

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SWAT ĐÁNH GIÁ
CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT LƯU VỰC
SÔNG LA NGÀ

Họ và tên sinh viên: NGUYỄN ĐỖ NGỌC UYÊN

Ngành: Hệ thống Thông tin Môi trường

Niên khóa: 2010 – 2014

TP. Hồ Chí Minh, 06/2014

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH SWAT ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC MẶT LƯU VỰC SÔNG LA NGÀ

Tác giả

NGUYỄN ĐỖ NGỌC UYÊN

Khóa luận được đệ trình để đáp ứng yêu cầu
cấp bằng Kỹ sư ngành Hệ thống Thông tin Môi trường

Giáo viên hướng dẫn

PGS.TS. NGUYỄN KIM LỢI

KS. NGUYỄN DUY LIÊM

Tp. Hồ Chí Minh, 06/2014

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, tôi xin chân thành cảm ơn thầy PGS.TS. Nguyễn Kim Lợi và KS. Nguyễn Duy Liêm, những người đã hướng dẫn, chỉ bảo tận tình và động viên tôi trong suốt thời gian qua, giúp tôi hoàn thành bài báo cáo tốt nghiệp này.

Trân trọng cảm ơn Ban lãnh đạo Viện Quy hoạch Thủy Lợi miền Nam đã tạo điều kiện cho tôi được thực tập tại cơ quan. Đặc biệt, tôi xin gửi lời cảm ơn đến NCS.ThS. Đỗ Đức Dũng, ThS. Nguyễn Vũ Huy, KS. Nguyễn Văn Hùng cùng các cán bộ công tác tại Phòng Quy hoạch Thủy Lợi Đông Nam bộ và phụ cận đã trao đổi kinh nghiệm, kiến thức quý báu cũng như chia sẻ tài liệu, dữ liệu liên quan đến đề tài.

Tôi xin gửi lời tri ân sâu sắc đến quý thầy cô cùng KS. Lê Hoàng Tú, trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh đã tận tình giảng dạy, truyền đạt những kiến thức quý giá dành cho tôi trong bốn năm học tập tại trường.

Tôi cũng cảm ơn những người bạn đồng hành cùng tôi trong quãng đời sinh viên, những người đã luôn giúp đỡ tôi khi tôi gặp khó khăn, sẵn sàng chia sẻ cho tôi những điều hay, lẽ phải và cũng là nguồn động lực để tôi phấn đấu vươn lên.

Cuối cùng, để có được thành quả như ngày hôm nay, con xin nói lời biết ơn chân thành đối với cha mẹ, những người đã sinh thành nên con, chăm sóc, nuôi dạy con thành người và tạo điều kiện cho con được học tập.

Sinh viên thực hiện
Nguyễn Đỗ Ngọc Uyên
Bộ môn Tài nguyên và GIS
Khoa Môi trường và Tài nguyên
Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Khóa luận tốt nghiệp “Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá chất lượng nước mặt lưu vực sông La Ngà” đã được thực hiện trong khoảng thời gian từ ngày 03/03/2014 đến ngày 06/06/2014.

Sông La Ngà là một phụ lưu của lưu vực sông Đồng Nai, bắt nguồn từ cao nguyên Di Linh, Lâm Đồng với diện tích 4.010 km², chảy qua địa bàn các huyện Bảo Lộc (Lâm Đồng), Tân Phú, Định Quán (Đồng Nai). Quá trình phát triển kinh tế - xã hội trên lưu vực đã và đang đặt ra những vấn đề bức xúc đối với công tác quản lý, khai thác và bảo vệ tài nguyên nước. Do vậy, việc đánh giá chất lượng nước trên lưu vực là rất cần thiết. Mục tiêu của đề tài là ứng dụng mô hình SWAT mô phỏng, đánh giá lưu lượng dòng chảy và chất lượng nước trên lưu vực sông La Ngà giai đoạn 1997 - 2010. Dữ liệu cần thiết cho nghiên cứu được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau. Dữ liệu DEM được lấy từ dữ liệu ASTER GDEM của METI/NASA, với độ phân giải không gian 30 m, sử dụng để phân chia lưu vực. Bản đồ sử dụng đất năm 2000 và bản đồ thổ nhưỡng được cung cấp bởi Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam (VQHTLMN) sau khi biên tập được sử dụng để phân tích đơn vị thủy văn. Dữ liệu thời tiết (1997 – 2010) tại 3 trạm (Bảo Lộc, Tà Pao và Xuân Lộc) bao gồm dữ liệu lượng mưa, nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí, tốc độ gió, bức xạ Mặt Trời được cung cấp bởi VQHTLMN và Dự án Quan trắc Lượng mưa Toàn cầu thuộc Chương trình Nghiên cứu Khí hậu Toàn cầu. Dữ liệu quan trắc lưu lượng dòng chảy và chất lượng nước do VQHTLMN, Phòng Quan trắc Môi trường - Sở Tài nguyên và Môi trường Đồng Nai cung cấp được sử dụng để kiểm tra độ chính xác kết quả mô phỏng theo hai thời kỳ 1997 – 2001 (trước khi có công trình thủy điện Hàm Thuận – Đa Mi) và thời kỳ 2002 – 2003. Kết quả cho thấy, vào mùa khô, giá trị lưu lượng dòng chảy mô phỏng tương đối tương đồng với giá trị lưu lượng dòng chảy thực đo; vào mùa mưa, giá trị lưu lượng dòng chảy mô phỏng cao hơn giá trị lưu lượng dòng chảy mô phỏng. Giá trị lưu lượng dòng chảy theo tháng được mô phỏng dựa trên giá trị tính toán lượng mưa trung bình tháng. Vì vậy, kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy theo tháng nhìn chung tốt hơn kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy theo ngày. Chỉ số R²

nằm trong khoảng chấp nhận được (0,331 – 0,944), thể hiện tương quan giữa giá trị lưu lượng dòng chảy thực đo và mô phỏng tại Tà Pao và Phú Điền. Chỉ số NSI khá tốt trong hai năm 1997 và 1998, dao động từ 0,004 đến 0,724; tuy nhiên, chỉ số NSI lại không được tốt từ khi công trình thủy lợi Hàm Thuận – Đa Mi đi vào hoạt động năm 2001, chỉ số NSI đột ngột xuống thấp vào năm 2002, 2003. Từ đó cho thấy giá trị lưu lượng dòng chảy thực đo và mô phỏng chênh lệch khá cao trong hai năm này. Điều này chứng tỏ lưu lượng dòng chảy chịu tác động bởi công trình thủy điện. Đánh giá độ chính xác kết quả mô phỏng chất lượng nước qua sáu thông số bao gồm oxy hòa tan (DO), ammonia (NH_4^+), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), phosphat (PO_4^{3-}), tổng chất rắn lơ lửng (TSS) cho thấy R^2 dao động sấp xỉ từ 0 đến 0,4; NSI dao động sấp xỉ từ -188 đến -2; các giá trị mô phỏng đều thấp hơn giá trị thực đo và độ tin cậy của mô hình không cao. Nguyên nhân do thiếu dữ liệu đầu vào về nguồn gây ô nhiễm dạng điểm và dạng phân tán nên độ chính xác của mô hình mô phỏng chất lượng nước chưa đạt độ chính xác theo yêu cầu đặt ra. Bên cạnh đó, khảo sát được mối quan hệ giữa lưu lượng dòng chảy với các thông số chất lượng nước cho thấy hầu hết các thông số chất lượng nước đều có mối tương quan thuận với lưu lượng dòng chảy. Cuối cùng, tiến hành so sánh giá trị chất lượng nước thực đo năm 2010 với Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng nước mặt (QCVN 08:2008/BTNMT) cho thấy các thông số chất lượng nước hầu như đều phù hợp với các mục đích sử dụng khác nhau trên lưu vực sông La Ngà; ngoại trừ hàm lượng chất rắn lơ lửng vượt quy chuẩn vào tháng X. Kết quả của nghiên cứu cung cấp thông tin hữu ích hỗ trợ công tác giám sát, quản lý nguồn nước hiệu quả.

MỤC LỤC

TRANG TỰA.....	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
TÓM TẮT.....	iii
MỤC LỤC	v
DANH MỤC VIẾT TẮT.....	viii
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	ix
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	x
CHƯƠNG 1. MỞ ĐẦU.....	1
1.1. Tính cấp thiết của đề tài	1
1.2. Mục tiêu nghiên cứu.....	2
1.3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	2
1.3.1. Đối tượng nghiên cứu	2
1.3.2. Phạm vi nghiên cứu	2
CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN CƠ SỞ LÝ THUYẾT	3
2.1. Giới thiệu về chất lượng nước.....	3
2.1.1. Các khái niệm	3
2.1.2. Một số chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước	3
2.1.3. Nguồn gây ô nhiễm nước	6
2.1.4. Hiện tượng lan truyền chất trong môi trường nước.....	9
2.2. Phương pháp mô phỏng, đánh giá chất lượng nước	12
2.2.1. Lấy mẫu trực tiếp.....	12
2.2.2. Mô hình toán.....	12
2.3. Hệ thống thông tin địa lý (GIS)	14
2.3.1. Định nghĩa GIS	14
2.3.2. Thành phần của GIS	15
2.3.3. Chức năng của GIS.....	16
2.4. Mô hình SWAT.....	17
2.4.1. Tổng quan về mô hình SWAT.....	17
2.4.2. Nguyên lý mô hình SWAT	17

2.5. Tổng quan tình hình nghiên cứu	20
2.5.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới	20
2.5.2. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam	21
CHƯƠNG 3. ĐẶC ĐIỂM KHU VỰC NGHIÊN CỨU	23
3.1. Vị trí địa lý	23
3.2. Điều kiện tự nhiên	24
3.2.1. Địa hình	24
3.2.2. Sông ngòi	24
3.2.3. Khí hậu	26
3.2.4. Thủy văn	27
3.3. Hiện trạng phát triển kinh tế - xã hội	28
3.3.1. Tình hình phát triển dân cư	28
3.3.2. Tình hình phát triển các ngành kinh tế	29
CHƯƠNG 4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	32
4.1. Tiến trình thực hiện	32
4.2. Thu thập, xử lý dữ liệu	33
4.2.1. Cấu trúc tổng quát của tập tin dữ liệu đầu vào và đầu ra của SWAT	33
4.2.2. Cấu trúc dữ liệu đầu vào	34
4.2.3. Thu thập dữ liệu lưu lượng dòng chảy và chất lượng nước thực đo	42
4.2.4. Xử lý dữ liệu đầu vào theo định dạng yêu cầu của SWAT	44
4.3. Tiến trình chạy mô hình SWAT	49
4.3.1. Phân chia lưu vực	49
4.3.2. Phân tích đơn vị thủy văn	49
4.3.3. Nhập dữ liệu thời tiết	51
4.3.4. Chạy mô hình	52
4.3.5. Đánh giá mô hình	52
CHƯƠNG 5. KẾT QUẢ, THẢO LUẬN	54
5.1. Đánh giá độ chính xác của kết quả mô phỏng LLDC (1997 – 2003)	54
5.2. Đánh giá độ chính xác của kết quả mô phỏng CLN (2010)	58
5.3. Mối quan hệ giữa LLDC và các thông số CLN	61
5.4. So sánh giá trị CLN với Quy chuẩn	63

CHƯƠNG 6. KẾT LUẬN, ĐỀ XUẤT	67
6.1. Kết luận	67
6.2. Đề xuất	67
TÀI LIỆU THAM KHẢO	69
PHỤ LỤC	73

DANH MỤC VIẾT TẮT

BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
CLN	Chất lượng nước
DEM	Mô hình độ cao số (Digital Elevation Model)
FAO	Tổ chức nông lương thế giới (Food and Agriculture Organization)
HRU(s)	Đơn vị thủy văn (Hydrologic Reponse Units)
LLDC	Lưu lượng dòng chảy
LVSLN	Lưu vực sông La Ngà
GDP	Tổng sản phẩm quốc nội (Gross Domestic Product)
GIS	Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System)
GPCP	Dự án quan trắc lượng mưa toàn cầu (Global Precipitation Climatology Project)
NASA	Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Hoa Kỳ (National Aeronautics and Space Administration)
QCNV	Quy chuẩn Việt Nam
SWAT	Mô hình đánh giá đất và nước (Soil and Water Assessment Tool)
VQHTLMN	Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam
WCRP	Chương trình nghiên cứu khí hậu toàn cầu (World Climate Research Program)
WQI	Chỉ số chất lượng nước (Water Quality Index)

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 3-1. Nhiệt độ, độ ẩm, bốc hơi và tốc độ gió trung bình hàng tháng và năm.....	26
Bảng 3-2. Lưu lượng trung bình tháng thực đo tại một số vị trí (<i>Đơn vị: m³/s</i>)	27
Bảng 3-3. Diện tích và đặc điểm dân cư trên LVSLN	29
Bảng 4-1. Cấu trúc tổng quát của tập tin dữ liệu đầu vào của SWAT	33
Bảng 4-2. Cấu trúc tổng quát của tập tin dữ liệu đầu ra của SWAT	34
Bảng 4-3. Ý nghĩa các thông số trong bảng CropRng.....	35
Bảng 4-4. Ý nghĩa các thông số trong bảng UrbanRng.....	37
Bảng 4-5. Thông số đầu vào của dữ liệu thổ nhưỡng trong SWAT	37
Bảng 4-6. Phân loại đất theo nhóm đất thủy văn.....	39
Bảng 4-7. Đặc điểm nhóm đất thủy văn.....	39
Bảng 4-8. Các thông số đầu vào của dữ liệu thời tiết tổng quát.....	41
Bảng 4-9. Mạng lưới trạm quan trắc thủy văn trên LVSLN	42
Bảng 4-10. Đặc điểm các vị trí quan trắc CLN trên LVSLN	43
Bảng 4-11. Các loại hình sử dụng đất năm 2000 trên lưu vực sông La Ngà	45
Bảng 4-12. Các loại đất trên lưu vực sông La Ngà	47
Bảng 4-13. Đặc trưng địa lý của các trạm quan trắc khí tượng.....	48
Bảng 5-1. Thống kê so sánh LLDC ngày tại Phú Điền và Tà Pao (1997 – 2003)	54
Bảng 5-2. Thống kê so sánh LLDC tháng tại Phú Điền và Tà Pao (1997 – 2003)	55
Bảng 5-3. Thống kê so sánh các thông số chất lượng nước năm 2010	58
Bảng 5-4. Thống kê giá trị LLDC mô phỏng và các thông số CLN thực đo tại điểm đo SW_LN_01	61
Bảng 5-5. Thống kê giá trị LLDC mô phỏng và các thông số CLN thực đo tại điểm đo SW_LN_02	62
Bảng 5-6. Giá trị giới hạn của một số thông số CLN.....	64

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2-1. Các quá trình lan truyền	10
Hình 2-2. Sơ đồ biểu diễn gradian vận tốc khác nhau do ứng suất cắt tại nơi phân cách nước- không khí, đáy- nước, bờ- nước	11
Hình 2-3. Sáu thành phần cơ bản của GIS	16
Hình 2-4. Sơ đồ chu trình thủy văn trong pha đất	18
Hình 2-5. Sơ đồ các quá trình diễn ra trong dòng chảy.....	19
Hình 2-6. Vòng lặp HRU/tiểu lưu vực	20
Hình 3-1. Bản đồ vị trí lưu vực sông La Ngà.....	23
Hình 4-1. Sơ đồ tiến trình thực hiện.....	32
Hình 4-2. Vị trí các trạm thủy văn được sử dụng trong nghiên cứu	42
Hình 4-3. Vị trí các điểm đo chất lượng nước LVSLN.....	43
Hình 4-4. Bản đồ DEM lưu vực sông La Ngà.....	44
Hình 4-5. Bản đồ các loại hình sử dụng đất LVSLN năm 2000	45
Hình 4-6. Bản đồ các loại đất LVSLN	46
Hình 4-7. Vị trí các trạm khí tượng được sử dụng trong nghiên cứu.....	48
Hình 4-8. Bản đồ phân chia lưu vực sông La Ngà	49
Hình 4-9. Kết quả phân chia các loại hình sử dụng đất trong SWAT.....	50
Hình 4-10. Kết quả phân chia mã loại đất trong SWAT	50
Hình 4-11. Kết quả phân chia lớp độ dốc trong SWAT.....	51
Hình 4-12. Kết quả gán các trạm quan trắc khí tượng cho các tiểu lưu vực	52
Hình 5-1. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo ngày tại Tà Pao	55
Hình 5-2. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo ngày tại Phú Điền	55
Hình 5-3. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo tháng tại Tà Pao	56
Hình 5-4. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo tháng tại Phú Điền	56
Hình 5-5. Đồ thị so sánh CLN mô phỏng và thực đo tại SW_LN_01	59
Hình 5-6. Đồ thị so sánh CLN mô phỏng và thực đo tại SW_LN_02	60
Hình 5-7. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa LLDC mô phỏng và các thông số CLN thực đo tại điểm đo SW_LN_01	61

Hình 5-8. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa LLDC mô phỏng và các thông số CLN thực đo tại điểm đo SW_LN_02	62
Hình 5-9. Đồ thị phân hạng lượng oxy hòa tan tại hai điểm đo	65
Hình 5-10. Đồ thị phân hạng lượng chất rắn lơ lửng tại hai điểm đo	65
Hình 5-11. Đồ thị phân hạng lượng ammonia tại hai điểm đo	65
Hình 5-12. Đồ thị phân hạng lượng nitrit tại hai điểm đo	66
Hình 5-13. Đồ thị phân hạng lượng nitrat tại hai điểm đo	66
Hình 5-14. Đồ thị phân hạng lượng phosphat tại hai điểm đo	66

CHƯƠNG 1. MỞ ĐẦU

1.1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong xu thế đổi mới và hội nhập, những năm qua đất nước ta đã đạt được nhiều thành tựu kinh tế - xã hội quan trọng, vượt qua tác động của suy thoái toàn cầu và duy trì được tỷ lệ tăng trưởng kinh tế hằng năm cao (bình quân 7,2 %). Giai đoạn 2006 – 2010, các chỉ tiêu về phát triển kinh tế - xã hội đã gần đạt kế hoạch đề ra: tăng trưởng GDP bình quân 5 năm (2006 - 2010) đạt 7,08 %, GDP bình quân đầu người năm 2010 đã đạt 1.168 USD, gấp 1,6 lần so với năm 2006, tỷ trọng nông – lâm nghiệp và thủy sản trong GDP năm 2010 là 20,6 %, công nghiệp và xây dựng là 41,1 %, còn dịch vụ là 38,3 % (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2010). Tuy nhiên, nước ta vẫn đang phải đối mặt với nhiều thách thức, trong đó vấn đề suy thoái môi trường là vấn đề nóng bỏng và được cộng đồng đặc biệt quan tâm. Hiện nay, môi trường nước ở nhiều đoạn sông đang phải đối mặt với tình trạng ô nhiễm nặng nề do rác thải sinh hoạt, rác thải làng nghề, rác thải nông nghiệp và rác thải từ các khu công nghiệp vẫn đang từng ngày, từng giờ đổ xuống, điển hình như hạ lưu các sông Cầu, Nhuệ - Đáy, hệ thống sông Đồng Nai. Kết quả quan trắc CLN bị suy giảm qua các năm, các thông số ô nhiễm đều không đạt Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về CLN.

Toàn bộ lưu vực sông Đồng Nai có 114 khu công nghiệp, tuy nhiên mới chỉ có 79 khu công nghiệp có hệ thống xử lý nước thải, còn lại các khu công nghiệp đều xả nước thải trực tiếp ra sông Đồng Nai. Hiện tình trạng ô nhiễm nguồn nước sông Đồng Nai đang ở mức báo động (khoảng 30 tấn/ tháng chất thải gây ô nhiễm như dầu mỡ, chất thải hữu cơ, kim loại nặng đổ ra sông này) (Nhật Minh, 2014).

Sông La Ngà là một phụ lưu của lưu vực sông Đồng Nai, bắt nguồn từ cao nguyên Di Linh, Bảo Lộc (Lâm Đồng), có diện tích 4.010 km². Lưu vực sông gồm phần lớn diện tích huyện Bảo Lộc (Lâm Đồng), Tân Linh (Bình Thuận), Tân Phú, Định Quán (Đồng Nai). Quá trình phát triển kinh tế - xã hội trên phạm vi lưu vực đã đặt ra những vấn đề bức xúc đối với quản lý, khai thác và bảo vệ tài nguyên nước. Do vậy, việc đánh giá CLN trên lưu vực phục vụ công tác quản lý là rất cần thiết.

Có hai phương pháp đánh giá CLN là phương pháp lấy mẫu trực tiếp và sử dụng mô hình. Trong đó, lấy mẫu trực tiếp là phương pháp truyền thống nhằm xác

định giá trị các thông số vật lý, nồng độ các chất hóa học, sinh học và phóng xạ tại một vị trí cụ thể nào đó trong những khoảng cố định về thời gian, thể tích hay dòng chảy. Tuy nhiên, phương pháp này rất tốn kém về mặt thời gian, công sức và phạm vi lấy mẫu bị giới hạn. Việc sử dụng mô hình có thể khắc phục được các hạn chế của phương pháp truyền thống, không những cho phép mô phỏng dòng chảy và đánh giá CLN trên toàn bộ lưu vực một cách liên tục theo không gian và thời gian mà còn tiết kiệm thời gian và công sức.

Mô hình đánh giá đất và nước SWAT (Soil and Water Assessment Tool) là mô hình mô phỏng tài nguyên nước lưu vực sông. Mô hình có hai mô đun chính là mô phỏng dòng chảy từ mưa, các đặc trưng vật lý và mô phỏng CLN trên lưu vực. Kết quả mô phỏng này có thể trợ giúp trong đánh giá CLN lưu vực sông La Ngà.

Xuất phát từ những lý do trên, đề tài “Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá chất lượng nước lưu vực sông La Ngà” đã được thực hiện.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu tổng quát của đề tài là: Ứng dụng mô hình SWAT mô phỏng, đánh giá CLN cung cấp thông tin hỗ trợ công tác quản lý tài nguyên nước mặt bền vững nhằm phục vụ phát triển kinh tế - xã hội trên LVSLN. Mục tiêu cụ thể là:

- Thiết lập, chạy mô hình SWAT cho LVSLN.
- Mô phỏng, đánh giá độ chính xác của kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy và CLN trên LVSLN.
- Khảo sát mối quan hệ giữa LLDC và CLN.
- So sánh, đánh giá các thông số CLN lưu vực với Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về CLN (QCVN 08:2008/BTNMT) do Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành.

1.3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

1.3.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là CLN lưu vực sông (các thông số, quá trình lan truyền chất trong nước).

1.3.2. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu được giới hạn trong LVSLN thuộc địa bàn huyện Bảo Lộc (Lâm Đồng), Tân Linh (Bình Thuận), Tân Phú, Định Quán (Đồng Nai).

CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Giới thiệu về chất lượng nước

2.1.1. Các khái niệm

a, Chất lượng nước

CLN đề cập đến tính chất hóa học, vật lý và sinh học của nước. Nó là thước đo tình trạng của nước liên quan đến các yêu cầu của một hoặc nhiều loài sinh vật, hay cho bất kỳ nhu cầu và mục đích sử dụng nào của con người. Đánh giá CLN thường dựa vào các chỉ tiêu liên quan đến sức khỏe của con người và hệ sinh thái.

b, Đánh giá chất lượng nước

Là toàn bộ quá trình đánh giá tính chất vật lý, hóa học và sinh học của nước liên quan đến CLN tự nhiên, mục đích sử dụng nước và tác động của con người. Đặc biệt, việc sử dụng nước có thể ảnh hưởng đến sức khỏe của con người và thủy sinh. Đánh giá CLN bao gồm cả quá trình quan trắc CLN nhằm đánh giá tình trạng của nước, làm cơ sở cho việc xác định xu hướng và cung cấp thông tin phát hiện nguồn gây ô nhiễm. Trình tự đánh giá CLN bao gồm 3 hành động: quan trắc, đánh giá và quản lý. Đây là vòng khép kín, có mối quan hệ mật thiết với nhau và không thể tách rời.

2.1.2. Một số chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước

a, Oxy hòa tan (DO)

Oxy cần thiết cho tất cả các dạng sống dưới nước. Oxy hòa tan trong nước tự nhiên và nước thải tùy thuộc vào điều kiện hóa lý và hoạt động sinh học của các loại vi sinh vật. Việc xác định hàm lượng oxy hòa tan là phương tiện kiểm soát sự ô nhiễm do mọi hoạt động của con người và kiểm tra hậu quả của việc xử lý nước thải. Hàm lượng oxy hòa tan trong nước tự nhiên thay đổi theo thời gian, tùy thuộc vào nhiệt độ không khí, độ mặn, các hoạt động sinh học (ví dụ như quang hợp và hô hấp) và áp suất khí quyển.

Xác định nồng độ DO là một phần cơ bản của quy trình đánh giá CLN, bởi vì oxy có liên quan, hoặc ảnh hưởng đến gần như tất cả các quá trình sinh học, hóa học trong môi trường nước. Hàm lượng DO thấp nghĩa là nước có nhiều chất hữu cơ, làm giảm lượng oxy trong nước, dẫn đến nhu cầu oxy tăng. Nồng độ oxy hòa tan dưới 5

mg/l có thể ảnh hưởng xấu đến chức năng hoạt động và sự sống còn của quần thể sinh vật và nếu dưới 2 mg/l có thể dẫn đến cái chết của nhiều loài cá.

b, Chất rắn lơ lửng (TSS)

Chất rắn lơ lửng là các loại hạt nhỏ (hữu cơ hoặc vô cơ) trong nước thải, là chất rắn có thể lọc được. Khi vận tốc của dòng chảy giảm xuống (do nó chảy vào các hồ chứa lớn) phần lớn các chất rắn lơ lửng sẽ bị lắng xuống đáy hồ, những hạt không lắng được góp phần tạo thành độ đục của nước. Các chất rắn lơ lửng hữu cơ sẽ tiêu thụ oxy để phân hủy làm giảm DO của nguồn nước. Có thể loại bỏ TSS bằng keo tụ tạo bông, lọc.

c, Chất rắn hòa tan (TDS)

TDS là chất rắn không thể lọc được gồm muối carbonat, bicarbonat, clorua, sunfat, phosphat và nitrat. Có thể loại bỏ TDS bằng phương pháp trao đổi ion, kết tủa, lọc ngược. Trong những sự thay đổi về mặt môi trường, cơ thể con người có thể thích nghi ở một giới hạn. Với nhiều người khi phải thay đổi chỗ ở, hoặc đi đây đó khi sử dụng nước có hàm lượng chất rắn hòa tan cao thường bị chứng nhuận tràng cấp tính. Tuy nhiên đối với cư dân địa phương, trường hợp trên không gây một phản ứng nào trên cơ thể. Trong ngành cấp nước, hàm lượng chất rắn hòa tan được khuyến cáo nên giữ thấp hơn 500 mg/l và giới hạn tối đa chấp nhận cũng chỉ đến 1.000 mg/l.

d, Nitrit (NO_2^-)

Nitrit là một giai đoạn trung gian trong chu trình đạm hóa do sự phân hủy các chất đạm hữu cơ. Vì có sự chuyển hóa giữa nồng độ các dạng khác nhau của nitơ nên các vết nitrit được sử dụng để đánh giá sự ô nhiễm hữu cơ. Ngoài ra nitrit còn được dùng trong ngành cấp nước như một chất chống ăn mòn. Tuy nhiên trong nước uống, nitrit không được vượt quá 0,1 mg/l.

e, Nitrat (NO_3^-)

Nitrat là sản phẩm cuối cùng của sự phân hủy các chất chứa nitơ có trong chất thải của người và động vật. Trong nước tự nhiên nồng độ nitrat thường nhỏ hơn 5 mg/l. Dưới ảnh hưởng của các chất thải công nghiệp, nước chảy tràn chứa phân bón từ các khu nông nghiệp, nồng độ của nitrat trong các nguồn nước có thể tăng cao, gây ảnh hưởng đến CLN sinh hoạt và nuôi trồng thủy sản. Trẻ em uống nước chứa nhiều nitrat có thể bị mắc hội chứng methemoglobin (hội chứng “trẻ xanh xao”). TCVN

5942-1995 quy định nồng độ tối đa của nitrat trong nguồn nước mặt dùng vào mục đích sinh hoạt là 10 mg/l (tính theo N) hoặc 15 mg/l cho các mục đích sử dụng khác. Nitrat là giai đoạn oxy hóa cao nhất trong chu trình của nitơ và là giai đoạn sau cùng trong tiến trình oxy hóa sinh học. Ở lớp nước mặt thường gặp nitrat ở dạng vết nhưng đôi khi trong nước ngầm mạch nông lại có hàm lượng cao. Nếu nước uống có quá nhiều nitrat thường gây bệnh huyết sắc tố ở trẻ em. Do đó trong nguồn nước cấp cho sinh hoạt, giới hạn nitrat không vượt quá 6 mg/l.

f, Ammonia (NH_4^+)

Ammonia là chất gây nhiễm độc cho nước. Sự hiện diện của ammonia (NH_4^+) trong nước mặt hoặc nước ngầm bắt nguồn từ hoạt động phân hủy hữu cơ do các vi sinh vật trong điều kiện yếm khí. Nó cũng được hình thành bởi một số quá trình công nghiệp (ví dụ: việc sản xuất giấy hoặc bột giấy dựa trên ammonia) và là thành phần của chất thải sinh hoạt, hoạt động sản xuất nông nghiệp (phân bón, nước thải chăn nuôi,...).

g, Phosphat (PO_4^{3-})

Cũng như nitrat, phosphat là chất dinh dưỡng cần cho sự phát triển của thực vật thủy sinh. Nồng độ phosphat trong các nguồn nước không ô nhiễm thường nhỏ hơn 0,01 mg/l. Đối với đoạn sông bị ô nhiễm do nước thải đô thị, nước thải công nghiệp hoặc nước chảy tràn từ đồng ruộng chứa nhiều loại phân bón, nồng độ phosphat có thể lên đến 0,5 mg/l. Phosphat không thuộc loại hóa chất độc hại đối với con người, do đó nhiều tiêu chuẩn CLN không quy định nồng độ tối đa cho phosphat. Mặc dù không độc hại đối với người, song khi có mặt trong nước ở nồng độ tương đối lớn, cùng với nitơ, phosphat sẽ gây ra hiện tượng phú dưỡng. Phú dưỡng chỉ tình trạng của một hồ nước đang có sự phát triển mạnh của tảo. Mặc dầu tảo phát triển mạnh trong điều kiện phú dưỡng có thể hỗ trợ cho chuỗi thức ăn trong hệ sinh thái nước, nhưng sự phát triển bùng nổ của tảo sẽ gây ra những hậu quả làm suy giảm mạnh CLN. Hiện tượng phú dưỡng thường xảy ra với các hồ, hoặc các vùng nước ít lưu thông. Khi mới hình thành, các hồ đều ở tình trạng nghèo chất dinh dưỡng, nước hồ thường khá trong. Sau một thời gian, do sự xâm nhập của các chất dinh dưỡng từ nước chảy tràn, sự phát triển và phân hủy của sinh vật thủy sinh, hồ bắt đầu tích tụ một lượng lớn các chất hữu cơ. Lúc đó bắt đầu xảy ra hiện tượng phú dưỡng với sự phát triển bùng nổ của tảo, nước hồ trở

nên có màu xanh, một lượng lớn bùn lắng được tạo thành do xác chết của tảo. Dần dần, hồ sẽ trở thành vùng đầm lầy và cuối cùng là vùng đất khô, cuộc sống của động vật thủy sinh trong hồ bị ngừng trệ. Trong thiên nhiên phosphat được xem là sản phẩm của quá trình lân hóa và thường gặp dưới dạng vết đối với nước thiên nhiên. Khi hàm lượng phosphat tăng sẽ là một yếu tố giúp rong rêu phát triển.

h, Nhu cầu oxy hóa học (COD)

Nhu cầu oxy hóa học (COD) là lượng oxy tương đương của các cấu trúc hữu cơ trong mẫu nước bị oxy hóa bởi tác nhân hóa học có tính oxy hóa mạnh. Đây là một phương pháp xác định vừa nhanh chóng vừa quan trọng để khảo sát các thông số của dòng nước và nước thải công nghiệp, đặc biệt trong các công trình xử lý nước thải. Phương pháp này không cần chất xúc tác nhưng nhược điểm là không có tính bao quát đối với các hợp chất hữu cơ (ví dụ axit axetic) mà trên phương diện sinh học thực sự có ích cho nhiều loại vi sinh vật trong nước. Trong khi đó nó lại có khả năng oxy hóa vài loại chất hữu cơ khác nhau như cellulozo mà những chất này không góp phần làm thay đổi lượng oxy trong dòng nước nhận ở thời điểm hiện tại.

i, Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD)

BOD là lượng oxy cần thiết phải cung cấp để vi sinh vật phân hủy các chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học trong điều kiện hiếu khí. Nhu cầu oxy sinh hóa (BOD) được xác định dựa trên kinh nghiệm phân tích tiến hành tại nhiều phòng thí nghiệm, trong việc tìm sự liên hệ giữa nhu cầu oxy đối với hoạt động sinh học hiếu khí trong nước thải hoặc dòng chảy bị ô nhiễm. Số liệu BOD được ứng dụng trong việc đánh giá tính chất nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp. Đây là chỉ tiêu duy nhất xác định lượng chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học và đánh giá khả năng tự làm sạch của nguồn nước.

2.1.3. Nguồn gây ô nhiễm nước

a, Ô nhiễm tự nhiên

Ô nhiễm tự nhiên là do mưa, tuyết tan, lũ lụt, gió bão... hoặc do các sản phẩm hoạt động sống của sinh vật, kể cả xác chết của chúng.

- Cây cối, sinh vật chết đi, chúng bị vi sinh vật phân hủy thành chất hữu cơ. Một phần sẽ ngấm vào lòng đất, sau đó ăn sâu vào nước ngầm, gây ô nhiễm hoặc theo dòng nước ngầm hòa vào dòng lớn.

- Lụt lội có thể làm nước mất sự trong sạch, khuấy động những chất dơ trong hệ thống cống rãnh, mang theo nhiều chất thải độc hại từ nơi đổ rác, và cuốn theo các loại hoá chất trước đây đã được cất giữ.
- Nước lụt có thể bị ô nhiễm do hoá chất dùng trong nông nghiệp, kỹ nghệ hoặc do các tác nhân độc hại ở các khu phế thải.

Ô nhiễm nước do các yếu tố tự nhiên (núi lửa, xói mòn, bão, lụt,...) có thể rất nghiêm trọng, nhưng không thường xuyên, và không phải là nguyên nhân chính gây suy thoái CLN toàn cầu.

b, Ô nhiễm nhân tạo

• Từ sinh hoạt

Nước thải sinh hoạt là nước thải phát sinh từ các hộ gia đình, bệnh viện, khách sạn, cơ quan trường học, chứa các chất thải trong quá trình sinh hoạt, vệ sinh của con người. Thành phần cơ bản của nước thải sinh hoạt là các chất hữu cơ dễ bị phân hủy sinh học (cacbonhydrat, protein, dầu mỡ), chất dinh dưỡng (phốt pho, nito), chất rắn và vi khuẩn. Tùy theo mức sống và lối sống mà lượng nước thải cũng như tải lượng các chất có trong nước thải của mỗi người trong một ngày là khác nhau. Nhìn chung mức sống càng cao thì lượng nước thải và tải lượng thải càng cao.

Ở nhiều vùng, phân người và nước thải sinh hoạt không được xử lý mà quay trở lại vòng tuần hoàn của nước. Do đó bệnh tật có điều kiện dễ lây lan và gây ô nhiễm môi trường. Nước thải không được xử lý chảy vào sông rạch và ao hồ gây thiếu hụt oxy làm cho nhiều loại động vật và cây cỏ không thể tồn tại.

Theo báo cáo của Sở Khoa học Công nghệ và Môi trường TP.HCM (22/10/2002) trung bình mỗi ngày sông Đồng Nai và Sài Gòn phải hứng chịu trên 852.000 m³ lượng ô nhiễm từ nước thải sinh hoạt với hàm lượng DO thấp và COD quá cao.

• Từ các hoạt động công nghiệp

Nước thải công nghiệp là nước thải từ các cơ sở sản xuất công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp, giao thông vận tải. Khác với nước thải sinh hoạt hay nước thải đô thị, nước thải công nghiệp không có thành phần cơ bản giống nhau, mà phụ thuộc vào ngành sản xuất công nghiệp cụ thể. Ví dụ: nước thải của các xí nghiệp chế biến thực

phẩm thường chứa lượng lớn các chất hữu cơ; nước thải của các xí nghiệp thuộc da ngoài các chất hữu cơ còn có các kim loại nặng, sulfua,...

Điều nguy hiểm hơn là trong số các cơ sở sản xuất công nghiệp, các khu chế xuất đa phần chưa có trạm xử lý nước thải, khí thải và hệ thống cơ sở hạ tầng đáp ứng yêu cầu bảo vệ môi trường.

- **Từ y tế**

Nước thải bệnh viện bao gồm nước thải từ các phòng phẫu thuật, phòng xét nghiệm, phòng thí nghiệm, nhà vệ sinh, khu giặt là, rửa thực phẩm, bát đĩa, vệ sinh phòng... cũng có thể từ các hoạt động sinh hoạt của bệnh nhân, người nuôi bệnh và cán bộ công nhân viên làm việc trong bệnh viện. Nước thải y tế có khả năng lan truyền rất mạnh các vi khuẩn gây bệnh, nhất là đối với nước thải được xả ra từ những bệnh viện hay những khoa truyền nhiễm, lây nhiễm.

Đặc tính của nước thải bệnh viện ngoài những yếu tố ô nhiễm thông thường như chất hữu cơ, dầu mỡ động thực vật, vi khuẩn, còn có những chất bản khoáng và hữu cơ đặc thù như các phế phẩm thuốc, các chất khử trùng, các dung môi hóa học, dư lượng thuốc kháng sinh, các đồng vị phóng xạ được sử dụng trong quá trình chẩn đoán và điều trị bệnh. Việc sử dụng rộng rãi các chất tẩy rửa (chất hoạt động bề mặt) ở xưởng giặt của bệnh viện cũng tạo nguy cơ làm xấu đi mức độ hoạt động của công trình xử lý nước thải bệnh viện.

Sau khi hòa vào hệ thống nước thải sinh hoạt, những mầm bệnh này chu du khắp nơi, xâm nhập vào các loại thủy sản, vật nuôi, cây trồng, nhất là rau thủy canh và trở lại với con người. Việc tiếp xúc gần với nguồn ô nhiễm còn làm tăng nguy cơ ung thư và các bệnh hiểm nghèo khác cho người dân.

- **Từ hoạt động sản xuất nông nghiệp**

Chất thải từ hoạt động chăn nuôi gia súc như phân, nước tiểu gia súc, thức ăn thừa không qua xử lý đưa vào môi trường và các hoạt động sản xuất nông nghiệp sử dụng thuốc trừ sâu, phân bón từ các ruộng lúa, vườn cây, rau chứa các chất hóa học độc hại có thể gây ô nhiễm nguồn nước ngầm và nước mặt.

- **Từ hoạt động sản xuất thủy hải sản**

Nguyên nhân là do thức ăn, nước trong hồ, ao nuôi lâu ngày bị phân hủy không được xử lý tốt mà xả ra sông suối, biển gây ô nhiễm nguồn nước. Các chất thải nuôi

trồng thủy sản là nguồn thức ăn dư thừa thối rữa bị phân hủy, các chất tồn dư sử dụng như hóa chất và thuốc kháng sinh, vôi và các loại khoáng chất. Bên cạnh đó, các xường chế biến mỗi ngày chế biến hàng tấn thủy hải sản đã thải ra môi trường lượng nước thải, bao gồm cả hóa chất, chất bảo quản.

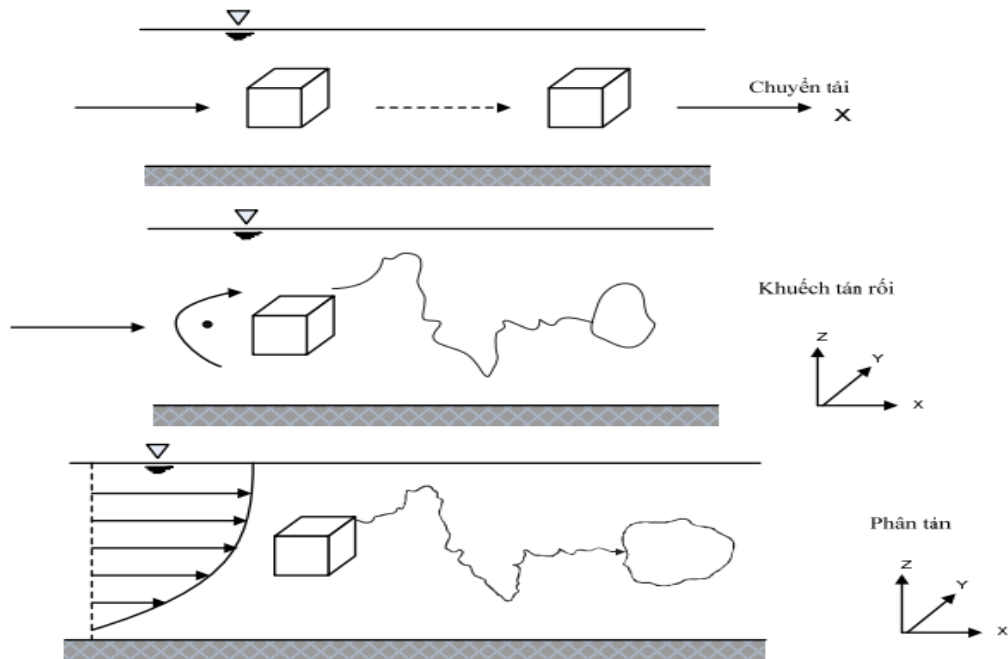
2.1.4. Hiện tượng lan truyền chất trong môi trường nước

Độc chất, ở nồng độ thấp trong nước tự nhiên, tồn tại ở dạng pha hòa tan và pha hấp phụ. Các chất hòa tan được lan truyền bởi sự di chuyển dòng nước với rất ít hoặc không có sự trượt liên quan tới nước. Chúng hoàn toàn được gia nhập vào trong dòng và di chuyển ở vận tốc nước. Tương tự, những hóa chất được hấp phụ vào vật liệu keo hoặc chất rắn lơ lửng mịn về cơ bản được nạp vào dòng nước, nhưng chúng có thể trải qua những quá trình lan truyền bổ sung như: đóng cặn và lắng hoặc cọ xát tái thể rắn. Những quá trình này có thể làm chậm đi sự di chuyển của các chất hấp phụ so với sự di chuyển nguồn nước. Do vậy để xác định hành vi của các chất hữu cơ độc hại, chúng ta phải biết cả sự di chuyển nguồn nước và sự vận chuyển của trầm tích huyền phù.

Sự lan truyền hóa chất độc trong nước chủ yếu dựa vào hai hiện tượng: chuyển tải và phân tán. Chuyển tải là sự di chuyển của chất hòa tan hay chất vật liệu hạt rất mịn ở một vận tốc dòng theo một trong 3 hướng (dọc, ngang, thẳng đứng). Sự phân tán liên quan đến quá trình trong đó các chất này hòa trộn với nhau trong cột nước. Sự phân tán cũng diễn ra theo cả ba hướng như quá trình chuyển tải. Một biểu đồ về sự chuyển tải, khuếch tán rối, và phân tán trong một dòng chảy được thể hiện bởi Hình 2-1.

Hình 2-1 thể hiện:

- (1) chuyển tải, sự di chuyển của chất hoà tan hay hạt mịn theo dòng chảy;
- (2) sự khuếch tán rối, sự lan tỏa của chất hoà tan do mạch động xoáy (eddy fluctuations);
- (3) sự phân tán, sự lan tỏa của chất hoà tan do mạch động xoáy (eddy fluctuations) trong một trường gradient vận tốc vĩ mô.



Hình 2-1. Các quá trình lan truyền

(Bùi Tá Long, 2008)

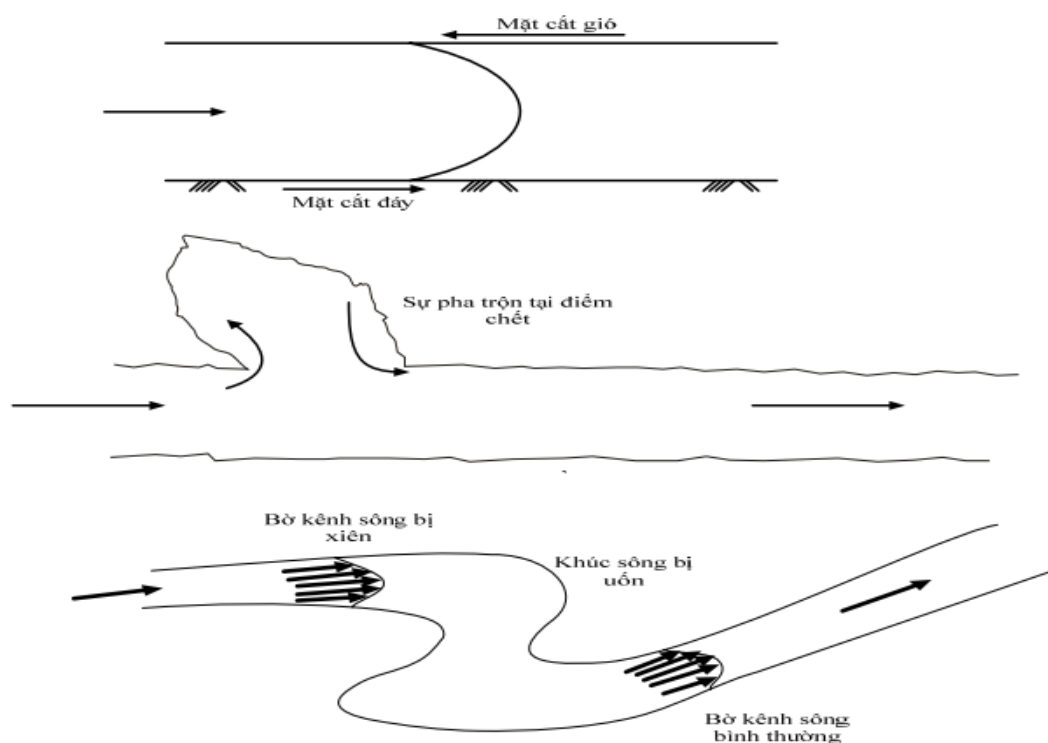
Ba quá trình góp phần hòa trộn gồm:

Khuếch tán phân tử (Molecular diffusion): Khuếch tán phân tử là sự hòa trộn của các hóa chất hòa tan do chuyển động ngẫu nhiên của phân tử trong chất lưu. Nó được gây nên bởi năng lượng động lượng do sự chuyển động lắc (vibrational motion), tròn quay (rotational motion), tịnh tiến của phân tử (translational motion). Về bản chất, khuếch tán phân tử tương tự như tăng entropy ở nơi mà các chất hòa tan di chuyển từ nơi nồng độ cao đến nơi nồng độ thấp theo luật khuếch tán của Fick. Đây là một hiện tượng cực kì chậm, nó có thể kéo dài 10 ngày cho 1 mg L^{-1} (L – độ dài, m) chất hòa tan khuếch tán qua 10 cm cột nước cho một lần lan truyền của các chất hòa tan trong nước tự nhiên ngoại trừ sự liên quan tới lan truyền qua lớp màng mỏng và mờ tại bề mặt tiếp xúc khí – nước hoặc vận chuyển qua nước chứa cặn.

Khuếch tán rối (turbulent diffusion): khuếch tán rối hay xáo động (turbulent or eddy diffusion) có nghĩa là sự hòa trộn của các chất hòa tan và hạt mịn do sự rối trong phạm vi vi mô. Đây là một quá trình tải ở mức độ vi mô do mạch động xoáy trong dòng chảy rối. Lực dịch chuyển trong khối nước đủ để tạo ra sự pha trộn này. Sự khuếch tán rối có bậc lớn hơn sự khuếch tán phân tử và đây là một yếu tố tạo nên sự

phân tán. Sự khuếch tán rồi có thể diễn ra ở tất cả ba hướng nhưng thường là không đẳng hướng.

Phân tán (dispersion): sự tương tác giữa khuếch tán rồi với gradian vận tốc do lực cắt trong khối nước một sự xáo trộn có bậc lớn hơn gọi là phân tán. Sự lan truyền độc chất trong dòng chảy và sông diễn ra chủ yếu là do sự chuyển tải, tuy nhiên sự lan truyền trong hồ và vùng cửa sông diễn ra do sự phân tán. Các gradian vận tốc được tạo bởi lực cắt tại biên các khối nước, ví dụ như mặt cắt theo phương đứng của vận tốc gió tại nơi phân cách giữa nước – không khí, mặt cắt đứng và ngang do ứng suất cắt nơi tiếp xúc giữa nước và trầm tích và phân cách nước – bờ. Ngoài ra, gradian vận tốc có thể phát triển trong khối nước do hình thái học và tính quanh co của kênh nước hoặc đường uốn quanh co của con suối. Các dòng thứ cấp phát triển trong dòng chảy và kênh sông là nguyên nhân cho mức độ hòa trộn lớn. Hình 2-2 thể hiện dòng xoắn ốc hình thành từ hình thái học trong các kênh sông.



Hình 2-2. Sơ đồ biểu diễn gradian vận tốc khác nhau do ứng suất cắt tại nơi phân cách nước- không khí, đáy- nước, bờ- nước

(Bùi Tá Long, 2008)

2.2. Phương pháp mô phỏng, đánh giá chất lượng nước

2.2.1. Lấy mẫu trực tiếp

Khi muốn xác định đặc tính một lượng nước lớn, cạn đáy hoặc bùn, thường không thể kiểm tra toàn bộ mà cần phải lấy mẫu.

- **Lấy mẫu định kỳ:** quá trình lấy mẫu theo những khoảng cố định, có thể là theo thời gian, theo thể tích hoặc theo dòng chảy.
- **Lấy mẫu theo khu vực:** quá trình lấy mẫu tại các điểm đã chọn trong một khu vực cụ thể trong khi các thông số khác vẫn được giữ ổn định ở mức tối đa (ví dụ thời gian, độ sâu).
- **Lấy mẫu sơ lược theo chiều sâu:** quá trình lấy mẫu ở các độ sâu đã chọn tại một vị trí cụ thể trong khi các thông số khác vẫn được giữ ổn định ở mức tối đa (ví dụ thời gian, dòng chảy).

Mục đích của việc thu mẫu và kiểm tra là nhằm xác định giá trị của các thông số vật lý, nồng độ các chất hóa học, sinh học và phóng xạ liên quan; đánh giá sự thay đổi liên tục của các đối tượng quan trắc theo không gian và thời gian, từ đó tuân thủ đúng chuẩn mực, tiêu chuẩn hoặc mục tiêu đã đề ra.

Phân định địa điểm lấy mẫu: tùy theo mục tiêu đề ra, mạng lưới lấy mẫu có thể là tùy ý từ một điểm riêng lẻ đến toàn bộ vùng lưu vực sông. Một mạng lưới cơ bản trên sông có thể bao gồm các điểm lấy mẫu ở giới hạn vùng triều, nhánh sông chính và đường cống thải chính hoặc đường nước thải công nghiệp. Khi thiết kế mạng lưới lấy mẫu kiểm tra chất lượng, thông thường cần xét đến việc đo lưu lượng dòng chảy tại những vị trí then chốt.

2.2.2. Mô hình toán

Hiện nay, với sự phát triển của công nghệ thông tin cũng như khoa học kỹ thuật nói chung, các mô hình toán ứng dụng ngày càng được phát triển nhanh. Các mô hình toán với các ưu điểm như cho kết quả tính toán nhanh, giá thành rẻ, dễ dàng thay đổi các kịch bản bài toán, v.v... đang trở thành một công cụ mạnh, phục vụ đắc lực trong nhiều lĩnh vực, trong đó có lĩnh vực quản lý tài nguyên và môi trường. Lựa chọn mô hình là khâu đầu tiên rất quan trọng trong phương pháp mô hình toán, nó phụ thuộc vào yêu cầu công việc, điều kiện về tài liệu cũng như tiềm năng tài chính và nguồn nhân lực sẵn có. Tùy thuộc vào đối tượng và mục đích nghiên cứu, việc áp dụng các

loại mô hình tính toán cũng khác nhau. Có thể liệt kê một số mô hình thường được áp dụng để đánh giá CLN trên thế giới.

Mô hình WASP7 (Water Quality Analysis Simulation Program 7) là mô hình được xây dựng dựa trên mô hình WASP trước đó (Mô hình này được xây dựng bởi Di Toro, 1983; Connolly and Winfield, 1984; Ambrose, R.B, 1988).

Mô hình AQUATOX là mô hình mô phỏng hệ sinh thái thủy sinh. Mô hình có thể dự báo quá trình suy tàn do nhiều loại chất gây ô nhiễm môi trường như dinh dưỡng, hóa học hữu cơ, và ảnh hưởng của chúng lên các hệ sinh thái, bao gồm các loài cá, động vật không xương sống và các loài thực vật thủy sinh.

Mô hình QUAL2K (hay Q2K) (River and Stream Water Quality Model) được nâng cấp từ mô hình trước đó là QUAL2E hay Q2E (Brown and Barnwell, 1987). Đây là mô hình mô phỏng CLN suối và sông một chiều với giả thuyết đoạn sông tính toán xáo trộn hoàn toàn (theo phương ngang và phương đứng).

DELFT 3D của Viện nghiên cứu thủy lực Hà Lan cho phép kết hợp giữa mô hình thủy lực 3 chiều với mô hình CLN. Ưu điểm của mô hình này là việc kết hợp giữa các mô-đun tính toán phức tạp để đưa ra những kết quả tính mô phỏng cho nhiều chất và nhiều quá trình tham gia.

SMS của Trung tâm nghiên cứu và phát triển kỹ thuật của quân đội Mỹ xây dựng cho phép kết hợp giữa mô hình thủy lực 1, 2 chiều với mô hình CLN, trong đó mô-đun RMA4 là mô hình số trị vận chuyển các yếu tố CLN phân bố đồng nhất theo độ sâu. Nó có thể tính toán sự tập trung của 6 thành phần bảo toàn hoặc không bảo toàn được tính toán theo lưới 1 chiều hoặc 2 chiều.

ECOHAM (phiên bản 1 và 2) là mô hình số 3D kết hợp giữa mô-đun thủy lực với mô-đun sinh thái được phát triển bởi nhóm nghiên cứu của Trường đại học Hamburg (Đức). Mô hình chủ yếu tính toán dựa trên chu trình của các hợp phần của nitơ và phospho trong đó có tính đến cả thực vật và động vật phù du trong nước biển.

ECOSMO (ECOSystem MOdel) là mô hình cặp ba chiều thủy động lực băng biển-sinh địa hóa. Mô hình được phát triển dựa trên mô hình thủy động lực HAMSOM (HAMBurg shelf Ocean Model) đã được liên kết mô-đun động lực- nhiệt động lực băng-băng (Schrum và Backhaus, 1999) và mô-đun sinh học (Schrum, 2006).

BASINS của EPA nhằm trợ giúp đánh giá kiểm tra hệ thống dữ liệu thông tin môi trường, giúp các hệ thống phân tích môi trường và phân tích các phương án quản lý. Một điểm nổi bật của BASINS là đã đưa vào cách tiếp cận mới dựa trên nền tảng lưu vực sông, có kết hợp quản lý dữ liệu không gian thông qua hệ thống tin địa lý GIS.

Bộ phần mềm MIKE do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) phát triển và được thương mại hoá. Một đặc điểm mạnh của MIKE rất dễ sử dụng với các giao diện Windows, kết hợp chặt chẽ với GIS. MIKE tích hợp các mô-đun thủy lực (HD) và CLN (ECO Lab), bao gồm: thủy lực, truyền tải - khuếch tán CLN. MIKE là một mô hình với nhiều tính năng mạnh, khả năng ứng dụng rộng rãi cho nhiều dạng thủy vực khác nhau (Bùi Tá Long, 2008).

Trong nghiên cứu này, với mục tiêu mô phỏng và đánh giá chất lượng nước mặt lưu vực sông La Ngà, nghiên cứu đã lựa chọn mô hình SWAT, bởi nó đáp ứng được những tiêu chí sau:

- Cho phép mô tả bài toán là một chiều;
- Cho phép mô phỏng lưu lượng dòng chảy và CLN với độ chính xác khá cao và đã được kiểm nghiệm thực tế.
- Giao diện thân thiện, dễ sử dụng; có khả năng tích hợp với GIS.
- Đặc biệt, SWAT là mô hình miễn phí.

2.3. Hệ thống thông tin địa lý (GIS)

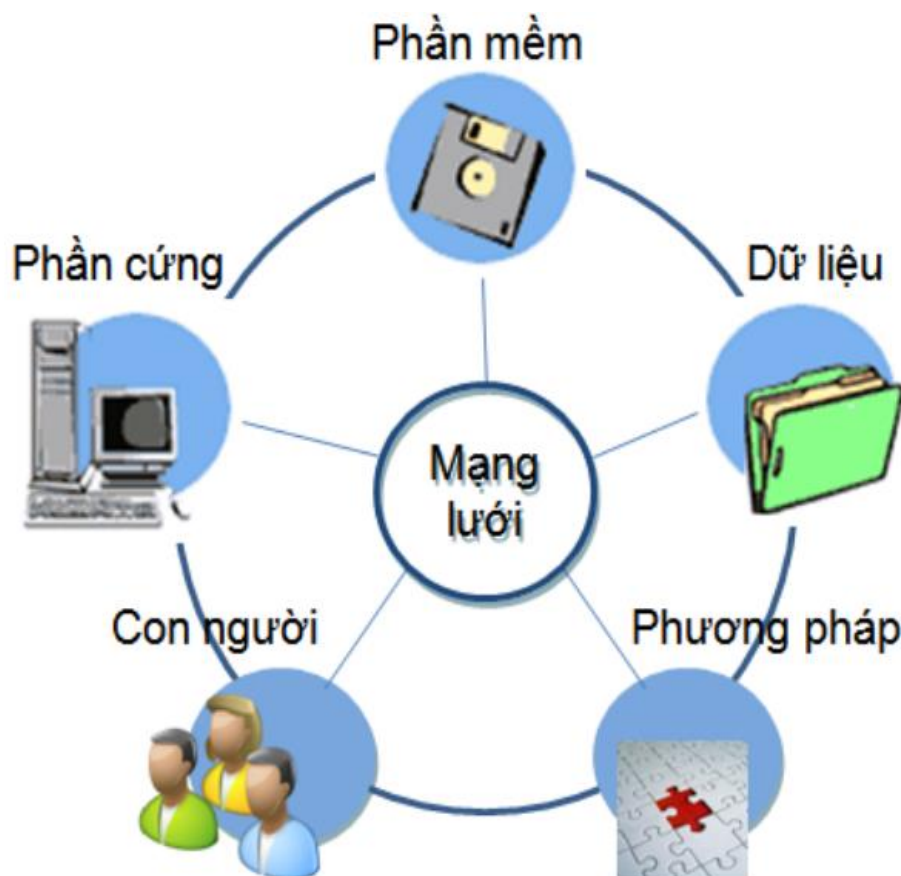
2.3.1. Định nghĩa GIS

Nguyễn Kim Lợi và ctv (2009) định nghĩa GIS như là “Một hệ thống thông tin mà nó sử dụng dữ liệu đầu vào, các thao tác phân tích, cơ sở dữ liệu đầu ra liên quan về mặt địa lý không gian, nhằm trợ giúp việc thu nhận, lưu trữ, quản lý, xử lý, phân tích và hiển thị các thông tin không gian từ thế giới thực để giải quyết các vấn đề tổng hợp từ thông tin cho các mục đích con người đặt ra, chẳng hạn như: hỗ trợ việc ra quyết định cho quy hoạch và quản lý sử dụng đất, tài nguyên thiên nhiên, môi trường, giao thông, dễ dàng trong việc quy hoạch phát triển đô thị và những việc lưu trữ dữ liệu hành chính”.

2.3.2. Thành phần của GIS

Theo Shahab Fazal (2008), GIS có 6 thành phần cơ bản (như Hình 2-3):

- **Phần cứng:** bao gồm hệ thống máy tính mà các phần mềm GIS chạy trên đó. Việc lựa chọn hệ thống máy tính có thể là máy tính cá nhân hay siêu máy tính. Các máy tính cần thiết phải có bộ vi xử lý đủ mạnh để chạy phần mềm và dung lượng bộ nhớ đủ để lưu trữ thông tin (dữ liệu).
- **Phần mềm:** phần mềm GIS cung cấp các chức năng và công cụ cần thiết để lưu trữ, phân tích và hiển thị dữ liệu không gian. Nhìn chung, tất cả các phần mềm GIS có thể đáp ứng được những yêu cầu này, nhưng giao diện của chúng có thể khác nhau.
- **Dữ liệu:** dữ liệu địa lý và dữ liệu thuộc tính liên quan là nền tảng của GIS. Dữ liệu này có thể được thu thập nội bộ hoặc mua từ một nhà cung cấp dữ liệu thương mại. Bản đồ số là hình thức dữ liệu đầu vào cơ bản cho GIS. Dữ liệu thuộc tính đi kèm đối tượng bản đồ cũng có thể được đính kèm với dữ liệu số. Một hệ thống GIS sẽ tích hợp dữ liệu không gian và các dữ liệu khác bằng cách sử dụng hệ quản trị cơ sở dữ liệu.
- **Phương pháp:** một hệ thống GIS vận hành theo một kế hoạch, đó là những mô hình và cách thức hoạt động đối với mỗi nhiệm vụ. Về cơ bản, nó bao gồm các phương pháp phân tích không gian cho một ứng dụng cụ thể. Ví dụ, trong thành lập bản đồ, có nhiều kỹ thuật khác nhau như tự động chuyển đổi từ raster sang vector hoặc vector hóa thủ công trên nền ảnh quét.
- **Con người:** người sử dụng GIS có thể là các chuyên gia kỹ thuật, đó là người thiết kế và thực hiện hệ thống GIS, hay có thể là người sử dụng GIS để hỗ trợ cho các công việc thường ngày. GIS giải quyết các vấn đề không gian theo thời gian thực. Con người lên kế hoạch, thực hiện và vận hành GIS để đưa ra những kết luận, hỗ trợ cho việc ra quyết định.
- **Mạng lưới:** với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ thông tin, ngày nay thành phần có lẽ cơ bản nhất trong GIS chính là mạng lưới. Nếu thiếu nó, không thể có bất cứ giao tiếp hay chia sẻ thông tin số. GIS ngày nay phụ thuộc chặt chẽ vào mạng internet, thu thập và chia sẻ một khối lượng lớn dữ liệu địa lý.



Hình 2-3. Sáu thành phần cơ bản của GIS

(Phỏng theo Shahab Fazal, 2008)

2.3.3. Chức năng của GIS

GIS có 4 chức năng cơ bản (Basanta Shrestha et al., 2001), đó là:

- **Thu thập dữ liệu:** dữ liệu được sử dụng trong GIS đến từ nhiều nguồn khác nhau, có nhiều dạng và được lưu trữ theo nhiều cách khác nhau. GIS cung cấp công cụ để tích hợp dữ liệu thành một định dạng chung để so sánh và phân tích. Nguồn dữ liệu chính bao gồm số hóa thủ công/ quét ảnh hàng không, bản đồ giấy và dữ liệu số có sẵn. Ảnh vệ tinh và Hệ thống Định vị Toàn cầu (GPS) cũng là nguồn dữ liệu đầu vào.
- **Quản lý dữ liệu:** sau khi dữ liệu được thu thập và tích hợp, GIS cung cấp chức năng lưu trữ và duy trì dữ liệu. Hệ thống quản lý dữ liệu hiệu quả phải đảm bảo các điều kiện về an toàn dữ liệu, toàn vẹn dữ liệu, lưu trữ và trích xuất dữ liệu, thao tác dữ liệu.

- **Phân tích không gian:** đây là chức năng quan trọng nhất của GIS làm cho nó khác với các hệ thống khác. Phân tích không gian cung cấp các chức năng như nội suy không gian, tạo vùng đệm, chồng lớp.
- **Hiển thị kết quả:** một trong những khía cạnh nổi bật của GIS là có nhiều cách hiển thị thông tin khác nhau. Phương pháp truyền thống bằng bảng biểu và đồ thị được bổ sung với bản đồ và ảnh ba chiều. Hiển thị trực quan là một trong những khả năng đáng chú ý nhất của GIS, cho phép người sử dụng tương tác hữu hiệu với dữ liệu.

2.4. Mô hình SWAT

2.4.1. Tổng quan về mô hình SWAT

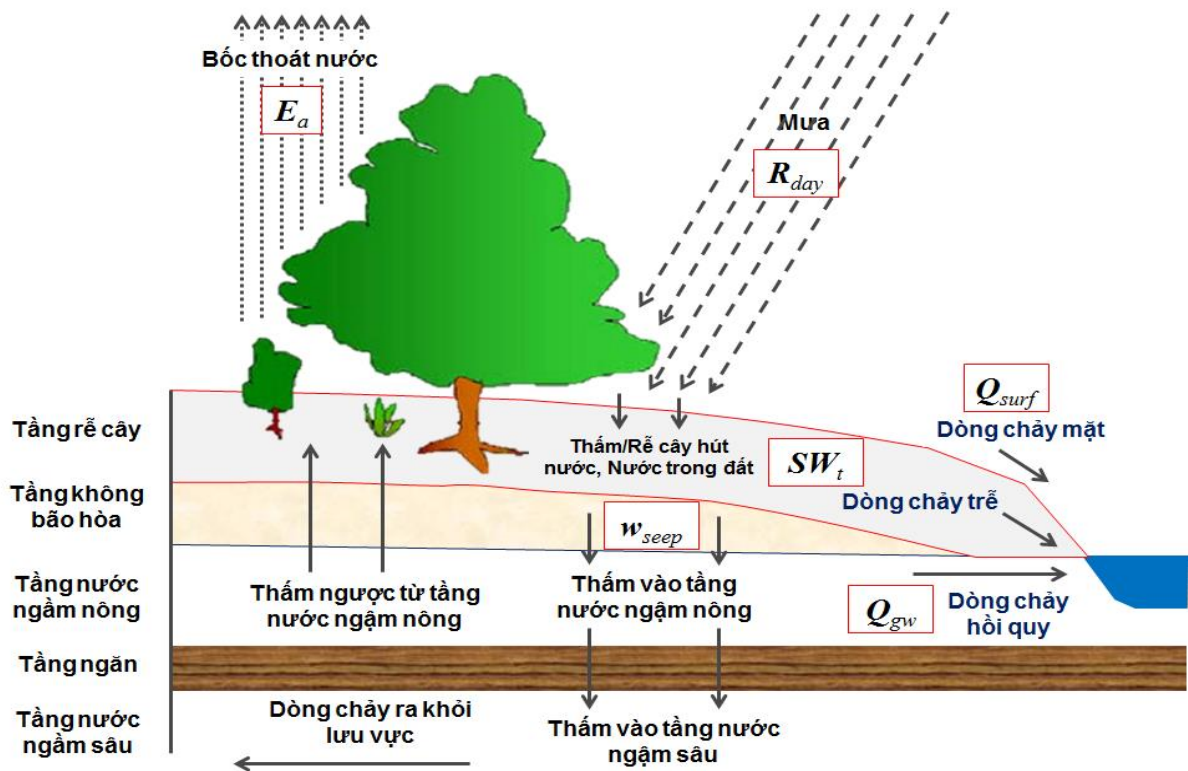
SWAT (Soil and Water Assessment Tool) là công cụ đánh giá nước và đất được xây dựng bởi tiến sĩ Jeff Arnold ở Trung tâm Phục vụ Nghiên cứu Nông nghiệp (ARS-Agricultural Research Service) thuộc Bộ Nông nghiệp Hoa Kỳ (USDA- United States Department of Agriculture) và giáo sư Srinivasan thuộc Đại học Texas A&M, Hoa Kỳ.

SWAT cho phép mô hình hóa nhiều quá trình vật lý trên cùng một lưu vực. Mô hình được xây dựng để mô phỏng ảnh hưởng của việc quản lý sử dụng nguồn tài nguyên đất của đến nguồn nước, sự bồi lắng và lượng hóa chất sinh ra từ mất rừng và hoạt động nông nghiệp trên những lưu vực rộng lớn và phức tạp trong khoảng thời gian dài. Mặc dù được xây dựng trên nền các quan hệ thể hiện bản chất vật lý của hiện tượng tự nhiên với việc sử dụng các phương trình tương quan, hồi qui để mô tả mối quan hệ giữa thông số đầu vào (Sử dụng đất/thảm thực vật, đất, địa hình và khí hậu) và thông số đầu ra (lưu lượng dòng chảy, bồi lắng, ...), SWAT còn yêu cầu các số liệu về thời tiết, sử dụng đất, địa hình, thực vật và tình hình quản lý tài nguyên đất trong lưu vực.

2.4.2. Nguyên lý mô hình SWAT

Mô hình thủy học trong lưu vực được phân chia thành hai nhóm chính (Susan L.N. et al., 2009):

Pha đất của chu trình thủy văn (như Hình 2-4): kiểm soát lượng nước, phù sa, dinh dưỡng và thuốc trừ sâu được đưa từ trong mỗi tiểu lưu vực ra sông chính.



Hình 2-4. Sơ đồ chu trình thủy văn trong pha đất

(phỏng theo Susan L.N. et al., 2009)

SWAT mô hình hóa chu trình nước dựa trên cơ sở phương trình cân bằng nước sau (Susan L.N. et al., 2009):

$$SW_t = SW_o + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - w_{seep} - Q_{gw})$$

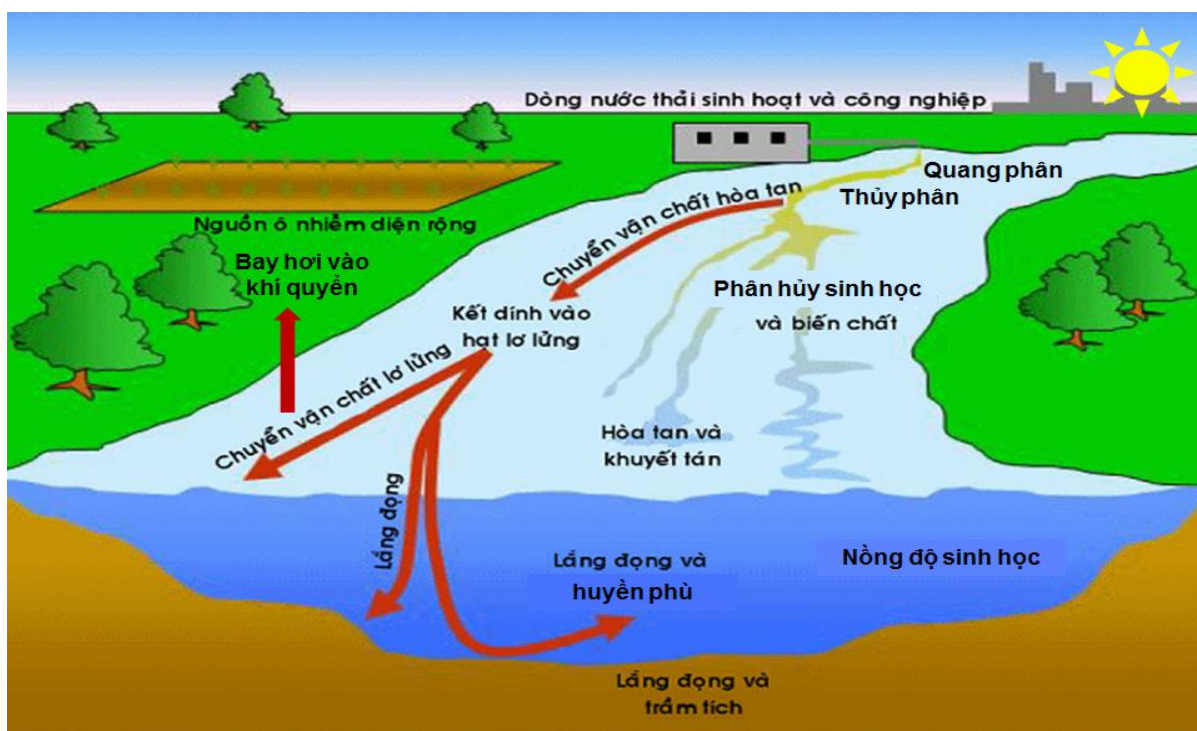
Trong đó,

- SW_t : lượng nước trong đất tại thời điểm t (mm H_2O)
- SW_o : lượng nước trong đất tại thời điểm ban đầu trong ngày thứ i (mm H_2O)
- t : thời gian (ngày)
- R_{day} : lượng nước mưa trong ngày thứ i (mm H_2O)
- Q_{surf} : lượng dòng chảy bề mặt trong ngày thứ i (mm H_2O)
- E_a : lượng nước bốc hơi trong ngày thứ i (mm H_2O)
- w_{seep} : lượng nước thấm vào vùng chưa bão hòa trong ngày thứ i (mm H_2O)
- Q_{gw} : lượng nước ngầm chảy ra sông trong ngày thứ i (mm H_2O)

Quá trình chia nhỏ lưu vực thành các tiểu lưu vực và HRUs làm cho việc mô tả cân bằng nước thêm độ chính xác và tốt hơn.

Các dữ liệu đầu vào và tiến trình liên quan đến pha đất của chu trình thủy văn bao gồm: khí hậu, thủy văn, thực phủ/ sự phát triển cây trồng, xói mòn, dưỡng chất, thuốc trừ sâu, quản lý.

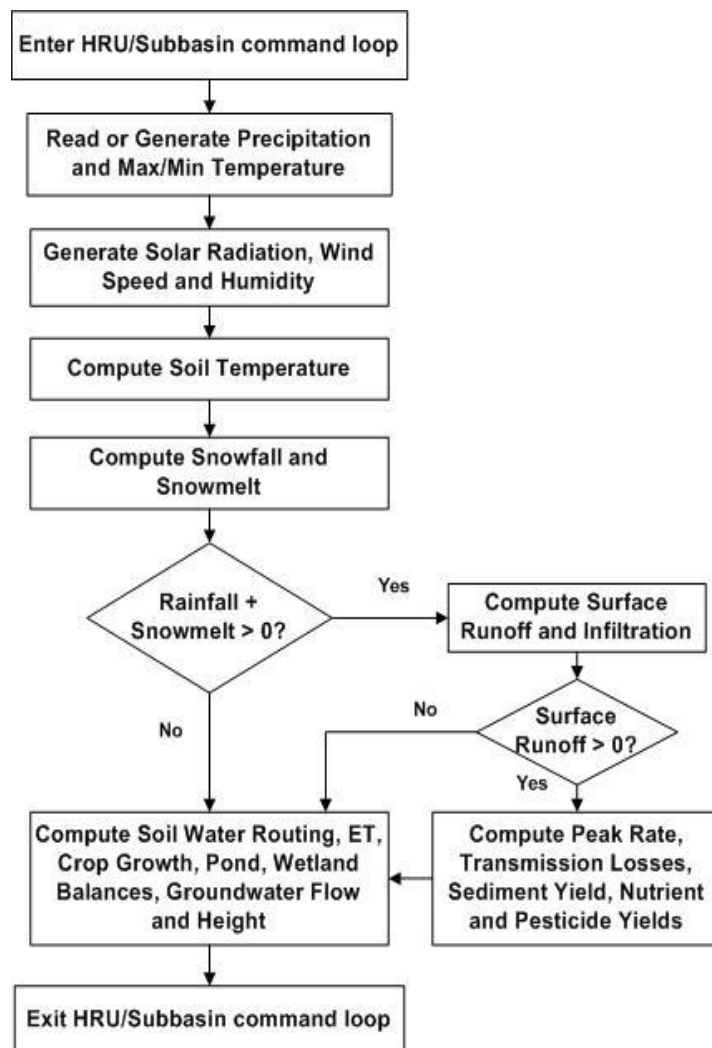
Pha nước của chu trình thủy văn (xem Hình 2-5): kiểm soát quá trình di chuyển của dòng nước, quá trình bồi lắng, v.v... diễn ra thông qua hệ thống sông ngòi của lưu vực đến cửa xả.



Hình 2-5. Sơ đồ các quá trình diễn ra trong dòng chảy

(phỏng theo Susan L.N. et al., 2009)

SWAT xác định quá trình di chuyển nước, phù sa, dưỡng chất và thuốc trừ sâu vào mạng lưới sông ngòi của lưu vực bằng cách sử dụng cấu trúc lệnh (Williams and Hann, 1972 trích dẫn trong Susan L.N. et al., 2009, p.20). Thêm vào đó, để thể hiện dòng di chuyển của hóa chất, SWAT mô phỏng sự biến đổi của hóa chất trong kênh, rạch và sông chính.



Hình 2-6. Vòng lặp HRU/tiểu lưu vực

(Phỏng theo Susan L.N. et al., 2009)

2.5. Tổng quan tình hình nghiên cứu

2.5.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

Nhìn chung, nghiên cứu phát triển và ứng dụng mô hình toán trong quản lý sử dụng hợp lý tài nguyên nước lưu vực sông là một trong những vấn đề đang được nhiều nhà khoa học và các tổ chức trên thế giới quan tâm, đặc biệt ở Mỹ, châu Âu, châu Úc. Nhiều nghiên cứu tập trung vào việc đánh giá lưu lượng dòng chảy và CLN của lưu vực sông dưới tác động của biến đổi sử dụng đất, biến đổi khí hậu,... với các mô hình được sử dụng như là MIKE, NAM, SWAT, QUAL2E, WASP5, CE-QUAL - RIV1...

Một số nghiên cứu điển hình như: các mô hình tăng cường CLN QUAL2E và QUAL2E-UNCAS (Brown, LC and TO Barnwell, Jr., 1987); Mô hình dòng chảy mặt và ngầm (Amild, JG, PM Allen, and G. Bemhardt, 1993); Sự kết hợp giữa mô hình

chất lượng lưu vực nhỏ với công cụ GIS (Srinivasan, R., and JG Arnold, 1994); Ảnh hưởng của biến đổi không gian lên mô hình của lưu vực (Mamillapalli, S., R. Srinivasan, JG Arnold, and BA Engel, 1996).

Ngoài ra, có rất nhiều công trình nghiên cứu đã sử dụng mô hình SWAT như ứng dụng GIS và mô hình SWAT điều tra các hiệu ứng thủy văn tại lưu vực sông Sanducky, Hoa Kỳ (Chen Qui, 2001); Đánh giá sự thay đổi sử dụng đất tại lưu vực sông Pinios ở Thesaly (Pikounis M. and Varanou E., 2003); Sử dụng mô hình SWAT để mô hình hóa CLN sông Raccoon, Hoa Kỳ (Manoj K jha, Jeffrey Arnod and Philip Gasman, 2006); Ứng dụng GIS và mô hình SWAT để phân tích và định lượng cân bằng nước cho lưu vực sông Kunthipuzha ở Kerala, Ấn Độ (Sathian K. and Syamala P., 2007).

2.5.2. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam

Hiện nay, có khá nhiều mô hình đánh giá CLN lưu vực sông đang được dùng nhiều như là NAM, SWAT, MIKE BASIN,... Sử dụng công cụ SWAT đã được các nhà nghiên cứu quan tâm trong những năm trở lại đây, nhiều đề tài nghiên cứu sử dụng công cụ này để đánh giá những tác động của con người và thiên nhiên đến lưu vực của một số sông lớn của Việt Nam, cụ thể là một số nghiên cứu sau:

- Nghiên cứu của Lương Hữu Dũng và ctv (2004): Ứng dụng mô hình SWAT và IQQM tính toán cân bằng nước lưu vực sông Cả. Kết quả tính toán qua các kịch bản sử dụng nước của mô hình được phân tích, tính toán để hỗ trợ nhà quản lý đưa ra quyết định nhằm khai thác hợp lý hơn nguồn tài nguyên nước sông Cả.
- Nghiên cứu của Nguyễn Kiên Dũng và Nguyễn Thị Bích (2005): Ứng dụng SWAT tính toán dòng chảy và bùn cát lưu vực sông Sê San. Nghiên cứu được tính toán dựa trên hai cơ sở chính là phương trình cân bằng nước và phương trình mất đất (MUSLE). Kết quả của nghiên cứu là khá chính xác, phù hợp với một số kịch bản khai thác trong lưu vực.
- Nhóm tác giả Nguyễn Kim Lợi và Nguyễn Hà Trang đã thành công trong việc ứng dụng mô hình SWAT đánh giá lưu lượng dòng chảy và bồi lắng tại lưu vực sông La Ngà (2008). Tuy nhiên, mô hình vẫn chưa được hiệu chỉnh, kiểm chứng.

- Nghiên cứu của Nguyễn Hà Trang (2009): Ứng dụng công nghệ GIS và mô hình SWAT đánh giá và dự báo CLN lưu vực sông Đồng Nai. Nghiên cứu này tích hợp được GIS và mô hình SWAT mô phỏng lưu lượng dòng chảy và đánh giá CLN lưu vực sông Đồng Nai, xác định một số nguyên nhân chính dẫn đến sự sai số khá lớn khi áp dụng mô hình SWAT vào thực tế. Tuy nhiên, nghiên cứu vẫn chưa đi sâu vào đối tượng nghiên cứu là CLN, chưa đề cập đến quá trình lan truyền chất trong nước.
- Nghiên cứu của Nguyễn Thanh Tuấn (2011): Ứng dụng công nghệ GIS và mô hình SWAT đánh giá CLN lưu vực hồ Dầu Tiếng. Nghiên cứu này cơ bản mô phỏng CLN, so sánh với các Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng nước mặt (QCVN 08:2008/BTNMT). Tuy nhiên, đề tài này còn nhiều hạn chế: dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu đều miễn phí, với độ phân giải thấp trên phạm vi toàn cầu nên độ chính xác trong mô hình không cao gây khó khăn cho công tác điều tra đánh giá và kết quả đầu ra chưa được kiểm nghiệm, hiệu chỉnh.
- Nghiên cứu của Trần Xuân Lộc (2012): Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá CLN lưu vực hồ Cầu Mới tỉnh Đồng Nai. Tác giả đã tìm được bộ thông số CLN cho mô hình SWAT đối với hồ Cầu Mới, kết quả tính toán theo mô hình cho thấy lượng bồi lắng tại hồ là 4.375 tấn. Tuy nhiên, đề tài chưa đánh giá tới mức độ áp dụng phân bón, thuốc trừ sâu, làm đất, quản lý chăm sóc, chăn nuôi,... Những yếu tố trên có thể là nguyên nhân ảnh hưởng đến các thông số CLN của hồ.

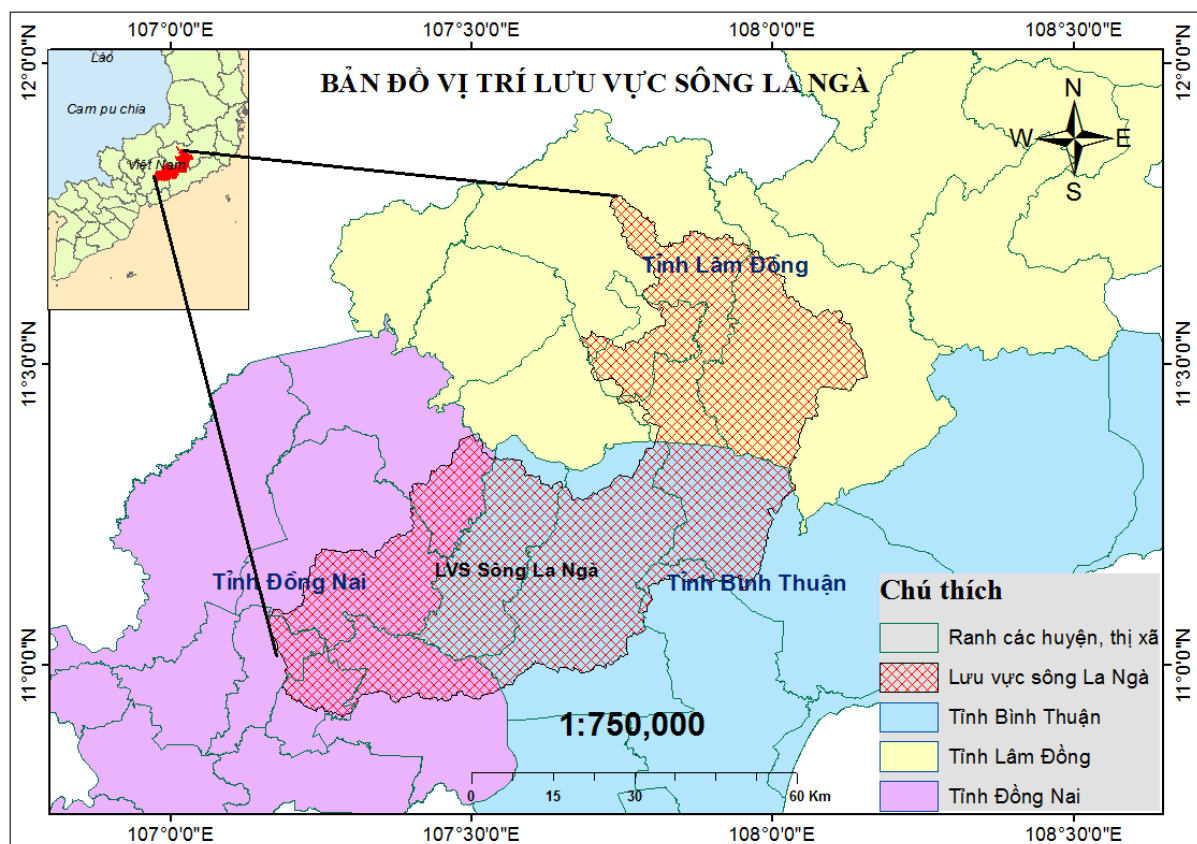
CHƯƠNG 3. ĐẶC ĐIỂM KHU VỰC NGHIÊN CỨU

3.1. Vị trí địa lý

Sông La Ngà là một phụ lưu của lưu vực sông Đồng Nai, bắt nguồn từ cao nguyên Di Linh, Lâm Đồng với diện tích 4.010 km². Phạm vi lưu vực trải dài trong khoảng tọa độ địa lý 107°9' đến 108°10' kinh độ Đông và 10°55' đến 11°47' vĩ độ Bắc, cách thành phố Hồ Chí Minh 180 km (tại Bảo Lộc).

Lưu vực sông La Ngà chảy qua các địa bàn:

- Bảo Lộc, Bảo Lâm và một phần Di Linh thuộc tỉnh Lâm Đồng.
- Tánh Linh, Đức Linh và một phần Hàm Thuận Bắc, Hàm Thuận Nam thuộc tỉnh Bình Thuận.
- Tân Phú, Định Quán, Xuân Lộc, Long Khánh và một phần Thống Nhất thuộc tỉnh Đồng Nai.



Hình 3-1. Bản đồ vị trí lưu vực sông La Ngà

3.2. Điều kiện tự nhiên

3.2.1. Địa hình

Do chịu nhiều biến động kiến tạo địa chất trong khu vực nên lưu vực sông La Ngà có địa hình rất phức tạp, bị phân cắt nhiều. Toàn lưu vực có thể chia 3 vùng mang đặc điểm địa hình và sắc thái khí hậu tương đối khác nhau.

a, Vùng thượng lưu

Từ thượng nguồn đến công trình Hàm Thuận có diện tích khoảng 1.280km², chiếm 31 % diện tích toàn lưu vực. Đây là vùng cao nguyên, đại bộ phận đất đai có cao độ từ (700-900) mét so với mực nước biển với địa hình đặc trưng là đồi bát úp và là vùng trọng điểm cây công nghiệp dài ngày trong lưu vực.

b, Vùng trung lưu

Từ công trình Hàm Thuận đến Tà Pao có diện tích khoảng 720km², chiếm 18 % diện tích toàn lưu vực, được xem là vùng trung lưu của lưu vực sông. Đây là vùng chuyển tiếp từ cao nguyên xuống đồng bằng trung du với địa hình đặc trưng là núi dốc, đất đai chủ yếu là rừng núi hiểm trở và là vùng thuận lợi bố trí các công trình khai thác thủy năng, thủy điện trong lưu vực.

c, Vùng hạ lưu

Vùng hạ lưu được tính từ sau Tà Pao có diện tích 2.100 km², chiếm khoảng 51 % diện tích toàn lưu vực với địa hình đặc trưng là dạng đồi lượn sóng và đồng bằng lòng chảo. Địa hình đồi lượn sóng phân bố chủ yếu ở huyện Tánh Linh, Đức Linh thuộc thượng lưu các suối Loăng Quăng, Gia Huynh có cao độ từ (120 - 150) mét và ở các huyện: Tân Phú, Định Quán, Long Khánh, Xuân Lộc, Thống Nhất có cao độ từ (80 -140) mét. Dạng địa hình đồng bằng lòng chảo phân bố chủ yếu dọc hai bên sông La Ngà từ Tà Pao đến Võ Đất có cao độ địa hình từ (105 - 120) mét. Vùng hạ lưu là vùng trọng điểm cây lương thực và cây công nghiệp ngắn ngày trong lưu vực.

3.2.2. Sông ngòi

Tương ứng với đặc điểm địa hình, sông ngòi lưu vực La Ngà cũng khá phức tạp và được phân làm 3 đoạn chảy trên ba vùng địa hình tương ứng khác nhau:

a, Đoạn thượng lưu

Sông được hình thành từ hai nhánh chính Đargna và Đariam bắt nguồn từ vùng núi cao Bảo Lộc và Di Linh có cao độ từ 1.300 m đến 1.600 m so với mực nước biển.

Hai nhánh này gặp nhau trên suối Đại Bình khoảng 4 km về thượng lưu, sau đó sông chảy qua vùng đồi bát úp theo hướng TB - ĐN. Trong đoạn sông này địa hình bị phân cắt nhiều nên có nhiều sông suối nhỏ đổ vào như:

- Trên nhánh Dariam: có suối DaTrouKee, BobLa, DarNeu và DakaNan
- Trên nhánh Dargna: có các suối DasreDong, DaNos, Darium, DakLong, DaNour, DanhRim.
- Sau hợp lưu Dargna và Dariam có suối Đại Bình, Da Trắng, DasRăng, DarBao, DaTo và DaTro.

Hầu hết các sông suối ở vùng này ngắn, nhiều nhánh, có độ dốc lớn.

b, Đoạn trung lưu

Sông được chuyển hướng từ TB - ĐN sang ĐB - TN chảy qua vùng núi dốc hiểm trở. Điểm nổi bật trên đoạn sông này là lòng sông dốc, gồ ghề có nhiều thác ghềnh, nước chảy xiết và thời gian tập trung nước nhanh. Các sông suối nhỏ đổ vào dòng chính đoạn trung lưu gồm suối Daprass, Dami bờ phải và Darpou, Darsas, Saloun bờ trái.

c, Đoạn hạ lưu

Sông chảy uốn khúc hình chữ S với trục chính theo hướng Đông - Tây. Đoạn sông này được chia ra hai phần:

- Phần đầu hạ lưu từ Tà Pao đến thác Võ Đất sông chảy qua vùng đồng bằng trũng dạng lòng chảo. Điểm nổi bật đoạn đầu hạ lưu sông chảy ngoằn ngoèo uốn khúc, hai bên bờ sông có nhiều khu trũng thấp, đầm lầy mùa lũ thường bị ngập úng tạo ra các khu chứa chậm lũ tự nhiên, điển hình nhất là khu chứa Biển Lạc.
- Phần cuối hạ lưu từ thác Võ Đất đến hợp lưu dòng chính sông Đồng Nai, sông chảy qua vùng đồi lượn sóng. Sông suối nhỏ ở hạ lưu cũng phát triển khá mạnh với các sông suối nhỏ chính bao gồm suối Các, Lăng Quăng, Gia Huynh, suối Rét, suối Tam Bung ở bờ trái và suối Lập Lài, Ráp Răng, DamRin, Daplon, DarHoll, DaChar, DarKaya, Trà My ở bờ phải.

Tóm lại, mạng lưới sông suối ở lưu vực La Ngà phát triển khá dày, nhất là ở thượng lưu. Lượng dòng chảy vào mùa mưa trên các sông suối rất dồi dào nhưng đến

mùa khô vào các tháng 2, 3, 4 lượng dòng chảy rất nhỏ. Trừ các sông suối lớn, hầu hết các suối nhỏ trong lưu vực, đặc biệt ở hạ lưu vào mùa khô không có nước.

3.2.3. Khí hậu

a, Mạng lưới quan trắc

Nhìn chung, mạng lưới trạm quan trắc các yếu tố khí tượng trên lưu vực sông La Ngà và vùng xung quanh khá nhiều. Tuy nhiên, hầu hết là trạm quan trắc lượng mưa, trạm quan trắc các yếu tố như nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí,... còn ít. Thời gian đo đạc của các trạm cũng không đồng bộ, gián đoạn và một số trạm không còn hoạt động. Do vậy, để đánh giá tổng quan các đặc trưng khí tượng trên lưu vực chỉ có một số trạm được lựa chọn dùng để tính toán.

b, Đặc điểm khí hậu

Nhìn chung toàn lưu vực chịu ảnh hưởng của chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa. Đặc trưng nổi bật ở đây cũng như trên toàn lưu vực sông Đồng Nai là sự phân hóa chế độ khí hậu thành 2 mùa tương phản: mùa mưa và mùa khô.

Bảng 3-1. Nhiệt độ, độ ẩm, bốc hơi và tốc độ gió trung bình hàng tháng và năm

Trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	NĂM
<i>Nhiệt độ trung bình tháng (°C)</i>													
Bảo Lộc	20,1	21,0	22,1	23,0	23,2	22,6	22,2	22,2	22,2	21,8	21,1	20,1	21,8
Xuân Lộc	24,2	25,4	26,1	27,9	27,3	26,4	25,8	25,7	25,5	25,4	25,0	24,3	25,7
<i>Độ ẩm trung bình tháng (%)</i>													
Bảo Lộc	79,8	78,4	79,2	83,2	87,0	89,9	90,5	91,8	91,2	89,4	87,3	84,0	86,0
Xuân Lộc	76,5	73,8	71,4	74,6	82,5	86,5	88,1	88,6	69,6	88,1	85,1	81,3	82,2
<i>Bốc hơi trung bình tháng (mm)</i>													
Bảo Lộc	75,4	75,7	86,7	65,3	51,6	40,4	37,6	34,8	30,6	36,9	43,8	59,6	638,4
Xuân Lộc	110,5	136,7	165,4	142,9	98,9	72,7	66,1	70,3	52,9	54,6	63,2	83,2	1104,0
<i>Tổng số giờ nắng trung bình hàng tháng (giờ)</i>													
Bảo Lộc	220	206	226	197	179	158	142	127	115	143	150	186	2048
Xuân Lộc	248	239	279	248	206	201	192	164	142	183	180	210	2491
<i>Tốc độ gió trung bình hàng tháng (m/s)</i>													
Bảo Lộc	1,4	1,4	1,5	1,3	1,7	2,1	2,2	2,3	1,7	1,2	1,4	1,5	1,6
Xuân Lộc	1,4	2,0	2,1	2,0	1,5	1,5	1,7	1,7	1,4	1,0	1,0	1,1	1,5

(VQHTLMN, 2006)

Nhiệt độ không khí, bốc hơi, số giờ nắng tăng dần từ thượng lưu xuống hạ lưu. Các yếu tố này có giá trị lớn vào các tháng II - IV. Bốc hơi trung bình và số giờ nắng trong các tháng này chênh lệch rất nhiều so với các tháng mùa mưa. Ngược lại, độ ẩm thì giảm dần từ thượng lưu xuống hạ lưu, tăng cao trong các tháng mùa mưa (VII - IX) và giảm trong các tháng mùa khô (I - III).

Gió có tốc độ > 2 m/s thường xuất hiện vào các tháng VI - VIII ở vùng thượng lưu, và trong tháng II - IV ở vùng hạ lưu. Trong trường hợp có bão và lốc xoáy thì tốc độ gió có thể đạt đến 20 - 35 m/s.

3.2.4. Thủy văn

- **Mạng lưới quan trắc**

So với các trạm khí tượng các trạm quan trắc các yếu tố thủy văn hầu như ở tất cả các lưu vực sông đều rất ít. Trên lưu vực sông La Ngà chỉ có 3 trạm đo lưu lượng và mực nước đó là trạm Đại Nga ở vùng thượng lưu, trạm Tà Pao ở trung lưu và trạm Phú Điền ở gần phía hạ lưu. Trong đó, chỉ có 2 trạm Tà Pao và Phú Điền có chuỗi số liệu thực đo liên tục trong giai đoạn 1997 – 2003.

- **Dòng chảy thường xuyên**

Dòng chảy lưu vực sông La Ngà thuộc loại khá. Tổng lượng hàng năm vào khoảng 4.799,97 triệu m³ (VQHTLMN, 2006).

Dòng chảy được hình thành bởi mưa nên sự phân bố dòng chảy cũng biến đổi theo không gian và thời gian tương ứng với sự biến đổi của mưa.

Bảng 3-2. Lưu lượng trung bình tháng thực đo tại một số vị trí (Đơn vị: m³/s)

Tháng	Đại Nga	Phú Điền	Tà Pao
I	3,89	36,02	24,81
II	2,51	22,14	15,14
III	2,41	19,11	12,56
IV	3,86	26,51	18,11
V	7,80	47,22	30,77
VI	19,28	117,25	64,93
VII	27,51	214,48	112,62
VIII	42,09	328,08	182,96
IX	40,22	358,86	181,47
X	35,69	292,53	165,38
XI	17,43	159,92	95,01
XII	7,89	72,97	46,21
TB	17,55	141,26	79,16

(VQHTLMN, 2006)

- **Dòng chảy lũ**

Lũ trên lưu vực chủ yếu sinh ra do các trận mưa dông nhiệt có tổng lượng mưa từ 50 – 150 mm/ngày. Dạng mưa này rất ít xảy ra đồng thời trên diện rộng nên lũ hàng năm trên lưu vực nhìn chung nhỏ, ít nguy hiểm.

Do địa hình có độ dốc lớn, nhiều ghềnh thác nên tuy lũ nhỏ nhưng thời gian tập trung lũ rất nhanh dễ sinh ra những cơn lũ quét. Thời gian truyền lũ từ Đại Nga (độ cao 850 m) đến Tà Pao (độ cao 110 m) với chiều dài sông 85 km khoảng 10 – 12 giờ (tốc độ truyền lũ từ 2 – 2,5m/s). Đoạn từ Tà Pao đến Võ Đất độ dốc nhỏ nên thời gian truyền lũ trung bình khoảng 18 giờ (tốc độ truyền lũ từ 1 – 1,5 m/s) (VQHTLMN, 2006).

3.3. Hiện trạng phát triển kinh tế - xã hội

3.3.1. Tình hình phát triển dân cư

Lưu vực La Ngà bao gồm 10 huyện và thị xã của 3 tỉnh: Lâm Đồng, Đồng Nai và Bình Thuận với 96 xã, phường và thị trấn. Theo số liệu thống kê năm 2005, dân số và lao động trong lưu vực sông La Ngà có tổng số hộ là 226.945 hộ, tổng số nhân khẩu là 1.039.969 người, tỷ lệ tăng dân số bình quân trong lưu vực là 2,5 % (xem Bảng 3-3). Dự kiến đến năm 2020 trong LVSLN có khoảng 1.401.118 người (VQHTLMN, 2006).

Dân cư chủ yếu phân bố ở thượng và hạ lưu, tập trung đông ở các thị trấn, dọc các trục đường quốc lộ, tỉnh lộ. Ở vùng hạ lưu, nơi có địa hình thấp hàng năm thường bị ngập úng nên cũng đã ảnh hưởng không nhỏ đến đời sống của người dân. Dân cư trong lưu vực sống chủ yếu về nông nghiệp nhưng điều kiện canh tác khó khăn, phần lớn diện tích gieo trồng dựa vào điều kiện tự nhiên nên năng suất không cao, bấp bênh. Hơn nữa, giá cả nông phẩm không ổn định làm ảnh hưởng đến đời sống người dân trong vùng.

Bảng 3-3. Diện tích và đặc điểm dân cư trên LVSLN

Đặc điểm	Diện tích (km²)	Số hộ (hộ)	Dân số (người)	Mật độ (người/km²)	Lao động (người)
1/ Thượng lưu	1.310	72.512	332.283	208	157.366
Bảo Lộc	189	27.832	125.803	667	72.365
Di Linh	650	16.480	77.943	120	44.030
Bảo Lâm	472	15.045	69.235	147	40.971
2/ Hạ lưu	2.790	154.434	707.686	224	335.154
Tân Phú	179	26.510	124.908	698	65.056
Định Quán	398	31.271	129.825	326	66.520
Xuân Lộc	273	14.182	67.779	248	33.952
Long Khánh	138	21.272	100.883	731	51.760
Tánh Linh	954	22.383	104.629	110	43.398
Đức Linh	535	29.910	137.934	258	57.886
Thống Nhất	313	8.906	41.727	133	16.582
Tổng cộng	4.100	226.946	1.039.969	431,6	492.520

(VQHTLMN, 2006)

3.3.2. Tình hình phát triển các ngành kinh tế

a, Nông nghiệp

• Trồng trọt

Trồng trọt là ngành kinh tế chính trong lưu vực. Do có ưu thế và các đặc thù riêng về điều kiện tự nhiên, khí hậu mà lưu vực sông La Ngà được chia thành hai vùng chuyên canh cây nông nghiệp chính như sau:

- Vùng thượng lưu: Diện tích đất nông nghiệp hiện tại 50.249 ha, là vùng trọng điểm chuyên canh cây công nghiệp dài ngày có diện tích 43.467 ha, chiếm 86,5 % diện tích đất nông nghiệp với các loại cây trồng chính là: cà phê, trà, dâu. Diện tích còn lại chiếm gần 14 % là rau màu, cây lương thực và cây ăn quả.
- Vùng hạ lưu: Diện tích đất nông nghiệp hiện tại 116.937 ha, là vùng trọng điểm cây lương thực và cây công nghiệp ngắn ngày với các loại cây trồng chính là: lúa, bắp, đậu nành, mía, thuốc lá.... Cây lâu năm cũng đang được chú ý và phát triển mạnh, đặc biệt là các cây ăn quả và cây công nghiệp như cao su, cà phê, tiêu và điều.

- **Chăn nuôi**

Chăn nuôi là một ngành kinh tế có vai trò quan trọng nhằm cải thiện kinh tế nông hộ, bổ sung nguồn thực phẩm cho xã hội.

- b, Lâm nghiệp**

Đất lâm nghiệp lưu vực sông La Ngà khoảng 172.607 ha chiếm khoảng 42 % tổng diện tích toàn lưu vực. Đất lâm nghiệp chủ yếu tập trung ở thượng và trung lưu LVSLN.

Trong các năm gần đây, vấn đề nổi cộm trong quản lý tài nguyên đất lâm nghiệp vẫn còn tồn tại nạn phá rừng và lấn chiếm đất rừng, đặc biệt ở các nơi dân kinh tế mới đến và khu vực đất tốt, ít dốc để khai hoang phát triển trồng trọt nhất là cây công nghiệp dài ngày. Theo số liệu thống kê của các huyện, diện tích phá và lấn chiếm đất rừng trong lưu vực khoảng 50.000 ha, trong đó Di Linh 15.000 ha, Bảo Lâm 13.000 ha, Tân Linh và Đức Linh 12.000, Tân Phú và Định Quán 5.000 ha, còn lại các huyện khác. Việc phá rừng đã tác động xấu đến môi trường sinh thái, làm cạn kiệt nguồn nước, lũ lớn tập trung nhanh và gây xói mòn, bạc màu đất trong lưu vực.

Nhiệm vụ cấp bách đặt ra đối với công tác bảo vệ tài nguyên lâm nghiệp là tập trung khoanh nuôi bảo vệ và trồng rừng, khuyến khích trồng cây phân tán trong dân để bảo đảm cân bằng sinh thái và vệ sinh môi trường, góp phần điều tiết dòng chảy, hạn chế thiên tai, chống xói mòn và tăng sản phẩm cho xã hội.

- c, Công nghiệp**

Trong lưu vực ngành công nghiệp chủ yếu là công nghiệp chế biến nông lâm sản và khai khoáng, sản xuất vật liệu xây dựng và hàng tiêu dùng.

- **Công nghiệp chế biến**

Trong lưu vực có một ngành công nghiệp chế biến chính như sau:

Trà: hiện tại ở thượng lưu có 6 nhà máy, 2 phân xưởng chế biến chè quốc doanh với công suất 195 tấn trà búp tươi/ngày. Ngoài ra, còn có các doanh nghiệp và hộ tư nhân tham gia chế biến trà và sơ chế. Trong quy hoạch ngoài việc nâng cấp công suất các nhà máy trà hiện có, ngành công nghiệp chế biến trà sẽ xây dựng thêm 4 nhà máy trà tại khu công nghiệp Đại Bình với quy mô công suất một nhà máy là 13.500 tấn/năm.

Tơ tằm: chủ yếu tập trung ở Bảo Lộc. Hiện tại, dâu tằm tơ Việt Nam đã có 17 cơ sở nghiên cứu và chế biến tơ tằm với công suất 920 tấn tơ và 1 triệu mét vải lụa/năm. Dự kiến sẽ xây dựng mới tại khu công nghiệp Đại Bình thêm 4 nhà máy với công suất một nhà máy là 250 tấn/năm.

Cà phê: hiện tại chỉ sơ chế với hình thức phân tán trong các cơ sở tư nhân. Theo quy hoạch sẽ xây dựng 2 nhà máy chế biến cà phê tại khu công nghiệp Đại Bình với công suất một nhà máy từ (20.000 - 25.000) tấn/năm.

Mía: hạ lưu La Ngà có nhà máy đường La Ngà với công suất 2.000 tấn/ngày. Dự kiến nhà máy được mở rộng lên 4.000 tấn/ngày. Đây là một trong những nhà máy lớn của cả nước có sức thu hút nguyên liệu lớn trong lưu vực và các lưu vực lân cận.

- **Công nghiệp khai khoáng**

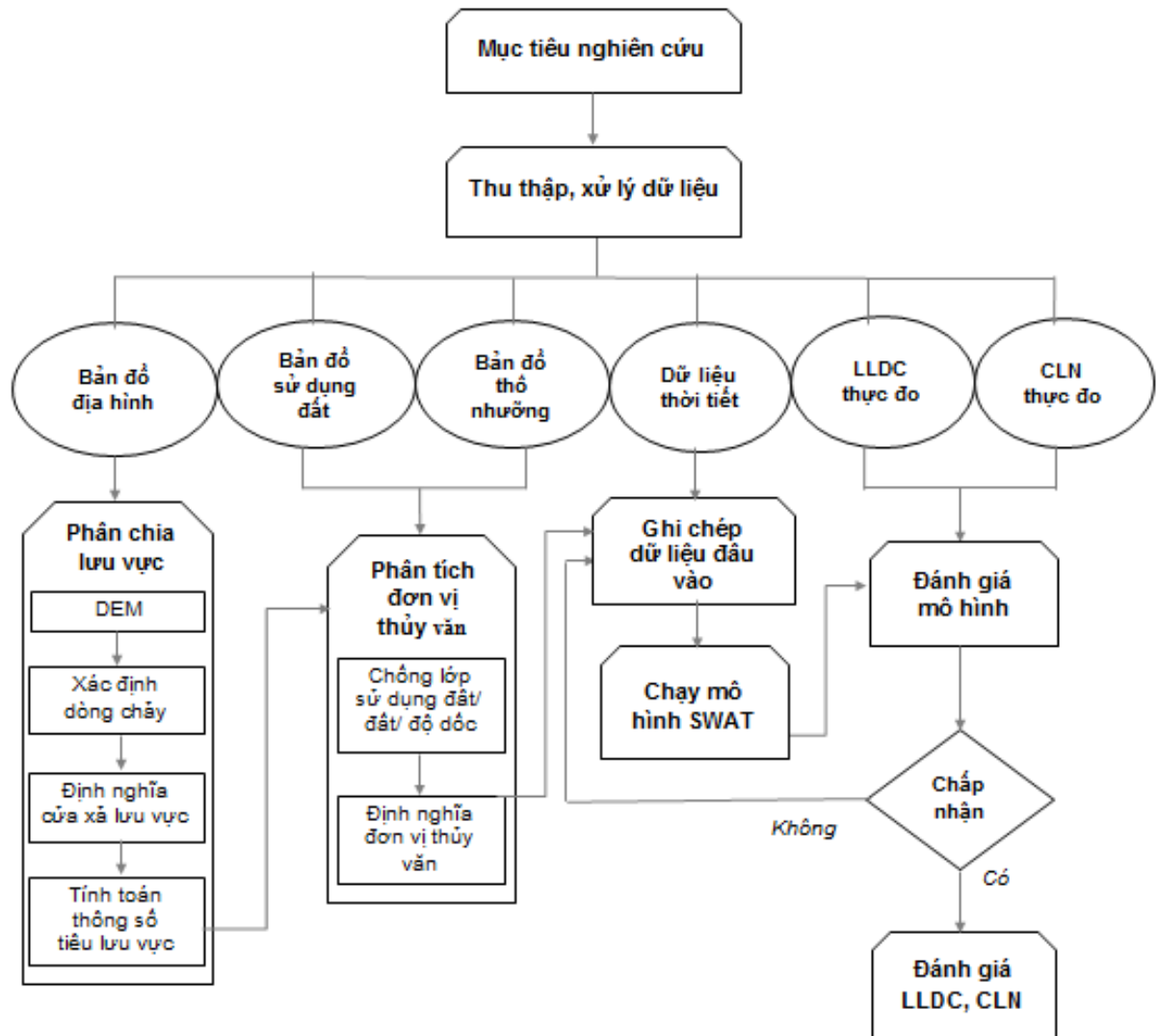
Chủ yếu là khai khoáng quặng bô xít. Hiện tại Công ty hóa chất miền Nam đang khai thác quặng bô xít ở Bảo Lộc với công suất 8.000 tấn/năm. Theo quy hoạch, nhà máy này sẽ được chuyển đến khu công nghiệp Đại Bình với công suất 1 triệu tấn/năm.

Ngoài các công nghiệp chính ở trên, các cơ sở công nghiệp: chế biến lâm sản, sửa chữa cơ khí, sản xuất vật liệu xây dựng, phân vi sinh và tiểu thủ công nghiệp các ngành mộc gia dụng, ươm tơ, sản xuất chế biến lương thực và thực phẩm,... cũng được chú trọng đẩy mạnh và phân bố khắp nơi trong lưu vực.

CHƯƠNG 4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

4.1. Tiến trình thực hiện

Đề tài được tiến hành dựa trên khung nghiên cứu thể hiện ở sơ đồ Hình 4-1.



Hình 4-1. Sơ đồ tiến trình thực hiện

Quá trình thực hiện của nghiên cứu gồm những bước chính sau:

Thu thập dữ liệu về DEM, bản đồ sử dụng đất, thổ nhưỡng, dữ liệu thời tiết, LLDC và CLN thực đo.

Dữ liệu về địa hình (DEM), mạng lưới sông suối, vị trí các trạm thủy văn được sử dụng trong bước phân chia ranh giới lưu vực.

Bản đồ sử dụng đất, bản đồ thổ nhưỡng, độ dốc được nhập vào mô hình. SWAT sẽ tiến hành kết nối các dữ liệu và chồng ghép, phân chia các tiểu lưu vực thành các HRUs.

Dữ liệu quan trắc khí tượng được đưa vào để chạy mô phỏng quá trình hình thành dòng chảy và các tác động của dòng chảy đến các thành phần tự nhiên trong lưu vực (CLN, quá trình vận chuyển chất dinh dưỡng,...).

Sau khi đã chuẩn bị xong tất cả các dữ liệu đầu vào, tiến hành chạy mô hình lần lượt theo ngày và tháng trong giai đoạn (1997 - 2003).

Tiếp theo, tiến hành đánh giá độ chính xác của mô hình dựa vào giá trị LLDC và CLN mô phỏng và thực đo theo hai thời kỳ (1997 - 2001) và (2002 - 2003), thông qua hai chỉ số R^2 và NSI. Nếu kết quả mô phỏng nằm trong khoảng chấp nhận được thì tiến hành đánh giá LLDC và CLN. Ngược lại, quay trở về bước ghi chép dữ liệu đầu vào.

Sau đó, khảo sát mối quan hệ giữa LLDC và các thông số CLN thực đo.

Cuối cùng, sử dụng dữ liệu quan trắc CLN thực đo so sánh với Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng nước mặt (QCVN 08: 2008/BTNMT).

4.2. Thu thập, xử lý dữ liệu

4.2.1. Cấu trúc tổng quát của tập tin dữ liệu đầu vào và đầu ra của SWAT

Cấu trúc tổng quát của tập tin đầu vào của SWAT được thể hiện như Hình 4-1 và Hình 4-2.

Bảng 4-1. Cấu trúc tổng quát của tập tin dữ liệu đầu vào của SWAT

Tập tin	Mô tả
file.cio	File quản lý lưu vực. File chứa tên của những file ở cấp độ lưu vực và những thông số liên quan đến việc in ấn.
.pcp	File dữ liệu mưa đầu vào. File này chứa số liệu lượng mưa đo theo ngày của những trạm đo mưa. Trên 18 file có thể sử dụng cho mỗi kịch bản và mỗi file chứa dữ liệu cho trên 300 trạm. File quản lý dữ liệu ở cấp độ tiểu lưu vực.
.tmp	File nhiệt độ không khí đầu vào. File này chứa số liệu nhiệt độ lớn nhất, nhỏ nhất theo ngày tại trạm đo. Trên 18 file có thể sử dụng cho mỗi kịch bản và mỗi file chứa dữ liệu cho trên 150 trạm. File quản lý dữ liệu ở cấp độ tiểu lưu vực.
.slr	File bức xạ mặt trời đầu vào. Chứa số liệu bức xạ Mặt trời theo ngày tại trạm đo. File này chứa dữ liệu cho trên 300 trạm. File quản lý dữ liệu ở cấp độ tiểu lưu vực.
.wnd	File tốc độ gió đầu vào, chứa số liệu tốc độ gió theo ngày tại trạm đo. File này chứa dữ liệu cho trên 300 trạm. File quản lý dữ liệu ở cấp độ tiểu lưu vực.
.hmd	File độ ẩm tương đối đầu vào, chứa số liệu độ ẩm tương đối theo ngày tại trạm

Tập tin	Mô tả
	đo. File này chứa dữ liệu cho trên 300 trạm. File quản lý dữ liệu ở cấp độ tiểu lưu vực.
.pet	File khả năng bốc hơi, chứa số liệu khả năng bốc hơi theo ngày tại trạm đo. File quản lý dữ liệu ở cấp độ lưu vực.
.sub	File dữ liệu đầu vào của tiểu lưu vực, cung cấp thông tin về khí tượng, sự phân phối kênh nhánh, số lượng và loại HRU trên mỗi tiểu lưu vực.
.wgn	File dữ liệu đầu vào về trạm khí tượng, cung cấp thông tin về khí tượng, sự phân phối kênh nhánh, số lượng và loại HRU trên mỗi tiểu lưu vực.
.pnd	File dữ liệu đầu vào về hồ chứa.
.wwq	File dữ liệu đầu vào về CLN trong lưu vực. File này chứa thông số sử dụng cho mô hình QUAL2E.
.swq	File dữ liệu đầu vào về CLN. File này chứa thông số sử dụng cho mô hình QUAL2E tính toán lượng thuốc trừ sâu và di chuyển chất dinh dưỡng trong sông chính của tiểu lưu vực.
.hru	File dữ liệu đầu vào của HRU.
.sol	File dữ liệu đầu vào của đất, chứa thông tin về đặc điểm vật lý của các loại đất trong HRU.
.chm	File dữ liệu đầu vào của đất, chứa thông tin về đặc điểm hóa học của các loại đất trong HRU.
.gw	File dữ liệu đầu vào của nước ngầm, chứa thông tin về độ nông sâu của tầng ngầm nước.
.res	File dữ liệu đầu vào của hồ, chứa thông số để mô hình hóa quá trình bồi lắng trong hồ.
.lwq	File dữ liệu đầu vào của CLN hồ.

(J.G. Arnold, et al., 2013)

Bảng 4-2. Cấu trúc tổng quát của tập tin dữ liệu đầu ra của SWAT

Tập tin	Mô tả
.std	Tập tin thống kê số liệu đầu ra theo bước thời gian mô phỏng hàng ngày, hàng tháng hoặc hàng năm tại cấp độ lưu vực. Nó là tập tin đầu tiên người dùng nên kiểm tra để có hiểu biết cơ bản về nước, trầm tích, chất dinh dưỡng và thuốc trừ sâu của lưu vực sông. Giá trị trung bình lưu vực là tổng trọng số của các giá trị ở cấp độ HRU trước khi đi vào kênh hoặc hồ chứa.
.hru	Tập tin thống kê số liệu đầu ra tại cấp độ đơn vị thủy văn.
.sub	Tập tin thống kê số liệu đầu ra tại mỗi tiểu lưu vực trong lưu vực. Giá trị trung bình tiểu lưu vực là tổng trọng số của các giá trị ở các HRU trong tiểu lưu vực đó.
.rch	Tập tin thống kê số liệu đầu ra tại mỗi dòng chảy trên lưu vực.
.wql	Tập tin thống kê số liệu đầu ra về các thông số CLN tại mỗi tiểu lưu vực.
.sed	Tập tin thống kê số liệu đầu ra về trầm tích tại hồ chứa trên lưu vực.

(J.G. Arnold et al., 2013)

4.2.2. Cấu trúc dữ liệu đầu vào

SWAT là mô hình tổng quát đòi hỏi một số lượng lớn thông tin để chạy mô hình. Đối với nghiên cứu này, dữ liệu đầu vào cho quá trình mô phỏng LLDC trong

SWAT được sử dụng bao gồm dữ liệu địa hình, sử dụng đất, thổ nhưỡng, thời tiết. Trước khi chạy mô hình, tất cả những dữ liệu trên đều đã được xử lý theo đúng định dạng yêu cầu của mô hình SWAT.

a, Dữ liệu địa hình

Mô hình độ cao số (Digital Elevation Model, DEM): ESRI GRID Format

- Giá trị độ cao ở dạng số nguyên hoặc số thực cho các giá trị cao.
- Đơn vị đo xác định độ phân giải GRID (X, Y) và độ cao (Z) có thể khác nhau. Ví dụ, độ phân giải GRID có thể là mét trong khi độ cao có thể là feet.
- Độ phân giải GRID được xác định theo một trong các đơn vị sau đây: meters, kilometers, feet, yards, miles, decimal degrees.
- Độ cao được xác định theo một trong các đơn vị sau đây: meters, centimeters, yards, feet, inches.

b, Dữ liệu sử dụng đất

Hình thức sử dụng đất thay đổi không ngừng theo thời gian. Mục đích sử dụng đất của con người phụ thuộc vào điều kiện kinh tế - xã hội và đường lối chiến lược phát triển của địa phương. Hình thức sử dụng đất trong SWAT được phân chia thành hai nhóm chính sau:

- Thực vật và các hoạt động canh tác nông nghiệp của con người: đất rừng, đất trồng lúa, đất trồng hoa màu...
- Đô thị: khu dân cư, thương mại, công nghiệp, cơ quan và giao thông.

Bảng 4-3. Ý nghĩa các thông số trong bảng CropRng

Thông số	Mô tả
CPM	Bốn mã ký tự đại diện cho tên cây trồng, thực phủ.
IDC	Phân loại thực phủ.
BIO_E	Tỷ lệ sinh khối/ năng lượng.
HVSTI	Chỉ số thu hoạch.
BLAI	Chỉ số diện tích lá lớp nhất.
FRGRW1	Tỉ lệ giai đoạn sinh trưởng cây trồng tương ứng với điểm đầu tiên nằm trên đường cong phát triển diện tích lá tối ưu.
LAIMX1	Tỉ lệ chỉ số diện tích lá tối đa tương ứng với điểm đầu tiên nằm trên đường cong phát triển diện tích lá tối ưu.
FRGRW2	Tỉ lệ giai đoạn sinh trưởng cây trồng tương ứng với điểm thứ hai nằm trên đường cong phát triển diện tích lá tối ưu.
LAIMX2	Tỉ lệ chỉ số diện tích lá tối đa tương ứng với điểm thứ hai nằm trên đường cong phát triển diện tích lá tối ưu.

Thông số	Mô tả
DLAI	Tỉ lệ giai đoạn sinh trưởng của cây trồng từ khi diện tích lá bắt đầu suy giảm.
CHTMX	Chiều cao tán tối đa.
RDMX	Độ sâu rễ tối đa.
T_OPT	Nhiệt độ tối ưu cho sự phát triển của cây trồng.
T_BASE	Nhiệt độ không khí nhỏ nhất cho sự phát triển của cây trồng.
CNYLD	Tỉ lệ nitơ trong hạt.
CPYLD	Tỉ lệ photpho trong hạt.
BN1	Tỉ lệ nitơ trong cây trồng tại thời điểm nảy mầm.
BN2	Tỉ lệ nitơ trong cây trồng ở giữa giai đoạn trưởng thành.
BN3	Tỉ lệ nitơ trong cây trồng ở giai đoạn trưởng thành.
BP1	Tỉ lệ phosphat trong cây trồng tại thời điểm nảy mầm.
BP2	Tỉ lệ phosphat trong cây trồng ở giữa giai đoạn trưởng thành.
BP3	Tỉ lệ phosphat trong cây trồng ở giai đoạn trưởng thành.
WSYF	Giới hạn dưới của chỉ số thu hoạch.
USLE_C	Giá trị nhỏ nhất của USLE C áp dụng cho thực phủ.
GSI	Độ dẫn khí tối đa (trong điều kiện hạn hán).
VPDFR	Thiếu hụt áp suất hơi nước tương ứng với độ dẫn khí tối đa được định nghĩa bởi FRGMAX.
FRGMAX	Tỉ lệ độ dẫn khí tối đa có thể đạt được ở một mức thiếu hụt áp suất hơi nước cao.
WAVP	Tốc độ suy giảm của việc sử dụng hiệu quả bức xạ trên một đơn vị tăng thiếu hụt áp suất hơi nước.
CO2HI	Nồng độ CO ₂ trong khí quyển.
BIOEHI	Tỷ lệ sinh khối trên năng lượng tương ứng với điểm thứ hai trên đường cong hiệu quả sử dụng bức xạ.
RSDCO_PL	Hệ số phân hủy của tàn dư cây trồng.
Cropname	Tên mô tả của cây trồng.
CN2	Giá trị đường cong dòng chảy SCS cho điều kiện độ ẩm II.
OV_N	Giá trị “n” cho dòng chảy mặt.
FERTFIELD	Nếu được chọn cây trồng này sẽ được bón phân.
ALAI_MIN	Chỉ số diện tích lá tối thiểu trong giai đoạn ngừng sinh trưởng.
BIO_LEAF	Tỉ lệ sinh khối của cây trồng chuyển đổi sang tàn dư.
MAT_YRS	Số năm cần thiết để cây trồng phát triển đầy đủ.
BMX_TREES	Sinh khối tối đa cho rừng.
EXT_COEF	Hệ số dập tắt ánh sáng.
CN2A	Giá trị đường cong dòng chảy SCS cho điều kiện độ ẩm II.
CN2B	Giá trị đường cong dòng chảy SCS cho điều kiện độ ẩm II.
CN2C	Giá trị đường cong dòng chảy SCS cho điều kiện độ ẩm II.
CN2D	Giá trị đường cong dòng chảy SCS cho điều kiện độ ẩm II.
DIEOFF	Phần sinh khối chết.

(J.G. Arnold et al., 2013)

Bảng 4-4. Ý nghĩa các thông số trong bảng UrbanRng

Thông số	Mô tả
URBNAME	4 mã ký tự cho sử dụng đất đô thị.
URBFLNM	Tên mô tả cho việc sử dụng đất khu đô thị.
FIMP	Tổng diện tích đất không thấm nước trong loại đất khu đô thị.
CURBDEN	Mật độ lề đường trong sử dụng đất đô thị.
URBCOEF	Hệ số làm sạch để loại bỏ các thành phần hình thành khu vực không thấm nước.
DIRTMX	Số lượng tối đa của các chất rắn cho phép xây dựng trên diện tích không thấm nước.
THALF	Số ngày lượng chất rắn được xây dựng trên diện tích không thấm nước.
TNCONC	Nồng độ nitơ trong lượng chất rắn lơ lửng từ khu vực không thấm nước.
TPCONC	Nồng độ của photpho trong chất rắn lơ lửng từ khu vực không thấm nước.
TNO3CONC	Nồng độ của nitrat trong chất rắn lơ lửng từ khu vực không thấm nước.
FCIMP	Tỉ lệ đất đô thị liên kết với các diện tích đất không thấm nước.
CN2	Giá trị đường cong dòng chảy SCS cho điều kiện độ ẩm II.
OV_N	Giá trị “n” cho dòng chảy mặt.
CN2A	Giá trị đường cong dòng chảy SCS cho điều kiện độ ẩm II.
CN2B	Giá trị đường cong dòng chảy SCS cho điều kiện độ ẩm II.
CN2C	Giá trị đường cong dòng chảy SCS cho điều kiện độ ẩm II.
CN2D	Giá trị đường cong dòng chảy SCS cho điều kiện độ ẩm II.

(J.G. Arnold et al., 2013)

Bản đồ sử dụng đất/thực phủ: ESRI GRID, Shapefile, Feature Class Format

Danh mục các loại hình sử dụng đất/thực phủ cần phải được phân loại lại theo các loại cây trồng/thực phủ quy định trong SWAT.

Phương pháp: Tạo bảng tra gán các loại hình sử dụng đất/thực phủ trên bản đồ tương ứng với các loại cây trồng/thực phủ chứa 4 ký tự mã hóa trong SWAT (có trong bảng crop/urban trong SWAT2012.mdb).

c, Dữ liệu thổ nhưỡng

Dữ liệu đất sử dụng trong SWAT được chia thành hai nhóm: đặc điểm vật lý và đặc điểm hóa học của đất. Đặc điểm vật lý của đất sẽ ảnh hưởng đến quá trình di chuyển của nước và không khí, đồng thời có tác động đáng kể đến chu trình nước trong HRU. Trong khi các thông số về vật lý là bắt buộc thì các thông số về hóa học cho phép tùy ý có hoặc không.

Bảng 4-5. Thông số đầu vào của dữ liệu thổ nhưỡng trong SWAT

Thông số	Mô tả
OID	ID duy nhất.
SUBBASIN	ID của tiểu lưu vực.
HRU	ID của HRU.

Thông số	Mô tả
LANDUSE	Mã sử dụng đất.
SOIL	Mã đất.
SLOPE_CD	Mã độ dốc.
SNAM	Tên đất.
NLAYERS	Số lượng lớp đất.
HYDGRP	Nhóm thủy văn đất (Soil hydrologic group): A, B, C, D.
SOL_ZMX	Độ sâu cực đại của lớp đất trong phạm vi khảo sát (mm).
ANION_EXCL	Hầu hết các chất khoáng trong đất đều mang điện tích âm ở pH trung tính và có sự tương tác giữa lớp điện tích ngoài cùng với các anion cùng dấu, đó là lực đẩy bề mặt của các hạt khoáng. Nếu không có số liệu thì mặc định giá trị ANION_EXCL là 0.5 (Neitsch et al., 2002a).
SOL_CRK	Tỷ lệ thể tích lớn nhất khi bị nén/ tổng thể tích ban đầu.
TEXTURE	Kết cấu đất.
SOL_Z	Độ dày của từng lớp đất (mm).
SOL_BD	Dung trọng của lớp đất (g/cm^3).
SOL_AWC	Phạm vi nước hữu hiệu của đất (mm/mm).
SOL_K	Thấm bão hòa (mm/hr).
SOL_CBN	Hàm lượng carbon hữu cơ (%).
CLAY	Hàm lượng sét (%).
SILT	Hàm lượng thịt (%).
SAND	Hàm lượng cát (%).
ROCK	Hàm lượng đá (%).
SOL_ALB	Suất phản chiếu đất ẩm.
USLE_K	Hệ số xói mòn đất.
SOL_EC	Độ dẫn điện (dS/m).
SOL_CAL	Hàm lượng CaCO_3 .
SOL_PH	pH đất.

(J.G. Arnold et al., 2013)

• Nhóm thủy văn đất (HYDGRP)

Trung tâm bảo vệ tài nguyên thiên nhiên Hoa Kỳ (U.S. Natural Resource Conservation Service – NRCS) dựa vào đặc điểm thấm hút của đất đã phân loại thành bốn nhóm theo thủy văn. Trong đề tài nghiên cứu của NRCS, Staff (1996) đã định nghĩa một nhóm theo thủy văn là một nhóm đất có sự tương đồng về khả năng xói mòn khi cùng chịu sự tác động từ thiên nhiên: bão, lũ, lụt, hạn,...trong cùng điều kiện che phủ. Những ảnh hưởng của khả năng xói mòn phụ thuộc vào tốc độ thấm cực tiểu của đất trồng chưa có che phủ sau thời gian đất bị ẩm ướt và đóng băng kéo dài. Những đặc điểm của đất bao gồm: độ cao của mực nước ngầm, độ dẫn nước bão hòa và độ sâu lớp đất có khả năng dẫn nước kém nhất (cụ thể xem Bảng 4-6 và Bảng 4-7).

Bảng 4-6. Phân loại đất theo nhóm đất thủy văn

Loại đất	Mô tả
A	Loại đất có tốc độ thấm hút cao kể cả khi nó ở trạng thái ẩm ướt. Thường là những loại đất có hàm lượng cát, sỏi cao. Có khả năng xói mòn thấp.
B	Loại đất có tốc độ thấm hút trung bình khi nó ở trạng thái ẩm ướt. Thường là những loại đất có hàm lượng hạt mịn và thô cân bằng nhau.
C	Loại đất có tốc độ thấm hút thấp khi nó ở trạng thái ẩm ướt. Là những loại đất có hàm lượng hạt mịn nhiều. Có khả năng xói mòn cao.
D	Loại đất có tốc độ thấm hút rất thấp khi nó ở trạng thái ẩm ướt. Thường là những loại đất có hàm lượng sét rất lớn, mực nước ngầm tĩnh thường xuyên cao, đó là đất thung lũng và lớp sét ở gần bề mặt. Có khả năng xói mòn rất cao.

(J.G. Arnold et al., 2013)

Bảng 4-7. Đặc điểm nhóm đất thủy văn

Đặc điểm	Nhóm thủy văn đất			
	A	B	C	D
Tốc độ thấm (mm/hr)	7.6-11.4	3.8-7.6	1.3-3.8	0-1.3
Độ thấm TB của lớp bề mặt (mm/hr)	>254	84.0-254	8.4-84	<8.4
Độ thấm TB của lớp dưới bề mặt tới độ sâu 1m (mm/hr)	>254	84.0-254	8.4-84	<8.4
Độ chặt tiềm tàng của lớp dưới bề mặt	Low	Low	Moderate	High/ very high
Độ sâu của lớp đất đến tầng đá mẹ (mm)	>1016	>508	>508	<508
Nhóm thủy văn kép	A/D	B/D	C/D	
Độ sâu TB của lớp đất đến tầng nước ngầm (m)	<0.61	<0.61	<0.61	

(J.G. Arnold et al., 2013)

- **Dung trọng của lớp đất**

Trong một khối đất gồm có 3 pha: rắn, lỏng, khí. Ba pha này trộn lẫn với nhau một cách tự nhiên.

Dung trọng đất được biểu diễn thông qua công thức sau:

$$\rho_b = \frac{M_s}{V}$$

Trong đó,

- ρ_b : dung trọng của đất (g/cm^3)
- M_s : khối lượng pha rắn (g)
- V : tổng thể tích khối đất (cm^3)

($V = V_a + V_w + V_s \Rightarrow V_a$: thể tích khí, V_w : thể tích nước, V_s : thể tích rắn)

- **Phạm vi nước hữu hiệu của đất**

Hàm lượng nước trong đất từ giới hạn độ ẩm cây héo đến độ trữ ẩm cực đại gọi là phạm vi nước hữu hiệu của đất. Phạm vi nước hữu hiệu càng rộng, càng tạo điều kiện thuận lợi cho cây trồng phát triển.

$$AWC = FC - WP$$

Trong đó,

- AWC: phạm vi nước hữu hiệu (mmH₂O/mm soil)
- FC: độ trữ ẩm cực đại đồng ruộng
- WP: độ ẩm cây héo

Cần phân biệt hai khái niệm “độ trữ ẩm” và “độ ẩm”: Độ trữ ẩm là sức chứa nước thể hiện khả năng giữ (chứa) nước của đất, các loại đất khác nhau thì khả năng giữ (chứa) ẩm sẽ khác nhau, độ trữ ẩm là một hằng số nước. Còn độ ẩm là một biến số, trị số này thay đổi phụ thuộc vào thời tiết, thời gian...

- **Hệ số xói mòn đất**

K là hệ số xói mòn của đất được tính toán dựa trên nghiên cứu của Wischmeier, Johnson và Cross vào năm 1971. K là thước đo độ xói mòn đất trong điều kiện tiêu chuẩn trên một đơn vị thửa đất có chiều dài sườn 22,13 m (72,6 ft) có độ dốc 9 %.

Chất hữu cơ làm hạn chế khả năng xói mòn nhờ tính thấm, tính kết dính các hạt đất và hấp thụ cao của chúng. Do đó, chất hữu cơ được thêm vào đất thông qua thảm mục tự nhiên hoặc phân bón hữu cơ góp phần hạn chế xói mòn.

Bản đồ thổ nhưỡng: ESRI GRID, Shapefile, Feature Class Format

Danh mục các loại đất trong bản đồ thổ nhưỡng cần phải được kết nối với cơ sở dữ liệu đất của Mỹ thông qua giao diện hoặc cơ sở dữ liệu đất tùy biến cho các loại đất không có trong cơ sở dữ liệu đất của Mỹ.

Phương pháp: Bổ sung các loại đất mới (kèm các thuộc tính) vào trong bảng usersoil (SWAT2012.mdb). Sau đó, tạo bảng tra gán các loại đất trong bản đồ tương ứng với các loại đất vừa mới thêm vào trong bảng trên.

d, Dữ liệu thời tiết

Dữ liệu thời tiết bao gồm các thành phần: dữ liệu thời tiết tổng quát và dữ liệu thời tiết thành phần (lượng mưa, nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí tương đối, năng lượng bức xạ Mặt trời, tốc độ gió).

- **Dữ liệu thời tiết tổng quát**

Bảng 4-8. Các thông số đầu vào của dữ liệu thời tiết tổng quát

Tên	Mô tả
OID	ID duy nhất
SUBBASIN	ID tiểu lưu vực
STATION	Tên trạm thời tiết
WLATITUDE	Vĩ độ
WLONGITUDE	Kinh độ
WELEV	Độ cao
RAIN_YRS	Số năm tính toán
TMPMX	Nhiệt độ không khí lớn nhất trung bình trong tháng.
TMPMN	Nhiệt độ không khí nhỏ nhất trung bình trong tháng.
TMPSTDMX	Độ lệch chuẩn của nhiệt độ không khí lớn nhất trong tháng.
TMPSTDMN	Độ lệch chuẩn của nhiệt độ không khí nhỏ nhất trong tháng.
PCPMM	Lượng mưa trung bình trong tháng.
PCPSTD	Độ lệch chuẩn của mưa theo ngày trong tháng.
PCPSKW	Hệ số lệch của lượng mưa ngày trong tháng.
PR_W1_	Xác suất của một ngày ẩm ướt sau một ngày khô ráo trong tháng.
PR_W2_	Xác suất của một ngày ẩm ướt sau một ngày ẩm ướt trong tháng.
PCPD	Số ngày mưa trung bình trong tháng.
RAINHHMX	Lượng mưa nửa giờ lớn nhất trong tháng.
SOLARAV	Bức xạ mặt trời trung bình hàng ngày trong tháng.
DEWPT	Nhiệt độ điểm sương trung bình trong tháng.
WNDAV	Tốc độ gió trung bình trong tháng.

(J.G. Arnold et al., 2013)

- **Dữ liệu thời tiết thành phần**

Các dữ liệu thời tiết thành phần bao gồm dữ liệu mưa, nhiệt độ không khí, tốc độ gió, bức xạ Mặt trời và độ ẩm không khí tương đối. Mỗi dữ liệu thời tiết thành phần này cần có bảng tọa trạm đo và bảng tra. Trong đó, bảng tọa độ trạm đo cung cấp thông tin về vị trí các trạm đo; bảng tra lưu trữ số liệu của từng dữ liệu thời tiết thành phần quan trắc tại mỗi trạm đo; hai bảng này đều ở định dạng ASCII.

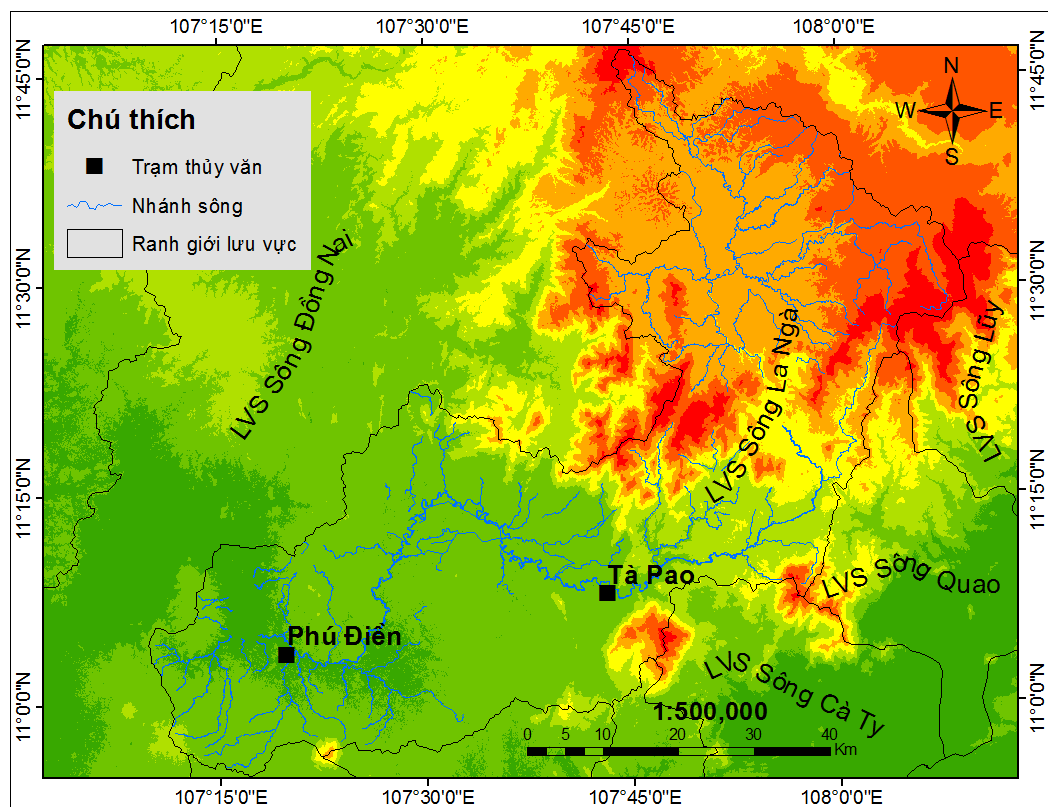
4.2.3. Thu thập dữ liệu lưu lượng dòng chảy và chất lượng nước thực đo

a, Dữ liệu lưu lượng dòng chảy thực đo

Dữ liệu lưu lượng dòng chảy thực đo được cung cấp bởi VQHTLMN tại 2 trạm quan trắc thủy văn được sử dụng để đánh giá kết quả mô phỏng dòng chảy của mô hình SWAT là Tà Pao và Phú Điền trong khoảng thời gian 1997 – 2003. Các trạm được phân bố tại những vị trí như Hình 4-2.

Bảng 4-9. Mạng lưới trạm quan trắc thủy văn trên LVSLN

STT	Trạm đo	Vĩ độ ($^{\circ}$)	Kinh độ ($^{\circ}$)	Cao độ (m)	Yếu tố đo đạc
1	Tà Pao	11.13	107.72	753	Lưu lượng dòng chảy
2	Phú Điền	11.06	107.33	102	Lưu lượng dòng chảy



Hình 4-2. Vị trí các trạm thủy văn được sử dụng trong nghiên cứu

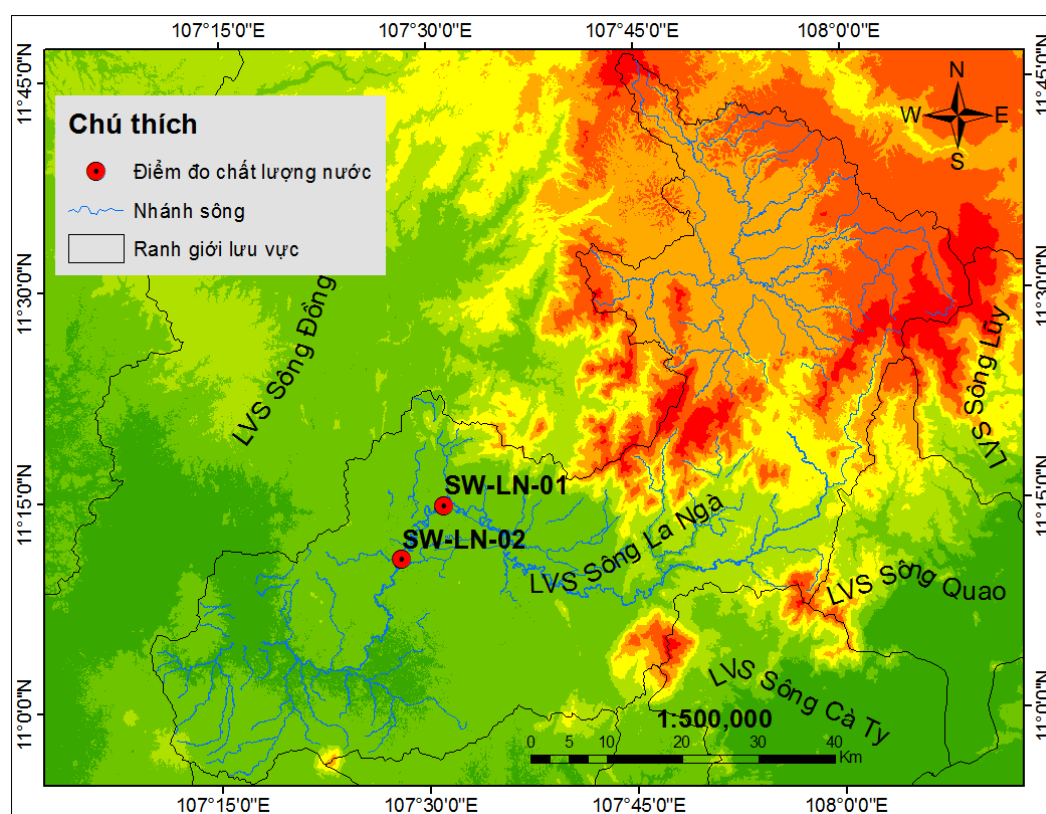
b, Dữ liệu chất lượng nước thực đo

Dữ liệu CLN thực đo được cung cấp bởi Phòng Quan trắc Môi trường - Sở Tài nguyên và Môi trường Đồng Nai tại 2 điểm đo CLN là SW-LN-01 và SW-LN-02 (xem

Bảng 4-10 và Hình 4-3). Được sử dụng để đánh giá kết quả mô phỏng CLN của mô hình SWAT trong năm 2010.

Bảng 4-10. Đặc điểm các vị trí quan trắc CLN trên LVSLN

STT	Tên điểm	X	Y	Ngày	Các thông số CLN
1	SW-LN-01 (tại ấp Phú Hiệp B, xã Phú Bình)	774.979	1.244.247	05/02/2010	Nhiệt độ không khí, pH, độ đục, độ dẫn, DO, TSS, COD, BOD ₅ , N-NH ₄ ⁺ , N-NO ₂ ⁻ , N-NO ₃ ⁻ , P-P04 ³⁻ , As, Cd, Pb, Zn, Fe, Hg, dầu mỡ tổng hợp, Phenol, Endrin, Endosulfat, E.Coli, Coliform
				05/04/2010	
				02/06/2010	
2	SW-LN-02 (tại Trà Cỏ, thị trấn Tân Phú)	769.380	1.237.147	03/08/2010	Fe, Hg, dầu mỡ tổng hợp, Phenol, Endrin, Endosulfat, E.Coli, Coliform
				12/10/2010	
				02/12/2010	



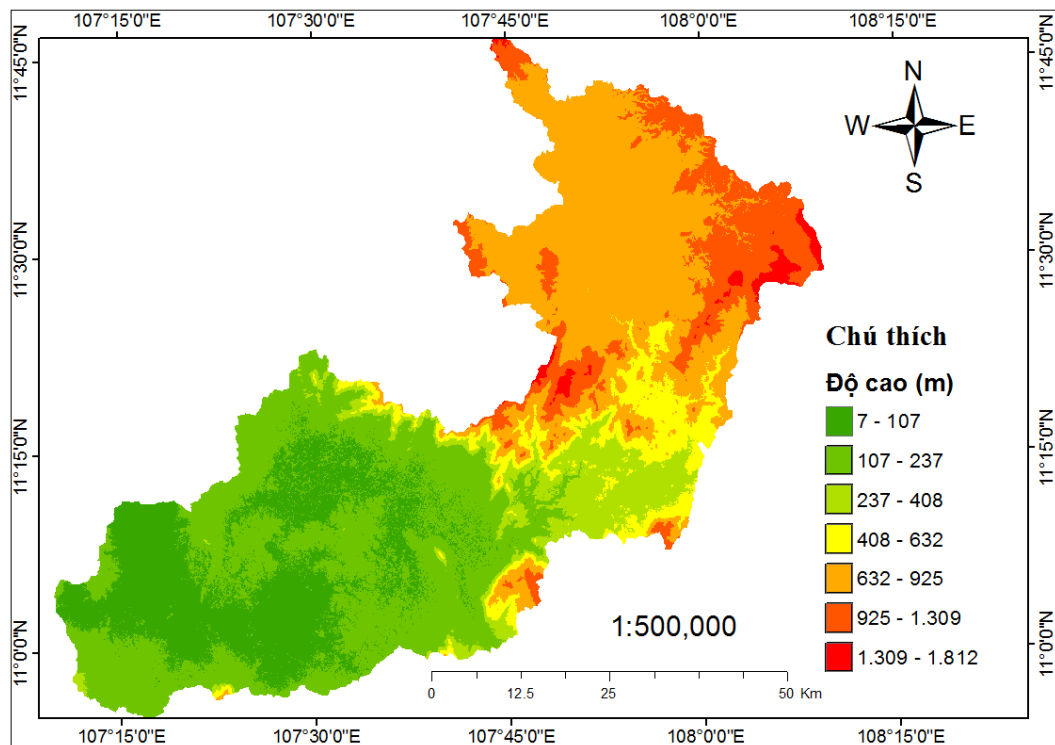
Hình 4-3. Vị trí các điểm đo chất lượng nước LVSLN

4.2.4. Xử lý dữ liệu đầu vào theo định dạng yêu cầu của SWAT

a, Dữ liệu địa hình

Dữ liệu địa hình của LVSLN được sử dụng ở nghiên cứu này lấy từ ASTER GDEM do NASA xây dựng. Dữ liệu này được chụp bởi vệ tinh ASTER, phiên bản đầu tiên được phát hành năm 2009 và phiên bản thứ hai năm 2011 với độ phân giải không gian 30 m. Dữ liệu này được đưa về hệ tọa độ WGS_84_UTM_zone_48 và cắt theo ranh giới của LVSLN như Hình 4-4.

Bản đồ này cho thấy lưu vực sông La Ngà có địa hình rất phức tạp, độ cao thay đổi từ 7 m đến 1.812 m, cao ở phía Đông - Bắc và thấp dần về phía Tây – Nam.



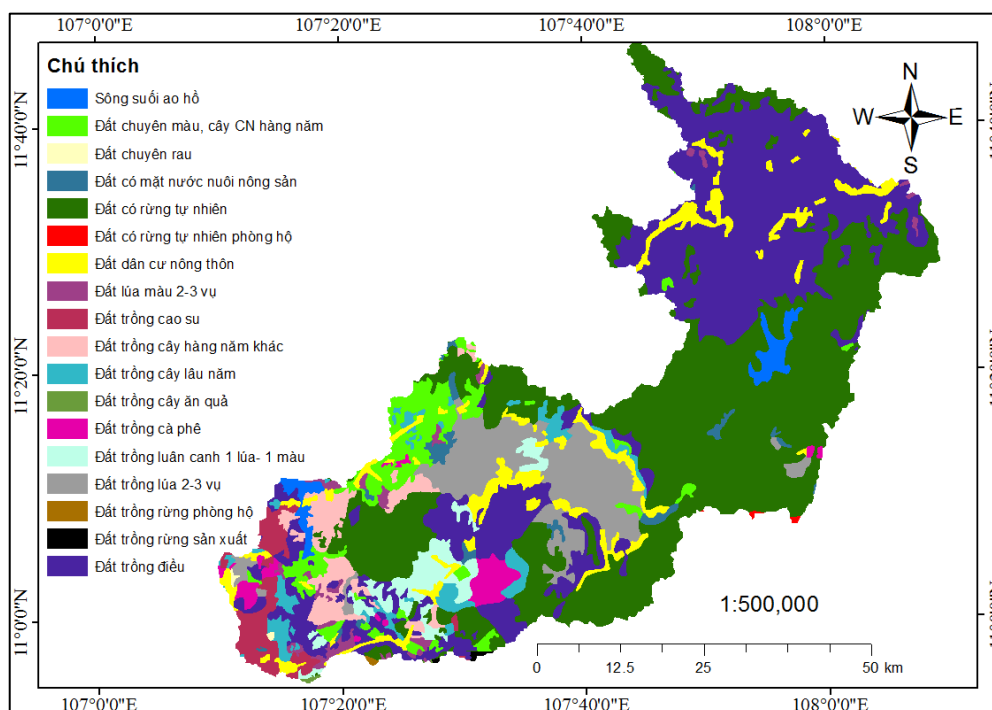
Hình 4-4. Bản đồ DEM lưu vực sông La Ngà

b, Dữ liệu sử dụng đất

Bản đồ sử dụng đất năm 2000 của LVSLN với 18 loại hình sử dụng đất khác nhau được cung cấp bởi VQHTLMN. Trong nghiên cứu này, các loại hình sử dụng đất trên được phân loại thành 11 loại theo bảng mã sử dụng đất Crop và Urban trong SWAT. Dữ liệu này được đưa về hệ tọa độ WGS_84_UTM_zone_48 (như Hình 4-5).

Nhìn chung, các loại hình sử dụng đất trong lưu vực sông La Ngà rất đa dạng (18 loại). Trong đó, diện tích đất có rừng tự nhiên (37,57 %) và đất trồng điều (28,33 %) chiếm đa số so với tổng số diện tích sử dụng đất trong lưu vực; còn diện tích

đất trồng rừng phòng hộ và đất trồng cây ăn quả đều chiếm phần nhỏ (0,04 %) so với tổng số diện tích sử dụng đất trong lưu vực (xem Bảng 4-11).



Hình 4-5. Bản đồ các loại hình sử dụng đất LVSLN năm 2000

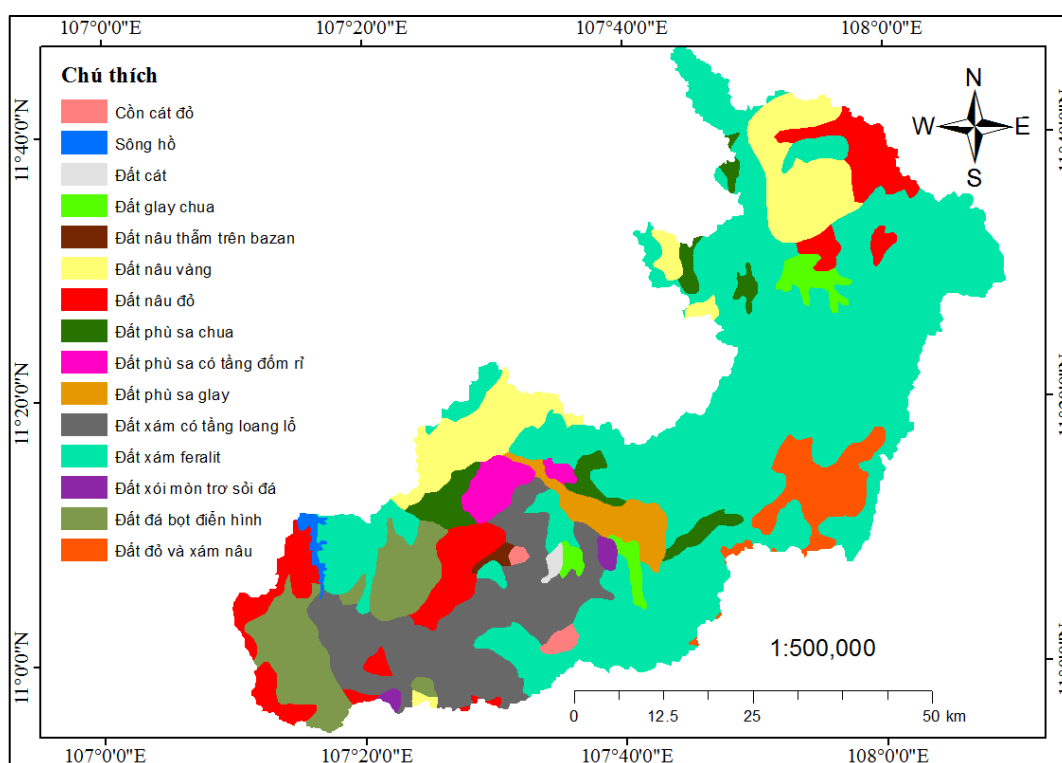
Bảng 4-11. Các loại hình sử dụng đất năm 2000 trên lưu vực sông La Ngà

STT	Tên Việt Nam	Tên theo SWAT	Mã SWAT	Diện tích (ha)	Diện tích (%)
1	Đất có rừng tự nhiên	Forest-Evergreen	FRSE	153.959,00	37,57
2	Đất có rừng tự nhiên phòng hộ	Forest-Evergreen	FRSE	227,07	0,06
3	Đất trồng rừng phòng hộ	Forest-Mixed	FRST	161,97	0,04
4	Đất trồng rừng sản xuất	Forest-Mixed	FRST	281,78	0,07
5	Đất trồng cây lâu năm	Agricultural Land-Close-grown	AGRC	10.532,60	2,57
6	Đất trồng điều	Cashews	CASH	116.094,00	28,33
7	Đất trồng cao su	Rubber Trees	RUBR	9.091,46	2,22
8	Đất trồng cà phê	Coffee	COFF	6.217,75	1,52
9	Đất trồng cây ăn quả	Orchard	ORCD	163,66	0,04
10	Đất chuyên màu và cây công nghiệp hàng năm	Agricultural Land-Row Crops	AGRR	19.000,90	4,64
11	Đất chuyên rau	Agricultural Land-Row Crops	AGRR	260,18	0,06
12	Đất lúa + màu 2-3 vụ	Rice	RICE	4.796,66	1,17
13	Đất trồng lúa 2-3 vụ	Rice	RICE	33.456,90	8,16
14	Đất trồng luân canh 1 lúa- 1 màu	Rice	RICE	10.775,40	2,63

STT	Tên Việt Nam	Tên theo SWAT	Mã SWAT	Diện tích (ha)	Diện tích (%)
15	Đất trồng cây hàng năm khác	Agricultural Land-Row Crops	AGR	11.795,00	2,88
16	Đất dân cư nông thôn	Residential	URBN	22.725,00	5,55
17	Đất có mặt nước nuôi thủy sản	Water	WATR	4.458,38	1,09
18	Sông suối ao hồ	Water	WATR	5.786,31	1,41
Tổng				409.784,02	100,00

c, Dữ liệu thổ nhưỡng

Bản đồ thổ nhưỡng của LVSLN với 15 loại đất khác nhau được cung cấp bởi VQHTLMN. Trong nghiên cứu này, các loại đất trên được gộp thành 11 loại theo bảng mã đất trong FAO74. Dữ liệu này được đưa về hệ tọa độ WGS_84_UTM_zone_48 (Hình 4-6).



Hình 4-6. Bản đồ các loại đất LVSLN

Nhìn chung, lưu vực sông La Ngà khá đa dạng về loại đất. Trong đó, đất xám feralit chiếm hơn 50 % diện tích đất trong lưu vực. Cụ thể xem Bảng 4-12.

Bảng 4-12. Các loại đất trên lưu vực sông La Ngà

STT	Tên Việt Nam	Tên theo FAO74	Ký hiệu	Diện tích (ha)	Diện tích (%)
1	Đất phù sa có tầng đốm rỉ	Fluvisols	J	6.716,73	1,64
2	Đất phù sa clay	Fluvisols	J	9.284,99	2,27
3	Đất phù sa chua	Dystric Fluvisol	Jd	12.946,10	3,16
4	Đất clay chua	Dystric Gleysol	Gd	7.103,10	1,73
5	Đất xám feralit	Ferric Acrisol	Af	206.243,00	50,34
6	Đất xám có tầng loang lổ	Plinthic Acrisol	Ap	48.122,40	11,75
7	Cồn cát đỏ	Arenosols	Q	1.920,09	0,47
8	Đất đỏ và xám nâu	Rhodic Ferralsol	Fr	14.615,70	3,57
9	Đất nâu đỏ	Rhodic Ferralsol	Fr	32.548,30	7,94
10	Đất nâu vàng	Xanthic Ferralsol	Fx	38.140,30	9,31
11	Đất nâu thẫm trên bazan	Chromic Luvisol	Lc	937,38	0,23
12	Đất cát	Arenosols	Q	893,67	0,22
13	Đất xói mòn tro sỏi đá	Plinthic Acrisol	Ap	1.762,48	0,43
14	Đất đá bột điển hình	Andosols	T	26.839,10	6,55
15	Sông hồ	Water	WATER	1.633,15	0,40
Tổng				409.706,49	100,00

d, Dữ liệu thời tiết

Quá trình phân tích, so sánh và đánh giá từ dữ liệu quan trắc và dữ liệu mô phỏng từ hai nguồn (xem Phụ lục 1, 2) cho thấy chỉ số NSI của nguồn thứ nhất (World Climate Research Program, 2014) tốt hơn so với nguồn thứ hai (The National Centers for Environmental Prediction and Climate Forecast System Reanalysis, 2014). Vì vậy, nghiên cứu đã lựa chọn và sử dụng dữ liệu nguồn thứ nhất để bổ sung cho dữ liệu quan trắc khí tượng từ năm 1997 đến năm 2010.

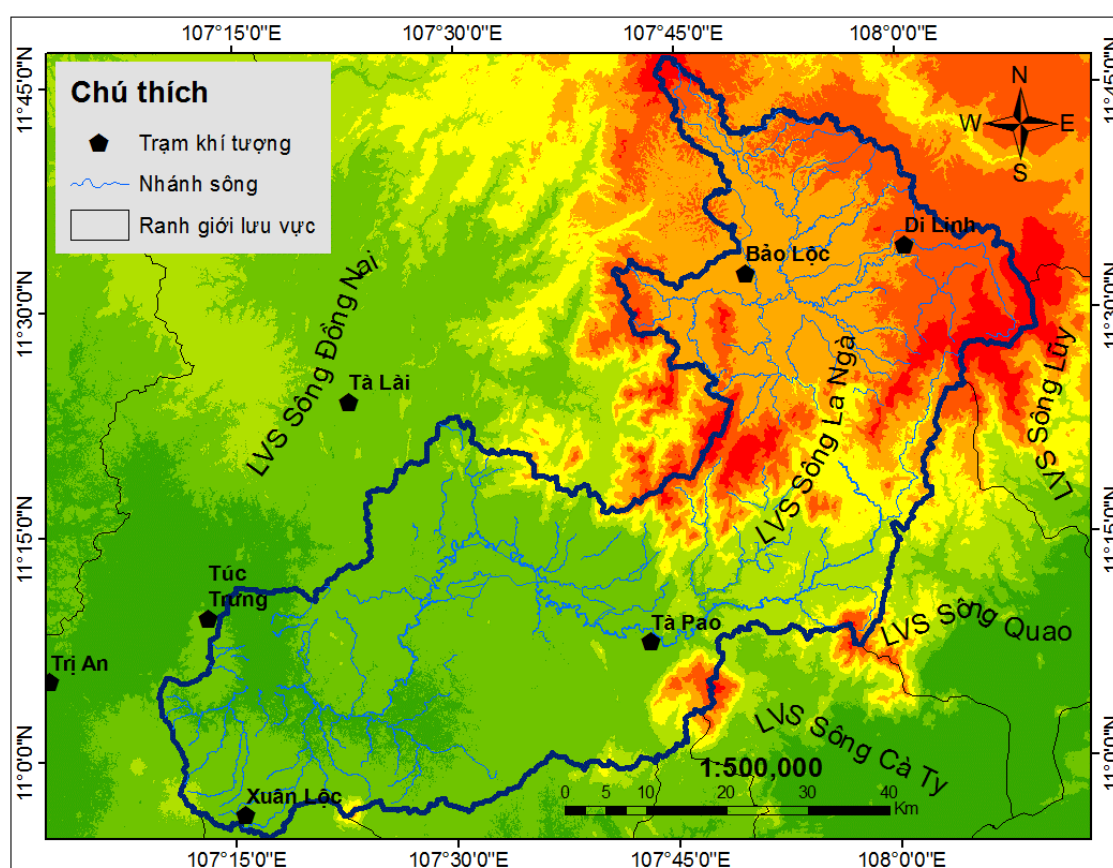
Dựa trên đặc điểm phân bố, thời gian đo đạc và chất lượng dữ liệu của các trạm quan trắc khí tượng trên LVSLN, đề tài đã chọn và sử dụng dữ liệu do VQHTLMN cung cấp kết hợp với nguồn I tại 7 trạm đo là Bảo Lộc, Tà Pao, Xuân Lộc, Di Linh,

Túc Trung, Tà Lài và Trị An trong khoảng thời gian từ 1997 – 2010 (Bảng 4-13) phân bố tại những vị trí như Hình 4-7. Chi tiết số liệu thời tiết tổng quát của các trạm sử dụng trong nghiên cứu này được thể hiện trong phần Phụ Lục 3.

Bảng 4-13. Đặc trưng địa lý của các trạm quan trắc khí tượng

STT	Trạm đo	Vĩ độ ($^{\circ}$)	Kinh độ ($^{\circ}$)	Cao độ (m)	Yếu tố đo đạc
1	Bảo Lộc	11.54	107.83	1141	P, T, S, W, D, H
2	Tà Pao	11.13	107.72	753	P, S, W, D, H
3	Xuân Lộc	10.94	107.26	101	P, T, S, W, D, H
4	Di Linh	11.57	108.01	878	P, S, W, D, H
5	Túc Trung	11.16	107.22	101	P, S, W, D, H
6	Tà Lài	11.40	107.38	150	P, S, W, D, H
7	Trị An	11.09	107.04	101	P, S, W, D, H

Ghi chú: P (Lượng mưa), T (Nhiệt độ không khí), S (Bức xạ Mặt trời), W (Tốc độ gió), D (Điểm sương), H (Độ ẩm không khí)



Hình 4-7. Vị trí các trạm khí tượng được sử dụng trong nghiên cứu

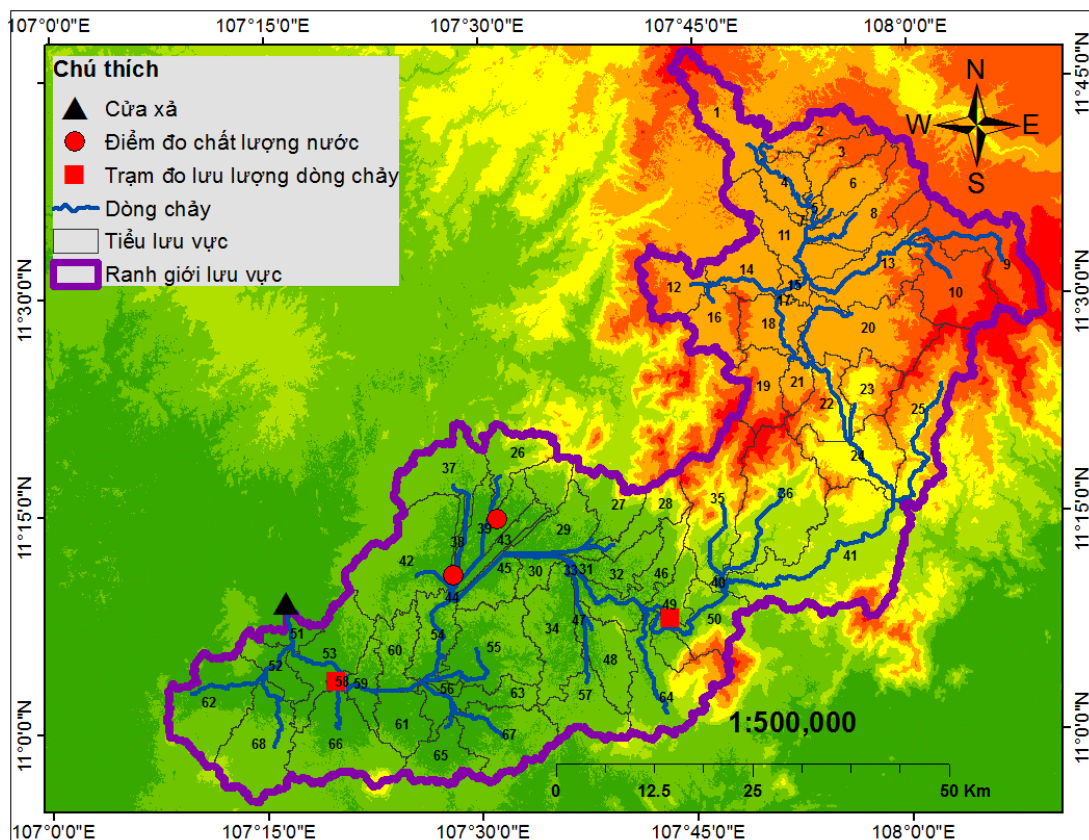
4.3. Tiến trình chạy mô hình SWAT

4.3.1. Phân chia lưu vực

Trong quá trình phân chia lưu vực, dữ liệu DEM của LVSLN được sử dụng. Dựa trên DEM, mô hình tiến hành lấp đầy những vùng thấp trũng, xác định hướng dòng chảy, dòng chảy tích lũy, mô phỏng mạng lưới dòng chảy và tạo cửa xả (thêm vào 2 trạm quan trắc LLDC và 2 điểm đo CLN).

Dựa trên mạng lưới dòng chảy, điểm xả nước của lưu vực được xác định tại tọa độ $11,15^0$ vĩ độ Bắc và $107,27^0$ kinh độ Đông, thuộc tỉnh Đồng Nai.

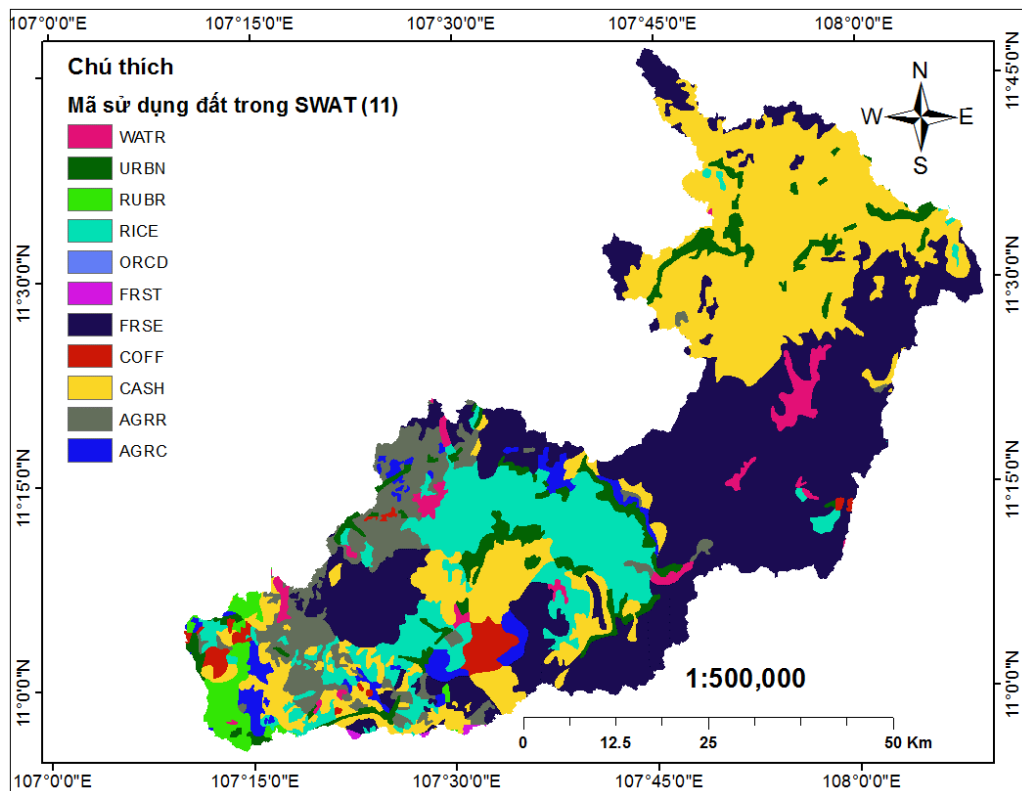
Kết quả phân chia trên diện tích 401.699,21 ha của lưu vực nghiên cứu có 68 tiểu lưu vực, được thể hiện như Hình 4-8.



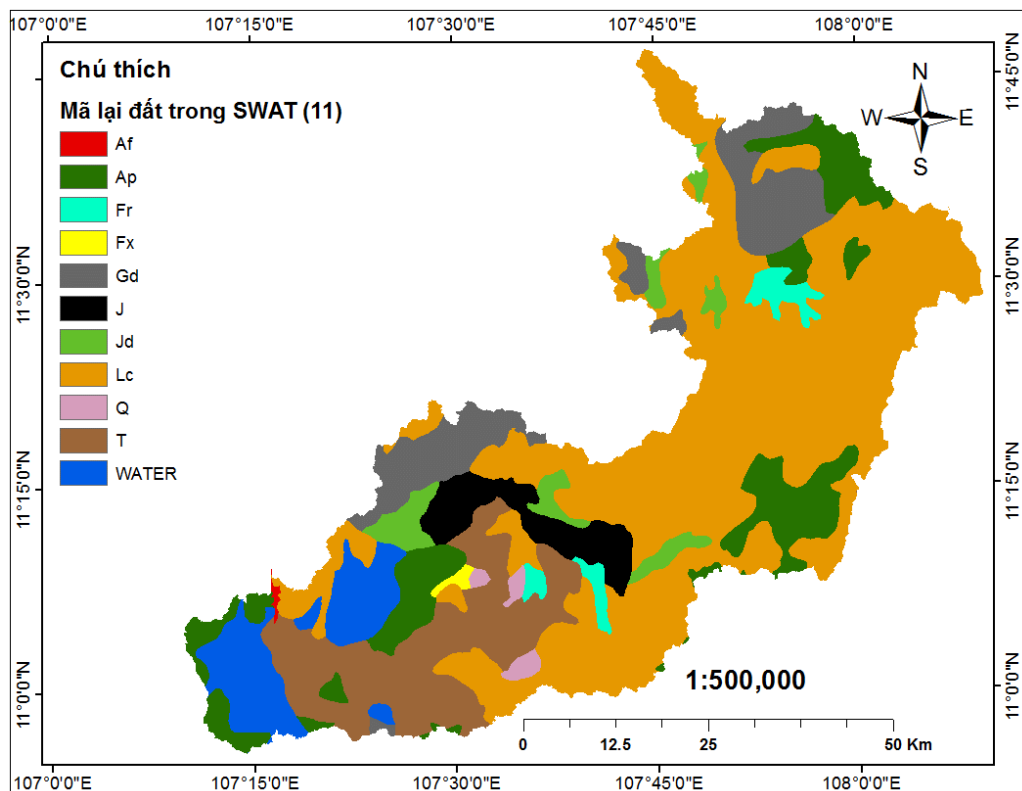
Hình 4-8. Bản đồ phân chia lưu vực sông La Ngà

4.3.2. Phân tích đơn vị thủy văn

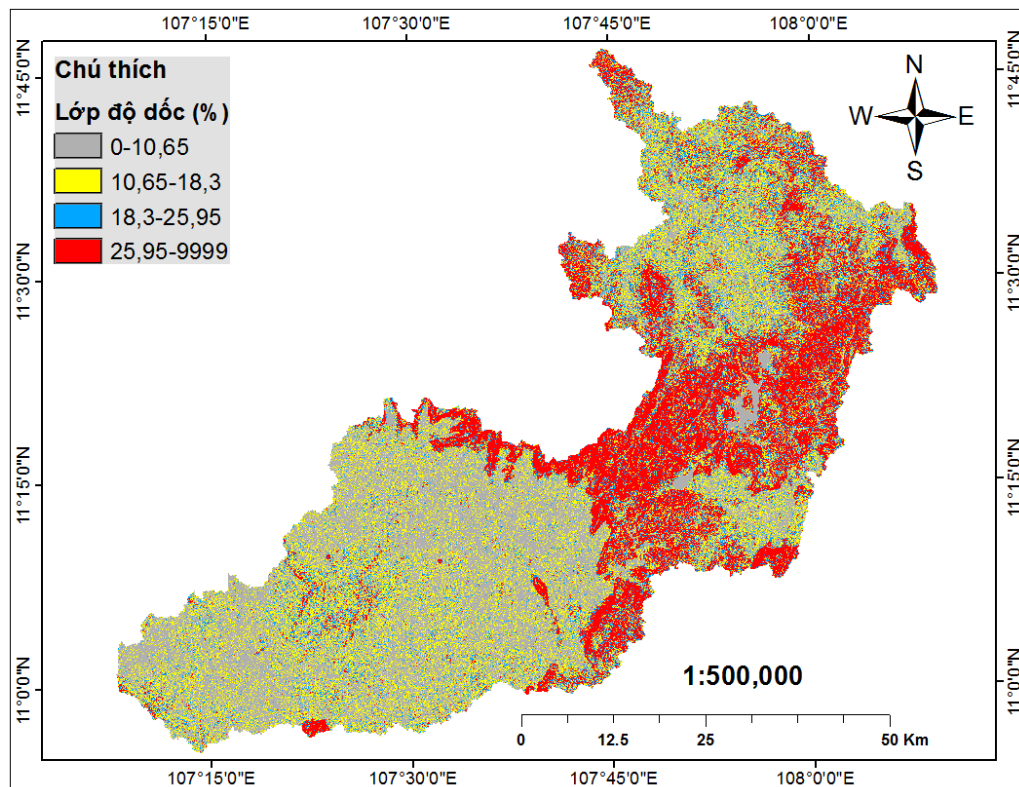
Sau khi phân chia lưu vực, bản đồ sử dụng đất và thổ nhưỡng được đưa vào SWAT (Hình 4-9, Hình 4-10), giá trị độ dốc được phân chia thành 4 lớp (Hình 4-11). Tiếp theo, bản đồ sử dụng đất, đất và độ dốc được chồng lớp, cho ra kết quả là sự phân bố sử dụng đất, đất và độ dốc cho từng tiểu lưu vực.



Hình 4-9. Kết quả phân chia các loại hình sử dụng đất trong SWAT



Hình 4-10. Kết quả phân chia mã loại đất trong SWAT



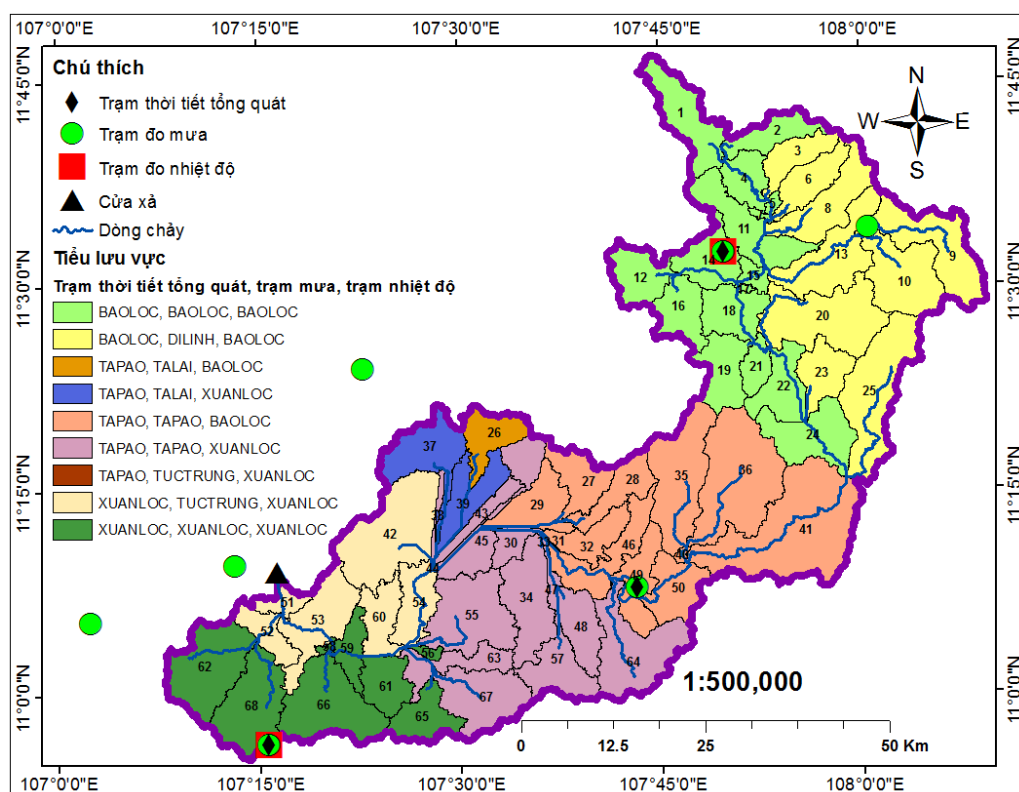
Hình 4-11. Kết quả phân chia lớp độ dốc trong SWAT

Cuối cùng là định nghĩa HRUs, trong nghiên cứu này sử dụng phương pháp gán nhiều HRU cho mỗi tiểu lưu vực quan tâm đến độ nhạy của quá trình thủy văn dựa trên giá trị ngưỡng cho sự kết hợp sử dụng đất/đất/độ dốc. Giá trị ngưỡng 0 % được thiết lập cho sử dụng đất, loại đất và độ dốc để tối đa hóa số HRU trong từng tiểu lưu vực. Với giá trị ngưỡng này thì số HRUs được tạo ra là 2.378.

4.3.3. Nhập dữ liệu thời tiết

Dữ liệu thời tiết cần thiết cho mô hình SWAT bao gồm lượng mưa, nhiệt độ lớn nhất, nhỏ nhất, tốc độ gió, bức xạ Mặt trời và điểm sương. Những dữ liệu này có thể được đưa vào SWAT theo hai cách, (1) từ dữ liệu quan trắc hàng ngày trong quá khứ tại những trạm đo trên hoặc gần lưu vực, (2) từ dữ liệu thống kê thời tiết hàng tháng mà sau đó SWAT sẽ mô phỏng dữ liệu theo ngày. Nguồn dữ liệu nghiên cứu được thu thập chi tiết theo từng ngày nên đề tài chọn theo cách (1). Trong đó, dữ liệu lượng mưa, tốc độ gió, bức xạ Mặt trời và điểm sương theo ngày trong thời kỳ từ 1997 – 2010 tại 7 trạm đo là Bảo Lộc, Di Linh, Tà Pao, Tà Lài, Trại An, Túc Trưng và Xuân Lộc, còn dữ liệu nhiệt độ không khí lớn nhất, nhỏ nhất theo ngày trong thời kỳ từ 1997

– 2010 tại 2 trạm đo là Bảo Lộc và Xuân Lộc được đưa vào mô hình SWAT để chuẩn bị cho bước chạy mô hình.



Hình 4-12. Kết quả gán các trạm quan trắc khí tượng cho các tiểu lưu vực

4.3.4. Chạy mô hình

Sau khi đã thiết lập xong dữ liệu thời tiết, tiến hành ghi chép tất cả các tập tin đầu vào cho mô hình SWAT. Thiết lập thời gian mô phỏng theo ngày và theo tháng. Thời gian tính toán mô hình từ ngày 01/01/1997 đến 31/12/2010 (14 năm), mưa tuân theo phân bố lịch chuẩn.

4.3.5. Đánh giá mô hình

Giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, hệ số xác định (R^2) (P. Krause *et al.*, 2005) và chỉ số Nash – Sutcliffe (NSI) (Nash, J.E. and J.V. Sutcliffe, 1970) được sử dụng để đánh giá độ chính xác của mô hình SWAT. Công thức tính R^2 và NSI được thể hiện lần lượt trong công thức (4.3) và (4.4).

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}} \right)^2 \quad (4.3)$$

$$NSI = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (4.4)$$

Với O là giá trị thực đo (m^3/s), $\bar{O}$ là giá trị thực đo trung bình (m^3/s), $\bar{P}$ là giá trị mô phỏng (m^3/s), P là giá trị mô phỏng trung bình (m^3/s), n là số lượng giá trị tính toán.

Giá trị R^2 nằm trong khoảng từ 0 đến 1, thể hiện mối tương quan giữa giá trị thực đo và giá trị mô phỏng. Giá trị $R^2 > 0,5$ được coi là chấp nhận được. Với $R^2 > 1$ thể hiện mối tương quan cao (Santhi et al., 2001, Van Liew et al., 2003). Trong khi đó, chỉ số NSI chạy từ $-\infty$ đến 1, đo lường sự phù hợp giữa giá trị thực đo và giá trị mô phỏng trên đường thẳng 1:1. Giá trị $NSI > 0,5$ được coi là chấp nhận được. Với $NSI > 0,65$ thể hiện sự phù hợp cao và NSI nằm trong khoảng $0,54 < R^2 < 0,65$ thể hiện sự phù hợp tương đối cao (Saleh et al., 2000, Sathi et al., 2001).

Nếu R^2 , NSI nhỏ hơn hoặc gần bằng 0, khi đó kết quả được xem là không thể chấp nhận hoặc độ tin cậy kém. Ngược lại, nếu những giá trị này bằng 1, thì kết quả mô phỏng của mô hình là hoàn hảo. Tuy nhiên, không có quy định thống nhất nào được xác định trong việc đánh giá kết quả mô phỏng từ các thông số thống kê này (C. Santhi et al., 2001).

CHƯƠNG 5. KẾT QUẢ, THẢO LUẬN

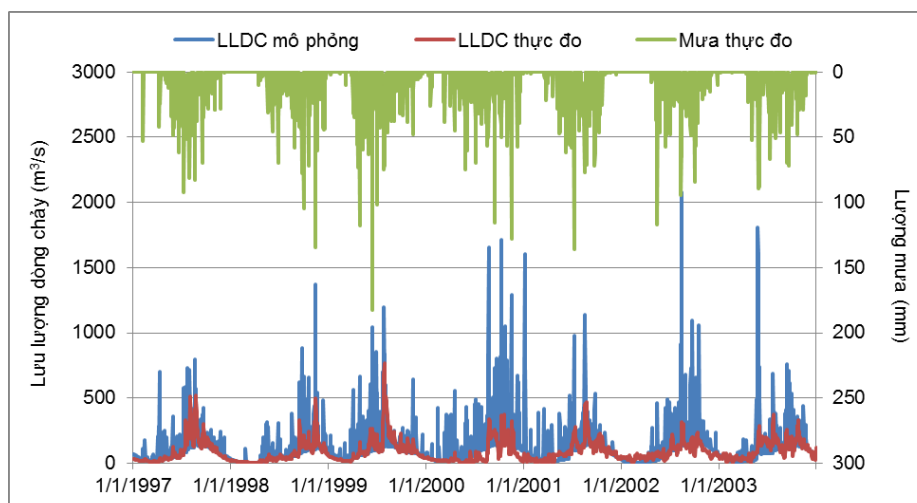
5.1. Đánh giá độ chính xác của kết quả mô phỏng LLDC (1997 – 2003)

Để đánh giá độ chính xác của kết quả mô phỏng LLDC trong SWAT, đề tài sử dụng số liệu quan trắc LLDC theo ngày và tháng (1997 – 2003) tại hai trạm thủy văn là Phú Điền và Tà Pao. Mỗi trạm quan trắc được xem xét như là cửa xả của một tiểu lưu vực tương ứng. Tiểu lưu vực Tà Pao nằm ở vùng trung lưu sông La Ngà, chiếm diện tích 200.983,95 ha; tiểu lưu vực Phú Điền nằm ở hạ lưu sông La Ngà, nhận nước từ tiểu lưu vực Tà Pao đổ vào, diện tích tính đến Phú Điền là 367.378,19 ha; chiếm 91,62 % diện tích toàn lưu vực sông La Ngà. Các tiểu lưu vực còn lại không có số liệu thực đo nên đề tài không đánh giá. Dòng chảy đã không còn tự nhiên do chịu tác động từ hồ thủy điện Hàm Thuận - Đa Mi trên sông La Ngà. Đây là công trình được xây dựng hoàn thành và vận hành vào năm 2001. Song song với nhiệm vụ phát điện, công trình này đã góp phần gia tăng dòng chảy về mùa kiệt ở hạ lưu tạo điều kiện thuận lợi trong việc tưới cho các cánh đồng vùng hạ lưu sông La Ngà. Ngoài ra, công trình này cũng đã góp phần làm giảm dòng chảy lũ, thu hẹp đáng kể diện tích ngập ở vùng hạ lưu này trong mùa lũ. Chính vì vậy, để thấy rõ hơn diễn biến của dòng chảy trước và sau khi có sự tác động của công trình thủy điện, đề tài đã chia khoảng thời gian đánh giá thành 2 thời kỳ 1997 – 2001 và 2002 - 2003.

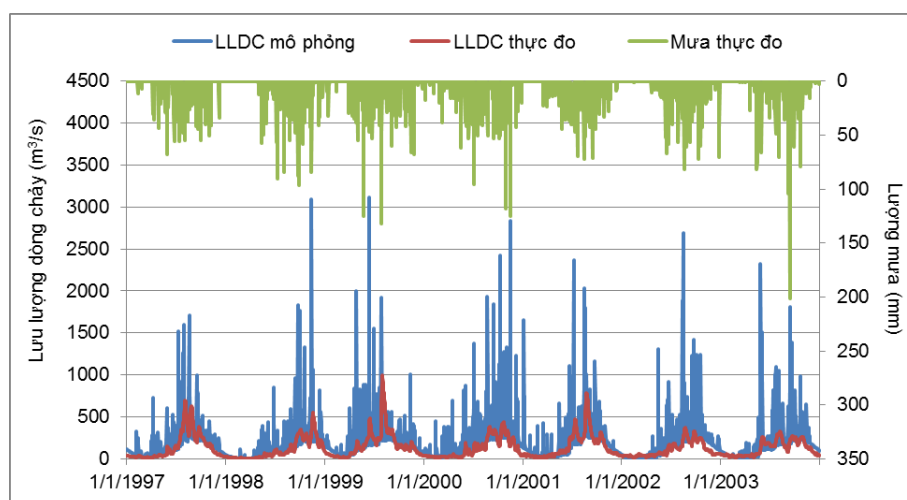
So sánh giá trị dòng chảy thực đo và mô phỏng theo ngày (Hình 5-1) và tháng (Hình 5-2) tại hai tiểu lưu vực Tà Pao và Phú Điền cho thấy giá trị mô phỏng nhìn chung cao hơn giá trị thực đo.

Bảng 5-1. Thống kê so sánh LLDC ngày tại Phú Điền và Tà Pao (1997 – 2003)

Năm	Hệ số xác định (R^2)		Chỉ số Nash - Sutcliffe (NSI)	
	Phú Điền	Tà Pao	Phú Điền	Tà Pao
1997	0,277	0,358	-0,661	-0,190
1998	0,245	0,365	-3,519	-1,575
1999	0,102	0,311	-2,061	-0,413
2000	0,194	0,233	-6,352	-4,692
2001	0,226	0,222	-2,049	-2,776
2002	0,303	0,333	-8,204	-9,582
2003	0,213	0,217	-8,375	-4,782



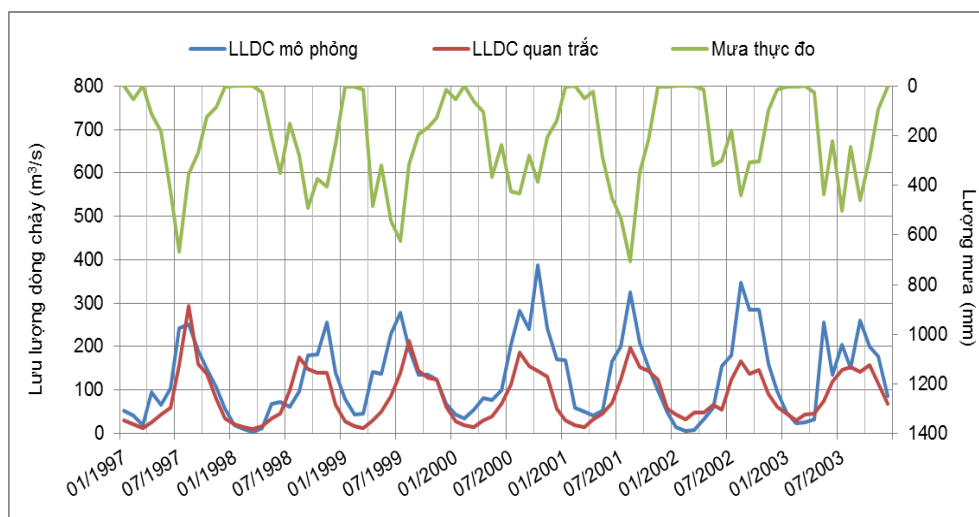
Hình 5-1. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo ngày tại Tà Pao



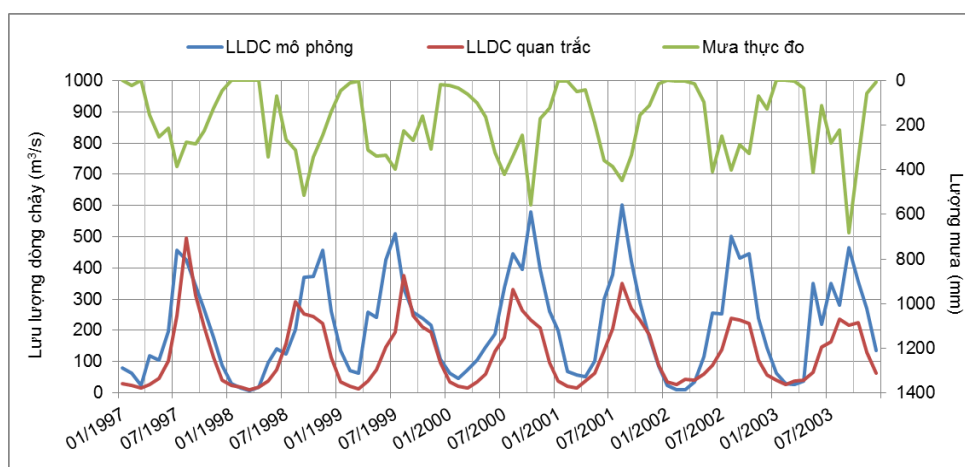
Hình 5-2. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo ngày tại Phú Điền

Bảng 5-2. Thống kê so sánh LLDC tháng tại Phú Điền và Tà Pao (1997 – 2003)

Năm	Hệ số xác định (R^2)		Chỉ số Nash - Sutcliffe (NSI)	
	Phú Điền	Tà Pao	Phú Điền	Tà Pao
1997	0,822	0,852	0,660	0,724
1998	0,692	0,619	0,004	0,242
1999	0,331	0,409	-1,000	-0,477
2000	0,832	0,815	-1,046	-1,856
2001	0,838	0,654	-0,334	-0,380
2002	0,944	0,889	-2,122	-3,009
2003	0,654	0,593	-2,278	-1,154



Hình 5-3. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo tháng tại Tà Pao



Hình 5-4. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo tháng tại Phú Điền

➤ **Nhận xét:**

Dựa vào Hình 5-1 và Hình 5-2, có thể thấy trong giai đoạn 1997 – 2003, vào mùa khô, giá trị LLDC mô phỏng tương đối đồng với giá trị LLDC thực đo. Trong khi đó, vào mùa mưa thì giá trị LLDC mô phỏng cao hơn giá trị LLDC mô phỏng.

Giá trị LLDC theo tháng được mô phỏng dựa trên giá trị tính toán lượng mưa trung bình tháng. Vì vậy, kết quả mô phỏng LLDC theo tháng nhìn chung tốt hơn kết quả mô phỏng LLDC theo ngày. Chỉ số R^2 nằm trong khoảng chấp nhận được (0,331 – 0,944) qua các năm từ 1997 đến 2003, thể hiện tương quan giữa giá trị LLDC thực đo và mô phỏng tại tiểu lưu vực Tà Pao và Phú Điền. Chỉ số NSI khá tốt trong hai năm 1997 và 1998, dao động từ 0,004 đến 0,724; tuy nhiên, chỉ số NSI lại không tốt từ khi

công trình thủy lợi Hàm Thuận – Đa Mi đi vào hoạt động, chỉ số NSI năm 2002 tại Phú Điền là -2,122, là Tà Pao -3,009; năm 2003 tại Phú Điền -2,278, Tà Pao là -1,154. Từ đó cho thấy giá trị LLDC thực đo và mô phỏng chênh lệch khá cao trong hai năm này.

Về diễn biến lưu lượng dòng chảy tháng, rõ ràng kết quả mô phỏng tại cả hai tiểu lưu vực trên đều thể hiện sự dao động dòng chảy khá tốt, mặc dù có một số đỉnh dòng chảy được ước lượng thấp hơn hay vượt quá giá trị thực đo (Hình 5-3 và Hình 5-4).

Mặt khác, LLDC có mối tương quan thuận với lượng mưa, sự biến đổi của dòng chảy tại Tà Pao và Phú Điền được xác định theo sự biến động của lượng mưa. Trong những tháng mưa nhiều, lưu lượng dòng chảy thường lớn. Mô hình chung của dòng chảy tại hai tiểu lưu vực này có 2 lần đạt đỉnh mùa mưa, các tháng còn lại (nhất là trong mùa khô) dòng chảy rất nhỏ. Tuy nhiên giá trị LLDC có sự khác biệt theo từng năm. Đặc biệt trong giai đoạn mô phỏng (1997 – 2003), trên cả hai tiểu lưu vực Tà Pao và Phú Điền có 3 năm giá trị LLDC lớn nhất, đó là vào các tháng X/2000, VIII/2001, VIII/2002 (các tháng này rơi vào những tháng mùa mưa từ tháng V – XI). Đối với Tà Pao, giá trị tương ứng lần lượt là 387,9 m³/s, 324,1 m³/s, 347,6 m³/s. Trong khi đó, tại Phú Điền, giá trị này lớn hơn lần lượt là 578,8 m³/s, 600,9 m³/s, 500,3 m³/s. Vào mùa khô từ tháng XII đến tháng IV năm sau, có khi LLDC xuống thấp nhất chỉ đạt 3,48 m³/s (Tà Pao) và 6,47 m³/s (Phú Điền).

Dựa vào kết quả mô phỏng LLDC trong thời kỳ 1997 – 2001, có thể thấy giá trị LLDC tuân theo quy luật mưa (vào những thời điểm mưa nhiều thì đồng thời giá trị LLDC tăng cao). Tuy nhiên, trong thời kỳ 2002 – 2003 (khi vận hành hồ thủy điện Hàm Thuận – Đa Mi) giá trị LLDC không còn tuân theo quy luật mưa, dòng nước được điều hòa hơn; cụ thể tại Phú Điền ngày 12/9/2003, lượng mưa đạt giá trị cao nhất so với các thời điểm khác trong thời kỳ này (201,1 mm); trong khi đó, giá trị LLDC thực đo chỉ đạt 204 m³/s.

5.2. Đánh giá độ chính xác của kết quả mô phỏng CLN (2010)

Để đánh giá độ chính xác của kết quả mô phỏng CLN trong SWAT, đề tài sử dụng số liệu CLN thực đo theo ngày năm 2010 tại hai trạm đo là SW_LN_01 và SW_LN_02 do Phòng Quan trắc Môi trường - Sở Tài nguyên và Môi trường Đồng Nai cung cấp. Mỗi trạm đo được xem xét như là cửa xả của một tiểu lưu vực tương ứng. Sáu thông số CLN bao gồm oxy hòa tan, ammonia, nitrit, nitrat, phosphat, tổng chất rắn lơ lửng được lựa chọn để đánh giá trong đề tài này (Hình 5-5 và Hình 5-6).

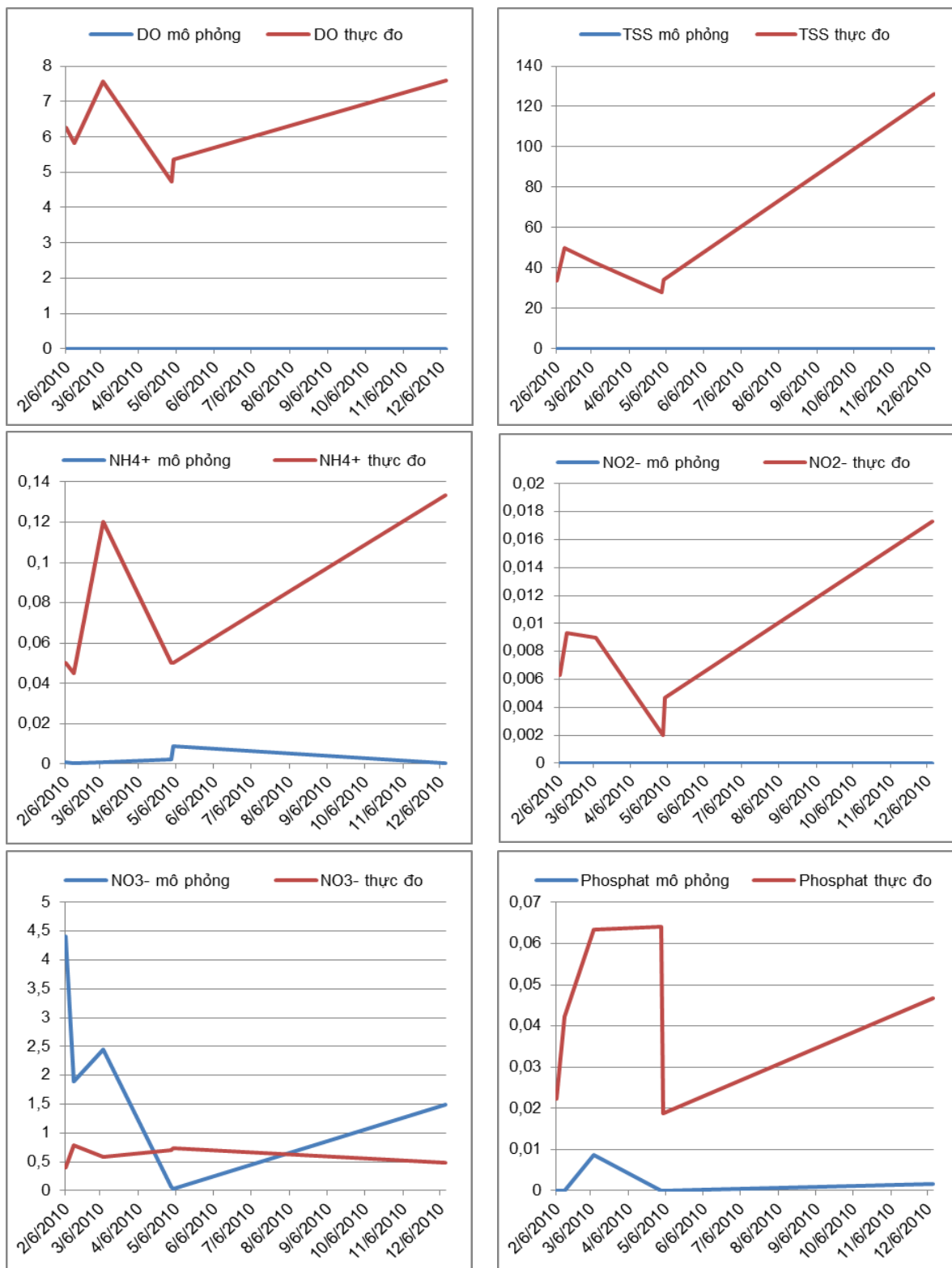
Dựa vào Bảng 5-3, có thể thấy hệ số xác định R^2 và chỉ số NSI giữa các thông số CLN thực đo và mô phỏng hầu như đều nhỏ hơn hoặc gần bằng 0, nên kết quả mô phỏng CLN được xem là không thể chấp nhận hoặc độ tin cậy kém.

Hệ số xác định của các thông số CLN trên đa số đều nằm trong khoảng không chấp nhận được. Ngoại trừ các thông số ammonia, nitrat, phosphat tại điểm SW_LN_01 có R^2 lần lượt 0,146; 0,494; 0,297 và nitrat, phosphat tại điểm SW_LN_02 có R^2 lần lượt 0,436; 0,062 là nằm trong khoảng có thể chấp nhận được (0 – 1).

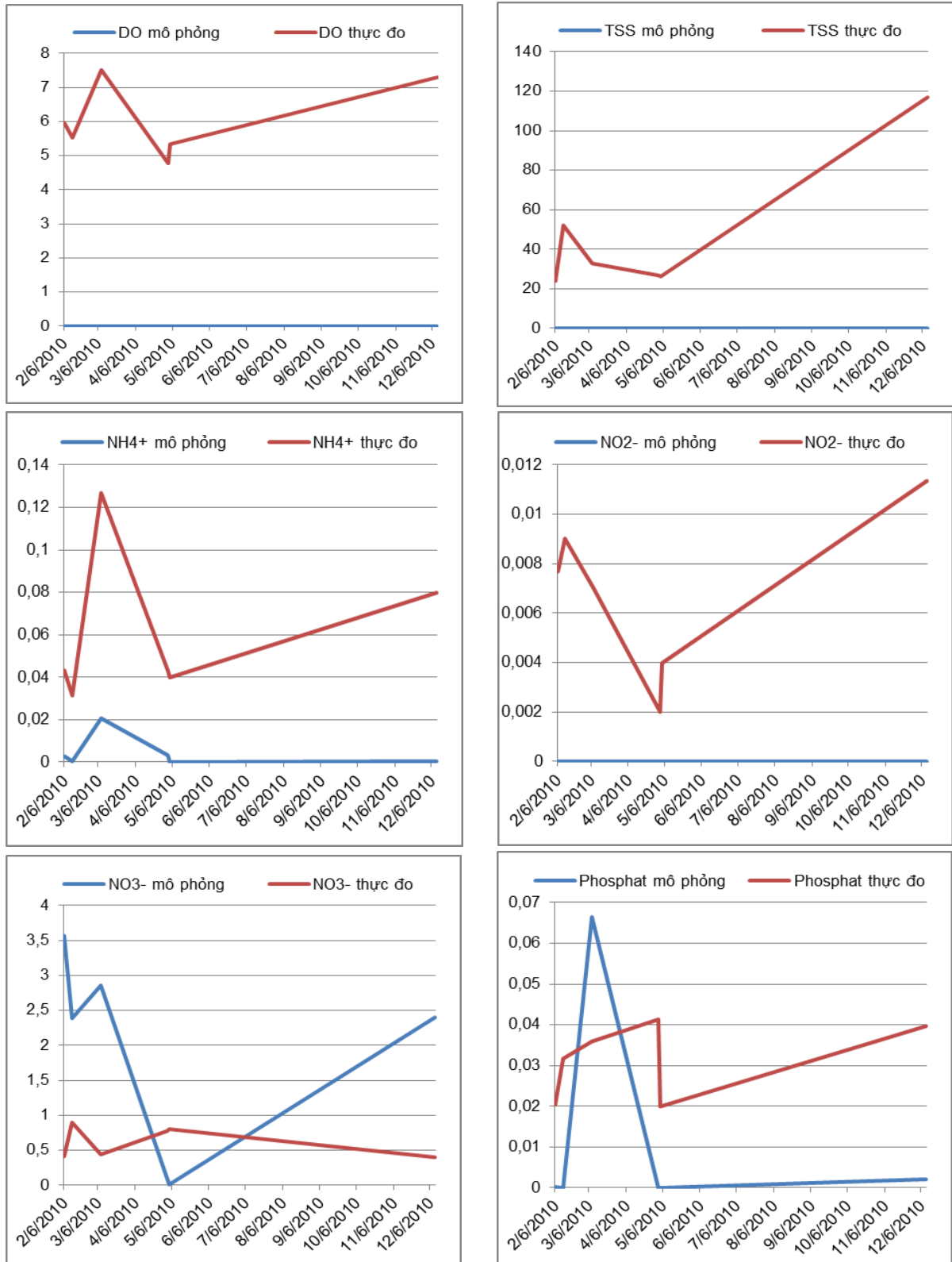
Chỉ số NSI của các thông số CLN trên đều thấp, thể hiện độ tin cậy kém. Đặc biệt, chỉ số NSI của nitrat thấp nhất tại SW_LN_01 là -188,007 và SW_LN_02 là -86,538.

Bảng 5-3. Thống kê so sánh các thông số chất lượng nước năm 2010

STT	Thông số	Hệ số xác định (R^2)		Chỉ số Nash - Sutcliffe (NSI)	
		SW_LN_01	SW_LN_02	SW_LN_01	SW_LN_02
1	Oxy hòa tan (DO)	0	0	-34,350	-36,179
2	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	0	0	-2,421	-2,003
3	Ammonia (NH_4^+) (tính theo N)	0,146	0	-3,918	-2,530
4	Nitrit (NO_2^-) (tính theo N)	0	0	-2,826	-4,910
5	Nitrat (NO_3^-) (tính theo N)	0,494	0,436	-188,007	-86,538
6	Phosphat (PO_4^{3-}) (tính theo P)	0,297	0,062	-5,219	-12,291



Hình 5-5. Đồ thị so sánh CLN mô phỏng và thực đo tại SW_LN_01



Hình 5-6. Đồ thị so sánh CLN mô phỏng và thực đo tại SW_LN_02

➤ **Nhận xét:**

Nhìn chung, các giá trị mô phỏng của những thông số CLN trên đều chưa đáp ứng được yêu cầu đặt (R^2 dao động sấp xỉ từ 0 đến 0,4; NSI dao động sấp xỉ từ -188 đến -2), điều này chứng tỏ dữ liệu đầu vào của mô hình chưa đầy đủ.

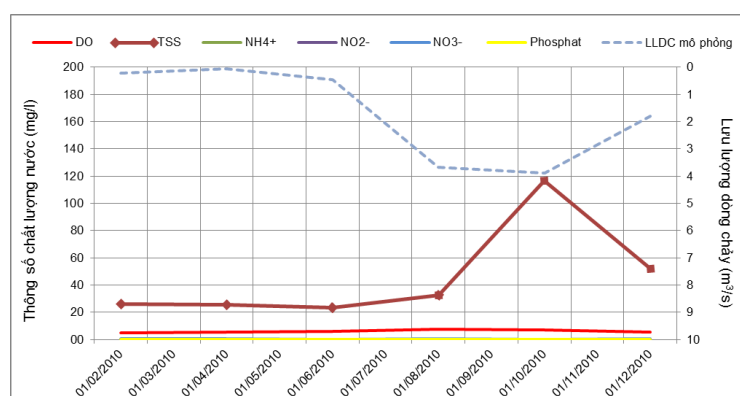
Do điều kiện kinh phí giới hạn nên đề tài không có dữ liệu về nguồn gây ô nhiễm dạng điểm và dạng phân tán (dữ liệu về các hoạt động sản xuất nông nghiệp, cơ cấu mùa vụ, việc sử dụng phân bón, thuốc bảo vệ thực vật, điểm xả thải của các nhà máy, xí nghiệp...) nên độ chính xác của mô hình mô phỏng CLN chưa đáp ứng yêu cầu đặt ra.

5.3. Mối quan hệ giữa LLDC và các thông số CLN

Lưu lượng dòng chảy và các thông số CLN trong lưu vực có mối quan hệ tương quan thuận với nhau (xem Hình 5-7 và Hình 5-8).

Bảng 5-4. Thống kê giá trị LLDC mô phỏng và các thông số CLN thực đo tại điểm đo SW_LN_01

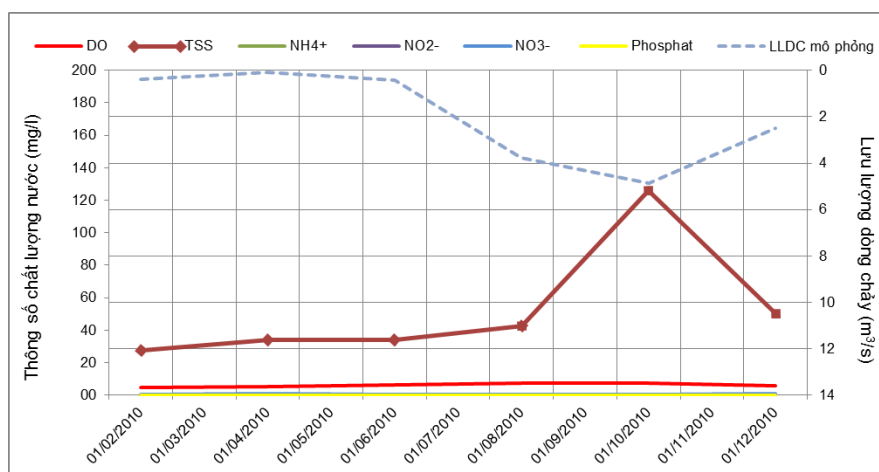
Ngày đo	Các thông số CLN thực đo (mg/l)						LLDC mô phỏng (m ³ /s)
	DO	TSS	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Phosphat	
5/2/2010	4,767	26,667	0,043	0,002	0,783	0,041	0,218
5/4/2010	5,333	26,333	0,040	0,004	0,800	0,020	0,049
2/6/2010	5,967	24,000	0,043	0,008	0,413	0,020	0,461
3/8/2010	7,500	33,000	0,127	0,007	0,443	0,036	3,680
12/10/2010	7,300	117,000	0,080	0,011	0,397	0,040	3,875
2/12/2010	5,533	52,333	0,031	0,009	0,903	0,032	1,787
<i>R² (thông số CLN và LLDC mô phỏng)</i>	0,828	0,483	0,632	0,517	0,301	0,303	



Hình 5-7. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa LLDC mô phỏng và các thông số CLN thực đo tại điểm đo SW_LN_01

Bảng 5-5. Thống kê giá trị LLDC mô phỏng và các thông số CLN thực đo tại điểm đo SW_LN_02

Ngày đo	Các thông số CLN thực đo (mg/l)						LLDC mô phỏng (m ³ /s)
	DO	TSS	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Phosphat	
5/2/2010	4,733	28,000	0,050	0,002	0,697	0,064	0,402
5/4/2010	5,367	34,000	0,050	0,005	0,737	0,019	0,074
2/6/2010	6,267	33,667	0,050	0,006	0,393	0,022	0,438
3/8/2010	7,567	42,667	0,120	0,009	0,593	0,063	3,774
12/10/2010	7,583	126,000	0,133	0,017	0,480	0,047	4,880
2/12/2010	5,833	50,000	0,045	0,009	0,790	0,042	2,488
R² (thông số CLN và LLDC mô phỏng)	0,736	0,637	0,777	0,806	0,053	0,220	



Hình 5-8. Đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa LLDC mô phỏng và các thông số CLN thực đo tại điểm đo SW_LN_02

➤ **Nhận xét:**

Nhìn chung, các thông số CLN trên đều phụ thuộc vào lưu lượng dòng chảy trong từng tiểu lưu vực. Đặc biệt, hàm lượng chất rắn lơ lửng phụ thuộc rất nhiều vào lưu lượng dòng chảy. Dựa vào Hình 5-7 và Hình 5-8, có thể thấy rõ nhất LLDC càng lớn thì lượng TSS càng lớn tại cùng thời điểm. LLDC tại điểm SW_LN_01 đạt đỉnh vào tháng X (3,875 m³/s) kéo theo TSS cũng đạt giá trị cao nhất là 117 mg/l và tại tiểu lưu vực SW_LN_02, LLDC đạt đỉnh cũng vào tháng X (4,88 m³/s) kéo theo TSS cũng đạt giá trị cao nhất là 126 mg/l.

Bảng 5-4 và Bảng 5-5 cho thấy hàm lượng DO dao động từ 4,7 mg/l đến 7,6 mg/l. Hàm lượng DO giữa tháng mưa và tháng nắng có sự chênh lệch nhau, vào những

tháng mưa thì lượng DO đều lớn hơn 7 mg/l (cao hơn những tháng còn lại). Mưa làm cho nguồn nước bề mặt có sự xáo trộn, làm tăng diện tích tiếp xúc của nước và không khí, dẫn đến hàm lượng oxy hòa tan trong không khí hòa tan vào trong nước nhiều hơn. Điều này chứng tỏ hàm lượng oxy hòa tan phụ thuộc vào lượng mưa và dòng chảy bề mặt.

Bên cạnh đó, hàm lượng nitrat (NO_3^-), ammonia (NH_4^+), nitrit (NO_2^-) trong nước sông cũng phụ thuộc rất nhiều vào lượng mưa và tốc độ dòng chảy bề mặt. Lượng nitrat (NO_3^-) trong nghiên cứu chủ yếu xuất phát từ lượng phân bón hóa học mà cây trồng chưa sử dụng hết; ammonia (NH_4^+) từ chất thải chăn nuôi và nước thải sinh hoạt chưa được xử lý; nitrit là một giai đoạn trung gian trong chu trình đạm hóa do sự phân hủy các chất đạm hữu cơ; chúng bị rửa trôi và được đưa vào sông chính. Nếu hàm lượng của những chất này trên thượng lưu cao, với lưu lượng dòng chảy lớn thì theo thời gian nó sẽ kéo theo vùng hạ lưu cũng bị ảnh hưởng nặng.

Phosphat là chất dinh dưỡng cần cho sự phát triển của thực vật thủy sinh. Mặc dù không độc hại đối với người, song khi có mặt trong nước ở nồng độ tương đối lớn, cùng với nitơ, phosphat sẽ gây ra hiện tượng phú dưỡng. Phú dưỡng chỉ tình trạng của một hồ nước đang có sự phát triển mạnh của tảo. Mặc dầu tảo phát triển mạnh trong điều kiện phú dưỡng có thể hỗ trợ cho chuỗi thức ăn trong hệ sinh thái nước, nhưng sự phát triển bùng nổ của tảo sẽ gây ra những hậu quả làm suy giảm mạnh CLN. Hiện tượng phú dưỡng thường xảy ra với các hồ, hoặc các vùng nước ít lưu thông. Nếu không có mưa tạo thành dòng chảy tràn thì lượng phosphat càng ngày càng tăng, dần dần hồ sẽ trở thành vùng đầm lầy và cuối cùng là vùng đất khô, cuộc sống của động vật thủy sinh trong hồ bị ngừng trệ. Do vậy, hàm lượng phosphat cũng phụ thuộc khá nhiều vào lượng mưa và dòng chảy bề mặt. Hàm lượng phosphat trong nghiên cứu này thấp, dao động từ 0,019 – 0,064 mg/l.

5.4. So sánh giá trị CLN với Quy chuẩn

Sáu thông số CLN thực đo theo ngày năm 2010 bao gồm oxi hòa tan, tổng chất rắn lơ lửng, ammonia, nitrit, nitrat, phosphat tại hai điểm đo CLN là SW_LN_01 và SW_LN_02 tương ứng với hai cửa xả của hai tiểu lưu vực. Các thông số này được so sánh với Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng nước mặt (QCVN 08:2008/BTNMT).

Giá trị giới hạn của một số thông số CLN được quy định tại Bảng 5-6.

Bảng 5-6. Giá trị giới hạn của một số thông số CLN

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn			
			A1	A2	B1	B2
1	Oxy hòa tan (DO)	mg/l	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
2	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	20	30	50	100
3	Ammonia (NH_4^+) (tính theo N)	mg/l	0.1	0.2	0.5	1
4	Nitrit (NO_2^-) (tính theo N)	mg/l	0.01	0.02	0.04	0.05
5	Nitrat (NO_3^-) (tính theo N)	mg/l	2	5	10	15
6	Phosphat (PO_4^{3-}) (tính theo P)	mg/l	0.1	0.2	0.3	0.5

(Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008)

Ghi chú: Việc phân hạng nguồn nước mặt nhằm đánh giá và kiểm soát CLN, phục vụ cho các mục đích sử dụng nước khác nhau:

A1 - Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt và các mục đích khác như loại A2, B1 và B2.

A2 - Dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp; bảo tồn động thực vật thủy sinh, hoặc các mục đích sử dụng như loại B1 và B2.

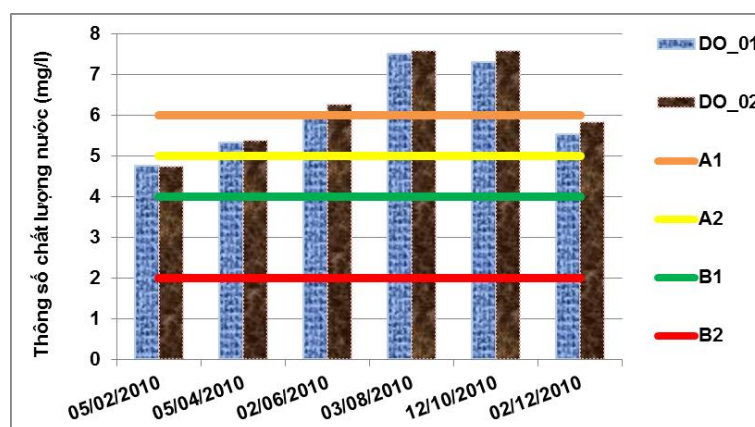
B1 - Dùng cho mục đích tưới tiêu thủy lợi hoặc các mục đích sử dụng khác có yêu cầu CLN tương tự hoặc các mục đích sử dụng như loại B2.

B2 - Giao thông thủy và các mục đích khác với yêu cầu nước chất lượng thấp.

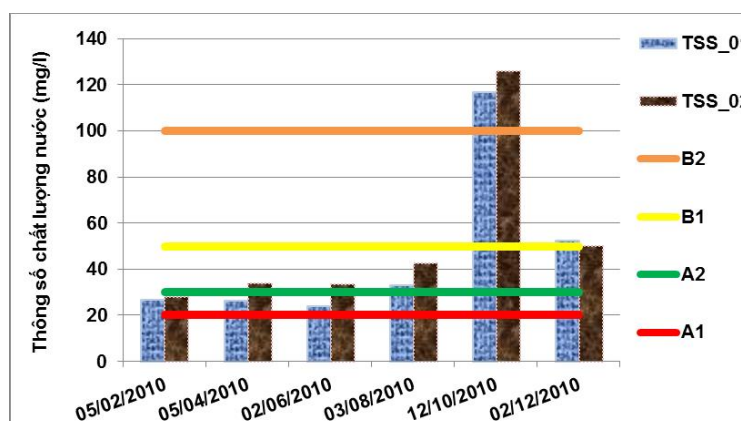
Nhìn vào Hình 5-9 đến Hình 5-14, có thể thấy rằng hàm lượng các thông số CLN trên phù hợp cho mục đích cấp nước sinh hoạt nhưng phải áp dụng công nghệ xử lý phù hợp; bảo tồn động thực vật thủy sinh (A2) và các mục đích khác như loại B1 và B2; cụ thể là nitrit dao động từ 0,002 – 0,017 mg/l, ammonia từ 0,031 – 0,127 mg/l và DO từ 4,733 – 7,583 mg/l; đặc biệt, phosphat (0,019 – 0,064 mg/l), nitrat (0,393 – 0,903 mg/l) tại hai tiêu lưu vực vào thời điểm này lại thuộc hạng A1 rất thích hợp cho mục đích cấp nước sinh hoạt mà không cần qua xử lý.

Tuy nhiên, những tháng mùa khô, lượng TSS thuộc phân hạng B1; còn vào những tháng mùa mưa, hàm lượng chất rắn lơ lửng vượt quá Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về CLN 2008; cụ thể, tháng X lượng TSS vượt hạng B2 tăng lên 117 mg/l. Trái

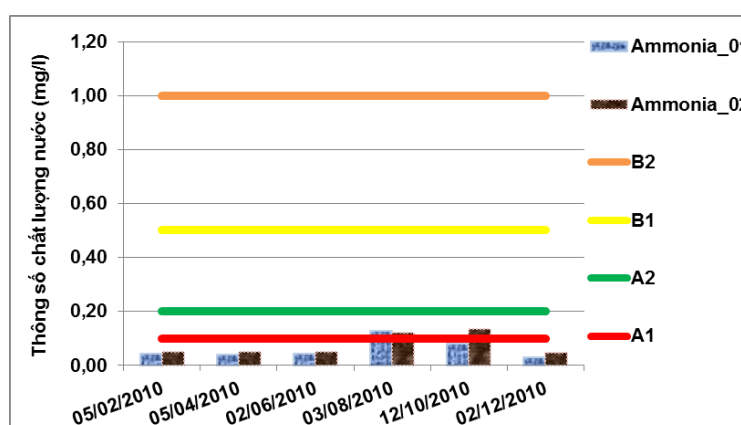
ngược với thông số chất rắn lơ lửng, vào mùa mưa hàm lượng oxy hòa tan lại thuộc vào hạng A1(tháng X, DO đạt 7,683 mg/l).



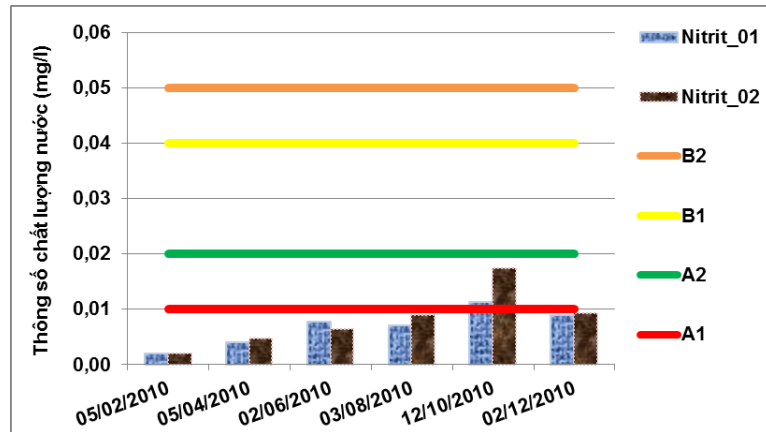
Hình 5-9. Đồ thị phân hạng lượng oxy hòa tan tại hai điểm đo



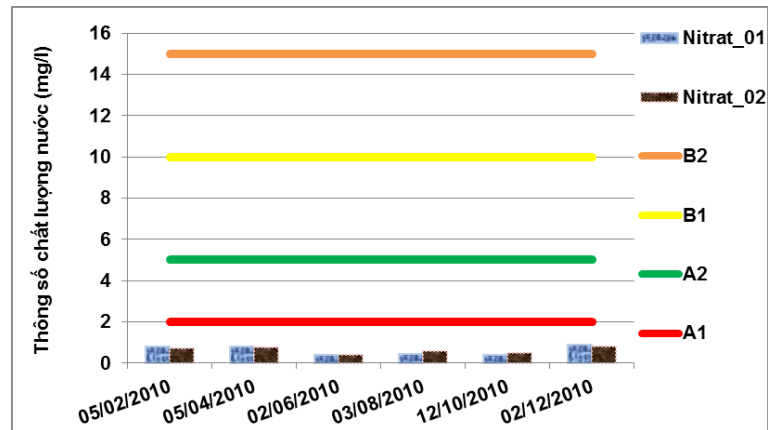
Hình 5-10. Đồ thị phân hạng lượng chất rắn lơ lửng tại hai điểm đo



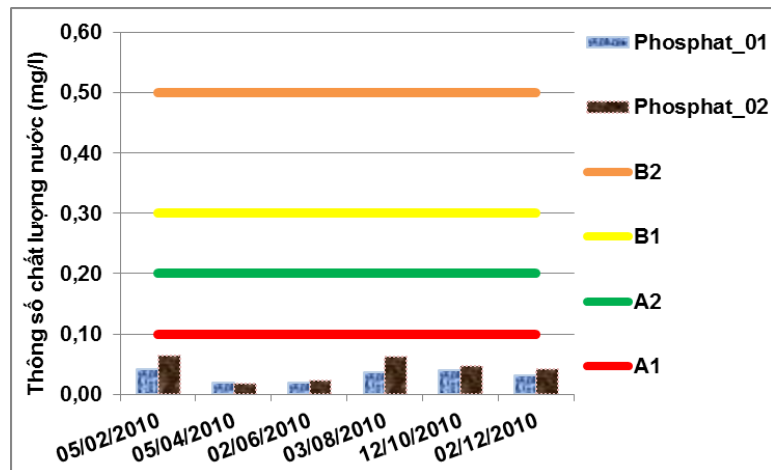
Hình 5-11. Đồ thị phân hạng lượng ammonia tại hai điểm đo



Hình 5-12. Đồ thị phân hạng lượng nitrit tại hai điểm đo



Hình 5-13. Đồ thị phân hạng lượng nitrat tại hai điểm đo



Hình 5-14. Đồ thị phân hạng lượng phosphat tại hai điểm đo

CHƯƠNG 6. KẾT LUẬN, ĐỀ XUẤT

6.1. Kết luận

Sau quá trình nghiên cứu, đề tài đã đạt được những kết quả sau:

- Ứng dụng mô hình SWAT mô phỏng lưu lượng dòng chảy và các thông số CLN tại lưu vực sông La Ngà, trong giai đoạn 1997 – 2010.

- Sử dụng số liệu LLDC thực đo (1997 – 2003) được cung cấp bởi VQHTLMN để đánh giá độ chính xác của kết quả mô phỏng LLDC. Theo đó, R^2 dao động từ 0,331 đến 0,944 thể hiện sự tương quan khá tốt giữa LLDC thực đo và LLDC mô phỏng. Chỉ số NSI ở mức có thể chấp nhận tại những năm trước khi có công trình thủy điện Hàm Thuận – Đa Mi, còn sau đó chỉ số này xuống khá thấp dao động từ -1,154 đến -3,009; cho thấy giá trị LLDC thực đo và mô phỏng chênh lệch khá lớn, do dòng chảy không còn tự nhiên mà chịu tác động bởi con người.

- Sử dụng số liệu CLN thực đo năm 2010 được cung cấp bởi Phòng Quan trắc Môi trường - Sở Tài nguyên và Môi trường Đồng Nai để đánh giá độ chính xác của kết quả mô phỏng CLN. Theo đó, R^2 dao động từ 0 đến 0,494; NSI dao động từ -188,007 đến -2,003; các giá trị mô phỏng đều thấp hơn giá trị thực đo và độ tin cậy của mô hình không cao. Nguyên nhân do thiếu dữ liệu đầu vào về nguồn gây ô nhiễm dạng điểm và dạng phân tán.

- Khảo sát mối quan hệ giữa lưu lượng dòng chảy với các thông số CLN. Qua đó cho thấy hầu hết các thông số CLN đều biến thiên theo LLDC.

- So sánh giá trị CLN thực đo năm 2010 với Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng nước mặt (QCVN 08:2008/BTNMT) cho thấy các thông số CLN được xem xét trong đề tài này hầu như đều phù hợp với các mục đích sử dụng khác nhau trên lưu vực sông La Ngà; ngoại trừ hàm lượng chất rắn lơ lửng đã vượt quy chuẩn.

6.2. Đề xuất

Nghiên cứu này là nền tảng cho các nghiên cứu tiếp theo về đánh giá CLN lưu vực sông bằng mô hình SWAT. Bên cạnh những kết quả đạt được, đề tài còn một số hạn chế như sau:

- Mô hình SWAT đòi hỏi số lượng dữ liệu đầu vào rất lớn. Tuy nhiên, do điều kiện kinh phí giới hạn nên đề tài không có số liệu đầu vào về nguồn gây ô nhiễm dạng điểm và dạng phân tán (hoạt động sản xuất nông nghiệp, cơ cấu mùa vụ, việc sử dụng phân bón, thuốc bảo vệ thực vật, điểm xả nước thải của các nhà máy, xí nghiệp... nên độ chính xác của mô hình mô phỏng CLN chưa đáp ứng được yêu cầu đặt ra.
- Thêm vào đó, do giới hạn về mặt thời gian nên đề tài vẫn chưa kiểm định, hiệu chỉnh các thông số của mô hình.

Vì thế, đề tài có một số đề xuất để khai thác tối đa lợi ích mà mô hình mang lại như sau:

- Bổ sung thêm dữ liệu đầu vào cho mô hình SWAT về các nguồn gây ô nhiễm dạng điểm và dạng phân tán để kết quả mô phỏng chính xác hơn.
- Cần kiểm định, hiệu chỉnh các thông số của mô hình nhằm cải thiện kết quả mô phỏng.
- Sử dụng thêm chỉ số CLN (WQI) - một chỉ số được tính toán từ các thông số quan trắc CLN, để mô tả định lượng về CLN và khả năng sử dụng của nguồn nước đó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

- Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008. Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng nước mặt (QCVN 08: 2008/BTNMT), Hà Nội.
- Bùi Tá Long, 2008. *Mô hình hóa môi trường*, Đại học Quốc gia Tp. Hồ Chí Minh.
- Linh Hương, 2014. *Báo cáo môi trường quốc gia năm 2010: Tổng quan môi trường Việt Nam*, Bộ Tài nguyên và Môi trường. Địa chỉ: <<http://vea.gov.vn/vn/hientrangmoitruong/baocaomtquocgia/>>. [Truy cập ngày: 01/05/2014].
- Hà Văn Khôi, 2005. *Giáo trình Quy hoạch và quản lý nguồn nước*. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
- Nguyễn Kiên Dũng và Nguyễn Thị Bích, 2005. *Ứng dụng SWAT tính toán dòng chảy và bùn cát lưu vực sông Sê San*, Hội thảo khoa học lần thứ 9, Viện Khí Tượng Thủy Văn.
- Nguyễn Kim Lợi và Nguyễn Hà Trang, 2009. *Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá lưu lượng dòng chảy và bồi lắng tại tiểu lưu vực sông La Ngà*, Kỷ yếu Hội thảo Khoa học Thủy sản Toàn quốc 2009.
- Nguyễn Kim Lợi, Lê Cảnh Định, Trần Thống Nhất, 2009. *Hệ thống thông tin địa lý nâng cao*. NXB Nông Nghiệp, Tp. Hồ Chí Minh.
- Nguyễn Kim Lợi và Trần Thống Nhất, 2007. *Hệ thống thông tin địa lý*. NXB Nông Nghiệp, Tp. Hồ Chí Minh.
- Nguyễn Hà Trang, 2009. *Ứng dụng công nghệ GIS và mô hình SWAT đánh giá và dự báo chất lượng nước lưu vực sông Đồng Nai*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp. Hồ Chí Minh.
- Nguyễn Thanh Tuấn, 2011. *Ứng dụng công nghệ GIS và mô hình SWAT đánh giá chất lượng nước lưu vực hồ Dầu Tiếng*, Khóa luận Tốt nghiệp, Trường Đại học Nông Lâm Tp. Hồ Chí Minh.

- Nhật Minh, 2014. *Ô nhiễm nước mặt vùng Đông Nam bộ và một số giải pháp cải thiện, bảo vệ nguồn nước*. Địa chỉ: <<http://www.monre.gov.vn/v35/default.aspx?tabid=428&CateID=5&ID=131871&Code=QGMO131871>>. [Truy cập ngày: 18/03/2014].
- Manoj K jha, Jeffrey Arnod and Phililip Gasman, 2006. *Ứng dụng mô hình SWAT mô hình hóa chất lượng nước sông Raccoon*, Hoa Kỳ.
- Phan Thành Bắc, 2012. *Mô phỏng quá trình lan truyền vật chất ô nhiễm dưới tác động của các yếu tố động lực tại vịnh Cam Ranh bằng mô hình số*. Luận văn tốt nghiệp, Đại học Khoa học Tự nhiên.
- Phòng Quan trắc Môi trường, 2010. *Quan trắc chất lượng môi trường nước sông Thị Vải và các sông suối trên địa bàn tỉnh Đồng Nai năm 2010*. Sở Tài nguyên và Môi trường Đồng Nai.
- Sathian K. and Syamala P., 2007. *Ứng dụng GIS và mô hình SWAT phân tích cân bằng nước cho lưu vực sông Kunthipuzha ở Kerala, Ấn Độ*.
- VQHTLMN, 2006. Đề tài khoa học- công nghệ cấp cơ sở “*Nghiên cứu, đánh giá mô hình vỡ đập Hàm Thuận - Đa Mi đến hạ lưu sông La Ngà, đề xuất biện pháp phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại*”, Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam, Tp. Hồ Chí Minh.

Tiếng Anh

- Basanta Shrestha, Birendra Bajracharaya and Sushil Pradhan, 2001. *GIS for Beginners, Introductory GIS Concepts and Hands-on Exercises*. International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Nepal.
- Beven, J. K, 2001. *Rainfall-runoff modelling – The Primer*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- C. Santhi, J. G. Arnold, J. R. Williams, W. A. Dugas, R. Srinivasan and L. M. Hauck, 2001. *Validation of the SWAT model on a large river basin with point and nonpoint sources*. Journal of the American Water resources Association.

- Deborah Chapman, 1996. Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring.
- FAO, 1995. The digital soil map of the world and derived soil properties. CD-ROM Version 3.5, Rome.
- FAO, 2008. Harmonized World Soil Database (version 1.0), Rome.
- J.G. Arnold, J.R. Kiniry, R. Srinivasan, J.R. Williams, E.B. Haney, S.L. Neitsch, 2013. *Input/ Output file documentation version 2012*.
- John G. Lyon, 2003. *GIS for Water Resources and Watershed Management*. Taylor & Francis, New York, USA.
- M. Winchell, R. Srinivasan, M. Di Luzio, J. Arnold, 2013. *ArcSWAT Interface for SWAT2012 (User's Guide)*.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2001. *ASTER Global Digital Elevation Model*.
- Nash, J. E. and J.V. Suttcliffe, 1970. River flow forecasting through conceptual models, Part 1. A discussion of principles. *Journal of Hydrology* 10 (3): 282-290.
- P. Krause, D. P. Boyle, and F. Base, 2005. Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. *Advances in Geosciences* 5: 89–97. Available at: <<http://gdex.cr.usgs.gov/>>. [Accessed 20 April 2014].
- The National Centers for Environmental Prediction and Climate Forecast System Reanalysis, 2014. *Global Weather Data for SWAT*. Available at: <<http://globalweather.tamu.edu/>>. [Accessed 20 April 2014].
- Saleh, A, J. G. Arnold, P. W. Gassman, L. M. Hauck, W. D. Rosenthal, J. R. Williams, and A. M. S. MacFarland, 2000. *Application of SWAT for the upper North Bosque River watershed*. *Trans. ASAE* 43(5): 1077-1087.
- Santhi, C, J. G. Arnold, J. R. Williams, W. A. Dugas, R. Srinivasan, and L. M. Hauck. 2001. *Validation of the SWAT model on a large river basin with point and nonpoint sources*. *J. American Water Resources Assoc.* 37(5): 1169-1188.

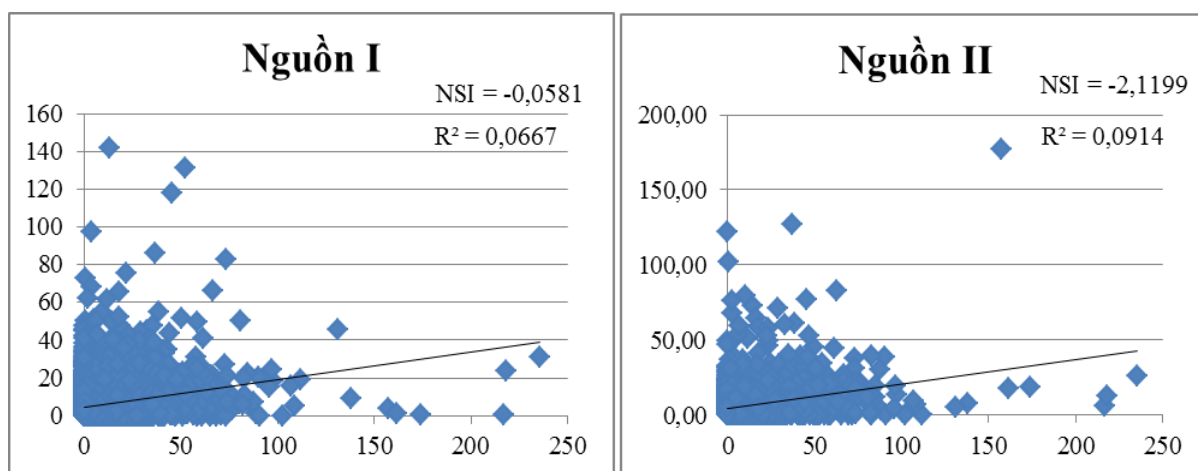
- S.L. Neitsch, J.G. Arnold, J.R. Kiniry, J.R. Williams, 2011. *Soil and Water Assessment Tool theoretical documentation version 2009*. Available at: <<http://swat.tamu.edu/documentation/>>. [Accessed 9 May 2014].
- Shahab Fazal, 2008. *GIS Basics*. New Age International (P) Ltd, New Delhi.
- Van Liew, M. W., J. G. Arnold, and J. D. Garbrecht. 2003. *Hydrologic simulation on agricultural watersheds: Choosing between two models*. Trans. ASAE 46(6): 1539-1551.
- World Climate Research Program, 2014. *The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP)*. Available at: <<http://power.larc.nasa.gov/cgi-bin/cgiwrap/solar/agro.cgi?email=agroclim@larc.nasa.gov>>. [Accessed 20 April 2014].

PHỤ LỤC

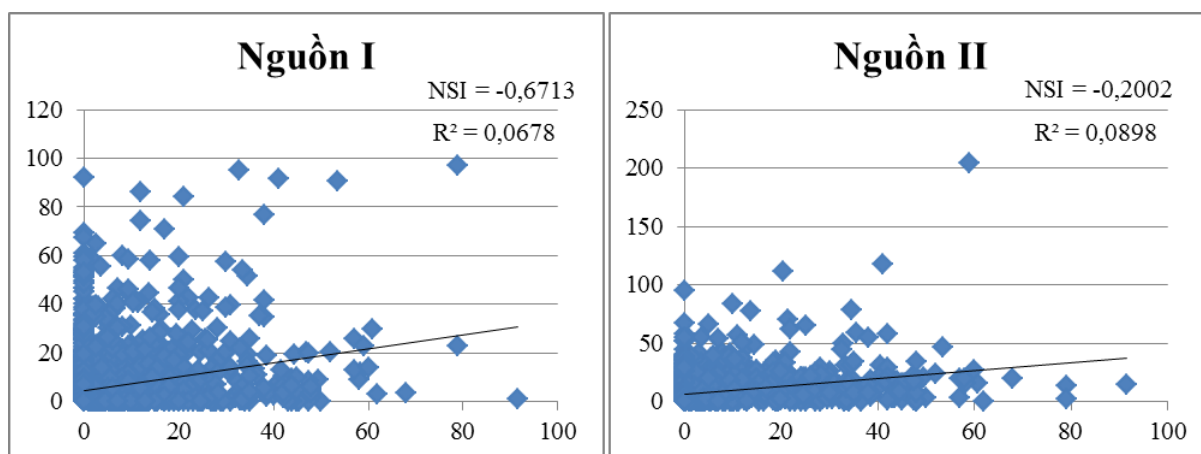
Phụ lục 1. Đồ thị so sánh giữa hai nguồn dữ liệu mưa tại các trạm trong lưu vực sông La Ngà

(Ghi chú: Nguồn I - World Climate Research Program, 2014; nguồn II - The National Centers for Environmental Prediction and Climate Forecast System Reanalysis, 2014)

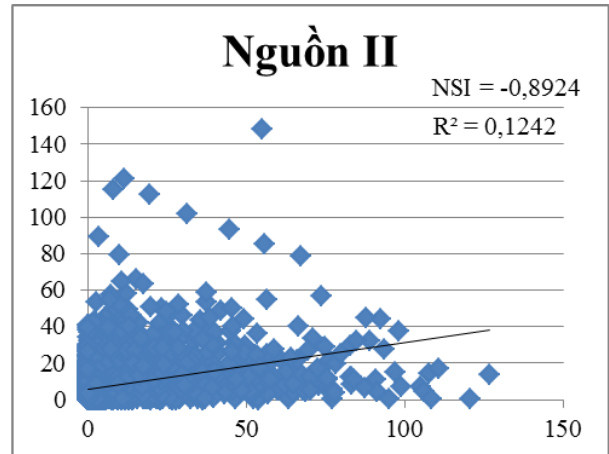
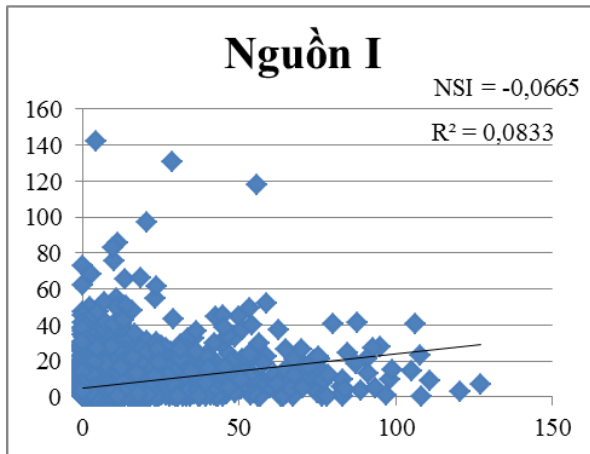
TRẠM BẢO LỘC



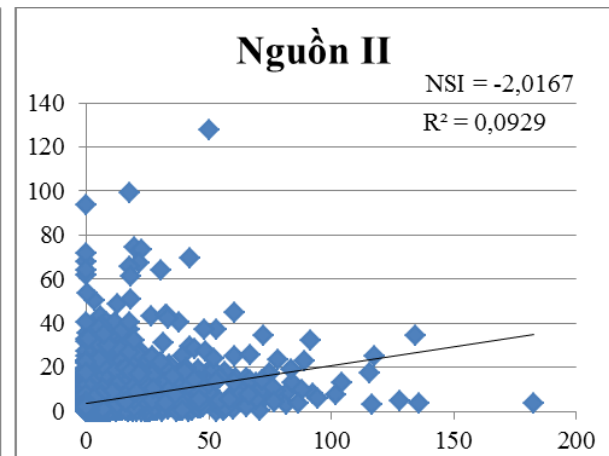
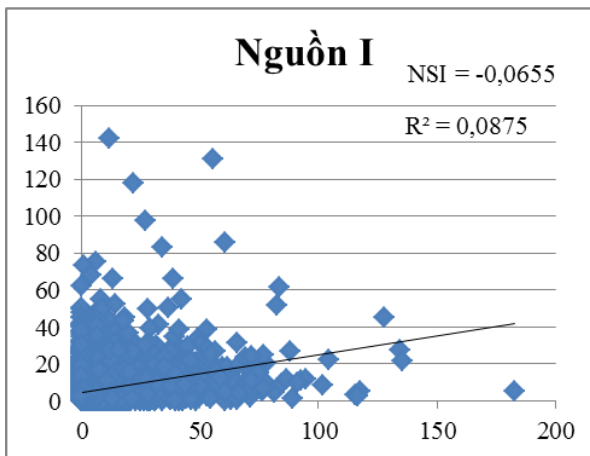
TRẠM DI LINH



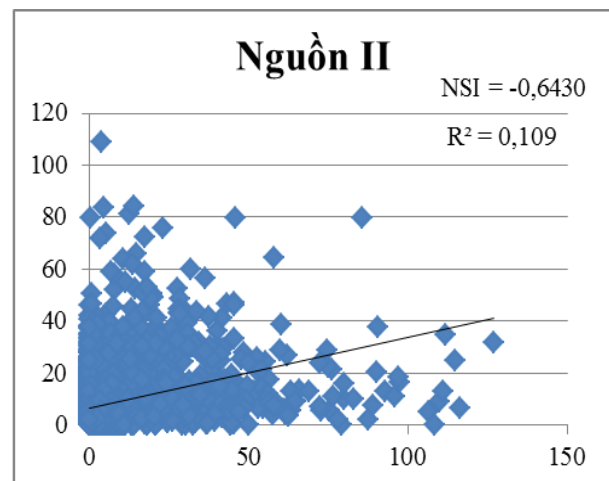
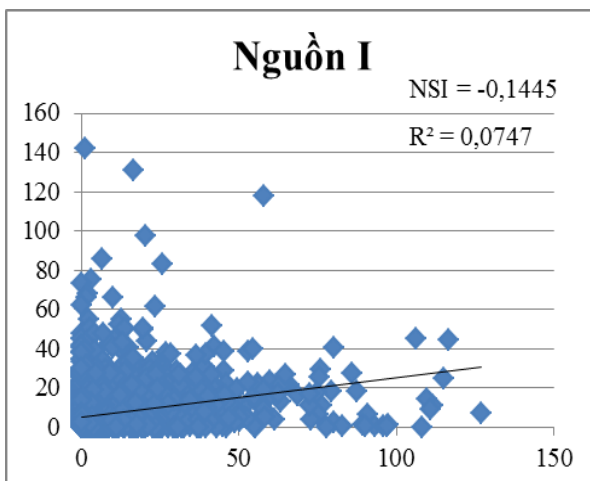
TRẠM TÀ LÀI



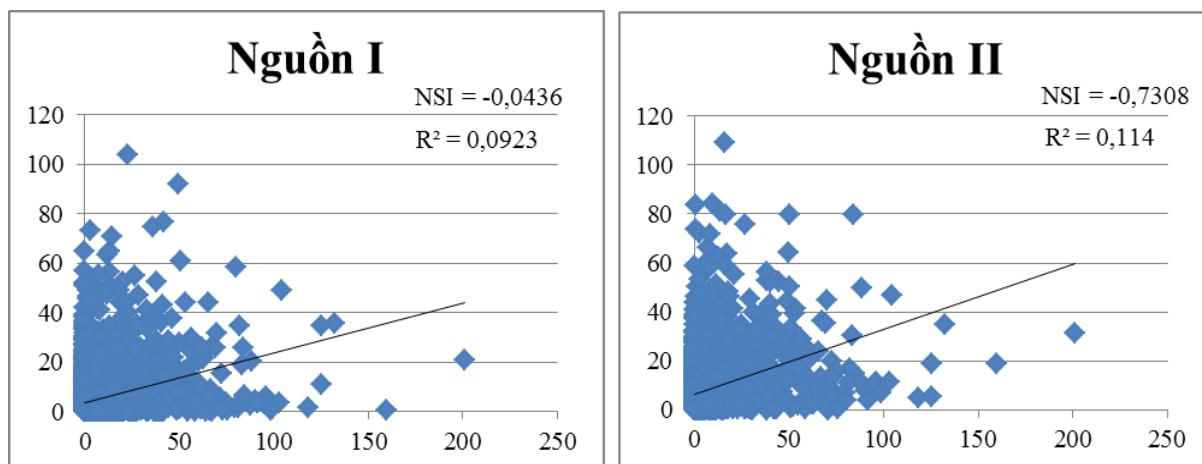
TRẠM TÀ PAO



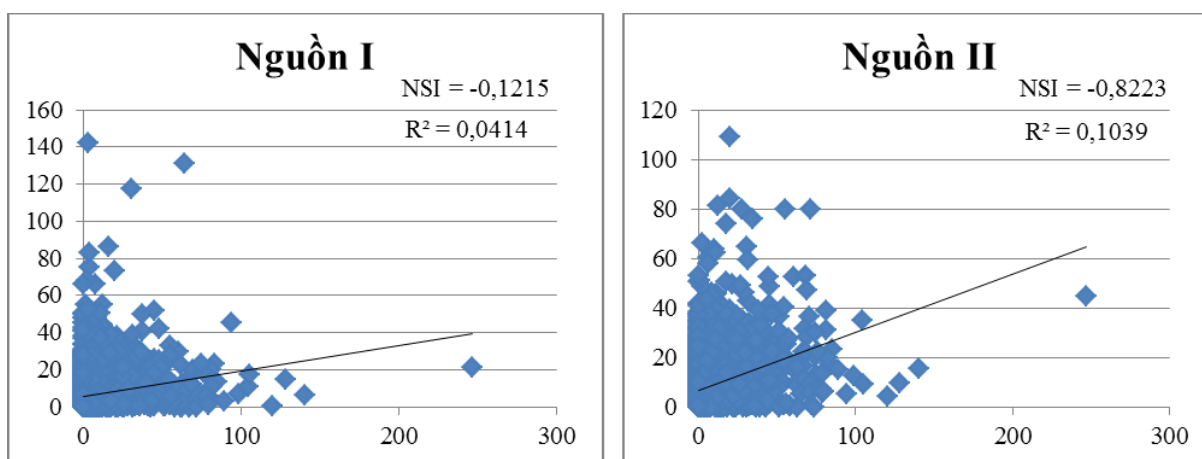
TRẠM TRỊ AN



TRẠM XUÂN LỘC



TRẠM TÚC TRƯNG



Phụ lục 2. Bảng so sánh các thông số dữ liệu mưa tại các trạm giữa dữ liệu quan trắc và dữ liệu mô phỏng từ hai nguồn

STT	Trạm	NSI		R^2	
		Nguồn I	Nguồn II	Nguồn I	Nguồn II
1	Bảo Lộc	-0,0581	-2,1199	0,0667	0,0914
2	Di Linh	-0,6713	-0,2002	0,0678	0,0898
3	Tà Lai	-0,0665	-0,8924	0,0833	0,1242
4	Tà Pao	-0,0655	-2,0167	0,0875	0,0929
5	Trị An	-0,1445	-0,6430	0,0747	0,1090
6	Xuân Lộc	-0,0436	-0,7308	0,0923	0,1140
7	Túc Trưng	-0,1215	-0,8223	0,0414	0,1039

Phụ lục 3. Dữ liệu thời tiết tổng quát sử dụng trong nghiên cứu

STATION	BAOLOC	TAPAO	XUANLOC
WLATITUDE	11.541	11.13	10.94
WLONGITUDE	107.829	107.72	107.26
WELEV	1141	753	101
RAIN_YRS	10	10	10
TMPMX1	25.057478	28.974047	29.806452
TMPMX2	25.676527	30.911447	30.791961
TMPMX3	25.681525	32.166921	32.139883
TMPMX4	25.01697	31.664758	33.434545
TMPMX5	24.673314	29.204927	32.539883
TMPMX6	24.624242	28.21803	31.599697
TMPMX7	24.283284	28.01437	30.967449
TMPMX8	23.841935	27.916276	30.899413
TMPMX9	23.410606	27.916091	30.949091
TMPMX10	23.060411	28.190968	30.931672
TMPMX11	23.068788	28.206909	30.848485
TMPMX12	24.369208	28.398182	29.767449
TMPMN1	20.057478	20.546305	19.806452
TMPMN2	20.676527	21.45508	20.791961
TMPMN3	20.681525	22.94739	22.139883
TMPMN4	20.01697	23.783515	23.434545
TMPMN5	19.673314	23.517742	22.539883
TMPMN6	19.624242	23.246121	21.599697
TMPMN7	19.283284	22.932258	20.967449
TMPMN8	18.841935	23.010323	20.899413
TMPMN9	18.410606	22.723333	20.949091
TMPMN10	18.060411	22.432551	20.931672
TMPMN11	18.068788	21.479333	20.848485
TMPMN12	19.369208	21.062317	19.767449
TMPSTDMX1	1.0460478	1.6484349	1.1525749
TMPSTDMX2	0.7991097	1.9491026	1.2351439
TMPSTDMX3	0.8957311	2.613405	0.961949
TMPSTDMX4	1.0118222	2.724499	0.6385922
TMPSTDMX5	0.7639817	1.5391489	1.3941238
TMPSTDMX6	0.8479657	0.8067109	1.033232
TMPSTDMX7	1.0831799	0.7454414	0.9038296
TMPSTDMX8	1.3635921	0.8926421	0.959626
TMPSTDMX9	1.1869771	0.931414	0.9124014
TMPSTDMX10	1.2306569	1.0649018	0.7495841
TMPSTDMX11	1.7043022	1.2007929	0.9922561
TMPSTDMX12	1.2722915	1.2256497	1.183003
TMPSTDMN1	1.0460478	1.5007033	1.1525749
TMPSTDMN2	0.7991097	1.5108822	1.2351439

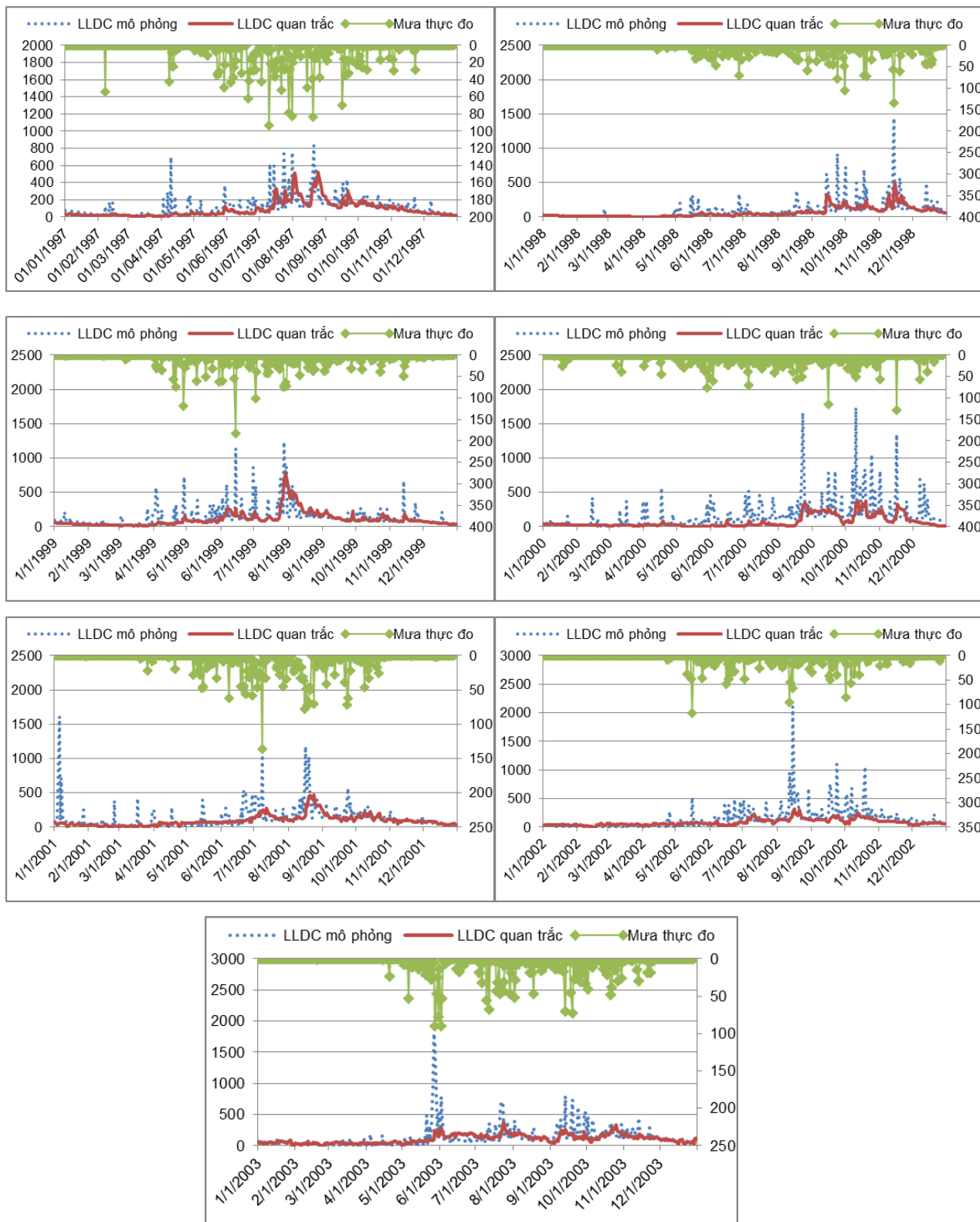
STATION	BAOLOC	TAPAO	XUANLOC
TMPSTDMN3	0.8957311	1.1703875	0.961949
TMPSTDMN4	1.0118222	1.2441488	0.6385922
TMPSTDMN5	0.7639817	1.2092418	1.3941238
TMPSTDMN6	0.8479657	0.9892662	1.033232
TMPSTDMN7	1.0831799	0.9356491	0.9038296
TMPSTDMN8	1.3635921	1.0098085	0.959626
TMPSTDMN9	1.1869771	1.0807089	0.9124014
TMPSTDMN10	1.2306569	1.0826246	0.7495841
TMPSTDMN11	1.7043022	1.3398261	0.9922561
TMPSTDMN12	1.2722915	1.3428995	1.183003
PCPMM1	92.39	5.79	9.92
PCPMM2	70.21	5.58	6.64
PCPMM3	148.68	14.71	11.84
PCPMM4	268.32	88.23	72.24
PCPMM5	304.84	298.52	258.15
PCPMM6	334.75	328.73	281.29
PCPMM7	418.83	402.19	328.84
PCPMM8	543.38	392.24	310.62
PCPMM9	420.41	347.1	403.99
PCPMM10	390.39	238.91	280.22
PCPMM11	250.17	132.29	153.92
PCPMM12	85.32	43.16	62.77
PCPSTD1	15.6553	1.7608	2.2503
PCPSTD2	9.2814	3.1513	1.7025
PCPSTD3	12.5893	3.0564	2.9332
PCPSTD4	16.3641	10.9419	6.9053
PCPSTD5	20.8643	17.2376	16.192
PCPSTD6	15.8978	19.3461	16.5103
PCPSTD7	17.9958	18.9839	16.9038
PCPSTD8	24.4509	17.8899	15.017
PCPSTD9	17.5136	17.2077	21.5643
PCPSTD10	20.2108	14.46	15.8846
PCPSTD11	15.7566	13.7172	13.5976
PCPSTD12	9.7278	6.4471	7.6503
PCPSKW1	9.9835	12.128	11.3761
PCPSKW2	5.8123	16.8008	8.8293
PCPSKW3	3.6204	9.0255	10.1295
PCPSKW4	2.5192	6.1692	3.6084
PCPSKW5	5.3609	2.8016	3.2186
PCPSKW6	2.0008	3.6856	2.4535
PCPSKW7	1.7833	2.5439	3.0457
PCPSKW8	3.7575	2.0584	2.3174
PCPSKW9	1.9726	2.3492	3.589

STATION	BAOLOC	TAPAO	XUANLOC
PCPSKW10	3.172	3.1734	2.9255
PCPSKW11	3.2034	6.3206	4.6586
PCPSKW12	5.6821	6.0493	5.4891
PR_W1_1	0.1525	0.0301	0.0559
PR_W1_2	0.133	0.018	0.0333
PR_W1_3	0.2059	0.0411	0.0444
PR_W1_4	0.3485	0.1364	0.19
PR_W1_5	0.5376	0.4148	0.4146
PR_W1_6	0.5443	0.5	0.4144
PR_W1_7	0.6275	0.5488	0.5
PR_W1_8	0.7297	0.5263	0.6623
PR_W1_9	0.5897	0.4625	0.5065
PR_W1_10	0.6452	0.4741	0.4231
PR_W1_11	0.3917	0.2132	0.3125
PR_W1_12	0.1741	0.1007	0.116
PR_W2_1	0.4865	0.1818	0.3333
PR_W2_2	0.5231	0	0.2308
PR_W2_3	0.5849	0.3333	0.2353
PR_W2_4	0.6905	0.4138	0.443
PR_W2_5	0.7465	0.6629	0.7166
PR_W2_6	0.7692	0.6927	0.7249
PR_W2_7	0.8456	0.7763	0.7931
PR_W2_8	0.8755	0.8034	0.7554
PR_W2_9	0.8851	0.7955	0.7848
PR_W2_10	0.8024	0.6753	0.7621
PR_W2_11	0.6944	0.534	0.5161
PR_W2_12	0.5	0.3095	0.4833
PCPD1	7.4	1.1	2.4
PCPD2	6.5	0.5	1.3
PCPD3	10.6	1.8	1.7
PCPD4	16.8	5.8	7.9
PCPD5	21.7	17.5	18.7
PCPD6	22.1	19.2	18.9
PCPD7	25.9	22.8	23.2
PCPD8	27.3	23.4	23.3
PCPD9	26.1	22	22.3
PCPD10	24.8	19.4	20.6
PCPD11	18	10.3	12.4
PCPD12	8.6	4.2	6
RAINHHMX1	72.266667	8.6666667	10.833333
RAINHHMX2	29.566667	17.666667	6.8
RAINHHMX3	27.5	12.766667	12.7
RAINHHMX4	37.333333	39.2	14.5

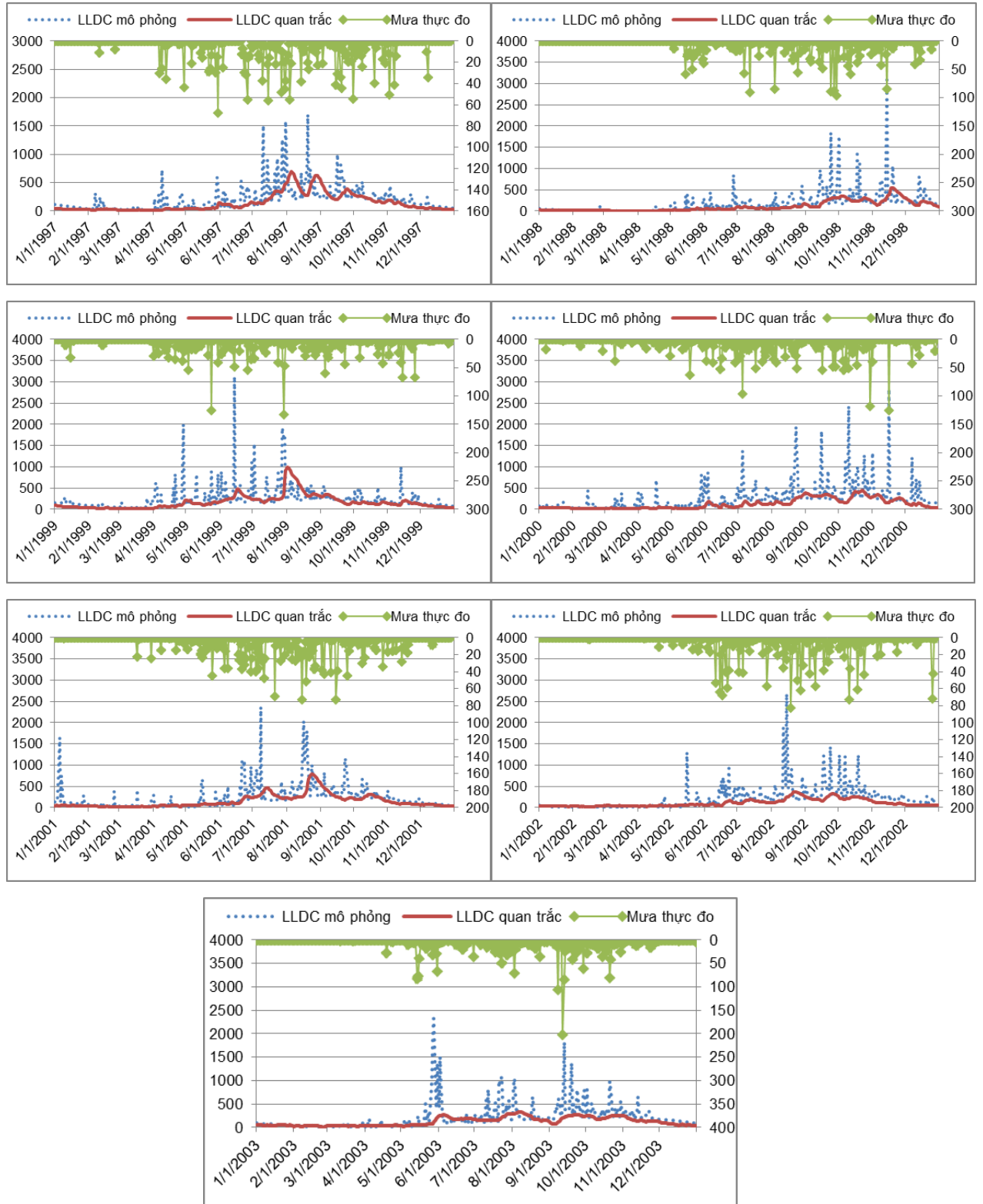
STATION	BAOLOC	TAPAO	XUANLOC
RAINHHMX5	72.833333	38.933333	41.733333
RAINHHMX6	32.833333	60.9	34.466667
RAINHHMX7	32.5	45.233333	44.066667
RAINHHMX8	78.566667	31.533333	28.266667
RAINHHMX9	36.233333	38.5	67.033333
RAINHHMX10	52.466667	34.766667	39.4
RAINHHMX11	43.666667	44.766667	41.733333
RAINHHMX12	29.133333	19.033333	23.633333
SOLARAV1	17.568284	18.786532	17.195558
SOLARAV2	18.713958	20.477131	18.809237
SOLARAV3	17.778617	21.382731	18.553719
SOLARAV4	17.189938	21.492289	18.143031
SOLARAV5	20.00164	22.393926	20.04075
SOLARAV6	20.924881	22.816817	21.873866
SOLARAV7	18.362938	20.912063	19.991209
SOLARAV8	17.831392	20.544052	19.830323
SOLARAV9	18.892474	21.15715	20.374391
SOLARAV10	17.269477	19.116488	18.780962
SOLARAV11	17.681531	18.94469	17.943826
SOLARAV12	17.027815	17.840323	16.809317
DEWPT1	17.328651	17.328651	19.468211
DEWPT2	17.316527	17.316527	19.765048
DEWPT3	18.56912	18.56912	20.972727
DEWPT4	20.592879	20.592879	22.659394
DEWPT5	22.657918	22.657918	24.038152
DEWPT6	22.937121	22.937121	24.124303
DEWPT7	22.562375	22.562375	23.775572
DEWPT8	22.557771	22.557771	23.753372
DEWPT9	22.460485	22.460485	23.635909
DEWPT10	21.763842	21.763842	23.175396
DEWPT11	20.350485	20.350485	22.104727
DEWPT12	18.695572	18.695572	20.613988
WNDVAV1	3.9538123	3.9538123	6.4924927
WNDVAV2	3.5345981	3.5345981	5.7174598
WNDVAV3	3.0338416	3.0338416	4.8567155
WNDVAV4	2.3890303	2.3890303	3.7997576
WNDVAV5	2.1434897	2.1434897	3.3016716
WNDVAV6	2.4160606	2.4160606	3.8398485
WNDVAV7	2.7387977	2.7387977	4.5097361
WNDVAV8	2.8494721	2.8494721	4.7624633
WNDVAV9	2.2394242	2.2394242	3.7470606
WNDVAV10	2.4147214	2.4147214	3.558563
WNDVAV11	3.4695152	3.4695152	5.5702424

STATION	BAOLOC	TAPAO	XUANLOC
WNAV12	4.1614663	4.1614663	6.8039589

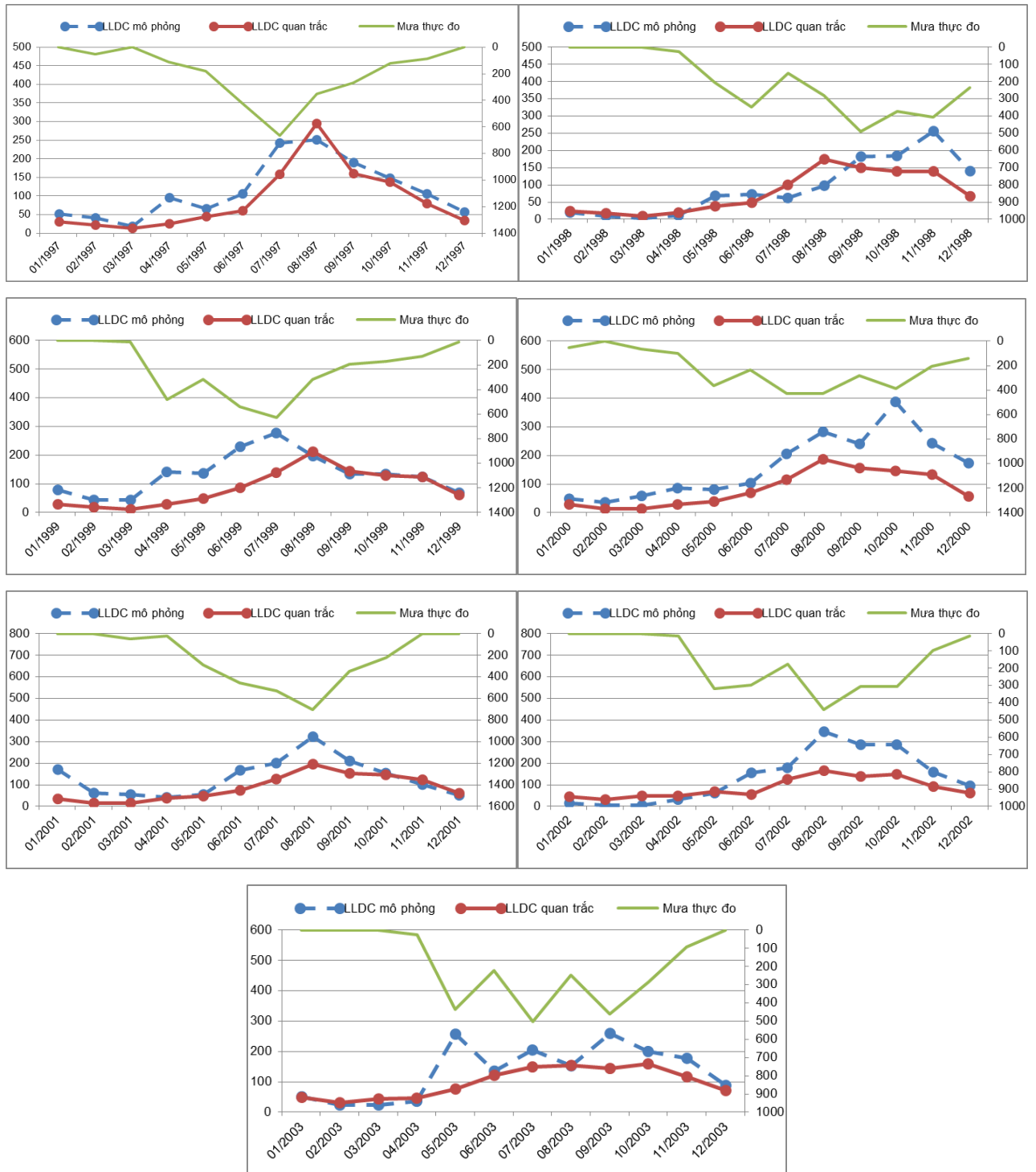
Phụ lục 4. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo ngày tại Tà Pao (1997 – 2003)



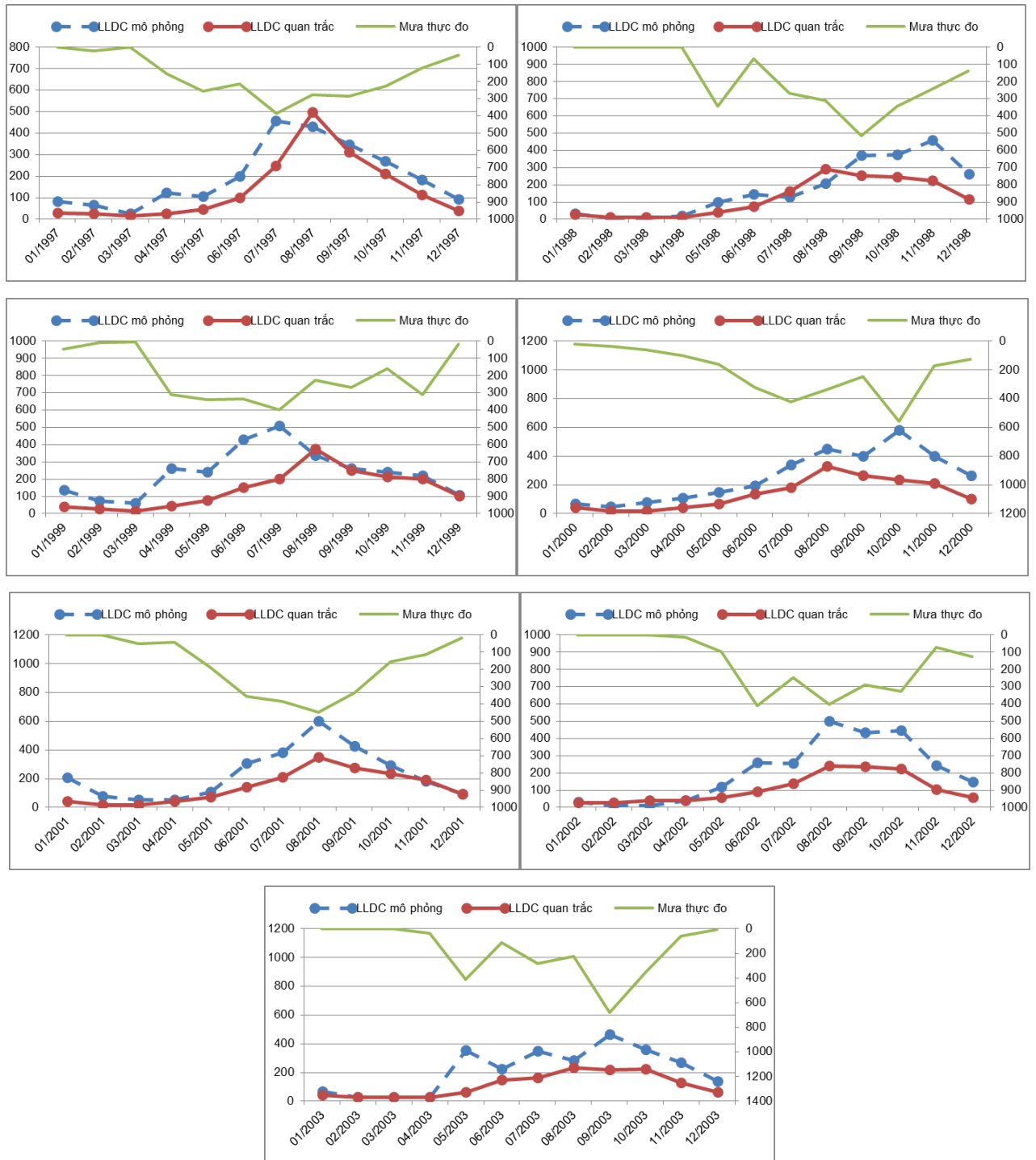
Phụ lục 5. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo ngày tại Phú Điền (1997 – 2003)



Phụ lục 6. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo tháng tại Tà Pao (1997 – 2003)



Phụ lục 7. Đồ thị so sánh LLDC thực đo và mô phỏng theo tháng tại Phú Điền (1997 – 2003)



Phụ lục 8. Bảng các thông số CLN thực đo năm 2010 tại điểm SW_LN_01

Ngày đo	DO	TSS	NH_4^+ (N)	NO_2^- (N)	NO_3^- (N)	PO_4^{3-} (P)
5/2/2010	4,767	26,667	0,043	0,002	0,783	0,041
5/4/2010	5,333	26,333	0,040	0,004	0,800	0,020
2/6/2010	5,967	24,000	0,043	0,008	0,413	0,020
3/8/2010	7,500	33,000	0,127	0,007	0,443	0,036
12/10/2010	7,300	117,000	0,080	0,011	0,397	0,040
2/12/2010	5,533	52,333	0,031	0,009	0,903	0,032

Phụ lục 9. Bảng các thông số CLN thực đo năm 2010 tại điểm SW_LN_02

Ngày đo	DO	TSS	NH_4^+ (N)	NO_2^- (N)	NO_3^- (N)	PO_4^{3-} (P)
5/2/2010	4,733	28,000	0,050	0,002	0,697	0,064
5/4/2010	5,367	34,000	0,050	0,005	0,737	0,019
2/6/2010	6,267	33,667	0,050	0,006	0,393	0,022
3/8/2010	7,567	42,667	0,120	0,009	0,593	0,063
12/10/2010	7,583	126,000	0,133	0,017	0,480	0,047
2/12/2010	5,833	50,000	0,045	0,009	0,790	0,042