

Kết quả nghiên cứu ban đầu ảnh hưởng của nước biển dâng do biến đổi khí hậu đến xâm nhập mặn sông Hóa-Thái Bình

Nguyễn Văn Hoàng^{1,*}, Đoàn Anh Tuấn¹, Nguyễn Thành Công²

¹*Viện Địa chất-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 84 Chùa Láng, Hà Nội, Việt Nam*

²*Viện Thủy công-Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam*

Nhận ngày 26 tháng 6 năm 2015

Chỉnh sửa ngày 28 tháng 7 năm 2015; Chấp nhận đăng ngày 6 tháng 8 năm 2015

Tóm tắt: Thái Bình là một tỉnh có địa hình thấp nhất ở đồng bằng Bắc Bộ nên ảnh hưởng của nước biển dâng (NBD) đến xâm nhập mặn các sông trong tỉnh rất mạnh, trong đó có sông Hóa chảy qua khu vực cực Bắc của tỉnh và tiếp giáp với TP. Hải Phòng. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu mức độ xâm nhập mặn nước sông Hóa dưới ảnh hưởng của NBD bằng mô hình số. Các kết quả mô hình cho thấy chế độ xâm nhập mặn sông Hóa với lưu lượng dòng chảy trung bình ngày ở tần suất 85% và dao động mực nước triều theo giờ năm 2013, xâm nhập mặn mạnh nhất xảy ra vào tháng 1. Mặc dù xâm nhập mặn diễn ra mạnh mẽ vào mùa khô, trong các tháng mùa khô đầu năm có rất nhiều thời điểm nước sông có hàm lượng muối thấp hơn 1ppt, có khả năng cung cấp nước cho sinh hoạt và nông nghiệp. Ở điều kiện hiện tại của mực nước biển, trong các tháng mùa khô 1-4 xâm nhập mặn có nồng độ muối 1ppt dài nhất là 16,671km; khi NBD lên 50cm, 75cm và 100cm thì chiều dài xâm nhập mặn tương ứng là 18,059km; 18,510km và 18,959km (gia tăng tương ứng chỉ 1,388km; 1,839km và 2,288km, tương ứng lên 8,33%; 11,03% và 13,72%); chiều dài xâm nhập mặn ở kịch bản NBD=75cm lớn hơn so với NBD=50cm, và ở kịch bản NBD=100cm lớn hơn so với NBD=75cm là tương đương nhau và bằng khoảng 450m.

Từ khóa: Nước biển dâng (NBD), xâm nhập mặn, sông Hóa, mô hình, EFDC.

1. Đặt vấn đề

Biến đổi khí hậu (BĐKH) đang là một trong những vấn đề toàn cầu được quan tâm nhất hiện nay. Các hội nghị về ẩm lên toàn cầu, biến đổi khí hậu được tổ chức thường xuyên, thường niên nhằm giúp các nước nhận thức rõ mức độ nghiêm trọng của vấn đề này và cùng nhau đi đến những giải pháp chung để giải quyết mối đe dọa về khí hậu. Nước biển dâng do BĐKH tất

yếu làm gia tăng xâm nhập mặn sâu vào trong các vùng cửa sông làm hạn chế khai thác nước ngọt. Thái Bình có trên 50km đường bờ biển nên rất nhiều sông lạch trên địa bàn tỉnh bị ảnh hưởng xâm nhập mặn, đặc biệt sẽ mạnh mẽ hơn trong bối cảnh NBD, mà hiện nay hàng năm luôn luôn xảy ra tình trạng mặn xâm nhập sâu vào các cửa sông vùng ven biển Thái Bình xảy ra mạnh mẽ tại huyện Thái Thụy và Tiền Hải gây khó khăn cho việc khai thác nước ngọt tại đây. Vì vậy, xây dựng được mô hình có khả năng dự báo xâm nhập mặn sông Hóa-Thái

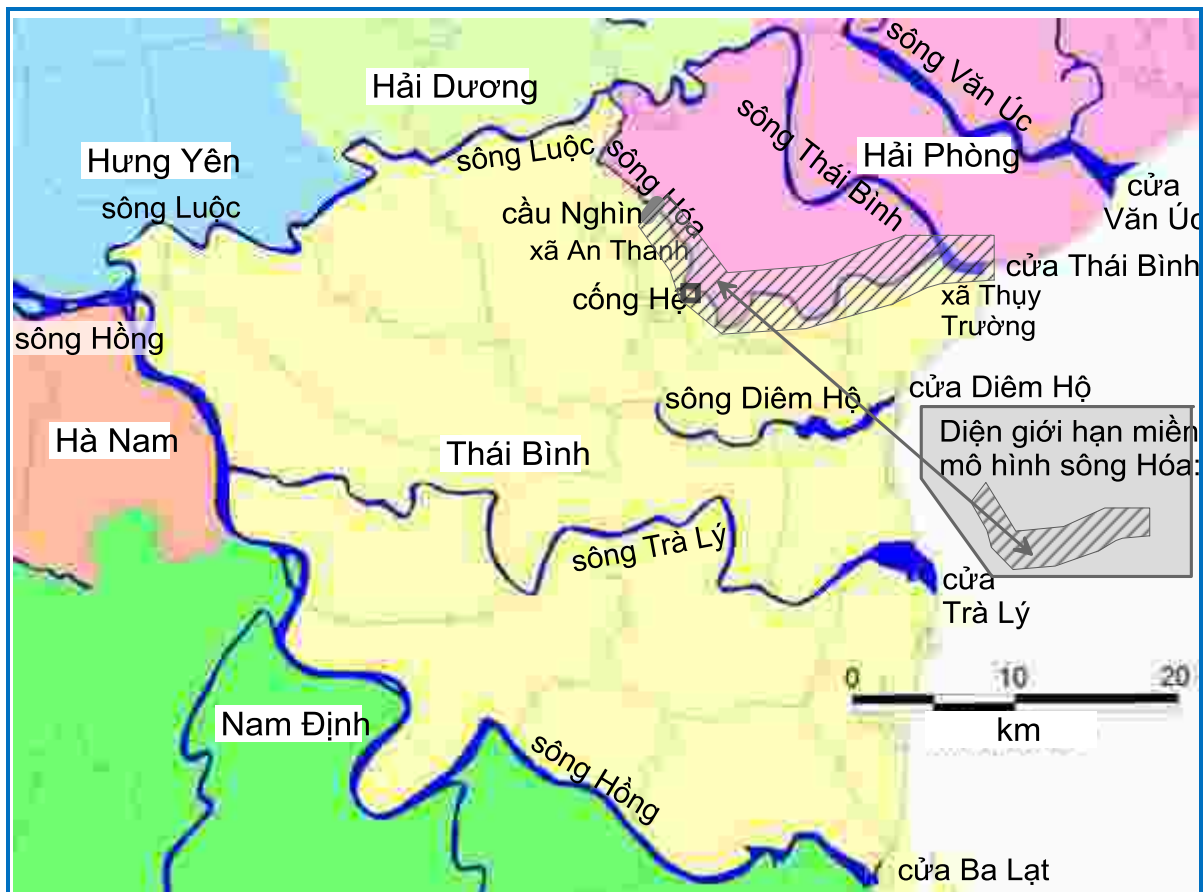
* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-912150785.
Email: N_V_Hoang_VDC@yahoo.com

Bình sẽ hỗ trợ đắc lực cho công tác xây dựng chế độ hoạt động của các trạm bơm hút nước sông nhạt khi nước mặn rút ra biển. Ngoài ra, mô hình còn dự báo được một cách định lượng mức độ gia tăng xâm nhập mặn dưới các kịch bản NBD có ý nghĩa khoa học và thực tiễn thiết thực đối với khu vực.

2. Điều kiện thủy văn sông Hóa-Thái Bình

Các sông chính trên địa bàn tỉnh Thái Bình có tiếp giáp với biển bao gồm sông Hồng, Trà Lý, Diêm Hộ, Hoá-Thái Bình, trong đó sông

Hóa là phân lưu của sông Luộc chảy theo hướng từ Tây Bắc về Đông Nam. Sông Hóa nhận nước từ cửa Chanh Chừ tại bờ phải của sông Luộc chảy theo hướng Đông Nam đến địa phận xã Thái Ninh, huyện Thái Thụy, tỉnh Thái Bình sông đổi hướng chảy ngoằn ngoèo theo hướng Tây Đông và nhập lưu với sông Thái Bình tại bờ phải, cách cửa Thái Bình khoảng 7 km về hướng Tây Bắc (hình 1). Dòng chính của sông Hóa dài 35,5 km, do chảy hoàn toàn trong vùng đồng bằng, độ dốc ở đáy sông nhỏ, càng về gần cửa sông, lòng sông càng mở rộng, độ uốn khúc tăng lên.



Hình 1. Hệ thống sông và miền mô hình sông Hóa.

- Dòng chảy năm: Sông Hóa là sông nội đồng nhỏ nên không có các trạm quan trắc thủy văn. Theo điều kiện thủy văn chung của khu vực thì nguồn nước mặt từ các con sông lớn chảy vào tỉnh Thái Bình thì có mô-đun dòng chảy trung bình nhiều năm vào khoảng từ 23,74 - 24,28 l/s/km² [1]. Nhìn chung lượng nước trung bình hàng năm trên lưu vực biến đổi khá lớn, năm nhiều nước nhất so với năm ít nước nhất gấp từ 4 đến 5 lần.

- Dòng chảy mùa lũ: Mùa lũ trên các sông ở Thái Bình từ tháng VI đến X. Lượng nước mùa lũ chiếm trên 70%, có năm chiếm tới 90% tổng lượng nước cả năm. Các tháng lũ lớn là tháng VII và tháng IX, lượng nước chiếm (50 - 70)% tổng lượng nước cả năm. Chênh lệch giữa các tháng lượng nước nhiều nhất và lượng nước ít nhất tới 10 lần, có khi tới 55 lần [1].

- Dòng chảy mùa kiệt: Mùa kiệt trên lưu vực kéo dài từ tháng X đến tháng V năm sau. Tổng lượng dòng chảy trong suốt thời gian mùa kiệt chỉ chiếm khoảng 31-36% tổng lượng dòng chảy trong năm. Mô-đun dòng chảy mùa kiệt trung bình nhiều năm vào khoảng 11-13 l/s/km² [1].

3. Mô hình mô phỏng xâm nhập mặn sông Hóa

Mô hình mô phỏng xâm nhập mặn sông Hóa được xây dựng bằng phần mềm EFDC là một phần mềm mô hình (MH) nước mặt tổng hợp, có khả năng tính toán, dự báo và mô phỏng các quá trình dòng chảy, lan truyền mặn, lan truyền có tính đến các quá trình sinh - địa - hóa trong sông, hồ, hồ chứa, các vùng cửa sông, vùng đất ngập mặn hoặc đới bờ... Giới thiệu chung về phần mềm có thể tham khảo qua [1] (Nguyễn Văn Hoàng và nnk, 2014) và chi tiết qua [2] (Hamrick, 1992), [3] (Craig, 2009) và [4] (<http://www.efdc-explorer.biz>).

3.1. Lựa chọn miền mô hình

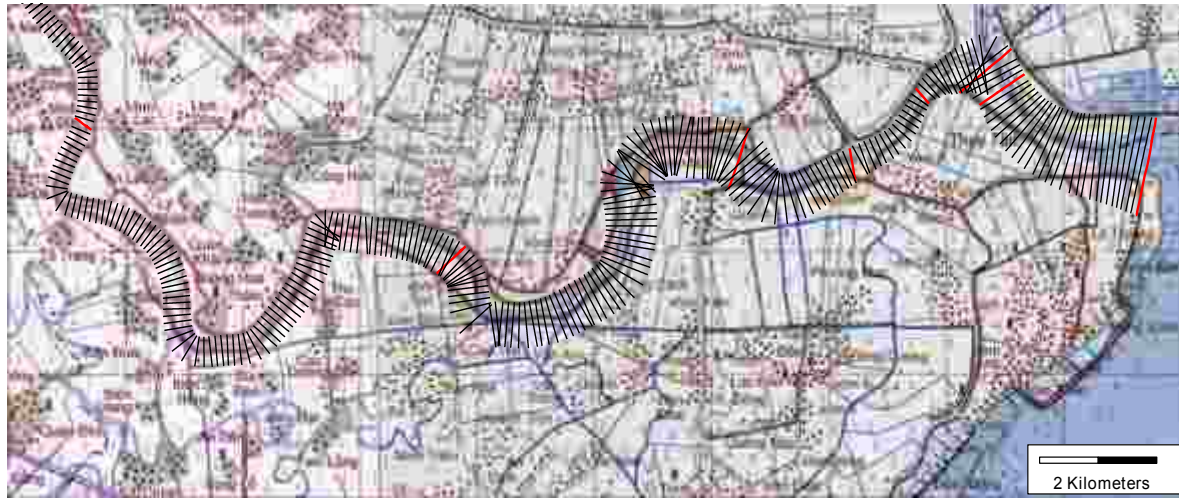
Với mục đích nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều hiện nay và của nước biển dâng đến

xâm nhập mặn nước sông Hóa, miền mô hình nên được giới hạn về phía thượng lưu là nơi mà nồng độ muối của nước sông không bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn. Việc xác định giới hạn này được tiến hành qua điều tra khảo sát thực địa về chiều sâu xâm nhập mặn vào sông trong một thời gian dài (mùa kiệt của năm có lượng mưa không lớn, hoặc vài năm).

Trên sông Hóa cũng như sông Thái Bình có nhiều điểm khai thác nước phục vụ nông nghiệp. Đối với sông Hóa, điểm khai thác nước phục vụ nông nghiệp tương đối xa cửa sông Thái Bình là cống Hệ. Tại đây độ mặn của nước sông luôn luôn được quan trắc trước khi tiến hành lấy nước tưới, và thực tế cho thấy rất hiếm khi nước mặn xâm nhập tới vị trí này (chỉ vào những năm cực hạn kết hợp với triều cường mới xảy ra xâm nhập mặn, và độ mặn cũng không vượt quá 1ppt). Vì vậy giới hạn phía thượng lưu của miền mô hình được lấy là cầu Nghìn trên quốc lộ 10 qua thị trấn An Bài huyện Quỳnh Phụ tỉnh Thái Bình, nằm về phía thượng lưu cống Hệ khoảng 9km. Như vậy miền mô hình kéo dài từ phía hạ lưu là xã Thụy Trường-Thái Thụy đến xã An Thanh-Quỳnh Phụ (Hình 1).

3.2. Số liệu địa hình lòng sông miền mô hình

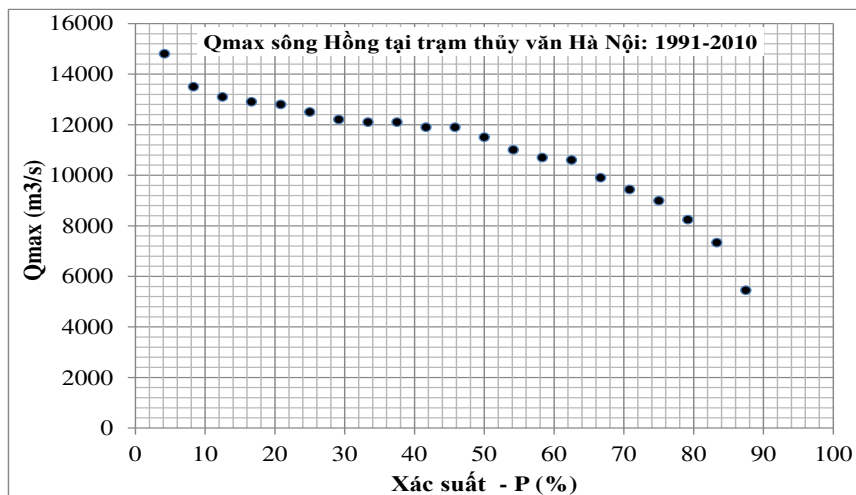
Một thông số đầu vào cần thiết là địa hình miền MH. 8 mặt cắt địa hình lòng sông được Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn đo năm 2007 đã được thu thập [5] (các đường mặt cắt màu đỏ) (Hình 2). Nhằm nội suy được phù hợp địa hình lòng sông miền MH, cần phải nội suy thêm các mặt cắt lòng sông cho các khoảng giữa các mặt cắt đã được đo do phần mềm mô hình EFDC chưa có tính năng nội suy cốt cao địa hình theo mặt cắt, mà chỉ nội suy theo các điểm giá trị lân cận. Đã sử dụng phần mềm nội suy mặt cắt lòng sông trong phần mềm HEC-RAS [6] để nội suy ra thêm các mặt cắt cách nhau từng 100m (các đường mặt cắt màu đen) (Hình 2). Sau đó phần mềm mô hình nội suy địa hình cho từng ô lưới, và địa hình được nội suy thể hiện trên hình 3.



Hình 2. Miền mô hình sông Hóa và vị trí các mặt cắt địa hình.



Hình3. Địa hình lòng sông Hóa miền mô hình.



Hình 4. Tần suất lưu lượng sông Hồng tại trạm thủy văn Hà Nội 1991-2010.

3.3. Các điều kiện ban đầu và biên mô hình

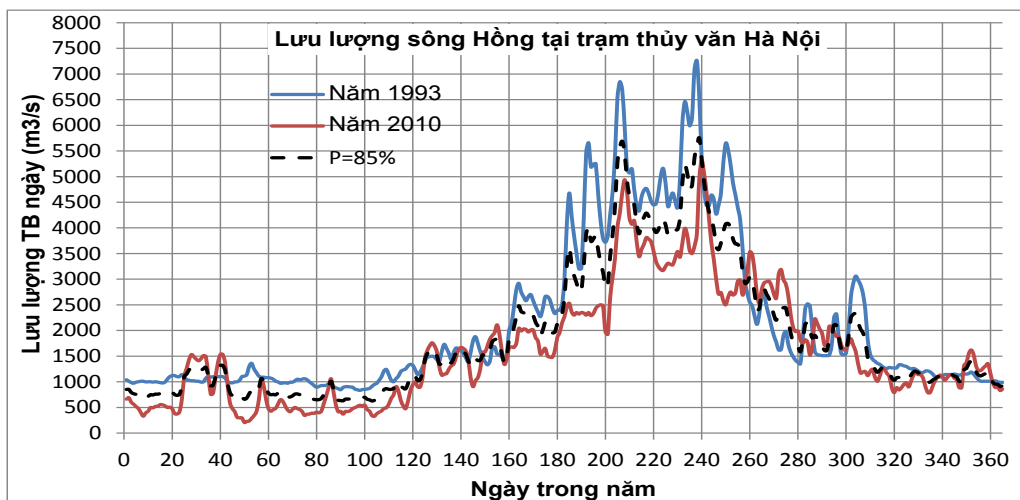
Điều kiện ban đầu và điều kiện biên được xác định cho mô hình như sau:

+ Điều kiện ban đầu về mực nước trên miền mô hình được xác định bằng cách sau: Tại cửa Thái Bình có mực nước lấy bằng mực nước biển TB trong khoảng thời gian mô hình. Mực nước tại thượng lưu miền mô hình được lấy từ kết quả mô hình sông Hóa ở tần suất 85% (*Đại học Thủy lợi, 2010*)[7]. Mực nước ban đầu sông Hóa trên toàn bộ đoạn sông mô hình được nội suy từ các giá trị này.

+ Điều kiện biên lưu lượng: thượng lưu miền mô hình sông Hóa có dòng chảy vào đã biết: Lưu lượng thượng lưu tại thôn Đông-xã An Thanh-huyện Quỳnh Phụ lấy bằng 3,5% lưu lượng sông Hồng tại trạm thủy văn Hà Nội (lưu lượng dòng chảy từ sông Hồng vào sông Luộc khoảng 7% lưu lượng sông Hồng, tới ngã 3 Chanh (sông Hóa-sông Luộc) thì khoảng một nửa chảy vào sông Hóa, một nửa chảy vào sông Thái Bình và Văn Úc) (*Đại học Thủy lợi, 2010*)[7]. Lưu lượng sông Thái Bình nơi sông Hóa nhập lưu ước tính khoảng 3% lưu lượng sông Hồng do lượng nước tương đương 0,5% lưu lượng sông Hồng bị tiêu hao do khai thác sử dụng.

Trong khuôn khổ bài viết đánh giá mức độ xâm nhập mặn các sông dưới ảnh hưởng xâm nhập mặn từ biển sẽ sử dụng tần suất dòng chảy ứng với 85%. Mực nước hoặc lưu lượng sử dụng sẽ ứng với lưu lượng tần suất 85% này. Vì vậy sẽ chọn đường lưu lượng của năm có lưu lượng dòng chảy tương đương với tần suất 85% để sử dụng trong mô hình dự báo xâm nhập mặn. Lưu lượng nước sông Hồng tại trạm thủy văn Hà Nội có hai dạng đặc trưng tương đối với thời gian công trình thủy điện Hòa Bình đưa vào vận hành khoảng năm 1990 là hai thời kỳ 1956-1990 (hồ Hòa Bình chưa vận hành) và 1991 đến nay (có sự vận hành của hồ Hòa Bình) [8]. Tần suất lưu lượng sông Hồng tại trạm thủy văn Hà Nội đối với thời kỳ 1990-2010 thể hiện trong hình 4.

Thời kỳ sau năm 1990 lưu lượng sông Hồng tại Hà Nội nhỏ nhất là $5.450\text{m}^3/\text{s}$ (năm 2010) ứng với tần suất $P=83,3\%$ và tiếp theo là $7.330\text{m}^3/\text{s}$ (năm 1993) ứng với $P=87,5\%$. Như vậy tần suất 85% ứng với giữa 2 giá trị này. Vì vậy tiến trình lưu lượng nước sông Hồng (Hình 5) được sử dụng để tính lưu lượng nước vào sông Hóa (Hình 6) và mực nước sông Hồng tại thượng lưu miền mô hình sông Hóa được nội suy từ tiến trình lưu lượng và mực nước của năm 1993 và 2010.



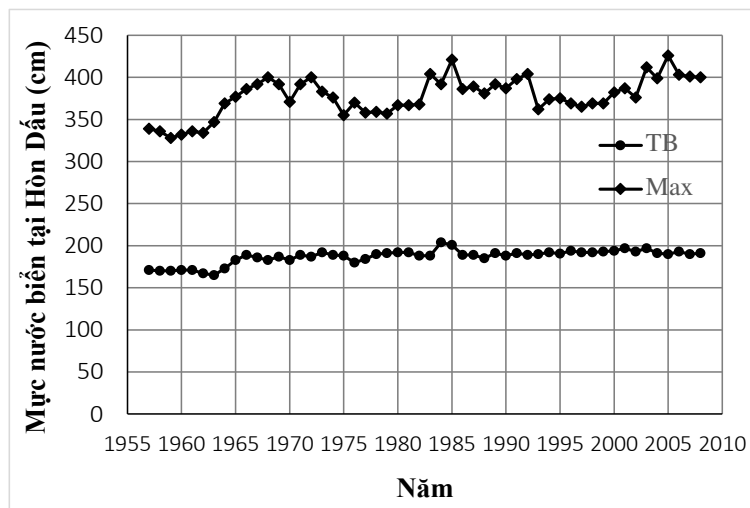
Hình 5. Lưu lượng sông Hồng tại trạm Hà Nội năm 1993, 2010 và P=85%.



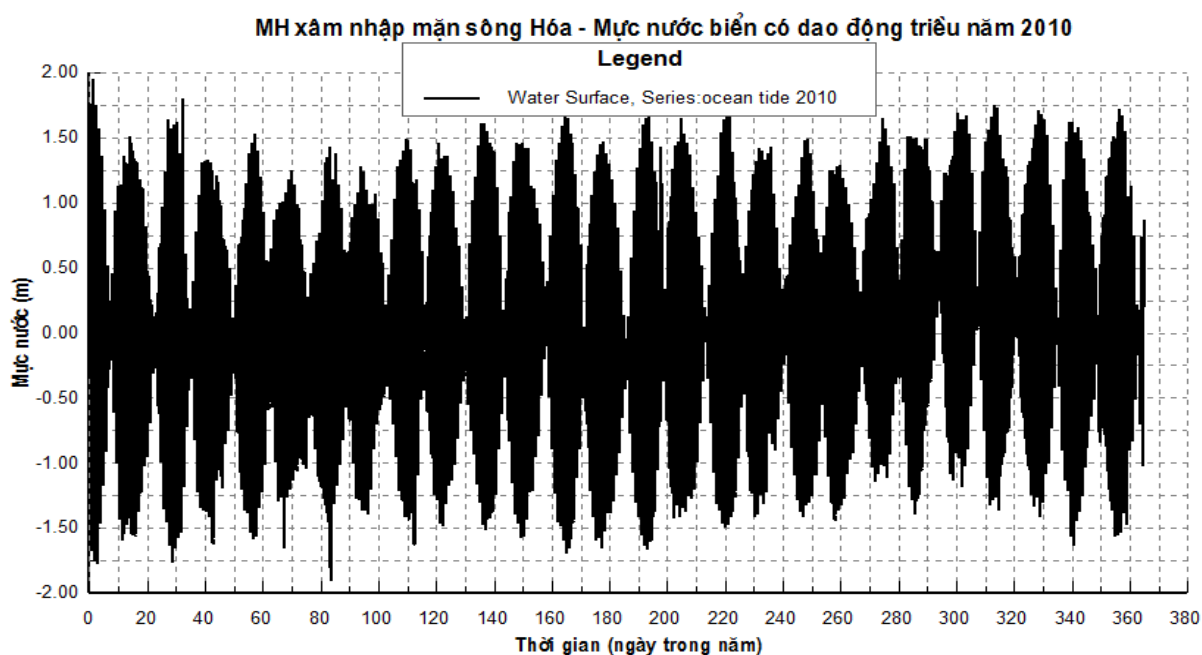
Hình 6. Lưu lượng nước ước tính tại biên thượng lưu.

+ Điều kiện biên mực nước: là biên hạ lưu được lấy là điều kiện mực nước xác định bằng mực nước biển có dao động triều. Trong mô hình hiệu chỉnh mực nước biển có dao động triều là năm 2010, còn trong mô hình dự báo xâm nhập mặn hiện tại là năm 2013 và đối với các kịch bản nước biển dâng khác nhau, biên hạ lưu này cũng lấy là dữ liệu triều năm 2013 được

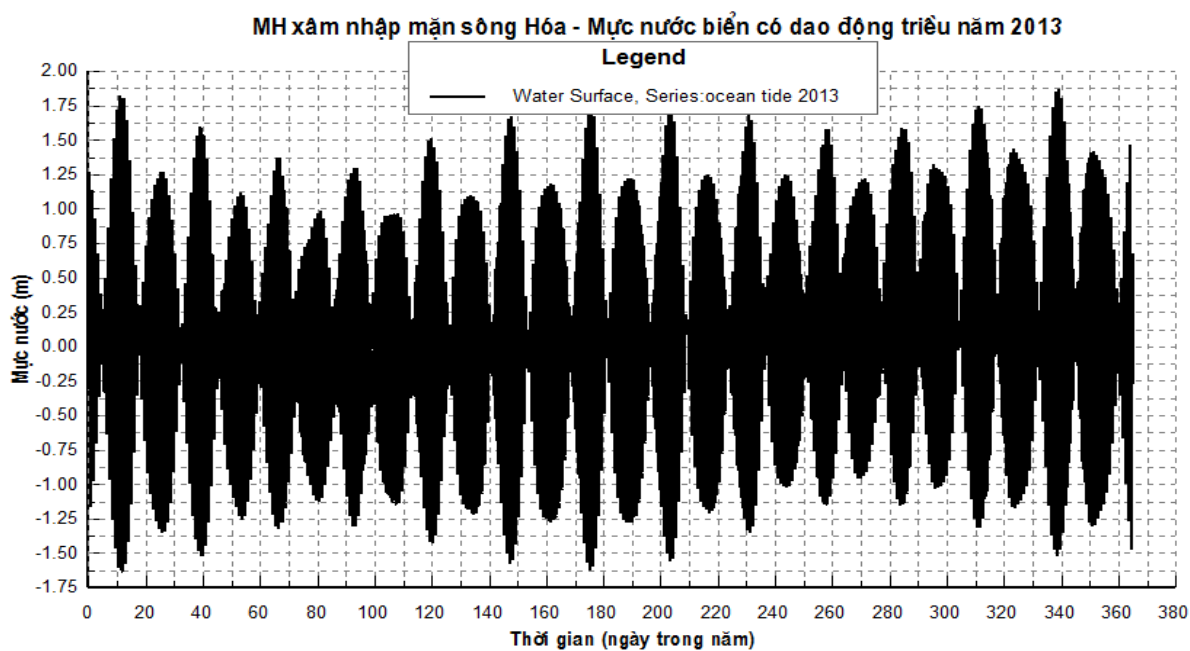
trình tiến tương ứng với các giá trị mực nước biển dâng. Việc sử dụng giả thiết này không làm mất đi tính thực tế của nó vì mực nước biển trung bình tại khu vực (cụ thể là tại Hòn Dấu) trong giai đoạn 1980-1999 (là thời kỳ chuẩn để đánh giá nước biển dâng do biến đổi khí hậu) và giai đoạn 2000 đến nay là không có sự biến động đáng kể (Hình 7).



Hình 7. Mực nước biển trung bình và lớn nhất tại Hòn Dấu.



Hình 8. Dao động triều theo giờ năm 2010 tại biên hạ lưu.



Hình 9. Dao động triều theo giờ năm 2013 tại biên hạ lưu.

Điều kiện ban đầu về mực nước (và chiều dày cột nước) trên từng phần tử được nội suy bằng mô đun nội suy trong EFDC explorer. Mọi phần tử ở biên thượng lưu được gán cho điều kiện biên có lưu lượng vào đã biết tỷ lệ theo diện tích thẳng đứng của từng phần tử theo hướng vuông góc với dòng chảy (thực hiện tự động bằng EFDC explorer). Nồng độ muối ban đầu trên toàn miền mô hình là 0,1ppt.

+ Điều kiện biên độ mặn: Các phần tử biên hạ lưu có nồng độ muối bằng giá trị giả định là 30ppt (là một giá trị thuộc dải giá trị nồng độ muối nước biển ven bờ).

Bước thời gian mô hình được lựa chọn theo yêu cầu của độ chính xác của mô hình số mà EFDC explorer đã được chọn là 1,5s.

3.4. Xây dựng mô hình EFDC phục vụ đánh giá dự báo xâm nhập mặn sông Hóa

3.4.1. Xây dựng lưới mô hình

Để xây dựng được hình học lưới cong miền MH đoạn sông đã lựa chọn ta cần có các tệp số liệu đường bao miền mô hình, đường chủ lưu (lạch chảy sâu nhất) và các đường mặt cắt ngang sông (kích thước lưới theo chiều lòng sông bằng đúng khoảng cách giữa các đường mặt cắt này). Bản đồ miền mô hình được khai báo đúng tọa độ VN2000, sau đó số hóa đường bao sông Hóa nơi được xây dựng mô hình và đường chạy dọc trung lòng sông. Trong phần mềm giao diện EFDC đường bao và đường tâm lòng sông kết hợp với các mặt cắt ngang sông

được nội suy để xây dựng lưới mô hình với số ô lưới ngang sông là 9. Kích thước ô lưới được phần mềm EFDC tự động xác định trong quá trình xây dựng lưới mô hình với số lượng ô ngang qua sông là 9: chiều dài ô lưới dọc sông trung bình là 100m, chiều rộng ô lưới ngang sông thay đổi từ ~12m (phía thượng lưu nơi lòng sông hẹp) đến 50m (phía cửa sông nơi lòng sông rộng). Số lớp nước trong mô hình được lựa chọn là 7. Mô hình gồm 2.673 ô và 7 lớp theo chiều sâu. Như vậy mô hình số theo không gian hai chiều theo x và y đã được xây dựng đã chứa cả thông tin về độ cao đáy lòng sông miền mô hình. Theo chiều thẳng đứng gồm 7 lớp nước là hệ tọa độ xích ma (σ).

3.4.2. Hiệu chỉnh mô hình

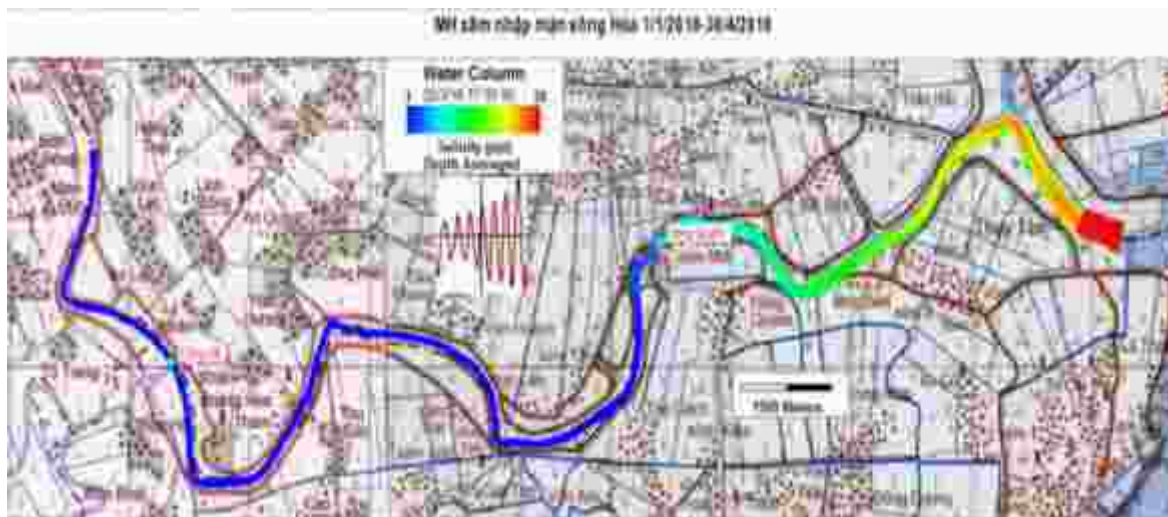
Quan trắc nồng độ muối trên sông Hóa không được tiến hành một cách đầy đủ bài bản như các trạm quan trắc chất lượng nước của các cơ quan quản lý tài nguyên nước và môi trường, mà chỉ bởi tổ chức khai thác nước địa phương là công ty khai thác các công trình thủy lợi và chỉ thực hiện tại các vị trí lấy nước phục vụ nông nghiệp là tại Hồng Quỳnh (cầu phao trên quốc lộ 37 nối xã Hồng Quỳnh-Thái Thụy-Thái Bình và xã Cổ Am-Vĩnh Bảo-Hải Phòng) và tại cống Hệ tại xã Thụy Ninh-Thái Thụy-Thái Bình. Hai vị trí quan trắc mặn trên sông Hóa này thể hiện trên Hình 10. Phân bố độ muối theo các tháng mùa kiệt trung bình nhiều năm [9] thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Phân bố độ muối theo các tháng mùa kiệt trung bình nhiều năm [9]

| Trạm | Đặc trưng | Tháng | | | | | |
|---------|-----------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | XII | I | II | III | IV | V |
| Cống hệ | TB | 0,049 | 0,161 | 0,112 | 0,089 | 0,083 | 0,084 |
| | Max | 0,006 | 1,380 | 2,670 | 0,334 | 0,193 | 0,233 |
| | Min | 0,030 | 0,021 | 0,020 | 0,053 | 0,043 | 0,053 |
| Cổ Am | TB | 1,470 | 3,950 | 3,450 | 3,290 | 1,340 | 2,170 |
| | Max | 17,000 | 20,70 | 23,90 | 22,100 | 25,500 | 22,000 |
| | Min | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,020 | 0,010 | 0,010 |

Để hiệu chỉnh mô hình, việc sử dụng các số liệu này là không khả thi vì nồng độ muối tại các vị trí này được đo vào các thời điểm không được cho biết và lại được tính trung bình, trong khi đó nồng độ muối bị quyết định bởi lưu lượng dòng chảy trong sông và mực nước biển dưới ảnh hưởng của thủy triều. Trong quá trình thực hiện đề tài [4] đã tiến hành thực địa khảo sát đo đạc nồng độ muối trên sông Hóa tại Cổ Am và Cống Hệ và mô hình năm 2010 đã được thực hiện. Kết quả nồng độ muối theo MH và quan trắc có thể nói là đồng bộ, có sai khác trong mức độ cho phép đối với giá trị nồng độ dao động tương đối lớn trên thực tế

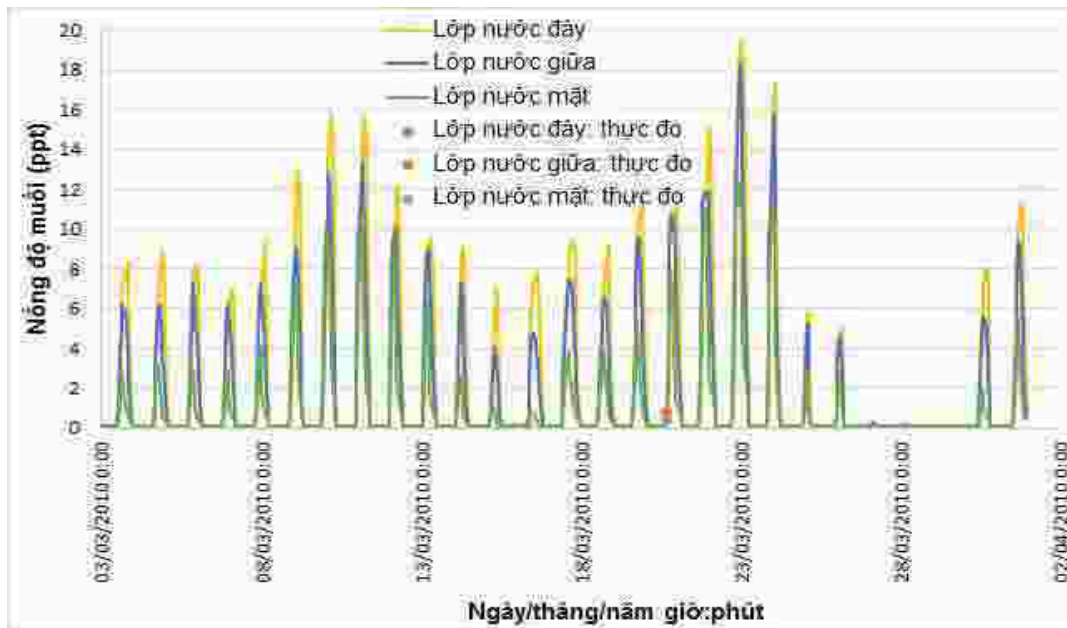
cũng như trong MH. Về sai lệch tương đối nồng độ muối giữa số liệu MH và thực tế tại hai vị trí là cầu phao sông Hóa tại xã Hồng Quỳnh-Thái Thụy-Thái Bình và cống Hệ - xã Thụy Ninh-Thái Thụy-Thái Bình vào ngày 20/3/2010 thể hiện trong bảng 2, hình 10 và 11. Tại cống Hệ xâm nhập mặn không đạt tới vị trí này. Còn tại cầu phao sông Hóa trên QL 37 xâm nhập mặn đã đạt tới và sai số giữa nồng độ muối thực đo và theo mô hình vào thời điểm đo là 0,03ppt đến 0,07ppt (sai số tuyệt đối) và 2,1% đến 18,4% (sai số tương đối). Như vậy từ sai số tuyệt đối có thể nói là không lớn khi đánh giá độ mặn của nước cửa sông ven biển.



Hình 10. Bản đồ vị trí các trạm quan trắc mặn sông Hóa và dải phổ màu nồng độ muối 0,1ppt÷30ppt lúc 17h ngày 20/03/2010

Bảng 2. So sánh kết quả mô hình và thực đo nồng độ muối nước sông Hóa

| Thời gian | Vị trí | Thực đo (ppt) | Mô hình (ppt) | Sai số tuyệt đối (ppt) | Sai số tương đối (%) |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|------------------------|----------------------|
| Hồng Quỳnh | | | | | |
| 17h20/3/2010 | Lớp nước mặt | 0,40 | 0,47 | 0,07 | 2,1 |
| 17h20/3/2010 | Lớp nước giữa | 0,75 | 0,82 | 0,07 | 9,5 |
| 17h20/3/2010 | Lớp nước đáy | 0,80 | 0,83 | 0,03 | 18,4 |
| Cống Hệ | | | | | |
| 15h20/3/2010 | Lớp nước mặt | ~0,10 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| 15h20/3/2010 | Lớp nước giữa | ~0,10 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| 15h20/3/2010 | Lớp nước đáy | ~0,10 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |

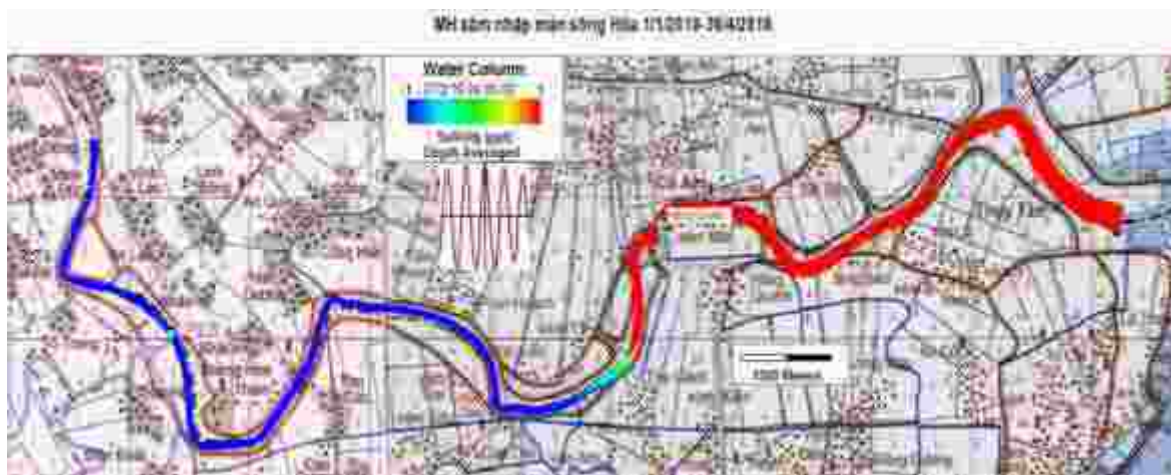


Hình 11. Nồng độ muối quan trắc được và theo mô hình trong sông Hóa tại Hồng Quỳnh-Thái Bình.

3.4.3. Xâm nhập mặn sông Hóa mùa khô 2010

Mô hình năm 2010 ngoài việc phục vụ hiệu chỉnh mô hình mà còn có thể cung cấp cho ta thông tin về kết quả mô phỏng xâm nhập mặn sông trong mùa khô năm này. Trong trường hợp này biên lưu lượng ở thượng lưu được xác định

theo giá trị thực tế và biên mực nước triều hạ lưu cũng là giá trị thực tế. Trong mùa khô năm 2010 xâm nhập mặn sâu nhất diễn ra lúc 4h00 ngày 27/2/2010 trong đó mặn nồng độ 1ppt đi sâu vào nội đồng qua cầu phao Hồng Quỳnh khoảng 2km (2 hình 12 và 13).



Hình 12. Phân bố nồng độ muối khi nêm mặn vào sâu nhất: dải phổ màu nồng độ 0,1ppt=1ppt.



Hình 13. Phân bố nồng độ muối khi xâm nhập vào sâu nhất: dải phổ màu nồng độ 0,1ppt÷30ppt.

4. Kết quả đánh giá xâm nhập mặn sông hóa theo các kịch bản NBD

4.1. Kịch bản NBD do biến đổi khí hậu

Kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH) và NBD cho Việt Nam được Bộ Tài nguyên và Môi trường xây dựng, công bố năm 2012 [10] là theo các kịch bản phát thải khí nhà kính thấp (kịch bản B1), trung bình (kịch bản B2) và kịch bản phát thải cao nhất của nhóm các kịch bản phát thải cao (kịch bản A1FI).

- **Theo kịch bản B1:** Vào giữa thế kỷ 21, trung bình trên toàn Việt Nam, NBD trong khoảng từ 18 đến 25cm. Đến cuối thế kỷ 21, nước biển dâng cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 54 đến 72cm; thấp nhất ở khu vực từ Móng Cái đến Hòn Dấu trong khoảng từ 42 đến 57cm. Trung bình toàn Việt Nam, NBD trong khoảng từ 49 đến 64cm.

- **Theo kịch bản B2:** Vào giữa thế kỷ 21, trung bình trên toàn Việt Nam, NBD trong khoảng từ 24 đến 27cm. Đến cuối thế kỷ 21, NBD cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 62 đến 82cm; thấp nhất ở khu vực từ Móng Cái đến Hòn Dấu trong khoảng từ 49 đến 64cm. Trung bình toàn Việt Nam, NBD trong khoảng từ 57 đến 73cm.

- **Theo kịch bản A1FI:** Vào giữa thế kỷ 21, trung bình trên toàn Việt Nam, nước biển dâng trong khoảng từ 26 đến 29cm. Đến cuối thế kỷ 21, NBD cao nhất ở khu vực từ Cà Mau đến Kiên Giang trong khoảng từ 85 đến 105cm; thấp nhất ở khu vực từ Móng Cái đến Hòn Dấu trong khoảng từ 66 đến 85cm. Trung bình toàn Việt Nam, NBD trong khoảng từ 78 đến 95cm.

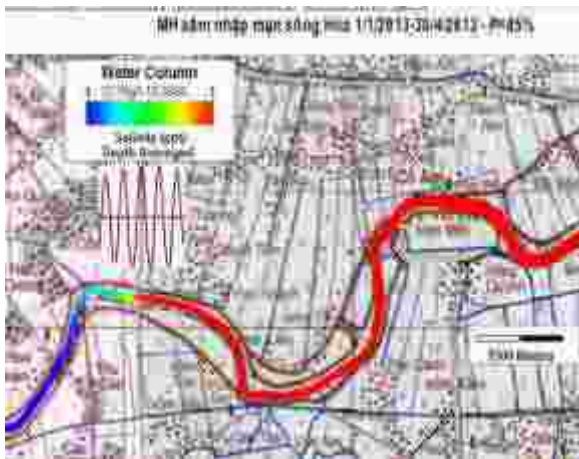
Trong khuôn khổ bài viết sẽ sử dụng dòng chảy sông Hóa ở tần suất 85% để đánh giá so sánh xâm nhập mặn hiện nay và trong bối cảnh NBD. Mục NBD do BĐKH được sử dụng là ứng với kịch bản thấp là 50cm, trung bình là 75cm và cao là 100cm (mặc dù đối với khu vực đồng bằng Bắc Bộ mực nước biển dâng theo kịch bản này cao nhất là 85cm tới năm 2100, tuy nhiên để đánh giá dự báo cho tương lai xa hơn là khoảng năm 2120 thì mực NBD có thể đạt tới 100cm, cũng như trong các đánh giá rủi ro ngập lụt do nước biển dâng cũng đã sử dụng mực NBD 100cm [10]).

4.2. Mô hình đánh giá mức độ xâm nhập mặn sông Hóa do NBD với thủy triều năm 2013

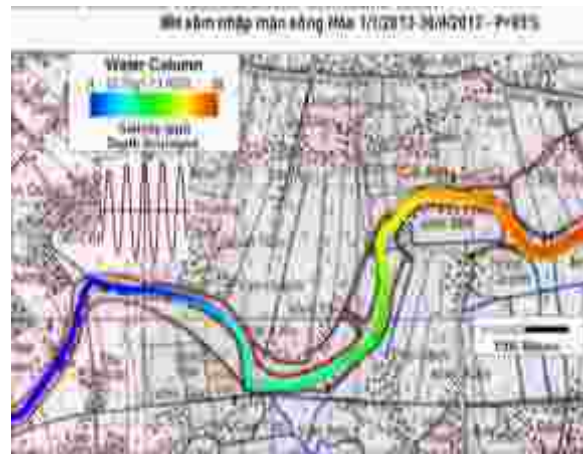
Sử dụng mô hình với các số liệu cụ thể về mực nước biển (có dao động triều) có thể đánh

giá một cách hiệu quả bức tranh xâm nhập mặn vào sông theo không gian và thời gian nhằm mục đích có kế hoạch khai thác nước sông Hóa phục vụ nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản và sinh hoạt. Bài viết đã tiến hành mô hình đối với số liệu mực nước biển có dao động triều năm 2013, với chế độ thủy lực của sông Hóa là có

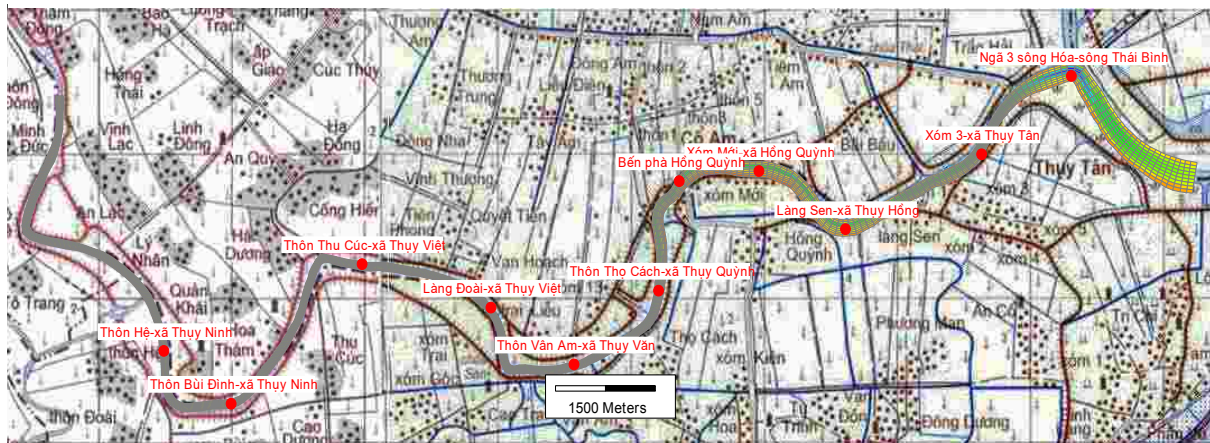
lưu lượng phía thượng lưu tương ứng với lưu lượng của năm có tần suất 85%. Thời gian thực hiện mô hình là từ tháng 1/1/2013 đến 30/4/2013 là những tháng mùa khô khi sông Hóa bị tác động xâm nhập mặn mạnh nhất trong năm từ nước biển.



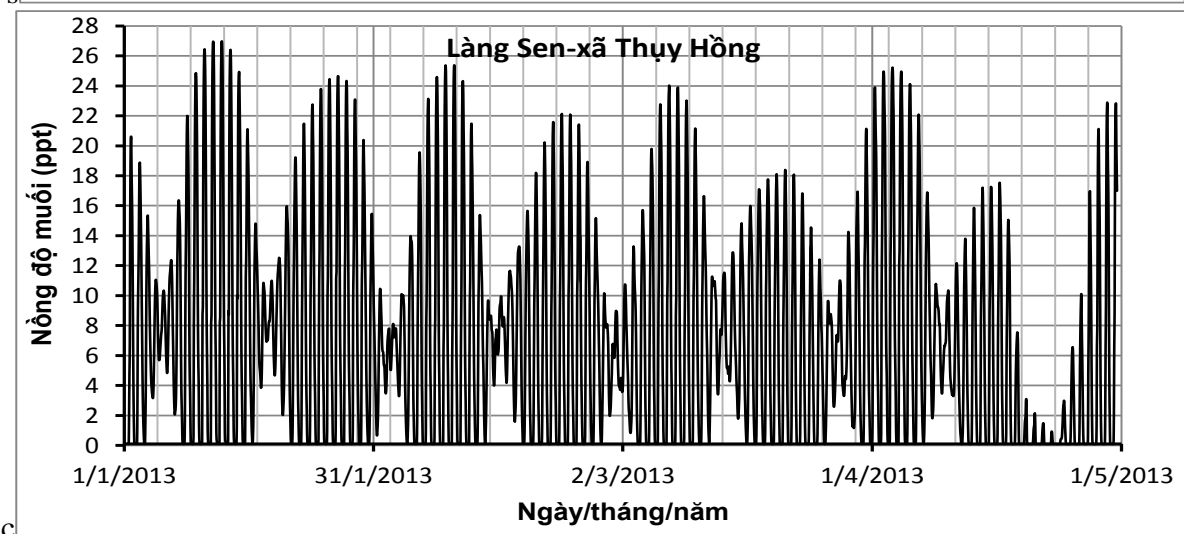
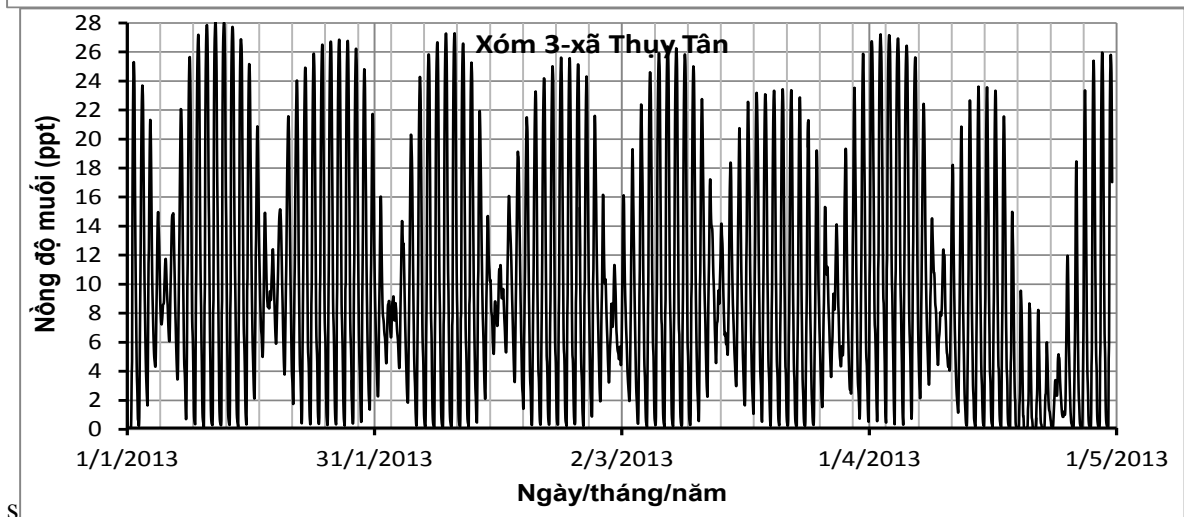
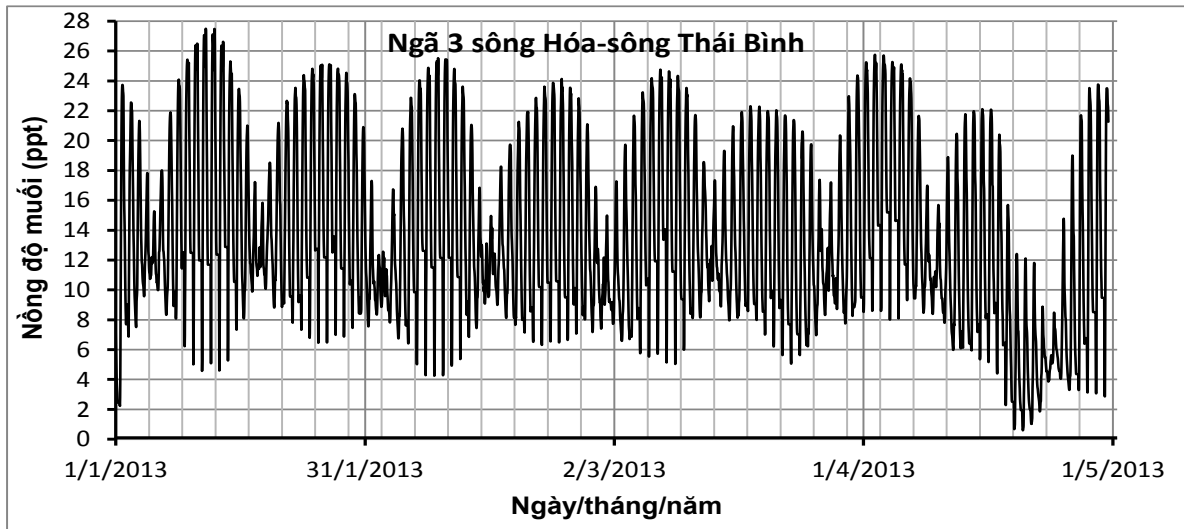
Hình 14. Xâm nhập mặn lớn nhất lúc 5h ngày 12/01/2013 - triều 2013 - dải phổ màu nồng độ 0,1ppt÷1ppt.



Hình 15. Xâm nhập mặn lớn nhất lúc 5h ngày 12/01/2013- triều 2013 - thang màu nồng độ đến 1-30ppt.

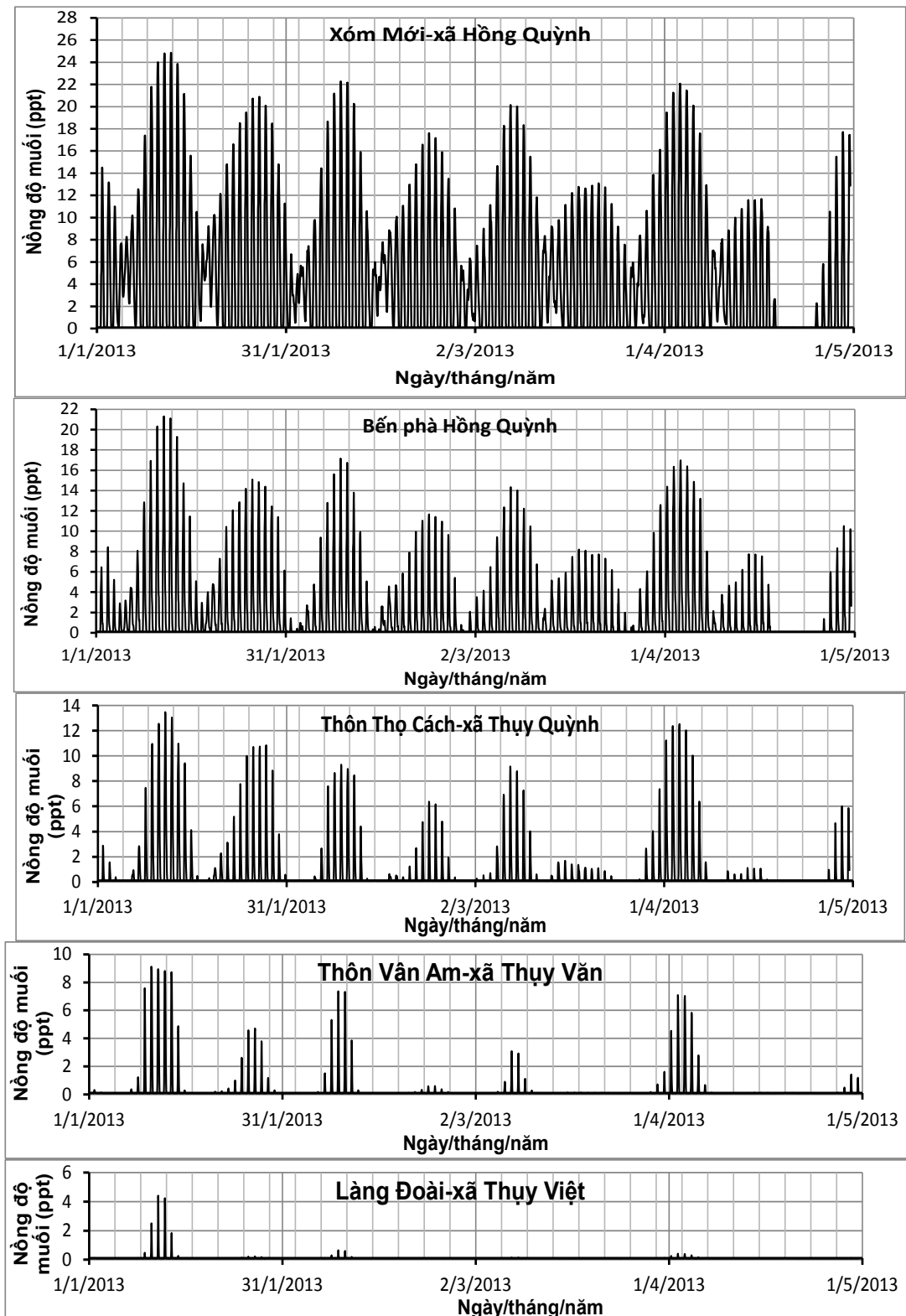


Hình 16. Vị trí các điểm thể hiện diễn biến mặn theo thời gian từ tháng 1-5/2013.



S

C



Hình 17. Dao động nồng độ muối trong nước sông Hóa mùa khô đầu năm 2013.

4.3. Kết quả MH xâm nhập mặn sông Hóa theo các kịch bản NBD với thủy triều năm 2013

Mô hình cho kết quả phân bố nồng độ muối trong nước sông trên toàn bộ miền mô hình theo độ sâu tại bất kỳ thời điểm nào. Có thể dùng nó

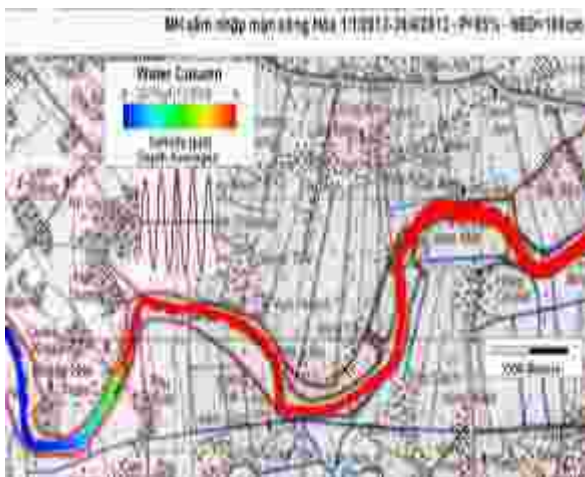
để xác định các thời điểm nước sông có nồng độ muối khác nhau để khai thác. Để minh họa, các đồ thị nồng độ muối trong nước theo thời gian tại một số vị trí trên sông.



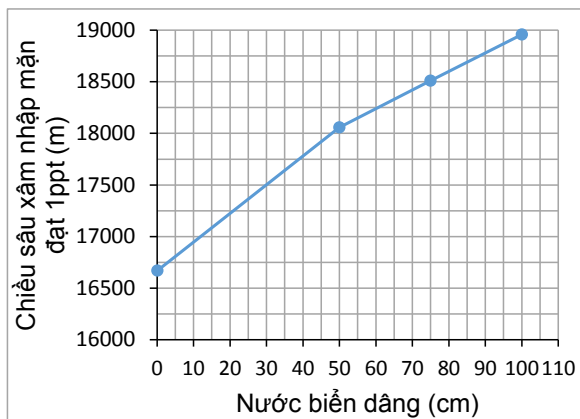
Hình 18. Phân bố nồng độ muối vào thời điểm xâm nhập mặn dài nhất: NBD=50cm; dải phổ màu nồng độ 0,1ppt÷1ppt.



Hình 19. Phân bố nồng độ muối vào thời điểm xâm nhập mặn dài nhất: NBD=75cm; dải màu nồng độ 0,1ppt÷1ppt.



Hình 20. Phân bố nồng độ muối vào thời điểm xâm nhập mặn dài nhất: NBD=100cm; dải phổ màu nồng độ 0,1ppt÷1ppt.



Hình 21. Chiều sâu xâm nhập mặn dài nhất trong năm theo mực nước biển dâng.

Bảng 7. Chiều sâu xâm nhập mặn (ranh giới 1ppt) dài nhất trong năm ở các kịch bản NBD

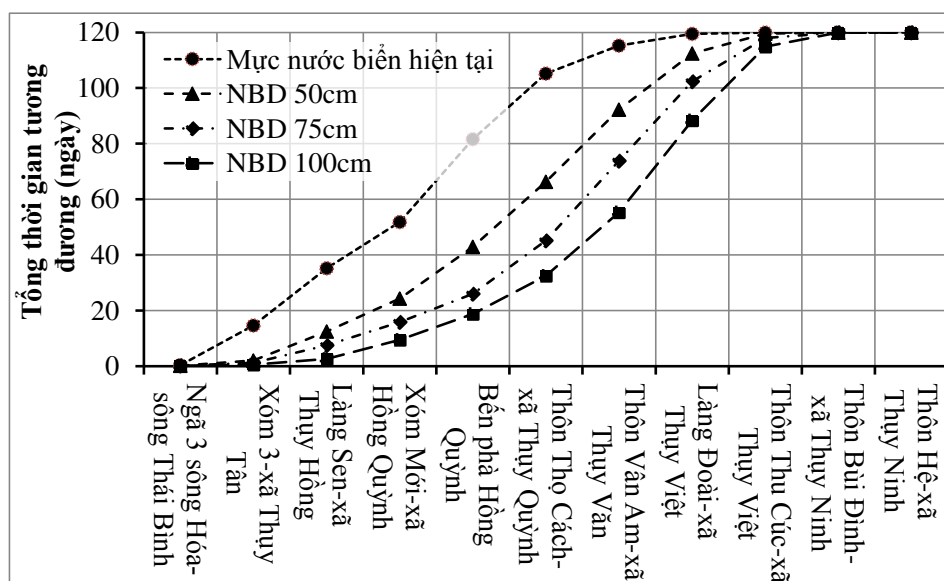
| NBD (cm) | Khoảng cách xâm nhập mặn (m) | Khoảng cách xâm nhập mặn gia tăng (m) | % khoảng cách xâm nhập mặn gia tăng (%) |
|----------|------------------------------|---------------------------------------|---|
| 0 | 16.671 | 0 | 0 |
| 50 | 18.059 | 1.388 | 8,33 |
| 75 | 18.510 | 1.839 | 11,03 |
| 100 | 18.959 | 2.288 | 13,72 |

Bảng 8. So sánh thời gian trong 4 tháng 1-4 nước sông Hóa có hàm lượng muối dưới 1ppt tại các vị trí: mực nước biển hiện tại, NBD=50cm, 75cm và 100cm

| Vị trí | Khoảng cách tới cửa sông (km) | Tổng thời gian tương đương (ngày) | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|-----------|
| | | Nước biển hiện tại | NBD 50cm | NBD 75cm | NBD 100cm |
| Ngã 3 sông Hóa-sông Thái Bình | 6,9 | 0,38 | 0,21 | 0,17 | 0,13 |
| Xóm 3-xã Thụy Tân | 8,9 | 14,67 | 2,08 | 1,17 | 0,58 |
| Làng Sen-xã Thụy Hồng | 11,0 | 35,21 | 12,50 | 7,54 | 2,63 |
| Xóm Mới-xã Hồng Quỳnh | 12,7 | 51,83 | 24,33 | 15,83 | 9,42 |
| Bến phà Hồng Quỳnh | 13,8 | 81,67 | 42,88 | 26,04 | 18,75 |
| Thôn Thọ Cách-xã Thụy Quỳnh | 15,4 | 105,25 | 66,29 | 45,13 | 32,50 |
| Thôn Vân Am-xã Thụy Văn | 17,2 | 115,25 | 92,25 | 73,79 | 55,33 |
| Làng Đoài-xã Thụy Việt | 19,1 | 119,54 | 112,46 | 102,38 | 88,38 |
| Thôn Thu Cúc-xã Thụy Việt | 21,2 | 119,96 | 119,63 | 117,96 | 114,92 |
| Thôn Bùi Đình-xã Thụy Ninh | 24,3 | 119,96 | 119,96 | 119,96 | 119,96 |
| Thôn Hệ-xã Thụy Ninh | 25,8 | 119,96 | 119,96 | 119,96 | 119,96 |

Bảng 9. So sánh % thời gian trong 4 tháng 1-4 nước sông Hóa có hàm lượng muối dưới 1ppt tại các vị trí ở NBD=50cm, 75cm và 100cm so với mực nước biển hiện tại

| Vị trí | Khoảng cách tới cửa sông (km) | % thời gian so với hiện tại (%) | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------|----------|-----------|
| | | Nước biển hiện tại | NBD 50cm | NBD 75cm | NBD 100cm |
| Ngã 3 sông Hóa-sông Thái Bình | 6,9 | 0 | 55,26 | 44,74 | 34,21 |
| Xóm 3-xã Thụy Tân | 8,9 | 0 | 14,18 | 7,98 | 3,95 |
| Làng Sen-xã Thụy Hồng | 11,0 | 0 | 35,50 | 21,41 | 7,47 |
| Xóm Mới-xã Hồng Quỳnh | 12,7 | 0 | 46,94 | 30,54 | 18,17 |
| Bến phà Hồng Quỳnh | 13,8 | 0 | 52,50 | 31,88 | 22,96 |
| Thôn Thọ Cách-xã Thụy Quỳnh | 15,4 | 0 | 62,98 | 42,88 | 30,88 |
| Thôn Vân Am-xã Thụy Văn | 17,2 | 0 | 80,04 | 64,03 | 48,01 |
| Làng Đoài-xã Thụy Việt | 19,1 | 0 | 94,08 | 85,64 | 73,93 |
| Thôn Thu Cúc-xã Thụy Việt | 21,2 | 0 | 99,72 | 98,33 | 95,80 |
| Thôn Bùi Đình-xã Thụy Ninh | 24,3 | 0 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Thôn Hệ-xã Thụy Ninh | 25,8 | 0 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |



Hình 22. Số ngày trong năm nước sông có hàm lượng muối nhỏ hơn 1ppt tại các vị trí: nước biển hiện tại, NBD=50cm, 75cm và 100cm.

5. Nhận xét-kết luận

Từ các kết quả mô hình xâm nhập mặn sông Hóa ở điều kiện: dòng chảy của sông trong 4 tháng mùa khô là 1-4 của năm ứng với tần suất lưu lượng 85%, địa hình lòng sông không thay đổi, dao động thủy triều năm 2013, mực nước biển hiện tại và 03 kịch bản NBD 50cm, 75cm và 100cm lấy ranh giới mặn nhận là 1ppt, có thể nêu nhận xét về mức độ xâm nhập mặn do NBD như sau:

- Ở điều kiện hiện tại của mực nước biển, trong các tháng mùa khô 1-4 xâm nhập mặn với nồng độ muối 1ppt với khoảng cách xa nhất là 16,671km tính từ cửa sông Thái Bình;

- Khi NBD lên 50cm, 75cm và 100cm thì chiều dài xâm nhập mặn là 18,059km; 18,510km và 18,959km (gia tăng tương ứng chỉ 1,388km; 1,839km và 2,288km, tương ứng lên 8,33%; 11,03% và 13,72%); chiều dài xâm nhập mặn ở kịch bản NBD=75cm lớn hơn so với NBD=50cm, và ở kịch bản NBD=100cm

lớn hơn so với NBD=75cm là tương nhau và bằng khoảng 450m;

Về số thời gian trong 4 tháng mùa khô tháng 1-4 tại các điểm đánh giá có nước có nồng độ muối dưới 1ppt trong các kịch bản NBD như sau:

- Tại vị trí ngã 3 sông Hóa - sông Thái Bình % thời gian nước có hàm lượng muối cao trên 1ppt ở 03 kịch bản NBD 50cm, 75cm và 100cm so với hiện tại tương ứng chỉ còn 55,26% đến 34,21% (tức là thời gian nước nhạt chỉ còn khoảng 1/3 đến 1/2 so với hiện tại); Tại vị trí xóm 3 - xã Thụy Tân cách cửa sông khoảng 8,9km, % thời gian nước có hàm lượng muối cao trên 1ppt ở 03 kịch bản NBD 50cm, 75cm và 100cm so với hiện tại tương ứng xuống rất nhỏ chỉ còn 14,18% đến 3,95%; tương tự như điểm này là các điểm từ làng Sen đến thôn Thọ chỉ còn đến 45,88% đến 30,88%; Tại các vị trí sâu hơn từ thôn Vân đến thôn Thu phần trăm thời gian nước nhạt so với hiện tại lớn hơn hẳn là trên 72,23% đến trên 48,01%.

- Kết quả của nghiên cứu sẽ giúp cho việc quy hoạch quản lý và sử dụng tài nguyên nước mặt một cách hợp lý nhất và hạn chế tác động có hại của quá trình xâm nhập mặn vào các vùng đồng bằng cửa sông ven biển nước ta dưới tác động của nước biển dâng do biến đổi khí hậu, đồng thời xác định mức độ xâm nhập mặn vào sâu trong đất liền, từ đó đưa ra các thông tin dự báo diễn biến độ mặn để các hộ sử dụng nước quyết định thời điểm lấy nước với nồng độ mặn khác nhau.

6. Kiến nghị

- Mô hình chưa phản ánh đúng điều kiện chế độ dòng chảy của sông Hóa ở tần suất 85% cũng như điều kiện dòng chảy thực tế của sông ứng với điều kiện BĐKH trong tương lai cho tương ứng 03 giá trị NBD. Nên có nghiên cứu về điều này để có thể dự báo xâm nhập mặn trong bối cảnh BĐKH được chính xác hơn.

- Cần có chương trình quan trắc nồng độ muối theo chiều sâu trên toàn bộ chiều dài sông được mô hình tại khu vực nghiên cứu để công tác hiệu chỉnh mô hình có hiệu quả hơn, mặc dù với mục đích đánh giá so sánh và với nồng độ muối 1ppt là ngưỡng để so sánh là hoàn toàn chấp nhận được.

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành trong khuôn khổ Đề tài: "Nghiên cứu xây dựng mô hình bổ sung nhân tạo làm nhạt hóa nước ngầm nhằm cung cấp nước cho một công trình cấp nước sinh hoạt nông thôn tỉnh Thái Bình" mang mã số: VAST.NĐP.05/15-16.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Văn Hoàng, Nguyễn Thành Công, Ứng Quốc Khang, Lê Quang Đạo, 2014. Nghiên cứu xây dựng mô hình đánh giá dự báo xâm nhập mặn nước sông Trà Lý. Tạp chí các Khoa học về Trái đất, số 1/2014, trang 21-30.
- [2] Hamrick, J.M (1992): A Three Dimensional Environmental Fluid Dynamics Computer Code: Theoretical and Computational Aspects. The College of William and Mary, Virginia Institute of Marine Science. Special Report 317, 63 pp.
- [3] Craig, Paul M. 2009. User's Manual for EFDC_Explorer: A Pre/Post Processor for the Environmental Fluid Dynamics Code, Dynamic Solutions-International, LLC, Knoxville, TN, November, 2009.
- [4] EFDC-explorer web version. <http://www.efdc-explorer.biz>
- [5] Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2007). Số liệu mặt cắt sông Trà Lý và sông Hóa. Dự án điều tra cơ bản Bộ NNPTNT.
- [6] Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-RAS). <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras>
- [7] Đại học Thủy lợi Hà Nội, 2010. Dự án Rà soát quy hoạch thủy lợi vùng lưu vực sông Hóa và sông Trà Lý tỉnh Thái Bình.
- [8] Nguyễn Văn Hoàng (chủ nhiệm Đề tài) (2014). Nghiên cứu các hiện tượng địa chất công trình động lực ảnh hưởng đến ổn định của đập ngăn mặn trên sông Hóa, sông Trà Lý tỉnh Thái Bình và hiện tượng xâm nhập mặn nhằm đề xuất chế độ hoạt động (đóng mở cống) phù hợp. Đề tài cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, mã số VAST.NĐP.10/12-13.
- [9] Phạm Hoàng Hải (2009). Nghiên cứu đánh giá thực trạng xâm nhập mặn vào khu vực nội đồng các huyện ven biển tỉnh Thái Bình, đề xuất các giải pháp và định hướng quy hoạch cây trồng, vật nuôi phù hợp với thay đổi sinh thái - Viện Địa lý-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
- [10] Trần Thực (giám đốc dự án) (2012). Báo cáo tổng kết dự án: Các kịch bản nước biển dâng và khả năng giảm thiểu rủi ro ở Việt Nam. Bộ TN&MT.

Study of the Impact of the Climate Change Sea Water Level Rise on the Hoa-Thái Bình River Salt Intrusion

Nguyễn Văn Hoàng¹, Đoàn Anh Tuấn¹, Nguyễn Thành Công²

¹*Institute of Geological Sciences, VAST, 84 Chùa Láng, Hanoi, Vietnam*

²*Institute for Hydraulic Construction-Vietnam Academy for Water Resources*

Abstract: Thái Bình province has the lowest ground surface among the Bắc Bộ plain provinces so the impact of the sea water level (SWL) rise on the salt intrusion into its rivers is very strong, including Hốa river flowing through the province's Northern area and Hải Phòng city. The paper presents the results of the study of sea water intrusion into Hốa river under sea water level rise using numerical modeling. The modeling results have shown that sea water intrusion into Hốa river with average daily flow at frequency 85% and under the hourly tidal level in 2013 is the most severe in January. Although sea water intrusion strongly occurs during dry season, there are many time intervals during January-April when the river water has salt concentration lower than 1ppt, which is well to serve domestic and agricultural water demands. At the present SWL, the longest sea salt intrusion length (1ppt front) is 16.671km; for SWL rise of 50cm, 75cm and 100cm the sea salt intrusion respectively is 18.059km; 18.510km and 18.959km (the intrusion length increase respectively 1.388km, 1.839km and 2.288km, correspondingly increase 8.33%, 11.03% and 13.72%); the increase of salt intrusion length for SWL rise of 75cm in compare with that of SWL rise of 50cm, and for SWL rise of 100cm in compare with that of SWL rise of 75cm is more or less the same, and is around 450m.

Keywords: Sea water level rise (SWLR), Salt water intrusion, Hốa river, Modeling, EFDC.