

Chương 2: MẠNG LƯỚI CẤP NƯỚC VÀ HỆ THỐNG DẪN NƯỚC

2.1. Cơ sở thiết kế mạng lưới cấp nước và hệ thống dẫn nước.

2.1.1 Mạng lưới cấp nước và những yêu cầu cơ bản của mạng lưới cấp nước.

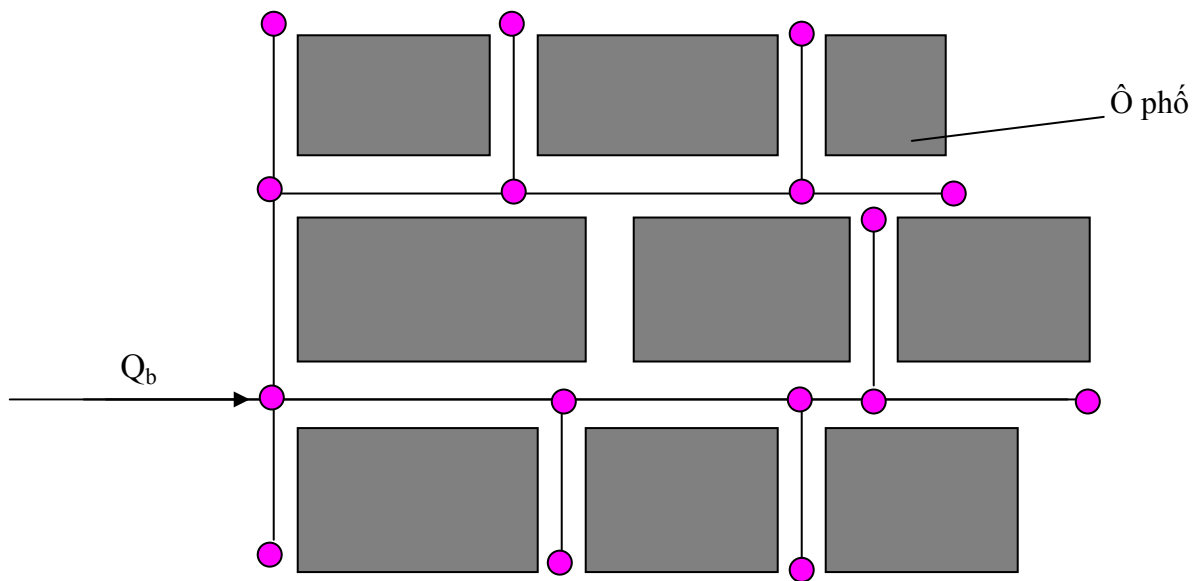
1. Khái niệm: Mạng lưới cấp nước là 1 bộ phận của hệ thống cấp nước, là tập hợp các loại đường ống với các cỡ kích thước khác nhau, làm nhiệm vụ vận chuyển và phân phối nước đến các điểm dùng nước trong phạm vi thiết kế.
2. **Mạng lưới cấp nước phải thỏa mãn các yêu cầu sau:**
 - Mạng lưới cấp nước phải đảm bảo cung cấp đủ lưu lượng tới mọi đối tượng dùng nước dưới áp lực yêu cầu và chất lượng tốt.
 - Mạng lưới cấp nước phải đảm bảo cung cấp nước thường xuyên, liên tục, chắc chắn tới mọi đối tượng dùng nước trong phạm vi thiết kế.
 - Mạng lưới cấp nước phải thiết kế sao cho chi phí xây dựng và quản lý mạng lưới cũng như mọi công trình liên quan tới nó là rẻ nhất.
 - Đặc tính qui hoạch cấp nước của khu vực, sự phân bố các đối tượng dùng nước riêng rẽ, sự bố trí các tuyến đường, hình thù, kích thước khu nhà ở, công xưởng, cây xanh...
 - Các chương ngại thiên nhiên hay nhân tạo khi đặt ống.
 - Địa hình của khu vực sẽ thiết kế hệ thống cấp nước.
3. **Nội dung thiết kế mạng lưới cấp nước :**
 - Vạch tuyến mạng lưới cấp nước .
 - Lập sơ đồ phân bố lưu lượng cho mạng lưới. Xác định lưu lượng tính toán cho từng đoạn ống. Tính toán thủy lực mạng lưới.
 - Tính toán thiết kế các công trình trên mạng lưới cấp nước .
 - Bố trí đường ống cấp nước trên mặt cắt đường phố. Thiết lập mặt cắt dọc của tuyến ống thiết kế.
4. **Các tài liệu cần thiết để thiết kế mạng lưới cấp nước.**
 - Bản đồ địa hình khu vực: bao gồm vị trí thành phố, nguồn nước, các tuyến ống dẫn nước.

- Bản đồ qui hoạch chung và số liệu qui hoạch.
- Bản đồ qui hoạch các công trình ngầm.
- Mặt cắt ngang các đường phố.
- Tài liệu về địa chất công trình và địa chất thủy văn.

2.1.2. Sơ đồ mạng lưới cấp nước .

Mạng lưới cấp nước bao gồm: đường ống chính, ống nhánh và ống nối phân phối nước mạng lưới cấp nước chia làm 3 loại.

Mạng lưới cột: là mạng lưới đường ống chỉ có thể cấp nước cho các điểm tho 1 hướng.



Hình 2.1: Sơ đồ mạng lưới cấp nước cột

- Ưu:
 - Dễ tính toán
 - Tổng chiều dài toàn mạng lưới ngắn do đó kinh phí đầu tư ít.

* Nhược: không đảm bảo an toàn cấp nước nếu 1 đoạn ống đầu mạng có sự cố thì toàn bộ hệ thống mất nước.

* Ứng dụng: cho thành phố nhỏ, thị xã, thị trấn không có công nghiệp hoặc chỉ có đối tượng tiêu thụ không yêu cầu cấp nước liên tục.

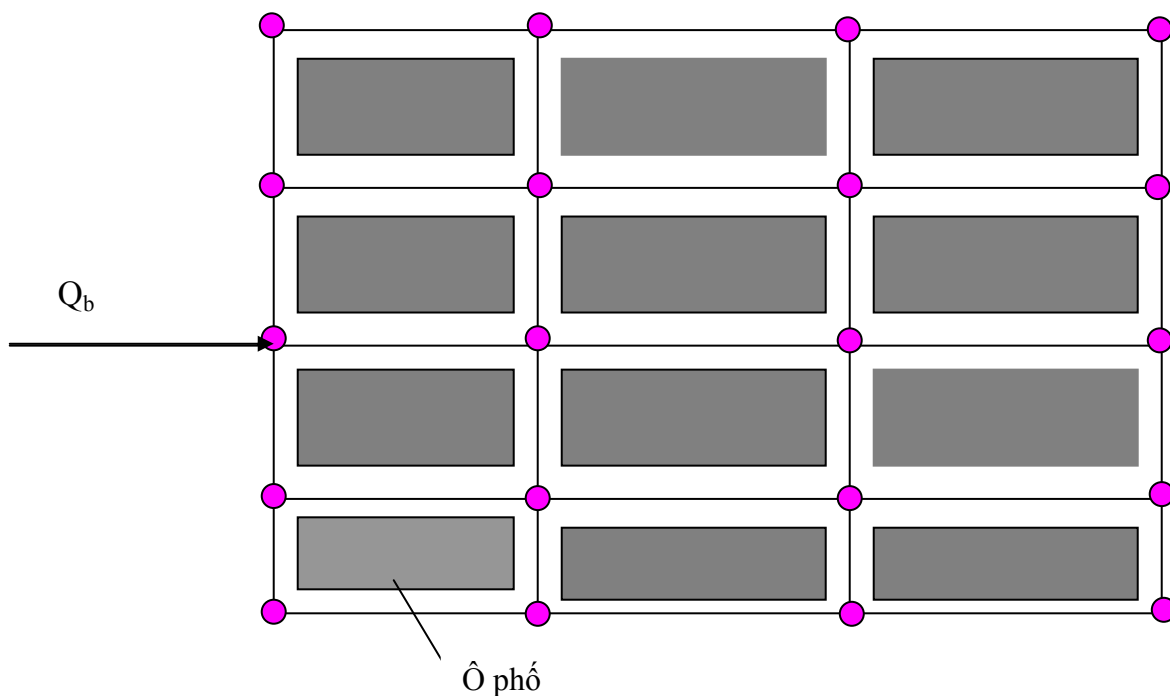
2. Mạng lưới vòng. Là mạng lưới đường ống khép kín mà trên đó tại mọi điểm có thể cấp nước từ 2 hay nhiều phía.

* Ưu: Đảm bảo an toàn trong cấp nước.

* Nhược:

- Do không xác định được chiều nước chảy nên khó tính toán thiết kế.

- Tổng chiều dài mạng lưới đường ống lớn dẫn đến chi phí đầu tư xây dựng cũng như chi phí quản lý mạng lưới cao.



Hình 2.2: Sơ đồ mạng lưới cấp nước vòng

3. Mạng lưới hỗn hợp: được dùng phổ biến do kết hợp được ưu điểm 2 loại trên.

Mạng lưới vòng dùng cho cấp truyền dẫn và những đối tượng tiêu thụ nước quan trọng.

Mạng lưới cắt phân phối cho những điểm ít quan trọng.

2.1.3. Nguyên tắc vạch tuyến mạng lưới cấp nước.

1. Mạng lưới phải bao trùm được các điểm tiêu thụ nước.
2. Tổng chiều dài toàn mạng lưới mạng lưới là nhỏ nhất.
3. Các tuyến ống chính phải đặt theo đường phố lớn, hướng về phía cuối khoảng cách giữa các tuyến chính 300-600m phụ thuộc qui mô của thành phố. 1 mạng lưới phải có ít nhất 2 tuyến chính, có thể làm việc thay thế lẫn nhau khi có sự cố.
4. Các tuyến ống chính nối với nhau bằng các ống nhánh, khoảng cách 400-900m. Các tuyến vạch theo đường ngắn nhất, tránh đặt quá cao chướng ngại như: ao hồ, đường tàu, nghĩa địa.
5. Có thể kết hợp được với các công trình khác và phát triển trong tương lai.

6.1.4 Tính toán lấy nước từ mạng lưới cấp nước .

1. Xác định lưu lượng toàn mạng.

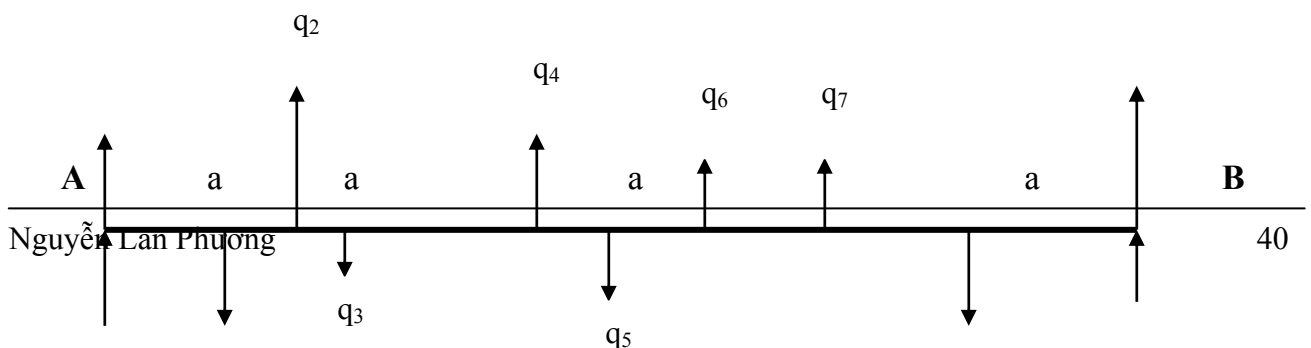
$$- Q_{\max} = \frac{K_{\max \text{ giờ}} \cdot Q_{ht}}{24}$$

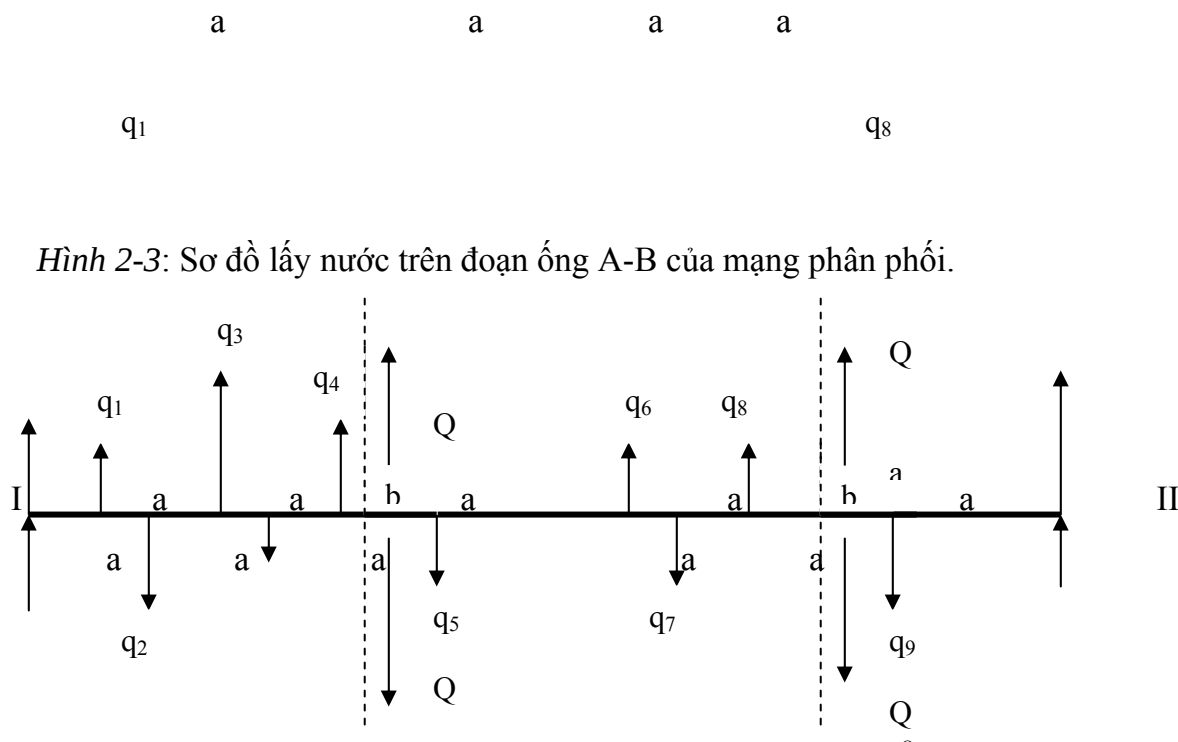
$$- Q_{\min} = \frac{K_{\min \text{ giờ}} \cdot Q_{ht}}{24}$$

Chú ý: Đối với mạng có đài nước ở cuối mạng lưới còn phải tính toán kiểm tra cho trường hợp vận chuyển nước lớn nhất tức trường hợp tiêu thụ ít, mạng có chức năng vận chuyển lên đài.

2. Xác định lưu lượng tính toán từng đoạn ống.

Thực tế lấy nước từ mạng lưới cấp nước rất phức tạp và muôn màu, muôn vẻ. Từ mạng nước được đưa tới các đối tượng dùng nước qua rất nhiều đường ống khác nhau (ống nhánh, ống phân phối) nối vào ống chính của thành phố trên những khoảng khác nhau.





Hình 2-3: Sơ đồ lấy nước trên đoạn ống A-B của mạng phân phối.

Hình 2-4: Sơ đồ lấy nước trên đoạn ống chính I-II của mạng lưới

Nhận xét: Giữa đoạn ống A-B có nhiều ống nhánh dẫn nước vào ngôi nhà với các lưu lượng khác nhau ($q_1, q_2, q_3, \dots$). Trên ống chính I-II ngoài việc cung cấp nước cho ống nhánh vào nhà còn có 1 số ống phân phối (đường nét đứt) đầu vào.

Như vậy trên các đoạn ống của mạng lưới số điểm lấy nước rất khác nhau và khoảng cách giữa chúng không đồng nhất. Lượng nước lấy ra từ mỗi điểm không giống nhau và thay đổi theo thời gian, vào các thời điểm khác nhau có giá trị khác nhau. Quy luật của sự thay đổi này phụ thuộc vào chế độ dùng nước trong các nhà./

Khi thiết kế để tính toán đơn giản hơn, tương đối gần đúng với thực tế gọi là “Sơ đồ đơn giản hóa mạng lưới”. Sơ đồ được xây dựng dựa trên thuyết đơn giản hóa như sau:

- a. Các điểm lấy nước với số lượng nước tương đối lớn được coi là các điểm lấy nước tập trung. Còn các điểm lấy nước nhỏ coi là lấy nước dọc đường, lưu lượng lấy ra tại các điểm đó gọi là lấy nước dọc đường. Cho rằng lưu lượng dọc đường sẽ như nhau và phân bố đều theo chiều dài ống chính và ống nối.

- b. Trong quá trình làm việc của mạng lưới số lượng nước lấy ra từ các điểm dọc đường thay đổi theo cùng một tỷ lệ như biểu đồ dùng nước và sẽ khác nhau đối với từng thời điểm tính toán riêng biệt. Khi trên mạng lưới chỉ có ít điểm lấy nước thì ta có mạng lưới chỉ có lưu lượng tập trung (hệ thống cấp nước của khu công nghiệp hay xí nghiệp công nghiệp). Trong mạng lưới cấp nước thành phố lưu lượng tập trung là lưu lượng dùng cho các nhà máy, xí nghiệp công nghiệp, nhà ga, cơ quan, các công trình có nhu cầu dùng nước lớn.

Theo phân tích và giả thuyết như trên thì từ giả thuyết thứ nhất ta có thể xác định lưu lượng nước lấy ra trên một đơn vị chiều dài đường ống và gọi là **lưu lượng đơn vị** dọc đường (q_{dv}).

$$q_{dv} = \frac{Q_{tt} - \sum Q_{ttr}}{3,6 \cdot \sum L} = \frac{q_{tt} - \sum q_{ttr}}{\sum L} \quad (l/s.m)$$

Trong đó:

- $\sum L$: tổng chiều dài tính toán (m)
- q_{tt} : lưu lượng tính toán cho toàn mạng lưới (l/s)
- Q_{tt} : lưu lượng tính toán cho toàn mạng lưới ($m^3/ng.đ$).
- q_{ttr} : tổng các lưu lượng tập trung lấy ra trên mạng lưới (l/s).
- Q_{ttr} : tổng các lưu lượng tập trung lấy ra trên mạng lưới ($m^3/ng.đ$).

Lưu ý:

1, Khi tính toán phải loại trừ các đoạn ống chỉ làm nhiệm vụ vận chuyển, không lấy nước dọc đường (đoạn ống đi qua khu đất trống không xây dựng công trình, qua công viên qua cầu...).

2, Trong thành phố có chia ra các khu vực có với mật độ dân số khác nhau, tiêu chuẩn dùng nước khác nhau thì phải xác định lưu lượng đơn vị dọc đường cho từng khu vực một.

Lưu lượng dọc đường lấy ra trên mỗi đoạn ống

$$q_{dd(i-k)} = q_{dv} \cdot l_{(i-k)} \quad (l/s)$$

Trong đó:

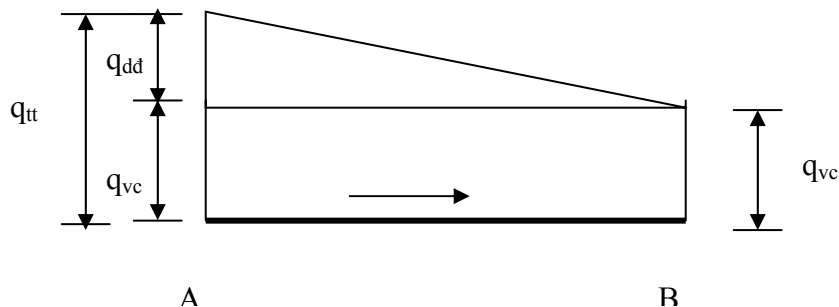
- l : chiều dài đoạn ống tính toán (m).
- q_{dv} : lưu lượng đơn vị là lưu lượng lấy ra trên 1m do chiều dài ống.(l/s.m)

Lưu lượng tính toán cho từng đoạn ống:

1, Mạng lưới chỉ có lưu lượng tập trung thì lưu lượng chảy qua mỗi tiết diện của đoạn ống nào đó không thay đổi và chính là lưu lượng tính toán của đoạn ống đang xét.

2, Đối với đoạn ống có lấy nước dọc đường thì luôn luôn tồn tại 2 loại lưu lượng.

- Lưu lượng vận chuyển qua toàn bộ chiều dài đoạn ống đang xét tới đoạn ống phía sau.
- Lưu lượng dọc đường phân bố đều theo chiều dài đoạn ống đó.



Hình 2-5: Lưu lượng nước chảy trong ống

$$q_{tt} = q_{vc} + \alpha \cdot q_{dd} \quad (l/s)$$

Trong đó:

- q_{vc} : lưu lượng vận chuyển qua đoạn ống đó tới các điểm phía sau (l/s).

- α : hệ số phân bố lưu lượng dọc đường thường lấy $\alpha = 0,5$ (q ở đoạn đầu ống max, cuối ống là 0)
- q_{dd} : lưu lượng dọc đường của đoạn ống đang xét (l/s).

Trong trường hợp đoạn ống chỉ có lưu lượng phân phối dọc đường, không có lưu lượng vận chuyển qua đoạn ống đó tới các điểm phía sau và lưu lượng lấy ra tại nút cuối ($q_{vc} = 0$) thì lưu lượng tính toán của đoạn ống chỉ còn lưu lượng dọc đường phân phối liên tục từ đầu đến cuối đoạn ống như vậy lưu lượng luôn luôn thay đổi từ $q_{dd} \rightarrow 0$

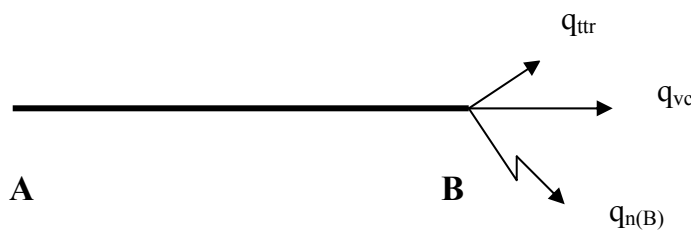
Khi các điểm lấy nước từ 20-50 trên mỗi đoạn ống, để đơn giản hóa trong tính toán, người ta đưa lưu lượng dọc đường về 2 nút (điểm đầu và điểm cuối mỗi đoạn ống) gọi là lưu lượng nút (q_n).

$$q_n = 0,5 \cdot \sum q_{dd} + q_{ttr} \quad (l/s)$$

Như vậy lưu lượng tính toán của mỗi đoạn ống sẽ là tổng các đại lượng:

- Lưu lượng của các đoạn ống kề sau nó.
- Lưu lượng nút của nút cuối đoạn ống tính toán.

$$q_{tt(A-B)} = q_{vc} + q_{n(B)} \quad (l/s)$$



2.1.5. Xác định các đường kính ống.

Có 2 cách xác định đường kính.

1. Sử dụng công thức thủy lực.

$$Q = w \cdot v$$

$$w = \frac{\pi d^2}{4} \text{ (ống có tiết diện tròn)} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v}} \quad (m)$$

Trong đó:

- Q: lưu lượng nước tính toán của đường ống (m^3/s).
- v: vận tốc nước chảy trong ống (m/s).

* Mỗi quan hệ giữa d và v qua giá thành xây dựng (G_{xd}) và quản lý (G_{ql})

Từ công thức trên ta thấy điều kiện d không những phụ thuộc vào lưu lượng Q, mà còn phụ thuộc vào tốc độ v nữa vì Q là đại lượng không đổi nên:

- Nếu vận tốc tăng thì đường kính d giảm. Chi phí xây dựng (G_{xd}) giảm nhưng tổn thất áp lực theo chiều dài và thủy lực trong ống mạnh dẫn đến mỗi nối dễ hư hỏng. Độ cao bơm nước và chi phí điện cho việc bơm nước và chi phí điện cho việc bơm nước sẽ tăng dẫn đến chi phí quản lý (G_{ql}) tăng.

- Nếu vận tốc giảm thì đường kính d tăng. Chi phí xây dựng (G_{xd}) tăng nhưng tổn thất áp lực giảm, năng lượng bơm nước giảm do đó chi phí quản lý (G_{ql}) giảm.

Nhiệm vụ xác định đường kính cho các tuyến ống dẫn và mạng lưới chỉ có thể giải quyết được sau khi có sự hoạch toán các yêu cầu kinh tế. Về thực chất đây là bài toán kinh tế kỹ thuật. Nếu gọi G_{xd} là giá thành xây dựng mạng lưới đường ống, G_{ql} là giá thành quản lý khi ấy tổng chi phí vốn đầu tư trong thời hạn tính toán (t) là:

$$W = G_{xd} + t.G_{ql}$$

Chi phí quản lý mạng lưới bao gồm chi phí sửa chữa hàng ngày phụ thuộc chi phí xây dựng; chi phí sửa chữa hàng ngày thường chiếm 1 tỷ lệ nào đấy của chi phí xây dựng và biểu bằng pG_{xd} (p tính bằng %) và giá thành điện năng để bơm nước G_{ql}^1 . Cả 2 đại lượng này đều phụ thuộc vào đường kính và tốc độ nước chảy trong ống.

Chi phí lương cho công nhân không phụ thuộc vào đường kính và tốc độ nước chảy trong ống và chiếm 1 phần rất nhỏ nên bỏ.

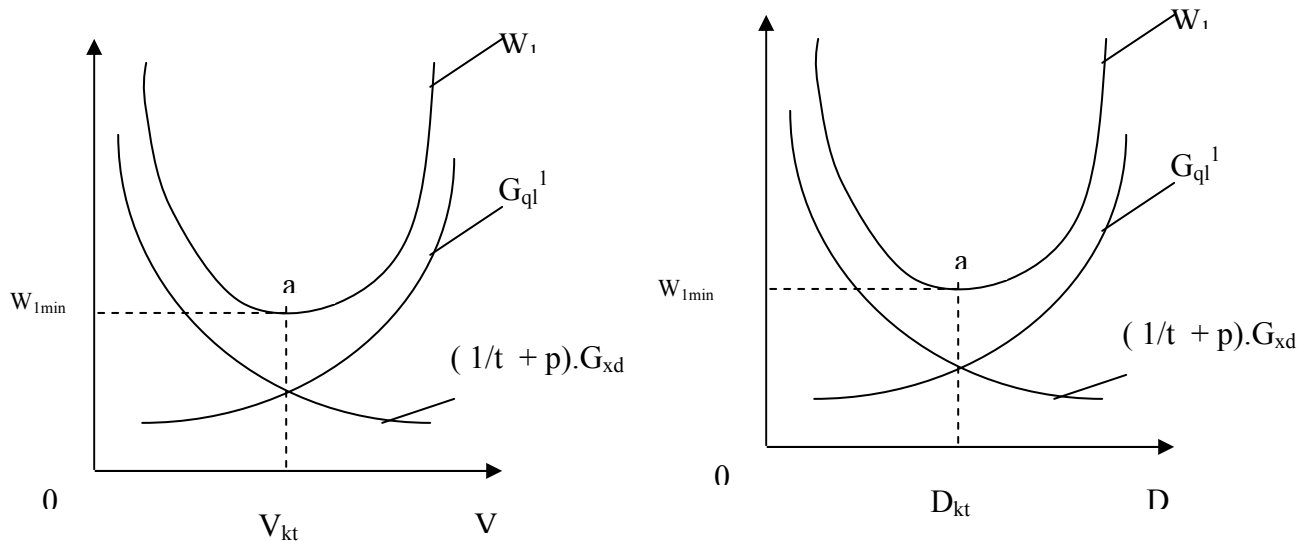
$$W = G_{xd} + t.(pG_{xd} + G_{ql}^1).$$

Vậy tổng chi phí đầu tư cho 1 năm trong giai đoạn tính toán:

$$W_1 = (1/t + p).G_{xd} + G_{ql}^1$$

W_1 có thể biểu diễn như 1 hàm số của vận tốc tính toán (v) hay là hàm số của đường kính (d). Khi tăng đường kính (d), tức giảm vận tốc (v) nước chảy trong ống đại lượng $(1/t +$

p). G_{xd} sẽ tăng, đại lượng G_{ql}^1 sẽ giảm và ngược lại. Tổng cộng 2 đường cong $(1/t + p).G_{xd}$ và G_{ql}^1 ta sẽ được đường cong biểu diễn giá trị chung W_1 có giá trị cực tiểu tại điểm a. Giá trị vận tốc kinh tế nhất hay đường kính kinh tế nhất được xác định bằng đại lượng của hoành độ tại điểm mà đường cong W_1 tương ứng với trục tung bé nhất.



Hình 2-6: Mối liên hệ giữa W_1 , D , V

Bảng: **Giá trị v_{kt} .**

D (mm)	V_{kt} (m/s)	D (mm)	V_{kt} (m/s)
100	0,15 - 0,86	350	0,47 - 1,58
150	0,28 - 1,15	400	0,50 - 1,78
200	0,38 - 1,15	450	0,60 - 1,94
250	0,38 - 1,48	500	0,70 - 2,10
300	0,41 - 1,52	≥ 600	0,95 - 2,60

2. Xác định D theo hệ số kinh tế (E) và lưu lượng kinh tế giới hạn (Q_{kt}).

Hệ số kinh tế E phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố: công nghệ sản xuất, mức năng lượng dùng để bơm nước, trình độ kỹ thuật quản lý, ... có giá trị từ 0,25 - 0,5-0,75 ứng với các giá trị E cho từng loại ống tra ở các bảng tính sẵn cho ta lưu lượng kinh tế giới hạn Q_+ , Q_{ktmin} .

2.1.6. Xác định tổn thất áp lực (h_l và h_{cb}).

1. Tổn thất áp lực theo chiều dài: 2 cách xác định

a. Theo tổn thất đơn vị (i).

$$h_l = i \cdot l \text{ (m)}$$

Trong đó:

- l : chiều dài đoạn ống tính toán (m)
- i : tổn thất đơn vị phụ thuộc vào loại ống và vận tốc nước chảy trong ống.

+ Đối với ống gang và bê tông cốt thép.

- $V < 1,2 \text{ m/s} \rightarrow i = 0,000912 \cdot V^2 / d^{1,3} \cdot (1 + 0,867/v)^{0,3}$

- $V \geq 1,2 \text{ m/s} \rightarrow i = 0,00107 V^2 / d^{1,3}$

+ Ống nhựa tổng hợp

$$i = 0,000685 \cdot \frac{V^{1,774}}{d_r^{1,226}}$$

+ Ống fibrôximăng

$$i = 0,000561 \frac{V^2}{d^{1,19}} \left(1 + \frac{3,51}{V}\right)^{0,3}$$

+ Ống thủy tinh

$$i = 0,000685 \frac{V^{1,774}}{d^{1,226}}$$

Trong đó: - q : lưu lượng nước trong đoạn ống tính toán (l/s)

- d : đường kính ống (mm)

- v : vận tốc nước chảy trong ống (m/s)

b. Theo sức kháng đơn vị.

$$h_l = A \cdot l \cdot K \cdot q^2 = S \cdot q^2 \text{ (m)}$$

Trong đó:

- A : hệ số kháng
- S : Sức kháng đơn vị
- K : hệ số điều chỉnh tốc độ
- l : chiều dài đoạn ống

2. Tổn thất áp lực cục bộ (h_{cb}): là tổn thất áp lực qua van, khi qua các mối nối, qua các đoạn thay đổi hướng của dòng chảy ... thường phải xác định qua từng chi tiết, qua từng đoạn.

1. Song h_{cb} chỉ chiếm 1 tỉ lệ rất nhỏ, trong thực tế tính toán thường bỏ qua hoặc chỉ lấy 1 tỷ lệ nào đó so với tổn thất áp lực dọc đường.

- Trường hợp dùng nước lớn nhất:

$$h_{cb} = (10-15) \% h_l \text{ (m)}$$

- Trường hợp có cháy

$$h_{cb} = (5-10) \% h_l \text{ (m)}$$

-Trường hợp vận chuyển lớn nhất thì phụ thuộc vào tình hình cụ thể (vị trí của đài nước trên mạng lưới) mà tính toán.

2.3. Tính toán mạng lưới cấp nước.

1. Xác định tổng lưu lượng vào mạng lưới theo các trường hợp cần tính.

2. Qui hoạch mạng lưới và chia mạng lưới thành các đoạn tính toán, ghi trị số chiều dài các đoạn ống, ghi lưu lượng tập trung và đánh số các nút trên sơ đồ.

Đoạn ống tính toán là đoạn ống nằm giữa 2 giao điểm hay giữa giao điểm đó với 1 nút lấy nước tập trung, trên đoạn đó đường kính ống không đổi.

3. Xác định tổng chiều dài tính toán của mạng lưới $\sum l_{tt}$.

4. Xác định q_{dv} , q_{dd} của các đoạn và đưa về lưu lượng nút. Ghi các kết quả tính toán lên sơ đồ mạng lưới.

* Bảng tính lưu lượng dọc đường của các đoạn ống.

Đoạn ống	$L_{tt}(m)$	$Q_{dv}(l/s.m)$	$Q_{dd} = q_{dv} \cdot l_{tt} \text{ (l/s)}$

* Bảng tính toán lưu lượng nút.

Nút	Các đoạn ống liên quan	$q_n^{\text{riêng}} = \frac{\sum q_{\text{dd}}}{2} (l/s)$	$Q_{\text{ttr}} (l/s)$	$q_{\text{nút}}^{\text{chung}} = q_n^{\text{riêng}} + q_{\text{ttr}} (l/s)$

5. Xác định lưu lượng tính toán.

6. Chọn tuyến chính (tuyến bất lợi nhất).

Tuyến chính là tuyến dài nhất và có điểm cuối ở cốt cao nhất so với điểm đầu mạng lưới

7. Tính thủy lực cho tuyến chính

Lập bảng tổng hợp kết quả q_{tt} , D , v , i , h của các đoạn thuộc ống chính.

* Cách tra bảng xác định đường kính ống hợp lý: Biết vật liệu làm ống, dùng bảng tính toán thủy lực của mạng lưới cấp nước của $\phi.A.Xê-vê-rep$ để tìm $D(\text{mm})$ sao cho vận tốc nước chảy trong ống nằm trong giới hạn vận tốc kinh tế. (vkt).

* $h = i \cdot l (\text{m})$

* Áp lực cần thiết:

$$H_{\text{nút trước}} = H_{\text{nút sau}} + h_{\text{nối giữa hai nút}} + Z_{\text{nút sau}} - Z_{\text{nút trước}} \quad (\text{m})$$

Mẫu bảng ghi kết quả tính của tuyến chính

Đường ống	$l(\text{m})$	$q_{\text{tt}}(l/s)$	$D(\text{mm})$	$v(\text{m/s})$	$1000 i$	$h=i.l(\text{m})$	Cốt mặt đất (m)		Áp lực cần thiết (m)	
							Điểm đầu	Điểm cuối	Điểm đầu	Điểm cuối

* Trường hợp có đài nước ở đầu mạng lưới.

$$H_d = H_{DBL} + \sum h + Z_{DBL} - Z_d \quad (m)$$

$$H_b = H_d + h_d + \sum h_{b-d} + Z_d - Z_b \quad (m)$$

8. Tính thủy lực tuyến nhánh.

+ Xác định tổn thất áp lực cho phép của tuyến nhánh (Δh) là hiệu số giữa cốt áp lực của nút đầu và cốt áp lực nút cuối nhánh.

+ Xác định $\lambda = \Delta h/l$

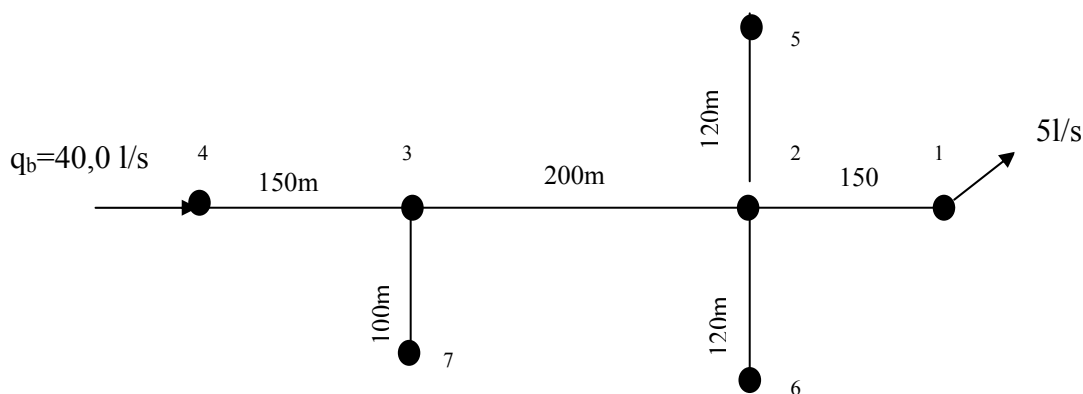
+ Từ q_{tt} , $i \rightarrow D$

So sánh: $\sum h_{\text{tuyến nhánh}} \leq \Delta h$: chấp nhận D đã chọn

$\sum h_{\text{tuyến nhánh}} > \Delta h$: chọn lại D.

Ví dụ: TÍNH TOÁN THỦY LỰC MẠNG LƯỚI CỤT.

Tính toán thủy lực cho mạng lưới cắt cấp nước cho khu dân cư, các điểm lấy nước được xác định trên sơ đồ (hình vẽ). Từ trạm bơm cấp II cung cấp cho mạng một lưu lượng 40 l (l/s). Mặt đất bằng phẳng, cao trình mặt đất là 20m. Theo qui hoạch nhà ở của khu dân cư 3 tầng, yêu cầu mạng lưới thiết kế bằng ống gang.



Giải

1. Xác định tổng chiều dài mạng lưới

$$\sum L = 150 + 150 + 100 + 200 + 120 + 120 = 840 \text{ (m)}$$

2. Xác định q_{dv} (l/sm):

$$q_{dv} = \frac{q_{tt} - \sum q_{ttr}}{\sum L} = \frac{40 - 5}{840} = 0,0417 \text{ l/s.m}$$

3. Xác định lưu lượng dọc đường: $q_{dd} = l \cdot q_{dv}$ (l/s)

Đường ống	l (m)	q_{dv} (l/sm)	q_{dd} (l/s)
1 - 2	150	0.0417	6.26
2 - 3	200	0.0417	8.34
3 - 4	150	0.0417	6.26
3 - 7	100	0.0417	4.17
2 - 5	120	0.0417	5.00
2 - 6	120	0.0417	5.00

$$\sum q_{dd} = 35.03 \text{ (l/s)}$$

4. Xác định lưu lượng nút:

$$q_n = \frac{1}{2} \sum q_{dd} + q_{ttrung} \text{ (l/s)}$$

Nút	Đoạn ống liên quan đến nút	$\frac{1}{2} \sum q_{dd}$ (l/s)	q_{ttrung} (l/s)	q_n (l/s)
1	1 - 2	3.13	5.00	8.13
2	2 - 1; 2 - 5; 2 - 6; 3 - 2	12.30		12.30
3	3 - 2; 3 - 4; 3 - 7	9.39		9.39
4	4 - 3	3.13		3.13
5	5 - 2	2.50		2.50
6	6 - 2	2.50		2.50
7	7 - 3	2.09		2.09

5. Xác định lưu lượng tính toán cho đường ống:

_Cách 1: theo phân bố lưu lượng dọc đường:

$$q_{tt} = \frac{1}{2} q_{dd} + q_{ct} + q_{ttrung} \text{ (l/s)}$$

Đường ống	$\frac{1}{2} q_{dd} (l/s)$	$q_{ct} (l/s)$	$q_{ttrung} (l/s)$	$q_{tt} (l/s)$
2 - 1	3.13		5.00	8.13
3 - 2	4.17	21.26		25.43
4 - 3	3.13	33.77		36.90
3 - 7	2.09			2.09
2 - 5	2.50			2.50
2 - 6	2.50			2.50

❖ Ghi chú:

$$q_{ct(3-2)} = q_{dd(2-5)} + q_{dd(2-6)} + q_{dd(2-1)} + q_{ttr(1)}$$

$$q_{ct(4-3)} = q_{dd(3-7)} + q_{dd(3-2)} + q_{ct(3-2)}$$

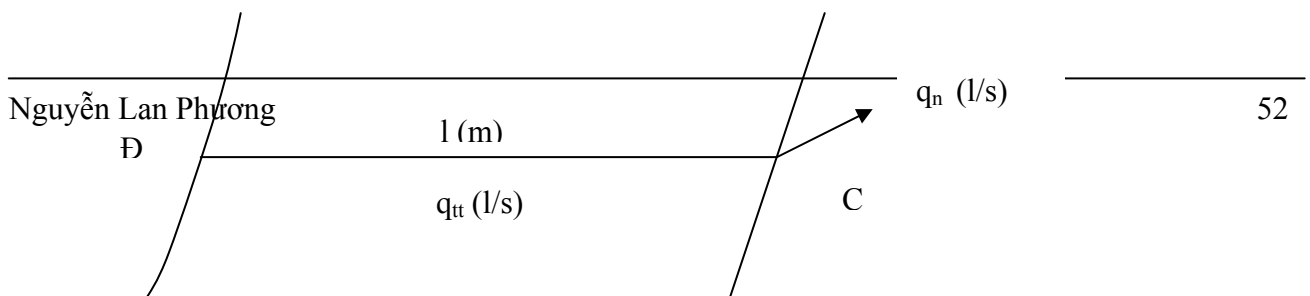
_Cách 2: Theo lưu lượng nút:

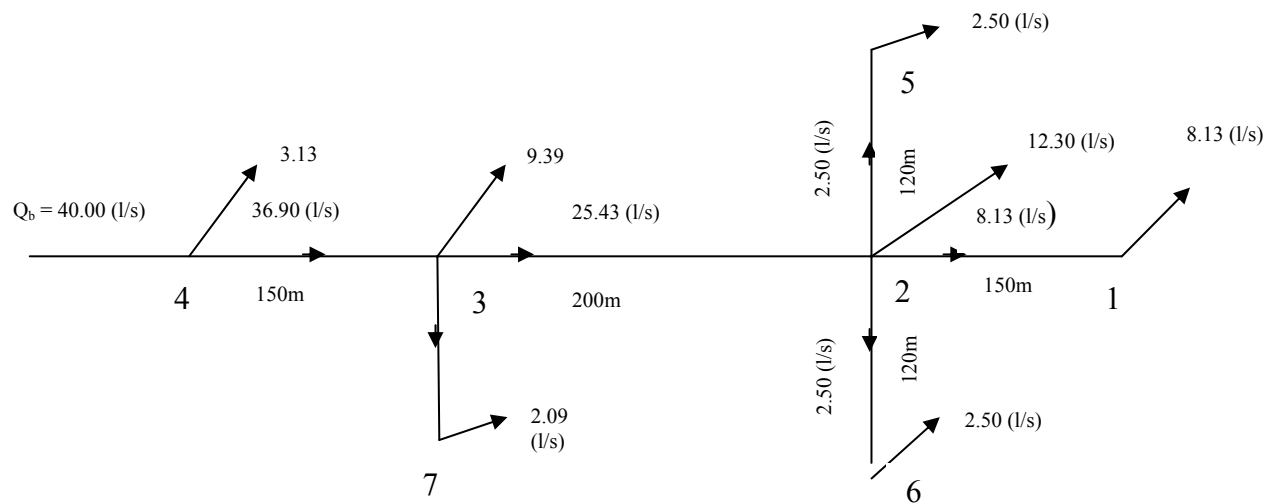
$q_{tt} = \sum q_n$ kể từ nút cuối của đường ống về phía cuối mạng lưới.

Đ. ống	Kí hiệu của các nút kể từ nút cuối của đường ống đến cuối mạng lưới	$Q_{tt} = \sum q_n (l/s)$
2 - 1	1	8.13
3 - 2	2, 5, 1, 6	25.43
4-3	1,2,3,5,6,7	36,90
2-5	5	2,50
2-6	6	2,50
3-7	7	2,09

6. Đưa lưu lượng nút và lưu lượng tính toán vào sơ đồ tính

❖ Qui ước:





7. Bảng tính thủy lực của mạng lưới cấp nước được thiết kế bằng ống gang

Đoạn ống	l (m)	q_{tt} (l/s)	D (mm)	V (m/s)	1000i	$h_l = i \cdot l$ (m)	Cốt mặt đất (m)		Cốt đo áp (m)		Áp lực tự do (m)	
							Đầu	Cuối	Đầu	Cuối	Đầu	Cuối
2 - 1	150	8.13	150	0.45	2.89	0.43	20.00	20.00	36.43	36.00	16.43	16.00

3 - 2	200	25.43	200	0.79	5.64	1.13	20.00	20.00	37.56	36.43	17.56	16.43
4 - 3	150	36.90	250	0.74	3.70	0.56	20.00	20.00	38.12	37.56	18.12	17.56
2 - 5	120	2.50	100	0.31	2.48	0.30	20.00	20.00	36.43	36.13	16.43	16.13
2 - 6	120	2.50	100	0.31	2.48	0.30	20.00	20.00	36.43	36.13	16.43	16.13
3 - 7	100	2.09	100	0.26	1.81	0.18	20.00	20.00	37.56	37.38	17.56	17.38

❖ Ghi chú:

- Cốt mặt đất lấy theo đường đồng mức trên biểu đồ địa hình
- Nhà ở điểm bắt lợi là nhà cao 3 tầng → điểm số 1

$$H_{ct} = 4(n + 1) = 16 \text{ (m)}$$

- Cốt đo áp điểm cuối = cốt mặt đất + áp lực tự do

2.4. Tính toán mạng lưới vòng cấp nước.

2.4.1 Cơ sở tính toán mạng lưới vòng

Trong mạng lưới vòng nước cấp đến 1 điểm bất kỳ từ 2 hay nhiều tuyến khác nhau do đó mạng lưới vòng có nhiều ưu điểm nhưng lại khó tính toán.

- Khó xác định phương chuyển động của nước tới 1 điểm nào đó của mạng 1 cách chính xác.
- Lưu lượng (q) và tổn thất áp lực (h) của mỗi tuyến trong mạng lưới vòng là 2 đại lượng không xác định phụ thuộc vào chiều dài và đường kính ống, nếu lưu lượng q thay đổi thì d cũng thay đổi theo.

Do đó để tính toán thủy lực mạng lưới vòng người ta đưa về việc giải gần đúng các phương trình bậc 2 dựa vào các định lý cơ bản.

- **Định lý 1:** Tổng đại số tổn thất áp lực của mỗi vòng sẽ bằng không. Nếu ta qui ước nước chảy theo chiều kim đồng hồ là dương và ngược lại là âm thì $\sum h = 0$.

Thực tế điều này khó đạt nên qui ước

$$\sum h = \Delta h \leq 0,5m \text{ đối với vòng con}$$

$$\sum h = \Delta h \leq 1,5m \text{ đối với vòng bao lớn}$$

- **Định lý 2:** Tổng đại số của lưu lượng tại mỗi nút phải bằng không, nếu qui ước lưu lượng đến nút đó là dương và đi ra khỏi nút là âm.

$$\text{Tức } \sum q_n = 0.$$

Như vậy nếu mạng có:

n vòng thì có n phương trình dạng $\sum q_n = 0$

m nút thì có $m-1$ phương trình dạng $\sum q_n = 0$

và số đoạn ống của mạng $p = n + m - 1$

2.4.2 Trình tự tính toán:

- Vạch tuyến mạng lưới cấp nước. Đánh số nút và xác định chiều dài từng đoạn ống. Sơ bộ vạch hướng nước chảy.
- Tính toán lưu lượng đơn vị, lưu lượng dọc đường của từng đoạn ống và quy lưu lượng dọc đường về các nút.
- Sơ bộ phân bố lưu lượng nước tính toán trên từng đoạn ống thỏa mãn phương trình $\sum q_n = 0$
- Trên cơ sở lưu lượng đã phân bố cho từng đoạn ống, tra bảng tính thủy lực xác định đường kính (D) cho từng đoạn ống theo vận tốc kinh tế.
- Tính tổn thất áp lực trên mỗi đoạn ống của mạng lưới. Kiểm tra tổn thất áp lực trong mỗi vòng theo phương trình loại 2: $\Delta h = 0$
- + Nếu thỏa mãn yêu cầu thì $\rightarrow$ tính toán thủy lực như đã tính là hợp lý.
- + Nếu chưa thỏa mãn thì phải điều chỉnh
- Điều chỉnh mạng lưới

2.4.3 Các phương pháp điều chỉnh lưu lượng.

Nhiệm vụ của tính toán điều chỉnh mạng lưới là xác định lưu lượng đúng cho các đoạn ống của mạng lưới khi đã biết đường kính của chúng, đồng thời xác định áp lực cần thiết của điểm dùng nước, lưu lượng và cột áp công tác của tất cả các trạm cấp nước và dùng nước không cố định trong mạng lưới.

Khi tính toán các đại lượng đã biết:

- Đường kính (chọn theo lưu lượng sơ bộ), chiều dài và sức kháng của các đoạn ống trong mạng lưới.
- Vị trí và trị số lưu lượng lấy ra tại các điểm dùng nước cố định (tại các nút trong mạng lưới).

- Đặc tính Q_H của các điểm cấp nước.
- Cao trình mặt đất của tất cả các nút trong hệ thống.

Các đại lượng chưa biết khi tính toán:

- Lưu lượng và tổn thất áp lực trên tất cả các đoạn ống của mạng lưới.
- Cột áp tại tất cả các nút của mạng lưới.

1 Phương pháp 1: phương pháp Lobachep và Cross.

$$\Delta q = -\frac{\Delta h}{2 \sum \frac{h_i}{q_i}} = -\frac{\Delta h}{2 \sum S_i \cdot q_i} \quad (l/s)$$

Trong đó:

- Δh : sai số áp lực của vòng đang tính.
- h_i, q_i, S_i : tổn thất áp lực, lưu lượng và sức kháng thủy lực thuộc đoạn ống i trong vòng đang tính.

2 Phương pháp 2: phương pháp Andrayxep.

$$\Delta q = q_{tb} \cdot \frac{\Delta h}{2 \sum h} \quad (l/s)$$

Trong đó:

- Δh : sai số áp lực trên mỗi vòng
- $\sum h$: tổng tổn thất áp lực theo mỗi nhánh của vòng
- q_{tb} : lưu lượng tính toán trung bình cho mỗi vòng.

2.4.5 Xác định chiều cao đài nước và áp lực công tác của máy bơm.

1. Khi đài nước ở đầu mạng lưới.

$$H_d = H_{ct} + h_1 + Z_{nh} - Z_d \quad (m)$$

$$H_b = H_d + h_d + h_2 + Z_d - Z_b \quad (m)$$

Trong đó:

- H_{ct} : áp lực cần thiết của ngôi nhà bắt lợi (m)
- Z_{nh}, Z_d, Z_b : cốt mặt đất của ngôi nhà bắt lợi, nơi đặt đài và nơi đặt trạm bơm.(m)
- h_1, h_2 : tổng tổn thất áp lực trên đường ống từ ngôi nhà bắt lợi đến đài, từ trạm bơm đến đài .

- h_d : chiều cao phần nước chứa trong bầu đài.

2. Khi đài nước ở cuối mạng lưới.

a. Khi hệ thống dùng nước nhiều nhất ($Q_{\max}$).

$$H_d = H_{ct} + h_a + Z_d - Z_a$$

$$H_b = H_{ct} + h_m + h_o + Z_a - Z_b$$

Trong đó: h_a , h_m , h_o : tổng tổn thất áp lực từ đài, từ điểm đầu tiên của mạng đến điểm a (ngôi nhà bắt lợi và trong ống dẫn từ trạm bơm II đến điểm đầu tiên của mạng) (m).

b. Khi hệ thống dùng nước nhỏ nhất.

$$H_{b\ Q_{\min}} = H_d + h_d + h_{b-d} + Z_d - Z_b$$

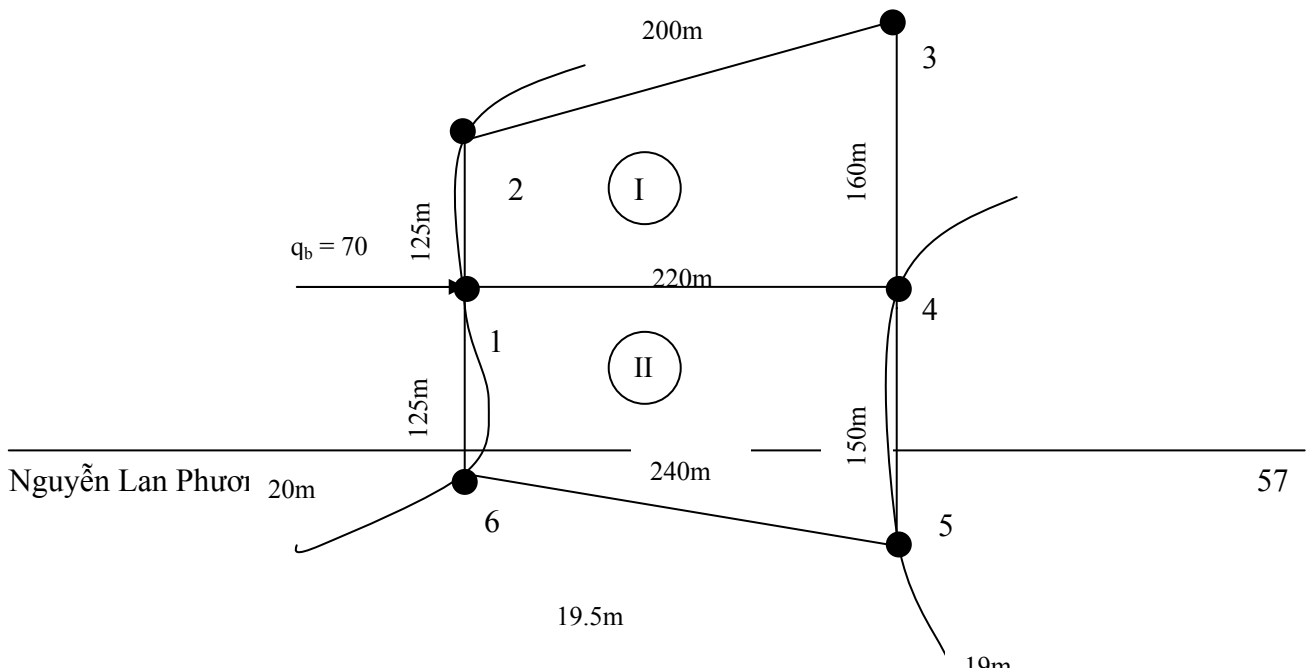
3. Trường hợp khi hệ thống có cháy.

- . Khi đài nước ở đầu mạng lưới

$$Q_{TB2} = Q_{Sh\max} + Q_{cc}$$

$$H_b = H_{cc} + h_{cc} + Z_{cc} - Z_b$$

Ví dụ: Tính toán thủy lực mạng lưới vòng cho một khu dân cư, tại nút 4 người ta lấy ra một lưu lượng tập trung 9 l/s. Từ trạm bơm cấp II cung cấp cho mạng một lưu lượng 70 l/s. Sơ đồ mạng lưới như hình vẽ. Mạng lưới được thiết kế bằng ống gang nước sạch.



Bài làm

1. Xác định tổng chiều dài mạng lưới: $\sum L = 1220 \text{ (m)}$

2. Xác định lưu lượng đơn vị:

$$q_{dv} = \frac{q_{tt} - \sum q_{tr}}{\sum L} = \frac{70 - 9}{1220} = 0,05 \text{ (l/s.m)}$$

3. Xác định q_{dd} :

$$q_{dd} = l \cdot q_{dv} \text{ (l/s)}$$

Đường ống	l (m)	q_{dd}
1 - 2	125	6.25
2 - 3	200	10.00
3 - 4	160	8.00
4 - 5	150	7.50
5 - 6	240	12.00
1 - 6	125	6.25
1 - 4	220	11.00

4. Xác định lưu lượng nút:

$$q_n = \frac{1}{2} \sum q_{dd} + q_{tt} \text{ (l/s)}$$

Nút Đ. ống	1	2	3	4	5	6
1 - 2	3.125	3.125				

2 – 3		5.00	5.00			
3 – 4			4.00	4.00		
4 – 5				3.75	3.75	
5 – 6					6.00	6.00
1 – 6	3.125					3.125
1 – 4	5.50			5.50		
q_{tt} (l/s)				9.00		
q_n (l/s)	11.75	8.125	9.00	22.25	9.75	9.125

5. Dựa vào định luật 2 tạm thời phân bố lưu lượng:

$$q_{tt(1-2)} = \frac{1}{2} q_{dd(1-2)} + q_{dd(2-3)} = 3.125 + 10.00 = 13.125 \text{ (l/s)}$$

$$q_{tt(2-3)} = \frac{1}{2} q_{dd(2-3)} = 5.00 \text{ (l/s)}$$

$$\begin{aligned} q_{tt(1-4)} &= \frac{1}{2} q_{dd(1-4)} = \frac{1}{2} q_{dd(1-4)} + q_{dd(4-3)} + q_{dd(4-5)} + q_{ttrung(4)} \\ &= 5.50 + 8.00 + 7.50 + 9.00 = 30.00 \text{ (l/s)} \end{aligned}$$

$$q_{tt(4-3)} = \frac{1}{2} q_{dd(4-3)} = 4.00 \text{ (l/s)}$$

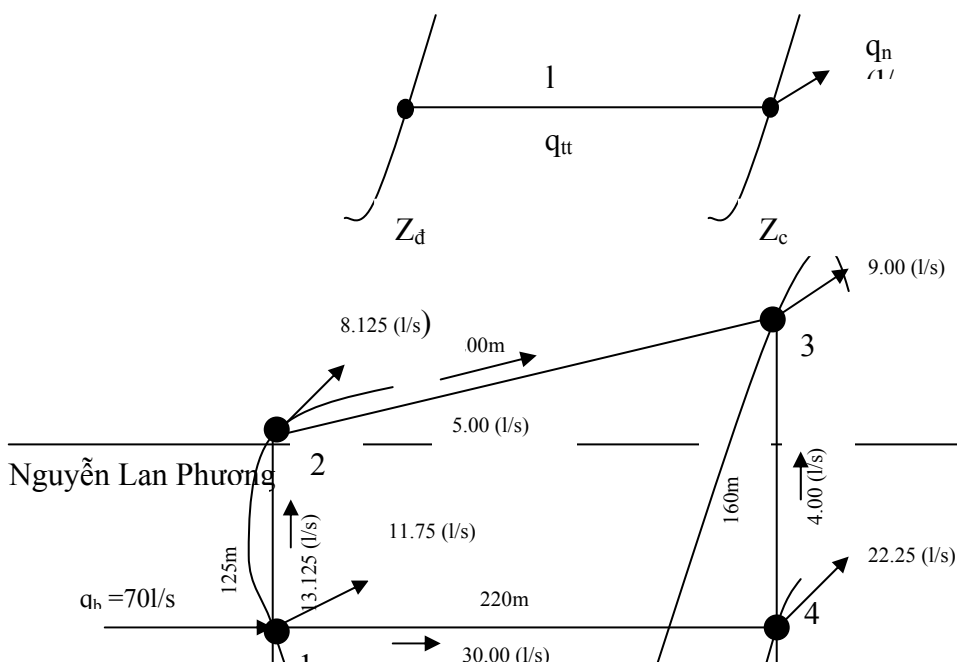
$$q_{tt(4-5)} = \frac{1}{2} q_{dd(4-5)} = 3.75 \text{ (l/s)}$$

$$q_{tt(1-6)} = \frac{1}{2} q_{dd(1-6)} + q_{dd(6-5)} = 3.125 + 12.00 = 15.125 \text{ (l/s)}$$

$$q_{tt(6-5)} = \frac{1}{2} q_{dd(6-5)} = 6.00 \text{ (l/s)}$$

6. Đưa lưu lượng nút và lưu lượng tính toán vào sơ đồ phân bố lưu lượng

Qui ước:



7. Bảng tính thủy lực mạng lưới cấp nước được thiết kế bằng ống gang

Vòng	Đ. ống	l (m)							Điều chỉnh lần 1				
			q_{it} (l/s)	D(mm)	V(m/s)	1000i	$h_t = i \cdot l$ (m)	h_i/q_i	Δq_1 (l/s)	q_1 (l/s)	V_1 (l/s)	1000i	h_{t1}
I	1 - 2	125	13.125	150	0.72	6.90	+0.86						+0.86
	2 - 3	200	5.00	100	0.61	8.65	+1.73						+1.73
	1 - 4	220	30.00	200	0.93	7.66	-1.69		+0.93	30.93	0.96	8.12	-1.79
	4 - 3	160	4.00	100	0.49	5.77	0.92						-0.92
$ \Delta h = -0.02 = 0.02 \text{ m}$									$\Delta h = -0.12 = 0.12 \text{ m}$				
II	1 - 4	220	30.00	200	0.93	7.66	+1.69	0.056	+0.93	30.93	0.9	8.12	+1.79
	4 - 5	150	3.75	100	0.46	5.24	+0.79	0.211	+0.93	4.68	0.58	7.67	+1.15
	1 - 6	125	15.125	150	0.83	8.97	-1.12	0.074	-0.93	14.19	0.78	7.9	-0.99
	6 - 5	240	6.00	100	0.73	12.1	-2.90	0.483	-0.93	5.07	0.62	8.87	-2.13
$ \Delta h = 1.54 \text{ m} > 0.5 \text{ m} ; \sum h_{i/q_i} = 0.824 ; \Delta q = -\Delta h / 2\sum h_{i/q_i} = 0.93 \text{ l/s}$										$\Delta h = 0.18 \text{ m} < 0.5 \text{ m}$			

8. Xác định biểu đồ áp lực vòng bao

Điểm bất lợi nhất trong mạng lưới: 3

Tại 3 – nhà cao 3 tầng $\rightarrow H_{ct} = 4 (n + 1) = 16m$

Điểm tính toán	Đ. ống	Cột mặt đất (m)	Cột đo áp (m)	Tổn thất áp lực (m)	Áp lực tự do (m)
T.Bom		18.00	43.09		25.09
	T.Bom – 1			5.00	
1		20.00	38.09		18.09
	1 – 2			0.86	
2		20.00	37.23		17.23
	2 – 3			1.73	
3		19.50	35.50		16.00
1		20.00	38.09		18.09
	1 – 4			1.79	
4		19.00	36.30		17.3
	4 – 3			0.92	
3		19.50	35.38		16.88
4		19.00	36.30		17.3
	4 – 5			1.15	
5		19.00	35.15		16.15
1		20.00	38.09		18.09
	1 – 6			0.99	
6		20.00	37.10		17.01
	6 – 5			2.13	
5		19.00	34.97		15.97

