

KÉO DÀI TÀI LIỆU DÒNG CHẢY VỚI MÔ PHỎNG MONTE CARLO

KS. Nguyễn Tiến Phong
KS. Nguyễn Duy Khánh
(Công ty cổ phần tư vấn xây dựng điện 4)

1.1. GIỚI THIỆU- ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong các dự án hồ chứa thủy điện, để xác định năng lượng trung bình nhiều năm người ta thường sử dụng chuỗi dòng chảy đủ dài (thường trên 30 năm cho công trình cấp 2) để tính toán thủy năng.

Xây dựng quy trình vận hành hồ chứa thủy điện là một công việc quy định bắt buộc khi Lập Dự án Đầu tư xây dựng công trình. Trên cơ sở quy trình vận hành hồ này cho phép đánh giá tình trạng làm việc của hồ trong một chu kỳ điều tiết. Quy trình vận hành sẽ được xác định trên cơ sở kết quả điều tiết tính toán thủy năng hồ chứa. Vấn đề khó khăn thường gặp trong thực tế khi lập quy trình vận hành hồ chứa ở nước ta là chuỗi số liệu tính toán thủy năng thường ngắn. Phổ biến các chuỗi dòng chảy tính toán cho các dự án thủy điện ở nước ta là dưới 30 năm. Với số liệu dòng chảy tính toán ngắn như vậy sẽ rất khó khăn khi xác định diễn biến mực nước hồ để thiết lập quy trình vận hành hồ theo quan điểm thống kê.

1.2. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Để khắc phục điểm yếu này, chúng tôi kiến nghị sử dụng phương pháp mô phỏng Monte Carlo để kéo dài chuỗi dòng chảy và sẽ dùng chuỗi mô phỏng trong tính toán thủy năng. Trong trường hợp số liệu quan trắc trong quá khứ tương đối dài nhưng chưa đủ dài theo yêu cầu tính toán, phương pháp mô phỏng Monte Carlo rất tiện lợi với sự phát triển của máy tính hiện nay.

1.2.1. Lý thuyết

- Một đại lượng ngẫu nhiên sẽ được đặc trưng bởi các tham số thống kê gồm: trị trung bình, độ lệch chuẩn, hệ số thiên lệch, hệ số bất đối xứng.
- Mô phỏng Monte Carlo là một phương pháp định lượng được áp dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực: quản lý, kỹ thuật, kinh tế. Đây là phương pháp chỉ được phát triển mạnh mẽ khi có sự ra đời của máy tính vì khi thực hiện mô phỏng sẽ

cần một số lớn phép tính. Sử dụng lý thuyết mô phỏng Monte Carlo trong tính toán thủy văn đã được nhiều tác giả sử dụng với nhiều mục đích khác nhau. Trong nội dung báo cáo này, chúng tôi sử dụng mô phỏng Monte Carlo nhằm để mô phỏng lại chuỗi dòng chảy trung bình tháng trên cơ sở các số liệu đã được quan sát trong quá khứ và kết hợp với việc dùng hàm phát số ngẫu nhiên.

- Tiêu chuẩn đánh giá: chương trình được viết theo hai tiêu chuẩn đánh giá sau:
 - Cực tiểu hàm F: Được định nghĩa từ tổ hợp các sai biệt giá trị trung bình Q_{tb} , độ lệch chuẩn s và hệ số kè đến tính không đối xứng K của dòng chảy mô phỏng tạo ra và các giá trị tương ứng của chuỗi dòng chảy quan trắc trong quá khứ, dòng chảy kéo dài sẽ được chọn trong số $M=100\ 000$ dòng chảy được tạo nên từ mô phỏng.

Hàm F được định nghĩa như sau:

$$F = \alpha_1 * \text{abs}(Q_{tb} - Q_{otb}) + \alpha_2 * \text{abs}(\sigma - \sigma_0) + \alpha_3 * \text{abs}(K - K_0)$$

Với:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q_{otb})^2}{n}}$$

$$K = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - Q_{otb})^3}{n}}$$

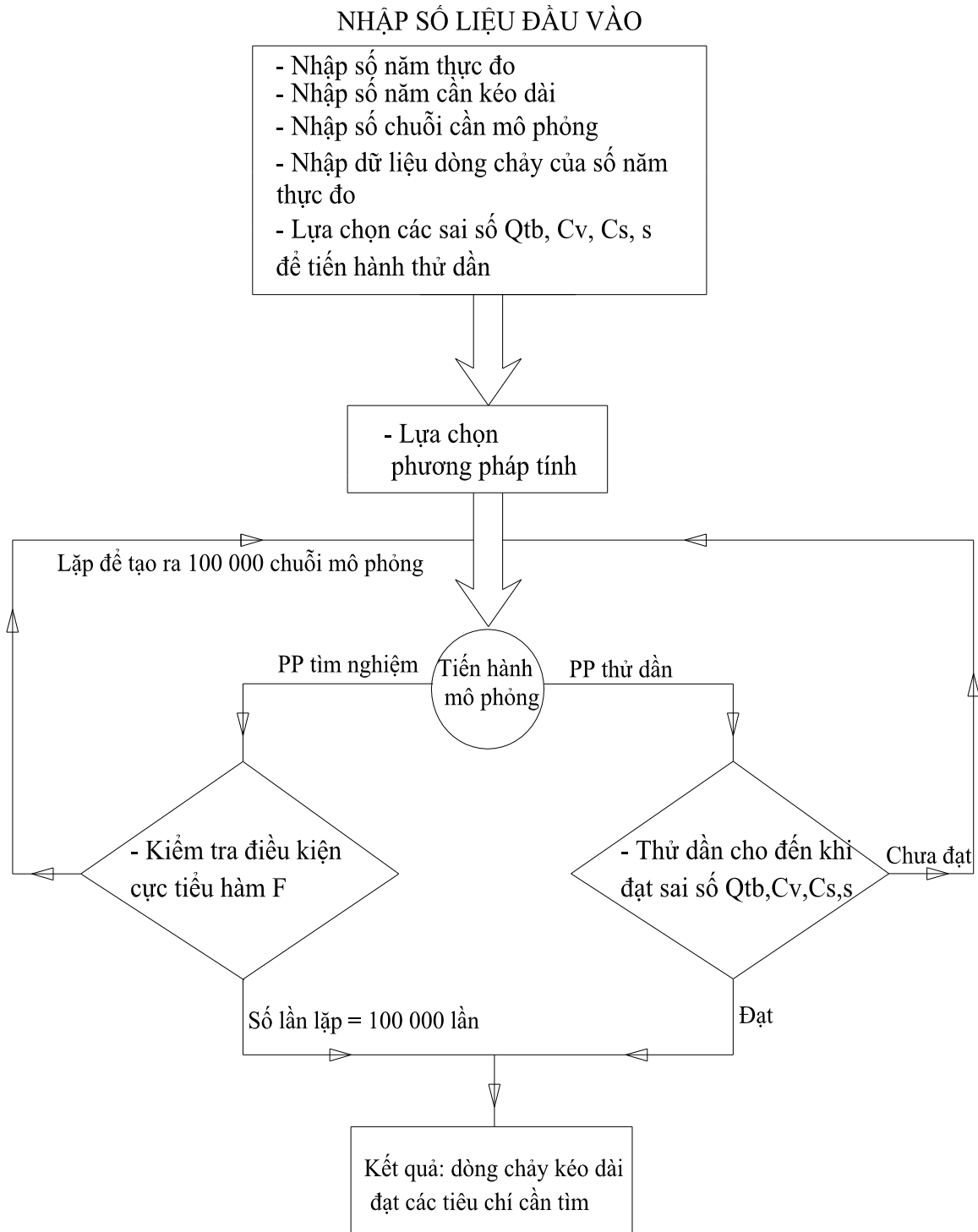
n là chỉ số quan trắc.

α_1 , α_2 , α_3 : là các trọng số trong hàm F

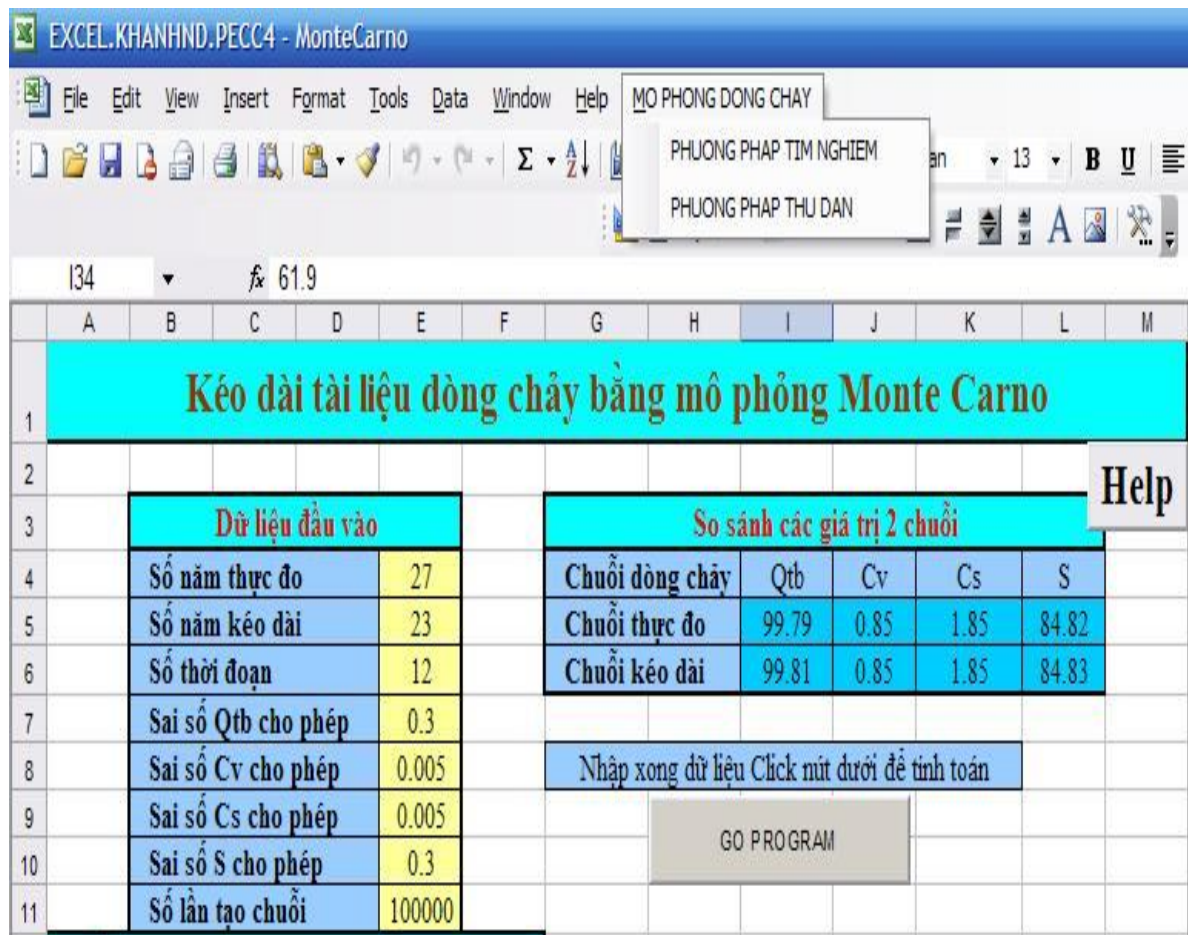
- Sai số giữa các tham số thống kê chuỗi số liệu mô phỏng và chuỗi số liệu cũ: bao gồm sai số trị trung bình Q_{tb} , sai số khoảng lệch quân phương s , sai số tham số trị số thiên lệch C_v và sai số tham số trị số mất đối xứng C_s .

1.2.2. Chương trình mô phỏng

- Chương trình mô phỏng được tác giả viết bằng ứng dụng Visual Application VBA chạy trên nền Excel.
- Sơ đồ khối của chương trình:



Hình 1: Sơ đồ khối chương trình



Hình 2: Giao diện file mô phỏng tài liệu dòng chảy theo Monte Carlo

1.3. ỨNG DỤNG

- Chương trình ứng dụng và tính toán cho hồ chứa thủy điện Buôn Tua Srah. Kết quả được trình bày như dưới đây:
- Các chuỗi dòng chảy quan trắc được của hồ chứa Buôn Tua Srah dài 27 năm. Để có được chuỗi dòng chảy dài 50 năm, chuỗi dòng chảy mô phỏng bổ sung là 23 năm. Tóm tắt các thông số dòng chảy quan trắc và dòng chảy mô phỏng được chọn từ 100000 chuỗi, theo tiêu chí cực tiểu hàm F như sau:

Bảng 1: Thông số thống kê dòng chảy quan trắc và dòng chảy mô phỏng

Thông số thống kê	Đơn vị	Dòng chảy quan trắc 27 năm	Dòng chảy kéo dài 50 năm
Q_{tb}	(m^3/s)	99.79	99.81
s	(m^3/s)	84.82	84.83
C_v		0.85	0.85
C_s		1.85	1.85

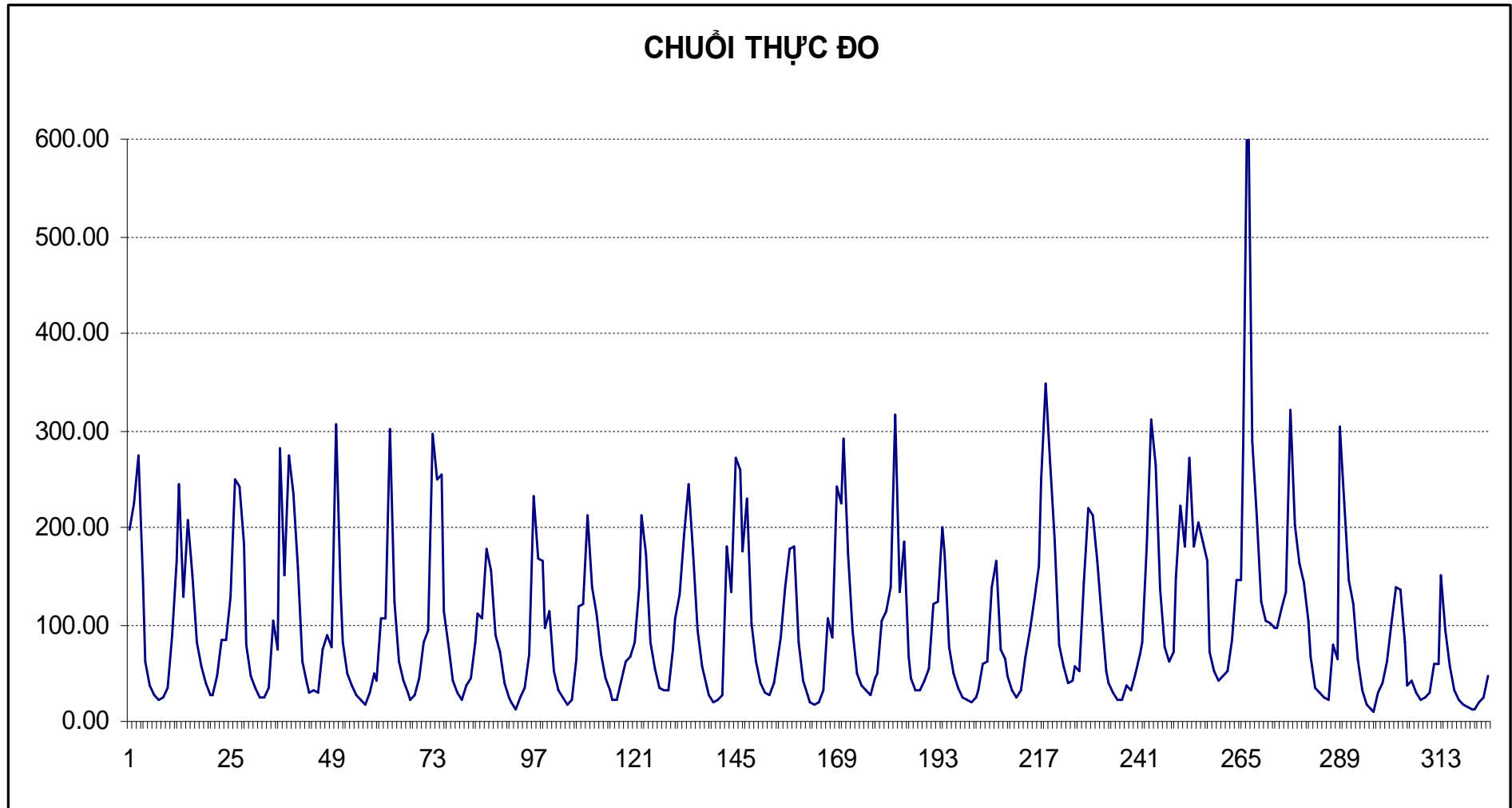
- Kết quả tính toán điều tiết dòng chảy:

Bảng 2: Tổng hợp kết quả tính toán năng lượng hồ Buôn Tua Srah

Thông số	Đơn vị	Dòng chảy quan trắc 27 năm	Dòng chảy kéo dài 50 năm
MNDBT	(m)	487.50	487.50
MNC	(m)	465.00	465.00
Q_{tb}	(m^3/s)	90.89	90.63
Q_{max}	(m^3/s)	194.19	194.00
N_{lm}	MW	86.00	86.00
N_{db}	MW	22.20	22.20
E_0	Tr.kWh	373.54	373.12

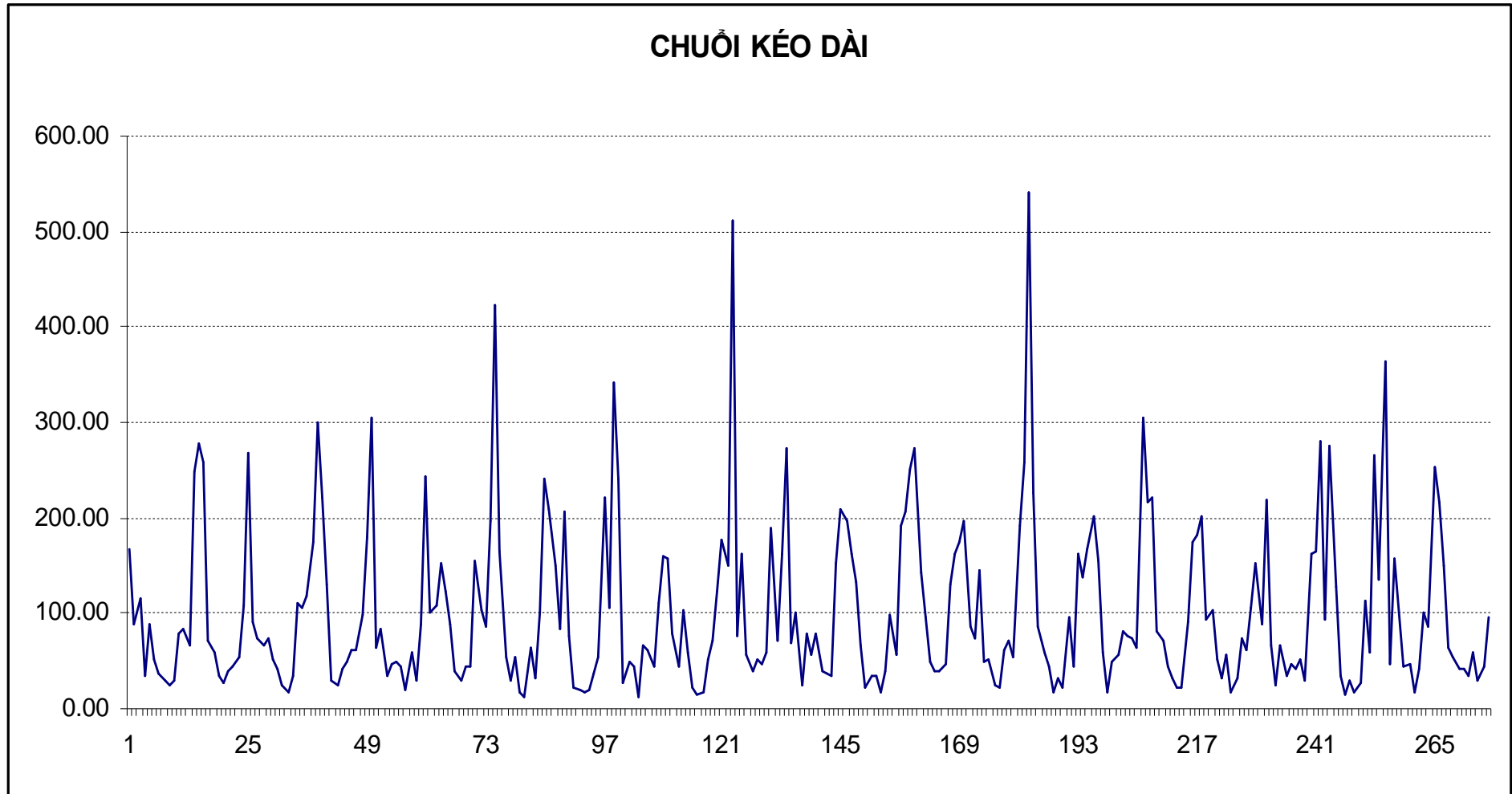
- Kết quả tính toán thủy năng được tính theo chương trình tính năng lượng dòng chảy cho hệ thống hồ thủy điện sẽ được giới thiệu ở các bài tiếp theo.

PECCA



Hình 3: Dòng chảy quan trắc dài 27 năm của Buôn Tua Srah

PECCA



Hình 4: Dòng chảy mô phỏng bổ sung dài 23 năm của Buôn Tua Srah

PECCA

BANG KET QUA TINH TOAN TONG QUAT THUY DIEN:
BUON TAU SRAH

No	Qs	Qnm	Qx	Htt	N	E
1978 - 1979	108.66	92.54	5.59	53.74	42.73	374.29
1979 - 1980	98.38	96.87	.00	55.74	45.85	401.62
1980 - 1981	102.03	94.53	5.72	55.28	44.79	392.32
1981 - 1982	121.08	109.28	9.98	55.69	51.93	454.87
1982 - 1983	72.93	70.17	4.00	53.91	32.70	286.49
1983 - 1984	86.50	74.28	7.62	54.67	34.91	305.77
1984 - 1985	113.49	98.93	12.77	55.60	46.92	411.03
1985 - 1986	68.72	70.90	.00	53.07	32.62	285.76
1986 - 1987	91.88	86.37	.00	54.42	40.03	350.65
1987 - 1988	78.72	76.99	.00	54.91	36.21	317.18
1988 - 1989	95.56	93.56	.21	55.74	44.52	389.99
1989 - 1990	100.64	98.94	.00	54.44	45.85	401.69
1990 - 1991	114.68	103.69	9.17	55.78	49.35	432.28
1991 - 1992	77.26	75.67	.00	52.95	34.61	303.19
1992 - 1993	113.87	103.60	8.48	55.46	48.76	427.16
1993 - 1994	106.64	95.44	9.39	55.81	45.39	397.64
1994 - 1995	70.16	73.18	.00	52.94	33.47	293.16
1995 - 1996	77.26	70.93	.00	54.36	32.89	288.08
1996 - 1997	140.22	115.26	22.20	56.02	54.78	479.91
1997 - 1998	82.25	83.45	.00	54.17	38.69	338.94
1998 - 1999	150.58	117.40	21.33	55.64	56.70	496.66
1999 - 2000	124.92	119.31	10.72	56.92	57.81	506.39
2000 - 2001	199.52	141.71	56.91	55.71	67.45	590.89
2001 - 2002	104.62	98.17	4.64	55.73	46.96	411.35
2002 - 2003	88.49	89.72	5.26	51.68	40.74	356.84
2003 - 2004	63.38	53.82	.00	52.34	24.12	211.25
2004 - 2005	42.03	49.28	.00	46.89	20.58	180.31

TT	MND	MNC	Vtb	Vc	Vhi	Vplu	Q0tv	Qnm	Qxa	Qdb	Qmax	Hmax
1.	487.50	465.00	786.87	264.24	522.63	.00	99.79	90.89	7.19	44.09	194.19	58.51

TT	Hmin	Htb	Nlm	Ndb	Ntb	E0	Elu	Eki	Emua	Ekho	Hsd	Beta
1.	35.99	54.78	86.00	22.20	42.64	373.54	219.01	154.53	129.71	243.83	4344.	.1692

SUMMARY REVER SYSTEM :

. 1. BUON TAU SRAH

MND	MNC	Vtb	Vc	Vhi	Vplu	Q0tv	Qnm	Qxa	Qdb	Qmax	Hmax	Hmin	Htb	Nlm	Ndb	Ntb	E0	Elu	Eki	Emua	Ekho	Hsd	Beta	Nph
487.5	465.0	786.87	264.24	522.63	.0	99.79	90.89	7.19	44.09	194.19	58.51	35.99	54.78	86.0	22.20	42.64	373.54	219.0	154.5	129.7	243.8	4344.	.169	1.

Total system: 86.0 22.20 373.54 219.0 154.5 129.7 243.8

Bảng 3: Kết quả tính toán năng lượng hồ Buôn Tua Srah theo chuỗi thực đo

PECCA

BANG KET QUA TINH TOAN TONG QUAT THUY DIEN:
BUON TAU SRAH

No	Qs	Qnm	Qx	Htt	N	E
1978 - 1979	108.66	92.52	5.59	53.74	42.72	374.25
1979 - 1980	98.38	96.89	.00	55.75	45.86	401.74
1980 - 1981	102.03	94.53	5.72	55.28	44.79	392.32
1981 - 1982	121.08	109.28	9.98	55.69	51.93	454.87
1982 - 1983	72.93	70.17	4.01	53.91	32.70	286.49
1983 - 1984	86.50	74.28	7.62	54.67	34.91	305.77
1984 - 1985	113.49	98.93	12.77	55.60	46.92	411.03
1985 - 1986	68.72	70.90	.00	53.07	32.62	285.76
1986 - 1987	91.88	86.37	.00	54.42	40.03	350.65
1987 - 1988	78.72	76.99	.00	54.91	36.21	317.18
1988 - 1989	95.56	93.56	.21	55.74	44.52	389.99
1989 - 1990	100.64	98.94	.00	54.44	45.85	401.69
1990 - 1991	114.68	103.69	9.17	55.78	49.35	432.28
1991 - 1992	77.26	75.67	.00	52.95	34.61	303.19
1992 - 1993	113.87	103.57	8.50	55.46	48.76	427.11
1993 - 1994	106.64	95.44	9.39	55.81	45.39	397.64
1994 - 1995	70.16	73.18	.00	52.94	33.47	293.16
1995 - 1996	77.26	70.93	.00	54.36	32.89	288.08
1996 - 1997	140.22	115.26	22.20	56.02	54.78	479.91
1997 - 1998	82.25	83.45	.00	54.17	38.69	338.96
1998 - 1999	150.58	117.40	21.33	55.64	56.70	496.66
1999 - 2000	124.92	119.31	10.72	56.92	57.81	506.39
2000 - 2001	199.52	141.71	56.91	55.71	67.45	590.89
2001 - 2002	104.62	98.17	4.64	55.73	46.96	411.35
2002 - 2003	88.49	89.72	5.26	51.69	40.74	356.84
2003 - 2004	63.38	53.82	.00	52.34	24.12	211.25
2004 - 2005	42.03	49.28	.00	46.89	20.58	180.31
2005 - 2006	69.25	58.98	.00	54.61	27.46	240.58
2006 - 2007	107.42	93.12	12.51	55.42	43.91	384.70
2007 - 2008	80.14	78.35	.00	55.74	36.83	322.60
2008 - 2009	109.12	96.36	11.02	55.14	45.53	398.87
2009 - 2010	83.51	77.07	4.64	55.86	36.27	317.69
2010 - 2011	102.50	100.69	.00	55.83	47.64	417.36
2011 - 2012	102.95	83.66	17.57	54.72	39.25	343.83
2012 - 2013	94.38	94.85	2.25	53.17	43.73	383.10
2013 - 2014	110.59	88.45	16.03	55.12	41.26	361.46
2014 - 2015	75.24	73.55	.00	54.59	34.12	298.87
2015 - 2016	132.80	105.68	25.25	56.19	50.31	440.69
2016 - 2017	92.30	86.62	2.02	56.42	41.19	360.81
2017 - 2018	89.19	89.30	.00	54.52	41.69	365.18
2018 - 2019	135.84	119.95	11.18	55.96	56.89	498.34
2019 - 2020	84.47	85.52	.00	55.98	40.58	355.52
2020 - 2021	134.90	98.67	34.44	55.25	46.47	407.07
2021 - 2022	103.09	99.24	2.04	55.89	47.39	415.14
2022 - 2023	112.13	97.07	9.22	55.65	46.24	405.04
2023 - 2024	84.24	86.47	.00	55.94	40.80	357.41
2024 - 2025	81.33	76.42	.78	56.12	36.25	317.58
2025 - 2026	103.26	93.33	10.57	53.86	43.51	381.14
2026 - 2027	116.93	102.50	12.59	56.02	48.61	425.84
2027 - 2028	90.44	91.85	5.34	55.74	42.39	371.37

TT	MND	MNC	Vtb	Vc	Vhi	Vplu	Q0tv	Qnm	Qxa	Qdb	Qmax	Hmax
1.	487.50	465.00	786.87	264.24	522.63	.00	99.81	90.63	7.43	44.08	194.00	58.53

PECCA

```

-----
|TT| Hmin | Htb | Nlm | Ndb | Ntb | E0 | Elu | Eki | Emua | Ekho | Hsd | Beta |
-----
1. 35.99 54.84 86.00 22.20 42.59 373.12 216.51 156.61 134.55 238.57 4339. .1692
-----

```

SUMMARY REVER SYSTEM :
. 1. BUON TAU SRAH

```

-----
| MND | MNC | Vtb | Vc | Vhi | Vplu | Q0tv| Qnm | Qxa | Qdb | Qmax | Hmax | Hmin | Htb | Nlm | Ndb | Ntb | E0 | Elu | Eki | Emua | Ekho | Hsd | Beta | Nph|
-----
487.5 465.0 786.87 264.24 522.63 .0 99.81 90.63 7.43 44.08 194.00 58.53 35.99 54.84 86.0 22.20 42.59 373.12 216.5 156.6 134.5 238.6 4339. .169 1.
-----
Total system: 86.0 22.20 373.12 216.5 156.6 134.5 238.6
-----

```

Bảng 4: Kết quả tính toán năng lượng hồ Buôn Tua Srah theo chuỗi thực đo

1.4. KẾT LUẬN

- Giá trị công suất đảm bảo N_{db} và năng lượng trung bình năm E_0 của chuỗi dòng chảy mô phỏng gần tương đương với chuỗi thực đo cho thấy phương pháp tính hoàn toàn phù hợp.
- Áp dụng mô phỏng Monte Carlo để kéo dài dòng chảy rất thuận lợi với sự giúp đỡ của máy tính là một công cụ tính toán mạnh mẽ như hiện nay.
- Lựa chọn dòng chảy kéo dài trong số tất cả các dòng chảy mô phỏng phụ thuộc vào dạng hàm tiêu chí F . Hàm này phụ thuộc vào kinh nghiệm của người sử dụng. Trong tính toán Thủy năng hồ chứa Thủy điện, giá trị lưu lượng trung bình nhiều năm Q_{tb} của chuỗi dòng chảy giữ vai trò quan trọng nhất. Sau đó là các thông số biểu thị về độ lệch chuẩn, tính không đối xứng... của chuỗi dòng chảy.
- Phương pháp này cũng rất thuận tiện khi mô phỏng chuỗi số liệu thủy văn khi biết các tham số thống kê (trị trung bình, giá trị thiên lệch, tính không đối xứng) của chuỗi số liệu đó, hoặc bổ sung số liệu còn thiếu trong chuỗi thủy văn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện Sông Bung 4- PGS.TS Nguyễn Thống- Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh- trang Web Hội Đập lớn Việt Nam.
2. Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện A Vương- PGS.TS Nguyễn Thống- Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh- Tạp chí phát triển KH&CH, tập 12, số 18-2009.
3. Mô hình ngẫu nhiên và mô phỏng Monte Carlo cho thủy điện bậc thang Sơn La- Hòa Bình- Trần Trí Dũng.
4. Mô hình bất định tính toán điều tiết hồ chứa nước nhà máy thủy điện trong điều kiện thông tin bất định- Trần Trí Dũng, tạp chí công nghệ Điện lực số 2/2006.
5. Khai thác hợp lý bậc thang thủy điện Sơn La- Hòa Bình, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật 7/2005.
6. Giáo trình Thủy văn (Th.S Nguyễn Bản. Trường đại học bách khoa Đà Nẵng)

