# KIỂM NGHIỆM CÁCH TÍNH ĐƠN GIẢN CHO THÀNH PHẦN NGUỒN NƯỚC TRONG HỆ THỐNG SÔNG

ThS. **Huỳnh Chức**

*Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP. Hồ Chí Minh*

***Tóm tắt:*** *Trong một bài báo trước đây chúng tôi đã đề xuất cách tính đơn giản để xác định thành phần nguồn nước trung bình trong giới hạn của bài toán thủy lực. Mấu chốt quan trọng là tính được tỷ số E của tỷ lệ thành phần nguồn nước của các đoạn sông và trong bài báo này điều đó được kiểm tra thông qua kết quả tính toán thủy lực (lưu lượng, diện tích mặt cắt ướt) và thật kỳ lạ là tỷ lệ đó không thay đổi trong các tháng mùa khô và có thể là cho các mùa khô khác . Đây là lợi thế để tính toán cho các phương án quản lý nguồn nước.*

## 1. Mở đầu

Trong [2] chúng tôi đã nói tới lợi ích của việc tính toán đặc trưng trung bình tháng của thành phần nguồn nước trong hệ thống kênh sông và kết quả tính làm nền cho việc tính toán chất lượng nước trong các hệ thống này. Công thức tính truyền tỷ lệ thành phần nguồn nước pi của nguồn i giữa hai mặt cắt j và j+1 là:

$$\frac{m_{i(j+1)} - p_{i(j+1)}}{m_{i(j)} - p_{i(j)}} = E_j = \exp\left(\frac{\left|\overline{v}\right|_{fj}.\Delta x_j}{D_{fj}}\right) \quad (1)$$

Trong đó:

mi = tỷ lệ nguồn thượng lưu i trên tổng lưu lượng nước nguồn Qf, khi i là nguồn hạ lưu đối với nhánh sông đang xét thì mi =0.

$$m_i = \frac{Q_{if}}{Q_f}$$

$\overline{v}_{fj}$ = lưu tốc trung bình của dòng chảy trung bình trong thời gian dài T (tháng) của đoạn với chiều dài $\Delta$xj.

Dfj = hệ số phân tán trung bình của đoạn $\Delta x_j$ trong thời gian T.

Như trong [3][4] đã chứng minh rằng Df là chung cho mọi nguồn nước i (không phụ thuộc i) và được nghiệm chứng qua tài liệu [1] tính pi tức thời rồi sau đó trung bình hóa trong thời gian T.

Nếu xác định được tỷ số Ej thì việc tính toán pi trở nên đơn giản hơn xuất phát từ trị số thành phần nguồn nước ở biên dưới như trình bày trong [5]. Giá trị biên được xác định tại cửa sông K là:

$$p_k = \frac{\sum W_{ng}}{\sum W_x} \quad (2)$$

Trong đó $\sum W_{ng}$ , $\sum W_x$ là tổng lượng chảy ngược và chảy xuôi trong thời gian T ở cửa sông này.

Khi đó pk thì các trị số pib tại biên của các nguồn thượng lưu là:

$$p_{il} = m_i(1 - p_k) \quad (3)$$

với mi được tính trên nhánh cửa sông k

Như vậy để tính Ej thì từ phương trình (1) với vf đã được xác định trong phép tính thủy lực, chỉ còn hệ số phân tán D nếu cũng được xác định từ phép tính thủy lực thì bài toán tính thành phần nguồn nước trung bình chỉ hạn chế trong phép tính thủy lực nhẹ hơn nhiều so với việc phải sử dụng module AD (vẫn phải dựa trên kết quả tính thủy lực qua từng bước thời gian $\Delta$t = 10 - 60 phút) để tính pi cho từng giờ rồi sau mới trung bình hóa cho 1 tháng (720 - 744h) như đã làm trong [1]. Chúng tôi trong [6] đã chứng minh điều đó có thể làm được và lập công thức cho đoạn sông đơn (không có phân nhập lưu) là:

$$D_{fi} = \frac{\overline{Q}_{fj}.\Delta x_j}{\Delta A_{fj}} \quad (4)$$

Trong đó $\overline{Q}_{fj}$ là lưu lượng trung bình của đoạn $\Delta x_j$ và

$$\overline{Q}_{fj} = \frac{1}{2}\left(Q_{f(j)} + Q_{f(j+1)}\right)$$

Tất nhiên về lý thuyết thì lưu lượng tại hai mặt cắt $Q_{f(j)}$ và $Q_{f(j+1)}$ phải bằng nhau, thực tế chỉ sai khác nhau trong giới hạn cho phép.

$$\Delta A_{fj} = A_{f(j+1)} - A_{f(j)} \quad (5)$$

Với Af = diện tích mặt cắt ướt trung bình.

Nếu xác định được Ej cho từng đoạn xj trên các đoạn sông đơn thì hệ số E tại hai đầu mút của nhánh đơn I sẽ là:

$$E_l = \prod_j E_{i(j)} \quad (6)$$

Với xử lý tính pi qua các nút hợp lưu như trình bày trong [5] và điều kiện biên [2] thì bài toán được giải toàn vẹn.

## 2. Cơ sở lập công thức tính D qua đặc trưng thủy lực trung bình

Trong [6] chúng tôi đã trình bày chi tiết cách tính này ở đây chỉ trình bày tóm tắt để làm cơ sở tính toán trong mục tiếp theo.

Xuất phát từ cân bằng thông lượng trung bình chảy truyền xuống bằng khuếch tán ngược.

$$A_f D_f \frac{d(m_i - p_i)}{dx} = Q_f(m_i - p_i) \quad (7)$$

Và tập hợp tất cả các tỷ lệ thành phần nguồn nước hạ lưu pd(k)

$$p_d = \sum p_{d(k)} \quad (8)$$

*Người đọc phản biện: TS.* ***Nguyễn Kiên Dũng***

Vì md(k) = 0 nên từ ((7) ta có:

$$A_f D_f \frac{dp_d}{dx} = Q_f p_d \quad (9)$$

Xét đoạn sông đơn (không có nhập/ phân lưu) $\Delta x_j$ giữa hai mặt cắt j và j+1; vì Qf trên đoạn này về lý thuyết là không đổi (lấy trung bình Qf(j) và Qf(j+1) khi sai khác trong phạm vi cho phép) và nếu viết (9) cho từng mặt cắt với việc thay thế gradient pi bằng trị số trung bình:

$$\frac{\overline{d_{pd}}}{dx} = \frac{p_{d(j+1)} - p_{d(j)}}{\Delta x_j} \quad (10)$$

Sau khi trừ hai biểu thức ứng với j+1 và j, đơn giản và biến đổi ta có ngay như đã đưa ra ở trên (công thức 4)

$$D_{fj} = \frac{\overline{Q}_f \Delta x_j}{\Delta A} \quad (11)$$

Trong đó: $\Delta A = Aj+1 - Aj$

Sau khi có Dj có thể tính K và E theo các công thức đã lập trong [2]

$$K_j = \frac{\overline{v}_f \Delta x_j}{D_j} \quad (12)$$

$$E_j = \exp(K_j) = \exp\left(\frac{\overline{v}_f \Delta x_j}{D_j}\right)$$

Tính đúng đắn của các công thức này sẽ được kiểm nghiệm qua tính toán thủy lực cho hệ thống sông Đồng Nai về mùa khô.

### 3. Kiểm nghiệm công thức tính toán

Chúng tôi lấy tài liệu tính thủy lực trong 4 tháng mùa khô 2005 (tháng 2 - 5 với thay đổi Qf trung bình tháng trên các sông chính biến đổi khá rõ: Đồng Nai (148 - 302 $m^3/s$); Sài Gòn (15 - 32 $m^3/s$); Vàm Cỏ Đông (3 - 15 $m^3/s$). Kết quả tính toán cho trong bảng 1.

***Bảng 1- Tính E chi tiết cho các đoạn sông đơn***

SÀI GÒN 81824,0 ĐẾN 83320,8 (ΔX = 1,496,8)

| Tháng | $\lvert Q_f \rvert$ ($m^3/s$) | $\lvert Q'_f \rvert$ ($m^3/s$) | $Q_{tbf}$ ($m^3/s$) | $A_f$ ($m^2$) | $A'_f$ ($m^2$) | $\Delta A_f$ ($m^2$) | $v_f$ (m/s) | $v'_f$ (m/s) | $v_{tbf}$ (m/s) | D ($m^2/s$) | K | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 - 5 | 23,885 | 24,058 | 23,972 | 2673,008 | 2922,061 | 249,054 | 0,0089 | 0,0082 | 0,0086 | 143,549 | 0,09 | 1,094 |
| 3 - 5 | 19,084 | 19,22 | 19,152 | 2641,54 | 2889,276 | 247,736 | 0,0072 | 0,0067 | 0,0069 | 115,307 | 0,09 | 1,094 |
| 4 - 5 | 22,47 | 22,61 | 22,54 | 2648,959 | 2897,002 | 248,044 | 0,0085 | 0,0078 | 0,0081 | 135,592 | 0,09 | 1,094 |
| 5 - 5 | 41,957 | 42,213 | 42,0848 | 2626,624 | 2873,72 | 247,096 | 0,016 | 0,0147 | 0,0153 | 254,158 | 0,09 | 1,094 |

ĐỒNG NAI 49621,5 ĐẾN 453662,6 (ΔX = 9,359,5m)

| Tháng | $\lvert Q_f \rvert$ ($m^3/s$) | $\lvert Q'_f \rvert$ ($m^3/s$) | $Q_{tbf}$ ($m^3/s$) | $A_f$ ($m^2$) | $A'_f$ ($m^2$) | $\Delta A_f$ ($m^2$) | $v_f$ (m/s) | $v'_f$ (m/s) | $v_{tbf}$ (m/s) | D ($m^2/s$) | K | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 - 5 | 167,897 | 161,650 | 164,773 | 8000,963 | 10699,449 | 2698,486 | 0,021 | 0,015 | 0,018 | 251,433 | 0,290 | 1,336 |
| 3 - 5 | 148,808 | 142,669 | 145,754 | 8015,078 | 10718,273 | 2703,195 | 0,019 | 0,013 | 0,016 | 222,458 | 0,290 | 1,336 |
| 4 - 5 | 278,191 | 271,257 | 274,739 | 7961,011 | 10642,528 | 2681,516 | 0,035 | 0,025 | 0,030 | 419,240 | 0291 | 1,338 |
| 5 - 5 | 309,003 | 303,029 | 306,016 | 7831,950 | 10473,872 | 2641,922 | 0,039 | 0,029 | 0,034 | 472,652 | 0,292 | 1,340 |

THÀY CAI 13500 ĐẾN 21448,7 (ΔX = 7948,7m)

| Tháng | $\lvert Q_f \rvert$ ($m^3/s$) | $\lvert Q'_f \rvert$ ($m^3/s$) | $Q_{tbf}$ ($m^3/s$) | $A_f$ ($m^2$) | $A'_f$ ($m^2$) | $\Delta A_f$ ($m^2$) | $v_f$ (m/s) | $v'_f$ (m/s) | $v_{tbf}$ (m/s) | D ($m^2/s$) | K | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 - 5 | 0,253 | 0,261 | 0,257 | 102,990 | 85,673 | 17,317 | 0,001 | 0,003 | 0,003 | 116,263 | 0,188 | 1,207 |
| 3 - 5 | 0,074 | 0,029 | 0,051 | 102,743 | 85,428 | 17,315 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 33,815 | 0,188 | 1,207 |
| 4 - 5 | 0,109 | 0,091 | 0,100 | 97,483 | 79,629 | 17,854 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 48,481 | 0,185 | 1,203 |
| 5 - 5 | 0,137 | 0,181 | 0,159 | 89,601 | 71,087 | 18,513 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 58,612 | 0,198 | 1,219 |

***Bảng 2: Kết quả tính toán E tại các đoạn khác nhau mùa khô 2005***

| Tháng | ĐỒNG NAI 49621,5 đến 51076,6 | ĐỒNG NAI 32737,78 đến 42097,29 | LÒNG TÀU 33957,7 đến 41305,4 | SÀI GÒN 61720,5 đến 63193,9 | THỊ VẢI 26921,62 đến 27963,9 | VÀM CỎ ĐÔNG 47971,1 đến 50831,6 | SOÀI RẠP 34347 đến 36122,6 | DINH BÀ 22545,2 đến 23362,6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1,336 | 1,062 | 1,119 | 1,094 | 1,000 | 1,000 | 1,435 | 1,007 |
| 3 | 1,336 | 1,059 | 1,121 | 1,094 | 1,000 | 1,001 | 1,428 | 1,035 |
| 4 | 1,338 | 1,060 | 1,117 | 1,094 | 1,000 | 1,001 | 1,430 | 1,022 |
| 5 | 1,340 | 1,059 | 1,116 | 1,094 | 1,000 | 1,001 | 1,423 | 1,000 |
| $E_{tb}$ | 1,338 | 1,060 | 1,119 | 1,094 | 1,000 | 1,001 | 1,429 | 1,016 |
| $\Delta_{max}$ | 0,02% | 0,17% | 0,19% | 0,04% | 0,00% | 0,05% | 0,44% | 1,87% |

*Bảng 3- Kết quả tính toán E cho mùa khô 1996*

| Tháng | ĐỒNG NAI 49621,5 đến 51076,6 | ĐỒNG NAI 32737,78 đến 42097,29 | LÒNG TÀU 33957,7 đến 41305,4 | SÀI GÒN 61720,5 đến 63193,9 | THỊ VẢI 26921,62 đến 27963,9 | VÀM CỎ ĐÔNG 47971,1 đến 50831,6 | SOÀI RẠP 34347 đến 36122,6 | DINH BÀ 22545,2 đến 23362,6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 1,344 | 1,061 | 1,119 | 1,094 | 1,000 | 1,000 | 1,428 | 1,028 |
| 3 | 1,344 | 1,059 | 1,121 | 1,094 | 1,000 | 1,000 | 1,431 | 1,018 |
| 4 | 1,345 | 1,060 | 1,117 | 1,095 | 1,000 | 1,001 | 1,420 | 1,052 |
| 5 | 1,345 | 1,059 | 1,117 | 1,094 | 1,000 | 1,001 | 1,424 | 1,000 |
| $E_{tb}$ | 1,344 | 1,060 | 1,119 | 1,094 | 1,000 | 1,000 | 1,426 | 1,024 |
| $\Delta_{max}$ | 0,02% | 0,15% | 0,18% | 0,01% | 0,00% | 0,01% | 0,44% | 2,73% |

Kết quả tính toán cho thấy hệ số E không phụ thuộc vào lưu lượng nguồn (Qf) và nhìn chung là biến đổi không đáng kể (0,02 - 2,7%). Kết quả tính cho cả 2 mùa khô 2005 và 1996 trên các đoạn tương ứng đều cho trị số khác nhau chưa đến 1%. Tại một số đoạn sông có E gần bằng 1,00 và có tháng có A'f < Af nên cho trị số K < 0 (khoảng -0,001 đến -0,01) trong trường hợp đó vì Qf > 0 nên chúng tôi chỉnh K=0 và E=1,000.

## 4. Thảo luận

Kết quả rõ ràng nhất của bài báo là chứng minh được có thể tính toán tỷ lệ thành phần nguồn nước trung bình tháng trong khuôn khổ bài toán thủy lực không phải thông qua việc giải chi tiết bài toàn truyền chất.

Thời gian lấy trung bình là một tháng đủ dài để bao trùm cả thời kỳ triều cường (spring tide) và thời kỳ triều kém (ebb tide), tháng này lặp lại sang tháng khác. Kết quả là không phụ thuộc vào lưu lượng thượng nguồn của nhánh sông, không phụ thuộc vào độ lớn của triều thay đổi theo từng tháng chỉ có chu kỳ triều được bảo tồn là đảm bảo để đại lượng E của từng đoạn là cố định theo thời gian.và tạm thời với 2 mùa khô các đại lượng E có thể xem là đồng nhất.

Nếu vậy E chỉ có thể phụ thuộc vào các thông số hình học của đoạn sông: dạng và kích thước mặt cắt, tỷ lệ cong queo, cả các thông số cản (nhám, cản cục bộ) và các khoảng cách đến cửa sông. Điều này cần có nghiên cứu sâu hơn.

Sau khi tính toán được Qf và sau đó là E cho các đoạn sông, tính được điều kiện biên cửa sông cho thành phần nước biển theo công thức (2) thì ta có thể thủ tục tính từ các cửa sông vào (ngược dòng) với xử lý tại các nút hợp lưu như trong [5]. Bài toán được giải hoàn toàn và kết quả có thể làm nền cho việc đánh giá chất lượng nước của hệ thống sông.

Bài toán cần được kiểm nghiệm với các mùa khô khác nữa trong điều kiện lòng dẫn rất ít thay đổi theo năm tháng và cần số liệu địa hình chuẩn (trên từng nhánh sông luôn có các mặt cắt tính toán chụm lại ở các nút hợp lưu) mà các số liệu hiện có chưa đáp ứng được, nên các ví dụ tính toán trên chỉ có thể lựa chọn ở một vài đoạn sông Cũng cần xem xét cho hệ thống sông khác có chế độ triều riêng.

## 5. Kết luận

Bằng các số liệu tính toán thủy lực trung bình cho bốn tháng mùa khô năm 2005 bài báo đã chứng minh rõ ràng có thể tìm ra lời giải cho thành phần nguồn nước trung bình tháng cho mọi mặt cắt trên hệ thống sông Đồng Nai. Các trị số này tính theo thủ tục trong [6] và chỉ phụ thuộc vào biên ở cửa sông và lưu lượng các nguồn chảy thượng lưu (Wx, Wng tại cửa sông, mi trên các nhánh sông).

## *Tài liệu tham khảo*

*1. Tăng Đức Thắng (2002), Nghiên cứu bài toán hệ thống có nhiều nguồn nước tác động. Ví dụ ứng dụng cho ĐBSCL và Đông Nam Bộ. Luận văn Tiến sỹ Kỹ thuật.*

*2. Huỳnh Chức, Nguyễn Ân Niên (2007), Tính toán đặc trưng trung bình thành phần nguồn nước của hệ thống sông vùng triều. Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học Cơ học Thủy khí toàn quốc – NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.*

*3. Huỳnh Chức, Nguyễn Ân Niên (2008), Về hệ số phân tán truyền thành phần nguồn nước vùng triều và cách giải bài toán cho mạng lưới sông phức tạp. Tuyển tập kết quả KH-CN Viện khoa học Thủy lợi Miền nam - NXB Nông nghiệp.*

*4. Huỳnh Chức (2009), Sự hợp lý của hệ số khuếch tán tổng hợp trong vùng ảnh hưởng triều qua ví dụ tính toán thành phần nguồn nước hạ du hệ thống sông Đồng Nai. Tuyển tập kết quả KH-CN Viện khoa học Thủy lợi Miền nam - NXB Nông nghiệp.*

*5. Huỳnh Chức, Bùi Việt Hưng (2009), Ví dụ tính thành phần nguồn nước trung bình của mạng lưới sông phức tạp ảnh hưởng triều trên cơ sở hệ số khuếch tán tổng hợp. Tuyển tập kết quả KH-CN Viện khoa học Thủy lợi Miền nam - NXB Nông nghiệp.*

*6. Huỳnh Chức,Tăng Đức Thắng, Nguyễn Ân Niên (2011), Một cách đơn giản để xác định thành phần nguồn nước trung bình trong hệ thống sông.*