

# NGHIÊN CỨU VỀ VAI TRÒ CỦA LƯU LƯỢNG NGANG BÃI TRONG VIỆC ĐỊNH HÌNH HÌNH THÁI SÔNG THUỘC HẠ LƯU SÔNG MÊ KÔNG

## STUDY ON THE ROLE OF THE BANKFULL DISCHARGE IN SHAPING THE MORPHOLOGY OF MEKONG RIVERS

Nguyễn Thị Vân Anh, Bùi Thị Thùy Duyên

Khoa Công trình giao Thông

Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh

**Tóm tắt:** Lưu lượng ngang bãi rất quan trọng đối với sự hình thành hình thái, thủy động lực của sông đồng bằng vì nơi đây luôn thay đổi kích thước, hình dạng để đạt đến trạng thái cân bằng ứng với một lưu lượng nhất định. Tuy nhiên, trong thực tế, rất khó để xác định lưu lượng ngang bãi, đặc biệt các sông chịu ảnh hưởng triều. Bài báo nghiên cứu xác định giá trị lưu lượng ngang bãi dựa trên các dữ liệu thực đo, và mối quan hệ giữa đặc trưng hình học và lưu lượng ngang bãi của các sông thuộc hạ lưu sông Mê Kông. Kết quả nghiên cứu cho thấy, chiều rộng, độ sâu, diện tích mặt cắt ngang, vận tốc dòng chảy của các sông có quan hệ tỉ lệ bậc  $1/x$  với lưu lượng ngang bãi và phù hợp với lý thuyết chế độ của Lacey.

**Từ khóa:** Lưu lượng ngang bãi, sông đồng bằng, lý thuyết chế độ.

**Mã phân loại:** 11.2

**Abstract:** Bankfull discharge is identified as an important factor for studying morphology and hydrodynamic of alluvial rivers. Since the rivers always change to get the balance accommodating a certain discharge. In practice, however, it is difficult to determine bankfull discharge and its hydrological properties accurately in alluvial deltas, particularly, in the tidal rivers such as rivers in the lower Mekong. Base on the measured data, this paper computes bankfull discharge and derives the empirical relationship between geometrical characteristics and bankfull discharge of some rivers in the lower Mekong. The results show that bankfull width, bankfull depth, cross-sectional area of water, the velocity of rivers is a  $1/x$  power function of bankfull discharge, which is in agreement with Lacey's regime theory.

**Keywords:** Bankfull discharge, alluvial rivers, regime theory.

**Classification code:** 11.2

### 1. Giới thiệu

Hình dạng mặt cắt ngang của sông đồng bằng được xác định bởi sự tương tác giữa lưu lượng dòng chảy, tải bùn cát, kích thước hạt bùn cát, độ nhám, vận tốc dòng chảy và độ dốc. Trong đó, lưu lượng dòng chảy, tải bùn cát là những biến độc lập, còn lại là những biến phụ thuộc. Điều đó có nghĩa rằng, chiều rộng và chiều sâu của một sông đồng bằng được xác định chủ yếu do tải bùn cát và lưu lượng dòng chảy.

Williams [1] định nghĩa rằng lưu lượng ngang bãi tại mặt cắt ngang sông là lưu lượng mà tại đó dòng chảy lấp đầy sông, đến đỉnh bờ và đánh dấu giai đoạn bắt đầu ngập lũ. Chính vì lẽ đó, lưu lượng ngang bãi đóng vai trò rất quan trọng đối với hình thái sông đồng bằng. Nghiên cứu về lưu lượng ngang bãi được thực hiện nhiều trên thế giới. Mỗi tác giả đưa

ra những cách tiếp cận, phương pháp xác định dựa trên những vùng sông đồng bằng khác nhau. Cho đến nay, chưa có nghiên cứu chi tiết về lưu lượng ngang bãi và mối quan hệ giữa lưu lượng ngang bãi với đặc trưng hình học các sông ở hạ lưu sông Mê Kông. Dựa trên lý thuyết chế độ của Lacey [2] kết hợp với các số liệu đo đạc tại 9 trạm ở hạ lưu sông Mê Kông qua hai giai đoạn 1999 – 2001 và 2009 – 2011, bài báo xác định giá trị lưu lượng ngang bãi và xây dựng công thức về mối quan hệ giữa hình thái sông với lưu lượng ngang bãi áp dụng cho khu vực hạ lưu sông Mê Kông.

### 2. Cơ sở lý thuyết

Nghiên cứu đầu tiên trong việc xác định hình dạng của sông được R. G. Kennedy [3] thực hiện ở Ấn Độ vào năm 1895. Tác giả cho rằng, điều kiện để một con sông ổn định khi:

$$V = 0,84 D^{0,64} \quad (1)$$

Với:

V: Vận tốc trung bình của dòng chảy;

D: Độ sâu của sông.

Sau đó, Lacey đã phát triển lý thuyết chế độ hiện đại, công bố vào những năm 1929 và 1933. Thông số hình học sông và đặc tính của sông trong lý thuyết chế độ được Lacey thể hiện qua ba công thức sau:

$$P = 2,67 Q^{1/2} \quad (2)$$

$$R = 0,4725 (Q/f)^{1/3} \quad (3)$$

Hoặc:  $V = 1,151 (fR)^{1/2} \quad (4)$

$$S = 0,000547 (f^{5/3}/Q^{1/6}) \quad (5)$$

Trong đó:

P: Chu vi ướt;

Q: Lưu lượng dòng chảy;

R: Bán kính thủy lực;

f: Hệ số phù sa;

S: Độ dốc mặt nước.

Nghiên cứu của Inglis [5] đã chứng minh có một giá trị lưu lượng mà ở đó, điều kiện cân bằng là gần nhất và khuynh hướng thay đổi là ít nhất gọi là lưu lượng chủ đạo (dominant discharge). Thực tế cho thấy các con sông sau

một thời gian nhất định sẽ tự điều chỉnh để thay đổi hình dạng nhằm đạt trạng thái cân bằng mới ứng với một lưu lượng xác định.

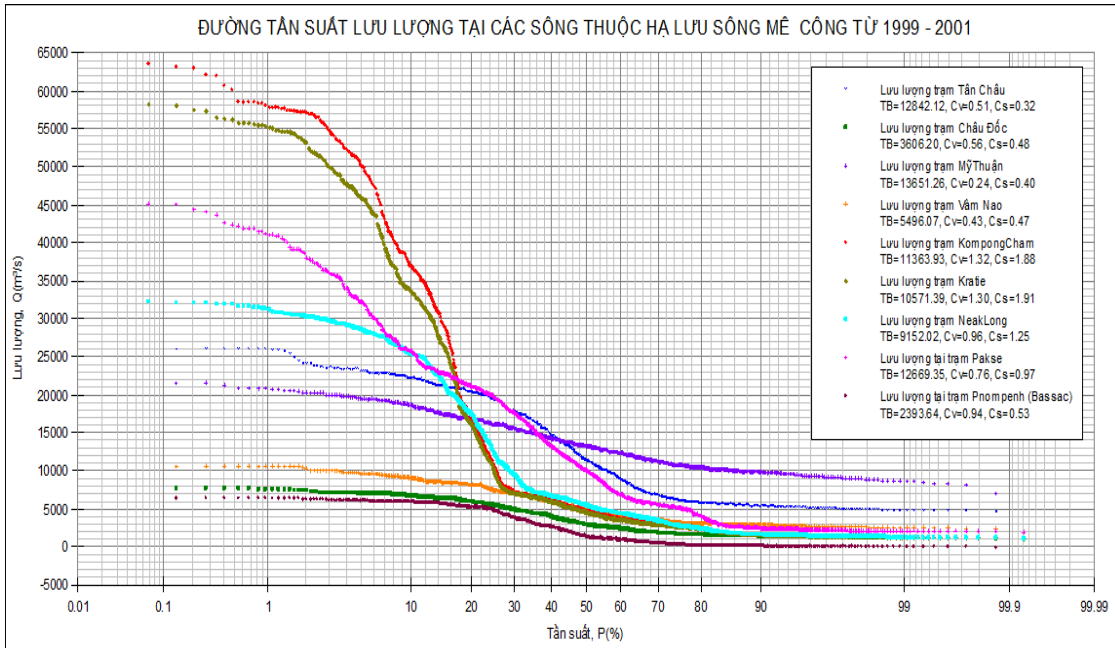
Quá trình biến đổi lòng dẫn sông hoàn toàn là cơ học và các yếu tố quyết định đến việc thay đổi hình dạng sông phải tồn tại đủ thời gian để việc điều chỉnh diễn ra và đạt độ ổn định. Lưu lượng xác định hình thái sông phải xảy ra thường xuyên đủ để cho con sông đạt đến trạng thái chế độ. Theo Marshall Nixon [4], lưu lượng ngang bãi là lưu lượng lớn nhất ứng với mực nước lũ ngang bãi nhưng không gây tràn nước vào vùng đồng bằng ngập lũ. Vì vậy việc xác định đúng giá trị lưu lượng ngang bãi rất quan trọng.

### 3. Mối quan hệ giữa lưu lượng ngang bãi và hình thái các nhánh sông thuộc hạ lưu sông Mê Kông

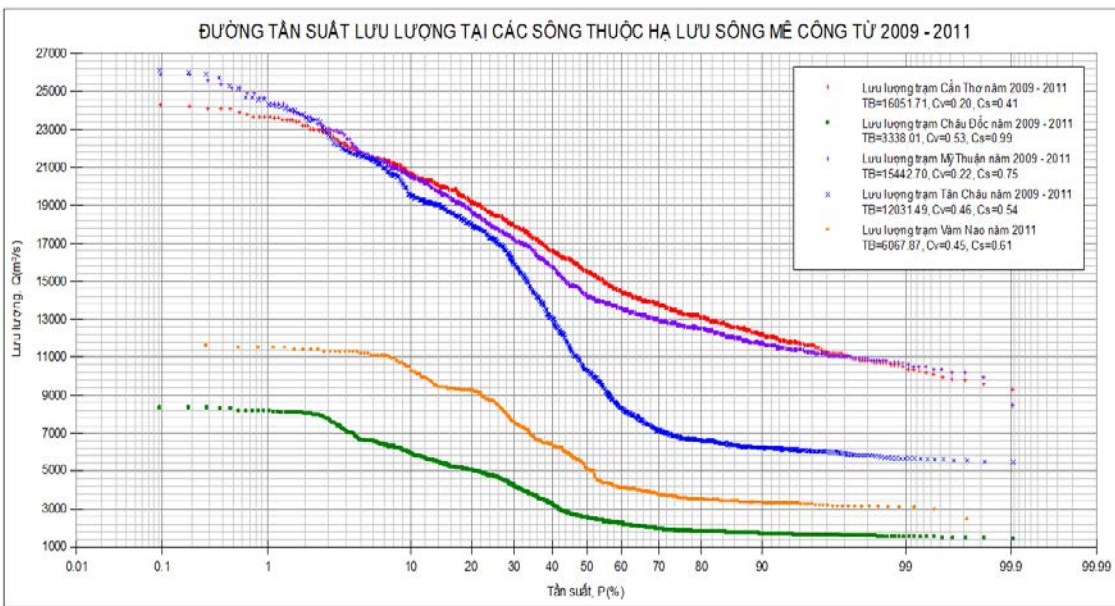
Khu vực nghiên cứu là chín nhánh sông thuộc hạ lưu sông Mê Kông từ Kratie đến Mỹ Thuận (hình 1). Các số liệu thủy văn được đo trong hai giai đoạn từ 1999 – 2001 và 2009 – 2011. Biểu đồ tần suất về lưu lượng trong hai giai đoạn này được thể hiện ở hình 3 và 4 cho thấy giá trị tần suất xác định giá trị lưu lượng ngang bãi là 1%.



Hình 1. Bản đồ các sông thuộc hạ lưu sông Mê Kông.



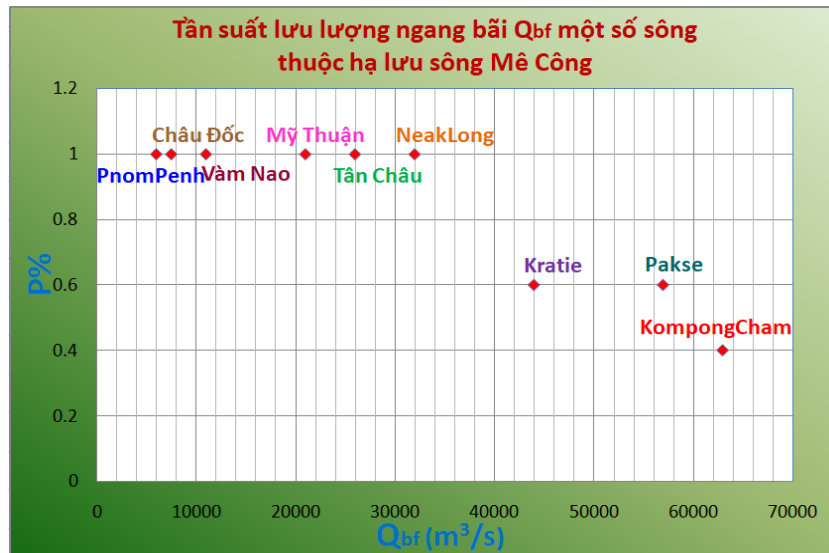
Hình 2. Đường tần suất lưu lượng tại các sông thuộc hạ lưu sông Mê Kông từ 1999 đến 2001.



Hình 3. Đường tần suất lưu lượng tại các sông thuộc hạ lưu sông Mê Kông từ 2009 – 2011.

Bảng 1. Giá trị các thông số hình dạng tại lưu lượng ngang bãi của các sông hạ lưu sông Mê Kông.

T	Trạm	$Q_{bf}$ ( $10^2 m^3/s$ )	W (m)	D (m)	A ( $m^2$ )	V (m/s)
1	Châu Đốc	210	485	17,38	8603	2,44
2	Tân Châu	110	576	37,46	21577	0,51
3	Mỹ Thuận	630	1468	22	32296	1,95
4	Vàm Nao	570	980	13,8	13524	4,21
5	Kom pong Cham	320	1800	38,34	69012	0,46
6	Kratie	550	1400	21,9	30660	1,79
7	NeakLong	260	830	23,8	19754	1,32
8	Pakse	440	1400	20,25	28350	1,55
9	PnomPenh (Bassac)	60	1600	21,3	34080	0,18



Hình 4. Tần suất lưu lượng ngang bãi tại một số nhánh ở hạ lưu sông Mê Kông.

Hình 4 cho thấy có một số điểm phân tán nhưng các sông thuộc hạ lưu sông Mê Kông có cùng tần suất (1%) và độc lập nhau về giá trị lưu lượng ngang bãi.

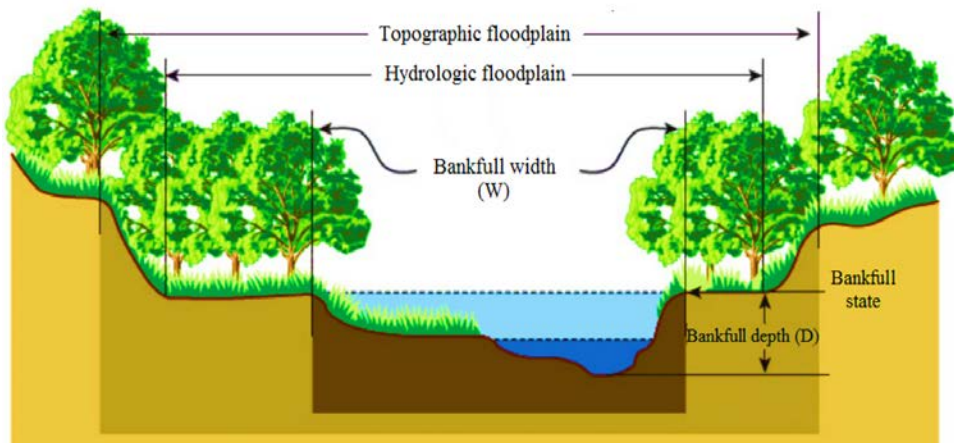
Theo lý thuyết của Lacey, lưu lượng và tải bùn cát là hai biến độc lập thực sự ảnh hưởng đến hình dạng sông. Nếu tải bùn cát trên sông nhỏ, lưu lượng trở nên chiếm ưu thế trong việc xác định kích thước sông, khi đó chiều rộng mặt nước và độ sâu trung bình (hình 5) được xác định như sau:

$$W = aQ_b^{1/2} \quad (6)$$

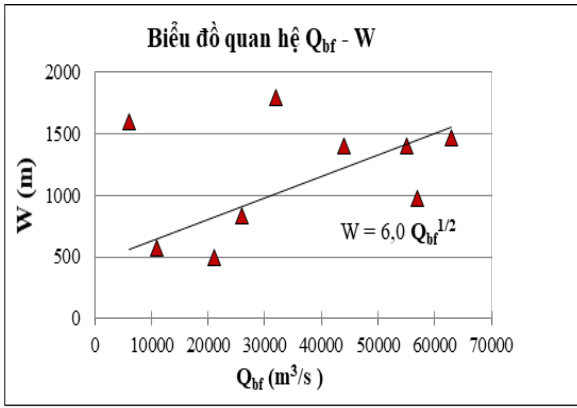
$$D = cQ_b^{1/3} \quad (7)$$

Suy ra lưu tốc dòng:  $V = kQ_b^{1/6}$  với  $a, b, k$  là hằng số.

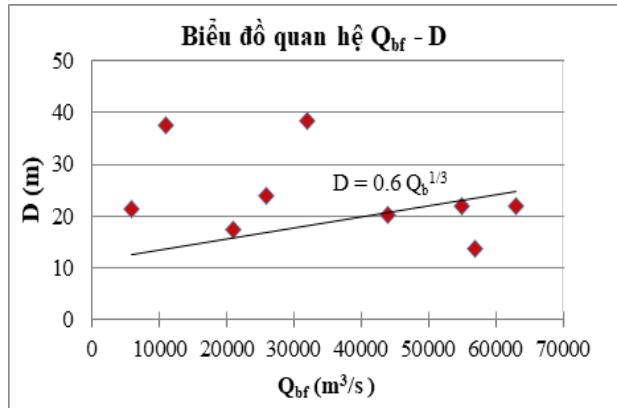
Dựa trên các số liệu về chiều rộng mặt nước ngang bãi, chiều sâu trung bình, diện tích mặt cắt ướt, vận tốc trung bình của dòng chảy ứng với lưu lượng ngang bãi từ nhiều con sông thuộc hạ lưu sông Mê Kông (bảng 1) được xác định thông qua phân tích hồi qui và thể hiện trong các đồ thị hình 6, 7, 8, và 9. Qua đó cho thấy sự phân tán các điểm liên quan đến chiều rộng ít hơn so với các điểm liên quan đến độ sâu và vận tốc. Điều này có nghĩa là các con sông tự điều chỉnh chiều rộng so với điều chỉnh độ sâu và vận tốc. Và do đó, điều chỉnh độ dốc diễn ra chậm hơn.



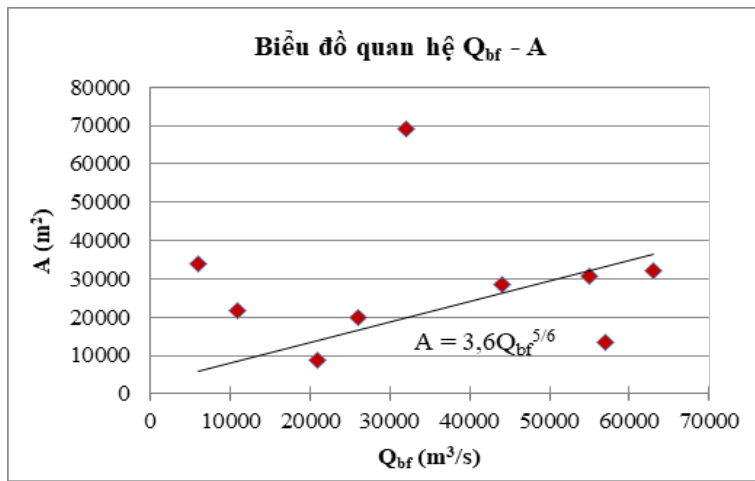
Hình 5. Hình ảnh minh họa mặt cắt ngang sông trong công thức Lacey.



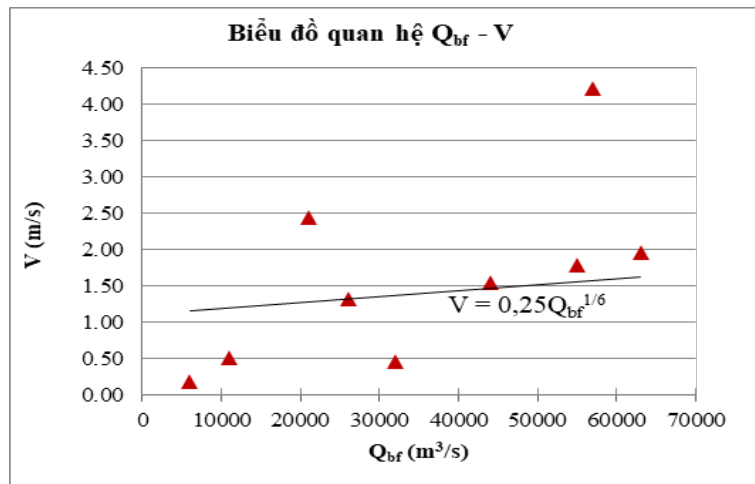
Hình 6. Đồ thị biểu diễn quan hệ  $Q_{bf}$  và  $W$ .



Hình 7. Đồ thị biểu diễn quan hệ  $Q_{bf}$  và  $D$ .



Hình 8. Đồ thị biểu diễn quan hệ  $Q_{bf}$  và  $A$ .



Hình 9. Đồ thị biểu diễn quan hệ  $Q_{bf}$  và  $V$ .

Bảng 2. So sánh kết quả của nghiên cứu thực nghiệm với lý thuyết chế độ của Lacey.

Các đặc trưng	Kết quả nghiên cứu thực nghiệm	Lý thuyết chế độ của Lacey
W	$6,0 Q_{bf}^{1/2}$	$2,67 Q_{bf}^{1/2}$
D	$0,6 Q_{bf}^{1/3}$	$1,42 Q_{bf}^{1/3}$
A	$3,6 Q_{bf}^{5/6}$	$3,8 Q_{bf}^{5/6}$
V	$0,25 Q_{bf}^{1/6}$	$0,516 f^{5/3} / Q^{1/6}$

#### 4. Kết luận và khuyến nghị

Như vậy, các con sông thuộc hạ lưu sông Mê Kông sẽ duy trì trạng thái ổn định hay trạng thái chế độ nếu các phương trình sau thỏa mãn:  $W = 6,0 Q_{bf}^{1/2}$ ;  $D = 0,6 Q_{bf}^{1/3}$ ;  $A = 3,6 Q_{bf}^{5/6}$ ; và  $V = 0,25 Q_{bf}^{1/6}$ .

Các công thức được xây dựng phù hợp với lý thuyết chế độ của Lacey (bảng 2) về bậc của phương trình quan hệ. Do chưa xét đến yếu tố quan trọng trong các con sông đồng bằng là lưu lượng bùn cát, nên độ tin cậy chưa cao. Cần phát triển nghiên cứu về mối quan hệ giữa hình thái sông và lưu lượng ngang bãi có xét đến các yếu tố bùn cát □

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Williams, G. P., & U.S. (1978), Bank-full discharge of rivers.pdf;
- [2] Lacey, G. (1930), Stable channels in alluvium. Minutes of the Proceedings. <https://doi.org/10.1680/imotp.1930.15592>;
- [3] R. G. Kennedy. (1895), *The prevention of silting in irrigation canals*, Min. Proc. Instnciv. Engrs, vol. 119;
- [4] Marshall Nixon, M.B.E., T.D., B%, M.I.C.E., A. M. 1. M. E. (1959), *A study of the bank-full discharges of rivers in England and Wales*;
- [5] Inglis, C. C. (1947), *Meanders and their Bearing on River Training*.

**Ngày nhận bài: 06/04/2021**

**Ngày chuyển phản biện: 09/04/2021**

**Ngày hoàn thành sửa bài: 01/05/2021**

**Ngày chấp nhận đăng: 07/05/2021**