

XÂY DỰNG QUY TRÌNH THÀNH LẬP BẢN ĐỒ NGẬP LỤT VÙNG MIỀN NÚI TRÊN CƠ SỞ TÍCH HỢP VIỄN THÁM GIS VÀ MÔ HÌNH THUỶ VĂN, THUỶ LỰC

ThS. Nguyễn Hồng Quân

Phòng Tài nguyên và Môi trường lưu vực sông
Viện Môi trường và Tài nguyên – Đại học Quốc gia Tp. HCM

Bài báo trình bày kết quả của Đề tài “Nghiên cứu tích hợp hệ thống thông tin địa lý (GIS), và viễn thám (RS) vào mô hình góp phần phòng chống lũ lụt vùng miền núi”, chủ yếu tập trung vào ứng dụng một số công cụ tiên tiến gồm hệ thống thông tin địa lý, viễn thám, mô hình phục vụ dự báo, khoanh vùng ngập lụt lưu vực sông Cần Lê, thượng lưu sông Sài Gòn, thuộc tỉnh Bình Phước.

Kết hợp bộ công cụ GIS-RS và mô hình thông qua các bước: (1) chiết tách thông tin từ tư liệu RS bao gồm mô hình số độ cao, phân bố mưa, lớp phủ thực vật; (2) xử lý dữ liệu bằng phần mềm GIS; (3) tích hợp thông tin vào mô hình thủy văn, thủy lực; (4) Thể hiện kết quả ngập lụt từ mô hình bằng công cụ GIS.

Ứng dụng mô hình ngoài việc có thể góp phần vào công tác quy hoạch phòng chống lũ cho địa phương, còn có thể được sử dụng trong quản lý tổng hợp tài nguyên nước nói chung và quản lý tổng hợp lũ lụt nói riêng.

1. Mở đầu

Nước là phần tất yếu của cuộc sống, chúng ta ai cũng nhận thức được tính chất cần thiết của nó. Nguồn nước để duy trì cuộc sống bao gồm nguồn nước sinh hoạt, cung cấp cho các nguồn thủy sản. Ngoài ra, nước còn dùng cho các hoạt động sản xuất công - nông nghiệp, tạo ra nguồn năng lượng thủy điện... làm cơ sở cho các hoạt động phát triển của con người. Đặc biệt, nếu xét trên một khía cạnh rộng hơn, nước là một nhân tố quan trọng nhằm đảm bảo được tính chất bền vững của trái đất [1].

Trong những thập kỷ quanhiều vấn đề liên quan đến lượng nước sử dụng, hoặc những tai biến liên quan đến nước đã và đang rất được thế giới quan tâm. Nhu cầu sử dụng nước ngày càng gia tăng ở mọi nơi và có thể được giải thích một cách căn bản là do sự gia tăng dân số, gia tăng các nhu cầu sử dụng nước trong các các hoạt động phát triển (đặc biệt phát

triển công - nông nghiệp và dịch vụ). Thêm vào đó sự suy giảm về số lượng cũng như chất lượng các nguồn nước do các hoạt động xả thải, sự thay đổi khí hậu toàn cầu dẫn đến lũ lụt, hạn hán v.v... làm cho việc quan tâm bảo vệ nguồn nước ngày càng được chú trọng nhiều hơn

Rất nhiều cơ quan, tổ chức trong nước và quốc tế đã kêu gọi những giải pháp cần thiết để giải quyết những vấn đề này, đặc biệt là Liên Hiệp Quốc [2]. Quản lý thống nhất và tổng hợp tài nguyên nước (Integrated Water Resources Management (IWRM)) được đưa ra và được đánh giá là một cách tiếp cận hợp lý để giải quyết các vấn đề liên quan đến tài nguyên nước, cụ thể được Tổ chức Đối tác Nước Toàn cầu (Global Water Partnership) [3] mô tả rất chi tiết.

Lũ lụt là một trong những vấn đề liên quan mà việc quản lý tổng hợp nguồn nước không

thể không xét đến vì mức độ ảnh hưởng quan trọng của nó đến hoạt động sống của con người. Cũng trên nguyên tắc IWRM, thì cũng đã xuất hiện khái niệm quản lý thống nhất và tổng hợp lũ lụt (Integrated Flood Management (IFM)) [4]

Đồng thời trong chương trình phối hợp quản

lý lũ lụt (The Associated Programme on Flood Management) của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO-World Meteorological Organization) và Tổ Chức Đối tác Nước Toàn Cầu cũng đã đưa ra một số chiến lược và giải pháp như được liệt kê trong bảng 1.

Bảng 1. Chiến lược và giải pháp quản lý lũ [5] (đã được tóm lược)

Chiến lược	Giải pháp
Giảm thiểu lũ lụt	Đập, hồ chứa
	Đê
	Công trình chia nước
	Quản lý theo lưu vực
	Cải thiện hệ thống kênh
Giảm thiểu mức thiệt hại	Quy định về quản lý vùng ngập lũ
	Thiết kế công trình tránh lũ
	<u>Dự báo và cảnh báo lũ</u>
Di dời khi lũ lụt	Thông tin tuyên truyền
	Kế hoạch di dời
	Kế hoạch phục hồi sau lũ
	Bảo hiểm những vùng ngập lũ

Từ bảng 1 cho thấy một trong những nội dung quan trọng để giảm được các tác hại do lũ lụt gây ra đó là dự báo và cảnh báo lũ, từ đó xây dựng các bản đồ ngập lụt, khu vực nguy cơ chịu ảnh hưởng. Để có thể dự báo và cảnh báo lũ tốt, công cụ tỏ ra hiệu quả nhất hiện nay đó là sử dụng mô hình toán. Tuy nhiên, để sử dụng mô hình toán đòi hỏi rất nhiều số liệu mà hiện tại trong điều kiện nước ta chưa có được một cách đầy đủ.

Viễn Thám (Remote Sensing - RS) và Hệ Thống Thông Tin Địa Lý (GIS) đã, đang chứng minh một vai trò không thể thiếu trong việc hỗ trợ cung cấp thông tin, dữ liệu đầu vào cho các mô hình quản lý lưu vực sông (mô hình thủy văn, mô hình lũ, mô hình ô nhiễm chất lượng nước, v.v...) và đã được thể hiện trong nhiều nghiên cứu trên thế giới, đặc biệt có thể kể đến các tài liệu [6] - [7]. Trong điều

kiện những lưu vực có số liệu hạn chế, vai trò của các công cụ này ngày càng trở nên quan trọng, đặc biệt thật sự cần thiết cho các nhà ra quyết định. Đối với những khu vực mà việc thu thập số liệu gặp nhiều khó khăn với các phương tiện thông thường (khu vực heo hút, địa hình hiểm trở...) thì thông tin viễn thám sau đó xử lý trong môi trường GIS đóng vai trò hết sức quan trọng

Các thông tin mà GIS và viễn thám có thể cung cấp "đầu vào" cho mô hình bao gồm:

- Thông tin về lớp phủ, khí tượng;
- Mô hình số độ cao;
- Chiết tách các thông số mô hình như cấp sông, diện tích lưu vực, chiều dài, độ dốc lòng sông,

Ngoài ra, với các chức năng lưu trữ, chồng lớp và phân tích trong môi trường GIS, việc

tính toán giá trị trung bình của các thông số theo không gian là cách tiếp cận hiện nay khi sử dụng các mô hình thông số gộp (lumped model)

Trong nghiên cứu ứng dụng mô hình toán vào việc phòng chống lũ, mô hình thủy lực là một lựa chọn không thể thiếu do khả năng hỗ trợ xây dựng bản đồ ngập lụt. Tuy nhiên, kết quả của mô hình thủy lực phụ thuộc chặt chẽ vào các điều kiện ban đầu, điều kiện biên mà không dễ dàng có thể xác định được một cách chính xác. Nhằm khắc phục khó khăn này, nghiên cứu tích hợp mô hình thủy văn vào mô hình thủy lực là một trong những hướng nghiên cứu đang được thực hiện tại nhiều quốc gia trên thế giới, đặc biệt tại các nước phát triển như Mỹ, Châu Âu, Úc.

Tóm tắt kết quả “Nghiên cứu tích hợp hệ thống thông tin địa lý (GIS), và viễn thám (RS) vào mô hình góp phần phòng chống lũ lụt vùng miền núi”, gồm các nội dung cụ thể như sau:

- Thu thập tối đa các nguồn dữ liệu (đặc biệt từ một số ảnh vệ tinh);
- Xử lý các dữ liệu không gian bằng các phần mềm GIS chuyên dụng nhằm cung cấp thông tin đầu vào cho các mô hình thủy văn, thủy lực
- Xây dựng bản đồ ngập lụt trên cơ sở kết quả từ mô hình.

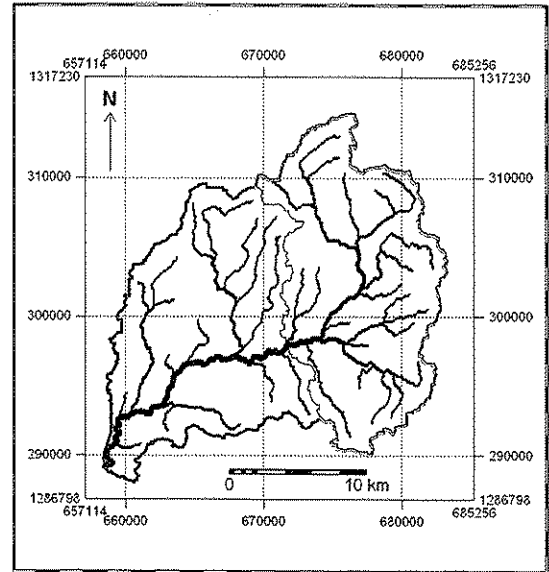
Kết quả cuối cùng ngoài việc có khả năng ứng dụng trong thực tế tại địa phương mà còn có thể được tổng hợp thành một quy trình nghiên cứu nhằm áp dụng cho các khu vực có điều kiện tương tự.

2. Phương pháp nghiên cứu

a. Đối tượng nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu bao gồm những chi lưu chính trên toàn bộ lưu vực sông Cần Lê. Tổng diện tích khu vực nghiên cứu khoảng 205 km², chiếm khoảng 1/2 tổng diện tích lưu vực (như

thể hiện trong hình 1). Tuy nhiên để thuận lợi cho việc gọi tên, lưu vực nghiên cứu cũng được tạm gọi là lưu vực sông Cần Lê. Ranh giới địa lý giới hạn lưu vực là: (11^o40' 10" N, 106^o41' 25" E), (11^o53' 52" N, 106^o33' 15" E).



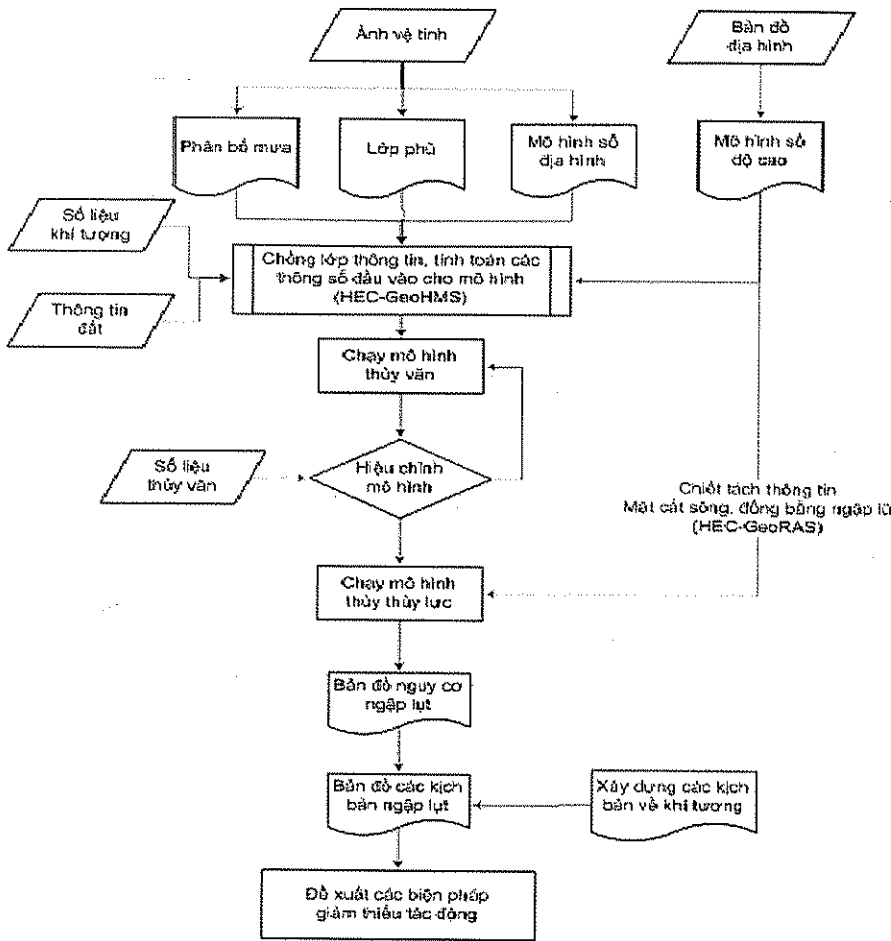
Hình 1. Lưu vực nghiên cứu (Ranh giới màu đỏ) trong mối quan hệ với toàn bộ hệ thống lưu vực sông Cần Lê

Theo đánh giá của Ủy Ban chỉ huy Phòng chống lụt bão tỉnh Bình Phước (báo cáo từ năm 1996-2004) và của Phân Viện Khảo sát Quy hoạch Thủy Lợi nay là Viện Quy Hoạch Thủy Lợi Miền Nam [8],[9], lưu vực sông Cần Lê là một trong 3 trọng điểm lũ ở tỉnh, thiệt hại do lũ gây ra rất đáng kể, đặc biệt trận lũ năm 2000 đã gây ngập lụt nghiêm trọng. Ngoài ra, theo kết quả của tài liệu [10] cũng thể hiện mức độ lên, xuống của lũ tại lưu vực là rất nhanh, mang tính nguy hiểm cao.

Trong thời gian mùa mưa năm 2005, nhóm nghiên cứu đã tiến hành đo lưu lượng tại cửa ra sông Cần Lê làm cơ sở hiệu chỉnh mô hình thủy văn.

b. Nội dung nghiên cứu

Hình 2 thể hiện một cách khái quát các bước thực hiện của đề tài.



Hình 2. Sơ đồ phương pháp nghiên cứu của đề tài

Trước tiên các thông tin viễn thám mà cụ thể là ảnh ASTER, ảnh METEOSAT và ảnh SRTM sẽ được xử lý nhằm cung cấp các thông tin về lớp phủ, phân bố mưa và mô hình số địa hình khu vực nghiên cứu. Chi tiết xử lý ảnh viễn thám (lớp phủ, phân bố mưa và mô hình số địa hình) được trình bày trong tài liệu [10], [11], [12], [13] không trình bày chi tiết trong bài báo này.

Những thông tin được chiết tách từ các nguồn ảnh viễn thám này cùng với một số nguồn dữ liệu khác được thu thập như bản đồ thổ nhưỡng, số liệu khí tượng sẽ được xử lý trên cơ sở các phép tính chồng lớp không gian và đặc biệt mô đun HEC-GeoHMS chạy trên nền phần mềm ARCVIEW được sử dụng nhằm chiết tách các thông số cần thiết, làm đầu vào cho mô hình thủy văn HEC-HMS.

Mô hình HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modelling System) là một mô hình thủy văn mưa rào – dòng chảy

được phát triển bởi Trung tâm Kỹ thuật Thủy văn của quân đội Mỹ (Hydrologic Engineering Center-HEC, US Army Corp). Sự phát triển phần mềm HEC-HMS cho đến phiên bản đang được sử dụng rộng rãi ngày nay là HEC-HMS 2.2.2 là gần 40 năm (kể từ mô hình HEC-1 năm 1967) cho thấy mức độ quan tâm và ứng dụng của phần mềm này [14]. Những thông tin cần thiết để sử dụng mô hình này bao gồm: (1) Các thông tin về lưu vực, ví dụ như: đặc điểm hình học, tính chất thấm của đất, mức độ trao đổi của nước ngầm, phương thức diễn toán dòng chảy lũ (flood routing); (2) Thông tin khí tượng (mưa, độ bốc hơi); (3) Bước thời gian sử dụng tính toán.

Mô hình thủy văn HEC-HMS sẽ được hiệu chỉnh dựa trên số liệu đo đạc cho đến khi kết quả lưu lượng dòng chảy đảm bảo được mức độ chính xác nhất định. Kết quả mô phỏng từ mô hình HMS cho trận lũ ngày 25/9/2005 thu được hệ số Nash_Sutcliffe [16] (NSE) = 0.88

sẽ được sử dụng trong mô hình thủy lực HEC-RAS.

Mô hình số độ cao là thông tin quan trọng sẽ được chiết tách các thông số về mặt cắt sông, đồng bằng ngập lũ bằng mô đun HEC-GeoRAS... là dữ liệu cơ bản phục vụ cho việc tính toán lan truyền lũ bằng mô hình thủy lực HEC-RAS. Bên cạnh đó, kết quả từ mô hình thủy văn HEC-HMS được sử dụng làm số liệu đầu vào trong mô hình HEC-RAS.

Tương tự như mô hình HEC-HMS, mô hình HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System" được phát triển bởi Trung tâm Kỹ thuật Thủy văn của quân đội Mỹ [15] bao gồm một số thành phần chính sau:

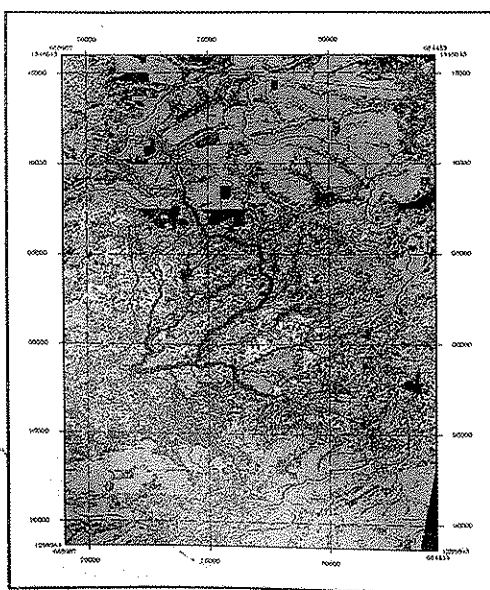
Mô đun xây dựng mạng lưới dòng chảy và các mặt cắt sông.

Mô đun cập nhật các số liệu dòng chảy, bao gồm điều kiện ban đầu (initial conditions), điều kiện biên.

Mô đun cập nhật các công trình thủy lợi trên lưu vực như cầu, cống, v.v....(không áp dụng trong đề tài này).

Mô hình dòng chảy ổn định.

Kết quả tính toán lan truyền lũ từ mô hình



Hình 3. Tổ hợp màu thật 3 kênh 1, 3, 2 ảnh ASTER lưu vực sông Cần Lê

thủy lực sẽ được thể hiện trên nền ARCVIEW bằng cách sử dụng mô đun HEC-GeoRAS và đây chính là kết quả xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt - làm cơ sở cho việc hỗ trợ các quyết định về quản lý lũ lụt tại địa phương.

3. Tóm tắt kết quả

Do tính chất giới hạn của bài báo, tác giả chỉ trình bày một số kết quả chính, chi tiết có thể tham khảo tại tài liệu [11].

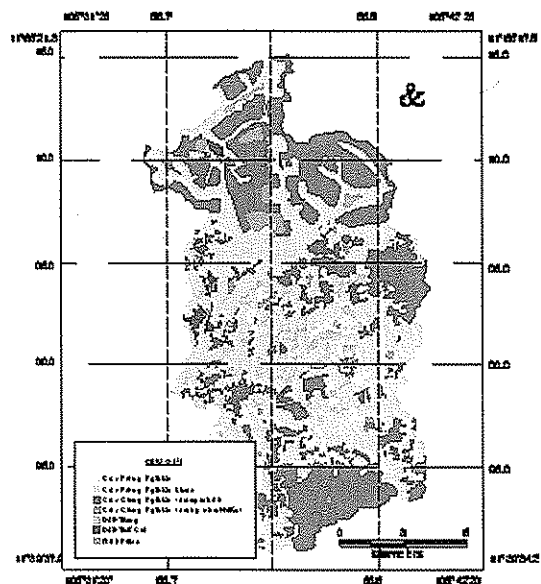
Dưới đây là một số nội dung thực nghiệm:

Xử lý ảnh ASTER để tích hợp mạng lưới sông, suối, xây dựng bản đồ sử dụng đất (hình 3, hình 4).

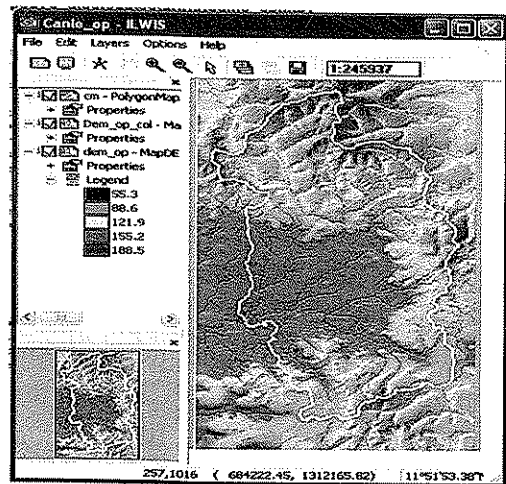
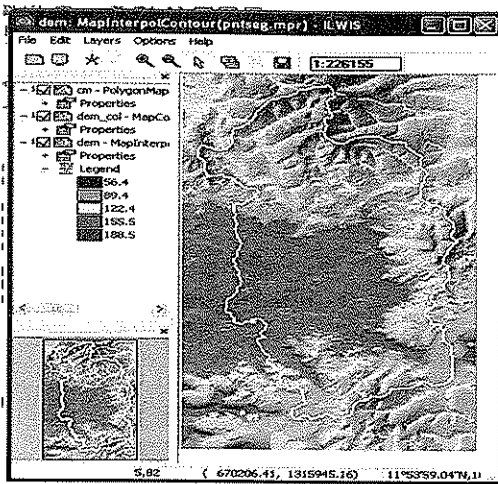
Tích hợp hệ thống sông suối vào mô hình số độ cao (hình 5).

Chuẩn bị dữ liệu cho mô hình thủy văn bằng mô đun HEC-GeoHMS và kết quả mô phỏng lưu lượng dòng chảy tại cửa ra lưu vực sông Cần Lê bằng phần mềm HEC-HMS (hình 7, hình 8)

Chuẩn bị dữ liệu cho mô hình thủy lực và thể hiện kết quả mô phỏng mực nước tại các nhánh sông chính lưu vực sông Cần Lê bằng mô đun HEC-GeoRAS trên nền ARCVIEW (hình 9, hình 10).

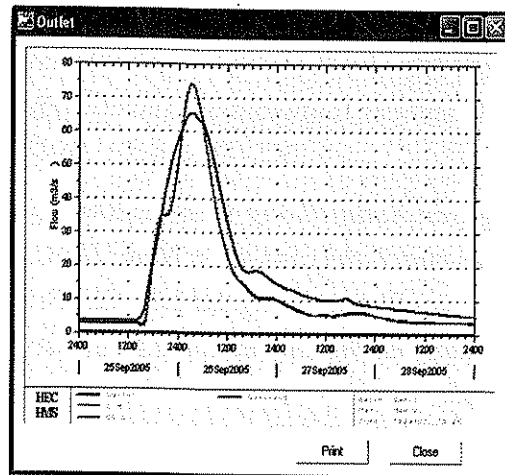
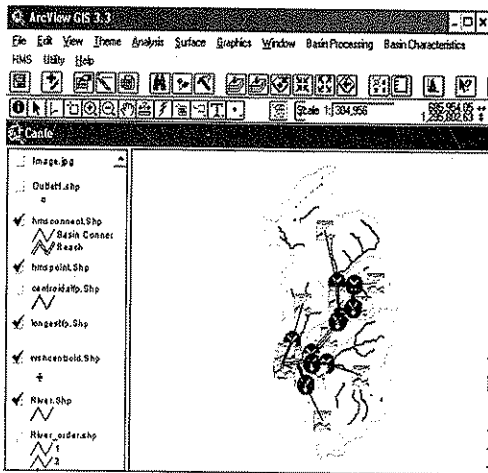


Hình 4. Bản đồ sử dụng đất lưu vực sông Cần Lê được xây dựng từ ảnh ASTER



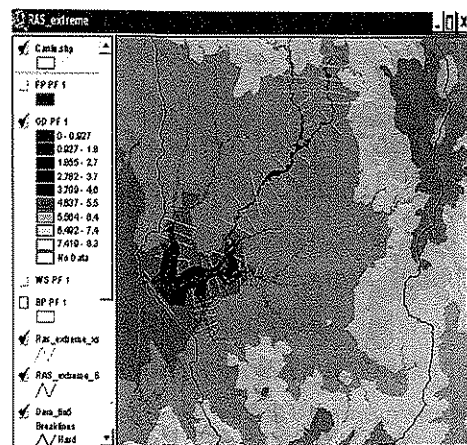
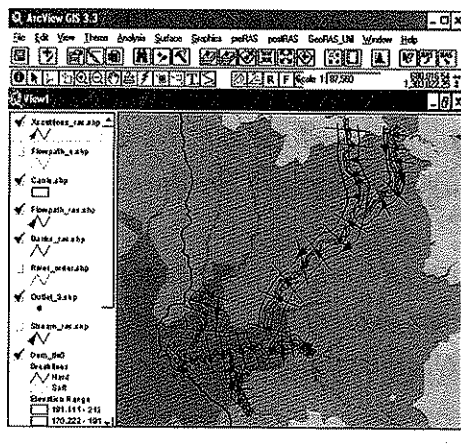
Hình 5. Mô hình số độ cao lưu vực sông Cần Lê (trước khi tích hợp mạng lưới sông suối)

Hình 6. Mô hình số độ cao lưu vực sông Cần Lê (sau khi tích hợp mạng lưới sông suối)



Hình 7. Chuẩn bị dữ liệu cho mô hình thủy văn HEC-HMS bằng mô đun HEC-GeoHMS

Hình 8. Kết quả mô hình HEC-HMS so với kết quả đo đạc tại cửa ra lưu vực sông Cần Lê



Hình 9. Các lớp sông chính, bờ sông, đồng bằng ngập lũ và các mặt cắt ngang đã được số hóa bằng mô đun HEC-GeoRAS

Hình 10. Kết quả ngập lụt được thể mô phỏng bằng phần mềm HEC-RAS được thể hiện trên nền GIS

4. Kết luận

Bài báo đã trình bày tóm tắt kết quả “Nghiên cứu tích hợp hệ thống thông tin địa lý (GIS), và viễn thám (RS) vào mô hình góp phần phòng chống lũ lụt vùng miền núi”, tập trung vào việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như Hệ Thống Thông Tin Địa Lý (GIS), viễn Thám vào mô hình nhằm dự báo khoanh vùng ngập lụt lưu vực sông Cần Lê, thượng lưu sông Sài Gòn, thuộc tỉnh Bình Phước. Đề tài đã xây dựng một quy trình thành lập bản đồ ngập lũ tại khu vực có điều kiện dữ liệu hạn chế. Kết quả mô phỏng từ phần mềm thủy văn HEC-HMS được kiểm chứng bằng trận lũ năm 2005 cho thấy độ tin cậy cao [11]. Đồng

thời kết quả mô phỏng mức độ ngập lụt cũng được đánh giá tương đối phù hợp tại khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên, để đánh giá chi tiết hơn cần có những khảo sát cụ thể.

Để có kết quả có độ tin cậy cao cho toàn bộ các bước xử lý, cũng như nhằm mục đích triển khai ứng dụng kết quả này vào thực tế, việc tăng cường số lượng trạm đo mưa, trạm đo thủy văn và đo một số mặt cắt sông chính trên lưu vực sông Cần Lê là hết sức cần thiết.

Bên cạnh tiềm năng ứng dụng rộng rãi tại các địa phương khác mà còn có thể phục vụ trong công tác đào tạo sinh viên chuyên ngành thủy văn ở trình độ sau đại học.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Xuân Phóng và nnk, 2001. Quy hoạch tài nguyên nước lưu vực sông Sài Gòn. Viện Quy hoạch thủy lợi miền Nam, Hồ Chí Minh, 120 trang.
2. Ủy ban Phòng chống lụt bão tỉnh Bình Phước. Tổng kết công tác phòng chống lụt bão và phương hướng cho năm tiếp theo, báo cáo các năm 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005.
3. Nguyễn Hồng Quân. 2007. Báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp Bộ (Mã số: B2006-24-11) “Nghiên cứu tích hợp hệ thống thông tin địa lý (GIS), và viễn thám (RS) vào mô hình góp phần phòng chống lũ lụt vùng miền núi”.
4. Nguyễn Hồng Quân. 2007. Ứng dụng mô hình số độ cao trong quản lý tài nguyên và môi trường nước. Tạp chí Khí tượng Thủy văn số 558.
5. The United Nations - World water development report, Water for people, Water for life. 2003. p. 576.
6. UNCED - United Nations Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, B., 1992), Agenda 21, Chapter 18: Protection of the Quality and Supply of Freshwater Resources. 1992.
7. Global Water Partnership, Toolbox Integrated Water Resources Management (website: http://www.gwpforum.org/servlet/PSP?chStartupName=_water).
8. Global Water Partner Ship and World Meterological Organization, Making Integrated Flood Management Part of the Development Agenda. 2005.
9. The Associated Programme on Flood Management, Integrated Flood Management - Concept Paper. 2004, The Associated Programme on Flood Management, World Meteorological Organization, Global Water Partnership: Geneva, Switzerland. p. 30.

10. Lillesand, T. and R. Kiefer, *Remote Sensing and Image Interpretation*. 1994., New York: Wiley.
11. Meijerink, A.M.J., et al., *Introduction to the use of Geographic information systems for practical hydrology*. 1994, Enschede: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), publication number 23. 243.
12. Nguyen, H.Q., *Rainfall - Runoff modelling for the ungauged Canle catchment, Sai Gon river basin*. 2006, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation (ITC). p. 94.
13. Nguyen., H.Q., T.Rientjes, B.Maathuis. *Geo-informatics for improved rainfall – runoff modeling at watershed scale (báo cáo tham dự hội nghị GeoInformatics for Spatial-Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences (GIS-IDEAS) 2006 , 11/2006, trang 71 - 79)*.
14. Feldman (ed.), A.D., *Hydrologic modeling system HEC–HMS: Technical reference manual*. 2000, Hydrologic Engineering Center (HEC), U.S. Army Corps of Engineers: Davis, Calif, USA. 157 trang.
15. *US Army Corps of Engineers, HEC-RAS River Analysis System Version 2.2*. 2002: Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center 609 Second Street Davis, CA 95616.
16. Nash, J.E. and J.V. Sutcliffe, *River flow forecasting through conceptual models. Part I: a discussion of principles*. *Journal of Hydrology*, 1970. 10: p. 282–290.