



NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐẶC TÍNH NƯỚC THẢI ĐẾN HIỆU QUẢ XỬ LÝ CỦA NHÀ MÁY XỬ LÝ NƯỚC THẢI YÊN SỞ

Trần Thị Việt Nga¹

Tóm tắt: Trong công tác thiết kế và vận hành hệ thống thoát nước đô thị thì việc đánh giá đặc tính nước thải đầu vào là rất quan trọng. Hiện nay, nhiều nhà máy xử lý nước thải (XLNT) ở các đô thị được thiết kế dựa trên các thông số chất lượng nước điển hình như: BOD5 200-350 mg/l, COD 250-700 mg/l, và NH4-N 15-35 mg/l, tuy nhiên trong thực tế, chất lượng nước thải đầu vào lại rất khác biệt. Nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá đặc tính nước thải trên sông Kim Ngưu (Hà Nội), là kênh dẫn nước thải vào Nhà máy XLNT Yên Sở và các tác động của nó đến hiệu quả của công trình sinh học được thiết kế để đạt quy chuẩn tổng Nito đạt 10 mg/L. Kết quả quan trắc chất lượng nước thải trong ba năm liên tục cho thấy tỷ lệ BOD/NH4-N không thích hợp để có thể đạt hiệu quả xử lý Nito yêu cầu và cần phải bổ sung thêm nguồn chất hữu cơ bên ngoài. Các kết quả thu được không chỉ góp phần xây dựng các giải pháp kinh tế-kỹ thuật nhằm nâng cao hiệu quả xử lý của Nhà máy XLNT Yên Sở, mà còn cung cấp các cơ sở khoa học để điều chỉnh thông số thiết kế các công trình xử lý với mục tiêu giảm các chi phí không cần thiết trong đầu tư và vận hành.

Từ khóa: Nước thải đô thị; tỷ lệ BOD/NH4-N; chất dinh dưỡng; nhà máy xử lý nước thải Yên Sở.

Summary: An understanding of the nature of wastewater is essential in the design and operation of collection, treatment, and disposal facilities. Many of the recently installed WwTPs in Vietnam were designed based on standard wastewater characteristics for Combined Sewage Systems and include parameter values such as BOD5: 200-300 mg/l, COD: 250-400 mg/l, and NH4-N: 15-35 mg/l. It is reported that in operation they receive significantly different influent loads. This study was conducted to characterize wastewater quality of the Kim Nguu Canal in Hanoi City, Vietnam its effect on the associated WwTP designed with an effluent standard of 10 mg/l of Total Nitrogen. Results for 3 years monitoring showed an influent BOD5 in the range of 29-83 mg/l, COD: 86-169mg/l, TSS: 43-63mg/l, while NH4-N remains at a high level of 26-69 mgN/l. The data confirms the unfavourable BOD:NH4-N ratio for T-N standards and creates the need for external BOD supplement for biological nitrogen removal processes. The results are vital for improving treatment plant performance and as baseline data for designing municipal wastewater treatment systems in Vietnam, reducing unnecessary capital and operational costs while improving on compliance.

Key words: Urban wastewater; BOD/NH4-N ratio; total Nitrogen; Hanoi City.

Nhận ngày 25/6/2014, chỉnh sửa ngày 15/7/2014, chấp nhận đăng 10/9/2014



1. Giới thiệu chung

Việc đánh giá tốt đặc tính nước thải là rất quan trọng trong thiết kế và vận hành hệ thống thu gom và xử lý nước thải. Trong vòng hơn 15 năm qua, Việt Nam đã có những đầu tư đáng kể trong lĩnh vực vệ sinh môi trường đô thị. Tính đến năm 2013, có 21 nhà máy xử lý nước thải (XLNT) đang hoạt động và có ít nhất khoảng 30 nhà máy đang trong các giai đoạn thiết kế hay xây dựng. Lượng nước thải xử lý được khoảng 540,000 m³/ngày, chiếm khoảng 10% tổng lượng nước thải phát sinh ở các đô thị [9].

Đối với Hà Nội, cũng như nhiều thành phố khác ở Việt Nam, hệ thống thoát nước đô thị là chủ yếu là hệ thống thoát nước chung làm nhiệm vụ chủ yếu là thoát nước mưa và nước thải sinh hoạt. Tại các hộ gia đình, nước thải đen từ nhà vệ sinh được tiền xử lý tại bể tự hoại, rồi sau đó sẽ được thu gom cùng với các loại nước thải sinh hoạt khác vào hệ thống cống thoát nước đường phố, dẫn về hệ thống cống ngầm rồi

¹ TS, Khoa Kỹ thuật Môi trường. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: nga.tran.vn@gmail.com

đến các mương, sông thoát nước như sông Tô Lịch, sông Kim Ngưu và sông Sét trước khi chảy ra sông Hồng. Hiện thành phố Hà Nội có 4 cơ sở xử lý nước thải sinh hoạt (trạm Kim Liên - công suất thiết kế 3500 m³/ngày đã hoạt động đủ công suất, trạm Trúc Bạch có công suất thiết kế 2500 m³/ngày và đã hoạt động đủ công suất, Nhà máy Bắc Thăng Long công suất thiết kế 4200m³/ngày - mới vận hành được 7000m³/ngày; và Nhà máy Yên Sở có công suất thiết kế 200000 m³/ngày, hiện đang vận hành ở mức 125000m³/ngày). Các nhà máy này được thiết kế dựa trên đặc tính nước thải tiêu chuẩn cho hệ thống thoát nước chung, với giá trị thiết kế như BOD₅: 200 - 300 mg/l, COD: 250 - 400 mg/L, NH₄-N: 15 - 35 mg/L. Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu và chương trình quan trắc cho thấy tải trọng chất ô nhiễm trong nước thải đầu vào có sự khác biệt đáng kể như nồng độ chất hữu cơ thấp (BOD₅ <100mg/l) trong khi lượng chất dinh dưỡng cao (TKN, NH₄-N có khi vượt trên 50 - 60 mg/l) [9].

Tiêu chuẩn xả thải của Việt Nam hiện hành đối với nhà máy XLNT đô thị quy mô tập trung là Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 40:2011/BTNMT với nguồn tiếp nhận là loại A hoặc B. Khi xả ra nguồn loại B (nguồn nước có vùng hạ lưu không sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt), cần đảm bảo các chất ô nhiễm trong nước sau xử lý không vượt quá giá trị giới hạn cho phép như BOD₅ 50 mg/L, NH₄-N 10 mg/L, TN 40 mg/L... và với nguồn loại A (nguồn nước sử dụng cho các mục đích cấp nước sinh hoạt) thì giới hạn xả thải còn chặt chẽ hơn (BOD₅ 75 m/L, NH₄-N 5 mg/L, TN 20 mg/L...). Do đó, các nhà máy XLNT cần được thiết kế để thực hiện quá trình nitrat hóa để loại bỏ NH₄-N và nếu hàm lượng N đầu vào cao cần phải xử lý loại bỏ Nitơ (khử Nitrat) để đáp ứng tiêu chuẩn về tổng Nitơ. Với giả định nước thải đầu vào không chứa các chất ức chế và có đầy đủ độ kiềm, thì yêu cầu về NH₄-N là có thể đạt được với việc thiết kế và quản lý vận hành tốt. Tuy nhiên, để thực hiện quá trình loại bỏ Nitơ, thì không chỉ các điều kiện về quá trình xử lý, mà còn cần có đủ chất hữu cơ (BOD) để hỗ trợ quá trình khử Nitrat. Nếu tỷ lệ C:N:P trong nước thải đầu vào không phù hợp cho quá trình xử lý sinh học thì có thể phải bổ sung nguồn hữu cơ bên ngoài, điều này làm tăng chi phí và tính phức tạp của hệ thống xử lý.

Nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá đặc tính nước thải đầu vào của Nhà máy XLNT Yên Sở và đánh giá các ảnh hưởng có thể của nước thải đầu đến hiệu quả xử lý. Nhà máy Yên Sở tiếp nhận nước thải từ sông Kim Ngưu và sông Sét. Quá trình xử lý bao gồm các song chắn rác, trạm bơm dâng, bể lắng cát, bể lắng sơ cấp và tách dầu mỡ trước khi dẫn nước thải đến công trình xử lý bùn hoạt tính theo mẻ SBR. Hệ thống xử lý không sử dụng bể lắng sơ cấp truyền thống (với thời gian lưu từ 1 - 2h) mà chỉ áp dụng bể lắng ngang chuyển động vòng có thời gian lưu nước rất nhỏ (5 - 10 phút) vì cân nhắc nước thải có hàm lượng cặn nhỏ, đã sơ lắng một phần trong bể tự hoại hộ gia đình. Nước sau khi xử lý được xả trực tiếp ra sông Kim Ngưu hoặc thông qua hệ thống khử trùng UV rồi chảy ra hồ Yên Sở.

2. Phương pháp nghiên cứu

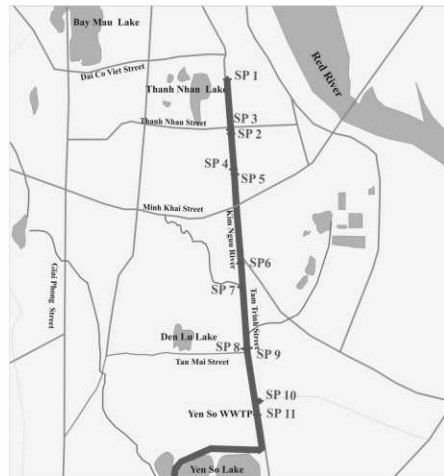
Việc lấy mẫu nước thải đầu vào Nhà máy XLNT Yên Sở được thực hiện bằng một máy lấy mẫu tự động với tần suất 15 phút lấy mẫu một lần và gộp thành một mẫu tổng hợp trong vòng 24 giờ. Vị trí lấy mẫu nước thải trên sông Kim Ngưu và các cống nhánh đổ vào sông được thể hiện trên Bảng 1 và Hình 1; mẫu nước là mẫu đơn, theo tần suất 1-2 tuần một lần. Tại mỗi điểm lấy mẫu (SP), mẫu được lấy cách bờ ít nhất 1m đối với sông hoặc ở giữa cống. Các mẫu được phân tích trong cùng một ngày sau khi lấy.

Bảng 1. Tọa độ các vị trí lấy mẫu trên sông Kim Ngưu và cống đổ vào sông

Điểm lấy mẫu trên sông Kim Ngưu		Điểm lấy mẫu tại cống đổ vào sông	
SP 1	21° 0'27.03"N, 105°51'39.26"E	SP 3	21° 0'10.10"N, 105°51'41.28"E
SP 2	21° 0'9.03"N, 105°51'42.01"E	SP 5	20°59'55.47"N, 105°51'43.55"E
SP 4	20°59'56.80"N, 105°51'43.35"E	SP 7	20°59'21.79"N, 105°51'46.61"E
SP 6	20°59'28.34"N, 105°51'46.62"E	SP 9	20°59'2.29"N, 105°51'48.76"E
SP 8	20°59'2.59"N, 105°51'48.76"E	SP 10	20°58'45.39"N, 105°51'53.86"E
SP 11	20°58'40.86"N, 105°51'53.40"E		

Việc lấy mẫu đánh giá hiệu quả xử lý của Nhà máy XLNT Yên Sở cũng được thực hiện bằng một máy lấy mẫu tự động được lập trình tương tự, đặt tại kênh dẫn nước sau bể SBR. Nhà máy hiện được vận hành với công suất khoảng 125,000m³/ngày, với thời gian lưu bùn trong bể SBR lớn hơn 10 ngày và mỗi chu kỳ bể hoạt động 4 giờ, bao gồm 2 giờ sục khí.

Các chỉ tiêu nước thải được phân tích bao gồm: các chỉ tiêu đo hiện trường (pH, nhiệt độ, oxi hòa tan, độ đục) và các chỉ tiêu phân tích trong phòng thí nghiệm (TSS, VSS, BOD₅, COD, TKN, TN, NO₃ - N, NH₄ - N, TP, độ kiềm). Các phân tích chất lượng nước tuân thủ các phương pháp tiêu chuẩn của Việt Nam.



Hình 1. Sông Kim Ngưu dẫn nước thải về Nhà máy XLNT Yên Sở và vị trí các điểm lấy mẫu nước (SP)

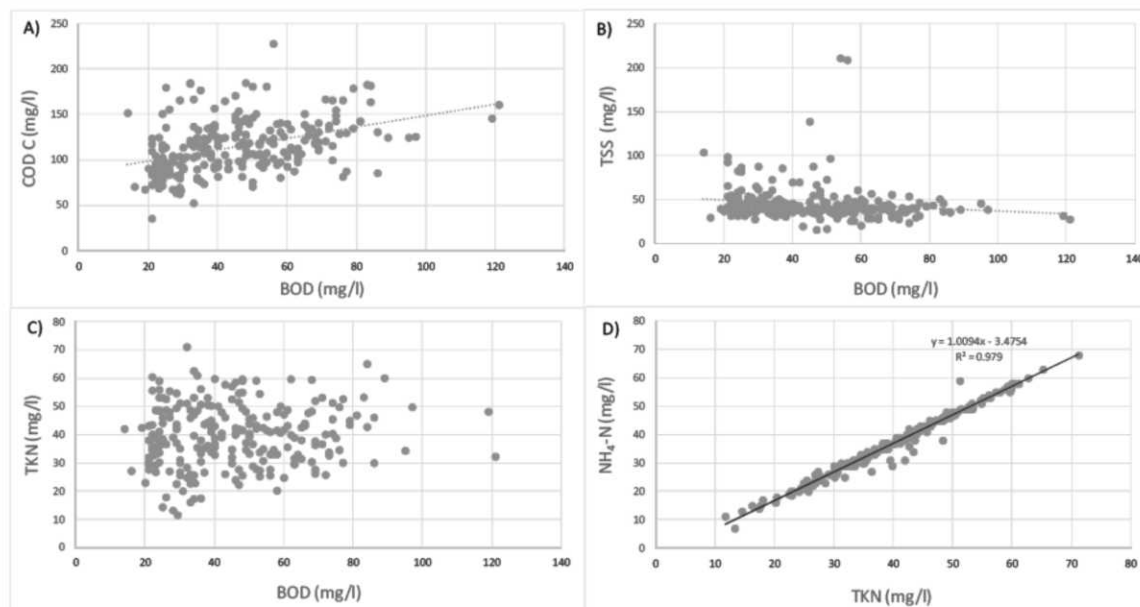
3. Kết quả và thảo luận

Quá trình lấy mẫu trên sông Kim Ngưu được thực hiện trong khoảng thời gian 600 ngày. Kết quả phân tích chất lượng nước được tổng hợp trong Bảng 1 cho thấy có sự khác biệt với số liệu thiết kế. Nước thải đầu vào TXL Yên Sở có đặc điểm chính như sau: BOD thấp (BOD₅ trung bình 45mg/L), TSS thấp (46 mg/L), hàm lượng nitơ tương đối cao (TKN 40 mg/L và NH₄-N 36 mg/L), và thành phần nitơ hòa tan cao như amoni (90% NH₄-N). Như vậy nước thải có tỷ lệ BOD₅/NH₄-N 1.4 so sánh với tỷ lệ thông thường > 7.0 [5] [6].

Bảng 2. Chất lượng nước sông Kim Ngưu trong khoảng thời gian từ tháng 9/2011 đến tháng 5/2013 dựa vào các mẫu tổng hợp 24h lấy tại điểm đầu vào TXL (tổng số lượng mẫu = 247).

Thông số	Nước thải tại điểm đầu vào NM XLNT Yên Sở			Thông số thiết kế NM XLNT Yên Sở	Giá trị thiết kế tiêu biểu cho hệ thống thoát nước chung (4, 2)
	Trung bình	Xác suất 5%	Xác suất 95%		
	mg/l	mg/l	mg/l		
BOD ₅	45	22	78	250	120-350
COD	115	74	167	500	250-700
TSS	46	29	79	300	100-300
TKN	39	21	59	30	20-35
NH ₄ -N	36	17	56	40	12-20
T-P	8.8	4.3	11.8	6	4-6
Tỷ lệ:					
COD:BOD ₅	2.9	1.5	5.1	2	2.0-3.5
TSS:BOD ₅	1.3	0.4	2.5	1.2	0.8-1.2
NH ₄ -N: TKN	90%	96%	79%	75%	60%-70%
BOD ₅ :NH ₄ -N	1.4	0.5	2.6	6.25	5-7

Mối quan hệ giữa các thông số chất lượng nước thải sông Kim Ngưu cũng được thể hiện trong Bảng 2 và Hình 2. Tỷ lệ COD và BOD₅ dao động trong dải khá rộng (1.5-5.1). Giá trị COD/BOD₅ trung bình là 2.9, cao hơn giá trị giả định trong thiết kế (2.0). Mối quan hệ giữa BOD₅ và TSS chỉ ra mối quan hệ tương đối ổn định và hàm lượng TSS khá độc lập so với BOD. Mối quan hệ giữa BOD₅ và các hợp chất chứa N không rõ ràng cho thấy nồng độ TKN phụ thuộc vào các yếu tố khác. Tuy nhiên, TKN và NH₄-N có liên hệ chặt chẽ (độ dốc = 1.01) cho thấy thành phần N trong nước thải đầu vào phần lớn dạng hòa tan và chủ yếu ở dạng NH₄ - N



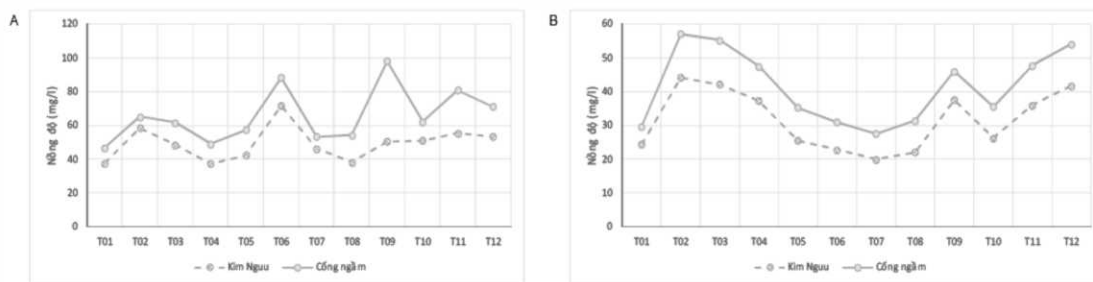
Hình 2. Mối quan hệ giữa các thành phần tính chất nước thải: A) BOD và COD, B) BOD và TSS, C) BOD và TKN, và D) TKN và $\text{NH}_4\text{-N}$. Mẫu tổng hợp, lấy tại công trình thu nước đầu vào Nhà máy XLNT Yên Sở

Cũng như nhiều sông mương thoát nước khác, chất lượng nước sông có sự thay đổi lớn vào mùa mưa khi tiếp nhận một lượng lớn nước chảy tràn bề mặt trong vùng lưu vực thoát nước. Theo Bảng 3, hầu như tất cả thông số chất lượng nước, trừ TSS, đều giảm trong mùa mưa. Nồng độ TSS không có sự khác biệt đáng kể giữa mùa khô và mùa mưa, cho thấy ảnh hưởng pha loãng từ dòng nước mưa có thể được bù đắp bởi lượng chất rắn trôi theo dòng nước mưa chảy tràn trên bề mặt.

Bảng 3. Ảnh hưởng của mùa mưa đến thành phần nước thải của đầu vào Nhà máy XLNT Yên Sở trong khoảng thời gian từ 9/2011 đến 5/2013. (tổng số lượng mẫu = 247)

Thông số	Nước thải tại điểm đầu vào TXL					
	Mùa mưa (Tháng 4 - Tháng 10)			Mùa khô (Tháng 11 - Tháng 3)		
	Trung bình mg/l	Xác suất 5% mg/l	Xác suất 95% mg/l	Trung bình mg/l	Xác suất 5% mg/l	Xác suất 95% mg/l
BOD_5	40	21	69	47	22	84
COD	109	72	157	118	76	179
TSS	45	32	72	46	28	84
TKN	31	17	50	43	28	60
$\text{NH}_4\text{-N}$	27	14	47	40	25	57
T-P	7.2	3.2	10.4	9.7	7.7	12.3
Tỷ lệ:						
$\text{COD}:\text{BOD}_5$	3.0	1.5	5.3	2.9	1.5	4.8
$\text{TSS}:\text{BOD}_5$	1.3	0.6	2.4	1.2	0.4	2.6
$\text{NH}_4\text{-N}:\text{TKN}$	87%	74%	96%	93%	86%	96%

Kết quả phân tích các mẫu nước thải dọc theo sông Kim Ngưu và các nhánh phân phối chảy vào sông được sử dụng để đánh giá sự ảnh hưởng của thời gian lưu trong sông Kim Ngưu tới chất lượng nước (Hình 3). Kết quả cho thấy mẫu nước ở các sông nhánh đổ vào Kim Ngưu có nồng độ BOD_5 và $\text{NH}_4\text{-N}$ trung bình cao hơn mẫu nước sông Kim Ngưu tương ứng là 17 và 10 mg/L. Tuy nhiên ảnh hưởng của các lưu lượng nhánh này đến nồng độ các chất trong sông là không đáng kể. Lưu lượng BOD_5 trung bình tại điểm đầu của sông Kim Ngưu là 52 mg/L và tại điểm trước vào Nhà máy Yên Sở là 54 mg/L. Tương tự $\text{NH}_4\text{-N}$ trung bình tại điểm đầu vào là 30 và điểm vào nhà máy là 38 mg/L.



Hình 3. Xu hướng dao động theo các tháng trong năm đối với giá trị trung bình BOD₅ (A); và NH₄-N (B) đo dọc theo chiều dài sông Kim Ngưu và các nhánh đổ vào.
Mẫu nước thải được lấy từ tháng 1/2012 đến tháng 12/2013

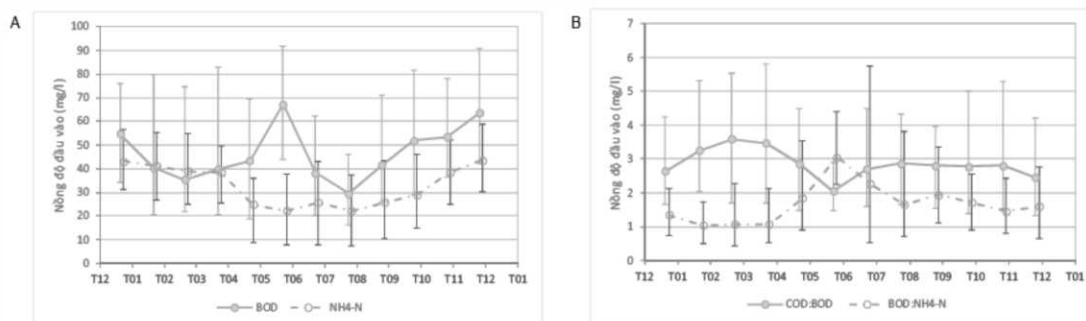
Do không có số liệu về chính xác về lưu lượng dòng chảy của sông nên chưa đánh giá cụ thể về các tác động của chế độ thủy động lực và các quá trình sinh hóa trong sông. Tuy nhiên, với sự thay đổi không đáng kể đối với BOD₅ và sự tăng nồng độ NH₄-N ở hạ lưu, có thể do một số quá trình phân hủy sinh học trong nước thải [4]. Tương tự, nồng độ trung bình tương đối thấp trong tất cả các nhánh đổ vào, cho thấy ảnh hưởng của quá trình phân hủy sinh học và bề tự hoại đến chất lượng nước thải trên hệ thống thoát nước thành phố. Theo một số nghiên cứu, nước thải sau bề tự hoại tại Hà Nội có nồng độ BOD 102 - 330 mg/L và NH₄ - N 20 - 43 mg/L [1] [2] [7].

Hình 4 thể hiện sự dao động theo thời gian trong năm của BOD₅ và NH₄-N trong nước thải trên sông Kim Ngưu. Có thể thấy trong Hình 4 các giá trị này được phân chia thành 3 giai đoạn phù hợp với xu hướng trong Hình 1.

- Giai đoạn từ tháng 1 đến tháng 4, nồng độ BOD₅ và NH₄-N trung bình giảm, điều này cũng phù hợp với sự tăng tỷ lệ COD/ BOD₅. Trong khi nồng độ NH₄-N giảm trong giai đoạn này (từ 43 mg/L tới 38 mg/L), nồng độ vẫn còn tương đối cao, với mức độ BOD tương đối thấp (trung bình 43mg/L trong giai đoạn này), sẽ là các thách thức cho quá trình xử lý tổng nitơ.

- Giai đoạn tháng 5 đến tháng 8, là thời điểm mùa mưa và có sự tăng trong nồng độ BOD (Hình 4A). Điều này phù hợp với số liệu trong sông Kim Ngưu và trong các nhánh đổ vào (Hình 3) cho thấy có ảnh hưởng ở mức độ nhất định sự cuốn trôi cặn trên bề mặt đất và trong hệ thống cống. Tuy nhiên, mức độ ảnh hưởng này chủ yếu trong thời gian 2 tháng đầu mùa mưa (tháng 5 và tháng 6), có thể được giải thích bằng việc hòa tan và cuốn trôi các hạt cặn hữu cơ nhẹ trong thời kỳ đầu mùa mưa làm tăng hàm lượng BOD trong nước thải và sau đó các hạt cặn nặng hơn vào thời điểm các đợt mưa lớn vào tháng 7 và tháng 8. Ảnh hưởng của mùa mưa làm loãng nước thải cũng được thể hiện ở kết quả NH₄-N trong nước đầu vào Nhà máy Yên Sở và dọc theo sông cũng giảm đi so với mùa khô.

- Giai đoạn mùa khô từ đầu tháng 9: nồng độ Amôni và BOD₅ tăng với mức độ 1.8 và 1.3 mg/L.tuần, trong đó mức tăng BOD₅ trong thời kỳ này lớn hơn so với NH₄-N, tỷ lệ BOD₅:N vẫn ở mức trong khoảng 1-2, nhỏ hơn giá trị theo lý thuyết (BOD₅/N ≥ 3.0) cần có để đạt được hiệu quả khử Nitơ ổn định.



Hình 4. Xu hướng dao động theo các tháng trong năm đối với nước thải sông Kim Ngưu (mẫu tổng hợp hàng ngày từ 7/2010 đến 5/2013)

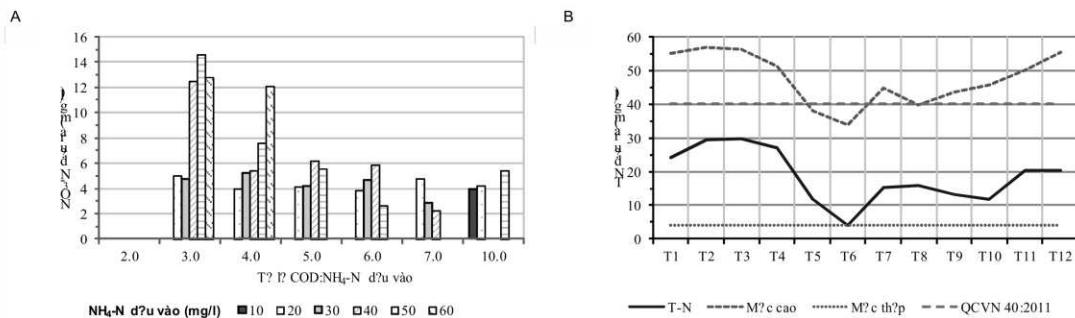
Ảnh hưởng của đặc tính nước thải đầu vào đến quá trình hoạt động và hiệu quả xử lý của Nhà máy XLNT Yên Sở được thể hiện trong Hình 5. Ở đây COD được sử dụng để đại diện cho chất hữu cơ (do không có số liệu đầy đủ về BOD). Trong đồ thị này, hiệu quả của quá trình xử lý được thể hiện bằng khả năng loại bỏ chất dinh dưỡng (N - NO_3). Có thể thấy khi tỷ lệ COD/ $\text{NH}_4\text{-N}$ cao, ngay cả với nồng độ $\text{NH}_4\text{-N}$ đầu vào lớn ($\geq 60 \text{ mg/l}$) thì quá trình khử N diễn ra một cách hiệu quả, nước sau xử lý đáp ứng yêu cầu TN của QCVN 40:2011 (tức là $\geq 40 \text{ mg/L}$). Khi tỷ lệ COD/ $\text{NH}_4\text{-N}$ giảm, đặc biệt khi nhỏ hơn giá trị 4.0, hàm lượng N - NO_3 sau xử lý tăng khi nồng độ amoni đầu vào cao ($\geq 40 \text{ mg/L}$). Điều này có thể lý giải là do nước thải đầu vào không có đủ chất hữu cơ để đáp ứng quá trình khử nitrat. Khi tỷ lệ COD/ $\text{NH}_4\text{-N}$ tiếp tục giảm, thì ngay cả hàm lượng amoni trong nước thải đầu vào không lớn ($\sim 40 \text{ mg/L}$) thì nước sau xử lý cũng có thể không đáp ứng yêu cầu xả thải về Nitơ (QCVN40:2011/NTNMT). Lưu ý, tỷ lệ COD/ BOD_5 trung bình đối với giai đoạn này là 2,9.

Đối với trạm XLNT Yên Sở, chế độ vận hành để đáp ứng quy chuẩn xả thải TN được tính toán bằng việc sử dụng kích bản tỷ lệ tiêu thụ BOD ở mức thấp là 2,0 mg BOD_5 để xử lý 1 mg N và kích bản ở mức cao là tiêu thụ 4,5 mg để xử lý 1 mg N (xác suất 95%) [5]. Hàm lượng TN (TKN) ở nước sau xử lý được tính toán theo công thức:

$$\text{TN} = \left\{ \text{NH}_4 - \text{N}_v - \left[\frac{(\text{BOD}_v - \text{BOD}_r)}{\text{BOD}_{\text{loại bỏ}} / \text{N}_{\text{loại bỏ}}} \right] \right\} \quad (1)$$

trong đó: $\text{NH}_4\text{-N}_v$ là lượng amoni trong nước thải; $\text{N}_{\text{hữu cơ}}$ là lượng N hữu cơ trong nước thải; BOD_v là lượng BOD trong nước thải; BOD_r là lượng BOD trong nước sau xử lý; và $\text{BOD}_{\text{loại bỏ}}/\text{N}_{\text{loại bỏ}}$ là tỷ lệ lượng BOD cần thiết để xử lý 1 mg N .

Sử dụng giả thiết rằng nước thải sau xử lý có hàm lượng BOD_5 là 8.5 mg/L và nitơ hữu cơ là 4,2 mg/L , hiệu quả xử lý của TXLNT dự báo theo chỉ tiêu TN được chỉ ra trong Hình 5B. Dựa trên hiệu quả xử lý BOD, có thể thấy rằng quá trình xử lý sẽ không có khả năng đáp ứng 100% yêu cầu xả thải (theo xác suất thống kê) theo cột B, QCVN 40:2011/BTMNT. Điều này có thể thấy rõ vào mùa khô, từ tháng 2 đến tháng 4, khi hàm lượng amoni cao, hàm lượng BOD thấp. Như vậy, công trình xử lý sinh học có thể không đạt yêu cầu xử lý nếu không được cung cấp thêm nguồn C bên ngoài.



Hình 5. Ảnh hưởng của chất lượng nước thải đầu vào lên hiệu quả xử lý của Nhà máy XLNT Yên Sở.
(A) Tỷ lệ COD/ $\text{NH}_4\text{-N}$ trong nước thải đầu vào và Nồng độ $\text{NO}_3\text{-N}$ thực tế sau xử lý (từ Tháng 8/2011 đến Tháng 2/2012).
(B) Dự báo lượng TN trong nước sau xử lý dựa trên số liệu tiêu thụ BOD_5 - cần 2 mg BOD_5 để xử lý 1 mg N (mức thấp) và số liệu mức tiêu thụ 4.5 mg BOD_5 để xử lý 1 mg N (mức cao)



4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu về chất lượng nước thải sông Kim Ngưu cho thấy đặc tính nước thải thực tế trong hệ thống thoát nước chung có thể rất khác các giá trị đặc trưng theo lý thuyết. Sự khác biệt này đặc biệt thể hiện ở tỷ lệ rất thấp giữa lượng chất hữu cơ và Nitơ trong nước thải ($\text{BOD}_5/\text{NH}_4\text{-N}$). Với mức độ BOD trung bình là 45 mg/L và $\text{NH}_4\text{-N}$ là 36 mg/L , cho thấy hàm lượng chất hữu cơ chưa đủ cho quá trình loại bỏ Nitơ để đáp ứng điều kiện xả thải. Chất lượng nước thải trên sông Kim Ngưu cũng bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi khí hậu giữa mùa mưa và mùa khô. Kết quả cho thấy sự ảnh hưởng của mùa khô đến sự giảm tỷ lệ BOD/ $\text{NH}_4\text{-N}$ và do đó việc đáp ứng yêu cầu xả thải về nitơ càng có nhiều rủi ro.

Các kết quả cho thấy sự ảnh hưởng lớn của hệ thống thoát nước chung đến các điều kiện thiết kế, vận hành và hiệu quả xử lý của trạm xử lý nước thải. Theo [7], các tuyến cống thu gom này có tốc độ dòng chảy nhỏ dẫn đến thời gian lưu dài, quá trình lắng cặn và phân hủy các chất hữu cơ dễ dàng diễn ra trong các kênh thoát nước. Ngoài ra, hầu hết các hộ gia đình ở Hà Nội cũng như các đô thị khác ở Việt Nam đều có bể tự hoại, nước thải sẽ được tiên xử lý một phần trước khi thoát ra hệ thống bên ngoài và do đó tải trọng hữu cơ tiếp tục giảm xuống và có khả năng giải phóng thêm nitơ hòa tan [4]. Các nghiên cứu trước cũng cho thấy đặc điểm hàm lượng chất hữu cơ thấp và hàm lượng chất dinh dưỡng cao trong nước thải ở hệ thống cống chung là do nhiều nguyên nhân như việc phân hủy một phần trên hệ thống thu gom, hay ảnh hưởng của bể tự hoại hộ gia đình.

Thách thức đối với việc thiết kế và vận hành quản lý hệ thống thoát nước là khả năng đáp ứng được yêu cầu xả thải hiện hành (QCVN:2011/BTNMT cho nguồn tiếp nhận loại A hoặc B). Việc đánh giá sự tuân thủ quy chuẩn xả thải hiện được thực hiện dựa trên mẫu đơn với xác suất 100% (tất cả các mẫu phải đạt yêu cầu cho phép). Các kết quả nghiên cứu cho thấy với trường hợp công trình xử lý tiếp nhận nước thải đầu vào từ hệ thống thoát nước chung như trường hợp Nhà máy Yên Sở, thì Quy chuẩn này khó có thể đạt được tuyệt đối nếu không có sự thay đổi điều chỉnh trong thiết kế, vận hành cũng như cách thức quan trắc chất lượng nước.

Trong những năm gần đây đã có sự nói lỏng về quy chuẩn xả thải đối với một số thành phần chất ô nhiễm, đặc biệt là chỉ tiêu tổng Nitơ, tuy nhiên ở mức độ chưa đủ trong điều kiện hạ tầng thoát nước ở nhiều đô thị chưa hoàn chỉnh và các công nghệ đang áp dụng. Hệ lụy của việc áp dụng các điều kiện thiết kế về chất lượng nước đầu vào như hiện nay (Bảng 2) là công trình XLNT có thể không đáp ứng quy chuẩn xả thải hiện hành, hoặc cần phải bổ sung thêm hóa chất và các thiết bị khác để nâng cao hiệu quả xử lý; tuy nhiên việc này sẽ làm tăng chi phí đầu tư và vận hành. Ngoài ra, việc sử dụng các thông số chất lượng nước thải đầu vào không hợp lý trong thiết kế có thể gây ra các vấn đề khác như bùn nổi, hay bể lắng hoạt động kém hiệu quả [4] [5]. do công trình thường có kích thước lớn hơn yêu cầu. Một công nghệ xử lý thích hợp đạt yêu cầu về kinh tế - kỹ thuật cần giải pháp công nghệ đơn giản, tối ưu về chi phí tiêu thụ hóa chất và năng lượng cũng như phải đạt hiệu quả cải thiện môi trường sống rõ rệt.

Lời cảm ơn

Tác giả trân trọng cảm ơn TS. Paul Anthony Zuber, Giám đốc kỹ thuật Công ty Biwate, đơn vị tham gia việc thiết kế, xây dựng, vận hành chạy thử Nhà máy XLNT Yên Sở (2008-2013) đã cung cấp nhiều số liệu quan trắc chất lượng nước thải cũng như hỗ trợ việc lấy mẫu. Cảm ơn KS. Nguyễn Đức Cảnh, Nguyễn Thúy Liên, ThS Nguyễn Quang Trung và nhóm sinh viên K55 MTN tham gia thực hiện nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

1. Trung tâm Kỹ thuật Môi trường Đô thị và Khu Công nghiệp (2001-2006), *Báo cáo quan trắc hàng năm*.
2. Nguyễn Việt Anh (2007), *Bể tự hoại và Bể tự hoại cải tiến*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
3. Hespanhol và Helmer R. (1997), *Water Pollution Control - A Guide to the Use of Water Quality Management Principles*. WHO/UNEP.
4. Montangero A. và Belevib H. (2004), "Assessing nutrient flows in septic tanks by eliciting expert judgement: A promising method in the context of developing countries", *Water Research*, 41, 1052– 1064.
5. Mtcalf & Eddy (2002), *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, 4th edition, McGraw-Hill's Publisher.
6. Narkis N., Rebhun M. and Sheindorf C.H. (1970), "Denitrification at various carbon to nitrogen ratios", *Water Research*, 13,1, 93–98.
7. Pham Nguyet Anh, Hidenori Harada, Shigeo Fuji, Nguyen Pham Hong Lien, Huynh Trung Hai, Shuhei Tanaka (2013), "To Lich River pollution loads and its household wastewater contribution". *Journal of Science and Technology*, 51, 3B, 133-139.
8. American Water Works Association (2012), *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.
9. World Bank (2013), *Đánh giá Lĩnh vực Thoát nước Đô thị Việt Nam, Báo cáo cuối cùng*. Nhà xuất bản Hồng Đức, Hà Nội.