BIẾN ĐỘNG LAN TRUYỀN MẶN VÙNG HẠ LƯU SÔNG VU GIA - THU BỒN DƯỚI TÁC ĐỘNG VẬN HÀNH CỦA CÁC CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN

Hoàng Thanh Sơn[1], Vũ Thị Thu Lan[2], Nguyễn Đại Trung[3]

Tóm tắt: *Nước trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn là nguồn chính phục vụ mọi nhu cầu trong xã hội như ăn uống sinh hoạt, tưới tiêu nông nghiệp, công nghiệp… cho thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam. Xâm nhập mặn ở khu vực ven biển là một điều kiện tự nhiên và đã được thích nghi trong tiến trình phát triển của xã hội. Tuy nhiên, việc phát triển thủy điện phía thượng nguồn mang lại những lợi ích không thể phủ nhận nhưng cũng đã tác động bất lợi đến chế độ thủy văn, tài nguyên nước ở vùng hạ du trong đó có xâm nhập mặn vào sông. Bài báo đã sử dụng bộ công cụ mô hình Mike 11 HD+AD nhằm xác định ranh giới lan truyền mặn trong sông vùng hạ du Vu Gia - Thu Bồn để đánh giá tác động của các công trình thủy điện qua chuỗi số liệu 2 thời kỳ tính toán (trước và sau khi có công trình). Kết quả cho thấy hoạt động của các công trình thủy điện đã gia tăng lan truyền mặn vào sâu hơn đối với sông Vu Gia (khoảng 5km) và phân lưu Vĩnh Điện nhưng giảm đối với sông Thu Bồn. Tác động này gây bất lợi rất lớn cho việc khai thác nguồn nước sông Vu Gia, Vĩnh Điện phục vụ các hoạt động phát triển kinh tế xã hội của thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam (gồm thành phố Hội An, Điện Bàn và Duy Xuyên).*

Từ khóa: *Độ mặn, ranh giới xâm nhập mặn, tác động công trình thủy điện, Vu Gia - Thu Bồn.*

Ban Biên tập nhận bài: 24/04/2018 Ngày phản biện xong: 12/05/2018 Ngày đăng bài: 25/06/2018

1. Đặt vấn đề

Lan truyền mặn vào sông ở vùng hạ lưu các sông là kết quả của sự tương tác nhiều yếu tố [12], trong đó quan trọng nhất là dòng chảy trong sông, thủy triều và các yếu tố hình thái cửa sông (địa hình, trầm tích…). Ngoài ra còn một số các yếu tố khác như điều kiện khí hậu của khu vực cũng như tác động đến vấn đề lan truyền mặn trong sông. Trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội của mình, con người đã tác động làm thay đổi các yếu tố vật lý nêu trên như các công trình khai thác nguồn nước phục vụ các ngành nông nghiệp, công nghiệp, đô thị… cải tạo vùng cửa sông phục vụ logistics…Sự tác động của con người đã dẫn đến sự thay đổi đáng kể dòng chảy hạ lưu và các công trình điều tiết dòng chảy (hồ chứa, đập dâng, trạm bơm…) hiện nay là nguyên nhân chính làm giảm tới 30% của 1/3 số con sông lớn trên thế giới [10] và dẫn đến thay đổi cơ chế lan truyền mặn nước sông vùng hạ du [5].

Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn là một trong những lưu vực sông lớn nhất miền Trung, có chiều dài dòng chính là 205km và diện tích là 10.350km^2. Bắt nguồn từ dãy Trường Sơn ở phía Tây, sông chảy qua 4 tỉnh, thành phố (Quảng Ngãi, Kon Tum, Quảng Nam và thành phố Đà Nẵng) rồi đổ ra biển qua 2 cửa sông chính tại vịnh Đà Nẵng (cửa Hàn) thuộc thành phố Đà Nẵng và biển Đông (cửa Đại) tại tỉnh Quảng Nam [7, 8]. Có điều kiện tự nhiên thuận lợi cho phát triển thủy điện, nên hiện nay đây là lưu vực có mật độ các công trình thủy điện lớn nhất lãnh thổ Việt Nam. Nếu tính trung bình công suất lắp máy thủy điện trên địa bàn lưu vực là 0,33kw/đầu người, số liệu này lớn hơn rất nhiều so công suất lắp máy thủy điện với toàn quốc (0,16kw/người) [15]. Việc phát triển nhanh thủy

[1]*Viện Địa lý - Viện Hàn lâm KH&CN VN*
[2]*Ban ứng dụng và triển khai công nghệ - Viện Hàn lâm KH&CN VN*
[3]*Trường Cao đẳng Công nghệ , Kinh tế và Thủy lợi Miền Trung - Bộ NN&PTNT*
Email: hoangson97@gmail.com

điện ở Việt Nam nói chung và ở lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn nói riêng gây ra xung đột về chia sẻ nguồn nước. Theo đánh giá của Viện Năng lượng (Bộ Công thương) các công trình thủy điện lớn ở thượng nguồn thường có đa mục tiêu (gồm cả điện lượng, chống lũ, chống hạn hán, xâm nhập mặn…) nhưng khi xây dựng thường bị sửa thiết kế làm tăng khả năng phát điện (tăng cao mực nước chết) giảm dung tích hiệu ích của công trình. Điều này dẫn đến việc xả nước ngày càng tăng trong mùa mưa làm trầm trọng thêm tình trạng ngập lụt cũng như giảm nguồn nước trong mùa kiệt (do chế độ phát điện phủ đỉnh) tăng tình trạng hạn hán do mặn xâm nhập sâu ở hạ nguồn. Năm 2013, thành phố Đà Nẵng, đã phải đối mặt với tình trạng thiếu nước trầm trọng, ảnh hưởng đến 1,7 triệu người và 10.000ha đất nông nghiệp do Công ty Cổ phần Thủy điện Đăk Mi 4 đã từ chối xả nước mặc dù Thủ tướng Chính phủ đã ban hành chỉ thị yêu cầu các đơn vị điều hành xả nước cứu hạn [15]. Liên tục các năm 2016, 2017 và những tháng đầu năm 2018, các khu dân cư thuộc quận Ngũ Hành Sơn, Sơn Trà và huyện Hòa Vang luôn trong tình trạng thiếu nước dùng dài ngày do lượng nước khai thác tại Nhà máy nước Cầu Đỏ suy giảm nghiêm trọng vì độ mặn tăng cao [1]. Bên cạnh đó nước biển lan sâu vào trong sông từ cửa Hàn đã mặn hóa sông Vĩnh Điện - nguồn nước ngọt cung cấp chủ đạo cho trên 2.000ha lúa thuộc khu tưới của huyện Hòa Vang (Đà Nẵng) và thị xã Điện Bàn (Quảng Nam) cũng như cấp nước sinh hoạt cho thành phố Hội An [18]. Để đảm bảo nguồn nước vận hành hệ thống thủy lợi khai thác nước dọc sông Vĩnh Điện (các trạm bơm nhu Tứ Câu, Cẩm Sa, Thanh Quýt, Vĩnh Điện…) Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Quảng Nam đã phải đắp đập tạm ngăn mặn tại Tứ Câu (ngày 05/06/2013) và từ đó đến nay, hằng năm luôn phải đắp đập tạm để ngăn nước mặn xâm nhập từ cửa Hàn (Đà Nẵng) trong mùa kiệt từ tháng 01 đến tháng 8 [6]. Mười công trình thủy điện đã đi vào hoạt động ở thượng du từ năm 2012 đã làm thay đổi đáng kể dòng chảy ở hạ du, trung bình giảm khoảng 11% nhưng giảm rất lớn trên sông Vu Gia (lưu lượng trung bình năm giai đoạn 2012 - 2017 tại trạm thủy văn Thành Mỹ chỉ đạt 48,8% so với trung bình nhiều năm) và có xu hướng tăng cho sông Thu Bồn (lưu lượng trung bình năm giai đoạn 2012 - 2017 tại trạm thủy văn Nông Sơn đạt 106,8% so với trung bình nhiều năm). Chính vì vậy mức độ lan truyền mặn vào các cửa sông cũng có xu hướng biến động bất lợi cho việc khai thác nguồn nước.

Mặc dù đã có rất nhiều các nghiên cứu cho lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn về các vấn đề liên quan đến thiên tai của tài nguyên nước như lũ lụt, hạn hán, sạt lở bờ sông, xâm nhập mặn… trong thời gian gần đây như dự án quốc tế như Lucci [9], World Bank [11], Jica [13], P1-08-VIE [4], Quỹ Rockefeller [17],… cũng như các dự án trong nước của Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam [9], Viện Địa lý [7],… nhưng chưa có một đánh giá cụ thể về biến động lan truyền mặn trong sông do tác động của các công trình khai thác nguồn lợi từ nước trên sông. Trên cơ sở số liệu quan trắc khí tượng, thủy văn, hải văn tại các trạm định kỳ do Bộ Tài nguyên môi trường quản lý cùng với các tài liệu quan trắc của đề tài "Nghiên cứu đề xuất giải pháp kiểm soát xâm nhập mặn cho thành phố Đà Nẵng", mã số ĐTĐLQG.36/16 trong thời kỳ mùa khô 2017, bài báo sử dụng phương pháp mô hình toán để xác định ranh giới lan truyền mặn trong những năm gần đây, so sánh với điều kiện của sông trước khi có các công trình thủy điện đi vào hoạt động nhằm đánh giá tác động của các công trình thủy điện đến dòng chảy và lan truyền mặn vào sông vùng hạ lưu Vu Gia - Thu Bồn.

2. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Vùng nghiên cứu thuộc hạ du lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn gồm các quận Hải Châu, Thanh Khê, Cẩm Lệ, Sơn Trà, Ngũ Hành Sơn, huyện Hòa Vang (thành phố Đà Nẵng) và các huyện Điện Bàn, Duy Xuyên, Thăng Bình và thành phố Hội an (thuộc tỉnh Quảng Nam) với diện tích khoảng 1800km^2. Đây là khu vực sông Vu Gia - Thu Bồn đổ ra biển qua cửa Hàn, cửa Đại và hàng loạt các phân lưu của sông như Vĩnh Điện, Lạc Thành, Bầu Nít, Thanh Hà… mạng lưới

sông suối ở đây đạt tới 1km/km^2 (hình 1) [2]. Các sông ở đây có mối quan hệ thủy lực phức tạp, ngoài các yếu tố tự nhiên tác động (như địa hình, địa mạo, địa chất kiến tạo…) còn có sự tác động của các yếu tố nhân tác (kè bờ, nối sông...)

Sông Vu Gia dài 80,9km được tính từ Ái Nghĩa đến cửa sông Hàn và sông Thu Bồn dài 62,2km được tính từ Giao Thủy đến cửa Đại.

Các phân lưu như sông Vĩnh Điện chuyển nước từ Thu Bồn sang sông Vu Gia có chiều dài 22,8km, Các phân lưu từ sông Vu Gia như Lạc Thành, Bầu Nít (16,2km), Hà Thanh (16,5km), Thanh Quýt (10,7km) đổ vào sông Vĩnh Điện , Cổ Cò. Các phân lưu từ sông Thu Bồn như Bà Rén (9,8km), Ly ly (14,6km), Trường Giang (73km)…

Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu

Với mạng lưới sông dày có nguồn nước phong phú, sông Vu Gia - Thu Bồn là nguồn cấp nước chính cho các nhu cầu sử dụng trong khu vực bao gồm thành phố Đà Nẵng và phần lớn các huyện Điện Bàn, Duy Xuyên, Thăng Bình, thành phố Hội An của tỉnh Quảng Nam [18].

Về mạng lưới các công trình thủy điện vùng thượng du: được đánh giá là 1 trong 4 lưu vực có nguồn thủy năng lớn nhất toàn quốc, Quy hoạch bậc thang thuỷ điện hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn theo quyết định số 875/QĐ-KHĐT ngày 02/5/2003 của Bộ trưởng Bộ Công nghiệp gồm 42 dự án đã được phê duyệt, với tổng công suất 1.583,36MW; điện lượng bình quân năm 6.186,29 triệu kWh/năm. Cho đến nay, 07 công trình đã phát điện có tổng công suất 895MW (A Vương, Sông Côn 2, Sông Tranh 2, Đăk Mi 4, Sông Bung 5, Sông Bung 6 và Sông Bung 4) và 03 công trình đang xây dựng có tổng công suất 252MW gồm Sông Bung 2, Đăk Mi 2, Đăk Mi 3 (hình 3). Ngoài ra còn có rất nhiều các thủy điện vừa và nhỏ khác. Có thể thấy rằng, mật độ xây dựng thủy điện ở vùng thượng lưu sông Vu Gia - Thu Bồn rất lớn, nếu tính trung bình công suất lắp máy thủy điện trên địa bàn lưu vực là 0,33kw/đầu người, lớn hơn rất nhiều so với toàn quốc (0,16kw/người) [3]. Nhìn chung các hồ chứa trên đều có các đặc trưng sau:

Hầu như các hồ chứa không có khả năng lưu trữ lũ

- Chuyển hướng dòng chảy tự nhiên sang các sông nhánh để phát điện theo các kênh chuyển nước từ hồ chứa đến nhà máy thủy điện

- Thường được xây dựng theo dạng bậc thang: hồ cao nhất có công suất lớn, hồ thấp hơn là đập dâng hoặc đập dâng kết hợp với hồ chứa có công suất nhỏ

- Trong đó các hồ lớn có tác động lớn đến dòng chảy hạ du và đặc biệt là trong mùa kiệt gồm có 4 hồ: A Vương, Sông Tranh 2, Sông Bung 4 và Đăk Mi

Hình 3. Vị trí các công trình thủy điện lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn

Tính từ khi công trình thủy điện đầu tiên (A Vương) trên lưu vực đi vào hoạt động năm 2008, đã có rất nhiều các tác động đến dòng chảy khu vực hạ du như lũ chồng lũ gây ngập lụt vào năm 2009… Tuy nhiên, sau khi công trình thủy điện

ĐakMi 4 (năm 2012) chuyển dòng nước từ sông Vu Gia sang sông Thu Bồn, các tác động khi các công trình thủy điện hoạt động đã rất rõ nét mà điển hình là việc phải xây đập tạm trên sông Vĩnh Điện để ngăn mặn. Vì vậy để đánh giá tác động của hoạt động các công trình thủy điện đến xâm nhập mặn vào sông vùng hạ du, bài báo lấy 2 chuỗi thời gian so sánh: trước năm 2011 và thời kỳ 2012 - 2017

Khả năng và mức độ xâm nhập mặn vào các sông phụ thuộc phần lớn vào thuỷ triều và chế độ thuỷ lực dòng chảy trong sông cũng như các điều kiện địa mạo lòng sông.

Về thủy triều: Với đường bờ biển của lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn (tính từ cửa Hàn sang cửa Đại) chỉ kéo dài hơn 100km nhưng vùng biển ở đây có chế độ triều khá phức tạp với dạng bán nhật triều chiếm ưu thế (mỗi ngày có 2 chân và 2 đỉnh không đều nhau). Mỗi tháng đều có xuất hiện một số ngày nhật triều (mỗi ngày chỉ có 1 chân và 1 đỉnh triều), số lần xuất hiện nhật triều trong các tháng không đều nhau và tại mỗi cửa sông cũng khác nhau, nhìn chung số ngày nhật triều có xu thế tăng dần từ bắc vào nam. Tại trạm hải văn Sơn Trà (cửa Hàn), trung bình mỗi tháng có 3 ngày theo chế độ nhật triều, tháng nhiều nhất có 8 ngày, tháng ít nhất chỉ có 1 ngày. Còn đối với cửa Đại mỗi tháng trung bình có 12,2 ngày nhật triều, tháng ít nhất trung bình 5 ngày, dao động từ 3 - 7 ngày, và đôi khi có những tháng trên 20 ngày nhật triều. Biên độ triều ở đây nhìn chung thuộc loại triều yếu, trung bình khoảng 70 - 100cm, lớn nhất 140 - 160cm [14]. Sự chênh về số ngày nhật triều là nguyên nhân mặn từ cửa Hàn lấn sâu hơn vào sông Vĩnh Điện khi ở cửa Hàn là thời điểm đỉnh triều còn ở cửa Đại là thời điểm chân triều.

Về chế độ dòng chảy: Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn có nguồn tài nguyên nước phong phú nhất Việt Nam với lượng dòng chảy trung bình hàng năm đạt 21,5 tỷ m^3 tương ứng với modun dòng chảy là 65,6l/s.km^2 (gấp 2,2 lần trung bình toàn Việt Nam) [2, 16]. Do vị trí địa lý và điều kiện địa hình nên sự phân mùa dòng chảy ở lưu vực này cũng rất sâu sắc, mùa lũ kéo dài trong 3 tháng (từ tháng 10 - 12) nhưng chiếm từ 60 - 70% dòng chảy cả năm còn trong 9 tháng mùa kiệt (từ tháng 1 - 9) chỉ chiếm 30 - 40% lượng dòng chảy cả năm.

Theo số liệu thực đo từ năm 1977 - 2016 [2, 16], lưu lượng nhỏ nhất năm thường xuất hiện vào tháng 6 trên nhánh sông Vu Gia và vào cuối tháng 8 trên sông Thu Bồn. Các trị số dòng chảy thực đo nhỏ nhất đã xuất hiện trong chuỗi quan trắc là:

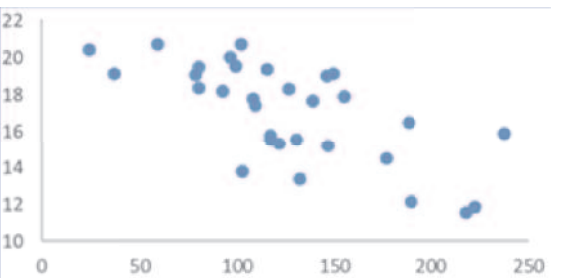
Trên sông Vu Gia, tại trạm Thành Mỹ, thời kỳ chưa ảnh hưởng thủy điện là 11,3m^3/s (ngày 4/9/1988); Thời kỳ có ảnh hưởng thủy điện là 3,66m^3/s (26/4/2014). Đối với trạm Ái Nghĩa là 15,4m^3/s (8/4/2013).

Trên sông Thu Bồn, các trị số dòng chảy thực đo nhỏ nhất đã xuất hiện tại trạm Nông Sơn là 20,6m^3/s (6/6/1983) và tại trạm Giao Thủy là 22,8 m^3/s (26/8/2005).

Có thể thấy rằng trong thời gian từ năm 2011 đến nay, việc vận hành phát điện đã làm thay đổi hoàn toàn quy luật tự nhiên của dòng chảy. Tại các trạm Hội Khách, Ái Nghĩa, Giao Thủy mực nước vào mùa cạn (từ tháng 1 - 8) dao động dạng hình sin theo sự vận hành phát điện của các nhà máy thủy điện là chủ yếu.

Và thời kỳ kiệt nhất năm không còn tuân theo quy luật nhiều năm mà chủ yếu tuân theo sự vận hành phát điện của các nhà máy thủy điện.

Do chế độ triều yếu nên độ mặn nước sông phụ thuộc rất lớn vào dòng chảy của sông, điều này được thể hiện rõ nét qua tương quan tỷ lệ nghịch giữa lưu lượng trung bình năm của trạm thủy văn Thành Mỹ với độ mặn trung bình năm của trạm Sơn Trà (hình 4).



Hình 4. Tương quan STBN trạm Sơn Trà và QTBN Thành Mỹ

3. Cơ sở dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

3.1. Cơ sở dữ liệu

a) Số liệu quan trắc định kỳ

Số liệu khí tượng, thủy văn: Trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn có 24 trạm đo mưa, trong đó có 02 trạm khí tượng và 09 trạm quan trắc thủy văn trong đó có 2 trạm thủy văn cấp 1, 2 trạm thủy văn cấp 2 và 5 trạm thủy văn cấp 3. Các trạm đi vào hoạt động ổn định từ năm 1980, số liệu liên tục, chất lượng tài liệu tốt, tin cậy có thể phục vụ cho tính toán.

Số liệu đo đạc độ mặn trong sông: Hiện nay, trên toàn lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn có 06 trạm đo độ mặn S (‰) có thời gian đo phổ biến từ năm 2003 đến nay (bảng 1).

Bảng 1. Mạng lưới trạm đo mặn trên sông Vu Gia - Thu Bồn [16]

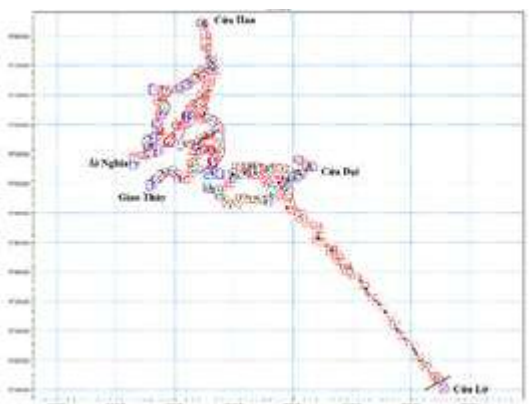
Điểm đo	C.N.V.Trỗi	Cẩm Lệ	Cổ Mân	Câu Lâu	Cẩm Hà	Nam Ngạn
Sông	Vu Gia-Hàn	Vu Gia-Hàn	Vĩnh Điện	Thu Bồn	Thu Bồn	Thu Bồn
Cách cửa sông (km)	Hàn 4,5	Hàn 11	Hàn 12,5	Cửa Đại 14	Cửa Đại 10	Cửa Đại 8

Số liệu quan trắc khí tượng hải văn: Trên bờ biển lưu vực Vu Gia - Thu Bồn có 1 trạm khí tượng hải văn Sơn Trà đo độ mặn và mực nước biển với chuỗi số liệu khá dài (1983 - 2017).

b) Tài liệu địa hình:

Bản đồ địa hình trên lưu vực tỷ lệ 1/10.000 do cục Đo đạc bản đồ quốc gia cung cấp. Để chỉnh lý địa hình bề mặt khu vực hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn, báo cáo sử dụng một số ảnh vệ tinh Landsat 8 thu thập trong thời kỳ 2015, 2016 và 2017.

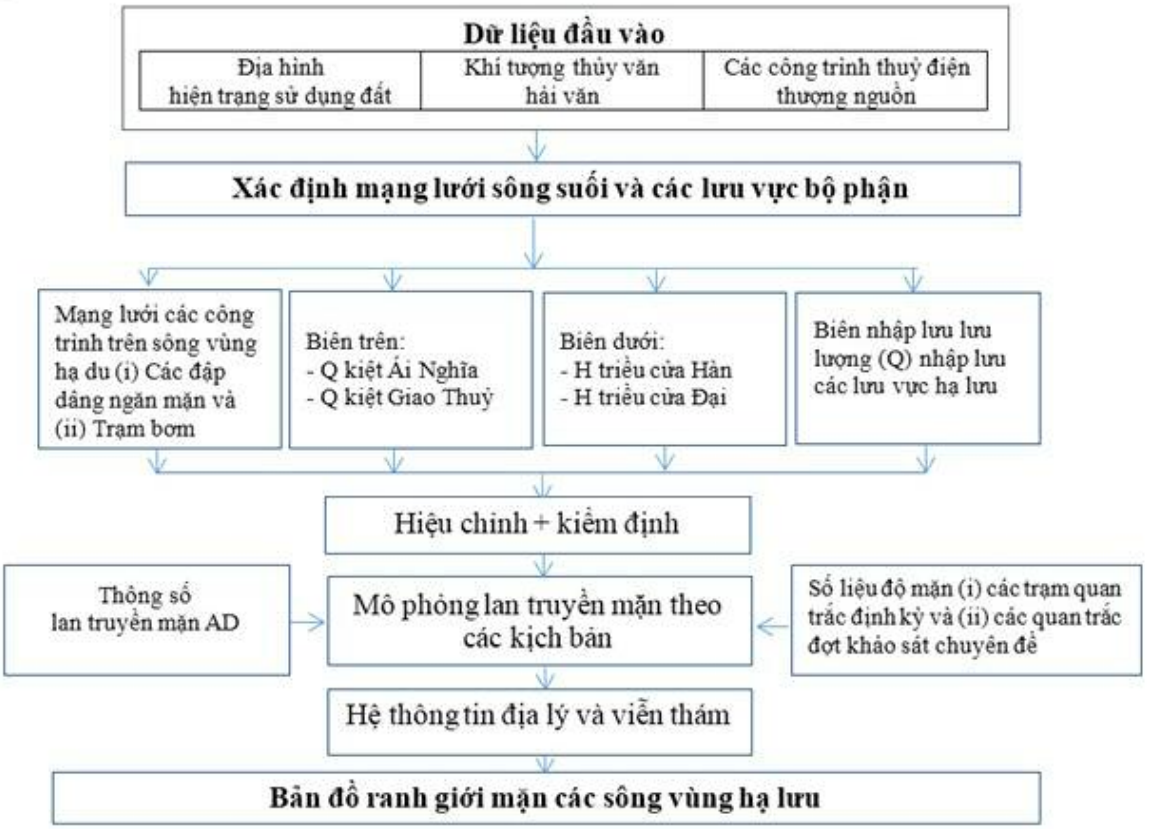
- Qua các đợt khảo sát địa hình của Viện Địa lý từ năm 2009 - 2017, 477 mặt cắt ngang của các sông chính thuộc lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn đã được xây dựng (hình 5)



Hình 5. Sơ đồ mạng lưới sông được thiết lập trong mô hình

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng mô hình toán mô phỏng lan truyền mặn trong sông theo sơ đồ hình 6



Hình 6. Sơ đồ mô hình Mike xác định lan truyền mặn

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Ứng dụng mô hình toán mô phỏng lan truyền mặn trong sông

Các số liệu đã trình bày ở trên ứng dụng mô hình Mike 11HD+AD nhằm mô phỏng diễn biến mặn trong sông

a) Điều kiện biên thủy lực:

Biên thượng lưu là lưu lượng đến các trạm thủy văn Ái Nghĩa (trên sông Vu Gia) và Giao Thủy (trên sông Thu Bồn).

Các biên nhập lưu khác được tính toán từ bộ thông số mô hình lưu vực tương tự được kiểm định bằng mực nước; toàn hệ thống có 9 điểm sông nhập lưu và 20 phần nhập lưu được chia đều dọc các đoạn sông. Các sông nhập lưu gồm có sông Bung, sông Kôn, sông Túy Loan, hồ Vĩnh Trinh, sông Ly Ly ….

b) Lựa chọn thời đoạn mô phỏng:

Để huấn luyện mô hình, các năm được lựa chọn là năm xuất hiện khô hạn nhất trước khi xây dựng các công trình thủy điện nhưng đồng thời phải có số liệu quan trắc độ mặn. Theo các tiêu chí đó năm 2003 được chọn để hiệu chỉnh và năm 2004, 2005 dùng để kiểm định mô hình. Thời gian huấn luyện mô hình là mùa kiệt tính từ ngày 01/03 đến 31/08 hàng năm.

Các vị trí để hiệu chỉnh mô hình thủy lực là mực nước (H) tại các trạm thủy văn Ái Nghĩa, Cẩm Lệ (sông Vu Gia) và Giao Thủy, Câu Lâu, Hội An (sông Thu Bồn).

Các vị trí hiệu chỉnh mô hình mặn, dựa vào số liệu độ mặn (S) thực đo tại các trạm Cẩm Lệ, Cẩm Hà, Cổ Mân, Cẩm Nam.

c) Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định bộ thông số mô hình.

Kết quả hiệu chỉnh đường mực nước tại các trạm kiểm tra Hội An, Cẩm Lệ, Câu Lâu, Ái Nghĩa, Giao Thủy giai đoạn từ tháng 2/2003 đến tháng 8/2003 khá sát với đường mực nước thực đo về độ lớn và thời gian (Bảng 2). Hệ số tương quan R^2 giữa hai đường quá trình đều đạt từ 0,86 - 0,95.

Để đánh giá mức độ tin cậy của bộ thông số đã được hiệu chỉnh vào mùa kiệt 2003, báo cáo sử dụng bộ thông số này mô phỏng thủy lực mùa

kiệt với số liệu độc lập năm 2004 và 2005. Kết quả tương đối phù hợp giữa đường mô phỏng và đường thực đo, hai đường bám tương đối gần nhau, giá trị R^2 đạt từ 0,82 - 0,95 (Bảng 2).

Bảng 2. Giá trị tương quan R^2 giữa giá trị mực nước tính toán và thực đo

Năm	Ái Nghĩa	Cẩm Lệ	Giao Thủy	Câu Lâu	Hội An
2003	0,90	0,86	0,95	0,95	0,95
2004	0,93	0,84	0,95	0,92	0,91
2005	0,86	0,85	0,95	0,90	0,82

Với kết quả này, báo cáo sử dụng bộ thông số mô đun HD đã thu được tiếp tục mô phỏng lan truyền mặn vùng cửa sông Vu Gia - Thu Bồn bằng việc sử dụng kết hợp model tải khuếch tán chất lượng nước mô phỏng lại quá trình lan truyền mặn từ cửa sông vào trong sông. Các thông số khuếch tán, biên mặn được thiết lập như sau:

+ Biên dưới: Vùng cửa sông độ mặn thay đổi tương đối phức tạp, theo từng vị trí và phụ thuộc vào sự tương tác của thủy triều và dòng chảy thượng nguồn. Độ mặn nước biển dao động trong khoảng 30 - 35‰, mặt cắt biên dưới là cửa sông, nên nghiên cứu này lấy độ mặn là 32‰.

+ Biên Trên: Lựa chọn tại Ái Nghĩa và Giao Thủy có độ mặn bằng 0

Việc hiệu chỉnh các thông số trong mô đun AD được thực hiện bằng phương pháp thử dần. So sánh kết quả thu được với giá trị thực đo tại các điểm kiểm tra cho thấy giá trị sai khác giữa tính toán và thực đo không lớn, phần lớn trong khoảng 10 - 15% ngoài một số điểm cá biệt. Kết quả này hoàn toàn chấp nhận được trong việc mô phỏng lan truyền mặn đảm bảo về hình dạng và xu thế, từ đó đánh giá được diễn biến mặn trước và sau khi có công trình thủy điện ở thượng nguồn. Kết quả đánh giá được các ranh giới độ mặn trên sông theo các yêu cầu sử dụng nước, cụ thể ở đây xác định ranh giới mặn 1‰ và 4‰ trong sông cho thời kỳ trung bình 2000 - 2010 và ranh giới mặn từ năm 2012 (khi các công trình thủy điện phía thượng nguồn đi vào hoạt động)

4.2. Đặc điểm lan truyền mặn vùng hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn

Mặc dù nằm trong hệ thống sông, dưới tác động của điều kiện địa mạo lòng sông khác biệt nên lan truyền triều vào các cửa sông khác nhau vì vậy, ranh giới mặn vào sông cũng rất khác nhau. Ranh giới độ mặn theo dọc sông như sau:

- Trên dòng chính Vu Gia - Hàn Độ mặn 1‰ xâm nhập vào sâu trong sông trung bình 13,5km và lớn nhất ở khoảng cách 18,8km (tính từ cửa sông Hàn), vượt qua trạm lấy nước cầu Đỏ 4,5km về phía thượng lưu; độ mặn 4‰ trung bình ở cách cửa sông 12km, lớn nhất đạt tới 13,9km (vượt qua trạm thủy văn Cẩm Lệ). Độ mặn 18‰ vào sâu trong sông 3km

- Trên sông Vĩnh Điện: Do độ dốc lòng sông rất nhỏ có nhiệm vụ chuyển nước từ sông Thu Bồn sang sông Vu Gia nên mặn xâm nhập vào sông Vĩnh Điện từ Cửa Hàn rất sâu. Độ mặn trung bình 1‰ thường xuất hiện ở km thứ 15 (tính từ cửa sông Hàn) và lớn nhất ở km thứ 25. Độ mặn trung bình 4‰ xuất hiện ở km thứ 12 (tính từ cửa sông Hàn) nhưng lớn nhất đã quan trắc được tại km thứ 21.

- Trên dòng chính sông Thu Bồn: Độ mặn 1‰ xâm nhập sâu nhất vào sông ở km thứ 19,2km (cầu Kỳ Lam) tính từ Cửa Đại tuy nhiên trung bình chỉ dừng ở km thứ 12 - 13 (trước trạm thủy văn Câu Lâu). Độ mặn 4‰ xuất hiện ở đoạn sông cách Cửa Đại khoảng 8 - 9km nhưng lớn nhất đã quan trắc được điểm cách cửa Đại 17,7km. Các điểm gần cửa chịu tác động mạnh của dòng triều cường và gió từ biển thổi vào nên độ mặn ổn định hơn và khu vực từ Cẩm Hà đến cầu Câu Lâu (khoảng cách từ 8 - 16km so với cửa sông) độ mặn giảm nhanh và thường xuất hiện ranh giới mặn.

Bảng 3. Ranh giới độ mặn trên hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn (km)

Độ mặn S (‰)	Vu Gia - Hàn		Vĩnh Điện - Hàn		Thu Bồn - Cửa Đại	
	TB	Max	TB	Max	TB	Max
1	13,5	18,8	15	25	12	19,2
4	12	13,9	12	21	9	17,7

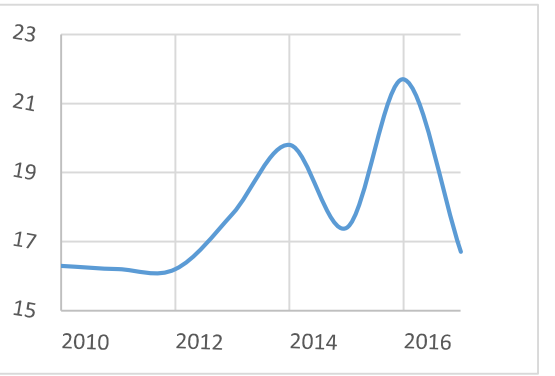
Theo chiều sâu, độ mặn nước cũng có sự biến động mạnh mẽ.

+ Đối với sông Vu Gia và sông Thu Bồn, lớp nước mặt (0 - 1,5m) có độ mặn nước sông rất thấp đối với cả 2 cửa sông và có xu hướng biến động ngược với chu kỳ triều thể hiện sự thống trị của nước trong sông. Lớp giữa (từ 1,5 - 3m), độ muối tăng nhanh theo độ sâu và có xu thế biến động của độ muối đồng pha với dao động triều, thể hiện sự ảnh hưởng mạnh của triều. Tuy nhiên, do điều kiện địa hình quy định nên biến động độ mặn tại tầng đáy (lớn hơn 3m) của 2 con sông có sự khác biệt rất lớn mặc dù độ mặn nước sông ở đây đạt tương đương với độ mặn nước biển 27 - 30‰, nhưng đối với sông Vu Gia - Hàn, độ mặn trong sông ít biến động thể hiện sự ổn định của khối nước mặn trong lòng sông nhưng đối với sông Thu Bồn - cửa Đại, độ mặn lớp đáy biến động rất lớn, xu thế biến động của độ mặn gần như đồng pha với dao động triều và trong pha triều rút, do dòng chảy sông mạnh nên độ mặn giảm mạnh theo độ sâu.

+ Đối với sông Vĩnh Điện: Độ mặn tăng đều từ mặt đến tầng 2,5m, biên độ dao động theo thời gian nhỏ. Tầng 2,5 - 3,5 là lớp đột biến độ mặn và tầng đáy dưới 3,5m độ muối gần như ổn định nhưng thấp hơn hẳn so với sông Vu Gia - Thu Bồn tuy nhiên tầng nước này ít có sự trao đổi, xáo trộn.

4.3. Diễn biến lan truyền mặn trong sông sau khi có các công trình thủy điện

Trong những năm gần đây, các sông vùng hạ du Vu Gia - Thu Bồn thường xuyên xuất hiện tình trạng xâm nhập mặn vào sâu trong sông và đã phá vỡ các quy luật tự nhiên. Việc vận hành phát điện đã làm thay đổi hoàn toàn quá trình mực nước của các trạm quan trắc thủy văn. Tại các trạm Hội Khách, Ái Nghia, Giao Thủy đã quan trắc được dao động mực nước ngày với biên độ từ 0,3 - 0,5m vào mùa kiệt (từ tháng 1 - 8). Việc xuất hiện biến động mực nước trong ngày trên sông Vu Gia biểu hiện rõ nét hơn sông Thu Bồn do diện tích khống chế của các công trình thủy điện trên sông Vu Gia (10 công trình với công suất 752,5MW, sản lượng điện hàng năm khoảng 2,9 tỷ kWh) chiếm khoảng 65% diện tích lưu vực - tính đến trạm thủy văn Thành Mỹ, còn sông Thu Bồn, (8 công trình có công suất 228,2MW, điện lượng năm khoảng 819 triệu kWh) tỷ lệ này chỉ khoảng 23% tính đến trạm thủy văn Nông Sơn. Vì vậy biến động lan truyền mặn trong sông vùng hạ du cũng diễn biến khác biệt. Trên cơ sở số liệu quan trắc khí tượng, thủy văn, hải văn và sử dụng bộ thông số mô hình đã được xác lập ở trên, ranh giới lan truyền mặn vào sông được xác định như sau:



Hình 7. Diễn biến độ mặn lớn nhất năm tại trạm Cẩm Lệ

- Trên sông Vu Gia - Hàn:

Theo số liệu năm 2015, khoảng cách xâm nhập mặn vào trong sông ứng với độ mặn 1‰ trung bình là 18km và lớn nhất tới gần 23km; đối với độ mặn 4‰ tương ứng đạt 14,5km và trên 19km.

Tương tự như vậy, năm 2016, khoảng cách xâm nhập mặn lớn nhất đều đạt gần 23,2km ứng

với độ mặn lớn nhất 1‰ và đạt 19,3km ứng với độ mặn lớn nhất 4‰.

Như vậy có thể thấy rằng mặn đã xâm nhập vào sâu hơn trong sông Vu Gia - Hàn rất cao vượt qua ranh giới trung bình tới 5km và năm sau cao hơn năm trước.

Vì vậy, trong những năm gần đây khu vực lấy nước của Nhà máy nước Cầu Đỏ (cách cửa sông Hàn 14,5km) đã bị mặn xâm nhập, trong thời kỳ 2012 - 2017 mặn xuất hiện cả trong mùa lũ (tháng 12/2012 mặn tại cửa lấy nước Nhà máy đạt tới 6,5‰) và cao nhất đạt 11,7‰ (ngày 13/8/2014) làm ảnh hưởng rất lớn đến hoạt động sản xuất của Nhà máy.

- *Trên sông Vĩnh Điện*: Do độ mặn trên sông Vĩnh Điện ảnh hưởng trực tiếp từ biển qua cửa sông Hàn nhưng bị tác động bởi lượng dòng chảy từ phía thượng nguồn sông Vu Gia và một phần lượng nước từ sông Thu Bồn chảy qua sông Vĩnh Điện. Vì vậy khi các công trình thủy điện đi vào hoạt động, nước sông Vĩnh Điện bị nhiễm mặn nặng nề. Năm 2012, độ mặn tại km thứ 24,5 trên sông Vĩnh Điện tính từ cửa sông Hàn đạt tới 5,4‰ ảnh hưởng đến toàn bộ hệ thống các công trình thủy lợi trên sông tưới cho hơn 2.150ha đất nông nghiệp và nhà máy nước Hội An. Ngày 06/05/2013 để đảm bảo nguồn nước ngọt, tỉnh Quảng Nam đã tiến hành đắp đập tạm ngăn mặn tại cầu Tứ Câu trên sông Vĩnh Điện (cách cửa sông Hàn 18,2km), và độ mặn trước đập lớn nhất trong những năm có đập dao động từ 18,5 - 20,6‰. Trong mùa khô 2017 - 2018, do không đắp đập tạm, độ mặn nước trên toàn sông Vĩnh Điện đạt tới 8 - 9‰.

- *Trên dòng chính Thu Bồn:* Độ mặn nước sông trên dòng chính Thu Bồn có xu hướng giảm rất lớn. Trung bình thời kỳ 2003 - 2011 tại trạm Cẩm Hà, độ mặn đạt tới 9,68‰ nhưng thời kỳ 2012 - 2017, độ mặn chỉ là 3,82‰. Tài liệu tính toán từ mô hình Mike 11HD+AD, ranh giới độ mặn trung bình 1‰ năm 2015 ở khoảng cách cửa sông là 10,3km và năm 2016 là 10,9km. Như vậy, có thể thấy rằng dưới tác động của các công trình thủy điện thượng lưu nên lưu lượng nước trên sông Thu Bồn được bổ sung một lượng đáng kể đã góp phần đẩy ranh giới mặn gần phía cửa sông. Nhiễm mặn trên sông Thu Bồn phụ thuộc nhiều vào mức độ điều tiết nước của các hồ thủy điện, ít ảnh hưởng quy luật tự nhiên.

5. Kết luận

Việc phát triển thủy điện vùng thượng lưu Vu Gia - Thu Bồn đã tác động rất lớn đến chế độ thủy văn, tài nguyên nước ở vùng hạ du lưu vực, trong đó có vấn đề lan truyền mặn vào trong sông thể hiện qua việc chuyển nước làm giảm nguồn trên sông Vu Gia và tăng lượng nước cho sông Thu Bồn cũng như hoạt động phát điện đã tạo nên dao động mực nước trong ngày, tuần trong mùa kiệt rất rõ nét. Các hoạt động này đã tác động trực tiếp đến quá trình lan truyền mặn vào sông. Hiện nay, mặn có xu thế xâm nhập vào sông Vu Gia và phân lưu Vĩnh Điện từ cửa Hàn sâu hơn (đến 5km) so với trước khi có các công trình thủy điện; ngược lại đối với sông Thu Bồn mặn có xu thế giảm, ranh giới độ mặn trung bình 1‰ dừng ở km thứ 10 - 11 tính từ cửa sông, giảm khoảng 2km so với ranh giới mặn trước khi có các công trình thủy điện.

Mô hình Mike 11HD+AD là một công cụ mô phỏng xác thực nhằm định lượng sự lan truyền mặn vào sông, qua đó cho thấy hoạt động của các công trình thủy điện đã thiết lập một hiện trạng mới về ranh giới mặn trên sông. Đây là cơ sở khoa học để xây dựng một chiến lược sử dụng tài nguyên nước thích ứng với sự biến động ranh giới mặn một cách chủ động để giải quyết các vấn đề đặt ra của lưu vực sông liên tỉnh.

Lời cảm ơn: *Nghiên cứu đã sử dụng các tài liệu của Đề tài độc lập cấp Quốc gia Nghiên cứu đề xuất giải pháp kiểm soát xâm nhập mặn cho Thành phố Đà Nẵng, mã số ĐLCN36/16 do TS.Hoàng Thanh Sơn (Viện Địa lý, VAST) làm chủ nhiệm.*

Tài liệu tham khảo

1. Ban chỉ huy phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn thành phố Đà Nẵng, *Tổng kết công tác Phòng chống thiên tai - Tìm kiếm cứu nạn các năm từ 2000 - 2016*, Báo cáo lưu trữ Văn phòng UBND thành phố Đà Nẵng, Đà Nẵng

2. Đinh Phùng Bảo, (2013), *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GIS xây dựng bản đồ chỉ huy phòng chống lũ lụt lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn*, Báo cáo lưu trữ tại Đài Khí tượng thủy văn Trung Trung Bộ, Đà Nẵng.

3. Hoàng Thái Bình, (2017), *Xác định hành lang thoát lũ trên sông vùng hạ du Vu Gia - Thu Bồn (thuộc thành phố Đà Nẵng) khi hệ thống công trình thủy điện ở thượng du đi vào vận hành trong bối cảnh biến đổi khí hậu*, báo cáo tổng kết đề tài mã số VAST-NĐP.12/15-16, Hà Nội.

4. Bruun et al, (2013), *On the Frontiers of Climate and Environmental Change: Vulnerabilities and Adaptation in Central Vietnam*, Springer Verlag, Berlin, CHLB Đức

5. Georgenes Cavalcante, Luiz Bruner de Miranda and Paulo Ricardo Petter Medeiros, (2017), *Circulation and salt balance in the São Francisco River Estuary (NE/Brazil)*, Brazilian Journal of water resources, v.22, e31, 2017

6. Nguyễn Đình Hải, (2016), *Hiện trạng khai thác nguồn nước phục vụ ngành nông nghiệp vùng ven biển Quảng Nam, báo cáo lưu trữ tại Sở Nông nghiệp và phát triển nông thôn Quảng Nam, Quảng Nam*

7. Vũ Thị Thu Lan và nnk, (2012), *Tiến hành khảo sát thực địa và lập mô hình thủy lực lực vực sông Thu Bồn, tỉnh Quảng Nam,* báo cáo dự án WB4, 2009 - 2012, báo cáo lưu trữ tại UBND Tỉnh Quảng Nam, Quảng Nam

8. Vũ Thị Thu Lan và nnk, (2013), *Nghiên cứu biến động của thiên tai (lũ lụt và hạn hán) ở tỉnh Quảng Nam trong bối cảnh biến đổi khí hậu*, Tạp chí Các khoa học về trái đất, 35 (1), Hà Nội

9. LUCCI (Đức), *Nghiên cứu quan hệ tương tác giữa sử dụng đất và BĐKH tại miền Trung Việt Nam, 2010 - 2015*

10. Ngân hàng Thế giới, (2017), *Cơ sở Dữ liệu. ttp://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators review = ngày [8/5/2017]*

11. Salomoni. S.E., Rocha. O, Leite. E. H, (2007), *Limnological characterization of Gravatai River, Rio Grande do Sul*. Acta Limnological Brasiliensia, v.19, p.1-14

12. Sở tài nguyên môi trường Quảng Nam, (2016), *Đánh giá đưa ra các biện pháp bảo vệ nguồn nước chống lại xâm nhập mặn tập trung vào nguồn nước mặt trong năm đầu tiên*, báo cáo lưu trữ tại UBND Tỉnh Quảng Nam, Quảng Nam.

13. Nguyễn Minh Sơn, (2010), *Nghiên cứu đề xuất giải pháp quản lý, sử dụng tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Vu Gia - sông Hàn, đáp ứng nhu cầu phát triển bền vững thành phố Đà Nẵng*, Báo cáo lưu trữ tại Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội

14. Thomas Sagris et al., (2016), *Việt Nam: Khuân khổ kinh tế về nước để đánh giá các thách thức của ngành nước,*

15. Trương Tuyến, (2012), *Đặc điểm khí hậu - thuỷ văn tỉnh Quảng Nam*, Nxb. Tàinguyên môi trường, Hà Nội.

16. Hoàng Ngọc Tuấn, (2016), *Đánh giá toàn diện nhằm hướng đến khả năng chống chịu đối với BĐKH đối với nguồn tài nguyên nước mặt thành phố*, báo cáo lưu trữ Văn phòng Biến đôi khí hậu thành phố Đà Nẵng, Đà Nẵng

17. Viện Quy hoạch thủy lợi, (2017), *Quy hoạch thủy lợi tỉnh Quảng Nam đến năm 2020 và định hướng đến năm 2050*, báo cáo lưu trữ tại UBND Tỉnh Quảng Nam, Quảng Nam.

SALINE INTRUSION OF THE RIVER IN DOWNSTREAM VU GIA - THU BON UNDER HYDROPOWER PROJECT

Hoang Thanh Son[1], Vu Thi Thu Lan[2], Nguyen Dai Chung[3]
[1]Institute of Geography
[2]Department of application & development of technology
[3]Central region college of technology – economics and water resouces

Abtract: *Da Nang and Quang Nam use water from the Vu Gia - Thu Bon River for agricultural and industrial activities. In the process of development, the coastal zone has adapted to saline intrusion and is considered as a natural condition. However, upstream hydropower development brings undeniable benefits but also adversely affects the hydrological regime, including salt intrusion into the river. This article uses the model Mike 11 HD + AD to determine the salinity of the river in downstream Vu Gia - Thu Bon to assess the impact of hydropower projects through a series of two data calculation periods (before and after construction). The results show that the operation of hydropower plants has increased salinity intrusion into the Vu Gia River (about 5 km) and the distribution of Vinh Dien but reduced for the Thu Bon River. This impact is very detrimental to the exploitation of water in Vu Gia and Vinh Dien rivers for socio-economic development activities of Da Nang and Quang Nam (Hoi An, Dien Ban, Duy Xuyen).*

Keywords: *Salinity, salinity intrusion, hydropower plant, Vu Gia - Thu Bon.*