

ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA KẾT CẤU CHE NẮNG HIỆN TRẠNG TRONG KIẾN TRÚC TRƯỜNG HỌC BẰNG PHẦN MỀM MÔ PHỎNG

THS.KTS LÊ THỊ VÂN ANH | KHOA KỸ THUẬT CÔNG TRÌNH, TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG

TÓM TẮT

Trong bối cảnh yêu cầu nâng cao chất lượng môi trường học tập và sử dụng năng lượng hiệu quả, kết cấu che nắng (KCCN) đóng vai trò quan trọng trong việc kiểm soát bức xạ mặt trời (BXMT) đối với công trình trường học tại khu vực khí hậu nhiệt đới nóng ẩm. Tuy nhiên, nhiều công trình hiện hữu tại Việt Nam được thiết kế che nắng theo kinh nghiệm, thiếu cơ sở định lượng để đánh giá hiệu quả thực tế. Bài báo trình bày phương pháp mô phỏng và đánh giá hiệu quả của các kết cấu che nắng hiện trạng trong kiến trúc trường học thông qua phần mềm D-Light, với việc sử dụng công cụ mở rộng Watt Extension. Kết quả mô phỏng cho phép phân tích nhiệt bức xạ mặt trời lên mặt đứng của nhà khi có và không có kết cấu che nắng. Từ đó, đánh giá được hiệu quả của kết cấu che nắng, làm cơ sở cho việc cải tạo và thiết kế tối ưu kết cấu che nắng trong kiến trúc trường học.

Từ khóa: Che nắng, ánh sáng tự nhiên, mô phỏng, kiến trúc trường học, Watt Extension.

ABSTRACT

In the context of the need to improve the quality of the learning environment and use energy efficiently, sunshade structures play a crucial role in controlling solar radiation for school buildings in hot and humid tropical climates. However, many existing buildings in Vietnam are designed with sunshades based on experience, lacking a quantitative basis for evaluating their actual effectiveness. This paper presents a method for simulating and evaluating the effectiveness of existing sunshade structures in school architecture using D-Light software, with the use of the Watt Extension tool. The simulation results allow for the analysis of solar radiation on the building facade with and without sunshade structures. From this, the effectiveness of the sunshade structures can be evaluated, providing a basis for improvement and optimal design of sunshade structures in school architecture.

Keywords: Sunshade, natural light, simulation, school architecture, Watt Extension

GIỚI THIỆU

Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới như Việt Nam, bức xạ mặt trời (BXMT) mạnh gây tăng nhiệt cho các không gian trong nhà. Tại các khu vực có bức xạ mặt trời lớn như TP.HCM, việc thiếu kiểm soát bức xạ mặt trời, đặc biệt với những công trình dùng nhiều cửa kính có thể dẫn đến hiện tượng tăng nhiệt bên trong nhà, còn gọi là hiệu ứng nhà kính, từ đó gia tăng nhu cầu sử dụng năng lượng nhân tạo.

Trong thực tế, nhiều trường học đã được trang bị các kết cấu che nắng như lam đứng, lam ngang, mái đua, ban công, hành lang, rèm che. Tuy nhiên, hiệu quả của các giải pháp này phần lớn chưa được đánh giá định lượng bằng các công cụ mô phỏng năng lượng.

Sự phát triển của các phần mềm mô phỏng cho phép đánh giá định lượng hiệu quả của kết cấu che nắng (KCCN) hiện trạng trong kiến trúc trường học. Trong đó, phần mềm D-Light là công cụ mô phỏng được sử dụng trong nghiên cứu và thiết kế kiến trúc. D-Light có giao diện trực quan, phù hợp để đánh giá

nhau và so sánh các phương án che nắng trong kiến trúc trường học. Việc sử dụng công cụ mở rộng chuyên biệt Watt Extension của D-Light được tích hợp trong phần mềm Sketchup cho phép đánh giá năng lượng bức xạ mặt trời và hiệu quả của kết cấu che nắng một cách nhanh chóng và thuận tiện.

Mục tiêu của bài báo là giới thiệu phương pháp đánh giá hiệu quả của kết cấu che nắng bằng việc sử dụng công cụ mở rộng Watt Extension của phần mềm D-Light thông qua một ví dụ cụ thể, làm cơ sở cho cải tạo hệ kết cấu che nắng hiện trạng.

TỔNG QUAN

Hiệu ứng nhà kính: Khi ánh nắng mặt trời chiếu vào cửa kính, lượng nhiệt bức xạ mặt trời dưới dạng bước sóng ngắn xuyên qua kính vào phòng, lượng nhiệt này sẽ được các bề mặt trong phòng hấp thụ và bức xạ trở lại dưới dạng bước sóng dài không thể thoát ra ngoài qua

kính, làm cho nhiệt độ trong phòng nóng lên, từ đó làm tăng tải lạnh của điều hòa, tăng nhu cầu sử dụng năng lượng nhân tạo. [1]

Hệ kết cấu che nắng trên các mặt đứng của tòa nhà giúp bảo vệ các cửa kính khỏi bức xạ mặt trời trực tiếp nhằm giảm hấp thụ nhiệt bức xạ mặt trời trong điều kiện khí hậu cần làm mát (như mùa hè). Phương pháp này hiệu quả hơn so với các thiết bị che nắng bên trong như rèm cửa. [1] Hệ số che nắng (ảnh hưởng đến lượng bức xạ mặt trời vào nhà) bị ảnh hưởng bởi một số yếu tố như: vĩ độ của tòa nhà, hướng cửa sổ và kích thước của kết cấu che nắng. Đối với các tòa nhà có thiết bị che nắng phức tạp, có thể sử dụng phần mềm mô phỏng tòa nhà để mô hình hóa và tính toán **Hệ số che nắng trung bình hàng năm - Annual Average Shading Factor (AASF)**. [1]

Hệ số che nắng trung bình hàng năm (AASF) được sử dụng để đánh giá hiệu quả của các thiết bị che nắng. AASF được tính bằng công thức sau:

$$AASF = 1 - \frac{\text{Tổng lượng nhiệt mặt trời thu được hàng năm từ cửa sổ có che nắng (kWh)}}{\text{Tổng lượng nhiệt mặt trời thu được hàng năm từ cửa sổ không che nắng (kWh)}} \quad (1)$$



Hình 1. Tòa nhà E, Trường đại học Tôn Đức Thắng
 Nguồn: <https://feee.tdtu.edu.vn/gioi-thieu/kham-pha-tdtu>



a. Mô hình cơ sở - A (không có KCCN) b. Mô hình hiện trạng - B (Có KCCN)
 Hình 2. Mô hình tòa nhà khi có và không có kết cấu che nắng (Nguồn: tác giả)

AASF được biểu thị bằng giá trị thập phân từ 0 đến 1. AASF càng cao thì khả năng tiết kiệm năng lượng làm mát càng lớn. [1]

Vào mùa hè, che nắng bên ngoài giúp giảm lượng nhiệt hấp thụ bức xạ mặt trời qua kính, do đó có thể chọn loại kính có hệ số hấp thụ nhiệt mặt trời cao hơn mà không gây ảnh hưởng tiêu cực đáng kể. Tuy nhiên, che nắng bên ngoài giúp ngăn chặn nhiệt mặt trời trước khi chiếu vào bề mặt kính, nên nó làm giảm lượng nhiệt bức xạ tốt hơn so với kính được xử lý khi không được che nắng, từ đó mang lại điều kiện tiện nghi nhiệt tốt hơn. [1] Che nắng làm giảm lượng nhiệt hấp thụ và do đó, giảm tải trọng làm mát. Mức tiết kiệm năng lượng làm mát đạt được từ việc che nắng cũng bị ảnh hưởng bởi hiệu quả của hệ thống làm mát. Với hệ thống làm mát hiệu quả hơn thì mức tiết kiệm năng lượng từ việc che nắng sẽ ít hơn, mặc dù

tổng mức tiết kiệm sẽ lớn hơn. [1]

Vào mùa đông, khi cần sưởi ấm, kết cấu che nắng làm giảm lượng nhiệt hấp thụ mặt trời, do đó mức tiêu thụ năng lượng làm ấm sẽ tăng lên. Do đó, ở vùng có cả mùa đông và mùa hè như Hà Nội, thì hệ thống che nắng được thiết kế tốt sẽ ngăn chặn ánh nắng mặt trời vào mùa hè nhưng vẫn cho phép ánh nắng mặt trời mùa đông chiếu vào nhà.

Hiện nay, các nghiên cứu ứng dụng D-Light để đánh giá hiệu quả của kết cấu che nắng cho công trình trường học, đặc biệt trong điều kiện công trình hiện trạng đã có kết cấu che nắng, vẫn còn hạn chế. Do đó, bài báo tập trung vào quy trình mô phỏng và phân tích hiệu quả của các giải pháp che nắng hiện hữu bằng công cụ mở rộng Watt Extension của D-Light.

PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG

Đối tượng mô phỏng

Đối tượng mô phỏng là một tòa nhà nằm trong khuôn viên Trường đại học Tôn Đức Thắng (Nhà E), có quy mô 7 tầng. Chức năng của tòa nhà là Trung tâm ngôn ngữ sáng tạo và Văn phòng tư vấn học đường. Tòa nhà có các mặt đứng hướng Bắc-Tây Bắc, Nam-Đông Nam, Tây và Đông được trang bị một số dạng kết cấu che nắng cố định bao gồm: lam ngang, ban công và hành lang.

Công cụ mô phỏng

Sử dụng công cụ mở rộng mô phỏng Năng lượng bức xạ mặt trời - Watt Extension của phần mềm D-Light. Công cụ này giúp tính toán cường độ bức xạ mặt trời (KW/m^2) trên các mặt tiền của tòa nhà. Phân tích mật độ bức xạ mặt trời và năng lượng chiếu lên bề mặt công trình, giúp đánh giá hiệu quả giảm nhiệt của kết cấu che nắng. [3]

Thiết lập mô hình mô phỏng

Quy trình ước tính Hệ số che nắng trung bình hàng năm (Annual Average Shading Factor - AASF) bằng phần mềm mô phỏng tòa nhà như sau [1]:

Bước 1. Tạo hai mô hình:

- Mô hình cơ sở - A : Mô hình tòa nhà không có kết cấu che nắng.

- Mô hình hiện trạng - B: Mô hình tòa nhà có kết cấu che nắng.

Bước 2. Thực hiện mô phỏng cả năm:

- Chạy mô phỏng năng lượng cả năm cho mỗi mô hình.

- Báo cáo tổng lượng nhiệt mặt trời thu được hàng năm từ tất cả các cửa sổ tính bằng kilowatt-giờ (kWh) cho cả hai mô hình.

Bước 3. Tính toán AASF:

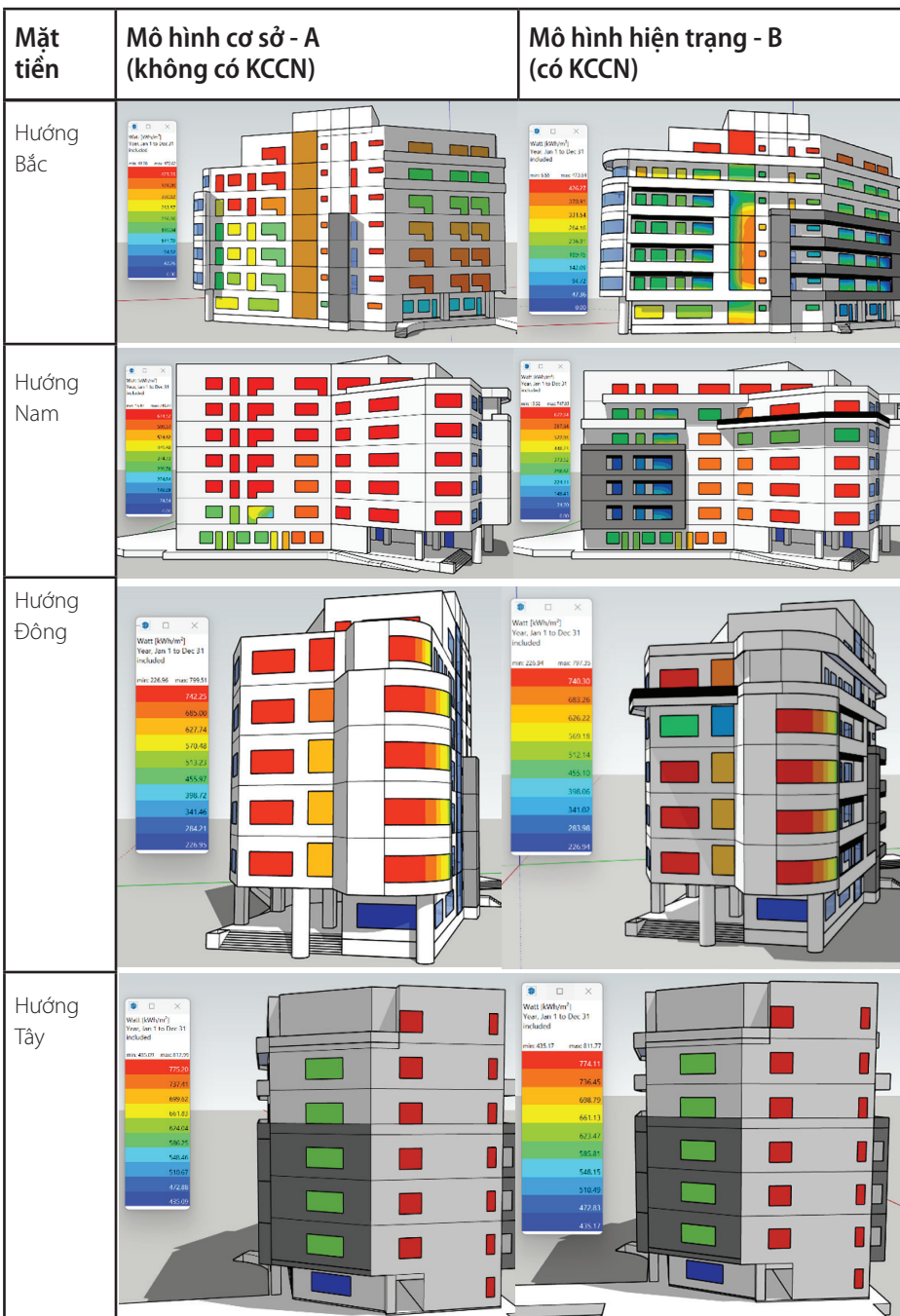
- Sử dụng các giá trị đã báo cáo để tính toán AASF bằng công thức (1). [1]

Các mô hình mô phỏng này sẽ được dựng trong Sketchup, được thiết lập trong cùng một điều kiện về hình dạng, vật liệu, thời gian và dữ liệu khí hậu nhằm đảm bảo tính so sánh.



a. Mặt đứng hướng Bắc b. Mặt đứng hướng Đông c. Mặt đứng hướng Bắc (Tây Bắc) d. Mặt đứng hướng Nam

Hình 3. Kết cấu che nắng hiện trạng trên các mặt đứng của tòa nhà (Nguồn: tác giả)



Hình 4. Kết quả mô phỏng và tính toán Tổng lượng bức xạ mặt trời lên các mặt tiền nhà khi có và không có kết cấu che nắng (Nguồn: tác giả)

KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ PHÂN TÍCH

Mô tả về hai mô hình mô phỏng

Mô hình cơ sở - A: là mô hình tòa nhà không có kết cấu che nắng ở các mặt đứng. Tòa nhà có nhiều mặt đứng xoay về nhiều hướng khác nhau, tuy nhiên, để việc chạy mô hình và tính toán được thuận tiện thì tác giả gộp chung lại thành bốn mặt chính như sau:

- Mặt đứng hướng Bắc (gồm hướng Bắc và Tây Bắc)
- Mặt đứng hướng Nam (gồm hướng Nam và Đông Nam)
- Mặt đứng hướng Đông
- Mặt đứng hướng Tây

Mô hình hiện trạng - B: là mô hình tòa nhà có kết cấu che nắng hiện trạng ở các mặt đứng tòa nhà.

- Mặt đứng hướng Bắc có kết cấu che nắng chính là dây hành lang, lan can bằng tường xây cao, và hệ lam ngang che nắng bằng kim loại. (Hình 3a, 3c)
- Mặt đứng hướng Đông có kết cấu che nắng trên tầng 5 và tầng 6 là hành lang kết hợp với ô văng ngang. (Hình 3b)
- Mặt đứng hướng Nam có kết cấu che nắng là hành lang kết hợp với mảng tường xây và hệ lam che nắng bằng kim loại. (Hình 3d)

- Mặt đứng hướng Tây không có kết cấu che nắng

Bảng 1: Tổng lượng nhiệt bức xạ mặt trời (KWh)

Hướng Mặt đứng	Mô hình cơ sở A - không có KCCN (KWh)	Mô hình hiện trạng B - có KCCN (KWh)	Mức giảm BXMT khi có KCCN		Hệ số che nắng trung bình hàng năm (AASF)
BẮC	138242.61	101428.54	36814.07	27%	0.27
NAM	188428.39	144048.34	44380.05	24%	0.24
ĐÔNG	88634.54	79408.09	9226.45	10%	0.10
TÂY	50056.68	50063.54	0.00	0%	0.00
TỔNG	465362.21	374948.51	90413.70	19%	0.19

Kết quả phân tích tổng lượng nhiệt bức xạ mặt trời

Sử dụng công cụ Watt Extension để mô phỏng và tính toán tổng lượng nhiệt bức xạ mặt trời nhận được qua các cửa kính trên từng mặt đứng hướng Bắc, Nam, Đông và Tây cho cả 2 mô hình: Mô hình cơ sở - A và Mô hình hiện trạng - B. (Hình 4)

Tính toán Hệ số che nắng trung bình hàng năm (AASF)

Kết quả phân tích Tổng lượng nhiệt bức xạ mặt trời trên từng mặt đứng và toàn bộ tòa nhà. (Bảng 1)

Kết quả cho thấy kết cấu che nắng hiện trạng giúp giảm đáng kể tổng lượng nhiệt bức xạ trực tiếp lên bề mặt kính với tổng lượng giảm là 90413.70 KWh tương đương 19%, Hệ số che nắng trung bình hàng năm (công thức 1) - AASF là 0.19. Cụ thể:

- Mặt đứng hướng Bắc: Tổng lượng nhiệt BXMT hấp thụ trên bề mặt cửa kính (cửa đi và cửa sổ) khi không có KCCN là 138242.61 KWh và khi có KCCN là 101428.54 KWh. Mức giảm là 36814.06 KWh tương đương 27%, hệ số AASF là 0.27

- Mặt đứng hướng Nam: Tổng lượng nhiệt BXMT hấp thụ trên bề mặt cửa kính (cửa đi và cửa sổ) khi không có KCCN là 188428.39 KWh và khi có KCCN là 144048.34 KWh. Mức giảm là 44380.05 KWh tương đương 24%, hệ số AASF là 0.24

- Mặt đứng hướng Đông: Tổng lượng nhiệt BXMT hấp thụ trên bề mặt cửa kính (cửa đi và cửa sổ) khi không có KCCN là 88634.54 KWh và khi có KCCN là 79408.09 KWh. Mức

giảm là 9226.45 KWh tương đương 10%, hệ số AASF là 0.1

- Riêng mặt đứng hướng Tây không giảm do không có kết cấu che nắng.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu đã chứng minh tính hiệu quả của việc sử dụng công cụ mở rộng Watt Extension của phần mềm D-Light để mô phỏng và đánh giá kết cấu che nắng hiện trạng trong công trình trường học. Kết quả cho thấy các kết cấu che nắng hiện hữu giúp giảm bức xạ mặt trời ở mức tốt.

Phương pháp nghiên cứu có thể áp dụng rộng rãi cho công tác đánh giá, cải tạo và thiết kế mới các công trình giáo dục hướng tới kiến trúc bền vững và tiết kiệm năng lượng.

Kết luận chính

Tại mặt đứng hướng Bắc, KCCN hiện trạng đạt hiệu quả cao nhất (giảm 27%). Mặt đứng hướng Nam cần bổ sung thêm KCCN cho các cửa sổ tại các tầng 2,3,4 (từ trục X3 đến trục X8) và tầng 7. Cần bổ sung kết cấu che nắng cho mặt đứng hướng Tây và hướng Đông.

Kết quả mô phỏng là cơ sở quan trọng cho cải tạo che nắng và thiết kế bền vững.

Watt Extension của D-Light là công cụ phù hợp cho đánh giá nhanh và hiệu quả che nắng trong công trình trường học.

Quy trình mô phỏng giúp chuyển từ đánh giá cảm tính sang đánh giá định lượng.

Kiến nghị

Áp dụng mô phỏng bằng công cụ mở rộng Watt Extension của D-Light trong giai đoạn thiết kế mới và cải tạo trường học.

Kết hợp mô phỏng chiếu sáng và năng lượng để đánh giá toàn diện hiệu quả che nắng.

Ban hành hướng dẫn thiết kế che nắng cho trường học dựa trên dữ liệu mô phỏng khí hậu địa phương.

Cần tính đến yếu tố xung quanh (cây, tòa nhà lân cận ...) để việc tính toán cho kết quả chính xác hơn./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. International Finance Corporation, 2025, *EDGE Part 3 – User Guide - Energy Measures*, EEM04 – External Shading Devices.
2. ISD Engineering, 2022, *Dự án Hai Sơn Office Building – Sky Tower, Thiết kế thụ động, Phân tích nhiệt bức xạ mặt trời.*
3. De Luminaelab.com, *DL-Light extension for SketchUp, Watt Extension guideline* <https://deluminaelab.com/docs/dl-light/en/watt.html>
4. Climate.onebuilding.org, *Dữ liệu thời tiết Thành Phố Hồ Chí Minh, VNM_SVN_Ho.Chi.Minh-Tan.Son.Nhat.Intl.AP.489000_TMYx.2009-2023*, <https://climate.onebuilding.org/>
5. Một số tài liệu khác: *Trường Đại học Tôn Đức Thắng, Phòng Kế hoạch dự án, Các bản vẽ mặt bằng nhà E.*