

XU HƯỚNG SỬ DỤNG VẬT LIỆU SINH HỌC TRONG NGÀNH XÂY DỰNG VÀ ĐỀ XUẤT ÁP DỤNG TẠI VIỆT NAM

TRENDS IN USING BIOLOGICAL MATERIALS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY AND PROPOSED FOR APPLICATION IN VIETNAM

Nguyễn Ngọc Uyên

Viện Khoa học công nghệ xây dựng

Email: uyen.ibst@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.59382/pro.intl.con-ibst.2023.ses2-20>

TÓM TẮT: Xu hướng của ngành xây dựng trên thế giới hiện nay và trong tương lai là nghiên cứu, sử dụng các vật liệu có nguồn gốc sinh học. Bài viết tổng hợp một số vật liệu sinh học phổ biến hiện đang được nghiên cứu và đã áp dụng trong ngành xây dựng trên thế giới. Sau đó sẽ đưa ra phân tích các vấn đề liên quan và tổng hợp lại để đưa ra đề xuất lựa chọn vật liệu áp dụng phù hợp với Việt Nam hiện nay và trong tương lai.

TỪ KHÓA: vật liệu sinh học; vật liệu xây dựng; sinh học; nguồn gốc sinh học.

ABSTRACTS: *The trend of the construction industry in the world today and in the future is to research and using materials of biological origin. The article summarizes some popular biological materials that are currently being researched and applied in the construction industry around the world. After that, the relevant issues will be analyzed and summarized to make a proposal to choose suitable materials for Vietnam today and in the future.*

KEYWORDS: *bio-based materials; building materials; bio origin; bio materials.*

1. KHÁI QUÁT VỀ VIỆC SỬ DỤNG VẬT LIỆU TRONG NGÀNH XÂY DỰNG

1.1. Phân loại vật liệu xây dựng phổ biến hiện nay

1.1.1. Vật liệu xây dựng truyền thống

Vật liệu xây dựng truyền thống là sản phẩm có nguồn gốc hữu cơ, vô cơ, kim loại được sử dụng để tạo nên các công trình xây dựng hiện nay. Hiện nay trên thị trường có rất nhiều loại vật liệu từ các loại có sẵn trong tự nhiên như đất sét, đá, cát, gỗ,... đến những vật liệu do con người tạo ra như xi măng, sắt thép, bê tông, thạch cao, gạch, nhựa, gốm sứ... Các loại vật liệu này có mức giá thành vừa phải, phù hợp với các công trình thông dụng.

1.1.2. Vật liệu xây dựng hiện đại, công nghệ cao

Sự phát triển của khoa học công nghệ đã cho ra đời nhiều loại vật liệu mới. Các vật liệu này hiện nay cũng đã được các chủ đầu tư cân nhắc để sử dụng cho công trình của mình như: Xi măng composite, kính Low E, kính Solar Control, bê tông tự phục hồi, nhựa giả gỗ, thép vân gỗ, gỗ công nghiệp, xi măng tạo ánh sáng...

1.1.3. Vật liệu xanh

Môi trường hiện nay là vấn đề được quan tâm nhiều, nên một số loại vật liệu xây dựng xanh cũng

được phát triển như tấm lợp sinh thái, gạch không nung, bê tông khí chưng áp AAC, gạch bê tông bọt, bê tông cốt liệu, panel bê tông khí chưng áp ALC,...

1.2. Nhận xét chung

Quá trình phát triển của ngành vật liệu xây dựng đã tạo ra được nhiều vật liệu mới, dần tiến tới đáp ứng phần nào nhu cầu có được một công trình xanh, sạch, đẹp. Tuy nhiên, sự ảnh hưởng của việc xây dựng và khí thải tới môi trường sinh sống của chúng ta vẫn đang tiếp diễn. Ngoài việc nghiên cứu để giảm thiểu tác động của sự phát thải carbon ra môi trường từ việc sản xuất vật liệu, con người cần tiếp tục tìm ra các loại vật liệu xây dựng khác nhằm tăng khả năng bảo vệ môi trường và bảo vệ nguồn tài nguyên thiên nhiên của Trái Đất.

2. VẬT LIỆU SINH HỌC – XU THẾ SỬ DỤNG TẤT YẾU CỦA NGÀNH XÂY DỰNG

2.1. Sự cần thiết nghiên cứu sử dụng vật liệu mới trong xây dựng

Ngành xây dựng đang phát triển nhanh chóng nhưng cùng với đó là sự tác động tiêu cực tới môi trường sinh thái toàn cầu. “Theo nghiên cứu mới của Bimhow, ngành xây dựng đóng góp 23% ô nhiễm không khí, 50% biến đổi khí hậu, 40% ô nhiễm nước uống và 50% chất thải chôn lấp.

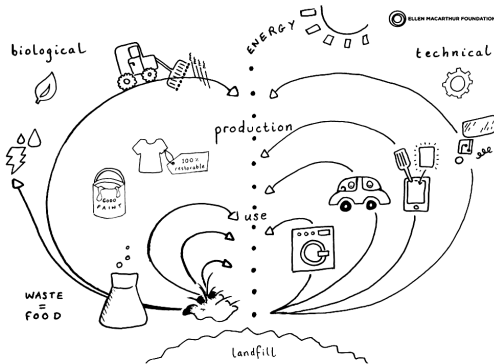
Trong nghiên cứu riêng biệt của Hội đồng Công trình Xanh Hoa Kỳ (USGBC), ngành xây dựng chiếm 40% mức sử dụng năng lượng trên toàn thế giới, với ước tính đến năm 2030, lượng khí thải từ các tòa nhà thương mại sẽ tăng 1,8%. Ngoài ra, nghiên cứu của Kleiwerks nói rằng vật liệu xây dựng, chẳng hạn như bê tông, nhôm và thép, chịu trách nhiệm trực tiếp cho “lượng lớn khí thải CO₂”, với 9,8 triệu tấn CO₂ được tạo ra từ việc sản xuất “76 triệu tấn bê tông thành phẩm ở Mỹ” [1]. Còn ở Hà Lan, ngành công nghiệp chịu trách nhiệm cho 50% mức tiêu thụ nguyên liệu thô, 40% mức tiêu thụ năng lượng, 35% lượng khí thải CO₂, 30% lượng nước tiêu thụ và 40% lượng nước chất thải xây dựng và phá dỡ” [2]. Khoảng một nửa lượng carbon của tòa nhà đã được thải ra trước khi công trình được hoàn thiện đưa vào sử dụng.

Như vậy, ngoài việc tạo ra nhiều khí thải CO₂, ngành xây dựng còn làm gia tăng mức tiêu thụ các nguyên vật liệu trong tự nhiên, góp phần làm giảm nguồn tài nguyên thiên nhiên. Cùng với nhu cầu nghiên cứu công nghệ xây dựng mới, nhu cầu tạo ra các vật liệu mới giảm thiểu lượng lớn khí thải CO₂, tái sử dụng các tài nguyên trên cơ sở sinh học cũng được quan tâm. Trước vô số thách thức toàn cầu, thế giới đã quyết tâm bắt tay vào hành trình hướng tới sự tuần hoàn của vật liệu dựa trên các đặc điểm sinh học. “Chính phủ Hà Lan đã đặt ra mục tiêu là làm cho ngành xây dựng hoàn toàn tuần hoàn vào năm 2050” [2].

2.2. Các khái niệm cơ bản

2.2.1. Sự tuần hoàn

Về khái niệm cốt lõi, thì sự tuần hoàn có nghĩa là các sự vật không còn chỉ có một vòng đời bao gồm điểm bắt đầu, điểm giữa và điểm kết thúc, mà chúng sẽ có sự quay vòng. Do đó, các sự vật sẽ giảm thiểu được lượng chất thải và thực sự có thể gia tăng giá trị cho hệ sinh thái của chúng. Khi các vật liệu ngừng được sử dụng, thì chúng sẽ quay trở lại chu kỳ hữu ích. Thiết kế tuần hoàn có mục đích chuyển đổi các sử dụng “dùng rồi bỏ đi” thành cam kết tái sử dụng các vật liệu hiện có.



Hình 1. Biểu đồ thể hiện vòng tuần hoàn của vật liệu sử dụng trong thiên nhiên [3]

(Phần bên trái là thiết kế các vật liệu tuần hoàn cho lĩnh vực liên quan đến sinh học. Phần bên phải là thiết kế các vật liệu tuần hoàn cho lĩnh vực liên quan đến kỹ thuật).

2.2.2. Vật liệu sinh học

Vật liệu sinh học có thể được định nghĩa là các vật liệu có nguồn gốc một phần hoặc toàn bộ từ sinh học (không bao gồm các vật liệu hóa thạch) [19]. Sau khi phục vụ hết khả năng của mình, chúng có thể phân hủy khi chúng kết thúc vòng đời. Chúng ngày càng được sử dụng phổ biến, mang lại lợi ích về sức khỏe, môi trường bên trong và bên ngoài công trình bao gồm khả năng làm mát tự nhiên, thoáng khí, thoát ẩm và giữ lại lượng carbon. Hiện tại, EU xác định Vật liệu sinh học như “vật liệu có nguồn gốc từ sinh khối” (Ủy ban Châu Âu cho Tiêu chuẩn hóa, 2014) [2].

Các vật liệu sinh học được dùng trong xây dựng có thể là nhựa cà phê, gỗ, tấm tiêu âm, cách nhiệt sợi nấm, sàn tre,... Vật liệu này giúp giải quyết được phần nào vấn đề ô nhiễm môi trường, tái tạo cuộc sống xanh và cung cấp dinh dưỡng cho đất, có khả năng hấp thụ carbon hiệu quả, giảm lượng khí thải carbon ra bên ngoài, góp phần bảo vệ môi trường. Loại vật liệu xây dựng nằm ở giao thoa của thiết kế, khoa học vật liệu, hóa học và kỹ thuật sinh học, vật liệu xây dựng sống (LBM) chứa vi sinh vật và thể hiện tính chất sinh học.

Một số loại vật liệu sinh học đang được nghiên cứu và sử dụng trong ngành xây dựng trên thế giới:

a. Các vật liệu xây dựng nguồn gốc sinh học từ nấm

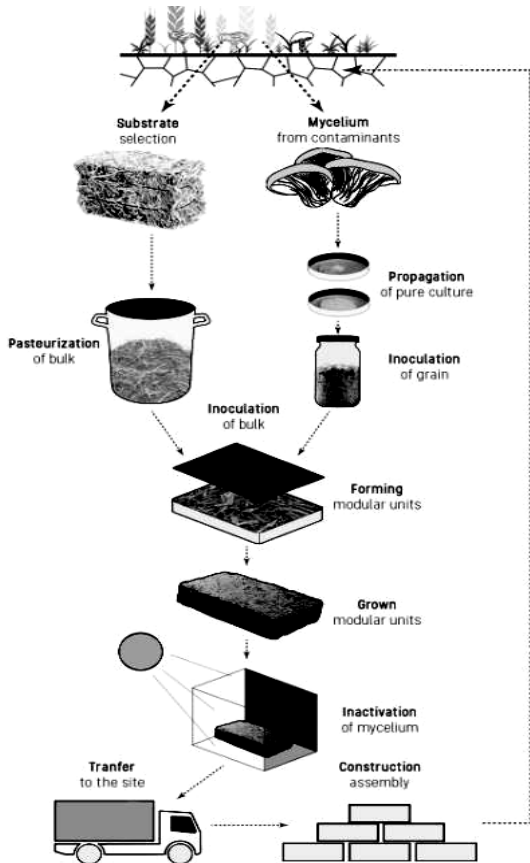
Công nghệ sợi nấm (Mycelium) là một lĩnh vực phong phú hướng tới tìm kiếm vật liệu xây dựng có thể trồng được, vì vật liệu dựa trên sợi nấm có đặc tính cách nhiệt tốt, là chất chống cháy và không tạo ra khí thải độc hại. Vào năm 2014, Công ty The Living đã tạo ra Hy-Fi, cấu trúc quy mô lớn đầu tiên được làm bằng gạch sợi nấm, có thể phát triển trong 5 ngày [4].

Các sợi nấm thu hoạch xong được thêm vào chất nền gồm rơm, sợi gỗ và chất thải từ ngành thực phẩm. Sau đó cho vào khuôn thành hình dạng mong muốn. Các sợi nấm tiếp tục phát triển tạo thành khối chất rắn độc lập. Khi đạt đến hiệu quả mong muốn, vật liệu được làm khô để nấm ngừng phát triển hoặc làm khô một phần để vật liệu bù nước và phát triển những bộ phận còn thiếu. Tiếp theo áp dụng phương pháp ép lạnh hoặc ép nhiệt để cải thiện cấu trúc. Việc ép cũng làm tăng mật độ vật liệu và giảm độ xốp. Từ đó cho ra vật liệu sợi nấm ứng dụng trong xây dựng.



Hình 2. Hy-Fi, cấu trúc quy mô lớn đầu tiên được làm bằng gạch sợi nấm [4]

Vật liệu làm từ sợi nấm có tính hấp thụ âm thanh cao, độ dẫn nhiệt thấp và chống cháy. Vì vậy, nó được so sánh với polystyrene (EPS) – một loại vật liệu dùng để cách nhiệt trong ngành xây dựng [5].



Hình 3. Quá trình phân hủy vật liệu từ sợi nấm [6]

Mycoform, là một dạng vật liệu được làm bằng cách kết hợp các mảnh gỗ, thạch cao, cám yến mạch cùng với một loại nấm có tên là *Ganoderma lucidum*. Loại nấm này được thêm vào vì nó có khả năng phân hủy các sản phẩm chất thải và để lại

một vật liệu kết cấu vững chắc. Các khối này có thể tồn tại từ 20-30 năm [7].

Tấm cách nhiệt bằng sợi nấm

Sợi nấm còn được sử dụng để sản xuất tấm cách nhiệt nhờ ưu điểm có thể phân hủy sinh học và có chứa kيتين – chất chống cháy tự nhiên. Bên cạnh tấm cách nhiệt, sợi nấm còn được sử dụng để sản xuất tấm tiêu âm, tấm cách âm.



Hình 4. Tấm cách âm sợi nấm của Jan Wurm và công ty Mogu [7]

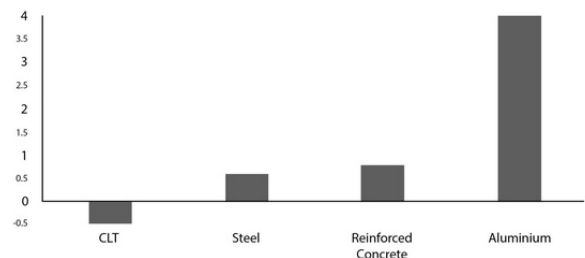
Bao bì sợi nấm

Nấm có thể kết hợp với một số phụ gia công nghiệp và phế phẩm nông nghiệp để tạo thành một hỗn hợp đặc biệt, vừa có thể làm vật liệu xây dựng, lại có thể thay thế bao bì ni lông và không gây ô nhiễm môi trường.

b. Các vật liệu xây dựng nguồn gốc sinh học là gỗ

Sản phẩm gỗ tiêu biểu có thể kể đến hiện nay, đang được sử dụng phổ biến, đó là gỗ CLT (Cross laminated timber), tạm dịch là gỗ ép chéo. CLT bao gồm các tấm ván bằng gỗ xẻ, được dán lại và chồng nhiều lớp, với mỗi lớp lại được xếp vuông góc với lớp trước đó. Bằng cách này, tấm gỗ sẽ chịu được lực theo cả hai phương. Từ đó, độ chịu kéo và độ chịu nén của gỗ cũng tốt hơn. CLT nổi bật hơn gỗ thường cả về sức mạnh, tính linh hoạt và tính bền vững. Việc xếp các lớp ván theo từng lớp vuông góc với nhau cho phép sản xuất các loại tấm, bề mặt hoặc các vách tường lớn [8].

Một tấn CO₂ được thải vào khí quyển cho mỗi mét khối bê tông được tạo ra. Ngược lại, CLT chứa “carbon cô lập”, hay còn được hiểu là carbon được lưu trữ tự nhiên trong gỗ trong quá trình phát triển của cây. Các phương pháp sản xuất vật liệu khác nhau (CLT, thép, bê tông, nhôm,...) có mức tiêu thụ năng lượng khác nhau trong quá trình sản xuất.



Hình 5. Bảng so sánh mức tiêu thụ năng lượng (GJ/m²) trong quá trình sản xuất [8]

“CLT cho phép tạo các tấm gỗ khổ lớn tới 4,80m và dài 30m, với độ dày khoảng 60 - 500 mm. Điều này cho phép các kiến trúc sư thiết kế một công trình được tạo ra từ các tấm phẳng đúc sẵn với các lỗ chính xác cắt ra cho cửa sổ, cửa ra vào và cài đặt, sau đó được lắp ráp trên công trường. Tấm CLT hoạt động có cấu trúc giống như các thành phần bê tông, nhưng với trọng lượng bản thân thấp hơn nhiều” [9].



Hình 6. Công trình The Smile ở Anh (2016) [9]

"The Smile" là kiến trúc hình ống cao 3,5m, rộng 4,5m, dài 34m, diện tích 136m² được làm hoàn toàn từ gỗ Uất kim hương.

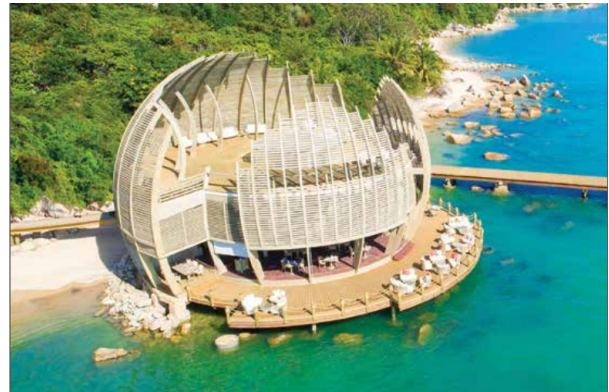
Hiện tại, tòa tháp Brock Commons cao 18 tầng của Vancouver là một minh chứng cho khả năng lớn của gỗ. “Một khi tòa nhà gỗ được xây dựng, nó sẽ rẻ hơn, nhanh hơn và ít ảnh hưởng đến môi trường hơn so với kết cấu thép và bê tông tương đương, sẽ bù đắp cho khoảng 2.432 tấn carbon. Vancouver, Canada, hiện đang xây dựng kế hoạch cho Tháp trái đất Canada, một tòa tháp 40 tầng đầy tham vọng sẽ là tòa nhà gỗ cao nhất thế giới. Tập đoàn Nhật Bản Sumitomo hy vọng vào năm 2024 sẽ sử dụng CLT để xây dựng một tòa nhà chọc trời bằng gỗ cao 70 tầng ở Tokyo, thành phố có quy mô động đất lớn nhất trên thế giới” [10].

Với những thông tin trên, CLT được gọi là "bê tông của tương lai" và hiểu theo một nghĩa nào đó, điều này hoàn toàn đúng. Nó cung cấp tối thiểu cường độ kết cấu tương tự như bê tông cốt thép nhưng nó là một vật liệu có độ linh hoạt cao, phải trải qua các biến dạng lớn mới bị phá vỡ hay sụp đổ, không giống như bê tông. “Nghiên cứu đã chỉ ra rằng, 1m³ khối bê tông nặng xấp xỉ 2,7 tấn, trong khi 1m³ khối CLT nặng 400kg và có cùng điện trở. Tương tự như vậy với thép. Ngoài ra, về mặt vật lý, để đạt được mức độ cách nhiệt tương đương với một bức tường CLT dày 100mm, chúng ta sẽ cần phải xây một bức tường bê tông dày 1,8m” [8].

Ngoài gỗ CLT ở trên thì còn một loại nữa là gỗ Glulam được sử dụng nhiều tại các loại công trình. Loại gỗ này thậm chí còn có thể được sử dụng ở

các tòa nhà trong các khu vực có môi trường khí hậu đặc biệt, miễn là chúng được bảo dưỡng bằng các biện pháp duy trì độ ẩm.

Khu nghỉ dưỡng An Lâm Retreat Khánh Hòa gồm hai tổ hợp là Nhà hàng Hoa Sen và Nhà đa năng. Cả hai tổ hợp này đều được xây dựng chủ yếu từ vật liệu gỗ Glulam có nguồn gốc từ rừng tái sinh, được quy hoạch và cấp giấy chứng nhận FSC của Mỹ, Châu Âu và New Zealand.



Hình 7. An Lâm Retreat Khánh Hòa, Việt Nam [18]

c. Các vật liệu xây dựng nguồn gốc sinh học là tre

Tre là một trong những vật liệu xây dựng lâu đời nhất và nó đã trở thành một lựa chọn vật liệu phổ biến trong các thiết kế vì kết cấu bền vững và đặc tính cứng. Tre phát triển nhanh nhất trên thế giới nên nó là nguồn tài nguyên tái tạo, thích hợp trồng ở các loại đất khác nhau. Tre có thời gian sinh trưởng ngắn từ 3 – 5 năm là có thể thu hoạch, đặc biệt tre có thể tự tái tạo mà không cần trồng mới. Tre cố định một lượng lớn CO₂ và giải phóng oxy nhiều hơn 35% so với một khu rừng sản xuất gỗ có cùng kích thước.

Các ưu điểm của tre: có cường độ nén cao hơn bê tông hoặc gỗ và sánh ngang với độ bền của thép vì sợi của nó chạy theo trục, có đặc tính đàn hồi tốt nên được sử dụng rộng rãi ở những khu vực dễ bị động đất, có khả năng chống cháy cao và có thể chịu được tới 40.000C, tiết kiệm và dễ sử dụng so với các loại vật liệu xây dựng khác, tre là vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường và không gây ô nhiễm, bền hơn so với các vật liệu xây dựng khác. Nhược điểm của tre: có lại lớn hơn nhiều so với các loại vật liệu khác, nếu tre không được xử lý đầy đủ, nó có thể trải qua sự tấn công của nấm hoặc các cuộc tấn công do côn trùng gây ra, gây rủi ro cho các công trình.

Tre cũng được sử dụng làm vật liệu lợp, tường ngăn, lát sàn, giàn giáo v.v... Ngoài ra, tre cần

được sử dụng làm vật liệu xây dựng ở những khu vực dễ bị động đất do độ bền cao để hấp thụ các cú sốc. Tre cũng có thể được sử dụng như một cốt thép trong các loại thành phần cấu trúc khác nhau. Do đó, nó còn được gọi là tre kết cấu [11].



Hình 8. Nhà thi đấu trường Panyaden (Thái Lan)

Kiến trúc sử dụng vật liệu tre theo lối truyền thống là một cách ứng dụng vật liệu tre đơn giản và phong phú nhất. Theo cách này cây tre được giữ nguyên hình dạng vật lý vốn có và được biến tính để có khả năng ngăn ngừa côn trùng xâm hại và gia tăng tính chất cơ lý bền vững hơn.

Trong kiến trúc hiện đại, tre ép công nghiệp là một ứng dụng mới được tạo ra nhờ những tiến bộ khoa học kỹ thuật trong ngành chế biến tre. Theo cách này, vật liệu tre được xử lý và chế biến theo phương pháp công nghiệp để tạo được các khối tre hay tấm tre ép có quy cách kỹ thuật tương tự gỗ hay vật liệu nhân tạo khác như sắt thép, nhựa, composite v.v... mà vẫn giữ được các đặc tính cơ lý ưu việt vốn có của vật liệu tre như độ cứng, tính đàn hồi, khả năng kháng nước và thậm chí có khả năng ngăn cản mối mọt tốt.



Hình 9. Tre ghép thanh ngang

Trong các ứng dụng của tre ép công nghiệp, làm ván sàn nhà là phổ biến nhất. Vật liệu tre ép làm ván sàn nhà sẽ đem lại hiệu quả không khác gì sàn gỗ thường gặp. Chúng có thể dễ dàng kết hợp với phong cách nội thất khác từ truyền thống đến hiện đại, đồng thời giúp cho không gian sống luôn thoáng mát, dễ chịu. Các loại tre ghép hiện nay: tre

ghép thanh và tre ép khối. Các loại ván tre ép thanh được tạo thành từ việc ghép và ép các nan tre dưới áp lực lớn theo chiều ngang hoặc chiều đứng (ngheo) của nan tre. Theo đó, họ cũng dễ dàng tạo được loại ván tre ép tấm có bề dày lớn hơn 18mm, 20mm bằng cách ghép nhiều tấm lớp tre mỏng hơn lại với nhau để tạo thành tấm có độ dày 25mm, 30mm, 40mm hoặc 50mm.

Loại thứ 2 của tre ép công nghiệp là tre ép khối. Chúng được sản xuất bằng cách nghiền nan tre thành sợi nhỏ, tẩm keo đặc biệt rồi ép chúng thành khối có bề dày thường lớn hơn 50mm hoặc ép theo yêu cầu với số lượng lớn. Loại ván này không còn màu sắc tự nhiên cũng như đặc tính bình thường của tre nữa. Nó có những tính chất vật lý cao cấp hơn rất nhiều như: chịu nước, chịu nhiệt (không chịu lửa), chịu lực cao.... Vậy nên nó có thể đem lại độ bền sản phẩm vượt trội với khả năng chống mối mọt rất tốt. “*Mật độ của tấm ván gỗ tre ép sợi cao hơn nhiều so với tre ghép lớp với 1200 kg/m³ thay vì 700 kg/m³. Điều này giúp cho tấm tre ép sợi cũng cứng hơn và nặng hơn rất nhiều so với tấm tre ghép nhiều lớp với độ cứng Janka là 2800 lbf thay vì 1380 lbf*“ [12].



Hình 10. Tre ghép khối

d. Các vật liệu xây dựng nguồn gốc sinh học là cây gai dầu

Cây gai dầu là loại cây có tốc độ phát triển nhanh, thân thiện với môi trường vì nó có khả năng giữ lại carbon. Thép cây gai dầu đang được phát triển tại Học viện Bách khoa Rensselaer ở Hoa Kỳ. Hóa ra cây gai dầu là một trong những loại cây hấp thụ carbon nhất trên thế giới. Hy vọng rằng nó sẽ trở thành một giải pháp thay thế carbon thấp rẻ tiền cho cốt thép tiêu chuẩn, và cũng sẽ tránh được vấn đề ăn mòn, kéo dài tuổi thọ của kết cấu bê tông. Nhà nghiên cứu vật liệu của Đại học Cambridge, Darshil Shah nói rằng một cánh đồng cây gai dầu phát triển nhanh sẽ hấp thụ lượng carbon nhiều gấp đôi so với diện tích rừng tương đương.

Tại công trình Flat House do Công ty kiến trúc Practice Architecture thực hiện, cây gai dầu được thu hoạch từ trang trại Margent ở Cambridgeshire, Anh Quốc đã làm cho công trình có lượng phát thải carbon thấp [13].



Hình 11. Tường bằng bê tông gai dầu ở công trình Flat House [13]

e. Các vật liệu xây dựng nguồn gốc sinh học là tảo

Vật liệu xây dựng từ tảo cũng là vật liệu sinh học đang được các nhà khoa học nghiên cứu phát triển. Tảo đã được sản xuất thành gạch trang trí tại một số công trình. “Tảo phát triển rất nhanh, và chúng tiêu thụ CO₂ để phát triển”. Giám đốc nghệ thuật quỹ Luma, Jan Boelen nói.



Hình 12. Những viên gạch tảo ép được ốp tại phòng tắm trong tòa tháp The Tower của KTS Frank Gehry ở Arles, Pháp.

Lần đầu tiên trên thế giới, các nhà nghiên cứu Mỹ tạo ra xi măng sinh học dựa trên vi tảo giúp giảm phát thải carbon [14]. Một nhóm các nhà nghiên cứu từ Đại học Colorado Boulder, Đại học North Carolina Wilmington và Phòng thí nghiệm Năng lượng Tái tạo Quốc gia Mỹ (Wil V. Srubar cùng các cộng sự) quyết định nuôi cấy một nhóm vi tảo có tên là Coccolithophores. Các thành viên của loài tảo này có khả năng tạo ra đá vôi sinh học bằng cách tạo ra canxi carbonate (CaCO₃) trong quá trình quang hợp. Các nhà nghiên cứu nhận thấy rằng, không giống như đá vôi tự nhiên phải mất hàng triệu năm để hình thành bên dưới mặt đất, phiên bản sinh học của Coccolithophores có thể được tạo ra trong thời gian thực. Hơn nữa, Coccolithophores tạo ra canxi carbonate nhanh hơn so với các rạn san hô mà Giáo sư Srubar đã quan sát ở Thái Lan. Nguyên liệu thô cần thiết để hình thành đá vôi sinh học trong nước biển chỉ bao gồm

carbon dioxide hòa tan và ánh sáng mặt trời. Ngoài ra, vi tảo có thể tồn tại ở cả nước mặn và nước ngọt nên chúng có thể được sử dụng để sản xuất đá vôi ở hầu hết mọi nơi.

Điều đáng ngạc nhiên là sản xuất xi măng từ đá vôi sinh học không chỉ trung hòa cacbon mà còn loại bỏ carbon do vi tảo hấp thụ CO₂ từ môi trường và lưu trữ dưới dạng canxi carbonate. Do đó, bê tông được hình thành từ xi măng này có thể khởi động một kỷ nguyên xây dựng bền vững mới trên toàn thế giới.

g. Các vật liệu xây dựng có nguồn gốc từ đất cát

“*Bacillus pasteurii* là một loại vi khuẩn thân thiện đã được sử dụng gần đây như một biện pháp thi công trong các dự án khác nhau để cứu đất khỏi sa mạc hóa” [15]. Kiến trúc sư Magnus Larsson đã suy nghĩ để giải quyết vấn đề sa mạc hóa thông qua việc nhồi cát có thể xây dựng một bức tường dọc theo 6.000 km để trở thành vành đai xanh. Vấn đề phải đối mặt với ý tưởng phải làm thế nào để chuyển đổi cát thành đá? Sau một thời gian nghiên cứu và thử nghiệm, Magnus đã thấy rằng vi khuẩn *Bacillus Pasteurii* có thể thực hiện công việc với giá rẻ nhất, hiệu quả và tuổi thọ cao hơn 100. *Bacillus Pasteurii* gây ra phản ứng sinh học biến cát thành đá sa thạch rắn. Vi khuẩn không gây bệnh và chết trong quá trình kiên cố hóa cát và chúng cũng có thể thay đổi hình dạng bằng cách đông đặc các bộ phận của bề mặt để buộc các hạt của cát để căn chỉnh theo các mẫu nhất định, hình dạng nhất định. Các cấu trúc dạng này xốp và có diện tích bề mặt lớn sẽ giúp thông gió bên trong và nhiệt độ phù hợp.

Ngoài một số vật liệu sinh học đã giới thiệu ở trên, hiện nay còn rất nhiều loại vật liệu như xi măng sinh học, nhựa sinh học, phụ gia sinh học, asphalt sinh học, đất qua trung gian sinh học v.v... Các vật liệu này đang được các nhà khoa học hoàn thiện nghiên cứu và sẽ tiến tới thử nghiệm trong tương lai gần [16].

2.3. Các chính sách liên quan đến vật liệu sinh học

2.3.1. Các chính sách từ các nước trên thế giới

Tại sao các vật liệu dựa trên sinh học vẫn chưa được sử dụng rộng rãi? Các văn bản vẫn đang ủng hộ các vật liệu sử dụng nhiều carbon. Tuy nhiên, bối cảnh pháp lý này đang bắt đầu thay đổi. Chính phủ Pháp đã công bố kế hoạch cho một luật bền vững sẽ đảm bảo tất cả các tòa nhà công cộng mới được xây dựng từ ít nhất 50% gỗ hoặc các vật liệu tự nhiên khác. Biện pháp này sẽ được thực hiện vào năm 2024 và ảnh hưởng đến tất cả các tòa nhà công cộng do nhà nước Pháp tài trợ, theo AFP. “*Tôi áp đặt lên tất cả các cơ sở công cộng phụ*

thuộc vào tôi và những cơ sở thực hiện phát triển hoặc chính sách đất đai để xây dựng các tòa nhà bằng vật liệu ít nhất 50% là gỗ hoặc vật liệu sinh học”, Bộ trưởng Bộ Thành phố và Nhà ở Julien Denormandie nói với hãng tin Pháp. Trong sự kiện này, ông giải thích rằng quyết định đưa ra luật khuyến khích sử dụng vật liệu sinh học được thông báo bởi việc xây dựng khu phức hợp *Thế vận hội Paris 2024*. Bất kỳ tòa nhà nào trong sự phát triển cao hơn tám tầng sẽ được xây dựng hoàn toàn từ gỗ [17].

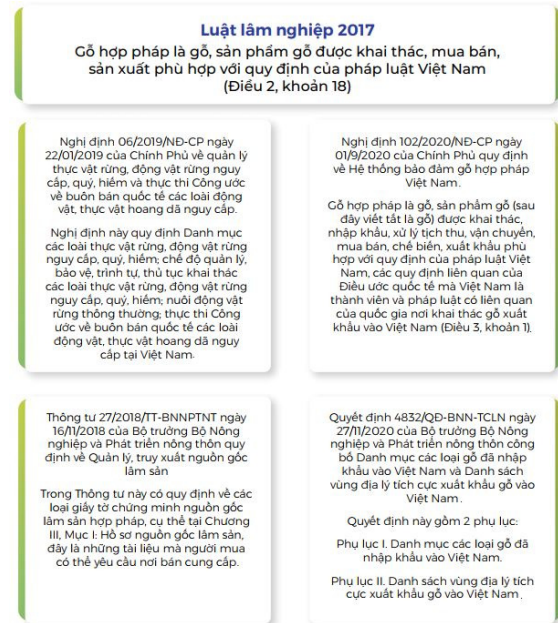
Trên khắp châu Âu và Bắc Mỹ, khả năng của gỗ kỹ thuật đã được công nhận. Thế giới đã nhận thức được tầm quan trọng của vật liệu sinh học và chính phủ các nước đang xúc tiến việc ban hành các chính sách liên quan đến việc sử dụng vật liệu sinh học vào công trình.

2.3.2. Chính sách tại Việt Nam

Nạn phá rừng gia tăng dẫn đến hàng loạt các tác động xấu với môi trường, mất rừng làm cho tình trạng biến đổi khí hậu, thiên tai và lũ lụt ngày càng nghiêm trọng. Điều này làm nhiều người tiêu dùng nghi ngờ liệu có nên sử dụng vật liệu gỗ trong đời sống hàng ngày? Câu trả lời là có, với điều kiện gỗ đó phải là gỗ hợp pháp và được khai thác từ các khu rừng quản lý bền vững. Quan niệm gỗ khan hiếm và dùng nhiều gỗ là tiếp tay cho phá rừng là không đúng vì trên thực tế, hiện nay nguồn cung gỗ trên thế giới lớn hơn cầu nhờ các chương trình trồng rừng đang được đẩy mạnh ở các quốc gia đặc biệt là các nước nhiệt đới [18].

Ngày 19/10/2018, Việt Nam đã ký kết Hiệp định đối tác tự nguyện về Thực thi luật lâm nghiệp, quản trị rừng và thương mại lâm sản (VPA/FLEGT) với Liên minh Châu Âu (EU) và cam kết tất cả gỗ khai thác, nhập khẩu, vận chuyển, chế biến, mua bán và xuất khẩu tại Việt Nam đều phải đảm bảo tính hợp pháp.

Trung tâm Giáo dục và Phát triển đã xuất bản tài liệu sử dụng Gỗ hợp pháp dưới sự tài trợ của của tổ chức Nông lương của Liên Hợp Quốc (FAO) hay Ủy ban Châu Âu (EC), cơ quan Phát triển Quốc Tế Thụy Điển (SIDA), cơ quan Phát triển Quốc tế Vương Quốc Anh (DFID) để các cá nhân và tổ chức có thể nắm được những thông tin ngắn gọn và cơ bản nhất để giúp người tiêu dùng hiểu thêm về lợi ích của vật liệu gỗ, thế nào là gỗ hợp pháp và cách thức tránh rủi ro để không mua phải gỗ bất hợp pháp, giới thiệu một số loại gỗ rừng trồng ở Việt Nam có thể sử dụng trong kiến trúc, xây dựng và nội thất.



Hình 13. Những văn bản pháp luật về sử dụng gỗ hợp pháp ở Việt Nam [18].

3. CÁC ĐỀ XUẤT SỬ DỤNG VẬT LIỆU SINH HỌC TRONG NGÀNH XÂY DỰNG VÀ NGÀNH KIẾN TRÚC Ở VIỆT NAM

Hiện nay, rất cần thiết để có được các công trình hoàn toàn không tạo ra khí thải trong toàn bộ vòng đời của chúng. Như vậy, các nhà thiết kế khi lựa chọn vật liệu, cần chọn các loại vật liệu giảm lượng phát thải carbon, bao gồm tất cả lượng khí thải được tạo ra bởi quá trình sản xuất vật liệu cũng như quá trình xây dựng.

Việc sử dụng vật liệu sinh học vẫn còn rất mới mẻ ở Việt Nam hiện nay, do còn chưa có nhiều người biết đến loại vật liệu này và các ưu điểm của chúng. Bên cạnh đó, giá thành cho vật liệu khá cao, do vậy, việc lựa chọn sử dụng cũng cần cân nhắc nhiều. Tuy nhiên, xu hướng sử dụng vật liệu này là tất yếu, nên tác giả vẫn mạnh dạn đề xuất một số vật liệu tương đối phù hợp cho Việt Nam hiện nay và trong tương lai gần như sau:

+ Về kết cấu: có thể sử dụng vật liệu gỗ ép cho phần cột, dầm. Sử dụng gỗ CLT và gỗ Glulam cho sàn nhà, mái. Gỗ CLT và Glulam có thể được sản xuất phát triển từ các loại gỗ trồng tăng trưởng nhanh (gỗ thông, pine & spruce), keo, trầm (acacia) hay chabol. Với điều kiện tự nhiên và nguồn cung keo, trầm khá dồi dào, việc phát triển Glulam, CLT chính là một cơ hội để nâng cao giá trị cho gỗ rừng, thay thế dần các sản phẩm giá trị thấp như dăm gỗ tại Việt Nam.

+ Với các công trình dưới 3 tầng, có thể sử dụng tre truyền thống hoặc tre ép công nghiệp cho kết cấu và kiến trúc công trình, nâng cao bản sắc kiến trúc Việt Nam (là đất nước có hơn 1,4 triệu

hecta trồng cây tre). Việt đã có nhiều kiến trúc sư định hình tên tuổi riêng mình bằng vật liệu tre theo lối kiến trúc truyền thống này. Có thể kể ra các công trình tiêu biểu như công trình “Nhà hàng Bamboo Wings” của kiến trúc sư Hoàng Thúc Hào, công trình “Bamboo Stalactite (Thạch nhũ tre)” của kiến trúc sư Võ Trọng Nghĩa với nhiều công trình kiến trúc tre đạt giải kiến trúc quốc tế...

+ Về vật liệu hoàn thiện trong và ngoài công trình, có thể sử dụng các vật liệu như: sàn tre gỗ ép, ngoài nhà có thể dùng tấm xi măng Cemboard cao cấp đảm bảo chống thấm, chống cháy với thành phần là xi măng kết hợp đăm gỗ tinh chế và các phụ gia, các vật liệu trang trí nội thất trong và ngoài nhà có thể là gỗ công nghiệp hoặc nguồn gốc từ gỗ hợp pháp v.v...

+ Các loại khác: giàn giáo sử dụng tre, bao bì các vật liệu xây dựng sử dụng bao bì sợi nấm,...

4. CÁC VẤN ĐỀ THÁCH THỨC HIỆN NAY TRONG VIỆC SỬ DỤNG VẬT LIỆU SINH HỌC

Hiện nay, vấn đề chi phí xây dựng vẫn còn cao và nhận thức về tiềm năng, giá trị của vật liệu này vẫn còn chưa phổ biến. Ngoài ra ở nhiều nước vẫn chưa có hướng dẫn cụ thể về ứng dụng vật liệu này. Các tiêu chuẩn về vật liệu này đang được tiến hành và sẽ được phát hành trong tương lai gần.

Những thách thức bao gồm việc nâng cấp quy mô sản xuất của các nhà sản xuất vật liệu mới, sự không nhất quán trong đánh giá vòng đời, chứng nhận và công nhận vật liệu, lợi ích trong ngành xây dựng và mối quan tâm về chi phí ban đầu, tính sẵn có và kiến thức về sản phẩm.

Tài chính là một yếu tố thúc đẩy chính trong xây dựng. Có quan niệm cho rằng để xây dựng công trình xanh chắc chắn đi kèm với sự gia tăng chi phí vốn và nhận thức quan trọng về tính bền vững xây dựng là một lựa chọn đắt tiền. Vật liệu sinh học cần phải là một lựa chọn có lợi cho các chuyên gia ngành xây dựng để có niềm tin việc sử dụng chúng. Từ các khảo sát thu được, chi phí ban đầu sẽ cao hơn từ 10% đến 25% để xây dựng bằng cách sử dụng vật liệu dựa trên sinh học so với thép và bê tông xây dựng thông thường. Tuy nhiên, khảo sát cũng chỉ ra rằng có những khoản tiết kiệm tài chính được thực hiện trong suốt vòng đời thiết kế của một tòa nhà dựa trên sinh học do chi phí vận hành hoạt động thấp hơn phát sinh từ hiệu suất vật liệu [19]. Tuy nhiên, với tài chính, nên có một tầm nhìn dài hạn cho vòng đời công trình.

Thách thức tiếp theo là để thử nghiệm một vật liệu sinh học mới cần sử dụng một tiêu chuẩn được phát triển bởi một công ty đa quốc gia lớn hoặc Viện nghiên cứu lớn. Để tạo ra một tiêu chuẩn cho

một vật liệu mới có thể chi phí tới £200.000 (khoảng 6 tỷ đồng) [19], việc sử dụng một tiêu chuẩn hiện có phù hợp có thể được áp dụng cho một vật liệu mới có thể giảm chi phí theo các mức độ áp dụng.

Bất chấp những ưu điểm đã được chứng minh, tương lai của vật liệu sinh học vẫn còn đối mặt với nhiều thách thức. Ví dụ: quy chuẩn xây dựng mỗi nước là khác nhau và nhiều nơi các quy chuẩn an toàn cho công trình sắt thép thì không thiếu, nhưng cho gỗ thì còn hạn chế. *Economist* chỉ ra ví dụ ở một số thành phố của Mỹ, công trình gỗ không được xây quá 5 hoặc 6 tầng (tương đương chiều cao của xe thang cứu hỏa). Bên cạnh đó, chi phí để sản xuất, thử nghiệm và áp dụng của vật liệu này vẫn còn khá cao so với thị trường Việt Nam.

5. NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG THỬ NGHIỆM CHO CÔNG TRÌNH TẠI HÀ NỘI, VIỆT NAM

Nhận thức được những ưu điểm và sự tất yếu sử dụng vật liệu sinh học trên thế giới, Viện Khoa học công nghệ xây dựng đã thực hiện đề án liên quan đến Vật liệu gỗ và triển khai xây dựng công trình Nhà mẫu có kết cấu gỗ tại Viện Khoa học công nghệ Xây dựng (IBST) vào tháng 6/2023. Các thông tin khái quát của công trình như sau:

Khái quát thông tin	Kết cấu - Phương pháp XD	Nhà gỗ phương pháp lắp ráp khung trục (tường chịu lực)+ sàn gỗ CLT
	Quy mô	2 tầng, cao 7,73m
	Diện tích XD	106,81 m ²
	Diện tích sàn	189,95 m ²
Vật liệu gỗ	Cấu kiện sử dụng chủ yếu	Cột, dầm, kèo: gỗ ghép tuyệt tưng. Sàn mái: gỗ CLT. Xử lý bảo quản vật liệu theo dạng khô ANZ (tương đương với K4 của JAS)
	Tấm panel sàn	Ván sàn: gỗ dán cây lá kim 22mm. Xử lý bảo quản vật liệu theo dạng khô ANZ (tương đương với K4 của JAS)
	Tấm panel tường	Tường gỗ dán cây lá kim 22mm. Xử lý bảo quản vật liệu theo dạng khô ANZ (tương đương với K4 của JAS)
Hoàn thiện	Hoàn thiện chính bên ngoài	Mái lợp tôn chống nóng phía trên gỗ CLT để đảm bảo chống thấm nước tối đa. Tường ngoài sử dụng tấm xi măng Cemboard (với thành phần cấu tạo của sản phẩm bao gồm xi măng trắng Portland kết hợp cùng với sợi Cellulose, hoặc cát Oxit Silic. Kết hợp cùng đăm gỗ tinh chế) chống cháy chống thấm
		Cửa đi, cửa sổ: khung nhôm kính
	Hoàn thiện bên trong	Vách tường: sử dụng vách thạch cao và vách gỗ dán Trần: kết hợp trần thạch cao và trần đèn lộ dăm gỗ

Công trình khi được xây dựng xong, sẽ đưa vào thử nghiệm sử dụng và sẽ có các đánh giá, thí nghiệm cho vật liệu sử dụng trong công trình, sự thích ứng với các hoạt động của con người trong công trình v.v,... Từ đó có được kết quả đánh giá chính xác các hiệu quả có được từ việc sử dụng các vật liệu sinh học trong công trình xây dựng.



Hình 14. Công trình Nhà mẫu kết cấu gỗ CLT

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Vật liệu sinh học có nguồn gốc từ các vi sinh vật, động thực vật, có thể sử dụng làm vật liệu cho ngành xây dựng hoặc kết hợp với loại vật liệu khác để nâng cao tính tuần hoàn cho công trình, góp phần xây dựng một nền kinh tế tuần hoàn, một vấn đề mà môi trường sinh thái toàn cầu đang yêu cầu con người phải thực hiện. Vật liệu sinh học trong ngành xây dựng đã và đang được các nhà khoa học nghiên cứu phát triển và được sử dụng tại công trình ở nhiều quốc gia trên thế giới. Ưu điểm của vật liệu sinh học là rất lớn, nhất là việc góp phần giảm phát thải carbon và bảo tồn được nguồn tài nguyên thiên nhiên trong quá trình sản xuất vật liệu và thi công xây dựng. Vật liệu sinh học bảo vệ môi trường triệt để và hiệu suất hơn vật liệu xanh, một vật liệu cũng đang được nghiên cứu và sử dụng. Sử dụng vật liệu sinh học là xu hướng và tất yếu của con người hiện nay và trong tương lai.

Ngành kiến trúc đóng một vai trò quan trọng trong Hành trình tiến tới khử cacbon của ngành xây dựng. Bằng sự hiểu biết và tiên phong với các lựa chọn thiết kế của mình, các kiến trúc sư có thể giới thiệu với khách hàng và công chúng nhiều hơn về chất lượng và khả năng của vật liệu sinh học, các lợi ích chung, lợi ích dài hạn có được từ chính công trình của khách hàng.

Với Việt Nam, mới có chính sách về sử dụng gỗ an toàn, hợp pháp và có các tiêu chuẩn cho gỗ thông thường. Kiến nghị các cơ quan chức năng sớm ban hành các tiêu chuẩn về sử dụng vật liệu gỗ CLT, gỗ Glulam,... và các quy định về tỷ lệ áp

dụng vật liệu sinh học trong công trình (tương tự như việc đã ban hành quy định tỷ lệ vật liệu không nung ở Thông tư số 13/2017/BXD). Điều này sẽ là bước đầu giúp các nhà đầu tư, khách hàng nhận thức được tầm quan trọng của vật liệu sinh học và góp phần đưa ngành xây dựng Việt Nam bắt kịp sự phát triển của ngành xây dựng trên thế giới, các công nghệ phát triển vật liệu sinh học và tạo điều kiện cho các kỹ sư, kiến trúc sư có được cơ sở để thiết kế sáng tạo ứng dụng vật liệu mới cho công trình.

Các nguyên liệu có thể tái tạo và tái chế là những điều kiện tiên quyết cho một xã hội tuần hoàn. Có thể nói, nếu sắt thép lên ngôi ở thế kỷ XIX và thế kỷ XX là thời của bê tông cốt thép, thì vật liệu thế kỷ XXI là vật liệu sinh học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <https://gocontractor.com/blog/how-does-construction-impact-the-environment/>
- [2] Juliette Bekkering, Cristina Nan, Torsten W. A. Schröder (2021). *Circularity and Bio Based Materials in Architecture and Design*. University of Technology Eindhoven, TU/e Department of the Built Environment.
- [3] <https://www.circulardesignguide.com>
- [4] https://www.archdaily.com/978288/biotechnology-and-green-tech-a-new-material-world-for-sustainable-architecture?ad_source=search&ad_medium=projects_tab&ad_source=search&ad_medium=search_result_all
- [5] <https://ceeb.vn/vat-lieu-soi-nam-tuong-lai-cho-su-phat-trien-cua-nha-o/>
- [6] Odysseas Kontovourkis, Sofia Stylianou, George Kyriakide (2020). *Bio Tectonics for Architectural design–Volume 2*. Department of Architecture, University of Cyprus.
- [7] Vaishali Agnihotri, Suhas Choudhari, Shubhangi Mishra (2019). *Bio-Materials in Architecture*. International Journal of Research in Engineering, Science and Management, Volume-2, Issue-10.
- [8] https://www.archdaily.com/922980/is-cross-laminated-timber-clt-the-concrete-of-the-future?ad_medium=gallery
- [9] <https://www.archdaily.com/869703/the-smile-alison-brooks-architectsl>
- [10] <https://www.theguardian.com/cities/2019/jul/22/canadian-cities-take-wooden-skyscrapers-to-new-heights>
- [11] <https://civiljungle.com/bamboo/>

- [12] <https://bambusa.nl/overbamboe/bamboe-plaatmateriaal-technische-gegevens>
- [13] <https://www.architectsjournal.co.uk/buildings/from-farm-to-form-flat-house-by-practice-architecture-2>
- [14] <https://interestingengineering.com/innovation/biogenic-limestone-from-microalgae>
- [15] Abdelaziz F. Mohamed, Mai Mokhtar, Shaimaa Elghobashy (2019). *Comparative study of bio-materials versus conventional materials in building construction methods; economical evaluation of different building material*. Springer Nature Switzerland AG.
- [16] Anwar Khitab, Waqas Anwar, Imran Mehmood, Umer Arif Khan, Syed Minhaj Saleem Kazmi, Muhammad Junaid Munir (2016). *Sustainable Construction with advanced Biomaterials: An overview*. Sci.Int.(Lahore),28(3),2351-2356
- [17] <https://www.dezeen.com/2020/02/12/france-public-buildings-sustainability-law-50-percent-wood/>
- [18] (2020) *Sử dụng gỗ hợp pháp và bền vững trong cuộc sống hằng ngày*. Tổ chức Lương Nông của Liên hợp Quốc (FAO)
- [19] Barrie Dams, Dan Maskell, Andrew Shea, Stephen Allen, Valeria Cascione & Pete Walker (2023) *Upscaling bio-based construction: challenges and opportunities*. BuildingResearch & Information.
- [20] Vjekoslav Živković, Dennis Jones (2017). *Building With Bio-Based Materials: Best Practice And Performance Specification in Final COST Action*. FP1303 International Scientific Conference Zagreb, Croatia.
- [21] Eric Borgström and Johan Fröbel (2019). *The CLT Handbook CLT structures – facts and planning*. Swedish Wood.
- [22] *The use of Bio-based Materials in Architecture* (6.10.2021). HLM News.
- [23] Husam Wadi (2019). *Structural behaviour of lateral load-carrying capacity of timber frame walls filled with hemp concrete: experimental study and numerical analysis*.