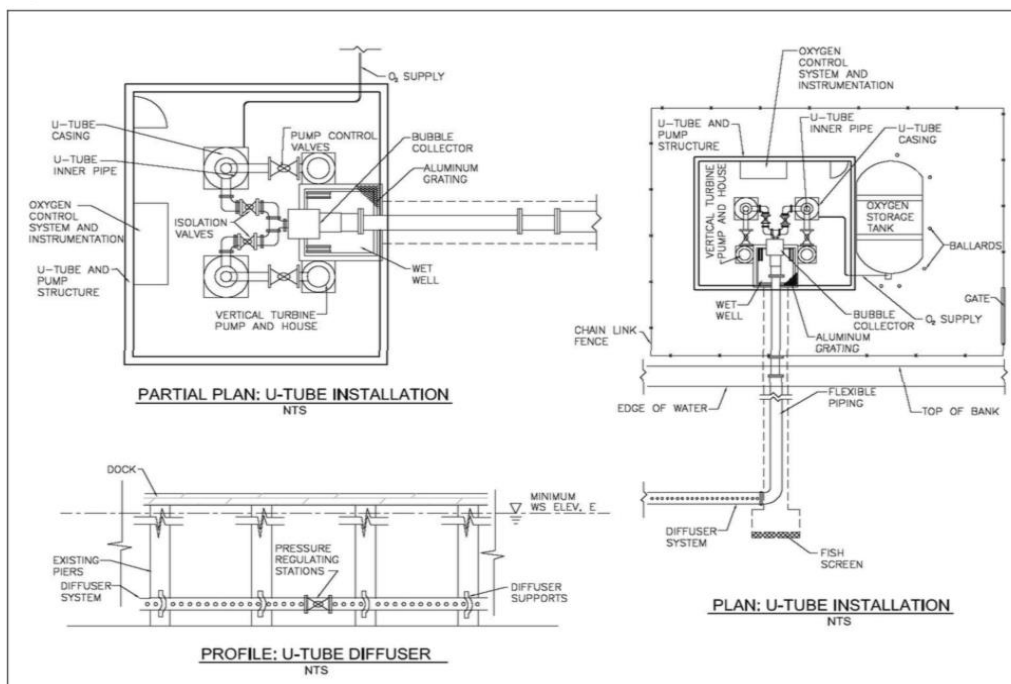
3.5.2. Đề xuất giải pháp kỹ thuật

Luận án đề xuất áp dụng biện pháp giảm thiểu ô nhiễm CHC trong nước SÑĐ bằng công nghệ sục khí cưỡng bức ngầm, kiểu chữ U (U-Tube). Việc áp dụng công nghệ sục khí cưỡng bức ngầm sẽ không làm ảnh hưởng đến các hoạt động khai thác mặt nước như cảnh quan và các hoạt động khai thác khác như hoạt động thể thao, giải trí dưới nước và giao thông thủy. Công nghệ sục khí ngầm là công nghệ áp dụng sục khí cưỡng bức kiểu ống chữ U đã được áp dụng trên sông San Joaquin (Mỹ). Với công nghệ này có những ưu điểm chính là không ảnh hưởng đến các hoạt động khai thác trên mặt nước, dòng không khí được đưa vào nước sông với áp lực cao hơn do vậy khả năng hòa tan oxy trong nước sông cũng tăng lên, duy trì được thời gian và quãng đường đủ dài để oxy có thể trao đổi nhiều hơn với nước sông. Công nghệ U-Tube có thể nâng hiệu quả xâm nhập oxy vào môi trường nước đến 95 % lượng oxy được cấp, lưu lượng cấp oxy có thể đạt từ 5.000 đến 40.000 lbs/ngày (tương

đương từ 2,3 tấn O₂/ngày đến 18,1 tấn O₂/ngày) cho 1 hệ thống. Chi phí xây dựng cho hệ thống xử lý tùy theo kiểu ống chữ U được áp dụng dao động từ 500.000 USD đến 2.000.000 USD và chi phí để cung cấp 1kg O₂ vào nước sông hằng năm dao động từ 0,5 USD đến 0,7 USD. Mô tả về mặt bằng và mặt cắt của công trình xử lý trên dòng sông theo modul xử lý nước trên sông San Joaquin (Mỹ) trong hình sau:



Hình 3.43. Mặt cắt mô tả hệ thống xử lý nước U-Tube trên sông



Hình 3.44. Mặt bằng mô tả hệ thống xử lý nước U-Tube trên sông

3.5.3. Đánh giá về sự phù hợp của giải pháp kỹ thuật xử lý ô nhiễm CHC trong nước SNT một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam

Giải pháp kỹ thuật xử lý ô nhiễm CHC trong nước SNT bằng công nghệ sục khí cưỡng bức ngầm, kiểu chữ U (U-Tube) đáp ứng các tiêu chí tại Mục 3.4.1.2.

3.5.4. Đề xuất giải pháp quản lý, quy hoạch SNT: Bên cạnh các giải pháp kỹ thuật, giải pháp quản lý quy hoạch để cải tạo, chỉnh trang và chỉnh trị SNT là giải pháp rất quan trọng. Việc cải tạo cảnh quan đô thị dọc hai bên bờ sông dựa trên nguyên tắc xây dựng đô thị sinh thái, gắn liền với định hướng phát triển bền vững đô thị. Điều đó có nghĩa là gìn giữ tính nhân văn và sự gắn bó của dòng sông đối với sự phát triển đô thị để biến thành thắng cảnh-nơi sinh hoạt cộng đồng và điểm nhấn của đô thị.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Qua nghiên cứu, đánh giá về HTNT đô thị và SNT một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam, có thể đưa ra một số kết luận như sau:

- HTTN đô thị một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam là HTTN nửa riêng, thu gom cả nước thải và nước mưa vào một hệ thống đường cống chung. Một số thành phố như TP. Bắc Ninh và một số khu vực đô thị như các TLV sông Tô Lịch nhà nước đã, đang đầu tư hệ thống thu gom nước thải sinh hoạt để dẫn về các trạm XLNT tập trung. Các hệ thống thu gom về trạm XLNT tập trung này khi không có mưa, nước được thu gom chủ yếu là nước thải, khi có mưa nước được thu gom gồm cả nước thải và nước mưa; phần lớn nước thải đô thị vẫn được tự chảy vào các sông, kênh, mương thoát nước hở hoặc bơm cưỡng bức ra các sông liên tỉnh (như TP. Hải Dương và TP. Phủ Lý), gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Một số đô thị có các SNT đóng vai trò là kênh thoát nước cấp I như TP. Hà Nội và TP. Hải Dương.

- Nước SNT chịu tác động mạnh bởi hoạt động sinh hoạt trong đô thị. Các đô thị được nghiên cứu trong Luận án này đều chưa có HTTN thải đô thị tách rời khỏi HTTN mưa. Các SNT trở thành hệ thống sông, kênh thoát nước thải cho đô thị (kênh thoát nước cấp I của HTTN đô thị). Sông Tô Lịch, sông Lừ, sông Sét và sông Kim Ngưu nước thải đô thị chiếm từ 70 đến gần 100% lưu lượng nước sông trong mùa cạn tạo ra các dòng sông bị ô nhiễm nghiêm trọng, nhất là trong mùa khô.

- Nước SÑĐ có chất lượng rất xấu, có nguy cơ ảnh hưởng lớn đến các loài động vật thủy sinh. Hàm lượng oxi hòa tan trong các SÑĐ thấp, kết hợp với các chất khử (đặc biệt là CHC) tạo điều kiện thúc đẩy quá trình phân hủy kỵ khí tạo màu nước SÑĐ có màu đen. Đối sánh các chỉ tiêu phân tích nước SÑĐ và các sông, kênh thoát nước tại một số thành phố lớn khu vực miền Bắc của Việt Nam với QCVN 08:2023/BTNMT, hầu hết các thông số đánh giá chất lượng nước đều vượt giá trị quy định mức D nhiều lần (là mức phân loại chất lượng nước sông/kênh xấu nhất).

- Nước SÑĐ bị ô nhiễm nặng, đặc biệt là các SÑĐ khu vực trung tâm TP. Hà Nội, các đặc trưng ô nhiễm gồm: hàm lượng **các CHC** cao (DO thấp, trung bình mùa khô 2016 là 0,5 mg/l và mùa mưa 2017 là 0,4 mg/l, so sánh với mức có chất lượng nước sông tốt – mức A của QCVN 08:2023/BTNMT quy định $DO \geq 6$ mg/l, thấp hơn quy chuẩn từ 12-15 lần; TOC cao, trung bình mùa khô 2019 là 14 mg/l, mức A quy định ≤ 4 mg/l, vượt 3,5 lần; BOD₅ cao, trung bình mùa khô 2019 là 81 mg/l, mức A quy định ≤ 4 mg/l, vượt 20,3 lần; COD cao, trung bình mùa khô 2019 là 225 mg/l, mức A quy định ≤ 10 mg/l, vượt 22,5 lần), **chất dinh dưỡng** (Tổng N cao, trung bình mùa khô 2019 là 43,2 mg/l, mức A quy định $\leq 0,6$ mg/l, vượt 72,1 lần; Tổng P cao, trung bình mùa khô 2019 là 4,7 mg/l, mức A quy định $\leq 0,1$ mg/l, vượt 47 lần), **chất rắn lơ lửng** (TSS cao, trung bình mùa khô 2019 là 260 mg/l, mức A quy định ≤ 5 mg/l, vượt 52 lần) và **vi khuẩn** (Tổng coliform trung bình mùa khô 2019 là 2.035.029 MPN/100 ml, mức A quy định ≤ 1.000 MPN/100 ml, vượt 2.035 lần và Ecoli cao). Đặc biệt, nước sông có chứa hàm lượng cao các hợp chất của sunfua là nguồn phát sinh các chất khi gây mùi hôi thối. Ngoài ra, nước SÑĐ của TP. Hà Nội có hàm lượng sắt cao, một số điểm quan trắc có: As, Hg, Pb, Zn, Mn vượt giá trị giới hạn các thông số ảnh hưởng đến sức khỏe con người theo Bảng 1 của QCVN 08:2023/BTNMT.

- Các thông số đặc trưng ô nhiễm CHC trong nước SÑĐ gồm: các CHC chứa ni tơ có hàm lượng cao nhất, tiếp đến là các CHC là các chất hoạt động bề mặt, các CHC chứa lưu huỳnh, các CHC chứa phốt pho và đặc biệt có sự xuất hiện các CHC bền PAHs và các chất kháng sinh với hàm lượng đáng kể. Các CHC trong nước SÑĐ của TP. Hà Nội phân bố ở tầng đáy cao hơn ở tầng mặt 1,09 lần.

- Áp dụng biện pháp giảm thiểu ô nhiễm CHC trong nước SÑĐ bằng công nghệ sục khí cưỡng bức ngầm, kiểu chữ U (U-Tube). Công nghệ U-Tube có thể nâng hiệu quả xâm nhập ô xy vào môi trường nước đến 95 % lượng ôxy

được cấp, lưu lượng cấp oxy có thể đạt từ 5.000 đến 40.000 lbs/ngày (tương đương từ 2,3 tấn O₂/ngày đến 18,1 tấn O₂/ngày) cho 1 hệ thống.

- Áp suất sục khí có ảnh hưởng tới khả năng hòa tan oxy vào nước, với độ sâu sục khí lớn nhất thí nghiệm trên mô đun thứ 3 (độ sâu 4 m), lượng áp suất sục khí được tăng cường thêm 0,4 atm cho kết quả tối ưu hơn so với hai mô đun sục khí ở các độ sâu thấp hơn trong điều kiện cấp khí với cùng một lưu lượng. Giá trị DO có xu hướng lớn hơn tại bề mặt, cụ thể giá trị DO lớn nhất thu được trong mô đun thứ ba lần lượt là 6,5 mg/l đối với tầng mặt và 5,3 mg/l đối với tầng đáy. Áp suất sục khí cũng ảnh hưởng tới quá trình phân hủy CHC trong nước thải, khi sục ở độ sâu lớn hơn sẽ cho hiệu quả xử lý tốt hơn. Quá trình phân hủy CHC diễn ra tốt hơn tại tầng mặt so với tầng đáy. Mô đun thứ ba với độ sâu sục khí lớn nhất là 4 m tương ứng với lượng áp suất được tăng cường 0,4 atm cho hiệu suất xử lý CHC sau 48 tiếng sục khí đạt 66% đối với tầng mặt và 58% đối với tầng đáy; kết quả này tối ưu khi so sánh với hai mô đun thứ nhất và thứ hai được sục ở các độ sâu thấp hơn.

4.2. Kiến nghị

Nghiên cứu giải pháp quản lý, quy hoạch để cải tạo, chỉnh trang và chỉnh trị SNTĐ là giải pháp rất quan trọng. Việc cải tạo cảnh quan đô thị dọc hai bên bờ sông dựa trên nguyên tắc xây dựng đô thị sinh thái, gắn liền với định hướng phát triển bền vững đô thị. Điều đó có nghĩa là gìn giữ tính nhân văn và sự gắn bó của dòng sông đối với sự phát triển đô thị để biến thành thắng cảnh- nơi sinh hoạt cộng đồng và điểm nhấn của đô thị sinh thái bền vững.

Kiến nghị tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của ô nhiễm CHC đến các tầng dưới như quản lý và xử lý bùn nạo vét,... Luận án cũng bước đầu phân tích đánh giá chất lượng trầm tích SNTĐ nhận thấy hàm lượng CHC, Tổng N, Tổng P cao; hàm lượng các CHC bền PAHs trong trầm tích cũng cao.

Để giảm thiểu ô nhiễm nước SNTĐ của TP. Hà Nội nói riêng và các đô thị có SNTĐ chảy qua, đóng vai trò như là kênh thoát nước cấp I nói chung, đề nghị cơ quan có thẩm quyền cho triển khai mô hình thí điểm tại sông Tô Lịch, từ đó đánh giá hiệu quả của giải pháp và nhân rộng đến các đô thị có SNTĐ tương tự.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

- 1. Lương Duy Hanh**, Nguyễn Mạnh Khải, Phạm Hùng Sơn, Nguyễn Hữu Huân, Phí Phương Hạnh (2019), “Hiện trạng ô nhiễm chất hữu cơ trên các sông nội đô TP. Hà Nội và giải pháp kỹ thuật sục khí cưỡng bức”, *Tạp chí Kinh tế môi trường*, Số 154, tr.57-62.
- 2. Lương Duy Hanh**, Nguyễn Xuân Hải, Trần Thị Hồng, Nguyễn Hữu Huân, Phạm Hùng Sơn, Đinh Tạ Tuấn Linh, Nguyễn Việt Hoàng, Hồ Nguyên Hoàng, Phạm Anh Hùng, Phí Phương Hạnh (2016), “Đánh giá chất lượng nước sông liên quan đến ô nhiễm mùi của một số SND TP. Hà Nội”, *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các khoa học Trái đất và Môi trường*, Số 32(1S), tr.147-155.
- 3. Nguyen Xuan Hai, Nguyen Huu Huan, Lương Duy Hanh, Nguyen Viet Hoang**, (2018), “The effects of aeration pressure on the treatment of organic substrates in To Lich river”, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, VOL.13, NO. 4, FEBRUARY 2018 - ISSN 1819-6608. ©2006-2018 Asian Research Publishing Network (ARNP).