

CHƯƠNG 9

MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC MƯA

9.1 KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC MƯA

Nhiệm vụ của hệ thống thoát nước mưa là vận chuyển nước mưa ra khỏi thành phố, khu dân cư, khu công nghiệp một cách nhanh chóng và có tổ chức để tránh xảy ra ngập lụt.

Đối với nước ta là nước có khí hậu nhiệt đới gió mùa do đó thoát nước mưa có ý nghĩa quan trọng, có ảnh hưởng tới nền kinh tế quốc dân:

- Chống ngập lụt tức thời trong các thành phố;
- Giải quyết vấn đề tiêu thủy chống úng cho vùng đồng bằng.

Trước khi thiết kế hệ thống thoát nước cho vùng nào ta phải chọn hệ thống thoát nước cho vùng đó. Hệ thống thoát nước mưa cũng chia làm các bộ phận sau:

Mạng lưới thoát nước mưa gồm mạng lưới thoát nước mưa bên trong và bên ngoài. Mạng lưới thoát nước mưa trong thu nước mưa từ nền, mái nhà,... Mạng lưới thoát nước mưa bên ngoài có nhiệm vụ thu nước mưa từ mạng lưới thoát nước mưa bên trong và vận chuyển ra khỏi thành phố, gồm các bộ phận:

- Giếng kiểm tra: kiểm tra nước mưa trong tiêu khu trước khi ra nguồn;
- Giếng thu nước mưa;
- Trạm bơm thoát nước mưa;
- Hồ điều hòa;
- Công trình xả nước mưa vào nguồn;
- Mương đề phòng lũ (thường xây dựng ở vùng trung du và đồi núi).

9.2 MƯA VÀ LƯỢNG MƯA

9.2.1 Mưa

Mưa là quá trình tuần hoàn của hơi nước. Mưa có nhiều loại: mưa bụi, mưa dầm, mưa rào,... Phân biệt loại mưa theo lượng mưa.

9.2.2 Lượng Mưa

Các vùng trên trái đất có lượng mưa khác nhau phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên, địa hình, khí hậu. Lượng mưa tính trung bình bằng mm cột nước hay l/ha. Các nước ở gần vùng xích đạo có lượng mưa lớn hơn. Ở Việt Nam mùa mưa từ tháng 5 - 10. Lượng mưa chiếm 80 - 85% cả năm. Trong tháng 6 - 8 hay xảy ra các trận mưa lớn gây lũ. Các sông

miền Bắc có mực nước cao. Sông Hồng có mực nước cao hơn mặt đất trung bình của vùng đồng bằng do đó không dùng sông tiêu thủy trong mùa mưa được.

- Lượng mưa bình quân năm là lượng mưa bình quân của một năm trong nhiều năm quan sát.
- Lượng mưa bình quân tháng: lấy lượng mưa bình quân của những tháng cùng tên trong nhiều năm quan sát.
- Lượng mưa ngày lớn nhất là lượng mưa tuyệt đối của một ngày nào đó có lượng lớn nhất trong năm.

9.3 TÀI LIỆU CƠ BẢN ĐỂ TÍNH TOÁN MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC MƯA

9.3.1 Cường Độ, Thời Gian Mưa, Dụng Cụ Đo Mưa

Cường Độ Mưa

Cường độ mưa là lượng mưa rơi trên một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian.

$$\text{- Lớp nước} : i = h/t \text{ (mm/phút)} \quad (9.1)$$

$$\text{- Thể tích} : q = \text{lượng mưa/ha.s (L/ha.s)} \quad (9.2)$$

Mối liên hệ giữa hai loại cường độ trên:

$$q = \frac{i \times 10000 \times 1000}{1000 \times 60} = 166,7i \quad (9.3)$$

Khi $i = 1 \text{ mm/phút} \rightarrow q = 166,7 \text{ L/ha.s}$

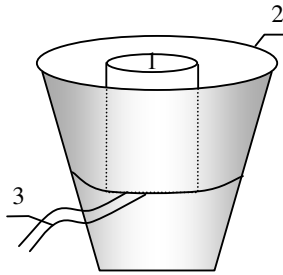
Thời Gian Mưa

Thời gian mưa là khoảng thời gian có mưa liên tục, có thể tính cho cả trận mưa hoặc một phần của trận mưa, thường tính bằng giờ hoặc phút.

Dụng Cụ Đo Mưa

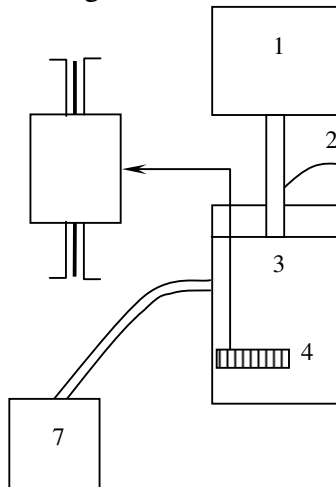
Để tính toán mạng lưới thoát nước mưa phải biết lượng mưa. Để đo lượng mưa người ta dùng dụng cụ đo mưa.

Dụng cụ đo mưa đơn giản là một thùng tôn (1) hình trụ có đường kính 25,2 cm, có chiều cao bằng 40 cm, thường được đặt vào vỏ hình chóp bằng tôn (2) nhằm hạn chế gió mưa tạt vào thùng. Nước mưa rơi vào thùng 1 qua ống (3) chảy vào cốc đo để biết lượng mưa.



Dụng cụ này phải đặt cao hơn mặt đất 2 m và cách xa nhà, cây cối 20 m. Dụng cụ này chỉ đo được lượng mưa chung cho một ngày hoặc một trận mưa. Nếu có theo dõi thời gian mưa có thể xác định cường độ mưa trung bình, nhưng để thiết kế mạng lưới thoát nước mưa thì dụng cụ trên chưa thể thu được đầy đủ những dữ liệu cần thiết. Để xác định được cường độ mưa i biến thiên theo thời gian t cần phải dùng dụng cụ khác.

Dụng cụ đo mưa tự ghi gồm một thùng bằng trụ (1) diện tích miệng bằng 500 cm² dùng để thu nước mưa. Nước mưa qua ống dẫn (2) chảy vào bình (3). Trong bình (3) có phao (4) gắn với bút tự ghi. Bút tự ghi tiếp xúc với băng giấy dán trên trục quay (5), bố trí quay 1 vòng hết 24 giờ. Khi mưa, nước mưa rơi vào ống (1) rồi sang ống (3), phao (4) nổi lên, bút tự ghi. Nếu mưa quá lớn, nước đầy bình (3) do đó tràn qua (6) vào (7), nước lại tụt xuống.



9.3.2 Chu Kỳ Lập Lại Trận Mưa và Chu Kỳ Ngập Lụt Tức Thời

Chu kỳ lập lại trận mưa là khoảng thời gian tính bằng năm để xuất hiện hai trận mưa có cường độ và thời gian giống như nhau. Các trận mưa càng lớn thì chu kỳ lập lại càng lâu và ngược lại.

Mục đích thoát nước mưa là cho các trận mưa lớn, để an toàn, chọn d lớn, do đó giá thành xây dựng cao nhưng thời gian sử dụng ít nên gây lãng phí. Do đó, khi tính toán chỉ tính cho một trận mưa nào đó có cường độ và thời gian mưa xác định và có chu kỳ lập lại

đã biết trước. Trận mưa đó chính là trận mưa tính toán. Đối với trận mưa có cường độ lớn hơn trận mưa tính toán sẽ gây ngập lụt.

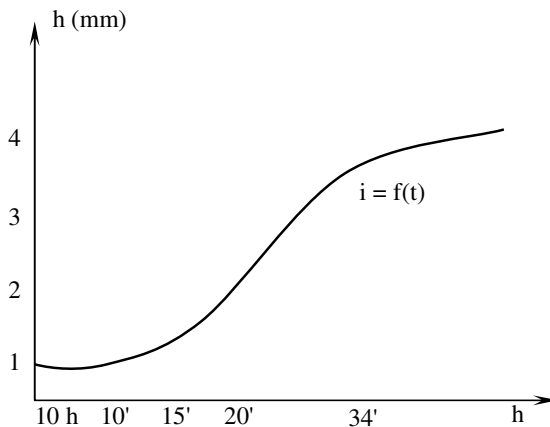
Chu kỳ ngập lụt tức thời là khoảng thời gian tính bằng năm để xuất hiện một trận mưa lớn hơn trận mưa tính toán (ký hiệu là P).

Để thiết kế hệ thống thoát nước mưa bảo đảm về yêu cầu kinh tế và kỹ thuật phải chọn được P hợp lý. Cơ sở chọn P dựa vào điều kiện kinh tế và kỹ thuật địa phương.

9.3.3 Chính Lý Số Liệu Ghi Mưa

Ngoài việc xác định $i = f(t)$, cần phải xác định chu kỳ lặp lại. Muốn vậy ta phải chỉnh lý tài liệu ghi mưa theo phương pháp như sau:

- Xuất phát từ tài liệu ghi mưa tự động



- Phân tích số liệu ghi mưa

Chia đường cong $i = f(t)$ thành các đoạn ngắn có cùng cường độ. Có thể xác định bằng cách chia đường cong thành những đoạn có cùng độ dốc và lập một bảng để biết cường độ mưa trong từng khoảng thời gian (Bảng 9.1).

Bảng 9.1 Cường độ mưa trong từng khoảng thời gian

STT	Khoảng thời gian	Thời gian (phút)	Cột nước (mm)	Cường độ mưa (mm/phút)
01	10 ^h 10 - 10 ^h 14	4	0,5	0,125
02	10 ^h 14 - 10 ^h 18	4	2,0	0,500
03	10 ^h 18 - 10 ^h 20	2	0,9	0,450
04	10 ^h 20 - 10 ^h 24	4	0,7	0,175
05	10 ^h 24 - 10 ^h 30	6	0,5	0,083
06	10 ^h 30 - 10 ^h 34	4	0,6	0,150

07	$10^h34 - 10^h40$	4	0,3	0,050
----	-------------------	---	-----	-------

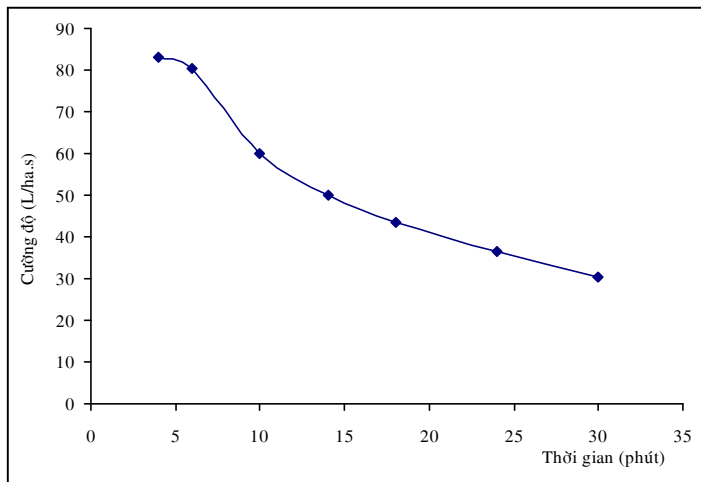
- Chính lý

Cường độ một trận mưa thay đổi không theo một quy luật nào do đó ta phải chính lý để tìm quy luật chung tức là lập một mẫu mưa nhân tạo.

Bảng 9.2 Thống kê theo chiều giảm dần của cường độ mưa

Thời gian mưa (phút)	Cốt mực nước	Cường độ mưa	
		mm/phút	L/ha.s
4 phút (02)	2,0	0,500	83,0
6 phút (02 + 03)	2,9	0,483	80,2
10 phút (02 + 03 + 04)	3,6	0,360	60,0
14 phút (02 + 03 + 04 + 06)	4,2	0,300	50,0
18 phút (02 + 03 + 04 + 06 + 01)	4,7	0,260	43,3
24 phút (02 + 03 + 04 + 06 + 01 + 05)	5,2	0,220	36,6
30 phút (02 + 03 + 04 + 06 + 01 + 05 + 07)	5,5	0,183	30,5

- Lập đồ thị từ kết quả trình bày trong Bảng 9.2.

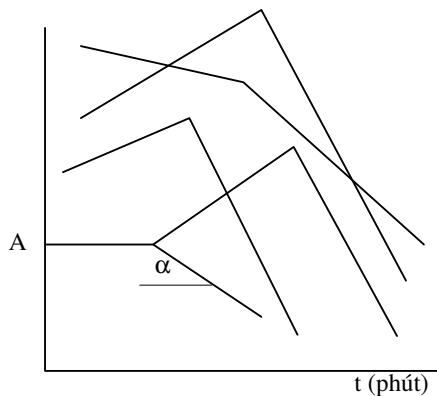


Phương trình trên có dạng hàm số mũ $y = a/x^n$ (hypecbon). Do đó dùng kết quả tính trong Bảng 9.2, dựng đồ thị trên hệ tọa độ logarit.

Đường cong $q = f(t)$ là đường gấp khúc gần như đường thẳng có phương trình $y = a - nx$. Đồ thị này là mẫu mưa nhân tạo. Đến đây, công tác chính lý đã hoàn tất.

Nếu dùng dụng cụ ghi mưa tự động theo dõi mưa của một vùng nào đó và bằng phương pháp chính lý như trên ta được quy luật chung của các trận mưa và biểu diễn chúng trên cùng hệ trục tọa độ logarit. Dựa vào đồ thị theo dõi ta biết được quy luật mưa của vùng

đó và chu kỳ lặp lại của một trận mưa. Ví dụ theo dõi tình hình mưa của vùng trong 20 năm ta có đồ thị sau:



Mỗi đường gấp khúc là một trận mưa có thật sau khi đã chỉnh lý. Đường trên cùng là trận mưa 20 năm mới xuất hiện một lần. Giả sử thiết kế mạng lưới thoát nước cho vùng này với chu kỳ ngập lụt $P = 5$ năm. Trận mưa tính toán được xác định như sau: $20/5 = 4$ trận. Trong 20 năm có 4 trận mưa lớn hơn trận mưa tính toán. Muốn tìm trên đồ thị ta đếm từ trên xuống nói các điểm thứ 5 lại. Cuối cùng ta được trận mưa tính toán không trùng với trận mưa nào. Trong thực tế ta lấy cường độ mưa của trận mưa đó để tính toán.

Với các điểm nằm trên đường $q = f(t)$ tính toán đều có giá trị q và t , góc hợp bởi đường biểu diễn với trục hoành là α và cắt trục tung tại A . Ta viết được phương trình:

$$\log(q) = \lg(A) - \text{tg}\alpha \times \log(t)$$

Đặt $\text{tg}\alpha = n$ ta có $\log(q) = \log(A) - n \log(t)$. Trong đó, n được gọi là hệ số khí hậu. Có giá trị A và n , cho t , xác định được q .

9.3.4 Cường Độ Mưa Tính Toán

Sau khi xác định được trận mưa tính toán trên đồ thị (dựa vào p) ta phải tính toán cường độ của trận mưa tính toán đó. Tùy thuộc vào tài liệu theo dõi mưa ta có các cách xác định cường độ mưa tính toán như sau:

Khi chỉ có dụng cụ đo mưa đơn giản (biết được lượng mưa trung bình năm)

a. Công thức 1: dựa trên khái niệm sức mưa (Δ)

$$\Delta = i \cdot t^{0,5} \quad (9.4)$$

Trong đó, Δ là sức mưa, i là cường độ mưa (mm/phút), t là thời gian mưa (phút). Δ biểu thị đặc tính khí hậu của từng vùng và cũng có thể diễn tả bằng hàm số sau:

$$\Delta = \alpha \cdot H^{2/3} \cdot P^{1/3} \quad (9.5)$$

Trong đó, α là hệ số địa lý, có thể lấy bằng 0,026 - 0,049; H là cột nước trung bình của năm tính bằng mm; P là chu kỳ lặp trận mưa.

Thay giá trị $q = 166,7 i = 166,7 \cdot \Delta \cdot t^{-0,5}$ vào (9.5) ta có: $q = 166,7 \cdot \alpha \cdot H^{2/3} \cdot P^{1/3} \cdot t^{-0,5}$
(9.6)

Đặt $\mu = \alpha \cdot H^{2/3}$ gọi là hệ số khí hậu: $q = 166,7 \cdot \mu \cdot P^{1/3} \cdot t^{-0,5}$

Công thức này ít dùng trong thực tế vì sai số đến 30-50%.

b. Công thức 2: xuất phát từ phương trình $\log(q) = \log(A) - n \log(t)$ suy ra

$$q = A/t^n \quad (9.7)$$

Nếu $t = 1$ phút $\rightarrow q = A$. Như vậy A chính là cường độ mưa khi thời gian mưa là 1 phút và biểu thị đặc tính khí hậu của mỗi địa phương. $A = f(P)$. Khi P tăng thì A tăng nên đây là hàm đồng biến.

Lập hệ trục bán logarit, đặt A trên trục hoành (theo hệ thập phân). Đặt P trên trục tung (log).

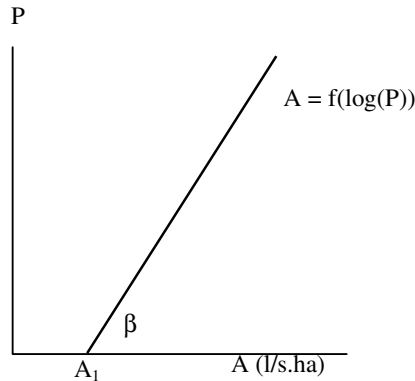
$A = f(\log(P))$ có dạng đường thẳng, cắt trục hoành tại A_1 và hợp với trục hoành một góc β . Đặt $\tan \beta = S$ thì phương trình đường thẳng có dạng:

$$A = A_1 + S \log(P)$$

$$A = A_1 (1 + S/A_1 \log(P)). \text{ Đặt } S/A_1 = C$$

$A = A_1 (1 + C \cdot \log(P))$. Thay vào phương trình (9.7) ta có:

$$q = \frac{A_1 \times (1 + C \times \log(P))}{t^n} \quad (9.8)$$



Nếu cho $P = 1$ năm, $t = 20$ phút thì $q_{20} = A_1/20^n$ hay $A_1 = q_{20} \cdot 20^n$

q_{20} là cường độ mưa ở phút thứ 20 của một trận mưa có chu kỳ lặp lại là một năm. Thay A_1 vào (9.8) ta có:

$$q = \frac{q_{20} \cdot 20^n \times (1 + C \times \log(P))}{t^n} \quad (9.9)$$

Công thức này được đề nghị dùng để tính toán, trong đó:

- q_{20} : cường độ mưa ở phút thứ 20 và $P = 1$ năm tùy thuộc từng vùng (L/ha.s);
- C : hệ số địa lý khí hậu;
- P : là chu kỳ ngập lụt tức thời (năm);
- t : là thời gian mưa tính (phút).

Thông thường các giá trị q_{20} , n , C tra trên bản đồ phân vùng khí hậu. Trường hợp thiếu tài liệu có thể tính như sau:

$$Q_{20} = 0,071 H \cdot d_{TB}^{1/2} \quad (9.10)$$

- H : lượng mưa trung bình năm tính bằng mm, theo dõi 20 năm
- d_{TB} : độ hụt trung bình của độ ẩm không khí trong các tháng có mưa tính bằng mm.
Thời gian theo dõi 5 - 10 năm:

$$d_{TB} = \frac{d_1 h_1 + d_2 h_2 + \dots + d_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad (\text{mm})$$

- d_1, d_2, \dots, d_n là độ hụt trung bình hàng tháng của độ ẩm không khí của các tháng có cùng tên (mm);
- $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ là lượng mưa trung bình của các tháng tương ứng (mm).

Khi có đủ số liệu ghi mưa của máy tự ghi

Thời gian theo dõi từ 15 - 20 năm, xác định cường độ mưa tính toán dùng công thức (9.7). Trị số A, n xác định dựa trên đồ thị theo dõi. Muốn chính xác thì xác định theo phương pháp bình phương cực tiểu:

$$n = \frac{\sum \log(q_i) \sum \log(t_i) - m \sum \log(q_i) \times \log(t_i)}{m \sum \log^2(t_i) - (\sum \log(t_i))^2}$$

$$\log(A) = \frac{\sum \log(q_i) + n \times \sum \log(t_i)}{m}$$

- m là số điểm xác định;
- q_i, t_i là cường độ và thời gian mưa tương ứng với điểm xác định.

Tương tự ta có thể xác định A, n đối với giá trị P bất kỳ.

Những nghiên cứu gần đây về xác định cường độ mưa ở Việt Nam

$$q = \frac{A}{(t+b)^n} \quad (9.11)$$

- q : cường độ mưa (L/ha.s)
- t : thời gian mưa;
- b : hệ số xác định theo đồ thị;
- A, n : xác định theo phương pháp bình phương cực tiểu.

Từ công thức (9.11), ta có thể viết:

$$q = \frac{[(20+b)^n q^{20} (1+C \times \log(P))]}{(9.12) (1+b)^n}$$

$$b = 15. P^m \quad (9.13)$$

Bảng 9.3 Giá trị các thông số A, C, n, m ở một số địa phương

Địa phương	A	C	m	n
Hà Nội	420	0,55	0,12	0,82
Hải Phòng	2790	0,50	0,19	0,69
Lào Cai	2450	0,60	0,16	0,69
Hà Giang	3150	0,60	0,18	0,73

Hòa Bình	3780	0,55	0,16	0,76
Thanh Hóa	2980	0,50	0,20	0,70
Vinh	3290	0,50	0,14	0,74

Đối với vùng không có tài liệu ghi mưa tự động, có thể dùng công thức sau:

$$q = \frac{35^n \times q_{20} \times (1 + C \times \log(P))}{(t + 15 \times P^m)^n} \quad (9.14)$$

q_{20} có thể xác định bằng phương pháp gần đúng:

- $q_{20} = 0,071.H.d_{TB}^{0,5}$ sai số 10 - 80%;
- $q_{20} = 0,072.H.d_{TB}^{0,43}$ sai số 2 - 40%;
- $q_{20} = 58 H_{ng}^{0,49}$ sai số 1 - 14%

Trong đó, H là hàm lượng mưa trung bình năm (mm), H_{ng} là lượng mưa trung bình ngày của ngày trong mùa mưa (mm), d_{TB} là độ hụt trung bình của độ ẩm không khí trong các tháng có mưa. Đối với những vùng không có giá trị H_{ng} và d_{TB} có thể tính:

$$q = \frac{[21,6 \times H^{2/3} \times (1 + 0,55 \times \log(P))]}{(t + 15P^{0,18})^{0,73}} \quad (9.15)$$

9.3.5 HỆ SỐ DÒNG CHẢY VÀ KHÁI NHIỆM VỀ SỰ CHẠM CỦA DÒNG CHẢY

Hệ Số Dòng Chảy

Lượng mưa rơi xuống có một phần ngấm vào đất, một phần bốc hơi, sau thời gian dài mới mưa thì lượng nước ngấm vào đất đáng kể. Phần còn lại chảy vào hệ thống thoát nước mưa.

Hệ số dòng chảy là tỷ số giữa lượng nước mưa chảy vào hệ thống thoát nước (ký hiệu q_c) và lượng nước mưa rơi xuống diện tích thoát nước (ký hiệu q_r). Ký hiệu ψ .

$$\psi = \frac{q_c}{q_r} \quad (9.16)$$

ψ phụ thuộc vào tính chất và độ dốc của mặt đất, cường độ mưa $\psi = f(i)$. Theo một tác giả người Nga khác (1941) cũng có thể tính ψ như sau:

$$\Psi = \sum_{TB} \times q^{0,2} \times t^{0,1} \quad (9.17)$$

- q là cường độ mưa (L/ha/s);
- t là thời gian mưa (phút);
- \sum_{TB} là hệ số lớp phủ tính theo giá trị trung bình cho toàn diện tích thoát nước mưa.

Giá trị của hệ số lớp phủ Σ và hệ số dòng chảy không đổi ψ_0 được trình bày trong Bảng 9.4.

Bảng 9.4 Hệ số lớp phủ Σ và hệ số dòng chảy không đổi ψ_0

Loại lớp phủ	Σ	ψ_0
Mái nhà và đường rải nhựa	Bảng 9.5	0,95
Đường rải đá to	0,224	0,60
Đường rải cuội, sỏi	0,145	0,45
Đường rải đá dăm không có chất kết dính	0,125	0,40
Đường rải sỏi nhỏ trong công viên	0,090	0,30
Mặt đất san nền	0,064	0,20
Bãi cỏ	0,038	0,10

Bảng 9.5 Giá trị của hệ số lớp phủ Σ với bề mặt ít thấm nước $\Sigma = f(A, n)$

A/n	300	400	500	600	700	800	1000	1200	1500
< 0,65	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24	0.23
≥ 0,65	0.33	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.24

Khi diện tích bề mặt lớp phủ ít thấm nước lớn hơn 30% bề mặt thoát nước mưa thì $\psi = \text{const}$ và được tính bằng giá trị trung bình theo công thức sau:

$$\Psi = \Psi_{TB} = \frac{\sum \Psi_{oi} F_i}{F_{ch}} \quad (9.18)$$

$$\sum_{TB} = \frac{\sum F_i \sum_i}{F_{ch}}$$

Khi tính hệ số Z_{TB} , các diện tích của vườn hoa, bãi cỏ, công viên, nếu không có hệ thống thoát nước mưa thì không được tính vào diện tích chung F_{ch} .

Khái Niệm Về Sự Chậm Của Dòng Chảy

Nếu so sánh khối lượng nước mưa đang chảy vào đường ống với lượng nước mưa ở cuối đường ta thấy rằng lưu lượng của nước dần dần lớn lên và ít hơn lượng nước mưa chảy vào mạng lưới. Trong cùng một thời điểm (cuối ít hơn), chỉ khi nào thời gian mưa kéo dài thì mới bằng nhau. Ta có thể biểu diễn bằng công thức:

$$Q = \psi \cdot F \cdot q$$

Q là lượng mưa ở cuối đoạn ống. Thông thường $Q < Q_{tt}$, như vậy sẽ chảy chậm hơn so với dòng chảy tính toán. Nguyên nhân của sự chậm trễ là do có sự tập trung nước trên bề mặt, trong quá trình chảy vận tốc dần dần tăng lên (trong đường ống).

Tỷ số giữa Q/Q_{tt} biểu thị mức độ chậm của dòng chảy. Việc xác định giá trị của hệ số chậm rất phức tạp nên trong tính toán không đưa vào. Nhưng khái niệm của sự chậm giải thích được một số hiện tượng.

9.3.6 HỆ SỐ MƯA KHÔNG ĐỀU

Thực tế mưa rơi không đều trên diện tích thoát nước hay nói khác đi cường độ mưa trên toàn diện tích thoát nước không đều nhau được biểu thị bằng hệ số η :

$$\eta = \frac{q_{TB}}{q_{max}}$$

- q_{TB} : cường độ mưa trung bình trên toàn bộ diện tích thoát nước mưa;
- q_{max} : cường độ mưa lớn nhất của một điểm nào đó trên diện tích thoát nước mưa.
- $\eta = f(F, t)$. F nhỏ, mưa đều hơn, $\eta \geq 1$
- Quy định nếu $F < 300$ ha thì $\eta = 1$.
- Thời gian mưa ngắn, do đó nếu q lớn và mưa không đều thì η giảm.

Bảng 9.6 Giá trị $\eta = f(F, t)$

Diện tích (ha)	Thời gian mưa (phút)			
	15 phút	30 phút	45 phút	60 phút
300	0,96	1	1	1
400	0,92	0,96	0,98	1
500	0,90	0,93	0,96	1
600	0,88	0,91	0,95	0,98
800	0,85	0,90	0,94	0,97
1600	0,77	0,84	0,89	0,92
2000	0,75	0,81	0,87	0,90

9.3.7 XÁC ĐỊNH LƯU LƯỢNG TÍNH TOÁN CỦA NƯỚC MƯA THEO PHƯƠNG PHÁP CƯỜNG ĐỘ MƯA GIỚI HẠN

Phương Pháp Cường Độ Mưa Giới Hạn

Khi xác định lưu lượng tính toán của nước mưa người ta giả thiết rằng mưa sẽ được kéo dài một khoảng thời gian bằng khoảng thời gian nước mưa ở điểm xa nhất chảy đến điểm tính toán thì mưa mới tạnh. Nói cách khác hệ số chậm của dòng chảy bằng 1.

Thời gian này chính là thời gian tập trung nước. Thời gian tập trung nước đối với các tiết diện tính toán khác nhau sẽ khác nhau. Tiết diện càng ở xa thì thời gian tập trung nước càng lớn, t càng lớn, q càng giảm nhưng F tăng cho nên $Q = \Psi \cdot F \cdot q$ vẫn tăng. Như vậy, tiết diện tính toán vẫn được tính toán với lưu lượng lớn nhất có thể xảy ra mặc dù cường độ mưa giảm. Trong khi tính toán mạng lưới thoát nước mưa người ta đã lấy thời gian tính toán chính bằng thời gian tập trung nước và lưu lượng được xác định dựa vào thời gian tập trung nước. Tính toán như vậy gọi là tính toán theo phương pháp cường độ giới hạn.

Thời Gian Mưa Tính Toán

Thời gian mưa tính toán chính là thời gian tập trung nước từ điểm xa nhất đến điểm tính toán.

$$t_{TT} = t_m + t_r + t_0 \quad (9.15)$$

- t_m : thời gian tập trung nước mưa trên bề mặt từ điểm xa nhất đến rãnh. t_m phụ thuộc vào diện tích, cường độ mưa và bề mặt lớp che phủ.

$$t_m = 1,5 \cdot n^{0,6} \cdot l^{0,6} \sum^{0,3} \cdot i^{0,5} \cdot i^{0,3}$$

+ \sum , n , l là hệ số lớp phủ, hệ số nhám và độ dốc của bề mặt có nước chảy;

+ i là cường độ mưa (mm/phút);

+ l là chiều dài đoạn nước chảy (m).

Công thức này áp dụng khi bề mặt đã san nền (không gồ ghề, tương đối bằng phẳng). Trong tính toán giá trị t_m được chọn như sau:

+ Trong khu phố không có rãnh thoát nước mưa lấy $t_m = 10$ phút;

+ Trong khu phố có rãnh thoát nước mưa lấy $t_m = 5$ phút.

- t_r là thời gian nước chảy trong rãnh.

$$t_r = 1,25 \times \frac{l_r}{V_r}$$

+ l_r , V_r là chiều dài và vận tốc của đoạn ống tính toán;

+ 1,25 là hệ số tăng dần tốc độ.

- t_0 là thời gian nước chảy trong ống đến tiết diện tính toán.

$$t_0 = M \times \sum \frac{l_0}{V_0}$$

+ l_0 và V_0 là chiều dài và tốc độ của đoạn ống tính toán;
+ M là hệ số kể đến sự chậm trễ của dòng chảy ban đầu so với dòng chảy tính toán với hai nguyên nhân:

- Nước mưa chảy trong ống thì dần dần tăng lên do đó V tăng dần đến vận tốc tính toán, như vậy thời gian chảy thực tế lớn hơn thời gian chảy tính toán. Theo A. A. Cypμμ, sự tăng dần tốc độ có thể điều chỉnh bằng hệ số $M = 1,2$.
- Ống thoát nước mưa được tính với $h/d = 1$ do đó V lớn nhưng lú đầu h/d nhỏ hơn 1 nên $V < V_{tt}$ dẫn đến thời gian chảy thực tế lâu hơn thời gian chảy tính toán.
- Thực tế tính $M = 2,0$ nếu địa hình mặt đất của khu vực thoát nước bằng phẳng.
- $M = 1,2$ khi mặt đất có độ dốc lớn hơn 0,005.

- Như vậy,

$$t_{tt} = t_m + 1,25 \times \frac{l_r}{60 \times V_{(9.19)}} + 2 \times \frac{\sum l_0}{60V_0}$$

Công Thức Xác Định Lưu Lượng Tính Toán Nước Mưa

Nếu khu vực thoát nước có diện tích là F , biết hệ số dòng chảy Ψ , hệ số mưa η , cường độ mưa là q thì lưu lượng tính toán nước mưa được tính như sau:

$$Q = \Psi \times F \times q \times \eta = \Psi \times F \times \eta \times \frac{A}{t^n} \quad (9.20)$$

Khi khu vực thoát nước mưa có diện tích bề mặt ít thấm nước lớn hơn 3-% diện tích chung thì $\Psi = \Psi_{TB} = \text{const}$. Khi đó:

$$Q = \frac{\Psi_{TB} \times F \times \eta \times A}{\left(t_m + 1,25 \times \frac{l_r}{V_r} + 2 \times \frac{\sum l_0}{V_0} \right)^n}$$

Khi diện tích bề mặt ít thấm nước nhỏ hơn 30% diện tích chung thì Ψ thay đổi:

$$Q = \sum_{TB} \Psi_{TB} \times F \times \eta \times \left[\frac{A^{1/2}}{\left(t_m + 1,25 \times \frac{l_r}{V_r} + 2 \times \frac{\sum l_0}{V_0} \right)} \right]^{1,2n-0,1}$$

9.4 THIẾT KẾ MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC MƯA

9.4.1 Vạch Tuyến Mạng Lưới Thoát Nước Mưa

Nguyên Tắc Chung

Nguyên tắc vạch tuyến mạng lưới thoát nước mưa cũng giống mạng lưới thoát nước thải sinh hoạt và sản xuất. Bên cạnh đó cần lưu ý:

- Cần nghiên cứu lý địa hình, dân cư, công nghiệp, sông hồ, ruộng đất xung quanh thành phố;
- Chú ý đến ruộng đất trồng trọt xung quanh;
- Nghiên cứu sông hồ sẵn có làm hồ điều hòa;
- Hết sức tránh xây dựng thiết thoát nước mưa vì một năm chỉ sử dụng có một mùa, thậm chí một vài ngày;
- Khi quy hoạch thành phố phải chú ý san nền thoát nước mưa luôn;
- Mạng lưới thoát nước mưa không cần thiết cừ phải dùng ống do đó tận sùng điều kiện thuận lợi của địa phương như rãnh, mương ống ngầm.

9.4.2 Tính Toán Mạng Lưới Thoát Nước Mưa

Chọn Chu Kỳ Ngập Lụt Tức Thời

Chu kỳ ngập lụt được quy định trong quy phạm thoát nước phụ thuộc vào q_{20} , địa hình, diện tích thoát nước mưa.

Bảng 9.7 Chu kỳ ngập lụt P đối với khu dân cư

Đặc điểm khu vực thoát nước	Giá trị P phụ thuộc q_{20} (L/ha.s)			
	50 - 70	70 - 90	90 - 100	> 100
Địa hình bằng phẳng				
- Diện tích lưu vực thoát nước mưa $F < 0,25$	0,33	0,50	0,50	1,00
- Diện tích lưu vực thoát nước mưa $F > 0,33$	0,33	0,50	1,00	2,00
Địa hình khá dốc				
- $F < 20$ ha	0,33	0,50	1,00	2,00
- $F = 20 - 50$ ha	0,50	1,00	2,00	3,00
- $F = 50 - 100$ ha	2,00	3,00	5,00	10,00
- $F > 100$ ha	5,00	5,00	10,00	20,00

Bảng 9.8 Chu kỳ ngập lụt P đối với khu công nghiệp

- Quy trình sản xuất không bị đình trệ	Giá trị P phụ thuộc q_{20} (L/ha.s)		
	50 - 80	80 - 100	> 100

- Quy trình sản xuất không bị đình trệ	0,25 - 0,50	0,50 - 2,00	2,00 - 3,00
- Quy trình sản xuất bị đình trệ	0,50 - 1,00	1,00 - 2,00	3,00 - 5,00

Chú ý

- Những giá trị bé trong Bảng 9.7 và Bảng 9.8 dùng cho các khu vực dân cư và khu công nghiệp không quan trọng còn các giá trị lớn dùng cho các khu trung tâm hoặc các khu quan trọng cũng như khi hệ số dòng chảy ψ lớn hơn hoặc bằng 0,5.
- Khi tính toán nước mưa bằng mương rãnh (hố) thì lấy các giá trị bé trong bảng.
- Đối với các khu không quan trọng (kho tàng, nhà máy), nếu để ngập lụt sẽ thiệt hại lớn thì lấy giá trị P ở bảng 9.8 tăng lên.

Xác Định Lưu Lượng Tính Toán Cho Từng Đoạn Ống

- Vẽ đồ thị $q = A/t^n$ cho khu vực tính toán thoát nước mưa. Căn cứ vào tình hình địa phương ta có các giá trị n, A cho giá trị t ta tính được q.

$$q = \frac{20^n \times q_{20} \times (1 + \log P)}{t^n}$$

- Trường hợp không tra được A trong biểu đồ, ta phải tính A theo công thức:

$$A = 20^n \cdot q_{20} \cdot (1 + C \cdot \log P)$$

- Xác định thời gian tập trung nước mưa trên bề mặt, lấy $t_m = 5 - 10$ phút.

- Xác định thời gian nước mưa chảy trong rãnh và hai bên đường:

$$t_r = 1,25 \times \frac{l_r}{V_r}$$

- Nếu ngay trong khu phố có đường ống thoát nước mưa, $t_r = 0$. Nếu không có lấy $t_r = 1$ phút, $V_r = 0,7$ m/s, từ đó ta có thể xác định được giếng thu nước mưa đầu tiên:

$$l_r = \frac{t_r \times V_r}{1,25} = \frac{60 \times 0,7}{1,25} = 33,5 \quad \text{m}$$

- Nếu $F \geq 300$ ha, lấy η theo Bảng 9.6. Nếu $F < 300$ ha, lấy $\eta = 1$.

9.5 VÍ DỤ TÍNH TOÁN MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC MƯA

9.5.1 Nhiệm Vụ

Thiết kế mạng lưới thoát nước mưa cho khu dân cư có 16 tiểu khu (xem mặt bằng). Mỗi tiểu khu có kích thước $b \cdot l = 120 \times 200$, $F = 2,4$ ha, chiều rộng đường phố $b = 30$ m. Khu dân cư nằm ở vùng có $n = 0,7$, $c = 0,85$, $q_{20} = 70$. Theo tài liệu xây dựng cho biết $Z_{TB} = 0,18$.

9.5.2 Tính Toán Thiết Kế

- (1) Vạch tuyến: xem mặt bằng.
- (2) Chọn chu kỳ ngập lụt $P = 1$ năm.
- (3) Vẽ đồ thị $q = A/t^n$ cho vùng thiết kế:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot (1 + C \log P) = 70 \cdot 20^{0,7} \cdot (1 + 0,85 \log P) = 569,9 \cdot (1 + 0,85 \log P)$$

Xác định giá trị A theo P

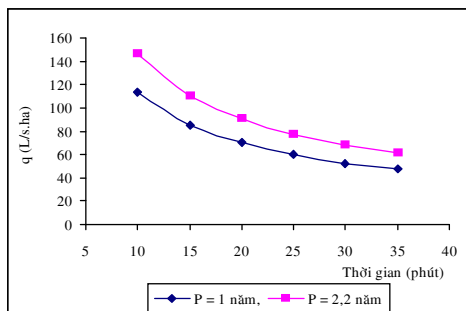
P	1	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2
A	569,9	608,2	655,2	681,5	715,7	735,8

Xác định giá trị q theo A và t (phút), chu kỳ ngập lụt $P = 1$ năm

A	569,9	569,9	569,9	569,9	569,9	569,9
t	10	15	20	25	30	35
$t^{0,7}$	5,01	6,66	8,14	9,52	10,81	12,05
q	113,8	85,6	70,0	59,9	52,7	47,3

Xác định giá trị q theo A và t (phút), chu kỳ ngập lụt $P = 2,2$ năm

A	735,8	735,8	735,8	735,8	735,8	735,8
t	10	15	20	25	30	35
$t^{0,7}$	5,01	6,66	8,14	9,52	10,81	12,05
q	146,9	110,5	90,4	77,3	68,1	61,1



Một cách tổng quát, mối liên hệ giữa q, P, A, t được trình bày trong Bảng 9.9.

Bảng 9.9 Mối liên hệ giữa q, P, A và t

Thời gian t (phút)	q (L/ha.s)					
	P = 0,5 A = 424	P = 1 A = 569,9	P = 1,5 A = 655	P = 2 A = 715,7	P = 3 A = 801,0	P = 4 A = 861,5
05	137,4	184,7	212,3	231,9	259,6	279,2
10	84,6	113,7	130,7	142,8	159,8	171,9
20	52,1	70,0	80,4	87,9	98,4	105,8
40	32,1	43,1	49,5	54,1	60,6	68,7
60	24,1	32,4	37,3	40,7	45,6	49,0
120	14,9	20,0	22,9	25,1	28,1	30,2

Từ kết quả tính toán trình bày trong Bảng 9.9, có thể xác định đồ thị $q = f(t, P)$ dễ dàng.

- Xác định t_m và t_r

Chọn $t_m = 10$ phút và $t_r = 1$ phút (đối với ví dụ này).

(4) Tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa

- Số liệu tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa được trình bày trong Bảng 9.10. Vì $h/d = 1$ nên nối theo vòm ống.

- Sau khi tính xong mỗi đoạn ta phải so sánh V_{tt} ở cột (19) với v dự tính ở cột (6). Nếu sai số $< \pm 15\%$ thì chấp nhận được, nếu lớn hơn phải tính lại.

$$- t_{tt} = t_m + t_r + t_0 = 11 + t_0$$

$$- \Psi = \sum_{TB} \cdot q^{0,2} \cdot t^{0,1}$$

Bảng 9.10 Tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa

Đoạn ống	L (m)	F (ha)		V dự tính (m/s)	t_0 (phút)	t_{tt} (phút)	P (năm)	q	$q^{0,2}$	$t^{0,1}$	Ψ	η	Q = $\Psi q F \eta$	i	
		đđ	vc	Cột ng											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-2															
2-3															
3-4															
4-5															
5-6															

Bảng 9.10 Tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa (tt)

Đo ạn ống	d	h/d	V _{tt} (m/ s)	H = il (m)	Cao độ tính toán						Độ sâu đặt cống		
					Mặt đất		Lòng ống		Vòm ống		Đầu	Cuối	TB
					Đ	C	Đ	C	Đ	C			
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1-2													
2-3													
3-4													
4-5													
5-6													

9.6 CÁC CÔNG TRÌNH TRÊN MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC MƯA

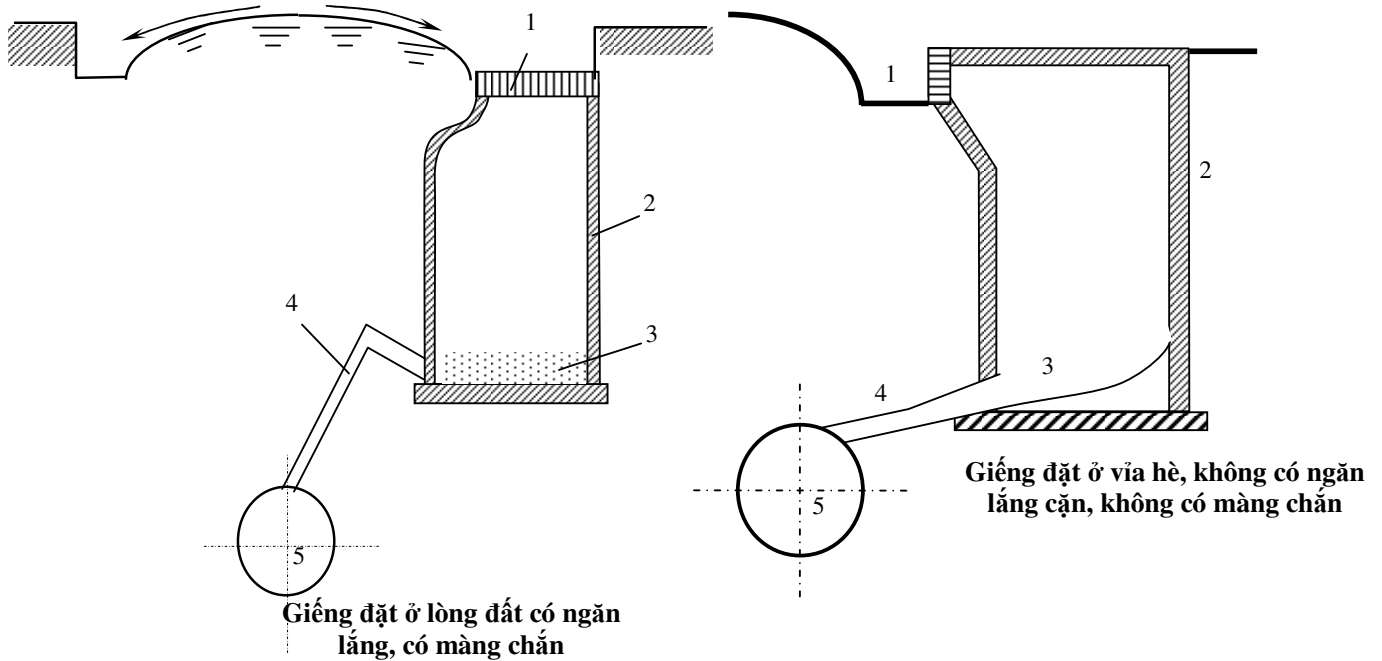
9.6.1 Giếng Thu Nước Mưa

Nước mưa được tập trung trên mặt đất chảy vào rãnh (rãnh của đường phố) khi đạt tới một lưu lượng nào đó chảy vào đường ống kín, qua một công trình gọi là giếng thu.

Phân Loại

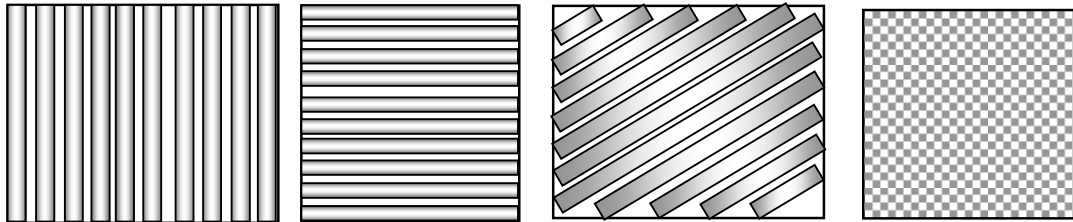
- Theo vị trí
 - + Giếng thu nước mưa ở lòng đường;
 - + Giếng thu nước mưa ở vỉa hè.
- Theo hình dạng: cống tròn, cống vuông.
- Theo cấu tạo: có hay không có ngăn lắng cặn.
- Theo cách nối với mạng lưới đường ống: có hay không có màng ngăn nước.
- Theo vật liệu: bê tông, bê tông cốt thép, gạch, đá.
- Theo phương pháp xây dựng.

Cấu Tạo



- 1 Song chắn rác
- 2 Thân giếng
- 3 Đáy giếng
- 4 Ống nổi
- 5 Đường ống thoát nước

Song chắn rác có các loại sau



Yêu Cầu Đối Với Giếng Thu

- Bố trí thế nào để thu được nhiều nước nhất;
- Bố trí thế nào để không cản trở giao thông.

Bố Trí Giếng Thu Nước Mưa

- Vị trí giếng thu nước mưa đầu tiên được xác định dựa vào công thức:

$$l_r = V_r \times t_r / 1,25 \quad (\text{m})$$

- Đảm bảo lớp nước mưa h trong rãnh nhỏ hơn hoặc bằng 10 cm.
- Khoảng cách giữa các giếng thu nước mưa trên đường phụ thuộc vào độ dốc và chiều ngang mặt đường.
- + Nếu không có nước từ trong tiểu khu đổ ra và chiều rộng mặt đường nhỏ hơn 30 m, khoảng cách giếng thu nước mưa lấy phụ thuộc vào độ dốc dọc đường và theo cách sau:
 - * $i < 0,004$ nên lấy $l = 50$ m;
 - * $i = 0,004 - 0,006$ nên lấy $l = 60$ m;
 - * $i = 0,006 - 0,01$ nên lấy $l = 70$ m;
 - * $i = 0,01 - 0,03$ nên lấy $l = 80$ m.
- + Khi mặt đường lớn hơn 30 m hoặc i nhỏ hơn 0,03, $l \leq 60$ m. Giếng thu nước mưa nên lợi dụng chỗ trồng để bố trí và chú ý nhất là các ngã tư. Không cho nước mưa tràn qua ngã tư.

9.6.2 Hồ Điều Hòa

Trong mạng lưới thoát nước mưa thường dùng hồ điều hòa.

Khi quan sát một trận mưa thường thấy như sau:

- Trong thời gian đầu, cường độ trận mưa dần dần lớn lên, do đó, lượng mưa tăng lên;
- Sau khi cường độ mưa đạt đến một giá trị nào đó khá cao thì giữ nguyên trong một khoảng thời gian hoặc hơi giảm xuống;
- Về thời gian cuối trận mưa, cường độ giảm dần do đó lượng nước mưa cũng giảm theo thời gian.