

# CÂN BẰNG NƯỚC TRONG MÔ HÌNH PHÂN PHỐI BTOPMC PHỤC VỤ QUẢN LÝ TỔNG HỢP LƯU VỰC SÔNG KONE

PHAN THỊ THANH HẰNG, NGUYỄN THỊ THẢO HƯƠNG,  
*Viện Địa lý – Viện khoa học và Công nghệ Việt Nam*  
KENGO SUNADA, SATORU OISHI  
*Department of Civil and Environmental Engineering*  
*University of Yamanashi*

**Tóm tắt:** Trong nghiên cứu này các tác giả đã trình bày kết quả mô phỏng cân bằng nước phục vụ quản lý tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Kone bằng áp dụng mô hình BTOPMC. Kết quả cũng đã chỉ ra rằng mô hình BTOPMC cũng có thể áp dụng cho các lưu vực khác ở Việt Nam bởi tính tiện lợi khi sử dụng và tính hữu ích của kết quả thu được.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, nhiều mô hình thủy văn đã được áp dụng để tính toán cân bằng nước phục vụ quản lý tổng hợp tài nguyên nước. Tuy nhiên, quá trình hình thành dòng chảy khá phức tạp lại chịu ảnh hưởng của nhiều nhân tố như khí hậu, mặt đệm và thường không đồng nhất chính vì vậy, việc xác định bộ thông số cho mô hình là một điều không đơn giản. Mô hình BTOPMC đã phân chia lưu vực thành một số lưu vực con dựa trên các đặc điểm về địa hình, thổ nhưỡng, thảm phủ, hiện trạng sử dụng đất và mưa... Mỗi lưu vực con được đặc trưng bởi một bộ thông số riêng biệt và các thông số cũng có thể được xác định bởi các phương pháp riêng. Việc tính toán cân bằng nước được thực hiện cho từng lưu vực con. Mô hình BTOPMC đã được ứng dụng để tính toán cân bằng nước cho nhiều lưu vực sông ở Nhật cũng như một số lưu vực sông trên thế giới như sông Mekong, sông Hoàng Hà ... Trong nghiên cứu này, các tác giả đã áp dụng mô hình phân phối BTOPMC để tính toán cân bằng nước phục vụ quản lý tổng hợp tài nguyên nước trong lưu vực sông Kone.

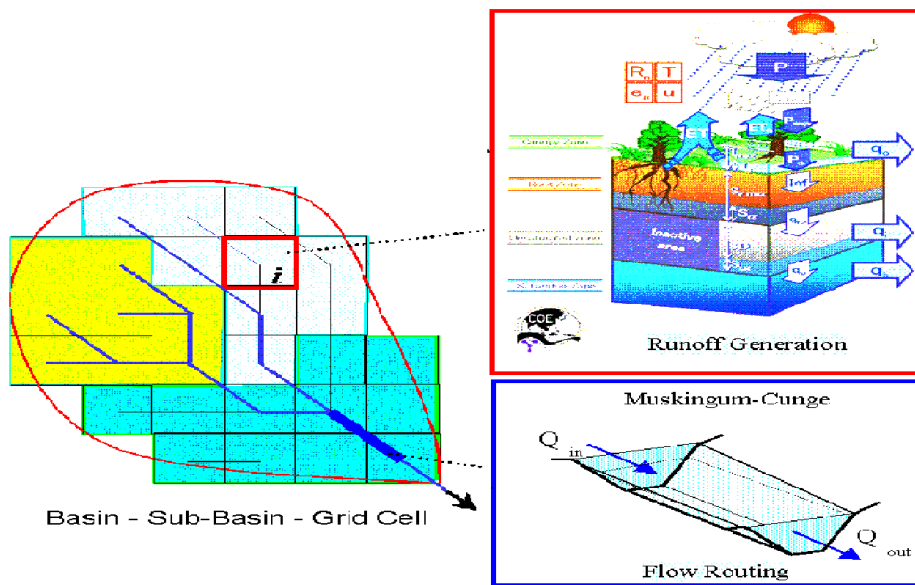
## II. GIỚI THIỆU VỀ MÔ HÌNH PHÂN PHỐI BTOPMC

Mô hình BTOPMC được các nhà khoa học Nhật Bản thuộc trường Đại học Yamanashi xây dựng [6] trên cơ sở sử dụng TOPMODEL [1] và phương pháp Muskingum – Cunge để diễn toán dòng chảy. BTOPMC có thể mô phỏng cho bất kỳ lưu vực nào không phụ thuộc vào diện tích

lưu vực; Độ dốc lưu vực và đặc điểm địa hình là nhân tố chính để hình thành dòng chảy; Mạng lưới sông suối được thiết lập từ mô hình số độ cao (DEM – digital elevation model). Trong BTOPMC hướng của dòng chảy được xác định bằng hướng dốc của địa hình; Dòng chảy ngầm được xem xét trong từng lưu vực con bằng dòng chảy tràn trên mỗi ô bề mặt lưu vực và dòng chảy trong sông; Tính toán dòng chảy hình thành bằng TOPMODEL và phương pháp Muskingum – Cunge; Xác định bộ thông số của mô hình có thể bằng tay hoặc tự động. Dưới đây là một số module cơ bản trong BTOPMC:

- Module địa hình: Trong mô hình thủy văn, module mô hình số độ cao hay là mạng lưới tiêu thoát nước là một trong những module quan trọng nhất. Mô phỏng phân bố dòng chảy theo không gian và hướng của dòng chảy trên lưu vực là một trong những tiến bộ của mô hình BTOPMC. Trong BTOPMC, mạng lưới sông suối đã được xác định tự động từ DEM.

- Module mô phỏng quá trình hình thành dòng chảy: Căn cứ vào các kết quả phân tích địa hình, BTOPMC mô phỏng quá trình hình thành dòng chảy trong mỗi ô. BTOPMC giả thiết rằng dòng chảy hình thành trong mỗi ô tại 1 thời điểm là tổng của dòng chảy tràn và dòng chảy ngầm trên 1 đơn vị của đường đồng mức. Để mô phỏng dòng chảy trong sông, BTOPMC đã áp dụng phương pháp Muskingum - Cunge. Hình 1 mô tả cân bằng nước theo phương thẳng đứng và quá trình hình thành dòng chảy trong BTOPMC.



Hình 1: Cấu trúc quá trình hình thành dòng chảy trong BTOPMC [2]

- Bộ thông số của mô hình: Trong BTOPMC, bộ thông số của mô hình bao gồm:  $T_o$  ( $m^2/h$ ) – Hệ số truyền dẫn bão hòa;  $m$  (m) – Hệ số phân rã truyền dẫn;  $S_{rmax}$  (m) – Khả năng trữ lớn nhất trong tầng rễ;  $S_{bar0}$  – Độ thiếu hụt bão hòa ban đầu và  $n_0$  – Hệ số nhám tương đương có thể được xác định bằng tay hoặc tự động. Các số liệu điều tra về hiện trạng sử dụng đất và phân loại đất là không thể thiếu được khi xác định bộ thông số của mô hình. Kết quả mô phỏng được đánh giá bằng chỉ số Nash - Sutcliffe và tỷ số giữa lưu lượng mô phỏng với kết quả thực đo.

- Lượng mưa phân bố trên lưu vực được tính toán từ tài liệu thực đo bằng phương pháp Thiessen.

- Bốc thoát hơi tiềm năng (PET): Bốc thoát hơi tiềm năng là một trong những số liệu đầu vào quan trọng của BTOPMC. Thông thường nó được tính toán là tỷ lệ bốc hơi lớn nhất từ lớp phủ thực vật trong điều kiện đủ ẩm. Tỷ lệ này được xác định dựa trên các số liệu khí tượng. Theo qui ước bốc hơi chậu được sử dụng như là bốc thoát hơi tiềm năng nhân với hệ số đất ( $K_p$ ) và hệ số cây trồng ( $K_c$ ).

### III. ÁP DỤNG MÔ HÌNH PHÂN PHỐI CHO LƯU VỰC SÔNG KONE

Trong nghiên cứu này các tác giả đã áp dụng

mô hình BTOPMC để tính toán cân bằng nước và diễn toán dòng chảy trên sông Kone phục vụ quản lý tổng hợp tài nguyên nước.

Lưu vực sông Kone: có diện tích lưu vực  $2.980km^2$ , phía Bắc giáp lưu vực sông Trà Khúc, sông Vệ, sông Lại Giang, phía Nam giáp lưu vực sông Hà Thanh, phía Tây giáp lưu vực sông Ba và phía Đông giáp biển. Lưu vực sông Kone nằm ở sườn Đông của dãy Trường Sơn với hướng dốc chính từ Tây sang Đông, độ dốc bình quân lưu vực đạt 15,8%, độ cao bình quân lưu vực 567m. Mật độ sông suối bình quân trong toàn lưu vực là  $0,65km/km^2$ . Dòng chính sông có chiều dài 171km, bắt nguồn từ đỉnh Ngọc Rô ở độ cao 1.260m chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam đến Thanh Quang - Vĩnh Phúc, sau đó chuyển hướng thành Bắc Nam cho đến Bình Tường. Phân hạ du sông Kone chảy theo hướng Tây Đông đến Bình Thạch chia ra làm 2 nhánh chính: Nhánh Đập Đá chảy ra cửa An Lợi rồi đổ vào đầm Thị Nại; Nhánh Tân An có các nhánh như Gò Chàm cách ngã ba về phía hạ lưu chừng 2km, sau khi chảy trên vùng đồng bằng rồi nhập với sông Tân An cùng đổ vào đầm Thị Nại tại cửa Gò Bồi - Tân Giảng.

Lưu vực sông Hà Thanh: nằm ở vị trí cực Nam của tỉnh Bình Định giáp tỉnh Phú Yên.

Sông được bắt nguồn từ vùng núi huyện Vân Canh có độ cao 500m, chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc. Sông Hà Thanh có diện tích lưu vực 580km<sup>2</sup>, độ dốc bình quân lưu vực khoảng 18,3%, mật độ lưới sông trung bình đạt 0,92km/km<sup>2</sup>. Lưu vực sông Hà Thanh có thể được coi là một bộ phận của lưu vực sông Kone do hai sông này được nối với nhau bởi nhiều kênh tự nhiên và kênh đào. Dòng chảy sông Kone có ảnh hưởng khá rõ và chi phối chế độ lũ của sông Hà Thanh. Lưu vực sông nằm phần lớn trong huyện Vân Canh, một phần huyện Tuy Phước và ngoại vi thành phố Quy Nhơn. Chiều dài dòng chính 58km chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, khi chảy về đến Diêu Trì sông chia thành 2 nhánh: nhánh Hà Thanh và nhánh Trường Úc. Hai nhánh sông này đổ vào đầm Thị Nại qua 2 cửa Hưng Thạnh và Trường Úc rồi thông ra biển qua cửa Quy Nhơn.

Nước từ hệ thống sông Kone - Hà Thanh được chuyển ra biển qua đầm Thị Nại. Đầm Thị Nại là vụng biển nối với vịnh Qui Nhơn bởi eo biển rộng 500m ở độ sâu 10 ÷ 15m, qua eo biển này ảnh hưởng của triều biển Đông vào đầm bị hạn chế. Dao động triều yếu dần từ cửa sông Hà Thanh lên đến cửa Tân An và Đập Đá. Diện tích mặt đầm trong mùa mưa khoảng 4.689ha, còn trong mùa khô là 3.723ha.

Trong lưu vực sông Kone hiện nay chỉ có duy nhất 1 trạm thủy văn (Bình Tường) có đo đạc lưu lượng dòng chảy đặt tại vị trí khống chế 1.677km<sup>2</sup> diện tích lưu vực và cũng chỉ có số liệu từ năm 1977 đến nay vì vậy để phục vụ công tác quản lý tổng hợp tài nguyên nước việc áp dụng các công cụ hiện đại như mô hình, GIS... để tính toán cân bằng nước là việc làm hữu hiệu.

#### Chuẩn bị số liệu

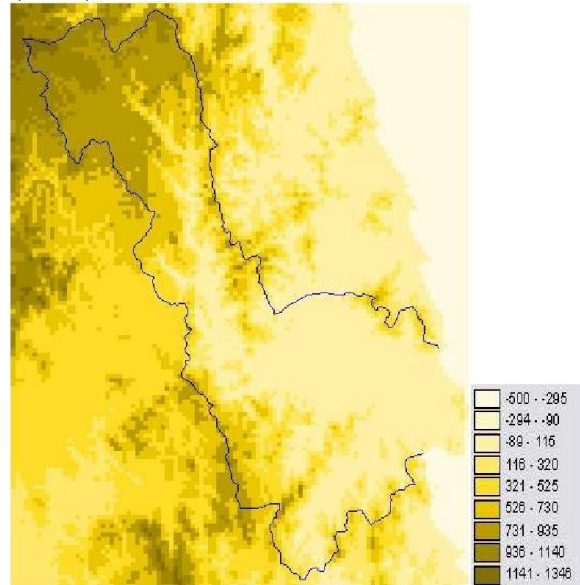
Các số liệu cần thiết đầu vào để tính toán cân bằng nước trong BTOPMC bao gồm:

- DEM (hình 2) của lưu vực sông Kone được cung cấp bởi National Geophysical Data Center (USA) với độ phân giải là 0,5km.

- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất do USGS (United State Geological Survey) cung cấp và

bản đồ đất do FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) cung cấp.

- Các số liệu khí tượng như nhiệt độ, bốc hơi, mây, tốc độ gió và bức xạ sử dụng số liệu của Data Distribution Centre (DDC) thuộc Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).



Hình 2: DEM của lưu vực sông Kone

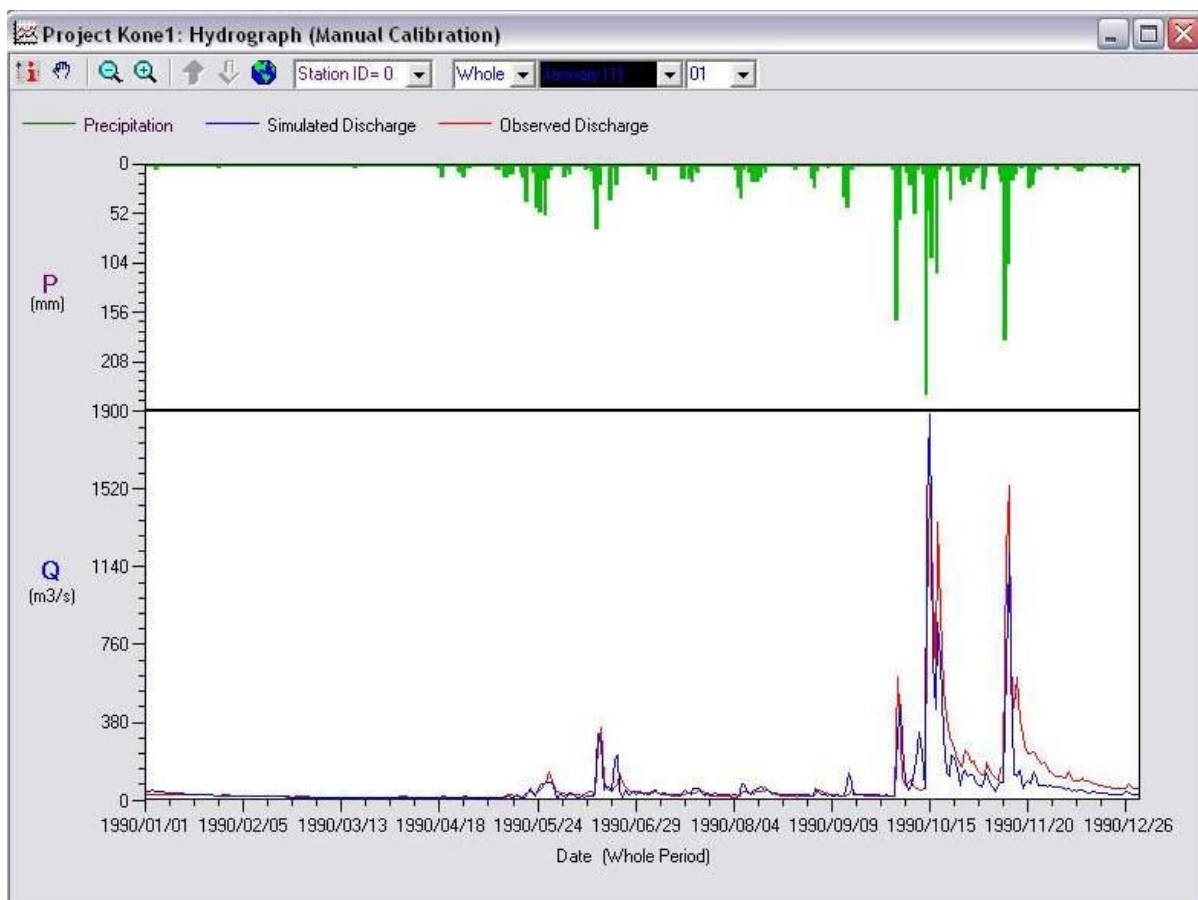
- Ngoài ra còn sử dụng số liệu mưa của 7 trạm khí tượng (Qui Nhơn, Vĩnh Thạch, Bình Tường, Vân Canh, Vĩnh Kim, An Nhơn và Phù Cát) và số liệu dòng chảy tại trạm Bình Tường. Tài liệu dòng chảy tại trạm Bình Tường đã được sử dụng để kiểm nghiệm kết quả tính toán cân bằng nước của mô hình.

#### IV. KẾT QUẢ

Bằng bộ số liệu đã được thu thập các tác giả đã tiến hành tính toán và mô phỏng cân bằng nước sông Kone bằng mô hình BTOPMC. Các thông số của mô hình đã được hiệu chỉnh bằng phương pháp thử sai. Kết quả tính toán được kiểm định bằng số liệu thực đo tại trạm Bình Tường. Để đánh giá kết quả mô phỏng của mô hình đã sử dụng chỉ số Nash.

$$\text{Nash Coefficient} = 1 - \frac{\sum (Q_{\text{cal}} - Q_{\text{obs}})^2}{\sum (Q_{\text{cal}} - \bar{Q}_{\text{obs}})^2}$$

Trong đó:  $Q_{\text{cal}}$  - Lưu lượng tính toán,  $Q_{\text{obs}}$  - lưu lượng thực đo và  $\bar{Q}_{\text{obs}}$  là lưu lượng trung bình năm.



*Hình 3: Mô phỏng lưu lượng dòng chảy tính toán bằng mô hình BTOPMC và kết quả thực đo tại trạm Bình Tường – sông Kone năm 1990*

Hình 3 diễn toán kết quả mô phỏng dòng chảy bằng tính toán cân bằng nước từ mô hình BTOPMC và số liệu thực đo tại trạm Bình Tường năm 1990. Chỉ số Nash tính toán được là 0,91. Mô hình cân bằng nước trong lưu vực đã xét đến quá trình hình thành dòng chảy chịu sự chi phối bởi các yếu tố địa hình, thảm phủ thực vật, thổ nhưỡng và điều kiện khí hậu. Tuy nhiên, qua nhiều nghiên cứu cho thấy kết quả mô phỏng sẽ tốt hơn nếu sử dụng mô hình số độ cao (DEM) với độ phân giải cao hơn. Ở đây chúng tôi sử dụng DEM với độ phân giải là 0,5km. Mặt khác kết quả mô phỏng cũng chỉ ra ảnh hưởng của các công trình điều tiết dòng chảy đã ảnh hưởng đến cân bằng nguồn nước tự nhiên trên lưu vực. Như vậy, có thể áp dụng mô hình BTOPMC để tính toán cân bằng nước cho lưu

vực sông Kone cũng như cho một số lưu vực sông khác có điều kiện tương tự ở Việt Nam.

#### V. KẾT LUẬN

Quản lý tổng hợp tài nguyên nước là nhiệm vụ cấp bách cho các nước đang phát triển như Việt Nam. Khi nhu cầu dùng nước ngày một gia tăng thì việc tính toán cân bằng nước để quản lý phân phối nguồn nước một cách có hiệu quả trên cơ sở thứ tự dùng nước ưu tiên hợp lý là việc làm đem lại lợi ích kinh tế cao mà vẫn không ảnh hưởng tới môi trường sinh thái. Với nguồn số liệu khá hạn chế đặc biệt là đối với các lưu vực vừa và nhỏ như lưu vực sông Kone thì việc áp dụng mô hình để diễn toán cân bằng nước lưu vực là việc làm cần thiết. Kết quả diễn toán cho thấy có thể áp dụng BTOPMC cho các lưu vực khác ở Việt Nam bởi tính ứng dụng cao

của mô hình, đây cũng là một thế mạnh khi so sánh BTOPMC với một số mô hình. Thực tế BTOPMC là một mô hình không quá phức tạp, một số các số liệu đầu vào có thể thu thập được từ internet sẽ giúp người sử dụng tiết kiệm được thời gian và kinh phí. Hơn nữa kết quả tính toán của mô hình khi so sánh với các tài liệu thực đo hoàn toàn có thể chấp nhận được. Hy vọng trong tương lai, BTOPMC sẽ được ứng dụng ngày

càng nhiều trong công tác nghiên cứu cân bằng nước phục vụ quản lý tổng hợp tài nguyên nước của Việt Nam.

*Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của Tổ chức Hỗ trợ và Phát triển Khoa học (JSPS RONPAKU) Nhật Bản, chương trình GCOE - Đại học Yamanashi và chương trình Khoa học cơ bản.*

#### **Tài liệu tham khảo**

1. Beven, K. J., Kirkby, M. J., 1979. A physically based, variable contributing area model of hydrology. Hydrological science bulletin. 24(1), 43-69, 1979.
2. <http://coeinav.cec.yamanashi.ac.jp/inavi/scripts/inredir.dll>
3. <http://www.ipcc-data.org>
4. <http://www.ngdc.noaa.gov>
5. <http://www.usgs.gov>
6. Takeuchi, K., Tianqi, A. and Ishidaira, H., Introduction of block-wise of TOPMODEL and Muskingum – Cunge method for hydro-environmental simulation of large ungauged basins. Special Issue of Hydrological science Journal, Vol. 44, no 4, Barrier to sustainable management of water quality, 1999.

#### **Summary**

### **WATER BALANCE IN DISTRIBUTED HYDROLOGICMODEL BTOPMC FOR INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT**

**Phan Thi Thanh Hang, Nguyen Thi Thao Huong,**  
*Institute of Geography, VAST*  
**Kengo Sunada, Satoru Oishi**  
*Department of Civil and Environmental Engineering*  
*University of Yamanashi*

*In this paper, the authors presented the result of water balance simulated for integrated water resources management in the Kone River Basin by applying distributed hydrologic model BTOPMC. The result also showed that BTOPMC model can be applied for another basins in Vietnam because of use – friendly model and useful results.*