

# THIẾT KẾ THAM SỐ TRONG KIẾN TRÚC ĐƯƠNG ĐẠI VÀ HÀM Ý CHO VIỆT NAM

THS DƯƠNG HOÀNG TRUNG | KHOA KIẾN TRÚC - QUY HOẠCH, TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG HÀ NỘI

## TÓM TẮT

Trong bối cảnh công nghệ số làm thay đổi sâu sắc phương thức tạo hình và thiết kế kiến trúc, thiết kế tham số (TKTS - Parametric Design) đang trở thành một hướng tiếp cận quan trọng của kiến trúc đương đại, nhờ khả năng thiết lập và kiểm soát các quan hệ biến thiên giữa hình học, cấu trúc và dữ liệu thiết kế. Tuy nhiên, tại Việt Nam, việc tiếp cận lĩnh vực này vẫn còn phân tán, thiếu một khung lý thuyết có hệ thống để làm rõ nguồn gốc lịch sử, bản chất phương pháp luận và phạm vi ứng dụng của TKTS trong thực hành kiến trúc. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp tổng quan tài liệu tích hợp để phân tích tiến trình hình thành và phát triển của tư duy tham số trong kiến trúc, từ các nguyên lý tỷ lệ trong kiến trúc cổ điển, các mô hình tìm hình dạng vật lý của Gaudí và Frei Otto, đến bước ngoặt của hình học tính toán (CAGD) và sự xuất hiện của các công cụ kỹ thuật số như Rhino và Grasshopper. Trên cơ sở đó, nghiên cứu làm rõ sự chuyển dịch từ tư duy hình thức sang tư duy quan hệ trong TKTS, đồng thời xác định vị trí của TKTS trong hệ phương pháp thiết kế số. Từ kết quả phân tích, bài báo đề xuất cách tiếp cận TKTS như một năng lực tư duy và công cụ học thuật có thể vận dụng linh hoạt trong nghiên cứu, đào tạo và thực hành kiến trúc tại Việt Nam.

**Từ khóa:** Thiết kế tham số; Kiến trúc tham số; Chủ nghĩa tham số; Hình học kiến trúc; Tư duy tham số; Phương pháp thiết kế số.

## ABSTRACT

In the context of digital technologies profoundly reshaping architectural form-making and design processes, parametric design (PD) has emerged as an important approach in contemporary architecture due to its ability to establish and control variable relationships among geometry, structure, and design data. However, in Vietnam, access to this field remains fragmented, with no sufficiently systematic theoretical framework to clarify the historical origins, methodological foundations, and application scope of parametric design in architectural practice. This study employs an integrative literature review methodology to analyze the development of parametric thinking in architecture - tracing its trajectory from proportional principles in classical architecture and the physical form-finding models of Gaudí and Frei Otto, to the breakthrough of Computer-Aided Geometric Design (CAGD) and the emergence of digital tools such as Rhino and Grasshopper. On this basis, the study clarifies the shift from form-based thinking to relational thinking in parametric design and identifies the role of PD within the broader system of digital design methodologies. Based on these analytical findings, the paper proposes an understanding of parametric design as a cognitive capacity and an academic instrument that can be flexibly deployed in architectural research, education, and practice in Vietnam.

**Keywords:** Parametric design; Parametric architecture; Parametricism; Architectural geometry; Parametric thinking; Digital design methodology.

## MỞ ĐẦU

Hình học luôn giữ vai trò nền tảng trong quá trình hình thành và phát triển của kiến trúc, từ việc xác lập hình khối ban đầu đến giai đoạn triển khai kỹ thuật thi công [1]. Tuy nhiên, không có một hệ thống hình học duy nhất, bất biến nào chi phối toàn bộ lịch sử kiến trúc [2]. Mỗi bước ngoặt lớn trong lịch sử văn minh, từ Cách mạng Công nghiệp lần đầu đến làn sóng chuyển đổi số trong cuộc Cách mạng Công nghiệp 4.0 đều kéo theo sự dịch chuyển sâu sắc trong hệ tư duy hình học kiến trúc [3]. Bước sang thế kỷ XXI, sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ số và mô hình hóa 3D đã mở ra một giai đoạn hoàn toàn mới trong lịch sử tư duy hình học kiến trúc, với sự xuất hiện của các hình khối phi tuyến, phức tạp và có khả năng biến thiên linh hoạt theo dữ liệu [4]. Trong bối cảnh đó, TKTS nổi lên như một phương pháp luận tiên phong: thay vì tạo ra các hình thái tĩnh và bất biến, kiến trúc sư thiết lập các mối quan hệ biến đổi có kiểm soát giữa các tham số, để hình thức kiến trúc trở thành kết quả của một hệ thuật toán linh hoạt [5].

Tại Việt Nam, TKTS vẫn chủ yếu xuất hiện ở mức giới thiệu, thử nghiệm hoặc diễn họa hình thức; các nghiên cứu và đào tạo chính

quy về quy trình tham số, mô hình hóa quan hệ và tích hợp BIM chưa được triển khai đồng bộ [6,7]. Đồng thời, trong diễn ngôn quốc tế, TKTS thường bị đồng nhất với Chủ nghĩa tham số (Parametricism), một phong cách kiến trúc có ngôn ngữ hình thức rất đặc thù, dẫn đến hai hệ quả cực đoan: hoặc tôn sùng như một phong cách tất yếu của thời đại, hoặc bị phản ứng bởi hình thức thiết kế phi lý tính [8,9]. Vì vậy, việc phân tích tiến trình hình thành và phát triển của tư duy tham số trong kiến trúc, qua đó phân biệt rành mạch TKTS với Chủ nghĩa tham số có ý nghĩa thiết thực đối với nghiên cứu, giảng dạy và thực hành kiến trúc ở Việt Nam.

## SỰ PHÁT TRIỂN CỦA TƯ DUY THAM SỐ TRONG KIẾN TRÚC

Trước hết cần nhận thức rõ tư duy tham số (parametric thinking), tức tư duy thiết kế dựa trên việc xác lập mối quan hệ biến thiên có kiểm soát giữa các thành phần, không phải là sản phẩm của công nghệ máy tính thế kỷ XX, mà đã tiềm ẩn trong kiến trúc từ hàng nghìn năm trước. TKTS hiện đại chỉ là bước hiện thực hóa tư duy đó nhờ sức mạnh tính toán số (Hình 1)

Thời cổ đại, Vitruvius trong De architectura

mô tả tỷ lệ cột Doric bằng quan hệ toán học giữa đường kính, chiều cao thân cột và đầu cột - một hệ quan hệ biến thiên, không phải hình dạng cố định. Alberti (De re aedificatoria, 1485) và Palladio (I quattro libri, 1570) tiếp nối truyền thống này qua các bảng tỷ lệ phòng, gian, hành lang như những "bảng tham số" cho phép tạo ra vô số biến thể mà vẫn duy trì sự hài hòa tổng thể. Giới hạn của giai đoạn này là không gian hình học còn bị ràng buộc trong hệ Euclid tuyến tính.

Thế kỷ XIX-đầu XX, Antoni Gaudí (1852-1926) treo dây và túi cát theo mô hình lộn ngược để tìm hình thức cân bằng trọng lực. Đây chính là TKTS dựa trên ràng buộc (constraint-based), với lực là tham số và điểm treo là điều kiện biên, minh chứng qua các công trình như Sagrada Família và Casa Milà. Frei Otto (1925-2015) dùng màng xà phòng để tìm bề mặt cực tiểu (minimal surfaces), đặt nền móng cho các mái lưới treo quy mô lớn như sân vận động Olympic Munich. Cả hai kiến trúc sư đều chứng minh TKTS tồn tại trước máy tính dưới dạng khám phá hình thái vật lý [12].

Từ thập niên 1940-1970, yêu cầu mô tả chính xác bề mặt thân máy bay và xe ô tô đã thúc đẩy hình thành ngành Thiết kế hình

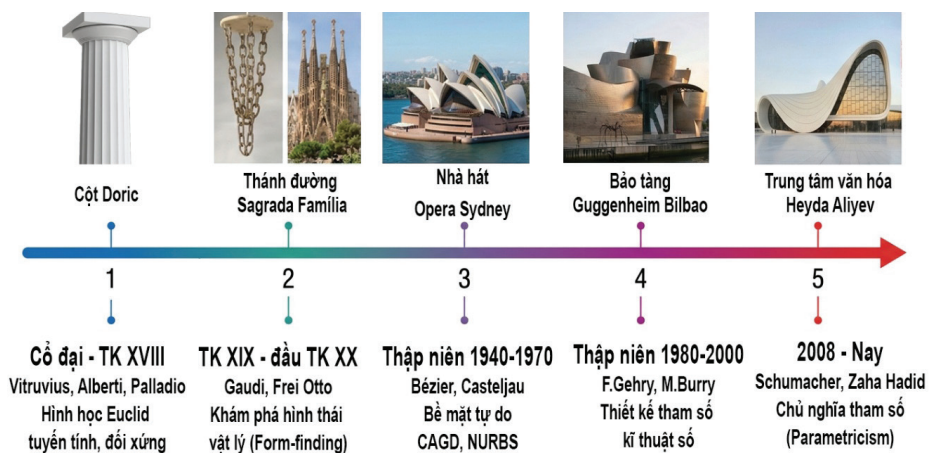
học có sự trợ giúp của máy tính (CAGD), với đóng góp của Ferguson, Coons, de Casteljau và đặc biệt là Bézier, người mô tả đầy đủ các bề mặt cong tự do bằng toán học thông qua lưới điểm kiểm soát. Nhà hát Opera Sydney là điển hình: quá trình hợp lý hóa hình thức phức tạp khó thi công thành hệ mảnh cắt từ một mặt cầu duy nhất minh chứng sự cần thiết của việc hệ thống hóa bề mặt cong trước sản xuất [13].

Từ thập niên 1980 đến hiện tại: Frank Gehry và Gehry Technologies tiên phong chuyển phần mềm CATIA từ hàng không sang kiến trúc, cho phép mô hình hóa và xuất bản vẽ thi công cho các bề mặt cong tự do trong các công trình như Bảo tàng Guggenheim Bilbao và Nhà hát Walt Disney [14]. Sự xuất hiện của Rhino và Grasshopper tiếp tục cụ thể hóa quá trình này: Mark Burry định nghĩa TKTS là "khai báo tham số thay vì hình dạng", và Grasshopper hiện thực hóa định nghĩa đó qua ngôn ngữ lập trình trực quan dựa trên đồ thị luồng dữ liệu [15]. Năm 2008, Patrik Schumacher đề xuất khái niệm Chủ nghĩa tham số (Parametricism) như một phong cách kiến trúc mới, từ đó một phần thực hành TKTS bị gắn với ngôn ngữ thẩm mỹ đặc thù của Zaha Hadid, tạo ấn tượng sai lầm rằng TKTS đồng nghĩa với Chủ nghĩa tham số.

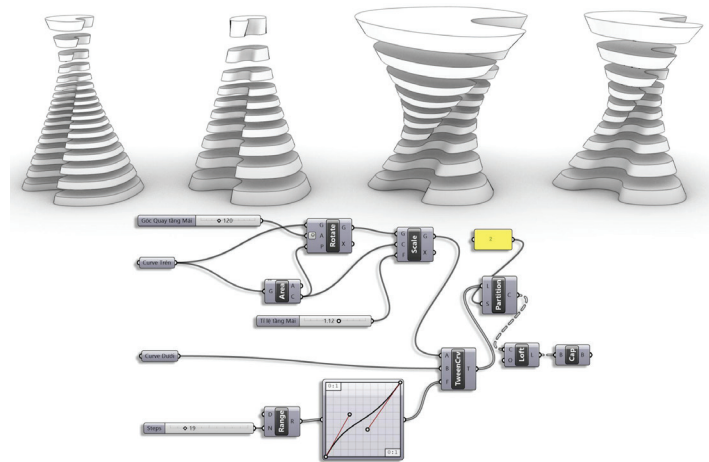
**VỊ TRÍ TKTS TRONG HỆ PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ SỐ**

Theo Mark Burry, TKTS là phương pháp trong đó các tham số của thiết kế được xác định trước thay vì hình dạng cụ thể. Mối quan hệ giữa các đối tượng được mô tả bằng các quy tắc hay phương trình, cho phép thiết lập, điều chỉnh và tái cấu trúc các quan hệ hình học một cách linh hoạt. Điều này tạo nên một chuyển dịch mô hình nhận thức: từ tư duy về sản phẩm sang tư duy về quá trình, từ mô tả hình dạng sang mô hình hóa logic tạo hình của thiết kế. Phần mềm Grasshopper (một tiện ích mở rộng trong phần mềm Rhino) là một công cụ lập trình tham số trực quan được ứng dụng rộng rãi trong quá trình TKTS của nhiều dự án kiến trúc hiện nay. Thay vì gõ các dòng lệnh khô khan, người dùng sẽ kết nối các "Khối lệnh" (Components) bằng các "Dây mạng" (Wires) để tạo ra dòng chảy dữ liệu (Hình 2).

TKTS thường bị nhầm lẫn với các khái niệm gần gũi như thiết kế tính toán, thiết kế thuật toán hay thiết kế tạo sinh. Việc phân định rõ ranh giới giữa chúng sẽ giúp tránh cả sự cường điệu hóa lẫn giản lược hóa về



Hình 1. Tiến trình phát triển tư duy tham số qua các thời kì



Hình 2. Quá trình tìm ý kiến trúc sử dụng phần mềm Rhino và Grasshopper

mặt khái niệm. Bảng 1 làm rõ ranh giới giữa các phương pháp.

So với các phương pháp này, TKTS sở hữu ưu điểm nổi bật là khả năng phản hồi trực tiếp và tức thời. Khi người thiết kế điều chỉnh bất kỳ biến số nào, toàn bộ hệ thống hình học liên kết lập tức tự cập nhật nhất quán, rút ngắn quá trình thử nghiệm phương án. Ngoài ra, tính tái sử dụng của hệ tham số đã thiết lập giúp tiết kiệm đáng kể nguồn lực trong các dự án tiếp theo. Tuy nhiên, TKTS cũng bộc lộ những giới hạn nhất định. Trước hết, TKTS không có khả năng tự tối ưu: ứng với một tập hợp biến số đầu vào, hệ thống chỉ sinh ra duy nhất một kết quả, buộc kiến trúc sư phải tự mình điều chỉnh thủ công để dò tìm phương án tốt nhất, điều mà thiết kế tạo sinh có thể tự động hóa dùng trí tuệ nhân tạo. Ngoài ra, khi ý tưởng thiết kế thay đổi đột ngột so với kịch bản ban đầu, toàn bộ mạng lưới tham số có thể gặp vấn đề và trong nhiều trường hợp, thời gian sửa chữa một sơ đồ tham số đã hỏng còn tốn kém hơn việc dựng lại mô hình theo phương pháp truyền thống. Cuối cùng, nếu thiếu nền tảng về hình học kiến

trúc và phương pháp luận thiết kế, công cụ này dễ bị khai thác theo hướng tạo ra các hiệu ứng hình thức mang tính kỹ xảo, thay vì phục vụ cho logic thiết kế.

**PHÂN BIỆT “TKTS” VÀ “CHỦ NGHĨA THAM SỐ”**

Nhận thức đúng về TKTS đòi hỏi phân biệt rõ ràng giữa TKTS và Chủ nghĩa tham số, hai khái niệm thường bị đồng nhất nhưng có bản chất hoàn toàn khác nhau (Bảng 2).

Sự phân biệt giữa TKTS và Chủ nghĩa tham số có những hệ quả thực tiễn quan trọng cho cả nghiên cứu lý luận lẫn thực hành thiết kế. Về mặt lý luận, TKTS cần được nghiên cứu như một phương pháp luận có giá trị phổ quát, không phụ thuộc vào sự chấp nhận hay từ chối Chủ nghĩa tham số. Về mặt thực hành thiết kế, một kiến trúc sư có thể sử dụng TKTS để tạo ra một công trình kiến trúc truyền thống Việt Nam với hệ mái ngói phức tạp; một nhà nghiên cứu có thể dùng TKTS để tối ưu hóa các giải pháp che nắng thụ động cho khí hậu nhiệt đới mà không cần quan tâm đến bộ quy tắc thiết kế của Chủ nghĩa

Khái niệm	Bản chất	Đặc trưng vận hành
<b>Thiết kế tính toán</b> (Computational Design)	Lớp rộng nhất, bao trùm mọi phương pháp có dùng năng lực tính toán	Máy tính tham gia vào tư duy và quyết định thiết kế [16]
<b>Thiết kế tham số</b> (Parametric Design)	Phương pháp luận dựa trên quan hệ biến thiên có kiểm soát	Toàn bộ hệ thống cập nhật nhất quán khi thay đổi một tham số [14]
<b>Thiết kế thuật toán</b> (Algorithmic Design)	Các quyết định được mã hóa tường minh thành chuỗi bước có trình tự	Truy vết trực tiếp từng đoạn mã đến bộ phận cụ thể của công trình [17]
<b>Thiết kế tạo sinh</b> (Generative Design)	Hệ thống tự tạo ra nhiều phương án dựa trên mục tiêu và ràng buộc	Dùng AI, học máy, giải thuật tiến hóa để duyệt không gian thiết kế đa chiều [14]

Bảng 1. Khác biệt cốt lõi giữa một số khái niệm trong hệ phương pháp thiết kế số

Tiêu chí	Thiết kế tham số	Chủ nghĩa tham số
<b>Bản chất</b>	Phương pháp luận/quy trình, công cụ thiết kế	Phong cách kiến trúc/ hệ tư tưởng thẩm mỹ
<b>Mục tiêu chính</b>	Hiệu quả thiết kế, kiểm soát và liên kết các tham số để tạo ra biến thể linh hoạt	Xác lập phong cách kiến trúc quốc tế có tính tiên phong
<b>Đặc trưng thẩm mỹ</b>	Cơ bản trung lập, có thể áp dụng cho nhiều ngôn ngữ kiến trúc	Không trung lập, quy định hình thức phải tuân theo bộ nguyên tắc thiết kế rõ ràng.
<b>Đặc tính hình học</b>	Đa dạng về loại hình	Ưu tiên hình học phi Euclid, bề mặt cong tự do, biến đổi liên tục

Bảng 2. So sánh Thiết kế tham số và Chủ nghĩa tham số

tham số. Nhận thức này giải phóng TKTS khỏi các ràng buộc của Chủ nghĩa tham số và mở ra dư địa cho việc ứng dụng TKTS trong nhiều lĩnh vực. Trong giảng dạy, việc phân biệt rõ hai khái niệm là điều kiện tiên quyết để xây dựng chương trình đào tạo TKTS không bị định kiến bởi một phong cách thẩm mỹ cụ thể. Sinh viên cần hiểu TKTS như một phương pháp luận có thể áp dụng cho bất kỳ mục tiêu sáng tác nào, thay vì coi TKTS như một kỹ thuật để tạo ra những công trình mang phong cách tương tự như của Zaha Hadid.

### THỰC TRẠNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG ỨNG DỤNG TKTS TẠI VIỆT NAM

Tại Việt Nam, các nghiên cứu và thực nghiệm về TKTS phần lớn vẫn đang trong tình trạng phân mảnh theo từng lĩnh vực ứng dụng cụ thể, chưa hình thành được một hệ thống lý thuyết và phương pháp

luận chung. Các hướng tiếp cận hiện tại chủ yếu tập trung vào các mảng riêng biệt như: tối ưu hóa mặt đứng đa lớp thích ứng khí hậu (tích hợp tham số hình học với dữ liệu bức xạ mặt trời và thông gió) [18]; kiểm soát hình học và tính khả thi thi công cho các cấu trúc không gian phức hợp (mặt cong tự do, hyperboloid) [19,20]; hoặc ứng dụng thuật toán sinh hình và hình học fractal trong tổ chức không gian kiến trúc [21,22]. Từ góc độ chuyên môn, các nghiên cứu này đã minh chứng cho năng lực của TKTS trong việc liên kết hình học với vi khí hậu, kết cấu và công năng, vượt ra khỏi giới hạn của "mỹ học số" thuần túy. Mặc dù vậy, sự thiếu hụt một khung phương pháp luận nền tảng đã khiến các công trình này tồn tại một cách cục bộ. Mỗi nhóm nghiên cứu đang tự xây dựng một hệ thống khép kín, dẫn đến sự thiếu đồng bộ về ngôn ngữ khái niệm và các tiêu chí đánh giá cốt lõi (như mức độ tự động hóa,

khả năng tích hợp dữ liệu hay tính tái sử dụng của thuật toán).

Về mặt thực hành kiến trúc, một hướng ứng dụng đáng chú ý là kết hợp cấu trúc Hyperbolic Paraboloid với vật liệu tre tại Việt Nam, minh chứng cho khả năng tích hợp TKTS với vật liệu bản địa. Các công trình điển hình như Nhà hàng hải sản Keeng với toàn bộ hệ cột và giàn mái đều được tạo hình từ cấu trúc Hypar sử dụng tre sắt tạo ra kiến trúc nội thất ấn tượng với tạo hình tựa dáng thuyền cong nhẹ đặc trưng cho vùng sông nước miền Nam; Nhũ tre (Venice Architecture Biennale 2018, VTN Architects) khai thác tính linh hoạt hình học của tre theo logic tham số để tạo không gian cộng đồng tối giản về kết cấu. Cả hai công trình chứng minh rằng TKTS trong bối cảnh Việt Nam không nhất thiết đồng nghĩa với hình thức phi tuyến ngoại nhập, mà có thể là công cụ để tái diễn giải các nguyên lý kết cấu và vật liệu truyền thống (Hình 3, 4).

Hạn chế lớn nhất của TKTS tại Việt Nam hiện nay tập trung ở mảng đào tạo. TKTS hiện mới được đề cập trong một số hội thảo chuyên ngành, luận văn, bài báo khoa học và các môn học tự chọn ở bậc đại học. Người học thường tiếp cận công cụ số theo kiểu có hướng dẫn: biết thao tác theo quy trình có sẵn, nhưng chưa xây dựng được nền tảng lý luận về hình học và tư duy xây dựng quy trình logic. Hệ quả là năng lực vận dụng mang tính bề mặt: người dùng có thể tái tạo một kết quả đã thấy, nhưng gặp khó khăn khi cần tự thiết lập quan hệ ràng buộc cho một bài toán thiết kế mới. Hiện nay, thiết kế tính toán, lĩnh vực bao trùm cả TKTS, đang gặp hai trở ngại chính tại Việt Nam: (i) rào cản về tư duy lập trình logic của kiến trúc sư được đào tạo theo hướng truyền thống, (ii) thiếu hệ thống tài liệu lý luận bằng tiếng Việt có chất lượng học thuật [6,7,23].

Dù còn nhiều hạn chế, các nghiên cứu học thuật và công trình thực tiễn tại Việt Nam đã bắt đầu cho thấy tiềm năng ứng dụng TKTS một cách có chiều sâu. Từ góc nhìn phương pháp luận, TKTS không thay thế mà tái cấu trúc vị trí của các phương pháp khác trong quy trình thiết kế kiến trúc. Trên cơ sở phân tích tiến trình lịch sử, bản chất phương pháp luận và thực trạng nghiên cứu, ứng dụng tại Việt Nam, bài báo đề xuất một số định hướng tiếp cận để phát triển TKTS tại Việt Nam như sau:

*Cần coi TKTS là năng lực tư duy (parametric*

thinking) thay vì tiếp cận TKTS như một tập hợp các kỹ năng thao tác phần mềm. Người học cần nắm bắt được logic hình thành của một TKTS, xác định đâu là tham số, đâu là quan hệ ràng buộc, đâu là biến đầu ra trước khi nắm bắt thao tác tạo ra nó.

Cần xây dựng khung chương trình tích hợp giữa hình học kiến trúc với các công cụ TKTS như Rhinoceros-Grasshopper. Kinh nghiệm của Đại học Gdańsk cho thấy một lộ trình khả thi gồm bốn cấp độ: (1) hình học mô tả và lập trình tham số cơ bản trong năm 1, (2) CAD nâng cao với NURBS và phân tích mặt đứng trong năm 2-3, (3) chuyên đề tự chọn ở bậc đại học, (4) chuyên đề định hướng ở bậc thạc sĩ [24]. Mô hình Đại học Monterrey bổ sung thêm chiều kết nối giữa lý luận TKTS và chế tạo kỹ thuật số, thể hiện qua việc tích hợp bài tập chế tạo thực tế vào quy trình học tập [25].

Khai thác TKTS cho bài toán khí hậu nhiệt đới ẩm của Việt Nam. Cụ thể, TKTS có thể được áp dụng để: tối ưu hóa góc nghiêng và chiều sâu của hệ lam che nắng theo quỹ đạo mặt trời thực tế ở từng địa điểm cụ thể; tối ưu hóa hình dạng lỗ thông gió dựa trên mô phỏng khí động học; hoặc tạo ra các mặt đứng có khả năng biến thiên theo điều kiện vi khí hậu.

Ứng dụng TKTS cho vật liệu và kết cấu truyền thống. Như đã minh chứng qua các công trình tre ứng dụng cấu trúc Hypar tại Việt Nam, TKTS có tiềm năng lớn trong việc tái diễn giải hình học của vật liệu và kỹ thuật xây dựng truyền thống. Tương tự, hệ mái ngói truyền thống Việt Nam với đường cong mái hai tầng phức tạp, hệ lan can và cầu kiện gỗ theo module tỷ lệ đều là những bài toán mà TKTS có thể số hóa và tái diễn giải trong ngôn ngữ kiến trúc đương đại mà không cần bắt chước hình thức thẩm mỹ phương Tây.

## KẾT LUẬN

Đối với Việt Nam, khoảng cách giữa tiềm năng và năng lực thực tế ứng dụng TKTS không phải do thiếu công cụ, mà chủ yếu do thiếu nền tảng lý luận hệ thống và thiếu mô hình đào tạo tích hợp. Việc tiếp tục để TKTS chỉ được tiếp cận như một kỹ năng phần mềm sẽ tạo ra những người dùng thụ động, không đủ khả năng giải quyết các bài toán thiết kế mới. Ngược lại, nếu được đặt đúng vị trí là một năng lực tư duy nền tảng, TKTS sẽ trở thành một đóng góp thực chất cho nghiên cứu, đào tạo và thực hành kiến trúc Việt Nam đương đại./.



Hình 3. Nhà hàng hải sản Keeng (Nguồn: kientrucvietnam.org.vn)



Hình 4. Nhũ tre (Nguồn: vtnarchitects.net)

### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (HUCE) trong đề tài "Nghiên cứu ứng dụng TKTS cho tạo hình mặt cong tự do trong giai đoạn tìm ý kiến trúc", mã số: 04-2026/KHXD.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Pottman H, Asperl A, Hofer M, Kilian A. *Architectural Geometry*. Bentley Institute Press, 2008.

[2] Bellone T, Fiermonte F, Mussio L. *The Common Evolution Of Geometry And Architecture From A Geodetic Point Of View. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2017

[3] Kolarevic B. *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. Taylor & Francis, 2003.

[4] Oxman R. *Theory and design in the first digital age. Design Studies*, 2006;

[5] Woodbury RF. *Elements of Parametric Design*. Routledge, 2010.

[6] Hoàng VĐ. *Từ công nghệ kỹ thuật số đến đào tạo KTS ở Việt Nam. Tạp Chí Kiến Trúc*, 2020.

[7] An T. *Toạ đàm Thiết kế tham số và Công nghệ trong kiến trúc. Tạp Chí Kiến Trúc*, 2020.

[8] Schumacher P. *Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design. Architectural Design*, 2009.

[9] Schumacher P. *Patrik Schumacher on parametricism – 'Let the style wars begin'. Architects Journal*, 2010.

[10] Torraco RJ. *Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. Human Resource Development Review*, 2005.

[11] Snyder H. *Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. Journal of Business Research*, 2019.

[12] Mihajlovska T, Nikolovski D, Trombeva-Gavriloska A, Dimevska Sofronievska L. *Form-Finding Of Arches. Journal of Applied Sciences*, 2024.

[13] Majeed AH, Al-Alwan H, Oukaili N. *Free-*

*form geometries in contemporary architecture – dimensional rules of Folded, Blob and Formlessness architecture. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021.

[14] Asanowicz A. *Parametric design - Tool, medium or new paradigm? eCAADe 35*, 2017.

[15] Holzer D, Hough R, Burry M. *Parametric Design and Structural Optimisation for Early Design Exploration. International Journal of Architectural Computing*, 2007.

[16] Dũng PS, Chính NT, Hằng NT, Trung DH. *Computational design - lợi thế và trở ngại trong thể hiện kiến trúc. Tạp Chí Kiến Trúc*, 2024.

[17] Terzidis K. *Algorithmic Design: A Paradigm Shift in Architecture?. eCAADe 2004: Architecture in the Network Society*, 2004.

[18] Trà PT. *Cấu trúc mặt đứng đa lớp nhà phố thích ứng với điều kiện khí hậu theo phương pháp tham số. Tạp Chí Kiến Trúc*, 2022.

[19] Hiếu NTC. *Ứng dụng mặt cong tự do trong thiết kế kiến trúc hiện đại tại Việt Nam. Tạp Chí Kiến Trúc Việt Nam*, 2025.

[20] Tùng NV, Hằng NT. *Thực trạng ứng dụng đơn giản hóa mặt cong tự do bằng các tấm phẳng đa giác trong thiết kế kiến trúc. Tạp Chí Kiến Trúc Việt Nam*, 2025.

[21] Thùy NTM. *Ứng dụng lý thuyết hình học Topology trong quá trình thiết kế kiến trúc và định hướng ứng dụng tại Việt Nam. Tạp Chí Khoa Học Công Nghệ Xã Dụng KHCNXD – ĐHXD*, 2020.

[22] Chi LTP. *Hình học Fractal và tính chất tự đồng dạng thể hiện trong kiến trúc Việt Nam. Journal of Science and Technology in Civil Engineering (STCE) – NUCE*, 2018.

[23] Bảo TQ. *Kiến trúc thuật toán và những ứng dụng tại Việt Nam. Tạp Chí Kiến Trúc*, 2021.

[24] Radziszewski K, Cudzik J. *Parametric design in architectural education. World Transactions on Engineering and Technology Education*, 2019.

[25] Riekstins A. *Advanced Modeling Techniques for Architectural Design Education. Architecture and Urban Planning*, 2017.