

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



TIỂU LUẬN TỐT NGHIỆP

**ỨNG DỤNG GIS VÀ MÔ HÌNH SWAT TRÍCH XUẤT CÁC
THÔNG SỐ HÌNH THÁI- THỦY VĂN
TRÊN LƯU VỰC SÔNG CẢ**

Họ và tên sinh viên: NGUYỄN THỊ THU THẢO

Ngành: Hệ thống Thông tin Môi trường

Niên khóa: 2010 – 2014

Tháng 6/2014

**ỨNG DỤNG GIS VÀ MÔ HÌNH SWAT TRÍCH XUẤT CÁC THÔNG SỐ
HÌNH THÁI - THỦY VĂN TRÊN LƯU VỰC SÔNG CẢ**

Tác giả

NGUYỄN THỊ THU THẢO

Giáo viên hướng dẫn:

KS. Nguyễn Duy Liêm

PGS.TS. Nguyễn Kim Lợi

Tháng 6 năm 2014

LỜI CẢM ƠN

Em xin chân thành cảm ơn ban giám hiệu trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh, ban chủ nhiệm khoa Tài nguyên Môi trường các thầy cô giáo trong bộ môn Tài nguyên và GIS, cùng toàn thể các bạn học cùng lớp đã tạo điều kiện thuận lợi và giúp đỡ em trong quá trình học tập tại trường trong suốt bốn năm học vừa qua cũng như trong khi thực hiện đề tài tốt nghiệp này để em có được những kiến thức cũng như kinh nghiệm quý báu cho bước đường tương lai sau này.

Đặc biệt gửi lời cảm ơn sâu sắc tới các giáo viên hướng dẫn đề tài là Thầy PGS.TS Nguyễn Kim Lợi và thầy Nguyễn Duy Liêm đã hướng dẫn một cách chi tiết và tận tình để bài báo cáo của em đi đúng hướng và đạt kết quả tốt nhất trong suốt thời gian qua.

Gửi lời biết ơn tới gia đình và những người thân yêu luôn là nguồn động lực lớn giúp em vững bước cho tới ngày hôm nay và cả cuộc sống sau này.

Nguyễn Thị Thu Thảo
Khoa Môi trường và Tài nguyên
Trường Đại Học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Đề tài nghiên cứu “Ứng dụng GIS và mô hình SWAT trích xuất các thông số hình thái – thủy văn lưu vực sông Cả” đã được thực hiện trong khoảng thời gian từ tháng 3/2014 đến tháng 5/2014. Phương pháp tiếp cận của đề tài là sử dụng mô hình SWAT trong xác định lưu vực sông Cả, các thông số về độ cao, độ dốc, dòng chảy, mạng lưới sông ngòi của lưu vực sông và các phép toán trong GIS để dẫn xuất, tính toán ra các thông số hình thái, thủy văn của lưu vực sông Cả.

Kết quả đạt được của bài tiểu luận trước tiên là tạo được một đồ án SWAT, xử lý DEM, định nghĩa dòng chảy, xác định cửa xả của lưu vực và các dữ liệu của lưu vực, tiểu lưu vực về độ dốc, độ cao, mạng lưới sông, các nhánh sông dài nhất tương đối khách quan và chính xác. Sử dụng các công cụ tính toán trong ArcMap đã phân chia lưu vực sông thành các khu vực nhỏ là thượng lưu, trung lưu, hạ lưu để tiến hành trích xuất và tính toán các thông số hình thái thủy văn cho từng khu vực, từ đó rút ra các nhận xét, đánh giá. Theo đó, diện tích của toàn lưu vực là 2.309.502,46 (km²) trong đó diện tích từng khu vực giảm dần từ thượng lưu về hạ lưu. Do ảnh hưởng diện tích, chiều dài lưu vực cũng ngắn dần về hạ lưu. Độ rộng trung bình của từng khu vực cho thấy lưu vực có xu hướng co ở hai đầu thượng lưu và hạ lưu, phình ra tại trung lưu. Sau khi thực hiện cắt dọc lưu vực theo nhánh sông dài nhất, tính toán được độ giãn nở của toàn lưu vực là -0,1 có thể thấy phía bờ trái và bờ phải của lưu vực khá cân bằng tuy vậy trong khi trung lưu nghiêng hẳn bên phía bờ trái thì ở thượng lưu và hạ lưu lại nghiêng về bên phải nhiều hơn. Lưu vực sông Cả không phải là một lưu vực có độ cao lớn mà độ cao trung bình chỉ 345m, độ cao địa hình tăng dần từ hạ lưu tới thượng lưu. Theo tính toán nhận thấy độ dốc ở toàn lưu vực là 28,8% độ dốc không quá lớn, giảm dần từ thượng lưu về hạ lưu. Từ đó có thể nhận thấy hướng chính của dòng chảy là Tây Bắc – Đông Nam, cao ở Tây Bắc thấp dần về phía Đông Nam. Đặc điểm về thông số thủy văn cho thấy mạng lưới sông ngòi trong lưu vực khá thưa thớt, thuộc cấp độ 4 trong thang phân cấp mật độ mạng lưới sông. Ngoài ra, hệ số uốn khúc lưu vực <1,3 cho thấy lưu vực là hợp lưu của hai con sông trở lên và có nhiều bãi nổi.

MỤC LỤC

TRANG TỰA	I
LỜI CẢM ƠN.....	II
TÓM TẮT.....	III
MỤC LỤC.....	IV
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	VI
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	VII
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 TÀI LIỆU	3
2.1. Lưu vực	3
2.2. Thông số lưu vực.....	3
2.2.1. Thông số hình thái của lưu vực	3
2.2.2. Thông số mạng lưới thủy văn của lưu vực	6
2.3. Tổng quan về GIS	8
2.3.1. Định nghĩa	8
2.3.2. Các ứng dụng của GIS.....	9
2.3.3. Các phép toán phân tích dữ liệu trong GIS	9
2.4. Mô hình SWAT	10
2.4.1. Khái niệm.....	10
2.4.2. Lịch sử phát triển	11
2.4.3. Nguyên lí hoạt động.....	12
2.4.4. Phương pháp phân chia lưu vực	15
2.5. Tổng quan khu vực nghiên cứu	15
2.5.1. Vị trí địa lí.....	15
2.5.2. Điều kiện tự nhiên	17
2.5.3. Điều kiện kinh tế - xã hội	18
2.6. Tình hình nghiên cứu liên quan đến vấn đề nghiên cứu	19
2.6.1. Thế giới.....	19
2.6.2. Tại Việt Nam	19
CHƯƠNG 3. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP	21
3.1. Dữ liệu	21
3.2. Phương pháp nghiên cứu	21
CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ, THẢO LUẬN	23
4.1. Phân định lưu vực.....	23

4.1.1. Tạo đồ án SWAT	23
4.1.2. Xử lí DEM	23
4.1.3. Định nghĩa dòng chảy	25
4.1.4. Lựa chọn cửa xả lưu vực	26
4.1.5. Tính toán các thông số tiêu lưu vực.....	28
4.2. Phân vùng thượng lưu – trung lưu – hạ lưu lưu vực.....	29
4.3. Thông số hình thái	34
4.3.1. Diện tích lưu vực	34
4.3.2. Chiều dài lưu vực.....	37
4.3.3. Độ rộng lưu vực	39
4.3.4. Hệ số giãn lưu vực	40
4.3.5. Hệ số hình dạng lưu vực	40
4.3.6. Hệ số đối xứng lưu vực.....	40
4.3.7. Độ cao trung bình	42
4.3.8. Độ dốc trung bình	43
4.3.9. Đồ thị tăng trưởng diện tích lưu vực	43
4.4. Thông số thủy văn	44
4.4.1. Chiều dài sông	44
4.4.2. Hệ số uốn khúc	45
4.4.3. Mật độ mạng lưới sông:.....	46
4.5. Thảo luận	47
CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ	43
5.1. Kết luận.....	43
5.2. Kiến nghị.....	43
TÀI LIỆU THAM KHẢO	44

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 4.1. Bảng chia khoảng độ cao của lưu vực.....	30
Bảng 4.2. Bảng diện tích các huyện trong khu vực.....	35
Bảng 4.3. Bảng thống kê diện tích theo khu vực.....	36
Bảng 4.4. Bảng thống kê độ dài theo từng khu vực	39
Bảng 4.5. Bảng thống kê độ rộng theo từng khu vực	39
Bảng 4.6. Hệ số giãn lưu vực.....	40
Bảng 4.7. Bảng thống kê hệ số đối xứng lưu vực.....	41
Bảng 4.8. Bảng thống kê độ cao trung bình của từng khu vực	42
Bảng 4.9. Bảng thống kê độ dốc trung bình của từng khu vực	43
Bảng 4.10. Bảng thống kê độ dài sông	45
Bảng 4.11. Bảng thống kê hệ số uốn khúc sông.....	46
Bảng 4.12. Bảng thống kê mật độ mạng lưới sông của lưu vực.....	47
Bảng 4.13. Bảng tổng hợp các thông số hình thái và thủy văn của lưu vực	47

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 2.1. Thành phần của lưu vực.....	3
Hình 2.2. Xác định độ dài lưu vực.....	4
Hình 2.3. Đồ thị tăng trưởng diện tích lưu vực.....	5
Hình 2.4. Hệ số uốn khúc sông.....	7
Hình 2.5. Sơ đồ nguyên tắc hoạt động của GIS.....	9
Hình 2.6. Ví dụ các phép toán đại số.....	10
Hình 2.7. Các phép toán logic trong GIS.....	10
Hình 2.8. Sơ đồ thành phần SWAT.....	12
Hình 2.9. Lưu vực hồ Fork được phân chia thành các tiểu lưu vực.....	13
Hình 2.10. Chu trình nước trong pha đất.....	14
Hình 2.11. Hướng dòng chảy trong mô hình dòng chảy 8 hướng.....	16
Hình 2.12. Bản đồ khu vực nghiên cứu.....	17
Hình 3.1. Sơ đồ tiến trình thực hiện.....	22
Hình 4.1. Giao diện đồ án SWAT.....	23
Hình 4.2. Công cụ hiệu chỉnh DEM.....	24
Hình 4.3. Bản đồ DEM sau khi xử lý.....	24
Hình 4.4. Thiết lập dòng chảy trong SWAT.....	25
Hình 4.5. Tính toán và thiết lập ngưỡng dòng chảy.....	25
Hình 4.6. Mạng lưới sông ngòi.....	26
Hình 4.7. Chọn outlet.....	26
Hình 4.8. Ranh giới lưu vực.....	27
Hình 4.9. Các tiểu lưu vực, đường nhánh sông dài nhất.....	27
Hình 4.10. Báo cáo độ cao lưu vực.....	28
Hình 4.11. Bản đồ độ dốc lưu vực.....	28
Hình 4.12. Chồng ranh giới huyện.....	30
Hình 4.13. Phân vùng theo độ cao.....	31
Hình 4.14. Gán nhãn cho khu vực trong công cụ Field Calculator.....	32
Hình 4.15. Tạo lớp giao tìm vùng nằm ngoài biên giới.....	32
Hình 4.16. Biên tập lại khu vực thừa trong lưu vực.....	33
Hình 4.17. Bản đồ phân vùng thượng lưu, trung lưu, hạ lưu.....	34
Hình 4.18. Gom nhóm các khu vực thượng-trung-hạ lưu.....	36
Hình 4.19. Chọn nhánh sông dài nhất.....	37
Hình 4.20. Xác định các trung điểm từng đoạn.....	37
Hình 4.21. Nối các trung điểm.....	38
Hình 4.22. Chia độ dài cho từng khu vực.....	38
Hình 4.23. Phân chia bờ trái bờ phải theo từng khu vực.....	41
Hình 4.24. Trích xuất độ cao trung bình từng khu vực.....	42
Hình 4.25. Đồ thị tăng trưởng diện tích lưu vực.....	44

Hình 4.26. Tạo đối tượng nhánh sông dài nhất.....	45
Hình 4.27. Phép giao lấy ra các nhánh sông thuộc từng lưu vực	46

CHƯƠNG 1. MỞ ĐẦU

1.1. Tính cấp thiết của đề tài

Cùng với sự phát triển nhanh chóng của quá trình công nghiệp hóa hiện đại hóa, từng bước chuyển dịch và phát triển theo hướng tích cực, vấn đề quản lý tài nguyên nước đang ngày càng được quan tâm và đang chú trọng thực hiện. Việc tiến hành các nghiên cứu ứng dụng các công nghệ nhằm khai thác và quản lý nguồn tài nguyên này tốt nhất là vô cùng cần thiết. Do nước có quan hệ mạng lưới, không giới hạn trong một khu vực địa lý hay ranh giới hành chính mà nó chảy qua nhiều vùng khác nhau, việc sử dụng nước có mối liên quan mật thiết với sử dụng đất và ảnh hưởng đến hệ sinh thái chính vì vậy cách tiếp cận nghiên cứu theo từng lưu vực sông sẽ giúp cho sử dụng và bảo vệ tốt tài nguyên cho toàn lưu vực. Lưu vực sông Cả là một lưu vực lớn khu vực Bắc Trung Bộ, việc thực hiện nghiên cứu đánh giá lưu vực giàu tiềm năng này đang là mối quan tâm lớn của các nhà quản lý, việc trích xuất các thông số hình thái – thủy văn của lưu vực là một yếu tố quan trọng trong quá trình nghiên cứu về lưu vực này. Trong quá trình nghiên cứu về một lưu vực, những thông số hình thái – thủy văn lưu vực là một trong những yếu tố giúp các nhà nghiên cứu cho cái nhìn toàn diện, bao quát về toàn bộ khu vực nghiên cứu. Các thông số hình thái – thủy văn lưu vực biểu thị được nguồn tài nguyên, trữ lượng nước, xem xét được các yếu tố liên quan tới dòng chảy như hướng đi và tốc độ dòng chảy hay đánh giá các mối nguy cơ ở trên toàn lưu vực.

Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, việc mô phỏng tính toán bằng các mô hình hiện đại giúp quản lý lưu vực càng thuận lợi hơn. Trong đó là sự ứng dụng ưu việt của GIS và mô hình SWAT, với các thông số đầu vào là các dữ liệu từ DEM có độ chính xác cao. Mặt khác, SWAT có thể tính toán nhiều dữ liệu đầu ra phục vụ cho việc đánh giá về các vấn đề trong lưu vực trong đó có các thông số hình thái và mạng lưới thủy văn nhằm cung cấp những kiến thức tổng quan nhất về toàn bộ lưu vực.

Do đó, đề tài “**Ứng dụng GIS và mô hình SWAT trích xuất các thông số hình thái – thủy văn lưu vực sông Cả**” đã được thực hiện.

1.2. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu của nghiên cứu là tính toán, so sánh các thông số hình thái và thủy văn giữa các tiểu lưu vực ở vùng thượng nguồn, trung du và hạ nguồn của lưu vực sông Cả.

Mục tiêu cụ thể:

- Xử lý các thông số địa hình, phân chia lưu vực,
- Chạy mô hình SWAT, tính các thông số hình thái như: độ dài con sông, diện tích lưu vực, hệ số uốn khúc sông ...
- Sử dụng GIS tính toán và dẫn xuất, biên tập các thông số phức tạp như mật độ mạng lưới sông, hệ số đối xứng lưu vực, hệ số dẫn lưu vực, ...

1.3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

1.3.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài là các thông số hình thái và thông số mạng lưới thủy văn trên lưu vực sông Cả. Các thông số cụ thể là: Độ dài sông, diện tích lưu vực, hệ số uốn khúc, mật độ mạng lưới, độ rộng lưu vực, ...

1.3.2. Phạm vi nghiên cứu

Giới hạn đề tài: Sử dụng mô hình SWAT và ứng dụng GIS để so sánh các thông số hình thái và thông số mạng lưới thủy văn giữa các khu vực trong lưu vực sông Cả.

CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN TÀI LIỆU

2.1. Lưu vực

Lưu vực là phần diện tích bề mặt (được giới hạn bởi đường phân thủy) đón nhận lượng nước rơi và hội tụ dòng chảy về một điểm chung nào đó thuộc một thực thể chứa nước cụ thể như: Sông, suối, ao, hồ, đầm, lầy.

Lưu vực được xác định dựa vào ranh giới của nó, đó là một đường khép kín tính theo điểm đầu ra của lưu vực. Trong mỗi lưu vực có thể bao gồm nhiều lưu vực nhỏ hơn (gọi là tiểu lưu vực). Do lưu vực là một hệ thống hoạt động độc lập và phức tạp, bao gồm các thành phần khác biệt liên kết với nhau nên trong một lưu vực tồn tại nhiều kiểu sinh thái và môi trường sinh vật, quần thể khác nhau, bao gồm các cấu trúc xã hội của con người như: Thành thị, nông thôn, công nghiệp nông nghiệp và các đối tượng như nhiên như: Rừng, đồng cỏ... Được thể hiện trong Hình 2.1



Hình 2.1. Thành phần của lưu vực

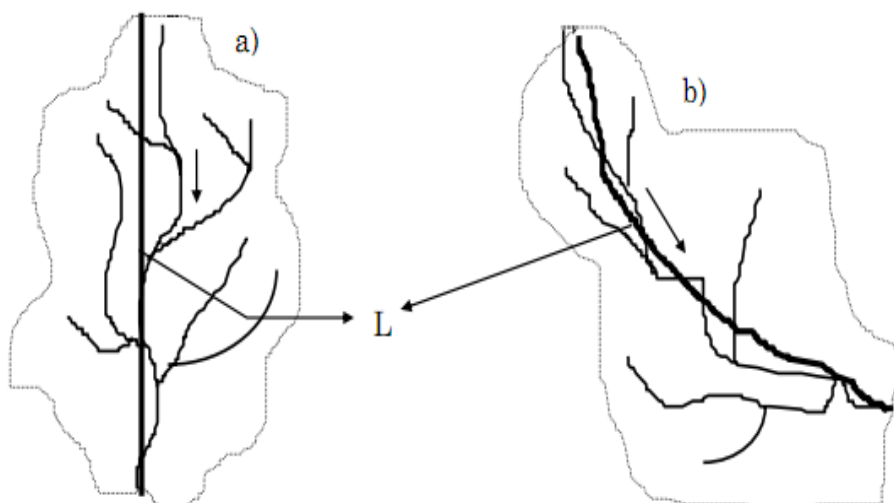
2.2. Thông số lưu vực

2.2.1. Thông số hình thái của lưu vực

Hình thái sông ngòi bao gồm các đặc trưng như vị trí nguồn sông, cửa sông, độ cao nguồn sông, chiều dài sông, chiều dài lưu vực, diện tích hướng nước, độ cao bình quân lưu vực, độ dốc, độ rộng bình quân lưu vực, mật độ lưới sông, hệ số uốn

khúc và hệ số hình dạng, hệ số phát triển đường phân nước, hệ số không đối xứng và hệ số không cân bằng lưới sông, ... Đây là các đặc trưng quan trọng khi tính toán thủy văn hoặc phân tích địa lý thủy văn. Các thông số hình thái lưu vực cụ thể như sau:

- Diện tích lưu vực F (km^2) là phần bề mặt trái đất kể cả chiều dày lớp phủ thổ nhưỡng mà từ đó nước chảy vào hệ thống sông suối của lưu vực. Diện tích lưu vực được xác định qua bản đồ địa hình với máy đo diện tích hoặc phương pháp kẻ ô. Có thể phân biệt diện tích lưu vực mặt và diện tích lưu vực ngầm. Thông thường hai diện tích này không trùng nhau song do việc xác định chính xác diện tích lưu vực ngầm thường khó khăn nên khi tính toán thường chỉ dùng diện tích lưu vực mặt.
- Chiều dài lưu vực L (km) là khoảng cách xác định theo đường thẳng từ cửa sông đến điểm xa nhất trên đường phân thủy trong trường hợp hình dạng lưu vực cân đối. Trong trường hợp lưu vực dạng hình cong, chiều dài lưu vực được đo theo đường trung tuyến dẫn qua trung tâm lưu vực.



Hình 2.2. Xác định độ dài lưu vực

- Độ rộng trung bình lưu vực B_{tb} (km) xác định bằng cách chia diện tích F cho chiều dài lưu vực L :

$$B_{tb} = \frac{F}{L}$$

- Hệ số đối xứng lưu vực a đặc trưng cho độ phân bố không đồng đều của diện tích phía trái (F_{tr}) và phải (F_{ph}) của lưu vực (so với dòng sông chính) và được tính toán theo công thức:

$$a = \frac{F_{tr} - F_{ph}}{(F_{tr} + F_{ph})/2}$$

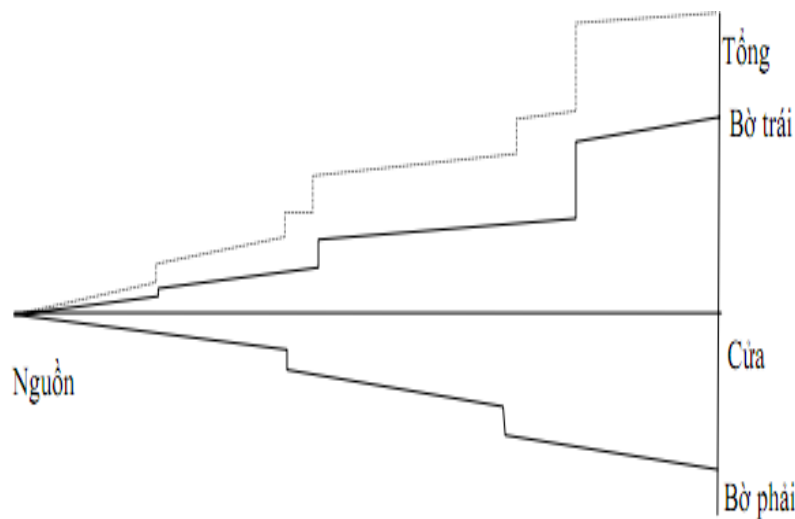
- Hệ số giãn lưu vực δ đặc trưng cho tỷ số độ dài sông và độ rộng trung bình lưu vực và được xác định theo công thức:

$$\delta = \frac{L^2}{F}$$

- Hệ số hình dạng lưu vực là đại lượng nghịch đảo của độ giãn đặc trưng bởi tỷ số của độ rộng B và độ dài sông L hoặc là diện tích F với bình phương chiều dài:

$$\delta' = \frac{B}{L} = \frac{F}{L^2}$$

- Đồ thị tăng trưởng diện tích lưu vực là đồ thị mô tả sự tăng dần của diện tích lưu vực từ nguồn đến cửa sông. Trục hoành là chiều dài sông từ nguồn đến cửa, trục tung là các phần diện tích giữa các phụ lưu. Những thay đổi đột ngột trên đồ thị tương ứng với diện tích các sông nhánh. Đồ thị được thực hiện cho cả bờ trái lẫn bờ phải của sông chính. Thể hiện trong Hình 2.3



Hình 2.3. Đồ thị tăng trưởng diện tích lưu vực

- Độ cao trung bình của lưu vực sông ngòi H_{tb} được tính theo công thức:

$$H_{tb} = \frac{f_1 H_1 + f_2 H_2 \dots + f_n H_n}{F}$$

Với:

H_{tb} : Độ cao trung bình của lưu vực.

$f_1, f_2 \dots f_n$: Diện tích thành phần của lưu vực nằm giữa các đường đồng mức, km^2

$H_1, H_2 \dots H_n$: Độ cao trung bình giữa các đường đẳng thời,

F : Diện tích lưu vực

- Độ dốc trung bình của lưu vực I_{tb} được tính theo công thức:

$$I_{tb} = \frac{h(\frac{l_0 + l_n}{2} + l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1})}{F}$$

Với: h : Độ cao địa hình (hiệu của hai đường đồng mức kề nhau),

$l_0, l_1, l_2 \dots l_{n-1}$: Độ dài đường đồng mức trong giới hạn lưu vực

F : Diện tích lưu vực, km^2

2.2.2. Thông số mạng lưới thủy văn của lưu vực

Thông số thủy văn là những đặc trưng về dòng chảy của một lưu vực, thể hiện được những điểm khác biệt của lưu vực này đối với lưu vực khác. Thông số mạng lưới thủy văn của một lưu vực chịu tác động bởi các yếu tố địa hình, khí tượng, nhiệt độ... trong khu vực tự nhiên của lưu vực đó.

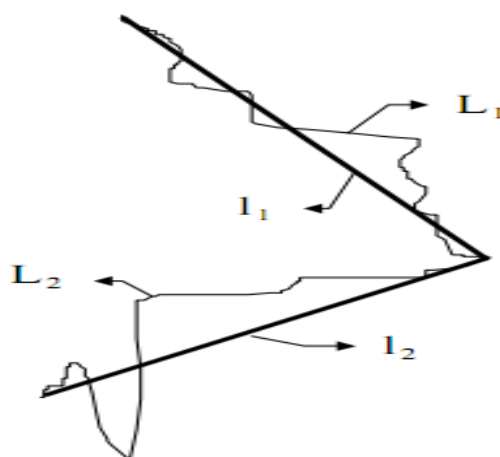
- Chiều dài sông L là khoảng cách từ nguồn tới cửa sông được đo bằng đơn vị km. Thường độ dài sông được đo trực tiếp trên bản đồ địa hình bằng dụng cụ đo đường cong. Thông thường phải đo hai lần, nếu chênh lệch số đo

không quá 2% thì nhận giá trị trung bình của hai lần đo làm chiều dài của sông, theo công thức:

$$L = Mka$$

Với M là giá trị trung bình đo được, K là hệ số hiệu chỉnh uốn khúc, a là hệ số chuyển đổi tỉ lệ bản đồ, L là chiều dài thực tế của con sông.

- Hệ số uốn khúc sông đặc trưng cho mức độ uốn khúc, và được thiết lập bởi tỉ số độ dài sông thực tế L và đường thẳng nối giữa nguồn và cửa sông l (trùng với độ dài sông đi qua trung tuyến). Thể hiện trong ví dụ Hình 2.4.



Hình 2.4. Hệ số uốn khúc sông

- Mật độ mạng lưới sông là chỉ số đặc trưng cho mức độ phát triển dòng chảy mặt trên lãnh thổ đang xem xét, được tính theo tỉ lệ độ dài sông trên một km² diện tích lãnh thổ. Hệ số mạng lưới sông được xác định theo công thức:

$$\rho = \frac{\sum l}{F}$$

Với: ρ – Mật độ mạng lưới sông km/km²

$\sum l$ - Tổng độ dài nhánh sông trong khu vực km

F - Diện tích lưu vực km²

Sông suối càng dày mật độ lưới sông càng lớn. Có thể phân cấp mật độ lưới sông như sau:

-
- Cấp 1: $D = 1,5 - 2,0$ Mật độ sông, suối rất dày
 - Cấp 2: $D = 1,0 - 1,5$ Mật độ sông, suối dày
 - Cấp 3: $D = 0,5 - 1,0$ Mật độ sông, suối tương đối dày
 - Cấp 4: $D < 0,5$ Mật độ sông, suối thưa.

2.3. Tổng quan về GIS

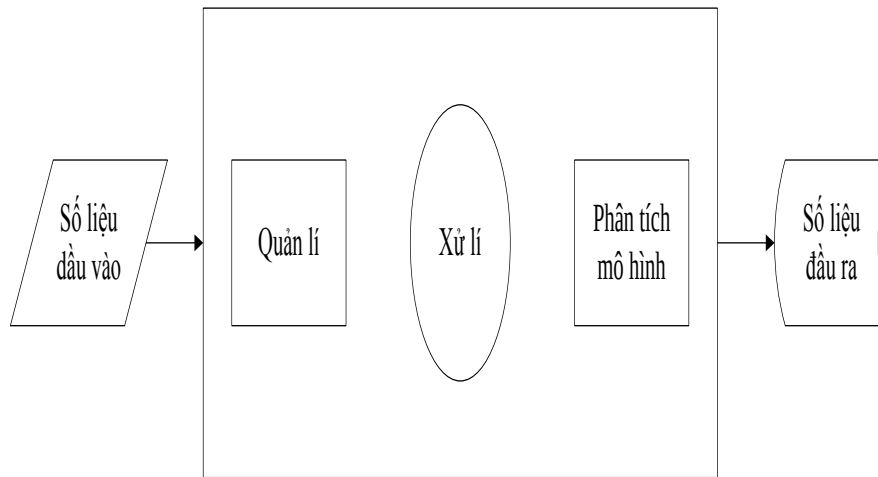
2.3.1. Định nghĩa

GIS được định nghĩa 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 từ thế giới thực để giải quyết các vấn đề tổng hợp thông tin cho các mục đích con người đặt ra, chẳng hạn như: Hỗ trợ việc ra quyết định cho việc 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 hành chính (*Nguyễn Kim Lợi và ctv, 2009*).

GIS có chức năng chính: Quản lý, lưu trữ, tìm kiếm, thể hiện, trao đổi và xử lý dữ liệu không gian cũng như các dữ liệu thuộc tính. Những module này là các hệ thống con thực hiện các công việc:

- Nhập và kiểm tra dữ liệu.
- Lưu trữ và xử lý cơ sở dữ liệu.
- Biến đổi dữ liệu.
- Xuất hiện dữ liệu.
- Tương tác với người sử dụng.

Sơ đồ nguyên tắc hoạt động:



Hình 2.5. Sơ đồ nguyên tắc hoạt động của GIS

2.3.2. Các ứng dụng của GIS

Đánh giá môi trường: Mô hình hóa các tiến trình xói mòn, sự lan truyền ô nhiễm trong môi trường khí hay nước hoặc phản ứng của một lưu vực sông dưới sự ảnh hưởng của một trận mưa lớn...

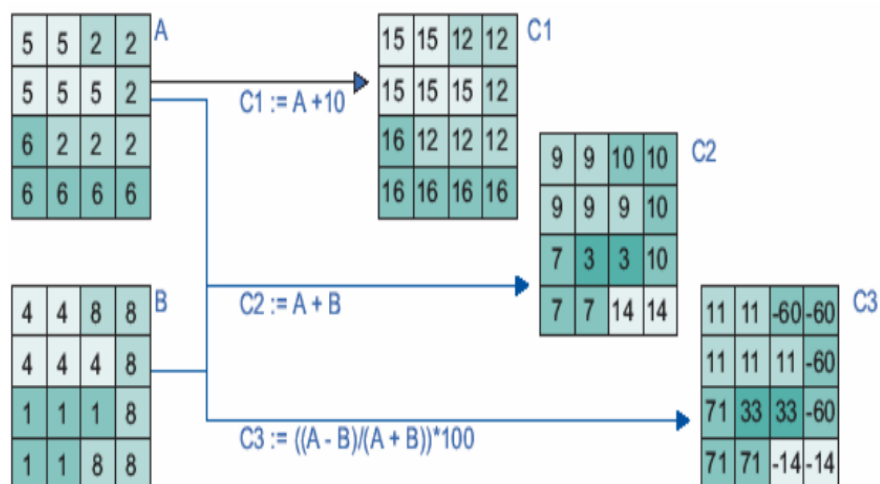
Khí tượng thủy văn: Phục vụ chống thiên tai ở vùng hạ lưu, xác định tâm bão, dự đoán các luồng chảy, xác định mức độ ngập lụt, đưa ra các biện pháp phòng chống kịp thời...

Nông nghiệp: Giám sát thu hoạch, dự báo về hàng hóa, nghiên cứu đất trồng, kế hoạch tưới tiêu...

2.3.3. Các phép toán phân tích dữ liệu trong GIS

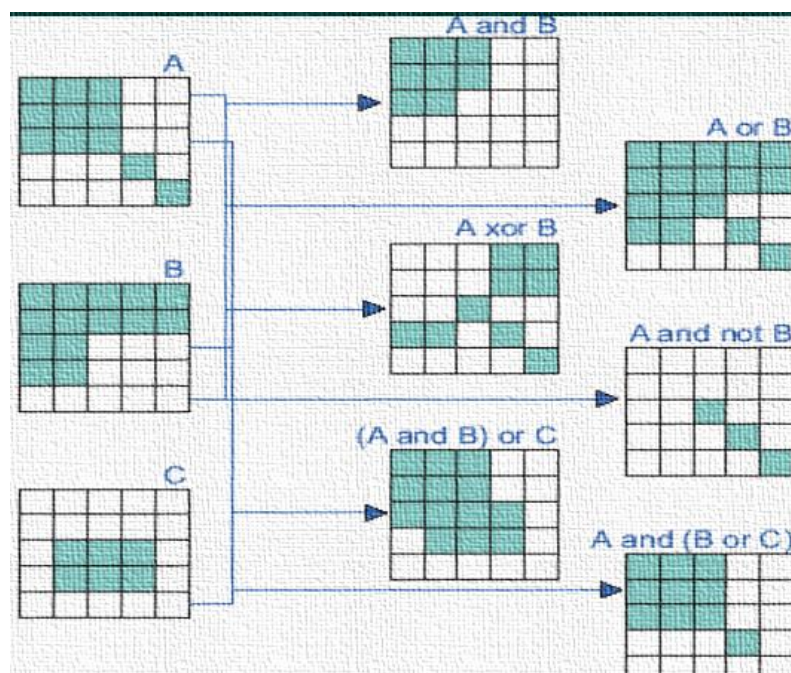
Các phép toán trong GIS bao gồm phép toán số học và phép toán logic.

Chồng ghép bằng phương pháp số học dùng các phép toán học trong khi chồng ghép như: +, -, *, /, mod, div, sqrt....



Hình 2.6. Ví dụ các phép toán đại số

Ngoài ra còn sử dụng các phép toán Logic như: OR, AND, XOR, ...



Hình 2.7. Các phép toán logic trong GIS

2.4. Mô hình SWAT

2.4.1. Khái niệm

SWAT là mô hình dùng để dự báo những ảnh hưởng của sự quản lý sử dụng nước, sự bồi lắng và lượng hóa chất sinh ra từ hoạt động nông nghiệp trên những lưu vực sông lớn và phức tạp trong khoảng thời gian dài. Mô hình là sự tập hợp các phép toán hồi quy để thể hiện mối quan hệ giữa các giá trị thông số đầu vào và đầu ra. Mô hình SWAT được ứng dụng dựa vào bản chất vật lý để xây dựng mô hình mô phỏng

hiện tượng tự nhiên trong phạm vi lưu vực sông. Ngoài việc sử dụng phương trình hồi quy để mô tả mối quan hệ giữa các biến đầu vào và đầu ra, SWAT còn đòi hỏi thông tin đặc biệt về thời tiết, thuộc tính đất, địa hình, lớp phủ thực vật và cách quản lý sử dụng đất trong lưu vực. (Susan L.Neitsch, et al, 2009).

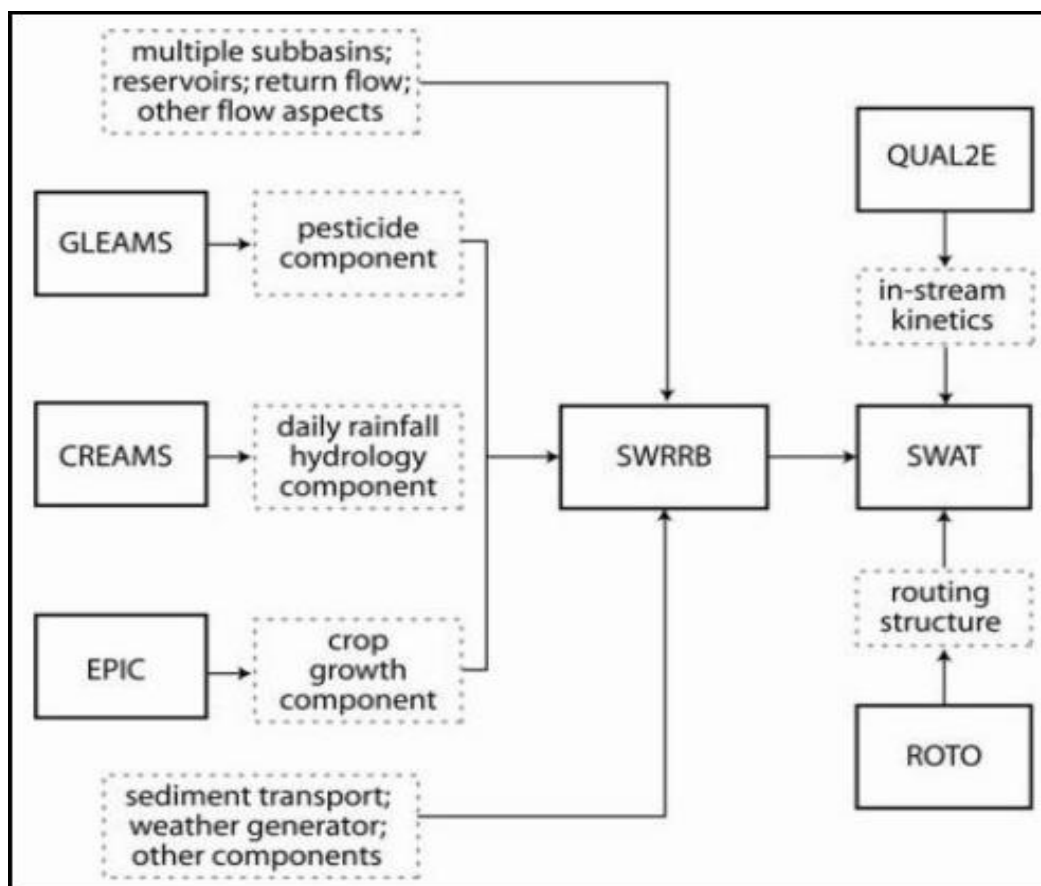
2.4.2. Lịch sử phát triển

SWAT là một công cụ đánh giá đất và nước cho một lưu vực, được xây dựng bởi tiến sĩ Jeff Arnold ở viện nghiên cứu phục vụ nông nghiệp Hoa Kỳ (ARS). Được nghiên cứu ở viện ARS Hoa Kỳ trong suốt 30 năm qua. SWAT là sự kết hợp ba mô hình CREAMS, GLEAMS, EPIC bước đầu phát triển nên mô hình Mô Phỏng Tài Nguyên Nước Lưu Vực Nông Thôn –SWRRB. Trong đó ba mô hình sẽ cho ra các thông số của mô hình SWRRB.

- GLEAMS: Tính toán cung cấp thành phần thuốc bảo vệ thực vật, chất dinh dưỡng.
- CREAMS: Cung cấp các thành phần về chế độ thủy văn, lượng mưa hàng ngày.
- EPIC: Tính toán sự biến đổi mùa vụ hàng năm.

Ngoài ra, sự cải tiến của mô hình SWRRB là cho phép mô phỏng trên nhiều tiểu lưu vực để dự báo lượng nước của lưu vực, xét đặc điểm hồ chứa, lưu lượng và sự bồi lắng, kết hợp dữ liệu thời tiết để mô phỏng trong thời gian dài.

Từ khi thành lập cho tới nay SWAT luôn luôn được nghiên cứu để nâng cao tính năng làm việc và khắc phục những khuyết điểm. Với 6 lần cải tiến mô hình vào các năm: SWAT94.2, SWAT96.2, SWAT98.1, SWAT99.2, SWAT2000, SWAT2005. Với các thành phần được thể hiện ở Hình 2.8.



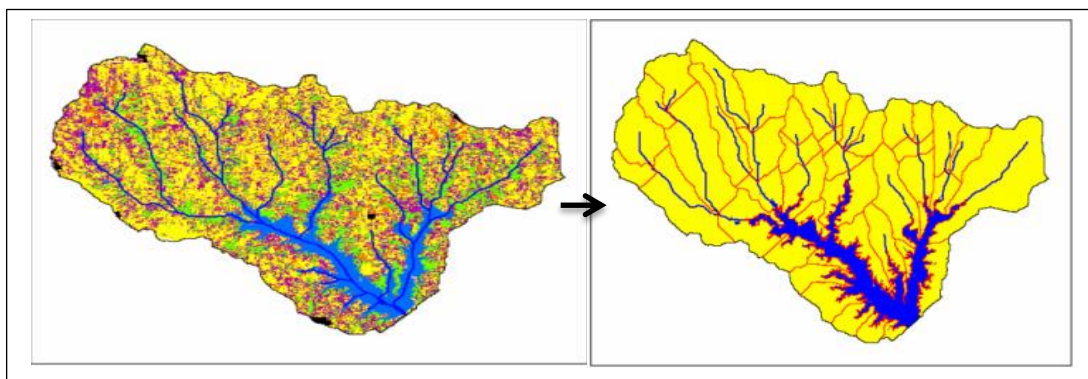
Hình 2.8. Sơ đồ thành phần SWAT

2.4.3. Nguyên lí hoạt động

Mô hình được xây dựng trên nền các quan hệ thể hiện bản chất vật lý của hiện tượng tự nhiên. Ngoài việc sử dụng các phương trình tương quan để mô tả mối quan hệ giữa các biến vào và ra, 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. Các quá trình tự nhiên liên quan tới chuyển động của nước, lắng đọng bùn cát, tăng trưởng mùa màng, chu trình chất dinh dưỡng,... được tính toán trực tiếp bởi mô hình từ các thông số đầu vào. Việc mô phỏng cho một lưu vực theo các chiến lược quản lý khác nhau có thể được diễn ra tương đối đơn giản. Mô hình SWAT dựa trên các bản đồ số về địa hình (DEM), sông ngòi, đường bao lưu vực để tính toán và chia lưu vực ra thành các vùng hay các lưu vực nhỏ (sub-basin). Đây là các lưu vực của các nhánh sông chính trong lưu vực nghiên cứu.

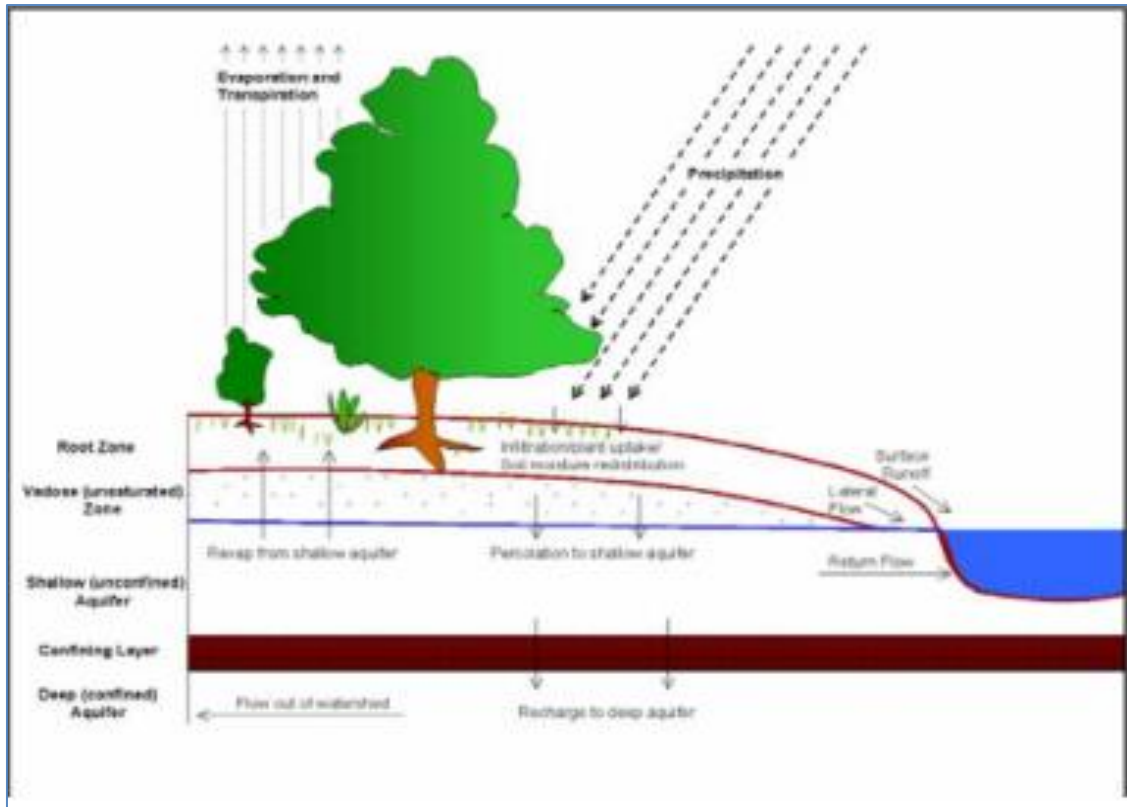
Mô hình đồng thời cho phép người sử dụng thêm các nút bổ sung nước (inlet) để hỗ trợ cung cấp thêm nguồn nước thực tế khi mà các bản đồ GIS chưa cập nhật

kịp thời và các điểm đo nước (outlet) để chia nhỏ các lưu vực con giúp người sử dụng có thể tham khảo các vùng khác của lưu vực trong cùng một phạm vi không gian. Phương pháp sử dụng các lưu vực nhỏ trong mô hình để mô phỏng dòng chảy là rất thuận lợi khi mà các lưu vực này có đủ số liệu về sử dụng đất cũng như đặc tính của đất. Bên cạnh đó, mô hình cho phép mô phỏng hoạt động của hồ chứa trên lưu vực với các thông số như dung tích, diện tích mặt nước, Q tràn, ...



Hình 2.9. Lưu vực hồ Fork được phân chia thành các tiểu lưu vực

Ảnh hưởng của đất và việc sử dụng đất được thể hiện rõ trong việc nhập và xử lý các bản đồ GIS. Mô hình sẽ cập nhật bản đồ sử dụng đất và phân loại sử dụng đất theo tên và số phần trăm diện tích loại hình sử dụng đất đó. Tương tự với bản đồ đất, cũng được cập nhật theo tên và phần trăm diện tích đất. Các trạm khí tượng thủy văn được cập nhật theo kinh vĩ độ và tương ứng là các chuỗi số liệu của trạm đó theo thời gian. Mô hình tính toán mưa theo phương pháp đa giác Thiessen. Trong quá trình tính toán dòng chảy, mô hình đã sử dụng phương pháp tính bốc hơi (theo Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Hargreaves) diễn toán dòng chảy theo phương pháp Muskingum, các phương pháp diễn toán chất lượng nước. Xét về toàn lưu vực thì mô hình SWAT là một mô hình phân bố. Mô hình này chia dòng chảy thành 3 pha: pha mặt đất, pha dưới mặt đất (sát mặt, ngầm) và pha trong sông. Việc mô tả các quá trình thủy văn được chia làm hai phần chính: phần thứ nhất là pha lưu vực với chu trình thủy văn dùng để kiểm soát khối lượng nước, bùn cát, chất hữu cơ và được chuyển tải tới các lòng dẫn chính của mỗi lưu vực. Phần thứ hai là diễn toán dòng chảy, bùn cát, hàm lượng các chất hữu cơ trong hệ thống lòng dẫn và tới mặt cắt cửa ra của lưu vực.



Hình 2.10. Chu trình nước trong pha đất

Chu trình thủy văn được mô tả trong mô hình SWAT dựa trên phương trình cân bằng nước tổng quát như công thức:

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

Trong đó:

SW_t : Tổng lượng nước tại cuối thời đoạn tính toán (mm)

SW_0 : Tổng lượng nước ban đầu tại ngày thứ i (mm)

t: Thời gian (ngày)

R_{day} : Tổng lượng mưa tại ngày thứ i (mm)

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

E_a : Lượng bốc thoát hơi tại ngày thứ i (mm)

W_{seep} : lượng nước đi vào tầng ngầm tại ngày thứ i (mm)

Q_{gw} : Lượng nước hồi quy tại ngày thứ i (mm).

Phương trình phản ánh 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.

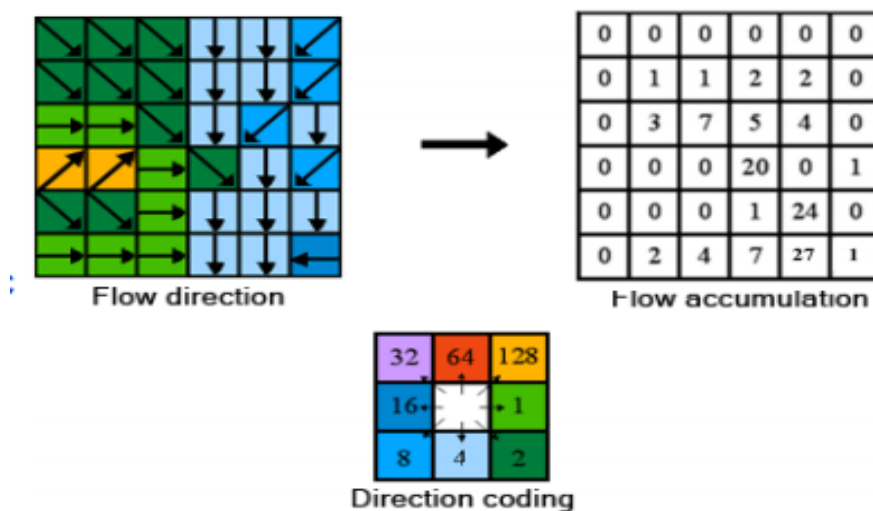
2.5. Tổng quan khu vực nghiên cứu

2.5.1. Phương pháp phân chia lưu vực

Công cụ hiệu quả nhất hiện nay hỗ trợ việc xác định ranh giới lưu vực sông bất kỳ là sử dụng công nghệ GIS bao gồm các phương pháp tính, các phần mềm chuyên dụng, và cơ sở dữ liệu bản đồ số (bao gồm bản đồ dưới dạng vector (dạng điểm, đường, và vùng) hay dưới dạng raster (dạng ô lưới)). Hiện nay, có nhiều phần mềm GIS được ứng dụng rộng rãi như MapInfo, Arcview GIS, ArcGIS, Map Windows, ... Để kết hợp việc xác định ranh giới lưu vực với phân tích, đánh giá, và tính toán các đặc trưng lưu vực sông nhiều công cụ được xây dựng và nhúng kết vào các phần mềm này. Một trong những các công cụ điển hình về xác định lưu vực sông được nhiều người biết đến đó là Hydrologic Modeling, AVSWAT (ArcView SWAT) được viết bằng ngôn ngữ Avenue Script trong Arcview GIS 3.2; AV-ThreshR (1999-2000), (NWS-HRL); HEC-GeoHMS (ESRI, HEC) kết hợp HECPrepro (Univ.of Texas at Austin) và Watershed Delineator (ESRI, TNRCC),...

Để xác định lưu vực sông một cách tự động, hầu hết các công cụ được xây dựng dựa trên lý thuyết "mô hình dòng chảy 8 hướng" (D8 flow direction Model). Mô hình này dựa trên lý thuyết là dòng chảy tại một ô lưới (grid) sẽ chảy đến 1 trong 8 hướng xung quanh ô lưới đó. Tiến hành như sau:

Tính toán sự tích lũy dòng chảy chính là tính toán sự tích lũy dòng chảy cho một ô nào đó trong khu vực trên nền mô hình DEM được xác định bằng cách tính tổng số ô lưới tập trung nước về ô đó theo hướng dòng chảy.



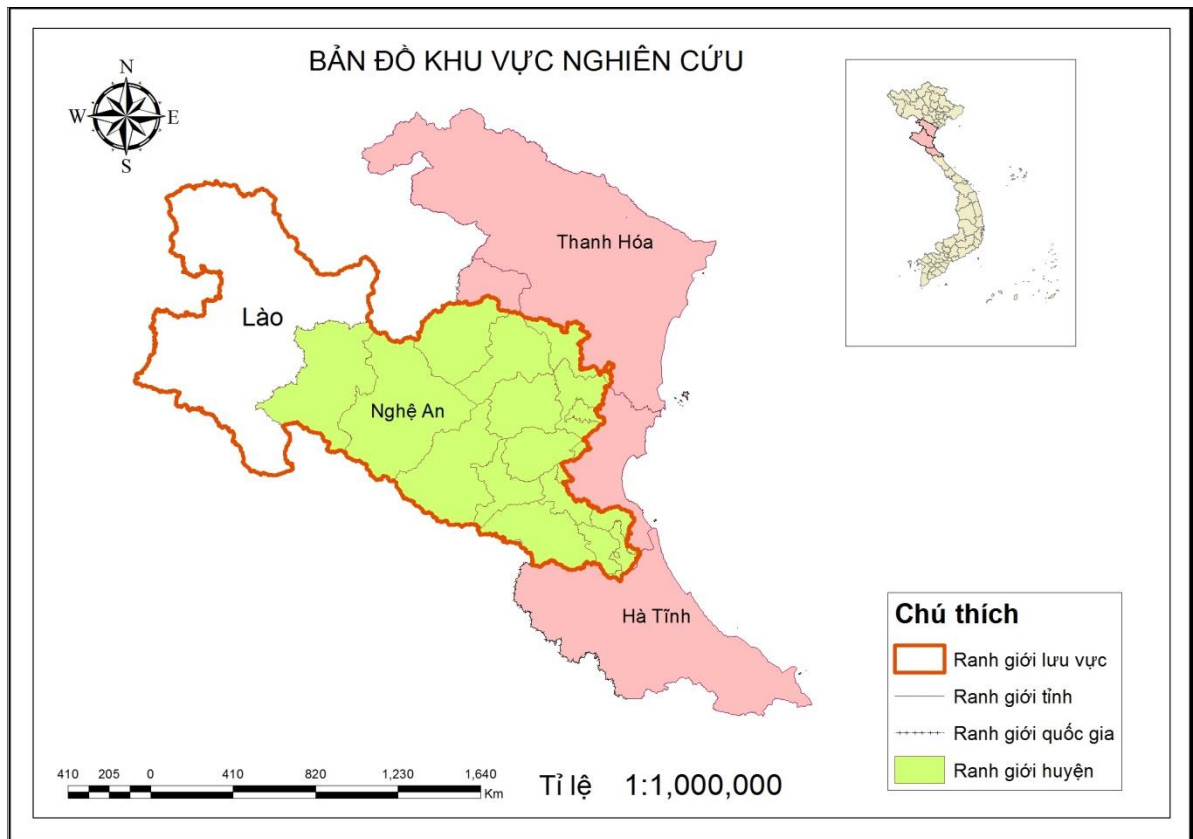
Hình 2.11. Hướng dòng chảy trong mô hình dòng chảy 8 hướng

Các công cụ xác định ranh giới lưu vực sông chỉ khác nhau về mức độ sử dụng thể hiện qua các đặc tính của công cụ như (1) tính linh động trong xác định lưu vực, (2) tốc độ tính toán nhanh chậm, (3) việc tính toán các đặc trưng lưu vực, (4) cách thức lưu giữ, liên kết thông tin, và (5) cách thức sử dụng và kết nối các đặc trưng của lưu vực sông với các công cụ khác bên ngoài. Các bước cơ bản để xác định lưu vực sông một cách tự động dựa trên bản đồ số dưới dạng raster (ô lưới) như sau:

- Bước 1: Chuẩn bị số liệu cao độ số DEM
- Bước 2: Xử lý số liệu cao độ số (Fill DEM)
- Bước 3: Xác định hướng dòng chảy theo mô hình 8 hướng trên (Flow Direction).
- Bước 4: Tính toán dòng chảy tích lũy cho các ô lưới (Flow Accumulation).
- Bước 5: Xác định lưu vực sông và tính toán các đặc trưng của nó.

2.5.2. Vị trí địa lý

Lưu vực hệ thống sông Cả nằm ở vùng Bắc Trung bộ, có tọa độ địa lý từ $18^{\circ}15'$ đến $20^{\circ}10'30''$ vĩ độ Bắc; $103^{\circ}45'20''$ đến $105^{\circ}15'20''$ kinh độ Đông. Điểm đầu của lưu vực nằm ở tọa độ $20^{\circ}10'30''$ vĩ độ Bắc; $103^{\circ}45'20''$ kinh độ Đông. Cửa ra của lưu vực nằm ở tọa độ $18^{\circ}45'27''$ vĩ độ Bắc; $105^{\circ}46'40''$ kinh độ Đông. Điểm sông Cả chảy vào đất Việt Nam tại Biên giới Việt Lào trên dòng Nậm Mô có tọa độ: $19^{\circ}24'59''$ vĩ độ Bắc; $104^{\circ}04'12''$ kinh độ Đông.



Hình 2.12. Bản đồ khu vực nghiên cứu

2.5.3. Điều kiện tự nhiên

a. Địa hình

Sông Cả chảy từ tỉnh Xiêng Khoảng thuộc Lào, ở độ cao 2.000m, chảy theo hướng Tây Bắc – Đông Nam qua tỉnh Nghệ An và đổ ra biển Đông tại Cửa Hội. Sông dài 531 km, phần thuộc Việt nam dài 351 km. Ở thượng lưu, lòng sông hẹp và dốc, có nhiều ghềnh, ở đoạn trung lưu (từ Con Cuông đến Anh Sơn) lòng sông mở rộng và tiếp nhận sông Hiếu ở bờ trái, đoạn hạ lưu chảy qua vùng đồng bằng, tiếp nhận sông La ở bờ phải sau đổ ra biển tại Cửa Hội.

Tổng diện tích lưu vực là 29.930 km² trong đó diện tích thuộc lãnh thổ Việt Nam là 20.460 km². Mang tính chất địa hình chung của sông ngòi miền trung, lưu vực sông Cả có tính chất ngắn, dốc. Dòng chảy trong lưu vực từ thượng du đến trung du, chảy qua vùng đồi núi. Phía trên Cửa Rào, Nghĩa Khánh là những vùng rừng già. Từ Dừa trở xuống, lòng sông ít dốc hơn, thung lũng mở rộng, nhiều đồi trọc và ruộng đồng bằng phẳng.

b. Khí hậu

Khí hậu ở lưu vực sông Cả chịu khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa. Từ tháng V – VIII chịu ảnh hưởng của hoạt động gió mùa tây nam khô nóng. Từ tháng XI- II năm sau chịu hoạt động của gió mùa đông bắc khô nóng. Vào 2 tháng đầu do chế độ gió thổi từ lục địa Trung Hoa nên không khí lạnh và hanh khô, từ tháng XII có gió thổi từ vịnh Ben-gan mang theo hơi lạnh và không khí ẩm gây mưa, lạnh. Ngoài ra do chịu ảnh hưởng của khí hậu ven biển nên từ tháng VII –IX ở đây xuất hiện nhiều cơn bão nhiệt đới.

Bão gây lũ lớn chủ yếu ở phần phía Nam của Nghệ Tĩnh, đôi khi bão vào Thanh hóa cũng gây lũ lớn trên sông Cả. Mùa mưa trên lưu vực sông Cả từ tháng VIII đến XI, tập trung vào tháng IX và X. Mưa ở hạ lưu sông Cả thường lớn hơn mưa ở thượng lưu, hướng di chuyển mưa cũng thường từ hạ lưu lên thượng lưu. Mưa gây lũ đặc biệt lớn trên sông Cả thường kéo dài trên một tuần lễ.

c. Thủy văn

Tổng lượng dòng chảy năm của sông Cả là 23,5 tỷ m³ trong đó có 20.5 tỷ m³ hay 87% tổng lượng dòng chảy năm được hình thành trên lãnh thổ Việt Nam. Lượng nước trung bình nhiều năm bình quân đầu người trên lưu vực sông Cả là 6.050 m³/người/năm. Do chịu tác động của khí hậu, mùa kiệt trên lưu vực từ tháng I-VIII, nhưng do có lũ tiểu mãn nên ở đây có hai thời kỳ kiệt là tháng III, IV và tháng VII, VIII. Vào những tháng chịu ảnh hưởng của áp thấp nhiệt đới và bão trên lưu vực xuất hiện dòng chảy lũ: Có 2 thời kỳ lũ là tiểu mãn vào tháng V, VI và lũ chính vụ tháng IX-XI. Thời kỳ xuất hiện lũ chính vụ trên các nhánh sông khác nhau.

Mưa, lũ lớn sông Cả chủ yếu do bão, áp thấp nhiệt đới, nhiều khi có sự phối hợp của không khí lạnh.

2.5.4. Điều kiện kinh tế - xã hội

Kinh tế trong vùng chưa thực sự phát triển, vẫn còn nhiều khó khăn. GDP của lưu vực chiếm 2,97% tổng GDP cả nước. Cơ cấu kinh tế là: Nông nghiệp 38%, công nghiệp 26% và dịch vụ 36%. Tăng trưởng GDP bình quân là 9,8% trong 5 năm vừa qua.

Về dân số, lưu vực sông Cả có dân số trung bình chưa cao so với cả nước. Quy mô dân số lưu vực là 3883.5 nghìn người, chiếm 4,6% dân số quốc gia và

4,78% dân số các lưu vực sông. Tỷ lệ tăng trưởng dân số bình quân gần 1,3%. Có khoảng 20% dân số thành phố, đô thị và 30% dân số ở vùng đồi núi và vùng núi cao. Là một lưu vực trung du miền núi mật độ dân số không cao, chỉ ở mức trung bình của cả nước: Mật độ dân số trung bình của lưu vực là 190 người/km². Trong đó người Kinh tập trung ở vùng đồng bằng, các dân tộc thiểu số sống tập trung ở vùng núi cao: Trên lưu vực có 9,58% dân tộc thiểu số, chủ yếu sinh sống ở các huyện miền núi, vùng sâu, vùng xa của 3 tỉnh Thanh Hoá, Nghệ An và Hà Tĩnh đặc biệt là Thanh Hoá. Thành phần dân tộc bao gồm người Chứt, Mường, Thái, Tày, Nùng...

2.6. Tình hình nghiên cứu liên quan đến vấn đề nghiên cứu

2.6.1. Thế giới

Theo nghiên cứu của Stephen K.Hamilton và Wiliam M.Lewis tháng 9 năm 1990 đã cho thấy mối tương quan giữa hình thái lưu vực liên quan đến đặc điểm hóa học và sinh thái của sông hồ trên vùng đồng bằng sông Orinoco, Venezuela.

Theo nghiên cứu của William E. Dietrich cục địa chất và địa vật lí, đại học California năm 2005 đã làm rõ mối quan hệ giữa hình thái lưu vực với cảnh quan trong lưu vực đồng thời làm rõ sự gắn kết của hình thái lưu vực và chế độ thoát nước của các hệ thống sông trong lưu vực.

Theo nghiên cứu của J. Dicke và cộng sự năm 2008, khẳng định các thông số hình thái và mạng lưới thủy văn là một yếu tố ảnh hưởng quan trọng đến sự di cư của các động vật thủy sinh như sự di cư của cá hồi trên khu vực Canada. Trong nghiên cứu còn đề cập vấn đề như những định hướng sử dụng hợp lí nguồn tài nguyên của lưu vực biển Đỏ từ những thông số quan trắc mạng lưới kết hợp với các yếu tố thổ nhưỡng, dòng chảy của lưu vực.

Ngoài ra, trong nghiên cứu Robert T. Brooks của dịch vụ USDA rừng, trạm nghiên cứu Đông Bắc, đại học Massachusetts, Amherst Hoa Kỳ đã nghiên cứu đánh giá hình thái lưu vực và thủy văn vùng đất ngập nước bị cô lập từ đó đưa ra những giải pháp để quản lí tài nguyên trong lưu vực các hồ vùng Đông Bắc Hoa Kỳ.

2.6.2. Tại Việt Nam

Theo Nguyễn Hữu Khải và Nguyễn Văn Tuấn trong địa lí thủy văn năm 2001 đã làm rõ được tầm quan trọng của hình thái lưu vực trong việc nghiên cứu tính toán

thủy văn hay phân tích địa lí thủy văn đồng thời đã trích dẫn được các thông số hình thái lưu vực của các con sông lớn trong đó có lưu vực sông Cả. Các thông số đó sẽ là tài liệu tham khảo hữu ích trong quá trình tiếp cận và thực hiện đề tài.

Theo nghiên cứu tính toán thủy văn của Nguyễn Thanh Sơn 2003 đã khẳng định các thông số hình thái và thủy văn của lưu vực là những yếu tố quan trọng để đưa ra những đánh giá về lưu vực, nghiên cứu còn chỉ ra các phương pháp và công thức tính toán các thông số một cách cụ thể chi tiết.

Trong nghiên cứu phân tích diễn biến hình thái cửa sông Trà Khúc, tỉnh Quảng Ngãi của Đỗ Tất Tú năm 2005 đã làm rõ các yếu tố ảnh hưởng tới sự biến đổi của hình thái trong một lưu vực đồng thời mô tả được quá trình cân bằng trong lưu vực qua các thời kì. Nghiên cứu cũng làm rõ sự biến đổi của lưu vực vào các thời điểm khác nhau. Từ nghiên cứu cho thấy cách tiếp cận vào đề tài một cách cụ thể và có tính thuyết phục hơn.

Theo nghiên cứu của Trần Tuấn Tú và Hà Quang Khải năm 2007 đã sử dụng bản đồ mô hình số độ cao (DEM) để thống kê các thông số hình thái và mạng lưới thủy văn của lưu vực sông Bé. Với kết quả đạt được: Trích xuất Các thông số trắc lượng hình thái trích xuất từ DEM thuộc nhóm hình thái (bề rộng trung bình, tỉ lệ kéo dài, đường cong cao trình, tính bất đối xứng lưu vực) và nhóm mạng dòng chảy (độ lớn mạng, bậc dòng chảy Strahler, dòng lớn nhất...).

Theo nghiên cứu của trung tâm sinh thái nông nghiệp đại học Nông Nghiệp Hà Nội năm 2005 đã khẳng định rằng quản lí tài nguyên lưu vực sông Cả đang là một vấn đề được quan tâm và chú trọng thực hiện. Kết quả nghiên cứu đã tìm hiểu sự thay đổi sử dụng đất qua việc giải đoán ảnh viễn thám, kết hợp GIS, và điều tra khảo sát thực địa, là phương pháp mới trong áp dụng quản lý nguồn tài nguyên được đặt thành mục tiêu của đề tài và cũng giúp cho các nghiên cứu trẻ có thêm nhiều kinh nghiệm và học hỏi thêm được nhiều công nghệ mới, đúng như mục đích ban đầu của Diễn Đàn Vùng Cao (VUF) đặt ra.

CHƯƠNG 3. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

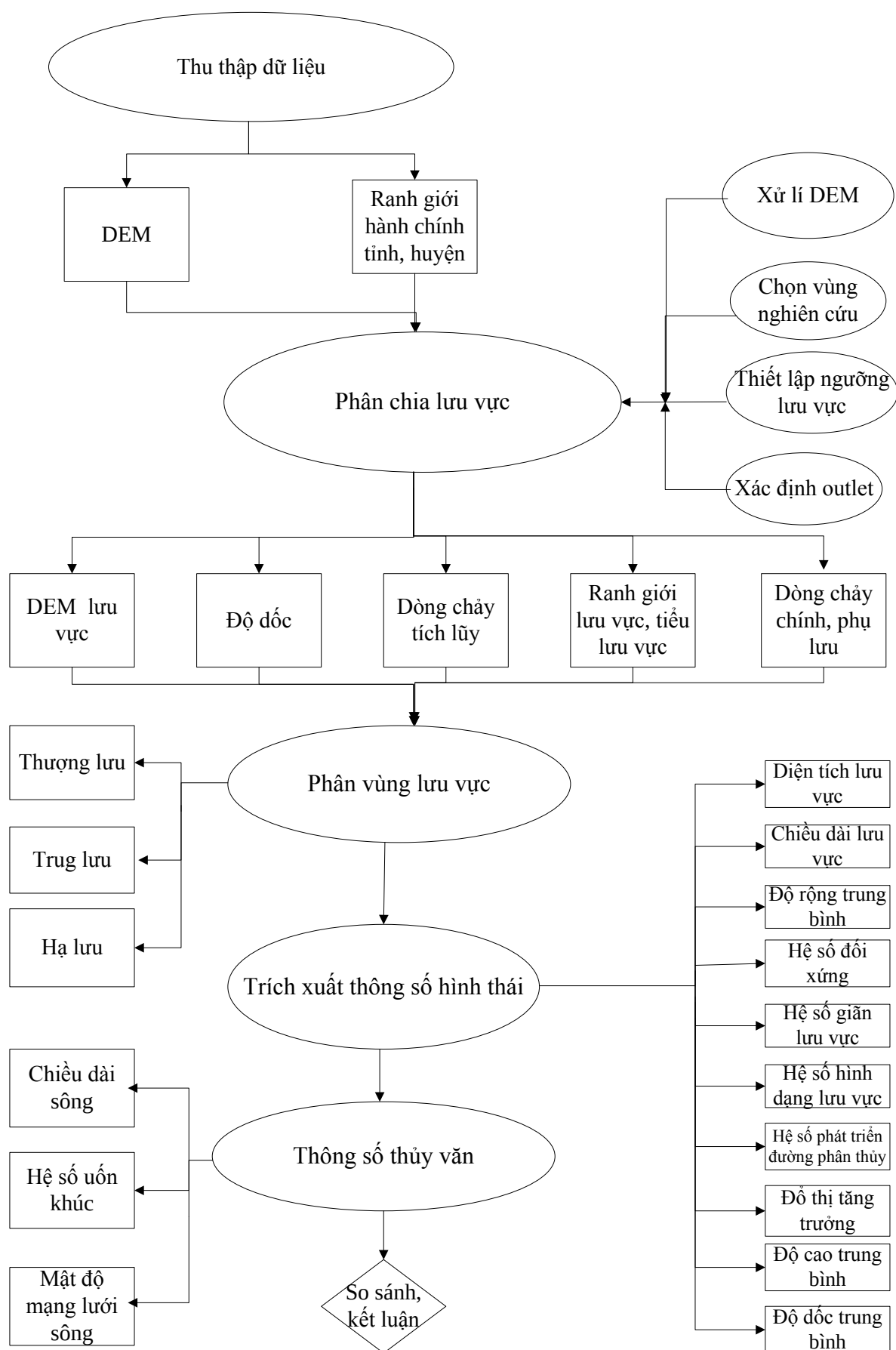
3.1. Dữ liệu

Dữ liệu DEM lấy từ nguồn dữ liệu của ASTER/GDEM, độ phân giải 30m, ở định dạng Arc Grid. Có thể tải DEM từ web: <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/search.jsp>.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thực hiện thể hiện ở Hình 3.1. Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài, phương pháp thực hiện được sử dụng là việc kết hợp sử dụng hai mô hình SWAT và các phương pháp tính toán trong phần mềm ArcMap.

Trong mô hình SWAT từ dữ liệu DEM xác định ranh giới lưu vực khu vực nghiên cứu đồng thời có được các lớp dữ liệu quan trọng phục vụ cho các bước nghiên cứu tiếp theo. Dựa vào các tài liệu địa lý thủy văn phân vùng lưu vực thành các khu vực thượng lưu – trung lưu – hạ lưu. Từ đó tiến hành trích xuất và biên tập lại các thông số hình thái và thủy văn cho từng khu vực thông qua các bảng thống kê báo cáo, đưa ra các nhận xét và kết luận.



Hình 3.1. Sơ đồ tiến trình thực hiện

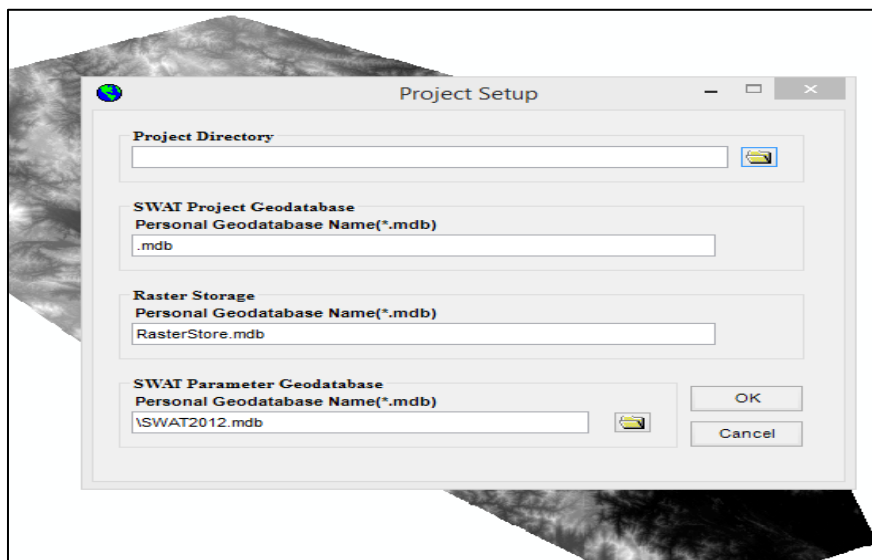
CHƯƠNG 4. KẾT QUẢ, THẢO LUẬN

4.1. Phân định lưu vực

4.1.1. Tạo đồ án SWAT

Trước khi phân định lưu vực, cần tiến hành tạo đồ án SWAT. Giao diện thiết lập đồ án SWAT được thể hiện như Hình 3.2 với các tùy chọn như sau:

- Project Directory: Thư mục lưu trữ đồ án.
- Mục “SWAT Project Geodatabase” sẽ tự động chuyển thành tên giống tên đã tạo trong đĩa cứng và có đuôi “.mdb” và CSDL địa lý dạng raster sẽ có tên “RasterStore.mdb”.
- Mục “SWAT Parameter Geodatabase” sẽ tự động kết nối với cơ sở dữ liệu SWAT2012.mdb đã có sẵn trong folder ArcSWAT đã cài đặt.

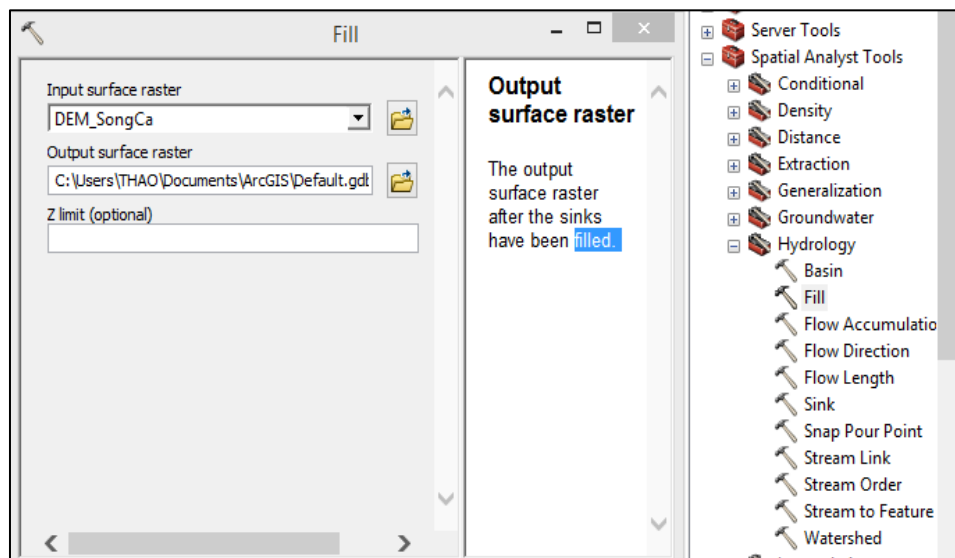


Hình 4.1. Giao diện đồ án SWAT

4.1.2. Xử lý DEM

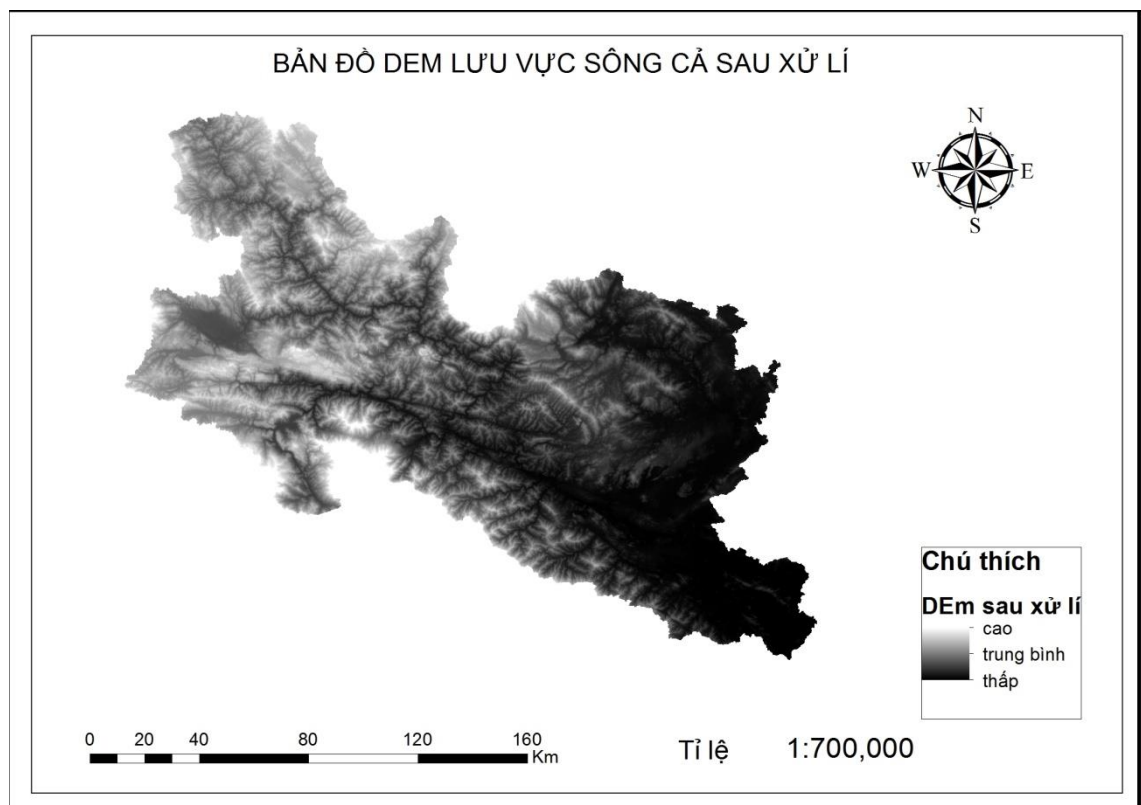
Sau khi tạo đồ án SWAT, sử dụng chức năng Watershed Delineation để phân định lưu vực. Vì DEM sau khi tải về có những sai sót về dữ liệu độ cao do độ cao ở các ô lưới nào đó có thể thấp hơn nhiều so với khu vực xung quanh do vậy bước đầu tiên trong tiến trình là xử lý DEM. Việc hiệu chỉnh DEM được dựa trên nguyên tắc

nội suy độ cao của 1 ô lưới từ độ cao của các ô lưới xung quanh. Trong ArcSWAT sử dụng Fill trong Hydrology để tiến hành bước hiệu chỉnh.



Hình 4.2. Công cụ hiệu chỉnh DEM

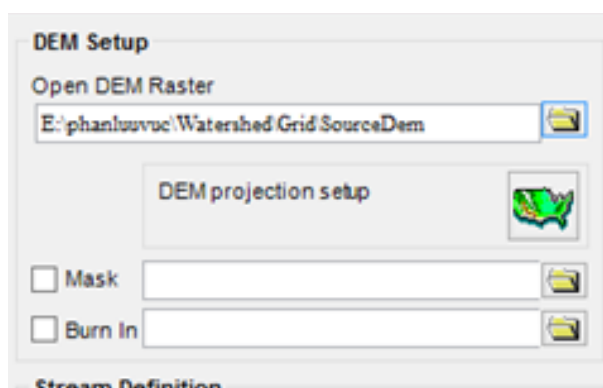
Bản đồ DEM sau khi hiệu chỉnh có sự chính xác về độ cao nhằm phân chia lưu vực và tính toán các thông số chính xác hơn.



Hình 4.3. Bản đồ DEM sau khi xử lý

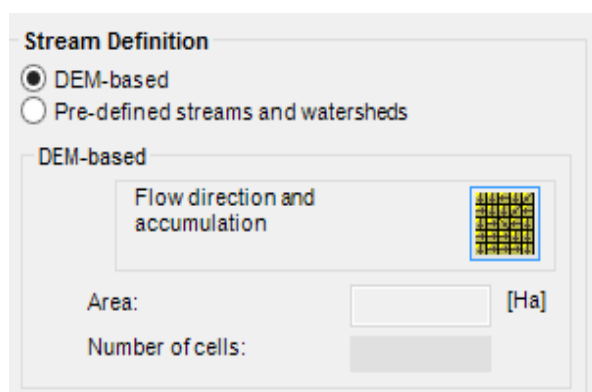
4.1.3. Định nghĩa dòng chảy

Chọn mục “Automatic Watershed Delineation” (Tạo ranh giới lưu vực tự động) từ menu “Watershed Delineation”. Khi đó cửa sổ giao diện “Watershed Delineation” xuất hiện như Hình 4.4.



Hình 4.4. Thiết lập dòng chảy trong SWAT

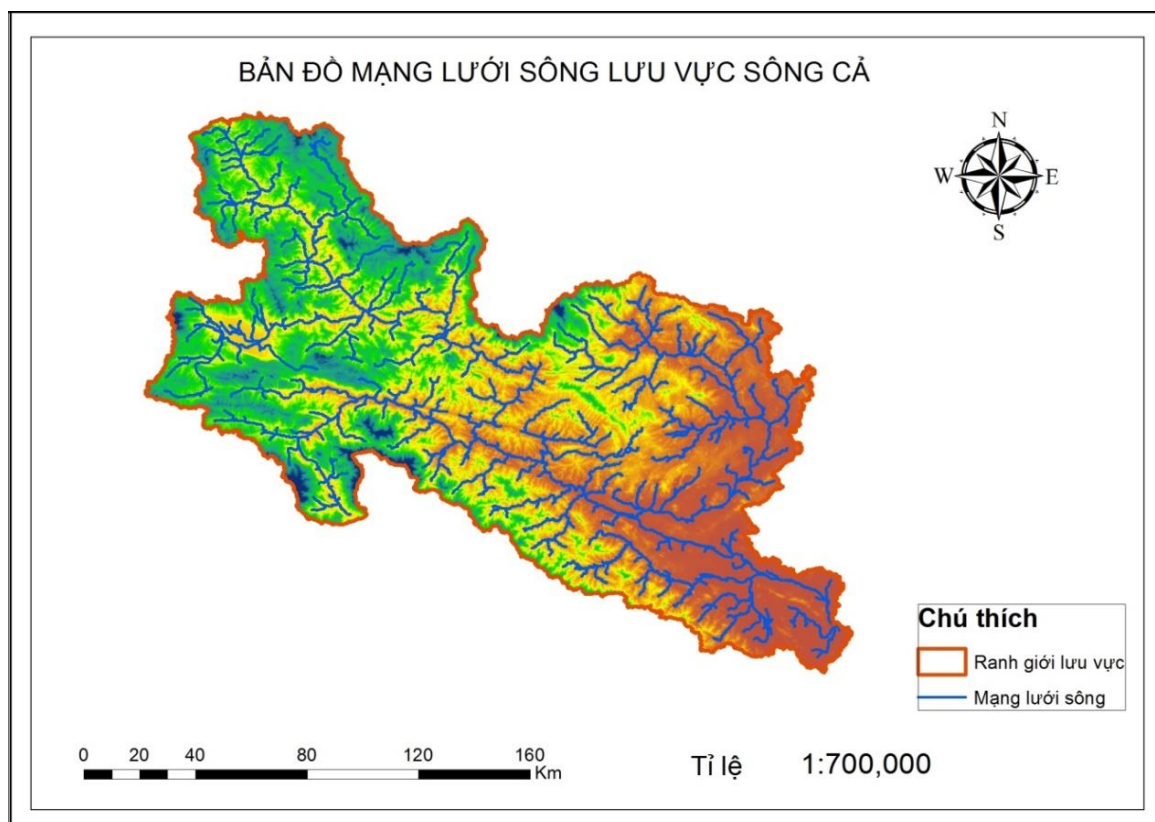
- Tính toán hướng dòng chảy, dòng chảy tích lũy: Phần mềm sẽ tự động phân chia lưu vực theo nguyên lý chảy 8 hướng D8, phương pháp này sẽ lấp đầy các hố sâu trên bản đồ địa hình DEM, sau đó tính toán tạo ra tập tin grid hướng dòng chảy và tích lũy dòng chảy để sau này chúng được sử dụng vào mục đích xác định mạng lưới sông ngòi và ranh giới lưu vực như Hình 4.5.



Hình 4.5. Tính toán và thiết lập ngưỡng dòng chảy

Thiết lập ngưỡng dòng chảy (2000 ha), cho ra mạng lưới dòng chảy, cửa xả: Thiết lập ngưỡng dòng chảy càng nhỏ, mạng lưới sông ngòi càng chi tiết, hình thành các tiểu lưu vực càng nhỏ. Tùy vào mục đích phân chia tiểu lưu vực cho từng lĩnh

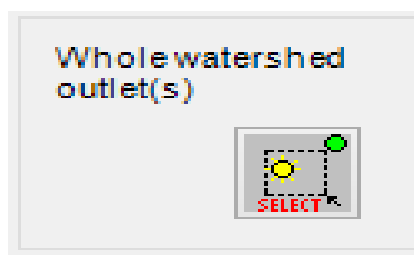
vực và diện tích của lưu vực nghiên cứu mà thiết lập ngưỡng lưu vực một cách hợp lí. sau tiến trình mạng lưới sông ngòi được hình thành, thể hiện ở Hình 4.6.



Hình 4.6. Mạng lưới sông ngòi

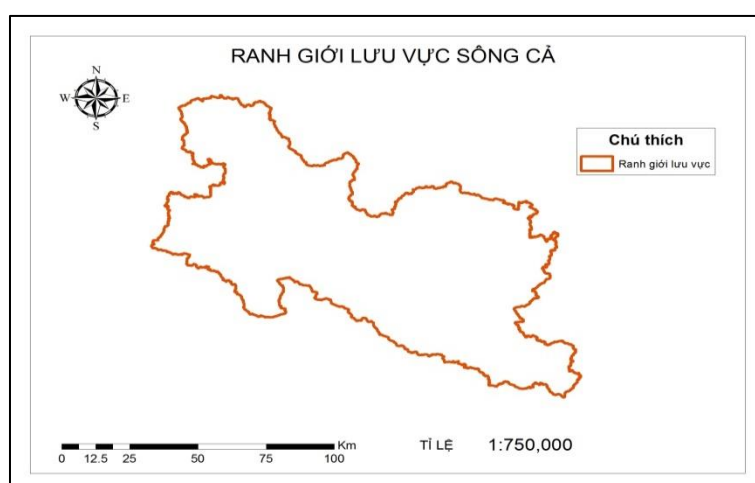
4.1.4. Lựa chọn cửa xả lưu vực

Xác định outlet của lưu vực, lựa chọn một đầu ra thích hợp sao cho outlet là điểm kết thúc của mạng lưới sông vừa được thiết lập. Sau khi chọn được 1 điểm outlet thích hợp, click chuột trái khoanh một vùng xung quanh outlet được chọn. Sau khi chọn điểm được chọn sẽ hiển thị màu xanh nhạt, biểu thị outlet đầu ra của lưu vực.



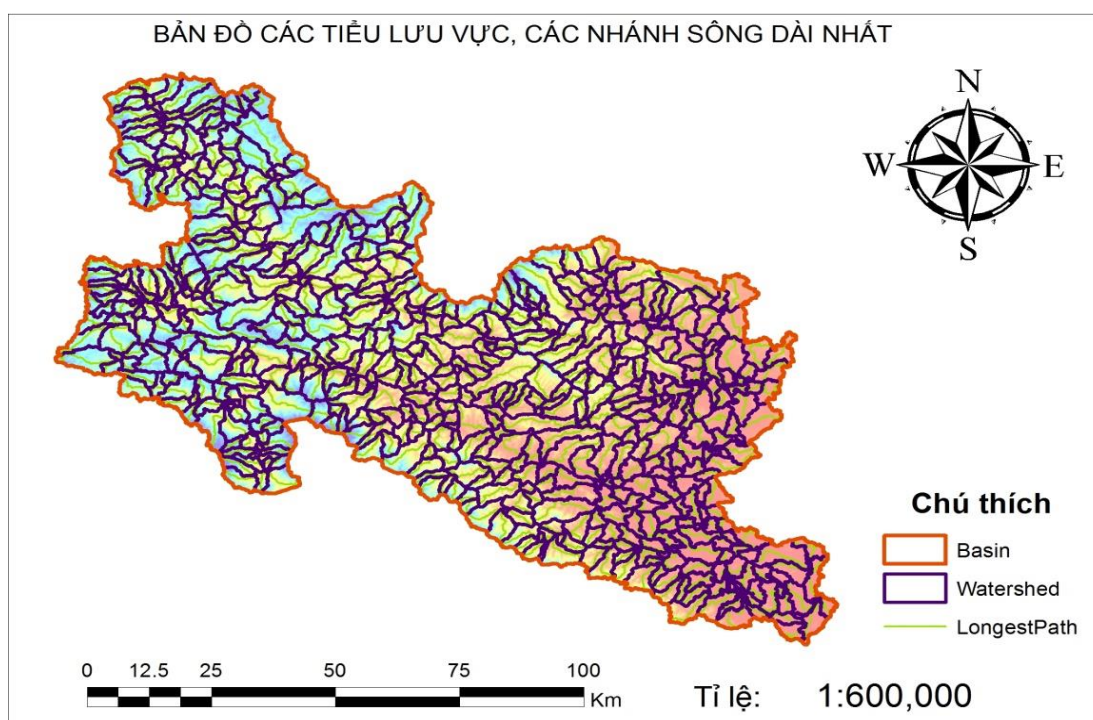
Hình 4.7. Chọn outlet

Xác định ranh giới lưu vực là quá trình ArcSWAT tự động vạch ranh giới lưu vực, sau khi quá trình sẽ cho ra được mạng lưới của lưu vực xác định. Ranh giới lưu vực chính là đường bao quanh toàn bộ lưu vực, cho ta thấy được hình dạng tổng quát của lưu vực như Hình 4.8.



Hình 4.8. Ranh giới lưu vực

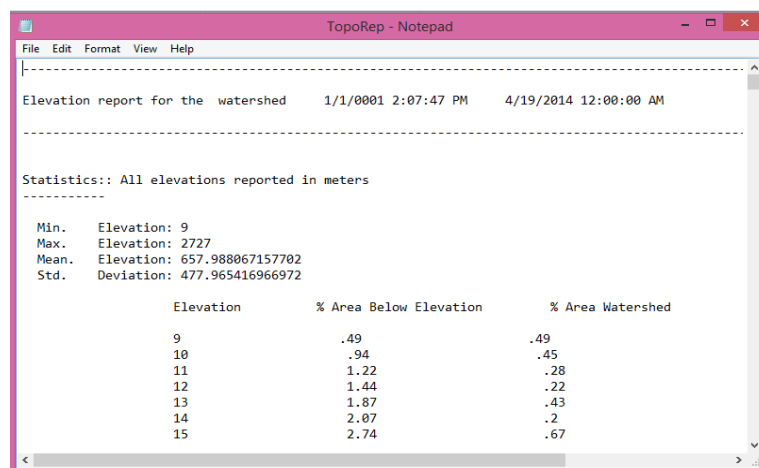
“Calculate Subbasin Parameters” (tính toán thông số các lưu vực con) tính toán thông số các tiểu lưu vực và các đoạn sông suối. Cho ra nguồn dữ liệu ranh giới lưu vực, các đoạn sông dài nhất, các tiểu lưu vực thể hiện trong Hình 4.9.



Hình 4.9. Các tiểu lưu vực, đường nhánh sông dài nhất

4.1.5. Tính toán các thông số tiểu lưu vực

SWAT cho phép xuất phiếu kết quả độ cao lưu vực dưới dạng bảng thống kê như Hình 4.10.



Elevation report for the watershed 1/1/0001 2:07:47 PM 4/19/2014 12:00:00 AM

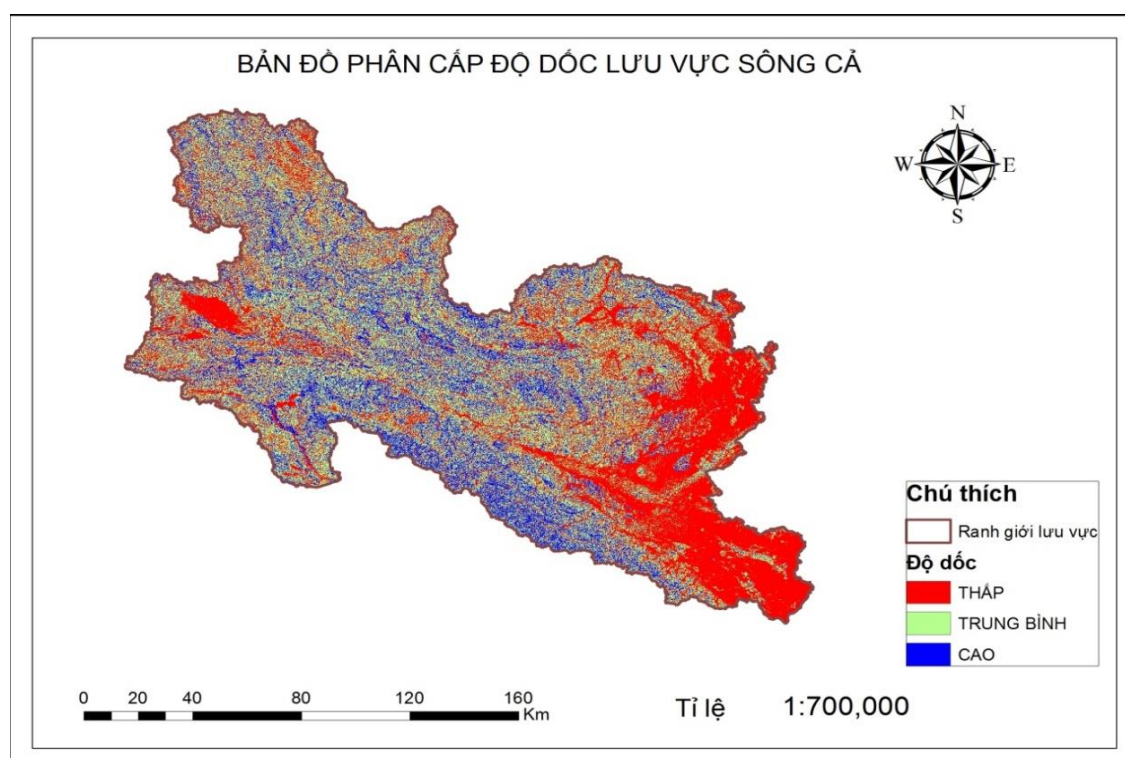
Statistics:: All elevations reported in meters

Min.	Elevation: 9
Max.	Elevation: 2727
Mean.	Elevation: 657.988067157702
Std.	Deviation: 477.965416966972

Elevation	% Area Below Elevation	% Area Watershed
9	.49	.49
10	.94	.45
11	1.22	.28
12	1.44	.22
13	1.87	.43
14	2.07	.2
15	2.74	.67

Hình 4.10. Báo cáo độ cao lưu vực

Ngoài ra, SWAT cho phép lưu trữ các dạng file dữ liệu kết quả dưới dạng Raster của các thông số tiểu lưu vực như độ cao, độ dốc... Trong Hình 4.11 ArcMap hiển thị độ dốc của lưu vực. SWAT cũng có thể tính toán diện tích và chu vi của các tiểu lưu vực và được lưu trữ trong các bảng thuộc tính của đối tượng.



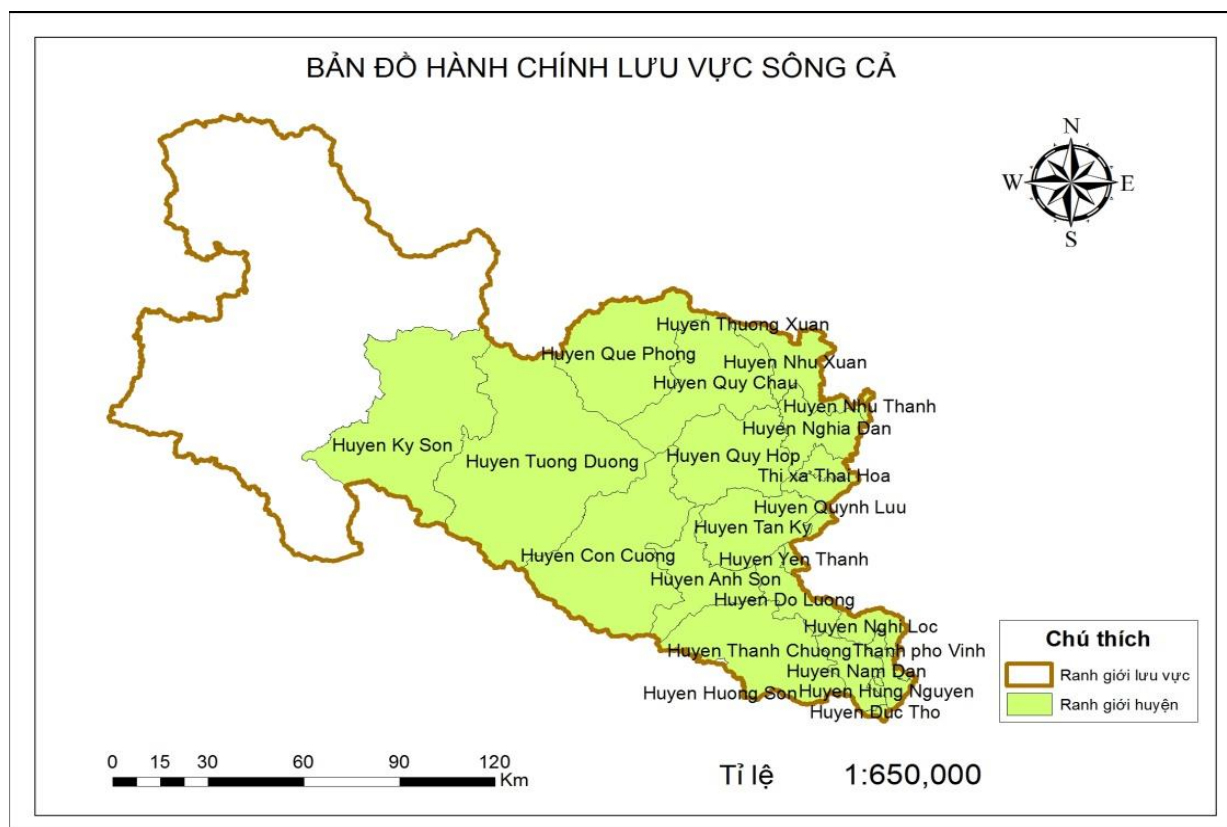
Hình 4.11. Bản đồ độ dốc lưu vực

4.2. Phân vùng thượng lưu – trung lưu – hạ lưu lưu vực

Dựa trên tham khảo những nguồn tài liệu, nhận thấy chưa có một quy định chính thức chung nào về việc phân vùng lưu vực một cách cụ thể. Chính vì thế trong phạm vi đề tài, nghiên cứu tiến hành phân vùng thượng - trung và hạ lưu dựa trên lớp ranh giới hành chính của các huyện trong các tài liệu địa lí và dựa trên giá trị độ cao của các khu vực.

Nguyên tắc chia vùng lưu vực thực hiện theo các bước:

- Chồng lớp ranh giới huyện lên ranh giới lưu vực theo phép toán giao nhau, sử dụng công cụ Intersect. Sau đó gộp các huyện vào từng vùng khác nhau dựa trên tài liệu địa lí thủy văn các đơn vị hành chính thuộc các khu vực trong lưu vực lần lượt như sau:
 - Thượng lưu bao gồm: Quế Phong, Quỳnh Châu, Kỳ Sơn, Tương Dương, Con Cuông.
 - Trung lưu bao gồm: Nghĩa Đàn, Quỳnh Hợp,
 - Anh Sơn, Thanh Chương.
 - Hạ lưu bao gồm: Đô Lương, Nam Đàn, Hưng Nguyên, Nghi Lộc, Diễn Châu.



Hình 4.12. Chồng ranh giới huyện

• Ngoài ra do các khu vực thượng lưu, trung lưu, hạ lưu là những khu vực địa lý được phân bố liên mạch, chính vì thế việc biên tập lại từng khu vực theo phân ngưỡng độ cao là một công việc cần thiết và hiệu quả. Từ các thông số có được trong tiến trình SWAT bao gồm: Độ cao nhỏ nhất, độ cao lớn nhất, độ cao trung bình và độ lệch chuẩn, tiến hành chia vùng lưu vực thành ba ngưỡng độ cao như sau:

- Vùng thấp trung: Là vùng nằm trong khoảng độ cao nhỏ nhất đến độ cao là hiệu của độ cao trung bình trừ và độ lệch chuẩn.
- Vùng cao: Được lấy từ ngưỡng độ cao tổng của độ cao trung bình và độ lệch chuẩn đến độ cao lớn nhất
- Vùng độ cao trung bình: Khoảng độ cao còn lại.

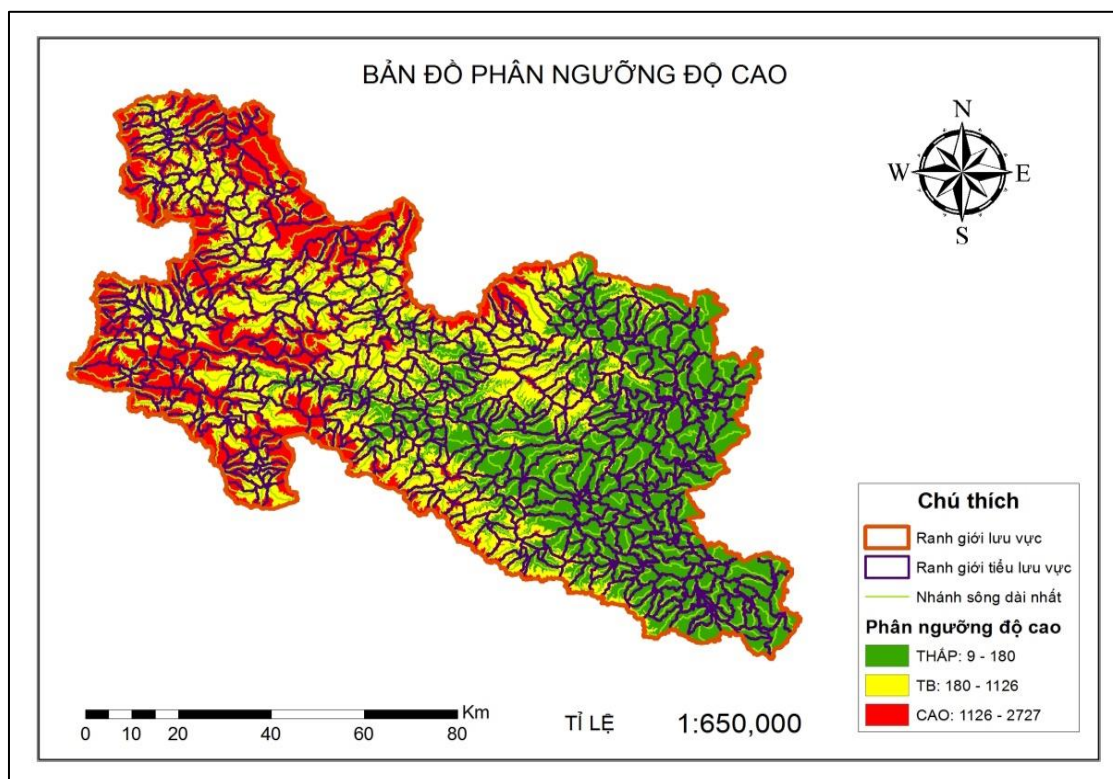
Ta có độ cao của từng vùng thể hiện trong Bảng 4.1.

Bảng 4.1. Bảng chia khoảng độ cao của lưu vực

Thông số	Nhỏ	Lớn	Trung	Độ	Khoảng biến thiên
----------	-----	-----	-------	----	-------------------

	nhất	nhất	bình	lệch chuẩn	Vùng thấp trùng	Vùng độ cao TB	Vùng cao
Giá trị độ cao (m)	9	2727	658	478	9 – 180	180 – 1126	1126 – 2727

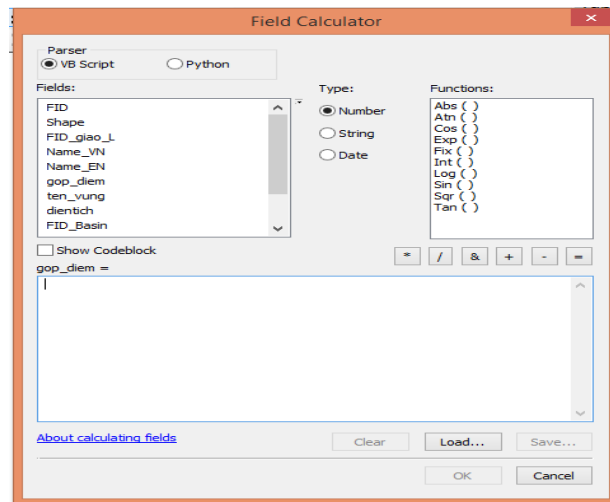
Sau khi phân chia lưu vực ta được như Hình 4.13.



Hình 4.13. Phân vùng theo độ cao

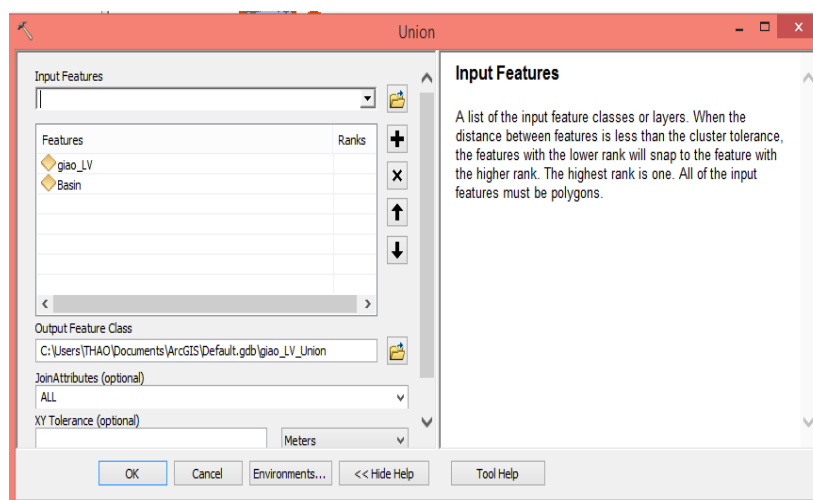
Từ yếu tố địa hình bổ sung các huyện: Như Thành, Như Xuân và thị xã Thái Hòa vào khu vực trung lưu, bổ sung các huyện: Yên Thành, Hương Xuân, Hương Sơn, Đức Thọ và thành phố Vinh vào khu vực hạ lưu.

- Biên tập lại ranh giới cho ba vùng lưu vực: sau khi có đầy đủ các huyện nằm trong lưu vực, trong bảng thuộc tính tạo thêm một trường mới nhằm mục đích gán các đối tượng trong cùng một lưu vực vào một mã vùng giống nhau. Gán mã vùng cho từng khu vực bằng công cụ tính toán Field Caculator trong hộp thoại tùy chọn của bảng thuộc tính như Hình 4.14.



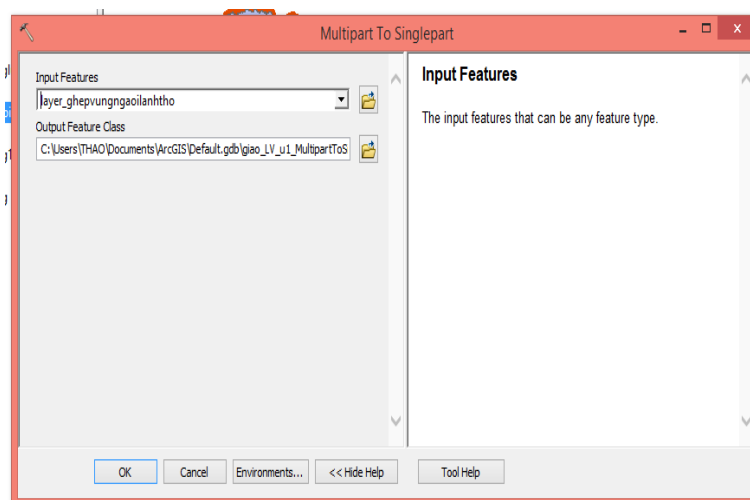
Hình 4.14. Gán nhãn cho khu vực trong công cụ Field Calculator

- Do một phần của lưu vực nằm ngoài lãnh thổ Việt Nam chính vì thế không thể dùng ranh giới hành chính để phân vùng lưu vực cho khu vực này. Dùng công cụ Union ghép hai Layer để tạo ra đối tượng mới, như Hình 4.15. Dùng lớp Layer bao gồm các huyện giao với lưu vực vừa có ở trên ghép với lớp Basin của lưu vực từ tiến trình chạy SWAT ta có thêm một đối tượng mới trong bảng thuộc tính, đó chính là phần ngoài lãnh thổ của lưu vực vừa được thêm vào, quy định mã vùng cho đối tượng mới vào trong phần thượng lưu. Như vậy, đã hoàn thành việc xác định khu vực địa lí trong phạm vi toàn lưu vực.



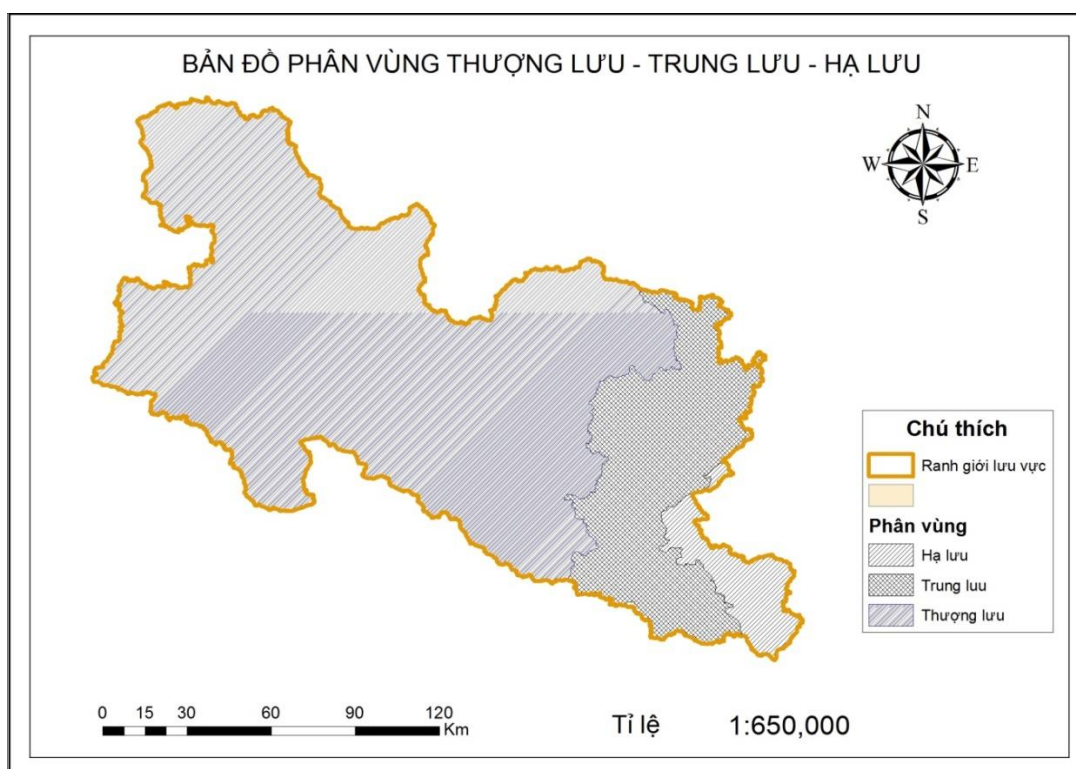
Hình 4.15. Tạo lớp giao tìm vùng nằm ngoài biên giới

- Hiệu chỉnh các phần thừa trong ranh giới: Trong quá trình biên tập, trong lưu vực có một số đơn vị diện tích nhỏ thuộc phần ranh giới ngoài lưu vực là không cần thiết, chính vì vậy cần loại bỏ các phần nhỏ này để thuận tiện cho việc trích xuất các thông số khác trên cả lưu vực lớn. Trong ArcMap dùng công cụ “Multipart to Singlepart” phân chia lưu vực, tạo ra lớp layer mới có trường thuộc tính bao gồm các phần đã được tách ra rời rạc, trong trường thuộc tính này, xóa các đối tượng nhỏ nằm ngoài biên giới quốc gia nằm trong lưu vực.



Hình 4.16. Biên tập lại khu vực thừa trong lưu vực

Sau các bước phân chia lưu vực, ba khu vực thượng lưu, trung lưu, hạ lưu của lưu vực được hình thành, thể hiện trong Hình 4.17. Xét một cách tổng quát, sông Cả là một lưu vực sông lớn. Vùng thượng lưu của lưu vực sông có diện tích khá lớn, lớn hơn tổng diện tích của trung lưu và hạ lưu. Toàn lưu vực nằm nghiêng theo hướng nghiêng của địa hình.



Hình 4.17. Bản đồ phân vùng thượng lưu, trung lưu, hạ lưu

4.3. Thông số hình thái

4.3.1. Diện tích lưu vực

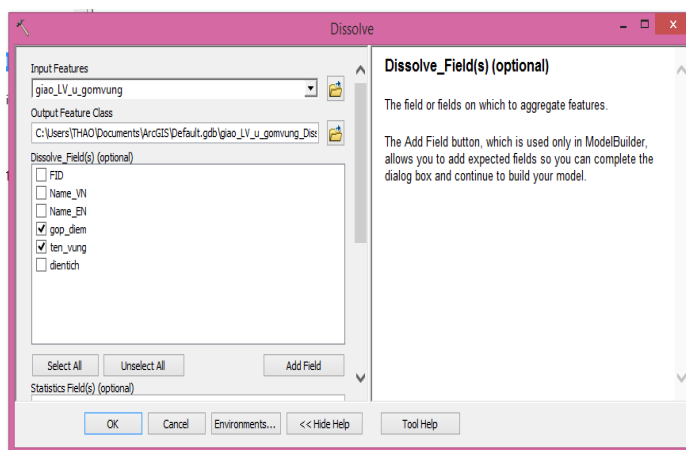
Diện tích các đơn vị hành chính trong lưu vực: Từ bảng thuộc tính các huyện xuất ra Excel bảng thống kê các diện tích các huyện trong lưu vực. Ta có bảng thống kê diện tích các huyện trong lưu vực như Bảng 4.2.

Từ bảng thống kê cho thấy, diện tích toàn vùng là 230.9502,19 (ha). Trong đó hạ lưu chứa nhiều đơn vị hành chính cấp huyện nhất. Thượng lưu là vùng bao gồm cả phần diện tích các huyện trong và ngoài biên giới quốc gia. Lưu vực bao gồm phần diện tích của ba tỉnh: Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh và chủ yếu là trong diện tích tỉnh Nghệ An.

Bảng 4.2. Bảng diện tích các huyện trong khu vực

Tên vùng	Tên huyện	Tên tỉnh	Quốc gia	Diện tích (ha)
Thượng lưu	Huyện Con Cuông	Nghệ An	Việt Nam	174386,19
	Huyện Kỳ Sơn	Nghệ An	Việt Nam	208363,00
	Huyện Quế Phong	Nghệ An	Việt Nam	124887,12
	Huyện Quỳnh Châu	Nghệ An	Việt Nam	107716,25
	Huyện Tương Dương	Nghệ An	Việt Nam	280883,30
	Vùng ngoài lãnh thổ	Chưa xác định	Lào	841593,61
Trung lưu	Huyện Anh Sơn	Nghệ An	Việt Nam	60415,98
	Huyện Nghĩa Đàn	Nghệ An	Việt Nam	55733,97
	Huyện Quỳnh Hợp	Nghệ An	Việt Nam	93929,19
	Huyện Tân Kỳ	Nghệ An	Việt Nam	72461,47
	Huyện Thanh Chương	Nghệ An	Việt Nam	112709,56
	Thị xã Thái Hòa	Nghệ An	Việt Nam	12431,82
	Huyện Như Thanh	Thanh Hóa	Việt Nam	3378,30
	Huyện Như Xuân	Thanh Hóa	Việt Nam	46281,16
Hạ lưu	Huyện Đô Lương	Nghệ An	Việt Nam	34788,26
	Huyện Hưng Nguyên	Nghệ An	Việt Nam	15078,45
	Huyện Nam Đàn	Nghệ An	Việt Nam	29308,29
	Huyện Nghi Lộc	Nghệ An	Việt Nam	19819,69
	Huyện Quỳnh Lưu	Nghệ An	Việt Nam	409,62
	Huyện Yên Thành	Nghệ An	Việt Nam	9475,36
	Thành phố Vinh	Nghệ An	Việt Nam	2501,76
	Huyện Thường Xuân	Thanh Hóa	Việt Nam	4,13
	Huyện Đức Thọ	Hà Tĩnh	Việt Nam	2357,01
	Huyện Hương Sơn	Hà Tĩnh	Việt Nam	588,71
Tổng diện tích toàn lưu vực				2.309.502,46

Dùng công cụ Dissolve mục đích gom nhóm các đối tượng trong từng vùng thượng lưu, trung lưu, hạ lưu.



Hình 4.18. Gom nhóm các khu vực thượng-trung-hạ lưu

Sau khi gom nhóm trong bảng xuất hiện ba đối tượng thượng lưu, trung lưu và hạ lưu. Dùng công cụ Calculate Geometry tính diện tích từng khu vực theo đơn vị (ha). Export thông tin diện tích lưu vực ra bảng Excel. Tiến hành biên tập, như ở Bảng 4.3.

Bảng 4.3. Bảng thống kê diện tích theo khu vực

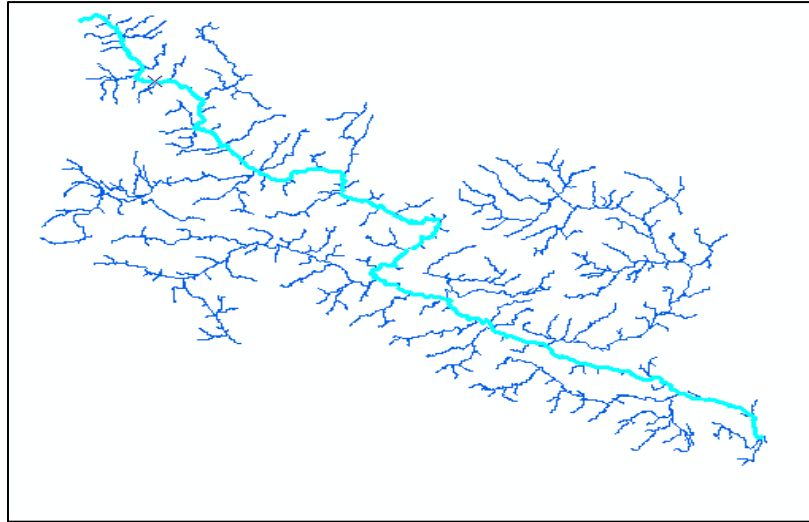
STT	Vùng lưu vực	Diện tích (ha)
1	Thượng lưu	1.737.829,73
2	Trung lưu	457.341,46
3	Hạ lưu	114.331,27
4	Toàn lưu vực	2.309.502,46

Nhận xét: Bảng thống kê cho thấy diện tích các khu vực giảm dần từ thượng lưu xuống hạ lưu. Điều đó cho thấy thời gian truyền lũ và hình thành lũ ở trong khu vực hạ lưu chậm hơn do diện tích của thượng lưu lớn hơn nhiều so với hai khu vực còn lại. Tuy vậy, sau khi hình thành thì lũ ở trung lưu và hạ lưu có khả năng lên nhanh, hiện tượng ngập úng lũ quét khả năng xảy ra là rất lớn do áp lực dòng chảy đổ về quá lớn.

4.3.2. Chiều dài lưu vực

- Xác định sông chính

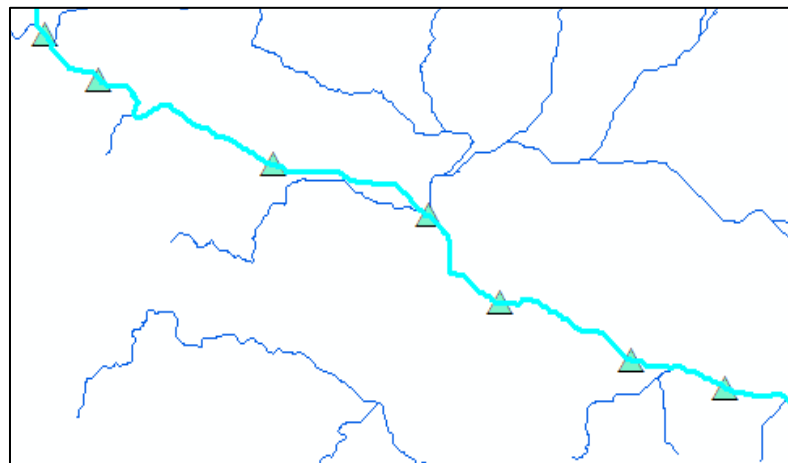
Trong trường “Reach” chọn con sông dài nhất trong lưu vực. Con sông này được tạo nên từ nhiều đoạn thẳng khác nhau kéo dài từ thượng lưu về điểm cuối của hạ lưu. Tiến hành chọn các đối tượng và xuất ra thành một đối tượng mới là nhánh sông dài nhất.



Hình 4.19. Chọn nhánh sông dài nhất

- Chuyển sang điểm (trung điểm)

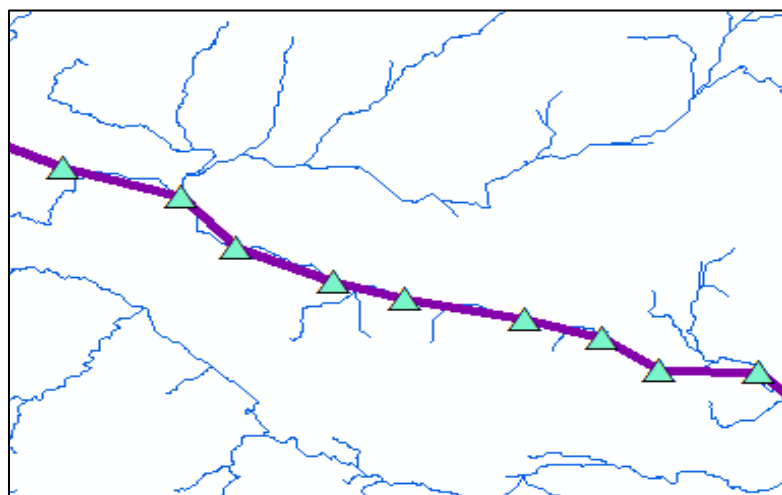
Sử dụng công cụ Feature Verticel to Point để tập hợp các đoạn. Sau khi tập hợp các đoạn thẳng với nhau, tạo trường Mid để tính trung điểm của từng đoạn. Ta xác định được trung điểm của từng đoạn.



Hình 4.20. Xác định các trung điểm từng đoạn

- Nối lại thành đường mới

Sử dụng chức năng Point to Line để nối các điểm thành một đường thẳng.

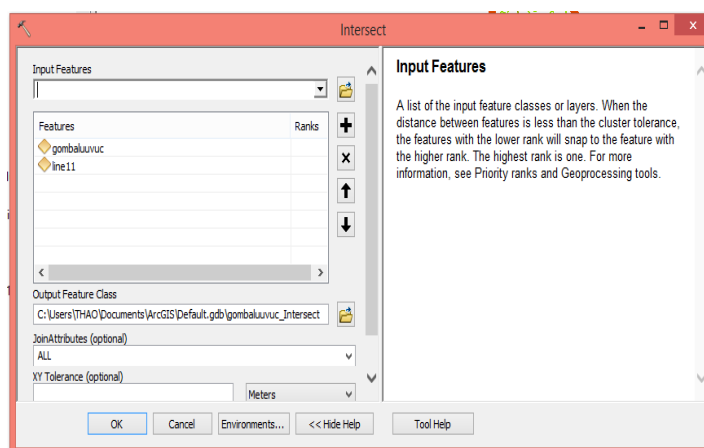


Hình 4.21. Nối các trung điểm

- Kéo dài đường mới cắt ranh giới lưu vực (bắt dính theo dòng chảy xa nhất)

Bật công cụ editor, dùng công cụ bắt dính theo con nhánh sông dài nhất giao với ranh giới lưu vực.

- Giao lớp đường mới với lớp phân vùng lưu vực: Dùng phép giao Intersect lấy ra các đường giao của lớp đường và lớp phân vùng lưu vực.



Hình 4.22. Chia độ dài cho từng khu vực

- Tính chiều dài đoạn sông chảy qua từng vùng trên lưu vực:

Tạo trường Length, sử dụng công cụ Calculate Geometry tính toán độ dài của từng khu vực theo đơn vị km. Từ bảng thuộc tính xuất ra Excel tiến hành biên tập bảng báo cáo thống kê độ dài thể hiện như Bảng 4.4.

Bảng 4.4. Bảng thống kê độ dài theo từng khu vực

Bảng thống kê độ dài theo từng khu vực		
STT	Khu vực	Độ dài (km)
1	Thượng lưu	271,33
2	Trung lưu	36,97
3	Hạ lưu	53,13
4	Toàn lưu vực	361,44

Nhận xét: Chênh lệch từ diện tích từng vùng, độ dài sông của từng khu vực có sự chênh lệch tương tự giữa thượng lưu với trung lưu và hạ lưu. Thượng lưu có độ dài lớn cho thấy tốc độ truyền lũ chậm hơn, thời gian hình thành lũ chậm hơn.

4.3.3. Độ rộng lưu vực

Độ rộng của lưu vực là tỉ số của diện tích và độ dài của lưu vực do đó từ các bảng thống kê, dẫn xuất độ rộng lưu vực theo Bảng 4.5.

Bảng 4.5. Bảng thống kê độ rộng theo từng khu vực

STT	Khu vực	Diện tích(ha)	Độ dài (km)	Độ rộng (km)
1	Thượng lưu	1.737.829,73	271,33	6.404,76
2	Trung lưu	457.341,46	36,98	12.368,75
3	Hạ lưu	114,331,27	53,13	2.151,88
4	Toàn lưu vực	2.309.502,46	361,44	6.389,71

Nhận xét: Lưu vực có xu hướng co ở hai đầu lưu vực và phình ra ở phần trung lưu. Do đó, khu vực trung lưu thường có lũ lên nhanh hơn, có khả năng xảy ra ngập úng lớn hơn. Ở khu vực này hiện tượng lũ quét có nguy cơ xảy ra nhiều hơn. Độ rộng của hạ lưu và trung lưu bé hơn nhiều so với phần thượng lưu do vậy lũ ở lưu vực sông Cả thường lên nhanh nhưng xuống chậm có khi kéo dài cả tuần lễ.

4.3.4. Hệ số giãn lưu vực

Hệ số giãn nở lưu vực là đại lượng đặc trưng cho tỷ số của độ dài và diện tích lưu vực. Hệ số này thể hiện cho mức độ thay đổi hình dạng lưu vực khi bị ảnh hưởng của các tác nhân từ bên ngoài. Các tác nhân như: Cắt xẻ địa hình, biến đổi dòng chảy... Hệ số giãn nở lưu vực được dẫn xuất từ độ dài và diện tích lưu vực. Sau khi tính toán và biên tập trong phần mềm Excel, thể hiện trong Bảng 4.6.

Bảng 4.6. Hệ số giãn lưu vực

Khu vực	Độ dài (km)	Diện tích (km ²)	Hệ số giãn lưu vực
Thượng lưu	271,33	1.737.829,73	0,04
Trung lưu	36,98	457.341,46	0
Hạ lưu	53,13	114.331,27	0,02
Toàn lưu vực	361,44	2.309.502,46	0,06

Nhận xét: Hệ số giãn khá nhỏ, chứng tỏ lưu vực sông Cả ít biến dạng địa hình khi chịu tác động. Ở trung lưu và hạ lưu ít hoặc không biến đổi. Trong ba khu vực, vùng thượng lưu dễ biến dạng địa hình khi có các tác động nhất.

4.3.5. Hệ số hình dạng lưu vực

Hệ số hình dạng lưu vực thể hiện cho tỉ số giữa chiều rộng và độ dài lưu vực sông. Do vậy có thể dễ dàng dẫn xuất được hệ số lưu vực từ chiều rộng và chiều dài đã có. Tính toán và biên tập ở phần mềm Excel như trong Bảng 4.7.

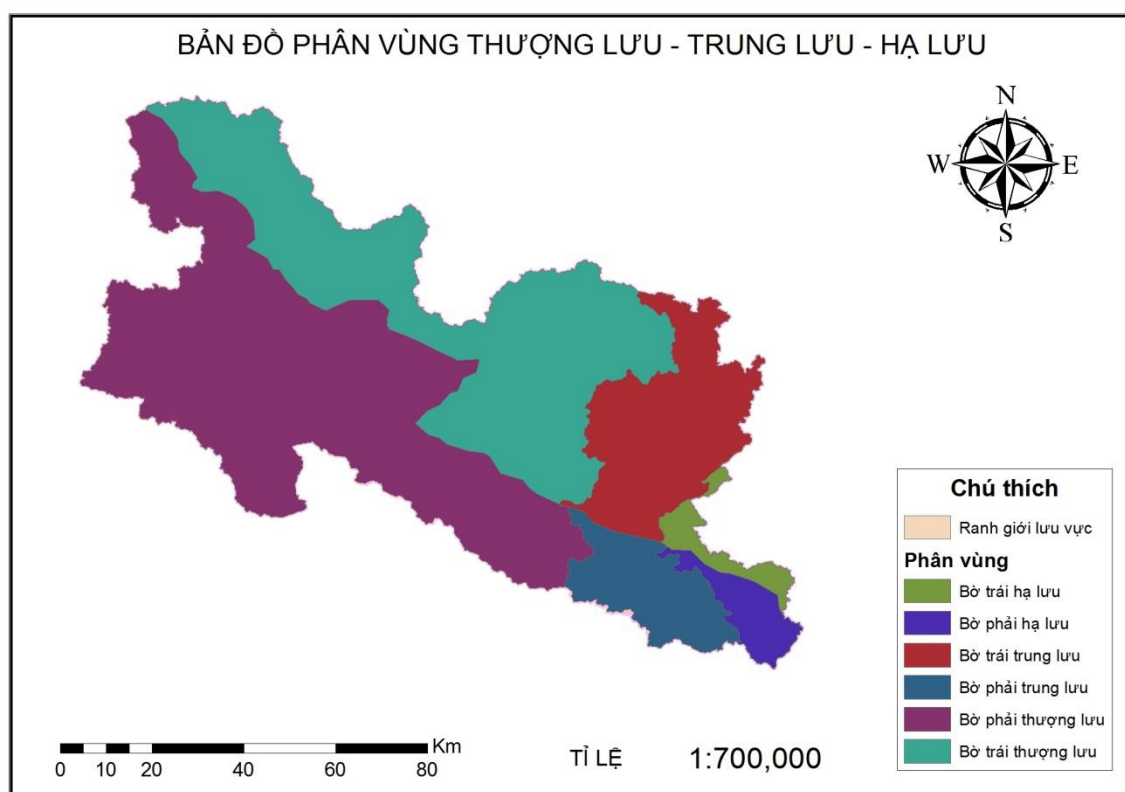
STT	Khu vực	Độ dài (km)	Độ rộng (km)	Hệ số hình dạng
1	Thượng lưu	53,13	2151,88	40,50
2	Trung lưu	36,98	12.368,75	334,51
3	Hạ lưu	271,33	6404,76	23,60
4	Toàn lưu vực	361,44	6389,71	17,68

Nhận xét: Từ hệ số có thể nhận định được hình dạng của từng khu vực, trong lưu vực độ rộng lớn hơn độ dài. Toàn lưu vực có dạng hình thang nằm vuông góc với địa hình lưu vực. Điều đó thể hiện rõ nhất ở khu vực trung lưu.

4.3.6. Hệ số đối xứng lưu vực

Hệ số đối xứng của lưu vực thể hiện cho việc phân bố địa hình giữa bờ trái và bờ phải của lưu vực. Để tiến hành phân chia bờ trái và bờ phải theo từng khu vực dùng công cụ Split phân chia các vùng lưu vực theo đường ranh giữa bờ trái và bờ

phải. Đường ranh giới được lấy là đường thẳng dùng để tính chiều dài lưu vực ở phần trên.



Hình 4.23. Phân chia bờ trái bờ phải theo từng khu vực

Hệ số đối xứng của lưu vực được dẫn xuất từ diện tích bờ trái, bờ phải của lưu vực. Thực hiện biên tập bảng thống từ dữ liệu được xuất ra từ bảng thuộc tính của tiến trình phân chia bờ trái, bờ phải của lưu vực như Hình 4.23. Từ bảng thuộc tính, Export dữ liệu theo dạng Excel, tiến hành biên tập và tính toán. Hệ số đối xứng được thể hiện như trong Bảng 4.7.

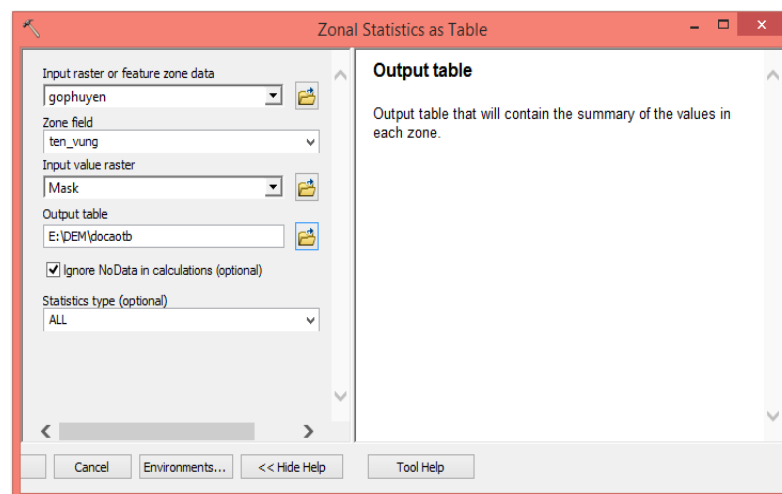
Bảng 4.7. Bảng thống kê hệ số đối xứng lưu vực

STT	Khu vực	Diện tích bờ trái (ha)	Diện tích bờ phải (ha)	Hệ số đối xứng lưu vực
1	Thượng lưu	741.280,29	996.502,7	-0,29
2	Trung lưu	307.980,47	149.817,56	0,69
3	Hạ lưu	47.994,4	65.926,78	-0,31
4	Toàn lưu vực	1.097.255,16	1.212.247,04	-0,1

Nhận xét: Xét một cách tổng thể toàn lưu vực có hệ số đối xứng nhỏ chứng tỏ hai phần bờ trái và bờ phải của lưu vực khá cân xứng với nhau. Ở hạ lưu diện tích bờ phải lớn hơn bờ trái từ đó có thể nhận thấy các nhánh sông chủ yếu bồi đắp bờ phải hạ lưu. Vùng trung lưu có diện tích bờ trái lớn hơn bờ phải còn thượng lưu có diện tích nghiêng về bên phải.

4.3.7. Độ cao trung bình

Độ cao trung bình là yếu tố quan trọng để xác định hướng nghiêng của địa hình và xác định hướng của dòng chảy. Công cụ “Zonal Statistics as Table” của ArcMap cho phép xuất độ cao của từng khu vực thượng lưu, trung lưu, hạ lưu theo dạng bảng với nhiều tùy chọn xuất dữ liệu từ dữ liệu Raster khác nhau.



Hình 4.24. Trích xuất độ cao trung bình từng khu vực

Export bảng độ cao trung bình của từng khu vực theo dạng Excel, biên tập và chỉnh sửa. Độ cao trung bình của lưu vực thể hiện trong Bảng 4.8.

Bảng 4.8. Bảng thống kê độ cao trung bình của từng khu vực

STT	Khu vực	Độ cao trung bình (m)
1	Thượng lưu	826,40
2	Trung lưu	169,98
3	Hạ lưu	41,22
4	Toàn lưu vực	345,87

Nhận xét: Từ bảng thống kê độ cao trung bình của từng lưu vực, nhận thấy lưu vực cao ở thượng lưu và thấp dần xuống trung lưu, hạ lưu. Có thể thấy hướng nghiêng của địa hình và hướng của dòng chảy là Tây Bắc – Đông Nam. Độ cao ở thượng lưu và hai vùng còn lại chênh lệch khá lớn do đó áp lực dòng chảy và tốc độ dòng chảy xuống hai vùng phía dưới lớn hơn. Từ đó có thể suy đoán toàn lưu vực sẽ chịu nhiều kiểu thời tiết khác nghiệt. Do địa hình cao ở thượng lưu, sẽ chịu ảnh hưởng của hiện tượng Phơn khô nóng của gió mùa Tây Nam. Hướng dòng chảy Tây Bắc – Đông Nam, lưu vực lại nằm sát biển thuận lợi cho việc đón gió từ biển thổi vào, dẫn đến xuất hiện một lượng mưa lớn trong toàn lưu vực cũng như hứng chịu các cơn bão nặng nề vào mùa mưa.

4.3.8. Độ dốc trung bình

Xác định được độ dốc trung bình của từng lưu vực có thể cho ta biết hướng nghiêng và mức độ nghiêng của lưu vực sông đồng thời cho thấy hướng chạy của dòng chảy trong lưu vực. Tương tự như độ cao trung bình, ArcMap cho phép người dùng thống kê thông số độ dốc, địa hình theo dạng bảng. Export ra Excel thống kê, biên tập thể hiện trong Bảng 4.9.

Bảng 4.9. Bảng thống kê độ dốc trung bình của từng khu vực

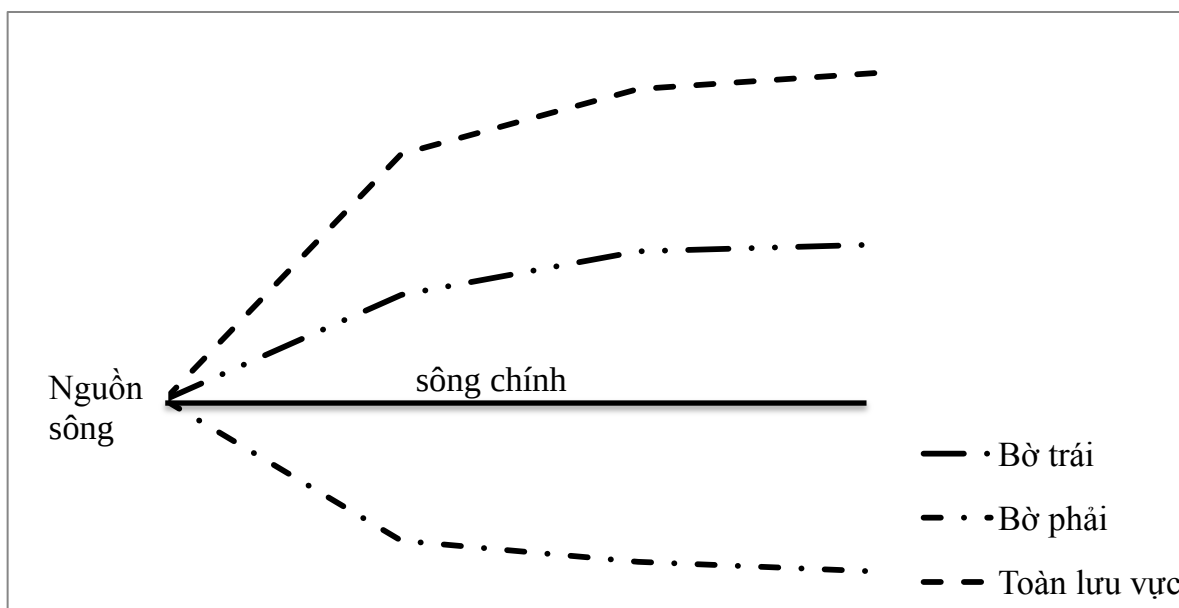
STT	Khu vực	Độ dốc trung bình (%)
1	Thượng lưu	31,11
2	Trung lưu	29,21
3	Hạ lưu	26,09
4	Toàn lưu vực	28,80

Nhận xét: Độ dốc của lưu vực giảm dần theo thứ tự từ thượng lưu về hạ lưu, theo đó xác định được dòng chảy sẽ chảy từ thượng lưu về hạ lưu. Bên cạnh đó độ dốc trung bình cả toàn lưu vực không lớn, vận tốc dòng chảy sẽ ở mức trung bình.

4.3.9. Đồ thị tăng trưởng diện tích lưu vực

Đồ thị tăng trưởng diện tích lưu vực được hình thành dựa trên các thông số về diện tích bờ trái, bờ phải theo từng khu vực thượng lưu, trung lưu, hạ lưu của lưu

vực. Tiến hành cộng dồn diện tích từ nguồn về cửa sông, thể hiện bằng phương pháp vẽ đồ thị trong phần mềm Excel, ta có được đồ thị tăng trưởng diện tích lưu vực thể hiện như Hình 4.25.



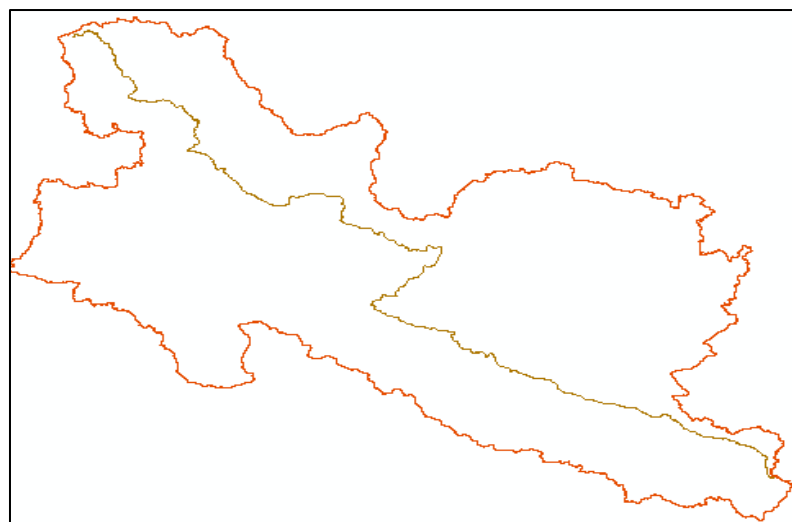
Hình 4.25. Đồ thị tăng trưởng diện tích lưu vực

Nhận xét: Dựa vào đồ thị có thể nhận thấy diện tích bờ phải lớn hơn bờ trái của lưu vực. Ngoài ra có thể thấy biến động về tăng trưởng diện tích ở cả bờ trái và bờ phải đều biến động mạnh ở khu vực thượng lưu, còn từ trung lưu về hạ lưu diện tích tăng trưởng không nhiều.

4.4. Thông số thủy văn

4.4.1. Chiều dài sông

Chiều dài sông thể hiện được quy mô của lưu vực, sông càng dài lưu vực sông càng lớn. Trong mạng lưới sông của lưu vực chọn nhánh sông dài nhất, dùng công cụ Merge nối các đoạn sông tạo thành nhánh sông dài nhất, tính toán độ dài cho ra chiều dài sông của lưu vực. Xuất ra một đối tượng mới, là nhánh sông dài nhất của lưu vực, như Hình 4.26.



Hình 4.26. Tạo đối tượng nhánh sông dài nhất

Chiều dài sông thực tế luôn lớn hơn chiều dài lưu vực vì chiều dài lưu vực là các đường thẳng nối trung điểm qua từng đoạn thay vì nối tất cả các đoạn sông như chiều dài sông. Dùng đường thẳng nhánh sông dài nhất giao với ba vùng lưu vực, tạo lớp mới bao gồm các đường thẳng đi qua ba lưu vực thượng lưu, trung lưu, hạ lưu sông. Export bảng theo dạng Excel tiến hành biên tập như Bảng 4.10.

Bảng 4.10. Bảng thống kê độ dài sông

STT	Khu vực	Độ dài sông (km)
1	Hạ lưu	66,52
2	Trung lưu	41,03
3	Thượng lưu	340,73
4	Toàn lưu vực	448,28

4.4.2. Hệ số uốn khúc

Hệ số uốn khúc sông thể hiện cho mức độ uốn khúc của lưu vực và được dẫn xuất dựa trên số liệu của độ dài sông và độ dài lưu vực. Tiến hành biên tập hệ số uốn khúc sông trong phần mềm Excel và được thể hiện trong Bảng 4.11.

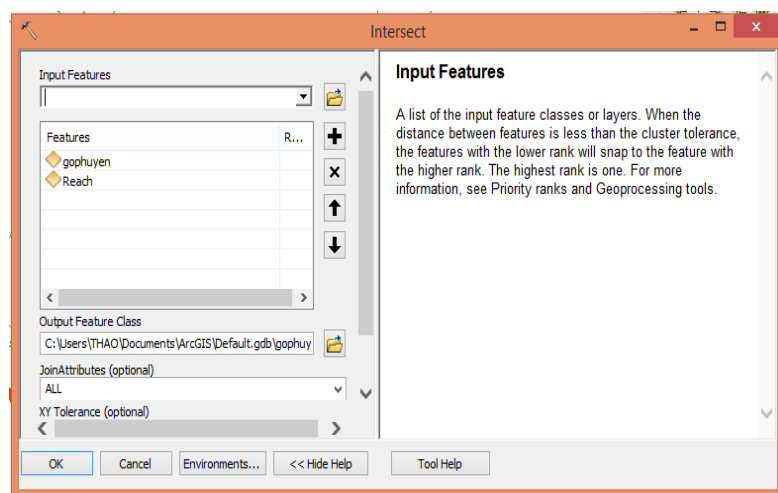
Bảng 4.11. Bảng thống kê hệ số uốn khúc sông

STT	Khu vực	Độ dài sông (km)	Độ dài lưu vực (km)	Hệ số uốn khúc
1	Thượng lưu	340,73	271,33	1,26
2	Trung lưu	41,03	36,98	1,11
3	Hạ lưu	66,52	53,13	1,25
4	Toàn lưu vực	448,28	361,44	1,24

Nhận xét: Dựa vào bảng thống kê nhận thấy hệ số uốn khúc ở lưu vực sông Cả có mức độ không lớn, chứng tỏ dòng chảy lưu vực ít bị thay đổi từ thượng lưu về hạ lưu. Chính vì thế tốc độ dòng chảy trong lưu vực thường nhanh hơn các lưu vực khác. Trong đó, ở khu vực trung lưu có hệ số uốn khúc thấp nhất đồng nghĩa với việc sông trong khu vực thẳng hơn, ít gấp khúc hơn các khu vực khác trong lưu vực.

4.4.3. Mật độ mạng lưới sông:

Mật độ mạng lưới sông là thông số thể hiện mức độ tập trung của sông ngòi trong lưu vực. Từ đó có thể xác định được sự phân bố của sông ngòi, dự đoán được vị trí tập trung lượng nước trong lưu vực. Từ mạng lưới sông của lưu vực, dùng phép giao cắt mạng lưới theo từng khu vực riêng biệt. Phần giao có được là lớp sông suối theo từng vùng.



Hình 4.27. Phép giao lấy ra các nhánh sông thuộc từng lưu vực

Dùng phép gộp Dissolve gom các đối tượng, tính toán lại độ dài của từng khu vực theo đơn vị km. Export bảng thuộc tính ra dạng Excel, tiến hành tính toán, biên tập mật độ lưới sông cho từng khu vực.

Bảng 4.12. Bảng thống kê mật độ mạng lưới sông của lưu vực

STT	Khu vực	Độ dài sông (km)	Diện tích (km ²)	Mật độ sông (km/km ²)
1	Hạ lưu	198,83	1.143,31	0,17
2	Trung lưu	847,89	4.573,41	0,19
3	Thượng lưu	3.175,66	17.378,30	0,18
4	Toàn lưu vực	4.222,39	23.095,02	0,18

Theo phân cấp mật độ lưới sông trong một lưu vực, mật độ mạng lưới sông ở khu vực sông Cả thuộc cấp 4. Theo đó, mạng lưới sông thưa, cách xa nhau, không dày đặc. Mạng lưới sông rải đều từ thượng lưu về hạ lưu. Từ đó có thể thấy, sông Cả là một lưu vực có mật độ mạng lưới thấp, mạng lưới sông ngòi kém phức tạp.

4.5. Thảo luận

Từ các kết quả tính toán thống kê ở trên ta lập được bảng tổng hợp các thông số hình thái và thủy văn trên lưu vực sông Cả thể hiện trong Bảng 4.11

Bảng 4.13. Bảng tổng hợp các thông số hình thái và thủy văn của lưu vực

Khu vực	Diện tích lưu vực (km ²)	Chiều dài lưu vực (km)	Độ rộng lưu vực (km)	Hệ số đối xứng lưu vực	Độ cao trung bình (m)	Độ dốc trung bình (%)	Chiều dài sông (km)	Hệ số uốn khúc	Mật độ mạng lưới	Hệ số hình dạng lưu vực	Hệ số co giãn lưu vực
Thượng lưu	1.737.829,73	271.33	6,404,76	-0,29	826,40	31,11	66,52	1,25	0,17	40,50	0,04
Trung lưu	457.341,46	36.97	12.368,75	0,69	169,98	29,21	41,03	1,11	0,19	334,51	0
Hạ lưu	114,331,27	53.13	2151,88	-0,31	41,22	26,09	340,73	1,26	0,18	23,60	0,02

Toàn lưu vực	2.309.502,46	361.44	6389,71	-0,1	345,87	28,80	448,28	1,24	0,18	17,68	0,06
-----------------	--------------	--------	---------	------	--------	-------	--------	------	------	-------	------

CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Đề tài “Ứng dụng GIS và mô hình SWAT trích xuất các thông số hình thái – thủy văn lưu vực sông Cả” đã được hoàn thành theo các mục tiêu mà đề tài đã đề ra. Đề tài đã trích xuất thành công các thông số hình thái cũng như thủy văn trên cơ sở ứng dụng công nghệ GIS và mô hình SWAT. Các thông số được trích xuất sẽ là một tài liệu tham khảo hữu ích trong công tác quản lý cũng như nghiên cứu khoa học chuyên sâu về lưu vực sông Cả.

Với khả năng phân tích ưu việt, công nghệ GIS và SWAT là lựa chọn tối ưu để thực hiện đề tài một cách chính xác và có hiệu quả. Đồng thời việc thực hiện đề tài cho ta thấy rõ hơn về nguyên lý tiếp cận và quá trình thực thực hiện xử lý các vấn đề trong GIS.

5.2. Kiến nghị

Trong quá trình thực hiện đề tài nhận thấy các thông số thủy văn và hình thái có mối quan hệ mật thiết với nhau. Chính vì thế trong quá trình quản lý cũng như khai thác tài nguyên trong lưu vực cần có một cái nhìn toàn diện và xem xét một cách chặt chẽ trước khi đưa ra quyết định trong các hoạch định chính sách.

Ngoài ra, nhận thấy phần thượng lưu của lưu vực một phần thuộc lãnh thổ của quốc gia khác chính vì thế cần tăng cường hợp tác, thảo luận với nước bạn để có sự thống nhất trong việc cùng chia sẻ nguồn tài nguyên trong lưu vực một cách hợp lý và có hiệu quả.

Bên cạnh đó, lưu vực sông Cả có diện tích thượng lưu lớn hơn nhiều so với trung lưu và hạ lưu. Vì thế việc xây dựng các hồ chứa, đập thủy điện ở thượng nguồn để điều tiết chế độ nước và giảm thiểu mức độ thiệt hại do hạn hán đặc biệt là lũ lụt của vùng trung lưu và hạ lưu là cần thiết và hợp lý.

Do diện tích bờ trái và bờ phải gần như cân đối về mặt tự nhiên. Chính vì thế cần hạn chế các tác nhân không cần thiết ảnh hưởng tới hình thái của toàn lưu vực cũng như phá vỡ sự cân bằng vốn có gây ảnh hưởng nghiêm trọng tới hình dạng cũng như chế độ thủy văn trong lưu vực.

Địa hình lưu vực cao ở thượng lưu và thấp dần về trung và hạ lưu, dòng chảy theo hướng Tây Bắc – Đông Nam. Chính vì thế lưu vực phải chịu nhiều kiểu thời tiết cực đoan nên cần xây dựng kế hoạch ứng phó với thiên tai và các biến đổi của khí hậu.

Ngoài ra, đề tài còn vấp phải một vài tồn tại đó là đề tài chưa đi vào nghiên cứu các vấn đề cụ thể của lưu vực như chế độ dòng chảy, trữ lượng nước, mối tương quan của tài nguyên nước lưu vực với các tài nguyên khác. Chưa làm rõ được diễn tiến tài nguyên nước của lưu vực trong tương lai. Đề tài chưa có đủ cơ sở để kết luận các vấn đề đáng lưu tâm của lưu vực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Nguyễn Duy Liêm, 2011. *Ứng dụng mô hình SWAT tính toán tiềm năng nước lưu vực sông Bé*. Luận văn tốt nghiệp. Trường đại học Nông Lâm Thành phố 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 tốt nghiệp*. Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM.

Nguyễn Kim Lợi, Lê Cảnh Định và Trần Thống Nhất, 2009. *Hệ thống thông tin địa lý nâng cao*, NXB Nông nghiệp.

Nguyễn Thanh Sơn, 2003. *Tính toán thủy văn*. NXB Đại học Quốc Gia Hà Nội.

Phạm Thị Thu Ngân, 2011. *Ứng dụng mô hình SWAT tính toán lưu lượng dòng chảy trên lưu vực sông Lũy*. Luận văn tốt nghiệp. Trường đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

Trần Tuấn Tú, Hà Quang Hải, 2007. *Trích xuất các thông số trắc lượng hình thái lưu vực sông Bé từ mô hình số cao trình*. Tạp chí địa chất số 300 (5-6/2007).