



DOI:10.22144/ctu.jvn.2023.106

## ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ ĐỀ XUẤT BIỆN PHÁP GIẢM TẢI LƯỢNG Ô NHIỄM NƯỚC THẢI TỪ CÁC NGUỒN THẢI CHÍNH CỦA TỈNH VĨNH LONG

Võ Quốc Bảo<sup>1\*</sup>, Nguyễn Văn Tuyên<sup>1</sup>, Phạm Văn Toàn<sup>1</sup> và Văn Phạm Đăng Trí<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

<sup>2</sup>Viện Nghiên cứu Biến đổi Khí hậu, Trường Đại học Cần Thơ

\*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Võ Quốc Bảo (email: vqbaoqh@gmail.com)

### Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 13/01/2023

Ngày nhận bài sửa: 22/02/2023

Ngày duyệt đăng: 27/03/2023

### Title:

Determination of pollutant load and proposing solutions to reduce pollution from main waste sources in Vinh Long province

### Từ khóa:

Hệ số phát thải, nước thải, nguồn thải, tải lượng ô nhiễm

### Keywords:

Emission factor, pollutant load, wastewater, waste source

### ABSTRACT

The subject was done to determine pollutant load and propose solutions to reduce pollution from main waste sources. The study was conducted in Vinh Long province from June 2021 to March 2022. The study uses the rapid assessment method based on the emission factor and the pollutant load calculation method based on the flow and concentration to calculate the pollutant load for the emission sources. The research results show that domestic wastewater plays a significant role in generating BOD<sub>5</sub> and COD loads into rivers and canals with 6,450 and 11,198 (tons/year) respectively, followed by runoff from agricultural land with 3,185 and 4,954 (tons/year). The load of T-N and T-P discharged into canals is quite high. Agricultural land contributes the most to this load, with 6,712 and 1,492 (ton/year), followed by livestock, with 45.4 and 13.9 (tons/year).

### TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định tải lượng ô nhiễm nước thải từ các nguồn thải chính và đề xuất giải pháp giảm thiểu tải lượng ô nhiễm. Nghiên cứu được thực hiện tại tỉnh Vĩnh Long từ tháng 6 năm 2021 đến tháng 3 năm 2022. Nghiên cứu sử dụng phương pháp đánh giá nhanh dựa trên hệ số phát thải và phương pháp tính toán tải lượng ô nhiễm dựa vào lưu lượng và nồng độ để tính toán tải lượng ô nhiễm cho các nguồn thải. Kết quả nghiên cứu cho thấy nước thải sinh hoạt đóng vai trò chủ yếu phát sinh tải lượng BOD<sub>5</sub> và COD lần lượt là 6.450 và 11.198 (tấn/năm), tiếp đến là nước chảy tràn từ đất nông nghiệp phát thải tải lượng tương ứng là 3.185 và 4.954 (tấn/năm). Đất nông nghiệp phát thải tải lượng T-N và T-P nhiều nhất tương ứng với 6.712 và 1.492 (tấn/năm), kể đến là nước thải từ hoạt động chăn nuôi phát thải 45,4 và 13,9 (tấn/năm).

## 1. GIỚI THIỆU

Kinh tế - xã hội ở Việt Nam đang phát triển, tốc độ đô thị hóa diễn ra nhanh chóng dẫn đến khối lượng nước thải phát sinh lớn gây ảnh hưởng đến môi trường nước mặt. Theo Đăng và Dương (2021) nước thải là nguyên nhân chính gây tác động tiêu cực đến chất lượng môi trường nước tại các lưu vực

sông. Trong đó, nguồn ô nhiễm phát sinh từ những hoạt động công nghiệp, nông nghiệp và thủy sản dần đến suy giảm chất lượng nước mặt khi các nguồn thải này phát thải ra các nguồn tiếp nhận như sông, rạch, ao, hồ mà không được quản lý và kiểm soát (Arheimer & Olsson, 2003; Thăng, 2015). Mặt khác, sự vận chuyển chất ô nhiễm bị tác động đáng

kể bởi động thái thủy lực của dòng chảy, dẫn đến các chất ô nhiễm phân tán rộng rãi trong môi trường nước (Opdyke, 2008). Khi nguồn nước mặt bị ô nhiễm chính là yếu tố gia tăng bệnh tật của người dân tại các tỉnh phía hạ lưu, đồng thời dẫn đến nguy cơ thiếu nước của người dân tại khu vực (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2018)

Quản lý ô nhiễm nguồn nước mặt, đặc biệt từ hoạt động nông nghiệp và thủy sản đang là thách thức không chỉ ở Việt Nam mà còn các quốc gia trên thế giới (Mamun & Salleh, 2014; Cassou et al., 2017). Việc nghiên cứu tính toán tải lượng ô nhiễm đưa vào sông trên thế giới được thực hiện bằng các phương pháp với công thức tính khác nhau nhằm mục đích tính toán trực tiếp tải lượng ô nhiễm hoặc dự báo tải lượng ô nhiễm tiềm năng (Masanobu et al., 2006; Han et al., 2011). Việc tính toán tải lượng ô nhiễm ở Việt Nam hầu hết được thực hiện theo các dạng nguồn thải khác nhau (Lâm, 2013; Tổng cục Môi trường, 2019).

Thời gian qua, tỉnh Vĩnh Long có tốc độ phát triển kinh tế khá nhanh (tổng sản phẩm trên địa bàn (theo giá so sánh 2010) giai đoạn 2016 - 2020 tăng bình quân 4,6%/năm), nhiều cơ sở sản xuất được thành lập, kết hợp với các hoạt động sản xuất nông nghiệp, sinh hoạt đã tạo ra nguy cơ gây ô nhiễm môi trường nước mặt. Nước thải từ hoạt động sản xuất nông nghiệp và cơ sở sản xuất xả vào các tuyến sông chính như sông Tiền, sông Hậu và sông Măng Thít làm suy giảm chất lượng nguồn nước mặt, dẫn đến chất lượng nước mặt tại các sông, rạch chính trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long ô nhiễm chủ yếu được thể hiện thông qua 4 thông số: Tổng chất rắn lơ lửng, Phosphat, Amoni và BOD<sub>5</sub>, đặc biệt là các tuyến sông nội đồng (Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Vĩnh Long, 2021). Từ những vấn đề cấp thiết trên, nghiên cứu được thực hiện nhằm tính toán tải lượng thải ô nhiễm phát sinh từ các nguồn thải chính gồm: nguồn phân tán (nước thải sinh hoạt, nuôi thủy sản lồng bè, nước mưa chảy tràn và nguồn điểm (nuôi thủy sản trong ao, giết mổ, chăn nuôi gia súc, làng nghề). Qua khảo sát thực tế trong năm 2021, các nguồn thải này có quy mô sản xuất nhỏ và chưa có hệ thống xử lý nước thải (HTXLNT) và nằm đan xen lẫn khu dân cư (KDC) gây khó khăn cho việc kiểm soát. Kết quả nghiên cứu góp phần phục vụ cho công tác quản lý nguồn thải của tỉnh. Đồng thời, các kết quả tính toán tải lượng trong nghiên cứu có thể dùng làm cơ sở để tính toán khả năng tự làm sạch của các thủy vực. Để đạt mục tiêu trên, nghiên cứu thực hiện các nội dung sau: (i) Đánh giá hiện trạng ô nhiễm nước thải của các nguồn thải chính, (ii) Đánh giá tải lượng ô nhiễm nước thải từ các nguồn thải và (iii)

Đề xuất biện pháp giảm tải lượng ô nhiễm nước thải cho các nguồn thải chính.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Địa điểm, thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại tỉnh Vĩnh Long trong thời gian từ tháng 6 năm 2021 đến tháng 3 năm 2022. Các vị trí thu mẫu nước thải được thể hiện trên Hình 1.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp thu thập số liệu

Số liệu thứ cấp được tiến hành thu thập trong năm 2021 bao gồm số liệu về các nguồn thải xả thải vào nguồn nước mặt, hiện trạng sử dụng đất, lượng mưa, số liệu về lĩnh vực nông nghiệp (thủy sản, chăn nuôi, trồng trọt) tại Sở Tài nguyên và Môi trường, Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn và các đơn vị có liên quan trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long. Kết quả phân tích mẫu nước thải sinh hoạt được thu thập từ Chương trình quan trắc môi trường của Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Vĩnh Long, với 22 vị trí quan trắc và 04 thông số BOD<sub>5</sub> (20°C) (BOD<sub>5</sub>), Amoni (tính theo N) (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (tính theo N) (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Phosphat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) (tính theo P) (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>); riêng thông số COD tham khảo từ kết quả nghiên cứu của Lộc và ctv. (2015).

#### 2.2.2. Phương pháp lấy mẫu

Mẫu nước thải được thu theo TCVN 6663-1:2011 (ISO 5667-1:2006), TCVN 5999:1995 (ISO 5667/10:1992). Mẫu lấy xong được bảo quản theo TCVN 6663-3:2016 và được chuyển về phòng thí nghiệm. Đối với các nguồn thải chăn nuôi, làng nghề, giết mổ, nuôi trồng thủy sản (NTTS) trong ao: tiến hành lấy 80 mẫu nước thải (20 mẫu/nguồn thải), phân tích các chỉ tiêu BOD<sub>5</sub>, COD, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Tổng nitơ (T-N), Tổng photpho (T-P). Mẫu nước thải được lấy tại 4 nguồn thải với 10 đợt, mỗi đợt lấy đồng thời 1 mẫu trước xử lý (nước thải trước khi vào HTXLNT) và 1 mẫu sau xử lý (nước thải sau HTXLNT), với tần suất 3 ngày/1 mẫu. Để thực hiện nghiên cứu, các tài liệu cần được tiến hành thu thập bao gồm bản đồ hành chính, danh sách làng nghề, cơ sở giết mổ, NTTS, chăn nuôi, sinh hoạt; chọn trên danh sách ngẫu nhiên, sau đó đánh dấu trên bản đồ hành chính, tiến hành kiểm tra và lấy mẫu tại địa điểm trên bản đồ.

#### 2.2.3. Phương pháp phân tích mẫu

Mẫu nước thải được phân tích một số thông số ô nhiễm cơ bản đặc trưng cho từng ngành nghề, thông số và phương pháp theo Bảng 1.

**Bảng 1. Các thông số phân tích mẫu nước và phương pháp phân tích**

STT	Thông số	Đơn vị	Phương pháp phân tích
1	BOD <sub>5</sub>	mg/l	SMEWW 2120C:2017
2	COD	mg/l	SMEWW 5210B:2017
3	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	TCVN 5988:1995
4	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	SMEWW 4500-NO3-.E:2017
5	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	SMEWW 4500 P D: 2017
6	T-N	mg/l	TCVN 6638:2000
7	T-P	mg/l	SMEWW 4500-P.B&E:2017

**2.2.4. Phương pháp xử lý, đánh giá số liệu**

Số liệu phân tích mẫu nước thải được tổng hợp, thống kê mô tả bằng phần mềm MS Excel. Kết quả phân tích mẫu nguồn thải đánh giá với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp - QCVN 40:2011/BTNMT cột A (QCVN 40), Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải sinh hoạt - QCVN

14:2008/BTNMT cột A (QCVN 14), Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về nước thải chăn nuôi - QCVN 62-MT:2016/BTNMT cột A (QCVN 62).

**2.2.5. Phương pháp tính toán tải lượng ô nhiễm**

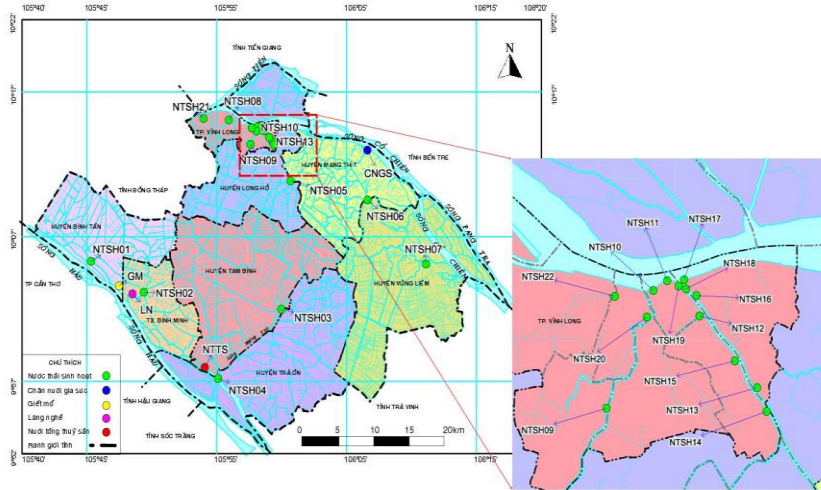
*Tải lượng các chất ô nhiễm từ nguồn điểm (chăn nuôi, giết mổ, làng nghề, NTTS trong ao)*

Trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long có 84 cơ sở chăn nuôi gia súc, lượng nước thải phát sinh 600 m<sup>3</sup>/ngày, 31 lò giết mổ gia súc, gia cầm, lượng nước thải phát sinh 356 m<sup>3</sup>/ngày; làng nghề sản xuất tàu hồ ky tại xã Mỹ Hòa, thị xã Bình Minh, lượng nước thải phát sinh 99 m<sup>3</sup>/ngày; 96 cơ sở NTTS (nuôi ao), lượng nước thải phát sinh 254.542 m<sup>3</sup>/ngày.

Tải lượng chất ô nhiễm có trong nước thải được tính toán dựa trên lưu lượng nước thải và nồng độ các chất ô nhiễm có trong nước thải công nghiệp, theo công thức sau:  $L_i = C_i \times Q_{thai} \times 10^{-6} \times 365$  (tấn/năm) (Công, 2007). Trong đó:  $L_i$  (tấn/năm): tải lượng ô nhiễm tính cho thông số  $i$ ;  $C_i$  (mg/L): nồng độ trung bình của thông số  $i$ ;  $Q_{thai}$  (m<sup>3</sup>/ngày): lưu lượng nước thải;  $10^{-6}$ : hệ số chuyển đổi đơn vị.

*Tải lượng các chất ô nhiễm từ nguồn phân tán*

*Đối với nước mưa chảy tràn:*



**Hình 1. Vị trí lấy mẫu nước thải**

**Bảng 2. Đơn vị tải lượng ô nhiễm do nước chảy tràn**

STT	Thông số	Đất nông nghiệp ( kg/km <sup>2</sup> /ngày mưa) <sup>(1)</sup>	Đất KDC ( kg/km <sup>2</sup> /ngày mưa) <sup>(1)</sup>	Đất chuyên dùng ( kg/ha/năm) <sup>(2)</sup>	Đất trồng ( kg/km <sup>2</sup> /ngày mưa) <sup>(1)</sup>
1	COD	28	42	109	26
2	BOD <sub>5</sub>	18	38	60,4	16
3	T-N	36	20	10,6	32
4	T-P	8	12	2,3	6

(1): JICA, (1999); (2): JIWA, (2008)

**Bảng 3. Hệ số phát thải từ NTTS**

STT	Thông số	Hệ số phát thải nuôi cá lồng bè (kg/tấn/năm)
1	COD <sup>(a)</sup>	15,9
2	BOD <sub>5</sub> <sup>(a)</sup>	4,5
3	T-N <sup>(b)</sup>	2,9
4	T-P <sup>(b)</sup>	2,6
5	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> <sup>(a)</sup>	0,03
6	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> <sup>(a)</sup>	0,70
7	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> <sup>(a)</sup>	1,17

(a): Padilla et al., (1997); (b): San Diego-McGlone et al., (2000)

Tải lượng ô nhiễm nước mưa chảy tràn được tính toán dựa trên số liệu về (i) diện tích sử dụng đất cho các mục đích bao gồm đất nông nghiệp với diện tích là 118.754 ha, chiếm 78,45% diện tích đất tự nhiên (gồm trồng lúa, cây ăn trái và đất trồng màu), đất chuyên dùng có diện tích là 11.076 ha, chiếm 7,67% diện tích tự nhiên (gồm đất cơ sở tín ngưỡng, đất nghĩa trang, nghĩa địa, đất cơ sở tín ngưỡng), đất KDC với diện tích là 7.154 ha chiếm 4,28% diện tích tự nhiên (gồm đất ở tại đô thị và đất ở tại nông thôn), đất trồng chưa sử dụng có diện tích 17 ha chiếm 0,01% (chủ yếu là đất bãi bồi), (ii) số ngày mưa trung bình năm tại khu vực và (iii) đơn vị tải lượng ô nhiễm do nước chảy tràn từ các hình thức sử dụng đất tại Bảng 2, theo công thức sau:  $L_{Nn} = n \times A \times L_{iNn} \times 10^{-3}$  (tấn/năm) (Hoàng và ctv., 2018). Trong đó:  $L_{Nn}$  (tấn/năm): Tải lượng thải của từng mục đích sử dụng đất; n (ngày): số ngày mưa trong năm; A (km<sup>2</sup>): diện tích sử dụng đất của từng mục đích;  $L_{iNn}$  (kg/km<sup>2</sup>/ngày mưa): Tải lượng thải đơn vị;  $10^{-3}$ : hệ số chuyển đổi đơn vị.

*Đối với nước thải sinh hoạt*

Tải lượng chất ô nhiễm có trong nước thải sinh hoạt được tính toán dựa trên lưu lượng nước thải và

nồng độ các chất ô nhiễm có trong nước thải sinh hoạt, theo công thức sau:  $L_i = C_i \times Q_{thai} \times 10^{-6}$  (tấn/năm),  $Q_{thai} = K_{cấp} \times N$  (Bảng & Tuấn, 2017) Trong đó:  $L_i$  (tấn/năm): tải lượng của thông số i được xét;  $C_i$  (mg/l): nồng độ trung bình của thông số i được xét;  $Q_{thai}$  (lít/ngày): lưu lượng nước thải;  $K_{cấp}$  (l/người.ngày): hệ số cấp nước (120 l/người.ngày theo TCXDVN 33:2006);  $10^{-6}$ : hệ số chuyển đổi đơn vị; N: dân số tỉnh Vĩnh Long.

*Đối với NTTS lồng bè*

Sản lượng NTTS trong lồng bè của tỉnh Vĩnh Long đạt 20.000 tấn/năm với 1.179 lồng bè đang thả, thể tích nước là 255.613 m<sup>3</sup>. Theo Sinh và Nam (2015), tải lượng ô nhiễm từ NTTS lồng bè được tính theo công thức:  $L_{ts} = SL \times L_{ITS} \times 10^{-3}$  (tấn/năm). Trong đó:  $L_{ts}$ : tải lượng chất thải từ NTTS (tấn/năm); SL: sản lượng NTTS (tấn/năm);  $L_{ITS}$ : hệ số phát thải thông số i (kg/tấn/năm) tại Bảng 3.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Chất lượng và tải lượng chất ô nhiễm trong các nguồn nước thải trước hệ thống xử lý (đối với nguồn điểm)

##### 3.1.1. Chất lượng chất ô nhiễm trong các nguồn nước thải trước hệ thống xử lý

Kết quả phân tích các thông số ô nhiễm của các nguồn thải trước xử lý được trình bày trong Bảng 4.

Nước thải làng nghề tàu hũ ky có nồng độ T-P, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, T-N, COD và BOD<sub>5</sub> trước xử lý vượt vượt QCVN 40 lần lượt là 3,2 lần, 3,9 lần, 7,6 lần, 11,6 lần và 14,2 lần.

Nước thải từ lò giết mổ có nồng độ T-P, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, T-N, COD và BOD<sub>5</sub> vượt QCVN 40 lần lượt là 4,9 lần, 6,7 lần, 11,9 lần, 12,1 lần và 13,7 lần ở thời điểm trước xử lý.

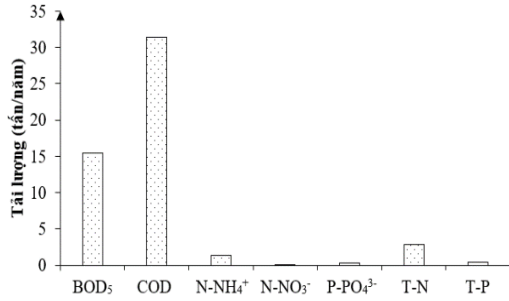
**Bảng 4. Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải trước xử lý**

Nguồn thải	Nồng độ trung bình (mg/L)						
	BOD <sub>5</sub>	COD	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	T-N	T-P
Làng nghề	427±229	869±360	37,9±41,9	0,2±0,01	9,56±0,59	77,8±47,1	12,9±3,7
Giết mổ	411±264	909±566	59,5±39,7	0,3±0,15	7,4±0,63	134±26,4	19,6±12,5
NTTS (nuôi ao)	13,3±11,1	30,3±17,2	1,4±0,61	2,42±0,49	0,39±0,13	4,9±0,41	0,36±0,1
QCVN 40	30	75	5	-	-	20	4
Chăn nuôi	563±206	1.535±960	90,5±63,2	0,47±0,18	70,2±20,8	223±159	-
QCVN 62	40	100	-	-	-	50	-

Chú thích: “-”: không phân tích mẫu

Các thông số quan trắc của nước thải NTTS trong ao đều đạt QCVN 40. Nguyên nhân có thể do thời điểm thu mẫu tuổi cá còn nhỏ, nên lượng chất thải chưa nhiều nên nước thải đạt QCVN 40.

Nước thải từ hoạt động chăn nuôi có nồng độ T-N, BOD<sub>5</sub> và COD vượt QCVN 62 lần lượt 4,5 lần, 14,1 lần và 15,4 lần ở thời điểm trước xử lý. Nồng độ các chất ô nhiễm chủ yếu là hữu cơ và dinh dưỡng.



**Hình 2. Tải lượng ô nhiễm làng nghề tàu hũ ky**

3.1.2. *Tải lượng chất ô nhiễm trong các nguồn nước thải trước hệ thống xử lý*

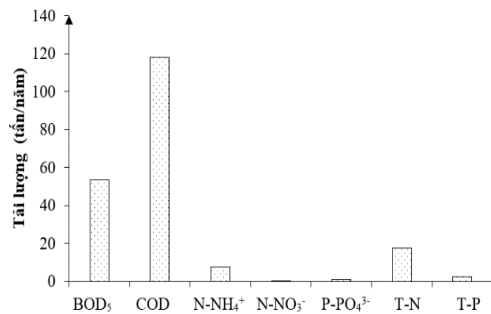
*Tải lượng ô nhiễm làng nghề tàu hũ ky*

Làng nghề tàu hũ ky hiện chưa có hệ thống thu gom, xử lý nước thải tập trung, đa số các hộ trong làng nghề thải trực tiếp nước thải vào nguồn tiếp nhận. Dựa trên lưu lượng phát sinh nước thải và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải, tải lượng ô nhiễm trước xử lý được trình bày ở Hình 2.

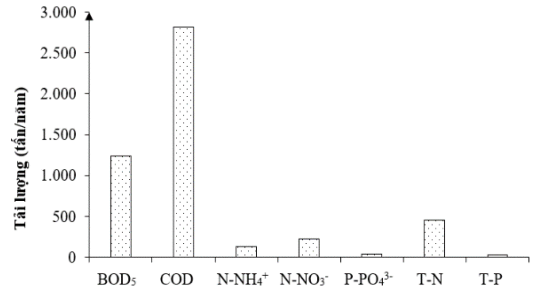
Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ làng nghề tàu hũ ky trước xử lý đạt 51,8 (tấn/năm). Tải lượng ô nhiễm chủ yếu là BOD<sub>5</sub> và COD chiếm 90% tải lượng ô nhiễm; tải lượng T-P và T-N chỉ chiếm 2,83%. Tải lượng nước thải trước xử lý khá nhỏ nhưng nếu không có biện pháp xử lý trước khi thải ra môi trường sẽ gây hiện tượng ô nhiễm.

*Tải lượng ô nhiễm từ hoạt động giết mổ*

Dựa trên lưu lượng phát sinh nước thải và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải (Bảng 4), tải lượng ô nhiễm phát sinh từ hoạt động giết mổ được trình bày trong Hình 3. Tải lượng phát thải từ nước thải lò giết mổ đạt 200 (tấn/năm) trước xử lý, trong đó tải lượng BOD<sub>5</sub> và COD chiếm 86%, tải lượng T-N và T-P chiếm 1% tổng tải lượng ô nhiễm.



**Hình 3. Tải lượng ô nhiễm hoạt động giết mổ**



**Hình 4. Tải lượng ô nhiễm từ hoạt động NTTS (nuôi ao)**

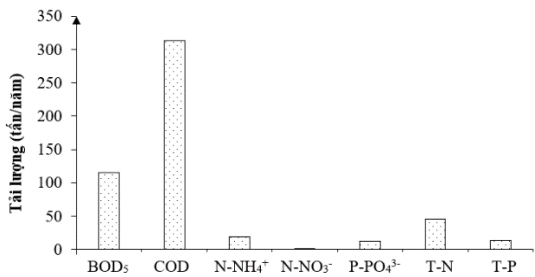
*Tải lượng ô nhiễm từ hoạt động NTTS (nuôi ao)*

Dựa vào nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải tại Bảng 4, tải lượng ô nhiễm phát sinh từ NTTS trong ao được trình bày trong Hình 4. Tải lượng ô nhiễm từ NTTS trong ao đạt 5.134 (tấn/năm) trước xử lý. Trong đó, tải lượng BOD<sub>5</sub> và COD lần lượt là 1.237 và 2.818 (tấn/năm) chiếm 79% tổng tải lượng ô nhiễm. Tải lượng T-N và T-P trong nước thải NTTS khá cao, chiếm 13% tổng tải lượng ô nhiễm.

*Tải lượng ô nhiễm từ hoạt động chăn nuôi*

Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ nguồn chăn nuôi được trình bày trong Hình 5.

Tải lượng ô nhiễm nước thải từ chăn nuôi là 518 (tấn/năm) trước xử lý; trong đó, tải lượng BOD<sub>5</sub> (114 tấn/năm) và COD (312 tấn/năm) chiếm 82%, tải lượng T-N (45,4 tấn/năm) và T-P (13,9 tấn/năm) chiếm 11% tổng tải lượng ô nhiễm.



**Hình 5. Tải lượng ô nhiễm từ hoạt động chăn nuôi**

**3.2. Chất lượng và tải lượng chất ô nhiễm trong các nguồn nước thải sau hệ thống xử lý (đối với nguồn diêm)**

3.2.1. *Chất lượng chất ô nhiễm trong các nguồn nước thải sau hệ thống xử lý*

Nước thải làng nghề tàu hũ ky sau khi qua HTXLNT, nồng độ các chất ô nhiễm đạt QCVN 40 (Bảng 5).



Nước thải lò giết mổ sau khi qua HTXLNT vẫn còn thông số T-P, T-N và N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> vượt QCVN 40 lần lượt là 1,85 lần, 4,5 lần và 6,7 lần, nồng độ BOD<sub>5</sub> và COD đạt QCVN 40 (Bảng 5). Nguyên nhân do loại hình này có quy mô nhỏ, HTXLNT chủ yếu là ao sinh học, công đoạn hóa lý, khử trùng và hệ thống xử lý không hoạt động thường xuyên nên nồng độ các chất ô nhiễm cao sau quá trình xử lý. Đây là cơ sở khoa học cho việc lựa chọn loại hình này để đề xuất biện pháp khắc phục sao cho chất lượng nước đầu ra đạt QCVN 40 góp phần làm giảm tải lượng gây ô nhiễm cho các nguồn tiếp nhận.

Các thông số quan trắc của nước thải NTTS trong ao đều đạt QCVN 40. Nguyên nhân do các cơ sở NTTS có đầu tư HTXLNT; ngoài ra, có thể do thời điểm thu mẫu tuổi cá còn nhỏ nên lượng chất thải chưa nhiều do đó, nước thải sau xử lý đạt QCVN 40.

Nước thải từ hoạt động chăn nuôi sau quá trình xử lý đạt QCVN 62.

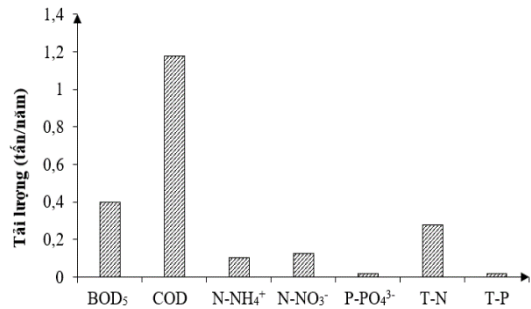
3.2.2. Tải lượng chất ô nhiễm trong các nguồn nước thải sau hệ thống xử lý

Tải lượng ô nhiễm làng nghề tầu hũ ky

Dựa vào nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải tại Bảng 5, tải lượng ô nhiễm phát sinh từ làng

nghề tầu hũ ky sau hệ thống xử lý được trình bày trong Hình 6.

Sau khi qua xử lý, tải lượng ô nhiễm từ nước thải làng nghề là 2,1 (tấn/năm); trong đó, tải lượng BOD<sub>5</sub> và COD chiếm 74%, tải lượng các chất ô nhiễm còn lại không đáng kể. Nhìn chung, sau khi qua HTXLNT, tải lượng ô nhiễm nước thải làng nghề thải ra môi trường thấp. Do nước thải phát sinh chủ yếu bị ô nhiễm bởi các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học nên các cơ sở trong làng nghề được đầu tư sử dụng biện pháp xử lý sinh học (Anaerobic [yếm khí] - Oxidic [hiếu khí]) để xử lý nước thải trước khi thải ra môi trường.



Hình 6. Tải lượng ô nhiễm từ làng nghề sau xử lý

Bảng 5. Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải sau xử lý

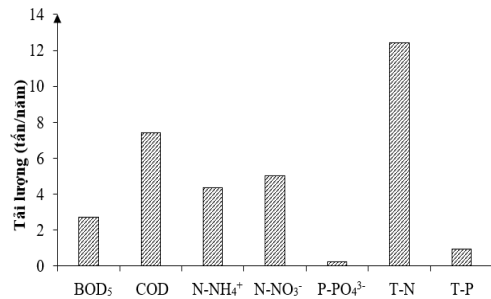
Nguồn thải	Nồng độ trung bình (mg/L)						
	BOD <sub>5</sub>	COD	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	T-N	T-P
Làng nghề	10,8±6,48	29,2±28	2,9± 1,9	3,44±0,82	0,48±0,38	7,7±1,6	0,53±0,15
Giết mổ	20,9±18,5	57±37,5	33,4±23,4	38,7±6,2	1,9±0,5	95,4±20	7,4±2,9
NTTS	5,87±4,25	19,9±9	0,61±0,01	1,24±0,38	0,16±0,07	2,2±0	0,17±0,05
QCVN 40	30	75	5	-	-	20	4
Chăn nuôi	20±13	44,3±34,2	5,3±5	7,3±8,4	6,6±3,2	46,5±31	-
QCVN 62	40	100	-	-	-	50	-

Tải lượng ô nhiễm từ hoạt động giết mổ

Sau khi qua HTXLNT, tải lượng ô nhiễm nước thải từ giết mổ là 36,54 (tấn/năm); trong đó, tải lượng BOD<sub>5</sub> và COD chiếm 36%.

Nhìn chung, nước thải từ cơ sở giết mổ khi qua hệ thống xử lý, tải lượng chất ô nhiễm đã giảm đáng kể và góp phần hạn chế ô nhiễm môi trường. Đặc thù nước thải lò giết mổ là chứa hàm lượng lớn chất ô nhiễm dễ phân hủy sinh học, do đó các cơ sở áp dụng công nghệ xử lý sinh học để loại bỏ chất ô nhiễm, đồng thời sử dụng lục bình để giữ lại một phần chất ô nhiễm, sau đó đến quá trình hiếu khí xử lý các chất ô nhiễm còn lại.

Tải lượng ô nhiễm NTTS (nuôi ao)



Hình 7. Tải lượng ô nhiễm từ giết mổ sau xử lý

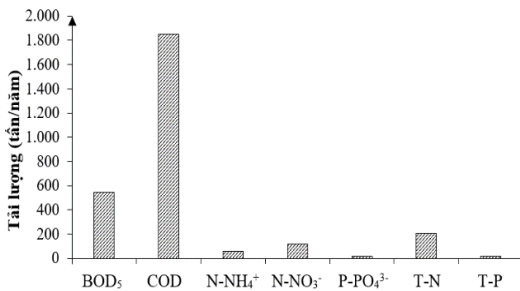
Sau khi qua hệ thống xử lý, tải lượng ô nhiễm từ NTTS (nuôi ao) phát sinh là 2.801 (tấn/năm); trong đó, tải lượng BOD<sub>5</sub> và COD chiếm 85% tổng tải

lượng ô nhiễm. Nhìn chung, nước thải NTTS với hình thức nuôi ao sau khi qua HTXLNT tải lượng chất ô nhiễm đã giảm nhưng lượng chất ô nhiễm phát thải ra môi trường nước vẫn còn cao. Nước thải từ NTTS có lưu lượng thải khá lớn, điều này gây khó khăn trong việc lựa chọn công nghệ xử lý, gia tăng chi phí và nhân lực cho đầu tư và vận hành hệ thống xử lý nước thải.

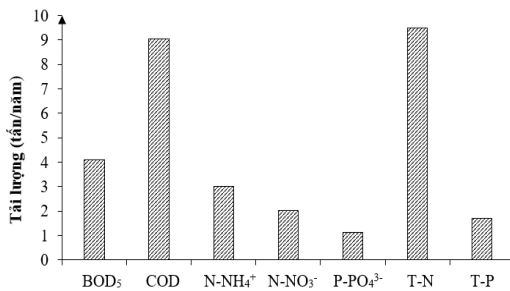
*Tải lượng ô nhiễm từ hoạt động chăn nuôi*

Sau khi qua HTXLNT, tải lượng ô nhiễm từ nước thải chăn nuôi là 30,5 (tấn/năm) với tải lượng BOD<sub>5</sub> và COD chiếm 43%.

Nhìn chung, nước thải chăn nuôi sau quá trình xử lý tải lượng ô nhiễm đã giảm đáng kể. HTXLNT của hoạt động chăn nuôi áp dụng công nghệ xử lý sinh học bao gồm hầm ủ biogas yếm khí kết hợp các ao lắng sinh học để loại bỏ chất ô nhiễm ở nồng độ cao. Khí phát sinh từ hầm biogas được đốt bỏ hoặc tận dụng làm khí đốt. Tại các ao sinh học, các loại thực vật thủy sinh được trồng để xử lý các chất ô nhiễm, luôn giữ mật độ thủy sinh trong ao từ 50 đến 60% diện tích ao. Nồng độ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sau xử lý tăng so với trước khi xử lý có thể do HTXLNT không có giai đoạn thiếu khí để khử ni-trát dẫn đến N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> không thể chuyển hoá thành khí ni-tơ thoát ra môi trường không khí.



**Hình 8. Tải lượng ô nhiễm từ NTTS (nuôi ao) sau xử lý**

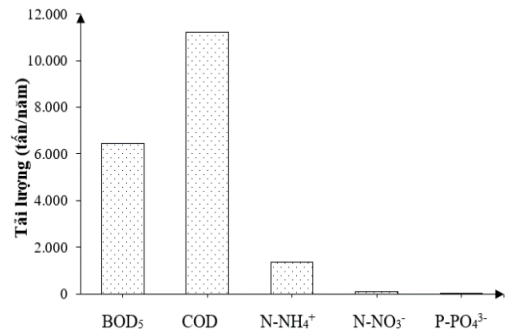


**Hình 9. Tải lượng ô nhiễm từ chăn nuôi sau xử lý**

**3.3. Tải lượng chất ô nhiễm đối với các nguồn phân tán**

*3.3.1. Tải lượng từ nguồn thải sinh hoạt*

Bảng 6 cho thấy nước thải sinh hoạt chứa các chất ô nhiễm chủ yếu là BOD<sub>5</sub>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, COD. Nồng độ N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và BOD<sub>5</sub> trong nước thải sinh hoạt lần lượt vượt 6,1 lần và 6,7 lần so với QCVN 14, nồng độ COD trong nước thải sinh hoạt là 250 (mg/L) (Lộc và ctv., 2015). Nước thải sinh hoạt phát sinh từ các hộ gia đình, các cơ sở kinh doanh dịch vụ và chợ không được thu gom, xử lý mà xả thải vào hệ thống thoát nước mưa hoặc thải trực tiếp ra nguồn tiếp nhận là sông, rạch. Đây là một trong những nguồn thải gây ô nhiễm môi trường nước của khu vực. Trên cơ sở số liệu về dân số tỉnh Vĩnh Long năm 2021, tiêu chuẩn cấp nước phân theo thành thị - nông thôn (TCXDVN 33:2006) và nồng độ các thông số ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt tại Bảng 6.



**Hình 10. Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ nước thải sinh hoạt**

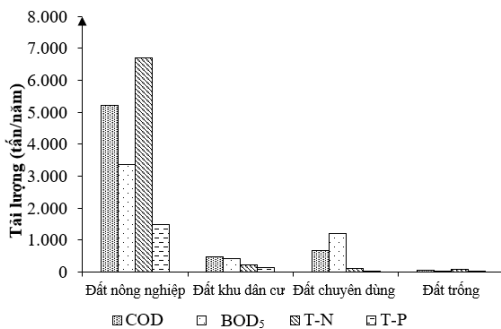
Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ nước thải sinh hoạt được trình bày trong Hình 10. Kết quả nghiên cứu cho thấy, NTSH là nguồn đóng góp tải lượng ô nhiễm đáng kể với 19.109 tấn/năm. Trong đó, COD (11.198 tấn/năm), BOD<sub>5</sub> (6.450 tấn/năm) và N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (1.361 tấn/năm) chiếm hơn 98,8% tải lượng phát sinh, còn lại là N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (95 tấn/năm) và P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (5,82 tấn/năm) chiếm tải lượng khá thấp. Hiện nay, trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long chưa có HTXLNT sinh hoạt tập trung, đang dùng chung hệ thống thu gom cho nước mưa và NTSH. Vì thế, NTSH thoát ra sông, rạch qua hệ thống các kênh thoát nước. Mặc dù các hộ dân đã có xây dựng bể tự hoại để xử lý sơ bộ nước thải trước khi chảy vào hệ thống thoát nước; tuy nhiên, việc thu gom, xử lý nước thải chưa được xử lý, gây ô nhiễm môi trường nước mặt và làm tăng tải lượng các chất ô nhiễm trên lưu vực sông

**Bảng 6. Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt**

Nguồn thải	Nồng độ trung bình (mg/L)				
	BOD <sub>5</sub>	COD	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
Sinh hoạt	145±83	250±111	30,4±20,5	0,13±0,05	2,12±1,31
QCVN 14	30	-	5	30	6

3.3.2. Tải lượng từ nước mưa chảy tràn

Tải lượng ô nhiễm phát sinh do chảy tràn được tính toán và trình bày trong Hình 11. Tải lượng chất ô nhiễm trong nước thải do chảy tràn phát sinh tại khu vực nghiên cứu khoảng 19.337 tấn/năm. Trong đó, tải lượng ô nhiễm phát sinh từ đất nông nghiệp là nguồn thải đóng góp tải lượng các chất ô nhiễm cao nhất, tương ứng 15.925 tấn (chiếm khoảng 82% tổng tải lượng), tiếp đến là đất chuyên dùng (2.016 tấn), đất KDC (1.194 tấn) và đất trống (202 tấn/năm). Tải lượng chất ô nhiễm trong nước thải do chảy tràn phụ thuộc vào loại hình và diện tích từng loại hình sử dụng đất.

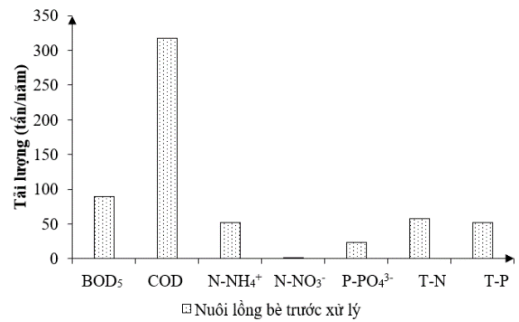


**Hình 11. Tải lượng ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn**

**Hình 11. Tải lượng ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn**

3.3.3. Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ nước thải NTTS (lồng bè)

Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ nước thải NTTS lồng bè được trình bày trong Hình 12. Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ NTTS lồng bè đạt 594 (tấn/năm); trong đó, tải lượng BOD<sub>5</sub> và COD chiếm 68%, tải lượng T-N và T-P chiếm 19% tổng tải lượng ô nhiễm.



**Hình 12. Tải lượng ô nhiễm phát sinh từ nước thải NTTS (lồng bè)**

3.4. Đề xuất biện pháp giảm tải lượng ô nhiễm nước thải cho các nguồn thải chính

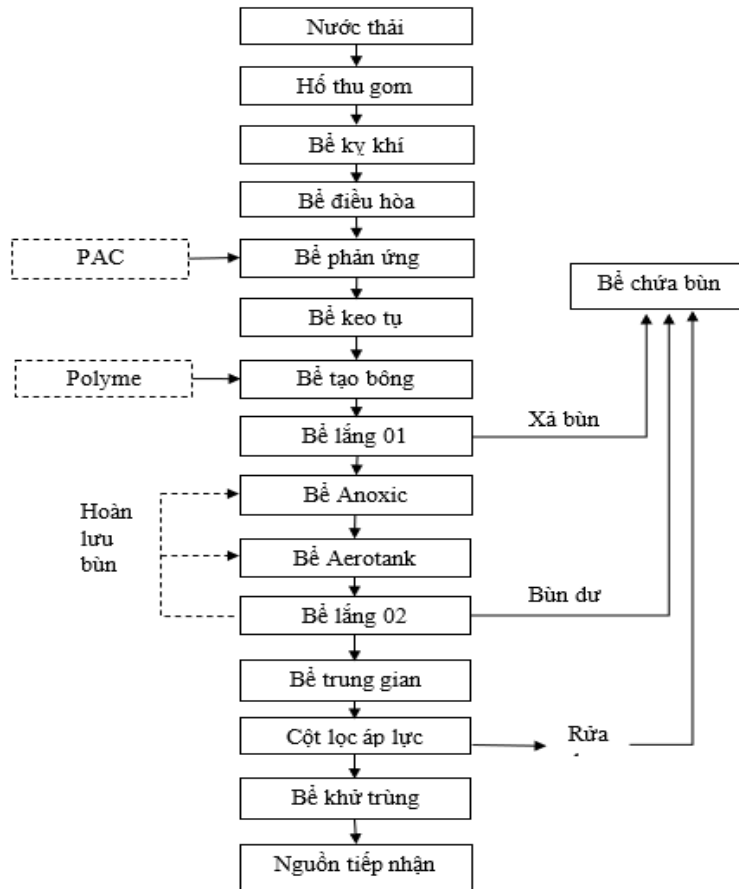
3.4.1. Đối với cơ sở đã xây dựng HTXLNT

Từ kết quả đánh hiện trạng ô nhiễm từ các nguồn thải chính cho thấy, nước thải sau xử lý của hoạt động giết mổ vượt quy chuẩn với 03 thông số N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, T-N, T-P. Để xử lý được 03 thông số ô nhiễm trong nước thải thì quy trình xử lý phải có công đoạn khử nitơ và photpho; do đó, các cơ sở giết mổ cần phải cải tạo, đầu tư xây dựng hoặc lắp đặt thêm bể thiếu khí (bể Anoxic), tại bể thiếu khí diễn ra quá trình khử nitrat và photphorit để xử lý nitơ và photpho. Hai chủng loại vi khuẩn chính tham gia vào quá trình này là Nitrosomonas và Nitrobacter. Trong môi trường thiếu oxy, các loại vi khuẩn này sẽ khử nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) và nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) theo chuỗi chuyển hóa: NO<sub>3</sub><sup>-</sup> → NO<sub>2</sub><sup>-</sup> → N<sub>2</sub>O → N<sub>2</sub>↑, sau đó, xây dựng thêm công đoạn xử lý hóa lý để kết tủa hóa học lượng photpho trong nước thải.

3.4.2. Đối với cơ sở chưa xây dựng HTXLNT

Dựa vào kết quả phân tích nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải trước xử lý của loại hình giết mổ tại Bảng 4, quy trình công nghệ xử lý nước thải được đề xuất (Hình 13). Công suất của HTXLNT được xác định là Q<sub>max</sub>= 13 m<sup>3</sup>/ngày. Đây chính là lưu lượng trung bình của các cơ sở giết mổ tại mục 2.2.5.





**Hình 13. Quy trình xử lý nước thải (công suất 13 m<sup>3</sup>/ngày.đêm)**

Nước thải phát sinh từ hoạt động của cơ sở giặt mô được dẫn về hố thu gom, sau đó qua bể kỵ khí để tiến hành quá trình xử lý. Tại bể kỵ khí xảy ra quá trình phân hủy các chất hữu cơ hòa tan và các chất dạng keo trong nước thải với sự tham gia của hệ vi sinh vật kỵ khí. Trong quá trình sinh trưởng và phát triển, vi sinh vật kỵ khí sẽ hấp thụ các chất hữu cơ hòa tan có trong nước thải, phân hủy và chuyển hóa chúng thành các hợp chất ở dạng khí. Nước thải sau bể kỵ khí được dẫn qua bể điều hòa nhằm điều hòa lưu lượng, ổn định nồng độ các chất gây ô nhiễm có trong nước thải. Nước thải từ bể điều hòa được bơm lên Bể điều chỉnh pH để điều chỉnh pH về ngưỡng hoạt động hiệu quả của hóa chất keo tụ (hóa chất sử dụng keo tụ trong trường hợp này là PAC (Poly Aluminium Chloride) nên ngưỡng hoạt động từ 6,5 đến 8,5). Sau khi điều chỉnh pH, nước thải sẽ được dẫn qua bể Keo tụ để tiếp tục được xử lý. Nước thải tại bể keo tụ cho phản ứng với PAC để phá vỡ độ bền của hạt keo đồng thời trộn đều hóa chất với nước. Nước thải sau keo tụ được đưa đến bể tạo

bông để keo tụ các thành phần chất rắn lơ lửng và một phần COD trong nước thải (bổ sung polyme để tăng kích thước, khối lượng bông cặn để bông cặn có thể thắng được trọng lực và lắng ổn định nồng độ các chất gây ô nhiễm có trong nước thải), lắp đặt các cánh khuấy để quá trình tạo bông hiệu quả hơn. Nước thải được dẫn qua bể lắng để lắng cặn các thành phần bông bùn hóa lý (bông bùn hóa lý này sẽ được bơm nước thải bơm về bể chứa bùn định kỳ và chờ xử lý theo quy định). Nước thải sau khi qua bể lắng hoá lý được tự chảy qua bể Anoxic, để đảm bảo hiệu quả của quá trình xử lý nitơ tại bể cũng như toàn bộ hệ thống xử lý trước khi xả thải ra môi trường nhờ vào quá trình xáo trộn hoàn toàn của dòng nước và lượng bùn hoạt tính tuần hoàn từ bể Aerotank sang. Nước thải từ bể Anoxic sẽ tiếp tục đưa sang bể Aerotank nhằm xử lý triệt để hàm lượng chất ô nhiễm hữu cơ còn lại. Nước thải sau quá trình xử lý sinh học chứa nhiều bông bùn vi sinh được dẫn qua bể lắng nhằm mục đích lắng bông bùn vi sinh bằng quá trình lắng trọng lực (bể chia làm 3 phần:

Phần nước trong, Phần lắng, Phần chứa bùn). Nước sau khi qua bể lắng được dẫn qua bể trung gian để ổn định lưu lượng, đảm bảo thời gian hoạt động của bơm lọc áp lực phía sau. Nước thải được bơm vào cột lọc áp lực để loại bỏ thành phần lơ lửng còn lại trong nước thải. Nước sau cột lọc áp lực sẽ chảy qua bể khử trùng, tại đây nước thải được khử trùng bằng dung dịch Clorine, nồng độ 5 mg/lít. Nước thải sau khi qua bể khử trùng đạt QCVN 40 và thải ra môi trường tiếp nhận.

3.4.3. Ước tính chi phí đầu tư cho quy trình công nghệ xử lý nước thải

Theo quy trình công nghệ xử lý nước thải đề xuất nêu ở Hình 13, các hạng mục cần xây dựng được xác định tại Bảng 6 và ước tính chi phí đầu tư.

Chi phí ước tính để đầu tư cho HTXLNT công suất 13m<sup>3</sup>/ngày.đêm: 242.000.000 (đồng), tương đương với suất đầu tư 8.000.000 (đồng/m<sup>3</sup>). Chi phí xử lý là 19.948 (đồng/m<sup>3</sup>).

**Bảng 6. Hạng mục và kết cấu HTXLNT**

STT	Hạng mục xây dựng	Mô tả	Chi phí (đồng)
1	Hồ thu gom	V~1,5 m <sup>3</sup> : Đáy BTCT M150 sắt Ø8 a150, tường gạch thẻ dày 100mm, tô chống thấm, quét sika.	3.500.000
2	Bể kỵ khí	V~20 m <sup>3</sup> : Đáy BTCT M150 sắt Ø8 a150, tường gạch thẻ dày 100mm, tô chống thấm, quét sika.	2.500.000
3	Bể điều hòa	V~5 m <sup>3</sup> : Bồn nhựa PE hoặc Composite.	12.500.000
5	Bể phản ứng	V~3 m <sup>3</sup> : Bồn nhựa PE hoặc Composite.	7.350.000
6	Bể keo tụ	V~3 m <sup>3</sup> : Bồn nhựa PE hoặc Composite.	7.350.000
7	Bể tạo bông	V~3 m <sup>3</sup> : Bồn nhựa PE hoặc Composite.	7.350.000
8	Bể lắng 01	V~3 m <sup>3</sup> : Bồn nhựa PE hoặc Composite.	7.350.000
9	Bể thiếu khí (anoxic)	V~5 m <sup>3</sup> : Bồn nhựa PE hoặc Composite.	12.500.000
10	Bể hiếu khí (aerotank)	V~10 m <sup>3</sup> : Bồn nhựa PE hoặc Composite.	25.000.000
10	Bể lắng 2	V~3 m <sup>3</sup> : Bồn nhựa PE hoặc Composite.	12.500.000
11	Bể trung gian	V~3 m <sup>3</sup> : Bồn nhựa PE hoặc Composite.	7.350.000
12	Bể khử trùng	V~1 m <sup>3</sup> : Bồn nhựa PE hoặc Composite.	7.350.000
13	Cột lọc	Composite, hình trụ đứng, van 3 ngã rửa lọc thủ công, vật liệu lọc: cát, sỏi, than hoạt tính.	4.800.000
14	Bể chứa bùn	V~5 m <sup>3</sup> : Đáy BTCT M150 sắt Ø8 a150, tường gạch thẻ dày 100mm, tô chống thấm, quét sika.	6.500.000
Tổng chi phí			123.900.000

**4. KẾT LUẬN**

Kết quả đánh giá hiện trạng ô nhiễm từ các nguồn thải chính ở tỉnh Vĩnh Long cho thấy nước thải sau xử lý của loại hình nước thải lò giết mổ sau khi qua HTXLNT vẫn còn có thông số T-P, T-N và N-NH4+ vượt QCVN 40 lần lượt là 1,85 lần, 4,5 lần và 6,7 lần. Kết quả nghiên cứu này là cơ sở để đề xuất biện pháp giảm tải lượng ô nhiễm đối với nguồn thải từ hoạt động giết mổ.

Tải lượng T-N và T-P từ các nguồn thải chảy tràn từ nông nghiệp chiếm tỷ trọng cao trong tổng tải

lượng T-N và T-P trong các nguồn thải phát sinh vào kênh rạch tương ứng 15.925 tấn (chiếm khoảng 82% tổng tải lượng). Tải lượng ô nhiễm từ hầu hết các nguồn được ước tính khả năng tăng lên như nguồn sinh hoạt, công nghiệp, chăn nuôi.

Nghiên cứu đã đề xuất giải pháp kiểm soát và giảm thiểu ô nhiễm, giảm tải lượng ô nhiễm thải ra sông rạch cho loại hình giết mổ nhằm giảm tải lượng thải vào môi trường góp phần bảo vệ môi trường nước mặt tỉnh Vĩnh Long.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

Arheimer, B. & Olsson, J. (2003). Integration and coupling of hydrological models with water quality models: Applications in Europe. Report of the Swedish Meteorological and Hydrological Institute, Norrköping Sweden.

Bằng, N. V & Tuấn, N. L. (2017). Tính toán tải lượng ô nhiễm phát sinh từ các nguồn thải chính trên địa bàn huyện Cần Giò đến năm 2025. *Tạp chí Đại học Sài Gòn*, 31(56), 20 –30.

Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2018). *Báo cáo hiện trạng môi trường Quốc gia năm 2018*. Chuyên đề: Môi trường nước các lưu vực sông.

Cassou, E., D. N., Tran, T. H., Nguyen, T. X., Dinh, C. V., Nguyen, B. T., Cao, S. J., & Ru, J. (2017). *Tổng quan về ô nhiễm Nông nghiệp ở Việt Nam*:

- Báo cáo tóm tắt chuẩn bị cho Ngân Hàng Thế giới, Washington, DC.
- Công, N.V. (2007). *Nghiên cứu cơ sở khoa học đánh giá khả năng tiếp nhận nước thải của nguồn nước phục vụ công tác cấp phép xả nước thải*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ.
- Đặng, N. H., & Dương, N. T. (2021). Đề xuất kiểm soát tải lượng ô nhiễm nước thải với môi trường nước. *Tạp chí Môi trường và Đô thị*. Truy cập ngày 01/12/2022. <https://www.moitruongvadothi.vn/de-xuat-kiem-soat-tai-luong-o-nhiem-nuoc-thai-voi-moi-truong-nuoc-a85932.html>.
- Han, L. X., Huo, F., & Sun, J. (2011). Method for calculating non-point source pollution distribution in plain rivers. *Water Science and Engineering*, 4(1), 83-91.
- Hoàng, M. T., Nam, N. V., Thụy, T. V., & Huyền, M. T. (2018). Nghiên cứu xác định tải lượng ô nhiễm vào sông Trường Giang, tỉnh Quảng Nam. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 34(4).71-79.
- Japan International Cooperation Agency (JICA) (1999). *The study on Environment management for Ha Long Bay*, Final report, Volume I, II, III, IV, Reserved at Institute of Environment and Resource.
- JIWA. (2008). *Hướng dẫn triển khai nghiên cứu quy hoạch tổng thể xây dựng hệ thống thoát nước tại mỗi lưu vực*. Hiệp hội công trình xử lý nước thải Nhật Bản.
- Lâm, N. M. (2013). *Nghiên cứu đánh giá khả năng chịu tải và đề xuất các biện pháp bảo vệ chất lượng nước sông Vàm Cỏ Đông, tỉnh Long An* (Luận án Tiến sĩ kỹ thuật). Viện Môi Trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- Lộc, N. T., Thu, V. T. V., Linh, N. T., Thịnh, Đ. C., Hằng, P. T., & Ngân, N. V. C. (2015). Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt của một số loại thủy sinh thực vật. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*. Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu: 119-128.
- Mamun, A. A., & Salleh, M. N. (2014). Challenges in non-point source pollution - sampling and testing. *5th Brunei International Conference on Engineering and Technology*, 1-6. DOI: 10.1049/cp.2014.1112.
- Masanobu, T., Hiroyuki, I., Nobuyuki, E., & Tatemasa, H. (2006). The estimation of pollutant loads in the Kinokawa River, Japan, *9th International Riversymposium*, pp. 79-87.
- Opdyke, D. (2008). Hydrodynamics and Water Quality: Modeling Rivers, Lakes, and Estuaries. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 89(39), 366-366. <https://doi.org/10.1029/2008EO390008>.
- Padilla, J., Castro, L., & Naz, C. (1997). *Evaluation of Economy – Environment Interaction in the Lingayen Gulf Basin: A Partial Area – Based Environmental Accounting Approach*. Philippine Environment and Nature Resources Accounting Project. (ENRAP-Phase IV), Manila.
- San Diego-McGlone, M. L., Smith, S. V., & Nicolas, V. (2000). Stoichiometric interpretations of C:N:P ratios in organic waste materials. *Marine Pollution Bulletin*, 40,325-330. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(99\)00222-2](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(99)00222-2)
- Sinh, L. X & Nam, L. V. (2015). Tải lượng chất ô nhiễm đưa vào Vịnh Đà Nẵng. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, 15(2),165-175. DOI: 10.15625/1859-3097/15/2/5896.
- Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Vĩnh Long. (2021). *Báo cáo công tác bảo vệ môi trường năm 2020 tỉnh Vĩnh Long*.
- Thắng, T. Đ. (2015). *Nghiên cứu các biện pháp khoa học công nghệ đánh giá và quản lý nguồn nước, giảm thiểu ô nhiễm trong các hệ thống thủy lợi ĐBSCL*. Đề tài trọng điểm Bộ Nông Nghiệp và Phát Triển Nông Thôn. Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam.
- Tổng cục Môi trường. (2019). *Tài liệu hướng dẫn tính toán sức chịu tải nguồn nước sông. Dự án Jica về tăng cường năng lực quản lý môi trường nước các lưu vực sông. Hà Nội*. Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và bản đồ Việt Nam.