

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
BAN QUẢN LÝ DỰ ÁN 11-P04-VIE**

**Dự án
NGHIÊN CỨU THỦY TÀI DO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
VÀ XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÔNG TIN NHIỀU BÊN THAM GIA
NHẪM GIẢM THIỂU TÍNH DỄ BỊ TỔN THƯƠNG
Ở BẮC TRUNG BỘ VIỆT NAM (CPIS)**

Mã số: 11.P04.VIE

*(Thuộc Chương trình thí điểm hợp tác nghiên cứu
Việt Nam - Đan Mạch 2012-2015)*

BÁO CÁO KẾT QUẢ THỰC HIỆN NĂM 2014

**Nội dung 3.2: Báo cáo phát triển mô hình thủy lực 1-D cho mạng lưới sông
Nhật Lệ**

Nhóm nghiên cứu: WP4

Chủ dự án: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên
Giám đốc dự án: GS. TS. Phan Văn Tân

Những người thực hiện:

Trưởng nhóm: PGS.TS. Trần Ngọc Anh
Các thành viên: ThS. Đặng Đình Khả

Hà Nội, 2014



MỤC LỤC

I.	MỞ ĐẦU	3
II.	PHẦN 1. GIỚI THIỆU LƯU VỰC VÀ HỆ THỐNG THỦY VĂN .4	
1.1	Mô tả về lưu vực và hệ thống thủy văn	4
1.2	Đặc điểm lũ lụt	5
III.	PHẦN 2. LỰA CHỌN MÔ HÌNH TÍNH TOÁN THỦY LỰC	8
2.1	Lựa chọn mô hình tính.....	8
2.2	Cấu trúc mô hình MIKE 11	10
IV.	PHẦN 3. THU THẬP SỐ LIỆU(TÀI LIỆU SỬ DỤNG TRONG TÍNH TOÁN THỦY LỰC).....	14
3.1	Địa hình lòng dẫn sông	14
3.2	Tài liệu khí tượng, thủy văn.....	14
V.	PHẦN 4. THIẾT LẬP MẠNG LƯỚI 1D	16
4.1 Mạng sông và nhiệm vụ tính toán	16
4.2 Điều kiện biên	18
VI.	KẾT LUẬN.....	19
VII.	TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	20

MỞ ĐẦU

Sông Nhật Lệ có diện tích lưu vực 2.653 km², nằm trong vùng trũng của duyên hải Trung bộ. Địa hình lưu vực sông Nhật Lệ chủ yếu là đồi núi thấp, độ cao bình quân lưu vực đạt 234 m và độ dốc đạt 20,1%. Lưu vực có dạng hình tròn, là tập hợp của 2 nhánh sông Kiến Giang và Long Đại. Nhánh sông Kiến Giang có chiều dài 96 km chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc ở phần thượng du, sau đó chuyển sang hướng Đông Nam - Tây Bắc ở phần hạ lưu, chạy song song với đường bờ biển và được ngăn cách với biển bằng dãy đụn cát cao. Nhánh Long Đại chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc với chiều dài 93 km. Bề mặt lưu vực bị chia cắt mạnh nên mạng lưới sông suối khá phát triển với mật độ lưới sông 0,84 km/km². Phần hạ lưu sông thuận lợi cho việc tập trung nước nên dễ bị úng ngập trong mùa mưa. Hàng năm khu vực vẫn chịu ảnh hưởng của các trận lũ gây úng ngập, gây thiệt hại về nhiều mặt kinh tế xã hội cho dân cư trong vùng và uy hiếp thành phố Đồng Hới.

Tính toán thủy lực mùa lũ cho mạng sông thuộc lưu vực sông Nhật Lệ là một bài toán cấp thiết và cơ bản. Việc xác định được các tham số thủy lực sẽ cung cấp thông tin cho các bài toán giải quyết các vấn đề liên quan tới lũ và ngập lụt của khu vực như: tính toán ảnh hưởng của các công trình thủy lợi tới chế độ dòng chảy mùa lũ, xây dựng bản đồ ngập lụt, bản đồ rủi ro lũ và nhiều bài toán quan trọng khác.

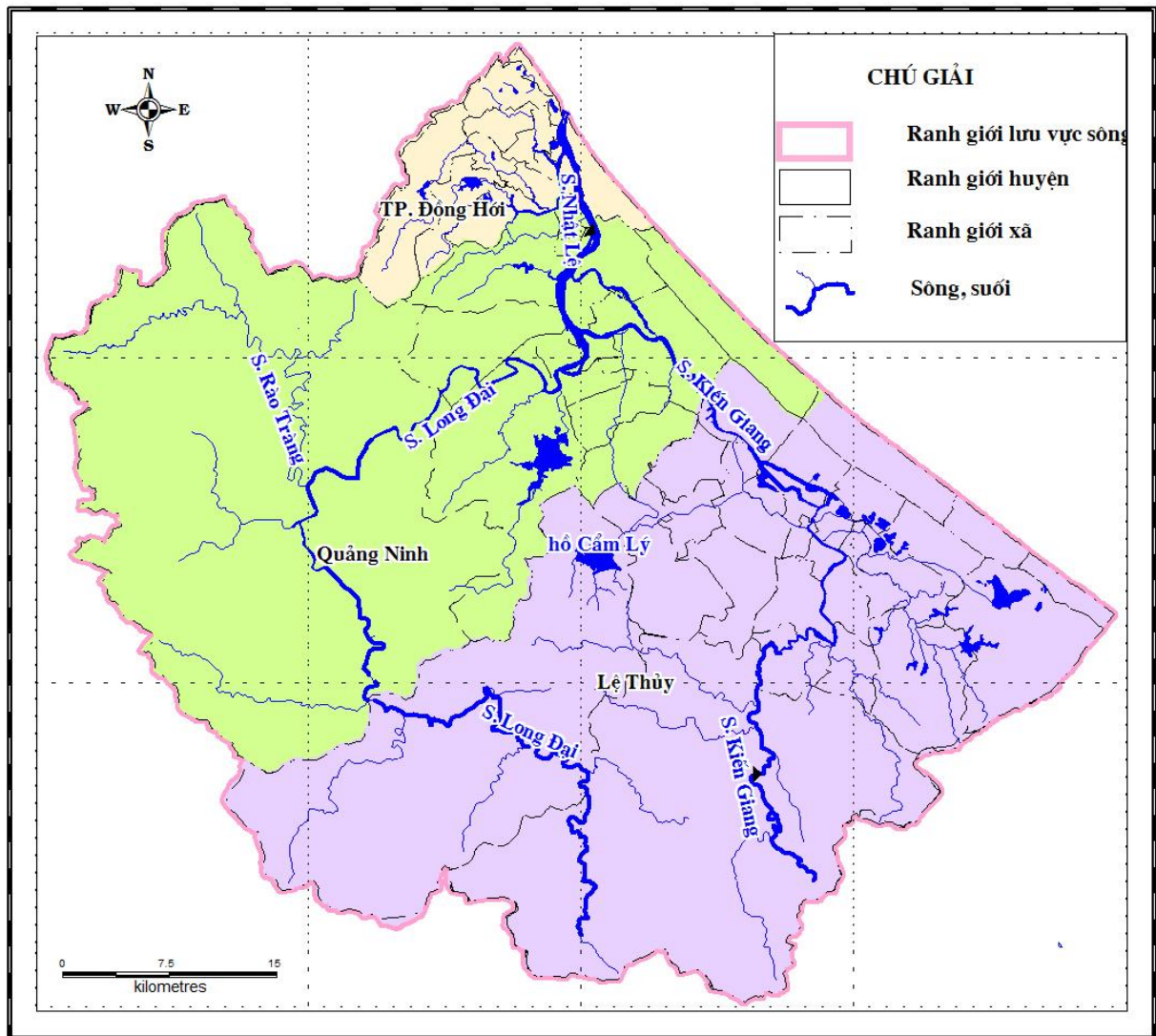
Chuyên đề này với mục tiêu xây dựng mạng thủy lực 1 chiều cho lưu vực sông Nhật Lệ nhằm mục đích kết nối mô hình này với mô hình thủy động lực 2 chiều tính toán tính toán mức độ ngập lụt khu vực nghiên cứu. Chuyên đề được thực hiện trong khuôn khổ của đề tài “Nghiên cứu thủy tai do BĐKH và xây dựng hệ thống thông tin nhiều bên tham gia nhằm giảm thiểu tính dễ tổn thương ở Bắc trung bộ Việt Nam (CPIS)’ Mã số 11.P04.VIE.

PHẦN 1. GIỚI THIỆU LƯU VỰC VÀ HỆ THỐNG THỦY VĂN

1.1 Mô tả về lưu vực và hệ thống thủy văn

Lưu vực sông Nhật Lệ thuộc địa phận tỉnh Quảng Bình với diện tích tự nhiên khoảng 2,653km² (chiếm khoảng 34.7% diện tích tỉnh Quảng Bình), thuộc địa phận 3 huyện thị: TP.Đông Hới, Quảng Ninh và Lệ Thủy. Lưu vực nằm trong phạm vi 17⁰31' – 16⁰55' vĩ độ Bắc và 106⁰17' – 106⁰59' kinh độ Đông.

Về phía Bắc, lưu vực tiếp giáp với huyện Bố Trạch, Quảng Bình. Phía Tây là dãy Trường Sơn dài 202km, giáp với tỉnh Khăm Muộn của CHDCND Lào. Phía Đông giáp với dải cồn cát Biển Đông với đường bờ biển dài 126km. Đoạn hẹp nhất từ Tây sang Đông đi qua TP. Đông Hới dài chừng 45km (hình 1).



Hình 1. Bản đồ vị trí địa lý lưu vực sông Nhật Lệ

Đây là hệ thống sông lớn thứ 2 của tỉnh, sau hệ thống sông Gianh. Sông Nhật Lệ nhận nước từ 2 con sông chính là sông Kiến Giang và sông Long Đại. Đoạn sông mang tên Nhật Lệ được tính từ ngã 3 sông Long Đại (cách cầu Long Đại 1,5 km) về đến cửa Nhật Lệ (Đòng Hới) dài 17 km. Nếu tính từ nguồn Kiến Giang về đến cửa Nhật Lệ có chiều dài 96 km. Hệ thống sông Nhật Lệ có lưu vực rộng 2.647 km². Hệ thống sông bao gồm 24 phụ lưu vực 45 km², bình quân sông, suối trong lưu vực có chiều dài 0,84 km/km². [6, 16]

- Sông Kiến Giang

Là hợp lưu của nhiều nguồn sông suối phát nguyên từ vùng núi phía Tây - Nam huyện Lệ Thủy đổ về phường Luật Sơn (xã Trường Thủy, Lệ Thủy) chảy theo hướng Nam Bắc. Từ đây, sông chảy theo hướng Tây Nam-Đông Bắc, về đến ngã ba Thượng Phong, sông chảy theo hướng Đông Nam- Tây Bắc, đến đoạn ngã ba Phú Thọ (An Thủy, Lệ Thủy), sông đón nhận thêm nước của sông Cẩm Ly (chảy từ hướng Tây đổ về), tiếp tục chảy theo hướng trên, băng qua cánh đồng trũng huyện Lệ Thủy (đoạn này sông rất hẹp). Sắp hết đoạn đồng trũng huyện Lệ Thủy đổ vào địa phận huyện Quảng Ninh, sông được mở rộng và chảy băng qua phá Hạc Hải (có chiều dài gần 2km) về đến xã Duy Ninh (Quảng Ninh), sông tiếp tục chảy ngược về hướng Tây đến ngã ba Trần Xá thì hợp lưu với sông Long Đại đổ nước vào sông Nhật Lệ. Sông kiến Giang có độ dốc nhỏ. [6, 16]

- Sông Long Đại

Đây là hợp lưu của 3 phụ lưu chính. Nhánh phía Bắc phát nguyên từ vùng núi Cô-Ta-Rum trên biên giới Việt Lào, chảy trọn trong vùng địa hình Karst của Bồ Trạch và đến động Hiềm (gần bến Tiêm huyện Quảng Ninh) thì gặp sông Long Đại. Trước khi đổ nước vào sông Nhật Lệ, sông Long Đại còn đón thêm nước ở hai phụ lưu là Rào Trù và Rào Đá (xã Trường Xuân, Quảng Ninh). Ba nhánh sông đầu nguồn của sông Long Đại nằm trong một vùng núi có lượng mưa khá lớn, nên về mùa lũ con sông này nước lên rất lớn và dữ. Sông Long Đại không lớn bằng sông Gianh nhưng cường độ cấp nước lũ ngang với sông Gianh (70-85m³/s/km²). [6, 16]

1.2 Đặc điểm lũ lụt

Tại hạ lưu sông Nhật Lệ mỗi khi đến mùa mưa lũ thì việc tiêu thoát lũ tại đây xảy ra rất chậm và gặp nhiều khó khăn do nhiều nguyên nhân kết hợp với nhau tạo nên. Mùa mưa chính lệch về cuối hè sang thu và kéo đến đầu đông với lượng mưa rất lớn là do ảnh hưởng của các hình thái gây mưa như gió mùa đông bắc kết hợp với các nhiễu động gây mưa lớn trên diện rộng như bão, áp thấp nhiệt đới, hội tụ nhiệt đới,... (do có vị trí gần biển nên chịu ảnh hưởng rất lớn của các cơn bão) dẫn đến thừa nước, thậm chí gây lũ lụt, úng ngập tại hạ lưu. Lượng mưa chiếm 65-70% lượng mưa cả năm nên lưu

lượng nước trong mùa mưa này chiếm 70-80% lượng nước cả năm. Hơn nữa mùa mưa lại trùng vào với thời kỳ không khí ẩm và thời gian hoạt động các khối không khí lạnh cực đối biến tính, trong các tháng này độ ẩm tháng đạt 85 -90% nên bầu trời lạnh thổ đầy mây và mưa. Những tháng mùa Đông là thời kỳ ẩm do khối không khí lạnh biến tính khi đi qua biển đã mang theo hơi nước gây mưa.

Với một lượng nước lớn gây nên những cơn lũ lớn như vậy, thì tại khu vực nghiên cứu (KVNC) lại có địa hình bề ngang khá hẹp, nơi hẹp nhất là khoảng 45km bên phía tây lại có vùng núi trung bình thấp nên sông ở đây vừa ngắn lại vừa dốc đã tạo điều kiện để tập trung nhanh lượng nước hình thành những cơn lũ nhanh chóng đổ về hạ lưu. Còn tại hạ lưu nơi cuối nguồn của con sông, như tại các nơi khác sau khi nhận nước từ thượng nguồn thì sẽ chảy thẳng ra biển bằng nhiều cửa sông (sông Cửu Long...). Nhưng tại đây, sau khi nhận được 1 lượng nước khổng lồ tại thượng nguồn đổ về với tốc độ khá nhanh thì nó không thể đổ thẳng ra biển vì gặp phải một dãy cồn cát khá cao (30- 40m) chạy song song với bờ biển như một con đê chắn lũ đã ngăn dòng chảy đổ thẳng ra biển mà buộc nó uốn khúc chảy dọc theo dãy cồn cát, và chỉ có một cửa thoát duy nhất là cửa Nhật Lệ. Sự xuất hiện của hệ thống cồn cát này là một yếu tố địa hình bất lợi nhiều mặt. Dưới tác động của gió, hiện tượng cát bay, cát chảy đã làm cho các cồn cát tiến dần về phía lục địa, thu hẹp đồng bằng, làm tăng tình trạng úng lụt vùng cửa sông Nhật Lệ.

Như vậy sau khi nước tập trung ở hạ lưu gây ra ngập lụt thì thời gian tiêu thoát nước, ngập úng trở nên khó khăn hơn. Mưa lớn gây ngập úng ngập thì tại cửa thoát lũ duy nhất của KVNC, tại cửa biển Nhật Lệ thì khi bão về còn kèm theo nước dâng sinh do cơ chế hiệu ứng nước dồn khi gió thổi mạnh (trong mùa này sóng dâng cao từ 4,5-6.0m đo tại Cồn Cỏ). Khi mùa lũ đến, dòng chảy sông lấn át dòng triều, nhưng khi triều lên thì dòng lũ và dòng triều ngược nhau sẽ gây ra hiện tượng nước dồn ú trong khu vực cửa sông. Trong mùa lũ, dòng chảy sông ngòi tăng lên nhanh, tỷ lệ giữa thời gian chảy ngược và chảy xuôi giảm mạnh và biến mất hoàn toàn khi có dòng lũ lớn. Ngoài ra khi bão đổ bộ vào đất liền thường kèm theo hiện tượng nước dâng, mùa mưa trùng với mùa bão, dòng lũ từ sông chảy ra và nước dâng từ biển chảy vào gây dồn ú nước tại cửa sông, làm cho việc tiêu thoát lũ càng khó khăn và chậm trễ.

Ngoài ra, thời gian tiêu thoát lũ chậm gây rất nhiều thiệt hại không chỉ bị quyết định bởi điều kiện địa lý tự nhiên mà còn do điều kiện kinh tế xã hội cũng ảnh hưởng tới nó. Khi nước lũ tràn về và gây ngập úng thì chính những điều kiện kinh tế này cũng góp phần làm tăng thêm tình trạng ngập úng. Ở các huyện Quảng Ninh, Lệ Thủy và thành phố Đồng Hới có mật độ dân số khá lớn và tập trung nhiều dân cư. Họ sinh sống ở 2 bên bờ sông Nhật Lệ, đặc biệt là ở Đồng Hới tập trung mật độ dân số cao nhất tỉnh. Việc tập trung dân cư đông đúc với mật độ cao ở hai bên bờ sông Nhật Lệ cũng gây

khó khăn cho việc thoát lũ của Nhật Lệ. Những công trình xây dựng như nhà cửa, đê điều ... làm cản dòng chảy khi lũ về.

Dân cư sinh sống hai bên bờ sông đã phát triển nghề nuôi trồng thủy sản khá mạnh, hoạt động kinh tế này trực tiếp làm biến đổi, thay đổi dòng sông, lấy nước, xây các hồ nuôi tôm cá trên sông. Đặc biệt tại Đồng Hới, các khu công nghiệp, dân số, các cơ sở kinh doanh tập trung dày đặc hai bên bờ sông cũng gây cản trở rất lớn cho dòng chảy vì bị ngăn cản khá nhiều, làm cho dòng chảy chậm hơn, tăng thời gian úng ngập tại đồng bằng. Mặt khác đời sống dân cư ở đây còn nghèo làm cho các công trình phục vụ dân sinh và sản xuất kém chất lượng không đủ độ bền vững, và rất sơ sài dễ bị phá huỷ khi có thiên tai bão - lũ. Chính các vật liệu từ các công trình dân sinh này đã làm gia tăng, thậm chí trực tiếp gây ra bồi lấp luồng lạch sông Nhật Lệ.

Hệ thống đường giao thông vận tải đường bộ, đường sắt và đường thủy nội địa có hướng vuông góc với dòng chảy của sông nên làm giảm khả năng tiêu thoát nước, nhất là tuyến đường Quốc lộ 1A và đường sắt Bắc - Nam, chúng trở thành các tuyến đê ngăn cản đường tiêu thoát lũ. Nếu như không có các tuyến đường này thì dòng chảy không bị ngăn cản nhưng giờ dòng chảy phải vượt qua những tuyến đường có tác động như những con đê chắn lũ, và một phần nước bị chúng giữ lại làm cho tình trạng úng ngập càng thêm trầm trọng. Tại đây cũng có rất nhiều công trình thủy lợi được xây dựng để phục vụ đời sống cũng như sản xuất nông nghiệp.

Cụ thể đầu tiên là đập Mỹ Trung sau khi đi vào hoạt động đã làm xuất hiện khá nhiều bãi nổi, bãi cạn nằm so le, những bãi này cũng làm cho dòng chảy bị ngăn cản chậm lại. Các hồ chứa khá nhiều nhưng đa số là với dung tích nhỏ chỉ chủ yếu nhằm phục vụ cho việc tưới tiêu vào mùa khô còn để phòng chống lũ thì với dung tích nhỏ như vậy lại đứng trước những cơn lũ lớn, trong khi đó hai hồ chứa lớn là An Mã và Cẩm Ly lại nằm ở đầu nguồn nên việc làm giảm lượng nước, tiêu thoát lũ không có tác dụng ở hạ lưu.

Ngoài ra hệ thống đê điều hệ thống đê của KVNC nằm trong vùng trũng của dải địa hình hẹp nhất Trung bộ và cả nước, lượng mưa lớn và lượng dòng chảy tập trung nhanh nên khu vực đồng bằng hạ du sông Nhật Lệ thường bị ngập úng. Khi lũ tiểu mãn xuất hiện hay những khi lũ ít thì việc chống ngập úng là hoàn toàn được. Nhưng khi lũ lớn thì hệ thống đê này lại hoàn toàn ngập trong nước và cũng góp phần làm cho việc tiêu thoát lũ trở nên khó khăn, tăng tình trạng ngập úng tại hạ lưu sông Nhật Lệ.

PHẦN 2. LỰA CHỌN MÔ HÌNH TÍNH TOÁN THỦY LỰC

2.1 Lựa chọn mô hình tính

2.1.1 Giới thiệu các mô hình tiêu biểu

Hiện nay có rất nhiều mô hình thủy lực đang được ứng dụng để tính toán, phân tích dòng chảy trên sông và trên kênh hở. Dưới đây là khái quát một số mô hình tiêu biểu đang được sử dụng rộng rãi ở nước ta:

1) Mô hình KOD: Mô hình do GS.TSKH.Nguyễn Ân Niên thiết lập năm 1974 để giải bài toán phân lũ sông Đáy, sau đó phối hợp với Cục dự báo Khí tượng thủy văn để tính toán lũ và tiêu úng cho toàn mạng sông Hồng và sông Thái Bình. Mô hình cũng có thể dùng để xem xét đánh giá nguồn nước, đánh giá khả năng vận hành các hệ thống thủy lợi, giải quyết các bài toán quy hoạch thủy lợi...

Mô hình dùng phương pháp giải theo sơ đồ hiện, về mặt cấu trúc có thể xem đó là sơ đồ sai phân hỗn hợp: Phương trình liên tục sai phân theo tam giác thuận (Lax) phương trình chuyển động sai phân theo sơ đồ tam giác ngược không cân. Theo cách tính của mô hình thì sông được chia thành các ô chứa bởi các mặt cắt, lưu lượng được tính tại các mặt cắt này còn mực nước được tính ở tâm ô chứa.

Ưu điểm chính của mô hình KOD là có thể tính cho mọi lưới sông ô chứa phức tạp nhất, độ chính xác cao, tính toán đơn giản, gọn nhẹ, kết quả đáp ứng tốt các bài toán thực tế đặt ra. Nhược điểm chính của mô hình là bước thời gian Δt bị hạn chế bởi điều kiện Courant - Lewy, nhưng mô hình không phải tính lặp các hệ số nên tốc độ tính toán vẫn nhanh, không mất thời gian thành lập và giải hệ đại số tuyến tính, tổng thời gian mỗi lớp tính cũng nhỏ. Một nhược điểm nữa của mô hình là việc mô phỏng hệ thống tiêu chưa thật đầy đủ ví dụ như quá trình trao đổi nước trên khu vực tiêu. Các công trình trao đổi nước cũng như phương thức điều khiển chưa được xem xét đầy đủ nhất là các thực trạng tiêu úng trong những điều kiện tác động của con người trong quá trình điều khiển hệ thống.

2) Mô hình VRSAP (*Vietnam river system and plains*;) Mô hình do cố GS.TS.Nguyễn Như Khuê thiết lập. VRSAP là phiên bản cải tiến cuối cùng của mô hình gốc KRSAL. KRSAL là mô hình toán dòng chảy lũ và thủy triều trên hệ thống sông ngòi, hồ chứa và đồng ruộng, được xây dựng từ năm 1978 phát triển trên sơ đồ sai phân ẩn của Dronker - Hà Lan. Mô hình VRSAP mô tả chuyển động sông thiên nhiên phức tạp như hệ thống sông Hồng và sông Thái Bình khá tốt, được ứng dụng rộng rãi, giải quyết được nhiều bài toán thông thường và một số bài toán lớn mang đặc thù riêng của đồng bằng sông Hồng cũng như đồng bằng sông Cửu Long (có bổ sung thêm phần xâm nhập mặn). Tuy nhiên mô hình này còn có một số nhược điểm chính sau:

- Giao diện đơn giản, khai thác kết quả mất rất nhiều công và yếu về đồ họa.
- Các thửa ruộng hai bên đều được coi là đổ trực tiếp vào kênh, chia thành nhiều cấp cao độ. Trong nội bộ ô ruộng kín không cho phép chảy tràn từ cao xuống thấp. Điều này chỉ đúng trong điều kiện hệ thống thủy lợi được hoàn chỉnh từ đầu mối đến mặt ruộng, có bờ vùng, bờ kênh đến từng khoảnh, bờ ruộng canh tác có chiều cao đủ sức chống tràn.

- Xét đến hoạt động của các trạm bơm tiêu vào hệ thống một cách đơn giản thông qua hệ số tiêu và diện tích vùng bơm, mà hệ số tiêu thì không thể hiện được quá trình bơm một cách thực tiễn và phù hợp với thực tiễn vận hành các trạm bơm tiêu để đảm bảo yêu cầu tiêu nước.

Chương trình gốc được viết bằng ngôn ngữ FORTRAN. Qua quá trình áp dụng tính toán quy hoạch vùng đồng bằng sông Hồng và đồng bằng sông Cửu Long mô hình đã được cải tiến nâng cấp dần. Hiện nay mô hình được viết lại bằng VisualBasic trong môi trường Windows, có giao diện thuận tiện hơn. Tuy nhiên giao diện chưa trực quan và chưa có kết nối GIS. Việc áp dụng mô hình tương đối phức tạp, cần nhiều kinh nghiệm xử lý cụ thể. Mô hình dựa trên bài toán một chiều nên việc ứng dụng cũng có những hạn chế nhất định.

3) Mô hình SOBEK: mô hình do Delft Hydraulics - Hà Lan xây dựng, sử dụng sơ đồ sai phân ẩn, cho phép tính toán thủy lực dòng hở, xói lan truyền, phù sa lơ lửng và xâm nhập mặn và các đặc trưng thủy lực lòng dẫn hở như lưu lượng, mực nước, độ sâu dòng chảy, vận tốc trung bình mặt cắt, hệ số chezy... Ngoài ra, mô hình cũng cho phép tính toán xói mòn do mất cân bằng phù sa trong lòng dẫn như ảnh hưởng của đập. Tính lưu lượng phù sa tưới cho đồng ruộng, tính nồng độ muối tại các vị trí khác nhau trên mạng sông. Ưu điểm của mô hình là sử dụng thuận tiện, truy nhập số liệu dễ dàng, cho phép thay đổi mạng sông, các công trình thủy lực trên mạng. Tuy nhiên mô hình chỉ quản lý mạng sông nhỏ hơn 400 mặt cắt, chưa xét đến sự điều tiết của các ô đồng ruộng như mô hình VRSAP, SOGREAH. Mô hình WENDY mang tính chất quản lý lưu vực, khi sử dụng có thể đưa thêm sơ đồ hình thái kênh mương, cầu cống, công trình thủy lợi, giả định các tình huống về nguồn nước và khai thác nguồn nước. Tuy nhiên mô hình không mô phỏng dòng bổ sung ngang từ mưa trên lưu vực như mô hình SSARR, lượng mưa gia nhập khu giữa chỉ có thể được tính trực tiếp từ dòng chảy trên các sông con, không mô tả khối lượng mưa rơi trực tiếp trên các ô ruộng, không có hệ thống liên kết các ô ruộng như trong các mô hình SOGREAH, VRSAP. Dùng mô hình WENDY bắt buộc phải có PLUG (một bộ phận khoá cứng do Delft Hydraulics độc quyền chế tạo).

Trong dự án quy hoạch tổng thể đồng bằng sông Hồng (VIE 89/034) Công ty tư vấn SMEC (Úc) phối hợp với Delft Hydraulics (Hà Lan) cùng các chuyên gia của Việt Nam đã đưa mô hình WENDY vào ứng dụng cho toàn mạng Sông Hồng - Thái Bình. Do bộ nhớ của mô hình có hạn, chỉ đưa được tối đa 400 mặt cắt nên cấu trúc mạng sông của đồng bằng sông Hồng có bị giảm bớt đi.

4) Mô hình thủy lực một chiều MIKE 11: Là mô hình thủy lực một chiều MIKE 11 của Viện thủy lực Đan Mạch DHI phát triển, là phần mềm dùng để mô phỏng dòng chảy, lưu lượng, chất lượng nước và vận chuyển bùn cát ở các cửa sông, sông, kênh tưới và các vật thể nước khác. MIKE 11 là một mô hình mạnh và có nhiều điểm thuận lợi trong quá trình tính toán thủy lực, áp dụng với chế độ sóng động lực hoàn toàn ở cấp độ cao, có khả năng tính toán với dòng chảy biến đổi nhanh, lưu lượng thủy triều, hiệu quả nước đọng thay đổi nhanh, sóng lũ và lòng dẫn có độ dốc lớn.

2.1.2 Lựa chọn mô hình tính toán

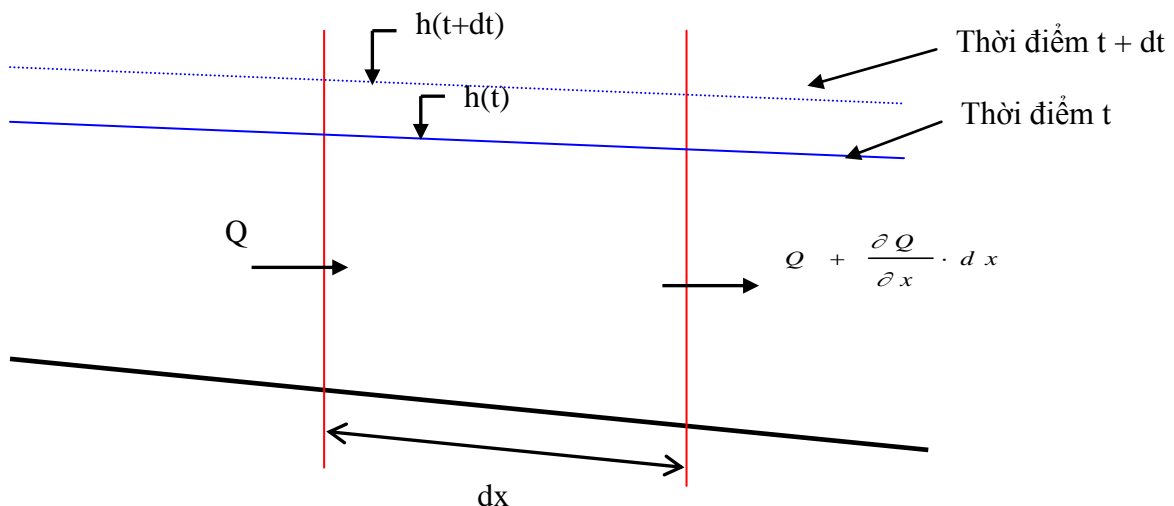
Tất cả các mô hình giới thiệu ở trên đều được xây dựng trên cơ sở phương trình liên tục và quy luật bảo toàn động lượng. Mỗi mô hình có một cách tiếp cận và đều cho phép tính toán chế độ thủy lực trong kênh dẫn hở để tìm ra những thông số cần thiết phục vụ việc thiết kế, quản lý các hệ thống thủy lợi. Trong tất cả các chương trình tính toán trên, họ chương trình MIKE đã được cải tiến nhiều lần cho phù hợp với điều kiện về tài liệu cũng như khai thác kết quả tính toán. Đây là họ chương trình tiên tiến, đã được nhiều cơ quan đầu ngành trong lĩnh vực tài nguyên nước kiểm nghiệm. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng mô hình MIKE 11 để xác định chế độ thủy lực lưu vực sông Lam. Mục tiêu của mạng thủy lực 1D này là kết nối với miền tính toán 2D nhằm mô phỏng bức tranh ngập lũ trên các khu vực chịu ảnh hưởng của lũ lụt.

2.2 Cấu trúc mô hình MIKE 11

Đặc trưng cơ bản của mô hình MIKE 11 là cấu trúc tổng hợp với nhiều loại môđun được thêm vào mỗi mô phỏng các hiện tượng liên quan đến hệ thống sông. Các modun trong bộ MIKE 11 bao gồm:

- Module HD Thủy động lực học là phần cốt lõi của MIKE 11, có khả năng giải bài toán thủy động lực học St. Venant cho kênh hở; giải bài toán sóng khuyếch tán, sóng động học cho một số nhánh định trước; giải bài toán Muskingum cho một số nhánh định trước; tự động hiệu chỉnh cho điều kiện dòng chảy êm, dòng chảy xiết; mô phỏng hầu hết các loại công trình trên sông như cầu, cống, trạm bơm, đập...
- Các ứng dụng liên quan đến mô đun MIKE 11 AD bao gồm: nghiên cứu truyền tải vật chất một chiều như quá trình xâm nhập mặn, chất lượng nước, hiện tượng phi dưỡng trong sông...

Ngoài môđun HD và AD đã mô tả ở trên, MIKE11 bao gồm các mô đun bổ sung về Thủy văn (Mike - NAM); chất lượng nước (Mike WQ); vận chuyển bùn cát có tính dính (Mike -ST); vận chuyển bùn cát không có tính dính (Mike -ST)



Hình 2. Chế độ dòng chảy của đoạn sông đơn được mô tả bằng hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng Saint – Venant

Hệ phương trình cơ bản mô tả chế độ thủy lực như sau:

- Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (2.1)$$

- Phương trình động lượng:

$$\alpha \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{Q^2}{W} \right) + g_w \frac{\partial z}{\partial x} + g \frac{Q|Q|}{C^2 RW} = 0 \quad (2.2)$$

Trong đó: Z là cao trình mực nước ở thời đoạn tính toán (m); t là thời gian tính toán (giây); Q là lưu lượng dòng chảy qua mặt cắt (m³/s); X là tọa độ không gian (dọc theo dòng chảy, đơn vị là m); b là hệ số phân bố lưu tốc không đều trên mặt cắt; W là diện tích mặt cắt ướt (m²); q là lưu lượng ra nhập dọc theo đơn vị chiều dài (m²/s); C là hệ số Chezy, được tính theo công thức: C = R^y/n; n là hệ số nhám.; R là bán kính thủy lực (m); y là hệ số thủy lực, theo Maninng y=1/6 ; g là gia tốc trọng trường : g= 9,81 m/s²; μ là hệ số động lượng; b là hệ số động năng.

Sử dụng phương pháp số gần đúng sai phân để giải hệ phương trình Saint - Venant. Đầu vào là số liệu về đặc tính hệ thống cùng số liệu của nguồn nước vào ra trên toàn hệ thống. Hệ phương trình 2.1 và 2.2 là hệ phương trình vi phân phi tuyến, có hệ số biến đổi. Các nghiệm cần tìm là Q và Z là hàm số của các biến độc lập x, t, không giải được bằng phương pháp giải tích mà giải gần đúng theo phương pháp sai phân. Từ hệ phương trình Saint Venant, có hai phương trình viết theo Q và h:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + b_s \frac{\partial h}{\partial t} = q \quad (2.3)$$

$$\alpha \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{B} \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{Q^2}{h} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + g \frac{Q|Q|}{C^2 RA} = 0 \quad (2.4)$$

Giải hệ phương trình vi phân trên theo phương pháp sai phân hữu hạn 6 điểm ẩn sẽ xác định được giá trị lưu lượng, mực nước tại mọi mặt cắt ngang trong mạng sông ở mọi thời điểm trong khoảng thời gian nghiên cứu. Mạng sông nghiên cứu được chia thành các đoạn sông đơn bằng các mặt cắt ngang, các đoạn sông được nối tiếp với nhau theo đúng trạng thái tự nhiên. Giải hệ phương trình sai phân sẽ tìm được cao trình mực nước tại các vị trí có mặt cắt và vị trí cách mặt cắt 2Δx. Lưu lượng tại các vị trí cách mặt cắt Δx và các vị trí công trình như cống, đập v.v.. trên toàn mạng sông sau mỗi bước thời gian tính toán. Sau mỗi bước tính toán sẽ thu được giá trị lưu lượng Q(m³/s) và cao trình mực nước Z(m) tại các vị trí đã nêu trên.

a) Cách giải phương trình theo phương pháp sai phân 6 điểm

Xét một đoạn sông dài 2Δx trong thời gian Δt:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{(Q_{j+1}^{n+1} + Q_{j+1}^n) - (Q_{j-1}^{n+1} + Q_{j-1}^n)}{2 * \Delta x} \quad (2.5)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{h_j^{n+1} - h_j^n}{\Delta t} \quad (2.6)$$

$$b_s = \frac{A_{o,j} + A_{o,j+1}}{2 \Delta x} \quad (2.7)$$

Trong đó:

Chỉ số bên dưới trong phương trình biểu thị vị trí dọc theo nhánh, và chỉ số bên trên chỉ khoảng thời gian.

$A_{o,j}$: Diện tích không chế bởi hai điểm lưới $j-1$ và j

$A_{o,j+1}$: Diện tích không chế bởi hai điểm lưới j và $j+1$

$2\Delta x$: Khoảng cách giữa hai điểm $j-1$ và $j+1$

Thế vào phương trình (4.3) được phương trình:

$$\frac{(\mathcal{Q}_{j+1}^{n+1} + \mathcal{Q}_{j+1}^n) - (\mathcal{Q}_{j-1}^{n+1} + \mathcal{Q}_{j-1}^n)}{2 * \Delta x} + \frac{A_{o,j} + A_{o,j+1}}{2\Delta x} \cdot \frac{h_j^{n+1} - h_j^n}{\Delta t} = q_j$$

Hay:

$$\alpha_j \mathcal{Q}_{j-1}^{n+1} + \beta_j h_j^{n+1} + \gamma_j \mathcal{Q}_{j+1}^{n+1} = \delta_j \quad (2.8)$$

Trong đó: $\alpha, \beta, \gamma = f(b_s, \delta) = f(Q^n, h^n, Q^{n+1/2})$

$$\frac{\partial \mathcal{Q}}{\partial t} = \frac{\mathcal{Q}_j^{n+1} - \mathcal{Q}_j^n}{\Delta t} \quad (2.9)$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{(h_{j+1}^{n+1} + h_{j+1}^n) - (h_{j-1}^{n+1} + h_{j-1}^n)}{2 * \Delta x} \quad (2.10)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{\mathcal{Q}^2}{A} \right) = \frac{\left[\alpha \frac{\mathcal{Q}^2}{A} \right]_{j+1}^{n+1/2} - \left[\alpha \frac{\mathcal{Q}^2}{A} \right]_{j-1}^{n+1/2}}{2 \Delta x} \quad (2.11)$$

Trong đó tính gần đúng với:

$$\mathcal{Q}^2 \approx \theta \mathcal{Q}_{j-1}^{n+1} \mathcal{Q}_j^n - (\theta - 1) \mathcal{Q}_j^n \mathcal{Q}_j^n$$

Thay vào phương trình trên ta được một phương trình có dạng:

$$\alpha_j h_{j-1}^{n+1} + \beta_j \mathcal{Q}_j^{n+1} + \gamma_j h_{j+1}^{n+1} = \delta_j \quad (2.12)$$

Trong đó:

$$\alpha_j = f(A)$$

$$\beta_j = f(Q_j^n, \Delta t, \Delta x, C, A, R)$$

$$\gamma_j = f(A)$$

$$\delta_j = f(A, \theta, \Delta x, \Delta t, \alpha, q, v, \mathcal{Q}_{j-1}^{n+1/2}, h_{j-1}^n, \mathcal{Q}_j^n, h_{j+1}^n, \mathcal{Q}_{j+1}^{n+1/2})$$

Như vậy, nhờ phương pháp sai phân và tuyến tính hoá, biến đổi hai phương trình Saint-Venant (2.3) và (2.4) thành hai phương trình đại số bậc nhất (2.8) và (2.12). Các hệ số của hệ phương trình này đều có quan hệ với các ẩn số Q, h .

b) Thuật toán cho công trình

Các dạng công trình được mô phỏng tính toán trong MIKE11 gồm: đập tràn đỉnh rộng; cống (cống hình chữ nhật, hình tròn...); trạm bơm; hồ chứa; công trình điều tiết; cầu giao thông v.v.... Các công trình đều có điều kiện chung bên trong là:

$$Q = f(\text{mức nước thượng lưu và hạ lưu của công trình}).$$

Thay phương trình mô men bằng cân bằng năng lượng cục bộ:

$$H_{TL} - H_{HL} = H_{\text{tổn thất}}$$

Trong đó:

H_{TL} : Mức nước thượng lưu công trình.

H_{HL} : Mức nước hạ lưu công trình.

$H_{tôn\ thất}$: Mức nước tổn thất do sự thu hẹp hay mở rộng dòng chảy.

PHẦN 3. THU THẬP SỐ LIỆU

(TÀI LIỆU SỬ DỤNG TRONG TÍNH TOÁN THỦY LỰC)

3.1 Địa hình lòng dẫn sông:

Toàn bộ địa hình lòng dẫn sông sử dụng trong tính toán thủy lực đều theo hệ cao độ Quốc gia, được Trung tâm công nghệ tài nguyên - môi trường nước thực hiện năm 2008. Trong khuôn khổ nghiên cứu đã đo đạc cập nhật, bổ sung tài liệu mặt cắt trên nhánh Kiến Giang từ Lệ Thủy tới cống Mỹ Trung và đoạn sông Nhật Lệ. Mạng lưới tính gồm 3 sông chính và một số kênh nội đồng như: Kênh Sao Vàng, Hói Dài và một số kênh nhỏ khác trên lưu vực với tổng chiều dài 118km, bao gồm 84 mặt cắt được thể hiện trong bảng 3.1.

Bảng 1. Thông tin đặc trưng mạng thủy lực 1D

TT	Tên sông	Chiều dài (km)	Số mặt cắt	Điểm đầu	Điểm cuối
1.	Nhật Lệ	18	18	Ngã 3 hợp lưu nhánh Kiến Giang và Long Đại	Cửa Nhật Lệ
2.	Long Đại	33	28	Trạm Tám Lu	Hợp lưu với nhánh Kiến Giang
3.	Kiến Giang	50	30	Trạm Kiến Giang	Hợp lưu với nhánh Long Đại
4.	Kênh Sao Vàng	7	3	Nối kênh Hói Dài	Nối với sông Kiến Giang
5.	Kênh Hói Dài	7	3	Nối với sông Kiến Giang (ngay sau trạm thủy văn Lệ Thủy)	Nối với sông Kiến Giang
6.	Các kênh nhỏ nối giữa kênh Sao Vàng và Hói Dài	3	2		

3.2 Tài liệu khí tượng, thủy văn:

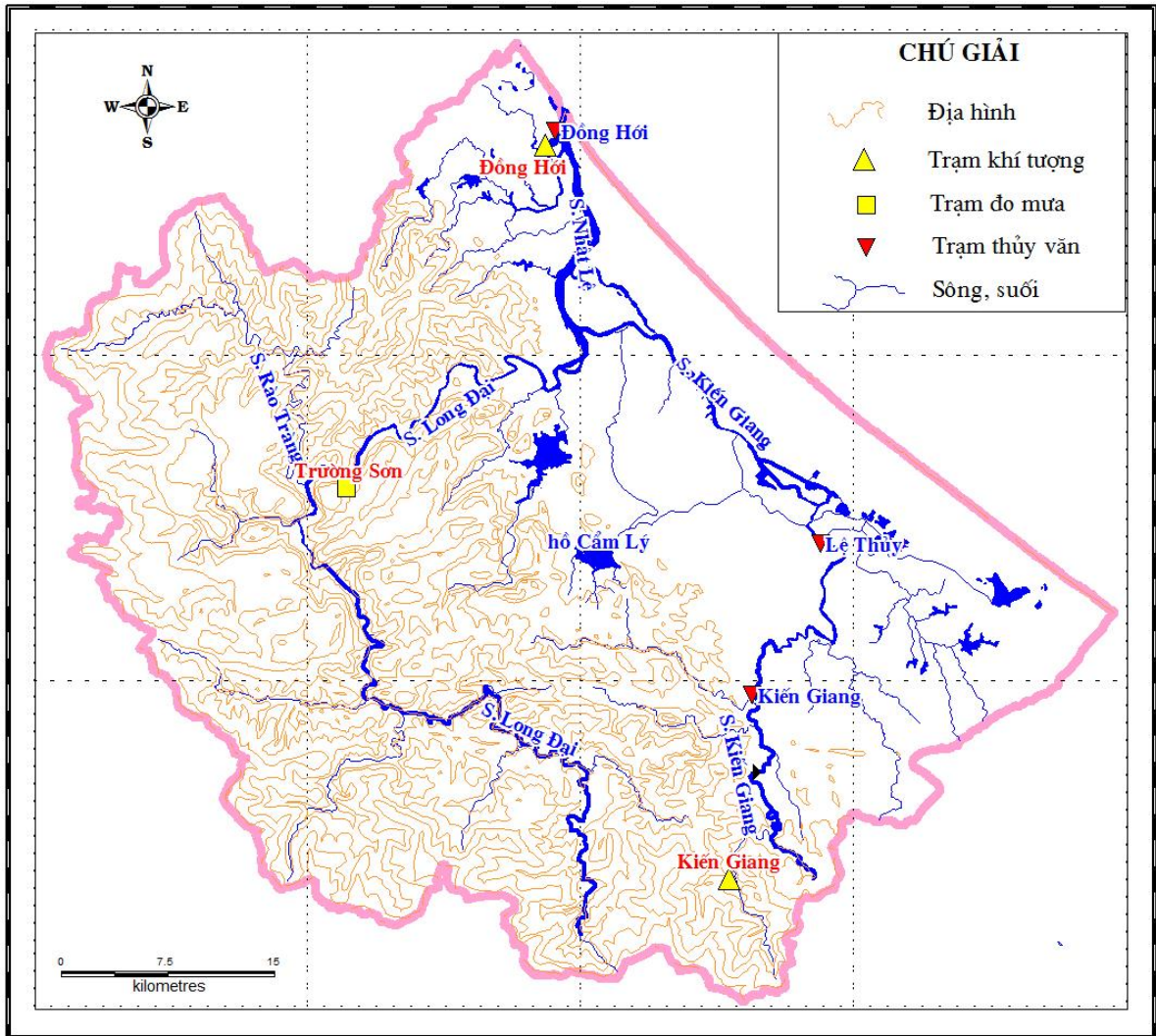
Số liệu khí tượng thủy văn được sử dụng trong tính toán bao gồm mực nước, lưu lượng, lượng mưa trên toàn lưu vực sông Nhật Lệ, gồm 2 trạm khí tượng và 1 trạm đo mưa (bảng 2), 4 trạm thủy văn (bảng 3) nhưng hiện tại có 1 trạm đã ngừng đo, sơ đồ mạng lưới trạm được trình bày trong hình 3.

Bảng 2. Danh sách trạm Khí tượng, đo mưa khu vực nghiên cứu

TT	Trạm	Toạ độ địa lý		Địa điểm
		Vĩ độ	Kinh độ	
1	Đồng Hới	17 ⁰ 28'	106 ⁰ 37'	P. Đồng Phú, TP. Đồng Hới, Quảng Bình
2	Trường Sơn	17° 15'	106° 28'	Trường Sơn, Quảng Ninh, Quảng Bình
3	Kiến Giang	17° 0'	106° 43'	Kim Thủy, Lệ Thủy, Quảng Bình

Bảng 3. Danh sách trạm Thủy văn trên khu vực nghiên cứu

TT	Trạm	Toạ độ địa lý		Địa điểm
		Vĩ độ	Kinh độ	
1	Đồng Hới	17° 28'	106° 37'	P. Đồng Mỹ, TP. Đồng Hới, Quảng Bình
2	Kiến Giang	17° 07'	106° 45'	Kim Thủy, Lệ Thủy, Quảng Bình
3	Lệ Thủy	17° 12'	106° 47'	Xuân Thủy, Lệ Thủy, Quảng Bình
4	Tám Lu	17° 15'	106° 27'	Trường Sơn, Quảng Ninh, Quảng Bình (Hiện đã ngừng đo)



Hình 3. Sơ đồ mạng lưới thủy văn và các trạm khí tượng thủy văn lưu vực sông Nhật Lệ

Trên lưu vực hiện chỉ có 3 trạm thủy văn: trạm Kiến Giang, Lệ Thủy, Đông Hới và trạm Tám Lu (đã dừng hoạt động). Tài liệu lưu lượng đo đạc trên lưu vực rất hạn chế, do vậy nghiên cứu sẽ khôi phục lưu lượng tại các trạm dựa trên tài liệu mưa để xây dựng biên đầu vào cho mô hình thủy lực.

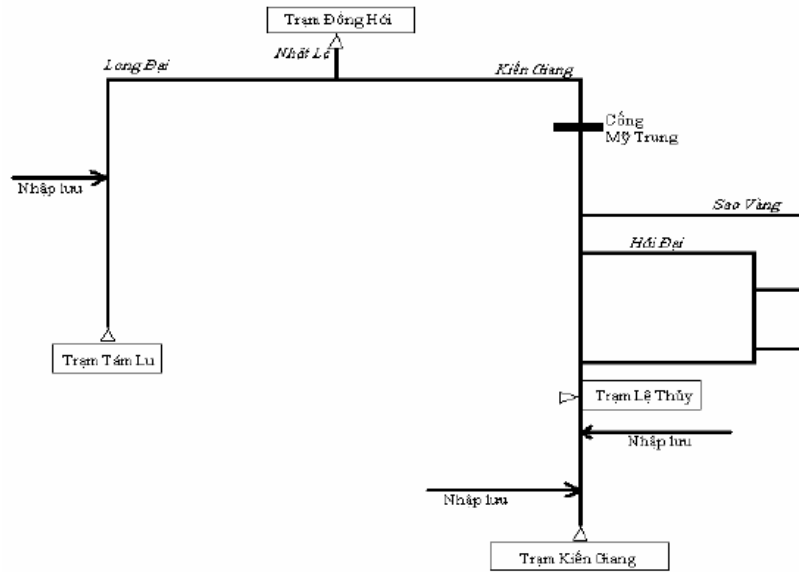
PHẦN 4. THIẾT LẬP MẠNG LƯỚI 1D

4.1 Mạng sông và nhiệm vụ tính toán

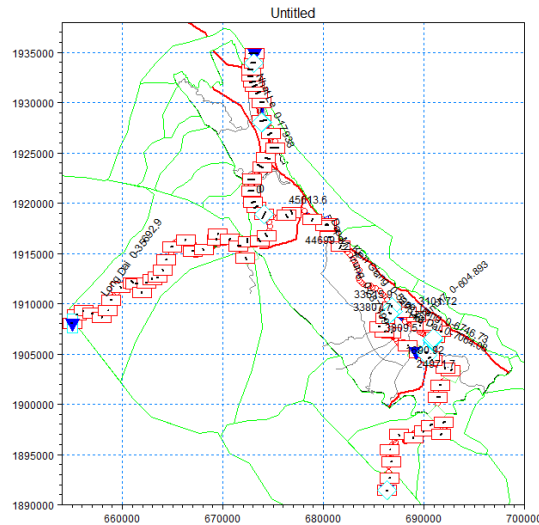
a. Mạng sông:

Mạng sông đưa vào tính toán thủy lực bao gồm toàn bộ dòng chính và các phụ lưu chính của vùng trung, hạ du trong lưu vực sông Nhật Lệ (hình 4), cụ thể như sau:

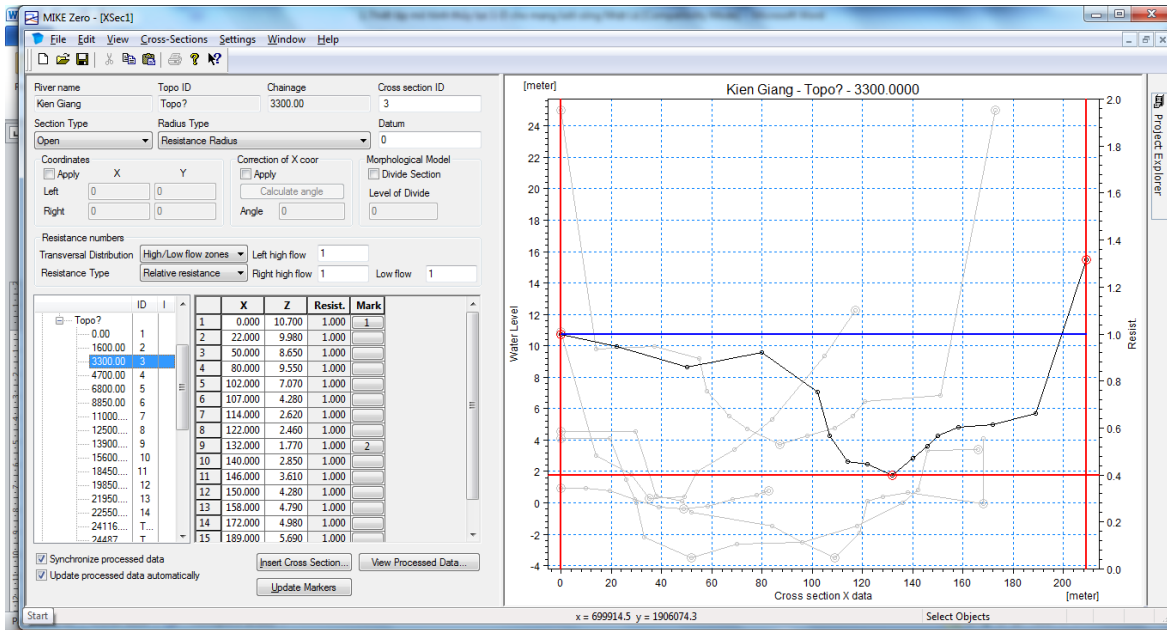
- + Dòng chính sông Nhật Lệ: từ đoạn hợp lưu của sông Long Đại với sông Kiến Giang đến cửa sông (Cửa Nhật Lệ);
- + Sông Long Đại: từ trạm thủy văn Tám Lu đến nhập lưu vào sông Nhật Lệ.
- + Sông Kiến Giang: từ trạm thủy văn Kiến Giang đến nhập lưu vào sông Nhật Lệ.
- + Các nhánh kênh Hói Dài, Sao Vàng và các kênh nội đồng khác



Hình 4. Sơ đồ mạng thủy lực 1D vùng nghiên cứu



Hình 5. Sơ đồ mạng thủy lực 1D trong Mike 11



Hình 6. Thiết lập mặt cắt trong MIKE 11

b. Nhiệm vụ tính toán:

Tính toán thủy lực trong mạng sông Lam trong mùa lũ, sau đó kết nối với mô hình 2 chiều, tính toán các yếu tố thủy lực trên bãi ngập lũ và xây dựng bản đồ ngập lụt.

4.2 Điều kiện biên

Biên trên của mô hình

Với mạng sông tính toán đã được xác định ở trên, biên trên của mô hình thủy lực là quá trình lưu lượng theo thời gian $Q=f(t)$ cụ thể như sau:

- Tại Kiến Giang: Biên lưu lượng được tính toán từ mô hình thủy văn dựa trên các tài liệu khí tượng.
- Tại Tám Lu: Biên lưu lượng được tính toán từ mô hình thủy văn

Biên dưới của mô hình

Biên dưới của mô hình thủy lực là quá trình mực nước theo thời gian $Z=f(t)$ tại Cửa Nhật Lệ. Quá trình mực nước này được tính toán dựa trên bộ hằng số điều hòa toàn cầu.

Biên khu giữa của mô hình

Tính toán từ mô hình thủy văn, sử dụng số liệu mưa tại các trạm: Trường Sơn, Kiến Giang, Đồng Hới.

	Boundary Description	Boundary Type	Branch Name	Chainage	Chainage	Gate ID	Boundary ID
1	Closed		Long Dai	0	0		Tam Lu
2	Open	Inflow	Kien Giang	0	0		KIEN GIANG
3	Open	Water Level	Nhat Le	17938	0		CUA NHAT LE
4	Point Source	Inflow	Kien Giang	26000	0		

Hình 7. Thiết lập điều kiện biên trong MIKE 11

KẾT LUẬN

Chuyên đề đã xây dựng mô hình thủy lực 1 chiều cho toàn bộ hệ thống sông Nhật Lệ phục vụ mục tiêu tính toán thủy lực trong mùa lũ. Mô hình được lựa chọn sử dụng là MIKE 11. Đây là mô hình thương mại, có bản quyền, cơ sở tính toán rõ ràng đã được kiểm nghiệm trong nhiều nghiên cứu trước đây và được khuyến cáo sử dụng tại nhiều cơ quan, tổ chức. Mô hình 1D dễ dàng cập nhật các số liệu đo đạc bổ sung như: tài liệu địa hình lòng dẫn, tài liệu các công trình thủy lợi... trong các kịch bản tính toán.

Mô hình thủy lực 1D xây dựng trong nghiên cứu sẽ được sử dụng để kết nối với mô hình 2D mô phỏng ngập lụt trên lưu vực sông Nhật Lệ. Việc thực hiện này sẽ được trình bày trong các nghiên cứu tiếp theo trong khuôn khổ thực hiện nhiệm vụ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phan Ngọc Thắng, 2009, “*Khai thác mô hình IQQM tính toán cân bằng nước hệ thống lưu vực sông Kiến Giang, tỉnh Quảng Bình*”.
2. Hoàng Thái Bình, 2009, “*Xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu hệ thống sông Nhật Lệ (Mỹ Trung – Tám Lu – Đồng Hới)*”.
3. Denmark Hydraulic Institute (DHI), 2007, “*MIKE 11 Reference Manual*” DHI, 514 pp.