

## Chương 2

# CHỌN TUYẾN VÀ BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH

*Biên soạn: TS. Nguyễn Đình Tranh*

### 2.1. TUYẾN CÔNG TRÌNH ĐẦU MỐI THỦY LỢI

#### 2.1.1. Các khái niệm về tuyến

##### a) Vùng tuyến

Trong giai đoạn quy hoạch bậc thang các công trình thủy lợi - thủy điện trên một dòng sông, có khi còn gọi là sơ đồ sử dụng tổng hợp dòng sông hay thuyết minh tổng quan về sử dụng tổng hợp sông, cần xác định vùng tuyến công trình.

Vùng tuyến công trình bao gồm một đoạn sông tương đối dài, trong đó có thể chọn một số tuyến đại diện. Do trong bước nghiên cứu tính toán này chưa có những tài liệu khảo sát các điều kiện tự nhiên và xã hội chi tiết, thường dùng các bản đồ có tỷ lệ nhỏ nên việc chỉ cần xác định vùng tuyến cũng là phù hợp.

Hơn nữa yêu cầu về mức độ chi tiết của các kết cấu, kích thước công trình chưa thật cụ thể, chuẩn xác nên việc xác định vùng tuyến trên một đoạn sông tương đối hợp lý, tiêu biểu cho cả một vùng cũng là bảo đảm được cơ sở để tính toán các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật cần so sánh.

##### b) Đoạn tuyến

Sang bước lập nghiên cứu Tiên khả thi, nghiên cứu Khả thi, cần phải đi sâu nghiên cứu tính toán ở mức chi tiết hơn, tài liệu khảo sát về địa hình, địa chất, thủy văn, môi trường, xã hội... cụ thể, đầy đủ hơn, nên từ vùng tuyến cần xác định đoạn tuyến đại diện trong vùng tuyến đó.

Đoạn tuyến thường trải dài trên một khúc sông, trong đó có một số tuyến đại diện. Do khúc sông thường có điều kiện thiên nhiên tương đối giống nhau nên các tuyến cũng không khác nhau nhiều. Tuy nhiên việc chọn đoạn tuyến hợp lý trong các đoạn tuyến của vùng tuyến cũng là một yêu cầu cần đạt để bảo đảm việc xác định các thông số kinh tế kỹ thuật của công trình được tương đối chuẩn xác, qua các bước thiết kế sau sẽ không bị thay đổi nhiều, thậm chí làm ảnh hưởng đến chủ trương đầu tư, tiến độ chuẩn bị và xây dựng công trình.

##### c) Tuyến

Tuyến công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện thường là tuyến đập ngăn sông vì đập là công trình chủ yếu tạo tuyến áp lực, đồng thời tạo hồ chứa với các quy mô khác nhau, mức độ điều tiết khác nhau dòng chảy của sông.

Tuyến công trình được xác định chủ yếu trong bước lập nghiên cứu Khả thi (hay luận chứng kinh tế kỹ thuật) và được hiệu chỉnh cụ thể trong bước thiết kế cơ sở hay thiết kế kỹ thuật vì trong bước này cần thu thập đầy đủ điều kiện thiên nhiên và xã hội, đặc biệt có khảo sát thăm dò điều kiện địa chất công trình chi tiết, các chỉ tiêu cơ lý của nền móng, vai đập, vật liệu xây dựng...

Tuyến công trình ở các loại công trình thủy điện kiểu lòng sông, kiểu sau đập, kiểu đường dẫn do bố trí công trình khác nhau (sẽ được trình bày chi tiết ở các phần sau) nên có yêu cầu khác nhau. Tuy nhiên do đập chính ngăn sông thường là công trình chủ yếu nên cũng có thể hiểu tuyến đập, đồng thời cũng là tuyến của công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện.

Tuyến được chọn trong các tuyến của đoạn tuyến có các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật thuận lợi hơn cả. Thường tuyến được chọn cũng là tuyến tiêu biểu của vùng tuyến và đoạn tuyến. Nếu làm được như vậy thì tiết kiệm được chi phí và thời gian cho việc chọn tuyến, một nội dung quan trọng trong quá trình lập dự án của công trình.

#### **d) Tim tuyến**

Tim tuyến hay trục tuyến cũng thường là tim đập (trục đập). Đó là đường thẳng (thông thường) ở giữa đỉnh đập. Tùy theo loại đập mà có các hình thức tim đập khác nhau. Nếu không thẳng thì có tim, trục từng đoạn đập do thiết kế chi tiết xác định.

Tim, trục đập được hiệu chỉnh cuối cùng trong giai đoạn lập bản vẽ thi công.

Đối với các công trình thủy lợi có thành phần công trình đầu mối với đập chính ngăn sông tạo hồ chứa, thì những "định nghĩa" về tuyến như đã trình bày. Đối với các công trình thủy lợi như cống, trạm bơm, kênh... thì tuyến công trình thường là tim công trình, được xác định qua tính toán kinh tế kỹ thuật của từng giai đoạn thiết kế.

Với những công trình đầu mối có công trình phụ như đập phụ, tràn sự cố... thì có tuyến riêng của nó như tuyến (tim) đập phụ, tuyến (tim) tràn sự cố cũng do qua so sánh kinh tế kỹ thuật mà chọn, vì thường những công trình này cũng có chi phí đầu tư không nhỏ.

### **2.1.2. Tuyến ở mỗi loại bố trí công trình**

#### **a) Công trình thủy điện kiểu lòng sông**

Công trình thủy điện kiểu lòng sông là loại thủy điện cột nước thấp mà đập, nhà máy thủy điện, tràn xả lũ thường nằm trên một tuyến. Đó cũng chính là tuyến công trình đầu mối.

Tuyến công trình thủy điện kiểu lòng sông do nghiên cứu tính toán trên cơ sở so sánh kinh tế kỹ thuật một số phương án tuyến công trình để chọn. Thường điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn (kể cả cho các công trình dẫn dòng thì công kết hợp trong bố trí công trình chung) có ảnh hưởng trực tiếp đến việc chọn tuyến và bố trí công trình đầu mối.

Hiện ở Việt Nam có công trình thủy điện kiểu lòng sông mà cột nước hoàn toàn do tuyến áp lực tạo thành bao gồm nhà máy thủy điện, tràn xả lũ, đập chính ngăn sông bằng đất đá tạo nên là công trình thủy điện Thác Bà.

Công trình thủy điện Đrâyhlinh ở Đắk Lắk mới nhìn có thể liệt vào loại công trình kiểu lòng sông. Thực chất đây là công trình kiểu "đường dẫn" vì đập chính ngăn sông cũng là đập tràn Đrâyhlinh thấp so với cột nước tạo ra ở nhà máy thủy điện (chủ yếu do tận dụng thác thiên nhiên "Đrâyhlinh"). Ở đây tuyến nhận nước vào nhà máy thủy điện (gọi là tuyến năng lượng) và đập tràn trên một đường thẳng cũng là tuyến công trình đầu mối Đrâyhlinh.

### **b) Công trình thủy điện kiểu sau đập**

Công trình thủy điện kiểu sau đập (theo đập, kèm đập) là loại công trình thủy điện mà cột nước chủ yếu do đập tạo nên. Đập chắn ngang sông ở đây vừa tạo nên cột nước làm việc của thủy điện vừa tạo hồ chứa điều tiết dòng chảy.

Trong công trình đầu mối của thủy điện kiểu sau đập, thường đập là công trình chủ yếu tạo tuyến áp lực nên tuyến đập cũng đồng thời là tuyến công trình. Trong tổ hợp hạng mục công trình tùy theo loại đập chính là đập bê tông, đập đất đá hay loại đập khác mà có những công trình xả lũ, công trình của tuyến năng lượng tương ứng.

Trường hợp đập chính ngăn sông là đập đất đá như ở công trình thủy điện Hoà Bình thì đập tràn xả lũ vận hành, dưới nó là công trình xả lũ sâu nằm bên cạnh đập. Tuyến năng lượng tách ra ở bên bờ trái với hệ thống cửa nhận nước, đường hầm dẫn nước vào gian máy thủy điện ngầm, đường hầm dẫn nước ra, kênh dẫn ra. Như vậy hệ thống năng lượng khá dài tạo thành tuyến gồm 8 trục tuyến riêng của mỗi tổ máy. Ở đây hầm dẫn ra có hợp nhất 2 tổ (từ tổ máy 3 đến 8) làm một và có kênh dẫn ra chung của cả 6 tổ máy. Còn tổ máy 1 và 2 có hệ thống dẫn ra riêng do tận dụng hai hầm dẫn dòng thi công ở đoạn cuối.

Các công trình thủy lợi do đập tạo hồ chứa cũng có thể xếp vào loại công trình này và thường tuyến đập chính ngăn sông cũng là tuyến của công trình đầu mối. Ngoài ra còn có tuyến công trình xả lũ, tuyến công trình lấy nước...

### **c) Công trình thủy điện kiểu đường dẫn**

Công trình thủy điện kiểu đường dẫn là loại công trình thủy điện mà cột nước chủ yếu do hệ thống đường dẫn nước tạo ra. Hệ thống này thường gồm có cửa nhận nước, đường dẫn nước, ống áp lực, nhà máy thủy điện, kênh dẫn ra. Tùy theo đường dẫn nước và ống áp lực dài hay ngắn, có áp lực hay không (đối với đường dẫn nước) mà có thêm bể áp lực hoặc giếng (tháp) điều áp. Tuy nhiên do loại công trình này thường có cột nước cao nên có hồ điều tiết dòng chảy càng sâu càng tốt để tận dụng thế năng của hệ thống năng lượng. Do đó ở đây có tuyến đập tạo hồ chứa và tràn xả lũ, còn tuyến năng lượng thường nằm riêng và có chiều dài khá lớn. Đa số các công trình thủy điện tương đối lớn ở nước ta thuộc loại này.

Trước ngày thống nhất đất nước ở miền Nam có công trình thủy điện Đa Nhim thuộc kiểu này. Từ sau 1975 đến nay đã hoàn thành nhiều công trình kiểu này như Trị An, Vĩnh Sơn, Sông Hinh, Thác Mơ, Hàm Thuận, Đa Mi, Yaly.

### 2.1.3. Tuyến đập

#### a) Đập

Là công trình ngăn sông, suối tạo hồ chứa hoặc dâng nước để có thể dẫn nước một cách thuận lợi từ cửa lấy nước (cửa nhận nước) vào hệ thống thủy lợi hoặc hệ thống năng lượng.

Tùy theo kết cấu và vật liệu, đập có các loại:

- Đập đất
- Đập đất đá
- Đập bê tông trọng lực
- Đập vòm
- Đập trụ chống, đập liên vòm
- Các loại đập khác.

Đập thường là công trình chủ yếu tạo tuyến áp lực, có chi phí tương đối lớn nên việc chọn tuyến đập có ý nghĩa quan trọng trong suốt quá trình nghiên cứu tính toán các chỉ tiêu, thông số cơ bản của công trình đầu mối thủy lợi, thủy điện.

Do trong công trình đầu mối thủy lợi, thủy điện ngoài đập chính còn có công trình xả lũ, công trình lấy nước, các công trình khác phụ thuộc khá nhiều vào kiểu loại công trình thủy lợi, thủy điện và kết cấu đập nên tuyến và bố trí công trình có khác nhau. Như với loại đập đất, đập đất đá hỗn hợp thì khó có thể cho tràn qua đỉnh đập nên công trình tháo lũ thường phải bố trí tách riêng (bên bờ hay một "eo" núi). Công trình nhận nước đối với loại đập vật liệu tại chỗ (vật liệu địa phương) cũng thường được bố trí tách riêng. Đối với đập tương đối thấp, có thể bố trí cống lấy nước trong thân đập.

Dù là loại công trình nào và kết cấu đập như thế nào thì đập thường vẫn là công trình chủ yếu. Xét về mặt an toàn của hệ thống đầu mối và đặc biệt đối với hạ lưu đập, thì việc chọn tuyến chẳng những có ý nghĩa về mặt kinh tế - kỹ thuật mà còn có ý nghĩa về mặt xã hội, thậm chí đối với các đập cao, hồ chứa lớn còn có tầm an toàn quốc gia, vì nếu có sự cố đập sẽ gây thảm họa về người và của trong phạm vi rộng lớn.

#### b) Đập đất

Là loại đập bằng đất. Chọn tuyến đập chẳng những phải căn cứ vào điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn, bố trí công trình xả lũ, bố trí cửa nhận nước... mà còn phải chú ý đến điều kiện có sẵn vật liệu xây dựng, nhất là đất đắp đập. Ở đây đòi hỏi chẳng những cự ly vận chuyển đất gần mà chủ yếu là chất lượng, các đặc tính của đất phải bảo đảm yêu cầu đắp đập về mặt chống thấm, chống xói ngầm, chống sạt lở, chống lão hoá... cũng như bảo đảm giá thành đắp đập hợp lý.

Cần nói rằng đại đa số các đập của công trình thủy lợi nước ta là loại đập bằng đất đồng chất, đến nay qua bao chục năm làm việc khá tốt, ổn định. Chính loại đập đất đồng chất được áp dụng từ lâu và làm việc khá bền vững theo thời gian. Nói chung khi chọn tuyến thường chọn những chỗ có thung lũng sông hẹp, nền móng là đá gốc, có điều kiện bố trí công trình xả lũ và cống lấy nước thích hợp. Vấn đề cơ bản ở đây là yêu cầu bảo đảm số lượng và chất lượng đất thích hợp cũng như thiết kế các kết cấu "lọc ngược", thoát nước hợp lý.

### c) Đập đất đá

Là loại đập có kết cấu chống thấm bằng lõi giữa hoặc tường nghiêng có vật liệu "mềm" là loại đất ít thấm nước hoặc cứng như bê tông cốt thép, gỗ, tấm kim loại... Có thể nói đây là loại đập chủ yếu bằng vật liệu địa phương với chiều cao khá lớn. Những đập cao nhất thế giới nói chung chính là loại đập này như Nuréch, Rôgun (trên sông Vắc Sơ, Kiéc Ghi Di).

Đập Hòa Bình là đập cao nhất thế giới trên nền mềm (128 m). Qua đó thấy khả năng xây dựng đập đất đá trong những phạm vi rộng rãi, kể cả những điều kiện khắc nghiệt về nền móng, về dẫn dòng thi công.

Đập đất đá có thể nằm trong công trình đầu mối với thủy điện kiểu lòng sông (Thác Bà), thủy điện kiểu sau đập (Hòa Bình) hay thủy điện kiểu đường dẫn (Yaly). Trong trường hợp đầu tuyến đập thường cũng là tuyến của công trình đầu mối. Trong hai trường hợp sau thì tuyến đập và tuyến năng lượng thường tách riêng, tuy nhiên cũng có thể gọi tuyến đập là tuyến chung của công trình đầu mối, như công trình thủy điện Đa Nhim lấy tên sông có đập chứ không lấy tên của sông là nơi có nhà máy thủy điện tháo nước ra.

Việc chọn tuyến đập với loại đập đất đá cũng giống như trong trường hợp với đập đất nhưng yêu cầu về nền móng có cao hơn vì tiếp giáp với lõi giữa hoặc tường nghiêng cũng như với vật liệu đá có đòi hỏi các chỉ tiêu nền móng thích hợp.

Ngoài ra thường đập đất đá có chiều cao khá lớn, khối lượng xây dựng nhiều nên cần chọn vị trí bảo đảm khối lượng và thời gian thi công càng ít càng thuận lợi. Ở đây cần chú ý cả việc bố trí tuyến xả lũ và tuyến năng lượng để chọn tuyến công trình đầu mối hợp lý nhất, đạt được giá thành xây dựng ít mà các yêu cầu khác, đặc biệt về an toàn ổn định công trình được bảo đảm cao.

### d) Đập bê tông trọng lực

Là loại đập bê tông được áp dụng rộng rãi trong nhiều điều kiện với chiều cao khác nhau. Đập bê tông trọng lực cao nhất thế giới Grand Dixence (285m) được xây dựng ở Thụy Sĩ.

Do áp lực của đập bê tông trọng lực lên nền, nhất là khi chiều cao của đập khá lớn khá tập trung, đặc biệt ở chân mái đập hạ lưu nên yêu cầu nền móng là loại đá tương đối nguyên vẹn, cứng chắc. Qua thực tế xây dựng loại đập này trên thế giới thì tất cả

các loại đá gốc mác ma, trầm tích hay biến chất đều có thể làm nền móng cho loại đập này. Ở những chỗ mềm yếu nứt nẻ nhiều có thể có những xử lý thích hợp vẫn bảo đảm yêu cầu về nền móng.

Khi chọn tuyến cho loại đập này, ngoài điều kiện địa hình cần chú ý đến điều kiện địa chất công trình. Cần chú ý chọn những vị trí có lớp phong hoá mỏng, nền móng đồng nhất. Ngoài ra khi đặt tràn trên đỉnh đập cần chú ý khu vực tiêu năng để tiếp nối thủy lực hạ lưu được thuận lợi, nhất là tạo dòng chảy ở phần thoát ra được thuận dòng.

Đối với các công trình có tràn xả lũ cũng như tuyến năng lượng tách riêng, đập bê tông trọng lực là công trình duy nhất ngăn sông thì nên chọn chỗ tuyến hẹp, nhưng cần chú ý việc dẫn dòng thi công bằng ngăn sông từng đợt, bằng kênh, bằng hầm sẽ kết hợp hay không kết hợp vào công trình để chọn tuyến hợp lý. Có thể cân qua so sánh một số phương án bố trí tổng thể công trình để chọn tuyến hợp lý nhất.

#### **d) Đập vòm**

Là loại đập bê tông có hình cong để sử dụng sức tựa vào hai bờ nhằm tăng độ ổn định của công trình và giảm vật liệu xây dựng. Do đó yêu cầu địa chất công trình ở hai bờ khá cao và địa hình thung lũng sông hẹp, có độ dốc đối xứng nhất định. Do có ưu việt như vậy nên đại đa số các đập bê tông cao (trên 180m) là đập vòm hoặc vòm trọng lực.

Tuy có yêu cầu cao về nền móng, nhất là ở hai vai đập, nhưng thực tế xây dựng trên thế giới cho thấy tất cả các loại đá dù nguồn gốc nào đều có thể thiết kế và xây dựng đập vòm lên đó trong điều kiện địa hình cho phép. Đối với đập vòm (thuần túy) thì hệ số tuyến, nghĩa là chiều dài tuyến trên chiều cao của đập dưới 3 là thích hợp. Khi hệ số tuyến 3-7 thì nên dùng kết cấu đập vòm trọng lực. Tất cả những thông số của đập vòm (độ dày, cung 2, 3 chiều...) thường phải qua thí nghiệm mô hình cùng với nền móng để xác định.

Khi có điều kiện địa hình với hệ số tuyến dưới 4-5 và điều kiện địa chất tương đối đồng nhất nên chú ý chọn tuyến đập vòm mà hiện nay đã cho phép tràn qua đỉnh đập với lưu lượng khá lớn, nhà máy sau đập (tựa đập) với công suất khá cao, đồng thời bảo đảm độ an toàn ổn định lớn hơn so với các loại đập khác, đặc biệt trong điều kiện có động đất mạnh.

#### **e) Đập trụ chống, đập liên vòm**

Là loại đập thường bằng bê tông có trụ đỡ các tấm bê tông cốt thép tạo thành mặt chịu áp. Trường hợp kết cấu chịu áp có tấm hình cong thì đó là đập liên vòm.

Đập trụ chống, liên vòm có tiết kiệm được vật liệu bê tông nhưng kết cấu phức tạp, cốt thép nhiều, yêu cầu nền móng cao nên thường áp dụng cho chiều cao đập dưới 100m. Loại đập này khó cho tràn qua đỉnh đập, thi công khó khăn nên ít phổ biến hơn những loại đập khác.

Ở nước ta do điều kiện thường có lũ lớn, lớp phong hoá dày, triển vọng áp dụng loại đập này không nhiều, tuy nhiên khi có điều kiện vẫn cần xem xét để giảm khối lượng bê tông và giá thành so với đập trọng lực.

### **g) Các loại đập khác**

Các loại đập khác như những đập nhỏ bằng cây gỗ, rọ đá, đá xây, đá xếp... hoặc hỗn hợp với các loại vật liệu vừa nêu trên thường là loại đập thấp, dài. Tuyến đập trong trường hợp này thường phụ thuộc vào điều kiện địa hình lòng sông cũng như nền móng và thủy văn, nhất là khả năng thoát lũ.

Nói chung dù là loại đập gì thì cũng cần qua so sánh kinh tế kỹ thuật một số phương án tuyến và đi sâu dần để cụm lại từ phạm vi rộng (vùng, đoạn) đến hẹp (tuyến) và cuối cùng chọn được tim tuyến có lợi nhất. Đây là quá trình chuẩn xác hoá dựa trên tài liệu khảo sát và nghiên cứu tính toán đầy đủ. Cần qua mô hình vật lý và thủy lực để kiểm chứng và xác định vị trí cũng như kết cấu và kích thước của công trình, nhất là đối với đập, thường là công trình chịu lực của đầu mối thủy lợi - thủy điện, đặc biệt đối với đập lớn.

## **2.1.4. Tuyến công trình xả lũ**

### **a) Công trình xả lũ**

Thường phải có trong hệ thống đầu mối thủy lợi thủy điện để tháo lũ không cho nước tràn qua đỉnh đập dù là đập bằng bất cứ loại vật liệu gì, hình thức nào, trừ những đập tràn sự cố khi thiết kế cho phép lũ lớn đột xuất tràn qua, thậm chí cho xói đi nên còn gọi là đập xói (câu chì).

Công trình xả lũ thường bằng bê tông với hình thức tràn mặt, tháo sâu hay xả sâu, có cửa van hoặc không. Sau mặt tràn là dốc nước và cuối cùng là kết cấu tiêu năng. Kết cấu tiêu năng có thể là mũi phóng nước xuống hố tiêu năng, giếng - bể tiêu năng hoặc nếu nền móng đá, lưu lượng nhỏ dùng "tiêu năng tự nhiên"...

Thường công trình xả lũ là một hệ thống các hạng mục và kết cấu công trình khá phức tạp, có một tuyến công trình xả lũ riêng ở bên trên đập, bên cạnh đập, tách riêng hoàn toàn khỏi đập chính. Như vậy hình thức tuyến công trình xả lũ khác với tuyến đập, nghĩa là khác với tuyến công trình đầu mối.

Tuy nhiên, với trường hợp tràn trên đỉnh đập hoặc tràn bên cạnh đập thì tuyến công trình xả lũ cũng trùng với tuyến đập hoặc tuyến công trình đầu mối. Đa số các công trình thủy điện ở nước ta có công trình xả lũ thuộc loại này.

### **b) Tràn trên đỉnh đập**

Tràn xả lũ trên đỉnh đập thường được áp dụng với kết cấu đập bê tông trọng lực, đập vòm trọng lực. Cũng có trường hợp tràn trên đỉnh đập vòm, đập trụ chống thấp.

Tuyến tràn trong trường hợp như vậy cũng là tuyến đập. Tuyến ở đây là "tuyến ngang". Còn tuyến theo nghĩa "mặt cắt dọc" thì thường thẳng góc với tuyến đập.

Đối với đập bê tông trọng lực do mái đập hạ lưu tương đối thoải nên có thể kết hợp thành "mái tràn" mà phía đuôi mái là mũi phóng hoặc kết cấu tiêu năng. Trong điều kiện nước ta do lũ lớn và tập trung nên đập bê tông trọng lực có thể là thích hợp khi cho tràn qua đỉnh đập với lưu lượng đơn vị tương đối lớn. Trong trường hợp như vậy thì chọn tuyến đập cũng đồng thời là tuyến tràn xả lũ, chỉ cần chú ý điều kiện dòng chảy sau bộ phận tiêu năng cho thuận lợi.

### c) Tràn bên

Tràn xả lũ bên cạnh đập thường được áp dụng đối với đập bằng vật liệu địa phương và có điều kiện địa hình tạo tuyến tràn xả lũ ngay sát đập để giảm khối lượng đào đất đá. Trong trường hợp này tuyến đập thẳng hàng (hoặc dưới một góc rộng) với tuyến tràn. Tràn bên cũng được áp dụng với các loại đập bê tông không cho tràn qua đỉnh.

Hình thức ngưỡng tràn có thể là thực dụng, chân không, đỉnh rộng. Sau đó thường là dốc nước và cuối cùng là bộ phận tiêu năng. Vấn đề ở đây là cần chọn tuyến dọc của công trình xả lũ vừa giảm được khối lượng xây dựng, vừa bảo đảm bộ phận tiêu năng cũng như dòng chảy ra thuận lợi.

Công trình tràn bên của đập Hoà Bình hiện nay là loại có lưu lượng đơn vị lớn nhất thế giới. Tuy nhiên do muốn giảm lưu lượng đơn vị đã thiết kế tuyến mũi phóng xiên góc làm nước cuốn vào chân đập. Sau thiết kế thêm "răng khểnh" để lái dòng chảy về phía bờ trái, giảm dòng cuốn vào chân đập đất đá cũng như phải xây dựng thêm tường lái dòng bờ phải.

Khi chọn tuyến dọc công trình xả lũ bên cạnh đập cần chú ý làm thế nào để giảm được chiều cao và khối lượng tường ngăn giữa đập và tràn.

### d) Xả sâu

Xả sâu là công trình tháo lũ nằm sâu dưới mực nước dâng bình thường với hình thức cống được chắn bởi cửa van chịu áp lực cao. Loại công trình này được áp dụng khi phải xả một lưu lượng với cao trình cửa xả nằm sâu dưới mực nước thượng lưu thường áp dụng ở công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện có yêu cầu dung tích hữu ích kết hợp với dung tích chống lũ cho hạ du như ở công trình Hoà Bình. Công trình thủy lợi - thủy điện lớn nhất thế giới hiện nay là công trình Tam Hiệp trên sông Trường Giang ở Trung Quốc cũng có công trình xả sâu.

Công trình xả sâu thường được thiết kế trong đập bê tông trọng lực (Tam Hiệp) hoặc đập tràn bê tông (Hoà Bình) mà phía trên là các cửa van xả tràn, phía dưới là các cửa van của cống xả sâu.



Công trình xả sâu do phải tháo lũ trong điều kiện mực nước thượng lưu cao gây áp lực vào cửa nên vận hành phức tạp, cần có luận chứng đầy đủ. Tuyến công trình xả sâu thường trùng với tuyến tràn xả lũ. Ở công trình Hoà Bình được gọi chung là công trình xả lũ vận hành.

#### **d) Các loại công trình xả lũ khác**

Các loại công trình xả lũ khác bao gồm các công trình xả lũ riêng biệt tách khỏi công trình đầu mối (công trình Thác Mơ, Vĩnh Sơn, Hàm Thuận, Phú Ninh...) cũng như công trình xả lũ dự phòng, lũ sự cố, lũ đột xuất...

Các công trình xả lũ loại này thường được lợi dụng các "eo" đồi, núi để giảm khối lượng đào đất đá. Ngoài ra phần cuối của công trình phải bảo đảm có tiêu năng thuận lợi cũng như dòng chảy "êm" vào hợp lưu với sông suối thiên nhiên.

Tuyến của các công trình xả lũ loại này phụ thuộc vào điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn, dân cư ở dọc tuyến cũng như ở hạ lưu tuyến nếu lưu lượng xả qua công trình tương đối lớn.

Các ngưỡng xả của công trình có thể có hoặc không có cửa van (còn gọi là tràn "tự động").

Nói chung tràn xả lũ là công trình phức tạp và chi phí tương đối lớn, nhất là khi tách khỏi đập chính nên việc chọn tuyến xả lũ phải được qua so sánh chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật đầy đủ tương ứng với từng giai đoạn thiết kế công trình và ở giai đoạn thiết kế cụ thể cần có mô hình thủy lực toàn tuyến đối với công trình tương đối lớn để xác định các thông số và các kích thước cụ thể.

### **2.1.5. Tuyến năng lượng**

#### **a) Tuyến năng lượng**

Tùy theo kiểu loại công trình thủy điện mà có các hạng mục khác nhau. Đơn giản nhất là thủy điện kiểu lòng sông thường có tuyến năng lượng ngắn bao gồm cửa lấy nước, ống dẫn nước, gian máy thủy điện, kênh ra kết hợp lại thành một công trình là nhà máy thủy điện. Phức tạp nhất thường là thủy điện kiểu đường dẫn dài bao gồm cửa nhận nước, đường dẫn nước có áp hoặc không áp, bể áp lực khi đường dẫn nước không áp, giếng hoặc tháp điều áp khi đường hầm dẫn nước có áp, ống áp lực, gian máy, đường dẫn nước và kênh ra.

Tuyến dọc của hệ thống năng lượng do đó được chọn sao cho có khối lượng và chi phí xây dựng nhỏ nhưng các chỉ tiêu năng lượng lại lớn. Thông thường phải qua nghiên cứu tính toán kinh tế kỹ thuật theo từng bước có so sánh nhiều phương án tuyến. Sơ bộ có thể thấy trong những điều kiện tuyến năng lượng nào ngắn thì có chỉ tiêu kinh tế tài chính tốt hơn. Tuy nhiên do tính chất phức tạp của tuyến năng lượng với các dạng công tác khác nhau từ đắp đào ngâm hay hở, bê tông ngâm hay hở, ống áp lực bằng thép hay bằng các vật liệu khác, gian máy, đường dẫn nước ra cũng vậy... nên cần khảo sát, tính toán cụ thể theo từng giai đoạn để chọn được phương án hợp lý nhất.

**b) Tuyến thủy điện kiểu lòng sông**

Tuyến dọc thủy điện kiểu lòng sông được xác định trong tổng thể tuyến công trình đầu mối thường do bố trí nhà máy thủy điện ở trong hệ thống công trình sao cho thuận lợi nhất. Do công trình tràn xả lũ có lưu lượng lớn hơn nên bố trí ở giữa lòng sông, còn nhà máy thủy điện có thể bố trí hoặc bên bờ phải hoặc bên bờ trái chủ yếu nơi nào thuận lợi đối với giao thông vận tải. Nhà máy thủy điện kiểu lòng sông thường có cột nước thấp, thiết bị nặng với các cấu kiện tương đối lớn (siêu trường siêu trọng) nên vấn đề giao thông vận chuyển cần chú ý.

**c) Tuyến thủy điện kiểu sau đập**

Tuyến dọc thủy điện kiểu sau đập phụ thuộc đập chính ngăn sông là loại đập gì, vì đập bằng vật liệu địa phương khó kết hợp bố trí công trình lấy nước và đường dẫn nước nên tuyến dọc của thủy điện được xem xét bố trí riêng bên cạnh hay tách hẳn khỏi tuyến đập. Việc bố trí này có liên quan chủ yếu đến tuyến năng lượng dài hay ngắn do điều kiện địa hình, địa chất cụ thể của vùng công trình đầu mối chi phối.

Công trình thủy điện kiểu sau đập với đập bê tông thường có đường dẫn không dài vì chủ yếu tận dụng cột nước do đập và có thể kết hợp làm tuyến dẫn nước trong thân đập, nhà máy ở liền chân hạ lưu đập, làm cho đầu mối khá "gọn" và kinh tế. Trong trường hợp tràn trên đỉnh và nóc nhà máy thì thực tế tuyến dọc đập, công trình xả lũ và năng lượng trùng nhau.

**d) Tuyến thủy điện kiểu đường dẫn**

Tuyến dọc của thủy điện kiểu đường dẫn thường rất dài và gập khúc vì ít khi bố trí được cả hệ thống năng lượng thành một đường thẳng. Như vậy tổn thất thủy lực có tăng lên nhưng vẫn kinh tế hơn vì tổn thất đó thường không lớn so với khi phải "nắn thẳng" toàn tuyến năng lượng, chi phí tăng lên rất nhiều.

Do đó tuyến năng lượng thường chọn tùy theo từng đoạn công trình hợp lý (hạng mục công trình) như kênh vào và cửa lấy nước, đường dẫn nước và công trình điều áp, đường ống áp lực và nhà máy, đường dẫn nước và kênh ra. Trong các hạng mục trên thì đường dẫn nước và ống áp lực thường chiếm một chi phí đáng kể nên được xem xét "ưu tiên", làm thế nào để có chiều dài ngắn nhất, đặc biệt là ống áp lực.

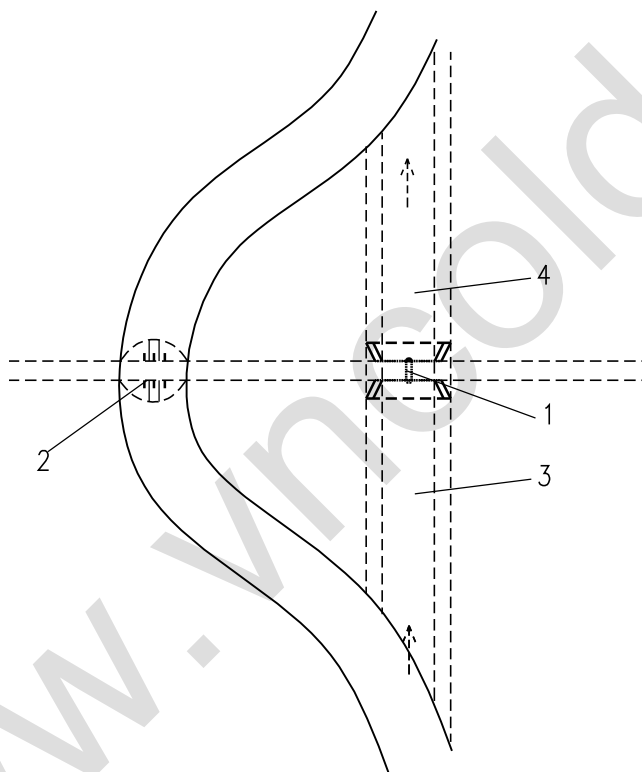
**2.1.6. Tuyến công trình ngăn mặn**

Chọn vị trí tuyến cống phải theo các nguyên tắc sau để đáp ứng các yêu cầu kinh tế kỹ thuật:

- Cống phải là nơi khống chế được vùng lập dự án.
- Dòng chảy vào và ra khỏi cống thuận, nghĩa là ít làm thay hướng chảy của dòng sông, kênh tự nhiên để không gây diễn biến xói bờ ở hạ lưu và thượng lưu khi tháo và khi lấy nước.

- Nếu đặt cống trong lòng sông thì không được đặt ở đoạn sông cong mà phải đặt ở đoạn sông thẳng và không nên đặt cống ở đoạn sông hẹp và sâu, nên đặt ở đoạn có lòng sông rộng trung bình và độ sâu vừa phải. Trường hợp cống đặt trong lòng sông thì phải thi công cuốn chiếu, đắp đê quai hay đóng cừ vây một nửa và làm khô để thi công một nửa cống ở một phía, phía còn lại thoát lũ thi công. Sau đó tháo lũ thi công qua phần cống đã xây và thi công tiếp phần cống còn lại.

- Nếu đặt cống trên bờ thì chọn một đoạn sông cong để dẫn dòng thi công đào hố móng khô trên bãi bờ bồi. Khi xây xong cống thì đào kênh nối hai đầu cống với sông và đắp đập ngăn sông.



**Hình 2-1. Thi công công trình cống ngăn mặn trên bãi**

- 1- cống;                    2- đập ngăn mặn;  
3- kênh dẫn vào;        4- kênh dẫn ra.

Ở đồng bằng sông Cửu Long, phần lớn sông rạch thẳng hầu như không có khúc khuỷu thì việc xây cống trên kênh nên đặt trên lòng sông để đảm bảo dòng chảy thuận và cảnh quan môi trường, lúc đó phải đào kênh dẫn dòng thi công.

- Tuy ở đồng bằng vùng ven biển thường có địa chất gần giống nhau nhưng cục bộ vẫn có những chỗ yếu hơn, nên vị trí cống phải tránh các chỗ đó.

- Vị trí cống cũng không nên đặt ở những vùng có dân cư đông đúc phải giải phóng mặt bằng và điều kiện thi công không thuận lợi.

### 2.1.7. Một số vấn đề chung về chọn tuyến

#### a) Việc chọn tuyến

Việc chọn tuyến của công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện là một "công đoạn" trong quá trình khảo sát thiết kế xuyên suốt từ giai đoạn tiền thiết kế (quy hoạch, nghiên cứu Tiên khả thi, nghiên cứu Khả thi) đến thiết kế, lập bản vẽ thi công. Khâu "tác nghiệp" chuyên ngành này được hoàn thiện dần qua các bước, giai đoạn nghiên cứu thiết kế.

Có thể nói đây là một khâu có tính chất nghệ thuật và sáng tạo vì các công trình thủy lợi - thủy điện khó mà theo một "định hình" hay một thiết kế mẫu nào, kể cả trong việc chọn tuyến công trình. Nó lại là khâu chi phối khá nhiều đến thời gian và giá thành đầu tư cũng như chất lượng công trình nên cần học hỏi, đúc rút kinh nghiệm và tổng kết trong vấn đề này.

#### b) Tuyến dọc

Các tuyến dọc của hạng mục công trình như đập, tràn xả lũ, cống thủy lợi, tuyến năng lượng được cụ thể qua bố trí tổng thể công trình đầu mối, thường thẳng góc với tuyến chung (tuyến ngang toàn diện). Các tuyến này cũng cần bố trí cho thật hợp lý, trong đó làm thế nào để thủy lực "đầu vào" và "đầu ra" được thuận lợi nhất, đồng thời giá thành đầu tư xây dựng là ít nhất trong khi vẫn bảo đảm các nhiệm vụ và thông số chủ yếu của công trình đầu mối.

**c) Các điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn, thi công, môi trường sinh thái dân sinh xã hội** có ảnh hưởng trực tiếp và là cơ sở ban đầu để xem xét nghiên cứu tính toán việc so sánh và chọn lựa tuyến công trình đầu mối và các hạng mục công trình. Cần có đề cương cụ thể trong từng giai đoạn, từng bước nghiên cứu tính toán để thu thập với mức tối thiểu các chỉ tiêu, số liệu nhằm giúp cho việc so chọn tuyến được thuận lợi, chuẩn xác.

Dù trường hợp nào thì cũng cần có khảo sát tổng hợp ở thực địa với phương châm "trăm nghe không bằng một thấy" để kiểm tra chung những số liệu thu thập và là cơ sở để lập đề cương công việc cần làm cho bước sau.

**d) Thường điều kiện địa hình có ý nghĩa chi phối lớn đối với việc chọn tuyến, trong khi điều kiện địa chất, thủy văn, môi trường sinh thái, thi công, vận hành...** trong một vùng tuyến thường tương tự nhau.

Khi sơ bộ chọn tuyến cần chú ý ngay đến việc bố trí công trình cụ thể trong toàn bộ công trình đầu mối, kể cả việc dẫn dòng thi công (thường đối với điều kiện lũ lớn ở nước ta, có ảnh hưởng đáng kể đến bố trí công trình chung cũng như giá thành xây dựng). Như vậy trên cơ sở tài liệu địa hình, địa chất, thủy văn cần "phác họa" bố trí tổng thể công trình bằng cách "sắp xếp" các hạng mục công trình.

đ) Dù hệ thống công trình thủy lợi - thủy điện loại nào thì đập chính ngăn sông vẫn là hạng mục công trình chủ yếu, chi phối các hạng mục công trình khác. Do đó loại đập có ý nghĩa lớn trong việc chọn tuyến và mỗi loại đập thường có tổ hợp các công trình đi theo, nên cần có chủ định rõ ràng khi chọn tuyến từ lúc sơ bộ xác định vùng tuyến. Ngay lúc đó cũng đã phải chọn tuyến đại diện đi với loại đập chính ngăn sông một cách có cơ sở kinh tế kỹ thuật.

Vì vậy loại đập chính ngăn sông thường là "chủ đề" cho việc chọn tuyến. Loại đập này do những điều kiện thiên nhiên như địa hình, địa chất, thủy văn, vật liệu xây dựng... chi phối, cũng như do những điều kiện môi trường sinh thái, công nghệ xây dựng, kinh tế tài chính tác động. Tất nhiên cần qua so sánh kinh tế kỹ thuật cụ thể nhưng đối với "chuyên gia" cũng cần có những "cảm nhận" trực giác qua nhiều kinh nghiệm lý luận và thực tiễn giúp định hướng và định lượng đúng đắn, giảm được thời gian và chi phí khảo sát, tính toán cũng như chất lượng dự án được bảo đảm ở mức cao nhất.

## 2.2. BỐ TRÍ TỔNG THỂ CÔNG TRÌNH ĐẦU MỐI

### 2.2.1. Những nguyên tắc chung

#### a) Điều kiện cơ sở

Do các công trình đầu mối thủy điện – thủy lợi có nhiệm vụ khai thác sử dụng tổng hợp nguồn tài nguyên nước đồng thời phải bảo vệ nguồn nước lâu dài, cắt giảm lũ cho phía hạ lưu... nên trong thành phần công trình đầu mối ngoài những công trình thủy công chung như đập, tràn xả lũ... còn có các công trình chuyên ngành như cống lấy nước để cung cấp nước, nhà máy thủy điện, âu tàu hay công trình nâng tàu, công trình chuyển tải, công trình chuyển cá, công trình xả sâu...

Từ đó bố trí tổng thể công trình đầu mối thường gồm nhiều hạng mục công trình, cần tổ hợp thành một mặt bằng bố trí công trình hợp lý, hài hoà để bảo đảm thực hiện được các nhiệm vụ đặt ra cho công trình đầu mối một cách thuận lợi nhất, đạt hiệu quả cao nhất. Thường cần qua so sánh một số phương án bố trí công trình để chọn phương án tối ưu. Cần dự kiến cả khả năng mở rộng, nâng cấp công trình trong tương lai.

#### b) Điều kiện kinh tế - kỹ thuật

Bố trí tổng thể công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện cần đạt được các đặc trưng và chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật thuận lợi, hợp lý. Giá thành xây dựng công trình có kể đến các chi phí vận hành thường xuyên phải là tối thiểu. Cần tận dụng các điều kiện thiên nhiên về địa hình, địa chất, thủy văn, vật liệu xây dựng tại chỗ. Trong điều kiện có thể, cần tận dụng sự kết hợp các hạng mục công trình đập với tuyến xả lũ, tuyến năng lượng.

Chú ý sơ đồ thi công làm thế nào để với khối lượng tối thiểu có thể đưa công trình vào vận hành từng phần sớm nhất, phát huy hiệu quả nhanh nhất.

Trong điều kiện nhiệt đới ẩm có lũ lớn như ở nước ta công trình dẫn dòng thi công thường chiếm một tỷ trọng chi phí lớn nên cần chú ý bố trí hợp lý qua so sánh các phương án và tận dụng các công trình tạm thời đó sau thành công trình vĩnh cửu như để xả phù sa, xả một phần lũ, kết hợp đường dẫn ra của tổ máy (như ở Hoà Bình). Trong trường hợp cần đẩy nhanh tiến độ thi công với khối lượng đắp đập không lớn, có thể tập trung làm trong một mùa khô thì không nhất thiết phải có công trình tháo lũ thi công (Thác Mơ) vừa tốn kém, vừa kéo dài thời gian xây dựng mà chỉ cần công trình dẫn dòng mùa cạn.

### c) Điều kiện thi công - xây dựng

Khi chọn kết cấu và bố trí công trình cần chú ý sơ đồ tổ chức để xây dựng và tiến độ thi công làm thế nào để xây dựng công trình trong một thời gian ngắn nhất với cường độ thi công các loại xen kẽ một cách hợp lý nhất. Tổ chức dẫn dòng thi công hợp lý, tận dụng được lực lượng xây dựng sẵn có.

Sơ đồ đường giao thông vận chuyển ngoài và trong công trình cần hợp lý hoá, tận dụng tối đa những tuyến và phương tiện vận chuyển, giao thông, thi công sẵn có. Cố gắng bố trí các hạng mục công trình tương đối tập trung để tận dụng các phương tiện thi công chung, làm giảm khối lượng các công trình tạm thời, phụ cũng như công trình chính. Cần có chỗ để bố trí công trình phụ trợ nhất là khu nhà máy bê tông nghiền sàng phải gần công trình.

Trong trường hợp khó thi công đê quai, làm khô hố móng vì nền đập là cát cuội, sỏi thì áp dụng sơ đồ thi công trong nước phần đắp cát và dùng thủy lực dòng chảy để làm trôi lớp cát cần phải bóc bỏ (như ở Hoà Bình).

### d) Điều kiện kỹ thuật vận hành

Công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện phải đáp ứng các yêu cầu nhiệm vụ đề ra một cách tốt nhất trong suốt thời gian làm việc của công trình. Cố gắng kết hợp tối đa các nhiệm vụ về khai thác, sử dụng và bảo vệ nguồn tài nguyên nước.

Bố trí công trình đầu mối làm thế nào để thao tác vận hành được thuận lợi, có thể tự động hoá một cách đơn giản, chắc chắn và tối đa, bảo đảm vận hành an toàn, linh hoạt.

Các công trình tuyến áp lực cần bảo đảm độ an toàn ổn định, ít phải sửa chữa. Các công trình cần có điều kiện thủy lực vào và ra thuận lợi, vừa ít tổn thất, tránh dòng xoáy, xói lở vừa giảm khối lượng xây dựng. Cần tận dụng điều kiện thiên nhiên sẵn có, không đào mác dốc nhiều vừa giữ cảnh quan môi trường và bảo vệ khỏi bị sạt lở trong khi thi công và vận hành.

#### **d) Các điều kiện khác**

Công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện chẳng những phải bảo đảm yêu cầu kinh tế - kỹ thuật, bền vững mà còn tạo cảnh quan, công trình kiến trúc, mỹ thuật hài hoà với thiên nhiên môi trường, càng ít tác động vào tự nhiên càng tốt.

Với điều kiện có thể, cần dự kiến trước sự nâng cấp, nâng cao năng lực sản xuất của công trình. Bố trí chỗ để làm tiếp các công trình cần phát triển theo nhu cầu như công trình vận chuyển khách, hàng hoá qua đập, công trình tràn sự cố phòng các đập ở phía thượng lưu bị vỡ (hoặc hạ thấp mực nước dâng khi khó bố trí công trình tràn sự cố...). Kết hợp và tận dụng các công trình để giao thông qua lại (trên đỉnh đập, các cơ, đê quai). Kết hợp và tận dụng các cơ sở phục vụ, khu phụ trợ, khu nhà ở lán trại để sử dụng cho địa phương cho cán bộ công nhân vận hành, cho di dân tái định cư...

#### **2.2.2. Bố trí công trình không có đập ngăn sông**

a) Công trình không có đập là công trình không có cột nước như công trình lấy nước tự chảy trực tiếp từ sông, từ kênh lớn, không có hồ chứa. Những công trình lấy nước này thường là để tưới tiêu, cung cấp nước cho công nghiệp, sinh hoạt.

b) Theo điều kiện lấy nước từ sông vào kênh chính công trình lấy nước chia làm hai loại: có điều tiết và không điều tiết. Đối với loại công trình không điều tiết lưu lượng cần lấy phụ thuộc vào mực nước sông. Đối với loại công trình có điều tiết thường có cống điều tiết hoặc trạm bơm ở đầu kênh cho phép lấy lưu lượng cần thiết với bất kỳ mực nước nào của sông.

c) Vị trí và bố trí công trình không có cột nước cũng như loại công trình lấy nước được xác định do một số điều kiện địa hình, địa chất, thủy văn của đoạn sông, điều kiện và lượng nước cần lấy.

#### **2.2.3. Bố trí công trình với cột nước thấp**

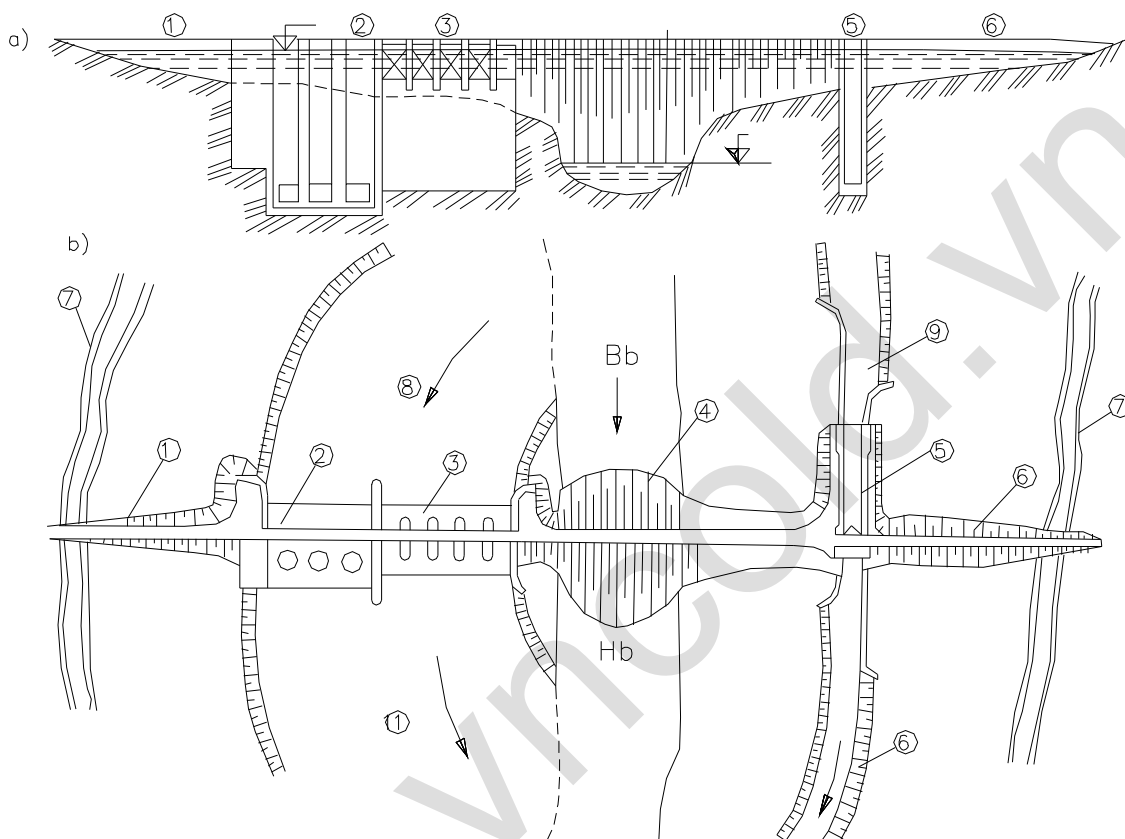
a) Công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện với chiều cao thấp dùng để dâng nước tạo điều kiện lấy nước cho nhu cầu thủy lợi, công nghiệp, sinh hoạt, cho thủy điện kiểu đường dẫn dùng lưu lượng cơ bản. Công trình thủy điện kiểu lòng sông cũng thường có cột nước thấp, có khi với mục đích "kênh hoá" dòng sông cho giao thông vận tải thủy.

Bố trí công trình đầu mối trong các điều kiện như vậy ngoài đập dâng và tràn xả lũ còn có công trình như cống lấy nước, âu tàu, nhà máy thủy điện...

b) Nếu sông rộng thì thường bố trí nhà máy thủy điện trên một bờ, âu tàu ở bờ bên kia, ở giữa là đập tràn xả lũ. Nếu đặt cả nhà máy thủy điện và âu tàu vào một bờ thì vận hành công trình có khó khăn, nhưng thi công công trình bê tông được thuận lợi do tạo thành một tổ hợp công trình bê tông.

c) Khi lòng sông hẹp khó bố trí tất cả các hạng mục của công trình đầu mối vào một tổ hợp, có thể phải đào lán bờ để bố trí công trình như đặt nhà máy thủy điện. Nếu điều kiện cho phép thì nên kết hợp tuyến năng lượng với tuyến tràn xả lũ. Tuy nhiên do cột nước thấp nên khó bố trí, có thể dùng các mố trụ của đập để bố trí tổ máy sẽ có hiệu quả hơn.

d) Ở nước ta công trình Thác Bà được xây dựng trong những năm 60 của thế kỷ XX là thuộc loại thủy điện kiểu lòng sông với cột nước tương đối thấp, bố trí công trình bao gồm từ bờ phải qua trái đập khô bờ phải; nhà máy thủy điện với 3 tổ máy, tràn xả lũ có 3 khoang, đập chính ngăn sông bằng đất đá (xem hình 2-2).



**Hình 2-2. Bố trí tổng thể công trình loại thủy điện lòng sông**

- a) Cắt dọc theo trục công trình đầu mối; b) Mặt bằng;  
 1, 4, 6- đập đất; 2- Nhà máy thủy điện; 3- Đập tràn bê tông;  
 5- Âu tàu; 7- Ranh giới ngập ở thượng lưu;  
 8, 11- Kênh vào và kênh ra; 9, 10- Kênh vào âu.

#### 2.2.4. Bố trí công trình với cột nước trung bình

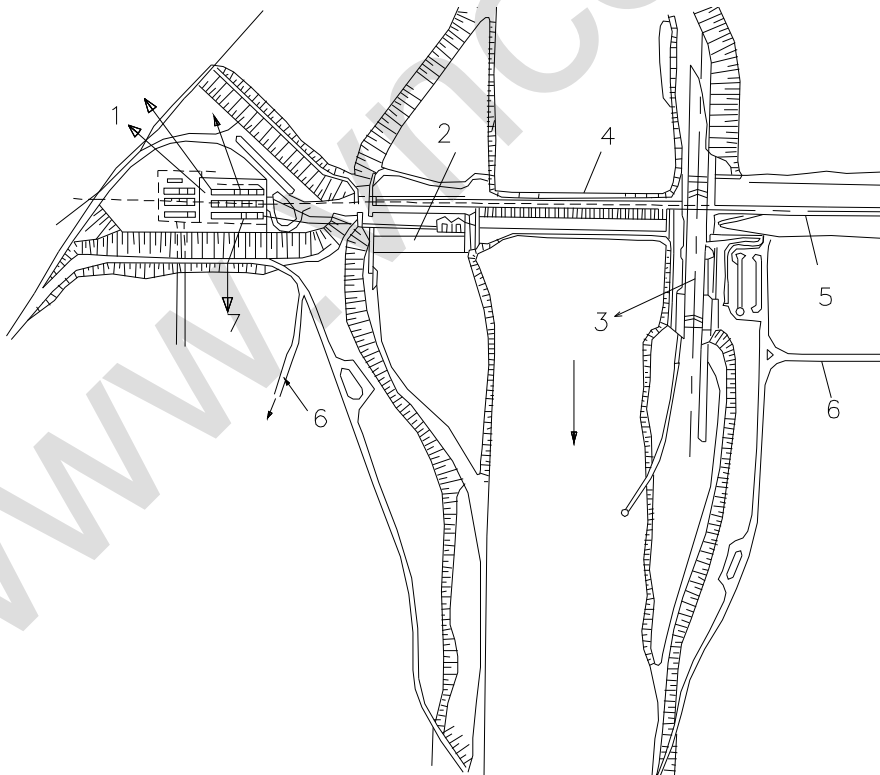
a) Công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện với cột nước trung bình có thể được xây dựng ở sông vùng đồng bằng, trung du và miền núi. Trong trường hợp ở sông vùng đồng bằng và trung du, có thể nền móng không phải là đá, còn sông ở miền núi thường là nền móng đá. Các công trình đầu mối có cột nước trung bình đa số với mục đích phát điện và nhà máy thủy điện thường thuộc kiểu sau đập.

b) Bố trí công trình thủy điện kiểu sau đập phụ thuộc chủ yếu vào loại đập bằng bê tông hay bằng vật liệu tại chỗ. Trong trường hợp đập bằng vật liệu tại chỗ khó có thể kết hợp với tràn xả lũ, cần bố trí tràn xả lũ riêng bên cạnh đập như ở công trình Hoà Bình. Tuyến năng lượng hoàn toàn bố trí riêng bên bờ trái.



c) Bố trí công trình với đập bê tông có thể kết hợp tràn và tuyến năng lượng vào một "đầu mối" thì thường cho tràn qua đỉnh đập và nóc nhà máy thủy điện. Như vậy bố trí công trình gọn vào một "tổ hợp". Trong trường hợp này cần chú ý đến công trình dẫn dòng thi công. Nếu sông tương đối rộng, mái thoải thì có thể làm kênh dẫn dòng, sau đó bố trí công trình bê tông có khoang tràn và lỗ xả sâu để tháo lũ, lỗ xả đáy để tháo phù sa hoặc chừa "chỗ" để sau này mở rộng, tăng thêm công suất của thủy điện, nghĩa là để làm nhà máy thủy điện mới. Khó khăn là hệ thống cửa lấy nước, ống dẫn nước... sẽ "cải tạo" như thế nào để trở thành tuyến năng lượng. Có thể trong trường hợp với cửa xả sâu có phần thuận lợi hơn trong việc "cải tạo".

d) Bố trí công trình Hoà Bình với tuyến năng lượng độc lập bên bờ trái, nhà máy thủy điện ngầm cho phép chạy máy sớm do việc chạy máy đầu tiên có thể làm theo tuyến riêng từ đào, đổ bê tông, lắp ráp tổ máy. Trong trường hợp với nhà máy hở phải hoàn thành phần dưới nước của cả 8 tổ máy là phân khối lượng chủ yếu của toàn bộ nhà máy. Ngoài ra các đường hầm có áp vào các tổ máy ngầm ngắn, thi công nhanh, khác với trường hợp khi nhà máy thủy điện hở, đường hầm áp lực dài rất khó thi công, nhất là ở hai đầu đều bị "chặn lại", phía thượng lưu là cửa nhận nước, phía hạ lưu là nhà máy, phải thi công 16 "hầm cụt" vừa lâu, vừa có nhiều rủi ro; khối lượng đào hở ở nhà máy rất lớn, khi vận hành việc bảo vệ mái đào cao cũng là một khó khăn (xem hình 2-3).



**Hình 2-3. Bố trí tổng thể công trình lợi thủy điện sau đập**

- 1- trạm điện; 2- đập khô; 3- nhà máy thủy điện;  
4- đập tràn; 5- đập đất; 6- âu tàu; 7- đường.

### 2.2.5. Bố trí công trình với cột nước cao

a) Bố trí công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện với cột nước cao có thể có 2 loại. Loại chủ yếu do đập tạo nên cột nước, thường có đập cao và giá thành của đập chiếm đến 40 ÷ 60% toàn bộ giá thành. Bố trí công trình loại này chủ yếu do đập chi phối. Nếu là đập bê tông thì thường kết hợp công trình xả lũ và tuyến năng lượng vào đầu mối. Khi địa hình, địa chất, thủy văn không cho phép kết hợp và có thể bố trí riêng thì bố trí các công trình xả lũ cũng như năng lượng ở trên một bờ hay tách riêng ra hai bờ tương tự như với bố trí khi có đập ngăn sông bằng vật liệu tại chỗ. Thường điều kiện địa hình chi phối việc bố trí công trình. Để làm thế nào có chi phí xây dựng ít nhất, cần qua so sánh một số phương án bố trí công trình cụ thể.

b) Loại chủ yếu do đường dẫn nước tạo nên cột nước (thủy điện kiểu đường dẫn) thì ngoài đập, công trình xả lũ thường bố trí tập trung, còn tuyến năng lượng do có đường dẫn nước dài (bao gồm kênh, hầm dẫn, ống áp lực, nhà máy kênh ra) phải bố trí riêng ở một phía bờ sông. Cần căn cứ chủ yếu vào điều kiện địa hình địa chất để làm thế nào với độ dài đường dẫn ngắn nhất, tạo được cột nước cao nhất.

Ở loại công trình có cột nước cao thường chỉ có tuyến năng lượng mà không có các công trình khác như âu tàu (hoặc công trình nâng tàu, công trình cho cá lên xuống, công trình thả gỗ...).

c) Thường trong bố trí công trình có cột nước cao tuyến năng lượng có ý nghĩa lớn dù là trong trường hợp kiểu đường dẫn hoặc trong trường hợp kiểu sau đập, nên cần có so sánh các phương án kinh tế kỹ thuật cụ thể. Đối với đập bê tông, loại công trình kiểu sau đập thường tuyến năng lượng có thể kết hợp tương đối thuận lợi. Đối với đập bằng vật liệu tại chỗ đường dẫn nước phải dài và thường là kiểu hầm dẫn. Ở đây phải xem xét cụ thể trong từng trường hợp có hoặc không có công trình điều áp, chủ yếu do chiều dài của đường dẫn chi phối.

d) Nhà máy thủy điện do có đường dẫn nước thường kiểu ngầm, cả ống áp lực cũng vậy nên có thể là kiểu thủy điện ngầm. Gian máy ngầm thực chất do quy mô khá lớn nên thi công gần giống như gian máy hở sau khi đã làm vòm. Phần dưới hầu như không bị mưa gió ảnh hưởng, thi công từng tổ máy độc lập, có thể đưa vào vận hành sớm nên trên thế giới nhà máy thủy điện ngầm được làm khá nhiều. Ở Hoà Bình, Yaly cũng vậy, vì bảo đảm kinh tế kỹ thuật chứ không phải chỉ vì quốc phòng mà làm ngầm.

### 2.2.6. Một số nhận xét chung

a) Bố trí công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện phụ thuộc vào thành phần của đầu mối, ngoài công trình đập ngăn sông và công trình xả lũ thì chủ yếu do nhiệm vụ của công trình đầu mối: cấp nước, thủy điện, vận tải thủy, thả gỗ.

Khi công trình có nhiệm vụ cung cấp nước tưới, nước cho công nghiệp, nước cho sinh hoạt thì trong hệ thống đầu mối còn có cửa lấy nước hoặc cống, kênh dẫn nước các nút phân phối nước (cống tưới, tiêu, trạm bơm, công trình trên kênh...).

Khi công trình có nhiệm vụ phát điện thì trong hệ thống đầu mối còn có tuyến năng lượng bao gồm cửa nhận nước, công trình dẫn nước (kênh, ống, hầm), nhà máy thủy điện, công trình phân phối điện...

Khi công trình có nhiệm vụ giao thông vận tải thủy thì trong hệ thống đầu mối còn có tuyến chuyển tàu, thuyền, bè thường bao gồm kênh vào, ra, âu tàu, đường trượt tàu hoặc công trình nâng tàu...

Cũng có những trường hợp có nhiệm vụ sử dụng tổng hợp nguồn tài nguyên nước với 2 hoặc cả 3 nhiệm vụ thì hệ thống đầu mối thủy lợi - thủy điện bao gồm đủ cả các công trình: đập tràn xả lũ, cống lấy nước, tuyến năng lượng, âu tàu.

**b)** Vấn đề chọn loại đập là một trong những nội dung chủ yếu về nghiên cứu tính toán kinh tế kỹ thuật, có ý nghĩa lớn trong việc bố trí công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện. Trong việc chọn loại đập thì sự xác định đập bê tông hay đập vật liệu tại chỗ có ảnh hưởng trực tiếp đến bố trí công trình đầu mối.

Đối với công trình đầu mối thủy lợi với đập ngăn sông không cao, tạo hồ chứa để tưới về mùa khô, chủ yếu ở vùng trung du, có địa hình bố trí tràn xả lũ bên bờ hay riêng ở "eo" núi có chỗ đổ ra sông suối tương đối thuận lợi thì đập thường làm bằng vật liệu tại chỗ.

Đập bê tông thường được chọn ở địa điểm có điều kiện địa hình, địa chất thích hợp, nền móng là đá, vật liệu cát sỏi tương đối ở gần, điều kiện dẫn dòng thi công thuận lợi theo cách phân đợt, kênh hoặc hầm tháo lũ thi công. Đập bê tông cho phép kết hợp công trình xả lũ, có khi cho phép xả lũ trong lúc còn đang xây dựng.

Đập vòm hoặc vòm trọng lực được xây dựng ở những địa điểm có điều kiện địa hình, địa chất cho phép với hệ số tuyến thường khoảng  $2 \div 4$ , cũng có khi với hệ số tuyến lớn hơn. Hiện nay việc kết hợp cho tràn qua đỉnh đập và kết hợp xây dựng nhà máy sau đập trong điều kiện lưu lượng lũ và công suất lớn đều đã có thực tiễn ở nhiều nơi. Do đó đặc biệt trong điều kiện có động đất mạnh, cần quan tâm để làm đập cong hoặc vòm (đập vòm Vaiont ở Italia cao 262 m, nước lẫn đất đá do sạt bờ hồ tràn trên đỉnh hàng trăm mét mà không bị vỡ), nghĩa là cần tận dụng điều kiện tự nhiên để xây dựng đập vòm hoặc vòm trọng lực.

**c)** Cần đặc biệt quan tâm bảo đảm độ an toàn và ổn định của tuyến áp lực, về kết cấu của công trình đập, chỗ tiếp giáp cũng như 2 vai đập. Ngoài việc chọn kết cấu hợp lý thì cần chú ý điều kiện sạt lở bờ hồ trong phạm vi gần (như bờ hồ Vaiont bị sạt lở làm hồ bị lấp, tuy đập không vỡ nhưng vẫn làm thiệt mạng khoảng 4 ngàn người mặc dù đã có báo động trước để sơ tán ở hạ lưu).

Việc bảo đảm an toàn ổn định của phía hạ lưu như công trình tiêu năng, chân đập, hai bờ cả về kết cấu và thủy lực cũng cần được quan tâm. Thường có mô hình thủy lực để kiểm tra các giải pháp kỹ thuật, đặc biệt nếu ở hạ lưu công trình có đông dân cư hoặc có các công trình kinh tế - xã hội.

Điều kiện mật độ dân cư và quy mô các công trình ở hạ lưu có ý nghĩa lớn trong việc chọn bố trí và thông số, kết cấu công trình. Do sự cố của đập tạo hồ chứa lớn dẫn đến hậu quả khôn lường nên cần xem xét và chọn loại công trình có độ an toàn ổn định cao (như đập cong, đập vòm) có độ dự trữ cần thiết so với những đập thông thường (đập Hoà Bình đã gia tăng 3m so với tiêu chuẩn công trình cấp I). Nơi có điều kiện cần cố gắng bố trí đập tràn sự cố, tràn dự phòng.

**d)** Điều kiện dẫn dòng thi công có ảnh hưởng đến bố trí công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện. Tất nhiên ở đây lưu lượng và thời gian lũ có ý nghĩa không nhỏ. Trong trường hợp sông rộng hoặc có phân vai - bãi thì nên chọn công trình bê tông thi công đợt 1 (nhà máy và tràn ở Thác Bà, tràn xả lũ ở Trị An), trong đợt 2 sẽ xả lũ thi công qua công trình bê tông đã xây trong đợt 1.

Trong trường hợp sông rộng vừa, có bãi hay mái thoải ở một bờ thì nên dẫn dòng thi công bằng kênh, sau này sẽ lấp kênh bằng đập đất đá (Hoà Bình) hay đập bê tông có dự kiến kết hợp công trình xả đáy hoặc xả sâu. Riêng ở Hoà Bình còn có hầm dẫn dòng thi công cả mùa cạn, mùa lũ xả cả qua kênh và sau cả qua công trình xả lũ.

Trong trường hợp sông hẹp, hai bờ dốc thì nên bố trí công trình dẫn dòng thi công bằng đường hầm. Công trình Nuréch (trên sông Vác-sơ) dẫn dòng thi công bằng đường hầm.

Nếu trường hợp cần bóc bỏ lớp đá phong hoá thì việc đào kênh dẫn dòng sau được ngăn lại bằng đập bê tông có kết hợp tháo sâu hay xả đáy là hợp lý. Như vậy nói chung đây là khâu phải "xử lý thiết kế" theo yêu cầu chung là chọn phương án hợp lý nhất qua so sánh kinh tế kỹ thuật các phương án cần thiết.

**đ)** Việc bố trí công trình hợp lý là điều kiện cần thiết đầu tiên trong suốt quá trình thiết kế ở tất cả các giai đoạn. Thường ngay trong bước đầu tiên, khi chưa có tài liệu bản đồ tỷ lệ lớn, khi chưa có nhiều tài liệu khảo sát địa chất, số liệu thủy văn chưa được "chuẩn xác" hoá... thì việc bố trí công trình trong trường hợp nào cũng là cơ sở cho các nghiên cứu tính toán so chọn phương án cũng như thông số cơ bản của công trình đầu mối qua xác định giá thành đầu tư toàn bộ công trình.

Có thể nói đây chẳng những là một nội dung kinh tế kỹ thuật mà còn là một "nghệ thuật", căn cứ vào lý thuyết, thực tiễn, kinh nghiệm trong nước, trên thế giới... đặc biệt là với những điều kiện tương tự về thiên nhiên và kinh tế xã hội, để áp dụng một cách sinh động, hợp lý nhất.

Cần nói rằng không có một công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện nào, một tuyến đập nào lại giống hoàn toàn với nhau mà luôn có sự khác biệt không ít thì nhiều và phải có sự "vận dụng" thích hợp vì không có "thiết kế mẫu" nào để "đưa nguyên si" sang công trình khác. Đó chính là điều khác biệt của công trình thủy so với các loại công trình kiến trúc xây dựng khác. Từ đó đòi hỏi phải có tích lũy kinh nghiệm và tri thức, phải luôn học hỏi, sưu tầm và suy nghĩ, vận dụng cho thích hợp nhất dựa vào những nhiệm vụ cơ bản và yêu cầu cụ thể đối với từng công trình đầu mối thủy lợi - thủy điện.

## 2.3. ĐẶC TR NG CƠ BẢN MỘT SỐ CÔNG TRÌNH THỦY LỢI Ở VIỆT NAM

### 2.3.1. Các công trình thủy điện

#### 1. Công trình Thác Bà

a) Công trình thủy lợi - thủy điện Thác Bà là công trình tương đối lớn đầu tiên ở nước ta, được xây dựng trên sông Chảy (tỉnh Yên Bái).

Cao độ mức nước dâng bình thường của hồ dựa trên cơ sở tính toán thủy năng đã chọn là 58,0 m, điều tiết được nhiều năm dòng chảy tại tuyến.

Công suất nhà máy gồm 3 tổ máy là 108 MW, là nhà máy thủy điện kiểu lòng sông, nghĩa là nhà máy tham gia tạo tuyến áp lực.

Thành phần công trình đầu mối gồm đập không tràn bằng đất đá, nhà máy thủy điện, công trình xả tràn và 16 đập phụ (12 đập ở bờ phải và 4 ở bờ trái).

b) Trong đồ án đã xét 3 phương án chính về bố trí công trình:

- Phương án nhà máy thủy điện với đập đá đổ. Trong phương án này đập chịu áp lực nước còn nhà máy thủy điện là công trình không chịu lực.

- Phương án nhà máy thủy điện kiểu lòng sông với đập đá đổ. Trong phương án này nhà máy thủy điện nằm trong thành phần các công trình của tuyến áp lực.

- Phương án đập bê tông chắn ngang toàn bộ tuyến công trình đầu mối, nhà máy thủy điện bố trí trong tuyến đập, còn xả lũ thực hiện qua tuyến tràn của đập.

Sau khi so sánh và đánh giá các phương án bố trí và kết cấu các công trình đầu mối, đã chọn phương án nhà máy kiểu lòng sông với đập đá đổ.

c) Đã xem xét 3 tuyến của công trình đầu mối. Đã chọn tuyến nằm ở phần giữa của khối đá hoa cương, công trình bê tông bố trí trên nền đá cứng tốt.

Nhà máy thủy điện gồm 3 tổ máy với tua bin loại cánh quay, trục đứng, khoảng cách giữa các trục là 15,5 m. Chiều rộng nhà máy là 53,2 m.

Chiều dài phần đập tràn là 28,0 m, lưu lượng xả 3280 m<sup>3</sup>/s (tần suất 0,1%), cao độ đỉnh đập là 63,0 m.

d) Khối lượng xây dựng chính gồm: Đào đất đá: 1.604,8.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>. Đắp đất đá: 2.712,7.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>. Bê tông và bê tông cốt thép: 177,7.10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>. Khoan phun xi măng: 23,2.10<sup>3</sup> m. Thiết bị cơ khí thủy công: 1.891 tấn. Thiết bị thủy lực và điện: 4.030 tấn.

#### 2. Công trình Hòa Bình

a) Công trình Hoà Bình là công trình bậc thang thủy lợi - thủy điện đầu tiên trên sông Đà, con sông có nguồn thủy năng lớn nhất nước ta mà trữ năng hiện thực chiếm khoảng 40% trong tổng trữ năng thủy điện của cả nước.

Qua so sánh nhiều phương án bậc thang công trình trên sông Đà đều thấy có phương án công trình Hoà Bình ở dưới cùng. Bên cạnh đó là sự thuận lợi cho việc xây dựng và vận hành tải điện của công trình thủy lợi - thủy điện lớn vì công trường ở ngay thị xã Hoà Bình cách thủ đô Hà Nội 76 km theo quốc lộ 6.

Do qua khảo sát địa chất trước Cách mạng tháng 8 và trong những năm đầu thập niên 60 (của thế kỷ 20) thấy được cấu tạo dưới lòng sông có hẻm sâu chứa đầy cát, cuội, sỏi dày đến khoảng 60 m nên phương án đập bê tông hầu như không được nêu lên xem xét. Trong thời gian đó việc làm đê quai để bóc bỏ lớp phù sa dày nhằm đặt đập bê tông trên nền đá là khó hiện thực. Phương án hầu như duy nhất là xét bố trí công trình với đập đất đá ngăn sông.

**b)** Ở mỗi tuyến có khối lượng đập khác nhau chủ yếu tùy theo chiều cao của đập do địa hình hai bờ có thay đổi. Trước kia các chuyên gia Pháp cũng như đầu những năm 60 do dự kiến đập thấp hơn nên đã xem xét chủ yếu các tim tuyến ở phía dưới tuyến hiện nay đã chọn và được xây dựng (tuyến 3).

Về sau vào cuối những năm 60, đầu những năm 70 do cao trình đỉnh đập dự kiến trong phạm vi 100 ÷ 120 m nên đã kiến nghị tìm tuyến như hiện nay đã thực thi vì chẳng những có khối lượng xây dựng đập tương đối ít mà công trình xả lũ vận hành bên cạnh đập cũng như tuyến năng lượng đều có vị trí thuận lợi.

Sau đó các chuyên gia Liên Xô (cũ) có đề xuất nhiều phương án tuyến ở cả thượng và hạ lưu tuyến 3, đặc biệt ở cả về phía thượng lưu đến 30 km, coi như một vùng tuyến, trong đó đoạn tuyến ở thị xã Hoà Bình dài đến 5 km có nhiều tuyến. Tuy nhiên sau khi khảo sát, nghiên cứu tính toán đều thấy rằng tuyến 3 vẫn là hợp lý nhất vì có giá thành xây dựng ít nhất với bố trí tổng thể công trình "hài hoà" nhất.

**c)** Do đập đất đá Hoà Bình là đập cao nhất thế giới trên nền mềm (128 m) nên không thể bố trí công trình xả lũ trên đỉnh đập cũng như bố trí tuyến năng lượng kết hợp trong thân đập rất khó khăn do đó các hạng mục công trình này đặt tách riêng ra.

Vấn đề là cần bố trí tuyến xả lũ vận hành như thế nào để tường ngăn giữa đập đất đá và đập xả lũ thấp và ngắn, đồng thời khối lượng đào đất đá, bê tông của công trình tràn xả sâu và dốc nước cũng là tương đối ít nhất, hồ tiêu năng ở cuối tràn ở vị trí tương đối thuận lợi, làm ảnh hưởng đến chân đập hạ lưu ít nhất.

Sau khi nghiên cứu tính toán khá nhiều phương án bố trí công trình, kể cả ở bờ phải và bờ trái, thấy rằng phương án bố trí công trình xả lũ vận hành và tuyến năng lượng ở bờ trái là thuận lợi hơn cả.

**d)** Vấn đề tương đối phức tạp trong bố trí tổng thể công trình Hoà Bình là giải pháp dẫn dòng thi công do lưu lượng lũ thi công rất lớn (24.000 m<sup>3</sup>/s), lòng sông lại hẹp có tầng phù sa dưới đáy sông rất dày. Ở đây cần có biện pháp "tổng hợp" khá công phu vì phải vận dụng tất cả các khả năng dòng sông, kênh bờ phải, hầm bờ trái, công trình xả lũ vận hành.

Trong các năm đầu khi thi công kênh dẫn dòng bờ phải và hai hầm dẫn dòng bờ trái thì sông vẫn chảy "bình thường". Sau khi thi công xong kênh bờ phải và hai hầm bờ trái tiến hành ngăn sông đợt 1 vào ngày 12/1/1982, lưu lượng sông được tháo qua kênh bờ phải cũng như hai hầm bờ trái. Công tác đắp phân đập dưới nước được tiến hành, rồi đến phần giữa (theo chiều cao) của đập. Đến đầu 1986 khi đập ở phần lòng sông đã đắp đến cao độ cần thiết thì tiến hành ngăn sông đợt 2. Trong một thời gian mùa khô phải đắp phân dưới của đập ở đoạn kênh bờ phải để mùa lũ đến (lũ 1986) cho xả qua kênh bờ phải cũng như hai hầm bờ trái. Sau lũ 1986 phải đắp phân đập bờ phải cho đến cao trình 81m trước khi lũ 1987 đến, do đó đã có khẩu hiệu: "Cao độ 81 m hay là chết".

Lũ 1987 được xả qua 2 hầm thi công cũng như công trình xả lũ vận hành ở bờ trái đang xây dở. Tất cả những giải pháp này đều thực thi theo thiết kế. Vào mùa khô 1987 ÷ 1988 hai hầm thi công được bịt lại ở phần đầu để tích nước, bảo đảm cuối năm 1988 vận hành tổ máy đầu tiên. Phần nửa hạ lưu của hầm được tận dụng để làm thành phần hầm dẫn ra của hai tổ máy đầu tiên.

Có lẽ bố trí công trình vào loại "phức tạp nhất thế giới" như vậy là hợp lý. Đây là bài học quý giá chẳng những cho ngành thủy công Việt Nam mà cho cả thế giới.

**đ)** Khối lượng xây dựng chính gồm: Đào đất đá:  $20.256 \times 10^3 \text{ m}^3$ . Đắp đất đá:  $26.631 \times 10^3 \text{ m}^3$ . Bê tông và bê tông cốt thép:  $1.899 \times 10^3 \text{ m}^3$ . Khoan phun xi măng:  $205 \times 10^3$  mét dài (md). Thiết bị và kết cấu kim loại: 46.721 tấn.

### 3. Công trình Trị An

**a)** Công trình Trị An là công trình thủy lợi - thủy điện lớn nhất miền Nam, bậc thang cuối cùng ở hạ lưu sông Đồng Nai, được chuẩn bị vào đầu những năm 80 để giải quyết việc cung cấp thêm điện đang rất thiếu sau khi giải phóng miền Nam.

Theo những quy hoạch sơ bộ ở trong và ngoài nước (chủ yếu do Ủy ban sông Mê Kông tiến hành) thì sông Đồng Nai có nhiều công trình, trong đó công trình Đa Nhim ở thượng nguồn đã được xây dựng từ đầu những năm 60. Sau hợp lưu giữa 2 sông Đa Nhim và Đa Dung dự kiến đến 8 công trình mà Trị An là công trình thứ 9.

Công trình Trị An tuy ở hạ lưu nhưng có hồ chứa tương đối lớn, có thể điều tiết sâu dòng chảy khi chưa có các công trình ở trên lại ở tương đối gần thành phố Hồ Chí Minh (chỉ trên 50 km), điều kiện thi công vận hành, tải điện rất thuận lợi nên được thi công trước. Hơn nữa ở đây điều kiện địa hình (có thác Trị An), địa chất, xây dựng khá thuận lợi, trong phương án bậc thang thủy điện sông Đồng Nai nào cũng có công trình Trị An nên việc được chọn làm công trình đợt 1 trên sông Đồng Nai cũng tương tự như công trình Hoà Bình trên sông Đà là hoàn toàn thích hợp.

**b)** Cần nói rằng qua tài liệu trước ngày giải phóng miền Nam năm 1975 cũng như của Bộ Thủy lợi (cũ) trong "thiết kế nhiệm vụ" của công trình Trị An thì tuyến đập cũng như tuyến năng lượng của công trình Trị An khác với tuyến được chọn và được xây dựng.

Tuyến đập được chọn ở hạ lưu tuyến lúc trước dự kiến cũng như tuyến do Viện Thiết kế thủy công Liên Xô (cũ) kiến nghị. Tuyến được chọn có ưu điểm là thi công trên khô đập tràn phía bờ trái một cách thuận lợi (không phải qua cầu). Sau khi thi công tẩm đáy phân đập tràn và các móng trụ mới ngăn sông Đồng Nai và lưu lượng thi công được tháo qua đập tràn đang xây dựng.

Tuyến năng lượng được chọn ở phía hạ lưu tuyến trước đây dự kiến (nhà máy thủy điện ở ngay hạ lưu đập phụ Suối Rộp). Tuyến năng lượng mới được đề xuất và thực thi có ưu điểm là tận dụng được một đoạn thác với độ dốc sông khá tập trung ở ngay hạ lưu sông Đồng Nai. Ngoài ra đã bố trí tuyến năng lượng hợp lý hơn do tận dụng bờ trái hồ Suối Rộp có cao độ vừa với cửa nhận nước và độ dốc khá lớn xuống nhà máy thủy điện có kênh ra đào không sâu. Từ đó giảm nhiều khối lượng xây dựng mà đồng thời được tăng cột nước và công suất lắp máy, điện lượng đáng kể.

c) Trong bài học kinh nghiệm về kết cấu công trình Trị An có vấn đề sự cố ống áp lực, do đã làm ống vuông bằng bê tông cốt thép với khẩu độ trong rất lớn ( $7\text{ m} \times 7\text{ m}$ ) mà cốt thép đặt ở góc chưa chuẩn xác, thời gian sau khi đổ bê tông chưa đáp ứng yêu cầu. Tuy nhiên bài học thành công là chủ yếu nên trong thời gian rất ngắn đã hoàn thành một công trình có tầm cỡ quốc gia, thậm chí là quốc tế.

Đã nhanh chóng triển khai công tác xây dựng cầu qua sông Đồng Nai, ở tuyến đập, tuyến tràn cũng như tuyến năng lượng, huy động mọi khả năng về lực lượng xây dựng và thiết bị để thi công trong thời gian ngắn: khởi công năm 1984 đến đầu năm 1988 đã chạy máy đọt đầu.

#### 4. Công trình Vĩnh Sơn

a) Công trình thủy điện Vĩnh Sơn có các đập tạo thành hồ chứa A, B nằm trên sông nhánh, chuyển nước sang sông chính qua nhà máy thủy điện nằm ở bờ phải sông Côn (tỉnh Bình Định).

Luận chứng kinh tế kỹ thuật công trình thủy điện Vĩnh Sơn được hoàn thành vào năm 1985. Hồ A trên sông Đak Phan được nước từ hồ B chuyển về tạo thành hệ thống hồ có khả năng điều tiết nhiều năm. Cụm công trình B đặt ở tuyến trên, công trình tràn ở bên bờ phải, kênh chuyển nước bên bờ trái. Cụm công trình A có xem xét 2 tuyến đập: dưới và trên cách nhau khoảng  $150 \div 200\text{ m}$ . Sau khi xem xét đã chọn tuyến dưới có khối lượng ít hơn dù dưới nền có đá badan lỗ rỗng. Công trình tràn đặt ở eo bờ phải, có cả tràn "sự cố" theo kiểu "cầu chì".

b) Tuyến năng lượng bao gồm kênh vào từ hồ A; 2 ống thép hở (thay hồ C bằng cách tận dụng ống thép không dùng của nhiệt điện Cầu Đỏ); tháp điều áp; đường ống áp lực hở dài 1928 m; nhà máy thủy điện với 2 tổ máy, kênh dẫn ra dài 60 m.



Đường ống áp lực bằng thép chiều dày  $10 \div 46$  mm; trong quá trình xem xét đã chuyển toàn bộ tuyến năng lượng về phía hạ lưu (sông Côn) khoảng 200 m làm giảm khối lượng đào ở vùng thấp điều áp đến gần 1 triệu  $m^3$ , đường ống thi công được thuận lợi hơn lại thêm được cột nước.

c) Thông số của một số hạng mục như sau: Đường ống ngang: 2 ống đường kính trong 1600 mm, dài 785 m. Tháp điều áp có chỗ co hẹp, đường kính trong 6,7 m, đường kính vách ngăn 1,6 m, cao 40,60 m, chiều dày tháp 0,5 m. Đường ống áp lực đơn, đường kính trong  $1600 \div 1750$  mm, dài 1700 m. Công suất lắp đặt với 2 tua bin gió 66 MW, lưu lượng cực đại qua tua bin  $13,2 m^3/s$ .

## 5. Công trình Thác Mơ

a) Tuyến đập công trình Thác Mơ là loại công trình đường dẫn nên cũng theo nguyên tắc chung là đập đặt phía thượng lưu đoạn thác. Tuyến đập tương đối ngắn, khối lượng đắp đất đá không nhiều, có thể tập trung thi công trong một mùa khô. Do đó đã "xử lý" việc dẫn dòng thi công chủ yếu với lưu lượng "kiệt", không phải làm kênh rộng thoát lũ thi công sau phải đắp lại với khối lượng khá lớn.

Nhờ kênh nhỏ tháo lưu lượng mùa khô đã đắp đê quai thấp nhằm thi công nền móng đập, khoan phun trong mùa khô. Mùa lũ lưu lượng nước được tháo qua phần nền móng đã thi công, mùa khô năm sau đắp đập chính nhằm đảm bảo để cho lũ (năm sau) xả qua tràn đang xây dựng.

b) Đã xem xét đến 6 tuyến năng lượng. Cuối cùng dừng ở tuyến 6, giảm khối lượng đắp phụ Đức Hạnh và công tác xây dựng khá nhiều.

Hệ thống tuyến năng lượng bao gồm kênh dẫn vào dài 850 m, cửa lấy nước cao 16m, đường ống bằng bê tông cốt thép đường kính trong 4,7 m dài 590 m gồm 2 ống, nhà máy thủy điện rộng 18 m, dài 48 m, cao 24m với 2 tua bin loại tâm trục, công suất chung 150 MW, kênh dẫn ra dài 25 m.

c) Công trình ở tuyến áp lực có đập ngăn sông chính, chiều cao lớn nhất 46 m, chiều dài theo đỉnh đập 464 m.

Công trình xả tràn có 4 khoang, khả năng xả với lũ tần suất 0,1% là  $4722 m^3/s$ . Đập Đức Hạnh có chiều cao lớn nhất 48 m, chiều dài theo đỉnh 905 m. Kênh nối 2 hồ với lưu lượng  $186 m^3/s$ , dài 985 m, ngoài ra còn 2 đập phụ nhỏ ở bờ trái và phải đập vai cửa lấy nước.

d) Công trình được chính thức khởi công ngày 20/11/1991, hoàn thành vào năm 1995. Khối lượng xây dựng gồm đào đất đá  $7.444 \times 10^3 m^3$ , đắp đất đá  $7.137 \times 10^3 m^3$ , bê tông và bê tông cốt thép  $214.794 m^3$ , khoan phun xi măng 8.824 md, kết cấu thép và thiết bị 6.397 tấn.

## 6. Công trình Yaly

a) Công trình thủy điện Yaly là công trình lớn nhất miền Trung. Đây là công trình thuộc loại đường dẫn, tận dụng thác thiên nhiên Yaly cao đến 50 m và các thác nhỏ.

Tuy công trình Yaly ở phần sông Sê San sau hợp lưu của 2 sông Đak Pôcô và Đak Bla, nhưng do có hồ chứa tương đối lớn, điều tiết khá sâu dòng chảy sông tại tuyến đập, lại có điều kiện thiên nhiên và xây dựng khá thuận lợi nên là công trình xây dựng đợt đầu trên hệ thống sông Sê San.

Trong Quy hoạch bậc thang thủy điện sông Sê San khi nào cũng có công trình Yaly với thác Yaly nổi tiếng. Cũng có phương án "ăn xổi Thác Yaly" với quy mô nhỏ và quy mô vừa. Tuy nhiên sau quá trình nghiên cứu tính toán thấy rằng phương thức tận dụng cả đoạn thác sau thác Yaly, độ dốc khá tập trung vào một công trình như hiện nay đã hoàn thành là phù hợp nhất. Qua đây cũng cần "rút kinh nghiệm" vì nếu chia đoạn thác dài khoảng 4 km thành 2 bậc thì sẽ tốn kém hơn, phải hai nhà máy có tổng công suất tương đương nhưng thiết bị đắt hơn do cột nước thấp hơn. Cửa nhận nước, đập, tràn cũng đều phải làm 2 lần. Đây thực chất là 2 công trình chứ không phải là "hai đợt" mà công trình sau với khó khăn lớn là đường dẫn dài có lẽ sẽ khó hoàn thành trong thời gian mong muốn.

b) Tuyến đập Yaly cũng dễ thống nhất là nằm ngay ở đầu thác Yaly, chỉ cần xem xét tìm đập cụ thể. Trong trường hợp đập đất đá như đã chọn thì tìm đập hiện nay là hợp lý dù có đoạn cong chữ S ở gần tiếp giáp với tràn xả lũ, tuy nhiên độ cong không lớn. Nếu đưa tuyến đập lên phía thượng lưu nữa thì khối lượng sẽ tăng lên do tuyến đập dài hơn, tuyến tràn xả lũ cũng khó bố trí hơn.

c) Tuyến năng lượng của công trình Yaly hầu như chỉ có tuyến đã chọn là hợp lý cả ở cửa nhận nước, cũng như ở vùng nhà máy thủy điện.

Vấn đề là xác định tìm tuyến ở từng đoạn tuyến sao cho hợp lý nhất, đặc biệt ở đoạn kênh ra để tận dụng cột nước và thuận thủy lực. Tuyến năng lượng gồm: Cửa lấy nước có 2 khoang kích thước 5,5x11m với lưu lượng lớn nhất là 420 m<sup>3</sup>/s. Hàm dẫn nước gồm 2 hầm đường kính trong 7,0 m dài 3720 m. Tháp điều áp gồm 2 giếng, mỗi giếng có 2 buồng. Hầm áp lực gồm 2 hầm đường kính 7,0 m dài 320 m, có bọc thép dày 10 mm. Nhà máy thủy điện ngầm gồm 2 tổ máy. Trạm phân phối điện ngoài trời rộng 89,0 m dài 260 m.

d) Khối lượng công tác chính như sau: Đào đất đá: 2.857×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>, trong đó đào ngầm 574×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>. Đắp đất đá: 12.828×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>. Bê tông cốt thép: 432,9×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>, trong đó ngầm 225,7×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>. Khoan phun xi măng: 186.480 m. Thiết bị thủy công: 5.503 tấn. Thiết bị thủy điện: 6.982 tấn.

Công trình thủy điện Yaly đã hoàn thành toàn bộ và chính thức khánh thành ngày 16/4/2002.

## 7. Công trình sông Hinh

a) Luận chứng kinh tế kỹ thuật công trình thủy điện sông Hinh đã được phê duyệt năm 1986 và được hiệu chỉnh năm 1991. Thiết kế kỹ thuật bước 1 cũng được hoàn thành trong năm 1991. Các thông số chính của công trình như sau: Chiều cao lớn nhất của đập chính: 44,0 m. Chiều dài đập chính: 880,0 m. Lưu lượng xả của đập tràn: 6200 m<sup>3</sup>/s. Chiều cao lớn nhất các đập phụ: 18,0 m. Tổng chiều dài các đập phụ: 6400,0 m. Kênh dẫn vào tuyến năng lượng dài 1530,0 m. Hầm dẫn nước dài: 1458 m, đường kính trong 5,0 m. Tháp điều áp kiểu giếng cao 70,0 m, đường kính trong 8,5 m. Ống áp lực thép dài 558,0 m, đường kính trong 3,4 ÷ 4,0 m, chiều dày 14 ÷ 22 mm. Nhà máy thủy điện có lưu lượng qua nhà máy 57,3 m<sup>3</sup>/s, cột nước tính toán 141,0 m.

b) Về tuyến đập có so sánh tuyến Ia, Ib và Ic. Đã chọn tuyến Ia có giá thành ít nhất, tuyến Ib cong có khối lượng đào đắp lớn, tuyến Ic ở dưới cùng cũng có khối lượng xây dựng lớn.

Tuyến đập tràn đã chọn ở bờ trái, có 4 khoang, khối lượng bê tông ít nhất và giá thành chung thấp nhất.

Về tuyến năng lượng có xem xét tuyến Ia, Ib. Đã kiến nghị tuyến Ia có tìm tuyến đường hầm thẳng, đường ống áp lực ngắn hơn, hầu hết các mố néo và mố đỡ đặt trên đá gốc, có giá thành thấp hơn.

c) Khối lượng công tác chính: Đào đất đá: 4.518,41×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>. Đắp đất đá: 5.719,78×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>. Bê tông và bê tông cốt thép: 103,09×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>. Khoan phun xi măng: 21.000 md. Kết cấu thép ống và cơ khí thủy lực: 3.169,6 tấn. Thiết bị thủy điện: 1.235 tấn.

## 8. Công trình Hàm Thuận

a) Công trình Hàm Thuận là loại công trình đường dẫn chuyển nước từ sông La Ngà sang suối Đa Bo. Thành phần công trình bao gồm:

- Đập chính trên sông La Ngà bằng đất đá và các đập phụ tạo thành hồ chứa nước với chiều dài tuyến áp lực khoảng 3,5 km.

- Công trình tràn xả lũ bố trí riêng ở phía bờ trái.

- Tuyến năng lượng gồm cửa lấy nước, hầm áp lực, giếng điều áp, hầm dẫn nước vào tước bin, nhà máy thủy điện, kênh ra tháo nước vào suối Đa Bo. Tuyến năng lượng được chọn ở bờ trái suối Đa Bo.

b) Đoạn tuyến đập chính được xem xét trên một chiều dài khoảng 1,5 km. Đã so sánh nhiều tuyến, cuối cùng chủ yếu xem xét giữa tuyến b và d.

Tuyến b với đập chính cao 97 m và chiều dài đỉnh đập 1235 m. Đập phụ gồm 3 đập với chiều cao lớn nhất 64 m và chiều dài đỉnh 1180 m. Tổng chiều dài tuyến áp lực 3500 m. Tuyến d có đập chính cao 101 m, dài 468 m. Các đập phụ có chiều cao lớn nhất 68 m, tổng chiều dài 1127 m.

Trong giai đoạn lập Luận chứng kinh tế kỹ thuật đã kiến nghị phương án tuyến đập là tuyến b và tuyến năng lượng ở bờ phải suối Đa Bo. Sang giai đoạn thiết kế kỹ thuật (1994) đã hiệu chỉnh việc chọn tuyến đập sang tuyến d, có khối lượng xây dựng ít hơn, đập chính ngăn sông ngắn hơn nhiều. Tuyến năng lượng cũng được chuyển sang bờ trái suối Đa Bo, khối lượng xây dựng ít hơn.

c) Đập tràn đặt riêng ở phía bờ trái của đập chính với lưu lượng  $6.600 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tuyến năng lượng bao gồm cửa lấy nước với kết cấu loại tháp; tuyền dẫn nước là loại áp lực có bọc bê tông, đường kính trong là 7 m và chiều dài 3020 m, độ dốc của tuyền là 1:100; giếng điều áp loại lỗ, đường kính trong là 11 m và chiều cao từ đáy là 110,5 m; đường ống áp lực là loại đơn ngầm có bọc thép, có rẽ nhánh ở phần dưới vào 2 tổ máy, đường kính trong thay đổi từ  $5,3 \div 4,8 \text{ m}$ , đường kính ống rẽ nhánh là 2,8m; nhà máy thủy điện loại hở dài 70 m, rộng 45 m, cao 40 m, công suất 300 MW; tua bin loại tâm trục đứng, cột nước 250 m.

## 9. Công trình Đa Mi

a) Công trình Đa Mi tận dụng nước điều tiết từ hồ Hàm Thuận, sau khi đã phát điện tại nhà máy Hàm Thuận, đổ vào suối Đa Bo. Tại đây đập đập chính là loại đất đá, chiều cao 69 m, dài 490 m, khối lượng đắp đất đá là  $4,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Có một đập phụ ở bờ phải và một đập phụ ở bờ trái sát với đập tràn (cao 12 m, dài 160 m).

Đập tràn đã xem xét 2 phương án: tràn thẳng và tràn nghiêng, loại tràn tự do không có cửa. Lũ thiết kế là  $1320 \text{ m}^3/\text{s}$  với giá trị bằng  $1,2Q_{0,5\%}$ .

b) Tuyến năng lượng bao gồm cửa lấy nước đặt ở bờ phải cách đập chính khoảng 180 m, lưu lượng thiết kế  $137 \text{ m}^3/\text{s}$ ; kênh dẫn vào dài 73 m; tuyền dẫn nước dài 1834 m, đường kính trong 7 m, là loại áp lực có bọc bê tông; giếng điều áp cao 50 m, đường kính trong 15 m là loại lỗ có đường kính 5 m, bọc bê tông dày 1,5 m; đường ống áp lực là loại giếng ngầm nghiêng có bọc thép với chiều dài 356,2 m và đường kính trong  $5,2 \div 5,6 \text{ m}$ , đoạn phân nhánh có đường kính 3,6 m; nhà máy thủy điện ở bờ phải suối Đa Mi là loại thủy điện hở dài 56 m, rộng 31 m, cao 42 m, gồm 2 tổ máy công suất 172 MW; tua bin loại tâm trục đứng, cột nước tính toán 142,7 m; kênh xả hạ lưu dài 31 m, rộng  $27 \div 30 \text{ m}$ . Trạm phân phối điện đặt ngay trước nhà máy với diện tích khoảng  $875 \text{ m}^2$ .

bảng 2.1

[www.vncold.vn](http://www.vncold.vn)

## 2.3.2. Các công trình thủy lợi đầu mối

### 1. Công trình thủy lợi Cấm Sơn

#### a. Các thông số kỹ thuật chủ yếu

Dự án này gồm:

- Hồ chứa Cấm Sơn: Xây dựng trên sông Hoá (một nhánh của sông Thương) thuộc địa phận huyện Hữu Lũng (Lạng Sơn). Hồ có nhiệm vụ xả nước xuống sông Thương đến đập Cầu Sơn thì nước đưa vào khu hưởng lợi qua cống lấy nước Cầu Sơn.

- Đập dâng nước Cầu Sơn được xây dựng nhằm đưa nước sông Thương vào khu hưởng lợi qua cống Cầu Sơn (Dự án này trước đây gọi là dự án Kép do người Pháp xây dựng).

- Một vài thông số của Hồ Cấm Sơn:

Diện tích lưu vực ( $F_{lv}$ ): 378 km<sup>2</sup>

Cấp công trình: II

Mực nước gia cường (MNGC): + 68,58 m

Mực nước dâng bình thường (MNDBT): +66,50 m

Mực nước chết (MNC): +51,00 m

Dung tích chết ( $W_c$ ): 20,5 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

Dung tích toàn bộ ( $W_{tb}$ ): 227,5 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

#### b. Quy mô, kết cấu các hạng mục công trình chính

- Đập đất đồng chất bằng đất thịt, dài 230m, cao ( $H_{max}$ ) 42,50m

- Tràn xả lũ có cửa rộng 18m, dài 77,5m,  $Q_{tràn p=0,1\%}$ : 572 m<sup>3</sup>/s.

- Cống lấy nước: Cống lấy nước có đường kính  $D = 2,5m$  dài 165m, lưu lượng thiết kế  $Q_{tk} = 25,81$  m<sup>3</sup>/s.

- Nhà máy thủy điện: Công suất lắp máy ( $N_{lm}$ ): 2600 KW gồm 2 tổ máy.

- Kênh và hệ thống kênh được làm mới, mở rộng. Trong đó có các công trình quan trọng như xi phông vượt sông và hàng ngàn công trình trên kênh.

### 2. Công trình thủy lợi Yên Lập

#### a. Các thông số kỹ thuật chủ yếu

- Diện tích lưu vực ( $F_{lv}$ ): 183 km<sup>2</sup>

- Cấp công trình: II

- Mực nước gia cường ( $MNGC_{p=0,5\%}$ ): + 31,37 m

- Mực nước dâng bình thường (MNDBT): +29,50 m

- Mực nước chết (MNC): +11,50 m

- Dung tích toàn bộ ( $W_{tb}$ ):  $127,50 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Dung tích hữu ích ( $W_{hi}$ ):  $118,12 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Dung tích chết ( $W_c$ ):  $9,38 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

**b. Quy mô kết cấu các hạng mục công trình chính**

- Đập đất ngăn sông dài 270 m, cao ( $H_{max}$ ) 40 m và các đập phụ;
- Trần mặt có cửa, kích thước  $n(b \times h) = 3(8 \times 6) \text{ m}$ ,  $Q_{xả p=0,5\%} = 830 \text{ m}^3/\text{s}$ , cao trình đỉnh tràn: +23,50;
- Cống gồm 2 ống, đường kính ống  $D = 1,75 \text{ m}$ , chiều dài toàn bộ cống 160 m, hành lang kiểm tra có kích thước  $6,5 \times 6,5 \text{ m}$ .
- Hệ thống kênh:
  - Kênh tưới dài 560 km, trong đó: Kênh chính: 25 km; Kênh cấp 1: 115 km;
  - Kênh cấp 2; 3; 4: 152 km v.v... và 1590 công trình trên kênh (trong đó có xi phông sông Chanh).

**3. Công trình thủy lợi Kẻ Gỗ**

*Các thông số kỹ thuật chủ yếu*

- Cấp công trình : II (TCXDVN 285-2002)
- Diện tích lưu vực ( $F_{lv}$ ):  $233 \text{ km}^2$
- Mực nước dâng bình thường (MNDBT): 32,5m
- Dung tích toàn bộ ( $W_{tb}$ ):  $345 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Dung tích chết ( $W_c$ ):  $24,9 \times 10^6 \text{ m}^3$
- Chiều dài đỉnh đập chính (L): 1100 m
- Chiều cao đập lớn nhất ( $H_{max}$ ): 41 m
- Chiều rộng tràn 2 cửa bằng bê tông cốt thép  $B_{tr} = 20 \text{ m}$  có lưu lượng xả ứng với tần suất 0,5% là  $1540 \text{ m}^3/\text{s}$ . Đường tràn sự cố có  $B_{tràn} = 65 \text{ m}$ ,  $Q_{xả} = 699 \text{ m}^3/\text{s}$
- Cống lấy nước dài 140m,  $Q_{tk} : 29 \text{ m}^3/\text{s}$
- Công suất nhà máy thủy điện (N): 2300 kW
- Hệ thống kênh
  - Kênh chính dài: 17 km
  - Kênh cấp 1: 82 km
  - Kênh cấp 2: 174 km
  - Kênh cấp 3; 4: 630 km
- Công trình trên kênh: 3151 công trình, trong đó cầu máng vượt sông Rào Cái dài 140 m, cao 41 m.

#### 4. Công trình thủy lợi Núi Một

##### a. Các thông số kỹ thuật chủ yếu

- Diện tích lưu vực ( $F_{lv}$ ): 110 km<sup>2</sup>
- Cấp công trình: II (TCXDVN 285: 2002)
- Mức nước gia cường (MNGC): +48,68 (P = 0,5%)
- Mức nước dâng bình thường (MNDBT): +44,20 m
- Mức nước chết (MNC): +25,00 m
- Dung tích toàn bộ ( $W_{tb}$ ): 90,78 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Dung tích chết ( $W_c$ ): 1,45 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

##### b. Quy mô, kết cấu các hạng mục công trình chính

- Đập đất đồng chất dài 670m, cao ( $H_{max}$ ): 32,5m
- Tràn xả lũ:  $B_{tràn}$ : 20m  
 $Q_{tràn (p=0,5\%)}$ : 488 m<sup>3</sup>/s
- Cống lấy nước: chảy có áp, kích thước d=1,5m (ống thép tròn trong ống bê tông cốt thép). Hành lang kiểm tra cống có kích thước 1,75 x 1,8m.  $Q_{lk\ cống} = 8$  m<sup>3</sup>/s
- Hệ thống kênh gồm kênh chính và kênh nhánh
- Công suất nhà máy thủy điện ( $N_{lm}$ ): 486 KW (2 tổ máy)

#### 5. Công trình thủy lợi Phú Ninh

##### a. Các thông số kỹ thuật chủ yếu

- Diện tích lưu vực ( $F_{lv}$ ): 235 km<sup>2</sup>
- Cấp công trình: II (TCVN 285: 2002). Do phía hạ lưu có quá nhiều khu kinh tế, dân cư quan trọng nên đề nghị xem xét nâng lên cấp I.
- Mức nước gia cường (MNGC): +35,40m
- Mức nước dâng bình thường (MNDBT): +32,00m
- Mức nước chết (MNC): +20,44m
- Dung tích ứng với MNGC ( $W_{Gc}$ ): 460,8 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Dung tích ứng với MNDBT ( $W_{bt}$ ): 344 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Dung tích ứng với MNC ( $W_c$ ): 70,3 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

##### b. Quy mô, kết cấu các hạng mục công trình

- Đập đất:
  - Đập chính dài 620m, cao ( $H_{max}$ ): 40m
  - 5 đập phụ trong đó đập Long Sơn 1 dài 260m được kết hợp làm tràn dự phòng với cao độ đỉnh bằng MNGC +35,4m



- Đập tràn số 1: tràn tự do, rộng ( $B_{tr}$ ): 37m,  $\nabla$  ngưỡng: +32,0;  $Q_{tràn}$ : 401 m<sup>3</sup>/s
- Đập tràn số 2: có 2 cửa kiểu máng phun, khẩu độ 2(10x6)m,  $\nabla$  ngưỡng: +26,0;  $Q_{tràn}$ : 1053 m<sup>3</sup>/s
- Đập tràn sự cố:  
Sau năm 2000 bổ sung đập tràn số 3: 2 cửa có khẩu độ 2(5x8)m. Cao độ ngưỡng tràn +24,0;  $Q_{tràn}$ : 696 m<sup>3</sup>/s
- Cống lấy nước:  
Cống Bắc đặt tại đập Tứ Yên có khẩu độ: 3 x 3m, dài 106m,  $Q_{tk}$ : 25 m<sup>3</sup>/s  
Cống Nam đặt tại đập chính có khẩu độ 1,6 x 1,2m  $Q_{tk}$ : 5,8 m<sup>3</sup>/s  
Cống tại đập phụ Dương Lâm có khẩu độ 1,25 x 1,0;  $Q_{tk}$ : 1,2 m<sup>3</sup>/s
- Hệ thống kênh chính có tổng chiều dài: 55 km  
Kênh cấp 1 có tổng chiều dài 138 km  
Kênh cấp 2; 3 có tổng chiều dài 244 km; Và hàng ngàn công trình trên kênh.

## 6. Công trình thủy lợi Dầu Tiếng

### a. Các thông số kỹ thuật chủ yếu

- Cấp công trình: I (TCXDVN 285: 2002)
- Diện tích lưu vực ( $F_{lv}$ ): 2700 km<sup>2</sup>
- Mực nước dâng bình thường (MNDBT): +24,4 m
- Mực nước chết (MNC): +17,0 m
- Dung tích toàn bộ ( $W_{tb}$ ): 1450 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Dung tích chết ( $W_c$ ): 395 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

### b. Quy mô, kết cấu các hạng mục công trình

- Đập đất:  
Đập chính dài 1100m, cao ( $H_{max}$ ): 28,50 m  
Đập phụ dài 23.000 m, cao (H): 8 m
- Tràn xả lũ:  
Kích thước:  $n(b \times h) = 6(10 \times 6)$  m  
 $Q_{xa}$ : 2800 m<sup>3</sup>/s
- Cống lấy nước:  
Kênh Đông: cống có áp kích thước  $n(b \times h) = 2(3 \times 4)$  m, dài 61,6 m.  
Lưu lượng  $Q_{tk}$ : 80 m<sup>3</sup>/s  
Kênh Tây: cống chảy không áp, kích thước  $n(b \times h) = 3(3 \times 4)$  m. Lưu lượng  $Q_{tk}$ : 82,19 m<sup>3</sup>/s  
Kênh chính đông dài 61,6 km

Kênh chính tây dài 40 km  
 Kênh cấp 1: 20 kênh dài 130 m  
 Công trình trên kênh: 6500 cái.

## 7. Công trình thủy lợi Núi Cốc

### a. Các thông số kỹ thuật chủ yếu

- Cấp công trình: II (TCXDVN 285: 2002)
- Diện tích lưu vực ( $F_{lv}$ ): 535 km<sup>2</sup>
- Tổng lượng dòng chảy P = 75%: 411,15×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Lưu lượng lũ:
  - P2%: Q = 1426 m<sup>3</sup>/s; P5%: Q = 1880 m<sup>3</sup>/s; P10%: Q = 1113 m<sup>3</sup>/s
- Mực nước dâng bình thường (MNDBT): +46,20 m
- Mực nước chết (MNC): +34,00 m
- Mực nước lũ (tương ứng P2%: +48,00 m; P0,5%: 48,23 m)
- Dung tích toàn bộ:  $W_{tb} = 175,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>
- Dung tích hữu ích:  $W_{hi} = 168 \times 10^6$  m<sup>3</sup>
- Dung tích chết:  $W_c = 7,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>.

### b. Quy mô kết cấu các hạng mục công trình

- Đập chính, đập phụ đắp bằng đất đồng chất;
  - Đập chính dài 480m, cao ( $H_{max}$ ): 27 m
  - Bảy đập phụ dài từ 40 đến 400 m, cao từ 5 đến 12 m
- Một cống lấy nước phía bờ tả của đập dài 120 m bằng bê tông cốt thép, gồm 2 đường ống, mỗi ống có đường kính 1,75 m dài 120 m có khả năng truyền tải lưu lượng  $Q = 20 \div 30$  m<sup>3</sup>/s. Trên 2 ống cống có hành lang kiểm tra.
- Hai tràn xả lũ bằng bê tông cốt thép:
  - Tràn số 1 có 3 cửa cung mỗi cửa rộng 8 m,  $B_{tr} = 24$  m, có khả năng tháo lũ từ 760 đến 830 m<sup>3</sup>/s;
  - Tràn xả lũ số 2 có 2 cửa 8 m,  $Q_{xa} = 584$  m<sup>3</sup>/s.
- Hệ thống kênh và các công trình trên kênh:
  - Kênh chính dài 18 km, đáy rộng 6 m có khả năng truyền tải lưu lượng  $Q = 13 \div 16$  m<sup>3</sup>/s
  - Ba kênh cấp 1 (đông, giữa, tây) có tổng chiều dài 43 km đáy rộng từ 1,5 đến 3 m,  $Q = 2,6 \div 6,4$  m<sup>3</sup>/s
  - 74 tuyến kênh cấp 2; 3 với tổng chiều dài 230 km
  - Trên toàn tuyến có 2211 công trình lớn, nhỏ.

## 8. Công trình thủy lợi Sông Quao

### a. Các thông số kỹ thuật chủ yếu

- Diện tích lưu vực ( $F_{lv}$ ): 296 km<sup>2</sup>
- Cấp công trình: cấp III (TCXDVN 285: 2002)
- Chế độ điều tiết: hồ điều tiết nhiều năm, về mùa kiệt được bổ sung lưu lượng cơ bản từ đập Đan Sách có lưu vực  $F = 120$  km<sup>2</sup>
- Mực nước gia cường (MNGC): +91,02 m
- Mực nước dâng bình thường (MNDBT): +89,00 m
- Mực nước chết (MNC): 72,00 m
- Dung tích toàn bộ ( $W_{tb}$ ): 73,0 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Dung tích hữu ích ( $W_{hi}$ ): 67,3 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
- Dung tích chết ( $W_c$ ): 5,7 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

### b. Quy mô kết cấu các hạng mục công trình chính

- Đập chính được đắp bằng đất đá hỗn hợp
  - Nhánh trái dài 470m, cao ( $H_{max}$ ): 40 m
  - Nhánh phải dài 426m, cao ( $H_{max}$ ): 29 m
- Các đập phụ (1, 2, 3) với tổng chiều dài 525 m, cao ( $H_{max}$ ): 25 m
- Tràn xả lũ: Bê tông cốt thép, kích thước  $n(b \times h) = 3 (6 \times 8)$  m, cửa cung có  $Q_{tràn\ max} = 1050$  m<sup>3</sup>/s
- Tiêu năng bằng mũi phun
- Cống lấy nước: đặt dưới đập phụ, chảy không áp, kích thước  $b \times h = 2 \times 2,5$  m dài 137,5 m
- Đập dâng Đan Sách: đá xây và bê tông.  $Q_{xả\ max} = 840$  m<sup>3</sup>/s.  
Chiều dài phân tràn 147 m
- Kênh chuyển nước từ lưu vực Đan Sách về lưu vực sông Quao:  $L = 970$  m;  
 $Q = 3,23$  m<sup>3</sup>/s
- Kênh chính dài 24,68 km;  $Q_{tk\ đầu\ kênh} = 13,5$  m<sup>3</sup>/s có 97 công trình trên kênh
- Kênh cấp 1: 19 kênh với tổng chiều dài 66 km.

## 9. Công trình thủy lợi Thạch Nham

### a. Các thông số kỹ thuật chủ yếu

- Diện tích lưu vực ( $F_{lv}$ ): 2836 km<sup>2</sup>
- Cấp công trình: I (TCXDVN 285: 2002)
- Mức đảm bảo tưới  $P = 75\%$
- Tần suất lũ thiết kế:  $P = 1\%$
- Lưu lượng lũ lớn nhất  $Q_{max\ 1\%} = 17.400$  m<sup>3</sup>/s

**b. Quy mô kết cấu các hạng mục**

- Công trình đầu mối: đập dâng nước bê tông trọng lực ngăn sông Trà Khúc với chiều dài tuyến tràn  $L = 200$  m (13 khoang), chiều cao  $H_{\max}$ : 26,6 m, chiều rộng đáy từ  $22,5 \div 32$  m

- Hình thức tiêu năng: mũi hắt, nối tiếp với hạ lưu bằng chế độ chảy mặt ngập

- Cổng lấy nước và cổng xả bờ bắc: bố trí kết hợp theo đó cổng xả cát ở dưới, cổng lấy nước ở trên, kết cấu bê tông cốt thép, cửa phẳng bằng thép, phai bằng bê tông cốt thép đóng mở bằng điện, kích thước như sau:

$$\text{Cổng tưới: } n(b \times h) = 2(2,5 \times 2,5) \text{ m}$$

$$\text{Cổng xả cát: } n(b \times h) = 2(2,0 \times 2,5) \text{ m}$$

$$Q_{\text{tk cổng tưới}}: 23,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Cổng lấy nước và cổng xả cát bờ nam, bằng bê tông cốt thép, bố trí tách rời nhau, cửa phẳng bằng thép, đóng mở bằng điện, kích thước như sau:

$$\text{Cổng tưới: } n(b \times h) = 2(2,5 \times 2,5) \text{ m}$$

$$\text{Cổng xả cát: } n(b \times h) = 3(2,5 \times 3) \text{ m}$$

$$Q_{\text{tk cổng tưới}}: 31,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Hệ thống kênh:

Kênh chính Bắc dài 30,3 km

Kênh chính Nam dài 57 km

28 kênh cấp 1 (Nam, Bắc) dài 235 km

1200 công trình trên kênh

14 trạm bơm điện

950 km kênh nhánh (dưới kênh cấp 1)

Trong hệ thống có nhiều công trình lớn như Xiphông sông Vệ, lưu lượng chuyển  $Q_{\text{tk}} = 12,5 \text{ m}^3/\text{s}$

**10. Công trình thủy lợi Ayun hạ****a. Các thông số kỹ thuật chủ yếu**

- Cấp công trình: II

- Diện tích lưu vực ( $F_{\text{lv}}$ ):  $1.670 \text{ km}^2$

- Dung tích toàn bộ ( $W_{\text{tb}}$ ):  $253 \times 10^6 \text{ m}^3$

- Dung tích hữu ích ( $W_{\text{hi}}$ ):  $201 \times 10^6 \text{ m}^3$

- Chiều dài đỉnh đập ( $L_{\text{đập}}$ ): 370 m

- Chiều cao đập lớn nhất ( $H_{\max}$ ): 36 m

- Chiều rộng tràn ( $B_{\text{tràn}}$ ): 18 m

- Lưu lượng qua tràn ( $Q_{\text{tràn}}$ ):  $1.237 \text{ m}^3/\text{s}$

- Đất đào đắp: 4.488.940 m<sup>3</sup>
- Đá đào: 285.430 m<sup>3</sup>
- Bê tông các loại: 55.387 m<sup>3</sup>
- Xây lát: 37.610 m<sup>3</sup>.

*b. Quy mô kết cấu các hạng mục công trình:*

- Đập đất: Không đồng chất
- Tràn xả lũ: Bằng bê tông cốt thép, có 3 cửa cung, mỗi cửa  $B \times H = 6 \times 5$ , đóng mở bằng điện, tiêu năng bằng máng phun
- Cống lấy nước: Bằng bê tông cốt thép bố trí ở vai phải đập chính với  $Q_{tk}$ : 13.4 m<sup>3</sup>/s.

## 11. Công trình thủy lợi Nam Thạch Hãn

*a. Các thông số kỹ thuật chủ yếu*

- Diện tích lưu vực ( $F_{lv}$ ): 1460 km<sup>2</sup>
- Cấp công trình: II
- Mục nước lớn nhất trước đập: +20,05 m
- Mục nước dâng bình thường (MNDBT): +8,30 m

*b. Quy mô kết cấu các hạng mục công trình chính*

- Đập chính ngăn sông bằng đất đồng chất cao trình đỉnh đập +21,70 m, dài 680 m, đập cao 24,70 m và 7 đập phụ cao từ 2 m đến 14,5 m.
- Tràn ở eo bờ tả: Hình thức đập tràn đỉnh rộng chảy tự do kiểu dốc nước, cao trình ngưỡng tràn +8,30,  $B_{tràn} = 135$  m,  $Q_{xả\ maxp=1\%} = 7300$  m<sup>3</sup>/s.
- Cống lấy nước kích thước 5x2,5m,  $Q_{tk} = 32$  m<sup>3</sup>/s. Âu thuyền cho thuyền dưới 100 tấn qua lại, kích thước 5 × 7,5 m, dài 63 m, cao trình đáy cống +5 m
- Cống xả cát, kích thước 5 × 2m,  $Q_{xả\ mùa\ lũ} = 88$  m<sup>3</sup>/s, cao trình đáy cống xả cát +2 m, dài L = 83 m
- Hệ thống kênh:

Kênh chính dài 17,225 km và 6 kênh cấp 1 có tổng chiều dài 90,385 km. Cụ thể như sau:

- + Tưới cho vùng Hải Lăng có các kênh N2A, N4, N6, N2B
- + Tưới cho vùng Triệu Phong có các kênh N1, N3

Thị xã Quảng Trị được tưới bằng kênh vượt cấp. Thực tế sau khi xây dựng, dự án chỉ tưới được 50% diện tích do nhiều nguyên nhân khác nhau.

Vừa qua để khôi phục khả năng tưới cho của dự án Công ty Tư vấn Xây dựng Thủy lợi 1 đã chọn giải pháp nâng cao ngưỡng tràn bằng đập cao su cao 2,2 m, dài 140 m để trữ thêm  $9,750 \times 10^6$  m<sup>3</sup> và sửa chữa một phần hệ thống kênh nhằm đáp ứng mức tưới đề ra ban đầu của dự án.

**Bảng 2-1. Một số thông số chính của các nhà máy thủy điện đã vận hành**

Thông số	Đơn vị	Thác Bà	Hòa Bình	Đa Nhim	Trị An	Đrây H'linh	Vĩnh Sơn		Thác Mơ	Yaly	Sông Hình	Hàm Thuận	Đa Mi
							Hồ B	Hồ A					
Diện tích lưu vực	km <sup>2</sup>	6.100	51.700	775	14.600	8.893	117	97	2.200	7.455	772	1.280	-
Lưu lượng bình quân	m <sup>3</sup> /s	190,2	1.800	22,6	475	220	3,18	3,05	87,4	270	40,6	50,4	-
Mức nước dâng bình thường	m	58	115	1.042	62	302	827,5	773	218	515	210	605	325
Mức nước chết	m	46	80	1.018	50	299		765	198	490	196	575	323
Dung tích hồ toàn bộ	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2.940	9.450	165	3.012	2,28	108	34	1350	1037	399	695	141
Dung tích hữu ích	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2.160	5.650	150	3.761	1,53	80	21,9	1.260	779	365	523	13,44
Cột nước tính toán	m	30	88	756	50	18	-	600	90	190	191	250	142
Cột nước tối đa	m	36	101,6	-	59	18	-	611,3	106	212,6	154	278	150
Cột nước tối thiểu	m	23,2	62,6	-	45	-	-	589	83,4	168,06	130	236,8	140
Công suất lắp máy	MW	108	1.920	160	400	12	-	66	150	720	70	300	172
Công suất bảo đảm	MW	46	570	-	100	4,7	-	20,2	55	227	28	71	43
Số tổ máy	tổ	3	8	4	4	3	-	2	2	4	2	2	2
Điện lượng hàng năm	10 <sup>6</sup> kWh	411	8.160	1.050	1.700	92	-	250	610	3.680	360	955	585

**Bảng 2-2. Một số thông số chính của các công trình thủy lợi đầu mối**

Thông số	Đơn vị	Cấm Sơn	Yên Lập	Kẻ Gỗ	Núi Một	Phú Ninh	Dầu Tiếng	Núi Cốc	Đá Bàn	Sông Quao	Thạch Nham	Ayun hạ	Nam Thạch Hãn
Tỉnh		Bắc Giang	Quảng Ninh	Hà Tĩnh	Bình Định	Quảng Nam	Tây Ninh	Thái Nguyên	Khánh Hòa	Bình Thuận	Quảng Ngãi	Gia Lai	Quảng Trị
Sông		Hóa	Míp	Rào Cái	An Tường	Tam Kỳ	Sài Gòn	Công	Đá Bàn	Quao	Trà Khúc	Ayun	Thạch Hãn
Diện tích lưu vực	Km <sup>2</sup>	378	183	233	110	235	2700	535	126	296	2836	1670	1460
Mức nước hồ	m	66,5	29,5	32,5	44,2	32,0	24,4	46,2	63,6	89,0	19,5	204,0	8,3
Mức nước dâng	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	227,5	127,5	345,0	90,78	344,0	1450,0	175,5	79,2	73,0		253,0	
Diện tích tưới	ha	24.110	10.064	21.136	17.000	23.000	93.390	12.000	9.000	8.120	50.000	13.500	17.000

### 2.3.3. Các công trình ngăn mặn

#### 1. Cống Đò Điệm trên sông Nghèn

##### a. Nhiệm vụ công trình

- Ngăn mặn giữ ngọt cho sông Nghèn, tạo nguồn nước tưới cho 6.671 ha đất canh tác phía hạ lưu cống Đồng Huệ và cung cấp nước cho công nghiệp, sinh hoạt của nhân dân trong vùng.

- Tiêu thoát lũ, đảm bảo canh tác nông nghiệp vụ Hè thu và không làm xấu đi so với hiện trạng thoát lũ.

- Kết hợp giao thông thủy bộ trong vùng.

##### b. Các thông số cơ bản của công trình

- Mức nước lớn nhất phía thượng lưu  $P = 1\%$ : + 2,55 m
- Mức nước lớn nhất phía thượng lưu  $P = 10\%$ : + 1,75 m
- Mức nước triều mùa lũ  $P = 10\%$ : + 2,18 m
- Mức nước mùa kiệt  $P = 10\%$ : + 1,47 m
- Mức nước giữ ngọt ở thượng lưu công trình 0,0 → 0,5 m
- Mức nước triều cao nhất khi ngăn mặn  $P = 1\%$ : + 2,5%
- Mức nước triều thấp nhất thực đo: -1,5 m
- Lưu lượng thoát lũ  $P = 1\%$ : 1777 m<sup>3</sup>/s
- Lưu lượng thoát lũ  $P = 10\%$ : 1160 m<sup>3</sup>/s
- Tải trọng âu thuyền: < 200 tấn
- Tính không qua âu: 4,5 ÷ 6 m
- Mặt cầu: 5 m, H13X60.

#### 2. Công trình Ngăn mặn giữ ngọt Thảo Long

##### a. Nhiệm vụ dự án

- Ngăn mặn giữ ngọt, phối hợp các công trình thủy lợi ở thượng lưu sông Hương và sông Bồ (trước mắt là Hồ Tả Trạch) để từng bước đáp ứng đủ nhu cầu dùng nước của nông nghiệp, công nghiệp, môi trường sinh thái, dân sinh vùng đồng bằng sông Hương và cải thiện cảnh quan du lịch Thành Phố - Huế.

- Không ảnh hưởng tới khả năng thoát lũ của sông Hương so với hiện trạng đập Thảo Long cũ.

- Đảm bảo giao thông thủy trên sông Hương với thuyền tải trọng 50 tấn

- Kết hợp làm cầu giao thông qua sông trên cống và âu thuyền tải trọng H30-XB80, khổ cầu  $K7 + 2 \times 1 + 2 \times 0,5$  m.

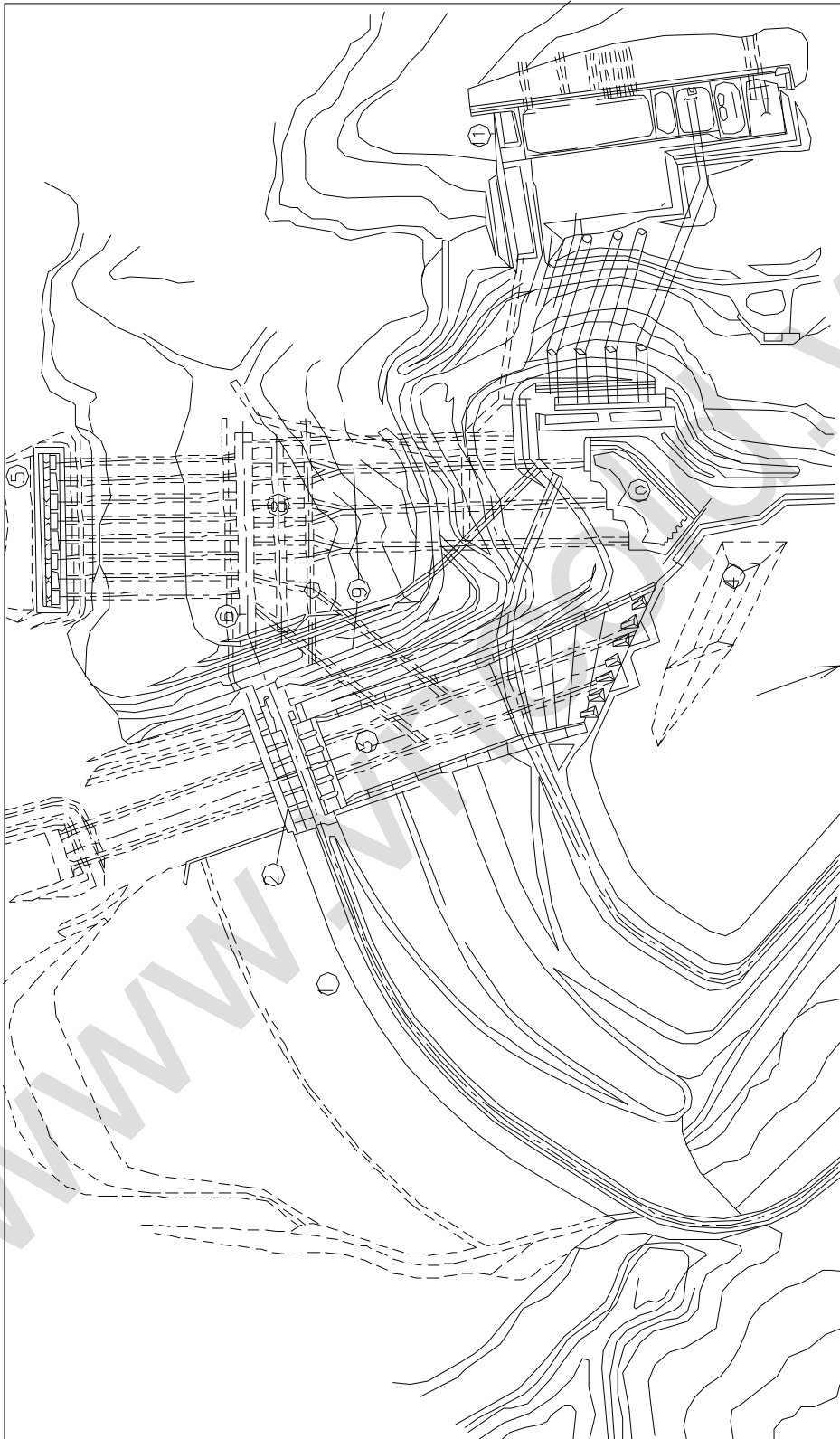


**b. Các thông số cơ bản của công trình**

- Cấp công trình: III
- Tần suất lưu lượng và mực nước tính ổn định công trình:  $P = 1\%$
- Mực nước ngăn mặn với đỉnh triều max: + 0,70 m
- Mực nước triều min: - 0,70 m
- Mực nước giữ ngọt phía thượng lưu công trình: + 0,50 m
- Mực nước lũ chính vụ, tần suất  $P = 1\%$ : + 3,17 m
- Mực nước lũ tiểu mãn, tần suất  $P = 10\%$ : + 2,20 m
- Lưu lượng chính vụ:  $Q_{p=1\%} = 6.858 \text{ m}^3/\text{s}$
- Lưu lượng lũ tiểu mãn:  $Q_{p=10\%} = 1.161 \text{ m}^3/\text{s}$
- Khoảng ngưỡng - 1,5m: 6 khoang
- Khoảng ngưỡng - 2,5m: 9 khoang
- Chiều rộng thông nước một khoang: 31,50 m
- Cửa van Clape trực dưới khoang cống ngưỡng - 1,5 m: 6 cái
- Cửa van Clape trực dưới khoang cống ngưỡng - 2,5 m: 9 cái
- Khẩu độ một nhịp cầu: 33,05 m
- Chiều rộng thông nước âu thuyền: 8 m
- Tổng chiều rộng thông nước: 480,50 m
- Diện tích thoát lũ tiểu mãn (+1,01):  $1521,6 \text{ m}^2$
- Tỷ số chiều rộng thoát nước/chiều rộng lòng sông: 0,89
- Vận tốc trung bình khi thoát lũ tiểu mãn:  $0,763 \text{ m}^3/\text{s}$ .

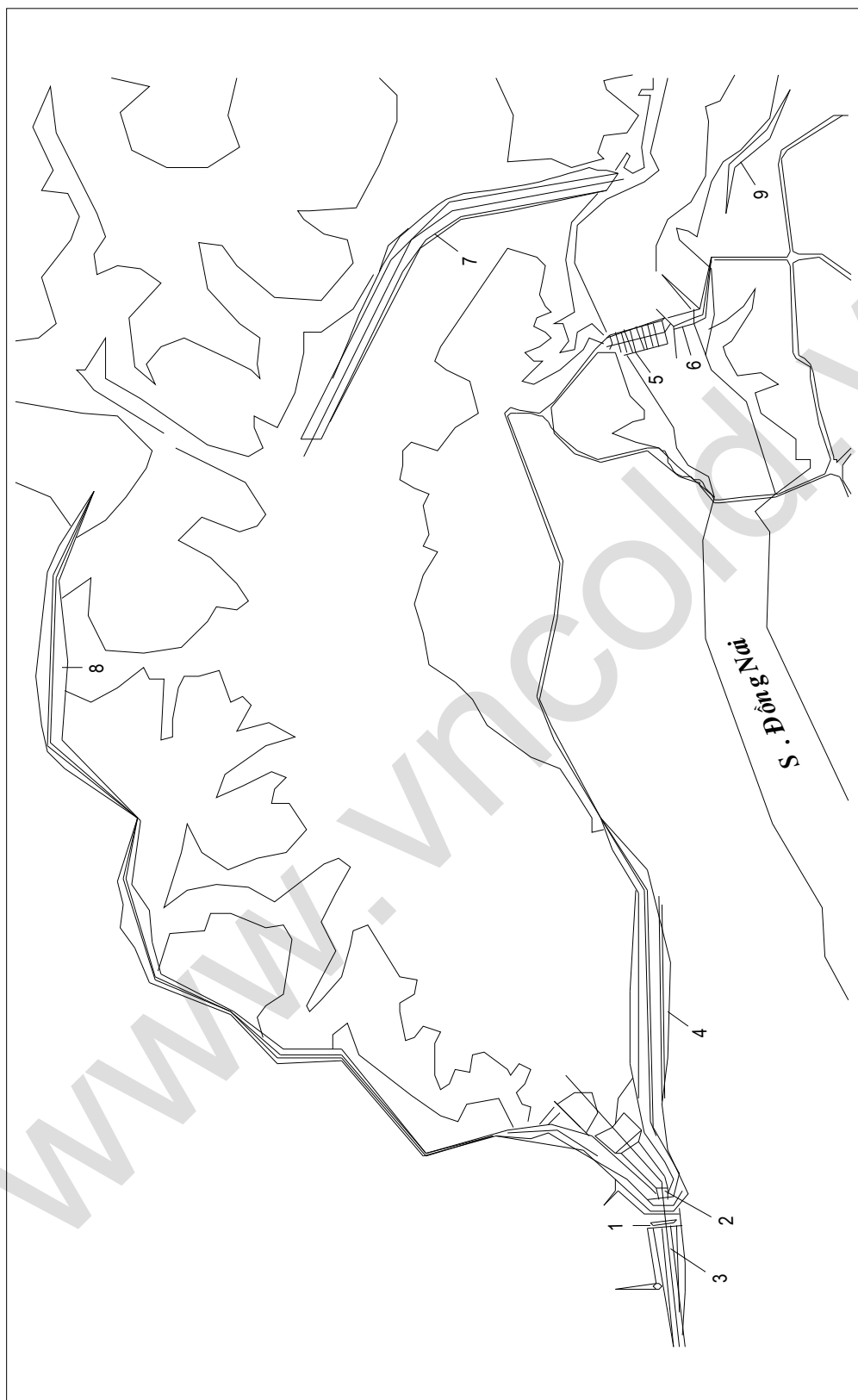
**2.4. MỘT SỐ MẶT BẰNG BỐ TRÍ CÔNG TRÌNH**

(xem hình 2-4 ÷ 2-24)



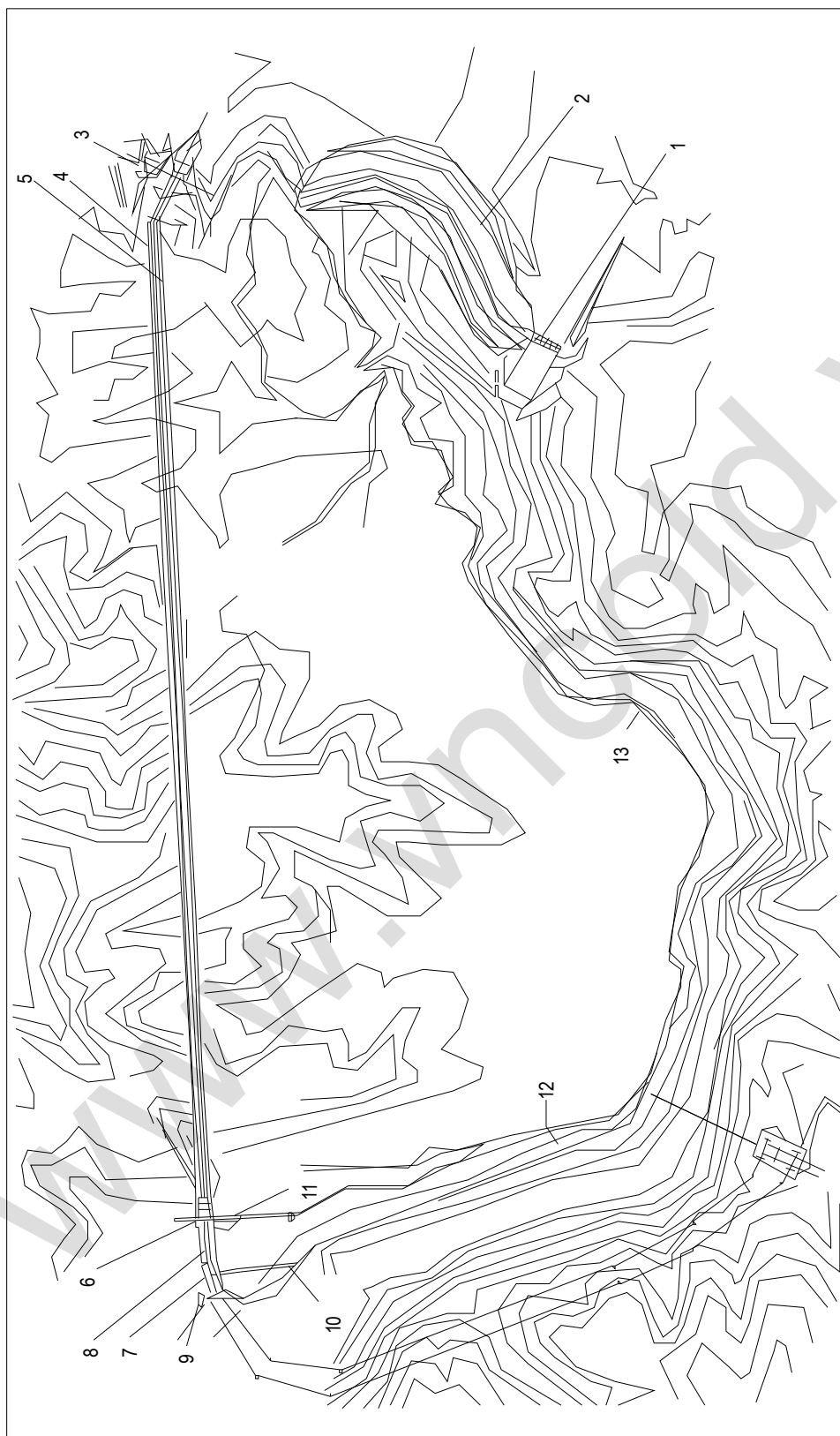
**Hình 2-4. Bố trí công trình thủy điện Hòa Bình**

1- đập chính bằng đất đá; 2- tràn và xả sau; 3- dốc nước; 4- hố tiêu nước; 5- cửa nhận nước; 6- gian máy ngầm; 7- gian biến thế; 8- hầm dẫn vào; 9- hầm dẫn ra; 10- kênh dẫn ra; 11- sân phân phối ngoài trời.



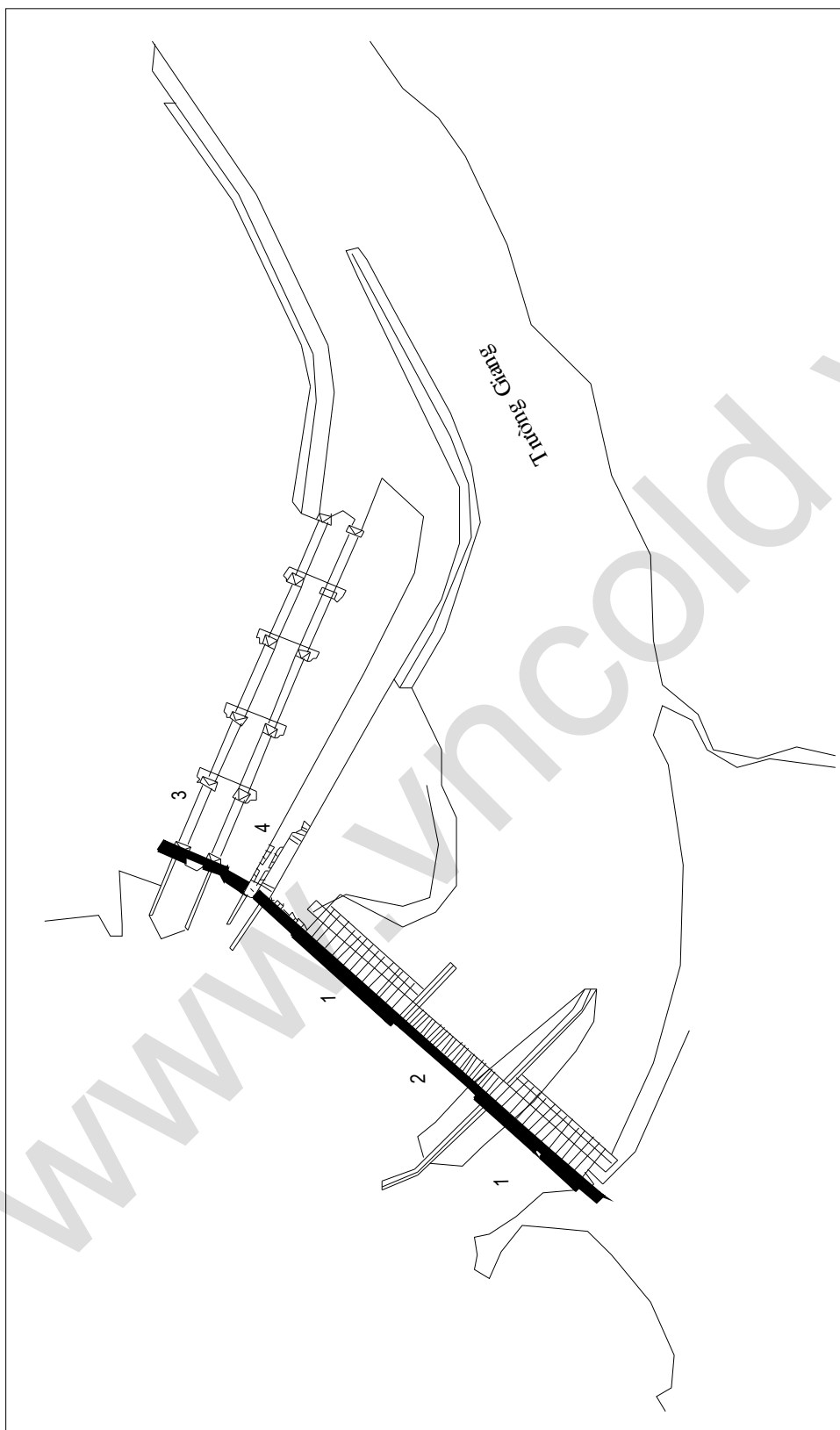
**Hình 2-5. Bố trí công trình thủy điện Trị An (Trên sông Đồng Nai)**

1- nhà máy thủy điện; 2- cửa nhận nước; 3- kênh dẫn ra; 4- đập Suối Rập; 5- đập lòng sông; 6- đê chắn hồ phụ; 7- đê chắn hồ chính và hồ phụ; 8- kênh nối hồ chính và hồ phụ; 9- đê chắn hồ chính.



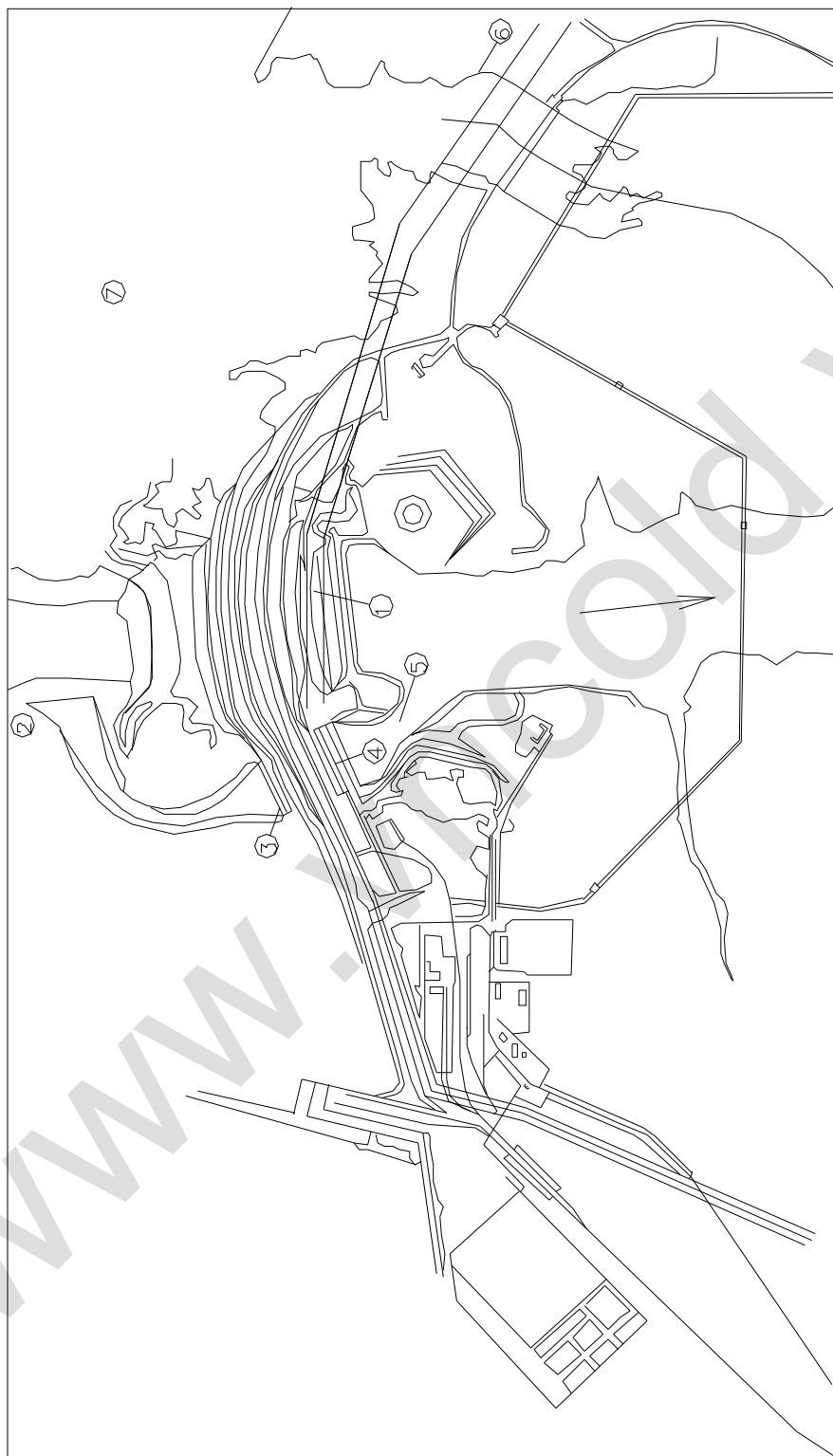
**Hình 2-6. Bố trí công trình thủy điện Yaly**

- 1- đập tràn; 2- đập nhận nước; 3- cửa nhận nước; 4- đường hầm dẫn nước số 1; 5- hầm dẫn nước số 2;  
 6- đường hầm giao thông số 1; 7- trạm biến áp; 8- nhà máy; 9- trạm chuyển tiếp từ cáp sang đường dây;  
 10- đường hầm giao thông số 2; 11- buồng dưới tháp điều áp; 12- hành lang cáp; 13- đường vận hành.



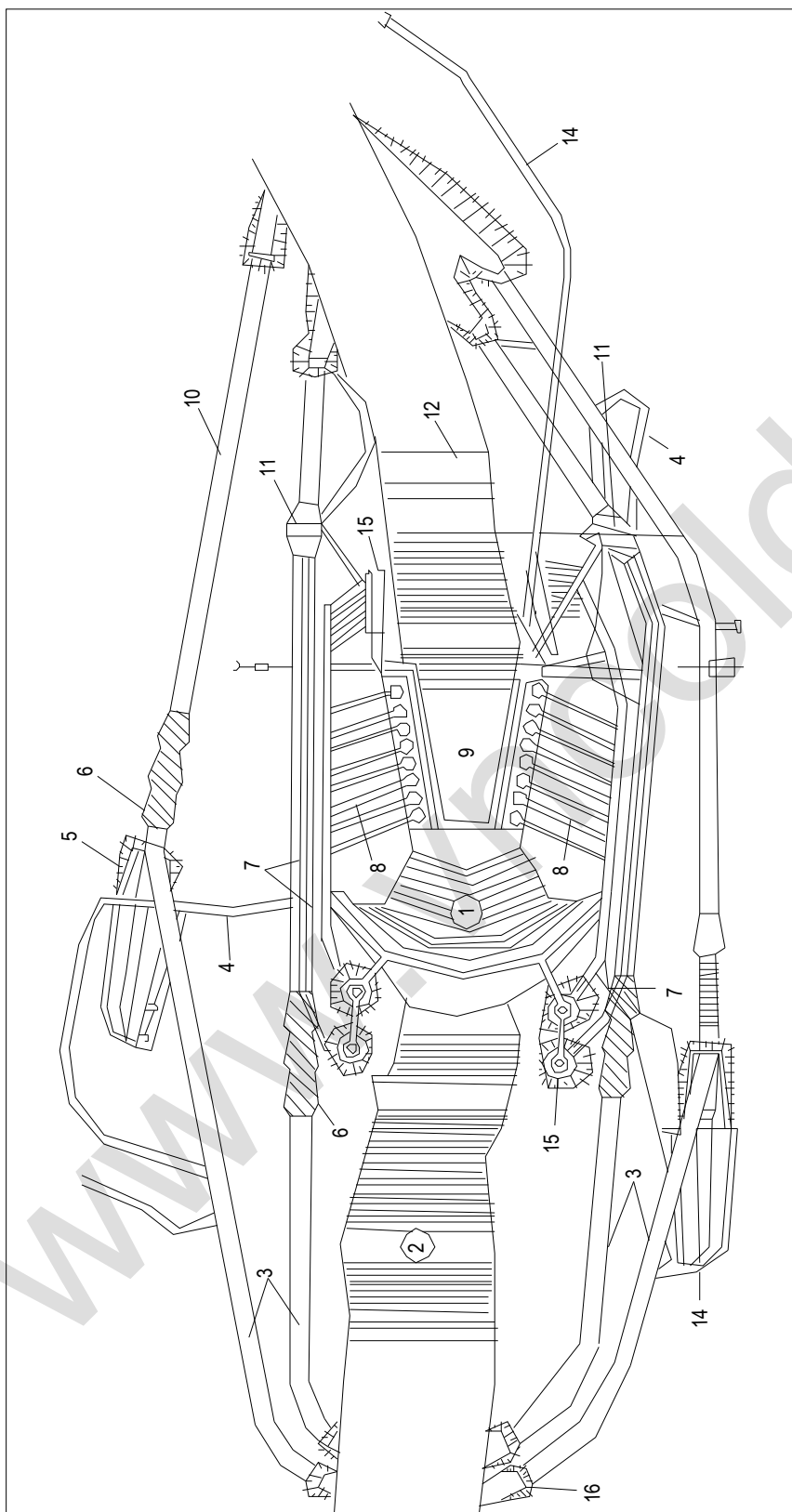
**Hình 2-7. Bố trí công trình thủy điện Tam Hiệp (Trung Quốc)**

1- nhà máy thủy điện; 2- âu tầu; 3- ống tầu; 4- năng tầu.



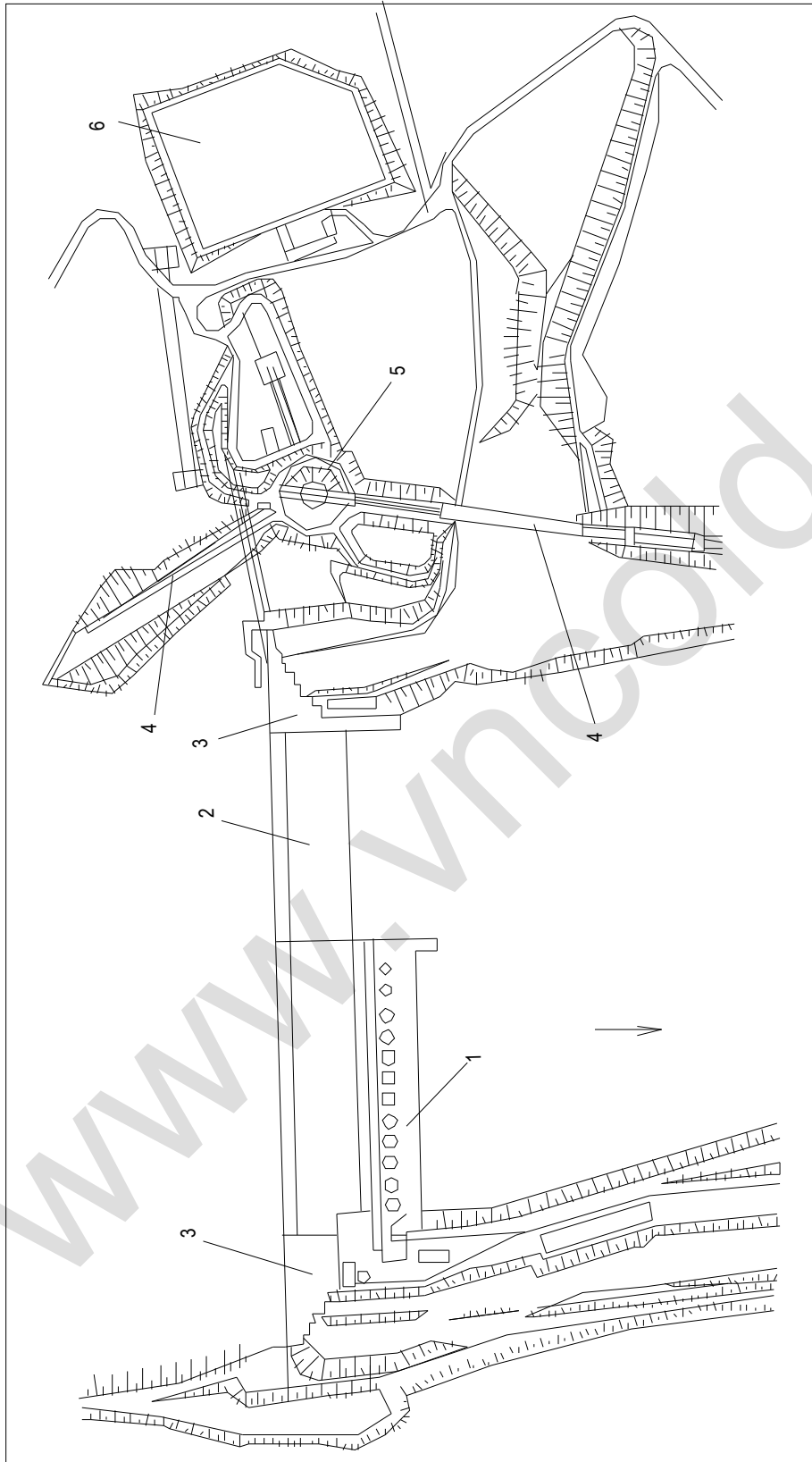
**Hình 2-8. Bố trí công trình thủy điện Axoan (Trên sông Nil ở Ai Cập)**

- 1- đập tràn; 2- đập đất đá; 3- cửa nhận nước; 4- đường hầm dẫn nước số 1; 5- hầm dẫn nước số 2;  
6- đường hầm giao thông số 1; 7- trạm biến áp; 8- nhà máy; 9- trạm chuyển tiếp từ cáp sang đường dây;  
10- đường hầm giao thông số 2; 11- buồng dưới tháp điều áp; 12- hành lang cáp; 13- đường vận hành.



**Hình 2-9. Bố trí công trình thủy điện Baondor (Trên sông Colorado ở Mỹ)**

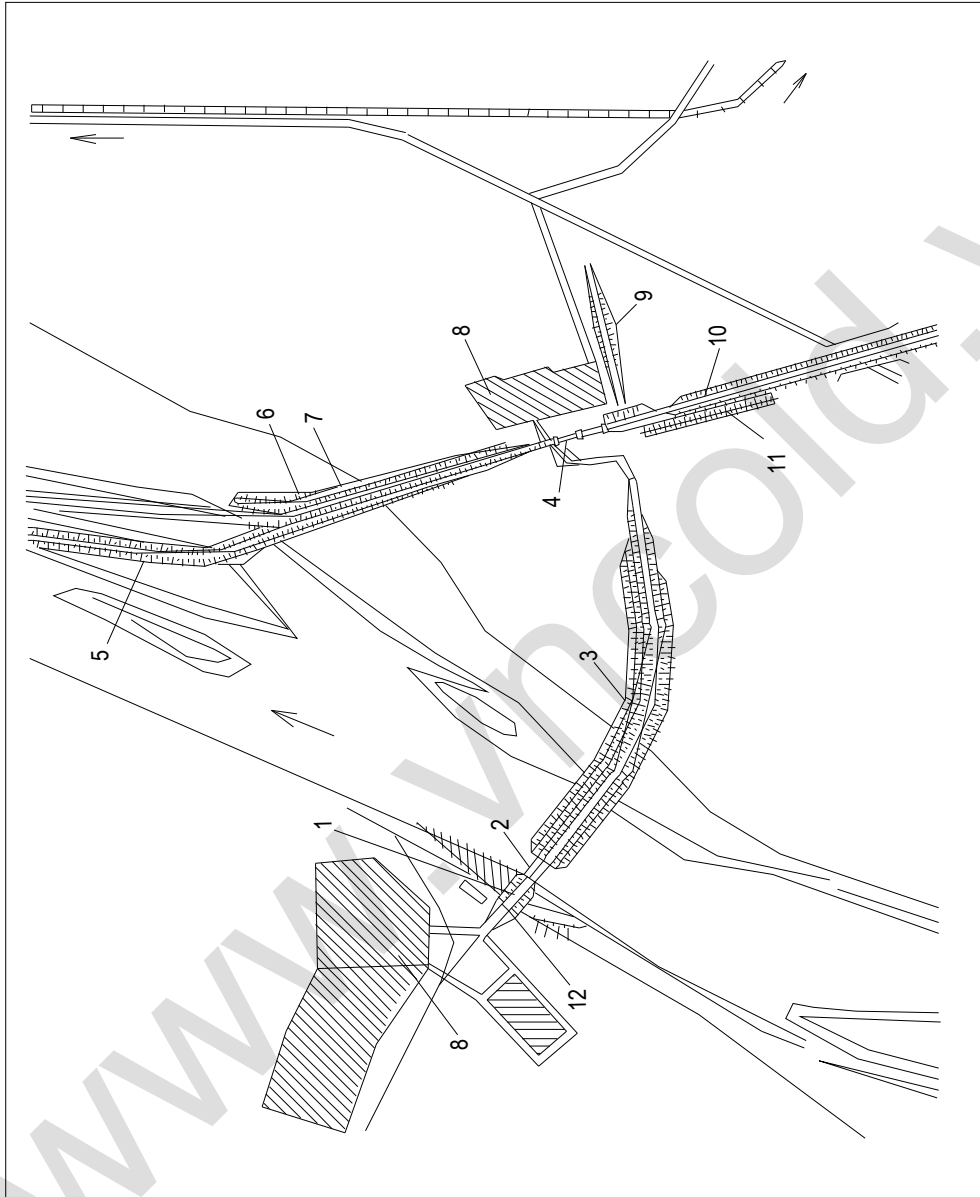
- 1- đập vòm; 2- đế quạt; 3- đường hầm dẫn dòng; 4- đường ống; 5- tràn; 6- nút bê tông;  
 7, 8- ống thép; 9- nhà máy thủy điện; 10- hầm xả lũ; 11- ống xả nước trong nút hầm;  
 12- băng kết; 13- hầm vào nhà máy; 14- tràn nước bên cạnh; 15- cửa nhận nước kiểu tháp;  
 16- lưới chắn.



**Hình 2-10. Bố trí công trình thủy điện Krasnoarsk (Trên sông Iénisêi ở Nga)**

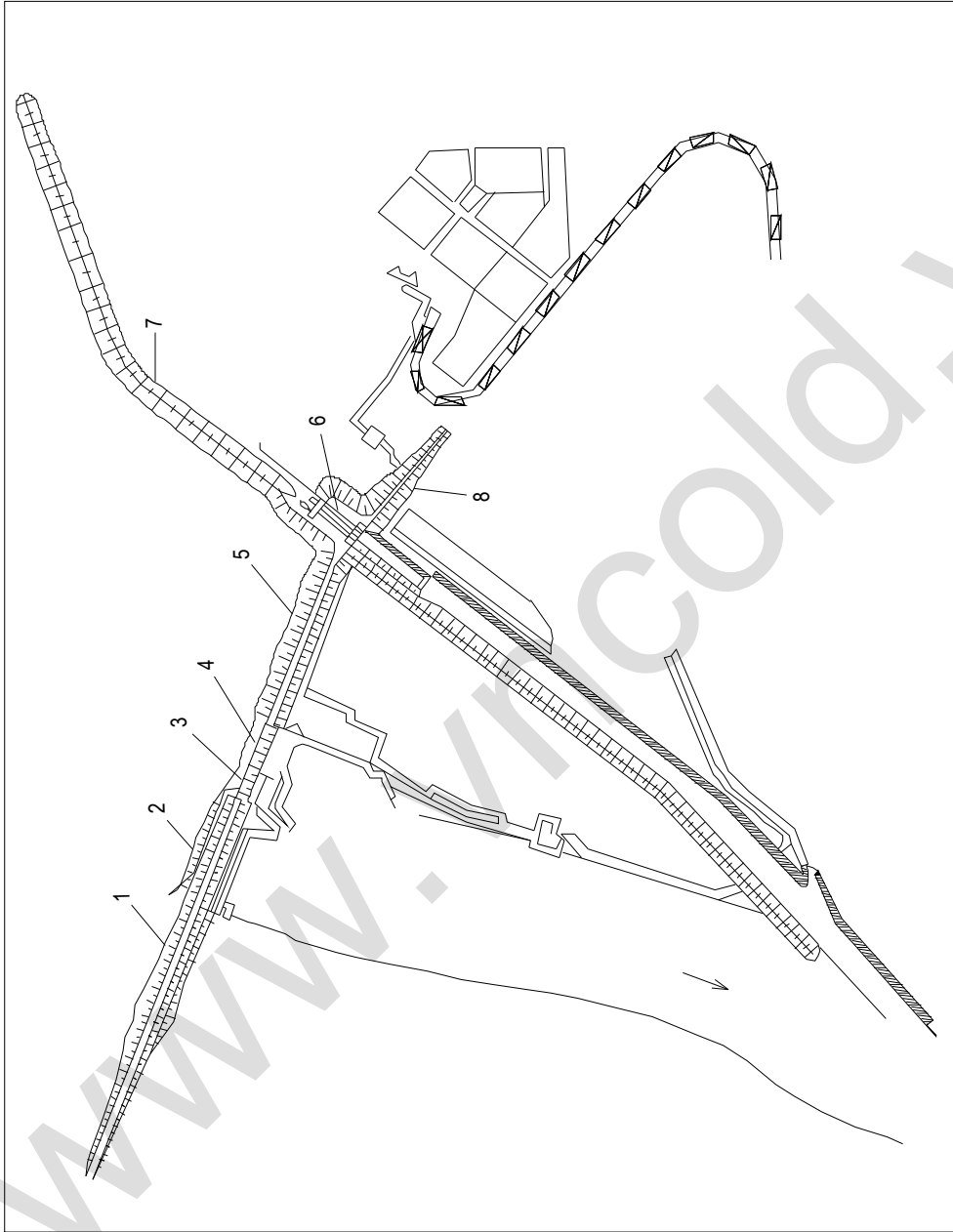
1- nhà máy thủy điện loại sau đập; 2- đập tràn; 3- đập bê tông không tràn bên bờ;  
4- đường kéo tàu nghiêng; 5- vòng quay của công trình nâng tàu; 6- sân phân phối hồ.





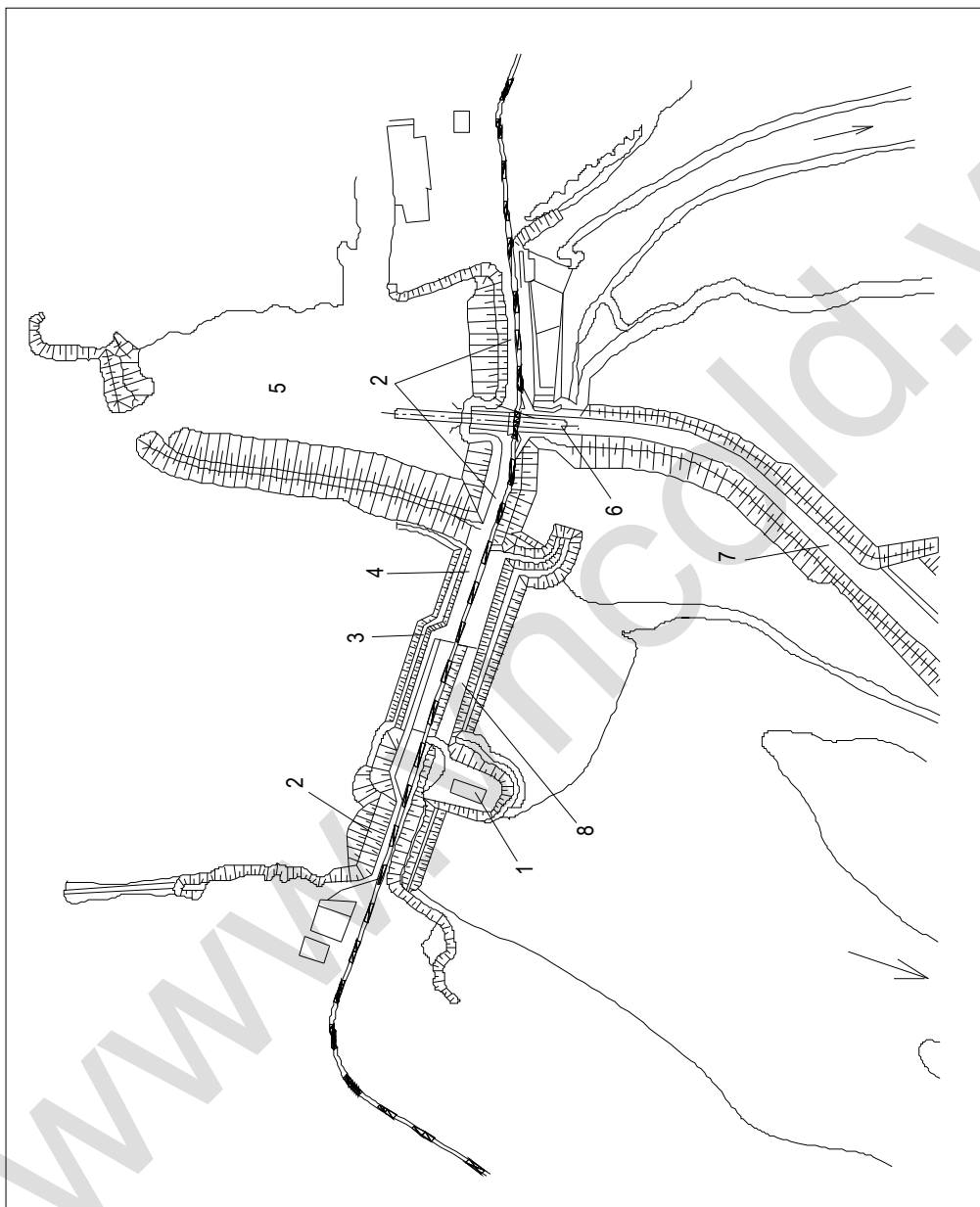
**Hình 2-11. Bố trí công trình thủy điện Novosibirsk (Trên sông Ôbi ở Nga)**

1- gian máy; 2- đập tràn; 3, 9, 12- đập đá; 4- âu tàu; 5, 6, 11- đế chắn; 8- khu nhà ở; 10- kênh vào âu tàu.



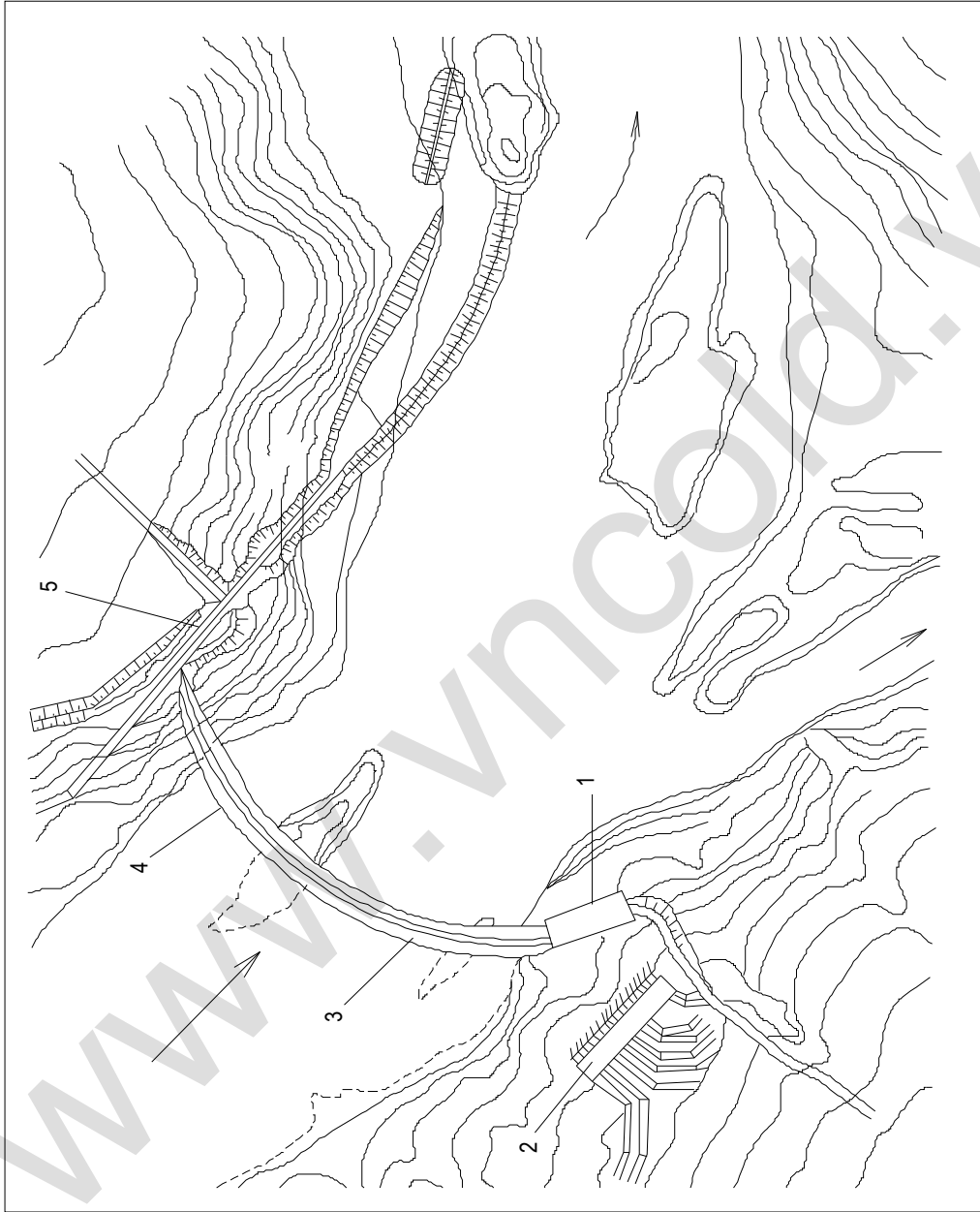
**Hình 2-12. Bố trí công trình thủy điện Votkinh (Trên sông Kama ở Nga)**

1, 2, 5, 8- đập tràn; 3- đập đất; 4- gian máy thủy điện; 6- âu tầu; 7- đê chắn.



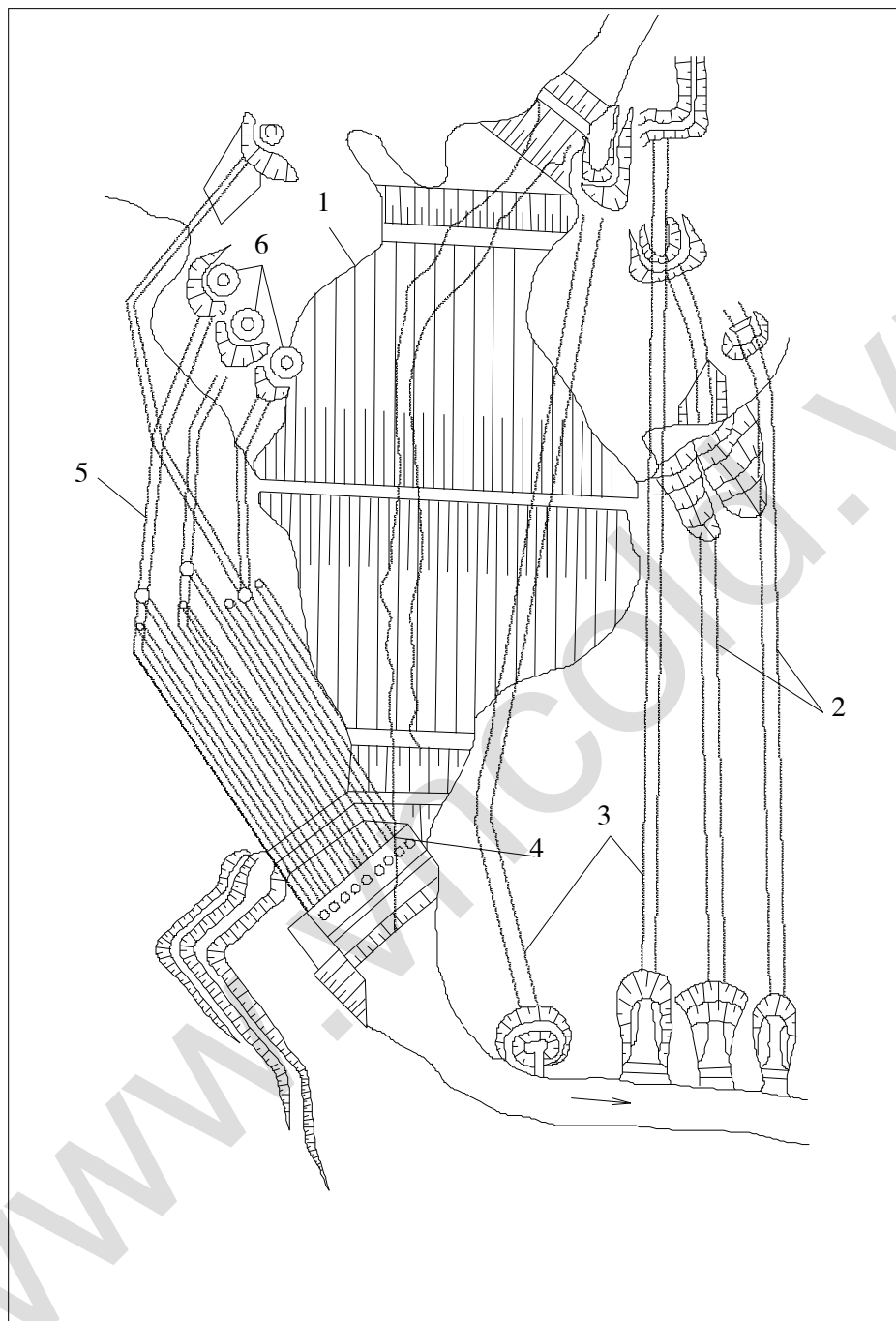
**Hình 2-13. Bố trí tổng thể công trình Vongograd (Trên sông Vônga ở Nga)**

1- sân phân phối hồ; 2- đập đất; 3- công trình nâng cá; 4- đập tràn bê tông; 5- bển vào; 6- âu tầu; 7- kênh ra hạ lưu; 8- nhà máy thủy điện.



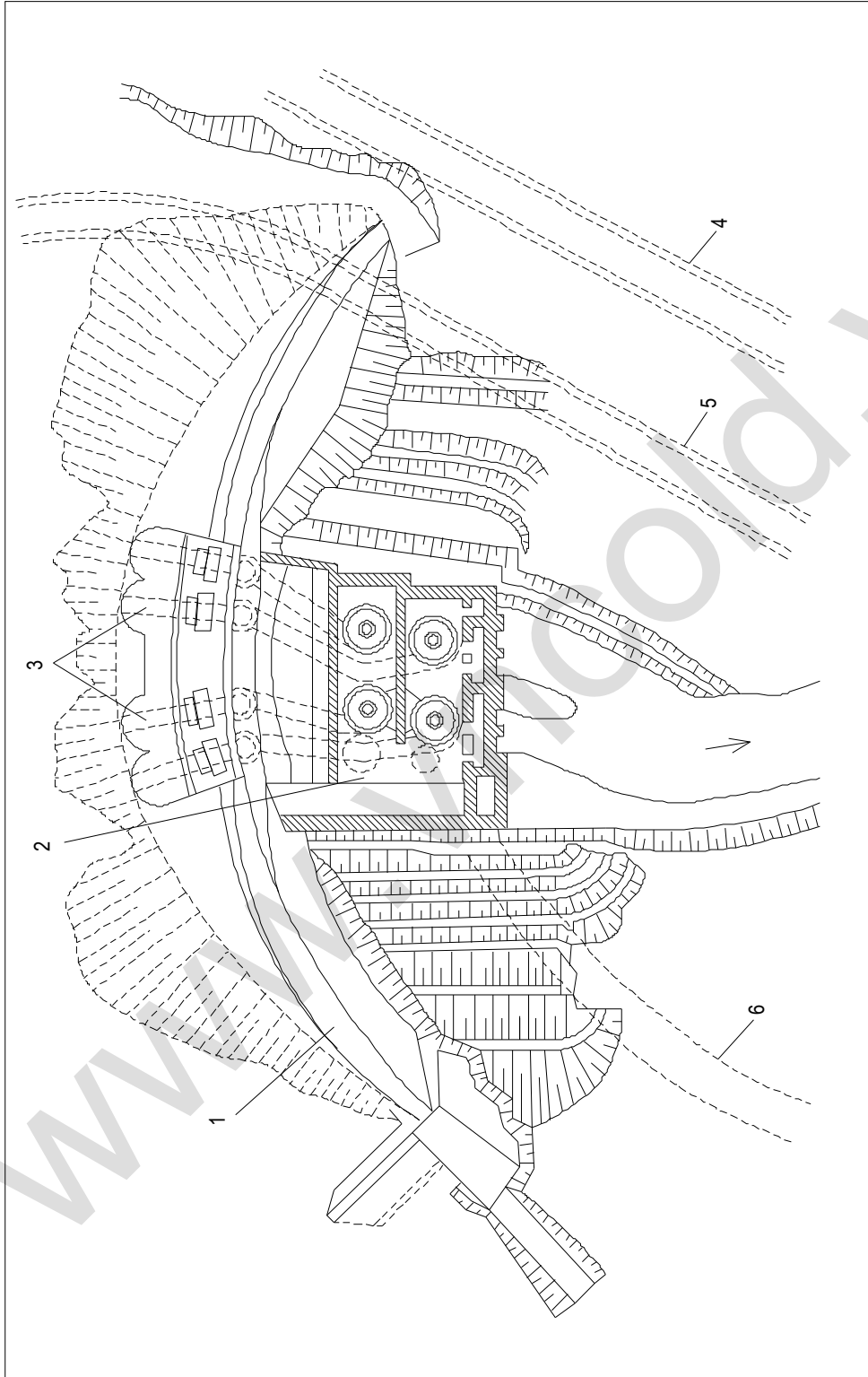
**Hình 2-14. Bố trí tổng thể công trình thủy điện Đnhiep (Trên sông Đnhiep ở Ucraina)**

1- gian thủy điện bờ phải; 2- trạm phân phối hồ; 3- đập tràn bê tông; 4- vùng xây dựng công trình đợt II; 5- âu tầu bờ trái.



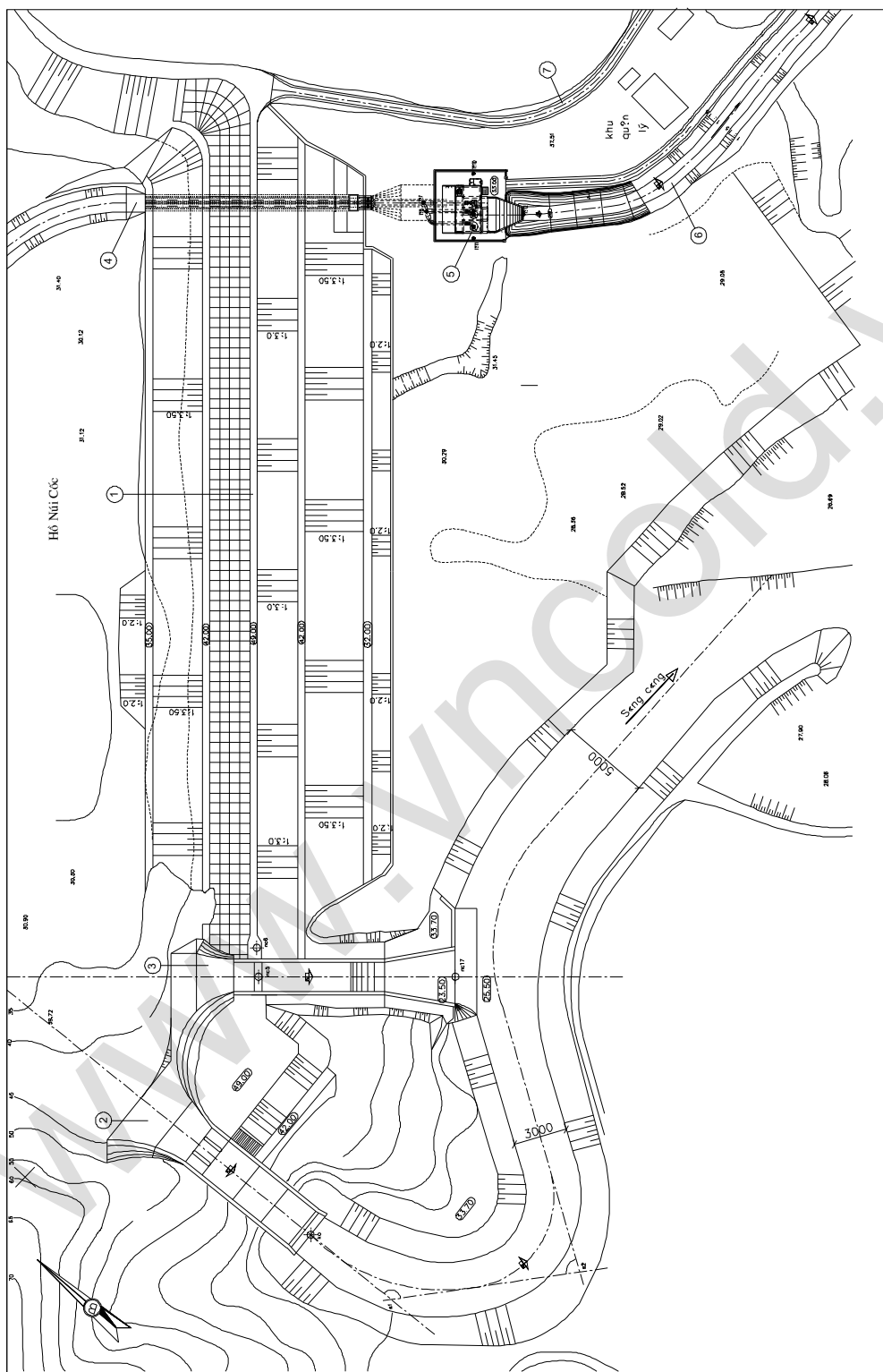
**Hình 2-15. Bố trí công trình thủy điện Nuréch (Trên sông Vácso ở Tadjikistan)**

1- đập đất đá; 2- công trình xả lũ; 3- hầm thi công;  
4- nhà máy thủy điện; 5- hầm dẫn nước; 6- cửa nhận nước.



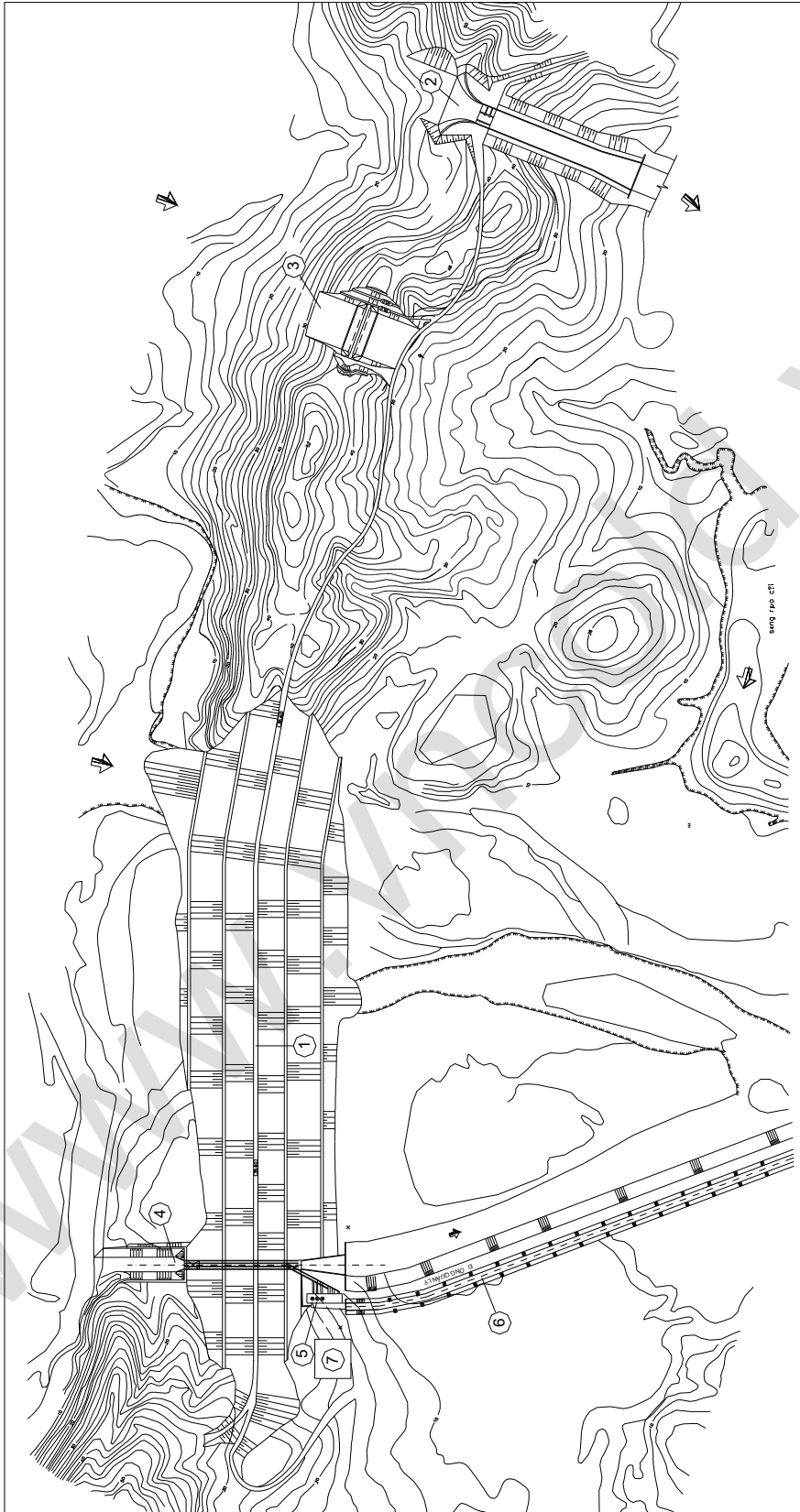
**Hình 2-16. Bố trí tổng thể công trình thủy điện Chiếc Cây (Trên sông Xulác ở Kiécghid)**

1- đập vòm; 2- nhà máy; 3- cửa nhận nước; 4- công trình xả nước; 5- hầm thi công; 6- hầm giao thông.



**Hình 2-17. Bố trí công trình thủy lợi Núi Cốc**

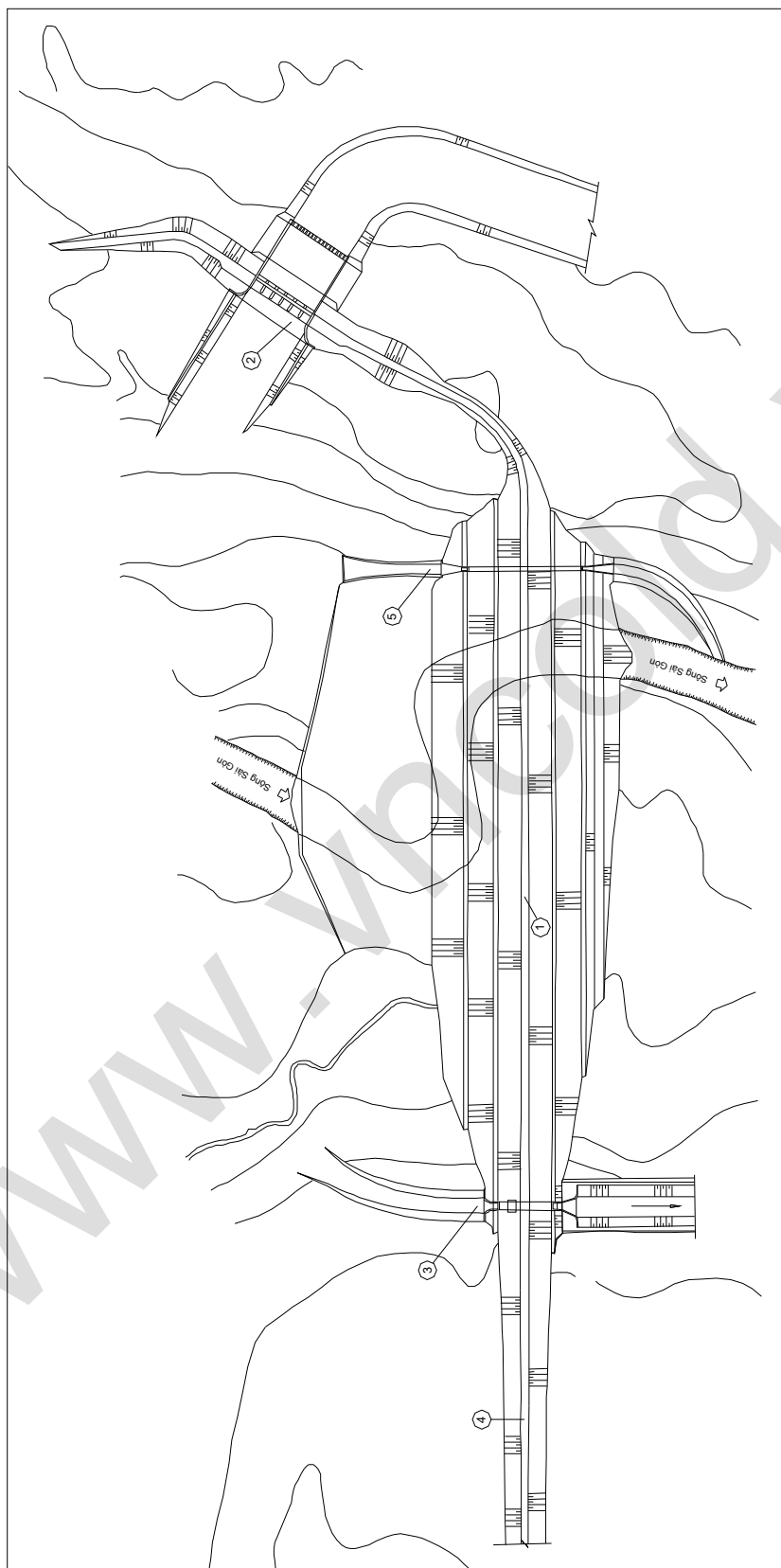
1- đập chính; 2- tràn xả lũ số 1; 3- tràn xả lũ số 2; 4- cống lấy nước; 5- nhà máy thủy điện; 6- kênh dẫn ra; 7- đường quản lý.



**Hình 2-18. Bố trí công trình thủy lợi Kẻ Gỗ**

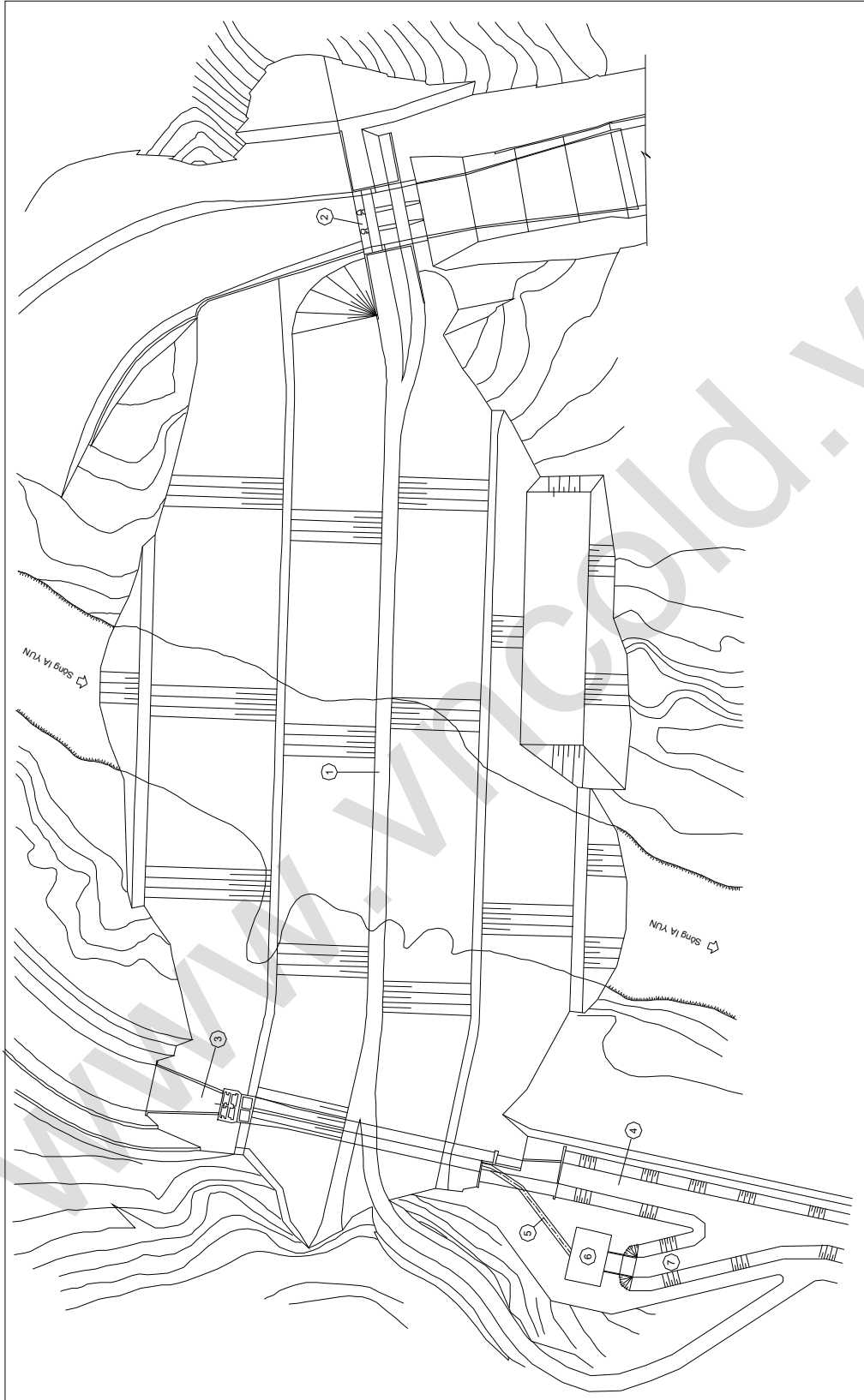
1- đập chính; 2- tràn xả lũ; 3- tràn sự cố; 4- công lấy nước; 5- nhà máy thủy điện; 6- kênh dẫn nước; 7- nhà quản lý.





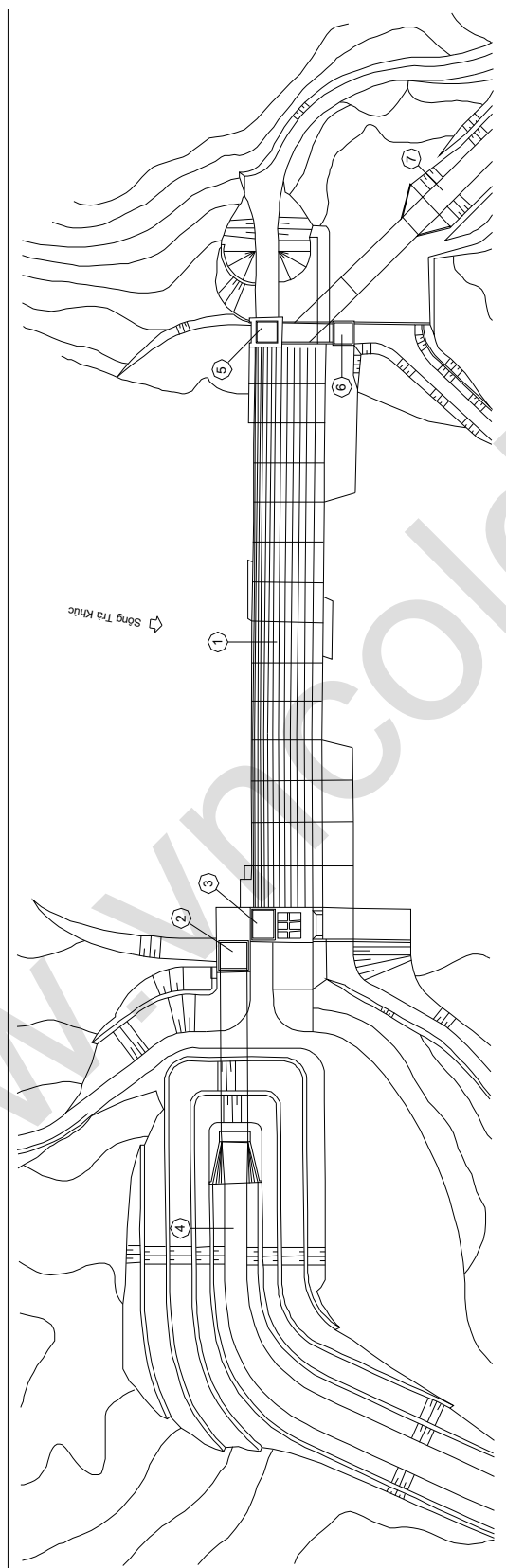
**Hình 2-19. Bố trí công trình thủy lợi Dầu Tiếng**

1- đập chính; 2- tràn xả lũ; 3- công lấy nước; 4- đập phụ; 5- công dẫn dòng.



**Hình 2-20. Bố trí công trình thủy lợi, thủy điện Layun hạ**

1 - đập chính; 2- tràn xả lũ; 3- cống lấy nước; 4- kênh dẫn nước; 5- đường ống áp lực; 6- nhà máy thủy điện; 7 - kênh dẫn ra.



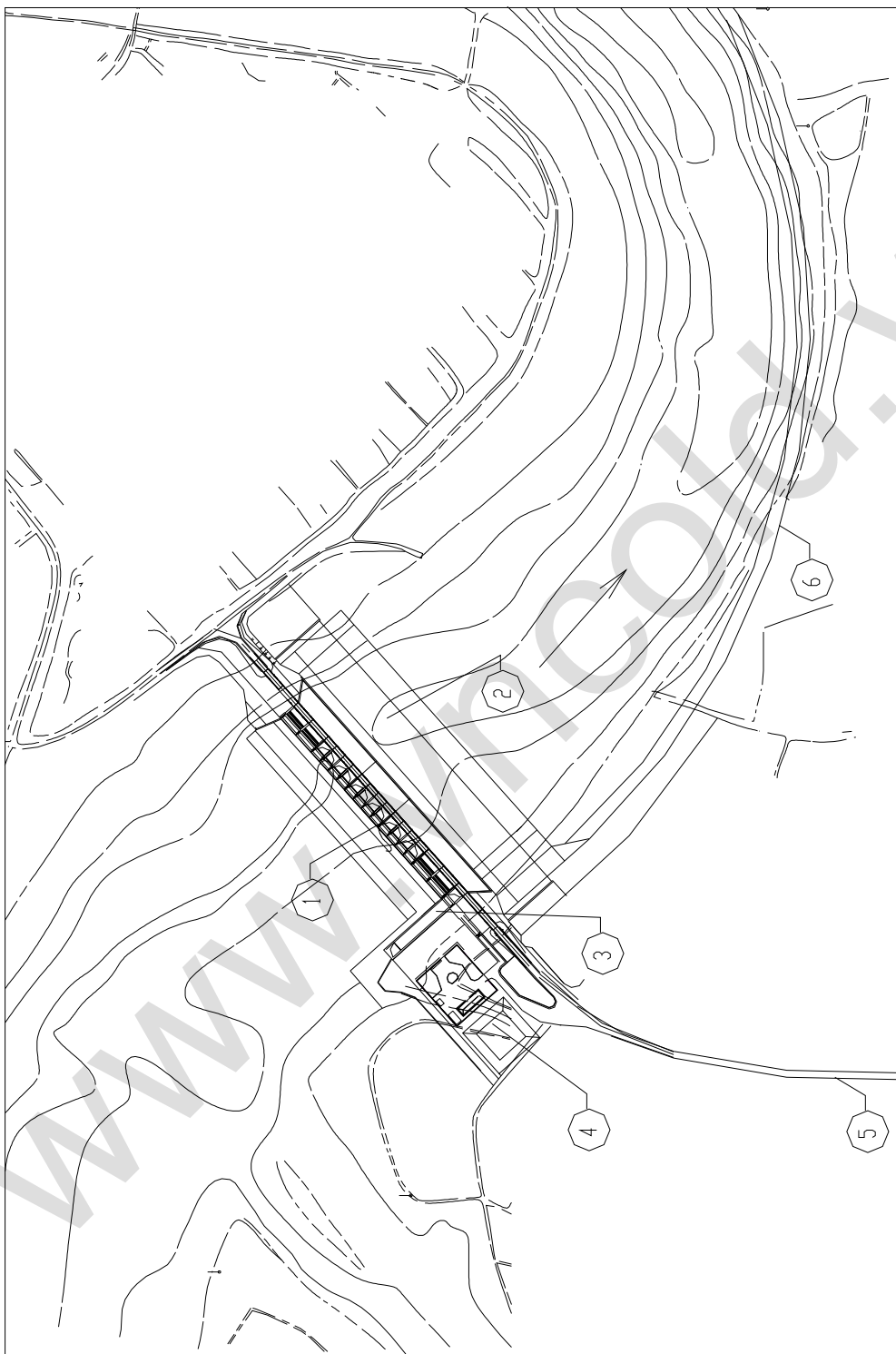
**Hình 2-21. Bố trí công trình thủy lợi Thạch Nham**

- 1- đập dâng; 2- cống lấy nước cửa Nam; 3- cống xả cát cửa Nam; 4- kênh dẫn nước cửa Nam;  
5- cống lấy nước cửa Bắc; 6- cống xả cát cửa Bắc; 7- kênh dẫn nước cửa Bắc.



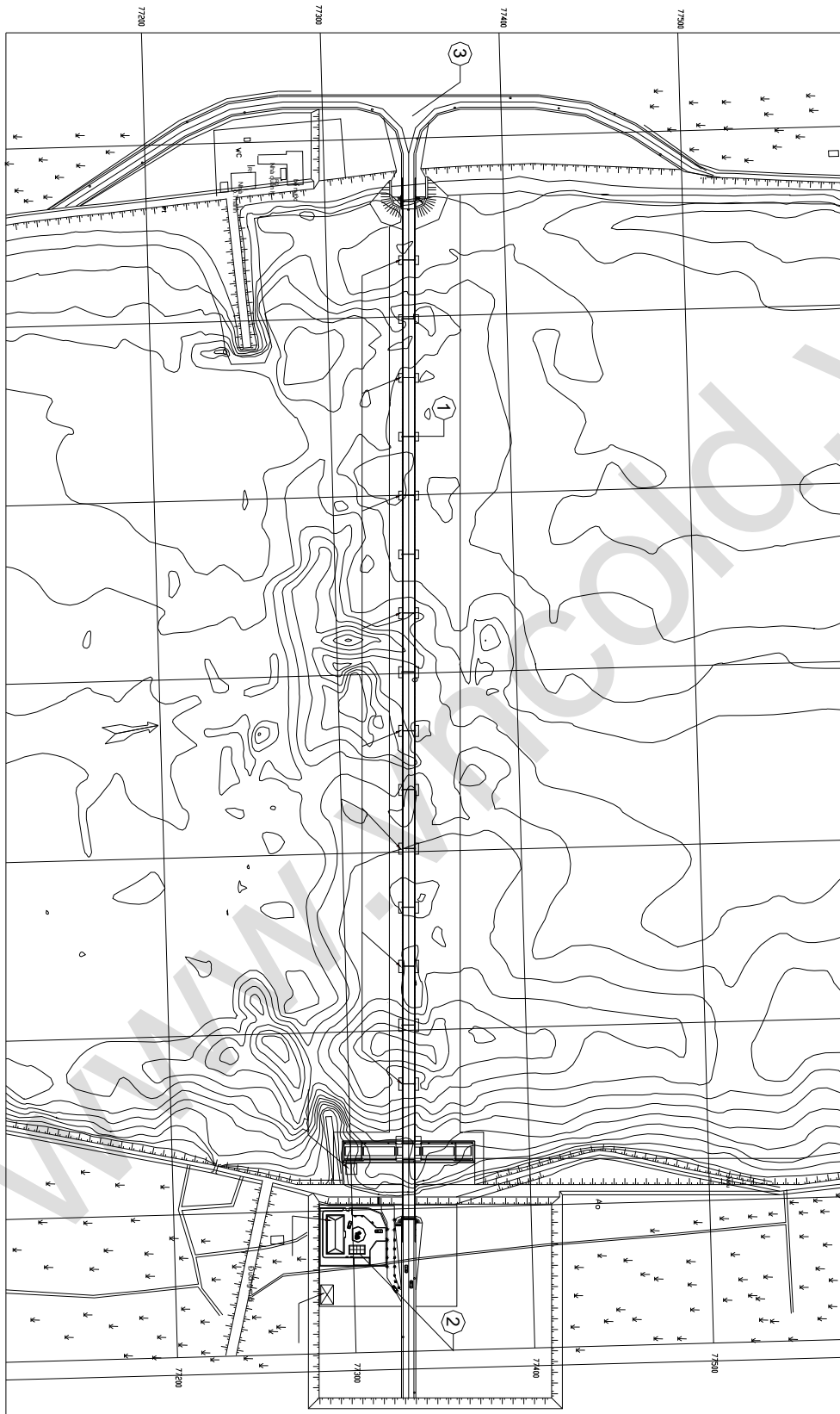
**Hình 2-22. Bố trí công trình thủy lợi Yên Lập**

1- đập chính; 2- tràn xả lũ; 3- cống lấy nước; 4- kênh dẫn nước.



**Hình 2-23. Bố trí tổng thể công trình Đò Diễm**

1- tuyến công trình; 2- sân tiêu năng; 3- âu thuyền; 4- khu quản lý; 5- đường; 6- kè hạ lưu.



**Hình 2-24. Bố trí tổng thể công trình ngăn mặn Tháo Long**

1 - tuyến cống; 2 - khu quản lý; 3 - đường quản lý.