

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHỎNG NGẬP LỤT 3 CHIỀU (3D)

Nguyễn Hoàng Sơn¹, Hoàng Thanh Tùng¹
¹Trường Đại học Thủy lợi, email: sonnh@tlu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

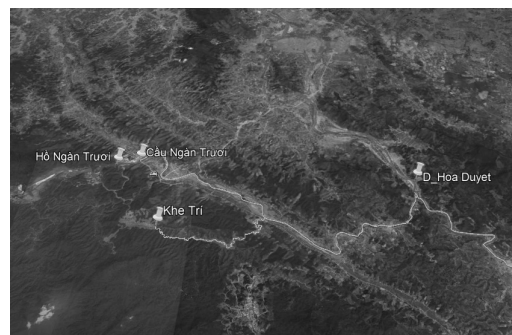
Phân tích nguy cơ và đánh giá thiệt hại do ngập lụt gây ra là một trong những việc làm cần thiết trong công tác quản lý và giảm nhẹ thiên tai đặc biệt với khu vực hạ du các hồ chứa. Tuy nhiên do thiếu các thông tin trực quan nên việc xây dựng các kế hoạch dự phòng khẩn cấp (EPP) còn gặp nhiều khó khăn. Nghiên cứu này sử dụng các công cụ viễn thám và GIS để xây dựng bản đồ ngập lụt và vùng ảnh hưởng bằng công cụ GIS 3D cho vùng hạ lưu hồ Ngàn Trươi. Việc mô phỏng lũ và ngập lụt 3D sẽ giúp cho các nhà quản lý có cái nhìn trực quan về vùng ngập lụt, các cơ sở hạ tầng và dân cư trong vùng ngập lụt từ đó có các biện pháp di dân, phòng chống ngập lụt hiệu quả.

Lưu vực hồ chứa nước Ngàn Trươi nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa. Với đặc điểm địa lý, điều kiện tự nhiên và nhân tố ảnh hưởng đã tạo nên vùng khí hậu có đặc điểm của chế độ khí hậu miền Bắc lại vừa có đặc điểm của khí hậu Đông Trường Sơn nên trong năm khí hậu được chia làm 2 mùa rõ rệt.

Tuyến đập Ngàn Trươi được xây dựng trên sông Ngàn Trươi thuộc xã Hương Đại, huyện Vũ Quang, tỉnh Hà Tĩnh, cách cầu Ngàn Trươi trên đường Hồ Chí Minh khoảng 500m về phía thượng lưu. Trần xả lũ hồ Ngàn Trươi được xây dựng trên tuyến đập phụ xả nước qua Khe Trĩ và chảy vào sông Ngàn Trươi (Hình 1).

Sông Ngàn Trươi bắt nguồn từ núi cao, có độ cao trung bình từ 800 ÷ 1000m. sông chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc nhập vào sông Ngàn Sâu tại xã Yên Hội, huyện

Vũ Quang có chiều dài sông chính là 62km với diện tích toàn bộ lưu vực 560km². Sông Ngàn Trươi chảy qua vùng núi cao có lượng mưa lớn đã tạo nên nhiều sông suối nhỏ, mật độ lưới sông là 0,73km/ km², chiều rộng bình quân lưu vực 13,3km, độ cao bình quân lưu vực là 422m. Trên sông Ngàn Sâu đã xảy ra những trận lũ lớn như năm 1960, 2002. Moduyn dòng chảy bình quân nhiều năm tính đến Hương Đại là 76,5l/ s.km². Tại trạm Hương Đại đã đo được lưu lượng lớn nhất $Q_{\max} = 2080\text{m}^3/\text{s}$ (ngày 24/10/1971) và $Q_{\max} = 1660\text{m}^3/\text{s}$ (ngày 19/08/1970).



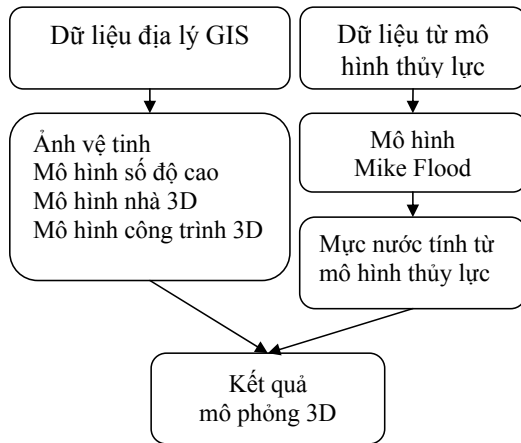
Hình 1. Vị trí sông Ngàn Trươi và khe Trĩ

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hình 2 dưới đây minh họa tóm tắt sơ đồ các bước thực hiện trong nghiên cứu.

Nghiên cứu dựa trên kết quả tính toán thủy lực hai chiều từ mô hình MIKE FLOOD. Mô hình này cho kết quả mực nước trên từng mặt cắt sông, diện ngập được trích xuất từ mô hình hai chiều ra dạng ô lưới. Từ kết quả tính toán thủy lực này chồng lớp với ảnh vệ tinh kết hợp với mô hình số hóa độ cao DEM để

tạo nên bản đồ ngập lụt. Nghiên cứu cũng đã số hóa lớp nhà cửa, lớp công trình đập Ngàn Trươi, lớp thực vật dưới dạng 3D.



Hình 2. Sơ đồ các bước thực hiện trong nghiên cứu

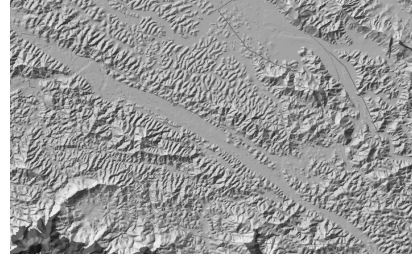
- Các bước tính toán được tiến hành như sau:
- Xây dựng mô hình số hóa độ cao DEM 10m từ bản đồ địa hình 1:10.000 kết hợp và cập nhật với địa hình được triết xuất từ ảnh mới bay chụp từ UAV với độ phân giải 5cm ở hệ Quy chiếu VN 2000.
 - Số hóa các lớp nhà cửa và thực vật từ dữ liệu bay chụp và ảnh vệ tinh google earth.
 - Từ kết quả tính toán thủy lực mô hình MIKE FLOOD trích xuất ra mực nước tại một số vị trí mặt cắt điển hình.
 - Xây dựng mô hình 3D bằng công cụ ArcScene.
 - Xây dựng bản đồ ngập lụt 3D từ mực nước tại một số mặt cắt và mô hình số hóa độ cao DEM.
 - Xây dựng mô hình mô phỏng và trích xuất ra các video theo định dạng có sẵn.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Xây dựng mô hình số hóa độ cao DEM

Mô hình số hóa độ cao DEM 10m (xem Hình 3) được xây dựng từ bản đồ 1:10.000 tỉnh Hà Tĩnh kết hợp với ảnh bay chụp độ

phân giải cao 5cm được thực hiện năm 2019 khu vực hạ du hồ Ngàn Trươi.



Hình 3. Hình ảnh 3D địa hình vùng hạ lưu hồ Ngàn Trươi

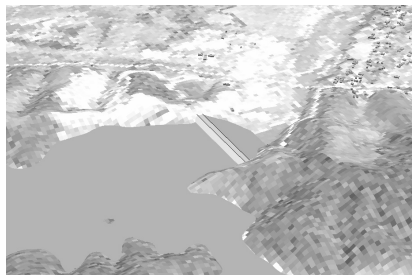
3.2. Xây dựng các lớp nhà, công trình dưới dạng 3D

Từ dữ liệu bay chụp và ảnh vệ tinh google earth số hóa toàn bộ lớp nhà, công trình và từ độ cao được xác định từ ảnh bay chụp độ phân giải cao xây dựng mô hình 3D trong GIS cho khu vực nghiên cứu (Hình 4).



Hình 4. Minh họa nhà được xây dựng dưới dạng mô hình 3D

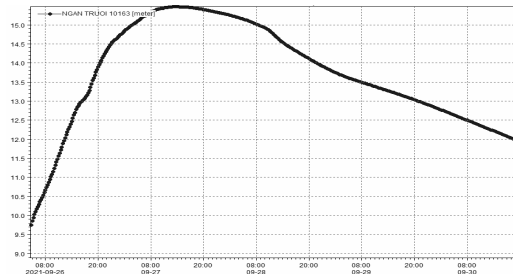
Các công trình đập chính, đập phụ, đập tràn được xác định từ bản vẽ thiết kế đập và ảnh bay chụp độ phân giải cao năm 2019 về hiện trạng công trình (Hình 5).



Hình 5. Minh họa mô phỏng đập Ngàn Trươi bằng mô hình 3D

3.3. Xây dựng mô hình ngập lụt 3D

Các kết quả từ mô hình thủy lực được trích xuất ra để đưa vào mô phỏng trong GIS. Nhóm nghiên cứu đã viết một đoạn chương trình cho phép đọc các số liệu được trích xuất từ các đường quá trình mực nước (Hình 6) để mô phỏng quá trình ngập lụt theo thời gian dưới dạng 3D (Hình 7).



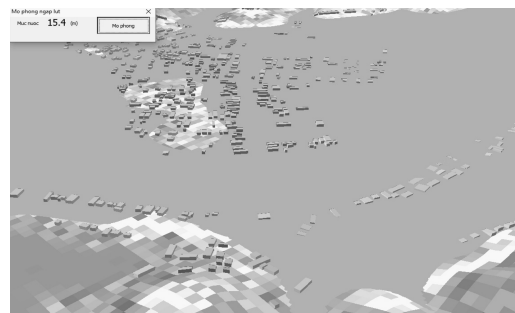
Hình 6. Minh họa đường quá trình mực nước tại hạ lưu sau ngã ba Khe Trĩ ứng với trường hợp tính toán tràn xả lũ thiết kế 0,5% và mưa hạ lưu tương ứng với mưa lũ thiết kế

Tiến hành chồng xếp quá trình ngập lụt 3D này trên nền địa hình, nhà cửa, công trình dưới dạng 3D và mô phỏng theo thời gian, nhóm nghiên cứu đã xây dựng được video mô phỏng 3D quá trình ngập lụt theo thời gian khu vực hạ du hồ Ngàn Trươi (Hình 7).



Hình 7. Minh họa kết quả mô phỏng 3D ngập lụt vùng hạ lưu hồ Ngàn Trươi

Video này có thể zoom chi tiết vào từng khu vực cụ thể và hiển thị độ sâu ngập lụt theo thời gian (Hình 8) vì vậy sẽ rất trực quan cho công tác di dân nói riêng và phòng chống giảm nhẹ thiên tai nói chung cho khu vực hạ du hồ.



Hình 8. Minh họa Video chi tiết 3D quá trình ngập lụt khu vực ngay sau đập có hiển thị độ sâu ngập theo thời gian

4. KẾT LUẬN

Các kết quả đạt được từ nghiên cứu khẳng định khả năng ứng dụng hiệu quả của kỹ thuật viễn thám và GIS trong xây dựng mô hình mô phỏng 3D ngập lụt giúp các nhà quản lý có cái nhìn trực quan trong công tác phòng chống và giảm nhẹ thiên tai.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Sangyal Lama Tamang and et al., 2014, 3D Flood Simulation System using RS & GIS, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). Vol. 3 Issue 5, May – 2014, ISSN: 2278-0181.
- [2] Hoàng Thanh Tùng, Nguyễn Hoàng Sơn, 2019. Báo cáo thủy văn, thủy lực mô phỏng ngập lụt hạ du hồ Ngàn Trươi.
- [3] Milan Kollinger and et al., 2003, Flood simulation and visualization, The 7th Central European Seminar on Computer Graphics, Session 4: Simulation.