

CHƯƠNG 4

THỦY LỰC CỦA NƯỚC TRONG MẠNG ỐNG

TỔNG QUÁT

MỤC TIÊU:

- 4.1. Tính các đường nhánh.
- 4.2. Sự chảy qua các đường nhánh khác nhau
- 4.3. Các đường nhiều nhánh

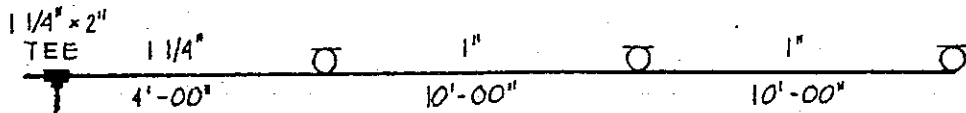
Tính toán

PHẦN 1:

TÍNH TOÁN ĐƯỜNG NHÁNH (Branch Line Calculations)

Bây giờ ta bắt đầu cấp đầu tiên trong phép tính toán – đó là một đường nhánh đơn giản.

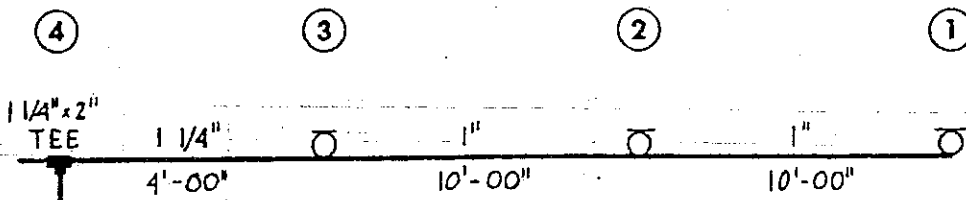
Hình 4-1 là một đường nhánh đơn giản cung cấp cho 3 đầu phun. Để tính lượng chảy tổng cộng và áp suất đòi hỏi để duy trì lượng chảy đó tại tee tới nhánh, ta phải trước nhất đánh số cho tất cả các “nodes”. Mỗi node là một điểm chảy xả ra (discharge point), hay một điểm tại đó cỡ ống thay đổi. Xem hình 4-2.



Hình 4-1

Đường nhánh đơn giản / 3 đầu phun

Ta thường bắt đầu từ sprinkler xa nhất và đi lui về nguồn cung cấp.



Hình 4-2

Đánh số “node”

Bây giờ ta phải lấy Hydraulic Calculation Sheet và ghi xuống giấy phép tính toán và dữ kiện dùng để ra kết quả. Phương pháp tiêu chuẩn lưu trữ kết quả này giúp cho mọi người làm quen với phương pháp để đọc và hiểu làm sao đi tới giải đáp. Ta phải hoàn toàn trở nên quen thuộc với dạng này vì nó được dùng tới mỗi khi hoàn tất các tính toán thủy lực cho một hệ thống phun. Hình 4-3 cho thấy một ví dụ đã làm.

HYDRAULIC CALCULATIONS

FOR STUDENT CALCULATIONS

FILE:
SHEET 1 OF 1

DATE:
CALC. BY:

NODE NUMBER	FLOW GPM - L/MIN	PIPE NOM. DIAMETE	FITTINGS & DEVICES	PIPE EQUIV. LENGTH	FRICITION LOSS - PSI/FT	REQUIRED P.S.I.	NORMAL PRESSURE	NOTES
1	15,08	1"		L _{gh} 10,0	0,077	P ₁ 7,0	P ₁	C=120, K=5,7 q ₁ = 5,7 √7,0 = 15,08
	15,08		F _r -	P ₁ 0,77		P _v		
	15,08		T _{ot} 10,0	P _o -		P _n		
2	15,89	1"		L _{gh} 10,0	0,299	P ₁ 7,77	P ₁	q ₂ = 5,7 √7,77 = 15,89
	30,97		F _r -	P ₁ 2,92		P _v		
	30,97		T _{ot} 10,0	P _o -		P _n		
3	18,64	1 1/4"	TEE	L _{gh} 4,0	1,84	P ₁ 10,69	P ₁	q ₃ = 5,7 √10,69 = 18,64
	49,61			F _r 6,0		P ₁ 1,84	P _v	
	49,61			T _{ot} 10,0		P _o -	P _n	
4	↓			L _{gh}		P ₁ 12,53	P ₁	
	49,61			F _r		P ₁	P _v	
	49,61			T _{ot}		P _o	P _n	
				L _{gh}		P ₁	P ₁	
				F _r		P ₁	P _v	
				T _{ot}		P _o	P _n	
				L _{gh}		P ₁	P ₁	
				F _r		P ₁	P _v	
				T _{ot}		P _o	P _n	
				L _{gh}		P ₁	P ₁	
				F _r		P ₁	P _v	
				T _{ot}		P _o	P _n	
				L _{gh}		P ₁	P ₁	
				F _r		P ₁	P _v	
				T _{ot}		P _o	P _n	
				L _{gh}		P ₁	P ₁	
				F _r		P ₁	P _v	
				T _{ot}		P _o	P _n	
				L _{gh}		P ₁	P ₁	
				F _r		P ₁	P _v	
				T _{ot}		P _o	P _n	
				L _{gh}		P ₁	P ₁	
				F _r		P ₁	P _v	
				T _{ot}		P _o	P _n	
				L _{gh}		P ₁	P ₁	
				F _r		P ₁	P _v	
				T _{ot}		P _o	P _n	
				L _{gh}		P ₁	P ₁	
				F _r		P ₁	P _v	
				T _{ot}		P _o	P _n	
				L _{gh}		P ₁	P ₁	
				F _r		P ₁	P _v	
				T _{ot}		P _o	P _n	

Hinh 4-3
Calculation sheet
59

Mẫu này được chia thành các ô gạch ngang, mỗi ô chứa đựng tất cả thông tin về một node. Để dùng mẫu này, trước hết phải ghi nhận các chữ viết tắt sau đây:

q = discharge of the nozzle, nước chảy ra khỏi vòi.

Q = Lượng chảy trong ống cấp tới "node".

L_{gth} = Length of pipe (ft), chiều dài ống.

T_{ot} = Chiều dài tổng cộng (ft) {kể cả phụ tùng}.

P_t = Áp suất tổng cộng tại node hay nozzle.

P_f = Độ mất ma sát trong ống cấp tới node này.

P_e = Độ mất (hay độ lợi) về độ cao trong ống cung cấp tới node này.

Ghi chú: Trong mẫu hydraulic calculation đính kèm hơi khác với các ví dụ. Nhiều công ty khác có thể có các dạng mẫu hơi khác nhau. Nhưng cách bố trí chính thì luôn luôn giống nhau.

Cột đầu đề "Normal Pressure" chưa cần bây giờ. Nó chỉ dùng khi tính toán tới áp suất động (áp suất vận tốc = Velocity Pressure) sẽ nói ở phần sau.

Cho ví dụ này, ta giải thiết như sau:

- Đường ống $C = 120$.
- Đầu phun $K = 5,7$.
- Min. spr. pressure = 7,0psi.

Nên ghi số liệu này trên mẫu tính, có thể đặt trong phần cột "notes".

Phép tính toán của nhánh ghi như hình 4-3 được tiến hành theo các bước sau. Đây là các notes chính mình tính toán, mỗi từng bước một theo thời gian. Qui trình như sau:

1. Ghi node cuối "end node" là số (1) tại đầu cột là "Node".
2. Ghi áp suất tại sprinkler node tiếp là P_t tại đầu cột ghi là "Pressure required", vì áp suất tối thiểu cho phép là 7,0psi, đây là số ta dùng.
3. Ghi cỡ ống tối thiểu dẫn tới node dưới đầu cột "Pipe size" - 1".
4. Ghi chiều dài của ống dẫn tới node tiếp theo " L_{gth} " dưới đầu cột "Pipe Equiv Length" = 10,0ft (chú ý: luôn luôn viết theo số thập phân, ví dụ 8'3" sẽ được viết là 8,25).
5. Bây giờ hãy tính lưu lượng tại 1 do áp suất 7,0psi. Ghi lại phép tính trong phần "notes".

$$\begin{aligned} q &= K\sqrt{p} \\ &= 5,7\sqrt{7,0} = 15,08\text{gpm} \end{aligned}$$

Ở đây, lấy 2 số lẻ. Viết 15,08 dưới cột "Flow in GPM". Đây biểu thị lượng chảy ra, xả ra tại node 1 lượng chảy tổng cộng tại Node 1 Q, là 15,08, vì tất cả nước chảy qua điểm này, như thế viết ở Q.

6. Bây giờ tính độ mất ma sát mỗi foot ống với 15,08gpm đang chảy. Dùng công thức Hazen-Williams:

$$P_f = \frac{4,52 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}} = \frac{4,52 \times 15,08^{1,85}}{120^{1,85} \times 1,049^{4,87}}$$

$$= \frac{4,52 \times 151,3709}{7.022,39 \times 1,2623} = 0,077 \text{ psi / ft}$$

Ghi chú: 1,049" là ID của ống thép, sch 40 cỡ 1", từ hình 3-1 trong chương 3. Viết trị số mất áp suất này lên cột "Friction loss".

7. Nhân trị số độ mất áp đơn vị cho chiều dài tương đương 10ft:
- $$= P_f \times \text{chiều dài.}$$
- $$= 0,077 \times 10'$$
- $$= 0,77 \text{ psi.}$$

Ghi số này P_f dưới cột "Pressure required"

8. Pe chỉ elevation loss, mất áp (loss) hay lợi áp (gain) do độ cao trong ống. Vì ở đây không có thay đổi độ cao, nên không tính phần này.

Khi nào có độ cao thay đổi, đổi độ cao ra áp suất là: $\Delta h \times 0,433 = \text{psi}$ (loss hay gain).

9. Cộng lại P_t , P_f và P_e (nếu có) và ghi kết quả này ở phần ô phía dưới, P_t . đó là node 2.

$$= P_t + P_f + P_e$$

$$= 7,0 + 0,77 + 0 = 7,77 \text{ psi}$$

10. Viết số 2 vào ô dưới, cột "node". Ta đã có áp suất tổng cộng (P_t) đã ghi trong phần ô này.

11. Bây giờ qua tới Node 2, trước nhất cũng phải tính lượng xả (discharge) tại node này:

$$q = K \sqrt{p}$$

$$= 5,7 \sqrt{7,77}$$

$$= 15,89 \text{ gpm}$$

Ghi tính toán này vào cột "notes" và ghi 15,89 vào cột "flow".

12. Viết xuống cỡ ống dẫn tới node này (1") và chiều dài (10,0'). Ở đây không có phụ tùng (fittings) bởi vì ta không kể tới phụ tùng cung cấp cho vòi đang chảy, nên ghi "tot" line là 10,0 ft.
13. Bây giờ cộng discharge tại node 2 vào lưu lượng trong ống với lưu lượng ở node 1:

$$15,89 + 15,08 = 30,97$$

Và ghi số này vào Q ở node 2.

14. Tiếp theo tính mất ma sát /ft ống, dẫn tới node 2, cũng dùng công thức Hazen-Williams:

$$\begin{aligned} P_f &= \frac{4,52 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \\ &= \frac{4,52 \times 30,97^{1,85}}{120^{1,85} \times 1,049^{4,87}} \\ &= \frac{4,52 \times 573,114}{7.022,40 \times 1,2623} = 0,292 \text{ psi / ft} \end{aligned}$$

Ghi chú: Ta phải dùng lưu lượng thực sự trong ống dẫn đến Node 2.

15. Đưa số này vào cột "Friction Loss", và tính Pf ở chiều dài 10,0ft ống.

$$= 10 \times 0,292 = 2,92 \text{ psi}$$

Ghi số này vào cột Pressure required, P_f .

16. Ở đây cũng không có thay đổi độ cao, nên áp suất tổng cộng là của P_f và P_b , được ghi vào node 3 ($7,77 + 2,92 = 10,69$). Ghi phép tính vào cột "notes".

17. Ghi số 3 vào node, và rồi tính toán discharge tại điểm này:

$$\begin{aligned} q &= K \sqrt{p} \\ &= 5,7 \sqrt{10,69} \\ &= 18,64 \text{ gpm} \end{aligned}$$

Ghi vào node 3, cột flow với $q = 18,64 \text{ gpm}$. Rồi cộng với lượng chảy ở node trên, ta có $Q = 49,61 \text{ gpm}$, đó là lưu lượng tổng cộng trong ống dẫn tới node 3, và được viết xuống tại Q của node 3.

18. Bây giờ tính chiều dài tương đương của ống giữa node 3 và 4.

Chiều dài ống 4,0 ft, nhưng phải tính tới tee. Tee cỡ $1\frac{1}{4}$ " có chiều dài tương đương là 6 ft. vậy chiều dài tương đương tổng cộng là $= 4,0 + 6,0 = 10,0$ ft.

19. Độ mất ma sát / ft, với lượng chảy 49,61 gpm, ống sch 40 cỡ $1\frac{1}{4}$ " có ID = 1,38" cho :

$$Pf = \frac{4,52 \times 49,61^{1,85}}{120^{1,85} \times 1,38^{1,87}} = 0,184$$

Đem nhân với chiều dài tương đương 10 ft, độ mất ma sát là 1,84psi.

20. Cộng thêm độ mất áp ma sát vào, ta có áp suất tổng cộng Pt cho ô ngang dưới là: $10,69 + 1,84 = 12,53$ psi.

Ghi mũi tên ↓ tại ô "q" ở node 4, cho biết là không có discharge (q) tại node 4.

Nó cho ta biết rằng tải yêu cầu (demand) cho nhánh đó là 49,61 gpm ở áp suất là 12,53psi tại node 4.

TÓM LƯỢC VỀ CÁC ĐƯỜNG NHÁNH

Các điểm sau đây tóm lược các phương pháp dùng trong tính toán các đường nhánh:

- Bắt đầu ở sprinkler cuối dùng áp suất tối thiểu hay lưu lượng cho phép.
- Làm việc đi lui về nguồn, tính áp suất tại mỗi node và lưu lượng xảy ra.
- Cộng discharge vào lượng chảy để có lượng chảy trong ống dẫn tới node đang discharge.
- Cộng các phụ tùng, không phải trực tiếp, cung cấp cho nozzles đang chảy, vào chiều dài ống.

BÀI TẬP 1:

Nếu đầu phun tại node 1 trong ví dụ trước không còn là 7.0psi minimum, nhưng density là 0,15 gpm/ft², thì trước hết ta phải tính min. discharge. Muốn có discharge này, đem nhân min. density với diện tích cho mỗi sprinkler (khoảng cách giữa các sprinkler x khoảng cách đường nhánh)

- Diện tích cho mỗi sprinkler là: 12,25' x 10,0' Area = 122,5 ft².

Vậy min discharge là: 122,5 ft² x 0,15gpm/ft² = 18,375gpm.

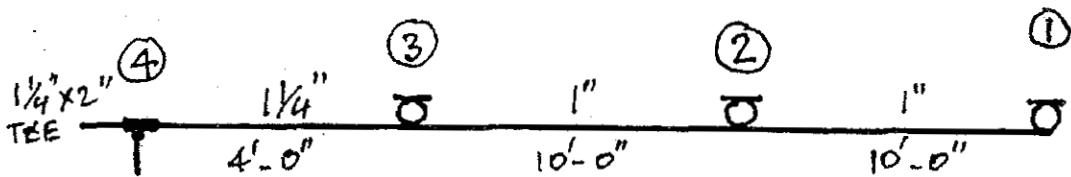
Và áp suất khởi đầu là (starting pressure):

$$P = \left[\frac{q}{k} \right]^2 \quad \text{Từ } q = K\sqrt{p}$$

$$= \left(\frac{18,375}{5,7} \right)^2 = 10,39\text{psi}$$

Dùng Calculation sheet, tính theo phương cách ở ví dụ đầu tiên, tức tìm demand cho branch tại node 4 (Tee).

Theo từng bước thứ tự trên, ta có giản đồ sau:



HYDRAULIC CALCULATIONS

FOR SELF-TEST #1

FIGURE 4.2

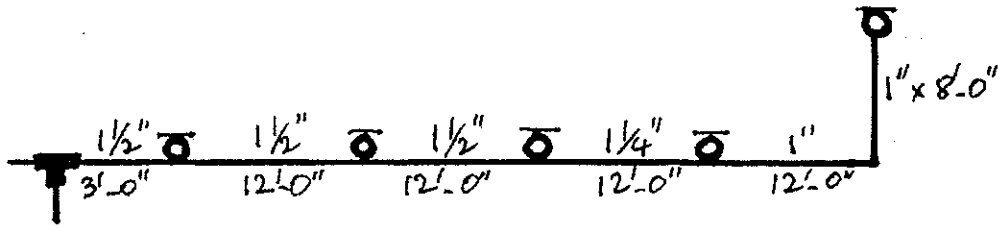
Job No. _____
 Sheet 1 of 1
 By _____
 Date _____

Nozzle No.	Flows in GPM or L/sec	Pipe Size	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length	Friction Loss psi/ft or kPa/m	Pressures Required psi or kPa	Normal Pressure	Notes
								C=120 K=5.7
1	q 18.38	1"		Lqth. 10.0	0.111	Pt. 10.39	Pt.	q 18.38
	0 18.38		Fit. —	Pf. 1.11		Pv.	P 10.39	
			Tot. 10.0	Pe. —		Pn.		
2	q 19.33	1"		Lqth. 10.0	0.421	Pt. 11.50	Pt.	q 19.33
	0 37.71		Fit. —	Pf. 4.21		Pv.	P 19.33	
			Tot. 10.0	Pe. —		Pn.		
3	q 22.59	1"	Tee	Lqth. 4.0	0.264	Pt. 15.71	Pt.	q 22.59
	0 60.30			Fit. 6.0		Pf. 2.64	Pv.	P 22.59
				Tot. 10.0		Pe. —	Pn.	
4	q ↓			Lqth.		Pt. 17.35	Pt.	
	0 60.30			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	q			Lqth.		Pt.	Pt.	AVG REQ:
	0			Fit.		Pf.	Pv.	60.3 gpm at
				Tot.		Pe.	Pn.	18.4 psi
	q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	

Figure 4.4
 Calculation Sheet for Self Test #1

BÀI TẬP 2:

Một đường nhánh như hình 4-5. Tính lùi về Tee. Ở đây có sai biệt cao độ ở đầu phun 1 và 2.



Hình 4.5

Phương pháp tính giống như phân mẫu. So sánh kết quả với hình 4-6.

HYDRAULIC CALCULATIONS

FOR (SELF TEST # 2)

Job No. _____
 Sheet 1 of 1
 By _____
 Date _____

Nozzle No.	Flows in GPM or L/sec	Pipe Size	Fitting & Devices (x0.715)	Pipe Equivalent Length	Friction Loss psi/ft or kPa/m	Pressures Required psi or kPa	Normal Pressure	Notes
1	9 14.95	1"	E	Lqth. 20.0	0.106	Pt. 7.0	Pt.	C=100 K=5.65 9.545/14.95 = 14.45 14.45 + 7.0 = 21.45
	0 14.95			Fit. 1.43		Pf. 2.21	Pv.	
				Tot. 21.43		Pe. 3.47	Pn.	
2	9 20.17	1/4"		Lqth. 12.00	0.136	Pt. 12.75	Pt.	9.545/20.17 = 170.17
	0 35.12			Fit. -		Pf. 1.63	Pv.	
				Tot. 12.00		Pe. -	Pn.	
3	9 21.42	1/2"		Lqth. 12.00	0.155	Pt. 14.38	Pt.	9.545/21.42 = 21.42
	0 56.54			Fit. -		Pf. 1.86	Pv.	
				Tot. 12.00		Pe. -	Pn.	
4	9 22.77	1/2"		Lqth. 12.00	0.290	Pt. 16.29	Pt.	9.545/22.77 = 22.77
	0 79.31			Fit. -		Pf. 3.48	Pv.	
				Tot. 12.00		Pe. -	Pn.	
5	9 25.09	1/2"	TEE	Lqth. 3.00	0.491	Pt. 19.72	Pt.	9.545/25.09 = 25.09
	0 104.40			Fit. 5.70		Pf. 4.18	Pv.	
				Tot. 8.70		Pe. -	Pn.	
	9 ↓			Lqth.		Pt. 23.90	Pt.	
	0 104.40			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	

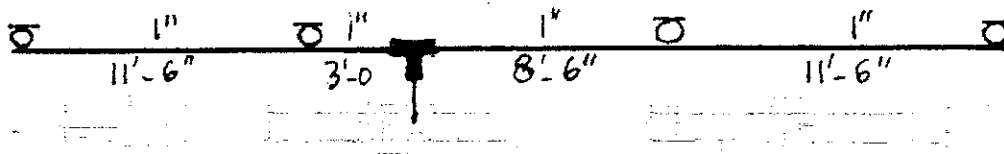
Figure 4.6
 Calculation Sheet for Self Test #2

PHẦN 2

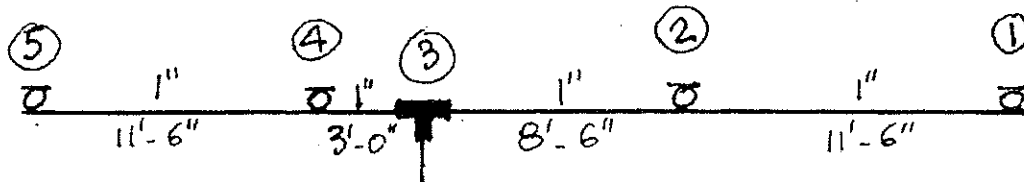
SỰ CHẢY QUA CÁC NHÁNH

TRƯỜNG HỢP 1

Hình 4-7 là tiêu biểu của đường nhánh được cung cấp tại giữa. Đúng ra, hai nhánh được cung cấp từ một Tee. Gặp trường hợp này, phương pháp tính sẽ như sau đây.



Hình 4.7
Hai nhánh - Một Tee



Hình 4.8
Hai nhánh và Nodes

Cách tính:

1. Ghi số nodes.
2. Bắt đầu từ node 1, giả sử áp suất tối thiểu tại đầu phun là 7,0 psi, $K = 5,6$ ($C = 120$).
3. Tính lùi về node 3, kể luôn chiều dài tương đương của Tee. Vẽ một đường ngang qua calculation sheet.
4. Bắt đầu lại ở node 5, giả sử cùng áp suất tối thiểu và hệ số K .
5. Tính tới node 3, kể luôn chiều dài tương đương của Tee.

Nếu ta đã tính dùng cùng quy tắc trước đây, thì bây giờ phải có calculation sheet và kết quả tương tự như hình 4-9.

Ta thấy lượng chảy từ Tee về phía phải là 30,52gpm, với áp suất tại Tee là 11,70psi và lượng chảy về phía trái là 30,52gpm với áp suất tại Tee là 10,13psi.

Ta có tới 2 áp suất tại cùng một Tee! Dĩ nhiên, điều này không thể đúng được. Ta không thể có hai áp suất ở tại một chỗ.

Phần giải thích là như thế này.

Ta đã bắt đầu với giả thiết rằng 7,0psi là áp suất tối thiểu tại sprinkler cuối, nhưng ta đâu cần bắt buộc phải là 7,0psi, miễn sao không có sprinkler nào nhỏ hơn 7,0psi là được.

Khi kiểm lại phép tính, đúng cho cả hai phía thì ta phải có 11,70psi tại Tee để có áp suất 7,0psi tại sprinkler ở node 1. Nếu nhỏ hơn số đó, thì sẽ không cho ta áp suất tối thiểu cần có tại node 1.

Vì vậy, ta phải có 11,70psi tại Tee.

Điều gì xảy ra ở phía bên trái (tới nodes 4 và 5) nếu áp suất 11,70psi tại Tee?

Lượng chảy sẽ tăng (phía trái), dĩ nhiên lượng chảy được tăng đó được tính theo công thức:

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)}$$

Với Q_2 = lượng chảy được tăng ở áp suất cao P_2 .

Q_1 = lượng chảy thấp hơn đã được tính ở áp suất thấp hơn P_1 .

Trong trường hợp này:

$$\begin{aligned} Q_2 &= 30,52 \sqrt{\frac{11,70}{10,13}} \\ &= 32,80\text{gpm} \end{aligned}$$

Lượng chảy về phía trái là 32,8gpm khi áp suất trong Tee là 11,70psi.

Vẽ một đường ngang khác và đưa vào các lượng chảy và áp suất mới (cao hơn) tại node 3. Tại node 3 mới, ta có áp suất mới cao hơn và lượng chảy tổng cộng trong ống chảy tới node 3.

Cách làm này gọi là cân bằng (balancing) và được dùng khi nào có hai áp suất được tính: khác nhau tại một phụ tùng. Nếu ta bắt đầu với minimum tại node cuối, thì ta phải lấy trị số áp suất cao hơn để duy trì áp suất tối thiểu tại đầu cuối.

HYDRAULIC CALCULATIONS

FOR FIGURES 4.7/4.8

Job No. _____
 Sheet 1 of 1
 By _____
 Date _____

Nozzle No.	Flows in GPM or L/sec	Pipe Size	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length	Friction Loss psi/ft or kPa/m	Pressures Required psi or kPa	Normal Pressure	Notes
1	Q 14.82	1"		Lqth. 11.5	0.075	Pt. 7.0	Pt.	C=120 K=5.6 7.5.6/7.0 = 14.82
	Q 14.82			Fit. -		Pf. 0.86	Pv.	
				Tot. 11.5		Pe. -	Pn.	
2	Q 15.70	1"	TEE	Lqth. 8.5	0.284	Pt. 7.86	Pt.	7.5.6/7.0 = 15.70
	Q 30.52			Fit. 5.0		Pf. 3.84	Pv.	
				Tot. 13.5		Pe. -	Pn.	
3	Q 1			Lqth.		Pt. 11.70	Pt.	Flow 8.107.
	Q 30.52			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
5	Q 14.82	1"		Lqth. 11.5	0.075	Pt. 7.0	Pt.	See note 1
	Q 14.82			Fit. -		Pf. 0.86	Pv.	
				Tot. 11.5		Pe. -	Pn.	
4	Q 15.70	1"	TEE	Lqth. 3.0	0.284	Pt. 7.86	Pt.	See note 2
	Q 30.52			Fit. 5.0		Pf. 3.27	Pv.	
				Tot. 8.0		Pe. -	Pn.	
3	Q 1			Lqth.		Pt. 10.13	Pt.	Pressure Q ₁ = 0.17 = 30.52 = 11.70
	Q 30.52			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
Total #1	Q 32.80			Lqth.		Pt. 11.70	Pt.	= 32.80
	Q 63.32			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	Q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	Q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	Q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	Q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	Q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	Q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	

Figure 4.9
 Calculation Sheet

Phần tham khảo: NFPA-13, Ed. 1999

REF. 3-1: - Xem phần 1-4.2, trang 13-8.

- Định nghĩa tổng quát. (general definitions).

REF. 3-2: - Xem phần 2.1, trang 13-14.

- Phân loại sử dụng (Classification of occupancies).

REF. 3-3: - Xem phần 7-2-3, trang 13-81.

- Yêu cầu tải của nước (Water Demand requirements). Phương pháp tính thủy lực.

REF. 3-4 - Xem hình 7-2.3.1.2, trang 13-83.

- Diện tích và mật độ của đầu phun. (Area / density curves).

REF. 3-5: - Xem phần 7-2.3.2.2, trang 13-83.

- Để bảo vệ kho chứa nhiều thứ, kho chứa vỏ xe nhiều thứ, và kho chứa cao tới 12 ft. Bảng 7-2.3.2.2 cho biết discharge criteria.

REF. 3-6: - Xem bảng 7-2.3.1.1, trang 13-82.

- Các yêu cầu về tải cho ống mềm và thời gian cung cấp nước cho hệ thống tính toán thủy lực.

REF. 3-7: - Xem phần 7-2.3.1.1, trang 13-81.

- Yêu cầu cung cấp nước tối thiểu cho hệ thống.

REF. 3-8: - Xem phần 7-2.3 và 7-2.3.3, trang 13-81 và 13-86.

- 7-2.3: Yêu cầu tải của nước.
- 7-2.3.3: Phương pháp thiết kế phòng.

REF. 3-9: - Xem phần 7-2.3.1.3 đến 7-2.3.1.4, trang 13-83.

REF. 3-10: - Xem phần 7-2.3.2, trang 13-83.

- Phương pháp diện tích / mật độ (area / density method).

REF. 3-11: - Xem phần 7-2.3.1.3 (b), trang 13-83.

- Cho buildings có concealed spaces dễ cháy mà không có phun nước, diện tích tối thiểu của hoạt động của đầu phun là 3.000 ft², với 3 ngoại lệ.

- REF. 3-12:** - Xem hình A – 8-3.2 (a), trang 13-247.
- Trang tóm lược mẫu các tính toán thủy lực.
- REF. 3-13:** - Xem phần 8-1 đến 8-3, trang 13-137 đến 13-138.
- Bản vẽ.
 - Các dự kiến về nước cung cấp.
 - Các mẫu tính toán thủy lực.
- REF. 3-14:** - Xem hình A – 8-3.2, trang 13-138.
- Trang tóm lược (Summary sheet).
- REF. 3-15:** - Xem phần 8-1, trang 13-137.
- Bản vẽ. Tất cả số liệu cần thiết được ghi bên bản vẽ.
- REF. 3-16:** - Xem phần 8-3, trang 13-138.
- Trang tóm lược các số liệu cần thiết trong tính toán thủy lực, các dạng đồ biểu và tài liệu yểm trợ dưới mẫu tiêu chuẩn mà hầu hết các giới hữu trách có thể hiểu.
 - Đồng thời xem các hình A-8-3.2 (a), A-83-2.2 (b) và A-8-3.2 (c), trang 13-247, 248, 249.
- REF. 3-17:** - Xem phần 8-1, trang 13-139.
- Graph sheet.
- Biểu thị phần tính toán thủy lực được vẽ trên giấy vẽ dạng lữ thừa ($Q^{1,85}$). Đồng thời xem hình A-8-3.2 (d), trang 13-250.
- + Hình cho biết:
- Đường biểu diễn cung cấp nước.
 - Tải yêu cầu của hệ thống.
 - Tải yêu cầu của hose (nếu có).
 - Tải yêu cầu của in-rack sprinkler.
- REF. 3-18:** - Xem phần 8-3.3 (15), trang 13-139.
- Nhiều giới hữu trách cần một giản đồ nodes và sơ đồ chiều chảy của nước cho hệ thống loop hoặc grid để dễ kiểm soát.
- REF. 3-19:** - Xem phần 8-2, trang 13-138.
- Số liệu về cung cấp nước.
 - Khả năng của nước cung cấp và
 - Xử lý nước cung cấp.

PHẦN 3

MẠCH ỐNG NHIỀU ĐƯỜNG NHÁNH

(Multiple Branch Lines)

TRƯỜNG HỢP 2:

Ta đã tính toán nước chảy trong các đường nhánh đơn giản khác nhau. Bây giờ ta sẽ đi tới các mạch ống nhiều đường nhánh. Hình 4-10 là một hệ thống nhỏ, được làm thành bởi nhiều đường nhánh tương tự như trước đây. Các nhánh đều có kích thước như nhau.

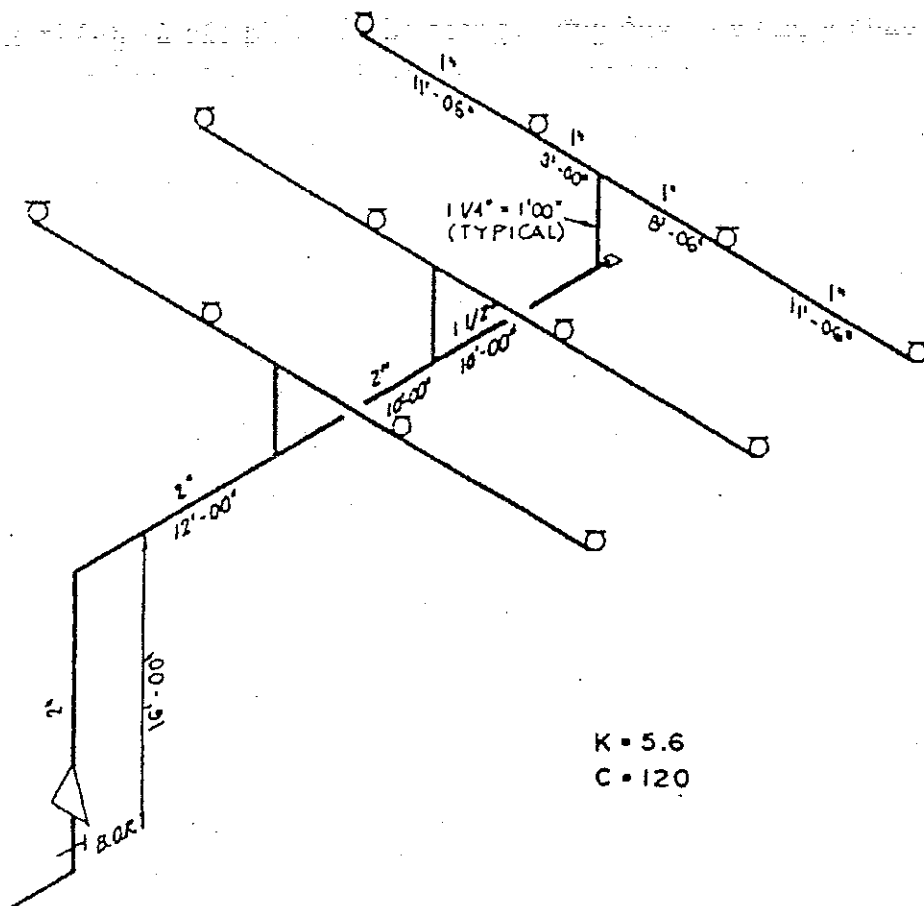


Figure 4.10
Small System with Branch Lines

Ta đánh số nodes như trước đây, với số 1 ở đầu cuối bên phải của nhánh thứ nhất, và số 3 tại phần nối Tee giữa hai nhánh trái và phải.

Node 6 là tại Tee ở đáy của riser đi tới node 3.

Node 7 là Tee tại riser nhánh kế tiếp dọc theo cross-main.

Node 8 là Tee tại riser nhánh thứ 3 dọc cross-main.

Node 9 là tại đáy của riser (BOR).

Tính toán:

1. Vì ta đã tính tới node 3 và cân bằng các lượng chảy ở vị trí trước, nên ta có thể bắt đầu từ đây và dùng calculation sheet đã tính. Hình 4-11 là kết quả tính toán lần trước cộng với phần tính toán sau.
2. Từ node 3 với lượng chảy 63,32 gpm và áp suất 11,70 psi, ta tính xuống theo riser tới Tee của node 6. Tính chiều dài tương đương Tee và áp suất do độ cao.
3. Tại điểm này, ta tiết kiệm rất nhiều công việc khi các nhánh đều giống y như nhau. Ta nhớ lại về các nozzles giống nhau thì có cùng K? Nếu ta tính K cho nhánh thì nó sẽ giúp ta về sau.

Hãy coi nhánh tại node 6 như là một nozzle có nhiều lỗ (multi-orifice nozzle). Hệ thống có 3 nozzle nhiều lỗ (node 6, 7 và 8) tính K cho nhánh tại node 6 như sau:

$$\begin{aligned} K &= \left(\frac{q}{\sqrt{p}} \right) \\ &= \frac{63,32}{\sqrt{14,15}} \\ &= 16,833 \end{aligned}$$

4. Bây giờ di chuyển xuống theo cross-main tới node 7, tính độ mất áp (công thức Hazen – Williams) và tại node 7, ta có áp suất là 15,51 psi.
5. Lượng chảy từ nhánh ở node 7 được tính theo trị số K của đường nhánh:

$$\begin{aligned} q &= K \sqrt{p} \\ &= 16,833 \sqrt{15,51} \\ &= 66,29 \text{ gpm} \end{aligned}$$

Lượng chảy tổng cộng trong cross-main tại node 7 sẽ là 129,61 gpm.

6. Bây giờ di chuyển theo cross-main tới node 8, tính độ mất ma sát và tại node 8, ta có áp suất là 17,03 psi.

7. Lượng chảy tại node 8 từ đường nhánh, được tính theo:

$$\begin{aligned}q &= K \sqrt{p} \\ &= 16,833 \sqrt{17,03} \\ &= 69,4654 \text{ gpm} \\ &= 69,47 \text{ gpm}\end{aligned}$$

Và lượng chảy tổng cộng Q là 199,08 hay 199,1gpm

8. Vì không còn discharge nào nữa, nên dùng lượng chảy tổng cộng 199,1gpm và tính độ mất ma sát và cao độ đi tới B.O.R. (node 9).

Tải tổng cộng là 199,1gpm ở áp suất 39,1psi.

Việc dùng hệ số K sẽ giúp ta rất nhiều trong tính toán. Ta cần xem cách bố trí các đường nhánh và các phần của hệ thống đường ống có giống y nhau hay không, như thế ta có thể tính được K và dùng rất nhiều tiện lợi.

Từ tính toán chính xác cho hệ thống này được thấy trên hình 4-11. Xem lại với tờ đã tính cho hệ thống trong hình 4-8. Nếu có gì sai lệch, lặp lại các bước nêu trên và phát hiện sai chỗ nào. Cũng cần ghi đánh số trang tính toán để dễ tìm.

HYDRAULIC CALCULATIONS

FOR **FIGURE 4.10**

Job No. _____
 Sheet 1 of 1
 By _____
 Date _____

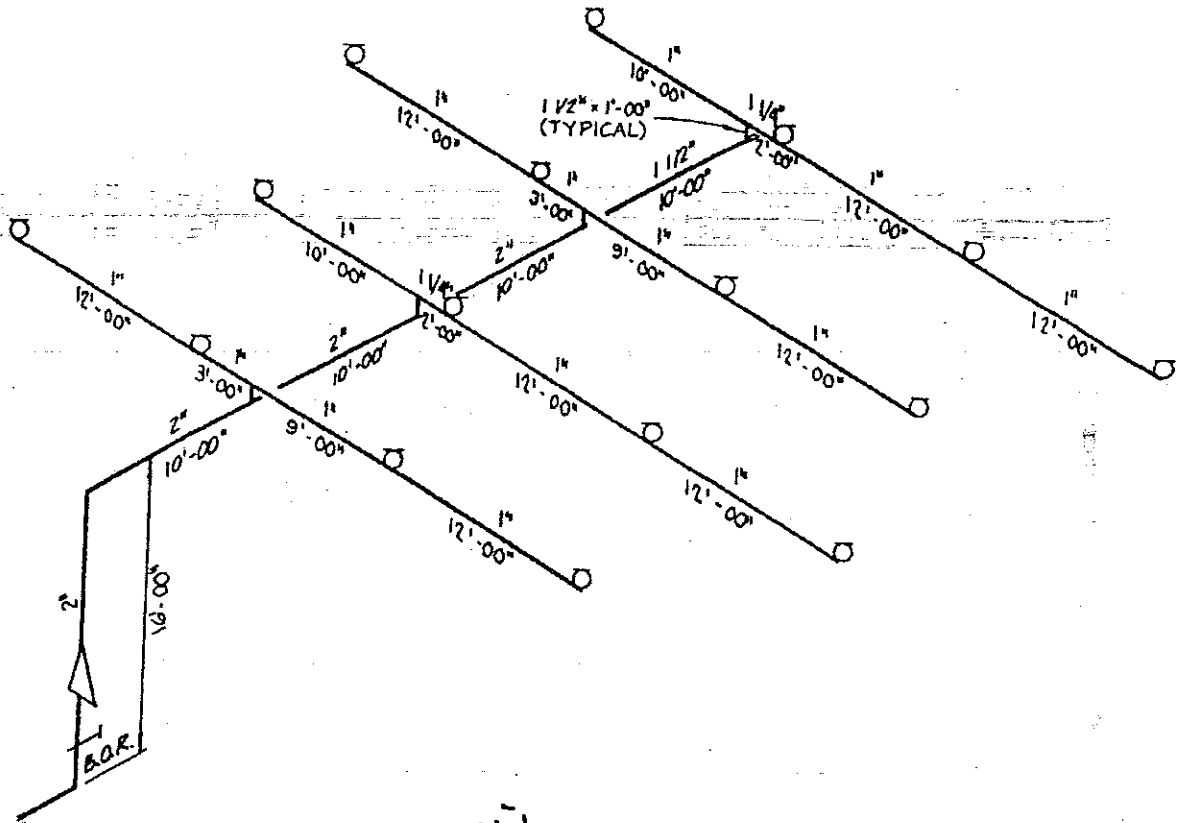
Nozzle No.	Flows in GPM or L/sec	Pipe Size	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length	Friction Loss psi/ft or kPa/m	Pressures Required psi or kPa	Normal Pressure	Notes
1	Q 14.82	1"		Lqth. 11.5	0.075	Pt. 7.0	Pt.	C=120 K=5.6 15.6√7.0 =14.82
	Q 14.82			Pit. -		Pf. 0.86	Pv.	
				Tot. 11.5		Pe. -	Pn.	
2	Q 15.70	1"	TEE	Lqth. 8.5	0.284	Pt. 7.86	Pt.	9.56√7.86 =15.70
	Q 30.52			Pit. 5.0		Pf. 3.84	Pv.	
				Tot. 13.5		Pe. -	Pn.	
3	Q ↓			Lqth.		Pt. 11.70	Pt.	FLOW RIGHT
	Q 30.52			Pit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
5	Q 14.82	1"		Lqth. 11.5	0.075	Pt. 7.0	Pt.	SEE NODE 1
	Q 14.82			Pit. -		Pf. 0.86	Pv.	
				Tot. 11.5		Pe. -	Pn.	
4	Q 15.70	1"	TEE	Lqth. 8.5	0.284	Pt. 7.86	Pt.	SEE NODE 2
	Q 30.52			Pit. 5.0		Pf. 3.84	Pv.	
				Tot. 13.5		Pe. -	Pn.	
3	Q ↓			Lqth.		Pt. 11.70	Pt.	BALANCE Q=32.80 P=11.7psi
	Q 30.52			Pit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe. ↓	Pn.	
TOTAL AT 3	Q 32.80	1 1/4"	TEE	Lqth. 1.0	0.289	Pt. 11.7	Pt.	12.433 + .433 psi
	Q 63.37			Pit. 6.0		Pf. 2.02	Pv.	
				Tot. 7.0		Pe. .43	Pn.	
6	Q ↓	1 1/2"		Lqth. 10.0	0.136	Pt. 14.15	Pt.	K=61.32 √14.15 =16.833
	Q 63.32			Pit. -		Pf. 1.36	Pv.	
				Tot. 10.0		Pe. -	Pn.	
7	Q 66.29	2"		Lqth. 10.0	0.152	Pt. 15.51	Pt.	9.16.833√15.51 =16.29
	Q 129.61			Pit. -		Pf. 1.52	Pv.	
				Tot. 10.0		Pe. -	Pn.	
8	Q 69.47	2"	EL CHECK GATE	Lqth. 28.0	0.336	Pt. 17.03	Pt.	9.16.833√17.03 =19.47
	Q 199.08			Pit. 17.0		Pf. 15.12	Pv.	
				Tot. 45.0		Pe. 6.93	Pn.	
9	Q ↓			Lqth.		Pt. 39.08	Pt.	16.833 =6.93 psi
	Q 199.08			Pit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	Q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Pit.		Pf.	Pv.	
	Q			Tot.		Pe.	Pn.	
	Q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Pit.		Pf.	Pv.	
	Q			Tot.		Pe.	Pn.	

Figure 4.11
Calculation Sheet

TRƯỜNG HỢP 3:

Hình 4-12 là hệ thống có các nhánh so le cách khoảng giống y nhau. Trong trường hợp này, ta tính nhánh thứ nhất theo cách thông thường dọc theo cross-main tới Tee, và tính K cho nhánh đó (khi đã biết q và p).

Bây giờ bắt đầu tính, nhưng khi tới Tee kế tiếp trên cross-main, ngừng lại và gạch một đường ngang trên tờ đang tính để phân biệt lượng chảy tổng cộng và áp suất tại điểm đó.



Hình 4.12

Tiếp theo, bắt đầu trở lại để tính một nhánh khác dùng áp suất tối thiểu và lượng chảy tại cuối đường nhánh và tính lùi về tới Tee trên cross-main.

Tính trị số K khác cho nhánh này.

Ta có thể thấy áp suất khác với áp suất đã tính trước đây.

Bây giờ ta phải cân bằng (balance) hai áp suất này, theo công thức:

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}$$

Sau khi làm xong, cộng các lượng chảy để có tổng số và di chuyển xuống theo cross-main để tới nhánh kế tiếp.

Vì nhánh này có cùng K như nhánh đầu tiên nên ta có thể dùng K của nhánh thứ nhất để tính lượng chảy.

Mỗi khi cần tới lượng chảy tại một nhánh nào, dùng trị số K thích hợp tương ứng với dạng nhánh đó.

Ghi chú: Khi dùng K cho một nhánh, thì nhánh đó phải giống y như nhánh đã được tính toán.

Sau khi đã tính toán xong, so sánh kết quả với hình 4-13.

Ghi chú: khi dùng chỉ có một nozzle, lượng chảy được tính theo: $q = K\sqrt{P}$

Nhưng khi "P" gồm có nhiều độ mất ma sát, đến từ công thức Hazen-Williams, đúng hơn ta phải dùng:

$$Q = K \times P^{0,54054}$$

vì Q thay đổi theo lũy thừa 1,85 của p và $0,54054 = \frac{1}{1,85}$

Vậy ngay cả khi tính tay, để chính xác hơn, thì dùng $p^{0,54054}$ thay vì $\sqrt{P} = P^{0,5}$.

Nhiều chương trình máy vi tính dùng cách trên đây, nên kết quả có hơi khác.

Tuy nhiên, tiêu chuẩn cho phép dùng cách nào cũng được, nên hầu hết người ta dùng máy tính tay và dùng $q = K\sqrt{P}$.

HYDRAULIC CALCULATIONS

FOR FIGURE 4.12

Job No. _____
 Sheet 1 of 2
 By _____
 Date _____

Nozzle No.	Flows in GPM or L/sec	Pipe Size	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length	Friction Loss psi/ft or kPa/m	Pressures Required psi or kPa	Normal Pressure	Notes	
1	9 15.08	1"		Lqth. 12.0	0.077	Pt. 7.0	Pt.	C=120 K=5.7	
	0 15.08			Fit. —		Pf. 0.93			Pv.
				Tot. 12.0		Pe. —			Pn.
2	9 16.05	1"		Lqth. 12.0	0.295	Pt. 7.93	Pt.	9.57√7.0 =15.08	
	0 31.13			Fit. —		Pf. 3.54			Pv.
				Tot. 12.0		Pe. —			Pn.
3	9 19.30	1 1/4"	TEE	Lqth. 2.0	0.179	Pt. 11.97	Pt.	9.57√11.97 =19.3	
	0 50.43			Fit. 6.0		Pf. 1.51			Pv.
				Tot. 8.0		Pe. —			Pn.
4 RIGHT	9 ↓			Lqth.		Pt. 12.98	Pt.		
	0 50.93			Fit.		Pf.			Pv.
				Tot.		Pe.			Pn.
5	9 15.08	1"	TEE	Lqth. 10.0	0.077	Pt. 7.0	Pt.	SEE NO. 1	
	0 15.08			Fit. 5.0		Pf. 1.16			Pv.
				Tot. 15.0		Pe. —			Pn.
4 LEFT	9 ↓			Lqth.		Pt. 8.16	Pt.	BALANCE Q ₁ 15.08√12.98 Q ₂ 15.08√8.16	
	0 15.08			Fit.		Pf.			Pv.
				Tot.		Pe.			Pn.
TOTAL LEFT = NO. 24	9 19.02	1 1/2"	TEE	Lqth. 1.0	0.162	Pt. 12.98	Pt.	=19.02 gpm ADD TO 50.93 =69.95	
	0 69.45			Fit. 9.0		Pf. 1.96			Pv.
				Tot. 10.0		Pe. 0.93			Pn.
6	9 ↓	1 1/2"		Lqth. 10.0	0.162	Pt. 14.87	Pt.	K=69.45 √14.87 =12.01	
	0 69.45			Fit. —		Pf. 1.62			Pv.
				Tot. 10.0		Pe. —			Pn.
7	9 ↓			Lqth.		Pt. 16.99	Pt.	SEE LINE # 6	
	0 69.45			Fit.		Pf.			Pv.
				Tot.		Pe.			Pn.
8	9 15.08	1"		Lqth. 12.0	0.077	Pt. 7.0	Pt.	9.57√7.0 =15.08	
	0 15.08			Fit. —		Pf. 0.93			Pv.
				Tot. 12.0		Pe. —			Pn.
9	9 16.05	1"	TEE	Lqth. 3.0	0.295	Pt. 7.93	Pt.	9.57√7.93 =16.05	
	0 31.13			Fit. 5.0		Pf. 2.36			Pv.
				Tot. 8.0		Pe. —			Pn.
10	9 ↓			Lqth.		Pt. 10.29	Pt.		
	0 31.13			Fit.		Pf.			Pv.
				Tot.		Pe.			Pn.
12	9 15.08	1"		Lqth. 12.0	0.077	Pt. 7.0	Pt.	SAME AS NO. 8	
	0 15.08			Fit. —		Pf. 0.93			Pv.
				Tot. 12.0		Pe. —			Pn.
11	9 16.05	1"	TEE	Lqth. 9.0	0.295	Pt. 7.93	Pt.	9.57√7.93 =16.05	
	0 31.13			Fit. 5.0		Pf. 4.13			Pv.
				Tot. 14.0		Pe. —			Pn.
10	9 ↓			Lqth.		Pt. 12.06	Pt.		
	0 31.13			Fit.		Pf.			Pv.
				Tot.		Pe.			Pn.

Figure 4.13
 Calculation Sheet

HYDRAULIC CALCULATIONS

FOR FIGURE 4.12

Job No. _____
 Sheet 2 of 2
 By _____
 Date _____

Nozzle No.	Flows in GPM or L/sec	Pipe Size	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length	Friction Loss psi/ft or kPa/m	Pressures Required psi or kPa	Normal Pressure	Notes
								C=120 K=5.7
10 +31.13	9 33.70	1 1/2"	TEE	Lqth. 1-0	0.142	Pt. 12.06	Pt.	BALANCE Q ₂ = 31.13 $\sqrt{\frac{120}{V \cdot 2.4}}$ = 33.70 gpm
	0 64.83			Fit. 9-0		Pf. 1-28	Pv.	
				Tot. 9-0		Pe. 0-43	Pn.	
7	9 †	1 1/2"		Lqth.		Pt. 13.77	Pt.	K = 11.23 15.77 = 17.4107
	0 64.83			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
7 +69.45	9 70.94	2"		Lqth. 10-0	0.176	Pt. 16.49	Pt.	BALANCE AT 7 Q ₁ = 69.45 $\sqrt{\frac{120}{V \cdot 2.4}}$ = 70.94
	0 140.39			Fit. —		Pf. 1-76	Pv.	
				Tot. 10-0		Pe. —	Pn.	
13	9 76.94	2"		Lqth. 10-0	0.395	Pt. 13.25	Pt. (use K @	= 76.94 Q ₁ = 18.01 $\sqrt{\frac{120}{V \cdot 2.4}}$ = 76.94
	0 217.33			Fit. —		Pf. 3-45	Pv. (line 6)	
				Tot. 10-0		Pe. —	Pn.	
14	9 82.32	2"	EL CHECK GATE	Lqth. 26-0	0.716	Pt. 22-2	Pt. (use K @	Q ₁ = 17.901 $\sqrt{\frac{120}{V \cdot 2.4}}$ = 82.32
	0 299.65			Fit. 17-0		Pf. 30.79	Pv. (line 7)	
				Tot. 43-0		Pe. 6-93	Pn.	
15	9 †			Lqth.		Pt. 59.92	Pt.	16.933 = 6.93
	0 299.7			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	9			Lqth.		Pt.	Pt.	
	0			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	

Figure 4.13
 Calculation Sheet (continued)

BÀI TẬP

TRƯỜNG HỢP 4

Hình 4-14 cho ta loại hình dạng khác của hệ thống phun. Giả sử tất cả các đầu phun đều hoạt động. Tính tải tổng cộng tại base of riser.

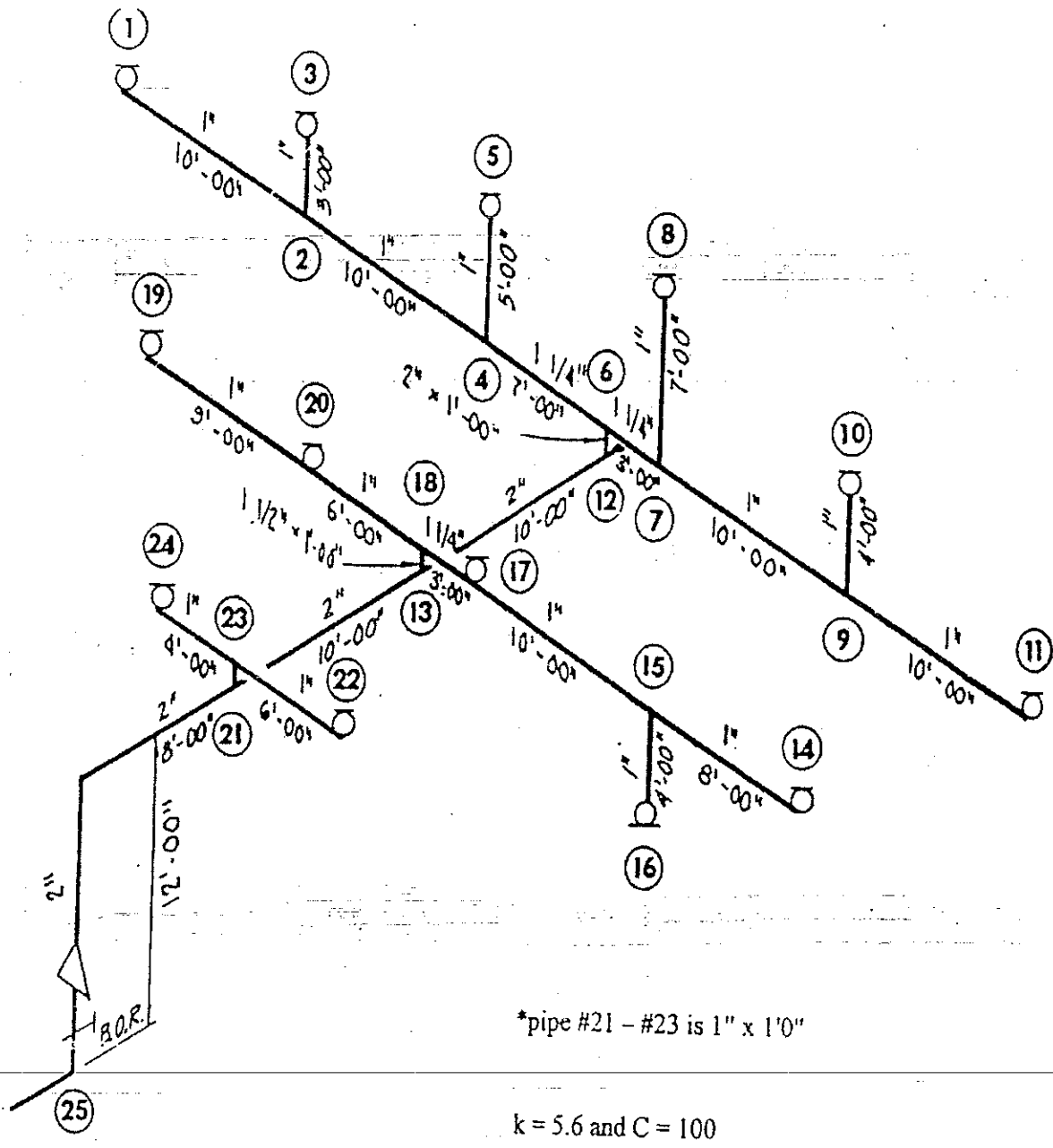


Figure 4.14
System for Self Test #3

Trước khi bắt đầu, lướt qua các điểm.

Đây là bài tập về cách balancing để có áp suất nước đúng trong một hình dạng hệ thống khác thường.

- Bắt đầu tại node 1 với $p = 7,0$ psi tối thiểu.
- Định áp suất tại node 2, rồi bắt đầu lại tại node 3, dùng áp suất tối thiểu 7,0 psi.
- Đi xuống tới node 2 lại và cân bằng áp suất.
- Lấy lưu lượng tổng cộng từ node 1 và 3 theo ống xuống tới node 4, rồi bắt đầu lại tại node 5 dùng áp suất tối thiểu.
- Khi có được lượng chảy ở phía trái của node 6, bắt đầu lại ở node 11 và đi lùi tới node 6. Cân bằng.
- Khi tới node 15, bắt đầu lại ở node 16 nhưng đừng quên trừ áp suất cao độ tại đầu phun hạ thấp.
- Ở đây không lấy K vì các đường nhánh này đều khác nhau.

Khi tính toán xong, so sánh kết quả tính với bảng tính toán mẫu hình 4-15

HYDRAULIC CALCULATIONS

FOR FIGURE 4.14

Job No. _____
 Sheet 1 of 3
 By _____
 Date _____

Nozzle No.	Flows in GPM or L/sec	Pipe Size	Fitting & Devices (x0.713)	Pipe Equivalent Length	Friction Loss psi/ft or kPa/m	Pressures Required psi or kPa		Moral Pressure	Notes C=100 K=5.6
						Pt.	Pn.		
1	9 14.82	1"		Lqth. 10.0	0.105	Pt. 7.0	Pt.	9.5670	
	0 14.82			Fit. —		Pt. 1.05	Pv.		14.82
	0 14.82			Tot. 10.0		Pe. —	Pn.		
2	9 ↓			Lqth.		Pt. 8.05	Pt.		
	0 14.82			Fit.		Pt.	Pv.		
	0 14.82			Tot.		Pe.	Pn.		
3	9 14.82	1"	TEE	Lqth. 3.0	0.105	Pt. 7.0	Pt.	no devt.	
	0 14.82			Fit. 3.57		Pt. 0.69	Pv.		3x.423 =
	0 14.82			Tot. 6.57		Pe. 1.30	Pn.		1.299
2	9 15.66	1"		Lqth. 10.0	0.397	Pt. 8.99	Pt.	BALANCE	
	0 30.48			Fit. —		Pt. 3.97	Pv.		Q = 14.82
	0 30.48			Tot. 10.0		Pe. —	Pn.		15.06
4	9 ↓			Lqth.		Pt. 12.96	Pt.		
	0 30.48			Fit.		Pt.	Pv.		
	0 30.48			Tot.		Pe.	Pn.		
5	9 14.82	1"	TEE	Lqth. 5.0	0.105	Pt. 7.0	Pt.	no devt.	
	0 14.82			Fit. 3.57		Pt. 0.9	Pv.		5x.423 =
	0 14.82			Tot. 8.57		Pe. 2.17	Pn.		2.17
4 +30.48	9 16.82	1 1/4"	TEE	Lqth. 7.0	0.236	Pt. 10.06	Pt. 17.96	BALANCE	
	0 47.30			Fit. 4.28		Pt. 2.66	Pv.		Q = 14.82
	0 47.30			Tot. 11.28		Pe. —	Pn.		14.82
6 (Left)	9 ↓			Lqth.		Pt. 15.62	Pt.	Q = 12.46	
	0 47.30			Fit.		Pt.	Pv.		
	0 47.30			Tot.		Pe.	Pn.		
11	9 14.82	1"		Lqth. 10.0	0.105	Pt. 7.0	Pt.	SEE N° 1	
	0 14.82			Fit. —		Pt. 1.05	Pv.		
	0 14.82			Tot. 10.0		Pe. —	Pn.		
9	9 ↓			Lqth.		Pt. 8.05	Pt.		
	0 14.82			Fit.		Pt.	Pv.		
	0 14.82			Tot.		Pe.	Pn.		
10	9 14.82	1"	TEE	Lqth. 8.00	0.105	Pt. 7.0	Pt.	SEE N° 1	
	0 14.82			Fit. 3.57		Pt. 0.79	Pv.		4x.423 =
	0 14.82			Tot. 7.57		Pe. 1.73	Pn.		1.73
9	9 16.12	1"		Lqth. 10.00	0.409	Pt. 9.52	Pt.	BALANCE	
	0 30.94			Fit. —		Pt. 4.07	Pv.		Q = 14.82
	0 30.94			Tot. 10.00		Pe. —	Pn.		16.12
7	9 ↓			Lqth.		Pt. 13.61	Pt.		
	0 30.94			Fit.		Pt.	Pv.		
	0 30.94			Tot.		Pe.	Pn.		
8	9 14.82	1"	TEE	Lqth. 7.0	0.105	Pt. 7.0	Pt.	SEE N° 1	
	0 14.82			Fit. 3.57		Pt. 1.11	Pv.		7x.423 =
	0 14.82			Tot. 10.57		Pe. 3.03	Pn.		3.03
7 +30.94	9 16.38	1 1/4"	TEE	Lqth. 3.00	0.236	Pt. 11.14	Pt. 13.61	BALANCE	
	0 47.32			Fit. 4.28		Pt. 1.72	Pv.		Q = 14.82
	0 47.32			Tot. 7.28		Pe. —	Pn.		16.38

Figure 4.15
Calculation Sheets

HYDRAULIC CALCULATIONS

FOR FIGURE 4.14

Job No. _____
 Sheet 2 of 3
 By _____
 Date _____

Nozzle No.	Flows in GPM or L/sec	Pipe Size	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length	Friction Loss psi/ft or kPa/m	Pressures Required psi or kPa	Normal Pressure	Notes
6 (RIGHT)	q ↓			Lqth.		Pt. 15.33	Pt. 15.62	FROM SAGT 1 of 2
	0 47.32			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
6 + 97.30	q 47.77	2"	TEE	Lqth. 11.0	0.120	Pt. 15.62	Pt.	BALANCE Q ₁ = 97.30 - 47.77 = 49.53
	0 95.07			Fit. 7.13		Pf. 2.17	Pv.	
				Tot. 18.13		Pe. 0.93	Pn.	
13	q ↓			Lqth.		Pt. 18.22	Pt.	
	0 95.07			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
14	q 14.82	1"		Lqth. 8.0	0.105	Pt. 7.0	Pt.	SEE N° 1
	0 14.82			Fit. -		Pf. 0.94	Pv.	
				Tot. 8.0		Pe. -	Pn.	
15	q ↓			Lqth.		Pt. 7.84	Pt.	
	0 14.82			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
16	q 14.82	1"	TEE	Lqth. 4.0	0.105	Pt. 7.0	Pt. 7.84	q = 0.933 negative value!
	0 14.82			Fit. 3.57		Pf. 0.79	Pv.	
				Tot. 7.57		Pe. - 1.73	Pn.	
15	q 16.86	1"		Lqth. 10.00	0.427	Pt. 6.06	Pt.	BALANCE Q ₂ = 14.82 - 16.86 = -2.04
	0 31.68			Fit. -		Pf. 4.27	Pv.	
				Tot. 10.00		Pe. -	Pn.	
17	q 19.99	1 1/4"	TEE	Lqth. 3.0	0.272	Pt. 1.11	Pt.	q = 5.6 √(12.11) = 19.99
	0 51.17			Fit. 4.28		Pf. 1.98	Pv.	
				Tot. 7.28		Pe. -	Pn.	
18 (RIGHT)	q ↓			Lqth.		Pt. 14.09	Pt.	
	0 51.17			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
19	q 14.82	1"		Lqth. 9.0	0.105	Pt. 7.0	Pt.	SEE N° 1
	0 14.82			Fit. -		Pf. 0.94	Pv.	
				Tot. 9.0		Pe. -	Pn.	
20	q 15.78	1"	TEE	Lqth. 6.0	0.40	Pt. 7.94	Pt.	q = 5.6 √(7.41) = 15.78
	0 30.60			Fit. 3.57		Pf. 3.93	Pv.	
				Tot. 9.57		Pe. -	Pn.	
18 + 51.17	q 33.48			Lqth.		Pt. 11.77	Pt. 14.09	BALANCE Q ₁ = 30.6 - 33.48 = -2.88
	0 84.65			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
18	q ↓	1 1/2"	TEE	Lqth. 1.0	0.326	Pt. 14.09	Pt.	
	0 84.65			Fit. 5.7		Pf. 2.18	Pv.	
				Tot. 6.7		Pe. 0.93	Pn.	
13 + 95.07	q 88.42	2"		Lqth. 10.0	0.404	Pt. 16.70	Pt. 18.22	BALANCE Q ₂ = 84.65 - 88.42 = -3.77
	0 193.49			Fit. -		Pf. 4.04	Pv.	
				Tot. 10.0		Pe. -	Pn.	
21	q ↓			Lqth.		Pt. 82.26	Pt.	
	0 183.5			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	

Figure 4.15
 Calculation Sheets (continued)

HYDRAULIC CALCULATIONS

Job No. _____
 Sheet 3 of 3
 By _____
 Date _____

FOR FIGURE 4.14

Nozzle No.	Flows in GPM or L/sec	Pipe Size	Fitting & Devices	Pipe Equivalent Length	Friction Loss psi/ft or kPa/m	Pressures Required psi or kPa	Normal Pressure	Notes
22	q 14.82	1"	TEE	Lqth. 6.0	0.105	Pt. 7.0	Pt.	C=100 K=5.6 SEE N°1
	Q 14.82			Fit. 3.57		Pf. 1.0	Pv.	
				Tot. 9.57		Pe. -	Pn.	
23 (RIGHT)	q †			Lqth.		Pt. 8.0	Pt.	
	Q 14.82			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
24	q 14.82	1"	TEE	Lqth. 4.0	0.105	Pt. 7.0	Pt.	SEE N°1.
	Q 14.82			Fit. 3.57		Pf. 0.79	Pv. †	
				Tot. 7.57		Pe. -	Pn.	
23 (LEFT)	q 15.02	1"	TEE	Lqth. 1.00	0.382	Pt. 7.79	Pt. 8.0	BALANCE Q ₁ = 14.82 = 15.02
	Q 29.84			Fit. 3.57		Pf. 1.74	Pv. 17.79	
				Tot. 4.57		Pe. 0.43	Pn.	
21 +183.5	q 44.15	2"	EL+CHK +GATE	Lqth. 20.0	0.603	Pt. 10.17	Pt. 22.26	BALANCE Q ₁ = 24.84 = 44.15
	Q 227.65			Fit. 12.12		Pf. 19.37	Pv. 5.2	
				Tot. 32.12		Pe. 5.2	Pn.	
25	q †			Lqth.		Pt. 46.83	Pt.	12 = 0.935 5.2
	Q 227.7			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	
	q			Lqth.		Pt.	Pt.	
	Q			Fit.		Pf.	Pv.	
				Tot.		Pe.	Pn.	

Figure 4.15
 Calculation Sheets (continued)