BƯỚC ĐẦU ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG DÒNG CHẢY DO MƯA ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG SÀI GÒN SỬ DỤNG BỘ MÔ HÌNH MIKE

Nguyễn Văn Hồng, Trần Tuấn Hoàng, Võ Thị Thảo Vi, Nguyễn Thái Sơn
Phân viện Khoa học Khí tượng Thuỷ văn và Biến đổi khí hậu

Trong bài báo này sử dụng bộ mô hình MIKE để nghiên cứu tính toán ô nhiễm dòng chảy do mưa ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt sông Sài Gòn. Các cơ sở dữ liệu đầu vào, hiệu chỉnh - kiểm định mô hình MIKE là dữ liệu khí tượng, thuỷ văn và chất lượng nước tại khu vực nghiên cứu. Các kết quả tính toán mô phỏng được là dòng chảy do mưa và chất lượng nước tại các tiểu lưu vực khác nhau. Các kết quả tính toán đã chứng minh rằng yếu tố dòng chảy do mưa và nồng độ các chất ô nhiễm của chúng có ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt sông Sài Gòn.

Từ khóa: Nước mưa chảy tràn, chất lượng nước, ô nhiễm.

1. Mở đầu

Mô hình MIKE 11 là mô hình động lực một chiều thân thiện với người sử dụng nhằm phân tích chi tiết, thiết kế, quản lý và vận hành cho sông và hệ thống kênh dẫn đơn giản và phức tạp. Mô đun thuỷ động lực (HD) là phần trung tâm của hệ thống mô hình MIKE 11 và hình thành cơ sở cho các mô đun tải khuyếch tán, chất lượng nước. Để tính toán quá trình hình thành dòng chảy từ mưa trên các lưu vực sông thì mô đun NAM là một công cụ khá mạnh. Để giải quyết vấn đề chất lượng nước trong mô hình MIKE 11, phải đồng thời sử dụng cả hai môđun đó là mô đun tải - khuyếch tán (AD) và môđun sinh thái (EcoLab).

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

a. Các phương pháp được sử dụng trong nghiên cứu

- Phương pháp kế thừa, tổng hợp, phân tích và thống kê: được sử dụng để tính toán các số liệu cơ bản như số liệu mưa, triều, lũ, chất lượng nước từ các nghiên cứu trước đây, [1], [5].

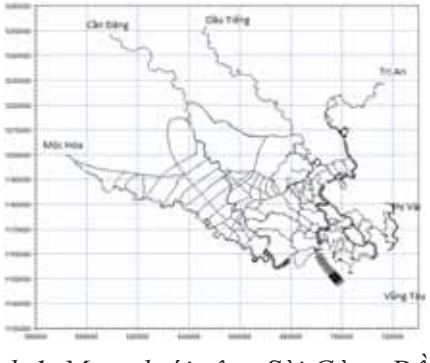
- Phương pháp điều tra khảo sát: lấy mẫu nước mưa chảy tràn tại 10 vị trí mang tính đại diện cho các khu vực hứng nước mưa khác nhau phục vụ tính toán lan truyền ô nhiễm: khu vực đô thị và thương mại, khu vực dân cư, khu công nghiệp và khu vực nông nghiệp.

- Phương pháp mô hình hóa: Sử dụng mô đun NAM tính toán dòng chảy do mưa, mô đun Mike 11 HD tính toán thủy lực 1 chiều và mô đun Mike 11 AD tính toán lan truyền ô nhiễm trên sông cho khu vực nghiên cứu.

b. Cơ sở dữ liệu đầu vào

- Đối với mô đun NAM là dữ liệu vũ lượng mưa thiết kế trận 43,3 mm và lượng bốc hơi tại Dầu Tiếng (2,6 mm) ngày 19/8/2014.

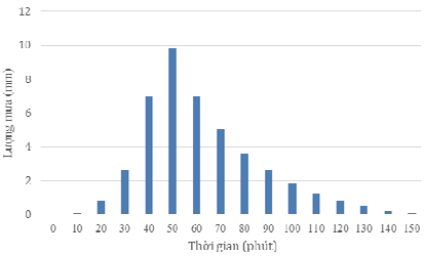
- Đối với mô đun thuỷ lực: Các điều kiện biên năm 214: Mực nước (m) tại Vũng Tàu và Mộc Hóa theo giờ, lưu lượng xả (m^3/s) tại Hồ Dầu Tiếng và Hồ Trị An theo ngày. Điều kiện ban đầu: mực nước = 0, lưu lượng = 0. Hệ số nhám Manning's M có giá trị từ 12 - 45. Số liệu mặt cắt ngang sông gồm có 3885 mặt cắt. Số liệu mặt cắt được đo đạc vào năm 2003 do Tổng cục Khí tượng Thuỷ văn thực hiện và được cập nhật liên tục đến năm 2012 qua nhiều dự án khác nhau.



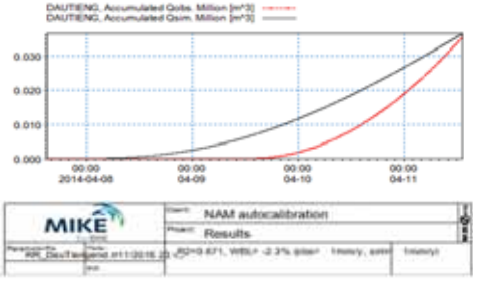
Hình 1. Mạng lưới sông Sài Gòn - Đồng Nai được thiết lập trong Mike 11 HD

Bảng 1. Thông số tại các tiểu lưu vực trong NAM

Tên tiểu lưu vực	Area	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF
Củ Chi	**435**	5	400	0,01	1	1	0,01	0,3	0,5	2000
Hoóc Môn	**115**	5	400	0,01	1	1	0,01	0,3	0,5	2000
Q12	**47**	5	400	0,01	1	1	0,01	0,3	0,5	2000
Gò Vấp	**20**	5	400	0,01	1	1	0,01	0,3	0,5	2000
Bình Thạnh	**253**	5	400	0,01	1	1	0,01	0,3	0,5	2000
Q13 Phú Nhuận	**18**	5	400	0,01	1	1	0,01	0,3	0,5	2000
Q4	**4**	5	400	0,01	1	1	0,01	0,3	0,5	2000
Thủ Đức	**48**	5	400	0,01	1	1	0,01	0,3	0,5	2000
Q2	**50**	5	400	0,01	1	1	0,01	0,3	0,5	2000



Hình 2. Dữ liệu vũ lượng mưa trận 43,3 mm ngày 19/8/2014



Hình 3. Kết quả hiệu chỉnh mô hình NAM

Hiệu chỉnh mô đun thủy lực

Với hệ số nhám manning từ 12 - 45 tùy đoạn sông, ta có kết quả mực nước tại trạm Nhà Bè, Phú An so với số liệu mực nước thực đo trong mùa kiệt từ ngày 2/4 - 5/4/2014. Kết quả hiệu chỉnh.

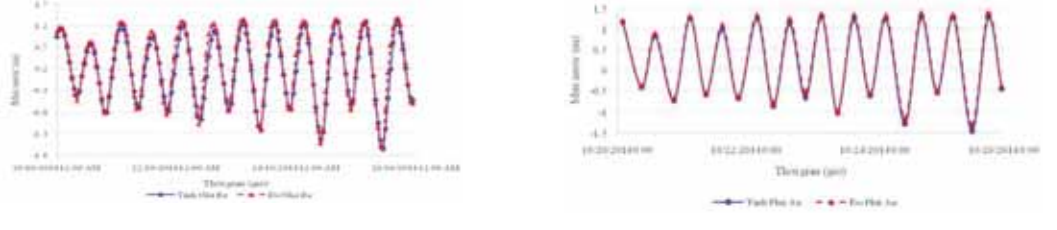
+ Nhà Bè từ 2/4 – 5/4/2014 với hệ số tương quan mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm Nhà Bè cho giá trị khá cao, R2 = 0,972

+ Phú An: 2/4 - 5/4/2014 hệ số tương quan mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm Phú An cho giá trị khá cao, R2 = 0,998.

Kết quả so sánh tại các trạm thủy văn trong mạng lưới tính toán cho hệ số tương quan khá tốt và có thể chọn các thông số này để tính cho các phương án và kịch bản khác nhau.



Hình 4. So sánh mực nước tính toán với thực đo tại trạm Nhà Bè và Phú An



Hình 5. Mực nước tính toán và thực đo tại trạm Nhà Bè, Phú An

Kiểm định mô hình thủy lực:

+ Phân tích tương quan mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm Nhà Bè từ 20/10 - 25/10/2014 cho thấy, hệ số tương khá cao,

R2 = 0,966.

+ Phân tích tương quan tương tự cho mực nước tại trạm Phú An từ 20 - 25/10/2014 cho thấy hệ số tương quan khá cao, R2 = 0,998.

Nhận xét

Kết quả tính toán mực nước được kiểm định cho giá trị tương quan với số liệu thực đo đạt trên 0,96 ở cả 2 trạm Nhà Bè và Phú An. Từ nhận xét trên, có thể nói mô hình đã được hiệu chỉnh tốt, đủ điều kiện phục vụ tính toán cho các kịch bản khác nhau.

Đối với mô đun truyền tải khuếch tán và chất lượng nước

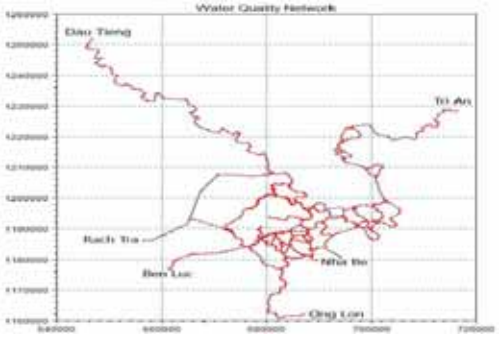
Lưới tính toán trong mô đun chất lượng nước được rút gọn từ lưới tính thủy lực vì số liệu nồng độ ô nhiễm tại khu vực này được thu thập đầy đủ, với biên trên tại 2 vị trí hồ Trị An và hồ Dầu Tiếng, biên dưới tại Nhà Bè, Rạch Tra, Bến Lức, rạch Ông Lớn, biên thủy lực tại sơ đồ hình 6 lấy từ kết quả tính toán thủy lực Kết quả hiệu chỉnh:

theo sơ đồ hình 1.

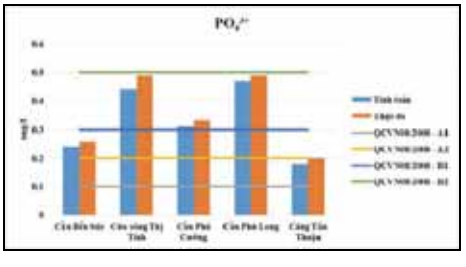
Tác giả sử dụng số liệu quan trắc tháng 7 năm 2014 làm đầu vào cho tính toán hiệu chỉnh và số liệu tháng 9 được sử dụng để kiểm định. Các chỉ tiêu chất lượng nước được tính toán bao gồm: Oxy hòa tan (DO), nhu cầu ô-xy sinh hóa (BOD), ni-trát ($N\text{-}NO3^{-}$), amô-ni ($N\text{-}NH4^{+}$), phốt-phát ($P\text{-}PO4^{3-}$). Nguồn thải đưa vào trong mô hình dưới hai dạng là nguồn thải điểm và nguồn thải diện.

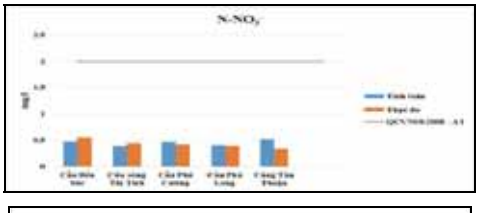
Nguồn thải điểm: là các khu công nghiệp, cụm công nghiệp, cơ sở sản xuất, làng nghề, cơ sở y tế …

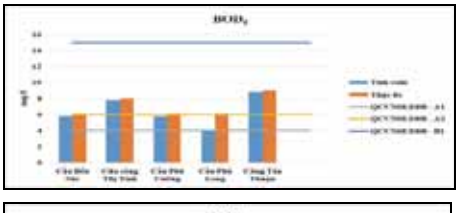
Nguồn thải diện: là nguồn thải được tính toán dựa trên các hoạt động sinh hoạt và nông nghiệp. Nồng độ chất ô nhiễm tại các vị trí được dùng làm biên. Số liệu thực đo tháng 7 năm 2014 làm số liệu hiệu chỉnh mô hình chất lượng nước. Mô hình chất lượng nước được kiểm định với số liệu thực đo tháng 9 năm 2014.

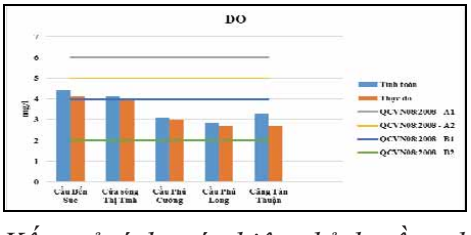


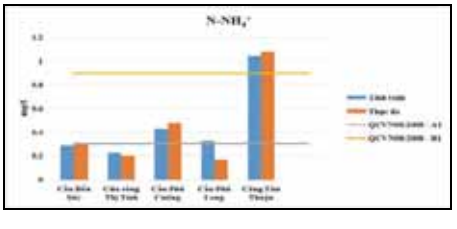
Hình 6. Mạng lưới tính toán chất lượng nước sông Sài Gòn





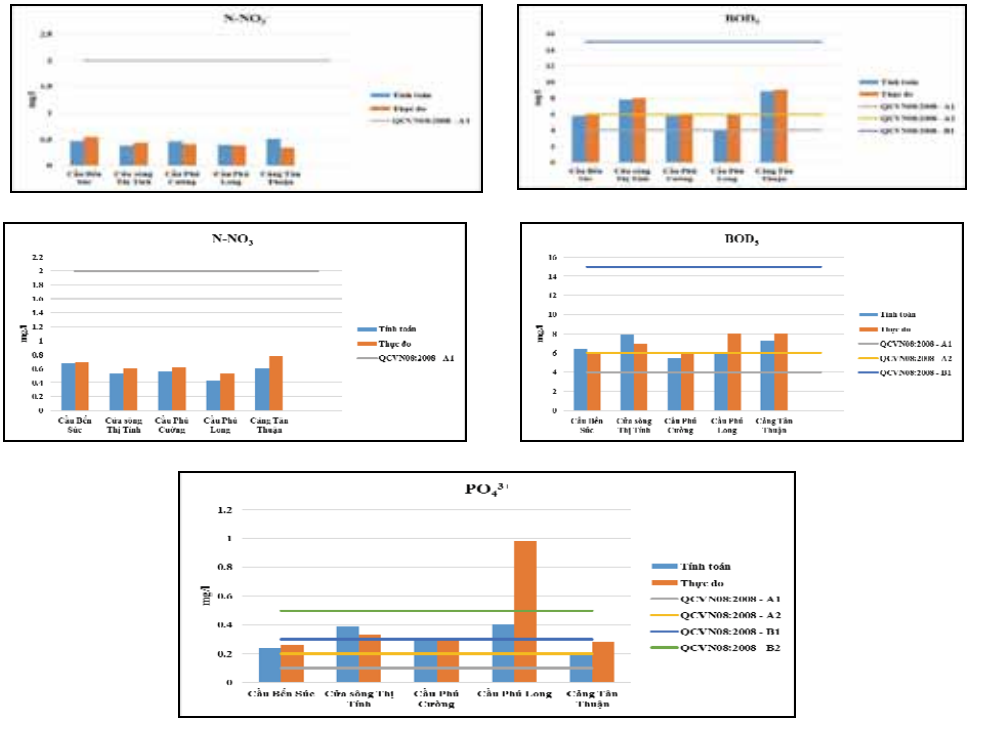






Hình 7. Kết quả tính toán hiệu chỉnh nồng độ các chất với số liệu thực đo các trạm dọc sông Sài Gòn tháng 7 năm 2014

Kết quả kiểm định: Mô hình chất lượng nước được kiểm định với số liệu thực đo tháng 9 năm 2014

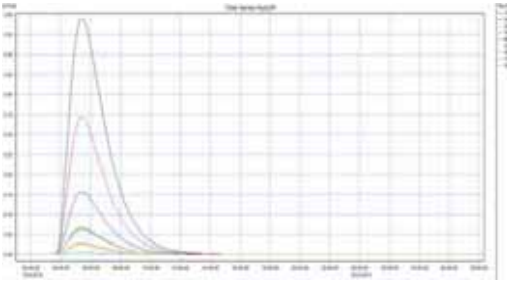


Hình 8. Kết quả tính toán kiểm định nồng độ các chất và số liệu thực đo các trạm dọc sông Sài Gòn tháng 9 năm 2014

3. Kết quả và thảo luận

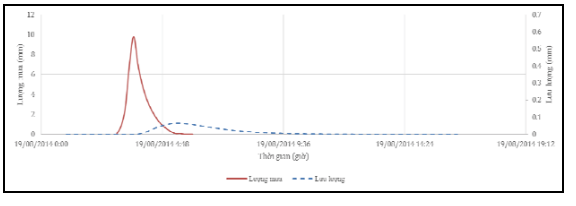
3.1 Phân tích kết quả dòng chảy do mưa

Với lượng mưa 43,3 mm tại trạm Tân Sơn Hòa, kết quả tính toán dòng chảy tràn do mưa được biểu diễn ở hình 9. Theo kết quả tính toán, dòng chảy tràn có lưu lượng trung bình lớn nhất tại tiểu lưu vực Củ Chi, với 0,15m^3/s. Dòng chảy tràn có lưu lượng trung bình nhỏ nhất tại tiểu lưu vực Quận 4, với 0,001 m^3/s. Tương tự cho đỉnh lưu lượng, đỉnh lưu lượng của dòng chảy tràn đạt cao nhất 0,59 m^3/s tại tiểu lưu vực huyện Củ Chi và thấp nhất tại Quận 4 là 0,005 m^3/s.

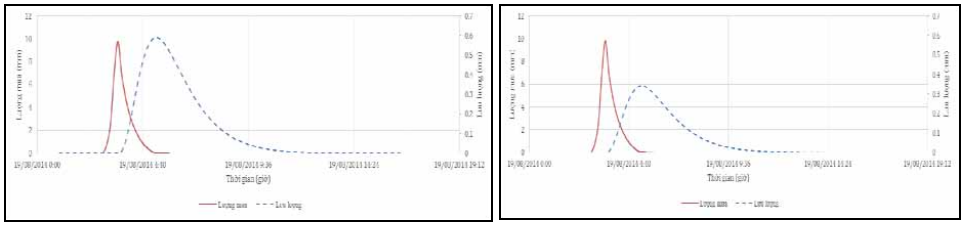


Tiểu lưu vực	Cực đại (m^3/s)	Trung bình (m^3/s)
CUCHI	0,590	0,154141
HOCMON	0,156	0,04077
Q12	0,064	0,016622
GOVAP	0,027	0,007044
BINHTHANH	0,343	0,089659
Q1, 3, PHUNHUAN	0,024	0,006311
Q4	0,005	0,001356
THUDUC	0,065	0,01697
Q2	0,068	0,017704

Hình 9. Kết quả tính toán lưu lượng do mưa tại các tiểu lưu vực



Hình 10. Đường mưa và kết quả tính toán dòng chảy tràn tại tiểu lưu vực Thủ Đức



Hình 11. Đường mưa và kết quả tính toán dòng chảy tràn tại tiểu lưu vực Củ Chi (trái) và Bình Thạnh (phải)

Từ các hình 10 đến 11, dòng chảy tràn xuất hiện sau 45 phút mưa, tức trước đỉnh mưa 5 phút, đạt đỉnh sau 1 giờ 30 mưa và kết thúc sau khoảng 6 giờ 3 phút kể từ thời điểm mưa ngừng hẳn. Đường biểu diễn lưu lượng dòng chảy tràn tại các tiểu lưu vực đều có nhánh trái dốc và nhánh phải thoải. Vì vậy, dòng chảy tràn do mưa tại các tiểu lưu vực xuất hiện ngay khi kết thúc mưa và tăng nhanh về lưu lượng đến khi đạt cực đại. Sau cực đại, dòng chảy tràn rút chậm trong nhiều giờ.

3.2. Kết quả tính toán thủy lực

Bảng 2. Thống kê đặc trưng mực nước tại một số trạm

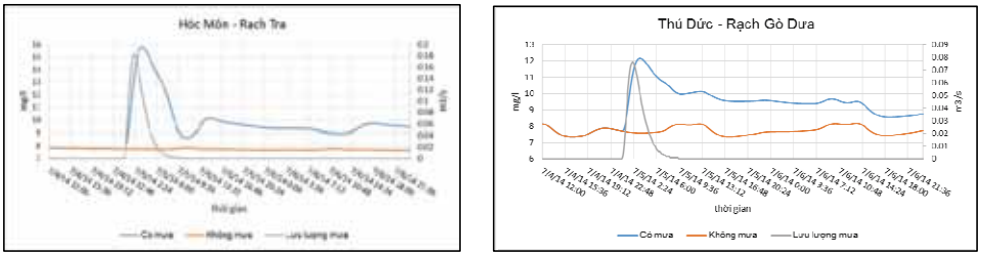
Trạm	H Trung bình (m)	H max (m)	H min (m)
Thủ Dầu Một	0,130879	1,392	-1,524
Phú An	-0,05592	1,358	-2,047
Nhà Bè	-0,12443	1,364	-2,336

Theo kết quả tính toán thủy lực tháng 8/2014, mực nước trung bình tại các trạm Thủ Dầu Một, Phú An và Nhà Bè lần lượt là 0,130879 m, -0,05592 m và -0,12443 m. Trong thời gian này, mực nước sông Sài Gòn có thể lên đến 1,39 m tại trạm Thủ Dầu Một, 1,36 m tại Phú An và Nhà Bè. Mực nước cực tiểu tháng 8 tại sông Sài Gòn có thể xuống đến -2,34 m tại Nhà Bè, -2,05 m tại Phú An và -1,52 m tại Thủ Dầu Một.

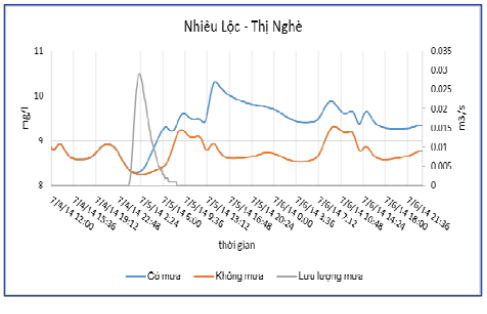
3.3 Kết quả tính toán lan truyền ô nhiễm

Kết quả tính toán ảnh hưởng tải lượng ô nhiễm của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước mặt sông Sài Gòn được trình bày trong các hình dưới đây.

Mô hình tính toán ảnh hưởng tải lượng ô nhiễm BOD5 từ nước mưa chảy tràn sử dụng dữ liệu trận mưa 43,3 mm với thời gian mưa khoảng 1 giờ vào ngày 5 tháng 7 năm 2014.



Hình 12. Nồng độ BOD5 tại Rạch Tra và Rạch Gò Dưa



Hình 13. Nồng độ BOD5 tại kênh Nhiêu Lộc - Thị Nghè

Tại vị trí hợp lưu Rạch Tra - sông Sài Gòn, Hóc Môn, trong điều kiện không có mưa nồng độ BOD5 trên sông Sài Gòn dao động trong khoảng 7 - 8 mg/l. Với trận mưa 43,3 mm trong vòng 1 tiếng, nồng độ BOD5 trên sông Sài Gòn tăng đột biến, đạt giá trị cực đại sau khoảng hơn 2 giờ tính từ khi lưu lượng dòng chảy đạt giá trị cực đại. Mức tăng cao nhất có thể đạt 16 mg/l. Tại vị trí hợp lưu Rạch Gò Dưa và sông Sài Gòn, nồng độ BOD5 trong nước sông cũng gia tăng đột biến sau mưa. Giá trị tăng cực đại của BOD5 trong nước sông sau khoảng 3 giờ 15 phút so với giá trị cực đại của lưu lượng dòng chảy do mưa. Giá trị tăng cao nhất 11,5 mg/l. Tương tự tại vị trí hợp lưu kênh Nhiêu Lộc - Thị Nghè và sông Sài Gòn, nồng độ BOD5 trong nước sông cũng gia tăng sau mưa. Giá trị tăng cực đại của BOD5 trong nước sông sau khoảng 4 tiếng so với giá trị cực đại của lưu lượng dòng chảy do mưa. Giá trị tăng cao nhất 10,5 mg/l.

4. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu và tính toán, mô phỏng đối với trận mưa 43,3 mm trong 1 tiếng thì nồng độ BOD5 trên sông Sài Gòn có sự gia tăng đột biến sau khi xảy ra mưa khoảng 10 - 30 phút đầu. Nồng độ BOD5 tăng cao nhất tại khu vực huyện Hóc Môn, các khu vực khác mức tăng từ 1,5 - 11,5 mg/l. Quá trình gia tăng ô nhiễm BOD5 của nước sông Sài Gòn kéo dài từ 5 - 10 tiếng tính từ thời điểm mưa. Mức tăng lớn nhất sau khi lưu lượng dòng chảy từ mưa đạt giá trị cực đại từ 10 phút đến 4 tiếng. Tỷ lệ đóng góp của chất ô nhiễm BOD5 của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước sông Sài Gòn khoảng 22,68% khi mưa.

Các kết quả của đề tài cho phép chúng ta khẳng định rằng yếu tố nước mưa chảy tràn hay yếu tố mưa có mối quan hệ chặt chẽ với các yếu tố môi trường nước. Vì vậy, khi nghiên cứu sự diễn biến môi trường nước phục vụ cho bất kỳ mục tiêu nào thì nhất thiết phải xem xét, đánh giá diễn biến điều kiện mưa trước đó và tình hình khí tượng thuỷ văn trong quá trình nghiên cứu.

Tài liệu tham khảo

1. Bảo Thạnh, CTV (2014), *Tích hợp các mô hình khí tượng, thuỷ văn, hải văn để dự báo mực nước hạ lưu hệ thống Đồng Nai,* Tạp chí KTTV số 648, tr 1 - 6.

2. DHI Water & Environment (2007), *MIKE 11: Reference Manual*, Horsholm, Denmark.

3. Danuta Baralkiewicz (2014), *Storm water contamination and its effect on the quality of urban surface water,* Environ Monit Assess, 186:6789 - 6803.

4. Jiake, L.I. et al. (2011), *Effect of non point source pollution on water quality of the Weihe River*, Internatioanl Journal of Sediment Research, Vol 26, No.1, 2011, p 50 - 61).

5. Trần Hồng Thái (2009), *Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán, xác định nguồn ô nhiễm và xác định nguồn gây ô nhiễm cho hạ lưu sông Sài Gòn Đồng Nai.*

INITIAL STUDY ASSESSMENT OF STORMWATER RUNOFF AND ITS EFFECT ON THE SURFACE WATER OF SAI GON RIVER

Nguyen Van Hong, Tran Tuan Hoang, Vo Thi Thao Vi, Nguyen Thai Son

Sub Institute Hydrometeorology and Climate Change

Abstract: In this study using the MIKE model to study the pollution load of stormwater runoff affected surface water quality of the Saigon River. The database input and calibration - verificationof MIKE model is meteorological, hydrological and water quality databases in the study area. These simulation results were calculated by the stormwater runoff flow and water quality in the small various sub-basins. Thesesimulation results indicatethat the stormwater runoff and its concentration of pollutants impact onthe surface water of Saigon River.

Key words: stormwater runoff, water quality, pollution.