**Khả Năng Phục Hồi và Ước Đoán Tác Động Cho Hạ Tầng Xanh Trong Các Đô Thị Hướng Tới Giảm Thiểu Rủi Do Thiên Tai**

**Nguyễn Khánh Hiền[[1]](#footnote-1), Nguyễn Thị Quế Thy1, Lê Thanh Nam[[2]](#footnote-2)**

**Tóm lược:**

Hiện nay thế giới đang chứng kiến ​​sự gia tăng đáng kể của biến đổi khí hậu và đô thị hóa. Điều này đặt ra thách thức lớn cho các quốc gia kém phát triển và đang phát triển, đặc biệt là Việt Nam - đất nước chịu ảnh hưởng nặng nề của thiên tai với tần suất, cường độ và thiệt hại ngày càng tăng. Theo thống kê của Cơ Quan Lý Luận Quân Sự (Đức 2023), Chính Trị Của Quân Ủy Trung Ương Và Bộ Quốc Phòng, trong giai đoạn 2016-2021, thiên tai đã gây thiệt hại tài sản gần 203 nghìn tỷ đồng, làm chết và mất tích hơn 1.500 người.

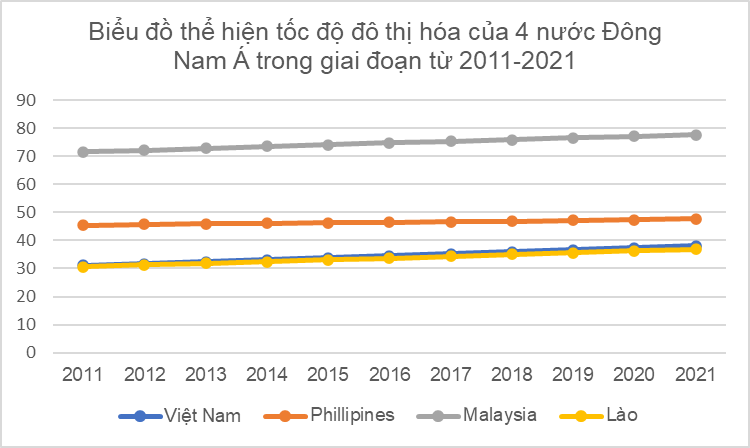
Trước tình hình đó, việc giảm thiểu rủi ro thiên tai cho các đô thị lớn là một nhiệm vụ quan trọng và cấp bách. Song song với các biện pháp giảm thiểu rủi ro sử dụng cho các công trình xám, việc áp dụng cho các công trình xanh đã được nghiên cứu và triển khai với những kết quả tốt. Ví dụ, việc tạo ra các không gian xanh, công viên hay hệ thống thoát nước tự nhiên không chỉ giúp hấp thụ nước mưa một cách hiệu quả mà còn làm giảm áp lực lên hệ thống thoát nước công cộng, từ đó giảm thiểu nguy cơ ngập lụt trong khu vực đô thị. Do đây là một hướng nghiên cứu mang tính ứng dụng mới, nên công tác đánh giá để đo lường một cách hiệu quả và xây dựng hệ thống các tác động, đặc biệt là việc sử dụng các thang đo, vẫn chưa được đồng nhất hoặc phát triển lại để phù hợp với từng trường hợp cụ thể.

Nghiên cứu này áp dụng phương pháp định lượng trong việc đánh giá khả năng phục hồi của công trình xanh, từ đó xác định và đo lường mức độ hiệu quả của chúng trong việc giảm thiểu rủi ro thiên tai. Sự kết hợp giữa bộ chỉ số phục hồi, dữ liệu về môi trường, hệ thống cơ sở hạ tầng sẽ cung cấp cái nhìn tổng quan và chặt chẽ về khả năng phục hồi của các công trình xanh trong đô thị, từ đó đề xuất những giải pháp hướng tới giảm thiểu thiệt hại do thiên tai. Sự hiểu biết về vai trò và thách thức của công trình xanh trong việc giảm thiểu rủi ro thiên tai sẽ giúp đảm bảo môi trường sống bền vững cho cư dân đô thị trong tương lai cũng như trong bối cảnh môi trường và khí hậu đang thay đổi không ngừng.

***Từ khóa:*** *Hạ tầng xanh, Khả Năng Phục Hồi, Rủi Ro Thiên Tai.*

1. Giới Thiệu
   1. **Tổng Quan Tình Hình Nghiên Cứu**

Quá trình đô thị hóa (urbanization) đã và đang diễn ra với tỷ lệ gia tăng hàng năm rất nhanh ở các nước đang phát triển, trong đó có Việt Nam. Theo thống kê của một số nghiên cứu gần đây (Aaron 2023), trong vòng một thập kỷ trở lại, tốc độ đô thị hóa của Việt Nam có xu hướng tăng lên đáng kể trong giai đoạn từ 2011-2021, đặc biệt dẫn đầu với tốc độ trung bình tăng nhanh nhất so với 3 nước Philippines, Malaysia và Lào, đạt ngưỡng trung bình 0,697%/năm, tiêu biểu là ở những đô thị lớn như thành phố Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh.



Hình 1: Tốc độ đô thị hóa của các nước Đông Nam Á 2011-2021 (Aaron O'Neill )

Ngày nay, hơn một nửa dân số thế giới sống ở các thành phố và tỷ lệ này dự kiến ​​sẽ còn tăng lên vào năm 2050. Quá trình đô thị hóa ở Việt Nam diễn ra nhanh như vậy phần nào là do áp lực gia tăng dân số cũng như sự chuyển dịch về cơ cấu nền kinh tế, nhất là trong giai đoạn Việt Nam đã và đang có những bước tiến mạnh mẽ hơn trong nền kinh tế thị trường và hòa nhập vào dòng chảy kinh tế và tiền tệ của khu vực Đông Nam Á và thế giới.

Sự gia tăng nhanh về đô thị hóa, tự bản thân nó cũng tạo ra những tiềm năng, cơ hội cũng như những hạn chế và rủi ro, đặc biệt là những rủi ro liên quan đến sự phát triển và xây dựng không đồng đều, không mang tính tổng thể. Điều này vô hình chung dẫn tới những mối nguy hại và rủi ro như thiên tai, triều cường, ô nhiễm môi trường sống, an ninh, giao thông...

Những ví dụ điển hình liên quan đến những rủi ro do quá trình đô thị hóa gây ra có thể kể đến: triều cường và ngập lụt ở các đô thị lớn do xây dựng hạ tầng không đồng bộ, chỉ chú trọng vào các “hạ tầng xám[[3]](#footnote-3)” (grey infrastructure) mà bỏ qua các “hạ tầng xanh[[4]](#footnote-4)” (green infrastructure); tắc nghẽn giao thông cục bộ trong và ngoài giờ cao điểm do xây dựng các công trình xám tập trung vượt mức giới hạn trong một khu đô thị.

Các nghiên cứu trong lĩnh vực xây dựng và thiết kế đô thị trong một vài thập kỷ qua ở những nước đang phát triển tập trung khá nhiều vào các hạ tầng xám và ít chú trọng nghiên cứu về hạ tầng xanh, đặc biệt là các nghiên cứu mang tính định lượng (quantitative study). Hầu hết các nghiên cứu về hạ tầng xanh cho đến thời điểm gần đây chủ yếu đi sâu về chính sách và các vấn đề liên quan đến định tính (qualitative study). Hạ tầng xanh là một khái niệm tương đối mới, chỉ mới xuất hiện và phát triển mạnh mẽ trong vòng một thập kỷ gần đây. Do đó, các tiêu chuẩn và quy định về hạ tầng xanh vẫn đang trong quá trình hoàn thiện và cập nhật. Điều này dẫn đến sự thay đổi liên tục về các yêu cầu và tiêu chí để đánh giá chúng.

“Hạ tầng xanh” là một thực thể luôn biến đổi theo thời gian, có thể nói là diễn ra một cách nhanh hơn và khó tiên đoán hơn so với các hạ tầng xám. Bên cạnh đó, nó còn được hiểu là hệ sinh thái tự nhiên bên trong hoặc xung quanh một cộng đồng, liên quan đến vai trò của môi trường tự nhiên và cách nó bảo vệ các công trình khỏi bão, lũ, thiên tai, hay những bất thường về khí hậu. Khác với hạ tầng xanh, hạ tầng xám là tập hợp các công trình sử dụng vật liệu rắn chắc như bê tông, thép, đá sỏi... Trên thị trường, sự đa dạng của vật liệu đem đến cho chúng ta nhiều sự lựa chọn, nhưng cũng đặt ra yêu cầu cao trong việc lựa chọn vật liệu có chất lượng tốt để xây dựng các công trình có khả năng chịu lực và độ bền bỉ cao, đảm bảo duy trì hoạt động của một khu vực hay một thành phố. Chính vì vậy, các công trình thuộc hạ tầng xám đòi hỏi một nguồn vốn đầu tư cũng như các nguồn nhân lực lớn để quản lý và bảo trì chúng một cách liên tục.

Đã có nhiều nghiên cứu lý thuyết và ứng dụng thực tiễn liên quan đến việc tính toán, đánh giá, và quản lý nhiều loại công trình thuộc hạ tầng xám, ví dụ như việc mô hình hóa trình trạng hư hỏng và dự đoán quá trình xuống cấp của mặt đường dựa trên dữ liệu thu thập theo thời gian. Dựa trên việc đánh giá tình trạng xuống cấp ở cấp độ mạng lưới có ứng dụng bản đồ số và GIS, các chỉ số tình trạng được phát triển cho một loạt các thông số đầu vào, phương pháp đề xuất sẽ định lượng cho sự xuống cấp của mặt cầu. Bằng cách xem xét các mô hình dự đoán, kết hợp với phân đoạn diện tích mặt cầu, có thể ước tính thực tế về tuổi thọ sử dụng còn lại của mặt cầu, nhằm đảm bảo tính an toàn và đáp ứng nhu cầu về mặt đi lại cho người dân. (Kim, Gucunski và Dinh 2019)

Ngược lại với cơ sở hạ tầng xám, cơ sở hạ tầng xanh - mặt nước[[5]](#footnote-5) (blue infrastructure) đề cập đến một mạng lưới các hệ thống nước tự nhiên hoặc nhân tạo nhằm mục đích tái tạo vòng tuần hoàn nước diễn ra một cách tự nhiên đồng thời góp phần tạo ra các tiện ích tự nhiên mà cộng đồng có thể được hưởng lợi từ những tiện ích đó. Có nhiều bài báo và nghiên cứu trên thế giới đã thảo luận về việc kết hợp công trình xanh - mặt nước và công trình xanh - cây xanh nhằm đưa ra các biện pháp tối ưu nhất để đối phó với thiên tai, đặc biệt là lũ lụt. Điển hình là trong bài nghiên cứu gần đây về việc quản lý nước mưa đối với vấn đề thiên tai của thành phố thuộc tiểu bang Michigan (Planning 2020), thay vì áp dụng các đường ống ngầm hoặc đầm lầy ven đường, thì tác giả đã ứng dụng hai hạ tầng trên bằng cách kết hợp các giá trị thủy văn và giá trị sinh thái (không gian mở hoặc đặc điểm tự nhiên) của cảnh quan đô thị. Đó là một mạng lưới được quy hoạch có chiến lược bao gồm các khu vực tự nhiên và bán tự nhiên, có quy mô từ vườn mưa[[6]](#footnote-6) cho đến đường phố xanh, được thiết kế và quản lý để mang lại nhiều lợi ích về mặt môi trường, kinh tế hay xã hội, trong đó quan trọng nhất là việc cải thiện chất lượng nước.

Như vậy, song song đó, một công trình xanh (green infrastructure) đóng vai trò như một công trình sống bảo vệ cộng đồng khỏi những tác động của thiên tai. Đứng trước thách thức này, một công trình xanh, chẳng hạn như một công viên, chúng ta không thể đơn giản chỉ đề cập đến vấn đề xuống cấp hay những vấn đề liên quan đến sự tổn thương (vulnerability) một cách qua loa và thiếu tính xác thực. Điều này có thể hiểu là do trong công viên đó, có rất nhiều hạng mục cây xanh và mỗi cụm cây xanh thì biến đổi theo tháng và theo mùa, cũng như biến đổi theo mức độ chăm sóc (như tỷ lệ phun nước, phân đạm định kỳ). Tuy nhiên, về mặt quản lý, đặc biệt là quản lý liên quan đến phòng tránh thiên tai thì việc đánh giá và xác định được khả năng chống chịu (sức đề kháng) của hạ tầng xanh là quan trọng để các nhà quản lý có thể đưa ra được những biện pháp giảm thiểu thiệt hại tối ưu hơn khi có thiên tai xảy ra hoặc là phòng tránh hiện hại có thể xảy ra trong tương lai. Ví dụ, một công viên có khả năng thấm nước ở mức độ tốt, có thể thấm ít nhất 75% lượng nước mưa theo như thiết kế, nhưng theo thời gian thì hạ tầng cây xanh và nền đất biến đổi dẫn tới khả năng thấm nước bị giảm đi và khi khu vực chịu ảnh hưởng của bão hay mưa lớn thì câu hỏi đặt ra là liệu công viên đó có khả năng chịu đựng đến đâu. Nếu chúng ta tính toán được khả năng này thì chúng ta có thể đưa ra được các phương án và biện pháp phòng tránh tốt hơn khi có thiên tai xảy ra.

Trong thời đại hiện nay, việc đánh giá rủi ro định lượng trong các dự án hạ tầng xanh ở các đô thị là vô cùng quan trọng. Đây là một quá trình không chỉ giúp xác định các nguy cơ tiềm ẩn mà còn cho phép nhà nước và chính quyền tìm ra các biện pháp phòng ngừa và giảm thiểu rủi ro. Nhờ vào việc sử dụng các chỉ số và thông tin khách quan, họ có thể ước tính được mức độ đáp ứng của từng yếu tố trong quá trình triển khai. Việc áp dụng này không chỉ giúp tăng cường sự hiểu biết về các nguy cơ tiềm ẩn mà còn giúp đưa ra các quyết định mang mang tính xác đáng về việc phòng ngừa và giảm thiểu rủi ro. Điều này sẽ góp phần tạo nên những hạ tầng xanh và thành phố an toàn, bền vững, thân thiện với môi trường.

* 1. **Khả Năng Phục Hồi**

Khả năng phục hồi thường được định nghĩa như khả năng của một công trình, hạ tầng hoặc hệ thống hồi phục lại chức năng hoặc cấu trúc ban đầu sau khi trải qua một sự cố, thiên tai hoặc tổn thất. Tuy nhiên, trong nghiên cứu địa lý nhân văn, khái niệm khả năng phục hồi đã được sử dụng để xác định mối quan hệ giữa khả năng phục hồi, tính đa dạng và tính ổn định trong xã hội loài người (Zimmerer 1994). Ở điểm này, cần nhấn mạnh rằng có nhiều định nghĩa và cách hiểu về từ này tùy thuộc vào hoàn cảnh nó được sử dụng, nhưng về cơ bản, thuật ngữ khả năng phục hồi tương tự như một loại sức mạnh, sức bền nhất định (Stead 2014).

Hudson định nghĩa “hệ thống có khả năng phục hồi” là hệ thống có khả năng thích ứng mà không đi ra khỏi quỹ đạo phát triển hoặc chuyển sang hệ thống mới, điều chỉnh và thích ứng với thay đổi mà không gây tổn hại đến sự cân bằng của hệ thống (Hudson 2010).



Hình 2: Các khái niệm liên quan đến khả năng phục hồi (Berfin 2020)

Khái niệm khả năng phục hồi với nhiều định nghĩa khác nhau cũng được liên kết với nhiều khái niệm có liên quan khác, chẳng hạn như độ bền, tính linh hoạt, khả năng thích ứng, khả năng hiển thị mất mát/thiệt hại và tính dễ bị tổn thương. Trong số các khái niệm này, mối quan hệ giữa tính dễ bị tổn thương và khả năng phục hồi được thảo luận rộng rãi trong các nghiên cứu gần đây, trong đó khái niệm này thường được coi là đối lập với khái niệm kia. Tính dễ bị tổn thương đề cập đến sự tổn hại hoặc gián đoạn khi đối mặt với các tác nhân ứng suất[[7]](#footnote-7) như biến đổi khí hậu hoặc các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt. Tuy nhiên, bản chất của cơ sở hạ tầng nằm ở khả năng thích ứng vượt trội, cho phép nó điều chỉnh, phát triển và ứng phó với các điều kiện thay đổi. Công trình thể hiện tính linh hoạt không chỉ thông qua việc phục hồi sau các sự cố mà còn qua việc nâng cao các chức năng của bản thân, góp phần cải thiện sức khỏe hệ sinh thái và giảm thiểu rủi ro tiềm ẩn.

Nhiều chính quyền địa phương trên toàn thế giới đang tích cực xây dựng các chiến lược phục hồi phù hợp với cơ sở hạ tầng đô thị. Đồng thời, có sự nỗ lực chung để thúc đẩy môi trường đô thị không chỉ bền vững hơn mà còn xanh hơn, công bằng hơn và ít bị tổn thương hơn. Sự thay đổi này liên quan đến việc lập kế hoạch toàn diện, tích hợp các chiến lược phục hồi, quy định sử dụng đất và các phương pháp tiếp cận hợp lý đối với di sản và tính bền vững. Những nỗ lực này nhằm mục đích xây dựng các thành phố có khả năng đương đầu với các thách thức, đảm bảo bảo tồn môi trường và thúc đẩy công bằng xã hội đồng thời ưu tiên các hoạt động phát triển bền vững.

* 1. **Lý Do Chọn Đề Tài**

Nghiên cứu về hạ tầng xanh đang ngày càng được quan tâm và phát triển trên thế giới. Các nghiên cứu trong lĩnh vực này tập trung vào việc đánh giá, phát triển và tối ưu hóa hạ tầng xanh trong các đô thị và khu đô thị. Việc xây dựng và duy trì các khu vực xanh công viên trong các siêu đô thị được coi là một giải pháp quan trọng để cải thiện chất lượng sống của cư dân và bảo vệ môi trường.

Các nghiên cứu đã chứng minh rằng việc có một hạ tầng xanh tốt trong các siêu đô thị có thể mang lại nhiều lợi ích đáng kể. Việc có các khu vực xanh công viên giúp giảm ô nhiễm không khí và đảo nhiệt trong thành phố, đồng thời tạo ra một môi trường sống tươi mới và khỏe mạnh cho cư dân. Ngoài ra, các khu vực xanh còn giúp giảm tiếng ồn và tạo ra một không gian giải trí và thư giãn.

Tuy nhiên, các nghiên cứu hướng tới việc đưa ra và chuẩn hóa các chỉ tiêu đánh giá định lượng cho hạ tầng xanh, đặc biệt là các chỉ tiêu liên quan đến đánh giá khả năng phục hồi của hạ tầng xanh là chưa đồng nhất và rất ít. Do đó, nghiên cứu này sẽ tập trung vào việc đo lường và đánh giá các yếu tố như kích thước, quy mô, vị trí và tính năng của các khu vực xanh công viên, đồng thời, nghiên cứu cũng sẽ xem xét các yếu tố như chi phí đầu tư ban đầu, chi phí duy trì, lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường mà các khu vực xanh công viên mang lại.

Thông qua việc nghiên cứu mảng xanh công viên, chúng ta có thể đánh giá được hiệu quả và rủi ro của việc xây dựng và duy trì hạ tầng xanh trong các siêu đô thị. Điều này sẽ giúp chúng ta tìm ra các phương pháp và chính sách tối ưu để phát triển các khu vực xanh công viên trong các siêu đô thị, đồng thời đảm bảo bền vững và hài hòa giữa môi trường, xã hội và kinh tế.

* 1. **Mục Tiêu Của Đề Tài**

Dựa vào những vấn đề đang tồn tại như đã trình bày ở trên, nghiên cứu này được triển khai với ba mục đích sau đây:

* Tìm hiểu và đánh giá các chỉ tiêu định lượng hiện tại cho công trình xanh trên thế giới và ở Việt Nam, từ đó đưa ra lời khuyên cho việc sử dụng các chỉ tiêu này ở trong điều kiện của Việt Nam.
* Thiết lập các chỉ tiêu mới (nếu có thể) cũng như thiết lập qui trình hay nguyên tắc và hệ thống đánh giá tác động (impact hierarchy) tổng thể.
* Áp dụng các chỉ tiêu và hệ thống đánh giá tác động cho một hoặc hai công trình xanh cụ thể ở Việt Nam.

1. Đánh Giá Các Nghiên Cứu Liên Quan

Thông qua việc đánh giá các nghiên cứu liên quan, chúng ta sẽ hiểu rõ hơn về cách mà các nhà nghiên cứu đã tiếp cận vấn đề. Tuy nhiên không phải bài viết nào cũng đi vào chi tiết các phương pháp nghiên cứu cụ thể, mà chỉ đơn giản là nghiên cứu tổng quan về mặt lý thuyết, xu hướng, và tính ứng dụng của đề tài. Vai trò của cơ sở hạ tầng xanh đối với khả năng chống chịu lũ lụt đô thị (UFR) luôn được theo dõi và đánh giá (Khodadad, Aguilar-Barajas và Khan 2023). Dựa trên cái nhìn tổng quan về lĩnh vực này, tác giả đã tiến hành đánh giá những tài liệu gần đây thông qua ba lăng kính chính: trắc lượng thư mục, phương pháp luận và hệ thống các loại hình học. Kết quả cho thấy sự tập hợp của các ấn phẩm xuất bản cùng một chủ đề hay một lĩnh vực nghiên cứu khoa học ở các quốc gia có nền khoa học kỹ thuật và kinh tế phát triển vượt bậc vẫn chưa có mối liên hệ chặt chẽ với hầu hết các tác giả.

“Khả năng chống chịu”, “Cơ sở hạ tầng xanh”, “Phát triển ít tác động”, “Biến đổi khí hậu” và “Các giải pháp dựa vào thiên nhiên” là những từ khóa được các tác giả sử dụng nhiều nhất để đại diện cho các chủ đề đang được quan tâm trong bài nghiên cứu nổi tiếng. Không thể phủ nhận lợi ích mà nó mang lại là bài nghiên cứu tập hợp rất nhiều nguồn tài liệu khác nhau trên các quốc gia từ đó cung cấp cho người đọc một cái nhìn phong phú, đa chiều hơn về vấn đề của đề tài. Không chỉ vậy, điều này còn giúp họ theo kịp những thông tin được cập nhật mới nhất trong lĩnh vực nghiên cứu của mình. Khi người đọc nắm bắt được những gì đang được nghiên cứu và phát triển ở các quốc gia khác, họ có thể nhận biết được những lỗ hổng kiến thức của bản thân và tránh bị tụt hậu. Bài viết không chỉ dừng lại ở việc tóm tắt hay đi sơ lược qua các nguồn tài liệu hiện có mà nó còn giúp xác định những hạn chế của đề tài và đề xuất hướng đi trong tương lai, mở rộng ranh giới kiến thức và khuyến khích nghiên cứu sâu hơn bằng việc tích hợp các khía cạnh kinh tế và xã hội vào chiến lược phục hồi lũ lụt.

Tuy nhiên, lợi thế đó chỉ phù hợp với 1 số bài nghiên cứu nhất định tùy thuộc vào tính đặc thù của đề tài và nhu cầu của người đọc. Đối với những bài nghiên cứu áp dụng phương pháp định tính, lợi thế này vô tình đã trở thành một điểm yếu tiềm tàng, bởi vì phương pháp định tính thường mang tính cá nhân và tập trung vào việc đào sâu các khía cạnh cụ thể của vấn đề. Một bài nghiên cứu tổng hợp nhiều nguồn thông tin từ đa dạng các nguồn tài liệu có thể giúp cung cấp cho người đọc một cái nhìn tổng quan về vấn đề, nhưng nó không thể đáp ứng việc đi chi tiết vào đưa ra các công thức/mô đun tính toán. Điều này đặt ra một thách thức về việc cân nhắc kỹ lưỡng về cách tiếp cận các phương pháp nghiên cứu, đồng thời nhấn mạnh sự cần thiết của việc sử dụng các phương pháp này phù hợp để đảm bảo tính toàn diện và chi tiết trong quá trình tổng hợp kiến thức.

Nhìn chung, bài nghiên cứu đã có một số đóng góp quan trọng cho lĩnh vực nghiên cứu về hạ tầng xanh và giảm thiểu rủi ro thiên tai. Chúng có tác động đến việc hiểu và định hình chính sách và quyết định liên quan đến phát triển và duy trì hạ tầng xanh ở các đô thị trên thế giới. Mục tiêu chung của các nghiên cứu này là tạo ra môi trường sống tốt hơn cho cư dân, bảo vệ môi trường và đóng góp vào sự phát triển bền vững của các đô thị. Các nghiên cứu này tập trung vào các yếu tố như không gian xanh công cộng, công viên, hệ thống giao thông thông minh, quản lý nước và năng lượng, xử lý chất thải và sử dụng tài nguyên hiệu quả.

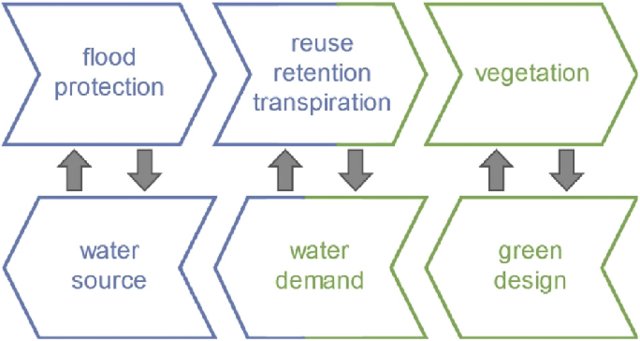
Từ bài nghiên cứu tổng quát trên, chúng ta có thể hiểu được bức tranh toàn cảnh về vấn đề của đề tài. Mặc dù vậy, để hiểu rõ hơn về cách tác giả tiếp cận vấn đề và đưa ra hướng giải quyết bằng các công thức tính toán hay mô đun hóa đã được tính toán kỹ lưỡng từ trước, chúng ta cần tiến hành phân tích các bài nghiên cứu mang tính chi tiết hơn. Cụ thể là nhận thấy những lợi ích và sự thiếu hụt của mảng xanh trong đô thị, các bài nghiên cứu gần đây đã chú trọng đưa ra những giải pháp giải quyết các vấn đề và mục tiêu khác nhau tùy thuộc vào các yếu tố kết hợp Blue (mặt nước) – Green (cây xanh).

A diagram of a company

Description automatically generated

Hình 3: Các khái niệm quy hoạch phụ thuộc và liên quan dựa trên các phương pháp tiếp cận lấy mặt nước và cây xanh làm động lực

Hướng đến kết quả phủ xanh đô thị bằng hệ thống hạ tầng xanh trong hạ tầng xám, hai tác giả Friederike Well và Ferdinand Ludwig đã phân tích bốn trường hợp nghiên cứu ở bốn địa điểm khác nhau trên thế giới: Thung lũng thượng sông Rhine - Đức, thành phố Rotterdam - Hà Lan, New York - Hoa Kỳ và Singapore. Nghiên cứu (Well và Ludwig March 2020) đưa ra cái nhìn tổng quan và toàn diện về tác động của hạ tầng xanh kết hợp một loạt vấn đề đô thị, bao gồm lượng nước, ngập lụt, chất lượng không khí, đa dạng sinh học và sức khỏe cộng đồng; nhấn mạnh tầm quan trọng của việc xem xét các tác động tổng hợp của hạ tầng xanh. Các nhà nghiên cứu cho rằng việc kết hợp các phương pháp tiếp cận Blue - Green vào một chiến lược quy hoạch cho phép điều phối nhu cầu nước và nguồn nước sẵn có. Sự phối hợp này đảm bảo sử dụng cân bằng các nguồn tài nguyên, góp phần cải thiện vi khí hậu và góp phần đáng kể vào việc thích ứng kiên cường với biến đổi khí hậu.



Hình 4: Phương pháp lập kế hoạch cho các dự án lấy cây xanh làm động lực.

Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu lại mang đến khó khăn trong việc nhận định đúng về vấn đề vì người xem khó có thể nắm bắt được vấn đề đang được thực hiện một cách khác nhau tại các đô thị; những yếu tố khí hậu, địa hình và chính sách đô thị cũng là những rào cản lớn khiến tính khả thi của nó được các nhà nghiên cứu băn khoăn, xem xét.

Một vấn đề khác đang rất được quan tâm liên quan đến sự thích ứng của khả năng phục hồi sinh thái đô thị trong môi trường tự nhiên là sự suy yếu của hệ thống mảng xanh trước các hoạt động kinh tế của con người trong đô thị và các rủi ro khác. Đội ngũ nghiên cứu chuyên nghiệp đến từ Đại học Công nghệ Quảng Đông, Học viện khoa học Quảng Châu, Học viện Môi trường và kỹ thuật sinh thái, Học viện Năng lượng chuyển đổi Trung Quốc đã xây dựng một khung định lượng đánh giá khả năng phục hồi của các cụm hệ sinh thái, từ đó cung cấp thông tin có giá trị cho những cơ quan có thẩm quyền quản lý sự phát triển bền vững và khả năng phục hồi đô thị tại 3 vùng đô thị cốt lõi của Trung Quốc là đồng bằng sông Dương Tử, Châu Giang, Bắc Kinh-Thiên Tân-Hà Bắc (Wang, và những tác giả khác 2023). Định nghĩa về khả năng phục hồi sinh thái đô thị do các nhà học giả trên thế giới đưa ra với nhiều góc nhìn khác nhau trong các bài nghiên cứu vẫn chưa được thống nhất hoàn toàn và việc nhầm lẫn các định nghĩa và đưa ra các chỉ số tính toán vẫn chưa giải quyết chính xác vấn đề đặt ra. Nghiên cứu này đưa ra các phương pháp tính toán mới, dựa trên các khía cạnh thực tế theo như tác giả “Có thể đo lường”, “Có thể so sánh” và “Có thể áp dụng” : Phân tích thành phần chính (PCA), Phân tích nhân tố (FA) và Thống kê mô hình tự hồi quy (AR). Cuối cùng, khung đánh giá đề xuất trong bài báo đã được thử nghiệm trên nhiều thành phố khác của Trung Quốc và cho ra kết quả khá khả quan và được đánh giá là một công cụ hữu ích trong việc đánh giá toàn diện và định lượng về mặt thích ứng, bền vững và đa dạng. Tuy nhiên, với góc độ một chiều, không áp dụng yếu tố thời gian, yêu cầu khá khó khăn về lượng dữ liệu cho các thuộc tính nghiên cứu, sự tốn kém trong việc thu thập và phân tích dữ liệu cũng phần nào khiến cho tính áp dụng của mô hình này tới các vùng đô thị có quy mô nhỏ, nguồn lực và dữ liệu hạn chế.

Trong thời gian gần đây, việc đánh giá khả năng phục hồi của cơ sở hạ tầng xanh đã được tiếp cận thông qua nhiều phương pháp khác nhau. Một trong những phương pháp mới lạ và nổi lên gần đây nhất là hệ thống thông tin địa lý GIS[[8]](#footnote-8). Phương pháp này đã thu hút sự chú ý bởi khả năng cung cấp công cụ mạnh mẽ để thu thập và phân tích dữ liệu không gian liên quan đến cơ sở hạ tầng xanh. Bài nghiên cứu năm 2021 của Berfin Karabakan và Yelda Mert (Karabakan và Mert 2021) thực hiện một bước đáng khen ngợi trong việc định lượng khả năng phục hồi của không gian xanh đô thị quan trọng ở một quốc gia dễ gặp phải trước các mối nguy hiểm về môi trường.

Điểm hay của bài nghiên cứu nằm ở sự mới lạ và tính cụ thể về bối cảnh. Các tác giả đã phát triển một khung đánh giá mới để đo lường khả năng phục hồi của cơ sở hạ tầng xanh trong bối cảnh cụ thể của Thổ Nhĩ Kỳ. Khung này dựa trên phương pháp quy hoạch không gian cơ sở hạ tầng xanh (GIS), được thiết kế để đánh giá các lợi ích đa dạng của cơ sở hạ tầng xanh, từ các vấn đề môi trường như giảm thiểu lũ lụt và cải thiện chất lượng không khí đến các giá trị xã hội và giải trí. Việc đánh giá các lợi ích này thông qua lăng kính khả năng thích ứng và duy trì chức năng trong bối cảnh các gián đoạn tiềm tàng đã cung cấp một cái nhìn sâu sắc về khả năng phục hồi của cơ sở hạ tầng xanh ở Thổ Nhĩ Kỳ. Để tăng cường tính thiết thực và ứng dụng rộng rãi của phương pháp này, tác giả tiến hành áp dụng khung đánh giá cho tính dễ bị tổn thương của vùng ven biển huyện Edremit trước lũ lụt và tính nhạy cảm của thành phố Van trước động đất và các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt. Việc so sánh và đối chiếu hai cảnh quan đô thị khác biệt này đã cho thấy tầm quan trọng của phương pháp nghiên cứu đối với tính thích ứng và nhạy cảm của công trình xanh trước bối cảnh.

Tuy nhiên, một số khía cạnh của đề tài cần được thảo luận và sàng lọc thêm. Điểm yếu tiềm ẩn là nằm ở thước đo được lựa chọn để đo lường khả năng phục hồi. Ban đầu tác giả đưa ra phương pháp hệ thống thông tin địa lý GISP và thể hiện tốt tính ứng dụng của nó vào hai địa điểm mang hai tính chất đối lập nhằm nêu bật lên tính khả thi của phương pháp nghiên cứu, nhưng trong quá trình thực hiện, tác giả chỉ tập trung vào việc tạo ra các bản đồ trên hệ thống GISP và đưa ra nhận xét một cách chóng vánh mà không đi sâu vào phân tích chi tiết các bước đo lường cụ thể. Điều này khiến người đọc không bắt kịp mạch của bài, dẫn đến mất phương hướng và lạc lối, không còn tính hứng thú với đề tài nữa. Mặc dù đề tài cung cấp một điểm khởi đầu có giá trị, nhưng vẫn còn sự thiếu liên kết và không liền mạch trong quá trình thực hiện phương pháp nghiên cứu. Không những vậy, tác giả chỉ tập trung vào các yếu tố môi trường mà quên đi tầm quan trọng của của các yếu tố khác nếu chúng có tác động lên khả năng phục hồi của các công trình xanh. Việc kết hợp các khía cạnh kinh tế và xã hội cùng với các yếu tố môi trường sẽ giúp cung cấp một bức tranh toàn diện hơn. Ví dụ, việc đánh giá tác động của cơ sở hạ tầng xanh đối với phúc lợi cộng đồng, hoạt động kinh tế và sự bình đẳng xã hội sẽ làm phong phú thêm sự hiểu biết về khả năng phục hồi tổng thể của nó.

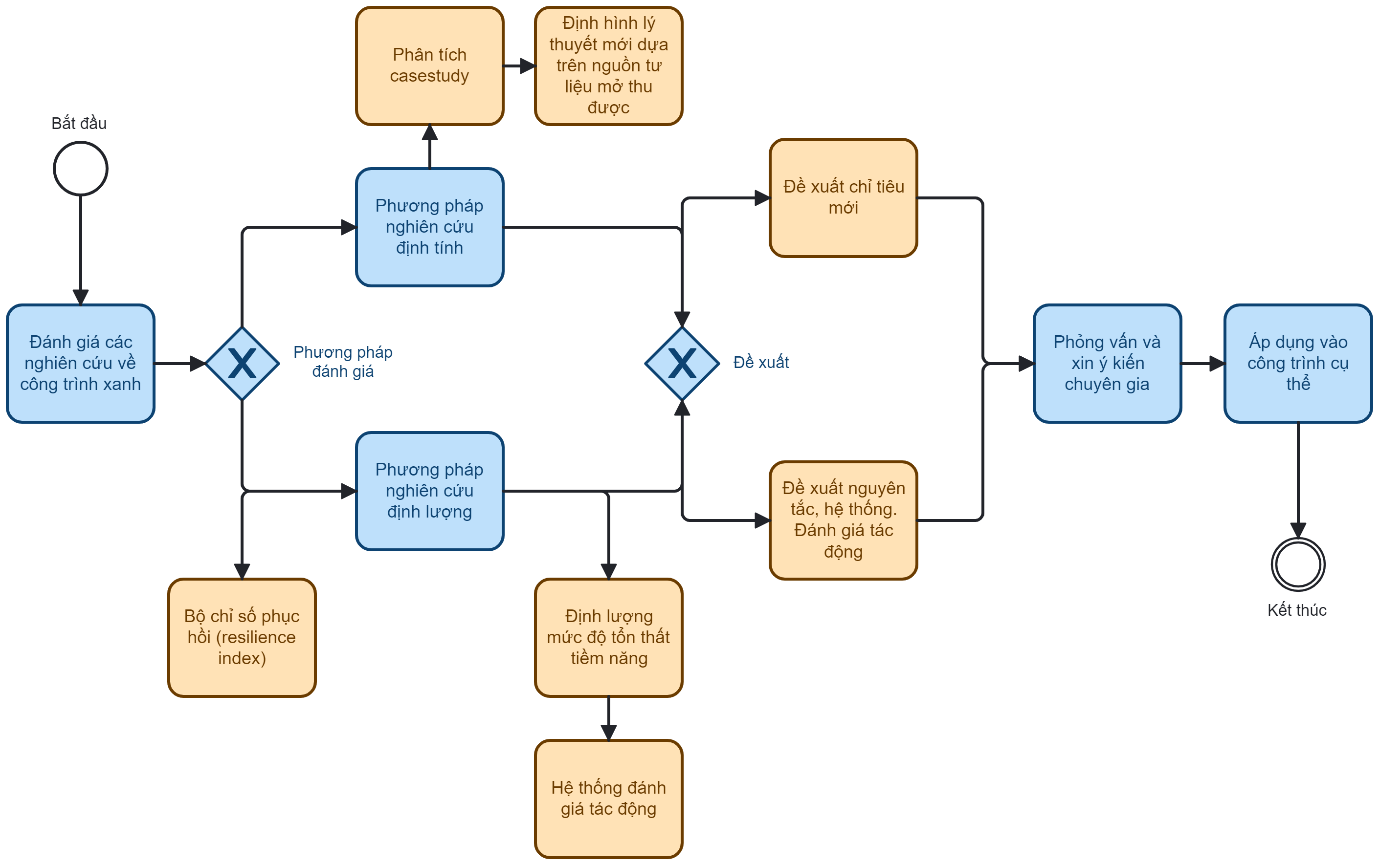
Có thể thấy được “khả năng phục hồi của các công trình xanh” đã trở thành một chủ đề nghiên cứu quan trọng, đặc biệt trong bối cảnh biến đổi khí hậu và các rủi ro thiên tai ngày càng tăng. Tuy nhiên nhìn chung, các bài nghiên cứu đã được thực hiện vẫn còn tồn tại một số hạn chế, bao gồm:

* *Sự thực tế* : Nhiều nghiên cứu về khả năng phục hồi công trình xanh được thực hiện dựa trên các mô hình tính toán hoặc các nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm. Điều này có thể dẫn đến những kết quả không thực tế, không phản ánh chính xác khả năng phục hồi của công trình xanh trong thực tế.
* *Sự khó khăn trong phân tích dữ liệu*: Việc thu thập và phân tích dữ liệu về khả năng phục hồi công trình xanh có thể gặp nhiều khó khăn, đặc biệt là đối với các công trình xanh có quy mô lớn hoặc phức tạp.
* *Các chỉ số đánh giá chưa đi sâu vào vấn đề cần giải quyết*: Nhiều nghiên cứu sử dụng các chỉ số đánh giá khả năng phục hồi công trình xanh một cách chung chung, chưa đi sâu vào các vấn đề cần giải quyết cụ thể, chẳng hạn như khả năng chịu lực của công trình xanh, khả năng chống chịu với biến đổi khí hậu, hoặc khả năng thích ứng với các rủi ro thiên tai.
* *Sự tính toán định lượng chưa thực sự được quan tâm và áp dụng*, mặc dù nó là một “sự hình dung thực tế nhất” trong quá trình nghiên cứu bởi tính thực tiễn của mình.

Tóm lại, việc đánh giá khả năng phục hồi của các công trình xanh sẽ mất đi tính chính xác nếu không đưa ra được các công thức đo lường tính toán mức độ phục hồi và nêu lên các yếu tố bên ngoài tác động lên công trình. Thiếu đi hai yếu tố này, việc đánh giá càng trở nên mơ hồ và không rõ ràng. Nhận thấy tầm quan trọng và tính cấp thiết của đề tài, nhóm đã đề xuất các giải pháp với mong muốn khắc phục được các vấn đề trên.

1. Phương Pháp Nghiên Cứu

Quá trình nghiên cứu trong lĩnh vực liên quan đến các công trình xanh được mô tả thông qua sơ đồ khối theo một loạt các quy trình có thứ tự như hình 5, bao gồm các bước cụ thể để đảm bảo tính khách quan và khoa học trong quá trình thực hiện.

****

Hình 5: Sơ đồ khối quy trình thứ tự các bước thực hiện nghiên cứu.

Các bước đầu tiên của quy trình, nhóm tiến hành đánh giá các nghiên cứu liên quan đến công trình xanh thông qua việc thu thập và phân tích thông tin từ các nghiên cứu trước, nhằm hiểu rõ về các tiến bộ, hạn chế và thách thức mà các dự án xanh đã đối mặt. Điều này giúp cung cấp một cái nhìn sâu sắc hơn về nguyên nhân và hậu quả của các chiến lược, kỹ thuật hoặc các phương pháp đã áp dụng. Qua việc thu thập có chọn lọc và phân tích các thông tin đã có sẵn, nghiên cứu đang hướng tới việc hiểu rõ hơn về bối cảnh, xu hướng và tình hình hiện tại của lĩnh vực công trình xanh. Những hiểu biết này không chỉ làm nền tảng cho quá trình nghiên cứu hiện tại mà còn giúp xác định các hướng tiếp cận mới và tiềm năng để mở rộng kiến thức và ứng dụng trong tương lai. Đồng thời, việc đánh giá các nghiên cứu trước cũng đảm bảo rằng nghiên cứu mới có thể tránh được các sai lầm, để tận dụng những kinh nghiệm quý báu từ những nỗ lực nghiên cứu đã đi trước.

Từ đó, nhóm tiến hành đánh giá khả năng phục hồi của các công trình xanh thông qua hai phương pháp nghiên cứu chính: Nghiên cứu định tính[[9]](#footnote-9) và nghiên cứu định lượng[[10]](#footnote-10).

* Nghiên cứu định tính thông qua việc phân tích các case study, đóng vai trò như một nền móng của bài nghiên cứu, là một trong những hướng tiếp cận quan trọng cho việc nghiên cứu các trường hợp cụ thể. Từ đó trích xuất ra những thông tin quan trọng liên quan đến tính hiệu quả và bền vững của các công trình xanh, nhằm đem lại cái nhìn chi tiết và sâu rộng hơn về những ưu điểm và nhược điểm, đồng thời cung cấp dữ liệu có tính xác thực để hỗ trợ quá trình ra quyết định.
* Ngược lại, nghiên cứu định lượng phân tích dựa trên bộ chỉ số phục hồi. Quá trình này đặt trọng điểm vào việc thu thập các dữ liệu thông qua các bài báo khoa học, tạp chí chuyên ngành hoặc từ hoạt động khảo sát, phỏng vấn lấy ý kiến người dân, sau đó áp dụng bộ chỉ số để đo lường và công thức tính toán cụ thể nhằm phục vụ tốt hơn cho sự định lượng khả năng phục hồi của các công trình xanh. Quá trình này không chỉ dừng lại ở việc thu thập thông tin mà còn đi sâu vào việc định lượng tổn thất tiềm năng. Xem xét từ nhiều góc độ khác nhau, nhóm tiến hành thực hiện hệ thống đánh giá tác động để ước tính rủi ro mà tác động công trình xanh mang lại đối với các đối tượng có liên quan dựa trên nhiều khía cạnh từ môi trường, xã hội, kinh tế đến mặt thể chất, tâm lý của người dân.

Dựa trên cơ sở từ hai phương pháp đánh giá trên, nhóm đã xây dựng các đề xuất cụ thể và khả thi nhằm tối ưu hóa hiệu suất và độ bền vững của các công trình xanh. Các đề xuất này không chỉ là kết quả của việc tổng hợp dữ liệu mà còn phản ánh sự kết hợp đồng nhất giữa lý thuyết và thực tiễn các công trình xanh trong tương lai.

Nhằm đảm bảo tính khoa học của bài nghiên cứu, nhóm tiến hành phỏng vấn và thu thập ý kiến từ các chuyên gia trong lĩnh vực. Qua quá trình này, các đề xuất đã được xây dựng có thể được đánh giá từ nhiều góc độ, điều chỉnh hoặc bổ sung để đảm bảo tính khả thi và hiệu quả trước khi áp dụng vào các công trình thực tế. Các chuyên gia cung cấp cái nhìn sâu sắc và chi tiết về các khía cạnh kỹ thuật, môi trường và xã hội liên quan đến việc thực hiện các giải pháp trong thực tiễn.

Cuối cùng, việc áp dụng các giải pháp được đề xuất vào công trình cụ thể yêu cầu sự chuyên nghiệp và kỹ năng thiết kế, triển khai và quản lý. Quá trình này không chỉ đơn thuần là việc thực hiện các giải pháp một cách có kỹ thuật mà còn bao gồm việc đảm bảo rằng chúng được triển khai một cách hiệu quả và có tính bền vững trong thực tế. Việc áp dụng này ngoài mong muốn đo lường được khả năng phục hồi của công trình xanh sau các rủi ro thiên tai mà còn có thể giúp có thêm hiểu biết sâu sắc và kiến thức đa chiều trong việc tái thiết công trình trong các dự án xanh trong tương lai. Đồng thời, việc này cũng đảm bảo rằng các công trình xanh được triển khai không chỉ là một ước mơ khoa học mà còn trở thành hiện thực hữu ích và bền vững trong thực tế.

1. Đề Xuất Các Tiêu Chí và Đánh Giá Tác Động

Trên thế giới, đã có rất nhiều bài nghiên cứu áp dụng công thức tính toán hoặc các chỉ số phục vụ cho quá trình nghiên cứu. Điều này đặc biệt quan trọng vì khi áp dụng vào các dự án cụ thể, thì các công thức này sẽ được phát triển để phù hợp với đặc tính của từng loại công trình. Nhóm nhận thấy có vô số chỉ số được áp dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Tuy nhiên để tương thích với lĩnh vực công trình xanh, đặc biệt là khi tính toán khả năng phục hồi, nhóm chúng tôi đã tiến hành lựa chọn và đề xuất bộ chỉ số phục hồi bao gồm: chỉ số lưu trữ nước mưa (RSI), chỉ số tái tạo tự nhiên (NRI), chỉ số đa dạng sinh học (Shannon-Wiener), chỉ số hiệu suất môi trường (EPI) và chỉ số tương tác xã hội (SII). Riêng hai chỉ số cuối hiện tại vẫn chưa có một công thức nào được thống nhất để làm rõ mục đích cho việc đo lường khả năng phục hồi một cách rõ ràng và chính xác.

Nhằm giải quyết vấn đề này, nhóm nghiên cứu đã đề xuất các công thức tổng quát nhằm thống nhất cách thức tính toán các chỉ số quan trọng có liên quan. Các công thức này được xây dựng dựa trên các tiêu chí khoa học và thực tiễn, đảm bảo tính chính xác và khách quan trong quá trình đánh giá. Ngoài ra, nhóm cũng khuyến khích việc áp dụng các công thức này một cách linh hoạt, phù hợp với từng trường hợp cụ thể. Việc điều chỉnh các công thức có thể cần thiết để đảm bảo tính phù hợp với các đặc điểm và yêu cầu riêng biệt của từng dự án.

* 1. **Bộ chỉ số phục hồi**
     1. **Chỉ số lưu trữ nước mưa (RSI)**

Cơ sở hạ tầng xanh, là một cách tiếp cận tương đối mới, đã trở nên phổ biến như một phương tiện nhằm giảm bớt tác động tàn phá của thiên tai và đạt được sự cân bằng tốt hơn giữa nhu cầu đô thị hóa và nhu cầu của thiên nhiên (Cheng, và những tác giả khác 2017). Trong kỹ thuật môi trường và trong bối cảnh quản lý nước mưa, hạ tầng xanh đôi khi được sử dụng thay thế cho cơ sở hạ tầng xám. Mặc dù cơ sở hạ tầng xám (ví dụ: đường ống ngầm, kết cấu bê tông) có xu hướng hiệu quả trong quản lý nước mưa, nhưng ưu điểm của hạ tầng xanh chính là tính đa chức năng, khả năng tự thích ứng và các lợi ích đồng thời mà nó tạo ra so với tính không linh hoạt và đơn chức năng của cơ sở hạ tầng xám. Thực tế người ta có quan tâm đến vấn đề quản lý nước mưa của 1 thành phố/đô thị và việc ứng dụng các giải pháp để giải quyết tối ưu cho vấn đề này. Chính vì thế, chỉ số lưu trữ nước mưa (RSI) ra đời, như một công cụ đo lường quan trọng, giúp định lượng mức độ hiệu quả của công trình xanh trong việc lưu trữ và quản lý nước mưa, đặc biệt trong bối cảnh thiếu hụt sự hỗ trợ của mảng xanh trong các đô thị phát triển. Trong quá trình tính toán RSI, nhóm tập trung vào việc phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng lưu trữ nước mưa của một công trình xanh. Chẳng hạn xem xét dung tích nước mưa thông qua hồ chứa hoặc hệ thống lưu trữ chuyên dụng, cũng như tổng lượng mưa rơi xuống công trình đó trong khoảng thời gian một năm.

|  |  |
| --- | --- |
| **RSI = V/P** | Pt ( 1) |

Trong đó:

* RSI là chỉ số lưu trữ nước mưa
* V là tổng lượng nước mưa được lưu trữ trong hồ chứa hoặc hệ thống lưu trữ của công trình xanh (m³)
* P là tổng lượng nước mưa rơi xuống công trình đó trong một năm (m³)

Để xác định tổng lượng nước mưa rơi xuống công trình đó trong một năm, có một số cách tiếp cận khác nhau tùy thuộc vào độ phức tạp của công trình cũng như tài nguyên thông tin có sẵn. Trong trường hợp không có thông tin chi tiết về công trình xanh, có thể áp dụng công thức tính toán sau dựa trên các thông tin cơ bản:

|  |  |
| --- | --- |
| **P = R × S** | Pt ( 2) |

Trong đó:

* R là lượng mưa trung bình hàng năm ghi nhận được tại vị trí công trình xanh (mm)
* S là diện tích của công trình xanh (m²)

Tuy nhiên, phương pháp này chỉ cung cấp một ước lượng chung, không tính đến các yếu tố như thất thoát do bay hơi, thấm qua đất, hoặc thoát ra theo dòng chảy.

Nếu RSI gần bằng 1 hoặc cao hơn, điều này cho thấy công trình xanh có khả năng lưu trữ nước mưa và phục hồi tốt sau các rủi ro thiên tai. RSI đóng góp đáng kể vào việc giảm thiểu các tác động trực tiếp lên bề mặt công trình xanh như giảm dòng chảy, xói mòn đất, tăng cường bổ sung mạch nước ngầm và hỗ trợ hệ sinh thái phụ thuộc vào nguồn nước sẵn có. Việc sử dụng chỉ số này trong quy hoạch và thiết kế đô thị sẽ thúc đẩy sự tích hợp của các hệ thống thu gom nước mưa, góp phần tạo ra môi trường xây dựng thân thiện với môi trường và có khả năng chống chịu tốt hơn.

* + 1. **Chỉ số tái tạo tự nhiên (NRI)**

Chỉ số tái tạo tự nhiên(NRI) thể hiện khả năng phục hồi và trẻ hóa của một hệ sinh thái mà không cần sự can thiệp đáng kể của con người. NRI tập trung vào việc quan sát và đo lường các quá trình tự nhiên của việc phát tán hạt giống, nảy mầm, tăng trưởng và hình thành các loài thực vật bản địa sau những xáo trộn như hỏa hoạn, khai thác gỗ, hay các tác động tự nhiên hoặc nhân tạo khác.

|  |  |
| --- | --- |
| **NRI = (N/T) × 100** | Pt ( 3) |

Trong đó:

* N là số lượng thực vật tái sinh tự nhiên trong một công trình xanh. Cụ thể là những cây con, cây non hoặc bất kỳ loài cây non nào đại diện cho thế hệ thực vật tiếp theo đã xuất hiện mà không có sự can thiệp của con người.
* T là tổng số loài thực vật được mong đợi hoặc lý tưởng hóa để tồn tại trong cùng khu vực đó trong điều kiện tự nhiên hoặc trong tình trạng không bị xáo trộn. Nó đóng vai trò là điểm chuẩn hoặc điểm tham chiếu cho tiềm năng đa dạng sinh học trong hệ sinh thái.

Việc xác định tổng số loài có tiềm năng phong phú thường đòi hỏi kiến thức sinh thái toàn diện, tham khảo cơ sở dữ liệu hiện có hoặc khảo sát thực vật kỹ lưỡng, có thể tham khảo các phương pháp ước lượng sau:

* *Khảo sát thực địa[[11]](#footnote-11) (Field Methodology)*: Tiến hành khảo sát thực vật trong khu vực để xác định và ghi lại các loài thực vật hiện có. Điều này liên quan đến việc xác định các loài thực vật khác nhau và ghi lại sự hiện diện của chúng.
* *SACs[[12]](#footnote-12) (Species Accumulation Curves)* (Ugland, Gray và Ellingsen 2003): Sử dụng SACs từ các khảo sát sinh thái hoặc nhiều nguồn tài liệu. Những đường cong biểu diễn trên đồ thị sẽ ước tính mối quan hệ giữa số lượng mẫu được lấy và số lượng loài được quan sát, giúp dự đoán tổng độ phong phú của loài.
* *Sử dụng dữ liệu hiện có*: Tham khảo cơ sở dữ liệu thực vật hiện có, hay các bản ghi về đa dạng sinh học hoặc nghiên cứu sinh thái cụ thể cho khu vực. Những nguồn này có thể cung cấp cái nhìn sâu sắc về sự phong phú của các loài được mong đợi dựa trên quan sát và các nghiên cứu khoa học đi trước.

Nếu NRI càng thấp, thời gian tái tạo càng dài và khả năng phục hồi của hệ thống cơ sở hạ tầng xanh càng kém. Ngược lại, NRI cao hơn đồng nghĩa với việc hệ thống có khả năng phục hồi nhanh chóng và hiệu quả hơn sau các rủi ro thiên tai. NRI là một công cụ có giá trị trong việc hiểu được khả năng phục hồi của hệ sinh thái, từ đó thúc đẩy các biện pháp quản lý bền vững và thích ứng để bảo tồn đa dạng sinh học và sức khỏe hệ sinh thái.

Tuy nhiên còn tồn tại một vấn đề mà NRI thường gặp phải. Việc tính toán NRI đòi hỏi sự theo dõi kỹ lưỡng về quá trình phát triển của cây con lúc chưa có sự can thiệp của con người cũng như thời gian mà chúng cần để phục hồi sau khi bị ảnh hưởng bởi thiên tai. Quá trình này đòi hỏi việc khảo sát thực địa và ghi chú tổng hợp lại các tài liệu quan trọng để đưa ra đánh giá mức độ thực tế của việc tái tạo tự nhiên.

Trên thực tế các công viên ở hầu hết các quốc gia, thường thấy họ có xu hướng gieo hạt mầm và chăm sóc cây con cho đến khi chúng dần lớn lên. Việc này phản ánh sự phù hợp của NRI với tính chất của các công viên đó. Tuy nhiên, ở Việt Nam, quá trình hình thành cây xanh có sự khác biệt. Sau khi cây già cỗi hoặc bị hư hại do thiên tai, thường thấy người ta quyết định bỏ cây cũ và thay thế bằng cây mới đã trưởng thành. Điều này tạo ra một thách thức đối với việc ghi chép thực địa về quá trình tái tạo cây và thời gian để chúng phục hồi sau thiên tai.

Do đó, mặc dù NRI đóng góp quan trọng trong việc đánh giá khả năng phục hồi của các công trình xanh, nhưng hiệu quả của nó mang lại tùy thuộc vào ngữ cảnh cụ thể và cách nó được áp dụng để thể hiện khả năng tái tạo tự nhiên của môi trường xanh.

* + 1. **Chỉ số đa dạng sinh học (Shannon-Wiener)**

Công viên đô thị là một thành phần không thể thiếu của cơ sở hạ tầng xanh. Ngoài mang lại các giá trị hữu ích cho con người, công viên đồng thời cũng là nơi trú ngụ của nhiều loài động vật và là nơi sinh sôi những giống loài thực vật đã và đang phát triển. Việc theo dõi sự phát triển của hệ thực vật, đo lường số lượng cá thể bị phá hủy và thống kê các hệ thực vật mới tái tạo là những hoạt động quan trọng để đánh giá chỉ số tái tạo sinh học của môi trường tự nhiên trong công viên.. Mặc dù nhiều nghiên cứu đã xác định được chính sách sử dụng đất và các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến độ đa dạng sinh học của công viên đô thị, nhưng có rất ít nghiên cứu sử dụng phương pháp tiêu chuẩn hóa để so sánh các thành phần phân loại thực vật, độ phức tạp về cấu trúc, các biến số môi trường và đặc điểm loài trong công viên đô thị (Talal và Santelmann 2019). Do đó, việc sử dụng chỉ số Shannon kết hợp với các phương pháp nghiên cứu khác sẽ giúp đánh giá toàn diện hơn về tác động của biến đổi khí hậu và các yếu tố khác đối với hệ sinh thái công viên. Điều này sẽ giúp xây dựng các chiến lược quản lý và bảo tồn đa dạng sinh học hiệu quả hơn, góp phần nâng cao khả năng phục hồi của hệ thống mảng xanh đô thị trước những biến đổi của môi trường.

Chỉ số đa dạng sinh học đo lường sự đa dạng các loài trong một môi trường sống bằng cách xem xét mức độ phân bố đồng đều của các cá thể giữa các loài khác nhau. Và chỉ cung cấp một giá trị số duy nhất phản ánh độ phức tạp và phong phú của các loài có trong một hệ sinh thái nhất định.

|  |  |
| --- | --- |
| **H’ = -∑ Pi(lnPi)** | Pt ( 4) |

Trong đó:

* H′ là chỉ số đa dạng sinh học Shannon-Wiener.
* Pi là tỷ lệ phần trăm của loài thứ i trong tổng số loài.

Giá trị của H’ càng cao thì mức độ đa dạng của các loài trong một quần xã cụ thể càng cao. Giá trị của H’ càng thấp thì độ đa dạng càng thấp. Giá trị H’= 0 biểu thị một quần xã chỉ có một loài.

Trong quá khứ, chỉ số này đã được sử dụng để đo lường tác động của chất lượng môi trường sống như sự ảnh hưởng của nước thải ô nhiễm. Tuy nhiên gần đây, chỉ số này không còn được ưa chuộng vì nó không tính đến các thông số cụ thể về môi trường sống mà các loài yêu cầu. Chính vì vậy để kết hợp được với các thông số đó, người ta đã phát triển chỉ số mới là HSI (Habitat Suitability Index), thể hiện khả năng của một môi trường sống nhất định trong việc hỗ trợ một loài được chọn (Habitat Suitability Index (HSI) 2016).

Mặc dù kết quả của chỉ số Shannon-Wiener cần được sử dụng một cách thận trọng nhưng nó vẫn là một công cụ tốt trong việc so sánh hai môi trường sống khác nhau bằng cách kết hợp hai thước đo có thể định lượng được: mức độ phong phú của loài (số loài trong quần xã) và tính công bằng của loài (sự phân bố đồng đều của các cá thể trong một quần thể). Tính công bằng của loài được tính bằng chỉ số EH (The Shannon Equitability Index).

|  |  |
| --- | --- |
| ***EH* = *H’* / *ln*(*S*)** | Pt ( 5) |

Trong đó:

* H′ là chỉ số đa dạng sinh học Shannon-Wiener.
* S là tổng số loài độc nhất.

Giá trị này nằm trong khoảng từ 0 đến 1 trong đó 1 biểu thị độ đồng đều hoàn toàn.

* + 1. **Chỉ số hiệu suất môi trường (EPI)**

Chỉ số Hiệu suất Môi trường (EPI) là một phương pháp định lượng và được thể hiện bằng số hiệu quả hoạt động môi trường của một quốc gia. EPI đánh giá một loạt các chỉ số liên quan đến môi trường và tổng hợp chúng thành một điểm duy nhất.

Về cốt lõi, EPI nhằm mục đích đánh giá tính bền vững môi trường và sức khỏe của các quốc gia bằng cách xem xét các chỉ số khác nhau trong các danh mục chính sách. Báo cáo thường niên đã xếp hạng 180 quốc gia dựa trên 24 chỉ số hoạt động trong 10 hạng mục vấn đề, bao gồm sức khỏe môi trường và khả năng tồn tại lâu dài của hệ sinh thái (Wendling, và những tác giả khác 2018). Mỗi chỉ số đại diện cho một khía cạnh cụ thể liên quan đến phúc lợi môi trường và được định lượng một cách khoa học dựa trên dữ liệu có sẵn. Có thể hiểu đơn giản về các bước liên quan đến tính toán EPI như sau:

* *Lựa chọn các chỉ số:* Xác định các chỉ số môi trường liên quan đến công trình hoặc khu vực cần đánh giá. Chúng có thể bao gồm nhiều hạng mục khác nhau như chất lượng không khí, tài nguyên nước, đa dạng sinh học, biến đổi khí hậu,... (Wendling, và những tác giả khác 2018). Việc lựa chọn các chỉ số có thể khác nhau tùy theo mục tiêu của đề tài.
* *Thu thập dữ liệu:* Thu thập dữ liệu liên quan cho từng chỉ số đã chọn. Nguồn dữ liệu có thể được tìm thấy trong các báo cáo của chính phủ, nghiên cứu khoa học, các cuộc khảo sát, hay từ việc quan sát vệ tinh. Lý tưởng nhất là dữ liệu phải có khung thời gian nhất quán để so sánh tính công bằng giữa các quốc gia.
* *Chuẩn hóa dữ liệu:* Để so sánh các chỉ số với nhau, dữ liệu thường được chuẩn hóa để đưa về cùng một tỷ lệ hoặc thang đo. Điều này giúp tạo ra một cơ sở so sánh đồng nhất.
* *Trọng số:* Gán trọng số cho từng chỉ số dựa trên tầm quan trọng hoặc tác động được nhận thấy của nó đối với hiệu suất môi trường một cách tổng thể (Greco, và những tác giả khác 2019). Vài chỉ số có thể được coi là quan trọng hơn hoặc có ảnh hưởng lớn hơn đến môi trường, vì vậy chúng sẽ có trọng số cao hơn khi tính toán.
* *Tổng hợp:* Kết hợp các chỉ số chuẩn hóa và trọng số thành một điểm duy nhất cho mỗi quốc gia. Điều này có thể liên quan đến các phương pháp toán học khác nhau như tính trung bình đơn giản, tính trung bình có trọng số hoặc các kỹ thuật tổng hợp khác dựa trên trọng số được gán cho từng chỉ số (Guijarro 2019) (Zhou, Wah và Poh 2007).
* *Tính toán EPI:* Sau khi tổng hợp các chỉ số, sẽ có được điểm Chỉ số Hiệu suất Môi trường cuối cùng cho mỗi quốc gia. Điểm này thể hiện kết quả hoạt động môi trường tổng thể của quốc gia dựa trên các chỉ số được lựa chọn và trọng số tương ứng của chúng.

Công thức tính toán Chỉ số Hiệu suất Môi trường (EPI) có thể có nhiều phiên bản khác nhau do các tổ chức khác nhau phát triển:

|  |  |
| --- | --- |
| **EPI = (Wi× Si)** | Pt ( 6) |

Trong đó:

* EPI là chỉ số hiệu suất môi trường.
* n là số lượng các chỉ số.
* Wi​ là trọng số của chỉ số môi trường thứ i.
* Silà điểm số của chỉ số môi trường thứ i. Điểm số sẽ khác tùy thuộc vào từng quốc gia và quyết định của nhóm nghiên cứu hoặc các chuyên gia có kinh nghiệm.

Điều quan trọng cần lưu ý là phương pháp chính xác để tính EPI có thể khác nhau giữa các tổ chức hoặc nghiên cứu thực hiện các đánh giá này. Ngoài ra, các bản cập nhật và sửa đổi định kỳ về phương pháp luận cũng có thể ảnh hưởng đến cách tính EPI và các chỉ số được xem xét.

* + 1. **Chỉ số tương tác xã hội (SII)**

Chỉ số tương tác xã hội (Social Interaction Index), cụ thể giữa cơ sở hạ tầng xanh với cộng đồng dân cư là một khái niệm mới. Nó cho phép đo lường các vấn đề có liên quan đến con người thông qua các hoạt động tương tác qua lại giữa con người và cơ sở hạ tầng xanh, cụ thể trong nghiên cứu này chúng tôi áp dụng nó để đánh giá các tiêu chí tương tác giữa con người với khu vực công viên công cộng. Những gì mà con người có thể khai thác được từ hạ tầng xanh thường liên quan đến các vấn đề về kinh tế, môi trường, yếu tố giáo dục và các hoạt động cộng đồng.

* *Tham gia cộng đồng:* Đánh giá mức độ tham gia của cơ sở hạ tầng xanh trong các hoạt động và dự án cộng đồng. Điều này có thể bao gồm việc cung cấp cơ hội cho người dân tham gia vào việc quản lý, duy trì và phát triển cơ sở hạ tầng xanh.
* *Hỗ trợ kinh tế địa phương:* Đánh giá cách cơ sở hạ tầng xanh tạo ra việc làm địa phương và hỗ trợ cho nền kinh tế cộng đồng. Các chỉ số này có thể bao gồm số lượng việc làm, doanh nghiệp xã hội, và các hoạt động tạo thu nhập cho cộng đồng.
* *Giao tiếp và giáo dục:* Đánh giá cách cơ sở hạ tầng xanh truyền tải thông tin về biến đổi khí hậu, quản lý môi trường và các vấn đề liên quan đến cộng đồng. Điều này có thể bao gồm các chương trình giáo dục và chiến dịch truyền thông.
* *Sự chia sẻ kiến thức và kinh nghiệm:* Đánh giá khả năng cơ sở hạ tầng xanh chia sẻ kiến thức và kinh nghiệm sau các sự kiện thiên nhiên. Điều này có thể liên quan đến việc ghi chép các sự kiện và học hỏi từ chúng để cải thiện phản ứng trong tương lai.

Công thức tính toán Chỉ số Tương tác xã hội cũng tương tự với cách tính toán của Chỉ số Hiệu suất môi trường đã đề cập, tuy nhiên về quá trình tính toán và đưa ra điểm số có phần khác biệt:

|  |  |
| --- | --- |
| **SII = (Wi× Si)** | Pt ( 7) |

Trong đó:

* SII là chỉ số Tương tác xã hội (Social interaction index).
* n là số lượng các chỉ số.
* Wi​ là trọng số của chỉ số môi trường thứ i.
* Silà điểm số của chỉ số môi trường thứ i.Điểm số sẽ tùy thuộc vào từng quốc gia và quyết định của nhóm nghiên cứu hoặc các chuyên gia có kinh nghiệm.

Các chỉ số tương tác có thể được đề xuất bởi một nhóm chuyên gia, nghiên cứu viên hoặc cộng đồng nhằm đo lường và đánh giá các khía cạnh của tính tương tác xã hội trong một môi trường cụ thể. Ví dụ như khi xét đến một công viên, người ta thường đưa ra các chỉ số con liên quan đến nhóm đối tượng người dùng trong một không gian xanh hay tần suất diễn ra các hoạt động, sự kiện văn hóa trong công viên nhằm thu hút và tăng tính tương tác cho người dùng… điều này có thể xét đến các yếu tố sau:

* *Tính đa dạng của người dùng:* Đếm số lượng nhóm người dùng khác nhau (ví dụ: gia đình, trẻ em, người cao tuổi, người tập thể dục, người dắt chó đi dạo) được quan sát trong không gian xanh trong một khoảng thời gian nhất định.
* *Tính tương tác xã hội:* Đo lường tần suất và thời lượng của các hoạt động, sự kiện mang tính xã hội diễn ra trong không gian.
* *Ý thức cộng đồng:* Đánh giá mức độ mà người dùng cảm thấy thân thuộc và kết nối với không gian cũng như những người khác sử dụng không gian đó thông qua khảo sát hoặc phỏng vấn.
* *Nhận thức về sự an toàn:* Đánh giá nhận thức của người dùng về sự an toàn và thoải mái trong không gian thông qua khảo sát hoặc phỏng vấn.
* *Khả năng tiếp cận:* Đo lường mức độ dễ dàng mà mọi người ở các độ tuổi, khả năng và hoàn cảnh kinh tế xã hội khác nhau có thể tiếp cận và sử dụng không gian.

Quá trình đưa ra điểm số cho các chỉ số này thường dựa trên sự ảnh hưởng và tác động mà chúng mang lại đối với xã hội. Tuy nhiên, việc đánh giá và xếp hạng có thể linh hoạt thay đổi tùy thuộc vào từng khu vực, địa điểm khảo sát cụ thể.

Mỗi vùng miền, cộng đồng, hay địa phương đều có tính đặc thù riêng, và sự ảnh hưởng của các chỉ số tương tác có thể không đồng nhất. Sự đa dạng về văn hóa, hoàn cảnh kinh tế, và cả cơ sở hạ tầng xã hội đều ảnh hưởng đến cách mà mỗi chỉ số được đánh giá và đo lường.

Mỗi một chỉ số có thể có trọng số khác nhau tại các địa phương khác nhau. Một khu vực với nền văn hóa mà sự kết nối xã hội được thúc đẩy thông qua việc tổ chức sự kiện cộng đồng, các hoạt động nhóm, lễ hội có thể được đánh giá cao hơn về mặt tương tác xã hội so với một khu vực khác mà sự tương tác thường diễn ra một cách cá nhân, nghĩa là sự tương tác không chủ yếu tập trung vào các sự kiện công cộng mà thay vào đó là thông qua những kết nối cá nhân, việc chia sẻ và giao tiếp trực tiếp giữa từng người với nhau.

Do đó, việc đưa ra điểm số và xếp hạng các chỉ số dựa trên trọng số thường cần phải linh hoạt và có thể thay đổi để phản ánh đúng mức độ ảnh hưởng và tác động trong môi trường cụ thể mà chúng đang được đánh giá.

* + 1. **Chỉ số tổng hợp đánh giá khả năng phục hồi của công trình xanh (RI)**

Sau khi thực hiện tính toán chi tiết cho từng chỉ số đo lường khả năng phục hồi của công trình xanh, nhóm đã đề xuất một công thức tổng quát chung nhằm hợp nhất năm chỉ số này. Quá trình này không chỉ đơn thuần là việc cộng dồn các chỉ số lại với nhau, mà còn là quá trình điều chỉnh các trọng số để phản ánh chính xác mức độ quan trọng của mỗi chỉ số đối với hiện trạng của công trình.

Bằng cách gán trọng số cho mỗi chỉ số và áp dụng các phép tính tương ứng, chúng tôi đã tạo ra công thức chỉ số tổng quát, không chỉ giúp đưa ra cái nhìn tổng quan về tình trạng hiện tại của công trình, mang tính ổn định hay đáng báo động, mà còn định hình hướng đi và các biện pháp cụ thể để kịp thời giải quyết một cách triệt để. Việc tổng hợp các chỉ số này là nỗ lực của nhóm chúng tôi để đưa ra đánh giá toàn diện và cung cấp những thông tin quan trọng, giúp tối ưu hóa hoạt động của công trình xanh trong việc bảo vệ và khôi phục môi trường xung quanh.

|  |  |
| --- | --- |
| **RI=** **(Ii × Wi)** | Pt ( 8) |

Trong đó:

* RI (Resilience Index) là chỉ số tổng hợp đánh giá khả năng phục hồi của công trình xanh.
* n là số lượng các chỉ số.
* Iilà kết quả sau khi tính toán được của chỉ số đo lường thứ i.
* Wi​ là trọng số của chỉ số đo lường thứ i. Điểm số sẽ tùy thuộc vào các công thức cho từng trường hợp cụ thể hoặc quyết định của nhóm nghiên cứu và các chuyên gia có kinh nghiệm.

Tuy nhiên, để dễ dàng thực hiện tính toán chỉ số tổng hợp đánh giá khả năng phục hồi của công trình xanh, thì năm chỉ số được đề xuất phải đồng nhất trên cùng một thang đo. Cần lưu ý rằng khi tiến hành đánh giá và phân tích các chỉ số trong bất kỳ lĩnh vực nghiên cứu nào, thì kết quả của chúng thường được biểu diễn trên các thang đo khác nhau, vì mỗi chỉ số có thể được xây dựng dựa trên những nguyên tắc và quy định riêng biệt của mỗi người hoặc tổ chức nghiên cứu. Và chúng tôi chọn thang đo từ 0-1 dựa trên sự cân nhắc và xem xét kỹ lưỡng. Trong số các chỉ số được đề xuất, duy chỉ có chỉ số lưu trữ nước mưa (RSI) nằm trong khoảng từ 0-1, các chỉ số còn lại thì không. Điều này đòi hỏi chúng tôi phải đưa ra công thức tính toán cụ thể cho từng chỉ số để quy chúng về chung một thang đo. Chúng tôi hi vọng việc làm này sẽ nâng cao tính khả thi trong công tác đánh giá, nhằm tạo điều kiện cho việc so sánh, tính toán và đo lường khả năng phục hồi của công trình xanh. Để chính quyền địa phương và các cấp nhà nước có thể đưa ra những biện pháp tối ưu nhất, dựa trên một nền tảng đánh giá khoa học và khách quan.

Bảng 1: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

|  |  |
| --- | --- |
| Tiêu chí | Công thức quy về thang đo 0-1 |
| Chỉ số đa dạng sinh học (Shannon-Wiener) | Để chuyển đổi kết quả của chỉ số Shannon-Wiener sang thang đo 0-1, chúng tôi sử phiên bản chuẩn hóa của nó là chỉ số đồng đều Pielou.  **J′= H′/ln(S)**  Trong đó:J′ là chỉ số đồng đều của Pielou.  S là tổng số loài.  H′ là chỉ số đa dạng sinh học. |
| Chỉ số hiệu suất môi trường (EPI) | **EPI′=EPI/100** |
| Chỉ số tương tác xã hội (SII) | **SII′=SII/100** |

* 1. **Phát Triển Hệ Thống Đánh Giá Tác Động**

Việc thiết lập hệ thống đánh giá tác động cho các công trình là một phần quan trọng của quá trình phát triển và quản lý môi trường sống. Trên thực tế, việc hiểu rõ tác động của các dự án đến cộng đồng và môi trường xung quanh giúp chúng ta có thể điều chỉnh để tối ưu hóa những ảnh hưởng tích cực và giảm thiểu những tác động tiêu cực. Việc đánh giá tác động được sử dụng phổ biến rộng rãi đặc biệt đối với các công trình xám, các đánh giá rất thực tế về hạ tầng và những ảnh hưởng của nó đến đời sống là điều mà các chuyên gia hay bất cứ ai được hưởng quyền lợi về nó đều cần phải chú trọng. Tác giả cũng khuyến cáo ở những địa phương cụ thể, hệ thống có thể được thiết lập lại để có thể phù hợp với mọi hoàn cảnh. Nhưng khi chúng tôi nghiên cứu về mảng công trình xanh thì những bài nghiên cứu liên quan dường như chưa đi sâu vào các vấn đề mà thực tế chúng đang đối mặt và có phần không đáp ứng được những yêu cầu mà đề tài đặt ra. Do đó, việc hình thành một khung đánh giá tác động dành riêng cho các công trình xanh là hoàn toàn cần thiết, nhóm đề xuất phát triển lại hệ thống đánh giá dựa trên các tiêu chí và cơ sở từ các nghiên cứu về công trình xám đã tiên phong. Mục đích của việc tạo ra hệ thống đánh giá là từ những kết quả đạt được trong suốt quá trình nghiên cứu, những tiêu chuẩn để hình thành nên một sản phẩm luôn được theo dõi và đánh giá, đảm bảo cho các yếu tố quan trọng và cần thiết luôn được bảo toàn, bao gồm thành quả đạt được, sự hiệu quả, sức ảnh hưởng, tính bền vững và sự xác đáng của công trình nghiên cứu. Trong trường hợp này, bài nghiên cứu của nhóm tập trung hơn về các tác động đối với mảng xanh trong công viên và các vấn đề liên quan về hai cấp độ, trong đó đi sâu vào các vấn đề thể chất, kinh tế và môi trường.

Trong hệ thống phân cấp tác động, các đối tượng có liên quan được xác định là một cá nhân, nhóm hoặc tổ chức chịu tác động bởi những thay đổi đối với một công viên công cộng. Tác động này có thể là tích cực hoặc tiêu cực và phụ thuộc một phần vào thời gian. *Ví dụ: khi một người đang đi bộ trong công viên thì người đó là người sử dụng tại thời điểm đó và khi người đó ở nhà cách xa công viên, thì người đó là một phần của công chúng bị ảnh hưởng gián tiếp (IAP)*. Người ta cho rằng tất cả các đối tượng liên quan có thể được nhóm lại thành các đối tượng liên quan cấp một hoặc cấp hai. Các đối tượng liên quan cấp độ đầu tiên là những người có tác động tiêu cực cần được giảm thiểu. Các đối tượng liên quan cấp hai là những bên chịu tác động và là kết quả của việc giảm thiểu tác động tiêu cực của các đối tượng liên quan cấp một và cần được giám sát.

Bốn nhóm đối tượng liên quan cấp một là chủ sở hữu, người dùng, công chúng bị ảnh hưởng trực tiếp (DAP) và IAP. Người ta cho rằng tất cả các tác động được giảm thiểu có thể được quy cho một trong bốn nhóm đối tượng có liên quan này (Adey, và những tác giả khác 2014).

* *Chủ sở hữu*: là những cá nhân hoặc tổ chức sở hữu hoặc quản lý công viên.
* *Người dùng*: là những cá nhân hoặc nhóm sử dụng công viên.
* *Công chúng bị ảnh hưởng trực tiếp (DAP)*: là những cá nhân hoặc nhóm sống gần công viên và có thể bị ảnh hưởng trực tiếp bởi những thay đổi đối với công viên.
* *Công chúng bị ảnh hưởng gián tiếp (IAP)*: là những cá nhân hoặc nhóm không sống gần công viên nhưng có thể bị ảnh hưởng gián tiếp bởi những thay đổi đối với công viên.

Bảng 2: Các nhóm đối tượng bị tác động.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Các đối tượng** | **Định nghĩa** | **Ví dụ** |
| Người sở hữu | Những người chịu trách nhiệm về quyết định liên quan đến thể chất sửa đổi cơ sở hạ tầng. | Khu quản lý giao thông đô thị thuộc Sở GTVT TPHCM. |
| Người dùng | Người đang sử dụng công viên với mục đích thể dục thể thao và giải trí. | Người đang đi bộ trong công viên. |
| DAP | Những người ở gần công viên nhưng không sử dụng nó. | Người ở một ngôi nhà cạnh công viên đó và được hưởng gió tự nhiên từ cây xanh trong công viên. |
| IAP | Những người không ở gần công viên và bị ảnh hưởng bởi sự thiếu hụt nó. | Những người ở xa công viên, vì vậy có khả năng cao hơn mắc các bệnh vặt, bệnh về đường hô hấp. Không có sự hỗ trợ lọc sạch từ cây xanh phần nào cũng là nguyên nhân khiến cho sức khỏe người dân nằm xa công viên bị ảnh hưởng. |

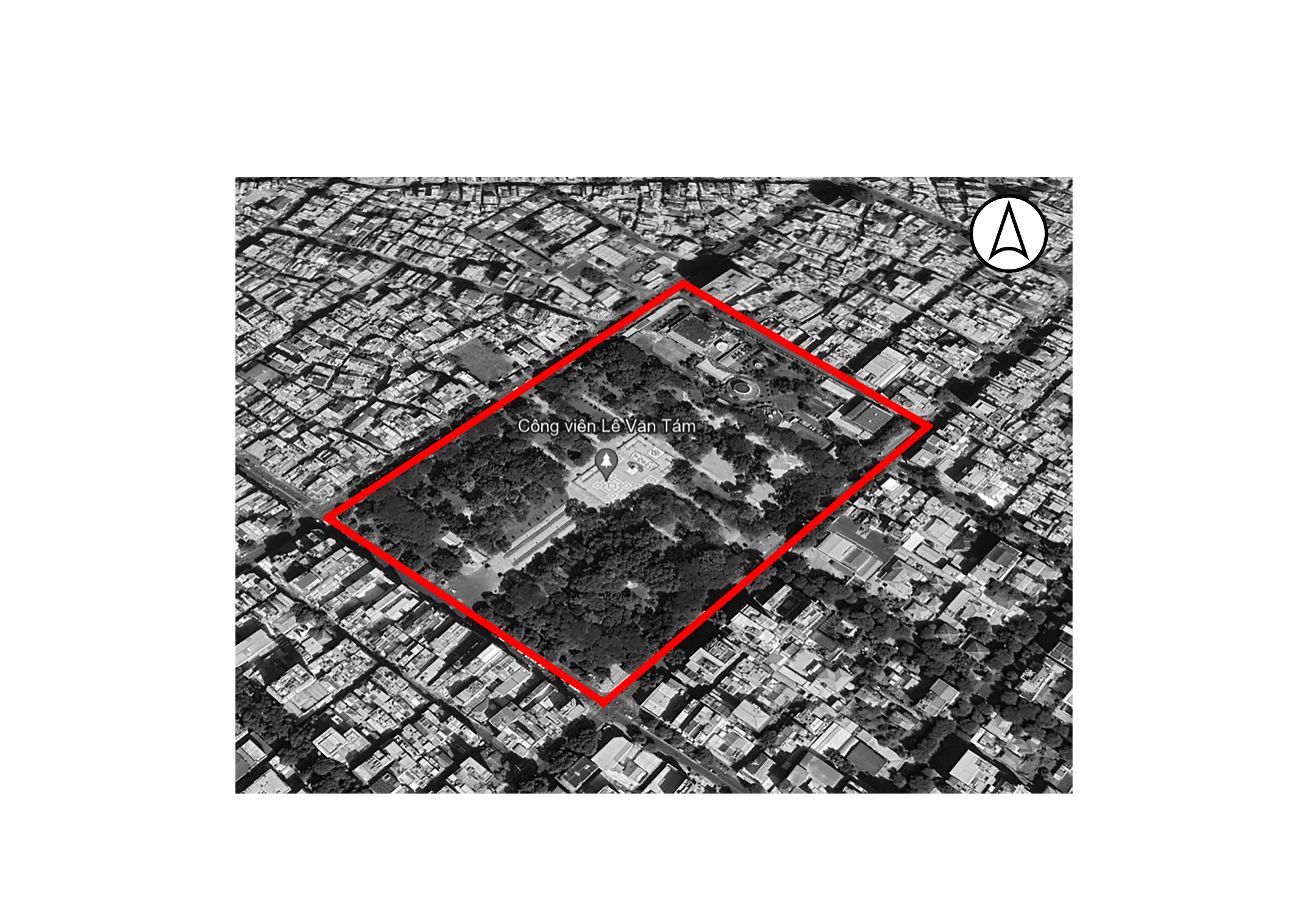
Bảng 3: Hệ thống phân cấp tác động đến hai cấp độ đối với các nhóm đối tượng có liên quan.

| **Nhóm đối tượng bị tác động** | **Cấp 1** | **Cấp 2** | **Mô tả** |
| --- | --- | --- | --- |
| Người sở hữu | Mức độ dịch vụ | Nhân công | Tác động kinh tế của những người thực hiện nhiệm vụ |
| Vật liệu | Tác động kinh tế của việc đảm bảo vật liệu đó có sẵn cho con người để sử dụng |
| Thiết bị | Tác động kinh tế của việc đảm bảo thiết bị đó có sẵn cho con người để sử dụng |
| Người dùng | Chất lượng cuộc sống | Thể chất | Được cải thiện qua việc tập thể dục thể thao, tham gia các hoạt động thể chất tại công viên |
| Tâm lý | Ổn định, vui vẻ, thoải mái, tăng hiệu suất học tập, làm việc |
| Kinh tế | Giảm chi phí sử dụng năng lượng điện ( điều hòa, máy quạt, đèn chiếu sáng, các thiết bị điện tử...) |
| DAP | Môi trường | Nhiệt độ không khí giảm, lượng bụi và các chất độc hại từ phương tiện được cây xanh hấp thụ và thanh lọc, hệ thống thoát nước mưa đô thị được giảm tải, giảm ồn đô thị, môi trường sinh thái được cải thiện và phát triển |
| Sức khỏe | Người dân xung quanh khu vực công viên có xu hướng dành nhiều thời gian hơn để rèn luyện sức khỏe, việc ngồi nghỉ ngơi, đi bộ, chạy bộ, chơi thể thao, tham gia hội nhóm aerobic, dưỡng sinh cũng ngày càng tăng. Công viên Gia Định còn có khu vui chơi cho trẻ em, tạo môi trường giải trí an toàn, lành mạnh, phù hợp sau giờ học căng thẳng tại trường. |
| Tâm lý | Nhịp tim chậm và ổn định hơn, tâm trạng tốt, ít căng thẳng, trí nhớ và sự tập trung được cải thiện rõ rệt, tinh thần vui vẻ, lạc quan, tích cực |
| IAP | Sức khỏe | Tỉ lệ mắc các bệnh vặt, bệnh về đường hô hấp khá cao, đặc biệt vào thời gian giao mùa, khói bụi, chất độc hại được tiếp nạp vào cơ thể không có sự hỗ trợ lọc sạch từ cây xanh phần nào cũng là nguyên nhân khiến cho sức khỏe người dân nằm xa công viên bị ảnh hưởng |

1. Ví Dụ Áp Dụng

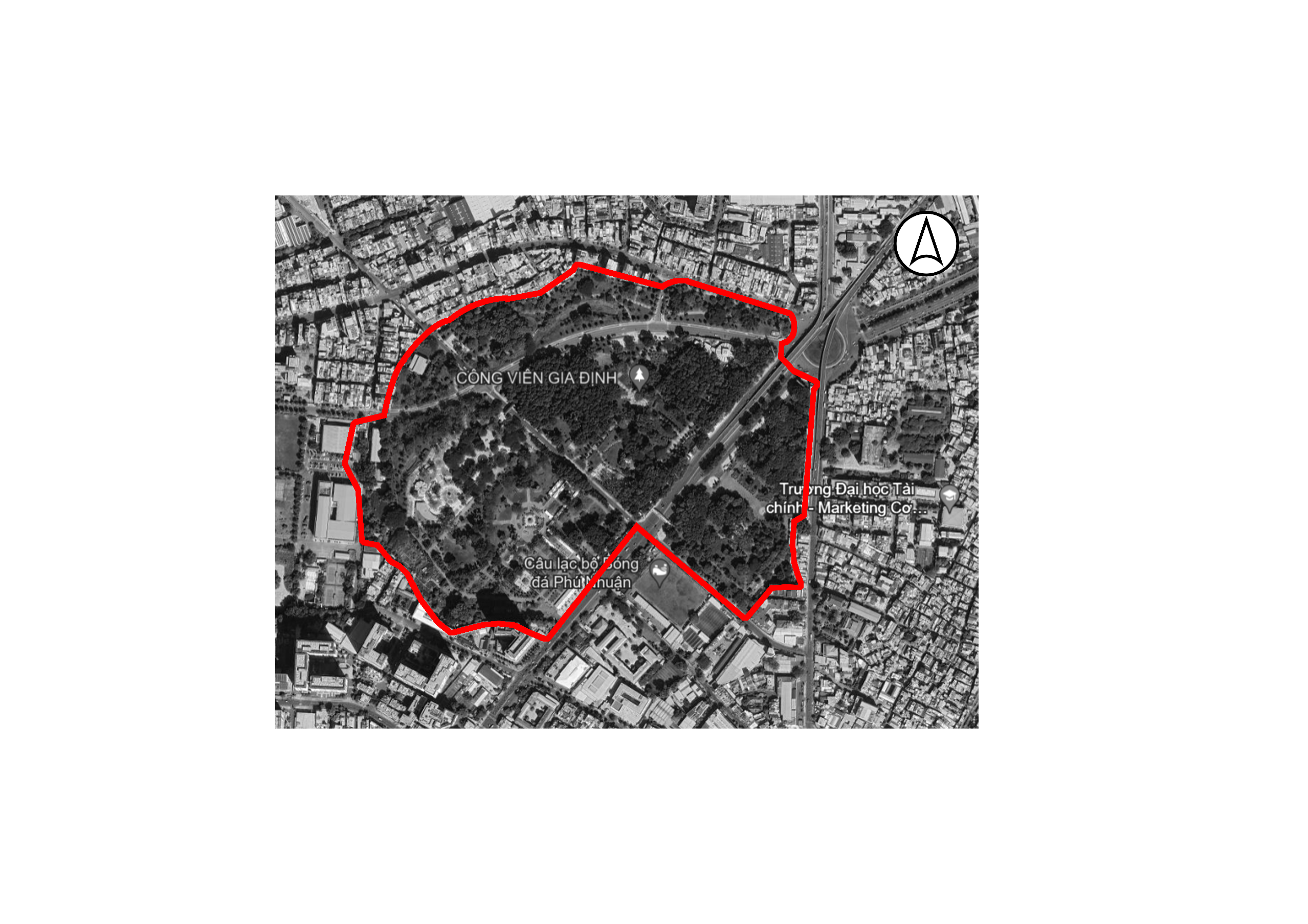
Sau khi đưa ra các phương pháp để đánh giá và đo lường khả năng phục hồi của công trình xanh, nhóm chúng tôi tiến hành áp dụng những đề xuất này vào thực tiễn thông qua việc sử dụng các số liệu giả định vào các công viên công cộng cụ thể. Mục tiêu của nhóm là mong muốn sử dụng bộ chỉ số đo lường và hệ thống đánh giá tác động để nhận diện những điểm yếu cần cải thiện và các tác động tiêu cực đang diễn ra, từ đó có thể dự đoán và nhận biết được tình trạng hiện tại của công viên. Điều này cung cấp cơ sở thông tin quan trọng để chính quyền địa phương và nhà nước có thể can thiệp một cách kịp thời và hiệu quả. Nhóm tập trung vào các chỉ số và dữ liệu giả định dựa trên cơ sở khoa học để đưa ra các quyết định và giải pháp có ích nhằm bảo vệ và nâng cao chất lượng môi trường trong các công viên công cộng.

* 1. **Giới thiệu vị trí và đối tượng khảo sát**

****

Hình 6: Công viên Lê Văn Tám (Nguồn: Google Earth)

*Công viên Lê Văn Tám* tọa lạc tại phường Đa Kao, quận 1, Thành phố Hồ Chí Minh*,* nằm giao giữa bốn tuyến đường là Điện Biên Phủ, Hai Bà Trưng, Phan Liêm và Võ Thị Sáu. Đây là một trong những công viên lớn nhất và nổi tiếng nhất thành phố, đồng thời đây cũng là nơi thư giãn và vui chơi giải trí phổ biến của người dân địa phương và du khách.

****

Hình 7: Công viên Gia Định (Nguồn: Google Earth)

*Công viên Gia Định* tọa lạc tạiphường 3, quận Gò Vấp, Thành phố Hồ Chí Minh. Được mệnh danh là “lá phổi xanh” của thành phố, công viên có nhiều loại cây xanh, bao gồm cây cổ thụ, hoa và thảm cỏ, ngoài ra còn có một hồ nước lớn, một khu vui chơi trẻ em và một số khu vực thể thao. Công viên Gia Định là nơi tuyệt vời để thư giãn và tận hưởng thiên nhiên. Đây cũng là nơi tổ chức nhiều sự kiện văn hóa và thể thao trong suốt cả năm.

Hai công viên này được xem lựa chọn phù hợp cho việc khảo sát và đánh giá khả năng phục hồi của công trình xanh, vì cả hai đều có quy mô lớn tại thành phố Hồ Chí Minh, trải rộng và có sự đa dạng phong phú về cảnh quan thiên nhiên. Đặc biệt, hai công viên luôn được sử dụng bởi lượng lớn người dân và du khách, do đó có những đóng góp lớn tới việc bảo vệ môi trường sống và đời sống xã hội của người dân.

* 1. **Đánh Giá Dựa Trên Bộ Chỉ Số Phục Hồi**
     1. **Công viên Lê Văn Tám**

a/ Chỉ số lưu trữ nước mưa

| **Tháng** | **Khả năng thấm nước của công viên trong 1 giờ ( m³)** | **Tổng lượng nước mưa (m³)** | **RSI** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 90 | 97 | 0.92 |
| 2 | 94 | 0.96 |
| 3 | 123 | 0.66 |
| 4 | 135 | 0.67 |
| 5 | 157 | 0.52 |
| 6 | 160 | 0.51 |
| 7 | 150 | 0.54 |
| 8 | 154 | 0.53 |
| 9 | 154 | 0.39 |
| 10 | 212 | 0.38 |
| 11 | 164 | 0.50 |
| 12 | 156 | 0.58 |
| **Trung bình tổng** |  |  | **0.59** |

**Bảng III.** Khả năng lưu trữ nước mưa của công viên Lê Văn Tám trong năm (2020).

Tháng 1 và tháng 2 chỉ số RSI của công viên cao, điều đó có nghĩa là trong 2 tháng này, công viên có khả năng hấp thụ và lưu giữ lượng nước mưa lớn. Điều này có thể đạt được thông qua sự hiện diện của cây xanh, cỏ hoặc các khu vực không gian xanh khác. Các cây cối và cỏ có khả năng hấp thụ nước mưa và giữ nước trong đất, từ đó giảm lượng nước chảy ra và nguy cơ ngập lụt cho công viên.

Từ tháng 3 trở về sau, chỉ số RSI chỉ đạt ở mức trung bình, có thể hiểu rằng trong 10 tháng tiếp theo, công viên có khả năng hấp thụ và lưu giữ một phần nước mưa, nhưng không đạt được mức độ tối ưu, điều này có thể lý giải là vào thời gian mùa mưa, với lượng nước mưa nhiều hơn so với thiết kế, công việc không đáp ứng được tốt như so với các tháng ít mưa hơn.

Nhìn chung, chỉ số RSI trung bình của công viên qua 12 tháng đạt ở mức 0.59, một con số tiêu biểu cho thấy khả năng thấm nước mưa của công viên chỉ đạt được hơn 50% tổng lượng mưa rơi xuống bề mặt. Điều này chỉ ra rằng khả năng quản lý nước mưa của công viên chỉ nằm ở mức trung bình, và cần có những cải tiến.

Đây cũng là một cơ hội để chính quyền địa phương và nhà nước tiếp cận và xây dựng các giải pháp nâng cao khả năng lưu trữ nước mưa tại công viên. Việc cải thiện hệ thống thấm nước, xử lý nước mưa và tối ưu hóa việc sử dụng nước mưa có thể là những hướng đi quan trọng trong tương lai. Điều này sẽ không chỉ tạo ra một môi trường xanh với chất lượng tốt hơn mà còn giảm thiểu các vấn đề không mong muốn liên quan đến nước mưa, mục đích là mang lại lợi ích lớn cho cộng đồng và môi trường sống xung quanh.

b/ Chỉ số đa dạng sinh học

| Loại cây phổ biến | Số lượng loài | Pi | ln(Pi) | Pi ln(Pi) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Long não | 5 | 0.0226 | -3.7898 | -0.1008 |
| Giáng hương | 23 | 0.1040 | -2.2633 | -0.2353 |
| Sao đen | 17 | 0.0769 | -2.5652 | -0.1972 |
| Lim xẹt | 28 | 0.1266 | -2.0667 | -0.2616 |
| Sọ khỉ | 11 | 0.0497 | -3.0017 | -0.1491 |
| Me tây | 30 | 0.1357 | -1.9973 | -0.2710 |
| Dầu rái | 24 | 0.1085 | -2.2210 | -0.2409 |
| Gỗ vắp | 20 | 0.0904 | -2.4035 | -0.2172 |
| Sứ | 15 | 0.0678 | -2.6911 | -0.1824 |
| Sưa | 20 | 0.0904 | -2.4035 | -0.2172 |
| Xà cừ | 28 | 0.1266 | -2.0667 | -0.2616 |
| Trung bình tổng | **221** | **0.9992** |  | **-2.3343** |

**Bảng IV.** Độ phong phú thực vật của công viên Lê Văn Tám (2020).

Chỉ số đa dạng sinh học của công viên đạt ở mức 2.3343 (H’=2.3343), đây là một con số khá cao, ngụ ý rằng công viên có độ đa dạng sinh học đáng kể, góp phần tạo nên một môi trường sống với cảnh quan cây xanh phong phú. Sự hiện diện của nhiều loài khác nhau, từ cây cối cho đến động vật, đều góp phần tạo nên một hệ sinh thái đa dạng và cân bằng. Sự đa dạng này có thể đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì sự ổn định của hệ sinh thái và cung cấp nhiều dịch vụ sinh thái cho cộng đồng.

Tuy nhiên, cần phải xem xét ngữ cảnh cụ thể của công viên và đặc điểm của các loài trong công viên để hiểu rõ hơn về ý nghĩa của chỉ số này. Ví dụ, một công viên có chỉ số đa dạng sinh học cao có thể do sự đa dạng của một số ít loài chiếm đa số hoặc có thể do sự phân bố đều đặn của các loài trong môi trường. Trong trường hợp của công viên Lê Văn Tám, chỉ số đa dạng sinh học cao xuất phát từ sự đa dạng của một số ít loài chiếm đa số như: me tây, xà cừ, lim xẹt...với số lượng vượt trội hơn hẳn các loài còn lại.

c/ Chỉ số hiệu suất môi trường

Chỉ số hiệu suất môi trường là một bộ chỉ số được tạo ra từ nhiều chỉ số con có liên quan, được điều chỉnh và lựa chọn kỹ lưỡng để phản ánh chính xác tiêu chí môi trường cụ thể của một khu vực. Khi đánh giá một công viên, việc chọn lọc các chỉ số này trở nên đặc biệt quan trọng để phản ánh chính xác tình hình môi trường trong khu vực đó. Trong trường hợp của công viên Lê Văn Tám, các chỉ số được lựa chọn bao gồm:

* Chỉ số chất lượng không khí (AQI).
* Chỉ số chất lượng nước (WQI).
* Chỉ số môi trường sống đa dạng sinh học (BHI).

Đặc điểm địa lý và môi trường xã hội của quận 1 - vị trí của công viên Lê Văn Tám, đã định hình việc gán trọng số cho các chỉ số này. Bởi vì quận 1 là trung tâm của thành phố, nơi có sự tập trung đông đúc của người dân và hoạt động kinh doanh sầm uất, chỉ số AQI – chỉ số chất lượng không khí, sẽ được người dân nơi đây quan tâm hơn 2 chỉ số còn lại. Do đó, theo quyết định của nhóm chúng tôi, trọng số được gán cho AQI là cao nhất (chiếm 60%), trong khi 2 chỉ số còn lại sẽ có tỉ lệ trọng số bằng nhau (20% mỗi chỉ số).

Quyết định này nhằm tập trung vào vấn đề quan trọng nhất tại khu vực này, đồng thời cân nhắc các yếu tố môi trường khác để cung cấp một cái nhìn tổng thể về môi trường sống tại công viên Lê Văn Tám, từ chất lượng không khí, nước đến sự đa dạng sinh học, giúp người quản lý và cộng đồng có cái nhìn rõ ràng và chi tiết về môi trường xung quanh.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tiêu chí | AQI | WQI | BHI | EPI |
| Trọng số (Wi) | 60% | 20% | 20% | 33.52 |
| Điểm số (Si) | 26.50 | 50.90 | 37.20 |

Kết luận cho thấy chỉ số EPI của công viên Lê Văn Tám chỉ đạt ở mức thấp, là 33.52 (EPI=33.52), điều này chỉ ra rằng môi trường trong công viên đang đối diện với nhiều vấn đề cần được cải thiện. Điểm số này phản ánh các vấn đề như ô nhiễm không khí, ô nhiễm nước hoặc hiệu quả của việc quản lý môi trường kém, có thể ảnh hưởng đến chất lượng và trải nghiệm của người dân khi sử dụng công viên. Tuy nhiên, để hiểu rõ hơn về ý nghĩa của chỉ số này, cần xem xét các yếu tố cụ thể được đánh giá trong công viên.

Một chỉ số thấp không nhất thiết chỉ do một vấn đề lớn mà có thể bắt nguồn từ nhiều yếu tố nhỏ cần được cải thiện. Trong trường hợp của công viên Lê Văn Tám, vấn đề lớn nhất có thể nằm ở chất lượng không khí. Vị trí trung tâm của công viên, nằm giữa lòng thành phố sôi động, không tránh khỏi lượng khí thải lớn từ phương tiện giao thông và các nguồn gây ô nhiễm khác.

Dựa trên kết quả đánh giá, việc cải thiện chất lượng không khí tại khu vực công viên Lê Văn Tám có thể trở thành một trong những ưu tiên hàng đầu. Chính quyền địa phương cần phải đưa ra các biện pháp cần thiết để giảm thiểu ô nhiễm không khí và cải thiện môi trường trong công viên, từ việc tăng cường các khu vực xanh, đẩy mạnh các biện pháp giảm ô nhiễm từ phương tiện giao thông đến việc áp dụng công nghệ xanh hơn trong quản lý môi trường, nhằm góp phần tạo ra một môi trường sống lành mạnh và thân thiện hơn cho cộng đồng, đồng thời đóng góp vào việc bảo vệ và duy trì sức khỏe của môi trường tự nhiên.

d/ Chỉ số tương tác xã hội

Tương tự với chỉ số EPI, chỉ số tương tác xã hội cũng đòi hỏi sự xem xét cẩn thận về các yếu tố con liên quan đến khu vực đó. Quá trình chọn lọc phải được thực hiện một cách kỹ lưỡng để phản ánh chính xác các tiêu chí xã hội cụ thể của một công viên. Khi xét đến đối tượng là một công viên, người ta thường có xu hướng quan tâm đến tần suất diễn ra các hoạt động, sự kiện văn hóa hay khả năng tiếp cận của người dân, hoặc chỉ đơn giản là ý thức cộng đồng trong việc duy trì và bảo vệ môi trường ở công viên đó... Hiểu được điều này, trong trường hợp của công viên Lê Văn Tám, nhóm chúng tôi đưa ra quyết định lựa chọn các yếu tố sau bao gồm:

* Tính đa dạng của người dùng.
* Tính tương tác xã hội.
* Ý thức cộng đồng.
* Khả năng tiếp cận.

Trong quá trình đánh giá và phân tích, việc gán trọng số cho mỗi yếu tố cũng là một điều khó khăn, vì điều này còn tùy thuộc vào tính chất của từng khu vực và cách người ta quy mức độ quan trọng cho từng yếu tố. Ở đây, nhóm chúng tôi đánh giá ý thức cộng đồng là cao nhất (trọng số chiếm 40%). Điều này xuất phát từ quan điểm rằng, ý thức của mỗi cá nhân trong việc giữ gìn và duy trì môi trường tại công viên là yếu tố then chốt, đóng góp mạnh mẽ vào sự phát triển và nâng cao giá trị của một công viên.

Ngoài ra, chúng tôi xem xét đến cách công viên đáp ứng được nhu cầu về mặt tinh thần cho người dân. Vì nằm ở trung tâm thành phố nên công viên không chỉ được kỳ vọng là nơi diễn ra các hoạt động, sự kiện văn hóa vào các dịp lễ mà còn trở thành điểm gặp gỡ và giao lưu cộng đồng giữa người dân địa phương và khách du lịch. Do đó, theo đánh giá của nhóm chúng tôi, tính tương tác xã hội của một công viên cũng không kém phần quan trọng (chiếm 20%).

Bên cạnh đó, với vị trí thuận lợi ở ngay giữa lòng thành phố, khả năng tiếp cận và lưu thông di chuyển đến công viên không gây bất cứ trở ngại nào. Thêm vào đó, công viên cũng đảm bảo về mặt an ninh vì chưa từng ghi nhận trường hợp gây rối nào ở đây, nên hai yếu tố này được xếp đồng hạng, mỗi yếu tố chiếm 15%. Cuối cùng, tính đa dạng của người dùng được gán trọng số 10%. Tuy nhiên, các trọng số này có khả năng linh hoạt biến thiên theo thời gian tùy thuộc vào nhu cầu sử dụng của người dân hoặc những thay đổi trong tương lai của công viên, nhằm phản ánh một cách chính xác hơn những tác động mà công viên mang lại cho cộng đồng.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tiêu Chí | Trọng số (Wi) | Điểm số (Si) | SII |
| Tính đa dạng người dùng | 10% | 15 | 1.5 |
| Tính tương tác xã hội | 20% | 20 | 4 |
| Ý thức cộng đồng | 40% | 25 | 10 |
| Nhận thức về sự an toàn | 15% | 20 | 3 |
| Khả năng tiếp cận | 15% | 20 | 3 |
| Tổng | **100%** | **100** | **21.5** |

Chỉ số tương tác xã hội của công viên Lê Văn Tám chỉ đạt mức trung bình thấp (SII=21.5), điểm số này phản ánh đến những vấn đề cần được cải thiện để nâng cao chất lượng trải nghiệm cho người dùng. Dù kết quả này không phải là lý tưởng, nhưng nó cũng cho thấy công viên là một phần không thể thiếu trong đời sống của cư dân địa phương, đóng vai trò quan trọng trong việc tạo ra không gian xanh và môi trường sống lành mạnh về mặt vật chất lẫn tinh thần. Với mức điểm được đánh giá cao về ý thức cộng đồng, rõ ràng ý thức của người dân được xem là yếu tố hàng đầu trong việc phát triển và bảo vệ không gian xanh của công viên. Trong bối cảnh này, vai trò của chính quyền địa phương và nhà nước trở nên cực kỳ quan trọng. Họ cần phát động và thực hiện các chiến dịch tuyên truyền, giáo dục cộng đồng về tầm quan trọng của việc giữ gìn không gian xanh, với mục tiêu là hướng đến một tương lai mà ở đó các thế hệ từ trẻ đến già đều có trách nhiệm hơn với những gì mình làm. Các chương trình này có thể là các sự kiện cộng đồng, hội thảo giáo dục, hoặc các hoạt động thực tế trong công viên để tăng cường nhận thức và trách nhiệm của mọi người.

Vấn đề an ninh tại công viên được đề cao nhờ vào sự góp mặt của đội ngũ bảo vệ đi tuần tra liên tục. Tuy nhiên, việc thiếu vắng hệ thống camera giám sát là một điểm yếu đáng chú ý, có thể gây ra những rủi ro không mong muốn. Hành vi và ý thức của người sử dụng trong việc duy trì trật tự và an ninh là chưa đủ. Trong tương lai, việc trang bị thêm các hệ thống camera sẽ không chỉ giúp tăng cường an ninh mà còn cải thiện điểm số cho yếu tố nhận thức về sự an toàn. Cần lưu ý rằng các điểm số trong quá trình đánh giá chỉ số tương tác xã hội của một công viên không phải là cố định và có thể thay đổi theo thời gian, điều này phản ánh sự linh hoạt và thích ứng cần thiết để nhận định một cách chính xác tình trạng hiện tại của công viên.

e/ Chỉ số tổng hợp đánh giá khả năng phục hồi của công viên Lê Văn Tám

Sau quá trình tính toán các chỉ số và cho ra kết quả, một cuộc khảo sát đã được thực hiện để lấy ý kiến của các thành viên trong nhóm, đặc biệt trong đó có sự góp mặt của chuyên gia Lê Thanh Nam, người có kinh nghiệm lâu năm trong nghề và có đủ kiến thức về lĩnh vực nghiên cứu. Tổng cộng có ba thành viên (Trưởng nhóm về Đánh Giá Rủi Ro, Tính Toán Tối Ưu và Quản Lý Hạ Tầng Đô Thị; cùng với sinh viên đại học đang theo học trong lĩnh vực liên quan) đã tham gia vào cuộc khảo sát này. Độ chênh lệch về chuyên môn cũng như cách nhìn nhận của mỗi người về mức độ quan trọng của từng chỉ số là khác nhau, và là yếu tố then chốt định hình lên việc gán trọng số. Việc gán trọng số cần được thực hiện dựa trên một nền tảng khoa học và sự cân nhắc kỹ lưỡng từ các thành viên trước khi đưa ra quyết định. Mong muốn của chúng tôi không chỉ là đạt được sự thống nhất giữa các chỉ số, mà còn đảm bảo mỗi quyết định phản ánh một cái nhìn khách quan và đa chiều trong việc hỗ trợ công tác đánh giá và xác định hướng đi, chiến lược cho dự án.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Trọng số | | |
| STT | **Tiêu chí** | **Kết quả** | **Nam** | **Hiền** | **Thy** | **Thống nhất** | **Tổng hợp** | **Xếp hạng** |
| 1 | Chỉ số lưu trữ nước mưa (RSI) | 0.59 | 0.6 | 0.2 | 0.04 | 0.28 | 0.16 | 1 |
| 2 | Chỉ số đa dạng sinh học (Shannon -Wiener) | 0.43 | 0.4 | 0.3 | 0.45 | 0.38 | 0.16 | 1 |
| 3 | Chỉ số hiệu suất môi trường (EPI) | 0.33 | 0.05 | 0.15 | 0.55 | 0.32 | 0.11 | 2 |
| 4 | Chỉ số tương tác xã hội (SII) | 0.21 | 0.05 | 0.35 | 0.06 | 0.08 | 0.02 | 3 |
| Tổng | |  | **1** | **1** | **1** |  | **45%** |  |

Việc đánh giá trọng số cho thấy, theo chuyên gia Lê Thanh Nam chỉ số RSI được xem là quan trọng nhất. Trong khi hai sinh viên còn lại đều lần lượt cho rằng chỉ số EPI và SII cũng mang tính quan trọng không kém. Nhận thức được rằng các khía cạnh về môi trường và xã hội có thể phần nào bị bỏ qua nếu không được chú trọng đúng mức, chúng tôi quyết định ưu tiên và tập trung vào ba chỉ số RSI, EPI và SII. Theo kết quả đánh giá, chỉ số đa dạng sinh học của công viên Lê Văn Tám đạt ở mức khá cao, ngụ ý rằng vấn đề này không phải là mối quan tâm hàng đầu hay yếu tố đáng lo ngại trong khuôn khổ của công viên hiện tại.

Thế nhưng đáng chú ý là mặc dù chỉ số đa dạng sinh học không được chúng tôi ưu tiên cao nhất trong việc gán trọng số, nhưng tầm quan trọng của nó lại không hề kém cạnh khi đặt lên bàn cân so sánh cùng chỉ số RSI, với trọng số trung bình cao nhất là 0.16. Điều này có thể được xem là một tín hiệu tích cực, phản ánh nhận thức sâu sắc của người dân về vai trò đa dạng sinh học trong việc duy trì một môi trường sống cân bằng và bền vững. Trái lại, chỉ số SII có mức điểm thấp đáng kể, kém xa so với ba chỉ số còn lại. Sự chênh lệch này không chỉ mang lại thách thức mà còn đặt ra một yêu cầu cấp thiết đối với sự quan tâm của cộng đồng dành cho các yếu tố xã hội trong một công viên. Việc đưa ra các chính sách và chiến lược quản lý công viên một cách hiệu quả là cần thiết, không chỉ nhằm mục đích tăng cường mảng xanh, giảm thiểu ô nhiễm cho thành phố mà còn phải chú trọng đến việc nâng cao chất lượng cuộc sống và sự tham gia của cộng đồng. Vì vậy, trong bối cảnh hiện đại, việc tạo dựng một không gian công cộng có tính tương tác xã hội cao như công viên là một điều khó khăn và cần được xem xét một cách khách quan trong quá trình thực hiện, để phù hợp với mục tiêu xây dựng môi trường sống hài hòa và bền vững cho tất cả mọi người trong tương lai.

Kết quả của cuộc khảo sát cho thấy, với chỉ số phục hồi ở mức 45%, rõ ràng công viên Lê Văn Tám không đạt được một nửa yêu cầu đề ra. Có thể hiểu rằng công viên khó có thể trở lại trạng thái hoặc chức năng ban đầu và sẽ phải mất một khoảng thời gian tương đối dài để hồi phục một phần cơ sở vật chất và hệ sinh thái sau khi bị ảnh hưởng bởi thiên tai, từ đó đặt ra một thách thức lớn trong việc duy trì và phục hồi không gian xanh trong đô thị đối với các nhà chức trách và quản lý.

Tình trạng hiện tại của công viên đang ở mức độ đáng báo động. Để tăng cường khả năng chống chịu và phục hồi, các giải pháp được đề ra có thể bao gồm việc *nâng cấp cơ sở hạ tầng theo hướng bền vững* (sử dụng vật liệu xây dựng có khả năng tái chế, tái sử dụng và thân thiện với môi trường, để chống chịu tốt trong các điều kiện thời tiết khắc nghiệt), *quản lý sinh thái và bảo tồn đa dạng sinh học* (trồng các loài cây bản địa có khả năng chịu đựng và thích nghi với điều kiện địa phương, như khả năng chịu hạn hoặc ngập úng), *phát triển các kế hoạch ứng phó với thiên tai* (kiểm tra và bảo dưỡng định kỳ các cơ sở hạ tầng, tổ chức các chương trình giáo dục môi trường cho cộng đồng để nâng cao nhận thức về tầm quan trọng của việc bảo tồn và phục hồi công viên). Tuy nhiên, việc thực hiện những kế hoạch này không chỉ phụ thuộc vào ý chí và nỗ lực của cộng đồng mà còn cần sự hỗ trợ về chính sách và ngân sách từ phía nhà nước.

* + 1. **Công viên Gia Định**

a/ Chỉ số lưu trữ nước mưa

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tháng** | **Khả năng thấm nước của công viên trong 1 giờ ( m³)** | **Tổng lượng nước mưa (m³)** | **RSI** |
| 1 | 90 | 92 | 0.97 |
| 2 | 88 | 1.02 |
| 3 | 105 | 0.86 |
| 4 | 112 | 0.80 |
| 5 | 107 | 0.84 |
| 6 | 129 | 0.69 |
| 7 | 133 | 0.68 |
| 8 | 131 | 0.69 |
| 9 | 157 | 0.57 |
| 10 | 178 | 0.50 |
| 11 | 146 | 0.62 |
| 12 | 120 | 0.75 |
| Trung bình tổng |  |  | 0.75 |

**Bảng V.** Bảng dữ liệu biểu đạt khả năng lưu trữ nước mưa của công viên Gia Định qua từng tháng trong năm (2020).

Tháng 2 công viên đạt chỉ số RSI đặc biệt cao, điều này cho thấy trong tháng này, công viên có khả năng thu thập và lưu trữ nước mưa một cách hiệu quả. Điều này có thể đạt được thông qua việc sử dụng hệ thống thu thập nước mưa, bể chứa nước hoặc các công nghệ xử lý nước mưa tiên tiến. Chỉ số lưu trữ nước mưa cao cũng cho thấy công viên đã đưa ra các biện pháp để tận dụng lại nước mưa trong các hoạt động tưới cây, làm mát và vận hành hệ thống nước.

Nhìn chung, chỉ số RSI trung bình của công viên Gia Định qua 12 tháng đạt ở mức 0.75 (RSI=0.75), cho thấy công viên có khả năng tương đối tốt trong việc lưu trữ và quản lý nước mưa. Điều này chỉ ra rằng công viên có khả năng hấp thụ và giữ lại một phần đáng kể của lượng nước mưa rơi xuống, tạo điều kiện để tái sử dụng một cách hiệu quả.

Tuy nhiên để chỉ số RSI đạt được điểm số tối ưu hơn, thì trong tương lai, chính quyền địa phương hoặc nhà nước cần áp dụng một loạt các biện pháp tiên tiến trong quản lý môi trường. Các biện pháp cảnh quan xanh thông minh, sử dụng vật liệu thấm nước, hệ thống thoát nước thông minh và việc cải thiện cấu trúc hạ tầng địa lý là những giải pháp có thể được cân nhắc để triển khai.

Việc áp dụng những biện pháp này có thể dựa trên kinh nghiệm và thành công từ các dự án công trình xanh đã được tiên phong thực hiện. Những công trình xanh đi trước đã chứng minh được hiệu quả của việc sử dụng những vật liệu thân thiện với môi trường, cũng như hệ thống thoát nước thông minh, nhằm giúp tối ưu hóa việc quản lý nguồn nước. Và đây sẽ như là một bước đệm để chúng ta không ngừng học hỏi và nâng cao chất lượng công trình xanh ở Việt Nam. Quan trọng hơn, sư tiến bộ trong việc ứng dụng các giải pháp này không chỉ đem lại lợi ích cho môi trường mà còn tạo ra những ngôi nhà, công viên và hạ tầng phù hợp với nhu cầu ngày càng cao của cộng đồng.

b/ Chỉ số đa dạng sinh học

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Loại cây phổ biến | Số lượng loài | Pi | ln(Pi) | Pi ln(Pi) |
| Bằng lăng | 30 | 0.0840 | -2.4765 | -0.2080 |
| Giáng hương | 18 | 0.0504 | -2.9873 | -0.1505 |
| Sao đen | 30 | 0.0840 | -2.4765 | -0.2080 |
| Lim sẹt | 28 | 0.0784 | -2.5455 | -0.1995 |
| Lộc vừng | 30 | 0.0840 | -2.4765 | -0.2080 |
| Me tây | 26 | 0.0728 | -2.6196 | -0.1907 |
| Hoàng lan | 30 | 0.0840 | -2.4765 | -0.2080 |
| Gỗ vắp | 30 | 0.0840 | -2.4765 | -0.2080 |
| Sứ | 20 | 0.0560 | -2.8820 | -0.2758 |
| Sưa | 25 | 0.0700 | -2.6588 | -0.1861 |
| Xà cừ | 30 | 0.0840 | -2.4765 | -0.2080 |
| Sung | 30 | 0.0840 | -2.4765 | -0.2080 |
| Kim giao | 30 | 0.0840 | -2.4765 | -0.2080 |
| Tổng | 357 | 0.9994 |  | -2.6666 |

**Bảng VI.**Bảng dữ liệu biểu đạt độ phong phú thực vật của công viên Gia Định (2020).

Chỉ số đa dạng sinh học của công viên đạt ở mức 2.6666 (H’=2.6666), là một con số cao, điều này thể hiện rằng công viên không chỉ là một không gian giải trí, mà còn góp phần là một môi trường sống và hệ sinh thái vô cùng đa dạng phong phú cho nhiều loài thực vật. Đây có thể được xem là một tín hiệu tích cực, đặc biệt là trong bối cảnh vấn đề ô nhiễm môi trường trên trái đất ngày càng gia tăng. Chúng ta có thể hiểu rằng trong trường hợp của công viên Gia Định, chỉ số đa dạng sinh học cao không chỉ là kết quả của việc sở hữu nhiều loài, mà còn là do sự phân bố đều đặn của một số loài trong môi trường: Bằng lăng, sao đen, lộc vừng, hoàng lan, gỗ vắp, xà cừ, sung, và kim giao, cùng với sự đóng góp của nhiều loài khác với số lượng cá thể gần bằng nhau.

Chỉ số Shannon-wiener đạt giá trị cao, là yếu tố quan trọng trong việc duy trì, cân bằng tính tự nhiên và ổn định của hệ sinh thái. Do đó, công viên không chỉ là một điểm đến thu hút những người yêu thiên nhiên mà còn là một bảo tàng sống, chứa đựng những bí mật về sự phát triển và tương tác của các loài thực vật. Sự hiện diện của nhiều loài cây cỏ từ nhỏ đến lớn, tạo nên một môi trường sống đa dạng, để mọi người khám phá và trải nghiệm, xứng đáng với danh hiệu “lá phổi xanh” của thành phố. Tuy nhiên công viên có thể giữ vững được vị thế của mình hay không một phần còn phụ thuộc vào ý thức của con người và cách các nhà quản lý, chức trách chăm sóc, bảo trì nó. Họ cần liên tục theo dõi và đáp ứng nhanh chóng với những thách thức mà công viên đang phải đối diện, thông qua việc tạo ra các chiến lược tương tác với cộng đồng để tăng cường sự hiểu biết và tham gia của người dân trong quá trình quản lý và bảo vệ công viên. Bằng cách này, trong tương lai không xa công viên sẽ là một điểm đến tinh thần, giáo dục và thư giãn không chỉ cho những người sống trong thành phố mà còn cho du khách.

c/ Chỉ số hiệu suất môi trường

Chỉ số Hiệu suất Môi trường (EPI) là một công cụ đa chiều, bao gồm nhiều chỉ số con để đánh giá mức độ bền vững của môi trường trong một khu vực cụ thể. Tương tự, khi tiến hành đánh giá công viên Gia Định, nhóm chúng tôi cũng đã thực hiện việc chọn lọc các chỉ số này để phản ánh chính xác tình hình môi trường trong khu vực đó. Sau quá trình xem xét một cách cẩn thận, thì nhóm đưa ra quyết định các chỉ số con được lựa chọn sẽ tương tự như công viên Lê Văn Tám, với mong muốn có thể hiểu rõ hơn về tác động của môi trường lên hiệu suất của từng công viên. Thông qua quyết định cân nhắc kỹ lưỡng trong quá trình lựa chọn, chúng tôi hy vọng sẽ mang đến một bức tranh toàn diện và đáng tin cậy về tình trạng môi trường của công viên Gia Định, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình đối chiếu và so sánh với công viên Lê Văn Tám.

* Chỉ số chất lượng không khí (AQI).
* Chỉ số chất lượng nước (WQI).
* Chỉ số môi trường sống đa dạng sinh học (BHI).

Thành phố Hồ Chí Minh hiện có nhiều tuyến đường thiếu cây xanh trầm trọng, đặc biệt trên địa bàn quận Gò Vấp, nhiều đoạn những năm qua vẫn không được trồng cây hai bên khiến người đi ngột ngạt giữa cái nóng của những đợt nắng gắt khá căng thẳng, nên sự quan tâm của người dân đối với chỉ số môi trường sống đa dạng sinh học (BHI) để mở rộng mảng xanh là hoàn toàn hợp lý. Do đó, theo quyết định của nhóm chúng tôi, trọng số được gán cho BHI là cao nhất (chiếm 60%). Cùng với đó là việc người ta chú trọng đến cách mảng xanh giải quyết vấn đề ô nhiễm không khí ngày càng gia tăng trong thành phố như thế nào, nên trọng số AQI sẽ là 30%, và 10% còn lại là của chỉ số WQI.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Tiêu chí | AQI | WQI | BHI | EPI |
| Trọng số (Wi) | 30% | 10% | 60% | 35.36 |
| Điểm số (Si) | 26.50 | 50.90 | 37.20 |

Chỉ số Hiệu suất Môi trường của Công viên Gia Định hiện đang đạt ở mức 35.36 (EPI=35.36), là một con số chưa được cao. Điều này thúc đẩy nhu cầu tập trung vào những khía cạnh cần được cải thiện để nâng cao chất lượng môi trường và tính bền vững của công viên. Trong trường hợp của Công viên Gia Định, việc đánh giá chỉ số Hiệu suất Môi trường (EPI) đạt ở mức thấp có thể là do những nỗ lực chưa đủ hoặc cần sự tốt hơn trong việc duy trì sự cân bằng giữa quá trình phát triển và bảo tồn môi trường. Vấn đề lớn nhất mà có thể ảnh hưởng đến mức EPI của công viên Gia Định, và cũng đang thu hút sự quan tâm lớn từ cộng đồng chính là việc mở rộng mảng xanh. Mối lo ngại này là chính đáng vì sự đa dạng sinh học đóng vai trò quan trọng trong việc duy trì, cân bằng tính tự nhiên và sức khỏe của hệ sinh thái. Nếu sự đa dạng sinh học giảm sút, có thể dẫn đến mất mát các loài và ảnh hưởng đến sự ổn định của môi trường.

Do đó, việc theo dõi và cập nhật chỉ số EPI là cần thiết để đảm bảo sự duy trì và cải thiện liên tục trong việc quản lý môi trường của công viên. Chỉ số EPI không chỉ là công cụ đo lường mà còn là động lực để khuyến khích cơ quan quản lý và người dân chăm sóc và bảo tồn môi trường sống xung quanh mình, hướng đến sự phát triển bền vững trong tương lai.

d/ Chỉ số tương tác xã hội

Trong quá trình đánh giá công viên Gia Định, nhóm chúng tôi đã tiến hành chọn lọc các yếu tố một cách cẩn thận để phản ánh chính xác tình hình môi trường và xã hội của khu vực này. Dựa trên kinh nghiệm từ việc đánh giá công viên Lê Văn Tám, nhóm quyết định áp dụng các yếu tố tương tự, với mục đích có thể nắm bắt rõ hơn về các khịa cạnh xã hội tác động lên từng công viên. Điều này cho phép chúng tôi đặt nó trong bối cảnh so sánh với công viên Lê Văn Tám, để người đọc hiểu được hai công viên ở hai vị trí khác nhau thì tính chất khu vực sẽ ảnh hưởng như thế nào đến việc gán trọng số và điểm số cho từng yếu tố. Qua quá trình chọn lọc và cân nhắc kỹ lưỡng, chúng tôi mong muốn đem đến cái nhìn sâu sắc hơn về tình trạng của công viên Gia Định, để chính quyền địa phương có thể đưa ra các biện pháp can thiệp kịp thời nhằm cải thiện và nâng cao giá trị của công viên, góp phần tạo ra một môi trường sống xanh, sạch và lành mạnh cho cộng đồng.

* Tính đa dạng của người dùng.
* Tính tương tác xã hội.
* Ý thức cộng đồng.
* Khả năng tiếp cận.

Tình trạng an ninh quận Gò Vấp thường được xem là mối quan tâm hàng đầu, đặc biệt là vào buổi tối khi những vụ cướp giật có thể xảy ra, nên nhận thức của người dân về sự an toàn được đề cao trong khu vực này (trọng số chiếm 40%). Công viên Gia Định, tuy là một điểm đến giải trí lành mạnh, nhưng điều này đòi hỏi người dân cũng cần có sự cảnh giác phòng khi có bất kì chuyện gì ngoài ý muốn xảy ra.

Tiếp đến, nhóm chúng tôi xét đến tính bền vững của một công viên sẽ duy trì được bao lâu, một phần phụ thuộc vào ý thức của cộng đồng. Người dân càng có nhận thức đúng đắn trong công tác bảo vệ không gian xanh - công viên thì nơi này mới có thể tồn tại và phát triển lâu dài, vì vậy trọng số được gán cho yếu tố này là 25%. Ngoài ra, công viên Gia Định còn là địa điểm nổi tiếng và ưa thích của mọi người nhờ đa dạng các khu vui chơi nên công viên được kì vọng trong tương lai sẽ cung cấp thêm nhiều hoạt động và sự kiện văn hóa hơn nữa, vừa giúp tạo ra không khí sôi động thu hút sự quan tâm của cộng đồng vừa truyền bá những tiết mục địa phương đến khách du lịch. Do đó, trọng số cho tính tương tác xã hội của công viên cũng không kém phần quan trọng chiếm 15%. Cuối cùng là nhờ nằm ở vị trí đắc địa, được quy hoạch hợp lý với mật độ giao thông không quá đông đúc nên khả năng tiếp cận của người dân cũng trở nên thuận tiện và dễ dàng, nhờ vậy mà có đa dạng các đối tượng đến tham quan và trải nghiệm, chọn công viên là điểm dừng chân để nghỉ ngơi, thư giãn giữa lòng thành phố tất bật. Theo đánh giá của nhóm chúng tôi, hai yếu tố còn lại này đồng hạng với trọng số 10%.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Trọng số (Wi) | Điểm số (Si) | SII |
| Tính đa dạng người dùng | 10% | 10 | 1 |
| Tính tương tác xã hội | 15% | 15 | 2.25 |
| Ý thức cộng đồng | 25% | 35 | 8.75 |
| Nhận thức về sự an toàn | 40% | 30 | 12 |
| Khả năng tiếp cận | 10% | 10 | 1 |
| Tổng | 100% | 100 | 25 |

Chỉ số tương tác xã hội của công viên Gia Định cũng đạt ở mức trung bình thấp (SII=25), kết quả này tuy không cao nhưng vẫn có sự nhỉnh hơn chỉ số SII của công viên Lê Văn Tám, nhờ điểm số của ý thức cộng đồng và nhận thức về sự an toàn có phần cao vượt trội hơn các yếu tố còn lại. Vì an ninh còn kém nên sự nhận thức của người dân về sự an toàn từ lâu đã ăn sâu trong tiềm thức của họ. Sự nhất quán trong nhận thức này có thể xuất phát từ việc giáo dục và tuyên truyền trong suốt quá trình trưởng thành và lớn lên của một con người. Chính vì được giáo dục điều này ngay từ khi còn nhỏ nên người dân có tư duy tích cực đối với việc bảo vệ môi trường xanh xung quanh họ, quyết định của nhóm chúng tôi cho điểm số của ý thức cộng đồng cao trong khu vực này là hoàn toàn hợp lý.

Thông qua quá trình phân tích và đánh giá kỹ lưỡng phần nào giúp người đọc hiểu được bối cảnh khác nhau ảnh hưởng thế nào đến việc hình thành môi trường và xã hội của hai công viên. Từ đó cung cấp thông tin cần thiết cho chính quyền địa phương của từng khu vực sẽ đưa ra những giải pháp riêng biệt phù hợp với tình trạng hiện tại của công viên đó.

e/ Chỉ số tổng hợp đánh giá khả năng phục hồi của công viên Gia Định

Tương tự như quy trình đã được thực hiện với công viên Lê Văn Tám, để gán trọng số cho mỗi chỉ số, một cuộc khảo sát đã được diễn ra để lấy ý kiến ​​​​của các thành viên trong nhóm, trong đó vẫn có sự góp mặt của ba thành viên của nhóm nghiên cứu (Lê Thanh Nam-trưởng nhóm về Đánh Giá Rủi Ro, Tính Toán Tối Ưu và Quản Lý Hạ Tầng Đô Thị; cùng với hai sinh viên đại học đang theo học trong lĩnh vực liên quan). Chúng tôi hiểu rằng mỗi quyết định đưa ra có ảnh hưởng lớn đến kết quả cuối cùng của dự án. Do đó, mỗi bước đi, mỗi lựa chọn đều được cân nhắc một cách kỹ lưỡng để đảm bảo mọi phương án, giải pháp được đề xuất là hoàn toàn có cơ sở.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Trọng số | | |
| STT | Tiêu chí | Kết quả | Nam | Hiền | Thy | Thống nhất | Tổng hợp | Xếp hạng |
| 1 | Chỉ số lưu trữ nước mưa (RSI) | 0.75 | 0.6 | 0.2 | 0.04 | 0.28 | 0.21 | 1 |
| 2 | Chỉ số đa dạng sinh học (Shannon-Wiener) | 0.45 | 0.4 | 0.3 | 0.45 | 0.38 | 0.17 | 2 |
| 3 | Chỉ số hiệu suất môi trường (EPI) | 0.35 | 0.05 | 0.35 | 0.55 | 0.32 | 0.11 | 3 |
| 4 | Chỉ số tương tác xã hội (SII) | 0.25 | 0.05 | 0.15 | 0.06 | 0.08 | 0.02 | 4 |
| Tổng |  |  | 1 | 1 | 1 |  | 51% |  |

Theo kết quả khảo sát, chỉ số lưu trữ nước mưa được đánh giá có mức độ quan trọng cao hơn so với các chỉ số khác. Thực tế, lý do cho việc ưu tiên này có thể là do tình trạng ngập úng thường xuyên xảy ra tại các tuyến đường quận Gò Vấp sau những cơn mưa kéo dài, đã làm dấy lên mối quan tâm sâu sắc của người dân đối với vấn đề này. Việc quy hoạch đường phố, hạ tầng cho bất cứ công viên hay công trình nào nằm trên những tuyến đường này là cần thiết để giải quyết hiệu quả vấn đề ngập lụt, và góp phần quan trọng vào việc tăng cường khả năng phục hồi và chống chịu của công viên.

Khả năng phục hồi của công viên đáp ứng được yêu cầu đề ra, tuy nhiên con số hiện tại, ở mức 51%, vẫn chưa cao để công viên có thể tự làm mới, tái tạo được một phần của các thành phần sinh thái và môi trường tự nhiên sau khi trải qua thiên tai. Tình trạng hiện tại của công viên có thể được xem là tương đối ổn định, nhưng để đạt đến mức độ phục hồi hoàn chỉnh hơn, công viên có thể cần sự can thiệp và hỗ trợ của cả cộng đồng và nhà nước. Mục tiêu cuối cùng chúng tôi mong muốn đem lại không chỉ là nhận diện được tình hình hiện tại của công viên để xây dựng nên những giải pháp hiệu quả, mà còn đảm bảo một môi trường sống lành mạnh, bền vững hơn cho cộng đồng. Công viên Gia Định, với vị thế của mình, xứng đáng nhận được sự quan tâm và đầu tư cần thiết để vượt qua những thách thức hiện tại và phát triển mạnh mẽ trong tương lai.

* 1. **Hệ Thống Đánh Giá Tác Động**
     1. **Đánh giá tổng quan**

Để đánh giá tác động của hai công viên, nhóm đã tiến hành thu thập các thông tin liên quan đến các yếu tố tác động chính, bao gồm mật độ phủ xanh của công viên, các chỉ số liên quan đến yếu tố môi trường, trật tự an ninh trong khu vực và hệ thống quản lý của cả hai. Các số liệu và thông tin liên quan được thu thập từ việc quan sát thực địa, khảo sát ý kiến người dân, đội ngũ bảo vệ, và các nguồn dữ liệu trên internet. Tất cả sẽ được tổng hợp và trình bày trong bảng VII dưới đây, để có thể dễ dàng hơn trong việc so sánh và phân tích các yếu tố ảnh hưởng giữa hai công viên:

| **Thông tin chung** | **Thông tin chi tiết** | **Công viên Lê Văn Tám** | **Công viên Gia Định** |
| --- | --- | --- | --- |
| Diện tích |  | Gần 6 ha | 5.8 ha |
| Mật độ phủ xanh |  | 41.100 m2 (68,5%) | 34.410 m2 (59,45 %) |
| Môi trường | Độ đa dạng của động, thực vật | 1.081 cây xanh, gồm 3 tầng chính: tầng cây gỗ lớn có tán lá rộng, tầng cây gỗ trung bình có tán lá nhỏ và tầng cây bụi. 700 m 2 bồn hoa và 4 ha thảm cỏ, cùng 400m2 cây kiểng các loại. | Hơn 1000 cây với nhiều chủng loại (sọ khỉ, me tây, lim xẹt, sao đen, dầu rái...) , cao từ 3-40m, khoảng 500 chậu cây kiểng các loại. |
| Chỉ số chất lượng không khí | Kém | Trung bình |
| Chỉ số chất lượng nước | Loại III | Loại III |
| Quản lý rác thải | Tần suất thu gom rác: 1 lần/ngày. | Kém, rác xuất hiện khắp mọi nơi, nhiều chỗ tập kết rác dọc theo các tuyến đường gây ô nhiễm. |
| An ninh và sự an toàn của người dân | Tỉ lệ các sự cố bạo lực hoặc tội phạm xảy ra trong công viên | 0% (An ninh, trật tự rất tốt nên không có hiện tượng tệ nạn xã hội). | 0% ( không ghi nhận bất kỳ trường hợp gây rối trật tự). |
| Sự hiện diện của camera giám sát | Không | Có |
| Lực lượng an ninh | Lực lượng bảo vệ dày và “đi tuần” thường xuyên bất cứ lúc nào trong ngày. | Có đội bảo vệ công viên và quản lý đô thị giám sát |
| Người quản lý | Quản lý | Khu quản lý giao thông đô thị thuộc Sở GTVT TP.HCM. | |
| Bảo dưỡng | Công ty TNHH MTV Công viên cây xanh TP. HCM. | |

**Bảng VII.** Khái quát chung 2 đối tượng khảo sát công viên Lê Văn Tám và công viên Gia Định.

Cả hai công viên đều mang đến những trải nghiệm độc đáo với những ưu điểm riêng. Công viên Lê Văn Tám nổi bật với diện tích rộng lớn và mật độ phủ xanh cao, giúp tạo ra không gian thư giãn mát mẻ và gần gũi với thiên nhiên cho người dân sử dụng. Đồng thời còn góp phần giảm thiểu mức độ ô nhiễm bầu không khí cho cộng đồng xung quanh. Mỗi bước chân tại công viên đều là một hành trình khám phá bởi sự đa dạng của các loại cây cỏ, thúc đẩy sự tò mò cho người trải nghiệm và đem lại cho họ cảm giác thoải mái khi hòa mình cùng thiên nhiên. Việc quản lý rác thải ở đây được thực hiện hiệu quả, vấn đề vệ sinh môi trường cũng được thu gom với tần suất liên tục nhằm đảm bảo môi trường sống không chỉ xanh sạch mà còn an toàn cho sức khỏe cộng đồng.

Ngược lại với không gian ồn ào, nhộn nhịp của Công viên Lê Văn Tám, Công viên Gia Định lại mang đến một bầu không khí hoàn toàn khác biệt. Nằm ở vị trí không gần với trung tâm thành phố, công viên này trở thành điểm đến lý tưởng cho những ai đang tìm kiếm một không gian yên bình và thư giãn. Về vấn đề an ninh, công viên đảm bảo đầy đủ các hệ thống camera giám sát, nhằm đem đến sự an toàn và thoải mái về mặt tinh thần cho người dân. Ngoài ra, việc duy trì vệ sinh môi trường cũng cần được chú trọng, để đảm bảo không gian sạch sẽ và thuận tiện cho người dùng.

Vốn là một không gian công cộng, công viên thường đặc biệt chú trọng đến sự đa dạng của người sử dụng. Hiểu được điều này, chúng tôi đã thực hiện một cuộc khảo sát sơ bộ để phân loại các nhóm đối tượng dựa trên giới tính, nhóm tuổi, và mức độ hoạt động. Mục đích là để nắm bắt rõ ràng hơn về nhu cầu và mong muốn của người dân mà công viên cần cải thiện để có thể đáp ứng. Trong quá trình khảo sát, chúng tôi nhận thức được rằng tuổi tác đóng một vai trò quan trọng trong việc ảnh hưởng đến mức độ và loại hình hoạt động tại công viên. Càng lớn tuổi, thời gian và sức lực bỏ ra cho việc rèn luyện sức khỏe ngày càng có xu hướng giảm. Do đó, công viên cần chú ý đến nhu cầu của các nhóm tuổi khác nhau để cung cấp các cơ sở vật chất và dịch vụ phù hợp, khuyến khích mọi người tham gia hoạt động thể chất và nâng cao sức khỏe.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Đối tượng** | **Giới tính** | | **Nhóm tuổi** | | | | **Mức độ hoạt động** | | |
|  | Nữ (%) | Nam (%) | Trẻ em (%) | Thiếu niên (%) | Người lớn  (%) | Người già  (%) | Ít vận động (%) | Trung bình (%) | Vận động nhiều (%) |
| Công viên Lê Văn Tám | 41.5 | 58.5 | 8.4 | 14.4 | 50.4 | 26.8 | 24.7 | 25.2 | 50.1 |
| Công viên Gia Định | 38.0 | 62.0 | 19.6 | 11.9 | 43.7 | 24.8 | 20.9 | 20.9 | 58.2 |

**Bảng VIII.** Số lượng và tỷ lệ người sử dụng công viên được quan sát theo giới tính, nhóm tuổi và mức độ hoạt động thể chất năm 2020.

Thông qua kết quả khảo sát tại khu vực có thể kết luận rằng nhu cầu sử dụng công viên của các đối tượng có sự khác nhau. Người lớn có xu hướng tìm kiếm những địa điểm như các công viên là một nơi thư giãn và giải trí sau một ngày làm việc căng thẳng, nên mức độ hoạt động của người lớn chiếm phần trăm cao nhất (50.4%). Đối với người già, họ nhận thức được tầm quan trọng của việc tập thể dục để duy trì sức khỏe và công viên trở thành lựa chọn hàng đầu vì tính miễn phí về vật dụng và các trang thiết bị. Sở dĩ tỉ lệ người già đi tập thể dục vẫn chiếm số ít hơn người lớn, bởi vì họ là những người đã có tuổi mà lại ở những nơi không gần công viên thì việc tiếp cận là một trở ngại lớn. Và thiếu niên, nhóm độ tuổi năng động và sôi nổi, họ có xu hướng tìm kiếm những nơi nhộn nhịp, xô bồ để tận hưởng cuộc sống thay vì chọn công viên là nơi giải trí. Tuy nhiên vẫn có một số ít trong số họ ưa thích không gian yên tĩnh và không khí trong lành công viên mang lại, nên tỉ lệ thiếu niên vẫn đứng thứ ba sau người lớn và người già. Cuối cùng là trẻ em với mức độ hoạt động ít nhất, có lẽ là vì khi cuộc sống ngày càng trở nên hiện đại, chúng càng thích đến những khu vui chơi giải trí riêng biệt dành cho trẻ em hoặc ở nhà giải trí với chiếc điện thoại hơn là đi đến công viên, nơi mà không có bất kì trò chơi nào gây hứng thú cho chúng.

* + 1. **Đánh giá chi tiết:**

a. Nhóm tác động thuộc về chủ sở hữu:

Công viên là nơi vui chơi giải trí không chỉ hướng đến người dân mà còn cho đối tượng là khách du lịch, vì vậy việc quản lý và bảo dưỡng định kì trở nên quan trọng để đảm bảo an toàn cho mọi người. Trong tình huống này, khu quản lý giao thông thường phải đối mặt với việc bỏ ra một số tiền đáng kể cho việc sửa chữa và bảo dưỡng. Dưới đây là bảng thông tin với số lượng, giờ làm việc/ngày và mức lương/giờ giả định về nhân công và vật liệu mà công viên phải chi trả trong thời gian 1 năm:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Công viên Lê Văn Tám | Nhân công | Số lượng (người) | Số giờ làm việc/ ngày | Mức lương/giờ (VNĐ) | Tổng cộng (VNĐ) |
| Công nhân bảo dưỡng | 5 | 1.5 | 200.000 | 1.500.000 |
| Kỹ thuật viên sửa chữa | 11 | 2 | 250.000 | 5.500.000 |
| **Tổng** |  |  |  | **7.000.000** |
| **Vật liệu** | **Số lượng (cái)** | **Loại vật liệu** | **Đơn giá (VND)** | **Tổng cộng (VND)** |
| Vật liệu sửa chữa (ví dụ: bộ phận thay thế) | 3 | Vật liệu xây dựng | 230.000 | 690.000 |
| Vật liệu bảo dưỡng (ví dụ: dầu, bôi trơn) | 7 | Vật liệu bảo dưỡng máy móc | 120.000 | 840.000 |
| Tổng |  |  |  | 1.530.000 |
| **Thiết bị** | **Số lượng (cái)** | **Loại thiết bị** | **Đơn giá (VND)** | **Tổng cộng (VND)** |
| Thiết bị sửa chữa | 5 | Thiết bị tập thể dục ngoài trời | 1.300.000 | 3.900.000 |
| Thiết bị bảo dưỡng | 3 | Máy phun nước | 2.500.000 | 7.500.000 |
| **Tổng** |  |  |  | **11.400.000** |
| Công viên Gia Định | **Nhân công** | **Số lượng** | **Số giờ làm việc/ngày** | **Mức lương/giờ (VNĐ)** | **Tổng cộng (VNĐ)** |
| Công nhân bảo dưỡng | 3 | 1 | 180.000 | 540.000 |
| Kỹ thuật viên sửa chữa | 6 | 1.5 | 250.000 | 2.250.000 |
| Tổng |  |  |  | 2.790.000 |
| **Vật liệu** | **Số lượng** | **Loại vật liệu** | **Đơn giá (VND)** | **Tổng cộng (VND)** |
| Vật liệu sửa chữa (ví dụ: bộ phận thay thế) | 2 | Vật liệu xây dựng | 190.000 | 380.000 |
| Vật liệu bảo dưỡng (ví dụ: dầu, bôi trơn) | 5 | Vật liệu bảo dưỡng máy móc | 110.000 | 550.000 |
| Tổng |  |  |  | 930.000 |
| **Thiết bị** | **Số lượng** | **Loại thiết bị** | **Đơn giá (VND)** | **Tổng cộng (VND)** |
| Thiết bị sửa chữa | 2 | Thiết bị tập thể dục ngoài trời | 900.000 | 1.800.000 |
| Thiết bị bảo dưỡng | 3 | Máy phun nước | 2.200.000 | 6.600.000 |
| **Tổng** |  |  |  | **8.400.000** |

**Bảng IX.** Chi phí cần phải chi trả cho phí sửa chữa và bảo dưỡng định kì.

Chi phí đầu tư cho các hạng mục như thiết bị sửa chữa, vật liệu bảo dưỡng luôn được đề cao trong công tác bảo dưỡng công viên. Nguồn chi phí có thể được chi trả từ ngân sách nhà nước hoặc từ các nguồn đóng góp của doanh nghiệp hay cá nhân. Sự phối hợp chặt chẽ giữa các bên liên quan như chính quyền địa phương, đơn vị quản lý công viên, người dân và khách du lịch cần có sự phối hợp chặt chẽ. Số lượng nhân công bảo dưỡng và sửa chữa thiệt hại cũng được chú trọng đào tạo, luôn sẵn sàng có mặt hỗ trợ, sửa chữa nhanh chóng, đảm bảo cho công tác vận hành công viên và các hoạt động sử dụng của người dân luôn được an toàn và hanh thông. Để giảm thiểu chi phí sửa chữa khi xảy ra bất cứ rủi ro nào trong tương lai, vật liệu và các thiết bị luôn được đầu tư với chất lượng cao và bền bỉ. Việc áp dụng các vật liệu bền vững và thân thiện với môi trường trong tương lai cũng có thể giúp giảm chi phí sửa chữa và bảo dưỡng trong dài hạn hơn. Điều này khiến cho các công viên luôn đảm bảo về chất lượng sử dụng và ngày càng được người dân tin dùng.

*b. Nhóm tác động thuộc về người dùng:*

*b.1. Về thể chất*

Tình trạng sức khỏe của người dân đã được cải thiện đáng kể thông qua việc tập thể dục thể thao và tham gia các hoạt động thể chất tại công viên. Đây là một xu hướng tích cực và quan trọng trong việc nâng cao chất lượng cuộc sống và sức khỏe của cộng đồng.

Trái lại, những người không tập thể dục thường có tỉ lệ mắc các bệnh cao hơn so với những người tập thể dục trong công viên. Việc thiếu hoạt động thể chất và không duy trì một lối sống lành mạnh có thể dẫn đến nhiều vấn đề sức khỏe. Một khía cạnh khác là chi phí bảo hiểm y tế. Những người không tập thể dục thường phải đối mặt với các vấn đề sức khỏe và bệnh tật, dẫn đến việc phải chi trả phí bảo hiểm y tế cao hơn. Điều này bởi vì họ có xu hướng cần nhiều dịch vụ y tế và điều trị hơn, bao gồm các cuộc khám sức khỏe định kỳ, thuốc men và các quá trình phục hồi sau khi mắc bệnh.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Đối tượng** | **Chỉ số BMI** | **Tác động về tài chính** | **Thu nhập bình quân đầu người của Việt Nam** | **Tỷ lệ đóng phí BHYT đối với người lao động** | **Chi phí BHYT hàng năm = Mức lương hàng năm x Tỷ lệ phần trăm quy định** |
| Người sử dụng công viên với mục đích thể dục thể thao | 23-24,5 | Thường được xem là có cơ thể thích hợp, ít tác động đến tài chính về sức khỏe => Chi phí điều trị và chăm sóc sức khỏe thấp hơn | 84 triệu đồng/năm | 10,5%. | chi phí BHYT đối với người thông thường = 8.820.000/năm |
| Người không sử dụng công viên | 25-29.9 | Những người không tập thể dục có xu hướng có tình trạng sức khỏe kém hơn, đặc biệt là liên quan đến các bệnh lý không truyền nhiễm như bệnh tim mạch, tiểu đường, béo phì, và áp huyết cao. Điều này làm tăng nguy cơ mắc các bệnh lý và cần điều trị y tế, và đó là lý do tại sao họ có thể phải trả mức phí bảo hiểm cao hơn để đảm bảo sức khỏe của họ. | Khi gặp rủi ro về sức khỏe và phải nằm viện, người bệnh sẽ phải tốn rất nhiều chi phí nằm viện, phẫu thuật,.. Khi đó, người bệnh có nhu cầu mua những gói bảo hiểm nhân thọ kết hợp chăm sóc y tế. Mức tham gia bảo hiểm nhân thọ tối thiểu hiện nay khoảng **3 - 4 triệu đồng / năm / kỳ bảo hiểm. Vậy chi phí BHYT = 11.820.000 - 12.820.000/năm** |

**Bảng XI.** Bảng so sánh chi phí BHYT người dân sử dụng công viên với mục đích tập thể dục thể thao so với người không sử dụng.

*b.2 Về tâm lý*

Khi người dân có cơ hội tham gia các hoạt động trong công viên, tâm lý của họ trở nên ổn định, vui vẻ và thoải mái hơn. Cảnh quan xanh mát, không khí trong lành và không gian tự nhiên của công viên tạo ra một môi trường thư giãn và bình yên.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tiêu chí** | **Mục Tiêu/Chỉ Số** | **Công viên Lê Văn Tám** | **Công viên Gia Định** |
| **Sự Hài Lòng Của Người Dân** | Tỷ lệ hài lòng |  |  |
| Về tiện nghi | 85% | 72% |
| Về sạch sẽ | 79% | 88% |
| Về an toàn | 92% | 90% |
| **Đánh Giá Về Cơ Sở Hạ Tầng Công Viên** | Điểm số (5/5) |  |  |
| Bàn ghế | 3 | 4 |
| Thùng rác | 4 | 4 |
| Thiết bị tập thể dục | 4 | 2 |
| Cảnh quan | 2 | 2 |

**Bảng XII.** Bảng đánh giá mức độ hài lòng của người dân về các tiện ích trong công viên

Theo thống kê công viên vẫn chưa đạt chuẩn hoàn toàn đối với mức độ hài lòng của người sử dụng. Vì vậy để đảm bảo chất lượng đời sống của người dân tại các công viên, cần phải trang bị thêm các trang thiết bị và tiện ích phù hợp. Các trang thiết bị này không chỉ mang lại sự thoải mái và tiện nghi cho người dân, mà còn tạo ra một môi trường an lành và hấp dẫn.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Thiết bị | Số lượng | Thành phần cụ thể | Chi phí (VND) |
| Dụng cụ thể dục | 3 bộ | Xà đơn | 150.000.000 |
| Máy đi bộ trên không |
| Máy đi bộ lắc tay |
| Ghế tập lưng bụng |
| Máy xoay eo |
| Máy tập tay vai |
| Xe đạp tại chỗ |
| Vui chơi thiếu nhi | 2 bộ | Cầu trượt | 40.000.000 |
| Bập bênh |
| Xích đu |
| Cầu thang leo |
| Bàn ghế | 30 cái | Ghế gỗ có tay vịn | 120.000.000 |
| 100 cái | Ghế đá | 60.000.000 |

**Bảng XIII.** Bảng ước tính chi phí trang bị thêm cho 1 công viên để đáp ứng mức độ hài lòng của người dân (thời hạn sử dụng trong 20 năm).

*c. Nhóm tác động thuộc về DAP*

*c.1. Về môi trường*

Nhà dân gần công viên thường có chất lượng không khí tốt hơn do sự hiện diện của cây xanh trong công viên. Cây xanh không chỉ hấp thụ CO2 và bụi bẩn hiệu quả, mà còn điều hòa nhiệt độ và tạo ra không gian thoáng đãng và mát mẻ. Việc sống gần công viên mang lại lợi ích cho sức khỏe và tạo ra một môi trường sống tốt hơn cho người dân.

|  |  |
| --- | --- |
| Đối tượng | Chỉ số chất lượng không khí (AQI) |
| Nhà dân trong phạm vi bán kính 500m-1km | 70-83 |
| Nhà dân ngoài phạm vi bán kính 1km | 110-135 |

**Bảng XIV.** Công viên tác động chỉ số chất lượng không khí lên chất lượng đời sống người dân

*c.2. Về sức khỏe*

Nhà người dân gần công viên được khuyến khích hơn trong việc tập thể dục và thể thao. Sự hiện diện của công viên gần nhà mang lại nhiều lợi ích cho việc duy trì một lối sống lành mạnh và hoạt động thể chất. Công viên cung cấp không gian rộng lớn và tự nhiên để người dân có thể thực hiện các hoạt động thể dục ngoài trời. Đồng thời, việc tập thể dục ngoài trời trong công viên còn giúp tiết kiệm chi phí so với việc đăng ký một phòng gym hoặc câu lạc bộ thể dục. Trong khi đó, những người không gần công viên thường phải tốn tiền và thời gian để đi đến phòng gym hoặc câu lạc bộ thể dục. Điều này có thể tạo ra rào cản và khó khăn cho việc duy trì một lối sống lành mạnh.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Đối tượng | Yếu tố phải chi | Số tiền phải chi (VNĐ) |
| DAP |  | 0 |
| Nhà dân trong phạm vi bán kính 500m-2km | Chi phí nhiên liệu | 80.000-100.000 |
| Nhà dân ngoài phạm vi bán kính 2km | Chi phí dịch vụ phòng gym hàng tháng | 300.000-350.000 |

**Bảng XV.** Bảng ước tính chi phí phải chi trả hàng tháng cho việc tập thể dục của nhà dân ở gần công viên so với nhà dân không ở gần.

*c.3. Về tâm lý*

Người dân ở gần công viên thường có tâm lý vui vẻ, lạc quan và tích cực khi được khuyến khích và có môi trường thuận lợi để tham gia vào hoạt động vận động và tập thể dục. Sự hiện diện của công viên gần nhà mang lại nhiều lợi ích cho tâm lý và tinh thần của người dân.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Yếu tố | Thang đo | DAP |
| Khuyến khích hoạt động vận động | Điểm số (5/5) | 5 |
| Tạo điều kiện cho việc tập thể dục | 4 |
| Cải thiện chất lượng không khí | 4 |

**Bảng XVI.** Bảng khảo sát mức độ hài lòng về mặt tâm lý của người dân về lợi ích của việc nhà gần công viên.

*d. Nhóm tác động thuộc về IAP*

*d.1 Về sức khỏe*

Những người sống gần các tuyến đường chính mà không có sự trung hòa của cây xanh thường phải đối mặt với nồng độ cao hơn của các chất gây ô nhiễm không khí, bao gồm bụi mịn (PM2.5) và khí độc hại như oxit nitơ (NOx) và cacbon monoxit (CO) thải ra từ các phương tiện giao thông.

|  |  |
| --- | --- |
| Đối tượng | Nồng độ bụi (µm/m3) |
| Công viên và những khu vực xung quanh | PM2.5 = 22 (Vừa phải) |
| Khu vực không ở gần công viên | PM2.5 = 42-51 (có hại cho sức khỏe) |

**Bảng XVII.** Nồng độ bụi tác động lên chất lượng đời sống người dân

Với sự thiếu hụt không gian xanh và cây cối, người dân sống gần các khu vực này phải đối mặt với tác động tiêu cực của ô nhiễm không khí. Ô nhiễm không khí là một vấn đề lớn trong các khu vực không có cây xanh và công viên. Bụi mịn (PM2.5) và các chất gây ô nhiễm khác từ các nguồn như xe cộ và nhà máy có thể xâm nhập vào hệ hô hấp của con người và gây ra nhiều vấn đề sức khỏe. Viêm phổi, bệnh tim mạch và ung thư phổi là những vấn đề sức khỏe phổ biến mà người dân sống gần các tuyến đường chính hoặc khu vực có mật độ giao thông cao thường phải đối mặt.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Các loại bệnh | Gần công viên | | Xa công viên | |
| Tỉ lệ mắc bệnh | Chi phí điều trị | Tỉ lệ mắc bệnh | Chi phí điều trị |
| Tim mạch | 15% | 3.750.000 | 25% | 10.000.000 |
| Hô hấp | 20% | 2.000.000 | 42% | 8.820.000 |
| Xương khớp | 14% | 2.520.000 | 20% | 5.000.000 |

**Bảng XVIII.** Tỉ lệ mắc bệnh và chi phí điều trị đối với nhóm đối tượng ở gần và xa công viên

1. Kết Luận

**Các em cần viết 1 đoạn văn tổng kết ở phần này.**

# **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

Aaron, O'Neill. “ASEAN countries: Urbanization from 2011 to 2021.” 2023.

https://www.statista.com/statistics/804503/urbanization-in-the-asean-countries/

Berfin, Karabakan. “GISP Yaklaşımı İle Van Edremit’in Dirençli Kent Olarak Değerlendirilmesi.” *Van Yuzuncu Yıl University*, 2020.

https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/256898

Cheng, Chingwen, Y. C. Ethan Yang, Robert Ryan, Qian Yu, và Elizabeth Brabec. “Assessing climate change-induced flooding mitigation for adaptation in Boston’s Charles River watershed, USA.” *Landscape and Urban Planning* 167 (2017): 25-36.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204617301238

Đức, Doãn Thái. “Toàn quân chủ động phòng, chống thiên tai và tìm kiếm, cứu nạn.” *Quốc phòng toàn dân*, 2023.

http://tapchiqptd.vn/vi/chuyen-luan-chi-dao/toan-quan-chu-dong-phong-chong-thien-tai-va-tim-kiem-cuu-nan/20498.html

Greco, Salvatore, Alessio Ishizaka, Menelaos Tasiou, và Gianpiero Torrisi. “On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness.” *Social Indicators Research* 141 (2019): 61-94.

https://www.researchgate.net/publication/322538646\_On\_the\_Methodological\_Framework\_of\_Composite\_Indices\_A\_Review\_of\_the\_Issues\_of\_Weighting\_Aggregation\_and\_Robustness

Guijarro, Francisco. “A Multicriteria Model for the Assessment of Countries’ Environmental Performance.” *Environmental Research and Public Health* 16 (2019): 1-15.

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31405177/

“Habitat Suitability Index (HSI).” *United States Environmental Protection Agency*, 2016.

https://archive.epa.gov/aed/html/research/scallop/web/html/hsi.html#:~:text=An%20HSI%20is%20a%20numerical,proven%20cause%20and%20effect%20relationships.

Hudson, Ray. “Resilient Regions in an Uncertain World: Wishful Thinking or a Practical.” *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 3, số 1 (2010): 11-25.

https://www.researchgate.net/publication/46512978\_Resilient\_regions\_in\_an\_uncertain\_world\_Wishful\_thinking\_or\_a\_practical\_reality\_Cambridge\_Journal\_of\_Regions\_Economy\_and\_Society\_31\_11-25

Karabakan, Berfin, và Yelda Mert. “Measuring the Green Infrastructure Resilience in Turkey.” *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies* 9, số 3 (2021).

https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/S2345748121500147

Kim, Jinyoung, Nenad Gucunski, và Kien Dinh. “Deterioration and Predictive Condition Modeling of Concrete Bridge Decks Based on Data from Periodic NDE Surveys.” *Journal of Infrastructure Systems* 25, số 2 (2019).

https://www.researchgate.net/publication/331413545\_Deterioration\_and\_Predictive\_Condition\_Modeling\_of\_Concrete\_Bridge\_Decks\_Based\_on\_Data\_from\_Periodic\_NDE\_Surveys

Khodadad, Mina, Ismael Aguilar-Barajas, và Ahmed Z. Khan. “Green Infrastructure for Urban Flood Resilience: A Review of Recent Literature on Bibliometrics, Methodologies, and Typologies.” *MDPI* 15, số 3 (2023).

https://www.researchgate.net/publication/367553600\_Green\_Infrastructure\_for\_Urban\_Flood\_Resilience\_A\_Review\_of\_Recent\_Literature\_on\_Bibliometrics\_Methodologies\_and\_Typologies

Planning, Michigan Association Of. “Blue Green Infrastructure.” (Michigan Economic Development Corporation) 2020.

https://www.miplace.org/4a72d0/globalassets/documents/rrc/rrc-library/map-tear-sheets/quick-sheet---bluegreeninfrastructure.pdf

Stead, Dominic. “Urban planning, water management and climate change strategies: adaptation, mitigation and resilience narratives in the Netherlands.” *International Journal of* 21, số 1 (2014): 15-27.

https://www.researchgate.net/publication/263151469\_Urban\_planning\_water\_management\_and\_climate\_change\_strategies\_Adaptation\_mitigation\_and\_resilience\_narratives\_in\_the\_Netherlands

Talal, Michelle Lee, và Mary Virginia Santelmann. “Plant Community Composition and Biodiversity Patterns in Urban Parks of Portland, Oregon.” *Original Reasearch* 7 (2019).

https://www.researchgate.net/publication/341265840\_Plant\_community\_composition\_and\_biodiversity\_patterns\_in\_urban\_parks\_-\_Washington\_Botanical\_Symposium\_2019

Tyrone Adey, Bryan, Nam Lethanh, Andreas Hartmann, và Francesco Viti. “Evaluation of intervention strategies for a road link in the Netherlands.” *Built Environment Project and Asset Management* 4, số 2 (2014): 180-198.

https://www.researchgate.net/publication/262232591\_Evaluation\_of\_intervention\_strategies\_for\_a\_road\_link\_in\_the\_Netherlands

Ugland, Karl Inne, John Simpson Gray, và Kari Elsa Ellingsen. “The species–accumulation curve and estimation of species richness.” *Animal Ecology* 72, số 5 (2003): 888-897.

https://www.researchgate.net/publication/216850205\_The\_species-accumulation\_curve\_of\_estimation\_of\_species\_richness

Wang, Yongyang, Yanpeng Cai, Yulei Xie, Pan Zhang, và Lei Chen. “A quantitative framework to evaluate urban ecological resilience: broadening understanding through multi-attribute perspectives.” *original research* 11 (2023).

https://www.researchgate.net/publication/375324866\_A\_quantitative\_framework\_to\_evaluate\_urban\_ecological\_resilience\_broadening\_understanding\_through\_multi-attribute\_perspectives

Well, Friederike, và Ferdinand Ludwig. “Blue–green architecture: A case study analysis considering the synergetic effects of water and vegetation.” *Frontiers of Architectural Research* 9, số 1 (March 2020): 191-202.

https://www.researchgate.net/publication/338412516\_Blue-green\_architecture\_A\_case\_study\_analysis\_considering\_the\_synergetic\_effects\_of\_water\_and\_vegetation

Wendling, Zachary, Jay Emerson, Daniel C. Esty, và Marc A. Levy. “ Environmental Performance Index (EPI).” *Yale Center for Environmental Law & Policy; New Haven, CT, USA*, 2018.

https://epi.yale.edu/

Zhou, Peng, Ang Beng Wah, và Kim Leng Poh. “A mathematical programming approach to constructing composite indicators.” *Ecological Economics* 62, số 2 (2007): 291-297.

https://www.researchgate.net/publication/222719269\_A\_Mathematical\_Programming\_Approach\_to\_Constructing\_Composite\_Indicators

Zimmerer, Karl S. “Human Geography and the “New Ecology”: The Prospect and Promise of Integration.” *Annals of the Association of American Geographers* 84, số 1 (1994): 108-125.

https://www.jstor.org/stable/2563826

1. Sinh viên nghiên cứu, ngành Kiến Trúc và Thiết Kế Đô Thị Thông Minh, Viện Đô Thị Thông Minh và Quản Lý, Đại học Kinh Tế TP HCM, Việt Nam. [↑](#footnote-ref-1)
2. Tiến sĩ, Giảng viên lâu năm, Trưởng nhóm về Đánh Giá Rủi Ro, Tính Toán Tối Ưu và Quản Lý Hạ Tầng Đô Thị, Viện Đô Thị Thông Minh và Quản Lý, Đại học Kinh Tế TP HCM, Việt Nam. [↑](#footnote-ref-2)
3. “Hạ Tầng Xám” là các công trình hạ tầng và xây dựng sử dụng chủ yếu các vật liệu xám như bê tông, thép, gạch, gỗ. Các công trình xám có thể có các yếu tố xanh trong đó, nhưng về bản chất chỉ với mục đích tạo cảnh quan.  [↑](#footnote-ref-3)
4. “Hạ Tầng Xanh” là các công trình hạ tầng sử dụng cây và các yếu tố hỗ trợ cho thiên nhiên như hồ, ao. Các công trình xanh này có những bộ phận dùng vật liệu xám, nhưng bản chất và mục đích của công trình xanh không chỉ tạo ra không gian mà còn có mục đích giảm thiểu rủi ro. [↑](#footnote-ref-4)
5. Cơ sở hạ tầng xanh - mặt nước (blue infrastructure): đề cập đến một mạng lưới các hệ thống nước tự nhiên hoặc nhân tạo được thiết kế để quản lý tài nguyên nước một cách bền vững. [↑](#footnote-ref-5)
6. Vườn mưa là dạng vườn có khả năng hấp thụ nước mưa rơi xuống các bề mặt cứng gần đó và chảy vào hệ thống chứa nước, thay vì chảy vào cống thoát. [↑](#footnote-ref-6)
7. Tác nhân ứng suất: Thực thể sinh hoá lý có thể gây ra những tác hại lên hệ sinh thái hay sức khoẻ con người. [↑](#footnote-ref-7)
8. Hệ thống thông tin địa lý GIS (viết tắt của Geographic Information Systems): là một hệ thống máy tính được sử dụng nhằm thu thập, lưu trữ, kiểm tra và hiển thị dữ liệu liên quan đến các vị trí trên bề mặt Trái đất. GIS có thể hiển thị nhiều loại dữ liệu khác nhau trên một bản đồ. Chẳng hạn các dữ liệu và hình ảnh đường phố, tòa nhà, thảm thực vật,… [↑](#footnote-ref-8)
9. Nghiên cứu định tính là phương pháp thu thập các thông tin và dữ liệu dưới dạng ‘phi số’ để có được các thông tin chi tiết về đối tượng nghiên cứu, khảo sát hoặc điều tra - gọi chung là "đối tượng nghiên cứu" nhằm phục vụ mục đích phân tích hoặc đánh giá chuyên sâu. Các thông tin này thường được thu thập thông qua phỏng vấn, quan sát trực tiếp hay thảo luận nhóm tập trung sử dụng câu hỏi mở, và thường được áp dụng trong trường hợp mẫu nghiên cứu nhỏ, có tính tập trung. [↑](#footnote-ref-9)
10. Nghiên cứu định lượng là phương pháp thu thập các thông tin và dữ liệu dưới dạng số học, số liệu có tính chất thống kê để có được những thông tin cơ bản, tổng quát về đối tượng nghiên cứu nhằm phục vụ mục đích thống kê, phân tích; hay nói cách khác là lượng hóa việc thu thập và phân tích dữ liệu. Các thông tin, dữ liệu thường được thu thập thông qua khảo sát sử dụng bảng hỏi trên diện rộng và thường được áp dụng trong trường hợp mẫu nghiên cứu lớn. [↑](#footnote-ref-10)
11. Khảo sát thực địa là một phương pháp thu [thập dữ liệu](https://www.questionpro.com/blog/qualitative-data/) [định tính](https://www.questionpro.com/blog/qualitative-research-methods/) với mục đích quan sát, tương tác và hiểu con người khi họ ở trong môi trường tự nhiên. Các nhà nghiên cứu có thể tiến hành khảo sát thực địa bằng cách phỏng vấn hoặc quan sát mọi người từ xa để hiểu cách họ cư xử trong môi trường xã hội và cách họ phản ứng với các tình huống xung quanh. [↑](#footnote-ref-11)
12. SACS được sử dụng để ước tính mức độ phong phú của loài cho một môi trường sống cụ thể, với các phương pháp kỹ thuật khác nhau dựa trên các giả định và phương pháp tiếp cận khác nhau. [↑](#footnote-ref-12)