



THIẾT KẾ ĐÔ THỊ NHẠY CẢM VỚI NƯỚC (WSUD) – BÀI HỌC ĐIỀU TIẾT NƯỚC VÀ GIẢM THIỂU NGẬP LỤT ĐÔ THỊ

Nguyễn Quốc Thảng*

Khoa Kiến trúc, trường đại học Khoa học, Đại học Huế, Việt Nam

Tóm tắt. Thiết kế đô thị nhạy cảm với nước (WSUD) là một cách tiếp cận mới đối với quy hoạch và thiết kế đô thị nhằm giảm thiểu tác động thủy văn của quá trình phát triển đô thị đối với môi trường xung quanh, đã được ứng dụng ở Úc và nhiều nơi trên thế giới, trong đó WSUD được xem là một phần của quy trình nước tự nhiên, một phần của hình thái đô thị và quản trị nước. Thông qua tìm hiểu các thành phần của hệ thống WSUD, những căn cứ để lựa chọn khu vực có khả năng áp dụng WSUD và hiệu quả sinh thái mà nó mang lại, cũng như các bước áp dụng WSUD trong quy hoạch, bài báo tổng hợp các lợi ích và năng lực WSUD trong việc làm giảm đáng kể đỉnh và lưu lượng nước mưa, góp phần điều tiết nước hiệu quả, hạn chế ngập lụt đô thị.

Từ khóa: WSUD, SUWM, Ngập lụt, Thiết kế đô thị, Dịch vụ sinh thái

Water sensitive urban design (WSUD) – Lessons in water regulation and urban flooding mitigation

Nguyen Quoc Thang*

Faculty of Architecture, University of Sciences, Hue University, Viet Nam

Abstract. Water-sensitive urban design (WSUD) is a potential implementation to urban planning and design to minimize the hydrological impact of urbanization on the surrounding environment, word widely in Australia and many parts of the world. WSUD is seen as part of the urban water cycle, part of urban form and water governance. By understanding the technic of the WSUD system, WSUD-applicable area assessment criteria and its effective ecological services, as well as WSUD application planning step, the article demonstrates the benefits and capabilities of WUSD in significantly reducing stormwater peaks and urban flooding and contributing to efficient water regulation.

Keywords: WSUD, SUWM, Flood, Urban design, Ecosystem services

* Liên hệ: gvnqthang@husc.edu.vn

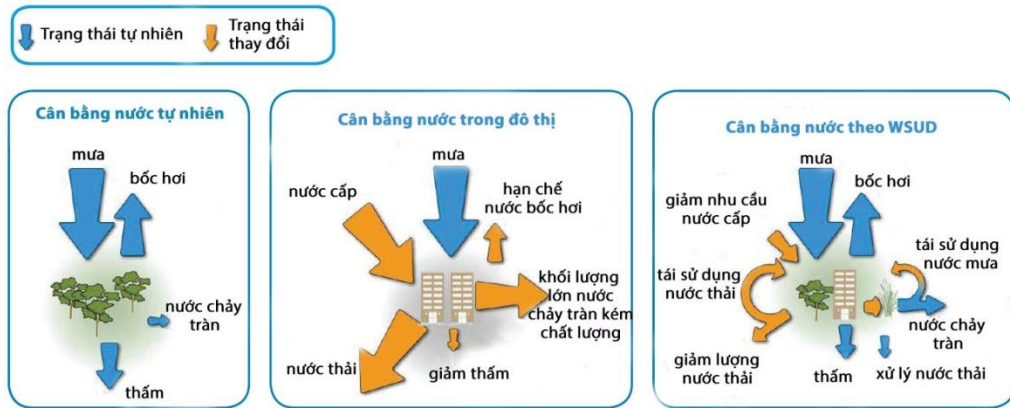
1 Tổng quan về Thiết kế đô thị nhạy cảm với nước

Thiết kế đô thị nhạy cảm với nước (Water sensitive urban design, WSUD) là một khái niệm mới về quản lý nước mưa đô thị bền vững (Sustainable Urban Water Management, SUWM), xuất hiện sớm tại Úc từ những năm 2000, là một cách gọi của lý thuyết cơ sở hạ tầng xanh, được Lloy [1] định nghĩa là một cách tiếp cận triết học đối với quy hoạch và thiết kế đô thị nhằm giảm thiểu tác động thủy văn của quá trình phát triển đô thị đối với môi trường xung quanh. WSUD được thực thi thông qua các biện pháp công trình (hệ thống cơ sở hạ tầng xanh, ví dụ như vườn mưa, vùng đất ngập nước) và các biện pháp phi công trình (tức là các chính sách nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng nước).

WSUD, cũng giống như các khái niệm thiết kế và quy hoạch tập trung vào khía cạnh thoát nước đô thị đã xuất hiện trên khắp thế giới: như Hệ thống thoát nước đô thị bền vững (SUDS) (ở Anh), Phát triển tác động thấp (LID) (EPA, Mỹ, 2000), Cơ sở hạ tầng xanh (GI) (Benedict và McMahon, Mỹ, 2006), Quản lý thực hành tốt nhất (BMP) (EPA, Mỹ, 2011) và Thành phố bọt biển (Trung Quốc, 2014), mặc dù có sự khác biệt về phạm vi và bối cảnh, nhưng triết lý chính của chúng đều giống nhau: thay vì bỏ qua chu trình thủy văn tự nhiên, chúng dựa vào “sự kích hoạt của các quá trình tự nhiên”.

WSUD giúp giảm bớt một số gánh nặng đối với cơ sở hạ tầng tập trung (hạ tầng xám) bằng cách khôi phục các thành phần của chu trình nước tự nhiên và sử dụng nước mưa gần nơi nó đổ xuống. Những lợi ích tiềm năng của WSUD bao gồm: giảm thiểu phát sinh nước thải và tối đa hóa cơ hội tái sử dụng; giảm nhu cầu nước sạch và sử dụng nước mưa như một nguồn cung cấp phù hợp (cho 1 số mục đích); xử lý nước mưa, nước thải để tái sử dụng hoặc xả thải; khôi phục chế độ thủy văn tự nhiên trong các lưu vực đô thị; bảo vệ tình trạng dòng chảy bằng cách kiểm soát chất ô nhiễm trong xả thải và nâng cao giá trị thẩm mỹ và giải trí cho cộng đồng địa phương. WSUD quy mô lớn có thể hỗ trợ đa dạng sinh học.

Ứng dụng của WSUD liên quan đến việc tích hợp quản lý chu trình nước với môi trường xây dựng thông qua quy hoạch và thiết kế đô thị. Cụ thể, nó tích hợp dòng nước trong cảnh quan đô thị và xem xét tất cả các khía cạnh của vòng tuần hoàn nước đô thị—bao gồm lưu trữ, tái sử dụng, xử lý, lưu giữ và xâm nhập dòng chảy—như một nguồn tài nguyên đô thị có giá trị. Do đó, WSUD là được xem là một thành phần của các giải pháp dựa vào thiên nhiên (ví dụ: đất, nước, thực vật) để đáp ứng sự đa dạng của các thách thức về môi trường, kinh tế, xã hội và khí hậu.



Hình 1. WSUD khôi phục quy trình nước tự nhiên (nguồn [2])

2 Các công cụ của WSUD

Các công cụ của WSUD đã được nhóm thành hai loại

+ Nhóm công cụ mang tính kỹ thuật: là những biện pháp tránh tạo ra dòng nước mưa bị ô nhiễm từ các lô đất, bao gồm các biện pháp như kiểm soát xói mòn và trầm tích (ESC), bể chứa nước mưa, bộ chuyển hướng ống dẫn nước thải và vỉa hè thấm nước.

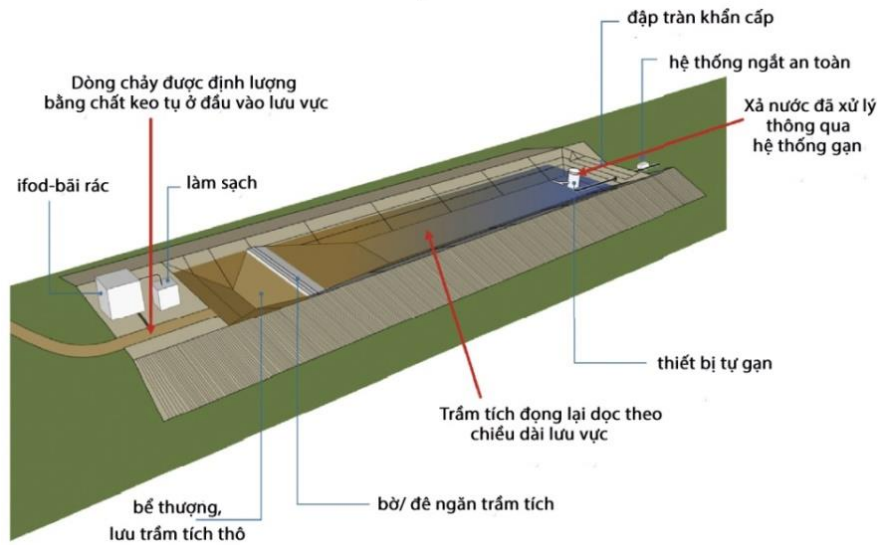
+ Nhóm công cụ kết hợp tạo cảnh quan: sử dụng cây xanh, mặt thấm để ngăn chặn và xử lý nước mưa chảy tràn.

2.1 Nhóm các công cụ mang tính kỹ thuật

+ Dải đệm (Bảo vệ và duy trì dòng chảy và các khu vực ven sông (Preserve and maintain waterways and riparian areas): Giữ gìn các vùng đệm ở hai bên dòng chảy để bảo vệ các giá trị môi trường, cho phép quá trình xói mòn và bồi tụ địa mạo tự nhiên, đồng thời cung cấp khả năng phục hồi lâu lữ lâu dài cho các khu vực xung quanh. Trong trường hợp không có dữ liệu cụ thể hơn về địa điểm, theo hướng dẫn chung, các rãnh/ dòng chảy nên có ít nhất 10 m vùng đệm ở hai bên, tăng thêm 10 m cho mỗi thứ tự luồng (nghĩa là 20 m cho luồng thứ nhất, 30 cho luồng luồng bậc hai, v.v

+ Kiểm soát trầm tích và xói mòn (Erosion and sediment control): việc kiểm soát xói mòn phải luôn được xem xét trước khi kiểm soát trầm tích, vì việc tránh trầm tích bị cuốn theo dòng chảy thường đơn giản và dễ dàng hơn so với việc đưa trầm tích lắng đọng ra khỏi dòng chảy. Các biện pháp thi công chính bao gồm tránh các hoạt động đào đắp trong thời kỳ dự kiến có lượng mưa lớn, lập kế hoạch xây dựng cẩn thận, thoát nước tốt tại thi công: bao gồm chuyển

hướng dòng chảy “sạch” từ mái dốc xung quanh các khu vực bị đào đắp, duy trì lớp phủ đất, lớp thủy sinh, phun polyme, quản lý khu dự trữ, hàng rào trầm tích và lưu vực trữ trầm tích.



Hình 2. Lưu vực điều kiểm soát trầm tích và xói mòn (nguồn [3])

+ Rửa đường và kiểm soát rác đường phố (Street sweeping and litter control): Quét rác đường phố có thể giúp giảm lượng rác nói chung (rác nhân tạo, rác hữu cơ và trầm tích thô) nhưng ít hiệu quả hơn trong việc giải quyết trầm tích mịn và các chất ô nhiễm liên quan.

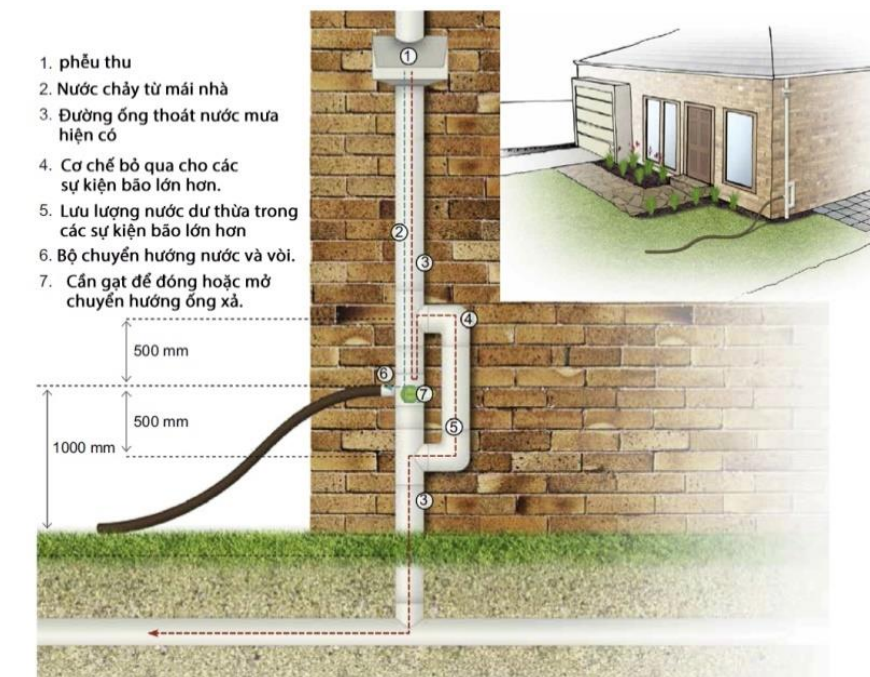
+ Bể chứa nước mưa (Rainwater tanks): có thể là một giải pháp quy mô nhỏ đơn giản để giảm lượng nước mưa chảy tràn và bổ sung nguồn nước sử dụng cho hộ gia đình như nhà vệ sinh, giặt ủi và làm vườn, do đó làm giảm nhu cầu về nguồn cung cấp nước chính tập trung và giảm thiểu tổng lượng nước mưa chảy tràn. Các bể hứng nước mưa trực tiếp, giúp kiểm soát dòng chảy tràn, do đó đỡ áp lực cho hệ thống ngăn chặn lũ lụt chung của đô thị.



Hình 3. Bể chứa nước (nguồn [3])

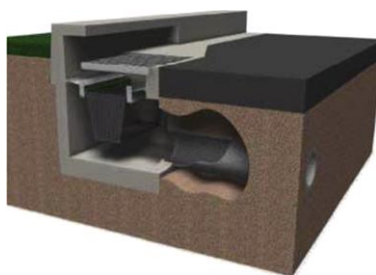
+ Bộ chuyển hướng ống dẫn thu nước mái (Downpipe diverters): Bộ chuyển hướng đường ống xuống sử dụng một van có nắp điều khiển thủ công để dẫn nước mái nhà từ các

trận mưa nhỏ đến các khu vườn hoặc khu vực trồng cỏ, trong khi các luồng nước mưa lớn được tự động chuyển hướng vào hệ thống thoát nước thông thường thông qua hệ thống đường ống dẫn nước thụ động có sẵn. Chúng là một giải pháp thay thế cho bể chứa nước mưa, đặc biệt là ở những khu vực có lo ngại về muối hoặc diện tích hạn chế không thể bố trí bể chứa.



Hình 4. Bộ chuyển hướng ống dẫn thu nước mái (nguồn [3])

+ Rác/ giỏ thu rác (Gully baskets) (Hình 5) là loại rổ lưới đơn giản có thể được trang bị thêm vào các hố rãnh nước mưa. Khi được trang bị lưới 200 micron (0,2 mm), chúng có thể thu giữ và lưu trữ các chất ô nhiễm thô (rác thải) và các chất ô nhiễm dạng hạt một cách hiệu quả.



Hình 5. Giỏ thu rác (nguồn [3])

+ Bẫy rác (Gross pollutant traps, GPTs): (Hình 6) Thu giữ các chất gây ô nhiễm thô bao gồm trầm tích thô (hạt > 5 mm), rác thải do con người tạo ra và rác thải từ lá cây.



Hình 6. Bẫy rác (nguồn[3])

2.2 Nhóm các công cụ kết hợp tạo cảnh quan

+ Thiết kế đô thị/thiết kế nhà ở (Urban design/housing design): Thiết kế đô thị ảnh hưởng đến bố cục đường và lô đất cũng như phong cách xây dựng, sẽ tác động trực tiếp đến một phần bề mặt không thấm nước và do đó ảnh hưởng đến khối lượng nước mưa chảy tràn. Thay đổi thiết kế đô thị và thiết kế nhà ở là một nhiệm vụ đáng kể tác động mạnh mẽ đến kết quả thoát nước mưa đô thị. Ví dụ, xây nhà hai tầng thay vì nhà một tầng có diện tích sinh hoạt tương tự có thể giảm một nửa diện tích sử dụng của một ngôi nhà. Diện tích mái nhà nhỏ hơn và khu vườn rộng hơn dẫn đến ít nước mưa chảy tràn hơn, cũng như một loạt lợi ích hộ gia đình liên quan đến sân rộng hơn, miễn là kích thước lô đất vẫn giữ nguyên.

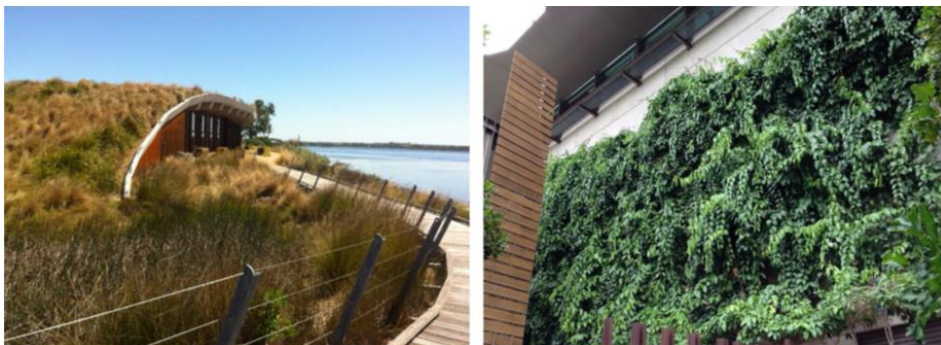
+ Bề mặt thấm (Permeable paving): được thiết kế với các hệ thống thoát nước ngầm để thu nước để tái sử dụng hoặc thải ra ngoài, nhưng phổ biến hơn là cho phép nước thấm vào lớp đất bên dưới. Có rất nhiều công nghệ lát nền cho phép nước thấm qua bề mặt. Bốn loại chính của lát thấm được liệt kê dưới đây: Nhựa đường xốp (PA), Bê tông thấm nước (PC), Mặt đường bê tông lồng vào nhau có thể thấm được (PICP), Hệ thống mặt đường dạng lưới (nhựa hoặc bê tông).



Hình 7. Bề mặt thấm (nguồn[3])

Nhờ đó, nước mưa được thấm vào khoảng trống giữa các phần tử mặt đường, bổ sung lượng nước ngầm và nuôi dưỡng cây cối đô thị, đồng thời giảm áp lực cho hệ thống thoát nước đô thị. Tuy nhiên cũng cần chú trọng chất liệu mặt thấm vì bùn lắng có thể cản trở khả năng làm việc của mặt thấm.

+ Mái nhà xanh và tường xanh (Green roofs and walls): Các hệ thống bao gồm trồng trên mái nền nông và sâu, và hệ thống lưới mắt cáo. Việc lắp đặt phải dễ tiếp cận để bảo trì, và mái và/hoặc tường cần phải có đủ khả năng chịu tải (điều này có thể hạn chế khả năng trang bị thêm chúng ở một số tòa nhà). Các khía cạnh năng lượng mặt trời và bóng râm cần được xem xét khi lựa chọn địa điểm và thiết kế hệ thống. Sự xâm lấn của cỏ dại là một rủi ro chính, đặc biệt là từ hạt cỏ dại bị gió thổi bay. Các vấn đề khác bao gồm cây chết do căng thẳng nhiệt, thiếu độ ẩm hoặc lựa chọn cây trồng kém. Nếu chất nền đang phát triển được thiết kế kém, thì cũng có những rủi ro về hư hỏng cấu trúc do khả năng chống thấm không đầy đủ và sự xâm nhập của rễ vào màng



Hình 8. Mái nhà xanh và tường xanh (nguồn [3])

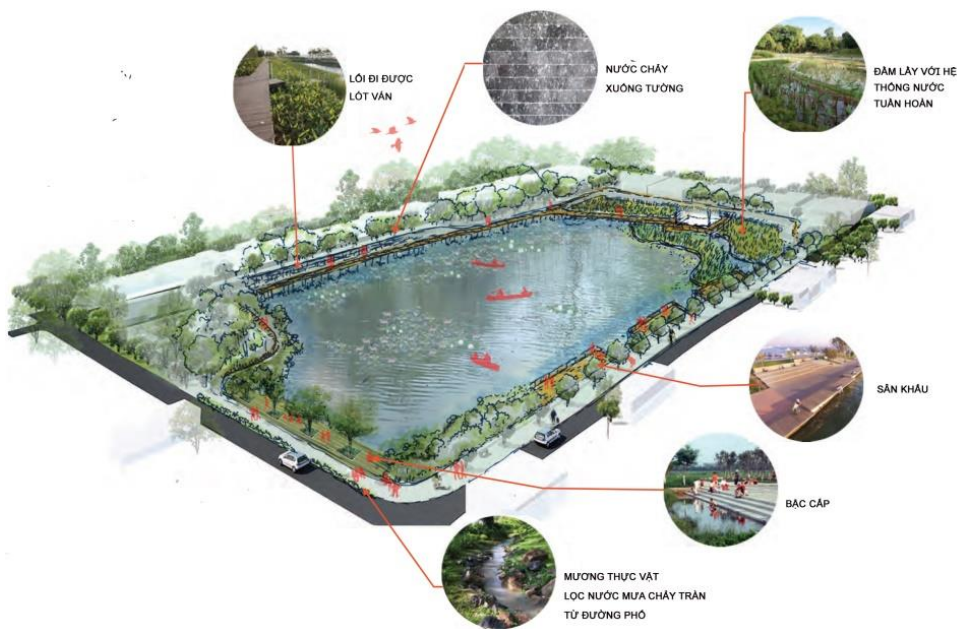
+ Mương trồng thực vật (Vegetated swales): (Hình 9) là loại mương có trồng thảm thực vật đơn giản vừa chuyển nước vừa tạo cơ hội cho quá trình bồi lắng, thấm và giảm vận tốc dòng chảy. Swales có thể có nhiều kiểu khác nhau, từ hệ thống lót cỏ cho đến các kênh có cây cối rậm rạp. Swales hoạt động bằng cách cho nước thấm vào lớp đất bên dưới, tăng cường quá trình lắng đọng do làm chậm dòng chảy và bằng cách lọc qua thảm thực vật. Swales có thể được tích hợp với rãnh lọc sinh học bên dưới để nâng cao hiệu suất chất lượng nước. Bởi vì mương hở cung cấp khả năng vận chuyển nước mưa nên chúng có thể làm giảm hoặc loại bỏ nhu cầu thoát nước bằng đường ống ngầm (hạ tầng xám). Thảm thực vật ở mương được tưới tiêu thụ động bằng dòng chảy, giảm thiểu nhu cầu tưới tiêu ở các khu vực đô thị và giảm chi phí bảo trì. Trong đô thị, có thể áp dụng swales tại các dải phân cách trung tâm, lề đường, trong cảnh quan tiêu chuẩn và trong công viên. Chúng nên được xem xét ở bất cứ nơi nào cần vận chuyển nước mưa và nơi thích hợp để có thảm thực vật.



Hình 9. Mương trồng thực vật (nguồn [3])

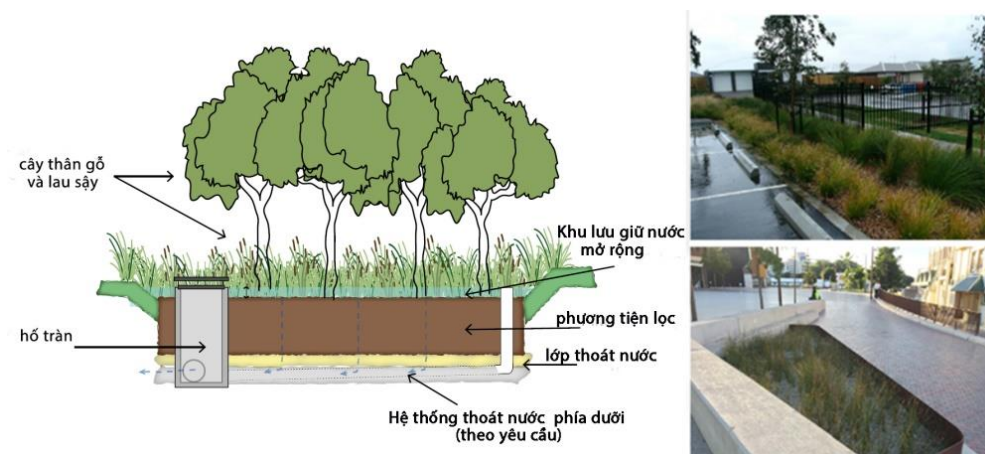
Swales phù hợp nhất với độ dốc từ 2% đến 5%. Trên các sườn dốc hơn (>5%), có thể cần kiểm tra các đập và/hoặc lớp lót đá để giảm thiểu xói mòn đáy.

+ Hồ chứa (Detention Ponds/Retention Ponds/Basins): (Hình 10) cung cấp khả năng kiểm soát lũ lụt ở hạ lưu và kiểm soát xói mòn kênh bằng cách tạm thời lưu trữ nước mưa chảy tràn trong lưu vực trong các trận mưa, và sau đó được xả từ từ qua một cửa xả được thiết kế. đồng thời cũng có thể cho phép nước mưa thấm bớt trong thời gian lưu giữ, do đó bảo vệ môi trường sống dưới nước và động vật hoang dã ở hạ lưu. Các bể chứa cũng có thể mang lại các lợi ích về thẩm mỹ và giải trí cũng như cung cấp nước cho tưới tiêu hoặc phòng cháy chữa cháy.[4]



Hình 10. Hồ chứa (nguồn [2])

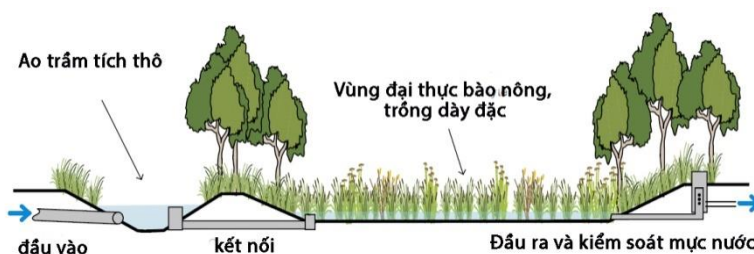
+ Vườn mưa (Bioretention, rain gardens): (Hình 11) Các hệ thống lưu giữ sinh học, còn được gọi là vườn mưa, là các bộ lọc đất thực vật xử lý nước mưa bằng cách thấm dọc qua phương tiện lọc đất. Một trong những lợi ích chính của hệ thống lưu giữ sinh học là làm chậm và giảm dòng chảy. Chất lượng nước được quản lý thông qua sự kết hợp của quá trình lọc, hấp thụ, chuyển hóa, khử nitrat, hấp thụ của thực vật và lọc. Tại Úc, tỉ lệ lắp đặt các công nghệ này phổ biến cứ 5.000 cư dân /thành phần WSUD và hơn 10.000 cư dân cho mỗi khu vườn mưa.



Hình 11. Vườn mưa (nguồn [3])

Lý tưởng nhất là các hệ thống lưu giữ sinh học được đặt tại các vị trí có độ dốc giữa đầu vào và đầu ra là 1 m, để cho phép độ sâu và mức thoát nước phù hợp của phương tiện lọc. Các hệ thống lưu giữ sinh học riêng lẻ nên có kích thước giới hạn dưới 500 m² và các lưu vực phục vụ không lớn hơn 3 ha.

+ Vùng đất ngập nước (Wetlands): (Hình 12) là các vùng nước nông có thực vật giúp giữ nước mưa chảy tràn sau các trận mưa và xả ra từ từ.



Hình 12. Đầm lầy (nguồn [3])

Đất ngập nước có thể có nhiều lợi ích bao gồm: Cải thiện chất lượng nước (tùy thuộc vào thiết kế tốt và độ che phủ thực vật rộng rãi); Giảm đỉnh lũ: Các vùng đất ngập nước có xu hướng tràn rộng và kéo dài thời gian của dòng chảy nhưng không có khả năng làm giảm khối

lượng dòng chảy tổng thể; Là những nơi tuyệt đẹp và hấp dẫn, mang đến cơ hội phiêu lưu, khám phá và niềm vui cho cộng đồng, tạo cơ hội giúp kết nối lại cộng đồng với thiên nhiên và vòng tuần hoàn nước, đồng thời giáo dục mọi người về chu trình nước mưa. Các vùng đất ngập nước tốt nhất nằm trên vùng đất thấp bằng phẳng, có kích thước bằng khoảng 3% - 10% diện tích lưu vực mà nó đóng góp. Nếu tỷ lệ vùng đất ngập nước nhỏ hơn nhiều so với tỷ lệ này, chúng sẽ được tích đầy nước chỉ sau một trận mưa nhỏ và có thể không có đủ thời gian để thoát nước giữa các đợt mưa liên tiếp. Điều này có thể dẫn đến tình trạng ngập úng quá mức và làm hư hại cây trồng trong đó. Một cách tiếp cận hợp lý là thiết kế các vùng đất ngập nước trong tương lai bằng cách bắt chước các vùng đất ngập nước tự nhiên ở khu vực địa phương, duy trì độ sâu nước đọng nông (<100 mm) và hạn chế độ sâu ao hồ <300 mm.

+ Bề nổi (Floating wetlands): (Hình 13) Thảm thực vật bề nổi xuất hiện tự nhiên ở nhiều vùng nước. Chúng thường được hình thành nơi thảm thực vật nổi bầy trầm tích và các vật liệu hữu cơ khác, tạo thành chất nền trên đó các đại thực bào mới nổi phát triển. Về lý thuyết, thảm thực vật bề nổi giúp giảm vận tốc dòng chảy, thúc đẩy quá trình lắng đọng chất rắn lơ lửng. Khối rễ dày đặc cũng lọc các chất rắn lơ lửng và hỗ trợ một màng sinh học phức tạp làm giảm tải trọng ô nhiễm thông qua các quá trình bám dính, lọc, cô lập và hấp thụ chất dinh dưỡng. Khi nước khô hạn, bề nổi có thể bị bám xuống đáy hồ và chết, hiệu quả lọc nước chỉ thấy ở những hồ nhỏ.



Hình 13. Bề nổi (nguồn tác giả)

+ Tưới nước cho cây xanh đường phố (Water smart street trees): (Hình 14) Các thiết kế đơn giản cho phép dòng chảy từ lề đường và rãnh thoát nước mưa (dọc đường) cung cấp nước vào vùng rễ của cây cối trên đường phố. Do cây cối trên đường phố thường không được tưới tiêu gì cả, phương pháp này không chỉ cung cấp nguồn nước mà còn cho phép các chất dinh dưỡng trong nước mưa được cây hấp thụ, thay vì thải ra sông. Nếu mật độ cây xanh đường phố điển hình trong khu vực nội thành là khoảng 100 cây/ha đường phố, tương ứng với độ che phủ 25%.



Hình 14. Tưới cây đường phố (nguồn [3])

3 Những yếu tố cần thu thập và phân tích khi áp dụng WSUD

Tại Úc, việc áp dụng WSUD đã trở nên phổ biến tại nhiều nơi ở Melbourn và Sydney. Kinh nghiệm thực tiễn tại các khu vực đã áp dụng công nghệ WSUD cho thấy một quy trình quy hoạch thích hợp hơn sẽ xem xét một loạt các yêu cầu về thủy văn, kinh tế xã hội, môi trường và sinh thái để tối đa hóa kết quả của WSUD ở quy mô rộng, dựa trên đánh giá khu vực nghiên cứu ở hai góc độ Cơ hội và Nhu cầu áp dụng WSUD, tức là đi tìm câu trả lời cho hai câu hỏi: WSUD cần gì ở địa điểm (WSUD needs a place?) và Địa điểm cần WSUD như thế nào (A place needs WSUD?). Những yếu tố này được thu thập và phân tích để chỉ ra tầm quan trọng/mức độ quan trọng không chỉ của từng yếu tố đơn lẻ mà sự tác động tổng hợp giữa chúng để lựa chọn thành phần WSUD cần lắp đặt cho phù hợp đồng thời kiểm chứng tại hiệu quả của việc lắp đặt đó.[5]

3.1 Các cơ hội áp dụng WSUD tại địa điểm (WSUD needs a place?)

Đi tìm các cơ hội hay là những thuận lợi để áp dụng WSUD tại địa điểm cụ thể cần xét đến 3 nhóm yếu tố sau: (1) lý sinh, (1) kinh tế xã hội và (3) lập kế hoạch & quản trị

Về đặc điểm lý sinh (Biophysical): đề cập đến tất cả các khía cạnh có thể nhìn thấy và hữu hình trực tiếp của cảnh quan, cả tự nhiên và nhân tạo. Chúng bao gồm các khía cạnh liên quan đến đất, độ dốc, thủy văn, khí hậu, kết cấu đô thị và kiểu hệ sinh thái cần xem xét: Loại đất (loại đất, độ dẫn thủy lực, khả năng trữ nước, ô nhiễm), độ dốc (tỉ lệ dốc), thủy văn (địa hình – dòng chảy tự nhiên, đặc điểm và tình trạng dòng chảy, tình trạng bề mặt không thấm nước của lưu vực, mức độ gần nguồn nước), Khí hậu (Lượng mưa trung bình, Lượng mưa lớn nhất, Biến thiên lượng mưa, nhiệt độ, bốc hơi nước), Bề mặt đô thị (diện tích mái, diện tích vỉa hè, bãi đỗ xe, không gian mở, duy trì tiếp cận đường phố), loại hệ sinh thái (cây trồng, cấu trúc).

Về Kinh tế - xã hội (Socio-economic): được hiểu như là cảnh quan vô hình, phi vật chất. Gồm các nhân tố mô tả cấu trúc xã hội như nhân khẩu học, tình trạng kinh tế xã hội và nhận thức con người: quản lý nước thải (có thu chất thải rắn hay không, vệ sinh tiên tiến), nhân khẩu học (thu nhập, mật độ, giá nhà đất), Giá trị và nhận thức công cộng (ủng hộ cây xanh, hành vi, trình độ học vấn), Sự kết nối cộng đồng (các hoạt động tình nguyện, thành viên câu lạc bộ cộng đồng), sự ổn định chính trị (tỉ lệ thay đổi, kiểm soát và thực thi của chính phủ, phản ứng chính trị). Không có nghiên cứu nào xem xét một cách có hệ thống nhiều yếu tố kinh tế - xã hội.

Về lập kế hoạch & quản trị (Planning & Governance): đề cập đến tất cả các quy tắc, quy định, luật pháp và các cấu trúc vô hình khác nhằm quản lý hoặc hướng dẫn việc sử dụng và phát triển không gian đô thị hiện tại và tương lai, bao gồm: thực trạng đất đai (giá trị đất, tình trạng sở hữu, quyền sở hữu, phân vùng, phân vùng để hạn chế thay đổi mục đích sử dụng đất), cơ hội phát triển (chu kỳ tái cấu trúc, lĩnh vực ưu tiên phát triển), hạn chế phát triển (hiện trạng hạ tầng, hiện trạng địa chất công trình, hiện trạng phủ quy hoạch), loại hình phát triển (đất phủ xanh, đất đồi núi, đất xen giữa)

Tại Sydney, vị trí các thành phần WSUD bị hạn chế bởi các biến địa lý tự nhiên, chẳng hạn như độ dốc, không gian và hiện trạng sử dụng đất khác nhau. Tuy nhiên, vị trí các thành phần WSUD này không bị ảnh hưởng rõ rệt bởi hầu hết các biến số kinh tế xã hội, trừ yếu tố Ý thức cộng đồng có tác động ít, trong khi ở Melbourne thì các chỉ số mối quan hệ giữa vị trí WUSD và yếu tố kinh tế xã hội cao.

3.2 Hiệu quả của WSUD tại địa điểm (A place needs WSUD?).

Các yếu tố xác định sự phù hợp của một địa điểm từ góc độ “nhu cầu” của một địa điểm đối với WSUD dựa trên sự phân loại chức năng hệ sinh thái, dịch vụ hệ sinh thái và các yếu tố được thông qua từ ‘Đánh giá Hệ sinh thái Thiên niên kỷ’ của Liên hợp quốc (MEA, 2005),[6] tức là WSUD đảm bảo đóng góp trực tiếp và gián tiếp vào các dịch vụ sinh thái, bao gồm:

Về cung cấp (Provisioning): An toàn lương thực và cung cấp nước sạch. Các công cụ của WSUD thông thường có thể cung cấp cho nông nghiệp đô thị thông qua cung cấp nước tưới trong khi các công nghệ WSUD mới có khả năng sản xuất cây lương thực cũng dần xuất hiện. Các công nghệ WUSD có chức năng phụ cung cấp nước (như bể chứa nước mưa) là nguồn cung cấp tiềm năng, nhất là đối với các khu vực khan hiếm nước. Phạm vi cung cấp nước có thể được đo lường thông qua số hộ gia đình có thể tiếp cận được với nguồn nước này.

Về điều tiết (Regulating): Điều tiết khí thải, khí hậu, nước, làm sạch nước, hiểm họa thiên nhiên (cụ thể là kiểm soát ngập lụt). Mặc dù không tác động mạnh đến khí hậu như rừng và đại dương, nhưng WSUD giúp làm mát cục bộ giảm đảo nhiệt đô thị. Khả năng điều tiết nước của WSUD thể hiện ở khả năng cung cấp các giải pháp thay thế cho hệ thống thoát nước đô thị bằng

đường ống truyền thống, tại các khu vực không thấm nước, kết nối với cơ sở hạ tầng thoát nước tập trung cũng như chế độ dòng chảy cục bộ, làm sạch và xử lý dòng chảy đô thị, cùng với việc điều chỉnh lưu lượng nước. Bên cạnh việc cung cấp hệ thống thoát nước đô thị trong các tình huống thời tiết bình thường, WSUD còn giảm thiểu và hạn chế tác động của các hiện tượng mưa cực đoan và kiểm soát lũ lụt.

Về văn hóa: mang lại giá trị thẩm mỹ, mối quan hệ xã hội và giải trí. Dịch vụ văn hóa liên quan đến những lợi ích phi vật chất mà con người gán cho các khía cạnh của hệ sinh thái, bao gồm làm giàu tinh thần, phát triển nhận thức, phản ánh, giải trí và trải nghiệm thẩm mỹ (MEA, 2005). Mọi người chỉ được hưởng các dịch vụ thẩm mỹ và giáo dục nếu tài sản WSUD có thể tiếp cận và nhìn thấy được. Do đó, các địa điểm gần các hoạt động đường phố có mức độ cao và gần các địa điểm công cộng như sử dụng đất dân sự được coi là rất phù hợp.

Về môi trường sống: hỗ trợ môi trường trú ẩn, phân bố cây xanh mặt nước, đa dạng sinh học.

Nhìn chung, giá trị mang lại của WSUD đối với đô thị là góp phần cung cấp có hiệu quả các dịch vụ sinh thái.

4 Tích hợp WSUD vào quy trình quy hoạch

Với kinh nghiệm 20 năm trong việc áp dụng và vận hành WSUD, ở Úc đã cụ thể hóa việc tích hợp WSUD vào quy trình quy hoạch gồm 4 bước:

Bước 1: Tiền quy hoạch:

+ Thống nhất với chính quyền địa phương về các giải pháp WSUD cũng như để xác nhận những hạn chế tiềm ẩn.

+ Thu hút các bên liên quan tham gia vào việc lập kế hoạch, đặc biệt là cộng đồng.

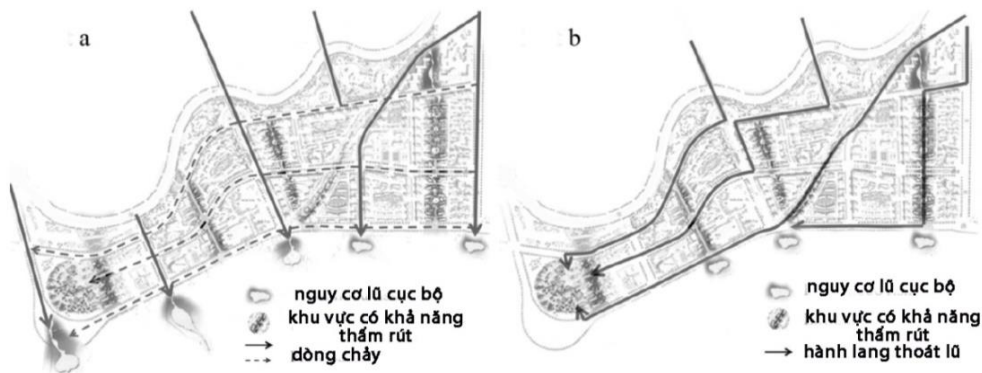
+ Phối hợp đa ngành: gồm các nhà quy hoạch, nhà thiết kế đô thị, kiến trúc sư cảnh quan, kỹ sư cầu đường và kỹ sư thủy lợi để đảm bảo lợi ích và đáp ứng sự phức tạp của vấn đề đô thị.

Bước 2: Quy hoạch

+ Phân tích hiện trạng: Phân tích địa lý; địa hình, địa chất, v.v. Xác định dòng chảy và nguy cơ lũ lụt cục bộ. Xác định cơ sở hạ tầng xanh và không gian đa chức năng sẽ được sử dụng làm khu vực thấm tiềm năng (Hình 15, a).

+ Liên kết hành lang xanh lá/ mặt nước (hình 15, b): Tạo hành lang xanh; Xác định các đường dẫn dòng chảy mới, các khu vực thấm và nguy cơ lũ lụt cục bộ mới (Mô hình dòng chảy mới); Sửa đổi độ dốc của đường phố và ngã tư bằng cách sử dụng các yếu tố chặn dòng chảy

trên đất liền sao cho đường dẫn dòng chảy càng dài càng tốt, do đó tăng khả năng trì hoãn tạo ngập; Liên kết các hành lang xanh lam/xanh lá cây trong các khu vực thấm nước. Theo cách này, một phần lớn lượng nước thải được tạo ra sẽ giảm đi.



Hình 15. Triển khai khai quy hoạch thoát lũ (nguồn[7])

Bước 3: Phát triển quy hoạch:

+ Giảm bề mặt không thấm nước. Giảm thiểu dòng chảy bằng cách hợp lý hóa các khu vực lát đá và tối đa hóa các bề mặt thấm nước, khi cải tạo các khu đô thị, điều quan trọng là phải lát lại các khu vực đã xây dựng để bù đắp cho tình trạng không thấm nước do các khu vực phát triển mới gây ra.

+ Tích hợp với SUDS. Kết hợp các kỹ thuật WSUD vào trong Thiết kế đô thị.

+ Quản lý việc sử dụng đất để giảm ô nhiễm và tích hợp SUDS cụ thể để xử lý nước (SUDS để lọc), ở những nơi cần thiết.

+ Cho biết lượng nước mặt chảy ra từ các khu vực không thấm nước và ảnh hưởng của WSUD được đề xuất đối với lượng nước và ô nhiễm. Các cơ quan có thẩm quyền có thể xem xét tạo ra các loại thuế liên quan đến số lượng và chất lượng của dòng chảy không được quản lý bằng cách sử dụng WSUD như một cơ chế để thúc đẩy nó.

+ Thảo luận với chủ sở hữu và người quản lý tài sản và phản hồi về các giải pháp được đề xuất.

+ Lập kế hoạch bảo trì.

Bước 4: Hậu quy hoạch

+ Thu hút các bên liên quan trong việc bảo trì. Thông tin về cách WSUD hoạt động và phải được bảo trì nên được cung cấp cho cộng đồng để đảm bảo hoạt động hiệu quả và ngăn ngừa hỏng hóc.

+ Đánh giá các thiết kế để đảm bảo rằng chúng đang mang lại những gì được mong đợi.

+Thiết kế lại, bảo trì và cải tạo các hệ thống nếu cần [7].

5 Hiệu quả về điều tiết nước và giảm thiểu ngập lụt đô thị

Là một bước cải tiến của Hệ thống thoát nước mưa, mặc dù ban đầu một vài thành phần/công cụ của WSUD mang tính kỹ thuật hạ tầng đô thị như các thiết bị lọc, ngăn rác, bể rác, trầm tích, càng về sau, các công cụ WSUD càng đa dạng và được lựa chọn sử dụng tùy thuộc vào bối cảnh cụ thể. Trong đó, việc xem xét kỹ càng các thông số tự nhiên đặc biệt là địa hình, độ dốc, loại đất, thủy văn, chế độ dòng chảy, địa chất thủy văn là một gợi ý rất quan trọng cho phép các đô thị gần sông, nơi rất dễ bị ảnh hưởng của thủy triều và ngập lụt có thể xem xét để áp dụng kỹ thuật này.

Bảng 1. Thống kê chức năng của các thành phần/ công nghệ WSUD (nguồn [5])

STT	Tên/ Chức năng	Retention/Detention Lưu giữ	Conveyance Trung / vận chuyển	Infiltration Thấm	Evapotranspiration Bốc hơi	Treatment Xử lý	Harvesting Thu nước mưa
1	Aquifer storage and recovery Lưu trữ và phục hồi tầng chứa nước			x		x	x
2	Bioretention & Raingardens Lưu giữ sinh học/ vườn mưa	x		x	x	x	x
3	Green roofs Mái xanh	x			x	x	x
4	Green walls /Living walls Tường xanh	x			x	x	x
5	Infiltration systems Hệ thống thấm			x		x	
6	Oil and sediment separators Thiết bị tách dầu và cặn					x	
7	Permeable pavement Mặt đường thấm	x		x			
8	Ponds and lakes Ao và hồ	x			x	x	x
9	Sand filters Bộ lọc bằng cát					x	x
10	Screens/GPTs Màn lọc					x	

STT	Tên/ Chức năng	Retention/Detention Lưu giữ	Conveyance Trung / vận chuyển	Infiltration Thấm	Evapotranspiration Bốc hơi	Treatment Xử lý	Harvesting Thu nước mưa
11	Sediment basins Bể trầm tích	x				x	
12	Swales Mương hở		x	x	x	x	
13	Tanks Bồn chứa	x				x	x
14	Wetlands Đất ngập nước	x	x		x	x	x

Xét sự tham gia vào quy trình nước tự nhiên, bao gồm chứa nước tạm thời, trung chuyển nước, thấm, bốc hơi, xử lý làm sạch và thu giữ ở quy mô lớn, trong 14 thành phần công nghệ phổ biến của WSUD, 8/14 thành phần có khả năng giảm giữ, lưu trữ lượng nước chảy tràn ngay cả khi khả năng thấm và bốc hơi đã bão hòa đã giúp giảm rõ rệt đỉnh lũ và tình trạng ngập lụt đô thị.

Theo Ủy ban Nước mưa Victoria (1999), áp dụng WSUD đem lại cho đô thị những lợi ích sau:

- 1) Bảo vệ và tăng cường các hệ thống nước tự nhiên như lạch, sông và vùng đất ngập nước trong lưu vực đô thị.
- 2) Tích hợp xử lý nước mưa vào cảnh quan bằng cách kết hợp nhiều mục đích sử dụng mang lại nhiều lợi ích bao gồm xử lý chất lượng nước, đem lại môi trường sống của động vật hoang dã, tạo ra không gian mở công cộng và tiện nghi giải trí và thị giác cho cộng đồng.
- 3) Bảo vệ chất lượng nước thoát từ các lưu vực đô thị.
- 4) Giảm lưu lượng và đỉnh dòng chảy tràn tại đô thị bằng cách sử dụng các biện pháp ngăn chặn tại chỗ và giảm thiểu các khu vực không thấm nước.
- 5) Giảm thiểu chi phí phát triển cơ sở hạ tầng thoát nước (hạ tầng xám).

Về hiệu quả khai thác, theo kết quả khảo sát đúc kết được tại Úc, các bể thu nước tại hộ gia đình, bề mặt thấm, hồ điều hòa, vườn mưa được ghi nhận đem lại hiệu quả nhất về hạ đỉnh lũ và giảm khối lượng nước chảy tràn. Kịch bản áp dụng WSUD có thể làm giảm đáng kể đỉnh và lưu lượng nước mưa, giảm chi phí xây dựng tới 53% và tạo ra các lợi ích gián tiếp khác như giảm khả năng xói mòn, giảm vận chuyển chất gây ô nhiễm và dòng chảy an toàn hơn trong các sự kiện bão lớn.

Tùy quy mô và khả năng lắp đặt, mức độ hiệu quả của mạng lưới các thành phần WSUD từ chỗ được nhìn nhận như một phần của quy trình nước tự nhiên đến việc góp phần vào hình

thái đô thị và sự ổn định của mạng lưới này đến một lúc sẽ can thiệp như là một phần của việc quản trị nước đô thị. Về lâu dài, WSUD sẽ là một hệ thống quản trị đồng bộ toàn đô thị từ việc cấp nước, tưới tiêu đô thị và thủy lợi thành một chu trình khép kín.

6 Khả năng áp dụng

Gần đây, các nghiên cứu về WSUD được ứng dụng nhiều nơi trên thế giới, chủ yếu liên quan đến ba hướng: địa lý tự nhiên, hệ sinh thái và kinh tế - xã hội. Hầu hết các nghiên cứu áp dụng WSUD tập trung vào các quy mô nhỏ như không gian đô thị và lưu vực một đoạn sông, các nghiên cứu ở quy mô quốc gia còn hạn chế.

Tại Nhật Bản, để đối phó với sự xuất hiện của thiên tai lũ lụt, Nhật Bản đã áp dụng WSUD kiểm soát lũ lụt toàn diện và tạo ra một loạt các biện pháp kỹ thuật tốn kém như siêu đê và hệ thống trữ nước ngầm dài 6,3 km và bao gồm năm không gian chứa nước hình silo với các kích cỡ khác nhau trong 50 mét dưới lòng đất, bên cạnh việc coi trọng tầm quan trọng của việc giữ nước của rừng đầu nguồn [8].

Tại Thái Lan, việc áp dụng thiết kế nhạy cảm với nước dựa trên nguyên tắc sống chung với lũ: thay vì chống lại lũ lụt, các thiết kế hiện đại học tập một số kinh nghiệm thích nghi với lũ tại địa phương. [9]

Việc áp dụng thiết kế đô thị nhạy cảm với nước cần xem xét đặc điểm bối cảnh cụ thể và tùy điều kiện kinh tế để đưa ra các ứng xử khác nhau và cần được triển khai trên phạm vi rộng lớn hơn.

Tại Việt Nam, với số lượng lớn đô thị nằm ở lưu vực sông như Hà Nội, Huế, Đà Nẵng,... vừa có ưu điểm về quy hoạch cảnh quan ven sông vừa chịu tác động của ngập lụt do mưa lũ và nước sông chảy tràn vào lưu vực, do đó việc nghiên cứu ứng dụng WSUD là rất cần thiết và có nhiều cơ hội để chọn lọc và thực thi các bộ công cụ phù hợp trong từng trường hợp cụ thể.

7 Kết luận

WSUD là một giải pháp tối ưu cho vấn đề điều tiết nước, nhằm hạn chế tình trạng ngập lụt đô thị. Khu vực áp dụng WSUD được xem xét rất nhiều thông số liên quan đến sinh lý, kinh tế - xã hội, quản trị là cơ hội tốt cho các đô thị ven sông vốn có mối liên hệ mật thiết với chu trình nước tự nhiên triển khai công nghệ này và mức độ đáp ứng các dịch vụ sinh thái một cách đa dạng từ cung cấp, điều tiết, văn hóa và đa dạng sinh học là thước đo hiệu quả của việc áp dụng WSUD tại khu vực. Các thành phần của WSUD cần được lựa chọn và cài đặt một cách linh hoạt vào đô thị và vùng ven đô để tạo lập chu trình nước thông suốt và cần được xây dựng chiến lược ngay từ khi quy hoạch.

Thông tin tài trợ

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), mã số VINIF.2022.TS111.

Tài liệu tham khảo

1. Sara D. Lloyd THFWaCJC. Water sensitive urban design –a stormwater management perspective Industry Report. 2002; Report 02/10 September 2002.
2. Bank AD. Nature-Based solutions for Cities in Viet Nam- Water Sensitive Urban Design. 2019.
3. Hoban A. Chapter 2: Water Sensitive Urban Design Approaches and Their Description. Approaches to Water Sensitive Urban Design. 2019; Approaches to Water Sensitive Urban Design.
4. Mangangka IR. Understanding water-sensitive urban design (WSUD)concept. Jurnal Sipil Statik, ISSN: 2337-6732. 2018; Vol.6 No.1 Januari 2018 (21-34)
5. Martijn Kuller PMB, Diego Ramirez-Lovering, Ana Deletic. Framing water sensitive urban design as part of the urban form: A critical review of tools for best planning practice. Environmental Modelling & Software. 2017; Volume 96, October 2017, Pages 265-282.
6. Institute Wr. Ecosystems and human well-being - Opportunities and Challenges for Business and Industry. 2005.
7. M. I. Rodríguez MMC, G. Martínez & B. Moreno. Planning criteria for Water Sensitive Urban Design. WIT Transactions on Ecology and the Environment · September 2014. 2014; The Sustainable City IX, Vol. 2 1579.
8. Yajing Zhang ZS, Yuming Lin. The Construction of Water-Sensitive Urban Design in the Context of Japan. IOP Conf Series: Earth and Environmental Science 2021; IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 691 (2021) 012015.
9. A S Permana AP. Linking engineering approach and local wisdom in water sensitive urban design as an adaptation strategy to climate change. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2004;447 (2020) 012004.