

**Giáo trình thủy văn công  
trình**

# Chương I:

## Mở Đầu

### I. TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ ĐẶC ĐIỂM CỦA TÀI NGUYÊN NƯỚC

Mọi sự phát triển của sự tự nhiên và xã hội đều liên quan đến nước. Nước là động lực chủ yếu chi phối mọi hoạt động về dân sinh kinh tế của con người. Nói tóm lại, không có nước thì không có sự sống.

#### 1. Sự phân bố của nước:

Trên hành tinh của chúng ta nước tồn tại trong không gian rất rộng dưới những dạng khác nhau.

- Nước mặt đất: tức là nước ở sông, suối, ao, hồ, biển, nước này nằm trên bề mặt của trái đất.

- Nước trong tầng khí quyển: loại nước này tồn tại dưới dạng mây và hơi nước, trong khoảng không gian 15km cách mặt đất.

- Nước dưới đất (nước ngầm), nước ngầm nằm dưới mặt đất, tồn tại trong khoảng 1km cách mặt đất.

Lượng nước ở các đại dương chiếm 95,5%; nước dạng băng ở 2 cực của quả đất chiếm 1,7%; nước ngầm chiếm 1,7% (đa phần là nước mặn); nước ngọt trên mặt đất ở sông ao hồ chiếm một tỷ lệ rất nhỏ (1%)

## 2. Đặc trưng của nước:

Nước được đánh giá theo 3 đặc trưng sau:

- Lượng nước.
- Chất lượng nước.
- Động thái của nước.

## 3. Đặc tính của nước:

Nước có các đặc tính sau:

- Tính vận động liên tục của nước.
- Tính lan truyền.
- Tính chu kỳ. Tính chu kỳ theo xu thế chu kỳ năm hoặc chu kỳ nhiều năm.

- Tính ngẫu nhiên: sự hình thành dòng chảy và quá trình biến đổi của nó là tổng hợp nhiều yếu tố do đó phụ thuộc chủ yếu vào sự biến đổi ngẫu nhiên của các yếu tố ảnh hưởng đến dòng chảy.

- Tính quy luật: tính quy luật không chỉ được thể hiện ở chu kỳ xuất hiện dòng chảy trong năm mà còn thể hiện ở sự biến đổi có quy luật theo không gian do chi phối bởi các yếu tố địa hình và hoạt động khí hậu của từng vùng.

## 4. Đặc thù của tài nguyên nước:

Tài nguyên nước khác với tài nguyên khác là ở chỗ nước có đặc thù **làm lợi** và **gây hại**. Nhiệm vụ của con người là khai thác mặt lợi và phòng chống mặt hại của nước.

## II. KHAI THÁC TÀI NGUYÊN NƯỚC

Việc khai thác sử dụng tài nguyên nước, con người đã thực hiện từ khi mới xuất hiện ở hành tinh này, tuy nhiên do sự phát triển của xã hội việc khai thác tài nguyên nước ngày càng tiến bộ và hiện đại hơn. Tài nguyên nước được khai thác phục vụ cho con người ở các lĩnh vực sau:

### 1. Khai thác nước phục vụ cho công nghiệp và dân sinh:

Con người sống được phải có nước, với vùng nông thôn thì việc khai thác nước sinh hoạt giản đơn như việc khai thác nước từ sông, suối, đào giếng, ... Nhưng ở thành phố và khu công nghiệp thì việc giải quyết nước phục vụ cho sản xuất và sinh hoạt lại là vấn đề lớn cần được nghiên cứu cẩn thận để có công trình cấp phục vụ đầy đủ cho hiện tại và sự phát triển của thành phố trong tương lai.

### 2. Khai thác nước phục vụ cho nông nghiệp:

Việc dùng nước để tưới cho cây trồng con người đã thực hiện từ xa xưa. Đến nay các công trình thủy lợi phục vụ tưới đã phát triển rộng khắp ở các quốc gia với trình độ kỹ thuật và quy mô phục vụ khác nhau.

### 3. Lợi dụng năng lượng nước để phát điện:

Người ta đã lợi dụng thế năng của nước với lưu lượng nhất định làm quay tuabin thủy điện, tuabin này kéo theo máy phát để phát điện.

Thủy điện ở nước ta phát triển khá mạnh, hiện nay công suất các trạm thủy điện đã chiếm phần lớn công suất điện chung của cả nước.

4. Lợi dụng môi trường nước để giao thông thủy lợi.

5. Lợi dụng môi trường nước để nuôi trồng thủy sản.

### III. PHÒNG CHỐNG MẶT HẠI CỦA NƯỚC

#### 1. Phòng chống úng:

Người ta đã xây dựng các công trình tiêu úng để thực hiện việc tiêu tháo nước thừa ra khỏi khu trồng trọt bảo đảm cho cây trồng không bị ngập, ổn định năng suất cây trồng.

#### 2. Phòng chống lũ lụt:

Để phòng chống lũ lụt người ta đã xây dựng đê sông, đê biển, công trình thoát lũ... để phòng chống sự uy hiếp của lũ.

#### 3. Phòng chống xói mòn đất:

Để thực hiện phòng chống xói mòn đất người ta đã dùng kỹ thuật canh tác hợp lý, trồng và bảo vệ rừng, xây dựng các công trình chống sạt lở và bảo vệ đất trồng trọt.

### IV. NHIỆM VỤ VÀ NỘI DUNG CỦA MÔN HỌC THỦY VĂN

Từ các yêu cầu của các ngành lợi dụng tài nguyên nước, cần phải tính toán lượng nước đến từ sông suối để làm cơ sở đưa ra các giải pháp công trình thích hợp. Mặt khác từ các yêu cầu bảo vệ để phòng

trừ mặt hại của nước cũng cần tính toán lượng nước đến gây hại để từ đó đề xuất các giải pháp công trình thích hợp.

Môn học thủy văn công trình có nhiệm vụ xác định cân bằng nước trong hệ thống khi cấu trúc hệ thống và các yêu cầu nước được xác định. Nhiệm vụ cơ bản của môn học là:

- Đánh giá tiềm năng tài nguyên nước trong hệ thống.
- Tính toán cân bằng nước.
- Xác định quy luật thay đổi của đặc trưng nguồn nước thủy văn công trình không đi sâu nghiên cứu những quy luật của quá trình dòng chảy (như môn Thủy lực) mà nghiên cứu các phương pháp tính toán các đặc trưng thủy văn, tính toán cân bằng nước khi lập các quy hoạch và thiết kế hệ thống nguồn nước.

Nội dung của môn học Thủy văn công trình là cung cấp những kiến thức cơ bản về:

- Sự hình thành dòng chảy trên sông ngòi.
- Phương pháp xác định các đặc trưng thủy văn phục vụ cho quy hoạch thiết kế công trình.
- Nguyên lý cơ bản về cân bằng nước và tính toán điều tiết dòng chảy phục vụ cho các ngành dùng nước.

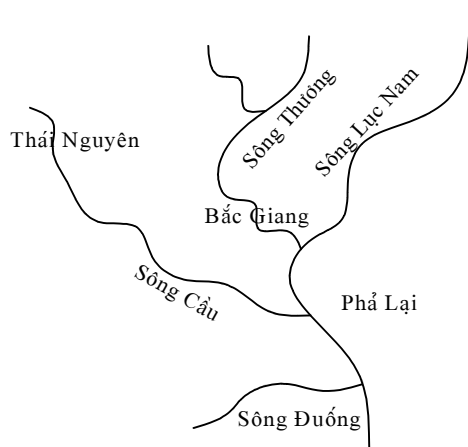
## Chương II:

### SĂNG NGOÀI VÀI SẼU HỌNH THÀNH DOÌNG CHÁY SĂNG NGOÀI

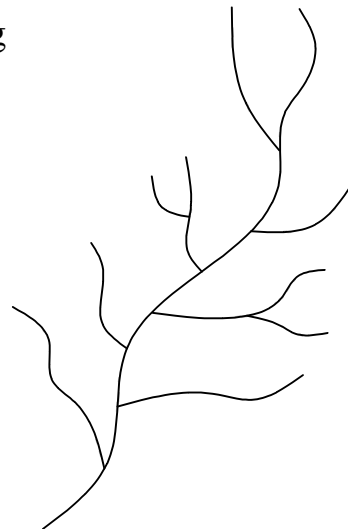
#### I. HỆ THỐNG SÔNG NGÒI

Nước mưa rơi xuống đất một phần tổn thất do bốc hơi, một phần ngấm vào đất, phần còn lại chảy trên sườn dốc tập trung vào các rãnh nước rồi sau đó tạo thành khe suối và chảy về hạ lưu hình thành hệ thống sông ngòi. Hệ thống sông ngòi gồm có sông chính cùng với sông nhánh và các khe suối tập trung nước về dòng sông đó. Hình dáng của hệ thống sông ngòi có thể phân thành các loại sau:

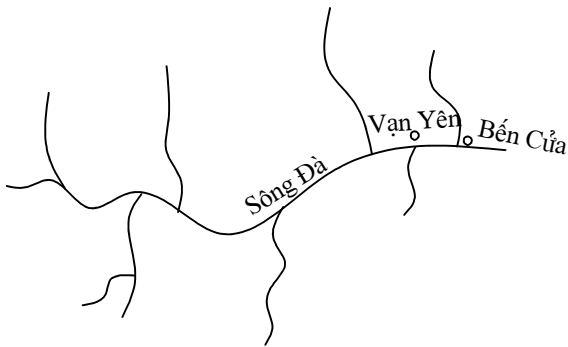
- Hệ thống sông hình nan quạt
- Hệ thống sông hình lông chim
- Hệ thống sông hình cành cây
- Hệ thống sông hình song song



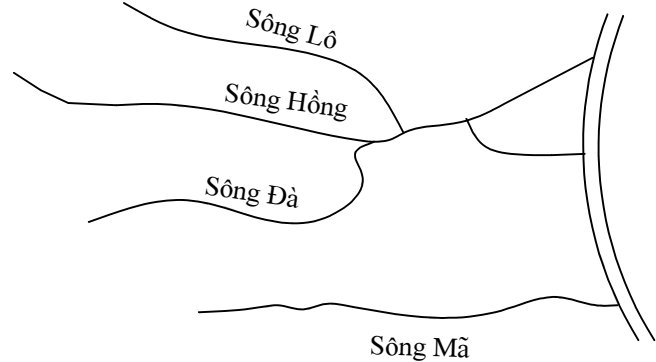
Sông hình nan quạt



Sông hình lông chim



Sông hình cành cây



Sông hình song song

## II. LƯU VỰC SÔNG VÀ ĐẶC TRƯNG CỦA LƯU VỰC SÔNG

### 1. Lưu vực sông:

Lưu vực sông là phần diện tích mặt đất mà trước đó chảy ra sông, nó chính là diện tích tập trung nước của sông. Lưu vực của mặt cắt không chế là phần diện tích tập trung nước để đổ vào mặt cắt sông đó.

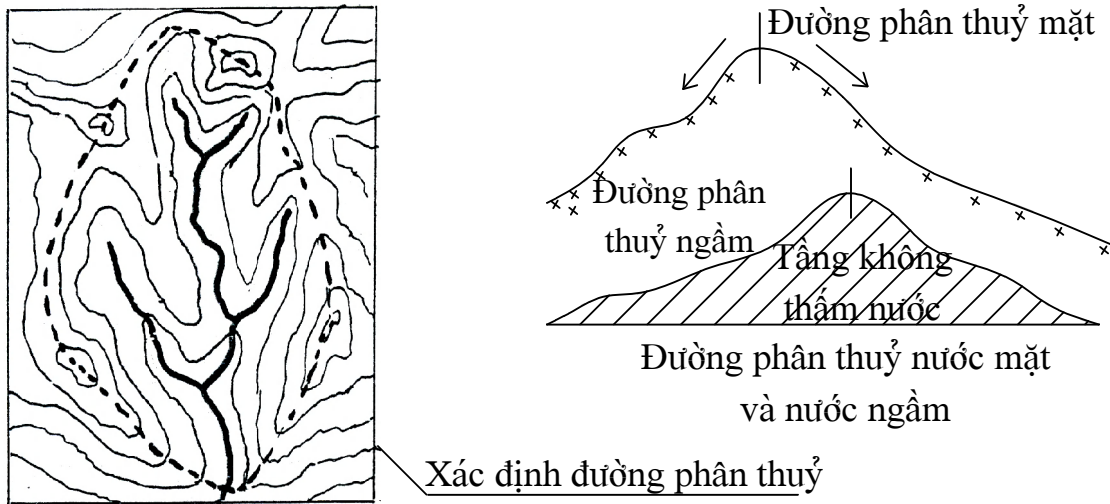
### 2. Đường phân thủy của lưu vực:

Đường phân thủy nước mặt là đường nối các điểm cao nhất xung quanh lưu vực, nước mưa rơi xuống 2 phía của đường phân thủy sẽ chảy vào 2 lưu vực sông khác nhau.

Đường phân thủy nước ngầm là đường nối các điểm cao nhất của tầng không thấm trên cùng xung quanh lưu vực. Khi nước ngầm xuống 2 bên của đường phân thủy ngầm thì nước chảy vào 2 sông khác nhau. Việc xác định đường phân thủy ngầm rất khó khăn và tốn kém do đó



người ta thường lấy đường phân thủy mặt làm đường phân thủy chung của lưu vực.



### 3. Các đặc trưng hình thái của khu vực:

#### a. Diện tích lưu vực $F$ ( $km^2$ ):

Diện tích không chế bởi đường phân thủy của lưu vực được gọi là diện tích lưu vực, ký hiệu là  $F$  được tính bằng  $km^2$ .

#### b. Chiều dài sông chính $L$ (km):

Chiều dài sông chính là chiều dài đường chủ lưu của dòng sông chính từ nguồn ra cửa sông, ký hiệu là  $L$  đơn vị tính là km.

#### c. Chiều dài lưu vực $L_1$ (km):

Chiều dài lưu vực là đường gấp khúc nối các trung điểm mặt cắt ngang lưu vực từ nguồn ra cửa sông, mặt cắt ngang này thẳng góc với dòng chảy. Thường người ta xem chiều dài sông chính tương đương với chiều dài lưu vực,  $L \approx L_1$ .

**d. Chiều rộng bình quân lưu vực B (km):**

Chiều rộng bình quân lưu vực được xác định như sau:

$$B = \frac{F}{L_1} (\text{km})$$

**e. Hệ số hình dáng của lưu vực  $K_d$ :**

Hệ số hình dáng của lưu vực được xác định như sau:

$$K_d = \frac{F}{L_1^2} = \frac{L_1 \cdot B}{L_1 \cdot L_1} = \frac{B}{L_1}$$

**f. Độ cao bình quân của lưu vực  $H_{bq}$ :**

Độ cao bình quân của lưu vực được xác định trên bản đồ địa hình theo công thức sau:

$$H_{bq} = \frac{\sum f_i \cdot h_i}{\sum f_i} = \frac{\sum f_i \cdot h_i}{F}$$

$h_i$  : cao trình bình quân giữa 2 đường đồng mức

$f_i$  : diện tích giữa 2 đường đồng mức

F : diện tích lưu vực

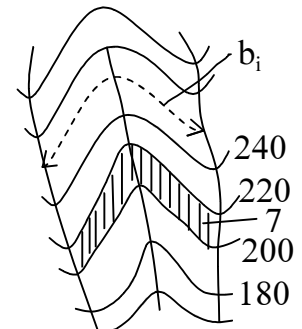
**g. Độ dốc bình quân của lưu vực  $I_{bq}$ :**

Độ dốc bình quân của lưu vực được xác định trên bản đồ địa hình theo công thức sau:

$$I_{bq} = \Delta h \cdot \frac{\sum b_i}{\sum f_i}$$

$b_i$  : chiều dài bình quân giữa 2 đường đồng mức

$\Delta h$  : chênh lệch giữa 2 đường đồng mức



F : diện tích giữa 2 đường đồng mức

***h. Mật độ lưới sông D (km/km<sup>2</sup>):***

Mật độ lưới sông được xác định như sau:

$$D = \frac{\sum L_i}{F}$$

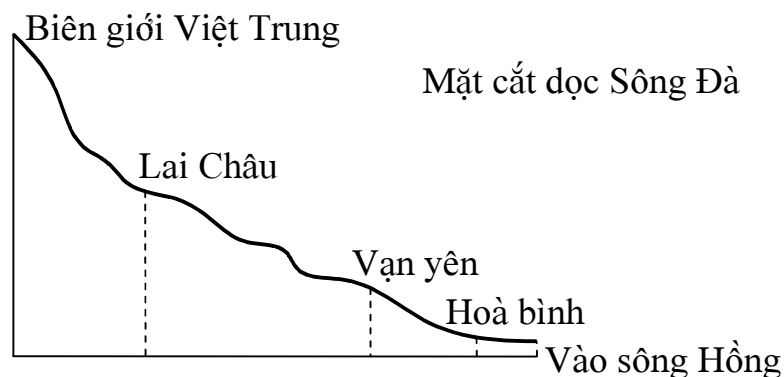
$\sum L_i$  : tổng chiều dài của tất cả sông suối trong lưu vực (thường thống kê đối với những con sông có chiều dài từ 100km trở lên)

F : diện tích lưu vực

**4. Đặc trưng của dòng sông:**

***a. Mặt cắt dọc của sông:***

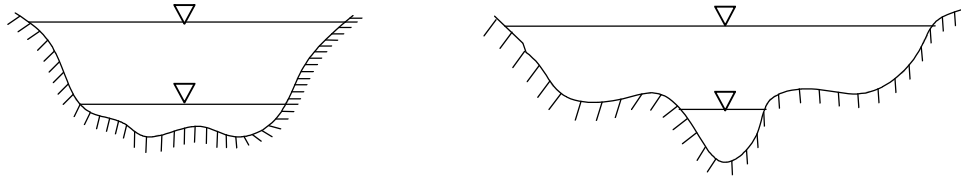
Mặt cắt dọc của sông là mặt cắt theo chiều dòng chảy qua trục lòng sông. Bản đồ mặt cắt dọc sông cho ta biết sự hình thành phân bố độ dốc dòng sông:



***b. Mặt cắt ngang:***

Mặt cắt ngang của sông tại một vị trí nào đó là mặt cắt vuông góc với hướng dòng chảy tại vị trí đó. Mặt cắt ngang của sông cho ta

biết phần lòng sông (là phần sông nước chảy vào mùa kiệt) và phần bãi sông (là phần đất đai bị ngập vào mùa lũ)



Mặt cắt ngang sông

**c. Độ dốc mặt nước:**

Độ dốc mặt nước là tỷ số độ chênh mực nước  $\Delta H$  tại 2 mặt cắt với khoảng cách  $L$ .

$$i = \frac{\Delta H}{L} = \frac{H_1 - H_2}{L}$$

Trong một con sông thì  $i$  nhỏ dần từ nguồn đến cửa sông.

### III. SỰ HÌNH THÀNH DÒNG CHẢY SÔNG NGÒI

#### 1. Khái niệm về dòng chảy sông ngòi và hình thành dòng chảy:

Dòng chảy là lượng nước của lưu vực chảy qua mặt cắt cửa ra sau một thời gian nhất định cùng với sự thay đổi của nó trong thời gian đó. Theo nguồn gốc của dòng chảy thì người ta chia dòng chảy ra 2 phần: dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm.

- Dòng chảy mặt hình thành do nước trên mặt lưu vực sinh ra (từ mưa hoặc tuyết tan) và tập trung về tuyến cửa ra. Dòng chảy mặt chỉ hình thành trong thời kỳ có mưa.

- Dòng chảy ngầm do nước ngầm cung cấp cho sông. Dòng chảy ngầm hình thành cả trong thời kỳ có mưa và thời kỳ không có mưa, chính dòng chảy ngầm đã làm cho con sông quanh năm có nước.

Dòng chảy trong sông ở nước ta đều do mưa tạo thành, khi mưa rơi xuống một phần tạo thành dòng chảy mặt, phần còn lại ngấm xuống đất và tạo thành dòng chảy ngầm cung cấp cho hệ thống sông.

Một trong những đặc thù của dòng sông là sự tồn tại tính chu kỳ. Xét trong thời gian dài (nhiều năm) thì có những năm liên tục dòng chảy dồi dào rồi có những năm liên tục lượng nước nghèo kiệt. Nếu xét trong một năm bình thường thì có thời kỳ nhiều nước vào các tháng mùa mưa gọi là dòng chảy lũ và có thời kỳ ít nước vào các tháng mùa khô ta gọi là dòng chảy kiệt. Trong thời kỳ mùa lũ dòng chảy sinh ra chủ yếu là dòng chảy mặt, còn thời kỳ mùa kiệt thì nước ngầm là nguồn cung cấp chính cho sông ngòi. Thời kỳ bắt đầu vào mùa lũ và mùa kiệt phụ thuộc vào điều kiện khí hậu từng vùng.

## 2. Các đặc trưng biểu thị dòng chảy:

Dòng chảy được biểu thị qua các đặc trưng sau:

### *a. Lưu lượng $Q$ ( $m^3/s$ ):*

Lưu lượng là lượng nước chảy qua mặt cắt trong một đơn vị thời gian ( $m^3/s$  hoặc  $l/s$ ). Lưu lượng trên sông thay đổi theo thời gian. Đồ thị biểu thị sự thay đổi đó gọi là đường quá trình lưu lượng  $Q(t)$ . Lưu

lượng bình quân trong thời gian T, được xác định từ đường quá trình lưu lượng như sau:

$$\bar{Q} = \frac{1}{T} \int_0^T Q(t) dt$$

***b. Tổng lượng dòng chảy W (m<sup>3</sup>):***

Tổng lượng dòng chảy là lượng nước chảy ra mặt cắt cửa ra trong thời gian ΔT nào đó (tháng, mùa, năm)

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

***c. Độ sâu dòng chảy của lưu vực Y (mm):***

Độ sâu dòng chảy lưu vực là tỷ số giữa tổng lượng dòng chảy W(m<sup>3</sup>) với diện tích lưu vực F (km<sup>2</sup>)

$$Y = \frac{10^3 W}{10^6 F} = \frac{W}{10^3 F} \text{ (mm)}$$

Trong đó: W (m<sup>3</sup>), F (km<sup>2</sup>)

***d. Modum dòng chảy M (l/s - km<sup>2</sup>)***

Modum dòng chảy là lưu lượng dòng chảy trên một đơn vị diện tích của lưu vực:

$$M = \frac{10^3 \cdot Q}{F} \text{ (l/s - km}^2\text{)} \quad \text{Trong đó: } Q \text{ (m}^3\text{/s), } F \text{ (km}^2\text{)}$$

***e. Hệ số dòng chảy α:***

Hệ số dòng chảy là tỷ số giữa lưu lượng dòng chảy và lượng mưa

$$\alpha = \frac{Y}{X} \quad \text{Trong đó: } X \text{ (mm), } Y \text{ (mm)}$$

#### IV. NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN DÒNG CHẢY SÔNG NGÒI

##### 1. Mưa:

Mưa là nhân tố chủ yếu của sự hình thành dòng chảy.

##### *a. Đặc trưng biểu thị của mưa:*

- Lượng mưa: lượng mưa trong một thời đoạn nào đó là lớp nước mưa được tính bằng mm trong thời đoạn đó. Ví dụ: mưa ngày (mm/ngày); mưa tháng (mm/tháng); mưa năm (mm/năm). Lượng mưa năm thường dùng để so sánh về lượng mưa giữa các vùng. Lượng mưa tháng thường dùng để so sánh lượng mưa giữa các tháng trong năm hoặc giữa các mùa.

- Cường độ mưa tức thời: cường độ mưa tức thời  $a_t$  là lượng mưa đo được trong thời gian đơn vị (mm/phút) (mm/h)

- Lượng mưa trong thời đoạn  $\Delta T$ : được ký hiệu là:  $H_{\Delta T}$ .

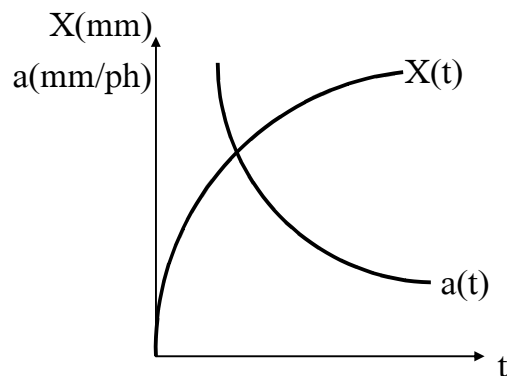
$$H_{\Delta T} = \sum_1^n \bar{a} \Delta t$$

$\bar{a}_t$  : cường độ mưa bình quân trong thời đoạn  $\Delta T$

$n$  : số thời đoạn tính toán

Nếu lượng mưa càng lớn thì dòng chảy lớn, và cường độ mưa lớn thì dòng chảy cũng sẽ lớn. Nhưng trong quy luật khí tượng thì khi lượng

mưa lớn thì cường độ mưa lại nhỏ và ngược lại khi cường độ mưa lớn thì lượng mưa lại nhỏ. Ta vẫn thấy được rằng với trận mưa rào thì



cường độ mưa rất lớn trong thời gian ngắn và lượng mưa vẫn nhỏ hơn những trận mưa dài ngày với cường độ mưa nhỏ hơn. Vậy ta phải tìm với trận mưa mấy ngày sẽ cho dòng chảy lớn nhất.

Mưa rào thường gây lũ nên cần phải nghiên cứu kỹ.

Tiêu chuẩn mưa rào của Việt Nam

$\Delta t$ (ph)	5'	10'	30'	60'	240'	1440'
X (mm)	4,0	6,5	11,0	14,0	20,0	50,6
a (mm/ph)	0,8	0,66	0,35	0,23	0,08	0,035

***b. Phân loại mưa:***

- *Mưa đối lưu:* Về mùa hè lớp không khí ẩm sát mặt đất do mặt trời đốt nóng lớp không khí này bốc lên tạo thành lớp không khí đối lưu với lớp không khí lạnh trên cao gây hiện tượng mất nhiệt, hơi nước ngưng tụ lại gây mưa kèm theo hiện tượng sấm sét, loại mưa này gọi là mưa đối lưu có cường độ lớn nhưng trên phạm vi hẹp.

- *Mưa địa hình:* Khối không khí ẩm trên đường di chuyển gặp núi cao, khối không khí này sẽ bốc lên cao gây hiện tượng lạnh vì động lực. Hơi nước ngưng tụ lại gây mưa ở sườn đón gió (như ở phần Tây Trường Sơn), phần bên kia sườn núi cao gió không còn mang hơi nước nên bị nóng lên vì ma sát (như hiện tượng gió Lào ở Đồng Trường Sơn vùng Bắc trung bộ)



- *Mưa gió xoáy*: Là mưa do hiện tượng gió xoáy gây ra, loại mưa này lượng mưa lớn, phạm vi rộng, thời gian kéo dài thường sinh lụt lội.

Mưa gió xoáy gồm các loại sau:

+ Mưa frong lạnh: Mưa frong lạnh là khi khí đoàn lạnh di chuyển gặp khí đoàn nóng ẩm, khí đoàn nóng bị mất nhiệt làm ngưng tụ hơi nước sinh ra mưa.

+ Mưa frong nóng: Mưa frong nóng là khi khí đoàn nóng di chuyển gặp khí đoàn lạnh, khí đoàn nóng bị mất nhiệt tụ mây gây ra mưa.

+ Mưa bão: Khi có bão gió xoáy rất mạnh hút không khí ẩm lên cao, khối không khí này bị lạnh đi và sinh ra mưa lớn. Ở nước ta bão là nguyên nhân chủ yếu gây ra mưa lớn trong mùa mưa.

### ***c. Chế độ mưa:***

Nước ta nằm ở vùng nhiệt đới gió mùa nên trong một năm phân thành 2 mùa rõ rệt: mùa mưa và mùa khô. Mùa mưa ở mỗi nơi đều có khác nhau, có vùng mùa mưa bắt đầu sớm, có vùng mùa mưa bắt đầu muộn, nhưng nói chung trong mùa mưa thường chỉ 4 - 5 tháng nhưng chiếm một lượng mưa rất lớn so với toàn năm.

### ***d. Phương pháp tính mưa bình quân lưu vực:***

Lượng mưa trên lưu vực không đồng đều bởi vậy phải bố trí các trạm đo mưa cho hợp lý, đại diện được cho lưu vực đó. Lượng mưa

bình quân lưu vực trong năm hoặc tháng thường tính theo một số phương pháp sau:

- *Phương pháp bình quân số học:*

Lượng mưa bình quân được tính theo công thức sau:

$$\bar{X} = \frac{\sum_1^n X_i}{n}$$

$n$  : số trạm đo

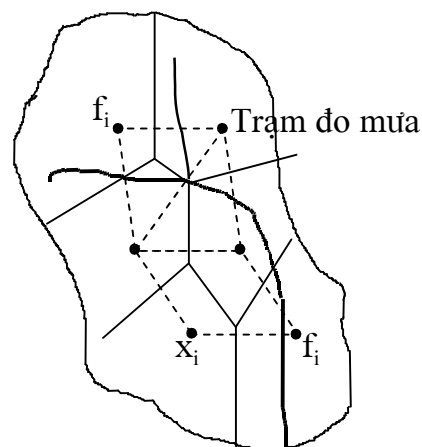
$X_i$  : lượng mưa ở trạm thứ  $i$



Phương pháp này sử dụng khi trên lưu vực có nhiều trạm đo mưa và bố trí vị trí đặc trưng.

- *Phương pháp đa giác:*

Phương pháp này coi lượng mưa đo được của một trạm đại diện cho một vùng xung quanh trạm đo, hình dáng của vùng đo mỗi trạm phụ trách có dạng đa giác. Cách thực



hiện: đầu tiên nối các trạm với nhau để thành hình tam giác, sau đó vẽ các đường trung trực của tam giác sẽ hình thành hình đa giác do mỗi trạm phụ trách.

Lượng mưa bình quân được tính như sau:

$$\bar{X} = \frac{\sum_1^n f_i X_i}{\sum_1^n f_i}$$

$f_i$  : diện tích đo trạm thứ  $i$  phụ trách

$X_i$  : lượng mưa của trạm thứ  $i$

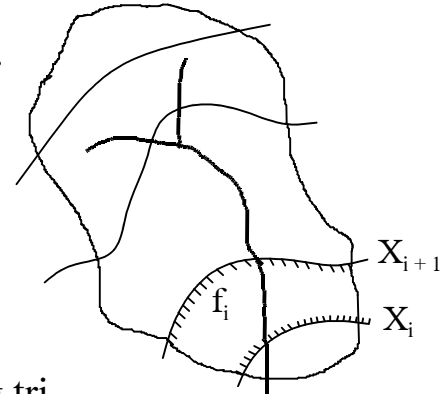
$\sum_1^n f_i = F$  : diện tích lưu vực

- Phương pháp đường đẳng trị:

Đường đẳng trị mưa được cơ quán khí tượng lập trên cơ sở tài liệu của các trạm.

Lượng mưa bình quân được xác định như sau:

$$\bar{X} = \frac{\sum_1^n f_i \left( \frac{X_i + X_{i+1}}{2} \right)}{F}$$



$f_i$  : diện tích nằm giữa hai đường đẳng trị

$X_i, X_{i+1}$  : lượng mưa tương ứng của hai đường đẳng trị

## 2. Bốc hơi Z:

Bốc hơi là lượng nước thoát khỏi mặt đất. Lượng bốc hơi được tính bằng mm/ngày, mm/tháng, mm/năm. Yếu tố bốc hơi ảnh hưởng đến mưa và dòng chảy.

## 3. Gió, bão:

Gió ảnh hưởng đến bốc hơi và mưa vì gió vận chuyển hơi nước làm tăng khả năng bốc hơi, làm nhiều động không khí sinh mưa. Gió có 2 đặc trưng chủ yếu: hướng gió và cấp gió.

Năm 1805, Bô-pho đã đưa ra bảng cấp gió như sau:

Gió được chia làm 12 cấp, gió cấp 6, cấp 7 gọi là áp thấp nhiệt đới, gió từ cấp 8 đến cấp 12 là bão.

Cấp	V/(m/s)	V(km/h)	Trên mặt biển	Trên mặt đất
0	< 0,3		Yên lặng	Khói lên thẳng
1	0,3 - 1,5	1 - 6	Thuyền cá chòng chành	Khói hơi lệch
2	1,6 - 3,3	6 - 12	Thuyền buồm đi được 2 - 3 hải lý / h	Mặt người thấy mát, lá cây xào xạc
3	3,4 - 5,4	12 - 20	Thuyền buồm lác, thuyền đi 3 - 4 hải lý / h	Cành cây nhỏ lay động lá cờ mở rộng
4	5,5 - 7,9	20 - 30	Thuyền buồm nếu cần buồm thì sẽ nghiêng 1 bên	Gió tung bụi, vụn giấy bay, cành cây nhỏ bị lác
5	8,0 - 10,7	30 - 40	Thuyền cá phải thu hẹp buồm	Cây nhiều lá bị lay động, sóng nhỏ trên mặt hồ
6	10,8 - 13,7	40 - 50	Đánh cá sẽ nguy hiểm	Cành cây lớn lay động, dây điện kêu vi vu, dù khó mở
7	13,9 - 17,1	50 - 62	Thuyền cá phải về bến, tàu lớn phải thả neo	Toàn cây lay động, người đi thấy lực cản
8	17,2 - 20,7	62 - 75	Thuyền cá phải về bến, tàu lớn phải thả neo	Cành cây nhỏ bị gãy, người đi bị cản mạnh
9	20,8 - 24,4	75 - 90	Thuyền cá phải về bến, tàu lớn phải thả neo	Ổng khói có thể bị gãy
10	24,5 - 28,4	90 - 100	Thuyền cá phải về bến, tàu lớn phải thả neo	Cành cây bị gãy trên mặt đất ít khi gặp
11	28,5 - 33,5	100 - 120	Thuyền cá phải về bến, tàu lớn phải thả neo	Tổn thất nhiều, trên mặt đất ít khi gặp
12	> 33,5	> 120	Thuyền cá phải về bến, tàu lớn phải thả neo	Tổn thất nghiêm trọng, trên mặt đất rất hiếm.

#### 4. Độ ẩm không khí:

Độ ẩm không khí ảnh hưởng đến mưa. Độ ẩm không khí là mật độ hơi nước có trong không khí. Độ ẩm không khí được biểu thị bằng độ ẩm tuyệt đối và độ ẩm tương đối.

#### 5. Nhân tố mặt đệm:

*a. Vị trí địa lý:* Vị trí địa lý lưu vực biểu thị bằng kinh độ, vĩ độ, các nhân tố khí hậu thay đổi theo vĩ độ và độ cao của lưu vực.

*b. Đặc tính thổ nhưỡng và địa chất:* Thổ nhưỡng địa chất thể hiện ở tính thấm của đất, có quan hệ đến dòng chảy ngầm và mặt.

*c. Lớp phủ thực vật:* Lớp phủ thực vật làm tăng độ ngấm của đất. Nếu đất xốp rời rạc thì lượng ngấm tăng tạo dòng chảy ngầm lớn, dòng chảy trên sông sẽ điều hoà hơn. Lớp phủ thực vật có tác dụng chống xói mòn đất.

*d. Ao hồ đầm lầy:* Có tác dụng điều tiết dòng chảy.

#### 6. Hoạt động của con người:

- Nông nghiệp: kỹ thuật canh tác nông nghiệp ảnh hưởng tốt, xấu đến dòng chảy.

- Lâm nghiệp: bảo vệ rừng và khai thác rừng.

- Thuỷ lợi: công trình thuỷ lợi sẽ điều tiết dòng chảy

## Chương III:

### PHẪNG PHÁP THĂNG KÃ XÁC SUẤT TRONG TÊN THOÁN THUYỈ VẢN

#### I. CƠ SỞ CỦA VIỆC ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP THỐNG KÊ XÁC SUẤT TRONG TÍNH TOÁN THUYỈ VẢN

Như trên đã trình bày, nước có 2 đặc thù làm lợi và gây hại. Con người phải khai thác mặt lợi và phòng chống mặt hại của nước, muốn thế phải biết được nguồn nước khai thác và nguồn nước gây hại. Để thấy được tính chất cần thiết dùng phương pháp thống kê xác suất trong tính toán thủy văn, ta xem xét hai ví dụ sau:

##### Ví dụ 1: Công trình khai thác mặt lợi của nước

Ví dụ theo yêu cầu dùng nước của khu dân cư và khu công nghiệp của một thành phố cần phải xây dựng một nhà máy nước với lưu lượng  $Q = 3\text{m}^3/\text{s}$ , nguồn nước được lấy từ sông với tần suất bảo đảm  $P = 95\%$  (tức là về mặt lý thuyết trung bình trong 100 năm nguồn nước phải bảo đảm được 95 năm). Như vậy vấn đề đặt ra là nguồn nước sông đó có bảo đảm theo yêu cầu đặt ra hay không. Vì dòng chảy trên sông là một hiện tượng ngẫu nhiên nên cũng có thể bảo đảm và cũng có thể không bảo đảm đủ nước. Do đó ta phải dùng phương pháp thống kê xác suất lưu lượng trên sông để tìm ra lưu lượng ứng với tần suất bảo đảm của nó.

## Ví dụ 2: Công trình phòng trừ mặt hại của nước

Ví dụ đề bảo vệ một thành phố và khu công nghiệp nằm ven sông thường hay xảy ra lũ lụt, người ta đưa ra dự án xây dựng đê sông để chống lũ, với yêu cầu chống được con lũ 200 năm gặp một lần (tức là với tần suất  $P = 0,5\%$ ). Vậy phải thiết kế đê sông đó với cao trình đỉnh là bao nhiêu. Vì cao trình mực nước lũ ở sông là một hiện tượng ngẫu nhiên nên không thể khẳng định được trị số chính xác. Ta không thể dùng số liệu đo đạc vài năm mà tính toán được mà phải dùng phương pháp thống kê xác suất để xác định mực nước sông theo tần suất thiết kế, từ đó mới có cơ sở để xác định cao trình đỉnh đê bảo vệ thành phố.

## II. XÁC SUẤT, ĐẠI LƯỢNG NGẪU NHIÊN VÀ LUẬT PHÂN PHỐI XÁC SUẤT CỦA ĐẠI LƯỢNG NGẪU NHIÊN

### 1. Xác suất:

*a. Định nghĩa:* Xác suất là số đo khả năng xuất hiện của một biến cố ngẫu nhiên. Xác suất lớn thì biến cố có khả năng xuất hiện nhiều hơn.

*b. Công thức tính xác suất:* Công thức cổ điển để tính xác suất là:

$$P_{(A)} = \frac{m}{n} = \frac{\text{Số biến cố cho A xuất hiện}}{\text{Tổng số các biến cố}}$$

$m$  : số biến cố thuận lợi cho việc xuất hiện hiện tượng A

$n$  : tổng số các biến số

Ví dụ: gieo đồng tiền thì  $P(\text{sấp}), P(\text{ngửa})$  đều bằng nhau

$$P(\text{sấp}) = P(\text{ngửa}) = \frac{m}{n} = \frac{1}{2}$$

Ví dụ: gieo một con xúc xắc 6 mặt thì việc xuất hiện của mỗi mặt là đồng khả năng, tức là:

$$P(1) = P(2) = P(3) = P(4) = P(5) = P(6) = 1/6$$

## 2. Tần suất:

Xác suất là nói đến các biến cố xuất hiện đồng khả năng, nên ta có thể suy ra được sự xuất hiện của chúng. Nhưng trong tự nhiên, trong kỹ thuật, trong đo đạc thực nghiệm ta không thể dự đoán được sự xuất hiện của biến cố nào đó bằng hình thức suy luận đơn giản như trên. Do đó ta phải có phương pháp tính phù hợp đó là phương pháp thống kê. Thống kê các kết quả quan sát các biến cố hiện tượng và sự xuất hiện của nó người ta thường dùng khái niệm tần suất:

$$\text{Tần suất (P)} = \frac{\text{Số lần xuất hiện của biến cố A trong thí nghiệm}}{\text{Tổng số lần thí nghiệm}} = \frac{m}{n}$$

Khi số lần thí nghiệm rất lớn,  $n$  tiến tới vô cùng thì tần suất sẽ tiến dần tới xác suất:

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}$$

Trong thực tế người ta thường dùng phần trăm để tính toán tần suất:

$$P = \frac{m}{n} 100\%$$



*Tính chất của xác suất:* xác suất tổng các biến cố xung khắc bằng tổng xác suất riêng lẻ của các biến cố đó.

Ví dụ: Tại một trạm thủy văn ta đo được mực nước lớn nhất của mỗi năm trong vòng 15 năm được xếp thứ tự từ lớn đến bé như sau:

14,5	13,8	11,9	10,5	9,8
14,3	13,5	11,5	10,2	9,5
14,0	13,3	11,5	10,0	9,0

Như vậy xác suất xuất hiện của mỗi biến cố là:  $\frac{1}{15}$

Nếu ta cần tìm xác suất của  $H_{\max} \geq 14,0$ , theo tính chất trên có:

$$\begin{aligned} P_{(\geq 14,0)} &= P_{(14,5)} + P_{(14,3)} + P_{(14,0)} \\ &= \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} = \frac{3}{15} = 0,2 \end{aligned}$$

### 3. Đại lượng ngẫu nhiên:

*Đại lượng ngẫu nhiên* là một đại lượng mà trong kết quả thí nghiệm nó có thể xuất hiện giá trị này hay giá trị khác không thể biết trước được, nhưng sau khi thí nghiệm bao giờ nó cũng nhận một giá trị cụ thể. Ví dụ: tung một con xúc xắc 6 mặt, trước khi tung ta không biết nó sẽ xuất hiện mặt nào, nhưng ta biết kết quả của nó dứt khoát sẽ là 1 trong 6 mặt đó sau khi tung.

*Đại lượng ngẫu nhiên liên tục:* Đại lượng ngẫu nhiên được gọi là liên tục, nếu trong khoảng  $[a, b]$  đại lượng đó nhận vô số giá trị, trong đó  $a, b$  là 2 giá trị bất kỳ trong miền giới hạn của đại lượng ngẫu nhiên

đó. Ví dụ: lưu lượng của một con sông  $Q_{\max} = 5000\text{m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{\min} = 1000\text{m}^3/\text{s}$ , thì trong khoảng từ  $1000\text{m}^3/\text{s}$  đến  $5000\text{m}^3/\text{s}$  có thể xuất hiện vô số giá trị.

*Đại lượng ngẫu nhiên rời rạc:* Đại lượng ngẫu nhiên được gọi là rời rạc nếu trong khoảng  $[a, b]$  chỉ nhận được một số lượng giá trị nhất định. Ví dụ: con xúc xắc tối đa chỉ có 6 mặt do đó ta chỉ nhận được 6 giá trị chứ không thể nhận được hơn.

Trong thủy văn lưu lượng  $Q$  và mực nước  $H$  là đại lượng ngẫu nhiên liên tục, nhưng trong tính toán thường dùng các trị số bình quân và các trị số max, min của ngày, tháng, năm nên ta có xem nó là đại lượng ngẫu nhiên rời rạc.

Trong thủy văn công trình người ta tiến hành đo đạc quan trắc các số liệu để tìm ra quy luật của biến cố ngẫu nhiên. Quy luật của biến cố phải có bao nhiêu trị số, bao nhiêu thời gian để đủ chính xác sát với thực tế. Nên khi ta nghiên cứu là chúng ta chỉ nghiên cứu một phần chứ không thể toàn bộ tổng thể số liệu được. Phần số liệu nghiên cứu ta gọi là mẫu số liệu thống kê.

#### **4. Mẫu và tổng thể số liệu thống kê:**

Muốn nghiên cứu yếu tố ngẫu nhiên trong thủy văn nói riêng hay trong thống kê học nói riêng, phải thống kê các số liệu quan trắc  $X_1, X_2, X_3, X_4 \dots X_n$ . Đó ta gọi là mẫu thống kê có dung lượng  $n$ . dung lượng tổng thể của các đặc trưng thủy văn thì không thể xác định được

vì nó là vô tận, vì tổng thể số liệu là toàn bộ các biến cố ngẫu nhiên. Trong tính toán thủy văn ta chỉ có thể nghiên cứu một phần của dung lượng tổng thể đại lượng ngẫu nhiên. Người ta gọi một phần dung lượng đó là mẫu tài liệu thống kê (tức là một đoạn tài liệu của tổng số thống kê)

Yêu cầu để có một mẫu tài liệu phản ảnh đúng tổng thể phải là:

- Mẫu đại diện cho tổng thể (trong thủy văn ít nhất phải có trị số lớn nhất, trị số nhỏ nhất và trị số trung bình).

- Mẫu phải bảo đảm được tính chất đồng nhất của số liệu thu thập.

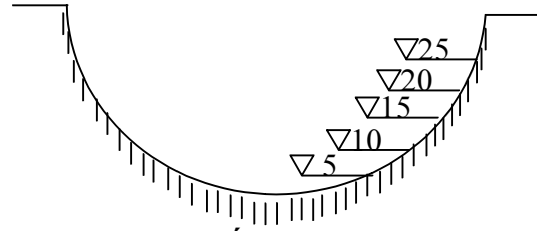
- Mẫu phải mang tính độc lập giữa các năm với nhau (mỗi năm lấy một số liệu)

Việc chọn mẫu trong tính toán thủy văn rất quan trọng, phải phân tích quy luật mẫu, phải xét đến sai số của mẫu để sai số nằm trong phạm vi cho phép.

## **5. Phân bố tần suất và đường tần suất lũy tích (đường tần suất)**

Trong tính toán thủy văn người ta dùng lý thuyết xác suất thống kê để xác định tần suất xuất hiện của đặc trưng thủy văn. Trong một đặc trưng thủy văn có giá trị xuất hiện nhiều, có giá trị xuất hiện ít, như vậy sự phân bố không đều nhau và tần suất xuất hiện cũng khác nhau.

Ví dụ: Trên một trạm đo mực nước, hằng năm đo trị số  $H_{\max}$  trong vòng 50 năm (1941 - 1990). Phân làm 4 cấp mực nước và thấy sự xuất hiện của chúng như sau:



$$H_{\max} = 20 - 25\text{m xuất hiện } 3 \text{ lần}$$

$$H_{\max} = 15 - 20\text{m xuất hiện } 14 \text{ lần}$$

$$H_{\max} = 10 - 15\text{m xuất hiện } 28 \text{ lần}$$

$$H_{\max} = 5 - 10\text{m xuất hiện } 5 \text{ lần}$$

$$\text{Tổng cộng } 50 \text{ lần}$$

Dựa vào công thức tính tần suất xuất hiện

$$P = \frac{m}{n} 100\% \text{ ta tính được tần suất xuất hiện của từng}$$

trường hợp như sau:

$$P_1 = \frac{3}{50} 100\% = 6\%$$

$$P_2 = \frac{14}{50} 100\% = 28\%$$

$$P_3 = \frac{48}{50} 100\% = 56\%$$

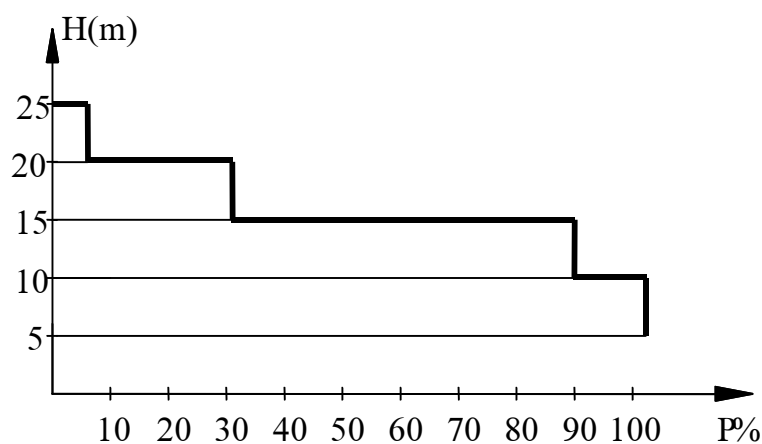
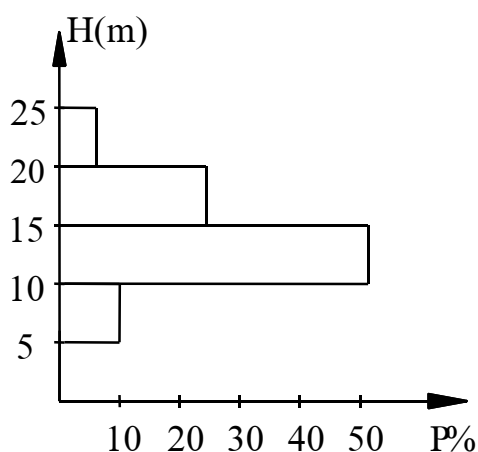
$$P_4 = \frac{5}{50} 100\% = 10\%$$

Dựa vào số liệu trên ta vẽ đường phân phối tần suất. Đường tần suất được thành lập từ đường phân phối tần suất. Theo định nghĩa ứng với một giá trị  $X$  của đại lượng ngẫu nhiên có tần suất tương ứng với giá trị đại lượng lớn hơn và bằng nó, tức là:

$$F(x \geq a) = \sum_{i=a}^a P_a$$

Để tính toán đường lũy tích tần suất lập bảng sau:

Cấp mực nước	20 - 25m	15 - 20m	10 - 15m	5 - 10m
Số lần xuất hiện	3 lần	14 lần	28 lần	5 lần
$P = \frac{m}{n} 100\%$	6%	28%	56%	10%
$F(x) = \sum P_i$	6%	34%	90%	100%



Đường tần suất lũy tích được thành lập như trên từ các đại lượng rời rạc nên có hình bậc thang. Trong thực tế nó là một đường cong liên tục.

## 6. Đường phân bố mật độ tần suất và đường tần suất:

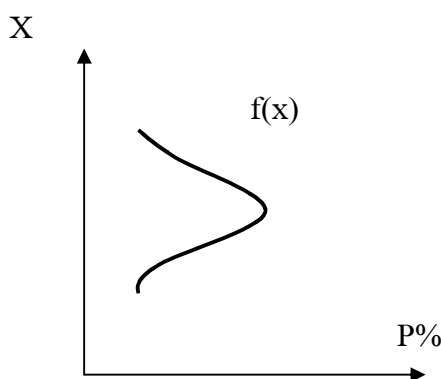
Từ ví dụ trên, ta xét các đại lượng rời rạc với 4 cấp mực nước khác nhau, mỗi cấp mực nước có trị số max mà min. Nếu ta chia  $[H_{\max} - H_{\min}]$  ra  $n$  phần tiến hành tính toán tần suất và đường lũy tích tần suất thì các đường đó có bậc thang nhỏ hơn. Nếu ta lấy  $\Delta X_i$  là tùy ý nhỏ, tức là  $\Delta X_i \rightarrow 0$  thì ta có:

+ Đường mật độ tần suất là một đường tròn.

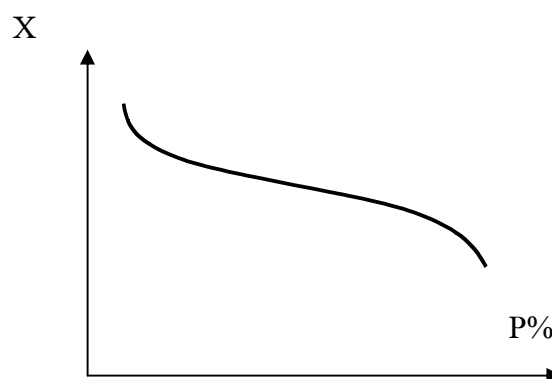
$$f(x) = \lim_{\Delta x_i \rightarrow 0} \frac{P_i}{\Delta x_i}$$

+ Đường lũy tích tần suất (tức là đường tần suất) cũng là một đường tròn:

$$P(x \geq x_i) = 1 - \int_0^{x_i} f(x) dx$$



Đường mật độ tần suất  $f(x)$



Đường tần suất  $P(x)$

## II. ĐẶC TRƯNG THỐNG KÊ CỦA ĐẠI LƯỢNG NGẪU NHIÊN

Trong tính toán thống kê xác suất người ta thường dùng các đặc trưng sau:

### 1. Trị số đặc trưng biểu thị xu thế tập trung:

#### a. Trị số bình quân $\bar{X}$

Giả sử ta có một mẫu tài liệu quan trắc  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  thì chỉ số bình quân của liệt tài liệu là:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Ví dụ: thống kê chiều cao của một đội bóng đá 20 người thì ta thấy:

- Có 3 người cao 1,6m
- Có 6 người cao 1,65m
- Có 8 người cao 1,7m
- Có 2 người cao 1,75m
- Có 1 người cao 1,8m

Theo công thức trên thì chiều cao trung bình của đội bóng là:

$$\bar{X} = \frac{3 \cdot 1,6 + 6 \cdot 1,65 + 8 \cdot 1,7 + 2 \cdot 1,75 + 1 \cdot 1,8}{20} = 1,68\text{m}$$

***b. Số đông  $X_d$ :***

Số đông  $X_d$  là trị số có khả năng xuất hiện nhiều nhất. Nếu theo ví dụ trên thì có 8 cầu thủ cao 1,7m đó chính là số đông của liệt thống kê  $X_d = 1,7$ .

**2. Trị số đặc trưng biểu thị xu thế phân tán:**

***a. Khoảng lệch lớn nhất  $\Delta_{max}$ :***

- Khoảng lệch lớn nhất là giá trị chênh lệch của trị số lớn nhất và trị số nhỏ nhất của liệt thống kê.

$$\Delta_{max} = X_{max} - X_{min}$$

Nếu theo ví dụ về chiều cao của đội bóng đá như đã nói trên thì:

$$\Delta_{max} = 1,80 - 1,60 = 0,2\text{m}$$

Khoảng lệch lớn nhất một phần nói lên mức độ phân tán nhưng không mang tính chất đại biểu cho liệt thống kê nên ít dùng.

**d. Khoảng lệch quân phương  $\sigma_x$ :**

Khoảng lệch quân phương được xác định như sau:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

$X_i$  - trị số của liệt tài liệu thống kê

$\bar{X}$  - trị số bình quân của liệt thống kê

$n$  - số liệu thống kê

$\sigma$  - có cùng đơn vị với  $X$

$\sigma$  phản ánh được mức độ phân tán của liệt thống kê,  $\sigma$  nhỏ nói lên sự phân tán bé và ngược lại. Vì  $\sigma$  có thứ nguyên nên không thể dùng so sánh với liệt thống kê khác đơn vị.

**c. Hệ biến động  $C_v$ :**

Hệ số biến động  $C_v$  khắc phục được nhược điểm của khoảng lệch quân phương, hệ số biến động  $C_v$  không có thứ nguyên và tính toán như sau:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}}{\frac{1}{n} \sum X_i} = \frac{\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}}{\bar{X}}$$

$$\text{Đặt } K_i = \frac{X_i}{\bar{X}} \text{ tức là } X_i = K_i \cdot \bar{X}$$

$$\text{Vậy } C_v = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (K_i - 1)^2}$$



#### d. Hệ số thiên lệch $C_s$ :

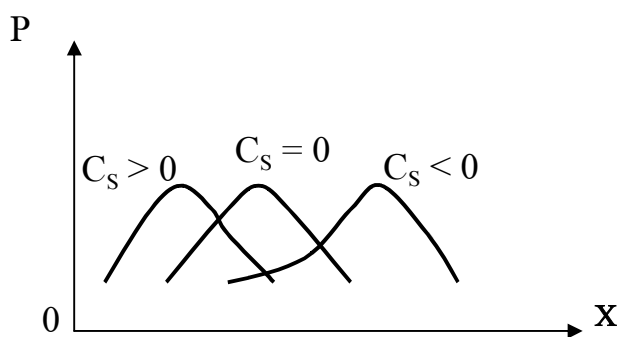
Hệ số thiên lệch phản ánh hình dáng của đường phân bố tần suất lệch về trái hay lệch về phải.

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

- Khi  $\sum (K_i - 1)^3 > 0$  thì  $C_s > 0$  dạng phân bố lệch về bên trái ta gọi là phân bố lệch dương, nói lên trị số  $X_i$  nhỏ hơn trị số bình quân chiếm đa số.

- Khi  $\sum (K_i - 1)^3 < 0$  thì  $C_s < 0$  dạng phân bố lệch về bên phải ta gọi là phân bố lệch âm, nói lên trị số  $X_i$  lớn hơn trị số bình quân chiếm đa số.

- Khi  $C_s = 0$  dạng phân bố đối xứng



### 3. Các trị số đặc trưng của mẫu:

Như trên đã nói mẫu là một phần nhỏ của tổng thể nên các đặc trưng thống kê của mẫu có sai số nhất định với đặc trưng của tổng thể. Muốn các đặc trưng thống kê của mẫu gần xác với tổng thể ta phải hiệu chỉnh công thức tính toán các đặc trưng thống kê cho mẫu. Qua

thống kê tính toán người ta đề nghị dùng các công thức sau để tính các đặc trưng thống kê.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

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

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

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

#### 4. Sai số lấy mẫu:

Trong tài liệu tính toán thủy văn chỉ là một mẫu thống kê chứ không có được tổng thể số liệu. Sai số này được phản ánh trong các trị số đặc trưng thống kê của mẫu. Sai số lấy mẫu không thể tránh khỏi, vì tài liệu thu thập được với dung lượng nhỏ chưa mang tính đại biểu cho liệt tài liệu, mặt khác sai số ngẫu nhiên khi đo đạc và đường tần suất của mẫu là không liên tục cũng dẫn đến sai số.

Trong lý thuyết thống kê người ta đã tìm ra công thức tính sai số tuyệt đối ( $\epsilon$ ) và sai số tương đối ( $\epsilon'$ ) của đặc trưng thống kê  $\bar{X}$ ,  $C_v$  và  $C_s$  như bảng sau.

Trong các công thức tính sai số:

$n$  - là dung lượng của mẫu thống kê

$\bar{X}$ ,  $C_v$ ,  $C_s$  và  $\sigma$  - được tính toán theo các công thức đã giới thiệu.

### Công thức tính sai số lấy mẫu

Đặc trưng thống kê	Sai số tuyệt đối	Sai số tương đối (%)
$\bar{X}$	$\varepsilon_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$\varepsilon'_{\bar{X}} = \frac{100C_v}{\sqrt{n}}$
$C_v$	$\varepsilon_{C_v} = \frac{C_v}{\sqrt{2n}} \sqrt{1+C_v^2}$	$\varepsilon'_{C_v} = \frac{100}{\sqrt{2n}} \sqrt{1+C_v^2}$
$C_s$	$\varepsilon_{C_s} = \sqrt{\frac{6}{n}(1+6C_v^2+5C_v^4)}$	$\varepsilon'_{C_s} = \frac{100}{C_s} \sqrt{\frac{6}{n}(1+6C_v^2+5C_v^4)}$

Ta thấy rằng các sai số đều tỷ lệ nghịch với căn bậc 2 của n, nếu n càng nhỏ thì sai số càng lớn và ngược lại.

#### IV. ĐƯỜNG TẦN SUẤT KINH NGHIỆM

##### 1. Công thức tính toán tần suất kinh nghiệm:

Đường tần suất kinh nghiệm là đường tần suất được tính toán từ liệt tài liệu khí tượng thủy văn thu thập được. Theo công thức tính toán tần suất thì:

$$P = \frac{m}{n} \cdot 100\%$$

n - là dung lượng của mẫu tài liệu

m - là số thứ tự của tài liệu được xếp từ lớn bé

Số lần xuất hiện của giá trị  $X \geq X_i$  chính là số thứ tự m đã được xếp từ lớn đến nhỏ và tần suất lũy tích chính là:

$$P(X \geq X_i) = \frac{m}{n} 100\%$$

Như vậy mỗi giá trị  $X_i$  sẽ tính được  $P(X \geq X_i)$ , chấm các điểm với toạ độ  $(X_i, P)$  lên đồ thị có hoành độ là  $P$ , tung độ là  $X$ . Sau đó vẽ đường tròn đi qua trung tâm của các điểm đó ta sẽ được đường tần suất kinh nghiệm.

Nếu tính tần suất theo công thức  $P = \frac{m}{n} 100\%$  với mẫu tài liệu không dài thì sẽ xảy ra trường hợp bất hợp lý ở chỗ với số hạng  $m = n$  (tức là số hạng nhỏ nhất) thì có tần suất  $P = 100\%$ . Như vậy có nghĩa là nghiệm nhiên công nhận về sau này không khi nào xuất hiện một trị số nhỏ hơn trị số nhỏ nhất đó, như thế là không phù hợp với hiện tượng khí tượng thuỷ văn.

Để khắc phục nhược điểm trên, trong tính toán thuỷ văn cần đưa thêm hệ số biến đổi về tần suất xuất hiện với điều kiện thực tế. Công thức chung để tính toán tần suất kinh nghiệm là:

$$P = \frac{m - a}{n + b} \cdot 100\%$$

Trong đó:  $n$  - dung lượng mẫu tài liệu

$m$  - chỉ số thứ tự xếp từ lớn đến bé

$a, b$  - hệ số điều chỉnh

Người ta đưa ra các hệ số điều chỉnh để tạo thành công thức tính toán tần suất kinh nghiệm như sau:

Tên công thức	Hệ số a	Hệ số b	Công thức
Công thức trung bình	0,5	0	$P_1 = \frac{m-0,5}{n} \cdot 100\%$
Công thức vọng số	0	1	$P_2 = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%$
Công thức số giữa	0,3	0,4	$P_3 = \frac{m-0,3}{n+0,4} \cdot 100\%$

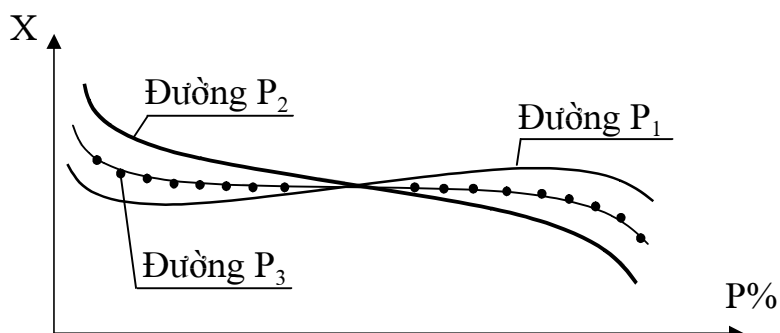
Kết quả tính toán tần suất của 3 công thức trên không hoàn toàn giống nhau, đặc biệt là ở vùng có tần suất cao và tần suất thấp, ví dụ sau sẽ cho ta thấy rõ điều đó.

Tần suất kinh nghiệm từ 3 công thức trên như sau:

Ví dụ: Ta có liệt tài liệu mưa ở một vùng với 20 năm tài liệu từ năm 1976 đến năm 1995, sắp xếp tài liệu từ lớn đến bé và tính toán

m	Năm	X(mm)	$P_1 = \frac{m-0,5}{n}$	$P_2 = \frac{m}{n+1}$	$P_3 = \frac{m-0,3}{n+0,4}$
1	1983	2410	2,5%	4,76%	3,43%
2	1992	2390	7,5%	9,52%	8,33%
...					
10	1979	1970	47,5%	47,62%	47,54%
11	1987	1890	52,5%	52,38%	52,45%
...					
19	1976	1688	92,5%	90,47%	91,66%
20	1993	1680	97,5%	95,23%	96,56%

Từ kết quả tính toán trên ta vẽ đường tần suất cho 3 công thức  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  trên cùng một đồ thị và rút ra nhận xét sau:



- Đối với công trình khai thác mặt lợi của nước, người ta xác định tần suất bảo đảm tùy theo loại định mức và mức độ quan trọng của công trình, tần suất thường là:  $P = 75\% \div 95\%$ . Nếu cùng tần suất thì đường  $P_2$  cho giá trị  $X$  bé hơn đường  $P_1$  và  $P_3$ . Vậy để cho việc dùng nước được bảo đảm thì đường  $P_2$  sẽ an toàn hơn.

- Đối với công trình phòng chống mặt hại của nước, thì người ta dùng tần suất xuất hiện của lượng nước gây hại. Tùy theo loại công trình và mức độ gây hại của nó tần suất tính toán thường là:  $P = 0,1\% \div 5\%$ . Nếu cùng một tần suất thì đường  $P_2$  cho giá trị  $X$  lớn hơn đường  $P_1$  và  $P_3$ . Vậy để xây dựng được công trình chống lũ an toàn trong tính toán nên dùng đường tần suất kinh nghiệm  $P_2$ .

Bởi những lý do trên nên người ta thường dùng công thức:

$$P = \frac{m}{n+1} 100\% \text{ để tính toán tần suất kinh nghiệm}$$

## 2. Trình tự vẽ đường tần suất kinh nghiệm:

- Thu nhập tài liệu.
- Sắp xếp tài liệu từ lớn đến bé.
- Lập bảng tính tần suất và tính tần suất cho liệt tài liệu.
- Từ P và X chấm các điểm tần suất lên giấy vẽ tần suất.
- Vẽ đường cong tròn đi qua trung tâm của dãy điểm tần suất.

Đường đó chính là đường tần suất kinh nghiệm của liệt tài liệu.

## 3. Vấn đề ứng dụng của đường tần suất kinh nghiệm:

Đường tần suất được sử dụng ở giá trị cực nhỏ  $P = 0,1\% \div 5\%$  (đối với công trình phòng chống lũ lụt) và giá trị lớn  $P = 75\% \div 99\%$  (đối với công trình tưới trạm thủy điện, cấp nước sinh hoạt và công nghiệp). Trong lúc đó đường tần suất kinh nghiệm thường vẽ được với 15 ÷ 20 năm tài liệu thì giá trị tần suất cực nhỏ và tần suất lớn không nằm trong vùng được tính toán mà cần phải tiến hành ngoại suy.

Nếu vẽ đường tần suất trên giấy ô vuông thông thường thì hình dáng đường tần suất ở hai đầu rất dốc việc ngoại suy khó khăn, ứng dụng không tiện lợi, việc xác định giá trị của X sẽ thiếu chính xác. Bởi thế trong tính toán thủy văn người ta dùng một loại giấy đặc biệt để vẽ đường tần suất đó người ta gọi là giấy tần suất. Giấy tần suất có đặc điểm là đơn vị chia trên hoành độ không đều nhau, ở hai đầu thì thưa mà ở giữa thì dày, còn trên tung độ thì vẫn phân bố đều. (xem phụ lục)

Nhược điểm lớn nhất của đường tần suất kinh nghiệm là phải tiến hành ngoại suy ở hai đầu đường tần suất, giá trị thường sử dụng đều nằm ở vùng này. Việc ngoại suy sẽ có sai số lớn trong việc chủ quan của người vẽ dẫn đến sai số lớn. Nếu dùng số liệu đó để thiết kế thì sẽ ảnh hưởng đến quy mô của công trình hoặc là lãng phí vốn đầu tư hoặc là không bảo đảm yêu cầu kỹ thuật của công trình.

Để khắc phục khó khăn nói trên, người ta dùng phương pháp toán học để khái quát hoá đường tần suất theo đúng quy luật tự nhiên của hiện tượng thuỷ văn. Đường tần suất được xác lập trên cơ sở toán học người ta gọi là đường tần suất lý luận. Đường tần suất lý luận có liên quan chặt chẽ với các trị số đặc trưng thống kê của tài liệu thuỷ văn, mặt khác nó không mâu thuẫn với đường tần suất kinh nghiệm.

## V. ĐƯỜNG TẦN SUẤT LÝ LUẬN

Đường tần suất lý luận là một cách nói để phân biệt với đường tần suất kinh nghiệm mà thôi. Thực chất đường tần suất lý luận là mô hình phân phối xác suất được sử dụng trong tính toán thuỷ văn nó tương đối phù hợp với tính chất vật lý của hiện tượng thuỷ văn, chứ chưa phải là xuất phát từ lý thuyết xác suất để chứng minh hiện tượng thuỷ văn phù hợp với mô hình phân phối xác suất toán học.

Đường tần suất chính là đường lũy tích của hàm phân phối xác suất.



$$P(X \geq X_p) = \int_0^{x_p} f(x) dx$$

Trong đó:  $P(X \geq X_p)$  - tần suất của giá trị  $X \geq X_p$ .

$f(x)$  - hàm mật độ tần suất

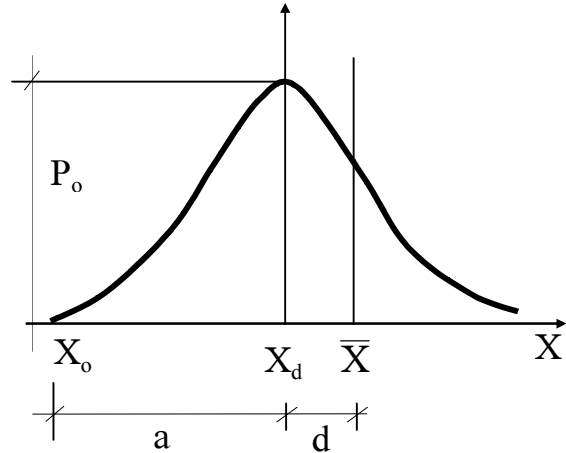
### 1. Đường tần suất Piêcxơn III (P III):

Phương trình đường mật độ đường tần suất Piêcxơn III có dạng

$$P = P_0 \left( 1 + \frac{X}{a} \right)^{\frac{a}{d}} \cdot e^{-\frac{X}{d}}$$

Trong đó:

$a$  - khoảng cách từ khởi điểm của đường mật độ tần suất đến vị trí số đông.



$P_0$  - tung độ đường mật độ tần suất ở vị trí số đông  $X_d$ .

$d$  - khoảng cách giữa số bình quân  $\bar{X}$  và số đông  $X_d$ .

Tính chất cơ bản của đường Piêcxơn III là đầu trái giới hạn tại vị trí nhỏ nhất  $X_0$ . Còn đầu phải là vô hạn. Qua phương trình đường mật độ tần suất ta thấy đường Piêcxơn III có 3 tham số là  $P_0$ ,  $a$ ,  $d$ . Như vậy khi 3 thông số này được xác định thì ứng với mỗi trị số  $X$  ta tìm được mật độ tần suất  $y$ . Người ta đã xác định được quan hệ giữa các tham số trên với các đặc trưng thống kê thuở vãn như sau:

$$d = X \left( \frac{C_v \cdot C_s}{2} \right)$$

$$a = 2\bar{X} \cdot \frac{C_v}{C_s} - d$$

$$P_0 = \frac{2C_s \left( \frac{4}{C_s^2} - 1 \right)^{\frac{4}{C_s^2}}}{C_v e^{\frac{-4}{C_s^2}} \cdot \Gamma \left( \frac{4}{C_s^2} \right)}$$

Hàm gamam  $\Gamma \left( \frac{4}{C_s^2} \right)$  có bảng tra sẵn.

Do đó nếu biết  $\bar{X}$ ,  $C_v$ ,  $C_s$  của mẫu thống kê thì đường phân bố mật độ tần suất  $f(X)$  hoàn toàn xác định, tiến hành tích phân  $f(X)$  ta sẽ được đường tần suất lý luận Piêcxơn III.

Để tránh phiền phức khi sử dụng hai ông Foxtơ và Rupkin đã dựa vào đặc tính của đường Piêcxơn III tiến hành phân tích và lập bảng tra, việc sử dụng rất thuận lợi. Trong phần này giới thiệu bảng tra của Foxtơ - Rupkin. Hai ông đưa ra hàm số  $\Phi$  chỉ phụ thuộc vào  $C_s$  và  $P$ , nếu có  $\Phi$  sẽ tính được  $X_p$  như sau:

$$\Phi = \frac{X_p - \bar{X}}{\sigma} = \frac{K_p - 1}{C_v}$$

Hàm số  $\Phi$  phụ thuộc vào  $C_s$  và  $P$ , nếu có  $C_s$  và  $P$  sẽ tra được  $\Phi$ , từ  $\Phi$  sẽ tính được  $X_p$  như sau:

$$X_p = \sigma\Phi + \bar{X} = \bar{X}(\Phi C_v + 1)$$

Bảng tra chỉ được lập cho trường hợp  $C_v = 1$ . Do đó nếu  $C_v \neq 1$  thì dựa vào hệ thức sau để kiểm tra  $K_p$ , và từ đó tính  $X_p$ .

$$K_p = \Phi C_v + 1$$

$$X_p = K_p \cdot \bar{X}$$

**Bảng tra  $\Phi$  của Foxtơ - Rupkin**

$C_s \backslash P\%$	0,01	0,1	1	...	50	75	...	99	99,9
0,0	3,72	3,09	2,23		0,00	-0,67		-2,33	-3,00
0,1	3,94	3,23	2,40		-0,02	-0,68		-2,25	-2,95
0,2	4,16	3,38	2,47		-0,03	-0,69		-2,18	-2,81
...									
1,0	5,96	4,53	3,02		-0,16	-0,73		-1,59	-1,79
...									
...									

Ví dụ: Tính và vẽ đường tần suất cho liệt tài liệu mưa có đặc trưng thống kê như sau:

$$C_v = 0,5 ; C_s = 1 ; \bar{X} = 1600^{\text{mm}}$$

Tra bảng  $\Phi$  với  $C_s = 1$  ta có  $\Phi$  với các tần suất  $P$  khác nhau. Vì trong trường hợp này  $C_v = 0,5 \neq 1$  nên ta phải tính  $K_p$ , từ  $K_p$  tính ra  $X_p$ . Lập bảng tính toán đường tần suất giữa  $P$  và  $X_p$  như sau:

P%	$\Phi$	$K_p$	$X_p$
0,01	5,96	3,980	6368
0,1	4,53	3,265	5224
1,0	3,02	2,510	4016
...			
50	-0,16	0,920	1472
...			
75	-0,73	0,635	1016
.			
99	-1,59	0,215	344
99,9	-1,79	0,105	168

Từ số liệu trên đưa P và  $X_p$  vẽ vào giấy tần suất, ta sẽ có đường tần suất lý luận Piêcxơn III.

### Những điểm cần chú ý khi dùng đường Piêcxơn III:

- Khi  $C_s < 0$  vẫn dùng bảng tra  $\Phi$  như trên nhưng phải biến đổi như sau:

$$\Phi_P(C_s < 0) = -\Phi_{(100-P)}(C_s > 0)$$

Ví dụ: Tìm  $\Phi$  ứng dụng với P = 1% khi  $C_v = 0,5$  và  $C_s = -1$

Theo công thức trên ta có:

$$\Phi_{1\%(C_s=-1)} = -\Phi_{(100-1)\%(C_s=1)} = -\Phi_{(99)\%(C_s=1)} = -(-1,59) = 1,59$$

- Khi dùng đường Piêcxơn III cần chú ý đến giới hạn thay đổi của  $C_s$  như sau:

$$2C_v \leq C_s \leq \frac{2C_v}{1 - K_{\min}}, \text{ Trong đó } K_{\min} = \frac{X_{\min}}{\bar{X}}$$

- Khi  $C_s < 2C_v$  thì đường Piêcxơn III xuất hiện số âm không phù hợp với hiện tượng thủy văn. Do đó khi  $C_s < 2C_v$  nếu cần phải dùng đường Piêcxơn III thì tính toán  $C_s = 2C_v$  cho trường hợp này.

## 2. Đường tần suất lý luận Kritski - Menken (đường K - M)

Do nhược điểm của đường Piêcxơn III là khi  $C_s < 2C_v$  thì không phù hợp với ý nghĩa vật lý của hiện tượng thủy văn. Hai ông Kritski - Menken đã xây dựng mô hình phân phối tần suất với các yêu cầu sau:

- Mô hình phân phối tần suất với 3 thông số  $\bar{X}$ ,  $C_v$ ,  $C_s$ . Do  $C_s$  trong tính toán có nhiều sai số nên các ông đề nghị lấy  $C_s = m \cdot C_v$  theo quy luật của nhiều sông.

- Hình dạng hàm mật độ tần suất là dạng hình quả chuông úp, chỉ có một số đông.

- Đại lượng  $X$  bị chặn một đầu,  $X_{\min} = 0$  với tỷ số  $C_v/C_s$  bất kỳ, như vậy trị số biến ngẫu nhiên thay đổi từ 0 đến  $\infty$  ( $0 < x < \infty$ )

Kritski - Memken dùng hàm mật độ tần suất Piêcxơn III với  $C_s = 2C_v$  làm gốc chuẩn để tính toán.

Để tính  $X_p$ , Kritski - Menken đã lập bảng tra sẵn. Bảng tra với  $C_s = m \cdot C_v$ , trong đó  $m = 1 \div 6$ . Trong mỗi bảng tra  $C_v$  thay đổi từ 0,1 đến 1,2 ( $C_v = 0,1 \div 1,2$ )

**Bảng tra  $K_p$  với  $C_s = 2C_v$  của Kritski - Menken:**

$P\% \backslash C_v$	0,001	0,01	1	---	50	60	75	...	99	99,9
0,1	1,49	1,42	1,25	...	1,00	0,97		...	0,78	0,72
0,2	2,09									0,49
0,3	2,82									0,32
0,4	3,68	3,20	2,16	...	0,95	0,85			0,31	0,19
0,5	4,67	3,98	2,51		0,92	0,80	0,63		0,21	0,11
0,6										0,05
0,7										0,02
0,8										0,01
0,9										0,00
1	11,51								0,01	0,00
1,1	12,23								0,00	0,00
1,2	15,1	11,8	5,50		0,58	0,40			0,00	0,00

Ví dụ: Vẽ đường tần suất lý luận cho liệt tài liệu mưa với các đặc trưng sau:

$$\bar{X} = 1600^{\text{mm}} ; C_v = 0,4 ; C_s = 2C_v$$

Đầu tiên tra bảng Kritski - Menken với trường hợp  $C_s = 2C_v$ , và  $C_v = 0,4$  ta sẽ có được  $K_p$ . từ  $K_p$  tính được  $X_p$  theo  $X_p = K_p \cdot \bar{X}$ .

Kết quả tính toán được ghi ở bảng sau:

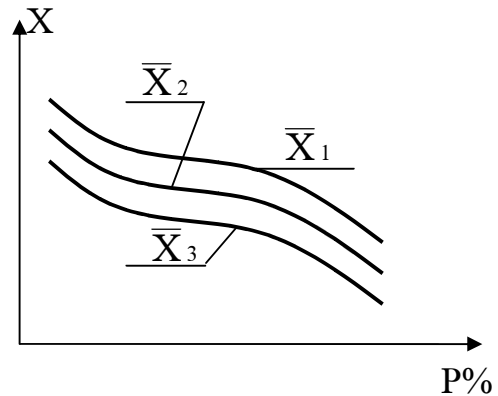
P%	0,001	0,01	0,1	---	50	60	...	99	99,9
$K_p$	3,68	3,20	2,70	...	0,95	0,85	...	0,31	0,19
$X_p$ (mm)	5880	5120	4320	...	1520	1360	...	496	304

### 3. Ảnh hưởng của các tham số thống kê đối với đường tần suất:

Hình dạng của đường tần suất lý luận hoàn toàn phụ thuộc vào các tham số thống kê.

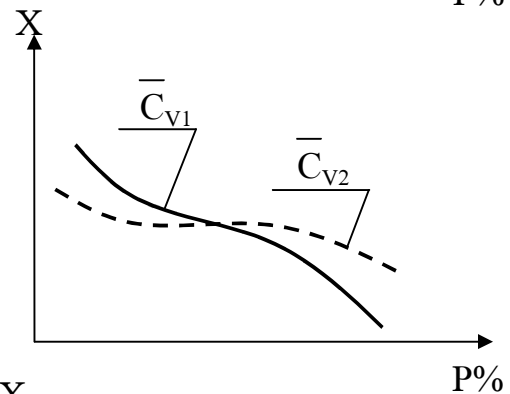
**a.  $C_v$  và  $C_s$  không đổi,  $\bar{X}$  thay đổi:**

$\bar{X}_1 > \bar{X}_2 > \bar{X}_3$ , thì các đường tần suất song song với nhau.



**b.  $C_s$  và  $\bar{X}$  không đổi,  $C_v$  thay đổi:**

$C_{v1} > C_{v2}$  trong trường hợp này, đường  $C_{v1}$  dốc hơn đường  $C_{v2}$ .

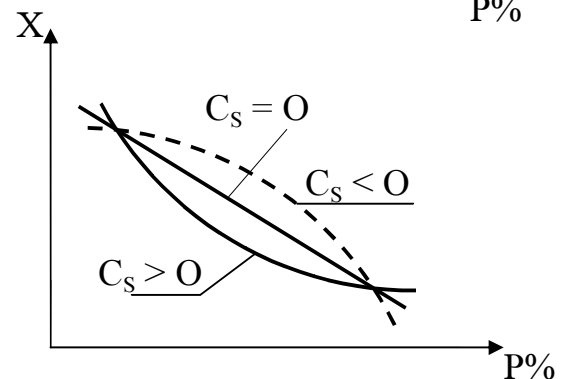


**c.  $C_c$  và  $\bar{X}$  không đổi,  $C_s$  thay đổi:**

Khi  $C_s = 0$  đường tần suất là đường thẳng.

Khi  $C_s > 0$  đường tần suất lõm xuống.

Khi  $C_s < 0$  đường tần suất lồi lên.



## VI. PHƯƠNG PHÁP VẼ ĐƯỜNG TẦN SUẤT THƯỜNG DÙNG

### 1. Phương pháp đường thích hợp:

Phương pháp đường thích hợp là phương pháp chọn một trị số  $m$  trong  $C_s = m \cdot C_v$  sao cho đường tần suất lý luận phù hợp với đường tần suất kinh nghiệm.

Phương pháp này có ưu điểm là đơn giản lấy thực tiễn để kiểm nghiệm lý luận, tuy nhiên vẫn phụ thuộc vào chủ quan của con người.

#### *Ví dụ và trình tự tính toán:*

Ví dụ cần tính và vẽ đường tần suất theo phương pháp đường thích hợp với lưu lượng bình quân của các năm từ 1970 đến năm 1989 ở một trạm thủy văn. Cần tính  $Q_{10\%}$ ,  $Q_{50\%}$  và  $Q_{90\%}$ .

Các bước tính toán:

- Sắp xếp tài liệu lưu lượng theo thứ tự từ lớn đến bé.

- Tính  $\bar{Q} = \frac{\sum Q_i}{n} = \frac{7935}{20} = 397 \text{ m}^3 / \text{s}$

- Tính  $K_i$  theo công thức:  $K_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}$

- Tính:  $(K_i - 1)$ ;  $(K_i - 1)^2$ ;  $(K_i - 1)^3$

- Tính tần suất kinh nghiệm:  $P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%$

Từ bước 1 đến bước 4 lập theo bảng ở trang sau:

- Chấm các điểm và vẽ đường tần suất kinh nghiệm:

- Tính  $C_v$ :  $C_v = \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1,261}{20-1}} = 0,25$



STT	Năm	Q <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /s)	K <sub>i</sub> = $\frac{Q_i}{Q}$	(K <sub>i</sub> - 1)		(K <sub>i</sub> - 1) <sup>2</sup>	(K <sub>i</sub> - 1) <sup>3</sup>		P%
				(+)	(-)		(+)	(-)	
1	1975	592	1,49	0,49		0,240	0,118		4,8
2	1970	570	1,44	0,44		0,194	0,085		9,5
3	1971	503	1,27	0,27		0,073	0,020		14,3
4	1985	496	1,25	0,25		0,062	0,016		19,0
5	1973	485	1,22	0,22		0,048	0,011		23,8
6	1987	463	1,17	0,17		0,029	0,005		28,6
7	1974	460	1,16	0,16		0,026	0,004		33,3
8	1981	446	1,13	0,13		0,017	0,003		38,1
9	1982	445	1,12	0,12		0,004	0,002		42,9
10	1979	411	1,04	0,04		0,002	0,001		47,6
11	1986	399	1,01	0,01		0,000	0,000		52,4
12	1977	346	0,88		0,12	0,016		0,002	57,1
13	1983	342	0,86		0,14	0,018		0,003	61,9
14	1978	333	0,84		0,16	0,025		0,004	66,7
15	1972	313	0,79		0,21	0,044		0,009	71,4
16	1989	306	0,77		0,23	0,051		0,012	76,2
17	1984	274	0,69		0,31	0,095		0,029	80,0
18	1980	273	0,68		0,32	0,096		0,030	85,7
19	1988	263	0,66		0,34	0,112		0,038	90,5
20	1976	215	0,64		0,46	0,209		0,095	95,2
<b>Σ</b>		<b>7935</b>				<b>1,261</b>	<b>0,053</b>		

- Tính  $C_s$  : 
$$C_s = \frac{\sum (K_i - 1)^3}{(n-3)C_v^3} = \frac{0,053}{(27-3) \cdot 0,25^3} = 0,20$$

- Tính và chọn m:

$$m = \frac{C_s}{C_v} = \frac{0,20}{0,25} = 0,8$$

Chọn  $m = 1$  để tính toán và vẽ đường tần suất lý luận.

- Tra bảng Kritski - Menken với bảng tra  $C_s = 1C_v$ ; vì  $C_v = 0,25$  nên cần phải tra  $C_v = 0,2$  và  $C_v = 0,3$  và nội suy cho trường hợp  $C_v = 0,25$

$K_p$  ứng với P khác nhau như sau (bảng tra  $C_s = C_v$ )

P%	0,1	1	5	10	20	50	75	90	95	99
$K_p$	1,85	1,62	1,43	1,32	1,21	0,99	0,79	0,69	0,61	0,48

- Từ đường tần suất lý luận phối hợp với đường tần suất kinh nghiệm nếu không phù hợp thì giả thiết lại m.

- Tính  $Q_p$  với các tần suất  $P = 10\%$ ,  $P = 50\%$ ,  $P = 90\%$  theo công thức  $Q_p = K_p \cdot \bar{Q}$

$$Q_{10\%} = 1,32 \cdot 397 = 524 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{50\%} = 0,99 \cdot 397 = 393 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{90\%} = 0,69 \cdot 397 = 274 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 2. Phương pháp 3 điểm:

### a. Phương pháp tính toán:

Alechxâyep đề xuất phương pháp 3 điểm. Phương pháp không cần tính  $\bar{X}$ ,  $C_v$  và thử dần m. Phương pháp này đưa vào 3 điểm điển

hình trên đường tần suất kinh nghiệm để tính các thông số. Cách tính tần suất kinh nghiệm không có gì thay đổi, đường tần suất lý luận có thể tính theo  $P_{III}$  hoặc K - M, ở đây giới thiệu phương pháp tính theo  $P_{III}$ .

Phương pháp 3 điểm là trên mỗi đường tần suất kinh nghiệm chọn 3 điểm và phải tính toán để cho 3 điểm của đường tần suất lý luận phù hợp với 3 điểm của đường tần suất kinh nghiệm. Từ 3 điểm của đường tần suất lý luận ta sẽ tìm ra quy luật của đường tần suất theo đại lượng tính toán. Ba điểm tần suất thường chọn là:

$P_1$	$P_2$	$P_3$
1%	50%	99%
3%	50%	97%
5%	50%	95%
10%	50%	90%

Theo  $P_{III}$  thì:

$$K_p = \Phi C_v + 1$$

$$X_p = K_p \bar{X} = (\Phi C_v + 1) \bar{X} = \bar{X} + \bar{X} \Phi C_v$$

Mà  $C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}}$  cho nên ta có

$$X_p = \bar{X} + \bar{X} \cdot \Phi \frac{\sigma}{\bar{X}} = \bar{X} + \sigma \Phi$$

Vậy ta có:  $X_p = \bar{X} + \sigma \Phi$

Từ  $P_1, P_2, P_3$  và  $C_s$  sẽ tra ra được  $\Phi$ , từ đó xác định  $X_p$  như sau:

$$\begin{cases} X_{p1} = \bar{X} + \sigma\Phi_{(P1, Cs)} \dots\dots (1) \\ X_{p2} = \bar{X} + \sigma\Phi_{(P2, Cs)} \dots\dots (2) \\ X_{p3} = \bar{X} + \sigma\Phi_{(P3, Cs)} \dots\dots (3) \end{cases}$$

Trong hệ phương trình trên có 3 ẩn số là  $\bar{X}, \sigma, \Phi$ . Dem hệ phương trình trên biến đổi và khử  $\bar{X}, \sigma$  ta sẽ có:

$$\frac{X_{p1} + X_{p3} - 2X_{p2}}{X_{p1} - X_{p3}} = \frac{\Phi_{p1} + \Phi_{p3} - 2\Phi_{p2}}{\Phi_{p1} - \Phi_{p3}} = S$$

Ta gọi S là hệ số lệch, dựa vào hệ số lệch sẽ tra ra được  $C_s$  theo bảng Foxtơ, dạng của bảng Foxtơ như sau:

**Bảng tra  $C_s$  khi đã biết S với  $P_1 = 3\%, P_2 = 50\%, P_3 = 97\%$**

S	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,0									
0,1	0,32									
0,2	0,63									
...										
0,5	1,59	1,63	1,66	1,70	1,73	1,76	1,80	1,83	1,87	1,90
0,6	1,94	1,97	2,00	2,04	2,08	2,12	2,16	2,20	2,23	2,27
...										
0,9	3,46									

Ví dụ tra với  $S = 0,54$ , ta sẽ có  $C_s = 1,73$

$S = 0,62$ , ta sẽ có  $C_s = 2,00$

Từ  $C_s$  người ta lập bảng quan hệ  $\Phi$  và  $C_s$  với các cột tra  $\Phi_{p2}$ , ( $\Phi_{p1}$  -  $\Phi_{p3}$ ) tức là:

$\Phi_{50\%}$

$(\Phi_{1\%} - \Phi_{99\%})$

$(\Phi_{3\%} - \Phi_{97\%})$

$(\Phi_{3\%} - \Phi_{95\%})$

**Bảng tra  $\Phi_{p2}$  và  $(\Phi_{p1} - \Phi_{p3})$**

$C_s$	$\Phi_{50}$	$\Phi_1 - \Phi_{99}$	$\Phi_3 - \Phi_{97}$	$\Phi_5 - \Phi_{95}$	$\Phi_{10} - \Phi_{90}$
0,0	-0,000				
0,1	-0,017				
1,8	-0,272	4,588	3,520	3,002	2,265
1,9	-0,294	4,591	3,499	2,974	2,232
2,0	-0,307	4,594	3,477	2,945	2,198
5,6	-0,350				

Ví dụ với  $C_s = 2,0$  tra ra được  $\Phi_{50} = -0,307$  ;  $\Phi_3 - \Phi_{97} = 3,477$

Từ phương trình (1) và (2) của hệ phương trình trên ta có:

$$\sigma = \frac{X_{p1} - X_{p3}}{\Phi_{p1} - \Phi_{p3}}$$

Từ phương trình (2) của hệ phương trình trên rút ra được

$$\bar{X} = X_{p2} - \sigma\Phi_{p2}$$

Trong các phương trình trên  $\Phi_{p1}$   $\Phi_{p2}$   $\Phi_{p3}$  là khoảng lệch tung độ, giá trị này sẽ tra bảng khi đã biết  $C_s$ .

Các trị số  $X_{p1}$ ,  $X_{p2}$ ,  $X_{p3}$  tra trên đường tần suất kinh nghiệm.

Như vậy ta sẽ tính được  $\sigma$ , bằng cách tra bảng, từ  $\sigma$  sẽ tính được  $\bar{X}$

$$\sigma = \frac{X_{p1} - X_{p3}}{\Phi_{p1} - \Phi_{p3}} \quad \text{và} \quad \bar{X} = X_{p2} - \sigma\Phi_{p2}$$

Từ  $\sigma$  và  $\bar{X}$  ta xác định  $C_v$

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

Như vậy ta đã xác định được các giá trị  $\bar{X}$ ,  $C_v$  và  $C_s$ , khi đã có các giá trị này ta sẽ vẽ được đường tần suất lý luận.

Đặc điểm của phương pháp 3 điểm là:

- Tính toán các tham số tương đối nhanh.
- Với  $C_v < 0,5$  phương pháp này cho kết quả khá chính xác.
- Do chọn  $X_{p1}$   $X_{p2}$   $X_{p3}$  trên đường tần suất kinh nghiệm nên chịu

ảnh hưởng chủ quan của người vẽ.

**b. Các bước tính toán và thí dụ:**

Ví dụ: Vẽ đường tần suất lý luận của trạm đo mưa theo phương pháp 3 điểm.

- Sắp xếp liệt tài liệu tính toán và vẽ đường tần suất kinh nghiệm.

Tra trên đường tần suất kinh nghiệm các giá trị  $X_{p1}$   $X_{p2}$   $X_{p3}$ . Ví dụ ta tra được:

$$X_{10\%} = 1580\text{mm}; X_{50\%} = 1230\text{mm}; X_{90\%} = 980\text{mm}$$

- Tính hệ số lệch S:

$$S = \frac{X_{p1} + X_{p3} - 2X_{p2}}{X_{p1} - X_{p3}} = \frac{1580 + 980 - 2 \times 1230}{1580 - 980} = 0,167$$

- Từ hệ số S tra ra  $C_s$  như sau:

$$S = 0,167 \text{ tra được } C_s = 0,77$$

- Tra các giá trị  $\Phi_{p2}$  và  $(\Phi_{p1} - \Phi_{p3})$ , trong bảng với  $C_s = 0,77$ .

Ta có:

$$\Phi_{50\%} = -0,126$$

$$\Phi_{10\%} - \Phi_{90\%} = 2,514$$

- Tính khoảng lệch quân phương  $\sigma$ :

$$\sigma = \frac{X_{p1} - X_{p3}}{\Phi_{p1} - \Phi_{p3}} = \frac{1580 - 980}{2,514} = 239 \text{ mm}$$

- Tính giá trị bình quân  $\bar{X}$ :

$$\bar{X} = X_{p2} - \sigma \cdot \Phi_{p2} = 1230 - 239 (-0,126) = 1260\text{mm}$$

- Tính giá trị  $C_v$ :

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{X}} = \frac{239}{1230} = 0,20$$

- Vẽ đường tần suất lý luận với các tham số thống kê đã được tính là:

$$\bar{X} = 1260 ; C_v = 0,20 ; C_s = 0,77$$

- Tính  $K_p$ . nếu tra trên đường K - M, thì từ  $C_s = 0,77$   $C_v = 0,2$  ta chọn m:

$$m = \frac{C_s}{C_v} = \frac{0,77}{0,20} = 3,85$$

Ta chọn  $m = 4$

$K_p$  sẽ tra trên bảng K - M với  $C_s = 4C_v$

Từ  $K_p$  sẽ tính  $X_p$ :

$$X_p = K_p \cdot \bar{X}$$

Nếu tra phụ lục ở đường PIII thì từ  $C_s$  tra ra  $\Phi$ . Từ  $\Phi_p$  sẽ xác định

$$K_p = \Phi_p C_v + 1$$

Giá trị  $X_p$  được tính theo:

$$X_p = K_p \cdot \bar{X}$$

## VII. PHÂN TÍCH TƯƠNG QUAN

Phân tích tương quan nhằm bổ sung tài liệu cho trạm thiếu tài liệu tính toán, hoặc tìm mối quan hệ giữa hai đại lượng có sự tương quan với nhau ví dụ như giữa mưa rào và dòng chảy.



Bài toán chung của phân tích tương quan là: Nếu ta có trạm A với đầy đủ tài liệu với số năm tài liệu là N, trạm B có ít tài liệu với số năm có tài liệu là n.

$$X_1, X_2 \dots\dots\dots X_n, X_{n+1} \dots\dots\dots X_N.$$

$$Y_1, Y_2 \dots\dots\dots Y_n$$

Tiến hành xây dựng quan hệ  $Y = f(x)$ , từ đó có cơ sở bổ sung thêm tài liệu cho Y với các số liệu  $Y_{n+1}, Y_{n+2} \dots\dots\dots Y_n$ . Quan hệ giữa X và Y ta gọi là quan hệ tương quan.

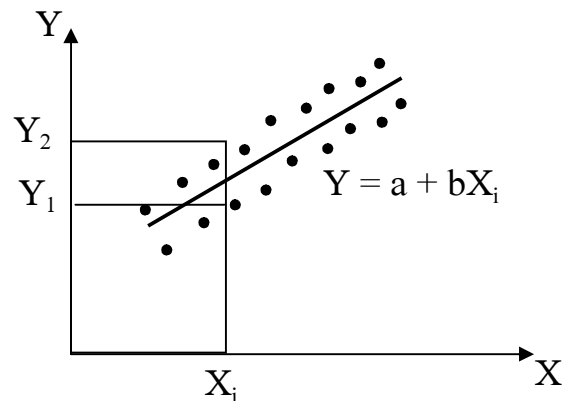
**1. Tương quan giải tích:**

*a. Phương trình hồi quy:*

Từ các trị số  $X_i$  và  $Y_i$  là các cặp trị số tương ứng với nhau về mặt thời gian:

$$X_1, X_2, X_3 \dots\dots\dots X_n$$

$$Y_1, Y_2, Y_3 \dots\dots\dots Y_n$$



Ta chấm các điểm lên toạ độ, như vậy ta sẽ có n điểm. Các điểm này tạo thành một dải dài và hẹp, thẳng thì ta nói giữa X và Y có sự tương quan đường thẳng, vẽ đường tương quan qua vùng điểm đó ta sẽ có phương trình:

$$Y = a + bX$$

Với một giá trị  $X_i$  ta có thể có nhiều giá trị  $Y$  ví dụ  $Y_1, Y_2$  lấy trung bình ta sẽ có  $Y = Y_{TB} = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$ , vậy ta có thể viết.

$$Y = a + bX_i$$

Ta gọi  $Y$  là bình quân có điều kiện. Giả sử đường hồi quy ta đã biết, thì khoảng lệch giữa các điểm thường đo với giá trị bình quân là:

$$Y_i - Y = Y_i - (a + bX_i)$$

Tiêu chuẩn xét đường hồi quy là tổng khoảng lệch bình phương phải nhỏ nhất, tức là:

$$\sum(Y_i - Y)^2 = \sum(Y_i - a - bX_i)^2 = \min$$

Muốn cho biểu thức trên đạt được giá trị min thì đạo hàm riêng đối với  $a$  và  $b$  phải bằng 0.

$$\begin{cases} \frac{\partial \sum(Y_i - Y)^2}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial \sum(Y_i - Y)^2}{\partial b} = 0 \end{cases}$$

Giải hệ phương trình trên ta xác định được  $a$  và  $b$

$$a = \bar{Y} - \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2} \cdot \bar{X}$$

$$b = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2}$$

Thay  $a$  và  $b$  vào  $Y = a + bX_i$ , ta có

$$Y - \bar{Y} = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2} (X - \bar{X})$$

$$Y = \bar{Y} + \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (X_i - \bar{X})^2} (X - \bar{X})$$

Trong đó:  $X_i, Y_i$  - là các trị số thực đo

$\bar{X}, \bar{Y}$  - là các trị bình quân

$Y$  - Trị số bình quân có điều kiện ứng với  $X_i$  nào đó

Tương tự với quá trình lập

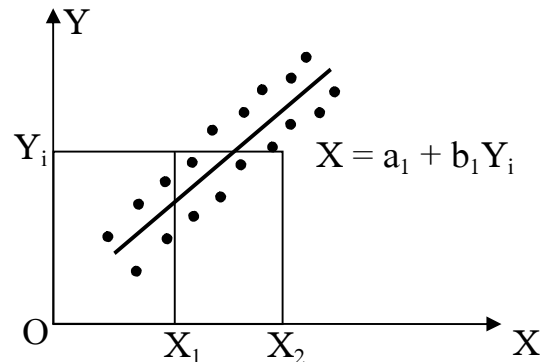
luận như trên, nếu ta coi:

$Y$  là biến số độc lập

$X$  là số phụ thuộc

Thì phương trình hồi quy là:

$$X = a_1 + b_1 Y_i$$



Và tương tự ta cũng có:

$$X - \bar{X} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} (Y - \bar{Y})$$

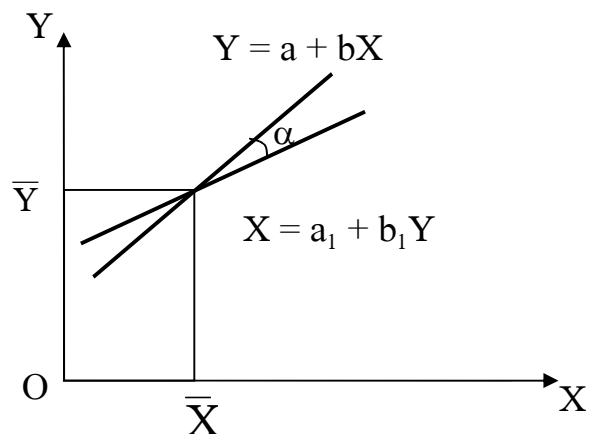
$$X = \bar{X} + \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} (Y - \bar{Y})$$

### *b. Hệ số tương quan:*

Hai đường thẳng:

$$Y = a + bX \text{ và } X = a_1 + b_1 Y$$

cắt nhau tại A, tại điểm này có tọa độ  $\bar{X}, \bar{Y}$  và có một góc kẹp  $\alpha$ , khi bằng điểm hẹp thì góc  $\alpha$  nhỏ, khi



$\alpha = 0$  thì hai đường thẳng trùng lên nhau.

Hệ số tương quan nhằm đánh giá mức độ trùng nhau của hai đường thẳng này.

Đường  $Y = a + bX$  có hệ số góc là  $b$

Đường  $X = a_1 + b_1 Y$

biến đổi sang  $Y = f(X)$  sẽ có phương trình như sau:

$$Y = -\frac{a_1}{b_1} + \frac{1}{b_1} X \text{ có hệ số góc là } \frac{1}{b_1}$$

Muốn hai đường thẳng trùng lên nhau thì hệ số góc phải bằng nhau:

$$b = \frac{1}{b_1} \text{ hay là } bb_1 = 1$$

và suy ra ở dạng tổng quát là:

$$\sqrt{b \cdot b_1} = \pm 1$$

Người ta đặt  $\gamma$  là hệ số tương quan:

$$\gamma = \pm \sqrt{bb_1}$$

$$\text{Thay } b = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}$$

$$b_1 = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}$$

vào  $\gamma$  thì ta sẽ có:

$$\gamma = \pm \sqrt{\frac{[\Sigma(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})][\Sigma(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]}{\Sigma(X_i - \bar{X})^2 \cdot \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

$$\gamma = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X_i - \bar{X})^2 (Y_i - \bar{Y})^2}} = \frac{\Sigma(K_x - 1)(K_y - 1)}{\sqrt{\Sigma(K_x - 1)^2 (K_y - 1)^2}}$$

trong đó  $K_x = \frac{X_i}{\bar{X}}$        $K_y = \frac{Y_i}{\bar{Y}}$

Nếu  $\gamma > 0$  thì đường tương quan là đồng biến

$\gamma < 0$  thì có quan hệ nghịch biến

**c. Phương trình hồi quy quan hệ với  $\gamma$  và  $\sigma$ :**

Từ các công thức:

- Hệ số tương quan:

$$\gamma = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X_i - \bar{X})^2 \cdot \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

- Hệ số góc:

$$b = \frac{\Sigma(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}$$

- Khoảng lệch quân phương:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

Sau khi biến đổi xác định được hệ số góc của đường hồi quy là:

$$b = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot \gamma \quad \text{và} \quad b_1 = \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \cdot \gamma$$

Vậy phương trình hồi quy của đường tương quan là:

$$Y - \bar{Y} = \gamma \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (X - \bar{X})$$

$$Y = \bar{Y} + \gamma \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (X - \bar{X})$$

và 
$$X - \bar{X} = \gamma \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (Y - \bar{Y})$$

$$X = \bar{X} + \gamma \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (Y - \bar{Y})$$

Sai số của đường hồi quy là:

$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma(Y_i - \bar{Y})}{(n-1)}}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - \bar{X})}{(n-1)}}$$

Quan hệ giữa sai số hồi quy và khoảng lệch quân phương như sau:

$$S_y = \sigma_y \sqrt{1 - \gamma^2}$$

$$S_x = \sigma_x \sqrt{1 - \gamma^2}$$

Khi  $0 < \gamma < 1$  thì có tương quan thống kê với sai số là  $S_y$  và  $S_x$ .

Điều kiện để ứng dụng tương quan là  $\gamma \geq 0,8$  và  $n \geq 10$

Phương pháp tính tương quan giải tích không phạm những sai số do chủ quan, có tiêu chuẩn đánh giá mức độ tương quan nên thường hay được sử dụng.

*d. Ví dụ:* Trạm thủy văn A có tài liệu thủy văn thực hiện modul dòng chảy kiệt 12 năm từ 1958 đến 1964, theo yêu cầu thiết kế trạm này cần phải có trên 15 năm tài liệu. Ở trạm thủy văn B (gần trạm A) có tài liệu modul dòng chảy 16 năm từ 1954 đến 1969. Để kéo dài tài liệu cho trạm A người ta xem xét mối tương quan giữa hai trạm A và B, để bổ sung thêm 4 năm tài liệu cho trạm A.

Dùng phương pháp tương quan giải tích để giải quyết vấn đề này.

Tài liệu modul dòng chảy M của 2 trạm A, B

Năm	M(l/s - km <sup>2</sup> )		Năm	M(l/s - km <sup>2</sup> )	
	Trạm A	Trạm B		Trạm A	Trạm B
1954		6,9	1962	6,3	8,7
1955		7,2	1963	6,0	7,8
1956		5,9	1964	6,3	8,5
1957		6,4	1965	3,3	5,6
1958	4,8	6,2	1966	6,2	8,9
1959	4,1	5,3	1967	4,8	6,5
1960	4,3	6,8	1968	7,1	9,5
1961	5,0	8,0	1969	5,5	7,0

Để tính hệ số tương quan  $\gamma$  và phương trình hồi quy ta lập bảng tính toán với những năm và hai trạm cùng có tài liệu song song (từ năm 1958 đến 1969)

Trạm	M(l/s-km <sup>2</sup> )		K <sub>x</sub>		K <sub>y</sub>		(K <sub>x</sub> - 1) <sup>2</sup>	(K <sub>y</sub> - 1) <sup>2</sup>	(K <sub>x</sub> - 1)(K <sub>y</sub> - 1)
	Trạm A	Trạm B	Trạm A	Trạm Bs					
1958	4,8	6,2	0,89	0,84	0,0121	0,0256	0,0176		
1959	4,1	5,3	0,76	0,72	0,0576	0,0784	0,0672		
1960	5,3	6,8	0,98	0,92	0,0004	0,0064	0,0016		
1961	5,0	8,0	0,93	1,08	0,0049	0,0064	-0,0056		
1962	6,3	8,7	1,17	1,17	0,0289	0,0289	0,0289		
1963	6,0	7,8	1,11	1,05	0,0121	0,0025	0,0055		
1964	6,3	8,5	1,17	1,15	0,0289	0,025	0,0255		
1965	3,3	5,6	0,61	0,76	0,1521	0,0576	0,0916		
1966	6,2	8,9	1,15	1,20	0,0225	0,0400	0,0300		
1967	4,8	6,5	0,89	0,88	0,0121	0,0144	0,0132		
1968	7,1	9,5	1,32	1,28	0,1024	0,0784	0,0896		
1969	5,5	7,0	1,02	0,95	0,0004	0,0025	-0,0010		
<b>Σ</b>	<b>64,7</b>	<b>88,8</b>			<b>0,04344</b>	<b>0,3636</b>	<b>0,3641</b>		
<b>BQ</b>	<b>5,4</b>	<b>7,4</b>							

Tính hệ số tương quan:

$$\gamma = \frac{\Sigma(K_x - 1)(K_y - 1)}{\sqrt{\Sigma(K_x - 1)^2 \Sigma(K_y - 1)^2}} = \frac{0,3641}{\sqrt{0,4344 \times 0,3636}} = 0,92$$

Hệ số tương quan  $\gamma = 0,92 > 0,80$ . Vậy nên ta có thể dùng phương pháp tương quan để kéo dài tài liệu bổ sung 4 năm tài liệu thiếu của trạm A.



Xác định khoảng lệch quân phương  $\sigma_x$  và  $\sigma_y$ .

$$\sigma_x = \bar{X} \sqrt{\frac{\Sigma(K_x - 1)^2}{n-1}} = 5,4 \sqrt{\frac{0,4344}{12-1}} = 1,07$$

$$\sigma_y = \bar{Y} \sqrt{\frac{\Sigma(K_y - 1)^2}{n-1}} = 7,4 \sqrt{\frac{0,3636}{12-1}} = 1,35$$

Phương trình hồi quy của Y theo X như sau:

$$Y - \bar{Y} = \gamma \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (X - \bar{X})$$

$$Y - 7,4 = 0,92 \cdot \frac{1,35}{1,07} (X - 5,4)$$

$$Y = 1,16X + 1,14$$

Phương trình hồi quy của X theo Y như sau:

$$X - \bar{X} = \gamma \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (Y - \bar{Y})$$

$$X - 5,4 = 0,92 \cdot \frac{1,07}{1,35} (Y - 7,4)$$

$$X = 0,73Y$$

Vẽ hai đường quan hệ

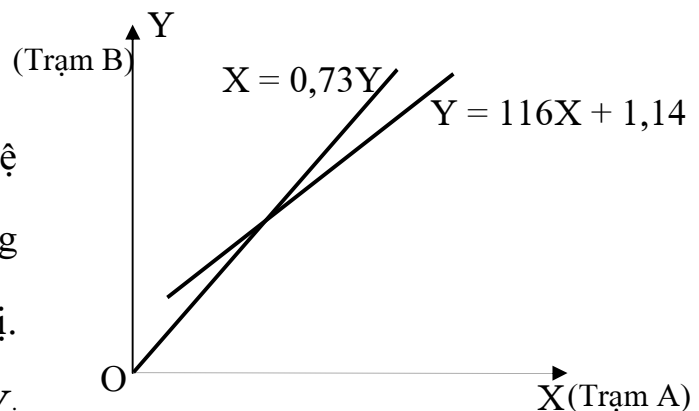
$Y = 1,16X_i + 1,14$  và đường

quan hệ  $X = 0,73Y_i$  lên đồ thị.

Dùng phương trình  $X = 0,73Y_i$

ta tính

được modul dòng chảy của trạm từ năm 1954 đến 1958 như sau:



Năm	1954	1955	1956	1957
$M_A = X = 0,73Y$ (l/s - km <sup>2</sup> )	4,9	5,3	4,3	4,7

## 2. Phương pháp tương quan đồ giải:

Theo vị trí trên: Sau khi chấm các điểm tương quan giữa hai trạm có số liệu song song với nhau tức là từ năm 1958 đến 1969. Vẽ đường tương quan đi qua trung tâm nhóm điểm đó. Đường đó là đường tương quan giữa A và B. Căn cứ vào đường tương quan, dùng tài liệu từ năm 1954 đến năm 1957 của trạm B tra trên đường quan hệ, ta sẽ có được số liệu bổ sung của trạm A trong các năm từ 1954 đến năm 1957. Kết quả đồ giải như bảng sau:

Năm	1954	1955	1956	1957
$M_A = X$ (l/s - km <sup>2</sup> )	5,0	5,3	4,2	4,6

## 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 <sup>3</sup> /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  $\alpha$

Quan hệ giữa các đại lượng trên như sau:

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

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

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

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

## 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.

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

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

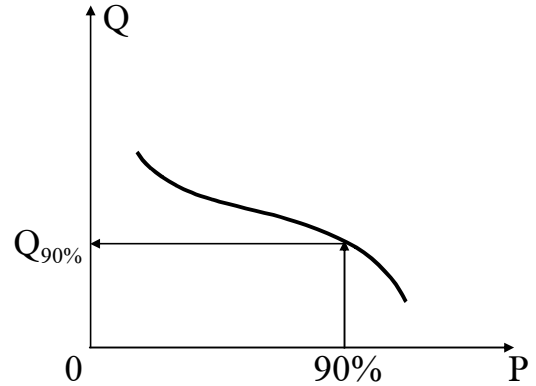
$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{Q}} = \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n-1}}$$

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

- 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:

$$\varepsilon_Q = \frac{C_v}{\sqrt{n}} 100\%$$

Từ công thức trên ta rút ra  $n$

$$n = \frac{10^4 C_v}{\varepsilon_Q^2}$$

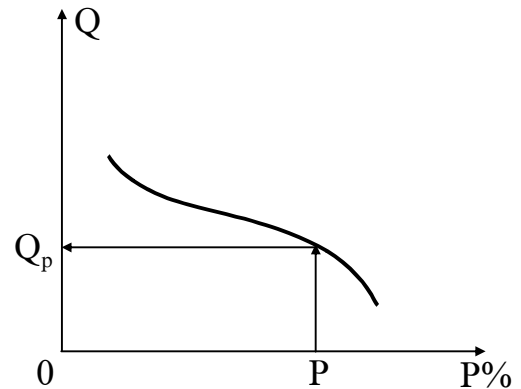
Ví dụ: Với sai số cho phép là  $\varepsilon_Q = 7\%$  và từ liệu tài liệu tính được  $C_v = 0,3$ , vậy số năm tài liệu phải có được gọi là đủ phải là:

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

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:

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



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

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

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

$\gamma$  - Hệ số tương quan

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

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

Trong đó

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

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

$\sigma_N$  - Khoảng lệch quan phương của LVNC với N năm tài liệu

$\sigma_{Na}$  - Khoảng lệch quan phương của LVTT với N năm tài liệu

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

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

Từ đó xác định được  $C_v$

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

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

$$C_s = mC_v$$

Như vậy khi đã có  $\bar{Q}$ ,  $C_v$ ,  $C_s$  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  $\bar{Q}$ ,  $C_v$ ,  $C_s$  là 3 đặc trưng quan trọng để vẽ đường tần suất.

#### *a. Xác định dòng chảy bình quân $\bar{Q}$ :*

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

##### *$\alpha$ . 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:

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

Trong đó:  $\alpha_a$  hệ số dòng chảy của lưu vực tương tự

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

- Chọn modul dòng chảy của lưu vực tương tự

$$\bar{M} = \bar{M}_a$$

Trong đó:  $\bar{M}_a$  - modul dòng chảy của lưu vực tương tự

##### *$\beta$ . Phương pháp nội suy địa lý:*

- Khi có bản đồ đẳng trị modul 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

$\alpha$  - 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 thoả mãn hai điều kiện sau:

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

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

**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:

### DOÌNG CHẢY KIẾT THIẾT KẾ KẤU

#### 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.



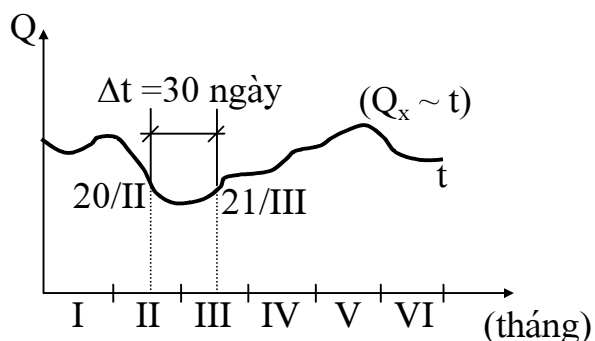
### 3. Thống kê tài liệu về dòng chảy kiệt:

Tài liệu dòng chảy kiệt là thống kê dòng chảy kiệt nhất trong một kiệt với thời đoạn thống kê  $\Delta t$  khác nhau.

Thời đoạn thống kê  $\Delta t$  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  $\Delta t$ , ví dụ Q kiệt (30 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

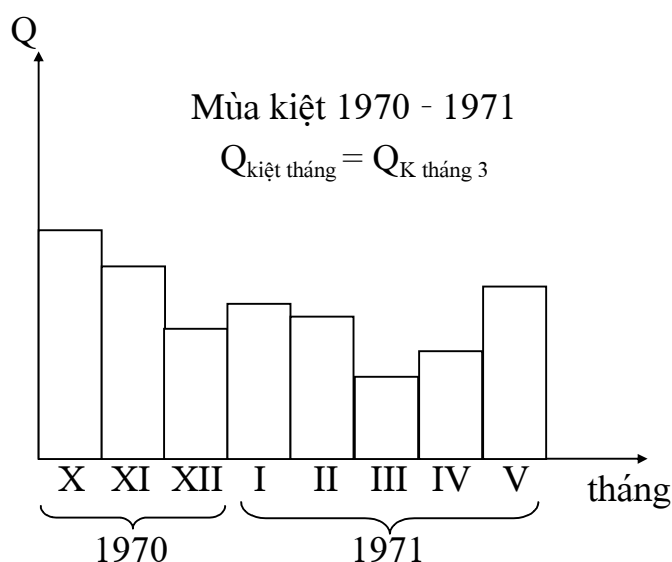
Tài liệu được xem là đủ dùng cho tính toán cần phải có số năm để bảo đảm sai số tương đối của  $Q_{kiệt}$  bé hơn 15%.

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

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  $Q_{kiệt}$  nhỏ nhất đại diện cho năm đó.



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

$$Q_{kiệt} = Q_k \text{ tháng 3}$$

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  $Q_{kmin(TT)} = Q_{ktháng 4} = 0,32m^3/s$ .

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

**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.

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

$$\text{Vậy } Q_{kp(NC)} = K_p \times Q_{kmin(NC)} = 0,47 \times 0,81 = 0,38m^2/s$$

#### 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 Vơ-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:

### ĐỒI NG CHÁI Ý LUÎ THIÃÚT KÃÚ

#### 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  $\gamma_1 = \frac{\bar{Q}_{max}}{\bar{Q}}$

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

$\bar{Q}$  - 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  $\lambda$ :  $\lambda = \gamma_1 \frac{T_1}{T_{lu}}$

## 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.

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

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

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

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

- 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  $\bar{Q}_m$ ,  $\sigma$ ,  $C_v$ ,  $C_s$  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  $Q_m$  giới hạn, như vậy sẽ chọn tất cả các trận lũ có đỉnh lũ lớn hơn  $Q_m$  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  $Q_{M2} = 5000\text{m}^2/\text{s}$ , trận lũ năm 1978 là  $Q_{M1} = 5500\text{m}^2/\text{s}$ . 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)

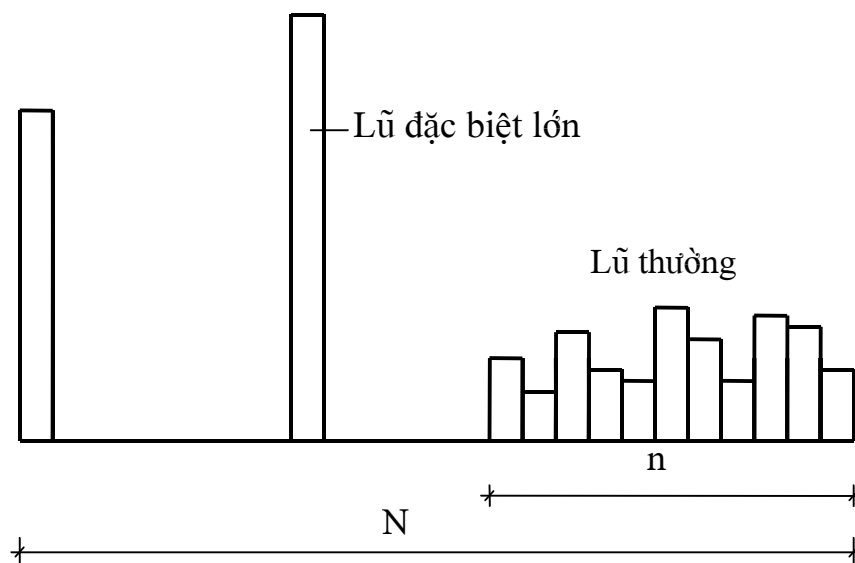
n - số trận lũ thường có tài liệu thống kê

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  $\mathbf{n}$  (của các trận lũ bình thường) sẽ bằng trị số bình quân và khoảng lệch quân phương của liệt  $(\mathbf{N} - \mathbf{a})$ , tức là:

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

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

Như vậy tức là:

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

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

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

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

Nếu xét thêm các trận lũ đặc biệt lớn thì:

$$\bar{Q}_N = \frac{\sum_1^a Q_{Mj} + (N-a)\bar{Q}_{(N-a)}}{N}$$

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

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

\* *Xác định giá trị  $C_{VN}$ :*

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

Từ giả thiết của Kritski - Menken là:

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

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 LĐBL thứ j

$Q_{mi}$  - lưu lượng đỉnh lũ của trận lũ LĐBL 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  $\bar{Q}_N$ ,  $C_{VN}$ ,  $C_{SN}$  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  $\Delta Q$ . Như vậy lưu lượng định lũ thiết kế là:

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

Trị số  $\Delta Q$  phụ thuộc vào nhiều yếu tố như số năm quan trắc dòng chảy, sai số quân phương của đường tần suất... có thể tính  $\Delta Q$  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  $T_x$

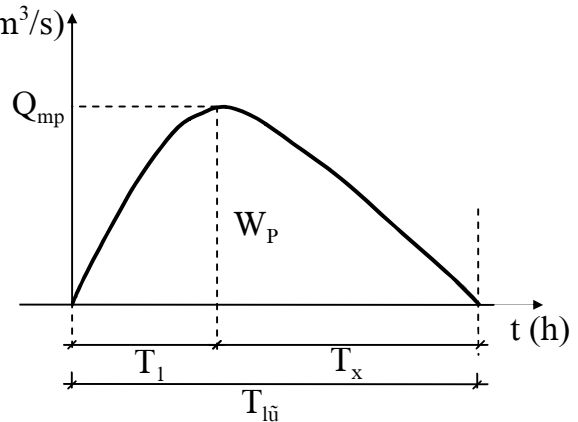
Các yếu tố này gắn bó với

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.

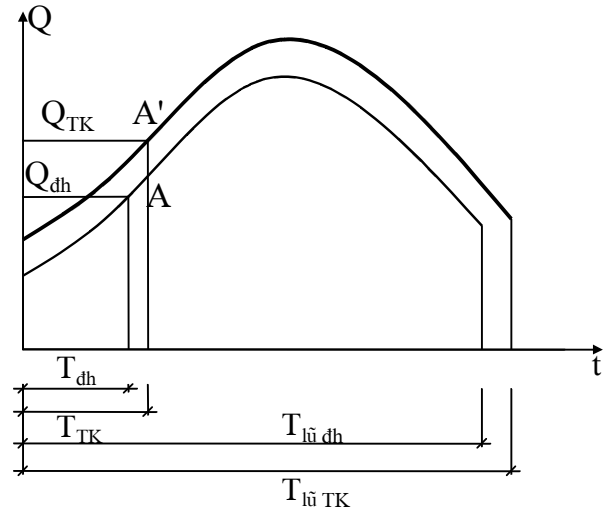
### ***b. Hệ số thu phóng đường quá trình lũ:***

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:

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

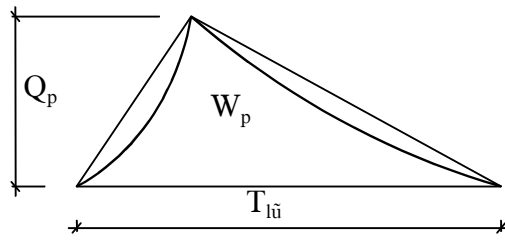
- Hệ số thu phóng thời gian lũ  $K_T$ :

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  $K_Q$ :

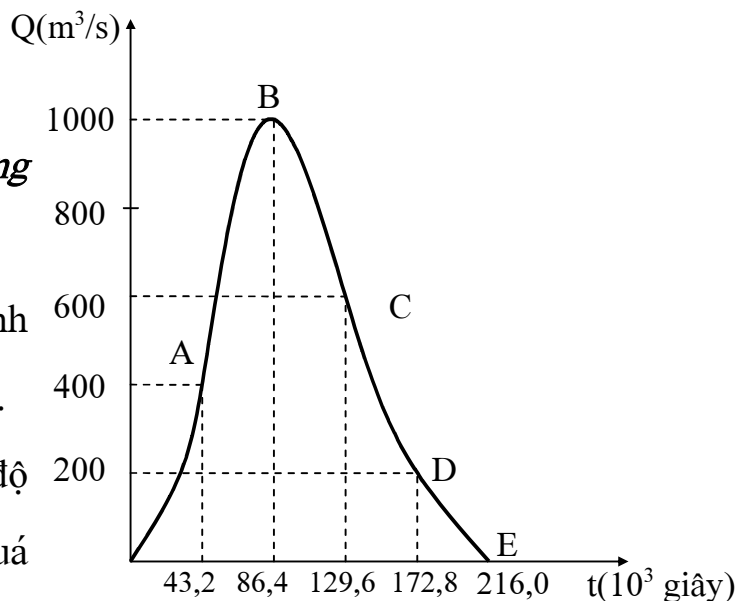
$$K_T = \frac{K_w}{K_Q}$$

**c. Các bước thu phóng**

và ví dụ:

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

Theo ví dụ trên tọa 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 tọa độ của đường quá trình lũ thiết kế theo công thức:

Ví dụ:  $K_T = 0,8$  và  $K_Q = 0,9$

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

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

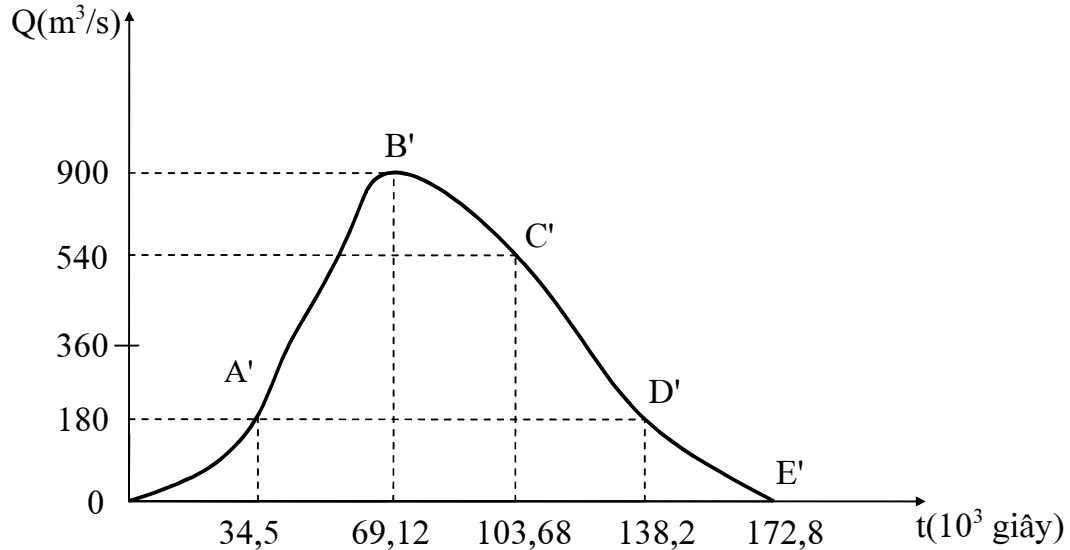
Kết quả thu phóng đường quá trình lũ như bảng sau:

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 thủy 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:

$Q_{mp}$  - 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

$\alpha$  - Hệ số dòng chảy lũ

$\delta$  - 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  $\alpha$ : Hệ số  $\alpha$  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  $\tau_d$  và hệ số địa mạo thủy văn của sông  $\Phi$ . 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 <sup>2</sup> )			
			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	$\tau_d$ (ph)	$\Phi_s$					
		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

$\tau_d$  - Thời gian tập trung nước trên sườn dốc.

$\Phi$  - Hệ số địa mạo thủy văn của lòng sông.



*\* Xác định hệ số  $\delta$ :*

Hệ số  $\delta$  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  $Q_{\text{mP}}$ .

***b. Công thức A - lếch - xây - ép:***

Công thức A - lếch - 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:

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

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

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

$F$  - Diện tích lưu vực ( $\text{km}^2$ )

$\bar{a}_\tau$  - Cường độ mưa trung bình trong thời đoạn tính toán  $\tau$ .

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

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

$\tau$  - Thời gian tập trung nước lưu vực

$r$  - Hệ số xét đến ảnh hưởng của ao hồ

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

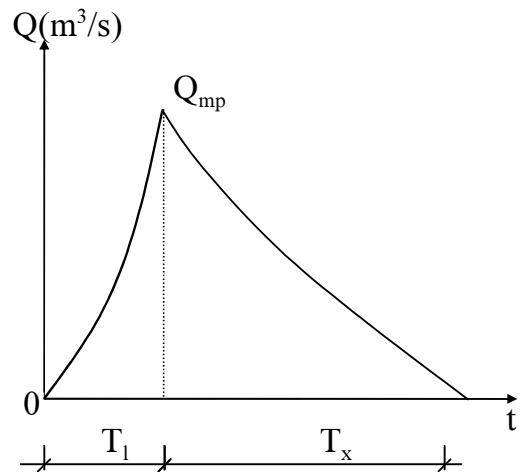
$\varphi$  - Hệ số chiết giảm dòng chảy

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:

$$Q_{\text{mp}} = \frac{0,28\alpha(H_{\text{TP}} - H_0)F.f.d}{T_1} + Q_{\text{ng}}$$



Trong đó

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

$H_0$  - Lớp nước tồn thất ban đầu

$\alpha$  - Hệ số dòng chảy lũ

$T_1$  - Thời gian lũ lên (giờ)

$f$  - Hệ số hình dáng trận lũ

$F$  - Diện tích lưu vực ( $\text{km}^2$ )

$\delta$  - Hệ số xét đến ảnh hưởng của ao hồ, rừng.

$Q_{\text{ng}}$  - 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:

$$T_1 = \tau_s = \frac{L}{3,6\bar{V}_\tau} \quad (\text{giờ})$$

$\bar{V}_\tau$  - 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)

$\tau_s$  - Thời gian tập trung dòng chảy

+ Xác định  $\alpha (H_{TP} - H_0)$

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, ví dụ:

Lưu vực	$\alpha (H_{TP} - H_0)$
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

$$\gamma = \frac{T_x}{T_1}$$

$T_1$  - 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  $\delta$

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

Trong đó:  $\delta_1$  - hệ số do ảnh hưởng của ao hồ

$\delta_2$  - hệ số do ảnh hưởng của điều tiết song với đỉnh lũ

$\delta_3$  - 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 ngầm đổ ra sông trước khi có lũ. Đối với lưu vực bé hoặc vùng khô hạn thì có thể bỏ qua  $Q_{ng}$ . 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 - km<sup>2</sup>)

F - Diện tích lưu vực (km<sup>2</sup>)

## 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  $\alpha$ ,  $H_{pp}$ ,  $H_0$  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:  $\alpha$  - 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:

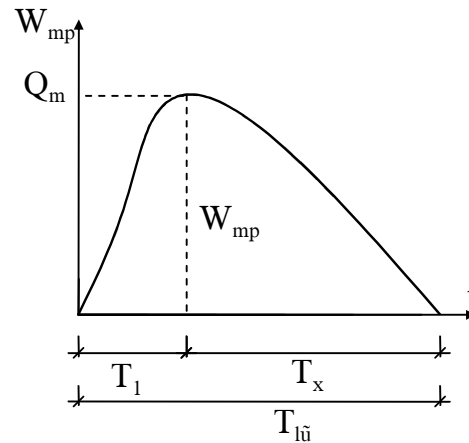
+ Dạng lũ hình tam giác.

+ Dạng lũ hình thang.

+ Dạng lũ hình cong.

**a. Đường quá trình lũ**

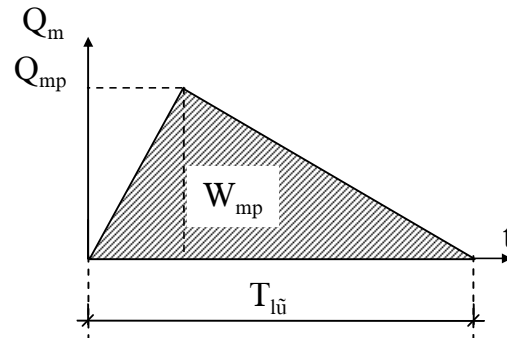
**dạng hình tam giác:**



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  $\gamma$  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  $\gamma = 2,5 \div 3,5$

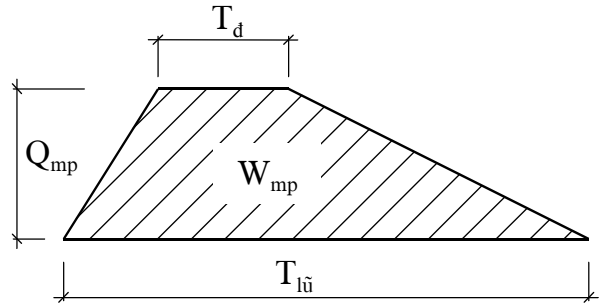
**b. Đường quá trình lũ là dạng hình thang:**

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:

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

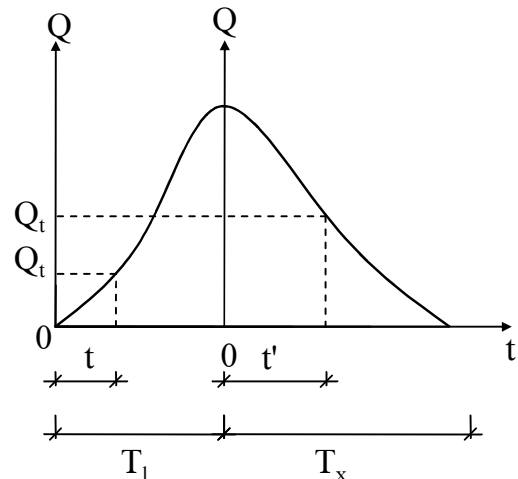
Nếu thời gian lũ  $T_{lũ}$  tính bằng giờ thì

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

**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 trục tung từ 0 tức là lũ bắt đầu lũ lên.



Phương trình đường lũ lên như sau:

$$Q_t = Q_{mP} \left( \frac{t}{T_1} \right)^m$$

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  $n = 3$ .



## Chương VII:

# DÒNG CHẢY Bùn CÁT VÀ VẬN ĐỀ BỒI LẮNG XÓI LỞ Ở CÁC CÔNG TRÌNH TRÊN SÔNG

## I. KHÁI NIỆM CHUNG

Trên lưu vực sông, bề mặt lưu vực thường xuyên chịu tác động của thiên nhiên (khí hậu, địa hình địa mạo...) và con người (khai phá đất đai, khai thác rừng ...) nên bề mặt bị bào mòn. Sản phẩm của quá trình này (đất bị bào mòn) một phần giữ lại ở sườn dốc, một phần được dòng nước mang đi vào sông suối tạo thành dòng chảy bùn cát.

Theo hình thức vận động của bùn cát, người ta chia ra 2 loại:

- Bùn cát lơ lửng, là bùn cát cuốn theo dòng nước ở trạng thái lơ lửng.
- Bùn cát đáy là loại bùn cát lăn chuyển ở đáy dòng sông.

Dòng bùn cát trên sông thay đổi theo không gian và thời gian.

Giữa dòng chảy của nước và dòng bùn cát có quan hệ chặt chẽ với nhau. Vào mùa lũ Q lớn thì bùn cát nhiều, vào mùa khô Q nhỏ bùn cát lại ít. Bùn cát làm cho đáy sông cao dần lên và cửa sông lấn dần ra biển. Dòng bùn cát có tác động rất lớn đến đời sống con sông. Chế độ bồi lắng xói lở và biến đổi dòng sông là kết quả của dòng chảy bùn cát.

Trong việc xây dựng các công trình thuỷ lợi (hồ nước), giao thông, cấp nước có quan hệ trọng việc tính toán bùn cát. Bùn cát liên quan chặt chẽ đến tuổi thọ hồ chứa, đến giao thông thuỷ, đến cấp nước sinh hoạt (sạch), đến nước tưới (phù sa).

Theo thống kê dòng bùn cát tăng theo sự tăng của Qsông, khi lưu lượng sông đạt  $\frac{2}{3} Q_{\max}$ , thì dòng chảy bùn cát ổn định. Trên cùng một mặt bùn cát phân bố không đều, lượng bùn cát tăng theo chiều sâu và tăng dần từ bờ ra giữa sông.

## II. GIÁ TRỊ ĐẶC TRƯNG CỦA BÙN CÁT

### 1. Lượng ngậm cát $\rho$ :

Lượng ngậm cát là khối lượng ngậm cát trong đơn vị thể tích;

$$\text{Ký hiệu} = \rho$$

$$\text{Đơn vị} = \text{kg/m}^3 \text{ hoặc } \text{g/m}^3$$

### 2. Lưu lượng bùn cát R (kg/s):

Lưu lượng bùn cát là khối lượng bùn cát chuyển qua mặt cắt sông trong đơn vị thời gian là giây.

$$\text{Ký hiệu} = R$$

$$\text{Đơn vị} = \text{kg/s}$$

Lưu lượng bùn cát R có thể xác định từ lượng ngậm cát  $\rho$  và lưu lượng dòng chảy Q.

$$R = \rho \cdot Q \quad (\text{kg/s})$$

Trong đó:  $\rho$  - Lượng ngậm cát ( $\text{kg/m}^3$ )

Q - Lưu lượng dòng sông ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

### 3. Khối lượng bùn cát P (T/năm):

Khối lượng bùn cát chuyển qua mặt cắt sông trong 1 năm là P (T/năm)

$$P = R \times T_{\text{năm}} = \frac{31,53 \times 10^6}{10^3} R \quad (\text{T/năm})$$

#### 4. Thể tích bùn cát G (m<sup>3</sup>/năm):

$$G = \frac{P}{\beta} \quad \beta - \text{khối lượng riêng của bùn cát (T/năm)}$$

#### 5. Modulun bùn cát Moc (T/năm/km<sup>2</sup>):

Modulun bùn cát là khối lượng bùn cát trung bình trên đơn vị diện tích lưu vực, chảy qua mặt cắt sông trong 1 năm,  $M_{oc} = \frac{P}{F}$  (T/km<sup>2</sup>/năm). Người ta còn gọi Mc là hệ số xâm thực

### III. TÍNH TOÁN BÙN CÁT KHI CÓ ĐỦ TÀI LIỆU QUAN TRẮC:

Trong hình thức vận động của bùn cát có 2 loại:

- Bùn cát lơ lửng.
- Bùn cát đáy

Trong tính toán bùn cát, người ta không dùng đến đường tần suất bùn cát, mà chỉ tính lưu lượng bùn cát bình quân nhiều năm.

#### 1. Lưu lượng bùn cát bình quân nhiều năm R<sub>o</sub>:

Khi có tài liệu quan trắc thì người ta tính lưu lượng bùn cát bình quân nhiều năm R<sub>o</sub> theo công thức bình quân:

$$P_o = \frac{1}{n} \sum R_i$$

R<sub>i</sub> - Lượng bùn cát của năm thứ i (kg/s)

n - Số năm quan trắc

#### 2. Lượng ngậm cát bình quân nhiều năm ρ:

$$\rho_o = \frac{1000R_o}{Q_o} \quad (\text{g/m}^3)$$

R<sub>o</sub> - Lưu lượng bùn cát bình quân nhiều năm (kg/s)

Q<sub>o</sub> - Lưu lượng bình quân nhiều năm (m<sup>3</sup>/s)

ρ<sub>o</sub> - Lượng ngậm cát bình quân nhiều năm (g/m<sup>3</sup>)

$$\rho_o \text{ ở Hà Nội } P_o = 585 \text{ g/m}^3$$

$$\rho_{\max} = 6970 \text{ g/m}^3 \quad (31/7/66)$$

$$\rho_{\min} = 10,7 \text{ g/m}^3 \quad (26/5/58)$$

### 3. Khối lượng bùn cát chuyển qua mặt cắt cửa ra:

Ta gọi  $P_o$  - Khối lượng bùn cát (T/năm)

$$P_o = \rho_o \cdot Q_o \cdot T_{\text{năm}}$$

$$= \left( \frac{\rho_o}{10^3} \right) \times Q_o \times 31,536 \times 10^6 \quad (\text{kg/năm})$$

$$P_o = 31,536 \times \rho_o \times Q_o \quad (\text{T/năm})$$

$\rho_o$  - Lượng ngậm cát ( $\text{g/m}^3$ )

$Q_o$  - Lưu lượng ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$T_{\text{năm}} = 31,536 \times 10^6$  giây

### 4. Thể tích bùn cát chuyển qua mặt cắt cửa ra:

$$G_o = \frac{P_o}{\beta} \quad (\text{m}^3/\text{năm})$$

$P_o$  - Khối lượng bùn cát (T/năm)

$\beta_o$  - Khối lượng riêng bùn cát ( $\text{T/m}^3$ )

Hoặc 
$$G_o = \frac{R_o \times T_{\text{năm}}}{\beta}$$

$$G_o = \frac{R_o \times 31,536 \times 10^6}{\beta} \times \frac{1}{10^3}$$

$$G_o = \frac{31,536 \times 10^6 R_o}{\beta} \quad (\text{m}^3/\text{năm})$$

$R_o$  - Lưu lượng bùn cát bình quân nhiều năm ( $\text{kg/s}$ )

$T_o = 31,536 \times 10^6$  sec/năm

$\beta$  - Khối lượng riêng của bùn cát ( $\text{T/m}^3$ )

Đối với phù sa  $\rightarrow \beta = 0,5 \div 0,7 \text{ T/m}^3$

Đối với đất cát  
Lớp bồi lắng nén chặt

$$\left. \vphantom{\begin{matrix} \text{Đối với đất cát} \\ \text{Lớp bồi lắng nén chặt} \end{matrix}} \right\} \beta = 1,0 \div 1,5$$

### III. TÍNH TOÁN BÙN CÁT KHI KHÔNG CÓ TÀI LIỆU QUAN TRẮC

Khi không có tài liệu quan trắc thì dùng các phương pháp sau:

#### 1. Dùng bản đồ đẳng trị $\rho$ ( $\text{g/m}^3$ ):

Từ  $\rho_0$  ta xác định  $P_0$

$$P_0 = \rho_0 \times Q_0 \times T_{\text{năm}}$$

$$P_0 = 31,536 \times \rho_0 \times Q_0 \text{ (T/năm)}$$

$$\Rightarrow G_0 = \frac{P_0}{\beta} \text{ (m}^3\text{/năm)}$$

#### 2. Dùng bản đồ phân vùng bùn cát hay mượn lưu vực tương tự:

Phương pháp này ít dùng vì thường không chính xác

#### 3. Công thức kinh nghiệm xác định bùn cát lơ lửng:

Một trong những công thức thường dùng là công thức

POLIAKOV

$$P_0 = 10^4 \varepsilon \sqrt{JK}$$

$\rho_0$  - Lượng ngậm cát bình quân

J - Độ dốc bình quân của dòng sông

$\varepsilon$  - Hệ số xâm thực lấy từ bản đồ phân vùng

K - Hệ số hiệu chỉnh điều kiện làm việc

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Hệ số hiệu chỉnh mặt cắt lưu vực  $K_1$

Hình dạng mặt cắt lưu vực	$K_1$
Mặt cắt sườn dốc hình lõm	0,5
Mặt cắt sườn dốc phẳng	1,0
Mặt cắt sườn dốc lồi	1,5

Hệ số hiệu chỉnh theo lớp phủ thực vật  $K_2$

Tầng phủ thực vật	$K_2$
Hai bên sông là đồng cỏ	0,5
Một bên sông là đồng cỏ	1,0
Hai bên sông là rừng rậm	0,7
Một bên sông là rừng rậm	1,4
Hai bên là rừng thưa	0,9
Một bên là rừng thưa	0,8
Hai bên sông là đất hoang	2,5

Hệ số hiệu chỉnh nham thạch  $K_3$

Tình hình nham thạch	$K_3$
Đá	0,5
Sét và cát	1,0
Đất vàng	1,5

Hệ số xâm thực:

Xói mòn mạnh  $\varepsilon = 8 - 6$

Xói mòn vừa  $\varepsilon = 6 - 4$

Xói mòn ít  $\varepsilon = 2 - 1$

#### 4. Xác định bùn cát đáy:

Bùn cát đáy  $S_o$  tính theo bùn cát lơ lửng  $R_o$

$$S_o = \beta \cdot R_o \quad (\text{kg/s})$$

$\beta$  - Tỷ lệ bùn cát đáy so với bùn cát lơ lửng

$\beta = 0,05 \div 0,10$  (vùng đồng bằng);  $\beta = 0,1 \div 0,3$  (vùng núi)

### IV. ẢNH HƯỞNG CỦA CÔNG TRÌNH THUỶ LỢI ĐỐI VỚI DÒNG CHẢY BÙN CÁT

#### 1. Khái niệm chung:

Do xây dựng công trình trên sông nên làm cho dòng chảy thay đổi từ đó sinh ra bồi lắng hoặc xói lở ở công trình

- Bồi lắng hồ chứa (thường làm đập)
- Xói lở ở bờ kho nước
- Xói lở dòng sông hạ lưu đập ngăn nước
- Xói lở bồi lắng gần công trình lấy nước

#### 2. Bồi lắng bùn cát ở thượng lưu đập (hồ chứa nước):

Sau khi xây dựng đập, mực nước dâng cao làm cho lưu tốc giảm nhỏ dẫn đến sự lắng đọng của bùn cát trong kho nước.

Để tính toán tuổi thọ công trình ta xác định bùn cát bồi lắng trong 1 năm

Khối lượng bùn cát  $P$  (lơ lửng)

$$P_o = \rho_o \cdot Q_o \cdot T_{\text{năm}}$$

$$P = 31,536 \rho_o Q_o \quad (\text{T/năm})$$

$P_o$  - Hàm lượng bùn cát bình quân năm ( $\text{g/m}^3$ )

$Q_o$  - Lưu lượng bình quân năm ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$T_{\text{năm}}$  -  $31,536 \times 10^6$  giây

- Thể tích bùn cát bồi lắng trong 1 năm  $G_0$

$$G_0 = \frac{P_0}{\beta} \quad (\text{m}^3/\text{năm})$$

Bùn cát đáy được tính theo bùn cát lơ lửng

$$S_0 = \beta_0 \cdot R_0$$

### 3. Xói lở ở hạ lưu đập:

- Do hồ chứa giữ nước lại nên lưu tốc giảm làm bùn cát được lắng đọng trong hồ, nước trong hồ chứa xả về hạ lưu mang bùn cát ít, để khôi phục lại khả năng mang bùn cát, dòng nước gây ra xói lở một cách phổ biến ở hạ lưu đập. Sự xói lở ở hạ lưu đập chỉ có thể dừng lại, sau khi lưu tốc bị giảm xuống bằng lưu tốc khởi động bùn cát ở dòng sông.

### 4. Xói lở ở bờ kho nước"

Kho nước trữ nước thì bờ kho nước lùi dần vào phía sau làm ảnh hưởng đến công trình ven sông (đê, đất đai canh tác, làng mạc, giao thông). Đất ven bờ đó bị xói lở và lắng đọng lại làm cho dung tích hữu ích của hồ giảm xuống.

Các nhân tố gây xói lở bờ kho nước là:

- Sóng gió
- Cấu tạo địa chất
- Nước mưa
- Lớp phủ thực vật
- Nước ngầm
- Địa hình địa mạo

Trong các yếu tố trên thì sóng là yếu tố quyết định nhất đối với sự diễn biến bờ kho nước.



## 5. Ảnh hưởng của cửa lấy nước đối với sự diễn biến dòng sông:

### *a. Đối với công trình lấy nước không đập:*

Qua công lấy nước đầu kênh, nước từ sông chảy vào kênh. Nếu lưu lượng sông lớn thì lưu lượng có thể lấy vào kênh cũng lớn và ngược lại.

Cửa lấy nước nên bố trí vào bờ lõm vì ở đó chủ lưu chạy sát bờ độ sâu lớn nên lưu lượng lấy vào kênh cũng lớn. Tại cửa lấy nước, một bên bồi một bên xói, trước công lấy nước thì một bên xói một bên bồi.

### *b. Công trình lấy nước có đập:*

Công trình lấy nước có đập, mực nước trong sông được ổn định và lưu lượng lấy vào kênh có thể khống chế một cách chủ động. Khi không có yêu cầu dùng nước, thì cửa lấy nước thường được đóng kín để tránh xói lở và bồi lắng trong kênh.

## V. ẢNH HƯỞNG CỦA CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG (CẦU) ĐỐI VỚI SỰ DIỄN BIẾN DÒNG SÔNG

### 1. Sự xói lở bồi lắng cầu giao thông:

Công trình giao thông trên sông là cầu ô tô và cầu đường sắt

Do các trụ cầu thu hẹp dòng chảy làm cho dòng sông biến đổi so với sông thiên nhiên sinh ra xói lở, bồi lấp ở vùng sông xây dựng cầu.

+ Ở thượng bên cầu do mố cản trở, nên dòng chảy ứ lại, dâng cao làm lưu lượng đơn vị giảm nhỏ, lưu tốc dòng chảy bị giảm, nên bùn cát bồi lắng lại.

+ Tại vị trí trụ cầu và mố cầu dòng chảy bị các công trình bảo vệ ở đầu cầu cản trở nên lưu lượng đơn vị tăng, lưu tốc tăng theo gây ra hiện tượng xói lở.

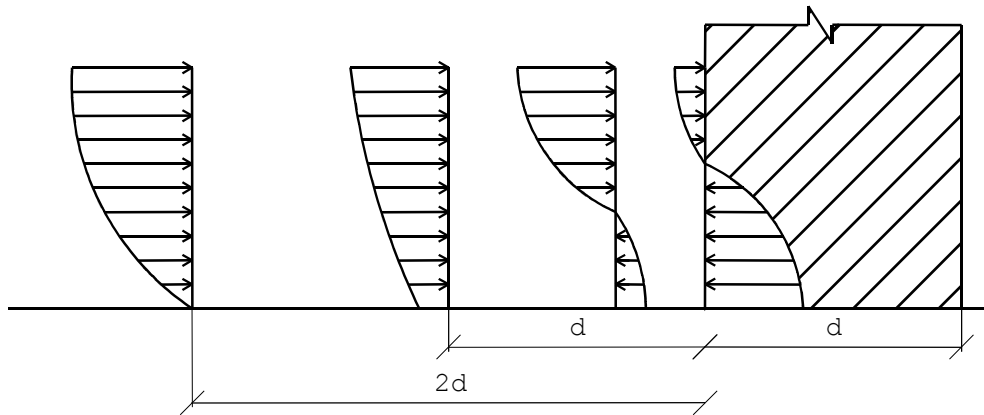
+ Ở hạ lưu cầu dòng chảy mở rộng làm lưu lượng đơn vị giảm, lưu tốc giảm sinh ra bồi lắng

Sự xói lở theo chiều rộng của sông nói chung tương đối nhỏ. Chiều sâu của mặt cắt nơi có cầu biến đổi mang tính chất chu kỳ làm cho bờ sông ở 2 đầu cầu cũng bị xói lở mang tính chất chu kỳ.

## 2. Xói lở cục bộ ở chân trụ cầu:

### a. Nguyên nhân xói lở trụ cầu:

- Do dòng chảy quanh trụ cầu thay đổi đột ngột
- Dòng chảy gặp trụ cầu bị dâng lên và uốn quanh thành hình lăng trụ làm cho  $v$  và  $q$  tăng lên và hướng dòng chảy thay đổi gây ra xói nhanh và xói sâu.

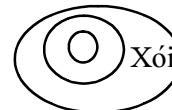
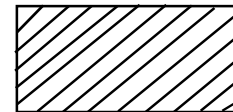
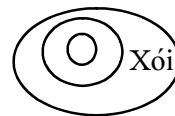


Biểu đồ lưu tốc ở thượng lưu cầu

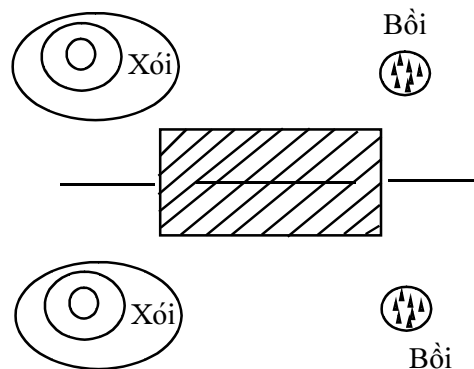
### b. Quá trình xói ở trụ cầu:

Chia làm 3 giai đoạn

- Giai đoạn hình thành hồ xói: Hồ xói không phải trước trụ mà ở vị trí 2 bên trụ. Ở đó dòng chảy thay đổi đột ngột. Sau đó lan dần về thượng lưu và 2 bên trụ cầu



- Giai đoạn phát triển hồ xói: Xói càng phát triển sâu và rộng, làm hồ xói chuyển dịch về thượng lưu và 2 bên trụ cầu.



Lượng phù sa của hồ xói vận chuyển về hạ lưu thì gặp dòng chảy quán tạo 2 dải bồi đối xứng qua tim trụ trên cầu.

Tốc độ xói đạt tới mức nhất định thì lưu tốc  $V$  giảm thì bãi bồi thấp dần.

- Giai đoạn phát triển hồ xói hạ lưu trụ: Ở giai đoạn này lưu lượng tải phù sa tại các hồ xói nhỏ hơn khả năng tải phù sa của dòng chảy (thời kỳ này xói 2 bên và hạ lưu trụ có tốc độ chậm) làm cho các bãi bồi sau trụ thấp dần và các hồ xói 2 bên trụ kéo dần về phía hạ lưu tạo ra hố xói ở hạ lưu phát triển trong thời gian dài.

Khi dòng chảy đủ khả năng mang bùn cát của hố xói chảy theo dòng nước thì việc xói lở sẽ ngưng.

Độ sâu hố xói hạ lưu bằng  $(0,5 \div 0,7)$  lần độ sâu hố xói thượng lưu và 2 bên trụ.

### ***c. Tính xói lở ở chân trụ cầu:***

Giá thành trụ cầu chiếm phần lớn vốn xây dựng, thời gian thi công dài. Giá thành mô và trụ cầu phụ thuộc vào chiều sâu móng. Mà chiều sâu móng phụ thuộc vào độ sâu xói lở ở trụ.

Tính toán xói chân cầu hiện nay có rất nhiều công thức

- Công thức trường ĐHXD Hanoi

- Công thức của Viện NC đường bộ Liên Xô
- Công thức Trường ĐH Côlôradô (Mỹ)
- Công thức của Ấn Độ - Pakistan, ...

Ở đây chỉ giới thiệu 2 công thức thường dùng ở Việt Nam trong thiết kế cầu.

*α) Công thức của ĐHXD Hanoi*

+ Khi  $V_{\text{sông}} < [V_{\text{KX}}]$

$$h_{\text{ch}} = 0,97 K_d b^{0,83} h^{0,17} \left( \frac{V}{[V_{\text{KX}}]} \right)^{1,04}$$

+ Khi  $V_{\text{sông}} \geq [V_{\text{KX}}]$

$$h_{\text{ch}} = 0,52 K_d b^{0,88} h^{0,12} \left( \frac{V}{[V_{\text{KX}}]} \right)^{1,16}$$

Trong đó:  $h_{\text{ch}}$  - Chiều sâu xói cục bộ lớn nhất tại chân trụ cầu

$K_d$  - Hệ số hình dạng trụ cầu ( $K_d = 0,153 \div 0,198$ )

$h$  - Chiều sâu nước tại trụ nước khi xói

$[V_K]$  - Vận tốc không xói cho phép

Đáy sông là đất cát  $[V_k] = 0,7 \text{ m/s}$

san sỏi  $[V_k] = (1,0 \div 1,2) \text{ m/s}$

Đá cuội  $[V_k] = (1,5 \div 2,1) \text{ m/s}$

$V$  - Vận tốc tại trụ cầu trước khi xói cục bộ

$b$  - Chiều rộng trụ tính toán

*β) Công thức của Viện NC Đường bộ Liên Xô*

$$h_{\text{ch}} = b^{2/3} h^{3/5} \left( \frac{V}{V_B} \right)^r K_d$$

$h_{\text{ch}}$  - Chiều sâu xói lớn nhất ở chân trụ cầu

$V_B$  - Tốc độ dòng chảy khuấy đục bùn cát

$$V_B = \sqrt[3]{g\omega h}$$

$h$  - Chiều sâu nước trước khi xói

$\omega$  - Đường kính thủy lực hạt đất đáy sông

$\omega = f$  (đường kính hạt đất)

Khi  $d = 0,01 \div 0,1$  thì  $\omega = 0,07 \div 0,7$

$d = 1 \div 5$  thì  $\omega = 9,5 \div 25$

$d = 100 \div 250$  thì  $\omega = 108 \div 170$

$n$  - số mũ. Khi  $V > V_B$  thì  $n = 3/4$

$V \leq V_B$  thì  $n = 2/3$

$K$ : Hệ số hình dáng trụ cầu.

***d. Cao trình đặt móng trụ cầu:***

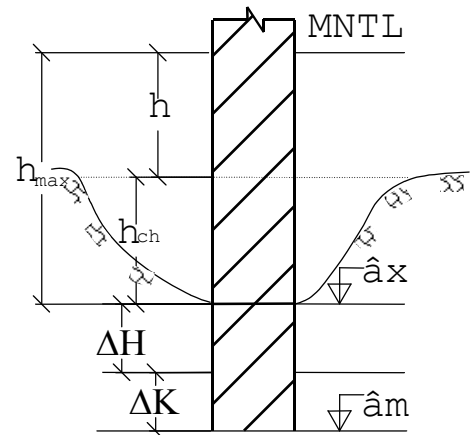
Cao trình tối thiểu đặt móng  $\nabla_{dm}$

$\nabla_{dx}$  - Cao trình đáy sông sâu khi xói

$\Delta K$  - Chiều sâu móng cắm vào đất

$\Delta H$  - Chiều sâu dự trữ

$$\nabla_{dm} = \nabla_{dx} - (\Delta K + \Delta H)$$



## Chương VIII:

### TỶNH TOÀN HỢC THUYÍ VẠN VUING AÍNH HẺÁNG THUYÍ TRIÃÖU

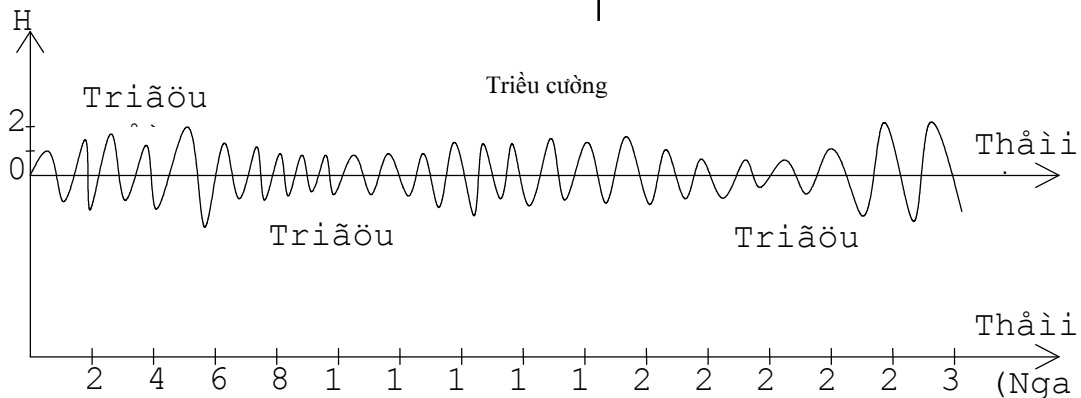
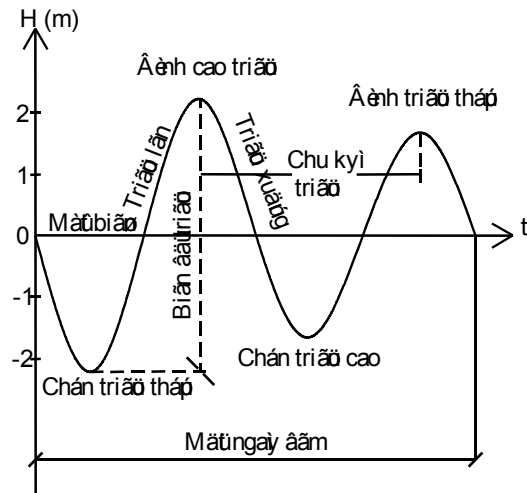
#### I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ THUYÍ TRIỀU

##### 1. Hiện tượng thủy triều:

Mực nước biển lên xuống theo một chu kỳ nhất định ta gọi là thủy triều

Chu kỳ thủy triều ở mỗi nơi có khác nhau.

- Thường trong một ngày đêm có
  - + 2 lần thủy triều lên tạo đỉnh triều
  - + 2 lần thủy triều xuống tạo chân triều
- Trong 1 tháng có
  - + 2 lần triều cường
  - + 2 lần triều kém



##### Quá trình mực nước triều trong tháng

- Chênh lệch mực nước giữa đỉnh triều và chân triều ta gọi là

## BIÊN ĐỘ TRIỀU.

- Khoảng cách thời gian giữa 2 đỉnh triều gọi ta là CHU KỲ TRIỀU.

### 2. Phân loại thủy triều:

Dựa vào chu kỳ người ta phân làm 4 loại triều như sau:

#### *a. Bán nhật triều đều:*

Trong một ngày mặt trăng (24 giờ 50 phút) có

+ 2 lần triều lên

+ 2 lần triều xuống

#### *b Nhật triều đều:*

Trong một ngày mặt trăng có

+ 1 lần triều lên

+ 1 lần triều xuống

#### *c. Bán nhật triều không đều:*

+ 2 lần triều lên, 2 đỉnh khác nhau

+ 2 lần triều xuống, 2 chân khác nhau

#### *d. Nhật triều không đều:*

+ 1 lần triều lên

+ 1 lần triều xuống

Xuất hiện trong 15 ngày, chỉ có 7 ngày nhật triều, còn lại là xuất hiện bán nhật triều.

### 3. Nguyên nhân sinh ra triều:

Nước biển chịu tác động của lực hấp dẫn của Mặt trăng, Mặt trời là lực ly tâm của quả đất (quay xung quanh hệ thống Mặt đất - Mặt trăng) không đều nhau nên sinh ra thủy triều.

Ngoài ra người ta còn giải thích thủy triều bằng thuyết động lực cho rằng thủy triều là do 2 loại chấn động cưỡng bức và tự do của nước biển gây ra thủy triều.

#### 4. Đặc trưng của triều:

##### *a. Chiều sâu xâm nhập mặn*

Trong quá trình truyền triều vào sông, do sự tác động tương hỗ giữa dòng chảy trong sông và dòng triều mà hình thành giới hạn dòng triều. Vị trí này không cố định mà thay đổi theo mùa lũ và kiệt Triều biển tác động vào sông làm cho sông có nồng độ mặn tăng. Tùy theo yêu cầu dùng nước với nồng độ mặn khác nhau mà xác định độ sâu xâm nhập mặn  $L$  (km)

##### *b. Mực nước triều bình quân*

Là giá trị bình quân mà mực nước triều đo được trong từng giờ hoặc 30 phút của một con triều hay một thời kỳ triều.

##### *c. Mực nước triều giữa*

$$H_{\text{giữa}} = \frac{H_d + H_{ch}}{2}$$

##### *d. Mực nước đỉnh triều $H_d$*

##### *e. Mực nước chân triều $H_{ch}$*

##### *f. Biên độ triều:* Chênh lệch mực nước giữa $H_d$ và $H_{ch}$

## II. TÍNH TOÁN MỰC NƯỚC TRIỀU THIẾT KẾ

### 1. Tính toán $H_{\text{triều}}$ khi có số liệu thực đo:

#### *a. Thống kê tài liệu triều:*

Tùy theo yêu cầu công trình mà thiết kế tài liệu

+ Đối với công trình tưới, thống kê  $H_{ch}$

+ Đối với phát điện, thống kê biên độ triều



+ Đối với tiêu nước, thống kê  $H_d$

Chọn mỗi năm một màn tài liệu, tính toán tần suất, sau đó từ P% xác định  $H_{ch}$  (hoặc  $H_d$  hay biên độ

Giá trị  $H_{dp}\%$  là giá trị để thiết kế công trình tiêu nước (đối với công trình lấy nước tưới thì tính  $H_{ch}P\%$ )

## 2. Tính toán mực nước triều thiết kế theo phương pháp Mariutin:

- Phương pháp này thích hợp với trường hợp chênh lệch mực nước triều hàng ngày không lớn.

- Giả thiết là đường phân bố có dạng đối xứng, tức  $C_s = 0$ .

- Đối với đường PIII có thể tính giá trị  $H_p\%$  theo công thức.

$$H_p = (\emptyset C_v + 1) \bar{H}$$

$$\bar{H} = \frac{1}{n} \sum H_i$$

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{H}}$$

$\sigma$  – Khoảng lệch quân phương

$\emptyset$  - Khoảng lệch tung độ  $\emptyset = f(C_s P)$

Áp dụng khi  $C_s = 0$

Vậy  $\emptyset = f(P)$

Bởi vậy  $H_p$  có thể tính như sau:

$$H_p = \bar{H}(\emptyset C_s + 1)$$

- Chú ý trong xác định các đặc trưng thống kê

+ Tính  $\bar{H}$

Để đơn giản ta phân cấp mực nước (cách nhau 10 cm)

Gọi  $f_i$  - số lần xuất hiện của  $H_i$

$$\text{Vậy } \bar{H} = \frac{1}{n} \sum H_i f_i$$

+ Trị số  $\sigma$ ,  $C_v$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (H_i - \bar{H})^2 f_i}{(n-1)}} \quad C_v = \frac{\sigma}{\bar{H}}$$

+ Tính  $\emptyset$

Căn cứ vào P tra  $\emptyset$  với  $C_s = 0$

Phương pháp Marintin lấy dạng phân bố đối xứng để tính toán nên kết quả thu được Hmax thiên lớn, Hmin thiên nhỏ nên rất an toàn.

### III. CHỌN DẠNG TRIỀU THIẾT KẾ

#### 1. Chọn dạng triều điển hình:

- Là một dạng con triều thực tế và có dạng đại diện cho hiện tượng triều ở địa phương với nguyên tắc chọn là

- Có Htriều xấp xỉ Hp

- Dạng triều điển hình bất lợi cho việc thiết kế công trình. Ví dụ: khi tính toán công trình lấy nước từ sông chịu ảnh hưởng của triều thì triều có chân triều thấp và xảy ra vào lúc cần tưới là con triều bất lợi cần được chọn. Đối với công trình tiêu nước ra sông thì dạng triều bất lợi là loại có đỉnh triều cao, thời gian triều lên dài, thời gian triều xuống ngắn là con triều bất lợi cho việc tiêu nước.

#### 2. Thu phóng triều điển hình thành con triều thiết kế

## Chương IX:

### CÁÖU VÆÄÛT SÄNG VAI CÄÚNG QUA ÄÆÄÏNG

#### I. KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ CẦU VƯỢT SÔNG, CỐNG

- Cầu đường sắt, đường ô tô vượt qua các sông lớn là phần quan trọng của hệ thống giao thông.

- Cầu vượt sông là công trình tổng hợp gồm

+ Cầu

+ Đường dẫn vào cầu

+ Công trình bảo vệ gia cố bờ

+ Công trình hướng dòng

##### 1. Phân loại cầu vượt sông:

###### *a. Theo mức độ thông xe trong mùa lũ:*

- Cầu mực nước cao: Đảm bảo thông xe liên tục với mực nước lũ thiết kế.

- Cầu mực nước thấp: Có thể ngừng thông xe trong một số ngày khi lũ lớn.

- Cầu tháo mở: Ngừng thông xe một số giờ nhất định trong ngày để tàu thuyền qua lại.

###### *b. Phân loại theo chiều dài cầu:*

- Cầu lớn : có chiều dài cầu  $L_c > 100m$

- Cầu trung có  $L_c = 30 \div 100m$

- Cầu nhỏ có  $L_c < 30m$

###### *c. Phân loại theo điều kiện làm việc:*

Điều kiện làm việc của các loại cầu và cống qua đường có khác nhau

- Cầu lớn và cầu trung: Làm việc căng thẳng trong thời gian lũ, chịu tác động dòng lũ

Đối với dòng chảy qua cầu lớn, phức tạp sinh bồi lắng xói lở nên cần có công trình gia cố cầu lớn, làm thu hẹp dòng chảy từ đó sinh ra xói lở.

- Cầu nhỏ xây dựng với đáy sông được gia cố chống xói. Và trụ cũng không bị xói cục bộ.

- Cống qua đường làm việc với vật liệu chống xói nên không sợ dòng nước chảy qua phá hoại.

#### ***d. Phân loại theo tính toán thủy lực:***

- Cầu nhỏ và cống: Với chế độ dòng chảy qua lòng sông không xói. Số lượng cầu nhỏ cống rất nhiều  $0,5 \div 2$  cái/km

- Cầu lớn: Lòng sông có chế độ bùn cát diễn biến phức tạp sinh ra xói, lở bồi lắng ở vùng xây dựng cầu.

### **2. Nhiệm vụ cơ bản của cầu cống:**

- Phục vụ tốt vận tải trên đường, bảo đảm xe chạy với mật độ, tốc độ thiết kế

- Bảo đảm cầu làm việc an toàn với lưu lượng lũ thiết kế  $Q_p$

- Cầu phải bảo đảm yêu cầu kinh tế kỹ thuật trong tính toán

+ Xác định mực nước lũ, mực nước thông thuyền,  $Q_p\%$  dòng chủ lưu.

+ Dự đoán xói lở

+ Có kè hướng dòng, kè bảo vệ cầu

### **3. Lựa chọn vị trí cầu vượt sông:**

Cầu vượt sông phải đặt ở nơi có:

- Nền địa chất tốt, không phong hoá.
- Đoạn sông (xây dựng cầu) có tuyến ổn định, có lạch sâu.
- Bãi sông hẹp và ở trên cao, không lầy, không có nhánh sông cũ
- Dòng sông dưới cầu không có dôi cát, bãi nổi.
- Không đặt cầu dưới cửa sông nhánh (sẽ ứ đọng bùn cát dưới cầu).
- Trục cầu vuông góc với hướng dòng chảy.

## II. HỆ SỐ XÓI CHUNG

### 1. Tính toán hệ số xói chung P:

Hệ số xói chung là đặc trưng chung nhất cho quá trình biến dạng mặt cắt lòng sông dưới ố cầu lớn, cầu trung.

Nếu ta gọi

$\omega_{tx}$ : Là tiết diện thoát nước trước khi xói

$\omega_{sx}$ : Là tiết diện thoát nước sau khi xói

Thì hệ số xói chung P là

$$P = \frac{\omega_{sx}}{\omega_{tx}}$$

Tiết diện thoát nước  $\omega = B \bar{H}$

$$\omega_{sx} = B_{sx} \cdot \bar{H}_{sx}$$

$$\omega_{tx} = B_{tx} \cdot \bar{H}_{tx}$$

$\bar{H}_{sx}$   $\bar{H}_{tx}$  - Chiều sâu trung bình sau khi xói và trước khi xói

$B_{sx}$   $B_{tx}$  - Chiều rộng sông sau khi xói và trước khi xói

Vậy:

$$P = \frac{\omega_{sx}}{\omega_{tx}} = \frac{\bar{H}_{sx} B_{sx}}{\bar{H}_{tx} B_{tx}} = P_h \frac{B_{sx}}{B_{tx}}$$

Trong đó  $P_h = \frac{H_{sx}}{H_{tx}}$  (hệ số xói theo chiều sâu)

Từ trên ta có:

$$P = P_h \cdot \frac{B_{sx}}{B_{tx}}, \text{ rút ra } P_h = P \frac{B_{tx}}{B_{sx}}$$

$$\Rightarrow P_h = \frac{\omega_{sx} B_{tx}}{\omega_{tx} B_{sx}}$$

Ta biết rằng

$$Q = \omega \times V$$

Cho nên

$$\omega = \frac{Q}{V}, \text{ từ đó ta có:}$$

$$\omega_{sx} = \frac{Q_p}{V_{sx}} \times \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\omega_{tx} = \frac{Q_c}{V_{tx}}$$

$Q_c$  - Lưu lượng lòng sông dưới cầu lúc tự nhiên

$Q_p$  - Lưu lượng lũ thiết kế

$\varepsilon$  - Hệ số thất hẹp dòng chảy.

$$\varepsilon = \frac{\omega_{\text{thụ hẹp}}}{\omega_{\text{cầu (kể cả trụ)}}$$

Thay  $\omega_{sx}$ ,  $\omega_{tx}$  vào trên ta có

$$P_h = \left( \frac{Q_p}{V_{sx}} \frac{1}{\varepsilon} \right) \frac{1}{\left( \frac{Q_c}{V_{tx}} \right)} \left( \frac{B_{tx}}{B_{sx}} \right)$$

$$\Rightarrow P_h = \frac{Q_p}{Q_c} \frac{V_{tx}}{V_{sx}} \frac{B_{tx}}{B_{sx}} \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\text{Nếu } B_{sx} = B_{tx} \text{ thì } P_h = P \text{ và } P = P_h = \frac{Q_p}{Q_c} \frac{V_{tx}}{V_{sx}} \frac{1}{\varepsilon}$$

Nguyên nhân của xói lở chung là do làm cầu nên thắt hẹp dòng chảy đưa đến nước dâng trước cầu và làm tăng tốc độ dòng chảy chân cầu do đó bùn cát bị xói lớn hơn bùn cát dòng chảy đến nên hình thành xói lở chung.

Trị số hệ số xói chung phụ thuộc vào mức độ thắt hẹp dòng chảy và đặc tính đất đá lòng suối, thời gian trận lũ.

Trị số cho phép của P là [P] phụ thuộc vào lưu lượng đơn vị dưới cầu  $q_o$

$q_o$ (m <sup>3</sup> /s/m)	2	3	5	10	15	≥20
[P]	2,2	2,1	1,7	1,4	1,3	1,2

- Khi lựa chọn chiều dài cầu  $L_c$  ta chọn P khác nhau  $P = 1 \rightarrow [P]$
- Chiều dài cầu  $L_c$  phụ thuộc vào  $\omega_{tx}$  ứng với lưu lượng lũ thiết

kế  $Q_p$

$$\omega_{tx} = \frac{Q_p}{V_{sx} \cdot \varepsilon \cdot P}$$

$$P = P_h = \frac{Q_p}{Q_c} \frac{V_{tx}}{V_{sx}} \frac{1}{\varepsilon}$$

$$\Rightarrow P = \frac{Q_p}{\frac{Q_c}{V_{tx}}} \times \frac{1}{V_{sx} \cdot \varepsilon} = \frac{Q_p}{\omega_{tx} \cdot V_{sx} \cdot \varepsilon} \Rightarrow \omega_{tx} = \frac{Q_p}{V_{tx} \cdot P \cdot \varepsilon}$$

Nếu  $B_{sx} = B_{tx}$  thì  $L_c = B_{tx}$ .

## 2. Ý nghĩa của hệ số xói chung trong thiết kế cầu :

- Khi thiết kế cầu nếu tăng hệ số xói chung P thì :

+ Chiều dài cầu  $L_c$  lớn đưa đến giảm số trụ, số nhịp cầu và như

vậy sẽ giảm giá thành kết cấu của cầu.

+ Chiều sâu trụ tăng nhưng với số trụ giảm nên giá thành cũng giảm.

+ Đường dẫn vào cầu tăng (a)

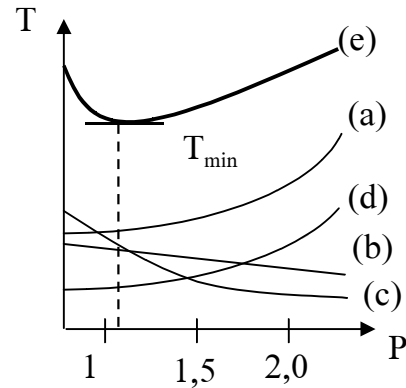
+ Công trình hướng dòng tăng

(d)

Tổng vốn đầu tư xây dựng cầu

T ứng với P thích hợp sẽ là tổng hợp vốn các hạng mục có giá trị nhỏ nhất.

Như vậy P sẽ cho chiều dài cầu  $L_c$  kinh tế nhất. Tuy nhiên tiêu chuẩn chọn P không phải là tiêu chuẩn duy nhất.



**Giá thành quan hệ với P của các hạng mục công trình**

(a) Giá thành đường dẫn

(b) Giá thành kết cấu nhịp

(c) Giá thành trụ cầu

(d) Giá thành công trình hướng dòng

(e) Giá thành toàn bộ cầu

### III. TÍNH TOÁN CHIỀU DÀI CẦU LỚN, CẦU TRUNG

Cầu lớn, cầu trung là cầu có  $L_c > 30m$  bắt qua dòng sông mang vùng bùn cát lơ lửng và bùn cát đáy, tại vị trí cầu do dòng chảy thất hẹp nên V tăng sinh ra xói lở chân trụ cầu.

Cơ sở để tính toán chiều dài cầu là dựa vào phương pháp cân bằng giới hạn lưu lượng bùn cát đi và đến. Việc tính toán vừa phức tạp như phải:

- Xác định phân phối lưu lượng của lòng sông và bãi sông
- Xác định dòng chảy sau khi xói.
- Chiều sâu xói ở lòng sông ở dưới cầu.



Sau đó mới xác định chiều dài cầu  $L_c$ . Ở trong phần này chỉ đi sâu xác định  $L_c$

Tính  $L_c$  có thể phân thành hai trường hợp

**Trường hợp 1:**

Sau khi xói chiều rộng lòng sông  $B$  mở rộng ra toàn cầu là  $B_1 \rightarrow L_c$

Thường gặp khi có đào lòng sông tại vị trí cầu:

$B_1$ : Chiều rộng lòng sông sau khi xói

$L_c$ : Chiều dài cầu được tính theo công thức sau:

$$L_c = \frac{B_1}{\mu(1-\lambda)} \cdot \frac{1}{P^{4/3}} \cdot \left( \frac{Q_p}{Q_i} \right)^{4/3}$$

Trong đó  $\varepsilon = \mu(1-\lambda) = \frac{\omega_{ch}}{\omega_{tx}}$ , hệ số co hẹp dòng chảy ở hạ lưu cầu

$\omega_{ch}$  - Tiết diện thoát nước bị co hẹp phía sau cầu

$\omega'_{tx}$  - Diện tích thoát nước ngay tại cầu

$$\lambda = \frac{l_{trụ}}{l_{khoan}} \text{ (hệ số thu hẹp)}$$

$Q_p$  - Lưu lượng lũ thiết kế

$Q_i$  - Lưu lượng sông trong điều kiện chưa xây dựng cầu.

$P$  - Hệ số xói chung

$$\lambda = \frac{\text{Chiều rộng 1 trụ cầu}}{\text{Khoảng cách 2 trụ}}$$

$\mu$  - Hệ số thất hẹp do trụ và móng.

**Trường hợp 2**

Sau khi xói chiều rộng sông có mở rộng nhưng các bãi vẫn còn nên chiều dài cầu  $L_c$  lớn hơn lòng sông (đã mở rộng)

$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$ , chiều rộng phần bãi dưới cầu.

$B_1$  - Chiều rộng sông trước khi xây dựng cầu

$B_b = (\Delta l)$  Tổng chiều rộng bãi sông trước khi xây dựng

$$L_c = B_1 + \Delta l = B_1 + B_b \left( \frac{1}{1-\tau} \right) \left( \frac{1}{\beta} \right)$$

Trong đó  $\beta = \frac{Q_p}{Q_1} \left( \frac{\text{Lưu lượng thiết kế tần suất P}}{\text{Lưu lượng sông trong điều kiện tự nhiên}} \right)$   
cả phần lòng và phần bãi

$\beta$  - Hệ số tăng cường lưu lượng chung cho toàn cầu

$$\tau = \frac{Q_{\text{lòng}}}{Q_p}$$

#### IV. TÍNH TOÁN CHIỀU DÀI CẦU NHỎ

Cầu nhỏ có chế độ dòng chảy khác với cầu lớn và cầu trung.

Dòng chảy qua cầu nhỏ là chảy xiết còn cầu lớn là chảy ngập.

Dòng chảy qua cầu nhỏ là đáy được gia cố, không có xói lở và dòng chảy như chảy qua đập tràn đỉnh rộng.

- Lưu lượng qua cầu là  $Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$

- Với  $Q = 30 \div 300 \text{ m}^3/\text{s}$  có thể xây cầu nhỏ hoặc làm cống.

-  $Q < 30 \text{ m}^3/\text{s}$  thì làm cống qua đường.

##### 1. Lưu lượng thiết kế chảy qua cầu:

Do cầu bị chặn qua sông suối, nên thường lưu tích nước.

Vì nếu dùng  $Q_{mp}$  thiết kế thì lưu lượng quá lớn nên  $Q_{TK}$  chỉ là một phần của  $Q_{mp}$ , phần còn lại sẽ tích lại phía thượng lưu và tiêu sau

$$Q_{TK} = SQ_{mp} = Q_{mp} \left[ 1 - \left( \frac{W_a}{W_{mp}} \right)^n \right]$$

$S$  - Hệ số triết giảm do tích nước.

$W_a$  - Dung tích có khả năng tích ở thượng lưu

n - Hệ số tích nước ít ( $n = \frac{1}{2} \div \frac{1}{3}$ )

Nước chảy qua cầu có các trạng thái chảy khác nhau nên cần phải xác định trạng thái chảy. Mà trạng thái chảy thì phụ thuộc vào độ sâu phân giới  $h_K$ .

## 2. Độ sâu phân giới:

Độ sâu phân giới của dòng chảy là chiều sâu cho năng lượng đơn vị tại mặt cắt tính toán nhỏ nhất.

$$\vartheta = h + \frac{\alpha v^2}{2g}$$

Khi  $\frac{d\vartheta}{dh} = 0$  thì  $h = h_K$  độ sâu phân giới

$$h_K = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}} \quad \text{hoặc} \quad h_K = \frac{\alpha V_K^2}{g}$$

$$q = \frac{Q}{B} \quad (\text{lưu lượng đơn vị})$$

$$\alpha = \text{Hệ số động năng} \quad \alpha = 1,0 \div 1,1$$

Độ dốc phân giới  $l_K$ : là độ dốc thủy lực ứng với  $h_K$

Có  $h_K$  sẽ tính  $\omega_K = h_K \cdot B$

$$\chi = 2h_K + B$$

$$n - \text{Hệ số nhám} \quad R = \frac{\omega}{\chi}$$

$$V_K = \frac{Q_K}{\omega} \quad V = \omega c \sqrt{Ri}$$

$$\text{Vậy } i_K = \frac{V_K^2}{\omega_K^2 C^2 R} \Rightarrow i = \frac{V^2}{\omega^2 C^2 R}, \quad C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Dùng  $h_K$  và  $i_K$  so sánh với  $h_{ha}$  và  $i$  để xác định trạng thái chảy

$i_h$  - Độ dốc thủy lực ứng với  $h = 1,3h_K$

Độ dài cầu  $L_C$  quan hệ với trạng thái chảy

### 3. Xác định chiều dài cầu $L_C$ :

#### a. Chảy tự do:

Khi  $h_h < 1,3h_K$   $i_h > i_K$  và  $Q < Q_o$

thì nước chảy qua cầu ở trạng thái chảy tự do, chiều dài cầu được xác định như sau:

$$L_C = \frac{Q_{TK} \cdot g}{\varepsilon \cdot \alpha \cdot V_{cp}^3} + Nd$$

$\varepsilon$  - Hệ số thu hẹp dòng chảy ( $\varepsilon = 0,8 \div 0,9$ )

$Q_{TK}$  - Lưu lượng thiết kế

$N$  - Số trụ cầu

$d$  - Chiều dày trụ cầu

$V_{cp}$  - Lưu tốc cho phép trên sông hoặc vật liệu gia cố

#### b. Chảy ngập:

Khi  $h_h > 1,3h_k$   $i_h < i_k$  và  $Q_{TK} > Q_o$

$I_h$  - Độ dốc dòng chảy hạ lưu cầu

Trong trường hợp này nước chảy qua cầu là chảy ngập.

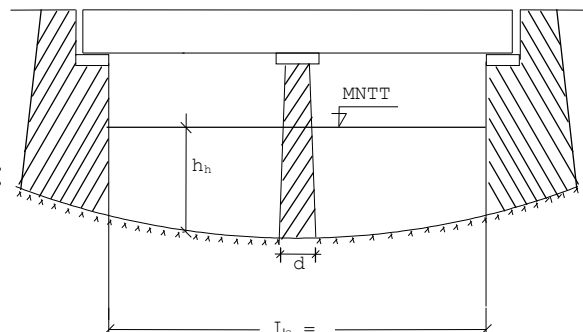
#### $\alpha$ ) Mặt cắt sông dạng chữ nhật

$h_{ha}$  - Chiều sâu dòng chảy hạ lưu cầu

$$L_C = \frac{Q_{TK}}{\varepsilon V_{cp} h_h} + Nd$$

#### $\beta$ ) Mặt cắt cống dạng hình thang:

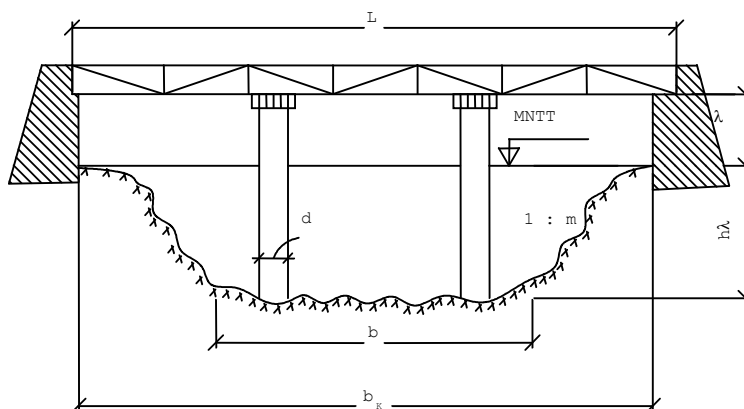
$$L_C = \frac{Q_{TK}}{\varepsilon V_{cp} h_h} + mh_h + Nd$$



MNTT - Mực nước thông thuyền

$V_{cp}$  - Lưu tốc cho phép với nền cầu gia cố

$m$  - Mái dốc bờ sông



*γ) Mặt cắt sông dạng tam giác:*

$$L_c = \frac{2Q_{TK}}{\varepsilon V_{cp} h} + Nd$$

$$\omega = \frac{Q_{TX}}{V_{cp}}, \omega = \frac{Bh}{2}$$

#### 4. Xác định cao độ tối thiểu của mặt cầu:

$$H_{c\grave{a}u\min} = MN_{\text{trước cầu}} + C + \Delta$$

$C$  - Chiều cao cấu tạo của dầm và mặt cầu, là khoảng cách từ đáy dầm cầu đến mặt cầu.

$\Delta$  - Tĩnh không dưới cầu, tùy thuộc đặc điểm và yêu cầu giao thông của tàu thuyền trên sông.

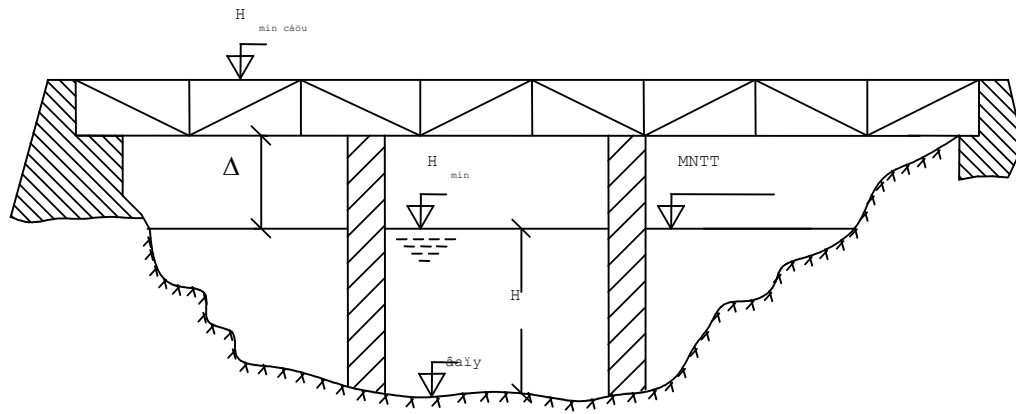
$$\Delta \geq 1,5\text{m, đối với sông có cây trôi.}$$

$$\Delta \geq 0,5\text{m, đối với sông không có cây trôi.}$$

$\nabla H_m$  - Cao độ mực nước dòng trước cầu

$$\nabla H_m = \nabla \text{đáy sông} + H$$

$H$  - Độ sâu nước tại vị trí cầu.



## V. CỐNG QUA ĐƯỜNG

### 1. Khái niệm chung:

Đường giao thông khi cắt qua các dòng chảy, tại vị trí giao nhau đó phải làm công trình cầu hoặc cống vượt qua.

Tác dụng của cầu nhỏ hoặc cống là thoát dòng chảy thường xuyên (khe suối) hay định kỳ (vùng trũng để thoát nước mưa) dưới nền đất đắp.

Cống là công trình thoát nước có  $Q < 30\text{m}^3/\text{s}$  đặt dưới lòng đường có chiều cao đất đắp phía trước  $\geq 0,5\text{m}$ .

Phân loại cống

#### *a. Phân loại theo vật liệu:*

- Cống gạch đá
- Cống bê tông
- Cống bê tông cốt thép
- Cống kim loại

Cống bê tông cốt thép được áp dụng rộng rãi nhất, vì bền, dễ cơ giới hoá trong xây dựng và thi công nhanh.

#### *b. Phân loại theo chế độ chảy:*

- Cống chảy tự do

- Cống chảy có áp
- Cống chảy bán áp

Nên dùng loại chảy không áp hoặc bán áp

***c. Phân loại theo hình dạng mặt cắt:***

- Cống hình thang
- Cống chữ nhật
- Cống tròn, cống hình ovan
- Cống tam giác.

***d. Phân loại theo số lượng lỗ thoát nước:***

- Cống đơn
- Cống nhiều cửa thoát nước

**2. Lưu lượng cống qua đường:**

Lưu lượng thiết kế cống qua đường được xác định như lưu lượng qua cầu nhỏ tức là:

$$Q_{TK} = SQ_{mp} = Q_{mp} \left[ 1 - \left( \frac{W_a}{W_{ap}} \right)^n \right]$$

$W_a$  - Khả năng tích nước ở thượng lưu

$W_{mp}$  - Dung tích tràn lũ

$Q_{mp}$  - Lưu lượng lũ thiết kế

$n$  - Hệ số. (Tích nước ít  $n = \frac{1}{2}$ , nhiều  $n = \frac{1}{3}$ )

**Trạng thái chảy của cống**

- Chiều dài của cống phụ thuộc vào trạng thái chảy.
- Trạng thái chảy cống phụ thuộc vào:
  - + Độ sâu nước trước cống
  - + Chiều cao cống

- + Hình dạng cống
- Trạng thái chảy gồm có:
  - + Cống không áp
  - + Cống bán áp
  - + Cống chảy có áp.

**a. Cống chảy tự do (không áp):**

Điều kiện để cống chảy tự do là suốt chiều dài cống nước chảy tự do:

$$H \leq 1,2 h_{cv}$$

H - Mức nước thượng lưu cống

$h_{cv}$  - Chiều cao cửa vào cống

$h_c$  - Độ sâu co hẹp

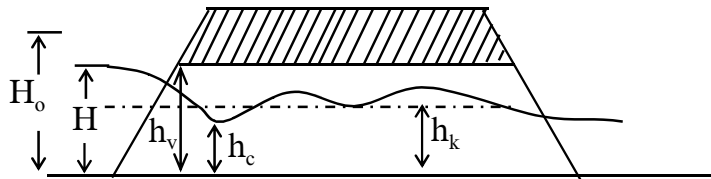
$h_{cl}$  - Chiều sâu mực nước hạ lưu cống

$h_k$  - Độ sâu phân giới

$$h_k = \frac{\alpha V_K}{g} \quad \text{hoặc} \quad h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha q^2}{g}}$$

$$h_{co\ hẹp} = 0,9h_k$$

$$h_d = (0,7 \div 0,8)h_k$$



Lưu lượng qua cống

$$Q_{cống} = \varphi \omega \sqrt{2g(H_o - h_c)}$$



$$H_0 = h_c + \frac{V_c^2}{2g}$$

$$H = H_0 - \frac{2V_0^2}{2g}$$

$V_0$  - Lưu tốc trước cống

$$\varphi = 0,85 \div 0,95$$

Thường xem  $H = H_0$

Cống chảy tự do chia làm hai loại:

- Cống ngắn  $L_c < (8 - 10)H$

Cống làm việc theo chế độ chảy của đập tràn đỉnh rộng

- Cống dài  $L_c > (8 - 10)H$

Nước chảy trong cống giống như nước chảy trong kênh

### ***b. Cống chảy bán áp:***

Chế độ chảy bán áp xảy ra khi

$$H > 1,2 h_{cv} \div 1,4 h_{cv}$$

Tại cửa vào nước ngập toàn bộ, sau khi qua mặt cắt co hẹp  $h_c$  nước chảy lên chạm đỉnh cống và sau đó mực nước nhỏ hơn  $h_{cống}$  và chảy tự do không áp.

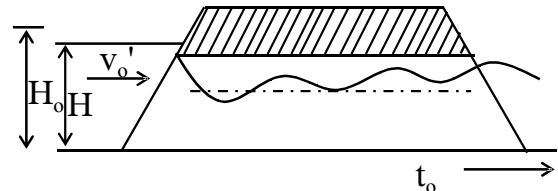
Trong trường hợp này  $h_c = 0,6h_{cv}$

Lưu lượng qua cống  $Q$  tính theo

$$Q = \varphi \omega_c \sqrt{2g(H_0 - h_c)}$$

$\varphi$  - hệ số lưu tốc ( $\varphi = 0,85$ )

$$V_c = \frac{Q}{\omega_c} = \varphi \sqrt{2g(H - h_c)}$$



### ***c. Cống chảy có áp:***

Cống chảy có áp khi  $H \geq h_{cv}$

Trạng thái chảy có áp là nước chảy ngập toàn bộ tiết diện cống

Lưu lượng được tính theo công thức

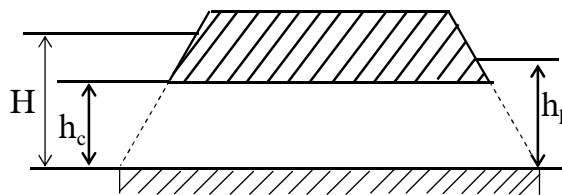
$$Q = \varphi \omega \sqrt{2g(H - h_{\text{cống}})}$$

$\varphi$  - Hệ số lưu tốc

$$\omega = B \cdot h_{\text{cống}}$$

H - Cột nước trước ống

$h_{\text{cống}}$  - Chiều cao cống



### 3. Chiều dài cống:

Khi tính chiều dài cống cần phải biết được:

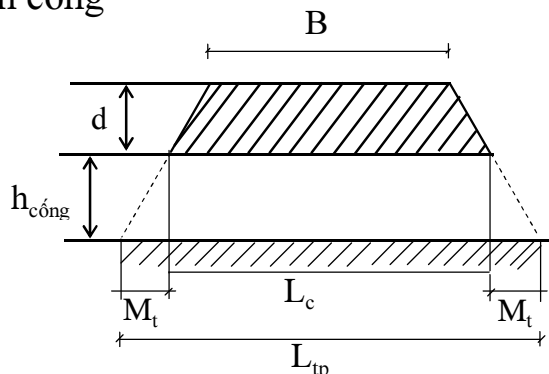
- Chiều rộng nền đường B
- Chiều cao của đất đắp trên cống
- Độ dốc mái của đường

Chiều dài cống gồm có:

$$L_c = B + 2md$$

m - mái dốc đường

d - Độ sâu đất đắp



Chiều dài toàn phần là chiều dài cống cộng với chiều dài sân

thượng lưu và hạ lưu

$$L_{TP} = L_C + M_t + M_h$$

- Chiều dài sân thượng lưu  $M_t$

$$M_t = m h_{\text{cống}}$$

- Chiều dài sân hạ lưu  $M_h$

$$M_h = m_L h_{\text{cống}}$$

Đây là công thức tính tổng quát mang tính chất sơ bộ. Thực tế trong tính toán chiều dài cống được tính tỷ mỉ và cụ thể hơn.

## VI. TÍNH TOÁN TÍCH NƯỚC TRƯỚC CẦU NHỎ VÀ CỐNG QUA ĐƯỜNG

### 1. Khái niệm chung:

- Tính toán cầu xác định chiều dài thoát nước của cầu, với lượng nước thoát  $W_{mp}$  với yêu cầu là mặt cầu không bị ngập.

- Đối với cống qua đường là thoát được lượng nước thừa sinh lũ từ lưu vực tập trung nước chuyển về, để giảm kích thước cống một phần lượng nước được tích lại thượng lưu với yêu cầu không làm ngập đường, lượng nước tích lại đó sẽ được tiêu tháo ngay sau khi mưa lũ.

Do đó tính toán tích nước là yêu cầu xác định khâu độ cống.

- Ta gọi  $Q_{cống}$  là lưu lượng thoát qua cống

$Q_{mp}$  là lưu lượng lũ thiết kế.

Cả  $Q_{mp}$ ,  $Q_{cống}$  đều thay đổi theo thời gian

Ta xét trong thời đoạn  $\Delta t$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Tại thời điểm  $t_1$

- Lưu lượng lũ  $Q_{m1}$

- Lưu lượng cống  $Q_{c1}$

1` Tại thời điểm  $t_2$ , ta có  $Q_{m2}$  và  $Q_{c2}$

- Lưu lượng trung bình trong  $\Delta t$  là:

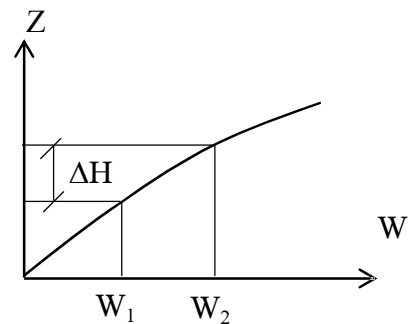
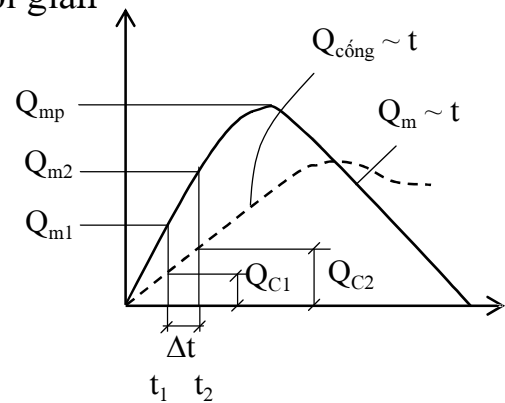
$$\bar{Q}_m = \frac{Q_{m2} + Q_{m1}}{2} \quad \bar{Q}_c = \frac{Q_{c2} + Q_{c1}}{2}$$

- Lượng lũ đến trong thời gian  $\Delta t$  là

$$W_m = Q_m \cdot \Delta t$$

- Lượng nước tháo qua cống trong  $\Delta t$  là

$$W_c = Q_c \cdot \Delta t$$



- Lượng nước tích ở thượng lưu là:

$$W_{\text{tích}} = W_{\text{lũ}} - W_{\text{cống}} = (\bar{Q}_m - \bar{Q}_c) \Delta t$$

- Vì tích nước nên mực nước thượng lưu dâng lên độ sâu  $\Delta H$  tra trên đường quan hệ  $Z \sim W$

- Trên đường quan hệ  $Z \sim W$

+  $W_1$  - Dung tích ở thời điểm  $t_1$

+  $W_2$  - Dung tích ở thời điểm  $t_2$

$$+ W_{\text{tích}} = W_2 - W_1$$

+  $Z_1$  - Cao trình mực nước thượng lưu ở thời điểm  $t_1$

+  $Z_2$  - Cao trình mực nước thượng lưu ở thời điểm  $t_2$

Toàn bộ dung tích trữ lại phụ thuộc vào đường qua trình lũ  $Q_m \sim t$  và đường quá trình lưu lượng tháo qua cống.

Thường  $Q \sim t$  có thể được tính theo dạng tam giác hay hình thang. Phương pháp tính toán như phần dòng chảy lũ ở chương trước.

## 2. Tính toán $W_{\text{tích}}$ theo $Q_m \sim t$ dạng tam giác:

Ta gọi:

$Q_{\text{mp}}$  - Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế

$Q_{\text{Cmax}}$  - Lưu lượng xả lớn nhất qua cầu nhỏ hoặc cống.

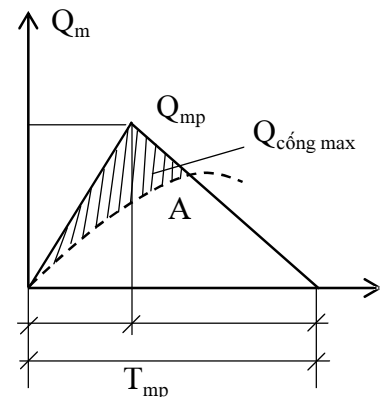
Lưu lượng  $Q_c$  tăng dần do nước lũ đang xuống về và gặp đường ( $Q_m \sim t$ ) tại vị trí A, sau đó  $Q_m$  cũng giảm do do tại vị trí A là có  $Q_{\text{Cmax}}$

Tổng dung tích trận lũ là:

$$W_{\text{mp}} = \frac{1}{2} Q_{\text{mp}} \cdot T_{\text{mp}}$$

Tổng dung tích được tháo qua cống

$$W_{\text{cống}} = \frac{1}{2} Q_{\text{Cmax}} \cdot T_{\text{mp}}$$



Dung tích được trữ lại ở thượng lưu là

$$W_{\text{tích}} = W_{\text{mp}} - W_{\text{cống}}$$

Vậy

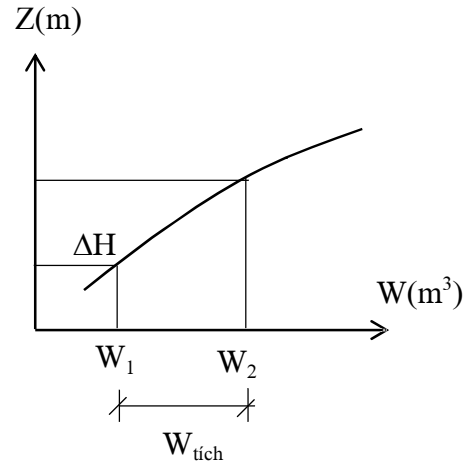
$$W_{\text{tích}} = \frac{1}{2} T_{\text{mp}} (Q_{\text{mp}} - Q_{\text{Cmax}})$$

Trong tính toán có 2 trường hợp

a) Biết  $Q_{\text{Cmax}}$  tính  $W_{\text{tích}}$

$$W_{\text{tích}} = \frac{1}{2} T_{\text{mp}} (Q_{\text{mp}} - Q_{\text{Cmax}})$$

Từ  $W_{\text{tích}}$  tra trên đường  $Z \sim W$  sẽ xác định được cao trình sau khi tích nước  $Z_2$ . Lấy  $Z_2$  so sánh với cao trình mặt đường xem thủ đường có bị ngập hay không.



b) Biết  $Z_2$  yêu cầu tính  $Q_{\text{Cmax}}$ , từ đó xác định  $B_{\text{cống}}$

Từ  $Z_2$  xác định  $[W_{\text{tích}}]$

$$[W_{\text{tích}}] = \frac{1}{2} T_{\text{mp}} (Q_{\text{mp}} - Q_{\text{Cmax}})$$

$$\Rightarrow Q_{\text{Cmax}} = Q_{\text{mp}} - \frac{2[W_{\text{tích}}]}{T_{\text{mp}}}$$

Từ  $Q_{\text{Cmax}}$  xác định  $B_{\text{cống}}$

$$Q_{\text{cống}} = \varphi B \sqrt{2gH}^{3/2}$$

$$\Rightarrow B = \frac{Q_{\text{Cmax}}}{\varphi \sqrt{2gH}^{3/2}}$$

### 3. Tính toán $W_{\text{tích}}$ với dạng lũ hình thang

$Q_{\text{mp}}$  - Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế.

$T_{\text{mp}}$  Thời gian lũ

$T_d$  - Thời gian đỉnh lũ

$$T_d = 0,1T_{mp}$$

$Q_{Cmax}$  - Lưu lượng thoát lũ lớn nhất

$$\text{Vậy } W_{mp} = \frac{T_{mp} + T_d}{2} Q_{mp} = \frac{1,1T_{mp} Q_{mp}}{2}$$

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

$$W_{tích} = W_{mp} - W_{Cmax}$$

$$W_{tích} = \frac{Q_{mp}(T_{mp} + T_d) - Q_{Cmax} T_{mp}}{2}$$

Cũng như trên từ  $W_{tích}$  ta xác định cao trình mực nước trước cống và so sánh với cao trình mặt đường.

## Chương X:

# KHO NƯỚC VÀ ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY

## I. KHÁI NIỆM CHUNG

### 1. Nhiệm vụ của điều tiết dòng chảy:

Dòng chảy sông ngòi phân phối không đều theo không gian và thời gian.

- Trong mùa khô thì thiếu nước không đủ cung cấp cho các hộ dùng nước, trái lại vào mùa mưa thì nước nhiều, không thoát được qua dòng sông tự nhiên, nước chảy tràn sinh lũ lụt.

Điều tiết dòng chảy là dùng công trình thuỷ lợi khống chế sự thay đổi tự nhiên của dòng sông, phân phối lại dòng chảy theo thời gian.

Nhiệm vụ điều tiết dòng chảy là làm tăng lượng nước mùa kiệt, giảm nhỏ lượng nước mùa lũ nhằm phục vụ cho yêu cầu dùng nước.

Điều tiết dòng chảy là nhiệm vụ chính trong công tác quản lý khai thác tài nguyên nước.

- Điều tiết dòng chảy là khâu chính trong công tác quản lý nguồn nước.

### 2. Phân loại điều tiết dòng chảy:

#### *a. Phân loại theo mục đích:*

- *Điều tiết dòng chảy phục vụ tưới ruộng:*

Căn cứ vào  $W_{yc} \sim t$  mà tính toán lượng nước cần trữ lại ở mùa mưa để dùng cho mùa khô.

*- Điều tiết phục vụ phát điện:*

Hiệu quả của việc điều tiết biểu thị qua công suất và điện năng, của trạm thủy điện. Điều tiết dòng chảy nhằm cung cấp nước cho mùa khô của trạm với mục đích đạt được sự ổn định công suất trạm thủy điện

*- Điều tiết phục vụ cấp nước:*

Căn cứ vào  $W$  yêu cầu  $\sim t$  (tương đối điều hoà, yêu cầu chất lượng nước cao, tần suất bảo đảm lớn) để tính toán điều tiết.

*- Điều tiết phục vụ vận tải thủy:*

Nhiệm vụ của điều tiết là làm tăng khả năng vận tải sông ngòi. Tăng lưu lượng làm dâng mực nước để bảo đảm độ sâu vận tải của thuyền bè.

*- Điều tiết nước phục vụ đẩy mặn:*

Mặn xâm nhập vào sông không bảo đảm nước tưới và sinh hoạt, vào mùa khô, cần dự trữ một lượng nước để bổ sung dòng chảy của sông nhằm đẩy mặn ra xa, bảo đảm cửa lấy nước không bị mặn.

*- Hồ chứa làm nhiệm vụ phòng lũ hạ lưu:*

Hồ chứa có nhiệm vụ trữ lũ để giảm nhẹ lũ ở hạ lưu.

*- Điều tiết nước phục vụ lợi dụng tổng hợp:*

Thường hồ chứa có nhiệm vụ phục vụ tổng hợp, ngoài việc cung cấp nước cho các ngành, còn có nhiệm vụ phòng lũ cho hạ lưu,...

Để lợi dụng tổng hợp cần giải quyết các vấn đề:

+ Nghiên cứu kỹ các yêu cầu dùng nước để có biện pháp phân phối, giải quyết mâu thuẫn giữa các ngành.

+ Xây dựng kế hoạch quản lý công trình điều tiết dòng chảy.

+ Phân vốn đầu tư cho các ngành.



***b. Phân loại điều tiết theo chu kỳ:***

Chu kỳ điều tiết có 2 thời kỳ:

- Thời kỳ tích nước, tháo tràn.
- Thời kỳ cấp nước.

Dựa vào chu kỳ điều tiết người ta chia ra các hình thức điều tiết sau:

- α) Điều tiết ngày
- β) Điều tiết tuần
- γ) Điều tiết năm
- δ) Điều tiết nhiều năm

## **II. KHO NƯỚC VÀ CÁC CÔNG TRÌNH ĐẦU MỐI**

### **1. Kho nước:**

Kho nước được xây dựng trên sông suối, bằng một đập đất chặn lại; là nơi trữ nước vào mùa mưa để dành sử dụng vào mùa khô cho các yêu cầu dùng nước khác nhau.

Đặc trưng của kho nước là:

- Dung tích chết, mực nước chết.
- Dung tích trữ hữu ích dùng cho các ngành, mực nước dâng bình thường.
- Dung tích phòng lũ, mực nước dâng gia cường.

### **2. Đập chắn nước:**

Đập chắn nước là công trình chặn dòng chảy của sông để thực hiện việc trữ nước và dâng mực nước trong hồ chứa. Đập ngăn sông thường là đập đất.

### 3. Công trình lấy nước:

Công trình lấy nước thường là cống lấy nước tự chảy ngay trong chân đập, hoặc trạm bơm lấy từ hạ lưu.

### 4. Công trình tháo lũ:

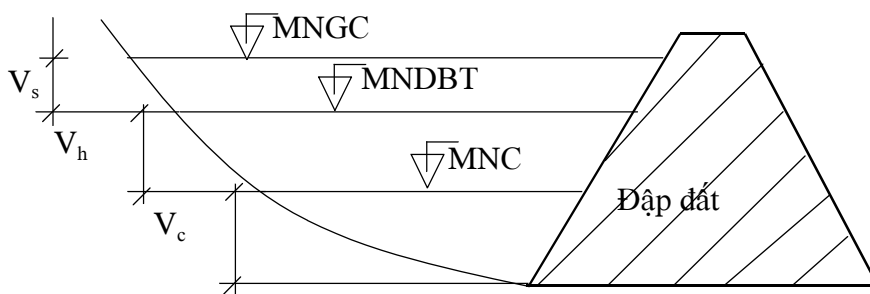
Công trình tháo lũ có nhiệm vụ tháo lượng nước thừa trong mùa lũ, bảo đảm an toàn hồ chứa. Lưu lượng để được tính toán tùy theo cấp công trình. Công trình tháo lũ thường là:

- Đập tràn ngay tại đập, có cửa hoặc không cửa (Sông Đà).
- Đập tràn ngoài vùng đập (Phú Ninh)
- Cống ngầm, giếng đứng, xi phông..

## III. CÁC ĐẶC TRƯNG KHO NƯỚC

Trong kho nước có các đặc trưng sau:

- Dung tích chết  $V_c$  cùng với MNC
- Dung tích hữu ích  $V_h$  cùng với MND BT
- Dung tích siêu cao  $V_s$  cùng với MNGC



#### 1. Dung tích chết, mực nước chết:

Dung tích chết  $V_c$  sẽ ứng với MNC theo đường quan hệ  $Z \sim V$  của hồ chứa.

Dung tích chết MNC tùy theo yêu cầu các ngành.

- Dung tích chết phải trữ hết lượng bùn cát trong kho nước suốt thời gian sử dụng hồ chứa. Ngoài ra nâng cao cột nước thượng lưu kho nước.

- Đối với kho nước phục vụ tưới yêu cầu phải bảo đảm tưới tự chảy, từ đó xác định  $V_C$  theo đường đặc trưng  $Z \sim V$ , và phải trữ hết dung tích bùn cát trong thời gian sử dụng của hồ chứa.

- Đối với trạm thủy điện, mực nước chết phải bảo đảm cột nước  $H$  tối thiểu phục vụ cho phát điện. Đối với trạm thủy điện nếu chọn MNC thấp thì cột nước phát điện nhỏ làm cho công suất trạm thấp.

- Đối với giao thông thủy ở hồ chứa thì mực nước chết phải bảo đảm độ sâu cần thiết cho thuyền bè hoạt động được.

- Đối với nuôi trồng thủy sản, MNC trong hồ phải bảo đảm độ sâu, mặt thoáng nuôi trồng.

## 2. Dung tích hữu ích $V_h$ và MND BT

- Dung tích  $V_C$  giới hạn bởi MNC và MND BT.

- Dung tích hữu ích là dung tích quan trọng nhất bảo đảm nhiệm vụ điều tiết của hồ chứa. Dung tích hữu ích được xác định bằng phương pháp cân bằng giữa lượng nước yêu cầu của các ngành với lượng nước đến theo tần suất bảo đảm được qui định trong qui phạm.

Như vậy dung tích hữu ích  $V_{hi}$  phụ thuộc vào

+ Lượng nước đến  $W_{\text{đến}} \sim t$ .

+ Lượng nước yêu cầu  $W_{y/c} \sim t$ .

+ Hình thức điều tiết.

Sau khi đã xác định  $V_{hi}$

Từ đường đặc tính xác định MND BT.

MND BT ngang với cao trình đường xả lũ tự do (không có cửa van)

### 3. Dung tích gia cường $V_s$ và MNGC:

- Dung tích phòng lũ gọi là dung tích gia cường hoặc dung tích siêu cao (viết tắt là  $V_s$ ). Dung tích phòng lũ  $V_s$  là dung tích nằm giữa 2 mực nước MND BT và MNGC, dung tích này chỉ tích nước khi có lũ với mục đích giảm nhỏ công trình xả lũ.

Nếu công trình xả lũ là đường tràn có cửa van khổng chế, thì  $V_s$  có thể chia làm hai phần:

- + Một phần dung tích nằm dưới MNDBT.
- + Một phần dung tích nằm trên MNDBT.

Việc xác định  $V_s$  tiến hành đồng thời với việc xác định công trình tháo lũ.

## IV. TÀI LIỆU CƠ BẢN DÙNG TRONG TÍNH TOÁN KHO NƯỚC

### 1. Tài liệu thủy văn:

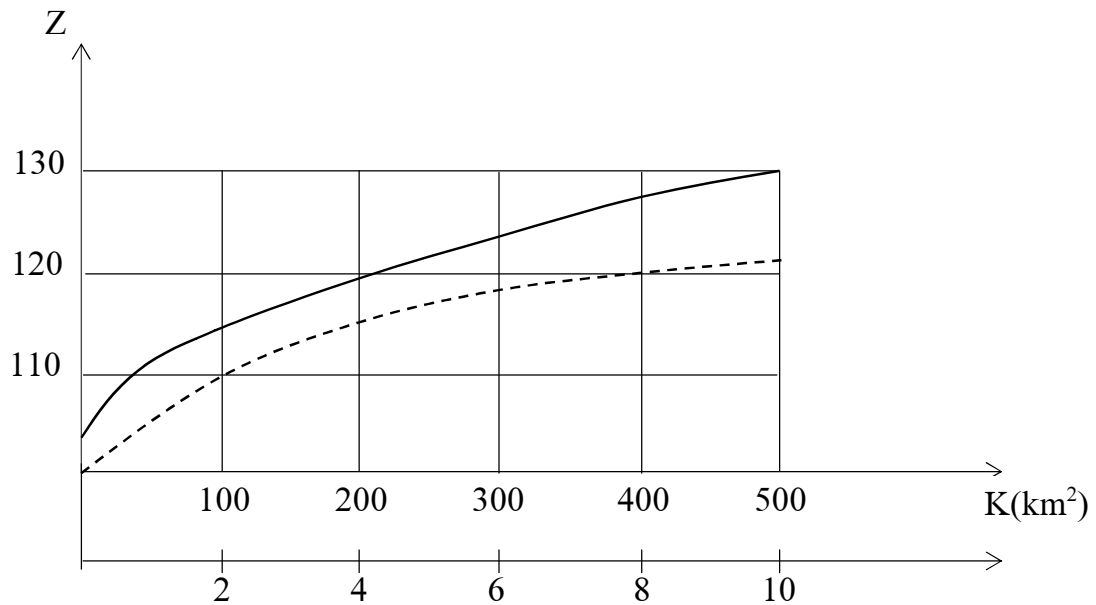
Tài liệu thủy văn cần cho thiết kế kho nước.

- Tình hình địa lý địa hình lưu vực, sông ngòi .
- Đường quá trình lượng nước đến  $Q_{TK} \sim t$  và  $W_{TK} \sim t$
- Đường quá trình lũ thiết kế  $Q_{mp} \sim t$
- Khối lượng bùn cát trung bình chảy đến hồ chứa trong năm.

### 2. Tài liệu địa hình:

Chủ yếu là đặc trưng địa hình kho nước cần xây dựng quan hệ giữa diện tích mặt hồ  $F$ , dung tích kho nước  $V$  với cao tầng nước trong hồ  $Z$ .

- Đường đặc tính  $Z \sim V$
- Đường đặc tính  $Z \sim F$



Ở đây có mặt nước hồ nằm ngang, thực tế trong mùa lũ, mặt nước hồ có độ dốc, nên cần phải hiệu chỉnh.

## V. TỔN THẤT NƯỚC TRONG HỒ CHỨA

Trong hồ chứa nước có 2 loại tổn thất:

- Tổn thất bốc hơi.
- Tổn thất thấm.

### 1. Tổn thất bốc hơi trong kho nước:

Sau khi xây dựng hồ, mặt thoáng của kho nước tăng lên, mà  $Z_n > Z_d$  nên sau khi xây dựng lượng bốc hơi tăng lên  $\Delta Z$ .

$$\Delta Z = Z_n - Z_d$$

mà  $Z_d = X - Y$

vậy  $\Delta Z = Z_n - (X - Y)$

$Z_n$  - Tính theo lượng quan trắc

$X$  - Tính theo các trạm khí tượng

$Y$  - Độ sâu dòng chảy  $Y = \alpha X$

$\alpha$  - Hệ số dòng chảy

Để tính toán điều tiết năm thường người ta tính  $\Delta Z_{\text{năm}}$ , sau đó phân phối cho các tháng  $\Delta Z_{\text{tháng}}$  theo dạng phân phối bốc hơi mặt nước.

## 2. Tổn thất thấm trong kho nước:

Lượng nước thấm phụ thuộc vào:

- Điều kiện địa chất lòng hồ.
- Lượng nước chứa trong hồ.
- Chu vi bờ kho nước.

Lượng nước thấm qua nhiều đường:

- Thấm vào lòng kho nước.
- Thấm qua bờ kho nước.
- Thấm qua công trình.
- Thấm quanh công trình.

Lượng thấm năm đầu trên tương đối lớn trong các năm sau, thường tính bình quân theo điều kiện địa chất. Thường người ta lấy theo % lượng nước chứa trong hồ.

Theo Patapov đề nghị, lượng tổn thất do thấm trong kho nước được tính như sau.

Điều kiện địa chất lòng hồ	Lượng thấm % của V		Lớp nước thấm theo F bình quân	
	Năm	Tháng	Năm	Ngày/đêm
Tốt	5 - 10%	0,5 ÷ 1%	< 500mm	1 - 2mm
Trung bình	10 - 20%	1 ~ 1,5%	500 - 1000mm	2 - 3mm
Xấu	20 - 30%	1,5 - 3%	1000 - 2000mm	3 - 4mm

## VI. SÓNG TRONG KHO NƯỚC

### 1. Đặc trưng của sóng và yếu tố ảnh hưởng đến sóng:

Dưới tác dụng của gió mặt hồ nổi sóng, diện tích hồ càng lớn thì sóng càng lớn. Sóng nước là một yếu tố để xác định cao trình đỉnh đập, sóng nước trong hồ còn gây ra hiện tượng sạt lở ở bờ hồ chứa.

#### *Các đặc trưng của sóng:*

- Chiều dài sóng  $\lambda$
- Chiều cao sóng  $h$
- Độ dốc mái sóng  $d = \frac{h}{\lambda}$
- Chênh lệch đầu sóng với mức nước tĩnh  $A$

#### *Kích thước sóng phụ thuộc vào:*

- Tốc độ gió  $V$
- Đà gió  $D$  (Chiều dài thổi trên mặt nước)
- Thời gian tác dụng của gió  $T$
- Chiều sâu nước hồ  $H$
- Độ nhám lòng hồ  $n$

### 2. Hình loại sóng:

- Sóng nước sâu:

Độ sâu lòng hồ  $H > \frac{1}{2}\lambda$  là sóng nước sâu tức là đáy hồ không

ảnh hưởng đến sự hình thành sóng.

- Sóng nước nông:

Khi  $H < \frac{1}{2}\lambda$ , đáy hồ có sự ảnh hưởng đến sự hình thành sóng

### 3. Tính toán kích thước sóng:

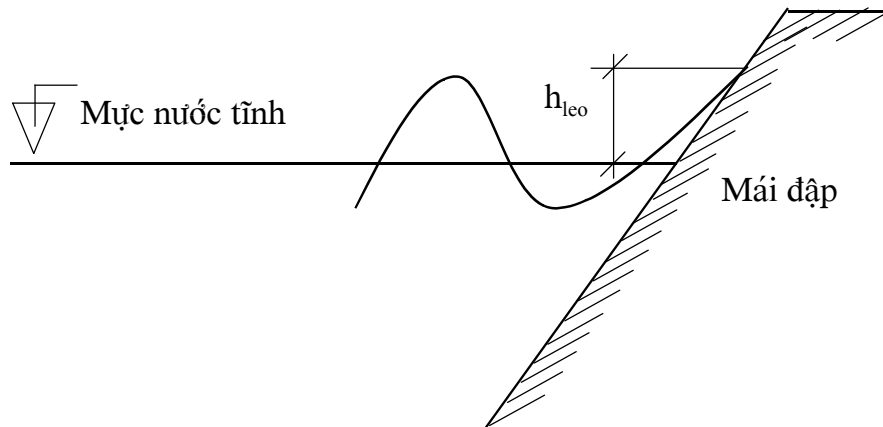
Thường dùng công thức kinh nghiệm

$$\text{Độ cao sóng: } h = 0,0208 V^{\frac{5}{4}} \cdot D^{\frac{1}{3}} \quad (\text{m})$$

$$\text{Chiều dài bước sóng } \lambda = 0,704 W^{\frac{1}{2}} \quad (\text{m})$$

Công thức trên dùng cho trường hợp sóng nước sâu:

$$D < 30\text{km} \quad \text{và} \quad \lambda < 2H$$



Trong trường hợp sóng nước nông cần hiệu chỉnh theo công thức

sau: 
$$h_{\text{nông}} = \beta \cdot h_{\text{sâu}}$$

$$\lambda_{\text{nông}} = \alpha \cdot \lambda_{\text{sâu}}$$

$\alpha, \beta$  phụ thuộc vào tỷ số  $\frac{H}{\lambda}$

$\frac{h}{\lambda}$	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
$\beta$	1	0,96	0,96	0,87	0,83	0,78	0,70	0,56
$\alpha$	1	0,96	0,96	0,87	0,82	0,75	0,64	0,43

### 4. Chiều cao sóng leo:

Khi sóng vỗ vào công trình, nếu công trình có mái thoải (như đập đất) thì sóng sẽ lan và leo lên mái công trình theo quán tính, gọi hiện tượng đó là sóng leo.



Chiều cao  $h_{leo}$  tính từ mực nước trong hồ chứa, đều vị trí leo cao nhất của sóng, tính theo công thức sau:

$$h_{leo} = \frac{2K_m h}{m} \sqrt[3]{\frac{\lambda}{h}}$$

$K_m$  - hệ số phụ thuộc vào độ nhám mái công trình

Mái thật nhẵn  $K_m = 1,0$

Mái bê tông  $K_m = 0,9$

Mái đá dăm  $K_m = 0,5$

Mái đá tảng  $K_m = 0,3$

$m$  - mái dốc công trình

$h$  - chiều cao sóng

$\lambda$  - chiều dài sóng

Theo quy phạm Nga.

$$h_{leo} = K_m \cdot h \cdot h_0 \quad h_0 = \frac{h_{leo}}{h}$$

$h_0$  - phụ thuộc vào độ nhám, mái dốc sóng, có bảng tra riêng.

### 5. Cột nước dênh $h_d$ :

Ngoài hiện tượng sóng dưới tác dụng liên tục của gió làm mặt nước lữ nghiêng, nếu có sự chênh lệch cột nước đầu hồ và cuối hồ, đó cột nước dênh  $h_d$ .

$$h_d = K \frac{DV^2}{3gh} \cos \alpha \quad (m)$$

$K$  - phụ thuộc vào  $\frac{H}{\lambda}$  có thể lấy  $K = 6.10^{-3}$

$\alpha$  - góc tạo bởi trục hồ với hướng gió

## VII. BỒI LẮNG Ở KHO NƯỚC

Bồi lắng ở kho nước thường tính bằng phương pháp cân bằng bùn cát. Bùn cát bồi lắng trong suốt thời gian sử dụng công trình.

$$W_{bc} = \frac{KR_a}{100\gamma} T \quad (m^3)$$

K - tỷ số bùn cát có khả năng lắng đọng so với toàn bộ bãi cát đến (thường  $K = 0,7 \div 1,0$ )

R - Lượng bùn cát bình quân nhiều năm (Kg/năm)

T - thời gian phục vụ công trình (năm)

$\gamma$  - khối lượng riêng bùn cát ( $T/m^3$ )

Các tài liệu được dùng cho tính toán điều tiết hồ chứa và thiết kế công trình

## Chương XI:

### TÊN H TOAIN ÂIÃÖU TIÃÚT HÄÖ CHEÏA

Trong tính toán điều tiết hồ chứa bao gồm:

- Tính toán điều tiết hồ chứa theo các yêu cầu dùng nước (ta chỉ đi sâu vào điều tiết thường gặp là điều tiết năm phục vụ cấp nước và phương pháp tính toán bằng lập bảng:

- Tính toán điều tiết lũ (Ta chỉ đi sâu vào tính toán tràn xả lũ để bảo vệ công trình hồ chứa làm nhiệm vụ cấp nước, không xem xét nhiệm vụ phòng lũ ở hạ lưu hồ chứa)

#### I. TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT NĂM CHO HỒ CHỨA CẤP NƯỚC (TƯỚI, SINH HOẠT, CÔNG NGHIỆP)

Khi  $\sum W_{\text{đến năm}} > \sum W_{y/c \text{ năm}}$

Nhưng  $W_{\text{đến tháng}} >< W_{y/c \text{ tháng}}$

Như vậy phải xây dựng hồ chứa để trữ lượng nước của tháng chứa nước để dùng cho những tháng thiếu nước theo yêu cầu. Đó là điều tiết năm.

##### 1. Tài liệu cho tính toán điều tiết:

Tính toán theo thời đoạn tháng.

*a. Đường quá trình  $W_{\text{đến}} \sim t$  với tần suất bảo đảm P (75 - 85%)*

Phần này qua tính toán thủy văn sẽ có được

*b. Đường quá trình  $W_{y/c} \sim t$  với tần suất bảo đảm theo quy định của qui phạm.*

- Lượng nước yêu cầu tưới ; tính theo mức tưới.

- Lượng nước dùng cho sinh hoạt theo định mức dùng nước

- Lượng nước dùng cho khu công nghiệp theo định mức nước dùng cho sản xuất của các loại hình xí nghiệp

***c. Đường đặc tính hồ chứa:***

- Đường quan hệ mực nước và dung tích  $Z \sim V$
- Đường quan hệ mực nước và diện tích mặt hồ  $Z \sim F_{\text{hồ}}$

***d. Dung tích chết  $V_C$ :***

- Xác định theo khả năng bồi lắng bùn cát trong thời gian sử dụng hoặc theo cao trình yêu cầu tự chảy của khu tưới.

- Từ  $Z_{\text{chết}}$  tra trên đường quan hệ  $Z \sim V$  ta có dung tích chết  $V_C$

***e. Quá trình tổn thất hồ chứa do bốc hơi và thấm:***

**2. Xác định dung tích hữu ích của hồ chứa  $V_h$ :**

Nguyên lý tính toán là cân bằng nước trong kho trong thời gian tính toán  $\Delta t$  (thường thì  $\Delta t = \text{tháng}$ )

Phương trình cân bằng là:

$$\Delta V = V_{\text{đến}} - V_{\text{y/c}}$$

$\Delta V$  - chênh lệch lượng nước trong kho trong thời gian  $\Delta t$ .

$\Delta V > 0 \rightarrow$  Thừa nước

$\Delta V < 0 \rightarrow$  Thiếu nước

Từ trên ta sẽ xác định được lượng nước cần trữ lại trong kho khi thừa nước để dùng vào thời kỳ thiếu nước.

***a. Xác định  $V_h$  không xét đến tổn thất:***

Tính toán điều tiết mà không xét đến tổn thất là trường hợp đơn giản nhất.

***$\alpha$ . Trường hợp kho nước điều tiết một lần:***

Sau khi cân bằng giữa lượng đến và lượng nước yêu cầu thì trong năm có một thời kỳ thừa nước, một thời kỳ thiếu nước.

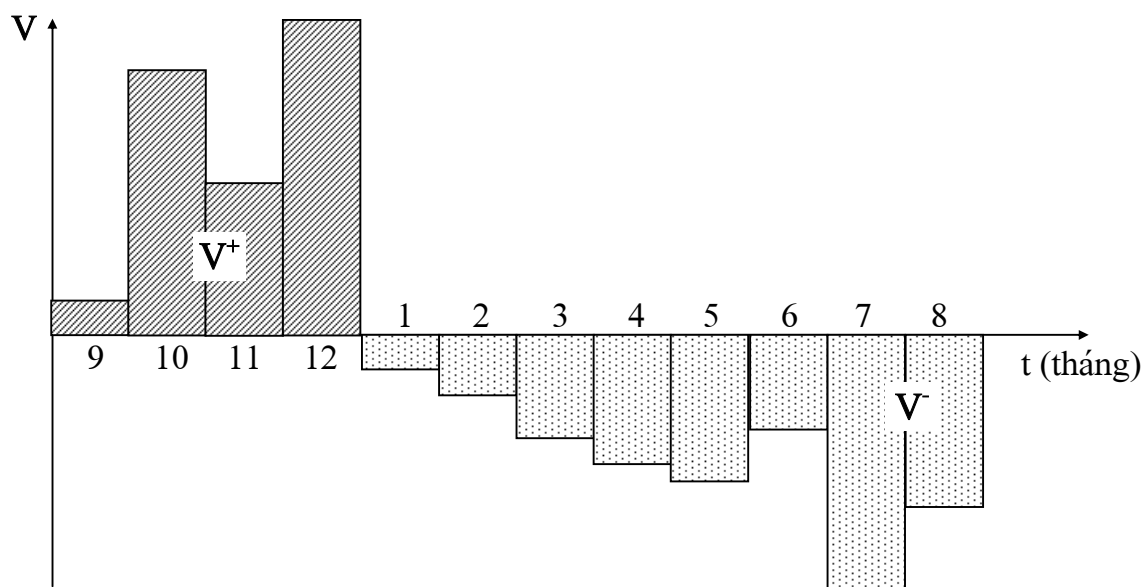
Do đó ta chỉ cần điều tiết một lần.

Tính toán điều tiết được tính từ tháng bắt đầu tích nước.

*Ví dụ:* Tính toán điều tiết cho hồ chứa HC thuộc vùng ven biển Trung Trung Bộ.

Đơn vị  $10^6 m^3$

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$W_d$	2,70	2,06	1,86	1,49	0,63	0,62	0,51	0,47	0,70	5,76	5,03	9,24
$W_{y/c}$	3,13	2,60	3,38	3,76	3,00	1,62	4,69	2,49	0,63	0,26	2,85	1,44
$\Delta W$	-0,43	-0,54	-1,52	-2,27	-2,37	-1,00	-4,18	-2,50	0,07	5,50	2,81	7,80



Qua bảng trên ta thấy:

- Thời kỳ thiếu nước từ tháng 1 đến tháng 8

$$\text{có } \Sigma V = 14,81 \cdot 10^6 m^3$$

- Thời kỳ thừa nước từ tháng 9 đến tháng 12.

$$\text{có } \Sigma V^+ = 15,55 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

Trong trường hợp này dung tích hữu ích hồ chứa chính là tổng dung tích thiếu  $\Sigma V^-$ .

$$V_h = \Sigma V^- = 14,81 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

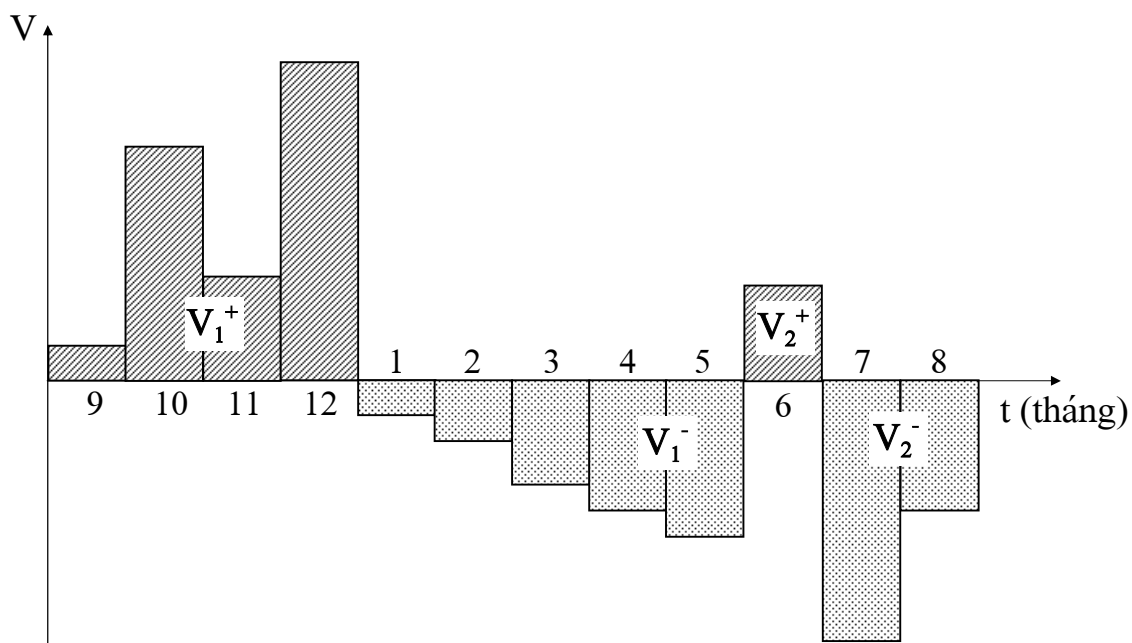
- Trong  $\Sigma V^+ = 15,5 \cdot 10^6 \text{m}^3$ , ta chỉ trữ lại  $V_h = 14,81 \times 10^6 \text{m}^3$ .

- Dung tích thừa xả xuống hạ lưu

$$\begin{aligned} V_{\text{xả}} &= \Sigma V^+ - V_h = 15,55 - 14,81 \\ &= 0,74 \cdot 10^6 \text{m}^3 \end{aligned}$$

*β. Trường hợp kho nước điều tiết 2 lần:*

Đây là trường hợp có 2 thời kỳ thiếu nước xen kẽ với 2 thời kỳ thừa nước.



Trong trường hợp này  $V_h$  xác định theo các trường hợp sau:

- Trường hợp:  $V_1^+ > V_1^-$  và  $V_2^+ > V_2^-$

$$\text{Thì } V_{hi} = V_{\max}^-$$

- Trường hợp  $V_1^+ > V_1^-$  và  $V_2^+ < V_2^-$ . Trong trường hợp này

+ Lần điều tiết 1: Lấy  $V_1^+$  tính để bảo đảm cho  $V_1^-$ .

+ Lần điều tiết 2: Do  $V_2^+ < V_2^-$  nên lượng nước thừa không đủ điều tiết. Cho  $V_2^-$ , nên phải lấy thêm phần lượng nước thừa ở  $V_1^+$  một lượng là  $(V_2^- - V_2^+)$ . Do đó dung tích hữu ích hồ chứa là:

$$V_{hi} = V_1^- + V_2^- - V_2^+$$

Với  $V_1^- > V_2^+$

Còn nếu  $V_1^- < V_2^+$  thì

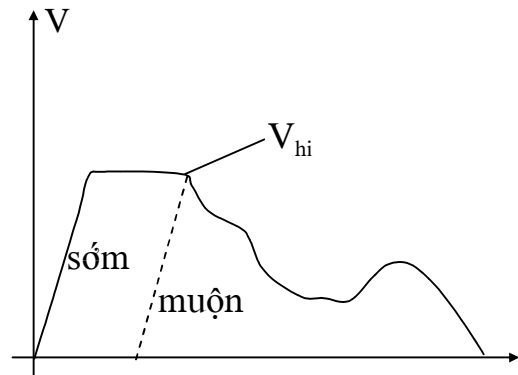
$$V_{hi} = V_2^- \text{ khi } V_1^- > V_2^+$$

*γ. Phương án tích nước (chứa nước)*

Trong vận hành kho nước, sau khi đã xác định  $V_{hi}$  ta phải xem xét chứa nước vào lúc nào? Xả nước vào lúc nào?

Về chứa nước có 2 phương án.

- Phương án chứa sớm: Tức là có lượng nước thừa thì chứa ngay từ đầu sau đó cứ giữ lượng nước đó đến khi sử dụng. Với phương án này bảo đảm chắc chắn đủ nước nhưng tăng thêm diện tích ngập vùng ven bờ hồ.



- Phương án chứa muộn: Với điều kiện phải có dự báo tốt thì ta chứa muộn tức là kho nước vừa chứa đủ thì bắt đầu vào thời kỳ dùng nước. Với phương án này sẽ bảo đảm an toàn thân đập, bùn cát bồi lắng ít.

$$\text{Ví dụ: } V_1^+ = 444,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$V_1^- = 120,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$V_2^+ = 66,8 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

$$V_2^- = 83,8 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

Ta thấy  $V_1^+ > V_2^-$  và  $V_2^+ < V_2^-$  cho nên

$$V_{hi} = V_1^- + V_2^- - V_2^+$$

$$= 102,8 + 83,8 - 66,8 = 119,8 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

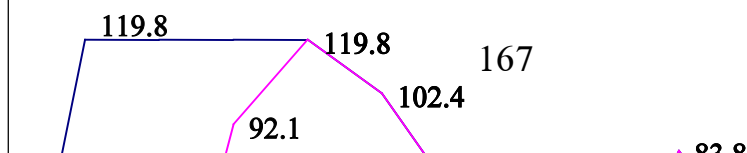
Vậy  $V_{hi} = 119,8 \cdot 10^6 \text{m}^3$

Thực hiện theo 2 phương án: chứa sớm và chứa muộn

*Đơn vị:  $10^6 \text{m}^3$*

Tháng	$V_{\text{đến}}$	$V_{y/c}$	$V_{\text{đến}} - V_{y/c}$		Chứa sớm		Chứa muộn	
			$V^+$	$V^-$	$V_{\text{chứa}}$	$V_{\text{xả}}$	$V_{\text{chứa}}$	$V_{\text{xả}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	180,7	51,9	128,8		119,8	9,0	0	128,8
9	251,3	83,8	167,5		119,8	167,5	0	167,5
10	207,4	86,6	120,8		119,8	120,8	92,1	28,7
11	111,5	83,8	27,7		119,8	27,7	119,8	0
			444,8					
12	69,2	86,6		17,4	102,4	0	162,4	0
1	51,8	86,6		34,8	67,6		67,6	
2	33,2	83,8		50,6	17,0		17,0	
				102,8				
3	68,4	59,1	16,5		35,5		35,5	
4	100,5	50,2	50,3		83,8		83,8	
			66,8					
5	18,4	51,9		33,5	50,3		50,3	
6	17,3	51,9		34,6	15,7		15,7	
7	31,3	47,0		15,7	0		0	
				83,8				

$V (10^6 \text{m}^3)$





***b. Tính toán điều tiết có xét đến tổn thất:***

Dung tích khi tính toán điều tiết không xét đến tổn thất chỉ là sơ bộ. Tuy nhiên nó là cơ sở để tính toán tổn thất, vì nếu không biết  $V_{h\grave{o}}$  và  $F_{h\grave{o}}$  thì không tính được tổn thất, vì nếu không biết  $V_{h\grave{o}}$  và  $F_{h\grave{o}}$  thì không tính được tổn thất thấm và bốc hơi.

***α. Tổn thất bốc hơi:***

Muốn có tổn thất bốc hơi  $F_{h\grave{o}}$ .

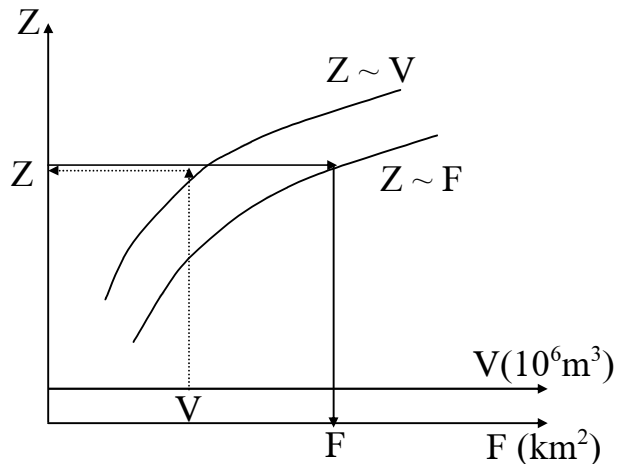
- $F_{h\grave{o}}$  phải tra trên đường quan hệ  $Z \sim F$
- Muốn có  $Z$  phải tra trên đường quan hệ  $Z \sim V$

Bảng tính toán gồm 17 cột  $Z$

Cột 1 - Tháng (cuối tháng)  $Z$

Cột 2 -  $V$  đến tháng

Cột 3 -  $V$  y/c tháng



Cột 4 - Dung tích hồ có kể dung tích chết.

Cột 6 bảng chứa  $tt + V_{\text{chết}}$

Cột 5 - Diện tích mặt hồ. Tra đường  $Z - F$  ;  $Z - V$

Từ  $V$  tra ra  $Z$ , từ  $Z$  tra  $F$

$$\text{Cột 6} - V_{\text{bq}} = (V_{\text{đầu tháng}} + V_{\text{cuối tháng}}) \frac{1}{2}$$

$$\text{Cột 7} - F_{\text{bq}} = \frac{1}{2} (F_{\text{đầu tháng}} + F_{\text{cuối tháng}})$$

Cột 8 - Lượng nước bốc hơi trong tháng  $e$  (mm)

Cột 9 - Lượng tổn thất bốc hơi

$$V_{\text{bh}} = F_{\text{bq}} \cdot e_{\text{tháng}} \cdot 10^3 \quad (\text{m}^3)$$

Cột 10 - Lượng nước thấm tiêu chuẩn trong tháng,

thường lấy % của  $V_{\text{bq}}$  (K%)

Cột 11 - Lượng tổn thất thấm

$$V_{\text{thấm}} = k\% \times V_{\text{bq}}$$

Cột 12 - Tổng lượng tổn thất

$$V_{\text{tổn thất}} = V_{\text{bh}} (\text{cột 9}) + V_{\text{thấm}} (\text{cột 11})$$

Cột 13 - ( $V_{\text{yêu cầu}} + V_{\text{tổn thất}}$ )

Cột 14, 15 - Cân bằng nước giữa lượng đến và lượng đi

trong tháng.

$$\Delta V = V_{\text{đến}} - (V_{\text{y/c}} + V_{\text{tt}})$$

$$= (\text{cột 2}) - (\text{cột 3})$$

nếu  $\Delta V > 0$  ghi cột 14 ( $V^+$ )

$\Delta V < 0$  ghi cột 15 ( $V$ )

## BẢNG TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT HỒ CHỨA

Thảng	$W_{\hat{a}}$ ( $10^6 m^3$ )	$W_{y/c}$ ( $10^6$ )	Chưa kỡ tăn thút				Tặn thút					Ầi kỡ tặn thút				
			$V_{h\grave{a}o}$	$F$ ( $km^2$ )	$V_{bq}$	$F_{bq}$	Bầu hải		Thám		$W_t$	$W_{y/c} + V_t$	$V_{\hat{a}} - V_{yc} + V_u$		$V_{h\grave{a}o}$	$V_{xai}$
							mm/thai ng	$10^6$	%V	$10^6$			$V^+$	$V^-$		
8	108,7	51,9	50,2 170,0	17,0 35,9	110,1	26,5	30	0,8	2,2	3,0	54,9	125,8		50,2 176,0		
9	251,3	83,8	170,0	35,9	170	35,9	90	3,2	3,4	6,6	96,4	160,9		208,5	128,4	
10	207,4	86,6	170,0	35,9	170	34,9	170	6,1	3,4	9,5	96,1	111,3		208,5	111,3	
11	111,5	83,8	170,0	35,9	170	35,9	200	7,2	3,4	10,6	94,4	17,1		208,5	17,1	
12	69,2	86,6	152,6	33,5	161	34,7	200	6,9	3,2	10,1	96,7	<b>415,1</b>	27,5	181,0		
1	51,8	86,6	117,8	27,8	135	30,6	250	7,6	2,7	10,3	96,9		45,1	135,9		
2	33,2	93,8	67,2	19,9	92,5	23,9	190	4,5	1,8	6,3	90,1		56,9	79,0		
3	68,4	51,9	83,7	22,8	75,5	21,4	80	1,7	1,5	3,2	51,1	13,3	<b>129,5</b>	92,3		
4	100,5	50,2	134,0	30,3	108,5	26,5	20	0,5	2,2	2,7	52,9	47,6		139,9		

5	18,4	51,9	100,5	25,5	117,2	27,9	10	0,3		2,3	2,6	24,5	<b>60,9</b>	36,1	103,8
6	17,3	51,9	65,9	19,7	83,2	22,6	10	0,2		1,7	1,9	53,8		36,5	67,3
7	31,3	47,0	50,2	17,0	58,0	18,4	10	0,2		1,2	1,4	48,4		17,1	50,2
														<b>89,7</b>	

$$V_C = 50,2 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

$$V_{hi} = V_1^- + V_2^- - V_2^+ = (129,5 + 89,7 - 60,9)10^6 = 158,3 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

$$V_{h\acute{o}} = V_{hi} + V_C = (158,3 + 50,2)10^6 = 208,5 \cdot 10^6 \text{m}^3.$$

Cột 16 - Dung tích hồ trong quá trình tính nước xuất phát từ tháng bắt đầu tích nước (đầu tháng 8, cuối tháng 7)

Sẽ tích lên  $V_{\text{hồ}}$  hiệu quả

$$\begin{aligned}V_{\text{hồ}} &= (V_1^- + V_2^- - V_2^+) + V_C \\ &= (129,5 + 89,7 - 60,9) + 50,2 \\ V_{\text{hồ}} &= 208,5 \cdot 10^6 \text{m}^3\end{aligned}$$

Cột 17 - Dung tích xả, khi đã tích đủ, phân thừa thì xả xuống hạ lưu.

## II. TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT LŨ

Mục đích tính toán điều tiết lũ là.

- Tìm dung tích phòng lũ của hồ chứa.
- Tìm phương án hợp lý nhất về
  - +  $V_{\text{phòng lũ}}$
  - + Lưu lượng xả lũ lớn nhất  $Q_{\text{xả max}}$ .
  - + Kích thước công trình xả lũ.

### 1. Những tài liệu cơ bản:

**a. Tần suất phòng lũ** được xác định từ cấp công trình.

- Cấp 1 -  $P = 0,1\%$  (1.000 năm gặp 1 lần)
- Cấp 2 -  $P = 0,5\%$  (200 năm gặp 1 lần)
- Cấp 3 -  $P = 1,0\%$  (100 năm gặp 1 lần)
- Cấp 4 -  $P = 1,5\%$  (67 năm gặp 1 lần)
- Cấp 5 -  $P = 2\%$  (50 năm gặp 1 lần)

Từ cấp công trình với  $P\%$  ta xác định được  $Q_p, W_p, T_{\text{lũ}}, Q_p \sim t$

**b. Lưu lượng xả lũ an toàn:**

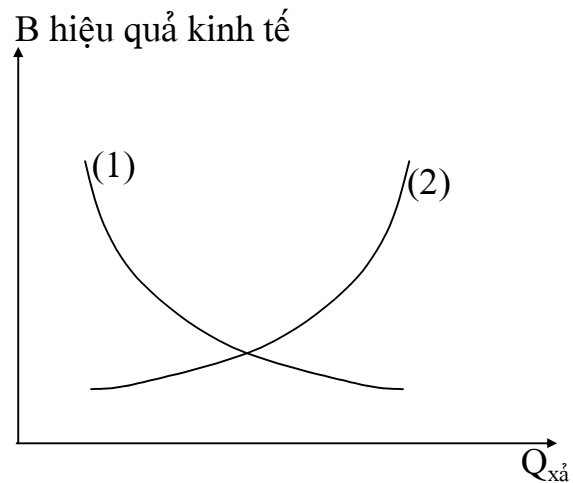
Lưu lượng xả lũ an toàn là lưu lượng lớn nhất xả xuống hạ lưu.

Giữa  $Q_{xả}$  và  $V_{pl}$  có quan hệ với nhau.

+ Nếu  $Q_{xả}$  lớn thì  $V_{pl}$  nhỏ

- Nếu  $Q_{xả}$  lớn thì phải đầu tư phòng lũ hạ lưu cũng lớn (1) nhưng công trình xả lũ nhỏ (2).

Từ đó ta phải so sánh và chọn  $Q_{xả\ max}$  thích hợp.



Trong tính toán ta xem xét trường hợp thường gặp là kho nước không làm nhiệm vụ phòng lũ ở hạ lưu.

**c. Đường quan hệ  $Q_{xả} \sim Z_{hồ}$ :**

*α. Công trình xả lũ không cửa tràn tự do:*

$$\sqrt[3]{\text{ngưỡng tràn}} = \sqrt[3]{\text{MND BT}}$$

B - chiều rộng tràn xả lũ

$$\text{Thì: } Q_{xả} = m_1 B \sqrt{2g h^{\frac{3}{2}}}$$

*β. Tràn có cửa:*

$$\sqrt[3]{\text{Ngưỡng tràn nằm dưới MND BT}}$$

Trường hợp này nhằm tăng khả năng trữ hồ chứa.

*γ. Tràn xả lũ là cống ngầm:*

Cống ngầm thường cùng đặt dưới MND BT.

$$Q_{xả} = m_2 \omega \sqrt{2gh}$$

**d. Đường đặc tính dung tích hồ chứa:**

Đường quan hệ  $Z \sim F$ ,  $Z \sim V$  của hồ chứa

**e. Đường quá trình lũ:**  $Q_{mp} \sim t$

## 2. Nguyên lý tính toán:

Nguyên lý cơ bản trong tính toán lũ là cân bằng lượng nước đến và lượng nước xả trong thời đoạn tính toán  $\Delta t$  (1800 giây)

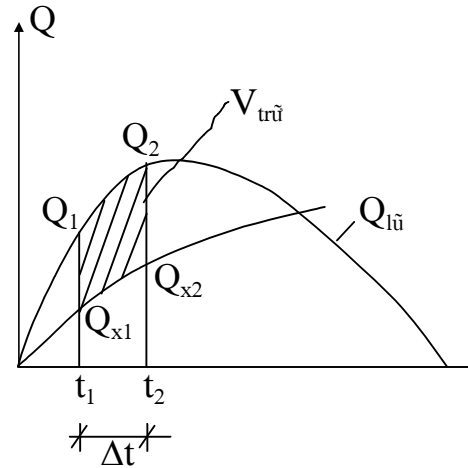
Tại thời điểm  $t_1$  có lưu lượng lũ là  $Q_1$ , có lưu lượng xả là  $Q_{x1}$ .

Tại thời điểm  $t_2$  có lưu lượng lũ là  $Q_2$ , có lưu lượng xả là  $Q_{x2}$ .

Thời đoạn tính toán  $\Delta t = t_2 - t_1$ .

Dung tích hồ chứa ở  $t_1$  là  $V_1$ .

Dung tích hồ chứa ở  $t_2$  là  $V_2$ .



Tổng lượng lũ đến:  $V_{lũ} = \frac{1}{2} (Q_1 + Q_2) \Delta t$

Tổng lượng nước xả:  $V_{xả} = \frac{1}{2} (Q_{x1} + Q_{x2}) \Delta t$

Vậy phương trình cân bằng là:

$$\frac{1}{2} (Q_1 + Q_2) \Delta t - \frac{1}{2} (Q_{x1} + Q_{x2}) \Delta t = V_2 - V_1$$

Hay  $\bar{Q} \Delta t - \bar{Q}_x \Delta t = \Delta V$

Trong đó:  $\bar{Q} = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$        $\bar{Q}_x = \frac{Q_{x1} + Q_{x2}}{2}$

$\Delta V$  chính là dung tích trữ lũ ở hồ chứa

Đường  $Q \sim t$  ta đã tính theo tần suất P

Nếu đường  $Q_x \sim t$  thay đổi thì dung tích chứa  $V_m$  thay đổi

## 3. Đường quá trình xả lũ:

### a. Tràn xả lũ tự do, (đập tràn)

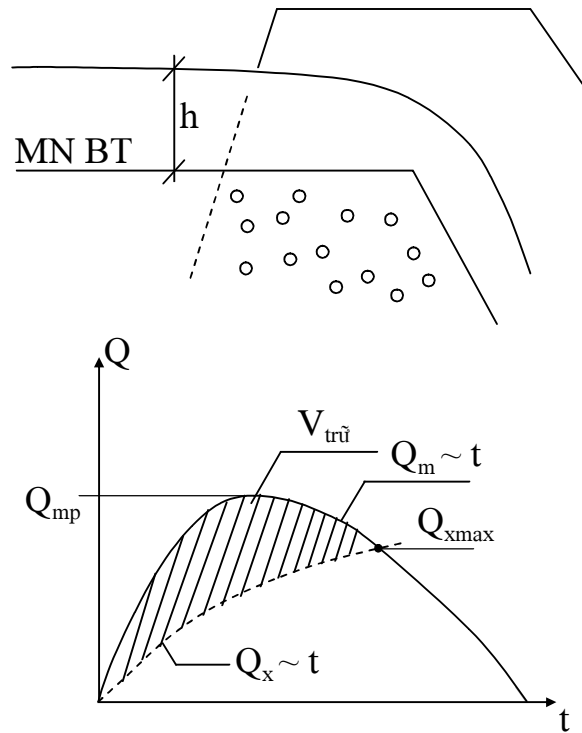
Trường hợp này cao trình ngưỡng tràn đặt bằng với MNBT.

- Giả thiết khi lũ đến

$\nabla_{\text{hồ}} = \nabla_{\text{MNBT}}$  lũ đến làm mực nước hồ tăng và nước chảy qua tràn với lưu lượng  $Q_x$ .

$Q_x$  tăng dần, còn  $Q_m$  tăng khi đạt  $Q_{mp}$  thì  $Q_m$  giảm dần, 2 đường gặp nhau. Tại vị trí 2 đường  $Q_m$  và  $Q_x$  gặp nhau có  $Q_x = Q_m$ .

Tại vị trí  $Q_m = Q_x$  đó chính là  $Q_{x\text{max}}$



**b. Tràn xả lũ có cửa:**

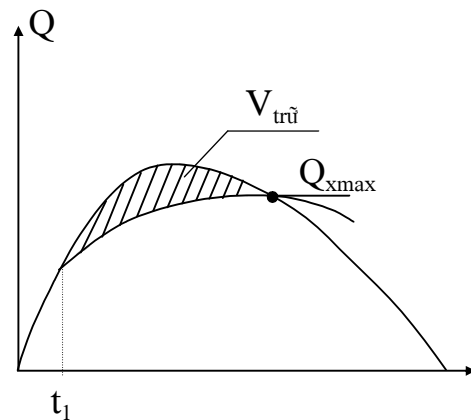
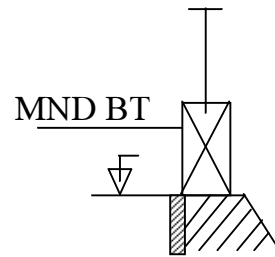
Để tăng thêm khả năng trữ lũ, người ta đặt ngưỡng tràn có cửa dưới MND BT.

Trước khi có lũ  $\nabla_{\text{hồ}} = \nabla_{\text{MND BT}}$ .

Khi bắt đầu có lũ ta mở cửa tháo lũ cho  $Q_x = Q_m$  để cho

$$\nabla_{\text{hồ}} = \nabla_{\text{MN BT}}.$$

Đến thời điểm  $t_1$  đã mở hết cửa, nhưng  $Q_x < Q_m$ . Tại thời điểm đó ( $t_1$ ) trở đi dạng đường lưu lượng xả giống như trường hợp không có cửa và tính toán như tràn tự do.





#### 4. Tính toán điều tiết lũ với xả tràn lũ tự do (không cửa):

##### a. Công thức tính toán:

Có nhiều phương pháp tính toán điều tiết, ở đây giới thiệu phương pháp thường dùng từ công thức cân bằng nước.

$$\frac{1}{2}(Q_1 + Q_2)\Delta t = \frac{1}{2}(Q_{x1} + Q_{x2})\Delta t = V_2 - V_1$$

Về nguyên tắc tính toán được thực hiện từng thời đoạn, thời đoạn sau được tính toán từ kết quả của thời đoạn trước. Có kết quả tính toán ở  $t_2$ , ta dùng nó làm  $t_1$  cho tính toán thời đoạn sau.

Từ công thức trên ta có thể tính

$$V_2 + \frac{1}{2}Q_{x2}\Delta t = \frac{1}{2}(Q_1 + Q_2)\Delta t + V_1 - \frac{1}{2}Q_{x1}\Delta t$$

$$V_2 + \frac{1}{2}Q_{x2}\Delta t = \bar{Q}\Delta t + V_1 - \frac{1}{2}Q_{x1}\Delta t.$$

$$(V_2 + \frac{1}{2}Q_{x2}\Delta t) = \bar{Q}\Delta t + (V_1 - \frac{1}{2}Q_{x1}\Delta t) - Q_{x1}\Delta t.$$

$$f(Q_{x2}) = f(Q_{x1}) + \bar{Q}\Delta t - Q_{x1}\Delta t$$

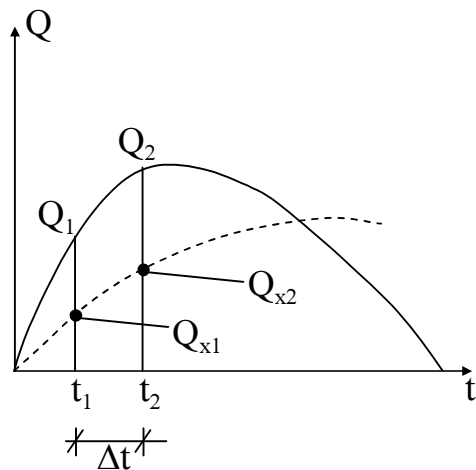
Trong đó  $f(Q_{x2}) = (V_2 + \frac{1}{2}Q_{x2}\Delta t)$

Đây là phương trình cơ bản.

Giá trị vế phải ở thời điểm  $t_2$  sẽ được xác định từ các giá trị vế trái ở  $t_1$  (đã biết)

Để tính toán quá trình  $Q_x \sim t$  ta dựa vào phương trình trên. Ta đã biết tất cả giá trị ở  $t_1$

tức là  $Q_1, Q_{x1}, \Delta t, Q_2, V_1$ , cần tìm là  $V_2, Q_{x2}, H_{\text{tràn}}$ .



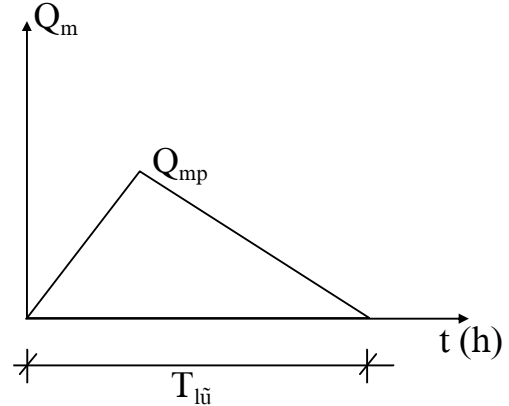
Từ phương trình

$$(V_2 + \frac{1}{2} Q_{x2} \Delta t) = \bar{Q} \Delta t + \left[ V_1 + \frac{1}{2} Q_{x1} \Delta t \right] - Q_{x1} \Delta t$$

**b. Trình tự tính toán và ví dụ:**

Số liệu đã biết

- $Q_{mp} \sim t$
- $V_{hồ} = 22.195 \cdot 10^3 m^3$
- $\sqrt[3]{MND BT} = \sqrt[3]{65,00}$
- $\Delta t$  (chọn = 1800 sec)
- $B_{tràn}$  (chọn để so sánh  $B_{tr} = 40m$ )
- Tràn đỉnh rộng có  $m = 0,38$



**α. Tính và vẽ đường phụ trợ:**

$$f(Q_x) = V_{hồ} + \frac{1}{2} Q_x \Delta t$$

- Giả thiết  $H_{tràn}$
- Tính toán  $Q_x$ , với công thức  $Q_x = mB \sqrt{2g} H_{tr}^{3/2}$
- Từ đường đặc tính  $Z \sim V$  tra ra  $V_{hồ}$  cùng với  $H_{tràn}$  giả thiết

$$\begin{aligned} \sqrt[3]{V_{hồ}} &= \sqrt[3]{V_{ngưỡng}} + H_{tràn} \\ &= 65 + 0,2 = 65,2m \end{aligned}$$

- Tính giá trị  $f(Q_x) = V_{hồ} + \frac{1}{2} Q_{tr} \Delta t$

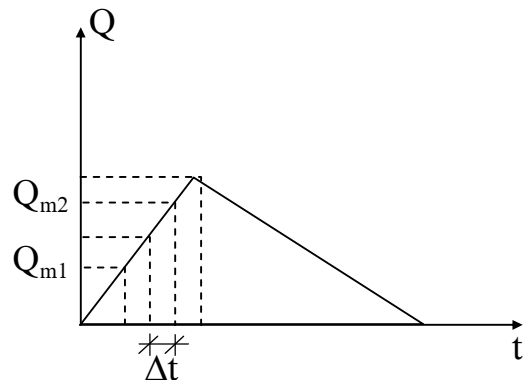
**β. Lập bảng tính toán điều tiết:**

- Thời đoạn tính toán  $\Delta t$

$$(\Delta t = 1800 \text{ s})$$

- Từ đường  $Q_m \sim t$  lấy thời

đoạn  $\Delta t$  xác định  $Q_m$



- Xác định  $\bar{Q}_m = \frac{Q_{m1} + Q_{m2}}{2}$

- Tính toán :  $\bar{Q}_m \cdot \Delta t$

- Xác định giá trị  $(V_{h\grave{o}} + Q_{tr} \frac{\Delta t}{2})$  dựa vào phương trình

$$(V_{h\grave{o}} + Q_{tr} \frac{\Delta t}{2}) = \bar{Q}_m \Delta t + (V + \frac{Q_{x1}}{2} \Delta t) - Q_{x1} \Delta t$$

- Xác định  $Q_{x2}$  dựa vào phương trình phụ trợ

Từ  $(V + \frac{Q_{x2}}{2} \Delta t)$  tra ra  $Q_{x2}$

- Giá trị  $Q_{x2}$  ở thời đoạn tính toán sẽ là  $Q_{x1}$  ở thời đoạn sau

*γ. Xác định  $Q_{xmax}$  và  $H_{hmax}$ :*

Lưu lượng xả lớn nhất  $Q_{xmax}$  là

khi  $Q_x = Q_m$

Tại  $Q_{xmax}$  có  $H_{tr\grave{a}n}$ . Đây là  $H_{trmax}$

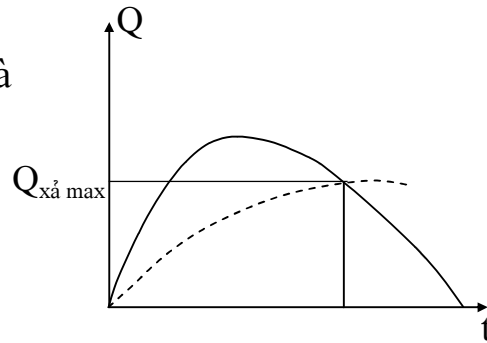
Dung tích  $V_{h\grave{o}max}$ , ứng với  $H_{max}$

*δ. Dung tích phòng lũ*

$$V_{ph\grave{o}ng\ l\ddot{u}} = V_{h\grave{o}max} - V_{h\grave{o}MNBT}$$

*ε. Xác định MNDGC*

$$\sqrt[3]{MNDGC} = \sqrt[3]{MNDBT} + H_{trmax}$$



### 5. Ví dụ tính toán:

Hồ chứa N-T sau khi tính toán diện tích hồ chứa đã biết với

-  $\sqrt[3]{MNDBT} = \sqrt[3]{65,00}$

-  $V_{h\grave{o}} = 22,195 \cdot 10^3 m^3$

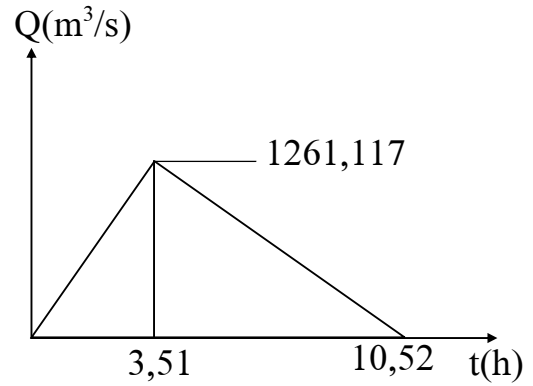
Hình thức tràn: Tràn tự do không cửa, chọn  $B_{tr} = 40m$

Cao trình ngưỡng tràn bằng cao trình mực nước dâng bình thường.

-  $\sqrt[3]{\text{ngưỡng tràn}} = \sqrt[3]{MNDBT} = 65,00m$

- Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế:  $Q_1\% = 1261,117 m^3/s$

- Thời gian lũ:  $T_{\text{lũ}} = 10,52 \text{ h}$
- Thời gian lũ lên:  $T_{\text{lên}} = 3,51 \text{ giờ}$
- Thời đoạn  $\Delta t = 1800\text{s}$



**a. Lập bảng phương trình phụ trợ:**

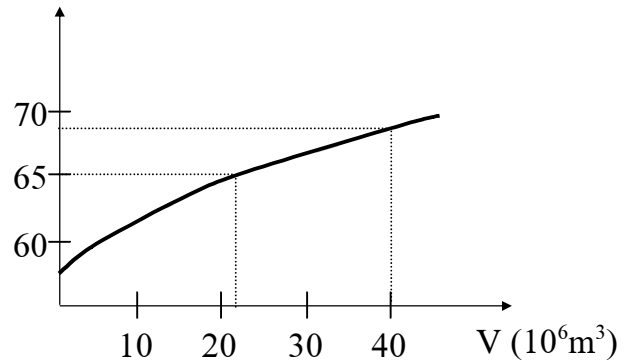
$$f(Q_x) = V_{\text{hồ}} + \frac{1}{2} Q_x \Delta t$$

$$Q_x = m B_{\text{tr}} \sqrt{2gH}^{3/2}$$

Chọn  $m = 0,38$

- Từ MN trong hồ  $\sqrt[3]{Z_{\text{hồ}}}$  xác định  $H_{\text{tr}} = \sqrt[3]{Z_{\text{hồ}}} - \sqrt[3]{\text{ngưỡng tràn}}$
- Từ  $Z_{\text{hồ}}$  tra  $V_{\text{hồ}}$  theo đường đặc tính, để chính xác thì phải nội suy từ bảng quan hệ  $Z \sim V$  của hồ chứa.

- Từ H tính ra  $H_0$
- Từ  $H_0$  tính  $Q_x = m B_{\text{tr}} \sqrt{2gH}^{3/2}$
- Tính  $V + \frac{1}{2} Q_x \Delta t$ .



**b. Lập bảng tính toán và tính**

**toán điều tiết lũ:**

Cột 1 - Thời đoạn tính toán  $\Delta t$ .

Trong ví dụ này chọn  $\Delta t = \frac{1}{2} \text{ giờ} = 1800 \text{ ngày}$

Cột 2 - Lưu lượng lũ ở các thời đoạn tính toán, xác định từ đường quá trình lũ.  $Q_m$

Cột 3 - Lưu lượng lũ bình quân của thời đoạn

$$\bar{Q}_m = \frac{Q_{\text{đầu}} + Q_{\text{cuối}}}{2} = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

Cột 4 - Lượng lũ đến hồ chứa trong thời đoạn  $\Delta t$  -  $\bar{Q}_m$

Cột 5 - Cột 5 được tính toán theo công thức trang 175

$$V_2 + \frac{1}{2} Q_{x2} \Delta t = \bar{Q}_m \Delta t + (V_1 + \frac{1}{2} Q_{x1} \Delta t) - Q_{x1} \Delta t$$

Ví dụ ở thời đoạn  $\Delta t_{11}$  ở cuối thời đoạn có:

$$V_2 + \frac{1}{2} Q_{x2} \Delta t = 35.803 \times 10^3 \text{ m}^3$$

Đây cũng chính là giá trị ở đầu thời đoạn  $\Delta t_{12}$ .

Để tính giá trị  $V_2 + \frac{1}{2} Q_{x2} \Delta t$  của thời đoạn  $\Delta t_{12}$  dùng công thức trên:

$$V_2 + \frac{1}{2} Q_{x2} \Delta t = \bar{Q}_m \Delta t + (V_1 + \frac{1}{2} Q_{x1} \Delta t) - Q_{x1} \Delta t$$

$$\begin{aligned} \text{(cột 5) } \Delta t_{12} &= \text{(cột 4) } \Delta t_{12} + \text{(cột 5) } \Delta t_{11} - \text{(cột 7) } \Delta t_{11} \\ &= 1541,41 + 35803 + 636,86 = 36708 \end{aligned}$$

Cột 6 - Lưu lượng xả qua tràn của  $\Delta t_{12}$

$$\text{Từ giá trị } (V_{\text{hồ}} + \frac{Q_{x2} \Delta t}{2}) = 36708$$

Tra trên bảng phương trình phụ trợ qua nội suy

$$\text{Ta có: } Q_{x2} = 381,97 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cột 7 - Lượng nước xả qua tràn (ở thời đoạn  $\Delta t_{12}$ )

$$Q_{x2} \cdot \Delta t = 381,97 \times 1800 = 687,548$$

Cột 8 - Cột nước tràn (ở đoạn  $\Delta t_{12}$ )

$$\text{Từ trị số ở cột 5 là } (V_{\text{hồ}} + \frac{Q_{x2} \Delta t}{2}) = 36708$$

Tra trên bảng phương trình phụ trợ có cột nước tràn:

$$H_{\text{tr}} = 3,18 \text{ m}$$

Cứ tính toán như thế cho đến hết đường quá trình lũ tại vị trí  $Q_x = Q_m$  là lưu lượng xả lũ lớn nhất  $Q_{x\text{max}}$  và ứng với nó là  $H_{\text{tr max}}$ .

$$Q_{x\text{max}} = 433,53 \text{ m}^3/\text{s} \quad H_{\text{tr max}} = 3,46 \text{ m}$$

Đây là cơ sở để xác định mực nước gia cường MNGC

$$\sqrt[MNGC] = \sqrt[\text{ngưỡng tràn} + H_{\text{max}}] = 65,00 + 3,46 = 68,46$$

Kết quả tính toán điều tiết là tài liệu cần thiết dùng cho thiết kế đập.

**BẢNG PHƯƠNG TRÌNH PHỤ TRỢ f (Q<sub>x</sub>)**

$\sqrt{Z}$ (m)	H <sub>tr</sub> (m)	V <sub>hồ</sub> (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	H <sub>o</sub> (m)	Q <sub>x</sub> (m <sup>3</sup> /s)	$\frac{1}{2}Q_x\Delta t$ (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	V <sub>hồ</sub> + $\frac{1}{2}Q_x\Delta t$ (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
65,00	0	22195	0	0	0	22195
65,20	0,20	23162	0,20	6,02	5,42	23167
65,40	0,40	23914	0,40	17,03	15,33	23929
65,60	0,60	24666	0,60	31,29	28,16	24694
65,80	0,80	25418	0,80	48,18	43,36	25461
66,00	1,00	26170	1,00	67,33	60,59	26231
66,20	1,20	27089	1,20	88,50	79,65	27169
66,40	1,40	28008	1,40	111,53	100,38	28108
66,60	1,60	28927	1,60	136,26	122,64	29050
66,80	1,80	29846	1,80	162,59	146,33	29992
67,00	2,00	30765	2,00	190,43	174,39	30936
67,20	2,20	31684	2,20	219,70	197,73	24882
67,40	2,40	32603	2,40	250,33	225,30	32828
67,6	2,60	33522	2,60	282,26	254,04	33776
67,80	2,50	34441	2,50	315,45	283,90	34725
68,00	3,00	35360	3,00	349,84	314,86	35675
68,20	3,20	36471	3,20	385,41	346,87	36818
68,40	3,40	37582	3,40	422,10	379,89	37962
68,60	3,60	38693	3,60	459,88	413,89	39107

## BẢNG TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT LỬ

$\Delta t = 1800 \text{ s}$

$B_{tr} = 40 \text{ m}$

$\Delta t$ (1800s)	$Q_m$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$\bar{Q}_m$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$\bar{Q}_m \Delta t$ ( $10^3 \text{m}^3$ )	$V_{h\bar{o}} + Q_{x2} \frac{\Delta t}{2}$ ( $10^3 \text{m}^3$ )	$Q_{x2}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$Q_x \Delta t$ ( $10^3 \text{m}^3$ )	$H_{tr}$ (m)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
0	0	0	0	22195	0	0	0
1	179,65	89,83	161,69	22357	1,00	1,86	0,06
2	359,29	269,47	485,05	22840	3,99	7,182	0,15
3	538,94	449,12	808,41	23641	12,87	23,166	0,33
4	718,58	628,76	1131,77	24750	35,52	58,536	0,62
5	898,23	808,41	1455,13	24146	65,23	117,414	0,98
6	1077,88	988,06	1778,50	27807	104,15	187,47	1,34
7	<b>1261,12</b>	1169,50	2105,10	29725	155,13	279,234	1,74
8	1171,17	1216,14	2189,06	31635	212,07	381,726	2,15
9	1081,21	1126,19	2029,14	33280	265,54	477,972	2,50
10	991,26	1036,24	1865,22	34668	315,44	567,792	2,80
11	901,32	946,29	1703,32	35803	353,81	636,858	3,02
12	811,36	856,34	1541,41	36708	381,97	687,548	3,18
13	721,41	766,39	1379,49	37400	404,06	727,308	3,30
14	630,56	675,99	1216,77	37889	419,74	755,532	3,39
15	541,51	475,04	1054,86	38188	429,54	773,72	3,40
16	451,56	496,54	893,76	38309	<b>433,53</b>	790,354	<b>3,46</b>
17	361,60	406,58	731,84	38260	431,92	777,456	3,45
18	271,65	316,63	569,93	38053	425,08	765,144	3,42
19	181,70	222,68	408,02	37696	413,55	744,390	3,35
20	91,75	136,73	246,11	37198	397,58	715,644	3,27
21	0	45,88	82,58	36564	377,49	679,482	3,16

## Chương XII:

### ÀO ÀAÛC, DÊÛ BAÏO THUYÍ VÀN

Để có tài liệu thủy văn phục vụ cho tính toán công trình, nước ta lập một số trạm thủy văn trên các sông, ở các tỉnh ven biển Trung Trung bộ có một số trạm như:

- Trạm Thượng Nhật trên sông Hương (Thừa thiên Huế)
- Trạm Thanh Mỹ trên sông Vu Gia (Quảng Nam)
- Trạm Nông Sơn trên sông Thu Bồn (Quảng Nam)
- Trạm Sơn Giang trên sông Trà Khúc (Quảng Ngãi)
- Trạm An Hoà trên sông Lại Giang (Bình Định)
- Trạm Cây Muồng trên sông Kôn (Bình Định)
- Trạm Củng Sơn trên sông Ba (Phú Yên)

Các trạm thủy văn có nhiệm vụ đo mực nước, lưu tốc, lưu lượng, và bùn của các sông làm tài liệu để dự báo thủy văn và cung cấp cho việc lập quy hoạch, thiết kế của các công trình thủy lợi.

#### I. ĐO MỰC NƯỚC H

Cao trình mặt nước ở thời điểm nào đó trên sông gọi là mực nước. Mực nước sông thay đổi là do lưu lượng  $Q$  trên sông thay đổi.

Các dụng cụ đo mực nước là các loại thước chuyên môn dùng trong đo đạc thủy văn.

##### 1. Phân loại và cách bố trí thước đo:

###### *a. Phân loại theo công dụng:*

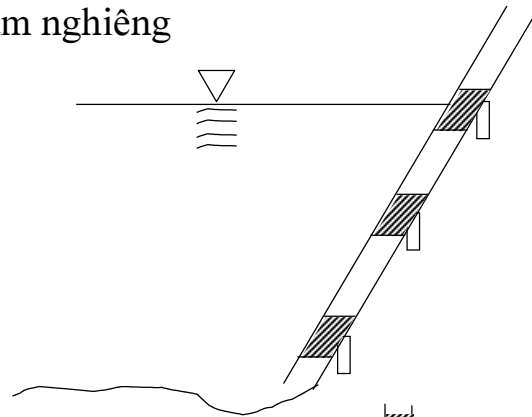
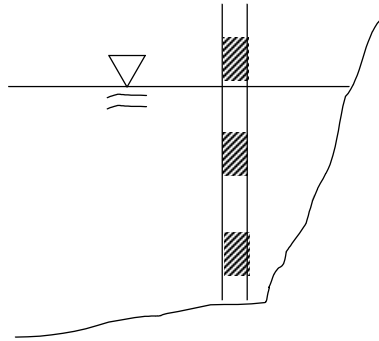
- Thước đo cơ bản: Là thước dùng đo mực nước hằng ngày.



- Thước đo nước tại các thuyền đo lưu lượng, lưu tốc.
- Thước đo tham khảo. Tại mỗi trạm đặt một thước đo nước tham khảo để kiểm tra.
- Thước đo chuyên dùng: Đặt trên các công trình như cầu cống.
- Thước đo độ dốc mặt nước. Đặt ở một đoạn sông, có 2 thước đo ở thượng lưu và hạ lưu.

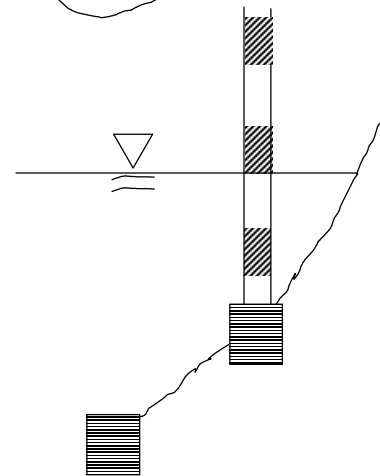
***b. Phân loại thước theo cấu tạo:***

- Thước đo nước trực tiếp:
- + Thước đặt thẳng đứng hay nằm nghiêng



- + Thước đo đặt đo trên các cọc cố định có cao trình nhất định.

- Loại thước đo gián tiếp
- Máy tự ghi đo mực nước



**2. Đo đạc và ghi chép mực nước:**

***a. Đo trong tình trạng bình thường:***

Mỗi ngày đo 2 lần vào 7 giờ sáng và 19 giờ tối

Đọc chính xác đến cm, riêng đo độ dốc phải đọc đến mm.

***b. Đo mực nước trong mùa lũ:***

Phải đo cả quá trình biến hoá của trận lũ.

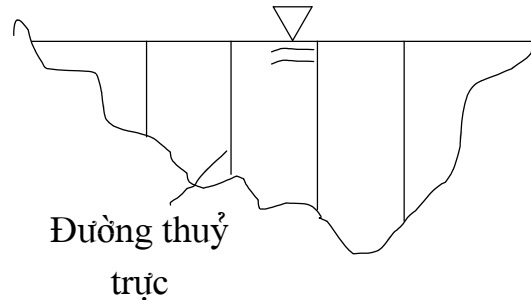
- Bắt đầu lũ lên và thời gian  $T_1$
- Thời gian xuất hiện đỉnh lũ.
- Bắt đầu lũ xuống và thời gian  $T_x$

## II. ĐO MẶT CẮT SÔNG

Mặt cắt sông có: Mặt cắt dọc và mặt cắt ngang

Đo mặt cắt ngang sông tại vị trí đo lưu lượng, lưu tốc.

Muốn có mặt cắt ngang, phải tiến hành đo độ sâu ở các đường thủy trực.

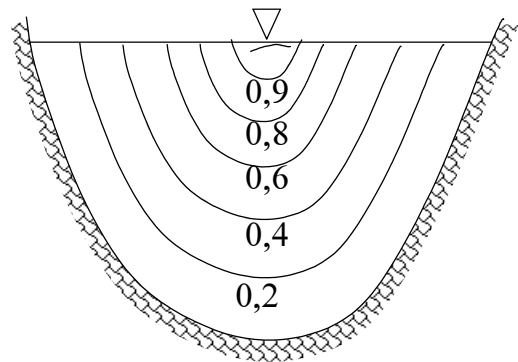


Dụng cụ đo là sào (nước nông) quả dọi hay máy hồi âm.

## III. ĐO LƯU TỐC VÀ TÍNH TOÁN LƯU LƯỢNG

- Đo lưu tốc là phần quan trọng trong đo đạc thủy văn, từ lưu tốc và tiết diện qua nước sẽ tính ra lưu lượng. Các nhân tố ảnh hưởng đến lưu tốc trên sông là:

- Hình dạng đoạn sông
- Độ nhám lòng sông
- Độ sâu nước
- Hình thái bờ sông

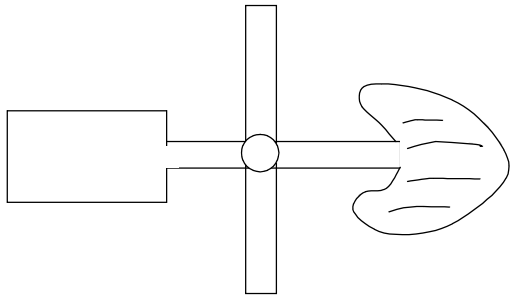


Do đó sự phân bố lưu tốc rất phức tạp: Gần bờ và sát đáy thì  $V$  bé, càng ra xa lưu tốc càng lớn, Lưu tốc  $V$  lớn nhất là sát mặt nước ở dòng giữa sông.

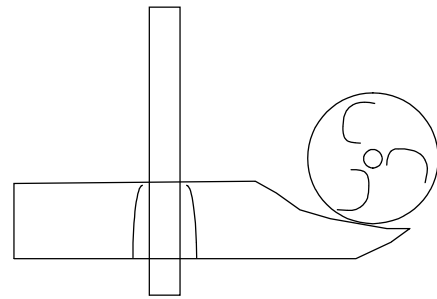
## 1. Đo lưu tốc bằng lưu tốc kế:

### a. Lưu tốc kế:

Lưu tốc kế có 2 loại: Cánh quạt và cốc quay. Nước chảy làm cho hệ thống gáo hoặc cánh quạt quay, máy ghi số vòng quay trong  $t$  giây, từ đó tính đổi ra  $V$  (m/s)



Máy đo lưu tốc cánh quạt

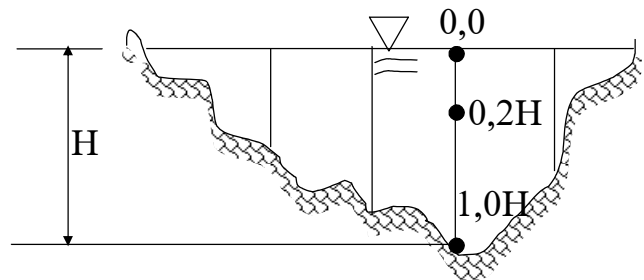


Máy đo lưu tốc cốc quay

### b. Đo lưu tốc mặt cắt sông:

- Đường thủy trực:

Tuỳ mặt sông rộng hẹp để xác định số lượng đường thủy trực



- Số điểm đo trên đường

thủy trực tùy theo độ sâu nước của đường thủy trực.

+ Nếu nước nông, đặt 1, 2 điểm đo

+ Nếu nước sâu, đặt 3, 4 hoặc 5 điểm đo

Lưu tốc tại 1 điểm đo được tính theo độ sâu đặt máy lưu tốc kế

Điểm đo 0,0 - Tại mặt nước

Điểm đo 1,0 - Tại đáy sông

Điểm đo 0,2 - Lai tại vị trí 0,2H tính từ mặt nước.

Tại mỗi điểm đo trên đường thủy trực sẽ đo được lưu tốc tại điểm đó.

- Tính lưu tốc bình quân đường thủy trực

+ 1 điểm đo đặt tại vị trí 0,6 H

$$\bar{V}_1 = V_{0,6}$$

+ 2 điểm đo

$$\bar{V}_2 = \frac{1}{2}(V_{0,2} + V_{0,8})$$

+ 3 điểm đo

$$\bar{V}_3 = \frac{1}{4}(V_{0,2} + 2V_{0,6} + V_{0,8})$$

+ Tại đường thủy trực có 5 điểm đo

$$\bar{V} = \frac{1}{10}(V_0 + 3V_2 + 3V_6 + 2V_8 + V_{10})$$

- Tính lưu tốc bình quân giữa hai đường thủy trực

Ví dụ lưu tốc bình quân giữa

hai đường thủy trực 2 và 3

$$\bar{V}_{23} = \frac{\bar{V}_2 + \bar{V}_3}{2}$$

Lưu tốc giữa đường thủy trực

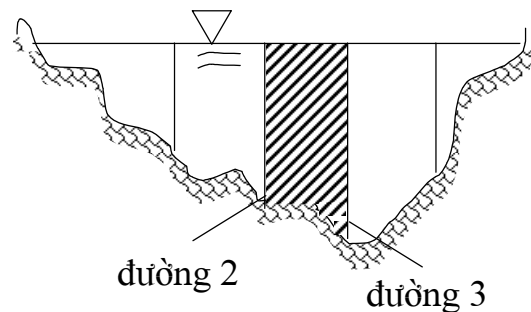
sát bờ và bờ sông là.

$$\bar{V}_{01} = K\bar{V}_{\text{sátbờ}}$$

Bờ thoải  $K = 0,7$ , bờ dốc  $K = 0,8$

**c. Tính toán lưu lượng mặt cắt sông kê:**

- Lưu lượng giữa hai đường thủy trực là



$$q = \bar{V}_{23} \cdot f_{23}$$

Ví dụ lưu lượng giữa đường thủy trực số 2 và số 3 dòng 2 và 3

- Lưu lượng toàn mặt cắt sông là tổng của lưu lượng giữa hai đường thủy trực

$$Q = \sum q_i$$

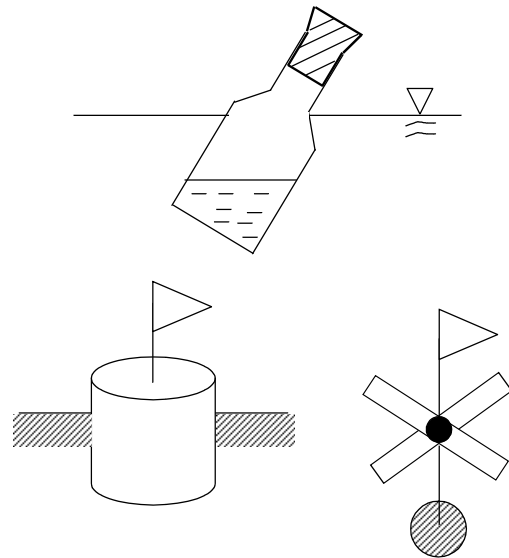
## 2. Đo lưu tốc bằng phao:

Về mùa lũ nước sông chảy xiết khó cố định thuyền để đo bằng lưu tốc kế, hoặc đi khảo sát không mang lưu tốc kế có thể đo lưu tốc bằng phao.

### a. Phao đo:

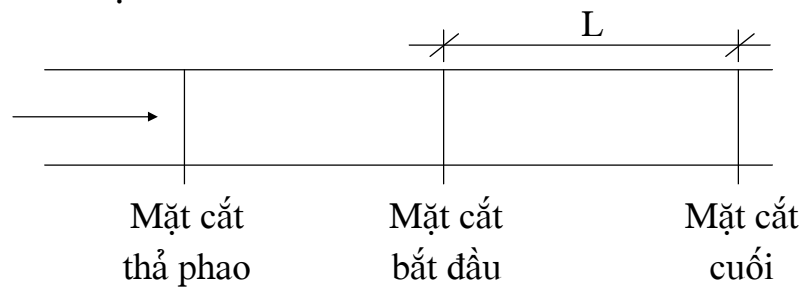
- Phao đo có thể là cái chai đựng một ít nước để chai chìm một phần vào nước.

- Có thể là 2 tấm gỗ đóng chéo hoặc khúc gỗ, v.v... có cắm cờ nheo để theo dõi.



### b. Đo lưu tốc:

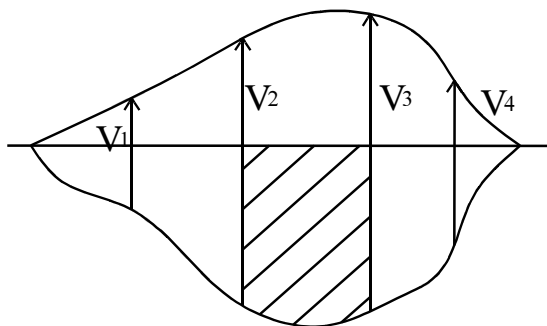
- Chọn đoạn sông thẳng, xác định 3 mặt cắt: mặt cắt thả phao, mặt cắt bắt đầu và mặt cắt cuối.



Thả phao tại mặt cắt thả phao, khi phao đến mặt cắt đầu thì bấm đồng hồ chạy, khi phao đến mặt cắt cuối thì bấm dừng đồng hồ, xác định t

Lưu tốc V: 
$$V = \frac{L(m)}{t(s)} \quad (m/s)$$

Lưu tốc xác định được là lưu tốc mặt nước nên lớn hơn lưu tốc thực tế. Trên mặt sông thả nhiều phao trên vị trí cách bờ khác nhau và có V khác nhau.



**c. Tính lưu lượng (đo bằng phao):**

- Lưu lượng giữa hai tuyến

$$q_{23} = \frac{V_2 + V_3}{2} \cdot f_{2-3}$$

- Lưu lượng đo bằng phao

$$Q_{đo} = \sum q_i$$

- Lưu lượng sông: Vì  $V_{mặt}$  lớn hơn  $V_{đáy}$  nên lưu lượng thực cần có hiệu chỉnh bằng hệ số  $K < 1$

$$Q_{thực} = Q_{đo} \cdot K$$

Hệ số K thường là  $K = 0,8 \div 0,9$

Đo bằng phao thường không chính xác cao cần phải chú ý thước đo và có hiệu chỉnh.

**IV. ĐO BÙN CÁT**

Đo bùn cát ở sông là nhằm xác định:

- Hàm lượng bùn cát lơ lửng  $\rho$  ( $g/m^3$ )
- Lưu lượng chuyển cát R ( $kg/s$ )

- Suất chuyển cát đáy  $R_d$  (g/s-m)

Lưu lượng bùn cát lơ lửng là trọng lượng bùn cát lơ lửng chuyển qua mặt cắt đo trong thời gian 1 giây  $R$  (kg/s)

$$R = \rho \times Q$$

Như vậy ta phải biết lượng ngậm cát  $\rho$  và  $Q$

Đo  $\rho$  được tiến hành cùng lúc với đo lưu lượng. Từ việc chọn mặt cắt đo, đo lưu tốc, lấy mẫu nước cùng thực hiện một lúc trên các đường thủy trực.

### 1. Đo hàm lượng bùn cát lơ lửng

- Lấy mẫu nước bằng dụng cụ chuyên môn ở các điểm đo trên đường thủy trực .

#### *a. Tính lượng ngậm cát tại 1 điểm đo*

$$\rho = \frac{P}{V} \quad (\text{g/m}^3)$$

$P$  - Trọng lượng bùn cát sấy khô (g)

$V$  - Thể tích bùn cát ( $\text{m}^3$ )

$\rho$  - Lượng ngậm cát ( $\text{g/m}_3$ )

#### *b. Tính lượng bùn cát bình quân đường thủy trực*

Tuỳ theo số điểm đo trên 1 đường thủy trực mà tính  $\bar{P}$

Ví dụ với 3 điểm đo:

$$\bar{\rho}_{3\text{điểm}} = \frac{1}{4V_m} [\rho_{0,2} V_{0,2} + 2\rho_{0,6} V_{0,6} + 2\rho_{0,8} V_{0,8}]$$

Trong đó:

$V_m$  - Lưu tốc bình quân của đường thủy trực

$V_{0,2}$  - Lưu tốc tại điểm đo 0,2

$\rho_{0,2}$  - Lượng ngậm cát ở điểm đo 0,2

Hay 5 điểm đo:

$$\bar{\rho} = \frac{1}{10V_m} [\rho_{0,0} V_{0,0} + 3\rho_{0,2} V_{0,2} + 3\rho_{0,6} V_{0,6} + \rho_1 V_1]$$

**c. Lưu lượng chuyển cát (suất chuyển cát)**

Lưu lượng chuyển cát hay suất chuyển cát được tính từ

- Lượng ngậm cát  $\rho$  trên đường thủy trực
- Lưu lượng  $q$  giữa hai đường thủy trực

$$R_\rho = \frac{1}{1000} \left[ \rho q_0 + \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} q_1 + \frac{\rho_2 + \rho_3}{2} q_2 + \dots \right]$$

R - Suất chuyển cát qua mặt cắt

$\rho$  - Lượng ngậm cát ( $\text{g/m}^3$ )

$q$  - Lưu lượng giữa hai đường thủy trực ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

**d. Lượng ngậm cát bình quân của mặt cắt**

$$\rho = \frac{R}{Q} \quad (\text{kg/m}^3)$$

R - Suất chuyển cát ( $\text{kg/s}$ )

Q - Lưu lượng ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

Hoặc 
$$\rho = \frac{10^3 R}{Q} \quad (\text{g/m}^3)$$

Qua trên ta thấy đo  $\rho$ , R khá phức tạp nên người ta chọn 1 vị trí đại biểu để đo, điểm đó phải là điểm đại diện để sát với thực tế.

**2. Đo đặc suất chuyển cát đáy:**

Đo bùn cát đáy thường tiến hành 1 lúc với đo bùn cát lơ lửng và lưu lượng. Nếu khó khăn có thể đo riêng.

**a. Dụng cụ đo:** Là thiết bị chuyên dùng đặt sát đáy sông, bùn cát lăn và chuyển dưới đáy sông được chuyển vào thiết bị đó.



Thiết bị có chiều dài L (cm)

Thời gian đo là t (giây)

Trọng lượng cát đo được P (g)

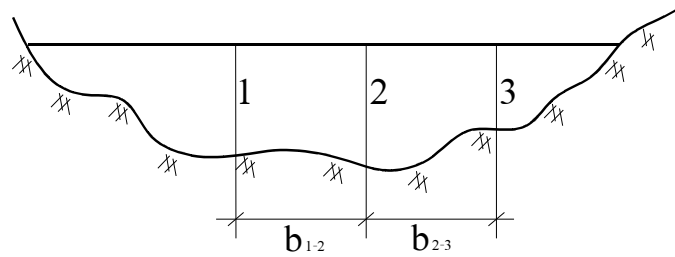
**b. Suất chuyển bùn cát đáy:**

Suất chuyển bùn cát đáy  $R_d$  được tính từ L, t, P

$$R_d = \frac{P_d}{t} \times \frac{1}{\left(\frac{L}{100}\right)}$$

$$R_d = \frac{100P_d}{tL} \quad (\text{g/s/m})$$

**c. Suất chuyển cát đáy trên toàn mặt cắt:**



+ Trên mặt cắt có các đường thủy trực 1, 2, 3, khoảng cách giữa hai đường thủy trực là  $b_{1-2}$ ,  $b_{2-3}$ .

+ Suất chuyển cát đơn vị ở đường thủy trực thứ i là  $R_{di}$

Vậy suất chuyển cát trên toàn mặt cắt  $G_d$  được tính như sau

$$G_d = \frac{1}{1000} \left[ \frac{R_{d1}}{2} b_{0-1} + \frac{R_{d1} + R_{d2}}{2} b_{1-2} + \dots + \frac{R_{d2} + R_{d3}}{2} b_{2-3} + \dots \right]$$

Trong nhiều trường hợp người ta có thể tính

$$G_d = \beta G_1$$

$$\beta = 0,05 \div 0,10$$

## V. XÂY DỰNG ĐƯỜNG QUAN HỆ Q ~ H

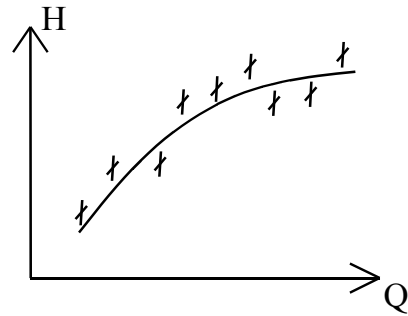
Để xác định H người ta có thể dựa vào Q và ngược lại.

Công thức đo lưu lượng phức tạp tốn thời gian công sức nhiều so với đo H, nên người ta dựa vào tài liệu Q, H được đo cùng lúc tại mặt cắt nhất định, chấm điểm quan hệ và từ đó vẽ đường quan hệ  $Q \sim H$ . Thường thì quan hệ này khá chặt chẽ, nhưng cũng có trường hợp các điểm quan hệ bị phân tán.

Nếu có điều kiện ta xây dựng 1 đồ thị tổng hợp gồm 3 quan hệ

$$Q = f(H), \omega = f(H), v = f(H)$$

Cùng 1 trị số H sẽ cho Q,  $\omega$ , V ta tính kiểm tra lại  $Q = \omega V$ .



Nếu sai số  $Q_{tt}$  với  $Q_{đồ\ thị}$  sai dưới 2% thì có thể chấp nhận được.

## VI. DỰ BÁO THUỶ VĂN

### 1. Tầm quan trọng của dự báo thủy văn:

- Dự báo thủy văn phục vụ cho phòng lũ.
- Dự báo thủy văn phục vụ cho chống hạn điều tiết hồ chứa.

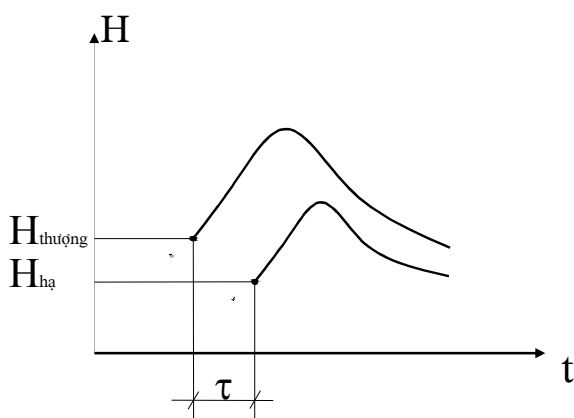
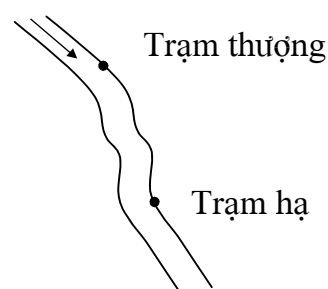
### 2. Phân loại dự báo thủy văn:

- Các yếu tố dự báo:
  - + Dự báo lưu lượng Q
  - + Dự báo mực nước H
  - + Dự báo phù sa  $\rho$
- Phân loại dự báo theo thời gian
  - + Dự báo ngắn hạn < 15 ngày
  - + Dự báo dài hạn
- Phân loại theo độ chính xác
  - + Dự báo định tính

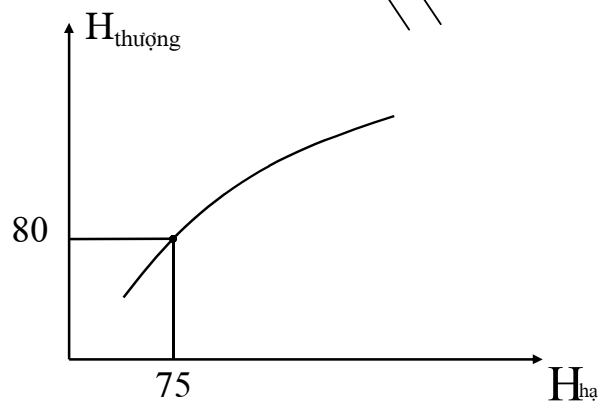
+ Dự báo định lượng

### 3. Dự báo lũ ngắn hạn:

Mức nước lũ xuất hiện ở trạm trên, sau 1 thời gian  $\tau$  lũ sẽ truyền xuống trạm dưới. Ta phải phân tích từng quan hệ giữa hai trạm để dự báo thời gian và lưu lượng lũ xuất hiện ở trạm dưới.



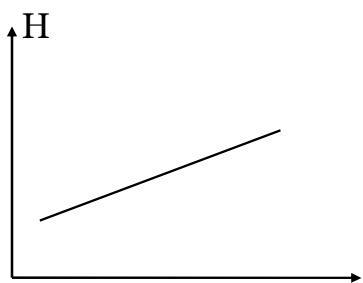
Đường quan hệ một trận lũ thiết kế của trạm thượng và trạm hạ  
 $H \sim t$



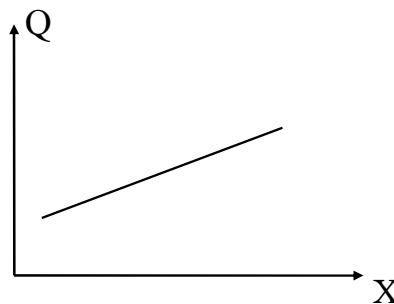
Đường quan hệ  $H_{thượng} \sim H_{hạ}$  cùng thời gian

### 4. Phương pháp dự báo mưa rào dòng chảy:

Khi mưa thì tạo ra dòng chảy làm mực nước sông  $H$  và lưu lượng  $Q$  tăng lên theo giá trị mưa. Đối với lưu vực nhỏ thì dùng phương pháp dự báo mưa rào không thích hợp vì thời gian tập trung dòng chảy quá ngắn. Với lưu vực lớn thì dùng phương pháp này tương đối thích hợp.



Quan hệ  $H = f(X)$   $X(\text{mm})$  tại một trạm



Quan hệ  $Q = f(X)$  tại một trạm

# PHỤ LỤC

- 1 - Giấy vẽ đường tần suất.
- 2 - Lượng mưa và mùa mưa ở các vùng.
- 3 - Bảng tra  $\Phi$  trong đường tần suất  $P_{III}$ .
- 4 - Bảng tra  $K_p$  trong đường tần suất K - M.
- 5 - Bảng tra  $C_s$  trong phương pháp 3 điểm.
- 6 - Bảng tra  $\Phi_{P2}$  và  $(\Phi_{P1} - \Phi_{P3})$  trong phương pháp 3 điểm.

# MUÛC LƯUÛC

*Trang*

Chương I	- Mở đầu .....	1
Chương II	- Sông ngòi và sự hình thành dòng chảy sông ngòi .....	6
Chương III	- Phương pháp thống kê xác suất trong tính toán thủy văn .	21
Chương IV	- Dòng chảy năm thiết kế .....	66
Chương V	- Dòng chảy kiệt thiết kế .....	78
Chương VI	- Dòng chảy lũ thiết kế .....	85
Chương VII	- Dòng chảy bùn cát .....	112
Chương VIII	- Tính toán thủy văn vùng ảnh hưởng triều .....	125
Chương IX	- Cầu vượt sông và cống qua đường .....	130
Chương X	- Kho nước và điều tiết dòng chảy .....	150
Chương XI	- Tính toán điều tiết hồ chứa .....	162
Chương XII	- Đo đạc, dự báo thủy văn .....	182
Phụ lục	.....	194

