

Chương IV:

DÒNG CHẢY NĂM THIẾT KẾ

I. NỘI DUNG CỦA TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY NĂM

1. Xác định tần suất thiết kế của công trình

Để phục vụ cho công tác lập dự án và thiết kế các công trình khai thác nguồn nước phục vụ cho các ngành kinh tế quốc dân, cần phải tính toán nguồn nước. Các đặc trưng thủy văn thiết kế được lựa chọn sẽ là cơ sở để xác định quy mô kích thước công trình. Nếu các đặc trưng được chọn thiên lớn thì quy mô công trình sẽ lớn so với yêu cầu gây lãng phí, ngược lại đặc trưng thủy văn thiên nhỏ thì sẽ không an toàn công trình do dễ gây hậu quả nghiêm trọng.

Tiêu chuẩn thiết kế công trình đều được đánh giá trên cơ sở tần suất thiết kế do Nhà nước quy định. Quy định tần suất thiết kế tùy theo cấp công trình.

Bảng phân tích cấp công trình

Cấp công trình	Nhà máy thủy điện (MW)	Công trình tưới (ha)	Công trình cấp nước (m ³ /s)
I	> 300		
II	50 ÷ 300	> 50.000	> 15
III	2 ÷ 50	10.000 ÷ 50.000	5 ÷ 15
IV	0,2 ÷ 2	2.1000 ÷ 10.000	1 ÷ 5
V	< 0,2	< 2.000	< 1

Tần suất thiết kế P% được quy định như sau:

- Công trình tưới: $P = 75\%$ (với tất cả các cấp công trình)
- Công trình thủy điện: $P = 90\%$ (Với công trình cấp I, II)
- Công trình cấp nước: Tần suất công trình cấp nước chủ yếu dựa vào yêu cầu của hệ dùng nước.

$P = 95\%$ - Đối với công trình cấp nước không cho phép gián đoạn và không được giảm yêu cầu cấp nước.

$P = 90\%$ - Đối với công trình không cho phép cấp nước gián đoạn nhưng được giảm yêu cầu cấp nước.

$P = 80\%$ - Đối với công trình cho phép gián đoạn cấp nước trong thời gian ngắn và được giảm yêu cầu cấp nước.

Dòng chảy năm thiết kế có thể biểu thị một trong các đại lượng sau:

- Tổng lượng dòng chảy năm W (m^3)
- Lưu lượng bình quân năm Q (m^3/s)
- Modul dòng chảy năm M ($l/s - km^2$)
- Lớp nước dòng chảy năm Y (mm)
- Hệ số dòng chảy năm α

Quan hệ giữa các đại lượng trên như sau:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt = \bar{Q}(t_2 - t_1)$$

$$Y = \frac{W}{10^3 F}$$

$$M = \frac{10^3 \overline{Q}}{F} \text{ (l/s - km}^2\text{)}$$

$$\alpha = \frac{Y}{X}$$

2. Vẽ đường tần suất và xác định lưu lượng dòng chảy năm thiết kế:

Muốn vẽ đường tần suất dòng chảy năm ta thực hiện như đã giới thiệu ở phần trước cụ thể là:

- Tập hợp các giá trị dòng chảy của liệt tài liệu thống kê.
- Xếp thứ tự các giá trị lớn đến bé, tính và vẽ đường tần suất kinh nghiệm.
- Tính các đặc trưng thủy văn của liệt tài liệu thống kê.

$$\overline{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Q_i - \overline{Q})^2}{(n-1)}} = \overline{Q} \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n-1}}$$

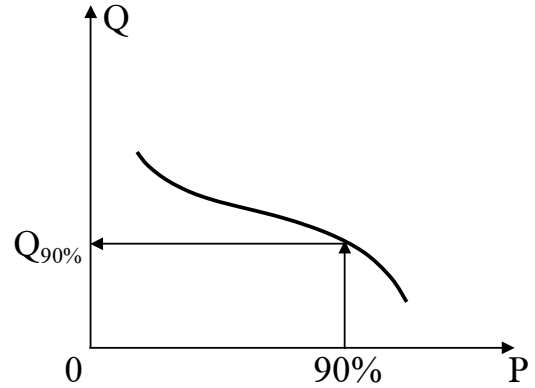
$$C_v = \frac{\sigma}{\overline{Q}} = \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n-1}}$$

$$C_s = \frac{\sum (K_i - 1)^3}{(n-3)C_v^3}$$

- Vẽ đường tần suất lý luận theo phương pháp thích hợp hoặc phương pháp 3 điểm.
- Căn cứ theo tần suất thiết kế P, từ đường tần suất đã có, xác định được dòng chảy năm thiết kế Q_p .

3. Phân phối dòng chảy năm thiết kế ($Q \sim t$):

Dòng chảy thiết kế Q_p là dòng chảy trong bình năm theo tần suất P . Dòng chảy thay đổi theo thời gian. Do đó ta phải căn cứ vào quy luật dòng chảy và tìm ra đường quá trình dòng chảy $Q \sim t$.



II. TÍNH TOÁN LƯU LƯỢNG DÒNG CHẢY NĂM THIẾT KẾ

Dòng chảy năm thiết kế được xem xét với các trường hợp sau:

- Trường hợp có đủ tài liệu về dòng chảy.
- Trường hợp có ít tài liệu đo đạc dòng chảy.
- Trường hợp không có tài liệu dòng chảy.

1. Trường hợp có đủ tài liệu dòng chảy:

- Trường hợp được coi là có đủ tài liệu là dung lượng mẫu tài liệu n bảo đảm trong phạm vi sai số cho phép.

Sai lệch quân phương tương đối của dòng chảy là:

$$\varepsilon_{\bar{Q}} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} 100\%$$

Từ công thức trên ta rút ra n

$$n = \frac{10^4 C_v^2}{\varepsilon_{\bar{Q}}^2}$$

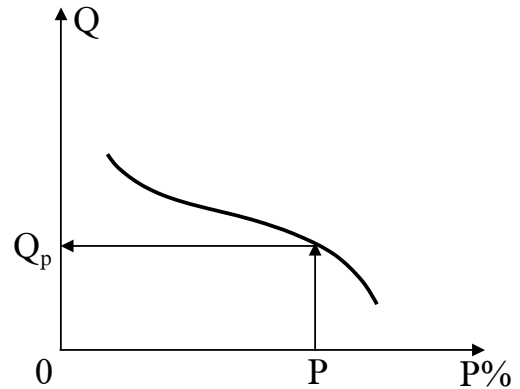
Ví dụ: Với sai số cho phép là $\varepsilon_Q = 7\%$ và từ liệu tài liệu tính được $C_v = 0,3$, vậy số năm tài liệu phải có được gọi là đủ phải là:

$$n = \frac{10^4 C_v^2}{\varepsilon_Q^2} = \frac{10^4 \times (0,3)^2}{7^2} = 18 \text{ năm}$$

Như vậy liệt tài liệu $n \geq 18$ năm thì được xem là đủ tài liệu.

Nếu có đủ tài liệu thì ta tiến hành các bước để vẽ đường tần suất. Theo hình loại công trình ta có tần suất thiết kế P.

- Từ đường tần suất và P sẽ xác định được dòng chảy thiết kế Q_p .



2. Trường hợp có ít tài liệu đo đạc dòng chảy:

Khi liệt quan trắc ngắn không đủ tính đại biểu để xác định dòng chảy năm thiết kế, về nguyên tắc cần tiến hành kéo dài tài liệu dòng chảy. Thường người ta dùng phương pháp phân tích tương quan dòng chảy giữa trạm tính toán với trạm gốc (trạm lưu vực tương tự). Lưu vực tương tự được chọn theo các điều kiện sau:

- Giữa lưu vực nghiên cứu và lưu vực tương tự phải có điều kiện khí hậu giống nhau.
- Có sự tương quan giữa 2 lưu vực về mặt địa hình, địa chất thổ nhưỡng và điều kiện che phủ mặt đất.
- Diện tích lưu vực giữa 2 lưu vực không được chênh nhau quá 5 đến 10 lần.
- Chất lượng tài liệu của lưu vực tương tự tốt, thời kỳ đo đạc dài.
- Phải có ít nhất 6 cặp điểm quan trắc đồng bộ giữa hai lưu vực.
- Hệ số tương quan giữa hai lưu vực $\gamma \geq 0,8$.

Nếu ta gọi n là số năm có tài liệu của lưu vực nghiên cứu (LVNC) và quan trách song song với lưu vực tương tự (LVTT); Gọi N là số năm có tài liệu của lưu vực tương tự. Như vậy ta cần phải bổ sung tài liệu cho lưu vực nghiên cứu với số năm là $(N - n)$. Việc bổ sung tài liệu từ lưu vực tương tự sang lưu vực nghiên cứu thực hiện theo hai phương pháp.

a. Phương pháp kéo dài trực tiếp:

Sau khi phân tích tương quan, tính toán bổ sung tài liệu cho lưu vực nghiên cứu (LVNC), lúc này LVNC đã đủ tài liệu và ta tính toán các thông số thống kê vẽ đường tần suất như trường hợp có đủ tài liệu. Trong trường hợp này thì số năm bổ sung tài liệu không nên quá $1/3$ số năm của liệt tài liệu LVNC (tức là $\frac{N-n}{3} < n$). Nếu số năm bổ sung tài liệu quá nhiều thì nên dùng phương pháp kéo dài gián tiếp.

b. Phương pháp kéo dài gián tiếp:

Trong phương pháp này từ việc phân tích tương quan người ta thiết lập được các công thức để có chuyển hoá các tham số thống kê của LVNC từ thời kỳ ít năm đến thời kỳ nhiều năm.

Ví dụ: Khoảng lệch quân phương của LVNC thời kỳ nhiều năm là:

$$\sigma_N = \frac{\sigma_n}{\sqrt{1 - \gamma \left(1 - \frac{\sigma_{na}^2}{\sigma_{Na}^2}\right)}}$$

Trong đó:

σ_N - khoảng lệch quân phương của lưu vực nghiên cứu (LVNC)
thời kỳ nhiều năm (N năm)

σ_n - khoảng lệch quân phương của lưu vực nghiên cứu (LVNC)
thời kỳ ít năm (n năm)

σ_{Na} - khoảng lệch quân phương của lưu vực tương tự (LVTT)
thời kỳ nhiều năm (N năm)

σ_{na} - khoảng lệch quân phương của lưu vực tương tự (LVTT)
thời kỳ ít năm (n năm)

γ - Hệ số tương quan

Dòng chảy bình quân năm của LVNC được tính toán từ phương trình hồi quy như sau:

$$\overline{Q}_N = \overline{Q}_n + \gamma \frac{\sigma_N}{\sigma_{Na}} (\overline{Q}_{Na} - \overline{Q}_{na})$$

Trong đó

\overline{Q}_N - Dòng chảy bình quân của LVNC với N năm tài liệu

\overline{Q}_n - Dòng chảy bình quân của LVNC với n năm tài liệu

σ_N - Khoảng lệch quan phương của LVNC với N năm tài liệu

σ_{Na} - Khoảng lệch quan phương của LVTT với N năm tài liệu

\overline{Q}_{Na} - Dòng chảy bình quân của LVTT với N năm tài liệu

\overline{Q}_{na} - Dòng chảy bình quân của LVTT với n năm tài liệu

Từ đó xác định được C_v

$$C_v = \frac{\sigma_N}{\overline{Q}_N}$$

Trị số C_s có thể chọn theo lưu vực tương tự hoặc:

$$C_s = mC_v$$

Như vậy khi đã có \overline{Q} , C_v , C_s thì có thể tiến hành tính toán dòng chảy năm như khi có đủ tài liệu.

3. Trường hợp không có đủ tài liệu đo đạc dòng chảy:

Khi không có tài liệu đo đạc dòng chảy, thì ngoài việc tính toán dòng chảy từ tài liệu mưa và bốc hơi, người ta còn dùng phương pháp sau để xác định \overline{Q} , C_v , C_s là 3 đặc trưng quan trọng để vẽ đường tần suất.

a. Xác định dòng chảy bình quân \overline{Q} :

Có thể dùng các phương pháp sau để xác định dòng chảy bình quân.

α . Dùng phương pháp lưu vực tương tự:

- Chọn hệ số dòng chảy của lưu vực tương tự. Dòng chảy của lưu vực nghiên cứu được xác định như sau:

$$\overline{Y} = \alpha_a \cdot \overline{X}$$

Trong đó: α_a hệ số dòng chảy của lưu vực tương tự

\overline{X} lượng mưa bình quân của lưu vực nghiên cứu

- Chọn môđun dòng chảy của lưu vực tương tự

$$\overline{M} = \overline{M}_a$$

Trong đó: \overline{M}_a - môđun dòng chảy của lưu vực tương tự

β . Phương pháp nội suy địa lý:

- Khi có bản đồ đẳng trị môđun dòng chảy M hoặc lớp nước dòng chảy Y thì xác định dòng chảy của lưu vực nghiên cứu bằng cách tra các giá trị đó trên đường đẳng trị.

γ. Phương pháp công thức kinh nghiệm:

Có thể dùng công thức kinh nghiệm để xác định dòng chảy:

$$\bar{Y} = a \cdot (\bar{X} - b)$$

Trong đó: \bar{Y} - Lốp nước dòng chảy bình quân năm

\bar{X} - Lốp nước mưa bình quân năm

a, b - Các tham số thay đổi theo vùng khí hậu

b. Xác định hệ số C_v :

Thường dùng công thức kinh nghiệm để xác định C_v :

$$C_v = a - 0,063 \log (F + 1)$$

Trong đó: F - Diện tích lưu vực

a - Xác định theo phân vùng thủy văn

Hoặc có thể áp dụng công thức sau:

$$C_v = \frac{C_{vx}}{\alpha_0^m}$$

Trong đó: C_{vx} - Hệ số biến động của lượng mưa năm

α - Hệ số dòng chảy

m - Tham số xác định phân vùng thủy văn

c. Xác định hệ số thiên lệch C_s :

Hệ số C_s tính theo C_v $C_s = mC_v$

Khi không có cơ sở để chọn m thì có thể tính toán với $C_s = 2C_v$

Sau khi đã xác định được \bar{Q} , C_v , C_s sẽ tính toán được đường tần suất. Ứng với tần suất thiết kế P ta sẽ xác định được Q_p .

III. PHÂN PHỐI DÒNG CHẢY NĂM THIẾT KẾ

Dòng chảy trong một năm không phải đều nhau mà có thời gian dòng chảy lớn có thời gian dòng chảy nhỏ dưới sự tác động của các yếu tố sinh ra dòng chảy. Sự thay đổi dòng chảy trong năm được gọi là phân phối dòng chảy năm. Phân phối dòng chảy năm là một đặc trưng quan trọng mô tả chế độ dòng chảy sông ngòi, nó quyết định đến biện pháp và quy mô các công trình khai thác nguồn lực.

Phân phối dòng chảy năm được biểu thị ở hai phương thức sau:

- *Theo đường quá trình lưu lượng bình quân tháng (hoặc tuần)*

Khi thời đoạn tính toán bình quân càng nhỏ (ngày, tuần) thì khả năng biểu thị sự phân phối dòng chảy trong năm càng rõ, nhưng việc tính toán khá phức tạp. Để phục vụ cho việc thiết kế và quản lý vận hành các công trình khai thác nguồn nước người ta thường sử dụng thời đoạn tính toán bình quân tháng.

- *Theo đường duy trì lưu lượng bình quân ngày:*

Đường biểu diễn loại này không biểu thị sự thay đổi của dòng chảy trong năm theo trình tự thời gian, mà biểu thị mối quan hệ giữa lưu lượng bình quân này với thời gian duy trì của nó trong năm.

Trong chương trình này chỉ đi sâu nghiên cứu đường quá trình lưu lượng bình quân tháng của dòng chảy năm.

1. Xác định quá trình dòng chảy năm ($Q \sim t$) khi có đủ tài liệu:

Thường dùng phương pháp năm điển hình để phân phối dòng chảy.

a. Chọn năm điển hình:

Để chọn năm điển hình ta phải có lưu lượng thiết kế dòng chảy năm Q_p và lưu lượng thiết kế dòng chảy mùa khô Q_{kp} (W_p và W_{kp}).

Xem xét trong các tài liệu thực đo chọn lấy một năm điển hình đồng thời thỏa mãn hai điều kiện sau:

$$+ Q_{dh} \sim Q_p \text{ (hoặc } W_{dh} + Q_{dh} \sim Q_p \text{ hoặc } W_{bh} \sim W_p)$$

$$+ Q_{kdh} \sim Q_{kp} \text{ (hoặc } W_{kdh} \sim W_{kp})$$

b. Xác định quá trình dòng chảy năm thiết kế:

Để chuyển quá trình dòng chảy năm điển hình thành dòng chảy năm thiết kế cần thực hiện thu phóng tài liệu.

Lưu lượng tháng mùa khô của năm thiết kế được xác định như sau:

$$Q_{itk} = K_1 Q_{idh}$$

Trong đó: K_1 - hệ số thu phóng dòng chảy mùa khô

$$K_1 = \frac{W_{kp}}{W_{kdh}}$$

- Lưu lượng của các tháng còn lại trong năm (mùa mưa)

$$Q_{itk} = K_2 Q_{idh}$$

Trong đó: K_2 - hệ số thu phóng dòng chảy mùa mưa

$$K_2 = \frac{W_p - W_{kp}}{W_{dh} - W_{kdh}}$$

Thực tế khi chọn K_1 và K_2 khác nhau, thường không phù hợp với thực tế, do đó nhiều khi người ta chỉ chọn một hệ số thu phóng là:

$$K = \frac{W_p}{W_{dh}}$$

2. Xác định quá trình phân phối dòng chảy $Q \sim t$ khi có ít tài liệu:

Nếu từ số năm đo đạc của lưu vực nghiên cứu có khả năng chọn một năm điển hình, thì việc xác định quá trình phân phối dòng chảy giống như trường hợp có đủ tài liệu. Để chọn năm điển hình phải dựa vào lưu vực tương tự, năm điển hình phải nằm vào năm có tài liệu đo đạc song song giữa hai lưu vực.

Nếu năm điển hình không được chọn theo yêu cầu trên thì ta coi như là trường hợp không có tài liệu đo đạc.

3. Xác định phân phối dòng chảy $Q \sim t$ khi không có tài liệu đo đạc:

a. Mượn dạng phân phối dòng chảy năm thiết kế của lưu vực tương tự:

Trước tiên phải chọn được lưu vực tương tự từ điều kiện khí hậu, lưu vực, địa hình ... khi đã chọn được lưu vực tương tự tiến hành xác định quá trình phân phối dòng chảy năm thiết kế lưu vực tương tự. Sau đó mượn dạng phân phối dòng chảy của lưu vực tương tự để xác định quá trình của lưu vực thiết kế.

b. Phân phối dòng chảy lưu vực thiết kế theo dạng phân phối điển hình cho từng vùng.

Trên cơ sở phân tích quy luật về sự thay đổi dòng chảy trong năm thiết kế trên toàn vùng lớn. Phân ra nhiều phân khu thủy văn, mỗi phân khu thủy văn đều có dạng phân phối dòng chảy. Dựa vào các phân khu thủy văn để phân phối dòng chảy cho khu vực nghiên cứu.

Chương V:

DÒNG CHẢY KIẾT THIẾT KẾ

I. KHÁI NIỆM VỀ DÒNG CHẢY KIẾT

1. Ý nghĩa của dòng chảy kiệt trong thiết kế công trình:

Dòng chảy kiệt là dòng chảy của sông vào thời kỳ kiệt nước, tức là mùa khô, thời kỳ này nước cung cấp cho sông chủ yếu là nước ngầm trong khu vực, thời kỳ này mưa rất ít, có nơi nhiều tháng liền không mưa. Khi công trình khai thác nước dựa vào dòng chảy cơ bản của sông (tức không có sự điều tiết của hồ chứa) thì lưu lượng việc thiết kế quyết định chỉ tiêu tối thiểu của công trình sử dụng nước, như công suất nhỏ nhất của trạm bơm hoặc công suất nhỏ nhất của trạm thủy điện đường dẫn hoặc chiều sâu vận tải thủy nhỏ nhất của dòng sông, từ dòng chảy kiệt còn có thể xác định sự xâm nhập mặn của biển vào đất liền.

Như vậy khi có dòng chảy kiệt thiết kế ta sẽ có cơ sở xác định.

- Công suất của một máy bơm nước hoặc một tuốcpin thủy điện làm cơ sở cho việc xác định số tổ máy của trạm bơm hoặc của trạm thủy điện.

- Với lưu lượng kiệt ta sẽ xác định mực nước ứng với lưu lượng kiệt, từ đó xác định loại thuyền bè phù hợp đi trên sông trong thời gian mùa khô.

- Đối với vùng ven biển chịu sự ảnh hưởng của thủy triều, khi sông có lưu lượng kiệt nhất cùng lúc xuất hiện triều cường sẽ làm cho mặn xâm nhập vào đất liền sâu hơn, ảnh hưởng đến công trình lấy nước tưới hoặc cung cấp nước cho sinh hoạt. Trong trường hợp này ta

phải có giải pháp công trình thích hợp, hoặc ngăn mặn tại cửa sông hoặc xây dựng hồ chứa ở thượng nguồn tăng lưu lượng cho sông vào thời kỳ kiệt nước nhằm đẩy mặn ra xa, ví dụ như công trình hồ chứa Tả Trạch trên lưu vực sông Hương - Thừa thiên Huế.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến dòng chảy kiệt:

a. Điều kiện khí hậu:

Khí hậu trong vùng quyết định chế độ ẩm của vùng đó. Ở vùng có lượng mưa lớn và mưa phân phối đều hoà thì ít bị kiệt hơn so với vùng lượng mưa hàng năm nhỏ mà phân bố trong năm không đều hoà. Ở vùng nhiệt độ khô hanh, lượng bốc hơi lớn sẽ làm cho dòng sông cạn kiệt nhanh.

b. Mặt đệm của lưu vực:

Ở những vùng có lớp cây cỏ và rừng che phủ mặt đất tốt có tác dụng giữ nước và điều tiết dòng chảy sẽ tốt hơn so với vùng rừng bị phá hoại, lớp phủ mặt đất bị trơ sỏi đá. Thổ nhưỡng của khu vực cũng có ảnh hưởng rất lớn đến dòng chảy kiệt, nếu lưu vực và vùng đất có tính thấm nước và giữ nước tốt sẽ làm cho dòng chảy trong mùa kiệt đều hoà hơn. Ngoài ra tỷ lệ diện tích ao hồ so với diện tích lưu vực càng lớn thì khả năng giữ nước sẽ tốt hơn bởi vì ao hồ có khả năng giữ nước và điều tiết dòng chảy.

c. Tác động của con người:

Trong lưu vực sông nếu con người biết gìn giữ môi trường sinh thái thì sẽ làm cho dòng chảy đều hoà hơn. Trái lại nếu con người khai thác rừng bừa bãi không có kế hoạch trồng và bảo vệ rừng đầu nguồn, kỹ thuật canh tác nông nghiệp không hợp lý thì sẽ làm cho dòng chảy trong lưu vực vào mùa khô bị cạn kiệt nhanh.

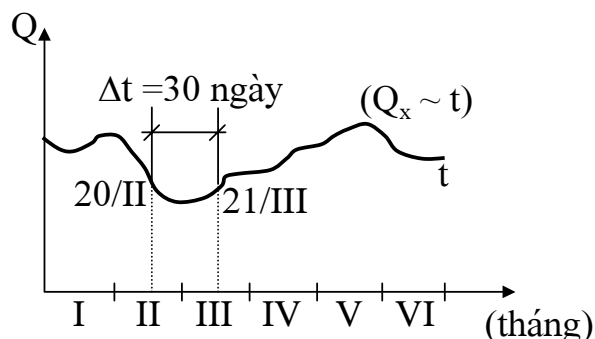
3. Thống kê tài liệu về dòng chảy kiệt:

Tài liệu dòng chảy kiệt là thống kê dòng chảy kiệt nhất trong một kiệt với thời đoạn thống kê Δt khác nhau.

Thời đoạn thống kê Δt có thể là ngày, tức là ngày có lưu lượng kiệt nhất trong năm; có thể là tháng tức là lưu lượng tháng kiệt nhất trong năm; hoặc thời đoạn thống kê $\Delta t = 30$ ngày, tức là 30 ngày kiệt nhất liên tục trong năm.

Nếu tính toán Q kiệt trong thời đoạn Δt , ví dụ Q kiệt $_{(30 \text{ ngày})}$ thì trong mỗi năm chọn Q kiệt 30 ngày liên tục nhỏ nhất trong mùa kiệt.

Ví dụ: \bar{Q} 30 ngày kiệt nhỏ nhất có thể từ 20/2 ÷ 21/3 - Như vậy là không nằm gọn trong 1 tháng.



Hiện nay người ta thường thống kê lưu lượng kiệt theo tháng, ít khi thống kê theo ngày và theo tuần.

Phương pháp tính toán dòng chảy kiệt thiết kế cũng giống như dòng chảy năm thiết kế, chỉ khác ở tài liệu thống kê mà thôi.

II. XÁC ĐỊNH DÒNG CHẢY KIẾT THIẾT KẾ Q_{kp} KHI CÓ ĐỦ TÀI LIỆU THỐNG KÊ

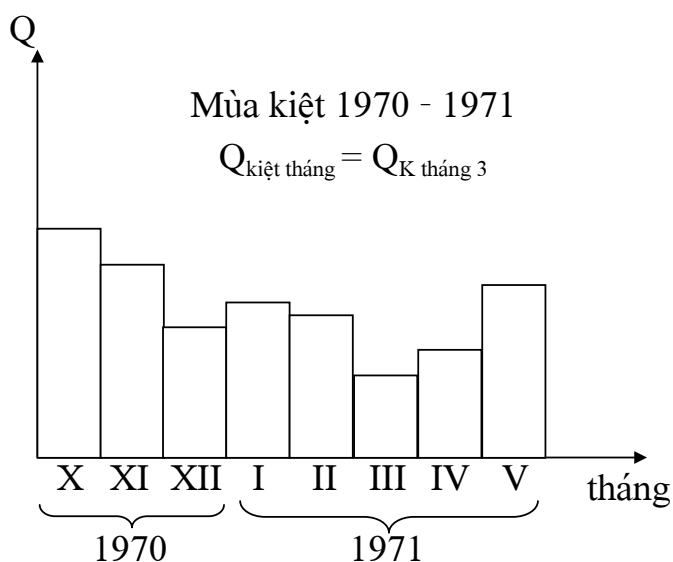
Tài liệu được xem là đủ dùng cho tính toán cần phải có số năm để bảo đảm sai số tương đối của $Q_{kiệt}$ bé hơn 15%.

$$\varepsilon_{Q_k} = \frac{100C_v}{\sqrt{n}} \% < 15\%$$

Trình tự tính toán:

1. Thống kê Q_k tháng nhỏ nhất của mùa kiệt trong mỗi năm:

Ví dụ: Ta có tài liệu từ 1970 ÷ 1997 của trạm A tại một lưu vực sông ở Tây nguyên mùa kiệt từ tháng 10 đến tháng 5 năm sau. Như vậy trong mỗi năm mùa kiệt sẽ cho một giá trị $Q_{\text{kiệt}}$ nhỏ nhất đại diện cho năm đó.



Ví dụ mùa kiệt năm 1970 - 1971 thì $Q_{\text{kiệt}}$ xuất hiện vào tháng 3 năm 1971.

$$Q_{\text{kiệt}} = Q_k \text{ tháng 3}$$

2. Tính và vẽ đường tần suất k/n.

3. Tính \bar{Q}_k , C_v , C_s và vẽ đường tần suất lý luận cho phù hợp với đường tần suất kinh nghiệm.

4. Từ P% đã quy định trong quy phạm, xác định Q_{kP} .

5. Chọn năm điển hình để phân phối dòng chảy kiệt.

Khi chọn chú ý: $Q_{k \text{ đ/h}} \approx Q_{kP}$ và bất lợi cho việc cung cấp nước.

6. Xác định hệ số thu phóng.

$$K = \frac{Q_{kP}(\text{mùa kiệt})}{Q_{dh}(\text{mùa kiệt})}$$

7. Phân phối lưu lượng vào các tháng.

$$Q_{kP\text{tháng}} = KQ_{dh\text{tháng}}$$

III. XÁC ĐỊNH DÒNG CHẢY KIẾT THIẾT Q_{kp} KHI CÓ ÍT TÀI LIỆU THỐNG KÊ

Khi tài liệu thống kê về dòng chảy kiệt không có đủ thường thì ta dùng các phương pháp sau:

1. Bổ sung tài liệu từ lưu vực tương tự, khi bổ sung tài liệu chú ý phải có hệ số tương quan $\gamma \geq 0,8$.

2. Phương pháp tỷ lệ đơn giản:

Khi lưu vực nghiên cứu (LVNC) có số năm tài liệu chỉ một vài năm mà bên cạnh có lưu vực tương tự (LVTT) đủ tài liệu về dòng chảy kiệt thì dùng phương pháp tỷ lệ đơn giản theo trình tự sau:

a. Ta chọn một mùa kiệt của một năm mà LVNC và LVTT cùng có tài liệu đo đạc. Ví dụ mùa kiệt năm 1995 (đối với lưu vực ven biển miền Trung), ta đưa số liệu của 2 trạm đó và xác định tỷ số lưu lượng giữa 2 lưu vực, nếu tỷ số lưu lượng này ổn định thì ta có thể tiến hành tính toán dòng chảy kiệt thiết kế của LVNC theo tài liệu của LVTT.

Lưu lượng mùa kiệt năm 1995 của LVNC và LVTT (trên một vùng ven biển miền Trung)

	Tháng 2	Tháng 3	Tháng 4	Tháng 5	Tháng 6	Tháng 7	Tháng 8
$Q_{k(NC)}$	2,06	1,96	0,81	0,98	1,34	0,82	1,09
$Q_{k(TT)}$	0,72	0,83	0,32	0,40	0,52	0,33	0,45
$K = \frac{Q_{TT}}{Q_{NC}}$	0,35	0,42	0,40	0,41	0,39	0,42	0,41

Ta thấy tỷ số $K = \frac{Q_{TT}}{Q_{NC}} = 0,35 \div 0,42$ mà phổ biến là $K = 0,39 \div$

0,42, như vậy tỷ số K tương đối ổn định nên chọn lưu vực tương tự trên để tính toán cho LVNC.

b. Dựa vào tài liệu lưu lượng kiệt của LVTT tính toán và vẽ đường tần suất từ đó xác định lưu lượng kiệt theo tần suất thiết kế P.

Ví dụ ta tính toán được $Q_{kp(TT)} = 0,15m^3/s$

c. Tính tỷ số lưu lượng giữa $Q_{kp(TT)}$ với $Q_{kmin(TT)}$

Trong mùa kiệt 1995 của LVTT thì lưu lượng của tháng 4 là nhỏ nhất nên $Q_{kmin(TT)} = Q_{kthang\ 4} = 0,32m^3/s$.

$$\text{Do đó: } K_p = \frac{Q_{kp(TT)}}{Q_{kmin(TT)}} = \frac{0,15}{0,32} = 0,47$$

d. Tính lưu lượng kiệt thiết kế của LVNC theo quan hệ sau:

$$Q_{kp(NC)} = K_p \times Q_{kmin(NC)}$$

Lưu lượng nhỏ nhất của LVNC trong mùa kiệt năm 1995 là lưu lượng tháng 4.

$$Q_{kmin(NC)} = Q_{kthang\ 4(NC)} = 0,81m^3/s$$

$$\text{Vậy } Q_{kp(NC)} = K_p \times Q_{kmin(NC)} = 0,47 \times 0,81 = 0,38m^3/s$$

IV. XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG KIẾT THIẾT KẾ Q_{kp} KHI KHÔNG CÓ TÀI LIỆU THỐNG KÊ LƯU LƯỢNG KIẾT

Khi lưu vực nghiên cứu không có tài liệu thống kê về dòng chảy kiệt, để tính toán lưu lượng kiệt thiết kế thường dùng các phương pháp sau:

1. Mượn môđun dòng chảy kiệt của LVTT:

Tìm lưu vực tương có tài liệu về dòng chảy kiệt, tính toán môđun dòng chảy kiệt $M_{kp(TT)}$, sau đó mượn môđun dòng chảy của lưu vực tương tự này để tính lưu lượng kiệt cho lưu vực nghiên cứu.

$$Q_{kp(NC)} = M_{kp(TT)} \times F$$

Trong đó F: Là diện tích lưu vực của LVNC

2. Tra bản đồ đẳng trị môđun dòng chảy kiệt:

Từ bản đồ môđun dòng chảy kiệt do Cục Thủy văn lập, ta xác định môđun dòng chảy kiệt của lưu vực nghiên cứu, từ đó xác định lưu lượng dòng chảy kiệt của lưu vực nghiên cứu theo công thức.

$$Q_{k(NC)} = M_k \times F$$

3. Dùng công thức kinh nghiệm:

a. Công thức của Cục Thủy văn:

Công thức của Cục Thủy văn xác định môđun dòng chảy kiệt từ lượng mưa trong lưu vực:

$$M_{kp} = A X_p^m$$

Từ M_{kp} ta sẽ xác định được Q_{kp}

$$Q_{kp} = M_{kp} \times F$$

Trong đó: M_{kp} : Môđun dòng chảy kiệt tháng theo tần suất P.

X_p : Lượng mưa năm thiết kế theo tần suất P

m : Hệ số ($m = 1,8 \div 2$)

A : Thông số địa lý, $A = (1,4 \div 2,2) \times 10^{-6}$

b. Công thức của Vo-la-đi-mia-rốp:

$$Q_{k \text{ tháng}} = a(F + c)^n$$

$Q_{k \text{ tháng}}$ - Lưu lượng kiệt bình quân tháng

F - Diện tích lưu vực

a, c, n - Các thông số được nghiên cứu cho từng lưu vực sông

Chương VI:

DÒNG CHẢY LŨ THIẾT KẾ

I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ DÒNG CHẢY LŨ

Khi lượng nước trong sông lớn, mực nước dâng cao, dòng chảy mạnh vượt quá khả năng tải nước của lòng sông thì sinh ra lũ. Quá trình lũ diễn ra trong sông có thể là lũ đơn hoặc lũ kép (tức là nhiều trận lũ xảy ra liên tiếp).

1. Đặc trưng của dòng chảy lũ:

Trận lũ được đánh giá bằng các đặc trưng sau:

- Đỉnh lũ Q_m (m^3/s)
- Tổng lượng lũ W_m (m^3)
- Hình dáng trận lũ

Hình dáng trận lũ được biểu thị ở các đặc trưng sau:

- + Thời gian lũ trên - T_1
- + Thời gian lũ xuống - T_x
- + Thời gian lũ - $T_{lũ}$
- + Hệ số đầy $\gamma_1 = \frac{\overline{Q}_{\max}}{\overline{Q}}$

\overline{Q}_{\max} - Lưu lượng lũ bình quân của ngày lớn nhất

\overline{Q} - Lưu lượng bình quân của cả trận lũ

- + Hệ số không cân đối của trận lũ K_s : $K_s = \frac{W_1}{W_m}$

W_1 - Lượng lũ ứng với nhánh lên

- + Hệ số hình dáng trận lũ λ : $\lambda = \gamma_1 \frac{T_1}{T_{lu}}$

2. Tần suất thiết kế lũ:

Tuỳ theo quy mô và tính chất của công trình, nhà nước quy định tần suất thiết kế cho các công trình phòng chống mặt hại của nước lũ như sau:

Cấp công trình	Tần suất thiết kế P%	Số năm gặp lại
I	0,1	1000 năm gặp 1 lần
II	0,5	200 năm gặp 1 lần
III	1,0	100 năm gặp 1 lần
IV	1,5	67 năm gặp 1 lần
V	2,0	50 năm gặp 1 lần

3. Nội dung của tính toán dòng chảy lũ:

Để tính toán dòng chảy lũ cần thực hiện các nội dung sau:

a. Vẽ đường tần suất thiết kế lũ:

Muốn vẽ đường tần suất ta thực hiện các bước như đã giới thiệu ở phần trước, cụ thể là:

- Thống kê các con lũ theo năm, có thể theo đặc trưng lưu lượng Q_m mực nước H_m hoặc lượng lũ W_m .
- Vẽ đường tần suất kinh nghiệm.
- Tính các đặc trưng thống kê của dòng lũ.

$$\overline{Q}_m = \frac{\sum Q_{mi}}{n}$$

$$\sigma = \overline{Q} \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n - 1}}$$

$$C_i = \sqrt{\frac{\Sigma(K_i - 1)^2}{n-1}}$$

$$C_s = \frac{\Sigma(K_i - 1)^2}{(n-3)C_v^3}$$

- Vẽ đường tần suất lý luận cho phù hợp với đường tần suất kinh nghiệm.

b. Xác định dòng chảy lũ thiết kế Q_{mP} , W_{mP} :

Căn cứ vào đường tần suất và tần suất thiết kế P, xác định được dòng chảy lũ thiết kế Q_{mP} , W_{mP} .

c. Xác định đường quá trình lũ:

Sau khi đã xác định dòng chảy lũ thiết kế Q_{mP} , ta xác định đường quá trình ($Q_{mP} \sim t$). Để xác định dòng chảy lũ thiết kế, ta xem xét hai trường hợp: Khi có nhiều tài liệu, và khi không có tài liệu đo đạc.

II. XÁC ĐỊNH DÒNG CHẢY LŨ THIẾT KẾ KHI CÓ NHIỀU TÀI LIỆU

1. Các bước tính toán và những vấn đề cần chú ý khi tính toán dòng chảy lũ:

Về các bước tính toán chảy lũ thiết kế vẫn giống như trường hợp tính toán cho dòng chảy năm thiết kế, tuy nhiên do đặc điểm của lũ nên có những vấn đề riêng biệt cần xem xét.

Về trình tự tính toán như sau:

a. Thống kê tài liệu định lũ của các năm ở trạm do thủy văn. Ở trước này vấn đề phải chú ý là **chọn mẫu thống kê**.

b. Tính toán và vẽ đường tần suất kinh nghiệm. Trong bước này đối với tính toán dòng chảy lũ cần phải chú ý **chuyển tần suất lần sang tần suất năm**.

c. Xác định các đặc trưng tính toán \overline{Q}_m , σ , C_v , C_s dùng để tính toán đường tần suất. Do tính chất của lũ nên trong tài liệu thống kê và trong tài liệu lịch sử ghi lại được có xuất hiện lũ đặc biệt lớn nằm ngoài liệt thống kê, nên trong bước này phải chú ý đến **xử lý lũ đặc biệt lớn**.

d. Mặt khác để an toàn cho các công trình quan trọng trong thiết kế lũ, dòng chảy lũ cần có **trị số gia tăng an toàn**.

e. Xác định đường quá trình lũ thiết kế ($Q_{mp} \sim t$). Do đặc điểm của lũ nên việc xác định **đường quá trình lũ** cũng khác với đường quá trình dòng chảy năm.

2. Phương pháp chọn mẫu thống kê của dòng chảy lũ:

Trong điều kiện lũ do mưa rào sinh ra như ở nước ta, nhất là đối với lưu vực vừa và nhỏ trong một năm có nhiều trận lũ. Như vậy khi thống kê phải cần chú ý đến vấn đề chọn mẫu. Thường có các phương pháp sau:

a. Phương pháp mỗi năm chọn một trị số lớn nhất:

Phương pháp này là mỗi năm chọn một trận lũ lớn nhất, nên cách làm đơn giản, bảo đảm tính độc lập và tần suất xuất hiện là tần suất năm. Nhưng phương pháp này có nhược điểm không khai thác hết lượng thông tin, vì có một số trận lũ lớn của một số năm bị bỏ sót.

b. Phương pháp giới hạn dưới:

Người ta định ra một lưu lượng định lũ giới hạn $Q_{m \text{ giới hạn}}$, như vậy sẽ chọn tất cả các trận lũ có đỉnh lũ lớn hơn $Q_{m \text{ giới hạn}}$ vào liệt thống kê để tính toán tần suất. Cách chọn như trên có năm được 2 đến 3 trận lũ, có năm chỉ 1 trận lũ thậm chí có năm không có trận lũ nào được đưa vào liệt thống kê tính toán.

c. Phương pháp chọn mỗi năm một số trận lũ nhất định:

Theo phương pháp này thì thêm lượng thông tin, số năm có trận lũ đưa vào liệt thống kê như nhau, nhưng vẫn tồn tại nhược điểm và có những trận lũ có đỉnh lớn vẫn bị bỏ ngoài liệt thống kê.

3. Tính toán tần suất năm từ tần suất lần:

Khi các liệt thống kê mỗi năm có một trị số thì tần suất tính toán chính là tần suất năm theo công thức: $P = \frac{m}{n+1} 100\%$. Nhưng trong trường hợp chọn một năm nhiều trị số đưa vào liệt tính toán thì đường tần suất là tần suất lần do đó cần phải đổi từ tần suất lần sang tần suất năm.

$$P_{\text{lần}} = \frac{m}{S+1} 100$$

Trong đó: m - số thứ tự liệt tài liệu

S - tổng số trận lũ được chọn trong n năm

n - là số năm có tài liệu đo đạc

Tần suất năm được tính toán từ tần suất lần như sau:

$$P_{\text{năm}} = 1 - (1 - P_{\text{lần}})^{\bar{m}}$$

Trong đó: \bar{m} - Số trận lũ bình quân trong một năm, $\bar{m} = \frac{S}{n}$

4. Xác định các thông số thống kê khi xử lý lũ đặc biệt lớn:

a. Lũ đặc biệt lớn và thời kỳ xuất hiện của lũ đặc biệt lớn:

Lũ đặc biệt lớn là trận lũ có đỉnh lũ rất lớn do tổ hợp thời tiết bất lợi sinh ra. Thời kỳ xuất hiện lại của lũ đặc biệt lớn khá dài, do đó LĐBL nằm ngoài xu thế chung của đường tần suất kinh nghiệm. Nên khi tính toán dòng chảy lũ ta phải xử lý các trận lũ đặc biệt lớn.

Thời kỳ xuất hiện lại của LĐBL là N_p rất khó xác định thường căn cứ vào năm phát sinh của các trận lũ LĐBL để xác định N_p .

Ví dụ: Ở trên sông A, năm 1918 xuất hiện một trận LĐBL cho đến nay (năm 1998), vậy thời gian xuất hiện của trận lũ là N_p .

$$N_p = 1998 - 1918 = 80 \text{ năm}$$

Ví dụ: Trên sông B năm 1981 có xuất hiện một trận LĐBL, qua điều tra thấy rằng năm 1987 cũng có một trận lũ như thế xuất hiện. Như vậy tính cho đến nay (1998) thời kỳ xuất hiện lại của LĐBL là:

$$N_p = \frac{1998 - 1978}{2} = 60 \text{ năm}$$

Ví dụ: Trên sông C, kể từ năm 1906 đến nay (1998) có một trận LĐBL xuất hiện vào năm 1945 vậy:

$$N_p = 1998 - 1906 = 92 \text{ năm}$$

Việc xác định N mang tính chất gần đúng, tần suất kinh nghiệm để tính LĐBL như sau:

$$P = \frac{M}{N_p + 1} \cdot 100\%$$

Trong đó: M - là số thứ tự của trận LĐBL

N_p - thời gian xuất hiện lại của trận lũ đặc biệt lớn

Ví dụ: Trên sông B như đã tính ở trên $N_p = 60$ năm trận lũ năm 1981 là $Q_{M2} = 5000 \text{ m}^3/\text{s}$, trận lũ năm 1978 là $Q_{M1} = 5500 \text{ m}^3/\text{s}$. Như vậy $M = 2$. Theo công thức trên tần suất lũ đặc biệt lớn tính như sau:

$$P_{1978} = \frac{M}{N_p + 1} \cdot 100\% = \frac{1}{60 + 1} \cdot 100\% = 1,6\%$$

$$P_{1981} = \frac{M}{N_p + 1} \cdot 100\% = \frac{2}{60 + 1} \cdot 100\% = 3,2\%$$

b. Xác định các thông số thống kê khi xử lý lũ đặc biệt lớn:

a - số trận lũ đặc biệt lớn (thường chỉ 1 hoặc 2,3 trận LĐBL)

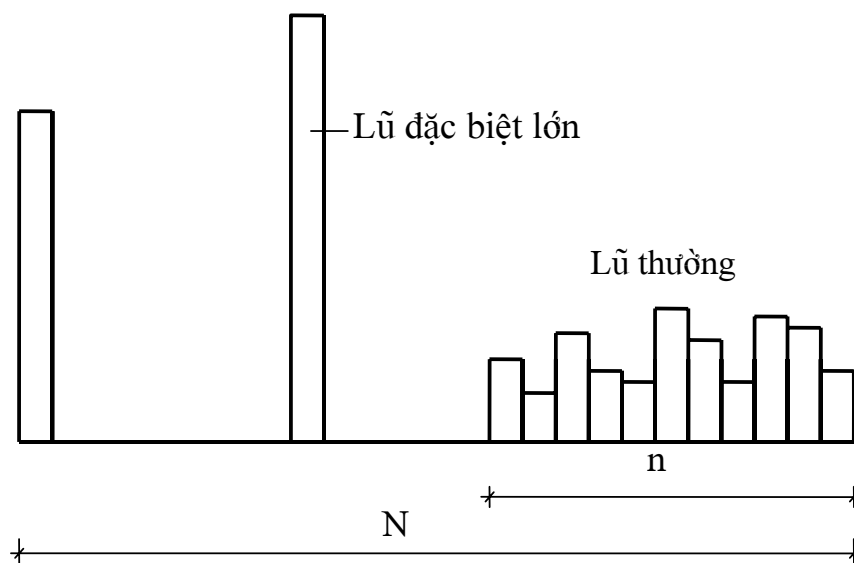
n - số trận lũ thường có tài liệu thống kê

N - số liệt thời gian trong đó bao gồm các trận LĐBL

$(N - a)$ - số trận lũ thường, kể cả những trận lũ không đo đạc được.

Q_{mi} - Lưu lượng trận lũ thường thứ i.

Q_{Mj} - Lưu lượng trận lũ đặc biệt lớn thứ j.



* *Giả thiết của Kritski - Menken (K - M)*

Kritski - Menken giả thiết rằng trị số bình quân và khoảng lệch quân phương của liệt ngắn **n** (của các trận lũ bình thường) sẽ bằng trị số bình quân và khoảng lệch quân phương của liệt (**N - a**), tức là:

$$\overline{Q}_{(N-a)} = \overline{Q}_n$$

$$\sigma_{(N-a)} = \sigma$$

Như vậy tức là:

$$\sum_1^{N-a} Q_{mi} = \frac{(N-a)}{n} \sum_1^n Q_{mi}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{(N-a)} = \sigma_n &= \sqrt{\frac{\sum (Q_{mi} - \overline{Q}_n)^2}{n}} \\ &= \overline{Q}_n \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n}} \end{aligned}$$

* *Xác định trị số bình quân \overline{Q}_n :*

Ta có:
$$\overline{Q}_{(N-a)} = \frac{1}{n} \sum_1^n Q_{mi}$$

Nếu xét thêm các trận lũ đặc biệt lớn thì:

$$\begin{aligned} \overline{Q}_N &= \frac{\sum_1^a Q_{Mj} + (N-a)\overline{Q}_{(N-a)}}{N} \\ &= \frac{\sum_1^a Q_{Mj} + \frac{(N-a)}{n} \sum_1^n Q_{mi}}{N} \end{aligned}$$

$$\overline{Q}_N = \frac{1}{N} \left[\sum_1^a Q_{Mj} + \frac{(N-a)}{n} \sum_1^m Q_{mi} \right]$$

* *Xác định giá trị C_{VN} :*

$$C_v = \frac{\sigma}{Q} = \frac{\overline{Q} \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n}}}{\overline{Q}} = \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n}}$$

Từ giả thiết của Kritski - Menken là:

$$\overline{Q}_{(N-a)} = \overline{Q}_n \text{ và } \sigma_{(N-a)} = \sigma_n$$

Vậy ta có:

$$C_{V, (N-a)} = \frac{\sigma_{(N-a)}}{Q_{(N-a)}} = \frac{\sigma_n}{Q_n} = C_{v,n}$$

Tức là:

$$\sqrt{\frac{1}{N-a} \sum_1^{N-a} (K_i - 1)^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n (K_i - 1)^2}$$

$$\frac{1}{N-a} \sum_1^{N-a} (K_i - 1)^2 = \frac{1}{n} \sum_1^n (K_i - 1)^2$$

Vậy ta có:

$$\sum_1^{(N-a)} (K_i - 1)^2 = \frac{(N-a)}{n} \sum_1^n (K_i - 1)^2$$

Đặc trưng C_{VN} có thể viết như sau:

$$C_{VN} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_1^a (K_j - 1)^2 + \frac{N-a}{n} \sum_1^n (K_i - 1)^2 \right]}$$

Nếu có hệ số điều chỉnh thì:

$$C_{VN} = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[\sum_1^a (K_j - 1)^2 + \frac{N-a}{n} \sum_1^n (K_j - 1)^2 \right]}$$

Trong đó: $K_j = \frac{Q_{Mj}}{Q_N}$; $K_i = \frac{Q_{mi}}{Q_N}$

Q_{Mj} - lưu lượng đỉnh lũ của trận lũ LDBL thứ j

Q_{mi} - lưu lượng đỉnh lũ của trận lũ LDBL thứ i

* *Xác định đặc trưng C_{SN} :*

Giá trị C_{SN} được xác định theo công thức:

$$C_{SN} = \frac{\sum (K_j - 1)^3 + \frac{N-a}{n} \sum (K_i - 1)^3}{(N-3)C_{VN}^3}$$

Hoặc có thể tính:

$$C_{SN} = m \cdot C_{VN}$$

m được chọn theo từng vùng đặc trưng thủy văn khác nhau

Sau khi có \overline{Q}_N , C_{VN} , C_{SN} sẽ vẽ được đường tần suất. Từ đường tần suất và tần suất thiết kế ta sẽ xác định được lưu lượng lũ thiết kế Q_{MP} . Về lượng lũ thiết kế W_{MP} cũng được xác định như trên.

5. Xác định trị số gia tăng an toàn:

Để đảm bảo cho công trình phòng chống lũ được an toàn, sau khi có lưu lượng định lũ thiết kế Q_{mp} , cần phải cộng thêm giá trị gia tăng an toàn ΔQ . Như vậy lưu lượng định lũ thiết kế là:

$$Q_{mp \text{ thiết kế}} = Q_{mp} + \Delta Q$$

Trị số ΔQ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như số năm quan trắc dòng chảy, sai số quân phương của đường tần suất... có thể tính ΔQ theo công thức sau:

$$\Delta Q = \frac{a \cdot E_p}{\sqrt{n}} \cdot Q_{mp}$$

Trong đó:

a - Hệ số phụ thuộc vào mức độ tin cậy của tài liệu thủy văn

$a = 0,7$ với lưu vực có sự nghiên cứu đầy đủ

$a = 1,5$ với lưu vực ít được nghiên cứu

E_p - sai số quân phương của tung độ đường tần suất,

phụ thuộc vào C_v và P (tra bảng)

Ví dụ: Với $P = 0,01\%$, $C_v = 1,0$ thì sẽ tra được $E_p = 1,71$

6. Xác định đường quá trình lũ thiết kế ($Q_{mp} \sim t$)

Trong một trận lũ được đặc trưng bởi các yếu tố sau:

- Đỉnh lũ thiết kế Q_{mp}
- Dung tích lũ thiết kế W_{mp}
- Thời gian lũ lên T_l , lũ xuống T_x

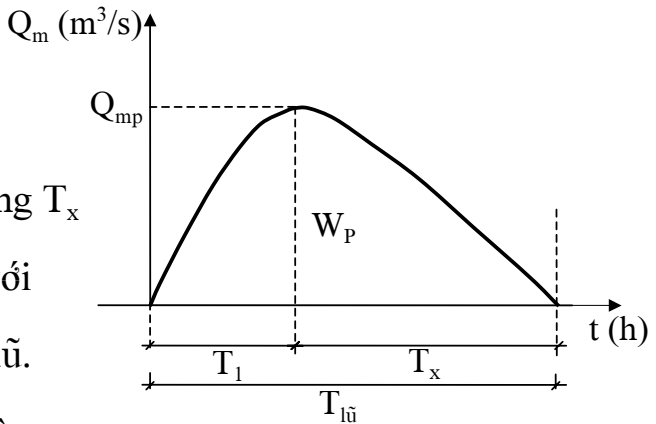
Các yếu tố này gắn bó với

nhau tạo ra hình dáng quá trình lũ.

Hình dáng quá trình lũ phụ thuộc

vào nhiều yếu tố: Hình thái mưa (lượng mưa, cường độ mưa, thời gian mưa, phân bố mưa), địa hình đại mạo của lưu vực (lưu vực tập trung nước, hình dáng lưu vực, thảm thực vật của lưu vực)...

Từng lưu vực có thể có hình dáng ít thay đổi, do đó ta có thể chọn hình dáng một trận lũ đã có để xác định đường quá trình lũ. Như vậy chọn trận lũ điển hình, sau đó thu phóng sẽ có đường quá trình lũ thiết kế.



a. Chọn trận lũ điển hình:

Trận lũ điển hình phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- Lưu lượng đỉnh lũ và lượng lũ của trận lũ điển hình phải gần sát với giá trị lưu lượng đỉnh lũ và lượng lũ thiết kế.

Tổng lượng là dòng chảy sinh ra trong một trận lũ. Đối với mỗi trận lũ ta tìm ra W_m và cũng vẽ đường tần suất chọn lượng lũ thiết kế W_{mP} giống như việc làm cho lưu lượng lũ thiết kế Q_{mP} . Chú ý rằng quan hệ ($Q_m \sim W_m$) không chặt chẽ thì rất khó chọn một trận lũ điển hình có đỉnh lũ và lượng lũ xấp xỉ với đỉnh lũ và lượng lũ của trận lũ thiết kế. Do đó việc chọn trận lũ điển hình cũng mang tính tương đối.

- Trận lũ điển hình được chọn có hình dạng bất lợi đối với công trình phòng chống lũ. Ví dụ: Đối với kho nước thì trận lũ có thời gian lũ trên T_1 kéo dài và lũ tập trung vào giữa kỳ thì gây bất lợi.

- Lũ xuất hiện vào lúc bất lợi của công trình. Ví dụ: Ở kho nước khi nước tích đầy mà lũ xuất hiện thì sẽ gây bất lợi.

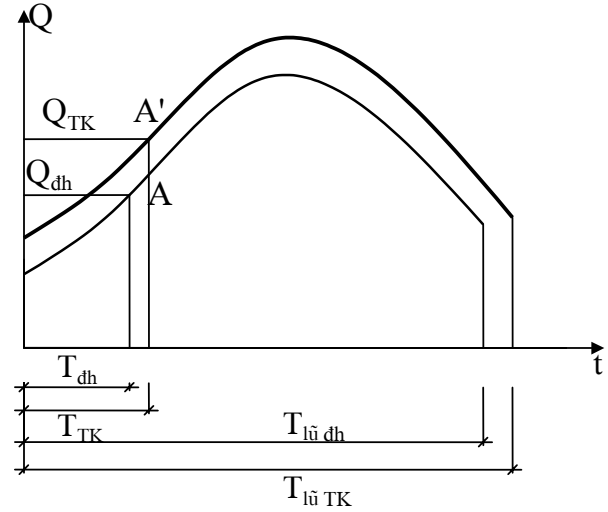
b. Hệ số thu phóng đường quá trình lũ:

Yêu cầu của việc thu phóng quá trình lũ là phải đảm bảo sự không thay đổi của đỉnh lũ Q_{mP} và tổng lượng lũ W_{mP} , ngoài ra hình dáng trận lũ ít biến đổi. Có nhiều phương pháp thu phóng lũ thiết kế:

- Phương pháp thu phóng cùng tỷ lệ
- Phương pháp thu phóng cùng tần suất.

Ở phần này chỉ giới thiệu phương pháp thu phóng cùng tỷ lệ.

Giả sử ta có đường quá trình lũ điển hình ($Q_{mdh} \sim t$) với $Q_{mp\ dh}$ và $W_{mp\ dh}$. Về trận lũ thiết kế ta có $Q_{mp\ tk}$ và $W_{mp\ tk}$. Để có đường quá trình lũ thiết kế ta sẽ thu phóng trận lũ điển hình ra trận lũ thiết kế để kéo theo các hệ số thu phóng như sau:



- Hệ số thu phóng lưu lượng lũ K_Q :

Hệ số thu phóng K_Q được xác định như sau:

$$K_Q = \frac{Q_{mp}}{Q_{mdh}}$$

Khi đã có K_Q , muốn tìm lưu lượng lũ thiết kế, được tính theo công thức sau:

$$Q_{itk} = K_Q \cdot Q_{i\ dh}$$

- Hệ số thu phóng lượng lũ K_W :

Hệ số thu phóng lượng lũ K_W được xác định như sau:

$$K_W = \frac{W_{mp}}{W_{mdh}}$$

Khi đã có K_W , muốn tìm lượng lũ thiết kế, được tính theo công thức sau:

$$W_{i\ tk} = K_W \cdot W_{i\ dh}$$

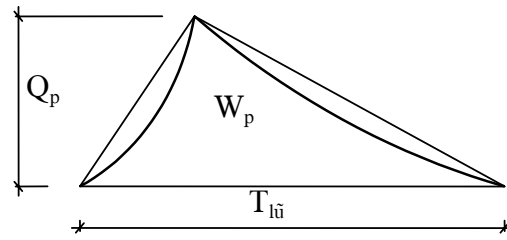
- Hệ số thu phóng thời gian lũ K_T :

Hệ số thu phóng thời gian lũ K_T xác định theo công thức sau:

$$K_T = \frac{T_{tk}}{T_{dh}}$$

Để tính toán K_T , cần tìm

mối quan hệ giữa Q , T , W .



Đối với trận lũ thiết kế thì tổng lượng lũ được xác định như sau:

$$W_p = \frac{1}{2} Q_p \cdot T_p \cdot f$$

Trong đó: f - là hệ số hình dáng của đường quá trình lũ,

nếu đường quá trình lũ là một hình tam giác thì $f = 1$.

Từ công thức trên ta rút ra được T_p như sau:

$$T_{mp} = \frac{2W_{mp}}{Q_{mp} \cdot f}$$

Tương tự như thế đối với trận lũ điển hình ta có:

$$T_{dh} = \frac{2W_{dh}}{Q_{dh} \cdot f}$$

Từ T_p và T_{dh} ta tìm được hệ số thu phóng thời gian lũ K_T .

$$K_T = \frac{T_p}{T_{dh}} = \frac{\frac{2W_{mp}}{Q_{mp} \cdot f}}{\frac{2W_{dh}}{Q_{dh} \cdot f}} = \frac{2W_{mp} \cdot Q_{dh} \cdot f}{2W_{dh} \cdot Q_{mp} \cdot f}$$

$$K_T = \left(\frac{W_{mp}}{W_{dh}} \right) \times \frac{1}{\left(\frac{Q_{mp}}{Q_{dh}} \right)} = \frac{K_w}{K_Q}$$

Vậy hệ số thu phóng thời gian lũ K_T là tỷ số giữa hệ số thu phóng lượng lũ K_w với hệ số thu phóng lưu lượng lũ K_Q :

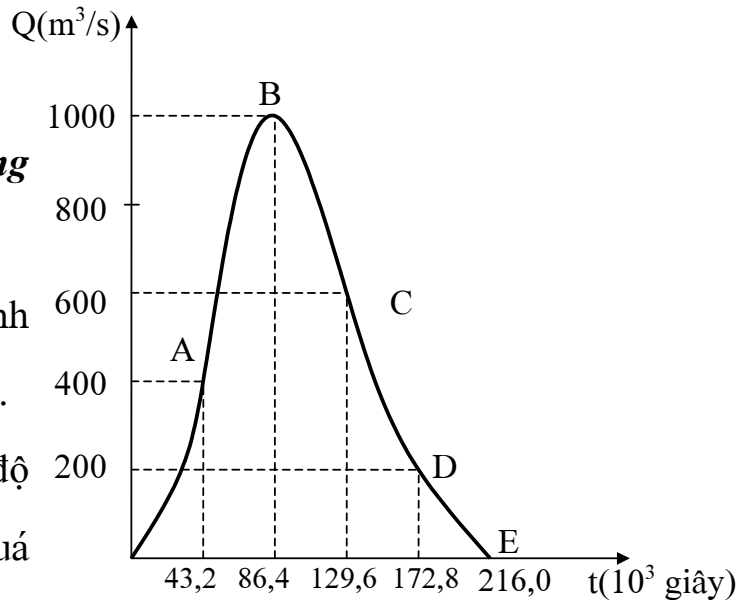
$$K_T = \frac{K_w}{K_Q}$$

c. Các bước thu phóng

và ví dụ:

- Chia trận lũ điển hình ra nhiều thời đoạn tính toán.

Theo ví dụ trên toạ độ của các điểm trên đường quá trình lũ điển hình như sau:



Điểm	0	A	B	C	D	E
T_{dh} (10^3 giây)	0	43,2	86,4	129,6	172,8	216,0
Q_{dh} (m^3/s)	0	400	1000	600	200	0

- Tiến hành thu phóng, xác định các toạ độ của đường quá trình lũ thiết kế theo công thức:

Ví dụ: $K_T = 0,8$ và $K_Q = 0,9$

$$T_{mP} = K_T \cdot T_{dh}$$

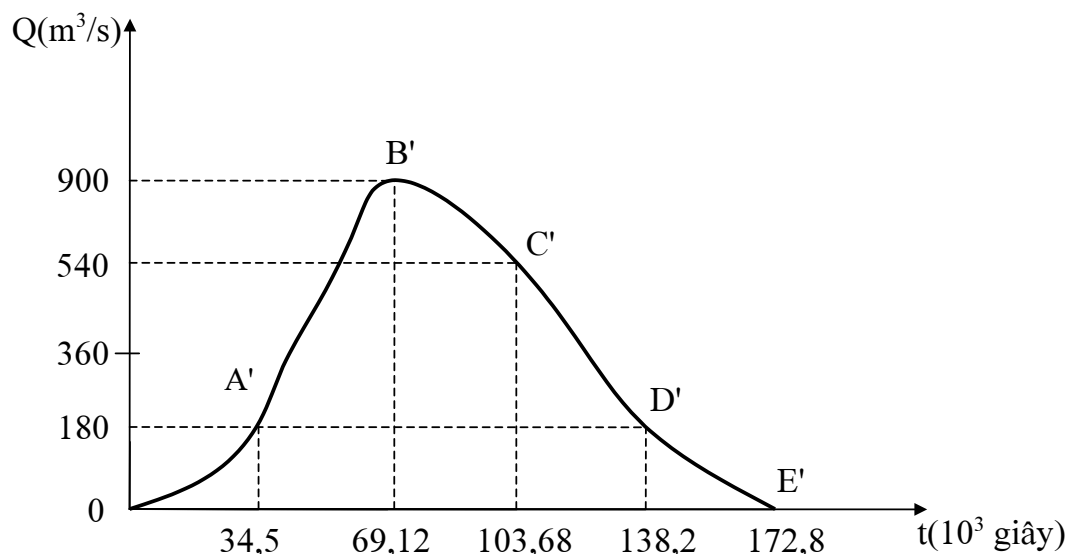
$$Q_{mP} = K_Q \cdot Q_{dh}$$

Kết quả thu phóng đường quá trình lũ như bảng sau:

Điểm	0	A	B	C	D	E
T_p (10^3 giây)	0	34,5	69,12	103,68	138,2	172,8
Q_p (m^3/s)	0	360	900	540	180	0

- Vẽ đường quá trình lũ thiết kế

Theo ví dụ trên đường quá trình lũ thiết kế như sau:



III. XÁC ĐỊNH DÒNG CHẢY LŨ THIẾT KẾ KHÔNG CÓ TÀI LIỆU ĐO ĐẠC

Tài liệu quan trắc dòng chảy thường chỉ có ở lưu vực lớn, còn ở lưu vực nhỏ và vừa đa số là không có tài liệu đo đạc. Do yêu cầu phát triển kinh tế xây dựng nhiều công trình giao thông thuỷ lợi trên lưu vực vừa và nhỏ. Bởi thế việc tính toán dòng chảy lũ cho trường hợp này đóng vai trò quan trọng.

Như ta đã biết dòng chảy lũ thể hiện ở các đặc trưng.

- Lưu lượng đỉnh lũ Q_{mp}
- Tổng lượng lũ W_{mp}
- Đường quá trình lũ ($Q_m \sim t$)

1. Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế Q_{mp} :

Để tính toán Q_{mp} người ta thường dùng công thức kinh nghiệm và bán kinh nghiệm. Các công thức đều dựa vào căn nguyên sinh ra dòng chảy như mưa, tổn thất, thời gian tập trung dòng chảy... Các công thức đều chứa các hệ số xác định bằng cách tổng hợp tài liệu kinh nghiệm, có công thức được xây dựng hoàn toàn theo tài liệu đo đạc, điều tra dòng chảy.

Mỗi công thức tính toán có một xuất xứ khác nhau nên phạm vi ứng dụng của nó có hạn. Các hệ số trong công thức chỉ phù hợp với điều kiện khí hậu địa lý từng vùng, do đó muốn ứng dụng công thức tính toán cần phải nghiên cứu phân tích đầy đủ. Khả năng ứng dụng một công thức bán kinh nghiệm vào những điều kiện cụ thể phụ thuộc vào cơ sở lý luận, những giả thiết trong xây dựng công thức và những số liệu thực tế được sử dụng để xây dựng các biểu bảng, các hệ số.

Tính toán đỉnh lũ thiết kế khi không có tài liệu đo đạc hiện nay, thường dùng các công thức kinh nghiệm và bán kinh nghiệm.

a. Công thức cường độ giới hạn:

- Công thức tính toán: Công thức cường độ giới hạn là công thức bán kinh nghiệm, dựa vào căn nguyên sinh ra dòng chảy với cường độ mưa giới hạn sinh ra dòng chảy lũ thiết kế, dạng công thức như sau:

$$Q_{mp} = A\alpha H_{np}F\delta$$

Trong đó:

Q_{np} - Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế ứng với tần suất P

H_{np} - Lượng mưa ngày thiết kế ứng với tần suất P

F - Diện tích lưu vực

α - Hệ số dòng chảy lũ

δ - Hệ số xét đến tác dụng điều tiết của ao hồ

A - Hệ số phụ thuộc vào thời gian tập trung dòng chảy của lưu vực

- Trình tự xác định lưu lượng đỉnh lũ thiết kế theo công thức trên

+ Xác định lượng mưa ngày ứng với tần suất thiết kế H_{np} . Lượng mưa H_{np} được xác định sau khi có đường tần suất lượng mưa ngày lớn nhất H_n và tần suất thiết kế P.

+ Xác định hệ dòng chảy α : Hệ số α có quan hệ với diện tích lưu F và loại đất trên lưu vực đó, có thể tra theo bảng.

+ Xác định hệ số A: Hệ số A có quan hệ với vào thời gian tập trung dòng chảy τ_d và hệ số địa mạo thủy văn của sông Φ . Hệ số A có thể tra bảng theo vùng mưa. Tổng cục khí tượng thủy văn chia nước ta thành 13 vùng mưa, từ Hà Tĩnh đến Bình Định thuộc vùng X.

Bảng tính hệ số dòng chảy

Loại	Loại đất	H_{np} (mm)	Hệ số dùng với F (km ²)			
			0,1 ÷ 1	1 ÷ 10	10 ÷ 100	> 100
II	Đất sét	< 150	0,95	0,85	0,80	0,80
		150 ÷ 200	0,95	0,90	0,90	0,95
		> 200	0,95	0,95	0,95	0,90
III	Đất đồi gò	< 150	0,63	0,56	0,45	0,30
	Đất rừng	150 ÷ 200	0,70	0,65	0,55	0,40
		> 200	0,75	0,70	0,65	0,50
IV	Cát thô	< 150				
	Đất đá xép	150 ÷ 200	0,20	0,15	0,10	0,10
		> 200				

**Bảng tra hệ số A ở vùng mưa X
(Từ Hà Tĩnh đến Bình Định)**

Vùng	τ_d (ph)	Φ_s					
		0	5	20	50	100	300
X	10	0,116	0,096	0,072	0,049	0,033	0,0166
	30	0,083	0,078	0,062	0,045	0,031	0,0162
	60	0,072	0,060	0,054	0,043	0,027	0,0155
	100	0,059	0,054	0,045	0,035	0,026	0,0150
	150	0,049	0,045	0,038	0,031	0,024	0,0145

τ_d - Thời gian tập trung nước trên sườn dốc.

Φ - Hệ số địa mạo thủy văn của lòng sông.

** Xác định hệ số δ :*

Hệ số δ là hệ số xét đến sự điều tiết của ao hồ trong lưu vực;

$$\delta = \frac{1}{1 + C \cdot f_{\text{ao hồ}}}$$

Trong đó:

$$f_{\text{ao hồ}} = \frac{F_{\text{ao hồ}}}{F_{\text{lưu vực}}}$$

$F_{\text{ao hồ}}$ là diện tích của ao hồ trong lưu vực

$F_{\text{lưu vực}}$ là diện tích của lưu vực

C - Hệ phụ thuộc vào lớp dòng chảy

$C = 0,1$ - Đối với vùng mưa kéo dài

$C = 0,2$ - Đối với vùng mưa ngắn

Từ các giá trị ở trên đưa vào công thức sẽ tính được Q_{mP} .

b. Công thức A - lệch - xây - ép:

Công thức A - lệch - xây - ép có dạng như sau:

$$Q_{\text{mP}} = (16,67 \cdot \bar{a}_\tau \cdot \varphi r) F = q_{\text{mP}} \cdot F$$

Trong đó:

$$Q_{\text{mP}} = q_{\text{mP}} \cdot F$$

Q_{mP} - Lưu lượng định lũ theo tần suất thiết kế (m^3/s)

q_{mP} - Modul dòng chảy lũ theo tần suất thiết kế ($\text{m}^3/\text{s} - \text{km}^2$)

F - Diện tích lưu vực (km^2)

\bar{a}_τ - Cường độ mưa trung bình trong thời đoạn tính toán τ .

$$\bar{a}_\tau = H_{\text{nP}} \cdot \bar{\psi}_\tau$$

$\bar{\psi}_\tau$ - Tung độ đường cong chiết giảm cường độ mưa.

τ - Thời gian tập trung nước lưu vực

r - Hệ số xét đến ảnh hưởng của ao hồ

$$r = \frac{1 - F_{\text{ao hồ}}}{1 + 25 F_{\text{ao hồ}}}$$

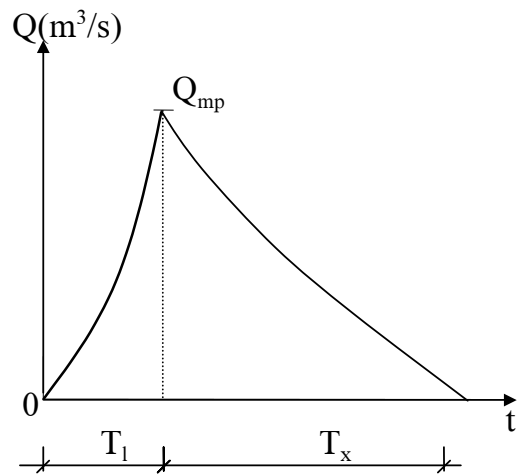
φ - Hệ số chiết giảm dòng chảy

Để tính toán định lũ thiết kế theo công thức trên, tác giả dùng phương pháp bổ trợ bằng cách lập các bảng biểu để tra các hệ số.

c. Công thức Xô-kô-lôvski:

Tác giả khái quát đường quá trình lũ là hai nhánh parabol cắt nhau ở đỉnh và từ đó tìm mối quan hệ giữa lưu lượng đỉnh lũ và lượng lũ, công thức có dạng sau:

$$Q_{\text{mp}} = \frac{0,28\alpha(H_{\text{TP}} - H_0)F.f.d}{T_l} + Q_{\text{ng}}$$



Trong đó

H_{TP} - Lượng mưa thiết kế (mm) tính trong T giờ

H_0 - Lớp nước tổn thất ban đầu

α - Hệ số dòng chảy lũ

T_l - Thời gian lũ lên (giờ)

f - Hệ số hình dáng trận lũ

F - Diện tích lưu vực (km^2)

δ - Hệ số xét đến ảnh hưởng của ao hồ, rừng.

Q_{ng} - Lưu lượng nước trong sông trước mùa lũ

Trình tự tính toán lưu lượng lũ theo công thức Xô-kô-lôvski:

+ Xác định thời gian lũ lên. Tác giả đề nghị tính như sau:

$$T_l = \tau_s = \frac{L}{3,6 \bar{V}_\tau} \quad (\text{giờ})$$

\bar{V}_τ - Vận tốc truyền lũ trung bình trong sông (m/s)

$$\bar{V}_\tau = (0,6 \div 0,7) \bar{V}_{\max}$$

\bar{V}_{\max} - Vận tốc bình quân lớn nhất ở cửa ra, theo thực đo

L - Chiều dài của sông (km)

τ_s - Thời gian tập trung dòng chảy

+ Xác định α ($H_{TP} - H_0$)

Đại lượng α ($H_{TP} - H_0$) biểu thị mối quan hệ giữa mưa rào và dòng chảy được xác định theo các vùng khác nhau, ví dụ:

Lưu vực	α ($H_{TP} - H_0$)
Lưu vực sông Đà	0,88 (H - 20)
Lưu vực từ sông Thu bồn đến sông Cả	0,86 (H - 16)
Lưu vực từ sông Sesan đến Srepox	0,76 (H - 21)
Lưu vực từ sông Đồng Nai đến sông Bé	0,64 (H - 25)

- Xác định hệ số hình dạng lũ f

Có thể xác định f từ bản đồ phân vùng thủy văn hoặc lấy theo lưu vực tương tự. Nếu đã có hình dáng trận lũ thì f được xác định như sau:

$$f = \frac{(m+1)(n+1)}{(n+1) + \gamma(m+1)}$$

Trong đó:

m - là bậc của đường parabol nhánh lên

n - là bậc của đường parabol nhánh xuống

$$\gamma = \frac{T_x}{T_l}$$

T_l - thời gian lũ lên

T_x - thời gian lũ xuống

Hệ số f cũng có thể được xác định như sau:

- Lưu vực bé và không có rừng có thể chọn $f = 1,20 \div 1,04$

- Lưu vực trung bình, lòng sông ít bãi $f = 0,92 \div 0,75$

- Lưu vực lớn có nhiều, sông có nhiều bãi $f = 0,75 \div 0,63$

+ Xác định hệ số δ

$$\delta = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_3$$

Trong đó: δ_1 - hệ số do ảnh hưởng của ao hồ

δ_2 - hệ số do ảnh hưởng của điều tiết song với đỉnh lũ

δ_3 - hệ số xét đến hình dạng lưu vực tới đỉnh lũ

- Xác định lưu lượng Q_{ng}

Lưu lượng Q_{ng} là lưu lượng nước ngậm đở ra sông trước khi có lũ. Đối với lưu vực bé hoặc vùng khô hạn thì có thể bỏ qua Q_{nd} . Đối với sông có dòng chảy phong phú vào mùa khô thì có thể lấy bằng dòng chảy chuẩn của sông đó, tức là:

$$Q_{ng} = \frac{M_0 F}{10^3}$$

Trong đó: M_0 - Modul dòng chảy chuẩn của sông (l/s - km²)

F - Diện tích lưu vực (km²)

2. Tổng lượng lũ thiết kế W_{mp} :

Có thể tính tổng lượng lũ thiết kế theo công thức sau:

$$W_{mp} = 10^3 Y_p F \quad (m^3)$$

Trong đó: Y_p - là lớp nước lũ thiết kế (mm)

$$Y_p = \alpha (H_{pp} - H_0)$$

Các yếu tố α , H_{pp} , H_0 được giải thích trong công thức Xôkôlopsi.

Đại lượng $\alpha (H_{tp} - H_0)$ biểu thị mối quan hệ giữa mưa rào và dòng chảy được xác định theo các vùng khác nhau (xem bảng ở tr106).

Với lưu vực nhỏ có diện tích lưu vực $F < 50km^2$, có thể tích tổng lượng lũ từ mưa ngày với tần suất thiết kế H_{mp} .

$$W_{mp} = 10^3 . \alpha . H_{mp} . F \quad (m^3)$$

Trong đó: α - Hệ số dòng chảy lũ

H_{mp} - Lượng mưa ngày thiết kế với tần suất P (mm)

F - diện tích lưu vực (km^2)

3. Hình dáng đường quá trình lũ:

Khi phân tích các trận lũ thực tế thường người ta thấy đường quá trình lũ có một số đặc điểm sau:

- Nhánh lũ lên thường dốc hơn nhánh lũ xuống.
- Đối với trận lũ lớn thường có dạng hình cong, đối với trận lũ nhỏ thường có dạng hình thẳng.
- Nhánh lũ xuống thường thoải và dài hơn nhánh lũ lên.

- Lưu vực càng nhỏ thì dạng đường quá trình lũ càng đối xứng.

Trong tính toán hiện nay người ta thường dùng đường quá trình lũ ở ba dạng sau:

- + Dạng lũ hình tam giác.
- + Dạng lũ hình thang.
- + Dạng lũ hình cong.

a. Đường quá trình lũ

dạng hình tam giác:

Đối với các lưu lượng nhỏ người ta thường dùng dạng đường quá trình lũ là đường tam giác loại đường này đơn giản, dễ xây dựng.

Từ lớp nước lũ thiết kế ta tính được tổng lượng lũ W_{mp} theo công thức trên, đỉnh lũ Q_{mp} được tính toán theo công thức kinh nghiệm.

Khi đã có đỉnh lũ Q_{mp} và tổng lượng lũ W_p ta xác định được thời gian lũ $T_{lũ}$.

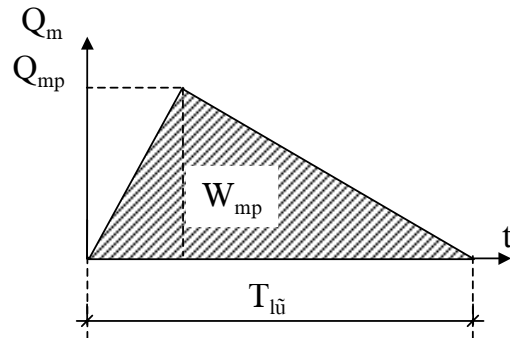
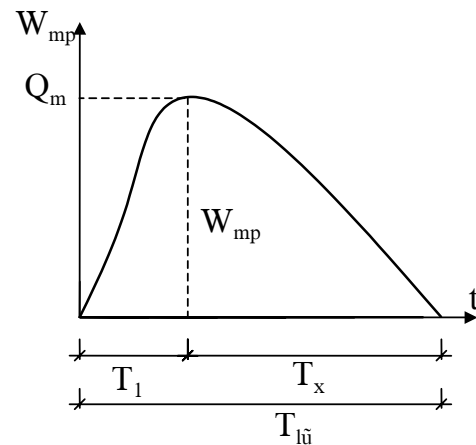
Thời gian lũ $T_{lũ}$ (tính bằng giờ) tính như sau:

$$T_{lũ} = \frac{2W_{mp}}{3600Q_{mp}} \quad (h)$$

- Tỷ số giữa thời gian lũ xuống và lũ lên là:

$$\gamma = \frac{T_x}{T_l}$$

Hệ số γ phụ thuộc vào diện tích lưu vực và các yếu tố diện tích lưu vực.



Đối với lưu vực nhỏ chọn $\gamma = 1,5 \div 2$

Đối với lưu vực lớn chọn $\gamma = 2,5 \div 3,5$

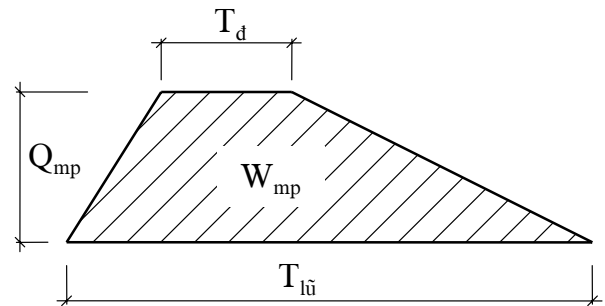
b. Đường quá trình lũ là dạng hình thang:

Đối với lưu vực nhỏ mà mưa kéo dài, thì thời gian lũ lớn và đường quá trình lũ có dạng hình thang. Ta gọi T_d là thời gian kéo dài của đỉnh lũ, qua thực tế thường thấy T_d phụ thuộc vào thời gian lũ $T_{lũ}$.

$$T_d = 0,1 T_{lũ}$$

Tổng lượng lũ tính như sau:

$$W_{mp} = \frac{(0,1+1)T_{lũ}}{2} Q_{mp}$$



Từ đó rút ra được thời gian lũ là:

$$T_{lũ} = \frac{2W_{mp}}{1,1Q_{mp}}$$

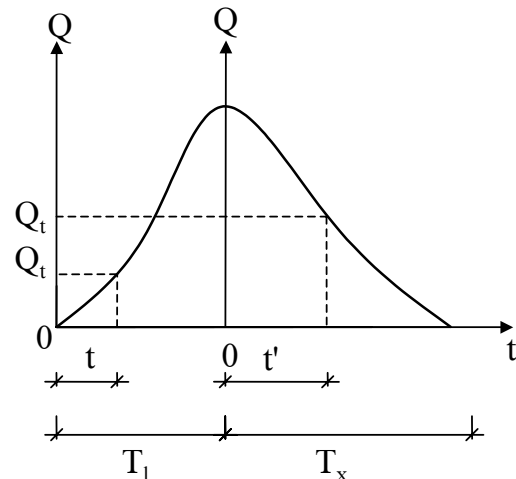
Nếu thời gian lũ $T_{lũ}$ tính bằng giờ thì

$$T_{lũ} = \frac{2W_{mp}}{1,1 \times 3600 Q_{mp}} \quad (h)$$

c. Đường quá trình lũ là dạng hình cong:

Xôkôlôvski đề xuất đường quá trình lũ dạng hình cong như sau:

- Đường lũ lên lấy trực tung từ 0 tức là lũ bắt đầu lũ lên.



Phương trình đường lũ lên như sau:

$$Q_t = Q_{mp} \left(\frac{t}{T_l} \right)^m$$

Trong đó m là số mũ của hàm parabol nhánh lên, tác giả đề nghị $m = 2$.

Phương trình đường lũ xuống lấy trục tung tại vị trí xuất hiện đỉnh lũ, tức là lúc bắt đầu lũ xuống, phương trình có dạng như sau:

$$Q_t = Q_{mp} \left(\frac{T_x - t'}{T_x} \right)^n$$

Trong đó: n - là số mũ của hàm parabol nhánh xuống, tác giả đề nghị lấy $n = 3$.