

# Ứng dụng cấu trúc Hyperbolic Paraboloid TRONG KIẾN TRÚC TỪ VẬT LIỆU TRE

TS.KTS LÊ THỊ PHƯƠNG CHI | KHOA KIẾN TRÚC VÀ QUY HOẠCH, TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG HÀ NỘI

## TÓM TẮT

Tre là vật liệu xây dựng tự nhiên, phổ biến ở Việt Nam, gắn liền với kiến trúc xanh. Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, các công trình xây dựng từ tre không dừng lại ở mái lá đơn sơ mà có tạo hình đẹp và cấu trúc ngày càng phức tạp. Mặt Hyperbolic Paraboloid là một cấu trúc hình học hiện đại, ứng dụng phổ biến trong các công trình từ tre nhờ khả năng tạo hình đơn giản từ đường thẳng. Cùng với tính năng động về mặt thẩm mỹ, nó cũng đã được chứng minh là hiệu quả về mặt cấu trúc nhờ khả năng bao phủ các nhịp dài mà không cần hỗ trợ trung gian. Hình thức tuyệt vời này là kết quả của đỉnh cao kiến trúc và kỹ thuật kết cấu tiên tiến, được các KTS, kỹ sư kết cấu và học thuật trên thế giới sử dụng cho thiết kế hiện đại. Bài báo này đã khái quát hóa, hệ thống hóa, giới thiệu về khái niệm, đặc điểm mặt cong Hyperbolic Paraboloid và tổng kết một số hướng ứng dụng vào kiến trúc từ vật liệu tre trong nghiên cứu và thiết kế thông qua ví dụ thực nghiệm từ mô hình cũng như công trình thực tiễn.

## ABSTRACT

Bamboo is a natural building material, popular in Vietnam, associated with green architecture. Along with the development of science and technology, bamboo constructions do not stop at simple thatched roofs but have beautiful shapes and increasingly complex structures. Hyperbolic Paraboloid Surface is a modern geometric structure, commonly used in bamboo constructions thanks to its ability to create simple shapes from straight lines. Along with its aesthetic dynamism, it has also proven to be structurally efficient thanks to its ability to cover long spans without intermediate supports. This wonderful form is the result of the pinnacle of advanced architecture and structural engineering, used by many architects, structural engineers and academics around the world for modern designs. This article systematizes and introduces the concept and characteristics of Hyperbolic Paraboloid surface, summarizing some application directions for architecture using bamboo materials in research and design through experimental examples of models and practical designs.

## GIỚI THIỆU

Kiến trúc tre vốn có lịch sử lâu đời ở Việt Nam nói riêng và các nước châu Á nói chung. Hầu hết các ngôi nhà truyền thống ở Việt Nam đều sử dụng tre làm vật liệu xây dựng. Nhưng sau khi kỷ nguyên công nghiệp bắt đầu, việc sử dụng tre làm vật liệu xây dựng có lúc đã trở nên lỗi thời. Tre bị xem là vật liệu rẻ tiền và không bền vững do dễ bị mối mọt và nấm tấn công. Nó cũng được coi là vật liệu hạng thấp, thậm chí, nhiều nhà xây dựng đã gọi tre là "gỗ của người nghèo" (Lobokivov, 2009) [1]. Mọi người có xu hướng chọn gạch, bê tông và thép làm vật liệu kết cấu và xây dựng cho các tòa nhà hiện đại.

Nhưng ngày nay, sau khi các vấn đề về nóng lên toàn cầu và tính bền vững xuất hiện cùng với sự phát triển của công nghệ vật liệu, đặc biệt là công nghệ chống mối mọt, cong vênh... tre làm vật liệu xây dựng đã được thảo luận và xem xét rộng rãi.

Tre có nhiều ưu điểm so với các vật liệu tự nhiên khác như: khả năng tái tạo nhanh hơn so với gỗ, chỉ mất 3-5 năm để thu hoạch, độ bền cao với tính chất cơ học cao gấp 2-3 lần so với gỗ thông thường, sợi tre có ứng suất cắt cao hơn gỗ, có nhịp rộng hơn gỗ; độ bền kéo lớn hơn so với thép và chịu lực nén tốt gấp 2 lần bê tông (cường độ kéo lớn hơn và nhỏ hơn 28.000N trên inch vuông, so với thép là 23.000N trên inch vuông (Anagal, et al, 2010) [1]. Ngoài ra, tre có trọng lượng nhẹ, dễ vận chuyển, thi công, khả năng uốn cong vượt trội và khả năng chống rung động tốt [1, 2].

Đặc biệt, trong kiến trúc - xây dựng ở Việt Nam, tre có lợi thế nhất định khi cạnh tranh với các vật liệu khác vì giá tre ở Việt Nam chỉ bằng 1/3 ở Trung Quốc (so sánh với tỉnh Anji, Trung Quốc) [2] và nước ta có diện tích trồng tre lớn thứ 4 trên thế giới với 1,4 triệu ha rừng tre, chỉ sau Trung Quốc, Ấn Độ và Myanmar, chiếm 15% diện tích rừng tự nhiên, khoảng 6% diện tích rừng trồng, với trữ lượng khoảng 8,4 tỷ cây [3].

Vì những lý do đó, kiến trúc tre xuất hiện ngày càng nhiều ở Việt Nam nói riêng và trên thế giới nói chung, gắn liền với kiến trúc xanh, kiến trúc bền vững, thân thiện môi trường. Việc thiết kế, xây dựng kiến trúc từ tre cũng ngày càng phát triển. Nhiều nhà nghiên cứu xây dựng tre gần đây ứng dụng và nghiên cứu các phương pháp thiết kế tham số [4, 5] cho kiến trúc từ vật liệu tre, điều này cũng đặt ra yêu cầu gắn tạo hình thiết kế với cấu trúc hình học, tạo điều kiện tham số hóa các bước nghiên cứu, thiết kế cũng như nâng cao tính khả thi trong xây dựng.

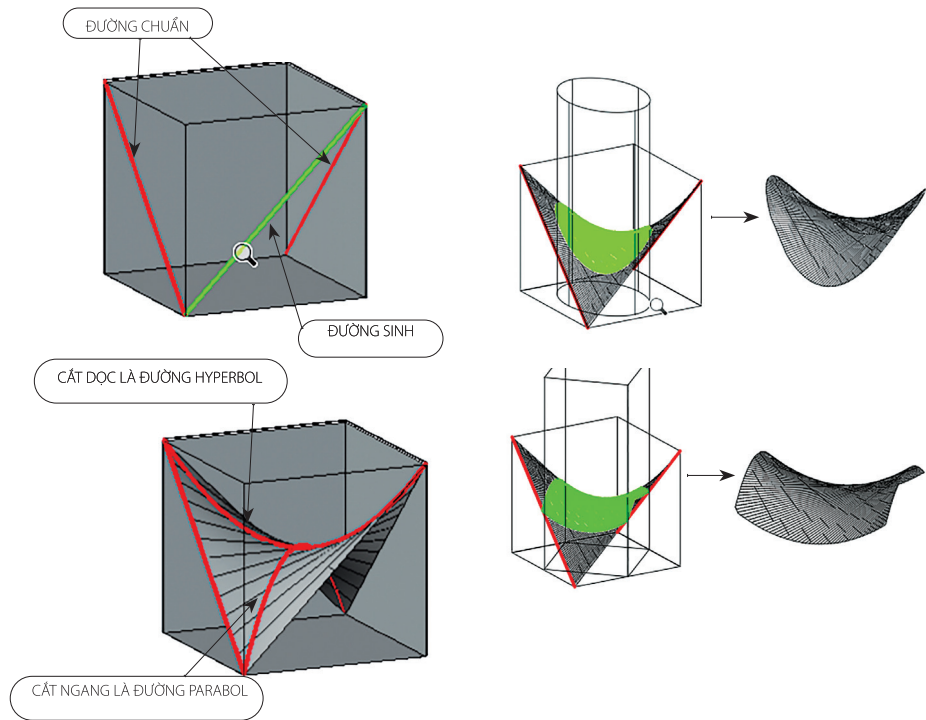
Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật nói chung, hình học có nhiều bước tiến, trở thành nền tảng cho tạo hình kiến trúc hiện đại. Mặt cong Hyperbolic Paraboloid là một cấu trúc hình học có tạo hình khá biểu cảm, bắt đầu được chú ý sau chiến tranh thế giới thứ 2 và phát triển mạnh mẽ vào những năm 1950 và 1960. Ưu điểm lớn nhất của cấu trúc này là tạo hình mặt cong có thể được xây

dựng từ đường thẳng, tạo điều kiện thi công đơn giản, áp dụng được trên rất nhiều vật liệu từ: bê tông cốt thép cho đến tre, gỗ,... Felix Candela đã tạo ra cuộc cách mạng trong xây dựng với các tạo hình Hyperbolic Paraboloid trên vật liệu bê tông vỏ mỏng. Ông chia sẻ: "Trong tất cả các hình dạng mà chúng ta có thể tạo cho vỏ, hình Hyperbolic Paraboloid dễ xây dựng và thiết thực nhất" [6]. Tuy vậy, Hyperbolic Paraboloid không trở nên phổ biến. Một trong những lý do là chi phí xây dựng vỏ bê tông quá cao và việc mở rộng sang các vật liệu khác chỉ được khám phá một cách rời rạc. Sự tái phát triển của vật liệu tre mở ra thời kỳ phát triển mới của cấu trúc Hyperbolic Paraboloid. Ngày nay, nhiều nhà thiết kế kết cấu từ tre, đang tiếp thu di sản của hình dạng Hypar, không phải để xây dựng vỏ bê tông, mà là để thiết kế lưới cong bền vững và chi phí thấp từ tre [5]. Các công trình tre có kết cấu dạng Hyperbolic Paraboloid được đánh giá là các "kiến trúc hữu cơ" bền vững [1].

Ở Việt Nam, các công trình thực tiễn từ tre cũng khá phổ biến, đặc biệt nổi tiếng với KTS Võ Trọng Nghĩa. Tuy vậy, các nghiên cứu về tạo hình kiến trúc tre trong thời đại công nghệ phát triển lại chưa có nhiều. Sinh viên kiến trúc cũng chưa được tiếp cận nhiều với các ứng dụng của các loại cấu trúc hình học hiện đại. Dựa trên việc khái quát hóa, hệ thống hóa các thông tin, nghiên cứu lý thuyết và kiến trúc đã có, kết hợp với kết quả thực nghiệm mô hình bài báo này giới thiệu khái quát về khái niệm, đặc điểm mặt cong Hyperbolic Paraboloid, nêu lên một số hướng ứng dụng vào thiết kế kiến trúc từ vật liệu tre và liên hệ một số ví dụ thực tiễn.

**KHÁI NIỆM VỀ MẶT HYPERBOLIC PARABOLOID (HYPAR) TRONG HÌNH HỌC**

Mặt Hyperbolic Paraboloid rất dễ nhận biết nhờ hình dáng độc đáo dạng yên ngựa, được hình thành bởi sự kết hợp của các bề mặt lõm và lồi. Đó là những bề mặt cong kép với độ cong Gaussian âm, được hình thành trong không gian ba chiều bằng cách tịnh tiến (chuyển vị song song theo chiều dọc) một parabol cong hướng xuống và một parabol cong hướng lên theo chiều vuông góc, tạo ra



Hình 1. Cấu trúc mặt Hypecabolic Paraboloid và một số tạo hình thường gặp



(a) Các bước tạo mô hình Hypar từ thanh tre thẳng [tác giả]

(b) Tạo dựng cấu trúc Hypar trong thực tiễn [13]

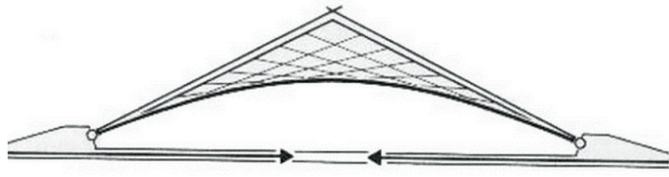
Hình 2. Tạo hình mặt Hypar từ thanh tre thẳng trong mô hình và thực tiễn

một mặt cong gheñh, uốn lượn uyển chuyển. Tên gọi Hypecabolic Paraboloid (rút gọn là Hypar) phát sinh từ thực tế là các mặt cắt nằm ngang của cấu trúc là các hyperbol, trong khi các mặt cắt dọc (song song với hai mặt phẳng tọa độ khác: mặt phẳng xz và yz) là các parabol [7, 8, 9,10] (tham khảo Hình 1).

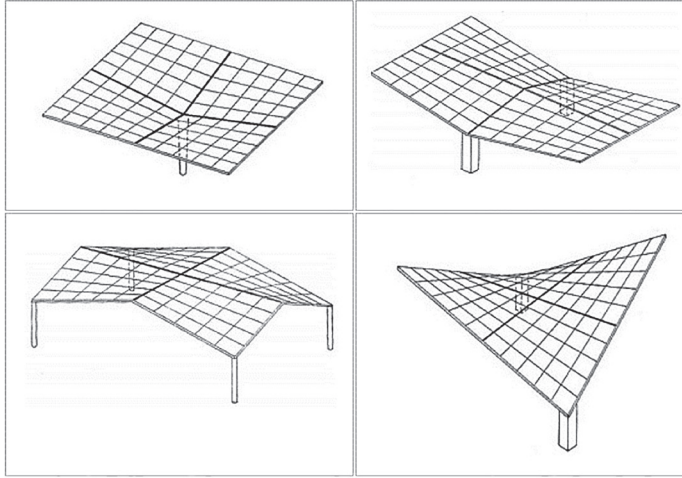
**ĐẶC ĐIỂM CỦA CẤU TRÚC HÌNH HỌC HYPERBOLIC PARABOLOID**

Mặt cong Hypar có hai đặc điểm nổi bật, đồng thời cũng là ưu điểm về mặt tạo hình và kết cấu.

**Đặc điểm thứ nhất: Tạo hình đơn giản**



a) Khoảng cách và phân phối tải trọng của mặt Hyperbolic Paraboloid [13]



b) Một số kết cấu mái từ mặt Hypar với khoảng cách chịu lực lớn trong xây dựng [10]

Hình 3. Minh họa khả năng chịu lực rộng nhờ hình thức của mặt Hypar

Mặc dù là một bề mặt cong nhưng Hyperbolic Paraboloid đặc biệt có thể được xây dựng từ một đường thẳng (còn gọi là đường sinh) chuyển động, luôn cắt hai đường thẳng chéo nhau và song song với một mặt phẳng định hướng (S) [7, 11, 12]. Đây chính là một lý do quan trọng cho việc sử dụng Hypar trong xây dựng và cho phép sử dụng các thanh tre thẳng làm hệ kết cấu chính.

Quá trình xây dựng thường bắt đầu bằng việc đặt cột đầu tiên theo một hướng và sau đó theo hướng khác. Chúng thường được tạm thời cố định bằng dây cao su, một giải pháp tạm thời cho phép điều chỉnh sau này. Sự kỳ diệu của hình dạng Hypar sau đó trở nên sống động khi hai đỉnh đối diện của cấu trúc được nâng lên đồng thời các đỉnh còn lại hạ xuống. Hành động này tạo nên bề mặt uốn cong độc đáo của Hypar, trong đó từng vùng uốn cong được điều chỉnh riêng lẻ để phù hợp với hình dáng mục tiêu. Quá trình này đạt đến đỉnh điểm khi việc cố định được thực hiện thông qua sử dụng các mối nối bắt vít hoặc chốt tre [14]. Hình 2 minh họa một số bước tạo kết cấu mặt Hypar từ thanh tre thẳng trong thực nghiệm mô hình và thực tiễn.

### Đặc điểm thứ hai: Sức mạnh chịu lực đến từ hình thức, không phải từ khối lượng

Thành công của hệ kết cấu Hyperbolic Paraboloid trong kiến trúc sử dụng vật liệu tre nằm ở khả năng truyền tải hiệu quả trên bề mặt của nó. Cấu trúc vỏ dạng mặt Hypar có độ cong kép với các đường gân dọc là hình parabol và các đường gân ngang là đường hypebol, tạo ra cơ chế chống uốn tuyệt vời. Điều này cho phép cấu trúc chịu lực nén trong các vùng vòm đồng thời tạo ra lực căng trong các bộ phận cấu trúc tuyến tính. Không giống như các dạng cấu trúc tiêu chuẩn, cấu trúc vỏ Hypar có được sự ổn định của chúng từ hình thức chứ không phải khối lượng [9]. Các bề mặt cong thường hoạt động vừa như các bức tường vừa như mái nhà. Vì hình thức được tạo thành từ các bề mặt cong; nó giảm nguy cơ bị mất ổn định do nén thường thấy ở các bộ phận kết cấu trong mặt phẳng. Tính linh hoạt của hình thức và sức mạnh do các quy tắc dọc theo hai trục cho phép nó chịu được tải trọng chết và tải trọng gió. Hình 3 minh họa khoảng cách và phân phối tải trọng của mặt Hyperbolic Paraboloid (Hình 3a) và một số dạng kết cấu mái lập từ các mặt Hypar trong xây dựng có khoảng chịu lực rộng. (Hình 3b).

Mặt Hypar có thể được tạo ra bằng nhiều

vật liệu xây dựng tùy theo cách sử dụng và đã có thời kỳ phát triển mạnh mẽ từ sau thế chiến thứ 2 với bê tông vỏ mỏng. Ngày nay, sự phát triển mạnh mẽ của vật liệu tre, gắn liền với kiến trúc xanh, cấu trúc Hyperbolic Paraboloid được đánh giá đang trải qua thời kỳ phục hưng của riêng nó.

### MỘT SỐ HƯỚNG ỨNG DỤNG VẬT LIỆU TRE VÀO CẤU TRÚC HYPAR TRONG KIẾN TRÚC

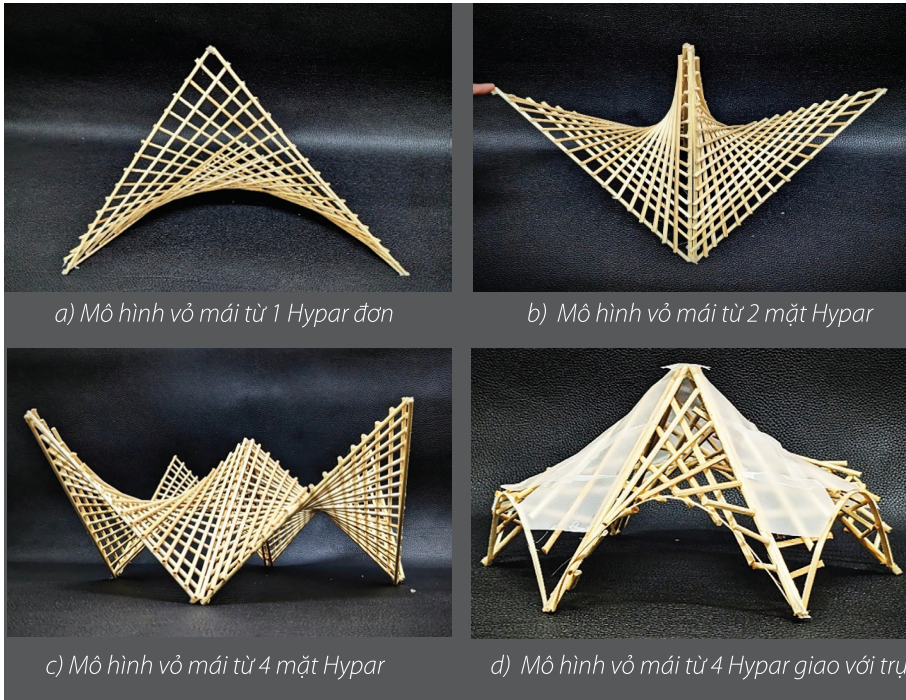
*Xây dựng hệ kết cấu vỏ bao che (ứng dụng trong kết cấu giàn mái hoặc vừa là mái, vừa là tường)*

Như đã nêu, sự uốn cong của bề mặt mang đến tính chắc chắn đặc biệt cho lớp vỏ, giúp chịu được tải trọng đáng kể trên các khoảng cách lớn. Những đặc điểm này làm cho giải pháp cấu trúc Hypar trở nên đặc biệt thích hợp khi áp dụng vào việc xây dựng mái nhà. "Hình dạng vỏ mái năng động Hyperbolic Paraboloid hài hòa hoàn hảo với ngôn ngữ thiết kế tự nhiên của các tòa nhà bằng tre. Các bức tường vô định hình và các cột tre có thể hỗ trợ hiệu suất kết cấu vốn đã tuyệt vời của cấu trúc mái paraboloid hyperbol cũng như nâng nó lên khỏi mặt đất, một đặc điểm quan trọng trong kiến trúc tre" [13]. Hiệu suất cấu trúc thành công của Hypar đến từ khả năng truyền tải hiệu quả trên toàn bộ bề mặt của nó, mang lại lực nén trong các vòm và đồng thời tạo ra sức căng trong các bộ phận cấu trúc tuyến tính. Đặc tính cấu trúc này là sự kết hợp hoàn hảo với các đặc tính của cột tre tự nhiên. Sự kết hợp của hệ kết cấu dạng Hyperbolic Paraboloid với mái bằng cỏ/rom có thể là bước tiếp theo trong quá trình phát triển xây dựng hữu cơ, bền vững.

Hình 4 minh họa một số mô hình thiết kế hệ kết cấu vỏ bao che từ vật liệu tre ứng dụng mặt Hypar do sinh viên K68, khoa kiến trúc và quy hoạch, Trường Đại học Xây dựng thực hiện. Hình 5 minh họa một số kết cấu vỏ mái bao che dựng từ mặt Hypar đã được xây dựng trong thực tế.

### Xây dựng hệ kết cấu cột/trụ

Ngoài việc tạo ra dạng vòm mái ghép từ một hoặc nhiều mặt Hypar, việc vận dụng tạo hình khéo léo có thể tạo ra các dạng tháp/trụ có hình dáng gấp nếp, vận xoắn



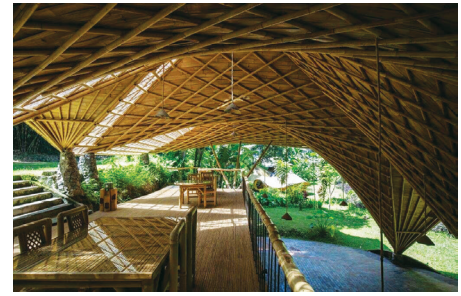
a) Mô hình vỏ mái từ 1 Hypar đơn

b) Mô hình vỏ mái từ 2 mặt Hypar

c) Mô hình vỏ mái từ 4 mặt Hypar

d) Mô hình vỏ mái từ 4 Hypar giao với trụ

Hình 4. Một số mô hình vỏ bao che thiết kế từ các mặt Hypar

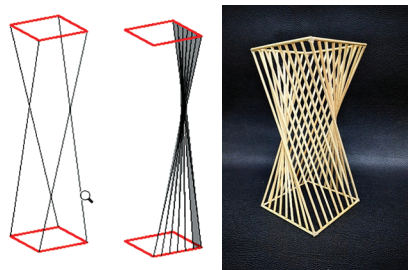


Hội trường Bamboo U, Bali [13]

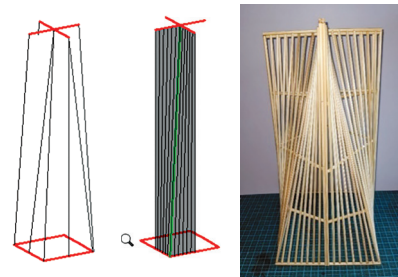


Mái dạng hypar được xây dựng tại, Altmünster (Áo) 2016 [5]

Hình 5. Một số kết cấu vỏ mái bao che dựng từ mặt Hypar trong thực tế



a) Kết cấu trụ tạo nên trên mặt bằng dạng vuông



b) Kết cấu trụ tạo nên trên mặt bằng đáy dạng vuông, mặt trên dạng chữ thập

Hình 6. Ví dụ mô hình tre về kết cấu trụ cột từ cấu trúc hypar



a) Cột trụ dạng Hypar trong hội trường Tre Bamboo U, Bali, Indonesia [13]



b) Cột trụ dạng Hypar trong Vinata bamboo pavilion, Việt Nam [15]

Hình 7. Một số cấu trúc cột tạo từ mặt Hypar trong các công trình thực tiễn

độc đáo, khác lạ từ cấu trúc Hyperbolic Paraboloid. Trong trường hợp này, các mảnh Hypar có đường chuẩn ngắn, đường sinh dài được kết hợp, tạo thành các thể trụ/tháp có thân vặn xoắn và mặt bằng 2 đầu hình vuông, tam giác, chữ thập... Hình 6, 7 là một số ví dụ về mô hình tháp/trụ dạng Hypar làm từ vật liệu tre và trong thực tế.

### MỘT SỐ KIẾN TRÚC TRE VIỆT TIÊU BIỂU ỨNG DỤNG MẶT HYPERBOLIC PARABOLOID

#### Nhà hàng hải sản Keeng

Công trình là một khu phức hợp nhà hàng với diện tích 400m<sup>2</sup>, xây dựng tại thị trấn

Long Thành, Đồng Nai, Việt Nam. Công trình gây ấn tượng bằng kiến trúc tre độc đáo, do công ty BambuBuild thiết kế và xây dựng, hoàn thiện năm 2023. Để đáp ứng yêu cầu của chủ đầu tư về một kiến trúc ấn tượng sẽ trở thành dấu ấn của khu phức hợp, vật liệu thân thiện với môi trường và việc xây dựng phải nhanh chóng, tre và

cấu trúc Hypar đã được công ty thiết kế, xây dựng lựa chọn cho cả yếu tố kết cấu và yếu tố trang trí của tòa nhà.

Loại tre xây dựng công trình là loại tre đặc, rất phổ biến ở miền Nam Việt Nam, còn được gọi là “tre sắt” nhờ độ cứng cao. Với các đặc điểm vượt trội về hình dáng cong độc đáo và khả năng chịu lực tốt theo mọi hướng như đã phân tích ở trên, bề mặt Hypar được sử dụng vừa làm kết cấu mái vừa làm kết cấu cột.

Mỗi cột chống của công trình là một tổ hợp giữa cọc tre thẳng đứng kết hợp các cánh chịu lực mái và trang trí ghép lại từ nhiều mặt Hypar đơn. Hệ cấu trúc tổ hợp dạng này không chỉ giúp tăng khả năng chịu lực, mở rộng phạm vi nâng đỡ của cột

mà còn tạo hiệu quả đặc biệt về hình thức. Giàn mái cũng là tổ hợp các Hypar liên tiếp được nâng đỡ bởi hệ cột chống. Cấu trúc Hypar uốn cong cho phép phần mái sảnh ở hai đầu nhô cao đến 4 mét. Nhờ vậy, kiến trúc khu sảnh đạt hiệu quả nổi bật với tạo hình mái tranh tựa dáng thuyền cong nhẹ, cùng với các cấu trúc tre giống như cây dừa nước tiêu biểu cho vùng sông nước miền Nam Việt Nam (Hình 8). Việc tạo hình mặt cong Hypar từ các cọc tre thẳng mà không cần uốn cong theo nguyên lý tạo hình giúp cho việc thi công nhanh chóng và dễ dàng.

Nhược điểm lồi lõm của hệ đỡ mái từ cấu trúc Hypar gây khó khăn cho việc lợp mái bằng tranh tự nhiên được các nhà thiết kế khắc phục bằng cách thêm vào hệ giàn và

xà gỗ thẳng bên trên, tạo thành mái dốc đơn giản khi nhìn từ ngoài. Tuy vậy, bên trong, tạo cột, trần mái dạng Hypar từ vật liệu tre vẫn đủ tạo ra kiến trúc nội thất ấn tượng (Hình 9).

### Nhũ tre

“Nhũ tre” - Bamboo Stalatite là công trình do VTN Architects thiết kế và được đặt tại triển lãm kiến trúc Venice Architecture Biennale, Italia, trên diện tích xây dựng 290m<sup>2</sup>. Chủ đề thiết kế triển lãm năm 2018 là “Free Space - Không gian tự do.” “Nhũ tre” là không gian tự do mang tính cộng đồng, không phân biệt và bình đẳng cho tất cả mọi người vì thế cần phải có sự tối giản về kết cấu và chi phí sản xuất. Tre được sử dụng làm vật liệu chính. Tre, với tính linh



Hình 8. Cột chống ghép từ các mặt Hypar và kiến trúc khu sảnh nhà hàng [16]



Hình 9. Ngoại và nội thất của sảnh Nhà hàng hải sản Keeng [16]

hoạt đặc biệt về mặt cấu trúc, cho phép các nhà xây dựng thực hiện dự án này với nguồn lực hạn chế (chỉ với 8 công nhân Việt Nam, dưới sự hỗ trợ của các KTS và sinh viên Việt Nam và Ý để xây dựng gian hàng trong vòng 25 ngày). Thiết kế công trình bao gồm 11 module, mỗi module được tạo thành từ sự kết hợp của 2 cấu trúc vỏ Hyperbolic Paraboloid (Hình 10). Các dầm kết cấu cho gian hàng đã được chuẩn bị tại Việt Nam.

Hình thức của công trình vừa linh hoạt, vừa độc đáo, giúp tạo ra một không gian, giàu sự kết nối với vẻ đẹp của thiên nhiên, với nắng, gió và biển. Vì lý do đó, mặc dù diện tích khá nhỏ, không gian tre này dễ dàng thu hút sự chú ý, trở thành điểm nhấn của thành phố [17] (Hình 11).

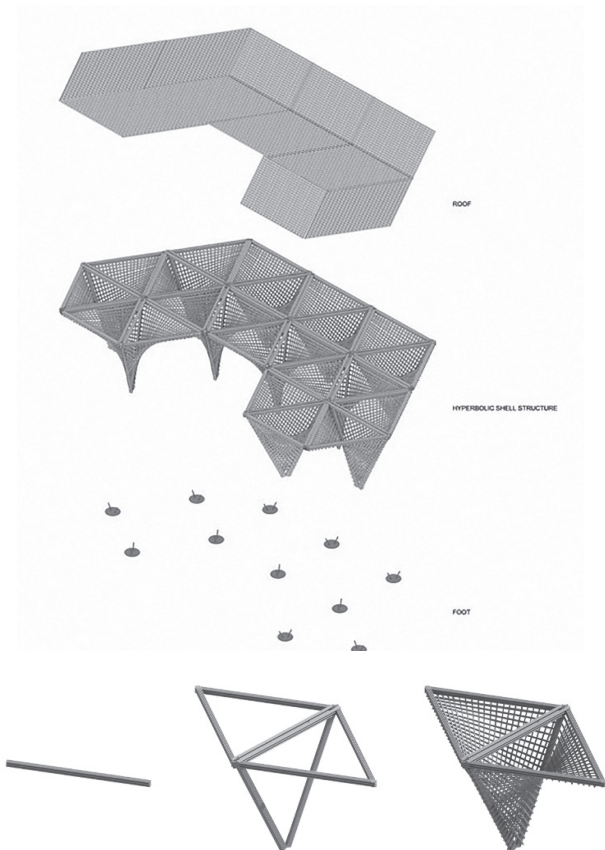
**KẾT LUẬN**

Tóm lại, có thể thấy, trong bối cảnh thế giới ngày càng quan tâm đến vấn đề môi trường, lượng chất thải từ ngành công nghiệp xây dựng đang là gánh nặng, tre

trở thành một tiềm năng lớn về vật liệu do không những không sinh ra chất thải mà còn đem tới bầu không khí trong lành cho các công trình, đồng thời tạo nên một nét đẹp rất riêng, vừa có yếu tố công nghệ thời đại, vừa thể hiện bản sắc văn hóa dân tộc. Như có nhà nghiên cứu đã nhận xét: “Nếu Kiến Trúc Xanh, Kiến Trúc Sinh Thái là xu hướng của kiến trúc thế kỷ 21, thì tre nứa chính là vật liệu bền vững của thế kỷ 21” [2].

Cấu trúc Hyperbolic Paraboloid có tiềm năng rất lớn đối với tạo hình tre. Tác giả Ty-lers. S (2013) đã nhận định về cấu trúc Hypar bằng 3 từ “đẹp, linh hoạt, thực tiễn” [19]. Nhờ tạo hình mặt cong uốn chuyển được tạo nên từ đường thẳng, chúng không chỉ dễ xây dựng mà còn có cấu trúc rất hiệu quả, hấp dẫn về mặt hình ảnh, kết hợp khả năng chịu lực với khoảng cách lớn. “Khi so sánh các đặc tính cấu trúc của tre và hiệu suất cấu trúc của các Hyperbolic Paraboloid, có vẻ như hai loại này được tạo ra cho nhau, miễn là hình dạng cong đôi là mục tiêu thiết kế” [13].

Những thiết kế từ tre nổi tiếng gần đây đã cho thấy hiệu quả mạnh mẽ của việc áp dụng cấu trúc hình học Hypar nói riêng và các cấu trúc hình học hiện đại nói chung trong việc tạo ra các công trình kiến trúc hữu cơ độc đáo, bền vững và thân thiện môi trường. Tuy vậy, giới hạn của bài báo dừng lại ở mức độ khái quát hóa đặc điểm, tổng kết một số ứng dụng cơ bản của cấu trúc mặt Hypar trong thiết kế. Trên thế giới, việc nghiên cứu các phương pháp thiết kế hiện đại hơn đã đang diễn ra với sự trợ giúp của thiết kế tham số, thúc đẩy việc sử dụng các cấu trúc hình học trong đó có cấu trúc Hypar vào thiết kế từ tre, góp phần mang đến các hệ thống và ý tưởng kết cấu mới. Chính vì thế, việc nghiên cứu chuyên sâu về cấu trúc Hypar nói riêng và cấu trúc hình học nói chung tương ứng với các loại vật liệu và kết cấu xây dựng là hết sức cần thiết để góp phần tạo ra sự hội nhập của kiến trúc Việt Nam với xu hướng toàn cầu./.



Hình 10. Sơ đồ tổ chức và cấu trúc hệ cột dạng Hypar trong “Nhũ tre” [17, 18]



Hình 11. Hình ảnh ấn tượng của công trình “Nhũ tre” [17]

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi trường Đại học Xây Dựng Hà Nội (HUCE) trong đề tài “Nghiên cứu cấu trúc hình học trong tạo hình kiến trúc”, mã số 05-2024/KHXD.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Esti A N (2015), *The Potential of Bamboo as Building Material in Organic Shaped Buildings*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 216 (2016) 30 – 38
2. <https://bambubuild.com/vi/tin-tuc/tiem-nang-cua-tre-trong-kien-truc-xay-dung.html> - truy cập ngày 04/9/2024
3. Que HTH, Thang TN (2017), Nghiên cứu hiện trạng phân bố và chuỗi cung ứng tre tại tỉnh Thừa Thiên Huế, *Tạp chí Khoa học – Đại học Huế*, Tập 126, Số 3B, 2017
4. Ahmad M, Asterios A, Davide L, Hanmei C (2023), *Rethinking Bamboo Roof-Based Architecture of Indonesian Traditional House Using Parametric Design and Automated Fabrication Techniques*, *ASCAAD 2023 - Computation, Culture, and Context*, Jordan
5. Tim M, Lu L, Russell A, Sigrid A, Greta T (2017), *Design of three hyper roofs made of guadua bamboo*, *Journal of the International association for shell and spatial structures: J. IASS*, DOI: <https://doi.org/10.20898/j.iass.2017.191.844>
6. Colabella S., Pugnale A., Halls J. et al (2024), *Making the Hyper Up pavilion: (in) efficiencies of upcycling surplus timber products*. *ARIN* 3, 31 (2024). <https://doi.org/10.1007/s44223-024-00074-z>
7. Đoàn Như Kim (2005), “Một số khái niệm về hình học trong kiến trúc”, nhà xuất bản Xây Dựng.
8. Qiheng W, Yang L, Zixuan W (2023), *Subject review Application of Hyperbolic Paraboloid in Architectural Design*, <https://doi.org/10.17559/TV-20230306000407>
9. <https://www.re-thinkingthefuture.com/materials-construction/what-are-hyperbolic-paraboloid-shells/> truy cập ngày 04/9/2024
10. [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Hyperbolic\\_paraboloid\\_in\\_construction](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Hyperbolic_paraboloid_in_construction) truy cập ngày 04/9/2024.
11. Than HV, Kim DN, Tho DT (2005), “Hình học họa hình”, nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
12. *Exploring Hyperbolic Paraboloids: A Deep Dive into Iconic Shell Structures* ([parametricworld.org](http://parametricworld.org)) - truy cập ngày 04/9/2024
13. <https://bamboou.com/hyperbolic-paraboloids-in-bamboo-architecture/> - truy cập ngày 04/9/2024
14. <https://kienviet.net/2023/9/4/kham-pha-4-he-thong-ket-cau-doc-dao-tu-vat-lieu-tre> - truy cập ngày 04/9/2024
15. *VTN architects introduces the hyperbolic vinata bamboo pavilion to hanoi* ([designboom.com](http://designboom.com)) - truy cập ngày 04/9/2024
16. *Keeng Seafood Restaurant / BambuBuild | ArchDaily* - truy cập ngày 04/9/2024
17. <https://www.archdaily.com/895471/bamboo-stalactite-vtn-architects> - truy cập ngày 04/9/2024
18. <https://vtnarchitects.net/nhu-tre-p212.html> - truy cập ngày 04/9/2024
19. Tylers. S (2013), “Beauty, Versatility, Practicality”: the Rise of Hyperbolic Paraboloids in post-war America (1950-1962), *Construction History*, Vol. 28, No. 1 (2013), pp. 165-184