

NGHIÊN CỨU DỰ BÁO DÒNG CHẢY LŨ LƯU VỰC SÔNG VU GIA – THU BỒN

Ngô Lê An¹, Nguyễn Ngọc Hoa²

Tóm tắt: *Lũ lụt trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn diễn biến khá phức tạp, do ảnh hưởng của bão kết hợp với hoạt động không khí lạnh thường gây mưa lớn trên diện rộng, thêm vào đó địa hình dốc nên khả năng tập trung nước nhanh, chỉ có phần thượng lưu và hạ lưu mà không có đoạn trung lưu nên lũ diễn ra càng ác liệt hơn và đã gây thiệt hại nặng nề về người và tài sản. Bài báo đã nghiên cứu xây dựng một bộ mô hình toán bao gồm các mô hình thủy văn, thủy lực và điều tiết như MIKE NAM, MIKE 11 và HEC-RESSIM kết hợp với mô hình khí tượng dự báo mưa để phục vụ công tác dự báo lũ trên lưu vực. Bên cạnh đó, bài báo còn tập trung nghiên cứu xây dựng thành công 2 phương án dự báo với thời gian dự kiến lần lượt là 18h và 24h nhằm dự báo dòng chảy tại các trạm phía hạ lưu như Ái Nghĩa, Giao Thủy. Kết quả dự báo thử nghiệm cho trận lũ năm 2010 đã cho kết quả tốt, cùng với đó là mức đảm bảo đạt từ 0.6 đến hơn 0.82.*

Từ khóa: *Dự báo lũ, Vu Gia – Thu Bồn, vận hành hồ chứa, mô hình khí tượng – thủy văn*

1. Đặt vấn đề

Hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn là một trong 9 hệ thống sông lớn ở nước ta và là hệ thống sông lớn nhất ở khu vực Trung Trung Bộ, với diện tích lớn hơn 10.000km², hệ thống sông bao trùm hầu hết lãnh thổ thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam, trong đó có khoảng 500 km² ở thượng nguồn sông Cái nằm ở tỉnh Kon Tum. Lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn bao gồm đất đai của 14 huyện, thị và thành phố của tỉnh Quảng Nam. Đó là Trà My, Tiên Phước, Phước Sơn, Hiệp Đức, Nam Giang, Quế Sơn, Duy Xuyên, Hiên, Đại Lộc, Điện Bàn, thị xã Hội An, thành phố Đà Nẵng và một phần của huyện Thăng Bình, Đăk Glei (Kon Tum).

Hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn gồm hai nhánh chính là nhánh sông Vu Gia và Thu Bồn. Sông Vu Gia bắt nguồn từ vùng núi cao phía tây-nam tỉnh Quảng Nam, bao gồm nhiều nhánh sông lớn hợp thành (Sông Cái, sông Bung, sông Côn). Sông Thu Bồn bắt nguồn từ vùng biên giới 3 tỉnh Quảng Nam, Kon Tum và Quảng Ngãi ở độ cao hơn 2000 m, chảy theo hướng Nam - Bắc, về Phước Hội sông chảy theo hướng Tây Nam - Đông Bắc khi đến Giao Thủy sông chảy theo hướng Tây - Đông và đổ ra biển tại Cửa Đại.

Trên lưu vực nghiên cứu thì mưa lớn là nguyên nhân sinh ra lũ lụt sông ngòi và gây xói mòn lưu vực... điều này đã làm ảnh hưởng không

nhỏ đến cuộc sống, sản xuất và giao thông của người dân trong vùng. Mưa lũ lớn ở vùng ven biển miền Trung nói chung và hệ thống sông Vu Gia- Thu Bồn nói riêng thường được hình thành do nhiều loại hình thời tiết khác nhau như: bão, áp thấp nhiệt đới, không khí lạnh, hội tụ nhiệt đới, không khí lạnh và sự phối hợp hoạt động của giải hội tụ nhiệt đới hay cao áp Thái Bình Dương gây ra. Do lưu vực có lượng mưa lớn nên dòng chảy mặt trong sông khá lớn. Mô đun dòng chảy trung bình năm từ 60.0 – 80.0 l/s.km². Tổng lượng dòng chảy mặt hệ thống sông Thu Bồn W₀ vào khoảng 24 tỷ m³, tương ứng với Q₀ = 760 m³/s và M₀ = 73.4 l/s.km².

Do nhưng đặc điểm mưa lũ phức tạp và lượng dòng chảy khá dồi dào như trình bày ở trên mà tình hình lũ lụt trong vùng cũng có nhiều diễn biến phức tạp. Theo số liệu thống kê của các trạm thủy văn thì trong vòng 30 năm qua, lưu vực sông Vu Gia- Thu Bồn đã xảy ra nhiều trận lũ lụt lịch sử như các năm 1964, 1996, 1998, 1999, 2007 và 2009. Theo thống kê 5 năm từ 2003 đến năm 2008 thiên tai đã gây thiệt hại trên địa bàn tỉnh Quảng Nam ước tính trung bình gần bằng 6,26% tổng GDP và những năm mưa lũ lớn, thiệt hại có thể lên đến 18 - 20% GDP, đặc biệt thiệt hại về người là vô cùng to lớn. Riêng năm 2009, tổng GDP của Quảng Nam trong 6 tháng đầu năm là 4.140 tỷ đồng, thế nhưng cơn bão lũ cuối tháng 9 đã gây thiệt hại 3.500 tỷ đồng. Nguyên nhân gây ra những trận mưa lũ lớn là do ảnh hưởng của bão kết hợp với hoạt động không khí lạnh thường gây mưa

¹ ĐHTL Hà Nội

² Trung tâm DBKTTV TW

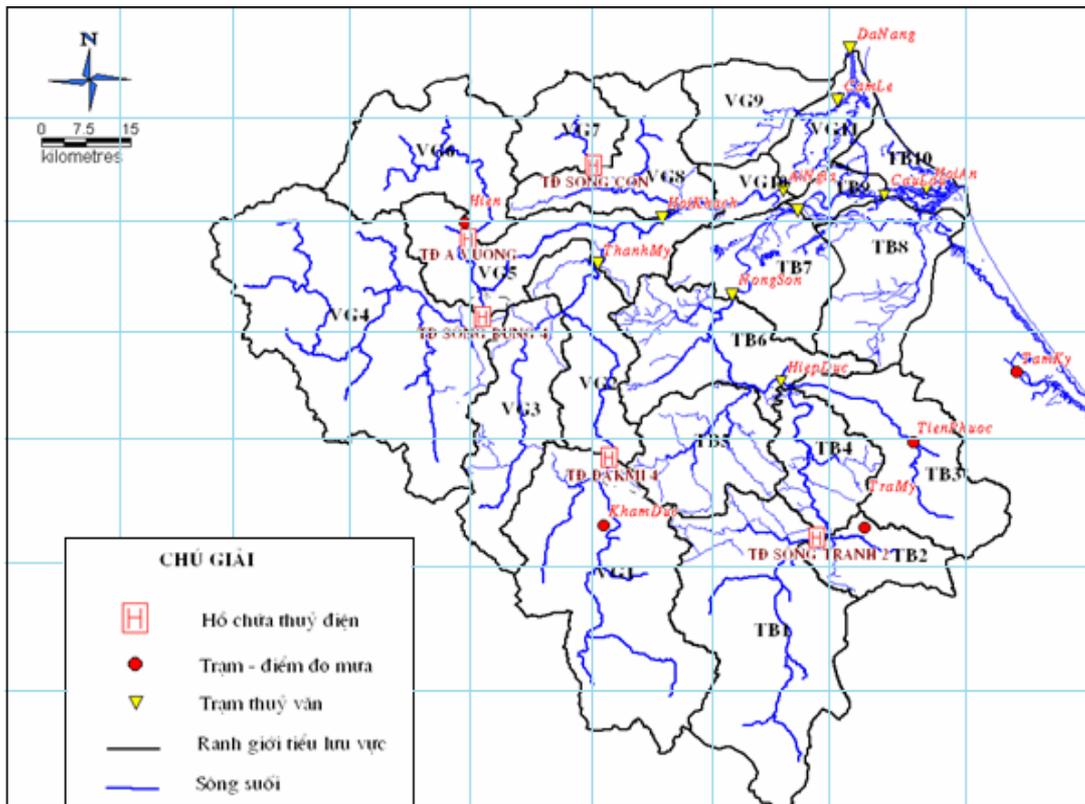
lớn trên diện rộng, thêm vào đó địa hình dốc nên khả năng tập trung nước nhanh, chỉ có phần thượng lưu và hạ lưu mà không có đoạn trung lưu nên lũ diễn ra rất ác liệt, lên nhanh - xuống nhanh và cường suất lũ lớn.

Vì vậy, việc dự báo dòng chảy đặc biệt là dòng chảy lũ trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn một cách nhanh nhất, ít tổn kém nhất và hiệu quả nhất đang là một vấn đề cấp thiết. Điều này đặt ra yêu cầu cần phải có những biện pháp dự báo trước tình hình lũ xảy ra trên lưu vực để giảm một cách tối đa các thiệt hại do lũ gây ra.

2. Phương pháp nghiên cứu và các bước thực hiện.

2.1 Phương pháp nghiên cứu

Lưu vực Vu Gia – Thu Bồn là một trong những lưu vực sông lớn và phức tạp bởi một hệ thống rất nhiều các sông nhánh, sông chính lớn nhỏ khác nhau và đan xen vào nhau, cùng với đó là hệ thống các hồ chứa thủy điện lớn ở phía thượng lưu. Tất cả các vấn đề nêu trên đặt ra một yêu cầu về xây dựng một quy trình dự báo hợp lý, đảm bảo độ chính xác cao là rất quan trọng.



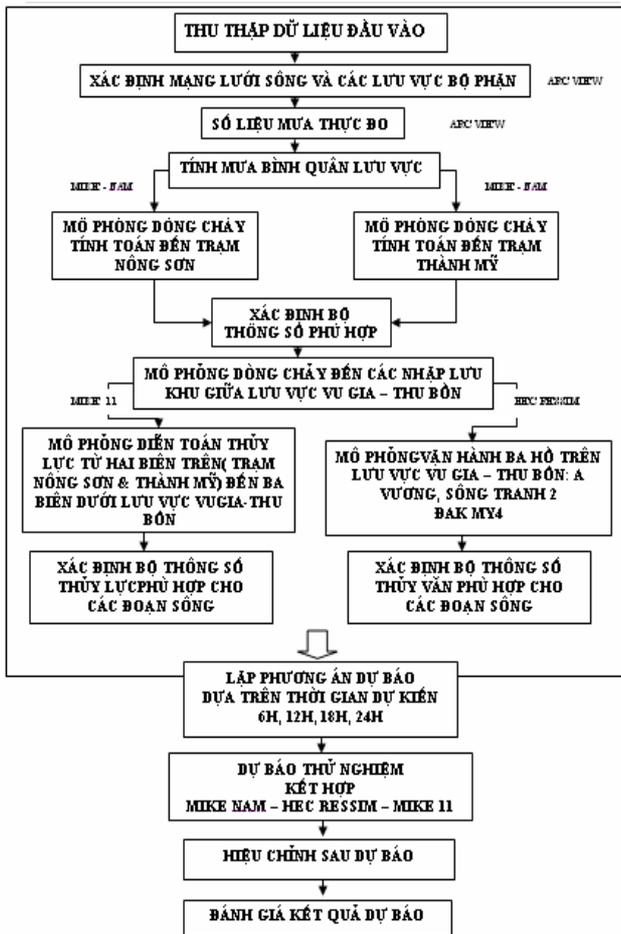
Hình 1 : Sơ đồ phân chia tiểu lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Để giải quyết bài toán mô phỏng trong dự báo bao gồm mô phỏng dòng chảy đến các hồ chứa thủy điện lớn như DakMi4, Sông Tranh II, A Vương, vận hành hệ thống hồ theo quy trình đã ban hành và diễn toán dòng chảy sau hồ đến các vị trí cần dự báo, nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp: *Hệ thống tin địa lý* để xác định các đặc trưng của lưu vực, *Mô hình toán* (MIKE NAM, MIKE 11 và HEC-RESSIM) để mô phỏng dòng chảy cũng như điều tiết hồ chứa trên lưu vực, *Thông kê* để đánh giá sai số.

2.2 Các bước thực hiện bài toán

Các bước thực hiện bài toán dự báo lũ lưu vực

Vu Gia – Thu Bồn được thể hiện trong hình 2. Các bước này được mô tả như sau: Thu thập các số liệu đầu vào bao gồm số liệu địa hình, khí tượng thủy văn và các tài liệu liên quan khác. Mô phỏng dòng chảy đến trạm thủy văn Nông Sơn, Thành Mỹ và dòng chảy đến các hồ chứa, nhập lưu khu giữa bằng mô hình MIKE NAM. Vận hành hệ thống hồ chứa theo quy trình vận hành liên hồ đã ban hành bằng mô hình HEC-RESSIM (gồm ba hồ chứa: A Vương, Sông Tranh 2 và Dak Mi 4). Diễn toán dòng chảy đến các vị trí cần dự báo (Ái Nghĩa và Giao Thủy) bằng mô hình thủy lực MIKE 11 HD.

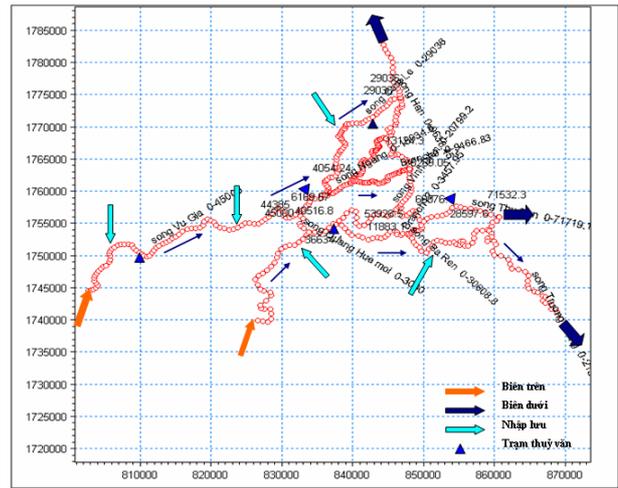


Hình 2: Các bước nghiên cứu dự báo lũ sông Vu Gia – Thu Bồn

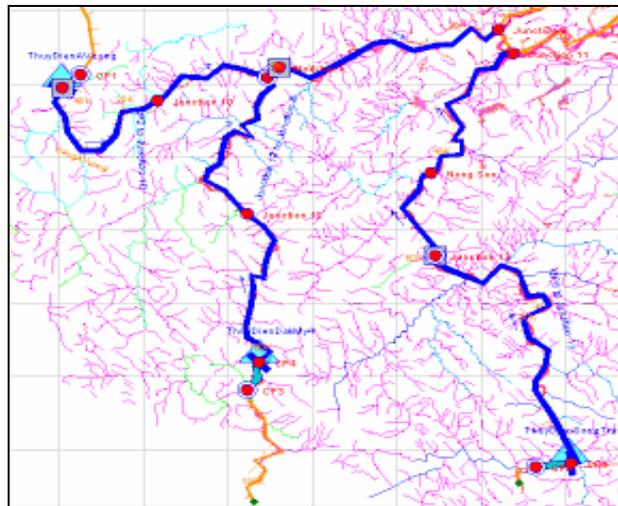
Lập phương án dự báo và dự báo thử nghiệm kết hợp với hiệu chỉnh sai số và đánh giá kết quả trước khi đưa ra bản tin dự báo. Các trận lũ lựa chọn dựa trên tiêu chí mỗi năm chọn một trận lũ lớn, một trận lũ trung bình và một trận lũ nhỏ cho một số năm gần đây.

Bảng 1: Các trận lũ được sử dụng trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định

Lưu Vực Vu Gia – Thu Bồn			
Phân loại trận lũ	Năm	Thời gian xuất hiện	Q_{max} (m ³ /s)
Lớn	2003	07:00 9/11 - 13:00 17/11	5642
	2004	13:00 25/11 - 01:00 1/12	8527
	2006	01:00 29/9 - 19:00 4/10	3028
	2007	01:00 9/11 - 01:00 15/11	10049
Trung Bình	2003	07:00 22/11 - 19:00 27/11	4364
	2004	19:00 1/10 - 10:00 8/10	2367
	2006	07:00 26/10 - 07:00 2/11	2896
	2007	19:00 15/10 - 19:00 20/10	3623
Nhỏ	2003	07:00 1/10 - 13:00 5/10	1285
	2004	19:00 23/10 - 19:00 27/10	938
	2006	19:00 4/11 - 13:00 18/11	1794
	2007	01:00 1/10 - 19:00 5/10	1037



Hình 3: Sơ đồ tính toán thủy lực sông Vu Gia – Thu Bồn



Hình 4: Sơ đồ tính toán điều tiết hồ chứa trên sông Vu Gia – Thu Bồn

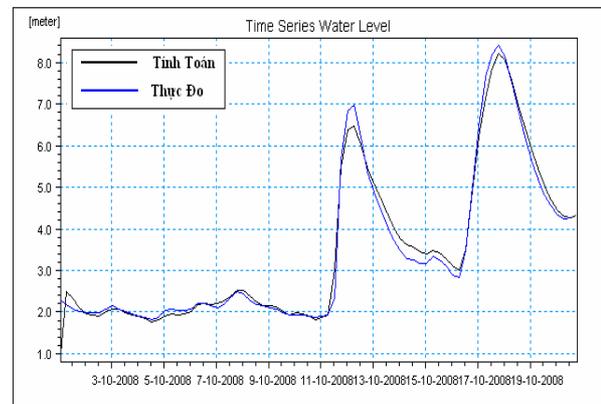
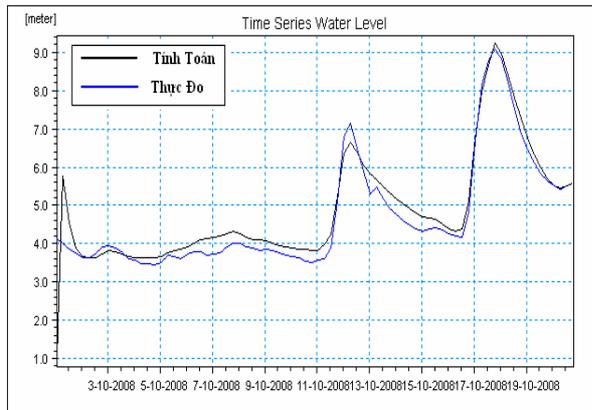
Bảng 2: Bộ thông số mô hình NAM cho các nhập lưu

Thông số mô hình Nam	TB1	TB234	TB5	TB6	VG1	VG23
	F=1100 km ²	F= 1091 km ²	F= 544 km ²	F= 433 km ²	F=1130 km ²	F= 912 km ²
Umax	15	15	15	15	15	15
Lmax	250	250	250	250	250	250
CQOF	0.83	0.83	0.83	0.83	0.61	0.62
CKIF	21	21	21	21	21	21
CK 1,2	35	38	38	35	20.9	20.9
TOF	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
TIF	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
TG	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
CKBF	2761	2000	2000	2000	2761	2000
U/Umax	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
L/Lmax	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
QOF	50	50	50	50	50	50
QIF	50	50	50	50	50	50

Bộ thông số mô phỏng dòng chảy đến Nông Sơn và Thành Mỹ cho kết quả tương đối tốt về các chỉ tiêu đánh giá. Quá trình lũ dùng để kiểm định và mô phỏng đều đạt kết quả Nash trên 0.8. Đặc biệt về thời gian xuất hiện đỉnh so sánh giữa đường quá trình mô phỏng với đường quá trình lũ thực đo thì không có sự sai khác nào mặc dù bước thời gian mô phỏng là 6h tương

đối khó để hiệu chỉnh được đỉnh sát với thực tế.

Sau khi hiệu chỉnh mô hình thủy lực Mike 11 cho hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn, bộ thông số nhám thủy lực dao động từ 0.031 đến 0.05 cho kết quả tương đối tốt với hệ số Nash đều lớn hơn 0.8. Các đường quá trình mực nước tính toán và thực đo được thể hiện qua các hình dưới đây:



Hình 5: Đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tại Ái Nghĩa và Giao Thủy

2.3. Xây dựng phương án dự báo lũ

Phương án dự báo lũ được xây dựng dựa trên số liệu mưa (không có mưa dự báo và có mưa dự báo sử dụng mô hình khí tượng HRM) trong đó thời gian dự kiến đưa ra gồm dự báo trong khoảng thời gian 18 giờ và 24 giờ. Cả 2 phương án đều được đánh giá hiệu chỉnh lại kết quả dựa trên việc đánh giá thống kê sai số.

Phương án I: Tại thời điểm bắt đầu dự báo, dựa vào mưa và quá trình dòng chảy tại các thời

đoạn trước tiến hành dự báo lũ đến hồ, dự báo lũ đến các nhập lưu và khu giữa và trong khoảng thời gian dự kiến coi mưa trên toàn lưu vực là bằng 0 (không có mưa dự báo). Sau khi đã có giá trị lưu lượng dự báo đầu tiên, tiếp tục diễn toán thủy lực đến hai trạm Ái Nghĩa (sông Vu Gia) và Giao Thủy (sông Thu Bồn) để được kết quả dự báo mực nước đầu tiên. Tại thời điểm dự báo tiếp theo, khi đã biết mưa xảy ra ở thời đoạn trước, tiếp tục tiến hành dự báo cho thời điểm

sau đó với giả thiết mưa như trên để tính lưu lượng và mực nước dự báo toàn trận lũ.

Phương án II: Tại thời điểm bắt đầu dự báo, dựa vào mưa và quá trình dòng chảy tại các thời đoạn trước tiến hành dự báo lũ đến hồ, dự báo lũ đến các nhập lưu và khu giữa có sử dụng số liệu mưa dự báo trong khoảng thời gian dự kiến. Sau khi đã có giá trị lưu lượng dự báo đầu tiên, tiếp tục diễn toán thủy lực đến hai trạm Ái Nghĩa (sông Vu Gia) và Giao Thủy (sông Thu Bồn) để được kết quả dự báo mực nước đầu tiên. Tại thời điểm dự báo tiếp theo, khi đã biết mưa xảy ra ở thời đoạn trước, tiếp tục tiến hành dự báo cho thời điểm sau đó với giả thiết sử dụng mưa dự báo như trên để tính lưu lượng và mực nước dự báo toàn trận lũ.

2.4 Các chỉ tiêu đánh giá dự báo

Để đánh giá phương án dự báo là tốt hay xấu, sử dụng hệ số tương quan của biên độ dự báo:

$$\eta = \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma'}{\sigma}\right)^2} \text{ trong đó:}$$

$$\sigma' = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Q}_i - Q_i)^2}{n}} \text{ và } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n}}$$

Với: \hat{Q}_i : Trị số dự báo; Q_i : Trị số thực đo;

$$\bar{Q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \text{ với } n \text{ là số lần dự báo kiểm tra.}$$

Bảng 3a: Bảng mực nước dự báo đến các điểm khống chế tại hạ lưu theo 2 phương án (thời gian dự kiến: 18 giờ)

Mực Nước Trạm Ái Nghĩa (thời gian dự kiến: 18 giờ)					
Thời gian	Phương án I		Phương án II		H thực đo
	H dự báo chưa hiệu chỉnh	H dự báo đã hiệu chỉnh	H dự báo chưa hiệu chỉnh	H dự báo đã hiệu chỉnh	
16-11-2010 01:00:00	6.64	6.66	6.58	7.35	7.37
16-11-2010 07:00:00	6.63	6.73	7.27	7.56	7.71
16-11-2010 13:00:00	7.11	7.14	7.97	8.27	8.57
16-11-2010 19:00:00	7.60	7.75	8.4	8.6	8.83
17-11-2010 01:00:00	8.11	8.23	8.56	8.98	8.94
17-11-2010 07:00:00	7.95	7.96	8.72	8.85	8.92
17-11-2010 13:00:00	8.10	8.34	8.34	8.67	8.66
17-11-2010 19:00:00	8.01	8.22	8.07	8.34	8.43

Nếu mọi lần dự báo đều hoàn toàn đúng: $\hat{Q}_i - Q_i = 0$ do đó $\sigma' = 0$ suy ra hệ số tương quan $\eta = 1$. Khi đó mọi quan hệ ảnh hưởng tới trị số dự báo Q_i đều đã được tính đúng, dự báo không có sai số. Như vậy, hệ số tương quan η càng nhỏ hơn 1, phương án dự báo càng ít giá trị. Tiêu chuẩn đánh giá phương án trong trường hợp này được đưa ra như bảng 3:

Bảng 3: Tiêu chuẩn chất lượng của phương án dự báo (QP94/TCN-91)

σ'/σ	η	Mức đảm bảo phương án dự báo	Đánh giá phương án
< 0,50	> 0,86	> 0,82	Tốt
< 0,60	> 0,80	> 0,75	Đạt
< 0,80	> 0,60	> 0,60	Dùng tạm
> 0,80	> 0,60	< 0,60	Không dùng được

2.5 Dự báo thử nghiệm với trận lũ tháng 11 năm 2010

Dựa trên các phương án dự báo đã nêu tiến hành dự báo thử nghiệm cho trận lũ tháng 11 năm 2010 để đánh giá kết quả dự báo, quy trình và phương án dự báo đã áp dụng cho lưu vực nghiên cứu. Trong năm 2010, trận lũ diễn ra 5 ngày, từ ngày 15/11/2010 đến ngày 19/11/2010. Căn cứ vào số liệu và lượng mưa, tiến hành dự báo lũ từ 1h ngày 16/11/2010 đến 19h ngày 17/11/2010. Kết quả dự báo thử nghiệm với thời gian dự kiến 18 giờ được trình bày ở bảng 3a và 3b.

Bảng 3b: Bảng mực nước dự báo đến các điểm khống chế tại hạ lưu theo 2 phương án
(thời gian dự kiến :18 giờ)

Mực Nước Trạm Giao Thủy (thời gian dự kiến :18 giờ)					
Thời gian	Phương Án I		Phương Án II		H thực đo
	H dự báo chưa hiệu chỉnh	H dự báo đã hiệu chỉnh	H dự báo chưa hiệu chỉnh	H dự báo đã hiệu chỉnh	
16-11-2010 01:00:00	5.53	5.16	5.71	6.14	6.08
16-11-2010 07:00:00	5.17	5.23	6.3	6.48	6.62
16-11-2010 13:00:00	5.83	5.91	6.94	6.99	7.11
16-11-2010 19:00:00	6.34	6.28	8.09	7.89	7.87
17-11-2010 01:00:00	6.47	6.53	8.48	8.34	8.21
17-11-2010 07:00:00	7.17	7.24	8.37	8.24	8.15
17-11-2010 13:00:00	7.00	7.13	8.17	8.08	7.86
17-11-2010 19:00:00	6.52	6.62	7.69	7.59	7.42

Đánh giá kết quả dự báo cho trận lũ tháng 11 năm 2010 qua các chỉ tiêu đánh giá:

Bảng 4a: Kết quả đánh giá dự báo mực nước các điểm khống chế tại hạ lưu
(thời gian dự kiến :18 giờ)

Chỉ tiêu đánh giá	Ái Nghĩa				Giao Thủy			
	Phương Án I		Phương Án II		Phương Án I		Phương Án II	
	H chưa hiệu chỉnh	H đã hiệu chỉnh	H chưa hiệu chỉnh	H đã hiệu chỉnh	H chưa hiệu chỉnh	H đã hiệu chỉnh	H chưa hiệu chỉnh	H đã hiệu chỉnh
σ'/σ	1.1	1.0	0.6	0.42	1.7	1.4	0.57	0.3
Δ_{cp} (m ³ /s)	0	0.52	0.71	0.82	0	0	0.75	0.9
P%	0%	20%	80%	100%	0%	200%	85%	100%
Đánh Giá	Không đạt	Dùng tạm	Đạt	Tốt	Không đạt	Không đạt	Đạt	Tốt

Bảng 4b: Kết quả đánh giá dự báo mực nước các điểm khống chế tại hạ lưu
(thời gian dự kiến :24 giờ)

Chỉ tiêu đánh giá	Ái Nghĩa				Giao Thủy			
	Phương Án I		Phương Án II		Phương Án I		Phương Án II	
	H chưa hiệu chỉnh	H đã hiệu chỉnh	H chưa hiệu chỉnh	H đã hiệu chỉnh	H chưa hiệu chỉnh	H đã hiệu chỉnh	H chưa hiệu chỉnh	H đã hiệu chỉnh
σ'/σ	1.3	1.2	0.5	0.43	2.2	1.4	0.57	0.45
Δ_{cp} (m ³ /s)	0	0.52	0.65	75	0	0	0.75	0.75
P%	0%	20%	70%	90%	0%	20%	70%	75%
Đánh Giá	Không đạt	Dùng tạm	Đạt	Tốt	Không đạt	Không đạt	Đạt	Đạt

3. Kết luận

Bài báo đã nghiên cứu mô phỏng và dự báo dòng chảy lũ trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn sử dụng mô hình dự báo mưa số trị kết hợp với các mô hình dự báo dòng chảy lũ và vận hành hồ chứa cho kết quả dự báo tương đối tốt tại hạ lưu. Kết quả dự báo tại Ái Nghĩa và Giao Thủy khi kết hợp với mô hình mưa cho kết quả tốt với thời gian dự kiến dự báo là 18 và 24 giờ. Nhưng với thời gian dự kiến càng lớn thì mức đảm bảo phương án càng giảm.

Ngoài ra, Vu Gia – Thu Bồn là một lưu vực lớn nhưng số trạm mưa và dòng chảy lại còn

hạn chế do vậy mà việc tính toán lượng gia nhập khu giữa trên lưu vực còn chưa thực sự đảm bảo chính xác và đây cũng là một trong những nhân tố có ảnh hưởng lớn đến kết quả dự báo sau này. Bên cạnh đó, việc dự báo dòng chảy lũ ở hạ lưu còn phụ thuộc vào việc vận hành các hồ chứa trên lưu vực nên kết quả còn phụ thuộc vào việc vận hành của hồ theo quy trình.

Để nâng cao chất lượng dự báo, lưu vực nghiên cứu cần bổ sung thêm các trạm quan trắc khí tượng ở phía thượng nguồn hai nhánh sông, đặc biệt là sông Bung và các trạm quan trắc thủy văn ở thượng nguồn các hồ chứa trong lưu vực.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Viện Tài Nguyên Nước và Môi Trường Đông Nam Á – lập quy trình vận hành liên hồ chứa các hồ A Vương, Đăk Mi 4, Sông Tranh 2, Hà Nội 2009.

[2] Quy trình vận hành liên hồ chứa các hồ: A Vương, Đăk Mi 4, Sông Tranh 2 trong mùa lũ hàng năm (ban hành theo Quyết định số 1880 /QĐ-TTg ngày 13/10/2010 của Thủ tướng Chính phủ).

[3] Nguyễn Ngọc Hoa, “Nghiên cứu dự báo dòng chảy lũ trên lưu vực sông Vu Gia- Thu Bồn”, Đồ án tốt nghiệp ĐHTL, Hà Nội, 2012.

[4] Tiêu chuẩn ngành. “Quy phạm dự báo lũ”, 94 TCN 7-91.

[5] Đặng Văn Bảng, “Giáo trình dự báo thủy văn”, Đại học Thủy lợi. 2000.

Abstract

RESEARCH ON FLOOD FORECASTING IN VU GIA – THU BON RIVER BASIN

Flood in Vu Gia - Thu Bon basin is quite complex because of the combination of cold air and typhoon operations causing heavy rainfall on a large scale. In addition, the topography is steep so flood occurs more and more fierce and cause serious damage to people and property. This paper researched and constructed mathematical model (including the combination with hydrological and hydraulic models and meteorological forecasting model, such as MIKE NAM, MIKE 11, HEC-RESSIM and HRM to serve the flood forecasting for the basin). Besides, the paper is also successful for building two plan with the estimated time (18h and 24h, respectively) to forecast at the downstream stations (as: Ai Nghia, Giao Thuy). Trial results forecasting were good with ensuring level from 0.6 to over 0.82 in 2010.

Keywords: *Flood forecasting, Vu Gia - Thu Bon, reservoir operation, meteorological and hydrological model.*

Người phản biện: **TS. Nguyễn Hoàng Sơn**

BBT nhận bài: 4/9/2013

Phản biện xong: 7/1/2014