

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG



KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG
CHUYÊN NGÀNH: QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG NƯỚC

Sinh viên: Nguyễn Ngọc Lan

Giáo viên hướng dẫn: TS. Dương Thanh Nghị

HẢI PHÒNG - 2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

ĐÁNH GIÁ TẢI LƯỢNG VÀ VẬN CHUYỂN
CHẤT Ô NHIỄM HỮU CƠ SÔNG BẠCH ĐẰNG

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG
CHUYÊN NGÀNH: QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG NƯỚC

Sinh viên: Nguyễn Ngọc Lan

Giáo viên hướng dẫn: TS. Dương Thanh Nghị

HẢI PHÒNG - 2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Nguyễn Ngọc Lan

MSV: 2113301015

Lớp: MTL2501

Ngành: Kỹ thuật Môi trường

Chuyên ngành: Quản lý tài nguyên và môi trường nước

Tên đề tài: Đánh giá tải lượng và vận chuyển chất ô nhiễm hữu cơ
sông Bạch Đằng

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn 1:

Họ và tên : Dương Thanh Nghị

Học hàm, học vị : Tiến Sĩ

Cơ quan công tác : Viện Tài nguyên và Môi trường biển

Người hướng dẫn 2:

Nội dung hướng dẫn: Toàn bộ khóa luận

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày 15 tháng 01 năm 2024

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày 18 tháng 05 năm 2024

Đã nhận nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp

Giảng viên hướng dẫn 1

TS. Dương Thanh Nghị

Hải Phòng, Ngày ... tháng ... năm 2024

XÁC NHẬN CỦA KHOA

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên: TS.Dương Thanh Nghị

Đơn vị công tác : Viện Tài nguyên và Môi trường biển

Họ và tên sinh viên : Nguyễn Ngọc Lan Chuyên ngành : Quản lý tài nguyên nước và môi trường

Đề tài tốt nghiệp : **Đánh giá tải lượng và vận chuyển chất ô nhiễm hữu cơ sông Bạch Đằng**

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp

.....
.....
.....
.....
.....

2. Đánh giá chất lượng của đề án/khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)

.....
.....
.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày tháng năm 2024

Giảng viên hướng dẫn

TS. Dương Thanh Nghị

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên:

Đơn vị công tác: Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

Họ và tên sinh viên:

Chuyên ngành:

Đề tài tốt nghiệp:

1. Phần nhận xét của giáo viên chấm phản biện

.....
.....
.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm phản biện

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm 2024

GIẢNG VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

MỤC LỤC

PHẦN 1. MỞ ĐẦU	1
1. Lý do chọn đề tài.....	1
2. Mục đích của đề tài	1
3. Ý nghĩa của đề tài.....	2
4. Yêu cầu của đề tài	2
PHẦN 2. CƠ SỞ LÝ LUẬN	4
1. Điều kiện tự nhiên hệ thống sông trên địa bàn Hải Phòng	4
2. Chất ô nhiễm hữu cơ trong môi trường nước	7
2.1. Các nguồn gây ô nhiễm nước.....	8
2.2. Tác động của ô nhiễm nguồn nước đến môi trường sống.....	10
3. Chỉ tiêu đánh giá tải lượng vận chuyển chất ô nhiễm hữu cơ	11
4. Các luật và văn bản dưới luật có liên quan đến quản lý môi trường nước ..	11
5. Bộ quy chuẩn, tiêu chuẩn Việt Nam về chất lượng nước	13
PHẦN 3. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU	15
1. Sơ lược vấn đề nghiên cứu.....	15
2. Tổng quan tình hình nghiên cứu	16
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài	21
4. Kết quả nghiên cứu	23
4.1. Hiện trạng hàm lượng các chất.....	23
4.2. Tải lượng chất gây ô nhiễm từ phía thượng nguồn.....	32
PHẦN 4. KẾT LUẬN ĐỀ XUẤT KIẾN NGHỊ.....	52
1. Kết luận	52
2. Đề xuất kiến nghị	52
TÀI LIỆU THAM KHẢO	53

DANH MỤC HÌNH

Hình 2.1. Hệ thống sông chảy vào vùng bờ Đồi Sơn Hải Phòng.....	5
Hình 2.2. Lưu lượng nước trung bình qua các mặt cắt thượng lưu sông.....	6
Hình 2.3. Lưu lượng nước trung bình qua các mặt cắt hạ lưu sông.....	7
Hình 2.4. Sơ đồ phạm vi khu vực nghiên cứu.....	22
Hình 2.5. Diễn biến giá trị BOD ₅ trong nước sông Hải Phòng năm 2021.....	23
Hình 2.6. Diễn biến giá trị COD trong nước sông Hải Phòng năm 2021.....	24
Hình 2.7. Diễn biến nồng độ amoni trong nước sông Hải Phòng năm 2021.....	26
Hình 2.8. Diễn biến nồng độ nitrat trong nước sông Hải Phòng năm 2021.....	28
Hình 2.9. Diễn biến nồng độ phosphat trong nước sông Hải Phòng năm 2021.....	29
Hình 2.10. Nồng độ Mg tại các mặt cắt: a) thượng lưu, b) hạ lưu.....	31
Hình 2.11. Nồng độ Cd tại các mặt cắt: a) thượng nguồn, b) hạ lưu.....	31
Hình 2.12. Nồng độ Pb tại các mặt cắt: a) thượng lưu, b) hạ lưu.....	31
Hình 2.13. Nồng độ Fe tại các mặt cắt: a) thượng lưu, b) hạ lưu.....	31
Hình 2.14. Nồng độ Cu tại các mặt cắt: a) thượng nguồn, b) hạ lưu.....	32
Hình 2.15. Nồng độ Zn tại các mặt cắt: a) thượng nguồn, b) hạ lưu.....	32
Hình 2.16. Nồng độ As tại các mặt cắt: a) thượng nguồn, b) hạ lưu.....	32
Hình 3.1. Tải lượng BOD ₅ đi vào các sông của Hải Phòng.....	36
Hình 3.2. Tải lượng COD đi vào các sông của Hải Phòng.....	38
Hình 3.3. Tải lượng NH ₄ ⁺ đi vào các sông của Hải Phòng.....	42
Hình 3.4. Tải lượng NO ₃ ⁻ qua các mặt cắt phía thượng lưu các sông.....	44
Hình 3.5. Tải lượng PO ₄ ³⁻ qua các mặt cắt phía thượng lưu các sông.....	46

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Tải lượng tác nhân ô nhiễm do con người đưa vào môi trường hàng ngày.....	8
Bảng 1.2. Thành phần nước thải của một số ngành công nghiệp.....	9
Bảng 2.1. Ma trận đánh giá nguồn ô nhiễm trong các sông ở Hải Phòng năm 2021.....	25
Bảng 2.2. Ma trận đánh giá nguồn ô nhiễm amoni trong các sông ở Hải Phòng năm 2021.....	26
Bảng 2.3. Ma trận đánh giá nguồn ô nhiễm nitrat trong các sông ở Hải Phòng năm 2021.....	28
Bảng 2.4. Ma trận đánh giá nguồn ô nhiễm phosphat ở các sông ở Hải Phòng năm 2021.....	29
Bảng 3.1. Tải lượng nước vào các sông khu vực Hải Phòng.....	34
Bảng 3.2. Cân bằng BOD5 (tấn) tại các mặt cắt phía thượng nguồn các sông của Hải Phòng.....	37
Bảng 3.3. Cân bằng COD (tấn) tại các mặt cắt phía thượng nguồn các sông của Hải Phòng.....	39
Bảng 3.4. Cân bằng NH ₄ ⁺ (kg) qua các mặt cắt thượng nguồn các sông của Hải Phòng.....	42
Bảng 3.5. Cân bằng NO ₃ ⁻ (tấn) qua các mặt cắt thượng nguồn các sông của Hải Phòng.....	45
Bảng 3.6. Cân bằng PO ₄ ³⁻ (tấn) qua mặt cắt thượng nguồn các sông của Hải Phòng.....	47
Bảng 3.1. Tải lượng Mg TB ngày (tấn) đưa vào các sông trong thời gian khảo sát.....	48
Bảng 3.2. Tải lượng Cd (tấn) trung bình ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát.....	49
Bảng 3.3. Tải lượng Pb (tấn) TB ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát.....	49
Bảng 3.4. Tải lượng Fe (kg) TB ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát.....	50

Bảng 3.5. Tải lượng Cu (tấn) trung bình ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát.....50

Bảng 3.6. Tải lượng Zn (tấn) trung bình ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát.....50

Bảng 3.13. Tải lượng As (tấn) trung bình ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát.....51

LỜI CẢM ƠN

Để tốt nghiệp ra trường đi làm, mỗi sinh viên cần phải thực tập ở cơ sở làm việc để kiểm nghiệm và trải nghiệm kiến thức từ lý thuyết đã được trang bị khi đi học ở nhà trường đến thực nghiệm bởi tham gia trong công việc với các chuyên gia, cán bộ, thợ lành nghề ở các cơ quan, xí nghiệp, viện nghiên cứu, doanh nghiệp sản xuất...

Từ đó, sinh viên sẽ vững vàng với hành trang trong cuộc đời là kiến thức tích lũy ở nhà trường và kinh nghiệm từ thực tiễn thực tập để mang về địa phương, nơi công tác vận dụng vào công việc đảm nhiệm, góp phần công sức của mình vào công cuộc xây dựng quê hương đất nước.

Được sự nhất trí của Nhà trường, Ban chủ nhiệm khoa Môi trường, Trường Đại học Quản Lý và Công Nghệ Hải Phòng dưới sự hướng dẫn của thầy giáo TS. Dương Thanh Nghị, em tiến hành thực hiện đề tài: *“Đánh giá tải lượng và vận chuyển chất ô nhiễm hữu cơ sông Bạch Đằng”*.

Để hoàn thành bản khóa luận này em đã nhận được sự giúp đỡ tận tình của các thầy cô giáo trong khoa Môi trường và anh chị cán bộ Viện Tài nguyên và Môi trường biển.

Em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới thầy giáo TS. Dương Thanh Nghị đã hướng dẫn, chỉ bảo em nhiệt tình và tạo mọi điều kiện giúp đỡ em hoàn thành bản khóa luận này.

Em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới các thầy, cô giáo, cán bộ Khoa Môi trường - Trường Đại học Quản Lý và Công Nghệ Hải Phòng đã tận tình giúp đỡ em trong suốt quá trình học vừa qua.

Cuối cùng em xin chân thành cảm ơn gia đình, người thân và bạn bè đã quan tâm giúp đỡ em trong suốt quá trình học tập cũng như trong thời gian hoàn thành khóa luận.

Với trình độ năng lực và thời gian có hạn của bản thân lần đầu tiên xây dựng một khóa luận, mặc dù đã hết sức cố gắng song không tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý báu của các thầy cô giáo và bạn bè để bản khóa luận của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn !

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm 2024.

Sinh viên

NGUYỄN NGỌC LAN

PHẦN 1. MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Nước là nguồn gốc của sự sống, và là nhu cầu thiết yếu không thể thiếu trong đời sống hàng ngày của muôn loài. Tài nguyên nước cần phải được bảo vệ, khai thác bền vững, và quản lý nghiêm ngặt việc làm ô nhiễm môi trường nước.

Tài nguyên nước bao gồm các nguồn nước mặt, nước mưa, nước ngầm và nước biển. Nguồn nước mặt tồn tại thường xuyên hay không thường xuyên tại các thủy vực ở trên mặt đất như sông ngòi, hồ tự nhiên, hồ chứa (hồ nhân tạo), đầm lầy, đồng ruộng và băng tuyết. Tài nguyên nước sông là chủ yếu và quan trọng nhất, được sử dụng rộng rãi trong đời sống và trong sản xuất. Do đó tài nguyên nước nói chung và tài nguyên nước mặt nói riêng là yếu tố quyết định sự phát triển kinh tế - xã hội của một vùng lãnh thổ hay quốc gia.

Ngày nay dưới sức ép của sự phát triển kinh tế - xã hội nên nhu cầu sử dụng nước tăng nhanh và con người ngày càng thải ra nhiều chất thải vào môi trường, đặc biệt là môi trường nước làm cho chúng bị suy thoái và ô nhiễm nặng nề, tác động đến sinh thái thủy sinh, đến đời sống con người.

Mỗi một dòng sông ngoài việc cung cấp nước cho các hoạt động phát triển nông nghiệp, công nghiệp, sản xuất, vận tải thủy, còn là nơi tiếp nhận các chất ô nhiễm từ các nguồn thải nước mặt chảy tràn, nước công xả thải chưa xử lý, hoặc chưa đạt tiêu chuẩn đổ thải vào hệ thống sông suối. Điều đó dẫn đến sự quá tải lượng vận chuyển chất ô nhiễm của các dòng sông, là nguyên nhân dẫn đến các dòng sông chết.

Trên địa bàn Hải Phòng hệ thống sông ngòi dày đặc bắt nguồn từ sông Hồng chảy vào bao gồm sông Văn Úc, Đa Độ, Thái Bình, Tray, Dế, Giá, Bạch Đằng rồi chảy ra biển. Trong đó, sông Bạch Đằng là sông lớn đi qua thành phố và tiếp nhận nhiều nguồn gây ô nhiễm nước như nhà xưởng, xí nghiệp, cảng biển, nông nghiệp, công nghiệp, khu đô thị, khu kinh tế, khu công nghiệp... cần phải kiểm soát và quản lý chất lượng môi trường để bảo vệ nguồn nước, tài nguyên nước của sông này.

Xuất phát từ lý do trên, tôi lựa chọn vấn đề nghiên cứu với tên đề tài là: *“Đánh giá tải lượng và vận chuyển chất ô nhiễm hữu cơ sông Bạch Đằng”*.

2. Mục đích của đề tài

- Tổng hợp tài liệu về tài nguyên nước sông Bạch Đằng và những vấn đề ô nhiễm môi trường sông Bạch Đằng
- Đánh giá hiện trạng chất ô nhiễm hữu cơ trong môi trường nước sông

Bạch Đằng

- Tính toán tải lượng và vận chuyển chất ô nhiễm hữu cơ trong môi trường nước sông Bạch Đằng

- Đề xuất giải pháp quản lý, giảm thiểu ô nhiễm môi trường nước sông Bạch Đằng.

3. Ý nghĩa của đề tài

** Ý nghĩa với việc học tập lý thuyết*

- Tạo điều kiện, cơ hội cho sinh viên nâng cao kiến thức, tiếp cận với công việc thực tiễn, vận dụng lý thuyết đã học vào thực tế, rèn luyện kỹ năng tổng hợp và phân tích số liệu

- Với vốn kiến thức đã học được, sinh viên được thực hiện vai trò như một cán bộ tập sự làm việc, làm bước đệm để vững tin trong tương lai khi được giao nhiệm vụ.

** Ý nghĩa với việc bổ sung thực tiễn*

- Nghiên cứu vấn đề ô nhiễm môi trường nước, luôn là mối quan tâm của các cấp các ngành và đặc biệt là của người dân địa phương.

- Kết quả nghiên cứu được sẽ góp phần về số liệu thu thập, tổng hợp, phân tích, đánh giá, kiến nghị,... có thể sử dụng với điều kiện thực tế của địa phương.

- Nâng cao ý thức bảo vệ môi trường của các cơ sở quản lý hệ thống nói chung và người dân tại khu vực lân cận nói riêng.

- Góp phần phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường của các hệ thống thủy lợi, sông suối, kênh rạch một cách bền vững

** Ý nghĩa đối với công tác quản lý môi trường*

- Nâng cao công tác quản lý môi trường tại các cấp cơ sở thuộc diện quản lý của hệ thống thủy lợi, sông suối, kênh rạch một cách bền vững

4. Yêu cầu của đề tài

Để đạt được các mục tiêu đề tài đã đặt ra, tôi đã tham gia và giúp việc trong các nội dung bao gồm:

- 1) Nghiên cứu tổng quan tài liệu và những vấn đề lý thuyết có liên quan;
- 2) Tham gia rà soát, đánh giá hiện trạng địa hình, thủy văn, môi trường nước của sông Bạch Đằng;
- 3) Tham gia tính toán tải lượng chất ô nhiễm hữu cơ từ phía thượng nguồn vào sông Bạch Đằng trên địa bàn Hải Phòng;

4) Tham gia nhận xét đánh giá tải lượng chất ô nhiễm hữu cơ qua mặt cắt hạ lưu sông Bạch Đằng trên địa bàn Hải Phòng;

5) Tham gia nghiên cứu thiết lập và hiệu chỉnh mô hình thủy động lực, chất lượng nước, vận chuyển chất gây ô nhiễm ô nhiễm hữu cơ trong môi trường nước của sông Bạch Đằng;

6) Tham gia nhận xét, đánh giá về tải lượng và vận chuyển chất ô nhiễm hữu cơ trong môi trường nước của sông Bạch Đằng:

7) Tham gia nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý môi trường nước sông Bạch Đằng trên địa bàn Hải Phòng.

PHẦN 2. CƠ SỞ LÝ LUẬN

1. Điều kiện tự nhiên hệ thống sông trên địa bàn Hải Phòng

Vị trí địa lý và địa hình các sông

Sông Bạch Đằng

Là ranh giới phía bắc giữa thành phố Hải Phòng và tỉnh Quảng Ninh, sông Bạch Đằng còn gọi là Bạch Đằng Giang, hiệu là sông Vân Cừ, là một con sông chảy giữa thị xã Quảng Yên và huyện Thủy Nguyên, cách vịnh Hạ Long, cửa Lục khoảng 40 km. Nó nằm trong hệ thống sông Thái Bình. Điểm đầu của sông là phà Rừng, điểm cuối là cửa Nam Triệu, Hải Phòng. Sông có chiều dài 32 km. Sông Bạch Đằng có nguồn gốc từ hệ thống sông Thái Bình, và là một nhánh của sông Kinh Thầy, khi chảy đến địa phận Hải Phòng, chia làm nhiều nhánh khác nhau, trong đó có 1 nhánh là sông Bạch Đằng.

Sông Bạch Đằng từng nổi tiếng với các chiến công trong lịch sử dân tộc Việt Nam như: Trận thủy chiến sông Bạch Đằng năm 938: Ngô Quyền đánh thắng quân xâm lược Nam Hán; Trận thủy chiến sông Bạch Đằng năm 981: Hoàng đế Lê Đại Hành phá tan quân Tống xâm lược; Trận thủy chiến sông Bạch Đằng năm 1288: Hưng Đạo Vương Trần Quốc Tuấn đại thắng quân xâm lược Mông Nguyên (trong cuộc kháng chiến chống quân Nguyên lần thứ ba). Hiện nay, Hiện ở khu vực cửa sông Bạch Đằng có 3 ngôi đền thờ 3 vị anh hùng trên đó là đình Hàng Kênh (Lê Chân, Hải Phòng) thờ Ngô Quyền, đền Vua Lê Đại Hành ở thị trấn Minh Đức (Thủy Nguyên, Hải Phòng) và đền Trần Hưng Đạo ở phường Yên Giang, (Quảng Yên, Quảng Ninh).

Hiện nay sông Bạch Đằng là tuyến đường thủy quan trọng đi ra phía cửa biển cầu vùng đông bắc với các tàu có trọng tải 300-500 tấn, di chuyển được cả trong mùa khô và mùa mưa.

Sông Bạch Đằng có độ dốc khá nhỏ, độ sâu phổ biến trong khoảng 5-15m, một số khu vực có độ sâu lớn hơn như gần các cảng, vũng quay tàu, giá trị độ sâu có thể lên tới 15-20m.

Sông Cấm là sông thứ 2 ở phía bắc Hải Phòng (sau sông Bạch Đằng). Đây là một nhánh sông ở hạ lưu thuộc hệ thống sông Thái Bình, chảy qua địa phận Hải Phòng.

Dòng sông bắt đầu tại ngã ba An Dương thuộc địa phận xã Minh Hòa (huyện Kinh Môn, tỉnh Hải Dương) nơi hợp lưu của hai con sông Kinh Môn và sông Hàn, một phân lưu của sông Kinh Thầy.

Từ ngã ba Nồng, sông chảy cơ bản theo theo hướng tây bắc-đông nam nhưng uốn khúc, đến địa phận phường Quán Toan (quận Hồng Bàng, thành phố

Hải Phòng) đổi hướng chảy theo hướng đông và đông nam để đổ ra Biển Đông ở cửa Cẩm, lệch một ít về hướng đông nam. Chiều dài sông đoạn từ giáp địa phận Hải Phòng đến ngã ba, giao với sông Bạch Đằng khoảng 25km, đi qua và làm ranh giới giữa các địa phương An Dương, huyện Thủy Nguyên, các quận Hồng Bàng, Ngô Quyền, Hải An (hình 2.1)



Hình 2.1. Hệ thống sông chảy vào vùng bờ Đồ Sơn Hải Phòng

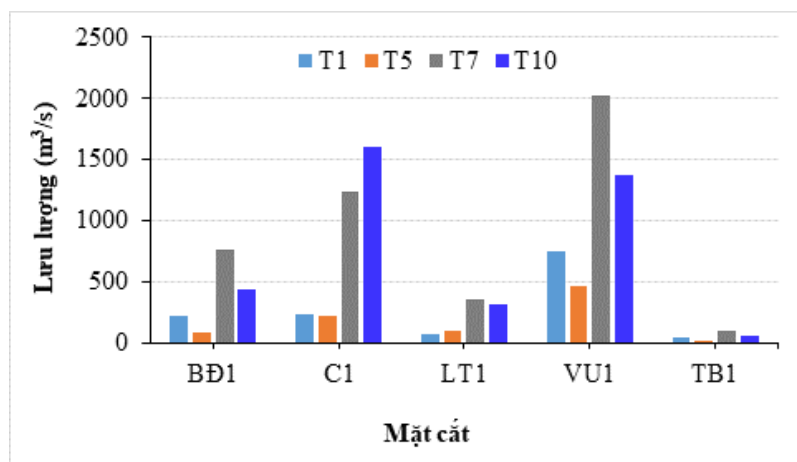
Trong thời gian khảo sát tại các mặt cắt 5 sông chính của Hải Phòng đều có đặc điểm chung là lưu lượng nước dao động theo mực nước nhưng ngược pha với mực nước. Vào thời điểm nước lớn - khối nước từ biển đi vào trong sông sâu nhất, thì lưu lượng nước thấp nhất và ngược lại vào thời điểm mực nước thấp nhất thì lưu lượng nước sông lớn nhất. Lưu lượng trung bình có sự khác nhau khá rõ rệt giữa các mùa.

Theo kết quả khảo sát bốn mùa (tháng 1, tháng 5, tháng 7 và tháng 10) tại các mặt cắt phía thượng lưu 5 sông ở khu vực Hải Phòng (Bạch Đằng-BĐ1, Cẩm-C1, Lạch Tray-LT1, Văn Úc-VU1, Thái Bình-TB1) cho thấy lưu lượng nước trung bình trong 4 đợt khảo sát lớn nhất tại mặt cắt VU1 (1154,57 m³/s), sau đó đến mặt cắt C1 (823,75 m³/s), mặt cắt BĐ1 (380,3 m³/s), mặt cắt LT1 (215,07 m³/s), và thấp nhất tại mặt cắt TB1 (58,77 m³/s). Lưu lượng nước trung bình tại các mặt cắt phía thượng lưu lớn nhất thường rơi vào tháng 7-trùng với mùa mưa ở khu vực. Tại mặt cắt phía thượng lưu sông Văn Úc trong thời gian khảo sát lớn nhất (2021,44 m³/s), sau đến sông Cẩm (1598,86 m³/s, tháng 10), sông Bạch Đằng (769,66 m³/s), sông Lạch Tray (362,74 m³/s) và nhỏ nhất tại mặt cắt thượng lưu trên sông Thái Bình (100,55 m³/s). Lưu lượng nhỏ nhất tại tất cả các mặt cắt đều trùng với thời gian khảo sát trong tháng 5. Lưu lượng

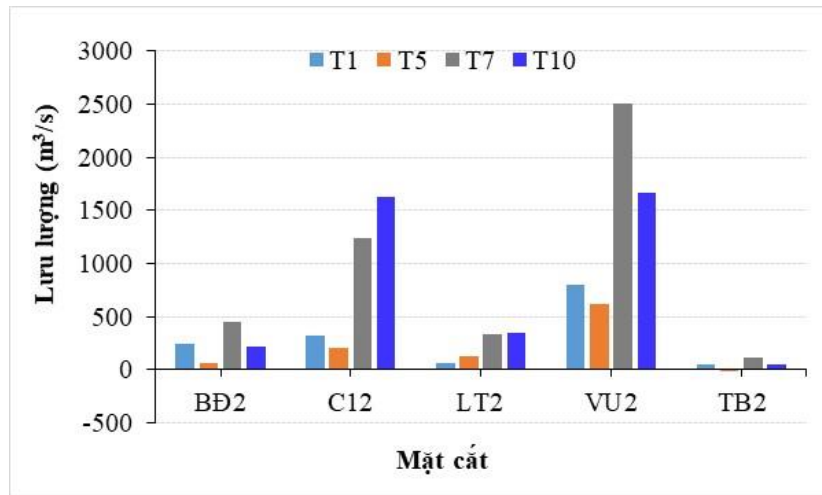
nước trung bình nhỏ nhất tại mặt cắt TB1 chỉ với 24,21 m³/s sau đó đến mặt cắt BĐ1 (87,21 m³/s). Lưu lượng nhỏ nhất tại các mặt cắt C1, LT1 và VU1 lần lượt là 225,05 m³/s, 101,96 m³/s và 468,07 m³/s (hình 2.2).

Kết quả quan trắc tại mặt cắt hạ lưu các sông cho thấy lưu lượng nước trung bình bốn đợt khảo sát (tháng 1, tháng 5, tháng 7 và tháng 10) cũng tương đồng với các mặt cắt phía thượng lưu các sông, lớn nhất tại mặt cắt hạ lưu sông Văn Úc (VU2) với 1662,69 m³/s, sau đó đến mặt cắt trên sông Cấm (C2)-1630,3 m³/s. Lưu lượng trung bình thấp nhất qua mặt cắt phía hạ lưu sông Thái Bình (TB2) với 56,18 m³/s. Lưu lượng nước trung bình qua mặt cắt BĐ2 và LT2 lần lượt là 221,05 m³/s và 342,45 m³/s (hình 2.2).

Tại mặt cắt trên sông Bạch Đằng (BĐ2), lưu lượng nước trung bình dao động 63,94 m³/s (tháng 5) đến 445,49 m³/s (tháng 7). Lưu lượng nước trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 10 không có sự chênh lệch nhau nhiều, lần lượt là 245,38 m³/s và 221,05 m³/s. Đối với mặt cắt trên sông Cấm, lưu lượng nước trung bình lớn nhất vào tháng 10 (1630,3 m³/s), sau đó đến tháng 7 (1238,97 m³/s), tháng 1 (320,17 m³/s), và thấp nhất vào tháng 5 (208,58 m³/s). Tại mặt cắt LT2, lưu lượng nước trung bình không có sự chênh lệch nhau lớn trong thời gian khảo sát tháng 7 và tháng 10, lần lượt là 339,3 m³/s và 342,45 m³/s. Lưu lượng nước thấp nhất vào tháng 1 là 63,23 m³/s. Lưu lượng nước trung bình ở mặt cắt hạ lưu sông Văn Úc lớn nhất trong thời gian khảo sát ở tất cả các tháng so với các sông khác, dao động từ 622,74 m³/s đến 2513 m³/s. Ngược lại, lưu lượng nước tại mặt cắt hạ lưu sông Thái Bình thấp nhất, hầu như nhỏ hơn 60 m³/s (ngoại trừ tháng 7 là 113,09 m³/s), đặc biệt lưu lượng nước trung bình trong thời gian khảo sát tháng 5 còn nhỏ hơn khối nước từ biển đưa vào (hình 2.3).



Hình 2.2. Lưu lượng nước trung bình qua các mặt cắt thượng lưu sông



Hình 2.3. Lưu lượng nước trung bình qua các mặt cắt hạ lưu sông

2. Chất ô nhiễm hữu cơ trong môi trường nước

Chất gây ô nhiễm hữu cơ phổ biến trong nước thải từ khu dân cư, khu công nghiệp chế biến thực phẩm (sản xuất bột ngọt, công nghệ lên men, công nghệ chế biến sữa, rượu, bia, thịt, cá...)

(1)- Chất cacbohydrat dinh dưỡng có chứa các nguyên tố C, H và O.

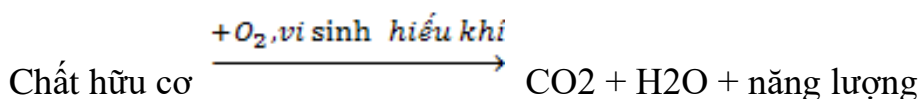
(2)- Chất protein là các axit amin mạch dài chứa các nguyên tố C, H, O, N và P.

(3)- Chất béo có khả năng hòa tan trong dung môi hữu cơ (ete, alcol, axeton, hexan...) nhưng ít hòa tan trong nước, khả năng phân hủy do vi sinh vật chậm.

(4)- Các hợp chất cacbohydrat, protein, chất béo trong nước thải có phân tử lớn nên không thể thấm qua màng vi sinh. Để chuyển hóa các phân tử này, vi sinh vật phải phân rã chúng thành các mảnh nhỏ để có thể thấm vào tế bào. Cho nên giai đoạn đầu tiên trong quá trình phân hủy hợp chất hữu cơ do vi sinh là thủy phân cacbohydrat thành đường hòa tan, phân hủy protein thành các axit amin, phân hủy chất béo thành các axit béo mạch ngắn. Bước tiếp theo là phân hủy sinh học hiếu khí để chuyển các chất hữu cơ này thành khí cacbonic và nước. Nếu phân hủy kỵ khí (không cần oxy) thì sản phẩm cuối cùng sẽ là các axit hữu cơ, rượu và các khí: cacbonic, metan (CH₄), hydrosulphua (H₂S).

Sơ đồ phân hủy sinh học các chất hữu cơ:

- Phân hủy hiếu khí:



- Phân hủy kỵ khí:

Chất hữu cơ $\xrightarrow{\text{vi sinh kỵ khí}}$ CH₄ + các hợp chất hữu cơ

(5)- Các muối dinh dưỡng trong nước thải từ các khu dân cư luôn có một lượng khá lớn ion Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, NO₃⁻, Na⁺...

2.1. Các nguồn gây ô nhiễm nước

❖ Nước thải sinh hoạt

Nước thải từ các hộ gia đình, bệnh viện, khách sạn, trường học, cơ quan chứa các chất thải trong quá trình sinh hoạt, vệ sinh của con người được gọi chung là nước thải sinh hoạt. Đặc điểm cơ bản của nước thải sinh hoạt là trong đó có hàm lượng cao của các chất hữu cơ không bền vững, dễ bị phân hủy sinh học (cacbohydrat, protein, mỡ), chất dinh dưỡng (phospho, nitơ), chất rắn và vi trùng. Tổng lượng trung bình của các tác nhân ô nhiễm do một người hàng ngày đưa vào môi trường được thể hiện cụ thể trong bảng 1.1. Tuy nhiên, trong thực tế khối lượng trung bình các tác nhân ô nhiễm do con người là khác nhau ở các điều kiện sống khác nhau. Hàm lượng tác nhân gây ô nhiễm trong nước thải phụ thuộc vào chất lượng bữa ăn, lượng nước sử dụng và hệ thống tiếp nhận nước thải.

Bảng 1.1. Tải lượng tác nhân ô nhiễm do con người đưa vào môi trường hàng ngày

Tác nhân ô nhiễm	Tải lượng (g/người/ngày)
BOD ₅ ²⁰ (nhu cầu oxy sinh hóa)	50 ÷ 60
COD (nhu cầu oxy hóa học)	1,6 ÷ 1,9 × BOD ₅ ²⁰
Tổng chất rắn	180 ÷ 230
Chất rắn lơ lửng	80 ÷ 155
Rác vô cơ (kích thước > 0,2mm)	10 ÷ 25
Dầu mỡ	20 ÷ 40
Kiềm (theo CaCO ₃)	35 ÷ 45
Cl ⁻ (Cl ⁻)	7 ÷ 10
Tổng nitơ (theo N)	8 ÷ 20
Nitơ hữu cơ	0,4 × tổng N
Amoni tự do	0,6 × tổng N
Tổng phospho (theo P)	0,8 ÷ 4
Phospho vô cơ	0,7 × tổng P
Phospho hữu cơ	0,3 × tổng P
Kali (theo K ₂ O)	2,0 ÷ 0,6
Tổng số vi khuẩn	10 ⁹ ÷ 10 ¹⁰ MPN/100ml
Coliform	10 ⁶ ÷ 10 ⁹ MPN/100ml

Nguồn: TS. Lê Trình, Quan trắc và kiểm soát ô nhiễm môi trường

❖ *Nước thải công nghiệp*

Nước thải công nghiệp không có đặc điểm chung mà phụ thuộc vào các đặc điểm của từng ngành sản xuất. Nước thải của các xí nghiệp chế biến thực phẩm (đường, sữa, thịt, cá, nước ngọt, bia...) chứa nhiều chất hữu cơ với hàm lượng cao; Nước thải của các xí nghiệp thuộc da ngoài các chất hữu cơ còn có kim loại nặng, sulfua; Nước thải của xí nghiệp acquy có nồng độ axit, chì cao; Nước thải nhà máy giấy chứa nhiều chất rắn lơ lửng, chất hữu cơ, màu, lignin, phenol... Thành phần nước thải của một số ngành sản xuất được nêu trong bảng 1.2.

Bảng 1.2. Thành phần nước thải của một số ngành công nghiệp

Ngành công nghiệp	Chất ô nhiễm trong nước thải	Nồng độ (mg/lít)
Chế biến sữa	Tổng chất rắn	4.516
	Chất rắn lơ lửng	560
	Nitơ hữu cơ	73,2
	Natri	807
	Canxi	112
	Kali	116
	Phospho	59
	BOD ₅	1.890
Lò mổ	Chất rắn lơ lửng	820
	Nitơ hữu cơ	154
	BOD ₅	996
Thuộc da	Tổng chất rắn hòa tan	6.000 ÷ 8.000
	BOD ₅	9.000
	NaCl	3.000
	Tổng độ cứng	1.600
	Sulfua	120
	Protein	1.000
	Crom	30 ÷ 70

Nguồn: TS. Lê Trình, Quan trắc và kiểm soát ô nhiễm môi trường

❖ *Nước thải nông nghiệp*

Các hóa chất ngày càng được sử dụng nhiều trong nông nghiệp như phân bón, các thuốc trừ sâu, diệt cỏ, chất kích thích tăng trưởng: DDT, 666, ...cùng với chất thải trong chăn nuôi đang trở thành nguồn ô nhiễm lớn cho nước mặt.

❖ *Nước chảy tràn mặt đất*

Nước chảy tràn mặt đất do nước mưa hoặc do thoát nước từ đồng ruộng là nguồn gây ô nhiễm nước sông, hồ. Nước rửa trôi qua đồng ruộng có thể cuốn theo chất rắn (rác), hóa chất bảo vệ thực vật, phân bón. Nước rửa trôi qua khu dân cư, đường phố, cơ sở sản xuất có thể làm ô nhiễm nguồn nước do chất rắn, dầu mỡ, hóa chất vi trùng...

2.2. Tác động của ô nhiễm nguồn nước đến môi trường sống.

❖ Tác động tới chất lượng nước ngầm

Việc tưới tiêu, thủy lợi trong nông nghiệp đã làm cho nguồn nước ngầm bị nhiễm bẩn bởi các loại phân hóa học, thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ thấm qua đất vào từ nước tưới. Ngoài ra do việc ăn ở mất vệ sinh ở một số khu vực các nguồn phân người, rác, phân gia súc... không được xử lý mà đưa thẳng ra tưới tiêu, ngấm qua đất và nước ngầm cũng làm cho chất lượng nước ngầm bị thay đổi. Với nguồn nước bị ô nhiễm, nồng độ các chất hữu cơ cao, lượng oxy hòa tan quá thấp làm cho các sinh vật nước không sống sót được, đặc biệt là sản lượng cá bị giảm rất nhiều trong các hồ nuôi cá bị ô nhiễm. Ở các nguồn do các chất dinh dưỡng nitơ và phospho quá lớn sẽ gây ra hiện tượng “nở hoa” của tảo làm thay đổi tính chất của nước hồ do các thực vật nước bị thối rữa và phân hủy trong nguồn.

❖ Tác động tới sức khỏe con người

Các nguồn nước là đường truyền bệnh rất nguy hiểm. Khi nước bị ô nhiễm chúng sẽ trở thành môi trường sống cho các loại vi sinh vật, các loài côn trùng phát triển. Một mặt chúng gây ra một số bệnh truyền nhiễm cho con người như bệnh về đường hô hấp, tiêu hóa và một số loại bệnh ngoài da... Mặt khác, chúng còn gây ra mùi hôi thối khó chịu ảnh hưởng đến cuộc sống của khu dân cư xung quanh và làm mất mỹ quan thành phố.

❖ Tác động đến động và thực vật

Ô nhiễm nước sẽ dẫn đến nguy cơ hủy hoại môi trường sống của sinh vật nước. Thí dụ ô nhiễm nhiệt độ tác động trực tiếp tới quá trình hô hấp của sinh vật trong nước, gây chết cá... Khi nồng độ các chất hữu cơ trong nguồn nước quá cao làm cho hàm lượng oxy hòa tan giảm và như vậy cũng làm ảnh hưởng nghiêm trọng tới hoạt động sống của các sinh vật hiếu khí. Cũng cần nhấn mạnh rằng quá trình phân hủy chất hữu cơ sẽ làm xuất hiện axit humic hòa tan và làm cho nước có màu vàng bẩn. Nhiều loại nước thải công nghiệp có màu sắc khác nhau làm tác động tới số lượng, chất lượng của ánh sáng mặt trời chiếu tới (theo độ sâu) và do đó gây ảnh hưởng tới hệ sinh thái nước. Nhiều màu sắc do hóa chất gây nên rất độc hại đối với sinh vật.

❖ Tác động đến hệ sinh thái nông nghiệp:

Sử dụng nhiều nhất trong hệ sinh thái nông nghiệp là thuốc trừ sâu. Thuốc trừ sâu một mặt làm tăng năng suất cây trồng nhưng mặt khác chúng làm cho hệ sinh vật đất nói chung bị hủy hoại. Một số các sinh vật tiêu thụ phân, rác hữu cơ đảm bảo độ phì cho đất cũng bị tiêu diệt như các loài giun, mối, các loài vi

khuẩn, tảo, nấm mốc dẫn đến làm biến đổi tính chất của đất, giảm độ phì của đất đặc biệt với đất rừng. Cùng với thuốc trừ sâu, các chất diệt cỏ cũng gây tác hại không nhỏ cho những quần thể động vật mà sự sống của chúng phụ thuộc vào các loài cây cỏ bị tiêu diệt, đặc biệt đối với hệ sinh vật đất, nồng độ độc hại đã làm ức chế mọi hoạt động của chúng.

3. Chỉ tiêu đánh giá tải lượng vận chuyển chất ô nhiễm hữu cơ

BOD₅: Nhu cầu oxi sinh hóa (BOD: Biochemical Oxygen Demand) là lượng oxi cần thiết để vi khuẩn có trong nước phân hủy các chất hữu cơ. Đơn vị là mgO₂/L.

COD: Chemical Oxygen Demand) là lượng oxi cần thiết (cung cấp bởi các chất hóa học) để oxi hóa toàn bộ các chất hữu cơ trong nước. Như vậy, COD giúp phần nào đánh giá được lượng chất hữu cơ trong nước có thể bị oxid hóa bằng các chất hóa học (tức là đánh giá mức độ ô nhiễm của nước). Việc xác định COD có ưu điểm là cho kết quả nhanh (chỉ sau khoảng 2 giờ nếu dùng phương pháp bicromat hoặc 10 phút nếu dùng phương pháp permanganat).

Dinh dưỡng (NH₄⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻): Amoniac là chất gây nhiễm độc cho nước. Sự hiện diện của amoniac trong nước mặt hoặc nước ngầm bắt nguồn từ hoạt động phân hủy hữu cơ do các vi sinh vật trong điều kiện yếm khí. Đây cũng là một chất thường dùng trong khâu khử trùng nước cấp, chúng được sử dụng dưới dạng các hóa chất diệt khuẩn chloramines nhằm tạo lượng clo dư có tác dụng kéo dài thời gian diệt khuẩn khi nước được lưu chuyển trong các đường ống dẫn. Nitrat là giai đoạn oxy hóa cao nhất trong chu trình của nitrogen và là giai đoạn sau cùng trong tiến trình oxy hóa sinh học. Ở lớp nước mặt thường gặp nitrat ở dạng vết nhưng đôi khi trong nước ngầm mạch nông lại có hàm lượng cao. Nếu nước uống có quá nhiều nitrat thường gây bệnh huyết sắc tố ở trẻ em. Do đó trong nguồn nước cấp do sinh hoạt giới hạn nitrat không vượt quá 6mg/l. Khi hàm lượng phosphate phát triển mạnh mẽ sẽ là một yếu tố giúp rong rêu phát triển mạnh, gây ô nhiễm và góp phần thúc đẩy hiện tượng phú dưỡng ở các thủy vực

Kim loại nặng (As, Cd, Pb, Cu, Zn, Mg, Fe, Hg): Là những vi chất ô nhiễm trong môi trường nước do tiếp nhận nước thải khu công nghiệp, làng nghề, khu kinh tế, ...có hàm lượng kim loại nặng chưa được xử lý triệt để nên theo dòng nước thải, dòng chảy tràn mặt, đi vào môi trường nước sông gây ảnh hưởng xấu đến hệ sinh thái thủy sinh.

4. Các luật và văn bản dưới luật có liên quan đến quản lý môi trường nước

- **Luật Tài nguyên nước số 17/2012/QH13** ngày 21/6/2012 của Quốc hội
Luật Tài nguyên nước gồm: 10 chương với 79 điều bao gồm:

Nhà nước quy định chung: Luật này quy định về quản lý, bảo vệ, khai thác, sử dụng tài nguyên nước, phòng, chống và khắc phục hậu quả tác hại do nước gây ra thuộc lãnh thổ của nước Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam.

Bảo vệ tài nguyên nước: quy định trách nhiệm bảo vệ tài nguyên nước của các cơ quan, tổ chức, chính quyền. Tất cả các vấn đề liên quan đến bảo vệ chất lượng nước trong khai thác sử dụng, sản xuất và trong sinh hoạt bao gồm cả về vấn đề xả nước thải vào nguồn được đề cập đến trong chương này.

Khai thác, sử dụng tài nguyên nước: quy định quyền của chính phủ trong việc điều hòa, phân phối tài nguyên nước, quyền và nghĩa vụ của các tổ chức, cá nhân khai thác và sử dụng tài nguyên nước cho các mục đích khác nhau.

Phòng chống, khắc phục hậu quả lũ lụt và các tác hại do nguồn gây ra gồm 06 điều (58-63). Chương trình này quy định trách nhiệm quản lý nhà nước của các cơ quan thuộc chính phủ, UBND các cấp trong việc tổ chức, lập phương án quy hoạch dân cư, phân lũ, huy động lực lượng. Phần này cũng quy định trách nhiệm, nghĩa vụ của các tổ chức, cơ quan nhà nước và toàn dân trong công tác phòng chống, khắc phục hậu quả lũ lụt và tác hại khác do nước gây ra.

Quan hệ quốc tế về tài nguyên nước: quy định nguyên tắc ứng xử, trách nhiệm bảo vệ, quyền lợi đất nước. Hợp tác quan hệ trong quản lý, phát triển tài nguyên nước và giải quyết tranh chấp về nguồn nước.

Điểm đặc biệt của Luật Tài nguyên nước là cách tiếp cận quản lý nguồn nước mang tính liên ngành và phối hợp. Cách tiếp cận này đã được triển khai thông qua việc thành lập Hội đồng quốc gia về tài nguyên nước ở cấp quốc gia và các ban quản lý, quy hoạch lưu vực ở các địa phương. Các cơ quan này là các đơn vị trực thuộc chính phủ và có nhiệm vụ tư vấn, điều phối và quy hoạch giúp chính phủ.

Về cơ bản Luật Tài nguyên nước được xây dựng làm khung pháp lý linh hoạt và sẽ được bổ sung một số nghị định tiếp theo. Các nghị định này sẽ quy định trách nhiệm và nhiệm vụ của các tổ chức, cơ quan thực hiện Luật Tài nguyên nước.

Ngoài ra còn có các Nghị định, Thông tư khác liên quan đến việc bảo vệ nguồn tài nguyên nước của quốc gia:

- **Nghị định số 53/2020/NĐ-CP** ngày 05/5/2020 của Chính phủ Quy định phí bảo vệ môi trường đối với nước thải

- **Nghị định số 36/2020/NĐ-CP** ngày 24/3/2020 của Chính phủ Quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực tài nguyên nước và khoáng sản

- **Nghị định số 167/2018/NĐ-CP** ngày 26/12/2018 của Chính phủ Quy

định việc hạn chế khai thác nước dưới đất

- **Nghị định số 43/2015/NĐ-CP** ngày 06/5/2015 của Chính phủ Quy định lập, quản lý hành lang bảo vệ nguồn nước

- **Nghị định số 80/2014/NĐ-CP** ngày 06/8/2014 của Chính phủ Về thoát nước và xử lý nước thải

- **Nghị định số 201/2013/NĐ-CP** ngày 27/11/2013 của Chính phủ Quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tài nguyên nước

- **Thông tư số 47/2017/TT-BTNMT** ngày 07/11/2017 của Bộ Tài nguyên và Môi trường Quy định về giám sát khai thác, sử dụng tài nguyên nước

5. Bộ quy chuẩn, tiêu chuẩn Việt Nam về chất lượng nước

- **QCVN 08-MT:2023/BTNMT** Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt thay thế **QCVN 08:2015/BTNMT**.

- **QCVN 09-MT:2023/BTNMT** Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ngầm. Quy chuẩn này áp dụng để đánh giá và giám sát chất lượng nguồn nước ngầm, làm căn cứ để định hướng cho các mục đích sử dụng nước khác nhau thay thế **QCVN 09:2015/BTNMT**.

- **QCVN 10-MT:2023/BTNMT** Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển thay thế **QCVN 10:2015/BTNMT** .

- **QCVN 01:2009/BYT** Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống (đối với nước dùng để ăn uống, nước dùng cho các cơ sở chế biến thực phẩm).

- **QCVN 02:2009/BYT** Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt (sử dụng cho mục đích sinh hoạt thông thường không sử dụng để ăn uống trực tiếp hoặc dùng cho chế biến thực phẩm tại các cơ sở chế biến thực phẩm).

- **TCVN 5502:2003** Nước cấp sinh hoạt - Yêu cầu chất lượng

- **QCVN 14:2008/BTNMT** Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia nước thải sinh hoạt.

- **TCVN 5945:2005** Nước thải công nghiệp - Tiêu chuẩn thải.

- **TCVN 6772:2000** Chất lượng nước - Nước thải sinh hoạt giới hạn ô nhiễm cho phép.

- **TCVN 6980:2001** Chất lượng nước - Tiêu chuẩn nước thải công nghiệp thải vào lưu vực nước sông dùng cho cấp nước sinh hoạt.

- **TCVN 6981:2001** Chất lượng nước - Tiêu chuẩn nước thải công nghiệp

thải vào lưu vực nước hồ dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt.

- **TCVN 6982:2001** Chất lượng nước - Tiêu chuẩn nước thải công nghiệp thải vào lưu vực nước sông dùng cho mục đích thể thao và giải trí dưới nước.

- **TCVN 6983:2001** Chất lượng nước - Tiêu chuẩn nước thải công nghiệp thải vào lưu vực nước hồ dùng cho mục đích thể thao và giải trí dưới nước.

- **TCVN 6987:2001** Chất lượng nước - Tiêu chuẩn nước thải công nghiệp thải vào vùng nước biển ven bờ dùng cho mục đích thể thao và giải trí dưới nước.

PHẦN 3. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP VÀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Sơ lược vấn đề nghiên cứu

Tải lượng chất gây ô nhiễm là lượng chất gây ô nhiễm vận chuyển qua một mặt cắt trong một đơn vị thời gian. Các chất gây ô nhiễm tồn tại trong môi trường nước dưới dạng các hợp chất hòa tan, và được xác định thông qua hàm lượng (lượng chất hòa tan trong một đơn vị thể tích). Do hòa tan trong môi trường nước nên chất gây ô nhiễm luôn được vận chuyển thông qua chuyển động của các khối nước và chịu các ảnh hưởng của các điều kiện môi trường như dòng chảy, nhiệt độ, độ muối...v.v. Trong quá trình vận chuyển, hàm lượng chất gây ô nhiễm có thể tăng lên hoặc giảm đi do các quá trình trao đổi, chuyển hóa.

Nằm ở phía cửa hạ lưu sông Hồng-Thái Bình, phần diện tích đất liền của thành phố Hải Phòng bị chia cắt, và chịu ảnh hưởng của các sông lớn theo hướng từ Đông Bắc xuống Tây Nam là Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc và Thái Bình. Nguồn vật chất (nước, bùn cát, bao gồm cả các chất gây ô nhiễm) từ lục địa được đưa ra vùng cửa sông ven biển khu vực Hải Phòng đều chuyển qua các sông này. Sau đó một phần bị giữ lại ở khu vực cửa sông, phần còn lại bị đưa ra vùng biển ven bờ Hải Phòng.

Trong những năm gần đây, sự phát triển KTXH ở nước ta diễn ra nhanh chóng, nhu cầu khai thác, sử dụng các nguồn tài nguyên thiên nhiên trong đó nguồn nước (thủy điện, sản xuất nông nghiệp, sinh hoạt), bùn cát của hệ thống sông Hồng- Thái Bình ngày càng tăng lên không chỉ diễn ra trên lưu vực mà còn ở thượng nguồn các lưu vực sông. Những hoạt động này của con người không chỉ làm thay đổi các đặc trưng thủy văn sông mà còn làm tăng mạnh các nguồn chất gây ô nhiễm đưa vào các lưu vực sông.

Do nằm ở hạ nguồn của các hệ thống sông nên ngoài dòng nước và bùn cát, các chất gây ô nhiễm do hoạt động KTXH, nguồn thải của các khu công nghiệp từ các tỉnh phía thượng lưu cũng như từ lưu vực thuộc phạm vi thành phố cũng tập trung và dồn về phía cửa sông và vùng nước ven bờ Hải Phòng. Các nguồn chất gây ô nhiễm từ lục địa đưa xuống đang có xu hướng tăng lên, gây ô nhiễm cục bộ một số vùng cửa sông ven biển Hải Phòng và làm giảm sức chịu tải môi trường của khu vực. Mặc dù vậy, cho đến nay chưa có nghiên cứu đánh giá cụ thể các nguồn chất ô nhiễm đổ vào các sông chảy qua Hải Phòng cũng như các nguồn trong phạm vi lưu vực của thành phố được vận chuyển ra vùng cửa sông và vùng nước ven bờ của thành phố vốn có đa dạng sinh vật cao, có giá trị bảo tồn cũng như phát triển kinh tế biển bền vững. Vấn đề này là một trong những cơ sở quan trọng trong xây dựng và triển khai các kế hoạch quản lý tổng hợp và thống nhất vùng bờ biển Hải Phòng.

- Lịch sử vấn đề nghiên cứu

Từ xa xưa, các lưu vực sông là những nơi hội tụ các điều kiện thuận lợi nhất cho sự phát triển của xã hội loài người. Vì vậy các nền văn minh lớn của nhân loại đều bắt nguồn từ các lưu vực sông lớn như sông Hoàng Hà (Trung Quốc), sông Ấn và sông Hằng (Ấn Độ), sông Nin (Ai Cập). Bên cạnh những thuận lợi như đất đai phì nhiêu màu mỡ, thuận tiện trong việc tiếp cận các nguồn nước..v.v thì các tác động tiêu cực của các dòng sông gây ra đối với con người như ngập lụt, nước dâng cũng luôn đe dọa cuộc sống, sinh hoạt của con người. Ở nước ta, hệ thống sông Hồng-Thái Bình ở phía bắc và sông Mê Kông ở phía nam đã tạo nên các vùng đồng bằng rộng lớn, có nhiều điều kiện thuận lợi cho phát triển KTXH.

Khu vực Hải Phòng chịu sự chi phối hệ thống sông Hồng- Thái Bình chảy từ thượng nguồn qua các tỉnh lân cận là Hải Dương, Quảng Ninh, Thái Bình rồi đổ ra biển thông qua các cửa sông ở vùng bờ biển. Bên cạnh nguồn tài nguyên nước, trầm tích và các chất dinh dưỡng hòa tan mà các sông này mang lại cho vùng cửa sông ven bờ Hải Phòng thì một lượng lớn các chất gây ô nhiễm từ hoạt động KTXH của con người cũng được đưa vào khu vực. Điều này đã được thể hiện trong các kết quả điều tra nghiên cứu gần đây, đặc biệt là các đề tài về đánh giá hiện trạng chất lượng nước sông và vùng cửa sông ven biển Hải Phòng. Tuy nhiên, vấn đề đánh giá định lượng các nguồn chất gây ô nhiễm từ thượng lưu sông vào Hải Phòng không phải là đối tượng, mục tiêu nghiên cứu chính của các đề tài này nên trong các nghiên cứu đó chưa được đánh giá một cách đầy đủ. Hơn nữa, mặc dù đã có sự quan tâm kiểm soát các nguồn xả thải gây ô nhiễm nhưng tổng lượng thải chất gây ô nhiễm vào các sông vẫn có xu hướng tăng lên theo thời gian cùng với sự mở rộng của các đô thị trên lưu vực hệ thống sông Hồng-Thái Bình và phát triển công nghiệp trong vùng. Vì vậy, cần có nghiên cứu đánh giá mới để cập nhật thông tin về nguồn vật chất gây ô nhiễm đi xuống vùng hạ lưu và ven biển.

2. Tổng quan tình hình nghiên cứu

Bên cạnh những yếu tố thuận lợi cho cuộc sống của con người như phù sa đất đai màu mỡ, nguồn nước phục vụ sản xuất nông nghiệp và sinh hoạt, các dòng sông cũng mang đến các chất gây ô nhiễm, yếu tố được tích tụ, bổ sung từ các nguồn khác cả từ trên các lưu vực và thượng nguồn đưa xuống. Đây là những nguồn chính tác động đến chất lượng môi trường nước ở các vùng hạ lưu (Stretter và Phelps, 1958; Hatt và nnk, 2004; Liu và nnk, 2013). Từ sau những năm 60 của thế kỷ trước, sau khi cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 3 diễn ra, các công cuộc khai thác tài nguyên diễn ra mạnh mẽ hơn, sự phát triển công nghiệp cũng như mở rộng nhanh chóng phạm vi của các vùng đô thị đã làm cho

các nguồn chất gây ô nhiễm khác nhau tăng cường mạnh đưa xuống các lưu vực sông, làm tăng mạnh tải lượng chất gây ô nhiễm từ lục địa đưa ra các vùng cửa sông ven biển. Do vai trò quan trọng của các nguồn chất gây ô nhiễm này đến môi trường nước ở các vùng cửa sông ven biển mà đã có rất nhiều nghiên cứu khác nhau nhằm đánh giá tải lượng các chất gây ô nhiễm này xuống các vùng cửa sông ven biển (Burke và nnk, 2009; Wen và nnk, 2017).

Cho đến nay, trên thế giới đã có rất nhiều các nghiên cứu theo các cách tiếp cận và phương pháp khác nhau để đánh giá tải lượng chất ô nhiễm từ lục địa đưa ra vùng cửa sông ven biển. Tiêu biểu là nghiên cứu của Cục khảo sát địa chất Mỹ (Barber và nnk, 1996) về tải lượng các chất gây ô nhiễm ở sông Mississippi trong giai đoạn các năm 1987-1992. Dựa trên số liệu khảo sát, nghiên cứu này đã đánh giá khá toàn diện các nguồn vật chất gây ô nhiễm của sông Mississippi bao gồm cả nguồn nước, TTLL, các chất hữu cơ bền, kim loại nặng, hữu cơ hòa tan, dinh dưỡng từ các nguồn khác nhau và vận chuyển qua các mặt cắt từ thượng nguồn xuống vùng hạ lưu. Một nghiên cứu khác cũng đã được thực hiện dựa trên các số liệu quan trắc để đánh giá tải lượng các chất gây ô nhiễm từ các sông và phụ lưu đổ vào vùng hồ Erie (Mỹ) với các quy mô thời gian khác nhau như ngày, tháng, theo mùa. Trên cơ sở đó, các kết quả của nghiên cứu này đã đưa ra vai trò của các nguồn phát sinh gây ô nhiễm từ thượng nguồn đến môi trường nước của hồ Erie (Baker, 1993). Cohn và nnk (1992) đã sử dụng chuỗi số liệu khá ngắn (75 số liệu đo) và dùng phương pháp phân tích hồi quy để đánh giá tải lượng thải trong thời gian hai năm từ các lưu vực sông và điểm nguồn thải đi vào vịnh Chesapeake Bay (Mỹ).

Mặc dù chỉ cần xác định được lưu lượng nước chảy và hàm lượng của chất gây ô nhiễm là có thể đánh giá được tải lượng thải đưa xuống vùng cửa sông ven biển, nhưng đây là các yếu tố luôn biến động theo thời gian. Hơn nữa, để có các kết quả đánh giá tải lượng được chính xác nhất thì các chuỗi số liệu đo luôn luôn được yêu cầu đảm bảo đủ lớn và liên tục. Điều này trong thực tế không phải khi nào cũng có thể đáp ứng được. Chính vì vậy, nhiều cách tiếp cận và phương pháp khác nhau đã được phát triển để có thể đánh giá tải lượng các chất gây ô nhiễm với số liệu đo hạn chế nhưng vẫn đảm bảo độ tin cậy (Richards, 1998). Bên cạnh phương pháp tính toán trực tiếp từ số liệu đo, người ta cũng sử dụng phương pháp phân tích đường cong (đã được sử dụng ở Cục địa chất Mỹ). Theo phương pháp này, các kết quả đo đạc như lưu lượng, hàm lượng chất gây ô nhiễm được xử lý và vẽ chồng lên nhau trên cùng bản đồ, sau đó người ta dùng phương pháp nội suy để sử dụng các bản đồ đó đánh giá tải lượng thải theo thời gian (Crawford, 1996). Tuy nhiên phương pháp này ngày nay ít được sử dụng do đòi hỏi kiến thức chuyên gia nên trong nhiều trường hợp cũng

mang tính chủ quan.

Một phương pháp khác đánh giá tải lượng chất gây ô nhiễm cũng đã được sử dụng là phương pháp phân tích thống kê các đặc trưng trung bình của lưu lượng nước và hàm lượng chất gây ô nhiễm theo các khoảng thời gian khác nhau (thường là trung bình theo ngày). Sau đó từ các kết quả tính toán đó sẽ đánh giá được tải lượng thải theo các tháng, theo năm và nhiều năm. Phương pháp này đã được áp dụng rộng rãi và được mô tả khá chi tiết trong các nghiên cứu của Dolan và nnk (1991), Walling và Webb (1981). Nói chung phương pháp tính toán này sẽ bị sai số nếu hàm lượng chất gây ô nhiễm có tương quan với lưu lượng nước. Các kết quả tính toán sẽ thấp hơn thực tế nếu tương quan là dương (+) và cao hơn nhiều so với thực tế nếu tương quan âm (-). Tuy nhiên, nói chung là các kết quả tính toán theo phương pháp này tương đối chính xác và dễ áp dụng (Richards, 1998).

Bên cạnh đó, một kỹ thuật khác cũng được sử dụng để đánh giá tải lượng chất gây ô nhiễm- kỹ thuật chia khoảng lưu lượng (Yaksich và Verhoff, 1983), đây là phương pháp bán hình học. Phương pháp này vẽ đường giá trị lưu lượng quan trắc tức thời trong khoảng thời gian một năm và đường cong này là hàm của thời gian. Sau đó, đường cong này được chia làm các khoảng có cùng giá trị với khoảng trung bình ngày cho tất cả các ngày trong năm. Với mỗi khoảng thời gian, giá trị trung bình được tính tương ứng với số ngày trong khoảng thời gian đó. Tải lượng trong mỗi khoảng thời gian sẽ được tính toán dựa trên lưu lượng nước của các ngày trong khoảng thời gian đó và tổng số ngày tương ứng. Từ các kết quả đó cũng sẽ tính toán được tổng tải lượng năm. Phương pháp này cũng là một trường hợp của phương pháp thống kê.

+ Một phương pháp khác cũng được sử dụng nhiều là phương pháp ước lượng tỷ số. Phương pháp này xác định tải lượng thải ngày cho các ngày trong năm theo giá trị hàm lượng quan trắc được, điều chỉnh tỷ lệ tham chiếu với một số tham số thông qua kết quả một số ngày đã biết, sau đó tính toán tổng tải lượng thải của năm bằng cách nhân tải lượng ngày với 365. Tham số quan trọng nhất của phương pháp này là lưu lượng nước và các hệ số (tỷ số). Các tỷ số ước lượng này giả thiết rằng có quan hệ tuyến tính giữa tải lượng thải ngày và tham số điều chỉnh. Các tỷ số ước lượng thường vẫn tồn tại sai số nhưng những sai số này cũng đã được hạn chế, giảm thiểu tối đa (Cochran, 1963, Richards, 1998).

+ Phương pháp phân tích hồi quy cũng thường được dùng để đánh giá tải lượng thải thông qua phân tích quan hệ giữa hàm lượng chất gây ô nhiễm và lưu lượng nước đo đạc được. Từ kết quả quan hệ thu được này, người ta có thể dự báo lại hàm lượng chất ô nhiễm trong những ngày không có số liệu. Trong phương pháp này, số liệu lưu lượng trung bình ngày thường được dùng để phân

tích hồi quy. Ngoài việc sử dụng phương pháp phân tích hồi quy hai biến (giữa lưu lượng nước và hàm lượng), một số nghiên cứu cũng đã phát triển phân tích tương quan hồi quy đa biến, mặc dù các kết quả thu được cho thấy tương quan chặt chẽ hơn nhưng không quá chênh lệch so với phân tích hai biến. Hiện nay, phần lớn nghiên cứu sử dụng tương quan hồi quy tuyến tính nhưng trong một số trường hợp, phép biến đổi logarithm cũng được sử dụng do nhiều tham số môi trường là yếu tố phân bố xấp xỉ theo dạng logarithm. Quan hệ hồi quy logarithm giữa lưu lượng và hàm lượng chất gây ô nhiễm thường được sử dụng trong phương pháp này và được gọi là đường cong lưu lượng (Helsel và Hirsch, 1992). Một vấn đề thường gặp phải trong khi sử dụng phương pháp này là sự tái biến đổi của độ lệch, yếu tố gây ra sai số khi tính toán tải lượng. Những thảo luận liên quan đến vấn đề này đã được công bố trong các nghiên cứu liên quan của Ferguson (1986), Koch và Smillie (1987), cũng như nghiên cứu liên quan của Cục khảo sát địa chất Hoa Kỳ (Cohn và nnk, 1992)

Các phương pháp truyền thống như đã trình bày ở trên chủ yếu vẫn dựa vào hệ thống các chuỗi số liệu đo, khảo sát. Tuy nhiên, trong thực tế việc đáp ứng các chuỗi số liệu này gặp rất nhiều khó khăn, cả ở quy mô không gian và lẫn thời gian. Để khắc phục những khó khăn, hạn chế này, các mô hình toán đã được nghiên cứu áp dụng để mô phỏng chế độ thủy động lực, chất lượng nước và tính toán tải lượng thải. Tại Philipine, Amaya và nnk(2012) đã phát triển một mô hình để đánh giá tải lượng chất ô nhiễm của lưu vực sông Biñan, một phụ lưu đổ vào hồ Laguna de Bay (Philipine). Kết quả của mô hình này đã cung cấp thông tin về tổng tải lượng BOD₅ vào hồ, cũng như tỷ lệ đóng góp từ một số nguồn khác nhau và các đề xuất giảm tải lượng BOD₅ vào hồ theo một số kịch bản.

Jayakrishman và nnk (2005) đã áp dụng mô hình SWAT (Soil Water Assessment Tool), mô hình thủy văn hiện đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới) để đánh giá tải lượng thải từ lưu vực và các nhánh sông đưa vào vùng hồ Lake Victoria (Đông Phi), đây là hồ lớn nằm giữa các quốc gia Burundi, Kenya, Rwanda, Tanzania và Uganda. Các kết quả từ mô hình này đã cho thấy tổng lượng BOD₅, tổng dinh dưỡng Phospho và Nito từ các nguồn khác nhau, trong đó có các nguồn dinh dưỡng của Phospho và Nito khá lớn từ khí quyển (Charles và Victor, 2014).

Nghiên cứu gần đây (Kilic và nnk, 2018) dựa trên việc ứng dụng công cụ mô hình, số liệu đo đạc từ 2006-2014 và các dữ liệu ảnh vệ tinh (SeaWiFS, Modis-AQUA, VIIRS và MERIS) đã đánh giá tải lượng dinh dưỡng từ sông Asi đến vùng biển ven bờ phía Bắc Địa Trung Hải. Các kết quả này cho thấy tải lượng chất dinh dưỡng từ sông Asi biến đổi rất mạnh theo mùa, trong đó tăng mạnh theo mùa từ mùa đông và đạt cực đại trong mùa xuân do sự tăng lên của

lượng mưa. Điều này là cơ sở để giải thích về năng suất sơ cấp và hàm lượng Chl-a ở khu vực ven bờ Địa Trung Hải.

Một số nghiên cứu khác cũng đã sử dụng mô hình QUAL2K (mô hình do cục bảo vệ môi trường Mỹ phát triển) để mô phỏng chất lượng nước và đánh giá tải lượng các chất dinh dưỡng, hữu cơ (Davoodi, 2015). Barmaki và Ahmadi (2018) đã sử dụng mô hình Qual2k mô phỏng chất lượng nước và tải lượng từ sông Zayandehrood. Các kết quả của mô hình này đã cho thấy vai trò ảnh hưởng của các hoạt động nông nghiệp đến tải lượng BOD₅, các chất dinh dưỡng (Nito) của sông Zayandehrood. Nghiên cứu khác sử dụng mô hình Qual2k đã thực hiện (Zhang và nnk, 2012) để đánh giá ảnh hưởng cũng như vai trò của tải lượng chất gây ô nhiễm từ lưu vực sông Hongqi đến môi trường nước hồ Tai Hu (Trung Quốc). Giraldo và nnk (2015) đã áp dụng mô hình Qual2kw cho đoạn sông dài Aburra-Medellin (dài 50km). Mô hình này được hiệu chỉnh với 3 nhóm kích bản (quy mô thời gian ngắn, vừa và dài). Các kết quả tính toán mô phỏng theo những kích bản khác nhau đã cho thấy vai trò tích cực của hệ thống xử lý nước thải Bello đến cân bằng BOD₅, Oxy hòa tan và Nito ở khu vực này.

Với các tính năng ưu việt, cũng như khả năng khắc phục được những hạn chế của phương pháp đo đạc truyền thống, việc ứng dụng các mô hình toán ngày càng trở lên rộng rãi hơn. Bên cạnh các mô hình riêng biệt, phát triển chỉ cho việc mô phỏng thủy văn, chất lượng nước của các lưu vực sông (mô hình SWAT, QUAL2K), các mô hình thủy động lực- chất lượng nước khác cũng đã được sử dụng, đặc biệt là ứng dụng các mô hình Delft3D hay mô hình Mike 21 (Xing Liu và nnk, 2015; Talebizadeh và nnk, 2010; Nair Sumita và nnk, 2017).

Ở nước ta với mạng lưới sông ngòi dày đặc dọc theo lãnh thổ, trong đó có hai hệ thống sông lớn (sông Hồng ở phía bắc và sông Cửu Long ở phía nam), nên việc đo đạc các đặc trưng thủy văn sông đã được quan tâm thực hiện từ khá lâu mạng lưới đo các yếu tố thủy văn (mức nước, lưu lượng nước) và một số yếu tố môi trường thuộc Trung tâm KTTV đã được thực hiện từ lâu (xa nhất từ những năm 1960). Tiêu biểu trong số này là các trạm đo thủy văn trên hệ thống sông Hồng như Hòa Bình (trên sông Đà), Lào Cai (sông Hồng), Vụ Quang (sông Lô), Yên Bái (sông Hồng), Hà Nội (sông Hồng), Sơn Tây (sông Hồng), Thượng Cát (sông Đuống), Cần Thơ (sông Hậu), Mỹ Thuận (Sông Tiền). Bên cạnh các trạm đo ở sâu trong lục địa (không ảnh hưởng của thủy triều), trong mạng lưới các trạm đo thủy văn cũng có một số trạm ở vị trí vùng ảnh hưởng của thủy triều thuộc khu vực đồng bằng Bắc Bộ như các trạm đo Cửa Cấm (sông Kinh Thầy), Trung Trang (sông Văn Úc), .v.v.

Do nhiều nguyên nhân khác nhau, cho đến nay trong hệ thống dữ liệu đo của Trung tâm KTTV Quốc gia về thủy văn tại các hệ thống sông chính trong lãnh

thở Việt Nam mới chủ yếu tập trung vào các yếu tố như mực nước, lưu lượng nước, hàm lượng TTLL và một số lượng rất hạn chế các yếu tố môi trường (dinh dưỡng, hữu cơ, oxy hòa tan). Vì vậy, ở nước ta, các nguồn số liệu đo từ mạng lưới các trạm của Trung tâm KTTV Quốc gia chỉ có thể đáp ứng được yêu cầu cho việc đánh giá lưu lượng nước, dòng bùn cát qua một số mặt cắt - nơi đặt các trạm đo thủy văn.

Cho đến nay, một số mô hình toán cũng đã được ứng dụng trong nghiên cứu các đặc trưng thủy văn sông ở nước ta. Trong đó phần lớn là các nghiên cứu ứng dụng mô hình Mike để tính toán thủy văn, thủy lực các đoạn sông (Nguyễn Xuân Phùng, 2007; Nguyễn Kim Ngọc Anh và Trần Ngọc Anh, 2016; Bùi Văn Chanh, Trần Ngọc Anh, 2016). Một số nghiên cứu khác cũng đã được thực hiện để mô phỏng chất lượng nước, lan truyền chất gây ô nhiễm (Trần Hồng Thái và nnk, 2007; Trần Hồng Thái và nnk, 2009; Nguyễn Vũ Anh Tuấn và nnk 2016). Tuy nhiên, việc đánh giá tải lượng chất gây ô nhiễm từ thượng nguồn đến vùng cửa sông cũng như ảnh hưởng của các nguồn chất gây ô nhiễm này đến chất lượng nước ở các vùng cửa sông ven biển vẫn chưa được quan tâm nghiên cứu.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài

Đối tượng nghiên cứu:

Trong nghiên cứu này với nhiệm vụ đánh giá được tải lượng và vận chuyển chất gây ô nhiễm từ hệ thống sông Hồng-Thái Bình đến vùng cửa sông ven biển Hải Phòng thì bên cạnh các đặc trưng thủy văn sông, một số yếu tố ô nhiễm sẽ là các đối tượng chính của nghiên cứu này. Các đối tượng cụ thể của đề tài này là:

- Các đặc trưng thủy văn (mực nước, lưu lượng) trên một số sông chính khu vực Hải Phòng như sông Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc và Thái Bình. Đây là các thông tin rất cơ bản nhưng đã rất lâu chưa được nghiên cứu đánh giá lại. Vì vậy các kết quả nghiên cứu của đề tài sẽ cung cấp các thông tin cập nhật mới nhất về chế độ thủy văn các sông chính khu vực Hải Phòng.

- Các chất gây ô nhiễm hữu cơ (BOD_5 , COD), dinh dưỡng (NH_4^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) và kim loại nặng (As, Cd, Pb, Cu, Zn, Mg, Fe, Hg) ở một số *mặt cắt thượng lưu sông Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc và Thái Bình và hạ lưu vùng cửa sông ven biển Hải Phòng.*

- Sau khi vào các cửa sông qua các mặt cắt đã được khống chế ở phía thượng lưu thì lưu lượng nước và tải lượng TTLL, ô nhiễm hữu cơ (BOD_5 , COD), dinh dưỡng (NH_4^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) và kim loại nặng (As, Cd, Pb, Cu, Zn, Mg, Fe, Hg) từ lục địa sẽ đi qua các cửa sông ra vùng ven biển Hải Phòng như thế nào? Các câu hỏi này sẽ được trả lời thông qua việc đánh giá tải lượng nước,

TTLL và các chất gây ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng, kim loại nặng ở các mặt cắt hạ lưu.



Hình 2.4. Sơ đồ phạm vi khu vực nghiên cứu

- Sau khi vào các cửa sông qua các mặt cắt đã được không chế ở phía thượng lưu thì lưu lượng nước và tải lượng TTLL, ô nhiễm hữu cơ (BOD_5 , COD), dinh dưỡng (NH_4^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) và kim loại nặng (As, Cd, Pb, Cu, Zn, Mg, Fe, Hg) từ lục địa sẽ đi qua các cửa sông ra vùng ven biển Hải Phòng như thế nào? Các câu hỏi này sẽ được trả lời thông qua việc đánh giá tải lượng nước, TTLL và các chất gây ô nhiễm hữu cơ, dinh dưỡng, kim loại nặng ở các mặt cắt hạ lưu.

- Dựa trên các kết quả phân tích đánh giá ở trên, nhóm đối tượng cuối cùng trong nghiên cứu này sẽ là: Một số giải pháp quản lý môi trường nước các sông lớn và vùng cửa sông ven biển Hải Phòng, đặc biệt là cơ sở cho việc phối hợp quản lý liên vùng giữa Hải Phòng và các địa phương lân cận.

Phạm vi khu vực nghiên cứu:

Phạm vi không gian: 5 sông lớn chảy qua Hải Phòng là Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc và Thái Bình (thuộc hệ thống sông Hồng-Thái Bình). Đối với mỗi sông phạm vi nghiên cứu sẽ bao gồm cả đoạn chảy qua Hải Phòng: từ điểm bắt đầu vào địa giới của thành phố đến khi chảy ra biển.

Phạm vi thời gian: tải lượng chất gây ô nhiễm sẽ được đánh giá dựa trên kết quả đo đạc khảo sát trong năm 2021. Các số liệu thu thập từ các nguồn khác nhau trong khoảng 20 năm trở lại đây (từ năm 2000).

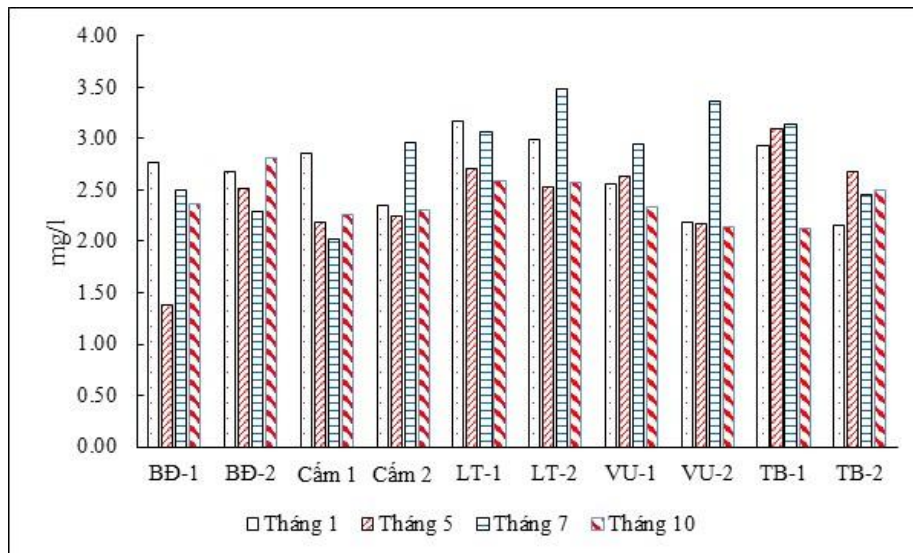
Phạm vi nghiên cứu thông số ô nhiễm: ô nhiễm hữu cơ (BOD₅, COD), dinh dưỡng (NH₄⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻) và kim loại nặng (As, Cd, Pb, Cu, Zn, Mg, Fe, Hg).

4. Kết quả nghiên cứu

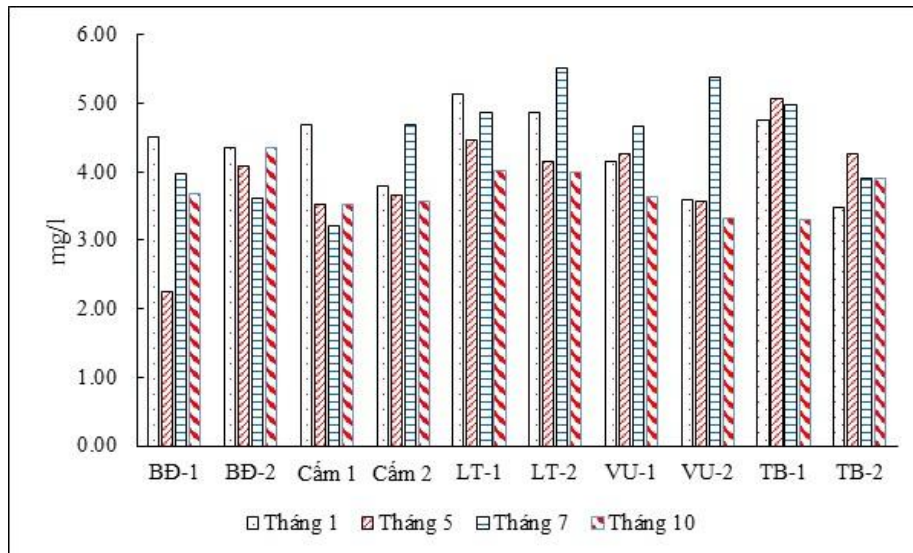
4.1. Hiện trạng hàm lượng các chất

4.1.1. Chất gây ô nhiễm hữu cơ

Nhu cầu oxy sinh hoá là lượng oxy cần thiết để phân huỷ các chất hữu cơ có khả năng phân huỷ sinh học có trong nước bởi các vi khuẩn. Theo các kết quả quan trắc BOD₅ trong nước năm 2009 cho thấy tại các trạm sông ở Hải Phòng, giá trị BOD₅ khá cao, dao động từ 3,51 - 12,06 mg/l trong mùa khô và từ 2,15 - 11,1 mg/l trong mùa mưa. Trong đó cao nhất là tại Trạm Bạc, giá trị BOD₅ phân tích tại khu vực này lớn hơn GHCP theo QCVN 08:2015/BTNMT (4mg/l) đối với nguồn nước mặt từ 1,3 - 1,6 lần. Giá trị BOD₅ cao tại đây liên quan đến lượng nước thải sinh hoạt trong khu dân cư và nước thải từ các trang trại gần đó. Tại Khu vực Cầu Kiền và Đá Bạc, giá trị BOD₅ cũng khá cao, xấp xỉ GHCP. Các trạm khác (Tiên Cựu, Quý Cao) có giá trị BOD₅ thấp hơn. Trong ngày, giá trị BOD₅ có giá trị cao vào ban ngày và thấp vào ban đêm. Điều này có thể giải thích do các hoạt động của khu dân cư chủ yếu diễn ra vào ban ngày, làm gia tăng nguồn thải các chất hữu cơ trong nước. Vào mùa khô, xu hướng tăng cao giá trị BOD₅ trong nước tại các trạm biên giới sông có lẽ liên quan đến lưu lượng nước đổ về từ thượng nguồn giảm, làm giảm khả năng pha loãng các chất ô nhiễm.



Hình 2.5. Diễn biến giá trị BOD₅ trong nước sông Hải Phòng năm 2021



Hình 2.6. Diễn biến giá trị COD trong nước sông Hải Phòng năm 2021

Hàm lượng chất hữu cơ trên 5 sông chính của Hải Phòng là Cầm, Bạch Đằng, Lạch Tray, Văn Úc và Thái Bình đã được đánh giá thông qua 4 đợt khảo sát vào tháng 1, 5, 7 và 10 năm 2021. Đối với các trạm thượng lưu sông, nồng độ chất hữu cơ trong nước cao chủ yếu ở sông Lạch Tray, Thái Bình và Văn Úc, đặc biệt ở các đợt quan trắc tháng 1, 5 và tháng 7. Đối với các trạm hạ lưu sông, nồng độ chất hữu cơ cao tại sông Lạch Tray, các sông khác mức độ chênh lệch không lớn. Nồng độ BOD₅ trung bình trong thời gian khảo sát của các tháng tại cả mặt cắt phía thượng nguồn và hạ lưu ở các sông đều nhỏ hơn 4mg/l, chưa có dấu hiệu bị nhiễm. Tuy nhiên nồng độ BOD₅ trong nước vào một số thời điểm khảo sát của tháng 1 và tháng 7, có biểu hiện ô nhiễm chất hữu cơ do khả năng phân hủy sinh học, thể hiện qua giá trị BOD₅ lớn hơn GHCP (4mg/l). Số mẫu bị ô nhiễm vào đợt tháng 1 chiếm 3/12 mẫu (25%) ở sông Bạch Đằng, Lạch Tray, và Thái Bình chủ yếu ở trạm thượng lưu. Số mẫu bị ô nhiễm vào đợt tháng 7 chiếm 3/12 mẫu (25%) tại sông Lạch Tray, 1/12 mẫu (8%) tại sông Văn Úc cả ở trạm thượng lưu và hạ lưu. Ngoài ra, vào tháng 5, có 1/12 mẫu bị ô nhiễm chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học tại sông Thái Bình, ở trạm thượng lưu. Các mẫu còn lại đều thấp hơn GHCP (hình 2.6).

Nhu cầu oxy hoá học là giá trị oxy cần thiết để phân hủy toàn bộ các chất hữu cơ có trong nước. Theo kết quả khảo sát COD trong nước khu vực các sông Hải Phòng năm 2009 cho thấy giá trị COD nằm trong khoảng 7,7 - 14,2 mg/l trong mùa mưa và từ 5,4 - 18,4 trong mùa khô. So với GHCP theo QCVN 08:2008 (15mg/l) đối với nước mặt thì giá trị COD tại Trạm Bạc trong mùa khô vượt GHCP khoảng 1,2 lần và trong mùa mưa có giá trị xấp xỉ GHCP. Các trạm còn lại đều có giá trị COD nằm trong GHCP (Trần Đình Lân và cs, 2010).

Nồng độ COD trung bình trong thời gian khảo sát tại tất cả các mặt cắt của các sông dao động trong khoảng 3,31-5,37 mg/l, nhỏ hơn so với GHCP. Tại

một số thời điểm quan trắc nồng độ COD có thể đạt xấp xỉ bằng 9 mg/l, tuy nhiên vẫn nằm trong GHCP (hình 2.7)

Để đánh giá nguồn ô nhiễm chủ đạo, đã sử dụng ma trận sau (bảng 2.1) trong đó dấu dương (+) thể hiện nguồn thượng nguồn chiếm ưu thế, dấu (-) thể hiện nguồn nội tại chiếm ưu thế. Tuy nhiên, ma trận này chỉ đánh giá về nồng độ chất hữu cơ ở hai đầu thượng lưu - hạ lưu sông, không đánh giá về tải lượng do không có số liệu về lưu lượng nước.

Bảng 2.1. Ma trận đánh giá nguồn ô nhiễm trong các sông ở Hải Phòng năm 2021

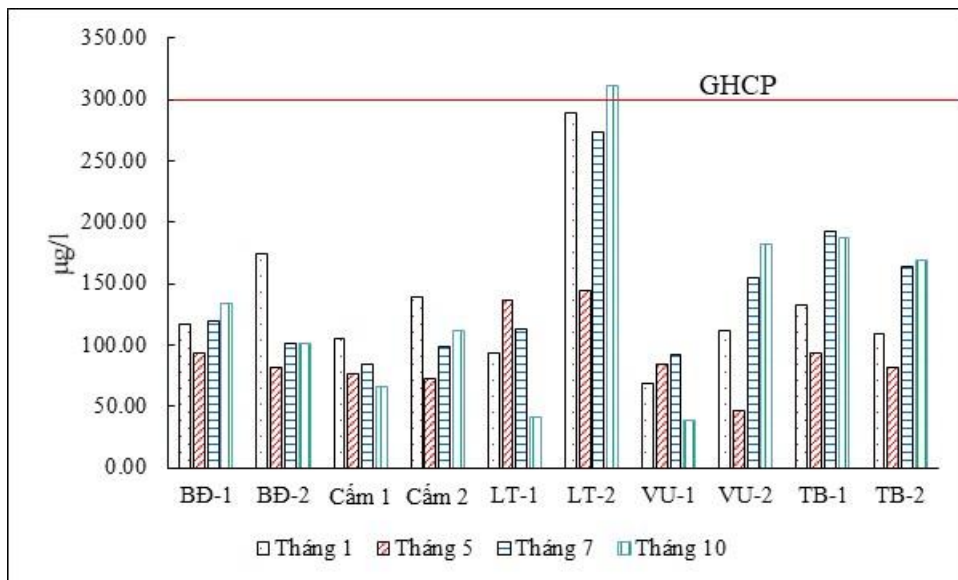
Sông	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 7	Tháng 10	TB
Bạch Đằng	+	--	+	-	-
Cấm	+	-	--	-	-
Lạch Tray	+	+	-	+	-
Văn Úc	+	+	-	+	+
Thái Bình	++	+	+	-	+

Như vậy, tại các sông Bạch Đằng, Cấm, nguồn nội tại chiếm ưu thế, trừ đợt tháng 1. Các sông Văn Úc và Thái Bình, nguồn từ thượng nguồn chiếm ưu thế. Riêng sông Lạch Tray, hầu hết là nguồn thượng nguồn chiếm ưu thế qua các đợt quan trắc, tuy nhiên, đợt tháng 7, nguồn nội tại chiếm ưu thế khá lon (có thể do nước mưa rửa trôi làm gia tăng ô nhiễm hữu cơ trong sông) dẫn đến đánh giá chung là nguồn nội tại chiếm ưu thế, tuy nhiên ranh giới này khá nhỏ (bảng 2.1). Về mức độ ô nhiễm, thì sông Lạch Tray có mức ô nhiễm nhất, tiếp đến là sông Thái Bình, Văn Úc, Bạch Đằng và Cấm.

4.1.2. Chất dinh dưỡng

Muối amoni

Theo kết quả quan trắc tại các trạm sông năm 2009, khoảng dao động của amoni trong nước là 90,98 - 423,2 $\mu\text{g/l}$, trong đó xếp theo thứ tự giảm dần hàm lượng amoni tại các trạm là Trạm Bạc > Quý Cao > Cầu Kiền > Đá Bạc > Tiên Cự. So với GHCP trong QCVN 08:2008/BTNMT (200 $\mu\text{g/l}$) đối với nguồn nước mặt bảo vệ đời sống thủy sinh thì tại Trạm Bạc có hàm lượng amoni trong nước vượt GHCP từ 1,7 - 2,1 lần trong cả mùa mưa và mùa khô; nước sông tại Quý Cao vượt GHCP 1,6 lần trong mùa mưa, xấp xỉ GHCP trong mùa khô; và nước sông tại Cầu Kiền có giá trị amoni xấp xỉ GHCP trong cả mùa mưa và mùa khô. Các trạm còn lại là Đá Bạc và Tiên Cự có hàm lượng amoni trong nước vẫn nằm dưới GHCP (Trần Đình Lân và cs, 2010).



Hình 2.7. Diễn biến nồng độ amoni trong nước sông Hải Phòng năm 2021

Nồng độ amoni trong nước các sông của Hải Phòng trong các đợt khảo sát năm 2021 dao động trong khoảng từ $15,21\mu\text{g/l}$ - $621,52\mu\text{g/l}$. Về mức độ ô nhiễm amoni, thì sông Lạch Tray có mức ô nhiễm nhất, tiếp đến là sông Thái Bình, Bạch Đằng, Văn Úc, và Cắm. So với GHCP, nồng độ amoni trung bình trong nước các sông tại Bạch Đằng, Văn Úc và Thái Bình nhỏ hơn GHCP. Tuy nhiên, các sông Lạch Tray và Thái Bình có biểu hiện ô nhiễm amoni, tại sông Lạch Tray ô nhiễm amoni ở phía hạ lưu sông và sông Thái Bình có biểu hiện bị ô nhiễm ở phía thượng lưu sông. Đối với hàm lượng amoni trung bình tại các trạm thượng lưu trong nước cao chủ yếu ở sông Bạch Đằng, Lạch Tray và Thái Bình, đặc biệt ở các đợt quan trắc tháng 1, 7 và tháng 10. Đối với các trạm hạ lưu sông, nồng độ amoni cao tại tất cả các sông, chứng tỏ nguồn nội tại của thành phố khá lớn (hình 2.8).

Để đánh giá nguồn ô nhiễm chủ đạo, đã sử dụng ma trận sau (bảng 2.2) trong đó dấu dương (+) thể hiện nguồn thượng nguồn chiếm ưu thế, dấu (-) thể hiện nguồn nội tại chiếm ưu thế. Tuy nhiên, ma trận này chỉ đánh giá về nồng độ amoni ở hai đầu thượng lưu - hạ lưu sông, không đánh giá về tải lượng do không có số liệu về lưu lượng nước.

Bảng 2.2. Ma trận đánh giá nguồn ô nhiễm amoni trong các sông ở Hải Phòng năm 2021

Sông	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 7	Tháng 10	TB
Bạch Đằng	-	+	+	+	+
Cắm	-	+	-	-	-
Lạch Tray	--	-	--	--	--
Văn Úc	-	+	-	--	-
Thái Bình	+	+	+	+	+

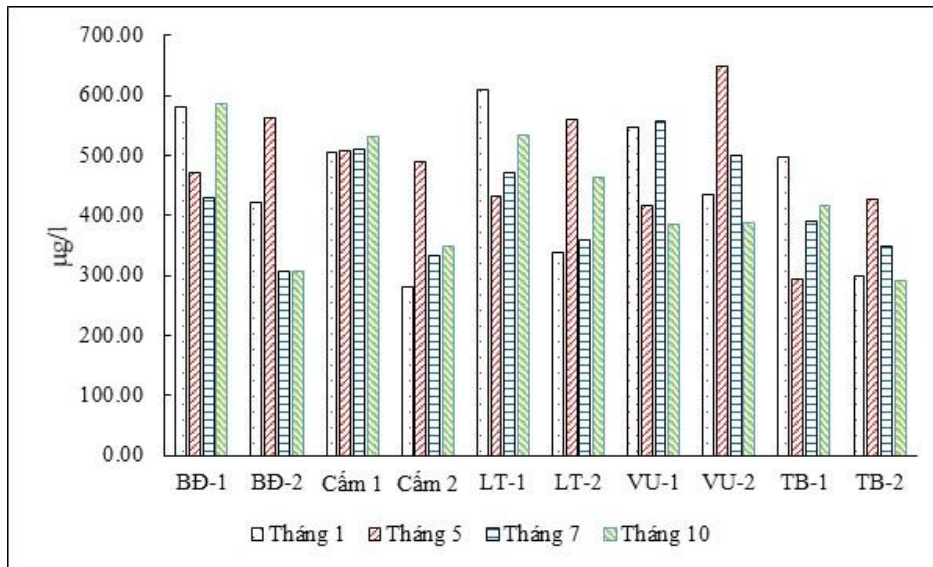
Như vậy, tại các sông Cẩm, Lạch Tray, Văn Úc nguồn nội tại chiếm ưu thế, trừ đợt tháng 5. Các sông Bạch Đằng và Thái Bình, nguồn từ thượng nguồn chiếm ưu thế. Riêng sông Lạch Tray, lượng thải nội tải khá lớn, hầu hết là nguồn nội tại chiếm ưu thế qua các đợt quan trắc, tuy nhiên, đợt tháng 7, nguồn nội tại chiếm ưu thế khá lơn (có thể do nước mưa rửa trôi làm gia tăng ô nhiễm hữu cơ trong sông) dẫn đến đánh giá chung là nguồn nội tại chiếm ưu thế, tuy nhiên ranh giới này khá nhỏ (bảng 2.2).

Về mức độ ô nhiễm, thì sông Lạch Tray có mức ô nhiễm nhất, tiếp đến là sông Thái Bình, Bạch Đằng, Văn Úc, và Cẩm. So với GHCP, nồng độ amoni trung bình trong nước các sông tại Bạch Đằng, Văn Úc và Thái Bình nhỏ hơn GHCP. Tuy nhiên, các sông Lạch Tray và Thái Bình có biểu hiện ô nhiễm amoni, tại sông Lạch Tray ô nhiễm amoni ở phía hạ lưu sông và sông Thái Bình có biểu hiện bị ô nhiễm ở phía thượng lưu sông.

● Muối nitrat

Theo kết quả quan trắc năm 2009 tại các sông của Hải Phòng cho thấy, nồng độ nitrat dao động trong khoảng từ 267 - 501 $\mu\text{g/l}$ trong đó Trạm Bạc có giá trị nitrat cao nhất, các trạm còn lại có hàm lượng khá tương đồng, trong khoảng từ 277 - 340 $\mu\text{g/l}$. Xu hướng phân bố hàm lượng nitrat trong nước mùa mưa cao hơn nước mùa khô, điều này thể hiện rõ rệt tại Trạm Bạc và Quý Cao (Trần Đình Lân và cs, 2010). Theo Lưu Văn Diệu và cs (2017), nồng độ nitrat trong nước VCS Bạch Đằng vào mùa khô năm 2014 nằm trong khoảng từ 111,2 đến 198,3 $\mu\text{g/l}$, trung bình là 155,8 $\mu\text{g/l}$, mùa mưa năm 2013 dao động từ 143,7 - 256,8 $\mu\text{g/l}$, trung bình 200,9 $\mu\text{g/l}$. So với giới hạn của Asean (60 $\mu\text{g/l}$) thì nồng độ nitrat VCS Bạch Đằng đã vượt tiêu chuẩn cho phép từ 2 - 3 lần.

Kết quả quan trắc tại các mặt cắt ở các sông của Hải Phòng năm 2021 cho thấy nồng độ nitrat trong nước sông dao động từ 49,50 $\mu\text{g/l}$ đến 1400,90 $\mu\text{g/l}$. Về mức độ ô nhiễm, thì sông Văn Úc có mức ô nhiễm nhất, tiếp đến là sông Lạch Tray, Bạch Đằng, Cẩm và Thái Bình. So với GHCP, nồng độ nitrat trong nước các sông tại Bạch Đằng, Văn Úc và Thái Bình nhỏ hơn GHCP. Nồng độ nitrat trung bình trong thời gian khảo sát tại các trạm thượng lưu sông cho thấy cao ở hầu hết các trạm, đặc biệt đợt tháng 1 và 10. Đối với các trạm hạ lưu sông, nồng độ nitrat cao nhìn chung thấp hơn so với trạm thượng lưu, trừ sông Văn Úc (hình 2.9).



Hình 2.8. Diễn biến nồng độ nitrat trong nước sông Hải Phòng năm 2021

Để đánh giá nguồn ô nhiễm chủ đạo, đã sử dụng ma trận sau (bảng 2.3) trong đó dấu dương (+) thể hiện nguồn thượng nguồn chiếm ưu thế, dấu (-) thể hiện nguồn nội tại chiếm ưu thế. Tuy nhiên, ma trận này chỉ đánh giá về nồng độ nitrat ở hai đầu thượng lưu - hạ lưu sông, không đánh giá về tải lượng do không có số liệu về lưu lượng nước.

Bảng 2.3. Ma trận đánh giá nguồn ô nhiễm nitrat trong các sông ở Hải Phòng năm 2021

Sông	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 7	Tháng 10	TB
Bạch Đằng	+	-	+	+	+
Cẩm	+	+	+	+	+
Lạch Tray	+	-	+	+	+
Văn Úc	+	-	+	-	-
Thái Bình	+	-	+	+	+

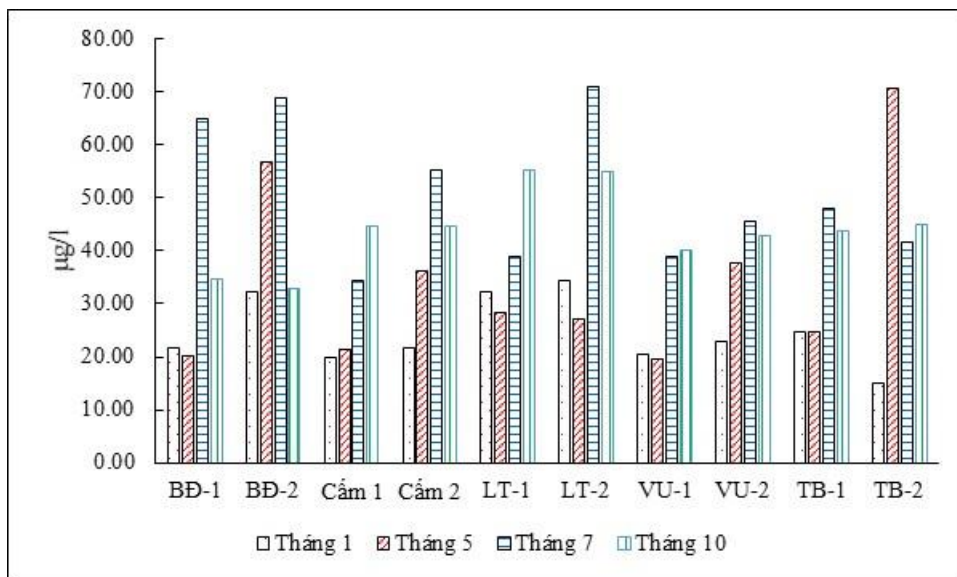
Như vậy, ngoại trừ tại Văn Úc nguồn nội tại chiếm ưu thế, các sông còn lại nguồn từ thượng nguồn chiếm ưu thế. Vào tháng 5/2021, nguồn nội tại chiếm ưu thế ở tất cả các sông, trừ Bạch Đằng. Vào tháng 1 và tháng 7, nguồn thượng nguồn chiếm ưu thế ở tất cả các sông. Vào tháng 10, nguồn thượng nguồn chiếm ưu thế (trừ sông Văn Úc) (bảng 2.3).

Về mức độ ô nhiễm, thì sông Văn Úc có mức ô nhiễm nhất, tiếp đến là sông Lạch Tray, Bạch Đằng, Cẩm và Thái Bình. So với GHCP, nồng độ trung bình nitrat trong nước các sông tại Bạch Đằng, Văn Úc và Thái Bình nhỏ hơn GHCP.

● Phosphat

Tại các trạm sông ở khu vực Hải Phòng, nồng độ phosphat quan trắc năm 2009 dao động từ 42,92 - 78,22 µg/l, cao hơn trong lớp nước tầng mặt. Theo mùa, nồng độ phosphat trong nước sông vào mùa mưa cao hơn vào mùa khô, tuy

nhiên mức chênh lệch không lớn. So với GHCP theo QCVN 08:10/BTNMT (200 $\mu\text{g/l}$) thì nước sông tại các trạm quan trắc chưa bị ô nhiễm bởi phosphat. Theo thứ tự giảm nồng độ phosphat tại các trạm sông như sau: Trạm Bạc > Cầu Kiên > Quý Cao > Tiên Cựu = Đá Bạc (Trần Đình Lân và cs, 2010). Nồng độ phosphat trong nước VCS Bạch Đằng vào mùa khô 2014 nằm trong khoảng từ 20,6 đến 34,8 $\mu\text{g/l}$, trung bình là 28,2 $\mu\text{g/l}$, mùa mưa 2013 dao động từ 26,5 - 46,2 $\mu\text{g/l}$, trung bình 37,3 $\mu\text{g/l}$. So với tiêu chuẩn môi trường của ASEAN, GHCP đối với phosphat là 45 $\mu\text{g/l}$ (nước nuôi trồng thủy sản), thì nước ở VCS Bạch Đằng chưa có biểu hiện bị ô nhiễm bởi phosphat (Luu Văn Diệu và cs, 2017).



Hình 2.9. Diễn biến nồng độ phosphat trong nước sông Hải Phòng năm 2021

Nồng độ phosphate tại các mặt cắt phía thượng lưu và hạ lưu các sông trong bốn đợt khảo sát năm 2021 có giá trị dao động từ 12,18 đến 113,79 $\mu\text{g/l}$. Về mức độ phosphate trong nước, thì sông Lạch Tray có mức nồng độ phosphate cao nhất, tiếp đến là sông Bạch Đằng, Thái Bình, Cẩm và Văn Úc. So với GHCP, khu vực hạ lưu một số sông có biểu hiện ô nhiễm phosphate tùy vào thời điểm như sông Lạch Tray, Bạch Đằng - tháng 7, Thái Bình - tháng 5. Nồng độ phosphate trung bình tại các trạm thượng lưu cao vào các đợt khảo sát tháng 7 và 10, cao hơn các trạm quan trắc ở hạ lưu. Điều này chứng tỏ nguồn nội tại đã bổ sung một lượng phosphate vào các sông (hình 2.10).

Để đánh giá nguồn ô nhiễm chủ đạo, đã sử dụng ma trận sau (bảng 20) trong đó dấu dương (+) thể hiện nguồn thượng nguồn chiếm ưu thế, dấu (-) thể hiện nguồn nội tại chiếm ưu thế. Tuy nhiên, ma trận này chỉ đánh giá về nồng độ phosphat ở hai đầu thượng lưu - hạ lưu sông, không đánh giá về tải lượng do không có số liệu về lưu lượng nước (bảng 2.4).

Bảng 2.4. Ma trận đánh giá nguồn ô nhiễm phosphat ở các sông ở Hải Phòng năm 2021

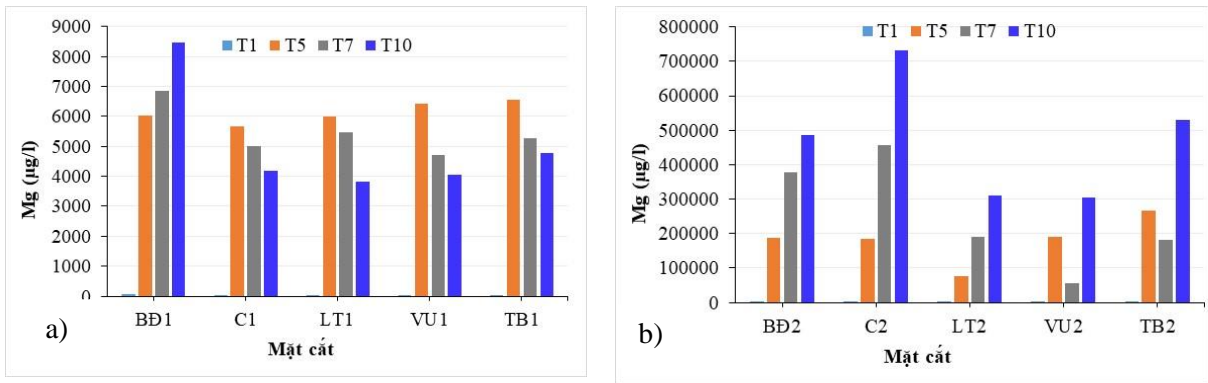
Sông	Tháng 1	Tháng 5	Tháng 7	Tháng 10	TB
Bạch Đằng	-	--	-	+	-
Cấm	-	-	--	+	-
Lạch Tray	-	+	--	+	-
Văn Úc	-	-	-	-	-
Thái Bình	+	--	+	-	-

Như vậy, tại hầu hết các sông, nguồn nội tại bổ sung phosphate vào nước chiếm ưu thế, đặc biệt vào tháng 5 - sông Bạch Đằng và Văn Úc; tháng 7 - sông Cấm và Lạch Tray. Vào tháng 10, nguồn thượng lưu chiếm ưu thế. Về mức độ phosphate trong nước, thì sông Lạch Tray có mức nồng độ phosphate cao nhất, tiếp đến là sông Bạch Đằng, Thái Bình, Cấm và Văn Úc. So với GHCP, khu vực hạ lưu một số sông có biểu hiện ô nhiễm phosphate tùy vào thời điểm như sông Lạch Tray, Bạch Đằng - tháng 7, Thái Bình - tháng 5 (bảng 2.4).

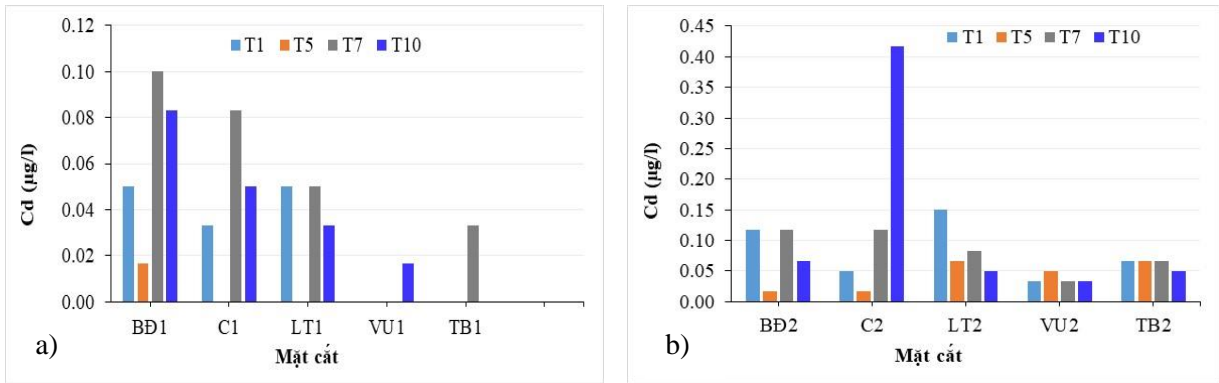
Nhìn chung mức độ ô nhiễm dinh dưỡng nhất thuộc về sông Lạch Tray, tiếp đến là sông Bạch Đằng, các sông Văn Úc và Thái Bình đứng ở mức ô nhiễm thứ 3 và sông Cấm ở mức cuối. Nồng độ các muối dinh dưỡng trong nước sông thay đổi rất lớn theo thời gian trong ngày, và tùy theo từng đợt quan trắc. Ngoài nguồn thượng lưu đưa vào Hải Phòng một lượng lớn chất dinh dưỡng, nguồn nội tại của thành phố cũng khá lớn, đặc biệt là tại các sông Cấm, Lạch Tray và Văn Úc.

4.1.3. Kim loại nặng

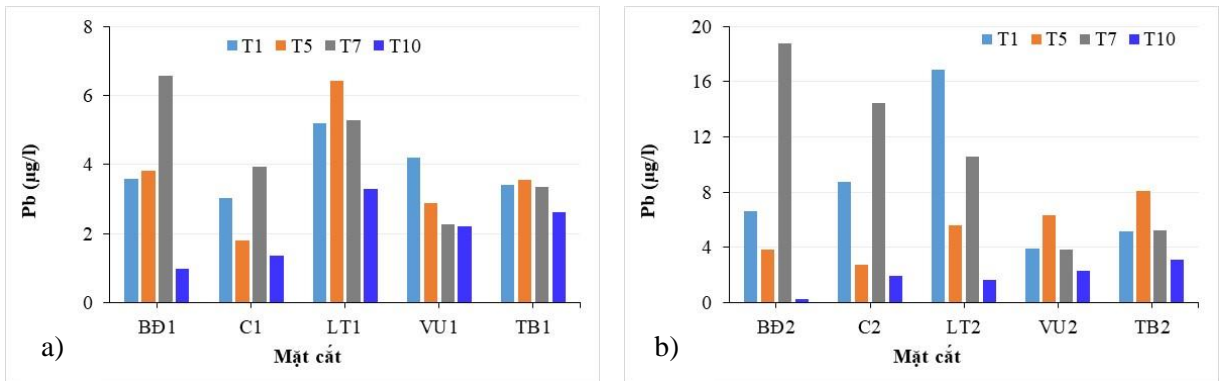
Kết quả của 4 đợt khảo sát vào mùa khô, mùa chuyển tiếp từ khô sang mưa, mùa mưa và mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô năm 2021 cho thấy hàm lượng các kim loại nặng Mg, Pb, Cu, Zn, As, Hg trên 5 sông (sông Bạch Đằng, sông Cấm, sông Lạch Tray, sông Văn Úc, sông Thái Bình) ở khu vực thượng lưu và hạ lưu sông đều nằm trong giới hạn cho phép theo tiêu chuẩn QCVN10:2015/BTNMT, riêng chỉ có hàm lượng kim loại Fe vượt tiêu chuẩn cho phép tại tất cả 5 trạm hạ lưu sông và một số trạm thượng lưu sông. So với kết quả nghiên cứu năm 2010 tại khu vực cửa sông Bạch Đằng cho thấy hàm lượng kim loại sắt có trạm tăng hơn 3 lần so với năm 2010. Hàm lượng kim loại Cu, Zn có xu hướng tăng so với kết quả nghiên cứu năm 2010, trong khi đó hàm lượng Zn và As không thay đổi nhiều so với kết quả nghiên cứu năm 2010 (hình 2.11-2.17).



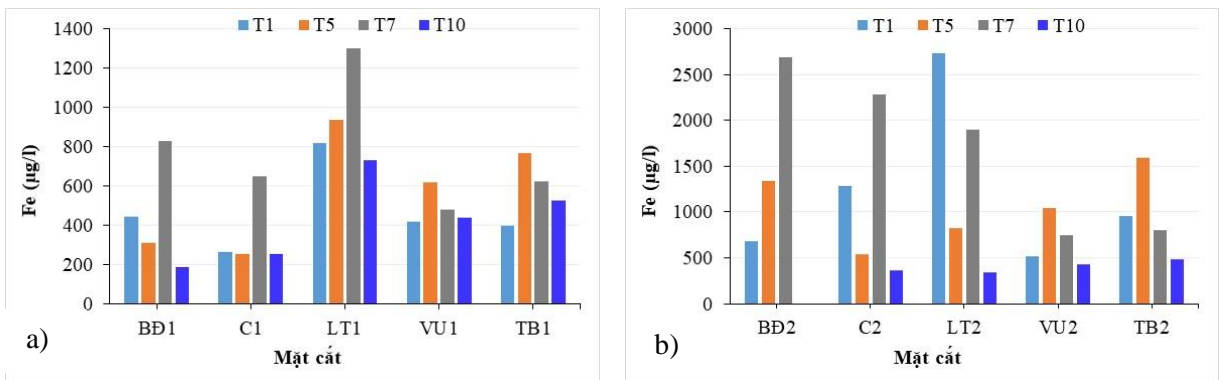
Hình 2.10. Nồng độ Mg tại các mặt cắt: a) thượng lưu, b) hạ lưu



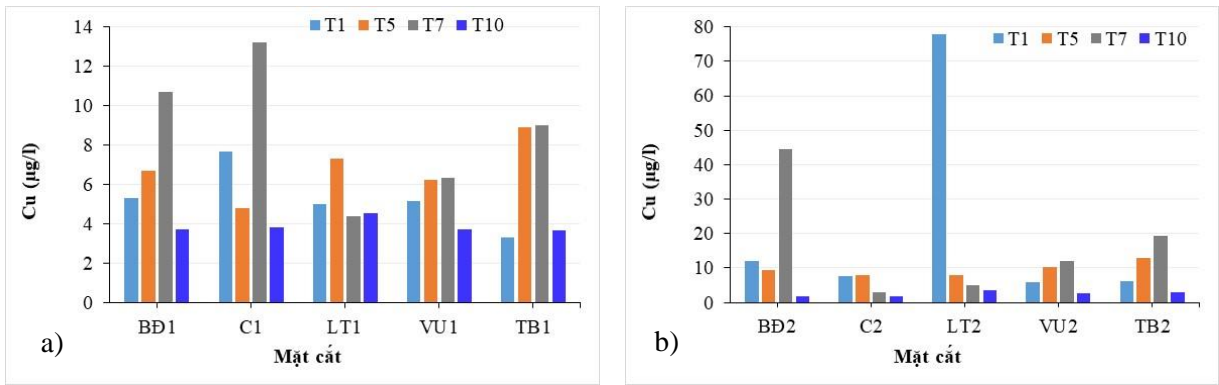
Hình 2.11. Nồng độ Cd tại các mặt cắt: a) thượng nguồn, b) hạ lưu



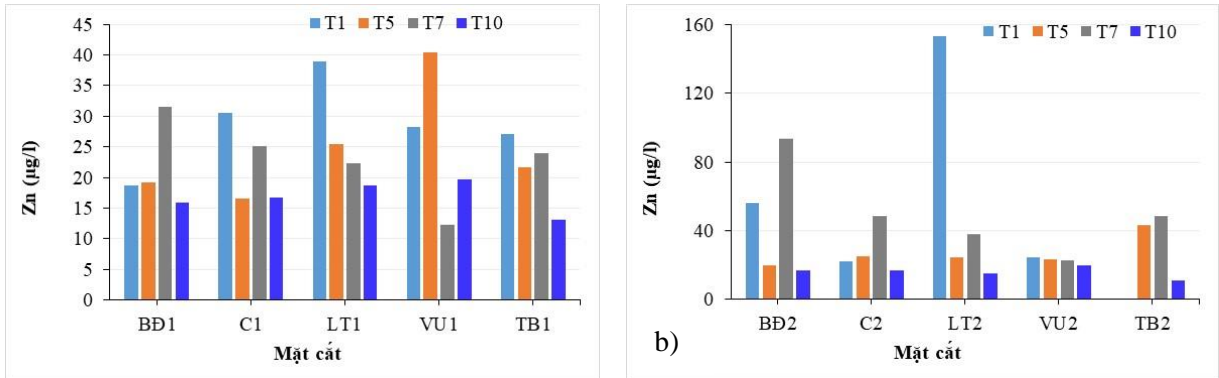
Hình 2.12. Nồng độ Pb tại các mặt cắt: a) thượng lưu, b) hạ lưu



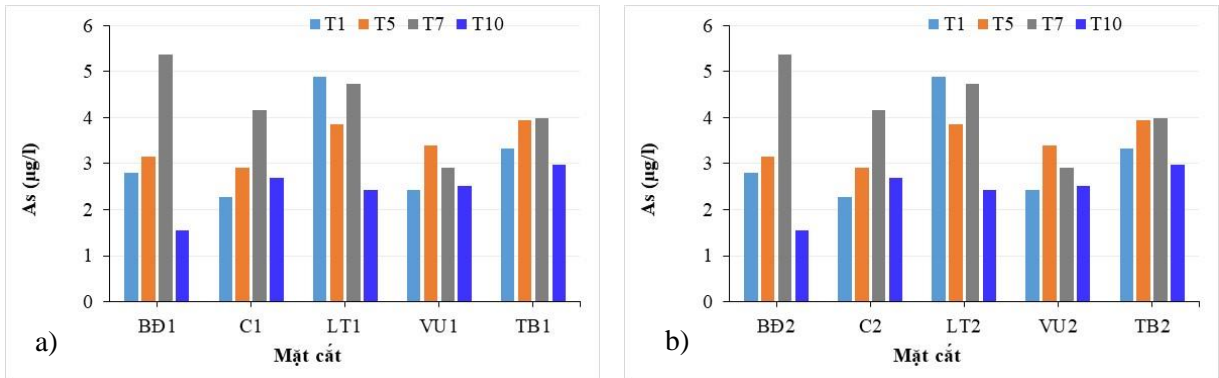
Hình 2.13. Nồng độ Fe tại các mặt cắt: a) thượng lưu, b) hạ lưu



Hình 2.14. Nồng độ Cu tại các mặt cắt: a) thượng nguồn, b) hạ lưu



Hình 2.15. Nồng độ Zn tại các mặt cắt: a) thượng nguồn, b) hạ lưu



Hình 2.16. Nồng độ As tại các mặt cắt: a) thượng nguồn, b) hạ lưu

Hàm lượng Hg trong 4 đợt khảo sát khá nhỏ ở các mặt cắt phía thượng lưu và hạ lưu 5 sông, đặc biệt không phát hiện Hg trong đợt khảo sát vào mùa khô. Hàm lượng Hg 0,1 µg/l được phát hiện tại một số ốp quan trắc ở hạ lưu sông Cẩm và Lạch Tray vào mùa chuyển tiếp khô sang mưa, ở hạ lưu sông Cẩm và sông Thái Bình vào mùa mưa và hàm lượng 0,2 µg/l ở mặt cắt hạ lưu sông Bạch Đằng vào mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô. So với giới hạn theo QCVN 10:2015/BTNMT (1 µg/l) thì chất lượng nước trên 5 sông đều chưa bị ô nhiễm bởi thủy ngân.

4.2. Tải lượng chất gây ô nhiễm từ phía thượng nguồn

4.2.1. Tải lượng nước vào biển ven bờ Hải Phòng từ sông chính

Hải Phòng nằm trong khu vực hạ lưu của hệ thống sông Hồng-Thái Bình với 5

cửa sông lớn đổ ra biển: cửa Thái Bình, Văn Úc, Lạch Tray, cửa Cấm và cửa Nam Triệu. Cửa sông ở đây thuộc loại hình cửa sông hình phễu, với hệ thống lạch triều dày đặc, hàng năm cung cấp lượng lớn nước và phù sa ra ngoài cửa.

Các kết quả tính toán mô phỏng cho thấy lưu lượng nước vào các sông khu vực Hải Phòng có sự biến động rất lớn theo mùa. Trong tháng 1, tổng lượng nước vào các sông chính khu vực Hải Phòng là khoảng 2,33 tỷ m³. Trong đó, sông Văn Úc chiếm tới gần 1,2 tỷ m³, tiếp theo là sông Cấm, có tổng lượng chảy khoảng 0,64 tỷ m³, sông Bạch Đằng khoảng 0,45 tỷ m³. Các sông Thái Bình và Lạch Tray có lượng nước rất nhỏ: lần lượt là 0,06 và 0,01 tỷ m³ (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Vào tháng 2, tổng lượng nước vào thượng nguồn các sông khu vực Hải Phòng có xu hướng tăng nhẹ: từ 2,33 (của tháng 1) lên 2,47 tỷ m³. Trong đó, sông Văn Úc vẫn chiếm tỷ trọng khá lớn (với 1,15 tỷ m³). Tiếp theo sau là sông Cấm (0,63 tỷ m³), sông Bạch Đằng (khoảng 0,44 tỷ m³). Các sông Thái Bình và Lạch Tray có tổng lượng chảy rất nhỏ với lần lượt là 0,08 và 0,16 tỷ m³ (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Vào tháng 3, tổng lượng nước vào thượng nguồn các sông khu vực Hải Phòng có xu hướng giảm, xuống còn 1,8 tỷ m³. Trong đó, sông Văn Úc vẫn chiếm tỷ trọng khá lớn (với 0,77 tỷ m³). Tiếp theo sau là sông Cấm (0,51 tỷ m³), sông Bạch Đằng (khoảng 0,35 tỷ m³). Các sông Thái Bình và Lạch Tray có tổng lượng chảy rất nhỏ với lần lượt là 0,05 và 0,14 tỷ m³ (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Vào tháng 4, tổng lượng nước vào thượng nguồn các sông khu vực Hải Phòng có xu hướng tăng rõ rệt với giá trị 2,3 tỷ m³. Trong đó, sông Văn Úc vẫn chiếm tỷ trọng khá lớn (với 1,08 tỷ m³). Tiếp theo sau là sông Cấm (0,59 tỷ m³), sông Bạch Đằng (khoảng 0,42 tỷ m³). Các sông Thái Bình và Lạch Tray có tổng lượng chảy rất nhỏ với lần lượt là 0,06 và 0,15 tỷ m³ (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Tổng lượng nước vào các sông khu vực Hải Phòng có xu hướng tăng dần cho đến mùa mưa. Vào tháng 5, tổng lượng nước vào hệ thống sông này tăng lên khoảng 2,9 tỷ m³. Trong đó sông Văn Úc vẫn chiếm khoảng gần 50% tổng lượng nước với giá trị khoảng 1,42 tỷ m³. Tổng lượng nước của sông Cấm và Bạch Đằng cũng lần lượt tăng lên 0,71 và 0,5 tỷ m³. Sông Lạch Tray và Thái Bình có lượng chảy khá nhỏ, lần lượt là 0,19 và 0,06 tỷ m³ (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Vào đầu thời kỳ mùa mưa (tháng 6), lượng nước chảy vào khu vực Hải Phòng tăng lên rõ rệt so với tháng 5. Tổng lượng nước qua các sông chính này

là 3,5 tỷ m³ nước. Trong đó, lượng nước qua sông Văn Úc vẫn rất lớn, lên tới 1,82 tỷ m³ nước, sau đó kế đến là sông Cấm (0,8 tỷ m³), sông Bạch Đằng (0,56 tỷ m³). Sông Lạch Tray và Thái Bình có lượng chảy rất nhỏ với các giá trị lần lượt là 0,2 và 0,11 tỷ m³ nước (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Đến tháng 7, khi lượng mưa tăng lên, lượng nước từ thượng nguồn lưu vực sông Hồng-Thái Bình đổ về nhiều hơn, tổng lượng nước vào các sông chính khu vực Hải Phòng tăng mạnh (gần gấp 3 lần so với tháng 6), với giá trị khoảng 9,5 tỷ m³ nước. Trong đó, sông Văn Úc chiếm tới gần 4,2 tỷ m³, tiếp theo là sông Cấm, có tổng lượng chảy khoảng 2,6 tỷ m³, sông Bạch Đằng khoảng 1,8 tỷ m³. Các sông Thái Bình và Lạch Tray có lượng nước nhỏ hơn, lần lượt là 0,24 và 0,65 tỷ m³ (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Đến tháng 8, lượng nước từ thượng nguồn vào các sông khu vực Hải Phòng có xu hướng giảm nhẹ so với tháng 7, với 9,25 tỷ m³ nước. Trong đó, lượng nước vào sông Văn Úc chiếm lớn nhất, với khoảng 4,14 tỷ m³, tiếp theo là sông Cấm và sông Bạch Đằng, có tổng lượng nước khoảng 2,5 và 1,75 tỷ m³. Các sông Lạch Tray và Thái Bình có lượng nước nhỏ hơn: lần lượt là 0,63 và 0,22 tỷ m³ (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Bảng 3.7. Tải lượng nước vào các sông khu vực Hải Phòng

Sông	Các tháng trong năm												Tổng cả năm
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Bạch Đằng	0,45	0,44	0,35	0,42	0,50	0,56	1,81	1,75	0,06	1,20	0,56	0,44	8,54
Cấm	0,64	0,63	0,51	0,59	0,71	0,80	2,59	2,50	2,61	1,71	0,80	0,63	14,74
Lạch Tray	0,00	0,16	0,14	0,15	0,19	0,20	0,65	0,63	0,65	0,43	0,20	0,18	3,58
Văn Úc	1,19	1,15	0,77	1,08	1,42	1,82	4,18	4,14	4,67	3,29	1,58	1,16	26,45
Thái Bình	0,06	0,08	0,05	0,07	0,06	0,11	0,24	0,22	0,26	0,21	0,09	0,07	1,49
Tổng	2,33	2,47	1,81	2,30	2,88	3,49	9,46	9,25	8,25	6,84	3,24	2,47	54,81

Vào tháng 9, lượng nước từ thượng nguồn về các sông khu vực Hải Phòng giảm khoảng 1 tỷ m³ nước so với tháng 8. Trong đó, sông Văn Úc chiếm tới gần 4,67 tỷ m³, tiếp theo là sông Cấm, có tổng lượng chảy khoảng 2,61 tỷ m³. Các sông Lạch Tray, Thái Bình và sông Bạch Đằng có lượng nước nhỏ hơn: lần lượt là 0,65; 0,26 và 0,06 tỷ m³ (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Xu hướng giảm lượng chảy vào khu vực Hải Phòng tiếp tục diễn ra vào tháng 10. Tổng lượng chảy có giá trị khoảng 6,8 tỷ m³ nước. Trong đó lớn nhất là sông Văn Úc với giá trị khoảng 3,3 tỷ m³, tiếp sau là sông Cấm (3,07 tỷ m³) và Bạch Đằng với giá trị lượng chảy vào lần lượt là 1,7 và 1,2 tỷ m³. Các sông

còn lại như Lạch Tray và Thái Bình có giá trị khá nhỏ: 0,43 và 0,21 tỷ m³ nước (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Vào tháng 11, xu hướng giảm lượng chảy vào khu vực Hải Phòng tiếp tục diễn ra. Tổng lượng chảy trong tháng 11 có giá trị khoảng 3,2 tỷ m³ nước. Trong đó lớn nhất là sông Văn Úc với giá trị khoảng 1,58 tỷ m³, tiếp sau là sông Cấm (0,8 tỷ m³). Các sông còn lại như Bạch Đằng, Lạch Tray và Thái Bình có giá trị khá nhỏ: 0,56, 0,2 và 0,09 tỷ m³ nước (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Trong tháng 12, tổng lượng nước xu hướng giảm lượng chảy vào khu vực Hải Phòng tiếp tục diễn ra. Tổng lượng chảy trong tháng 12 có giá trị khoảng 2,47 tỷ m³ nước. Trong đó lớn nhất là sông Văn Úc với giá trị khoảng 1,16 tỷ m³, tiếp sau là sông Cấm và Bạch Đằng với giá trị lượng chảy vào lần lượt là 0,63 và 0,44 tỷ m³. Các sông còn lại như Lạch Tray và Thái Bình có giá trị khá nhỏ: 0,18 và 0,07 tỷ m³ nước (bảng 3.1, hình D1, phụ lục D).

Các kết quả tính toán mô phỏng cũng cho thấy trong năm, tổng cộng lượng nước vào khu vực Hải Phòng qua 05 sông chính (Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc và Thái Bình) là 54,8 tỷ m³. Trong đó, sông Văn Úc chiếm lượng nước lớn nhất với giá trị khoảng 26,5 tỷ m³ (khoảng 50% tổng lượng nước đưa vào vùng ven biển Hải Phòng), các sông tiếp theo có lượng chảy lớn là Cấm và Bạch Đằng, với tổng lưu lượng trong cả năm lần lượt là 14,7 tỷ m³ và 8,5 tỷ m³. Sông Lạch Tray và Thái Bình có tổng lượng chảy cả năm khá nhỏ, với các giá trị lần lượt là 3,6 và 1,5 tỷ m³ (Bảng 3.1).

4.2.2. Tải lượng chất ô nhiễm hữu cơ vào biển ven bờ HP từ sông chính

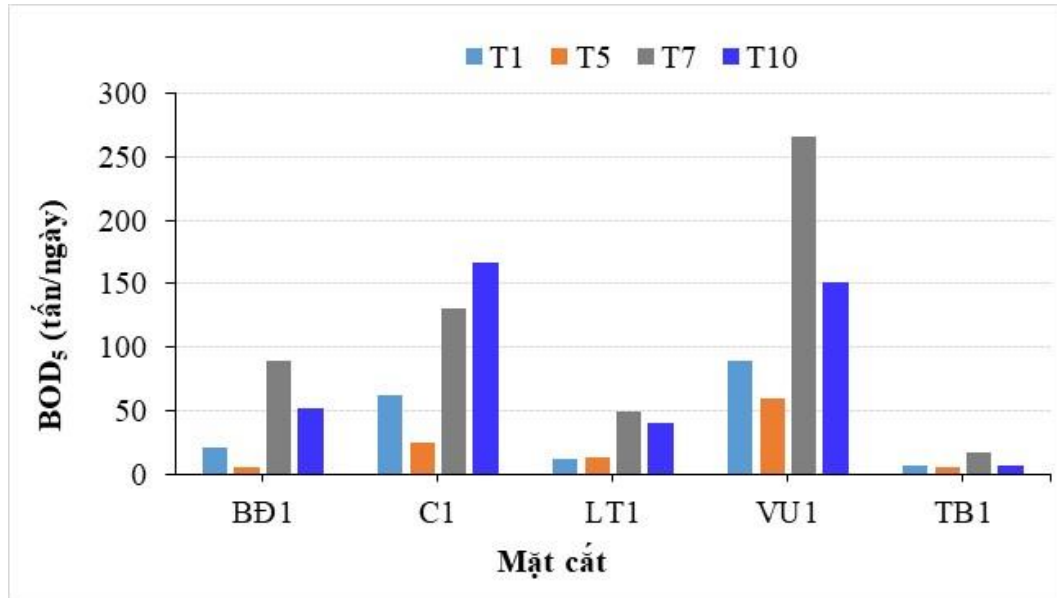
Biến động của các chất ô nhiễm hữu cơ tại các mặt cắt phía thượng lưu các sông của Hải Phòng (Bạch Đằng-BĐ1, Cấm-C1, Lạch Tray-LT1, Văn Úc-VU1, Thái Bình-TB1) trong thời gian khảo sát các mùa phụ thuộc vào dao động mực nước thủy triều. Tải lượng BOD₅ vận chuyển qua mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 20,78 tấn/ngày, sau đó giảm mạnh vào mùa chuyển tiếp từ khô sang mưa-tháng 5 (5,58 tấn/ngày). Tải lượng BOD₅ vận chuyển qua mặt cắt đạt cực đại vào mùa mưa (tháng 7) với giá trị 89,27 tấn/ngày, sau đó giảm vào mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô là 51,57 tấn/ngày (hình 3.2).

Tải lượng BOD₅ vận chuyển qua mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 61,65 tấn/ngày, sau đó giảm vào mùa chuyển tiếp từ khô sang mưa (24,88 tấn/ngày). Tải lượng BOD₅ vận chuyển qua mặt cắt C1 sau đó tăng lên vào mùa mưa (tháng 7) với giá trị 130,47 tấn/ngày và đạt cực đại vào mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô-tháng 10 (166,72 tấn/ngày) (hình 3.2).

Tải lượng BOD₅ vận chuyển qua mặt cắt LT1 thấp nhất trong thời gian khảo sát tháng 1 (12,55 tấn/ngày), sau đó đến tháng 5 (13,03 tấn/ngày). Tải lượng BOD₅

đạt cực đại vào tháng 7 (49,56 tấn/ngày), sau đó giảm vào tháng 10 (39,96 tấn/ngày) (hình 3.2).

Tại mặt cắt VU1, tải lượng BOD₅ lớn nhất so với các sông còn lại. Tải lượng qua mặt cắt lớn nhất vào tháng 7 với 266,52 tấn/ngày và thấp nhất vào tháng 5 với 59,48 tấn/ngày. Tải lượng BOD₅ các tháng 1 và tháng 10 có giá trị lần lượt là 88,86 tấn/ngày và 151,51 tấn/ngày (hình 3.2).



Hình 3.1. Tải lượng BOD₅ đi vào các sông của Hải Phòng

Tải lượng BOD₅ vận chuyển qua mặt cắt TB1 nhỏ nhất so với tải lượng các mặt cắt thượng lưu khác của các sông trên địa bàn Hải Phòng, có xu hướng tương tự như các mặt cắt khác. Tải lượng BOD₅ qua mặt cắt này trong thời gian khảo sát tại tất cả các tháng đều nhỏ hơn 17 tấn/ngày: 7,2 tấn/ngày (tháng 1), 4,98 tấn/ngày (tháng 5), 16,63 tấn/ngày (tháng 7), và 6,12 tấn/ngày (tháng 10) (hình 3.2).

Để đánh lượng BOD₅ vận chuyển qua các mặt cắt phía thượng lưu các sông của Hải Phòng, cân bằng bùn cát tại các mặt cắt này được tính toán. Vào thời gian khảo sát mùa khô (tháng 1), tổng lượng BOD₅ vào trong sông qua mặt cắt BĐ1 là 185,1 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 122,81 tấn. Cân bằng BOD₅ tại mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 62,33 tấn. Vào mùa chuyển tiếp từ khô sang mưa (tháng 5), tổng lượng BOD₅ đi vào và đi ra qua mặt cắt BĐ1 nhỏ nhất so với các mùa khác, với giá trị lần lượt là 50,09 tấn và 36,14 tấn. Cân bằng lượng BOD₅ tại mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 13,95 tấn. Đối với thời gian khảo sát trong tháng 7 trùng với mùa mưa nên tổng lượng BOD₅ vận chuyển qua mặt cắt BĐ1 đều có xu hướng đi vào (đi về phía hạ lưu sông), với tổng lượng BOD₅ là 223,17 tấn. Vào mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô (tháng 10), tổng lượng BOD₅ đi vào (142,36 tấn) lớn hơn rất nhiều so với lượng BOD₅ đi ra (13,44

tấn) qua mặt cắt BD1 trong thời gian khảo sát mùa này. Cân bằng BOD₅ tại mặt cắt BD1 trong thời gian khảo sát tháng 10 là 128,93 tấn (bảng 3.4).

Bảng 3.8. Cân bằng BOD₅ (tấn) tại các mặt cắt phía thượng nguồn các sông của Hải Phòng

Thời gian	Cân bằng	Mặt cắt				
		BD1	C1	LT1	VU1	TB1
T1	Đi vào	185,15	225,91	35,78	269,91	20,50
	Đi ra	122,81	71,77	4,40	47,76	2,49
	Cân bằng	62,33	154,13	31,38	222,15	18,00
T5	Đi vào	50,09	124,48	34,70	219,49	17,86
	Đi ra	36,14	62,27	2,13	70,79	5,41
	Cân bằng	13,95	62,21	32,56	148,70	12,45
T7	Đi vào	223,17	326,17	123,90	666,30	41,58
	Đi ra					
	Cân bằng					
T10	Đi vào	142,36	416,80	99,90	378,76	15,50
	Đi ra	13,44				0,21
	Cân bằng	128,93				15,29

Đối với mặt cắt phía thượng lưu sông Cấm-C1, vào đợt quan trắc tháng 1 (mùa khô), tổng lượng BOD₅ đi vào trong sông qua mặt cắt C1 là 225,91 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 71,77 tấn. Cân bằng BOD₅ tại mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 154,13 tấn. Vào đợt quan trắc tháng 5, tổng lượng BOD₅ đi vào và đi ra qua mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát mùa này lần lượt là 124,48 tấn và 62,27 tấn. Cân bằng bùn cát tại mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 62,21 tấn. Vào đợt quan trắc tháng 7 và tháng 10, vận chuyển BOD₅ có xu hướng giống nhau, đều đi vào trong sông Cấm qua mặt cắt C1 (đi về phía hạ lưu sông), với giá trị là 326,17 tấn và 416,8 tấn (bảng 3.4).

Trong đợt quan trắc tháng 1 và tháng 5, lượng BOD₅ vận chuyển qua mặt cắt LT1 có xu hướng giống nhau đều có đi vào và đi ra khỏi sông. Tổng lượng BOD₅ đi vào trong sông qua mặt cắt LT1 là 35,78 tấn (tháng 1) và 34,7 tấn (tháng 5), đi ra khỏi mặt cắt là 4,4 tấn (tháng 1) và 2,13 tấn (tháng 5). Cân bằng BOD₅ tại mặt cắt LT1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 lần lượt là 31,38 tấn và 62,21 tấn. Trong thời khảo sát tháng 7 và tháng 10 do ảnh hưởng lượng nước từ thượng nguồn lớn nên BOD₅ đều có xu hướng đi vào trong sông Lạch Tray với giá trị lần lượt là 123,9 tấn và 99,9 tấn (bảng 3.4).

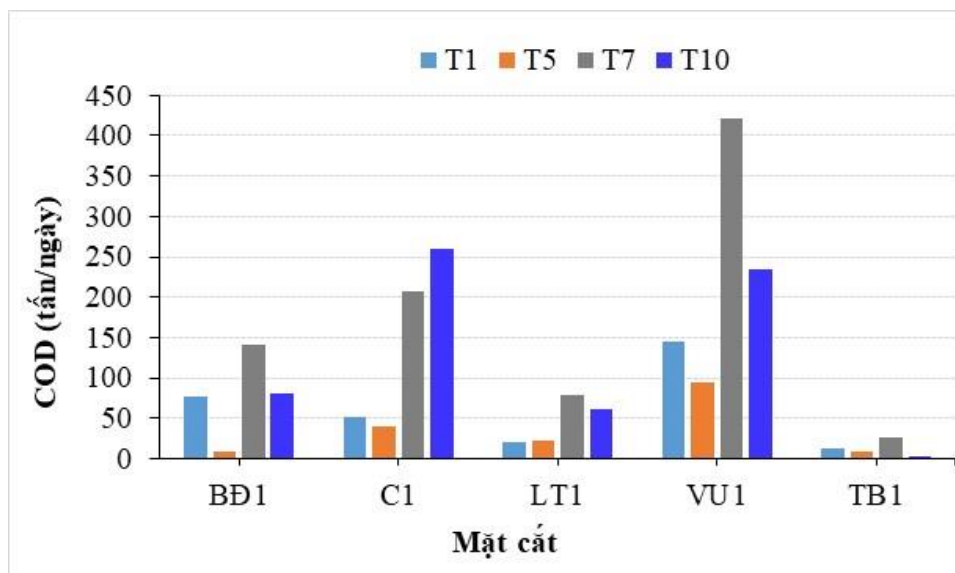
Xu hướng tương tự cũng diễn ra trên mặt VU1 ở thượng lưu sông Văn Úc, tuy nhiên vận chuyển BOD₅ diễn ra trên mặt cắt này lớn hơn nhiều so với các mặt cắt phía thượng lưu của các sông khác. Vào đợt quan trắc tháng 1, tổng lượng BOD₅ đi vào trong sông qua mặt cắt VU1 là 269,91 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 47,76 tấn. Cân bằng BOD₅ tại mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 222,15 tấn. Đối với đợt quan trắc tháng 5, tổng lượng BOD₅ đi vào và đi ra

qua mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát lần lượt là 219,49 tấn và 70,79 tấn. Cân bằng BOD₅ tại mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 148,7 tấn. Trong đợt khảo sát tháng 7 và tháng 10, tổng lượng BOD₅ qua mặt cắt VU1 đều có xu hướng đi vào sông với giá trị lần lượt là 666,3 tấn và 378,77 tấn.

Tại mặt cắt TB1 ở thượng lưu sông Thái Bình, tải lượng BOD₅ vận chuyển qua mặt cắt nhỏ nhất so với các sông khác. Tổng lượng BOD₅ đi vào trong sông qua mặt cắt TB1 lớn nhất vào tháng 7 là 41,58 tấn, sau đó đến tháng 1 (20,5 tấn), tháng 5 (17,86 tấn), và thấp nhất là tháng 10 (15,5 tấn). Lượng BOD₅ đi ra khỏi mặt cắt này lớn nhất là tháng 5 (5,41 tấn), sau đó đến tháng 1 (2,49 tấn), tháng 10 (0,21 tấn) và tháng 7 không có sự di chuyển ra khỏi mặt cắt. Cân bằng BOD₅ tại mặt cắt TB1 trong thời gian khảo sát tháng 1, tháng 5, tháng 7 và tháng 10 lần lượt là 18,0 tấn, 12,45 tấn, 41,58 tấn và 15,29 tấn (bảng 3.4).

Tải lượng COD vận chuyển qua mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 77,05 tấn/ngày, sau đó giảm mạnh vào mùa chuyển tiếp từ khô sang mưa-tháng 5 (9,39 tấn/ngày). Tải lượng COD vận chuyển qua mặt cắt đạt cực đại vào mùa mưa (tháng 7) với giá trị 141,06 tấn/ngày, sau đó giảm vào mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô là 81,15 tấn/ngày (hình 3.3).

Tải lượng COD vận chuyển qua mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát vẫn thấp nhất vào tháng 5 (9,39 tấn/ngày), nhưng tải lượng cao nhất lại trùng với thời gian khảo sát trong tháng 10 (259,64 tấn/ngày). Tải lượng COD qua mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 7 lần lượt là 50,65 tấn/ngày và 206,29 tấn/ngày (hình 3.3).



Hình 3.2. Tải lượng COD đi vào các sông của Hải Phòng

Tải lượng COD trung bình vận chuyển qua mặt cắt LT1 bằng 20,53 tấn/ngày trong thời gian khảo sát vào mùa khô, sau đó tăng nhẹ vào mùa chuyển tiếp từ khô sang mưa (21,44 tấn/ngày). Tải lượng COD đạt cực đại vào mùa mưa

(78,81 tấn/ngày), sau đó giảm xuống còn 62,07 tấn/ngày vào mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô (tháng 10) (hình 3.3).

Đối với mặt cắt VU1, tải lượng COD trung bình vận chuyển qua mặt cắt này lớn nhất so với các mặt cắt khác phía thượng lưu các sông khác. Tải lượng COD qua mặt cắt VU1 dao động từ 94,82 tấn/ngày (tháng 5) đến 421,44 tấn/ngày (tháng 7). Tải lượng COD qua mặt cắt trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 10 lần lượt là (144,25 tấn/ngày) và 234,58 tấn/ngày (hình 3.3).

Tải lượng COD qua mặt cắt TB1 nhỏ nhất so với các mặt cắt phía thượng lưu của các sông khác. Tải lượng COD trung bình qua mặt cắt này trong thời gian khảo sát tháng 1, 5 và tháng 10 đều nhỏ hơn 12 tấn/ngày và lớn nhất vào tháng 7 với 26,25 tấn/ngày (hình 3.3).

Vào thời gian khảo sát, mùa khô (tháng 1), tổng lượng COD vào trong sông qua mặt cắt BĐ1 là 300,65 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 69,41 tấn. Cân bằng COD tại mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 231,15 tấn. Vào mùa chuyển tiếp từ khô sang mưa (tháng 5), tổng lượng COD đi vào và đi ra qua mặt cắt BĐ1 nhỏ nhất so với các mùa khác, với giá trị lần lượt là 81,97 tấn và 58,5 tấn. Cân bằng lượng COD tại mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 23,47 tấn. Đối với thời gian khảo sát trong tháng 7 trùng với mùa mưa nên tổng lượng COD vận chuyển qua mặt cắt BĐ1 đều có xu hướng đi vào (đi về phía hạ lưu sông), với tổng lượng là 352,65 tấn. Vào mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô (tháng 10), tổng lượng COD đi vào (223,71 tấn) lớn hơn rất nhiều so với lượng đi ra (20,84 tấn) qua mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát mùa này. Cân bằng COD tại mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 10 là 202,87 tấn (bảng 3.5).

Bảng 3.9. Cân bằng COD (tấn) tại các mặt cắt phía thượng nguồn các sông của Hải Phòng

Thời gian	Cân bằng	Mặt cắt				
		BĐ1	C1	LT1	VU1	TB1
T1	Đi vào	300,56	244,61	58,41	438,55	33,23
	Đi ra	69,41	117,99	7,08	77,92	4,09
	Cân bằng	231,15	126,62	51,33	360,63	29,15
T5	Đi vào	81,97	201,70	57,14	352,72	29,82
	Đi ra	58,50	100,67	3,53	115,66	9,05
	Cân bằng	23,47	101,03	53,61	237,06	20,77
T7	Đi vào	352,65	515,73	197,02	1053,60	65,63
	Đi ra					
	Cân bằng					
T10	Đi vào	223,71	649,11	155,17	586,46	24,07
	Đi ra	20,84				0,35
	Cân bằng	202,87				23,73

Đối với mặt cắt phía thượng lưu sông Cẩm-C1, Lạch Tray-LT1 và Văn

Úc-VU1 đều có chung xu hướng vận chuyển COD qua các mặt cắt này vào tháng 7 và tháng 10 đều đi vào trong sông: tại mặt cắt C1 đi vào 515,73 tấn (tháng 7) và 649,11 tấn (tháng 10); tại mặt cắt LT1 đi vào 197,02 tấn (tháng 7) và 155,17 tấn (tháng 10); tại mặt cắt VU1 đi vào 1053,6 tấn (tháng 7) và 586,46 tấn (tháng 10). Vào đợt quan trắc tháng 1, tổng lượng COD đi vào trong sông qua mặt cắt C1 là 244,61 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 117,99 tấn. Cân bằng COD tại mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 126,62 tấn. Vào đợt quan trắc tháng 5, tổng lượng COD đi vào và đi ra qua mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát mùa này lần lượt là 201,7 tấn và 100,67 tấn. Cân COD cắt tại mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 101,03 tấn (bảng 3.5).

Trong đợt quan trắc tháng 1 và tháng 5, COD vận chuyển qua mặt cắt LT1 có xu hướng giống nhau đều có đi vào và đi ra khỏi sông. Tổng lượng COD đi vào trong sông qua mặt cắt LT1 là 58,41 tấn (tháng 1) và 57,14 tấn (tháng 5), đi ra khỏi mặt cắt là 7,08 tấn (tháng 1) và 3,53 tấn (tháng 5). Cân bằng COD tại mặt cắt LT1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 lần lượt là 51,33 tấn và 53,61 tấn (bảng 3.5).

Tại mặt cắt VU1 ở thượng lưu sông Văn Úc, vận chuyển COD diễn ra trên mặt cắt này lớn hơn nhiều so với các mặt cắt phía thượng lưu của các sông khác. Vào đợt quan trắc tháng 1, tổng lượng COD đi vào trong sông qua mặt cắt VU1 là 438,55 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 77,92 tấn. Cân bằng COD tại mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 360,63 tấn. Đối với đợt quan trắc tháng 5, tổng lượng COD đi vào và đi ra qua mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát mùa này lần lượt là 352,72 tấn và 115,66 tấn. Cân bằng COD tại mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 237,06 tấn (bảng 3.5).

Tại mặt cắt TB1 ở thượng lưu sông Thái Bình, tải lượng COD vận chuyển qua mặt cắt nhỏ nhất so với các sông khác. Tổng lượng COD đi vào trong sông qua mặt cắt TB1 lớn nhất vào tháng 7 là 65,63 tấn, sau đó đến tháng 1 (33,23 tấn), tháng 5 (29,82 tấn), và thấp nhất là tháng 10 (24,07 tấn). Lượng COD đi ra khỏi mặt cắt này lớn nhất là tháng 5 (9,05 tấn), sau đó đến tháng 1 (4,09 tấn), tháng 10 (0,35 tấn) và tháng 7 không có sự di chuyển ra khỏi mặt cắt. Cân bằng COD tại mặt cắt TB1 trong thời gian khảo sát tháng 1, tháng 5, tháng 7 và tháng 10 lần lượt là 29,15 tấn, 20,77 tấn, 65,63 tấn và 23,73 tấn (bảng 3.5).

4.2.3. Tải lượng chất dinh dưỡng vào biển ven bờ HP từ sông chính

Tải lượng NH_4^+

Tải lượng NH_4^+ vận chuyển qua các mặt cắt phía thượng lưu các sông của Hải Phòng phụ thuộc vào lưu lượng nước qua các mặt cắt. Tải lượng NH_4^+ qua mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 1 tấn/ngày, sau đó giảm trong

đợt tháng 5 (0,44 tấn/ngày). Tải lượng NH_4^+ vận chuyển qua mặt cắt đạt cực đại vào tháng 7 với giá trị 4,52 tấn/ngày, sau đó giảm vào đợt khảo sát tháng 10 (3,41 tấn/ngày) (hình 3.4).

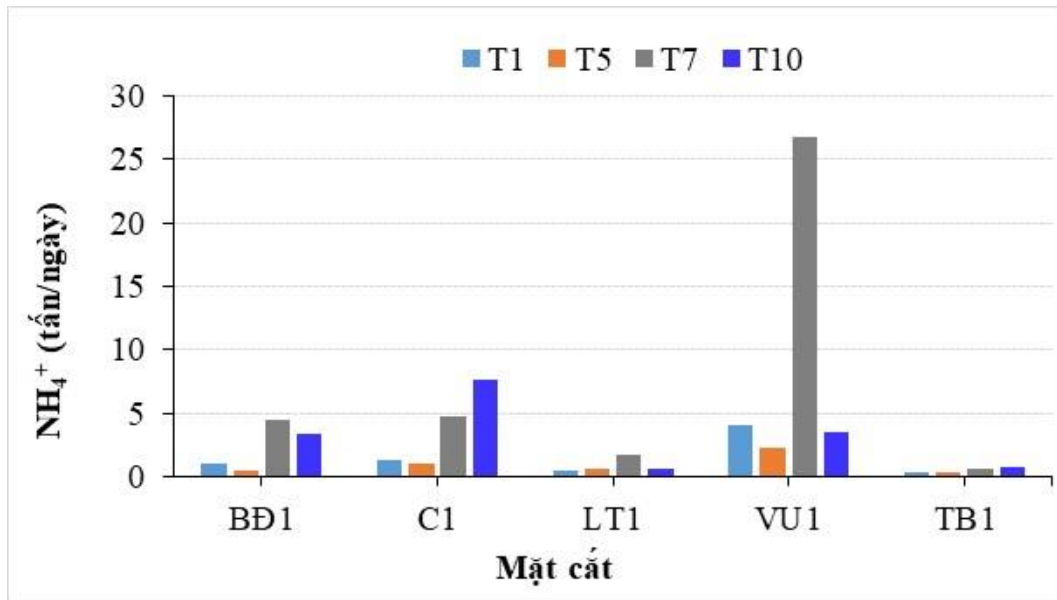
Tải lượng NH_4^+ vận chuyển qua mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 không có sự chênh lệch nhau nhiều, lần lượt là 1,36 tấn/ngày và 1,01 tấn/ngày. Tải lượng NH_4^+ vận chuyển qua mặt cắt C1 sau đó tăng lên vào mùa mưa (tháng 7) với giá trị 4,73 tấn/ngày và đạt cực đại vào đợt khảo sát tháng 10 (7,65 tấn/ngày) (hình 3.4).

Tải lượng NH_4^+ vận chuyển qua mặt cắt LT1 thấp nhất trong thời gian khảo sát tháng 1 (0,44 tấn/ngày), sau đó đến tháng 5 và tháng 10 với khoảng 0,63 tấn/ngày. Tải lượng BOD_5 đạt cực đại vào tháng 7, với giá trị 1,78 tấn/ngày (hình 3.4).

Tại mặt cắt VU1, tải lượng NH_4^+ lớn nhất so với các sông còn lại. Tải lượng qua mặt cắt lớn nhất vào tháng 7 với 26,77 tấn/ngày và thấp nhất vào tháng 5 với 2,35 tấn/ngày. Tải lượng NH_4^+ các tháng 1 và tháng 10 có giá trị lần lượt là 4,12 tấn/ngày và 3,52 tấn/ngày (hình 3.4).

Tải lượng NH_4^+ vận chuyển qua mặt cắt TB1 nhỏ nhất so với tải lượng các mặt cắt thượng lưu khác của các sông trên địa bàn Hải Phòng, đều nhỏ hơn 1 tấn/ngày, đặc biệt trong đợt khảo sát tháng 1 và 5 nhỏ hơn 0,4 tấn/ngày (hình 3.4).

Để đánh giá lượng NH_4^+ đi vào các sông của Hải Phòng qua mặt cắt thượng lưu, cân bằng NH_4^+ tại các mặt cắt này được tính toán. Vào thời gian khảo sát, mùa khô (tháng 1), tổng lượng NH_4^+ vào trong sông qua mặt cắt BĐ1 là 4,73 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 1,73 tấn. Cân bằng NH_4^+ tại mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 3,0 tấn. Vào đợt khảo sát tháng 5, tổng lượng NH_4^+ đi vào và đi ra qua mặt cắt BĐ1 có giá trị lần lượt là 3,45 tấn và 2,35 tấn. Lượng NH_4^+ bị giữ lại trong sông Bạch Đằng khi đi qua mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 1,1 tấn. Đối với thời gian khảo sát trong tháng 7 trùng với mùa mưa nên tổng lượng NH_4^+ vận chuyển qua mặt cắt BĐ1 đều có xu hướng đi vào (đi về phía hạ lưu sông), với giá trị là 11,3 tấn. Vào mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô (tháng 10), tổng lượng NH_4^+ đi vào (9,18 tấn) lớn hơn rất nhiều so với lượng đi ra (0,64 tấn) qua mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát mùa này. Cân bằng NH_4^+ tại mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 10 là 8,54 tấn (bảng 3.8).



Hình 3.3. Tải lượng NH₄⁺ đi vào các sông của Hải Phòng

Đối với mặt cắt phía thượng lưu sông Cấm-C1, Lạch Tray-LT1 và Văn Úc-VU1 đều có chung xu hướng vận chuyển NH₄⁺ qua các mặt cắt này vào tháng 7 và tháng 10 là đều đi vào trong sông: tại mặt cắt C1 đi vào 11,83 tấn (tháng 7) và 19,13 tấn (tháng 10); tại mặt cắt LT1 đi vào 4,44 tấn (tháng 7) và 1,6 tấn (tháng 10); tại mặt cắt VU1 đi vào 66,92 tấn (tháng 7) và 8,79 tấn (tháng 10). Vào đợt quan trắc tháng 1 và tháng 5, tổng lượng NH₄⁺ đi vào trong sông qua mặt cắt C1 lần lượt là 5,85 tấn và 4,58 tấn. Lượng NH₄⁺ đi ra khỏi sông qua mặt cắt C1 là 2,46 tấn (tháng 1) và 2,07 tấn (tháng 5). Cân bằng NH₄⁺ tại mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 lần lượt là 3,39 tấn và 2,51 tấn (bảng 3.8).

Trong đợt quan trắc tháng 1 và tháng 5, NH₄⁺ vận chuyển qua mặt cắt LT1 có xu hướng giống nhau đều có đi vào và đi ra khỏi sông. Tổng lượng NH₄⁺ đi vào trong sông qua mặt cắt LT1 là 1,21 tấn (tháng 1) và 1,69 tấn (tháng 5), đi ra khỏi mặt cắt đều là 0,11 tấn trong thời gian khảo sát vào tháng 1 và tháng 5. Cân bằng NH₄⁺ tại mặt cắt LT1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 lần lượt là 1,1 tấn và 1,58 tấn (bảng 3.8).

Bảng 3.10. Cân bằng NH₄⁺ (kg) qua các mặt cắt thượng nguồn các sông của Hải Phòng

Thời gian	Cân bằng	Mặt cắt				
		BD1	C1	LT1	VU1	TB1
T1	Đi vào	4,73	5,85	1,21	10,89	1,00
	Đi ra	1,73	2,46	0,11	0,60	0,09
	Cân bằng	3,00	3,39	1,10	10,29	0,91
T5	Đi vào	3,45	4,58	1,69	7,72	1,07
	Đi ra	2,35	2,07	0,11	1,84	0,24
	Cân bằng	1,10	2,51	1,58	5,88	0,83
T7	Đi vào	11,30	11,83	4,44	66,92	1,58

	Đi ra					
	Cân bằng					
T10	Đi vào	9,18	19,13	1,60	8,79	1,96
	Đi ra	0,64				0,01
	Cân bằng	8,54				1,95

Tại mặt cắt VU1 ở thượng lưu sông Văn Úc, vận chuyển NH_4^+ diễn ra trên mặt cắt này lớn hơn so với các mặt cắt phía thượng lưu của các sông khác. Vào đợt quan trắc tháng 1, tổng lượng NH_4^+ đi vào trong sông qua mặt cắt VU1 là 10,89 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 0,6 tấn. Cân bằng NH_4^+ tại mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 10,29 tấn. Đối với đợt quan trắc tháng 5, tổng lượng NH_4^+ đi vào và đi ra qua mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát mùa này lần lượt là 7,72 tấn và 1,84 tấn. Cân bằng NH_4^+ tại mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 5,88 tấn (bảng 3.8).

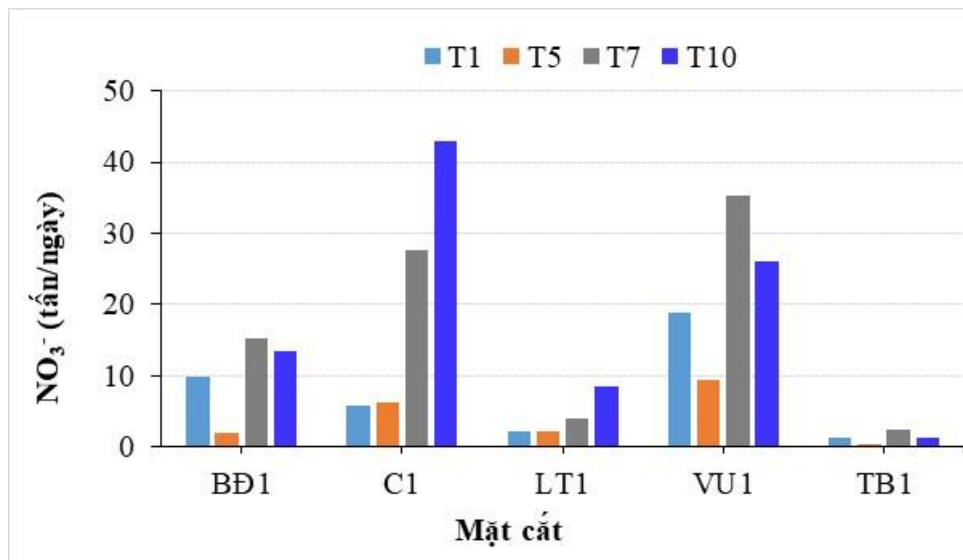
Tại mặt cắt TB1 ở thượng lưu sông Thái Bình, tải lượng NH_4^+ vận chuyển qua mặt cắt nhỏ nhất so với các sông khác. Tổng lượng NH_4^+ đi vào trong sông qua mặt cắt TB1 lớn nhất vào tháng 10 là 1,96 tấn, sau đó đến tháng 7 (1,58 tấn), tháng 5 (1,07 tấn), và thấp nhất là tháng 1 (1 tấn). Lượng NH_4^+ đi ra khỏi mặt cắt này lớn nhất là tháng 5 (0,24 tấn), sau đó đến tháng 1 (0,09 tấn), tháng 10 (0,01 tấn) và tháng 7 không có sự di chuyển ra khỏi mặt cắt. Cân bằng NH_4^+ tại mặt cắt TB1 trong thời gian khảo sát tháng 1, tháng 5, tháng 7 và tháng 10 lần lượt là 0,91 tấn, 0,83 tấn, 1,58 tấn và 1,95 tấn (bảng 3.8).

Tải lượng NO_3^-

Tải lượng NO_3^- vận chuyển qua các mặt cắt phía thượng lưu các sông của Hải Phòng phụ thuộc vào lưu lượng nước qua các mặt cắt. Tải lượng NO_3^- qua mặt cắt BD1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 9,78 tấn/ngày, sau đó giảm trong đợt tháng 5 (2 tấn/ngày). Tải lượng NO_3^- vận chuyển qua mặt cắt đạt cực đại vào tháng 7 với giá trị 15,22 tấn/ngày, sau đó giảm nhẹ vào đợt khảo sát tháng 10 (13,34 tấn/ngày (hình 3.5).

Tải lượng NO_3^- vận chuyển qua mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 không có sự chênh lệch nhau nhiều, lần lượt là 5,64 tấn/ngày và 6,26 tấn/ngày. Tải lượng NO_3^- vận chuyển qua mặt cắt C1 sau đó tăng lên vào mùa mưa (tháng 7) với giá trị 27,49 tấn/ngày và đạt cực đại vào đợt khảo sát tháng 10 (42,86 tấn/ngày) (hình 3.5).

Tải lượng NO_3^- vận chuyển qua mặt cắt LT1 không có sự chênh lệch nhau nhiều trong thời gian khảo sát tháng 1, 5 và tháng 7, với giá trị lần lượt là 2,1 tấn/ngày, 2,15 tấn/ngày và 3,99 tấn/ngày. Tải lượng NO_3^- đạt cực đại vào tháng 10, với giá trị 8,48 tấn/ngày (hình 3.5).



Hình 3.4. Tải lượng NO_3^- qua các mặt cắt phía thượng lưu các sông

Tại mặt cắt VU1, tải lượng NO_3^- lớn nhất so với các sông còn lại. Tải lượng qua mặt cắt lớn nhất vào tháng 7 với 35,21 tấn/ngày và thấp nhất vào tháng 5 với 9,25 tấn/ngày. Tải lượng NO_3^- các tháng 1 và tháng 10 có giá trị lần lượt là 18,87 tấn/ngày và 26,08 tấn/ngày (hình 3.5).

Tải lượng NO_3^- vận chuyển qua mặt cắt TB1 nhỏ nhất so với tải lượng các mặt cắt thượng lưu khác của các sông trên địa bàn Hải Phòng, dao động trong khoảng 0,34-2,4 tấn/ngày (hình 3.5).

Tương tự như các chất ô nhiễm khác, cân bằng NO_3^- cũng được tính toán tại các mặt cắt phía thượng lưu các sông. Vào thời gian khảo sát, mùa khô (tháng 1), tổng lượng NO_3^- vào trong sông qua mặt cắt BD1 là 37,18 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 7,85 tấn. Cân bằng NO_3^- tại mặt cắt BD1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 29,33 tấn. Vào đợt khảo sát tháng 5, tổng lượng NO_3^- đi vào và đi ra qua mặt cắt BD1 có giá trị lần lượt là 17,31 tấn và 12,3 tấn. Lượng NO_3^- bị giữ lại trong sông Bạch Đằng khi đi qua mặt cắt BD1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 5,01 tấn. Đối với thời gian khảo sát trong tháng 7 trùng với mùa mưa nên tổng lượng NO_3^- vận chuyển qua mặt cắt BD1 chỉ có xu hướng đi vào (đi về phía hạ lưu sông), với giá trị là 38,06 tấn. Vào mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô (tháng 10), tổng lượng NO_3^- đi vào (36,56 tấn) lớn hơn rất nhiều so với lượng đi ra (3,2 tấn) qua mặt cắt BD1 trong thời gian khảo sát mùa này. Cân bằng NO_3^- tại mặt cắt BD1 trong thời gian khảo sát tháng 10 là 33,36 tấn (bảng 3.9).

Đối với mặt cắt phía thượng lưu sông Cấm-C1, Lạch Tray-LT1 và Văn Úc-VU1 đều có chung xu hướng vận chuyển NO_3^- qua các mặt cắt này vào tháng 7 và tháng 10 là chỉ đi vào trong sông: tại mặt cắt C1 đi vào 68,74 tấn (tháng 7) và 107,15 tấn (tháng 10); tại mặt cắt LT1 đi vào 9,97 tấn (tháng 7) và 88,03 tấn (tháng 10); tại mặt cắt VU1 đi vào 66,92 tấn (tháng 7) và 65,21 tấn

(tháng 10). Vào đợt quan trắc tháng 1 và tháng 5, tổng lượng NO_3^- đi vào trong sông qua mặt cắt C1 lần lượt là 26,69 tấn và 27,21 tấn. Lượng NO_3^- đi ra khỏi sông qua mặt cắt C1 là 12,6 tấn (tháng 1) và 11,55 tấn (tháng 5). Cân bằng NO_3^- tại mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 lần lượt là 14,09 tấn và 15,66 tấn (bảng 3.9).

Bảng 3.11. Cân bằng NO_3^- (tấn) qua các mặt cắt thượng nguồn các sông của Hải Phòng

Thời gian	Cân bằng	Mặt cắt				
		BD1	C1	LT1	VU1	TB1
T1	Đi vào	37,18	26,69	6,20	57,50	3,41
	Đi ra	7,85	12,60	0,96	10,32	0,44
	Cân bằng	29,33	14,09	5,24	47,18	2,97
T5	Đi vào	17,31	27,21	5,71	32,21	1,32
	Đi ra	12,30	-11,55	0,33	9,08	0,47
	Cân bằng	5,01	15,66	5,39	23,13	0,85
T7	Đi vào	38,06	68,74	9,97	88,03	6,01
	Đi ra					
	Cân bằng					
T10	Đi vào	36,56	107,15	21,20	65,21	3,27
	Đi ra	3,20				0,04
	Cân bằng	33,36				3,23

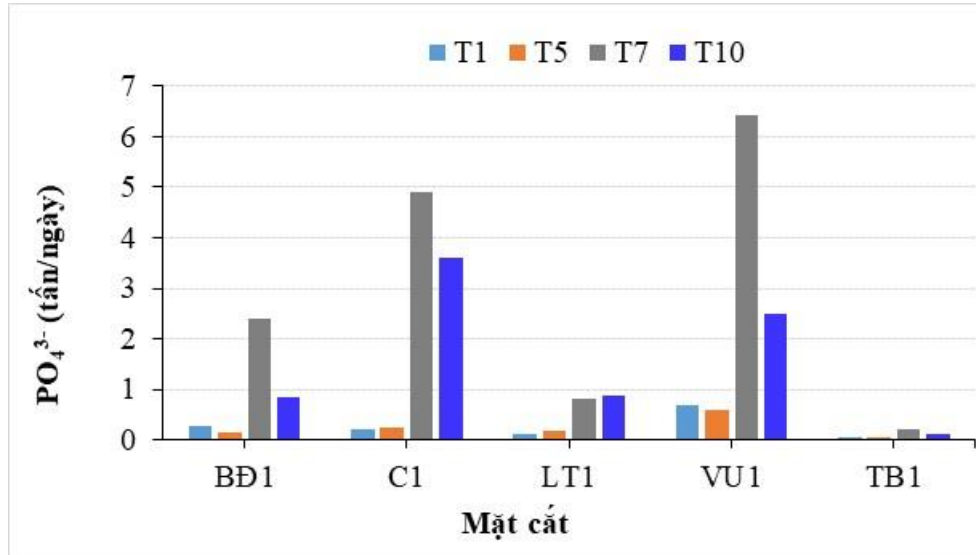
Trong đợt quan trắc tháng 1 và tháng 5, lượng NO_3^- đi vào trong sông qua mặt cắt LT1 là 6,2 tấn (tháng 1) và 5,71 tấn (tháng 5), đi ra khỏi mặt cắt là 0,96 tấn (tháng 1) và 0,33 tấn (tháng 5). Cân bằng NO_3^- tại mặt cắt LT1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 lần lượt là 5,24 tấn và 5,39 tấn (bảng 3.9).

Tại mặt cắt VU1 ở thượng lưu sông Văn Úc, vận chuyển NO_3^- diễn ra trên mặt cắt này lớn hơn so với các mặt cắt phía thượng lưu của các sông khác. Vào đợt quan trắc tháng 1, tổng lượng NO_3^- đi vào trong sông qua mặt cắt VU1 là 57,5 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 10,32 tấn. Cân bằng NO_3^- tại mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 47,18 tấn. Đối với đợt quan trắc tháng 5, tổng lượng NO_3^- đi vào và đi ra qua mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát mùa này lần lượt là 32,21 tấn và 9,08 tấn. Cân bằng NO_3^- tại mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 23,13 tấn (bảng 3.9).

Tại mặt cắt TB1 ở thượng lưu sông Thái Bình, tải lượng NO_3^- vận chuyển qua mặt cắt nhỏ nhất so với các sông khác. Tổng lượng NO_3^- đi vào trong sông qua mặt cắt TB1 lớn nhất vào tháng 7 là 6,01 tấn, sau đó đến tháng 1 (3,41 tấn), tháng 10 (3,27 tấn), và thấp nhất là tháng 5 (1,32 tấn). Lượng NO_3^- đi ra khỏi mặt cắt này lớn nhất là tháng 5 (0,47 tấn), sau đó đến tháng 1 (0,44 tấn), tháng 10 (0,04 tấn) và tháng 7 không có sự di chuyển ra khỏi mặt cắt. Cân bằng NO_3^- tại mặt cắt TB1 trong thời gian khảo sát tháng 1, tháng 5, tháng 7 và tháng 10 lần lượt là 2,97 tấn, 0,85 tấn, 6,01 tấn và 3,23 tấn (bảng 3.9).

Tải lượng PO_4^{3-}

Tải lượng PO_4^{3-} qua mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 0,28 tấn/ngày, sau đó giảm trong đợt tháng 5 (0,15 tấn/ngày). Tải lượng PO_4^{3-} vận chuyển qua mặt cắt đạt cực đại vào tháng 7 với giá trị 2,41 tấn/ngày, sau đó giảm vào đợt khảo sát tháng 10 (0,84 tấn/ngày), hình 3.6.



Hình 3.5. Tải lượng PO_4^{3-} qua các mặt cắt phía thượng lưu các sông

Tải lượng PO_4^{3-} vận chuyển qua mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 không có sự chênh lệch nhau nhiều, lần lượt là 0,21 tấn/ngày và 0,25 tấn/ngày. Tải lượng PO_4^{3-} đạt cực đại vào tháng 7 với giá trị 4,9 tấn/ngày và giảm nhẹ vào tháng 10 (3,62 tấn/ngày), hình 3.6.

Tại mặt cắt LT1, tải lượng PO_4^{3-} qua mặt cắt này trong thời gian khảo sát tháng 7 và tháng 10 không có sự chênh lệch nhau nhiều và lớn hơn so với 2 tháng còn lại: 0,82 tấn/ngày (tháng 7) và 0,87 tấn/ngày (tháng 10). Tải lượng PO_4^{3-} các tháng 1 và tháng 10 có giá trị lần lượt là 0,12 tấn/ngày và 0,18 tấn/ngày (hình 3.6)

Tải lượng PO_4^{3-} vận chuyển qua mặt cắt VU1 không có sự chênh lệch nhau nhiều trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 với giá trị lần lượt là 0,7 tấn/ngày và 0,6 tấn/ngày. Giá trị này lớn nhất trong thời gian khảo sát tháng 7 (6,43 tấn/ngày), sau đó đến tháng 10 là 2,48 tấn/ngày (hình 3.6).

Tải lượng PO_4^{3-} vận chuyển qua mặt cắt TB1 nhỏ nhất so với tải lượng các mặt cắt thượng lưu khác của các sông trên địa bàn Hải Phòng, dao động trong khoảng 0,04-0,22 tấn/ngày hình 3.6).

Vào thời gian khảo sát, mùa khô (tháng 1), tổng lượng PO_4^{3-} vào trong sông qua mặt cắt BĐ1 là 1,23 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 0,38 tấn. Cân bằng PO_4^{3-} tại mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 0,85 tấn. Vào đợt khảo sát tháng 5, tổng lượng PO_4^{3-} đi vào và đi ra qua mặt cắt BĐ1 có giá trị lần lượt

là 0,8 tấn và 0,43 tấn. Lượng PO_4^{3-} bị giữ lại trong sông Bạch Đằng khi đi qua mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 0,37 tấn. Đối với thời gian khảo sát trong tháng 7 trùng với mùa mưa nên tổng lượng PO_4^{3-} vận chuyển qua mặt cắt BĐ1 chỉ có xu hướng đi vào (đi về phía hạ lưu sông), với giá trị là 6,02 tấn. Vào mùa chuyển tiếp từ mưa sang khô (tháng 10), tổng lượng PO_4^{3-} đi vào (2,27 tấn) lớn hơn so với lượng đi ra (0,18 tấn) qua mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát mùa này. Cân bằng PO_4^{3-} tại mặt cắt BĐ1 trong thời gian khảo sát tháng 10 là 2,1 tấn (bảng 3.10).

Bảng 3.12. Cân bằng PO_4^{3-} (tấn) qua mặt cắt thượng nguồn các sông của Hải Phòng

Thời gian	Cân bằng	Mặt cắt				
		BĐ1	C1	LT1	VU1	TB1
T1	Đi vào	1,23	1,03	0,35	2,13	0,17
	Đi ra	0,38	0,50	0,05	0,39	0,02
	Cân bằng	0,85	0,52	0,31	1,75	0,15
T5	Đi vào	0,80	1,23	0,46	1,92	0,13
	Đi ra	0,43	0,60	0,02	0,42	0,03
	Cân bằng	0,37	0,63	0,44	1,50	0,10
T7	Đi vào	6,02	12,26	2,05	16,09	0,55
	Đi ra					
	Cân bằng					
T10	Đi vào	2,27	9,05	2,18	6,21	0,32
	Đi ra	0,18				0,004
	Cân bằng	2,10				0,316

Đối với mặt cắt phía thượng lưu sông Cấm-C1, Lạch Tray-LT1 và Văn Úc-VU1 đều có chung xu hướng vận chuyển PO_4^{3-} qua các mặt cắt này vào tháng 7 và tháng 10 là chỉ đi vào trong sông: tại mặt cắt C1 đi vào 12,26 tấn (tháng 7) và 9,05 tấn (tháng 10); tại mặt cắt LT1 đi vào 2,05 tấn (tháng 7) và 2,18 tấn (tháng 10); tại mặt cắt VU1 đi vào 16,09 tấn (tháng 7) và 6,21 tấn (tháng 10). Vào đợt quan trắc tháng 1 và tháng 5, tổng lượng PO_4^{3-} đi vào trong sông qua mặt cắt C1 lần lượt là 1,03 tấn và 1,23 tấn. Lượng PO_4^{3-} đi ra khỏi sông qua mặt cắt C1 là 0,5 tấn (tháng 1) và 0,6 tấn (tháng 5). Cân bằng PO_4^{3-} tại mặt cắt C1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 lần lượt là 0,52 tấn và 0,63 tấn (bảng 3.10).

Trong đợt quan trắc tháng 1 và tháng 5, lượng PO_4^{3-} đi vào trong sông qua mặt cắt LT1 là 0,35 tấn (tháng 1) và 0,31 tấn (tháng 5), đi ra khỏi mặt cắt là 0,05 tấn (tháng 1) và 0,02 tấn (tháng 5). Cân bằng PO_4^{3-} tại mặt cắt LT1 trong thời gian khảo sát tháng 1 và tháng 5 lần lượt là 0,31 tấn và 0,44 tấn (bảng 3.10).

Tại mặt cắt VU1 ở thượng lưu sông Văn Úc, vận chuyển PO_4^{3-} diễn ra trên mặt cắt này lớn hơn so với các mặt cắt phía thượng lưu của các sông khác. Vào đợt quan trắc tháng 1, tổng lượng PO_4^{3-} đi vào trong sông qua mặt cắt VU1

là 2,13 tấn và đi ra khỏi mặt cắt là 0,39 tấn. Cân bằng PO_4^{3-} tại mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát tháng 1 là 1,75 tấn. Đối với đợt quan trắc tháng 5, tổng lượng PO_4^{3-} đi vào và đi ra qua mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát mùa này lần lượt là 1,92 tấn và 0,42 tấn. Cân bằng PO_4^{3-} tại mặt cắt VU1 trong thời gian khảo sát tháng 5 là 1,5 tấn (bảng 3.10).

Tại mặt cắt TB1 ở thượng lưu sông Thái Bình, tải lượng PO_4^{3-} vận chuyển qua mặt cắt nhỏ nhất so với các sông khác. Tổng lượng PO_4^{3-} đi vào trong sông qua mặt cắt TB1 lớn nhất vào tháng 7 là 0,55 tấn, sau đó đến tháng 10 (0,32 tấn), tháng 1 (0,17 tấn), và thấp nhất là tháng 1 (0,13 tấn). Lượng PO_4^{3-} đi ra khỏi mặt cắt này lớn nhất là tháng 5 (0,03 tấn), sau đó đến tháng 1 (0,02 tấn), tháng 10 (0,004 tấn) và tháng 7 không có sự di chuyển ra khỏi mặt cắt. Cân bằng PO_4^{3-} tại mặt cắt TB1 trong thời gian khảo sát tháng 1, tháng 5, 7 và tháng 10 lần lượt là 0,15 tấn, 0,1 tấn, 0,55 tấn và 0,316 tấn (bảng 3.10).

4.2.4. Tải lượng ô nhiễm kim loại nặng vào BVB HP từ sông chính

Từ các kết quả sát trong 4 mùa (tháng 1, tháng 5, tháng 7 và tháng 10), tải lượng trung bình ngày qua các mặt cắt phía thượng lưu đưa vào các sông ở khu vực Hải Phòng đã được tính toán. Các kết quả tính toán cho thấy tải lượng trung bình ngày của các kim loại đưa vào các sông có sự biến động rất lớn theo mùa.

Bảng 3.13. Tải lượng Mg TB ngày (tấn) đưa vào các sông trong thời gian khảo sát

Thời gian	BĐ1	C1	LT1	VU1	TB1	Trung bình
T1	6,1	0,1	0,0	0,1	0,0	1,3
T5	25,7	65,1	28,5	174,4	9,1	60,6
T7	280,6	277,0	88,6	429,0	24,7	220,0
T10	195,4	323,9	59,3	254,2	13,6	169,3
Trung bình	127,0	166,6	44,1	214,5	11,9	

Trong tháng 1, tải lượng Mg trung bình vào các sông chính khu vực Hải Phòng là khoảng 1,3 tấn/ngày. Trong đó, sông lượng Mg vào sông Bạch Đằng lớn nhất với 6,1 tấn, sau đó đến sông Văn Úc và sông Cấm với các giá trị gần 0,1 tấn. Các sông Lạch Tray và Thái Bình có giá trị khá nhỏ. Vào tháng 5, lượng Mg trung bình vào hệ thống sông này lại tăng lên 61 tấn/ngày. Trong đó tăng lớn nhất vào sông Văn Úc với 174 tấn, sau đó đến sông Cấm (65 tấn), sông Lạch Tray (28,5 tấn), sông Bạch Đằng (26 tấn) và nhỏ nhất vẫn đi vào sông Thái Bình chỉ với 9 tấn. Tải lượng Mg trung bình vào các sông của Hải Phòng lớn nhất vào đợt khảo sát tháng 7 (220 tấn) khi lưu lượng nước từ thượng nguồn đổ vào các sông lớn (bảng 3.14). Phân chia theo các sông, tải lượng Mg trung bình cao nhất ở sông Văn Úc (gần 215 tấn/ngày), sau đó đến các sông Cấm, Bạch Đằng và Lạch Tray (bảng 3.14).

Bảng 3.14. Tải lượng Cd (tấn) trung bình ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát

Thời gian	BD1	C1	LT1	VU1	TB1	Trung bình
T1	0,0032	0,0005	0,0002	0,0000	0,0000	0,0008
T5	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
T7	0,0034	0,0055	0,0008	0,0000	0,0002	0,0020
T10	0,0022	0,0048	0,0007	0,0020	0,0000	0,0019
Trung bình	0,0023	0,0027	0,0004	0,0005	0,0001	

Tải lượng Cd trung bình qua các mặt cắt đi vào các sông của Hải Phòng trong 4 đợt khảo sát khá nhỏ. Đặc biệt hầu như không có Cd đi vào một số sông như sông Cấm (tháng 5), sông Lạch Tray (tháng 5), sông Văn Úc (tháng 1, 5 và tháng 7), sông Thái Bình (tháng 1, tháng 5 và tháng 10). Tải lượng Cd trung bình đi vào các sông của Hải Phòng lớn nhất vào tháng 7 và tháng 10 với giá trị khoảng gần 0,002 tấn/ngày, sau đó đến tháng 1 (0,0008 tấn/ngày) và nhỏ nhất vào tháng 5 (dưới 0,0001 tấn/ngày). Trong đó tổng lượng Cd trong 4 đợt khảo sát vào sông Cấm lớn nhất (0,0027 tấn/ngày), Bạch Đằng (0,0023 tấn/ngày), và nhỏ nhất vào sông Thái Bình (0,0001 tấn/ngày) (bảng 3.15).

Bảng 3.15. Tải lượng Pb (tấn) TB ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát

Thời gian	BD1	C1	LT1	VU1	TB1	Trung bình
T1	0,200	0,040	0,018	0,191	0,007	0,091
T5	0,031	0,023	0,042	0,074	0,004	0,035
T7	0,259	0,221	0,086	0,257	0,016	0,168
T10	0,036	0,171	0,049	0,133	0,009	0,080
Trung bình	0,132	0,114	0,049	0,164	0,009	

Tải lượng Pb đi vào các sông của Hải Phòng thay đổi rõ rệt theo mùa. Vào thời gian khảo sát mùa mưa (tháng 7), tải lượng Pb trung bình lớn nhất với 0,168 tấn/ngày, sau đó đến tháng 1 (0,091 tấn/ngày), tháng 10 (0,08 tấn/ngày), và nhỏ nhất vào tháng 5 chỉ với 0,035 tấn/ngày. Tải lượng Pb trung bình trong 4 đợt khảo sát lớn nhất đi vào sông Văn Úc (0,164 tấn/ngày), sau đó đến sông Bạch Đằng (0,132 tấn /ngày), sông Cấm (0,114 tấn /ngày), sông Lạch Tray (0,049tấn /ngày), và nhỏ nhất là sông Thái Bình chỉ 0,009 tấn /ngày. Lượng Pb trên các sông đều lớn nhất trong đợt khảo sát tháng 7 và nhỏ nhất vào đợt khảo sát tháng 5 (bảng 3.16).

Bảng 3.16. Tải lượng Fe (kg) TB ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát

Thời gian	BD1	C1	LT1	VU1	TB1	Trung bình
T1	22,6	3,5	3,0	15,1	1,0	9,0
T5	2,7	3,4	4,3	16,8	0,8	5,6
T7	30,4	35,9	21,1	56,4	2,8	29,3

T10	5,6	30,1	10,5	28,5	1,8	15,3
Trung bình	15,3	18,2	9,7	29,2	1,6	

Tải lượng Fe đi vào các sông của Hải Phòng cũng thay đổi rõ rệt theo mùa. Vào thời gian khảo sát mùa mưa (tháng 7), tải lượng Fe trung bình đi vào các sông của Hải Phòng lớn nhất với 29,3 tấn/ngày, sau đó đến tháng 10 (15,3 tấn/ngày), tháng 1 (9,0 tấn /ngày), và nhỏ nhất vào tháng 5 chỉ với 6 tấn/ngày. So giữa các sông, tải lượng Fe trung bình trong 4 đợt khảo sát lớn nhất là sông Văn Úc (29,2 tấn/ngày), sau đó đến sông Cấm (18,3 tấn/ngày), sông Bạch Đằng (15,3 tấn/ngày), sông Lạch Tray (9,7 tấn /ngày), và nhỏ nhất là sông Thái Bình chỉ 1,6 tấn /ngày. (bảng 3.17)

Bảng 3.17. Tải lượng Cu (tấn) trung bình ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát

Thời gian	BĐ1	C1	LT1	VU1	TB1	Trung bình
T1	0,01	0,21	0,02	0,23	0,01	0,09
T5	0,04	0,06	0,03	0,16	0,02	0,06
T7	0,39	0,79	0,07	0,60	0,05	0,38
T10	0,10	0,33	0,07	0,24	0,01	0,15
Trung bình	0,13	0,35	0,05	0,31	0,02	

Tải lượng Cu đi vào các sông của Hải Phòng lớn nhất vào thời gian khảo sát mùa mưa (tháng 7), với giá trị trung bình 0,38 tấn/ngày, sau đó đến tháng 10 (0,15 tấn /ngày), tháng 1 (0,09 tấn /ngày), và nhỏ nhất vào tháng 5 chỉ với 0,06 tấn/ngày. Phân phối của các sông cho thấy tải lượng Cu trung bình trong 4 đợt khảo sát lớn nhất là sông Cấm (0,35 tấn/ngày), sau đó đến sông Văn Úc (0,31 tấn/ngày), sông Bạch Đằng (0,13 tấn/ngày), sông Lạch Tray (0,05 tấn/ngày), và nhỏ nhất là sông Thái Bình chỉ 0,02 tấn/ngày (bảng 3.18).

Bảng 3.18. Tải lượng Zn (tấn) trung bình ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát

Thời gian	BĐ1	C1	LT1	VU1	TB1	Trung bình
T1	1,67	0,42	0,15	1,04	0,08	0,67
T5	0,44	0,20	0,12	1,07	0,03	0,37
T7	1,14	1,41	0,36	1,20	0,11	0,84
T10	0,46	1,29	0,33	1,30	0,04	0,68
Trung bình	0,93	0,83	0,24	1,15	0,07	

Tải lượng Zn trung bình đi vào các sông của Hải Phòng lớn nhất trong thời gian khảo sát mùa mưa (tháng 7), với giá trị khoảng 0,84 tấn/ngày, sau đó đến tháng 10 và tháng 1 với giá trị lần lượt là 0,68 tấn/ngày và 0,67 tấn/ngày. Tổng lượng Zn nhỏ nhất vào tháng 5 chỉ với 0,37 tấn/ngày. Tải lượng trung bình của Zn trong 4 đợt khảo sát lớn nhất là sông Văn Úc (1,15 tấn/ngày), sau đó đến sông Bạch Đằng (0,93 tấn/ngày), sông Cấm (0,83 tấn/ngày), sông Lạch Tray

(0,24 tấn/ngày), và nhỏ nhất là sông Thái Bình chỉ 0,007 tấn/ngày (bảng 3.19).

Bảng 3.19. Tải lượng As (tấn) trung bình ngày đưa vào các sông trong thời gian khảo sát

Thời gian	BĐ1	C1	LT1	VU1	TB1	Trung bình
T1	0,05	0,03	0,01	0,09	0,01	0,04
T5	0,02	0,02	0,01	0,06	0,00	0,03
T7	0,10	0,15	0,05	0,23	0,01	0,11
T10	0,03	0,15	0,02	0,15	0,01	0,07
Trung bình	0,05	0,09	0,02	0,13	0,01	

Tải lượng As trung bình đi vào các sông của Hải Phòng lớn nhất trong thời gian khảo sát mùa mưa (tháng 7), với 0,11 tấn/ngày, sau đó đến tháng 10, tháng 1 và tháng 5 với giá trị lần lượt là 0,07, 0,04 và 0,03 tấn/ngày. Tải lượng As trung bình trong 4 đợt khảo sát lớn nhất ở sông Cấm và sông Văn Úc, dao động 0,09-0,13 tấn/ngày, sau đó đến sông Bạch Đằng (0,05 tấn/ngày), sông Lạch Tray (0,02 tấn/ngày), nhỏ nhất vào sông Thái Bình chỉ 0,01 tấn/ngày (bảng 3.20).

PHẦN 4. KẾT LUẬN ĐỀ XUẤT KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

1) Từ các dữ liệu đã thu thập tổng hợp được, các đặc điểm hiện trạng về địa hình, thủy văn, môi trường nước của 5 sông lớn khu vực Hải Phòng đã được phân tích đánh giá theo đúng hướng nghiên cứu để có các kết quả ý nghĩa khoa học và thực tế.

2) Thông qua số liệu đo đạc, khảo sát trong 4 đợt (tháng 1, tháng 5, tháng 7 và tháng 10) năm 2021, và các kết quả mô phỏng của mô hình thủy động lực, mô hình chất lượng nước ở khu vực 5 sông lớn Hải Phòng, tải lượng nước và vận chuyển chất gây ô nhiễm vào thượng nguồn và từ các sông chính khu vực Hải Phòng đưa ra biển đã được phân tích đánh giá. Theo đó, hằng năm khu vực tiếp nhận khoảng: 55 tỷ m³ nước; 132710 tấn BOD; 214560 tấn COD; khoảng trên 3 triệu tấn TTLL; 5557 tấn NH₄⁺, 27126 tấn NO₃⁻; 2211 tấn PO₄³⁻ 2.1 tấn Cd; 202 tấn Pb; 29659 tấn Fe; 418 tấn Cu; 1332 tấn Zn, 129 tấn As và 0,0034 tấn Hg.

3) Các nguồn vật chất chiếm tỷ trọng cung cấp chính là từ các nguồn từ các sông thượng lưu thuộc hệ thống sông Hồng-Thái Bình đưa xuống. Trong đó, các chất hữu cơ từ bên ngoài đưa vào các sông Hải Phòng chiếm khoảng 94-97%, TTLL chiếm hơn 70%, các chất ô nhiễm dinh dưỡng chiếm trên 81%, các kim loại nặng từ bên ngoài đưa vào chiếm từ 44 đến trên 99% tổng tải lượng các kim loại nặng từ các sông đưa ra vùng ven biển Hải Phòng.

2. Đề xuất kiến nghị

1) Việc đánh giá, xác định các nguồn tải lượng chất gây ô nhiễm ở các sông chính của khu vực Hải Phòng trong nghiên cứu này chỉ là các kết quả bước đầu và có giá trị tham khảo ở thời điểm hiện tại, để tăng giá trị tham khảo hơn, cần có những đánh giá tải lượng này thường xuyên hơn và được cập nhật dữ liệu mới nhất.

2) Trong thời gian tới, các áp lực khai thác sử dụng nguồn tài nguyên thiên nhiên phục vụ cho nhu cầu phát triển KTXH ở thành phố Hải Phòng cũng như các tỉnh thành trên thượng nguồn các sông lớn của khu vực Hải Phòng sẽ càng ngày càng tăng lên. Trong khi đó các nguồn nước và dòng chất ô nhiễm vào khu vực Hải Phòng và từ các sông này đưa ra biển luôn luôn biến động theo cả thời gian và không gian. Cần tiếp tục phát triển hướng nghiên cứu và ứng dụng vào công tác quản lý, kiểm soát nguồn thải ô nhiễm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Kim Ngọc Anh và Trần Ngọc Anh, 2016 Ứng dụng mô hình Mike Basin tính toán cân bằng nước lưu vực sông Lam. Tạp chí Khí tượng thủy văn, tháng 2/2016 tr. 40 - 47
2. F.L. Amaya, T.A. Gonzales, E.C. Hernandez, E.V. Luzano, N.P. Mercado Estimating point and non-point sources of pollution in binan River Basin, the Philippines, APCBEE Procedia, 1 (2012), pp. 233-238.
3. Arcement, G.J., Jr. and V.R. Schneider, 1989. Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains. U.S. Geological Survey Water Supply Paper 2339, 38 p.
4. Baker, D.B. 1993. The Lake Erie Agroecosystem Program: water quality assessments. Agriculture, Ecosystems and Environment 46: 197-215.
5. Barber, L.B., J.A. Leenheer, W.E. Pereira, T.I. Noyes, G.K. Brown, C.F. Tabor, and J.H. Writer (1996). "Organic contamination of the Mississippi River from municipal and industrial wastewater". Contaminants in the Mississippi River, 1987-1992, R.H. Meade, ed., U.S. Geological Survey Circular, Reston, Virginia, 115-127.
6. Barmaki. F, M. Ahmadi Nadoushan, 2018. Simulation of Water Pollution Load Reduction in the Zayandehrood River, Isfahan, Iran Using Qual2kw Model. J. Mater. Environ. Sci., 2018, Volume 9, Issue 8, Page 2280-2287.
7. Battjes, J. and J. Janssen, 1978. Energy loss and set-up due to breaking of random waves,. In Proceedings 16th International Conference Coastal Engineering, ASCE, pages 569-587. 47, 133, 134, 138, 139, 188
8. Becker, J.J. et al., 2009. Global bathymetry and elevation data at 30 arcsec resolution: SRTM30_PLUS. Mar. Geodesy 32, 355-371. doi: 10.1080/01490410903297766.
9. BMT Argoss, 2011. Overview of the service and validation of the database waveclimate. Reference: RP_A870, www.waveclimate.com
10. Boyer. T, Ed.; A. Mishonov, 2013. Technical Ed.: World Ocean Atlas 2013 Product Documentation. Ocean Climate Laboratory, NODC / NESDIS / NOAA. Silver Spring, MD 20910-3282.
11. Burke, M., Oleson, K., McCullough, E. & Gaskell, J. A global model tracking water, nitrogen, and land inputs and Virtual transfers from industrialized meat production and trade. Environ. Model. Assess. 14,

- 179-193 (2009).
12. Bùi Văn Chanh, Trần Ngọc Anh, Tích hợp mô hình dự báo thủy văn lưu vực sông Trà Khúc Tạp chí Khoa học ĐHQGHN. Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 32, Số 3S, 2016.
 13. Charles Cheruiyot, Victor Muhandiki, 2014. Review of Estimation of Pollution Load to Lake Victoria. Journal of Environment and Earth Science, Vol.4, No.1, 2014.
 14. Cochran, W.G. 1963. Sampling Techniques (2nd edition). Wiley Publications in Statistics. John Wiley and Sons, New York, 413 p.
 15. Cohn, T.A., D.L. Caulder, E.J. Gilroy, L.D. Zynjuk, and R.M. Summers. 1992. The validity of a simple statistical model for estimating fluvial constituent loads: An empirical study involving nutrient loads entering Chesapeake Bay. Water Resources Research 28: 2353-2363.
 16. Crawford, C.G. 1996. Estimating mean constituent loads in rivers by the rating-curve and flow-duration, rating-curve methods. Ph.D. dissertation, Indiana University, Bloomington, Indiana, 245 p. Davoodi, Advanced Applied geology, 16(2015) 60-71.
 17. DHI Water & Environment, “A modelling system for rivers and channels,” Mike11, version 2007, Reference Manual, DHI Water & Environment, Hørsholm, Denmark, 2007.
 18. Delft Hydraulics, 2003. Delft3D-FLOW User Manual; Delft3D-WAQ User Manual.
 19. Dolan, D. and A.H. El-Shaarawi. 1991. Applications of mass balance approach with censored data. Jour. Great Lakes Res. 17: 220-228.
 20. Ferguson, R.I. 1986. River loads underestimated by rating curves. Water Resources Research 22: 74-76. L. R. Giraldo, C. Palacio, R. Molina, R. Agudelo, Dyna 82(2015) 195-202.
 21. Hatt, B.E., et al.(2004). The influence of urban density and drainage infrastructure on the concentrations and loads of pollutants in small streams. Environmental Management, 34,112-124.
 22. Helsel, D.R. and R.M. Hirsch. 1992. Statistical Methods in Water Resources. Studies in Environmental Science 49. Elsevier, Amsterdam, 522 pp.
 23. Jayakrishnan, R., Srinivasan, R., Santhi, C. & Arnold, J.G. (2005), “Advances in the Application of the SWAT Model for Water Resources

- Management”, *Hydrological Processes* 19, 749-762.
24. Kılıc, E., Akpınar, A., Yucel, N. (2018). The Asi River’s Estimated Nutrient Load and Effects on the Eastern Mediterranean. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(2): 61-66.
 25. Koch, R.W. and G.M. Smillie. 1986. Bias in hydrologic prediction using log-transformed regression models. *Water Resources Bulletin* 22: 717-723.
 26. Lefevre F, Lyard F, Le Provost C, Schrama EJO, 2002. FES99: a global tide finite element solution assimilating tide gauge and altimetric information. *Atmos Ocean Tech* 19:1345-1356.
 27. Liu, K., Elliott, J. A., Lobb, D. A., Flaten, D. N. & Yarotski, J. (2013). Critical factors affecting field-scale losses of nitrogen and phosphorus in spring snowmelt runoff in the Canadian prairies. *Journal of Environmental Quality* 42, 484-496. doi:10. 2134/jeq2012.0385.
 28. Lyard F., F. Lefevre, T. Letellier, and O. Francis. 2006. Modelling the global ocean tides: modern insights from FES2004. *Ocean Dynamics*, 56:394-415, 2006.
 29. Merri T Jone, Pauline W., Raymond N. Cramer, 2009. User Guide to the centenary edition of the GEBCO digital atlas and its datasets. Natural environment research council.
 30. Nair Sumita, and Bhatia Sukhpreet Kaur. (2017). “WATER QUALITY MODELS: A REVIEW.” *International Journal of Research - Granthaalayah*, 5(1), 395-398. <https://doi.org/10.5281/zenodo.266433>.
 31. Nash, J.E.; Sutcliffe, J.V. River flow forecasting through conceptual models, Part I-A discussion of principles. *J. Hydrol.* 1970, 10, 282-290, doi:10.1016/0022-1694(70)90255-6.
 32. Dương Thanh Nghị, Trần Đức Thạnh, Trần Văn Quy, 2013. phân bố và tích tụ chất ô nhiễm hữu cơ bền OCPs và PCBs trong vùng biển ven bờ phía bắc Việt Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển; Tập 13, Số 1; 2013: 66-73.*
 33. Nguyễn Xuân Phùng, 2007. Ứng dụng mô hình MIKE 11 trong tính toán thủy văn, thủy lực mùa lũ lưu vực sông Ba. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, S. 16 (2007).
 34. Richards, R.P. 1998. Estimation of pollutant loads in rivers and streams: a guidance document for NPS programs. U.S. EPA Region VIII Grant

- X998397-01-0, Water Quality Laboratory, Heidelberg University, Tiffin, OH.
35. Simons, D.B., and Senturk, F., 1992. Sediment Transport Technology - Water and Sediment Dynamics, Water Resources Publications.
 36. Streeter, H. W. & Phelps, E. B. A study of the pollution and natural purification of the Ohio River. (US Department of Health, Education, & Welfare, 1958).
 37. Trần Hồng Thái và nnk, 2009. Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán, dự báo ô nhiễm và xác định nguồn gây ô nhiễm cho hạ lưu sông Sài Gòn-Đồng Nai. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ tài nguyên và Môi trường.
 38. Trần Hồng Thái, 2007. Ứng dụng mô hình MIKE 21 FM mô phỏng chất lượng nước khu vực ven biển Đình Vũ. Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, Tập 20, số 4, 2007.
 39. Nguyễn Vũ Anh Tuấn, Nguyễn Quang Hưng, Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Thị Liên, 2016. Ứng dụng mô hình Mike 11 mô phỏng quá trình lan truyền chất ô nhiễm do nuôi trồng thủy sản trên một số sông lớn tỉnh Quảng Trị. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 32, Số 3S (2016) 250-255.
 40. M. Talebizadeh, S. Morid, S. A. Ayyoubzadeh, and M. Ghasemzadeh, "Uncertainty analysis in sediment load modeling using ANN and SWAT model," Water Resources Management, vol. 24, no. 9, pp. 1747-1761, 2010.
 41. Uittenbogaard, R.E., 1998. Model for eddy diffusivity and viscosity related to sub-grid velocity and bed topography. Note, WL | Delft Hydraulics.
 42. Van Rijn, L., 1993. Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas, Aqua Publications, The Netherlands.
 43. Van Vossen, B., 2000. Horizontal Large Eddy Simulations; evaluation of computations with DELFT3D-FLOW. Report MEAH-197, Delft University of Technology.
 44. Vinh, V. D., Ouillon, S., Thanh, T. D., and Chu, L. V., 2014. Impact of the Hoa Binh dam (Vietnam) on water and sediment budgets in the Red River basin and delta, Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 3987-4005, doi:10.5194/hess-18-3987-2014, 2014. ISSN: 1027-5606.
 45. Walling, D.E. and B.W. Webb. 1981. The reliability of suspended

- sediment load data. In *Erosion and Sediment Transport Measurement (Proceedings of the Florence Symposium, June 1981)* IAHS Publ. No. 133.
46. Wen, Y. et al. Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. *Sci. Rep.* 7, 43289; doi: 10.1038/srep43289 (2017).
 47. Xing Liu, Donglong Li, Hongbo Zhang, Shixiang Cai, Xiaodong Li, and Tianqi Ao, "Research on Nonpoint Source Pollution Assessment Method in Data Sparse Regions: A Case Study of Xichong River Basin, China," *Advances in Meteorology*, vol. 2015, Article ID 519671, 10 pages, 2015.
 48. Zhang, R.; Qian, X.; Yuan, X.; Ye, R.; Xia, B.; Wang, Y. Simulation of Water Environmental Capacity and Pollution Load Reduction Using QUAL2K for Water Environmental Management. *Int. J. Environ. Res. Public.*