

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP THIẾT KẾ THOÁT NƯỚC MƯA TRÊN ĐƯỜNG PHỐ THEO HƯỚNG BỀN VỮNG

Nguyễn Việt Phương^{a,*}, Thái Hồng Nam^a, Phạm Trung Hải^b, Kiều Văn Cẩn^c, Nguyễn Tuấn Ngọc^c

^a*Khoa Cầu đường, Trường Đại học Xây dựng,*

55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

^b*Ban Quản lý dự án huyện Kỳ Anh, tỉnh Hà Tĩnh, Việt Nam*

^c*Khoa Công trình, Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải,*

54 Triều Khúc, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 21/03/2019, Sửa xong 05/05/2019, Chấp nhận đăng 15/05/2019

Tóm tắt

Bài báo này trình bày giải pháp thiết kế thoát nước mưa trên đường phố theo hướng bền vững (SuDs). Trên cơ sở đó, tiến hành áp dụng một số giải pháp vào thiết kế hệ thống thoát nước mưa cho trục đường thuộc khu đô thị mới Kỳ Đồng - Hà Tĩnh. Kết quả tính toán cho thấy việc định hướng áp dụng các giải pháp thiết kế hệ thống thoát nước theo hướng bền vững ngay từ ban đầu tại các tuyến phố sẽ đem lại hiệu quả cao về bảo đảm cân bằng sinh thái, giảm thiểu các nguy cơ ngập úng, xói mòn, bổ cập nguồn nước ngầm tự nhiên, giảm kích thước công trình thoát nước, cải thiện cảnh quan, ...

Từ khoá: hệ thống thoát nước bền vững (SuDs); đường phố.

STUDY ON DESIGN SOLUTIONS OF SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS ON STREETS

Abstract

This paper presents design solutions of Sustainable Urban Drainage Systems (SuDs) on streets that possibly applied in the context of Vietnam. The authors apply SuDs solutions for a main street in Ky Dong new urban area – Ha Tinh province. Calculation results show that the orientation of applying SuDs solutions at the beginning of the street design process will bring high effect to ensure ecological balance, reduce inundation, erosion risks, supplement natural groundwater sources, reduce the size of drainage works, improve the landscape, ...

Keywords: sustainable drainage systems (SuDs); street.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13\(2V\)-08](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2019-13(2V)-08) © 2019 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

1. Đặt vấn đề

Nước ta đang có tốc độ đô thị hóa tăng nhanh gắn liền với nhu cầu phát triển hạ tầng đô thị. Đô thị hóa kéo theo quá trình bê tông hóa đã lấn chiếm sông ngòi, ao hồ, tàn phá thảm thực vật, làm thu hẹp, thay đổi dòng chảy và quá trình lưu giữ tự nhiên của nước. Các công trình kết cấu hạ tầng (đường sá, sân bãi, ...) chiếm dụng bề mặt tự nhiên đã làm giảm năng lực tiêu thoát tự nhiên, làm tăng lưu lượng dòng chảy bề mặt và giảm thấm thấu của nước xuống lòng đất, giảm khả năng bổ sung tại chỗ nguồn nước ngầm cũng như gây đơn điệu cảnh quan, bức xạ nhiệt do bê tông hóa.

Số liệu thống kê cho thấy [1], nhiều đô thị của nước ta có hệ thống thoát nước thường xuyên bị quá tải mặc dù đã được quan tâm đầu tư. Ngập úng cũng thường xuyên xảy ra tại các đô thị trong cả nước, ví dụ: TP Hồ Chí Minh có trên 100 điểm ngập, Hà Nội có trên 30 điểm, Đà Nẵng, Hải Phòng cũng có rất nhiều điểm bị ngập úng (Hình 1).

*Tác giả chính. Địa chỉ e-mail: viph.dhxd@gmail.com (Phương, N. V.)



(a)



(b)

Hình 1. Thực trạng ngập úng xảy ra tại nhiều đô thị khi mưa lớn

Các giải pháp thoát nước theo hướng bền vững đã có từ những năm 70 của thế kỷ trước và đang được các nước trên thế giới chú trọng phát triển. Hệ thống SuDs với các giải pháp kỹ thuật sinh thái đã được thử nghiệm thành công ở nhiều nước phát triển: Tokyo là thủ đô đạt nhiều kết quả đáng ghi nhận trong lĩnh vực này; SuDs có mặt trên khắp các thành phố ở Vương quốc Anh và riêng tại Scotland tính tới năm 2002 đã có 1.300 dự án SuDs được thực hiện (CIRIA, 2002). Tuy nhiên, tại Việt Nam vấn đề này còn khá mới mẻ, các tài liệu hướng dẫn thiết kế và thi công vẫn chưa có. Bài báo này giới thiệu về các giải pháp thiết kế thoát nước trên đường phố, các phương pháp tính toán thẩm, và áp dụng đề xuất giải pháp thiết kế, tính toán cho tuyến đường trục chính của khu đô thị Kỳ Đồng, Hà Tĩnh.

2. Cơ sở lý thuyết thoát nước theo hướng bền vững

2.1. Nguyên lý thoát nước bền vững

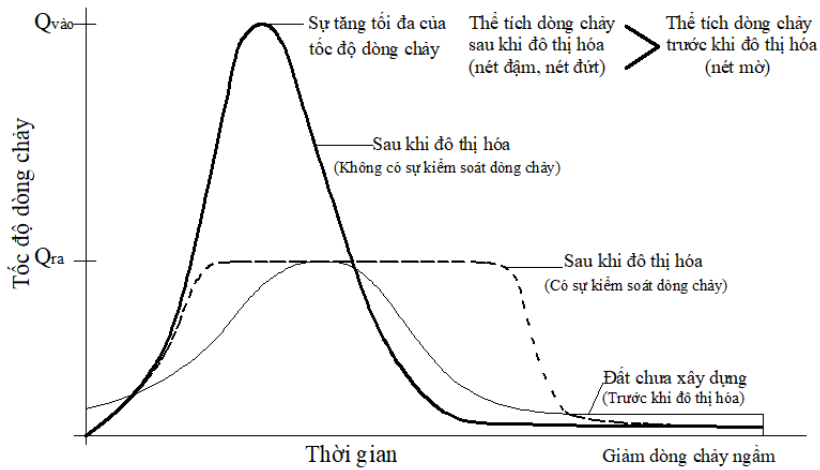
Hệ thống SuDs vận dụng triệt để các nguyên lý và chức năng của hệ sinh thái tự nhiên, thay vì đẩy/thoát thật nhanh nước mưa ra khỏi đường phố bằng các hệ thống kênh hở hoặc cống ngầm thì SuDs làm chậm lại quá trình nêu trên thông qua khả năng lưu giữ tạm thời và thẩm ngấm bổ cập nước ngầm (Hình 2). Nhờ đó, thay vì coi nước mưa là nguồn nước thải cần đầu tư hệ thống thoát quy mô, SuDs cố gắng đưa nước mưa phục vụ lại tự nhiên, cộng đồng: bổ cập nguồn nước ngầm, nuôi dưỡng hệ thực vật, hài hòa cảnh quan thiên nhiên, góp phần xử lý ô nhiễm nguồn thải phân tán và chống ngập úng [2].

Hình 3 cho thấy trước khi đô thị hóa hoặc đất chưa xây dựng tốc độ dòng chảy (đường nét mờ) thấp hơn so với việc không kiểm soát được tốc độ dòng chảy sau khi đô thị hóa (đường nét đậm). Định biểu đồ dòng chảy sau khi đô thị hóa là cao hơn nhiều và đến sớm hơn nhiều so với trước khi đô



Hình 2. Triết lý của hệ thống tiêu thoát nước đô thị bền vững - SuDs [2]

thị hóa. SuDs có thể kiểm soát tốc độ dòng chảy (đường nét đứt) sau khi đô thị hóa về mức trước đô thị hóa.



Ghi chú: Thể tích dòng chảy bằng diện tích phía dưới đường lưu lượng

Hình 3. Biểu đồ dòng chảy [3]

2.2. Các giải pháp thiết kế thoát nước bền vững

a. Các giải pháp tổng thể thoát nước bền vững

Các giải pháp kỹ thuật thoát nước bền vững rất đa dạng, tùy thuộc vào quy mô, mức độ phức tạp của vùng thoát nước mưa chúng ta sẽ lựa chọn các giải pháp phù hợp. Bảng 1 dưới đây tổng hợp về tính thích hợp và hiệu quả của các giải pháp SuDs.

Bảng 1. Các giải pháp SuDs và khả năng áp dụng [2]

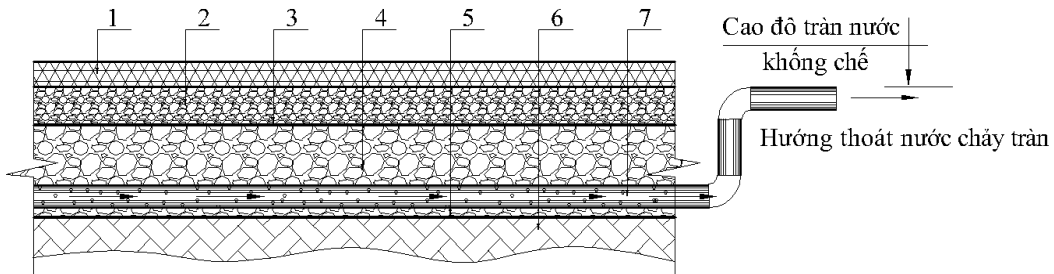
STT	Giải pháp SuDs	Khả năng áp dụng			
		Mật độ xây dựng thấp	Khu dân cư	Đường phố và xa lộ	Mật độ xây dựng cao
1	Mương thấm lọc thực vật	⊗	○	○	○
2	Trũng lưu giữ nước	⊗	○	⊗	⊗
3	Lớp lọc cát bề mặt	●	⊗	○	○
4	Lớp lọc cát ngầm	●	●	⊗	○
5	Kênh thực vật	○	⊗	○	⊗
6	Chắn lọc sinh vật	○	○	○	○
7	Đất ngập nước	○	○	⊗	⊗
8	Bể lọc sinh học	○	⊗	⊗	⊗
9	Kho chứa nước mưa	○	○	○	○
10	Bề mặt thấm	⊗	○	○	○

● Rất thích hợp; ⊗ Tùy thuộc vào điều kiện mặt bằng cụ thể; ○ Rất ít sử dụng.

b. Một số giải pháp thiết kế thoát nước đô thị bền vững trên đường phố

- Giải pháp thiết kế tầng mặt thấm nước:

Tổ hợp kết cấu thông thường gồm có các bộ phận chính là tầng mặt bằng vật liệu thấm, tầng móng bằng vật liệu ổn định và có độ rỗng cao để lưu trữ nước. Ngoài ra, để tăng cường khả năng thoát nước của đường, đồng thời giữ cho bề mặt không bị úng nước, tổ hợp kết cấu kết hợp với hệ thống cống ngầm thoát tràn. Ống thoát nước chảy tràn được đục lỗ để dẫn nước về các kho chứa nước kế tiếp hoặc vị trí thoát nước mưa truyền thống qua các cống thoát nước trong điều kiện kho chứa nước đầu tiên bị quá tải do mưa lớn tránh trường hợp lớp mặt bị ngập nước (Hình 4).



1 - Mặt đường thoát nước; 2 - Lớp móng trên chứa nước; 3 - Vải địa kỹ thuật; 4 - Lớp móng dưới chứa nước; 5 - Vải địa kỹ thuật hoặc Vật liệu cách nước (nếu cần thiết); 6 - Nền đất; 7 - Ống thoát nước chảy tràn.

Hình 4. Kết cấu mặt đường thấm nước có cống ngầm

Một số loại vật liệu có thể được sử dụng để làm lớp mặt của kết cấu mặt đường thấm nước:

+ Sử dụng bê tông rỗng thoát nước: Theo Viện bê tông Mỹ (ACI), bê tông rỗng thoát nước là loại bê tông không có độ sụt, dùng cấp phối hạt gián đoạn gồm có xi măng Portland, cốt liệu lớn, một lượng nhỏ hoặc không có cốt liệu nhỏ, nước và phụ gia. Bê tông rỗng thoát nước sẽ có hệ thống lỗ rỗng thông nhau có kích thước từ 2 mm đến 8 mm, từ đó dễ dàng cho nước chảy qua. Độ rỗng thay đổi từ 15% đến 35%, cường độ nén từ 2,8 Mpa đến 28 Mpa. Tốc độ thoát nước của bê tông rỗng thoát nước thay đổi tùy theo kích thước cốt liệu và khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông, và thường từ khoảng 81 đến 730 lít/phút/m² [4]. Tại Việt Nam, đề tài [5] đã và đang triển khai nghiên cứu và chế tạo thành công bê tông rỗng thoát nước nhanh (Hình 5).



Hình 5. Mẫu bê tông rỗng thoát nước [6]



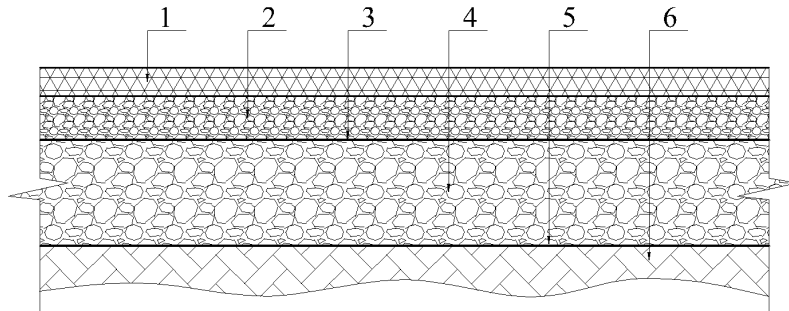
Hình 6. Giải pháp gạch block, gạch lát có độ thấm nước cao [6]

+ Sử dụng gạch block có khả năng thấm nước: Các loại gạch bê tông rỗng thấm nước hoặc gạch block tự chèn cường độ cao có khe hở giữa các viên gạch lớn hơn để thu nước có hiệu quả hơn, tăng tính ổn định và tuổi thọ của kết cấu. Để tăng tính thoát nước của kết cấu gạch block tự chèn có cường

độ cao, các viên gạch phải được thiết kế để khi thi công có khe hở lớn giữa các viên gạch và kết hợp với lớp móng ổn định cao, thoát nước tốt (Hình 6).

- Giải pháp thiết kế vỉa hè thấm nước:

Kết cấu vỉa hè gồm có 2 bộ phận chính là tầng mặt thấm nước tốt và tầng móng ổn định có nhiệm vụ lưu trữ nước (Hình 7). Các giải pháp sử dụng làm mặt thấm nước của vỉa hè: Sử dụng gạch block có khả năng thấm nước; sử dụng gạch có lỗ trống cỏ; sử dụng bê tông, gạch bê tông lắp đá; sử dụng vỉ trống cỏ, vỉ lắp đá; sử dụng đế HDPE lát gạch.



1 - Mặt thoát nước; 2 - Lớp móng trên thoát nước; 3 - Vải địa kỹ thuật; 4 - Lớp móng dưới thoát nước;
5 - Vải địa kỹ thuật; 6 - Nền đất

Hình 7. Kết cấu cấu vỉa hè thoát nước

- Giải pháp thiết kế dải trồng cây:

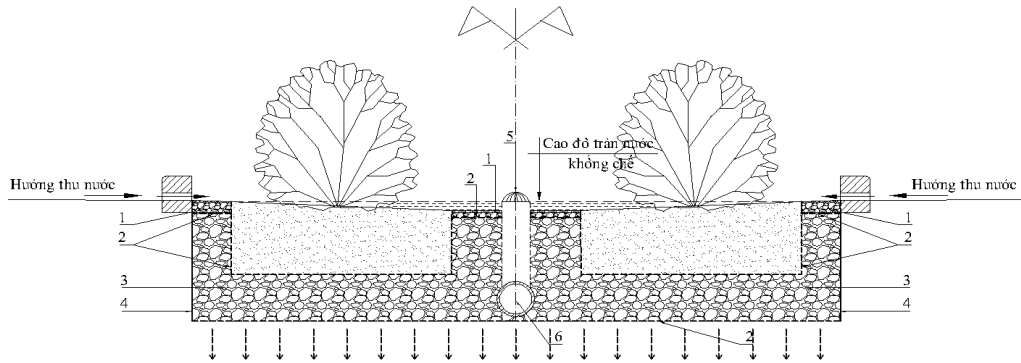
Các dải trồng cây được hạ thấp để thu giữ nước từ mặt đường và vỉa hè, kết hợp với lớp vật liệu có độ rỗng cao (đá dăm tiêu chuẩn, cuội sỏi, ...) để tạo thành các dải lưu nước tạm thời (Hình 8).



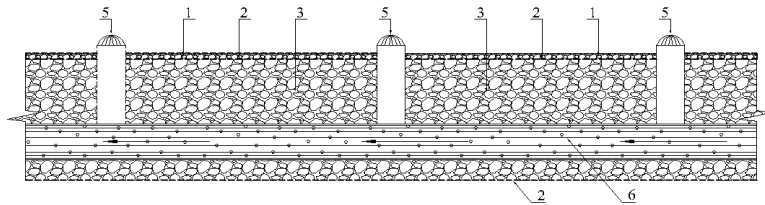
Hình 8. Thiết kế điển hình dải đất trồng cây lưu trữ nước [7]

- Giải pháp thiết kế dải phân cách:

Hạ thấp các giải phân cách giao thông để thu nước mưa về, tại đây nước được chảy tràn khắp bề mặt với cao độ mực nước và đầu ra bị khống chế để nước chảy tràn tích trữ thấm thấu từ từ qua lớp phủ thực vật và lớp phủ vật liệu rỗng xuống dưới kho chứa nước tạm thời. Trường hợp mưa lớn, mực nước trong giải phân cách dâng cao quá mức sẽ được thu lại qua các cửa thu nước tràn và chảy xuống nhanh chóng xuống kho chứa nước phía dưới. Khi kho chứa nước quá tải, nước trong kho chứa nước sẽ theo ống thoát nước chảy tràn (ống đục lỗ) để thoát ra các vị trí thoát nước khác (Hình 9).



(a) Mặt cắt ngang



(b) Mặt cắt dọc

- 1 - Đá dăm lọc; 2 - Vải địa kỹ thuật; 3 - Vật liệu rỗng chứa nước; 4 - Vật liệu cách nước (nếu cần thiết);
5 - Ống thu nước chảy tràn; 6 - Cửa thu nước chảy tràn

Hình 9. Giải pháp thiết kế giải phân cách

- Giải pháp thiết kế rãnh thấm:

Rãnh thấm là các rãnh đào nông được lấp đầy bởi vật liệu rỗng (đá, cuội sỏi, ...) tạo ra sự lưu giữ nước mưa tạm thời, do đó tăng khả năng lưu trữ và thoát nước tự nhiên của mặt đất. Rãnh thấm giữ dòng chảy dài đủ để cho phép nó thấm vào đất nằm bên dưới. Bề mặt rãnh có thể được phủ với lưới thép hoặc các loại bề mặt thấm như bê tông rỗng, gạch block, ... Các đường ống được đục lỗ và bọc vải địa kỹ thuật nằm trong các rãnh và bao quanh nó với đá thô; điều này sẽ làm tăng khả năng lưu trữ tạm thời của các rãnh. Rãnh thấm có thể bố trí trên vỉa hè, giải phân cách hoặc ngay trên lề đường.

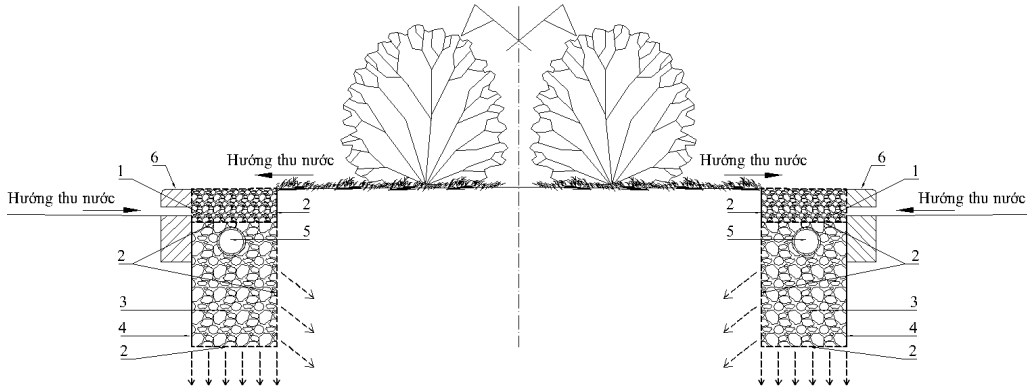
2.3. Phương pháp thiết kế thấm theo “The SuDs Manual C753” [3]

Sổ tay SuDs (C697) do Hiệp hội CIRIA (Construction Industry Research and Information Association) ban hành năm 2007, cung cấp hướng dẫn thực hành chi tiết về quy hoạch, thiết kế, xây dựng, vận hành và bảo dưỡng SuDs. Năm 2015, CIRIA đã cập nhật C697 thành C753 với các hướng dẫn kỹ thuật mới nhất và các quy trình thích ứng để hỗ trợ lập kế hoạch, thiết kế, xây dựng, quản lý và duy trì SuDs tốt hơn.

a. Phương pháp thiết kế hệ thống bề mặt thấm

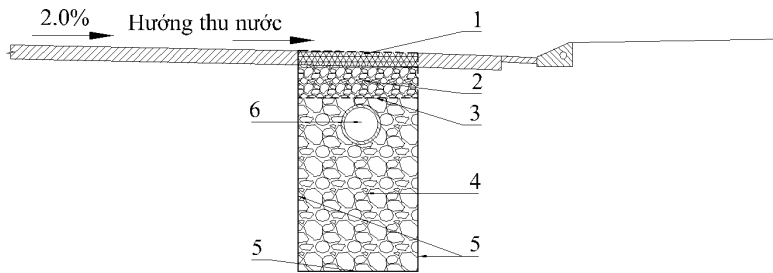
Hệ thống bề mặt thấm là hệ thống có chiều dày không đáng kể so với kích thước bề mặt, gồm có 2 bộ phận chính:

- Lớp kết cấu bề mặt bằng vật liệu thấm;
- Lớp móng bằng vật liệu có độ rỗng cao đóng vai trò chứa nước.



(a) Rãnh thấm bố trí trên dải phân cách

1 - Lớp đá dăm lọc; 2 - Vải địa kỹ thuật; 3 - Vật liệu rỗng chứa nước; 4 - Vật liệu cách nước (nếu cần thiết); 5 - Ống thu nước chảy tràn; 6 - Bó vỉa



(b) Rãnh thấm bố trí trên lề đường

1 - BTN rỗng hoặc BTXM rỗng; 2 - Lớp đá dăm lọc; 3 - Vải địa kỹ thuật; 4 - Vật liệu rỗng chứa nước; 5 - Vật liệu cách nước (nếu cần thiết); 6 - Ống thu nước chảy tràn

Hình 10. Đề xuất một số giải pháp thiết kế rãnh thấm

Đối với lượng mưa thiết kế nhất định thoát ra hệ thống thấm với một kích thước cụ thể, mực nước lớn nhất trong hệ thống thấm ($h_{\max}$) được xác định như sau:

$$h_{\max} = \frac{D(R \times i - q')}{n} \quad (1)$$

$$R = \frac{A_D}{A_b} \quad (2)$$

$$q' = \frac{q}{F} \quad (3)$$

trong đó D là thời gian của trận mưa thiết kế với chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán tại khu vực (giờ); R là tỉ lệ diện tích bề mặt thoát nước trên bề mặt thấm; i là cường độ mưa (m/giờ); A_b là diện tích bề mặt thấm (m^2); A_D là diện tích bề mặt thoát nước (m^2); q' là hệ số thấm tính toán; q là hệ số thấm, được xác định từ các thí nghiệm thấm (m/giờ); F là hệ số an toàn được xác định từ Bảng 2; n là độ rỗng lấp đầy của vật liệu lớp móng (thể tích rỗng/thể tích), có thể tham khảo Bảng 3.

b. Phương pháp thiết kế hệ thống thấm 3 chiều

Hệ thống thấm ba chiều là những hệ thống có hình chữ nhật hoặc hình tam giác, và diện tích bề mặt của các cạnh lớn so với đáy, gồm có 2 bộ phận chính:

Bảng 2. Hệ số an toàn F [3]

Diện tích khu vực thoát	Kết quả của ảnh hưởng		
	Không có nguy hại hoặc bất tiện	Nguy hại nhỏ đến vùng bên ngoài hoặc bất tiện (ví dụ nước mặt trên bãi đỗ xe)	Thiệt hại cho nhà cửa hoặc kết cấu, hoặc bất tiện nghiêm trọng (ví dụ: ngập đường)
$< 100 \text{ m}^2$	1,5	2	10
$100-1000 \text{ m}^2$	1,5	3	10
$> 1000 \text{ m}^2$	1,5	5	10

Bảng 3. Độ rỗng lấp đầy của vật liệu [3]

Vật liệu	n
Đá dăm, cuội sỏi tiêu chuẩn	0,3–0,4
Cát hoặc cấp phối đá dăm, cuội sỏi	0,2–0,3

- Lớp kết cấu bề mặt bằng vật liệu thấm;
- Kho chứa nước bằng vật liệu có độ rỗng cao có hình chữ nhật hoặc hình tam giác...

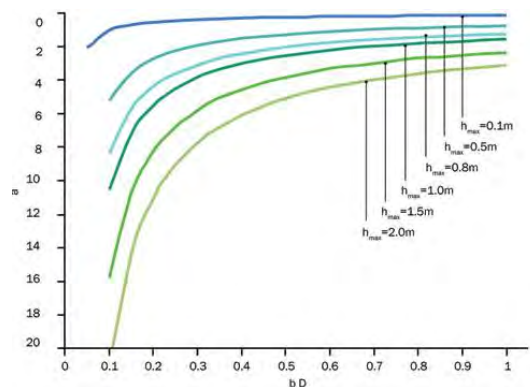
Đối với một lượng mưa thiết kế thoát ra hệ thống thấm có kích thước cụ thể, mực nước lớn nhất trong hệ thống thấm ($h_{\max}$) được xác định như sau:

$$h_{\max} = a[e^{(-b'D)} - 1] \quad (4)$$

$$a = \frac{A_b}{P} - i \frac{A_D}{Pq'} \quad (5)$$

$$b' = \frac{Pq'}{nA_b} \quad (6)$$

trong đó D là thời gian của cơn mưa thiết kế với chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán tại khu vực (giờ); i là cường độ của cơn mưa thiết kế với chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán tại khu vực (m/giờ); A_b là diện tích bề mặt thấm (m^2); A_D là diện tích bề mặt thoát nước (m^2); q' là hệ số thấm tính toán, được xác định theo phương trình (3); P là chu vi của bề mặt hệ thống thấm (m); n là độ rỗng lấp đầy của vật liệu lớp chứa nước (thể tích rỗng/thể tích), có thể tham khảo Bảng 3. Có thể tính $h_{\max}$ theo công thức hoặc lấy từ biểu đồ (Hình 11). Các bước tính toán chi tiết của 2 phương pháp trên xem chi tiết trong [3, 7].



Hình 11. Biểu đồ xác định $h_{\max}$

c. Kiểm tra thời gian tháo cạn

Các phương trình tính toán thủy lực trong cho SuDs có cả sự lưu trữ và sự thâm nhập vào hệ thống, và nếu tỷ lệ thâm nhập thấp, sẽ đảm bảo rằng hệ thống kết hợp đủ khả năng lưu trữ. Tuy nhiên,

nếu sự thâm nhập quá thấp, có khả năng hệ thống sẽ không bị thoát ra hết trước khi trận mưa thiết kế tiếp theo bắt đầu.

Theo [3], tổ hợp thâm nhập phải thoát ra một nửa (1/2) lượng nước lưu trữ trong một thời gian hợp lý để có thể quản lý trận mưa thiết kế sau đó. Trường hợp tổ hợp được thiết kế để quản lý trận mưa thiết kế 1:10 năm hoặc 1:30 năm, thông thường định rõ rằng việc tháo cạn 1/2 lượng nước lưu trữ trong hệ thống xảy ra trong vòng 24 giờ. Nếu các tổ hợp được thiết kế để thâm nhập vào các trận mưa thiết kế lớn hơn 1:30 năm, nếu việc tháo cạn 1/2 lượng nước lưu trữ trong hệ thống xảy ra trong vòng 24 giờ có thể dẫn đến yêu cầu kích thước hệ thống rất lớn và với sự đồng ý của cơ quan phê duyệt hệ thống thoát nước, có thể cho phép thời gian thích hợp trong vòng 12 giờ.

Trường hợp tháo cạn 1/2 lượng nước lưu trữ trong hệ thống được tìm thấy quá dài, có thể yêu cầu thêm dung tích lưu trữ của hệ thống.

- Thời gian tháo cạn 1/2 lượng nước lưu trữ trong hệ thống bề mặt thấm là:

$$T_{1/2} = \frac{nh_{\max}}{2q'} \quad (7)$$

Nếu thời gian để tháo cạn 1/2 lượng nước lưu trữ trong hệ thống được quy định là dưới 24 giờ và q' được tính bằng m/giờ thì hệ số thấm được chấp nhận khi:

$$q' \geq \frac{nh_{\max}}{48} \quad (8)$$

- Thời gian để tháo cạn 1/2 lượng nước lưu trữ trong hệ thống thấm 3 chiều.

$$T_{1/2} = \frac{nA_b}{q'P} \log_e \left[\frac{h_{\max} + \frac{A_b}{P}}{\frac{h_{\max}}{2} + \frac{A_b}{P}} \right] \quad (9)$$

Nếu thời gian tháo cạn 1/2 lượng nước lưu trữ trong hệ thống được quy định là ít hơn 24 giờ và q' được tính bằng m/giờ, thì hệ số thấm được chấp nhận được khi:

$$q' > \frac{nA_b}{24P} \log_e \left[\frac{h_{\max} + \frac{A_b}{P}}{\frac{h_{\max}}{2} + \frac{A_b}{P}} \right] \quad (10)$$

3. Đề xuất một số giải pháp thoát nước theo hướng bền vững trên đường trục chính của khu đô thị mới Kỳ Đồng, huyện Kỳ Anh, tỉnh Hà Tĩnh

Đô thị Kỳ Đồng được UBND tỉnh Hà Tĩnh phê duyệt Đồ án quy hoạch phân khu (tỷ lệ 1/2.000, Hình 12) tại Quyết định số 4256/QĐ-UBND ngày 05/11/2015, với mục tiêu xây dựng đô thị mới Kỳ Đồng thành đô thị đạt tiêu chuẩn loại III, có kết cấu hạ tầng kỹ thuật, hạ tầng xã hội đồng bộ để đáp ứng chức năng đô thị trung tâm huyện Kỳ Anh.

Hiện tại, Kỳ Đồng là một xã nằm ở phía Đông Bắc huyện Kỳ Anh, tỉnh Hà Tĩnh. Hà Tĩnh nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa nóng ẩm, mưa nhiều. Ngoài ra, Hà Tĩnh còn chịu ảnh hưởng của khí hậu chuyển tiếp giữa miền Bắc và miền Nam, với đặc trưng khí hậu nhiệt đới điển hình của miền Nam và có một mùa đông giá lạnh của miền Bắc; nên thời tiết, khí hậu rất khắc nghiệt. Hàng năm, Hà Tĩnh có hai mùa rõ rệt:

- Từ tháng 4 đến tháng 10, đây là mùa nắng gắt, khô hạn kéo dài kèm theo nhiều đợt gió phơn Tây Nam (gió Lào) khô nóng, nhiệt độ có thể lên tới hơn 40°C, khoảng cuối tháng 7 đến tháng 10 thường



Hình 12. Định hướng quy hoạch đô thị Kỳ Đồng [7]

có nhiều đợt bão kèm theo mưa lớn gây ngập úng nhiều nơi, lượng mưa trung bình là 2800 - 3000 mm/năm, có năm lên tới 4400 mm, lượng mưa lớn nhất 500 mm/ngày đêm.

- Từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau, mùa này chủ yếu có gió mùa Đông Bắc kéo theo gió lạnh và mưa phùn, nhiệt độ có thể xuống tới 7°C.

3.1. Tính toán và đề xuất giải pháp thoát nước bền vững cho đường trục chính

Tuyến đường trục chính đô thị của khu trung tâm đô thị Kỳ Đồng có chiều dài $L = 5000$ m, quy mô mặt cắt ngang có $B_{\text{nền}} = 70$ m, cụ thể: Mặt đường: $15,0 \times 2 = 30,0$ m; Giải phân cách giữa: $16,0$ m; Hè đường: $12,0 \times 2 = 24,0$ m; Tuyến đường trục chính của khu đô thị thường có lưu lượng xe, tải trọng xe lớn, do vậy khó áp dụng giải pháp mặt đường thấm nước. Bài báo sẽ đề xuất các giải pháp thoát nước bền vững tại vỉa hè, hồ trồng cây, dải phân cách giữa của tuyến đường trục chính này. Theo [8], cường độ mưa theo thể tích trong thời gian t (giờ) tại khu vực Hà Tĩnh là:

$$c = \frac{A(1 + C \lg P)}{(t + b)^n} = \frac{3430}{(t + 20)^{0,69}} \quad (\text{l/s.ha}) \quad (11)$$

trong đó C là cường độ mưa (l/s.ha); P là chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán, chọn $P = 1$ năm; t là thời gian mưa (phút); A, C, b, n là các hằng số khí hậu phụ thuộc vào điều kiện mưa của địa phương, nội suy theo phụ lục B của [8], có: $A = 3430$; $C = 0,55$; $b = 20$; $n = 0,69$. Cường độ mưa theo lớp nước:

$$i = 0,00036 \times c = \frac{1,2348}{(t + 20)^{0,69}} \quad (\text{m/giờ}).$$

a. Vỉa hè

Đề xuất kết cấu vỉa hè: 80 mm viên bê tông thấm (lớp kết cấu mặt thấm nước); 150 mm lớp đệm bằng đá dăm $0,5 \times 1$; 300 mm móng dưới cốt liệu thô bằng đá 4×6 có độ rỗng thường là $n = 0,3$ (kho giữ nước). Do không có đủ các thử nghiệm để phân tích thống kê nên để an toàn lấy hệ số thấm thấp nhất $q = 7,3 \times 106$ (m/s) [3] để sử dụng cho thiết kế. Vỉa hè được thiết kế bề mặt là các viên bê tông thấm, thoát nước, do vậy tỉ lệ diện tích bề mặt thoát nước trên bề mặt thấm $R = 1$. Việc tính toán và kiểm tra thời gian tháo cạn của vỉa hè sử dụng phương pháp thiết kế thấm cho hệ thống thấm mặt (Bảng 4).

Vậy h_{max} đạt giá trị lớn nhất là 0,155 m trong thời gian cơn mưa thiết kế 2 giờ. Chiều sâu lớp móng dưới là 300 mm đảm bảo yêu cầu thiết kế. Thời gian tháo cạn 1/2 lượng nước lưu trữ trong hệ thống = 1,329 giờ < 24 giờ do đó chấp nhận được. Trên toàn tuyến đường dài 5000 m lượng nước tối

Bảng 4. Tính $h_{\max}$ cho D từ 15 phút đến 24 giờ

TT	D (h)	q (m/s)	F	q' (m/h)	n	i (m/h)	$h_{\max}$ (m)	$T_{1/2}$ (giờ)
1	0,25	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,10622	0,074	0,633
2	0,50	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,08304	0,109	0,935
3	0,75	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,06929	0,129	1,108
4	1	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,06004	0,142	1,214
5	2	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,04081	0,155	1,329
6	6	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,02049	0,059	0,509
7	24	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,00809	-	-

đa mà nó có thể lưu trữ trong vỉa hè là: $V_1 = b \times L \times h \times n = 2 \times 12 \times 5000 \times 0,3 \times 0,3 = 10800 \text{ (m}^3\text{)}$, trong đó b, L, h lần lượt là chiều rộng, chiều dài, chiều sâu của kho chứa nước; n là độ rỗng lấp đầy của vật liệu sử dụng làm kho chứa nước.

b. Dải trồng cây

Lựa chọn kích thước và đặc tính của dải trồng cây: Kích thước sơ bộ dải trồng cây là $2 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$. Kho chứa nước bên dưới có chiều dày 0,7 (m) bằng đá 4×6 . Mỗi dải trồng cây được thiết kế cho một khu vực $6 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ bề mặt. Dải trồng cây sẽ có một chỗ trũng trên bề mặt, nơi nước sẽ được tạm thời lưu trữ trước khi chảy xuống kho chứa nước phía dưới. Lựa chọn chiều sâu của chỗ trũng là 0,3 m. Do kho chứa nước nằm cách mặt đất bởi lớp đất trồng cây, nên sẽ bố trí hệ thống thoát tràn để nước mưa có thể chảy trực tiếp xuống kho chứa nước ở phía dưới. Việc tính toán và kiểm tra thời gian tháo cạn của dải trồng cây sử dụng phương pháp thiết kế thấm cho hệ thống thấm 3 chiều (Bảng 5).

Bảng 5. Tính $h_{\max}$ cho D từ 15 phút đến 24 giờ

TT	D (h)	q (m/s)	F	q' (m/h)	n	i (m/h)	A_b (m ²)	P (m)	A_D (m ²)	a	b	$h_{\max}$	$T_{1/2}$ (h)
1	0,25	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,106	12	16	36	-12,891	0,078	0,25	1,71
2	0,50	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,083	12	16	36	-9,915	0,078	0,38	2,36
3	0,75	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,069	12	16	36	-8,149	0,078	0,46	2,72
4	1	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,060	12	16	36	-6,961	0,078	0,52	2,95
5	2	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,041	12	16	36	-4,491	0,078	0,65	3,38
6	6	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,020	12	16	36	-1,881	0,078	0,70	3,55
7	24	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,008	12	16	36	-0,290	0,078	0,24	1,69

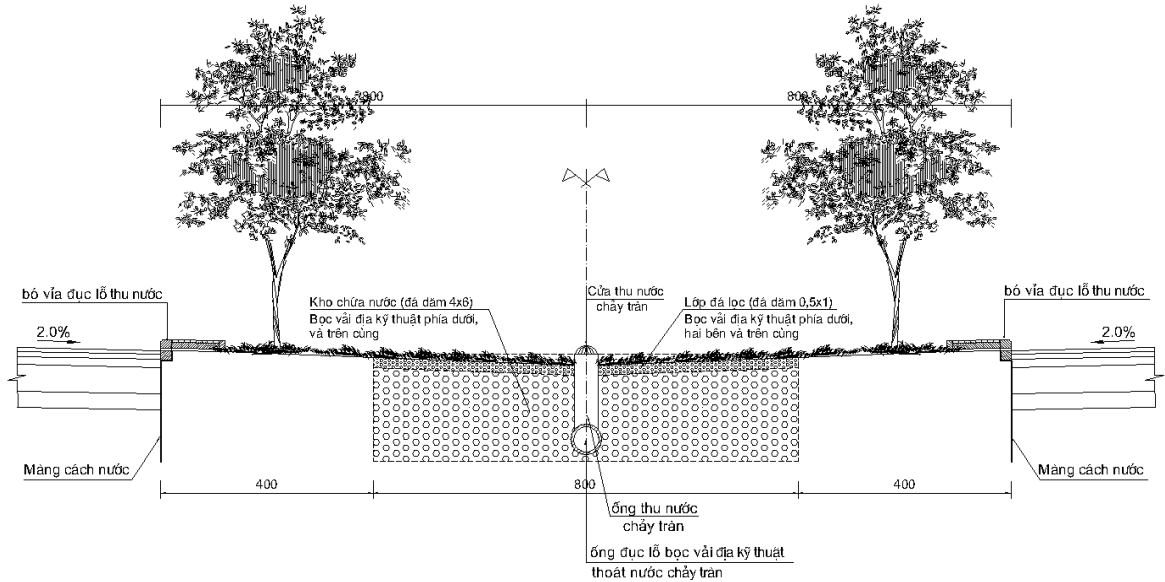
Giá trị lớn nhất $h_{\max}$ là 0,7 m, xảy ra trong một trận mưa kéo dài 6 giờ. Vậy kích thước đề xuất của kho chứa nước đảm bảo. $T_{1/2} = 3,55 \text{ giờ} < 24 \text{ giờ}$ nên có thể chấp nhận được. Ta có toàn tuyến đường có thể bố trí 690 dải trồng cây với kích thước như trên, do đó hệ thống này có thể lưu trữ được khối lượng nước tối đa là: $V_2 = 690 \times (2 \times 6 \times 0,7 \times 0,3) = 1739 \text{ (m}^3\text{)}$.

c. Dải phân cách

Thay thế giải pháp thiết kế dải phân cách thông thường bằng giải pháp dải trồng cây thu nước (Hình 13).

Lựa chọn kết cấu sơ bộ cho L (m) dải trồng cây:

- 50 mm lớp đá dăm $0,5 \times 1$ (là lớp lọc, bỏ qua khả năng lưu trữ nước của lớp này).
- Kho chứa nước bằng đá 4×6 có độ rỗng thường là $n = 0,3$, kích thước $8 \text{ (m)} \times 1,5 \text{ (m)} \times L \text{ (m)}$.



Hình 13. Mặt cắt ngang giải phân cách thiết kế

- Mỗi dải phân cách sẽ có một chỗ trũng trên bề mặt nơi nước sẽ được tạm thời lưu trữ trước khi chảy xuống kho chứa nước phía dưới. Lựa chọn chiều sâu lớn nhất của chỗ trũng trên dải phân cách là 0,3 m.

Việc tính toán và kiểm tra thời gian tháo cạn của dải trồng cây sử dụng phương pháp thiết kế thấm cho hệ thống thấm 3 chiều (Bảng 6).

Bảng 6. Tính $h_{\max}$ cho $L = 100$ m cho D từ 15 phút đến 24 giờ

TT	D (h)	q (m/s)	F	q' (m/h)	n	i (m/h)	A_b (m ²)	P (m)	A_D (m ²)	a	b	$h_{\max}$	$T_{1/2}$ (h)
1	0,25	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,106	800	216	3100	-83,305	0,016	0,33	2,63
2	0,5	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,083	800	216	3100	-64,323	0,016	0,51	3,92
3	0,75	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,069	800	216	3100	-53,059	0,016	0,62	4,74
4	1	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,060	800	216	3100	-45,482	0,016	0,71	5,33
5	2	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,041	800	216	3100	-29,727	0,016	0,92	6,66
6	6	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,020	800	216	3100	-13,081	0,016	1,18	8,17
7	24	7,3E-06	1,5	0,018	0,3	0,008	800	216	3100	-2,927	0,016	0,92	6,66

Giá trị lớn nhất $h_{\max}$ là 1,18 m, xảy ra trong một trận mưa kéo dài 6 giờ. Tương tự tính toán với $L = 300$ m, 500 m, 700 m và 1000 m, nhận thấy rằng, $h_{\max}$ có giá trị thay đổi không đáng kể với chiều dài dải phân cách L từ 100 đến 1000 m và giá trị lớn nhất là 1,18 m xảy ra trong một trận mưa kéo dài 6 giờ. Vậy kích thước lựa chọn đảm bảo yêu cầu thiết kế. $T_{1/2} = 8,17$ giờ < 24 giờ nên có thể chấp nhận được. Trên toàn tuyến đường dài 5000 m lượng nước tối đa mà nó có thể lưu trữ trong dải phân cách là: $V_3 = 5000 \times 8 \times 1,5 \times 0,3 = 18000$ (m³).

4. Kết luận

Xuất phát từ thực trạng ngập úng đường phố trong đô thị trong khi mực nước ngầm ngày càng hạ thấp cũng như sự đơn điệu cảnh quan, bức xạ nhiệt do bê tông hóa, giải pháp thoát nước bền vững (SuDs) áp dụng cho đường phố được xem là hướng đi giải quyết được bài toán đó, phù hợp với định hướng đô thị xanh, bền vững. Bài báo đã trình bày tổng quan các giải pháp SuDs có thể áp dụng cho đường phố ở Việt Nam. Với thiết kế giả định ở khu đô thị Kỳ Đồng, tuy chỉ mới áp dụng các giải pháp thoát nước bền vững cho vỉa hè, hồ trồng cây và dải phân cách của một đoạn đường trục chính ($B_{\text{ngăn}} = 70 \text{ m}$) dài 5 km, chúng ta có thể lưu giữ (tối đa) được hơn 30.000 m³ nước, với kích thước của kho chứa này, tuyến đường có thể chịu được trận mưa kéo dài hơn 2 giờ với cường độ mưa 120 l/s.ha mà không bị đọng nước trên đường. Như vậy từ kinh nghiệm quốc tế cũng như kết quả tính nêu trên cho thấy việc áp dụng các giải pháp thoát nước bền vững cho đường phố là hoàn toàn khả thi và hết sức cần thiết.

Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ Xây dựng (2009). *Hiện trạng thoát nước tại các đô thị*.
- [2] Cảnh, Đ. (2007). *Nghiên cứu ứng dụng Kỹ thuật sinh thái (ecological engineering) xây dựng hệ thống tiêu thoát nước đô thị bền vững (SuDs), góp phần phòng chống ngập úng, lún sụt và ô nhiễm ở Tp. Hồ Chí Minh*. Đề tài NCKH cấp Thành phố.
- [3] CIRIA (2015). *The SuDs manual (C753)*.
- [4] ACI Committee 522. *ACI 552R-05: Pervious concrete*.
- [5] Minh, P. Q., cs. (2016-2020). *Nghiên cứu chế tạo, ứng dụng bê tông rỗng thoát nước nhanh và kết cấu rỗng thu chứa nước trong công trình hạ tầng kỹ thuật nhằm giảm thiểu úng ngập khi mưa, điều tiết nước trong đô thị thích ứng với biến đổi khí hậu*. Đề tài Nghiên cứu ứng dụng và phát triển công nghệ cấp Quốc gia. Mã số: BĐKH 07/16-20.
- [6] www.pinterest.com.
- [7] Hải, P. T. (2018). *Nghiên cứu giải pháp thiết kế thoát nước mưa theo hướng bền vững trên đường phố, áp dụng cho khu đô thị mới Kỳ Đồng, huyện Kỳ Anh, Hà Tĩnh*. Luận văn cao học, trường Đại học Xây dựng.
- [8] TCVN 7957:2008. *Thoát nước - Mạng lưới và công trình bên ngoài - Tiêu chuẩn thiết kế*.