

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



KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GIS VÀ MÔ HÌNH SWAT
ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC LƯU VỰC HỒ DẦU TIẾNG**

Họ và tên sinh viên: NGUYỄN THANH TUẤN

Ngành: HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ

Niên Khóa: 2007 - 2011

Tháng 08/2011

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GIS VÀ MÔ HÌNH SWAT ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC LƯU VỰC HỒ DẦU TIẾNG

Tác giả

NGUYỄN THANH TUẤN

Khóa luận được đệ trình để đáp ứng yêu cầu
cấp bằng Kỹ sư ngành Hệ thống thông tin địa lý.

Giáo viên hướng dẫn:

TS. Nguyễn Kim Lợi

Tháng 08 năm 2011

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên con xin gửi lời cảm ơn đến gia đình, cha mẹ đã sinh thành, dưỡng dục và cho con cơ hội được trưởng thành và học hành cho đến ngày hôm nay. Cha mẹ đã chịu bao nỗi khó khăn vất vả để tương lai các con được tươi sáng.

Sau đó em xin được cảm ơn trường đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh, khoa Môi Trường và Tài Nguyên, Bộ Môn Hệ Thống Thông Tin Địa Lý cùng các quý thầy cô giáo đã nhiệt tình dạy dỗ, truyền đạt kiến thức, kinh nghiệm cho em trong suốt bốn năm đại học. Cho em có cơ hội được tiếp xúc với những kiến thức mới để bước vào đời.

Em xin cảm ơn thầy Nguyễn Kim Lợi, trưởng Bộ môn Thông Tin Địa Lý Ứng Dụng trường đại học Nông Lâm thành phố Hồ Chí Minh đã nhiệt tình giảng dạy, giúp đỡ em hoàn thành Khóa Luận Tốt Nghiệp.

Em xin cảm ơn phòng Tài Nguyên và Môi Trường, Ủy Ban Nhân Dân huyện Dầu Tiếng cùng các anh chị cán bộ của phòng và công ty Thủy Lợi đã giúp đỡ em trong khi thực hiện Khóa Luận.

Cuối cùng xin cảm ơn các bạn lớp DH07GI, những người bạn nhiệt tình, thân ái và đoàn kết giúp đỡ lẫn nhau trong suốt bốn năm học vừa qua.

TÓM TẮT

Những năm trở lại đây vấn đề ô nhiễm nguồn nước ngày càng diễn ra nghiêm trọng trên khắp thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Nhu cầu được sử dụng nước sạch trong sinh hoạt ngày càng cao trong khi chất lượng nước tại các điểm cấp nước lại ngày càng ô nhiễm. Hồ Dầu Tiếng là một trong những hồ chứa nước cung cấp nước cho sinh hoạt và tưới tiêu lớn nhất cả nước, cung cấp nước cho một lượng lớn người dân ở Bình Dương, Đồng Nai và thành phố Hồ Chí Minh. Chính vì vậy việc xác định chất lượng nước của hồ là rất quan trọng cho việc xử lý nước hợp lý. Vì lý do trên mà đề tài nghiên cứu này lấy chủ đề là “ ***Ứng dụng công nghệ GIS và mô hình SWAT đánh giá chất lượng nước lưu vực hồ Dầu Tiếng***”. Đề tài được thực hiện nhằm các mục tiêu sau: (1) Nghiên cứu lý thuyết về mô hình SWAT trong phần mềm Map Window. (2) Thu thập dữ liệu xây dựng bản đồ đất, bản đồ sử dụng đất, bản đồ địa hình và dữ liệu thời tiết. Từ đó tiến hành thực hiện trên mô hình SWAT để đánh giá chất lượng nước của lưu vực hồ Dầu Tiếng. (3) Đề xuất những giải pháp thích hợp để bảo vệ và nâng cao chất lượng nước của hồ Dầu Tiếng.

Sau quá trình thực hiện thì đề tài đã đạt được một số kết quả sau:

- Xây dựng được bản thông số chất lượng nước của lưu vực hồ Dầu Tiếng.
- Kết quả phân nào đánh giá được chất lượng nước của lưu vực và của hồ Dầu Tiếng.

MỤC LỤC

Trang

TRANG TỰA.....	i
LỜI CẢM ƠN	ii
TÓM TẮT	iii
MỤC LỤC.....	iv
DANH MỤC HÌNH ẢNH	vi
DANH MỤC BẢNG BIỂU	vii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT.....	viii
Chương 1: MỞ ĐẦU	1
1.1. LÝ DO LỰA CHỌN ĐỀ TÀI.....	1
1.2. GIỚI HẠN ĐỀ TÀI.....	2
1.3. MỤC TIÊU-NHIỆM VỤ CỦA ĐỀ TÀI.....	2
Chương 2: TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU	3
2.1. MÔ TẢ KHÁI QUÁT VỀ HỒ DẦU TIẾNG	3
2.1.1. Lịch sử hình thành	3
2.1.2. Vị trí địa lý	3
2.2. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN KHU VỰC HỒ DẦU TIẾNG.....	4
2.2.1. Đặc điểm khí hậu.....	4
2.2.2. Đặc điểm địa hình, thổ nhưỡng và sử dụng đất.....	5
2.2.3. Thủy văn hồ Dầu Tiếng.....	6
2.3. HOẠT ĐỘNG KINH TẾ XÃ HỘI LƯU VỰC HỒ DẦU TIẾNG.....	6
2.3.1. Vùng ngập nước	6
2.3.2. Vùng bán ngập nước	8
2.4. HIỆN TRẠNG CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG HỒ DẦU TIẾNG	12
2.4.1 Chất lượng môi trường không khí.....	12
2.4.2 Chất lượng môi trường nước	12
2.5. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS)	13
2.5.1. Định nghĩa	13

2.5.2.	Các thành phần của GIS	13
2.5.3.	Chức năng của GIS.....	14
2.5.4.	Các dạng dữ liệu của GIS	15
2.6.	TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH SWAT	17
2.6.1.	Lịch sử phát triển của SWAT	17
2.6.2.	Giới thiệu về mô hình SWAT	19
	Chương 3: PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	25
3.1.	PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	25
3.2.	THU THẬP – XỬ LÝ DỮ LIỆU	27
3.2.1.	Một số khái niệm.....	27
3.2.2.	Tổng quan về dữ liệu đầu vào sử dụng trong SWAT.....	28
3.2.3.	Thu thập và xử lý dữ liệu	29
3.3.	TIẾN TRÌNH THỰC HIỆN TRÊN SWAT	32
3.3.1.	Tạo ranh giới lưu vực và tiểu lưu vực	32
3.3.2.	Tạo các đơn vị thủy văn	34
3.3.3.	Xây dựng bảng thông số đầu vào để chạy mô hình và chạy mô hình SWAT	35
	Chương 4: KẾT QUẢ THỰC HIỆN.....	37
4.1.	DIỄN BIẾN DÒNG CHẢY TRÊN LƯU VỰC	38
4.2.	DIỄN BIẾN DO THEO LƯU VỰC.	39
4.3.	DIỄN BIẾN NITƠ THEO LƯU VỰC.	39
4.3.1	Diễn biến Nitrit (NO_2^-) và Nitrat (NO_3^-).	40
4.3.2	Diễn biến ammoni (NH_4^+) theo lưu vực.....	41
4.4.	DIỄN BIẾN PHOTPHAT (PO_4^{3-}) THEO LƯU VỰC.....	42
	Chương 5: KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ.....	44
5.1.	KẾT LUẬN.....	44
5.2.	KIẾN NGHỊ	44
	DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO	46

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1: Vị trí hồ Dầu Tiếng	4
Hình 2.2: Các thành phần của GIS	14
Hình 2.3: Chu trình nước trong hệ thống sông ngòi	23
Hình 3.1: Bản đồ đất của khu vực nghiên cứu	29
Hình 3.2: Bản đồ DEM khu vực nghiên cứu	30
Hình 3.3: Bản đồ sử dụng đất của khu vực nghiên cứu	31
Hình 3.4: Thông số tạo ranh giới lưu vực và tiểu lưu vực của mô hình SWAT	33
Hình 3.5: Lưu vực của hồ Dầu Tiếng sau khi tạo ranh giới	34
Hình 3.6: Thông số tạo các đơn vị thủy văn của mô hình SWAT	35
Hình 4.1: Vị trí các tiểu lưu vực được chọn	37
Hình 4.2: Biểu đồ phân cấp lượng oxy hòa tan trong nước ở 2 tiểu lưu vực theo tháng	39
Hình 4.3: Biểu đồ phân cấp lượng Nitrit trong nước ở 2 tiểu lưu vực theo tháng	40
Hình 4.4: Biểu đồ phân cấp lượng Nitrat trong nước ở 2 tiểu lưu vực theo tháng	41
Hình 4.5: Biểu đồ phân cấp lượng Ammoni trong nước ở 2 tiểu lưu vực theo tháng	42
Hình 4.6: Biểu đồ phân cấp lượng photphat trong nước ở 2 tiểu lưu vực theo tháng	43

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1: Sản lượng khai thác thủy sản trong hồ Dầu Tiếng	7
Bảng 2.2: Diện tích, dân số các xã ven hồ Dầu Tiếng	9
Bảng 2.3: Diện tích đất phân theo mục đích sử dụng	10
Bảng 2.4: Số lượng vật nuôi tại các xã ven hồ.....	10
Bảng 2.5: So sánh chất lượng nước của các hồ Dầu Tiếng, Trị An, Thác Mơ.....	12
Sơ đồ 2.1: Quan hệ giữa các nhóm chức năng của GIS.....	15
Sơ đồ 3.1: Sơ đồ nội dung nghiên cứu đề tài	25
Sơ đồ 3.2: Sơ đồ phương pháp luận.....	26
Bảng 3.1: Các loại đất trong lưu vực hồ Dầu Tiếng	30
Bảng 3.2: Các loại hình sử dụng đất trong lưu vực hồ Dầu Tiếng	31
Bảng 3.3: Thông tin về các tập tin dữ liệu thời tiết	32
Bảng 4.1: Lưu lượng dòng chảy và tổng lượng dòng chảy tháng ở 2 tiểu lưu vực .	38

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

ARS: Agricultural Research Service

Bộ NN&PTNT: Bộ Nông Nghiệp và Phát Triển Nông Thôn

CREAMS: Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems

DEM: Digital Elevation Model

DO: Dissolved Oxygen

FAO: Food and Agriculture Organization

GIS: Geographic Information System

GLCC: Global Land Cover Characterization

GLEAMS: Groundwater Loading Effects on Agricultural Management Systems

HRU: Hydrostatic Release Unit

LULC: landuse and landcover

MUSLE: Modified Universal Soil Loss Equation

MWSWAT: Map Window Soil and Water Assessment Tool

NEXRAD: Next-Generation Radar

QCVN 08:2008/BTNMT: Quy chuẩn Việt Nam năm 2008 của Bộ Tài Nguyên và Môi Trường

SQL: Structure Query Language

SRTM: Shuttle Radar Topographic Mission

SWAT: Soil and Water Assessment Tool

SWRRB: Simulator for Water Resources in Rural Basins

TP: Total Phospho

UBND: Ủy Ban Nhân Dân

USDA: United States Department of Agriculture

USGS: United States Geological Survey

UTM: The Universal Transverse Mercator

Chương 1:

MỞ ĐẦU

1.1. LÝ DO LỰA CHỌN ĐỀ TÀI

Trong những năm gần đây, Việt Nam đang xây dựng và phát triển để cơ bản trở thành một nước công nghiệp vào năm 2020. Tuy nhiên, việc phát triển kinh tế cả phải gắn liền với bảo vệ tài nguyên thiên nhiên và môi trường. Vấn đề bảo vệ môi trường đang là vấn đề nóng bỏng trong suốt những năm gần đây vì môi trường chính là nơi chúng ta và những sinh vật khác đang sống, là nơi cung cấp các nhu cầu thiết yếu cho cuộc sống của chúng ta.

Hiện tượng ô nhiễm nguồn nước đang là vấn đề được mọi người quan tâm và cần phải có biện pháp khắc phục, giải quyết thật nhanh để bảo vệ sự sống của chúng ta. Có nhiều nguyên nhân gây ô nhiễm nguồn nước như sự phát triển và chết đi của các loài thực vật, động vật có trong nguồn nước, do nước rửa trôi các chất ô nhiễm vào trong nguồn nước và do việc xả nước thải sinh hoạt và công nghiệp vào nguồn nước. Sự ô nhiễm nguồn nước gây ra những hậu quả vô cùng nguy hại đến cuộc sống của con người và động thực vật.

Hồ Dầu Tiếng là một trong những hồ nước nhân tạo lớn nhất Việt Nam với diện tích hơn 27.000 hecta và 1,5 tỷ m³ nước. Hồ là nguồn cung cấp nước chính cho sinh hoạt và công nghiệp, nông nghiệp của các tỉnh Bình Dương, Đồng Nai, thành phố Hồ Chí Minh, Long An. Chính vì thế chất lượng nước của hồ là rất quan trọng, ảnh hưởng lớn đến chất lượng sống và nền kinh tế của các tỉnh. Vì lẽ đó mà việc đánh giá, giám sát tình trạng, chất lượng nước của hồ Dầu Tiếng là một việc cần thiết.

Hệ thống thông tin địa lý (GIS – Geographic information System) là một công nghệ mới được du nhập vào Việt Nam trong những thập niên 90 của thế kỉ XIX và đang phát triển trong những năm trở lại đây. Việc ứng dụng GIS vào hoạt động quy

hoạch, quản lý và giám sát tài nguyên môi trường là rất cần thiết. Trong đó mô hình đánh giá chất lượng đất và nước SWAT (Soil and Water Assessment Tool) là một bộ phận của hệ thống GIS. Mô hình SWAT được xây dựng nhằm đánh giá và dự báo những ảnh hưởng của việc quản lý đất tác động đến thành phần nước, địa chất, sản lượng nông nghiệp trên lưu vực rộng lớn trong khoảng thời gian dài.

Với những lý do trên, em đã chọn lựa thực hiện đề tài nghiên cứu “ Ứng dụng công nghệ GIS và mô hình SWAT đánh giá chất lượng nước lưu vực hồ Dầu Tiếng”.

1.2. GIỚI HẠN ĐỀ TÀI

Vì thời gian và nguồn lực thực hiện có hạn nên đề tài chỉ ứng dụng công nghệ GIS và mô hình SWAT để đánh giá chất lượng nước theo một số thông số về chất lượng nước của QCVN 08:2008/BTNMT tại lưu vực hồ Dầu Tiếng.

1.3. MỤC TIÊU-NHIỆM VỤ CỦA ĐỀ TÀI

Với mục tiêu là đánh giá chất lượng nước hồ Dầu Tiếng thông qua công nghệ GIS và mô hình SWAT. Chi tiết mục tiêu nghiên cứu như sau:

- Tìm hiểu mô hình SWAT và khả năng ứng dụng mô hình SWAT tại Việt Nam.
- Ứng dụng mô hình SWAT đánh giá chất lượng nước tại lưu vực hồ Dầu Tiếng.
- Tìm hiểu và sử dụng chương trình Map Window và plug-ins của nó là MWSWAT.

Chương 2:

TỔNG QUAN TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU

2.1. MÔ TẢ KHÁI QUÁT VỀ HỒ DẦU TIẾNG

2.1.1. Lịch sử hình thành

Hồ Dầu Tiếng được hình thành do chặn dòng thượng lưu sông Sài Gòn (thuộc huyện Dương Minh Châu), được xây dựng vào tháng 4/1981 và đến tháng 1/1985 được đưa vào khai thác.

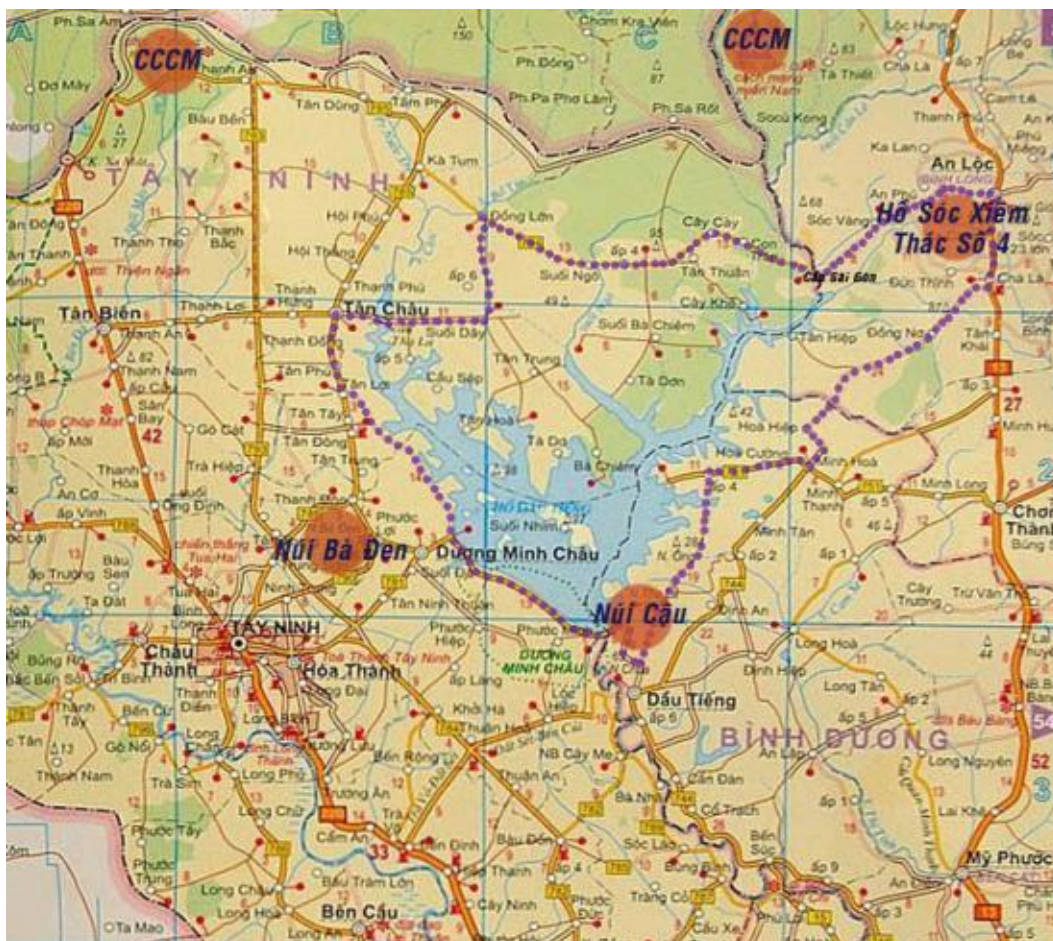
Diện tích lòng hồ ước tính khoảng 27.000 hecta trải qua 3 tỉnh : Tây Ninh, Bình Dương và Bình Phước thuộc phạm vi 4 huyện: Tân Châu và Dương Minh Châu thuộc tỉnh Tây Ninh, Dầu Tiếng thuộc tỉnh Bình Dương và Bình Long thuộc tỉnh Bình Phước.

Vùng đáy hồ trước khi trữ nước là vùng đất rừng và khu vực đất dân cư chủ yếu thuộc xã Tân Lập, Lộc Ninh thuộc huyện Dương Minh Châu, trong đó có nhiều đồi thấp với độ cao 20-30m trở thành vùng bán ngập theo mùa.

2.1.2. Vị trí địa lý

Hồ Dầu Tiếng được xây dựng ở thượng lưu sông Sài Gòn, tại ngã ba Dầu Tiếng, huyện Dầu Tiếng, tỉnh Bình Dương, trải dài từ 11°12' tới 12°00' vĩ độ Bắc và từ 106°10' đến 106°30' kinh độ Đông, cách thành phố Hồ Chí Minh khoảng trên 100km theo đường liên tỉnh.

Hồ Dầu Tiếng là một trong những hồ chứa lớn nhất Việt Nam, có toàn bộ diện tích mặt nước là 27.000 hecta, sức chứa 1680 triệu m³, trong đó dung tích hữu ích là 1110 triệu m³. Phía Bắc là nông trường Nước Trong, phía Tây là sông Vàm Cỏ Đông, phía Đông là sông Sài Gòn, phía Nam là quốc lộ 22 về phía Tây Nam huyện Củ Chi, thành phố Hồ Chí Minh. Diện tích lưu vực sông Sài Gòn tới tuyến đập Dầu Tiếng là 2.700 km² (trên tổng diện tích tính toán lưu vực sông Sài Gòn 5.560 km²).



Hình 2.1: Vị trí hồ Dầu Tiếng

2.2. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN KHU VỰC HỒ DẦU TIẾNG

2.2.1. Đặc điểm khí hậu

Hồ Dầu Tiếng nói riêng và lưu vực sông Sài Gòn nói chung nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới gió mùa. Khí hậu được phân thành hai mùa rõ rệt: mùa mưa bắt đầu từ tháng 6-11. Gió thịnh hành là gió mùa Tây Nam trong thời gian này với tốc độ trung bình 1,6-2,1m/s và gây nên mưa lớn. Ngược lại, mùa khô bắt đầu từ tháng 12-6, gió thịnh hành trong thời gian này là gió mùa Đông Bắc có tốc độ trung bình 1,8-2,2 m/s, gió mang không khí khô và tạo ra mùa khô. Lượng mưa mùa này chỉ chiếm 10-15% lượng mưa năm. Lượng mưa bình quân nhiều năm trên toàn lưu vực khoảng 1.810 mm.

Nhiệt độ trung bình năm là 27°C, thay đổi rất ít trong năm. Nhiệt độ cao nhất trong năm là 30°C, thấp nhất là 24°C. Nhiệt độ cao nhất là vào các tháng 4 và 5, nhiệt độ thấp nhất là vào các tháng 11 và 12.

Do lượng mưa năm tương đối lớn trên 1.800 mm nên độ ẩm không khí tương đối lớn. Độ ẩm trung bình năm khoảng >77%. Mùa mưa độ ẩm lên tới 85-90% vào tháng 8 hoặc 9, vào tháng 3 thì độ ẩm thấp nhất vào khoảng 69-70%. Tháng nóng nhất là tháng 4 và lạnh nhất là tháng 12. Bốc hơi trung bình năm là 990 mm/năm, dao động từ 800 đến 1.200 mm, và có thể lên đến 1.500 mm.

2.2.2. Đặc điểm địa hình, thổ nhưỡng và sử dụng đất

Lưu vực hồ nằm trên một địa hình chuyển tiếp – Vùng thượng lưu phía Đông là đồi thấp, có dạng hình lòng chảo thoải dần về phía hai dòng sông chính (sông Sài Gòn và sông Bà Hảo). Khu vực lòng hồ có cao độ 5-15 m, có nơi <5 m.

Lưu vực sông Sài Gòn hình thành bởi trầm tích của kỉ Đệ Tứ, gồm các vật liệu bồi lắng từ sét đến sỏi và các trầm tích tạo thành bởi đá trầm tích và bùn.

Đất đai trên lưu vực phân bố tương ứng với dạng địa hình: những vùng cao (100-150 m) là đất đỏ trên nền macma bazơ và trung tính. Đây là loại đất tập trung ở độ cao lưu vực với tầng dày phổ biến >100 cm, đây là loại đất tập trung ở khu vực giáp với Bình Phước (Bình Long, Chơn Thành). Vùng đất thấp hơn là đất xám, là loại đất phổ biến nhất trên lưu vực, có tầng dày phổ biến >100 cm, độ dốc <15°. Ngoài ra còn có một số loại đất khác: đất đỏ vàng trên đá khác và đất đen trên than bùn với tầng dày <50 cm và độ dốc 15-20°. Hai đất này chỉ chiếm phần diện tích nhỏ là 14,3% và 4,57% cho từng loại đất.

Có 6 nhánh sông suối chính chảy vào hồ là Rạch Cham (424 km²), Rạch Trou (407 km²), Htrou (121 km²), Rạch Bà Chiêm (281 km²), Bà Chiêm – Bà Hảo (158 km²), Bà Heo (967 km²). Cao độ vùng thượng lưu là khoảng +150 m và ở cửa sông vào khoảng +0,3 m đến +0,25 m. Lưu vực (tới đập) có hình dạng lá cây, chiều dài sông đến đập là 130,5 km, mật độ sông là 0,39 km/km².

Cây bụi hiện chiếm phổ biến 89.010 ha (chiếm 37% diện tích). Rừng tự nhiên giàu và trung bình chiếm 24.410 ha (chiếm 14%). Cây công nghiệp chiếm 23.650 ha. Cây công nghiệp (dài ngày) chiếm diện tích trên 10% tổng diện tích đất đai. Đất chuyên rau màu và cây công nghiệp (ngắn ngày) chiếm 13%, cây ăn quả + nương rẫy + đồng cỏ chiếm 7%, đất lúa + hoa màu chiếm diện tích ít ỏi (trên 5%).

2.2.3. Thủy văn hồ Dầu Tiếng

Hồ Dầu Tiếng lấy nước từ một số sông, suối bao gồm cả dòng Nước Đục và Krai chảy từ Campuchia hình thành trên sông Tha La, các dòng suối Chàm, Ngô, Xa Cát và Lap chảy vào hồ từ tỉnh Bình Dương.

Vùng lưu vực Dầu Tiếng có hai mùa rõ rệt, mùa lũ thường bắt đầu chậm hơn từ một đến hai tháng so với các nơi khác, và vì vậy cũng kết thúc muộn hơn. Mùa lũ bắt đầu từ tháng 9 tới cuối tháng 12, mùa khô kéo dài từ 8-9 tháng còn lại trong năm. Tương tự như sự phân bố lượng mưa, có 70-80% tổng lượng dòng chảy trong năm tập trung vào 3-5 tháng mùa mưa. Chỉ có 20-30% lượng dòng chảy tập trung vào mùa kiệt. Môđyn dòng chảy năm đạt từ 20-25 l/s-km², và như vậy là nhỏ hơn so với nhiều hồ khác. Điều đó chứng tỏ là tiềm năng nguồn nước của khu vực này không lớn. Ngoài ra hồ còn chịu ảnh hưởng của nguồn nước mạch (nước ngầm) từ lòng đất chảy ra. Lượng nước này ít hơn nguồn nước trên mặt, nó biến động theo mùa và ngược với dòng nước mặt. Mùa cạn dòng nước rất mạnh, khi vào mùa mưa nước ngầm ít đi.

Lưu vực hồ Dầu Tiếng thường hay bị ảnh hưởng của lũ. Khả năng xuất hiện của lũ từ tháng 6 đến tháng 11, nhưng tháng 9 và tháng 10 thì tần suất lũ xuất hiện lớn nhất.

Dự kiến vào năm 2010 (nhưng hiện nay vẫn đang thi công), nước từ hồ Phước Hòa sẽ được chuyển sang bổ sung cho hồ Dầu Tiếng với vận tốc 50m³/s. Lúc đó quy mô và nhiệm vụ của hệ thống thủy lợi và hồ Dầu Tiếng sẽ có những thay đổi tương đối lớn.

2.3. HOẠT ĐỘNG KINH TẾ XÃ HỘI LƯU VỰC HỒ DẦU TIẾNG

2.3.1. Vùng ngập nước

2.3.1.1. Vùng thượng lưu

Do đặc điểm của vùng thượng lưu là có lưu lượng nước và độ dốc lớn nên lượng phù sa bồi lắng là khá lớn, do đó các hoạt động khai thác cát ở đây diễn ra mạnh mẽ, đa số các tàu ở đây khai thác lậu. Trước đây có chỉ thị từ Bộ NN&PTNT, UBND tỉnh Bình Dương và Tây Ninh có cấp phép giấy hoạt động cho một số chủ khai thác, nhưng số lượng tàu hoạt động lớn hơn gấp nhiều lần so với số giấy phép được cấp.

Khai thác cát còn gây ra độ đục lớn cho nước hồ. Do khai thác cát khuấy trộn mạnh cả tầng đáy nên làm cho các chất phốt pho lắng ở tầng đáy cũng dậy lên và kết quả là nồng độ TP (Total Phospho) ở thượng nguồn khá cao, khi nồng độ TP lan truyền tới

vùng ổn định thì sẽ tạo điều kiện cho tảo phát triển mạnh. Ngoài các hoạt động gây ô nhiễm của tàu thì người dân trên tàu khai thác cũng góp phần gây ô nhiễm môi trường từ chất thải của họ. Do các hoạt động khai thác cát đã gây ảnh hưởng đến chất lượng nước hồ nên giữa năm 2005 Bộ NN&PTNT đã có quyết định tạm đình chỉ các hoạt động khai thác trên hồ nhưng hiện tượng khai thác lậu vẫn diễn ra mạnh mẽ.

Ngoài ra ở thượng lưu cả hai nhánh đều có các hoạt động đánh bắt thủy sản với đủ các hình thức và phương tiện. Dù đã có chỉ thị cấm nuôi cá bè nhưng các hộ dân vẫn không nghiêm chỉnh chấp hành gây nên tình trạng ô nhiễm cho nước hồ từ chất thải của bè cá.

2.3.1.2. Vùng trung lưu

Ở vùng trung lưu, do nước lớn nên chỉ có một số ít tàu khai thác cát diễn ra trong mùa khô, các hoạt động còn lại là đánh bắt cá. Các loại ngư cụ sử dụng đánh bắt cá phụ thuộc vào loài đánh bắt, mục đích đánh bắt, thời điểm đánh bắt và mức độ đánh bắt.

Các hộ khai thác thủy sản thường chỉ dùng một loại ngư cụ vào hoạt động đánh bắt, tỷ lệ chỉ có một loại ngư cụ là rất cao khoảng 81% số hộ điều tra, hộ sử dụng hai loại ngư cụ để khai thác là 16,1%, hộ sử dụng ba loại ngư cụ là 3,2%. Hầu hết các loại ngư cụ của các hộ dân đưa vào khai thác đều trong phạm vi cho phép.

Sản lượng đánh bắt trung bình tính cho ngư hộ đạt 3,5 tấn/hộ/năm, mức biến động cũng khá lớn cho thấy sự phân hóa rõ rệt giữa các hộ đánh bắt về mức hoạt động. Có đến 49% số hộ cho biết họ phải vay vốn để sản xuất, với mục đích là vay vốn chủ yếu để trang bị dụng cụ khai thác. Tổng sản lượng khai thác hàng năm được thể hiện ở Bảng 2.1.

Bảng 2.1: Sản lượng khai thác thủy sản trong hồ Dầu Tiếng

(Nguồn: công ty khai thác thủy lợi Dầu Tiếng).

Năm	1990	1991	1992	1993	1994	1995	2003	2004
Sản lượng (tấn)	2500	2000	1800	1500	1000	900	450	350

2.3.1.3. Vùng hạ lưu

Vùng hạ lưu hồ Dầu Tiếng gần các cống lấy nước số 1, số 2 và tràn xả lũ. Đây là vùng có các hoạt động nuôi cá bè rất nhộn nhịp vào những năm 2004-2006. Từ sau đó

có quyết định đình chỉ việc nuôi cá bè trên hồ Dầu Tiếng để bảo vệ nguồn nước hồ thì hoạt động nuôi cá có lắng xuống, song đa số các hộ dân vẫn ngoan cố không chịu chấm dứt.

Hầu hết những người nuôi cá sống và sinh hoạt trên bè, vì thế hầu hết các chất thải sinh hoạt của họ thải thẳng xuống hồ làm mất vệ sinh và gây ô nhiễm cho nước hồ. Đặc biệt do người dân trên hồ trực tiếp sử dụng nước hồ để tắm giặt, kể cả rửa chén bát nên họ sẽ là người đầu tiên chịu ảnh hưởng từ hoạt động nuôi cá bè. Thực tế cho thấy có nhiều hộ khi di chuyển bè đã vô tình để hướng nhà vệ sinh ở phía trên dòng chảy và sử dụng nước ở cuối dòng chảy để sinh hoạt.

Ngoài chất thải sinh hoạt thải ra trên hồ thì thức ăn dư thừa của cá, cá chết không vớt kịp thời, đặc biệt là vì lợi ích mà người dân đã sử dụng vô tội vạ các loại thuốc với đủ chủng loại cho cá ăn kể cả các loại thuốc chỉ dùng cho gia súc gia cầm. Với đặc điểm của các loại thuốc phòng và chữa bệnh cho cá là rất dễ tan trong nước nên khi thả trực tiếp xuống lồng cho cá ăn thì lập tức bị phân tán vào trong nước gây ô nhiễm nghiêm trọng cho nước hồ. Trong lòng hồ, vào thời điểm cuối mùa khô, các loài thực vật phiêu sinh phát triển mạnh cùng với mùi hôi thối từ nước bẩn và cá chết tạo ra một cảnh tượng rất mất vệ sinh cho hồ và các đối tượng sử dụng nước. Mặt khác do trong thức ăn có hàm lượng nitơ và photpho cao nên tạo ra một nguy cơ phú dưỡng cho hồ.

2.3.2. Vùng bán ngập nước

Người dân trong vùng đã lợi dụng các điều kiện thuận lợi ở vùng bán ngập để tham gia canh tác nông nghiệp, chăn nuôi gia súc, gia cầm. So với vùng ngập nước thì khu vực bán ngập cũng không kém phần sôi động với sự có mặt của các bãi cát, các “cảng cá”, các đàn trâu bò, các đàn vịt, quán tạp hóa phục vụ nhu cầu trong lòng hồ.

2.3.2.1. Diện tích, dân số dân cư trong vùng

Nhìn chung dân số ở các xã không nhiều, mật độ dân cư thưa thớt. vì đây là các xã xa trung tâm văn hóa, kinh tế xã hội nên đa số người dân sống bằng nông nghiệp là chính.

Ngoài dân địa phương, hiện nay một số Việt kiều từ Campuchia trở về định cư tại các xã này, họ cũng sống dựa vào nguồn lợi từ hồ Dầu Tiếng, điều này tạo thêm một sức ép lên môi trường hồ.

Bảng 2.2: Diện tích, dân số các xã ven hồ Dầu Tiếng
(Nguồn: chi cục thống kê Tây Ninh và Bình Dương, 2006)

Tên xã	Diện tích (km ²)	Dân số trung bình (người)	Mật độ dân số (người/km ²)	Số hộ
Tỉnh Tây Ninh				
Suối Đá	172,29	14.062	81	2.888
Phước Minh	33,01	9.396	284	1.997
Phước Ninh	41,86	7.151	170	1.511
Tỉnh Bình Dương				
Định An	71,43	6.266	88	1.428
Định Thành	51,63	2.911	56	667

2.3.2.2. Văn hóa, xã hội

Nhìn chung, mặc dù chính quyền đã nỗ lực nâng cao trình độ văn hóa của người dân trong vùng nhưng vẫn còn một số hạn chế nhất định. Theo thống kê của huyện Dương Minh Châu thì có khoảng 80% trẻ được đi mẫu giáo. Tỷ lệ vào lớp 1 đạt 99,4%. Tỷ lệ vào lớp 6 đạt 97,6%, học sinh vào lớp 10 trong toàn huyện là 914 học sinh. Có 87,5% học sinh tốt nghiệp trung học phổ thông. Tỷ lệ phổ cập đạt 98%. Tuy nhiên, trong một vài năm gần đây, tỷ lệ học sinh bỏ học sau khi học xong tiểu học tăng lên khá nhiều.

2.3.2.3. Mức độ phát triển kinh tế

Nhìn chung, dân cư trong vùng ven hồ chủ yếu sông bằng canh tác nông nghiệp, mức độ phát triển kinh tế chậm, chưa xuất hiện nhiều cơ sở công nghiệp và tiểu thủ công nghiệp. chỉ có một vài xưởng chuyên về sản xuất mũ cao su và chế biến bột mì nhưng quy mô không lớn.

Bảng 2.3: Diện tích đất phân theo mục đích sử dụng
(Nguồn: chi cục thống kê Tây Ninh và Bình Dương)

Xã	Tổng diện tích (ha)	Đất nông nghiệp (ha)	Đất lâm nghiệp (ha)	Đất chuyên dùng (ha)	Đất chưa sử dụng (ha)
Suối Đá	17229	4297,19	92,47	11167,74	1450,8
Phước Minh	3301	2536,78		675,44	12,48
Phước Ninh	4186	3674,05	224,5	224,7	14,8
Định An	7143	2162	-	-	-
Định Thành	5163	1260	-	-	-

Bảng 2.4: Số lượng vật nuôi tại các xã ven hồ
(Nguồn: phòng thống kê huyện Dương Minh Châu và huyện Dầu Tiếng)

Xã	Trâu	Bò	Vịt	Dê
Suối Đá	280	2798	587	
Phước Minh	1078	1405	1749	480
Phước Ninh	1796	788	1350	
Định An	682	680		154
Định Thành	206	186		200

Theo số liệu điều tra tháng 9 năm 2005 thì trong hồ có khoảng 7.663 con trâu bò chăn thả, 18.600 con vịt và 634 con dê. Đây là đối tượng cùng với cá lồng gây ra tình trạng ô nhiễm dinh dưỡng cho hồ Dầu Tiếng.

Đa số diện tích vùng bán ngập được người dân tận dụng để trồng khoai mì và một số ít là đậu phộng. Hiện nay đối tượng canh tác này chưa có số liệu thống kê cụ thể, điều này cũng đồng nghĩa với việc chưa quản lý được đối tượng này. Theo một số nhà

quản lí thì khoai mì và đậu phộng canh tác trong vùng bán ngập không sử dụng nhiều phân bón, nhưng dù nhiều hay ít thì nó cũng gây ảnh hưởng nhất định. Sau mùa canh tác (trước khi nước ngập), người dân thường tiến hành cày ải để canh tác vụ sau, làm như vậy sẽ góp phần cho quá trình xói mòn và rửa trôi đất cuốn theo chất dinh dưỡng xuống hồ, đồng thời người dân còn vớt những thứ không dùng được của khoai mì (thân khoai mì) xuống hồ gây mất mỹ quan và cũng góp phần gây ô nhiễm cho hồ.

2.3.2.4. Các hoạt động khác

- Công nghiệp

Mức độ công nghiệp hóa trong vùng thiết kế rất thấp và bao gồm một số lượng lớn các doanh nghiệp cung ứng cho nông nghiệp cỡ nhỏ. Các hoạt động chính trong khu hưởng lợi được đặt tại huyện Củ Chi thuộc thành phố Hồ Chí Minh (tỉnh Tây Ninh cũng có một số cơ sở công nghiệp nhỏ). Huyện Củ Chi có các doanh nghiệp cỡ lớn và đang có kế hoạch nhằm tăng mức độ công nghiệp hóa tại huyện Củ Chi.

- Tài nguyên du lịch

Có một số khu du lịch trong vùng. Hai khu du lịch đáng chú ý nhất đó là khu du lịch núi Bà Đen, nằm tại trung tâm của núi Bà Đen trong khu vực hệ thống kênh chính Tây và khu du lịch sinh thái Bình Dương, sát ngay phía Đông của hệ thống đập Dầu Tiếng. Hệ thực vật tại các khu du lịch này chủ yếu là rừng trồng thứ cấp. Hệ thống hầm Địa đạo Củ Chi cũng là một trong những điểm hấp dẫn khách du lịch cũng nằm trong lưu vực sông Sài Gòn ở hạ lưu đập.

- Giao thông thủy và bộ

Giao thông dọc theo các tuyến đường chính trong khu vực nhìn chung là tốt. Tuyến đường cao tốc từ thành phố Hồ Chí Minh đi thị xã Tây Ninh mới được nâng cấp, chất lượng tốt. Các tuyến đường cũng đã đến tận các xã và làng.

Tất cả các sông, kênh chính và kênh cấp một trong khu vực được sử dụng cho giao thông thủy. Có nhiều thuyền lớn được dùng để vận chuyển hàng hóa như cát, gỗ, các sản phẩm đầu vào và đầu ra của nông nghiệp (như phân bón hay lúa gạo) được vận chuyển trên sông Sài Gòn đến đập.

2.4. HIỆN TRẠNG CHẤT LƯỢNG MÔI TRƯỜNG HỒ DẦU TIẾNG

2.4.1 Chất lượng môi trường không khí

Môi trường không khí trong hồ nhìn chung là tốt. Tuy nhiên, do việc chăn thả gia súc rất nhiều nên phân thải của chúng gây ra mùi hôi. Do vùng hồ luôn có gió nên mùi hôi này cũng được khuếch tán và không gây ảnh hưởng gì tới môi trường chung.

Khu vực hồ Dầu Tiếng có khí hậu thông thoáng trong lành, chất lượng môi trường không khí nói chung là tốt ngoại trừ một số khu vực như khu nhà máy chế biến mì phía đập phụ hoặc các khu vực nuôi cá bè. Ở các khu vực nuôi cá bè thường xuất hiện mùi của thức ăn cho cá, mùi hôi thối do thức ăn dư thừa bị phân hủy trong nước bốc lên. Ngoài ra, do việc chăn thả gia súc rất nhiều nên phân thải của chúng cũng gây ra mùi hôi. Tuy nhiên vấn đề này chỉ mang tính cục bộ.

2.4.2 Chất lượng môi trường nước

Bảng 2.5: So sánh chất lượng nước của các hồ Dầu Tiếng, Trị An, Thác Mơ

(Nguồn: tổng hợp số liệu năm 2005 từ nhiều nguồn)

STT	Thông số	Đơn vị	Hồ Dầu Tiếng	Hồ Trị An	Hồ Thác Mơ	TCVN 5942-1995 cột A
01	pH		6,16	7,13	7,1	6 - 8,5
02	BOD ₅	mgO ₂ /l	0,92	3,83	1,75	< 4
03	COD	mgO ₂ /l	4,19	8	6,25	< 10
04	DO	mgO ₂ /l	7	7,68	6,75	≥ 6
05	SS	mg/l	12	16,67	83,25	20
06	Ammoniac	mg/l	0,07	0	0	0,05
07	Nitrat	mg/l	0,19	2,17	1,75	10
08	Nitrit	mg/l	0,004	0,05	0,025	0,01
09	Florua	mg/l	0,37	0,25	0,1	1

10	Tổng Sắt	mg/l	0,19	0,65	0,525	1
11	Chì	10^{-3} .mg/l	1,9	1	1	50
12	Tổng hóa chất BVTV (trừ DDT)	mg/l	0,001	0	0	0,15
12	Dầu mỡ	mg/l	0	0	0	Không

Nhìn chung, trong ba hồ thủy điện Thác Mơ là hồ có chất lượng nước xấu hơn so với hai hồ còn lại. Cả ba hồ đều có chất lượng nước đạt tiêu chuẩn loại A trừ hồ thủy điện Thác Mơ có chỉ tiêu SS vượt chuẩn khoảng 4 lần. pH của hồ Dầu Tiếng thấp hơn hẳn so với hai hồ Trị An và Thác Mơ và cũng gần không đạt tiêu chuẩn nguồn loại A. Nếu không tính đến các tiêu chuẩn cho nguồn nước phú dưỡng chất lượng nước ở ba hồ đều còn tốt. Trong ba hồ thì hồ Dầu Tiếng là hồ có chất lượng nước còn tốt nhất.

2.5. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ (GIS)

2.5.1. Định nghĩa

Hệ thống thông tin địa lý (Geographic information system – GIS) 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 hỗ trợ 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.

2.5.2. Các thành phần của GIS

Bao gồm 5 thành phần:

- Con người.
- Dữ liệu
- Phương pháp phân tích.
- Phần mềm.
- Phần cứng.

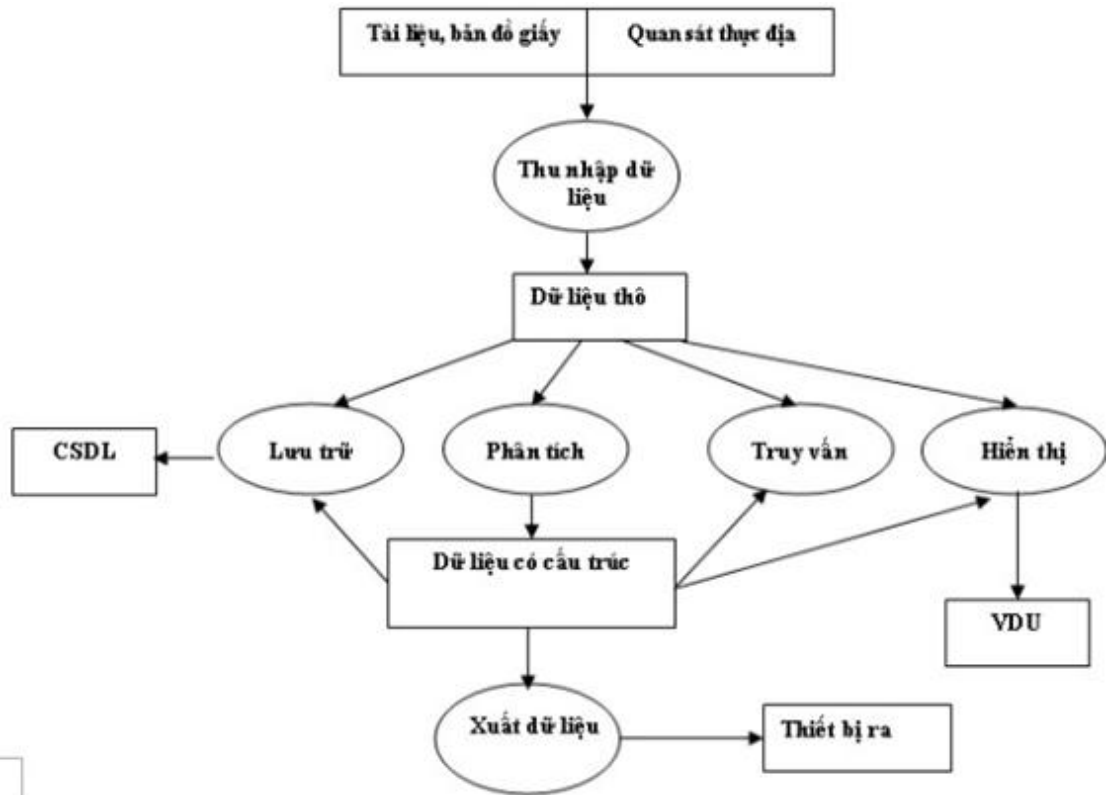


Hình 2.2: Các thành phần của GIS

2.5.3. Chức năng của GIS

Một hệ GIS phải đảm bảo được 6 chức năng cơ bản sau:

- Capture: thu thập dữ liệu. Dữ liệu có thể lấy từ rất nhiều nguồn, có thể là bản đồ giấy, ảnh chụp, bản đồ số...
- Store: lưu trữ. Dữ liệu có thể được lưu dưới dạng vector hay raster.
- Query: truy vấn (tìm kiếm). Người dùng có thể truy vấn thông tin đồ họa hiển thị trên bản đồ.
- Analyze: phân tích. Đây là chức năng hỗ trợ việc ra quyết định của người dùng. Xác định những tình huống có thể xảy ra khi bản đồ có sự thay đổi.
- Display: hiển thị. Hiển thị bản đồ.
- Output: xuất dữ liệu. Hỗ trợ việc kết xuất dữ liệu bản đồ dưới nhiều định dạng: giấy in, Web, ảnh, file...



Sơ đồ 2.1: Quan hệ giữa các nhóm chức năng của GIS

2.5.4. Các dạng dữ liệu của GIS

Hệ thống thông tin địa lý bao gồm: Dữ liệu không gian và phi không gian

Dữ liệu là trung tâm của hệ thống GIS được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu và thu thập thông qua các mô hình thế giới thực. Dữ liệu trong GIS còn được gọi là thông tin không gian. Đặc trưng thông tin không gian là có khả năng mô tả “vật thể ở đâu” nhờ vị trí tham chiếu, đơn vị đo và quan hệ không gian. Đặc trưng thông tin không gian mô tả “quan hệ và tương tác” giữa các hiện tượng tự nhiên. Mô hình không gian đặc biệt quan trọng vì cách thức thông tin sẽ ảnh hưởng đến khả năng thực hiện phân tích dữ liệu và khả năng hiển thị đồ họa của hệ thống.

2.5.4.1. Dữ liệu không gian

Dữ liệu không gian được thể hiện trên bản đồ và hệ thống thông tin địa lý dưới dạng điểm (point), đường (line) hoặc vùng (polygon). Dữ liệu không gian là dữ liệu về đối tượng mà vị trí của nó được xác định trên bề mặt trái đất. Hệ thống thông tin địa lý làm việc với hai dạng mô hình dữ liệu địa lý khác nhau - mô hình vector và mô hình raster.

Mô hình vector: biểu diễn dữ liệu không gian như điểm, đường, vùng có kèm theo thuộc tính để mô tả đối tượng. Mô hình dữ liệu này phù hợp trong biểu diễn dữ liệu có ranh giới rõ rệt như ranh đất, ranh nhà, ranh đường,... Để biểu diễn các dữ liệu vector có hai loại cấu trúc dữ liệu thường được sử dụng: Spaghetti và Topology.

+ Kiểu đối tượng điểm (Points)

Điểm được xác định bởi cặp giá trị đơn. Các đối tượng đơn, thông tin về địa lý chỉ gồm cơ sở vị trí sẽ được phản ánh là đối tượng điểm.

+ Kiểu đối tượng đường

Đường được xác định như một tập hợp dãy của các điểm. Mô tả các đối tượng địa lý dạng tuyến.

+ Kiểu đối tượng vùng

Vùng được xác định bởi ranh giới các đường thẳng. Các đối tượng địa lý có diện tích và đóng kín bởi một đường gọi là đối tượng vùng polygons.

Mô hình Raster: được phát triển cho mô phỏng các đối tượng liên tục. Một ảnh raster là một tập hợp các ô lưới. Cấu trúc đơn giản nhất là mảng gồm các ô của bản đồ. Mỗi ô trên bản đồ được biểu diễn bởi tổ hợp tọa độ (hàng, cột). Kết quả mỗi ô biểu diễn một phần của bề mặt trái đất và giá trị của nó là tính chất tại vị trí đó.

Mô hình raster có các đặc điểm

- Các điểm được xếp liên tiếp từ trái qua phải và từ trên xuống dưới.
- Mỗi một điểm ảnh (pixel) chứa một giá trị.
- Một tập các ma trận điểm và các giá trị tương ứng tạo thành một lớp (layer).
- Trong cơ sở dữ liệu có thể có nhiều lớp.

Trong một hệ thống dữ liệu cơ bản raster được lưu trữ trong các ô (thường hình vuông) được sắp xếp trong một mảng hoặc các dãy hàng và cột. Nếu có thể, các hàng và cột nên được căn cứ vào hệ thống lưới bản đồ thích hợp. Việc sử dụng cấu trúc dữ liệu raster tất nhiên đưa đến một số chi tiết bị mất. Với lý do này, hệ thống raster - based không được sử dụng trong các trường hợp nơi chi tiết có chất lượng cao được đòi hỏi.

2.5.4.2. Dữ liệu phi không gian

Dữ liệu phi không gian hay còn gọi là thuộc tính (Non - Spatial Data hay Attribute) (trả lời cho câu hỏi nó là cái gì?) là những mô tả về đặc tính, đặc điểm và các hiện tượng xảy ra tại các vị trí địa lý xác định. Một trong các chức năng đặc biệt của công nghệ GIS là khả năng của nó trong việc liên kết và xử lý đồng thời giữa dữ liệu bản đồ và dữ liệu thuộc tính. Thông thường hệ thống thông tin địa lý có 4 loại số liệu thuộc tính:

- Đặc tính của đối tượng: liên kết chặt chẽ với các thông tin không gian có thể thực hiện SQL (Structure Query Language) và phân tích.
- Số liệu hiện tượng, tham khảo địa lý: miêu tả những thông tin, các hoạt động thuộc vị trí xác định.
- Chỉ số địa lý: tên, địa chỉ, khối, phương hướng định vị,... liên quan đến các đối tượng địa lý.
- Quan hệ giữa các đối tượng trong không gian, có thể đơn giản hoặc phức tạp (sự liên kết, khoảng tương thích, mối quan hệ đồ hình giữa các đối tượng).

Để mô tả một cách đầy đủ các đối tượng địa lý, trong bản đồ số chỉ dùng thêm các loại đối tượng khác: điểm điều khiển, tọa độ giới hạn và các thông tin mang tính chất mô tả (annotation).

2.6. TỔNG QUAN VỀ MÔ HÌNH SWAT

2.6.1. Lịch sử phát triển của SWAT

SWAT (Soil and Water Assessment Tool) là công cụ đánh giá nước và đất. SWAT 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). SWAT là mô hình dùng để dự báo những ảnh hưởng của sự quản lý sử dụng đất đến nước, sự bồi lắng và lượng hóa chất sinh ra từ hoạt động nông nghiệp trên những lưu vực rộng lớn và phức tạp trong khoảng thời gian dài. Mô hình là sự tập hợp những phép toán hồi quy để thể hiện mối quan hệ giữa giá trị thông số đầu vào và thông số đầu ra.

Mô hình SWAT có những ưu điểm so với các mô hình trước, đó là: lưu vực được mô phỏng mà không cần dữ liệu quan trắc; khi thay đổi dữ liệu đầu vào (quản lý sử dụng đất, khí hậu, thực vật...) đều định lượng được những tác động đến chất lượng

nước hoặc các thông số khác; có hiệu quả cao, có thể tính toán và mô phỏng trên lưu vực rộng lớn hoặc hỗ trợ ra quyết định đối với những chiến lược quản lý đa dạng, phức tạp với sự đầu tư kinh tế và thời gian thấp; cho phép người sử dụng nghiên cứu những tác động trong thời gian dài. Nhiều vấn đề hiện nay được SWAT xem xét đến như sự tích lũy chất ô nhiễm và những ảnh hưởng đến vùng hạ lưu.

SWAT tích hợp nhiều mô hình của ARS, nó được phát triển từ mô hình mô phỏng tài nguyên nước lưu vực nông thôn (Simulator for Water Resources in Rural Basins - SWRRB) (Williams et al., 1985; Arnold et al., 1990). Những mô hình góp phần vào sự phát triển của SWAT: hệ thống quản lý nông nghiệp về hóa chất, rửa trôi và xói mòn (Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems - CREAMS) (Knisel, 1980); mô hình những ảnh hưởng của sự tích trữ nước ngầm (GLEAMS - Groundwater Loading Effects on Agricultural Management Systems) (Leonard et al., 1987), đây là phần mở rộng của CREAMS bao gồm bốn thành phần: thủy văn, xói mòn/ bồi lắng, sự di chuyển của thuốc bảo vệ thực vật và dinh dưỡng và mô hình tính toán những ảnh hưởng của các hoạt động sản xuất đến sự xói mòn (EPIC – Erosion Productivity Impact Calculator) (Williams et al., 1984).

Từ khi SWAT được xây dựng từ đầu thập niên 1990s, SWAT luôn được nghiên cứu để khắc phục khuyết điểm và nâng cao tính năng làm việc, những cải tiến lớn:

- ♦ SWAT94.2: sự tổng hợp các đơn vị thủy văn (Hydrologic Response Units - HRUs)

- ♦ SWAT96.2: thêm vào những lựa chọn trong quản lý quá trình bón phân, tưới nước; các hồ trữ nước, thành phần CO_2 vào sự phát triển của cây trồng; tính toán khả năng thoát hơi nước của Penman-Monteith; những dòng nước bên trong đất vào mô hình động học; tính toán chất lượng nước đối với các thông số: phân bón và thuốc trừ sâu bằng mô hình chất lượng nước sông (QUAL2E).

- ♦ SWAT98.1: thêm vào cải tiến mô hình chất lượng nước và tan băng; mở rộng chu trình dinh dưỡng; những ứng dụng của trồng trọt, chăn nuôi và xét đến dòng nước mưa. SWAT98.1 đã được ứng dụng nghiên cứu trên vùng Southern Hemisphere

- ♦ SWAT99.2: cải thiện chu trình dinh dưỡng, thêm vào mô hình sự di chuyển dinh dưỡng ở vùng hồ, vùng đầm lầy; khả năng trữ nước trên các đoạn sông; sự di chuyển của các kim loại. Mô hình thay đổi cách biểu thị năm từ 2 chữ số sang 4 chữ số.

♦ SWAT2000: thêm vào mô hình sự vận chuyển vi sinh vật; cải tiến trạm quan trắc thời tiết cho phép đọc các dữ liệu bức xạ mặt trời, độ ẩm, tốc độ gió,

♦ SWAT2005: cải thiện mô hình sự vận chuyển vi sinh vật; thêm vào kịch bản dự báo thời tiết, lượng mưa theo nửa ngày, thông số để tính toán CN.

Thêm vào đó, SWAT2005 có một điểm nổi bật là giao diện chương trình khá thân thiết với người dùng, được phát triển trên nền Windows, GRASS và ArcView, ngôn ngữ lập trình là Visual Basic.

2.6.2. Giới thiệu về mô hình SWAT

SWAT cho phép mô hình hóa nhiều quá trình vật lý trên cùng một lưu vực. Ý nghĩa của mô hình SWAT là một lưu vực lớn có thể được chia thành nhiều tiểu lưu vực, mô hình hóa theo tiểu lưu vực mang lại lợi ích khi những vùng này tương đồng về đặc điểm sử dụng đất và tính chất đất. Sự phân chia này giúp người sử dụng có thể áp dụng kết quả nghiên cứu của một vùng này vào một vùng khác khi chúng có sự tương đồng nhất định.

Thông tin đầu vào đối với mỗi tiểu lưu vực sẽ được tập hợp và phân loại thành những nhóm chính sau: khí hậu, HRUs, hồ, nước ngầm, sông chính và nhánh, đường phân thủy. Để dự báo một cách chính xác sự di chuyển của thuốc trừ sâu, phù sa và dưỡng chất thì mô hình cần phải phù hợp với những diễn biến đang xảy ra trong lưu vực. Mô hình thủy học trong lưu vực được phân chia thành hai nhóm chính, chúng có thể tồn tại riêng lẻ:

- Chu trình thủy văn nước ngầm: kiểm soát lượng nước, sự bồi lắng, dinh dưỡng và thuốc trừ sâu được đưa từ trong mỗi tiểu lưu vực ra sông chính.

- Chu trình nước trong hệ thống sông: kiểm soát quá trình di chuyển của dòng nước và quá trình bồi lắng diễn ra từ trong hệ thống sông ngòi của lưu vực đến cửa sông.

2.6.2.1. Chu trình thủy văn nước ngầm

Phương trình cân bằng nước trong SWAT:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - w_{seep} - Q_{gw})$$

Trong đó:

SW_t : lượng nước trong đất tại thời điểm t (mm)

SW_0 : lượng nước trong đất tại thời điểm ban đầu (mm)

t : thời gian (ngày)

R_{day} : lượng nước mưa trong ngày thứ i (mm)

Q_{surf} : tổng lượng nước mặt của ngày thứ i (mm)

E_a : lượng nước bốc hơi trong ngày thứ i (mm)

w_{seep} : lượng nước thấm vào vùng chưa bão hòa trong ngày thứ i (mm)

Q_{gw} : lượng nước ngấm chảy ra sông trong ngày thứ i (mm)

Phương trình phản ánh những sự khác nhau giữa các tiểu lưu vực thông qua sự khác biệt về đặc điểm canh tác và tính chất đất.

Quá trình xói mòn được dự báo riêng lẻ trên từng tiểu lưu vực và sẽ sử dụng để tính toán lượng xói mòn chung trên toàn lưu vực. Điều này giúp nâng cao tính chính xác và mô tả ý nghĩa vật lý của phương trình cân bằng nước tốt hơn.

Những dữ liệu đầu vào và các quá trình liên quan đến chu trình nước trong pha đất bao gồm:

❖ Khí hậu.

Khí hậu của lưu vực cung cấp dữ liệu đầu vào về độ ẩm và năng lượng để kiểm soát quá trình cân bằng nước và xác định các thông số quan trọng khác liên quan đến chu trình nước.

SWAT yêu cầu các thông số khí hậu sau: lượng mưa hằng ngày, nhiệt độ không khí lớn nhất nhỏ nhất, năng lượng bức xạ mặt trời, tốc độ gió và độ ẩm. Trong đó, các thông số: lượng mưa hằng ngày, nhiệt độ không khí lớn nhất/ nhỏ nhất là yêu cầu bắt buộc, các thông số còn lại tùy vào điều kiện có thể có hoặc không.

Thời tiết: mô hình sẽ tạo ra một bộ dữ liệu về thời tiết cho mỗi một tiểu lưu vực. Những thông số ứng với một tiểu lưu vực sẽ tồn tại độc lập và không có mối quan hệ về mặt không gian giữa các tiểu lưu vực. Lượng mưa: SWAT sử dụng mô hình được xây dựng bởi Nicks (1974) để xác định lượng mưa hằng ngày. Nhiệt độ: nhiệt độ lớn nhất và nhỏ nhất theo ngày trong tháng, nhiệt độ tính theo đơn vị ($^{\circ}C$).

❖ Thủy văn.

Lượng nước ngăn cản: là lượng nước bị ngăn cản và giữ lại trên bề mặt lớp thực vật, một phần lượng nước này sẽ bị bốc hơi. Lượng nước ngăn cản được xét đến để tính toán lượng nước thất thoát bề mặt. Tuy nhiên, nếu các phương pháp Green &

Ampt đã từng được tính toán quá trình xâm nhập hay thất thoát thì lượng nước ngăn cản phải được mô hình hóa một cách độc lập.

SWAT cho phép người sử dụng nhập giá trị lượng nước lớn nhất có thể bị giữ lại trên đơn vị bề mặt lá của khu vực che phủ. Những giá trị này và độ che phủ được mô hình sử dụng để tính toán lượng nước lớn nhất có thể giữ lại cho quá trình phát triển của cây trồng.

Sự thấm hút: là quá trình thấm hút nước từ bề mặt vào một lớp đất. Quá trình này xảy ra làm tăng độ ẩm trong đất và làm giảm tốc độ thấm hút nước vào đất theo thời gian. Tốc độ thấm còn phụ thuộc vào lượng nước bốc hơi qua bề mặt đất. Quá trình thấm hút sẽ dừng lại khi đất đạt trạng thái bão hòa.

Sự bốc hơi: là tổng quá trình bao gồm bốc hơi của nước trong pha lỏng (sông, suối, ao, hồ) và trong pha rắn (lớp đất tiếp xúc với không khí, bề mặt lá cây, khối băng tuyết).

Dòng chảy dưới bề mặt: là dòng chảy bắt nguồn từ lớp dưới bề mặt nhưng nằm trên lớp đá bão hòa nước. Lateral subsurface flow nằm trong lớp đất có độ sâu 0 – 2 m. Mô hình động học nước được sử dụng để tính toán dòng chảy dưới bề mặt trong mỗi lớp đất.

Dòng chảy bề mặt: là dòng nước chảy rửa trôi trên bề mặt dốc. Từ dữ liệu lượng mưa hàng ngày, SWAT sẽ tính toán thể tích rửa trôi và tốc độ rửa trôi trong mỗi HRU. Dòng chảy bề mặt được tính toán bằng mô hình sửa đổi từ phương pháp curve number (USDA Soil Conservation Service, 1972) hoặc phương pháp Green & Ampt.

❖ Sự phát triển của cây trồng.

SWAT đã sử dụng mô hình phát triển của một cây đơn lẻ để mô tả cho tất cả các loại cây khác nhau. Mô hình cũng cho thấy sự khác biệt giữa cây lâu năm và cây ngắn ngày. Quá trình sinh trưởng và phát triển của cây ngắn ngày bắt đầu từ khi gieo trồng đến khi thu hoạch. Những cây lâu năm nuôi dưỡng hệ thống rễ suốt cả năm, vào những tháng mùa đông cây sẽ ở trạng thái ngủ đông. Chúng sẽ sinh trưởng và phát triển tiếp khi nhiệt độ tăng lên. Quá trình phát triển của cây trồng dùng để tính toán lượng nước và dưỡng chất mất đi, đồng thời cũng tính được lượng hơi nước và sinh khối sinh ra,

Khả năng sinh trưởng làm gia tăng sinh khối trong một thời gian nhất định được định nghĩa là sự gia tăng sinh khối dưới điều kiện lý tưởng, là hiệu quả của hoạt động

hấp thụ năng lượng mặt trời và chuyển tải năng lượng thành dạng sinh khối. Năng lượng được hấp thụ được tính toán dựa trên bức xạ mặt trời.

❖ Xói mòn.

Sự xói mòn và bồi lắng đối với mỗi HRU được tính toán dựa trên mô hình Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) (Williams, 1975). Trong khi, mô hình USLE sử dụng lượng mưa, thì mô hình MUSLE sử dụng lượng nước chảy bề mặt để tính toán.

❖ Dinh dưỡng.

Cây sử dụng Nitrat và Nito hữu cơ trong đất với nước làm chất vận chuyển trung gian. Lượng Nitrat trong dòng chảy bề mặt và dòng thấm được tính toán thông qua thể tích nước và nồng độ Nitrat trung bình trong đó. Lượng Nito hữu cơ được tính bằng mô hình của McElroy et al(1976) và được chỉnh sửa bởi Williams and Hann (1978).

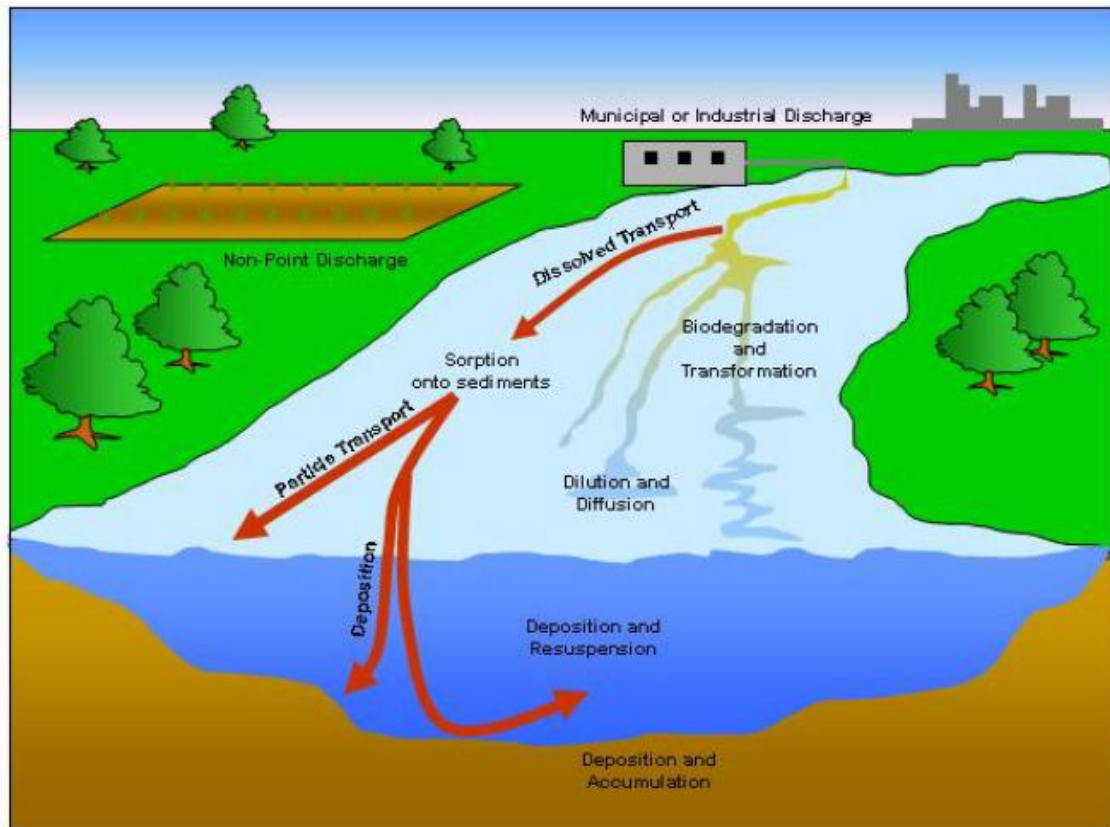
❖ Thuốc bảo vệ thực vật.

SWAT xem xét thuốc bảo vệ thực vật trong mỗi HRU để nhiên cứu sự di chuyển hóa chất trong lưu vực. SWAT mô hình hóa quá trình vận chuyển thuốc trừ sâu vào trong hệ thống sông ngòi thông qua con đường rửa trôi bề mặt (có sự hòa tan và hấp phụ) vào trong đất và tầng ngậm nước nhờ dòng áp lực (sự hòa tan).

SWAT sử dụng mô hình GLEAMS (Leonard et al., 1987) mô hình quá sự vận chuyển thuốc trừ sâu thông qua chu trình nước trong pha đất. Sự di chuyển này được kiểm soát nhờ: khả năng hòa tan của hóa chất, chu kỳ bán phân rã và hiệu quả hấp phụ Cacbon hữu cơ trong đất. Thuốc bảo vệ thực vật gây hại, làm suy thoái tán lá và đất trồng.

2.6.2.2. Chu trình nước trong hệ thống sông

SWAT xác định, tính toán quá trình di chuyển nước, phù sa, dinh dưỡng và thuốc trừ sâu vào mạng lưới sông ngòi bằng cách sử dụng đồng nhất cấu trúc lệnh (Williams and Hann, 1972). Thêm vào đó, để thể hiện dòng chất di chuyển của hóa chất, SWAT mô phỏng quá trình vận chuyển trong kênh, rạch và sông chính.



Hình 2.3: Chu trình nước trong hệ thống sông ngòi

❖ Dòng chảy tràn.

Dòng nước chảy ở sông ngòi thì có các hiện tượng sau:

- Nước mất đi do sự bốc hơi, do sự thấm hút qua lòng sông, do việc lấy nước tưới tiêu phục vụ cho nông nghiệp.
- Nước thêm vào do mưa rơi trực tiếp vào lòng sông và từ các điểm xả thải.

Dòng chảy tràn được mô hình bằng phương pháp hệ số lưu trữ biến đổi (variable storage coefficient) của Williams (1969) hoặc mô hình thủy văn Muskingum.

❖ Dòng bồi lắng.

Dòng bồi lắng trong kênh được điều khiển bởi hai quá trình xảy ra đồng thời: suy thoái đất và bồi lắng.

Những phiên bản SWAT trước sử dụng dòng nước để mô hình quá trình suy thoái đất và bồi lắng trong kênh (Arnold et al, 1995). Bagnold (1997) đã định nghĩa năng lượng dòng nước sinh ra do tỉ trọng nước, tốc độ dòng chảy và độ dốc mặt nước. Williams (1980) sử dụng định nghĩa của Bagnold về năng lượng dòng nước để phát triển một phương pháp xác định sự suy thoái đất thông qua hàm số của các biến: độ dốc kênh và tốc độ dòng chảy.

❖ Dòng dinh dưỡng.

Sự di chuyển dinh dưỡng trong sông được xác định bằng mô hình chất lượng nước trong sông đó, QUAL2E (Brown and Bamwell, 1987). Mô hình xác định dinh dưỡng hòa tan trong nước sông và dinh dưỡng bị hấp phụ vào bùn lắng ở đáy sông.

❖ Dòng thuốc trừ sâu trong kênh.

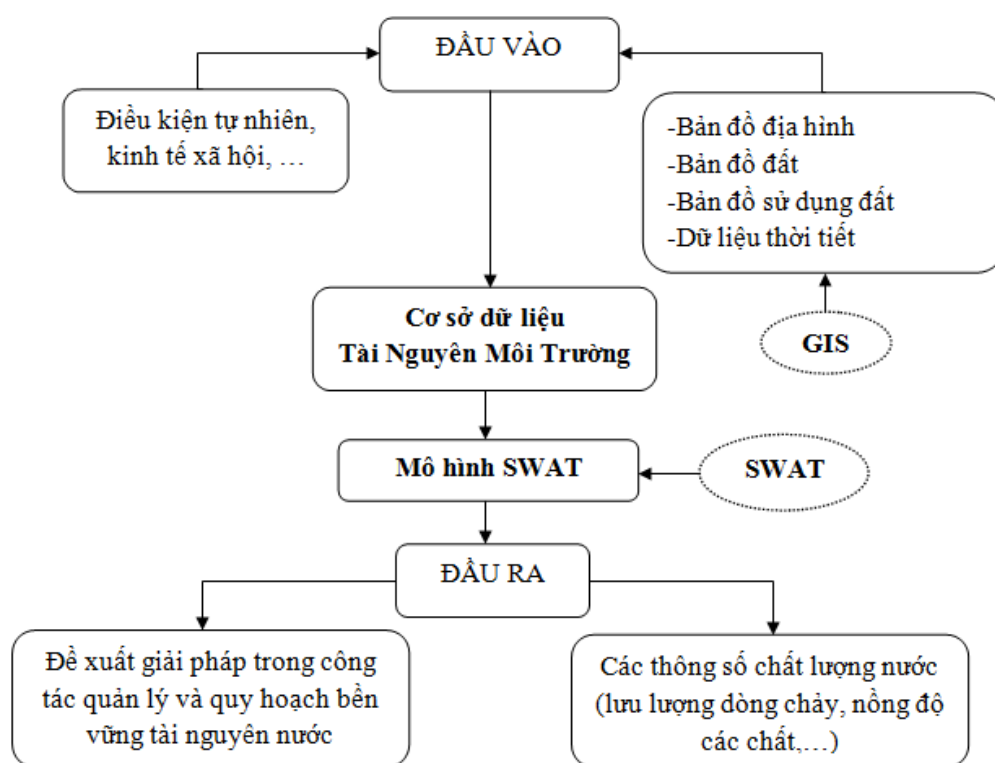
Trong khi số lượng thuốc trừ sâu được sử dụng trong mỗi HRUs là không giới hạn, nhưng để làm giảm tính phức tạp của quá trình mô hình thì chỉ chọn một loại. Tương tự như dinh dưỡng, thuốc trừ sâu cũng tồn tại ở hai dạng là hòa tan trong nước và bị hấp phụ vào bùn lắng.

Chương 3:

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

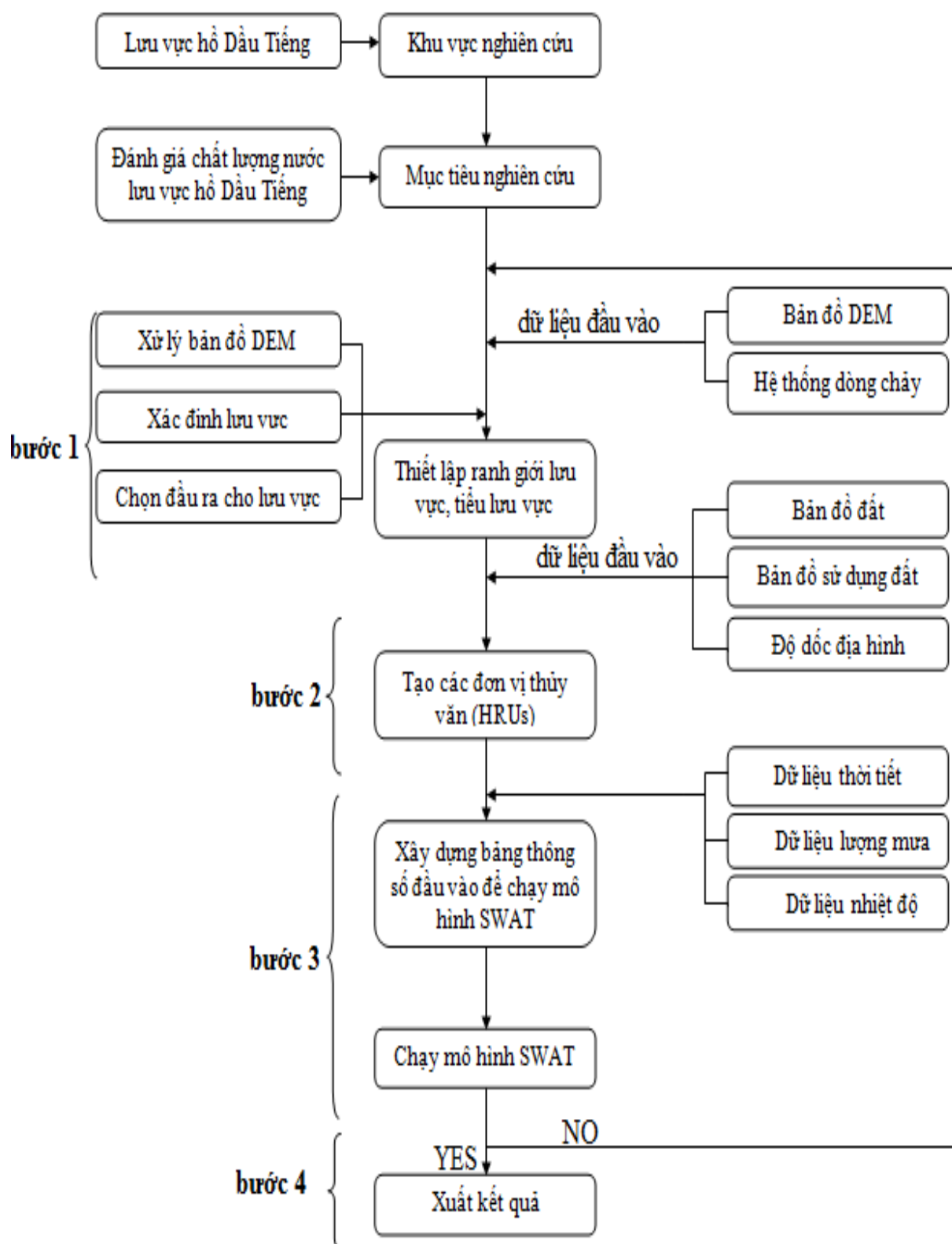
Trong khuôn khổ nghiên cứu, đề tài tiến hành nghiên cứu theo sơ đồ sau:



Sơ đồ 3.1: Sơ đồ nội dung nghiên cứu đề tài

Mục tiêu của đề tài là đánh giá chất lượng nước lưu vực hồ Dầu Tiếng thì đề tài đã ứng dụng mô hình SWAT vào trong nghiên cứu. Dữ liệu đầu vào trong mô hình SWAT bao gồm bản đồ DEM, bản đồ đất, bản đồ sử dụng đất và dữ liệu thời tiết. Trong đó tiến trình thực hiện thông qua 4 bước (thể hiện thông qua sơ đồ 3.1):

- Tạo ranh giới lưu vực và tiểu lưu vực
- Tạo đơn vị thủy văn
- Xây dựng bản thông số đầu vào để chạy mô hình SWAT
- Xuất kết quả



Sơ đồ 3.2: Sơ đồ phương pháp luận

3.2. THU THẬP – XỬ LÝ DỮ LIỆU

3.2.1. Một số khái niệm

3.2.1.1. Lưu vực

Brooks et al. (1992) đã mô tả lưu vực là một khu vực đất được phân chia dựa vào địa hình trên cơ sở đường phân thủy (Rainwater boundary) để lượng mưa có thể chảy qua được hệ thống sông với điểm cuối của lưu vực được gọi là outlet, tại đây có thể xây dựng đập nhằm phục vụ cho việc tưới tiêu, thủy lợi trong nông nghiệp hoặc cung cấp nước cho sinh hoạt hay các thủy điện, hoặc điểm cuối của lưu vực này là điểm đầu của lưu vực khác. Nơi đây có thể đổ ra lưu vực lớn hơn, ra hồ hoặc đổ thẳng ra biển. Lưu vực là một hệ thống rất lớn trên mặt đất, những khu vực gần nhau được chia cách bởi các đường phân thủy.

Thuật ngữ “Watershed” đồng nghĩa với “River basin”, “Catchment”, “Drainage area”. Thuật ngữ “River basin” thường dùng để chỉ một lưu vực lớn (thường lớn hơn 100000 ha). “Catchment” thì được dùng để chỉ những lưu vực nhỏ hơn (từ 1000 ha đến 100000 ha).

Lưu vực là một hệ thống độc lập rất phức tạp gồm những thành phần hữu sinh và vô sinh, thường được kết nối với các hệ sinh thái khác nhau. Lưu vực không nhất thiết là một vùng cao hay vùng địa hình núi, nó có thể tồn tại ở vùng đồng bằng. Trong khu vực có thể tồn tại khu dân cư, thương mại, công nghiệp, nông nghiệp, giáo dục.

Bước đầu tiên để thiết lập lưu vực nghiên cứu, cần phải chia nhỏ lưu vực thành những lưu vực đơn vị hay còn gọi là tiểu lưu vực. SWAT cho phép định nghĩa các tiểu lưu vực nằm trong biên giới của lưu vực nghiên cứu.

3.2.1.2. Tiểu lưu vực

Một lưu vực lớn sẽ được chia nhỏ thành nhiều tiểu lưu vực. Mỗi tiểu lưu vực có vị trí địa lý trong lưu vực và có mối quan hệ về mặt không gian với các tiểu lưu vực khác. Tiểu lưu vực được xác lập dựa trên đường phân thủy, phụ thuộc vào địa hình bề mặt, kéo dài từ những dòng chảy đến điểm ra (outlet) của tiểu lưu vực đó.

Khi dữ liệu không gian đầu vào ở dạng raster: DEM, NEXRAD, LULC (landuse and landcover), tiểu lưu vực được xác lập dựa vào biên giới grid cell. Tuy nhiên, với cách định nghĩa như vậy, grid cell không thể hiện được dòng chảy, kênh hay sông. Một tiểu lưu vực chứa ít nhất một HRU, một sông nhánh và một sông chính.

3.2.1.3. Đơn vị thủy văn

Một tiểu lưu vực có thể được chia nhỏ thành những đơn vị thủy văn, các cell trong mỗi đơn vị thủy văn sẽ tương đồng về thuộc tính sử dụng đất, đất, quản lí. Những đơn vị thủy văn được kết hợp vào SWAT như một phần của HUMUS (Hydrologic Unit Model for the United States).

Những mô hình HUMUS trước đây chỉ kết hợp một trong ba thuộc tính sử dụng đất/đất/quản lí. HUMUS sử dụng biên thủy văn 2-digit để chia thành các bang của nước Mỹ kề nhau trong khi biên thủy văn 8-digit được dùng để xác định tiểu lưu vực. Chỉ có % loại đất và sử dụng đất là biết còn vị trí địa lí của mỗi loại thì chưa được biết. Đơn vị thủy văn cho phép SWAT thể hiện tính đa dạng của khu vực nằm trong biên giới tiểu lưu vực.

Một đơn vị thủy văn không đồng nghĩa với một trường, nó là một khu vực với những đặc điểm tương đồng về sử dụng đất, đất và độ dốc. Trong khi đó, một trường chứa những đặc điểm rời rạc. Đơn vị thủy văn cho phép làm đơn giản hóa mô hình. Cần chấp nhận rằng không có sự tác động lẫn nhau giữa các đơn vị thủy văn trong tiểu lưu vực. Các quá trình rửa trôi, bồi lắng, di chuyển dinh dưỡng sẽ được tính toán độc lập trên mỗi đơn vị thủy văn, trên cơ sở đó sẽ được cộng lại trên toàn bộ tiểu lưu vực. Lợi ích khi sử dụng đơn vị thủy văn là: làm tăng độ chính xác của dự báo các quá trình. Thông thường mỗi tiểu lưu vực có 1 – 10 đơn vị thủy văn.

Trong đó, sông chính sẽ chảy qua tất cả các tiểu lưu vực, kéo vật chất từ trong tiểu lưu vực ra hệ thống sông ngòi. Dòng ra của khu vực thượng lưu sẽ là dòng vào của khu vực hạ lưu. Sông nhánh được sử dụng để cho thấy sự khác nhau về dữ liệu đầu vào của những dòng chảy gây ra rửa trôi bề mặt. Những dữ liệu đó để tính toán thời gian hình thành dòng chảy gây rửa trôi và sự lan truyền ô nhiễm từ quá trình rửa trôi đó. Nguồn ô nhiễm điểm thông thường là các trạm xử lí nước thải, cửa xả của các nhà máy, khu dân cư đổ nước thải vào sông.

3.2.2. Tổng quan về dữ liệu đầu vào sử dụng trong SWAT

Dữ liệu đầu vào của SWAT được sắp xếp theo từng cấp độ chi tiết: lưu vực, tiểu lưu vực hay đơn vị thủy văn. Những đối tượng đơn lẻ như: hồ, nguồn điểm có dữ liệu đặc trưng của đối tượng đó, và cũng nằm trong của lưu vực.

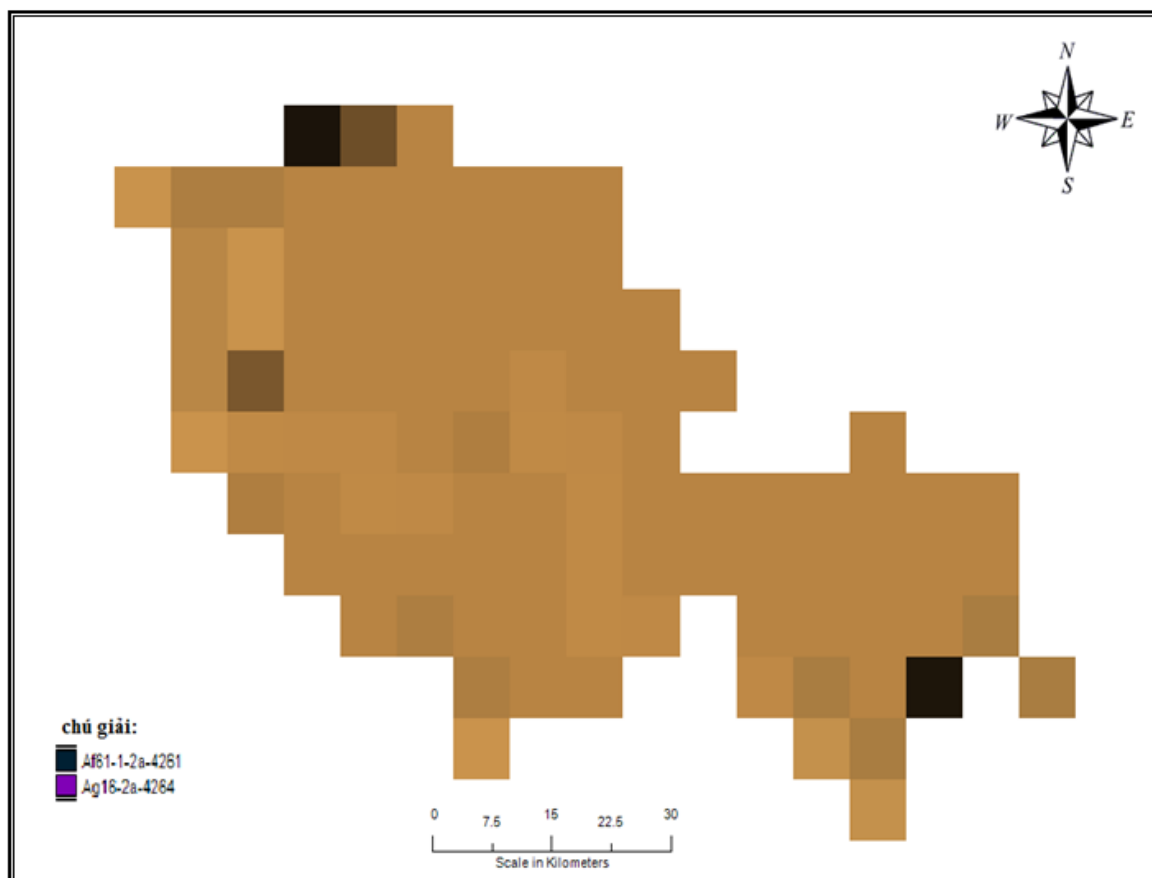
Dữ liệu đầu vào được sử dụng để mô hình các quá trình diễn ra trong lưu vực. Ví dụ: phương pháp được lựa chọn để mô hình khả năng bốc hơi trực tiếp và gián tiếp sẽ ứng dụng trên tất cả các đơn vị thủy văn. Dữ liệu ở mức độ tiểu lưu vực là những số liệu giống nhau trên tất cả HRUs trong tiểu lưu vực đó nếu dữ liệu thuộc một quá trình được mô hình trong HRU. Tương tự với dữ liệu ở cấp HRUs. Trong phạm vi nghiên cứu, đề tài sử dụng các dữ liệu đầu vào gồm:

- Bản đồ địa hình lưu vực hồ Dầu Tiếng dưới dạng mô hình độ cao số.
- Bản đồ đất lưu vực hồ Dầu Tiếng.
- Bản đồ sử dụng đất lưu vực hồ Dầu Tiếng.
- Dữ liệu thời tiết tại khu vực Đông Nam Bộ.

3.2.3. Thu thập và xử lý dữ liệu

3.2.3.1. Dữ liệu đất

Bản đồ đất lấy từ bản đồ đất toàn cầu của FAO, với khoảng 5.000 loại đất khác nhau bao gồm hai lớp (0 - 30 cm và 30 - 100 cm), ở độ phân giải không gian 10 km.



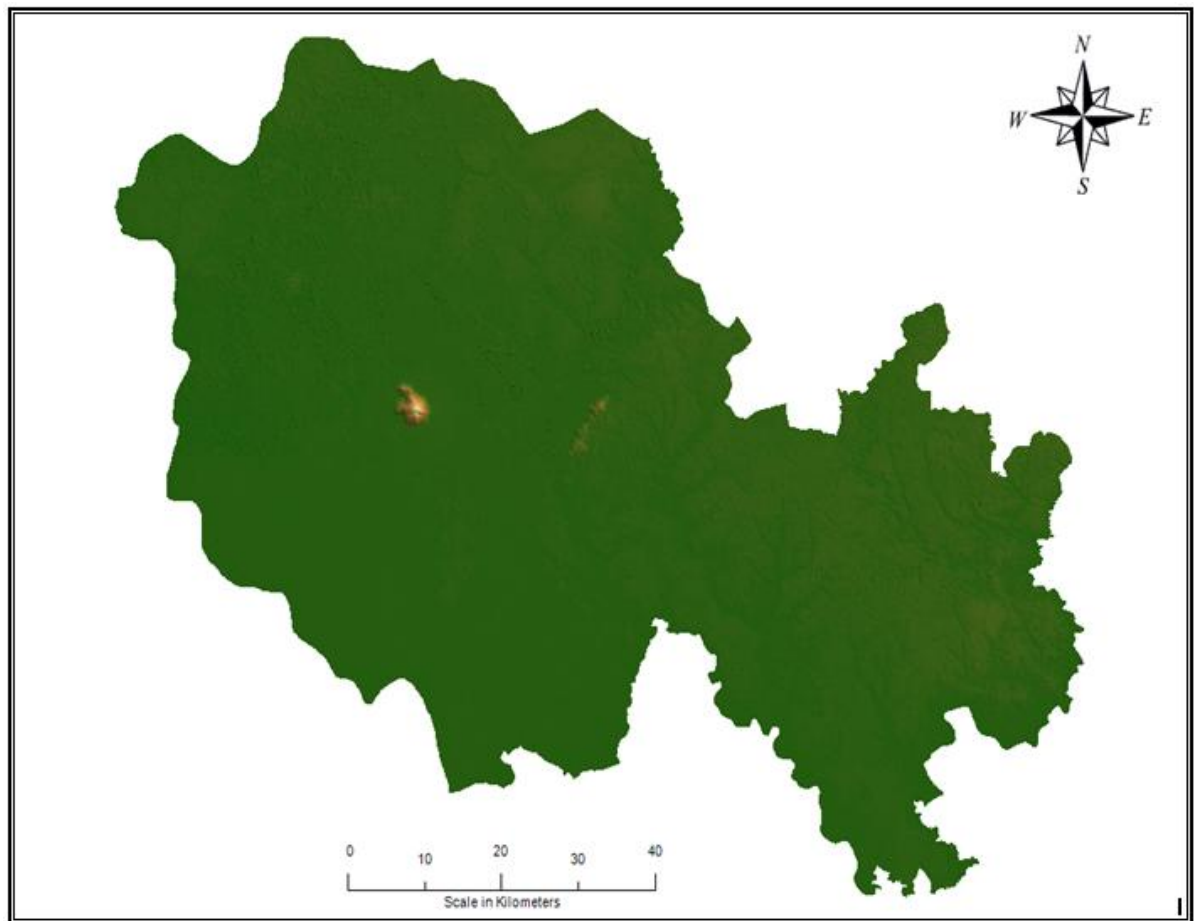
Hình 3.1: Bản đồ đất của khu vực nghiên cứu

Bảng 3.1: Các loại đất trong lưu vực hồ Dầu Tiếng

STT	Tên Việt Nam	Tên theo FAO/UNESCO	Kí hiệu	Diện tích (ha)	Diện tích (%)
1	Đất xám feralit	Ferric Acrisols	Af61-1-2a-4261	70236.89	88.61
2	Đất đỏ trên bazơ và trung tính	-	Ag16-2a-4264	9032.57	11.39

3.2.3.2. Dữ liệu địa hình

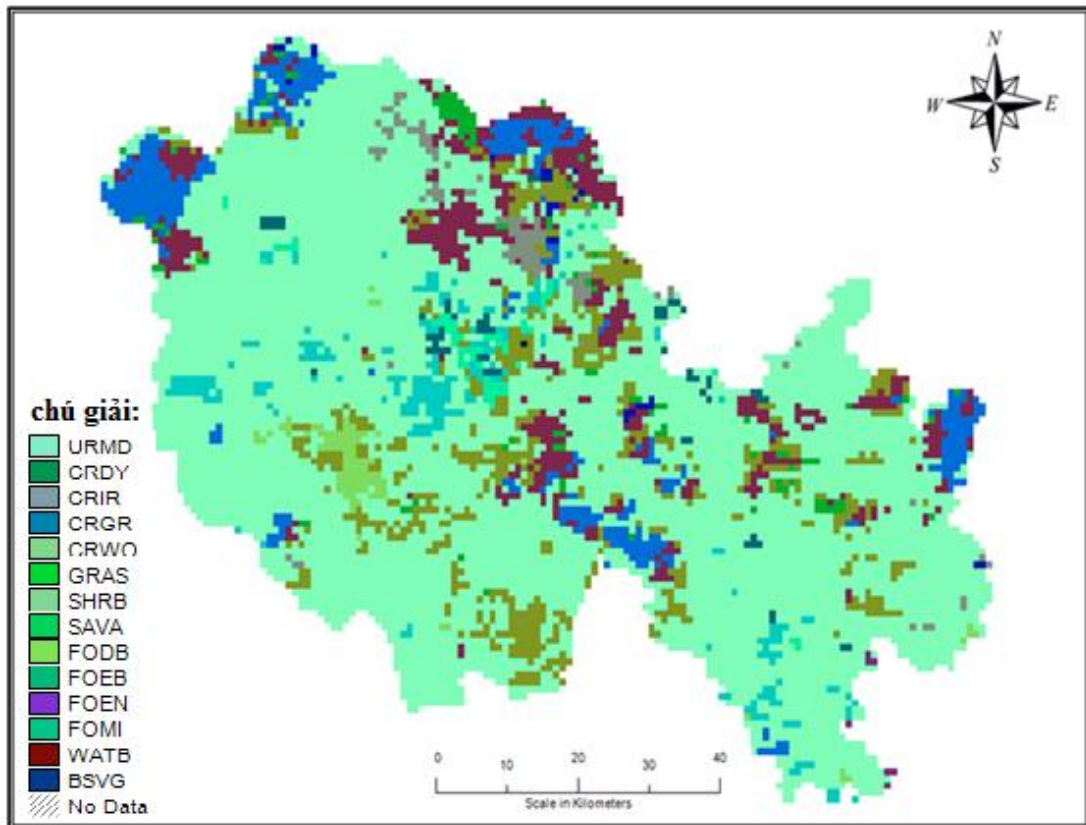
Dữ liệu DEM được lấy từ dữ liệu SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) của USGS/NASA, với độ phân giải không gian 30 m.



Hình 3.2: Bản đồ DEM khu vực nghiên cứu

3.2.3.3. Dữ liệu sử dụng đất

Bản đồ sử dụng đất được lấy từ cơ sở dữ liệu GLCC (Global Land Cover Characterization) của USGS với độ phân giải không gian 1 km, được phân thành 24 loại hình sử dụng đất khác nhau.



Hình 3.3: Bản đồ sử dụng đất của khu vực nghiên cứu

Bảng 3.2: Các loại hình sử dụng đất trong lưu vực hồ Dầu Tiếng

STT	Tên Việt Nam	Tên theo USGS	Kí hiệu	Diện tích (ha)	Diện tích (%)
1	Rừng lá rộng thường xanh	Evergreen Broadleaf Forest	FOEB	2441.84	3.08
2	Thảo nguyên	Savanna	SAVA	6301.67	7.95
3	Cây bụi	Shrubland	SHRB	13268.77	16.74
4	Đồng cỏ	Grassland	GRAS	3290.98	4.15
5	Đất trồng/rừng	Cropland/Woodland	CRWO	9936.33	12.53

	hỗn hợp	Mosaic			
6	Đất trồng/đồng cỏ hỗn hợp	Cropland/Grassland Mosaic	CRGR	1224.91	1.55
7	Đất trồng khô hạn và đồng cỏ	Dryland Cropland and Pasture	CRDY	6770.89	8.54
8	Đất trồng có tưới và đồng cỏ	Irrigated Cropland and Pasture	CRIR	36034.07	45.46

3.2.3.4. Dữ liệu thời tiết

Dữ liệu về thời tiết trong chuyên đề này được download tại website <http://www.Mapwindow.org>. Dữ liệu thời tiết được biên soạn thành các định dạng thích hợp để chạy mô hình SWAT bao gồm tập tin Trạm khí tượng (*.txt), tập tin Thời tiết (*.wgn), tập tin Lượng mưa (*.pcp), tập tin Nhiệt độ (*.tmp).

Bảng 3.3: Thông tin về các tập tin dữ liệu thời tiết

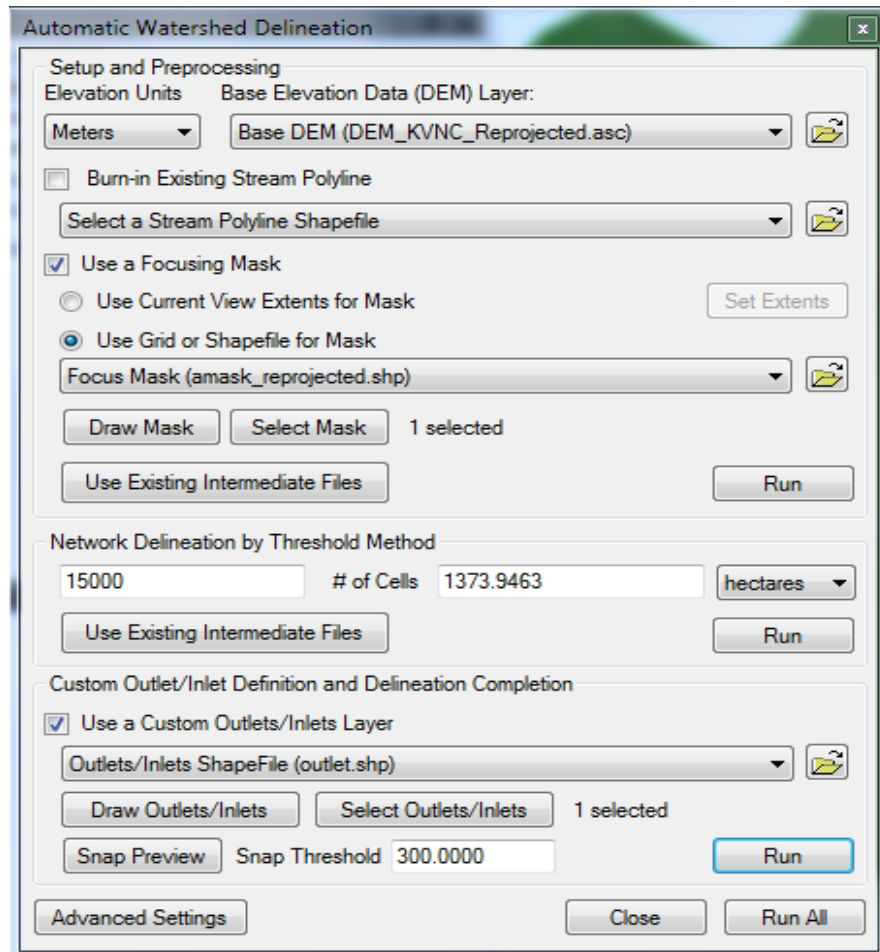
STT	Tập tin	Đặc điểm
1	Trạm khí tượng (*.txt)	Liệt kê các trạm khí tượng được sử dụng để mô phỏng lưu vực
2	Thời tiết (*.wgn)	Lưu trữ thông tin thời tiết (bức xạ Mặt Trời, vận tốc gió, độ ẩm tương đối)
3	Lượng mưa (*.pcp)	Dữ liệu lượng mưa hàng ngày tại trạm khí tượng
4	Nhiệt độ (*.tmp)	Dữ liệu nhiệt độ hàng ngày tại trạm khí tượng

3.3. TIẾN TRÌNH THỰC HIỆN TRÊN SWAT

3.3.1. Tạo ranh giới lưu vực và tiểu lưu vực

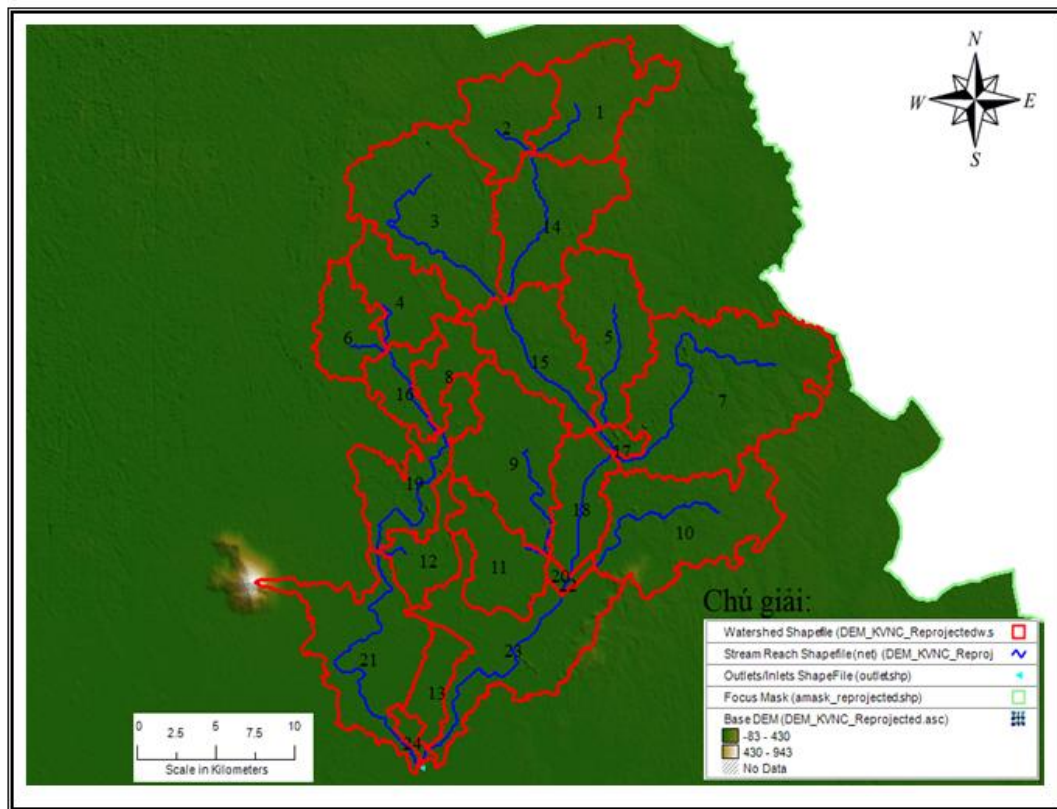
Để tạo ranh giới lưu vực và tiểu lưu vực ta dùng bản đồ độ cao số (DEM) của khu vực nghiên cứu đã được đăng ký theo hệ tọa độ UTM WGS84 múi 48 vĩ độ Bắc để chạy mô hình. Trong tiến trình chạy mô hình thì việc xác định mức độ chi tiết của mạng lưới dòng chảy, kích thước và số lượng tiểu lưu vực dựa trên ngưỡng diện tích tối thiểu thiết lập cho tiểu lưu vực. Không có con số tối ưu về số lượng tiểu lưu vực mà nó phụ thuộc vào câu hỏi cần trả lời, cũng như thời gian và khả năng dữ liệu. Con số thích hợp thay đổi trong khoảng từ 8.000 đến 20.000 hecta. Giá trị này nhỏ khi áp

dụng cho khu vực đồng bằng, trong khi đối với khu vực đồi núi, giá trị này có thể lớn hơn (Peter Droogers, Anne van Loon, 2007). Trong nghiên cứu này, giá trị ngưỡng được chọn là 15.000 hecta.



Hình 3.4: Thông số tạo ranh giới lưu vực và tiểu lưu vực của mô hình SWAT

Để hoàn tất việc phân định lưu vực, dựa trên mạng lưới dòng chảy, điểm xả nước của lưu vực được xác định tại tọa độ 11°28' vĩ độ Bắc, 106°26' kinh độ Đông. Sau khi hoàn thành việc tạo ranh giới lưu vực và tiểu lưu vực thì ta đã xác định được lưu vực của hồ Dầu Tiếng với diện tích là 79269.46 hecta với 24 tiểu lưu vực.

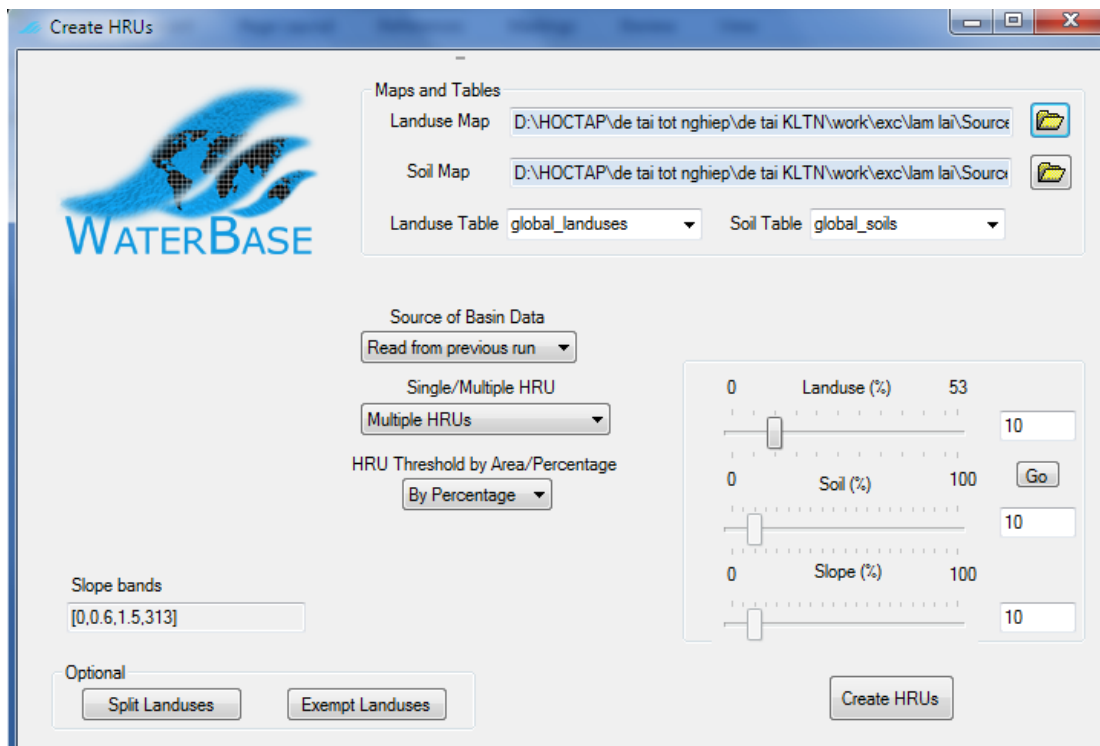


Hình 3.5: Lưu vực của hồ Dầu Tiếng sau khi tạo ranh giới

3.3.2. Tạo các đơn vị thủy văn

Điểm đặc biệt của mô hình SWAT là sự phân chia lưu vực nghiên cứu thành các HRUs. Các HRUs chứa thông tin đồng nhất về loại đất, sử dụng đất và độ dốc trong tiểu lưu vực. Điều này giúp mô hình SWAT phản ánh được sự khác biệt về sự thoát bốc hơi nước và các điều kiện thủy văn khác trên các loại hình sử dụng đất và loại đất khác nhau (Neitsch, 2002 trích dẫn trong Berihun A.T, 2004).

Có thể xác định số lượng HRUs trong tiểu lưu vực dựa trên giá trị ngưỡng, đó là phần trăm diện tích của loại đất, sử dụng đất và độ dốc trong tiểu lưu vực bị bỏ qua. Giá trị ngưỡng càng nhỏ sẽ cho kết quả càng chi tiết. Vì chất lượng nước phụ thuộc vào dòng chảy trong lưu vực, nên cần thiết phải quan tâm chi tiết đến từng điều kiện thủy văn của các loại hình sử dụng đất và loại đất khác nhau (Berihun A.T, 2004). Trong nghiên cứu này, sau khi chia độ dốc lưu vực thành 3 lớp: (0-0,6%), (0,6-1,5%) và (1,5-9999%), giá trị ngưỡng chung cho loại đất, sử dụng đất và độ dốc được thiết lập là 10%, để tăng độ chính xác trong dự đoán chất lượng nước và mô tả tốt hơn cân bằng nước trong lưu vực.



Hình 3.6: Thông số tạo các đơn vị thủy văn của mô hình SWAT

Với số liệu này thì ta có được 143 đơn vị thủy văn (HRUs) tương ứng với 24 tiểu lưu vực (subbasins).

3.3.3. Xây dựng bảng thông số đầu vào để chạy mô hình và chạy mô hình SWAT

Một trong những giá trị đầu vào quan trọng để mô phỏng lưu vực trong SWAT là dữ liệu khí hậu. Dữ liệu này bao gồm lượng mưa, nhiệt độ lớn nhất và nhỏ nhất, bức xạ Mặt Trời, vận tốc gió, và độ ẩm tương đối. Do thiếu dữ liệu về bức xạ Mặt Trời và vận tốc gió nên nghiên cứu chỉ sử dụng dữ liệu mưa, nhiệt độ hàng ngày trong năm 2002 - 2003 tại trạm khí tượng Đồng Phú để mô phỏng lưu vực.

Sau khi mô phỏng dữ liệu khí hậu, bước tiếp theo là thiết lập các dữ liệu đầu vào cần thiết để chạy mô hình SWAT. Những dữ liệu này bao gồm dữ liệu thực hành quản lý (mức độ áp dụng phân bón, thuốc trừ sâu, làm đất, quản lý), loại đất, tính chất hóa học của đất và thông số chất lượng nước.

Cuối cùng, điểm mấu chốt của mô phỏng lưu vực trong SWAT là thiết lập các thông số sau:

- Tính toán dòng chảy: phương pháp CN (Curve Number)
- Phân bố lượng mưa: lệch chuẩn (Skewed normal)
- Tính toán lượng bốc, thoát hơi nước tiềm năng: phương pháp Penman- Monteith

- Định hướng dòng chảy: phương pháp biến lưu trữ (Variable storage).

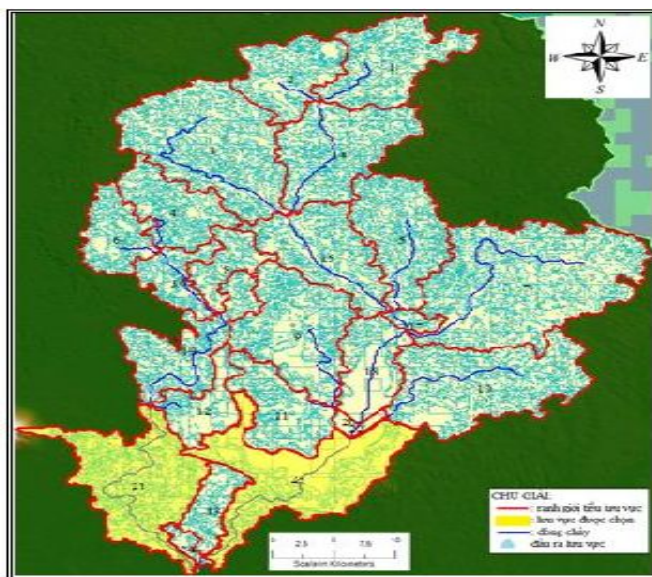
Chương 4:

KẾT QUẢ THỰC HIỆN

Chất lượng nước mặt được đánh giá dựa trên nhiều thông số khác nhau (chi tiết xem trong QCVN 08:2008/BTNMT) với 4 cấp phân hạng như sau:

- 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 chất lượng nước 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.

Trong nghiên cứu này chỉ tập trung đánh giá 5 thông số sau: oxi hòa tan DO, ammoni NH_4^+ , nitrit NO_2^- , nitrat NO_3^- , phosphat PO_4^{3-} . Vì lý do có khá nhiều các dòng sông nhỏ hay các tiểu lưu vực nên đề tài chỉ lấy ra 2 tiểu lưu vực 21 và 23 để đánh giá chất lượng nước của hồ Dầu Tiếng.



Hình 4.1: Vị trí các tiểu lưu vực được chọn

Một lưu ý cần quan tâm là theo QCVN 08:2008/BTNMT, giá trị giới hạn của các thông số chất lượng nước mặt tính theo nồng độ mg/l, trong khi đó đơn vị tính của các thông số này trong mô hình SWAT lại tính theo đơn vị kg. Do vậy, cần thiết phải đưa đơn vị tính trong SWAT về cùng đơn vị tính trong QCVN 08:2008/BTNMT.

Phương pháp chuyển đổi đơn vị được thực hiện qua hai bước sau:

- Tính toán tổng lượng dòng chảy tháng W (m^3), hay lượng nước chảy qua mặt cắt cửa xả tiêu lưu vực trong khoảng thời gian tháng theo công thức: $W = Q * T$. Trong đó, Q là lưu lượng dòng chảy tháng (m^3/s), Q bằng giá trị $FLOW_OUT$ trong SWAT; T là số giây trong tháng (giây), $T = \text{số ngày trong tháng} * 24 \text{ giờ} * 60 \text{ phút} * 60 \text{ giây}$.

- Xác định nồng độ của các thông số (mg/l) bằng cách lấy giá trị tính trong SWAT (kg) chia cho tổng lượng dòng chảy tháng W (m^3), sau đó quy đổi sang đơn vị mg/l, cụ thể là:

$$+ \text{Nồng độ DO} = (DISOX_OUT / W) * 10^3$$

$$+ \text{Nồng độ } NH_4^+ = (NH4_OUT / W) * 10^3$$

$$+ \text{Nồng độ } NO_2^- = (NO2_OUT / W) * 10^3$$

$$+ \text{Nồng độ } NO_3^- = (NO3_OUT / W) * 10^3$$

$$+ \text{Nồng độ } PO_4^{3-} = (MINP_OUT / W) * 10^3$$

4.1. DIỄN BIẾN DÒNG CHẢY TRÊN LƯU VỰC

Kết quả tính toán lưu lượng dòng chảy $FLOW_OUT$ (cm^3/s) và tổng lượng dòng chảy tháng W (m^3) trong hai năm tại 7 tiêu lưu vực được thể hiện trong bảng 4.1 theo công thức $W = Q * T$ như đã nói ở trên.

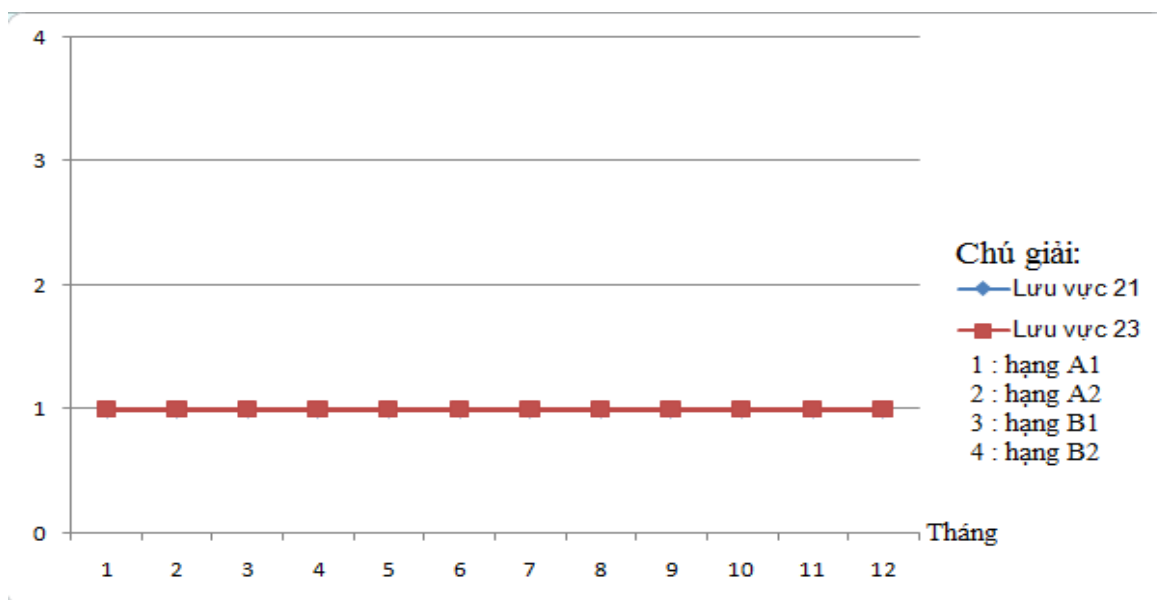
Bảng 4.1: Lưu lượng dòng chảy và tổng lượng dòng chảy tháng ở 2 tiêu lưu vực

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LƯU LƯỢNG DÒNG CHẢY $FLOW_OUT$ (cm^3/s)												
TLV21	2.63	1.75	0.86	0.37	16.93	172.3	2.54	112.4	2.24	1.12	0.48	0.19
TLV23	9.04	6.00	2.95	1.25	52.38	543.4	8.86	354.2	8.18	4.07	1.75	0.71
TỔNG LƯỢNG DÒNG CHẢY THÁNG												
TLV21	7.05	4.23	2.31	9.61	4.53	4.47	6.81	3.01	5.80	2.99	1.25	5.22
	E+06	E+06	E+06	E+05	E+07	E+08	E+06	E+08	E+06	E+06	E+06	E+05
TLV23	2.42	1.45	7.89	3.25	1.40	1.41	2.37	9.49	2.12	1.09	4.54	1.91
	E+07	E+07	E+06	E+06	E+08	E+09	E+07	E+08	E+07	E+07	E+06	E+06

4.2. DIỄN BIẾN DO THEO LƯU VỰC.

Oxi cần thiết cho tất cả các dạng sống dưới nước. Hàm lượng oxi hòa tan (DO) trong nước tự nhiên thay đổi theo thời gian, tùy thuộc vào nhiệt độ, 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 chất lượng nước, bởi vì oxi có liên quan, hoặc ảnh hưởng đến gần như tất cả các quá trình sinh học, hóa học trong môi trường nước. Nồng độ oxi dưới 5 mg/l có thể ảnh hưởng xấu đến chức năng hoạt động và sự sống còn của các cộng đồng sinh học và nếu dưới 2 mg/l có thể dẫn đến cái chết của nhiều loài cá. Việc đo lường DO có thể được sử dụng để chỉ ra mức độ ô nhiễm bởi các chất hữu cơ, quá trình phân huỷ các chất hữu cơ và mức độ tự làm sạch của nước (D.Chapman and V.Kimstach, 1996). Hàm lượng DO thấp nghĩa là nước có nhiều chất hữu cơ, dẫn đến nhu cầu oxi hóa tăng, yêu cầu tiêu thụ nhiều oxi trong nước. Ngược lại, DO cao chứng tỏ nước có nhiều rong tảo tham gia vào quá trình quang hợp giải phóng oxi.



Hình 4.2: Biểu đồ phân cấp lượng oxy hòa tan trong nước ở 2 tiểu lưu vực theo tháng

4.3. DIỄN BIẾN NITƠ THEO LƯU VỰC.

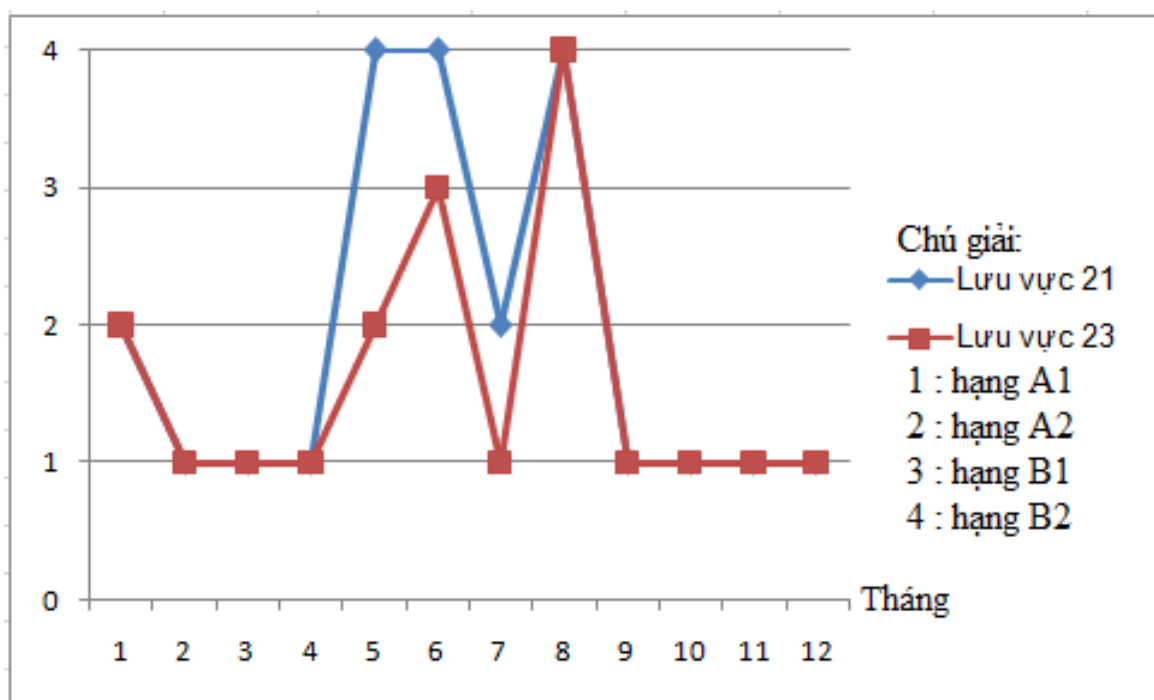
Nitơ cần thiết cho sinh vật như là một thành phần quan trọng của prôtêin, bao gồm cả vật liệu di truyền. Thực vật và vi sinh vật chuyển đổi nitơ vô cơ thành nitơ hữu cơ. Trong môi trường, nitơ vô cơ tồn tại ở nhiều trạng thái ôxi hóa khác nhau như nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), amoni (NH_4^+) và phân tử nitơ (N_2).

4.3.1. Diễn biến Nitrit (NO_2^-) và Nitrat (NO_3^-).

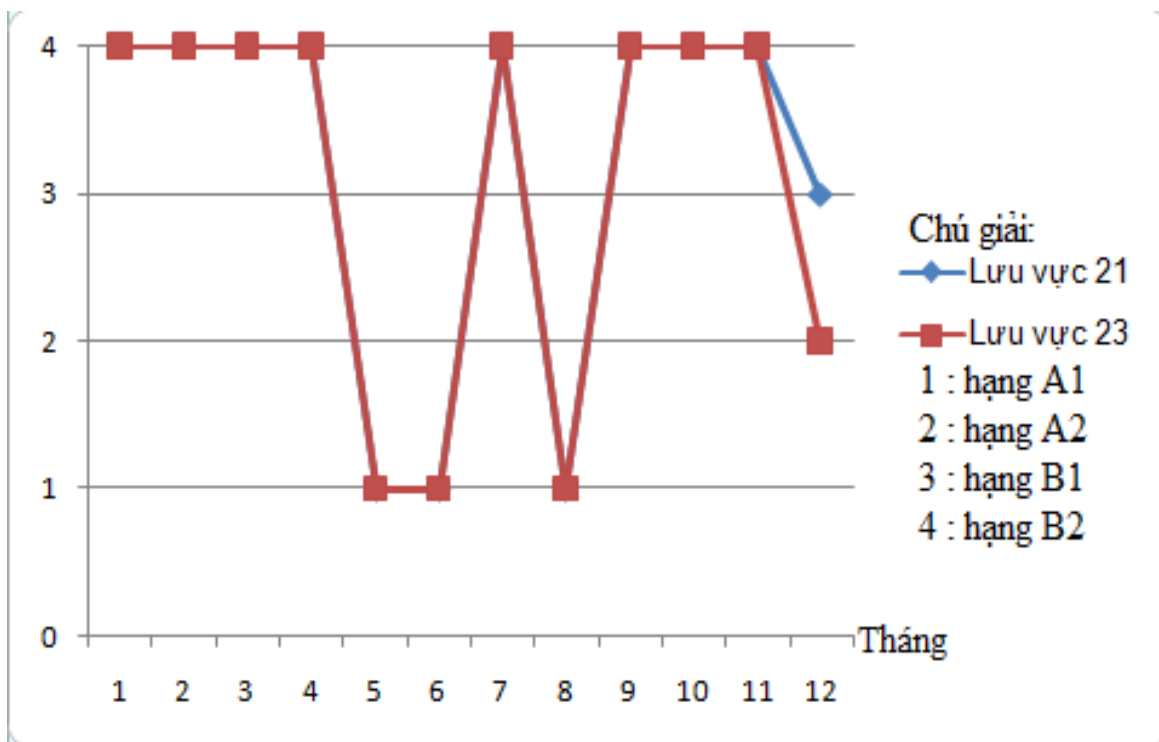
Nitrat (NO_3^-) là dạng phổ biến của nitơ kết hợp trong môi trường nước tự nhiên. Nó có thể trở thành nitrit (NO_2^-) do quá trình khử nitơ, thường trong điều kiện yếm khí. Nhưng sau đó, các ion nitrit thường dễ bị ôxi hóa để trở thành nitrat.

Là một dưỡng chất thiết yếu cho các thực vật thủy sinh, NO_3^- thay đổi theo mùa phụ thuộc vào sự phát triển và phân rã các thực vật thủy sinh này. Nồng độ tự nhiên của NO_3^- , ít khi vượt quá 0,1 mg/l, có thể tăng lên bởi nước thải đô thị và công nghiệp. Trong khu vực nông thôn và ngoại thành, việc sử dụng phân bón nitrat vô cơ có thể là một nguồn quan trọng làm gia tăng nồng độ nitrat. Trong khi đó, nồng độ NO_2^- trong nước ngọt thường rất thấp (0,001 mg/l) và hiếm khi cao hơn 1 mg/l. Nhìn chung, nồng độ NO_2^- cao biểu thị dòng chất thải công nghiệp và chất lượng nước vi sinh không đạt yêu cầu.

Việc xác định nitrat cùng với nitrit trong nước mặt biểu thị tình trạng dinh dưỡng và mức độ ô nhiễm hữu cơ. Do đó, hai thông số này thường xuất hiện trong hầu hết các cuộc điều tra chất lượng nước và các chương trình giám sát tác động của hoạt động công nghiệp lên môi trường nước (D.Chapman and V.Kimstach, 1996).



Hình 4.3: Biểu đồ phân cấp lượng Nitrit trong nước ở 2 tiểu lưu vực theo tháng

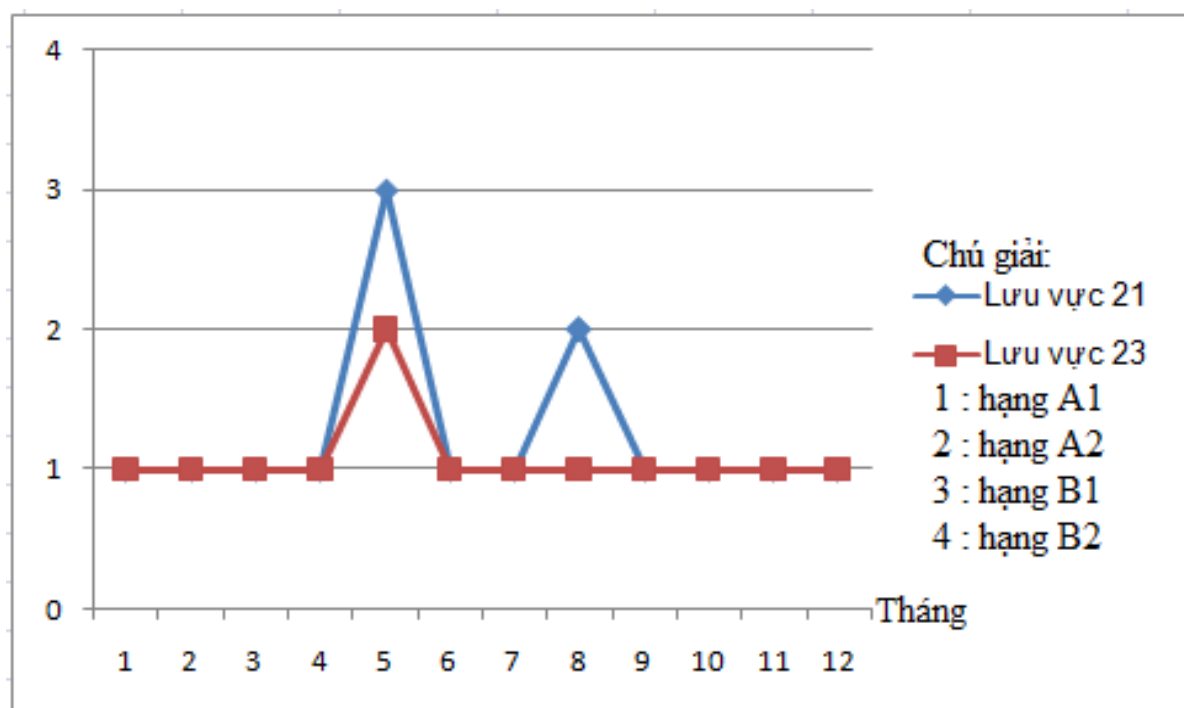


Hình 4.4: Biểu đồ phân cấp lượng Nitrat trong nước ở 2 tiểu lưu vực theo tháng

4.3.2. Diễn biến ammoni (NH_4^+) theo lưu vực.

Ammoni (NH_4^+) xuất hiện tự nhiên trong nguồn nước có thể do sự phân hủy đạm hữu cơ và vật chất vô cơ trong đất và nước, sự bài tiết của sinh vật, sự giảm lượng khí nitơ trong nước bởi vi sinh vật và từ quá trình trao đổi khí với không khí. Nó cũng được hình thành bởi một số quá trình công nghiệp (ví dụ như việc sản xuất giấy và bột giấy dựa trên ammoni) và là một thành phần của chất thải sinh hoạt, đô thị.

Nguồn nước không bị ô nhiễm chứa một lượng nhỏ ammoni, còn khi nước nồng độ cao có thể là một dấu hiệu ô nhiễm hữu cơ do nước thải trong nước, chất thải công nghiệp và dòng chảy phân bón. Do đó, NH_4^+ là một chỉ số hữu ích đo lường ô nhiễm hữu cơ (D.Chapman and V.Kimstach, 1996).

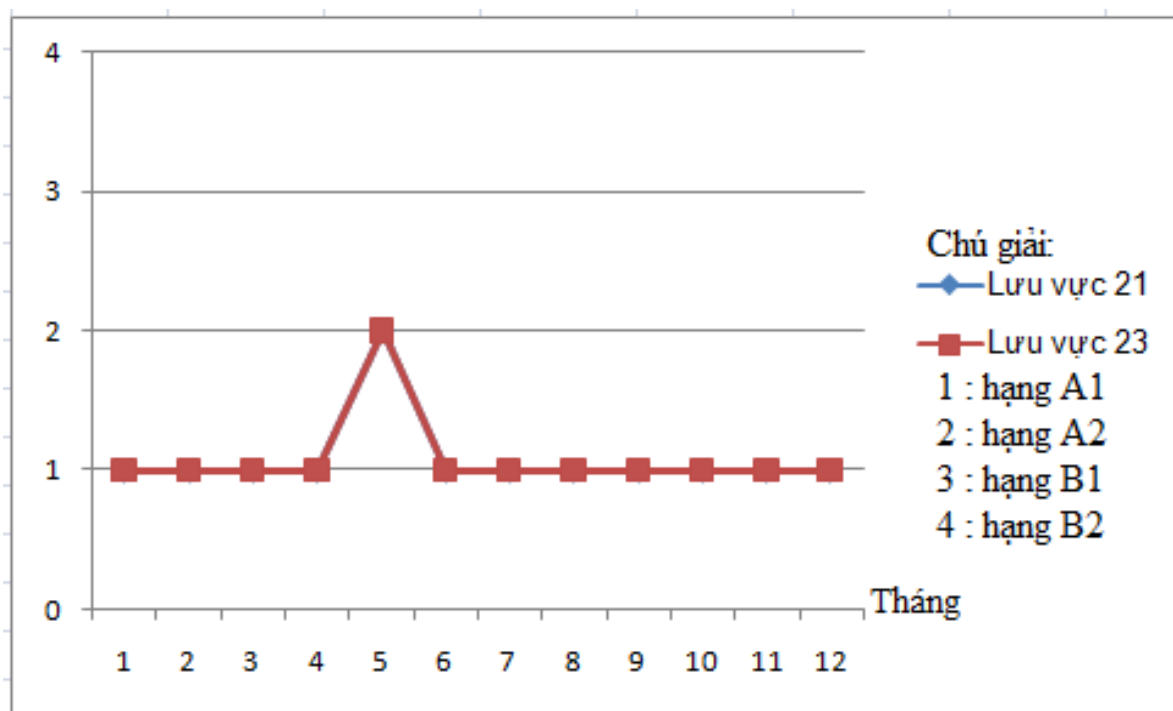


Hình 4.5: Biểu đồ phân cấp lượng Ammoni trong nước ở 2 tiểu lưu vực theo tháng

4.4. DIỄN BIẾN PHOTPHAT (PO_4^{3-}) THEO LƯU VỰC.

Photpho là một dưỡng chất cần thiết cho sinh vật. Nó tồn tại trong nước dưới cả hai dạng là hòa tan và phần tử hạt. Nguồn photpho tự nhiên chủ yếu đến từ quá trình phong hóa quặng photphorus và phân hủy các chất hữu cơ. Ngoài ra, nước thải sinh hoạt (đặc biệt là những loại có chứa chất tẩy rửa), nước thải công nghiệp và dòng chảy phân bón cũng làm tăng lượng photpho trong nước mặt. Trong nước sạch, photpho ở nồng độ thấp vì nó được cây trồng hấp thụ chủ động. Nồng độ photpho cũng có sự biến động theo mùa ở các vùng nước mặt.

Vì là một thành phần thiết yếu của chu kỳ sinh học trong nước nên photpho thường được quan tâm trong các cuộc điều tra chất lượng nước hoặc các chương trình giám sát. Nồng độ cao của phosphat (PO_4^{3-}) có thể cho biết sự hiện diện của ô nhiễm và tình trạng thiếu oxy trong nước (D.Chapman and V.Kimstach, 1996).



Hình 4.6: Biểu đồ phân cấp lượng photphat trong nước ở 2 tiểu lưu vực theo tháng

Kết quả cho ta thấy rằng chất lượng nước nói chung của hồ Dầu Tiếng là khá xấu, nguyên nhân khiến cho chất lượng nước ở các tiểu lưu vực nói riêng và hồ Dầu Tiếng nói chung trở nên xấu như thế chính là hàm lượng nitrat quá cao, nguyên nhân là do canh tác nông nghiệp và hoạt động chăn nuôi của con người. Còn các thông số khác như nồng độ oxy trong nước, lượng nitrit, ammoni và photpho đều rất tốt mặc dù có vài tháng hàm lượng nitrit, ammoni và photpho tăng nhưng hầu như không đáng kể. Trong đó lượng ammoni là gia tăng cao nhất, nguyên nhân là do lượng chất thải trong sinh hoạt của con người bị chảy vào hồ do mưa (tháng 6 có lượng ammoni cao nhất trong năm và ammoni cao vào mùa mưa), phần khác là do sinh hoạt của con người trên lòng hồ.

Chương 5:

KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ

5.1. KẾT LUẬN.

Nghiên cứu đã tiến hành mô phỏng chất lượng nước của lưu vực hồ Dầu Tiếng trên địa bàn hai tỉnh Bình Dương và Tây Ninh trong năm 2003. Thông qua mô hình MWSWAT, ta xác định 5 thông số để đánh giá chất lượng nước của hồ Dầu Tiếng là lượng oxy hòa tan (DO), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), photpho (PO_4^{3-}) và ammoni (NH_4)

Kết quả cho thấy, giá trị oxy hòa tan và nồng độ photpho là rất tốt còn lượng ammoni và nitrit thì có tăng nhưng cũng không đáng kể, vẫn đảm bảo được chất lượng của nguồn nước sạch theo QCVN 08:2008/BTNMT. Tuy nhiên thông qua mô hình ta xác định được là nồng độ nitrat trong nước hồ là rất cao (hầu hết đều vượt quá giới hạn B2 của QCVN 08:2008/BTNMT). Nguyên nhân làm tăng nồng độ nitrat trong lưu vực hồ chủ yếu là do hoạt động canh tác nông nghiệp của người dân xung quanh vùng như: canh tác rau màu, bón phân cho cao su...

Nhìn chung, thông qua mô hình SWAT ta có được bảng phân cấp chất lượng nước tuy không khả quan do lượng nitrat cao, nhưng chất lượng nước hồ vẫn khá tốt. Hồ Dầu Tiếng là nguồn cung cấp nước sinh hoạt và tưới tiêu thích hợp và an toàn cho người dân. Tuy nhiên, chúng ta vẫn phải có biện pháp để bảo vệ ổn định chất lượng nước vì nguồn nước sạch hiện nay trong thời kì công nghiệp hóa – hiện đại hóa ngày càng ít đi do ô nhiễm từ công – nông nghiệp của con người.

5.2. KIẾN NGHỊ

Qua công trình nghiên cứu, đề tài đưa ra một số giải pháp sau để bảo vệ nguồn tài nguyên nước của hồ Dầu Tiếng.

- Phần lớn diện tích đất trong lưu vực dành cho sản xuất nông – lâm nghiệp do đó cần phải áp dụng các biện pháp canh tác, chuyển đổi cơ cấu cây trồng hợp lý để bảo vệ đất và nước tránh khỏi ô nhiễm.
- Tăng cường tuyên truyền vận động người dân canh tác, bảo vệ môi trường, sử dụng nước hợp lý.

- Tăng cường công tác trồng rừng, bảo vệ và sử dụng rừng hợp lý, đảm bảo lưu lượng dòng chảy và tránh xói mòn, mất đất trong lưu vực.

- Cần có biện pháp mạnh đối với các hành vi phá hoại môi trường dưới mọi hình thức, đồng thời tạo công ăn việc làm cho các đối tượng sống nhờ vào nguồn lợi của hồ Dầu Tiếng để tránh tình trạng gây mất cân bằng sinh thái, gây ô nhiễm cho hồ như khai thác cát lậu, nuôi cá bè,

Đề tài nghiên cứu này là bước đầu ứng dụng mô hình SWAT vào đánh giá chất lượng nước của hồ Dầu Tiếng nên còn có nhiều hạn chế:

- Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu đều miễn phí, với độ phân giải thấp trên phạm vi toàn cầu. Chính vì thế mà độ chính xác trong mô hình cũng không cao gây nhiều khó khăn cho công tác điều tra đánh giá.

- Các kết quả đầu ra từ việc mô phỏng chất lượng nước trong SWAT chưa được kiểm định, hiệu chỉnh. Nguyên nhân kinh nghiệm còn kém, thời gian và kinh phí có hạn.

Chính vì thế hướng phát triển tiếp theo của đề tài là tìm kiếm, sử dụng các dữ liệu đầy đủ, có độ chính xác cao để tiến hành phân tích. Bên cạnh đó, sẽ thu thập thêm dữ liệu thực đo chất lượng nước trên lưu vực để hiệu chỉnh và kiểm định kết quả mô hình.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

I. Tài liệu tiếng Việt.

1. Nguyễn Thị Vân Hà và cộng tác viên, 2006 -2008, *Nghiên cứu đánh giá và đề xuất các biện pháp quản lý chất lượng nước và phú dưỡng hồ Dầu Tiếng*, báo cáo tổng kết kết quả đề tài KHCN cấp đại học Quốc gia trọng điểm, đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, trường đại học Bách Khoa.

2. 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 tốt nghiệp, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

3. Nguyễn Duy Liêm, Lê Hoàng Tú, 2010, *Ứng dụng MAPWINDOW GIS và SWAT đánh giá chất lượng nước lưu vực sông Srêpôk*, Trường Đại Học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh.

4. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2008. *Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về Chất lượng Nước mặt (QCVN 08 : 2008/BTNMT)*. Hà Nội.

II. Tài liệu tiếng Anh

1. SL.Neitsch, J.G.Arnold, J.R.Kiniry, J.R.Williams, 2005, “*SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL THEORETICAL DOCUMENTAION*”, Version 2005.

III. Website