TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Đánh giá kết quả thử nghiệm đo lưu lượng nước bằng thiết bị tự động theo nguyên lý không tiếp xúc trên mạng lưới trạm thuỷ văn

La Đức Dũng[1], Nguyễn Xuân Hùng[2*], Đỗ Huy Dương[2], Hoàng Thị Ngần[2], Hoàng Thị Hoài Linh[3]

[1] Tổng cục Khí tượng Thủy văn; dungla@gmail.com
[2] Trung tâm quan trắc khí tượng thủy văn; hungk2ml@gmail.com; duongohedu@gmail.com, hoangngan181289@gmail.com
[3] Văn phòng Tổng cục Khí tượng Thủy văn; hoanghoailinh@gmail.com

*Tác giả liên hệ: hungk2ml@gmail.com; Tel: +84–388588886

Ban biên tập nhận bài: 5/9/2022; Ngày phản biện xong: 10/10/2022; Ngày đăng bài: 25/10/2022

Tóm tắt: Hoạt động đo lưu lượng nước theo thủ công tốn nhiều kinh phí trong việc thiết kế công trình và nhân lực vận hành. Bên cạnh đó, nguy cơ an toàn lao động còn tiềm ẩn, khi thiên tai khắc nghiệt xảy ra và khả năng sai số mang tính chủ quan do quan trắc viên. Việc ứng dụng giải pháp công nghệ quan trắc lưu lượng nước tự động theo nguyên lý không tiếp xúc không những khắc phục những bất cập nêu trên mà còn đảm bảo tần suất truyền tin, khả năng số hóa, đồng bộ dữ liệu, định hướng trên nền tảng Big Data, phục vụ dự báo số theo chiến lược phát triển ngành khí tượng thủy văn Việt Nam. Bài báo này sẽ cung cấp thông tin và viến thức về giải pháp đo lưu lượng nước sông bằng công nghệ không tiếp xúc và phân tích kết quả tính toán từ số liệu thực đo, tại các trạm quan trắc thuỷ văn; kết quả thử nghiệm thiết bị được so sánh, kiểm nghiệm với quá trình đo song song theo nghiệp vụ hiện nay cho thấy cơ sở khoa học và thực tiễn có thể triển khai, vận hành vào thực tế giải pháp quan trắc lưu lượng nước sông theo nguyên lý không tiếp xúc.

Từ khóa: Không tiếp xúc; Nguyên lý; Đánh giá; Kết quả; Số liệu.

1. Mở đầu

Theo định hướng chiến lược phát triển ngành khí tượng thủy văn [1] trong Quyết định số 1970/QĐ–TTg ngày 23/11/2021 của Thủ tướng Chính phủ, đến năm 2030, công tác quan trắc lưu lượng nước phải đạt trên 40% tự động hoá [1]. Thực tế hiện nay, mức độ tự động hoá trong đo đạc lưu lượng nước trên mạng lưới trạm thủy văn vẫn còn chưa cao (7,8%) [2–3]. Trước thực tế, thiên tai, lũ, lụt, bão đã xảy ra và có xu hướng ngày càng khốc liệt, dị thường về tần suất, cường độ gây nên những hậu quả nghiêm trọng, việc đo đạc lưu lượng nước thủ công hiện nay sẽ tồn tại những hạn chế nhất định trong quan trắc [3], truyền tin, xử lý số liệu phục vụ dự báo bằng công nghệ số.

Chính vì vậy, tự động hoá quan trắc là vấn đề cấp bách hơn bao giờ hết và là giải pháp thiết thực, đảm bảo tần suất truyền tin, khả năng số hóa, đồng bộ dữ liệu, định hướng trên nền tảng Big Data, phục vụ công tác dự báo khí tượng thuỷ văn và phòng chống thiên tai hiệu quả hơn, đáp ứng định hướng theo chiến lược phát triển ngành khí tượng thủy văn Việt Nam [1].

Nghiên cứu này sẽ cung cấp thông tin về giải pháp đo lưu lượng nước sông bằng công nghệ không tiếp xúc và phân tích kết quả tính toán từ số liệu thực đo, tại các trạm quan trắc

thuỷ văn; kết quả thử nghiệm thiết bị được so sánh, kiểm nghiệm với quá trình đo đồng thời theo nghiệp vụ hiện nay nhằm góp phần làm sáng tỏ ở góc độ khoa học nhất định trong công nghệ đo lưu lượng nước tự động và ứng dụng vào thực tế giải pháp đo lưu lượng nước sông theo nguyên lý không tiếp xúc trong công tác quan trắc lưu lượng nước ở Việt Nam.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phạm vi nghiên cứu

Trong khuôn khổ thời gian và quy mô triển khai nên phạm vi nghiên cứu này chỉ tập trung về công nghệ đo lưu lượng nước bằng thiết bị tự động theo nguyên lý không tiếp xúc với nước và ứng dụng ở vùng sông không ảnh hưởng thuỷ triều (thiết bị thử nghiệm là loại RVM 20). Trạm thuỷ văn thu thập số liệu được chọn ngẫu nhiên (có phân vùng Bắc, Trung, Nam) thuộc vùng sông không ảnh hưởng thuỷ triều trên phạm vi cả nước.

2.2. Thống kê, thu thập thông tin, tài liệu

Bài báo đã thống kê, thu thập thông tin, dữ liệu về nguyên lý, tính năng của thiết bị và tiến hành thử nghiệm thực tế tại hiện trường để quan trắc số liệu. Các số liệu khác thu thập được là nguồn dữ liệu đo tự động tại các trạm đã lắp đặt thiết bị tự động và số liệu đo đồng thời (tại 13 trạm); chuỗi số liệu đo lưu lượng nước quan trắc (tại 08 trạm).

Thiết bị đo được lưu lượng nước tự động theo nguyên lý không tiếp xúc gồm nhiều loại như SVR–100 [4] của hãng OTT (Đức); RSS–2–300 WL [5] của hãng Geolux–Croatia; RQ–30 [6] của hãng Summer–Áo; RVM20 [7] của hãng CAE–Ý (Hình 1). Sau khi phân tích, đề xuất lựa chọn, nhóm tác giả nghiên cứu sử dụng thiết bị của hãng CAE với tính năng kỹ thuật và giải pháp vận hành đảm bảo thuận lợi và phù hợp với các điều kiện địa hình sông ở Việt Nam để thử nghiệm.

Hình 1. Một số thiết bị đo lưu lượng nước theo nguyên lý không tiếp xúc với nước trên thị trường – Lần lượt từ trái sang phải: SVR 100–OTT; RSS–2–300 WL; RQ–30–Sumer; RVM20–CAE [4–7].

+ Đặc tính kỹ thuật của thiết bị:

Thông thường, thiết bị đo lưu lượng nước theo nguyên lý không tiếp xúc gồm có 02 cảm biến (đo mực nước và tốc độ nước) được tích hợp trong một khối và kết nối với bộ phận xử lý tín hiệu. Trong trường hợp này, đòi hỏi các bộ phận phải có tính đồng bộ để không bị xung đột khi hoạt động. Tuy nhiên, mực nước và tốc độ nước là hai yếu tố thuỷ văn khác nhau, nguyên lý đo các yếu tố thuỷ văn cũng không nhất thiết phải giống nhau và không bắt buộc [8–14]. Cũng chính vì thế, cho nên một số thiết bị đo được sản xuất với cảm biến đo mực nước và cảm biến đo tốc độ nước tách biệt và hoạt động độc lập. Sau đó, tín hiệu đo cùng được nạp vào bộ phận xử lý, tính toán lưu lượng nước. Trong số thiết bị kể trên, SVR 100, RVM20 thuộc loại như vậy.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của một số thiết bị tự động đo lưu lượng nước.

STT	Tên thiết bị	Phạm vi hoạt động		Độ phân giải	Độ chính xác
		Khoảng cách	Tốc độ nước		
1	SVR 100	0,5–25 m	0,08–15 m/s	0,1 mm/s	± 2% giá trị đo được
2	RSS–2–300	0,5–50 m	0,02–15 m/s	0,001 m/s	1 % giá trị đo được
3	RQ–30	0,5–35 m	0,10–15 m/s	1 mm/s	±0,01 m/s
4	RVM20	0,5–35 m	0,30–15 m/s	1 mm/s	± 1% của phép đo hoặc ± 0,02 m/s

Theo yêu cầu kỹ thuật đo đạc thuỷ văn [8–9, 15] cho thấy, các thiết bị đo lưu lượng nước theo nguyên lý không tiếp xúc kể trên đều đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật để đưa vào sử dụng. Từ số liệu thực đo tại các trạm thuỷ văn quan trắc được, tốc độ dòng chảy tại các sông ở nước ta về mùa lũ cũng chỉ ở mức 5 m/s [16–17]. Như vậy ngưỡng trên trong phạm vi đo của thiết bị tự động không tiếp xúc thống kê ở trên hoàn toàn đáp ứng cho các điều kiện sông ở Việt Nam.

- Thu thập chuỗi tài liệu tại các trạm quan trắc:

Từ 08 trạm thuỷ văn ở vùng sông không ảnh hưởng thuỷ triều để tính toán và đánh giá mức độ tương quan giữa tốc độ trung bình mặt cắt ngang và tốc độ điểm đo. Nhằm đảm bảo số liệu tính toán dải đều trên các cấp mực nước, tài liệu của mỗi trạm được thu thập là kết quả thực đo lưu lượng nước tối thiểu trong 01 năm, một số trạm được thu thập nhiều năm để đánh giá mức độ thay đổi của các tương quan (Bảng 2).

Bảng 2. Danh sách trạm thu thập tài liệu quan trắc.

STT	Tên trạm	Loại tài liệu	Số năm	Số lần đo/năm
1	Bảo Yên	Lưu lượng nước	6	50
2	Gia Bảy	Lưu lượng nước	4	46
3	Lào Cai	Lưu lượng nước	6	52
4	Hòa Duyệt	Lưu lượng nước	1	51
5	Sơn Diệm	Lưu lượng nước	1	36
6	Yên Thượng	Lưu lượng nước	5	52
7	Giang Sơn	Lưu lượng nước	1	45
8	Phước Hòa	Lưu lượng nước	4	46

- Thu thập tài liệu đo đồng thời với thiết bị tự động:

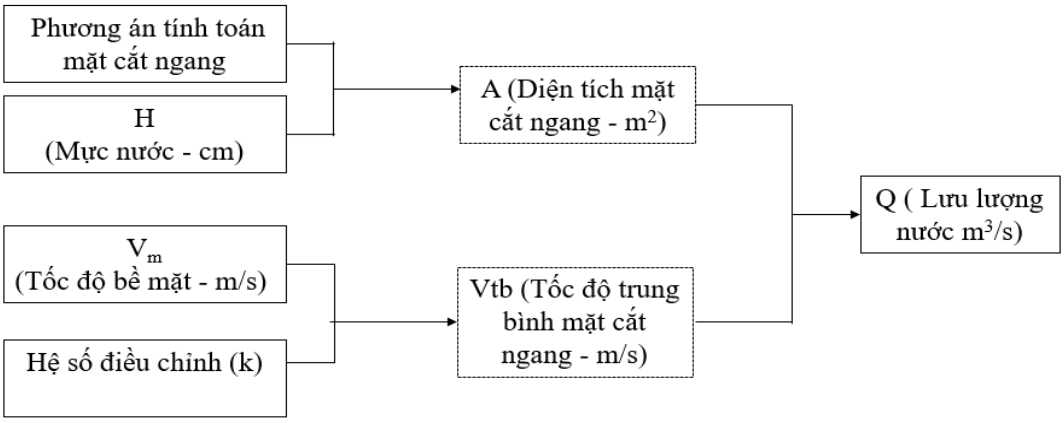
Với 13 trạm thuỷ văn đã lắp đặt thiết bị (lưu vực sông Cả và Vu Gia – Thu Bồn), được thu thập toàn bộ số liệu đo lưu lượng nước đồng thời và trích xuất số liệu đo tự động tại cùng thời điểm đo đồng thời để đánh giá độ ổn định hoạt động của thiết bị theo các cấp mực nước và chất lượng tài liệu đo tự động. Danh sách các trạm và thông tin về tài liệu các trạm tại bảng 3.

Bảng 3. Danh sách trạm thu thập tài liệu đo tự động và đo đồng thời.

TT	Tên trạm	Loại tài liệu	Thời gian đo	Biên độ mực nước thay đổi (cm)	Số lượng tài liệu (lần đo đồng thời)
1	Tân Kỳ	Lưu lượng nước	31/5 – 30/6/2022	220	40
2	Sơn Diệm		15/8 – 28/6/2022	64	40
3	Hoà Duyệt		17/5 – 30/6/2022	220	40
4	Thanh Liêm		15/6 – 15/7/2022	119	40
5	Thác Cạn		29/5 – 02/06/2022	290	40
6	Hồ Sông Bung 2		29/5 – 02/06/2022	87	40
7	Sông Thanh		06/5 – 22/5/2022	338	40
8	Hiệp Đức		06/5 – 12/5/2022	221	40
9	Hồ A Vương		06/5 – 10/5/2022	47	41
10	Cầu Nước Choong		05/5 – 20/5/2022	78	37
11	Cầu Trà Tập		05/5 – 21/5/2022	172	50
12	Cầu Treo Bà Trầu		13/5 – 17/5/2022	57	37
13	Cầu Thành Mỹ		27/5 – 06/6/2022	68	37

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Việc tính toán lưu lượng nước khi đo bằng thiết bị tự động không tiếp xúc được sử dụng phương pháp vận tốc – diện tích [18–19] và thực hiện theo sơ đồ hình 2.



Hình 2. Sơ đồ khối tính toán lưu lượng nước khi đo bằng thiết bị tự động theo nguyên lý không tiếp xúc.

Phép đo tốc độ dòng chảy không tiếp xúc dựa trên nguyên lý hiệu ứng Doppler [20–22], lưu lượng nước được xác định theo công thức [21–22] dưới đây:

$$Q = V_{tb} \times A = k \times V_m \times A \quad (1)$$

Trong đó Vtb là tốc độ trung bình toàn mặt cắt ngang (m/s); Vm là tốc độ trên bề mặt nước tại vị trí đo (m/s); A là diện tích mặt cắt ướt (m^2); k là một hệ số điều chỉnh; k được xác định thông qua thực nghiệm theo công thức: $k = V_{tb}/V_m$.

Bài báo kết hợp phương pháp phân tích trong việc đánh giá, lựa chọn về các chủng loại thiết bị đo lưu lượng nước tự động và nguyên lý đo của công nghệ này; đánh giá các tham số tham gia trong tính toán, xác định giá trị lưu lượng nước, bao gồm các tương quan, phương pháp tính toán, giới hạn và điều kiện xác định; phân tích đánh giá các tương quan giữa tốc độ trung bình với tốc độ điểm đo trên mặt cắt ngang (tốc độ mặt) đối với từng trạm để xác định hệ số và mức độ chặt chẽ của tương quan. Tương quan giữa tốc độ trung bình với tốc độ điểm đo trên mặt cắt ngang để xác định hệ số điều chỉnh tính lưu lượng nước, cần phải chặt chẽ nếu không sẽ dẫn đến kết quả đo có sai số rất lớn [11, 23] và ngược lại. Như vậy, muốn có kết quả tốt, thì trên mặt cắt ngang, cần lựa chọn được vị trí có tương quan tốt nhất để lắp đặt thiết bị [24]. Đây cũng là điểm mấu chốt [21] trong nguyên tắc đo lưu lượng nước theo nguyên lý không tiếp xúc.

2.4. Xử lý số liệu

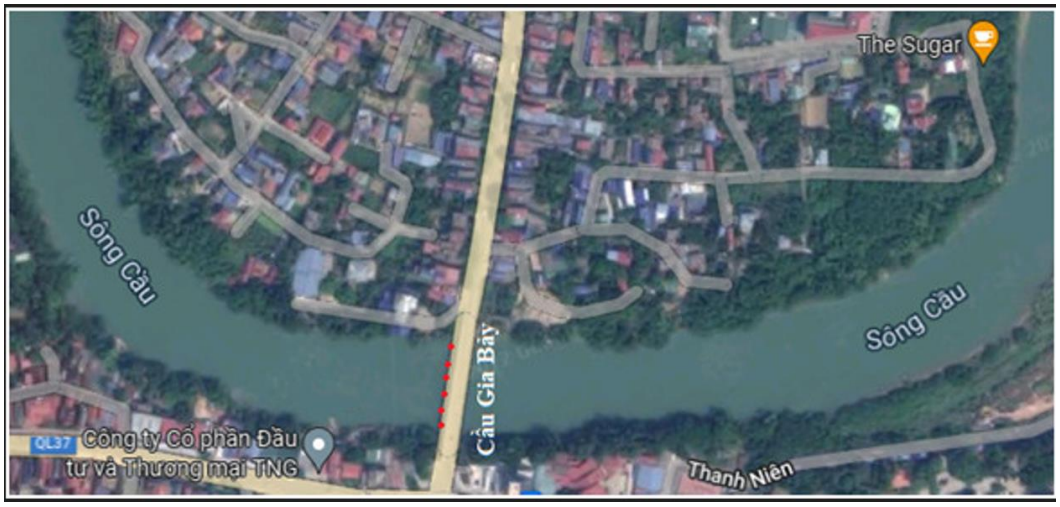
Kết quả lưu lượng nước đo bằng thiết bị tự động được trích xuất từ phần mềm đi kèm thiết bị đo (lưu trữ sang máy tính định dạng file excel (.xlsx). Đối với kết quả lưu lượng nước thực đo tại các trạm được nhập vào máy vi tính. Thời điểm đo lưu lượng nước đồng thời, được tính trung bình trong khoảng thời gian bắt đầu và kết thúc đo lưu lượng nước [10]. Toàn bộ quá trình tính toán, xây dựng các biểu đồ được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả đo thử nghiệm

- Địa điểm thử nghiệm: Địa điểm thử nghiệm được chọn là trạm thuỷ văn Gia Bảy, thuộc Đài KTTV khu vực Việt Bắc. Để so sánh, đánh giá chất lượng tài liệu đo tại các vị trí trên mặt cắt ngang, thiết bị được lắp đặt cố định tạm thời trên cầu trong thời gian thu thập số liệu và di chuyển đến các vị trí tương ứng với các thuỷ trực trên cầu Gia Bảy (Hình 3). Các vị trí

di chuyển, được xác định tương ứng với khoảng cách vị trí các thuỷ trực ở khu vực chủ lưu và các vị trí trên mặt cắt ngang. Hướng lắp đặt thiết bị về phía thượng lưu cầu (tia chiếu ngược với hướng dòng chảy).



Hình 3. Các vị trí thử nghiệm thiết bị trên cầu Gia Bảy.

- Thiết bị thử nghiệm là thiết bị đo vận tốc của hãng CAE, ký hiệu RVM20 [7] (không bao gồm sensor đo mực nước – hình 3): Phạm vi đo: 0,1–15 m/s; độ chính xác: ± 0,01 m/s; độ phân giải: 1 mm/s; khoảng cách đo được tới mặt nước: 0,5–30 m.

- Công trình gắn thiết bị là bộ gá tự chế, nên rất thuận tiện và linh hoạt khi di chuyển và gắn cố định trên cầu giao thông, đảm bảo độ chắc chắn và ổn định cho sensor khi thu thập số liệu và bảo đảm hành lang an toàn hoạt động theo quy định hiện hành [25–27].

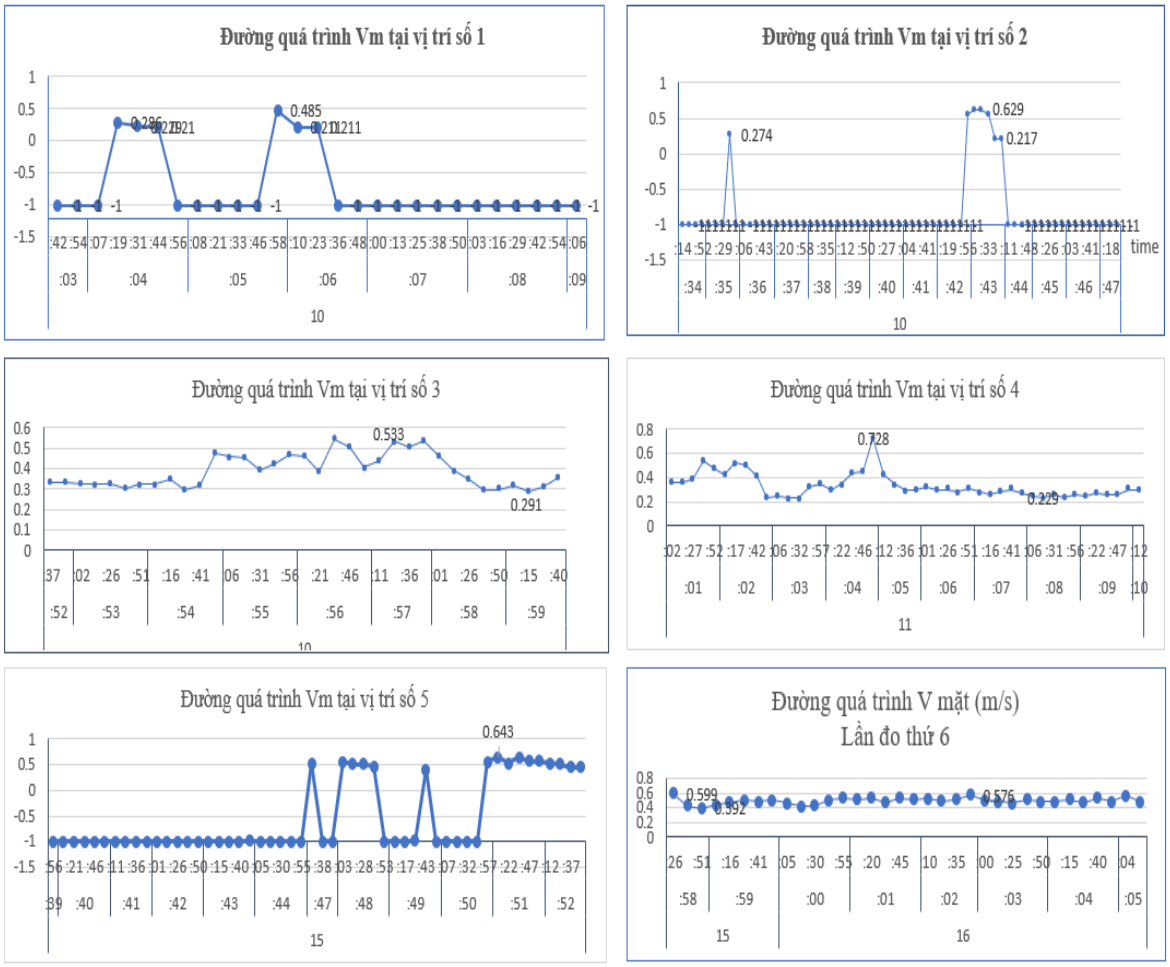
- Phần mềm hoạt động thu thập số liệu Commander (bản thử nghiệm, do đó chỉ đánh giá số liệu vận tốc điểm đo).

- Chế độ dòng chảy: Tại thời điểm thử nghiệm, dòng chảy tại tuyến đo vận tốc thử nghiệm không chịu ảnh hưởng của các công trình như thủy điện, đập hay các công trình dân sinh khác. Thời điểm đo mực nước dao động ít, không chịu ảnh hưởng lũ. Chủ lưu của dòng chảy lệch về phía bờ phải. Do khoảng cách tại vị trí lắp đặt sensor đến tuyến đo lưu lượng nước của Trạm Thủy văn Gia Bảy khoảng 50 m, không có xuất hay nhập lưu nên coi dòng chảy tại trạm và ở vị trí lắp máy (cầu) là tương đương nhau. Trong thời gian thử nghiệm, sự biến đổi của mực nước không nhiều nên rất thuận lợi cho việc so sánh, đánh giá kết quả tại các vị trí đo trên mặt cắt ngang (khi di chuyển thiết bị đến các vị trí đo trên mặt cắt ngang, mực nước gần như không biến đổi).

Bảng 4. Một số kết quả thử nghiệm thiết bị RVM20 tại trạm thủy văn Gia Bảy.

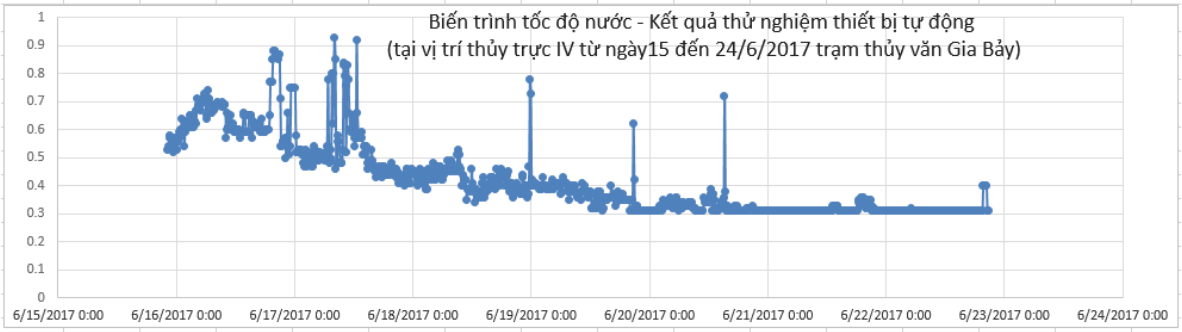
Vị trí đo	Thời gian đo	Tổng số lần đo		Tốc độ mặt đo được Vm (m/s)	
		Số lần đo có số liệu	Số lần đo không có số liệu	Vm max	Vm min
1	Từ 10:03:42 đến 10:09:06	6	21	0,485	0,21
2	Từ 10:34:14 đến 10:47:31	7	58	0,629	0,211
3	Từ 10:52:37 đến 10:59:40	35	0	0,545	0,291
4	Từ 11:01:02 đến 11:10:12	45	0	0,729	0,229
5	Từ 15:39:56 đến 15:52:49	16	36	0,643	0,409
6	Từ 15:58:26 đến 16:05:17	34	0	0,599	0,392

Kết quả tốc độ nước đo thử nghiệm thiết bị RVM20 tại trạm thuỷ văn Gia Bảy tại các vị trí trên mặt cắt ngang được thống kê trong bảng 4 và vẽ trên các biểu đồ, biểu diễn trong hình 5, cho thấy tại các vị trí chủ lưu (vị trí 3, 4), và vị trí số 6, nơi quan sát thấy dòng chảy rõ rệt, kết quả thu được đúng theo tần suất đo đã cài đặt và không bị mất số liệu.



Hình 4. Biến trình tốc độ nước tại các vị trí trên mặt cắt – đo thử nghiệm tại trạm thủy văn Gia Bảy.

Trên hình vẽ cũng cho thấy, biến trình tốc độ dòng chảy theo thời gian không có các đột biến, các giá trị tốc độ thay đổi theo dao động nhỏ quanh giá trị trung bình và khi so sánh thấy phù hợp với kết quả đo thủ công (kết quả đo trung bình 0,21–0,28 m/s). Tại các vị trí có dòng chảy nhỏ (vị trí 1, 2, 5), phần lớn số liệu bị mất, không thu được (các giá trị –1 là mặc [5] định khi không có tín hiệu). Trên biểu đồ biến trình tốc độ nước (Hình 5), xuất hiện một số giá trị đột biến. Theo nhận định, đây là do các vết sóng nước trên bề mặt do gió (xuôi dòng) tạo nên, không phản ánh đúng giá trị dòng chảy tại vị trí đo, các quan sát khác cũng cho thấy gần như không có dòng chảy.

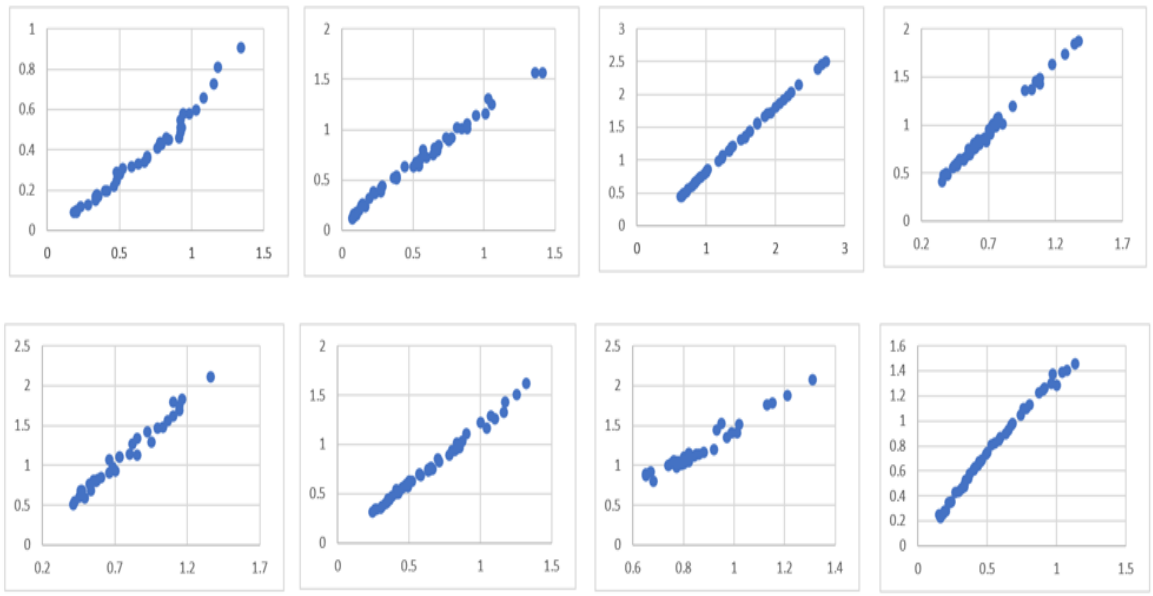


Hình 5. Biến trình tốc độ nước tại thuỷ trực đại biểu – đo thử nghiệm tại trạm thủy văn Gia Bảy.

Qua kết quả thử nghiệm cho thấy: (1) Thiết bị đo lưu lượng nước tự động theo nguyên lý không tiếp xúc, có độ nhạy rất cao, thu được các giá trị tức thời (đến 5 giây), điều này cũng đồng nghĩa rằng các kết quả đo sẽ có những giá trị đột biến khi bề mặt nước không ổn định hoặc quá phẳng (nước xoáy, vật; nơi dòng chảy quá nhỏ; vật trôi nổi); (2) Khi tốc độ dòng nước quá nhỏ (dưới 0,2 m/s), các ảnh hưởng của điều kiện thời tiết đến kết quả đo là đáng kể, thậm chí không thu được tín hiệu; (3) Tại các khu vực có dòng chảy tương đối rõ rệt như vùng chủ lưu, khu vực nước chảy ổn định thì kết quả đo tốt, không bị mất số liệu, ít bị tác động của thời tiết.

3.2. Kết quả xác định tương quan giữa tốc độ trung bình với tốc độ tại các điểm mặt

Kết quả tính toán và xây dựng biểu đồ tương quan giữa tốc độ trung bình và tốc độ tại điểm mặt ở thuỷ trực đại biểu của các trạm thuỷ văn trên hình 6, cho thấy, các biểu đồ đều có dạng đồng biến, các điểm chấm tập trung thành băng dải hẹp và thẳng (Mặc dù trong số các trạm tính toán có nhiều trạm chế độ dòng chảy ảnh hưởng lũ như Hoà Duyệt, Sơn Diệm, Yên Thượng).



Hình 6. Biểu đồ tương quan V_{tb} =f(V_m) tại thuỷ trực đại biểu của các trạm thuỷ văn – lần lượt từ trái sang phải, từ trên xuống dưới là trạm Bảo Yên, Gia Bảy, Lào Cai, Hòa Duyệt, Sơn Diệm, Yên Thượng, Giang Sơn, Phước Hòa.

Kết quả tính toán trên mặt cắt ngang với chuỗi số liệu thực đo, được thu thập từ các trạm quan trắc được thống kê trong bảng 5 cho thấy, hầu hết các trạm tính toán, ở khu vực chủ lưu (chữ in đậm), hệ số tương quan ổn định và tương đối lớn, ở mức từ 0,97–0,99. Tại các thuỷ trực ở khu vực không phải chủ lưu, hệ số này có sự biến động, thường nhỏ hơn ở chủ lưu, thậm chí có tương quan nghịch (nhỏ hơn 0). Điều này, đồng nghĩa ở khu vực chủ lưu tương quan giữa tốc độ trung bình mặt cắt ngang và tốc độ tại các điểm trên bề mặt tốt và giảm dần về phía hai bờ sông.

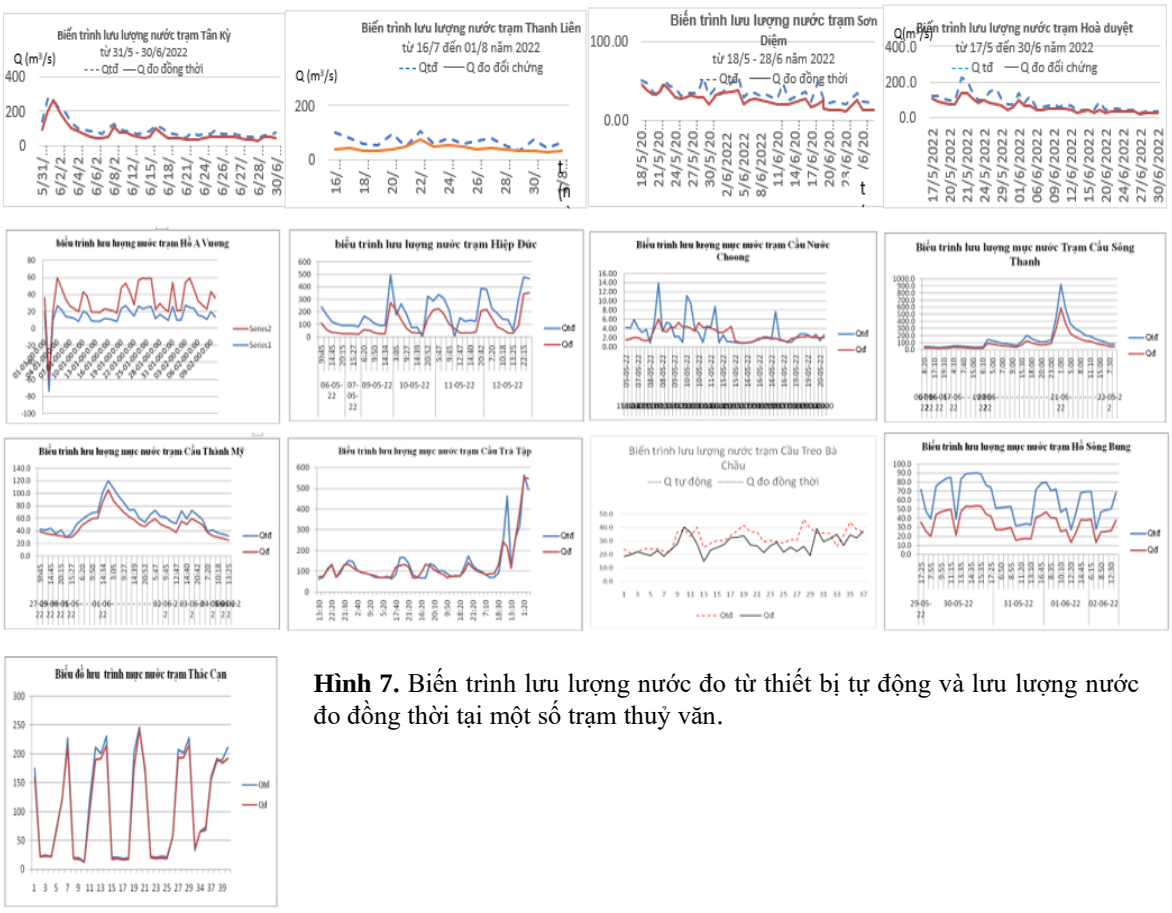
Bảng 5. Hệ số tương quan giữa tốc độ trung bình mặt cắt ngang với tốc độ điểm mặt trên mặt cắt ngang tại một số trạm thuỷ văn.

STT	Tên trạm	Thuỷ trực/Hệ số tương quan							
1	Bảo Yên	V/0,98	VI/0,96	**VII/0,96**	VIII/0,95	IX/0,97	X/0,85	XI/0,67	
2	Gia Bảy	II/0,99	**III/0,99**	IV/0,98	V/0,99	VI/0,99	VII/0,99	VIII/0,99	
3	Lào Cai	III/0,99	IV/0,99	**V/0,99**	VI/0,99	VII/0,98	VIII/0,99	IX/0,99	
4	Hòa Duyệt	I/0,96	II/0,99	**III/0,99**	IV/0,99	V/0,98	VI/0,96	VII/0,98	VIII/0,88
5	Sơn Diệm	V/0,91	VI/0,97	VII/0,95	**VIII/0,97**	IX/0,97	X/0,97	XI/0,96	

STT	Tên trạm	Thuỷ trực/Hệ số tương quan						
6	Yên Thượng	III/0,98	IV/0,99	**V/0,99**	VI/0,98	VII/0,98	VIII/0,96	IX/0,87
7	Giang Sơn	I/–0,13	II/0,62	III/0,59	**IV/0,76**	V/0,76	VI/–0,11	
8	Phước Hòa	VIII/0,98	IX/0,99	**X/0,99**	XI/0,99	XII/0,99	XIII/0,99	XIV/0,98

3.3. Kết quả so sánh lưu lượng nước đo đồng thời

Kết quả trích xuất số liệu lưu lượng nước từ thiết bị đo tự động cùng thời điểm với lưu lượng nước đo đồng thời tại một số trạm thuỷ văn (trạm đã lắp đặt thiết bị tự động) được vẽ trên cùng biểu đồ (Hình 7), cho thấy, biến trình lưu lượng nước đo bằng thiết bị tự động tại các trạm đều có xu hướng tương đồng tại các trạm Tân Kỳ, Thanh Liên, Sơn Diệm, Hoà Duyệt, Hồ A Vương, Cầu Hiệp Đức, Cầu Nước Choong, Cầu Sông Thanh, Cầu Thành Mỹ, Cầu Trà Tập, Cầu Treo Bà Châu, Hồ Sông Bung, Thác Cạn. Điều này cho thấy kết quả đo từ thiết bị tự động phản ánh đúng diễn biến lưu lượng nước như kết quả đo đồng thời và có chất lượng tốt.



Hình 7. Biến trình lưu lượng nước đo từ thiết bị tự động và lưu lượng nước đo đồng thời tại một số trạm thuỷ văn.

4. Kết luận và kiến nghị

1. Việc xác định vị trí đo (vị trí đại diện) đóng vai trò rất quan trọng, quyết định đến kết quả và chất lượng số liệu đo. Kết quả tốt nhất đạt được là tại khu vực chủ lưu, ở những đoạn sông thẳng, lòng sông ít biến đổi (Vị trí số 3, 4 tương ứng khu vực chủ lưu của tram tại thủy trực số IV của trạm thuỷ văn Gia Bảy). Ở những khu vực lòng sông gập ghềnh như đá tảng hoặc có các công trình nhân tạo, chỗ nước xoáy có ảnh hưởng đáng kể đến kết quả đo (mất số liệu). Vì vậy không nên lắp đặt thiết bị tại những những khu vực này. Các vị trí ở hai ven bờ và gần khu vực trụ cầu, có nước chảy quẩn, chất lượng tài liệu đo đạc kém (vị trí số 1,2, 5 tương ứng với vị trí thuỷ trực VII, VIII, II);

2. Tương quan giữa tốc độ tại các điểm mặt trên mặt cắt ngang với tốc độ trung bình mặt cắt đảm bảo tính chặt chẽ. Điều này không chỉ có ở các trạm có chế độ dòng chảy ổn định (Q =f(H) ổn định) mà tại các trạm có chế độ dòng chảy ảnh hưởng lũ cũng tương tự như vậy (Trạm Yên Thượng, Hoà Duyệt, Sơn Diệm). Tuy nhiên, để đảm báo tính khách quan khi sử dụng tương quan này cho tính toán lưu lượng nước thì hệ số tương quan cần phải được xác định từ chuỗi tài liệu thực đo đủ dài, bố trí trên các cấp mực nước tại trạm;

3. Thiết bị đo lưu lượng nước tự động theo nguyên lý không tiếp xúc là thiết bị có độ nhạy rất cao, điều này cũng đồng nghĩa rằng các kết quả đo sẽ có những giá trị đột biến khi bề mặt nước không ổn định hoặc quá phẳng (Kết quả thử nghiệm tại vị trí 1,2, 5 tại cầu Gia Bảy có nước xoáy, vật; do gần trụ cầu);

4. Thực tế đánh giá cho thấy, gió là yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến kết quả đo, đặc biệt là khi tốc độ dòng chảy nhỏ. Tác động của gió làm cho kết quả đo tốc độ điểm mặt thu được tăng hoặc giảm một cách đột biến so với chuỗi số liệu ổn định. Trong khi lưu lượng nước là yếu tố ccos tính chất biến đổi từ từ, vì vậy, khi tính toán lưu lượng nước, các giá trị này, cần phải được loại bỏ hoặc hiệu chỉnh về phạm vi cho phép, phù hợp với dao động của chuỗi tài liệu đo.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu, vạch ra sơ đồ viết bản nháp, chỉnh sửa bản thảo: L.Đ.D.; Xử lý số liệu, vẽ hình: H.T.N., H.T.H.L.; Viết bản thảo: N.X.H.; Kiểm tra, hoàn thiện: Đ.H.D.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở, mã số CS.2022.2. Bên cạnh đó, tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ của trạm thủy văn Gia Bảy, thuộc Đài KTTV khu vực Việt Bắc trong quá trình đo đạc thử nghiệm và thực hiện nghiên cứu này.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Quyết định số 1970/QĐ–TTg ngày 25/11/2021 của Thủ tướng Chính phủ về việc "Phê duyệt Chiến lược phát triển Ngành Khí tượng Thuỷ văn đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.
2. Dũng, L.Đ. Nghiên cứu đề xuất đổi mới công nghệ quan trắc giám sát thuỷ văn, tài nguyên nước mặt phù hợp với các loại hình sông của Việt Nam, 2020.
3. Thanh, Q.C. Nghiên cứu ghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn xây dựng mô hình hoạt động của các trạm khí tượng thủy văn ở Việt Nam, 2020.
4. https://www.ott.com/products/water-flow.
5. https://www.linkedin.com/pulse/rq-30-velocity-level-radar.
6. https://www.wetec.com.sg/sites/default/files.
7. https://www.cae.it/upload/products.
8. Thông tư số 26/2012/TT–BTNMT, ngày 28/12/2012 của Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quan trắc thủy văn, 2012.
9. Thông tư số 70/2015/TT–BTNMT, ngày 23/12/2015 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, quy định kỹ thuật đối với hoạt động của các trạm khí tượng thủy văn tự động, 2015.
10. Quy phạm quan trắc lưu lượng nước sông lớn và sông vừa vùng không ảnh hưởng triều. (94 TCN 3–90), Quy phạm quan trắc lưu lượng nước sông vùng ảnh hưởng triều. (94 TCN 17–99);

11. Rasmussen, P.P.; Gray, J.R.; Glysson, G.D.; Ziegler, A.C. Guidelines and procedures for computing time–series suspended–sediment concentrations and loads from in–stream turbidity–sensor and streamflow data: U.S. *Geological Survey Techniques and Methods book 3* 2009, C4, pp. 53. http://pubs.usgs.gov/tm/tm3c4/.
12. Mapping, Remote Sensing, and Geospatial Data: What is the difference between “mountain”, “hill”, and “peak”; “lake” and “pond”; or “river” and “creek?”. United States Geological Survey. Retrieved 25 August 2019.
13. World Meteorological Organization. Hydrological Operational Multipurpose System (HOMS) E79. Velocity Measurement, Use of Current Meters, Geneva, 2000.
14. International Organization for Standardization. Liquid Flow Measurement in Open Channels: Velocityarea Methods. Second edition, ISO 748, Geneva, 1979.
15. Thông tư 05/2011/TT–BTNMT ngày 13/5/2016 của Bộ Tài nguyên và Môi trường về Quy định nội dung quan trắc khí tượng thủy văn đối với mạng lưới trạm khí tượng thủy văn quốc gia, 2016.
16. Hiệp, N.Q và cs. Nghiên cứu chế tạo một số thiết bị đo nước trong hệ thống kênh tưới. Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi thuộc Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2009.
17. Hân, N.V và cs. Nghiên cứu xây dựng và thực nghiệm giám sát từ xa một số trạm đo mực nước tự động theo các nguyên lý đo không tiếp xúc với nước trên lưu vực sông phục vụ cảnh báo lũ. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, 2015.
18. Minh, H.T.N. Giáo trình Đo đạc Thủy văn. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2017.
19. Sơn, N.T.; Phượng, Đ.Q. Đo đạc và Chỉnh lý số liệu Thủy văn, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2003.
20. Teledyne. Horizontal Current Profiling and Waves Measurement in One Package: Marine Measurements Product Selection Guide. Teledyne Marine, 2015. Available online: www.teledynemarine.com.
21. Theory and application of the method of converting surface velocity and water level data into full cross–sectional water flow by permanently installed sensors. E. Todini (same author) Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali (BiGeA), Bologna University, Via Zamboni 67, 40126 Bologna; V. Alessandrini; G. Bernardi Computer Application Engineering (CAE) SpA, Via Colunga 20, 40068 San Lazzaro.
22. SOMMER Messtechnik. RQ–30: Non–contact discharge measurement for channels and open rivers using radar technology. SOMMER Messtechnik, 2017. Available online: www.sommer.at.
23. Hiệp, N.Q. Nghiên cứu chế tạo một số thiết bị đo nước trong hệ thống kênh tưới. Trung tâm Công nghệ phần mềm Thủy lợi thuộc Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2009.
24. Tiêu chuẩn quốc gia Công trình quan trắc khí tượng thuỷ văn (TCVN 12635–2:2019)
25. Luật khí tượng thủy văn số 90/2015/QH13, ngày 23 tháng 11 năm 2015.
26. Nghị định số 38 ngày 15 tháng 5 năm 2016 quy định chi tiết một số điều của luật khí tượng thủy văn.
27. Khánh, D.V. Công nghệ mới đo lưu lượng dòng chảy, kết quả kiểm chứng thực tế ở sông Tone của Nhật Bản. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* 2017, *673*, 22–27.

Evaluation of test water flow measurement results by automatic equipment on the non–contact principle on the network of hydrological stations

La Duc Dung[1], Nguyen Xuan Hung[2*], Do Huy Duong[2], Hoang Thi Hoai Linh[3]

[1] Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration; dungla@gmail.com
[2] Hydrometeorological Observation Center; hungk2ml@gmail.com; duongohedu@gmail.com; hoangngan181289@gmail.com
[3] Office of Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration; hoanghoailinh@gmail.com

Abstract: Manual water flow measurement activities are costly in terms of construction design and operation personnel. In addition, there is a potential risk of occupational safety when severe natural disasters occur and the possibility of subjective error of observers. The application of an automatic traffic monitoring technology solution on the non–contact principle not only overcomes the above inadequacies but also ensures the frequency of communication, the ability to digitize, synchronize data and navigate on the Internet. Big Data platform, serving digital forecasting according to the development strategy of Vietnam's hydrometeorological industry. This paper will provide information on the solution of measuring river water flow by non–contact technology and analyze calculation results from data collected from hydrological monitoring stations; The equipment test results are compared and tested with the parallel measurement process according to the current professional practice, showing that the scientific and practical basis can deploy and operate the river water flow monitoring solution into reality. according to the non–contact principle.

Keywords: Non–contact; Principles; Evaluate; Result; Data.