

NGHIÊN CỨU, ĐÁNH GIÁ TRẠNG THÁI DINH DƯỠNG HỒ CHỨA NƯỚC CAO VÂN PHỤC VỤ CẤP NƯỚC SINH HOẠT

Trần Đức Hạ^{a,*}

^a*Khoa Môi trường, Trường Đại học Xây dựng,
55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam*

Lịch sử bài viết:

Nhận ngày 23/04/2018, Sửa xong 26/05/2018, Chấp nhận đăng 30/5/2018

Tóm tắt

Hồ chứa nước Cao Vân là nguồn cung cấp nước thô cho nhà máy nước (NMN) Diễn Vọng công suất 60.000 m³/ngày và sẽ tăng lên 90.000 m³/ngày vào năm 2020. Để có cơ sở đề xuất các giải pháp kiểm soát chất lượng nước, đảm bảo cấp nước an toàn, hồ Cao Vân cần được đánh giá trạng thái dinh dưỡng. Kết quả phân tích chất lượng nước trực tiếp tại hồ và các số liệu thu thập từ NMN Diễn Vọng cho thấy: theo các chỉ tiêu tổng phốt pho, hàm lượng Chlorophyll a và độ trong Secchi, chất lượng nước hồ Cao Vân tương đối ổn định. Bằng cách dùng chỉ số TSI theo phương pháp đánh giá của Carlson, thấy rằng TSI của hồ Cao Vân là 57,25. Kết quả này cho thấy, hồ Cao Vân hiện đang bị phú dưỡng do các hoạt động kinh tế xã hội trong lưu vực hồ. Vì vậy, cần đề xuất các giải pháp kiểm soát hiện tượng phú dưỡng để đảm bảo chất lượng nguồn nước thô cho NMN Diễn Vọng.

Từ khoá: hồ chứa nước; phú dưỡng; chất lượng nước; chỉ số TSI; cấp nước an toàn.

ASSESSMENT OF TROPHIC STATE OF CAO VAN WATER RESERVOIR

Abstract

Cao Van Water Reservoir is a raw water resource for Dien Vong Water Treatment Plant (WTP) with a capacity of 60,000 m³/day and will be increased to 90,000 m³/day by 2020. In order to propose water quality control solutions for water supply safety, Cao Van Reservoir needs to be assessed nutrition status. The results of direct water quality analysis at the reservoir and data collected from Dien Vong WTP of the total phosphorus content, the content of Chlorophyll a and the Secchi clarity show that water quality of Cao Van reservoir is relatively stable. By using the TSI of Carlson's evaluation, it was found that the TSI of Cao Van Reservoir is 57.25. This result shows that Cao Van Reservoir is currently eutrophic due to socio-economic activities in the reservoir basin. Therefore, it is necessary to propose eutrophication control solutions to ensure the quality of raw water source for Dien Vong WTP.

Keywords: water reservoir; eutrophication; water quality; TSI index; water supply safety.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2018-12\(4\)-09](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2018-12(4)-09) © 2018 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

1. Giới thiệu

Hồ Cao Vân là hồ chứa nước bổ cấp từ suối Thác Cát (thượng nguồn sông Diễn Vọng). Hồ được xây dựng năm 1993, bàn giao quản lý sử dụng năm 1994 để cấp nước thô cho nhà máy nước (NMN) Diễn Vọng (Quảng Ninh). Để cấp nước sinh hoạt cho nhân dân thành phố Cẩm Phả và phía đông thành phố Hạ Long, công suất NMN Diễn Vọng hiện nay là 60.000 m³/ngày và tăng lên 90.000 m³/ngày năm 2020 [1].

*Tác giả chính. Địa chỉ e-mail: hatd@nuce.edu.vn (Hạ, T. Đ.)

Phú dưỡng (eutrophication) là nguy cơ tiềm tàng đối với các hồ chứa nước. Đây là một dạng suy giảm chất lượng nước xảy ra với hiện tượng nồng độ các chất dinh dưỡng như: nitơ, photpho, ... trong hồ tăng cao làm bùng phát các loại thực vật nước như rong, tảo, bèo v.v..., trong đó có tảo độc. Sự phú dưỡng làm tăng các chất lơ lửng, chất hữu cơ và suy giảm độ trong và lượng oxy trong nước, có thể gây chết cá và các loài thủy sản khác cũng như ảnh hưởng tiêu cực đối với sức khỏe con người [2]. Hiện tượng này gây tổn kém cho các ngành kinh tế quốc dân, đặc biệt là trong lĩnh vực cấp nước sinh hoạt.

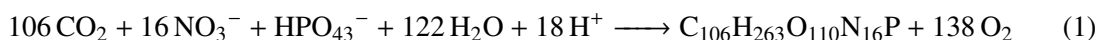
Quyết định số 1566/QĐ-TTg [3] nêu rõ với mục tiêu thực hiện bảo đảm cấp nước an toàn nhằm quản lý rủi ro và khắc phục sự cố có thể xảy ra từ nguồn nước cần kiểm soát các nguồn gây ô nhiễm ảnh hưởng đến nguồn nước; xây dựng hệ thống cảnh báo sớm chất lượng nguồn nước. Vì vậy các hồ chứa nước phục vụ cho cấp nước sinh hoạt tập trung cần được đánh giá tình trạng phú dưỡng làm cơ sở để xây dựng chương trình quản lý rủi ro, đảm bảo an toàn nguồn nước.

Chỉ số đánh giá tình trạng phú dưỡng nước hồ đã được giới thiệu trong một số công trình nghiên cứu của [2, 4, 5], ... Tuy nhiên cần phải lựa chọn phương pháp phù hợp với các hồ chứa nước cung cấp cho sinh hoạt trong điều kiện Việt Nam.

Với mục đích đề xuất được giải pháp tổng hợp để kiểm soát ô nhiễm nguồn nước hồ chứa phục vụ cho cấp nước sinh hoạt an toàn, nội dung đánh giá nguy cơ rủi ro do phú dưỡng nguồn nước hồ Cao Văn đối với NMN Diễn Vọng (Quảng Ninh) là một trong những nghiên cứu điển hình được triển khai trong đề tài NCKH [6].

2. Quá trình phú dưỡng hồ chứa và phương pháp đánh giá

Ni tơ (N) và phot pho (P) trong nước là tác nhân chính của sự phát triển của tảo và thực vật trong vực nước mặt. Quá trình quang hợp của tảo do Stumt và Morgan, 1981, đưa ra như sau [4, 7]:



Sự dư thừa N và P trong nước làm cho tảo và phù du sinh sôi, phát triển hàng loạt, gây hiện tượng nước nở hoa và thường gọi là hiện tượng phú dưỡng. Trong các ao hồ tự nhiên, đối với hai loại dinh dưỡng ni tơ và phot pho này thì thành phần phot pho đóng vai trò quan trọng hơn vì nó không có phương thức nào thoát khỏi môi trường nước thông qua các quá trình sinh hóa, hóa học xảy ra trong hồ, trừ quá trình nạo vét bùn hoặc thay nước [5, 8]. Theo [9], khi tỷ lệ N:P trên 12, là tỉ lệ phổ biến đối với các ao hồ tự nhiên, tổng phot pho là chỉ tiêu giới hạn để đánh giá mức độ phú dưỡng ao hồ. Phot pho là yếu tố chính gây sự phú dưỡng nước hồ [2, 4]. Nguồn gốc P của hồ chứa có thể do từ nước mưa chảy tràn trong lưu vực và rơi trực tiếp trên mặt hồ, trong nước thải xả vào hồ hoặc từ trầm tích vận chuyển trở lại nước hồ. Theo các số liệu nghiên cứu ở Mỹ [7, 10], tải lượng P theo nước mưa chảy vào hồ từ lưu vực mặt phủ rừng là 0,01-0,9 kg/ha.năm, từ cánh đồng nông nghiệp là từ 0,1-5 kg/ha.năm, từ khu vực đô thị là 0,1-10 kg/ha.năm và trực tiếp từ nước mưa rơi trên bề mặt hồ là 0,05-5 kg/ha.năm. Phot pho dạng hợp chất dễ bị tảo hấp thụ trong quá trình quang hợp. Chlorophyll a là nhóm sắc tố trong sinh khối tảo, có khả năng hấp thụ năng lượng ánh sáng mặt trời và sử dụng nguồn năng lượng đó để tổng hợp chất hữu cơ cho cơ thể. Vì vậy nồng độ Chlorophyll a được dùng như một thông số đánh giá mức độ phát triển của tảo và phù du thực vật trong nước mặt.

Mối quan hệ giữa nồng độ chlorophyll a với nồng độ phot pho trong nước thường biểu diễn dưới dạng quan hệ logarit. Theo [11, 12]:

$$\log(\text{Chl } a) = 1,449 \log(P_v) - 1,136 \quad (2)$$

theo [13]:

$$\log(\text{Chl } a) = 0,76 \log(P) - 0,259 \quad (3)$$

trong đó Chl a là nồng độ chlorophyll a, $\mu\text{g/L}$; P_v là nồng độ phốt pho trong hồ về mùa xuân, $\mu\text{g/L}$; P là nồng độ phốt pho trong nước hồ, $\mu\text{g/L}$.

Nồng độ chlorophyll a ảnh hưởng rõ rệt lên độ trong của nước hồ. Cơ sở của mối quan hệ này là định luật Beer - Lamber. Một số nghiên cứu [12] biểu diễn mối tương quan này dưới dạng:

$$\text{SC} = 6,35 \text{Chl } a^{-0,473} \quad (4)$$

trong đó SC là độ trong đĩa Secchi, m.

Mối quan hệ giữa chất lượng nước hồ với các yếu tố phú dưỡng được đặc trưng bằng các biểu thức thực nghiệm. Tương quan giữa hàm lượng phốt pho và hàm lượng chlorophyll a trong một số nghiên cứu ở Việt Nam như sau [14]:

$$\log(\text{Chl } a) = 0,69 \log(P) + 2,58 \quad (5)$$

Kết quả nghiên cứu trên cho thấy mối quan hệ giữa nồng độ chlorophyll a với nồng độ phốt pho trong nước thường biểu diễn dưới dạng quan hệ logarit, tương tự như nghiên cứu của [13] hoặc [15]. Quan hệ tuyến tính giữa tải lượng phốt pho và các chỉ tiêu chất lượng nước các biểu thức trên cũng phù hợp với các nghiên cứu của tổ chức hợp tác kinh tế và phát triển (Organization for Economic Cooperation and Development - OECD).

Đã có nhiều công trình nghiên cứu về hiện tượng phú dưỡng nước hồ và đưa ra các chỉ số đánh giá mức độ phú dưỡng nước [4, 5, 9]. Tiêu chuẩn đánh giá mức độ phú dưỡng nước hiện tại của cục Môi trường Mỹ áp dụng chủ yếu dựa vào các tham số về tổng lượng các muối phốt pho, muối ni tơ, ngoài ra còn có các tham số về Chlorophyll a và độ trong Secchi (độ sâu nhìn rõ đĩa Secchi trong nước). Độ trong Secchi tỉ lệ nghịch với nồng độ phốt pho, ni tơ và chlorophyll a trong nước. Khi các tham số này vượt ngưỡng quy định thì có thể kết luận được mức độ phú dưỡng của hồ [5, 9]. Song song với cách làm như trên, mức độ phú dưỡng nước còn được tính theo chỉ số trạng thái dinh dưỡng TSI (Trophic State Index) do Carlson phát triển từ năm 1977 [16]. Chỉ số này dựa trên nồng độ phốt pho, Chlorophyll a và độ trong Secchi, sau đó quy về cùng các tiêu chuẩn (3 tiêu chuẩn) để có thể đánh giá, đó là: giá trị TSI dựa trên nồng độ tổng phốt pho (TSIp), nồng độ Chlorophyll a (TSIc) và độ sâu đĩa Secchi (TSIsc) được tính toán cho mỗi điểm mẫu như sau:

- Tổng phốt pho (TP):

$$\text{TSIp} = 14,42 \ln(\text{TP}) + 4,15 \quad (6)$$

- Chlorophyll a (CHL):

$$\text{TSIc} = 9,81 \ln(\text{CHL}) + 30,6 \quad (7)$$

- Độ trong Secchi (SC):

$$\text{TSIsc} = 60 - 14,41 \ln(\text{SC}) \quad (8)$$

- Chỉ số trạng thái dinh dưỡng:

$$\text{TSI} = (\text{TSIp} + \text{TSIc} + \text{TSIsc})/3 \quad (9)$$

Bảng 1 liệt kê chỉ số TSI và giá trị đo tương ứng của 3 thông số này trong nước hồ.

Các hồ tự nhiên và hồ chứa nước ở Việt Nam thường có tỉ lệ (TN:TP) > 12 nên quá trình phú dưỡng được đánh giá theo giá trị TP là hợp lý [8, 14, 15]. Trạng thái dinh dưỡng hồ chứa nước sinh

Bảng 1. Chỉ số TSI và giá trị tương ứng của các thông số độ trong Secchi, tổng phốt pho và nồng độ Chlorophyll a [16]

TSI	Độ trong Secchi, m	Nồng độ TP bề mặt, $\mu\text{g/L}$	Nồng độ Chlorophyll a, $\mu\text{g/L}$
0	64	0,75	0,04
10	32	1,5	0,12
20	16	3	0,34
30	8	6	0,94
40	4	12	2,6
50	2	24	6,4
60	1	48	20
70	0,5	96	56
80	0,25	192	154
90	0,12	384	427
100	0,062	768	1.183

hoạt đánh giá theo chỉ số TSI của Carlson để tính toán. Dựa vào dãy giá trị TSI có thể đánh giá được mức độ dinh dưỡng thực tại của hồ: $\text{TSI} < 40$ - hồ nghèo dinh dưỡng, $\text{TSI} = 40 \div 50$ - hồ trung dưỡng, $\text{TSI} = 51 \div 70$: hồ phú dưỡng và $\text{TSI} > 70$ - hồ siêu phú dưỡng.

Sự phân loại hồ theo trạng thái dinh dưỡng được nghiên cứu và kiểm nghiệm nhiều tại các nước OECD trong những năm 1970 và đầu những năm 1980. Nó được dựa trên nồng độ phốt pho, ni tơ, và Chlorophyll a. Chlorophyll a biểu thị nồng độ của sinh khối thực vật một cách sơ bộ (trung bình 1% của sinh khối tảo là chất diệp lục) [13, 17]. Tuy nhiên, như đã phân tích ở trên trong điều kiện nước hồ có tỉ lệ (TN:TP) > 12 thì chỉ cần dựa trên 3 chỉ tiêu: TP, CHL và SC để đánh giá trạng thái dinh dưỡng vực nước mặt. Vì vậy hồ và hồ chứa có thể xếp loại theo mức độ phú dưỡng thành 4 loại: dinh dưỡng ít, dinh dưỡng trung bình, phú dưỡng và siêu phú dưỡng như trong Bảng 2.

Bảng 2. Phân loại mức độ dinh dưỡng của OECD

Thông số	Nghèo dinh dưỡng	Dinh dưỡng trung bình	Phú dưỡng	Siêu phú dưỡng
Tổng phốt pho trung bình ($\mu\text{g/l}$)	3-18	11-96	16-390	> 200
Nồng độ Chlorophyll a trung bình ($\mu\text{g/l}$)	0,3-4,5	3-11	2,7-78	> 100 , khoảng 200-500

3. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là hồ Cao Vân thuộc thành phố Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh có vị trí: $20^{\circ}06'$ Vĩ độ Bắc và $107^{\circ}12'$ Kinh độ Đông. Đây là nguồn cung cấp nước thô cho NMN Diễn Vọng. Các thông số cơ bản của hồ nêu trong Bảng 3 [1].

Hồ chứa nước Cao Vân có kết cấu đập chính là đập đất. Công thu nước về NMN Diễn Vọng là ống thép D1200, chảy có áp. Công trình tháo lũ là tràn tự do có chiều rộng 30m, chiều dài dốc nước 100 m, độ dốc $i = 18\%$. Vào mùa lũ, nước trong hồ dâng lên, khi mực nước vượt quá cao trình MNDBT, nước chảy tràn qua ngưỡng xuống dốc nước chảy về hạ lưu.

Bảng 3. Các thông số kỹ thuật cơ bản của hồ chứa nước Cao Vân

STT	Các thông số chính	Đơn vị	Giá trị
1	Diện tích lưu vực	km ²	46,5
2	Diện tích lòng hồ	km ²	1,66
3	Cao trình mực nước dâng bình thường (MNDBT)	m	33,2
4	Cao trình mực nước lũ thiết kế	m	36,2
5	Cao trình mực nước chết	m	23,5
6	Diện tích mặt hồ ứng với MNDBT	km ²	1,66
7	Dung tích chết	10 ⁶ m ³	1,6
8	Dung tích hữu ích W_{hi}	10 ⁶ m ³	9,2
9	Dung tích toàn bộ W_h	10 ⁶ m ³	10,8

Mẫu nước hồ Cao Vân được lấy 2 đợt là tháng 3 (trước mùa mưa) và tháng 9 (vào mùa mưa) năm 2017, mỗi đợt kéo dài 9 đến 10 ngày tại 3 vị trí: gần công trình thu nước, giữa hồ và phía Bắc hồ, vào buổi sáng (từ 9h đến 11h), thời điểm chế độ ô xy trong hồ ổn định.

Các phương pháp lấy mẫu nước hồ theo TCVN 6663 (ISO 6667) Chất lượng nước - Lấy mẫu bao gồm phần 4: Hướng dẫn lấy mẫu nước hồ tự nhiên và hồ nhân tạo, phần 14: Hướng dẫn đảm bảo chất lượng lấy mẫu và lưu giữ mẫu nước môi trường. Độ trong Secchi đo tại hiện trường. Các mẫu nước để phân tích tổng phốt pho và Chlorophyll a được lấy ở tầng mặt hồ với độ sâu 0,5-0,8 m sau đó lưu giữ và vận chuyển về phòng thí nghiệm để phân tích. Phương pháp phân tích các thông số chất lượng nước hồ như sau:

- Độ trong Secchi đo bằng đĩa secchi tại hiện trường. Đây là đĩa hình tròn vật liệu inox, mặt đĩa chia thành 4 phần đều nhau, sơn hai màu đen và trắng xen kẽ. Đĩa được treo trên một sợi dây có đánh dấu khoảng cách mỗi khoảng chia là 5 cm. Khi đo, cầm đầu dây thả từ từ cho đĩa ngập nước và ghi nhận lần 1 khoảng cách từ mặt nước đến đĩa khi không còn phân biệt được hai màu đen trắng trên mặt đĩa. Sau đó cho đĩa secchi sâu hơn vị trí vừa rồi và kéo lên đến khi vừa phân biệt được hai màu đen trắng, ghi nhận khoảng cách lần 2. Độ trong của nước hồ đo bằng đĩa secchi là trung bình của hai lần ghi nhận khoảng cách.

- Tổng phốt pho (TP) được lấy mẫu đưa về đo tại phòng thí nghiệm theo TCVN 6202:2008 (ISO 6878:2004) - Chất lượng nước - Xác định phospho - Phương pháp đo phổ dùng amoni molipdat.

- Đo Chlorophyll a trong các tế bào thực hiện theo phương pháp tiêu chuẩn (Standard Method - APHA 1989) tại phòng thí nghiệm bằng cách lấy 50 mL mẫu lọc qua giấy lọc 5 μ m (Whatman-UK, kích thước 4 mm). Sau đó các sắc tố được đưa vào 10 mL dung dịch axeton 90% và chiếu qua bước sóng 663 nm, 647 nm và 630 nm. Nồng độ Chlorophyll a, μ g/L, được xác định theo biểu thức:

$$CHL = \frac{11,64.(Abs_{663}) - 2,16.(Abs_{647}) + 0,1.(Abs_{630}).E.F}{V.L} \quad (10)$$

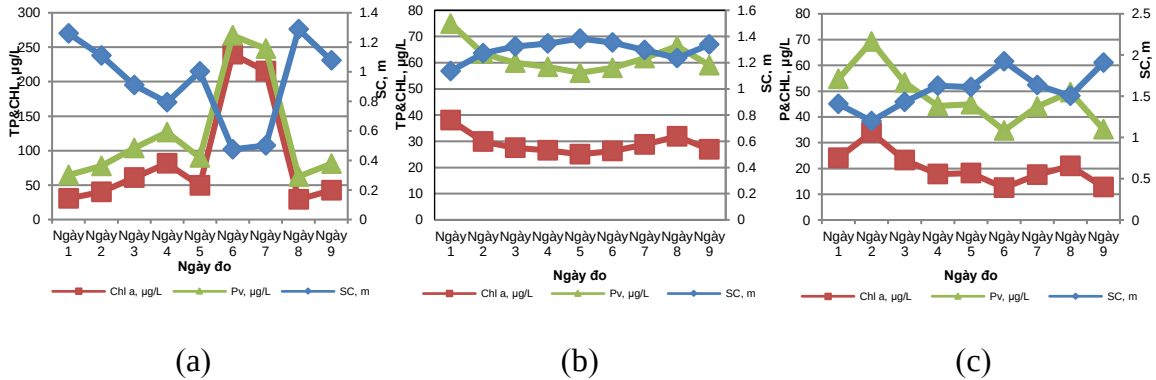


Hình 1. Vị trí khảo sát chất lượng nước tại hồ Cao Vân

trong đó E là thể tích axeton sử dụng để chiết sắc tố Chlorophyll a, mL; F là hệ số pha loãng mẫu (có giá trị bằng 1 trong thí nghiệm phân tích); V là thể tích mẫu sử dụng; L là chiều dày cuvet đo.

4. Kết quả và thảo luận

Kết quả đo đạc các thông số chất lượng nước SD, TP và CHL tại các vị trí quan trắc trong tháng 3 năm 2017, mùa xuân, thời điểm của rong tảo phát triển, chưa có mưa lớn và khi nhiệt độ trung bình của nước từ 22 đến 25°C được nêu trên Hình 2.



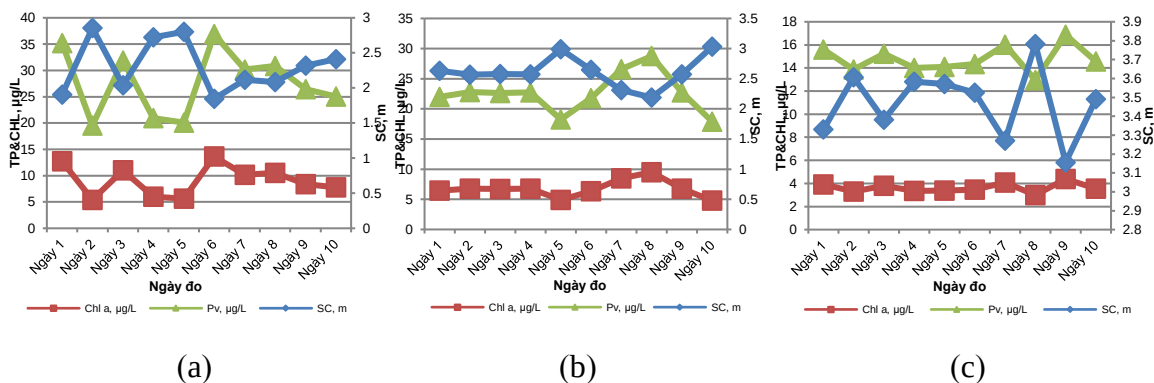
Hình 2. Biểu đồ chất lượng nước hồ Cao Vân theo các chỉ tiêu độ trong Secchi, T P và chlorophyll a trong tháng 3 năm 2017 (a - vị trí N1, b - vị trí N2 và c - vị trí N3)

Vào thời điểm mùa xuân đầu mùa mưa, tháng 3 năm 2017, tại vị trí công trình thu nước trong hồ Cao Vân (vị trí N1) chất lượng nước hồ theo độ trong Secchi và hàm lượng Chlorophyll a có xu thế cao hơn vị trí giữa hồ và đầu hồ. Hàm lượng P trong hồ ảnh hưởng rõ rệt đến hàm lượng Chlorophyll a. Trong thời gian 9 ngày quan trắc nước hồ, vào ngày thứ 6 và thứ 7 chất lượng nước hồ tại vị trí công trình thu nước giảm rõ rệt có thể do dòng chảy vận chuyển các phần tử tạo đục từ phía thượng lưu về cuối hồ. Mặt khác, sự hoạt động của công trình lấy nước cũng gây xáo trộn độ trong nước hồ tại vị trí N1 thấp hơn và tương ứng, mật độ tảo (biểu thị qua hàm lượng Chlorophyll a) tăng lên. Ở giữa hồ (vị trí N2) các giá trị SC, TP và CHL ổn định, tuy nhiên vùng đầu hồ (vị trí N3) các thông số này dao động, do thời tiết thay đổi nên các suối đầu nguồn đổ vào hồ cũng có chất lượng nước biến động. Tuy nhiên độ trong vùng đầu và giữa hồ cao hơn cuối hồ, nơi bố trí công trình thu nước.

Tháng 9 là thời điểm cuối mùa mưa với nhiệt độ nước tầng mặt dao động từ 26 đến 29,5°C, khi một lượng các chất rắn lơ lửng và các chất dinh dưỡng N, P từ lưu vực xung quanh theo nước mưa từ suối sông chảy vào hồ. Số liệu đo đạc các chỉ tiêu TP, CHL và SC được tập hợp và thể hiện trên biểu đồ Hình 3.

Chất lượng nước hồ trong mùa mưa cũng không biến đổi nhiều so với mùa khô. Độ trong vào thời điểm lấy mẫu tháng 9 cao hơn so với thời điểm tháng 3. Mặc dù vẫn còn hiện tượng tảo phát triển trong khu vực nhưng các rừng phòng hộ tại lưu vực đầu nguồn hồ Cao Vân được bảo vệ tốt là điều kiện duy trì hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước sông suối đổ vào hồ ổn định. Tuy nhiên cũng thấy rằng khu vực cuối hồ, về mùa mưa lượng nước xả qua đập lớn làm thay đổi chế độ dòng chảy nên độ trong của nước hồ không ổn định, dao động từ 1,85 đến 2,85 m. Hàm lượng TP và Chlorophyll a vùng giữa hồ và đầu hồ ổn định.

Như vậy qua 2 đợt quan trắc chất lượng nước hồ vào mùa khô và mùa mưa năm 2017 theo các thông số: Độ trong Secchi, TP, Chlorophyll a, thấy rằng chất lượng nước hồ Cao Vân tương đối ổn



Hình 3. Biểu đồ chất lượng nước hồ Cao Vân theo các chỉ tiêu độ trong Secchi, T P và chlorophyll a trong tháng 9 năm 2017 (a - vị trí N1, b - vị trí N2 và c - vị trí N3)

định. Trên lưu vực bổ cập nước hồ và trong hồ trong thời gian nghiên cứu không có các hoạt động kinh tế xã hội đột xuất nào đáng kể để làm suy giảm chất lượng nước hồ.

Từ các số liệu đo đạc SC, TP và CHL trong 57 mẫu phân tích vào hai đợt năm 2017, thấy rằng TP của nước hồ trung bình là 48,4 µg/L và CHL trung bình là 25 µg/L. Độ trong Secchi trung bình của hồ là 2,074 m. Tuy nhiên, đánh giá trạng thái dinh dưỡng hồ theo chỉ số TSI của Carlson bằng cách tính theo các công thức (6), (7), (8) và (9) có được: $TSI_p = 60,09$; $TSI_c = 62,17$; $TSI_{sc} = 49,51$; $TSI = 57,25$.

Như vậy với chỉ số TSI bằng 57,25 nằm trong mức từ 51 ÷ 70, hồ Cao Vân hiện nay ở mức phú dưỡng.

Theo phương pháp phân loại của OECD (Bảng 2), cả 2 giá trị TP và CHL đều cho thấy hồ Cao Vân bị phú dưỡng. Tham khảo kết quả quan trắc chất lượng nước đầu vào NMN Diễn Vọng năm 2017 cũng thấy rằng độ màu của nước nằm ở mức 45–60 độ Pt-Co [1]. Độ màu nước cao cũng là dấu hiệu có hiện tượng phú dưỡng của nguồn cung cấp nước thô. Việc khai thác than không kiểm soát được trước đây cũng như tận thu than ở lưu vực đầu nguồn sông Diễn Vọng trong thời gian gần đây là nguyên nhân chính gây biến đổi chất lượng nước và phú dưỡng hồ Cao Vân. Xây dựng các tuyến đường giao thông trong khu vực rừng phòng hộ đầu nguồn hồ Cao Vân sẽ là rủi ro lớn cho hệ sinh thái rừng cũng như chất lượng nước hồ [18].

5. Kết luận

Các kết quả quan trắc chất lượng nước hồ Cao Vân trong các mùa khô và mùa mưa năm 2017 tại các vị trí lấy mẫu là công trình thu nước, giữa hồ và vùng đầu hồ đầu hồ theo các chỉ tiêu tổng photpho, hàm lượng Chlorophyll a và độ trong Secchi, cho thấy rằng, chất lượng nước hồ Cao Vân tương đối ổn định. Tuy nhiên cũng có những thời điểm do ảnh hưởng của điều kiện thời tiết hoặc vận hành công trình thu nước và hệ thống xả lũ mà chất lượng nước hồ có những biến động nhỏ ở vùng cuối hồ. Đánh giá trạng thái dinh dưỡng của hồ theo chỉ số trạng thái dinh dưỡng TSI, thấy rằng, với giá trị TSI bằng 57,25 hồ Cao Vân hiện đang bị phú dưỡng. Hồ hiện đang bị phú dưỡng do các hoạt động kinh tế xã hội trong lưu vực. Vì vậy, cần thiết có các giải pháp ngăn ngừa cũng như kiểm soát hiện tượng phú dưỡng để đảm bảo chất lượng nguồn nước thô cho NMN Diễn Vọng.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được Bộ Xây dựng tài trợ (mã số: RD 21-17) [6] và Công ty Nước sạch Quảng Ninh cung cấp số liệu [1].

Tài liệu tham khảo

- [1] Công ty Nước sạch Quảng Ninh (2017). *Báo cáo tình hình chất lượng nước nhà máy nước Diễn Vọng năm 2017*.
- [2] Alexander, J. H., Charles, R. G. (1994). *Limnology*. McGraw-Hill, Inc. International Edition.
- [3] Thủ tướng Chính phủ (2016). *Quyết định số: 1566/QĐ-TTg ngày 09 tháng 8 năm 2016 về việc phê duyệt Chương trình Quốc gia bảo đảm cấp nước an toàn giai đoạn 2016 – 2025*.
- [4] Vollenweider, R. A. (1968). The scientific basis of lake and stream eutrophication with particular reference to phosphorus and nitrogen as eutrophication factors. Technical report, OECD, DAS/CSI/68.27, Paris, Harper & Row.
- [5] U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) (2000). *Ambient water quality criteria recommendations, information supporting the development of state and tribal nutrient criteria, lakes and reservoirs in nutrient ecoregion XI*. Office of Water. EPA 822-B-00- 012. December.
- [6] Viện Nghiên cứu Cấp thoát nước và Môi trường (2018). *Báo cáo đề tài NCKH cấp Bộ Xây dựng: Nghiên cứu giải pháp tổng hợp để kiểm soát ô nhiễm nguồn nước hồ chứa nhằm mục đích cấp nước an toàn cho đô thị và khu dân cư (mã số: RD 21-17)*.
- [7] Asit, K. B. (1996). *Water resources: Environmental planning, management and development*. McGraw-Hill, Inc., New York.
- [8] Hạ, T. Đ. (2016). *Bảo vệ và quản lý tài nguyên nước*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [9] Vollenweider, R. A. (1976). Advanced in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia*, 33:53–83.
- [10] International Lake Environment Management Committee (1988). *Guideline of lake management*.
- [11] Rigler, F. H. (1974). *Phosphorus cycling in lake, fundamentals of limnology*. 3rd edition, University of Toronto Press, Toronto, Canada.
- [12] Steven, C. C. (1997). *Surface water quality modeling*. McGraw-Hill.
- [13] Rast, W., Lee, G. F. (1987). *Summary analysis of the North American (US portion) OECD eutrophication project: Nutrient loading - lake response relationship and trophic state indices*. USEPA. Corvallis Environmental Research Laboratory. Corvallis, OR. EPA-600/3-78-08.
- [14] Hạ, T. Đ. (2013). Kiểm soát ô nhiễm và phú dưỡng các hồ đô thị. *Tạp chí Môi trường Đô thị Việt Nam*, 83(5):38–42.
- [15] Nguyễn, N. X., Hạ, T. Đ. (2004). *Chất lượng nước sông hồ và bảo vệ môi trường nước*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [16] Carlson, R. E. (1977). [A trophic state index for lakes](#). *Limnology and Oceanography*, 22(2):361–369.
- [17] George, G., Robert, C., Jonathan, S. (2000). *Nutrient criteria technical guidance manual – lakes and reservoirs*. United States Environmental Protection Agency, EPA-822-B00-001.
- [18] Ban quản lý dự án công trình huyện Ba Chẽ (2017). *Báo cáo đánh giá tác động môi trường dự án đường giao thông Ba Chẽ - Hạ Long*.