

# ỨNG DỤNG THÀNH CÔNG PHÉP ĐO COD ONLINE NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP TẠI VIỆT NAM BẰNG CÔNG NGHỆ CẢM BIẾN QUANG PHỔ UV-VIS

- **PGS.TS. Nguyễn Thị Thanh Phương**  
Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia,  
Việt Nam
- **TS. Ulrich Franke**  
Xylem Analytics Đức Sales GmbH & Co KG, Đức
- **TS. Natalie Leiprecht**  
Xylem Analytics Đức Sales GmbH & Co KG, Đức
- **KS. Nguyễn Nhật Tân**  
Xylem Analytics, Hồ Chí Minh, Việt Nam



## TÓM TẮT

Việc giám sát dòng nước thải trực tuyến hoặc liên tục ngày càng trở nên quan trọng ở Việt Nam. Nghị định 38/2015/NĐ-CP yêu cầu mọi khu công nghiệp hoặc nhà máy nằm bên ngoài khu công nghiệp có lưu lượng nước xả thải hơn 1000 m<sup>3</sup>/ngày phải giám sát liên tục 3 thông số bắt buộc COD, TSS và pH tại vị trí xả thải ra nguồn tiếp nhận.

Trong thời kỳ đầu những năm 2000 tại Châu Âu, cảm biến quang phổ UV-VIS đã được phát triển để đo quang phổ hấp thụ một cách đầy đủ trong phạm vi bước sóng 200–720 nm. Các cảm biến này sử dụng các thuật toán dựa trên phương pháp đa biến dành cho việc đo COD, nitrate và nitrite trong nước thải đầu vào, bể sinh học cũng như trong nước xả thải của nhà máy xử lý nước thải đô thị.

Loại cảm biến quang phổ này đã giúp giảm thiểu chi phí đầu tư ban đầu cũng như công sức bảo trì so với những máy phân tích dựa trên phản ứng hóa học ướt (wet-chemistry). Thêm vào đó, chúng cũng cho kết quả chính xác hơn so với cảm biến quang phổ đơn bước sóng và mối tương quan tốt hơn khi đối chiếu với phép đo COD tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm, kể cả trong điều kiện tính chất của mẫu (môi trường) thay đổi.

Hai cảm biến UV-VIS quang phổ đo COD liên tục đã được thử nghiệm trong một tháng tại các kênh xả nước thải của hai khu công nghiệp tiêu biểu của Việt Nam. Giá trị đo của các cảm biến được so sánh với phương pháp phân tích COD tiêu chuẩn phòng thí nghiệm SMEWW 5220.C:2012 và cho thấy độ chính xác là  $\pm 10\%$  hoặc  $\pm 5$  mg/l (tùy theo số liệu nào cao hơn) sau khi tiến hành hiệu chuẩn ma trận hai điểm. Nghiên cứu này cho thấy rằng các cảm biến quang phổ với các thuật toán tính toán thiết kế ban đầu dành cho nước thải đô thị có thể được sử dụng thành công cho hai hệ thống xử lý nước thải công nghiệp tiêu biểu tại Việt Nam và nêu bật những tiềm năng to lớn của công nghệ cảm biến đo COD quang phổ đa bước sóng đối với các ứng dụng nước thải công nghiệp tại Việt Nam và các nước châu Á khác.

## Từ khóa:

khu công nghiệp; trạm trức nước thải; quang phổ; đo COD; phân tích COD; UV-VIS; nước thải

## GIỚI THIỆU

Các phương pháp đo COD truyền thống được dựa trên các phản ứng hóa học ước dẫn đến những thay đổi phát hiện được bằng chỉ thị màu sắc như mô tả trong các phương pháp tiêu chuẩn có liên quan (ví dụ, DIN, ASTM). Trong phòng thí nghiệm, những phép đo COD bằng cuvette được thực hiện dễ dàng hơn và được chấp nhận là phương pháp đo tham chiếu. Các phép đo trực tuyến đầu tiên cho những thông số này thường tốn kém, bảo trì thường xuyên và những máy phân tích COD dựa trên phản ứng hóa học ước thì phức tạp, đòi hỏi kiến thức chuyên sâu, người vận hành phải được đào tạo bài bản. Để đo COD, những hóa chất độc hại như kali dichromat ảnh hưởng đến sức khỏe con người và môi trường phải được sử dụng.

Để thay thế cho những máy phân tích dựa trên phản ứng hóa học ước là cảm biến dựa trên sự hấp thụ quang phổ trực tiếp mà không cần sử dụng hóa chất bổ sung – đây là phương pháp không cần thuốc thử. Trở ngại của nguyên tắc đo này là: COD là một thông số tổng với rất nhiều các chất hoặc hợp chất khác nhau. Các chất này có cấu trúc phân tử khác nhau nên đặc tính hấp thụ khác nhau. Ngoài ra, nước thải của nhà máy xử lý khác nhau có những hỗn hợp cụ thể khác nhau, gọi là nước nền (water matrix). Điều này làm cho hai mẫu có nồng độ COD giống nhau có thể có đặc tính hấp thụ khác nhau và ngược lại. Vì vậy, việc đo đạc dựa trên cảm biến sử dụng công nghệ hấp thụ quang phổ có thể đưa ra kết quả không nhất quán hoặc không thể so sánh với các phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn phòng thí nghiệm có mức độ phụ thuộc điều kiện tính chất của mẫu thấp.

Thế hệ đầu tiên của cảm biến đo COD trực tuyến dành cho nước thải, được gọi là phương pháp đo hệ số hấp thụ quang phổ hay phương pháp đo SAC<sub>254</sub><sup>1</sup>, thường chỉ đo được hấp thụ quang phổ tại hai bước sóng. Độ hấp thụ các chất hữu cơ được xác định tại bước sóng 254 nm. Để đảm bảo chính xác, những dòng thải bị ảnh hưởng bởi các hạt lơ lửng/độ đục, độ hấp thụ được đo ở 550 nm được trừ ra từ độ hấp thụ đo tại bước sóng 254 nm. Phương pháp đo SAC - một phép đo thay thế cho việc đo COD trong nước thải đô thị được phổ biến ở Đức và một số nước châu Âu. Nhưng cách tiếp cận hai bước sóng này cho thấy mức độ gây nhiễu rất lớn đến từ các chất như nitrate, nitrite và việc bù trừ độ đục chỉ với độ hấp thụ tại một bước sóng (550 nm) là khá tệ. Kết quả cho thấy phương pháp này bị ảnh hưởng lớn bởi điều kiện tính chất của mẫu, trong khi điều kiện tính chất của nước thải công nghiệp có thể thay đổi hàng ngày.

“Độ hấp thụ được phân tích trong tổng phạm vi bước sóng và nồng độ COD được tính bằng thuật toán dựa trên phương pháp đa biến, độ dài sóng khác nhau hiển thị cho những thông số khác nhau. Trái ngược với phương pháp đo hai bước sóng, sự ảnh hưởng đến việc đo COD bởi các chất như nitrate, nitrite, cũng như độ đục /các hạt đối với phương pháp này có thể được giải quyết rất hiệu quả.”

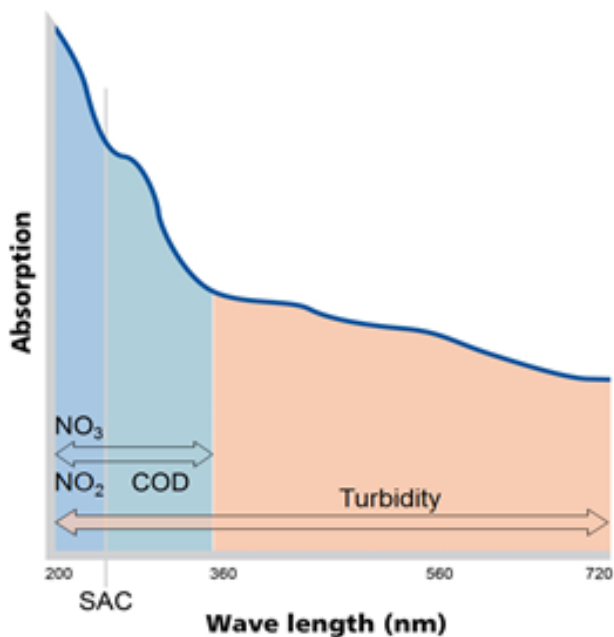
Nguyên tắc đo của bộ cảm biến COD thế hệ thứ hai được dựa trên việc đo quang phổ hấp thụ với nhiều bước sóng. Độ hấp thụ được phân tích trong tổng phạm vi bước sóng và nồng độ COD được tính bằng thuật toán dựa trên phương pháp đa biến, độ dài sóng khác nhau hiển thị cho những thông số khác nhau. Trái ngược với phương pháp đo hai bước sóng, sự ảnh hưởng đến việc đo COD bởi các chất như nitrate, nitrite, cũng như độ đục /các hạt đối với phương pháp này có thể được giải quyết rất hiệu quả.

Đây chính là động lực để lựa chọn cảm biến quang phổ UV – VIS thế hệ thứ hai cho nghiên cứu COD tại Việt Nam từ Xylem Analytics Germany GmbH (WTW). Mục đích của nghiên cứu này là kiểm tra xem cảm biến quang phổ CarboVis 705 IQ TS có thể sử dụng trong các ứng dụng đo thải công nghiệp được hay không. Do đó, hai nhà máy xử lý nước thải (NMXLNT) tại khu công nghiệp tiêu biểu ở Việt Nam đã được lựa chọn cho các thử nghiệm: Lê Minh Xuân và Vĩnh Lộc.

<sup>1</sup> [http://static.wtw.com/fileadmin/upload/Service/Downloads/Applikationsberichte/WTW-The\\_Photometry\\_Dictionary-SAC\\_is\\_not\\_equal\\_to\\_SAC-EN.pdf](http://static.wtw.com/fileadmin/upload/Service/Downloads/Applikationsberichte/WTW-The_Photometry_Dictionary-SAC_is_not_equal_to_SAC-EN.pdf)

## PHƯƠNG PHÁP

Cảm biến quang phổ UV – VIS CarboVis 705 IQ TS sử dụng trong nghiên cứu [Xylem Analytics Germany GmbH (WTW)] được đo phổ hấp thụ với 256 bước sóng trong phạm vi chiều dài sóng từ 200-720 nm (Hình 1).

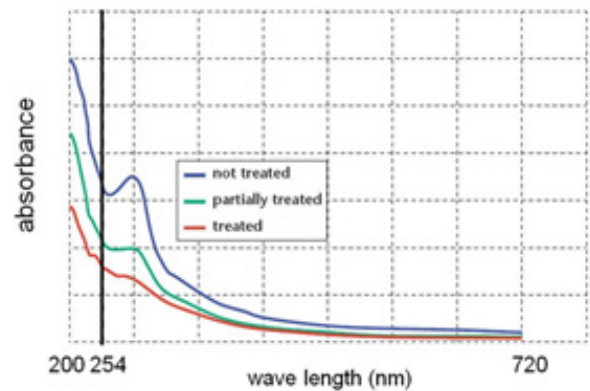


Hình 1 – Quang phổ UV-VIS biểu diễn phạm vi độ dài sóng đo được của cảm biến UV – VIS quang phổ CarboVis 705 IQ TS đã sử dụng

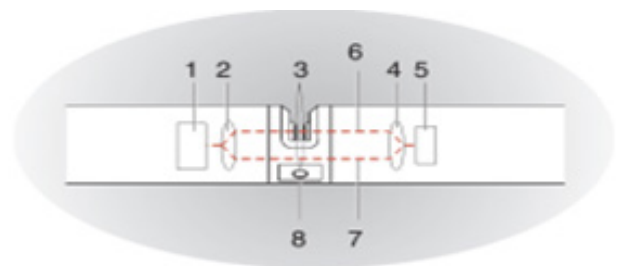
Ba thuật toán tính COD khác nhau: 1) nước thải đầu vào (nước thải chưa được xử lý), 2) bể sinh học (nước thải được xử lý một phần), 3) nước thải đầu ra (nước đã được xử lý) của các nhà máy xử lý nước thải được lưu trữ trong cảm biến. Quang phổ hấp thụ đại diện của mẫu nước thải từ ba vị trí trên được mô tả trong hình 2.

Cấu tạo chính của cảm biến quang phổ CarboVis 705 IQ TS là một nguồn sáng Xenon, một khe hở đo (5 mm) để cho phép ánh sáng đi qua môi trường cần đo, và một bộ thu với 256 photodiode (5) để đo các chùm ánh sáng suy yếu (xem hình 3 để biết thêm chi tiết).

Với hơn 1000 bộ cảm biến trong hoạt động trên toàn thế giới, trong đó có 10 bộ cảm biến ở Việt Nam, các bộ cảm biến quang phổ CarboVis 705 IQ TS đã chứng minh sự phù hợp và tính ứng dụng của nó cho phép đo COD trong các ứng dụng nước thải.



Hình 2 - Quang phổ hấp thụ đo được trong dòng vào (không xử lý), bể sinh học (xử lý một phần) và nước thải (đã xử lý) của một nhà máy xử lý nước thải điển hình



Hình 3 – Tổng quan thiết kế quang học của cảm biến quang phổ: 1) Nguồn sáng Xenon, 2) thấu kính phát xạ, 3) Khoảng cách đo giữa các cửa sổ, 4) thấu kính nhận sáng, 5) mảng dò diode, 6) chùm tia đo, 7) chùm tia tham chiếu và 8) nơi kết nối hệ thống làm sạch không khí nén tự chọn.

Bên cạnh COD, TSS cũng được đo bằng cảm biến quang phổ CaboVis 705 IQ TS sử dụng một thuật toán tính toán TSS. Để đo pH, một cảm biến pH bổ sung (SenoLyt 700 IQ) được lắp đặt (xem hình 6).

Việc sử dụng IQ Sensor Net Controller TC 2020 XT cho phép lưu trữ tất cả các dữ liệu đo trực tuyến (nhiệt độ, pH, COD và TSS). Đối với những phân tích bổ sung và tái tính toán, dữ liệu được đọc ra từ bộ điều khiển và đưa dữ liệu vào máy tính thông qua USB-Stick.

<sup>2</sup> CarboVis 705 IQ TS operation manual

<sup>3</sup> Thông tin từ phòng kinh doanh Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co KG (WTW)



## NHỮNG VỊ TRÍ THỬ NGHIỆM

Lê Minh Xuân, Vĩnh Lộc là các khu công nghiệp với các nhà máy khác nhau sản xuất các sản phẩm đa dạng như phân bón, sơn, thuốc trừ sâu, thuốc nhuộm và bột màu, linh kiện điện và cơ khí, cao su và polyme, thực phẩm và đồ uống cũng như mỹ phẩm. Sự khác biệt giữa hai điểm là các thành phần của nước thải và các nguồn chính của nước thải. Trong khi nhà máy xử lý nước thải Lê Minh Xuân nhận được một lượng lớn nước thải từ các nhà máy nhuộm chủ yếu là màu đỏ và nước thải màu, nguồn chính tại đầu vào NMXLNT Vĩnh Lộc là thực phẩm và đồ uống với nước thải gần như không màu.

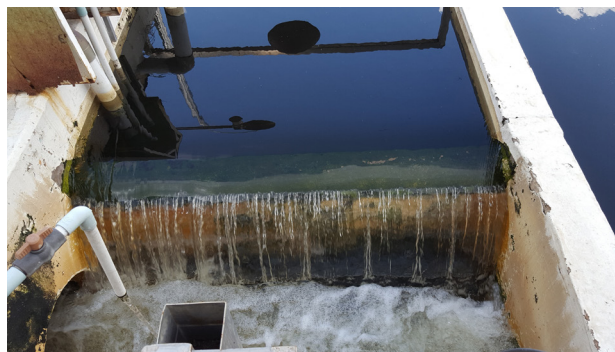
Ngoài sự khác biệt về thành phần nước thải, quy trình xử lý nước thải cũng khác nhau có tại hai địa điểm. NMXLNT Lê Minh Xuân sử dụng các quá trình nitrate hóa sinh học liên tục trong ba hệ thống song song. Một trong ba hệ thống được bổ sung một quá trình khử nitơ. Tất cả ba dòng xử lý được thải ra một kênh nước thải đầu ra (xem hình 5). Vĩnh Lộc sử dụng hai bể xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học (SBR) liên quan đến quá trình nitrate hóa và khử nitơ, xả lần lượt (theo mẻ) từ mỗi SBR vào kênh nước thải đầu ra (xem hình 4).

Nước thải đầu ra cùng tại nhà máy xử lý nước thải Lê Minh Xuân có nồng độ trung bình COD ~ 100 mg / l, TSS ~ 20 mg / l và giá trị pH ~ 7,9.

Nước thải đầu ra của nhà máy xử lý nước thải Vĩnh Lộc, trung bình COD ~ 24 mg / l, TSS ~ 2 mg / l và giá trị pH ~ 6.8

Các cảm biến CarboVis 705 TS IQ và các cảm biến pH (xem hình 6) đã được cài đặt trực tiếp trong các kênh nước thải đầu ra của mỗi NMXLNT.

Các phòng thí nghiệm tại NMXLNT Lê Minh Xuân, Vĩnh Lộc đều sử dụng phương pháp chuẩn độ COD tiêu chuẩn SMEWW 5220.C:2012. Độ chính xác của các phương pháp phòng thí nghiệm lần lượt là +/- 8.0 mg/L COD và +/- 1.6 mg/L COD đối với Lê Minh Xuân và Vĩnh Lộc. Các giá trị COD trong phòng thí nghiệm được sử dụng như một giá trị tham chiếu cho a) kiểm soát các giá trị đo của cảm biến COD cũng như b) thực hiện việc hiệu chuẩn cảm biến quang phổ (chi tiết việc hiệu chuẩn xem bên dưới).



Hình 4 – Đầu ra NMXLNT KCN Vĩnh Lộc



Hình 5 – Đầu ra NMXLNT KCN Lê Minh Xuân



Hình 6 – Ảnh (tại NMXLNT Vĩnh Lộc) của cảm biến quang phổ (mặt trước) và cảm biến pH (nền) sử dụng để đo COD, TSS và pH tương ứng.

Các cảm biến CarboVis 705 IQ TS được tích hợp các thuật toán tính giá trị COD nước thải được hiệu chuẩn sẵn cho COD<sub>tổng</sub> và COD<sub>hòa tan</sub><sup>2</sup>, tương tự cho TSS.



**Hình 7** – Hình ảnh (tại Lê Minh Xuân) của tủ sử dụng với bộ điều khiển đã cài đặt để lưu trữ dữ liệu trực tuyến.

Tài liệu này chỉ tập trung vào các phép đo COD, chúng tôi chỉ miêu tả chi tiết việc hiệu chuẩn cho COD mà không mô tả cho TSS. Để có được kết quả tốt nhất và độ chính xác cao nhất cho một nhà máy cụ thể với nền nước thải rất riêng biệt, hiệu chuẩn nước nền (waste water matrix) phải được thực hiện. Để hiệu chuẩn nước nền, giá trị tham chiếu từ các mẫu đo bởi phòng thí nghiệm và các giá trị COD thô từ cảm biến tương ứng (giá trị COD thô = giá trị COD chưa qua hiệu chuẩn nước nền) cùng một lúc là rất cần thiết. Những giá trị đo COD trong phòng thí nghiệm và các giá trị COD thô tương ứng được gọi là các cặp giá trị. Hiệu chuẩn 1 điểm hay 2 điểm có thể được thực hiện cho các cảm biến quang phổ được sử dụng. Với sự hiệu chỉnh một điểm, chỉ có độ dốc đường cong đặc tính có thể bị thay đổi, trong khi hiệu chuẩn 2 điểm, độ dốc và offset của đường cong đặc tính có thể được điều chỉnh. Để thực hiện việc hiệu chuẩn tốt nhất, cần thu thập các giá trị đo

trong phòng thí nghiệm và COD thô tương ứng trong một khoảng thời gian và ghi chú vào một danh sách, đảm bảo rằng giá trị thu thập phản ánh toàn bộ dải COD kỳ vọng của nước thải đầu ra tại NMXLNT. Việc hiệu chuẩn và tính toán lại các giá trị COD được dựa trên mô hình hồi quy tuyến tính sử dụng 2 cặp giá trị.

Đối với những thử nghiệm của mình, chúng tôi áp dụng những cách tiếp cận khác nhau. Chúng tôi sử dụng nhiều hơn 2 cặp giá trị và tính toán bằng một chương trình máy tính (Microsoft Excel) mô hình hồi quy tuyến tính. Bằng quy trình này, một số thông số thống kê được đưa vào làm việc hiệu chuẩn trở nên hiệu quả hơn và đưa ra một số thông tin phù hợp. Bằng những công thức của mô hình hồi quy tuyến tính có thể a) tính toán hai cặp giá trị hiệu chuẩn của cảm biến và b) tính toán lại dữ liệu cảm biến thô đã đo để kiểm tra sự phù hợp của những giá trị này với các giá trị COD phòng thí nghiệm.

Khi thực hiện việc hiệu chuẩn sử dụng 2 điểm, mô hình hồi quy tuyến tính toán học cơ bản có thể được mô tả bằng phương trình  $Y = aX + b$ . Y là giá trị COD mới được tính toán, X là giá trị COD thô (tính toán từ các thuật toán của cảm biến mà không có sự hiệu chuẩn nước nền) và a, b là các biến. Để duy trì độ nhạy của cảm biến, tránh làm thay đổi giá trị COD của mẫu, cần duy trì các giới hạn sau:

$$aX \div b \geq 1 \quad \text{hoặc} \quad aX \div Y \geq 50\%.$$

Tại Lê Minh Xuân, các mẫu được thu lúc 8:30 (sáng) và 13:30 (chiều) tại nước thải đầu ra mỗi hệ thống song song trước khi xả vào ra kênh xả thải sau cùng của NMXLNT. Giá trị COD tại ba hệ thống song song được đo bởi phòng thí nghiệm và tính trung bình và sử dụng như giá trị tham chiếu cho cảm biến đo COD online. Tại NMXLNT Lê Minh Xuân, vị trí lấy mẫu và vị trí lắp đặt cảm biến COD không giống nhau.

Ngược lại, ở NMXLNT Vĩnh Lộc, các mẫu được thu thập gần với vị trí lắp đặt cảm biến trong kênh nước thải đầu ra, lấy mẫu ngẫu nhiên mỗi ngày một lần vào thời điểm một mẻ được hoàn thành và thải ra kênh nước thải<sup>3</sup>. Tại vị trí này, hai phân tích COD phòng thí nghiệm được thực hiện cho một mẫu lấy và tính giá trị COD trung bình.

thuật toán loại trừ ảnh hưởng bởi bong bóng khí và một số ứng dụng trong môi trường nước sông có nhiều cát sỏi lơ lửng.

<sup>2</sup> Cả COD<sub>tổng</sub> và COD<sub>hòa tan</sub> đều là giá trị đo COD trong nước, điểm khác biệt nằm ở chỗ COD hòa tan sử dụng thuật toán loại trừ ảnh hưởng bởi bong bóng khí và một

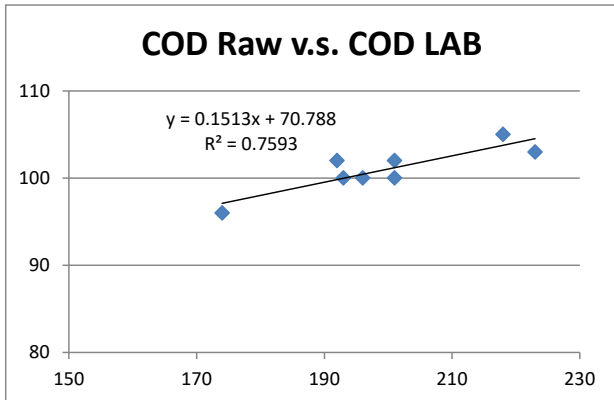
<sup>3</sup> Mỗi ngày có thể chạy nhiều mẻ nhưng chỉ lấy mẫu ngẫu nhiên một mẻ bất kỳ



## KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

### Tại NMXLNT KCN Lê Minh Xuân

Việc lắp đặt các thiết bị đo lường diễn ra vào ngày 8 tháng 7 năm 2016. Việc hiệu chuẩn đầu tiên được thực hiện vào ngày 14 tháng 7 năm 2016 dựa trên 8 bộ dữ liệu COD của cảm biến và mẫu phòng thí nghiệm (xem hình 8).



**Hình 8** – Sự tương quan giữa dữ liệu COD trực tuyến và phòng thí nghiệm tại Lê Minh Xuân

Biến của mô hình hồi quy tuyến tính a và b lần lượt là 0.1513 và 70.788. Chúng tôi sử dụng giá trị COD phòng thí nghiệm trung bình (~100 mg/L COD) và giá trị COD cảm biến thô (~200 mg/L COD) để tính toán tỉ lệ  $aX \div Y$ .

$$0.1513 * 200 \div 100 = 30.26\% < 50\%.$$

Để duy trì độ nhạy của cảm biến, chúng tôi sử dụng tỷ lệ 50% để tính a dành cho việc hiệu chuẩn:

$$a = 50\% * 100 \div 200 = 0.25$$

Bằng cách tối ưu hóa sai số của các cặp giá trị trước đó với  $a = 0.25$ , chúng tôi tìm được  $b = 51$

Để thực hiện việc hiệu chuẩn lần đầu tiên trên các dữ liệu cảm biến, chúng tôi sử dụng công thức:

$$Y = 0.25X + 51$$

Công thức này được áp dụng cho các dữ liệu cảm biến đo COD cho đến ngày 27 tháng 7 năm 2016. Các giá trị COD cảm biến được hiệu chỉnh so sánh với các giá trị COD phòng thí nghiệm, mô tả trong bảng 1.

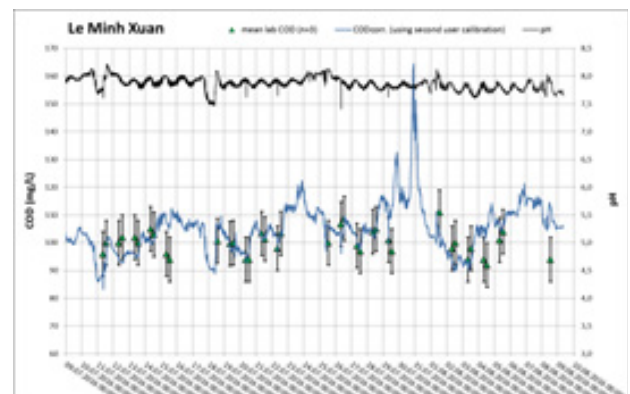
Sau khi hiệu chuẩn lần đầu, độ lệch của các giá trị COD cảm biến và phòng thí nghiệm nằm trong khoảng 2% - 12%. Sai lệch giữa dữ liệu phòng thí nghiệm và dữ liệu cảm biến có thể chấp nhận được tối đa là 10%. Sau khi loại trừ độ lệch chuẩn (SD) của giá trị đo COD bởi phòng thí nghiệm (2 - 7 mg/l tương đương với

2% - 7%) sai lệch giữa cảm biến COD và giá trị đo trong phòng thí nghiệm giảm xuống 0% - 5%.

**Bảng 1** – So sánh các giá trị COD phòng thí nghiệm (giá trị trung bình,  $n = 3$ ), độ lệch chuẩn (SD) của các giá trị phòng thí nghiệm, giá trị COD thô và đã hiệu chỉnh, độ lệch giữa giá trị COD cảm biến đã hiệu chỉnh và phòng thí nghiệm trong khoảng thời gian từ ngày 18 - 27 tháng 7 năm 2016

Date & time	Mean LAB COD (n=3) (mg/l)	LAB COD SD	Sensor Raw COD (mg/l)	Sensor COD corr. (first calibration) (mg/l)	Deviation of sensor to LAB COD (first calibration)
7/18/2016 13:30	101	4	246	113	12%
7/19/2016 8:30	100	7	212	104	4%
7/19/2016 13:30	100	3	210	104	4%
7/20/2016 8:30	94	3	198	101	7%
7/20/2016 13:30	94	3	214	105	11%
7/21/2016 8:30	103	4	227	108	4%
7/21/2016 13:30	101	3	227	108	6%
7/22/2016 8:30	98	7	221	106	8%
7/22/2016 13:30	103	4	236	110	6%
7/25/2016 13:30	100	5	245	112	12%
7/26/2016 8:30	107	5	232	109	2%
7/26/2016 13:30	109	2	259	116	7%
7/27/2016 8:30	99	2	226	108	9%
7/27/2016 13:30	97	2	212	104	7%

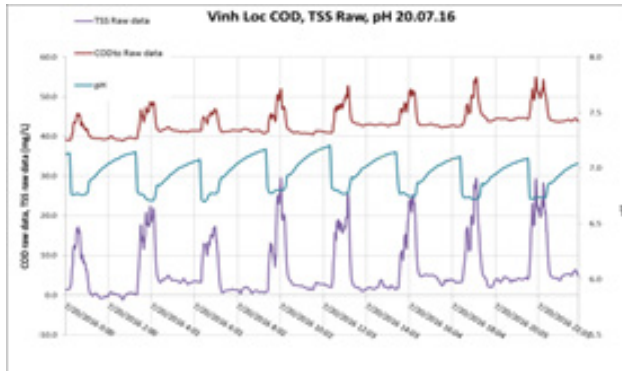
Ngày 27 tháng 7 năm 2016, bằng cách sử dụng cùng một nguyên tắc tính toán nhiều cặp giá trị hơn (23), chúng tôi tính toán một biến b mới ( $b = 45$ ). Áp dụng công thức mới  $Y = 0.25X + 45$  để tính toán lại các dữ liệu cảm biến thô tới ngày 9 tháng 8 năm 2016 và vẽ những dữ liệu cảm biến đã được hiệu chỉnh này với các dữ liệu phòng thí nghiệm trong một biểu đồ (xem hình 9). Thực hiện hiệu chuẩn lần hai cho kết quả khớp giữa COD phòng thí nghiệm và COD trực tuyến so với tổng thời gian thử nghiệm khoảng 1 tháng.



**Hình 9** – Giá trị nước thải của cảm biến COD hiệu chỉnh (hiệu chỉnh lần 2) và pH, COD phòng thí nghiệm (khoảng sai số của giá trị COD phòng thí nghiệm +/- 8 mg/L)

## Tại NMXLNT KCN Vĩnh Lộc

Lắp đặt các thiết bị đo lường vào ngày 9 tháng 7 năm 2016. Giá trị COD trực tuyến cũng như giá trị TSS biến động mạnh hàng giờ nhưng điều này không thấy ở giá trị COD phòng thí nghiệm (xem hình 10).



Hình 10 – Sự biến động của giá trị COD, TSS và pH tại các kênh nước thải nhà máy xử lý nước thải Vĩnh Lộc

Các phép đo COD và TSS bằng hấp thụ quang phổ đều chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi các bong bóng khí được tạo ra khi được xả ra sau khi kết thúc mẻ (xem hình 11).

Các bong bóng khí có thể làm ảnh hưởng mạnh mẽ đến những đo lường quang học như TSS và COD. Đối với các vị trí này, thay vì sử dụng COD<sub>tổng</sub>, thuật toán đo COD<sub>hòa tan</sub> (COD<sub>ds</sub>) của CarboVis 705 IQ TS được sử dụng, loại bỏ sự ảnh hưởng của các bong bóng khí đến mức tối thiểu. Sự thay đổi của COD<sub>hòa tan</sub> là có thể khi nồng độ TSS thực trong nước thải được xác định trong phòng thí nghiệm nằm trong khoảng xấp xỉ 2 mg/L.

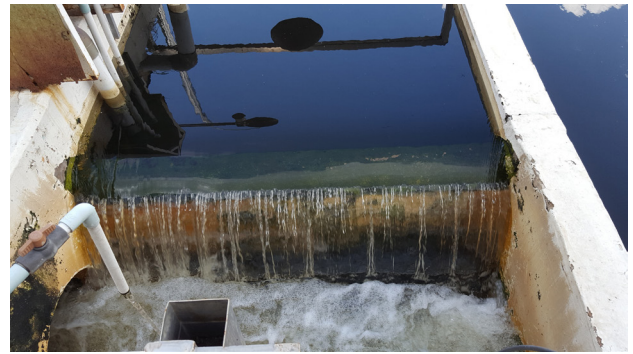
Các phép đo COD<sub>hòa tan</sub> được bắt đầu vào ngày 29 tháng 7 năm 2016 và hiệu chuẩn lần đầu tiên dựa trên 7 cặp giá trị được thực hiện vào ngày 2 tháng 8 năm 2016.

Việc hiệu chuẩn sử dụng được thực hiện theo công thức: COD<sub>hòa tan</sub> Y = 0.9355X - 4.

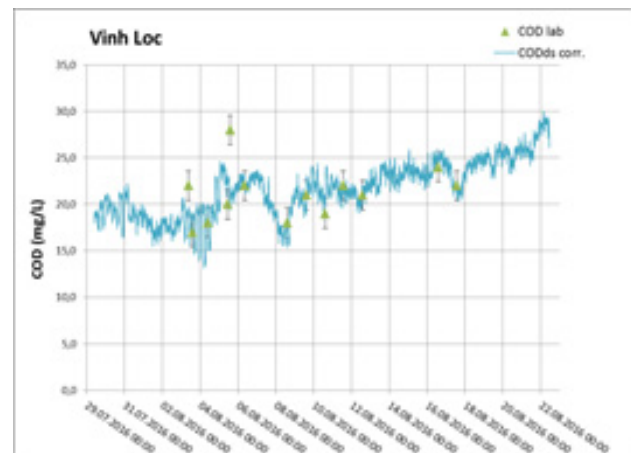
Hình 12 cho thấy dữ liệu COD<sub>hòa tan</sub> cảm biến tính toán lại và COD phòng thí nghiệm được đọc trong khoảng 3 tuần.

Ngoài ra, đối với các vị trí này, sự phù hợp giữa các giá trị COD hiệu chỉnh và COD phòng thí nghiệm là khá tốt.

Các thử nghiệm cho cả hai nơi sẽ được tiếp tục cho đến ngày 30 tháng 9 năm 2016.



Hình 11 – Một lượng lớn các bong bóng khí được tạo ra tại kênh xả thải sau khi kết thúc mẻ.



Hình 12 – Giá trị nước thải của COD hòa tan cảm biến được hiệu chỉnh ở Vĩnh Lộc và COD phòng thí nghiệm (sai số của giá trị COD phòng thí nghiệm +/- 1.6 mg/L)

## KẾT LUẬN

Những thử nghiệm thí điểm của cảm biến CarboVis 705 IQ TS quang phổ ở các NMXLNT công nghiệp ở Việt Nam đã phản ánh một số điều kiện tiêu biểu:

1. Khoảng nồng độ cao COD trong nước thải (giới hạn trên là 150 mg/l – QCVN 40:2011/BTNMT)
2. Khoảng nồng độ cao COD trong nước thải (tương đương với nước sông cấp B1)
3. Các tác động bởi bọt khí (tại nhà máy xử lý nước thải Vĩnh Lộc)
4. Ảnh hưởng màu sắc (tại NMXLNT Lê Minh Xuân)
5. Nước nền (waste water matrix) phức tạp do sự đa dạng to lớn của ngành công nghiệp

Trong các điều kiện nêu trên và kết quả đo đặc hiệu chuẩn cụ thể từng nhà máy của CarboVis 705 IQ TS đã cho thấy mối tương quan cao và độ chính xác so với các phương pháp tiêu chuẩn COD phòng thí nghiệm:

1. Độ chính xác tuyệt đối  $\pm 5\%$  hoặc độ chính xác tương đối  $\pm 10\%$  so với các phương pháp phân tích tiêu chuẩn phòng thí nghiệm SMEWW 5220.C:2012 trong một ứng dụng với nồng độ COD cao và ảnh hưởng thấp của các bong bóng khí.
2. Độ chính xác tuyệt đối  $\pm 5$  mg/l so với phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn phòng thí nghiệm SMEWW 5220.C: 2012 trong một ứng dụng với nồng độ COD thấp nhưng ảnh hưởng mạnh mẽ bởi bong bóng khí khi thuật toán tính COD<sub>hòa tan</sub> được sử dụng.

Những kết quả này chứng minh rằng các cảm biến quang phổ với các thuật toán tính toán thiết kế ban đầu đối với nước thải đô thị có thể được sử dụng thành công cho hai ứng dụng nước thải công nghiệp Việt Nam điển hình. Điều này cũng làm nổi bật những tiềm năng to lớn của công nghệ cảm biến COD quang phổ cho các ứng dụng nước thải công nghiệp tại Việt Nam và các nước châu Á khác.

Ngoài ra, việc cảm biến CarboVis 705 IQ TS cho thấy mối tương quan tốt với các phương pháp đo tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm tại NMXLNT Vĩnh Lộc với nồng độ COD thấp tương tự như chất lượng nước mặt là cơ sở để thử nghiệm đo COD trong nước sông trong tương lai.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- DIN 38409-44 (05-1992)
  - ASTM D1252 (06-2012)
1. CarboVis 705 IQ TS operation manual
  2. Vietnam national technical regulation on surface water quality, QCVN 08-MT:2015/BTNMT





Xylem |'zīləm |

Xylem (XYL) là nhà cung cấp công nghệ hàng đầu trên thế giới về nước, giúp khách hàng vận chuyển, xử lý, kiểm tra và sử dụng nước hiệu quả trong các ngành dịch vụ công cộng, dịch vụ tòa nhà dân cư và thương mại, các lắp đặt công nghiệp và nông nghiệp. Công ty hiện đang hoạt động kinh doanh tại hơn 150 quốc gia với nhiều thương hiệu sản phẩm hàng đầu thị trường, và một đội ngũ chuyên gia về nhiều ứng dụng tập trung tìm kiếm giải pháp cho các vấn đề về nước và nước thải trên khắp thế giới. Xylem có trụ sở chính tại Rye Brook, New York, lợi nhuận năm 2013 là 3,8 tỷ đô la Mỹ và có hơn 12.500 nhân viên trên khắp thế giới. Xylem nằm trong danh sách phát triển bền vững (Sustainability World Index) của Dow Jones trong hai năm qua cho các hoạt động kinh doanh bền vững và giải pháp tiên tiến trên toàn thế giới.

Tên gọi Xylem có nguồn gốc từ tiếng Hy Lạp cổ, là một loại mô chuyên vận chuyển nước trong thân thực vật, có ý nghĩa nhấn mạnh vào hiệu quả kỹ thuật trong hoạt động kinh doanh xoay quanh trọng tâm là nước, bằng cách kết nối nước với phương tiện vận chuyển nước tốt nhất- như những gì diễn ra trong tự nhiên.

**AANDERAA**®

 Global Water

SI Analytics®

O·Analytical 

 **WTW**®

 **YSI**

 **TIDELAND**

 **SonTek**

**-ebro-**®

 **BS** Bellingham  
+ Stanley®

**mjk**®

 **HYPACK**

 **ROYCE**  
TECHNOLOGIES®

**xylem**  
Let's Solve Water

## Xylem Analytics - Vietnam

Ho Chi Minh City, Vietnam

Tel: +84 938800104

Web: [www.xylem-analytics.vn](http://www.xylem-analytics.vn)

Email: [analytics-vietnam@xyleminc.com](mailto:analytics-vietnam@xyleminc.com)