ĐÁNH GIÁ CHỈ SỐ NHÌN THẤY BẦU TRỜI (SKY VIEW FACTOR – SVF) BẰNG PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG VÀ THỰC ĐỊA – TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI KHU PHỐ DU LỊCH AN THƯỢNG, ĐÀ NẴNG

ASSESSING THE SKY VIEW FACTOR (SVF) USING SIMULATION AND FIELDWORK: A CASE STUDY OF AN THUONG TOURIST AREA, DA NANG

Huỳnh Viết Mãi[1], Trần Nhân Ái[1], Vương Trị An[1], Trần Quốc Anh[1], Nguyễn Ngọc Vũ Long[2]

[1]23KT1, [2]24KT2 – Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng; miiduuha02@gmail.com

GVHD: TS. KTS. Lưu Thiên Hương

Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng

Tóm tắt - Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng, khu phố du lịch An Thượng, Đà Nẵng đang đối mặt với sự gia tăng mật độ các dãy nhà cao tầng sát nhau. Sự biến đổi này gây nên cảm giác chật hẹp và bức bối về thị giác. Hiện nay, việc đánh giá độ "thông thoáng" của không gian đường phố chủ yếu vẫn dựa trên cảm nhận chủ quan, thiếu các cơ sở dữ liệu kỹ thuật đồng bộ phục vụ công tác quy hoạch. Do đó, việc ứng dụng chỉ số nhìn thấy bầu trời - Sky View Factor (SVF) để định lượng khả năng nhìn thấy bầu trời tại tầm mắt người đi bộ là vô cùng cần thiết. Nghiên cứu này không chỉ giúp chuyển hóa cảm nhận thị giác thành dữ liệu hình học chính xác thông qua mối liên hệ với tỷ lệ chiều cao/khoảng cách công trình (H/W), mà còn xác lập căn cứ khoa học quan trọng cho việc đề xuất các nguyên tắc thiết kế không gian phố thoáng đãng và bền vững tại khu vực.

Từ khóa – *Chỉ số nhìn thấy bầu trời, Tỷ lệ chiều cao/khoảng cách công trình, Khả năng nhìn thấy bầu trời, Tầm mắt người đi bộ, đô thị hóa, khu phố du lịch An Thượng*

Abstract - In the context of rapid urbanization, the An Thuong tourist area in Da Nang is experiencing a surge in high density building clusters. This transformation often leads to a sense of spatial enclosure and visual discomfort. Currently, evaluating the "openness" of streetscapes relies heavily on subjective perception, lacking synchronized technical data for urban planning. Therefore, it is essential to apply the Sky View Factor (SVF) index to quantify sky visibility at the pedestrian eye level. By establishing the correlation between SVF and the Height-to-Width ratio (H/W), this study transforms visual perception into precise geometric data. Ultimately, the research provides a scientific foundation for proposing design principles to create airy and sustainable urban spaces in the area.

Key words - *Sky View Factor (SVF), Height-to-Width ratio (H/W), Sky visibility, Pedestrian level, Urbanization, An Thuong tourist area*

1. Đặt vấn đề

Quá trình đô thị hóa tại thành phố Đà Nẵng với sự gia tăng mật độ công trình cao tầng đã làm biến đổi cấu trúc hình thái đô thị. Tại khu phố du lịch An Thượng, một khu vực dịch vụ lưu trú trọng điểm gần bãi biển Mỹ Khê, sự xuất hiện của các tổ hợp khách sạn và căn hộ mật độ cao đã tác động trực tiếp đến không gian đường phố. Thông thường, xu hướng này dẫn đến việc giới hạn tầm nhìn và suy giảm tiện nghi thị giác. Tuy nhiên, kết quả khảo sát thực địa cho thấy không gian đường phố tại đây vẫn duy trì được cảm nhận về độ thông thoáng, bất chấp các chỉ số về mật độ và chiều cao công trình.

Nghiên cứu đặt ra giả thuyết rằng mô hình "không gian chia sẻ", thông qua việc đồng nhất cao độ mặt cắt ngang giữa lòng đường và vỉa hè, đã cho phép người đi bộ tiếp cận trục trung tâm đường phố. Sự thay đổi vị trí quan sát này giúp gia tăng khoảng cách đến các ranh giới kiến trúc, từ đó tối ưu hóa chỉ số nhìn thấy bầu trời (Sky View Factor - SVF).

Hiện nay, các công cụ quản lý quy hoạch tại Việt Nam chủ yếu tập trung vào các chỉ tiêu hình học hai chiều (mật độ xây dựng, lộ giới, khoảng lùi), gây hạn chế trong việc kiểm soát chất lượng không gian ba chiều. Trong khi đó, chỉ số SVF đã được khẳng định là công cụ hiệu quả để định lượng chất lượng không gian và tiện nghi nhiệt đô thị trong các nghiên cứu quốc tế. Do đó, việc ứng dụng SVF để đánh giá khả năng tiếp cận bầu trời tại tầm mắt người đi bộ tại khu vực An Thượng là cần thiết. Nghiên cứu tập trung xác lập mối tương quan giữa các thông số hình học đô thị (tỷ lệ H/W) và giá trị SVF thực tế, nhằm cung cấp cơ sở dữ liệu định lượng cho việc tối ưu hóa các quy định thiết kế đô thị và đảm bảo tiện nghi thị giác trong các khu vực phát triển mật độ cao.

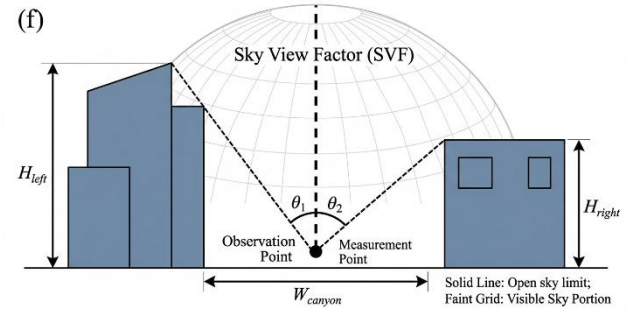
2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Tổng quan về chỉ số nhìn thấy bầu trời - Sky View Factor (SVF) trong đánh giá vi khí hậu và hình thái đô thị

Chỉ số Sky View Factor (SVF) là một thông số hình học quan trọng dùng để định lượng đặc điểm hình thái không gian và đánh giá chất lượng thị giác đô thị. SVF xác định tỷ lệ giữa phần bầu trời nhìn thấy được từ một điểm quan sát so với toàn bộ bán cầu bầu trời (Johnson & Watson, 1984; Fujiwara et al., 2024). Giá trị SVF dao động trong khoảng từ 0 đến 1. Trong đó, giá trị 1 đại diện cho một không gian hoàn toàn mở không có vật cản, và giá trị 0 biểu thị một vị trí bị che chắn hoàn toàn. Chỉ số này không chỉ phản ánh mức độ thông thoáng mà còn tương quan mật thiết với tâm lý người sử dụng, ảnh hưởng đến cảm nhận về quy mô không gian và tiện nghi thị giác (Görgül, E., & Yıldız Özkan, D., 2024; Shi, S., et al, 2014). Việc duy trì giá trị SVF tối ưu giúp giảm bớt cảm giác bị bao vây, cải thiện chất lượng thẩm mỹ và tăng cường khả năng đi bộ (Arif, V., Yola, L.,2022).

Về mặt tính toán, nghiên cứu này ưu tiên áp dụng phương pháp của Holmer et al. (2001) thay vì mô hình hình học thuần túy của Johnson và Watson (1984). Phương pháp Holmer áp dụng trọng số ưu tiên cho vùng đỉnh đầu (Zenith), phản ánh chính xác hơn cơ chế quang học và cảm

nhận thị giác thực tế, nơi các vật cản gần đường chân trời (Horizon) có tác động tâm lý khác biệt so với khoảng hở tại đỉnh trời. Hơn nữa, việc sử dụng phương pháp này đảm bảo tính đồng bộ khi kết nối với các công cụ mô phỏng tiên tiến hiện nay như RayMan hoặc ENVI-met.

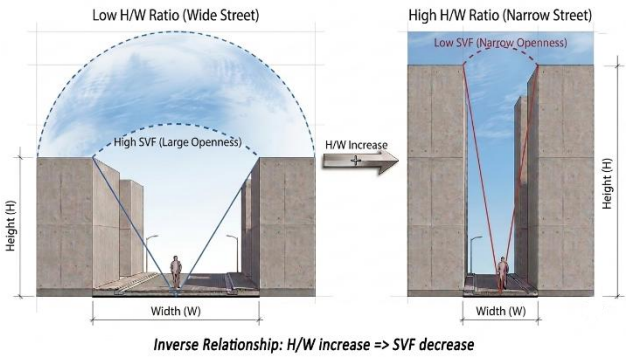


Hình 1: Minh họa cách xác định chỉ số SVF

2.2. Mối liên hệ giữa chỉ số SVF và tỷ lệ H/W

Cấu trúc hình học của các hẻm vực đô thị, được xác định bởi tỷ lệ H/W, là nhân tố chính quyết định giá trị của Chỉ số nhìn thấy bầu trời SVF. Việc xem xét đồng thời tỷ lệ H/W và SVF là yêu cầu tiên quyết để xác lập các ưu tiên thiết kế cho không gian công cộng nhạy cảm với môi trường (Oke, T. R., 1981; Solanki, P., 2025). Khi tỷ lệ H/W tăng lên tương ứng với việc gia tăng chiều cao công trình hoặc thu hẹp chiều rộng đường phố, lúc đó, giá trị SVF sẽ giảm mạnh do sự gia tăng vật cản đối với vòm trời (Klemm, W. et al., 2015).

Tác động của SVF và H/W đến tiện nghi nhìn được thể hiện qua sự cân bằng giữa độ mở không gian và cường độ ánh sáng. Các khu vực có giá trị SVF quá cao (tương ứng với tỷ lệ H/W thấp), chẳng hạn như các quảng trường lớn, thường dẫn đến sự khó chịu về thị giác do độ chói quá mức và sự thiếu hụt cảm giác bao quanh (Yarmoradi, M. & Nasrollahi, N., 2025). Ngược lại, trong các cấu trúc đô thị mật độ cao với tỷ lệ H/W lớn, các chiến lược che chắn không chỉ hỗ trợ cải thiện điều kiện nhiệt mà còn cung cấp tiện nghi nhìn bằng cách giảm thiểu bức xạ trực tiếp và độ chói, mặc dù chúng có thể làm gia tăng cảm giác bị vây bủa (Yang, L. et al., 2023).



Hình 2: Mối liên hệ giữa chỉ số SVF và tỷ lệ H/W

Sự hiện diện của các yếu tố tự nhiên như cây xanh, dù làm giảm chỉ số SVF hình học, lại đóng góp tích cực vào sự phục hồi tâm lý thông qua trải nghiệm thị giác về cảnh quan (Klemm, W. et al., 2015). Do đó, việc tối ưu hóa mối quan hệ giữa tỷ lệ H/W và SVF không chỉ đơn thuần là bài toán về vật lý kiến trúc mà còn là việc xác lập một môi trường thị giác hài hòa, giúp giảm bớt cảm giác bức bách trong các không gian hẹp và cải thiện chất lượng thẩm mỹ tổng thể của trục đường phố.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng phương pháp tiếp cận đa chiều nhằm định lượng tác động của hình thái đô thị đến tiện nghi thị giác, thông qua quy trình thực nghiệm tích hợp gồm ba giai đoạn: mô phỏng lý thuyết, đo đạc thực địa và khảo sát cảm nhận người dùng.

- *Xây dựng mô hình mô phỏng và xác lập chỉ số SVF lý thuyết:*

Giai đoạn đầu tập trung vào việc thiết lập hệ quy chiếu cơ sở về khối tích kiến trúc bằng phần mềm SketchUp. Tại mỗi tuyến đường, một điểm đo đại diện được xác định với bán kính tính toán 50 m. Mô hình này loại bỏ các yếu tố phi kiến trúc (cây xanh, biển hiệu, vật dụng tạm thời) để tập trung phân tích ảnh hưởng thuần túy của hình khối công trình. Chỉ số SVF lý thuyết được trích xuất thông qua plugin Sky View Analysis với thông số vòm 50.000 mm và mật độ lưới 700 để đảm bảo độ phân giải dữ liệu. Để tối ưu hóa tính xác thực, mô hình được hiệu chuẩn dựa trên dữ liệu thực địa tại cao độ 1,5 m (tương ứng tầm mắt người đi bộ), đảm bảo sự trùng khớp về vị trí và quy mô khối tích giữa môi trường ảo và hiện trạng.

- *Thu thập dữ liệu hiện trạng và trích xuất chỉ số SVF thực tế:*

Dữ liệu thực địa được thu thập bằng máy ảnh DSLR Canon EOS 6D, kết hợp ống kính Sigma 15mm f/2.8 EX DG Diagonal Fisheye tại cao độ 1,5 m. Do đặc tính góc nhìn 180° theo đường chéo, nghiên cứu tiến hành chụp từ 4 đến 6 khung hình tại mỗi điểm, sau đó hợp nhất bằng phần mềm Hugin để tạo ảnh bán cầu (Hemispherical Fisheye) hoàn chỉnh. Chỉ số SVF thực tế được tính toán thông qua phần mềm Sky View Factor Calculator. Sai lệch giữa chỉ số SVF thực tế và lý thuyết được sử dụng làm cơ sở định lượng mức độ đóng góp của cây xanh và các chi tiết kiến trúc phụ trợ vào hiệu quả che chắn tầm nhìn.

- *Khảo sát cảm nhận thị giác của người đi bộ:*

Cuối cùng, một khảo sát định tính được thực hiện với 50 sinh viên chuyên ngành Kiến trúc (năm thứ 2 và thứ 3). Việc lựa chọn nhóm đối tượng có kiến thức chuyên môn về không gian nhằm đảm bảo tính chính xác và khách quan cho các đánh giá về tiện nghi thị giác. Người tham gia quan sát ảnh mắt cá thực tế và đánh giá mức độ tiện nghi theo các thang đo định sẵn. Kết quả khảo sát được phân tích thống kê và đối chiếu với dữ liệu định lượng từ hai giai đoạn trước, nhằm xác định ngưỡng SVF tối ưu và đánh giá vai trò của yếu tố tự nhiên trong việc cải thiện chất lượng không gian đô thị.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu tập trung phân tích và định lượng hai biến số hình thái đô thị cốt lõi nhằm xác lập mối tương quan với tiện nghi thị giác của người đi bộ:

- Chỉ số Sky View Factor (SVF): SVF được khảo sát và đối chiếu dựa trên hai kịch bản biến thiên: (1) SVF lý thuyết, trích xuất từ mô hình mô phỏng chỉ bao gồm các cấu trúc kiến trúc cố định; và (2) SVF thực tế, được đo đạc trực tiếp tại hiện trường, có tính đến tác động của các thành phần phi kiến trúc (hệ thống cây xanh, biển hiệu và vật che chắn tạm thời). Việc phân tách này nhằm định lượng mức độ đóng góp của từng thành phần môi trường xây dựng đối với sự suy giảm độ mở bầu trời.

- Tỷ lệ H/W (Height-to-Width Ratio): Được xác định dựa trên chiều cao công trình (H) và chiều rộng không gian đường phố (W - bao gồm lòng đường và vỉa hè). Tỷ lệ H/W đóng vai trò là biến số độc lập để thiết lập mối liên hệ trực tiếp với chỉ số SVF. Thông qua việc khảo sát các kịch bản H/W khác nhau, nghiên cứu hướng tới xác định ngưỡng giới hạn hình học tối ưu, nơi sự cân bằng giữa mật độ xây dựng và độ mở không gian đảm bảo tiện nghi thị giác cao nhất cho người sử dụng.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

Khu vực khảo sát được xác lập tại khu phố du lịch An Thượng, quận Ngũ Hành Sơn, thành phố Đà Nẵng. Phạm vi nghiên cứu cụ thể tập trung vào hai trục đường song song là An Thượng 3 và An Thượng 4 (Hình 3).



Hình 3: Phạm vi khảo sát và nghiên cứu

Việc lựa chọn hai tuyến phố này dựa trên các tiêu chí phương pháp luận sau:

- Tính tương đồng về hình thái: Hai tuyến phố sở hữu cấu trúc không gian và tính chất đô thị tương đồng, tạo điều kiện thuận lợi cho việc kiểm soát các biến số ngoại lai trong quá trình thực nghiệm. Sự khác biệt về mật độ tòa nhà cao tầng giữa hai trục đường được đánh giá là không quá cách biệt về mặt hình khối tổng thể.

- Sự ổn định của chỉ số SVF cơ sở: Kết quả đo đạc sơ bộ cho thấy chỉ số SVF lý thuyết tại các điểm khảo sát trên hai tuyến phố có sự chênh lệch thấp. Sự tương đồng về giá trị SVF lý thuyết cho phép nghiên cứu tập trung phân tích sâu hơn vai trò của các yếu tố phi kiến trúc trong việc điều tiết tiện nghi thị giác, từ đó đưa ra các đánh giá khách quan về chất lượng không gian đô thị tại khu vực.

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Phân tích chỉ số SVF lý thuyết qua mô hình mô phỏng

Hình 4 và 5 trình bày kết quả mô hình hóa các công trình dọc tuyến An Thượng 3 và 4 trên nền tảng SketchUp. Mục tiêu trọng tâm của giai đoạn này là tái lập khối tích kiến trúc cố định và cô lập các biến số cảnh quan để xác lập giá trị SVF lý thuyết. Các công trình đặc thù (khách sạn cao tầng, căn hộ dịch vụ) được dựng chính xác về cao độ (H) và khoảng lùi dựa trên dữ liệu đo đạc thực tế.

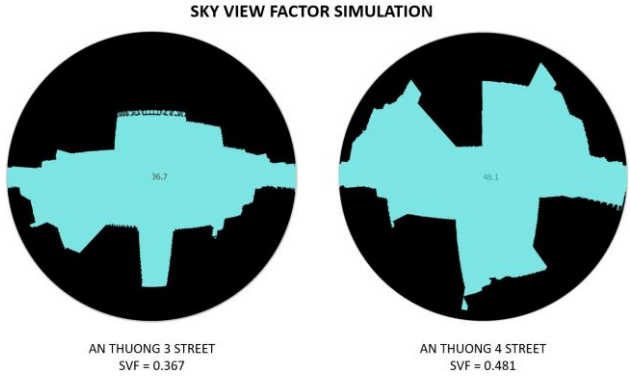


Hình 4: Mô phỏng các công trình dọc hai bên đường An Thượng 3



Hình 5: Mô phỏng các công trình dọc hai bên đường An Thượng 4

Kết quả mô phỏng cho thấy sự khác biệt tương đối về hình thái giữa hai tuyến phố. Đường An Thượng 3 thể hiện cấu trúc hẻm vực đô thị điển hình. Sự chiếm ưu thế của các khối khách sạn cao tầng tạo nên một mặt đứng liên tục, ít khoảng hở, dẫn đến chỉ số SVF lý thuyết thấp ở mức 0,367 (Hình 6). Trong khi đó, đường An Thượng 4 cho thấy sự đan xen giữa các khối tích cao tầng và thấp tầng. Nhịp điệu mặt đứng thay đổi linh hoạt giúp gia tăng đáng kể diện tích bầu trời nhìn thấy, với chỉ số SVF ghi nhận đạt 0,481 (Hình 6).



Hình 6: Kết quả mô phỏng chỉ số SVF tại đường An Thượng 3 và An Thượng 4 bằng Plugin Sky View Analysis

Table 1 trình bày các thông số liên quan đến việc xác định tỷ lệ chiều cao công trình trên bề rộng đường phố (H/W) và các chỉ số SVF lý thuyết. Trong đó, để đảm bảo tính đại diện của dữ liệu, nghiên cứu sử dụng phương pháp tính chiều cao trung bình theo trọng số chiều dài mặt tiền. Cách tiếp cận này giúp phản ánh chính xác tác động của khối tích kiến trúc dọc tuyến, đảm bảo các công trình có mặt tiền rộng, vốn có ảnh hưởng lớn hơn đến thị giác, được ưu tiên trong kết quả trung bình thay vì phương pháp tính cộng dồn đơn thuần.

Công thức tính chiều cao trung bình theo trọng số chiều dài mặt tiền:

$$H_{side} = [(H_1 \times L_1) + (H_2 \times L_2) + ... + (H_n \times L_n)] / L_{total}$$

Trong đó:

H_{side}: Chiều cao trung bình của một bên đường (m)

H_1, H_2...: Chiều cao của từng công trình riêng lẻ (m)

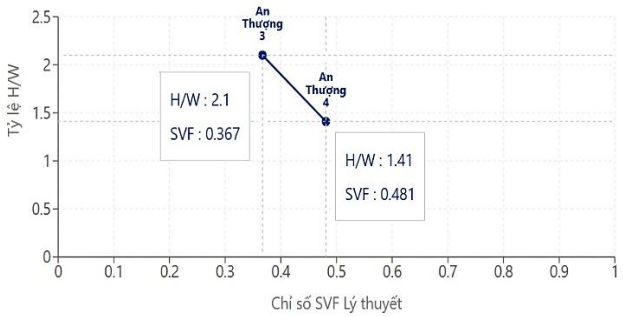
L_1, L_2...: Chiều dài mặt tiền của từng công trình tương ứng (m)

L_{total}: Tổng chiều dài đoạn đường khảo sát

Bảng 1: Chỉ số SVF lý thuyết và các thông số cấu thành tỷ lệ H/W

Tuyến đường	Bề rộng đường (m)	Chiều cao trung bình bên trái đường	Chiều cao trung bình bên phải đường	Tỷ lệ H/W	SVF lý thuyết
An Thuong 3	11	24.2	21.9	2.10	0.367
An Thuong 4	11	11.6	19.4	1.41	0.481

Để phân tích tương quan định lượng giữa hình thái kiến trúc và độ mở bầu trời, nghiên cứu đã thiết lập biểu đồ biến thiên chỉ số SVF theo tỷ lệ H/W đặc trưng (Hình 7). Kết quả cho thấy xu hướng nghịch biến rõ rệt: khi tỷ lệ H/W tăng khoảng 49% (từ 1,41 ở đường An Thượng 4 lên 2,10 ở đường An Thượng 3) thì chỉ số SVF lý thuyết giảm tương ứng 23,7% (tương ứng từ 0,481 xuống 0,367). Biểu đồ này đóng vai trò như một đường cơ sở về cấu trúc hình khối, hỗ trợ việc phân tách ảnh hưởng của khối tích công trình cố định khỏi các tác động phi kiến trúc tại hiện trường như tán cây hoặc vật dụng đường phố. Mặc dù phạm vi khảo sát hiện tại còn giới hạn về số lượng mẫu, kết quả bước đầu đã cung cấp một khung tham chiếu định lượng khả thi cho khu vực. Các nghiên cứu chuyên sâu tiếp theo sẽ mở rộng quy mô dữ liệu trên nhiều loại hình cấu trúc đô thị khác nhau nhằm củng cố tính khái quát và độ tin cậy của mô hình dự báo.



Hình 7: Biểu đồ tương quan giữa chỉ số SVF và tỷ lệ H/W

4.2. Kết quả thực địa

Khác với mô hình lý thuyết, dữ liệu thực địa ghi nhận một môi trường thị giác phức tạp do đặc thù của khu phố du lịch mật độ cao. Sự hiện diện dày đặc của các thành phần phi kiến trúc (cây xanh, biển hiệu, hệ thống bạt che và dù di động) đã hình thành một "lớp che phủ phụ trợ", trực tiếp làm sụt giảm chỉ số SVF thực tế tại tầm mắt người đi bộ so với kịch bản lý tưởng, đặc biệt tại các khu vực kinh doanh sầm uất.



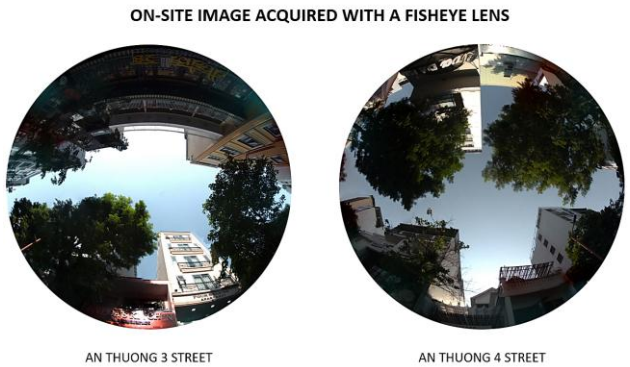
Hình 8: Đường An Thượng 3 vào thời điểm năm 2020 (Google street map) và 2026



Hình 9: Đường An Thượng 4 vào thời điểm năm 2020 (Google street map) và 2026

Về mặt hình thái, cả hai tuyến đường đều vận hành theo mô hình "đường chung cote", nơi không có sự phân tách cao độ giữa vỉa hè và lòng đường. Đặc điểm này cho phép người đi bộ di chuyển linh hoạt trên toàn bộ bề rộng mặt đường. Đáng chú ý, khu vực này được chuyển đổi thành phố đi bộ, nên các phương tiện cơ giới bị hạn chế một phần. Việc người quan sát có thể tiếp cận vị trí trục trung tâm đường, nơi có giá trị SVF cao nhất, đã cải thiện đáng kể cảm nhận về độ thông thoáng mặc dù mật độ xây dựng không thay đổi.

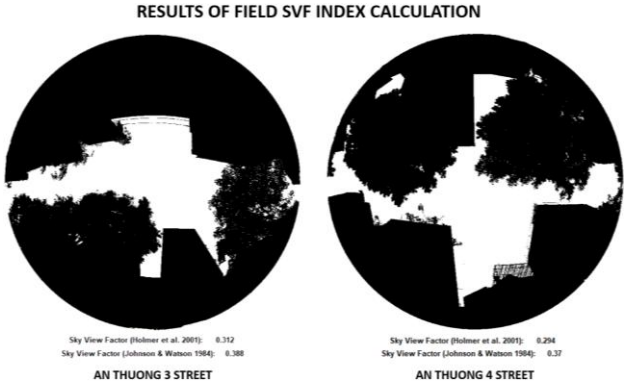
Hình 10 cung cấp hình ảnh bán cầu (Hemispherical Fisheye) tại đường An Thượng 3 và 4. Những hình ảnh này sẽ được đưa vào phần mềm Sky View Factor Calculator để tính toán ra chỉ số nhìn thấy bầu trời SVF.



Hình 10: Hình ảnh Hemispherical Fisheye tại đường An Thượng 3 và An Thượng 4

Theo cách tính của Holmer et al. (2001), chỉ số SVF thực tế lần lượt tại An Thượng 3 và 4 là 0.312 và 0.294. Đối chiếu kết quả giữa mô phỏng và thực địa cho thấy sự sụt giảm diện tích bầu trời nhìn thấy được tại cả hai tuyến đường khảo sát, tuy nhiên biên độ biến động có sự khác biệt đáng kể.

Cụ thể, tại tuyến An Thượng 3, chỉ số SVF thực tế đạt 0.312, thấp hơn 0.055 so với giá trị lý thuyết (0.367). Điều này đồng nghĩa với việc các yếu tố phi kiến trúc đã chiếm mất 5.5% tổng diện tích vòm trời nhìn thấy được từ điểm quan sát. Trong khi đó, tại tuyến An Thượng 4, mức độ sụt giảm diễn ra nghiêm trọng hơn với hiệu số tuyệt đối lên tới 0.187 (giảm từ 0.481 xuống còn 0.294). Như vậy, có tới 18.7% diện tích bầu trời tiềm năng, vốn được giải phóng nhờ các khoảng lùi và cao độ công trình hợp lý, đã bị che khuất hoàn toàn bởi hệ thống vật cản thứ cấp tại hiện trường.



Hình 11: Kết quả tính toán chỉ số SVF thực tế bằng phần mềm Sky View Factor Calculator

Khi phân tích thông qua tỷ lệ sụt giảm tương đối, nghiên cứu nhận diện được mức độ xâm lấn của các yếu tố phi kiến trúc đối với tiện nghi thị giác. Tại An Thượng 3, tỷ lệ sụt giảm dừng lại ở mức 15.0%, cho thấy cấu trúc hình thái đô thị với tỷ lệ H/W lớn đã đóng vai trò chủ đạo trong việc định hình không gian, khiến các vật cản phụ trợ ít gây biến động đến chỉ số SVF tổng thể. Ngược lại, một nghịch lý đáng chú ý xuất hiện tại An Thượng 4 khi tỷ lệ sụt giảm tương đối lên tới 38.9%. Con số này phản ánh một thực trạng tiêu cực, gần 40% lượng bầu trời mở ra cho người đi bộ đã bị triệt tiêu bởi sự thiếu kiểm soát trong việc bố trí biển hiệu, mái che và mật độ cây xanh tầng thấp.

Kết quả này khẳng định rằng: tại các khu vực có tiềm năng thông thoáng cao (H/W thấp), nếu thiếu các quy định quản lý vật cản phụ trợ, hiệu quả của các giải pháp quy hoạch kiến trúc sẽ bị vô hiệu hóa, dẫn đến chất lượng không gian thực tế thấp hơn cả các khu vực có mật độ xây dựng cao.

4.3. Phân tích tương quan giữa chỉ số SVF kỹ thuật và cảm nhận thị giác

Nhằm thiết lập cơ sở khoa học cho việc đánh giá tiện nghi thị giác tại khu vực An Thượng, nghiên cứu đã tiến hành khảo sát thực nghiệm dựa trên 5 mẫu ảnh bán cầu (fisheye) đại diện cho các dải giá trị SVF biến thiên từ 0,184 đến 0,97. Người tham gia được yêu cầu đánh giá mức độ tiện nghi dựa trên các kịch bản không gian tương ứng (Mẫu khảo sát xem phụ lục đính kèm).

Bảng 2: Kết quả khảo sát mức độ thoải mái của người dùng dựa trên trên 5 mẫu ảnh bán cầu

	Mức đánh giá	Mẫu 1 SVF = 0.184 (%)	Mẫu 2 SVF = 0.246 (%)	Mẫu 3 SVF = 0.481 (%)	Mẫu 4 SVF = 0.68 (%)	Mẫu 5 SVF= 0.97 (%)
1	Rất khó chịu	36	4	2	10	26
2	Hơi khó chịu	34	18	10	28	18
3	Bình thường	24	46	43	34	20
4	Khá dễ chịu	4	22	29	24	18
5	Rất dễ chịu	2	10	16	4	18

Ngưỡng giới hạn dưới (SVF < 0.2): Kết quả tại Mẫu 1 (SVF = 0.184) phản ánh giới hạn chịu đựng của thị giác trong môi trường đô thị nén cao độ. Với cấu trúc hẻm vực đặc, 70% đối tượng phản hồi tiêu cực (36% rất khó chịu và 34% hơi khó chịu). Chỉ số SVF dưới ngưỡng 0.2 gây ra hiệu ứng bao vây tầm nhìn, tạo áp lực tâm lý đáng kể cho người đi bộ. Chỉ có vỏn vẹn 2% cảm thấy rất dễ chịu, cho thấy các không gian có đặc điểm hình thái tương tự Mẫu 1 hoàn toàn thất bại trong việc cung cấp tiện nghi thị giác, tạo ra hiệu ứng "giam cầm" tầm nhìn và gây áp lực tâm lý nặng nề cho người đi bộ.

Ngưỡng giới hạn chấp nhận được (SVF ≈ trên 0.2 – dưới 0.4): Mẫu 2 (SVF = 0.246) được ghi nhận rằng tỷ lệ Rất khó chịu sụt giảm mạnh, chỉ còn 4% (so với 36% ở Mẫu 1). Ngược lại, mức độ Bình thường đạt 46% và Khá dễ chịu đạt 22%.

Ngưỡng cân bằng tối ưu (SVF ≈ 0.4 – 0.5): Mẫu 3 (SVF = 0.48) ghi nhận mức độ phản hồi tích cực nhất với 45% đánh giá dễ chịu/rất dễ chịu và 43% đánh giá bình thường. Đây được xác định là ngưỡng cân bằng lý tưởng giữa độ mở bầu trời và cảm giác bao quanh không gian.

Hiệu ứng bão hòa (SVF > 0.6): Nghiên cứu nhận diện hiện tượng bão hòa khi chỉ số SVF vượt quá 0.6. Tại Mẫu 4 (SVF 0.68) và Mẫu 5 (SVF 0.97), mức độ không hài lòng tăng trở lại (lần lượt là 38% và 44%). Hiện tượng này có thể được lý giải bởi sự thiếu hụt các thành phần bao che, gây ra hiệu ứng chói sáng và làm giảm cảm giác an toàn trong không gian đô thị.

Nghịch lý giữa đường An Thượng 3 và An thượng 4: Sự khác biệt giữa vật cản "cứng" và vật cản "mềm".

Sự khác biệt giữa đường An Thượng 3 và An Thượng 4 làm rõ vai trò của các thành phần che chắn. Tại An Thượng 3 (SVF thực tế 0.312), mặc dù tiệm cận ngưỡng "Bình thường", nhưng do cấu trúc hình thái là các khối đặc cao tầng (H/W lớn), người đi bộ được dự báo vẫn sẽ cảm thấy áp lực thị giác nhất định so với các không gian có cây xanh.

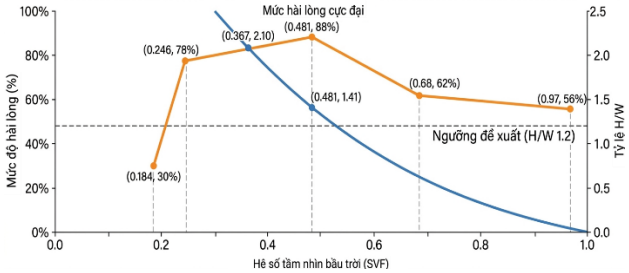
Ngược lại, tại An Thượng 4, dù chỉ số SVF thực tế bị kéo xuống mức 0.294 do tác động của vật cản phi kiến trúc (cây xanh, dù che), nhưng phản hồi tiêu cực lại thấp hơn nhiều so với các khu vực có cấu trúc hẻm đặc. Dữ liệu tại Mẫu 2 (SVF 0.246 - có sự hiện diện của cây xanh) cho thấy chỉ có 4% cảm thấy "Rất khó chịu", thấp hơn đáng kể so với Mẫu 1 (36%).

Kết quả này chứng minh rằng các thành phần cảnh quan "mềm" có khả năng lọc tầm nhìn và tạo ra trạng thái tâm lý

dễ chịu hơn so với các bề mặt bê tông đặc, ngay cả khi có chỉ số SVF tương đương. Điều này gợi ý rằng trong mô hình đường phố chia sẻ không gian, người dùng ưu tiên ngưỡng SVF trung bình (0.3 – 0.5) kết hợp với sự hiện diện của các yếu tố tự nhiên hơn là sự thông thoáng tuyệt đối.

Xác định các ngưỡng tỷ lệ H/W và SVF tối ưu cho thị giác của người đi bộ

Việc thiết lập các ngưỡng thiết kế dựa trên điểm giao thoa giữa dữ liệu khảo sát tâm lý và mô hình hình thái đô thị (Hình 12) xác lập các giá trị tới hạn sau:



Hình 12: Mô hình Bù đắp Quy hoạch: Tâm lý và Hình thái

Kết quả khảo sát tâm lý cho thấy mức độ hài lòng cao nhất đạt được tại chỉ số SVF 0.481, với 88% người đi bộ phản hồi tích cực. Theo đường tương quan hình thái trong điều kiện lý tưởng (không có vật cản phi kiến trúc), giá trị này tương ứng chính xác với tỷ lệ H/W = 1.41.

Tuy nhiên, dữ liệu thực địa cho thấy sự hiện diện của cây xanh và các yếu tố phi kiến trúc làm sụt giảm chỉ số SVF thực tế từ 15% đến 38,9%. Để duy trì được trạng thái hài lòng tối ưu (SVF ~0.48) sau khi tính đến sự phát triển của cây xanh, nghiên cứu đề xuất một "biên độ bù đắp" từ 20-30%. Do đó, ngưỡng quản lý quy hoạch công trình được đề xuất là H/W = 1.2 (thay vì ngưỡng kỹ thuật 1.41). Việc thiết lập một không gian hình khối thông thoáng hơn mức yêu cầu giúp tạo ra không gian cho hệ thống cảnh quan. Khi cây xanh phát triển, chúng đóng vai trò là bộ lọc thị giác, kéo cảm nhận thực tế từ điểm quy hoạch hình khối (H/W 1.2) về đúng vùng hài lòng tối ưu (tương đương SVF 0.48).

Dữ liệu chứng minh rằng các yếu tố tự nhiên có khả năng bù đắp tâm lý vượt trội. Sự hiện diện của cây xanh giúp giảm tỷ lệ đánh giá "Rất khó chịu" xuống chỉ còn 4%, thấp hơn đáng kể so với mức 36% tại các không gian hẻm phố bê tông có cùng độ thông thoáng. Điều này khẳng định việc ưu tiên nới rộng khoảng cách công trình (H/W thấp) để nhường chỗ cho cây xanh là giải pháp tối ưu cho tiện nghi thị giác đô thị.

5. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu xác nhận rằng chỉ số SVF là một công cụ định lượng ưu việt hơn so với các chỉ số hình học 2D truyền thống trong việc kiểm soát chất lượng không gian đô thị 3D. Kết quả khảo sát và đo đạc chứng minh rằng thị giác của người đi bộ không chỉ phụ thuộc vào các thông số hình học tĩnh (H/W) mà còn chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi các vật cản phi kiến trúc và mô hình chuyển động. Tỷ lệ H/W và chỉ số SVF thể hiện mối quan hệ nghịch biến rõ rệt: khi tỷ lệ H/W tăng 49% (từ 1.41 lên 2.10), chỉ số SVF giảm tương ứng 23.7% (từ 0.481 xuống 0.367).

Đáng chú ý, các yếu tố "mềm" như cây xanh có khả năng bù đắp tâm lý vượt trội; dữ liệu cho thấy sự hiện diện của cây xanh giúp giảm tỷ lệ đánh giá "Rất khó chịu" xuống chỉ còn 4%. Tuy nhiên, sự sụt giảm SVF thực tế lên đến 38.9% do vật cản phi kiến trúc tại An Thượng 4 đã cho thấy khoảng trống lớn trong việc quản lý bề mặt tầng trệt hiện nay.

Dựa trên các kết quả nghiên cứu, các kiến nghị sau được đề xuất:

- Tích hợp chỉ số SVF vào công cụ quản lý: Các nhà quy hoạch nên đưa SVF vào quy định kiểm soát kiến trúc bên cạnh mật độ xây dựng. Ngưỡng SVF thực tế cần được duy trì trong khoảng 0.3 đến 0.5. Cơ sở của ngưỡng này dựa trên dữ liệu khảo sát cho thấy đây là vùng tiện nghi, nơi tổng số người cảm thấy thoải mái (Bình thường đến Rất dễ chịu) đạt trên 80% (cụ thể đạt đỉnh 88% tại SVF 0.481).

- Thiết lập ngưỡng H/W quản lý tối ưu: Để dự phòng cho sự phát triển của hệ thống cây xanh và sự che chắn của các yếu tố phi kiến trúc, nghiên cứu đề xuất ngưỡng quản lý công trình là H/W = 1.2. Việc thiết lập biên độ bù đắp thấp hơn 20-30% so với ngưỡng kỹ thuật (H/W = 1.41) giúp tạo ra không gian; khi cây xanh phát triển, trạng thái thị giác thực tế sẽ được kéo về đúng điểm hài lòng tối ưu.

- Quy định về các vật cản phi kiến trúc: Cần có các quy định cụ thể về chiều cao và độ vươn của biển hiệu, mái che di động để tránh làm vô hiệu hóa các nỗ lực quy hoạch.

- Số hóa công tác quản lý: Khuyến nghị ứng dụng quy trình phân tích ảnh mắt cá kết hợp mô phỏng kỹ thuật số để xây dựng Bản đồ tiện nghi thị giác cho toàn khu vực. Đây sẽ là cơ sở dữ liệu nền tảng để triển khai mô hình đô thị thông minh, giúp theo dõi và điều chỉnh kịp thời các biến đổi hình thái gây ảnh hưởng tiêu cực đến trải nghiệm của người dân và du khách.

Tài liệu tham khảo

[1] Johnson, G. T., & Watson, I. D. (1984). The determination of view-factors in urban canyons. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, *23*(2), 329–335. https://doi.org/10.1175/1520-0450(1984)023<0329:TDOVFI>2.0.CO;2

[2] Fujiwara, K., Ito, K., Ignatius, M. & Biljecki, F. (2024). A panorama-based technique to estimate sky view factor and solar irradiance considering transmittance of tree canopies. Building and Environment, 266, 112071. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112071.

[3] Görgül, E., & Yıldız Özkan, D. (2024). Neuro-urbanism: measurement of the street enclosure and its influence on human physiology through wearable sensors. DEPARCH Journal of Design Planning and Aesthetics Research, 3 (1), 56-72. https://doi.org/10.55755/DepArch.2024.27

[4] Shi, S., et al. (2014). How does enclosure influence environmental preferences? A cognitive study on urban public open spaces in Hong Kong. Sustainable Cities and Society, http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2014.04.011

[5] Arif, V., Yola, L. (2022). The Impact of Sky View Factor on Pedestrian Thermal Comfort in Tropical Context: A Case of Jakarta Sidewalk. In: Yola, L., Nangkula, U., Ayegbusi, O.G., Awang, M. (eds) Sustainable Architecture and Building Environment . Lecture Notes in Civil Engineering, vol 161. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2329-5_4

[6] Yarmoradi, M. & Nasrollahi, N. (2025). The impact of urban

canyon illumination levels on visual comfort and energy consumption in buildings: A case study of Kermanshah. Energy and Buildings, 334, 115510. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.115510

[7] Klemm, W., Heusinkveld, B. G., Lenzholzer, S., Jacobs, M. H., Van Hove, B. (2015). Psychological and physical impact of urban green spaces on outdoor thermal comfort during summertime in the Netherlands. Build Environ. 83:120–8. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.013

[8] Oke, T. R. (1981). Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: Comparison of scale model and field observations. *J. Climatol*., 1(1–4), 237–254.

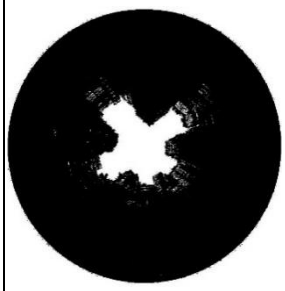
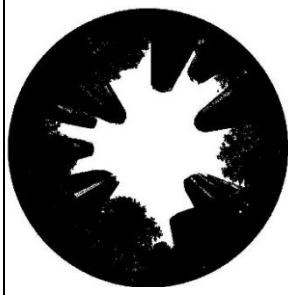
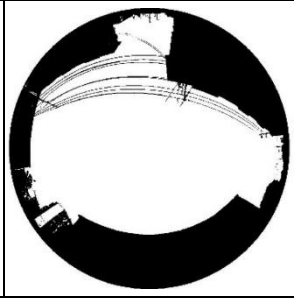
[9] Solanki, P., Amirtham, L.R. & Deb, C (2025). Optimizing sky view factor and vegetation to mitigate urban heat in hot-humid climates. *Discov Cities 2*, 79. https://doi.org/10.1007/s44327-025-00108-9

[10] Yang, L., Zhu, Y., Chatzimichailidou, M., Liu, X. (2023). Assessing human emotional responses to the design of public spaces around subway stations: a human factors research. Urban Design International (2023) 28:285–303. https://doi.org/10.1057/s41289-023-00219-y

Thông tin về tác giả

	Huỳnh Viết Mãi - Sinh viên lớp 23KT1, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng - Lĩnh vực quan tâm: Quy hoạch đô thị - Điện thoại: 0768589927
	Trần Nhân Ái - Sinh viên lớp 23KT1, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng - Lĩnh vực quan tâm: Kiến trúc truyền thống - Điện thoại: 0386244737
	Vương Trị An - Sinh viên lớp 23KT1, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng - Lĩnh vực quan tâm: Kiến trúc công nghiệp - Điện thoại: 0328811251
	Trần Quốc Anh - Sinh viên lớp 23KT1, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng - Lĩnh vực quan tâm: Kiến trúc nhà ở - Điện thoại: 0789123512
	Nguyễn Ngọc Vũ Long - Sinh viên lớp 24KT1, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng - Lĩnh vực quan tâm: Kiến trúc bền vững - Điện thoại: 0763211206

PHỤ LỤC: Khảo sát cảm giác của người đi bộ

STT	Actual photo	SVF image analysis	Mức độ thoải mái				
			1	*2*	*3*	*4*	*5*
Mẫu 1 (SVF = 0.184)							
Mẫu 2 (SVF = 0.246)							
Mẫu 3 (SVF = 0.481)							
Mẫu 4 (SVF = 0.68)							
Mẫu 5 (SVF = 0.97)							

1 – Rất khó chịu 2 – Hơi khó chịu 3 – Bình thường 4 – Khá dễ chịu 5 – Rất dễ chịu