

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH DIỄN TOÁN ĐÁNH GIÁ TỶ LỆ GÂY Ô NHIỄM CỦA CÁC DOANH NGHIỆP TRONG KHU CÔNG NGHIỆP TẬP TRUNG

PGS. TSKH. Bùi Tá Long, KS. Nguyễn Duy Hiếu, KS. Hồ Thị Phi Khanh

Viện Môi trường, Tài nguyên, Đại học Quốc gia TPHCM

Hiện nay Việt Nam có 70% khu công nghiệp xử lý nước thải chưa đạt tiêu chuẩn (nguồn Báo cáo môi trường quốc gia, 2009). Nguyên nhân là chưa có giải pháp kỹ thuật kiểm soát chất lượng, lưu lượng xả thải của các doanh nghiệp trong khu công nghiệp và do việc đầu tư, vận hành của các công ty hạ tầng chưa nghiêm túc. Đã có nhiều công nghệ để xử lý nước thải được đưa ra, tuy nhiên hiệu quả xử lý nước thải đối với loại hình nước thải tập trung có nồng độ chất thải dao động biên độ lớn chưa mang lại hiệu quả mong muốn. Do vậy, để đạt được mục tiêu kiểm soát chất lượng nước đầu ra, cần giải pháp cả về kỹ thuật lẫn công nghệ để giám sát nước thải của doanh nghiệp về lượng cũng như chất.

Quan trắc nước thải liên tục là hướng tiếp cận mới ở Việt Nam. Tuy nhiên, chi phí triển khai khá tốn kém, do đó việc triển khai cho từng khu công nghiệp cần phải được thảo luận, xem xét kỹ trước khi ra quyết định. Bài báo này đưa ra một cách tiếp cận đánh giá tỷ lệ gây ô nhiễm của các doanh nghiệp bằng ứng dụng mô hình diễn toán SWWM (Storm Water Management Model – mô hình hình thành dòng chảy gây ra do mưa bão). Kết quả cho thấy, vai trò không như nhau của các doanh nghiệp trong tỷ lệ gây ô nhiễm, từ đó sẽ giới hạn đặt thiết bị quan trắc tại một số doanh nghiệp cũng như một số vị trí nhạy cảm. Phương pháp này sẽ kinh tế hơn so với áp dụng ồ ạt, giúp cho công ty hạ tầng cải thiện vấn đề kiểm soát nước thải doanh nghiệp hiệu quả hơn. Nghiên cứu được thực hiện tại khu công nghiệp Hiệp Phước, TP. Hồ Chí Minh.

1. Mở đầu

Khu công nghiệp (KCN) Hiệp Phước nằm trên địa bàn hai xã Long Thới và Hiệp Phước, huyện Nhà Bè, cách trung tâm thành phố Hồ Chí Minh 15 km về phía Nam, cách cửa ngõ biển Đông 25 km. Hiệp Phước phải tiếp nhận các ngành nghề ô nhiễm thuộc diện di dời của thành phố: thuộc da, xi mạ, dệt nhuộm, tái chế giấy, thuốc bảo vệ thực vật, hóa chất và một số ngành nghề khác, nên công tác quản lý môi trường của khu công nghiệp này gặp nhiều thách thức. Trạm xử lý nước thải tập trung của khu công nghiệp này đi vào hoạt động từ năm 2008, tiếp nhận mức xả thải của doanh nghiệp đạt cột C và xử lý đạt cột B theo TCVN 5945:2005. Chủ đầu tư đã triển khai ký kết hợp đồng xử lý nước thải với 70 doanh nghiệp trong khu. Tuy nhiên, vấn đề khó khăn hiện nay là phần kiểm soát lưu lượng và chất lượng nước xả thải của các doanh nghiệp vào hệ thống thu gom nước thải. Nước thải khi xả vào hệ thống thu gom, được thu gom đến trạm bơm và từ đó được bơm về hệ thống xử lý nước thải tập trung. Nhân viên trạm xử lý khi phát hiện một lượng lớn nước thải với chất lượng kém đổ về trạm, sẽ phải tới doanh nghiệp "khả nghi" để làm việc. Tuy nhiên, phần lớn số trường hợp, khi tới nơi, mọi dấu vết đã được dọn dì, chưa kể vào ban đêm, khi doanh nghiệp xả lén vào đường nước mưa hay để nước mưa cuốn đi, việc phát hiện càng gặp nhiều khó khăn. Bên cạnh đó, sự kê khai không đúng thực tế của các doanh

nghiệp đã làm cho bài toán trở nên phức tạp. Hiện tại, Hiệp Phước đang tính lưu lượng nước thải theo nghị định 88/2007/NĐ-CP về thoát nước khu công nghiệp. Theo đó, khối lượng nước thải tính thu phí được lấy bằng 80% khối lượng nước sạch tiêu thụ hàng tháng. Vấn đề khó khăn khác xuất hiện khi doanh nghiệp khai thác nguồn nước khác và không thông báo cho khu. Hơn nữa, lượng nước mưa gia nhập vào hệ thống (đặc biệt vào mùa mưa) rất khó xác định một cách chính xác. Kinh nghiệm giải quyết những bài toán tương tự xuất hiện trong thời gian qua trong lĩnh vực môi trường (Bui, 2010, Nguyễn Văn Phước, 2010, Emmanuel Kopecny, 1996) cho thấy, quan trắc kết hợp với ứng dụng các mô hình diễn toán là giải pháp kinh tế, hiệu quả nhất. Từ đó mục tiêu trước mắt của nghiên cứu là ứng dụng công cụ mô hình kết hợp với số liệu quan trắc đánh giá tỷ lệ gây ô nhiễm của các doanh nghiệp trong khu. Trên cơ sở đó, để xuất giải pháp kiểm soát, giám sát nước thải phù hợp với thực tiễn. Mục tiêu lâu dài là để xuất một hệ thống giám sát ô nhiễm với mức độ tự động hóa cao cho các khu công nghiệp tập trung dựa trên hệ thống quan trắc có giới hạn và mô hình diễn toán.

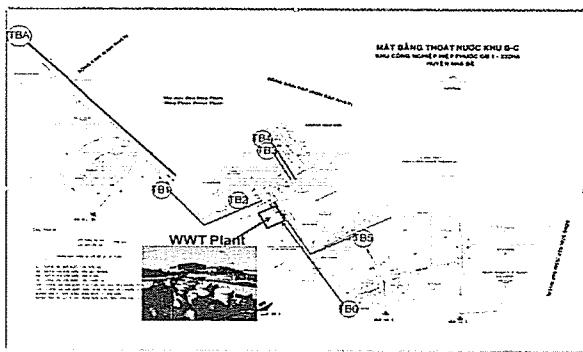
2. Đối tượng và khu vực nghiên cứu

a. Đối tượng nghiên cứu

Khu công nghiệp Hiệp Phước đã đưa vào vận hành hệ thống xử lý nước thải tập trung, công suất

Người đọc phản biện: TS. Dương Hồng Sơn

3000 m³/ngày.đêm (Hình 1, 2). Theo thiết kế, hệ thống bão đảm thu gom và xử lý triệt để lượng nước thải phát sinh của các doanh nghiệp trong khu, nước thải đầu ra đảm bảo đạt quy chuẩn QCVN 24:2009/BNM, cột B. Về tổ chức, khu công nghiệp Hiệp Phước chia làm 03 khu nhỏ: khu A, khu B và khu C, có 76 doanh nghiệp đã đi vào hoạt động. Lưu lượng nước thải thực tế từ các điểm xả của doanh nghiệp thoát vào hệ thống thu gom, đổ về 6 bể lắng của trạm xử lý nước thải dao động khoảng 2000 – 2500 m³/ngày.đêm. Từ sáu bể thu gom, nước thải được bơm lên máy tách rác để loại bỏ các rác thô có kích thước lớn hơn 2 mm và



Hình 1. Sơ đồ hệ thống thu gom nước thải Hiệp Phước

đến bể điều hòa để điều hòa lưu lượng, nồng độ nước thải; sau đó, được bơm qua bể khuấy, bổ sung hóa chất làm kết tủa các chất rắn lơ lửng, kim loại trong nước. Nước từ bể khuấy được đưa qua bể lắng sơ cấp nhằm loại bỏ những chất có thể lắng (các bông cặn). Lượng nước trong được chảy tràn qua bể đậm và được phân phối đều vào bể aerotank để loại bỏ những chất hữu cơ. Sau đó, nước được đưa qua bể lắng thứ cấp để lắng lượng bùn vi sinh, lượng nước trong được chảy tràn xuống hồ sinh học và cuối cùng nước được thả vào hệ thống kênh rạch Tp. Hồ Chí Minh.



Hình 2. Trạm xử lý nước thải KCN Hiệp Phước

b. Khu vực nghiên cứu

Hệ thống thu gom nước thải của Hiệp Phước bao gồm các hố ga, trạm bơm và hệ thống ống dẫn nối các điểm xả thải của doanh nghiệp về hệ thống xử lý nước thải tập trung. Hệ thống này chia làm 03 khu nhỏ: khu A, khu B và khu C (Hình 3). Khu A gồm 22 doanh nghiệp hoạt động có quy mô sản xuất lớn, bao gồm các ngành nghề: xi măng, thuộc da, thủy sản, giặt Ủi, hóa chất, mực in, xi mạ, sản xuất nhôm. Khu B gồm 25 doanh nghiệp đi vào hoạt động có quy mô sản xuất vừa và nhỏ, bao gồm các ngành nghề: hóa chất, mực in, xi mạ, dệt nhuộm, sơn, trang trí nội thất, tấm trần thạch cao, hương liệu phụ gia. Khu C gồm 22 doanh nghiệp hoạt động có quy mô sản xuất lớn, vừa và nhỏ, bao gồm các ngành nghề: xi măng, thuộc da, giặt Ủi, xi mạ, dầu ăn, kho báي, xeo giấy. Trên hình 3 thể hiện sơ đồ mạng lưới thoát nước tại khu công nghiệp Hiệp Phước được đưa vào tính toán. Lưu ý đặc biệt ở đây là các hố ga – là các nguồn thải tham gia quá trình tính toán theo các kịch bản khác nhau.

3. Tổng quan nghiên cứu liên quan

Một nghiên cứu gần với nghiên cứu này là công trình của Emmanuel Kopecny và các cộng sự, 1996. Tại vùng Hauts de Seine (gồm khoảng ba mươi quận,

huyện ở phía tây của Paris) của nước Pháp, nơi chính quyền địa phương đang phải đối mặt với sự quá tải của hệ thống cống thoát nước khi mưa lớn, dẫn tới nước chảy tràn trên mặt đất và chảy vào sông Seine. Điều này dẫn tới một lượng nước thải ô nhiễm không qua xử lý chảy trực tiếp vào dòng sông Seine, gây ô nhiễm cho dòng sông này. Chính quyền địa phương ở đây đã nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm soát trực tuyến toàn bộ hệ thống thoát nước. Trong khuôn khổ chương trình được tài trợ bởi cộng đồng châu Âu, các tác giả đã ứng dụng các module MOUSE NAM mô phỏng thủy văn, MOUSE RTC (real time control) mô hình hóa thủy lực và phân tích khả năng của ứng dụng hệ thống kiểm soát thời gian thực, MOUSE TRAP – tính toán vận chuyển bùn kết hợp mô phỏng chất lượng nước trong lưu vực và hệ thống thoát nước; MOUSE ON LINE kiểm soát trực tuyến hệ thống thoát nước. Tất cả các mô-đun này áp dụng cho toàn hệ thống lưu vực được xem xét.

Mô phỏng MOUSE được thực hiện theo những kịch bản cho các biến cố mưa thiết kế điển hình, sử dụng chuỗi số liệu 3 năm, dựa trên những cơn mưa thực tế (với 268 biến cố mưa). Chiến lược kiểm soát khác nhau đã được thử nghiệm, chiến lược được lựa chọn sau cùng phải tính tới 6 công trình kiểm soát

chảy tràn (ngoài 10 công trình đã có sẵn) trong số này 5 đã được lắp đặt với đập tràn di động. Chiến lược kiểm soát cho phép các lợi ích quan trọng như: giảm gần 50% lượng nước thải xả ra sông Seine cho lượng mưa thiết kế hàng năm; giảm 80% lượng xả thải trong chuỗi biến cố mưa thực sự là mô phỏng (3 năm, 268 biến cố mưa); giảm 90% tải lượng ô nhiễm xả thải trong chuỗi biến cố mưa được mô phỏng (3 năm, 268 biến cố mưa). Dựa vào kết quả này, người ta đã triển khai một hệ thống kiểm soát trực tuyến hoàn chỉnh. Hệ thống thử nghiệm này dựa trên phần mềm MOUSE và một hệ thống dự báo lượng mưa bằng hình ảnh radar.

Kết thúc giai đoạn nghiên cứu của dự án là sự triển khai một hệ thống điều khiển thời gian thực đã được thực hiện. Hệ thống được thực hiện dựa trên các yếu tố chủ yếu sau:

- Sáu đập tràn tự động di động điều tiết mức độ tràn của nước thải vào sông Seine. Chúng được trang bị bộ điều khiển vi tích phân tỉ lệ để duy trì sự hoạt động. Đối tượng chủ yếu của hệ thống điều khiển thời gian thực là điều chỉnh một tập hợp các mức điểm khác nhau tùy thuộc vào các biến cố mưa diễn ra (6 chiến lược điều khiển đã được xác định).

- MOUSE ON LINE trong chế độ thời gian thực, cho phép tính toán tác động của lượng mưa đo được trên các hệ thống thoát nước để dự báo trước 30 phút tác động của lượng mưa lên công trình tràn nước mưa. Ngoài ra, cho phép kiểm tra và lựa chọn tập điểm mới trong trường hợp các điểm trong tập đang có không cho phép đạt được các mục tiêu đã đề ra.

- Hệ thống CALAMAR dự báo lượng mưa dựa trên phân tích các hình ảnh radar của Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia, cho phép dự báo của MOUSE ON LINE được tăng lên một giờ.

- Các điểm đo (đồng hồ đo mưa, đo lưu lượng và cường độ dòng chảy) cung cấp dữ liệu không thể thiếu cho hoạt động của MOUSE ON LINE.

- Hệ thống SCADA (GAIA) quản lý giao tiếp dữ liệu giữa các thành phần khác nhau của hệ thống điều khiển thời gian thực. (System of Control and Data Acquisition).

4. Phương pháp và dữ liệu được sử dụng

a. Phương pháp nghiên cứu

Hiện nay ở nhiều nước, để mô hình hóa hệ thống thoát nước người ta thường chọn SWMM hoặc MOUSE (module của MIKE URBAN). Nghiên cứu này sử dụng SWMM, bởi đây là công cụ sử dụng miễn phí,

đang được sử dụng rộng rãi tại Việt Nam.

Mô hình toán SWMM là mô hình tính toán thủy văn-thủy lực được phát triển bởi Cơ quan Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ. Theo như tên gọi của nó, mô hình có mục đích chính là tính quá trình hình thành dòng chảy gây ra do mưa bão, được áp dụng chủ yếu để thiết kế thoát nước cho khu vực đô thị, nông thôn. Mô hình gồm có ba mô-đun chính: Runoff, có nhiệm vụ chuyển đổi lượng mưa rơi xuống bề mặt lưu vực thành lớp dòng chảy mặt; Transport, có nhiệm vụ diễn toán dòng chảy trên hệ thống kênh và ống dẫn; ExTran (Extended Transport), là mở rộng của mô-đun Transport, có thể được dùng thay thế mô-đun này khi tính toán mạng lưới kênh-ống phức tạp. Mô hình này do Metcalf và Eddy xây dựng năm 1971, là sản phẩm của hợp đồng kinh tế giữa trường ĐH Florida và Cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ. Khi mới ra đời, mô hình chạy trên môi trường DOS. Mô hình liên tục được cập nhật và phiên bản được sử dụng trong nghiên cứu này là SWMM 5.0 chạy trên môi trường WINDOW (Hồ Long Phi, 2005).

Nghiên cứu này đã kế thừa các dữ liệu bản đồ hệ thống hạ tầng thoát nước từ báo cáo đánh giá tác động môi trường. Số liệu nguồn thải được lấy từ các báo cáo đánh giá tác động môi trường do các cơ quan chức năng tiến hành. Số liệu sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình SWMM được thực hiện bởi các tác giả.

b. Dữ liệu được sử dụng

Các dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu này gồm: bản đồ nền, dữ liệu về hệ thống công trình thoát nước: hố ga (junction), ống (conduit), trạm bơm (pump), hầm điều hòa (storage), dữ liệu liên quan tới nguồn thải.

Dữ liệu bản đồ

Dữ liệu bản đồ hệ thống thoát nước được thu thập từ chủ đầu tư khu công nghiệp Hiệp Phước với định dạng Autocad. Dữ liệu này được chuyển sang định dạng của Mapinfo, sau đó được xử lý bằng phần mềm này. Bản đồ định dạng Mapinfo được sử dụng làm nền xác định vị trí các hố ga, tuyến ống và nhập vào phần mềm SWMM.

Dữ liệu hố ga

Hệ thống thoát nước trong phạm vi xem xét bài báo này gồm 260 hố ga dạng hình tròn. Các dữ liệu cho hố ga gồm cao trình đáy cống và chiều sâu tối đa của cống (cao trình mặt đất – cao trình đáy cống) (Hình 4). Chất liệu ống dẫn giữa các hố ga trong mạng lưới thoát nước được làm bằng nhựa HDPE. Dữ liệu

cần cho mô phỏng diễn toán gồm hình dạng ống, kích thước ống, chiều dài, độ nhám, chiều cao bậc chảy vào và chiều cao bậc chảy ra. Hệ thống thu gom nước thải của khu A có 102 hố ga; 03 trạm bơm tăng áp, 03 km chiều dài ống dẫn nối các điểm xả và dẫn về hệ thống xử lý nước thải tập trung. Hệ thống thu gom nước thải của khu B gồm 63 hố ga; 04 trạm bơm tăng áp; 01 đường tự chảy; 02 km chiều dài ống dẫn nối các điểm xả và dẫn nước thải về hệ thống xử lý nước thải tập trung. Hệ thống thu gom nước thải của khu C có 95 hố ga; 02 trạm bơm tăng áp; 02 km chiều dài ống dẫn nối các điểm xả và dẫn về hệ thống xử lý nước thải tập trung. Hình dạng và kích thước các hố ga là như nhau với đường kính là 0,8m. Dữ liệu yêu cầu cho hố ga

gồm cao trình đáy cống và chiều sâu tối đa của cống (cao trình mặt đất – cao trình đáy cống).

Dữ liệu ống dẫn

Ống dẫn là đường ống, hoặc kênh vận chuyển nước từ nút (hố ga) này sang nút khác. Các định dạng mặt cắt ngang đóng hoặc mở được tích hợp trong mô hình SWMM. Trong kịch bản mô phỏng, các ống dẫn của hệ thống thoát nước có dạng tròn đóng với đường kính ống dẫn từ 0,2 – 0,4 m. Các thông số đầu vào cho đường ống dẫn là chiều dài ống, chiều cao bậc chảy vào bậc chảy ra, độ nhám Manning, hình dạng mặt cắt hình học, kích thước. Các thông số kỹ thuật của ống dẫn được thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1. Thống kê ống dẫn nước thải

STT	Đường kính	Số lượng	Chiều dài
01	0,08	2	1132
02	0,15	2	1454
03	0,2	42	2416,9
04	0,25	44	1299
05	0,3	147	4274
06	0,4	3	64,3
07	0,65	1	216
Tổng chiều dài mạng lưới thu gom nước thải			10856,2

Bơm

Bơm dùng để đưa nước lên một độ cao cao hơn và để tăng áp lực trong ống. Điều kiện cho việc thiết lập trong SWMM: bơm phải là liên kết nối giữa hai nút (hố ga). Trong nghiên cứu này, thông số được dùng để

điều khiển bơm là độ sâu mực nước trong hố ga, gồm có độ sâu khởi động bơm và độ sâu tắt bơm. Có 9 bơm được sử dụng trong mạng lưới của khu công nghiệp Hiệp Phước và nhập vào SWMM. Các thông số kỹ thuật máy bơm thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Thống kê máy bơm

Bơm	Công suất (KW)	Độ sâu tắt bơm (m)	Độ sâu khởi động (m)
1	2,2	0,3	1,3
2	11	0,25	1,35
3	11	0,25	1,2
4	7,5	0,2	1,2
5	3,7	0,2	1
6	3,7	0,2	1
7	3,7	0,2	1
8	5,5	0,2	1
9	7,5	0,2	1,4

Hồ chứa

Hồ chứa là một hạng mục trong hệ thống thoát nước làm nhiệm vụ trữ nước. Thể tích hồ chứa được biểu diễn bởi một hàm giữa diện tích bề mặt so với chiều cao. Các thông số đầu vào bao gồm cao trình

đáy, độ sâu hồ chứa. Hồ chứa tại nhà máy xử lý nước thải KCN Hiệp Phước có thể tích 27,8 m x 9,8 m x 5 m. Công dụng của hồ chứa là điều hòa lưu lượng và nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải trước khi chảy vào hệ thống xử lý.

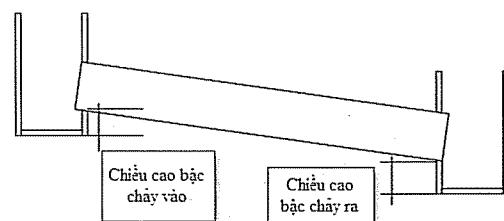
NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI



Hình 3. Dữ liệu bản đồ Autocad

Dữ liệu nguồn thải

Tổng lưu lượng nước thải toàn khu A ước khoảng 1200 m³/ngày, tổng lượng nước thải toàn khu B khoảng 400 m³/ngày, khu C ước khoảng 800 – 1000 m³/ngày. Ngoài các thông số thiết kế của nguồn thải, các thông số về nguồn thải đổ vào hệ thống thoát nước gồm lưu lượng (m³/s), nồng độ các chất ô nhiễm. Trong nghiên cứu này, tập trung cho BOD (mg/l). Nồng độ ô nhiễm và lưu lượng từ các nguồn thải không giống nhau, ô nhiễm chủ yếu đến từ các công



Hình 4. Thông số hố ga

ty thuộc da với nồng độ ô nhiễm cao. Nhóm ngành chế biến thủy sản có nước thải với nồng độ ô nhiễm thấp hơn nhiều nhưng lượng nước thải đổ vào hệ thống cao gấp đôi so với các công ty thuộc da. Nước thải từ các công ty xi mạ và các ngành nghề khác có nồng độ chất ô nhiễm đạt tiêu chuẩn đầu vào của trạm xử lý nước thải. Do khó khăn về số liệu, trong bài báo này chưa đề cập tới sự thay đổi lưu lượng và nồng độ độc hóa của chất thải theo thời gian, giả thiết rằng chúng là hằng số (Bảng 3).

Bảng 3. Lưu lượng và nồng độ nước thải

Nhóm ngành	Số lượng nguồn thải	Lưu lượng (m ³ /ngày)	Nồng độ chất ô nhiễm BOD (mg/l)
Thuộc da	8	500-600	300-600
Chế biến thủy sản	2	1000-1300	50-185
Xi mạ, ngành khác	51	500-800	Đạt tiêu chuẩn của HIPC

Vị trí đánh giá chất lượng nước thải

Về môi trường cần xác định các vị trí đánh giá chất lượng nước theo các kịch bản. Trong nghiên cứu này, các vị trí được lựa chọn gồm: tại các hố ga cuối nguồn của từng khu A (hố ga HG36), B (hố ga CL4.6), C (hố ga CL14.12) và tại hố thu gom nước thải tập trung (Hình 3).

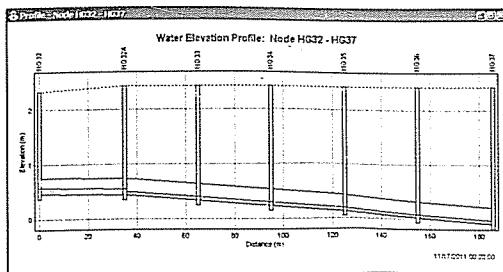
5. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

a. Kết quả hiệu chỉnh mô hình thủy lực

Mục tiêu của tính toán thủy lực là xác định các thông số thủy lực phù hợp đối với khu vực nghiên cứu, phục vụ cho mô hình chất lượng nước. Những yếu tố gây ảnh hưởng đến khả năng tiêu thoát nước trong hệ thống thoát nước là cao trình cống, độ nhám trong cống. Các thông số về cao trình của mạng lưới được

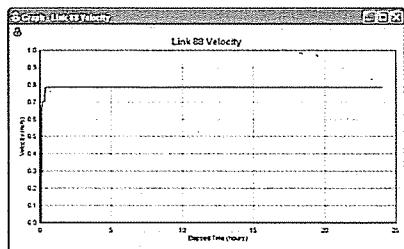
đảm bảo, dữ liệu được lấy từ bản vẽ thiết kế. Việc hiệu chỉnh thông số của mô hình thủy lực được thực hiện qua việc thay đổi hệ số nhám Manning (n).

Hiện tại, số liệu đo dùng để hiệu chỉnh còn hạn chế. Việc đo đặc kiểm tra chỉ được thực hiện tại điểm đầu (nguồn thải) và điểm cuối (hố tập trung) của hệ thống thoát nước. Việc quan trắc các thông số thủy lực cũng như ô nhiễm dọc tuyến ống chưa được chú ý. Do thiếu các số liệu quan trắc, nên việc hiệu chỉnh mô hình gặp nhiều khó khăn. Nhóm tác giả đã đưa ra phương án so sánh các thông số độ đầm và vận tốc dòng chảy trong ống với tiêu chuẩn để lựa chọn bộ thông số phù hợp. Tuyến ống được lựa chọn khảo sát là tuyến HG32-HG37, do đây là đoạn ống có lưu lượng thải chảy qua nhiều nhất.



Hình 5. Vị trí tuyến cống được xem xét để hiệu chỉnh

Kết quả mô hình thuỷ lực cho thấy, các thông số về độ đầy và vận tốc dòng chảy phù hợp với TCVN 7957:2008. Cụ thể là, với đường ống có D=300 mm, độ đầy của dòng chảy nhỏ hơn 0,6D và vận tốc nhỏ nhất là 0,8 m/s. Kết quả hiệu chỉnh thông số hệ số nhám

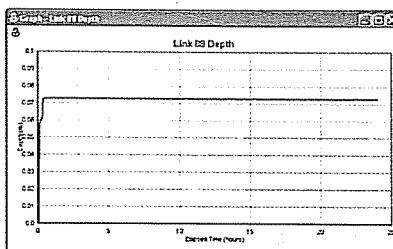


Hình 6. Vận tốc dòng chảy trong cống

b. Kết quả kiểm định mô hình tải khuếch tán

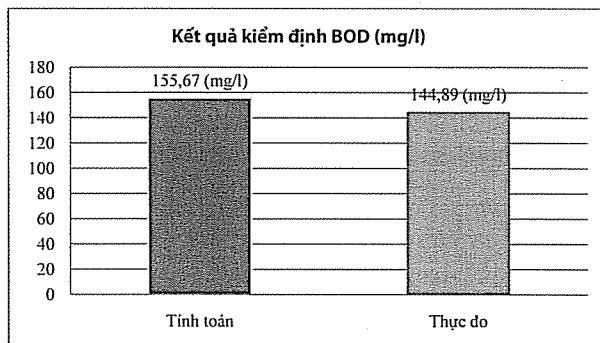
Để tiến hành kiểm định mô hình tải khuếch tán, trong nghiên cứu đã xây dựng kịch bản tính toán gồm 61 doanh nghiệp có nước thải trong toàn bộ khu công nghiệp Hiệp Phước. Giả thiết, các nguồn thải xả thải liên tục trong ngày với lưu lượng và nồng độ không thay đổi theo thời gian. Tổng lưu lượng nước thải đổ

cho kết quả $n = 0,009$. Mô hình thủy lực với hệ số nhám này cho kết quả trên hình 6, ở đây vận tốc dòng chảy trong cống đạt tiêu chuẩn xấp xỉ 0,8 m/s và trên hình 7, độ đầy của dòng chảy nhỏ hơn 0,6D.



Hình 7. Độ đầy trong cống

vào mạng lưới thoát nước là $2300 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Kết quả tính toán bằng SWMM cho chỉ tiêu BOD được đem so sánh với kết quả thực đo tại hố thu gom nước thải tập trung. Sử dụng SWMM cho kết quả BOD trung bình bằng $155,67 \text{ (mg/l)}$. Số liệu quan trắc lưu lượng tại bể điều hòa vào tháng 1/2011 được dùng để so sánh. Kết quả tính toán ở trên cho thấy, sai số giữa kết quả tính toán với kết quả thực đo bằng 7% .



6. Kết quả tính toán và thảo luận

a. Kịch bản tính toán

Nghiên cứu này xây dựng 5 kịch bản khác nhau. Mục đích để xem xét khả năng tiêu thoát nước của hệ thống hiện tại và khả năng pha loãng nước thải thông qua chỉ tiêu BOD, trên cơ sở đó đánh giá tỉ lệ gây ô nhiễm của các doanh nghiệp.

Kịch bản 1. Nước thải từ 61 doanh nghiệp có nước thải trong toàn bộ khu công nghiệp Hiệp Phước được xả vào hệ thống tiêu thoát của khu. Giả thiết, các

Hình 8. Kết quả kiểm định BOD

nguồn thải xả thải liên tục trong ngày với lưu lượng và nồng độ không thay đổi theo thời gian. Tổng lưu lượng nước thải đổ vào mạng lưới thoát nước là $2300 \text{ m}^3/\text{ngày}$.

Kịch bản 2. Kịch bản này chỉ đánh giá ảnh hưởng của 5 doanh nghiệp có lưu lượng xả thải nhiều nhất vào hệ thống tiêu thoát nước của khu. Tổng lưu lượng nước thải là $1205 \text{ m}^3/\text{ngày}$, chiếm khoảng 52% tổng lưu lượng nước thải của khu công nghiệp (Bảng 4).

Bảng 4. Lưu lượng và tải lượng ô nhiễm trong kịch bản 2

Cơ sở sản xuất	Hố ga	Khu	Lưu lượng ($\text{m}^3/\text{ngày}\text{đêm}$)	Nồng độ BOD (mg/l)
Công ty giặt ủi Nơ Xanh	D2P2	A	300	45,5
Công ty cổ phần Trang	HG26	A	380	37,7
Công ty TNHH Hải Thanh	HG27	A	200	43,5
Công ty phân bón Miền Nam	CL5	B	125	211
Công ty giặt ủi Việt	CL12	C	200	256

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

Kịch bản 3, 4 sử dụng các nguồn thải từ kịch bản 2, tăng nồng độ ô nhiễm tương ứng lên 2 lần, 3 lần.

Kịch bản 5 giống như trên, nhưng tăng lưu lượng thải lên 2 lần, giữ nguyên tải lượng như kịch bản 2 (Bảng 5).

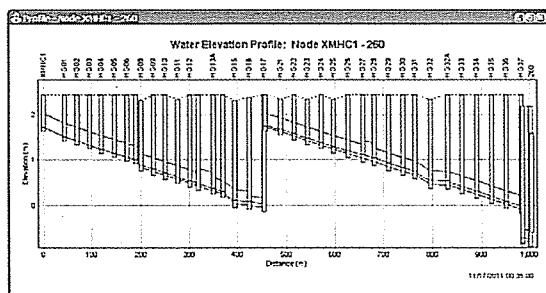
Bảng 5. Lưu lượng và tải lượng ô nhiễm trong các kịch bản 3 – 5

Cơ sở sản xuất	Hố ga	Kịch bản 3		Kịch bản 4		Kịch bản 5	
		Lưu lượng (m ³ /ngày)	BOD (mg/l)	Lưu lượng (m ³ /ngày)	BOD (mg/l)	Lưu lượng (m ³ /ngày)	BOD (mg/l)
Công ty giặt ủi Nơ Xanh	D2P2	300	90	300	136.5	600	45.5
Công ty cổ phần Trang	HG26	380	75.4	380	113.1	760	37.7
Công ty TNHH Hải Thanh	HG27	200	87	200	130.5	400	43.5
Công ty phân bón Miền Nam	CL5	125	422	125	633	250	211
Công ty giặt ủi Việt	CL12	200	512	200	768	400	256

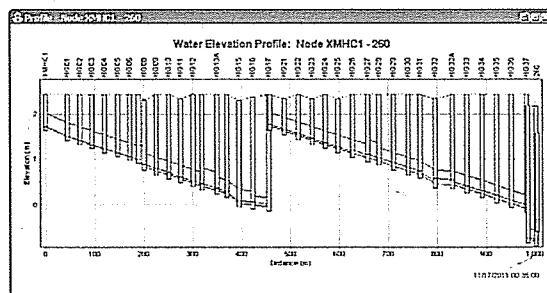
b. Kết quả và thảo luận

Kết quả mô phỏng thủy lực cho thấy trong cả hai kịch bản, hệ thống thoát nước vận hành bình thường, các bơm thủy lực đã điều tiết tốt dòng nước trong hệ thống, không xảy ra hiện tượng nước bị ứ đọng và tràn

lên bề mặt. Từ sơ đồ trắc dọc tuyến ống cho thấy, hệ thống thoát nước được thiết kế với cao trình phù hợp với mục đích cho nước thải tự chảy. Ở mỗi khu, có bơm tăng áp để tải nước sang khu khác, điểm sâu nhất của hệ thống có cao trình là âm 1,5 m, điểm cao nhất có cao trình là 2,4 m.



Hình 9. Kết quả kịch bản 1

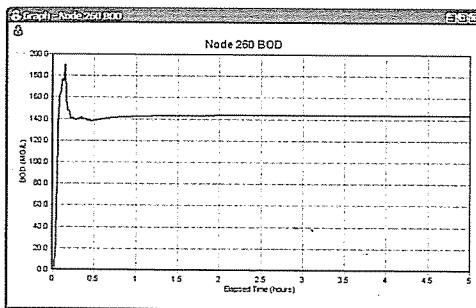


Hình 10. Kết quả kịch bản 2

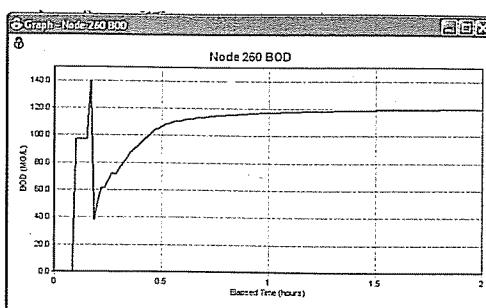
Kết quả tính toán mô phỏng bằng SWWM nồng độ ô nhiễm BOD của nước thải sau khi chảy về trạm xử lý được xem xét tại hố tập trung nước thải. Trong kịch bản 1, nồng độ BOD tại hố tập trung nước thải có giá trị trung bình là 155,67 mg/l, giá trị cao nhất đạt 185,32 mg/l. Nguyên nhân là do các nguồn thải có nồng độ ô nhiễm cao thải ra với lưu lượng nhỏ nên được pha loãng bởi các nguồn có lưu lượng thải lớn. Nhìn vào biểu đồ kết quả trên Hình 11, BOD có nồng độ cao trong khoảng thời gian ngắn, sau đó giảm xuống khi dòng nước thải đi vào trạng thái ổn định.

Trong kịch bản này, do giả thiết chế độ thải là hằng số nên biến động BOD không đáng kể.

Trong kịch bản 2, năm doanh nghiệp xả thải chính với các nguồn xả thải có tổng lưu lượng là 1205 m³/ngày đêm, sử dụng SWWM tính toán nồng độ BOD tại hố tập trung nước thải cho kết quả là 120 mg/l. So sánh với kịch bản 1, tỷ lệ gây ô nhiễm từ năm nguồn thải này bằng 77%. Qua tính toán thấy rằng, các nguồn thải này mặc dù có nồng độ ô nhiễm không cao, nhưng lưu lượng thải lớn nên kết quả có tỉ lệ đóng góp ô nhiễm cao (Hình 12).



Hình 11. Kết quả kịch bản 1



Hình 12. Kết quả kịch bản 2

Kết quả tính toán bằng phần mềm SWWM cho các kịch bản 1,2 đã mô tả đúng hiện trạng thực tế tại khu công nghiệp Hiệp Phước. Một số doanh nghiệp cá biệt khi xả thải với nồng độ ô nhiễm cao, lưu lượng còn thấp, khi về đến trạm xử lý nước thải tập trung được pha loãng bởi các nguồn khác làm chất lượng nước đầu vào tại hệ thống xử lý nước thải đạt tiêu chuẩn. Có thể thấy, yếu tố lưu lượng nước thải giữ vai trò quan trọng hơn so với nồng độ ô nhiễm.

Kết quả tính toán các kịch bản 3 – 4 cho thấy, khi dòng thải đi vào trạng thái ổn định, nồng độ ô nhiễm cao nhất tại hố tập trung cho kịch bản 3 có giá trị là 231 mg/l và 329 mg/l đối với kịch bản 4. Có thể thấy rằng, khi tăng nồng độ lên 2 lần và 3 lần, thì nồng độ ô nhiễm tại hố tập trung cũng tăng tương ứng, cụ thể là tăng 92% và 174%.

Kịch bản 5 được xây dựng nhằm mục đích đánh giá vai trò thông số lưu lượng đến nồng độ của nước thải. Kết quả mô phỏng cho thấy, nồng độ ô nhiễm tại hố tập trung nước thải có giá trị là 349 mg/l, tăng 190% so với kết quả của kịch bản 2. Nồng độ ô nhiễm cũng cao hơn kịch bản tăng nồng độ lên 3 lần. Như vậy, rõ ràng lưu lượng là yếu tố rất quan trọng ảnh hưởng đến nồng độ ô nhiễm của nước thải tại trạm thu gom nước thải tập trung.

Kết quả tính toán theo các kịch bản trên cho thấy, cần thiết giám sát nước thải tại 5 doanh nghiệp chính đã được chỉ ra trong bảng 4 bằng hệ thống quan trắc tự động (kí hiệu tương ứng là A1, A2, A3, B1, C1). Bên cạnh đó, chủ đầu tư cần xem xét việc đặt hệ thống quan trắc ở các hố thu gom tại các khu A (S1), B(S2), C(S3) để theo dõi trực tuyến lượng và chất nước thải. Sự ra tăng nước thải về trạm xử lý tập trung có thể được giám sát trước tiên thông qua S1, S2, S3. Sau đó thông qua S1 ta có thể biết tỷ lệ gây ô nhiễm của các doanh nghiệp từ khu A (từ A1, A2, A3), thông qua S2 ta có thể biết tỷ lệ gây ô nhiễm của các doanh nghiệp từ khu B (từ B1), thông qua S3 ta có thể biết tỷ lệ gây ô nhiễm của các doanh nghiệp từ khu C (từ C1). Như

vậy, thay vì phải cài đặt camera giám sát tại tất cả doanh nghiệp, chỉ cần cài đặt tại 8 vị trí. Bên cạnh đó, cần kết hợp với mô hình SWWM trực tuyến để xác định tỷ lệ gây ô nhiễm của các doanh nghiệp. Giải pháp này chắc chắn sẽ giúp doanh nghiệp tiết kiệm kinh phí và nguồn lực khác.

7. Kết luận

Lượng và chất nước xả thải của các doanh nghiệp trong khu công nghiệp tập trung như Hiệp Phước luôn biến động, là thách thức lớn cho chủ đầu tư. Việc đầu tư các hệ thống quan trắc tự động là một cách tiếp cận mới với kinh phí đầu tư khá tốn kém, do vậy, cần phải được luận chứng về lý luận cũng như thực tiễn. Các tiếp cận phù hợp với thực tiễn là kết hợp giữa lắp đặt hệ thống quan trắc tự động tại một số nguồn thải và tính toán mô phỏng diễn toán nhằm làm rõ trách nhiệm của những doanh nghiệp có "vấn đề". Trong nghiên cứu này, phương pháp mô hình toán đã được sử dụng để mô phỏng hệ thống thoát nước thải cũng như xem xét tỉ lệ đóng góp ô nhiễm của một số doanh nghiệp trong việc gây ô nhiễm cao tại trạm xử lý. Mô hình đã xác định được tỷ lệ gây ô nhiễm của một số doanh nghiệp trong khu công nghiệp Hiệp Phước. Căn cứ vào kết quả tính toán cũng như kết quả đo đạc tại hố tập trung nước thải, có thể nhận thấy việc mô phỏng bằng mô hình SWMM đã được thực hiện tốt, cho thấy khả năng ứng dụng hiệu quả của mô hình.

Ứng dụng phương pháp mô hình đánh giá các nguồn xả thải vượt quy định tại khu công nghiệp tập trung là một cách tiếp cận mới, phù hợp với điều kiện kinh tế hiện nay. Phương pháp này không chỉ cho phép theo dõi được diễn biến lưu lượng, chất lượng nước xả thải của doanh nghiệp từ vị trí xả thải đến khi về hệ thống xử lý nước thải, mà còn giúp phát hiện nhanh chóng doanh nghiệp chịu trách nhiệm chính gây ra nồng độ ô nhiễm cao tại từng nút xả thải và tại cuối nguồn – trạm xử lý nước.

Tài liệu tham khảo

1. Báo cáo môi trường quốc gia, 2009. "Môi trường khu công nghiệp (KCN) Việt Nam". (nguồn: <http://vea.gov.vn/vn/hientrangmoitruong/baocaomtquocgia>).
2. Bùi Tá Long, 2011. Mô hình hóa môi trường. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 441 trang.
3. Bui T.L, 2010. Assessment of scale and pollution level of surface water due to industrial discharge and purification of Thi Vai river using MIKE21. Proceedings of the international conference on disaster risks and climate change: technological and managerial opportunities and challenges of GMS. Mae Fah Luang University, Chiang Rai, ThaiLand, pp. 57 – 64. (nguồn <http://www.hcmier.edu.vn:8080/envim/mypaper>).
4. Nguyễn Đăng Huy, Bùi Tá Long, Lê Thị Hiên, 2012. Ứng dụng mô hình Mike11 đánh giá diễn biến chất lượng nước sông Truồi, Thừa Thiên Huế. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 4 (616) 2012, tr. 32 – 38.
5. Nguyễn Văn Phước, Nguyễn Thanh Hùng, Bùi Tá Long, 2010. Kết quả xác định phạm vi, mức độ ảnh hưởng do hành vi gây ô nhiễm môi trường của công ty Vedan Việt Nam. Tạp chí Môi trường, trang 44 – 50.
6. Hồ Long Phi, 2005. Hướng dẫn sử dụng SWMM EPA 5.0. (nguồn <http://www.tainguyennuoc.vn>)
7. Hồ Thị Phi Khanh, 2011. Ứng dụng phần mềm Mike Urban mô phỏng khả năng thoát nước đô thị lấy khu vực Tân Hóa – Lò Gốm làm ví dụ. Đề án tốt nghiệp Đại học. Đại học Tôn Đức Thắng Tp. Hồ Chí Minh. 68 trang.
8. Henrik Garsdal, Ole Mark, Jesper Dorge, Svend-Erik Jepsen, 1994. Mouse trap: modelling of water quality processes and the interaction of sediments and pollutants in sewers. The Sewer as a Physical, chemical and Biological Reactor – Specialized Int.Conf., Aalborg, Denmark, 16 -18 May. (nguồn: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/027312239500320M>)
9. Ole Mark, Cecilia Appelgren, Martin Kosir, 1996. Water Quality Modelling for the Ljubljana Master Plan , 8th International Conference on Urban Storm Drainage, Slovenia, 1996. (nguồn http://www.dhigroup.com/upload/publications/mouse/Mark_Water_Qualiry.pdf)
10. Emmanuel Kopecny, Stéphane Entem, Antoine Lahoud1, Arne Moeller, Lars Yde, Marc Soulier, 1996. Real time control of the sewer system of Boulogne Billancourt a contribution to improving the water quality of the Seine, Paris, France. (nguồn <http://printfu.org/boulogne+billancourt>)
11. Vojinovic Z., Seyoum S.D., 2008. Integrated urban water systems modelling with a simplified surrogate modular approach, 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008. (nguồn www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs)
12. Danish Hydraulic Institute, 2009. A modelling system for rivers and channels UserGuide Mike 11. (nguồn: www.hydroasia.org/.../hydroasia/.../Manuals/.../MIKE11_Reference)
13. http://vi.wikipedia.org/wiki/bộ_điều_khiển_PID
14. TCVN 7957:2008. Thoát nước. Mạng lưới và công trình bên ngoài. Tiêu chuẩn thiết kế <http://thuvienphapluat.vn>