

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

NGUYỄN VĂN HỒNG

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC MƯA CHẢY TRÀN
ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT SÔNG SÀI GÒN**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KIỂM SOÁT VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

Hà Nội, 2017

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

NGUYỄN VĂN HỒNG

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC MƯA CHẢY TRÀN
ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT SÔNG SÀI GÒN

Chuyên ngành: Quản lý Tài nguyên và Môi trường
Mã số: 62850101

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KIỂM SOÁT VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. PGS.TS. Dương Hồng Sơn
2. TS. Nguyễn Thị Hiền Thuận

Hà Nội, 2017

LỜI CAM ĐOAN

Tác giả xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của bản thân tác giả, được hoàn thành dưới sự hướng dẫn của PGS.TS. Dương Hồng Sơn và TS. Nguyễn Thị Hiền Thuận.

Các kết quả nghiên cứu và các kết luận trong Luận án này là trung thực, chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác. Việc tham khảo các nguồn tài liệu đã được thực hiện trích dẫn và ghi nguồn tài liệu tham khảo đúng quy định.

Tôi xin chịu trách nhiệm trước pháp luật cũng như đạo đức khoa học về lời cam đoan này.

Tác giả luận án

Nguyễn Văn Hồng

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên tác giả xin gửi lời cảm ơn đến Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tác giả trong quá trình nghiên cứu và hoàn thành Luận án.

Với lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc, tác giả xin gửi lời cảm ơn đặc biệt tới hai thầy hướng dẫn là PGS. TS. Dương Hồng Sơn và TS. Nguyễn Thị Hiền Thuận đã tận tình giúp đỡ tác giả từ những bước đầu tiên xây dựng hướng nghiên cứu, cũng như trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thiện luận án. Hai thầy luôn ủng hộ, động viên và hỗ trợ những điều kiện tốt nhất để tác giả hoàn thành luận án.

Tác giả chân thành cảm ơn các chuyên gia, các nhà khoa học của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu và các cơ quan hữu quan đã có những góp ý về khoa học cũng như hỗ trợ nguồn tài liệu, số liệu cho tác giả trong suốt quá trình thực hiện luận án.

Tác giả xin gửi lời tri ân tới mọi thành viên trong gia đình, người thân, bạn bè và đồng nghiệp về những động viên, chia sẻ và những khó khăn mà mọi người đã có thể phải gánh vác trong quá trình nghiên cứu và hoàn thiện luận án.

MỤC LỤC

MỤC LỤC	III
DANH MỤC HÌNH	V
DANH MỤC BẢNG	VIII
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT	IX
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN NƯỚC MƯA CHẢY TRÀN VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC MƯA CHẢY TRÀN ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG	6
1.1 Nước mưa chảy tràn qua các bề mặt đệm	6
1.2 Đánh giá chất lượng nước sông	10
1.3 Ứng dụng mô hình trong đánh giá chất lượng nước sông	15
1.4 Kết luận chương 1	24
CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU NGUỒN NƯỚC MƯA CHẢY TRÀN VÀ CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG	26
2.1 Giới thiệu lưu vực nghiên cứu	26
2.1.1 Hiện trạng sử dụng đất.....	27
2.1.2 Hệ thống kênh, sông	30
2.1.3 Hệ thống cống thoát nước.....	31
2.1.4 Các nguồn thải chính	33
2.2 Tình hình số liệu quan trắc khí tượng thủy văn	37
2.3 Phương pháp quan trắc và phân tích mẫu	37
2.3.1 Nghiên cứu đặc điểm của nước mưa chảy tràn	38
2.3.2 Nghiên cứu đặc trưng dòng chảy mặt khi mưa	44
2.3.3 Nghiên cứu chất lượng nước sông.....	46
2.4 Phương pháp thống kê	48
2.4.1 Phân tích thành phần chính (PCA)	48
2.4.2 Phân tích chùm dựa vào khoảng cách (AHC)	49
2.5 Phương pháp mô hình toán	49
2.5.1 Mô đun thủy lực	50
2.5.2 Mô đun truyền tải khuếch tán và chất lượng nước	51
2.5.3 Số liệu đầu vào	52

2.5.3.1 Số liệu đầu vào mô hình thủy lực.....	52
2.5.3.2 Số liệu đầu vào mô hình khuếch tán và chất lượng nước	53
2.5.4 Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình	56
2.5.4.1 Hiệu chỉnh kiểm định mô hình thủy văn.....	56
2.5.4.2 Hiệu chỉnh kiểm định mô hình truyền tải và khuếch tán	58
2.5.5 Xây dựng các kịch bản nguồn thải	63
2.6 Kết luận chương 2	65
CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ ĐẶC TRƯNG NGUỒN NƯỚC MƯA CHẢY TRÀN VÀ CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG SÀI GÒN	66
3.1 Đặc điểm mưa, chế độ thủy văn và chất lượng nước	66
3.1.1. Lượng mưa	66
3.1.2 Chế độ dòng chảy, mực nước triều sông Sài Gòn	71
3.1.3 Hiện trạng chất lượng nước mặt sông Sài Gòn	73
3.2 Đặc điểm của nước mưa chảy tràn	85
3.2.1 Chất lượng nước mưa chảy tràn	86
3.2.2 Sự tương quan giữa chất ô nhiễm và bề mặt sử dụng đất.....	94
3.3 Đặc trưng dòng chảy mặt khi mưa	98
3.4 Đánh giá ảnh hưởng nước mưa chảy tràn đến nước sông.....	106
3.4.1 Lưu lượng tính toán thoát nước mưa	106
3.4.2 Tính toán thủy lực.....	107
3.4.3 Kết quả mô phỏng chất lượng nước khi mưa	109
3.4.3.1 Kết quả mô phỏng trận mưa 36 mm ngày 20-21/5/2014	109
3.4.3.2 Kết quả mô phỏng trận mưa 43,3 mm ngày 18-19/8/2014	114
3.5 Giải pháp giảm ô nhiễm nước sông do nước mưa chảy tràn	119
3.6 Kết luận chương 3	119
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	121
KẾT LUẬN	121
KIẾN NGHỊ	122
DANH MỤC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN.....	123
PHỤ LỤC	1

DANH MỤC HÌNH

Hình 1-1 Quan hệ giữa thông số ô nhiễm, cường độ mưa và sử dụng đất.....	7
Hình 1-2 Các chất trong dòng chảy mặt với thời gian mưa 3h.....	9
Hình 1-3 Dòng chảy mặt với lượng mưa 33,1 mm và 7 mm.....	11
Hình 1-4 Lưu lượng và chất ô nhiễm trong nước mưa chảy tràn	12
Hình 1-5 Lượng mưa và chất ô nhiễm lưu vực sông Hàn.....	18
Hình 1-6 Đánh giá chất lượng nước bằng phương pháp mô hình hoá.....	24
Hình 2-1 Phạm vi nghiên cứu của lưu vực sông Sài Gòn.....	26
Hình 2-2 Hiện trạng sử dụng đất lưu vực nghiên cứu.....	28
Hình 2-3 Tỷ lệ các nhóm sử dụng đất lưu vực nghiên cứu.....	29
Hình 2-4 Vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn	40
Hình 2-5 Tần suất lấy mẫu nước mưa chảy tràn.....	41
Hình 2-6 Cách lấy mẫu nước mưa chảy tràn	41
Hình 2-7 Bề mặt tiêu lưu vực nhận nước mưa LV1 và LV2	44
Hình 2-8 Sơ đồ các điểm quan trắc trên sông Sài Gòn	46
Hình 2-9 Mạng lưới sông Sài Gòn-Đồng Nai được thiết lập trong Mike 11	52
Hình 2-10 Mạng lưới tính toán chất lượng nước sông Sài Gòn.....	53
Hình 2-11 Mục nước tính toán và thực đo tại trạm Nhà Bè từ 2/4 – 5/4/2014.....	56
Hình 2-12 Mục nước tính toán và thực đo tại trạm Phú An từ 2/4 -5/4/2014	56
Hình 2-13 Mục nước tính toán và thực đo tại trạm Nhà Bè từ 20-25/10/2014	57
Hình 2-14 Mục nước tính toán và thực đo tại trạm Phú An từ 20-25/10/2014	57
Hình 2-15 Kết quả tính toán hiệu chỉnh N-NH ₄ ⁺ và thực đo 05/2014	58
Hình 2-16 Kết quả tính toán hiệu chỉnh N-NO ₃ ⁻ và thực đo 05/2014.....	58
Hình 2-17 Kết quả tính toán hiệu chỉnh BOD ₅ và thực đo 5/2014	59
Hình 2-18 Kết quả tính toán hiệu chỉnh P-PO ₄ ³⁻ và thực đo 5/2014	59
Hình 2-19 Kết quả tính toán kiểm định N-NH ₄ ⁺ và thực đo 7/2014.....	60
Hình 2-20 Kết quả tính toán kiểm định N-NO ₃ ⁻ và thực đo 7/2014	60
Hình 2-21 Kết quả tính toán kiểm định BOD ₅ và thực đo 7/2014.....	61

Hình 2-22 Kết quả tính toán kiểm định PO_4^{3-} và thực đo 7/2014.....	61
Hình 2-23 Biểu đồ phân bố lượng mưa ngày 20/5/2014 và 19/8/2014	63
Hình 3-1 Lượng mưa năm (mm) tại Tân Sơn Hòa (1980-2014)	66
Hình 3-2 Lượng mưa trung bình tháng (mm) tại Tân Sơn Hòa.....	66
Hình 3-3 Quá trình lượng mưa năm (mm) tại Củ Chi 1980-2014.....	67
Hình 3-4 Lượng mưa trung bình tháng (mm) tại Củ Chi (1980-2014).....	67
Hình 3-5 Phân bố lượng mưa trung bình giai đoạn 1980-2014	68
Hình 3-6 Biểu đồ mực nước lớn nhất tháng tại Vũng Tàu	70
Hình 3-7 Biểu đồ mực nước nhỏ nhất tháng tại Vũng Tàu.....	70
Hình 3-8 Diễn biến giá trị pH trên sông Sài Gòn.....	72
Hình 3-9 Biểu đồ diễn biến giá trị TSS sông Sài Gòn 2011-2015.....	73
Hình 3-10 Biểu đồ phân bố kết quả quan trắc TSS 2011-2015	73
Hình 3-11 Diễn biến tỷ lệ vượt chuẩn của TSS sông Sài Gòn 2011-2015	74
Hình 3-12 Diễn biến giá trị DO trên sông Sài Gòn.....	75
Hình 3-13 Biểu đồ phân bố kết quả quan trắc BOD ₅ và COD năm 2011 – 2015..	75
Hình 3-14 Biểu đồ diễn biến giá trị BOD ₅ sông Sài Gòn 2011-2015.....	76
Hình 3-15 Diễn biến tỷ lệ vượt chuẩn thông số BOD ₅ sông Sài Gòn 2011-2015 .	76
Hình 3-16 Biểu đồ diễn biến giá trị COD sông Sài Gòn 2011-2015	77
Hình 3-17 Diễn biến tỷ lệ vượt chuẩn thông số COD sông Sài Gòn 2011-2015...	77
Hình 3-18 Diễn biến tỷ lệ vượt chuẩn của thông số BOD ₅ , COD sông Sài Gòn ..	77
Hình 3-19 Biểu đồ phân bố kết quả quan trắc N-NH ₄ ⁺ , N-NO ₂ ⁻ năm 2011–2015.	78
Hình 3-20 Diễn biến tỷ lệ vượt chuẩn trên sông Sài Gòn 2011 – 2015.....	79
Hình 3-21 Diễn biến thông số N-NH ₄ ⁺ tại các vị trí quan trắc trên sông Sài Gòn.	79
Hình 3-22 Diễn biến giá trị Fe tại các vị trí quan trắc trên sông Sài Gòn.....	80
Hình 3-23 Biểu đồ phân bố kết quả quan trắc Fe năm 2011-2015	81
Hình 3-24 Bảng đồ phân vùng nước mùa khô theo WQI	83
Hình 3- 25 Bảng đồ phân vùng nước mùa mưa theo WQI	84
Hình 3-26 Giá trị pH nước mưa chảy tràn	88
Hình 3-27 Giá trị TSS nước mưa chảy tràn	88

Hình 3-28 Giá trị DO nước mưa chảy tràn	89
Hình 3-29 Giá trị COD nước mưa chảy tràn tại các vị trí.....	90
Hình 3-30 Giá trị N-NH ₄ ⁺ nước mưa chảy tràn	90
Hình 3-31 Giá trị N-NO ₃ ⁻ nước mưa chảy tràn.....	91
Hình 3-32 Giá trị T-N nước mưa chảy tràn tại các vị trí	91
Hình 3-33 Giá trị T-P nước mưa chảy tràn tại các vị trí	92
Hình 3-34 Giá trị Zn nước mưa chảy tràn tại các vị trí.....	92
Hình 3-35 Giá trị riêng và phần trăm tích lũy của phương sai	94
Hình 3-36 Sự phân bố các chỉ tiêu và vị trí lấy mẫu.....	95
Hình 3-37 Biểu đồ hình cây	96
Hình 3-38 Hồ sơ pháp lý về môi trường	99
Hình 3-39 Biến trình TSS, BOD ₅ và dòng chảy mặt từ mưa tại LV1	100
Hình 3-40 Biến trình thông số các chất và dòng chảy mặt từ mưa tại LV1	101
Hình 3-41 Biến trình thông số các chất và dòng chảy mặt từ mưa tại LV2	102
Hình 3-42 Biến trình thông số các chất và dòng chảy mặt từ mưa tại LV2	102
Hình 3-43 Tỷ lệ tải lượng tích lũy/ lưu lượng tích lũy LV1 và LV2	103
Hình 3-44 Tỷ lệ tải lượng tích lũy/ lưu lượng tích lũy LV1 và LV2(tt)	104
Hình 3-45 Kết quả tính toán thủy lực tại trạm Thủ Dầu Một 8/2014	107
Hình 3-46 Kết quả tính toán thủy lực tại trạm Phú An 8/2014.....	107
Hình 3-47 Kết quả tính toán thủy lực tại trạm Nhà Bè 8/2014.....	107
Hình 3-48 Diễn biến giá trị BOD ₅ cho trận mưa 36 mm	108
Hình 3-49 Diễn biến giá trị BOD ₅ cho trận mưa 36 mm (tt)	109
Hình 3-50 Diễn biến giá trị N-NH ₄ ⁺ cho trận mưa 36 mm	111
Hình 3-51 Diễn biến giá trị N-NO ₃ ⁻ cho trận mưa 36 mm.....	112
Hình 3-52 Diễn biến giá trị P-PO ₄ ³⁻ cho trận mưa 36 mm	113
Hình 3-53 Diễn biến giá trị BOD ₅ cho trận mưa 43,3 mm	114
Hình 3-54 Diễn biến giá trị N-NH ₄ ⁺ cho trận mưa 43,3 mm	115
Hình 3-55 Diễn biến giá trị N-NO ₃ ⁻ cho trận mưa 43,3 mm.....	116
Hình 3-56 Diễn biến giá trị P-PO ₄ ³⁻ cho trận mưa 43,3 mm.....	117

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2-1 Sự phân bố KCN có nước thải thải ra sông Sài Gòn.....	35
Bảng 2-2 Hệ số ô nhiễm do vật nuôi thải vào môi trường	36
Bảng 2-3 Tải lượng nước thải do hoạt động chăn nuôi.....	37
Bảng 2-4 Giá trị WQI tương ứng với mức đánh giá chất lượng nước	47
Bảng 3-1 Bảng kết quả chỉ số chất lượng nước sông WQI.....	81
Bảng 3-2 Đặc điểm các trận mưa và số ngày không mưa trước khi mưa	87
Bảng 3-3 Bảng vị trí lấy mẫu và chỉ tiêu chất lượng nước	93
Bảng 3-4 Phân tích các thành phần chính	93
Bảng 3-5 Lưu lượng tính toán thoát nước mưa ở các lưu vực hứng	106
Bảng 3-6 Thống kê đặc trưng mực nước tại một số trạm	106

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

Viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
BOD ₅	Biochemical Oxygen Demand	Nhu cầu oxy sinh hoá
BVMT		Bảo vệ môi trường
COD	Chemical Oxygen Demand	Nhu cầu oxy hoá học
DEM	Digital Elevation Model	Mô hình độ cao số
EPA	Environmental Protection Agency	Cơ quan Bảo vệ môi trường của Mỹ
GIS	Geographic Information System	Hệ thống thông tin địa lý
HEC-HMS	The Hydrologic Modeling System	Hệ thống Mô hình toán thuỷ văn
HSPF	Hydrologic Simulation Program Fortran	Mô hình thuỷ văn sử dụng chương trình Fortran
IWMM	Integrated Waste Management Model	Mô hình quản lý nguồn thải tổng hợp
KCN, CCN		Khu công nghiệp, cụm công nghiệp
QCVN		Quy chuẩn Việt Nam
SWMM	Stormwater Management Model	Mô hình động lực học mô phỏng mưa – dòng chảy cho đô thị
MRC	Mekong River Commission	Ủy hội sông Mê Công quốc tế
TCVN		Tiêu chuẩn Việt Nam
T-N	Total Nitrogen	Tổng nitơ
T-P	Total Phosphorus	Tổng phốt pho
TCXDVN		Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam
TSS	Total Suspended Solids	Tổng chất rắn lơ lửng
WASP	The Water Quality Analysis Simulation Program	Chương trình mô phỏng phân tích chất lượng nước
WQI	Water Quality Index	Chỉ số chất lượng nước

MỞ ĐẦU

Đối với mỗi con sông, mỗi hệ thống sông, mọi hoạt động dân sinh, kinh tế trên bề mặt lưu vực đều có tác động trực tiếp hoặc gián tiếp đến chất lượng nước. Bởi vậy để duy trì chất lượng nước sông và ngăn ngừa ô nhiễm, vấn đề đặt ra là phải tăng cường quản lý các hoạt động có xả nước thải trên lưu vực. Có hai nguồn thải tác động trên lưu vực sông, đó là nguồn thải điểm và nguồn thải phân tán. Chất lượng nước sông luôn bị chi phối bởi hai nguồn này. Tuy nhiên, tùy vào từng lưu vực cụ thể mà mức độ của những chi phối này khác nhau. Do đó, việc đánh giá chính xác mức độ ảnh hưởng của từng nguồn thải tới chất lượng nước sông được các nhà quản lý, các nhà khoa học rất quan tâm. Từ đó có thể nhận diện chính xác nguyên nhân làm suy thoái chất lượng nước sông và đề xuất được những giải pháp kiểm soát nguồn thải phù hợp.

1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA NGHIÊN CỨU

Nước là một nguồn tài nguyên vô cùng quan trọng và cần thiết cho phát triển kinh tế xã hội của con người. Tuy nhiên, quá trình đô thị hoá, công nghiệp hoá và sự gia tăng dân số đã tác động mạnh mẽ và làm suy giảm tài nguyên nước của các lưu vực sông, khiến cho tình trạng thiếu nước đang dần trở thành phổ biến và nghiêm trọng tại nhiều nước trên thế giới trong đó có nước ta. Sự phát triển kinh tế xã hội trên lưu vực sẽ bị đe dọa nếu tài nguyên nước bị suy thoái. Điều đó cho thấy bảo vệ tài nguyên nước các lưu vực sông là tiền đề cho sự phát triển kinh tế xã hội một cách bền vững.

Sông Sài Gòn là một trong những lưu vực sông nằm ở vùng Đông Nam Bộ của nước ta, có tiềm năng nguồn nước rất phong phú. Mô đun dòng chảy trung bình toàn lưu vực hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai khoảng 25 l/s.km². Nguồn nước sông Sài Gòn đang được khai thác và sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau trong đó có vai trò cung cấp nước sinh hoạt cho hàng triệu người dân. Tốc độ đô thị hoá, công nghiệp hoá nhanh, số lượng các khu công nghiệp, nhà máy, xí nghiệp tăng lên cùng với sự tăng dân số ở khu vực này đã làm tăng thêm áp lực đối với nguồn nước. Sự phát triển đô thị với quy mô lớn dẫn đến tình trạng gia tăng bê tông hóa, làm giảm khả năng thấm của bề mặt và hạn chế nguồn nước bổ sung nước dưới đất, tăng

nguồn chảy tràn khiến ngập lụt thường xuyên xảy ra trong thành phố sau những cơn mưa lớn kết hợp với triều. Bên cạnh đó, dòng chảy tràn khi mưa chảy qua mặt đệm sẽ cuốn trôi và vận chuyển theo các chất thải, các chất ô nhiễm và làm tăng ô nhiễm nguồn nước sông ở khu vực hạ lưu, nhất là đoạn sông chảy qua thành phố Hồ Chí Minh ra đến cửa sông. Tình trạng này đã gây khó khăn cho sự phát triển bền vững của thành phố Hồ Chí Minh và dân cư ở khu vực hạ lưu.

Trong bối cảnh trên, nghiên cứu cơ sở khoa học và đề xuất các giải pháp từng bước khắc phục giảm thiểu ô nhiễm là cần thiết, góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội, phát triển bền vững tài nguyên nước trên lưu vực sông Sài Gòn. Do đó, luận án: “*Nghiên cứu ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước mặt sông Sài Gòn*” do nghiên cứu sinh thực hiện kỳ vọng cung cấp những căn cứ khoa học về tài nguyên nước mưa phục vụ bảo vệ tài nguyên nước sông phù hợp với tình hình và điều kiện của lưu vực, ngăn chặn suy thoái và phục hồi nguồn nước, đảm bảo phát triển bền vững.

2. MỤC TIÊU CỦA NGHIÊN CỨU

Đánh giá hiện trạng chất lượng nước sông, các nguồn thải ở hạ lưu sông Sài Gòn.

Đánh giá ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước mặt ở hạ lưu sông Sài Gòn.

Đề xuất giải pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường nước sông do ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn.

3. PHẠM VI VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Phạm vi nghiên cứu: Khu vực hạ lưu sông Sài Gòn (từ sau hồ Dầu Tiếng đến ngã ba Mũi Đèn Đỏ) có chiều dài khoảng 280 km đi qua các tỉnh Tây Ninh, Bình Dương và thành phố Hồ Chí Minh cùng toàn bộ hệ thống sông, rạch cũng như các cơ sở hạ tầng là phạm vi không gian của nghiên cứu.

Đối tượng nghiên cứu: Đối tượng nghiên cứu chính trong luận án là nguồn nước mưa chảy tràn và chất lượng nước sông Sài Gòn.

Nội dung nghiên cứu:

- a) Nghiên cứu tổng quan về nguồn nước mưa chảy tràn và chất lượng nước sông.
- b) Nghiên cứu nguồn nước mưa chảy tràn và đặc trưng dòng chảy mặt tại một số tiểu lưu vực.
- c) Đánh giá hiện trạng chất lượng nước mặt hạ lưu sông Sài Gòn.
- d) Ứng dụng công cụ mô hình, mô phỏng để nghiên cứu chất lượng nước khi mưa phân hạ lưu sông Sài Gòn.

4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các phương pháp nghiên cứu được sử dụng trong luận án gồm:

Phương pháp thu thập, phân tích tổng hợp, kế thừa các số liệu, tài liệu nhằm cung cấp đầu vào cho các đánh giá, phân tích, tính toán;

Phương pháp quan trắc, lấy mẫu tại hiện trường và phân tích mẫu tại phòng thí nghiệm để đánh giá chất lượng nguồn nước mưa chảy tràn, nước sông;

Phương pháp phân tích thống kê được áp dụng để đánh giá chất lượng nguồn nước mưa chảy tràn;

Phương pháp mô hình toán được áp dụng để đánh giá mức độ ô nhiễm nguồn nước.

5. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA NGHIÊN CỨU

Xây dựng được cơ sở khoa học cho việc đánh giá ảnh hưởng của nguồn nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước sông Sài Gòn.

Đánh giá đặc điểm của nước mưa chảy tràn, chất lượng nước sông trong luận án này có thể được sử dụng trong việc đánh giá tác động môi trường đến các công trình kinh tế xã hội cho khu vực nghiên cứu.

Cách tiếp cận nghiên cứu tổng hợp của các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng nước sông trong luận án có thể áp dụng cho các lưu vực sông khác tại Việt Nam và trên thế giới trong những điều kiện tương tự.

6. ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

Kết quả khảo sát, phân tích dòng chảy mặt do mưa cho thấy diễn biến về tải lượng chất ô nhiễm của nước mưa chảy tràn theo thời gian mưa tại các lưu vực khác nhau. Đối với trận mưa đặc trưng, dòng chảy mặt ở thời gian đầu của trận mưa (khoảng 1/3 tổng lượng dòng chảy) trên khu vực dân cư và cụm công nghiệp mang trên 50% tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm (TSS, BOD₅ và P-PO₄³⁻). Trong khi đó, dòng chảy mặt do mưa trên khu vực đất nông nghiệp chỉ mang khoảng 30% tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm.

Kết quả mô phỏng tính toán từ mô hình cho thấy ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước sông Sài Gòn. Đối với trận mưa đầu mùa (R=36 mm, từ 20-21/05/2014) và giữa mùa mưa (R=43,3mm, từ 18-19/08/2014), nồng độ các chất ô nhiễm trên sông tại các hợp lưu gia tăng kể từ khi bắt đầu mưa và đạt giá trị cực đại (Cmax) vào phút thứ 240 – 270 phút (khoảng 4 – 4giờ 30 phút). Sau đó, các chất ô nhiễm trong nước sông tiếp tục khuếch tán và giảm dần từ phút thứ 240 trở về sau (khoảng 4 - 10 giờ). Dưới tác động của thủy triều trong sông, thời gian đạt giá trị cực đại (Cmax) của các chất ô nhiễm không phụ thuộc vào độ trễ pha hay sớm pha so với lưu lượng cực đại (Qmax) của nước sông.

7. CẤU TRÚC CỦA LUẬN ÁN

Chương 1 trình bày nghiên cứu tổng quan nước mưa chảy tràn và ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước sông. Tổng quan về các phương pháp khảo sát thực địa, thực nghiệm và phân tích tại phòng thí nghiệm cũng như các mô hình, mô phỏng thường được sử dụng trong các nghiên cứu chất lượng nước sông trên thế giới và trong nước.

Chương 2 trình bày các phương pháp nghiên cứu nguồn nước mưa chảy tràn và chất lượng nước sông. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm hình thành dòng chảy mặt khi mưa tại các tiểu lưu vực và chất lượng nước sông. Quy trình xây dựng bộ cơ sở dữ liệu, cũng như quá trình hiệu chỉnh, kiểm định mô hình phục vụ đánh giá ảnh hưởng của nguồn nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước sông.

Chương 3 trình bày các phân tích và đánh giá đặc trưng nguồn nước mưa chảy tràn và chất lượng nước sông. Phân tích và đánh giá đặc trưng dòng chảy mặt

và mô phỏng chất lượng nước sông Sài Gòn khi mưa. Đề xuất các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường nước sông do ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN NƯỚC MƯA CHẢY TRÀN VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC MƯA CHẢY TRÀN ĐẾN CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG

1.1 Nước mưa chảy tràn qua các bề mặt đệm

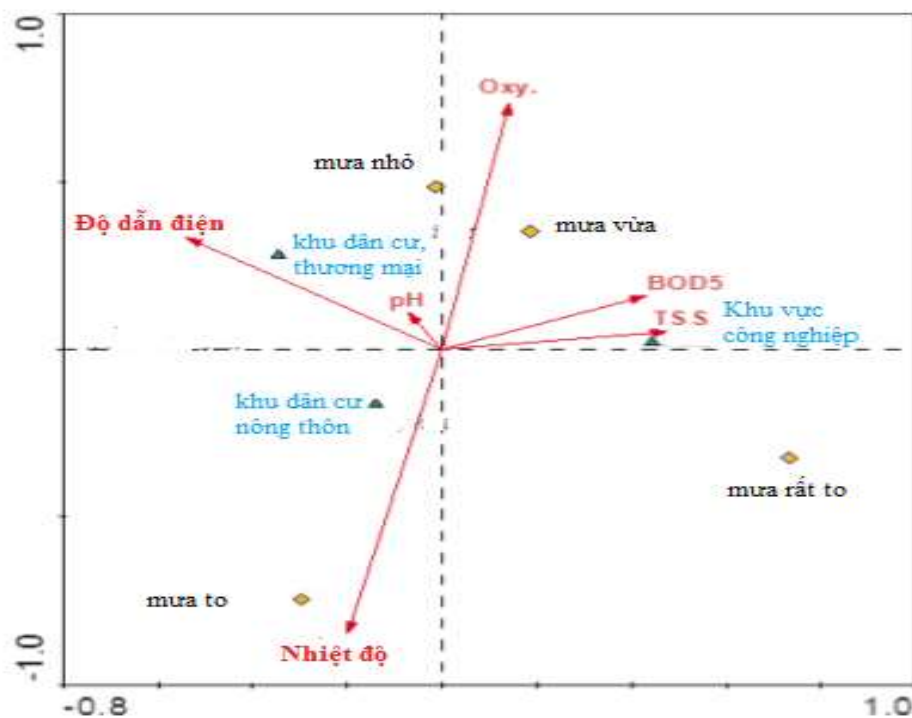
Vấn đề nguồn nước và mức độ đô thị hoá có mối quan hệ đối lập từ rất lâu. Gần đây, mật độ dân số tăng nhanh ở đô thị dẫn đến nhu cầu sử dụng nước sạch và phát sinh nguồn nước thải rất lớn. Nguồn ô nhiễm từ các nguồn thải do các hoạt động kinh tế xã hội ở các đô thị (nước thải đô thị không qua xử lý, nước thải công nghiệp) đã tác động tiêu cực đến chất lượng nước của các con sông ở hạ nguồn. Ngoài ra, nguồn ô nhiễm phân tán trên khu vực thượng nguồn cũng ảnh hưởng đến chất lượng nước ở phần hạ lưu [56], [63]. Trong những thập niên gần đây, hệ thống công thoát nước đô thị của các thành phố, cùng với lưu lượng nước thải chưa qua xử lý và dòng chảy mặt do mưa không ngừng tăng. Để quản lý và xử lý nước mưa chảy tràn, điển hình như chính quyền thành phố Poznan, Ba Lan triển khai chương trình tính thuế nước mưa chảy tràn từ cống rãnh ra sông, cách tính thuế được xác định từ diện tích mái hứng của ngôi nhà (khoảng 0,03 USD/m³ mái hứng) [50].

Các nghiên cứu nguồn nước mưa chảy tràn, đều tập trung nghiên cứu đặc điểm nguồn nước mưa chảy tràn chảy qua các loại hình sử dụng đất khác nhau (khu vực dân cư, khu thương mại, khu công nghiệp, đường cao tốc, bãi đậu xe, đường giao thông, mái nhà hay mái hứng nước mưa...) [31], [33], [34], [35], [59].

Tại Malaysia đã nghiên cứu đặc điểm nước mưa chảy tràn trên các bề mặt đệm khác nhau từ nhiều trận mưa [37]. Các nghiên cứu chủ yếu tập trung nghiên cứu đặc điểm nguồn nước mưa chảy tràn thuần túy không lẫn các nguồn thải khác như nguồn nước thải sinh hoạt hay nước thải công nghiệp. Các phương pháp lấy mẫu và phân tích dựa vào tiêu chuẩn quan trắc nước mưa của Mỹ [76]. Các thí nghiệm nhằm nghiên cứu ảnh hưởng nguồn ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn trên bề mặt đệm dựa trên cơ sở đánh giá các thông số: tổng lượng mưa, thời gian mưa, cường độ mưa, tổng diện tích bề mặt hứng, diện tích đất không thấm, chất lượng nước mưa chảy tràn trên bề mặt đệm. Các nghiên cứu này đã chứng minh rằng thông số ô nhiễm trung bình của chất rắn lơ lửng (TSS) và nhu cầu oxy hóa học (COD) của các trận mưa từ các tuyến đường giao thông đô thị cao hơn nhiều so với

đường giao thông nông thôn và cao hơn khu vực dân cư, khu vực thương mại, các mái hứng có kết cấu là bê tông, mái tôn, và các khu vực khuôn viên trường học.

Ví dụ cụ thể như kết quả nghiên cứu tại thành phố Poznan (Poland), Hình 1-1 thể hiện thông số ô nhiễm BOD₅ và TSS có mối quan hệ mật thiết với nhau và có trong nước mưa chảy tràn ở khu vực công nghiệp. Nguyên nhân do phần lớn diện tích bề mặt đệm của khu công nghiệp là bề mặt không thấm, dẫn đến một lượng lớn các chất rắn lơ lửng, chất ô nhiễm hữu cơ cuốn theo dòng chảy mặt khi mưa ra kênh, sông. Cả hai thông số ô nhiễm BOD₅ và chất rắn lơ lửng phụ thuộc rất nhiều vào cường độ mưa của trận mưa, đặc biệt là các trận mưa vừa mà dòng chảy mặt khi mưa cuốn theo các chất rắn hữu cơ ra kênh, sông. Trong khi đó, nhiệt độ và nồng độ oxy hoà tan trong nước mưa chảy tràn có mối quan hệ đối ngược nhau, khi nồng độ oxy trong nước mưa chảy tràn giảm thì nhiệt độ của nước mưa chảy tràn tăng [38], [60].



Hình 1-1: Quan hệ giữa thông số ô nhiễm, cường độ mưa và sử dụng đất [38], tr.6799

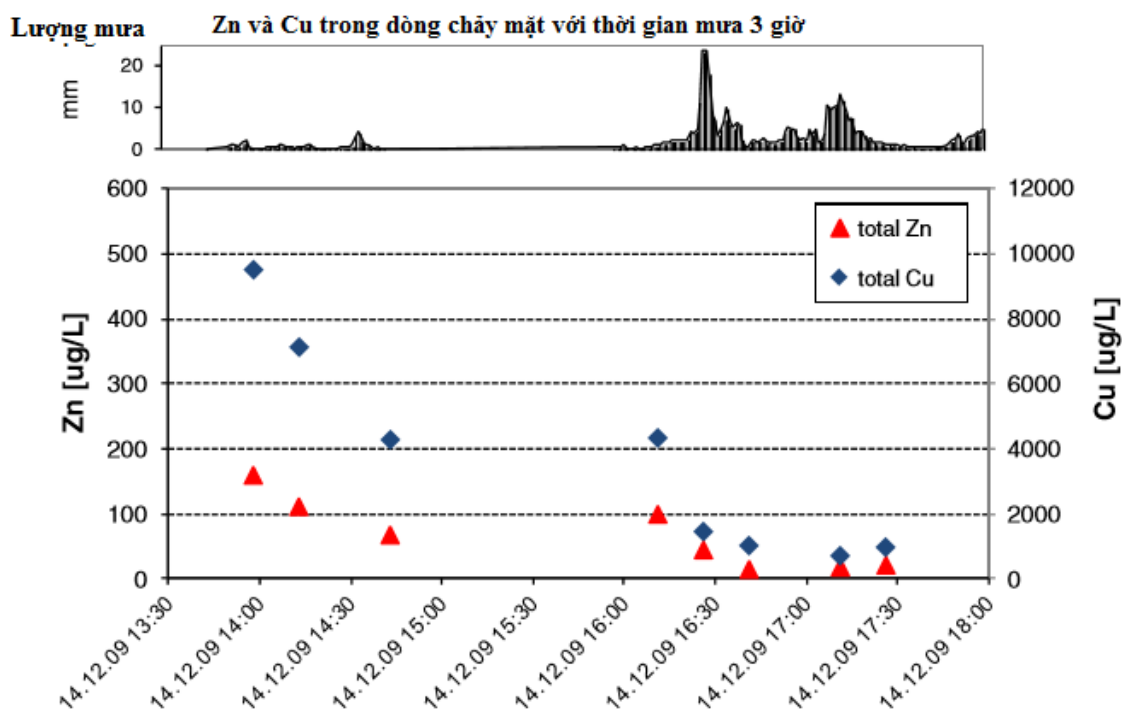
Tại Trung Quốc, cũng có nhiều nghiên cứu đặc điểm nước mưa chảy tràn chảy trên các bề mặt đệm với những mục đích sử dụng đất khác nhau (đường giao

thông đô thị, đường giao thông nông thôn, khu đô thị, mái hứng bằng xi-măng, mái hứng bằng tôn, sân trường học). Những nghiên cứu này được thực hiện tại các trung tâm thương mại hay các thành phố lớn như Trùng Khánh, Thẩm Quyển, Ma-cau và đã bước đầu có những kết quả nhất định [48], [51], [72]. Cụ thể như, kết quả đánh giá chất lượng nước mưa chảy tràn tại thành phố Trùng Khánh cho thấy thông số ô nhiễm trung bình của T-P và N-NH₄⁺ từ các tuyến đường giao thông đô thị và khu vực thương mại có giá trị dao động từ 2,35 mg/l đến 5 mg/l và cao gấp 3 lần so với tiêu chuẩn đối với chất lượng nước mặt của Trung Quốc (tiêu chuẩn GB 3838-2002). Nồng độ trung bình của các kim loại nặng như Fe, Pb và Cd cũng cao hơn nhiều so với giá trị tiêu chuẩn nước mặt. Các kết quả này cũng đã chứng minh thông số ô nhiễm từ các chất hữu cơ, kim loại nặng có trong nước mưa chảy tràn ở khu vực đô thị cao hơn ở khu vực nông thôn [62], [65].

Tại Mỹ, các kết quả nghiên cứu chất lượng nước mưa chảy tràn từ đường cao tốc ở tiểu bang California (2000-2003), cũng cho kết quả tương tự. Thông số ô nhiễm trung bình các chất hữu cơ như (TSS, TDS, TOC, DOC), các kim loại nặng (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, và Zn) và chất dinh dưỡng (N-NO₃⁻, T-N, T-P, và ortho-P) có trong nước mưa chảy tràn ở đường cao tốc cao hơn so đường ngoại ô. Thông số ô nhiễm trung bình Pb có trong nước mưa chảy tràn ở đường cao tốc trong những năm 1990 cao hơn nhiều so với hiện nay. Nghiên cứu đã chứng minh rằng thông số ô nhiễm Pb trong nước mưa chảy tràn giảm là do chính quyền bang California đã loại bỏ xăng pha chì được sử dụng trong giao thông [55].

Tại New Zealand, nồng độ các kim loại nặng trong nước mưa chảy tràn cũng được quan tâm quan trắc, giám sát khi nước mưa đã qua mái hứng hay mái tôn mà các mái hứng này có cấu tạo thường bằng hợp kim tráng kẽm. Các kim loại nặng độc hại đối với hệ sinh thái như Zn, Cu, Pb có trong nước mưa chảy tràn, đặc biệt khi nó ở dạng hoà tan trong nước (Brown and Peake, 2006). Nồng độ Cu trong nước mưa chảy tràn có nguồn gốc từ hệ thống phanh hãm của các phương tiện vận tải, trong khi đó Zn có nguồn gốc từ lớp xe và mái tôn cũ (Davie, 2001; Shedden, 2007). Hình 1-2 thể hiện thông số ô nhiễm kim loại nặng Cu và Zn có trong nước mưa chảy tràn tại khu vực của con sông Okeover, Newzealand (12/2009). Nồng độ thông số ô

nhễm của Cu vào khoảng 9.500 $\mu\text{g/l}$ (thời gian bắt đầu mưa) và giảm xuống 950 $\mu\text{g/l}$ (sau 3 giờ mưa), cao gấp 530 lần đến 5300 lần so với tiêu chuẩn đối với chất lượng nước mặt cho thủy sinh.



Hình 1-2: Các chất trong dòng chảy mặt với thời gian mưa 3h [61], tr.907

Tại Hàn Quốc, các nghiên cứu tương tự của thành phố Tacjon và Chongju cũng đã chứng minh rằng tải lượng ô nhiễm của nước mưa chảy tràn tại các khu vực khác nhau thì có mức độ ô nhiễm khác nhau. Mức độ ô nhiễm được sắp xếp theo thứ tự theo khu vực như sau: khu vực tập trung có mật độ dân cư cao có tải lượng ô nhiễm lớn hơn so với khu vực có mật độ tập trung dân cư thấp; lớn hơn so với khu vực công nghiệp, và lớn hơn so với các khu vực nông thôn [50], [52], [69]. Các kết quả trên cho thấy có sự tương quan giữa thông số ô nhiễm trung bình các chất ô nhiễm trong nước mưa chảy tràn và bề mặt đệm sử dụng đất ở các trận mưa.

Nhìn chung, các kết quả nghiên cứu trên chỉ mang tính đánh giá so sánh các thông số ô nhiễm trung bình của nước mưa chảy tràn giữa các khu vực với các mục đích sử dụng đất khác nhau. Các nghiên cứu chủ yếu sử dụng phương pháp khảo sát, lấy mẫu và phân tích mẫu nước mưa chảy tràn để đánh giá các chất ô nhiễm có trong nước mưa chảy tràn trên các bề mặt đệm khác nhau. Tuy nhiên, các nghiên cứu tập trung đánh giá hiện trạng chất lượng nước mưa chảy tràn nhưng chưa mô tả

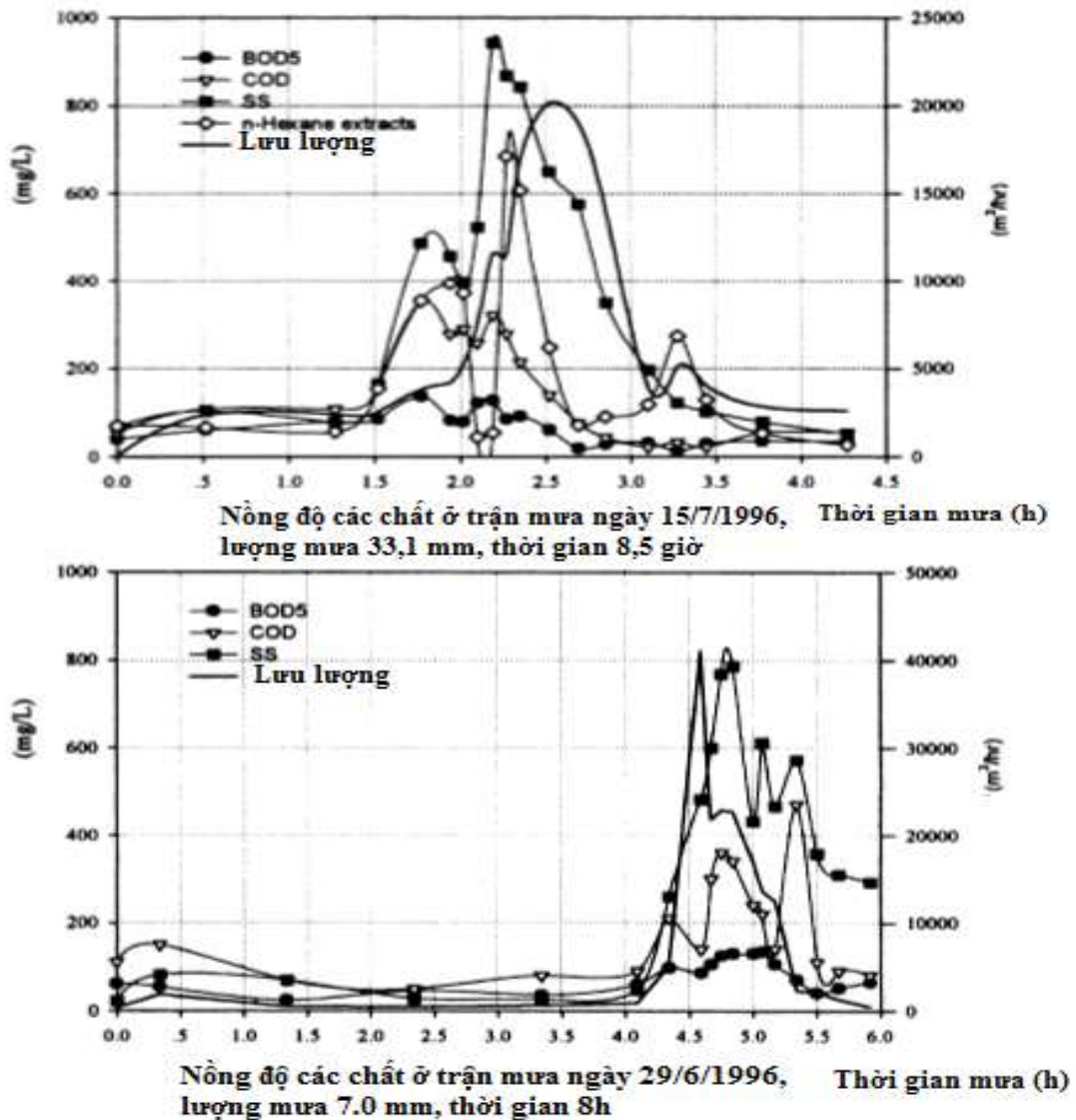
đặc tính và tính chất động biến đổi liên tục theo thời gian của các yếu tố mưa, nguồn thải cũng như tính liên kết của các nguồn ô nhiễm khác (nguồn thải dân cư, nông nghiệp, công nghiệp...) ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt. Dựa vào các nghiên cứu về nước mưa chảy tràn, tác giả kế thừa phương pháp điều tra khảo sát, quan trắc tại hiện trường, phân tích mẫu tại phòng thí nghiệm để đánh giá chất lượng nguồn nước mưa chảy tràn qua các mặt đệm khác nhau.

1.2 Đánh giá chất lượng nước sông

Chất lượng nước sông bị tác động và ảnh hưởng bởi nhiều nguồn ô nhiễm khác nhau. Trong đó, việc nghiên cứu chất lượng nước sông bị ảnh hưởng bởi nguồn nước mưa chảy tràn được nhiều nhà khoa học quan tâm. Trong những năm qua đã có nhiều nghiên cứu liên quan đến các nguồn thải ô nhiễm trong đó có nước mưa chảy tràn tại các lưu vực sông.

Trên thế giới từ những năm 1960, các tổ chức thế giới, các nhà khoa học đã bắt đầu nhận ra nguồn nước mưa chảy tràn ở khu vực đô thị là một trong những nguồn ô nhiễm chủ yếu ảnh hưởng đến chất lượng nước sông. Nguồn ô nhiễm từ các chất thải rắn trên đường phố hay các vật chất lắng đọng trên bề mặt đệm là một trong những nguyên nhân dẫn đến ô nhiễm nguồn nước mưa chảy tràn. Do đó, tại các nước phát triển như Mỹ, Châu Âu và một số nước phát triển ở Châu Á như Nhật, Singapore rất quan tâm đến nguồn nước mưa chảy tràn, các đô thị lớn đã xây dựng tách biệt hệ thống thu gom nước mưa và các nguồn nước thải đô thị nhằm quản lý chất lượng nguồn thải trước khi đổ ra sông [64], [66]. Nguồn nước mưa chảy tràn tại các đô thị, những nơi chưa có nhà máy xử lý nước thải tập trung, chưa có hệ thống thu gom tách biệt giữa nước mưa chảy tràn và các nguồn nước thải khác luôn là thách thức đối với các nhà quản lý môi trường. Nước thải sinh hoạt và nước mưa chảy tràn cùng chảy vào hệ thống cống thu gom chung tạo thành dòng chảy mặt và đưa ra ao, hồ sau đó chảy ra các kênh, rạch, sông [42], [44], [46].

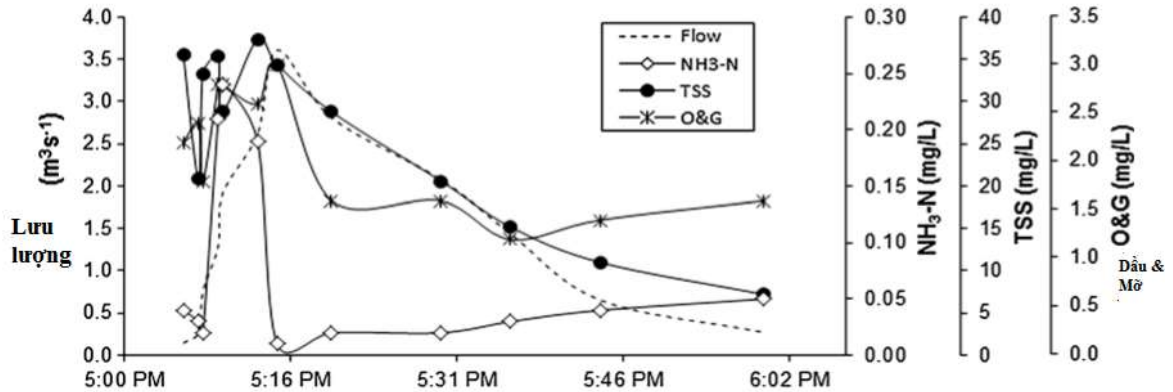
Tại Hàn Quốc, các kết quả nghiên cứu đặc điểm dòng chảy mặt khi mưa tại 09 nhánh sông ở thành phố Teejin và Chongju (1995-2007) đã chứng minh rằng các thông số ô nhiễm trong dòng chảy mặt ở thời đoạn đầu trận mưa thường cao hơn so với các giai đoạn tiếp theo (Hình 1-3; Hình 1-4) [43].



Hình 1-3: Dòng chảy mặt với lượng mưa 33,1 mm và 7 mm [30], pp.1775

Các kết quả nghiên cứu cho thấy các chất ô nhiễm đạt giá trị cực đại (C_{max}) thường xảy ra trước lưu lượng dòng chảy mặt đạt giá trị cực đại (Q_{max}) (Hình 1-3), nguyên nhân do giai đoạn đầu của trận mưa, nước mưa chảy tràn kéo các chất ô nhiễm từ đường phố, cống rãnh theo dòng chảy mặt ra sông. Nghiên cứu khác tại khu vực dân cư quận Bahru, Malaysia của trận mưa ngày 15/5/2009 cũng cho kết quả tương tự. Kết quả phân tích nước mưa chảy tràn cho thấy đặc trưng của lưu lượng và các chất ô nhiễm trong nước mưa chảy tràn (Hình 1-4), giá trị cực đại của chất ô nhiễm $N-NH_3^-$ và TSS trong nước mưa chảy tràn thường xảy ra trước lưu lượng cực đại (Q_{max}), trong khi đó dầu mỡ thì xảy ra đồng thời với lưu lượng nước mưa

chảy tràn. Do đó, nước mưa chảy tràn ở khu vực đô thị ở giai đoạn đầu của trận mưa và chưa xử lý là một trong những nguyên nhân dẫn đến giảm chất lượng nước sông.



Hình 1-4: Lưu lượng và chất ô nhiễm trong nước mưa chảy tràn [36], pp.4052

Tại Việt Nam, nhà nước đã quan tâm và dành nhiều kinh phí cho các đề tài, dự án quản lý và bảo vệ tài nguyên, môi trường tại các lưu vực sông, nhằm thực hiện chiến lược bảo vệ tài nguyên nước bền vững.

Nhiều đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà Nước và cấp Bộ về nghiên cứu xây dựng cơ sở khoa học cho quản lý bảo vệ tài nguyên, môi trường các lưu vực sông lớn đã được các cơ quan nghiên cứu như các Viện nghiên cứu, Trường đại học thực hiện đã tạo ra những cơ sở khoa học ban đầu cho quản lý tài nguyên nước và bảo vệ môi trường lưu vực sông như: vùng Tây nguyên có đề tài “Nghiên cứu xây dựng cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp bảo vệ và sử dụng hợp lý tài nguyên nước vùng Tây Nguyên” [15]; trên lưu vực sông Hồng có đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học và giải pháp công nghệ để phát triển bền vững lưu vực sông Hồng” [26] hay đề tài “Nghiên cứu xác định dòng chảy môi trường lưu vực sông Hồng – sông Thái Bình, đề xuất các giải pháp duy trì môi trường phù hợp với các yêu cầu phát triển bền vững tài nguyên nước trên lưu vực sông Hồng - Thái Bình” [27]; trên lưu vực sông Ba có đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học và kinh nghiệm thực tiễn quản lý tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Ba” [6], hay đề tài: “Nghiên cứu cơ sở khoa

học và phương pháp tính toán ngưỡng khai thác sử dụng nước và dòng chảy môi trường lưu vực sông Ba và sông Trà Khúc” [7]; trên lưu vực sông Lô có đề tài KC.08.27 “Nghiên cứu giải pháp khai thác và sử dụng hợp lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai lưu vực sông Lô – sông Chảy” [24]. Rất nhiều kết quả nghiên cứu về quản lý bảo vệ tài nguyên, môi trường lưu vực sông đã được thực hiện trong thời gian vừa qua. Tuy nhiên, việc áp dụng các kết quả nghiên cứu để quản lý bảo vệ tài nguyên, môi trường các lưu vực sông nhìn chung còn ít và chưa thấy rõ hiệu quả.

Về quản lý, để ngăn chặn tình trạng suy thoái cạn kiệt và ô nhiễm nguồn nước đang xảy ra vô cùng nghiêm trọng trên ba lưu vực sông Cầu, sông Nhuệ - Đáy và lưu vực Sài Gòn - Đồng Nai, nhà nước đã thực hiện ba đề án tổng thể bảo vệ môi trường của ba lưu vực sông này với nguồn vốn đầu tư rất lớn nhằm đáp ứng mục tiêu đến năm 2020 sẽ khắc phục được tình trạng ô nhiễm nước của các lưu vực sông nói trên, đưa chất lượng nước sông đạt tiêu chuẩn loại B. Hiện nay cả ba lưu vực sông này đã thành lập được Ủy ban Bảo vệ môi trường của từng lưu vực. Trên lưu vực sông Nhuệ - Đáy, chính quyền của năm tỉnh có dòng sông đi qua đã chủ động xây dựng cơ chế, chính sách và kế hoạch triển khai đề án của từng địa phương mình. Mặc dù đã thành lập được một số Ban quản lý quy hoạch lưu vực sông và Ủy ban bảo vệ môi trường lưu vực sông nhưng hiệu quả thu được còn hạn chế, do mô hình các cơ quan quản lý lưu vực sông nói trên chưa phù hợp với tình hình và điều kiện đặc thù của lưu vực [3] [29].

Trên lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai trong những năm qua cũng đã triển khai thực hiện các chương trình quan trắc chất lượng nước nhằm bảo vệ môi trường lưu vực hệ thống sông. Cụ thể, Trung tâm Quan trắc Môi trường, Tổng cục Môi trường đã và đang triển khai chương trình quan trắc môi trường nước sông Sài Gòn - Đồng Nai với 45 điểm quan trắc chất lượng nước mặt với tần suất quan trắc hàng quý. Hơn nữa, Chi cục Bảo vệ Tài nguyên Môi trường, Sở Tài nguyên và Môi trường của thành phố và các tỉnh cũng triển khai các chương trình đo đạc thủy văn và quan trắc chất lượng nước ở nhiều điểm trên nhiều sông và kênh rạch với tần suất khá cao [2].

Ngoài các chương trình quan trắc chất lượng nước trên lưu vực nghiên cứu, đã có nhiều đề tài nghiên cứu khoa học nghiên cứu và được nhiều nhà khoa học của nhiều cơ quan nghiên cứu, các Viện nghiên cứu khoa học, các Trường Đại học thực hiện trên lưu vực sông này. Các đề tài phân vùng chất lượng nước như: “Nghiên cứu phân vùng chất lượng nước theo các chỉ số chất lượng nước (WQI) và đánh giá khả năng sử dụng các nguồn nước sông, kênh, rạch ở vùng thành phố Hồ Chí Minh” [20] [21] hay đề tài: “Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS kết hợp với mô hình toán và chỉ số chất lượng nước phục vụ công tác quản lý kiểm soát chất lượng nước hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai” [13]. Các kết quả nghiên cứu của các đề tài [20], [21], [13] chủ yếu tập trung đánh giá chất lượng nguồn nước mặt sông Sài Gòn theo dọc chiều dài sông. Nghiên cứu [20] đã xác định rõ sự phân bố các vùng nước bị nhiễm mặn, bị axit hoá, bị ô nhiễm do các chất hữu cơ, dinh dưỡng, dầu mỡ và vi sinh. Bằng việc lựa chọn 10 thông số đặc trưng vận dụng và cải biến các mô hình WQI của Ấn Độ và Hoa Kỳ. Đề tài [20] đã xây dựng và phân vùng chất lượng nước mặt phù hợp cho môi trường nước sông Sài Gòn, và đánh giá khả năng sử dụng nước của từng vùng chất lượng nước. Tuy nhiên, trong các nghiên cứu này, các tác giả chủ yếu xem xét đánh giá hiện trạng chất lượng nước tập trung vào các chỉ tiêu ô nhiễm đặc thù như Fe, Mn, N-NH₄⁺ và một số chỉ tiêu khác, chưa phân tích chi tiết các nguồn thải ô nhiễm, đặc biệt là nguồn nước mưa chảy tràn ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt như thế nào.

Đánh giá tải lượng ô nhiễm trên lưu vực sông có các đề tài như: “Nghiên cứu tính toán tổng tải lượng tối đa ngày phục vụ xây dựng hạn mức xả thải trên sông Sài Gòn” [14]; đề tài “Môi trường lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai [19]; đề tài “Tính toán tải lượng ô nhiễm lên hệ thống sông Sài Gòn – Đồng Nai” [17]; hay đề tài “Điều tra thống kê và lập danh sách các nguồn thải gây ô nhiễm đối với lưu vực hệ thống sông Sài Gòn Đồng Nai, 2005” [25]. Các đề tài tập trung nghiên cứu hiện trạng và diễn biến ô nhiễm trên sông Sài Gòn – Đồng Nai. Các kết quả nghiên cứu chủ yếu tính toán tải lượng ô nhiễm để ban hành các tiêu chuẩn nước thải phục vụ cho quản lý các nguồn thải dạng nguồn điểm. Dự báo khả năng gia tăng ô nhiễm nước sông và các biện pháp khắc phục ô nhiễm cũng như đề xuất về mặt kỹ thuật và

công nghệ đảm bảo an toàn cho các nhà máy cấp nước trên lưu vực sông. Ngoài ra, các nghiên cứu còn đánh giá hiện trạng việc chấp hành Luật Bảo vệ Môi trường đối với các doanh nghiệp và các hộ gia đình trên lưu vực sông và đề ra các giải pháp. Tuy nhiên, trong các nghiên cứu chưa tập trung vào tính toán tải lượng ô nhiễm là các nguồn ô nhiễm phân tán như nguồn ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn.

Đánh giá các yếu tố khí tượng, thủy văn và chất lượng nước [10], [11], [12], các đề tài này đã tiến hành khảo sát thực tế, đánh giá được đặc điểm mưa và tình hình quản lý tài nguyên nước mưa tại thành phố Hồ Chí Minh. Các kết quả phân tích đánh giá yếu tố tác động đến tài nguyên nước mưa bao gồm: ảnh hưởng của quá trình đô thị hoá và biến đổi khí hậu toàn cầu đến phân bố mưa khu vực thành phố Hồ Chí Minh; ảnh hưởng không khí đến chất lượng nước mưa và tình hình mưa axit; đánh giá những thách thức về cấp nước, tính toán cân bằng nước, đề xuất các nhóm giải pháp công trình nhằm tăng cường thu và sử dụng nước mưa. Các kết quả chủ yếu phân tích các yếu tố mưa, triều và tổ hợp tác động của hai yếu tố này quyết định rất nhiều đến tình hình ngập, làm vấn đề ngập ngày càng phức tạp hơn, do mỗi yếu tố vận hành theo cơ chế riêng trên nền mặt đệm đang có sự phát triển trên quy mô lớn liên quan đến nhiều sông rạch tự nhiên. Tuy nhiên, các kết quả tập trung vào đánh giá, phân tích và mô phỏng mối tương quan giữa mưa và dòng chảy tràn gây ngập nhưng chưa nghiên cứu đến chất lượng cũng như đặc điểm của nguồn nước mưa chảy tràn. Nghiên cứu nguồn nước mưa chảy tràn nhưng chủ yếu nghiên cứu về lượng hơn là về chất. Do đó, trong nghiên cứu này sẽ tập trung làm rõ đặc điểm chất lượng của nguồn nước mưa chảy tràn.

1.3 Ứng dụng mô hình trong đánh giá chất lượng nước sông

Trên thế giới, nghiên cứu đánh giá chất lượng nước sông đã có nhiều công trình nghiên cứu và được phân theo các hướng nghiên cứu khác nhau như quan trắc, phân tích chất lượng nước, sử dụng mô hình tính [68], [70], [71]. Hiện nay, ngoài nghiên cứu chất lượng nước bằng phương pháp truyền thống như quan trắc, phân tích đánh giá chất lượng môi trường nước còn có nhiều công trình nghiên cứu kết hợp giữa quan trắc, thực nghiệm với mô hình toán hiện đại [41].

Các mô hình chất lượng nước là những mô hình có thể mô phỏng các chất ô nhiễm trong nước của hệ thống sông [40], [45]. Mô phỏng thường được thực hiện trên cơ sở của chuyển động nước và bùn, phát tán và các quá trình hóa học [31], [57]. Trong lĩnh vực mô hình hóa, ngay từ những năm 1930, các nhà khoa học đã cố gắng tìm hiểu mối quan hệ giữa yếu tố vật chất trong quá trình chuyển động và đã thành công với những nghiên cứu của Bagnold (1936, 1937) và sau đó được phát triển bởi Einstein (1950). Một trong những công trình nghiên cứu đầu tiên liên quan đến mô hình vận chuyển vật chất trong chất lỏng được Einstein và Chien xây dựng năm 1955. Các nghiên cứu liên quan đến quá trình vận chuyển vật chất bằng mô hình một chiều có thể kể đến như De Vries và cộng sự (1989) hay Smith và Kirby (1989).

Những năm gần đây một số cơ quan nghiên cứu khoa học đã sử dụng nhiều phần mềm thủy lực sông kênh và thủy lực đường ống để mô phỏng hệ thống tiêu thoát nước và chất lượng nước nhằm tìm ra các phương án tiêu thoát nước và xử lý nước phù hợp khi mưa. Các mô hình được ứng dụng khá rộng rãi trên thế giới như mô hình thoát nước đô thị (SWMM), bộ mô hình thủy lực – thủy văn (MIKE), sử dụng mô hình dòng chảy do mưa (PRMS), các mô hình khí tượng, thủy văn, thủy lực và chất lượng nước (HEC-HMS, SWMM&HSPE, QUAL2E, QUAL2K, WASP, WQ97, SAL, IWMM, SWAT..).

Một số mô hình mưa - dòng chảy được sử dụng như mô hình HEC-HMS: Mô hình có thể ứng dụng cho nhiều dạng lưu vực và nhiều vấn đề thủy văn, bao gồm cấp nước, thủy văn lũ, vùng đô thị nhỏ hay lưu vực tự nhiên. Biểu đồ dòng chảy do HEC-HMS mô phỏng được nối kết trực tiếp với các mô hình tiêu thoát nước đô thị, dự báo lũ, mô hình đánh giá ảnh hưởng đô thị hoá, thiết kế tràn xả hồ chứa, điều tiết và giảm nhẹ lũ và vận hành hệ thống thủy lợi.

Tại Mỹ, các nhà khoa học đã sử dụng phương pháp thu thập và phân tích mẫu nước, xử lý bằng GIS và sử dụng mô hình dòng chảy do mưa (PRMS) và các mô hình thủy văn (HEC-HMS) kết hợp với các dữ liệu theo phương pháp xác suất thống kê để đánh giá chất lượng nước lưu vực Cosumnes, California. Việc sử dụng đất và lớp phủ bề mặt của 28 tiểu lưu vực trong vùng Cosumnes (1989 km²) có sự

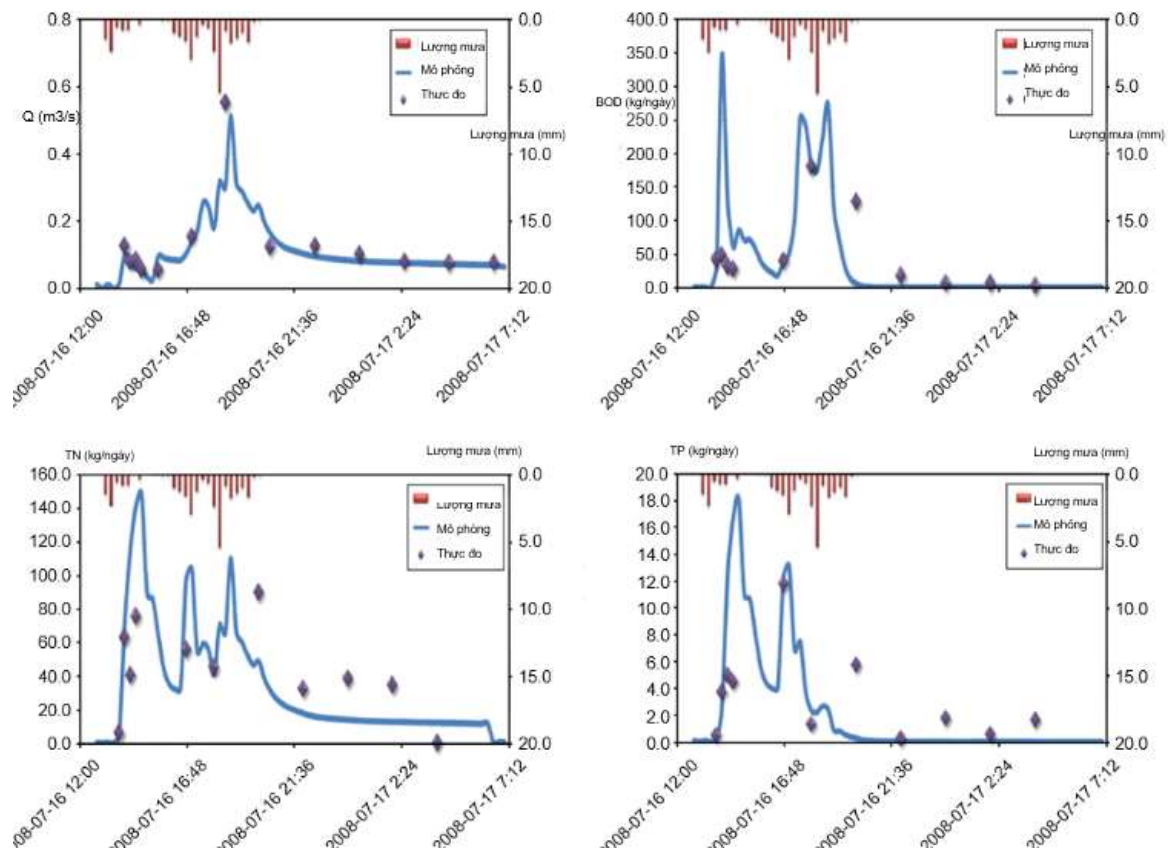
tương quan với tải lượng các chất N-NO_3^- và TSS có trong nước sông (1999-2001). Ảnh hưởng của việc phát triển kinh tế xã hội lên chất lượng nguồn nước đã được chứng minh trên cả khu vực nông nghiệp và khu vực tập trung dân cư. So với mô phỏng tính tải lượng chất rắn lơ lửng (TSS), mô phỏng tính tải lượng N-NO_3^- phức tạp hơn nhiều vì nó phụ thuộc nhiều vào sự phân bố của sản xuất nông nghiệp, thảm phủ thực vật, có hoặc chưa có hệ thống xử lý nước thải [63], [72]. Nhìn chung, bộ mô hình mưa-dòng chảy (HEC-HMS) chưa thích hợp cho loại mô hình thủy văn đô thị tại lưu vực sông Sài Gòn vì có đặc thù bề mặt không thấm và được điều tiết bởi hệ thống cơ sở hạ tầng và hệ thống thoát nước nhân tạo.

Mô hình thoát nước đô thị như mô hình SWMM5 (phiên bản 5) nhằm tính toán đặc trưng dòng chảy trong hệ thống thoát nước đô thị và dòng chảy sông, kênh trên cơ sở giải hệ phương trình Saint Venant cho dòng chảy một chiều không ổn định.

Nghiên cứu điển hình bằng mô hình thoát nước đô thị kết hợp thực nghiệm để đánh giá chất lượng nước sông do ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn cho vùng đô thị Tallinn, Estonia (M. Hood và nnk, 2007), các nhà khoa học đã tính toán được lượng mưa và tải lượng ô nhiễm của nước mưa dựa trên mô hình SWMM. Tổng lượng mưa thực tế và nguồn ô nhiễm không đo đạc trực tiếp mà sử dụng công thức tính toán dựa trên diện tích mặt đệm và lượng mưa hàng năm. Sử dụng mô hình với các số liệu mưa và nồng độ các nguồn ô nhiễm khác nhau của đô thị. Kết quả tính trên một diện tích 940 ha ở quận Lasnamae, thành phố Tallinn, cho thấy với tổng lượng nước mưa chảy tràn là $2.751.631\text{m}^3$ đã mang 153 tấn chất rắn lơ lửng (TSS); 8,5 tấn tổng nitơ (T-N) và 0,65 tấn phospho (T-P) thải vào môi trường nước sông và đổ ra biển Baltic [49].

Một số nghiên cứu khác tại Hàn Quốc cũng đã chứng minh sự suy thoái chất lượng nước sông do nước mưa chảy tràn. Các số liệu đã chứng minh rằng nguồn nước mưa chảy tràn ở đô thị đóng vai trò chính làm suy giảm chất lượng nước sông. Sae-Bom Lee và nhóm nghiên cứu đã ứng dụng kết hợp mô hình thủy văn và các mô hình chất lượng nước (HSPF và SWMM) để mô phỏng thủy văn của một số lưu vực nhỏ của lưu vực sông Hàn (Hình 1-5) [61]. Việc hiệu chỉnh và kiểm định cho

mô hình SWMM và HSPF bằng cách sử dụng dữ liệu quan trắc khí tượng, thủy văn và chất lượng nước theo tần suất hàng giờ. Kết quả của mô hình SWMM phù hợp với các kết quả quan trắc thực tế theo từng giờ trong khu vực đô thị. Các mô hình này được sử dụng để đánh giá và mô phỏng đặc điểm của lưu vực và cung cấp các thông tin cần thiết hỗ trợ cho các nhà quản lý môi trường. Tuy nhiên, để áp dụng cho lưu vực sông Sài Gòn, việc thiếu số liệu đo đạc mực nước và chất lượng nước trên kênh và điều tra ngập úng trên đô thị, hệ thống công thoát nước là hạn chế lớn để đánh giá kết quả nghiên cứu mô phỏng tiêu thoát nước đô thị bằng SWMM.



Hình 1-5: Lượng mưa và chất ô nhiễm lưu vực sông Hàn [61], tr.1406

Tại lưu vực nghiên cứu, tác giả Hồ Long Phi đã ứng dụng mô hình SWMM mô phỏng thủy lực, điều tra thực tế cho tuyến công thoát nước đường phố. Ví dụ cụ thể trong tính toán thể hiện mô phỏng ngập trên đường Lê Văn Thọ quận Gò Vấp cho thấy một khi khả năng thoát nước của đoạn cống hạ lưu bị cản trở bởi thủy triều, đường áp lực trong cống dâng lên rất nhanh và gây ngập cả những khu vực có cao độ trên 5m. Do đó, hạn chế của mô hình SWMM trong nghiên cứu này là sự quá tải của đường ống gây ngập úng đường phố và tác động của việc nạo vét kênh

Tham Lương-Bến Cát là giảm mực nước trên kênh. Tuy nhiên, kết quả tính toán chưa thể hiện tác động của thủy triều vào hệ thống cống ngầm. Nhìn chung, trong tính toán cũng chưa sử dụng mực nước thực đo trên sông và điều tra điểm ngập trên đô thị để kiểm định mô hình sông kênh và mô hình cống ngầm đô thị.

Đối với mô hình IWMM và WASP, các nhà khoa học cũng đã sử dụng tích hợp các mô hình này để đánh giá các nguồn ô nhiễm phân tán đến chất lượng nước sông. Mô hình IWMM được dùng để tính toán tải lượng nguồn ô nhiễm phân tán cho con sông Kaoping, Đài Loan. Mô hình IWMM có thể tính toán mô phỏng các chế độ dòng chảy, các vật chất, các quá trình hoá học, các quá trình sinh học. Các kết quả tính toán từ mô hình IWMM được sử dụng làm số liệu đầu vào cho mô hình mô phỏng đánh giá chất lượng nước WASP. Các kết quả cho thấy vận tốc dòng chảy (vận tốc dòng chảy của sông lớn hơn 200m/s) lớn trong mùa mưa là nguyên nhân làm tăng nguồn ô nhiễm phân tán. Kết quả nghiên cứu chứng minh rằng có mối tương quan giữa sự thay đổi mục đích sử dụng đất trên thượng nguồn và chất lượng nước ở hạ nguồn dẫn đến suy thoái chất lượng nước sông. Tuy nhiên mô hình IWMM cũng có hạn chế trong việc đánh giá chất lượng nước, cho nên mô hình WASP được chọn để giải quyết việc tính toán và mô phỏng chất lượng nước [58]. Ngược lại nếu chỉ sử dụng mô hình đánh giá chất lượng nước (WASP) không thể đánh giá hết được ảnh hưởng của nguồn ô nhiễm phân tán đến chất lượng nước sông. Do đó, việc kết hợp cả hai mô hình để đánh giá chi tiết và đầy đủ chất lượng nước sông là cần thiết, và đây là hạn chế của các mô hình này.

Ngoài ra, các nghiên cứu còn sử dụng các mô hình chất lượng nước khác như QUAL2E và QUAL2K [53], [54], [58]. QUAL2E là mô hình thủy động lực và chất lượng nước 2 chiều (theo chiều dòng chảy và chiều sâu). Trong mô hình các yếu tố thủy lực và chất lượng nước được giả thuyết là đồng nhất theo phương ngang nên mô hình thích hợp nhất đối với lưu vực dài và hẹp thể hiện rõ các gradient theo chiều dọc và chiều sâu. Mô hình được áp dụng cho sông, hồ chứa và cửa sông. Nó có thể mô phỏng tới 15 thành phần bất kỳ trong một tổ hợp do người sử dụng đề ra. Mô hình có khả năng áp dụng được cho các dòng chảy pha trộn hoàn toàn. Mô hình giả thuyết rằng cơ chế truyền tải chủ yếu là đối lưu và phân tán. Mô hình cho phép

có các gia nhập nước thải hay xuất lưu, các sông nhánh và các gia nhập khu giữa. Nghiên cứu áp dụng mô hình mô phỏng chất lượng nước cho con sông Nakdong, Hàn Quốc. Các thông số chất lượng nước để chạy trong mô hình là DO, BOD₅, N và P, Chlorophyll-a. Cả hai mô hình QUAL2K và QUAL2E mô phỏng cho kết quả tính toán tương quan với kết quả thực đo [73].

Tại các lưu vực sông chính của Việt Nam, sử dụng các mô hình hoá mô phỏng chất lượng nước như: ứng dụng mô hình WASP5 để đánh giá các điều kiện thủy lực và tính toán khả năng lan truyền chất trên trục chính sông Nhuệ [22]; Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy lưu vực sông Đồng Nai [15]; Ứng dụng mô hình SAL để giải quyết bài toán thực tiễn về truyền triều và xâm nhập mặn trên nhiều hệ thống sông khác nhau [9]. Nhìn chung, các đề tài tập trung vào tính toán sự lan truyền các chất ô nhiễm chủ yếu do các hoạt động kinh tế xã hội trên lưu vực sông, đặc biệt là nguồn ô nhiễm dạng điểm.

Hiện nay, các nhà khoa học thường sử dụng bộ mô hình thủy lực của Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI), bộ mô hình rất nổi tiếng trên thế giới với các mô hình thủy lực như Mike11, Mike21, Mike3, Mike SHE và Mike Flood nhằm mô phỏng chế độ thủy lực 1, 2 và 3 chiều và chất lượng nước trong hệ thống sông kênh, hồ chứa, cửa sông ven biển và mối liên quan nước mặt và tầng nước ngầm.

Gần đây, đã có nhiều nghiên cứu sử dụng bộ mô hình MIKE để tính toán và mô phỏng tài nguyên nước mặt và úng ngập khi mưa, cũng như chất lượng dòng chảy mặt khi mưa. Cụ thể như đề tài “Nghiên cứu cơ sở khoa học mô phỏng hệ thống cân bằng nước mặt trong úng ngập khu vực nội thành Hà Nội” áp dụng cho sông Tô Lịch của tác giả Phạm Mạnh Cồn (2015) [4]. Các kết quả tính toán và mô phỏng thủy động lực học (ứng dụng MIKE flood kết hợp với Module MIKE URBAN, MIKE 11 và MIKE 21). Các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra được 29 nút mất cân bằng cục bộ trong hệ thống tiêu thoát nước mặt nội đô; chính tình trạng mất cân bằng cục bộ từ các nút mất cân bằng này là nguyên nhân gây nên úng ngập cho khu vực nội đô Hà Nội. Bên cạnh việc đưa ra những mô hình nhằm thiết lập trạng thái cân bằng về lượng trong vận hành của hệ thống cân bằng nước mặt trên quan điểm động một cách hợp lý, nghiên cứu đã phân tích mối tương quan giữa quá trình ô

nhhiễm nước mặt của hệ thống cân bằng nước nội đô khi ngập úng tương ứng với lượng nước mưa dâng cao trong hệ thống sông tiêu thoát nước và hồ điều hoà. Tuy nhiên, các kết quả nghiên cứu tập trung giải quyết bài toán cân bằng nước mặt và một phần phân tích đánh giá chất lượng nước tại các hồ, sông tiêu thoát khi không có mưa và khi mưa, chưa đánh giá chất lượng dòng chảy mặt khi mưa.

Tại khu vực nghiên cứu, ứng dụng mô hình MIKE11 để nghiên cứu tính toán, dự báo lan truyền ô nhiễm và xác định nguồn gây ô nhiễm cho hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai (Trần Hồng Thái, 2009) [18]. Các kết quả nghiên cứu đã xây dựng được các phương pháp nhằm mô phỏng và đánh giá chất lượng nước sông, dự báo diễn biến chất lượng nước theo các chiến lược phát triển kinh tế xã hội tương lai, xây dựng bài toán ngược để xác định các nguồn gây ô nhiễm cho khu vực hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai, đặc biệt là các nguồn gây ô nhiễm dạng điểm trong điều kiện thiếu thông tin và dữ liệu tại các địa phương. Các kết quả nghiên cứu chủ yếu tập trung vào phân tích các nguồn thải từ hoạt động sản xuất công nghiệp và sinh hoạt. Tuy nhiên, vấn đề ảnh hưởng của nguồn ô nhiễm phân tán chưa được phân tích trong nghiên cứu này.

Các nghiên cứu cụ thể như đề tài ứng dụng mô hình MIKE 21 để nghiên cứu thủy động lực và chất lượng nước cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai (Bảo Thanh, 2011) [1]. Tác giả chủ yếu sử dụng bộ phần mềm MIKE 21 để tính toán mô phỏng các đặc trưng thủy động lực (mực nước, vận tốc dòng chảy) và chất lượng nước (BOD₅, DO) theo không gian, thời gian tại vùng cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai (xác định hằng số Manning và 13 hằng số chất lượng phù hợp cho vùng cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai). Phân tích, đánh giá được sự tương tác giữa các đặc trưng thủy lực và sự lan truyền, pha loãng các chất ô nhiễm BOD₅, DO theo không gian (cấu trúc hai chiều ngang) và thời gian (dao động tháng, ngày) tại vùng cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai. Chỉ ra được chế độ bán nhật triều đóng vai trò quan trọng trong quá trình lan truyền và pha loãng các thông số ô nhiễm; vai trò của sự nhập lưu các nhánh sông trong việc hình thành đặc điểm thủy động lực và chất lượng nước trên vùng cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai. Xác định giá trị định lượng và định tính của sự chênh lệch của mực nước, vận tốc dòng chảy, các chỉ tiêu chất lượng nước BOD₅ và DO

trên hai bờ các mặt cắt ngang trên vùng cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai. Xây dựng chỉ số dễ bị tổn thương thủy động lực môi trường (Hydro-Dynamic Environment Vulnerability Index - HDEVI) trung bình, cực đại nhằm đánh giá tổng hợp sự tương tác giữa 4 thành phần (gồm mực nước, tốc độ dòng chảy, BOD₅, DO) kết hợp với tính nhạy cảm của tự nhiên và môi trường tại vùng cửa sông Sài Gòn - Đồng Nai. Tuy nhiên, trong các nghiên cứu này chưa đề cập đến yếu tố nguồn ô nhiễm của nước mưa chảy tràn ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt trong mô hình.

Các nghiên cứu gần đây cho thấy sự xuất hiện của công nghệ thông tin và mô hình toán thủy lực sông kênh và cống ngầm đô thị, chất lượng nước. Các nghiên cứu đã khẳng định sự tiến bộ vượt trội trong quản lý tài nguyên nước mặt đô thị mà nhiều tổ chức trong và ngoài nước đã tích cực phát triển công cụ mô hình dùng riêng cho ngành nước (SWMM, WASP, SWAT, HEC-HMS, SWMM&HSPE, QUAL2E, QUAL2K) hay mang tính thương mại (như DHI có Mike11, MOUSE và Mike Urban, MIKE 11, MIKE 21, MIKE NAM).

Trong nước hiện có mô hình thủy lực, đánh giá chất lượng nước sông kênh phát triển mạnh mẽ trong nước với các mô hình SAL, WQ97, STREAM II, HYDRO-GIS, và nhiều ứng dụng nghiên cứu bài toán tài nguyên nước khá hiệu quả cho khu vực thành phố Hồ Chí Minh nói riêng và các lưu vực sông khác ở Việt Nam. Tuy nhiên, thực hiện bài toán dòng chảy mặt đô thị do mưa và ảnh hưởng triều và dòng chảy thượng nguồn rất phức tạp đòi hỏi phải có giải pháp đồng bộ. Một số mô hình đã giới thiệu trên có tính năng mô phỏng nhưng chưa thể hiện được tính khả thi cho hệ thống kênh rạch phức tạp ở thành phố Hồ Chí Minh chịu ảnh hưởng của thủy triều và dòng chảy thượng nguồn bởi sự phức tạp trong lập mô hình và thuật toán giải chưa đủ mạnh.

Những ứng dụng của các mô hình nêu trên đều hướng đến giải quyết vấn đề dòng chảy mặt đô thị do ảnh hưởng của lũ, triều trên sông và mưa trên đô thị. Yêu cầu đối với mô hình toán phải mô phỏng được chu trình thủy văn, thủy lực từ mưa rơi xuống bề mặt đô thị, tạo thành dòng chảy mặt và đổ ra sông, kênh chịu ảnh hưởng dòng chảy thượng nguồn và triều và ảnh hưởng đến chất lượng nước kênh, rạch, sông. Thực tế những mô hình mô phỏng được từng phần hiện trạng thủy văn,

thủy lực, dòng chảy mặt đô thị, chất lượng nước sông, cũng như phân tích được nguyên nhân ngập úng do mưa và tính toán phương án chống ngập. Tuy nhiên các mô hình còn hạn chế trong ứng dụng như sau:

- Một số mô hình mưa-dòng chảy: Mô hình có thể ứng dụng cho nhiều dạng lưu vực và nhiều vấn đề thủy văn. Tuy nhiên, bộ mô hình mưa-dòng chảy (HEC-HMS) chưa thích hợp cho loại mô hình thủy văn đô thị tại lưu vực sông Sài Gòn vì có đặc thù bề mặt không thấm và được điều tiết bởi hệ thống cơ sở hạ tầng và hệ thống thoát nước nhân tạo.

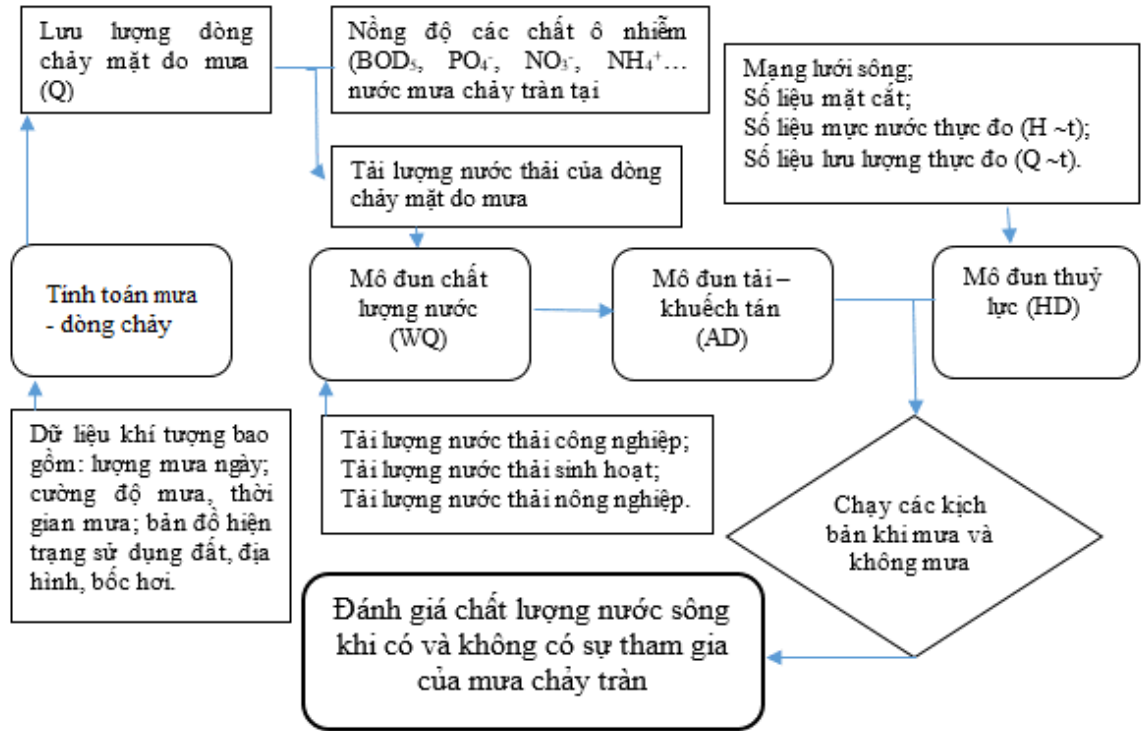
- Các mô hình thủy lực đô thị như SWMM, MOUSE hay MIKE URBAN chỉ có khả năng giải quyết vấn đề ngập úng do hệ thống cống ngầm và kênh nội đô mà chưa mô phỏng được hệ thống sông kênh lớn với những công trình kiểm soát lũ, triều và tương tác sông với hệ thống đường ống thoát.

- Mô hình thủy lực sông kênh MIKE11 mô phỏng được thủy văn, thủy lực, công trình kiểm soát lũ và triều sông nhưng không mô phỏng được dòng chảy mặt do mưa.

- Mô hình MIKE FLOOD đã có cơ sở lý thuyết nối ghép các mô hình thủy lực sông kênh và thủy lực đường ống thoát nước đô thị theo nguyên lý cái này là hệ quả của cái kia, nhưng các ứng dụng ở trong và ngoài nước chưa có để chứng tỏ khả năng của mô hình kênh và cống kết hợp. Mô hình MIKE FLOOD chủ yếu dùng để tính lũ trong sông.

- Mô hình chất lượng nước QUAL2K và QUAL2E, WASP, SAL mô phỏng được chất lượng nước trong kênh, rạch, sông nhưng không mô phỏng được chất lượng nước của dòng chảy tràn do mưa.

Trên cơ sở phân tích và đánh giá những bài học kinh nghiệm trên cũng như những tồn tại về các số liệu, tài liệu liên quan đến tài nguyên nước trên lưu vực sông Sài Gòn, luận án chọn hướng nghiên cứu với cách tiếp cận mang tính cụ thể, truyền thống và kết hợp mô hình hiện đại để đánh giá ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước sông bằng phương pháp mô hình hoá với bộ mô hình MIKE. Các mô đun được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: Mô đun thủy lực, tải khuếch tán và mô đun chất lượng nước. Phương pháp tính như Hình 1-6.



Hình 1-6: Đánh giá chất lượng nước bằng phương pháp mô hình hoá

1.4 Kết luận chương 1

Các phương pháp nghiên cứu trong và ngoài nước về chất lượng nước mưa chảy tràn và nước sông chủ yếu sử dụng các phương pháp quan trắc và phân tích mẫu nước, phương pháp so sánh, phương pháp sử dụng mô hình toán. Các mô hình toán mô phỏng như mô hình khí tượng thủy văn, mô hình thủy văn, thủy lực và chất lượng nước.

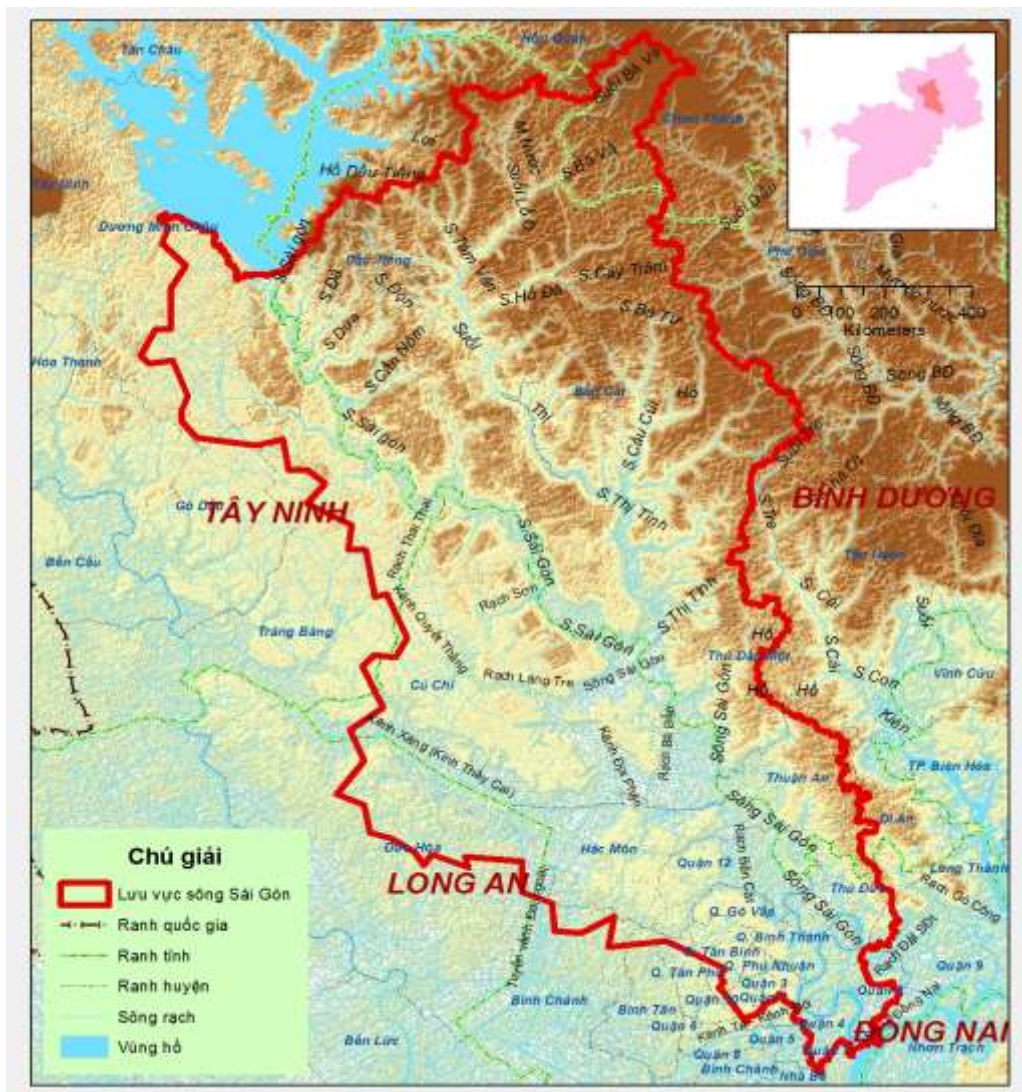
Nhìn chung, các nghiên cứu ảnh hưởng nguồn ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước mặt trên các hệ thống sông của Việt Nam hiện rất ít. Các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào các nguồn ô nhiễm từ nguồn nước thải sinh hoạt, dân cư, khu công nghiệp và nông nghiệp. Do đó, luận án chọn hướng nghiên cứu với cách tiếp cận mang tính cụ thể và kế thừa có chọn lọc nhằm tập trung phân tích, đánh giá đặc điểm nguồn nước mưa chảy tràn và hiện trạng chất lượng nước sông Sài Gòn. Luận án chọn phương pháp điều tra khảo sát, quan trắc để phân tích đặc điểm nước mưa chảy tràn, đặc tính dòng chảy mặt do mưa tại các tiểu lưu vực. Sử dụng phương pháp mô hình toán bằng bộ mô hình MIKE nhằm mô phỏng chế độ thủy văn, thủy lực và chất lượng nước sông Sài Gòn khi có mưa. Các mô đun được

sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: Mô đun thuỷ văn, thuỷ lực, tải khuyếch tán và mô đun chất lượng nước.

CHƯƠNG 2: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU NGUỒN NƯỚC MƯA CHẢY TRÀN VÀ CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG

2.1 Giới thiệu lưu vực nghiên cứu

Sông Sài Gòn là một tiểu lưu vực trong lưu vực hệ thống sông Đồng Nai. Sông Sài Gòn bắt nguồn từ các suối Tonle Chàm, rạch Chàm (vùng đồi Lộc Ninh và ven biên giới Việt Nam - Campuchia), với độ cao từ 100-150m, chảy vào hồ Dầu Tiếng, sau đó làm ranh giới tự nhiên giữa các tỉnh Tây Ninh, Bình Dương và thành phố Hồ Chí Minh đến hợp lưu với sông Đồng Nai tại Ngã ba Đền Đỏ, sau đó đổ ra sông Nhà Bè (Hình 2-1).



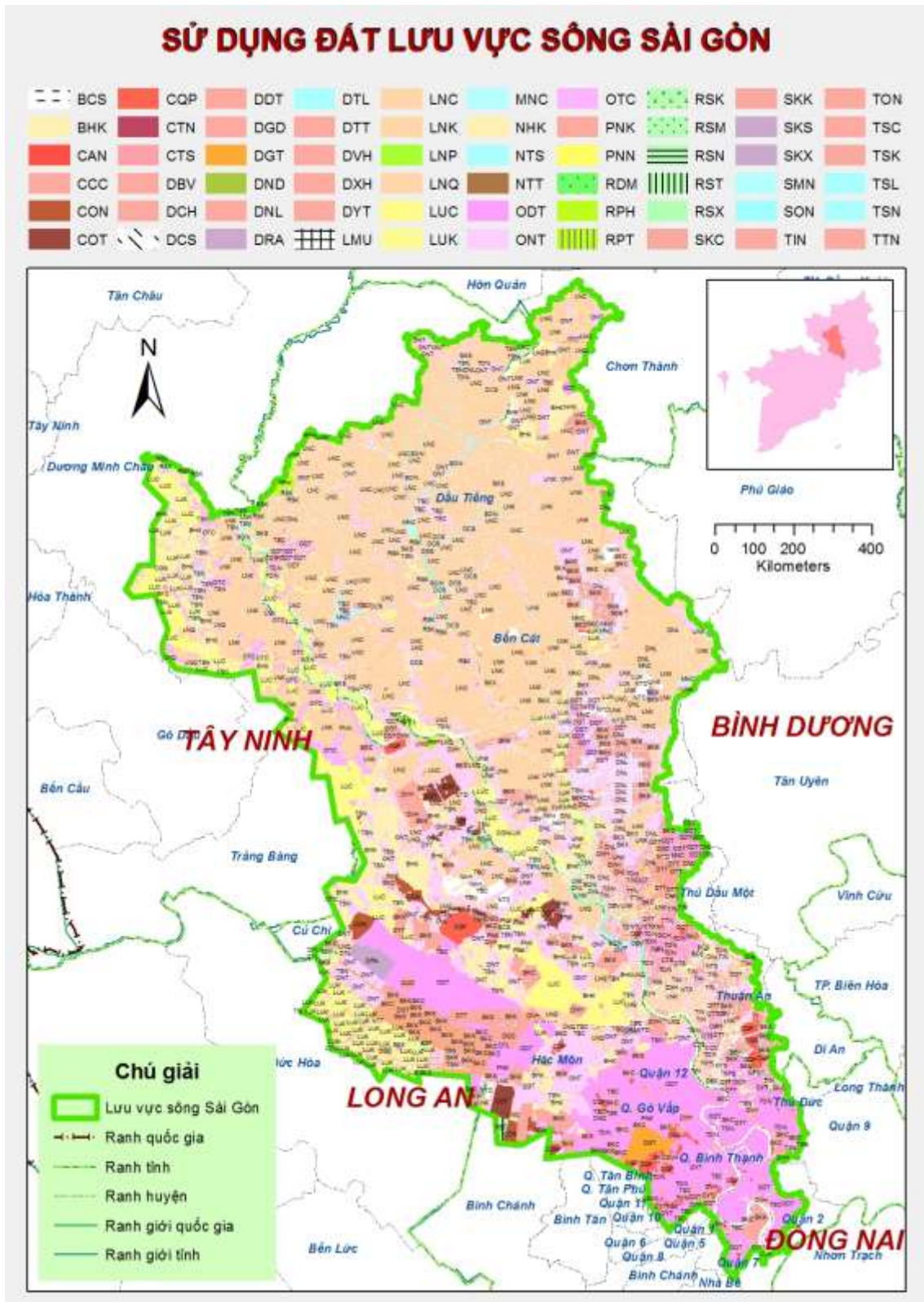
Hình 2-1: Phạm vi nghiên cứu của lưu vực sông Sài Gòn

2.1.1 Hiện trạng sử dụng đất

Tính không thấm nước là đơn vị vật lý được đặc trưng bởi sự đóng kín bề mặt từ các vật liệu xây dựng và ngăn cản sự thấm thấu của nước vào trong lòng đất. Các mặt không thấm làm thay đổi tính chất khí hậu đô thị và tài nguyên nước. Nước mưa chảy tràn tạo thành dòng chảy mặt có thể xảy ra ngập lụt hay lũ quét, cũng như việc chảy tràn nhanh và khan hiếm thực vật trên các bề mặt cũng làm giảm lượng bốc hơi. Các mặt không thấm ở đô thị có tính dẫn nhiệt và khả năng lưu giữ nhiệt cao hơn so với các mặt thấm có lớp phủ thực vật, tùy thuộc vào đặc tính nhiệt của các vật liệu bề mặt tạo nên chúng, điều này ảnh hưởng đến điều kiện vi khí hậu và tác hại đến sức khỏe của sông, suối trong lưu vực. Nhiều loại chất ô nhiễm, xuất phát từ nhiều nguồn, tích lũy trên các mặt không thấm đô thị, và chúng cuốn trôi vào các khối nước, dẫn đến làm thoái hoá chất lượng nước và ảnh hưởng đến đời sống thủy sinh.

Quá trình đô thị hoá ở các thành phố thường liên quan đến các mặt không thấm. Do đó, mặt không thấm là tham số thích hợp cho việc xem xét quá trình đô thị hoá của một số khu vực. Các tác động này bao gồm: thay đổi định lượng nước; làm giảm chất lượng nước; thay đổi cân bằng năng lượng và vi khí hậu; làm thoái hoá, mất mát và phân mảnh môi trường sống; phá huỷ thẩm mỹ học của sông suối và cảnh quan.

Thảm phủ thực vật trên lưu vực bao gồm hệ thống rừng tự nhiên và thảm thực vật canh tác nhằm đảm bảo tích trữ nước để điều hòa lưu lượng nước sông vào mùa khô và hạn chế khả năng xói mòn, rửa trôi đất vào mùa mưa.

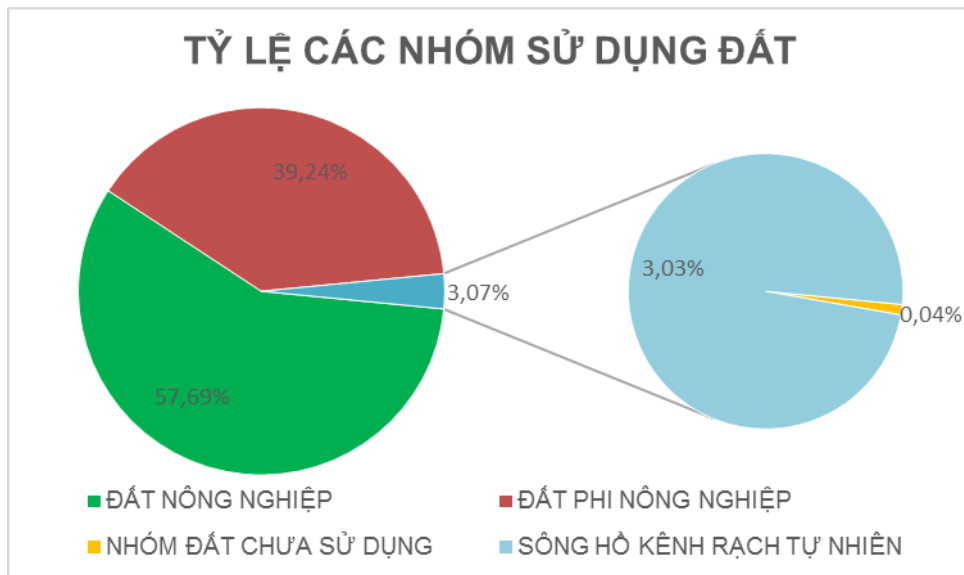


Hình 2-2: Hiện trạng sử dụng đất lưu vực nghiên cứu

(Các ký hiệu loại hình sử dụng đất xem thêm phần PL II.1)

Tại lưu vực nghiên cứu, do sự phát triển nhanh của đô thị, việc chuyển đổi từ đất trồng, đất rừng và đất nông nghiệp thành các khu vực đô thị dẫn đến bề mặt phủ ngăn cản nước thấm vào đất, đã làm thay đổi hiện trạng sử dụng đất thành phố Hồ Chí Minh và khu vực nghiên cứu. Điều này khiến cho thành phố phải đối mặt với các vấn đề mất cân bằng sinh thái. Các vùng đất thấp trồng lúa nước thuộc quận 2 trước đây là nơi cân bằng tiêu thoát nước, nay bị thay vào các bề mặt bê tông đã khiến cho dòng chảy hẹp hơn và gây ra dòng chảy tràn vào các khu dân cư cũ tạo nên tình trạng ngập lụt thường xuyên mỗi khi có mưa lớn hoặc triều cường. Ngoài ra, do không có nguồn nước tự nhiên bổ sung thường xuyên cho lớp nước dưới đất (do bị ngăn cản sự thấm nước vào sâu trong lòng đất), tình trạng khan hiếm nước dưới đất đã xảy ra nhiều nơi trong thành phố.

Tính đến năm 2015 đất đai của lưu vực nghiên cứu đã khai thác sử dụng cho các mục đích với tổng diện tích 241.070,59 ha, chiếm 99,97% so với tổng diện tích tự nhiên. Đây là mức cao so với các lưu vực khác trong cả nước. Đất chưa sử dụng chỉ còn 89,99 ha phân tán, rải rác ở các địa hình trũng úng nước, có nhiều hạn chế về hóa tính đất và thiếu cơ sở hạ tầng kỹ thuật nếu muốn đầu tư khai thác sẽ rất tốn kém, hiệu quả kinh tế thấp (Hình 2-2).



Hình 2-3: Tỷ lệ các nhóm sử dụng đất lưu vực nghiên cứu

Đất nông nghiệp có diện tích lớn nhất chủ yếu tập trung ở các khu vực đoạn từ hồ Dầu Tiếng đến Thủ Dầu Một (năm 2015), với diện tích là: 138.869,95 ha,

chiếm 57,69% diện tích tự nhiên, trong đó đất sản xuất nông nghiệp: 135.932,75 ha (chiếm 97,85% diện tích tự nhiên), đất lâm nghiệp 1.251,79 ha (chiếm 0,91%), đất nuôi thủy sản 607,35 ha (chiếm 0,43% diện tích tự nhiên) và đất nông nghiệp khác 1.078,06 ha (chiếm 0,77% diện tích tự nhiên) (Hình 2-3).

Đất phi nông nghiệp có diện tích lớn nhất chủ yếu tập trung ở các khu vực đoạn từ Thủ Dầu Một đến mũi Đền Đỏ (năm 2015) với diện tích là: 94.447,17ha (chiếm 15,07% diện tích tự nhiên) và đất chưa sử dụng: 89,99 ha (chiếm 0,03% diện tích tự nhiên). Đất sông hồ kênh rạch tự nhiên: 7.299,22 ha (chiếm 0,77%).

2.1.2 Hệ thống kênh, sông

Đất phi nông nghiệp có diện tích lớn nhất chủ yếu tập trung ở khu vực đoạn từ Thủ Dầu Một đến mũi Đền Đỏ (mục 2.1.1), đặc biệt là khu vực thành phố Hồ Chí Minh. Căn cứ vào các nghiên cứu trên thế giới và trong nước về nguồn nước mưa chảy tràn tại các khu vực đô thị, luận án tập trung phân tích hệ thống kênh, sông ở khu vực này nhằm phục vụ mục tiêu nghiên cứu.

Mạng lưới sông kênh rạch hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai vốn phức tạp cộng với ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều không đều của biển Đông đã hình thành nhiều vùng ngập nước – nơi mà tốc độ dòng chảy rất thấp hoặc thậm chí bằng không – đã tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình lắng đọng và tích tụ ô nhiễm trên kênh rạch.

Sông Sài Gòn chảy qua 10 quận và vùng trung tâm thành phố Hồ Chí Minh: Củ Chi (cửa vào phía Bắc), Hóc Môn, quận 12, Q. Gò Vấp, Q. Bình Thạnh, Q. Thủ Đức, quận 2, quận 1, quận 4, quận 9, nên ảnh hưởng của sông Sài Gòn đối với ngập úng, tiêu thoát nước là trực tiếp và mạnh mẽ nhất.

Các sông, kênh rạch cấp dưới: Được phân theo vùng và đóng vai trò khung trục tiêu thoát cho từng vùng.

- Vùng phía Đông thành phố:

Vùng này bao gồm các sông, rạch: rạch Chiếc - Trau Trầu, sông Tắc, rạch Ông Nhiêu, rạch Gò Công, rạch Bà Cua, rạch Kỳ Hạ, rạch Giồng Ông Tố, rạch Thủ Đức, rạch Gò Dưa.

- Vùng phía Bắc thành phố:

Nằm phía bờ hữu sông Sài Gòn bao gồm: huyện Củ Chi, một phần huyện Hóc Môn và quận 12.

Vùng đất trũng gò: gồm các tuyến rạch Thai Thai, rạch Hồ Bò, rạch Cầu Đen, rạch Sơn, suối Bà Cả Bảy, suối Gia Bẹ, suối Sâu, rạch Hóc Môn, rạch Cầu Sa, kênh Đồng Tiến, rạch Cầu Suối, kênh Trần Quang Cơ.

- Vùng phía Tây thành phố:

Đây là vùng đất thấp trũng ven kênh Thầy Cai, An Hạ, nằm sâu trong nội đồng nên ít bị ảnh hưởng bởi thủy triều, khó tiêu thoát nước, thuộc một phần đất huyện Củ Chi, Hóc Môn và Bình Chánh, gồm các tuyến: kênh thầy Cai, kênh An Hạ, kênh Xáng, kênh Ngang, rạch Tân Kiên, rạch Cầu Suối, kênh A, B, C.

- Vùng phía Nam thành phố:

Vùng phía Nam thành phố nằm về phía Nam sông Chợ Đệm thuộc phần đất quận 8, quận 7, huyện Bình Chánh và Bắc Nhà Bè, là vùng đất thấp với mạng lưới kênh rạch chằng chịt, chịu ảnh hưởng thủy triều khá mạnh. Các tuyến kênh rạch chính bao gồm: sông Cần Giuộc, rạch Bà Lào, rạch Cây Khô, rạch Xóm Củi, rạch Đĩa, rạch Mương Chuối.

- Vùng trung tâm thành phố:

Gồm các quận nội thành cũ và vùng ven (quận 2, quận Bình Tân và trung tâm huyện Hóc Môn). Các kênh rạch thuộc khu trung tâm thành phố đều bị bồi lắng và bị ô nhiễm do nước thải các khu dân cư, khu công nghiệp chưa qua xử lý đổ trực tiếp vào. Mặt khác do nhà cửa lấn chiếm, rác thải cản trở không đảm bảo khả năng tiêu thoát nước.

2.1.3 Hệ thống công thoát nước

Hệ thống công rạch thành phố hiện nay là hệ thống thoát nước chung. Tất cả các loại nước mưa, nước thải đều được thoát chung vào trong một hệ thống rồi được xả thẳng ra sông, rạch hầu như không qua xử lý. Hệ thống tiêu của thành phố được phân chia theo các cấp sau:

Kênh cấp I: thành phố Hồ Chí Minh có 7 hệ thống kênh, rạch tiêu thoát nước thải chính:

(1) Kênh Tân Hóa - Lò Gốm: dài 7.240m, đầu nguồn rộng 3 - 5m, cửa rạch rộng 73m, sâu 2 - 3m. Dọc theo rạch Lò Gốm có 13 cửa xả.

(2) Kênh Tàu Hủ - Bến Nghé: tiếp nhận nước thải của rạch Tân Hóa - Lò Gốm và nước thải của các quận 1, 4, 5, 6, 8. Chiều dài kênh chính là 12.200m. Kênh rộng từ 50 - 100m, sâu trung bình 3 - 5m. Dọc theo kênh có 44 cửa xả.

(3) Kênh Đôi - Kênh Tẻ: chiều dài kênh chính là 13.200m, rộng trung bình 100 m, sâu trung bình 5 - 10m. Dọc theo kênh có 9 cửa xả.

(4) Kênh Nhiêu Lộc - Thị Nghè: tiêu thoát nước cho các quận 1, 3, 10, Tân Bình, Gò Vấp, Phú Nhuận, Bình Thạnh. Chiều dài rạch chính là 9.470m. Dọc theo kênh có 52 cửa xả.

(5) Kênh Tham Lương - Rạch Bến Cát - Vàm Thuật: Chiều dài rạch chính là 14.080m, chiều sâu từ 2 - 5,5m. Dọc kênh - rạch có 12 cửa xả. Hệ thống này tiêu thoát nước cho các quận Tân Bình, Gò Vấp và Bình Thạnh.

(6) Rạch Cần Giuộc - Mương Chuối: nhận nước thải của hệ thống kênh Tân Hóa - Lò Gốm, Tàu Hủ - Bến Nghé và Kênh Đôi - Kênh Tẻ để thoát nước ra sông Nhà Bè và đổ ra biển. Độ rộng trung bình khoảng 100m, độ sâu trung bình từ 6 đến 10m.

(7) Sông Sài Gòn - Nhà Bè - Ngã Bảy: là hệ thống sông lớn tiếp nhận toàn bộ nước thải nội thành và các huyện ngoại thành để thoát ra biển theo hai hướng chính là cửa Soài Rạp (rộng 2000 - 3000m, sâu 6 - 8m) ra vịnh Đồng Tranh và sông Ngã Bảy (rộng 600 - 800m, sâu 15 - 20m) ra vịnh Gành Rái. Có 15 cửa xả trực tiếp ra sông Sài Gòn ở khu vực từ kênh Thanh Đa đến Tân Thuận.

Cống cấp II: là các đường ống xả trực tiếp vào các sông rạch và có hướng đi gần như song song với các đường phố với diện tích tiêu nước khoảng từ 50 ha đến 100 ha. Các đường ống loại này thường có tiết diện hình tròn đường kính lớn hơn 1m hoặc loại hình dạng khác (vòm, chữ nhật) nhưng có diện tích tương đương. Loại cống này thường đặt khá sâu (từ 3 - 4m), theo số liệu điều tra khu vực nội thành có 224 tuyến với chiều dài 105km và 2.106 hầm ga.

Cống cấp III: là các cống có hướng chảy vuông góc với hệ thống tuyến ống cấp II để tiêu nước cho các khu có diện tích lưu vực nhỏ từ 5 - 10 ha. Các đường

ống này thường có đường kính lớn hơn hoặc bằng 0,80m đặt sâu từ 2 - 3m. Mạng cấp III khu vực nội thành có 425km và trên đó có 24.000 hố ga các loại.

Cống cấp IV: bao gồm toàn bộ các cống nhánh trong các đường hẻm nhỏ nối vào mạng cấp III. Mạng cấp IV gồm có 450km và 39000 hàm ga.

Khu vực trung tâm (quận 1, 3, 5), mật độ cống ngầm tương đối đầy đủ và đồng bộ. Tuy nhiên, các công trình xây dựng bổ sung qua nhiều thời kỳ nên nhiều hố ga bị hỏng, rác vào bồi lấp làm giảm tiết diện chuyển nước. Các quận còn lại thì hệ thống cống còn chưa hoàn chỉnh và đồng bộ, đặc biệt là các cống cấp 3 và cấp 4 còn thiếu nhiều. Vì vậy, tình hình ngập úng trên một số đường phố vẫn thường xảy ra sau những trận mưa to.

2.1.4 Các nguồn thải chính

Nguồn nước mặt sông Sài Gòn đang chịu tác động từ các nguồn thải khác nhau như nguồn nước thải sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp. Nước thải đô thị cùng với nước mưa chảy tràn đổ vào sông theo hệ thống cống xả chung rồi đổ ra sông Sài Gòn – Đồng Nai. Bên cạnh đó môi trường nước mặt còn bị tác động mạnh bởi việc khai thác sử dụng đất phần phía thượng lưu; phát triển thủy điện – thủy lợi với sự hình thành hệ thống các hồ chứa, đập dâng và việc vận hành các hệ thống này; sản xuất nông nghiệp sử dụng ngày càng nhiều phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật; phát triển giao thông vận tải vốn tiềm ẩn nhiều rủi ro và sự cố môi trường..., hay nước rò rỉ từ các bãi rác chưa được xử lý đạt tiêu chuẩn trước khi thải vào nguồn nước [15], [16], [17].

Nguồn tác động tự nhiên

Tiềm năng nguồn nước sông Sài Gòn khá dồi dào, hàng năm cung cấp cho thành phố Hồ Chí Minh một khối lượng nước rất lớn, nhưng do chịu ảnh hưởng của chế độ mưa và chế độ gió mùa nên dòng chảy mặt cũng phân theo 2 mùa: mùa kiệt và mùa lũ hay mùa khô và mùa mưa.

Vào mùa mưa, chất lượng nước sông Sài Gòn chịu ảnh hưởng bởi nước mưa chảy tràn. Nước mưa chảy tràn kéo theo các chất bẩn theo các cống, rãnh chảy ra hệ thống lưu vực sông Sài Gòn.

Nguồn tác động nhân tạo

Ngoài ra, lưu vực sông Sài Gòn (khu vực thành phố Hồ Chí Minh) còn chịu ảnh hưởng bởi các nguồn thải từ các hoạt động kinh tế - xã hội như:

- Nước thải từ các khu công nghiệp, cụm công nghiệp dọc theo sông và các cơ sở sản xuất ngoài khu/cụm công nghiệp;
- Nước thải từ sinh hoạt của người dân;
- Nước thải từ hoạt động canh tác, sản xuất nông nghiệp.

a) Nước thải công nghiệp

Nước thải công nghiệp từ các khu công nghiệp tập trung, các cụm công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp, các cơ sở công nghiệp phân tán đã thu gom và có hệ thống xử lý các nguồn thải trước khi xả thải ra môi trường. Tuy nhiên, hiện nay vẫn còn một số nơi chưa được thu gom và xử lý đạt tiêu chuẩn cho phép trước khi xả thải ra môi trường.

Theo thống kê của Ban quản lý khu công nghiệp - khu chế xuất (KCN-KCX) thành phố Hồ Chí Minh thì năm 2012 số lượng KCN nằm trên lưu vực nghiên cứu là 06 KCN (KCN Bình Chiểu, Tân Phú Trung, Tây Bắc Củ Chi, Linh Trung 2, Tân Thuận, Tân Thới Hiệp). Tỉnh Bình Dương có 09 KCN (KCN Sóng Thần 1, Sóng Thần 2, Bình Đường, Tân Đông Hiệp A, Tân Đông Hiệp B, Dệt May Bình An, Đồng An, Việt Hương, Việt Nam – Singapore). Tỉnh Tây Ninh có KCN Trảng Bàng.

Theo báo cáo của Văn Phòng Ủy ban BVMT lưu vực hệ thống sông Đồng Nai, các nguồn thải chính trên lưu vực hệ thống sông Đồng Nai, 2014 như sau: Thành phố Hồ Chí Minh có khoảng hơn 500 nguồn thải có lưu lượng nước thải trên 50 m³/ngày.đêm. Tỉnh Bình Dương có khoảng 135 nguồn thải có lưu lượng nước thải trên 50 m³/ ngày.đêm vào lưu vực sông Sài Gòn - Đồng Nai, 178 nguồn thải có lưu lượng nước thải trên 100 m³/ngày đêm vào lưu vực sông Sài Gòn. Tỉnh Đồng Nai có khoảng 43 nguồn thải có lưu lượng nước thải trên 100 m³/ngày, 105 nguồn thải có lưu lượng nước thải trên 50 m³/ ngày.đêm vào lưu vực sông Đồng Nai. Tỉnh Bình Phước có khoảng trên 09 nguồn thải chính có lưu lượng nước thải trên 100 m³/ngày vào lưu vực sông Sài Gòn (Bảng 2-1).

Bảng 2-1: Sự phân bố KCN có nước thải thải ra sông Sài Gòn

TT	Khu công nghiệp	Loại hình công nghiệp	Diện tích (ha)	Diện tích lấp đầy (ha)	Nguồn tiếp nhận nước thải cuối cùng
1	Bình Chiểu	Nhẹ, tổng hợp	27,34	27,34	Sông Sài Gòn
2	Tân Phú Trung	Phục vụ di dời, chế biến thực phẩm	542,64	130,23	Sông Sài Gòn
3	Tây Bắc Củ Chi	Điện, điện tử các ngành trọng yếu	220,00	214,06	Khu dân cư, kênh Lập Đức
4	Linh Trung 2	Nhẹ, cho xuất khẩu	61,70	61,70	Rạch Vĩnh Bình
5	Tân Thuận	Nhẹ, cho xuất khẩu	300,00	93,00	Sông Sài Gòn
6	Tân Thới Hiệp	Nhẹ, tổng hợp	28,00	28,00	R. Trần Quang Cơ
Tổng cộng			1.179,68	554,33	

(Nguồn: <http://www.hepza.gov.vn>)

Kết quả tính toán cho thấy, tổng lượng nước thải ước tính của các khu công nghiệp khu vực thành phố Hồ Chí Minh thải vào lưu vực sông Sài Gòn khoảng 27.205 m³/ngày.đêm, Bình Dương là khoảng 10.620 m³/ngày.đêm với tải lượng khoảng 6,33 tấn TSS/ngày.đêm; 13,05 tấn BOD₅/ngày.đêm; 0,64 tấn T-N; 0,42 tấn T-P.

b) Nước thải sinh hoạt

Hầu hết các quận huyện trong thành phố Hồ Chí Minh đều chưa tách riêng hệ thống thoát nước mưa và nước thải sinh hoạt ngoại trừ một số khu vực tại quận 7, nhưng đa số chưa có hệ thống thu gom tách riêng biệt hệ thống thoát nước và hệ thống xử lý nước thải của các hộ dân. Nước thải của các hộ dân hiện nay chỉ xử lý sơ bộ qua bể tự hoại rồi thải ra ngoài môi trường. Theo báo cáo của Sở Tài nguyên Môi trường thành phố Hồ Chí Minh, chỉ có 7% được xử lý còn lại 93% lượng nước thải từ sinh hoạt được thải thẳng ra các kênh, rạch làm gia tăng ô nhiễm môi trường nước.

Theo tiêu chuẩn chất lượng nước sạch dùng để thiết kế các công trình xử lý nước cấp cho ăn uống và sinh hoạt (theo TCXDVN 33:2006), tiêu chuẩn cấp nước cho khu vực nội đô thành phố Hồ Chí Minh là 120 lít/người và cho khu vực ngoại ô thành phố Hồ Chí Minh là 80 lít/người.

Tổng nhu cầu sử dụng nước cho sinh hoạt tại thành phố Hồ Chí Minh năm 2012 là 559.257,63 m³/ngày.đêm. Tổng tải lượng các chất ô nhiễm do nước thải sinh hoạt thải ra sông Sài Gòn với tải lượng tương ứng: 21,97 tấn TSS; 15,32 tấn BOD₅; 28,98 tấn COD; 0,88 tấn N- NH₄⁺; 2,28 tấn T-N; 0,46 tấn T-P.

Tính toán tương tự cho tỉnh Tây Ninh, tổng lượng nước sử dụng cho hoạt động sinh hoạt là 41.020 m³/ngày.đêm, có chứa 1,61 tấn TSS; 1,12 tấn BOD₅; 2,12 tấn COD; 0,064 tấn NH₄⁺; 0,167 tấn T-N; 0,034 tấn T-P.

Tính toán tương tự cho tỉnh Bình Dương, tổng lượng nước sử dụng cho hoạt động sinh hoạt là 67.660 m³/ngày.đêm, có chứa 2,65 tấn TSS; 1,87 tấn BOD₅; 3,5 tấn COD; 0,106 tấn NH₄⁺; 0,27 tấn T-N; 0,06 tấn T-P.

c) Nước thải nông nghiệp

Trong trồng trọt để đạt được năng suất và hiệu quả cao, ngoài việc nghiên cứu và tăng cường sử dụng các giống mới ngắn ngày và có năng suất cao, người nông dân thường phải sử dụng một lượng lớn phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật. Những loại hóa chất này thường thuộc nhóm hóa chất như phospho hữu cơ, clo hữu cơ,...và hầu hết đều có độc tính cao đối với con người và động vật.

Nước thải chăn nuôi công nghiệp thường là nguồn nước thải không an toàn chứa nhiều hợp chất hữu cơ, virus, vi trùng, trứng giun sán... Nguồn nước thải này có nguy cơ trở thành nguyên nhân gây phát sinh dịch bệnh cho các đàn gia súc và lây bệnh cho người. Nguồn thải nông nghiệp tại khu vực thành phố Hồ Chí Minh phát sinh từ các hoạt động chăn nuôi là chủ yếu.

Dựa vào số liệu thống kê về chăn nuôi ở các quận huyện và vào hệ số ô nhiễm theo WHO (Bảng 2-2) để tính tải lượng các chất ô nhiễm do chăn nuôi.

Bảng 2-2: Hệ số ô nhiễm do vật nuôi thải vào môi trường

Chỉ tiêu ô nhiễm	Trâu bò	Lợn
BOD ₅ (kg/con.năm)	164,0	32,9
TSS (kg/con.năm)	1,2	73,0
Tổng N (kg/con.năm)	43,8	7,3
Tổng P (kg/con.năm)	11,3	2,3

Bảng 2-3: Tải lượng nước thải do hoạt động chăn nuôi (tấn/ngày.đêm)

Phân loại	Số lượng* (nghìn con)	Lưu lượng thải (m ³ /ng.đ)	BOD ₅	TSS	T-N	T-P
Trâu	3.561	480,74	78,84	0,58	21,06	5,43
Bò	100.002	13.500,3	2.214	16,2	591,3	152,6
Lợn	258.172	15.490,3	509,6	1.138,5	113,1	35,6

Ghi chú: Số lượng vật nuôi tại thành phố Hồ Chí Minh năm 2012.

2.2 Tình hình số liệu quan trắc khí tượng thủy văn

Luận án đã tổng hợp nhiều tài liệu, qua đó chọn lọc, kế thừa được những số liệu, tài liệu liên quan làm cơ sở để tính toán, đánh giá tài nguyên nước mưa, tài nguyên nước mặt của lưu vực sông nghiên cứu.

Các trạm khí tượng: Trên lưu vực sông Sài Gòn và vùng lân cận có các trạm khí tượng Tân Sơn Hoà và Củ Chi có các số liệu quan trắc mưa và các yếu tố khí hậu chủ yếu như nhiệt độ, độ ẩm, nắng, gió, bốc hơi nhiều năm từ 1980 – 2014. Ngoài ra còn có các trạm đo mưa khác như trạm Bình Chánh, Cần Giờ, Cát Lái, Hóc Môn, Lê Minh Xuân, Long Sơn, Mạc Đĩnh Chi, Nhà Bè, Phạm Văn Cội, Tam thôn Hiệp, Xi Măng Thủ Đức, Tây Ninh, Trị An, Biên Hoà, Tà Lài, Long Khánh (Xuân Lộc), Thủ Dầu Một (Sở Sao) số liệu đo đầy đủ một số năm. Số liệu tại các trạm khí tượng là cơ sở để đánh giá đặc điểm mưa của khu vực nghiên cứu (mục 3.1.1)

Các trạm thủy văn: Trên lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai có trạm thủy văn Vũng Tàu, Thủ Dầu Một và Phú An, có số liệu quan trắc mực nước (H) và lưu lượng (Q) từ năm 1981 đến 2015, số liệu quan trắc tại các trạm được dùng để đánh giá tài nguyên nước sông lưu vực Sài Gòn – Đồng Nai. Ngoài ra trên lưu vực còn có các trạm thủy văn Gò Dầu Hạ, Cần Đăng, Dầu Tiếng, Biên Hoà, Tà Lài, Phước Hiệp, Phú Hiệp, Trị An, Nhà Bè, Tân An, số liệu ngắn hạn để tham khảo làm cơ sở để đánh giá chế độ thủy văn của khu vực nghiên cứu (mục 3.1.2)

2.3 Phương pháp quan trắc và phân tích mẫu

Căn cứ các kết quả phân tích đặc trưng lượng mưa, dòng chảy và hiện trạng chất lượng nước sông Sài Gòn (mục 3.1) mà tác giả đã bố trí, chọn thời gian và

không gian lấy mẫu, các chỉ tiêu phân tích mẫu nước mưa chảy tràn mang tính đại diện để đánh giá chất lượng nước khu vực nghiên cứu.

2.3.1 Nghiên cứu đặc điểm của nước mưa chảy tràn

Với mật độ đô thị hoá cao, cùng với thảm thực vật trên bề mặt đệm được thay bằng những toà nhà, nhà máy, khu trung tâm thương mại, bãi đậu xe, mặt đường giao thông và các công trình dân dụng khác đã làm cho bề mặt đệm không thấm tăng lên ở đô thị, đặc biệt là đoạn sông từ Thủ Dầu Một đến Mũi Đèn Đỏ chảy qua khu vực thành phố Hồ Chí Minh. Bề mặt đệm không thấm tăng cùng với các hoạt động phát triển kinh tế trên bề mặt đệm làm nhiều chất ô nhiễm tích lũy trên bề mặt và khi mưa các chất ô nhiễm sẽ cuốn trôi theo nước mưa chảy tràn ra các kênh, sông. Do đó dựa vào hiện trạng sử dụng đất, các nguồn thải chính, hệ thống thủy văn và cống xả trên lưu vực nghiên cứu (mục 2.1), trong luận án này đã chọn và tiến hành lấy mẫu nước mưa chảy tràn tại 09 vị trí của các khu vực khác nhau ở thành phố Hồ Chí Minh để nghiên cứu đặc điểm nước mưa chảy tràn. Các vị trí này mang tính đại diện cho các bề mặt đệm khác nhau của vùng nghiên cứu.

Cơ sở để lựa chọn các vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn:

- **Mẫu nước mưa chảy tràn bị tác động bởi hoạt động công nghiệp:**

vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn tại các khu công nghiệp đang hoạt động, đặc biệt là các khu công nghiệp có mức độ ô nhiễm cao, từ đó đánh giá được hiện trạng chất lượng nước mưa chảy tràn và chiều hướng tác động bởi hoạt động công nghiệp trên bề mặt đệm. Vị trí lấy mẫu tại khu vực công nghiệp (CN): KCN Bình Chiểu, KCN Sóng Thần)

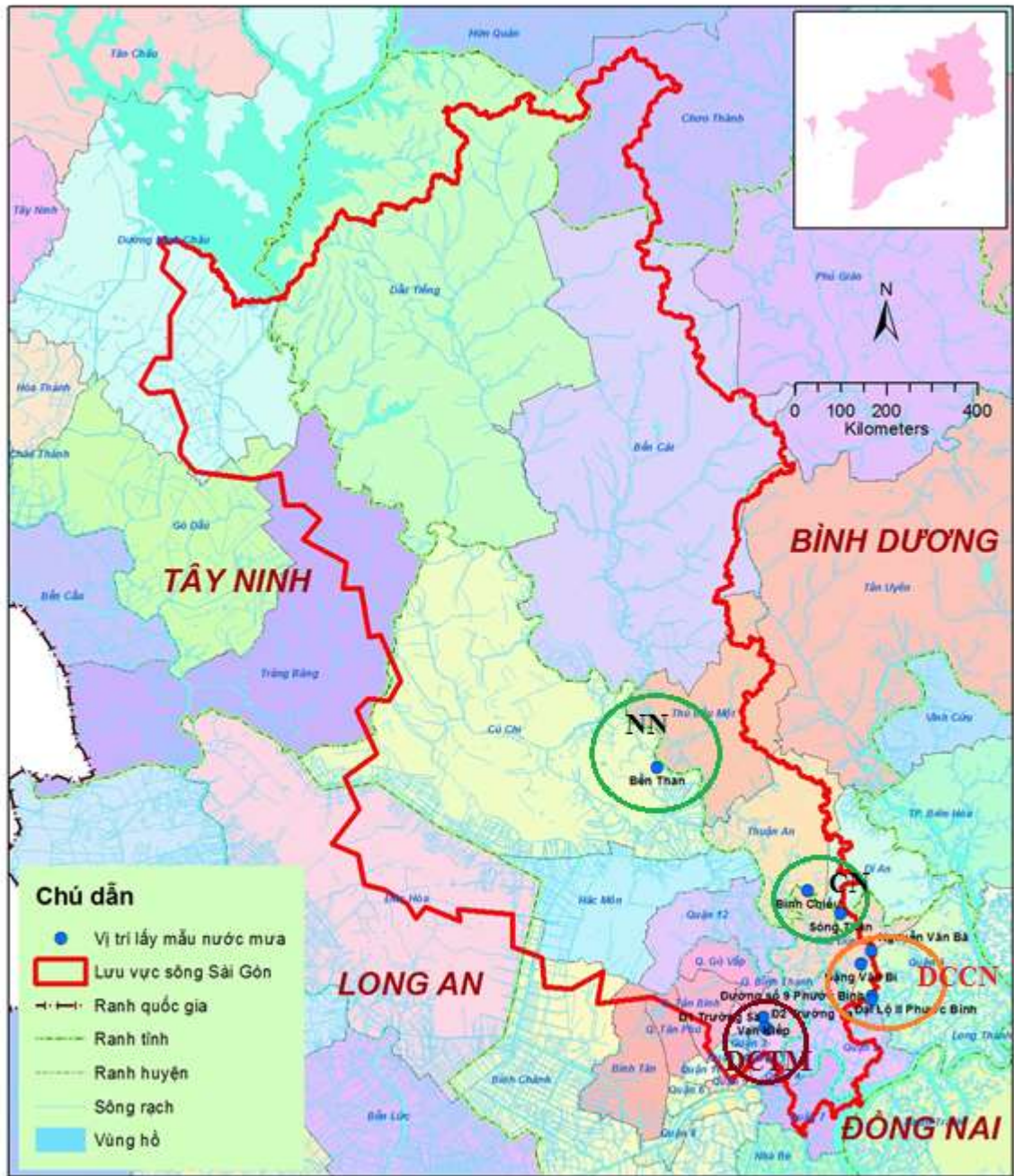
- **Mẫu nước mưa chảy tràn bị tác động bởi hoạt động nông nghiệp:** vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn được tập trung vào các khu vực hoạt động nông nghiệp cao, cụ thể như các khu vực trồng lúa nước; các khu vực trồng trọt; trồng cây ăn quả, hoa màu; các khu vực chăn nuôi trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh để từ đó đánh giá được hiện trạng chất lượng nước mưa chảy tràn và chiều hướng tác động bởi hoạt động nông nghiệp trên bề mặt đệm. Vị trí lấy mẫu tại khu vực nông nghiệp (NN): Bến Than.

- **Mẫu nước mưa chảy tràn bị tác động bởi hoạt động dân cư và khu thương mại:** vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn được tập trung vào các khu vực tập trung dân cư của các quận, huyện nội thành có các hoạt động thương mại cao từ đó đánh giá được hiện trạng chất lượng nước mưa chảy tràn và chiều hướng tác động bởi hoạt động thương mại, kinh tế xã hội trên bề mặt đệm. Vị trí khu vực đô thị tập trung dân cư và thương mại (DCTM): Đ1 Trường Sa, Đ2 Trường Sa),

- **Mẫu nước mưa chảy tràn bị tác động bởi hoạt động dân cư xen kẽ cụm công nghiệp:** vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn được tập trung vào các khu vực ngoại ô các quận, huyện trung tâm thành phố và xen lẫn cụm công nghiệp, làng nghề có các hoạt động sản xuất cũng như các hoạt động sinh hoạt của người dân từ đó đánh giá được hiện trạng chất lượng nước mưa chảy tràn và chiều hướng tác động bởi hoạt động này trên bề mặt đệm. Vị trí khu vực có mật độ dân cư xen kẽ cụm công nghiệp (DCCN): Đại Lộ 2 Bình Phước, Đường số 9 Bình Phước, đường Nguyễn Văn Bá, đường Đặng Văn Bi), (Hình 2-4, Phụ lục II.2).

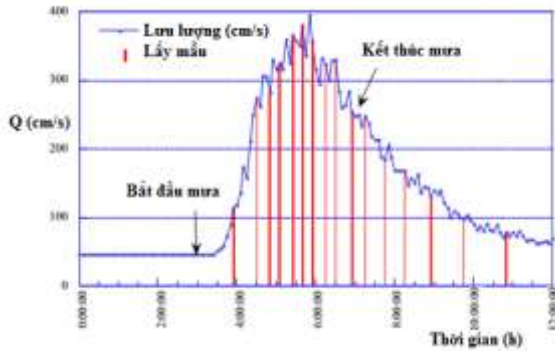
Có tổng số 99 mẫu nước mưa chảy tràn được lấy nhằm để đánh giá hiện trạng chất lượng nước mưa chảy tràn tại 09 vị trí trên 04 loại bề mặt đệm khác nhau. Quan trắc chất lượng nước mưa chảy tràn được thực hiện vào các trận mưa trong năm 2013 và 2014.

Vị trí lấy mẫu chi tiết trình bày trong bảng Phụ lục II.2, phương pháp lấy mẫu, dụng cụ và quy trình lấy mẫu, xử lý, bảo quản, vận chuyển và phân tích được trình bày như mục a) đến e) bên dưới và theo hướng dẫn quan trắc mẫu nước mưa chảy tràn của Mỹ [76, tr.29].



Hình 2-4: Vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn

Lấy mẫu nước mưa chảy tràn dựa trên sự hình thành dòng chảy của nước mưa với tần suất là 10 phút [76], trong thời gian mùa mưa năm 2013 và 2014, (các trận mưa được lấy xem Bảng 3-2).



Hình 2-5: Tần suất lấy mẫu nước mưa chảy tràn [76, tr.29]

Hình 2-6: Cách lấy mẫu nước mưa chảy tràn

a) Dụng cụ và quy trình lấy mẫu nước mưa chảy tràn:

Máy định vị vệ tinh Garmin eTrex Legend HCx.

Tại các vị trí này, tác giả lấy mẫu nước mưa chảy tràn trước khi nước mưa chảy tràn chảy xuống hệ thống cống thu gom chung của thành phố, trước khi hoà cùng với các nguồn nước thải khác (xem hình phụ lục III.16.1, III.16.2 và III.16.3). Thể tích thu mẫu nước mưa chảy tràn khoảng 2000 ml đựng trong xô nhựa, sau đó chiết mẫu thành 2 bình (01 bình 500 ml bảo quản lạnh sử dụng để phân tích các chỉ tiêu hữu cơ, 01 bình 500mL bảo quản HNO₃ sử dụng để phân tích các chỉ tiêu Zn) (Hình 2-6).

b) Phương pháp bảo quản mẫu

Tất cả các mẫu nước mưa chảy tràn sau khi lấy được bảo quản tức thời trong thùng đá (nhiệt độ khoảng 4°C) trong suốt thời gian vận chuyển về phòng thí nghiệm. Tại phòng thí nghiệm, các mẫu được lưu trong tủ lạnh cho đến khi phân tích.

c) Phương pháp đo tại hiện trường:

Thông số lưu lượng dòng chảy tràn (Q) tại vị trí lấy mẫu được đo ngay tại chỗ bằng hai phương pháp [76, tr.40]

- Đối với bề mặt đệm có dòng nước mưa chảy tràn nhỏ thì sử dụng xô hứng lượng nước mưa chảy tràn và đồng hồ bấm giây. Tổng lượng dòng chảy của nước mưa chảy tràn bằng lượng mẫu được lấy trong thời gian lấy mẫu.

- Đối với bề mặt có dòng chảy nước mưa chảy tràn lớn thì đo vận tốc dòng chảy bằng cách sử dụng chất tạo màu (màu mực in) và đồng hồ bấm giây để đánh dấu điểm đầu và điểm cuối, kết hợp với việc đo mặt cắt ngang của dòng chảy để tính tốc độ dòng chảy của nước mưa chảy tràn, từ đó tính được tổng lượng nước mưa chảy tràn.

d) Lấy mẫu đưa về phòng thí nghiệm để phân tích

Phương tiện vận chuyển mẫu về phòng thí nghiệm bằng xe ô tô. Việc vận chuyển mẫu bảo đảm ổn định về mặt số lượng và chất lượng. Thời gian vận chuyển và nhiệt độ của mẫu thực hiện theo tiêu chuẩn Việt Nam đối với từng thông số quan trắc bằng cách bảo quan mẫu.

e) Phương pháp phân tích tại phòng thí nghiệm: Chi tiết trình bày trong bảng Phụ lục II.4.

f) Phương pháp đánh giá, so sánh đối với nước mặt lục địa áp dụng quy chuẩn QCVN 08:2015/BTNMT.

Chỉ tiêu phân tích để đánh giá chất lượng nước mưa chảy tràn:

Dựa trên các kết quả phân tích hiện trạng môi trường nước sông Sài Gòn (mục 3.1.3 của luận án), đoạn hạ lưu sông Sài Gòn có nguy cơ bị ô nhiễm cao của các chất dinh dưỡng (amoni, nitrit, phosphat); các chất hữu cơ cao (BOD₅, COD); kim loại nặng. Do đó, trong luận văn đã tập trung nghiên cứu, đo lưu lượng của dòng nước mưa chảy tràn (Qm³/h) và phân tích các thông số ô nhiễm, bao gồm:

- Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) là chỉ tiêu quan trọng nhằm để đánh giá mức độ rửa trôi đất của nước mưa chảy tràn qua các bề mặt đệm khác nhau, đặc biệt là thảm thực vật ngày càng suy giảm;

- pH, oxi hoà tan (DO), nhu cầu oxy hóa học (COD), nhu cầu oxy sinh học (BOD₅), amoni (N-NH₄⁺), tổng nitơ (T-N), N-NO₃⁻, T-P là các chỉ tiêu quan trọng nhằm để đánh giá chất lượng nước mưa chảy tràn do các chất hữu cơ;

- Các kim loại nặng như Zn, Cu, Pb trong nước mưa chảy tràn là chỉ tiêu quan trọng nhằm để đánh giá mức độ ảnh hưởng đến hệ thủy sinh vật trong nước, đặc biệt khi nó ở dạng hoà tan trong nước (Brown and Peake, 2006). Do đó, các kim loại nặng trong nước mưa chảy tràn cũng được quan tâm quan trắc, giám sát khi

nước mưa đã qua mái hứng hay mái tôn mà các mái hứng này có cấu tạo thường bằng hợp kim tráng kẽm. Zn trong nước mưa chảy tràn có nguồn gốc từ lớp xe và mái tôn cũ (Davie, 2001; Shedden, 2007). Trong nghiên cứu này, tác giả chọn thông số Zn để đánh giá mức độ ô nhiễm do các tác nhân độc hại do kim loại nặng thường có trong nước mưa chảy tràn.

Các chỉ tiêu của nước mưa chảy tràn được phòng thí nghiệm (VILAS 284), thuộc Phân viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu phân tích theo các phương pháp tiêu chuẩn quốc tế và quy chuẩn Việt Nam, xem bảng Phụ lục II.4. Các kết quả đánh giá được trình bày ở mục 3.2 của luận án.

Để đánh giá mức độ ô nhiễm của nguồn nước mưa chảy tràn chưa hoà vào các nguồn thải khác, tác giả tập trung đánh giá thông số ô nhiễm trung bình của từng trận mưa hay nồng độ EMCs (Event Mean Concentrations) [50].

Công thức thông số ô nhiễm trung bình của trận mưa như sau:

$$EMC = \frac{M}{V} = \frac{\int_0^t Q_t C_t dt}{\int_0^t Q_t dt} \approx \frac{\sum_0^t \bar{Q}_t \bar{C}_t \Delta t}{\sum_0^t \bar{Q}_t \Delta t} \quad (2.1)$$

M: Tải lượng của chất ô nhiễm trong nước mưa chảy tràn (g);

V: Tổng lưu lượng dòng nước mưa chảy tràn (m³);

Δt : Khoảng thời gian lấy mẫu nước mưa chảy tràn t (phút);

Q_t : Lưu lượng trong khoảng thời gian mưa t (m³/phút);

C_t : Nồng độ của các chất ô nhiễm trong khoảng thời gian mưa t (mg/l).

2.3.2 Nghiên cứu đặc trưng dòng chảy mặt khi mưa



Hình 2-7: Bề mặt tiêu lưu vực nhận nước mưa LV1 và LV2

Để nghiên cứu đặc điểm dòng chảy mặt do mưa, tác giả đã tiến hành quan trắc, đo lưu lượng dòng chảy mặt, lấy mẫu nước liên tục tại 02 vị trí của 02 tiêu lưu vực hứng nước mưa chảy tràn khác nhau bao gồm: tiêu lưu vực có bề mặt đệm là khu vực dân cư xen kẽ cụm công nghiệp (DCCN) và tiêu lưu vực có bề mặt đệm là khu vực nông nghiệp (NN). Khi có mưa, hai tiêu lưu vực này hứng nước mưa chảy tràn mang các chất nhiễm bẩn có tính đại diện cho hai khu vực trên. Lưu vực LV1 và LV2 khi mưa, nguồn nước mưa chảy tràn chảy qua bề mặt đệm DCCN và NN tương ứng, nước mưa chảy tràn và các nguồn nước thải khác tập trung chảy ra con mương nhỏ tạo thành dòng chảy mặt, chảy ra hệ thống sông Sài Gòn (Hình 2-7).

Các khu vực khác như DCTM và CN (Hình 2-4), nguồn nước mưa chảy tràn và các nguồn thải khác không tập trung về một tiêu lưu vực nhất định nên tác giả rất khó đánh giá và xác định được đặc trưng dòng chảy mặt đại diện cho 02 khu vực này, do đó trong luận án này chỉ nghiên cứu 02 tiêu lưu vực LV1 và LV2.

Phương pháp lấy mẫu như mục 2.3.1 của luận án và theo hướng dẫn quan trắc nước mưa chảy tràn của Mỹ [76, tr.40]. Tuy nhiên, do tiểu lưu vực có vận tốc dòng chảy mặt tương đối lớn nên đã sử dụng lưu tốc kế đo tại hiện trường (Hình 2-7)

Lấy mẫu nước của dòng chảy mặt dựa trên sự hình thành dòng chảy của nước mưa với tần suất là 10 phút [50]. Mẫu nước của dòng chảy mặt tại hai tiểu lưu vực được lấy từ trận mưa ngày 21/9/2013. Có tổng số 56 mẫu nước của dòng chảy mặt được lấy tại 02 tiểu lưu vực LV1 (28 mẫu ngày 21/9/2013) và LV2 (28 mẫu nước ngày 21/9/2013) để đánh giá hiện trạng chất lượng nước dòng chảy mặt tại hai tiểu lưu vực trước khi ra sông Sài Gòn.

Dựa trên các kết quả phân tích hiện trạng môi trường nước sông Sài Gòn (mục 3.1.3 của luận án), đoạn hạ lưu sông Sài Gòn có nguy cơ bị ô nhiễm dinh dưỡng (amonit, nitrit, phosphat), các chất hữu cơ cao (BOD₅, COD) và hiện trạng chất lượng nước mưa chảy tràn (mục 3.2 của luận án) trên các khu vực nghiên cứu, do đó trong luận văn đã tập trung nghiên cứu, đo lưu lượng dòng chảy tràn (Q; l/h) và các thông số ô nhiễm chất hữu cơ ảnh hưởng lớn đến chất lượng nước sông Sài Gòn. Các thông số ô nhiễm được ưu tiên chọn để đánh giá mức độ ô nhiễm của dòng chảy mặt như: TSS, BOD₅, P-PO₄³⁻, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻ (chi tiết phương pháp phân tích được trình bày trong bảng Phụ lục II.4).

Để đánh giá mức độ ô nhiễm của dòng chảy mặt có hoà lẫn với các nguồn thải khác (nguồn nước thải sinh hoạt và các hoạt động sản xuất công nghiệp) tại từng tiểu lưu vực bộ phận, luận văn tập trung phân tích đánh giá thông số ô nhiễm trung bình của trận mưa hay nồng độ EMCs (Event Mean Concentration) [50]. Các kết quả đánh giá được trình bày ở mục 3.3 của luận án.

Công thức nồng độ ô nhiễm trung bình của trận mưa như sau:

$$EMC = \frac{M - c_b q_b T}{V - q_b T} \quad (2.2)$$

Trong đó: M: Tải lượng của chất ô nhiễm trong dòng chảy mặt (g);

V: Tổng lượng dòng chảy mặt (m³; l);

c_b: Nồng độ của các chất ô nhiễm khi chưa mưa (mg/l);

q_b: Lưu lượng của dòng chảy mặt khi chưa mưa (m³/giờ);

T: Tổng thời gian lấy mẫu dòng chảy mặt (giờ).

2.3.3 Nghiên cứu chất lượng nước sông



Hình 2-8: Sơ đồ các điểm quan trắc trên sông Sài Gòn

Trong luận án, tác giả đã kế thừa các kết quả phân tích chất lượng nước của chương trình quan trắc chất lượng nước sông Sài Gòn – Đồng Nai hàng năm của Trung tâm quan trắc Môi trường, Tổng cục Môi trường chủ trì. Vị trí lấy mẫu nước mặt tại 14 vị trí mang tính đại diện từ thượng lưu đến hạ lưu sông Sài Gòn (các mẫu nước mặt do chính tác giả và các thí nghiệm viên của Phòng thí nghiệm Môi trường VILAS 284, Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện trong 5 năm từ năm 2011 - 2015). Có tổng số 280 mẫu nước sông được lấy để đánh giá hiện trạng chất lượng nước mặt sông Sài Gòn. Quan trắc môi trường nước mặt được thực hiện mỗi năm 04 đợt, vào các tháng 5, 7, 9 và 11. Các kết quả phân tích chất lượng nước được so sánh, đánh giá theo QCVN 08:2015/BTNMT.

Vị trí lấy mẫu chi tiết trình bày trong bảng Phụ lục II.3, phương pháp lấy mẫu theo TCVN 6663-6:2008. Phương pháp phân tích tại phòng thí nghiệm được trình bày trong bảng Phụ lục II.4

Cách tính WQI Quyết định số 879 /QĐ-TCMT ngày 01 tháng 7 năm 2011 của Tổng cục Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Theo công thức sau:

$$WQI = \frac{WQI_{pH}}{100} \left[\frac{1}{5} \sum_{a=1}^5 WQI_a \times \frac{1}{2} \sum_{b=1}^2 WQI_b \times WQI_c \right]^{1/3} \quad (2.3)$$

Trong đó:

+ WQI_a: Giá trị WQI đã tính toán đối với 05 thông số: DO, BOD₅, COD, N-NH₄⁺, P-PO₄³⁻;

+ WQI_b: Giá trị WQI đã tính toán đối với 02 thông số: TSS, độ đục;

+ WQI_c: Giá trị WQI đã tính toán đối với thông số Coliform;

+ WQI_{pH}: Giá trị WQI đã tính toán đối với thông số pH.

Sau khi tính toán được WQI, sử dụng bảng xác định giá trị WQI tương ứng với mức đánh giá chất lượng nước để so sánh, đánh giá, cụ thể như sau:

Bảng 2-4: Giá trị WQI tương ứng với mức đánh giá chất lượng nước

Giá trị WQI	Mức đánh giá chất lượng nước	Màu
91 - 100	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt	Xanh nước biển
76 - 90	Sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp	Xanh lá cây
51 - 75	Sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác	Vàng
26 - 50	Sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích tương đương khác	Da cam
0 - 25	Nước ô nhiễm nặng, cần các biện pháp xử lý trong tương lai	Đỏ

Luận án đã sử dụng số liệu quan trắc, phân tích chất lượng nước trong giai đoạn năm 2011- 2015, các kết quả đủ để đánh giá khách quan hiện trạng chất lượng môi trường nước sông Sài Gòn (kết quả được trình bày ở mục 3.1.3).

2.4 Phương pháp thống kê

2.4.1 Phân tích thành phần chính (PCA)

Mỗi bộ dữ liệu thu thập được khi tiến hành các nghiên cứu, thí nghiệm thường được thể hiện dưới dạng các giá trị số của nhiều yếu tố. Chúng tạo thành một tập hợp số liệu lớn, khá phức tạp. Các số liệu này cần được phân tích và xử lý để có thể rút ra những nhận xét, đánh giá thích hợp. Do đó, Phân tích thành phần chính (PCA) là một kỹ thuật thống kê phân tích đa biến được sử dụng rộng rãi để giảm tập hợp các biến phụ thuộc đến một tập hợp dữ liệu nhỏ hơn hay còn gọi là yếu tố, căn cứ trên mô hình của tương quan giữa các biến ban đầu.

Mục đích của phân tích thành phần chính là rút ra thông tin chủ yếu chứa trong bảng số liệu bằng cách xây dựng một biểu diễn đơn giản hơn sao cho tập hợp số liệu được thể hiện rõ nhất. Cụ thể khi phân tích thành phần chính tức là đi tìm những trục để quan sát, mô tả tốt nhất, trung thực nhất tập hợp vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn và chỉ tiêu các chất ô nhiễm.

Việc tìm các thành phần chính (trục chính F_i) được thực hiện như sau: tìm trục chính thứ nhất (F_1) là trục mà quán tính nhỏ nhất, tức là đường thẳng qua tâm gần tập hợp điểm nhất. Trục chính thứ hai (F_2) là trục qua tâm trục giao với trục chính thứ nhất và quán tính của tập hợp điểm theo nó là nhỏ nhất. Trục chính thứ ba (F_3) là trục qua tâm, trục giao với hai trục chính thứ nhất (F_1) và thứ hai (F_2) và gần tập hợp điểm nhất sau hai trục trên. Tiếp tục như vậy đến bước thứ i , ta được một hệ i vectơ trục giao tạo thành siêu phẳng i chiều mà tập hợp điểm thể hiện trên đó là rõ nhất. Tuy nhiên trong thực tế, khi đã tìm được một số trục chính có tỉ lệ đóng góp tương đối tốt (thường F_1 và F_2), ta có thể dừng lại để quan sát. Qua hình ảnh thu được, có thể thấy các vị trí nào gần nhau, vị trí nào xa nhau, giúp quan sát rõ hơn và đưa ra những nhận xét thích hợp. Cách tìm các trục tọa độ được phân tích xây dựng trên cơ sở toán học.

2.4.2 Phân tích chùm dựa vào khoảng cách (AHC)

Phương pháp xuất phát từ việc coi các dữ liệu là một tập hợp con và tìm cách ghép các tập con này thành một số lớp theo các mức khác nhau. Hình ảnh thu được sau khi ghép các tập con sẽ cho cái nhìn trực quan về mối liên hệ giữa các dữ liệu thu thập được.

Có nhiều phương pháp xác định mối liên quan giữa các vị trí. Mỗi cách xác định mối liên quan tương ứng với một cách lập cây phân loại dựa trên các vị trí đó. Với hai vị trí lấy mẫu khác nhau, hai cây phân loại lập được có thể sẽ khác nhau, do đó hình ảnh thu được tương ứng cũng khác nhau. Hiện nay, với sự hỗ trợ của máy tính, việc phân loại và đánh giá mối liên quan giữa các vị trí lấy mẫu trở nên đơn giản. Chỉ cần chọn thông số ô nhiễm thích hợp và số vị trí lấy mẫu cần phân chia sẽ thu được một hình ảnh trực quan về những thông tin chứa đựng trong các số liệu thu được.

Các số liệu phân tích từ các trận mưa khác nhau, tại các vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn có bề mặt đệm với các mục đích sử dụng đất khác nhau (mục 2.3.1). Các dữ liệu của các thuộc tính khác nhau đã nêu ở trên được sắp xếp theo thứ tự tăng hoặc giảm dần và xử lý bằng phần mềm thống kê XLSTAT phiên bản 2014.1.01. Sau đó các dữ liệu được giám bằng cách phân tích dữ liệu, các biến độc lập, các biến phụ thuộc được lựa chọn và dựa trên đồ thị 2 trục chính (F1 và F2). Các số liệu này được sử dụng để vẽ biểu đồ phân tích thành phần chính (*Principle Component Analysis – PCA*), phân tích chùm dựa vào khoảng cách (*Agglomerative Hierarchical Clustering - AHC*).

2.5 Phương pháp mô hình toán

Việc lựa chọn mô hình là khâu đầu tiên rất quan trọng trong phương pháp mô hình toán. Lựa chọn mô hình phụ thuộc vào yêu cầu công việc, điều kiện về tài liệu cũng như tiềm lực tài chính và nguồn nhân lực. Trong luận án này, tác giả đã lựa chọn bộ phần mềm MIKE 11 bởi nó đáp ứng được những tiêu chí sau: là phần mềm tích hợp đa tính năng, đã được kiểm nghiệm thực tế, cho phép tính toán thủy lực và chất lượng nước với độ chính xác cao, cùng với giao diện thân thiện, dễ sử dụng, có ứng dụng kỹ thuật GIS.

2.5.1 Mô đun thủy lực

Mô hình MIKE 11, là một phần mềm kỹ thuật chuyên dụng do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng và phát triển trong khoảng 20 năm trở lại đây, được ứng dụng để mô phỏng chế độ thủy lực, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát vùng cửa sông, trong sông, hệ thống tưới, kênh dẫn và các hệ thống dẫn nước khác. MIKE 11 bao gồm nhiều modul có các khả năng và nhiệm vụ khác nhau như: modul mưa dòng chảy (RR), modul thủy động lực (HD), modul dự báo (FF), modul tải - khuếch tán (AD), modul sinh thái (Ecolab) và một số modul khác. Trong đó, modul thủy lực (HD) được coi là phần trung tâm của mô hình, tuy nhiên tùy theo mục đích tính toán mà chúng ta kết hợp sử dụng với các modul khác một cách hợp lý và khoa học. Trong hướng dẫn sử dụng này tập trung vào các modul HD, RR, và FF.

MIKE 11 mô tả quá trình động lực học dọc theo chiều dài dòng chảy với sự kết hợp giữa phương trình liên tục và phương trình động lượng (hệ phương trình Saint – Venant), với một số giả thuyết cơ bản sau:

Nước là chất lỏng đồng nhất và không nén được (khối lượng riêng của nước $\rho_N = const$)

Độ dốc đáy dọc theo chiều dài dòng chảy là nhỏ.

Chiều dài bước sóng là lớn so với độ sâu mực nước. Điều này đảm bảo mặt thoáng dòng chảy có thể xem như song song với đáy, nghĩa là gia tốc dòng chảy theo chiều thẳng đứng có thể bỏ qua, hay nói cách khác cùng trên mặt cắt ngang áp suất phân bố theo quy luật thủy tĩnh.

Vật chất hòa tan được xáo trộn đều.

Từ các giả thuyết trên, hệ phương trình Saint – Venant với các biến $Q(x,t)$ và $h(x,t)$ như sau:

Phương trình liên tục:

$$B \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (2.4)$$

Phương trình động lượng:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + g \frac{Q|Q|}{AC^2R} = 0 \quad (2.5)$$

Trong phương trình (2.4), giả thuyết rằng dòng nhập bên trục giao với dòng chính nên trong phương trình động lượng mới triệt tiêu thành phần q.

Trong đó:

Q: lưu lượng dòng chảy (m³/s); A: diện tích mặt cắt ướt (m²);

R: bán kính thủy lực (m);

C: hệ số Chezy ($C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$) ($\sqrt{m/s}$); (hệ số Maning $M = \frac{1}{n}$, $C = MR^{\frac{1}{6}}$)

B: bề rộng mặt thoáng (m); n: hệ số nhám; q: lưu lượng dòng nhập lưu trên một đơn vị chiều dài dọc sông (m²/s);

h: độ sâu dòng chảy (m); α : hệ số hiệu chỉnh động năng.

2.5.2 Mô đun truyền tải khuếch tán và chất lượng nước

Để xác định bộ thông số chất lượng nước phù hợp nhất cho khu vực nghiên cứu, các thông số chất lượng nước quan tâm là các thông số vật lý như hệ số khuếch tán, hệ số hô hấp, hệ số quan hợp ... Do hạn chế số liệu và tài liệu chất lượng nước nên trong luận án này chỉ tập trung vào tính toán một số thông số cơ bản. Từ đó, tính toán giá trị của một số chỉ tiêu chất lượng nước quan tâm trong sông theo thời gian và không gian, tương ứng với các điều kiện biên thủy lực và các nguồn thải.

Dựa trên kết quả của mô hình thủy lực đã tính toán ở phần trên (mục 2.5.2), bài toán chất lượng nước cho lưu vực sông Sài Gòn được xây dựng và thiết lập các điều kiện biên về chất lượng nước và các nguồn thải đổ vào sông: thông số ô nhiễm chất lượng nước tại các biên trên (số liệu quan trắc chất lượng nước mặt tại các vị trí quan trắc được dùng làm biên trên); thông số ô nhiễm chất lượng nước tại các biên dưới (số liệu quan trắc chất lượng nước mặt tại các vị trí được dùng làm biên dưới), nồng độ, lưu lượng và vị trí các nguồn thải; Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình để xác định các thông số phù hợp.

2.5.3 Số liệu đầu vào

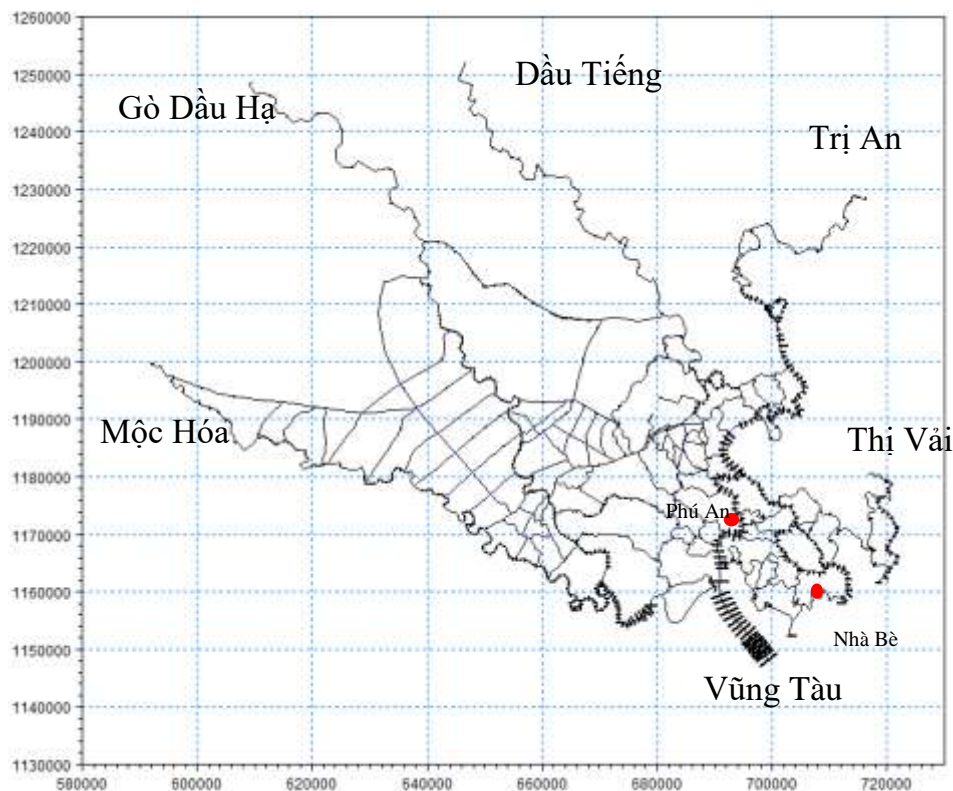
2.5.3.1 Số liệu đầu vào mô hình thủy lực

a. Mạng lưới sông Sài Gòn – Đồng Nai và dữ liệu mặt cắt

Tài liệu mặt cắt dọc, cắt ngang của kênh, sông lấy từ nhiều nguồn khác nhau và kế thừa từ các đề tài:

- Số liệu mặt cắt kênh, sông do Tổng cục Khí tượng Thủy văn thực hiện, 2003 (nay là Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia – Bộ TNMT);
- Dự án Quy hoạch tổng hợp nguồn nước lưu vực sông Sài Gòn, năm 1999;
- 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, 2009;
- Nghiên cứu chế độ thủy động lực và chất lượng nước vùng cửa sông Sài Gòn – Đồng Nai, 2012;
- Tài liệu thủy văn kênh, rạch từ các dự án đo đạc cập nhật đến năm 2012 từ các đề tài, dự án khác.

Dựa vào các nghiên cứu trên, luận án đã chọn hệ số nhám Manning (M) có giá trị từ 12-45. Số liệu mặt cắt ngang sông gồm có 3885 mặt cắt.



Hình 2-9: Sơ đồ mạng lưới sông Sài Gòn-Đồng Nai được thiết lập trong Mike 11

b. Điều kiện biên

Tài liệu lưu lượng tại các trạm biên thượng lưu: hồ Trị An, Dầu Tiếng (2014).

Tài liệu mực nước tại các trạm biên thượng lưu: trạm Mộc Hóa (2014), Gò Dầu Hạ (2014).

Tài liệu mực nước tại các trạm biên phía biển: trạm Vũng Tàu (2014).

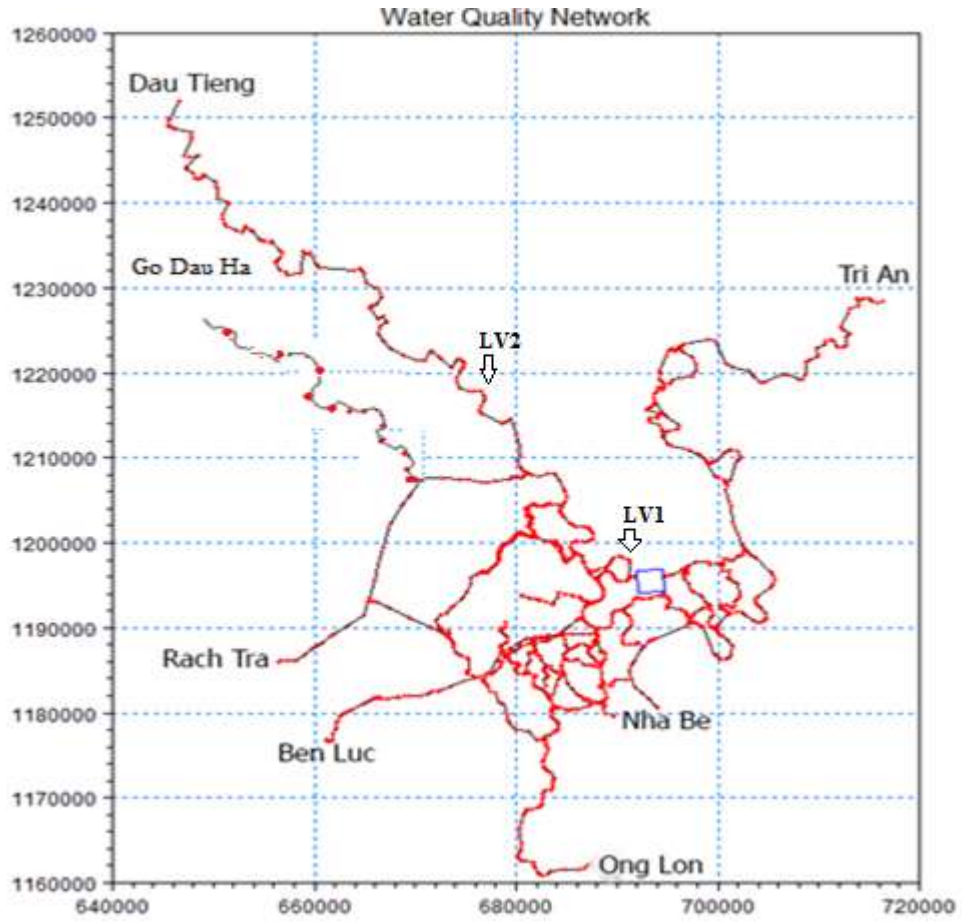
Các biên tại các kênh, rạch cắt trên địa bàn các quận: chọn lưu lượng vào bằng không.

2.5.3.2 Số liệu đầu vào mô hình khuếch tán và chất lượng nước

Lưới tính toán: Lưới tính toán trong mô đun chất lượng nước được rút gọn từ lưới tính thủy lực (mục 2.5.3.1) vì số liệu thông số chất lượng nước tại khu vực này được thu thập đầy đủ.

- Số liệu thông số chất lượng nước tại các trạm thượng lưu: hồ Trị An và hồ Dầu Tiếng và Gò Dầu Hạ

- Số liệu thông số chất lượng nước tại các trạm biên dưới: Nhà Bè, Rạch Tra, Bến Lức, rạch Ông Lớn.



Hình 2-10: Mạng lưới tính toán chất lượng nước sông Sài Gòn

Số liệu biên thủy lực dùng trong mô hình chất lượng nước được trích xuất từ kết quả của mô hình thủy lực đã được hiệu chỉnh và kiểm định. Trong bước chạy mô hình chất lượng nước, tiến hành bổ sung thêm các thông số ô nhiễm vào các biên như: hồ Trị An và hồ Dầu Tiếng và Gò Dầu Hạ, Nhà Bè, Rạch Tra, Bến Lức, rạch Ông Lớn của mô hình.

Số liệu đầu vào bao gồm:

- Các điều kiện thủy lực trên và thủy lực dưới hệ thống sông sau khi đã được thu gọn lưới tính;
- Các điều kiện biên trên: nồng độ chất ô nhiễm tại vị trí dùng làm biên trên và biên dưới như Hình 2-10; nồng độ chất ô nhiễm tại các vị trí được dùng làm biên dưới (bao gồm 4 chỉ tiêu chất lượng nước BOD₅, N-NH₄⁺, P-PO₄³⁻, N-NO₃⁻ đã nêu trên mục 3.1.3 Hiện trạng chất lượng nước mặt sông Sài Gòn);

- Để hiệu chỉnh các thông số của mô hình chất lượng nước, số liệu quan trắc chất lượng nước tại một số điểm quan trắc dọc sông được sử dụng. Các số liệu này được đo đặc đồng bộ với số liệu dùng làm biên trên và biên dưới trong mô hình thủy lực và mô hình chất lượng nước.

Số liệu nguồn ô nhiễm:

Trong luận án, tác giả đã kế thừa, cập nhật, sử dụng các số liệu nguồn thải từ các đề tài, dự án như:

Các nguồn ô nhiễm: vị trí các nguồn ô nhiễm đổ xuống dòng sông, nồng độ chất lượng nước các nguồn gây ô nhiễm của lưu vực sông Sài Gòn, lưu lượng nước thải của nguồn gây ô nhiễm.

Nguồn thải đưa vào mô hình dưới hai dạng: nguồn thải điểm và nguồn diện.

- Nguồn thải điểm: các khu công nghiệp, cụm công nghiệp, cơ sở sản xuất, làng nghề. Số liệu từ các đề tài như:

a) 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 (2009), tại mục 4.1.1 của đề tài.

b) Cập nhật danh sách các nguồn thải chính trên lưu vực hệ thống sông Đồng Nai (2014), theo báo cáo của Ủy ban BVMT lưu vực hệ thống sông Đồng Nai.

c) Cùng với các nguồn ô nhiễm phục vụ cho việc tăng cường kiểm kê nguồn ô nhiễm môi trường nước tại thành phố Hồ Chí Minh (khu vực Củ Chi, Quận 9 và Thủ Đức) và tại Bà Rịa Vũng Tàu (các khu công nghiệp), trong khuôn khổ dự án tăng cường năng lực quản lý môi trường nước tại Việt Nam (2011, 2012) do Phân viện KH Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện.

d) Các nguồn thải chưa đưa vào tính toán như: nguồn nước thải từ bãi rác, cơ sở y tế, bệnh viện, nước thải từ các phòng thí nghiệm,....

- Nguồn thải diện: nguồn thải nước mưa chảy tràn, nguồn thải sinh hoạt, nguồn nước thải chăn nuôi (trâu, bò heo).

a) 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 (2009), tại mục 4.1.1 của đề tài.

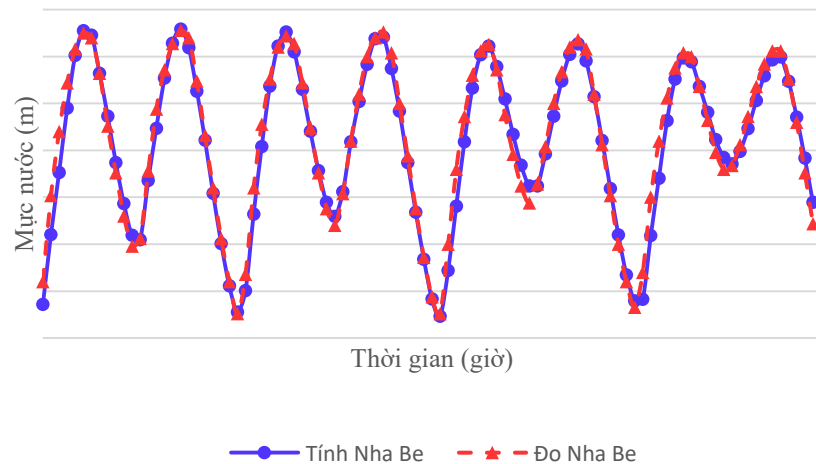
- b) Số liệu nguồn ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn được lấy từ các kết quả quan trắc tại mục 3.3 của luận án và lưu lượng tính toán nước mưa dòng chảy tràn trên các lưu vực được tính toán tại mục 3.4.1 của luận án, Phụ lục III.15 và III.16,.
- c) Các nguồn thải chưa đưa vào tính toán là nguồn thải trong nông nghiệp như thuốc bảo vệ thực vật, các nguồn thải từ phế phẩm nông nghiệp trên bề mặt đệm...

2.5.4 Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

2.5.4.1 Hiệu chỉnh kiểm định mô hình thủy văn

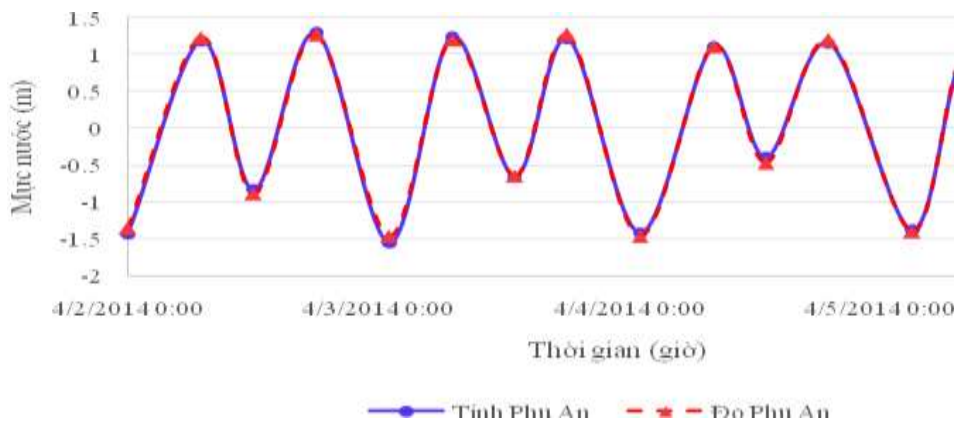
a. Hiệu chỉnh mô hình

Các kết quả hiệu chỉnh 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 như sau:



Hình 2-11: Mực nước tính toán và thực đo tại trạm Nhà Bè từ 2/4 – 5/4/2014

Kết quả so sánh mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm Nhà Bè theo chỉ tiêu Nash bằng 97,2%, cho thấy kết quả mô phỏng đạt loại tốt.



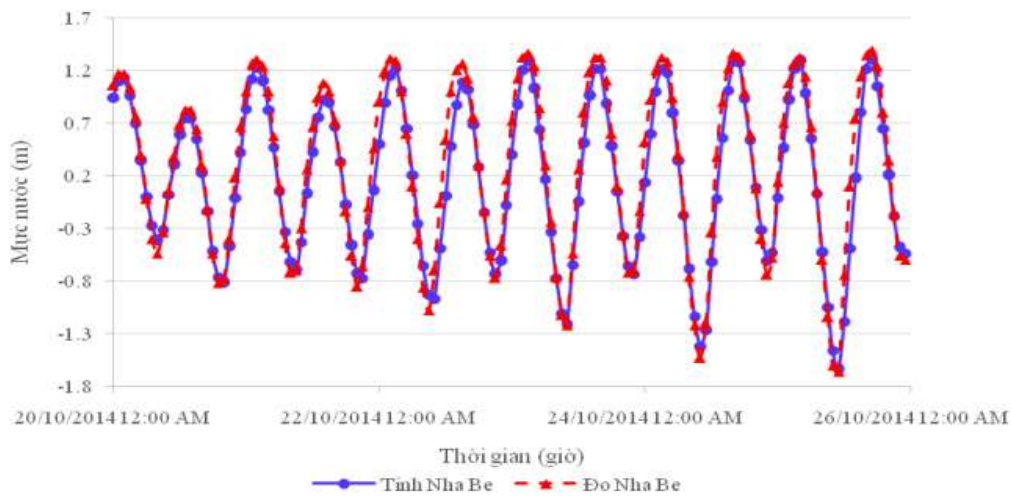
Hình 2-12: Mức nước tính toán và thực đo tại Phú An từ 2/4 -5/4/2014

Tương tự, Kết quả so sánh mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm Phú An theo chỉ số Nash bằng 99,8%, cho thấy kết quả mô phỏng đạt loại tốt.

Sử dụng bộ thông số đã hiệu chỉnh ở trên chạy tiếp cho ngày 20-25/10/2014 để kiểm định mô hình.

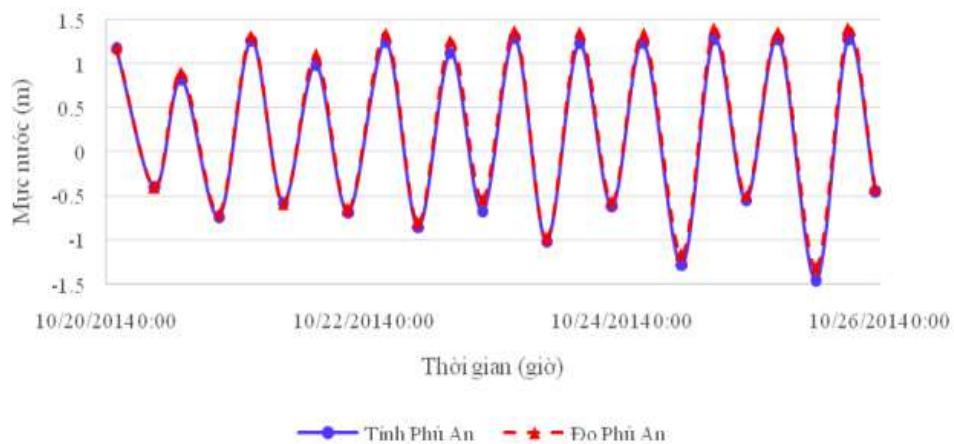
b. Kiểm định mô hình

Các kết quả kiểm định mực nước tại trạm Nhà Bè, Phú An từ ngày 20-25/10/2014 như sau:



Hình 2-13: Mức nước tính toán và thực đo tại trạm Nhà Bè từ 20-25/10/2014

Kết quả so sánh mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm Nhà Bè từ 20/10 – 25/10/2014 cho thấy, chỉ số Nash bằng 96,6%. Kết quả này cho thấy số liệu sự phù hợp giữa số liệu tính toán và thực đo.



Hình 2-14: Mức nước tính toán và mực nước thực đo tại Phú An từ 20-25/10/2014.

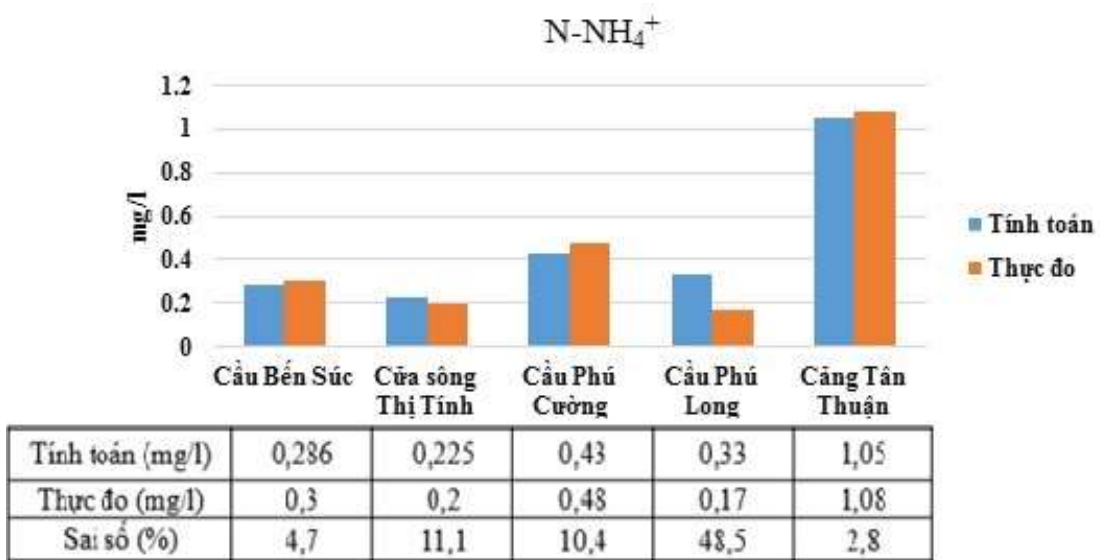
Kết quả so sánh mực nước giữa tính toán và thực đo tại trạm Phú An từ 20-25/10/2014 cho thấy, chỉ số Nash bằng 99,8%. Kết quả này cho thấy số liệu sự phù hợp giữa số liệu tính toán và thực đo.

Các kết quả tính toán và mô phỏng mực nước tại trạm Nhà Bè và Phú An cho thấy, kết quả hiệu chỉnh kiểm định ở trên đều cho hệ số tương quan theo chỉ tiêu Nash trên 70% nên bộ thông số đó là đủ độ tin cậy để tính toán chất lượng nước tại lưu vực cho năm 2014.

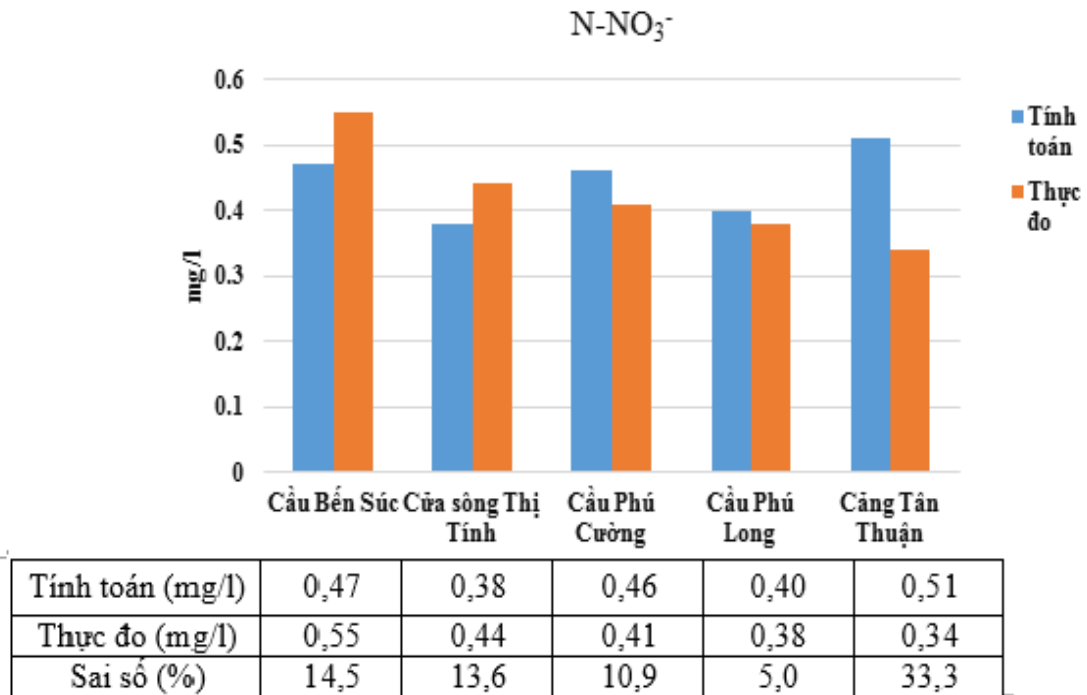
2.5.4.2 Hiệu chỉnh kiểm định mô hình truyền tải và khuếch tán

a. Hiệu chỉnh mô hình

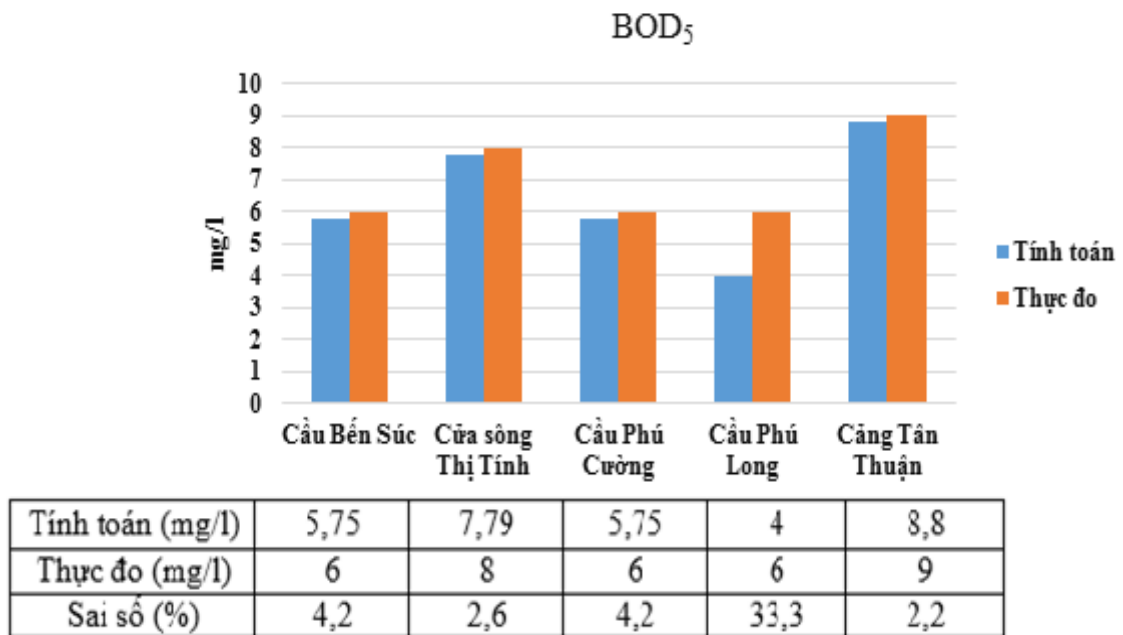
Số liệu thực đo tháng 5 năm 2014 làm số liệu hiệu chỉnh mô hình chất lượng nước. Kết quả hiệu chỉnh mô hình chất lượng nước được trình bày trong các Hình 2-15 đến 2-18.



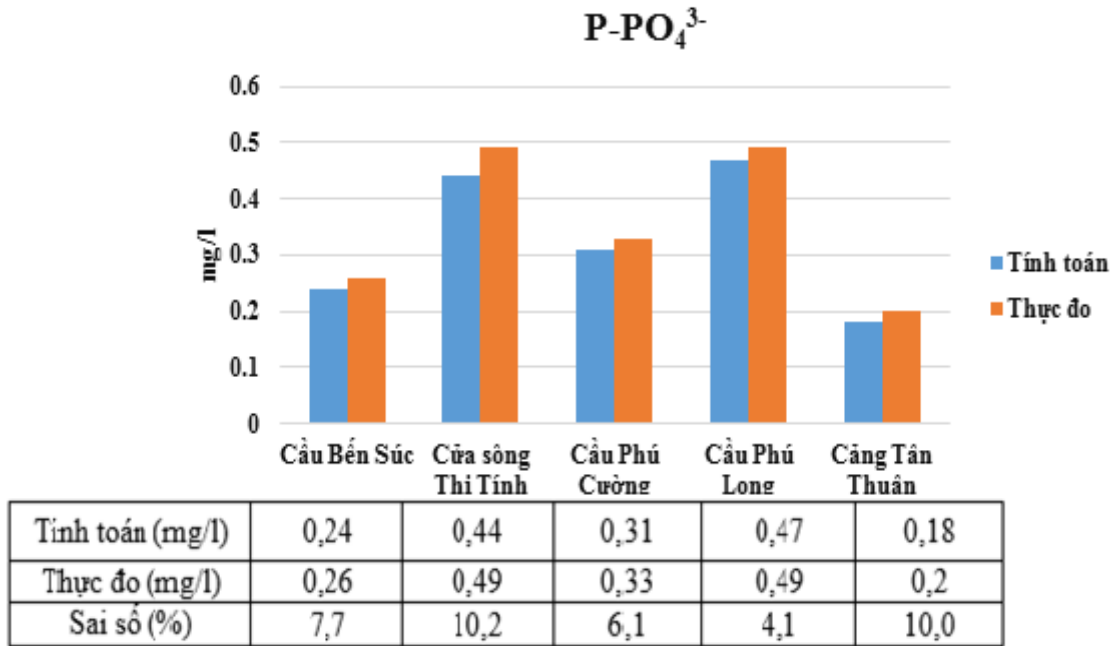
Hình 2-15: Kết quả tính toán hiệu chỉnh $N-NH_4^+$ và thực đo 05/2014



Hình 2-16: Kết quả tính toán hiệu chỉnh N-NO₃⁻ và thực đo 05/2014



Hình 2-17: Kết quả tính toán hiệu chỉnh BOD₅ và thực đo 5/2014

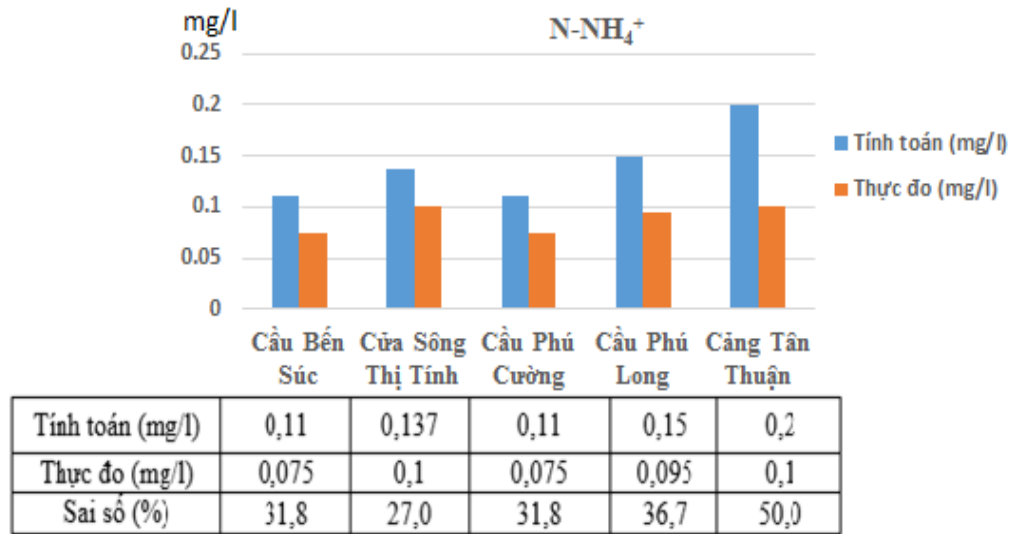


Hình 2-18: Kết quả tính toán hiệu chỉnh P-PO₄³⁻ và thực đo 5/2014

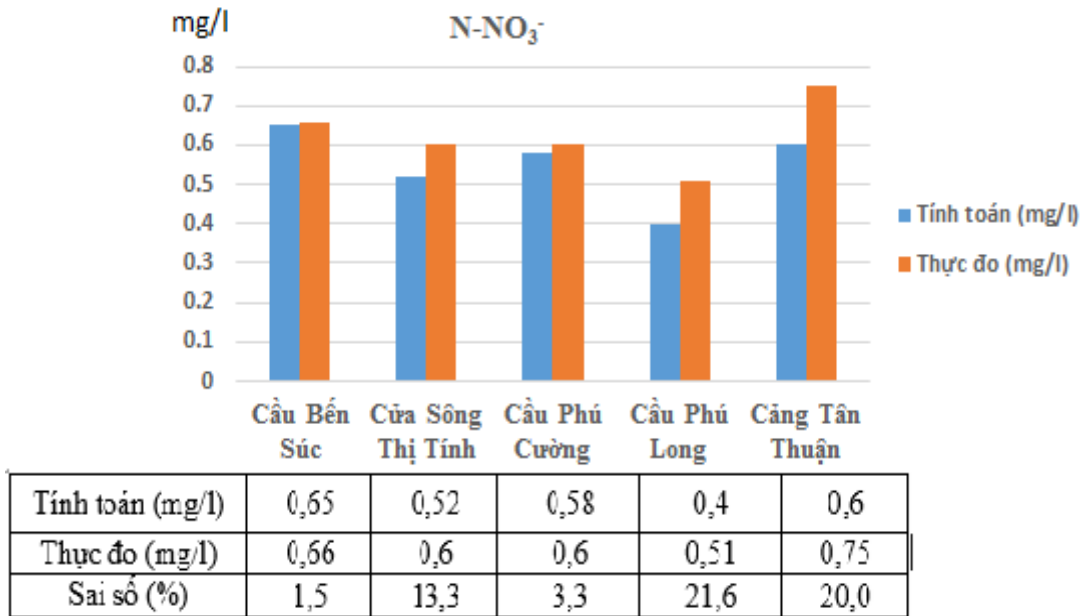
Do hiện trạng số liệu chất lượng nước nói chung và số liệu tại lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai nói riêng không được đo đạc thường xuyên và liên tục, nên kết quả thường không được tối ưu, nhưng vẫn nằm trong sai số cho phép. Cụ thể, kết quả hiệu chỉnh chất lượng nước thể hiện trong các Hình 2-21 đến 2-24 đều cho kết quả hợp lý.

b. Kiểm định mô hình

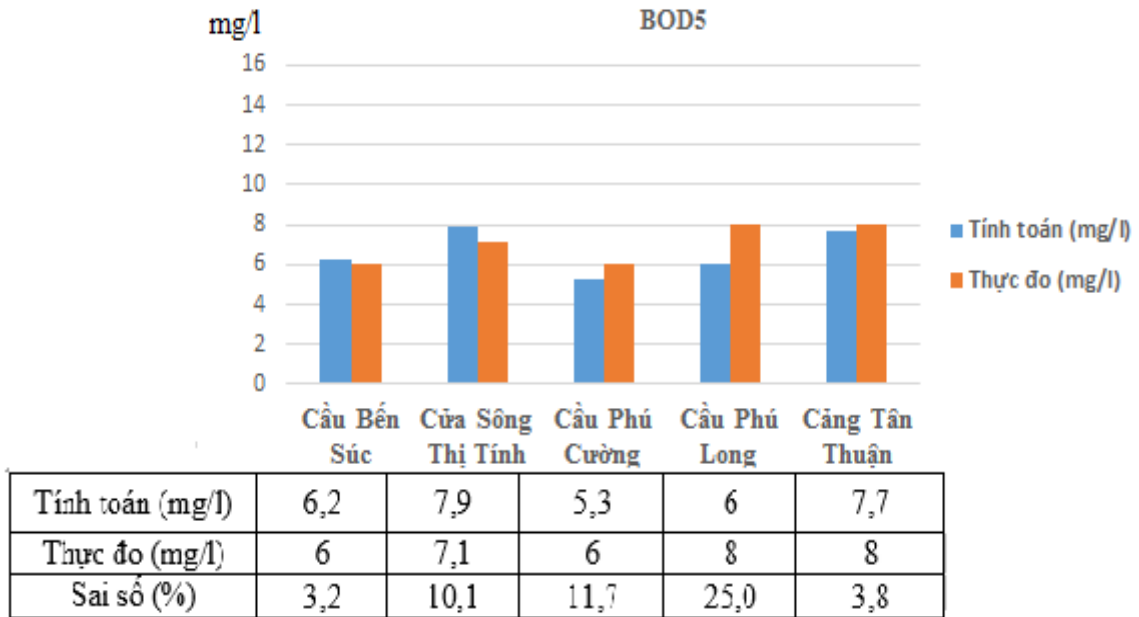
Mô hình chất lượng nước được kiểm định với số liệu thực đo tháng 7 năm 2014. Kết quả kiểm định chất lượng nước được thể hiện trong các Hình 2-19 – Hình 2-22 đều cho kết quả hợp lý.



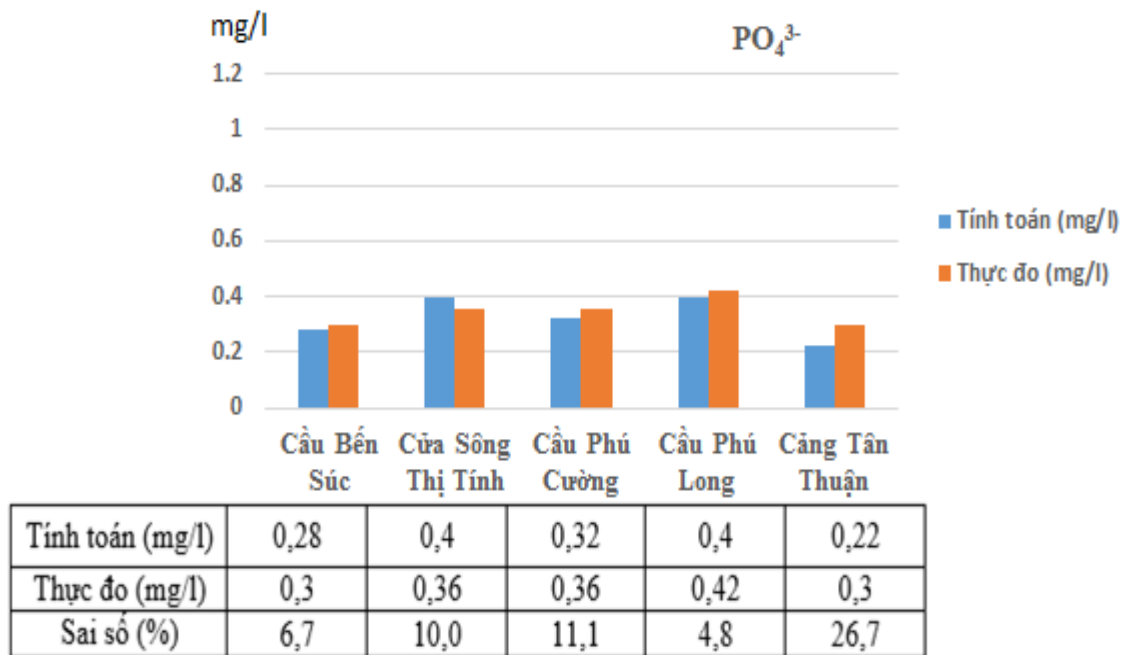
Hình 2-19: Kết quả tính toán kiểm định N-NH₄⁺ và thực đo 7/2014



Hình 2-20: Kết quả tính toán kiểm định N-NO₃⁻ và thực đo 7/2014



Hình 2-21: Kết quả tính toán kiểm định BOD₅ và thực đo 7/2014



Hình 2-22: Kết quả tính toán kiểm định PO₄³⁻ và thực đo 7/2014

Kết quả tính toán hiệu chỉnh và kiểm định mô hình lan truyền ô nhiễm cho thấy không có sự chênh lệch lớn giữa số liệu tính toán và số liệu thực đo. Vì vậy, bộ thông số của mô hình lan truyền ô nhiễm sẽ được sử dụng tính toán cho hiện trạng và kịch bản mưa.

2.5.5 Xây dựng các kịch bản nguồn thải

Kịch bản hiện trạng (nền) các nguồn ô nhiễm khi không mưa:

Do các diễn biến và xu thế chất lượng nước đều được xác định dựa vào mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định, vì vậy các kịch bản nguồn thải vào hệ thống sông Sài Gòn khi không tính yếu tố mưa bao gồm:

Nước thải từ các khu vực đô thị, khu dân cư tập trung trên lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai chưa được xử lý theo tiêu chuẩn trước khi thải vào nguồn nước và nước thải từ các khu công nghiệp, cụm công nghiệp, nước thải trong chăn nuôi. Các số liệu nguồn thải kế thừa từ đề tài, dự án như: 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, mục 4.1; Danh sách các nguồn thải chính trên lưu vực hệ thống sông Đồng Nai, Văn Phòng Ủy ban BVMT lưu vực hệ thống sông Đồng Nai, 2014; Khảo sát nguồn ô nhiễm phục vụ cho việc tăng cường kiểm kê nguồn ô nhiễm môi trường nước tại thành phố Hồ Chí Minh (khu vực Củ Chi, Quận 9 và Thủ Đức) và tại Bà Rịa Vũng Tàu (các khu công nghiệp), trong khuôn khổ dự án tăng cường năng lực quản lý môi trường nước tại Việt Nam, do Phân viện KH Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu thực hiện).

Kịch bản các nguồn ô nhiễm khi mưa:

Để tính toán và mô phỏng mức độ ô nhiễm do tác động của nước mưa chảy tràn đối với sông Sài Gòn, trong luận án này xây dựng kịch bản cho hai trận mưa với cường độ mưa khác nhau trong tháng 5 (đầu mùa mưa) và tháng 8 (mùa mưa).

Để tính toán tổng lượng nước mưa trên lưu vực nghiên cứu, tác giả đưa ra các giả thiết sau:

- Mưa đồng thời trên toàn lưu vực nghiên cứu với lượng mưa tại các lưu vực như nhau.
- Cường độ mưa không đổi trong suốt các trận mưa.
- Cường độ thấm xem như đồng đều trên toàn bộ lưu vực.
- Lưu lượng tính toán thoát nước mưa, được tính toán theo công thức tổng quát sau (TCXDVN 51:2008):

$$- Q = q * C * F \quad (2.6)$$

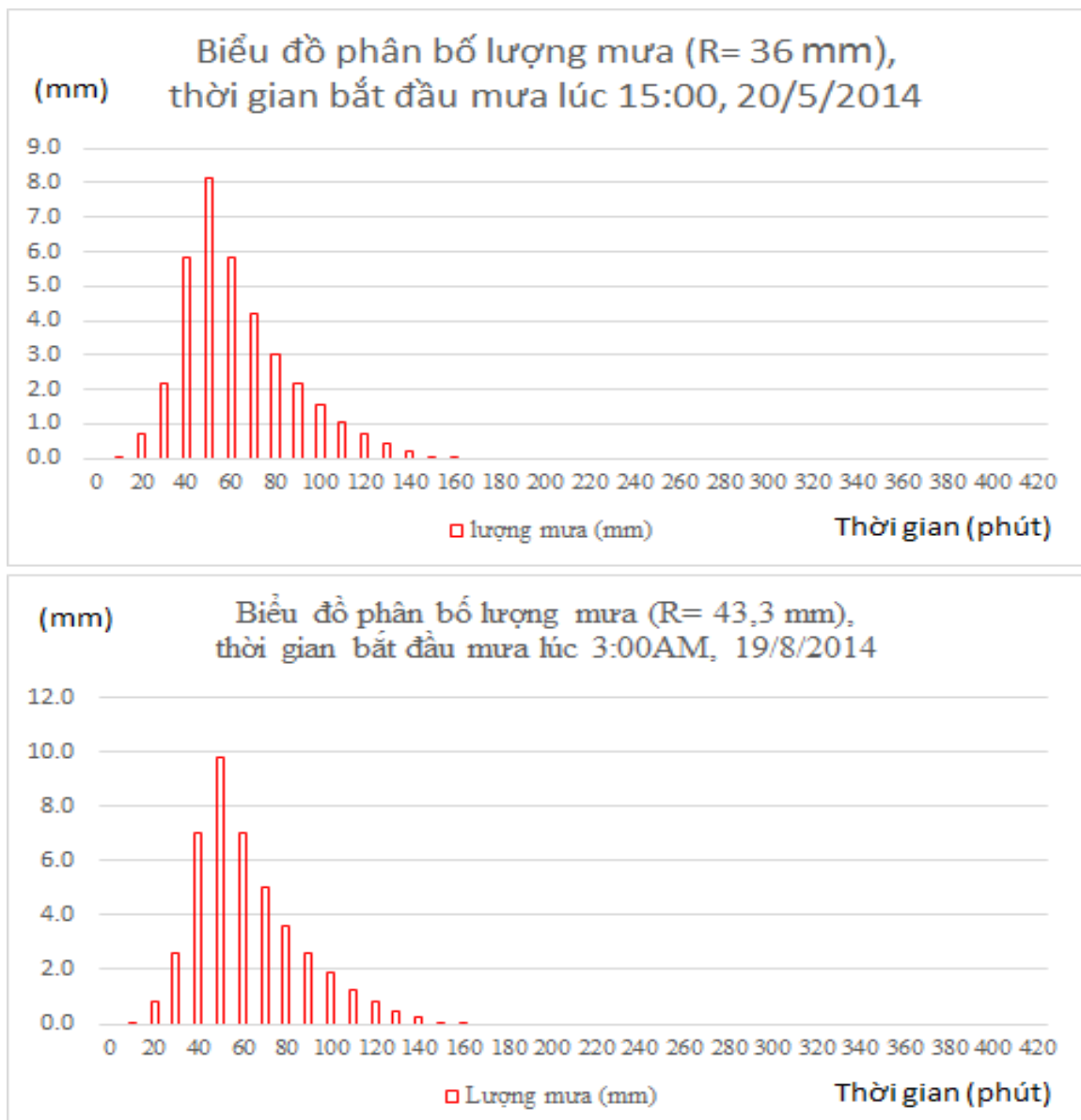
Trong đó:

+ q : cường độ mưa tính toán (l/s.ha), (mm/phút); Cường độ mưa dựa trên số liệu thực đo tại trạm Tân Sơn Hoà ngày 20/5/2014 và ngày 19/8/2014 (Hình 2-23).

+ C : hệ số dòng chảy;

+ F : Diện tích lưu vực (ha)

Hệ số dòng chảy C phụ thuộc vào loại mặt phủ (xác định theo bảng 3-4 của TCXDVN 51:2008); Căn cứ vào loại mặt phủ và chu kỳ lặp lại trận mưa tại khu vực nghiên cứu, chọn $C = 0,75$ (khu vực củ chi chọn $C = 0,53$).



Hình 2-23: Biểu đồ phân bố lượng mưa ngày 20/5/2014 và 19/8/2014

Kịch bản khi mưa: kịch bản các nguồn ô nhiễm khi mưa với lượng mưa thực $R = 36 \text{ mm}$ và $R = 43,3 \text{ mm}$

- Xác định lưu lượng thoát nước mưa chảy tràn dựa vào công thức (2.6); tính tải lượng ô nhiễm của nước mưa chảy tràn cho từng khu vực dựa vào phương pháp khảo sát, đo đạc, phân tích mẫu nước mưa tại các lưu vực đại diện và lưu lượng thoát nước mưa của dòng chảy tràn (phụ lục III.1)

2.6 Kết luận chương 2

Tác giả đã sử dụng phương pháp quan trắc, so sánh cũng như phương pháp xác suất thống kê để đánh giá nước mưa chảy tràn tại các khu vực có mục đích sử dụng đất khác nhau, đánh giá đặc trưng dòng chảy mặt tại các tiểu lưu vực khi mưa và chất lượng nước mặt sông Sài Gòn.

Tác giả đã sử dụng phương pháp mô hình cụ thể là bộ mô hình MIKE để đánh giá ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước sông. Các mô đun được sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: Mô đun thủy lực, tải khuyếch tán và mô đun chất lượng nước. Luận án đã xây dựng bộ cơ sở dữ liệu đầu vào, và tiến hành hiệu chỉnh, kiểm định mô hình, phục vụ tính toán cho kịch bản khi không mưa và khi mưa. Để kiểm định tính đúng đắn của mô hình, sẽ tính toán thử nghiệm cho các trận mưa thực.

CHƯƠNG 3:
PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ ĐẶC TRƯNG NGUỒN NƯỚC MƯA
CHẢY TRÀN VÀ CHẤT LƯỢNG NƯỚC SÔNG SÀI GÒN

3.1 Đặc điểm mưa, chế độ thủy văn và chất lượng nước

3.1.1. Lượng mưa

Mưa là một yếu tố mang tính biến động lớn cả về không gian lẫn thời gian vì mưa chỉ xuất hiện khi có những nhiễu động lực trong khí quyển. Nhiễu động càng mạnh mưa càng lớn, phạm vi nhiễu động lực càng rộng mưa càng nhiều, thời gian nhiễu động càng lâu mưa càng kéo dài. Bởi vậy, trong cùng một thời điểm trên các địa phương ở lân cận nhau nhưng có nơi có mưa, có nơi lại không mưa, có khu vực mưa to, có khu vực lại mưa nhỏ.

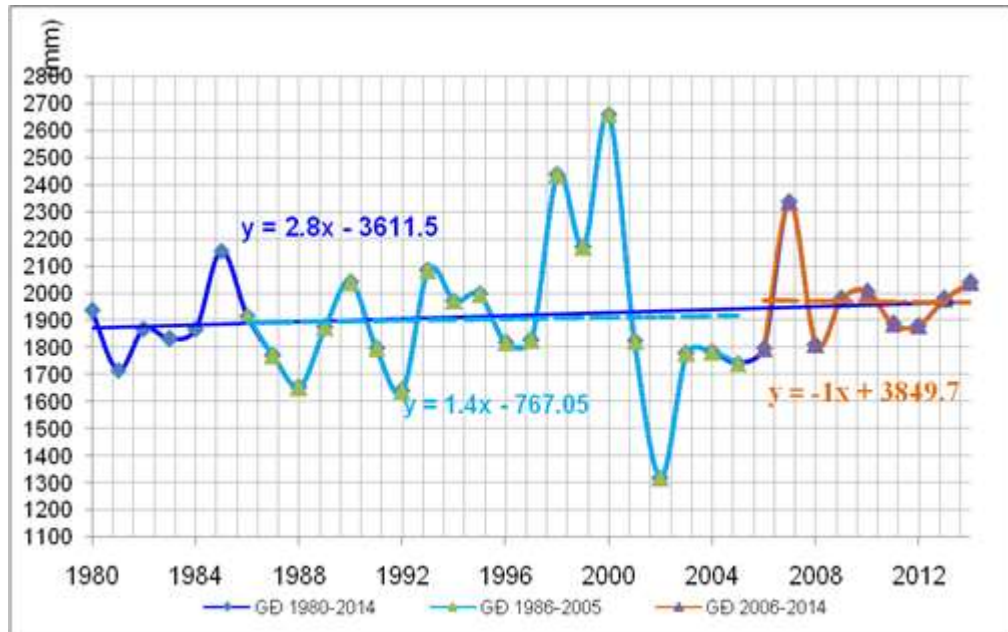
Khí hậu khu vực nghiên cứu có hai mùa đặc trưng: mùa khô (ứng với hướng gió Đông Bắc) và mùa mưa (ứng với hướng gió Tây Nam). Phân chia giữa mùa mưa – khô ở khu vực nghiên cứu như sau: mùa khô – từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau, mùa mưa – từ tháng 5 đến tháng 11. Mùa mưa có lượng mưa trung bình từ 1.300 – 1.950 mm, chiếm từ 93,6 – 96,8% lượng mưa cả năm. Trong năm có hai khoảng thời gian giao mùa: thời gian giao mùa của mùa khô – mùa mưa là các tháng 4 và 5; thời gian giao mùa của mùa mưa – mùa khô là các tháng 11 và 12.

Trong thời kỳ 34 năm (1980 -2014) có những năm ngày bắt đầu mưa rất muộn (1998, 2005, 2010) hoặc rất sớm (1999, 2008) nhưng phần lớn trùng vào các thời kỳ mùa mưa (tháng 5 đến tháng 11), mùa khô (tháng 12 đến tháng 4 năm sau). Trong thời kỳ gió mùa Tây Nam thịnh hành (thối từng đợt từ 5 đến 7 ngày) đem lại lượng mưa rất phong phú cho khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên, do tính không ổn định của hoàn lưu cũng như điều kiện địa hình và nhiệt độ bề mặt của mặt đệm mà có sự phân bố không đồng đều trên lưu vực.

a. Xu thế biến đổi lượng mưa theo thời gian

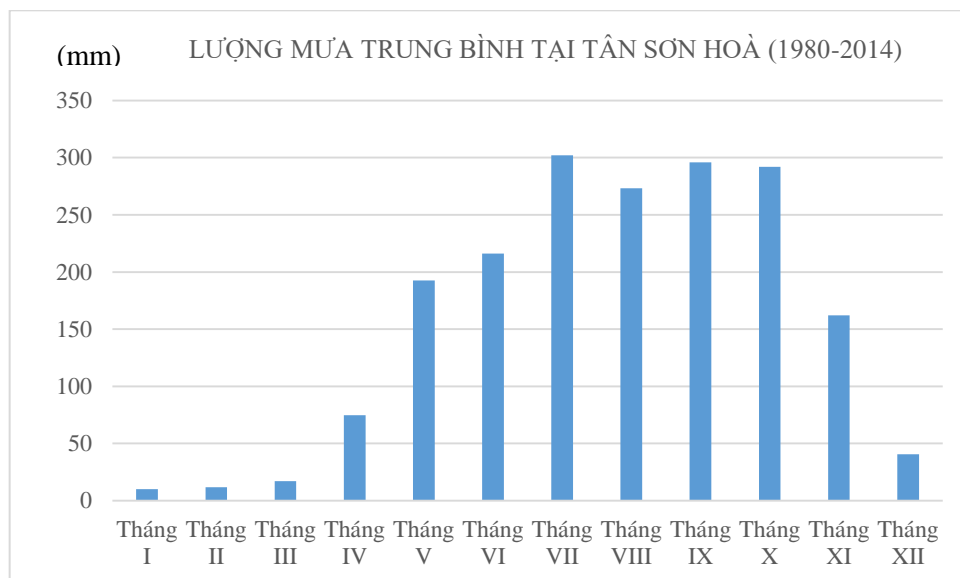
Để tính toán xu thế, mức độ biến đổi lượng mưa tại khu vực nghiên cứu theo thời gian, một số trạm đo mưa được đưa vào sử dụng tính toán như trạm Tân Sơn Hòa (1980-2014) và Củ Chi (1980-2014). Vị trí của các trạm này gần với các vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn trong khu vực nghiên cứu.

Xu thế biến đổi trạm Tân Sơn Hòa



Hình 3-1: Lượng mưa năm (mm) tại Tân Sơn Hòa (1980-2014)

Hàm xu thế biến đổi có dạng $y = 2,8x - 3611,5$ (y là lượng mưa, x là năm), như vậy giai đoạn này lượng mưa có xu thế tăng nhẹ với tốc độ tăng 2,8 mm/năm. Giai đoạn từ 1986 -2005 lượng mưa không có xu hướng tăng rõ rệt, tốc độ chỉ vào khoảng 1,4 mm/năm. Từ 2006-2014 lượng mưa không có xu hướng giảm rõ rệt như trong Hình 3-1.

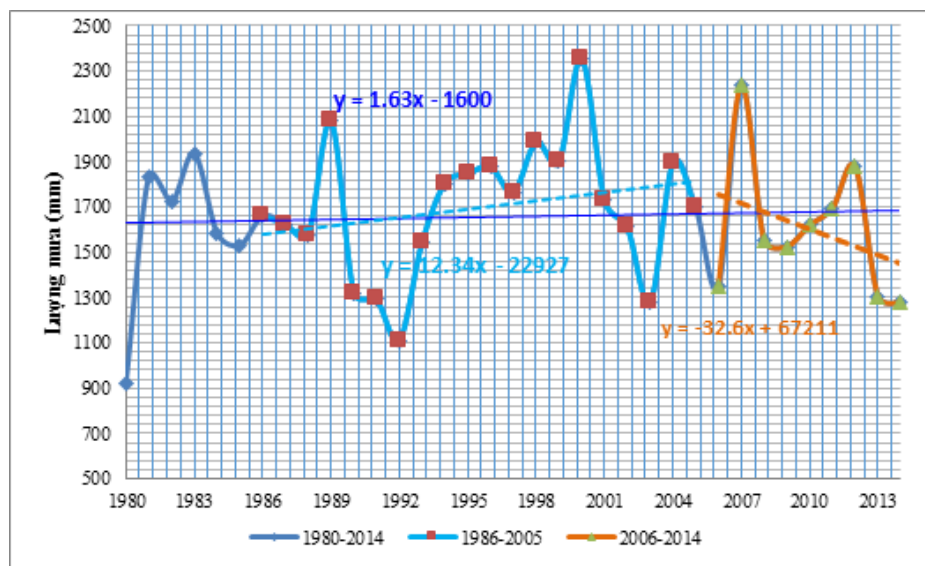


Hình 3-2: Lượng mưa trung bình tháng (mm) tại Tân Sơn Hòa

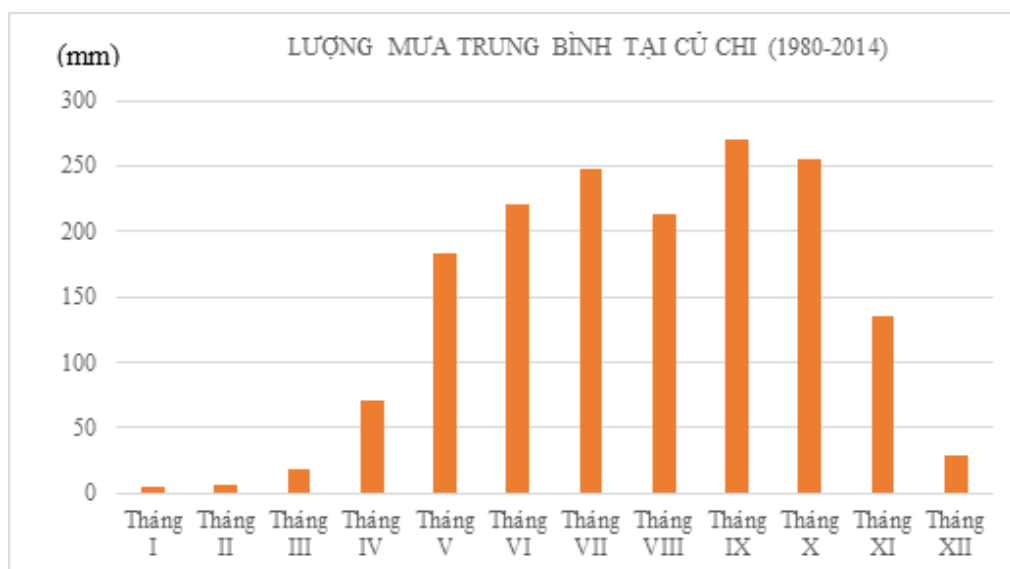
Lượng mưa tháng trung bình cao nhất là tháng X, thấp nhất vào các tháng từ tháng I đến tháng III (Hình 3-2).

Xu thế biến đổi trạm Cù Chi

Trong toàn bộ giai đoạn từ 1980-2014 lượng mưa ở Cù Chi có xu hướng tăng nhẹ, hàm xu thế biến đổi có dạng $y = 1,63x - 1600$ (y là lượng mưa, x là năm), tốc độ tăng trung bình 1,63 mm/năm. Giai đoạn từ 1986-2005 lượng mưa có xu hướng tăng với tốc độ tăng khoảng 12,3 mm/năm, riêng từ năm 2006-2014 lượng mưa lại có xu hướng giảm mạnh (32,6 mm/năm), đặc biệt trong các năm 2013, 2014 lượng mưa liên tiếp thấp hơn trung bình nhiều năm (Hình 3-3).



Hình 3-3: Lượng mưa năm (mm) tại Cù Chi (1980-2014)



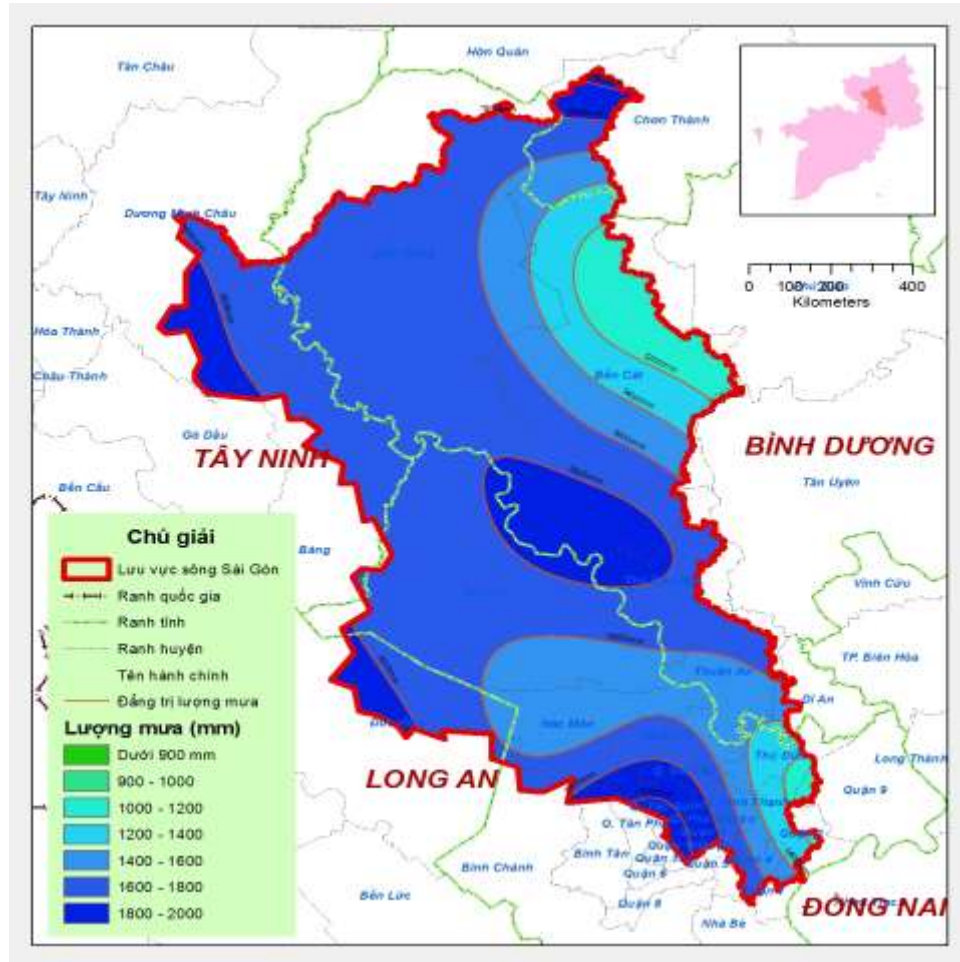
Hình 3-4: Lượng mưa trung bình tháng (mm) tại Cù Chi

Lượng mưa trong năm cao nhất vào các tháng từ tháng V đến tháng X dao động từ 170 mm đến 300 mm, thấp nhất vào các tháng từ tháng I đến tháng III, lượng mưa thường dưới 20 mm. Tổng lượng mưa trung bình năm khoảng 1655 mm (Hình 3-4).

Số ngày mưa (lượng mưa ngày $\geq 0,1$ mm) tại các trạm trên lưu vực nghiên cứu từ 100 ngày trở lên và tập trung vào các tháng mùa mưa. Số ngày mưa trong các tháng mùa mưa chiếm từ 88% - 94% số ngày mưa cả năm. Tháng có số ngày mưa nhiều nhất là tháng VII, tháng VIII và tháng IX, và có số ngày mưa từ 20 ngày trở lên.

Xu thế biến đổi lượng mưa theo không gian

Lượng mưa trung bình năm phân bố trên toàn lưu vực sông Sài Gòn giai đoạn 1980-2014 dao động từ 1.000mm đến 2.000mm. Lượng mưa phân bố không đều và cao nhất ở phía Tây và khu vực giáp ranh giữa ba tỉnh Bình Dương, Tây Ninh và thành phố Hồ Chí Minh. Lượng mưa trung bình năm có xu hướng giảm dần về hạ lưu của lưu vực sông (Hình 3-5).



Hình 3-5: Phân bố lượng mưa trung bình năm giai đoạn 1980-2014

Số ngày mưa trung bình tháng trong các tháng giữa mùa mưa (V–XI) trên khu vực nghiên cứu nói chung là xấp xỉ nhau, trừ vùng ven phía Đông (như Bến Cát) hơi ít hơn nhưng cũng từ 14 ngày trở lên. Số ngày mưa trung bình năm cao nhất 167 ngày và thấp nhất 97 ngày. Đặc điểm này phù hợp với sự phân bố lượng mưa theo không gian, nơi nào có số ngày mưa nhiều thì lượng mưa tháng và năm đều lớn và ngược lại. Số liệu thống kê từ năm 1981-2014 tại các trạm cho thấy, nhóm ngày mưa liên tục thường xuyên xuất hiện là 3 ngày, rất ít xuất hiện nhóm 5 ngày mưa liên tục. Số ngày mưa có lượng mưa trên 10 mm/ngày khá cao, trên 56 ngày ở mỗi trạm và số ngày mưa có lượng mưa xuất hiện trên 40 mm/ngày bình quân trên 11 trận/năm. Với 56 ngày mưa trên 10 mm/ngày, các trận mưa này có lượng mưa tổng cộng trên 1100 mm, chiếm 68,7% lượng mưa năm. Trên khu vực thành phố Hồ Chí Minh, tổng lượng mưa bình quân khoảng gần 3,3 tỷ m³. Tháng 9 là tháng có khả năng thu hoạch nước mưa cao nhất trong năm, khoảng hơn 0,5 tỷ m³ [10, tr.32].

3.1.2 Chế độ dòng chảy, mực nước triều sông Sài Gòn

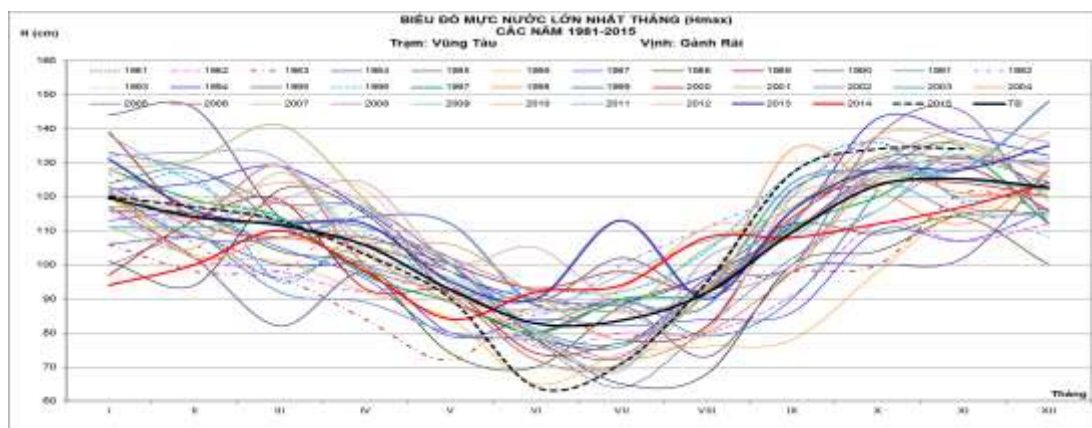
Chế độ dòng chảy ở sông Sài Gòn gồm hai chế độ tương ứng: chế độ dòng chảy mùa lũ và mùa kiệt. Sự biến đổi dòng chảy của hai mùa rất tương phản nhau.

Mùa lũ, bắt đầu từ một hoặc hai tháng sau mùa mưa, khoảng tháng 6, tháng 7 hàng năm, kết thúc vào tháng 11 và chiếm khoảng 70-80% tổng lượng cả năm. Hai tháng có lượng nước cao nhất thường là tháng 8 và tháng 9 với mô đun dòng chảy vào khoảng 60-80 l/s.km² đối với lưu vực lớn và khoảng 100-150 l/s.km² đối với lưu vực vừa và nhỏ.

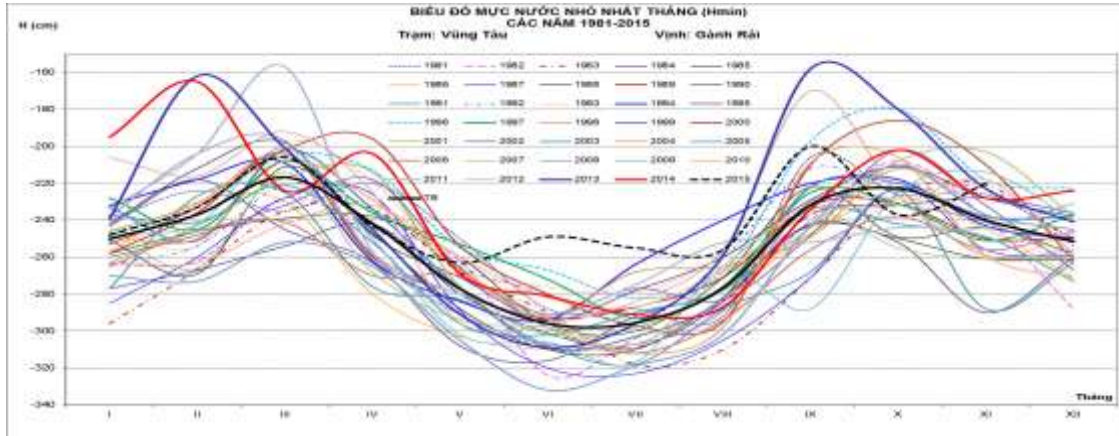
Mùa kiệt, bắt đầu từ tháng 12 và kéo dài 6 tháng cho đến tận tháng 5 năm sau và chiếm khoảng 20-30% tổng lượng cả năm. Mô đun dòng chảy trong tháng kiệt nhất vào khoảng 2-8 l/s.km².

Nhìn chung, chế độ dòng chảy của phạm vi nghiên cứu thuộc lưu vực sông Sài Gòn còn phụ thuộc vào chế độ mưa và thủy triều Biển Đông. Môđun dòng chảy trung bình vào mùa mưa khoảng 25 l/s.km², còn vào mùa kiệt rất nhỏ từ 2 - 8 l/s.km² tùy vùng. Dòng chảy biến đổi không đều trong năm phụ thuộc vào mưa và sự điều tiết của các hồ chứa thượng nguồn. Trên sông Sài Gòn, lưu lượng nhỏ nhất vào các tháng 5, 6, 7 và lớn nhất vào các tháng 9 và 10.

Theo số liệu thống kê từ năm 1981-2015, đỉnh triều cao nhất trong năm tại trạm Vũng Tàu xuất hiện trong các tháng 10, 11, 12. Chân triều thấp nhất trong năm tại trạm Vũng Tàu xuất hiện vào các tháng 5, 6, 7. Vì vậy, từ tháng 5 đến tháng 7 là thời gian tiêu thoát nước thuận lợi nhất trong năm (Hình 3-6 và Hình 3-7).



Hình 3-6: Biểu đồ mực nước lớn nhất tháng tại Vũng Tàu



Hình 3-7: Biểu đồ mực nước nhỏ nhất tháng tại Vũng Tàu

Vùng nghiên cứu chịu ảnh hưởng của thủy triều Biển Đông thuộc loại bán nhật triều không đều, biên độ lên đến 3,5 – 4,0 m, lên xuống ngày 2 lần, với 2 đỉnh xấp xỉ nhau và hai chân lệch nhau khá lớn. Hàng tháng có hai kỳ triều cường và hai kỳ triều kém. Trong năm, đỉnh triều có xu thế cao hơn vào tháng 10 và tháng 11 và chân triều có xu thế thấp hơn vào tháng 5 và tháng 6. Cơ chế hoạt động chung của dòng nước ở hạ lưu sông Sài Gòn là dòng hai chiều, với các dao động theo nhịp thủy triều. Chế độ thủy văn vùng sông ảnh hưởng triều chịu chi phối bởi các yếu tố: chế độ dòng chảy thượng nguồn, chế độ thủy triều ở biển Đông, các khai thác tài nguyên nước trên dòng sông.

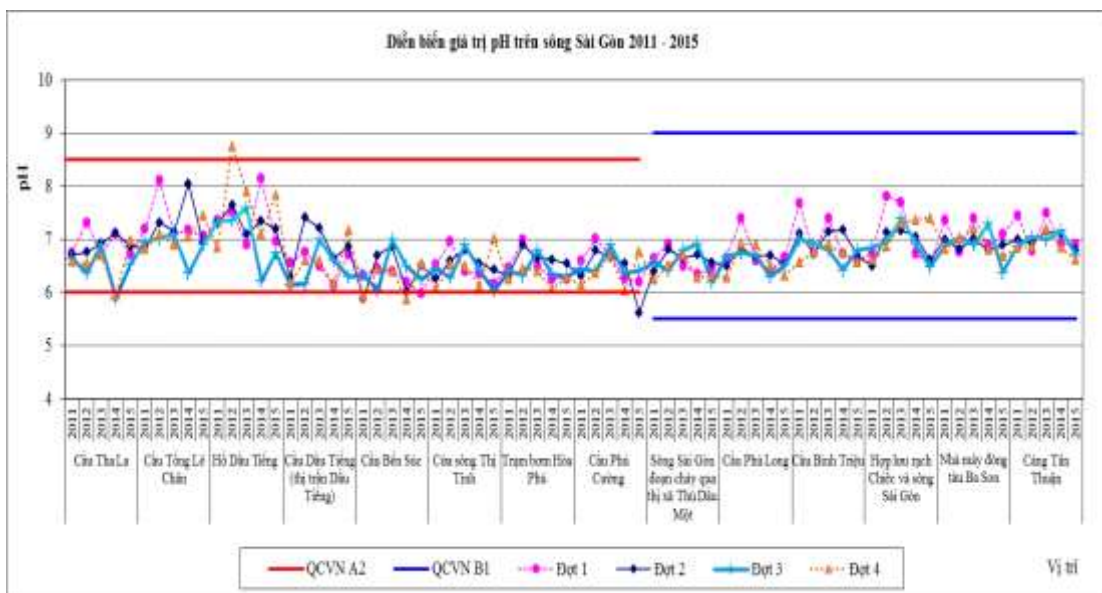
Khi triều truyền vào sông, do tác động của nguồn nước ngọt thượng lưu và hình thái chung của lòng sông (độ dốc, độ uốn khúc, mặt cắt thủy lực..), thủy triều bị biến dạng dần cả về biên độ lẫn chu kỳ các bước sóng, và điều này ảnh hưởng đến các đặc trưng của triều là mực nước Max, Min và bình quân. Càng vào sâu trong sông, biên độ giảm càng nhanh và thời gian giữa hai nhánh lên, xuống càng khác biệt. Thời gian triều lên càng ngắn và thời gian triều xuống càng dài ra.

Với biên độ lớn, lòng sông sâu và độ dốc nhỏ, triều truyền vào rất sâu trong sông với vận tốc trung bình 20 – 25 km/h đến tận đập Dầu Tiếng và Trị An. Lưu lượng triều lớn gấp chục lần so với lưu lượng thượng nguồn vào mùa kiệt và gấp vài lần vào mùa lũ. Lưu tốc lớn nhất trung bình mặt cắt trên sông Sài Gòn không quá 0,8 m/s khi triều lên và 1,1 m/s khi triều xuống.

3.1.3 Hiện trạng chất lượng nước mặt sông Sài Gòn

Trên cơ sở điều tra, đo đạc tại hiện trường, phân tích mẫu nước của các sông trên phạm vi lưu vực sông Sài Gòn, có thể đánh giá khách quan chất lượng nước mặt sông Sài Gòn theo thời gian (mùa mưa và mùa khô giai đoạn 2011-2015) và không gian. Vị trí các điểm lấy mẫu (Hình 2-8) phân bố đều theo không gian trên địa bàn nghiên cứu tập trung vào các hệ thống sông, suối, hồ có tầm quan trọng đáng kể đối với các hoạt động dân sinh và kinh tế. Các kết quả phân tích đối chiếu với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia (QCVN08:2015/BTNMT) tương ứng để xác định các nguồn nước bị ô nhiễm.

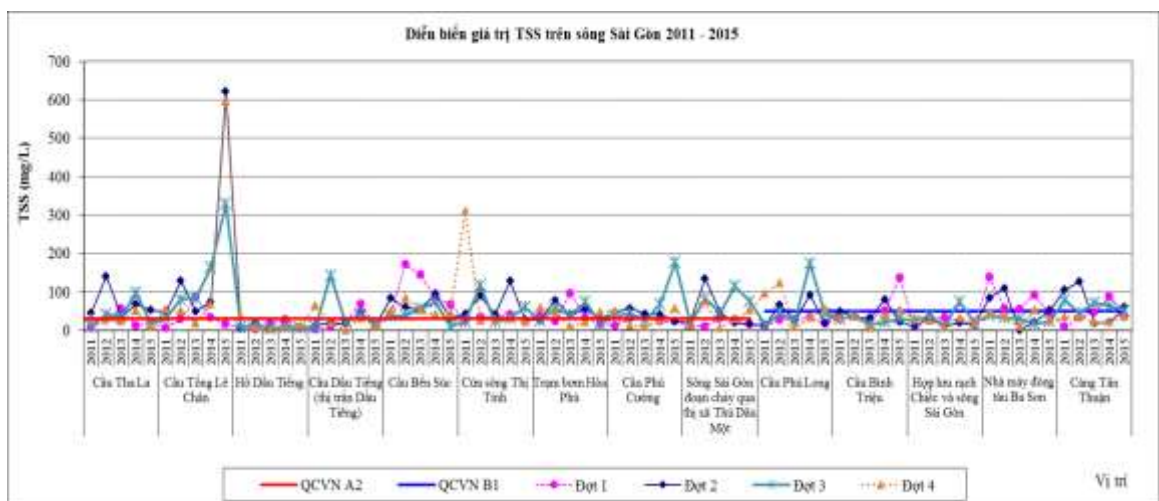
Nhìn chung, giá trị pH trên sông Sài Gòn tại các vị trí quan trắc khá ổn định, không có sự biến động lớn giữa các năm. Giá trị pH dao động trong khoảng từ 5,62 đến 8,75 và hầu hết các giá trị đều đạt QCVN 08:2015 cột A2. Giá trị pH quan trắc trong đợt mùa khô (đợt 1 và đợt 4) thường có giá trị cao hơn các đợt quan trắc mùa mưa (đợt 2 và đợt 3) và giá trị pH đoạn từ cầu Bến Súc đến Thủ Dầu Một có xu hướng thấp hơn so với các điểm khu vực thượng lưu và hạ lưu do chịu ảnh hưởng bởi đặc điểm điển hình của địa chất sông Sài Gòn đoạn này (Hình 3-8).



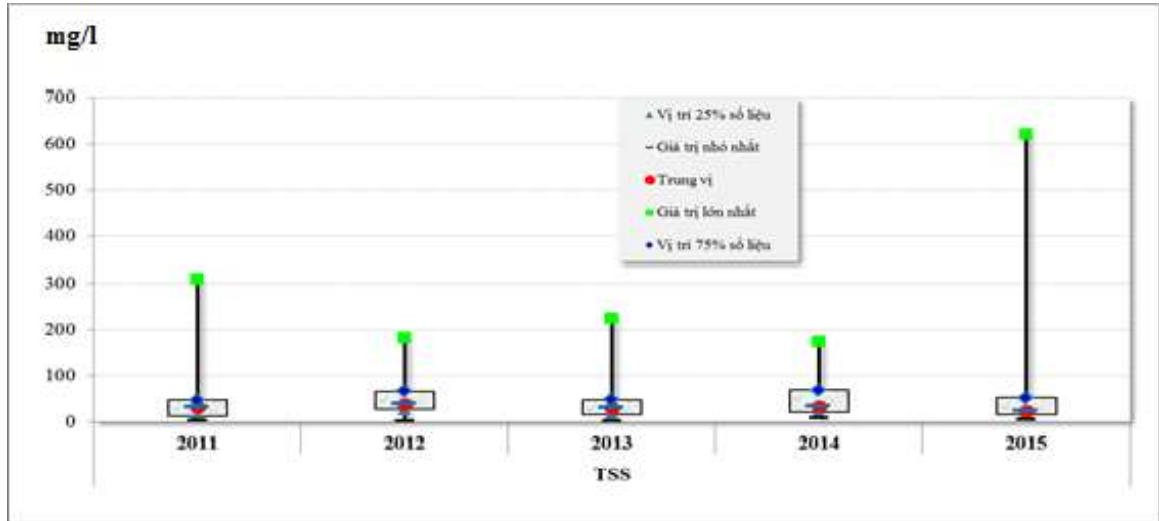
Hình 3-8: Diễn biến giá trị pH trên sông Sài Gòn

Giá trị TSS trong 5 năm 2011-2015 biến động không đều theo không gian và thời gian tùy theo từng khu vực. Giá trị TSS dao động từ 5,5 mg/l đến 622 mg/l, TSS trong đợt 1 (tháng 5 - mùa khô) thường thấp hơn các đợt còn lại. Bắt đầu qua

đợt 2, khu vực bước vào mùa mưa, TSS tại các vị trí quan trắc và tỷ lệ vượt chuẩn tăng dần. Trong 14 vị trí quan trắc, TSS tại khu vực Hồ Dầu Tiếng đạt giá trị thấp nhất, khu vực cầu Sài Gòn - Tổng Lê Chân đạt giá trị cao nhất, đây là vị trí thượng nguồn vào mùa mưa nước chảy mạnh. Hiện tượng rửa trôi đất đỏ Bazan ở khu vực thượng nguồn diễn ra mạnh, làm cho nước sông tại vị trí này trong đợt 2, 3, 4 chuyển sang màu nâu đỏ. Các vị trí quan trắc sau hồ Dầu Tiếng có giá trị TSS tăng dần, đặc biệt tại các vị trí tiếp nhận nước thải từ một số khu công nghiệp và nước thải sinh hoạt từ các khu dân cư trong khu vực nội thành thành phố Hồ Chí Minh, Bình Dương như cầu Bến Súc, cửa sông Thị Tính, sông Sài Gòn – Thủ Dầu Một, cầu Phú Long, nhà máy đóng tàu Ba Son, cảng Tân Thuận. Hình 3-9, cho thấy khoảng dao động của các giá trị tổng chất rắn lơ lửng năm 2015 là cao nhất. Giá trị lớn nhất năm 2015 tăng đột biến cao hơn 2 đến 4 lần so với các năm 2011-2014. Tuy nhiên, các vị trí 25%, trung vị và 75% chuỗi số liệu năm 2015 có xu hướng giảm so với năm 2014 (Hình 3-10). Điều này chứng tỏ phần lớn các vị trí có giá trị tổng chất rắn lơ lửng năm 2015 giảm so với năm 2014. Vị trí có giá trị cao đột biến trong năm 2015 là cầu Tổng Lê Chân (622 mg/l) vượt QCVN 08:2015, loại A2 gấp 20 lần; đây là điểm thượng nguồn, có dòng chảy mạnh, địa hình dốc, thời điểm quan trắc đang trong mùa mưa nên hàm lượng phù sa cao đã làm tăng giá trị TSS.

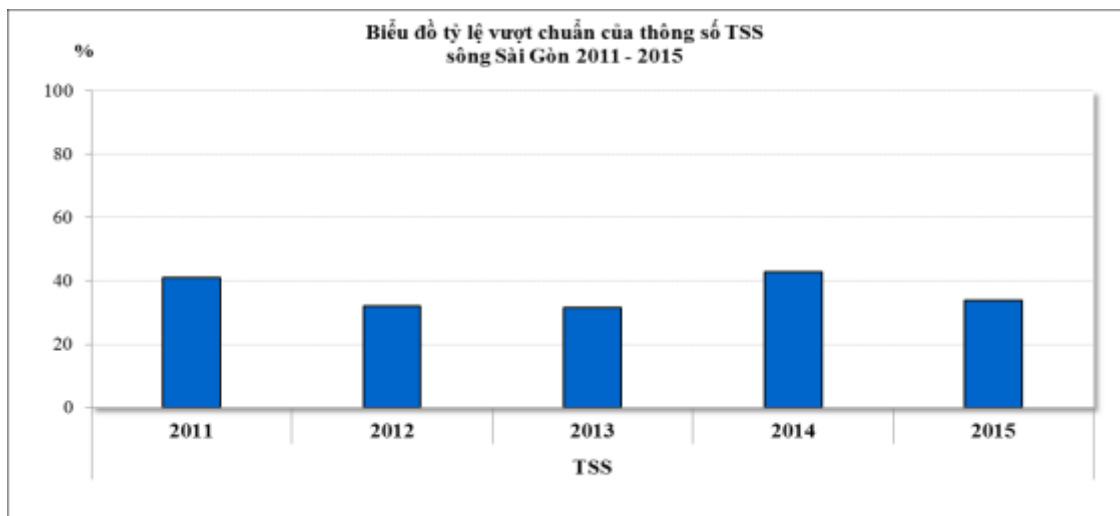


Hình 3-9: Biểu đồ diễn biến TSS sông Sài Gòn 2011-2015



Hình 3-10: Biểu đồ kết quả quan trắc TSS 2011-2015

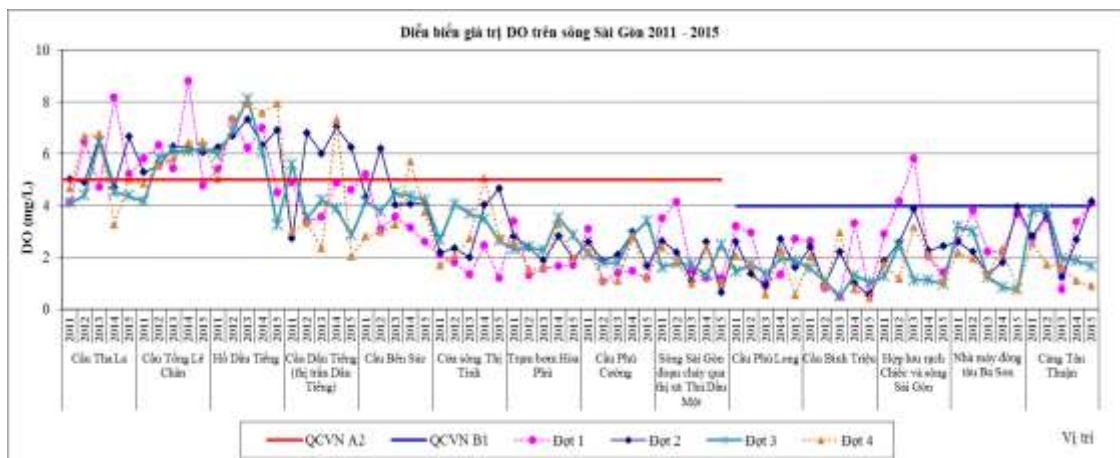
Kết quả thống kê tỷ lệ vượt chuẩn của 14 điểm quan trắc trên sông Sài Gòn trong 5 năm cho thấy, năm 2014 có tỷ lệ vượt chuẩn TSS cao nhất; năm 2015 có tỷ lệ vượt chuẩn là 33,9%, giảm 1,3 lần so với năm 2014, Hình 3-11.



Hình 3-11: Diễn biến tỷ lệ vượt chuẩn của thông số TSS sông Sài Gòn 2011-2015

Kết quả quan trắc DO trên sông Sài Gòn có sự biến động lớn theo không gian và thời gian, dao động từ 0,43 mg/l đến 8,81 mg/l. Khu vực thượng nguồn cầu Tha La, hồ Dầu Tiếng chưa bị tác động nhiều, giá trị DO ổn định cao. Các vị trí từ Cầu Bến Súc về phía hạ lưu chịu tác động của nước thải từ các hoạt động sản xuất công nghiệp, nông nghiệp, nước thải sinh hoạt của các khu đô thị lớn trong vùng làm cho giá trị DO suy giảm nhanh chóng (Hình 3-12).

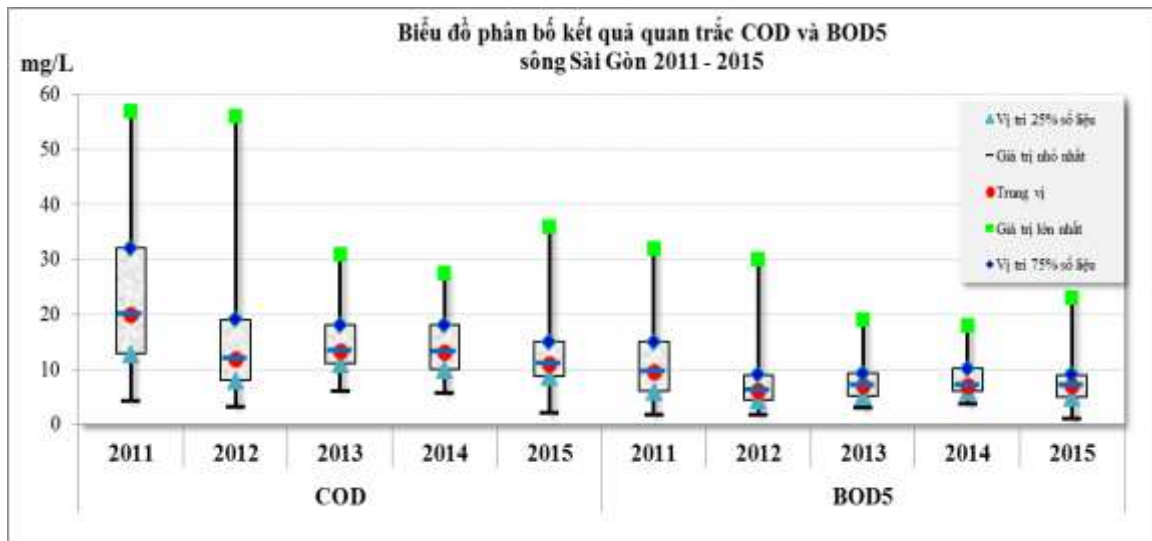
Khu vực thượng nguồn tại vị trí cầu Tổng Lê Chân và Hồ Dầu Tiếng có giá trị DO khá cao (4,2 – 8,8 mg/l), tương ứng tỷ lệ vượt QCVN 08/2015/BTNMT, loại A2 đối với thông số DO thấp nhất trong 3/5 năm quan trắc từ năm 2011 - 2015. Khu vực trung lưu (vị trí cửa sông Thị Tính đến cảng Tân Thuận) có giá trị DO khá thấp, hầu hết các đợt quan trắc đều < 4 mg/l và tỷ lệ vượt chuẩn của thông số DO trong 5 năm qua luôn ở mức cao, từ 75% - 100%. Vị trí cầu Bình Triệu có giá trị DO thấp nhất trong các vị trí quan trắc khu vực hạ lưu sông Sài Gòn (0,43 mg/l đến 3,3 mg/l), đây là khu vực tiếp nhận nước thải sinh hoạt và công nghiệp của thành phố Hồ Chí Minh thông qua rạch Xuyên Tâm và sông Vàm Thuật. Ngoài ra, khu vực trạm bơm Hòa Phú (khu vực cấp nước thô cho nhà máy nước Tân Hiệp) cũng có giá trị DO khá thấp (1,3 mg/l đến 3,5 mg/l) do chịu tác động lan truyền ô nhiễm từ các KCN, chăn nuôi heo ở thị xã Bến Cát thông qua sông Thị Tính. Giá trị DO lớn nhất năm 2015 tại các vị trí quan trắc tuy có xu hướng giảm so với năm 2014, nhưng tỷ lệ không đạt QCVN 08:2015/BTNMT trong năm 2015 tại 13/14 điểm quan trắc đều có xu hướng tăng hoặc không đổi so với năm 2014.



Hình 3-12: Diễn biến giá trị DO trên sông Sài Gòn

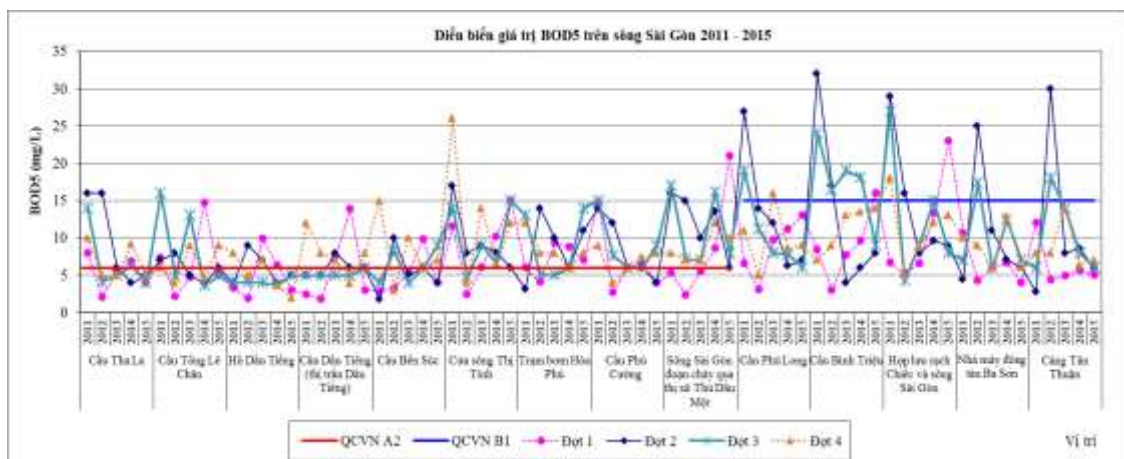
Phân tích chuỗi số liệu COD và BOD₅ quan trắc được trên sông Sài Gòn trong 5 năm 2011-2015 cho thấy: giá trị phân vị có xu hướng giảm dần giữa các năm (Hình 3-13). Tuy nhiên, giá trị lớn nhất của 2 thông số COD và BOD₅ trong năm 2015 có xu hướng tăng nhẹ so với năm 2014 và các giá trị lớn nhất thường đạt được trong các tháng mùa mưa (đợt 2, 3 có giá trị Max BOD₅ từ 6 – 30 mg/l, Max

COD từ 10 -56 mg/l; tương ứng tháng mùa khô - đợt 1 và 4 có giá trị Max BOD₅ từ 5 – 23 mg/l, Max COD từ 9 -37 mg/l).

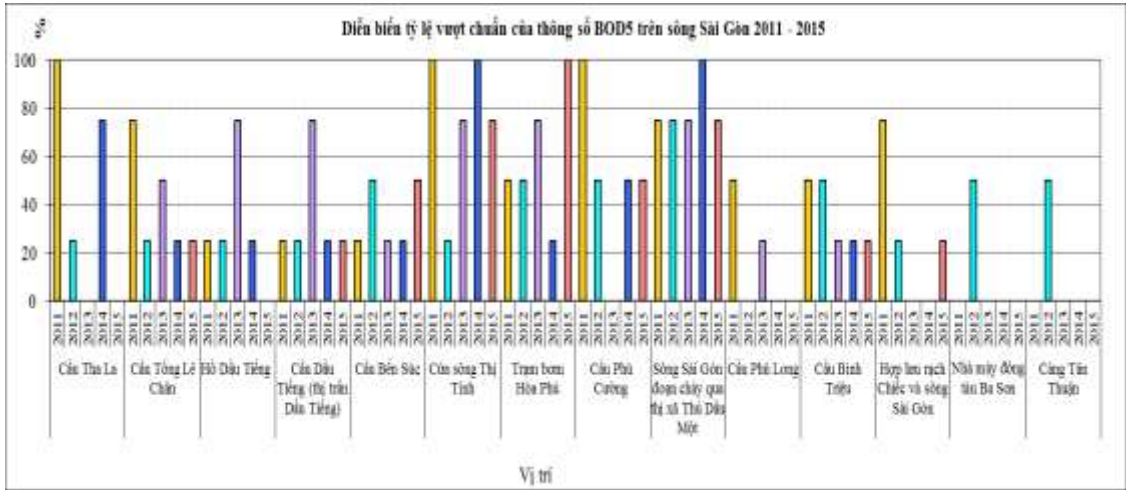


Hình 3-13: Biểu đồ kết quả quan trắc BOD₅ và COD năm 2011 – 2015

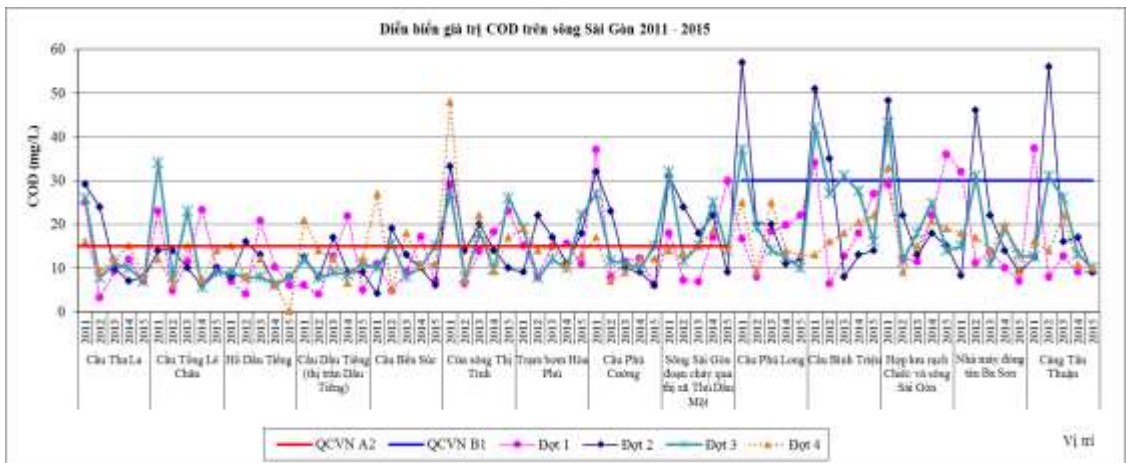
Hầu hết các vị trí quan trắc trên sông Sài Gòn có tỷ lệ vượt chuẩn của 2 thông số BOD₅, COD năm 2015 tương đương hoặc thấp hơn năm 2014. Ngoại trừ hai vị trí thượng lưu là cửa sông Thị Tính và Trạm bơm Hòa Phú, tỷ lệ vượt QCVN 08:2015 loại A2 của thông số BOD₅, COD năm 2015 tăng so với 2014 (Hình 3-14, Hình 3-17). Đây là hai vị trí chịu sự tác động do lan truyền ô nhiễm từ nước thải của các khu công nghiệp, các trang trại chăn nuôi trên địa bàn huyện Bến Cát dọc theo sông Thị Tính nên mức độ ô nhiễm tăng cao.



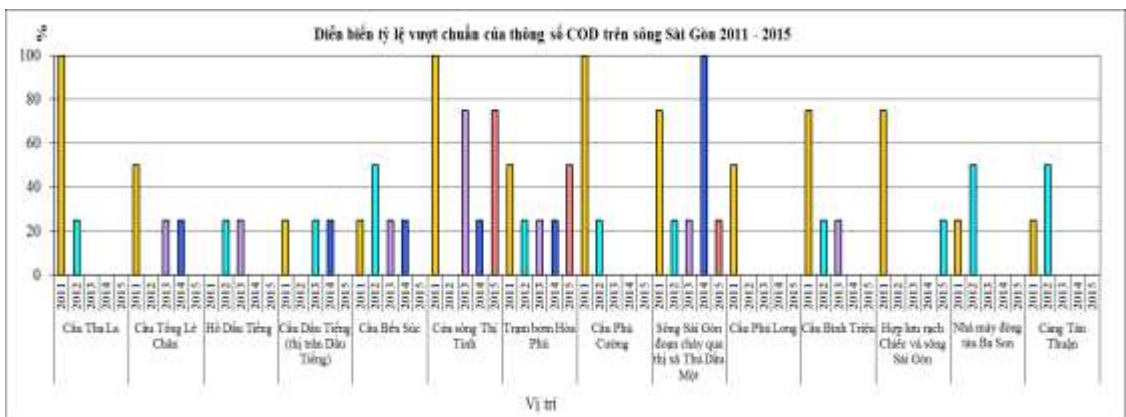
Hình 3-14: Biểu đồ diễn biến giá trị BOD₅ trên sông Sài Gòn 2011-2015



Hình 3-15: Diễn biến tỷ lệ vượt chuẩn thông số BOD₅ trên sông Sài Gòn 2011-2015



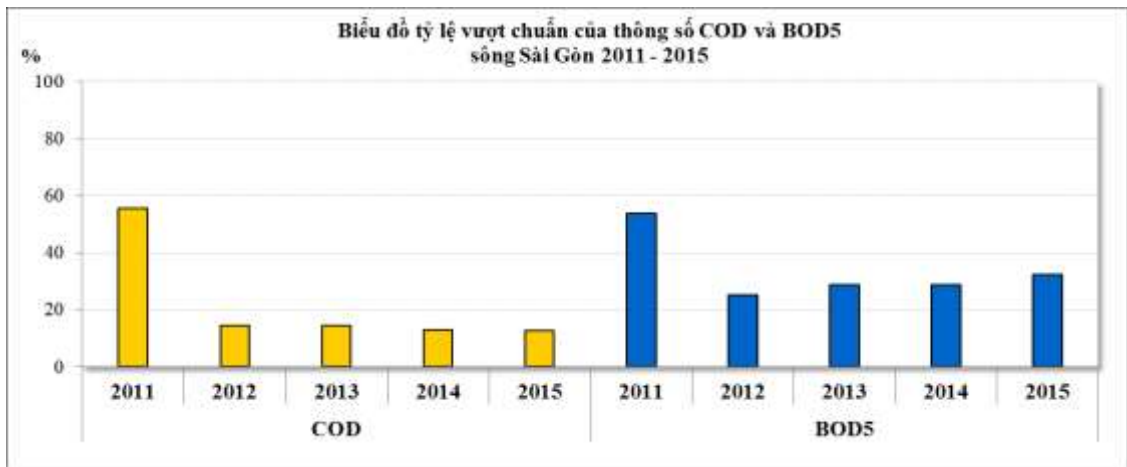
Hình 3-16: Biểu đồ diễn biến giá trị COD trên sông Sài Gòn 2011-2015



Hình 3-17: Diễn biến tỷ lệ vượt chuẩn thông số COD trên sông Sài Gòn 2011-2015

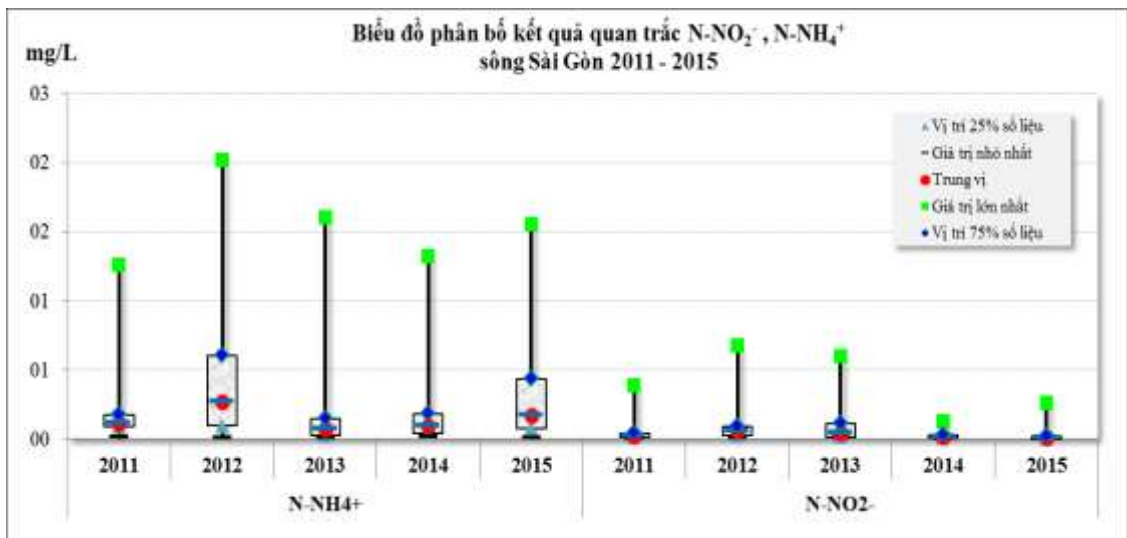
Hình 3-16 và hình 3-17 cho tỷ lệ vượt chuẩn giá trị COD trên sông Sài Gòn thấp hơn tỷ lệ vượt chuẩn giá trị BOD₅ từ năm 2012-2015. Điều này chứng tỏ sông

Sài Gòn bị ô nhiễm chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học phát sinh từ hoạt động hằng ngày trên lưu vực.



Hình 3-18: Diễn biến tỷ lệ vượt chuẩn của thông số BOD₅, COD trên sông Sài Gòn

Mức độ ô nhiễm bởi các chất dinh dưỡng đặc trưng bởi thông số N-NH₄⁺ trên khu vực sông Sài Gòn có sự biến động lớn theo thời gian. Kết quả quan trắc vào các tháng mùa mưa - đợt 2, 3 (tháng 7 và tháng 9) ghi nhận giá trị N-NH₄⁺ tại các vị trí quan trắc có xu hướng tăng cao. Mùa mưa quá trình cuốn trôi chất ô nhiễm và quá trình pha loãng nước thải sinh hoạt từ các kênh rạch nội ô diễn ra mạnh mẽ hơn mùa khô, làm cho giá trị N-NH₄⁺ trong nước sông cao hơn so với mùa khô.

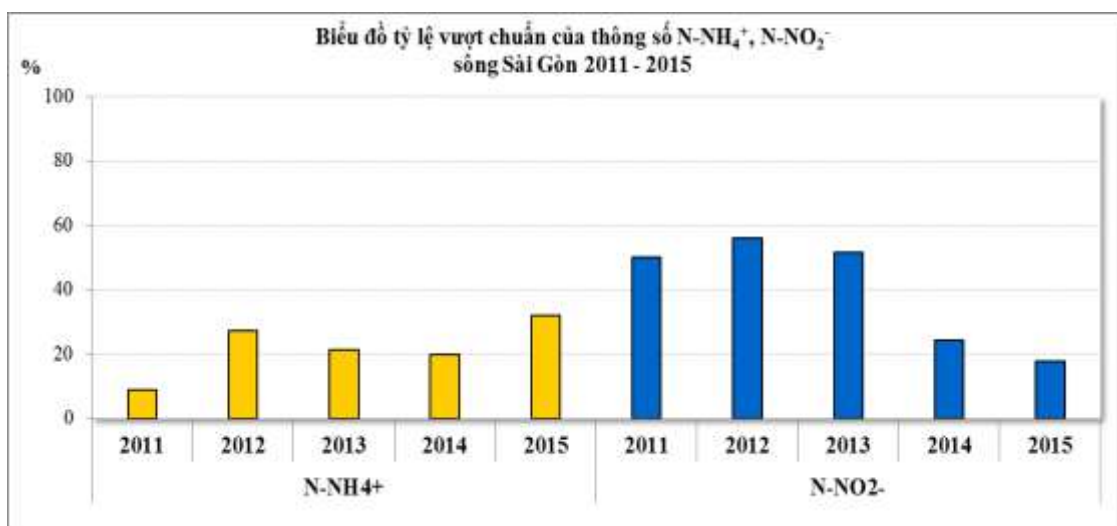


Hình 3-19: Biểu đồ phân bố kết quả quan trắc N-NH₄⁺, N-NO₂⁻ năm 2011–2015

So sánh kết quả quan trắc trong 5 năm từ 2011 – 2015 cho thấy, chuỗi số liệu N-NH₄⁺ có giá trị nhỏ nhất, lớn nhất và tứ phân vị năm 2015 có xu hướng tăng trong

3 năm gần đây 2013-2015, tương ứng tỷ lệ vượt chuẩn của thông số này năm 2015 tăng 1,6 lần so với năm 2014.

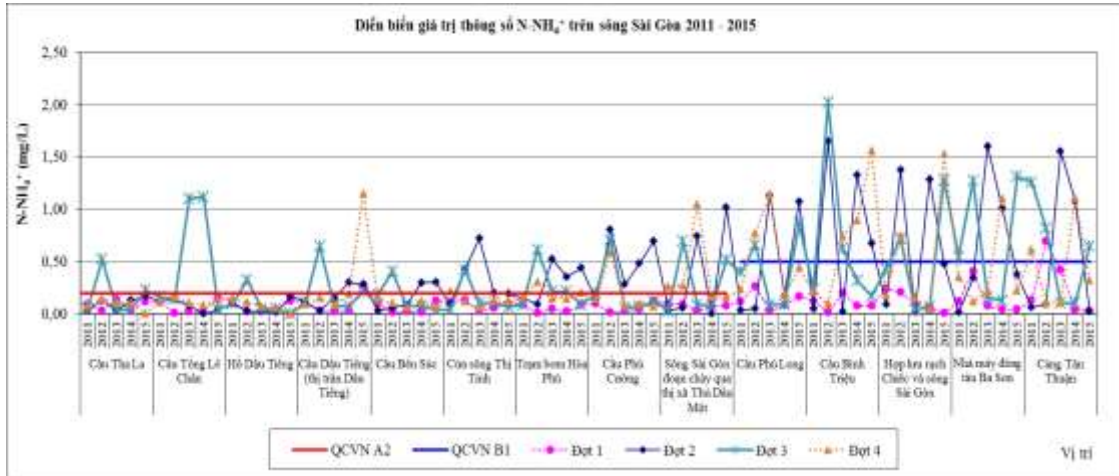
Ngược lại với $N-NH_4^+$, chuỗi số liệu $N-NO_2^-$ năm 2015 cho thấy, giá trị lớn nhất tuy có tăng so với năm 2014 nhưng giá trị tứ phân vị của chuỗi số liệu năm 2015 tương tự 2014 và tỷ lệ vượt QCVN 08:2015/BTNMT năm 2015 có xu hướng giảm dần qua các năm 2011-2015.



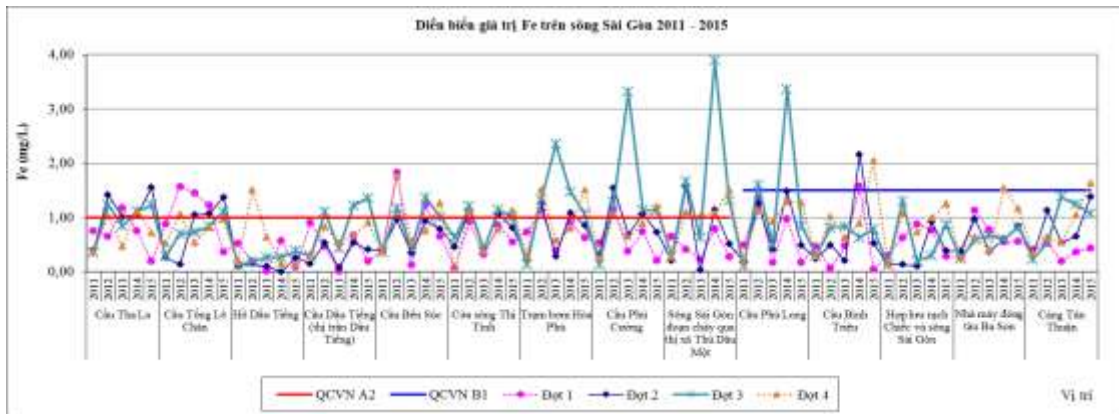
Hình 3-20: Diễn biến tỷ lệ vượt chuẩn trên sông Sài Gòn 2011 – 2015

Các vị trí cầu Tha La, sông Sài Gòn đoạn chảy qua thị xã Thủ Dầu Một, cầu Phú Long có tỷ lệ vượt QCVN của thông số $N-NH_4^+$ năm 2015 tăng so với năm 2014, (Hình 3-21) nguyên nhân chính làm tỷ lệ vượt chuẩn của các thông số dinh dưỡng tăng cao là do ảnh hưởng bởi nước thải sinh hoạt chưa qua xử lý ở các khu vực dân cư trên lưu vực. Đây cũng là nguyên nhân chính làm suy giảm thông số DO hòa tan tại các vị trí quan trắc trong các năm qua.

Kết quả quan trắc thông số $N-NO_2^-$ trên lưu vực sông Sài Gòn năm 2015 cho thấy ngoại trừ 3 vị trí cầu Phú Long, nhà máy đóng Tàu Ba Son và cảng Tân Thuận có tỷ lệ vượt chuẩn tăng so với năm 2014, giá trị $N-NO_2^-$ vượt QCVN 08:2015 cột B1 trong ¼ đợt quan trắc. 11/14 vị trí còn lại có tỷ lệ vượt QCVN 08:2015/BTNMT tương đồng hoặc có xu hướng giảm so với năm 2014 (Hình 3-19).



Hình 3-21 Diễn biến thông số $N-NH_4^+$ tại các vị trí quan trắc trên sông Sài Gòn

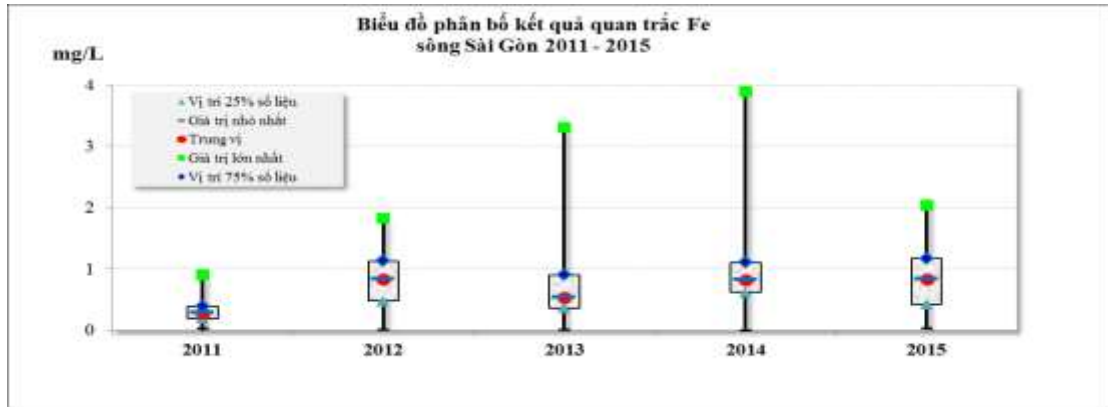


Hình 3-22 Diễn biến giá trị Fe tại các vị trí quan trắc trên sông Sài Gòn

Mức độ ô nhiễm bởi kim loại Fe trên sông Sài Gòn biến động theo thời gian. Vào mùa khô quan trắc đợt 1 (tháng 5) các vị trí quan trắc đều không vượt quy chuẩn, tuy nhiên bắt đầu vào mùa mưa, đặc biệt vào tháng mưa chính (đợt 3 – tháng 9) tỷ lệ giá trị Fe gia tăng nhanh chóng (Hình 3-22), do thượng nguồn sông Sài Gòn là khu vực đất đỏ Bazan nên trong mùa mưa, một lượng Fe bị rửa trôi theo dòng nước.

So sánh chuỗi số liệu đo được tại các vị trí trên khu vực sông Sài Gòn trong 5 năm 2011-2015 cho thấy, khoảng dao động của chuỗi số liệu Fe năm 2015 nhỏ hơn 2013 và 2014. Tuy giá trị tứ phân vị năm 2015 có xu hướng tăng với năm 2014 nhưng vẫn nằm trong khoảng giới hạn của quy chuẩn, do đó tỷ lệ vượt QCVN 08:2015/BTNMT của thông số Fe năm 2015 giảm nhẹ so với 2014 (25,0 % so với 30,0 %) (Hình 3-23). Trên sông Sài Gòn, ngoại trừ vị trí cảng Tân Thuận có giá trị Fe trong năm 2015 có xu hướng tăng và vượt QCVN 08:2015/BTNMT loại B1,

13/14 vị trí còn lại đều có tỷ lệ vượt chuẩn năm 2015 giảm so với năm 2014. Như vậy có thể thấy rằng, mức độ ô nhiễm bởi kim loại Fe năm 2015 có xu hướng giảm trên sông Sài Gòn.



Hình 3-23 Biểu đồ phân bố kết quả quan trắc Fe năm 2011-2015

Kết quả đánh giá diễn biến 5 năm 2011-2015 cho thấy, ô nhiễm hữu cơ đạt tỷ lệ cao nhất vào năm 2011 và bắt đầu giảm dần và ổn định vào các năm 2012-2015. Ngoài ra, mức độ ô nhiễm dinh dưỡng đặc trưng bởi thông số Amoni trên lưu vực sông có xu hướng tăng trong 3 năm gần đây 2013-2015.

Dựa vào kết quả chất lượng nước, chỉ số WQI như Bảng 3-1.

Bảng 3-1: Bảng kết quả chỉ số chất lượng nước sông WQI

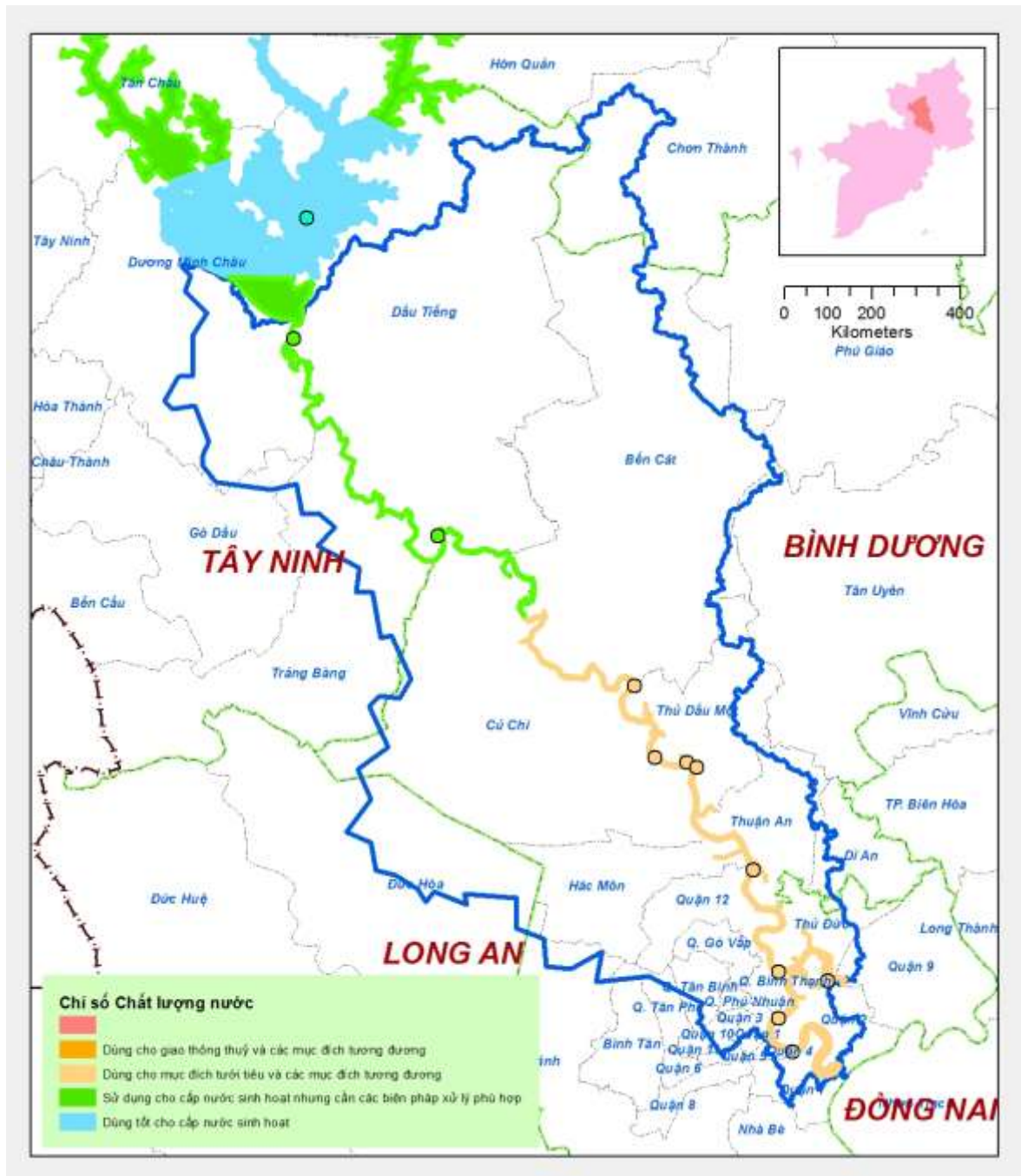
STT	Vị trí quan trắc	WQI _{TB} mùa khô	WQI _{TB} mùa mưa
1	Cầu Tha La	86	81
2	Cầu Tổng Lê Chân	79	79
3	Hồ Dầu Tiếng	94	91
4	Cầu Dầu Tiếng (thị trấn Dầu Tiếng)	83	79
5	Cầu Bến Súc	78	78
6	Cửa sông Thị Tính	68	68
7	Trạm bơm Hòa Phú	73	69
8	Cầu Phú Cường	65	71
9	Sông Sài Gòn (đoạn chảy qua thị xã Thủ Dầu Một)	65	61
10	Cầu Phú Long	64	57
11	Cầu Bình Triệu	61	53
12	Hợp lưu Rạch Chiếc và sông Sài Gòn	66	60
13	Nhà máy đóng tàu Ba Son	72	56
14	Cảng Tân Thuận	74	61

Dựa vào kết quả tính toán và bản đồ phân đoạn ô nhiễm trên hệ thống sông (Hình 3-24 và Hình 3-25), tác giả phân chia chất lượng nước sông Sài Gòn làm 03 khu vực:

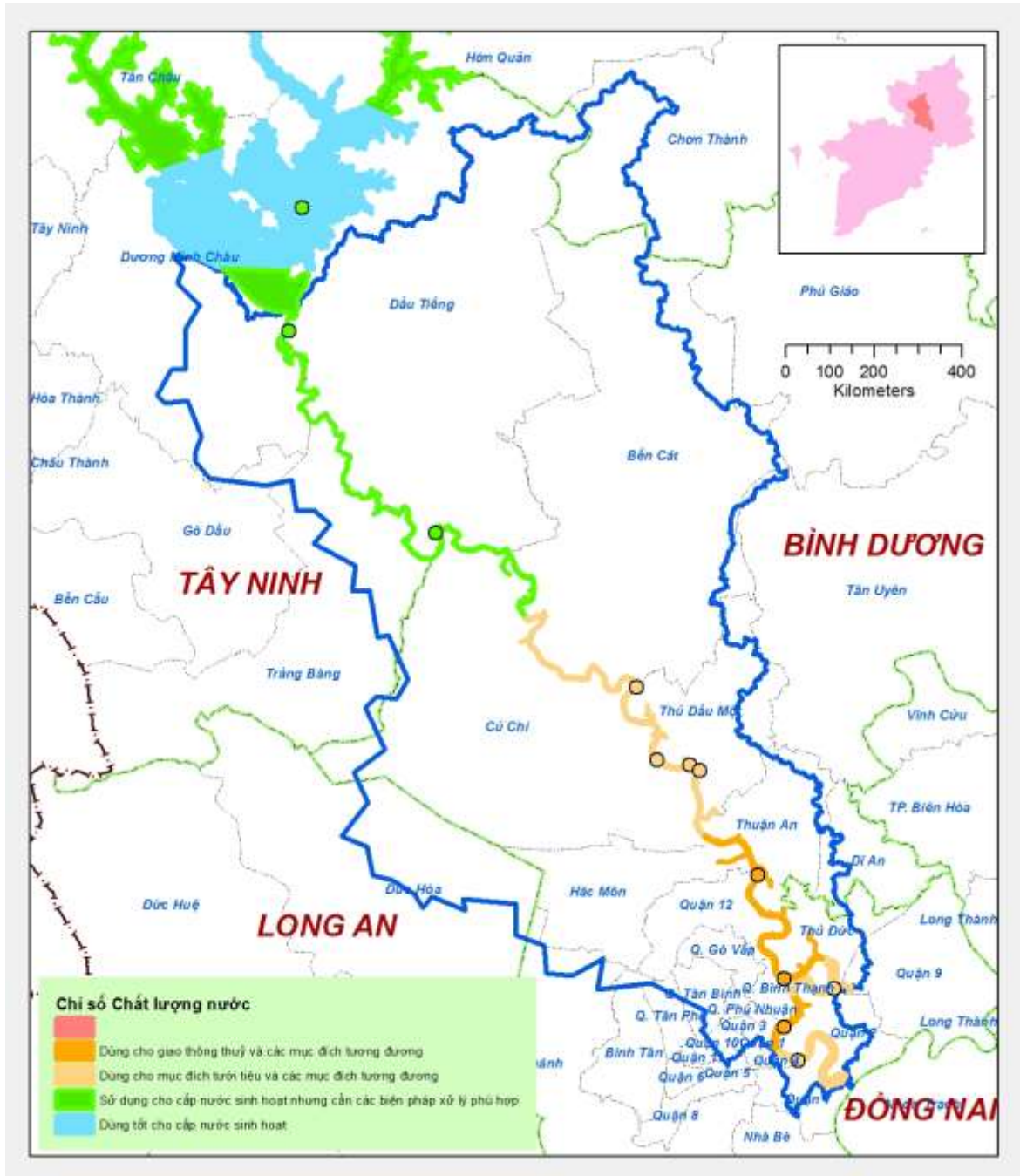
Khu vực thượng lưu từ Cầu Tha La đến Hồ Dầu Tiếng: Hầu hết các vị trí quan trắc đều có giá trị đạt QCVN 08:2015/BTNMT. Do đặc thù thượng nguồn sông Sài Gòn nên khi vào mùa lũ có giá trị TSS, Fe tăng cao trong môi trường nước ở khu vực thượng nguồn. Tuy nhiên, nhìn chung chất lượng nước giữa mùa mưa và mùa khô của khu vực này không biến động và còn tốt.

Khu vực trung lưu từ cầu Bến Súc đến sông Sài Gòn -Thủ Dầu Một: bắt đầu bị ô nhiễm hữu cơ, trong các năm từ 2011-2015 ghi nhận mức độ ô nhiễm hữu cơ gia tăng. Khu vực bị ô nhiễm hữu cơ bắt đầu từ cửa sông Thị Tính và lan truyền ô nhiễm đến vị trí Trạm bơm Hòa Phú, làm cho vị trí thượng lưu trạm bơm Hòa Phú có tỷ lệ vượt chuẩn của hai thông số BOD₅ và COD tăng hoặc tương đương trong vòng 5 năm từ 2011 – 2015, đặc biệt năm 2015 tỷ lệ vượt QCVN 08:2015/BTNMT của hai thông số BOD₅ và COD tại vị trí này tăng tương ứng 4 lần và 2 lần so với năm 2014.

Khu vực hạ lưu sông Sài Gòn từ cầu Phú Long đến cảng Tân Thuận đã bị ô nhiễm dinh dưỡng (amoni, nitrit) khá cao, là đoạn sông Sài Gòn bắt đầu chảy vào nội ô thành phố Thủ Dầu Một và thành phố Hồ Chí Minh. Các vị trí (cầu Tha La, cầu mới - Dầu Tiếng, sông Sài Gòn đoạn chảy qua thành phố Thủ Dầu Một, cầu Phú Long và hợp lưu Rạch Chiếc – sông Sài Gòn) có tỷ lệ vượt QCVN 08:2015/BTNMT của thông số N-NH₄⁺ năm 2015 tăng so với năm 2014, chủ yếu là do chịu ảnh hưởng bởi nước thải sinh hoạt chưa qua xử lý từ các khu dân cư, khu đô thị nằm hai bên sông.



Hình 3-24: Bảng đồ phân vùng nước mùa mưa theo WQI



Hình 3-25: Bảng đồ phân vùng nước mùa khô theo WQI

3.2 Đặc điểm của nước mưa chảy tràn

Ở khu vực thượng và trung lưu hệ thống sông Sài Gòn, dòng chảy trên các sông rạch hầu như là một chiều, được hình thành do mưa trên lưu vực (mục 3.1.1 và 3.1.2), chất lượng nguồn nước đảm bảo và chỉ bắt đầu có dấu hiệu ô nhiễm hữu cơ (mục 3.1.3) ở hạ du. Yếu tố tự nhiên tác động đến chất lượng nước khu vực thượng và trung lưu chủ yếu là do quá trình xói mòn, rửa trôi đất bề mặt mang theo bùn cát,

xác thực vật và các khoáng chất từ đất đá vào nguồn nước. Tuy nhiên mức độ ảnh hưởng của các chất này trong nước mưa chảy tràn được đánh giá là nhỏ, chưa đến mức quan trọng cần phải kiểm soát, trừ khi có sự can thiệp của các hoạt động kinh tế xã hội của con người vào vấn đề khai thác sử dụng đất canh tác đầu nguồn cũng như các hoạt động chặt phá rừng.

Do đó, luận án đã tập trung phân tích chất lượng nước mưa chảy tràn ở vùng hạ lưu sông Sài Gòn đoạn chảy qua thành phố Hồ Chí Minh để đánh giá ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước mặt sông Sài Gòn.

3.2.1 Chất lượng nước mưa chảy tràn

Khu vực hạ lưu sông Sài Gòn đoạn chảy qua thành phố Hồ Chí Minh chịu nhiều tác động của các hoạt động kinh tế xã hội trên bề mặt đệm và có nguồn nước mưa chảy tràn có nguy cơ mang các chất ô nhiễm cao, ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt lớn nhất. Do đó, luận án đã khảo sát, quan trắc chất lượng nước mưa chảy tràn trên 04 loại hình mặt đệm của khu vực thành phố Hồ Chí Minh như sau:

Khu vực dân cư cụm công nghiệp (DCCN): Khu vực hứng nước mưa chảy tràn đại diện cho khu dân cư có mật độ thấp xen lẫn cụm công nghiệp với ký hiệu là (DCCN), khu vực này có khoảng 74% bề mặt đệm được bê tông hoá không thấm nước mưa. Nước mưa chảy tràn chảy vào hệ thống thu gom chung của thành phố và theo hệ thống cống xả thải chung đưa ra rạch Bình Thọ, chảy ra sông Rạch Chiếc – Sài Gòn. Khu vực bao gồm khoảng 13% diện tích là nhà ở, 23% diện tích đất là các nhà máy sản xuất của cụm công nghiệp Phong Phú và 19% diện tích đất là mặt đường giao thông trong đó xa lộ Hà Nội với mật độ giao thông rất cao và là cửa ngõ lưu thông quan trọng giữa thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh miền Đông Nam Bộ, 10% là các trụ sở, cơ quan, trường học và bệnh viện, công trình sự nghiệp của nhà nước, 15% đất cơ sở sản xuất kinh doanh, 10% đất của cơ sở tư nhân không kinh doanh, 10% diện tích đất phi nông nghiệp khác. Đại diện cho khu vực này, luận án chọn 04 vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn là vị trí Đại Lộ II Phước Bình và vị trí Đường số 9 Phước Bình, thuộc quận 9, và 02 vị trí còn lại là vị trí đường Nguyễn Văn Bá, và đường Đặng Văn Bi, thuộc quận Thủ Đức.

Khu vực dân, thương mại (DCTM): Khu vực hứng nước mưa đại diện cho khu vực mật độ dân cư cao, khu thương mại với ký hiệu là DCTM, khu vực này có khoảng 83% bề mặt đệm được bê tông hoá không thấm nước mưa. Nước mưa chảy tràn chảy vào hệ thống thu gom chung của thành phố và theo hệ thống cống xả thải chung đưa ra rạch Nhiêu Lộc Thị Nghè. Khu vực bao gồm khoảng 39% diện tích là nhà ở của dân cư và xen 12% diện tích đất dành cho các khu thương mại, 11% là các trụ sở, cơ quan, trường học và bệnh viện; và 16% là diện tích đất mặt đường giao thông trong đó có đường Đinh Tiên Hoàng với mật độ giao thông cao, 10% đất cơ sở sản xuất kinh doanh, 5% đất của cơ sở tư nhân không kinh doanh, 5% đất sông, kênh rạch, 2% diện tích đất phi nông nghiệp khác. Đại diện cho khu vực này, luận án chọn 02 vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn là vị trí Đ1 Trường Sa, Đ2 Trường Sa.

Khu vực nông nghiệp (NN): Khu vực hứng nước mưa đại diện cho khu vực nông nghiệp với ký hiệu là NN, khu vực này có khoảng 15% bề mặt đệm được bê tông hoá không thấm nước mưa. Nước mưa chảy tràn chảy vào các rãnh, kênh mương tự nhiên và nước mưa được đưa ra rạch Bà Bếp. Khu vực bao gồm khoảng 73% diện tích là đất nông nghiệp, 10% đất sông, ngòi, kênh, rạch, chỉ có khoảng 3% nhà ở của dân cư và xen 7% diện tích đất là mặt đường giao thông với mật độ giao thông rất thấp, 7% đất nông nghiệp khác. Đại diện cho khu vực này, tác giả chọn 01 vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn là Bến Than thuộc huyện Củ Chi.

Khu vực công nghiệp (CN): Khu vực hứng nước mưa đại diện cho khu vực công nghiệp với ký hiệu là CN, khu vực này có khoảng 84% bề mặt đệm được bê tông hoá không thấm nước mưa. Nước mưa chảy tràn chảy vào các hệ thống thu gom chung của KCN và được xử lý trước khi thải ra sông Sài Gòn, hệ thống xử lý nước thải có công suất thiết kế $1.500\text{m}^3/\text{ngày.đêm}$. Khu vực bao gồm khoảng 41% diện tích là các công xưởng, nhà máy, có khoảng 20% nhà ở của dân cư, trụ sở công ty và xen 18% diện tích đất là mặt đường giao thông với mật độ trung bình, 15% kho, bãi của cơ sở sản xuất, 6% diện tích đất phi nông nghiệp khác. Đại diện cho khu vực này, tác giả chọn 02 vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn là khu công nghiệp Bình Chiểu và khu công nghiệp Sóng Thần.

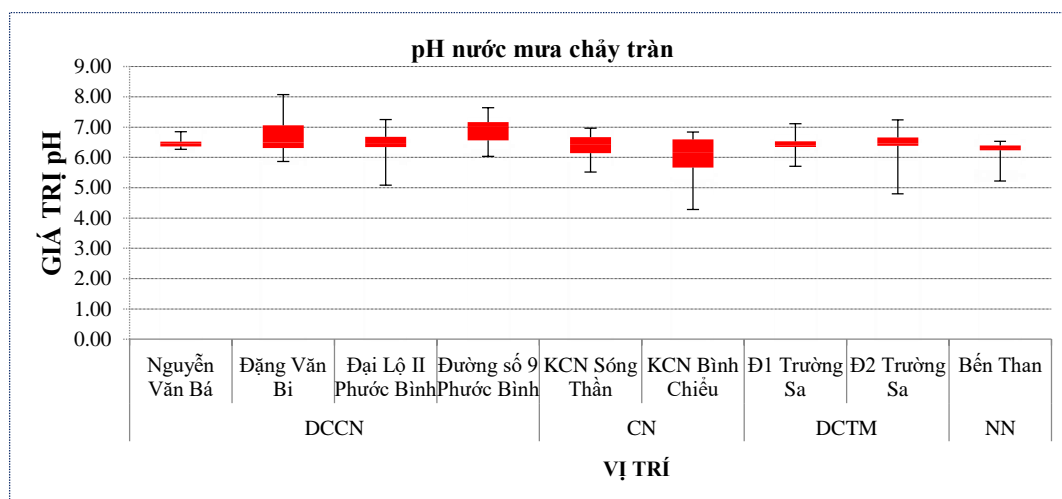
Để đánh giá chất lượng nước mưa chảy tràn, luận án dựa vào kết quả phân tích chất lượng nước mưa chảy tràn tại 9 vị trí của năm 2013 và 2014, chi tiết các trận mưa được trình bày ở Bảng 3-2. Trước thời gian quan trắc lấy mẫu, số giờ không mưa nằm trong khoảng từ 12 – 192 giờ. Cường độ của các trận mưa từ 8,9 đến 64,6 mm.

Các thông số quan trắc như lưu lượng (Q), pH, độ đục, DO, TSS, COD, BOD₅, N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, T-N, T-P và Zn (kết quả phân tích xem phụ lục III.1 đến phụ lục III.10).

Bảng 3-2: Đặc điểm các trận mưa và số ngày không mưa trước khi mưa tại trạm khí tượng Tân Sơn Hoà (TSH), Cát Lái, Củ Chi

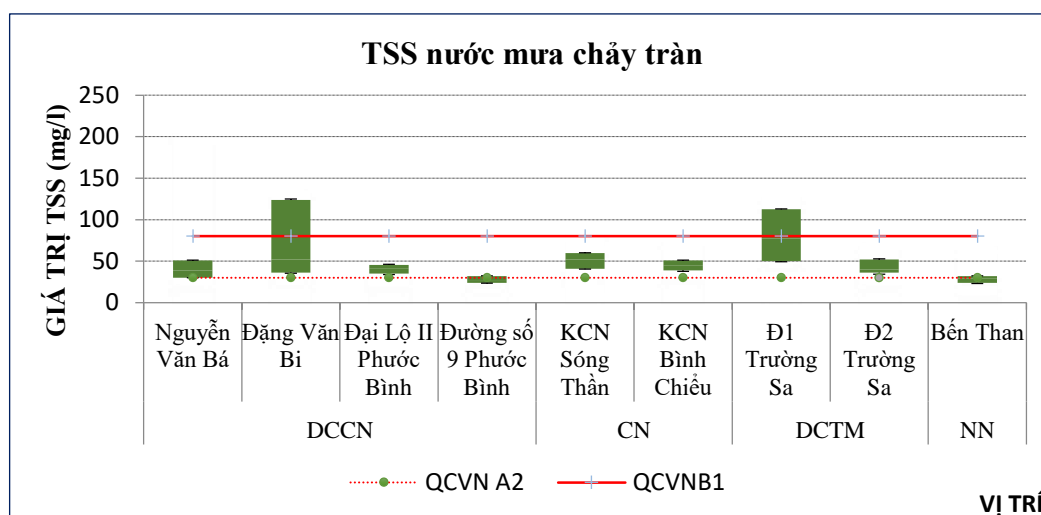
Ngày mưa	Lượng mưa (mm)	Thời gian mưa (phút)	Cường độ mưa trung bình (mm/h)	Số giờ không mưa trước khi mưa (giờ)	Trạm khí tượng
10/8/2013	31,7	60	31,7	12	TSH
12/8/2013	6,7	40	10,1	24	TSH
15/8/2013	22,1	45	29,5	48	TSH
20/8/2013	4,8	30	9,6	120	TSH
30/8/2013	14,3	45	19,1	48	Cát Lái
3/9/2013	54,3	140	23,3	72	TSH
4/9/2013	35,5	130	16,4	24	Củ Chi
14/9/2013	27,0	80	20,3	24	TSH
21/9/2013	10,4	70	8,9	24	TSH
20/5/2014	36,0	80	27,0	192	TSH
25/9/2014	59,7	65	55,1	24	TSH
26/9/2014	27,7	120	13,9	12	TSH
27/9/2014	24,5	60	24,5	17	TSH
29/9/2014	32,3	30	64,6	24	TSH
23/10/2014	49,7	60	49,7	24	TSH
24/10/2014	45,1	100	27,1	24	TSH

Giá trị pH tại các vị trí của các đợt lấy mẫu nước mưa chảy tràn dao động trong khoảng 5,26 – 7,3. Nhìn chung, pH nước mưa chảy tràn không có sự biến động lớn và đạt QCVN 08:2015/BTNMT loại B1 (pH = 5,5). Giá trị pH thấp nhất tại vị trí KCN Bình Chiểu và cao nhất ở vị trí dân cư đường Đường số 9 – Phước Bình, hình 3-26.



Hình 3-26: Giá trị pH nước mưa chảy tràn

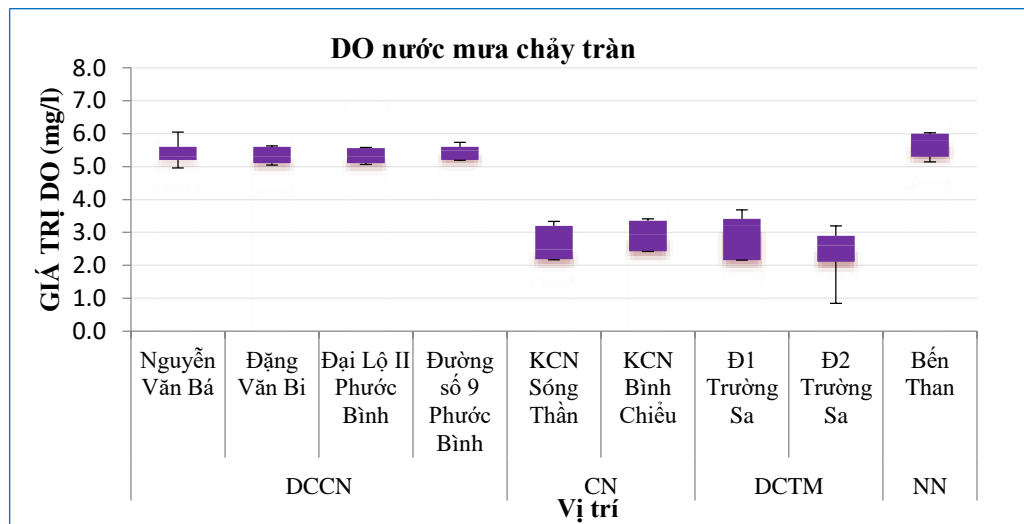
Chất rắn lơ lửng trong nước mưa chảy tràn thường rất cao, thông số TSS dao động trong khoảng từ 9 - 204 mg/l. Những trận mưa đầu mùa với số ngày không mưa dài trước các trận mưa (trên 3 ngày không mưa) thường có giá trị COD cao hơn so với các trận mưa ở giữa mùa mưa (20/5/2014), đặc biệt tại các vị trí dân cư, khu thương mại như vị trí đường Đặng Văn Bi, đường Đ1 Trường Sa, đều vượt QCVN 08:2015/BTNMT loại B1 (TSS = 50 mg/l) do các vị trí này hoạt động buôn bán sinh hoạt và mật độ công trình xây dựng cao nên tần suất xuất hiện ô nhiễm TSS lớn (Hình 3-27).



Hình 3-27: Giá trị TSS nước mưa chảy tràn

Thông số oxi hoà tan (DO) trong dòng nước mưa chảy tràn nằm trong khoảng từ 1,6 - 6,9 mg/l. Giá trị DO thấp nhất đo đạc được tại vị trí trước hệ thống thu gom nước mưa chảy tràn ở các khu công nghiệp (CN: Sóng Thần, Bình Chiểu)

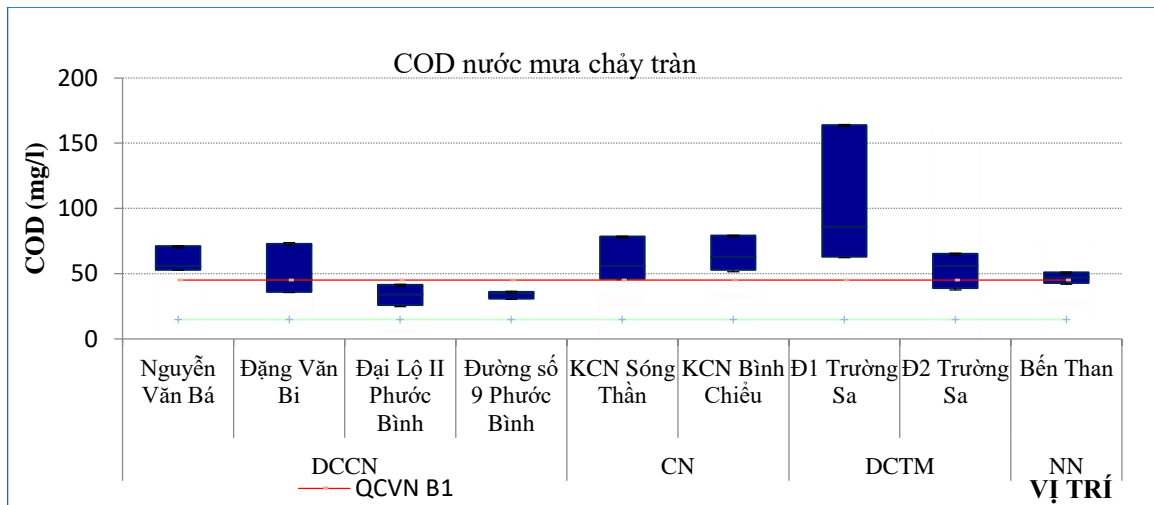
và các khu dân cư như (DCTM: Đ1 Trường Sa, Đ2 Trường Sa). Các vị trí của khu vực dân cư (DCTM) và khu vực công nghiệp (CN) hầu như có giá trị DO nhỏ hơn 4 mg/l, giá trị DO này có thể ảnh hưởng đến giai đoạn sinh trưởng và trưởng thành của cá con ở kênh, rạch. Ở các vị trí của các khu vực khác (Nguyễn Văn Bá, Đặng Văn Bi, Đại Lộ II Phước Bình, đường số 9 Phước Bình) và khu nông nghiệp (Bến Than), giá trị DO đều đạt QCVN 08:2015/BTNMT loại B1 (DO = 4 mg/l). Cụ thể, khi nước mưa chảy tràn từ DCTM có thông số DO thấp thải vào kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè dẫn đến thông số DO của nước kênh giảm, từ đó sẽ làm ảnh hưởng đến quá trình phân huỷ các chất hữu cơ của vi sinh vật trong môi trường nước mặt, làm cho quá trình tự làm sạch của dòng kênh sẽ chậm hơn (Hình 3-28).



Hình 3-28: Giá trị DO nước mưa chảy tràn

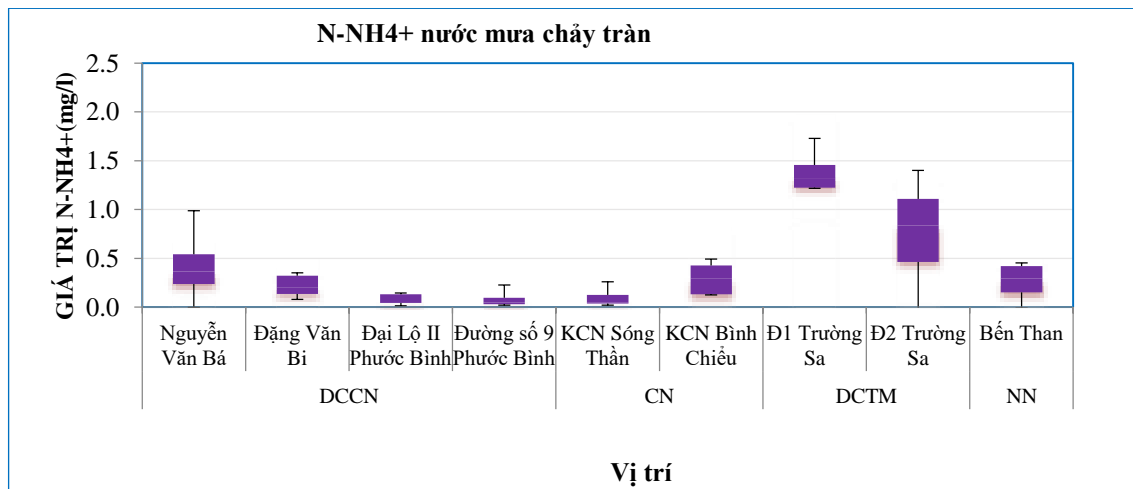
Giá trị COD thường rất cao trong nước mưa chảy tràn, giá trị COD có thể đạt gần 200 mg/l. Những trận mưa đầu mùa với số ngày không mưa dài trước các trận mưa (trên 3 ngày không mưa) thường có giá trị COD cao hơn so với các trận mưa ở giữa mùa mưa, cụ thể như trận mưa ngày 20/5/2014, giá trị COD tại các vị trí Đặng Văn Bi (108 mg/l), Đ1 Trường Sa (172 mg/l) và Đ2 Trường Sa (163 mg/l) rất cao. Đa số các vị trí khu vực dân cư và khu thương mại có giá trị cao hơn so với quy chuẩn cho phép do những vị trí này nhận nguồn nước hoà lẫn từ nước thải sinh hoạt và nước mưa chảy tràn. Kết quả phân tích mẫu nước mưa chảy tràn trong các trận mưa cho thấy, giá trị COD tại các vị trí có giá trị cao và vượt QCVN 08:2015/BTNMT loại B1 (COD = 15 mg/l). Giá trị COD rất lớn ở những vị trí khu

vực dân cư đông đúc như Đ1 Trường Sa và khu công nghiệp (Bình Chiểu, Sóng Thần) (Hình 3-29).



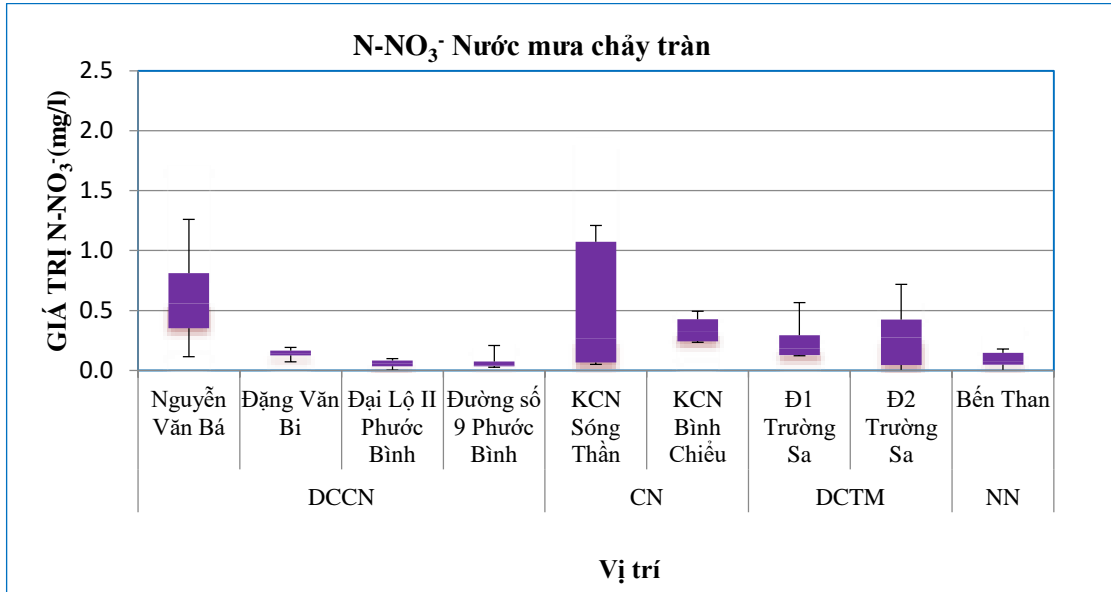
Hình 3-29: Giá trị COD nước mưa chảy tràn tại các vị trí

Trong các dạng hợp chất chứa nitơ, giá trị cao nhất phân tích được đó là $N-NH_4^+$, thông số $N-NH_4^+$ trong nước mưa chảy tràn nằm trong khoảng 0,1 đến 2,5 mg/l. Tại khu vực DCCN và DCTM giá trị $N-NH_4^+$ cao nhất và vượt quy chuẩn cho phép (Hình 3-30).



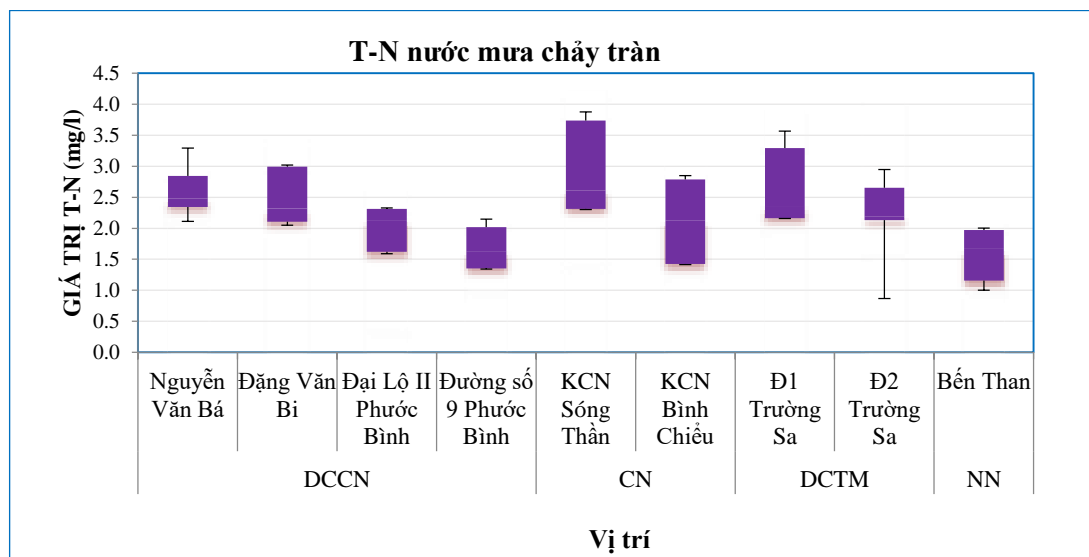
Hình 3-30: Giá trị $N-NH_4^+$ nước mưa chảy tràn

Thông số $N-NO_3^-$ tại các vị trí đều rất thấp và hoàn toàn nằm trong ngưỡng cho phép QCVN 08:2015/BTNMT loại A2 = 5 mg/l và B1 = 10 mg/l. Thông số $N-NO_3^-$ trong nhiều mẫu nước mưa chảy tràn nằm dưới giới hạn cho phép theo quy chuẩn, nên thông số $N-NO_3^-$ không ảnh hưởng lớn đến chất lượng nước mặt (Hình 3-31).



Hình 3-31: Giá trị N-NO₃⁻ nước mưa chảy tràn

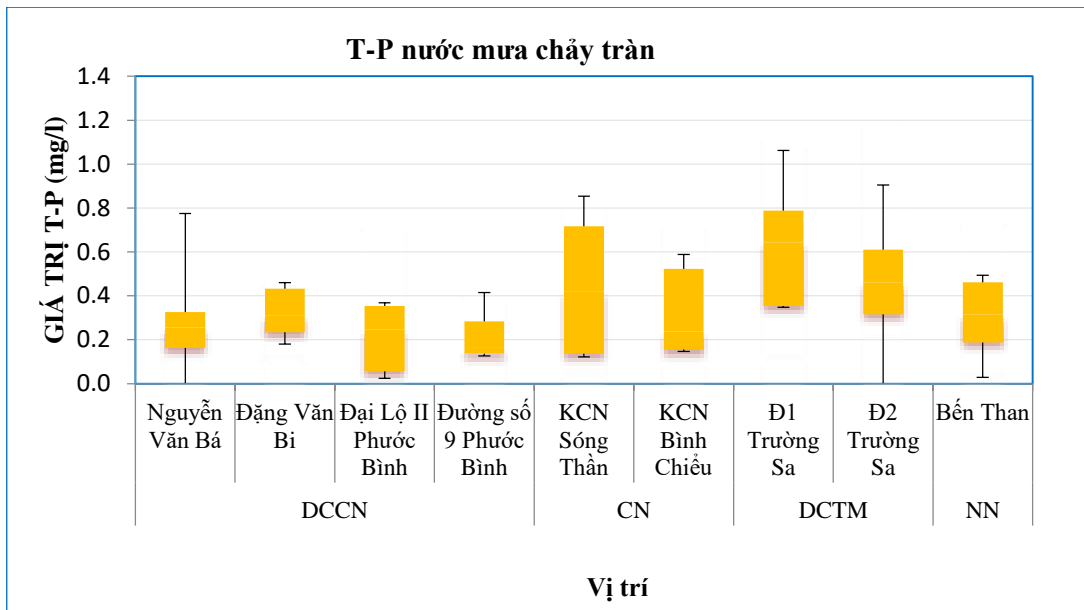
Giá trị T-N dao động trong khoảng từ 0,3 - 4,2 mg/l, lớn nhất ở KCN Sóng Thần CN. Giá trị T-N cao nhất phát hiện được khoảng 4,8 mg/l tính theo N. Giá trị T-N tại các vị trí dân cư DCCN và DCTM (Nguyễn Văn Bá, Đặng Văn Bi, đường Đ1 Trường Sa) và khu công nghiệp CN (KCN Sóng Thần) thường cao hơn so với các vị trí khác (Hình 3-32).



Hình 3-32: Giá trị T-N nước mưa chảy tràn tại các vị trí

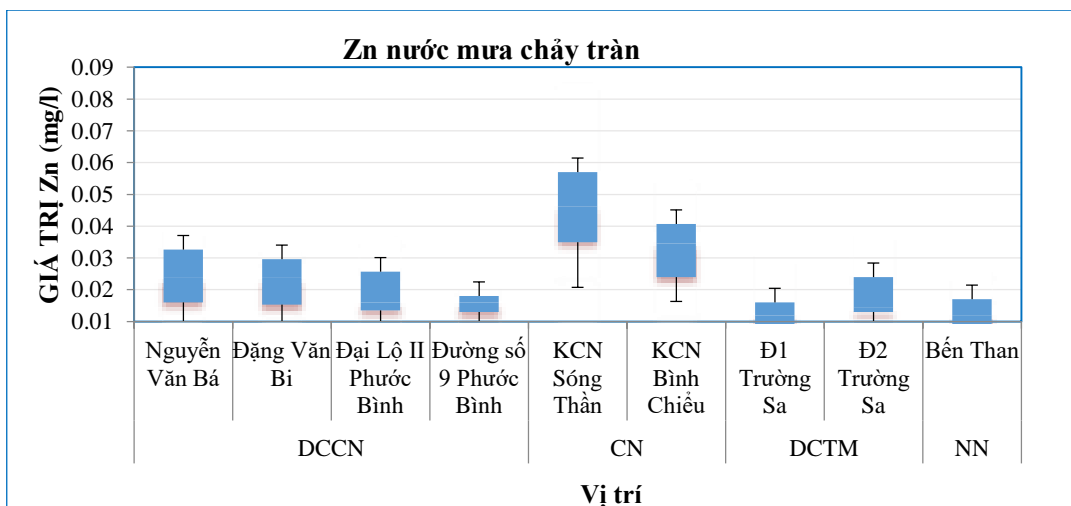
Giá trị T-P dao động trong khoảng từ 0,024 - 1,18 mg/l, lớn nhất ở đường Đ1 Trường Sa. Giá trị T-P tại các vị trí dân cư DCTM (đường Đ1 Trường Sa, đường

Đ2 Trường Sa) và khu công nghiệp CN (KCN Sóng Thần) thường cao hơn so với các vị trí khác (Hình 3-33).



Hình 3-33: Giá trị T-P nước mưa chảy tràn tại các vị trí

Giá trị Zn dao động trong khoảng từ 0,006 - 0,085 mg/l, lớn nhất ở KCN Sóng Thần CN. Giá trị Zn cao nhất phát hiện được khoảng 0,085 mg/l tại KCN Sóng Thần. Giá trị Zn tại các vị trí dân cư DCCN và DCTM (Nguyễn Văn Bá, Đặng Văn Bi, đường Đ1 Trường Sa) và khu công nghiệp CN (KCN Sóng Thần) thường cao hơn nước sông và ảnh hưởng chất lượng nước rất rõ rệt (Hình 3-34).



Hình 3-34: Giá trị Zn nước mưa chảy tràn tại các vị trí

3.2.2 Sự tương quan giữa chất ô nhiễm và bề mặt sử dụng đất

Để đánh giá các thuộc tính của nước mưa chảy tràn, luận án đã dựa vào 11 chỉ tiêu hoá lý của 9 vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn và xử lý theo phương pháp phân tích thành phần chính (PCA) và phân tích chùm dựa vào khoảng cách (AHC).

Bảng 3-3: Bảng vị trí lấy mẫu và chỉ tiêu chất lượng nước

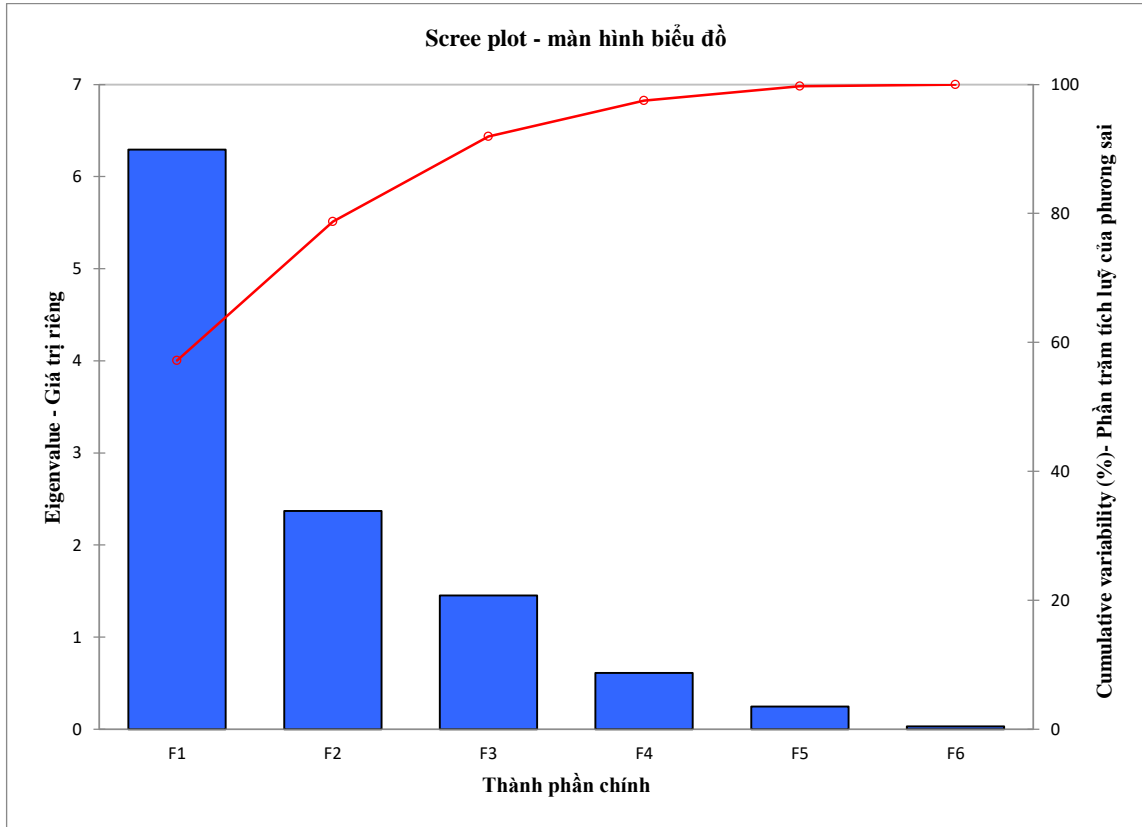
STT	Vị trí lấy mẫu	Các chỉ tiêu chất lượng nước mưa chảy tràn
1	Nguyễn Văn Bá	pH, độ đục, TSS, DO, COD, BOD ₅ , T-N, N-NH ₄ ⁺ , N-NO ₃ ⁻ , T-P, Zn
2	Đặng Văn Bi	
3	Đại Lộ II Phước Bình	
4	Đường số 9 Phước Bình	
5	KCN Bình Chiểu	
6	KCN Sóng Thần	
7	Đ1 Trường Sa	
8	Đ2 Trường Sa	
9	Bến Than	

Tổ hợp của 9 vị trí lấy mẫu nước mưa chảy tràn và 11 chỉ tiêu chất lượng nước được tính toán và tìm được giá trị các thành phần chính (F) như Bảng 3-4.

Bảng 3-4: Phân tích các thành phần chính

Thành phần chính	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Giá trị riêng	6,292	2,369	1,452	0,611	0,247	0,030
Phương sai (%)	57,196	21,537	13,199	5,554	2,242	0,272
Phương sai tích lũy (%)	57,196	78,733	91,932	97,486	99,728	100,00

Chú ý: F_i là thành phần chính thứ i, Variability (%) là phần trăm của phương sai và Cumulative (%): phần trăm tích lũy của phương sai.

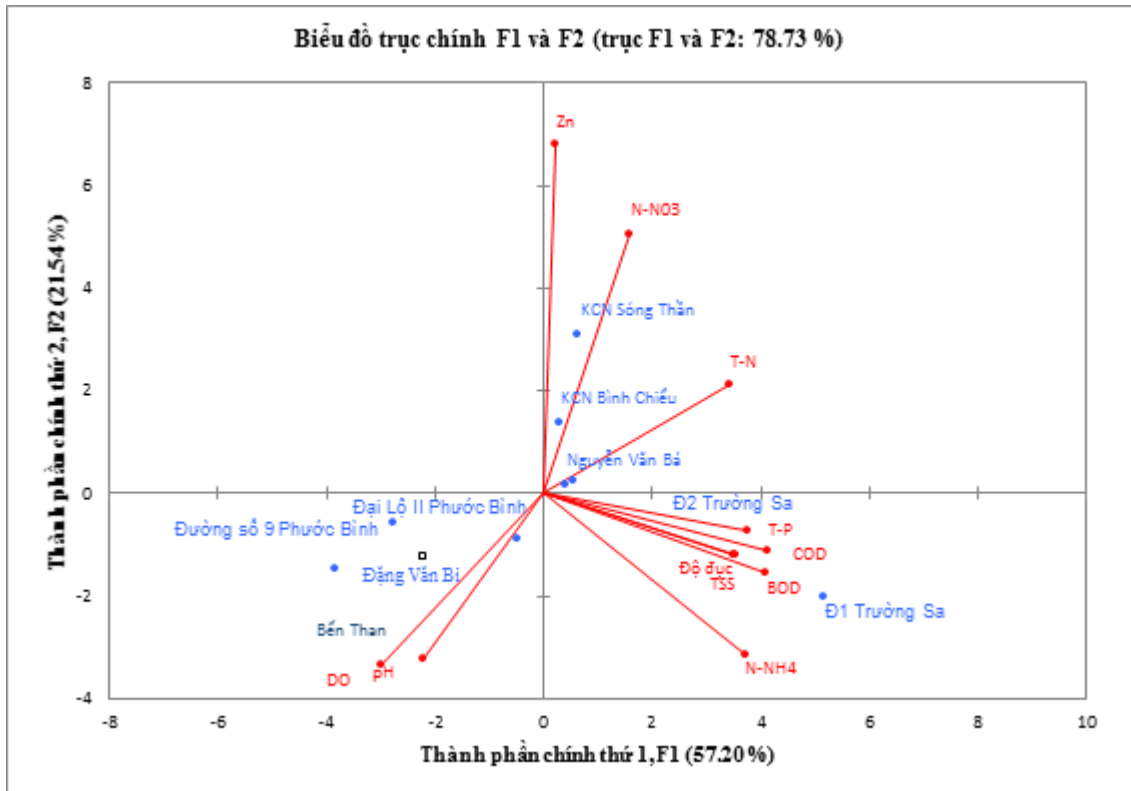


Hình 3-35: Giá trị riêng và phần trăm tích lũy của phương sai

Theo Bảng 3-4, thành phần thứ 3 (F3) và thành phần chính thứ 4 (F4) có giá trị rất nhỏ, điều này có thể nhận thấy dễ dàng thông qua đường cong phần trăm tích lũy của phương sai (không thay đổi nhiều từ thành phần chính F3 trở đi) và sự giảm mạnh độ lớn của giá trị riêng của thành phần chính F3 và F4 (Hình 3-35). Độ lớn của các thành phần chính F3 đến F6 rất nhỏ so với thành phần chính F1 và F2, vì vậy không cần sử dụng các thành phần chính từ F3 trở đi.

Dựa vào sự phân bố các thuộc tính chỉ tiêu chất lượng mẫu nước mưa chảy tràn (chỉ tiêu) trên Hình 3-37, có thể chia các thuộc tính này thành 3 vùng riêng biệt. Vùng 1 bao gồm các chỉ tiêu BOD₅, COD, T-P, TSS, độ đục và N-NH₄⁺, các chỉ tiêu COD, BOD₅, T-P, TSS gần với trục F1 (thành phần chính thứ nhất F1) và có giá trị lớn cho thấy các thuộc tính này ảnh hưởng quan trọng đến thành phần thứ nhất F1. Thuộc tính pH và DO nằm riêng biệt và khá xa trục F1 cho thấy chỉ tiêu này không ảnh hưởng nhiều đến thành phần thứ nhất F1. Vùng 2 bao gồm các chỉ tiêu N-NO₃⁻, Zn và xa với trục F1 và gần trục F2, cho thấy chỉ tiêu này ảnh hưởng đến thành phần thứ hai F2 mà không ảnh hưởng đến thành phần thứ nhất F1. Vùng 3, chỉ tiêu DO,

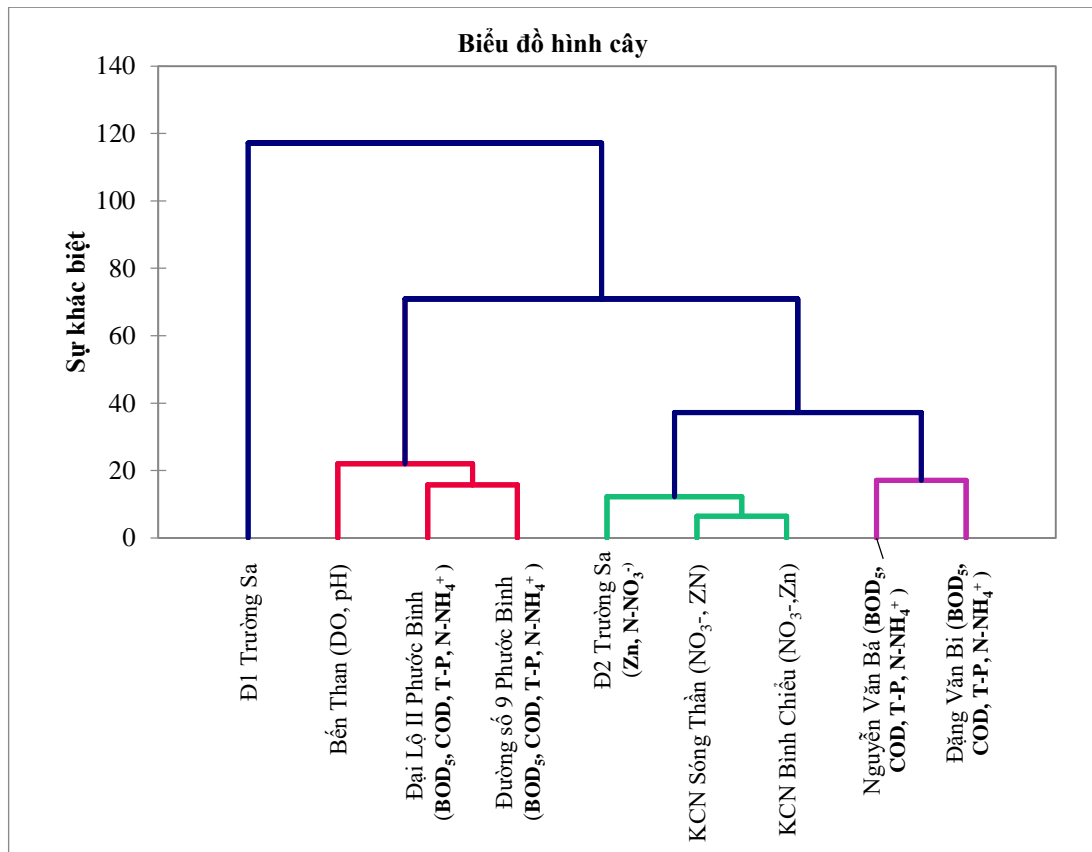
pH nằm cùng phía âm, và gần so với trục F2, thành phần chính thứ hai F2 chịu ảnh hưởng nhiều bởi thành phần hoá lý DO, pH. Bên cạnh đó, các chỉ tiêu nằm gần nhau có mối tương quan thuận với nhau (như chỉ tiêu BOD₅ và COD hay độ đục và TSS), nhóm chỉ tiêu nằm khác phía nhau 180⁰ có mối liên hệ nghịch với nhau như nhóm BOD₅, COD và nhóm pH, DO, và các chỉ tiêu nằm cách nhau 90⁰ thì không có liên hệ với nhau như nhóm Zn, N-NO₃⁻ và nhóm BOD₅, COD.



Hình 3-36: Sự phân bố các chỉ tiêu và vị trí lấy mẫu

Nhìn chung, nhóm BOD₅, COD, TSS, độ đục và T-P có mối liên quan rất lớn tại khu vực có mật độ tập trung dân cư cao như vị trí Đ1 Trường Sa (Hình 3-36) và ít ảnh hưởng đến khu vực dân cư có mật độ tập trung thấp (Đường số 9 Phước Bình và Đại Lộ II Phước Bình) và khu vực nông nghiệp (Bến Than). Ở khu vực nông nghiệp, lớp phủ thực vật cản không cho nước mưa chảy tràn làm xói mòn các chất, vì các chất ô nhiễm hữu cơ này được hấp thụ bởi thực vật, do đó nước mưa không cuốn trôi các chất hữu cơ theo dòng chảy khi có mưa lớn. Nhưng ngược lại các kết quả cho thấy khu vực dân cư tập trung hay khu công nghiệp (CN) với diện tích bề mặt hứng có mật độ lớp phủ không thấm lớn, nước mưa chảy tràn dễ cuốn trôi các chất hữu cơ, đặc biệt là Zn và N-NO₃⁻ (KCN Sóng Thần và Bình Chiểu). Các kết

quả trên cũng chứng minh rằng đặc điểm sử dụng đất có tương quan cao với các chất ô nhiễm trong nước mưa chảy tràn. Vị trí lấy mẫu và các chỉ tiêu chất lượng nước mưa chảy tràn có mối tương quan mật thiết với nhau, thường thấy rõ nhất là các khu vực đô thị và khu công nghiệp. Nguyên nhân là do mật độ bề mặt không thấm lớn (trên 76%) làm cho nước mưa chảy tràn dễ rửa trôi các chất bẩn, cặn lắng và các chất ô nhiễm hữu cơ cũng như kim loại nặng theo nước mưa chảy ra các kênh, rạch.



Hình 3-37: Biểu đồ hình cây

Để nghiên cứu mối liên quan giữa các vị trí của các khu vực lấy mẫu nước mưa chảy tràn và các chỉ tiêu ô nhiễm có trong nước mưa chảy tràn, luận án đã dựa vào biểu đồ hình cây (Hình 3-37) để nhóm chúng lại như sau:

Tại vị trí Đ1 Trường Sa khác biệt lớn nhất so với các vị trí khác và nằm riêng biệt trong phân lớp trên không gian các vị trí, do đó vị trí này không có mối tương quan giữa vị trí lấy mẫu và các chỉ tiêu ô nhiễm.

Tại vị trí Bền Than, Đại Lộ 2 Phước Bình, Đường số 9 Phước Bình ở rất gần nhau, gần như cùng vị trí, chứng tỏ các vị trí này có các chỉ tiêu ô nhiễm là như

nhau và mức độ ô nhiễm đều rất thấp so với các vị trí khác. Điều này được kiểm chứng trong biểu đồ hình cây Hình 3-37.

Tại 03 vị trí KCN Sóng Thần và Bình Chiểu, Đ2 Trường Sa ở gần nhau và ở về vị trí có giá trị thành phần chính F2 lớn nhất, chứng tỏ 3 vị trí này có giá trị các chỉ tiêu ô nhiễm Zn và $N-NO_3^-$ là như nhau và đều rất lớn so với các chỉ tiêu ô nhiễm còn lại, điều này chứng tỏ đối với khu vực KCN xuất hiện các chỉ tiêu kim loại Zn, $N-NO_3^-$ cao nhất. Các vị trí còn lại như Nguyễn Văn Bá và Đặng Văn Bi ở gần nhau nhưng không có sự khác biệt lớn so với các chỉ tiêu ô nhiễm khác.

3.3 Đặc trưng dòng chảy mặt khi mưa

Các chất ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn là một trong những nguồn ô nhiễm quan trọng ảnh hưởng và làm suy thoái chất lượng nguồn nước. Điều này chứng tỏ rằng quản lý chất lượng nguồn nước không thể không quan tâm đến việc kiểm soát nguồn ô nhiễm từ nguồn nước mưa chảy tràn. Nguồn ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn rất khó kiểm soát, bởi vì nó là nguồn ô nhiễm phân tán, không thường xuyên xuất phát từ các trận mưa. Nguồn ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn, đặc biệt là nước mưa chảy tràn chảy vào lưu vực kết hợp với các dòng nước thải từ hệ thống thu gom nước thải của thành phố, dẫn đến làm ô nhiễm nguồn nước kênh rạch. Do đó, vấn đề kiểm soát các nguồn thải này là rất quan trọng đối với các nhà quản lý môi trường thành phố. Cần thiết phải có hệ thống lưu trữ và xử lý trước khi xả ra môi trường tiếp nhận, nhằm làm giảm tác động của các chất ô nhiễm của nước mưa chảy tràn đối với chất lượng nước sông. Tuy nhiên, để kiểm soát tốt nguồn nước thải hỗn hợp giữa nước mưa chảy tràn và nước thải đô thị cần phải hiểu rõ chi tiết đặc điểm và đặc trưng của nguồn thải hỗn hợp này. Vấn đề kiểm soát và xử lý nguồn ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn là một thách thức lớn của chính quyền địa phương. Do đó, để đánh giá đặc trưng nguồn ô nhiễm nước mưa chảy tràn cần phải nắm rõ đặc trưng dòng chảy mặt từng tiểu lưu vực hứng.

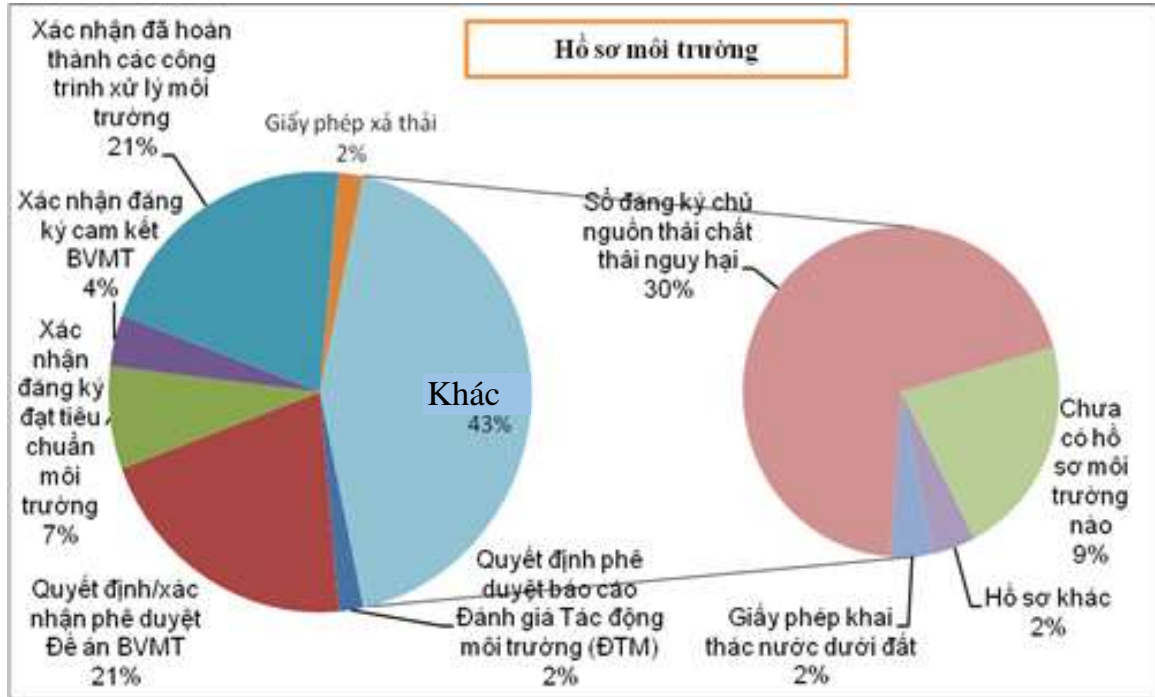
Đặc điểm tiểu lưu vực 1 (LV1): Tổng diện tích bề mặt đệm hứng nước mưa là 240 ha. Tiểu lưu vực được khảo sát là toàn bộ khu vực dân cư lẫn cụm công nghiệp Phước Long và khu vực dọc rạch Bình Thọ, rạch kết nối với hệ thống cống

xả thải trong cụm Phước Long nối liền với Rạch Chiếc, quận Thủ Đức, thành Phố Hồ Chí Minh (Hình 2-6).

Trong luận án này đã sử dụng kết quả của dự án “*Khảo sát nguồn ô nhiễm phục vụ cho việc tăng cường kiểm kê nguồn ô nhiễm môi trường nước tại thành phố Hồ Chí Minh*” thuộc dự án: “*Tăng cường năng lực môi trường nước Việt Nam*” do tác giả làm chủ nhiệm được thực hiện năm 2012. Tác giả đã thực hiện công việc thu thập thông tin tại 25 doanh nghiệp trong khu vực nghiên cứu để nhằm mục đích xác định được hiện trạng xả nước thải và các hoạt động kiểm soát ô nhiễm. Tổng cộng có 68 mẫu nước được lấy (trong đó có 14 mẫu nước mặt, 52 mẫu nước thải) tại thực địa và phân tích 25 chỉ tiêu chất lượng nước trong phòng thí nghiệm để đảm bảo độ chính xác của số liệu cho sử dụng để đánh giá điều kiện dòng chảy mặt (dòng chảy nền) khi không mưa.

Kết quả thông tin thu thập được của 25 doanh nghiệp trên lưu vực (LV1), gồm có 19 doanh nghiệp trên địa bàn quận 9 và 6 doanh nghiệp trên địa bàn quận Thủ Đức. Hầu hết là các doanh nghiệp dệt, nhuộm, may mặc và các sản phẩm liên quan đến may mặc với 10 doanh nghiệp; các doanh nghiệp về lĩnh vực thực phẩm có 3 doanh nghiệp; thuốc và các sản phẩm về thuốc có 2 doanh nghiệp; đế giày và làm khuôn mẫu giày có 2 doanh nghiệp; nhà ở và dịch vụ có 02 doanh nghiệp; các lĩnh vực như hóa chất, phụ tùng tivi, các sản phẩm về can, hộp chứa bằng nhôm, sản xuất thép, dịch vụ nha khoa, gia công trang sức, trong mỗi lĩnh vực có một doanh nghiệp.

Kết quả thống kê phiếu thu thập thông tin của 25 doanh nghiệp trên năm 2012 cho thấy, có 21/25 doanh nghiệp có hồ sơ pháp lý về môi trường, cụ thể như: có 01/25 doanh nghiệp có quyết định phê duyệt báo cáo đánh giá tác động môi trường EIA; 11/25 doanh nghiệp có đề án bảo vệ môi trường; 4/25 doanh nghiệp có chứng chỉ đăng ký đạt tiêu chuẩn môi trường; 02/25 doanh nghiệp có chứng chỉ đăng ký cam kết bảo vệ môi trường; 11/25 doanh nghiệp có giấy chứng nhận hoàn thành công trình hệ thống xử lý nước thải; 01/25 doanh nghiệp có giấy chứng nhận xả thải; 01/25 doanh nghiệp có giấy phép khai thác nước ngầm và 16/25 doanh nghiệp có sổ đăng ký chủ nguồn thải chất thải nguy hại, như Hình 3-38.



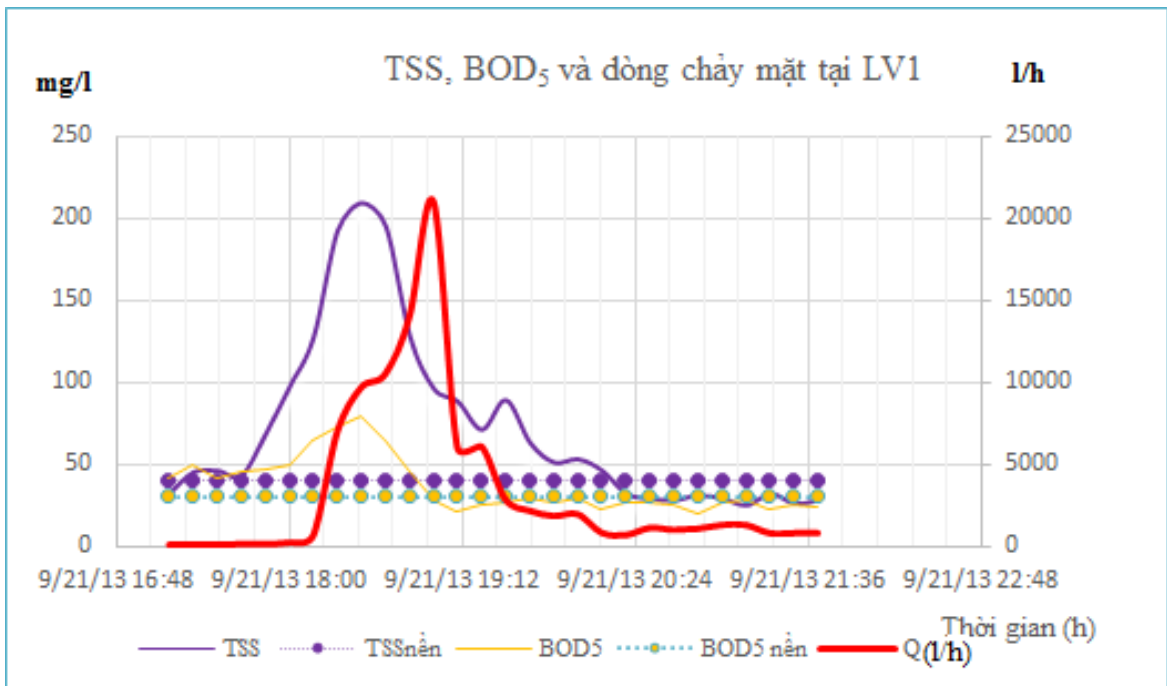
Hình 3-38: Hồ sơ pháp lý về môi trường

Trong 25 doanh nghiệp trên, có 13/25 doanh nghiệp có hệ thống xử lý nước thải. Tuy nhiên, nước xả thải từ các doanh nghiệp này chủ yếu là nước thải sinh hoạt. Tổng lượng nước xả thải ra tiêu lưu vực (LV1) của 25 doanh nghiệp là khoảng 4.937,4 m³/ngày đêm bao gồm 3.452 m³/ngày đêm sử dụng cho sản xuất và hơn 485 m³/ngày đêm cho sinh hoạt. Tuy nhiên, lượng nước xả thải này tập trung vào các doanh nghiệp có lượng nước xả thải lớn như: Công ty đầu tư Phước Long, Công ty Crown Việt Nam, Công ty Việt Thắng Jean, Nhà máy sữa Trường Thọ và Thống Nhất có lưu lượng xả từ 300 – 1.200 m³/ngày đêm. Tổng tải lượng các chất BOD₅, COD, TSS, T-N, T-P, N-NH₄⁺ của 25 doanh nghiệp thải ra tiêu lưu vực tương ứng là 178 kgBOD₅/ngày, 501 kgCOD/ngày, 425 kgTSS/ngày, 26 kgN/ngày, 12 kgP/ngày và 14 kg N-NH₄⁺/ngày, (tính toán chi tiết tại phụ lục II.10).

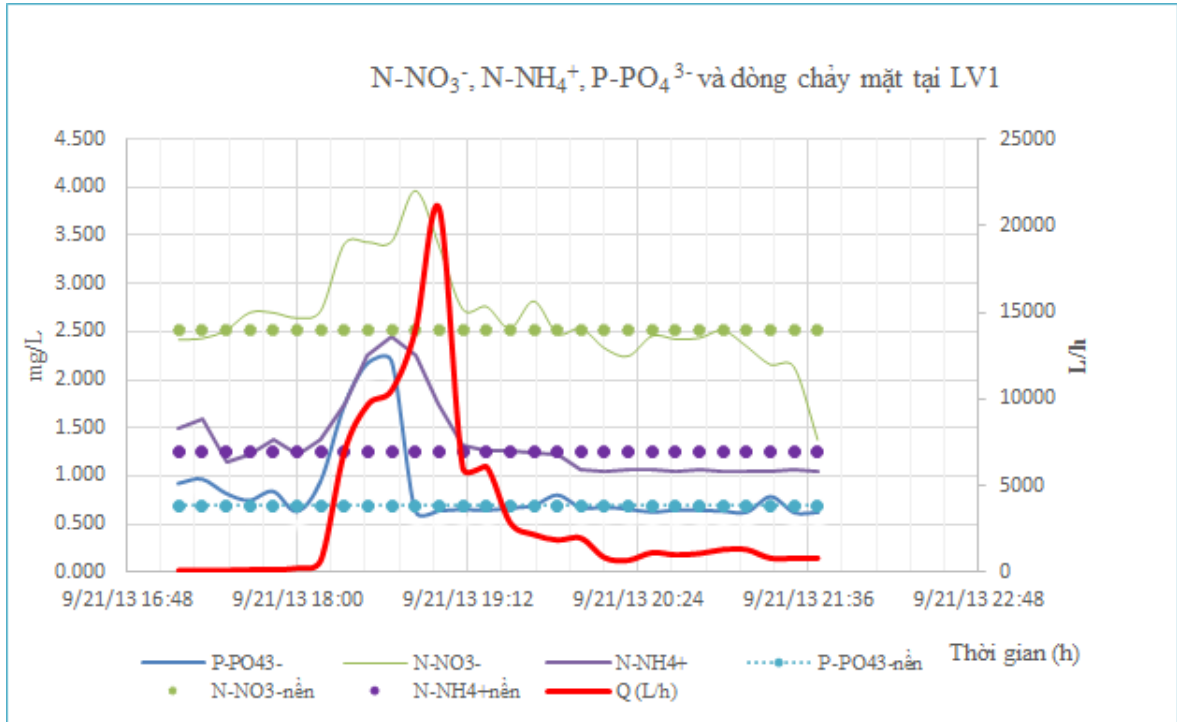
Mật độ dân cư tập trung cao dọc 2 bên các tuyến đường Đỗ Xuân Hợp, Quang Trung (khoảng 13.000 nhân khẩu). Các hộ dân nằm xung quanh các trục đường Nguyễn Văn Bá, Đặng Văn Bi, đường số 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11 (khoảng 8.600 nhân khẩu). Ngoài ra nước thải sinh hoạt không qua xử lý từ các khu dân cư tập trung xung quanh rạch Bình Thọ cũng là nguyên nhân đóng góp nguồn ô nhiễm không nhỏ, trong đó phải kể đến là nước thải từ hoạt động buôn bán tại chợ Phước

Long B trên đường Đỗ Xuân Hợp. Tổng tải lượng các chất xả thải tối đa của dân cư xung quanh dọc hệ thống cống xả/rạch Bình Thọ ra tiêu lưu vực hứng vào khoảng 1.080 kgBOD₅/ngày, 2.354 kgCOD/ngày, 2.333 kgTSS/ngày, 194 kgN/ngày, 48 kgP/ngày, (tính toán chi tiết tại phụ lục II.6).

Theo kết quả lấy mẫu và phân tích mẫu nước của 14 mẫu nước trên rạch Bình Thọ và trên các hệ thống cống xả thải, đã xác định được chất lượng nguồn nước thải sinh hoạt và công nghiệp trong hệ thống thu gom chung trong điều kiện không mưa (hay gọi là các chất ô nhiễm nền). Kết quả lấy mẫu và phân tích mẫu của 28 mẫu nước của dòng chảy mặt được lấy tại LV1 ngày 21/9/2013 để đánh giá đặc trưng dòng chảy mặt tại tiêu lưu vực này trước khi đưa ra sông Sài Gòn. Kết quả các chất ô nhiễm trong dòng chảy mặt khi mưa và nền tại LV1 được mô tả trong Hình 3-39 và 3-40.



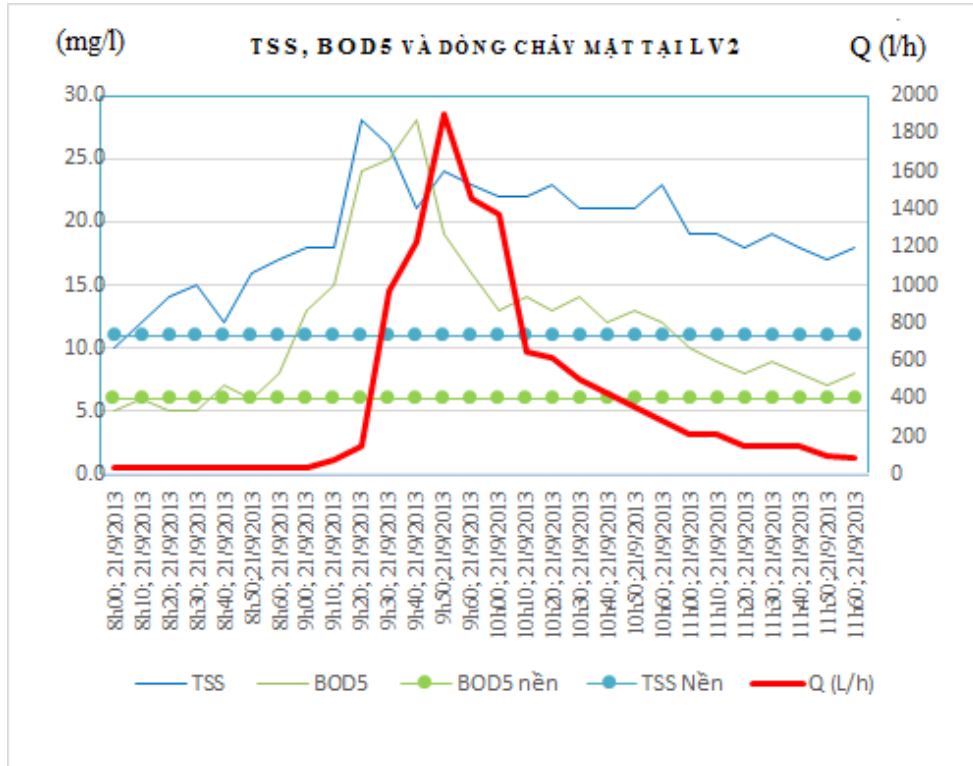
Hình 3-39: Biến trình TSS, BOD₅ và dòng chảy mặt khi mưa tại LV1



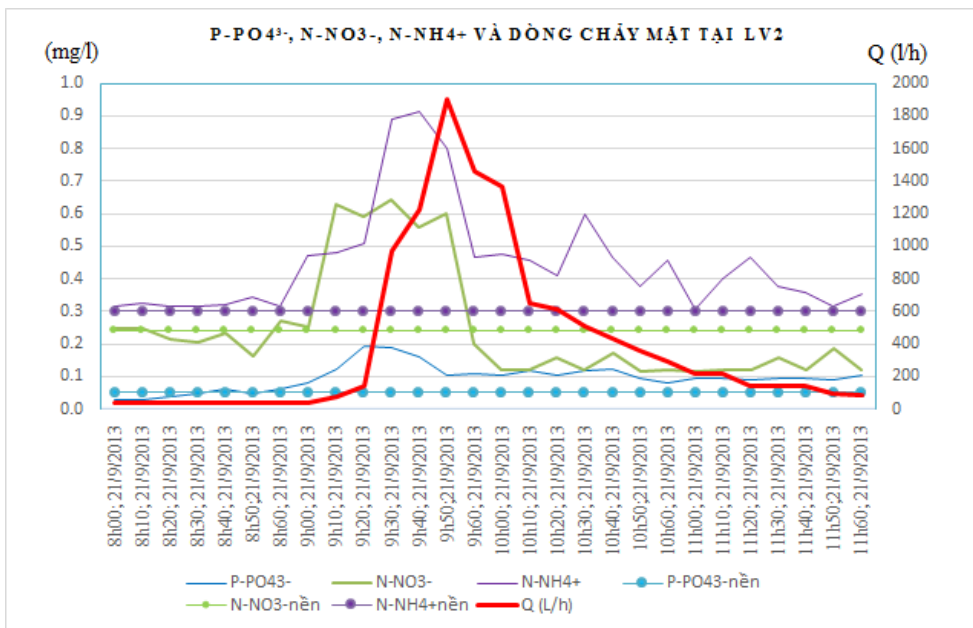
Hình 3-40: Biến trình các chất ô nhiễm và dòng chảy mặt khi mưa tại LV1

Đặc điểm tiểu lưu vực 2 (LV2): Tổng diện tích bề mặt đệm hứng nước mưa là khoảng 30 ha. Tiểu lưu vực hứng nước mưa chảy tràn (LV2) là toàn bộ khu vực sản xuất nông nghiệp (NN), nguồn nước mưa chảy vào các rãnh, kênh mương tự nhiên và chảy ra Rạch Bà Bếp. Trên lưu vực chủ yếu trồng lúa nước và cây hoa màu. Tiểu lưu vực có kênh, mương nhỏ, nhà ở với mật độ thấp và mặt đường giao thông chủ yếu bao quanh tiểu lưu vực với mật độ giao thông rất thấp.

Theo kết quả lấy mẫu và phân tích mẫu nước mặt của 08 mẫu nước trên mương chảy ra rạch Bà Bếp, Củ Chi và trên các hệ thống cống thủy lợi phục vụ cho nông nghiệp đã xác định được chất lượng nguồn nước thải sinh hoạt và nông nghiệp trong hệ thống thu gom chung trong điều kiện không mưa (hay gọi là các chất ô nhiễm nền). Kết quả lấy mẫu và phân tích 28 mẫu nước của dòng chảy mặt tại LV2 ngày 21/9/2013 nhằm để đánh giá đặc trưng dòng chảy mặt tại tiểu lưu vực này trước khi đưa ra sông Sài Gòn. Kết quả các chất ô nhiễm trong dòng chảy mặt khi mưa tại LV2 được mô tả trong Hình 3-41 và 3-42.



Hình 3-41: Biến trình TSS, BOD₅ và dòng chảy mặt khi mưa tại LV2

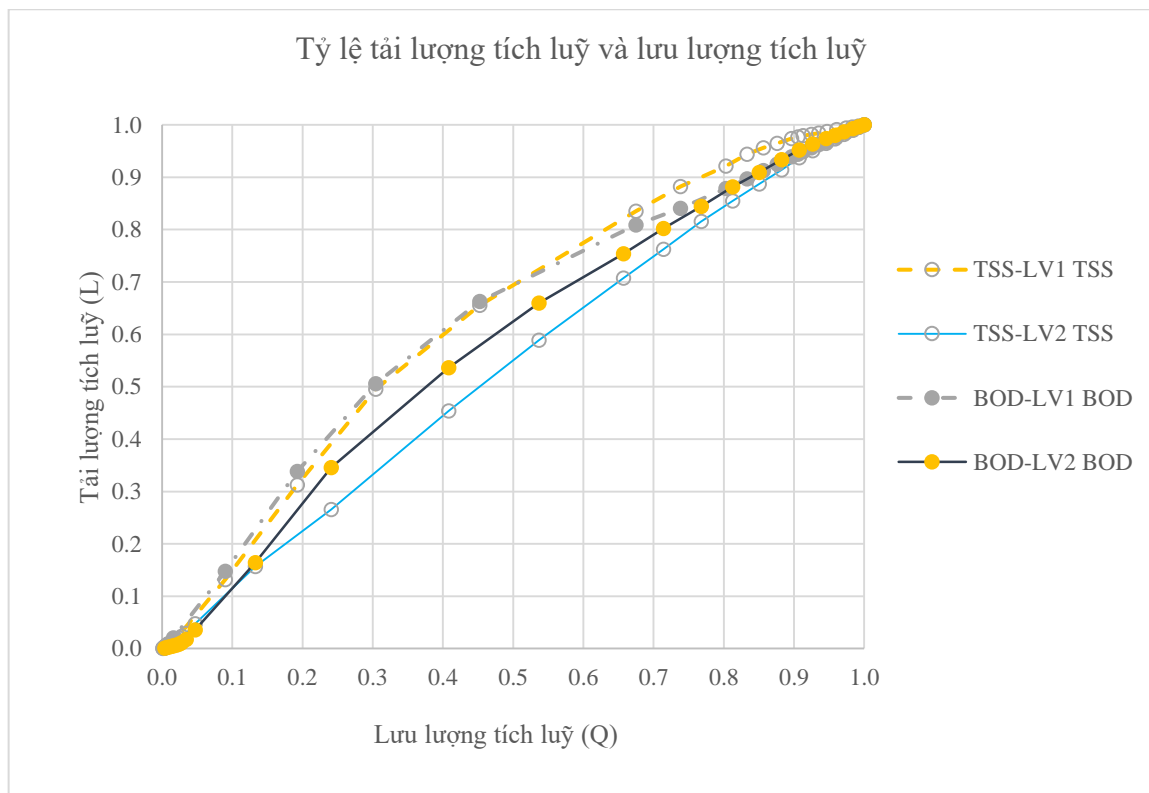


Hình 3-42: Biến trình các chất ô nhiễm và dòng chảy mặt khi mưa tại LV2

Kết quả phân tích nồng độ các chất ô nhiễm và lưu lượng dòng chảy mặt tại LV1 và LV2 ngày 21/9/2013 (Hình 3-39 đến 3-42), cho thấy, các chất ô nhiễm trong dòng chảy gia tăng sau khi mưa khoảng 20-30 phút. Tải lượng các chất ô nhiễm luôn tăng cao hơn và đạt giá trị cực đại (C_{max}) sớm hơn so với lưu lượng

dòng chảy (Q_{\max}) ở khoảng thời gian từ 20 – 60 phút khi bắt đầu mưa. Tuy nhiên, khi bắt đầu mưa đến phút 60 trở đi lưu lượng dòng chảy và các chất ô nhiễm của dòng chảy giảm tương đương nhau. Kết quả cho thấy, thời gian đầu trận mưa khi hình thành dòng chảy có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng nước của nguồn nước tiếp nhận. Dòng nước mưa chảy tràn thời gian đầu chảy trên bề mặt hứng và cuốn theo các chất ô nhiễm được tích lũy trên bề mặt và theo dòng chảy mặt chảy vào nguồn tiếp nhận.

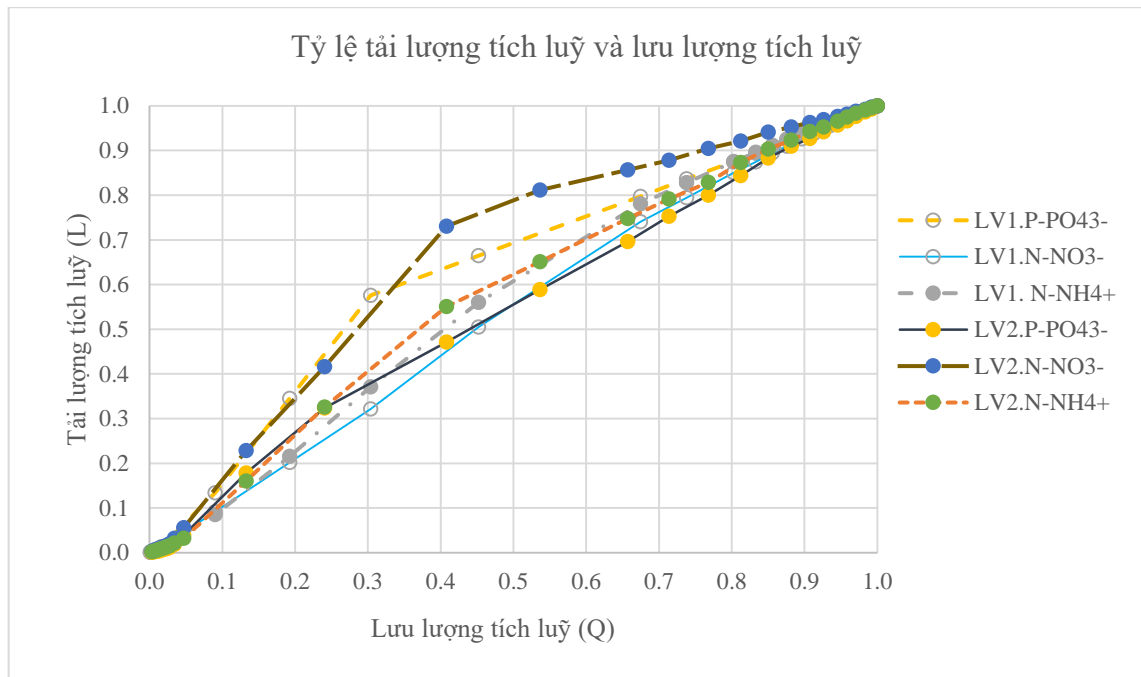
Dựa vào các kết quả phân tích mẫu dòng chảy mặt của LV1 và LV2, tác giả đã tính tỷ lệ giữa tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm và lưu lượng tích lũy của dòng chảy mặt do mưa nhằm để đánh giá tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm trong dòng chảy mặt thời gian đầu trận mưa khi hình thành dòng chảy do mưa, Hình 3-43 và Hình 3-44, phụ lục III.11-III.14.



Hình 3-43: Tỷ lệ tải lượng tích lũy/ lưu lượng tích lũy LV1 và LV2

Dòng chảy mặt thời gian đầu trận mưa được xác định là dòng chảy mặt trong giai đoạn đầu tiên của các trận mưa, trong giai đoạn này các chất ô nhiễm của dòng chảy có nồng độ và giá trị cao hơn so với giai đoạn kế tiếp và giai đoạn cuối của trận mưa. Tải lượng của các chất ô nhiễm trong dòng chảy mặt nhiều hay ít, tăng

hay giảm trong thời gian đầu của một trận mưa được thể hiện thông qua tỷ lệ giữa tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm với lưu lượng tích lũy của dòng chảy mặt, điều này có nghĩa là đường cong tỷ lệ tải lượng tích lũy và lưu lượng tích lũy nằm trên hay nằm dưới đường thẳng tuyến tính qua trục tọa độ góc 45° . Nếu tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm lớn hơn lưu lượng tích lũy của dòng chảy mặt, tức độ dốc của đường thẳng lớn hơn 1, hiện tượng này thường dẫn đến các chất ô nhiễm tăng cao trong dòng chảy mặt trong giai đoạn đầu của trận mưa.



Hình 3-44: Tỷ lệ tải lượng tích lũy/ lưu lượng tích lũy LV1 và LV2 (tt)

Tại lưu vực LV1: Kết quả tính toán cho thấy, đường cong tỷ lệ giữa lưu lượng tích lũy của dòng chảy mặt và tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm như Hình 3-44 và 3-45 có khác biệt so với đường thẳng qua trục tọa độ, chứng minh tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm khác nhau theo từng giai đoạn của trận mưa:

- Thời gian đầu trận mưa (khoảng 1/3 lưu lượng dòng chảy): Trong khoảng 30% lưu lượng tích lũy của dòng chảy mặt nhưng chiếm trên 50% tải lượng tích lũy của các chất rắn lơ lửng (TSS), BOD₅, P-PO₄³⁻, chiếm trên 30% tải lượng tích lũy của các chất N-NO₃⁻ và N-NH₄⁺
- Thời gian giữa trận mưa (khoảng 1/2 lưu lượng dòng chảy): trong khoảng 50% lưu lượng tích lũy của dòng chảy mặt có tới trên 70% tải lượng tích lũy chất

rắn lơ lửng (TSS), BOD₅, P-PO₄³⁻, nhưng chỉ chứa khoảng trên 50% tải lượng ô nhiễm tích lũy N-NO₃⁻ và N-NH₄⁺

Tại lưu vực LV2: Kết quả tính toán cho LV2 trong Hình 3-44 và 3-45, đường cong tỷ lệ giữa lưu lượng tích lũy của dòng chảy mặt và tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm không khác biệt lớn so với đường thẳng qua trục toạ độ, tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm theo từng giai đoạn của trận mưa:

- Thời gian đầu trận mưa (khoảng 1/3 lưu lượng dòng chảy): trong 30% lưu lượng tích lũy của dòng chảy mặt có khoảng 30% tải lượng tích lũy chất rắn lơ lửng (TSS), P-PO₄³⁻, N-NH₄⁺; trên 40% tải lượng tích lũy BOD₅; trên 50% tải lượng tích lũy N-NO₃⁻.
- Thời gian giữa trận mưa (khoảng 1/2 lưu lượng dòng chảy): trong 50% lưu lượng tích lũy của dòng chảy mặt có 50% tải lượng tích lũy của chất rắn lơ lửng (TSS), trên 60% tải lượng tích lũy của BOD₅, P-PO₄³⁻ và N-NH₄⁺; 80% tải lượng tích lũy N-NO₃⁻.

Nhìn chung, kết quả khảo sát, phân tích dòng chảy mặt do mưa (ngày 21/9/2013) đã chứng minh rằng, dòng chảy mặt ở thời gian đầu của trận mưa (khoảng 1/3 tổng lượng dòng chảy) của lưu vực có diện tích đất sử dụng là khu vực dân cư và cụm công nghiệp nhưng mang trên 50% tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm (TSS, BOD₅ và P-PO₄³⁻). Tuy nhiên, dòng chảy mặt của lưu vực có diện tích đất sử dụng là nông nghiệp chỉ mang khoảng 30% tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm. Kết quả một lần nữa cho thấy, thời gian đầu trận mưa khi hình thành dòng chảy mặt có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng nước của nguồn nước tiếp nhận. Dòng nước mưa chảy tràn thời gian đầu chảy trên bề mặt hứng và cuốn theo các chất ô nhiễm được tích lũy trên bề mặt và theo dòng chảy mặt chảy vào nguồn tiếp nhận.

3.4 Đánh giá ảnh hưởng nước mưa chảy tràn đến nước sông

3.4.1 Lưu lượng tính toán thoát nước mưa

Dựa vào số liệu quan trắc tại trạm Tân Sơn Hòa ngày 20-21/05/2014 với lượng mưa 36 mm, ngày 18-19/08/2014 với lượng mưa 43,3mm, kết quả lưu lượng tính toán thoát nước mưa ở Bảng 3-6.

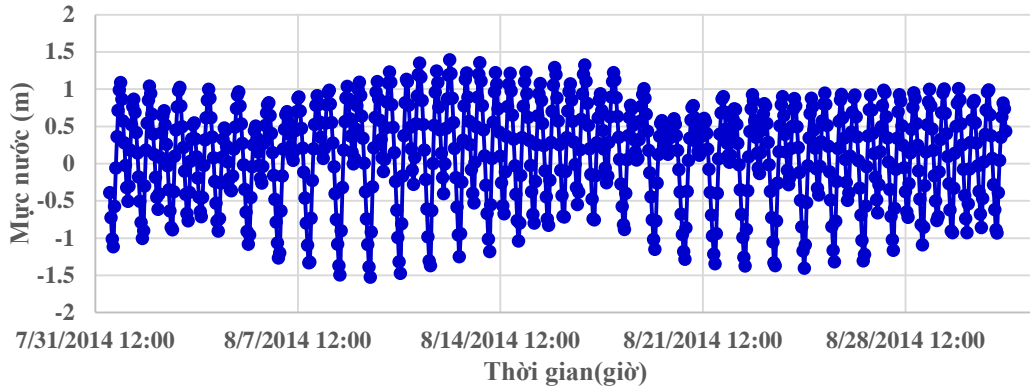
Bảng 3-5: Lưu lượng tính toán thoát nước mưa ở các lưu vực hứng

Tên tiểu lưu vực	Diện tích lưu vực (ha)	Hệ số dòng chảy	Lưu lượng tính toán R = 36 mm (Q, m ³ /s)	Lưu lượng tính toán R = 43,3 mm (Q, m ³ /s)
Củ Chi	43500	0,53	1153	1387
Hóc môn	11500	0,75	431	519
Quận 12	4700	0,75	176	212
Gò Vấp	2000	0,75	75	90
Bình Thạnh	25300	0,75	949	1141
Q1, Q3, Phú Nhuận	1800	0,75	68	81
Q4	400	0,75	15	18
Thủ Đức	4800	0,75	180	217
Q2	5000	0,75	188	226

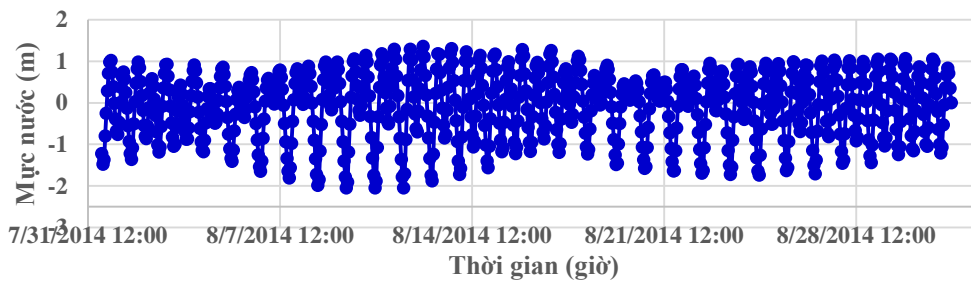
3.4.2 Tính toán thủy lực

Bảng 3-7: Thống kê đặc trưng mực nước tại một số trạm

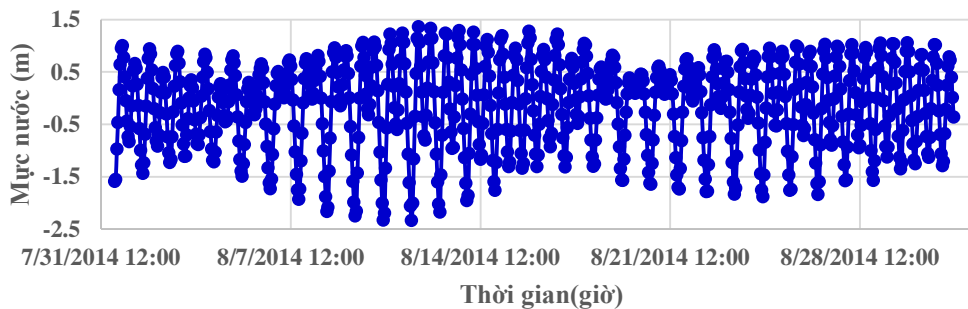
Trạm	H Trung bình (m)	H max (m)	H min (m)
Thủ Dầu Một	0,130879	1,392	-1,524
Phú An	-0,05592	1,358	-2,047
Nhà Bè	-0,12443	1,364	-2,336



Hình 3-45: Kết quả tính toán thủy lực tại trạm Thủ Dầu Một 8/2014



Hình 3-46: Kết quả tính toán thủy lực tại trạm Phú An 8/2014



Hình 3-47: Kết quả tính toán thủy lực tại trạm Nhà Bè 8/2014

Kết quả tính toán thủy lực tháng 8/2014 được thể hiện tại Bảng 3-7 và các hình từ Hình 3-45 đến Hình 3-47. 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, -0,05592 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.

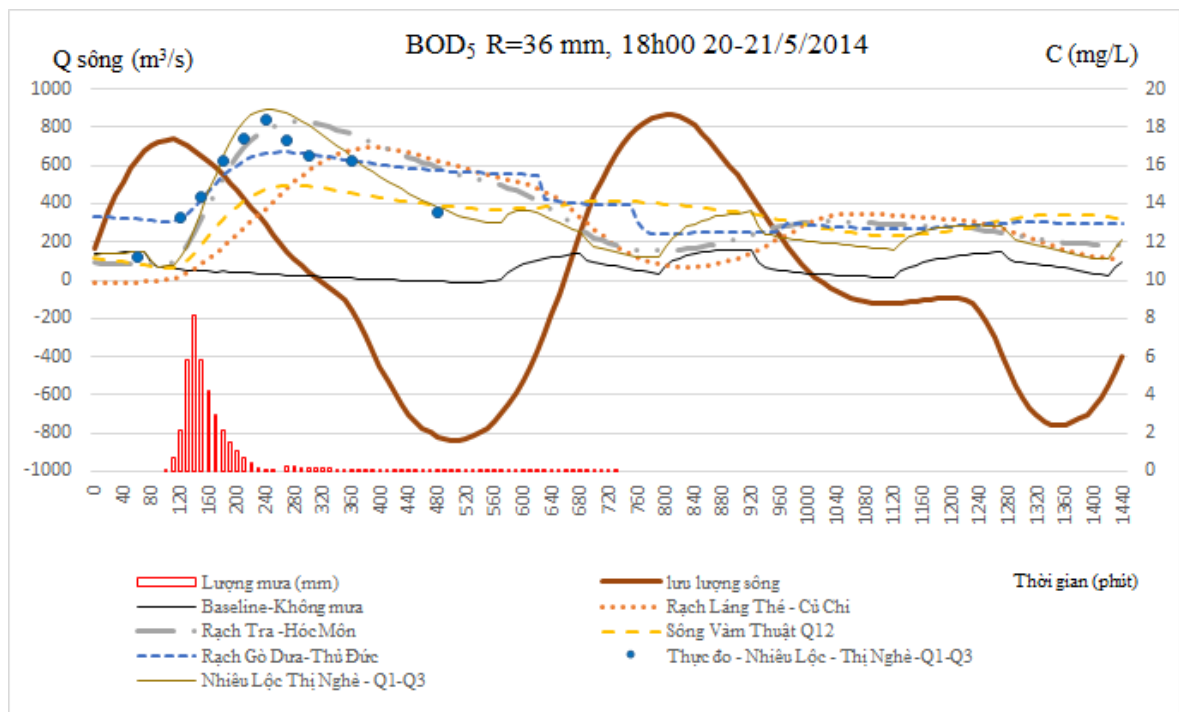
3.4.3 Kết quả mô phỏng chất lượng nước khi mưa

3.4.3.1 Kết quả mô phỏng trận mưa 36 mm ngày 20-21/5/2014

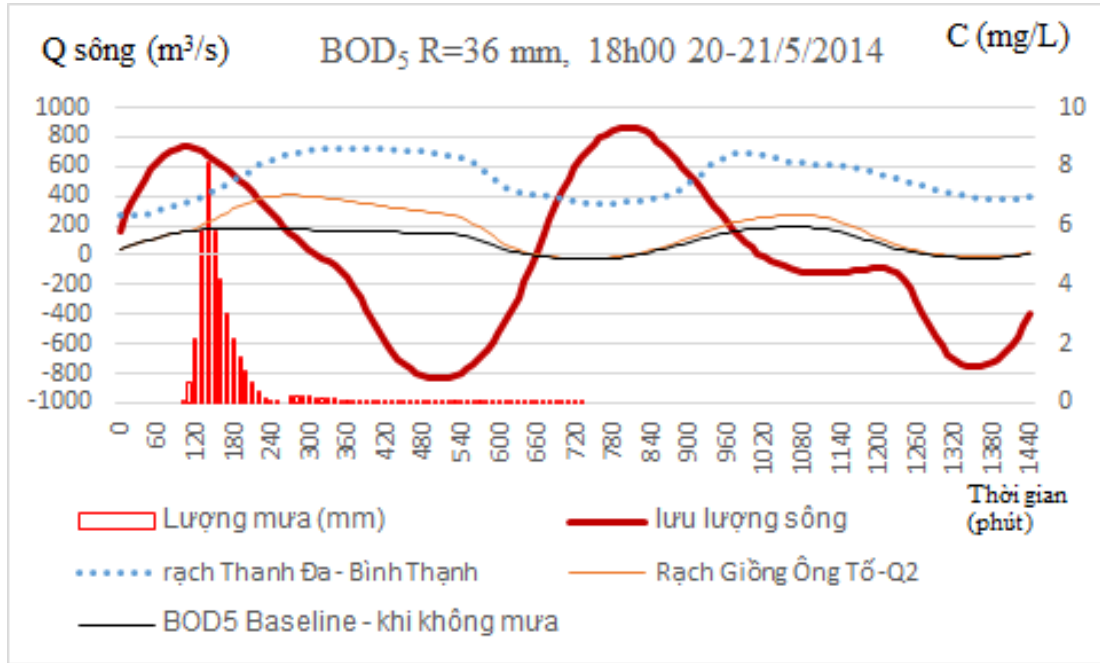
Luận án đã sử dụng dữ liệu trận mưa với lượng mưa 36 mm, ngày 20/5/2014, để tính toán mô phỏng vì đây là trận mưa có lượng mưa tương đối lớn vào đầu mùa mưa với số ngày không mưa dài nên có khả năng kéo theo nhiều chất ô nhiễm tích tụ trong mùa khô vào sông. Thời điểm bắt đầu tính toán mô phỏng là 18h ngày 20/05/2014 cho đến 18h ngày 21/05/2014 (chọn mốc thời gian bắt đầu là 0 phút), mô phỏng tính toán liên tục trong 1440 phút.

a) Chỉ tiêu chất lượng nước BOD₅:

Phân bố theo không gian và thời gian tại thời điểm 100 phút đầu tiên, tại đỉnh mực nước tại hợp lưu giữa sông Sài Gòn và rạch Láng The với lưu lượng nước sông $Q = 694,596 \text{ m}^3/\text{s}$, rạch Tra với $Q = 748,304 \text{ m}^3/\text{s}$, rạch Gò Dưa $Q = 893,78 \text{ m}^3/\text{s}$, sông Vàm Thuật với $Q = 1338,833 \text{ m}^3/\text{s}$, rạch Thanh Đa với $Q = 2099 \text{ m}^3/\text{s}$, rạch Nhiêu Lộc Thị Nghè với $Q = 1828,37 \text{ m}^3/\text{s}$ và Giồng Ông Tố với $Q = 2757, 11 \text{ m}^3/\text{s}$. Lưu lượng nước sông tăng dần từ thượng nguồn đến hạ lưu.



Hình 3-48: Diễn biến giá trị BOD₅ cho trận mưa R= 36 mm



Hình 3-49: Diễn biến giá trị BOD₅ cho trận mưa R= 36 mm

Trước khi mưa giá trị BOD₅ tại đỉnh mực nước triều tại rạch Láng The, rạch Tra, sông Vàm Thuật, Thanh Đa, Nhiêu Lộc Thị Nghè, Giồng Ông Tố lần lượt là 9,885 mg/l, 10,905 mg/l, 13,288 mg/l, 11,171 mg/l, 6,862 mg/l, 11,34 mg/l và 5,187 mg/l. Khi mưa giá trị BOD₅ trong nước sông tăng lên tỷ lệ thuận với lưu lượng dòng chảy của nước sông do lúc này là triều lên (sườn lên). Dòng chảy đạt giá trị cực đại vào khoảng phút thứ 150 (Q_{max}), còn giá trị BOD₅ đạt giá trị cực đại vào khoảng phút thứ 240, tức là giá trị BOD₅ đạt giá trị cực đại sau khi lưu lượng dòng chảy đạt giá trị cực đại trong thời gian khoảng 90 phút. Trong thời gian 90 phút này, khi mưa giá trị BOD₅ trong nước sông tăng lên tỷ lệ nghịch với lưu lượng dòng chảy của nước sông do lúc này là triều kém (sườn xuống). Sau đó giá trị BOD₅ có xu thế giảm dần, thời gian giảm chậm hơn thời gian tăng. Có thể thấy dưới sự đóng góp của ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn, giá trị BOD₅ tại rạch Nhiêu Lộc Thị Nghè tăng cao nhất, mức tăng khoảng 5-7 mg/l (từ 27 – 38%) và khiến cho nước sông có lúc đã vượt qua giới hạn cho phép theo QCVN08:2015/BTNMT B2 (Hình 3-48) . Vì vậy, đối với trận mưa lớn đầu mùa cần tránh sử dụng nước sông cho các mục đích sử dụng khác nhau trong khoảng thời gian 3 – 4 tiếng sau mưa, nghĩa là từ phút thứ 180 trở đi.

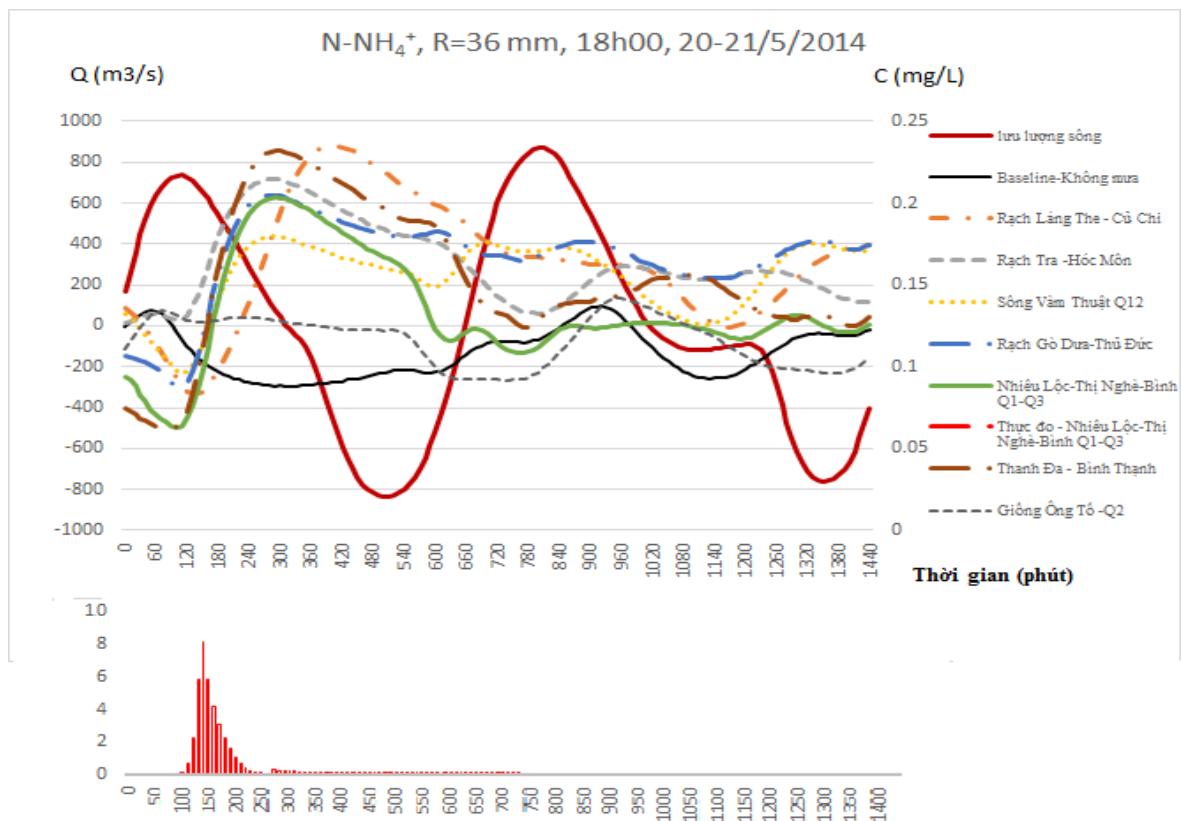
Ở các lưu vực Rạch Gò Dưa, rạch Tra, sông Vàm Thuật, mặc dù mức tăng của BOD₅ sau khi mưa thấp hơn so với các lưu vực kể trên, khoảng 2-3 mg/l (từ 14 – 20%) nhưng với nền BOD₅ cao 11 mg/l, kết hợp với các chất ô nhiễm do mưa nên chất lượng nước sông đối với chỉ tiêu BOD₅ đã vượt qua quy chuẩn sử dụng nước mặt QCVN:08/2015 B1. Riêng lưu vực kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè, nền BOD₅ thấp hơn so với các khu vực kể trên. Tuy nhiên sau khi mưa, giá trị BOD₅ nước sông tại đây tăng rất nhanh và cao hơn bất thường so với các lưu vực khác. Điều này chứng tỏ, nước mưa chảy tràn cuốn một lượng lớn các chất ô nhiễm hữu cơ, và đẩy các chất hữu cơ tích tụ từ các hệ thống cống thu gom nước thải trong suốt mùa khô, theo dòng chảy mặt đổ ra sông. Dòng nước kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè ít được lưu thông, so với những tuyến kênh khác như Thanh Đa, Giồng Ông Tố. Các con sông này liên thông với nhau và dẫn ra sông Sài Gòn. Hơn nữa, vận tốc dòng chảy của sông Nhiêu Lộc – Thị Nghè nhỏ, do đó khả năng vận chuyển cũng như trao đổi oxy giữa bề mặt thoáng và khối nước kém, dẫn đến giá trị DO thấp cùng với các chất ô nhiễm trong nước sông tăng lên đột biến khi mưa làm cho nước sông của kênh Nhiêu Lộc Thị Nghè bị ô nhiễm nghiêm trọng vào đầu mùa mưa. Thêm vào đó, đoạn đầu nguồn kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè là nơi nối với các hệ thống cống thoát nước của khu vực Tân Bình, nguồn nước thải này chưa có nhà máy xử lý và dẫn vào hệ thống thu gom đưa về trạm bơm Nguyễn Hữu Cảnh để bơm ra sông Sài Gòn. Giá trị DO thấp đột biến làm cho các sinh vật thủy sinh, đặc biệt là cá bị thiếu dưỡng khí gây nên hiện tượng chết hàng loạt. Vì vậy môi trường nước kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè dễ bị ô nhiễm do tác động của nguồn nước mưa chảy tràn ở thời điểm những cơn mưa đầu mùa, kết hợp với nguồn nước thải sinh hoạt chưa được xử lý, cũng như các chất ô nhiễm và cả nguồn chất thải rắn thải vào đoạn kênh này.

Ở lưu vực Thanh Đa và Giồng Ông Tố (Hình 3-49), giá trị BOD₅ có giá trị thấp nhất so với các lưu vực khác (BOD₅ có giá trị khoảng 6 – 8 mg/l), do khi mưa nguồn ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn được pha loãng với lưu lượng nước sông Sài Gòn, mặt khác do các lưu vực này là hợp lưu với sông Sài Gòn tại khu vực hạ nguồn nên vận tốc dòng chảy và lưu lượng nước của sông rất lớn ($Q = 2000 - 2700$

m^3/s), khả năng vận chuyển cũng như trao đổi oxy giữa bề mặt thoáng và khối nước cao, dẫn đến giá trị DO cao cùng với các chất ô nhiễm trong nước sông giảm.

b) Chỉ tiêu chất lượng nước $N-NH_4^+$:

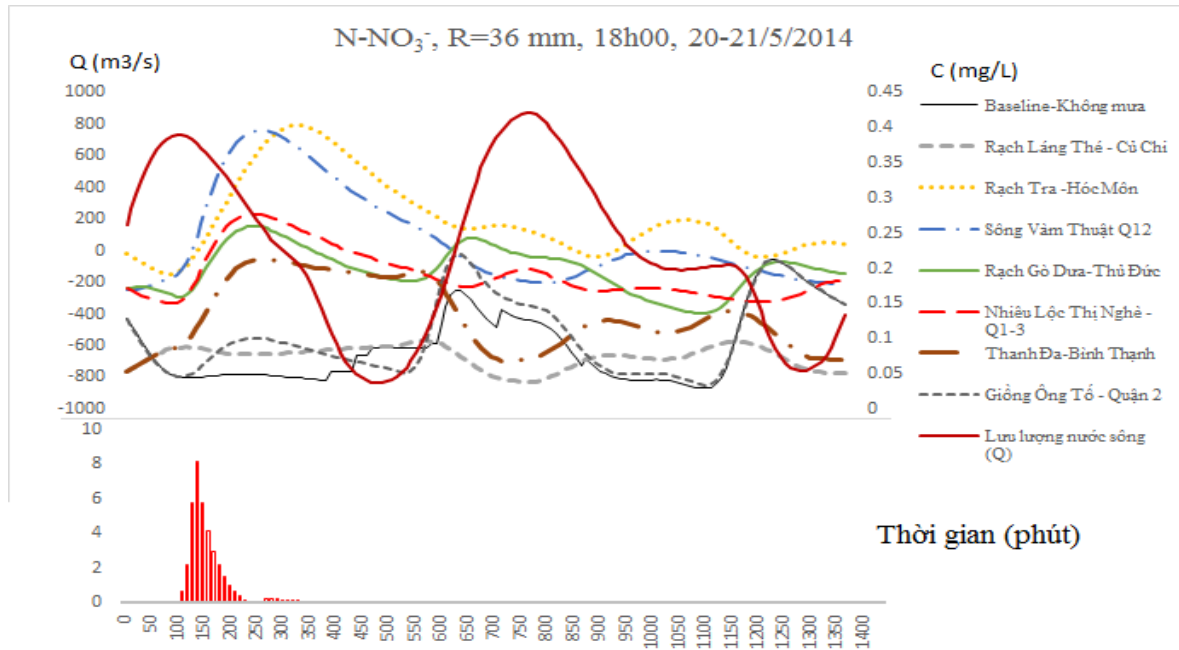
Tương tự như chỉ tiêu BOD_5 , khi mưa giá trị $N-NH_4^+$ trong nước sông tăng lên tỷ lệ thuận với lưu lượng dòng chảy của nước sông. Dòng chảy đạt giá trị cực đại vào khoảng phút thứ 150 (Q_{max}), còn giá trị $N-NH_4^+$ đạt giá trị cực đại vào khoảng phút thứ 240 - 260, tức là giá trị $N-NH_4^+$ đạt giá trị cực đại sau khi lưu lượng dòng chảy đạt giá trị cực đại trong thời gian khoảng 90 phút. Sau đó giá trị $N-NH_4^+$ có xu thế giảm dần, thời gian giảm chậm hơn thời gian tăng. Có thể thấy do đóng góp các chất ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn, giá trị $N-NH_4^+$ tại rạch rạch Tra, rạch Láng The, sông Vàm Thuật tăng cao nhất, mức tăng khoảng 0,05 – 0,1 mg/l và khiến cho chất lượng nước sông đối với thông số $N-NH_4^+$ có lúc đã vượt qua giới hạn cho phép theo QCVN08:2015/BTNMT B2 nhưng vẫn đáp ứng được tiêu chuẩn QCVN:08/2015 B1. Riêng đối với Rạch Tra, khi mưa giá trị $N-NH_4^+$ trong nước sông vượt so với quy chuẩn khoảng 0,2 mg/l so với khi không có mưa.



Hình 3-50: Diễn biến giá trị $N-NH_4^+$ cho trận mưa 36 mm

c) Chỉ tiêu chất lượng nước N-NO₃⁻:

Tương tự như các chỉ tiêu BOD₅, N-NH₄⁺, giá trị N-NO₃⁻ trong nước sông tại rạch Tra, rạch Láng The, sông Vàm Thuật, rạch Gò Dưa, Nhiêu Lộc Thị Nghè, Thanh Đa và Giồng Ông Tố vào thời điểm mưa giá trị N-NO₃⁻ khá thấp và đạt so với QCVN08:2015/BTNMT chỉ khoảng 0,2 mg/l khi không mưa và giá trị cao nhất là 0,4 mg/l khi mưa.



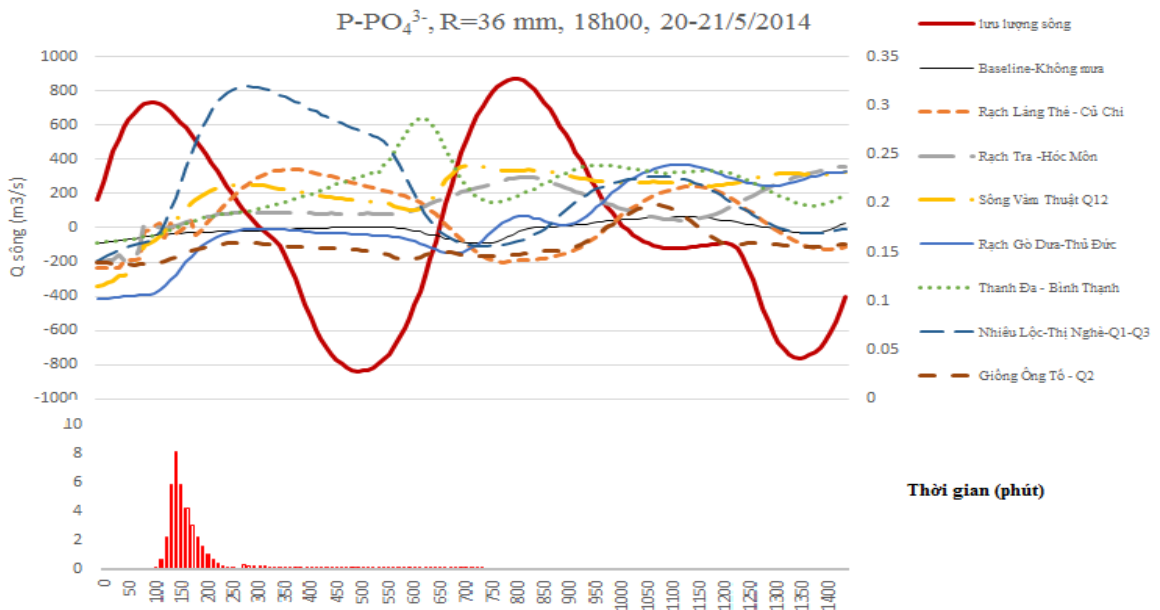
Hình 3-51: Diễn biến giá trị N-NO₃⁻ cho trận mưa 36 mm

d) Chỉ tiêu chất lượng nước P-PO₄³⁻:

Tương tự như các chỉ tiêu trên, tại rạch Láng The, rạch Tra, trong điều kiện không mưa, thông số ô nhiễm P-PO₄³⁻ trong nước sông đạt quy chuẩn cấp nước sinh hoạt A2. Với đóng góp các chất ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn, thông số ô nhiễm P-PO₄³⁻ tăng lên, có lúc gần vượt quá quy chuẩn B1, mức tăng khoảng 0,15 mg/l. Tại Rạch Gò Dưa, sông Vàm Thuật, thông số ô nhiễm P-PO₄³⁻ tăng khi có mưa vào khoảng 0,5 mg/l và vẫn nằm trong giới hạn cho phép (Hình 3-52).

Riêng tại kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè, thông số ô nhiễm P-PO₄³⁻ từ nước mưa chảy tràn đóng góp một lượng khá lớn. Trong điều kiện không mưa, nước sông có nồng độ khá thấp, nhưng khi có mưa, thông số ô nhiễm P-PO₄³⁻ tăng nhanh vượt qua mức cho phép, điều này một lần nữa cho thấy tính chất không ổn định của các chỉ tiêu ô nhiễm ở các khu vực tập trung dân cư đông đúc, bề mặt hứng có mật độ

không cao, khi mưa đặc biệt là các trận mưa lớn đầu mùa xảy ra kéo theo một lượng lớn nước thải sinh hoạt, thậm chí rác thải vào kênh làm ô nhiễm nguồn nước sông.



Hình 3-52: Diễn biến giá trị $P-PO_4^{3-}$ cho trận mưa 36 mm

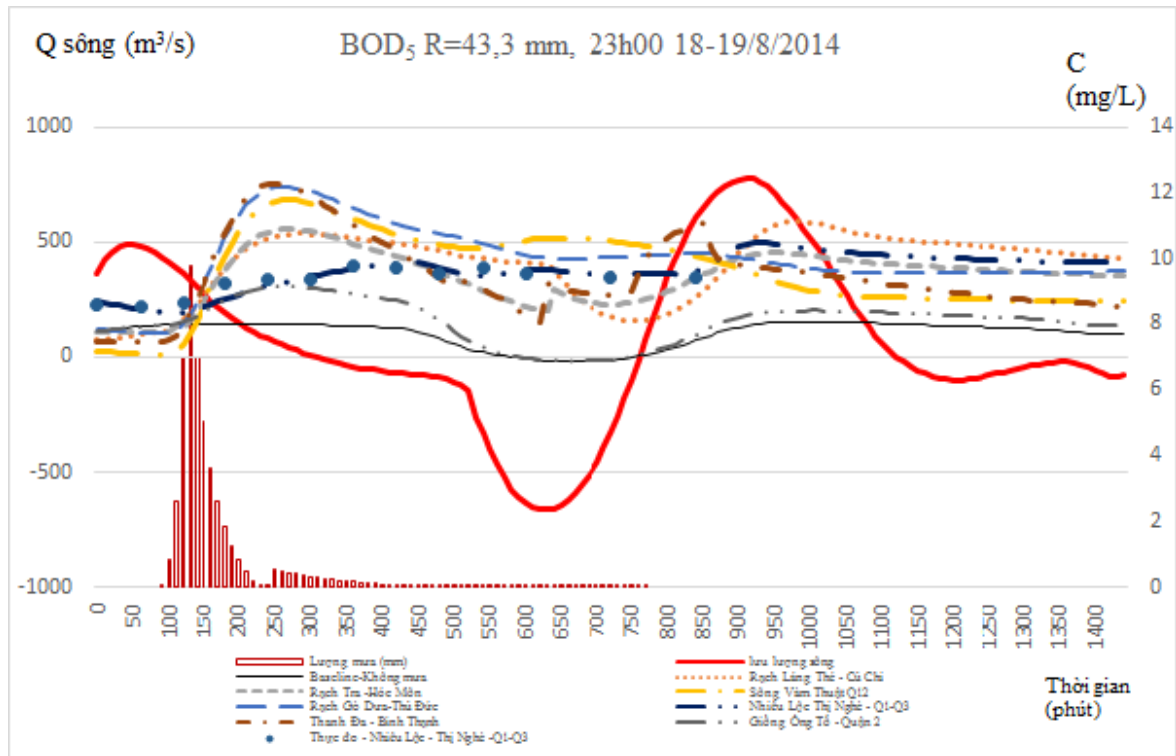
3.4.3.2 Kết quả mô phỏng trận mưa 43,3 mm ngày 18-19/8/2014

Luận án đã sử dụng dữ liệu trận mưa với lượng mưa 43,3 mm, ngày 18-19/8/2014, để tính toán mô phỏng vì đây là trận mưa có lượng mưa tương đối lớn diễn ra vào giữa mùa mưa với số ngày không mưa trước khi mưa ngắn, lưu lượng dòng chảy của sông cao nên mang tính đại diện đặc trưng theo thời gian mùa mưa. Thời gian bắt đầu tính toán mô phỏng từ 23h ngày 18/08/2014 cho đến 18h ngày 18/08/2014 (chọn mốc thời gian bắt đầu là 0 phút), mô phỏng tính toán liên tục trong 1440 phút.

a) Chỉ tiêu chất lượng nước BOD_5 :

Phân bố theo không gian và thời gian tại thời điểm 0 đến 100 phút đầu tiên chưa mưa (xem thêm Phụ lục III.15), tại hợp lưu giữa sông Sài Gòn và rạch Láng Thè với lưu lượng nước sông $Q = 365,25 \text{ m}^3/\text{s}$, rạch Tra với $Q = 580,713 \text{ m}^3/\text{s}$, rạch Gò Dưa $Q = 489,826 \text{ m}^3/\text{s}$, sông Vàm Thuật với $Q = 727,296 \text{ m}^3/\text{s}$, rạch Thanh Đa với $Q = 772,955 \text{ m}^3/\text{s}$, rạch Nhiêu Lộc Thị Nghè với $Q = 787,24 \text{ m}^3/\text{s}$ và Giồng Ông Tố với $Q = 855,923 \text{ m}^3/\text{s}$. Trong thời gian này, triều của sông Sài Gòn, lưu lượng nước đang xuống (sườn xuống), lưu lượng nước sông giảm dần từ thượng nguồn

đến hạ lưu. Khi mưa kết thúc đến phút thứ 200, lưu lượng nước sông được tăng cường thêm một lượng dòng chảy mặt nên khoảng thời gian từ phút thứ 200 đến 420 đường cong lưu lượng không có chiều hướng thẳng xuống mà có dạng hình thoải (Hình 3-53).



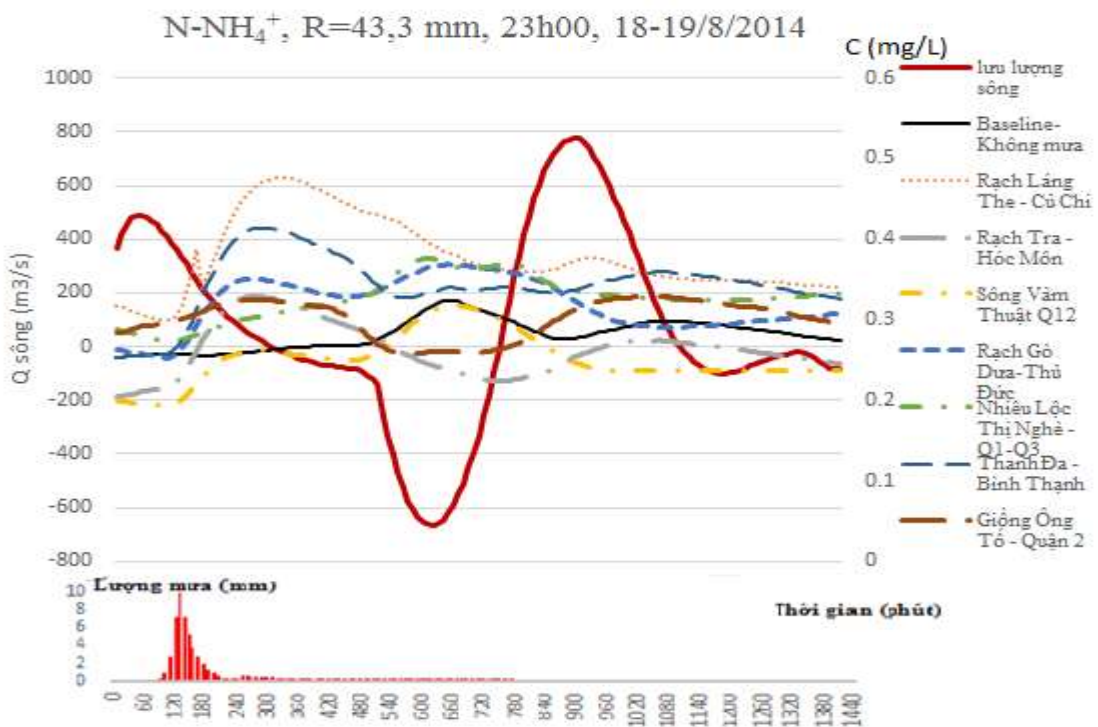
Hình 3-53: Diễn biến giá trị BOD₅ cho trận mưa 43,3 mm

Trước khi mưa giá trị BOD₅ tại đỉnh mực nước triều tại rạch Láng The, rạch Tra, sông Vàm Thuật, Thanh Đa, Nhiêu Lộc Thị Nghè, Giồng Ông Tố lần lượt là 7,53 mg/l, 7,75 mg/l, 7,17 mg/l, 7,81 mg/l, 8,691 mg/l, 7,487 mg/l và 7,775 mg/l. Khi mưa giá trị BOD₅ tăng lên tỷ lệ nghịch với lưu lượng dòng chảy của nước sông. Lưu lượng nước sông đạt cực đại (Q_{max}) vào khoảng phút thứ 50, còn giá trị BOD₅ đạt giá trị cực đại vào khoảng phút thứ 240, tức là giá trị BOD₅ đạt giá trị cực đại sau khi lưu lượng dòng chảy đạt giá trị cực đại trong thời gian khoảng 190 phút. Sau đó giá trị BOD₅ có xu thế giảm dần, thời gian giảm chậm hơn thời gian tăng. Có thể thấy dưới sự đóng góp của ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn, giá trị BOD₅ tại rạch Tra, rạch Láng The tăng cao nhất, mức tăng khoảng 3-4 mg/l (từ 25% - 33%) và khiến cho chất lượng nước sông đối với thông số ô nhiễm BOD₅ có lúc đã vượt qua

giới hạn cho phép theo QCVN08:2015/BTNMT B2. Còn tại Rạch Gò Dưa và sông Vàm Thuật có mức tăng thấp hơn so với các lưu vực trên.

b) Chỉ tiêu chất lượng nước N-NH₄⁺:

Thông số ô nhiễm N-NH₄⁺ tại hợp lưu giữa Rạch Láng The và Sông Sài Gòn, sau khi các chất ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn chảy xuống lưu vực, thông số ô nhiễm N-NH₄⁺ của nước sông có sự gia tăng sau khi mưa, mức tăng cao nhất so với các lưu vực khác và đạt 0,4 mg/l. Vào thời điểm phút thứ 120 đến 280, sau khi lượng mưa đạt giá trị cực đại, thông số ô nhiễm N-NH₄⁺ trong nước sông tăng cao nhất. Tại hợp lưu Rạch Tra, rạch Gò Dưa, sông Vàm Thuật và Nhiều Lộc Thị Nghè và sông Sài Gòn, thông số ô nhiễm N-NH₄⁺ trong nước sông cũng có sự tăng sau khi mưa, mức tăng cao nhất vào phút khoảng 140 sau khi lưu lượng mưa đạt giá trị cực đại, như Hình 3-54.

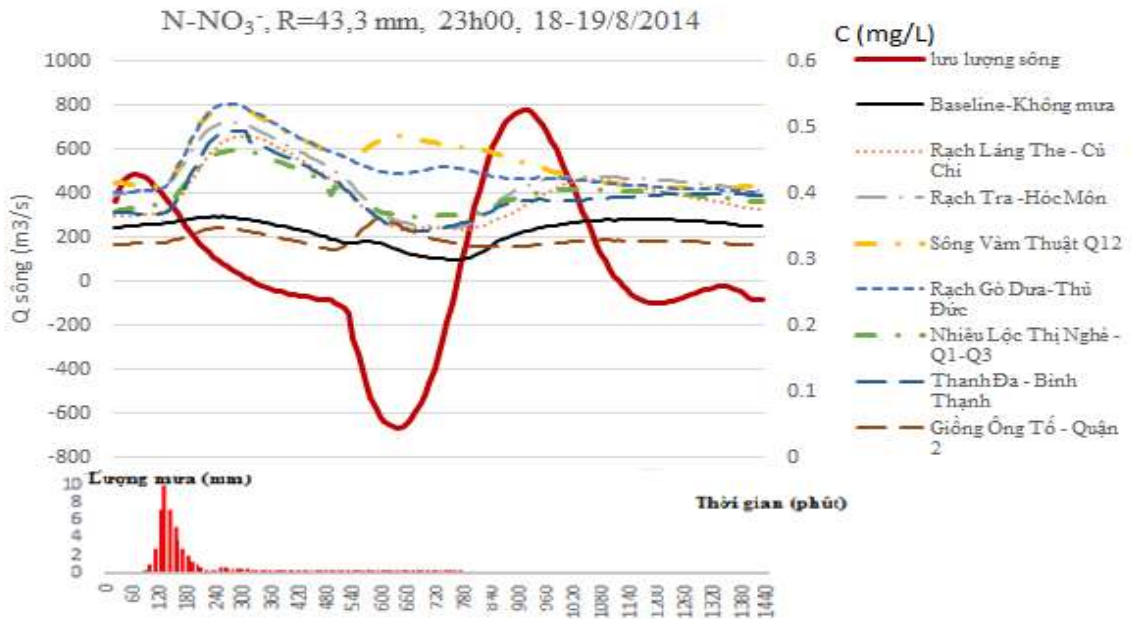


Hình 3-54: Diễn biến giá trị N-NH₄⁺ cho trận mưa 43,3 mm

c) Chỉ tiêu chất lượng nước N-NO₃⁻:

Tại Củ Chi, hợp lưu giữa Rạch Láng The và Sông Sài Gòn, sau khi tính thêm tải lượng ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn, thông số ô nhiễm N-NO₃⁻ của nước mặt sông Sài Gòn có sự gia tăng, mức tăng cao nhất đạt 0,2 mg/l. Vào thời điểm khoảng

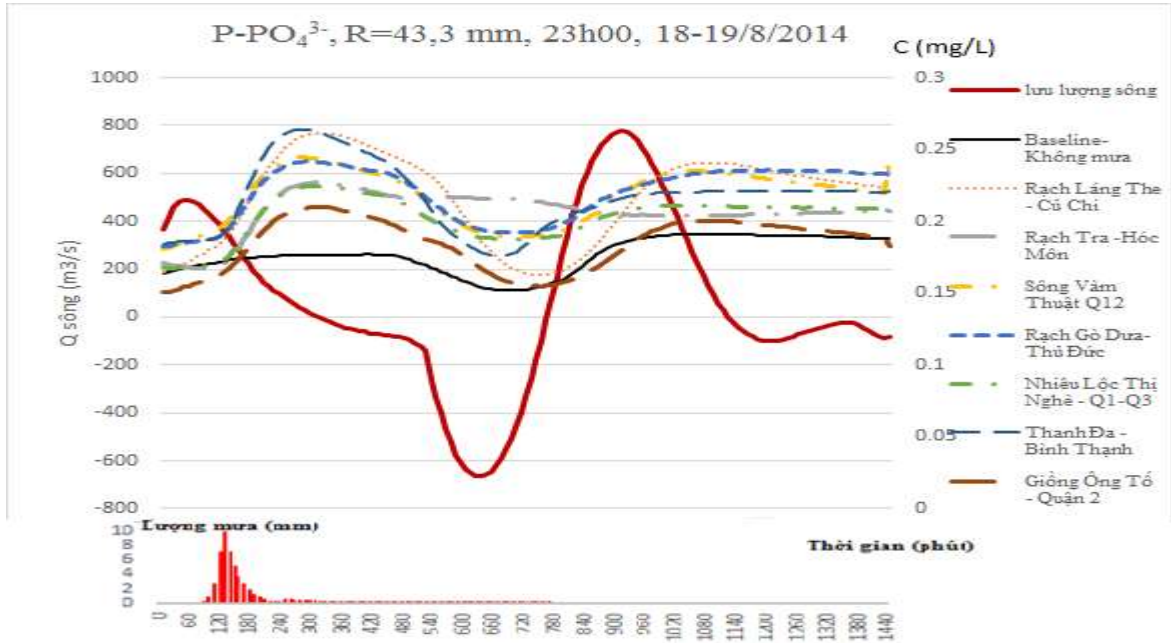
hơn 120 phút sau khi lượng mưa đạt giá trị cực đại, lúc này giá trị N-NO_3^- trong nước sông đạt giá trị cao nhất. Tương tự, tại hợp lưu Rạch Tra và sông Sài Gòn, sông Vàm Thuật, rạch Gò Dưa, Kênh Nhiêu Lộc Thị Nghè, rạch Láng The, thông số ô nhiễm N-NO_3^- trong nước sông cũng gia tăng sau khi mưa. Mức tăng cao nhất vào thời điểm sau khi lưu lượng mưa đạt giá trị cực đại khoảng hơn 90 phút, (Hình 3-55).



Hình 3-55: Diễn biến giá trị N-NO_3^- cho trận mưa 43,3 mm

d) Chỉ tiêu chất lượng nước độ P-PO_4^{3-} :

Thông số ô nhiễm P-PO_4^{3-} tại Củ Chi, hợp lưu giữa Rạch Tra và Sông Sài Gòn, sau khi các chất ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn, thông số ô nhiễm P-PO_4^{3-} của nước mặt sông Sài Gòn gia tăng sau khi mưa, mức tăng cao nhất đạt 0,17 mg/l, vào thời điểm khoảng hơn 2 tiếng sau khi lưu lượng mưa đạt giá trị cực đại, thông số ô nhiễm P-PO_4^{3-} trong nước sông tăng cao nhất. Tại hợp lưu Rạch Tra, sông Vàm Thuật, rạch Gò Dưa và sông Sài Gòn, thông số ô nhiễm P-PO_4^{3-} trong nước sông cũng có sự tăng sau khi mưa. Mức tăng cao nhất vào khoảng 2 tiếng sau khi lưu lượng mưa đạt giá trị cực đại có giá trị 0,07 mg/l. Tại hợp lưu Kênh Nhiêu Lộc – Thị Nghè và sông Sài Gòn thông số ô nhiễm P-PO_4^{3-} trong nước sông gia tăng nhanh sau khi mưa, mức tăng khoảng 0,04 mg/l.



Hình 3-56: Diễn biến giá trị $P-PO_4^{3-}$ cho trận mưa 43,3 mm

Nhìn chung, các chất ô nhiễm trên sông Sài Gòn gia tăng từ phút thứ 10 đến phút thứ 20 sau khi bắt đầu trận mưa và đạt giá trị cực đại (C_{max}) vào phút thứ 240 – 270 phút (khoảng 4 – 4giờ 30 phút). Các chất ô nhiễm của nước sông tiếp tục khuếch tán và giảm dần từ phút thứ 240 đến phút thứ 600 (khoảng 4 - 10 giờ). Dưới tác động của triều, các chất ô nhiễm đạt giá trị cực đại (C_{max}) không phụ thuộc vào trễ pha hay sớm pha so với lưu lượng cực đại (Q_{max}) của nước sông, điều này khác so với các tiểu lưu vực bộ phận do dòng chảy mặt luôn chảy ra kênh, rạch một chiều, do đó các chất ô nhiễm luôn tăng cao hơn, đạt giá trị cực đại (C_{max}) và sớm pha hơn so với lưu lượng dòng chảy (Q_{max}).

Chất lượng nước sông vào đầu mùa mưa thấp hơn so với giữa và cuối mùa mưa. Đặc biệt, các lưu vực có bề mặt đệm với mật độ dân cư cao, hệ thống cống thoát nước thải kém, khi mưa các chất ô nhiễm của nước sông tại đây cao bất thường hơn so với các khu vực khác vì nước mưa chảy tràn trên bề mặt đệm tạo thành dòng chảy mặt theo hệ thống thoát nước thải, và đẩy các chất ô nhiễm, các chất hữu cơ tích tụ từ các hệ thống cống trong suốt mùa khô, theo dòng chảy mặt đổ ra sông gây ảnh hưởng đến chất lượng nước của kênh, sông này.

3.5 Giải pháp giảm ô nhiễm nước sông do nước mưa chảy tràn

Với tiềm năng nước mưa hàng năm rất lớn tại thành phố Hồ Chí Minh có thể nhiều hướng khai thác sử dụng cũng như các biện pháp xử lý nước mưa chảy tràn nhằm giảm nguồn ô nhiễm cho nước sông Sài Gòn. Một số giải pháp được đề xuất dưới đây trên cơ sở thực tiễn cũng như cơ sở khoa học nghiên cứu trong đề tài này và tham khảo một số giải pháp, sáng kiến khác.

Một số giải pháp chủ yếu như:

a) Tăng cường hệ thống thu nước mưa tại các hộ gia đình. Phát triển hệ thống nước mưa ở các chung cư, trường học, công sở, cơ sở công nghiệp (có mái hứng lớn). Thiết kế bố trí các hệ thống nước mưa tại các khu vực công cộng. Quy hoạch xây dựng các hồ điều hoà, hồ cảnh quan.

b) Trong tương lai có thể nghiên cứu nước mưa bổ cập cho nước ngầm.

c) Công tác xử lý nước mưa là một công tác rất quan trọng, do đó cần quy hoạch, xây dựng hệ thống thu gom nước mưa chảy tràn tách riêng hệ thống nước thải. Trên cơ sở thực tiễn cũng như cơ sở khoa học nghiên cứu trong đề tài này, cần tập trung xử lý 1/3 lưu lượng dòng chảy mặt ở giai đoạn đầu của trận mưa.

3.6 Kết luận chương 3

Các kết quả nghiên cứu đã chứng minh các chất ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn có mối tương quan với bề mặt đệm sử dụng đất. Các chất ô nhiễm BOD₅, COD, T-N, T-P, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺ và Zn trong nước mưa chảy tràn tại các khu công nghiệp và khu vực có mật độ dân cư cao có mức độ ô nhiễm cao hơn các khu vực khác.

Kết quả khảo sát, phân tích dòng chảy mặt do mưa cho thấy diễn biến về tải lượng chất ô nhiễm của nước mưa chảy tràn theo thời gian mưa tại các lưu vực khác nhau. Đối với trận mưa đặc trưng, dòng chảy mặt ở thời gian đầu của trận mưa (khoảng 1/3 tổng lượng dòng chảy) trên khu vực dân cư và cụm công nghiệp mang trên 50% tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm (TSS, BOD₅ và P-PO₄³⁻). Trong khi đó, dòng chảy mặt do mưa trên khu vực đất nông nghiệp chỉ mang khoảng 30% tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm.

Mô phỏng tính toán các chất ô nhiễm trên sông Sài Gòn của trận mưa đầu mùa và giữa mùa mưa cho thấy khi mưa, các chất ô nhiễm trong sông tại các hợp

lưu có sự gia tăng khi bắt đầu trận mưa và đạt giá trị cực đại (C_{\max}) vào phút thứ 240 – 270 phút (khoảng 4 – 4 giờ 30 phút). Các chất ô nhiễm của nước sông tiếp tục khuếch tán và giảm dần từ phút thứ 240 đến phút thứ 600 (khoảng 4 - 10 giờ). Dưới tác động của triều, các chất ô nhiễm đạt giá trị cực đại (C_{\max}) không phụ thuộc vào trề pha hay sớm pha so với lưu lượng cực đại (Q_{\max}) của nước sông. Chất lượng nước sông vào đầu mùa mưa kém hơn so với giữa và cuối mùa mưa.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Trong khuôn khổ nghiên cứu của đề tài đã đạt được yêu cầu đề ra nhằm nghiên cứu ảnh hưởng nguồn nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước mặt sông Sài Gòn. Từ kết quả nghiên cứu của đề tài NCS rút ra những kết luận như sau:

Chất lượng nước mặt sông Sài Gòn phân chia ra ba khu vực: Khu vực thượng lưu từ Cầu Tha La đến Hồ Dầu Tiếng có chất lượng nước còn tốt và ổn định giữa mùa mưa và mùa khô. Khu vực trung lưu từ cầu Bến Súc đến Thủ Dầu Một đã bắt đầu bị ô nhiễm hữu cơ (BOD_5 và COD). Khu vực hạ lưu sông Sài Gòn từ cầu Phú Long đến cảng Tân Thuận đã bị ô nhiễm chất dinh dưỡng (amonit, nitrit) khá cao.

Nguồn ô nhiễm từ nước mưa chảy tràn có mối tương quan với bề mặt đệm sử dụng đất. Các chất ô nhiễm BOD_5 , COD, T-N, T-P, $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$ và Zn trong nước mưa chảy tràn tại các khu công nghiệp, khu dân cư có mức ô nhiễm cao hơn các khu vực khác. Đặc biệt các khu vực có bề mặt đệm với tỷ lệ bề mặt không thấm lớn (tỷ lệ không thấm lớn hơn 76%).

Kết quả khảo sát, phân tích dòng chảy mặt do mưa đã cho thấy diễn biến về tải lượng chất ô nhiễm của nước mưa chảy tràn theo thời gian mưa tại các lưu vực khác nhau. Đối với trận mưa đặc trưng, dòng chảy mặt ở thời gian đầu của trận mưa (khoảng 1/3 tổng lượng dòng chảy) trên khu vực dân cư và cụm công nghiệp mang trên 50% tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm (TSS , BOD_5 và $P-PO_4^{3-}$). Trong khi đó, dòng chảy mặt do mưa trên khu vực đất nông nghiệp chỉ mang khoảng 30% tải lượng tích lũy của các chất ô nhiễm.

Kết quả mô phỏng tính toán từ mô hình cho thấy ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước sông Sài Gòn. Đối với trận mưa đầu mùa ($R=36$ mm; 20-21/05/2014) và giữa mùa mưa ($R=43,3$ mm; 18-19/08/2014), nồng độ các chất ô nhiễm trên sông tại các hợp lưu gia tăng kể từ khi bắt đầu mưa và đạt giá trị cực đại (C_{max}) vào phút thứ 240 – 270 phút (khoảng 4 – 4giờ 30 phút). Sau đó, các chất ô nhiễm của nước sông tiếp tục khuếch tán và giảm dần từ phút thứ 240 trở về sau (khoảng 4 - 10 giờ). Dưới tác động của triều, thời gian đạt giá trị cực đại (C_{max})

của các chất ô nhiễm không phụ thuộc vào độ trễ pha hay sớm pha so với lưu lượng cực đại (Q_{max}) của nước sông.

Chất lượng nước sông vào đầu mùa mưa kém hơn so với giữa và cuối mùa mưa. Đặc biệt, các lưu vực có bề mặt đệm với mật độ dân cư cao, hệ thống cống thoát nước thải kém, khi mưa các chất ô nhiễm của nước sông tại đây cao hơn so với các khu vực khác. Để tạo cơ sở cho quản lý bảo vệ môi trường nước sông Đồng Nai, luận án đã nghiên cứu đề xuất xây dựng hệ thống thu gom nước mưa chảy tràn tách riêng hệ thống thu gom nước thải khác, và tập trung xử lý nguồn nước mưa chảy tràn ở giai đoạn đầu của trận mưa.

KIẾN NGHỊ

Cần tiếp tục nghiên cứu đặc trưng nguồn ô nhiễm của nước mưa chảy tràn tại các tiểu lưu vực khác, các trận mưa có lượng mưa, thời gian mưa khác nhau, cũng như các chỉ tiêu chất lượng nước mưa chảy tràn và chất lượng nước sông khác như kim loại nặng, dầu mỡ, các hợp chất bảo vệ thực vật, vi sinh vật v.v của các lưu vực sông.

Cần tiếp tục nghiên cứu bài toán mô phỏng cho các chỉ tiêu chất lượng khác nhau như Coliform, COD .v.v. cho hệ thống sông Sài Gòn – Đồng Nai.

**DANH MỤC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ ĐÃ CÔNG BỐ
LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. **Nguyễn Văn Hồng**, Phạm Thanh Long, Châu Thanh Hải, Phan Thùy Linh, Nguyễn Thị Thanh Dung (2013), Nghiên cứu tính toán tải lượng các nguồn gây ô nhiễm chủ yếu trên rạch Bình Thọ - TP.HCM. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 630 ISSN0866-8744, trang 41-45.
2. **Nguyễn Văn Hồng**, Phan Thùy Linh (2013), Nghiên cứu tính toán tải lượng các nguồn ô nhiễm trên sông Sài Gòn. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 636 ISSN0866-8744, trang 6-11.
3. **Nguyễn Văn Hồng**, Trần Tuấn Hoàng (2014), Nghiên cứu mối tương quan giữa mưa, dòng chảy và chất lượng nước ở khu vực hạ lưu sông Sài Gòn. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 642 ISSN0866-8744, trang 12-14.
4. **Nguyễn Văn Hồng** (2015), Nghiên cứu ảnh hưởng của nước mưa chảy tràn đến chất lượng nước mặt sông Sài Gòn. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, số 658 ISSN0866-8744, trang 29-34.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Bảo Thanh (2011), *Nghiên cứu chế độ thủy động lực và chất lượng nước vùng cửa sông Sài Gòn – Đồng Nai*, Luận án tiến sĩ địa lý, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Hà Nội.
2. Bộ Tài Nguyên và Môi trường, Tổng cục Môi trường (2011-2015), *Báo cáo kết quả phân tích số liệu quan trắc Môi trường nước sông Sài Gòn – Đồng Nai*, Hà Nội.
3. Bộ Tài Nguyên và Môi trường (2005, 2006), *Báo cáo môi trường quốc gia hiện trạng môi trường nước 3 lưu vực sông*, Hà Nội.
4. Phạm Mạnh Cồn (2015), *Nghiên cứu cơ sở khoa học mô phỏng hệ thống cân bằng nước mặt trong úng ngập khu vực nội thành Hà Nội*, Luận án tiến sĩ, Đại học KHTN Hà Nội, Hà Nội.
5. Đại học Mỏ-Địa chất (2001-2004), *Nghiên cứu xây dựng cơ sở khoa học và đề xuất giải pháp bảo vệ và sử dụng hợp lý tài nguyên nước vùng Tây Nguyên*, Đề tài NCKH Cấp nhà nước KC.08.05
6. Đại học Thủy Lợi (2004), *Nghiên cứu cơ sở lý luận và thực tiễn về quản lý tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Ba*, Báo cáo NCKH cấp Bộ NN&PTNT, Hà Nội
7. Đại học Thủy Lợi (2006), *Nghiên cứu cơ sở khoa học và phương pháp tính toán ngưỡng khai thác sử dụng nguồn nước và dòng chảy môi trường, ứng dụng cho lưu vực sông Ba và sông Trà Khúc*, Báo cáo NCKH cấp Bộ NN&PTNT, Hà Nội.
8. Nguyễn Tất Đắc (2010), *Nghiên cứu xây dựng phần mềm thủy lực kết hợp với chuyển tải chất ô nhiễm trên các hệ thống sông tích hợp với công nghệ GIS*, NXB Nông Nghiệp, thành phố Hồ Chí Minh.
9. Nguyễn Tất Đắc (2002), *Mô hình dòng chảy, xâm nhập mặn và BOD, SALBOD*, Báo cáo tại Hội thảo thiết kế và thi công công trình thủy lợi Đồng bằng sông Cửu Long, Cần Thơ.

10. Trương Văn Hiếu (2011), *Nghiên cứu đánh giá thực trạng tài nguyên nước mưa TP.HCM và đề xuất giải pháp quản lý*, Đề tài cấp thành phố, Sở TN&MT thành phố Hồ Chí Minh.
11. Phan Văn Hoạch, Nguyễn Kỳ Phùng (2002), *Các yếu tố khí tượng, thủy văn ảnh hưởng đến chất lượng nước (các yếu tố môi trường) sông Sài Gòn – Đồng Nai*, Đề tài cấp thành phố, Sở KH&CN thành phố Hồ Chí Minh.
12. Phan Văn Hoạch, Lê Mục (2000), *Phân bố các đặc trưng mưa liên quan đến vấn đề thoát nước, ô nhiễm môi trường và các giải pháp chống ngập úng trên địa bàn TP.Hồ Chí Minh*, Đề tài cấp thành phố, Sở KH&CN thành phố Hồ Chí Minh.
13. Tôn Thất Lãng (2002), *Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS kết hợp với mô hình toán và chỉ số chất lượng nước phục vụ công tác quản lý kiểm soát chất lượng nước hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai*, Đề tài cấp thành phố, Sở KH&CN thành phố Hồ Chí Minh.
14. Nguyễn Kỳ Phùng (2008), *Nghiên cứu tính toán tổng tải lượng tối đa ngày phục vụ xây dựng hạn mức xả thải trên sông Sài Gòn*, Sở KH&CN thành phố Hồ Chí Minh.
15. Nguyễn Kỳ Phùng, Lê Thị Thu An (2012), “Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến dòng chảy lưu vực sông Đồng Nai”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy Lợi*, số 12/2012, tr 96-101.
16. Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu (2011 - 2012), *Kiểm kê nguồn ô nhiễm môi trường nước tại TP Hồ Chí Minh và Bà Rịa – Vũng Tàu*, thành phố Hồ Chí Minh.
17. Phùng Chí Sỹ (2000), *Tính toán tải lượng ô nhiễm lên hệ thống sông Sài Gòn – Đồng Nai. Đề xuất các quy định về tải lượng cho phép xả vào từng đoạn sông*, Viện Kỹ thuật Nhiệt đới và Bảo vệ Môi trường, thành phố Hồ Chí Minh.
18. Trần Hồng Thái (2009), *Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán, dự báo ô nhiễm và xác định nguồn gây ô nhiễm cho hạ lưu sông Sài Gòn – Đồng Nai*, Trung tâm Tư vấn KTTV và MT, Viện KHKT TVMT, Hà Nội, 208tr.

19. Lâm Minh Triết (2003), *Môi trường lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai*, Dự án cấp Nhà nước, Viện Tài nguyên và Môi trường, thành phố Hồ Chí Minh.
20. Lê Trình (2002), *Thực trạng ô nhiễm nguồn nước, phân vùng chất lượng nước và kế hoạch hành động bảo vệ môi trường nước lưu vực sông Đồng Nai*, Đề tài cấp thành phố, Sở KH&CN thành phố Hồ Chí Minh.
21. Lê Trình (2008), *Nghiên cứu phân vùng chất lượng nước theo các chỉ số chất lượng nước (WQI) và đánh giá khả năng sử dụng các nguồn nước sông, kênh rạch ở vùng TP. Hồ Chí Minh*, Đề tài cấp thành phố, Sở KH&CN thành phố Hồ Chí Minh.
22. Nguyễn Trung Trực (2000), *Ứng dụng mô hình WASP5 để đánh giá các điều kiện thủy lực và tính toán khả năng lan truyền chất trên trục chính sông Nhuệ*, Đề tài cấp Bộ NN&PTNT, Hà Nội.
23. Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia (1980-2014), *Kết quả quan trắc khí tượng thủy văn, hải văn khu vực nghiên cứu*, Hà Nội.
24. Viện Khí tượng Thủy văn (2004-2005), *Nghiên cứu giải pháp khai thác và sử dụng hợp lý tài nguyên, bảo vệ môi trường và phòng tránh thiên tai lưu vực sông Lô – sông Chảy*, Đề tài NCKH Cấp nhà nước KC.08.27, Hà Nội.
25. Viện Tài nguyên và Môi trường (2005), *Điều tra thống kê và lập danh sách các nguồn thải gây ô nhiễm đối với lưu vực hệ thống sông Sài Gòn – Đồng Nai*, thành phố Hồ Chí Minh.
26. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2006), *Nghiên cứu cơ sở khoa học và giải pháp công nghệ để phát triển bền vững lưu vực sông Hồng*, Đề tài NCKH cấp Bộ NN&PTNT, Hà Nội.
27. Viện Khoa học Thủy lợi (2010-2011), *Nghiên cứu xác định dòng chảy môi trường lưu vực sông Hồng–sông Thái Bình, đề xuất các giải pháp duy trì dòng chảy môi trường phù hợp với các yêu cầu PTBV Tài nguyên nước*, Đề tài NCKH cấp nhà nước KC.08.060-10, Hà Nội.
28. Ủy ban nhân dân TP. Hồ Chí Minh (2000), *Quy hoạch tổng thể hệ thống thoát nước thành phố Hồ Chí Minh đến năm 2020*.

29. Ủy ban Bảo vệ Môi trường lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai (2014), *Cập nhật Danh sách các nguồn thải chính trên lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai*, thành phố Hồ Chí Minh.

Tiếng Anh

30. Ahearn, D. S., Sheibley, R. W., Dahlgren, R. A., Anderson, M., Johnson, J., & Tate, K. W. (2005), “Land use and land cover influence on water quality in the last free-flowing river draining the western Sierra Nevada, California”, *Journal of Hydrology*, 313, pp.234–247.
31. Bartley, R., Speirs, W. J., Ellis, T. W., & Waters, D. K. (2012), “A review of sediment and nutrient concentration data from Australia for use in catchment water quality models”, *Marine Pollution Bulletin*, 65(4-9), pp.101–116.
32. Brezonik, P. L., & Stadelmann, T. H. (2002), “Analysis and predictive models of stormwater runoff volumes, loads, and pollutant concentrations from watersheds in the Twin Cities metropolitan area, Minnesota, USA”, *Water research*, 36 (7), pp.1743–1757.
33. Brodie, I. M., & Dunn, P. K. (2010), “Commonality of rainfall variables influencing suspended solids concentrations in storm runoff from three different urban impervious surfaces”, *Journal of Hydrology*, 387(3-4), pp.202–211.
34. Buchanan, B., Easton, Z. M., Schneider, R. L., & Walter, M. T. (2013), “Modelling of the hydrologic effects of roadside ditch networks on receiving waters”, *Journal of Hydrology*, 486, pp. 293–305.
35. Chaplot, V., Saleh, A., & Jaynes, D. B. (2005), “Effect of the accuracy of spatial rainfall information on the modeling of water, sediment, and N-NO₃⁻ loads at the watershed level”, *Journal of Hydrology*, 312(3), pp.223–234.
36. Ming Fai Chow (2014), “Sizing first flush pollutant loading of stormwater runoff in tropical urban catchments”, *Environment Earth Sciences*, 72, pp. 4047-4058.
37. M.F.Chow (2013), “Storm runoff quality and pollutant loading from commercial, residential, and industrial catchments in the tropic”, *Environment Monitoring Assess*, 185, pp.8321-8331.

38. Danuta Baralkiewicz (2014), “Storm water contamination and its effect on the quality of urban surface water”, *Environment Monitoring Assess*, 186, pp.6789-6803.
39. Dylan S. Ahearn, Richard W. Sheibley, Randy A.Dahlgren, Micheal Anderson, Joshua Johnson, Keneth W.Tate (2005), “Land use and land cover influence on water quality in the last free flowing river draining the western Sierra Nevada, California, USA”, *Journal of Hydrology*, 313, pp 234-247.
40. Elliott, a, & Trowsdale, S. (2007), “A review of models for low impact urban stormwater drainage”, *Environmental Modelling & Software*, 22(3), pp.394–405.
41. Freni, G., Mannina, G., & Viviani, G. (2010), “The influence of rainfall time resolution for urban water quality modelling”, *Water science and technology*, pp.2381–2391.
42. Gasperi, J., Gromaire, M. C., Kafi, M., Moilleron, R., & Chebbo, G. (2010), “Contributions of wastewater, runoff and sewer deposit erosion to wet weather pollutant loads in combined sewer systems”, *Water research*, 44(20), pp.5875–5886.
43. Gikas, G. D., & Tsihrintzis, V. a. (2012), “Assessment of water quality of first-flush roof runoff and harvested rainwater”, *Journal of Hydrology*, 466-467, pp.115–126.
44. Gilbert, J. K., & Clausen, J. C. (2006), “Stormwater runoff quality and quantity from asphalt, paver, and crushed stone driveways in Connecticut”, *Water research*, 40(4), pp. 26–32.
45. Gkritzalis-Papadopoulos, a., Palmer, M. R., & Mowlem, M. C. (2012), “Combined use of spot samples and continuous integrated sampling in a study of storm runoff from a lowland catchment in the south of England”, *Hydrological Processes*, 26(2), pp.297–307.
46. Gnecco, I., Berretta, C., Lanza, L. G., & La Barbera, P. (2005), “Storm water pollution in the urban environment of Genoa, Italy”, *Atmospheric Research*, 77(1-4), pp.60–73.

47. Göbel, P., Dierkes, C., & Coldewey, W. G. (2007), “Storm water runoff concentration matrix for urban areas”, *Journal of contaminant hydrology*, 91(1-2), pp.26–42.
48. Hong, L., Li, M., & Song, Y. (2007), “Hydrological processes of storm runoff from catchments of different land uses”, *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 12(2), pp. 317–321.
49. Hood, M., Reihan, A., & Loigu, E. (2007), “Modeling urban stormwater runoff pollution in Tallinn, Estonia”, *International symposium on new directions in urban management*, UNESCO, Paris, pp.1–8.
50. Hutchins, M. G. (2012), “What impact might mitigation of diffuse nitrate pollution have on river water quality in a rural catchment”, *Journal of Environmental Management*, 109, pp.19–26.
51. Huang Jin-liang (2006), “Characterization of surface runoff from a subtropics urban catchment”, *Journal of Environment Science*, 19, pp.148-152.
52. Ishaq, A. M., & Alassar, R. S. (1999), “Characterizing Urban Storm Runoff Quality in Dhahran City in Saudi Arabia”, *Water International*, 24(1), pp.53-58.
53. Jiake, L. I., Huaian, L. I., Bing, S., & Yajiao, L. I. (2012), “Effect of non-point source pollution on water quality of the Weihe River”, *International Journal of sediment research*, 26(1), pp.50–61.
54. Kato, T., Kuroda, H., & Nakasone, H. (2009), “Runoff characteristics of nutrients from an agricultural watershed with intensive livestock production”, *Journal of Hydrology*, 368(3), pp.79–87.
55. Kayhanian, M., Suverkropp, C., Ruby, a, & Tsay, K. (2007), “Characterization and prediction of highway runoff constituent event mean concentration”, *Journal of environmental management*, 85(2), pp.279–295.
56. Kowalczak, P., & Kundzewicz, Z. W. (2011), “Water-related conflicts in urban areas in Poland”, *Hydrology Science Journal*, 56(4), pp.588–597.
57. Lai, Y. C., Tu, Y. T., Yang, C. P., Surampalli, R. Y., & Kao, C. M. (2013). “Development of a water quality modeling system for river pollution index and suspended solid loading evaluation”, *Journal of Hydrology*, 478, pp.89–101.

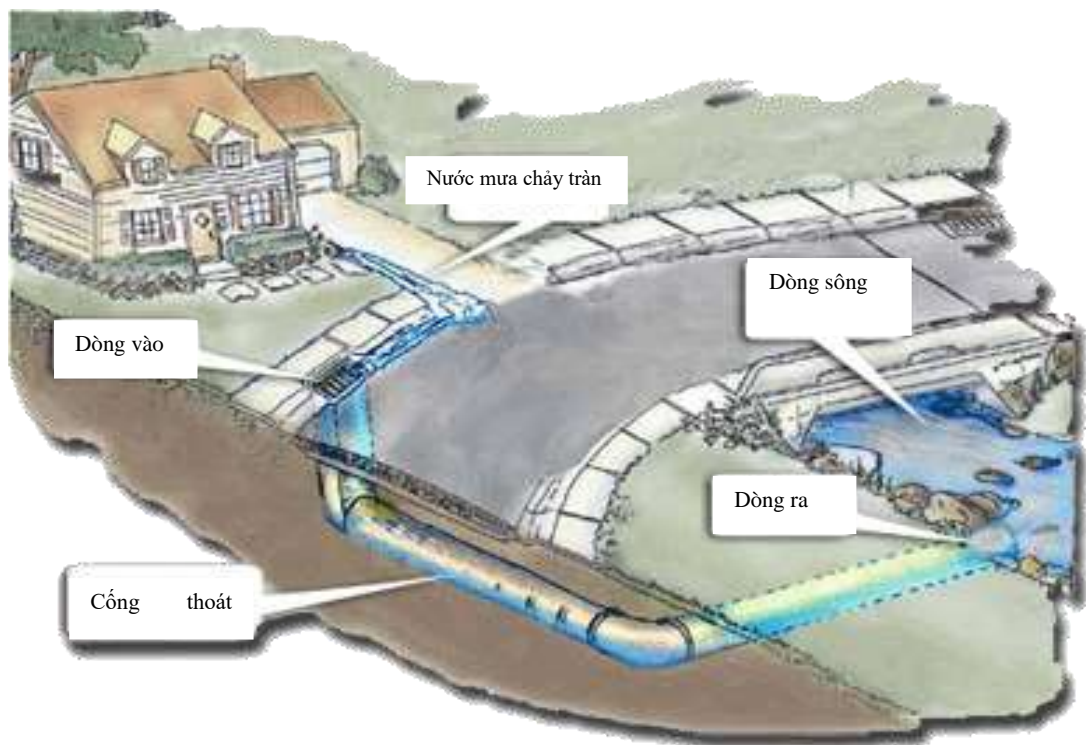
58. Lai, Y. C., Yang, C. P., Hsieh, C. Y., Wu, C. Y., & Kao, C. M. (2011), "Evaluation of non-point source pollution and river water quality using a multimedia two-model system", *Journal of Hydrology*, 409, pp.583-595.
59. Ju Young Lee (2010), "Characteristics of the event mean concentration (EMC) form rainfall runoff on an urban highway", *Environmental pollution Journal*, 159 (2011), pp.884-888.
60. Lee, J. H. and Bang, K. W. (2000), "Characterization of urban stormwater runoff", *Water research*, Vol.34, No.6, pp.1773-1780.
61. Lee, S.-B., Yoon, C.-G., Jung, K. W., & Hwang, H. S. (2010), "Comparative evaluation of runoff and water quality using HSPF and SWMM", *Water Science & Technology*, 62(6), pp.1401-1409.
62. Lin, C. E., Kao, C. M., Lai, Y. C., Shan, W. L., & Wu, C. Y. (2009), "Application of integrated GIS and multimedia modeling on NPS pollution evaluation", *Environmental monitoring and assessment*, 158(1-4), pp.319–31.
63. Lin, H. (2002), "Discharge water quality models of storm runoff in a catchment", *Wuhan University Journal of Natural Sciences*, 7(3), pp.371–378.
64. LUO Hongbing, LUO Lin, HUANG Gu, LIU Ping, LI Jingxian, HU Sheng, WANG Fuxiang, XU Rui, HUANG Xiaoxue (2009), "Total pollution effect of urban surface runoff", *Journal of Environment Science*, 21(2), pp. 1186-1193.
65. Liqing Li (2012), "stormwater runoff pollution loads from an urban catchment with rainy climate in China", *Journal of Environment Science*, 6(2), pp.672-677
66. Mallin, M. a, Johnson, V. L., & Ensign, S. H. (2009), "Comparative impacts of stormwater runoff on water quality of an urban, a suburban, and a rural stream", *Environmental monitoring and assessment*, 159(1-4), 475–91.
67. Marsili-libelli, S., & Giusti, E. (2008), "Water quality modelling for small river basins", *Environment Modelling and Software*, 23, pp.451-463.
68. Ouyang, Y., Nkedi-kizza, P., Wu, Q. T., Shinde, D., & Huang, C. H. (2006), "Assessment of seasonal variations in surface water quality", *Water research* 40, pp.3800–3810.

69. Pratt, B., & Chang, H. (2012), "Effects of land cover, topography, and built structure on seasonal water quality at multiple spatial scales", *Journal of hazardous materials*, 209-210, pp.48–58.
70. Rothwell, J. J., Dise, N. B., Taylor, K. G., Allott, T. E. H., Scholefield, P., Davies, H., & Neal, C. (2010), "Predicting river water quality across North West England using catchment characteristics", *Journal of Hydrology*, 395, 153–162.
71. Rothwell, J. J., Dise, N. B., Taylor, K. G., Allott, T. E. H., Scholefield, P., Davies, H., & Neal, C. (2010b), "A spatial and seasonal assessment of river water chemistry across North West England", *The Science of the total environment*, 408(4), pp.841–855.
72. Shumin Wang, Qiang He, Hainan Ai, Zhentao Wang, Qianqian Zhang (2012), "Pollutant concentrations and pollution loads in stormwater runoff from different land uses in Chongqing", *Journal of Environment Science*, 25(2), pp. 502-510.
73. Seok Soon Park, Young Seok Lee (2001), "A water quality modeling study of the Nakdong River, Korea", *Ecological Modelling*, 152, pp.65-75.
74. Tom Cochran (2012), "Heavy Metal contamination in an urban stream fed by contaminated air conditioning and stormwater discharge", *Environment Science Pollution Research*, Vol. 19, 903 -911.
75. Wang, L., Wei, J., Huang, Y., Wang, G., & Maqsood, I. (2011), "Urban nonpoint source pollution buildup and washoff models for simulating storm runoff quality in the Los Angeles County", *Environmental pollution* (Barking, Essex : 1987), 159(7), pp.1932–1940.
76. USA (2010), *Stormwater Monitoring Guidance Manual*, California Department of Transportation.
77. <http://water.usgs.gov/edu/watercyclerrunoff.html>
78. [<http://water.epa.gov>]

PHỤ LỤC

Phụ lục I: Các khái niệm

Dòng chảy mặt: Khi mưa, một phần nước mưa rơi thấm ngay vào đất, nhưng khi đất đạt tới trạng thái bão hoà hay không thấm, thì bắt đầu chảy theo sườn dốc thành dòng chảy. Nước sẽ chảy theo những kênh, mương trên mặt đất trước khi chảy vào trong các sông lớn [74].



Hình Phụ lục I: Đường đi của nước mưa chảy tràn [74]

Nước mưa chảy tràn: là phần nước thừa từ nước mưa mà nó chảy trên bề mặt đệm và không thấm xuống bề mặt đất [75].

Phụ lục II.1: Bảng mã các loại đất

TT	Mã	Loại đất	Km.vuông	Hecta
1	LUC	Đất chuyên trồng lúa nước	134,95	13494,99
2	LUK	Đất trồng lúa nước còn lại	54,25	5424,81
3	COT	Đất trồng cỏ	14,46	1446,22
4	CON	Đất cỏ tự nhiên có cải tạo	12,60	1259,64
5	BHK	Đất bằng trồng cây hàng năm khác	163,01	16301,38
6	NHK	Đất nương rẫy trồng cây hàng năm khác	2,61	260,60
7	LNC	Đất trồng cây công nghiệp lâu năm	483,62	48362,08
8	LNQ	Đất trồng cây ăn quả lâu năm	66,09	6609,16
9	LNK	Đất trồng cây lâu năm khác	427,74	42773,86
10	RSX	Đất rừng sản xuất	1,19	118,87
11	RSN	Đất có rừng tự nhiên sản xuất	0,22	22,32
12	RST	Đất có rừng trồng sản xuất	2,46	246,02
13	RSK	Đất khoanh nuôi phục hồi rừng sản xuất	1,37	136,80
14	RSM	Đất trồng rừng sản xuất	1,10	109,73
15	RPH	Đất rừng phòng hộ	4,19	419,24
16	RPT	Đất có rừng trồng phòng hộ	1,48	148,16
17	RDM	Đất trồng rừng đặc dụng	0,51	50,64
18	NTS	Đất nuôi trồng thủy sản	0,07	6,71
19	TSL	Đất nuôi trồng thủy sản nước lợ, mặn	0,02	2,20
20	TSN	Đất chuyên nuôi trồng thủy sản nước ngọt	5,98	598,44
21	NKH	Đất nông nghiệp khác	10,78	1078,06
22	PNN	Đất phi nông nghiệp	1,15	114,90
23	OTC	Đất ở	38,44	3844,00
24	ONT	Đất ở tại nông thôn	294,62	29462,29
25	ODT	Đất ở tại đô thị	269,45	26944,51
26	CTS	Đất trụ sở cơ quan, công trình sự nghiệp	0,13	13,30
27	TSC	Đất trụ sở cơ quan, công trình sự nghiệp của Nhà nước	6,56	655,92
28	TSK	Đất trụ sở khác	0,49	49,30
29	CQP	Đất quốc phòng	24,62	2461,82
30	CAN	Đất an ninh	0,26	25,90
31	SKK	Đất khu công nghiệp	110,82	11081,58
32	SKC	Đất cơ sở sản xuất, kinh doanh	60,76	6076,34
33	SKS	Đất cho hoạt động khoáng sản	0,26	25,66
34	SKX	Đất sản xuất vật liệu xây dựng, gốm sứ	2,38	237,84
35	CCC	Đất có mục đích công cộng	0,05	4,84
36	DGT	Đất giao thông	33,59	3359,36
37	DTL	Đất thủy lợi	0,52	52,32
38	DNL	Đất công trình năng lượng	4,77	476,51
39	DBV	Đất công trình bưu chính viễn thông	0,02	2,13
40	DVH	Đất cơ sở văn hóa	20,57	2056,79
41	DYT	Đất cơ sở y tế	2,48	248,39

42	DGD	Đất cơ sở giáo dục - đào tạo	11,00	1099,98
43	DTT	Đất cơ sở thể dục - thể thao	10,19	1018,62
44	DXH	Đất cơ sở dịch vụ về xã hội	0,01	1,23
45	DCH	Đất chợ	0,42	41,82
46	DDT	Đất có di tích, danh thắng	2,33	233,13
47	DRA	Đất bãi thải, xử lý chất thải	9,31	931,08
48	TTN	Đất tôn giáo, tín ngưỡng	0,02	1,54
49	TON	Đất tôn giáo	1,42	142,02
50	TIN	Đất tín ngưỡng	0,39	39,25
51	NTD	Đất nghĩa trang, nghĩa địa	11,58	1157,71
52	SMN	Đất sông suối và mặt nước chuyên dùng	0,00	0,15
53	SON	Đất sông, ngòi, kênh, rạch, suối	16,47	1647,27
54	MNC	Đất có mặt nước chuyên dùng	7,97	796,79
55	PNK	Đất phi nông nghiệp khác	1,26	126,34
56	CTN	Đất cơ sở của tư nhân không kinh doanh	0,01	0,81
57	NTT	Đất làm nhà tạm, lán trại	0,00	0,15
58	DND	Đất cơ sở dịch vụ nông nghiệp tại đô thị	0,16	15,58
59	BCS	Đất băng chưa sử dụng	0,53	53,38
60	DCS	Đất đồi núi chưa sử dụng	0,37	36,60
61	UNK	Chưa biết	4,53	453,27
62		Sông hồ kênh rạch tự nhiên	73,00	7299,22
		Tổng diện tích	2411,60	241159,59

Phụ lục II.2: Bảng các vị trí quan trắc nước mưa chảy tràn

Vùng	Điểm quan trắc	Tọa độ điểm quan trắc	
		Vĩ độ	Kinh độ
KV đô thị (Quận 9)	Nguyễn Văn Bá	10°50'58"	106°46'22"
	Đặng Văn Bi	10°50'26"	106°45'55"
	Đại Lộ II Phước Bình	10°49'3"	106°46'28"
	Đường số 9 Phước Bình	10°50'58"	106°46'20"
KV dân cư (Bình Thạnh)	Đ1 Trường Sa	10°48'18"	106°41'37"
	Đ2 Trường Sa	10°48'10"	106°41'36"
KV nông nghiệp (Củ Chi)	Bến Than	10°58'52"	106°37'2"
KV công nghiệp	Sóng Thần	10°52'37"	106°45'00"
	Bình Chiểu	10°53'04"	106°43'35"

Phụ lục II.3 Bảng các vị trí các điểm quan trắc nước mặt sông Sài Gòn

STT	Điểm quan trắc	Tọa độ	
		Vĩ độ	Kinh độ
1	Cầu Tha La	11°32'58"	106°11'32"
2	Cầu Tổng Lê Chân	11°36'56"	106°30'24"
3	Hồ Dầu Tiếng	11°24'00"	106°21'06"
4	Cầu Dầu Tiếng (thị trấn Dầu Tiếng)	11°18'27"	106°20'29"
5	Cầu Bến Súc	11°09'21"	106°27'06"
6	Cửa sông Thị Tính	11°02'23"	106°36'12"
7	Trạm bơm Hòa Phú	10°59'06"	106°37'07"
8	Cầu Phú Cường	10°58'51"	106°38'36"
9	Sông Sài Gòn đoạn chảy qua thị xã Thủ Dầu Một	10°58'37"	106°39'03"
10	Cầu Phú Long	10°53'54"	106°41'38"
11	Cầu Bình Triệu	10°49'13"	106°42'48"
12	Hợp lưu Rạch Chiếc và sông Sài Gòn	10°48'46"	106°45'04"
13	Nhà máy đóng tàu Ba Son	10°47'03"	106°42'48"
14	Cảng Tân Thuận	10°45'32"	106°43'25"

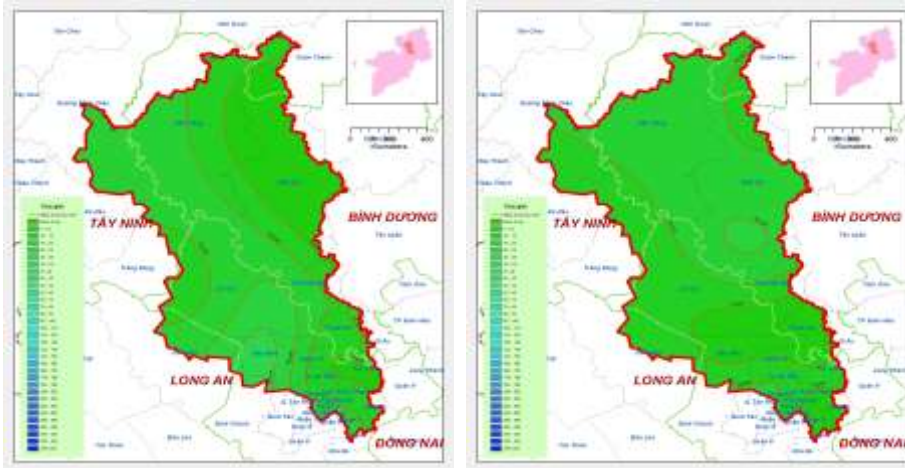
Phụ lục II.4: Bảng các phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

STT	Tên thông số	Phương pháp	Giới hạn phát hiện	Giới hạn báo cáo
1	Độ đục	APHA 2130B 2012	LOD=1NTU	LOD=1NTU
2	BOD ₅	TCVN 6001-1-2008	LOD=2mg/l	LOD=2mg/l
3	COD	APHA 5220C-2012	LOD=2mg/l	LOD=2mg/l
4	SS	TCVN 6625-2000	LOD=2mg/l	LOD=2mg/l
5	Amôni	APHA 4500-NH ₄ ⁺ -F	LOD=0,01mg/l	LOD=0,01mg/l
6	Nitrat	EPA 352.1	LOD=0,05mg/l	LOD=0,05mg/l
7	Nitrit	APHA 4500-NO ₂ -B	LOD=0,002mg/l	LOD=0,002mg/l
8	P-PO ₄ ³⁻	APHA 4500P-E-2012	LOD=0,01mg/l	LOD=0,01mg/l
9	Clorua	TCVN 6194-1996	LOD=1mg/l	LOD=1mg/l

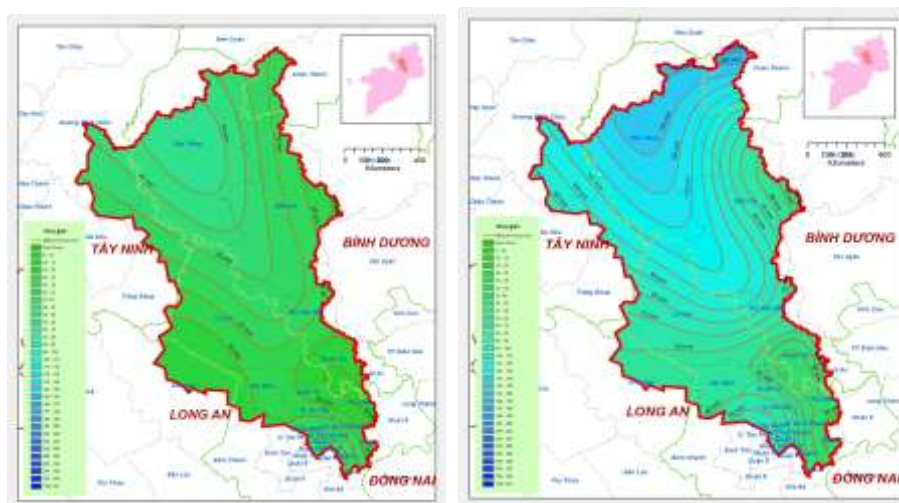
10	Sắt	TCVN 6177-1996	LOD=0,01-5mg/l	LOD=0,01-5mg/l
11	Mn	APHA 3500-Mn-2012	LOD=0,01mg/l	LOD=0,01mg/l
12	Tổng Coliform	TCVN 6187-2-1996	LOD=0MPN/100ml	LOD=0MPN/100ml
13	Chì	APHA 3500-Pb-2012	LOD=0,001mg/l	LOD=0,001mg/l
14	Cadimi	APHA 3500-Cd-2012	LOD=0,001mg/l	LOD=0,005mg/l
15	Hg	APHA 3500-Hg-2012	LOD=0,005mg/l	LOD=0,005mg/l
16	Ni	APHA 3500-Ni-2012	LOD=0,001mg/l	LOD=0,001mg/l
17	Cr (VI)	TCVN 6658:2000	LOD=0,01mg/l	LOD=0,01mg/l
18	Asen	APHA 3500-As-2012	LOD=0,001mg/l	LOD=0,001mg/l
19	Dầu mỡ	APHA 5520-2012	LOD=0,5mg/l	LOD=0,5mg/l

Ghi chú: EPA: United States Environmental Protection Agency; ISO: International Organization for Standardization; TCVN: Tiêu chuẩn Việt Nam.

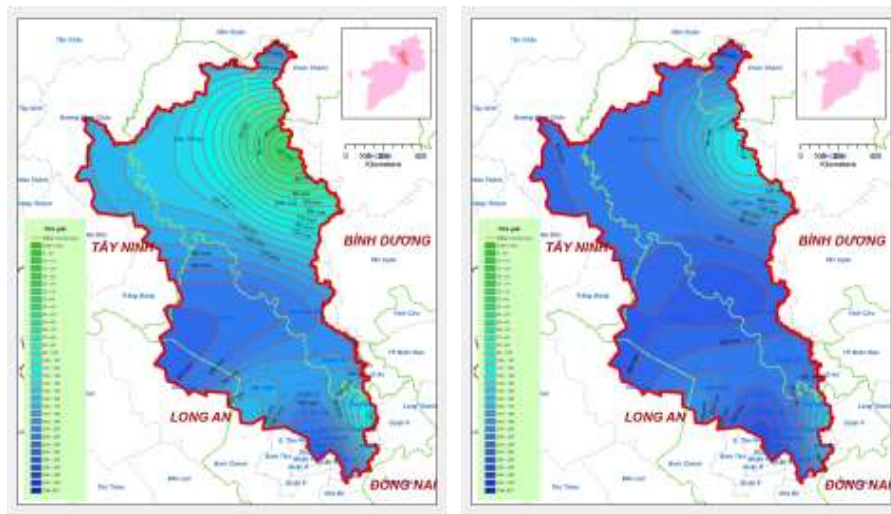
Phụ lục II.5.1: Hình phân bố lượng mưa trung bình tháng 1 (trái) tháng 2 (phải)



Phụ lục II.5.2: Hình phân bố lượng mưa trung bình tháng 3 (trái) tháng 4 (phải)



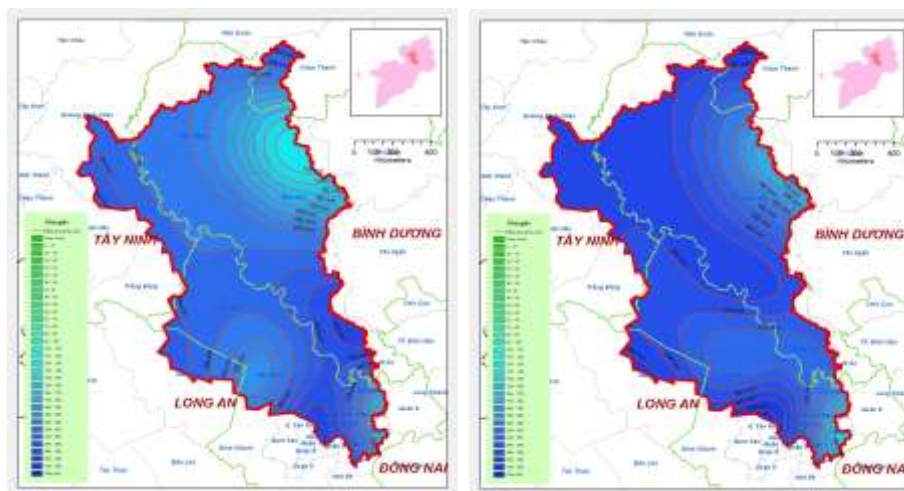
Phụ lục II.5.3: Hình phân bố lượng mưa trung bình tháng 5 (trái) tháng 6 (phải)



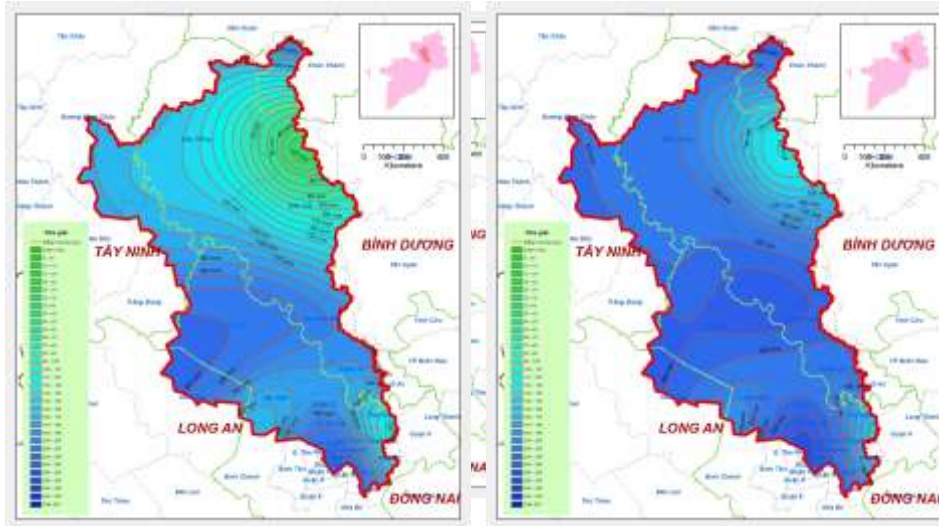
Phụ lục II.5.4: Hình phân bố lượng mưa trung bình tháng 7 (trái) tháng 8 (phải)



Phụ lục II.5.5: Hình phân bố lượng mưa trung bình tháng 9 (trái) tháng 10 (phải)



Phụ lục II.5.6: Hình phân bố lượng mưa trung bình tháng 11 (trái) tháng 12 (phải)



Phụ lục II.6: Bảng kết quả tải lượng xả thải tối đa của 25 doanh nghiệp

Nguồn ô nhiễm/Tên doanh nghiệp	BOD ₅	COD	TSS	T-N	T-P	N-NH ₄ ⁺
	kg/day	kg/day	kg/day	kg/day	kg/day	kg/day
Công ty ĐT Phuoc Long	49	140	107	3,4	2,0	2,8
Cty Sae Han Vina	7	20	20	1,6	1,8	0,5
Cty Thăng Lợi.	9	26	6	0,2	0,0	0,1
Cty Hitisa	4	12	4	1,0	0,9	0,4
Cty BiO PHARMACHEMIE	2	5	4	0,2	0,1	0,1
Cty Quốc tế Phong Phu	1	3	10	0,1	0,3	0,1
Cty Phong Phuoc	0	1	4	0,4	0,0	0,3
Posvina JSC	2	8	6	0,1	0,0	0,1
Cty Panasonic AVC VN	0	0	1	0,1	0,1	0,1
Crown Saigon Co., Ltd	12	38	62	4,3	0,1	3,6
Cty Viet Thang Jean Production & Trading	20	54	37	3,6	0,2	0,3
Cty Nhat Cuong	1	2	2	0,1	0,1	0,0
NM sữa Trương Thọ	14	38	65	1,9	4,1	0,1
NM sữa Thông Nhất	20	38	11	2,4	1,0	1,4
Cty Sanofy Joint Venture	10	31	16	1,9	0,0	1,6
Thu Duc High-rise Building	15	55	8	1,8	0,8	1,3
Triumph International Limited	10	24	58	1,1	0,5	0,7
Design International Limited	2	7	5	1,7	0,2	1,1
Tổng tải lượng thải của các doanh nghiệp	178	501	425	26	12	14

Phụ lục III.1.1: Bảng kết quả thông số ô nhiễm trung bình (EMC) của các trận mưa

STT	Vị trí lấy mẫu	Thông số ô nhiễm trung bình (EMC)										
		pH	Độ đục (NTU)	TSS (mg/l)	DO (mg/l)	COD (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	T-N (mg/l)	N-NH ₄ ⁺ (mg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	T-P (mg/l)	Zn (mg/l)
1	Nguyễn Văn Bá	6,57	80	71	5,3	60	28	2,493	0,368	0,601	0,232	0,023
2	Đặng Văn Bi	6,62	67	63	5,4	52	27	2,457	0,236	0,141	0,302	0,021
3	Đại Lộ II Phước Bình	6,48	41	39	5,5	33	15	1,796	0,083	0,061	0,283	0,021
4	Đường số 9 Phước Bình	6,92	31	28	5,4	36	17	1,651	0,050	0,052	0,218	0,014
5	KCN Sóng Thần	6,44	52	48	2,7	58	29	2,914	0,077	0,559	0,385	0,046
6	KCN Bình Chiểu	6,05	53	48	2,8	65	30	2,001	0,309	0,349	0,344	0,030
7	Đ1 Trường Sa	6,39	85	77	2,8	114	63	2,818	1,462	0,201	0,608	0,013
8	Đ2 Trường Sa	6,45	55	50	3,4	68	35	2,346	0,475	0,290	0,389	0,026
9	Bến Than	6,31	34	32	5,7	49	25	1,575	0,316	0,094	0,334	0,012

Phụ lục III.1.2: Bảng các trận mưa được lấy mẫu nước mưa chảy tràn của các vị trí

S T T	Vị trí lấy mẫu	Năm 2013										Năm 2014							
		10/ 8	12/ 8	15/ 8	20/ 8	22/ 8	30/ 8	03/ 9	04/ 9	14/9	21/ 9	20/ 5	25/ 9	26/ 9	27/ 9	29/ 9	23/ 10	24/ 10	
1	Nguyễn Văn Bá																		
2	Đặng Văn Bi																		
3	Đại Lộ II Phước Bình																		
4	Đường số 9 Phước Bình																		
5	KCN Sóng Thần																		
6	KCN Bình Chiểu																		
7	Đ1 Trường Sa																		
8	Đ2 Trường Sa																		
9	Bến Than																		

Ghi chú:



Không mưa

Phụ lục III.2: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại vị trí Nguyễn Văn Bá

Nguyễn Văn Bá											
Ngày lấy mẫu	pH	Độ đục	TSS	DO	COD	BOD	T-N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	T-P	Zn
		NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
10/8/2013	7,14	233	204	5,2	53	27	2,149	0,305	1,713	0,237	0,019
30/8/2013	6,41	40	37	5,3	88	43	2,846	0,577	0,812	0,256	0,033
14/9/2013	6,36	46	39	4,5	77	34	2,847	0,717	0,934	0,320	0,040
21/9/2013	6,48	29	28	5,4	53	25	2,478	0,365	0,558	0,374	0,015
20/5/2014	6,34	186	163	5,6	71	32	2,315	0,416	0,436	0,356	0,036
25/9/2014	6,46	56	51	5,2	56	25	2,346	0,326	0,352	0,162	0,016
26/9/2014	6,46	34	32	5,3	63	29	2,461	0,496	0,452	0,262	0,024
27/9/2014	6,52	26	21	5,4	67	32	2,346	0,541	0,648	0,326	0,018
29/9/2014	6,34	37	30	5,9	52	27	2,842	0,164	0,753	0,150	0,032
23/10/2014	6,48	42	41	5,2	51	20	2,946	0,234	0,196	0,139	0,016
24/10/2014	7,14	41	39	5,7	53	23	2,613	0,236	0,165	0,235	0,024
Min	6,34	26	21	4,5	51	20	2,149	0,164	0,165	0,139	0,015
Q1	6,36	34	30	5,2	53	25	2,346	0,236	0,352	0,162	0,016
Median	6,46	41	39	5,3	56	27	2,478	0,365	0,558	0,256	0,024
Q3	6,52	56	51	5,6	71	32	2,846	0,541	0,812	0,326	0,033
Max	7,14	233	204	5,9	88	43	2,946	0,717	1,713	0,374	0,040
EMC	6,57	80	71	5,3	60	28	2,493	0,368	0,601	0,232	0,023

Phụ lục III.3: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại vị trí Đặng Văn Bi

Đặng Văn Bi											
Ngày lấy mẫu	pH	Độ đục	TSS	DO	COD	BOD	T-N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	T-P	Zn
		NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
10/8/2013	7,18	26	27	5,9	23	14	2,079	0,206	0,129	0,176	0,015
30/8/2013	7,11	135	124	5,1	73	41	3,491	0,402	0,104	0,278	0,033
14/9/2013	6,61	34	34	4,4	57	29	2,710	0,517	0,146	0,473	0,028
21/9/2013	6,49	144	128	5,3	91	46	2,992	0,319	0,104	0,432	0,030
20/5/2014	6,14	147	135	5,3	108	53	3,162	0,132	0,125	0,312	0,032
25/9/2014	6,31	56	52	5,6	35	16	2,134	0,216	0,134	0,341	0,016
26/9/2014	7,06	49	47	5,1	46	21	2,318	0,164	0,164	0,264	0,013
27/9/2014	6,45	38	36	5,8	62	34	2,314	0,324	0,183	0,314	0,024
29/9/2014	6,38	56	52	5,4	42	26	2,612	0,132	0,165	0,132	0,014
23/10/2014	6,72	72	71	5,6	36	21	2,106	0,135	0,137	0,452	0,016
24/10/2014	6,29	51	50	5,1	45	23	2,006	0,183	0,154	0,234	0,024
Min	6,14	26	27	4,4	23	14	2,006	0,132	0,104	0,132	0,013
Q1	6,31	38	36	5,1	36	21	2,106	0,135	0,125	0,234	0,015
Median	6,49	56	52	5,3	46	26	2,318	0,206	0,137	0,312	0,024
Q3	7,06	135	124	5,6	73	41	2,992	0,324	0,164	0,432	0,030
Max	7,18	147	135	5,9	108	53	3,491	0,517	0,183	0,473	0,033
EMC	6,62	67	63	5,4	52	27	2,457	0,236	0,141	0,302	0,021

Phụ lục III.4: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại vị trí Đại Lộ II Phước Bình

Đại Lộ II Phước Bình											
Ngày lấy mẫu	pH	Độ đục	TSS	DO	COD	BOD	T-N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	T-P	Zn
		NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
10/8/2013	6,71	21	19	7,0	11	6	0,385	0,185	0,086	0,179	0,037
30/8/2013	6,34	50	48	5,3	53	26	2,625	0,115	0,031	0,057	0,013
14/9/2013	6,67	49	46	5,6	48	25	1,471	0,066	0,070	0,734	0,026
21/9/2013	6,68	48	45	5,3	41	21	2,249	0,056	0,055	0,353	0,010
20/5/2014	6,53	56	51	5,6	35	16	2,134	0,135	0,126	0,246	0,031
25/9/2014	6,12	41	40	5,1	28	13	2,342	0,064	0,035	0,312	0,021
26/9/2014	6,81	36	32	5,3	26	12	2,163	0,036	0,035	0,422	0,016
27/9/2014	6,34	42	41	5,4	19	10	1,623	0,045	0,046	0,256	0,015
29/9/2014	6,45	39	35	5,0	35	15	1,642	0,132	0,054	0,024	0,016
23/10/2014	6,34	42	41	5,0	34	12	2,314	0,016	0,082	0,056	0,014
24/10/2014	6,42	41	40	5,3	32	11	1,642	0,048	0,043	0,078	0,008
Min	6,12	21	19	5,0	11	6	0,385	0,016	0,031	0,024	0,008
Q1	6,34	39	35	5,1	26	11	1,623	0,045	0,035	0,057	0,013
Median	6,45	42	41	5,3	34	13	2,134	0,064	0,054	0,246	0,016
Q3	6,68	49	46	5,6	41	21	2,314	0,132	0,082	0,353	0,026
Max	6,81	56	51	7,0	53	26	2,625	0,185	0,126	0,734	0,037
EMC	6,48	41	39	5,5	33	15	1,796	0,083	0,061	0,283	0,021

Phụ lục III.5: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại vị trí Đường số 9 Phước Bình

Đường số 9 Phước Bình											
Ngày lấy mẫu	pH	Độ đục	TSS	DO	COD	BOD	T-N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	T-P	Zn
		NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
10/8/2013	7,30	26	24	5,9	28	17	1,628	0,044	0,009	0,107	0,017
30/8/2013	7,14	24	21	5,6	71	36	1,814	0,112	0,043	0,136	0,021
14/9/2013	7,01	35	26	5,5	35	19	2,055	0,105	0,230	0,284	0,015
21/9/2013	6,52	36	25	5,4	47	23	1,764	0,066	0,085	0,270	0,020
20/5/2014	6,59	39	35	5,1	36	16	1,631	0,096	0,045	0,163	0,016
25/9/2014	7,13	35	34	5,1	32	15	1,234	0,016	0,026	0,326	0,013
26/9/2014	7,16	34	32	5,5	31	14	1,023	0,032	0,035	0,152	0,018
27/9/2014	7,21	32	31	5,6	35	16	1,416	0,046	0,049	0,138	0,016
29/9/2014	6,85	29	25	5,4	30	13	1,352	0,042	0,075	0,125	0,016
23/10/2014	6,56	26	24	5,5	34	12	2,150	0,029	0,039	0,173	0,006
24/10/2014	6,28	32	26	5,2	36	14	2,016	0,046	0,042	0,423	0,008
Min	6,28	24	21	5,1	28	12	1,023	0,016	0,009	0,107	0,006
Q1	6,56	26	24	5,2	31	14	1,352	0,032	0,035	0,136	0,013
Median	7,01	32	26	5,5	35	16	1,631	0,046	0,043	0,163	0,016
Q3	7,16	35	32	5,6	36	19	2,016	0,096	0,075	0,284	0,018
Max	7,30	39	35	5,9	71	36	2,150	0,112	0,230	0,423	0,021
EMC	6,92	31	28	5,4	36	17	1,651	0,050	0,052	0,218	0,014

Phụ lục III.6: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại vị trí KCN Sóng Thần

KCN Sóng Thần											
Ngày lấy mẫu	pH	Độ đục	TSS	DO	COD	BOD	T-N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	T-P	Zn
		NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
12/8/2013	6,18	65	60	3,5	34	14	1,431	0,067	0,176	0,250	0,046
30/8/2013	7,14	62	55	2,5	79	45	4,218	0,036	1,530	0,473	0,050
14/9/2013	6,67	61	53	2,2	76	38	2,926	0,049	1,945	0,826	0,035
21/9/2013	7,09	57	62	1,8	79	42	3,738	0,045	1,073	0,717	0,042
20/5/2014	6,13	91	86	1,6	86	45	4,162	0,136	0,853	0,842	0,085
25/9/2014	6,42	36	32	3,2	45	26	3,120	0,132	0,531	0,136	0,024
26/9/2014	6,52	51	52	3,2	56	24	2,163	0,125	0,132	0,264	0,036
27/9/2014	6,13	36	31	3,5	54	28	2,531	0,016	0,264	0,642	0,049
29/9/2014	6,42	45	41	2,4	46	23	2,613	0,052	0,042	0,134	0,057
23/10/2014	6,35	52	50	2,6	57	21	2,315	0,036	0,065	0,421	0,074
24/10/2014	6,14	51	46	2,4	51	20	2,561	0,075	0,042	0,068	0,035
Min	6,13	36	31	1,6	34	14	1,431	0,016	0,042	0,068	0,024
Q1	6,14	45	41	2,2	46	21	2,315	0,036	0,065	0,136	0,035
Median	6,42	52	52	2,5	56	26	2,613	0,052	0,264	0,421	0,046
Q3	6,67	62	60	3,2	79	42	3,738	0,125	1,073	0,717	0,057
Max	7,14	91	86	3,5	86	45	4,218	0,136	1,945	0,842	0,085
EMC	6,44	52	48	2,7	58	29	2,914	0,077	0,559	0,385	0,046

Phụ lục III.7: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại vị trí KCN Bình Chiểu

KCN Bình Chiểu											
Ngày lấy mẫu	pH	Độ đục	TSS	DO	COD	BOD	T-N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	T-P	Zn
		NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
12/8/2013	6,00	48	32	3,7	37	19	1,276	0,104	0,107	0,155	0,041
30/8/2013	6,65	56	51	3,3	78	42	2,785	0,306	0,242	0,177	0,039
14/9/2013	6,60	57	50	2,4	84	44	3,122	0,297	0,252	0,233	0,054
21/9/2013	6,66	70	56	2,9	79	40	2,832	0,058	0,215	0,522	0,035
20/5/2014	5,64	86	76	2,4	92	42	2,356	0,862	0,513	0,416	0,052
25/9/2014	6,15	53	51	2,9	56	25	2,124	0,134	0,253	0,538	0,012
26/9/2014	6,34	39	30	3,4	72	31	2,361	0,246	0,346	0,746	0,035
27/9/2014	6,15	42	40	3,2	63	30	1,623	0,315	0,426	0,513	0,024
29/9/2014	6,42	46	43	3,1	53	26	1,426	0,426	0,328	0,128	0,028
23/10/2014	5,26	41	39	2,6	54	24	1,263	0,163	0,426	0,134	0,029
24/10/2014	5,67	49	45	2,4	51	20	1,423	0,426	0,473	0,237	0,014
Min	5,26	39	30	2,4	37	19	1,263	0,058	0,107	0,128	0,012
Q1	5,67	42	39	2,4	53	24	1,423	0,134	0,242	0,155	0,024
Median	6,15	49	45	2,9	63	30	2,124	0,297	0,328	0,237	0,035
Q3	6,60	57	51	3,3	79	42	2,785	0,426	0,426	0,522	0,041
Max	6,66	86	76	3,7	92	44	3,122	0,862	0,513	0,746	0,054
EMC	6,05	53	48	2,8	65	30	2,001	0,309	0,349	0,344	0,030

Phụ lục III.8: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại vị trí Đ1 Trường Sa

Đ1 Trường Sa											
Ngày lấy mẫu	pH	Độ đục	TSS	DO	COD	BOD	T-N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	T-P	Zn
		NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
15/08/2013	6,45	128	112	3,4	143	77	2,280	0,905	0,292	0,744	0,008
9/3/2013	6,28	84	77	1,9	151	97	3,292	1,976	0,182	0,789	0,012
14/9/2013	6,38	112	118	1,9	179	86	3,763	1,469	0,169	1,126	0,008
21/9/2013	6,59	103	93	2,6	164	85	3,980	1,225	0,179	0,237	0,009
20/5/2014	6,25	162	129	2,2	172	94	2,162	1,326	0,216	0,912	0,026
25/9/2014	6,38	56	50	3,2	86	46	2,642	1,324	0,314	0,135	0,012
26/9/2014	6,75	65	53	3,4	82	40	2,316	1,456	0,056	0,354	0,031
27/9/2014	6,35	92	78	3,6	56	26	2,150	1,206	0,075	0,462	0,016
29/9/2014	6,53	56	46	3,5	63	32	2,346	1,304	0,139	0,723	0,008
23/10/2014	6,36	63	73	3,4	64	31	3,105	1,431	0,128	0,642	0,013
24/10/2014	6,42	57	46	3,2	59	30	2,016	1,234	0,371	0,426	0,009
Min	6,25	56	46	1,9	56	26	2,016	0,905	0,056	0,135	0,008
Q1	6,35	57	50	2,2	63	31	2,162	1,225	0,128	0,354	0,008
Median	6,38	84	77	3,2	86	46	2,346	1,324	0,179	0,642	0,012
Q3	6,53	112	112	3,4	164	86	3,292	1,456	0,292	0,789	0,016
Max	6,75	162	129	3,6	179	97	3,980	1,976	0,371	1,126	0,031
EMC	6,39	85	77	2,8	114	63	2,818	1,462	0,201	0,608	0,013

Phụ lục III.9: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại vị trí Đ2 Trường Sa

Đ2 Trường Sa											
Ngày lấy mẫu	pH	Độ đục	TSS	DO	COD	BOD	T-N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	T-P	Zn
		NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
15/08/2013	6,76	40	37	1,8	23	13	1,585	0,050	0,274	0,611	0,039
9/3/2013	6,59	30	32	2,2	55	31	2,192	1,108	0,040	0,223	0,014
14/9/2013	6,65	23	21	2,6	65	36	3,192	0,837	0,030	1,180	0,014
21/9/2013	6,69	48	46	2,1	72	36	2,569	1,317	0,044	0,956	0,017
20/5/2014	6,38	86	73	1,9	163	76	4,106	1,230	0,642	0,315	0,034
25/9/2014	6,46	56	52	2,6	61	35	2,130	0,953	0,423	0,238	0,013
26/9/2014	6,63	64	63	2,5	38	16	2,106	0,852	0,106	0,462	0,024
27/9/2014	6,45	34	42	2,9	64	32	2,163	0,463	0,125	0,531	0,009
29/9/2014	6,25	39	36	2,6	39	34	2,652	0,521	0,316	0,462	0,014
23/10/2014	6,25	42	40	3,2	56	25	2,561	0,723	0,426	0,359	0,007
24/10/2014	6,38	37	36	3,2	54	24	2,163	0,256	0,328	0,462	0,023
Min	6,25	23	21	1,8	23	13	1,585	0,050	0,030	0,223	0,007
Q1	6,38	34	36	2,1	39	24	2,130	0,463	0,044	0,315	0,013
Median	6,46	40	40	2,6	56	32	2,192	0,837	0,274	0,462	0,014
Q3	6,65	56	52	2,9	65	36	2,652	1,108	0,423	0,611	0,024
Max	6,76	86	73	3,2	163	76	4,106	1,317	0,642	1,180	0,039
EMC	6,50	45	43	2,5	63	33	2,493	0,755	0,250	0,527	0,019

Phụ lục III.10: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại vị trí Bến Than

Bến Than											
Ngày lấy mẫu	pH	Độ đục	TSS	DO	COD	BOD	T-N	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	T-P	Zn
		NTU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
20/8/2013	6,32	31	30	6,0	29	16	1,124	0,060	0,370	0,254	0,008
4/9/2013	6,27	70	67	6,0	80	40	1,846	0,096	0,210	0,090	0,006
14/9/2013	6,31	11	9	6,1	31	16	1,158	0,292	0,028	0,051	0,007
21/9/2013	5,57	30	29	4,7	47	24	1,670	0,151	0,051	0,187	0,010
20/5/2014	6,03	62	56	4,6	52	32	2,135	0,422	0,146	0,246	0,013
25/9/2014	6,24	35	32	5,8	46	24	1,024	0,513	0,053	0,314	0,015
26/9/2014	6,28	32	30	6,4	48	22	1,642	0,421	0,079	0,580	0,017
27/9/2014	6,39	29	27	5,7	43	21	2,016	0,264	0,046	0,437	0,021
29/9/2014	6,46	26	23	5,3	51	26	1,971	0,346	0,076	0,316	0,026
23/10/2014	6,35	24	26	5,6	50	24	1,962	0,246	0,016	0,756	0,012
24/10/2014	6,75	23	24	5,8	46	23	1,463	0,421	0,134	0,462	0,009
Min	5,57	11	9	4,6	29	16	1,024	0,060	0,016	0,051	0,006
Q1	6,24	24	24	5,3	43	21	1,158	0,151	0,046	0,187	0,008
Median	6,31	30	29	5,8	47	24	1,670	0,292	0,076	0,314	0,012
Q3	6,39	35	32	6,0	51	26	1,971	0,421	0,146	0,462	0,017
Max	6,75	70	67	6,4	80	40	2,135	0,513	0,370	0,756	0,026
EMC	6,31	34	32	5,7	49	25	1,575	0,316	0,094	0,334	0,012

Phụ lục III.11.1: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại tiêu lưu vực LV1

Thời gian	Q (L/h)	TSS mg/l	BOD₅ mg/l	P-PO₄³⁻ mg/l	N-NO₃⁻ mg/l	N-NH₄⁺ mg/l
9/21/2013 17:10	204	32	41	0,919	2,42	1,049
9/21/2013 17:20	204	45	49	0,964	2,04	1,059
9/21/2013 17:30	208	46	42	0,816	2,01	1,137
9/21/2013 17:40	278	43	45	0,742	2,70	1,225
9/21/2013 17:50	294	32	47	0,836	2,70	1,386
9/21/2013 18:00	459	45	65	0,627	2,54	1,225
9/21/2013 18:10	1460	68	76	0,637	2,72	1,386
9/21/2013 18:20	17030	162	120	1,132	3,41	1,475
9/21/2013 18:30	23000	209	210	1,177	3,13	1,595
9/21/2013 18:40	29000	125	64	1,197	3,44	1,455
9/21/2013 18:50	24000	98	45	0,642	3,16	1,255
9/21/2013 19:00	17203	96	28	0,632	3,79	1,055
9/21/2013 19:10	2973	88	21	0,647	2,73	1,225
9/21/2013 19:20	5382	71	25	0,637	2,760	1,255
9/21/2013 19:30	5723	89	26	0,662	2,533	1,260
9/21/2013 19:40	6346	63	29	0,687	2,816	1,236
9/21/2013 19:50	4712	51	27	0,797	2,478	1,221
9/21/2013 20:00	4931	53	29	0,665	2,533	1,057
9/21/2013 20:10	2673	46	23	0,671	2,326	1,053
9/21/2013 20:20	1382	32	27	0,649	2,245	1,057
9/21/2013 20:30	587	29	26	0,620	2,454	1,057
9/21/2013 20:40	537	28	25	0,642	2,421	1,056
9/21/2013 20:50	527	31	20	0,639	2,432	1,057
9/21/2013 21:00	567	29	27	0,628	2,512	1,055
9/21/2013 21:10	589	25	28	0,620	2,345	1,056
9/21/2013 21:20	583	32	23	0,780	2,156	1,056
9/21/2013 21:30	512	26	25	0,613	2,132	1,059
9/21/2013 21:40	417	28	24	0,616	1,376	1,043

Phụ lục III.11.2: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại tiểu lưu vực LV1

Thời gian	Q	A	TSS	BOD ₅	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
	(L/h)	ha	g/ha	g/ha	g/ha	g/ha	g/ha
21/9/2013 17:10	204	240	0,023	0,030	0,001	0,002	0,001
21/9/2013 17:20	204	240	0,033	0,036	0,001	0,001	0,001
21/9/2013 17:30	208	240	0,034	0,031	0,001	0,001	0,001
21/9/2013 17:40	278	240	0,043	0,045	0,001	0,003	0,001
21/9/2013 17:50	294	240	0,072	0,049	0,001	0,003	0,001
21/9/2013 18:00	459	240	0,159	0,080	0,001	0,004	0,002
21/9/2013 18:10	1460	240	0,618	0,311	0,005	0,013	0,007
21/9/2013 18:20	17030	240	9,597	3,649	0,087	0,171	0,087
21/9/2013 18:30	23000	240	14,490	5,477	0,151	0,238	0,156
21/9/2013 18:40	29000	240	14,669	4,815	0,165	0,259	0,185
21/9/2013 18:50	24000	240	12,821	4,507	0,063	0,397	0,226
21/9/2013 19:00	17203	240	14,423	4,207	0,095	0,509	0,263
21/9/2013 19:10	2973	240	3,777	0,901	0,028	0,117	0,057
21/9/2013 19:20	5382	240	3,099	1,091	0,028	0,120	0,055
21/9/2013 19:30	5723	240	1,822	0,532	0,014	0,052	0,026
21/9/2013 19:40	6346	240	0,979	0,451	0,011	0,044	0,019
21/9/2013 19:50	4712	240	0,677	0,359	0,011	0,033	0,016
21/9/2013 20:00	4931	240	0,745	0,408	0,009	0,036	0,015
21/9/2013 20:10	2673	240	0,275	0,138	0,004	0,014	0,006
21/9/2013 20:20	1382	240	0,158	0,133	0,003	0,011	0,005
21/9/2013 20:30	587	240	0,234	0,210	0,005	0,020	0,009
21/9/2013 20:40	537	240	0,202	0,180	0,005	0,017	0,008
21/9/2013 20:50	527	240	0,239	0,154	0,005	0,019	0,008
21/9/2013 21:00	1307	240	0,271	0,252	0,006	0,023	0,010
21/9/2013 21:10	1306	240	0,234	0,262	0,006	0,022	0,010
21/9/2013 21:20	807	240	0,185	0,133	0,005	0,012	0,006
21/9/2013 21:30	810	240	0,151	0,145	0,004	0,012	0,006
21/9/2013 21:40	807	240	0,162	0,139	0,004	0,008	0,006
Tổng tải lượng (g/ha)			80,19	28,73	0,71	2,16	1,19

Phụ lục III.12: Kết quả tỷ lệ Lưu lượng tích lũy và thông số ô nhiễm tích lũy tại tiêu lưu vực LV1

Thời gian	Q	TSS	BOD ₅	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
21/9/2013 17:10	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001
21/9/2013 17:20	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001
21/9/2013 17:30	0,003	0,001	0,003	0,003	0,002	0,002
21/9/2013 17:40	0,005	0,002	0,005	0,004	0,003	0,003
21/9/2013 17:50	0,006	0,003	0,007	0,005	0,005	0,004
21/9/2013 18:00	0,009	0,005	0,009	0,006	0,007	0,006
21/9/2013 18:10	0,016	0,012	0,020	0,013	0,013	0,012
21/9/2013 18:20	0,090	0,132	0,147	0,134	0,092	0,085
21/9/2013 18:30	0,193	0,313	0,338	0,345	0,202	0,216
21/9/2013 18:40	0,304	0,496	0,506	0,576	0,321	0,371
21/9/2013 18:50	0,452	0,655	0,663	0,665	0,505	0,560
21/9/2013 19:00	0,675	0,835	0,809	0,797	0,740	0,781
21/9/2013 19:10	0,738	0,882	0,840	0,836	0,795	0,828
21/9/2013 19:20	0,803	0,921	0,878	0,875	0,850	0,874
21/9/2013 19:30	0,833	0,944	0,897	0,894	0,874	0,896
21/9/2013 19:40	0,856	0,956	0,913	0,909	0,895	0,912
21/9/2013 19:50	0,876	0,964	0,925	0,924	0,910	0,926
21/9/2013 20:00	0,896	0,974	0,939	0,937	0,926	0,938
21/9/2013 20:10	0,905	0,977	0,944	0,943	0,933	0,943
21/9/2013 20:20	0,913	0,979	0,949	0,947	0,938	0,948
21/9/2013 20:30	0,925	0,982	0,956	0,954	0,947	0,955
21/9/2013 20:40	0,935	0,985	0,962	0,961	0,955	0,961
21/9/2013 20:50	0,947	0,988	0,968	0,967	0,964	0,968
21/9/2013 21:00	0,961	0,991	0,976	0,976	0,975	0,976

Thời gian	Q	TSS	BOD ₅	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
21/9/2013 21:10	0,974	0,994	0,986	0,984	0,985	0,985
21/9/2013 21:20	0,983	0,996	0,990	0,990	0,991	0,990
21/9/2013 21:30	0,991	0,998	0,995	0,995	0,996	0,995
21/9/2013 21:40	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Phụ lục III.13.1: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại tiêu lưu vực LV2

Thời gian	Q (L/h)	TSS mg/l	BOD ₅ mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	N-NO ₃ ⁻ mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l
8h00; 21/9/2013	39,6	10	5	0,028	0,245	0,315
8h10; 21/9/2013	39,6	12	6	0,029	0,246	0,324
8h20; 21/9/2013	39,6	14	5	0,039	0,214	0,316
8h30; 21/9/2013	39,6	15	5	0,049	0,204	0,317
8h40; 21/9/2013	39,6	12	7	0,059	0,234	0,321
8h50; 21/9/2013	39,6	16	6	0,049	0,162	0,342
8h60; 21/9/2013	39,6	17	8	0,061	0,272	0,315
9h00; 21/9/2013	39,6	18	13	0,079	0,251	0,470
9h10; 21/9/2013	72,0	18	15	0,122	0,628	0,483
9h20; 21/9/2013	144,0	28	24	0,193	0,593	0,511
9h30; 21/9/2013	972,0	26	25	0,190	0,642	0,889
9h40; 21/9/2013	1224,0	21	28	0,158	0,557	0,914
9h50; 21/9/2013	1899,1	24	19	0,103	0,600	0,799
9h60; 21/9/2013	1458,3	23	16	0,107	0,202	0,465
10h00; 21/9/2013	1368,0	22	13	0,104	0,119	0,478
10h10; 21/9/2013	645,5	22	14	0,117	0,120	0,456
10h20; 21/9/2013	612,0	23	13	0,103	0,156	0,408
10h30; 21/9/2013	504,0	21	14	0,116	0,119	0,599
10h40; 21/9/2013	432,0	21	12	0,121	0,171	0,465
10h50; 21/9/2013	360,0	21	13	0,096	0,116	0,378
10h60; 21/9/2013	288,0	23	12	0,079	0,122	0,456
11h00; 21/9/2013	216,0	19	10	0,092	0,116	0,308
11h10; 21/9/2013	216,0	19	9	0,093	0,119	0,399
11h20; 21/9/2013	144,0	18	8	0,090	0,120	0,465
11h30; 21/9/2013	144,0	19	9	0,092	0,156	0,379
11h40; 21/9/2013	144,0	18	8	0,093	0,119	0,356
11h50; 21/9/2013	97,0	17	7	0,090	0,186	0,318
11h60; 21/9/2013	89,0	18	8	0,104	0,119	0,351

Phụ lục III.13.2: Kết quả mẫu nước mưa chảy tràn tại tiêu lưu vực LV2

	Q	A	TSS	BOD ₅	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
Thời gian	(L/h)	ha	g/ha	g/ha	g/ha	g/ha	g/ha
21/9/2013 17:10	39,60	30	0,020	0,010	0,000	0,000	0,001
21/9/2013 17:20	39,60	30	0,024	0,013	0,000	0,001	0,001
21/9/2013 17:30	39,60	30	0,027	0,011	0,000	0,000	0,001
21/9/2013 17:40	39,60	30	0,028	0,011	0,000	0,000	0,001
21/9/2013 17:50	39,60	30	0,022	0,015	0,000	0,000	0,001
21/9/2013 18:00	39,60	30	0,028	0,013	0,000	0,000	0,001
21/9/2013 18:10	39,60	30	0,029	0,017	0,000	0,001	0,001
21/9/2013 18:20	39,60	30	0,030	0,027	0,000	0,001	0,001
21/9/2013 18:30	72,00	30	0,053	0,057	0,000	0,002	0,002
21/9/2013 18:40	144,00	30	0,159	0,184	0,001	0,005	0,004
21/9/2013 18:50	972,00	30	0,973	1,293	0,010	0,033	0,046
21/9/2013 19:00	1224,00	30	0,965	1,824	0,010	0,036	0,060
21/9/2013 19:10	1899,19	30	1,671	1,920	0,010	0,061	0,081
21/9/2013 19:20	1458,36	30	1,201	1,242	0,008	0,016	0,036
21/9/2013 19:30	1368,00	30	1,053	0,946	0,008	0,009	0,035
21/9/2013 19:40	645,52	30	0,486	0,481	0,004	0,004	0,016
21/9/2013 19:50	612,00	30	0,471	0,423	0,003	0,005	0,013
21/9/2013 20:00	504,00	30	0,347	0,375	0,003	0,003	0,016
21/9/2013 20:10	432,00	30	0,291	0,276	0,003	0,004	0,011
21/9/2013 20:20	360,00	30	0,238	0,249	0,002	0,002	0,007
21/9/2013 20:30	288,00	30	0,204	0,184	0,001	0,002	0,007
21/9/2013 20:40	216,00	30	0,124	0,115	0,001	0,001	0,004
21/9/2013 20:50	216,00	30	0,121	0,103	0,001	0,001	0,005
21/9/2013 21:00	144,00	30	0,075	0,061	0,001	0,001	0,004
21/9/2013 21:10	144,00	30	0,078	0,069	0,001	0,001	0,003
21/9/2013 21:20	144,00	30	0,073	0,061	0,001	0,001	0,003
21/9/2013 21:30	97,00	30	0,045	0,036	0,000	0,001	0,002
21/9/2013 21:40	89,00	30	0,043	0,038	0,000	0,001	0,002
Tổng tải lượng (g/ha)			8,876	10,055	0,071	0,193	0,359

Phụ lục III.14: Kết quả tỷ lệ Lưu lượng tích lũy và thông số ô nhiễm tích lũy tại tiểu lưu vực LV2

Thời gian	Q	TSS	BOD ₅	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
8h00; 21/9/2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8h10; 21/9/2013	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
8h20; 21/9/2013	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
8h30; 21/9/2013	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
8h40; 21/9/2013	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8h50; 21/9/2013	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
8h60; 21/9/2013	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
9h00; 21/9/2013	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
9h10; 21/9/2013	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02
9h20; 21/9/2013	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,03
9h30; 21/9/2013	0,13	0,16	0,16	0,18	0,23	0,16
9h40; 21/9/2013	0,24	0,27	0,35	0,32	0,42	0,33
9h50; 21/9/2013	0,41	0,45	0,54	0,47	0,73	0,55
9h60; 21/9/2013	0,54	0,59	0,66	0,59	0,81	0,65
10h00; 21/9/2013	0,66	0,71	0,75	0,70	0,86	0,75
10h10; 21/9/2013	0,71	0,76	0,80	0,75	0,88	0,79
10h20; 21/9/2013	0,77	0,82	0,84	0,80	0,90	0,83
10h30; 21/9/2013	0,81	0,85	0,88	0,84	0,92	0,87
10h40; 21/9/2013	0,85	0,89	0,91	0,88	0,94	0,90
10h50; 21/9/2013	0,88	0,91	0,93	0,91	0,95	0,92
10h60; 21/9/2013	0,91	0,94	0,95	0,93	0,96	0,94

Thời gian	Q	TSS	BOD ₅	P-PO ₄ ³⁻	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
11h00; 21/9/2013	0,93	0,95	0,96	0,94	0,97	0,95
11h10; 21/9/2013	0,95	0,96	0,97	0,96	0,98	0,97
11h20; 21/9/2013	0,96	0,97	0,98	0,97	0,98	0,98
11h30; 21/9/2013	0,97	0,98	0,99	0,98	0,99	0,98
11h40; 21/9/2013	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
11h50; 21/9/2013	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00
11h60; 21/9/2013	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Phụ lục III.15: Phân bố dòng chảy trên các lưu vực theo thời gian mưa, theo kịch bản R=36 mm

Thời gian	Lượng mưa (R=36mm)	Cường độ mưa (R=36 mm); 120 phút	Cường độ mưa theo thể tích	Củ Chi	Hóc Môn	Q12	Gò Vấp	Bình Thạnh	Q1,3 Phú Nhuận	Q4	Thủ Đức	Q2
		mm/phut	l/s.ha	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s
0	0,00	0,00	0,00	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,05	0,00	0,06	1	0,5	0,2	0,1	1,2	0,1	0,0	0,2	0,2
20	0,68	0,01	0,95	22	8,2	3,3	1,4	18,0	1,3	0,3	3,4	3,6
30	2,18	0,02	3,03	70	26,1	10,7	4,5	57,5	4,1	0,9	10,9	11,4
40	5,82	0,05	8,08	186	69,7	28,5	12,1	153,3	10,9	2,4	29,1	30,3
50	8,14	0,07	11,30	261	97,5	39,8	17,0	214,4	15,3	3,4	40,7	42,4
60	5,82	0,05	8,08	186	69,7	28,5	12,1	153,3	10,9	2,4	29,1	30,3
70	4,18	0,03	5,81	134	50,1	20,5	8,7	110,2	7,8	1,7	20,9	21,8
80	3,00	0,02	4,17	96	35,9	14,7	6,3	79,1	5,6	1,3	15,0	15,6
90	2,18	0,02	3,03	70	26,1	10,7	4,5	57,5	4,1	0,9	10,9	11,4
100	1,55	0,01	2,15	49	18,5	7,6	3,2	40,7	2,9	0,6	7,7	8,0
110	1,05	0,01	1,45	33	12,5	5,1	2,2	27,6	2,0	0,4	5,2	5,4
120	0,68	0,01	0,95	22	8,2	3,3	1,4	18,0	1,3	0,3	3,4	3,6
130	0,41	0,00	0,57	13	4,9	2,0	0,9	10,8	0,8	0,2	2,0	2,1
140	0,18	0,00	0,25	6	2,2	0,9	0,4	4,8	0,3	0,1	0,9	0,9
150	0,05	0,00	0,06	1	0,5	0,2	0,1	1,2	0,1	0,0	0,2	0,2
160	0,05	0,00	0,07	2	0,6	0,2	0,1	1,3	0,1	0,0	0,2	0,3
Tổng	36,00	0,30	50,01	1153	431	176	75	949	68	15	180	188

Phụ lục III.16: Phân bố dòng chảy trên các lưu vực theo thời gian mưa, theo kịch bản R=43,3 mm

Thời gian	Lượng mưa (R=43,3mm)	Cường độ mưa (R=43,3m); 120 phút	Cường độ mưa theo thể tích	Củ Chi	Hóc Môn	Q12	Gò Vấp	Bình Thạnh	Q1,3 Phú Nhuận	Q4	Thủ Đức	Q2
		mm/phut	l/s.ha	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s
0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,05	0,00	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,82	0,01	1,14	38	14,4	5,9	2,5	31,6	2,3	0,5	6,0	6,3
30	2,63	0,02	3,65	77	28,8	11,8	5,0	63,3	4,5	1,0	12,0	12,5
40	7,01	0,06	9,73	231	86,3	35,3	15,0	189,8	13,5	3,0	36,0	37,5
50	9,80	0,08	13,61	307	115,0	47,0	20,0	253,1	18,0	4,0	48,0	50,0
60	7,01	0,06	9,73	231	86,3	35,3	15,0	189,8	13,5	3,0	36,0	37,5
70	5,04	0,04	7,00	154	57,5	23,5	10,0	126,5	9,0	2,0	24,0	25,0
80	3,61	0,03	5,02	115	43,1	17,6	7,5	94,9	6,8	1,5	18,0	18,8
90	2,63	0,02	3,65	77	28,8	11,8	5,0	63,3	4,5	1,0	12,0	12,5
100	1,86	0,02	2,59	77	28,8	11,8	5,0	63,3	4,5	1,0	12,0	12,5
110	1,26	0,01	1,75	38	14,4	5,9	2,5	31,6	2,3	0,5	6,0	6,3
120	0,82	0,01	1,14	38	14,4	5,9	2,5	31,6	2,3	0,5	6,0	6,3
130	0,49	0,00	0,68	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
140	0,22	0,00	0,30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
150	0,05	0,00	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
160	0,06	0,00	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tổng	43,36	0,36	60,23	1,384	518	212	90	1,139	81	18	216	225

Phụ lục III.17: Phụ lục hình ảnh khảo sát tại hiện trường



Hình III.18: Vị trí lấy mẫu tại Nguyễn Văn Bá



Hình III.19: Vị trí lấy mẫu tại Đặng Văn Bi



Hình III.20: Đường số 9 Phước Bình



Hình III.21: Lấy mẫu nước trong hệ thống thu gom nước thải LV1