

TẠP CHÍ

ISSN 0866 - 8744

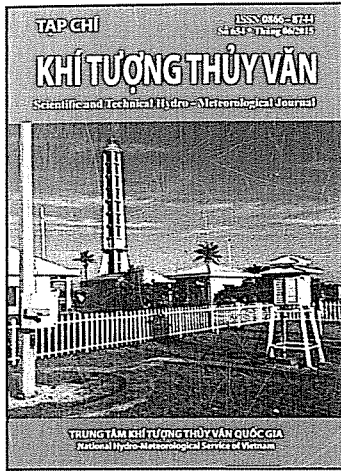
Số 654 \* Tháng 06/2015

# KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Scientific and Technical Hydro - Meteorological Journal



TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA  
National Hydro-Meteorological Service of Vietnam



# Trong số này

Nghiên cứu & Trao đổi

## TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

### TỔNG BIÊN TẬP

TS. Nguyễn Kiên Dũng

### PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

PGS. TS. Nguyễn Việt Lành

### ỦY VIÊN HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

- |                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. PGS. TS. Trần Hồng Thái   | 8. TS. Tổng Ngọc Thanh  |
| 2. GS. TS. Phan Văn Tân      | 9. TS. Hoàng Đức Cường  |
| 3. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng | 10. TS. Đinh Thái Hưng  |
| 4. PGS. TS. Dương Hồng Sơn   | 11. TS. Dương Văn Khánh |
| 5. PGS. TS. Dương Văn Khâm   | 12. TS. Trần Quang Tiến |
| 6. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn | 13. ThS. Nguyễn Văn Tuệ |
| 7. PGS. TS. Hoàng Minh Tuyền | 14. ThS. Võ Văn Hòa     |

### Thư kí tòa soạn

TS. Trần Quang Tiến

### Trị sự và phát hành

CN. Phạm Ngọc Hà

Giấy phép xuất bản

Số: 225/GP-BTTTT - Bộ Thông tin  
Truyền thông cấp ngày 08/6/2015

### Tòa soạn

Số 3 Đặng Thái Thân - Hà Nội

Văn phòng 24C Bà Triệu, Hoàn Kiếm, Hà Nội

Điện thoại: 04.39364963; Fax: 04.39362711.

Email: tapchikttv@yahoo.com

Chế bản và In tại: Công ty TNHH Thương

Mại In và Sản xuất bao bì Ngọc Minh

Email: ngocminhppp@gmail.com

Ảnh bìa: Trạm Khí tượng Hải văn Lý Sơn

- 1 **Tăng Thế Cường, Trần Thục và Trần Thị Diệu Hằng:** Tích hợp vấn đề biến đổi khí hậu vào quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội qua đánh giá môi trường chiến lược-áp dụng cho tỉnh Thừa Thiên-Huế
- 8 **Trương Đức Trí, Nguyễn Văn Thắng và Nguyễn Đăng Mậu:** Đánh giá khả năng sử dụng các chỉ số hạn phục vụ giám sát và dự báo hạn trên khu vực Tây Nguyên
- 14 **Đào Nguyên Khôi:** Phân tích xu thế thay đổi lượng mưa lưu vực sông Sêrêpôk giai đoạn 1981-2009
- 20 **Đặng Hòa Vĩnh:** Khả năng khai thác nguồn nước mặt phục vụ cấp nước sinh hoạt vùng bán đảo Cà Mau trong điều kiện nước biển dâng do biến đổi khí hậu
- 27 **Hoàng Lưu Thu Thủy và Vương Văn Vũ:** Chỉ số tổn thương tới sức khỏe cộng đồng do tác động của biến đổi khí hậu tại tỉnh Thanh Hóa
- 34 **Đỗ Đình Chiến, Trần Hồng Thái, Nguyễn Thọ Sáo và Nguyễn Bá Thủy:** Nghiên cứu đánh giá nước dâng do bão khu vực ven biển từ Quảng Bình -Quảng Nam
- 40 **Trần Văn Tình và Nguyễn Thị Bích Ngọc:** Ứng dụng mô hình Mike 11 mô phỏng dòng chảy lũ hạ lưu sông Cả
- 46 **Cù Thị Phương:** Ứng dụng phương pháp Bayesian trong tính toán dòng chảy lũ thiết kế
- 52 **Nguyễn Kiên Dũng, Vũ Trọng Thành và Nguyễn Thị Thanh Huyền:** Xây dựng chương trình quản lý tự động hồ sơ hệ thống trạm khí tượng thủy văn
- Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn**
- 58 **Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp và thủy văn tháng 5 năm 2015 - Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương và Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**
- 68 **Thông báo kết quả quan trắc môi trường không khí tại một số tỉnh, thành phố tháng 5 năm 2015 - Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn và môi trường**

# TÍCH HỢP VẤN ĐỀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀO QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI QUA ĐÁNH GIÁ MÔI TRƯỜNG CHIẾN LƯỢC -ÁP DỤNG CHO TỈNH THỪA THIÊN HUẾ

Tăng Thế Cường, Trần Thục và Trần Thị Diệu Hằng - Văn phòng Bộ Tài nguyên và Môi trường

**V**ấn đề biến đổi khí hậu (BĐKH) của tỉnh Thừa Thiên - Huế được tích hợp vào quy hoạch phát triển thông qua đánh giá môi trường chiến lược của tỉnh. Phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương kết hợp với phương pháp tính trọng số bất cân bằng được áp dụng để đánh giá hiệu quả của việc tích hợp. Tính toán được thực hiện cho điều kiện hiện tại và đến năm 2020. Hiệu quả của việc tích hợp được đánh giá bằng cách so sánh tính dễ bị tổn thương trong hai trường hợp: (i) chỉ thực hiện các giải pháp trong đánh giá môi trường chiến lược nhưng chưa xét đến vấn đề BĐKH; và (ii) tích hợp vấn đề BĐKH vào các nội dung của đánh giá môi trường chiến lược. Kết quả cho thấy, nếu không tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội (KTXH), tính dễ bị tổn thương của 7/9 huyện thị đều ở mức cao đến rất cao, đặc biệt là các huyện Phong Điền, Quảng Điền và thị xã Hương Trà. Khi tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển KTXH qua đánh giá môi trường chiến lược, mức độ dễ bị tổn thương của Tỉnh đã giảm rất nhiều, chỉ còn 4/9 huyện, thị có mức độ tổn thương cao.

*Từ khóa: BĐKH, tổn thương, tích hợp, đánh giá môi trường, chiến lược phát triển kt - xh.*

## 1. Mở đầu

Tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển KTXH giúp làm tăng hiệu quả sử dụng nguồn lực tài chính và con người hơn việc chỉ thực hiện các biện pháp ứng phó một cách độc lập, tách rời với các hoạt động phát triển. Việc lường trước vấn đề BĐKH, các tác động có thể xảy ra trong tương lai trong quá trình quy hoạch sẽ làm giảm bớt các chi phí để xử lý hậu quả của các tác động tiêu cực. Nghiên cứu này đã tiến hành tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển qua đánh giá môi trường chiến lược (ĐMC) tại tất cả các khâu của quá trình xây dựng ĐMC, từ sàng lọc đến hoàn thiện báo cáo và giám sát. ĐMC giúp phân tích, đánh giá tác động của BĐKH đến các quy hoạch phát triển và tác động của các quy hoạch phát triển đến BĐKH, thông qua đó đề xuất các biện pháp ứng phó cần được tích hợp vào quy hoạch phát triển [4]. Phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương được áp dụng để đánh giá hiệu quả của việc tích hợp. Phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương có trọng số được áp dụng để cung cấp kết quả trực quan, giúp nhà quản lý dễ phân định được khu

vực, lĩnh vực dễ bị tổn thương cần được lưu ý trong quá trình ra quyết định đầu tư. Nghiên cứu tích hợp vấn đề vấn đề BĐKH và đánh giá tính dễ bị tổn thương được thực hiện đối với tỉnh Thừa Thiên - Huế ở điều kiện hiện tại, cho năm 2020 [4, 5, 6] và cho trường hợp thực hiện quy hoạch đã tích hợp vấn đề BĐKH trong tương lai.

## 2. Phân tích báo cáo đánh giá môi trường chiến lược tỉnh Thừa Thiên-Huế

Thừa Thiên - Huế thuộc vùng kinh tế trọng điểm (KTTĐ) miền Trung, có mức tăng trưởng kinh tế khá cao, giao lưu kinh tế mạnh trong khu vực và có đóng góp quan trọng vào mục tiêu phát triển KTXH của vùng. Trong những năm gần đây có nhiều yếu tố mới tác động đến quá trình phát triển KTXH của Tỉnh. Để đánh giá được các yếu tố tác động và đảm bảo quá trình phát triển KTXH của Tỉnh, Thừa Thiên - Huế đã xây dựng Quy hoạch tổng thể phát triển KTXH đến năm 2020 với ba phương án phát triển và báo cáo ĐMC đối với Quy hoạch.

Báo cáo ĐMC tập trung vào ba vấn đề chính: (1) Làm rõ một số vấn đề trong ba phương án phát triển được đề xuất; (2) Những ảnh hưởng

tới môi trường khi thực hiện quy hoạch; (3) Một số giải pháp bảo vệ môi trường, đặc biệt là các giải pháp nhằm hạn chế những tác động tiêu cực của một số ngành công nghiệp.

Với quan điểm tăng trưởng kinh tế gắn với bảo vệ môi trường để phát triển bền vững, báo cáo ĐMC đã xác định các mục tiêu trong thời kỳ quy hoạch gồm có 5 thành phần chịu tác động chủ yếu là: đất, nước mặt, nước ngầm, không khí và hệ sinh thái. Mục tiêu cụ thể là: (1) Bảo vệ môi trường các vùng sinh thái, tránh ô nhiễm nguồn nước, bảo vệ rừng ngập mặn, hệ sinh thái đầm phá; (2) Xử lý 100% nước thải từ các khu đô thị, công nghiệp và làng nghề; thu gom và xử lý chất thải rắn của các đô thị, khu công nghiệp tập trung; (3) Phòng, chống và hạn chế sự suy kiệt và ô nhiễm tài nguyên và tác hại do thiên tai bão lụt gây ra.

Báo cáo ĐMC đã ước tính với mức tăng trưởng 1% sẽ dẫn đến mức ô nhiễm tăng gấp đôi. Từ đó đề nghị lựa chọn phương án 2, tập trung phát triển các ngành công nghiệp ngay trong năm năm đầu tiên, phát triển công nghiệp và dịch vụ có trọng điểm, chú trọng phát triển khu vực đầm phá ven biển, một trong những khu vực chịu dễ bị tổn thương do BĐKH. Tuy nhiên, vấn đề BĐKH chưa được xem xét đầy đủ. Báo cáo chưa xét đến các tác động của khí hậu đến KTXH hiện tại, chưa đánh giá tác động trong tương lai và các đối tượng dễ bị tổn thương, do đó chưa đề ra phương án phù hợp ứng phó với BĐKH.

### 3. Tích hợp vấn đề BĐKH qua ĐMC

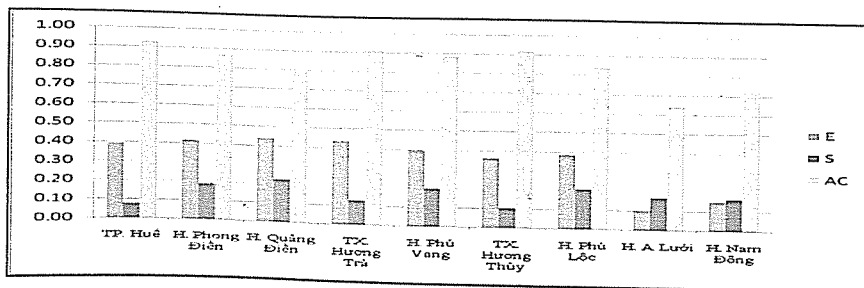
Để xác định được hiệu quả của việc tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển KTXH qua ĐMC, nghiên cứu đã so sánh kết quả đánh giá tính dễ bị tổn thương cho các trường hợp: (1) Điều kiện hiện tại; (2) Điều kiện đến năm 2020;

(3) Thực hiện quy hoạch phát triển KTXH đến năm 2020 nhưng chưa tích hợp vấn đề BĐKH thông qua ĐMC; và (4) Thực hiện quy hoạch phát triển KTXH đến năm 2020 có tích hợp vấn đề BĐKH thông qua ĐMC. Phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương (IPCC, 2007) được áp dụng, kết hợp với phương pháp tính trọng số bất cân bằng [3].

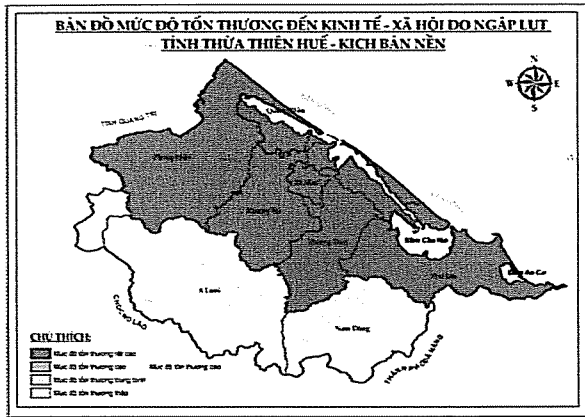
#### 3.1. Đánh giá tính dễ bị tổn thương trong điều kiện hiện tại

Phương pháp trọng số bất cân bằng được áp dụng trong tính toán các chỉ số về độ phơi trước hiểm họa (E - exposure), độ nhạy cảm (S - sensitivity) và năng lực thích ứng (AC - adaptation capacity). Chỉ số dễ bị tổn thương (VI - Vulnerability Index) được xác định là một hàm của E, S và AC:  $VI = f(E, S, AC)$  [5]. Trên cơ sở tính toán cụ thể, có thể đánh giá được nguyên nhân làm tăng hay giảm giá trị của chỉ số dễ bị tổn thương hoặc so sánh giữa các khu vực và các phương án khác nhau.

Kết quả tính toán cho thấy trong điều kiện khí hậu hiện tại cùng với thực trạng phát triển KTXH, tỉnh Thừa Thiên - Huế có mức dễ bị tổn thương cao đối với tác động của BĐKH. Các huyện Phong Điền, Quảng Điền và thị xã Hương Trà là những nơi có E cao nhất. Các huyện Phú Lộc, Phú Vang và Quảng Điền là những nơi có S cao nhất (hình 1); Các huyện này cũng là những huyện dễ bị tổn thương nhất trước BĐKH trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên - Huế. Hai huyện miền núi là A Lưới và Nam Đông tuy có năng lực thích ứng không cao nhưng không bị phơi bày và nhạy cảm trước nguy cơ nước biển dâng, vì thế mức độ dễ bị tổn thương thấp hơn các khu vực khác (hình 2).



Hình 1. Giá trị của các chỉ số E, S và AC trong điều kiện hiện tại

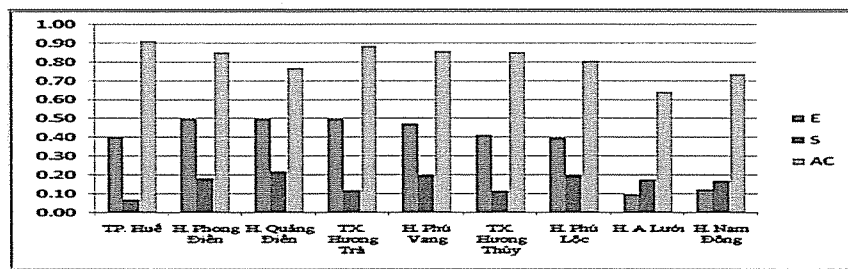


Hình 2. Mức độ dễ bị tổn thương trong điều kiện hiện tại

**3.2. Đánh giá tính dễ bị tổn thương trên cơ sở quy hoạch phát triển KTXH đến năm 2020**

Với kịch bản phát triển KTXH năm 2020 có xét đến BĐKH, số huyện thị có mức phơi bày cao trước nguy cơ ngập tăng lên, mức độ nhạy cảm cũng tăng (hình 3). Do khả năng thích ứng

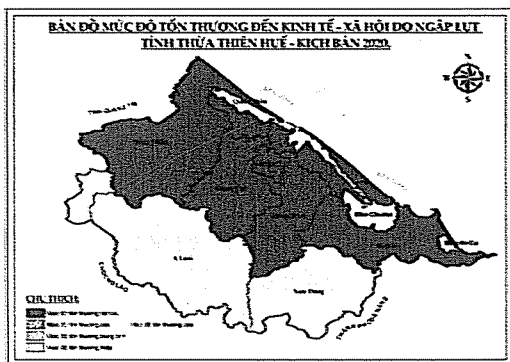
chưa thay đổi kịp theo sự phát triển KTXH cũng như BĐKH nên chỉ số dễ bị tổn thương của toàn tỉnh cũng như của từng huyện, thị trong tỉnh đều ở mức rất cao, giá trị của chỉ số dễ bị tổn thương cao hơn nhiều so với kịch bản hiện tại, trừ hai huyện miền núi là A Lưới và Nam Đông (hình 4).



Hình 3. Giá trị của các chỉ số E, S và AC tại thời điểm năm 2020

Theo kịch bản BĐKH và nước biển dâng đến năm 2020 mực nước biển ở khu vực Thừa Thiên - Huế có thể dâng 9 cm [1]. Mức độ ngập lụt của tỉnh Thừa Thiên - Huế sẽ thay đổi khá nhiều so với thời kỳ nền. Hơn nữa, việc thực hiện quy hoạch cơ sở hạ tầng như hệ thống đường,

điện, kênh, đê sẽ làm cho mức độ phơi tại hầu hết các huyện, thị đều rất cao. Vì thế, mức độ tổn thương của toàn tỉnh Thừa Thiên - Huế sẽ rất cao, tác động của BĐKH đến KTXH ngày càng nghiêm trọng hơn (hình 4).

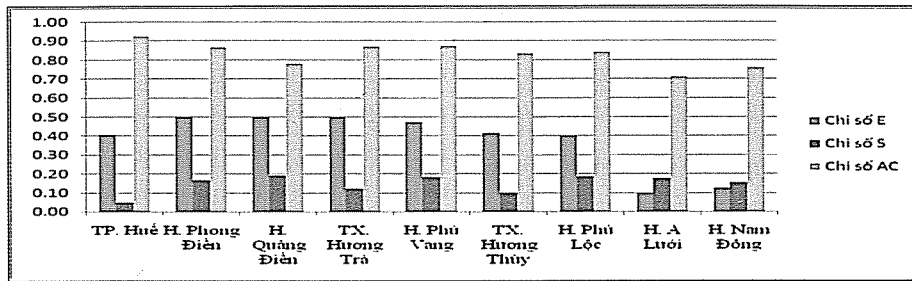


Hình 4. Mức độ dễ bị tổn thương tại thời điểm năm 2020

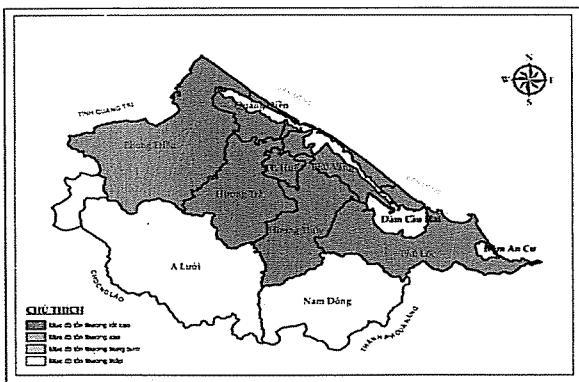
**3.3. Đánh giá tính dễ bị tổn thương khi thực hiện các biện pháp trong đánh giá môi trường chiến lược nhưng không tích hợp vấn đề biến đổi khí hậu**

Phân tích toán này được thực hiện để đánh giá mức độ giảm tính dễ bị tổn thương khi thực hiện các biện pháp trong ĐMC nhưng chưa tích hợp vấn đề BĐKH. Kết quả cho thấy, tuy rằng đã áp dụng một số biện pháp đề xuất trong ĐMC

nhưng tính dễ bị tổn thương của các huyện vẫn ở mức rất cao. Mức độ dễ bị tổn thương của toàn tỉnh Thừa Thiên - Huế đã giảm xuống ở mức cao (hình 6). Giá trị của các chỉ số phơi bày, nhạy cảm cũng như khả năng thích ứng thay đổi không nhiều so với khi chưa thực hiện ĐMC (hình 5). Hiệu quả của các giải pháp trong ĐMC đối với việc giảm tính dễ bị tổn thương là không cao.



Hình 5. Giá trị của các chỉ số E, S và AC tại thời điểm năm 2020, khi đã thực hiện ĐMC nhưng chưa tích hợp BĐKH



Hình 6. Mức độ dễ bị tổn thương khi thực hiện các biện pháp trong ĐMC nhưng chưa tích hợp BĐKH

**3.4. Tích hợp vấn đề biến đổi khí hậu vào quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Thừa Thiên - Huế qua đánh giá môi trường chiến lược**

Vấn đề BĐKH được xem xét và tích hợp bao gồm: thực trạng BĐKH, xu thế biến đổi của các yếu tố khí hậu trong tương lai, tác động của BĐKH đến phát triển kt - xh, tính dễ bị tổn thương đối với BĐKH và các giải pháp ứng phó.

Những nội dung cụ thể được đề xuất tích hợp vào quy hoạch phát triển kt - xh của tỉnh Thừa Thiên - Huế thông qua ĐMC gồm: Tăng cường

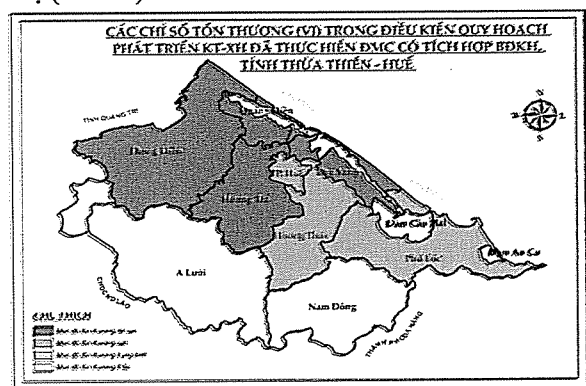
công tác tuyên truyền, giáo dục, nâng cao nhận thức và trách nhiệm về BĐKH [6] ; Trồng rừng ngập mặn, rừng phòng hộ ven biển, đằm phá; Trồng rừng đầu nguồn tại các xã vùng núi; Nâng cấp mạng lưới quan trắc tài nguyên và môi trường; Trang bị xe thuyền, thiết bị y tế cấp cứu, sơ cứu lưu động (trên thuyền, xe đặc chủng) để ứng phó tình trạng khẩn cấp do thiên tai, BĐKH. Các chỉ tiêu cụ thể được đề xuất điều chỉnh gồm:

- Dẫn dân nhằm giảm mật độ dân số tại các xã ven biển của huyện Phong Điền, Quảng Điền, Phú Vang; di dân ra khỏi những khu đang bị sạt lở.
- Củng cố, bổ sung các tuyến đê ven biển, ven sông, nâng cao độ của đê sông để chịu được lũ cao 8,06 m với tần suất 5%, đê biển có độ cao từ +1,2 m đến + 1,5 m ;
- Tăng diện-tích rừng ngập mặn, rừng phòng hộ tại huyện ven biển, đặc biệt tại Phú Vang lên thêm 800ha;
- Phân đầu nâng tuổi thọ trung bình của người dân thông qua việc tăng cường các hoạt động y tế, chăm sóc sức khỏe, tăng số cơ sở y tế tại các huyện thị;
- Tăng chiều dài đường được bê tông hóa

nhằm phục vụ tốt công tác ứng phó với BĐKH, tăng khoảng 20% tại các huyện Phong Điền, Hương Thủy, Nam Đông, 2 - 10% tại các huyện thị còn lại;

- Phân đầu 100% hộ dân được sử dụng điện sinh hoạt;
- Tăng số trường học và đưa nội dung BĐKH vào giảng dạy; tăng tỷ lệ biết đọc biết viết lên tối thiểu 80% dân số;
- Tăng số lượng người dân được tiếp cận Internet...

Kết quả cho thấy khi tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển kt - xh thông qua ĐMC, số lượng các huyện thị có mức tổn thương rất cao và cao đã giảm (4/9 huyện thị). Mức độ nhạy cảm đã giảm nhiều ở một số huyện thị và khả năng thích ứng cũng đã tăng lên ở hầu hết các huyện thị (hình 7).



Hình 7. Mức độ dễ bị tổn thương của các huyện thuộc tỉnh Thừa Thiên - Huế trong điều kiện quy hoạch phát triển KTXH đã thực hiện ĐMC có tích hợp BĐKH

**4. Nhận xét về hiệu quả của việc tích hợp vấn đề BĐKH qua ĐMC**

So sánh chỉ số dễ bị tổn thương giữa các trường hợp tính toán cho thấy ở điều kiện hiện tại, mức độ tổn thương của nền KTXH của tỉnh Thừa Thiên - Huế ở mức cao, số các huyện, thị ở mức tổn thương cao là 7/9 huyện, thị đông dân và có mức phát triển kinh tế cao.

Tính đến năm 2020, theo quy hoạch phát triển KTXH của Tỉnh trong bối cảnh BĐKH, Thừa Thiên - Huế rất dễ bị tổn thương. Mức dễ bị tổn thương của từng huyện, thị là cao nhất trong kịch bản này (7/9 huyện, thị), cao hơn nhiều so với

kịch bản hiện tại, trừ hai huyện miền núi.

Nếu quy hoạch phát triển KTXH của Tỉnh có xét đến các giải pháp trong báo cáo ĐMC nhưng chưa tích hợp vấn đề BĐKH thì mức tổn thương của toàn Tỉnh cũng chỉ giảm xuống mức cao, số huyện, thị ở mức tổn thương rất cao không thay đổi.

Tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển KTXH của Tỉnh thông qua ĐMC có hiệu quả rõ rệt trong việc giảm tính dễ bị tổn thương của toàn Tỉnh cũng như của từng huyện, thị (hình 8). Số các huyện, thị bị tổn thương rất cao và cao đã giảm (4/9 huyện, thị). Mức độ nhạy cảm đã giảm nhiều ở một số huyện, thị và khả năng thích ứng cũng đã tăng lên ở hầu hết các huyện, thị. Điều này cho thấy, nếu các biện pháp thích ứng BĐKH được thực hiện đầy đủ thì sẽ giảm mức độ dễ bị tổn thương và hỗ trợ cho phát triển bền vững của Tỉnh.

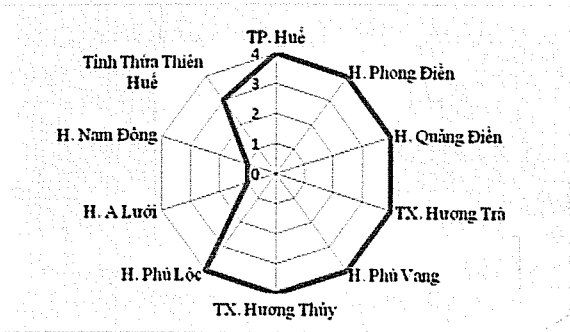
**5. Kết luận**

BĐKH và nước biển dâng tác động mạnh đến các vùng biển và duyên hải Việt Nam. Tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển KTXH có ý nghĩa quan trọng nhằm giảm thiểu những tổn thất về kinh tế và xã hội. ĐMC là công cụ hữu hiệu để đánh giá tác động của quy hoạch đến môi trường và tác động của môi trường đến quy hoạch. Tuy nhiên, hầu hết các ĐMC đều chưa xét đến vấn đề BĐKH, vì thế chưa đưa ra các giải pháp ứng phó với BĐKH trong hiện tại cũng như trong tương lai. Việc tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển KTXH thông qua ĐMC là rất cần thiết để đánh giá tác động của BĐKH, đề xuất những giải pháp phù hợp ứng phó với BĐKH và giảm tính dễ bị tổn thương đối với BĐKH. Việc tích hợp cần được thực hiện trong cả quá trình xây dựng và thực hiện ĐMC.

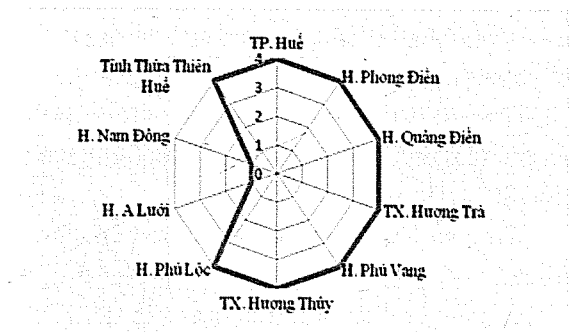
Tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển KTXH thông qua ĐMC đã được nghiên cứu và kiến nghị cho tỉnh Thừa Thiên - Huế. Qua việc đánh giá tính dễ bị tổn thương, nghiên cứu đã cho thấy hiệu quả của việc tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển KTXH. Nếu quy hoạch phát triển KTXH chưa tích hợp vấn đề BĐKH, mức độ tổn thương của tỉnh Thừa Thiên - Huế là rất cao. Khi quy hoạch được tích

hợp vấn đề BĐKH thông qua ĐMC thì mức tổn thương đã giảm rõ rệt. Do phát triển KTXH và BĐKH là những quá trình tất yếu, nếu không

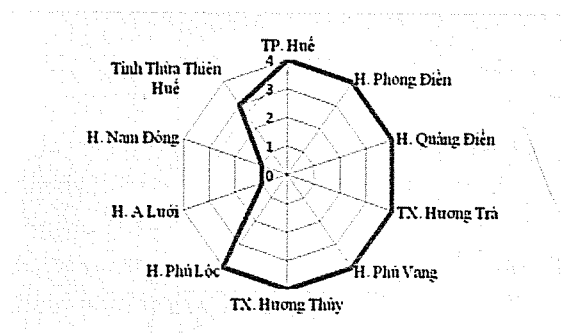
tích hợp vấn đề BĐKH vào quy hoạch phát triển KTXH thì các nỗ lực phát triển có thể bị cản trở hoặc không hiệu quả./.



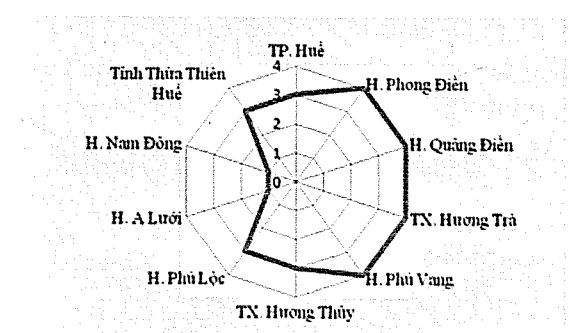
*Thực trạng phát triển KT-XH trong điều kiện khí hậu hiện tại*



*Trường hợp thực hiện quy hoạch phát triển KT-XH đến 2020, chưa thực hiện ĐMC và chưa xét đến BĐKH*



*Trường hợp quy hoạch phát triển KT-XH đến năm 2020, thực hiện ĐMC và chưa tích hợp BĐKH*



*Trường hợp quy hoạch phát triển KT-XH đến năm 2020, thực hiện ĐMC và đã tích hợp BĐKH*

*Hình 8. So sánh sự thay đổi mức độ dễ bị tổn thương giữa các trường hợp*

**Tài liệu tham khảo**

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*, NXB Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam;
2. Tăng Thế Cường, Trần Thực, Trần Thị Diệu Hằng (2013), *Nghiên cứu tích hợp vấn đề biến đổi khí hậu vào chiến lược, quy hoạch phát triển thông qua đánh giá môi trường chiến lược*, Tạp chí Tài nguyên và Môi trường, Số 22 (180);
3. Tăng Thế Cường, Trần Thực, Trần Diệu Hằng (2015), *Cơ sở khoa học tích hợp vấn đề biến đổi khí hậu vào quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội qua đánh giá môi trường chiến lược*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 5-2015;
4. UBND tỉnh Thừa Thiên Huế (2009), *Báo cáo Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Thừa Thiên - Huế đến 2020*;
5. UBND tỉnh Thừa Thiên - Huế (2009), *Báo cáo đánh giá môi trường chiến lược đối với Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Thừa Thiên - Huế đến năm 2020*;
6. UBND tỉnh Thừa Thiên - Huế (2012), *Kế hoạch hành động ứng phó với BĐKH tỉnh Thừa Thiên - Huế đến năm 2020*.



# INTEGRATION OF CLIMATE CHANGE ISSUES INTO STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT FOR THUA THIEN - HUE PROVINCE

**Tang The Cuong, Trañ Thuc and Tran Thi Dieu Hang**  
Office of the Ministry of Natural Resources and Environment

***Abstract:** Climate change issues in Thua Thien Hue province are integrated into socio-economic development planning by integrating them into provincial Strategic Environmental Assessment reports. Vulnerability assessment methods in combination with unequal weights are used to evaluate the effectiveness of the integration. Evaluations have been made to current conditions and up to 2020. Effectiveness of the integration is assessed by comparing vulnerability in two cases: (i) the performance of the measures developed in Strategic Environmental Assessment without the consideration of climate change issues; and (ii) integrating climate change issues into the Strategic Environmental Assessment. The results showed that without integration of climate change issues into the socio-economic development planning, vulnerability of 7/9 districts was at high to very high levels, especially in the districts of Phong Dien, Quang Dien and Huong Tra town. With the integration of climate change issues into socio-economic development planning using Strategic Environmental Assessment, the level of vulnerability of the province has decreased significantly, only 4/9 districts were at high level of vulnerability.*

*Key words:* climate change, vulnerability, integration, strategic environmental assessment, socio-economic development

# ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG SỬ DỤNG CÁC CHỈ SỐ HẠN PHỤC VỤ GIÁM SÁT VÀ DỰ BÁO HẠN HÁN TRÊN KHU VỰC TÂY NGUYÊN

Trương Đức Trí<sup>(1)</sup>, Nguyễn Văn Thắng<sup>(2)</sup> và Nguyễn Đăng Mậu<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Cục Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

<sup>(2)</sup> Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

**B**ài báo trình bày kết quả thử nghiệm đánh giá khả năng nắm bắt điều kiện khô hạn bằng chỉ số chuẩn hóa giáng thủy (SPI), chỉ số khô hạn (K) và chỉ số tỉ chuẩn (TC) trên khu vực Tây Nguyên. Kết quả nghiên cứu cho một số tháng (từ tháng 12/1997 đến tháng 3/1998) trong một đợt hạn hán điển hình do tác động của hiện tượng El Nino cho thấy chỉ số K có mức độ ổn định và phản ánh điều kiện khô/hạn phù hợp hơn. Trong khi đó, chỉ số SPI và TC vẫn còn nhiều điểm chưa thực sự phù hợp với thực tế. Điều này có thể là chỉ số SPI và TC chỉ tính toán điều kiện khô/hạn do lượng mưa. Trong khi chỉ số K có tính đến cả tác động của lượng bốc hơi đến điều kiện khô/hạn. Để phục vụ công tác giám sát và dự báo hạn hán trên khu vực Tây Nguyên, cần thiết phải tiến hành nhiều nghiên cứu cho các trường hợp hạn hán điển hình khác.

*Từ khóa:* Hạn hán, giám sát, cảnh báo, dự báo

## 1. Đặt vấn đề

Hạn hán là hiện tượng mưa thiếu hụt nghiêm trọng, kéo dài, làm giảm hàm lượng ẩm trong không khí và hàm lượng nước dưới đất, làm suy kiệt dòng chảy sông suối, hạ thấp mực nước ao hồ, mực nước trong các tầng chứa nước dưới đất [3, 4]. Hay nói cách khác, hạn hán chính là một trong số các hiện tượng khí hậu cực đoan. Ở Việt Nam, hạn hán được xem là một thiên có tần suất xảy ra nhiều thứ ba sau lũ lụt và bão. Có thể là do diễn biến xấu của các hiện tượng thời tiết cực đoan, dẫn đến hạn hán với tần suất ngày càng gia tăng. Trong đó, khu vực Tây Nguyên là một trong những khu vực có tần suất xảy ra hạn cao, tác động nghiêm trọng đến kinh tế - xã hội, môi trường.

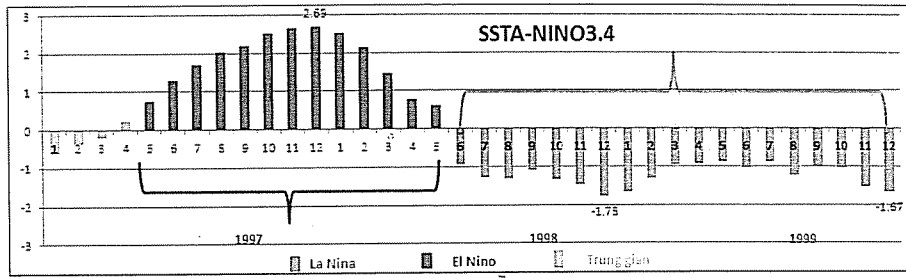
Trên khu vực Tây Nguyên, hạn nhiều từ tháng 12-2. Trong các tháng hạn, tần suất hạn rất cao ở những nơi mưa ít (Ayunpa) và rất thấp ở những nơi mưa nhiều (Bảo Lộc, Đắk Nông), trên các địa điểm giáp ranh với Nam Bộ [4]. Theo số liệu thống kê thời kì 1960-2008, số năm bị hạn là 36 năm chiếm 73,5% với mức độ khác nhau (hạn

vụ đông xuân 13 năm, vụ mùa 11 năm, vụ hè thu 12 năm) [1].

Đặc biệt hạn hán trầm trọng trên diện rộng vào đông xuân 1997/1998 với ảnh hưởng của El Nino hoạt động mạnh kỷ lục (với SSTa tại Nino3.4 đạt giá trị 2,69°C) từ tháng 5/1997 đến tháng 4/1998 (hình 1) dẫn đến tình trạng hạn hán nghiêm trọng trên khu vực Tây Nguyên và nhiều vùng ở nước ta [3, 4]. Để đánh giá khả năng nắm bắt được điều kiện khô hạn trong thời kì hoạt động mạnh của El Nino trong thời kì 1997-1998, ở đây, chúng tôi tập trung vào đánh giá chỉ số SPI, K và TC.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Trong tài liệu về hạn hán của Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO), có tới khoảng 60 định nghĩa khác nhau về điều kiện khô hạn dựa trên mối quan hệ giữa các điều kiện khí tượng thủy văn. Từ năm 1980, đã có tới hơn 150 khái niệm khác nhau về hạn. Tuy nhiên, tựu trung các định nghĩa đều được đưa ra dựa trên tình trạng thiếu hụt mưa trong một thời gian tương đối dài.



Hình 1. Diễn biến SSTA tại khu vực Nino 3.4 thời kì 1997-1999 [13]

Trong nghiệp vụ giám sát, cảnh báo và dự báo hạn hán, các nước trong khu vực và trên thế giới thường sử dụng các chỉ số hạn hán nhằm thể hiện điều kiện này. Tuy nhiên, mức độ phù hợp và khả năng ứng dụng của các chỉ số cho các khu vực khác nhau là khác nhau. Ở đây, chỉ số hạn được hiểu là một dạng lượng hóa giá trị để biểu diễn trạng thái chung của điều kiện khô hạn tại điểm đo. Việc sử dụng các chỉ số hạn giúp cho việc truyền tải các thông tin về dị thường khí hậu đến người sử dụng dễ dàng hơn và tạo điều kiện cho các nhà khoa học đánh giá định lượng các dị thường này dưới dạng cường độ thời gian, tính lặp lại và sự lan rộng theo không gian.

Việc theo dõi sự biến động giá trị của các chỉ số hạn hán sẽ giúp ta xác định được sự khởi đầu, thời gian kéo dài cũng như cường độ hạn. Theo WMO, chỉ số hạn là một chỉ số liên quan đến tích lũy tác động của sự thiếu hụt độ ẩm trong thời gian dài và bất thường [9]. Như vậy, có thể hiểu chỉ số hạn hán là hàm của các biến đơn như lượng mưa, nhiệt độ, bốc thoát hơi, dòng chảy,... Mỗi chỉ số đều có ưu điểm nhược điểm khác nhau và mỗi nước sử dụng các chỉ số phù hợp với điều kiện nước mình. Trong quá trình nghiên cứu hạn, việc xác định các đặc trưng của hạn là hết sức cần thiết, như xác định sự khởi đầu và kết thúc hạn, thời gian kéo dài hạn, phạm vi mở rộng của hạn, mức độ hạn, tần suất và mối liên hệ giữa những biến đổi của hạn với khí hậu [6]. Do đó, các chỉ số hạn hán phù hợp cho khu vực là lựa chọn phù hợp cho việc nắm bắt và thể hiện các đặc trưng hạn hán này.

Nổi bật lên trong nghiên cứu hạn trên quy mô

toàn cầu là nghiên cứu của Niko Wanders [7]. Trong công trình này, tác giả đã phân tích ưu điểm, nhược điểm của 18 chỉ số hạn hán bao gồm cả chỉ số hạn khí tượng, chỉ số hạn thủy văn, chỉ số độ ẩm rồi lựa chọn ra các chỉ số thích hợp để áp dụng phân tích các đặc trưng của hạn hán trong 5 vùng khí hậu khác nhau trên toàn cầu: vùng xích đạo, vùng khô hạn cực, vùng nhiệt độ ẩm, vùng tuyết, vùng địa cực. Nhiều nghiên cứu cho thấy sự giảm lượng mưa đáng kể đi kèm với sự tăng nhiệt độ sẽ làm tăng quá trình bốc hơi, gây ra hạn hán nghiêm trọng hơn [8].

Ở nước ta, chỉ số khô hạn (K), chỉ số ẩm (A) và chỉ số tỉ chuẩn (TC) đã được ứng dụng trong đánh giá các đặc trưng hạn hán trên các vùng khí hậu [4]. Chỉ số SPI cũng được nghiên cứu ứng dụng để xây dựng các mô hình thống kê dự báo hạn hán và thể hiện các đặc trưng hạn hán trong quá khứ [2, 6]. Năm 2008, chỉ số K, SPI, TC, chỉ số thiếu hụt lượng mưa (D) và chỉ số khô hạn thực tế (EDI) cũng được ứng dụng để xây dựng bản đồ đặc trưng hạn hán và thiếu nước trên khu vực Tây Nguyên và Nam Trung Bộ [8]. Để đánh giá xu thế biến đổi các đặc trưng hạn hán trong quá khứ và dự tính trong tương lai, chỉ số hạn tích lũy, K và SPI được sử dụng [2, 5, 7].

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sẽ tập trung vào đánh giá thử nghiệm khả năng nắm bắt và mô tả điều kiện khô hạn thời kì từ tháng 12/1997 đến tháng 3/1998 trên khu vực Tây Nguyên. Phân cấp mức độ khô/hạn trong nghiên cứu này như trong bảng 1. Danh sách các trạm quan trắc được sử dụng trong nghiên cứu được trình bày như trong bảng 2.

Bảng 1. Phân cấp hạn theo các chỉ số [7]

SPI		K		TC	
Phân cấp hạn	Khoảng giá trị SPI	Phân cấp hạn	Khoảng giá trị K	Phân cấp hạn	Khoảng giá trị TC (%)
Bắt đầu hạn (thiếu nước)	-0,49 ÷ 0,25	Bắt đầu hạn (thiếu nước)	1 ÷ 2	Bắt đầu hạn (thiếu nước)	75 ÷ 100
Hạn vừa	-0,99 ÷ -0,5	Hạn vừa	2 ÷ 4	Hạn vừa	50 ÷ 75
Hạn nặng	-1,44 ÷ -1,0	Hạn nặng	4 ÷ 7	Hạn nặng	25 ÷ 50
Hạn rất nặng	-1,99 ÷ -1,5	Hạn rất nặng đến rất nghiêm trọng	> 7	Hạn rất nặng đến rất nghiêm trọng	< 25
Hạn rất nghiêm trọng	< -2,0				

Bảng 2. Danh sách các trạm được sử dụng trong nghiên cứu

Trạm	Tỉnh	Trạm	Tỉnh
Kon Tum	Kon Tum	M'Drak	Đắk Lắk
Đắc Tô	Kon Tum	Buôn Hồ	Đắk Lắk
Plei Ku	Gia Lai	Đắc Nông	Đắk Nông
Ayunpa	Gia Lai	Đà Lạt	Lâm Đồng
An Khê	Gia Lai	Liên Khương	Lâm Đồng
Buôn Ma Thuột	Đắk Lắk	Bảo Lộc	Lâm Đồng

Các chỉ số lần lượt được xác định và phân cấp điều kiện khô hạn như sau:

Chỉ số SPI được tính toán đơn giản bằng sự chênh lệch của lượng giáng thủy thực tế R (tổng lượng mưa tuần, tháng, mùa, vụ thực tế) so với trung bình nhiều năm và chia cho độ lệch chuẩn của lượng mưa trong thời kỳ tương ứng:

$$SPI = \frac{R - \bar{R}}{\sigma}$$

Chỉ số khô hạn K được tính dựa vào tỉ lệ giữa phần chi (bốc hơi) và phần thu (lượng mưa) của cân cân nước:

$$K_i = \frac{E_i}{R_i}$$

Chỉ số tỉ chuẩn mưa TC được tính theo công thức sau:

$$TC = \frac{Rt}{\bar{R}} \times 100\%$$

Trong đó:  $R_t$  là lượng mưa thời kì  $\bar{R}$  (tháng, mùa, vụ, năm,...); là lượng mưa trung bình nhiều năm hoặc trung bình theo thời kì chuẩn 30 năm cùng thời kì.

### 3. Kết quả và thảo luận

Theo kết quả tính toán cho tháng 1/1997, chỉ số SPI thể hiện điều kiện ẩm ướt (chỉ số SPI từ 0,25 đến 0,5) trên một phần diện tích phía bắc khu vực Tây Nguyên (Kon Tum); trên các khu vực khác điều kiện khô hạn ở mức độ nhẹ (bắt đầu hạn). Trong khi đó, các chỉ số K và TC đều cho thấy

khô hạn từ mức độ bắt đầu thiếu nước đến hạn hán trên hầu hết khu vực Tây Nguyên. Trong đó, chỉ số K còn cho thấy khô hạn ở mức độ hạn nặng ở phía bắc khu vực. Như vậy, có thể thấy có sự không thống nhất giữa các chỉ số trong việc mô tả điều kiện khô hạn trên khu vực này vào tháng 12/1997. Đặc biệt là trên khu vực phía bắc Tây Nguyên, trong khi chỉ số K và TC mô tả điều kiện hạn hán, ngược lại chỉ số SPI lại cho thấy điều kiện ẩm ướt (hình 2).

Vào tháng 1/1998, trong khi các chỉ số K và TC đều cho thấy điều kiện hạn hán (hạn vừa đến hạn rất nặng), chỉ số SPI lại cho thấy điều kiện ẩm ướt ở phần lớn diện tích phía Bắc; chỉ có khu vực phía Nam (các tỉnh Đắk Lắk, Đắk Nông và Lâm Đồng) là cho thấy điều kiện khô/hạn, tuy nhiên mức độ khô/hạn không nghiêm trọng bằng các chỉ số K và TC (hình 2).

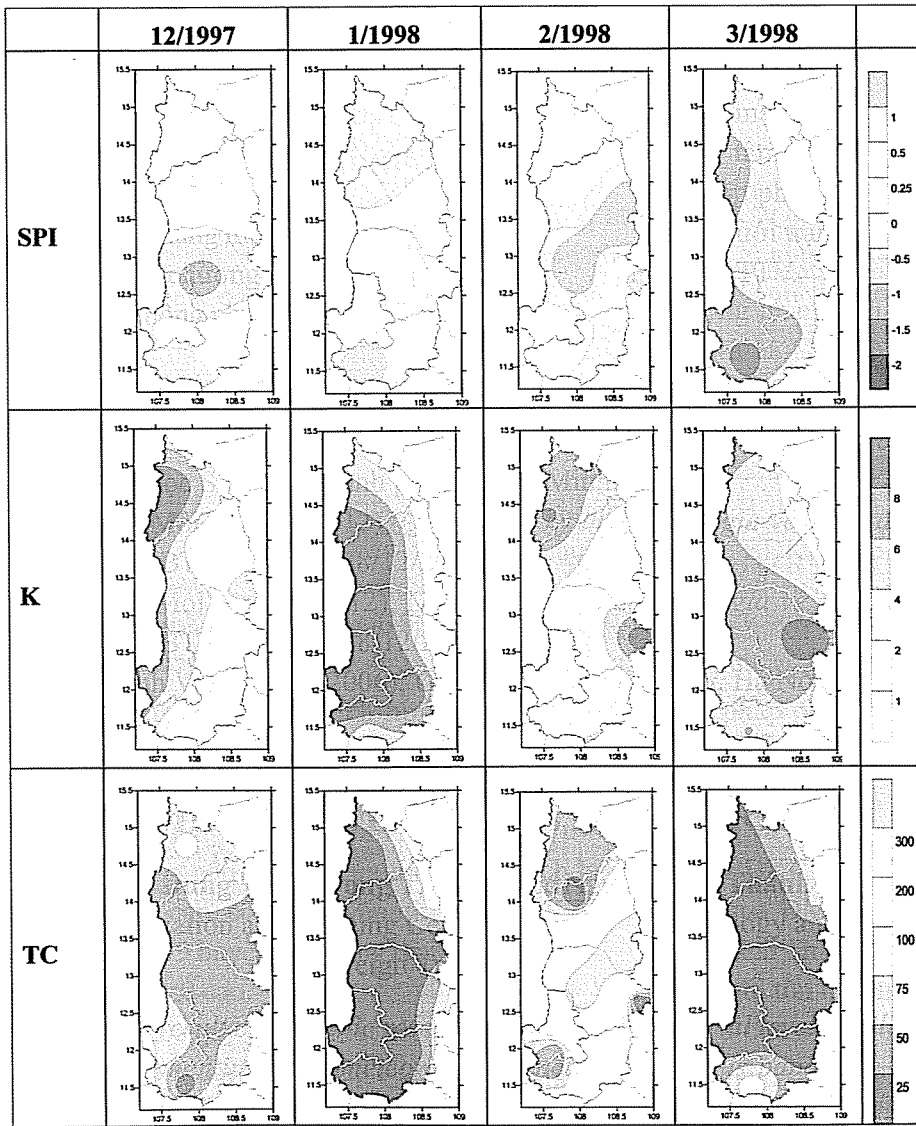
Tồn tại sự không thống nhất khá rõ ràng trong mô tả phân bố theo không gian điều kiện khô/hạn vào tháng 2/1998 giữa các chỉ số. Chỉ số SPI cho thấy điều kiện ẩm ướt ở mức khá cao trên đa phần diện tích khu vực, đặc biệt là trên khu vực Gia Lai, Đắk Lắk và Lâm Đồng, với chỉ số SPI có giá trị trên 1. Khá tương đồng với chỉ số SPI, chỉ số TC cũng cho thấy điều kiện ẩm ướt ở các khu vực Gia Lai, Đắk Lắk và Lâm Đồng. Tuy nhiên, chỉ số TC lại cho điều kiện khô/hạn nặng hơn chỉ số SPI ở các khu vực khác. Ngược lại với

hai chỉ số SPI và TC, chỉ số K lại cho thấy điều kiện khô hạn ở mức độ từ bắt đầu hạn đến hạn nặng trên khu vực Tây Nguyên (hình 2).

Tất cả các chỉ số hạn hán đều cho thấy sự tương đồng khá tốt trong việc nắm bắt và mô tả phân bố theo không gian điều kiện khô/hạn vào tháng 3/1998. Tuy nhiên vẫn tồn tại sự chưa thống nhất nhau về mức độ khô hạn giữa các chỉ số theo các ngưỡng phân cấp hạn hán. Trong đó, chỉ số SPI mô tả điều kiện hạn vừa đến hạn nặng trên đa phần diện tích khu vực, riêng một phần diện tích phía tây khu vực Kon Tum - Đăk Lăk và khu vực Đăk Nông - Lâm Đồng có điều kiện khô hạn ở mức nặng. Cũng như chỉ số SPI, chỉ số K cũng cho thấy điều kiện hạn vừa đến hạn nặng trên hầu hết khu

vực, riêng một phần diện tích khu vực Đăk Lăk tồn tại điều kiện hạn rất nặng. Khác với hai chỉ số K và SPI, mức độ hạn rất nặng vào tháng 3/1998 được thể hiện theo chỉ số TC (hình 2).

Như vậy có thể nhận thấy sự bất đồng nhất khá rõ ràng giữa các chỉ số trong việc nắm bắt điều kiện khô hạn trên khu vực Tây Nguyên trong thời kì nghiên cứu. Chỉ số K cho thấy điều kiện khô hạn xảy ra từ tháng 12/1997 đến tháng 3/1998. Chỉ số SPI chỉ thể hiện điều kiện khô/hạn đáng chú ý vào các tháng 12/1997 và tháng 3/1998. Chỉ số TC thể hiện điều kiện khô hạn xảy ra vào hầu hết các tháng, riêng tháng 2/1998 lại có điều kiện ẩm ướt ở khu vực Gia Lai và Đăk Lăk.



Hình 2. Kết quả tính toán các chỉ số SPI, chỉ số khô K và tỉ mưa TC cho khu vực Tây Nguyên vào các tháng 12/1997-3/1998

Thực tế điều kiện khô hạn theo như phân tích ở trên thì xảy ra trên khu vực Tây Nguyên khá nặng nề trong các tháng này. Như vậy có thể thấy, với phân cấp hạn hán được sử dụng, chỉ số K là khá phù hợp với điều kiện thực tế. Chỉ số SPI thì có mức độ hạn thấp hơn đáng kể so với thực tế. Chỉ số TC lại cho điều kiện hạn hán chưa thực sự phù hợp vào tháng 2/1998. Điều này có thể là do các chỉ số K và SPI chỉ được tính toán từ lượng mưa. Trong khi đó, chỉ số K có tính đến ảnh hưởng do bốc hơi. Ở một góc độ nào đó, chỉ số SPI hoàn toàn có thể mô tả được điều kiện hạn hán trên khu vực này phù hợp hơn nếu ngưỡng phân cấp hạn hán được xác định lại.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu chỉ được thực hiện cho một số tháng trong một đợt hạn hán điển hình. Ngoài ra,

các đặc trưng và diễn biến của hạn hán là hết sức phức tạp, do vậy, để phục vụ công tác giám sát và dự báo hạn hán trên khu vực Tây Nguyên theo các chỉ số này, cần thiết phải thực hiện các nghiên cứu với các trường hợp hạn hán điển hình khác và cần phải phân cấp lại ngưỡng hạn hán theo các chỉ số này riêng cho khu vực Tây nguyên.

Bước đầu nghiên cứu cho thấy, điều kiện khô hạn trên khu vực Tây Nguyên phần nào được thể hiện thông qua các chỉ số được đề cập. Tuy nhiên, chỉ số K có mức độ ổn định và phù hợp với điều kiện thực tế hơn. Trong khi đó, chỉ số SPI nắm bắt điều kiện khô hạn thấp hơn đáng kể so với thực tế. Điều này là do chỉ số K có tính đến sự chênh lệch giữa lượng bốc hơi và lượng mưa, trong khi chỉ số TC và SPI chỉ tính đến lượng mưa.

### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Lập Dân và cs. (2010), *Nghiên cứu cơ sở khoa học quản lý hạn hán và sa mạc hóa để xây dựng hệ thống quản lý, đề xuất các giải pháp chiến lược và tổng thể giảm thiểu tác hại: Nghiên cứu điển hình cho Đồng bằng sông Hồng và Nam Trung Bộ*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Nhà nước, Mã số KC08.23/06-10.
2. Vũ Thanh Hằng và cs. (2010), *Dự tính sự biến đổi của hạn hán ở miền Trung thời kì 2011-2050 sử dụng kết quả của mô hình khí hậu khu vực RegCM3*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 27, số 3S, tr. 21-31.
3. Nguyễn Văn Thắng và cs. (2007), *Nghiên cứu và xây dựng công nghệ dự báo và cảnh báo sớm hạn hán ở Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ.
4. Nguyễn Văn Thắng và cs. (2010), *Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến các điều kiện tự nhiên, tài nguyên thiên nhiên và đề xuất các giải pháp chiến lược phòng tránh, giảm nhẹ và thích nghi, phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã-hội ở Việt Nam*, Đề tài cấp Nhà nước KC.08.13/06-10.
5. Trần Thực và cs. (2008), *Xây dựng bản đồ hạn hán và mức độ thiếu nước sinh hoạt ở Nam Trung Bộ và Tây Nguyên*, Báo cáo tổng kết đề án cấp Bộ.
6. Piechota, T.C. and J.A. Dracup (1996), *Drought and Regional Hydrologic Variations in the United States: Associations with the El Niño/Southern Oscillation*, Water Resources Research, 32(5), 1359-1373.
7. Niko Wanders, Henny A.J. van Laren and Anne F.van Loon (2010), *Indicators for drought characterization on aglobal scale*, Technical Report No. 24, Water and Global Change, 2010.
8. Loukas, A. and Vasiliades, L. (2004), *Probabilistic Analysis of Drought Spatiotemporal Characteristics in Thessaly Region, Greece*, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 4, 719-731.
9. [http://www.wmo.int/pages/index\\_en.html](http://www.wmo.int/pages/index_en.html).

# ASSESSMENT OF DROUGHT INDICES FOR DROUGHT MONITORING AND FORECAST IN THE HIGHLANDS CENTRAL REGION

Truong Duc Tri<sup>(1)</sup>, Nguyen Van Thang<sup>(2)</sup> and Nguyen Dang Mau<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Institute of Meteorology Hydrology and Department

<sup>(2)</sup>Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

*Abstract:* This paper presents study results of drought indices assessment in the term of capturing dry/drought condition based on the SPI, K and TC over Highlands Central region. Study results of 4 months (December 1997 to March 1998) in a typical drought due to El Nino phenomenon showed that the K index capture dry/drought condition more appropriate. This may be the TC and SPI calculated only from rainfall. Meanwhile, the K takes into the effects of evaporation to dry/drought condition. To serve the drought monitoring and forecast in the Highlands Central region, necessary to concentrate on studying several of typical drought.

*Keywords:* Drought, warning, monitoring, forecasting.

# PHÂN TÍCH XU THẾ THAY ĐỔI LƯỢNG MƯA LƯU VỰC SÔNG SÊRÊPÔK GIAI ĐOẠN 1981-2009

Đào Nguyên Khôi - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, thành phố Hồ Chí Minh

**P**hân tích xu hướng lượng mưa trên lưu vực sông Sêrêpôk được thực hiện bằng cách kiểm định thống kê (kiểm định Mann-Kendal, kiểm định Pettit và kiểm định chuỗi tương quan) dựa vào chuỗi số liệu lượng mưa năm giai đoạn 1980-2009 tại 9 trạm đo mưa trên lưu vực. Kết quả phân tích cho thấy lượng mưa năm tại hầu hết các trạm này có xu hướng tăng, tuy nhiên chỉ hai trạm (Đắk Nông và Buôn Hồ) là có ý nghĩa thống kê và xu hướng thay đổi của lượng mưa năm tại các trạm không giống nhau. Bên cạnh đó, hạn hán xảy ra trong giai đoạn này được nhận dạng bằng chỉ số thay đổi lượng mưa. Kết quả của nghiên cứu này có thể giúp các nhà quản lý trong xây dựng chiến lược quản lý tài nguyên dưới ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH).

*Từ khóa:* Phân tích xu hướng, lượng mưa, lưu vực Sêrêpôk, kiểm định thống kê

## 1. Đặt vấn đề

BĐKH chỉ sự thay đổi giá trị trung bình của các biến khí hậu diễn ra trong một khoảng thời gian dài (vài thập kỷ). Mặc dù BĐKH diễn ra ở qui mô toàn cầu nhưng các tác động của nó thường thay đổi từ vùng này sang vùng khác. Lượng mưa là một biến khí hậu quan trọng ảnh hưởng lớn đến chu trình thủy văn. Phân tích sự thay đổi của yếu tố lượng mưa có thể giúp các nhà quản lý trong định hướng quản lý tài nguyên nước và phát triển nông nghiệp dưới ảnh hưởng của BĐKH.

Nghiên cứu và phân tích sự thay đổi khí tượng thủy văn là một trong những bài toán thu hút được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học trong và ngoài nước. Gocci và Trajkovi [1] sử dụng kiểm định Mann-Kendall và kiểm định Spearman để phân tích sự thay đổi yếu tố lượng mưa cho giai đoạn 1980-2010 ở vùng Serbia. Silva và cs (2015) sử dụng kiểm định Mann-Kendall để phân tích xu hướng thay đổi lượng mưa và dòng chảy cho giai đoạn 1960-2000 ở lưu vực sông Cobres, Bồ Đào Nha. Ngô Đức Thành và Phan Văn Tân (2012) nghiên cứu xu thế thay đổi của một số yếu tố khí tượng giai đoạn 1961-2007 cho Việt Nam bằng kiểm định phi tham số Mann-Kendall và xu thế Sen.

Tây Nguyên là một trong những vùng trọng điểm trồng cây công nghiệp của cả nước, đóng vai trò quan trọng trong cung cấp nguyên liệu

cho các ngành chế biến như: cao su, cà phê, tiêu, chè,... Tuy nhiên, với tình hình BĐKH như hiện nay, hạn hán và lũ lụt thường xuyên xảy ra và có diễn biến phức tạp, không ngừng tăng lên về cả tần suất và cường độ đã ảnh hưởng không nhỏ đến tình hình kinh tế xã hội khu vực. Lưu vực sông Sêrêpôk là một lưu vực lớn ở Tây Nguyên, là nguồn cung cấp nước chính cho hoạt động sản xuất của hai tỉnh Đắk Lắk và Đắk Nông. Do đó, phân tích và hiểu được xu hướng thay đổi của yếu tố lượng mưa trên lưu vực là rất cần thiết cho các nhà quản lý và hoạch định chính sách của địa phương trong việc đề xuất các giải pháp thích ứng với BĐKH và phát triển kinh tế xã hội của địa phương. Mục tiêu của nghiên cứu là phân tích xu hướng thay đổi của yếu tố lượng mưa cho giai đoạn 1980-2009 bằng các kiểm định thống kê (kiểm định Mann-Kendall, kiểm định Pettit, kiểm định tương quan chuỗi).

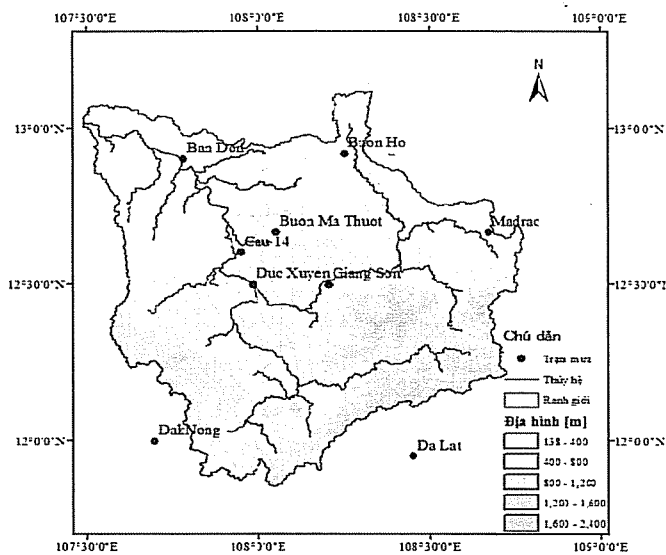
## 2. Khu vực nghiên cứu

Lưu vực sông Sêrêpôk có tổng diện tích 16,420 km<sup>2</sup>, nằm trên khu vực 2 tỉnh Đắk Lắk và Đắk Nông có tọa độ địa lý từ 11,860 -12,940°N và từ 107,560 -108,780°E. Sêrêpôk là một phụ lưu quan trọng của sông Mê Kông, bắt nguồn từ các vùng núi phía bắc, đông bắc và đông của tỉnh Đắk Lắk (có độ cao từ 800 m - 2,000 m) và nhập lưu với sông Mê Kông ở Stung Treng - Campuchia. Lưu vực sông Sêrêpôk có chiều dài là 406 km, trong đó đoạn chảy trong lãnh thổ Việt Nam dài



khoảng 126 km, đoạn chảy qua Campuchia khoảng 281 km và phần diện tích thuộc lãnh thổ Việt Nam có khoảng 18000 km<sup>2</sup>, bao gồm các phụ

lưu của sông Sêrêpôk như Prek-Drang, Ya Hleo và Sêrêpôk thượng (hình 1).



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Địa hình lưu vực khá phức tạp và chia cắt lớn, chuyển tiếp từ vùng cao nguyên ở phía bắc và đông bắc dạng đồi núi và thấp dần xuống vùng tương đối bằng phẳng về phía tây và tây nam. Do đặc điểm địa hình và vị trí địa lý của vùng thuộc Tây Nguyên nên khí hậu của lưu vực mang tính chất nhiệt đới gió mùa, một năm có hai mùa: mùa mưa và mùa khô với tổng lượng mưa năm khoảng 1800-2400 mm. Mùa mưa thường từ tháng 5 - 10, trùng với mùa gió mùa tây nam hoạt động với lượng mưa chiếm trên 85% tổng lượng mưa cả năm. Mùa khô kéo dài từ tháng 11 - 4 năm sau. Đất đai của lưu vực khá màu mỡ (chủ yếu là đất bazan), phù hợp với phát triển nông nghiệp.

### 3. Phương pháp luận

#### 3.1. Chỉ số biến đổi lượng mưa

Chỉ số biến đổi lượng mưa ( $\delta$ ) được tính theo công thức sau:

$$\delta_i = (P_i - \mu) / \sigma \quad (1)$$

Trong đó:  $\delta_i$  là chỉ số biến đổi lượng mưa cho năm  $i$ ,  $P_i$  là lượng mưa năm của năm  $i$ ,  $\mu$  và  $\sigma$  là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của lượng mưa năm cho giai đoạn 1981-2009. Giá trị của  $\delta$  âm có nghĩa là năm đó là năm hạn.

#### 3.2. Kiểm định Mann-Kendall

Kiểm định Mann-Kendall là một kiểm định phi tham số để nhận dạng xu hướng chuỗi số liệu khí tượng thủy văn. Kiểm định Mann-Kendall được tính toán như sau:

$$Z_c = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (3)$$

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & x_j - x_i > 0 \\ 0 & x_j - x_i = 0 \\ -1 & x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^n t_i(t_i-1)(2t_i+5)]}{18} \quad (5)$$

với  $n$  là độ dài chuỗi số liệu,  $x_j$  và  $x_i$  là số liệu ở thời điểm  $i$  và  $j$ ,  $m$  là số nhóm chung (nhóm chung là nhóm các số liệu có giá trị giống nhau) và  $t$  là số dự liệu trong nhóm thứ  $m$ . Giả thiết không  $H_0$

(không có xu hướng) được chấp nhận nếu  $-Z_{1-\alpha/2} \leq Z_c \leq Z_{1-\alpha/2}$ ,  $\alpha$  là mức ý nghĩa thống kê. Giá trị  $Z_c$  dương chỉ xu hướng tăng và giá trị  $Z_c$  âm chỉ xu hướng giảm.

Trong kiểm định Mann-Kendall, giá trị độ dốc Kendall dùng để ước lượng độ lớn của xu hướng và được tính theo công thức:

$$\hat{\beta} = \text{Median} \left( \frac{x_j - x_i}{j - i} \right), \forall i < j \quad (6)$$

**3.3. Kiểm định Pettit**

Kiểm định Pettit là kiểm định phi tham số dùng để tìm điểm thay đổi của chuỗi số liệu. Giả sử có 2 chuỗi số liệu mẫu  $(x_1, x_2, \dots, x_i)$  và  $(x_{i+1}, x_{i+2}, \dots, x_N)$  được chia ra từ chuỗi số liệu ban đầu  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$ . Giá trị kiểm định  $U_i, N$  được tính như sau:

$$U_{i,N} = \sum_{i=1}^i \sum_{j=i+1}^N \text{sgn}(x_i - x_j) \quad (7)$$

Giả thiết  $H_0$  của kiểm định Pettit là không có điểm thay đổi. Giá trị thống kê  $K_i$  và xác suất xảy ra sự kiện được tính như sau:

$$K_i = \max |U_{i,N}| \quad (8)$$

$$p = \exp \left( \frac{-6K_i^2}{N^3 + N^2} \right) \quad (9)$$

Khi giá trị  $p$  nhỏ hơn mức ý nghĩa thì giả thiết không được chấp nhận. Thời gian  $t$  khi  $K_i$  xảy ra là điểm thay đổi.

**3.4. Ảnh hưởng của tương quan chuỗi**

Để khử tương quan chuỗi trong chuỗi số liệu, bài báo hiệu chỉnh lại chuỗi số liệu trước khi tiến hành kiểm định Mann-Kendall và Pettit. Các bước tiến hành như sau:

- Tính toán hệ số tương quan lag 1 ( $R_1$ ). Hệ số  $R_1$  của mẫu dữ liệu  $x_i$  được tính như sau:

$$R_1 = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \mu(x_i))(x_{i+1} - \mu(x_{i+1}))}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i} \quad (10)$$

$$\mu(x_i) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (11)$$

- Nếu giá trị tính toán  $R_1$  không ý nghĩa tại mức 5% thì kiểm định Mann-Kendall và Pettit được áp dụng cho chuỗi số liệu ban đầu.

- Nếu giá trị tính toán  $R_1$  ý nghĩa tại mức 5% thì trước khi áp dụng kiểm định Mann-Kendall và Pettit chuỗi số liệu ban đầu được hiệu chỉnh thành  $x_2 - r_1x_1, x_3 - r_1x_2, \dots, x_n - r_1x_{n-1}$ .

Mức ý nghĩa 95% cho  $R_1$  được tính theo công thức sau:

$$R_1(95\%) = \frac{-1 \pm 1.96\sqrt{n-2}}{n-1} \quad (12)$$

**3.5. Số liệu**

Dữ liệu mưa sử dụng trong nghiên cứu này thu thập tại Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Tây Nguyên giai đoạn 1981-2009 cho 9 trạm đo mưa (Bản Đôn, Buôn Hồ, Buôn Ma Thuột, Cầu 14, Đà Lạt, Đắk Nông, Đức Xuyên, Giang Sơn và Ma Đrăk).

**4. Kết quả và thảo luận**

**4.1. Mô tả thống kê chuỗi số liệu mưa năm**

Các tham số thống kê của chuỗi số liệu lượng mưa năm tại các trạm đo mưa trên lưu vực Sêrêpôk cho giai đoạn 1981 - 2009 được trình bày trong bảng 1. Giá trị lượng mưa trung bình năm trong khoảng 1579 – 2537mm. Lượng mưa thấp nhất ở trạm Buôn Hồ và lượng mưa cao nhất ở trạm Đắk Nông. Giá trị hệ số biến thiên (CV) lớn nhất xuất hiện tại trạm Ma Đrăk (30,8%) và thấp nhất tại trạm Đà Lạt (11,9%). Lượng mưa của lưu vực được tính dựa vào đa giác Thienssen và số liệu lượng mưa của cả 9 trạm trên lưu vực.

**4.2. Biến đổi lượng mưa**

Chỉ số biến đổi lượng mưa cho lượng mưa năm của lưu vực được trình bày ở hình 2. Kết quả cho thấy các năm hạn là 1982-1983, 1989, 1991, 1994-1995, và 2004. Kết tính toán ở đây là phù hợp với kết quả quan trắc hạn hán ở khu vực nghiên cứu.

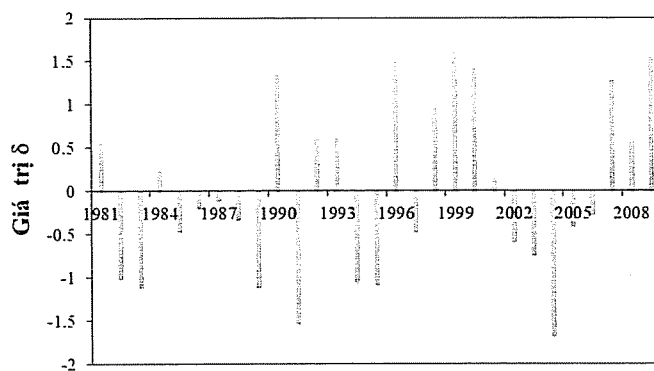
**4.3. Phân tích xu hướng và điểm thay đổi chuỗi số liệu mưa**

Hệ số tương quan chuỗi có thể kiểm tra tính độc lập của chuỗi số liệu lượng mưa năm. Trong nghiên cứu này, để chấp nhận giả thiết  $H_0$  (không có tương quan chuỗi) thì giá trị  $R_1$  nằm trong khoảng từ -0,399 - 0,328. Đồ thị hệ số tương quan lag-1 của số liệu lượng mưa tại các trạm quan trắc được trình bày ở hình 3. Kết quả cho

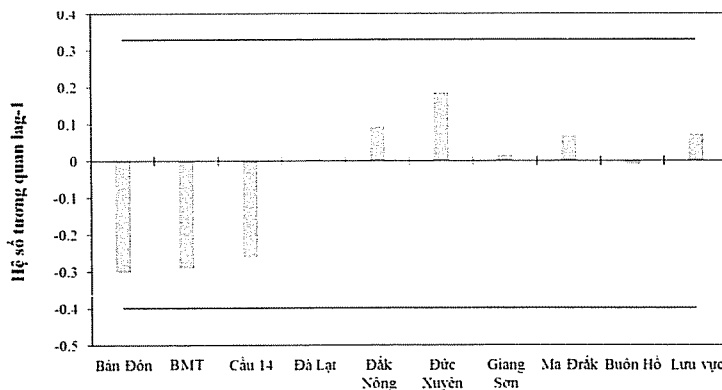
thấy tất cả các trạm đều chấp nhận giả thiết  $H_0$  và này sẽ được hiệu chỉnh trước khi tiến hành kiểm các chuỗi số liệu lượng mưa năm của các trạm đĩnh Mann-Kendall và kiểm định Pettit.

Bảng 1. Mô tả thống kê chuỗi số liệu mưa năm cho giai-đoạn 1981-2009

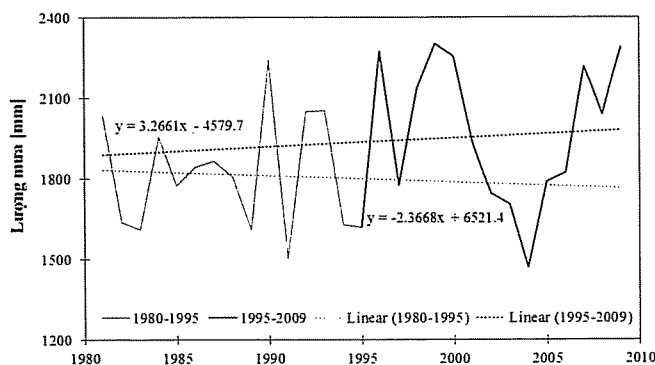
Trạm	Max (mm)	Min (mm)	Mean (mm)	STD (mm <sup>2</sup> )	CV (%)	Skewness	Kurtosis
Bản Đôn	2178	1088	1592	252.7	15.9	0.4	0.9
BMT	2598	1347	1892	328.1	17.3	0.3	-0.5
Cầu 14	3698	1168	1781	447	25.1	2.9	12
Đà Lạt	2379	1355	1805	212.1	11.9	0.5	1
Đắk Nông	3772	799	2537	542.7	21.4	-0.7	3.2
Đức Xuyên	2402	1359	1908	308.6	16.2	-0.2	-0.9
Giang Sơn	2468	1245	1889	321.1	17	-0.1	-0.7
Ma Đrăk	3338	915	1986	612.1	30.8	1.5	0.2
Buôn Hồ	1968	1173	1579	222.8	14.1	0.2	-0.9
Lưu vực	2304	1469	1897	252.7	13.4	0.4	-1.1



Hình 2. Chỉ số biến đổi lượng mưa năm cho lưu vực sông Sêrêpôk



Hình 3. Hệ số tương quan lag-1 cho số liệu lượng mưa năm tại các trạm



Hình 4. Đồ thị xu hướng thay đổi lượng mưa lưu vực cho 2 giai đoạn 1980-1995 và 1995-2009

## NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

Kết quả phân tích xu hướng bằng kiểm định Mann-Kendall và phân tích điểm thay đổi bằng kiểm định Pettit tại các trạm quan trắc được trình bày ở bảng 2. Kết quả kiểm định cho thấy xuất hiện xu hướng tăng lượng mưa tại hầu hết các trạm đo trừ trạm Bản Đôn có xu hướng giảm; tuy nhiên các xu hướng thay đổi này chỉ có ý nghĩa thống kê ở hai trạm là Đăk Nông (20,08 mm/năm) và Buôn Hồ (13,26 mm/năm). Lượng mưa năm của lưu vực có xu hướng tăng (9,62 mm/năm) nhưng không có ý nghĩa thống kê. Kết quả kiểm định Pettit cho thấy điểm thay đổi của

lượng mưa năm tại các trạm là không giống nhau, các điểm thay đổi nằm trong khoảng thời gian từ năm 1987 đến 2006. Điểm thay đổi ở hai trạm Đăk Nông (năm 1995) và Buôn Hồ (1988) là có ý nghĩa về mặt thống kê. Điểm thay đổi của lưu vực sông Sêrêpôk được tìm thấy xuất hiện ở năm 1995 tuy nhiên không có ý nghĩa về mặt thống kê. Dựa vào điểm thay đổi của chuỗi số liệu lượng mưa lưu vực này (năm 1995), ta nhận thấy giai đoạn 1980-1995 lượng mưa lưu vực giảm (2,36 mm/năm) và tăng (3,27 mm/năm) cho giai đoạn 1995-2009.

Bảng 2. Kết quả kiểm định thống kê lượng mưa năm cho giai đoạn 1981-2009

Trạm	Kiểm định Mann-Kendall			Kiểm định Pettit		
	$Z_c$	$\beta$	$p$	$K_T$	$t$	$p$
Bản Đôn	-0,058	-2,075		38	1987	
BMT	0,153	7,931		70	1997	
Cầu 14	0,011	0,44		56	1989	
Đà Lạt	0,005	0,425		71	2000	
Đăk Nông	0,275	20,08	**	110	1995	**
Đức Xuyên	0,069	5,443		44	1985	
Giang Sơn	0,048	3,304		61	2006	
Ma Đăk	0,116	12,677		44	1987	
Buôn Hồ	0,307	13,255	**	91	1988	*
Lưu vực	0,190	9,615		78	1995	

(\*\*) Mức ý nghĩa 5%; (\*) mức ý nghĩa 10%

### 5. Kết luận

Xu hướng và điểm thay đổi của yếu tố lượng mưa giai đoạn 1981-2009 trên lưu vực được nhận dạng thông qua kiểm định Mann-Kendall và kiểm định Pettit tại các trạm đo mưa trên lưu vực. Bên cạnh đó, các sự kiện hạn trên lưu vực cũng được nhận dạng bằng chỉ số thay đổi lượng mưa. Kết quả của nghiên cứu này có thể tóm tắt như sau:

- Kết quả cho thấy các năm hạn xuất hiện trên lưu vực là 1982-1983, 1989, 1991, 1994-1995, và 2004. Kết quả là phù hợp với kết quả quan

trắc hạn hán ở khu vực nghiên cứu.

- Kết quả phân tích xu hướng lượng mưa cho thấy lượng mưa năm tại hầu hết các trạm mưa trên lưu vực có xu hướng tăng, tuy nhiên chỉ hai trạm Đăk Nông và Buôn Hồ là có ý nghĩa thống kê.

- Kết quả kiểm định Pettit cho thấy các điểm thay đổi xu hướng của lượng mưa năm tại các trạm trên lưu vực là không giống nhau. Điểm thay đổi cho lượng mưa của cả lưu vực được nhận dạng là năm 1995, tuy nhiên không có ý nghĩa về mặt thống kê.

**Tài liệu tham khảo**

1. Gocic M; Trajkovic S. (2013), *Analysis of Precipitation and Drought Data in Serbia over the Period 1980-2010*, Journal of Hydrology, 494, 32-42;
2. Silva RM; Santos CAG; Moreira M; Corte-Real J; Silva VCL; Medeiros IC. (2015), *Rainfall and River Flow Trends Using Mann-Kendall and Sen's Slope Estimator Tests in the Cobres River Basin*, Natural Hazards. DOI: 10.1007/s11069-015-1644-7;
3. World Meteorological Organization (1975), *Drought and Agriculture*, WMO/TN 138, Geneva;
4. Ngô Đức Thành, Phan Văn Tân (2012), *Kiểm nghiệm phi tham số xu thế biến đổi của một số yếu tố khí tượng cho giai đoạn 1961-2007*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, 3S, 129-135.

## ANALYSIS OF ANNUAL PRECIPITATION TREND IN THE SEREPOK RIVER CATCHMENT IN THE PERIOD 1981-2009

**Dao Nguyen Khoi** - University of Science, Ho Chi Minh city

*Abstract: Precipitation trends in the Serepok River Catchment were analyzed by using Mann-Kendall test and Pettit tests. For this purpose, rainfall data from 9 rain gauges in the study area over the period 1981-2009 were used. Before analyzing the trend, serial autocorrelation test was conducted to remove serial correlation from the time series. The annual analysis of precipitation series suggests that the precipitation had an increasing trend but only 2 stations had increasing trend at a 5% significant level. In addition, the result of the Pettit test indicates that the change points of precipitation series mainly occurred in the 1987-2006 period. Moreover, the drought events were also analyzed by rainfall variability index. The results obtained in this study could be useful to managers/policy-maker in managing and adapting climate change.*

*Keywords: Trend analysis, Precipitation, Serepok River Catchment, Statistically Test.*

# KHẢ NĂNG KHAI THÁC NGUỒN NƯỚC MẶT PHỤC VỤ CẤP NƯỚC SINH HOẠT VÙNG BÁN ĐẢO CÀ MAU TRONG ĐIỀU KIỆN NƯỚC BIỂN DÂNG DO BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU

Đặng Hòa Vĩnh - Viện Địa lý tài nguyên thành phố Hồ Chí Minh

**B**án đảo Cà Mau (BĐCM), là một vùng đặc biệt khó khăn về nước ngọt. Nước sinh hoạt cho vùng bán đảo được lấy chủ yếu từ nguồn nước dưới đất. Tuy nhiên, nước dưới đất ở đây hiện đang sụt giảm nghiêm trọng. Bài viết này giới thiệu kết quả nghiên cứu về thực trạng xâm nhập mặn (XNM) và các quy luật xuất hiện nước ngọt ở vùng BĐCM, từ đó xây dựng sơ đồ đánh giá tiềm năng khai thác tài nguyên nước ngọt phục vụ sinh hoạt cho vùng BĐCM.

Tại cửa sông Hậu, mặc dù trong vùng chịu tác động bởi XNM nhưng nước ngọt vẫn xuất hiện. Khả năng khai thác nguồn nước ngọt tùy thuộc vào vị trí khai thác và khả năng tích trữ nguồn nước. Trong vùng nội đồng BĐCM sự xuất hiện nước ngọt phụ thuộc vào hệ thống phân ranh mặn ngọt phục vụ sản xuất. Trong vùng canh tác mặn, hoàn toàn không xuất hiện nước ngọt. Trong vùng ngọt hóa vẫn có nhiều thời điểm độ mặn không đảm bảo cho mục đích sinh hoạt. Trong điều kiện nước biển dâng (NBD) các khu vực cuối nguồn sẽ được hưởng lợi nhờ vào nguồn nước ngọt từ sông Hậu chuyển về nhiều hơn. Các khu vực ven sông Hậu sẽ chịu tác động mạnh hơn của XNM.

*Từ khóa:* Nước biển dâng, xâm nhập mặn, xuất hiện nước ngọt.

## 1. Đặt vấn đề

BĐCM là một vùng đồng bằng thủy triều có địa hình thấp dạng lòng chảo, với hơn 3/4 diện tích có cao độ thấp hơn 0,5 m. Phần lớn đất đai vùng bán đảo nhiễm chua – mặn. Đây là một vùng đặc biệt khó khăn về nước ngọt. Nước sinh hoạt cho được lấy chủ yếu từ nguồn nước dưới đất. Tuy nhiên, nước dưới đất ở đây hiện đang sụt giảm nghiêm trọng; tốc độ sụt giảm nước dưới đất tới 1,18 m/năm [1]. Trong tương lai khi nhu cầu dùng nước tăng cao thì nguồn nước dưới đất khó có thể cung cấp đủ cho mục đích sinh hoạt. Việc tìm kiếm nguồn nước thay thế cho nguồn nước ngầm là yêu cầu cấp thiết.

BĐCM cũng là khu vực chịu tác động nặng nề nhất của NBD. Mức nước gia tăng sẽ gây ngập úng và xâm nhập mặn trên toàn vùng bán đảo. Các hệ sinh thái ngọt hiện nay sẽ bị đe dọa trong tương lai. Tuy nhiên, ngoài những tác động xấu thì NBD cũng mang lại nhiều thuận lợi cho khu vực. Thuận lợi đáng kể nhất là nước dâng cao giúp cho nguồn nước từ phía sông Hậu chuyển về vùng trung tâm bán đảo nhiều hơn theo các hướng từ vùng Quản Lộ – Phụng Hiệp (QL – PH), Tây sông Hậu,...

Trong nghiên cứu này chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu về thực trạng XNM, các quy luật xuất hiện nước ngọt, từ đó đề xuất giải pháp khai thác nguồn nước ngọt để cung cấp cho sinh hoạt trong điều kiện hiện tại và tương lai dưới tác động của NBD do biến đổi khí hậu.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

Để đánh giá khả năng khai thác tài nguyên nước ngọt trên vùng Bán đảo chúng tôi sử dụng các phương pháp:

- Thu thập biên hội tài liệu số liệu về: thủy văn, dòng chảy mặt, xâm nhập mặn, địa hình, đặc điểm hình thái sông rạch, quá trình khai thác vùng BĐCM.

- Phân tích thống kê thời gian xuất hiện nước ngọt tại các trạm quan trắc mặn: số liệu quan trắc tại 10 trạm cơ bản trên sông Hậu và nội vùng BĐCM được thu thập. Trong đó: có 4 trạm trên sông Hậu (Mỹ Thanh, Long Phú, Đại Ngãi, An Lạc Tây); 02 trạm thuộc sông Mỹ Thanh (Thạnh Phú, Sóc Trăng); 01 trạm ở vùng trung tâm QL-PH (Phước Long); 03 trạm thuộc vùng tây bắc lưu vực sông Cái Lớn – Cái Bé (Gò Quao, An Minh, Rạch Giá, Xẻo Rô). Các trạm phía nam, tây – nam bán đảo không đưa vào phân tích vì

đây là vùng luôn mặn. Thời điểm độ mặn <0,25‰ là thời điểm xuất hiện nước ngọt [5].

- Sử dụng mô hình thủy lực mô phỏng chế độ dòng chảy và xâm nhập mặn vùng BĐCM: Sơ đồ thủy lực được sử dụng là sơ đồ quen thuộc đã áp dụng toàn vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) trong nhiều nghiên cứu gần đây [1, 2, 5]. Tài liệu địa hình được cập nhật tới năm 2009, hệ thống công trình thủy lợi cập nhật tới 2011. Mô hình sử dụng trong tính toán là MIKE 11. Năm tính toán được chọn là năm 2005. Đây là năm có chế độ mặn khắc nghiệt nhất trong chuỗi số liệu quan trắc. Để đánh giá diễn biến trong tương lai chúng tôi tính toán cho trường hợp nước biển dâng 50 cm, với điều kiện chế độ nước đến thượng lưu như năm 2005.

- Sử dụng phương pháp viễn thám để xây dựng sơ đồ đánh giá khả năng xuất hiện nước ngọt trên sông chính.

### 3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

#### 3.1. Thực trạng xâm nhập mặn và xuất hiện nước ngọt trong mùa khô vùng BĐCM

##### 1, Các yếu tố tác động đến xâm nhập mặn và xuất hiện nước ngọt:

XNM và sự xuất hiện nước ngọt trong mùa khô vùng BĐCM phụ thuộc vào chế độ nước trên sông Hậu, hoạt động của chế độ triều biển Đông, Tây và hoạt động của hệ thống công trình phân ranh mặn – ngọt.

Nguồn nước ngọt trên sông Hậu khi về tới Cần Thơ chiếm khoảng 46,2% tổng lượng nước sông Mekong vào Việt Nam. Theo kết quả quan trắc của viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam từ 09 - 24/4/2010 (thời kỳ kiệt nhất trong năm ít nước) [2, 3, 5] lưu lượng nước qua Cần Thơ còn 1.131m<sup>3</sup>/s. Từ đó, có 92 m<sup>3</sup>/s chuyển sang biển Tây qua sông Cái Lớn – Cái Bé; qua cửa Định An 662 m<sup>3</sup>/s; qua cửa Trần Đề 470 m<sup>3</sup>/s.

Nguồn nước ngọt từ sông Hậu được thủy triều biển Đông điều tiết lại và đẩy vào vùng Bán đảo từ phía bắc. Nước ngọt đi xa nhất xuống phía nam theo kênh QL-PH. Hiện tại nước ngọt chỉ đảm bảo cấp nước tới ngã tư Ninh Quới với lưu lượng khoảng 10 m<sup>3</sup>/s [1, 2, 3]. So với dòng nước ngọt đổ từ sông Hậu xuống, dòng triều đổ vào vùng Bán đảo từ 2 phía biển Đông, biển Tây lúc triều lên mạnh gấp trăm lần. Nước mặn theo thủy triều đổ vào Bán đảo, trộn lẫn với nước ngọt từ sông Hậu đổ xuống, tạo thành một vùng nước lợ,

thay đổi theo thủy triều và chu kỳ nước sông [2, 3]. BĐCM là khu vực có lượng mưa lớn nhất ở Đồng bằng Nam Bộ. Mưa là nhân tố chính tác động đến xâm nhập mặn trên vùng Bán đảo, vì vậy chu kỳ mặn trùng với chu kỳ mưa. Trên BĐCM mưa lớn tập trung về phía biển Tây với tầm mưa lớn nhất ở vùng U Minh. Mưa ít hơn về phía đông và bắc [1,5].

Dự án ngọt hóa vùng QL - PH đã được bắt đầu xây dựng từ năm 1992. Đến năm 2000 Dự án đã hoàn thành 11/12 cống ngăn mặn cùng nhiều cống quy mô nhỏ, hệ thống kênh tiếp nước ngọt từ sông Hậu vào và hàng loạt các kênh cấp II, nội đồng. Sau năm 2000, quá trình chuyển đổi sản xuất diễn ra mạnh mẽ trên toàn vùng BĐCM. Hệ thống công trình phải chuyển đổi mục đích cho phù hợp với yêu cầu sản xuất. Các cống từ Láng Trâm đến Hộ Phòng để đảm bảo đủ mặn nuôi tôm và phải đảm bảo không thiệt hại cho vùng sản xuất ngọt 2-3 vụ [3, 4, 5]. Sau giai đoạn này hệ thống phân ranh mặn ngọt ra đời để đảm bảo cấp mặn cho nuôi tôm và kiểm soát ngọt cho vùng ngọt hóa.

##### 2, Sự xuất hiện nước ngọt trên sông Hậu

Trên bảng 1 trình bày thời gian xuất hiện nước ngọt tại các trạm quan trắc trên sông Hậu trong các năm 2003 (nhiều nước) năm 2004, 2005 (năm ít nước); 2009 (năm nguồn nước trung bình). Kết quả cho ta nhận xét:

- Tại An Lạc Tây với khoảng cách so với biển 45 km, ngày nào cũng xuất hiện nước ngọt. Các năm 2004, 2005 mặc dù độ mặn cao nhất tại đây lên tới 2‰, nhưng độ mặn thấp nhất luôn <0,2‰.

- Với khoảng cách so với biển 30 km, tại Đại Ngãi luôn có ngọt trong những năm có nguồn nước trung bình tới nhiều nước. Trong những năm ít nước (2004, 2005) tại Đại Ngãi có khoảng 2 tháng không có nước ngọt.

- Tại Long Phú với khoảng cách so với biển 15 km, trong những năm nhiều nước (2003) hầu như tháng nào cũng có xuất hiện nước ngọt. Trong năm nguồn nước trung bình có khoảng 2-3 tháng không có ngọt. Năm không có ngọt dài nhất là 2004 với thời gian không có ngọt dài nhất là 5 tháng (tới tháng 7 mới có ngọt). Tiếp đó là năm 2005 với thời gian không có ngọt là 4 tháng.

- Mỹ Thanh là trạm giáp biển, trong chuỗi số liệu quan trắc tại đây không có sự xuất hiện nước ngọt (T2-T7).

Bảng 1. Thời gian xuất hiện ngọt trên sông Hậu

Năm	2003				2004				2005				2009			
	MT	LP	ĐN	ALT	MT	LP	ĐN	ALT	MT	LP	ĐN	ALT	MT	LP	ĐN	ALT
T2	x	52	162	N	x	x	x	N	x	x	54	N	x	6	200	N
T3	x	12	84	N	x	x	10	N	x	x	x	N	x	x	176	N
T4	x	20	98	N	x	x	x	N	x	x	x	N	x	x	52	N
T5	x	34	144	N	x	x	120	N	x	x	24	N	x	10	174	N
T6	x	58	226	N	x	x	250	N	x	38	100	N	x	2	330	N
T7	x	322	348	N	x	372	N	N	x	186	216	N	x	142	288	N

(Ghi chú: x: không có ngọt, N: luôn có ngọt; MT: Mỹ Thanh, LP: Long Phú, ĐN: Đại Ngãi, ALT: An Lạc Tây)

Trên bảng 2 trình bày độ mặn nhỏ nhất theo các thời kỳ trong mùa khô năm 2005 dọc sông Hậu (theo cửa Trần Đề) theo kết quả tính toán thủy lực. Kết quả cho thấy:

- Vào đầu tháng 2 nước ngọt về cách biển gần 19 km. Thời kỳ kiệt nhất (đầu và giữa tháng 4) nhánh sông Trần Đề không có nước ngọt. Vào

đầu tháng 3 nước ngọt cách biển 33 km, vượt qua Đại Ngãi; đầu tháng 5 nước ngọt trở lại với khoảng cách 33 km.

- Tại Đại Ngãi suốt thời gian từ đầu tháng 3 cho tới đầu tháng 5 không có nước ngọt. Thời gian không có ngọt lâu nhất tại Đại Ngãi là 72 ngày (28/2/2005 - 12/5/2005).

Bảng 2. Độ mặn thấp nhất dọc sông Hậu mùa khô năm 2005

Khoảng cách (km)	Tháng 2			Tháng 3			Tháng 4			Tháng 5		
	Đầu	Giữa	Cuối	Đầu	Giữa	Cuối	Đầu	Giữa	Cuối	Đầu	Giữa	Cuối
-	5.91	8.47	8.48	12.1	14.9	12.1	14.1	15.7	15.4	16.4	16.3	14.8
15,400	0.43	0.74	1.14	2.24	2.67	2.45	3.37	3.18	3.18	2.24	1.57	1.71
18,900	0.24	0.39	0.69	1.65	1.85	1.71	2.53	2.14	2.30	1.51	0.94	1.10
21,625	0.16	0.25	0.50	1.28	1.48	1.31	2.01	1.65	1.81	1.13	0.66	0.80
27,876	0.07	0.10	0.24	0.71	0.96	0.72	1.15	0.97	0.98	0.59	0.29	0.37
29,126	0.06	0.08	0.20	0.62	0.88	0.63	1.00	0.87	0.86	0.51	0.24	0.30
29,752	0.04	0.06	0.16	0.52	0.78	0.54	0.84	0.75	0.73	0.43	0.19	0.23
33,020	0.02	0.03	0.07	0.29	0.53	0.32	0.48	0.44	0.43	0.24	0.10	0.10
33,674	0.02	0.02	0.06	0.25	0.47	0.28	0.41	0.38	0.38	0.21	0.08	0.08
34,402	0.01	0.02	0.05	0.21	0.42	0.24	0.34	0.32	0.31	0.17	0.06	0.06
35,130	0.01	0.01	0.03	0.17	0.36	0.20	0.26	0.26	0.25	0.13	0.05	0.04

3, *Xâm nhập mặn và sự xuất hiện nước ngọt trong nội vùng BDCM*

Trên bảng 3 trình bày số liệu thống kê thời gian xuất hiện nước ngọt tại các trạm quan trắc trong nội vùng BDCM. Kết quả cho nhận xét:

- Sông Mỹ Thanh là con sông không có nguồn nên sự xuất hiện ngọt là rất ít. Số giờ ngọt tại Thạnh Phú vào mùa khô rất nhỏ. Tại Sóc Trăng nhờ có nguồn nước từ sông Hậu nên thời gian xuất hiện ngọt lớn hơn. Nước ngọt xuất hiện từ tháng 6 hoặc tháng 7, và kéo dài cho tới tháng 2, 3 năm sau. Thời gian không có ngọt kéo dài 5 tháng.

- Tại trạm Phước Long số giờ ngọt phụ thuộc vào quá trình nuôi tôm vùng cuối QL - PH. Số giờ ngọt diễn biến rất phức tạp, phụ thuộc hoàn toàn vào quá trình vận hành cống để lấy nước mặn hoặc tiêu thoát nước.

- Khu vực tây nam Bán đảo chịu sự khống chế của thủy triều biển Tây là chủ yếu. Chế độ mặn tác động ít khác nghiệt hơn biển Đông, mặt khác sông Cái Lớn – Cái Bé là cửa tiêu nước cho vùng BDCM nên nước ngọt về hướng này nhiều hơn. Các trạm Gò Quao, An Ninh có thời gian xuất hiện ngọt lớn, trên 100 giờ trong mùa khô.



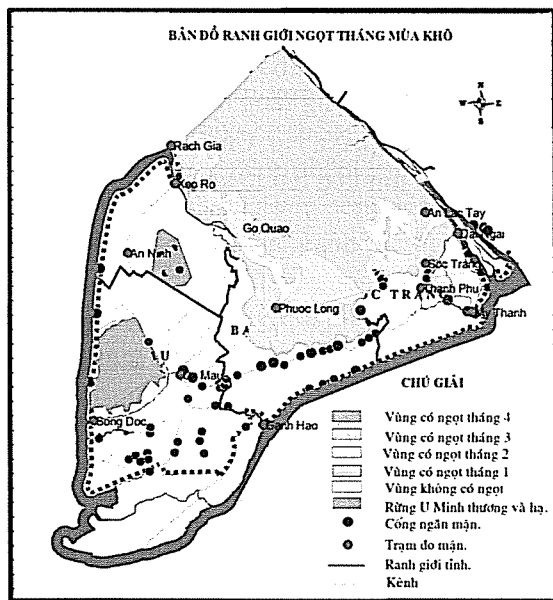
Tại Rạch Giá số giờ ngọt dao động từ 100 – 596 giờ. Thời gian ngọt xuất hiện nhiều nhất vào các tháng 5, 6, 7. Trạm tại Xẻo Rô là vùng gần biển,

nước mặn xâm nhập nhiều làm cho thời gian có ngọt tại đây là rất ít. Chỉ vài giờ trong mùa khô hoặc gần như không có giờ ngọt trong mùa khô.

Bảng 3. Thời gian xuất hiện ngọt tại nội vùng BĐCM

Năm	2003						2004						2009							
	TP	ST	PL	GQ	AN	RG	TP	ST	PL	GQ	AN	RG	XR	TP	ST	PL	GQ	AN	RG	XR
2	x	6	80	226	162	36	K	K	60	8	40	30	K	136	336	x	78	80	36	K
3	x	K	K	28	16	58	K	K	K	K	K	K	K	K	156	K	K	24	20	K
4	x	K	K	K	K	6	K	K	K	k	K	K	K	K	K	K	K	8	6	K
5	x	K	K	6	22	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	26	114	K
6	x	K	K	36	58	K	K	K	K	4	30	150	K	4	122	K	18	108	258	K
7	x	160	196	310	278	K	72	218	x	134	212	296	12	K	272	74	172	216	274	6
Tổng	x	166	K	606	536	100	72	218	60	146	282	476	12	140	886	K	268	462	708	6

(Ghi chú x: không có số liệu, K: không có ngọt; Thạnh Phú; ST: Sóc Trăng; PL: Phước Long; GQ: Gò Quao; AN: An Ninh; RG: Rạch Giá)



Hình 1. Bản đồ ranh giới ngọt mùa khô trong các tháng 1, 2, 3, 4

Trên hình 1 trình bày ranh giới nước ngọt trong các tháng mùa khô năm 2005 theo kết quả tính toán thủy lực. Kết quả cho thấy:

- Trong tháng 1 toàn bộ vùng canh tác ngọt vẫn đảm bảo không xuất hiện nước mặn. Ranh giới nước ngọt đi theo hệ thống phân ranh mặn ngọt.

- Tháng 2 mặn bắt đầu tác động đến khu vực ven sông Cái Lớn do hoạt động nuôi tôm. Khu vực Sóc Trăng bắt đầu xuất hiện nước mặn từ hướng sông Mỹ Thanh truyền vào. Ngay trong

vùng ngọt hóa Tiếp Nhật độ mặn <0,5‰ bắt đầu xuất hiện.

- Tháng 3 mặn xâm nhập mạnh vào khu vực Sóc Trăng, toàn bộ vùng Tiếp Nhật bị nhiễm mặn >0,5‰. Các vùng ngọt hóa khác theo vùng phân ranh mặn ngọt chưa bị tác động nhiều.

- Tháng 4 mặn bắt đầu vượt qua Phước Long, xâm nhập vào vùng ngọt hóa QL-PH. Tuy nhiên, độ mặn vẫn trong giới hạn đảm bảo sản xuất nông nghiệp.

### 3.2. Tác động của NBD tới nguồn nước vùng BDCM

#### 1, Tác động của NBD tới xâm nhập mặn trên sông chính:

Trên bảng 4 trình bày các giá trị độ mặn thấp nhất dọc sông Hậu theo từng thời kỳ trong mùa khô theo kịch bản NBD 50 cm. Kết quả cho thấy:

- Vào thời kỳ đầu tháng 2 ranh giới nước ngọt vẫn rút ra cách biển khoảng 21 km. Sâu hơn 2 km so với trường hợp hiện trạng năm 2005. Thời kỳ kiệt nhất (đầu và giữa tháng 4) nhánh sông Trần Đề không có nước ngọt, ranh giới này vượt quá vàm Nhon Mỹ khoảng hơn 2 km. Đầu tháng 3 ranh giới có ngọt lui vào tận Nhon Mỹ. Đầu tháng 5 nước ngọt cách Đại Ngãi 5 km.

- Tại vàm Đại Ngãi thời gian từ đầu tháng 3 tới đầu tháng 5 hoàn toàn không có nước ngọt. Thời gian không có ngọt lâu nhất tại Đại Ngãi là 77 ngày.

Bảng 4. Độ mặn thấp nhất dọc sông Trần Đề phương án NBD 50cm

Khoảng cách	Tháng 2			Tháng 3			Tháng 4			Tháng 5			
	Đầu	Giữa	Cuối	Đầu	Giữa	Cuối	Đầu	Giữa	Cuối	Đầu	Giữa	Cuối	
0	6,3	8,7	8,8	12,9	15,5	12,4	14,6	16,4	16,1	17,1	16,7	15,1	
15400	0,6	0,9	1,4	2,9	3,2	3,0	4,3	4,0	4,0	2,9	1,9	2,2	Long Phú
21000	0,2	0,4	0,7	1,8	2,0	1,8	2,8	2,4	2,6	1,7	0,9	1,2	
24125	0,2	0,2	0,5	1,3	1,6	1,4	2,2	1,8	1,9	1,2	0,6	0,8	
30405	0,1	0,1	0,2	0,7	1,0	0,7	1,2	1,1	1,0	0,6	0,2	0,3	Đại Ngãi
35130	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	0,3	0,5	0,5	0,5	0,2	0,1	0,1	
39500	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,1	0,1	
40200	0,0	0,0	0,1	0,2	0,6	0,3	0,5	0,5	0,5	0,2	0,1	0,1	
42200	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	
43200	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	
45400	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	An Lạc Tây

2. Tác động của NBD tới nguồn nước ngọt vào BĐCM:

Trên bảng 5 trình bày tổng lưu lượng vào BĐCM từ hướng sông Hậu trong các trường hợp HT 2005 và NBD 50 cm. Kết quả cho thấy:

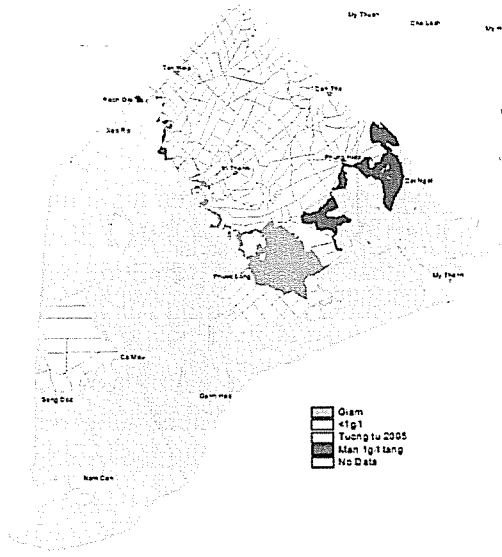
- Trong trường hợp NBD 50 cm lượng nước vào vùng BĐCM gia tăng đáng kể. Trung bình

toàn mùa kiệt lưu lượng gia tăng 24%. Khu vực có lượng nước vào tăng thêm là các cửa từ Phụng Hiệp tới Cái Sắn.

- Các trục có lượng tăng thêm lớn nhất là: Ô Môn, Phụng Hiệp, Xà No, Cái Sắn, KH9. Đây là các trục kênh lớn kéo dài từ sông Hậu cho tới U Minh.

Bảng 5. Tổng lưu lượng vào BĐCM từ hướng sông Hậu PA HT2005 và NBD 50 cm

Cửa kênh/rạch	HT 2005						NBD 50cm					
	T1	T2	T3	T4	T5	Mùa kiệt	T1	T2	T3	T4	T5	Mùa kiệt
Cái Sắn	19.71	17.44	13.03	9.69	5.31	12.99	22.86	20.06	15.56	11.82	6.09	15.23
KH9	4.71	3.82	3.65	3.32	1.57	3.38	8.37	5.90	5.84	5.37	3.04	5.69
Thốt Nốt	3.84	3.14	2.74	2.39	1.46	2.71	5.26	4.59	4.01	3.41	2.10	3.87
Số 1	7.62	6.38	4.96	5.05	5.68	5.98	7.64	7.04	5.38	5.80	6.91	6.60
KH11	7.80	7.13	5.91	4.50	2.79	5.61	9.73	8.98	7.53	5.90	3.53	7.11
KH6	3.65	3.17	2.77	2.28	1.19	2.60	4.79	4.11	3.64	3.11	1.58	3.44
KH8	2.32	2.13	2.15	1.92	1.53	2.00	3.59	2.84	2.67	2.54	1.75	2.67
Nàng Mâu 1	2.07	1.42	1.21	1.22	0.72	1.31	3.27	2.60	2.62	2.37	1.48	2.45
Nàng Mâu	7.01	5.41	5.80	5.21	3.16	5.26	8.29	6.20	6.71	6.04	3.00	5.99
Ô Môn	34.66	30.51	27.29	23.39	9.97	25.07	4.54	37.66	33.75	29.11	11.18	31.17
QL-PH	44.72	36.61	36.02	34.13	24.08	34.91	53.13	44.40	43.12	41.09	27.74	41.70
Xà No	21.39	15.51	14.84	14.23	3.95	13.77	9.25	20.41	20.60	17.67	3.80	18.21
Giữa Xà No	0.22	0.13	0.09	0.09	0.06	0.12	0.32	0.19	0.15	0.15	0.10	0.18
Giữa Kháng Chiến	0.09	0.07	0.07	0.06	0.03	0.06	0.15	0.09	0.09	0.09	0.03	0.09
Cái Trâm	3.08	3.00	2.39	2.46	2.60	2.71	3.20	3.21	2.75	2.82	3.07	3.02
Giữa Nàng Mau	-0.17	-0.09	-0.05	-0.07	0.00	-0.07	-0.26	-0.16	-0.16	-0.14	-0.04	-0.15
Rạch Vợp	3.28	3.32	2.86	2.85	3.10	3.09	3.30	3.33	2.97	3.06	3.33	3.21
Thom Rcm	-2.17	-2.02	-1.73	-1.35	-0.77	-1.60	-3.18	-2.91	-2.53	-2.06	-1.14	-2.36
Toàn tuyến	163.8	137.0	124.0	111.3	66.4	119.9	204.2	168.5	154.7	138.1	77.5	148.1



Hình 2. So sánh độ mặn PA HT 2005 và NBD 50 cm

- Xâm nhập mặn ở BĐCM vẫn phụ thuộc chủ yếu vào vận hành hệ thống công trình phục vụ sản xuất. Các khu vực canh tác ngọt vẫn có thể duy trì được nhờ hệ thống công trình.

- Các khu vực xâm nhập mặn gia tăng tập trung chủ yếu ở vùng ven sông Hậu thuộc tỉnh Sóc Trăng. Các khu vực canh tác ngọt nằm sâu trong nội đồng và khu vực dọc sông Cái Lớn sẽ được hưởng lợi bởi nguồn nước ngọt nhiều hơn về từ hướng các kênh trục cấp nước.

**3.3. Khả năng khai thác nguồn nước mặt vùng BĐCM phục vụ sinh hoạt**

Phân vùng đánh giá tiềm năng khai thác tài nguyên nước mặt phục vụ sinh hoạt dựa trên cơ sở hệ thống thông tin địa lý. Các thông tin sử dụng để phân vùng gồm:

- Sơ đồ phân vùng hệ thống công trình thủy lợi: gồm có 06 vùng: Tây sông Hậu (TH); U Minh Thượng – U Minh Hạ (UM); QL - PH mở rộng (QP); Ven biển Đông (VB); Nam Cà Mau (NC).

- Sơ đồ phân bố khả năng lan truyền nước ngọt từ sông Hậu vào BĐCM (theo tháng): luôn có ngọt (N1); có ngọt tháng 4 (N2); Có ngọt tháng 3 (N3); Có ngọt trong tháng 2 (N4); không có ngọt trong mùa khô (N5);

- Khả năng khai thác nước mưa [1]: bao gồm 04 vùng:

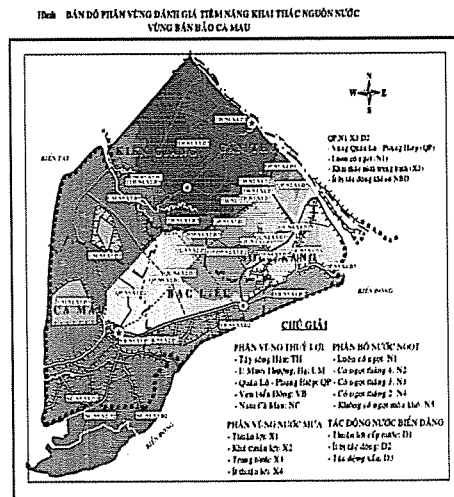
+ Thuận lợi (X1): Lượng mưa tháng 4 >135 mm; Ngày xuất hiện mưa tuần giữa tháng 4; Lượng mưa năm >2200 mm; Ngày kết thúc mưa sau 25/11.

+ Khá thuận lợi (X2): lượng mưa tháng 4: 120 - 135 mm; ngày xuất hiện mưa tuần cuối tháng 4 đến tuần đầu tháng 5; lượng mưa năm 2000-2200 mm; Kết thúc mùa mưa 20 - 25/11. Trung bình (X3): lượng mưa tháng 4: 90 - 120 mm; ngày xuất hiện mưa tuần đầu tháng 5; lượng mưa năm 1800-2000 mm; Kết thúc mùa mưa 20-25/11.

+ Ít thuận lợi (X4): Lượng mưa tháng 4 <90 mm; Ngày xuất hiện mưa sau 10/5; Lượng mưa năm <1800 mm; Ngày kết thúc mưa giữa tháng 11.

-Tác động của NBD: tác động thuận lợi cho cấp nước (D1); không bị gia tăng mặn khi có NBD (D2); vùng bị gia tăng xâm nhập mặn khi có NBD (D3).

Dựa vào cơ sở phân vùng ở trên đây, vùng BĐCM chia thành 5 vùng được trình bày trong hình 3.



Hình 3. Sơ đồ phân vùng tiềm năng khai thác nguồn nước mặt

**4. Kết luận và kiến nghị**

Sự xuất hiện nước ngọt trên sông Hậu là có và có thể khai thác. Ranh giới luôn xuất hiện ngọt trong ngày ở khoảng đầu cù lao Dung. Đi dần xuống hạ lưu thời gian xuất hiện nước ngọt ít dần. Tại Đại Ngãi thời gian không có ngọt dài nhất 72 ngày (năm 2005), tại Long Phú thời gian không có ngọt dài nhất kéo dài 4-6 tháng. Trong trường hợp nước biển dâng 50 cm, ranh giới luôn xuất hiện ngọt lui vào sâu hơn 5 km.

Trong các vùng ngọt hóa, xâm nhập mặn với độ mặn nhỏ hơn 4‰ vẫn xuất hiện trong mùa khô tùy theo thời gian. Vào tháng 1 tất cả các vùng ngọt hóa vẫn đảm bảo an toàn, tháng 2 vùng ngọt hóa Tiếp Nhật bắt đầu bị ảnh hưởng nhưng chỉ ở mức 0,5‰. Tháng 3, 4 toàn bộ vùng Tiếp Nhật chịu tác động mặn trên 0,5‰. Các

vùng ngọt hóa khác vào tháng 4 mới chịu tác động mặn trên 0,5‰.

Trong điều kiện NBD 50 cm, lưu lượng nước ngọt từ sông Hậu chuyển vào vùng BĐCM tăng 24%. Nhờ đó xâm nhập mặn ở các khu vực cuối vùng canh tác ngọt được cải thiện nhiều. Những vùng tác động xấu là khu vực ven sông Hậu, chưa có các công trình kiểm soát mặn. Trong điều kiện đó nếu có thêm công trình ngọt hóa Cái

Lớn – Cái Bé thì khả năng cấp ngọt cho vùng U Minh Thượng, U Minh Hạ là thuận lợi.

Nghiên cứu này đã trình bày kết quả xây dựng sơ đồ đánh giá tiềm năng khai thác tài nguyên nước mặt phục vụ sinh hoạt. Đây là cơ sở cho vấn đề khai thác tài nguyên nước mặt phục vụ sinh hoạt. Trên cơ sở đó bài báo đã đề xuất định hướng khai thác tài nguyên nước mặt phục vụ cấp nước sinh hoạt cho từng vùng cụ thể.

**Lời cảm ơn:** Bài báo được thực hiện nhờ kết quả của đề tài: “Nghiên cứu những luận cứ khoa học làm cơ sở cho vấn đề khai thác nguồn nước mặt phục vụ cấp nước sinh hoạt vùng ven biển BĐCM trong điều kiện NBD do BĐKH”, Mã số: VAST.ĐTL.05/12-13.

### Tài liệu tham khảo

1. Đặng Hòa Vinh, (2015), *Nghiên cứu những luận cứ khoa học làm cơ sở cho vấn đề khai thác nguồn nước mặt phục vụ cấp nước sinh hoạt vùng ven biển Bán đảo Cà Mau trong điều kiện nước biển dâng do biến đổi khí hậu*, Bài báo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
2. Nguyễn Sinh Huy, (2011), *Chế độ nước ĐBSCL và những biến động do biến đổi khí hậu – nước biển dâng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, 325tr.
3. Tăng Đức Thắng, (2013), *Một số vấn đề về nguồn nước và các giải pháp khai thác bền vững vùng BĐCM*, Nhà xuất bản Nông nghiệp.
4. Lê Sâm (2004), *Nghiên cứu xâm nhập mặn phục vụ phát triển kinh tế xã hội ĐBSCL*. Báo cáo tổng kết đề tài KC.08.18
5. Viện Quy hoạch Thủy lợi Nam Bộ (2012), *Quy hoạch tổng thể thủy lợi Đồng bằng sông Cửu Long trong điều kiện biến đổi khí hậu - nước biển dâng*.

## THE ABILITY TO SURFACE WATER EXPLOITATION SERVING WATER SUPPLY IN CA MAU PENINSULA IN TERMS OF SEA LEVEL RISE DUE TO CLIMATE CHANGE

Dang Hoa Vinh - Institute of Resources Geography Ho Chi Minh City, Vietnam Academy of Science and Technology

**Abstract:** *Ca Mau Peninsula encounters difficulties in freshwater. The majority of water used for domestic purposes came mainly from groundwater sources. However, there is serious groundwater depletion in the region. This article introduces study's results on the status of saltwater intrusion and the rules for appearing freshwater in the region, thereby building map to assess potential exploitation of freshwater resources for domestic purposes in Ca Mau Peninsula.*

*At Bassac estuary, although this areas are affected by salinisation but freshwater still appear in the research area. The ability of freshwater resources exploitation depends on the location and water storage capacity. In inland areas of Ca Mau peninsula, freshwater appearance depends on zoning system for production purposes. In salty farming areas, there is totally no freshwater. In freshwater areas, there still have many times when salinity is not suitable for domestic purposes. In terms of sea level rise, the downstream area will benefit thanks to more freshwater from Bassac river. Bassac river adjacent areas will be affected more strongly by saltwater intrusion.*

**Keywords:** *sea level rise, salinization, freshwater appearance.*

# CHỈ SỐ TỒN THƯƠNG TỚI SỨC KHỎE CỘNG ĐỒNG DO TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI TỈNH THANH HÓA

Hoàng Lưu Thu Thủy và Vương Văn Vũ

Viện Địa lí, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

**T**hanh Hóa là một tỉnh ven biển thuộc Bắc Trung Bộ. Biến đổi khí hậu (BĐKH) đã và đang tác động nặng nề đến đời sống, sản xuất, môi trường sinh thái và của người dân. Đánh giá nguy cơ tổn thương dựa trên các giá trị tính toán của 3 hợp phần chính là độ nhạy cảm, độ hứng chịu và năng lực thích ứng đến sức khỏe cộng đồng do tác động của BĐKH là một công việc cần thiết, góp phần tích cực trong công việc xây dựng chiến lược tổng thể ứng phó với BĐKH cũng như trong công tác phòng tránh và giảm nhẹ thiên tai. Kết quả tính toán chỉ số tổn thương tổng hợp cho thấy tại 27 huyện của Tỉnh có chỉ số tổn thương từ 0,48-0,64. Hầu hết các huyện ven biển và miền núi là những nơi chịu mức độ tổn thương lớn nhất (0,60-0,64).

*Từ khóa: Thanh Hóa, Biến đổi khí hậu, chỉ số tổn thương, sức khỏe cộng đồng.*

## 1. Mở đầu

BĐKH trực tiếp ảnh hưởng đến sức khỏe của cộng đồng thông qua thời tiết khắc nghiệt, ô nhiễm không khí,... Những người bị bệnh hô hấp, tim mạch rất nhạy cảm nếu nhiệt độ cao [2]. Sự gia tăng về cường độ và tần suất bão, lốc xoáy, lũ lụt, hạn hán, mưa lớn và lở đất,... đã gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người thông qua ô nhiễm, suy dinh dưỡng và bệnh tật, đặc biệt là người nghèo, dân tộc thiểu số, người già, phụ nữ và trẻ em [4].

Thanh Hóa là tỉnh đông dân với là 3,7 triệu người (2013), gồm 7 dân tộc, trong đó dân tộc Kinh chiếm tỉ lệ cao nhất, khoảng 84,75%, tiếp đến là dân tộc Mường chiếm 8,7%, dân tộc Thái chiếm 6%, còn lại là các dân tộc khác [6]. Mật độ dân số bình quân gần 312 người/km<sup>2</sup>, phân bố không đều, tập trung đông ở khu vực đồng bằng ven biển và đồi núi thấp [5]. Trong bối cảnh BĐKH, Tỉnh đã và đang chịu nhiều tổn thương với mức độ cao, trong đó có vấn đề sức khỏe cộng đồng.

Hiện đã có rất nhiều những nghiên cứu về mối quan hệ giữa BĐKH với sức khỏe con người. Kết quả nghiên cứu cho thấy, các yếu tố dễ bị tổn thương đối với BĐKH được phân làm 2 nhóm: yếu tố dễ bị tổn thương thuộc về xã hội (nghèo đói, mù chữ, bất bình đẳng,...) và yếu tố dễ bị tổn thương thuộc về mặt lí sinh (sức khỏe và dinh dưỡng).

Báo cáo tác động của BĐKH tới sức khỏe

cộng đồng [8] nêu rõ: những tác động mà BĐKH gây ảnh hưởng tới sức khỏe con người, trong đó có những tác động trực tiếp và gián tiếp thông qua làm thay đổi môi trường sống như những thay đổi về nhiệt độ, chất lượng nước, môi trường không khí, thực phẩm,... Đồng thời cũng đưa ra những biện pháp và chiến lược thích ứng. A. Haines [7], nêu những thay đổi về khí hậu, nước biển dâng đã tác động tiêu cực tới sức khỏe con người. Những thay đổi về thời tiết như nhiệt độ, lũ lụt, bão,... gây ra các loại bệnh như truyền nhiễm, dị ứng, vấn đề về các nguồn nước hoặc chết do đuối nước,...

Theo Nguyễn Công Khanh [1], BĐKH tác động tới sức khỏe trẻ em thông qua 3 sự thay đổi: (1) Biến đổi môi trường: tăng ô nhiễm môi trường, thay đổi bức xạ của tia cực tím; (2) Thay đổi về thời tiết: tai họa về thời tiết thiên nhiên, sự cố về nhiệt độ cao; (3) Thay đổi về sinh thái: thay đổi sinh thái lâu dài ảnh hưởng tới lương thực, thực phẩm, dị nguyên/độc tố nấm, phơi nhiễm bệnh và phát sinh nhiều bệnh nhiễm khuẩn.

Tác động của BĐKH đến sức khỏe cộng đồng của Việt Nam được Trịnh Hữu Vách [3] thể hiện trên bản đồ thông qua 3 chỉ thị là độ nhạy, độ phơi và khả năng thích ứng, theo đó, chỉ số tổn thương cao chủ yếu tập trung ở miền núi và miền Trung.

Bài báo này đánh giá mức độ tổn thương đối với sức khỏe cộng đồng tỉnh Thanh Hóa thông qua 3 chỉ thị là: độ phơi nhiễm, độ nhạy cảm và khả năng thích ứng.

**2. Số liệu và phương pháp tính**

**2.1. Số liệu**

Trên địa bàn tỉnh Thanh Hóa, để có chuỗi dữ liệu tính toán đầy đủ về các chỉ thị thành phần, chúng tôi đã sử dụng số liệu của 6 trạm khí tượng (Thanh Hóa, Bái Thượng, Yên Định, Hồi Xuân, Như Xuân và Tĩnh Gia) giai đoạn 1980-2013. Số

liệu bão đổ bộ vào vùng ven biển Thanh Hóa là “quỹ đạo phân tích” do Cơ quan Khí tượng Nhật công bố [13].

Số liệu về kinh tế-xã hội và bệnh tật do thời tiết được lấy từ niên giám thống kê của Sở Y tế năm 2013, số liệu được tính toán cho 27 huyện thuộc Tỉnh.

*Bảng 1. Các chỉ thị tính toán chỉ số tổn thương*

Yếu tố quyết định khả năng dễ bị tổn thương	Chỉ thị thành phần	Mô tả chỉ thị
Độ phơi nhiễm (E)	Các hiện tượng khí hậu cực đoan	Số trận lũ lụt, hạn hán, bão
		Thay đổi nhiệt độ tối cao
		Số ngày nắng nóng
		Thay đổi nhiệt độ tối thấp
		Số ngày rét đậm, rét hại
		Thay đổi lượng mưa (mưa lớn, mưa rất lớn)
Độ nhạy cảm (S)	Cộng đồng dân cư	Mật độ dân số
		Vùng ven biển
		Các khu vực đô thị
		Khu vực miền núi
		Người già và trẻ em, tỷ lệ người phụ thuộc
		Số người mắc bệnh
		Tỉ lệ đói nghèo
Khả năng thích ứng (AC)	Cơ sở hạ tầng và kinh tế - xã hội	Số bệnh viện
		Số bác sĩ trên 1000 dân
		Tỉ lệ xã phường đạt chuẩn quốc gia về y tế
		Mật độ giao thông
		Tham gia bảo hiểm y tế
		Truyền thông về biến đổi khí hậu
		Đầu tư y tế

**2.2. Phương pháp tính chỉ số tổn thương**

Tính toán chỉ số tổn thương bao gồm 4 bước. Đối với mỗi đặc trưng có một giá trị được xác định thông qua việc so sánh dữ liệu của các chỉ số thuộc về đặc trưng đó. Các giá trị đặc trưng sẽ được sử dụng làm đầu vào cho việc tính toán các giá trị của 3 thành phần/biến: Mức độ hứng chịu, mức độ nhạy cảm và khả năng thích ứng. Chỉ số chuẩn hóa của nguy cơ tổn thương (vulnerability index) của vùng được tính toán bằng việc tổng hợp các giá trị của các thành phần này.

Bước 1: Chuẩn hóa các chỉ thị được lựa chọn của từng thành phần/biến:

$$X_{ij} = \frac{X_{ij} - \text{Min}X_{ij}}{\text{Max}X_{ij} - \text{Min}X_{ij}} \quad (1)$$

Trong đó:  $X_{ij}$  là giá trị cần chuẩn hóa;  $\text{Min}X_{ij}$  là giá trị nhỏ nhất trong chuỗi số liệu;  $\text{Max}X_{ij}$  là giá trị lớn nhất trong chuỗi số liệu

Việc tính toán theo công thức (1) nhằm mục

đích đưa các yếu tố khác nhau có đơn vị khác nhau quy về cùng một đơn vị không thứ nguyên và cho kết quả của các chỉ thị nằm trong [0;1].

Bước 2: Xác định giá trị/chỉ số chung của các chỉ thị cho từng thành phần/biến: Các giá trị được chuẩn hóa của các chỉ thị P được tích hợp lại để có được giá trị chung của vùng/địa phương:

$$P = \frac{\sum_{j=1}^k X_{ij}}{n} \quad (2)$$

Trong đó: n là số lượng các chỉ thị trong vùng/địa phương I;  $X_{ij}$  là giá trị/chỉ số chuẩn hóa của chỉ thị j tại địa phương i

Bước 3: Tính toán giá trị các thành phần/biến: Giá trị của các chỉ thị trong một thành phần/biến được tích hợp lại để có được giá trị chung của thành phần/biến đó:

$$C = \frac{\sum_{j=1}^k W_{pj} * P_j}{\sum_{j=1}^k W_{pj}} \quad (3)$$

Trong đó: C là giá trị chung của thành phần/biến;  $W_{pj}$  là trọng số của chỉ thị thứ j.

Trọng số của chỉ thị phụ thuộc vào số lượng của các giá trị/chỉ số nằm trong nó. Có thể trong mỗi thành phần/ biến, các giá trị/chỉ số có trọng số ngang bằng nhau.

Bước 4: Tính toán chỉ số tổng hợp mức độ dễ bị tổn thương: Tích hợp các giá trị của ba thành phần/biến sẽ có chỉ số tổng hợp mức độ dễ bị tổn thương:

$$V = \frac{E + S + (1 - AC)}{3} \quad (4)$$

Trong đó: V là chỉ số tổn thương tổng hợp; E là chỉ số phơi nhiễm; S: chỉ số nhạy cảm; AC: chỉ số khả năng thích ứng.

Như vậy, chỉ số tổn thương tổng hợp được tính bằng giá trị trung bình của các chỉ số chính/ thành phần.

Thang đánh giá nguy cơ tổn thương được xác định trong khoảng từ 0 đến 1, chỉ ra mức độ nguy cơ tổn thương theo 4 cấp, từ thấp - trung bình - cao - rất cao.

### 3. Kết quả

Kết quả tính toán chỉ số tổn thương tổng hợp (V) đến sức khỏe cộng đồng tại các huyện của tỉnh Thanh Hóa dao động trong khoảng 0,48-0,64 (bảng 2) và được chia thành 4 cấp với các như sau:  $0,48 \leq V < 0,52$ : mức độ tổn thương thấp;  $0,52 \leq V < 0,56$ : mức độ tổn thương trung bình;  $0,56 \leq V < 0,60$ : mức độ tổn thương cao;  $0,60 \leq V \leq 0,64$ : mức độ tổn thương rất cao được thể hiện trong hình 1.

Xét riêng từng chỉ số thành phần cho thấy:

- Chỉ số phơi nhiễm (E): Mức độ phơi nhiễm của các huyện phụ thuộc khá nhiều vào vị trí địa lí, trong đó các huyện ven biển và miền núi là những nơi có chỉ số phơi nhiễm cao hơn hẳn, bởi những khu vực đó chịu tác động chủ yếu và trực tiếp từ các hiện tượng khí hậu cực đoan mà BĐKH gây ra (Quảng Xương, Tĩnh Gia, Nga

Son, Mường Lát...).

- Chỉ số độ nhạy cảm (S): Độ nhạy cảm cao tập chung ở các khu vực đông dân số, người già và trẻ em (Hậu Lộc, Hoàng Hóa, Tĩnh Gia...).

- Khả năng thích ứng (AC): Mức độ thích ứng phụ thuộc vào khả năng kinh tế của từng khu vực, đối với những khu vực có điều kiện kinh tế tốt thì khả năng chống chịu và thích ứng sẽ cao hơn so với những khu vực nghèo đói như miền núi. Khả năng thích ứng là chỉ số biến đổi nhiều nhất, từ giá trị 0,34 ở các huyện miền núi (Mường Lát) đến 0,61 ở thành phố Thanh Hóa.

- Chỉ số tổn thương tổng hợp (V): Hầu hết các huyện ven biển và miền núi là những nơi chịu mức độ tổn thương lớn nhất về sức khỏe cộng đồng, với chỉ số V đạt 0,60-0,64.

### 4. Kết luận

BĐKH đã xảy ra rất rõ nét và tác động đến hầu hết các lĩnh vực, trong đó có sức khỏe cộng đồng. Việc đánh giá tình trạng tổn thương sức khỏe cộng đồng do tác động của BĐKH của các vùng khác nhau là cơ sở cho các nhà hoạch định chiến lược, chính sách có được biện pháp phù hợp cho mỗi cộng đồng, mỗi khu vực cụ thể.

Đánh giá tình trạng dễ bị tổn thương bằng phương pháp xây dựng chỉ số là một phương pháp hữu hiệu để chuyển các yếu tố định tính thành các yếu tố định lượng. Kết quả đánh giá chỉ số tổn thương tổng hợp cho thấy:

Mức độ tổn thương thấp với chỉ số  $V=0,48$  chỉ có ở thành phố Thanh Hóa.

Mức độ tổn thương trung bình ( $0,52 \leq V < 0,56$ ) xảy ra ở 13 huyện/thành phố/thị xã: Bim Sơn, Sầm Sơn, Bá Thước, Cẩm Thủy, Đông Sơn, Hà Trung, Ngọc Lặc, Như Thanh, Nông Cống, Thạch Thành, Thọ Xuân, Vĩnh Lộc và Yên Định.

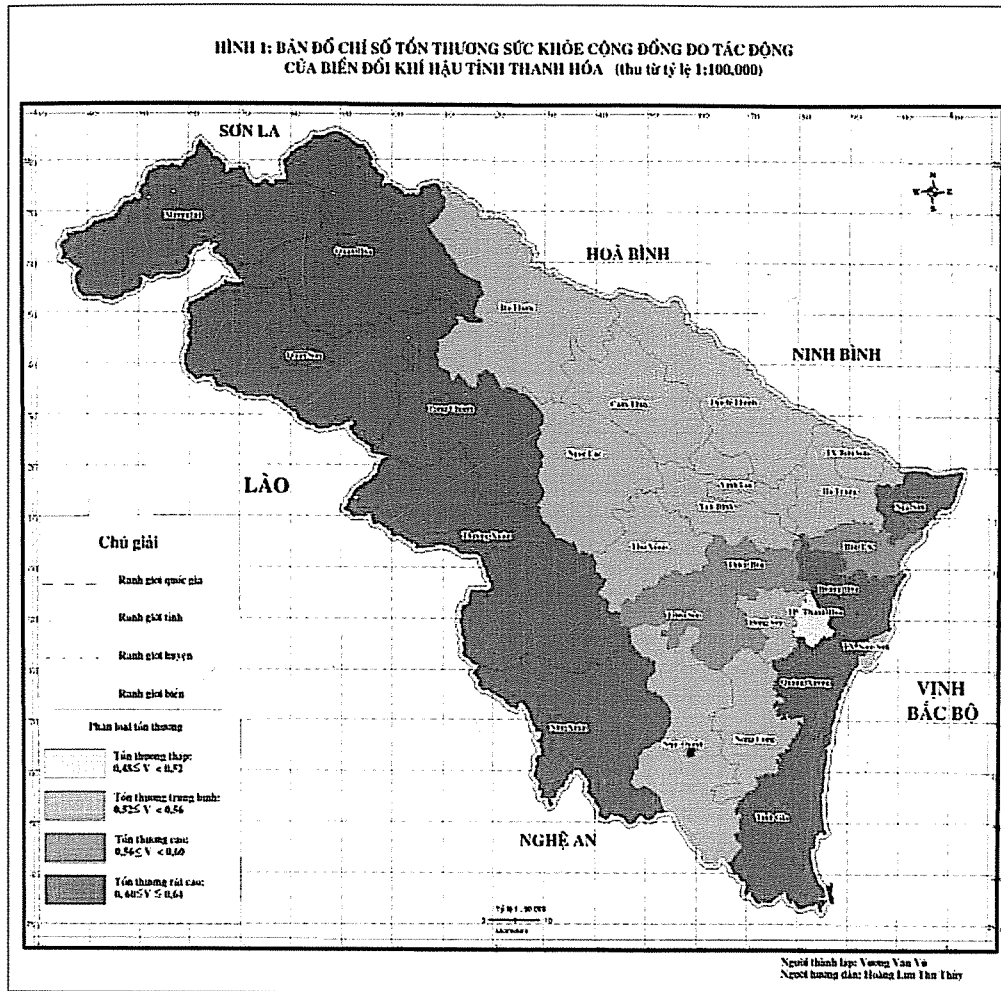
Mức độ tổn thương cao ( $0,56 \leq V < 0,60$ ) xảy ra ở 3 huyện: Hậu Lộc, Thiệu Hóa, Triệu Sơn.

Mức độ tổn thương rất cao ( $0,60 \leq V \leq 0,64$ ) xảy ra ở 10 huyện: Quảng Xương, Thường Xuân, Hoàng Hóa, Lang Chánh, Như Xuân, Tĩnh Gia, Nga Sơn, Quan Hóa, Quan Sơn và Mường Lát.

STT	Thành phố/Huyện	Độ phơi nhiễm										Độ nhạy cảm										Khả năng thích ứng						Chỉ số nhay cảm	Chỉ số thích ứng	Chỉ số tồn thương
		Bao	Lưu lư	Hàn hàn	Nhiệt độ tối cao	Nhiệt độ tối thấp	Năng nông	Rét đậm	Rét hải	Mưa lớn	Mưa rất lớn	Mật độ dân số vùng	Mật độ dân số ven biển	Mật độ dân số đô thị	Mật độ dân số miền núi	Tỉ lệ người già, trẻ em	Tỉ lệ đói nghèo	Số người mắc bệnh	Số bệnh viện	Số bác sĩ trên 1000 dân	Mật độ giao thông	Bảo hiểm y tế	Dầu tư y tế	Truyền thông						
1	Thanh Hóa	0,58	0,52	0,41	0,56	0,47	0,58	0,45	0,47	0,60	0,61	0,67	0,45	0,66	0,37	0,57	0,47	0,50	0,61	0,59	0,68	0,57	0,63	0,55	0,53	0,53	0,61	0,48		
2	Bỉm Sơn	0,45	0,52	0,21	0,48	0,43	0,45	0,39	0,40	0,42	0,44	0,45	0,39	0,43	0,41	0,44	0,48	0,50	0,42	0,35	0,34	0,38	0,40	0,41	0,55	0,60	0,55	0,53		
3	Sầm Sơn	0,47	0,51	0,39	0,35	0,40	0,41	0,42	0,46	0,48	0,41	0,34	0,43	0,23	0,32	0,41	0,39	0,45	0,40	0,40	0,34	0,39	0,40	0,43	0,65	0,57	0,61	0,54		
4	Bá Thước	0,34	0,38	0,45	0,45	0,42	0,46	0,38	0,41	0,40	0,41	0,39	0,35	0,30	0,42	0,44	0,48	0,50	0,43	0,46	0,40	0,46	0,52	0,54	0,58	0,51	0,45	0,55		
5	Cẩm Thủy	0,36	0,39	0,45	0,43	0,40	0,49	0,41	0,40	0,45	0,51	0,48	0,34	0,48	0,51	0,52	0,55	0,48	0,57	0,54	0,47	0,53	0,45	0,48	0,57	0,58	0,51	0,55		
6	Đông Sơn	0,55	0,54	0,43	0,48	0,44	0,49	0,39	0,41	0,57	0,62	0,48	0,42	0,44	0,35	0,47	0,40	0,48	0,48	0,45	0,41	0,45	0,44	0,55	0,56	0,55	0,48	0,54		
7	Hà Trung	0,61	0,65	0,47	0,48	0,42	0,50	0,39	0,40	0,64	0,67	0,56	0,58	0,55	0,41	0,45	0,35	0,48	0,51	0,53	0,41	0,43	0,48	0,48	0,58	0,57	0,51	0,55		
8	Hậu Lộc	0,68	0,71	0,52	0,53	0,41	0,47	0,43	0,41	0,51	0,63	0,47	0,52	0,52	0,41	0,52	0,39	0,44	0,45	0,56	0,52	0,45	0,52	0,50	0,67	0,61	0,56	0,57		
9	Hoàng Hóa	0,65	0,71	0,47	0,51	0,41	0,48	0,43	0,41	0,68	0,75	0,45	0,55	0,51	0,40	0,54	0,44	0,58	0,42	0,45	0,58	0,68	0,62	0,48	0,65	0,68	0,51	0,61		
10	Lạng Chánh	0,47	0,48	0,51	0,47	0,41	0,52	0,45	0,43	0,50	0,51	0,44	0,40	0,47	0,51	0,53	0,57	0,60	0,45	0,34	0,45	0,41	0,41	0,48	0,61	0,64	0,42	0,61		
11	Mường Lát	0,31	0,45	0,51	0,73	0,65	0,75	0,55	0,57	0,43	0,44	0,35	0,31	0,42	0,67	0,58	0,72	0,56	0,25	0,27	0,19	0,24	0,34	0,38	0,65	0,61	0,34	0,64		
12	Nga Sơn	0,67	0,62	0,48	0,43	0,44	0,48	0,41	0,47	0,54	0,58	0,47	0,55	0,51	0,48	0,45	0,57	0,46	0,38	0,41	0,48	0,45	0,47	0,41	0,66	0,62	0,43	0,62		
13	Ngọc Lặc	0,45	0,51	0,48	0,48	0,45	0,61	0,41	0,45	0,48	0,50	0,44	0,39	0,47	0,50	0,51	0,48	0,50	0,41	0,48	0,48	0,46	0,48	0,45	0,60	0,57	0,51	0,55		
14	Như Thanh	0,71	0,75	0,54	0,57	0,41	0,48	0,40	0,41	0,68	0,70	0,55	0,57	0,48	0,51	0,43	0,45	0,51	0,45	0,50	0,46	0,41	0,44	0,46	0,57	0,50	0,45	0,54		
15	Như Xuân	0,67	0,70	0,52	0,47	0,41	0,52	0,44	0,45	0,69	0,71	0,50	0,49	0,46	0,44	0,45	0,41	0,50	0,44	0,50	0,52	0,44	0,47	0,48	0,60	0,59	0,35	0,61		
16	Nông Công	0,68	0,72	0,46	0,51	0,41	0,57	0,45	0,47	0,68	0,68	0,43	0,45	0,44	0,48	0,51	0,55	0,51	0,41	0,44	0,48	0,42	0,47	0,45	0,56	0,56	0,50	0,54		



STT	Thành phố/Thị xã/Huyện	Độ phơi nhiễm										Độ nhạy cảm										Khả năng thích ứng						Chỉ số thích ứng	Chỉ số tổn thương
		Bao	Lũ lụt	Hàn hàn	Nhiệt độ tối cao	Nhiệt độ tối thấp	Năng nông	Rét đậm	Rét hại	Mưa lớn	Mưa rất lớn	Mật độ dân số vùng	Mật độ dân số ven biển	Mật độ dân số đô thị	Mật độ dân số miền núi	Ti lệ người già, trẻ em	Ti lệ đối nhèo	Số người mắc bệnh	Số bệnh viện	Số bác sĩ trên 1000 dân	Mật độ giao thông	Bảo hiểm y tế	Đầu tư y tế	Truyền thông	Chỉ số phơi nhiễm	Chỉ số nhảy cảm			
17	Quan Hóa	0,43	0,43	0,57	0,55	0,52	0,47	0,54	0,55	0,51	0,50	0,42	0,39	0,45	0,55	0,52	0,67	0,55	0,43	0,40	0,44	0,44	0,41	0,43	0,45	0,63	0,60	0,37	0,62
18	Quan Sơn	0,41	0,43	0,57	0,61	0,57	0,60	0,47	0,41	0,44	0,41	0,51	0,39	0,35	0,55	0,45	0,56	0,54	0,38	0,37	0,48	0,48	0,41	0,40	0,38	0,64	0,61	0,38	0,62
19	Quảng Xương	0,71	0,70	0,51	0,55	0,45	0,49	0,41	0,41	0,68	0,70	0,45	0,55	0,46	0,41	0,50	0,57	0,48	0,45	0,42	0,39	0,39	0,40	0,41	0,40	0,68	0,62	0,49	0,60
20	Thạch Thành	0,54	0,50	0,48	0,47	0,45	0,48	0,41	0,45	0,48	0,51	0,40	0,46	0,47	0,50	0,51	0,49	0,50	0,47	0,48	0,51	0,47	0,47	0,45	0,48	0,55	0,56	0,48	0,54
21	Thiệu Hóa	0,70	0,67	0,51	0,45	0,44	0,48	0,40	0,47	0,54	0,61	0,51	0,52	0,51	0,48	0,45	0,48	0,50	0,47	0,48	0,50	0,45	0,47	0,47	0,50	0,59	0,57	0,48	0,56
22	Thọ Xuân	0,51	0,51	0,50	0,48	0,52	0,61	0,41	0,45	0,48	0,50	0,55	0,40	0,58	0,47	0,51	0,45	0,55	0,48	0,50	0,62	0,48	0,48	0,50	0,49	0,56	0,56	0,51	0,54
23	Thường Xuân	0,57	0,60	0,54	0,47	0,45	0,50	0,47	0,47	0,58	0,60	0,55	0,47	0,48	0,51	0,49	0,47	0,51	0,55	0,45	0,46	0,46	0,41	0,45	0,45	0,66	0,58	0,43	0,60
24	Tĩnh Gia	0,74	0,70	0,48	0,47	0,43	0,52	0,44	0,41	0,69	0,75	0,55	0,68	0,51	0,48	0,50	0,41	0,52	0,45	0,49	0,52	0,47	0,47	0,43	0,48	0,67	0,61	0,45	0,61
25	Triệu Sơn	0,68	0,70	0,48	0,47	0,44	0,50	0,40	0,47	0,68	0,70	0,45	0,45	0,44	0,41	0,51	0,48	0,51	0,41	0,44	0,48	0,48	0,41	0,47	0,48	0,61	0,58	0,52	0,56
26	Vĩnh Lộc	0,47	0,48	0,45	0,44	0,40	0,51	0,44	0,46	0,51	0,53	0,54	0,40	0,45	0,41	0,52	0,61	0,50	0,43	0,40	0,40	0,40	0,41	0,43	0,58	0,57	0,52	0,44	0,55
27	Yên Định	0,46	0,48	0,43	0,51	0,44	0,51	0,44	0,41	0,53	0,57	0,51	0,40	0,45	0,47	0,47	0,50	0,54	0,41	0,50	0,57	0,45	0,40	0,40	0,48	0,55	0,52	0,50	0,52



Hình 1. Bản đồ chỉ số tổn thương sức khỏe cộng đồng do tác động của BĐKH tỉnh Thanh Hóa

Bài báo được thực hiện trong khuôn khổ của đề tài: “Đánh giá mức độ tổn thương của các hệ thống kinh tế xã hội do tác động của biến đổi khí hậu tại vùng Bắc Trung Bộ (thí điểm cho tỉnh Hà Tĩnh)”. BĐKH-24, Mã số: KHCN-BĐKH/11-15.

### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Công Khanh (2012). *Biến đổi khí hậu toàn cầu với sức khỏe trẻ em*. Hội Thần kinh học Việt Nam.
2. Đào Ngọc Phong (1984), *Một số vấn đề sinh khí tượng*, Nxb KH & KT Hà Nội;
3. Trịnh Hữu Vách và nnk (2011), *Mapping out Vulnerable Areas and Population Due to Adverse Health Impacts of Climate Change in Viet Nam*, World Health Organization – VIHEMA – RCRPH, Final Report.
4. Chương trình Mục tiêu Quốc gia về ứng phó với biến đổi khí hậu, Quyết định của Thủ tướng Chính phủ số 158/2008/QĐ-TTg (2/12/2008).
5. Cục thống kê tỉnh Thanh Hóa (2014), *Niên giám thống kê tỉnh Thanh Hóa 2013*, Nxb Thống kê.
6. UBND tỉnh Thanh Hóa (2009), *Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Thanh Hóa đến năm 2020*.

7. A. Haines, R.S. Kovats, *Climate change and human health: Impacts, Vulnerability and Public Health*, volume 367. no. 9528, p2101-2109, 24 June 2006.

8. Jeff Spickett, Dianne Katscherian, Helen Brown, *Climate Change, Vulnerability and Health* - WHO, Report of Curtin University Junly 2012.

9. <http://www.jma.go.jp/jma/indexe.html>

## **BUILDING VULNERABILITY INDEX OF PUBLIC HEALTH CAUSED BY CLIMATE CHANGE IN THANH HOA PROVINCE**

**Hoang Luu Thu Thuy and Vuong Van Vu** - Vietnam Academy of Science and Technology

*Abstract: Thanh Hoa is a coastal province belonging to North Central Vietnam. Climate change has heavy affected to lives, production and ecological enviroment including public health of the local authorities. Vulnerability risk assessment based on the calculated value of 3 main components is sensitive, suffering and adaptive capacity to public health due to the impact of climate change is a necessary job and actively contribute to the construction of an overall strategy to cope with climate change as well as in the prevention and mitigation natural disasters. Results from calculation aggregate vulnerability indicators showed in 27 districts of Thanh Hoa province with vulnerability index from 0,48-0,64. Most of the coastal and mountainous districts of Thanh Hoa are the highest vulnerability level (0,60-0,64).*

*Keywords: Thanh Hoa, Climate change, vulnerable index, public health.*

# NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ NƯỚC DÂNG DO BÃO KHU VỰC VEN BIỂN TỪ QUẢNG BÌNH ĐẾN QUẢNG NAM

Đỗ Đình Chiến<sup>(1)</sup>, Trần Hồng Thái<sup>(2)</sup>, Nguyễn Thọ Sáo<sup>(3)</sup> và Nguyễn Bá Thủy<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu

<sup>(2)</sup>Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia

<sup>(3)</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

<sup>(4)</sup>Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương

**N**ước dâng do bão khu vực ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam giai đoạn 1951-2014 và theo các chu kỳ lặp được phân tích đánh giá từ các kết quả tính bằng mô hình số trị tích hợp thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão (SuWAT-Surge Wave and Tide). Trong đó, ngoài các cơn bão lịch sử trong giai đoạn này, tập hợp bão phát sinh thống kê trong 1.000 năm được xây dựng theo phương pháp Monte-Carlo để có chuỗi số liệu đủ dài cho tính toán chu kỳ lặp nhiều năm. Kết quả cho thấy, trong giai đoạn 1951-2014 nước dâng lớn nhất đạt tới 4,1m tại Quảng Trị trong bão Harriet cấp 14 (tháng 7/1971). Với các chu kỳ lặp, phân bố nước dâng lớn nhất không hẳn theo một xu thế chung là giảm dần từ bắc vào nam, những khu vực có nguy cơ nước dâng lớn là bắc Quảng Bình, giữa Quảng Trị, giữa Huế và vịnh Đà Nẵng. Khu vực phía nam Đà Nẵng và Quảng Nam có cơ thấp hơn. Nước dâng theo chu kỳ lặp 100 và 200 năm ở Quảng Trị đạt đến 4,6 và 5,4 m. Kết quả nghiên cứu làm cơ sở khoa học để xây dựng phương án ứng phó với bão mạnh, siêu bão có khả năng đổ bộ vào khu vực trong tương lai.

Từ khóa: nước dâng do bão, nguy cơ nước dâng do bão, mô hình tích hợp.

## 1. Mở đầu

Bão là một trong những thiên tai có nguồn gốc khí tượng thủy văn nguy hiểm nhất mà một trong những tác động chính của bão đối với vùng ven bờ là hiện tượng ngập lụt do nước biển dâng cao trong bão. Trên thế giới đã chứng kiến nhiều cơn bão gây nước dâng cao làm ngập vùng ven bờ trên diện rộng gây nhiều thiệt hại về người và của như bão Katrina đổ bộ vào bang New Orleans - Mỹ tháng 8/2005, bão Nargis đổ bộ vào Myanmar tháng 5/2008 và đặc biệt gần đây siêu bão Haiyan cấp 17 tràn vào Phillipin tháng 11/2013 gây thiệt hại nặng nề chủ yếu bởi ngập lụt do nước biển dâng cao. Dải ven biển Việt Nam cũng đã ghi nhận nhiều cơn bão gây gió mạnh, sóng lớn và nước biển dâng cao như bão Damrey (2005), Xangsane (2006), Ketsana (2009),...

Nghiên cứu nước dâng do bão đã được tiến hành từ rất lâu và đã có nhiều mô hình, công nghệ tính toán, dự báo nước dâng bão được xây dựng. Gần đây, bên cạnh hướng nghiên cứu để nâng cao độ chính xác của các mô hình dự báo nước dâng do bão thì nghiên cứu về nước dâng

do bão cho một khu vực cụ thể đang rất được quan tâm. Tại Mỹ, các nhà khoa học đã sử dụng số liệu mô phỏng 100 năm bão lịch sử làm đầu vào cho mô hình tính nước dâng do bão và xây dựng đường tần suất nước dâng đối với chu kỳ lặp lại từ 2 đến 100 năm [3]. Tại Việt Nam, Đinh Văn Mạnh và cs [3] đã tính toán, xây dựng một bộ số liệu cơ bản về thủy triều, nước dâng do bão và mực nước tổng hợp do thủy triều và nước dâng do bão dọc bờ biển từ Quảng Ninh đến Quảng Nam. Trong đó, tập hợp bão phát sinh thống kê được xây dựng theo phương pháp Monte-Carlo dựa trên phân bố xác suất của các tham số bão đã xuất hiện trong quá khứ. Cũng theo hướng này, Đinh Văn Ưu và cs [4] đã kết hợp các phương pháp thống kê và mô hình số trị để tính toán và phân tích mực nước biển cực trị có tính đến mực nước biển dâng do tác động của biến đổi khí hậu tại các khu vực ven bờ biển và hải đảo Việt Nam.

Để có cơ sở khoa học xây dựng các phương án ứng phó với bão mạnh, siêu bão ảnh hưởng đến Việt Nam, gần đây Chính phủ đã có yêu cầu ngành Khí tượng Thủy văn nghiên cứu cơ bản

Người đọc phản biện: TS. Hoàng Trung Thành

và nước dâng do bão cho từng khu vực ven biển Việt Nam. Trong nghiên cứu này, nước dâng do bão trong giai đoạn 1951-2014 và nguy cơ nước dâng do bão tại khu vực ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam được phân tích đánh giá. Do hạn chế về số liệu quan trắc nên giải pháp sử dụng số liệu tính toán nước dâng do bão bằng mô hình số trị đã được kiểm chứng để thay thế là phù hợp nhất. Ngoài số liệu các cơn bão trong giai đoạn 1951-2014, tập hợp bão phát sinh trong 1.000 năm đã được xây dựng để có chuỗi số liệu đủ dài cho tính toán nước dâng bão theo chu kì lặp nhiều năm trong khu vực.

## 2. Khu vực và phương pháp nghiên cứu

### 2.1 Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được lựa chọn là vùng ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam, nơi chịu nhiều tác động của thiên tai bão và nước dâng do bão. Đây là khu vực biển hở, địa hình nông, bờ biển cấu tạo chủ yếu là cát, không có đê biển bao bọc nên đã từng xảy ra những trận ngập lụt rất lớn trong một số cơn bão mạnh như Xangsena (tháng 9/2006), Ketsena (tháng 9/2009). Theo thống kê, trong giai đoạn từ 1951-2014 số lượng bão đổ bộ vào vùng bờ khu vực từ Quảng Bình đến Quảng Nam là 43 cơn, trung bình khoảng 0,7 cơn/năm, trong đó bão cường độ cấp 8-9 chiếm khoảng 36%, bão mạnh từ cấp 12 trở lên chiếm 26%. Số liệu quan trắc mực nước tại các trạm hải văn, thủy văn ven biển và các đợt khảo sát nước dâng do bão đã ghi nhận được nhiều cơn bão gây nước dâng lớn tại khu vực này như: bão Cecil (tháng 10/1975) gây nước dâng cao 1,69 m tại Thanh Khê - Quảng Bình, bão Becky (tháng 10/1990) là 1,84 m tại Thanh Khê - Quảng Bình, bão Xangxane (tháng 9/2006) là 1,4m tại Sơn Trà - Đà Nẵng, bão Ketsena (tháng 9/2009) là 2,4 m tại Hội An - Quảng Nam.... Trong quá khứ, còn nhiều cơn bão mạnh có thể đã gây nước dâng lớn hơn rất nhiều nhưng đã không được ghi nhận do không có trạm đo hoặc không có điều kiện điều tra khảo sát, như bão mạnh Harriet tháng 7/1971 với cấp gió trên cấp 14, (khí áp tại tâm 960 mb) đổ bộ vào Quảng Trị.

Biên độ thủy triều trong khu vực nghiên cứu

có xu hướng giảm dần từ Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế và tăng dần từ đây đến Quảng Nam, nơi có biên độ triều lớn nhất là Quảng Bình và Quảng Nam cũng chỉ khoảng gần 1,0 m. Vì là vùng biển thoáng nên khi bão đổ bộ tạo những đợt sóng lớn tàn phá nhiều công trình hạ tầng ven bờ. Tại trạm khí tượng hải văn Sơn Trà đã ghi nhận được sóng cao tới 6,0 m trong bão Ketsena tháng 9/2009. Ngoài ra do có địa hình nông và thoải nên nước dâng do ứng suất sóng có thể chiếm một phần đáng kể trong mực nước dâng tổng cộng trong bão. Ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão tại khu vực này đã được nghiên cứu đánh giá [1], tuy nhiên, đánh giá hiện trạng và nguy cơ nước dâng do bão chưa được nghiên cứu chi tiết.

### 2.2 Phương pháp nghiên cứu

Đỗ Đình Chiến và cs. [1, 2] đã chỉ ra rằng tại khu vực nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều là không đáng kể và nước dâng do sóng chiếm một phần đáng kể trong mực nước dâng tổng cộng trong bão. Chính vì vậy trong tính toán nước dâng do bão dưới đây, mô hình SuWAT sẽ chỉ xét đến ảnh hưởng của sóng biển. Cơ sở lý thuyết và hiệu chỉnh, kiểm định mô hình SuWAT tại khu vực nghiên cứu được trình bày chi tiết trong các công trình [1, 2, 5].

Phương pháp Monte-Carlo đã được sử dụng để xây dựng tập hợp bão phát sinh thống kê cho 1.000 năm bão. Ý tưởng và cơ sở lý thuyết của phương pháp dựa trên phân bố xác suất của các tham số bão thực tế để xây dựng tập hợp bão phát sinh thống kê cho nhiều năm trong tương lai [3]. Nghiên cứu đã sử dụng số liệu bão trong giai đoạn 1951-2014 được thu thập tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương và trên trang web của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản [6] để tính toán nước dâng do bão tại khu vực nghiên cứu và xây dựng tập hợp bão phát sinh thống kê.

Giá trị nước dâng theo chu kì lặp lại (Return Period) 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm được xác định từ hàm phân bố thống kê tương ứng như sau [3]:

$$H = inv(F(P_H)) \quad (1)$$

trong đó: H là giá trị nước dâng do bão; F là

hàm phân bố xác suất; PH là xác suất phân bố (cumulative probability) của H; P là suất đảm bảo năm:

$$P = \frac{1 - P_H}{t} \quad (2)$$

Trong đó: t là khoảng thời gian trung bình (năm) giữa các số liệu; inv - hàm ngược của F:

$$T_r = \frac{1}{P} \quad (3)$$

Trong đó:  $T_r$  là chu kỳ lặp lại và P là suất đảm bảo theo năm.

Với dải ven biển miền Trung, mô hình SuWAT được thiết kế trên lưới chữ nhật và lồng 3 lớp: miền tính lớn nhất (lưới Biển Đông - lưới D1) từ 8 - 22°N, 105 - 120°E có độ phân giải 4 phút (khoảng 7,4 km); miền tính lồng kế tiếp (lưới khu vực - D2) được thiết lập bao trùm và mở rộng về phía bắc của tỉnh Quảng Bình và phía nam của tỉnh Quảng Nam từ vĩ độ 12 - 18°N, kinh tuyến 106 - 111°E, độ phân giải 1 phút (1,85 km); miền tính thứ 3 (lưới địa phương - D3) có độ phân giải 0,5 phút (khoảng 925 m) với vị trí được xác định cho từng cơn bão sao cho có thể bao trùm hết những khu vực có nước dâng đáng kể (lớn hơn 0,5m).

### 3. Hiện trạng và nguy cơ gây nước dâng do bão khu vực ven biển Quảng Bình đến Quảng Nam

#### 3.1. Hiện trạng nước dâng do bão ven biển Quảng Bình đến Quảng Nam

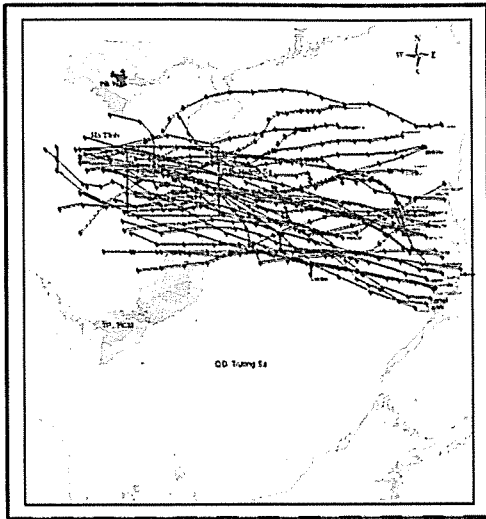
Hiện trạng nước dâng do bão được hiểu là nước dâng đã từng xuất hiện trong các cơn bão lịch sử đổ bộ trong khu vực. Để đánh giá nước dâng bão tại khu vực, không chỉ những cơn bão có tâm đổ bộ vào khu vực mà tất cả các cơn có tâm đổ bộ nằm ngoài nhưng có khả năng gây nước dâng đáng kể tại khu vực đều được tính toán. Hình 1 là quỹ đạo các cơn bão trong giai đoạn 1951-2014 được tập hợp và sử dụng để tính nước dâng tại khu vực.

Kết quả tính toán (hình 2) cho thấy, trong giai

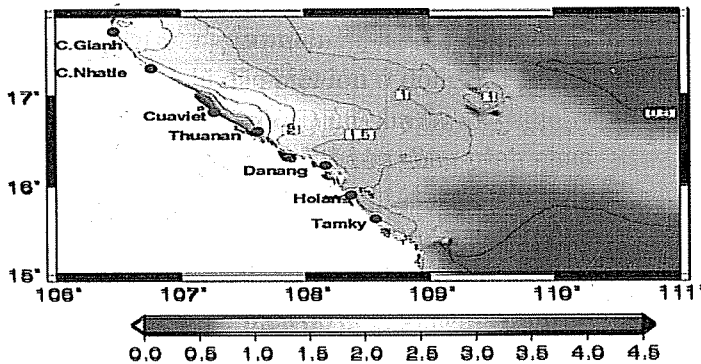
đoạn 1951 - 2014 nước dâng do bão lớn nhất xuất hiện tại Cửa Việt - Quảng Trị lên tới 4,1m trong bão Harriet tháng 7/1971 (cấp 14 - khí áp tâm bão là 945 milibar) đổ bộ vào Phong Điền - Quảng Trị. Một số cơn bão khác như Cecil (10/1975), Betty (8/1987), Xangxane (9/2006), Ketsena (9/2009) cũng gây nước dâng lớn trên 2,0m tại khu vực quanh vị trí tâm bão đổ bộ. Phân bố nước dâng lớn nhất trong khu vực nghiên cứu giai đoạn 1951-2014 được thể hiện trên hình 2, theo đó, vùng nước dâng lớn hơn 2,0 m chủ yếu tập trung ở ven bờ từ Đà Nẵng đến Quảng Bình, khu vực có nước dâng bão lớn nhất là bắc Cửa Việt. Độ lớn nước dâng lớn trên 3,0 m cũng đã xuất hiện tại Huế và Đà Nẵng, khu vực ven biển Quảng Nam cũng đã có nước dâng bão lên tới 2,5 m.

#### 3.2. Nguy cơ nước dâng do bão ven biển Quảng Bình đến Quảng Nam

Để tính toán nước dâng do bão có chu kỳ lặp dài 100, 200 năm đạt độ chính xác cao cần phải có được số liệu bão đầu vào đủ dài tương ứng, ít nhất cũng phải 200 năm [3]. Do vậy, ngoài những cơn bão lịch sử thu thập được (64 năm) cần phải xây dựng thêm các cơn bão giả định. Trên cơ sở số liệu các tham số bão hoạt động trên Biển Đông và có ảnh hưởng đến Việt Nam từ năm 1951-2014 (tổng cộng 402 cơn) đã xây dựng được tập hợp bão phát sinh thống kê trong 1.000 năm, bao gồm 5.492 cơn bão, trong đó có 857 cơn đổ bộ vào khu vực nghiên cứu làm đầu vào cho mô hình tính nước dâng bão. Các cơn bão theo các cấp bão đổ bộ vào khu vực nghiên cứu được tổng hợp trên bảng 1 cho thấy, Quảng Bình là nơi có nhiều bão đổ bộ nhất với 290 cơn. Số cơn bão có khả năng gây nước dâng đáng kể (trên cấp 10) chiếm trên 30%, số cơn bão có cường độ mạnh trên cấp 13 là 10 cơn, trong đó có 3 cơn mạnh trên cấp 15 đổ bộ vào dải ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam trong 1.000 năm.



Hình 1. Quỹ đạo các cơn bão đổ bộ và ảnh hưởng đến khu vực trong giai đoạn 1951-2014



Hình 2. Kết quả tính toán phân bố nước dâng lớn nhất tại dải ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam trong giai đoạn 1951-2014

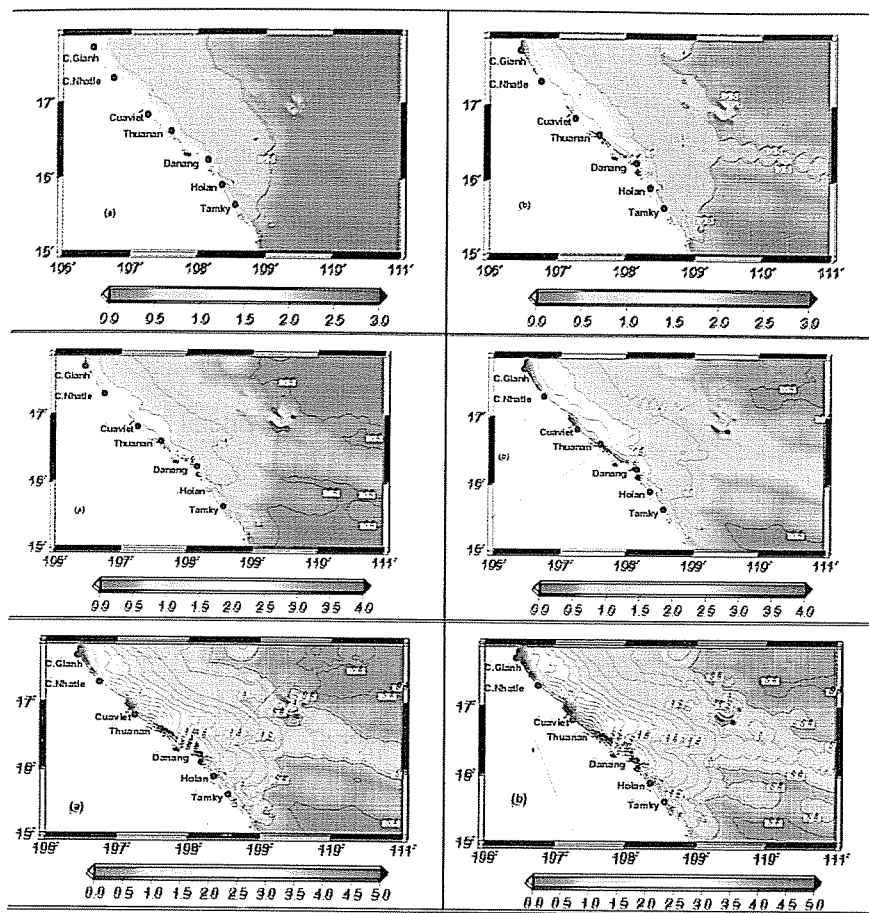
Bảng 1. Tổng hợp bão phát sinh thống kê khu vực nghiên cứu (số cơn /tần suất)

Cấp bão (Bô pho)	Khu vực bão đổ bộ				
	Quảng Bình	Quảng Trị	Huế	Đà Nẵng	Quảng Nam
Áp thấp nhiệt đới	76 /8,9%	29/3,4%	21/2,5%	65/7,6%	43/5,0%
8	69/8,1%	29/2,7%	21/2,5%	39/4,6%	48/5,6%
9	62/7,2%	29 /3,4%	15/1,8%	36/4,2%	30/3,5%
10	24/2,8%	11/1,3%	13/1,5%	5/0,6%	16/1,9%
11	23/2,7%	8/0,9%	3/0,4%	11/1,3%	14/1,6%
12	33/3,9%	28/3,3%	9/1,1%	21/2,5%	22/2,6%
13-14	2/0,2%	1/0,1%	-	2/0,2%	2/0,2%
≥15	1/0,1%	-	-	1/0,1%	1/0,1%
Tổng	290/33,8%	129/15,1%	82/9,6%	180/21,0%	176/20,5%

Tất cả các cơn bão từ cấp 8 (theo thang Beaufort trên bảng 1) trở lên (624 cơn) trong tập hợp bão đổ bộ vào vùng nghiên cứu được sử dụng tính toán nước dâng. Ngoài ra, do bão thường có xu hướng gây nước dâng cao phía bên phải theo hướng bão đổ bộ nên một số cơn bão có tâm đổ bộ không nằm trong khu vực nghiên cứu nhưng có khả năng gây nước dâng tại đây (42 cơn) cũng được đưa vào tính toán, trong đó chủ yếu là các cơn bão có tâm đổ bộ vào Quảng Ngãi.

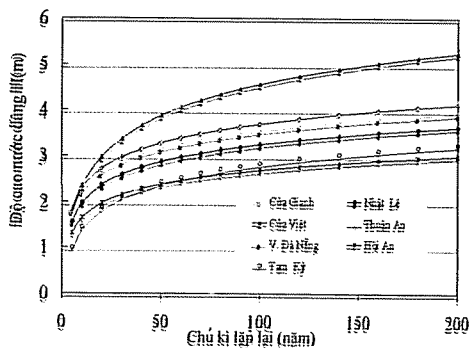
Trên cơ sở kết quả tính nước dâng từ 666 cơn

bão cấp 8 trở lên đã xây dựng bản đồ phân bố nước dâng bão lớn nhất ứng với các chu kỳ lặp 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm (hình 3). Theo đó phân bố nước dâng không hẳn theo một xu thế chung từ bắc vào nam. Những khu vực có nước dâng lớn là bắc Quảng Bình, giữa Quảng Trị, giữa Huế và trong vịnh Đà Nẵng, còn khu vực phía Nam Đà Nẵng và Quảng Nam có nước dâng nhỏ hơn. Nước dâng theo chu kỳ lặp 100 và 200 năm ở Quảng Trị đạt đến 4,6 và 5,4 m.



Hình 3. Phân bố nước dâng bão lớn nhất theo chu kỳ lặp 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm tại vùng ven bờ Quảng Bình-Quảng Nam (thứ tự từ trái qua phải, trên xuống dưới)

Kết quả tính toán nước dâng bão theo các chu kỳ lặp 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm tại các điểm Cửa Gianh và Nhật Lê (Quảng Bình), Cửa Việt (Quảng Trị), Thuận An (Huế), Vịnh Đà Nẵng (Đà Nẵng), Tam Kỳ và Hội An (Quảng Nam) được thể hiện trong hình 4. Theo đó, tại Cửa Việt là nơi có nước dâng lớn nhất với các chu kỳ lặp 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm tương ứng là 1,9 ;2,4; 3,0; 3,9; 4,2 và 5,2 m.



Hình 4. Độ lớn nước dâng bão theo các chu kỳ lặp

Trên đây là một số kết quả nghiên cứu đánh giá nước dâng do bão tại dải ven biển từ Quảng

Bình đến Quảng Nam. Nguy cơ bão và nước dâng do bão cho các khu vực khác sẽ được triển khai nghiên cứu trong thời gian tới.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, nước dâng do bão tại khu vực ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam trong giai đoạn 1951-2014 và theo các chu kỳ lặp 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm được phân tích dựa theo kết quả nghiên cứu tính toán từ mô hình số trị tích hợp SuWAT. Trong đó, ngoài số liệu bão trong giai đoạn 1951-2014, tập hợp bão phát sinh thống kê trong 1.000 năm đã được xây dựng theo phương pháp Monte-Carlo để có được chuỗi số liệu đủ dài tính nước dâng theo chu kỳ lặp tới 200 năm. Một số kết quả đạt được có thể tóm tắt như sau:

- Trong giai đoạn 1951-2014, nước dâng do bão tại khu vực nghiên cứu có độ lớn trên 2,0m chủ yếu tập trung ở ven bờ các tỉnh từ Đà Nẵng đến Quảng Bình, nước dâng bão cao trên 3,0 m đã xuất hiện tại ven bờ tỉnh Quảng Trị và Huế, đặc biệt ở Quảng trị đã có một lần nước dâng bão kỷ lục lên tới 4,1m trong bão Harriet tháng 7/1971.



- Trong 1.000 năm, trong số khoảng 900 cơn bão giả định đổ bộ vào ven bờ từ Quảng Bình đến Quảng Nam thì số cơn bão có khả năng gây nước dâng đáng kể (trên cấp 10) chiếm trên 30%, số cơn có cường độ mạnh trên cấp 13 là 10 cơn, trong đó có 3 cơn mạnh trên cấp 15. Khu vực có nguy cơ nước dâng do bão cao là phía bắc Quảng Bình, giữa Quảng Trị, giữa Huế và trong vịnh Đà

Nãi. Nước dâng theo chu kì lặp ở Quảng Trị có giá trị lớn nhất trong khu vực nghiên cứu và đạt đến 4,6 m và 5,4 m tương ứng với chu kì lặp 100 và 200 năm.

Những kết quả nghiên cứu này sẽ làm cơ sở để xây dựng phương án ứng phó với bão mạnh, siêu bão có khả năng đổ bộ vào khu vực nghiên cứu trong tương lai.

### Tài liệu tham khảo

1. Đỗ Đình Chiến, Nguyễn Bá Thủy, Nguyễn Thọ Sáo, Trần Hồng Thái, Sooyoul Kim (2014), *Nghiên cứu tương tác sóng và nước dâng do bão bằng mô hình số trị*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 647, tháng 11/2014;
2. Đỗ Đình Chiến, Trần Sơn Tùng, Nguyễn Bá Thủy, Trịnh Thị Tâm, Sooyoul Kim (2014), *Một số kết quả tính toán thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão bằng mô hình SuWAT*, Tuyên tập báo cáo Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng, Thủy văn, Môi trường và Biến đổi khí hậu (ISBN: 978-604-904-248-5);
3. Đình Văn Mạnh và nnk (2014), *Tính toán cao độ mực nước biển phục vụ thiết kế công trình ven biển*, Nxb Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội;
4. Đình Văn Ưu và cs. (2010), *Đánh giá biến động mực nước biển cực trị do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu phục vụ chiến lược kinh tế biển*, Báo cáo tổng kết đề tài KC-09.23/06-10, Hà Nội;
5. Soo Youl Kim, Tomohiro Yasuda, Hajime Mase (2010), *Wave Set-up in the Storm surge along Open Coasts during Typhoon Anita*, Coastal Engineering, Vol (57), pp. 631-642;
6. <http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/besttrack.html>.

## STUDYING FOR ASSESSMENT OF STORM SURGE ALONG THE COASTAL AREA FROM QUANG BINH TO QUANG NAM

Do Dinh Chien<sup>(1)</sup>, Tran Hong Thai<sup>(2)</sup>, Nguyen Tho Sao<sup>(3)</sup>, Nguyen Ba Thuy<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

<sup>(2)</sup> Hydro-Meteorological Service of Vietnam

<sup>(3)</sup> VNU University of Science

<sup>(4)</sup> National Center for Hydro-meteorological Forecasting

**Abstract:** Storm surge in the coastal area from Quang Binh to Quang Nam during the period of 1951-2014 and the return period are analyzed based on the result from a coupling of surge, wave and tide model (called as SuWAT). Where, beside the historical data, the bogus storms in 1.000 years developed by the Monte-Carlo method to be added in order to have sufficient data for calculating the return period values. The results showed that, in the period of 1951-2014, the highest surges reached 4,1m in Quang Tri during the Harriet storm with 14 Beaufort scale land fall at July/1971. The distribution of return periods are not in accordance with the general trend, decreasing from the North to South. The areas with the high risk of surge are north of Quang Binh, middle of Quang Tri, between Hue coast and Da Nang bay, while the south of Da Nang and Quang Nam coastal are lower. The surges in the 100 and 200 years return periods in Quang Tri reach 4.6m and 5.4 m. The research results are scientific basis for developing scenarios to cope with extreme storms hit the region in the future.

**Key words:** storm surge, storm surge risk, couple modelling.

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 11 MÔ PHỎNG ĐÒNG CHẢY LŨ HẠ LƯU SÔNG CẢ

Trần Văn Tình và Nguyễn Thị Bích Ngọc

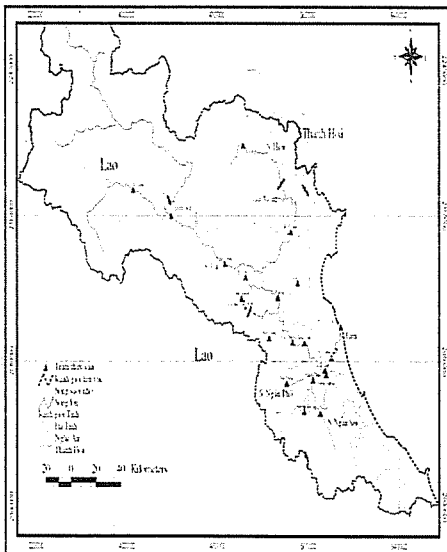
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

**L**ũ lụt là một trong những thảm họa thường xuyên nhất gây thiệt hại cho trái đất. Trong những năm gần đây, do tác động của biến đổi khí hậu, tình hình lũ lụt ngày càng gia tăng cả về tần suất lẫn cường độ gây thiệt hại nghiêm trọng đến tính mạng và tài sản của nhân dân. Sông Cả là một lưu vực lớn ở vùng Bắc Trung Bộ, nguồn nước sông Cả đóng một vai trò rất quan trọng trong sự phát triển kinh tế - xã hội các tỉnh Nghệ An và Hà Tĩnh. Tuy nhiên, bên cạnh đó trên lưu vực lũ lụt thường xuyên xảy ra và gây nhiều hậu quả nghiêm trọng, đặc biệt đối với vùng hạ dụ. Việc nghiên cứu toàn diện về chế độ thủy động lực của lưu vực sông Cả thông qua ứng dụng mô hình toán sẽ là cơ sở quan trọng cho việc đề xuất các giải pháp phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do lũ gây ra. Bài báo này đã sử dụng mô hình thủy động lực Mike 11 nghiên cứu nguyên nhân, đặc điểm và tính toán mô phỏng đánh giá dòng chảy lũ trên lưu vực sông Cả nhằm thực hiện mục tiêu trên.

*Từ khóa: Sông Cả, dòng chảy hạ lưu.*

## 1. Mở đầu

Sông Cả là một trong chín hệ thống sông chính ở Việt Nam thuộc khu vực Bắc Trung Bộ. Diện tích lưu vực sông cả là 27.200 km<sup>2</sup>; chiều dài dòng chính là 531km, trong đó đoạn sông chảy trên lãnh thổ Lào dài 170 km, còn lại là 361km chảy qua hai tỉnh Nghệ An và Hà Tĩnh rồi đổ ra Biển Đông tại Cửa Hội (hình 1).



Hình 1. Bản đồ mạng lưới sông và lưới trạm thủy văn trong hệ thống sông Cả

Địa hình Lưu vực sông Cả rất đa dạng, nhưng chủ yếu là đồi núi nên có độ dốc bình quân lưu vực lớn, phần đồng bằng ven biển nhỏ hẹp, hơn

nữa do lưu vực lại nằm trong khu vực có lượng mưa lớn, vì vậy, đây là một trong những vùng xảy ra thiên tai thường xuyên và nghiêm trọng nhất là lũ lụt.

Mùa mưa trên lưu vực sông Cả thường kéo dài từ tháng 5-10 ở trung và thượng lưu và từ tháng 8-11 ở vực hạ lưu dòng chính. Mưa ở hạ lưu sông Cả thường lớn hơn mưa ở thượng lưu, hướng di chuyển mưa cũng thường từ hạ lưu lên thượng lưu. Mưa gây lũ đặc biệt lớn trên sông Cả thường kéo dài trên một tuần lễ. Lượng mưa 7 ngày lớn nhất, tần suất 2% biến đổi từ 800 - 1.400 mm ở đồng bằng và 700 - 1.200 mm ở miền núi [3].

Cũng như các vùng khác ở khu vực Bắc Trung Bộ, lưu vực sông Cả chịu sự khống chế của nhiều hệ thống thời tiết. Mỗi hệ thống thời tiết lại thịnh hành vào các thời kì khác nhau trong năm và chúng quyết định hình thể thời tiết nói chung và mưa nói riêng. Trên lưu vực sông Cả nguyên nhân gây mưa lũ lớn là do các hình thể thời tiết như: bão, áp thấp nhiệt đới (ATNĐ), không khí lạnh, dải hội tụ nhiệt đới và sự kết hợp của chúng gây nên.

Trên lưu vực có lũ tiểu mãn xuất hiện vào tháng 5, 6 và lũ chính vụ xảy ra từ tháng 9 -11. Hàng năm thường có từ 5- 6 trận lũ. Nhìn chung khả năng xuất hiện lũ lớn của các vùng trong lưu

vực khác nhau. Vùng thượng nguồn sông Cà thời gian xuất hiện lũ lớn thường là vào các tháng 8, 9. Vùng lưu vực sông Ngàn Phố, Ngàn Sâu lũ lớn xảy ra vào các tháng 9, 10 và 11. Thời gian xuất hiện lũ trên lưu vực chậm dần từ thượng nguồn xuống hạ du, lũ trên các nhánh sông ở phía thượng nguồn sông thường xuất hiện sớm hơn so với lũ tại những nhánh sông ở dưới hạ du, chính vì sự xuất hiện lũ ở các nhánh sông lệch pha nhau đã làm cho mùa lũ ở phía hạ du sông Cà kéo dài đến 6 - 7 tháng - từ tháng 6 - 12, mức độ tập trung lũ và khả năng xảy ra lũ lớn nhất ở các vùng không đồng thời nên đã giảm bớt nguy cơ xảy ra lũ lớn ở hạ du. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, khi mưa được sinh ra bởi các hoàn lưu cỡ lớn, bao phủ diện rộng như bão hoặc ATNĐ, khi đó lũ đặc biệt lớn ở dòng chính gặp lũ lớn ở các nhánh sông vùng hạ du sẽ gây nên lũ lớn và đặc biệt lớn ở phần hạ du.

Tùy theo hình thể thời tiết gây mưa cũng như sự phân phối mưa theo thời gian mà lũ xảy ra trên sông Cà có thể là lũ đơn (1 đỉnh), lũ kép (2 hoặc 3 đỉnh). Tuy nhiên do điều kiện địa hình có độ dốc lớn và sông ngắn nên lũ xảy ra trên lưu vực thường là lũ đơn, đỉnh lũ nhọn, nhánh lũ lên dốc. Thời gian duy trì trận lũ các vùng khác nhau, ở các sông suối nhỏ thường kéo dài từ 2 - 3 ngày, trên sông chính ở thượng và trung lưu khoảng từ 3 đến 5 ngày còn ở hạ lưu có thể kéo dài đến 17 ngày. Khi mưa lớn và tập trung thì thời gian lũ lên rất ngắn, nhất là những lưu vực sông có địa hình dốc.

Biên độ lũ lên ở sông suối nhỏ thường dưới 3-5 m, nhưng có thể tới 6 -7 m trên sông vừa, thậm chí hơn 10 m trong trận lũ quét trên sông Ngàn Phố vào tháng 9/2002. Ở hạ lưu các sông biên độ lũ trong khoảng 5 - 10 m. Cường suất lũ lên trung bình khoảng 5 - 20 cm/giờ. Cường suất lũ lên lớn nhất trong 1 giờ có thể đạt tới 50- 150 cm/giờ [2].

## 2. Thiết lập mô hình thủy lực nghiên cứu dòng chảy lũ trên lưu vực sông Cà

Trong bài báo sử dụng mô hình Mike 11 để mô phỏng chế độ thủy lực dòng chảy lũ ở khu vực hạ lưu sông Cà:

### 2.1 Sơ đồ mạng lưới

Mạng lưới sông tính toán giới hạn trong khu vực hạ lưu của sông Cà (từ trạm thủy văn Yên Thượng), sông Ngàn Phố (từ trạm thủy văn Sơn Diệm) và sông Ngàn Sâu (từ trạm thủy văn Hòa Duyệt) đến Cửa Hội (hình 2).

Trên đoạn sông Cà có 37 mặt cắt trên sông có trạm Yên Thượng đo lưu lượng, trạm Nam Đàn và trạm Chợ Tràng đo mực nước. Các mặt cắt được phân bố như sau:

- Đoạn từ trạm Yên Thượng đến trạm Nam Đàn có 6 mặt cắt.

- Đoạn từ trạm Nam Đàn đến trạm Chợ Tràng có 13 mặt cắt.

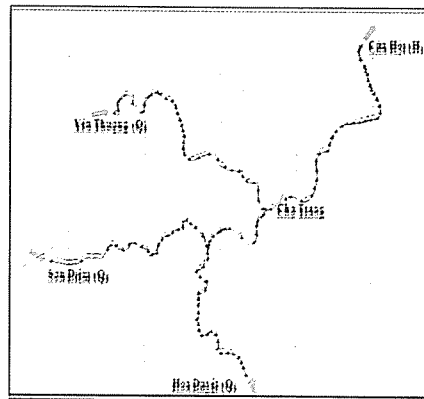
- Đoạn từ trạm Chợ Tràng đến Cửa Hội đổ ra biển có 18 mặt cắt.

Trên đoạn sông Ngàn Phố có 11 mặt cắt và có trạm Sơn Diệm trạm đo lưu lượng.

Trên đoạn sông Ngàn Sâu có 21 mặt cắt, trên sông có trạm Hòa Duyệt đo lưu lượng và trạm Linh Cảm đo mực nước. Số lượng mặt cắt được phân bố cụ thể như sau:

- Đoạn từ trạm Hòa Duyệt đến Linh Cảm có 16 mặt cắt

- Đoạn từ trạm Linh Cảm đến hợp lưu với sông Cà có 5 mặt cắt.



Hình 2. Sơ đồ mạng lưới thủy lực tính toán

### 2.2 Điều kiện biên của mô hình thủy lực

Biên trên của mô hình thủy lực là quá trình lưu lượng theo thời gian  $Q = f(t)$  tại: trạm Yên Thượng (sông Cà), trạm Sơn Diệm (sông Ngàn Phố) và trạm Hòa Duyệt (sông Ngàn Sâu). Biên dưới của mô hình là đường quá trình mực nước tại trạm thủy văn Cửa Hội.

Nhằm đánh giá quá trình mô phỏng kiểm tra kết quả tính toán của mô hình, căn cứ vào nhiệm vụ của bài toán và điều kiện số liệu, bài báo lựa chọn một nút kiểm tra tại các vị trí mặt cắt trùng với trạm thủy văn Chợ Tràng.

**2.3 Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định**

Dựa vào số liệu thực đo về lưu lượng và mực nước theo giờ tại các trạm thủy văn trên lưu vực sông qua các năm tiến hành lựa chọn trận lũ tính toán (bảng 1):

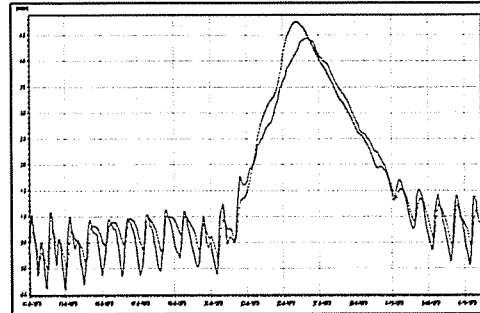
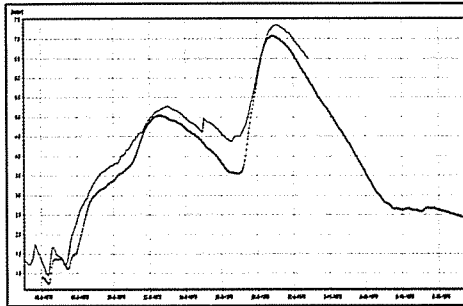
*Bảng 1. Bảng thống kê các trận lũ lựa chọn để hiệu chỉnh và kiểm định*

Năm	Thời gian bắt đầu	Thời gian kết thúc	Mục đích
1978	1 giờ 00 ngày 16/9	11 giờ 00 ngày 9/10	Hiệu chỉnh
1979	1 giờ 00 ngày 11/9	19 giờ 00 ngày 5/10	Hiệu chỉnh
1975	1 giờ 00 ngày 25/8	23 giờ 00 ngày 30/9	Kiểm định

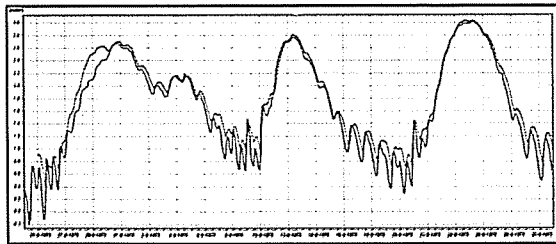
Để hiệu chỉnh thông số cho mô hình, bài báo đã sử dụng phương pháp thử dần. Công tác hiệu chỉnh chủ yếu được tiến hành bằng cách thay đổi độ nhám. Hệ số nhám xác định cho từng mặt cắt và nhám đáy sông được thay đổi trong quá trình hiệu chỉnh mô hình và kiểm tra tính hợp lý thông

qua tài liệu đo đạc tại trạm thủy văn Chợ Tràng.


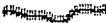
Kết quả thu được sau khi chạy mô hình với các trận lũ được chọn để hiệu chỉnh và kiểm định của các năm được đánh giá tại trạm thủy văn Chợ Tràng trên sông Cả như hình 3, hình 4 và bảng 2.



*Hình 3. Quá trình mực nước hiệu chỉnh tại Trạm Chợ Tràng*



*Hình 4. Quá trình mực nước kiểm định tại Trạm Chợ Tràng năm 1975*

Trong đó:  Đường quá trình mực nước thực đo  
 Đường quá trình mực nước tính toán

*Bảng 2. Bảng kết quả đánh giá sai số khi hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tại trạm Chợ Tràng*

Năm	Nash	Sai số đỉnh (%)	Sai số tổng lượng (%)
1978	0,98	2,76	7,71
1979	0,95	5,20	7,26
1975	0,96	7,96	0,38

Dựa vào kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình ta thấy đường quá trình mực nước tại các trạm thủy văn Chợ Tràng giữa thực đo và tính

toán của mô hình tương đối đồng dạng, quá trình lũ lên và quá trình lũ xuống đều rất sát nhau. Các chỉ tiêu đánh giá sai số đều cho kết quả tốt: chỉ

tiêu NASH đều đạt trên 0,95, sai số tổng lượng nhỏ hơn 8% và kết quả mô phỏng hầu như đều lớn hơn so với kết quả thực đo, đỉnh lũ của đường quá trình tính toán không sai lệch nhiều và thời gian xuất hiện chủ yếu là sớm hơn so với thực đo. Như vậy bộ thông số mô hình tìm được đã mô phỏng tương đối chính xác về điều kiện địa hình, hình dáng lòng sông.

**3. Xây dựng kịch bản diễn toán lũ hạ lưu sông Cả**

**3.1 Cơ sở xây dựng các kịch bản**

Do hầu hết hệ thống đê phòng lũ trên hệ thống sông Cả được thiết kế với tần suất P= 2%, tuy nhiên, dưới tác động của biến đổi khí hậu việc xuất hiện các trận lũ cực đoan lớn hơn trận lũ thiết

kế hoàn toàn có thể xảy ra dẫn đến khó khăn trong việc lường trước những diễn biến mức độ ngập lụt, cũng như thiệt hại do chúng mang đến. Vì vậy, cần xem xét đánh giá trước các trận lũ lớn để có thể tính toán và phòng tránh nhằm giảm nhẹ thiệt hại do lũ gây ra đặc biệt ở khu vực hạ lưu, cần phải xây dựng các kịch bản lũ ứng với tần suất nhỏ như 1% và 0,5% dựa trên những trận lũ thực tế đã xảy ra trên lưu vực (bảng 3).

Trong năm 1978 đã xảy ra trận lũ lớn lịch sử trên lưu vực sông Cả ứng với tần suất P=2%, do vậy trận lũ này đã được sử dụng để xây dựng quá trình lũ ứng với các tần suất thiết kế, thông qua diễn toán thủy lực để xác định đường mực nước lũ thiết kế, xem xét mức độ ngập lụt ở hạ lưu.

*Bảng 3. Bảng tính toán lưu lượng đỉnh lũ ứng với tần suất thiết kế và thực đo năm 1978*

Tên trạm	P = 1%	P = 0,5%	Năm 1978
Hòa Duyệt (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /s)	3,96	4,23	2,79
Yên Thượng (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /s)	1,3	14,8	13
Sơn Diệm (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /s)	5,29	6,05	3,70

**3.2 Kết quả mô phỏng diễn toán lũ ứng với các tần suất thiết kế 1% và 0,5%**

Dựa vào bộ thông số đã tìm được trong phần hiệu chỉnh và kiểm định và các trận lũ thu phỏng ứng với các tần suất thiết kế là 1%; 0,5% tiến hành chạy mô hình với các kịch bản. Phân tích kết quả mô phỏng của mô hình ứng với các tần suất thiết kế sẽ tập trung vào các vấn đề sau:

- Độ sâu lớn nhất tại các vị trí mặt cắt trên các nhánh sông trong thời gian mô phỏng;
- Đường quá trình mực nước tại trạm Chợ Tràng;
- Thời gian ngập lụt.

So sánh kết quả khi chạy mô hình ứng với các tần suất thiết kế tại tất cả các nhánh sông (bảng 4).

*Bảng 4. Độ sâu lớn nhất tại các mặt cắt trên các nhánh sông ứng với các kịch bản*

Tên nhánh sông	Độ sâu lớn nhất (m)		
	1978	1%	0.5%
Sông Cả	9,85 ÷ 20,28	10,14 ÷ 20,50	10,48 ÷ 21,07
Sông Ngàn Phố	9,59 ÷ 15,77	10,97 ÷ 18,23	11,53 ÷ 19,28
Sông Ngàn Sâu	8,52 ÷ 17,42	9,26 ÷ 18,90	9,84 ÷ 19,42

Độ sâu lớn nhất tại các mặt cắt trên nhánh sông Cả có biên độ thay đổi giữa các kịch bản là nhỏ nhất chỉ khoảng 0,3m còn sông Ngàn Phố độ sâu lớn nhất có biên độ thay đổi lên đến là 1m. Trong trận lũ năm 1978 trên sông cả có 7 vị trí mặt cắt, sông Ngàn sâu có 1 vị trí mặt cắt không xảy ra hiện tượng ngập lụt còn sông Ngàn Phố thì tất cả các mặt cắt đều bị ngập. Hai trận lũ ứng với tần suất thiết kế 1% và 0,5% thì trên sông Ngàn Phố và sông Ngàn sâu tất cả các mặt

cắt đều bị ngập và trên sông Cả chỉ còn lại 5 mặt cắt là chưa bị ngập. Trận lũ ứng với tần suất 0,5% có mức độ ngập sâu hơn so với trận lũ ứng với tần suất 1% từ 0,3 - 0,5m, đặc biệt là ở nhánh sông Ngàn Phố độ sâu lớn nhất thay đổi giữa hai tần suất lên đến 1m.

Dựa trên kết quả mực nước lớn nhất tại các nhánh sông, cao trình hai bên bờ của các nhánh sông, khoảng cách giữa các mặt cắt có thể xác định được chiều dài các đoạn bị ngập, tràn đê

trung ứng với các đoạn sông. Hầu hết trong hai bên bờ của tất cả các nhánh sông thì bờ bên phải có cao trình thấp hơn nên thường xuyên bị tràn khi có lũ. Do vậy đã lấy chiều dài bị ngập bờ phải của các nhánh sông trong các kịch bản để so sánh với nhau. Kết quả tính toán tại vị trí mặt cắt trạm Chợ Tràng ứng với năm 1978, tần suất 1% và 0,5% được thống kê trong bảng 5.

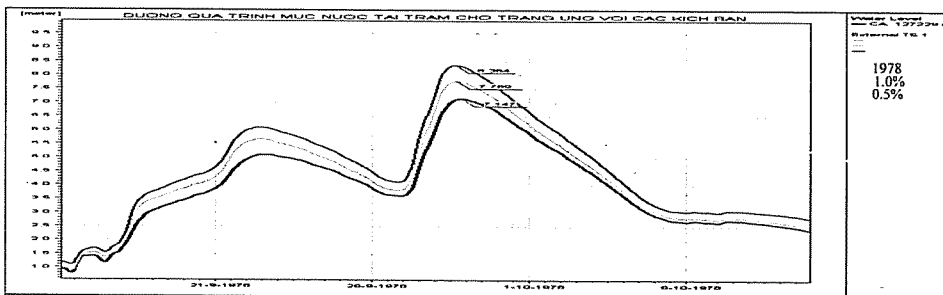
Trong cả hai trận lũ ứng với tần suất 1% và 0,5% trên các nhánh sông tại các vị trí hầu hết đều có xảy ra ngập và mức độ ngập chủ yếu là trên 0,5m. Giữa hai kịch bản thì chiều dài đoạn sông bị ngập không có sự khác biệt lớn bởi với trận lũ 1% thì trên tất cả nhánh sông đều đã xảy ra ngập rồi ngoại trừ các vị trí ứng với 5 mặt cắt trên sông Cà là chưa bị ngập.

Bảng 5. Chiều dài các đoạn bị ngập do các trận lũ ứng với tần suất 1% và 0,5%

ΔZ	Chiều dài các đoạn bị ngập tương ứng với bờ phải các nhánh sông (km)					
	Sông Cà		Ngàn Phố		Ngàn Sâu	
	>0,5m	>4m	>0,5m	>4m	>0,5m	>4m
1%	58,5	4,88	26,742	20,47	36,18	28,05
0,5%	60,2	8,32	26,77	24,62	36,68	29,95

Xét mực nước ở cùng một vị trí mặt cắt tại trạm Chợ Tràng có mức báo động III là 5,36 m và báo động khẩn cấp là 7,0 thấy mức độ ngập lụt ở hạ du ứng với các kịch bản. Trận lũ ứng với tần suất 1% Hmax tại trạm là 7,79 m, trận lũ ứng với tần suất 0,5% Hmax tại trạm là 8,36 m,

chênh lệch mực nước lũ giữa hai tần suất là 0,57 m và cả hai đỉnh lũ đều vượt mức báo động khẩn cấp. Do cả hai trận lũ đều sử dụng trận lũ năm 1978 làm trận lũ điển hình để thu phóng nên dạng đường quá trình và thời gian lũ là như nhau.



Hình 5. Quá trình mực nước tại Chợ Tràng với các tần suất tính toán và trận lũ năm 1978

Khi đánh giá lũ lụt trên lưu vực ngoài đỉnh lũ thì thời gian duy trì mực nước lớn trên sông cũng hết sức quan trọng và nó ảnh hưởng rất lớn đến độ an toàn của đê, cũng như mức độ nghiêm trọng ngập lụt. Từ kết quả mực nước tại trạm

Chợ Tràng trận lũ năm 1978, các trận lũ ứng với tần suất thiết kế căn cứ vào mức báo động lũ trên sông Cà xác định được thời gian duy trì mực nước vượt báo động 3 và báo động khẩn cấp như trong bảng 6.

Bảng 6. Thời gian duy trì mực nước vượt báo động cấp 3 và báo động khẩn cấp tại trạm Chợ Tràng

Trường hợp	Thời gian vượt BĐ 3	Thời gian vượt BĐ khẩn cấp
1978	96 h	22h
1%	156 h	48h
0,5%	199 h	66h

Trạm Chợ Tràng là vị trí có cao trình hai bên bờ thấp (khoảng 3- 3,5m) nên thời gian mực nước cao hơn cao trình đê và ngập lụt thường

kéo dài nên mức độ thiệt hại của lũ rất lớn. Kết quả thống kê thời gian ngập ứng tại khu vực trạm Chợ Tràng như trong bảng 7.

Bảng 7. Thời gian ngập úng tại vị trí trạm Chợ Tràng

Trường hợp	Thời gian ( h )
1978	336
1%	365
0,5%	386

Kết quả so sánh các kịch bản trong cùng một thời gian, không gian cho thấy kịch bản ứng với tần suất lũ thiết kế càng bé thì quy mô trận, mức độ nghiêm trọng, mức độ thiệt hại của trận lũ đó càng lớn.

### 5. Kết luận

Kết quả mô phỏng các trận lũ cho thấy trên sông rất nhiều vị trí xảy ra mức độ lũ lụt nghiêm trọng. Tại Chợ Tràng mực nước lũ lớn nhất của hai trận lũ ứng với tần suất 1% và 0,5% đều vượt mực nước lũ lớn nhất năm 1978 từ 0,6 – 2,5 m. Lũ xảy ra trên tất cả các nhánh sông tính toán, mực nước lũ cao hơn cao trình đê ở nhiều vị trí mặt cắt và kéo dài hàng chục km. Thông qua kết quả tính toán có thể phát triển lên là xây dựng bản đồ ngập lụt ứng với các tần suất thiết kế để phục vụ trong công tác cảnh báo, quản lý và giảm nhẹ tác hại do lũ gây ra trên lưu vực.

### Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Thanh Tùng (2011), *Nghiên cứu dự báo mưa, lũ trung hạn cho vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ - Ứng dụng cho lưu vực sông Cả*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Thủy lợi.
2. PGS.TS. Trần Thanh Xuân (2012), *Tài nguyên nước các hệ thống sông chính ở Việt Nam*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
3. Viện quy hoạch Thủy Lợi (2004), *Dự án Quy hoạch sử dụng tổng hợp nguồn nước lưu vực sông Cả, Hà Nội*.

## APPLICATION OF MIKE 11 MODEL TO SIMULATE FLOOD REGIME IN DOWNSTREAM AREA OF CA RIVER BASIN

Tran Van Tinh and Nguyen Thi Bich Ngoc

Ha Noi University of Natural Resources and Environment

**Abstract:** Flood is one of the most frequent disasters on the earth. In current years, in the context of climate change, flooding situation is increasing significantly relating to the frequency and volume of flood events which cause extremely dangerous damage to the life and properties of local people. The Ca river basin is one of large one in the North-middle area of Vietnam, water resource of Ca River plays an important role in socio-economic development process of Nghe An and Ha Tinh province. However, on this river basin flood also frequently occurs and causes seriously consequences to downstream area, especially. Therefore, data collection is very essential to have clearly understanding about flood problems, adaptation and mitigation of flooding damage. This paper shows specific results of analysis of causes and characteristics as well as calculated simulation of flood flow on Ca river basin.

**Keywords:** Ca river, down stream flow.

# ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP BAYESIAN TRONG TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY LŨ THIẾT KẾ

Cù Thị Phương - Trường Đại học Công nghệ Sydney

**T**ính toán dòng chảy lũ thiết kế là một trong những nhiệm vụ quan trọng trong quy hoạch lưu vực sông, nhằm giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt gây ra. Tính toán dòng chảy lũ thiết kế ở Việt Nam chủ yếu dựa trên 3 phương pháp: Phương pháp mô-men, phương pháp thích hợp và phương pháp 3 điểm. Trong bài báo trình bày ứng dụng phương pháp Bayesian để tính toán dòng chảy lũ thiết kế cho 2 trạm An Khê và Củng Sơn, trên sông Ba và so sánh, đồng thời phân tích những ưu điểm và nhược điểm của phương pháp Bayesian so với các phương pháp truyền thống trong tính toán dòng chảy lũ thiết kế.

*Từ khóa:* Dòng chảy lũ thiết kế; Phương pháp Bayesian.

## 1. Mở đầu

Dòng chảy lũ thiết kế là dòng chảy lũ được tính theo tần suất xuất hiện được quy định đối với từng cấp công trình, nó được ứng dụng trong thiết kế các công trình liên quan đến dòng chảy và khả năng phòng, chống và thoát lũ, như các hồ chứa, các hệ thống thoát nước tại các khu dân cư. Phương pháp tính toán dòng chảy lũ thiết kế được đề cập trong quy phạm và trong các giáo trình tính toán thủy văn thiết kế.

Tính toán dòng chảy lũ thiết kế có thể là một trong những vấn đề quan trọng trong nghiên cứu thủy văn, được chia thành 3 trường hợp: trường hợp có đủ số liệu đo đạc, trường hợp số liệu đo đạc ngắn và trường hợp không có số liệu đo đạc dòng chảy lũ.

Trong trường hợp có đủ số liệu đo đạc, dòng chảy lũ thiết kế được xác định theo 3 phương pháp: phương pháp 3 điểm, phương pháp thích hợp và phương pháp moment. Trong đó phương pháp được sử dụng phổ biến ở Việt Nam là phương pháp thích hợp. Trong phương pháp này đường tần suất được xác định bằng cách điều chỉnh các thông số thống kê sao cho phù hợp với các điểm kinh nghiệm. Một trong những hạn chế của phương pháp là giá trị của dòng chảy lũ thiết kế mang tính chủ quan của người tính toán. Hạn chế đáng lưu ý thứ 2 của phương pháp này là kết quả tính toán giá trị dòng chảy thiết kế là một giá trị đơn lẻ, chưa thể hiện được ý nghĩa thống kê, trong khi chuỗi dòng chảy thực đo chỉ là một mẫu trong tổng thể. Phương pháp chỉ đưa ra trị số của dòng chảy ứng với các tần suất thiết kế

mà không xác định được phân bố, do đó khó có thể xác định được khoảng tin cậy của dòng chảy thiết kế.

Dòng chảy lũ thiết kế được giới thiệu trong ngành về dữ liệu dòng chảy của Hoa Kỳ [1, 2]. Một trong những nghiên cứu đáng lưu ý trong những năm gần đây là nghiên cứu của Kuzera (2005) ứng dụng phương pháp tiếp cận Bayesian để xác định đường tần suất và các đặc trưng thống kê của đường tần suất [1]. Phương pháp coi bộ thông số thống kê như một giá trị ngẫu nhiên, tuân theo quy luật phân phối chuẩn và có thể xác định theo phương pháp “chọn mẫu quan trọng” (importance sampling). Bài báo sẽ giới thiệu phương pháp Bayesian để tính toán dòng chảy lũ thiết kế và khoảng tin cậy trong trường hợp có đủ số liệu đo đạc.

## 2. Giới thiệu phương pháp Bayesian

Phương pháp Bayesian quan niệm chuỗi số liệu thực đo (trong trường hợp này là dòng chảy lũ) là một mẫu nhỏ trong tổng thể dòng chảy trên lưu vực. Chuỗi số liệu này có thể mô phỏng ngẫu nhiên từ một hàm phân bố  $M$  với hàm mật độ tần suất pdf  $p(D|\beta, M)$ . Trong đó  $\beta$  là bộ thông số thống kê. Khái niệm hàm phân bố pdf  $p(D|\beta, M)$  tùy thuộc vào bối cảnh. Nếu hàm phân bố pdf  $p(D|\beta, M)$  được sử dụng để mô tả phân bố của một chuỗi số liệu ( $D$ ) với các thông số thống kê  $\beta$ , hàm sẽ được gọi là hàm phân bố của chuỗi số liệu đã cho. Tuy nhiên, nếu mục tiêu của bài toán là tìm các thông số thống kê của mô hình, hàm phân bố pdf  $p(D|\beta, M)$  sẽ được coi như một hàm số để chứng thực chuỗi số  $D$  đã biết, bộ thông số



$\beta$  là mục tiêu cần xác định. Bayesian quan niệm rằng, bộ thông số  $\beta$  cũng là biến số ngẫu nhiên, tuân theo một quy luật phân bố nhất định và được xác định theo hàm mật độ tần suất:

$$p(\beta | D, M) = \frac{p(D | \beta, M) p(\beta | M)}{p(D | M)}$$

Theo quan niệm trên, dòng chảy lũ được coi là bộ số liệu có các thông số thống kê  $\beta$ . Giá trị thực của bộ thông số tuân theo một hàm phân bố  $p(\beta | D, M)$  và được sử dụng để xác định độ tin cậy của các thông số thống kê. Bayesian sử dụng phương pháp “chọn mẫu quan trọng” để xác định hàm phân bố của các thông số thống kê. Ngoài ra, phương pháp Bayesian còn đề cập đến một số vấn đề cơ bản trong quá trình xây dựng đường tần suất như: sai số chuyển đổi mực nước - lưu lượng, sai số lấy mẫu, hệ số điều chỉnh theo vùng.

Phương pháp trên được ứng dụng để tính toán dòng chảy lũ thiết kế tại 2 trạm trên lưu vực sông Ba là An Khê và Củng Sơn.

### 3. Giới thiệu lưu vực nghiên cứu

Sông Ba là một trong những sông lớn thuộc Tây Nguyên và vùng duyên hải Nam Trung Bộ, có diện tích lưu vực là 13.508 km<sup>2</sup>, phía bắc giáp lưu vực sông Trà Khúc, sông Kôn, phía nam giáp lưu vực sông Cái và sông Bàn Thạch, phía tây giáp lưu vực sông Sê san và sông Srêpôk, phía đông giáp lưu vực sông Kôn, Kì Lộ và đổ ra Biển Đông.

Sông Ba bắt nguồn từ đỉnh núi Ngọc Rô của dãy Trường Sơn có độ cao 1.549 m. Lưu vực sông nằm trong địa phận 3 tỉnh Gia Lai, Đắk

Lắk, Phú Yên và một phần rất nhỏ thuộc tỉnh Kon Tum; chiếm 4,3% diện tích cả nước. Dòng chính sông Ba dài 386 km. Sông Ba có 5 sông nhánh có diện tích lưu vực lớn hơn 500 km<sup>2</sup>: sông Ia Pi Hao (552 km<sup>2</sup>), sông Đắc Pô Cô (762 km<sup>2</sup>), sông Ia Yun (2950 km<sup>2</sup>), sông Krông - HnĂng (1840 km<sup>2</sup>) và sông Hinh (1040 km<sup>2</sup>).

Đặc điểm dòng chảy lũ: Chế độ lũ của sông Ba ở khu vực hạ lưu chịu sự chi phối mạnh của lũ 2 tiêu lưu vực sông nhánh Ia Yun và thượng nguồn Sông Ba. Ngoài lũ chính vụ, lũ tiểu mãn thường xuất hiện vào tháng 5, 6, lũ sớm vào tháng 8, lũ muộn vào tháng 12 ảnh hưởng đáng kể và thường xuyên đến sản xuất nông nghiệp ở vùng hạ lưu.

Lũ trên sông Ba hình thành từ mưa do: bão, áp thấp nhiệt đới từ Biển Đông; hoặc do dải hội tụ nhiệt đới; gió mùa tây nam, không khí lạnh gây ra.

Theo số liệu đã quan trắc từ năm 1977 đến 2005, lưu lượng lũ lớn nhất tại trạm Củng Sơn là 20.700 m<sup>3</sup>/s (4/10/1993) và tại trạm Sông Hinh là 2.528 m<sup>3</sup>/s (4/10/1993); tại trạm An Khê là 2.440m<sup>3</sup>/s (9/11/1981) và tại trạm Krông HnĂng là 209 m<sup>3</sup>/s (9/10/1983).

Dữ liệu dòng chảy lũ: Dòng chảy lũ trên lưu vực được đo đạc tại 3 trạm: An Khê, Củng Sơn và sông Hinh. Trạm Củng Sơn và An Khê có số liệu dòng chảy từ năm 1977 đến nay, số liệu tương đối tốt và đáng tin cậy. Số năm quan trắc và số trận lũ đo được tại 3 trạm được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Thời gian quan trắc dòng chảy lũ sông Ba

TT	Trạm	Sông	Diện tích khống chế (km <sup>2</sup> )	Số năm quan trắc	Giai đoạn quan trắc	Số trận lũ
1	An Khê	Ba	1350	34	1978-hiện nay	106
2	Củng Sơn	Ba	12410	35	1977-hiện nay	106
3	Sông Hinh	Hinh	747	13	1980-1992	55

### 4. Ứng dụng phương pháp Bayesian tính toán dòng chảy lũ thiết kế

Dòng chảy lũ thiết kế được tính toán dựa theo tài liệu lũ thực đo từ năm 1978 tại 2 trạm Củng

Sơn và An Khê. Áp dụng phương pháp bao gồm 3 bước: lựa chọn chuỗi số liệu, đánh giá giá trị ngoại lai (censored) và xây dựng đường tần suất và xác định khoảng tin cậy của dòng chảy lũ ứng

với tần suất.

**4.1. Lựa chọn chuỗi số liệu**

Chuỗi số liệu được lựa chọn phải đảm bảo 3 tiêu chí cơ bản: đồng nhất, độc lập và đại biểu.

Tính đồng nhất của số liệu đo đạc được bảo đảm do dự đồng nhất về nguyên nhân hình thành lũ. Hầu hết lũ trên lưu vực được hình thành do bão, do đó phương pháp lấy một đỉnh lũ trong năm sẽ đảm bảo được tính đồng nhất về nguyên nhân hình thành. Phân tích của Kuczera et al. [1] dựa trên số liệu thực đo ở các lưu vực của Úc cho thấy tồn tại sự tương quan giữa chọn mỗi năm một đỉnh lũ và theo phương pháp nhiều đỉnh lũ/năm. Nghiên cứu cũng cho thấy, ở các lưu vực có số liệu quan trắc trên 10 năm, để tính toán dòng chảy lũ thiết kế, tốt nhất là chọn mỗi năm một đỉnh lũ.

Trên lưu vực sông, chuỗi số liệu dòng chảy thực đo trên 30 năm (từ 1977 đến nay), do đó lựa chọn một đỉnh lũ lớn nhất trong năm ở trạm An Khê và Củng Sơn là hợp lý nhất. Tuy nhiên, việc xây dựng và vận hành của một số hồ chứa thủy lợi và thủy điện trên lưu vực sông đã ảnh hưởng lớn đến chế độ dòng chảy, nhất là dòng chảy lũ của sông Ba. Do đó, khi lựa chọn số liệu tính toán sẽ loại bỏ các năm có ảnh hưởng của hồ chứa. Như vậy, tại trạm An Khê chỉ lựa chọn chuỗi số liệu từ năm 1987 - 2010; tại trạm Củng Sơn chỉ từ năm 1987 - 2001.

**4.2. Trị số ngoại lai (censored data)**

Trị số ngoại lai là những số liệu được đánh giá là nằm tách biệt so với các xu thế biến đổi chung của chuỗi. Trị số ngoại lai có thể là giá trị dòng chảy thiên lớn hoặc thiên nhỏ. Để kiểm định trị số ngoại lai, bài báo đã sử dụng phương pháp được trình bày trong Bulletin 17-B của Hoa Kỳ [2].

Nếu hệ số đối xứng Cs nằm trong khoảng từ ± 0,4, cần thử nghiệm dòng chảy ngoại lai thiên nhỏ và thiên lớn. Giá trị dòng chảy thiên lớn được xác định theo công thức:

$$X_H = X + K_N S$$

Trong đó:  $X_H$  là ngưỡng giá trị ngoại lai thiên lớn (tính theo đơn vị logaris);  $X$  là logaris trung bình của chuỗi dòng chảy;  $K_N$  là hệ số phân tán của chuỗi dòng chảy được tính theo đơn vị logaris;  $S$  là độ lệch chuẩn.

Dòng chảy thiên nhỏ được tính theo công thức:

$$X_L = X - K_N S$$

Trong đó:  $X_L$ : Ngưỡng giá trị ngoại lai thiên nhỏ (tính theo đơn vị logaris).

Ngưỡng giá trị dòng chảy thiên nhỏ và thiên lớn được trình bày trong bảng 2. Như vậy, đỉnh lũ 20700 m<sup>3</sup>/s (năm 1993) tại trạm Củng Sơn được coi là dòng chảy ngoại lai thiên lớn, đỉnh lũ 326 m<sup>3</sup>/s (năm 1978), 250 m<sup>3</sup>/s (năm 1989) và 275 m<sup>3</sup>/s (năm 2006) tại An Khê được coi là giá trị ngoại lai thiên nhỏ.

*Bảng 2. Ngưỡng giá trị ngoại lai thiên lớn và thiên nhỏ tại trạm thủy văn Củng Sơn và An Khê*

Trạm	Q <sub>tb</sub>	C <sub>v</sub>	N	K <sub>N</sub>	Dòng chảy lũ (Log/m <sup>3</sup> /s)	
					Ngưỡng thiên lớn	Ngưỡng thiên nhỏ
Củng Sơn	8,69	0,48	22	2,43	9,8514 (18984)	7,5287 (1860)
An Khê	7,03	0,46	29	2,55	8,2089 (3673)	5,8448 (345)

**4.3. Xây dựng đường tần suất để tính toán dòng chảy lũ thiết kế**

Phương pháp trên được ứng dụng để tính toán dòng chảy lũ cho 2 trạm An Khê và Củng Sơn [1]. Phương pháp Bayesian được sử dụng để xác định các đặc trưng thống kê và khoảng dao động của các đặc trưng và 2 đường tần suất: Đường

tần suất kỳ vọng (expected quantile) và đường tần suất kỳ vọng trung bình (expected probable quantile).

- Cách xác định đường tần suất kỳ vọng: Theo phương pháp Bayesian, mỗi giá trị dòng chảy ứng với tần suất thiết kế (Pi) sẽ tuân theo quy luật phân phối chuẩn. Như vậy, mỗi giá trị dòng

chảy ứng với  $P_i$  sẽ có 1 bộ thông số thống kê của phân phối chuẩn (giá trị trung bình  $Q_{pi}$  và hệ số biến thiên  $C_v - Q_i$ ). Đường tần suất kỳ vọng được xác định bằng cách nối tất cả các giá trị trung bình  $Q_{pi}$ .

- Cách xác định đường tần suất kỳ vọng trung bình: Theo quan điểm Bayesian, bộ thông số thống kê ( $Q_{tb}$ ,  $C_v$  và  $C_s$ ) của chuỗi dòng chảy là giá trị ngẫu nhiên và tuân theo quy luật phân phối chuẩn. Như vậy, nếu lấy trị số trung bình của từng thông số sẽ có một bộ thông số thể hiện tần suất xuất hiện lớn nhất của các thông số, hay nói cách khác, phù hợp nhất với các điểm kinh nghiệm. Đường tần suất kỳ vọng trung bình sẽ được xây dựng dựa trên bộ thông số đã chọn.

Phương pháp được thử nghiệm theo hàm phân bố: GEV và phân bố LP-III. Có thể thấy, hàm phân bố LP-III cho kết quả phù hợp hơn so với phân bố GEV, do đó kết quả tính toán sẽ được sử dụng theo phân bố LP-III (hình 1, 2, 3, 4). Bảng 3 thể hiện giá trị các thông số thống kê của đường tần suất lý luận. Đây là bộ thông số có xác suất xuất hiện lớn nhất trong các lần gieo mẫu, hay còn gọi là giá trị đáng tin cậy nhất. Khoảng dao động của các thông số ứng với độ tin cậy 90% (5% đối với mỗi bên) cũng được thể hiện trong bảng 3. Giá trị dòng chảy thiết kế có độ tin cậy lớn nhất và khoảng tin cậy 90% được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 3. Các thông số thống kê của phân bố LP-III

N	Thông số thống kê	Giá trị có tần suất xuất hiện lớn nhất	Hệ số biến thiên của thông số
1	<b>An Khê</b>		
	Giá trị trung bình ( $\log_e$ flow)	7,0268	0,0901
	Loge [Hệ số biến đổi ( $\log_e$ flow)]	-0,7458	0,1661
	Hệ số thiên lệch ( $\log_e$ flow)	-0,9490	0,4080
2	<b>Củng Sơn</b>		
	Giá trị trung bình ( $\log_e$ flow)	8,6900	0,1049
	Loge [Hệ số biến đổi ( $\log_e$ flow)]	-0,7378	0,2466
	Hệ số thiên lệch ( $\log_e$ flow)	-1,4374	0,6422

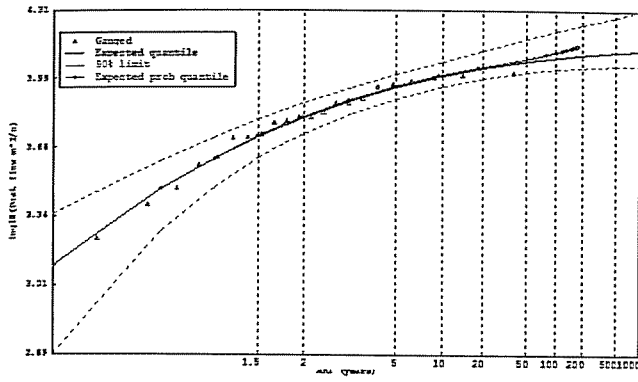
Bảng 4. Lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất ứng với tần suất thiết kế theo phương pháp Bayesian

Tần suất thiết kế	An Khê			Củng Sơn		
	Giá trị tin cậy nhất	Khoảng giới hạn dưới	Khoảng giới hạn trên	Giá trị tin cậy nhất	Khoảng giới hạn dưới	Khoảng giới hạn trên
5,00	2304	1954	2944	10947	9726	13101
1,00	2870	2297	4448	12210	10882	16044
0,50	3084	2399	5195	12534	11162	17097
0,10	3530	2561	7237	13003	11490	19491
0,01	4071	2685	11160	13306	11607	22231

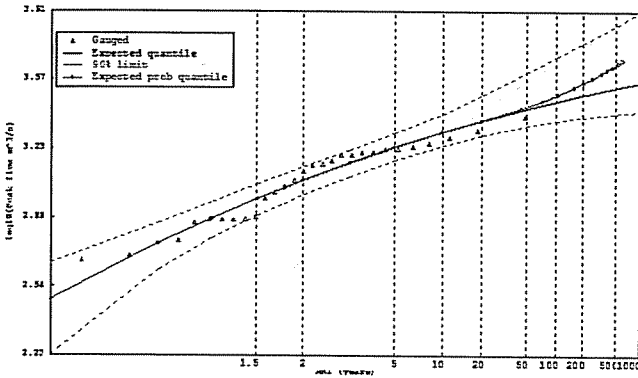
Bảng 5. Lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất ứng với tần suất thiết kế tại các trạm thủy văn theo phương pháp truyền thống

TT	Trạm	$Q_m$ (m <sup>3</sup> /s)				
		P=0,01%	0,1%	0,5%	1%	5%
2	An Khê	4190	3480	2970	2730	2140
3	Củng Sơn	31800	25400	20900	18900	14000

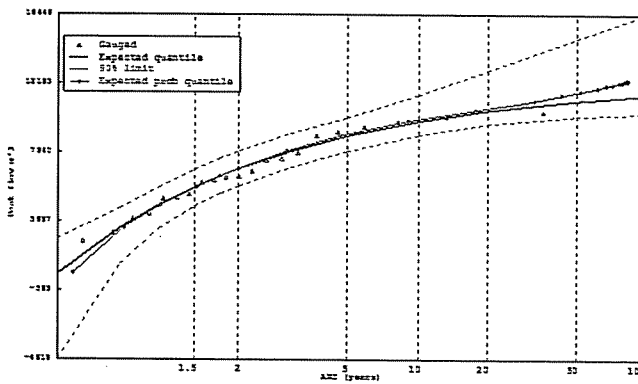
Nguồn: Trung tâm thủy văn ứng dụng và kỹ thuật môi trường, Trường Đại học Thủy Lợi



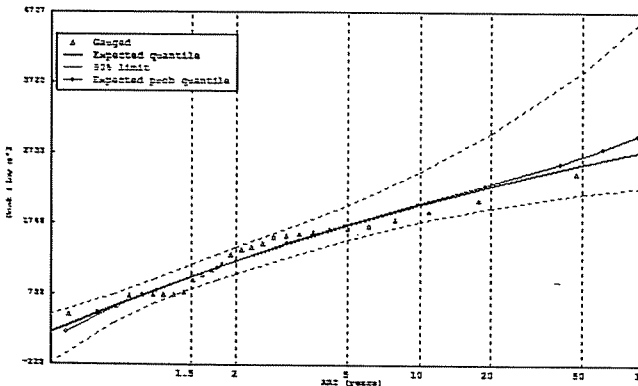
Hình 1. Đường tần suất dòng chảy lũ tại trạm Củng Sơn (phân bố LP-III)



Hình 2. Đường tần suất dòng chảy lũ tại trạm An Khê (phân bố LP-III)



Hình 3. Đường tần suất dòng chảy lũ tại trạm Củng Sơn (phân bố GEV)



Hình 4. Đường tần suất dòng chảy lũ tại trạm An Khê (phân bố GEV)

**5. So sánh phương pháp Bayesian và phương pháp truyền thống**

So sánh giá trị dòng chảy thiết kế tính theo phương pháp Bayesian và phương pháp truyền

thống (bảng 5) [3] cho thấy, tại trạm An Khê, dòng chảy tính toán theo 2 phương pháp không chênh lệch đáng kể. Tuy nhiên, tại trạm Củng Sơn dòng chảy tính toán theo phương pháp

truyền thống cao hơn nhiều so với kết quả tính toán theo phương pháp Bayesian, thậm chí cao hơn giới hạn trên của ngưỡng tin cậy.

Từ đó có thể thấy rằng:

- Phương pháp Bayesian coi các giá trị dòng chảy ứng với một tần suất thiết kế nhất định là giá trị ngẫu nhiên, tuân theo quy luật phân phối chuẩn, trong khi phương pháp truyền thống coi giá trị dòng chảy là một số độc lập. Vì chuỗi dòng chảy thực đo chỉ là một mẫu ngẫu nhiên trong tổng thể, nên nếu sử dụng phương pháp Bayesian sẽ cho phép tính đến ý nghĩa thống kê của dòng chảy thiết kế một cách tổng quát hơn.

- Phương pháp Bayesian tính đến trọng số của các giá trị dòng chảy thiên lớn, trong khi phương pháp truyền thống coi tất cả các dòng chảy trong chuỗi tính toán có cùng một trọng số.

- Phương pháp truyền thống phụ thuộc nhiều vào người sử dụng do đó sẽ có những sai số trong quá trình tính toán, đôi khi có thể vượt quá khoảng tin cậy.

- Phương pháp Bayesian đưa ra giá trị tin cậy nhất và khoảng tin cậy, cho phép người sử dụng

lựa chọn độ an toàn khi ứng dụng cho các công trình thủy lợi.

### 6. Kết luận và kiến nghị

Phương pháp truyền thống vẫn được ứng dụng nhiều trong tính toán thủy văn thiết kế ở Việt Nam. Tuy nhiên, kết quả tính toán phụ thuộc nhất định vào kinh nghiệm của người sử dụng khi xác định các thông số thống kê của đường tuân suất lý luận. Thêm vào đó, phương pháp truyền thống chỉ đưa ra được giá trị dòng chảy thiết kế mà không thể hiện được phân bố hay tổ hợp các giá trị dòng chảy thiết kế. Phương pháp Bayesian khắc phục được những nhược điểm nói trên, đồng thời đưa khái niệm khoảng tin cậy, để có thể đảm bảo tính ý nghĩa thống kê của dòng chảy thiết kế một cách tổng quát hơn, từ đó có thể xác định được mức độ rủi ro khi tính toán dòng chảy lũ thiết kế cho các công trình thủy lợi. Do đó, có thể nói rằng, đây là một trong những phương pháp đáng tin cậy và nên được thử nghiệm và ứng dụng trong tính toán dòng chảy lũ thiết kế tại Việt Nam.

### Tài liệu tham khảo

1. Kuczera, G., Kavetski, D., Franks, S. & Thyer, M. (2006), 'Towards a Bayesian Total Error Analysis of Conceptual Rainfall-Runoff Models: Characterising Model Error Using Storm-Dependent Parameters', Journal of Hydrology, vol. 331, no. 1-2, pp. 161-77.
2. U.S. Interagency Advisory Committee on Water Data (1982), *Guidelines for determining flood flow frequency*, Bulletin 17-B of the Hydrology Subcommittee: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey, Office of Water Data Coordination.
3. Quy phạm thủy lợi C6 -77.

## APPLICATION OF BAYESIAN APPROACH TO ESTIMATE DESIGN FLOOD FLOW FOR A MOONSON CATCHMENT IN VIETNAM

Cu Thi Phuong - University of Technology, Sydney (UTS)

**Abstract:** Estimation of design flood flow has been a concern for many years in both hydrologic research and in hydrologic practice. This estimation provides a basis for sustainable flood management which has the aim of reducing flood risk thereby protecting people's lives and property. Design floods for a given location in Vietnam are estimated by 3 methods: 3 points; adjustment of parameter sets and method of moment. This paper will introduce application of Bayesian approach for estimation of design flood for Ba river; located in Vietnam. The paper also highlights advantages of the method compared with the traditional methods.

**Keywords:** Design flood flow; Bayesian approach.

# XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH QUẢN LÝ TỰ ĐỘNG HỒ SƠ HỆ THỐNG TRẠM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Nguyễn Kiên Dũng<sup>(1)</sup>, Vũ Trọng Thành<sup>(1)</sup> và Nguyễn Thị Thanh Huyền<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi dưỡng nghiệp vụ KTTV&MT

<sup>(2)</sup>Trường Đại học Ngoại thương Hà Nội

**D**ây là kết quả của Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ “Nghiên cứu xây dựng giải pháp quản lý mạng lưới các trạm khí tượng thủy văn và hải văn tự động”. Bài báo giới thiệu nguyên lý chung việc ứng dụng công nghệ WebGIS để xây dựng chương trình quản lý hồ sơ hệ thống trạm khí tượng thủy văn trực tuyến phục vụ giám sát, phát hiện sự cố trong quá trình hoạt động của mạng lưới trạm KTTV (khí tượng thủy văn).

Từ khóa: Hồ sơ trạm, trạm khí tượng thủy văn

## 1. Mở đầu

Hồ sơ của một trạm khí tượng thủy văn (KTTV) nói chung bao gồm nhiều thông tin khác nhau, và có thể chia thành hai loại: thông tin về vị trí địa lý, lịch sử trạm, và thông tin về tình trạng kỹ thuật của trạm (phương tiện, trang thiết bị và công trình quan trắc; phương pháp quan trắc và xử lý số liệu thu được; phương tiện và thiết bị truyền thông tin; số năm quan trắc ...). Để tạo cơ sở cho việc quản lý tự động hồ sơ của các trạm KTTV trên toàn mạng lưới, cần thiết phải thiết lập được cơ sở dữ liệu (CSDL) về thông tin của các trạm.

Trong quá trình phát triển của ngành KTTV ở nước ta, việc quản lý hồ sơ các trạm dần dần có những đổi mới, trên cơ sở áp dụng những tiến bộ kỹ thuật trong công nghệ quan trắc, truyền tin và đặc biệt là công nghệ thông tin. Trong các thập niên 60 - 80 của thế kỷ 20, việc quản lý được thực hiện trong điều kiện các thông tin được ghi và lưu trữ trên giấy. Từ sau những năm 90, một số công đoạn quản lý đã được tin học hóa. Tuy nhiên, cho đến nay chúng ta chưa có một chương trình quản lý hoàn chỉnh, phục vụ cho công tác theo dõi, quản lý tự động toàn bộ hệ thống các trạm KTTV.

Trên cơ sở đề tài “Nghiên cứu xây dựng giải pháp quản lý mạng lưới trạm KTTV và hải văn tự động” do Trung tâm Ứng dụng công nghệ và bồi dưỡng nghiệp vụ KTTV&MT thực hiện trong giai đoạn 2013 - 2015, chương trình quản lý thông tin hồ sơ trạm KTTV ở cả nước được xây dựng và cho phép cập nhật nội dung ở dạng

trực tuyến, sau đây trình bày những nội dung cơ bản của chương trình.

## 2. Phân tích, thiết kế cấu trúc chương trình quản lý hồ sơ hệ thống trạm KTTV

### 2.1. Phân tích, thiết kế cấu trúc chương trình

Sơ đồ cấu trúc chương trình quản lý tự động hồ sơ hệ thống trạm KTTV trực tuyến được thiết kế, xây dựng trên cơ sở áp dụng công nghệ WebGIS được trình bày tại hình 1. Chương trình quản lý hồ sơ hệ thống trạm KTTV được thiết kế gồm 7 module chính sau đây:

- Module Quản trị hệ thống;
- Module Danh mục;
- Module Tác nghiệp;
- Module Báo cáo - Thống kê;
- Module Bản đồ - Hiện thị;
- Module Sao lưu - Khôi phục dữ liệu;
- Module Trợ giúp.

### 2.2. Nguyên lý hoạt động của chương trình

Máy chủ (Web Server) tiếp nhận các yêu cầu từ người sử dụng (Client), chương trình sẽ truy cập, lấy dữ liệu về thông tin hồ sơ trạm KTTV từ CSDL (Database) theo yêu cầu của Client và trả kết quả theo yêu cầu (hình 2).

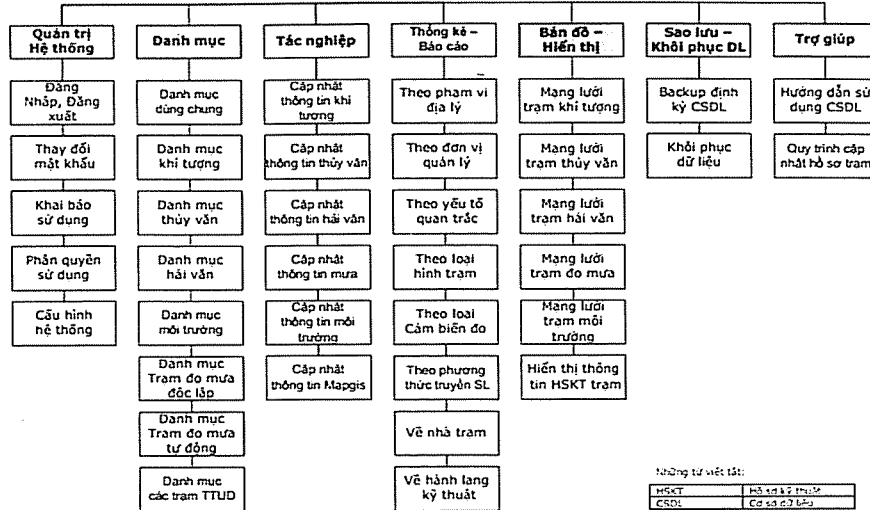
Khi Client gửi yêu cầu đến máy chủ tại Trung tâm điều hành, máy chủ này sẽ phân tích yêu cầu nhận được. Nếu yêu cầu đó liên quan đến bản đồ hay dữ liệu địa lý, máy chủ sẽ gửi đồng thời yêu cầu đến máy chủ dịch vụ bản đồ của Google Map (Map Server) và Database để truy xuất và tích hợp những thông tin liên quan đến dữ liệu

Người đọc phản biện: KS. Nguyễn Đức Mạnh

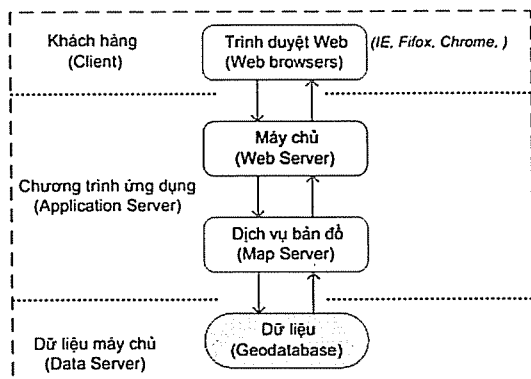
bản đồ nền từ Data Server và dữ liệu bản đồ hiện trạng mạng lưới trạm quan trắc (bản đồ Mapinfo) từ Database.

Nếu yêu cầu liên quan đến dữ liệu về thông tin hồ sơ trạm, máy chủ sẽ truy xuất dữ liệu từ

Database để lấy những thông tin liên quan đến dữ liệu thông tin hồ sơ trạm. Khi có được nguồn dữ liệu phù hợp với yêu cầu của Client, máy chủ sẽ trả thông tin về cho người duyệt Web theo giao diện Web đã được thiết lập cài đặt sẵn [1].



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc chương trình quản lý tự động hồ sơ hệ thống trạm KTTV



Hình 2. Nguyên lý hoạt động của chương trình CSDL

### 2.3. Các yêu cầu khi thiết kế xây dựng chương trình

Khi xây dựng chương trình, phải bảo đảm thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Về quản lý thông tin CSDL: Phải thiết kế đầy đủ các chức năng, công cụ quản lý thông tin, dữ liệu cơ bản về hồ sơ hệ thống trạm KTTV. Các lớp CSDL về thông tin địa lý phải đảm bảo hiển thị đầy đủ, chính xác về ranh giới, chủ quyền lãnh thổ, lãnh hải theo quy định pháp luật hiện hành.

- Về giao diện chương trình: Giao diện phải đảm bảo mỹ quan, thân thiện với người sử dụng, ngôn ngữ hiển thị bằng tiếng Việt, phông chữ theo chuẩn Unicode TCVN 6909:2001.

- Về tính bảo mật: Hệ thống bảo mật của chương trình phải được thực thi nhiều lớp để đảm bảo an toàn, dữ liệu được lưu trữ, tránh những can thiệp từ bên ngoài hoặc không có thẩm quyền đăng nhập. Bảo mật phải được thiết lập với nhiều mức: bảo mật mức mạng, mức ứng dụng, mức giao thức và mức vật lý như quy định sử dụng hệ thống.

- Về tính an toàn dữ liệu: Tuyệt đối an toàn về mặt dữ liệu. Phải có các phương án dự phòng khi trường hợp xấu xảy ra như hỏng hóc các thiết bị phần cứng (ổ cứng, bộ nhớ ngoài, ...), dữ liệu vẫn có thể phục hồi nguyên vẹn.

- Về tính khả dụng, sẵn sàng: Chương trình phải được duy trì và sẵn sàng đáp ứng các yêu cầu của người quản lý với khả năng đáp ứng 24/24 giờ. Tính khả dụng, sẵn sàng phải được tính đến ngay cả khi một số thành phần hệ thống bị lỗi.

- Về khả năng mở rộng: Không thể có bất kỳ một chương trình nào mà ngay từ khi thiết kế xây

dụng đã đáp ứng được mọi nhu cầu của người sử dụng. Chương trình phải có khả năng mở rộng trong tương lai để thay đổi hoặc nâng cấp, đáp ứng kịp thời những yêu cầu thực tế phát sinh.

**2.4. Nền tảng lập trình và quy trình xây dựng chương trình CSDL quản lý hồ sơ trạm KTTV**

**2.4.1. Nền tảng lập trình thiết kế xây dựng chương trình CSDL**

Chương trình được thiết kế theo mô hình kiến trúc đa tầng (3-tiers), hướng dịch vụ (SOA), giao diện Web Based; sử dụng công nghệ quản trị CSDL Microsoft SQL Server 2008 R2 Enterprise; Nền tảng phát triển phần mềm Microsoft Visual Studio 2012, DotNetFramework 4.5; Ngôn ngữ lập trình C#, Microsoft ASP.Net MVC, các thư viện hỗ trợ như RDLC Reports, OpenLayers, GeoExt; các lớp bản đồ từ GeoServer sử dụng Google Maps làm lớp bản đồ nền tích hợp với bản đồ Mapinfo (hiện trạng mạng lưới trạm KTTV) [4].

**2.4.2. Quy trình xây dựng chương trình quản lý hồ sơ hệ thống trạm KTTV**

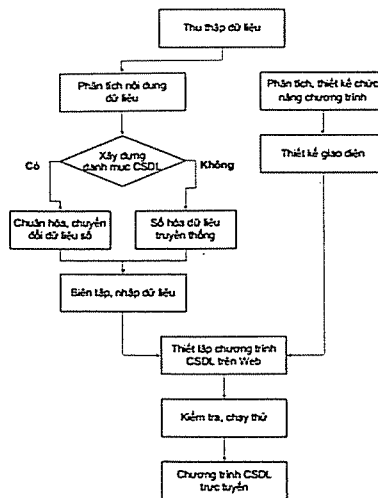
Quy trình xây dựng chương trình được thể hiện trong hình 3. Nội dung các bước cụ thể như sau [4]:

**1) Thu thập thông tin dữ liệu**

- Mục đích: Thu thập các thông tin dữ liệu dự kiến đưa vào chương trình bao gồm khối lượng, các thông tin mô tả cơ bản và tính chất của dữ liệu.

- Các bước thực hiện:

- + Xác định đối tượng quản lý trong chương trình;
- + Xác định thông tin dữ liệu cần quản lý với những đặc thù ngành;
- + Xác định mô hình quản lý của chương trình (quản lý tập trung, phân tán);
- + Xác định mức độ bảo mật của chương trình (theo các văn bản pháp lý hiện hành);
- + Xác định các yêu cầu về độ chính xác của dữ liệu;
- + Xác định yếu tố ngôn ngữ trong chương trình là tiếng Việt;



Hình 3. Quy trình xây dựng chương trình CSDL quản lý hồ sơ hệ thống trạm KTTV

+ Dự kiến khối lượng dữ liệu đưa vào CSDL khoảng hơn 800 trạm;

+ Danh mục các lớp dữ liệu, số lượng các trường thông tin dự kiến, tính chất dữ liệu ở dạng có cấu trúc.

**2) Phân tích nội dung dữ liệu**

- Mục đích: Mô tả chi tiết các thông tin về đối tượng dữ liệu được quản lý; xác định, giải thích chi tiết mối quan hệ giữa các thông tin mô tả của một đối tượng quản lý và nhiều đối tượng quản lý với nhau.

- Các bước thực hiện: (i) Xác định các đối tượng quản lý; (ii) Xác định các thông tin mô tả cho từng đối tượng dữ liệu quản lý; (iii) Xác định các ràng buộc của các đối tượng dữ liệu quản lý.

**3) Xây dựng danh mục**

- Mục đích: Xây dựng danh mục dữ liệu (Data Catalog).

- Các bước thực hiện: Xây dựng danh mục dữ liệu phục vụ cho quản lý, khai thác.

**4) Chuẩn hóa và chuyển đổi dữ liệu số**

- Mục đích: Chuẩn hóa dữ liệu không gian và phi không gian theo danh mục CSDL; Chuyển đổi dữ liệu sau khi đã được chuẩn hóa vào CSDL.

- Các bước thực hiện: (i) Đối với dữ liệu không gian: Chuyển đổi dữ liệu không gian về hệ tọa độ thống nhất theo yêu cầu thiết kế kỹ



thuật; Chuẩn hóa dữ liệu không gian theo thiết kế mô hình dữ liệu; (ii) Đối với dữ liệu phi không gian: Chuẩn hóa phông chữ theo TCVN 6909; Chuẩn hóa dữ liệu phi không gian theo thiết kế mô hình dữ liệu; (iii) Chuyển đổi dữ liệu sau khi đã được chuẩn hóa vào mô hình dữ liệu.

5) *Số hóa dữ liệu dạng truyền thống*

- Mục đích: Số hóa các dữ liệu dưới dạng truyền thống (thông tin, biểu dữ liệu dạng giấy, ...) vào CSDL.

- Các bước thực hiện: (i) Đối với dữ liệu không gian: Số hóa theo quy trình thành lập bản đồ số; (ii) Đối với dữ liệu phi không gian: Nhập vào CSDL theo trường đã thiết kế.

6) *Biên tập dữ liệu*

- Mục đích: Biên tập và nhập CSDL theo quy định.

- Các bước thực hiện:

Đối với dữ liệu không gian: Tuyên bố đối tượng; kiểm tra và sửa lỗi tương quan của dữ liệu không gian (topology); Đối với dữ liệu phi không gian (bao gồm các bảng dữ liệu thuộc tính và các trường thuộc tính của dữ liệu không gian): Biên tập nội dung thông tin.

7) *Kiểm tra, chạy thử chương trình*

- Mục đích: Đảm bảo CSDL đầy đủ, chính xác, phù hợp với yêu cầu thiết kế.

- Các bước thực hiện: (i) Kiểm tra mô hình dữ liệu so với kết quả phân tích; (ii) Kiểm tra CSDL so với danh mục đã thiết kế: Kiểm tra dữ liệu không gian; Kiểm tra dữ liệu phi không gian.

**3. Thiết kế, xây dựng các chức năng công cụ của chương trình quản lý hồ sơ hệ thống trạm KTTV**

Chương trình quản lý hồ sơ hệ thống trạm KTTV được thiết kế, xây dựng gồm 7 module, phân thành hai nhóm cụ thể sau: (i) Nhóm chức năng quản lý hệ thống; (ii) Nhóm chức năng công cụ tác nghiệp hệ thống [4].

**3.1. Nhóm chức năng quản lý hệ thống**

Thiết kế, xây dựng nhóm chức năng quản lý hệ thống gồm 3 module:

- Quản trị hệ thống: Quản lý các chức năng đăng nhập, đăng xuất, khai báo người sử dụng, thiết lập cấu hình hệ thống;

- Sao lưu - Khôi phục dữ liệu: Hướng dẫn cách lưu trữ định kỳ CSDL đối với người quản trị hệ thống;

- Trợ giúp: Hướng dẫn cài đặt, sử dụng chương trình.

**3.2. Nhóm chức năng công cụ tác nghiệp hệ thống**

Thiết kế, xây dựng nhóm chức năng công cụ tác nghiệp hệ thống gồm 4 Module:

- Danh mục: Cung cấp thông tin chung về các trạm;

- Tác nghiệp: Cập nhật thông tin về trạm;

- Báo cáo - Thống kê: Thông tin về hồ sơ hệ thống (quản lý tĩnh) và tình trạng hoạt động (quản lý động);

- Bản đồ - Hiện thị: Hiện thị thông tin về hồ sơ hệ thống và tình trạng hoạt động (sau khi đã được tích hợp với chương trình giám sát, phát hiện sự cố hoạt động).

**4. Thành lập chương trình quản lý hồ sơ hệ thống trạm KTTV**

**4.1. Thành lập bản đồ (dạng số) hiện trạng hệ thống trạm KTTV trực tuyến**

**4.1.1. Về phương án thiết kế và tích hợp bản đồ**

Thành lập các bản đồ hiện trạng mạng lưới trạm KTTV bằng công nghệ Mapinfo, sau đó tích hợp chồng lớp các bản đồ chuyên đề này lên nền bản đồ Google map (GM) để đưa đến người sử dụng các hình ảnh trực quan về ranh giới hành chính, địa hình, vị trí các trạm khí tượng, hải văn và đo mưa.

Sau khi tích hợp bản đồ hiện trạng mạng lưới trạm KTTV, việc xem bản đồ trên Web của GM không cần phải cài đặt thêm gói dữ liệu phụ nào khác (plug in). Đây là thuận lợi cho tất cả các máy tính có thể truy cập đến các ứng dụng bản đồ nền GM.

Ngày nay, nhờ sự phát triển của công nghệ phần cứng, cấu hình máy chủ của GM rất mạnh và đường truyền băng thông rộng nên việc

truyền tải bản đồ nền đến người sử dụng rất nhanh, đồng thời dữ liệu tích hợp cũng được tải từ máy chủ của đơn vị phát triển ứng dụng với số lượng dữ liệu chồng lớp nhỏ hơn nhiều, vì vậy chỉ trong thời gian rất ngắn là có đầy đủ các thông tin cần thiết trên màn hình với việc tải dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau để thể hiện mục tiêu thiết kế ứng dụng.

### 4.1.2. Xây dựng bản đồ hiện trạng mạng lưới trạm KTTV

- Bản đồ hiện trạng mạng lưới trạm KTTV được thiết lập bao gồm 10 mảnh, trong đó 9 mảnh cho 9 Đài KTTV khu vực và 01 mảnh tổng thể cho toàn quốc, bao gồm các lớp thông tin về vị trí địa lý, địa hình, sông ngòi và lớp giao thông trong phạm vi xung quanh trạm.

- Bản đồ bản đồ hiện trạng mạng lưới trạm KTTV được biên tập trên cơ sở thông tin hồ sơ trạm quan trắc KTTV của Trung tâm KTTV quốc gia tại 09 Đài KTTV khu vực với sự trợ giúp của công nghệ GIS với phần mềm MapInfo 11.1 [1].

- Sau đó, toàn bộ hệ thống trạm thuộc 9 Đài KTTV khu vực được tích hợp, hiển thị trực tuyến trên nền bản đồ Google map.

### 4.2. Xây dựng các trường CSDL lưu trữ thông tin hồ sơ hệ thống trạm KTTV

Thông qua phân tích các thông tin về hồ sơ hệ thống trạm KTTV, yêu cầu thiết kế các trường CSDL của chương trình phải bao gồm đầy đủ các thực thể tham chiếu để quản lý các thông tin cơ bản về hồ sơ hệ thống trạm KTTV (tên trạm, loại trạm, yếu tố quan trắc, ..) [2,3]. Chi tiết các trường CSDL như sau:

- CSDL dùng chung gồm: danh mục các thực thể tham chiếu và các trường dữ liệu dùng chung cho các bộ môn KTTV. Các bảng CSDL gồm: (i) Danh sách bảng mã nguồn và mã đích tương ứng; (ii) Danh sách các Đài KTTV khu vực; (iii) Danh sách các tỉnh thuộc khu vực quản lý tương ứng của Đài KTTV; (iv) Danh sách chung các trạm quan trắc; (v) Danh sách bộ môn quan trắc; (vi) Danh sách trình độ, chức vụ cán bộ; (vii)

Danh sách nước sản xuất thiết bị; (viii) Danh sách kiểu trạm, hạng trạm; (ix) Danh sách phương thức truyền số liệu; (x) Danh sách hình thức quan trắc; (xi) Danh sách tình trạng thiết bị quan trắc; (xii) Danh sách tình trạng công trình quan trắc.

- CSDL cho từng loại hình trạm gồm danh mục các thực thể tham chiếu và các trường dữ liệu cho các loại trạm KTTV. Các bảng CSDL gồm: (i) Danh sách trạm; (ii) Danh sách cập nhật cho từng loại hình trạm; (iii) Danh sách công trình phục vụ quan trắc KTTV; (iv) Danh sách kiểu đo của các loại trạm; (v) Danh sách các yếu tố KTTV cần quan trắc; (vi) Danh sách thiết bị đo các yếu tố KTTV; (vii) Danh sách các đầu đo (sensor) KTTV; (viii) Danh sách hãng cung cấp thiết bị quan trắc KTTV; (ix) Danh sách sông và hệ thống sông trên toàn quốc; (x) Danh sách công trình mốc, vị trí mốc;

- CSDL WebGIS: gồm đầy đủ các thực thể tham chiếu để quản lý các thông tin địa lý của trạm KTTV (Ranh giới Đài KTTV khu vực, hệ thống sông suối, vị trí trạm, vị trí công trình quan trắc, ..).

### 5. Xây dựng giao diện hiển thị trực tuyến thông tin hồ sơ hệ thống trạm KTTV

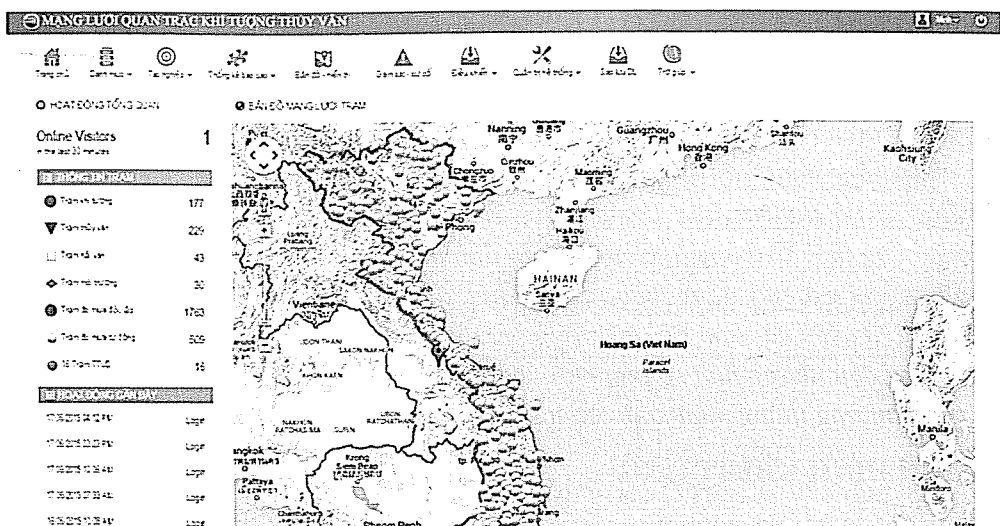
Giao diện chương trình gồm 04 khối chính (hình 4):

- Banner của trang Web: “MẠNG LƯỚI QUAN TRẮC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN”.

- Khối hiển thị các công cụ tác nghiệp quản lý chương trình CSDL gồm 08 mod-ule: (i) Trang chủ; (ii) Danh mục; (iii) Tác nghiệp; (iv) Báo cáo thống kê; (v) Bản đồ - Hiển thị; (vi) Quản trị hệ thống; (vii) Sao lưu dữ liệu; (viii) Trợ giúp. Mỗi chức năng đều được xây dựng giao diện hiển thị riêng.

- Khối hiển thị các thông tin CSDL chung bao gồm: (i) Thông tin hoạt động tổng quan (thống kê số lượng người đã và đang truy cập hệ thống); (ii) Thông tin về mạng lưới trạm quan trắc số lượng trạm;

- Khối hiển thị thông tin CSDL dạng WebGIS.



Hình 4. Giao diện hiển thị trực tuyến thông tin hồ sơ hệ thống trạm KTTV

### 6. Kết luận

Việc nghiên cứu thiết kế, xây dựng chương trình quản lý hồ sơ hệ thống trạm KTTV bằng công nghệ WebGIS là giải pháp công nghệ tiên tiến hiện đại. Với các tính năng mở, chương trình này cho phép tích hợp với chương trình giám sát nhằm đáp ứng mục tiêu thống nhất quản lý thông

tin hồ sơ hệ thống và giám sát tình trạng hoạt động trực tuyến của mạng lưới trạm quan trắc KTTV thuộc Trung tâm KTTV quốc gia trên phạm vi cả nước, góp phần nâng cao hiệu quả hoạt động của mạng lưới trạm, đáp ứng nhu cầu hiện đại hóa ngành KTTV.

### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Xuân Bắc, Phạm Thị Xuân Thọ (2011), *Giáo trình giảng dạy GIS đại cương và phần mềm MapInfo*, Nxb Đại học Sư phạm thành phố Hồ Chí Minh.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quan trắc khí tượng*, Thông tư số 25/2012/TT-BTNMT ngày 28/12/2012.
3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012), *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quan trắc thủy văn*, Thông tư số 26/2012/TT-BTNMT ngày 28/12/2012.
4. Học viện Bưu chính Viễn thông (2006), *Giáo trình Cơ sở dữ liệu*, Hà Nội.

## ESTABLISHING AUTOMATICAL MANAGEMENT PROGRAM OF HYDROMETEOROLOGICAL NETWORK PROFILE

Nguyen Kien Dung<sup>(1)</sup>, Vu Trong Thanh<sup>(1)</sup> and Nguyen Thi Thanh Huyen<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Technology Application and Training Center for Hydro-Meteorology and Environment

<sup>(2)</sup> Foreign Trade University

**Abstract:** This is the result of scientific research project at ministerial level "Building measures of automatically managing hydrometeorological network". In this paper, the application of WebGIS technology to establishing a online management program for supervision and fault detection during operation of hydrometeorological network is presented.

**Keywords:** Station Profile, Hydro-Meteorological Station.

## TÓM TẮT TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG, KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP, THỦY VĂN THÁNG 5 NĂM 2015

**T**rong tháng 5/2015 ở khu vực Bắc Bộ và Trung Bộ xảy ra nhiều ngày nắng nóng, đáng chú ý nắng nóng xảy đặc biệt gay gắt vào những ngày cuối tháng và nhiều nơi phía nam Bắc Bộ và khu vực Bắc Trung Bộ và Trung Trung Bộ có nhiệt độ cao nhất đã vượt giá trị lịch sử trong cùng thời kỳ tháng 5. Cùng với đó tình trạng ít mưa ở các tỉnh Trung Bộ đã làm cho tình hình khô hạn khu vực này đang diễn ra khốc liệt, đặc biệt các tỉnh Trung và Nam Trung Bộ.

Khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ tuy lượng mưa vẫn ở mức thiếu hụt so với trung bình và phân bố mưa chưa đồng đều nhưng một số cơn mưa chuyển mùa cũng làm cho giảm dần tình trạng khô hạn kéo dài trong những tháng mùa khô vừa qua.

### I. TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG

#### 1. Hiện tượng thời tiết đặc biệt

Trong tháng có 2 đợt không khí lạnh (KKL) tăng cường, ảnh hưởng chủ yếu đến Bắc Bộ, trong các ngày 9/5 và đêm 11 rạng ngày 12/5, các đợt KKL tăng cường này chủ yếu nén rãnh áp thấp ở phía bắc và gây ra các đợt mưa rào và dông trên khu vực Bắc Bộ.

#### 2. Tình hình nắng nóng và nhiệt độ

Trong tháng qua đã xảy ra một số đợt nắng nóng diện rộng nổi bật như sau:

Từ ngày 01- 08/5, ở Bắc Bộ đã xảy ra nắng nóng trên diện rộng với nhiệt độ cao nhất ngày phổ biến từ 35-38°C. Từ ngày 18 - 30/5 đã xuất hiện nắng nóng gay gắt diện rộng, đỉnh điểm xảy ra từ ngày 28 - 30/5 với nhiệt độ cao nhất 38 - 40°C. Trong đợt nắng nóng này nhiều nơi ở phía nam khu vực Bắc Bộ đã ghi nhận được giá trị nhiệt độ kỷ lục trong cùng thời kỳ như Chi Nê (Hòa Bình), Hà Đông, Sơn Tây (Hà Nội), Hưng Yên, Nho Quan (Ninh Bình), Phú Lý (Hà Nam).

Từ ngày 01- 08/5, ở các tỉnh từ Thanh Hóa đến Phú Yên cũng đã xảy ra nắng nóng trên diện rộng, với nhiệt độ cao nhất ngày phổ biến 35-38°C, một số nơi cao hơn như Tương Dương (Nghệ An) 40,5°C; Con Cuông (Nghệ An) 40,2°C; Sơn Hòa (Phú Yên) 40,0°C,...

Nắng nóng đặc biệt gay gắt liên tục duy trì ở khu vực từ Nghệ An đến Phú Yên từ ngày 14/5

đến nay. Nhiệt độ cao nhất ngày phổ biến ở mức 36 - 39°C. Cao điểm của đợt nắng nóng này là từ ngày 26 - 31/5 với nhiệt độ cao nhất ngày phổ biến 39 - 41°C, một số nơi trên 42°C. Nhiệt độ ở nhiều nơi thuộc Bắc Trung Bộ và Trung Trung Bộ đã vượt giá trị lịch sử trong tháng 5 như: Như Xuân, Tĩnh Gia (Thanh Hóa); Quỳnh Châu, Quỳnh Hợp, Tây Hiếu, Con Cuông (Nghệ An); Hương Khê, Kỳ Anh (Hà Tĩnh); Tuyên Hóa, Ba Đồn (Quảng Bình); Đông Hà, Khe Sanh (Quảng Trị).

Cụ thể: tại Chi Nê (Hòa Bình) kỷ lục cũ năm 1982 là 40,3°C, kỷ lục mới là 40,6°C; Như Xuân (Thanh Hóa) kỷ lục cũ năm 1966 là 41,7°C, kỷ lục mới là 41,9°C; Quỳnh Hợp (Nghệ An) kỷ lục cũ năm 2012 là 42,1°C, kỷ lục mới là 42,6°C; Hương Khê (Hà Tĩnh) kỷ lục cũ năm 1983 là 40,5°C, kỷ lục mới là 42,1°C, Ba Đồn (Quảng Bình) kỷ lục cũ năm 2014 là 40,5°C, kỷ lục mới là 40,7°C, Đông Hà (Quảng Trị) kỷ lục cũ năm 1983 là 41,7°C, kỷ lục mới là 42°C.

Từ ngày 01-11/5 và 14-19/5, ở các tỉnh miền Đông Nam Bộ và một số nơi thuộc miền Tây Nam Bộ đã xảy ra nắng nóng diện rộng với nhiệt độ cao nhất ngày phổ biến từ 35 - 37°C.

Nền nhiệt độ trung tháng 5/2015 trên phạm vi toàn quốc phổ biến ở mức cao hơn trung bình nhiều năm (TBNN) từ 1, 5- 3,0°C. Riêng một số nơi phía Nam Bắc Bộ và khu vực từ Nghệ An đến Quảng Trị cao hơn nhiều so với TBNN, với chuẩn sai nhiệt độ phổ biến từ 3,0 - 4,0°C.

Nơi có nhiệt độ cao nhất là Quỳnh Hợp (Nghệ An) là 42,7°C (ngày 30) và đây cũng là giá trị cao nhất trong chuỗi số liệu quan trắc được trong cùng thời kỳ tháng 5.

Nơi có nhiệt độ thấp nhất là Đồng Văn (Hà Giang) là 14,9°C (ngày 10).

### 3. Tình hình mưa

Trong tháng 5/2015, đã xảy ra một số đợt mưa rào và dông trên diện rộng đáng chú ý như sau:

Đợt 1: Từ ngày 9 - 11, do ảnh hưởng của KKL nén rãnh áp thấp từ đêm 9 - 10/5 ở các tỉnh Bắc Bộ đã xuất hiện một đợt mưa rào và dông diện rộng với lượng mưa phổ biến từ 30 - 50 mm, ở khu vực vùng núi phía Bắc lượng mưa lớn hơn từ 50 - 70 mm, một số nơi có mưa rất to như Chiêm Hóa (Tuyên Quang) 189 mm; Bắc Quang (Hà Giang) 279 mm; Định Hóa (Thái Nguyên) 135 mm; Tam Đảo (Vĩnh Phúc) 91 mm..

Đợt 2: Do ảnh hưởng của KKL nén rãnh áp thấp nên từ đêm 11 đến hết ngày 12/5 ở Bắc Bộ và các tỉnh Bắc Trung Bộ, đã xuất hiện mưa rào và dông diện rộng, khu vực Đồng Bằng Bắc Bộ và các tỉnh Bắc Trung Bộ đã xảy ra mưa vừa, mưa to diện rộng với lượng mưa từ 30 - 50 mm, một số nơi có mưa lớn hơn như Văn Lý (Nam Định): 114 mm; Bái Thượng (Thanh Hóa): 73 mm; Vinh (Nghệ An): 120 mm; thành phố Hà Tĩnh (Hà Tĩnh): 116 mm.

Đợt 3: Do ảnh hưởng của rãnh áp thấp đi qua Bắc Bộ nên từ đêm 20 đến hết ngày 24/5 ở Bắc Bộ đã xuất hiện mưa rào và dông diện rộng, lượng mưa phổ biến từ 50 - 100 mm, khu vực vùng núi và trung du Bắc Bộ phổ biến từ 100 - 200 mm, một số nơi có mưa lớn hơn như Ngân Sơn (Bắc Cạn): 212 mm, Tam Đảo (Vĩnh Phúc) 204 mm.

Đợt 4: Do ảnh hưởng của gió tây nam đầu mùa, nên từ ngày 10 - 12/5 ở khu vực Tây Nguyên đã xuất hiện mưa rào và dông diện rộng

với lượng mưa phổ biến từ 40 - 70 mm, một số nơi có mưa lớn hơn như thành phố Kon Tum (Kon Tum) 114 mm; An Khê (Gia Lai) 123 mm.

Tổng lượng mưa trong tháng 5/2015 trên phạm vi toàn quốc vẫn phổ biến thiếu hụt so với TBNN từ 30-80%, riêng khu vực Trung Bộ thiếu hụt từ 70 đến trên 90%, do vậy tình trạng nắng nóng và khô hạn vẫn đang diễn ra nghiêm trọng ở khu vực trên.

Nơi có lượng mưa tháng cao nhất là Bắc Quang (Hà Giang) là 986 mm, cao hơn TBNN là 165 mm và đây cũng là nơi có lượng mưa ngày lớn nhất trong tháng là 229 mm (ngày 27).

### 4. Tình hình nắng

Tổng số giờ nắng trong tháng trên phạm vi toàn quốc phổ biến ở mức cao hơn so với TBNN.

Nơi có số giờ nắng cao nhất là Tuy Hòa (Phú Yên) là 306 giờ, cao hơn TBNN là 28 giờ. Nơi có số giờ nắng thấp nhất là Tiên Yên (Quảng Ninh) là 126 giờ, thấp hơn TBNN là 10 giờ.

## II. KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP

Điều kiện khí tượng nông nghiệp trong tháng 5/2015 ở hầu hết các địa phương phía Bắc tương đối thuận lợi cho cây trồng sinh trưởng và phát triển. Nền nhiệt và số giờ nắng chủ yếu ở mức xấp xỉ hoặc cao hơn TBNN, lượng mưa và số ngày mưa tăng đảm bảo được cho lúa xuân ở miền Bắc trở bông, chắc xanh. Ở miền Nam đã bắt đầu vào mùa mưa do vậy lượng mưa và số ngày mưa tăng đáng kể so với các tháng trước nhưng vẫn thấp hơn TBNN. Ở khu vực miền Trung, do ảnh hưởng của các đợt nắng nóng kéo dài làm lượng bốc hơi tăng cao, cao hơn cả lượng mưa gây thiếu nước cho sản xuất nông nghiệp.

Trong tháng 5 ở hầu hết các địa phương số ngày có dông tăng, lượng mưa dông lớn. Đặc biệt, ở hầu hết các khu vực đều xuất hiện gió tây khô nóng, một số vùng như Tây Bắc, Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ và Tây Nguyên xuất hiện các đợt gió tây khô nóng với cường độ mạnh ảnh

hưởng không nhỏ đến sản xuất nông nghiệp.

Tính đến cuối tháng lúa đông xuân ở các tỉnh Đồng bằng sông Hồng cơ bản kết thúc thời kỳ trở bông, ở vùng Bắc Trung Bộ đã tiến hành thu hoạch và tại các tỉnh miền Nam cơ bản thu hoạch xong. So với cùng kỳ này năm trước tiến độ thu hoạch lúa đông xuân của các vùng đều nhanh hơn. Theo đánh giá sơ bộ của các Sở Nông nghiệp và PTNT phía Nam, năng suất lúa đông xuân năm nay đạt trên 69,2 tạ/ha, xấp xỉ so với vụ trước. Hiện tại các tỉnh miền Nam đang tích cực làm đất, xuống giống lúa hè thu và gieo trồng rau màu, cây công nghiệp ngắn ngày vụ hè thu.

### 1. Đối với cây lúa

#### 1.1. Miền Bắc

Tháng 5 là tháng bắt đầu mùa mưa, lượng mưa và số ngày mưa đã tăng so với các tháng trước, tuy nhiên phần lớn các khu vực lượng mưa vẫn thấp hơn nhiều so với TBNN nhưng phần nào các cơn mưa cũng đã làm thời tiết dịu mát, cung cấp lượng nước đáng kể cho sản xuất nông nghiệp.

Ở vùng Tây Bắc, Bắc Trung Bộ và Trung Trung Bộ, cả tháng có từ 10 - 28 xuất hiện gió tây khô nóng trong đó các khu vực như Sông Mã, Yên Châu, Mai Châu, Bảo Lạc, Tương Dương, Quỳnh Châu, Tây Hiếu, Con Cuông, Hương Sơn, Hà Tĩnh,... có đến trên 7 đợt có cường độ mạnh, các đợt gió tây khô nóng kết hợp với các đợt nắng nóng kéo dài làm lượng bốc hơi tăng. Hầu hết các khu vực từ Nghệ An đến Khánh Hòa có lượng bốc hơi cao hơn lượng mưa dẫn đến tình trạng thiếu hụt nước tức thời cho sản xuất nông nghiệp. Số ngày xuất hiện dông tăng, dông, lốc kèm theo mưa lớn gây thiệt hại cho người và hoa màu.

Tính đến cuối tháng, lúa đông xuân ở nhiều tỉnh thuộc vùng Đồng bằng sông Hồng đã cơ bản trở thoát được bà con nông dân chăm bón kịp thời, giữ nước dưỡng lúa, thời tiết thuận lợi. Theo báo cáo của các địa phương, nhìn chung các trà

lúa đều sinh trưởng, phát triển tốt; lúa có độ đồng đều tương đối cao, triển vọng cho năng suất khá. Hiện nay đã có khoảng 200 ngàn ha lúa đông xuân sớm đã cho thu hoạch, tập trung chủ yếu ở vùng Bắc Trung Bộ và rải rác ở các vùng khác.

Ngoài lúa, các cây rau, màu vụ xuân các địa phương đã cơ bản thu hoạch xong, số còn lại đang tiếp tục thu hoạch và chuyển trọng tâm sang chuẩn bị triển khai gieo trồng vụ thu/mùa.

#### 1.2. Miền Nam

Trong tháng 5/2015, các địa phương miền Nam đã cơ bản thu hoạch xong lúa đông xuân, riêng vùng Tây Nguyên mới thu hoạch đạt 65,4% diện tích xuống giống; tốc độ thu hoạch tại vùng này chậm hơn khá nhiều so với cùng kỳ năm trước do hạn.

Các địa phương thu hoạch xong lúa đông xuân đang chuyển trọng tâm sang xuống giống lúa hè thu, thu đông và gieo trồng các cây rau màu, cây công nghiệp ngắn ngày vụ hè thu, mùa. Tính đến cuối tháng, lúa đông xuân ở các tỉnh miền Nam đã thu hoạch đạt 1.919 ngàn ha, bằng 98,4% diện tích xuống giống; năng suất lúa đông xuân trung bình toàn miền ước đạt 69,2 tạ/ha, giảm 0,3 tạ/ha so với vụ trước; Sản lượng lúa toàn miền ước đạt 13,5 triệu tấn, giảm gần 60 ngàn tấn so với vụ đông xuân 2014. Riêng vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) kết thúc thu hoạch đạt 1,56 triệu ha, năng suất bình quân đạt khoảng 70 tạ/ha, sản lượng đạt 11,1 triệu tấn, giảm so với vụ trước khoảng 100 ngàn tấn do thời tiết đầu vụ không thuận lợi.

Tháng 5 gió tây nam bắt đầu thổi mạnh ảnh hưởng đến Nam Bộ và Tây Nguyên mang theo mưa rào và dông ở hầu hết các địa phương, các hiện tượng thời tiết nguy hiểm như dông, lốc xoáy, sét vẫn thường xảy ra. Do nắng nóng tăng nhiều so với cùng kỳ năm trước, nên nhiệt cao hơn, gió tây khô nóng nhiều hơn TBNN, làm cho lượng bốc hơi ở nhiều nơi vẫn cao hơn lượng mưa, hạn cục bộ vẫn còn tiếp diễn và ảnh hưởng

không nhỏ đến sản xuất vụ hè thu ở những khu vực này. Tính đến cuối tháng, các tỉnh miền Nam đã xuống giống lúa hè thu đạt 1.257 ngàn ha, bằng 93% so với cùng kỳ năm trước, trong đó vùng ĐBSCL đạt 1.173 ngàn ha, bằng 94,2%. Nhìn chung, nhiều địa phương ở vùng ĐBSCL có tiến độ xuống giống lúa hè thu chậm so với cùng kỳ năm trước một phần do hạn cục bộ tại một số địa bàn thuộc vùng Đồng Tháp Mười và tập trung lao động thu hoạch nhanh lúa đông xuân chín rộ.

Ở các tỉnh ven biển miền Trung, nửa cuối tháng là thời kỳ gieo sạ lúa hè thu. So với tháng trước và cùng kỳ này nhiều năm, lượng mưa và số ngày mưa tăng lên đáng kể, đã phần nào giải quyết được tình trạng thiếu nước cho sản xuất nông nghiệp kéo dài trong thời gian qua và làm giảm khả năng xâm nhập mặn ở vùng ĐBSCL. Mưa đến tạo điều kiện thuận lợi cho các địa phương đẩy nhanh tiến độ xuống giống lúa hè thu. Một số địa phương chuyển diện tích trồng màu, đất trồng cây ăn quả kém hiệu quả sang trồng lúa hè thu.

Hạn hán khá gay gắt ở vùng Tây Nguyên thời gian qua đã cơ bản chấm dứt khi trong vùng đã có mưa vừa đến mưa to. Tuy nhiên, theo thống kê sơ bộ diện tích cây trồng bị mất trắng do hạn tại 2 tỉnh Đắk Lắk và Gia Lai đã lên đến hơn 5.500 ha, trong đó có gần 3 ngàn ha lúa; tổng giá trị thiệt hại lên đến hàng ngàn tỷ đồng.

## 2. Đối với các loại rau màu và cây công nghiệp

Ngoài lúa, trong tháng các địa phương trong cả nước đã bắt đầu triển khai trồng các cây rau màu, cây công nghiệp ngắn ngày vụ hè thu, mùa. Tính từ đầu năm đến cuối tháng 5, tổng diện tích gieo trồng các cây hoa màu trên cả nước mới đạt 1.020 ngàn ha, bằng 91,6% so với cùng kỳ năm trước; trong đó diện tích ngô đạt 665,1 ngàn ha, khoai lang đạt 95,1 ngàn ha, sắn đạt 242 ngàn ha. Tổng diện tích cây công nghiệp ngắn ngày

đạt 406 ngàn ha, bằng 97,5% so với cùng kỳ năm trước; trong đó, cây lạc đạt 154,5 ngàn ha, đậu tương đạt 64,3 ngàn ha, mía đạt 133 ngàn ha, thuốc lá, thuốc lào đạt 26,3 ngàn ha. Diện tích gieo trồng rau, đậu các loại đạt 577,1 ngàn ha, xấp xỉ bằng cùng kỳ năm trước

Ở Mộc Châu, Phú Hộ, Ba Vì: Chè đang trong giai đoạn chè lớn búp mù, chè lớn lá thật 1, này chồi trạng thái sinh trưởng từ trung bình đến khá.

Ở khu vực Đồng bằng Bắc Bộ: Ngô đang trong giai đoạn chín sữa, lạc hình thành củ trạng thái sinh trưởng khá.

Ở Tây Nguyên và Đông Nam Bộ: Cà phê đang trong giai đoạn hình thành quả, trạng thái sinh trưởng từ trung bình đến tốt.

## 3. Tình hình sâu bệnh

Trong tháng sâu bệnh phát sinh tăng, gây hại trên diện rộng chủ yếu đối với bệnh khô vằn, rầy các loại. Các bệnh như bạc lá, đạo ôn cổ bông và lem lép hạt tuy diện tích nhiễm chưa nhiều nhưng có xu hướng tăng. Các loại sâu, bệnh khác đều có phát sinh, nhưng trên phạm vi hẹp, mức độ gây hại nhẹ và giảm so với cùng kỳ năm trước. Số liệu cụ thể về tình hình sâu bệnh gây hại trên lúa trong tháng 5/2015, như sau:

- Bệnh khô vằn: Toàn quốc nhiễm 158.194 ha, diện tích nhiễm nặng 10.969 ha. Bệnh xuất hiện chủ yếu tại các tỉnh phía Bắc, miền Trung và các tỉnh thuộc vùng ĐBSCL.

- Rầy nâu và rầy lưng trắng: Tổng diện tích nhiễm 82.727 ha, trong đó nhiễm nặng 4.471 ha. Đã có trên 22 ha bị mất trắng tại Hòa Bình, Thanh Hóa và Quảng Bình. Diện tích nhiễm phân bố chủ yếu tại các tỉnh phía Bắc và vùng ĐBSCL.

- Bệnh đen lép hạt: Diện tích nhiễm 9.983 ha, nặng 771 ha, tập trung tại một số tỉnh Bắc Trung Bộ, miền Trung và các tỉnh phía Nam.

- Bệnh bạc lá: Tổng diện tích nhiễm 7.903 ha,

## TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

diện tích nhiễm nặng 283 ha. Bệnh tập trung tại các tỉnh phía Bắc và vùng ĐBSCL.

- Bệnh đạo cỏ bông: Tổng diện tích nhiễm trên 5.842 ha, diện tích nhiễm nặng gần 385 ha; diện tích mất trắng hơn 13 ha, tại các tỉnh Ninh Bình và Quảng Ninh. Bệnh gây hại rải rác trên cả nước.

- Bệnh đạo ôn lá: Gây hại chủ yếu ở các tỉnh Bắc bộ, rải rác ở các tỉnh phía Nam với tổng diện tích nhiễm trên 38 ngàn ha, trong đó nhiễm nặng 1.191 ha.

- Sâu cuốn lá nhỏ: Tổng diện tích nhiễm 56.480 ha, trong đó nhiễm nặng chỉ 430 ha; tập trung chủ yếu tại các tỉnh Bắc bộ và vùng ĐBSCL.

- Bệnh lùn sọc đen: Xuất hiện tại tỉnh Sơn La trên diện tích 8,7 ha.

- Bệnh VL- LXL: Gây hại trên diện hẹp tại các tỉnh Kiên Giang và An Giang với mức độ nhẹ. Tổng diện tích nhiễm trên 1,2 ngàn ha.

- Chuột: Tổng diện tích hại 11.743 ha, trong đó nhiễm nặng 841 ha; phạm vi gây hại trên toàn quốc.

### III. TÌNH HÌNH THỦY VĂN

#### 1. Bắc Bộ

Lũ tiểu mãn đã xuất hiện đúng với chu kỳ TBNN (22/5) trên thượng lưu sông Đà, sông Thao và sông Lô với biên độ lũ phổ biến từ 1 - 2 m, có nơi biên độ lũ lên cao hơn như sông Lô tại Hà Giang là 3,46 m. Lưu lượng đỉnh lũ tiểu mãn lớn nhất đến hồ Sơn La đạt 1460 m<sup>3</sup>/s (10h ngày 24/5) nhỏ hơn TBNN, hồ Bản Chát: 517 m<sup>3</sup>/s (7h ngày 24/5) xấp xỉ TBNN, hồ Tuyên Quang: 1350 m<sup>3</sup>/s (13h ngày 24/5), lớn hơn TBNN.

Lượng dòng chảy tháng 5 so với TBNN trên sông Đà tại Sơn La nhỏ hơn 39%, tại Hòa Bình lớn hơn 17% do điều tiết của hồ Sơn La, sông Thao tại Yên Bái nhỏ hơn 30%; sông Chảy đến Thác Bà nhỏ hơn 22%; sông Gâm đến hồ Tuyên Quang ở mức TBNN; sông Lô tại Tuyên Quang nhỏ hơn 13%; hạ lưu sông Hồng tại Hà Nội lớn

hơn 10%.

Trên sông Đà, mực nước cao nhất tháng tại Mường Lay là 190,47 m (1h ngày 5), thấp nhất là 182,48 m (16h ngày 30), mực nước trung bình tháng là 185,85 m; tại Tạ Bú mực nước cao nhất tháng là 113,74 m (19h ngày 01); thấp nhất là 104,12 m (7h ngày 27), mực nước trung bình tháng là 108,22 m. Lưu lượng lớn nhất tháng đến hồ Hoà Bình là 2350 m<sup>3</sup>/s (ngày 5), nhỏ nhất tháng là 50 m<sup>3</sup>/s (ngày 15); lưu lượng trung bình tháng 927 m<sup>3</sup>/s, lớn hơn TBNN (789 m<sup>3</sup>/s) cùng kỳ. Mực nước hồ Hoà Bình lúc 19 giờ ngày 31/5 là 96,25 m, cao hơn cùng kỳ năm 2014 (94 m) là 2,25 m.

Trên sông Thao, mực nước cao nhất tháng tại trạm Yên Bái là 27,60 m (5h ngày 25); thấp nhất là 24,80 m (1h ngày 13), mực nước trung bình tháng là 25,79 m, thấp hơn TBNN (26,23 m) là 0,44 m.

Trên sông Lô tại Tuyên Quang, mực nước cao nhất tháng là 18,14 m (4h ngày 23); thấp nhất là 15,22 m (1h ngày 01), mực nước trung bình tháng là 16,71 m, thấp hơn TBNN (17,04 m) là 0,33 m.

Trên sông Hồng tại Hà Nội, mực nước cao nhất tháng là 3,24 m (7h ngày 24), mực nước thấp nhất ở mức 1,40 m (19h ngày 03); mực nước trung bình tháng là 2,4 m, thấp hơn TBNN (3,70 m) là 1,30 m, xấp xỉ cùng kỳ năm 2014 (2,35 m).

Trên hệ thống sông Thái Bình, mực nước cao nhất tháng trên sông Thương tại Phủ Lạng Thương là 2,01m (1h ngày 13), thấp nhất là 0,03 m (13h ngày 3); cao nhất trên sông Lục Nam tại Lục Nam là 1,92 m (1h ngày 23), thấp nhất là 0,01 m (13h ngày 4); mực nước cao nhất tháng trên sông Cầu tại Đáp Cầu là 2,02 m (7h ngày 25), thấp nhất là 0,15 m (13 h ngày 3). Trên sông Thái Bình tại Phả Lại mực nước cao nhất tháng là 1,82 m (0h ngày 24), thấp nhất là 0,11 m (11h ngày 4), mực nước trung bình tháng là 0,91 m, thấp hơn TBNN (1,47 m) là 0,56 m.



### 2. Trung Bộ và Tây Nguyên

Trong tháng, mực nước trên các sông ở Quảng Nam, Bình Thuận và khu vực Tây Nguyên có dao động nhỏ, riêng sông Bưởi tại Kim Tân từ ngày 11 - 16/05 xuất hiện lũ nhỏ với biên độ lũ lên 1,86 m, các sông khác ở Trung Bộ biến đổi chậm.

Trên một số sông, đã xuất hiện mực nước thấp nhất lịch sử như trên sông Mã tại Lý Nhân: 2,16 m (ngày 31/5), sông Cà tại Yên Thượng: -0,06 m (27/5) và tại Nam Đàn: -0,53 m (26/5), sông cái Nha Trang tại Đồng Trăng: 3,16 m (ngày 5/5).

Lượng dòng chảy trên phần lớn các sông chính ở Trung Bộ và khu vực Tây Nguyên đều thiếu hụt so với TBNN từ 50 - 84%, riêng trên sông Thu Bồn tại Nông Sơn cao hơn TBNN từ 83%.

Hồ chứa thủy lợi: Tính đến ngày 31/05/2015, dung tích trữ của hầu hết các hồ chứa thủy lợi ở Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận chỉ đạt 25 - 35% dung tích thiết kế, các hồ ở Quảng Bình, Quảng Trị, Phú Yên và khu vực Tây Nguyên đạt trung bình khoảng 40 - 50% dung tích thiết kế; các hồ từ Thừa Thiên Huế đến Bình Định đạt trung bình

khoảng 70 - 90% dung tích thiết kế.

Hồ thủy điện: Tính đến ngày 31/05/2015, mực nước các hồ hầu hết thấp hơn mực nước dâng bình thường từ 0,5 - 5,0 m; một số hồ thấp hơn rất nhiều như hồ Bản Vẽ: 36,36 m, hồ Hàm Thuận: 21,08 m, hồ KaNăk: 19,92 m, hồ Đại Ninh: 14,70 m, hồ A Vương: 15,72 m, Vĩnh Sơn C: 9,08 m,...

Tình hình khô hạn, thiếu nước xảy ra cục bộ tại các tỉnh Trung Bộ và tình trạng hạn hán vẫn tiếp tục xảy ra trên diện rộng ở Khánh Hòa, Ninh Thuận.

### 3. Nam Bộ

Mực nước đầu nguồn sông Cửu Long chịu ảnh hưởng của hai đợt triều cường. Mực nước cao nhất tháng trên sông Tiền tại Tân Châu: 1,16 m (ngày 17), trên sông Hậu tại Châu Đốc: 1,27 m (ngày 17), cao hơn TBNN từ 0,10-0,30 m. Mực nước thấp nhất tháng tại Tân Châu: -0,51 m (ngày 26), tại Châu Đốc: -0,52 m (ngày 26), đều thấp hơn TBNN từ 0,3 - 0,4 m.

Trong tháng, mực nước sông Đồng Nai tại Tà Lài có dao động nhỏ. Mực nước cao nhất tại Tà Lài: 111,19 m (ngày 21/5).

ĐẶC TRƯNG MỘT SỐ YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG

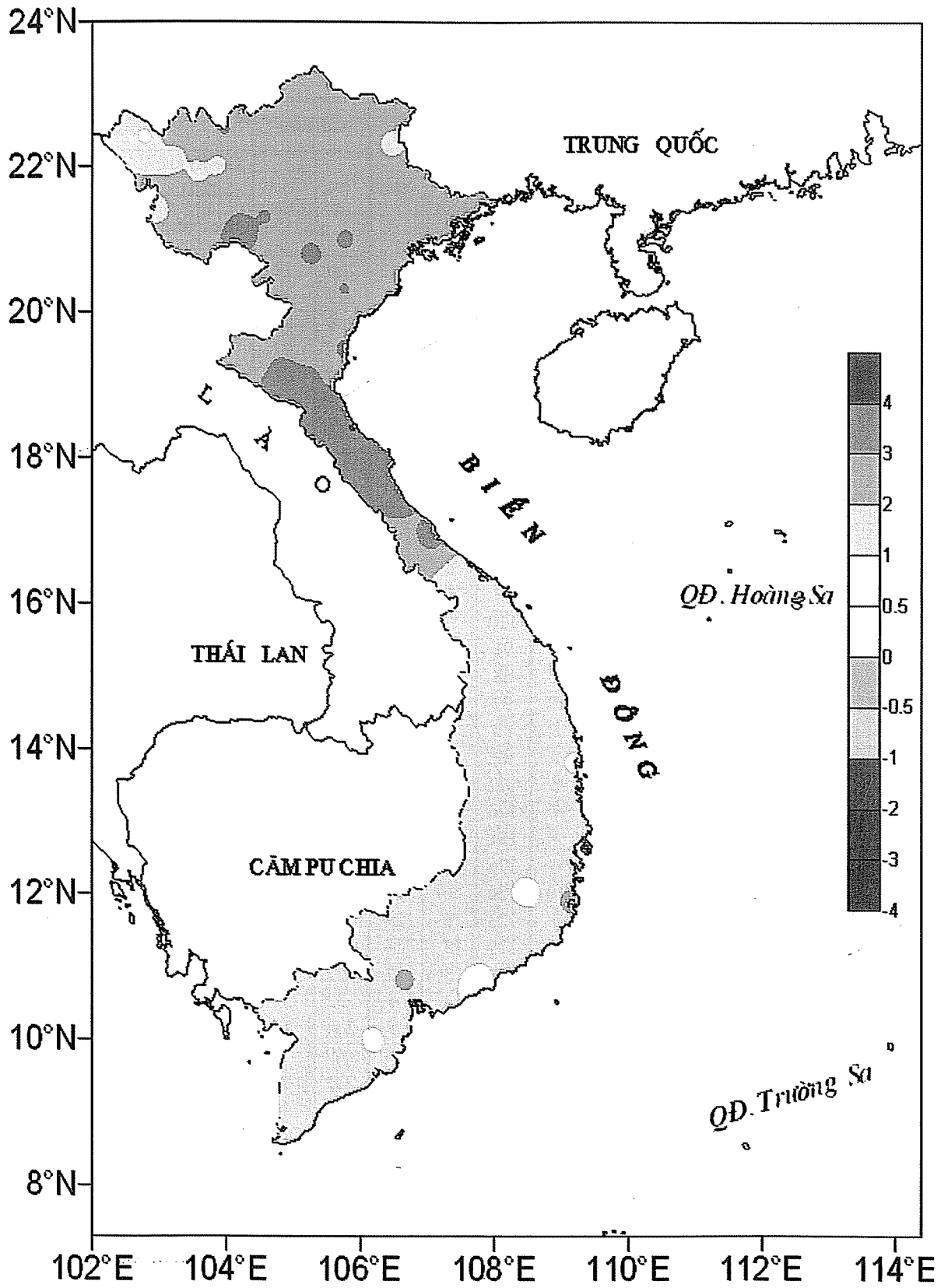
Số thứ tự	TÊN TRẠM	Nhiệt độ (°C)								Độ ẩm (%)		
		Trung bình	Chuẩn sai	Cao nhất			Thấp nhất			Trung bình	Thấp nhất	Ngày
				Trung bình	Tuyệt đối	Ngày	Trung bình	Tuyệt đối	Ngày			
1	Tam Đường	25.2	2.7	30.8	34.0	8	21.2	17.1	1	73	30	6
2	Mường Lay (LC)	27.9	1.5	35.4	38.5	7	23.6	20.7	7	78	36	9
3	Sơn La	27.5	2.8	33.8	36.2	7	22.7	19.0	1	68	26	6
4	Sa Pa	21.3	3.0	25.3	27.8	8	18.2	15.1	10	73	40	3
5	Lào Cai	30.0	3.2	35.4	39.5	29	26.2	22.8	1	75	39	28
6	Yên Bái	29.4	2.7	33.9	38.1	29	25.9	22.5	10	84	51	29
7	Hà Giang	28.8	2.1	33.9	37.4	29	25.4	22.1	10	79	50	29
8	Tuyên Quang	29.8	2.7	34.5	37.8	29	25.4	22.2	10	76	49	29
9	Lạng Sơn	28.0	2.5	32.1	36.4	30	24.5	22.0	16	81	49	2
10	Cao Bằng	28.3	2.3	34.3	38.5	29	24.2	20.5	10	81	41	1
11	Thái Nguyên	29.3	2.2	33.9	38.2	29	26.2	22.6	10	80	53	29
12	Bắc Giang	29.5	2.2	34.3	38.0	29	26.4	22.6	16	82	53	29
13	Phú Thọ	29.2	2.1	34.1	38.4	28	25.5	22.8	10	80	43	29
14	Hoà Bình	30.5	3.4	36.7	40.6	28	26.5	24.4	12	76	39	1
15	Hà Nội	30.6	3.3	36.0	40.5	29	27.4	23.0	16	76	37	29
16	Tiên Yên	28.4	2.2	32.1	36.0	30	25.3	22.7	16	86	62	23
17	Bãi Cháy	28.9	2.2	31.9	35.7	29	27.0	22.7	9	85	61	23
18	Phù Lãng	28.9	2.5	33.2	38.4	29	26.4	22.0	9	86	45	29
19	Thái Bình	29.2	2.2	32.5	36.5	30	26.7	23.0	9	85	74	29
20	Nam Định	30.0	2.7	34.4	39.0	28	27.1	23.5	9	79	43	30
21	Thanh Hoá	29.9	2.7	34.6	29.8	29	27.0	24.4	12	80	37	28
22	Vinh	31.7	4.0	36.7	40.7	29	28.2	24.2	12	72	40	28
23	Đồng Hới	31.5	3.5	36.6	40.4	30	28.2	24.6	10	70	40	30
24	Huế	29.5	1.2	36.1	38.9	29	24.9	23.5	1	77	42	28
25	Đà Nẵng	29.9	1.7	35.8	39.4	29	26.3	24.8	10	75	41	29
26	Quảng Ngãi	30.3	1.9	36.9	38.6	28	26.4	25.0	19	77	48	30
27	Quy Nhơn	29.6	0.8	32.6	36.7	27	27.6	26.2	11	83	40	20
28	Plây Cù	25.2	1.2	30.6	32.6	4	21.8	19.8	20	80	53	3
29	Buôn Ma Thuột	27.1	1.3	33.5	36.1	5	23.2	20.9	6	76	44	5
30	Đà Lạt	20.1	0.4	25.6	27.0	28	17.0	15.0	2	87	47	6
31	Nha Trang	29.6	1.3	33.2	31.9	19	27.1	24.2	20	75	55	13
32	Phan Thiết	29.4	1.1	33.3	36.2	24	27.1	24.6	20	78	50	23
33	Vũng Tàu	30.3	1.4	33.9	35.0	20	27.7	25.1	20	74	51	18
34	Tây Ninh	30.0	1.8	35.6	37.4	6	26.2	24.5	31	79	46	6
35	T.P H-C-M	30.7	2.4	35.9	38.0	21	28.1	26.6	15	70	39	18
36	Tiền giang	29.9	1.4	35.0	36.7	19	26.8	25.2	14	77	46	14
37	Cần Thơ	29.5	1.7	34.6	36.0	4	26.5	24.7	5	77	48	14
38	Sóc Trăng	29.2	1.2	34.1	35.5	6	26.1	24.0	25	79	45	8
39	Rạch Giá	29.9	1.0	32.6	34.1	13	27.3	24.6	26	78	58	13
40	Cà Mau	29.7	2.0	34.7	36.0	6	26.2	24.0	30	76	35	6

Ghi chú: Ghi theo công điện khí hậu hàng tháng

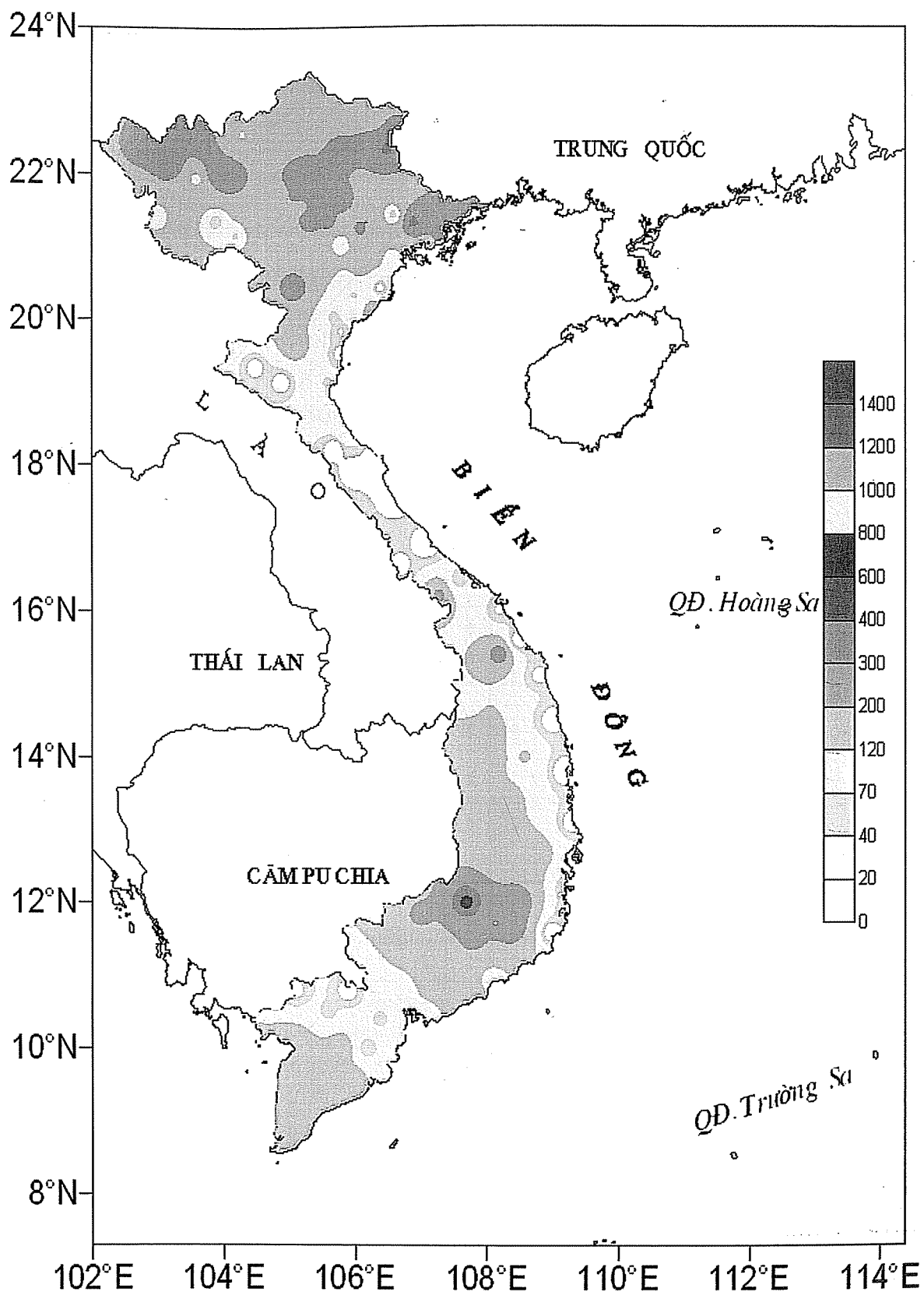
(LC: Thị xã Lai Châu cũ)

CỦA CÁC TRẠM THÁNG 5 NĂM 2015

Lượng mưa (mm)							Lượng bốc hơi (mm)			Giờ nắng		Số ngày				Số thứ tự
Tổng số	Chuẩn sai	Cao nhất	Ngày	Số ngày liên tục		Số ngày có mưa	Tổng số	Cao nhất	Ngày	Tổng số	Chuẩn sai	Gió tây khô nóng		Đông	Mưa phùn	
				Không mưa	Có mưa							Nhẹ	Mạnh			
217	-137	42	23	9	13	15	104	6	7	260	72	0	0	13	0	1
267	-4	74	17	9	5	13	81	5	9	277	90	13	6	17	0	2
43	-128	14	10	9	5	10	150	9	6	289	83	10	0	11	0	3
298	-55	56	13	8	13	21	198	11	6	248	97	0	0	13	0	4
127	-82	73	16	8	6	13	153	9	29	257	68	15	3	7	0	5
185	-41	49	9	8	6	12	93	5	19	195	41	1	0	19	0	6
173	-111	48	16	8	6	14	108	6	28	213	47	4	0	7	0	7
303	92	72	22	8	4	13	107	5	29	238	56	2	0	14	0	8
198	33	46	16	5	6	13	103	6	29	214	27	3	0	14	0	9
183	-1	42	20	6	5	12	93	5	29	211	40	6	1	14	0	10
248	14	45	23	8	5	13	124	7	29	208	31	2	0	15	0	11
201	-1	76	21	7	4	14	96	5	29	228	25	1	0	15	0	12
189	-13	66	16	8	5	10	97	5	31	206	28	3	1	14	0	13
167	-67	37	24	3	4	17	110	7	29	258	70	15	4	15	0	14
74	-114	30	24	7	3	11	91	6	29	205	39	9	3	14	0	15
296	54	118	16	5	3	13	68	4	29	126	-10	0	0	9	0	16
187	-38	72	9	5	2	12	99	6	29	177	-21	0	0	8	0	17
86	-117	39	9	2	9	6	88	6	29	219	35	4	1	9	0	18
19	-149	6	9	6	2	9	82	6	29	228	29	0	0	8	0	19
88	-87	54	12	8	2	8	122	8	29	235	33	5	2	8	0	20
36	-121	16	12	6	3	7	126	8	29	263	61	4	3	6	0	21
120	-16	120	12	19	1	1	181	12	28	286	73	18	2	11	0	22
9	-97	6	9	14	1	4	176	10	29	298	70	15	3	9	0	23
40	-42	17	14	7	4	10	120	6	29	287	38	16	4	21	0	24
35	-28	20	18	17	2	3	123	6	29	283	37	6	5	11	0	25
28	-38	27	19	16	2	3	119	5	14	274	0	14	0	9	0	26
3	-60	3	26	25	1	1	54	3	27	302	25	1	0	0	0	27
134	-92	60	20	3	4	16	87	4	4	232	23	0	0	13	0	28
169	-57	57	14	4	6	17	105	6	4	264	37	4	0	23	0	29
282	58	65	1	6	8	21	36	2	14	169	-27	0	0	23	0	30
39	-16	39	20	19	1	1	166	7	15	225	-26	0	0	1	0	31
67	-68	37	20	5	4	8	137	6	24	292	44	2	0	5	0	32
100	-88	29	18	7	2	11	128	6	26	282	43	0	0	7	0	33
119	-89	64	12	7	4	11	129	6	19	271	18	16	0	16	0	34
105	-113	38	15	8	2	11	140	6	14	209	14	20	1	12	0	35
57	-110	21	22	5	2	12	274	5	17	274	53	13	0	13	0	36
168	-9	30	22	10	2	11	112	5	16	276	63	17	14	11	0	37
138	-88	30	10	7	4	12	97	5	6	268	84	6	0	14	0	38
197	-31	61	1	11	7	11	121	5	17	285	81	0	0	13	0	39
131	-145	31	12	4	6	14	109	5	16	214	42	16	0	19	0	40



Hình 1. Bản đồ chuẩn sai nhiệt độ tháng 5 - 2015 (°C)  
(Theo công điện Clim hàng tháng)



Hình 2. Bản đồ lượng mưa tháng 5 - 2015 (mm)  
(Theo công điện Clim hàng tháng)

THÔNG BÁO KẾT QUẢ QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ TẠI MỘT SỐ TỈNH, THÀNH PHỐ  
Tháng 05 năm 2015

I. SỐ LIỆU THỰC ĐO

Tên trạm	Phủ Liễn (Hải Phòng)		Láng (Hà Nội)		Cúc Phương (Ninh Bình)		Đà Nẵng (Đà Nẵng)		Pleiku (Gia Lai)			Nhà Bè (TP Hồ Chí Minh)			Sơn La (Sơn La)		Vinh (Nghệ An)			Cần Thơ (Cần Thơ)			
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	
Yếu tố																							
SR (µg/m <sup>3</sup> )	**	**	**	**	**	**	**	**	719	0	178	0	246	**	**	**	**	851	0	216	**	**	
UV (w/m <sup>2</sup> )	**	**	22,2	0	3,5	**	**	**	43,9	0	5,5	**	**	**	**	**	**	97,6	0	11,1	**	**	
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	136	33	191	32	61	185	12	54	66	7	26	**	**	**	161	61	113	**	**	**	**	**	
NO	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
NH <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	7	1	3	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CO (µg/m <sup>3</sup> )	**	**	5119	686	1097	**	**	**	**	**	**	**	**	**	3310	57	649	**	**	**	**	**	**
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	67	0	15	**	**	**	**	**	33	1	8	84	6	24	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CH <sub>4</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
TSP (µg/m <sup>3</sup> )	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	209	94	143	**	**	**	**	**	**	**	**	**
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	**	**	**	**	**	**	**	**	98	25	71	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

Chú thích:

- Các trạm Sơn La, Vinh, Cần Thơ không đo các yếu tố O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, TSP, PM10;
- Giá trị *Max* trong các bảng là số liệu trung bình 1 giờ lớn nhất trong tháng; giá trị *min* là số liệu trung bình 1 giờ nhỏ nhất trong tháng và *TB* là số liệu trung bình 1 giờ của cả tháng;
- Ký hiệu "\*\*\*\*", số liệu thiếu do ỉn thiết bị hỏng đột xuất; chưa xác định được nguyên nhân và chưa có linh kiện thay thế.

II. NHẬN XÉT

- Giá trị trung bình 1 giờ của các yếu tố quan trắc được đều nằm trong tiêu chuẩn cho phép (giá trị tương ứng theo QCVN 05:2013/BTNMT).

TRUNG TÂM MẠNG LƯỚI KTTV VÀ MÔI TRƯỜNG

- 1** **Tang The Cuong, Tran Thuc and Tran Thi Dieu Hang** - Office of the Ministry of Natural Resources and Environment  
Integration of Climate Change Issues into Strategic Environmental Assessment for Thua Thien - Hue Province
- 8** **Truong Duc Tri<sup>(1)</sup>, Nguyen Van Thang<sup>(2)</sup> and Nguyen Dang Mau<sup>(2)</sup>**  
<sup>(1)</sup>Institute of Meteorology Hydrology and Department  
<sup>(2)</sup>Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change  
Assessment of Drought Indices for Drought Monitoring and Forecast in the Highlands Central Region
- 14** **Dao Nguyen Khoi** - University of Science, Ho Chi Minh City  
Analysis of Annual Precipitation trend in the Serepok River Catchment in the Period 1981-2009
- 20** **Dang Hoa Vinh** - Institute of Resources Geography Ho Chi Minh City, Vietnam Academy of Science and Technology  
The Ability to Surface Water Exploitation Serving Water Supply in Ca Mau Peninsula in Terms of Sea Level Rise Due to Climate Change
- 27** **Hoang Luu Thu Thuy and Vuong Van Vu** - Vietnam Academy of Science and Technology  
Building Vulnerability Index of Public Health Caused by Climate Change in Thanh Hoa Province
- 34** **Do Dinh Chien<sup>(1)</sup>, Tran Hong Thai<sup>(2)</sup>, Nguyen Tho Sao<sup>(3)</sup>, Nguyen Ba Thuy<sup>(4)</sup>**  
<sup>(1)</sup> Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change  
<sup>(2)</sup> Hydro-Meteorological Service of Vietnam  
<sup>(3)</sup> VNU University of Science  
<sup>(4)</sup>National Center for Hydro-meteorological Forecasting  
Studying for Assessment of Storm Surge along the Coastal Area from Quang Binh to Quang Nam
- 40** **Tran Van Tinh and Nguyen Thi Bich Ngoc** - Ha Noi University of Natural Resources and Environment  
Application of Mike 11 Model to Simulate Flood Regime in Downstream Area of Ca River Basin
- 46** **Cu Thi Phuong** - University of Technology, Sydney (UTS)  
Application of Bayesian Approach to Estimate Design Flood Flow for a Moonson Catchment in Vietnam
- 52** **Nguyen Kien Dung<sup>(1)</sup>, Vu Trong Thanh<sup>(1)</sup> and Nguyen Thi Thanh Huyen<sup>(2)</sup>**  
<sup>(1)</sup> Technology Application and Training Center for Hydro-Meteorology and Environment  
<sup>(2)</sup>Foreign Trade University  
Establishing Automatical Management Program of Hydro-meteorological Network Profile
- 58** Summary of the Meteorological, Agro-Meteorological, Hydrological Conditions in May 2015 - **National Center of Hydro - Meteorological Forecasting and Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change**
- 68** Report on Air Environmental Quality Monitoring in some Provinces in May 2015 - **Hydro-Meteorological and Environmental Network Center**