VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences

Journal homepage: https://js.vnu.edu.vn/EES

Original Article

Self-Cleaning Ability of Pollutants Containing Nitrogen and Phosphorus Transformed into NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}, of SonLa Hydropower Reservoir

Do Xuan Duc[1,2,*], Luu Duc Hai[2], Do Huu Tuan[2]

[1]*Tay Bac University, Quyet Tam Wards, Son La City, Son La Province, Vietnam*
[2]*VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

Received 21 October 2019
Revised 10 May 2020; Accepted 19 May 2020

Abstract: The waste source containing nitrogen (N) and organic phosphorus (P) into the hydropower reservoir will be transformed into pollutants NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}. Son La hydropower reservoir has an area of 225 km^2 of water surface and 10.850 km^2 of water supply basin for electricity generation, Son La hydroelectricity plant and dam, which is particularly important in terms of socio-economic and national conditions, room, security. Using the method of calculating emissions with appropriate coefficients, 10.323 tons of nitrogen / year and 5.454 tons of phosphorus / year were added to the lake in 2019 through the data of population, livestock, fish cages, farming. Semi-submerged agriculture, depositing air into the lake. Applying the method of calculating the self-cleaning capacity of hydropower reservoirs through the results of determining the total main pollutants in the catchment tons N/P, the concentration of main pollutants in the water input and out of the lake, the concentration catchment pollutant (mg/L), basin pollutant input (tons / day), hydraulic retention time. Thereby, the Son La hydropower reservoir self-cleaning 8.117 tons / year with pollutants of groups NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}, specifically a volume of 2.756 million m^3 and 16 days to save water. 1.224 tons were cleaned, a capacity of 6.504 million m^3 with 37 days to save water, the lake cleaned 2.856 tons, a capacity of 9.266 million m^3, and a retention time was 52 days, the lake cleaned 4.037 tons.

Keywords: self-cleaning, pollutant, nitrogen, phosphorus, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}, hydropower reservoir, Son La.

* Corresponding author.
E-mail address: dxduc.ces@gmail.com

https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4510

Khả năng tự làm sạch chất ô nhiễm chứa Nitơ và Phốt pho chuyển hóa thành NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-} của hồ thủy điện Sơn La

Đỗ Xuân Đức[1,2,*], Lưu Đức Hải[2], Đỗ Hữu Tuấn[2]

[1]*Trường Đại học Tây Bắc, Phường Quyết Tâm, Thành phố Sơn La, Tỉnh Sơn La, Việt Nam*
[2]*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

Nhận ngày 21 tháng 10 năm 2019
Chỉnh sửa ngày10 tháng 5 năm 2020; Chấp nhận đăng ngày 19 tháng 5 năm 2020

Tóm tắt: Nguồn thải chứa lượng Nitơ (N) và Phốt pho (P) hữu cơ vào hồ chứa thủy điện sẽ chuyển hóa thành chất ô nhiễm NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}. Hồ thủy điện Sơn La có diện tích 225 km^2 mặt nước và 10.850 km^2 diện tích lưu vực cấp nước để sản xuất điện, nhà máy và đập thủy thủy điện Sơn La có ý nghĩa đặc biệt quan trọng về kinh tế - xã hội, quốc phòng, an ninh. Sử dụng phương pháp tính toán phát thải với hệ số phù hợp, xác định được 10.323 tấn Nitơ/năm và 5.454 tấn Phốtpho/năm vào hồ qua các số liệu dân cư, vật nuôi, cá lồng, canh tác nông nghiệp bán ngập, sa lắng không khí xuống hồ năm 2019. Vận dụng phương pháp tính toán khả năng tự làm sạch hồ thủy điện thông qua các kết quả xác định tổng chất ô nhiễm chính lưu vực tấn N/P, nồng độ các ô nhiễm chính nguồn nước đầu vào và ra khỏi hồ, nồng độ chất ô nhiễm lưu vực (mg/L), đầu vào chất ô nhiễm lưu vực (tấn/ngày), thời gian lưu nước. Qua đó, tính toán được hồ thủy điện Sơn La tự làm sạch được 8.117 tấn/năm với chất ô nhiễm nhóm NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}, cụ thể dung tích 2.756 triệu m^3 và 16 ngày lưu nước, hồ làm sạch được 1.224 tấn, dung tích 6.504 triệu m^3 với 37 ngày lưu nước, hồ làm sạch được 2.856 tấn, dung tích 9.260 triệu m^3, thời gian lưu nước là 52 ngày hồ làm sạch được 4.037 tấn.

Từ khóa: Tự làm sạch, chất ô nhiễm, Nitơ và Phốtpho, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}, hồ thủy điện, Sơn La, Việt Nam.

1. Mở đầu

Lưu vực hồ thủy điện Sơn La (LVHSL), nằm trên lưu vực sông Đà, thuộc khu vực Tây Bắc Việt Nam có tọa độ từ $21^0 15' 15''$ đến $22^0 45' 10''$ vĩ độ Bắc, từ $102^0 50' 10''$ đến $104^0 35' 15''$ kinh độ Đông. LVHSL có diện tích khoảng 11.075 km^2 gồm 225 km^2 diện tích mặt nước hồ và 10.850 km^2 diện tích lưu vực. Diện tích lưu vực gồm 164 xã, phường, thị trấn của 17 huyện, thành phố, thị xã thuộc phần diện tích 04 tỉnh Tây Bắc. Trong đó, tỉnh Lai Châu có diện tích lưu vực lớn nhất 5.361,3 km^2, chiếm 48,4 %; tỉnh Điện Biên có 2.774,3 km^2, chiếm 25,1%; tỉnh Sơn La có 2.723,4 km^2 chiếm 24,6 %; tỉnh Yên Bái có 216 km^2, chiếm 1,9%, (Hình 1). (Tác giả xác lập và tính toán trên trường dữ liệu với công cụ PivotTable Tools).

Hồ thủy điện Sơn La, phần chứa nước quan trọng nhất của lưu vực, hồ có dạng sông chạy dọc theo lòng sông Đà với chiều dài hồ 175,4 km, chiều rộng bình quân là 1,27 km, ứng với mức

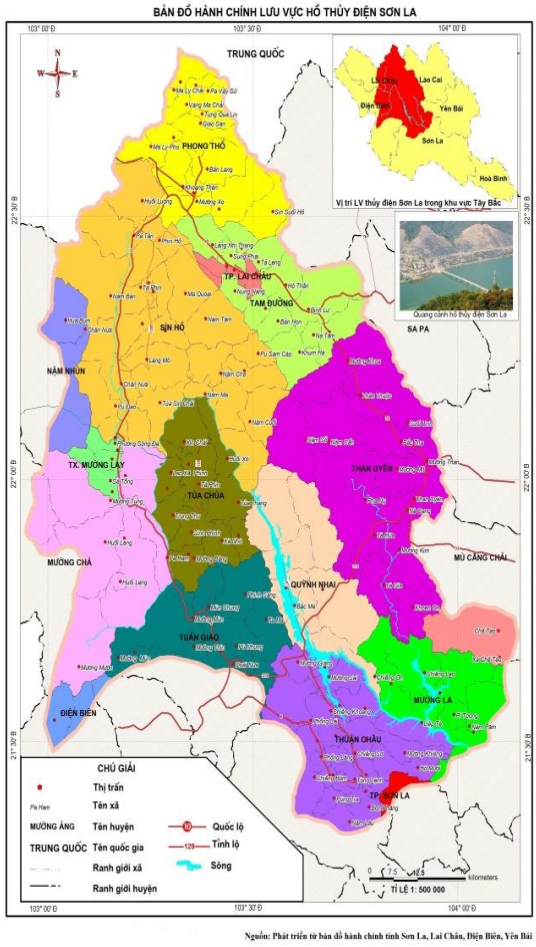
* Tác giả liên hệ.
Địa chỉ email: dxduc.ces@gmail.com

https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4510

nước dâng bình thường 215m thuộc phạm vi 3 tỉnh: Sơn La, Lai Châu và Điện Biên. Tổng dung tích hồ chứa là 9.260 triệu m^3, dung tích hữu ích 6.504 triệu m^3, dung tích chết 2.756 triệu m^3. Khu vực lòng hồ mở rộng nhất thuộc huyện Quỳnh Nhai 4 km. Chiều rộng hẹp nhất là 1km tại tuyến đập, hồ chứa có độ sâu trung bình 77 m, sâu nhất 135m tại tuyến đập (Tập đoàn điện lực Việt Nam, 2006) [1].

Các chất thải chứa Nitơ khi vào môi trường thông qua các quá trình phản ứng lý hóa và sinh học để tạo thành các chất gây ô nhiễm dưới các dạng như NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, các chất thải chứa nitơ khi rơi vào nước và đất sẽ được vi khuẩn nhóm Nitrosomonas và Nitrobacter chuyển thành NH_4^+ và NO_3 (Lưu Đức Hải, 2000) [2]. Các nguồn thải từ trồng trọt, sinh hoạt dân cư, chăn nuôi chứa nhiều phốt phát lắng đọng, hòa tan vào nước (Nguyễn Thị Loan, Trần Văn Thụy, 2005) [3]. Khả năng tự làm sạch hay năng lực đồng hoá là tính chất của môi trường và khả năng của nó trong việc điều tiết một hoạt động nào đó mà không gây ra những tác động môi trường không thể chấp nhận (Organization, 2019) [4]. Khả năng tự làm sạch hoá học của nước được thực hiện nhờ phản ứng hoá học biến đổi một số chất thành những chất mới và làm sạch hoá sinh được thực hiện nhờ các phản ứng phân huỷ chất hữu cơ bằng vi sinh vật hiếu khí (Nguyễn Thị Phương Loan, 2005) [5].

Theo tính toán cần 21,7ha rừng ngập mặn để hấp thụ hết lượng phốtpho từ nước thải của 1ha nuôi tôm thâm canh và 7,2ha rừng ngập mặn đối với chất thải nitơ của 1ha nuôi tôm thâm canh, đối với nuôi tôm bán thâm canh thì diện tích tương ứng là 2,4ha đối với nitơ và 2,8ha đối với phốtpho (A.I.Robertson, M.J.Phillips, 1994) [6]. Con hàu có thể hấp phụ 94% lượng nitơ và 48% lượng chất rắn lơ lửng trong toàn bộ khối lượng nước nó đã lọc (J.H.Ryther và cộng sự, 1995) [7]. Hồ chứa tải được ô nhiễm Nitơ (N) và photpho (P) từ lưu vực theo mùa (Z.Shen và cộng sự 2014) [8]. Vùng đất ngập nước được sử dụng để xử lý nước bị ô nhiễm NH_4^+, BOD_5, COD, PO_4^{3-} (T.Saeed và cộng sự, 2016) [10]. Sử dụng mô hình toán nghiên cứu khả năng tự làm sạch của lưu vực sông Đồng Nai - Sài Gòn, lưu vực sông Mê Kông thông qua thống kê các nguồn thải (Lê Trình, Lê Quốc Hùng, 2004 [10]. Nghiên cứu vai trò của thực vật nổi đối với khả năng làm sạch môi trường Vịnh Hạ Long (Đỗ Trọng Bình, 1997) [11]. San lấp mặt bằng ven bờ hay sử dụng vùng triều nuôi trồng thuỷ sản và khai hoang nông nghiệp đã làm giảm khả năng tự làm sạch của Vịnh Hạ Long (Nguyễn Đức Cự, 1998) [12]. Khoảng 66% tổng nitơ hàng năm và 79% tổng lượng phốt pho hàng năm loại bỏ trong bể chứa hồ (T. P.Le, Rochelle Newall, 2014) [13]. Khả năng tự làm sạch được chứng minh bằng quá trình lắng đọng, phân hủy vật chất, quá trình khuếch tán, quan hợp trong thủy vực tại vịnh Hạ Long (Trần Đức Thạnh và cộng sự, 2012 [14].



Hinh 1. Bản đồ hành chính lưu vực hồ thủy điện Sơn La.

Hồ thủy điện có vai trò cơ bản dự trữ nước sản xuất điện năng, thúc đẩy kinh tế địa phương, tưới tiêu đất nông nghiệp, cung cấp nước sinh hoạt, du lịch, chất lượng nước, bảo tồn cảnh quan (K.Hadjibiros và cộng sự) [15]. Hồ thủy điện Sơn La là vùng đất ngập nước điển hình, cảnh quan đa dạng như: cảnh quan mặt nước hồ; đảo đất, đảo đá; đất bán ngập ven hồ. Các cảnh quan tự nhiên, văn hóa kết hợp với các hệ sinh thái trên cạn, nước ngọt và vùng bán ngập tạo nên tính đa dạng sinh học cao (Đỗ Xuân Đức, Phạm Anh Tuân 2018) [16]. Hệ sinh thái nổi trội lòng hồ thủy điện Sơn La được dẫn liệu có mặt của 04 quần thể thực vật nổi, 05 quần thể động vật đáy, 25 khu hệ cá (Đỗ Xuân Đức, Nguyễn Chu Hồi, 2018 [17]. Nhà máy thủy điện Sơn La là 1 trong 6 nhà máy thủy điện ở Việt Nam trong danh mục nhà máy điện lớn, có ý nghĩa đặc biệt quan trọng về kinh tế - xã hội, quốc phòng, an ninh (Quyết định số 2012/QĐ - TTg, 2016 [18]. Hồ thủy điện Sơn La thuộc danh mục 1/18 đập, hồ chứa nước quan trọng đặc biệt (Quyết định số 470/QĐ-TTg, 2019 [19]. Phân tích quá trình biến thiên của các nhóm chỉ tiêu vật lý, hóa học, vi sinh, dư lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong môi trường nước hồ thủy điện Sơn La theo mùa giai đoạn 2010 - 2018 (Đỗ Xuân Đức và cộng sự 2019) [20].

Nghiên cứu này, tính toán phạm vi biến thiên lượng Nitơ, Phốtpho vào hồ thông qua các số liệu dân cư và khách du lịch, vật nuôi, cá lồng, canh tác nông nghiệp bán ngập, sa lắng không khí xuống hồ, làm cơ sở để tính toán khả năng tự làm sạch các nhóm chất ô nhiễm chính NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^3 do Nitơ và Phốtpho chuyển hóa thành.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở dữ liệu các nguồn thải chứa Nitơ và Phốtpho vào hồ thủy điện Sơn La

Dân cư lưu vực gồm cả khách du lịch là 885.711 người (2019), trong đó 885.374 người dân cư trú trong lưu vực và 371 khách du lịch, quy đổi từ 337.300 lượt khách năm 2019, đến tham quan, du lịch tại hồ thủy điện Sơn La. Số liệu chăn nuôi trong lưu vực gồm số lượng trâu là 155.464 con, bò 77.264 con, lợn 468.126 con, gia cầm 3.154.040 con 2019 [21-22]. Số liệu cá lồng: trên hồ hủy điện Sơn La nuôi 7.452 lồng cá năm 2019, trong đó huyện Mường La có 607 lồng/300ha, huyện Quỳnh Nhai có 6.800 lồng/10.540ha, thị xã Mường Lay nuôi 45 lồng/130ha (Báo cáo kết quả thực hiện nhiệm vụ phát triển thủy sản giai đoạn 2013 - 2019) [23]. Dữ liệu vùng bán ngập: lưu vực hồ thủy điện Sơn La có 10.150 ha diện tích đất bán ngập thuộc địa bàn 38 xã ở lưu vực được sử dụng vào các hoạt động trồng trọt [24]. Nguồn lắng đọng không khí: dữ liệu diện tích lưu vực hồ thủy điện Sơn La khoảng 11.075 km^2 gồm 225 km^2 diện tích mặt nước hồ và 10.850 km^2 diện tích lưu vực không kể mặt nước.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Tính lượng phát thải sinh hoạt dân cư, khách du lịch.

Áp dụng theo công thức (WHO, 1993) [25].

$$L_{sh} = L_{sh}' \times N \quad (2.1)$$

Trong đó:

L_{sh} (kg/ngàyđêm) là tải lượng chất ô nhiễm có trong nước thải sinh hoạt

L_{sh}' (kg/ngàyđêm) là tải lượng chất ô nhiễm do mỗi người hàng ngày đưa vào môi trường theo.

N (người) số dân tại khu vực nghiên cứu

Tỷ lệ % nitơ trong phân người là 1,6%, phốtpho là 0,52%, trong nước tiểu người là 8,12g Nitơ/l nước tiểu, 0,065g Phốtpho/l nước tiểu (Lê Văn Căn, 1975) [26]. Nước tiểu, phân sau khi thải ra được qua các hệ thống xử lý của nhà vệ sinh lắng đọng khoảng 50%, phần còn lại theo các dòng chảy và đi vào hồ bằng 50%, phân và nước tiểu của khách du lịch là 100%.

Tính lượng phát thải chăn nuôi theo công thức (WHO, 1993).

$$L_{cn} = L_{cn}' \times M \quad (2.2)$$

Trong đó:

L_{cn} (kg/ngày) là tải lượng chất ô nhiễm từ nước thải do hoạt động chăn nuôi

L_{cn}' (kg/con/ngày) là tải lượng chất ô nhiễm do vật nuôi thải ra

M (con) số lượng vật nuôi

Hệ số phát thải hoạt động chăn nuôi trình bày trong bảng 2.1 đến 2.4, trong đó 99% nuôi theo quy mô nông hộ, lượng chất thải trực tiếp ra môi trường 40% tại cơ sở nông hộ (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2018 [27].

Bảng 2.1. Lượng chất thải rắn (phân) đối với từng loại gia súc, gia cầm (kg/con/ngày)

Trâu	Bò	Lợn	Gian cầm
15	10	2	0,2

Nguồn: Nguyễn Thanh Sơn, 2008 [28]

Bảng 2.2. Lượng nước thải từ tắm rửa và vệ sinh chuồng trại chăn nuôi lợn

Nước thải từ tắm rửa và vệ sinh chuồng trại trung bình	Hàm lượng Nitơ trong nước rửa chuồng lợn	Hàm lượng Phốtpho trong nước rửa chuồng lợn
15 l/ngày đêm/con	88 (g/m^3)	126 (g/m^3)

Nguồn: Vu Dinh Tuan, Porphyre V, Farinet JL, Tran Duc Toan, 2006 [29]

Bảng 2.3. Hàm lượng tiêu chuẩn các nguyên tố dinh dưỡng trong các nguyên liệu hữu cơ (% chất tươi)

Tên chất thải rắn (phân)	Nguyên tố dinh dưỡng				
	C (cacbon)	N (nitơ)	P (phốtpho)	K (Kali)	Ca (canxi)
Phân tươi đại gia súc (trâu, bò)	8 - 10	0,4 - 0,6	0,1 - 0,2	0,4 - 0,6	0,2 - 0,4
Phân lợn	5 - 15	0,7 - 1,0	0,2 - 0,3	0,5 - 0,7	1 – 2
Phân gia cầm	15	1,4 - 1,6	0,5 - 0,8	0,7 - 0,8	2 - 3

Nguồn: Bùi Huy Hiền, 2013 [30]

Bảng 2.4. Lượng Nitơ và Phốt pho thải từ nước tiểu trâu, bò

Lượng Nitơ thải từ nước tiểu trâu, bò	Lượng phốtpho thải từ nước tiểu trâu, bò
2000 (g/m^3)	1069,5 (g/m^3).

Nguồn: J.Dijkstra , O.Oenema, J.W.Oenema, V.Groenigen, J.W.Spek, V.A. Vuuren, M.Bannink, 2013 [31]

Tính toán nguồn thải cá lồng: Căn cứ kết quả phân tích tỷ lệ % trung bình của Nitơ và Phốtpho trong thức ăn cá lồng. Kết quả quy đổi giữa trọng lượng cá và lượng thức ăn đưa xuống hồ áp dụng theo hệ số được chứng minh (P.F.Jillian và cộng sự, 2018) [32]. Hệ số chuyển đổi thức ăn, tỷ lệ thức ăn cá tiêu thụ trên lượng thức ăn đưa xuống hồ.

Bảng 2.5. Tỷ lệ % Nitơ và Phốtpho trung bình trong thức ăn nuôi cá lồng tại hồ thủy điện Sơn La

Tỷ lệ % trung bình Nitơ trong thức ăn cá lồng			Tỷ lệ % trung bình Phốt pho trong thức ăn cá lồng		
Thức ăn công nghiệp	Thức ăn tự chế	Cỏ và chất xanh	Thức ăn công nghiệp	Thức ăn tự chế	Cỏ và chất xanh
4,88	25	2	8,67	4,34	0,17

Nguồn: Kết quả phân tích của phòng thí nghiệm khoa Môi trường, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN

Bảng 2.6. Hệ số và tỷ lệ lượng thức ăn cá tiêu thụ trên lượng thức ăn đưa xuống hồ thủy điện Sơn La 2019

	Thức ăn công nghiệp		Thức ăn tự chế		Thức ăn cỏ và chất xanh	
Tên cá	Hệ số	Tỷ lệ thức ăn (%)	Hệ số	Tỷ lệ thức ăn (%)	Hệ số	Tỷ lệ thức ăn (%)
Trắm đen	2,5	25/75	3,5	25/75	-	-
Trắm cỏ	-	-	-	-	30	25/75
Tầm	1,5	25/75	-	-	-	-
Lăng	2,5	25/75	3,5	25/75	-	-
Chép	1,5	25/75	3,5	25/75	-	-
Rô phi đơn tính	-	-	3,5	25/75	-	-
Nheo	-	-	3,5	25/75	-	-
Diêu hồng	-	-	3,5	25/75	-	-

Tính toán nguồn thải từ hoạt động sản xuất trồng trọt trên đất bán ngập: Lượng bón phân trung bình trong canh tác đất bán ngập hồ thủy điện Sơn La 2019 quy đổi ra % Nitơ, Phốtpho.

Bảng 2.7. Lượng bón phân trung bình trong canh tác đất bán ngập quy ra % Nitơ, phốtpho năm 2019

Tên cây trồng	Diện tích (ha)	Phân bón các loại (kg)			Quy ra	
		Đạm (Urê) 46% N	Super Lân 16 % P	NPK 5-10-3	N (%)	P (%)
Lúa	1ha	100	30	500	71	54,8
Ngô	1ha	300	120	500	163	69,2
Khoai lang	1ha	70	30	300	47,2	34,8
Đậu, đỗ, dưa	1ha	50	90	300	38	44,4
Rau các loại	1ha	60	60	400	47,6	49,6

Tính toán hệ số % Nitơ và % Phốtpho tồn dư trong phân bón, quy đổi (%) tàn dư phụ phẩm cây trồng, tính toán kg Nitơ và kg Phốtpho từ tàn dư phụ phẩm tại vùng bán ngập hồ thủy điện Sơn La.

Bảng 2.8. Hệ số tồn dư Nitơ và Phốtpho trong phân bón và quy đổi % Nitơ và Phốt pho tàn dư phụ phẩm cây trồng bán ngập

TT	Cây trồng	Hệ số tồn dư N (%)	Hệ số tồn dư P (%)	Quy đổi (%) tàn dư phụ phẩm cây trồng	kg N từ tàn dư phụ phẩm	kg P từ tàn dư phụ phẩm
1	Lúa	20	50	45	5,3	1,4
2	Ngô	15	50	57	10	3,7
3	Khoai lang	15	50	50	2,6	0,9
4	Đậu, đỗ, dưa	25	50	50	6	1,5
5	Rau các loại	25	50	20	6	1,5

Tính toán nguồn thải Nitơ và Phốtpho xuống hồ từ lắng đọng không khí trong lưu vực: Hệ số tính toán lượng sa lắng do mưa của Nitơ là 15kg N/ha/năm, phốtpho là 0,873 P/ha/năm, hệ số di chuyển Nitơ và Phốtpho từ lưu vực xuống hồ là 10%, mặt nước là 100% (Thomas Sikor và cộng sự, 2011 [33].

Bảng 2.9. Phạm vi lưu vực và hệ số Nitơ và phốtpho lắng đọng không khí và hệ số di chuyển xuống hồ

Phạm vi	Nitơ lắng đọng (kg/ha/năm)	Phốtpho lắng đọng (kg/ha/năm)	Hệ số di chuyển xuống hồ (%)
Mặt nước	15	0,873	100
Lưu vực (không kể mặt nước)	15	0,873	10

Tính toán khả năng tự làm sạch chất ô nhiễm của hồ: khả năng tự làm sạch là khả năng đồng hóa chất ô nhiễm của lưu vực (hồ, sông, đất ngập nước) dưới tác động của các quá trình vật lý, hóa học và sinh học diễn ra trong lưu vực. Nhờ đó, các chất ô nhiễm ban đầu bị phân hủy, hấp thụ hoặc pha loãng. Trong trường hợp hồ thủy điện, công thức xác định khả năng tự làm sạch chất ô nhiễm (Trần Thiện Cường, 2018) [34].

$$LS_i = (C_{i.vao} - C_{i.ra}) \times V_n + (NT_i \times T_n) \quad (2.3)$$

Trong đó:

- LS_i: Khả năng tự làm sạch của hồ thủy điện ở mức nước (n).

- $C_{i.vao}$: Nồng độ chất ô nhiễm trong nguồn nước đầu vào của hồ thủy điện.

- $C_{i.ra}$: Nồng độ chất ô nhiễm trong nguồn nước đầu ra của hồ thủy điện.

- V_n: Dung tích hồ ứng với mực nước n.

- NT_i: Tổng lượng thải chất ô nhiễm I bổ sung trong lưu vực là tổng lượng thải nhóm 4 chất ô nhiễm chính (NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}).

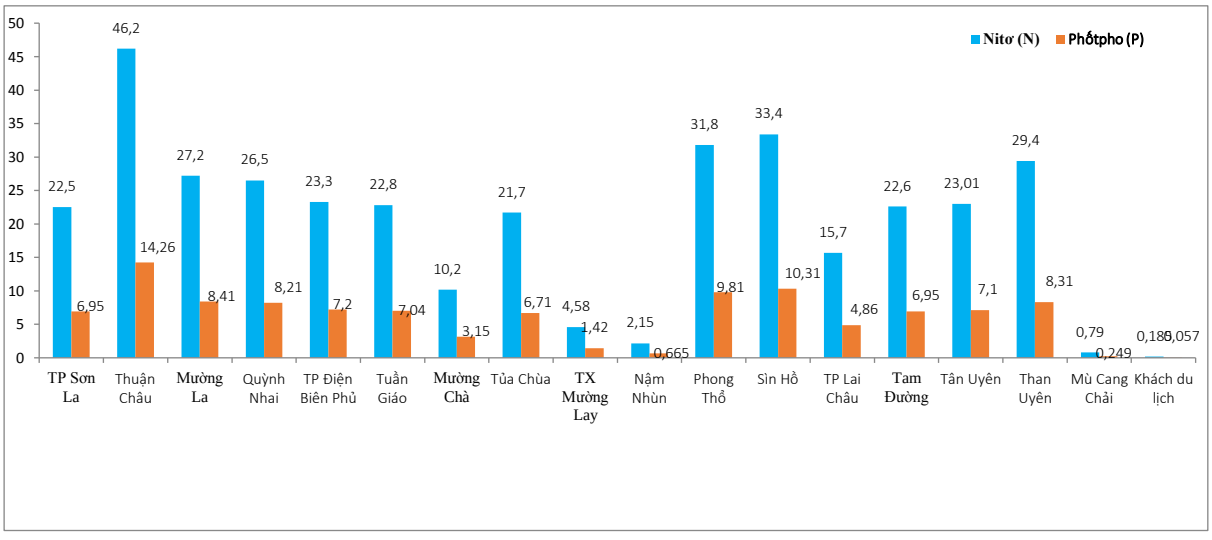
- T_n: thời gian lưu nước trong hồ tính theo ngày.

3. Kết quả nghiên cứu

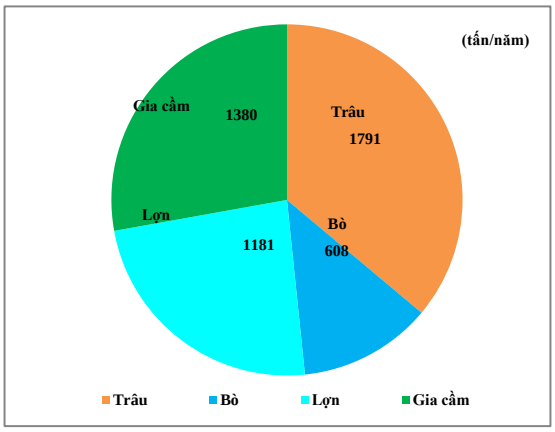
3.1. Tính toán tải lượng ô nhiễm Nitơ và Phôtpho vào hồ thủy điện Sơn La

3.1.1. Tải lượng ô nhiễm nitơ và phôtpho từ nguồn thải sinh hoạt

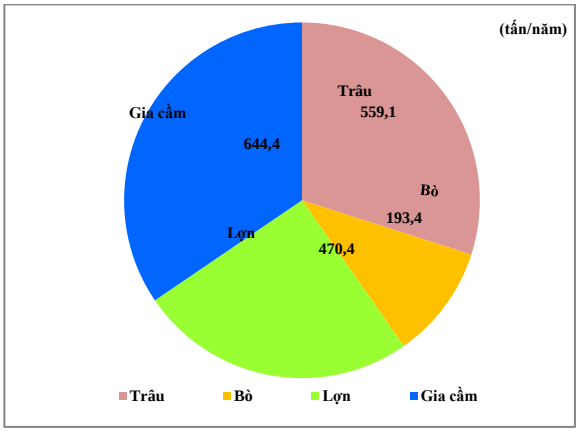
Kết quả tính toán tổng Nitơ (N) trong phân người gồm dân cư lưu vực và khách du lịch tham quan hồ là 687,3 tấn, nước tiểu là 36,6 tấn, tổng thải vào hồ là 364 tấn Nitơ/năm. Tổng phôtpho (P) trong phân người là 223,1 tấn, nước tiểu là 0,286 tấn, tổng thải vào hồ là 111,6 tấn Phốtpho/năm.



Hình 3.1.Tải lượng ô nhiễm nitơ (N) và phốtpho(P) nguồn thải sinh hoạt lưu vực vào hồ thủy điện Sơn La 2019.



Hình 3.2. Lượng thải Nitơ chăn nuôi xuống hồ 2019.



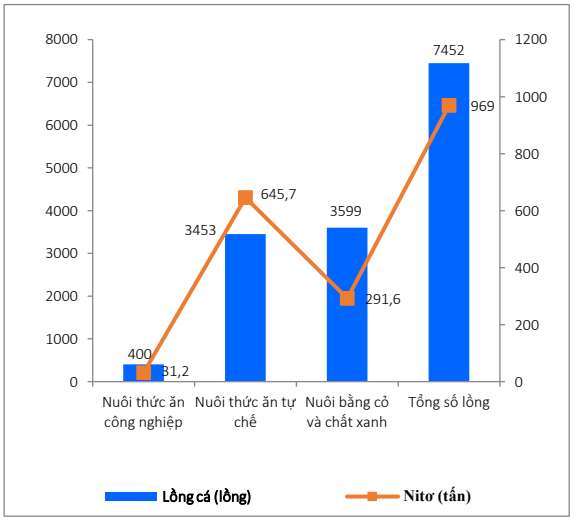
Hình 3.3. Lượng thải Phốtpho chăn nuôi xuống hồ 2019.

3.1.2. Tải lượng ô nhiễm nitơ và phôtpho từ nguồn thải chăn nuôi trong lưu vực

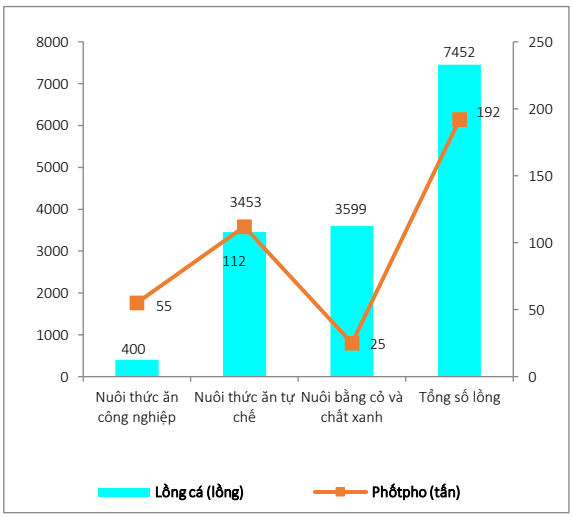
Kết quả tính toán được tổng lượng Nitơ (N) và Phốtpho (P) từ chăn nuôi lưu vực vào hồ thủy điện Sơn La năm 2019 là 4.960 tấn N/năm và 1.867 tấn P/năm. Trong đó với 155.464 con trâu thải xuống hồ 1.791 tấn Nitơ và 559,1 tấn Phốtpho, đàn Bò 77.264 con thải xuống hồ 608 tấn Nitơ và 193,4 tấn Phốtpho, với 468.126 con lợn thải xuống hồ 1.181 tấn Nitơ và 470 tấn Phốtpho và 3.154.040 con gia cầm, thải xuống hồ 1.380 tấn Nitơ và 644,4 tấn Phốtpho.

3.1.3. Tải lượng ô nhiễm nitơ và phôtpho từ nguồn thải cá lồng vào hồ

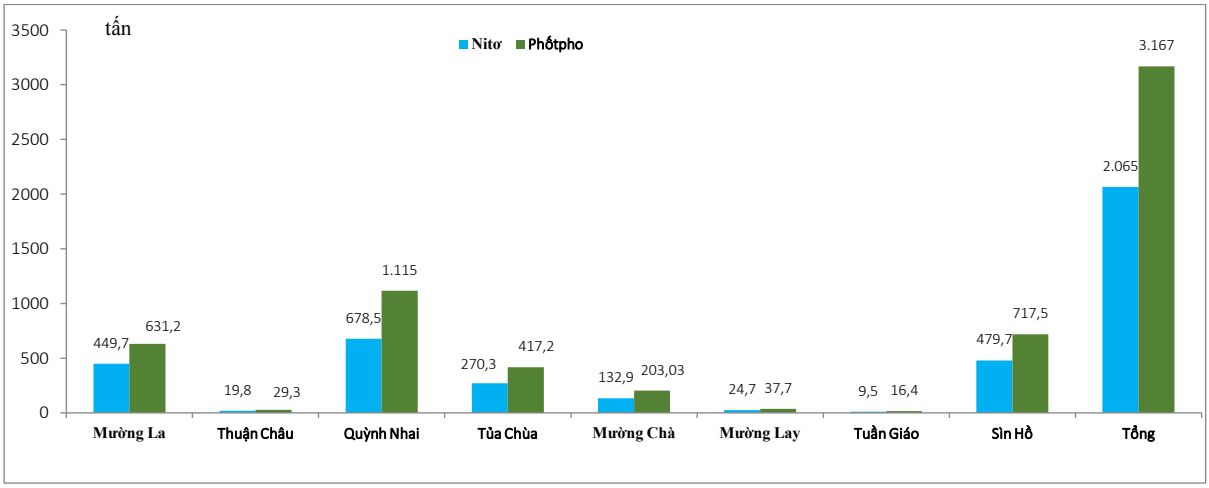
Trên hồ thủy điện Sơn La nuôi 7.452 lồng cá (2019), hàng năm thải xuống hồ 969 tấn N và 192 tấn P/năm. Trong đó, có 400 lồng nuôi bằng thức ăn công nghiệp, thải xuống hồ 31,2 tấn N/năm và 55 tấn P/năm; Nuôi bằng thức ăn tự chế 3.453 lồng, thải xuống hồ 645,7 tấn N/năm và 112 tấn P/năm; 3.599 lồng nuôi chủ yếu bằng cỏ và chất xanh, thải ra hồ 291,6 tấn N/năm và 25 tấn P/năm.



Hình 3.4. Lượng Nitơ thải xuống hồ từ nuôi cá lồng.



Hình 3.5. Lượng Phốtpho thải xuống hồ từ nuôi cá lồng.



Hình 3.6. Tải lượng ô nhiễm Nitơ và phốtpho vùng bán ngập vào hồ thủy điện Sơn La.

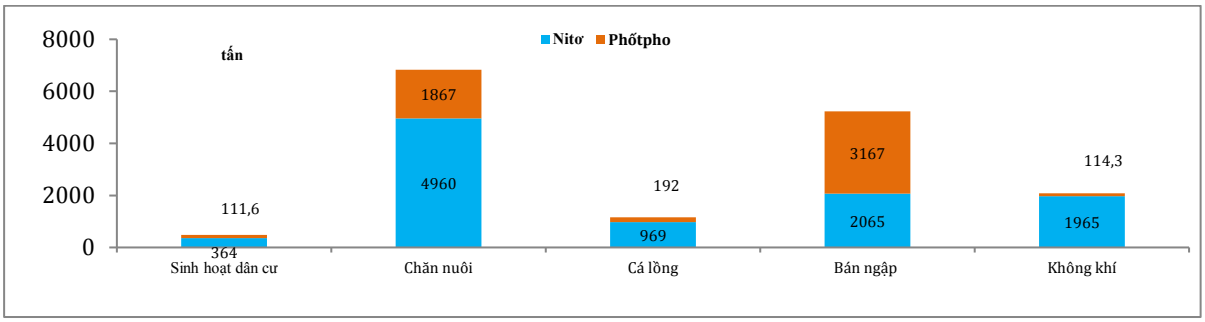
3.1.4. Tải lượng ô nhiễm nitơ và phôtpho từ nguồn trồng trọt vùng bán ngập

Tính toán lượng thải Nitơ (N) hoạt động trồng trọt bán ngập do phân bón dư thừa trôi xuống là 2.019 tấn N/năm, phát thải tàn dư cây trồng phân hủy là 45,8 tấn N/năm, tổng nguồn thải bán ngập là 2.065 tấn Nitơ/năm. Lượng thải Phốtpho (P) từ hoạt động trồng trọt bán ngập do phân bón dư thừa trôi xuống là 3.151,5 tấn P/năm, phát thải do tàn dư cây trồng phân hủy là 15,9 tấn P/năm, tổng nguồn thải hoạt động trồng trọt vùng bán ngập là 3.167 tấn P/năm.

3.1.5. Tải lượng ô nhiễm nitơ và phôtpho từ nguồn lắng đọng không khí

Kết quả tính toán xác nhận có 1.965 tấn Nitơ và 114,3 tấn Phốtpho lắng đọng trong không khí từ lưu vực xuống hồ thủy điện Sơn La năm 2019.

Hình 3.7. Nguồn Nitơ và phốtpho lắng đọng không khí từ lưu vực vào hồ thủy điện Sơn La 2019.



Hình 3.8. Tổng nguồn thải Nitơ và Phốtpho lưu vực vào hồ thủy điện Sơn La 2019.

3.2. Tính toán khả năng tự làm sạch NH_4^+, NO_2, NO_3^-, PO_4^{3-} của hồ thủy điện Sơn La

Căn cứ dữ liệu mực nước và dung tích hồ (Bảng 3.1), kết quả tính toán lượng thải Nitơ và Phôtpho vào hồ theo ngày và dữ liệu chất lượng nước đầu vào qua đập thủy điện Lai Châu và đầu ra khỏi hồ qua đập thủy điện Sơn La, thông số quan trắc 04 đợt 2019 xử lý giá trị trung bình (Bảng 3.2), kết quả tính toán thời gian lưu nước (Bảng 3.3), để tính toán khả năng tự làm sạch chất ô nhiễm trong hồ.

Bảng 3.1. Mực nước và dung tích hồ khi vận hành nhà máy thủy điện Sơn La

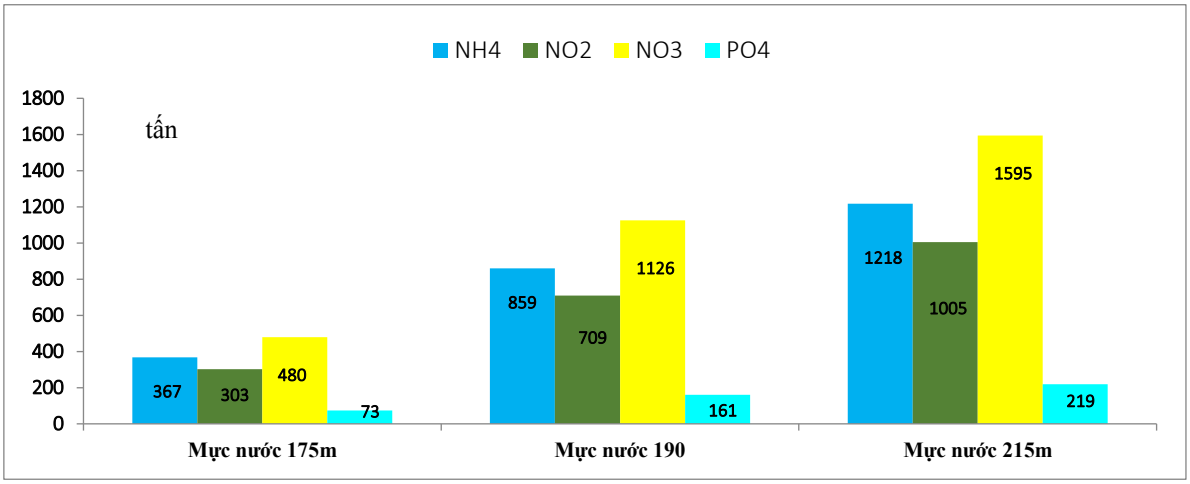
TT	Cao trình ngập nước hồ thủy điện Sơn La	Mực nước hồ (mét)	Dung tích hồ (triệu m^3)	Ghi chú
1	Từ tháng 04 - 08 (MNC)	175	2.756	Dung tích cạn
2	Từ tháng 01 - 03 (MNTB)	190	6.504	Dung tích hữu ích
3	Từ tháng 09 - 12 (MNCN)	215	9.260	Dung tích toàn bộ

Bảng 3.2. Chất ô nhiễm I (NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}) chuyển hóa từ Nitơ và Phốtpho nguồn thải vào hồ 2019

Các chất ô nhiễm chính	Nồng độ các ô nhiễm chính nguồn nước đầu vào, ra khỏi hồ		Nồng độ chất ô nhiễm lưu vực	Tổng chất ô nhiễm chính lưu vực	Đầu vào chất ô nhiễm lưu vực
	Đầu vào	Đầu ra	(mg/L)	(tấn N, P)	(tấn/ngày)
NH_4^+	0,116	0,035	0,081	10.323	9,0
NO_2^-	0,08	0,013	0,067		7,4
NO_3^-	0,256	0,15	0,106		11,8
Tổng N			0,254		
PO_4^{3-}	0,02	0,08	0,06	5.454	14,9
Tổng P			0,06		

Bảng 3.3. Thời gian lưu nước của hồ thủy điện Sơn La 2019

TT	Mực nước hồ (m)	Dung tích (triệu m^3)	Tổng lưu lượng xả (m^3/s)	Thời gian lưu nước (ngày)
1	175	2.756	2030	16
2	190	6.504	2030	37
3	215	9.260	2030	52



Hình 3.9. Khả năng tự làm sạch chất ô nhiễm của hồ thủy điện Sơn La 2019.

Tính toán được khả năng tự làm sạch 8.117 tấn/năm 2019 với 4 chất ô nhiễm chính NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-} trong 10.323 tấn Nitơ và 5.454 tấn Phốtpho từ 05 nguồn thải lưu vực vào hồ thủy điện Sơn La chuyển hóa thành (Hình 3.9).

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã tính toán được 10.323 tấn Nitơ và 5.454 tấn Phốtpho từ 05 nguồn được thải xuống hồ thủy điện Sơn La năm 2019 gồm i) Sinh hoạt của dân cư và khách du lịch thải 364 tấn N và 111,6 tấn P; ii) Chăn nuôi trâu, bò lợn, gia cầm thải 4.960 tấn N và 1.867,3 tấn P; iii) Cá lồng thải 969 tấn N và 192 tấn P; iv) Bán ngập (trồng trọt) thải 2.065 tấn N và 3.167 tấn P; v) Lắng đọng không khí xuống hồ 1.965 tấn N và 114,3 tấn P.

Tính toán được đầu vào chất ô nhiễm lưu vực vào hồ tấn/ngày gồm: 9,0 tấn NH_4^+, 7,4 tấn NO_2^-, 11,8 tấn NO_3^- có trong 10.323 tấn Nitơ và 14,9 tấn PO_4^{3-} có trong 5.454 tấn Phốtpho từ 05 nguồn thải lưu vực chuyển hóa thành. Đây là cơ sở xác định đầu vào chất ô nhiễm lưu vực và khả năng tự làm sạch chất ô nhiễm của hồ theo mực nước và dung tích trong quá trình vận hành hồ thủy điện Sơn La.

Tính toán được hồ thủy điện Sơn La có khả năng tự làm sạch được 8.117 tấn chất ô nhiễm nhóm NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-} được chuyển hóa trong 10.323 tấn Nitơ và 5.454 tấn Phốtpho theo dung tích và thời gian lưu nước của hồ. Từ tháng 04 - 08, mực nước hồ 175m, dung tích 2.756 triệu m^3, 16 ngày lưu nước, hồ làm sạch được 1.224 tấn chất ô nhiễm gồm 367 tấn NH_4^+, 303 tấn NO_2^-, 480 tấn NO_3^-, 73 tấn PO_4^{3-}. Tháng 01 - 03, mực nước 190m, dung tích 6.504 triệu m^3, 37 ngày lưu nước, hồ làm sạch được 2.856 tấn chất ô nhiễm gồm 859 tấn NH_4^+, 709 tấn NO_2^-, 1.126 tấn NO_3^-, 161 tấn PO_4^{3-}. Tháng 09 - 12, mực nước 215m, dung tích 9.260 triệu m^3, 52 ngày lưu nước, hồ làm sạch 4.037 tấn các chất ô nhiễm gồm 1.218 tấn NH_4^+, 1.005 tấn NO_2^-, 1.595 tấn NO_3^-, 219 tấn PO_4^{3-}.

Do vậy, đảm bảo cơ chế vật lý, hóa học và sinh học trong hồ diễn ra ổn định để phân hủy, hấp thụ hoặc pha loãng các chất ô nhiễm có nguồn gốc từ Nitơ và Phốtpho chuyển hóa thành các chất ô nhiễm như NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-} cần khuyến khích áp dụng giải pháp hiệu quả kiểm soát các nguồn thải từ lưu vực vào hồ. Quan tâm đến xử lý chất thải chăn nuôi tại nguồn, chất thải sinh hoạt từ các đô thị trong lưu vực, áp dụng mô hình canh tác sinh thái trên đất bán ngập, nuôi trồng thủy sản theo hướng hướng VietGAP và kiểm soát nguồn lắng đọng Nitơ và Phốtpho từ không khí trong phạm vi lưu vực vào hồ.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả cảm ơn Công ty Thủy điện Sơn La, Đài Khí tượng thủy văn Tây Bắc và các địa phương trong lưu vực hồ thủy điện Sơn La đã cho phép sử dụng nguồn dữ liệu.

Tài liệu tham khảo

[1] Ministry of Industry, Vietnam Electricity Corporation, Report on environmental impact assessment of Son La hydroelectricity project, Hanoi, 2006 (in Vietnamese).

[2] L.D. Hai, Basis of Environmental Science, Publishing House of Vietnam National University, Hanoi, 2000 (in Vietnamese).

[3] N.T. Loan, T.V. Thuy, Applied ecology syllabus, Publishing House of Vietnam National University, Hanoi, 2015 (in Vietnamese).

[4] World Health Organization, IMO/FAO/UNESCO/ WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP: report of the sixteenth session, London. https:// https://apps.who.int/iris/ handle/10665/62801/2019(accessed 16 October 2019).

[5] N.T.P. Loan, Water resources curriculum, Publishing House of Vietnam National University, Hanoi, 2005 (in Vietnamese).

[6] A.I. Robertson, M.J. Phillips, Mangroves as filters of shrimp pond effluent: predictions and biogeochemical research needs, Hydrobiologia. 295 (1995) 311-32. https://doi.org/10.1007/BF 00029138.

[7] J.H. Ryther, J.C. Goldman, C.E.Gifford, J.E. Huguenins, S.E.Wing, J.P. Charman, L.D. Williams, B.E. Laponite, Physical model of integrated waste recyvling-manure polyculturesystem, Aquaculture.

5 (1975) 163-177. https://doi.org/10.1016/0044-8486(75) 90096-4).

[8] Z.Shen, J.Qiu, Q.Hong, L.Chen, Simulation of spatial and temporal distributions of non-point source pollution load in the Three Gorges Reservoir Region, Science of The Total Environment. 493 (2014) 138 -146. https://doi.org/ 10.1016/j.scitotenv.2014.05.109.

[9] T.Saeed, B.Paul, R.Afrin, A.Al-Muyeed, G.Sun, Floating constructed wetland for the treatment of polluted river water: A pilot scale study on seasonal variation and shock load, Chemical Engineering Journal. 287 (2016) 62-73. https://doi.org/10. 1016/j.cej.2015.10.118.

[10] L. Trinh, L.Q. Hung, Environment of Dong Nai river basin, Publishing House of scientific and technical, Hanoi, 2004 (in Vietnamese).

[11] Đ.T. Binh, Results of calculating primary biological productivity and ecological efficiency of floating plants in the dry season in Ha Long Bay, Marine Resources and Environment, IV, Publishing House of scientific and technical, Hanoi, 1997, pp. 206 -2013 (in Vietnamese).

[12] N.D. Cu, Situation of loss of tidal wetlands in Ha Long Bay and impact on water environment, Marine Resources and Environment, IV, Publishing House of scientific and technical, Hanoi, 1998, pp. 44-53 (in Vietnamese).

[13] T.P. Le, Q.C.Ho, T.T. Duong, R. Newall, D. K. Dang, S. Hoang, Nutrient budgets (N and P) for the Nui Coc reservoir catchment (North Vietnam), Agricultural Water Management. 142 (2014) 152 - 161. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.04.014.

[14] T.D. Thanh, T.V. Minh, C. T.T. Trang, V.D. Vinh, T.A. Tu, Environmental capacity of Ha Long Bay - Bai Tu Long, Publishing House of Natural Science and Technology, Hanoi, 2012 (in Vietnamese).

[15] K. Hadjibiros, A. Katsiri, A. Andreadakis, D. Koutsoyiannis, A. Stamou, A. Christofides, A. Efstratiadis, G.F. Sargentis, Multi-criteria reservoir water management, Global Network for Environmental Science and Technology. 7 (2005) 386-394. https://doi:10.30955/gnj.000394.

[16] D.X. Duc, P. A. Tuan, Research of determining functions and ecosystem services in the Son La hydropower basin providing for sustainable management, in: H.V. Thang, V.T. Son (Eds.), Biodiversity and climate change, Publishing House of Natural Science and Technology, Hanoi, 2018, pp. 320 -329 (in Vietnamese).

[17] D.X. Duc, N.C. Hoi, Analysis, establishment of framework criteria of sustainabilty of son la hydropower reservoir, in: P.C. Sy, P.T.B. Thuy, P.M.D. Thong, N.T.T. Tu, P.P. Anh (Eds.), Environment of research works, Publishing House of Natural Science and Technology, Hanoi, 2018, pp. 33-346 (in Vietnamese).

[18] Prime Minister of the Socialist Republic of Viet Nam, Decision No 2012/QD - TTg, date 10/24/2016, Approving the list of major power plants of special importance for socio-economic, national defense and security, Hanoi, 2016 (in Vietnamese).

[19] Prime Minister of the Socialist Republic of Viet Nam, Decision No 470/QD - TTg, date 26/04/2019, Issue a list of dams and reservoirs of special importance dam types and reservoirs, Hanoi, 2019 (in Vietnamese).

[20] D.X. Duc, L.D. Hai, D.H. Tuan, The Evolutions for Water Quality of Son La Hydropower Reservoir from Environmental Monitoring Data (2010 - 2018), VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences. 35 (2019) 1-21. https://doi. org/10.25073/2588-1094/vnuees.4283 (in Vietnamese).

[21] SonLa, DienBien, LaiChau, YenBai, Statistical yearbook, Publishing House of Statistical, Hanoi, 2019 (in Vietnamese).

[22] The People's Committee Muongla district, Quynhnhai district, Muonglay town, Namnhun district, Tourism Development Report period 2013 – 2019 (in Vietnamese).

[23] The People's Committee Muongla district, Quynhnhai district, Muonglay town, Namnhun district, Report on the implementation of fisheries development tasks in the period of 2013-2019 (in Vietnamese).

[24] Report on the results of socio-economic development, national defense and security development in the period of 2013 - 2019, the People's Committee of 38 communes have wetland of son la hydropower reservoir (in Vietnamese).

[25] World Health Organization, Assesment of Sources of air, water and land pollution, Geneva. https://apps.who.int/iris/handle/10665/58750/,2019 (accessed 16 October 2019).

[26] L.V. Can, Handbook of fertilizer, Publishing House of Liberation, Ho Chi Minh City, 1975 (in Vietnamese).

[27] Ministry of Agriculture and Rural Development, Report on agricultural environmental protection, Hanoi, 2018 (in Vietnamese).

[28] N.T. Son, N.Q. Khai, L.T.X. Thu, Biogas User Handbook, Biogas Program Project for Vietnam Livestock Industry, Hanoi, 2011 (in Vietnamese).

[29] V.D. Tuan, V. Porphyre, J.L. Farinet, T.D. Toan, In Pig Production Development, Animal Waste

Management and Environmental Protection: a Case Study in Thai Binh Province, Northern Vietnam, in: V. Porphyre, N. Q. Coi (eds), Composition of Animal Manure and Co-products, Prise Publications, Hanoi, 2006, pp. 128 -143.

[30] B.H. Hien, Organic fertilizer in sustainable agricultural production in Vietnam, in: N. V. Bo (Eds.), Proceedings of the national workshop on improving the efficiency of management and fertilizer in Vietnam, Publishing House of Agriculture, Hanoi, 2013, pp. 587-591 (in Vietnamese).

[31] J. Dijkstra, O. Oenema, J. W. Oenema, V. Groenigen, J.W. Spek, V.A. Vuuren, M. Bannink, Diet effects on urine composition of cattle and N_2O emissions, Animal. 7 (2013) 292-302. https://doi.org/10.1017/S1751731113000578.

[32] P.F. Jillian, A. Nicholas Mailloux1, C. David Love, C. Michael Milli1 and Ling Cao "Feed conversion efficiency in aquaculture: do we measure it correctly?", Environmental Research Letters. 13 (2018) 1-9. https://doi.org/10.10.1088/1748-9326/aaa273.

[33] T. Sikor, N.P. Tuyen, J. Sowerwine, J. Romm, Opening Boundaries: Upland transformations in Vietnam, NUS Press, Singapore, 2011.

[34] T.T. Cuong, Assessing the environmental impact of cage fish farming on Thac Ba lake, The final report of provincial science and technology project, Yenbai, 2018 (in Vietnamese).