

XÁC ĐỊNH HỆ SỐ DÒNG CHẢY (C) TRONG TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC MƯA CỦA ĐÔ THỊ DỰA TRÊN CHỈ SỐ XÂY DỰNG CƠ SỞ IBI

DETERMINATION OF RUNOFF COEFFICIENT (C) IN CALCULATING URBAN DRAINAGE SYSTEM BASED ON IBI INDEX

ThS. Giang Văn Tuyền

Khoa Kỹ Thuật Hạ tầng đô thị - Trường ĐHXD Miền Tây

Email: giangvantuyen@mtu.edu.vn

Điện thoại: 090 995 6846

Ngày nhận bài: 21/02/2023

Ngày gửi phản biện: 13/03/2023

Ngày chấp nhận đăng: 20/03/2023

Tóm tắt:

Tổ chức thoát nước bề mặt cho đô thị là một trong những yêu cầu quan trọng trong quá trình quy hoạch đô thị. Tuy nhiên, việc thu thập các số liệu phục vụ cho công tác tính toán, thiết kế hệ thống thoát nước bề mặt còn gặp nhiều vấn đề bất cập, trong đó có số liệu về tính chất mặt phủ của đô thị để xác định được hệ số dòng chảy C. Trong tính toán thiết kế hệ thống thoát nước bề mặt việc lựa chọn hệ số này còn mang tính chủ quan của đơn vị tư vấn thiết kế dẫn đến kết quả tính toán bị sai lệch. Vì vậy, bài báo này nêu ra cơ sở để xác định hệ số dòng chảy dựa trên các bản đồ phân loại đất đô thị đã được xây dựng từ chỉ số xây dựng cơ sở IBI, kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp xác định hệ số dòng chảy dựa trên chỉ số IBI có độ chính xác cao giúp cho công tác thiết kế hệ thống thoát nước bề mặt đạt hiệu quả cao hơn trước, góp phần làm tăng hiệu quả đầu tư xây dựng cơ bản và giải quyết được các vấn đề ngập úng cục bộ do thiết kế không đúng với điều kiện thực tế của khu vực.

Từ khóa: Hệ số dòng chảy; IBI; Mạng lưới thoát nước mưa.

Abstract:

The organization of the urban stormwater drainage is essential requirement of the urban planning. However, gathering database to calculate stormwater drainage system still faces many shortcomings, which is urban land cover surface properties to calculate runoff coefficient (C). Determination of runoff coefficient is subjective lead to wrong result from calculation. Therefore, the article outlines theory to identify runoff coefficient based on established Urban land Classification maps from IBI index. The results showed that runoff coefficient determination method based on IBI index is high accuracy to help storm design more efficient than before, contributed capital construction investment and deal to local flooding issues because of database design mistakes.

Keywords: *Runoff Coefficient; IBI; Urban Drainage System.*

1. Đặt vấn đề

Khi tính toán thiết kế mạng lưới thoát nước mưa ta cần xác định được lượng nước mưa chảy vào tuyến cống tính toán. Theo Tiêu chuẩn Việt Nam 7957:2008, Thoát nước - Mạng lưới và công trình bên ngoài - Tiêu chuẩn thiết kế thì lưu lượng tính toán thoát nước mưa của tuyến cống được xác định theo công thức tổng quát sau:

$$Q = q \times C \times F \text{ (l/s)}$$

Trong đó:

q – Cường độ mưa tính toán (l/s.ha)

C – Hệ số dòng chảy

F – Diện tích lưu vực mà tuyến cống phục vụ (ha).

Từ công thức trên ta thấy, để xác định được chính xác lượng nước bề mặt chảy vào cống cho từng khu vực thiết kế thì việc xác định hệ số dòng chảy cho khu vực đó phải sát với tính chất bề mặt phủ thực tế tại khu vực thiết kế. Tuy nhiên hiện nay số liệu này tại các địa phương còn rất hạn chế nên trong tính toán thiết kế việc lựa chọn hệ số này còn mang tính chủ

quan của đơn vị tư vấn thiết kế, nên việc lựa chọn đường kính cống chưa đúng với lưu lượng thực tế chảy vào cống dẫn đến khi hệ thống được đưa vào sử dụng thì bị quá tải, gây ngập úng cục bộ.

Trong khi các địa phương tạm thời chưa xây dựng được bản đồ hệ số dòng chảy thì việc xác định hệ số dòng chảy dựa vào các chỉ số xây dựng cơ sở IBI là một giải pháp có thể xem xét để áp dụng.

2. Tổng quan hệ số dòng chảy và chỉ số xây dựng cơ sở IBI**2.1. Hệ số dòng chảy**

Hệ số dòng chảy là tỷ số giữa lượng nước mưa chảy vào hệ thống thoát nước và lượng nước mưa rơi xuống diện tích thoát nước.

Hệ số dòng chảy phụ thuộc vào độ không thấm nước, độ dốc lưu vực, các đặc điểm làm chậm của bề mặt. Các bề mặt không thấm nước, như bê tông, mái nhà hầu như tạo ra 100% dòng chảy. Tính chất của đất cũng ảnh hưởng đến hệ số dòng chảy, tốc độ thấm sẽ giảm đi khi mưa kéo dài, mức nước ngầm, độ

chặt của lớp phủ thực vật...

Hệ số dòng chảy C được xác định bằng mô hình tính toán quá trình thấm. Trong trường hợp không có điều kiện xác định theo mô hình tính toán thì đại lượng C phụ thuộc tính chất mặt phủ của lưu vực và chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán P. [2]

Theo Tiêu chuẩn Việt Nam 7957:2008, Thoát nước - Mạng lưới và công trình bên ngoài - Tiêu chuẩn thiết kế; Hệ số dòng chảy phụ thuộc vào loại mặt phủ và chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán (P), xác định theo bảng 1:

Bảng 1. Hệ số dòng chảy C [2]

Tính chất bề mặt thoát nước	Chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán P (năm)				
	2	5	10	25	50
Loại A	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90
Loại B	0,75	0,80	0,81	0,88	0,92
Loại C					
- Độ dốc nhỏ 1-2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44
- Độ dốc trung bình 2-7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49
Độ dốc lớn	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52

Chú thích:

Tính chất bề mặt thoát nước loại A: Mặt đường atphan; Loại B: Mái nhà, mặt phủ bê tông; Loại C: Mặt cỏ, vườn, công viên (cỏ chiếm dưới 50%).

Khi diện tích bề mặt có nhiều loại mặt phủ khác nhau thì hệ số C trung bình xác định bằng phương pháp bình quân theo diện tích.

Chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán P đối với khu vực đô thị phụ thuộc vào quy mô và tính chất công trình, xác định theo bảng 2.

Bảng 2. Chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán P [2]

Tính chất đô thị	Quy mô công trình		
	Kênh, mương	Cống chính	Cống nhánh khu vực
Thành phố lớn, loại I	10	5	2-1
Đô thị loại II, III	5	2	1-0,5
Các đô thị khác	2	1	0,5-0,33

Đối với các đô thị hay khu vực đô thị địa hình đồi núi, khi diện tích lưu vực thoát nước lớn hơn 150 ha, độ dốc địa hình lớn hơn 0,02 nếu tuyến cống chính nằm ở vệt trứng của lưu vực thì không phân biệt quy mô đô thị, giá trị P cần lấy lớn hơn quy định trong bảng, có thể chọn P bằng 10-20 năm dựa trên sự phân tích độ rủi ro tổng hợp và mức độ an toàn của công trình. [2]

2.2. Chỉ số xây dựng cơ sở IBI

Nhằm nâng cao độ chính xác cho kết quả giải đoán ảnh, Ridd (1995) đã mô hình hóa đất đô thị từ ba hợp phần: thực vật xanh (green vegetation), bề mặt không thấm (impervious surface material) và đất (exposed soil) nhằm đánh giá sự thay đổi của đô thị. Theo đánh giá của Xu (2008), mặc dù mô hình V-I-S (vegetation-impervious-soil) được ứng dụng phổ biến cho nghiên cứu về đô thị, tuy nhiên việc không tính đến hợp phần nước đã gây sai số nhất định cho các kết quả nghiên cứu. Hơn nữa, nước là một thành phần không thể thiếu của bất kỳ một hệ sinh thái nào. Vì vậy, Xu (2008) đã đề xuất phương pháp phân loại đất đô thị dựa trên 3 hợp phần: cây xanh, nước và đất xây dựng. Căn cứ vào ba hợp phần này, các chỉ số lần lượt được sử dụng gồm: Chỉ số chỉ số thực vật hiệu chỉnh mặt đất (SAVI - Soil-adjusted vegetation index), chỉ số NDBI và chỉ số khác biệt nước cải thiện (MNDWI-Modified Normalized Difference Water Index). Từ đó, Xu (2008) đã xây dựng nên công thức tính chỉ số IBI dùng để phân loại đất đô thị với độ chính xác cao, chỉ số IBI được tính như sau: [1]

$$IBI = \frac{\left[NDBI - \frac{SAVI + MNDWI}{2} \right]}{\left[NDBI + \frac{SAVI + MNDWI}{2} \right]}$$

Trong đó, chỉ số MNDWI và chỉ số SAVI được tính theo công thức: [1]

$$MNDWI = \frac{Green - SWIR}{Green + SWIR} \quad (Xu, 2006)$$

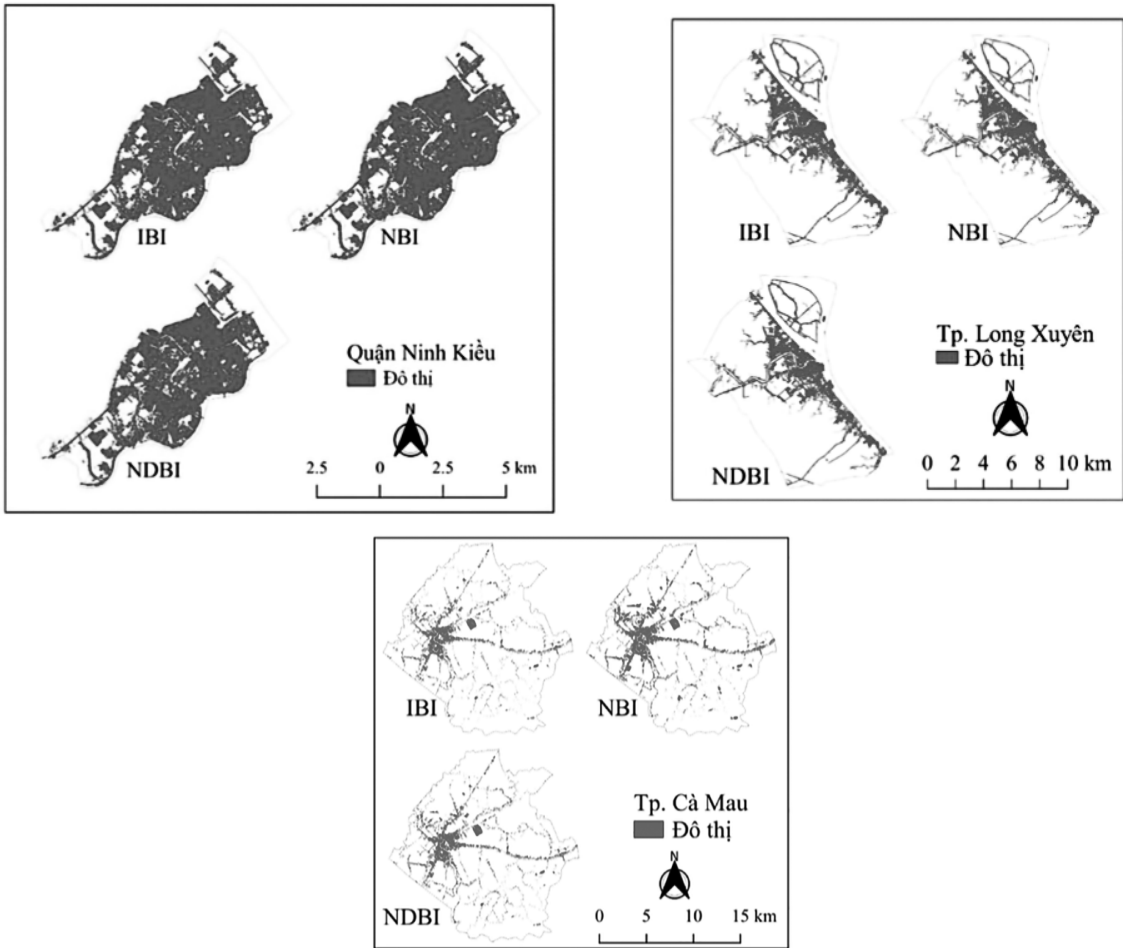
$$SAVI = \frac{(1 + L) \times (NIR - RED)}{(NIR + RED + L)} \quad (Huete, 1988)$$

Trong đó: L là hệ số hiệu chỉnh có giá trị từ 0 đến 1, Huete (1988) nhận thấy hệ số L thay đổi theo mật độ thực vật (L = 0 tại nơi có thực vật cao, và L = 1 tại nơi có thực vật thấp), Huete (1988) đã sử dụng một hằng số L = 0,5, do nó có thể làm giảm đáng kể nhiễu sóng mặt đất của thảm thực vật. [1]

2.3. Một số kết quả nghiên cứu về chỉ số xây dựng cơ sở ibi ở các địa phương

Kết quả nghiên cứu gần đây của nhóm tác giả Nguyễn Tấn Lợi và Võ Quốc Tuấn với tên đề tài là Phân loại đất đô thị sử dụng các ảnh chỉ số từ ảnh vệ tinh Sentinel-2 - Trường hợp nghiên cứu tại thành phố Long Xuyên, thành phố Cà Mau và quận Ninh Kiều. [1]

Nghiên cứu tiến hành so sánh diện tích đất đô thị được phân loại dựa trên ảnh Sentinel-2 với diện tích đất đô thị được thu thập từ số liệu thống kê năm 2020. Trong đó, diện tích đất đô thị thống kê là tổng diện tích các loại đất: đất ở; đất xây dựng trụ sở cơ quan; đất xây dựng công trình sự nghiệp; đất phát triển hạ tầng cấp quốc gia, cấp tỉnh, cấp huyện, cấp xã; đất sản xuất, kinh doanh phi nông nghiệp; đất tôn giáo, đất tín ngưỡng và đất phi nông nghiệp khác. Kết quả phân loại đất đô thị được thể hiện ở bản đồ dưới đây: [1].



Hình 1. Bản đồ đất đô thị được xây dựng từ các chỉ số IBI, NBI, NDBI năm 2020 tại quận Ninh Kiều, thành phố Long Xuyên và thành phố Cà Mau [1]

Bảng 3. Định nghĩa các đối tượng được sử dụng trong nghiên cứu. [1]

Đối tượng	Định nghĩa
Đô thị	Vật liệu nền là nhựa đường, gạch, bê tông; toà nhà khu thương mại và khu công nghiệp; khu dân cư; đường giao thông (cầu, bãi xe, đường lộ, đường nông thôn).
Đất khác	Thảm thực vật (đất nông nghiệp, khu vực có thực vật); đất trống, đất bỏ hoang; đất mặt nước.

Bảng 4. Ngưỡng giá trị các chỉ số dùng để phân loại đất đô thị. [1]

Chỉ số phân loại	Nhóm đất đô thị	Nhóm đất khác
IBI	- 0,02	< - 0,02

3. Kết quả và thảo luận

Trên cơ sở bản đồ đất đô thị được xây dựng từ các chỉ số IBI, NBI, NDBI năm 2020 tại quận Ninh Kiều, thành phố Long Xuyên và thành phố Cà Mau; khi chúng ta tính toán thiết kế mạng lưới thoát nước mưa

cho các khu vực này thì ta có thể sơ bộ xác định hệ số dòng chảy cho các trường hợp sau:

- Khu vực quận Ninh Kiều, thành phố Cần Thơ là đô thị loại 1.

+ Khi tính toán tuyến kênh, mương thoát nước thì chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán $P = 10$ thì tại những khu vực màu đỏ trên bản đồ có thể chọn hệ số dòng chảy C bằng 0,81; tại những vùng còn lại chọn C trong khoảng 0,37 – 0,45 tùy theo độ dốc địa hình.

+ Khi tính toán tuyến cống thoát nước chính thì chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán $P = 5$ thì tại những khu vực màu đỏ trên bản đồ có thể chọn hệ số dòng chảy C trong khoảng 0,77 – 0,80; tại những vùng còn lại chọn C trong khoảng 0,34 – 0,43 tùy theo độ dốc địa hình.

+ Khi tính toán tuyến cống nhánh thoát nước khu vực thì chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán $P = 2-1$ thì tại những khu vực màu đỏ trên bản đồ có thể chọn hệ số dòng chảy C trong khoảng 0,73 – 0,75; tại những vùng còn lại chọn C trong khoảng 0,32 – 0,40 tùy theo độ dốc địa hình.

- Khu vực thành phố Long Xuyên, tỉnh An Giang là đô thị loại 2.

+ Khi tính toán tuyến kênh, mương thoát nước thì chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán $P = 5$ thì tại những khu vực màu đỏ trên bản đồ có thể chọn hệ số dòng chảy C trong khoảng 0,77 – 0,80; tại những vùng còn lại chọn C trong khoảng 0,34 – 0,43 tùy theo độ dốc địa hình.

+ Khi tính toán tuyến cống thoát nước chính thì chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán

$P = 2$ thì tại những khu vực màu đỏ trên bản đồ có thể chọn hệ số dòng chảy C trong khoảng 0,73 – 0,75; tại những vùng còn lại chọn C trong khoảng 0,32 – 0,40 tùy theo độ dốc địa hình.

+ Khi tính toán tuyến cống nhánh thoát nước khu vực thì chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán $P = 1-0,5$ thì tại những khu vực màu đỏ trên bản đồ có thể chọn hệ số dòng chảy C trong khoảng 0,73 – 0,75; tại những vùng còn lại chọn C trong khoảng 0,32 – 0,40 tùy theo độ dốc địa hình.

Từ các phần trên cho thấy việc xác định hệ số dòng chảy dựa trên chỉ số xây dựng cơ sở IBI sẽ cho kết quả tính toán lưu lượng nước mưa tính toán chảy vào cống có độ tin cậy cao hơn do chọn được hệ số dòng chảy dựa trên loại và tính chất mặt phủ thực tế mặt phủ của khu vực thiết kế. Sự chênh lệch về giá trị của hệ số dòng chảy giữa các loại mặt phủ là mặt đường atphan, mái nhà, mặt phủ bê tông với loại mặt phủ là mặt cỏ, vườn, công viên (cỏ chiếm dưới 50%) là khá lớn. Điển hình so sánh sự chênh lệch về giá trị của hệ số dòng chảy giữa hai loại mặt phủ: loại mặt đường atphan và loại mặt phủ là mặt cỏ, vườn, công viên (cỏ chiếm dưới 50%) trường hợp có chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán $P = 2$ thì độ chênh lệch khoảng 0,41 đến 0,33, với khoảng chênh lệch này thì lưu lượng nước mưa tính toán sẽ chênh lệch nhau trên 30%.

Khi thiết kế hệ thống thoát nước đô thị, nếu trong trường hợp không xác định được loại mặt phủ tại khu vực thiết kế thì đơn vị tư vấn thiết kế thường có hai xu

hướng lựa chọn hệ số dòng chảy:

- Chọn hệ số dòng chảy có giá trị lớn nhất để tính toán lưu lượng nước mưa chảy vào cống dẫn đến tiết diện cống thiết kế sẽ lớn hơn so với nhu cầu thực tế điều này gây lãng phí trong đầu tư xây dựng.

- Chọn hệ số dòng chảy bằng giá trị trung bình diện tích loại mặt phủ, điều này sẽ dẫn đến lượng nước mưa tính toán nhỏ hơn lưu lượng nước mưa thực tế chảy vào cống trong trường hợp diện tích mặt phủ có hệ số thấm thấp chiếm tỉ lệ cao hơn, trường hợp này dẫn đến hiện tượng ngập úng cục bộ khi công trình hoàn thành và đưa vào sử dụng do mạng lưới thoát nước mưa làm việc quá tải vì tiết diện cống thiết kế nhỏ hơn so với nhu cầu thực tế.

4. Kết luận

Khi tính toán thiết kế mạng lưới thoát nước mưa việc xác định được lượng nước mưa chảy vào tuyến cống tính toán sát với điều kiện của khu vực là một yêu cầu bắt buộc để không gây lãng phí trong đầu tư xây dựng cơ bản do chọn đường kính cống quá lớn hoặc hệ thống đường cống thoát nước làm việc quá tải gây ngập úng cục bộ do chọn đường kính cống quá nhỏ. Để đáp ứng được điều này ta cần có các số liệu về hệ số dòng chảy của khu vực thiết kế, tuy nhiên các số liệu này ở các địa phương còn rất hạn chế. Trong khi chưa có bản đồ về hệ số dòng chảy ở các địa phương thì việc dựa vào hệ số xây dựng cơ bản IBI để xác định hệ số dòng chảy là giải pháp có thể chấp nhận được.

Mặc dù trong các kết quả phân tích chưa phân loại được tỉ lệ phần trăm loại mặt phủ mặt đường atphan và loại mặt phủ mái nhà, mặt phủ bê tông; tuy nhiên khoảng chênh lệch giá trị hệ số dòng chảy của 2 loại mặt phủ này khá nhỏ và có thể chấp nhận được.

Từ các phân tích cho thấy các kết quả phân loại đất đô thị dựa trên các chỉ số xây dựng cơ bản IBI đã góp phần giúp cho công tác thiết kế hệ thống thoát nước bề mặt đạt hiệu quả cao hơn trước.

Nếu trong tương lai các địa phương còn lại có thể thiết lập được các bản đồ phân loại đất đô thị dựa trên chỉ số xây dựng cơ bản trên nền tảng công nghệ viễn thám sử dụng ảnh vệ tinh sẽ góp phần làm tăng hiệu quả đầu tư xây dựng cơ bản và giải quyết được các vấn đề ngập úng cục bộ do thiết kế không đúng với điều kiện thực tế của khu vực.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Tấn Lợi và Võ Quốc Tuấn (2021), *Phân loại đất đô thị sử dụng các ảnh chỉ số từ ảnh vệ tinh Sentinel-2-Trường hợp nghiên cứu tại thành phố Long Xuyên, thành phố Cà Mau và quận Ninh Kiều*.
- [2]. Bộ Xây Dựng, TCVN 7957:2008 Thoát nước - Mạng lưới và công trình bên ngoài - Tiêu chuẩn thiết kế, 2008.
- [3]. Hoàng Văn Huệ, *Thoát nước, Tập 1, Mạng lưới thoát nước*, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2001.
- [4]. Phạm Ngọc Sáu, *Thiết kế mạng lưới thoát nước đô thị*, NXB Xây Dựng Hà Nội, 2019.