



SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRUNG TÂM THÔNG TIN VÀ THỐNG KÊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

THÔNG TIN CHUYÊN ĐỀ KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ VÀ ĐỔI MỚI SÁNG TẠO

SỐ 06/2025



NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI

1

Đổi mới công nghệ giao thông vận tải - Phần 3: Xu hướng đổi mới công nghệ trong các phương thức vận tải đường thủy

2

2

Bản quyền âm nhạc trong kỷ nguyên số

10

3

Ứng dụng AI trong quản lý bệnh hại cây trồng

13

ĐỔI MỚI SÁNG TẠO

4

Mô hình thông tin công trình (BIM): Cuộc cách mạng trong ngành xây dựng

18

TRAO ĐỔI

24

NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI

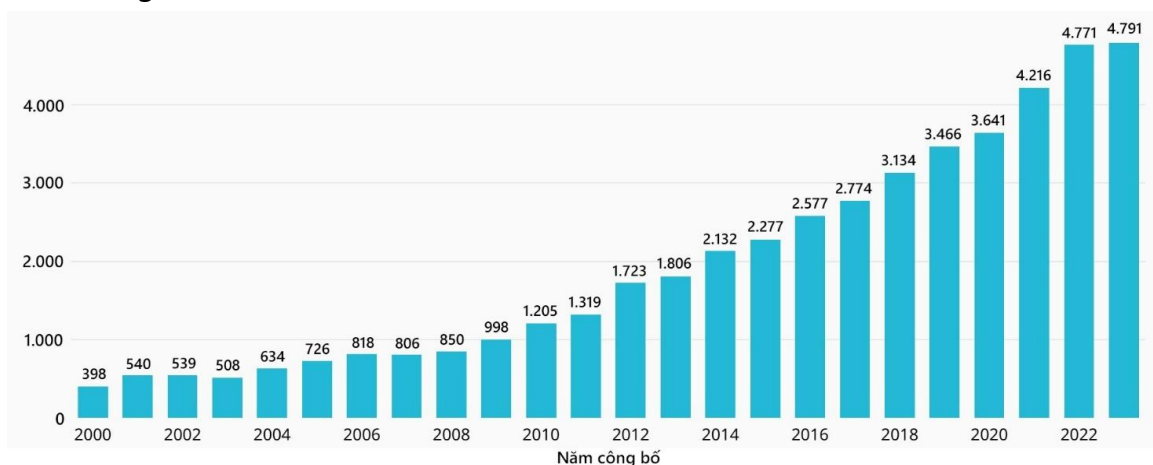
Đổi mới công nghệ giao thông vận tải - Phần 3: Xu hướng đổi mới công nghệ trong các phương thức vận tải đường thủy

Việt Nam có khoảng 3.260km đường bờ biển, cùng hệ thống sông, suối, kênh, rạch chằng chịt khắp cả nước, tạo điều kiện thuận lợi cho việc phát triển giao thông, vận chuyển hàng hóa và các hoạt động du lịch đường thủy. Vì vậy, hòa chung với xu hướng đổi mới trong các phương thức vận tải của thế giới, các phương tiện vận tải đường thủy trong nước cũng đang được quan tâm nghiên cứu cải tiến, nhằm giảm thiểu phát thải, cũng như đảm bảo an toàn hàng hải.

Theo WIPO, *Tính bền vững* và *Số hóa* chắc chắn sẽ định hình tương lai của ngành hàng hải. Để đạt được *Tính bền vững*, Tổ chức Hàng hải Quốc tế (International Maritime Organization - IMO) đã sửa đổi các mục tiêu giảm phát thải để phù hợp với *Thỏa thuận Paris*, được thông qua tại Hội nghị Thượng đỉnh của Liên Hiệp Quốc về biến đổi khí hậu lần thứ 21 (COP21), hướng tới mục tiêu giảm 15% lượng khí thải vào năm 2030 và vận tải đường thủy không phát thải ròng vào năm 2050. Số hóa cũng mang lại những đổi mới cho vận tải biển, với tiềm năng tối ưu hóa hoạt động của tàu, giảm mức tiêu thụ nhiên liệu và cải thiện khả năng kết nối giữa mạng lưới hậu cần trên bộ và trên biển.

Xu hướng công nghệ vận tải đường thủy qua dữ liệu sáng chế quốc tế

Theo Báo cáo *WIPO Technology Trends: Future of Transportation*, lĩnh vực hàng hải là lĩnh vực có số lượng sáng chế ít nhất trong các phương thức vận tải, với tổng cộng chỉ gần 47.000 hộ sáng chế từ năm 2000 đến 2023.

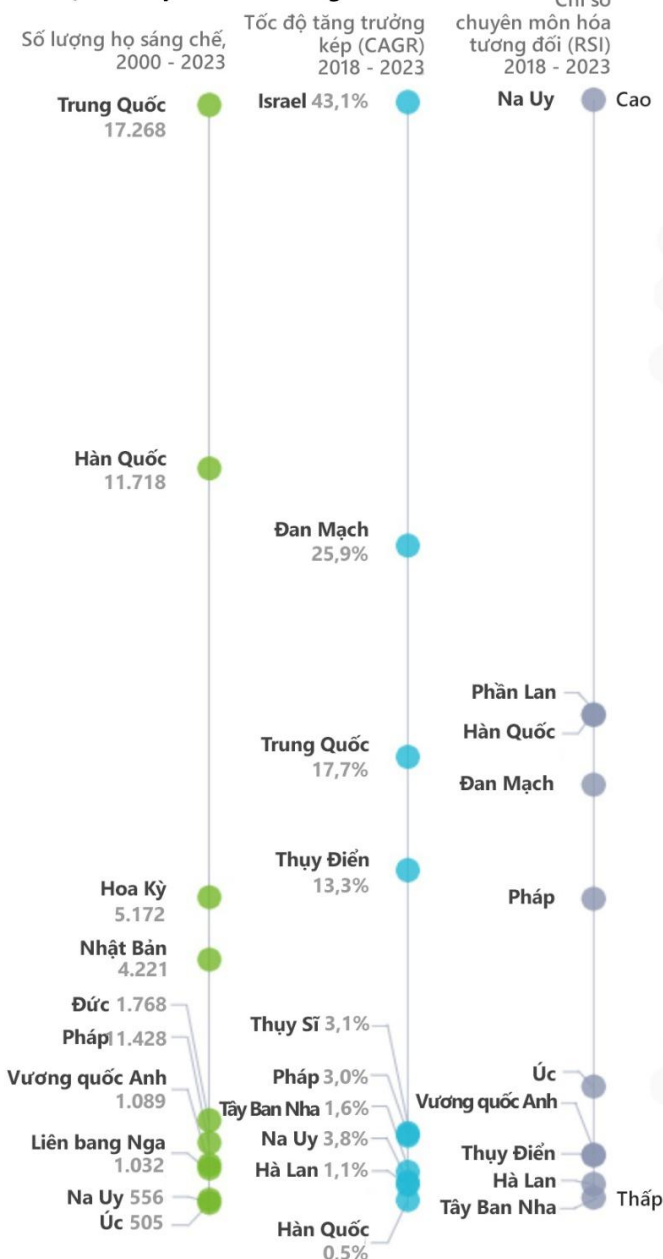


Tình hình công bố sáng chế trong lĩnh vực vận tải đường thủy giai đoạn 2000-2023

(Nguồn: Global patent trends (WIPO, 2025))

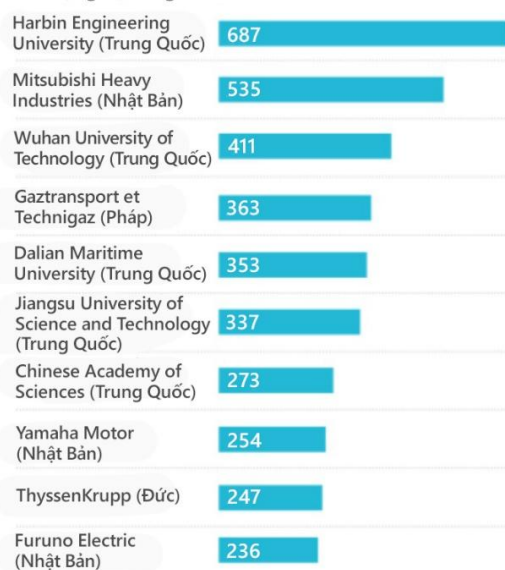
Hơn 70% sáng chế về vận tải đường thủy đến từ các quốc gia Châu Á (dẫn đầu là Trung Quốc (36%), Hàn Quốc (25%) và Nhật Bản (9%)), 14% sáng chế từ các quốc gia Châu Âu và 11% sáng chế từ khu vực Bắc Mỹ. Cũng theo báo cáo, trong số 10 tổ chức sở hữu bằng sáng chế vận tải đường thủy nhiều nhất trên thế giới, Trung Quốc có đến 5 tổ chức và đều là các tổ chức học thuật, khác với Nhật Bản (3 tập đoàn: Mitsubishi, Yamaha, Furuno), Pháp (tập đoàn Gaztransport et Technigaz) và Đức (tập đoàn ThyssenKrupp). Về chỉ số chuyên môn hóa tương đối (Relative Specialization Index - RSI), Na Uy là quốc gia dẫn đầu, kế đó là Phần Lan, Hàn Quốc, Đan Mạch và Pháp, cho thấy vai trò quan trọng và mức độ tập trung vào ngành hàng hải tại các quốc gia này.

Các địa điểm phát minh hàng đầu



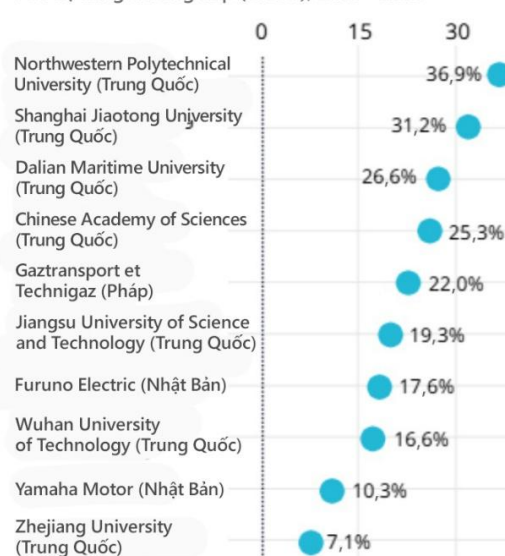
Các chủ sở hữu sáng chế hàng đầu

Số lượng họ sáng chế, 2000 - 2023



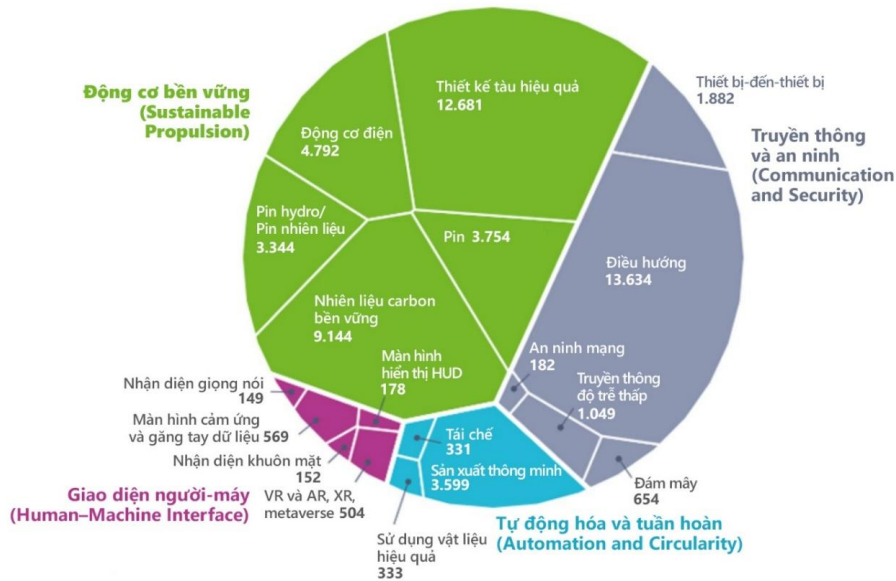
Các chủ sở hữu sáng chế có mức tăng trưởng cao

Tốc độ tăng trưởng kép (CAGR), 2018 - 2023



Các quốc gia và chủ sở hữu sáng chế dẫn đầu trong lĩnh vực vận tải đường thủy giai đoạn 2000-2023
(Nguồn: Biên dịch từ Báo cáo "Technology Trends: Future of Transportation" (WIPO, 2025))

Giống với vận tải đường bộ, các sáng chế đổi mới công nghệ trong các phương tiện vận tải đường thủy cũng tập trung chủ yếu ở lĩnh vực *Động cơ bền vững* và *Truyền thông và an ninh*.



Các công nghệ được nghiên cứu trong lĩnh vực vận tải đường thủy

(Nguồn: Biên dịch từ Báo cáo "Technology Trends: Future of Transportation" (WIPO, 2025))

Trong *Động cơ bền vững*, hầu hết nghiên cứu tập trung vào các công nghệ *Thiết kế tàu hiệu quả* (Efficient Ship Design) và *Nhiên liệu carbon bền vững* (Sustainable carbon based fuels). Công nghệ *Thiết kế tàu hiệu quả* bao gồm các nghiên cứu tập trung vào việc tối ưu hóa hình dạng thân tàu (nhằm giảm lực cản từ nước, giúp tàu di chuyển nhẹ nhàng hơn, tiết kiệm nhiên liệu hơn), thiết kế chân vịt hiệu suất cao (giúp truyền động tốt hơn, giảm hao phí năng lượng), hoặc ứng dụng công nghệ bong bóng khí dưới thân tàu (nhằm tạo một lớp đệm khí giúp giảm ma sát giữa thân tàu và nước biển, giảm ma sát và lực cản, giúp tàu di chuyển nhẹ hơn và ít tiêu hao nhiên liệu hơn). Còn với công nghệ *Nhiên liệu carbon bền vững*, phần lớn các sáng chế liên quan đến nhiên liệu khí thiên nhiên hóa lỏng (liquefied natural gas - LNG). *Truyền thông và An ninh* là một lĩnh vực nghiên cứu quan trọng chiếm số lượng cao thứ hai sau *Động cơ bền vững*. Trong đó, hầu hết sáng chế tập trung ở công nghệ *Điều hướng* (Navigation) gồm các công nghệ dẫn đường như: lidar, radar, sonar hoặc GPS nhằm giúp tàu di chuyển đúng lộ trình và đảm bảo an toàn.

Nghiên cứu đổi mới công nghệ đối với phương tiện đường thủy tại Việt Nam

Ngành công nghiệp đóng tàu của Việt Nam đã được xây dựng và phát triển từ năm 1996. Tính đến năm 2025, cả nước có 88 doanh nghiệp đóng tàu biển, 411 cơ sở đóng phương tiện thủy nội địa; trong đó, khoảng 120 doanh nghiệp đóng, sửa chữa tàu có trọng tải lớn hơn 1.000 tấn. Với năng lực sản xuất đa dạng, đáp ứng nhu cầu thị trường trong nước và quốc tế, các doanh nghiệp đóng tàu Việt Nam cũng đã thành công trong việc đóng mới nhiều tàu công suất lớn, tàu chuyên dụng, tàu công nghệ cao,... Tuy nhiên, ngành đóng tàu của Việt Nam chỉ chiếm 0,61% thị phần đóng tàu toàn cầu, cũng như năng lực đóng

mới tàu từ trước đến nay vẫn còn nhiều hạn chế so với các quốc gia có ngành đóng tàu phát triển mạnh, nhất là về công nghệ, năng lực sản xuất và sức cạnh tranh. Đây cũng là động lực để các nhà khoa học trong nước nghiên cứu tìm ra các giải pháp để đổi mới công nghệ và phát triển ngành công nghiệp đóng tàu theo định hướng của Đảng và Nhà nước.

Nghiên cứu công nghệ và tiến tới nội địa hóa các vật liệu cho ngành đóng tàu

Theo các kết quả nghiên cứu về công nghệ đóng tàu trên CSDL quốc gia về KH&CN, các nhà khoa học Việt đang dần làm chủ và tiến tới nội địa hóa các vật liệu phục vụ cho việc đóng tàu. Một số nghiên cứu đã công bố có thể kể đến như:

- Nhiệm vụ KH&CN cấp quốc gia *“Nghiên cứu thiết kế chế tạo chân vịt tàu thủy cho tàu 6.000DWT-7.000DWT bằng thép không gỉ chịu ăn mòn nước biển”* do Xí nghiệp Cơ khí Quang Trung (Bộ Công Thương) chủ trì, thực hiện từ năm 2010 và được nghiệm thu vào năm 2014. Đơn vị chủ trì đã làm chủ công nghệ tạo phôi chân vịt bằng thép không gỉ bằng công nghệ phối liệu, nấu luyện; công nghệ đúc chân vịt có đường kính lớn theo phương pháp đúc mẫu chảy; và công nghệ chống bám dính đối với đúc thép không gỉ. Qua đó cho thấy năng lực thiết kế, chế tạo của chuyên gia trong nước trong việc tạo ra được vật tư cho ngành đóng tàu có giá thành rẻ hơn để thay thế cho các vật liệu truyền thống (đồng, hợp kim đồng, thép, gang).

- Nhiệm vụ KH&CN cấp quốc gia *“Nghiên cứu ứng dụng công nghệ hàn nổ để chế tạo tấm vật liệu composite dạng lớp hợp kim nhôm-thép kích thước lớn phục vụ cho công nghiệp đóng tàu”* do Viện công nghệ (Bộ Quốc phòng) chủ trì thực hiện từ năm 2016 và được nghiệm thu năm 2019. Nhóm nghiên cứu đã thử nghiệm hàn nổ hợp kim nhôm với thép sử dụng thanh vật liệu composite dạng lớp hợp kim nhôm-thép cho ra kết quả tốt, có thể mở rộng ứng dụng composite dạng lớp nhôm-thép trong đóng tàu thủy và xe chuyên dụng thông tin (thùng vỏ nhôm, khung gầm thép), có thể ứng dụng cả trong quốc phòng và nền kinh tế quốc dân.

- Nhiệm vụ KH&CN cấp bộ *“Nghiên cứu chế tạo áo trục tàu thủy trên cơ sở hợp kim đồng nhôm có cơ tính tổng hợp cao khả năng chống ăn mòn tốt và giá thành rẻ thay thế hàng nhập khẩu đắt tiền”* do Trường Đại học Hàng hải Việt Nam (Bộ Giao thông Vận tải) chủ trì thực hiện từ năm 2019 và được nghiệm thu năm 2020. Từ những kết quả phân tích và đánh giá, nhóm nghiên cứu đã đưa ra hai nhóm hợp kim có thể sử dụng cho chế tạo áo trục cho tàu thủy là hợp kim CuAl_9Fe_4 và $\text{CuAl}_9\text{Fe}_4\text{Ni}_2$ đạt được đầy đủ các tiêu chí về yêu cầu kỹ thuật cơ tính và mức độ ăn mòn.

Nghiên cứu công nghệ thiết kế tàu hiệu quả

Đối với công nghệ thiết kế tàu hiệu quả, các nhà khoa học tại Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM (Bộ Giao thông Vận tải) đã có nhiều nỗ lực nhằm nghiên cứu, đề xuất các giải pháp phù hợp với đặc điểm vùng sông nước của Việt Nam, chẳng hạn như *“Nghiên cứu giải pháp thiết kế hợp lý kết cấu cho phương tiện thủy nội địa phù hợp với đồng bằng sông Cửu Long”* thực hiện từ năm 2019 đến năm 2020, nhằm giúp tối ưu hóa vật liệu, giảm khối lượng phần tàu không tải,

nâng cao hiệu quả vận hành, tiết kiệm chi phí trong suốt vòng đời phương tiện, góp phần quan trọng vào việc phát triển bền vững hệ thống giao thông thủy nội địa của vùng. Ngoài ra, với mong muốn cải tiến thiết kế thân tàu chở hàng không sử dụng nước dẫn với lực cản khí động nhỏ nhất, các nhà khoa học tại Khoa Cơ khí Động lực (Trường Cơ khí – Đại học Bách Khoa Hà Nội) đã triển khai thực hiện *“Nghiên cứu ảnh hưởng tương tác giữa thượng tầng và thân tàu để giảm lực cản khí động cho tàu không sử dụng nước dẫn (NBS)”*, thực hiện từ năm 2020 và được nghiệm thu năm 2023. Nghiên cứu cho thấy, sức cản gió có tác động lên phần thân tàu phía trên mực nước và mũi tàu phẳng có thể giúp làm đơn giản hóa việc sản xuất và giảm thiểu sức gió tác động lên tàu, qua đó giúp tiết kiệm nhiên liệu và hiệu quả kinh tế trong vận tải hàng hải.

Với mong muốn rút ngắn thời gian và chi phí, cũng như ứng dụng công nghệ in 3D trong chế tạo các tàu thủy cỡ nhỏ, các nhà khoa học tại Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM đã triển khai thực hiện *“Nghiên cứu ứng dụng in 3D trong chế tạo vỏ tàu cao tốc cỡ nhỏ hoạt động trong vùng nước thủy nội địa Việt Nam”* từ năm 2019, được nghiệm thu năm 2020. Nhóm nghiên cứu đã sử dụng vật liệu composite, phối hợp công nghệ FDM và SLA để in 3D phần vỏ tàu (khu vực bệ góc phức tạp sử dụng công nghệ in SLA; khu vực như tấm mạn, tấm vách lái sử dụng công nghệ in FDM). Sau đó, lắp ghép trên cơ sở kết cấu bệ đỡ khuôn dương chế tạo từ công nghệ cắt laser để hoàn thành. Trong tương lai, nếu thách thức về kích thước của máy in 3D được giải quyết, thì triển vọng sản xuất ở quy mô công nghiệp là hoàn toàn khả thi.



Quy trình chế tạo vỏ tàu cao tốc cỡ nhỏ theo công nghệ in 3D (Nguồn: Kết quả nghiên cứu)

Nghiên cứu công nghệ xanh và giảm phát thải

Theo thống kê từ IMO, ngành vận tải biển chịu trách nhiệm cho gần 3% khí thải trên toàn cầu, tạo ra khoảng 1 tỷ tấn CO₂ và khí nhà kính mỗi năm. Nếu hàm lượng carbon không được kiểm soát, lượng khí thải có thể tiếp tục tăng từ 50-250% vào năm 2050. Từ thực trạng đó, tại Hội nghị Thượng đỉnh của Liên hiệp quốc về biến đổi khí hậu lần thứ 26 (COP26) từ ngày 31/10-12/11/2021 tại Scotland (Vương quốc Anh), nước chủ nhà đã kêu gọi “xanh hóa” các hoạt động vận tải hàng hải trên toàn cầu vào năm 2050 và hạ thủy các tàu thương mại không gây ô nhiễm không khí vào năm 2025. Đây được xem là một trong các giải pháp cho ngành vận tải hàng hải, hướng đến mục tiêu hạn chế mức tăng nhiệt độ toàn cầu ở ngưỡng 1,5°C theo *Thỏa thuận Paris*; giảm 45% lượng phát thải CO₂ vào năm 2030 so với mức năm 2010 và giảm về mức 0 vào khoảng năm 2050 theo Hiệp ước Khí hậu Glasgow (được 197 quốc gia tham gia Công ước khung của Liên hợp quốc về Biến đổi Khí hậu thông qua tại Hội nghị COP26).

Là một thành viên trong các quốc gia đã ký cam kết trong *Thỏa thuận Paris* và *Hiệp ước Khí hậu Glasgow*, cũng như thực trạng kết quả khảo sát lượng khí thải từ tàu biển Việt Nam trong năm 2019 là hơn 4,03 nghìn tấn CO₂, hơn 66,267 nghìn tấn NO_x, hơn 34,472 nghìn tấn SO_x,..., Việt Nam đã xây dựng kế hoạch, triển khai các biện pháp và thúc đẩy hoạt động nghiên cứu để hướng đến các mục tiêu đó. Một số nhiệm vụ KH&CN về công nghệ giảm phát thải cho động cơ diesel tàu thủy trong thời gian gần đây được liệt kê trong Bảng 1.

Bảng 1. Một số nhiệm vụ KH&CN về giảm phát thải cho động cơ của tàu thủy

STT	Tên nhiệm vụ KH&CN	Cấp quản lý	Thời gian thực hiện	Cơ quan chủ trì
1	Nghiên cứu thiết kế chế tạo thử nghiệm thiết bị tạo khí HHO bổ sung vào đường nạp của động cơ diesel tàu thủy nhằm nâng cao chất lượng quá trình cháy và giảm độc hại của khí xả thải ra môi trường.	Cấp bộ	2016-2019	Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải (Bộ Giao thông Vận tải)
2	Nghiên cứu thiết kế chế tạo thử nghiệm thiết bị giảm phát thải cho động cơ diesel bằng công nghệ scrubber.	Cấp bộ	2020-2021	Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải (Bộ Giao thông Vận tải)
3	Thiết kế chế tạo cụm thiết bị chuyển đổi nhiệt thải từ nước làm mát của động cơ diesel tàu thủy thành năng lượng điện trên cơ sở chu trình Rankin sử dụng chất công tác hữu cơ rẻ tiền có ODP GWP thấp nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và tính kinh tế.	Cấp bộ	2020-2021	Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM (Bộ Giao thông Vận tải)
4	Nghiên cứu chế tạo hệ thống tích hợp giữa EGR với việc bổ sung khí hydro trên đường nạp cho động cơ diesel tàu thủy nhằm giảm suất tiêu hao nhiên liệu và phát thải độc hại ô nhiễm môi trường.	Cấp bộ	2020-2021	Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM (Bộ Giao thông Vận tải)
5	Khảo sát đánh giá xây dựng lộ trình quốc gia về giảm phát thải khí thải từ hoạt động của tàu biển.	Cấp bộ	2021	Trường Đại học Hàng hải Việt Nam (Bộ Giao thông Vận tải)

(Nguồn: CSDL quốc gia về KH&CN – Bộ KH&CN, ngày lấy dữ liệu 10/06/2025)

Trên các tạp chí khoa học, nhiều nghiên cứu còn đề cập đến việc ứng dụng năng lượng tái tạo, nhằm tối ưu hóa thiết kế và quản lý hệ thống điện trên tàu thủy, đóng góp vào việc giảm thiểu chi phí tiêu hao nhiên liệu và giảm phát thải khí nhà kính. Một số bài báo khoa học công bố gần đây liên quan đến năng lượng được liệt kê trong Bảng 2.

Bảng 2. Một số bài báo khoa học về quản lý năng lượng hiệu quả trên tàu thủy

STT	Tên bài báo nghiên cứu	Tạp chí	Năm công bố	Tác giả
1	Nghiên cứu ứng dụng năng lượng mặt trời trong các mạng điện cục bộ của tàu thuyền	Khoa học và công nghệ (ĐH Thái Nguyên)	2014	TS. Ngô Đức Minh
2	Nghiên cứu tích hợp công nghệ hybrid ứng dụng năng lượng mặt trời cho phương tiện giao thông thủy cỡ nhỏ	Khoa học Giáo dục Kỹ thuật số (Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM)	2021	Nguyễn Văn Tổng Em, Nguyễn Duy Anh, Lê Tất Hiến, Nguyễn Văn Trang
3	Sử dụng năng lượng tái tạo trên tàu thủy	Giao thông vận tải	2022	GS. TSKH. Thân Ngọc Hoàn
4	Nghiên cứu bộ điều khiển thích nghi cho lưới điện tàu thủy có sử dụng pin	Giao thông vận tải	2024	PGS.TS. Vương Đức Phúc; ThS. Đặng Đình Phúc
5	Thiết kế hệ thống quản lý năng lượng lưới điện siêu nhỏ trên tàu tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo	Giao thông vận tải	2024	ThS. Nguyễn Thanh Vân; PGS.TS. Đình Anh Tuấn; ThS. Nguyễn Văn Hùng

(Nguồn: CSDL quốc gia về KH&CN – Bộ KH&CN, ngày lấy dữ liệu 10/06/2025)

Nghiên cứu công nghệ đảm bảo an toàn hàng hải

Trong đảm bảo an toàn hàng hải, nhiều đề tài nghiên cứu cũng đã được thực hiện, đặc biệt là ứng dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo trong giám sát và điều khiển giao thông thông minh.

Bảng 3. Một số nhiệm vụ KH&CN về công nghệ đảm bảo an toàn hàng hải

STT	Tên nhiệm vụ KH&CN	Cấp quản lý	Thời gian thực hiện	Cơ quan chủ trì
1	Nghiên cứu thiết kế chế tạo các thiết bị và hệ thống dẫn đường hỗ trợ tránh bão cho tàu thuyền trên biển	Cấp quốc gia	2007-2010	Viện Tự động hoá KTQS (Bộ Quốc Phòng)
2	Nghiên cứu thiết kế chế tạo hệ thống tự động thông minh điều khiển tàu theo hướng và có khả năng theo quỹ đạo	Cấp quốc gia	2014	Viện Khoa học và Công nghệ tàu thủy (Bộ Giáo dục và Đào tạo)
3	Nghiên cứu thiết kế chế tạo hệ thống điều khiển điện tử trên mô hình hệ thống động lực tàu thủy nội địa	Cấp bộ	2021-2022	Trường Cao đẳng GTVT Đường thủy I (Bộ Giao thông Vận tải)
4	Nghiên cứu thiết kế chế tạo hệ thống điều khiển giao thông thông minh cho tàu thủy trên cơ sở ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong xử lý dữ liệu lớn từ RADAR/AIS nhằm tăng cường bảo đảm an toàn hàng hải	Cấp bộ	2022	Trường Đại học Hàng hải Việt Nam (Bộ Giao thông Vận tải)
5	Nghiên cứu xây dựng hệ thống giám sát phương tiện thủy nội địa mang cấp VR-SB trên hải đồ số nhằm tăng cường an toàn cho các tuyến vận tải ven biển Việt Nam	Cấp bộ	2022-2023	Cục Hàng hải Việt Nam (Bộ Giao thông Vận tải)

(Nguồn: CSDL quốc gia về KH&CN – Bộ KH&CN, ngày lấy dữ liệu 10/06/2025)

Có thể thấy, hoạt động nghiên cứu và phát triển trong lĩnh vực đường thủy diễn ra khá sôi động, bao phủ nhiều khía cạnh, từ thiết kế tàu, chế tạo vật liệu, đến ứng dụng các công nghệ tiên tiến nhằm giảm phát thải, tiết kiệm nhiên liệu và nâng cao mức độ an toàn hàng hải. Ngành công nghiệp đóng tàu, vốn được Đảng và Nhà nước xác định là ngành cơ khí trọng điểm với vai trò then chốt trong phát triển công nghiệp quốc gia, đang đứng trước yêu cầu cấp thiết phải chuyển đổi công nghệ để thích ứng với bối cảnh mới. Đặc biệt, các quy định của IMO về sử dụng năng lượng sạch, phù hợp với cam kết COP26, vừa là động lực vừa là thách thức đối với ngành công nghiệp đóng tàu Việt Nam. Trước những yêu cầu đó, các nhà khoa học cần tiếp tục đẩy mạnh nghiên cứu chuyên sâu cho cả ngành công nghiệp đóng tàu và các lĩnh vực công nghiệp phụ trợ, hướng đến mục tiêu phát triển công nghệ phương tiện đường thủy hiện đại, xanh và bền vững, bắt nhịp với xu hướng chuyển đổi của thế giới.

Duy Sang

Tài liệu tham khảo chính

- [1] CSDL quốc gia về KH&CN. <https://sti.vista.gov.vn/> (ngày lấy dữ liệu 10/06/2025)
- [2] CESTI. Báo cáo tổng quan "Công nghệ in 3D – Xu hướng nghiên cứu công nghệ trên thế giới và một số ứng dụng tại Việt Nam". https://thongke.cesti.gov.vn/images/BCPTXHCN/2023_Ky01/2023-BC-toan-canh-cong-nghe-In3D.pdf
- [3] Nhân dân. COP26 và Dấu ấn Việt Nam. https://nhandan.vn/special/COP26_Vietnam/index.html
- [4] Minh Trang. Lợi thế cạnh tranh và cơ hội của ngành đóng tàu Việt Nam. <https://nhandan.vn/loi-the-canh-tranh-va-co-hoi-cua-nganh-dong-tau-viet-nam-post863340.html>
- [5] Thanh Hương. Mô phỏng số giúp cải thiện tính kinh tế của vận tải đường biển. <https://tiasang.com.vn/doi-moi-sang-tao/mo-phong-so-giup-cai-thien-tinh-kinh-te-cua-van-tai-duong-bien/>
- [6] Trí Dũng. Lộ trình chuyển đổi năng lượng xanh lĩnh vực giao thông. <http://www.vr.org.vn/vn/tin-tuc-su-kien/duong-thuy/lo-trinh-chuyen-doi-nang-luong-xanh-linh-vuc-giao-thong-9817.html>
- [7] WIPO. WIPO Technology Trends: Future of Transportation.

Bản quyền âm nhạc trong kỷ nguyên số

Công nghệ số đã tạo ra những bước phát triển vượt bậc cho ngành công nghiệp âm nhạc. Các nền tảng nghe nhạc trực tuyến như Spotify, YouTube, TikTok,... đã giúp người dùng tiếp cận âm nhạc dễ dàng hơn bao giờ hết. Tuy nhiên, đi cùng với sự bùng nổ đó là bài toán lớn về xâm phạm bản quyền âm nhạc – một vấn đề đang ngày càng gia tăng, cả về số lượng lẫn mức độ tinh vi.

Xâm phạm bản quyền âm nhạc và nền tảng bảo vệ sự sáng tạo

Âm nhạc có tầm ảnh hưởng lớn, được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực của đời sống xã hội, làm phong phú đời sống tinh thần của con người và góp phần kết nối cộng đồng và thúc đẩy sáng tạo. Công nghệ số đã mở ra một thời kỳ phát triển bùng nổ cho ngành công nghiệp âm nhạc, giúp nghệ sĩ, nhạc sĩ, nhà sản xuất âm nhạc dễ dàng phổ biến tác phẩm và tiếp cận công chúng trên quy mô toàn cầu. Tuy nhiên, khi việc chia sẻ, tải xuống hay sử dụng tác phẩm âm nhạc quá dễ dàng thì quyền lợi của người sáng tác và nhà sản xuất cũng càng dễ bị xâm phạm. Theo Thống kê của Trung tâm Bản quyền tác giả âm nhạc Việt Nam (VCPMC), riêng trong năm 2024, bộ phận pháp lý của đơn vị này đã thực hiện 79 vụ kiện xâm phạm quyền tác giả và tranh chấp quyền sở hữu trí tuệ, tăng gần gấp đôi so với năm 2023. Bên cạnh đó, hàng trăm liên kết trực tuyến có dấu hiệu vi phạm cũng đang được thu thập để xử lý.

Trong hệ thống pháp luật về sở hữu trí tuệ, các chế định về quyền tác giả và quyền liên quan được xem là công cụ pháp lý quan trọng để bảo vệ tác phẩm âm nhạc khỏi các hành vi sao chép, khai thác trái phép. Cụ thể, điểm d khoản 1 Điều 14 Luật Sở hữu trí tuệ năm 2005 (sửa đổi, bổ sung trong các năm 2009, 2019 và 2022) xác định, trong các loại hình tác phẩm được bảo hộ quyền tác giả, có "*tác phẩm âm nhạc*". Điều 10 Nghị định số 22/2018/NĐ-CP đã làm rõ, tác phẩm âm nhạc "*là tác phẩm được thể hiện dưới dạng nhạc nốt trong bản nhạc hoặc các ký tự âm nhạc khác hoặc được định hình trên bản ghi âm, ghi hình có hoặc không có lời, không phụ thuộc vào việc trình diễn hay không trình diễn*".

Theo Luật Sở hữu trí tuệ, quyền tác giả bao gồm quyền nhân thân và quyền tài sản. Trong khi phần lớn các quyền nhân thân (như đặt tên tác phẩm; đặt bút danh; bảo vệ sự toàn vẹn của tác phẩm) được bảo hộ vô thời hạn thì quyền công bố tác phẩm (thuộc nhóm quyền nhân thân) và các quyền tài sản đối với tác phẩm không thuộc nhóm "*các tác phẩm điện ảnh, nhiếp ảnh, sân khấu, mỹ thuật ứng dụng, tác phẩm khuyết danh*" sẽ được bảo hộ suốt cuộc đời tác giả và 50 năm tiếp theo năm tác giả/đồng tác giả cuối cùng mất (Mục b Khoản 2 Điều 27 Luật Sở hữu trí tuệ).

Theo Cục Bản quyền tác giả, Việt Nam hiện đã tham gia 8 điều ước quốc tế quan trọng về quyền tác giả, quyền liên quan như Công ước Berne, Hiệp ước WCT, TRIPS,... cùng nhiều

hiệp định thương mại tự do khác. Đây chính là cam kết mạnh mẽ của nước ta trong việc nâng cao hiệu quả bảo vệ quyền sở hữu trí tuệ theo quốc tế.

Công nghệ hỗ trợ bảo vệ bản quyền âm nhạc

Cùng với hành lang pháp lý đang ngày càng được hoàn thiện, các giải pháp công nghệ cũng đã chứng tỏ vai trò ngày càng quan trọng trong việc ngăn chặn, phát hiện và xử lý vi phạm bản quyền âm nhạc trên môi trường số. Một số công nghệ nổi bật, đã được nghiên cứu, khai thác, ứng dụng trong thực tiễn, có thể kể đến như:

- Công nghệ Blockchain: cho phép lưu trữ thông tin về quyền sở hữu trí tuệ một cách an toàn và chính xác theo từng dấu thời gian. Khi có tranh chấp, công nghệ này giúp xác minh chủ sở hữu và thời điểm tạo lập tác phẩm, từ đó hỗ trợ giải quyết tranh chấp hiệu quả.
- Công nghệ Trí tuệ nhân tạo (AI) và dữ liệu lớn (Big Data): AI có khả năng tự động quét và phân tích hàng loạt nội dung trên các nền tảng như YouTube, Facebook, TikTok,... nhằm nhận diện hành vi vi phạm; trong khi Big Data hỗ trợ phân tích hành vi vi phạm và đề xuất các biện pháp ứng phó phù hợp.
- Công nghệ DRM: giúp kiểm soát việc sao chép, phát hành trái phép nhạc số, hiện được áp dụng rộng rãi trên các nền tảng như Spotify, Apple Music để kiểm soát các hành vi sao chép trái phép.
- Công nghệ Watermarking (dấu vết kỹ thuật số): "*gắn dấu*" vào các bản nhạc sẽ cho phép dễ dàng xác định nguồn gốc, khi có vi phạm.
- Công nghệ Content ID: cho phép nhận diện tự động các bản nhạc có bản quyền trong video đăng tải (công nghệ do YouTube phát triển).

Tại Việt Nam, một số đơn vị công nghệ đã bắt đầu triển khai các hệ sinh thái bảo vệ bản quyền âm nhạc số, ví dụ như: Công ty cổ phần Bản quyền âm nhạc trực tuyến xây dựng hệ sinh thái bản quyền âm nhạc trực tuyến MCM từ tháng 2/2022, tích hợp hai công nghệ bảo vệ Sigma DRM và đánh dấu bản quyền Sigma Watermarking, cho phép bảo vệ và đánh dấu trên từng bản nhạc, giúp tác giả có thể đo đếm chính xác số lượt sử dụng và theo dõi được việc phân phối, sử dụng tác phẩm trên internet. Thủ Đô Multimedia đã phát triển Sigma Multi-DRM (tên thương mại: Sigma Active Observer – SAO), giải pháp bảo vệ bản quyền số nhờ tích hợp AI để giám sát và ngăn chặn hành vi vi phạm bản quyền trên môi trường internet. SAO không chỉ mã hóa nội dung mà còn giám sát, phân tích hành vi người dùng, phát hiện truy cập trái phép và các dấu hiệu vi phạm bản quyền trên môi trường số.

Để xây dựng môi trường âm nhạc số minh bạch và công bằng, bảo vệ bản quyền không thể chỉ là trách nhiệm của các cơ quan nhà nước, mà còn là trách nhiệm chung của toàn xã

hội. Ngày 20/4, chương trình tọa đàm: “Đối thoại về các cơ chế, chính sách thúc đẩy phát triển công nghiệp văn hóa trong lĩnh vực âm nhạc” do Cục Bản quyền tác giả tổ chức tại TP.HCM đã thảo luận về các cơ chế, chính sách thúc đẩy công nghiệp âm nhạc. Các vấn đề như bản quyền tác giả – tác phẩm, thương mại hóa âm nhạc, ứng dụng công nghệ và hợp tác công tư cũng được đưa ra bàn luận. Theo Cục trưởng Cục Bản quyền tác giả Trần Hoàng, thời gian tới, Chính phủ sẽ sửa đổi lại Nghị định số 144/2020/NĐ-CP, ban hành ngày 14/12/2020 quy định về hoạt động nghệ thuật biểu diễn và các chính sách về tài chính để phát triển công nghiệp văn hóa phù hợp với xu thế mới.

Trong kỷ nguyên số, việc bảo vệ bản quyền âm nhạc không chỉ là vấn đề pháp lý, mà còn là trách nhiệm chung của toàn xã hội. Các giải pháp công nghệ sẽ tiếp tục đóng vai trò hỗ trợ, nhưng cần có sự thay đổi mạnh mẽ từ nhận thức đến hành động của mọi cá nhân, tổ chức để giúp ngành âm nhạc phát triển một cách công bằng và bền vững trong tương lai.

Kim Nhung

Tài liệu tham khảo chính

- [1] Luật Sở hữu trí tuệ (2005, sửa đổi bổ sung các năm 2009, 2019 và 2022).
- [2] Ngày sở hữu trí tuệ thế giới 26/4/2025. https://www.ipvietnam.gov.vn/vi_VN/web/guest/tin-tuc-su-kien/-/asset_publisher/7xsjBfqhCDAV/content/ngay-so-huu-tri-tue-the-gioi-26-4-2025
- [3] Minh Hà. Chuyện bản quyền tác giả âm nhạc thời công nghệ. <https://amp.cand.com.vn/Kinh-te-Van-hoa-The-Thao/chuyen-ban-quyen-tac-gia-am-nhac-thoi-cong-nghe-i757096/>
- [4] Tiểu Tân. Đối thoại về các cơ chế, chính sách thúc đẩy phát triển công nghiệp văn hóa trong lĩnh vực âm nhạc. <https://www.sggp.org.vn/doi-thoai-ve-cac-co-che-chinh-sach-thuc-day-phat-trien-cong-nghiep-van-hoa-trong-linh-vuc-am-nhac-post791604.html>
- [5] Lê Hùng. Một số thách thức pháp lý và giải pháp trong thời đại số đối với quyền sở hữu trí tuệ và trí tuệ nhân tạo. <https://phaply.net.vn/mot-so-thach-thuc-phap-ly-va-giai-phap-trong-thoi-dai-so-doi-voi-quyen-so-huu-tri-tue-va-tri-tue-nhan-cao-a259007.html>
- [6] Hiền Minh. Hệ sinh thái bảo vệ bản quyền âm nhạc trên internet đầu tiên ở Việt Nam. <https://baohinhphu.vn/he-sinh-thai-bao-ve-ban-quyen-am-nhac-tren-internet-dau-tien-o-viet-nam-102220222145500042.htm>
- [7] Khánh An. Ứng dụng AI trong bảo vệ bản quyền số. <https://sohuutritue.net.vn/ung-dung-ai-trong-bao-ve-ban-quyen-so-d185148.html>

Ứng dụng AI trong quản lý bệnh hại cây trồng

Sự phát triển của sâu, bệnh hại cây trồng liên quan chặt chẽ với các điều kiện sinh thái, nhất là khi biến đổi khí hậu gây nên các hiện tượng cực đoan như nhiệt độ cao, ngập lụt, xâm nhập mặn,... Với khả năng xử lý và phân tích dữ liệu nhanh chóng, ngày nay, trí tuệ nhân tạo (AI), đang trở thành công cụ quan trọng giúp nhận diện, dự báo và quản lý các loại bệnh hại cây trồng, giảm thiểu thiệt hại và bảo vệ cây trồng.

Bệnh hại cây trồng là hiện tượng có các trạng thái bất thường về hình thái, cấu tạo, chức năng, sinh lý,... do điều kiện môi trường bất lợi hoặc do các loài sinh vật (nấm, vi khuẩn, virus,...) gây ra cho cây. Những biểu hiện thường thấy gồm: lá úa vàng, đốm nâu, thân cây thối rữa, trái bị hư hỏng,... Nếu không được phát hiện và xử lý kịp thời, các bệnh này có thể nhanh chóng lây lan, gây thiệt hại nghiêm trọng đến năng suất và chất lượng nông sản. Việc phát hiện sớm, chẩn đoán chính xác và đưa ra biện pháp can thiệp kịp thời là yếu tố then chốt nhằm bảo vệ cây trồng. Trong bối cảnh này, AI đã cho thấy là một công cụ đầy tiềm năng.

Cho phép máy móc, đặc biệt là máy tính, thực hiện các nhiệm vụ đòi hỏi trí tuệ như con người, trong nông nghiệp, AI được ứng dụng trong nhiều công đoạn khác nhau, từ trồng trọt cho đến chăm sóc, khai thác, mà đặc biệt là trong quản lý bệnh hại cây trồng. Để nhận diện bệnh hại cây trồng qua hình ảnh (một trong những ứng dụng phổ biến nhất của AI trong nông nghiệp) AI sử dụng mạng nơ-ron tích chập (CNN), được huấn luyện với hàng nghìn hình ảnh về lá, thân, quả,... Để phân biệt các biểu hiện bệnh lý với độ chính xác cao. AI kết hợp cùng cảm biến IoT giúp đo độ ẩm đất, nhiệt độ, ánh sáng, pH, EC,... từ đó giám sát, đánh giá sức khỏe cây trồng, phát hiện sớm (dự báo) nguy cơ dịch bệnh. Dữ liệu được truyền về hệ thống trung tâm hoặc ứng dụng trên điện thoại, hỗ trợ ra quyết định kịp thời. Thiết bị tích hợp AI như điện thoại thông minh, máy ảnh, máy bay không người lái (drone) có thể chụp và phân tích hình ảnh cây trồng, từ đó xác định loại bệnh và mức độ lây lan. AI cũng có thể phân tích các dữ liệu khí hậu (mưa, nhiệt độ, độ ẩm) và lịch sử xuất hiện dịch bệnh để dự báo thời điểm và địa điểm có nguy cơ cao bùng phát dịch, giúp nông dân chủ động phòng ngừa, ví dụ như điều chỉnh lịch gieo trồng, chọn giống kháng bệnh, tăng cường vệ sinh đồng ruộng,...

Tại Việt Nam, nhiều nghiên cứu AI của các nhà khoa học đã được triển khai ứng dụng vào thực tiễn sản xuất nông nghiệp:

Ứng dụng “Nhận diện sinh vật gây hại lúa” là phần mềm được Cục Bảo vệ thực vật, Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh An Giang phối hợp với Tổng Công ty Giải pháp doanh nghiệp Viettel xây dựng và phát triển, đưa vào sử dụng tại tỉnh An Giang từ năm 2022. Với công nghệ AI, phần mềm cho phép nông dân nhận diện sinh vật gây hại qua ảnh chụp, cung cấp thông tin về đặc điểm sinh học và biện pháp phòng trừ. Ứng dụng còn tích hợp trợ lý ảo hoạt động 24/7.



Ứng dụng "Nhận diện sinh vật gây hại lúa" (Nguồn: <https://baochinhphu.vn/>)

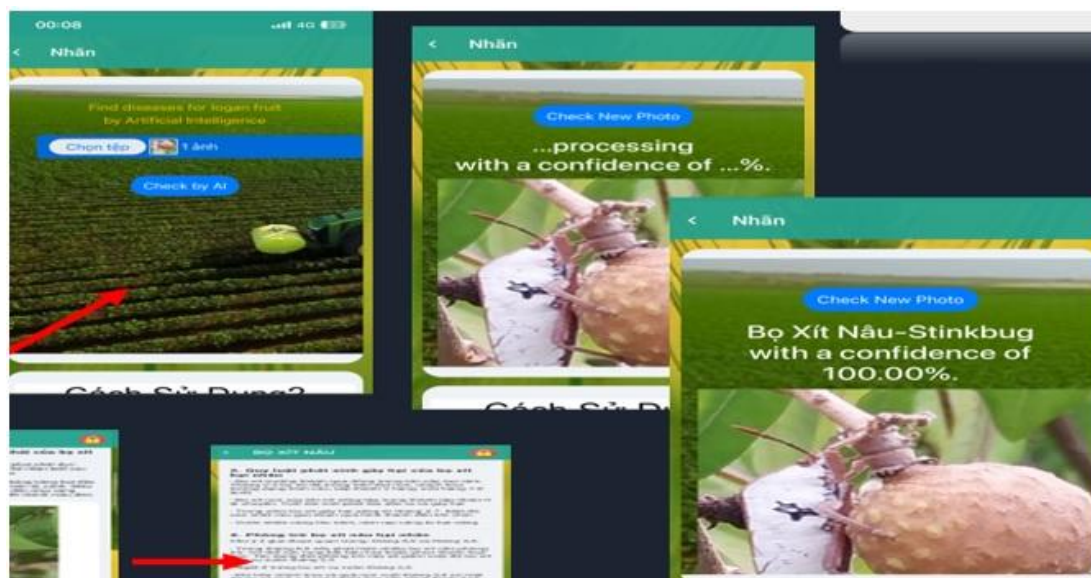
Hệ thống giám sát côn trùng thông minh là sản phẩm của Công ty RYNAN Technologies Vietnam. Hệ thống này khai thác thuật toán AI để tự động nhận diện, thống kê số lượng, mật độ, các chủng loại côn trùng có lợi/có hại và trả kết quả dưới dạng biểu đồ trực quan; tự động đưa ra các cảnh báo và dự báo côn trùng thông qua phần mềm quản lý trung tâm SaaS. Hệ thống hoạt động bằng năng lượng mặt trời, đảm bảo an toàn về điện khi vận hành, đặc biệt khi có mưa và gió lớn, dễ dàng lắp đặt tại các vị trí xa, không gần nguồn điện lưới. Hệ thống cũng trang bị ắc quy lưu trữ, đảm bảo việc vận hành được liên tục. Sản phẩm đã đạt giải Nhất cuộc thi Thử thách đổi mới sáng tạo Qualcomm Việt Nam 2023.



Hệ thống giám sát sâu rầy thông minh (Nguồn: <https://vista.gov.vn/>)

Ứng dụng bác sĩ cây trồng (có thể tải từ CH Play hoặc App Store với tên AI Doctor) do Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển hội nhập Khoa học và Công nghệ Quốc tế chủ trì thực hiện, được Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Hưng Yên nghiệm thu vào tháng 6/2024. Ứng dụng tích hợp AI, Big data, công nghệ kết nối thời gian thực để phục vụ chăm sóc cây nhãn trên địa bàn tỉnh Hưng Yên theo hướng VietGAP. Ứng dụng có thể hỗ trợ người trồng nhãn nhận diện và quản lý 04 loại sâu bệnh hại nhãn phổ biến (bọ xít nâu, rệp sáp,

thán thư và sương mai), đồng thời, kết nối với các bác sĩ-chuyên gia nông nghiệp và cộng đồng để chia sẻ kinh nghiệm, qua hộp thoại ảnh và hộp thoại dạng văn bản; bên cạnh đó, người dùng cũng có thể giới thiệu vườn nhãn/các sản phẩm từ nhãn của mình tới khách hàng trong nước và quốc tế.



Tính năng chẩn đoán sâu bệnh hại nhãn bằng hình ảnh AI (Nguồn: <https://vjst.vn/>)

Ứng dụng “2Nông” của Công ty Phân bón Dầu khí Cà Mau mới được tích hợp tính năng AI để phục vụ công tác chẩn đoán sâu bệnh từ tháng 12/2024. Tính năng mới của ứng dụng cho phép người sử dụng nhanh chóng nhận diện bệnh hại và dinh dưỡng qua một lần quét/chụp đơn giản. Hiện nay tính năng này có thể phát hiện 22 loại sâu bệnh hại trên 4 loại cây trồng (cà phê, tiêu, sầu riêng, lúa) và 8 triệu chứng thiếu dinh dưỡng trên tiêu và cà phê. Ứng dụng còn kết nối với các chuyên gia nông nghiệp để hỗ trợ trực tuyến cho người nông dân.



Ứng dụng 2Nông (Nguồn: <https://baotainguyenmoitruong.vn/>)

Là sản phẩm từ đề tài “Nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong nhận diện và cảnh báo một số sâu bệnh hại lúa” do nhóm nghiên cứu tại Công ty TNHH Giải pháp phần mềm Tường Minh thực hiện, được Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bình Định nghiệm thu vào tháng 12/2024, Hệ thống T-Pest bao gồm: máy thu thập dữ liệu côn trùng tự động được trang bị camera độ phân giải cao, đèn UV và cảm biến môi trường. Dữ liệu hình ảnh được phân tích bằng mô hình trí tuệ nhân tạo (AI) cải tiến YOLO v5-Ghost, giúp nhận diện sâu bệnh chính xác và nhanh chóng. Tất cả dữ liệu được tích hợp trên nền tảng web, cho phép giám sát tình hình dịch hại theo thời gian thực và hiển thị trực quan trên bản đồ. T-Pest nhận diện được 7 loại bệnh (bạc lá, đạo ôn, đốm nâu, vàng lá sinh lý, khô vằn, lép hạt, đốm sọc vi khuẩn) và 8 loại côn trùng (rầy lưng trắng, rầy nâu, sâu đục thân, sâu cuốn lá nhỏ, sâu năn (muỗi hành), rầy xanh đuôi đen, bọ xít đen, bọ xít mù xanh).



Hệ thống T-Pest (Nguồn: www.tmasolutions.vn)

Không chỉ phục vụ công tác giám sát côn trùng, chẩn đoán bệnh hại, AI còn được ứng dụng để tối ưu hóa việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật, qua việc hỗ trợ tính toán lượng thuốc bảo vệ thực vật thích hợp theo từng loại cây, loại bệnh và mức độ nhiễm, giúp người dùng lựa chọn thời điểm và liều lượng thuốc phù hợp. Đại diện cho hướng nghiên cứu này là nhiệm vụ KH&CN vừa được Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM nghiệm thu vào tháng 3/2025, do TS. Hoàng Anh Tuấn cùng cộng sự (Trung tâm ươm tạo Doanh nghiệp Nông nghiệp Công nghệ cao) chủ trì thực hiện. Sản phẩm của nhóm: “Nghiên cứu xây dựng hệ thống thu thập, lưu trữ và ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong phân tích, dự báo, ra quyết định quản lý bệnh hại dưa lưới trong nhà màng” đã tạo ra hệ thống AI đạt độ chính xác trên 90% trong việc nhận diện bệnh hại trên dưa lưới, giúp cảnh báo sớm và đưa ra các biện pháp can thiệp kịp thời. Nhờ hệ thống này, lượng thuốc bảo vệ thực vật giảm 20%, nâng cao hiệu quả sản xuất và tăng lợi nhuận hơn 20% so với phương pháp truyền thống. Sản phẩm hỗ trợ ứng dụng web và di động, cho phép giám sát từ xa.



Hệ thống quản lý bệnh hại dưa lưới (Nguồn: <https://dost.hochiminhcity.gov.vn/>)

Các công nghệ AI đang từng bước thay đổi cách thức canh tác truyền thống, giúp người nông dân tiếp cận thông tin nhanh chóng và chính xác để có các quyết định kịp thời. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng phức tạp, việc đầu tư và phát triển các ứng dụng AI trong nông nghiệp không chỉ là xu thế mà còn là giải pháp thiết thực nhằm đảm bảo an ninh lương thực, nâng cao giá trị nông sản và cải thiện đời sống người nông dân.

Kim Nhung

Tài liệu tham khảo chính

- [1] Báo Điện tử Chính phủ. Ra mắt phần mềm nhận diện sinh vật gây hại lúa. <https://baohinhphu.vn/ra-mat-phan-mem-nhan-dien-sinh-vat-gay-hai-lua-102220111162828708.htm>
- [2] Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM. Trồng dưa lưới trong nhà màng theo hướng ứng dụng trí tuệ nhân tạo. <https://dost.hochiminhcity.gov.vn/hoat-dong-so-khcn/trong-du-luoi-trong-nha-mang-theo-huong-ung-dung-tri-tue-nhan-cao/>
- [3] PV. Phân bón Cà Mau ra mắt AI tính năng chẩn đoán sâu bệnh trên ứng dụng 2Nông. <https://baotainguyenmoitruong.vn/phan-bon-ca-mau-ra-mat-ai-tinh-nang-chan-doan-sau-benh-tren-ung-dung-2nong-384656.html>
- [4] T-Pest: Ứng dụng AI trong cảnh báo sớm dịch hại lúa. <https://www.tmasolutions.vn/tin-tuc/T-Pest-Ung-Dung-AI-Trong-Canh-Bao-Som-Dich-Hai-Lua>
- [5] P.A.T. Hệ thống giám sát côn trùng thông minh. <https://vista.gov.vn/vi/news/khoa-hoc-ky-thuat-va-cong-nghe/he-thong-giam-sat-con-trung-thong-minh-7339.html>
- [6] Ứng dụng Bác sỹ cây trồng phục vụ chăm sóc và quảng bá nhãn lồng Hưng Yên. <https://vjst.vn/vn/tin-tuc/9318/ung-dung-bac-sy-cay-trong-phuc-vu-cham-soc-va-quang-ba-nhan-long-hung-yen.aspx>

ĐỔI MỚI SÁNG TẠO

Mô hình thông tin công trình (BIM): Cuộc cách mạng trong ngành xây dựng

Mô hình thông tin công trình (Building Information Modeling - BIM) là phương pháp tạo và quản lý thông tin kỹ thuật số về các đặc điểm vật lý và chức năng của các tòa nhà hoặc các công trình trong ngành xây dựng một cách hiệu quả, chính xác và khả năng cộng tác cao hơn trong suốt vòng đời của một dự án. BIM đang trở thành yêu cầu, tiêu chuẩn và công cụ để hỗ trợ công tác quản lý, đánh giá các công trình, đặc biệt là các dự án lớn, phức tạp hoặc thuộc sự quản lý của nhà nước.

Vai trò của BIM trong xây dựng

Là các tệp máy tính (thường được định dạng và chứa dữ liệu bản quyền) có thể trích xuất, trao đổi hoặc kết nối mạng để hỗ trợ ra quyết định liên quan đến tài sản xây dựng, BIM được các cơ quan chính phủ, doanh nghiệp, tổ chức và cá nhân khai thác, sử dụng nhằm lập kế hoạch thiết kế, xây dựng, vận hành, bảo trì các tòa nhà và nhiều cơ sở hạ tầng khác như: điện, nước, khí đốt, cầu đường bộ, đường sắt,... BIM không giới hạn ở một giai đoạn cụ thể nào của dự án, mà nó có vai trò trung tâm, xuyên suốt trong cả vòng đời của công trình:

Trong giai đoạn hình thành ý tưởng và thiết kế: (1) *Trực quan hóa thiết kế*, BIM cho phép tạo ra các mô hình 3D trực quan, giúp chủ đầu tư và các bên liên quan dễ dàng hình dung về công trình tương lai; (2) *Phân tích và đánh giá thiết kế*, các công cụ phân tích tích hợp trong BIM có thể dùng để đánh giá hiệu suất năng lượng, ánh sáng tự nhiên, thông gió, khả năng tiếp cận và các yếu tố bền vững khác ngay từ giai đoạn thiết kế ban đầu; (3) *Phối hợp đa lĩnh vực*, BIM tạo ra nền tảng chung giúp các kiến trúc sư, kỹ sư kết cấu, kỹ sư cơ - điện có thể làm việc đồng thời cùng trên một mô hình nên phát hiện và giải quyết sớm các xung đột tiềm ẩn trước khi chúng trở thành vấn đề thực tế tại công trường; (4) *Tạo tài liệu thiết kế*, BIM tự động hóa quá trình tạo ra các bản vẽ 2D, bảng thống kê khối lượng và các tài liệu thiết kế khác, đảm bảo tính nhất quán và giảm thiểu sai sót.

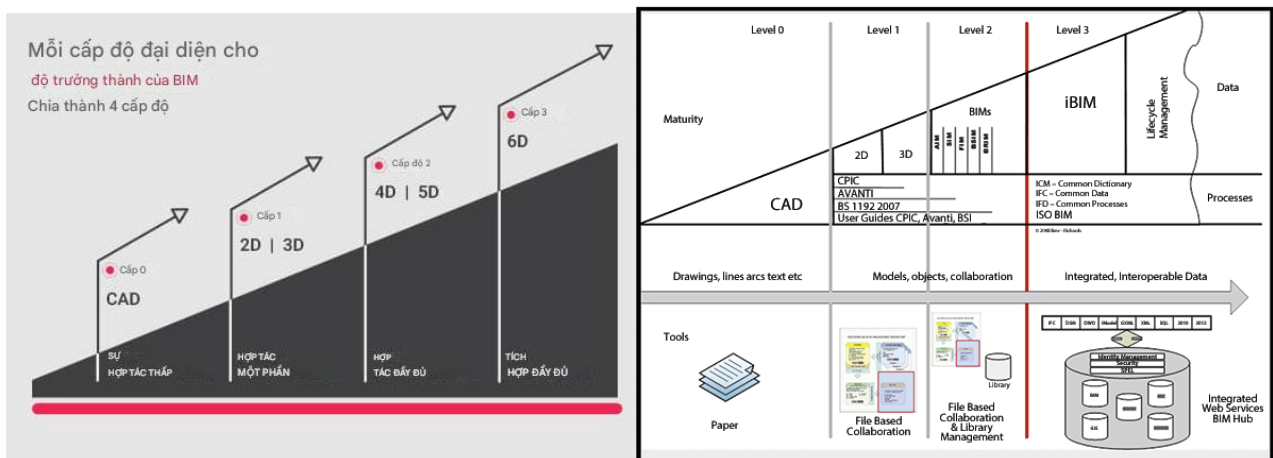
Ở giai đoạn thi công: (1) *Lập kế hoạch thi công (4D BIM)*, bằng cách liên kết mô hình 3D với lịch trình thi công, BIM cho phép tạo ra các mô phỏng 4D trực quan, giúp nhà thầu hiểu rõ tiến độ thi công, quản lý tài nguyên hiệu quả và dự đoán các vấn đề có thể xảy ra; (2) *Quản lý chi phí (5D BIM)*, thông tin chi phí được tích hợp vào mô hình BIM, cho phép tự động hóa quá trình bóc tách khối lượng, lập dự toán và theo dõi chi phí thực tế trong quá trình thi công; (3) *Phối hợp trên công trường*, BIM có thể được dùng để giao tiếp và phối hợp giữa các đội ngũ thi công khác nhau, đảm bảo việc lắp đặt các cấu kiện và hệ thống diễn ra suôn sẻ; (4) *Kiểm soát chất lượng*, BIM cung cấp nền tảng để theo dõi thông tin và quản lý chất lượng các vật liệu và công tác thi công.

Với giai đoạn vận hành và bảo trì: (1) *Quản lý tài sản (6D BIM)*, BIM được sử dụng để tạo ra cơ sở dữ liệu thông tin chi tiết về tất cả các tài sản trong công trình (thông tin về nhà sản xuất, ngày lắp đặt, lịch sử bảo trì và hướng dẫn sử dụng), giúp cho việc quản lý và bảo trì công trình trở nên hiệu quả hơn; (2) *Theo dõi hiệu suất*, BIM có thể tích hợp với các hệ thống quản lý tòa nhà (BMS) để theo dõi hiệu suất năng lượng, mức tiêu thụ nước và các thông số vận hành khác, giúp tối ưu hóa hiệu quả sử dụng tài nguyên; (3) *Lập kế hoạch bảo trì*, dựa trên thông tin từ BIM, các đơn vị quản lý có thể lập kế hoạch bảo trì định kỳ và dự đoán các nhu cầu sửa chữa trong tương lai.

Khi kết thúc vòng đời công trình: *giai đoạn phá dỡ (7D BIM)*, BIM cho phép quản lý thông tin liên quan đến quá trình phá dỡ công trình, gồm thông tin về vật liệu tái chế, quy trình tháo dỡ an toàn và các tác động đến môi trường.

Tình hình ứng dụng BIM trên thế giới

Ứng dụng BIM không chỉ giúp tạo ra những công trình chất lượng hơn, mà còn tối ưu hóa chi phí, thời gian, đồng thời nâng cao khả năng quản lý và vận hành công trình sau này. Từ năm 2016, ở các quốc gia tiên tiến như Anh, Mỹ, khu vực Bắc Âu, BIM đã trở thành yêu cầu bắt buộc trong các dự án công. Úc và Canada khuyến khích sử dụng BIM trong ngành xây dựng và hạ tầng. Khu vực châu Á, các quốc gia như Nhật Bản, Singapore, Hàn Quốc đã đầu tư mạnh vào đào tạo nguồn nhân lực BIM, trong cả khu vực công và khu vực tư nhân. Tại Trung Quốc, BIM được tích hợp vào chiến lược chuyển đổi số ngành xây dựng.



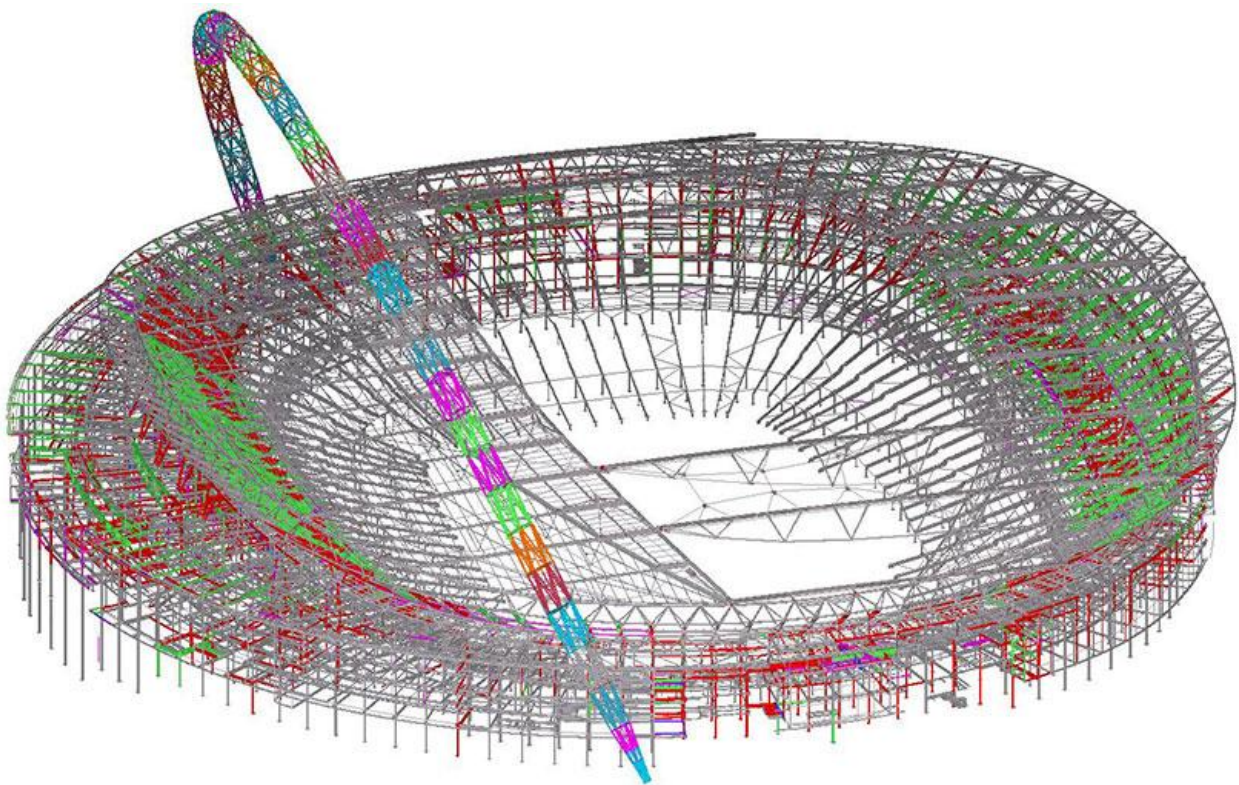
Các cấp độ của BIM hiện nay (Nguồn: www.united-bim.com và researchgate.net)

BIM được chia thành 4 cấp độ để đánh giá mức độ triển khai trong từng tổ chức hay dự án:

BIM Cấp độ 0, là mức cơ bản nhất, hầu như không có sự phối hợp kỹ thuật số. Các bản vẽ vẫn chủ yếu ở dạng 2D truyền thống, được chia sẻ qua bản in giấy hoặc file điện tử đơn lẻ. Không có quy trình làm việc số hay hệ thống quản lý dữ liệu chung. Cấp độ này hiện nay được coi là lỗi thời và hiếm khi còn được sử dụng trong các dự án xây dựng hiện đại.

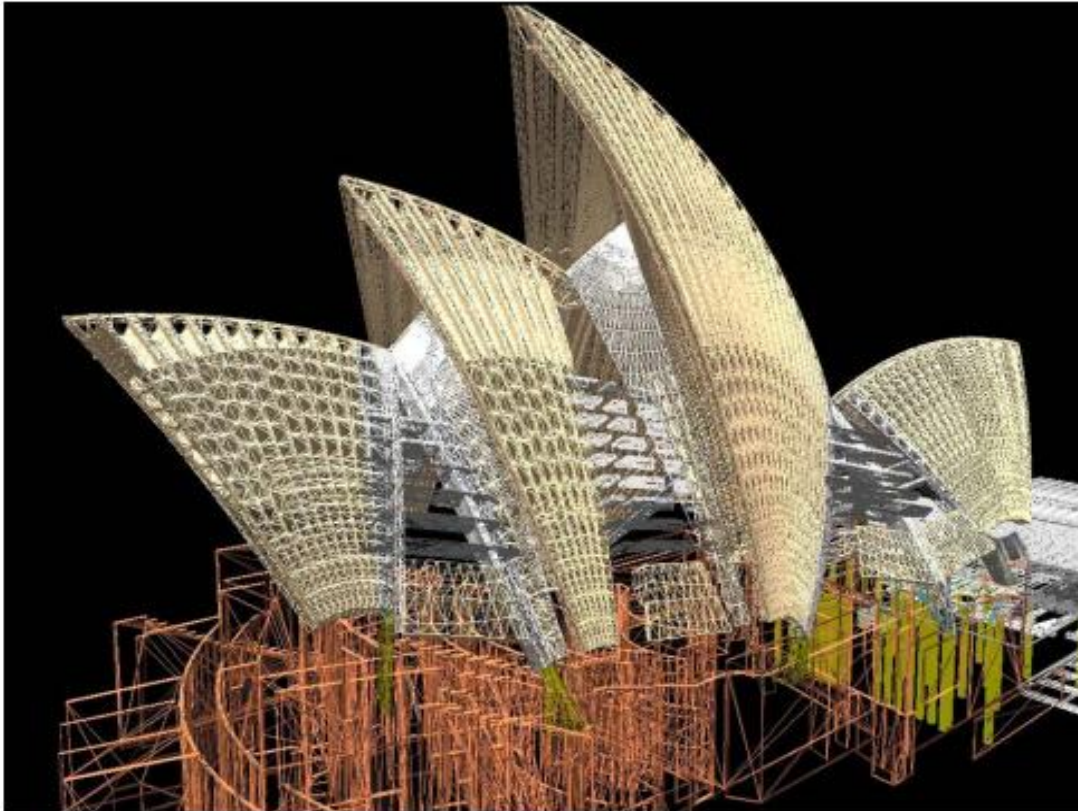
BIM Cấp độ 1 là bước chuyển tiếp từ 2D sang 3D. Ở cấp độ này, người ta bắt đầu sử dụng cả bản vẽ CAD 3D (dùng để thể hiện ý tưởng thiết kế) và CAD 2D (dùng để lập hồ sơ pháp lý và tài liệu thi công). Dữ liệu được chia sẻ dưới dạng điện tử, thông qua môi trường dữ liệu chung (CDE) do nhà thầu chính quản lý. Tuy nhiên, các bên tham gia dự án vẫn làm việc riêng lẻ trên dữ liệu của mình và mức độ hợp tác còn rất thấp.

BIM Cấp độ 2 đánh dấu sự hợp tác thực sự giữa các bên tham gia dự án. Tất cả các bên đều làm việc trên mô hình CAD 3D riêng của họ và chia sẻ thông tin bằng định dạng file chung, giúp dễ dàng kết hợp dữ liệu từ nhiều nguồn thành một mô hình BIM tổng thể. Cấp độ này yêu cầu trao đổi thông tin rõ ràng và phối hợp chặt chẽ giữa các hệ thống và đơn vị tham gia. Một ví dụ điển hình là Sân vận động quốc gia Anh – Wembley Stadium, được xây dựng từ năm 2003 đến 2007, đã áp dụng BIM để thiết kế mái vòm đóng mở phức tạp, lập kế hoạch thi công 4D và dự toán chi phí 5D chính xác.



Mô hình BIM Sân vận động quốc gia Anh – Wembley Stadium (Nguồn: tekla.com)

BIM Cấp độ 3, còn gọi là “BIM mở” (Open BIM), là cấp độ cao nhất hiện nay. Dù chưa có định nghĩa chính thức hoàn chỉnh, cấp độ này hướng đến việc tất cả các bên làm việc trực tiếp trên một mô hình BIM duy nhất, được lưu trữ tập trung. Điều này giúp tránh trùng lặp và mâu thuẫn thông tin. BIM cấp độ 3 sử dụng các tiêu chuẩn mở như IFC để đảm bảo tính tương thích giữa các phần mềm khác nhau. Ví dụ: Nhà hát Opera Sydney (Úc) đã áp dụng công nghệ Scan to BIM – dùng máy quét laser để tạo mô hình số chi tiết của toàn bộ công trình, hỗ trợ hiệu quả cho việc bảo trì, kiểm tra kết cấu và phòng cháy chữa cháy.



Mô hình BIM nhà hát Sydney Úc (Nguồn: itcon.org)

Tình hình triển khai và ứng dụng BIM tại Việt Nam

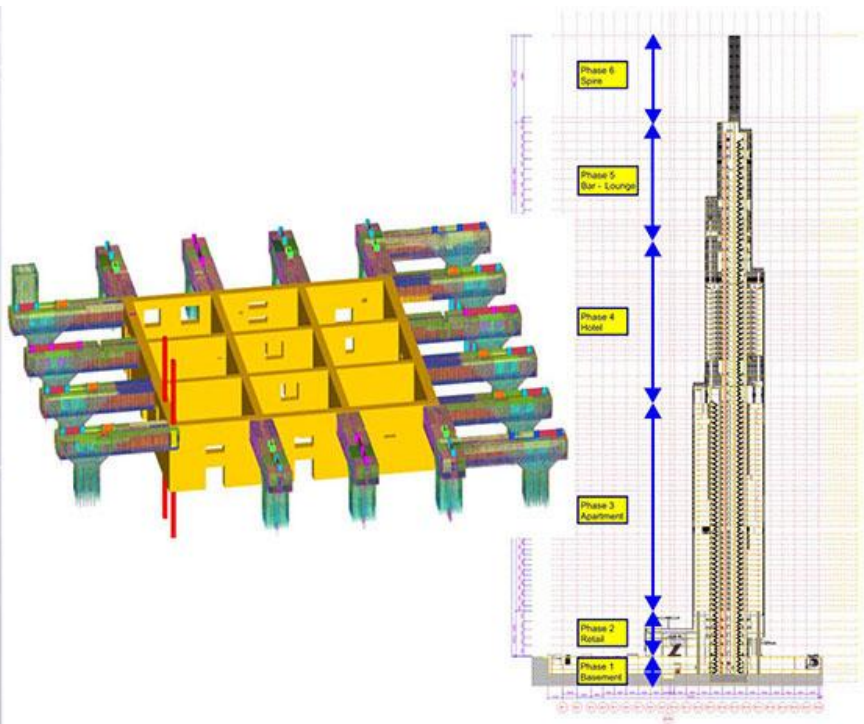
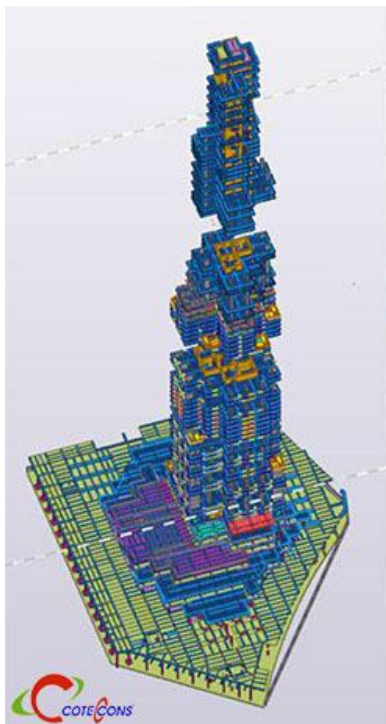
Tại Việt Nam, Mô hình thông tin công trình (BIM) không còn là một khái niệm mới mẻ. Việc ứng dụng BIM ngày càng được chú trọng, không chỉ thể hiện ở hệ thống văn bản pháp lý, mà đã được tích hợp vào định hướng phát triển ngành xây dựng, thông qua các chính sách cụ thể như: Quyết định số 2500/QĐ-TTg, ngày 22/12/2016, của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt Đề án áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình, bước khởi đầu của BIM trong hệ thống pháp luật Việt Nam; Nghị định số 10/2021/NĐ-CP, ngày 09/02/2021 của Chính phủ bổ sung quy định về việc áp dụng BIM trong quản lý chi phí đầu tư xây dựng và quản lý dự án; Quyết định số 258/QĐ-TTg ngày 17/3/2023 phê duyệt Lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng, trong đó xác định lộ trình bắt buộc áp dụng BIM từ năm 2023 cho công trình cấp I và cấp đặc biệt; từ năm 2025 áp dụng cho công trình cấp II trở lên, tạo cơ sở pháp lý rõ ràng để thúc đẩy ứng dụng BIM trong toàn ngành.

Việt Nam cũng đã nghiên cứu và ban hành tiêu chuẩn quốc gia liên quan về BIM trong xây dựng. Năm 2024, kỹ sư Trần Mạnh Long (Tổng Công ty Tư vấn Xây dựng Việt Nam – Công ty Cổ phần) đã cùng các cộng sự thực hiện công trình “Nghiên cứu xây dựng hướng dẫn áp dụng TCVN – Quản lý thông tin sử dụng BIM”, hình thành bộ tài liệu cập nhật, bổ sung và làm rõ các nội dung của tiêu chuẩn TCVN 14177-1 và TCVN 14177-2, từ khái niệm, nguyên

tắc, đến việc thiết lập yêu cầu về tạo lập và trao đổi thông tin trong toàn bộ vòng đời dự án – đặc biệt nhấn mạnh giai đoạn chuyển giao tài sản giữa các bên liên quan. Hướng dẫn cũng chỉ rõ các bước thực hiện BIM trong thực tế dự án, giúp các đơn vị tư vấn thiết kế giải quyết những khó khăn phát sinh trong quá trình triển khai công trình tại Việt Nam, mang lại giá trị ứng dụng cao và khả năng thực thi rõ ràng.

Một số dự án tiêu biểu ứng dụng BIM tại Việt Nam

Việt Nam đã đưa công nghệ BIM vào trong thực tiễn các hoạt động xây dựng. Cầu Cửa Đại (Quảng Ngãi, năm 2016) là một trong những công trình đầu tiên ứng dụng BIM tại Việt Nam (BIM cấp độ 1). Dự án sử dụng mô hình 3D kết hợp với dữ liệu tiến độ và quản lý vận hành, giúp tối ưu hóa thiết kế, hạn chế xung đột và giảm thiểu sai sót thi công. Landmark 81 (TP.HCM, năm 2018) là tòa nhà cao nhất Việt Nam, đã khai thác, ứng dụng BIM cấp độ 2, trong đó các bên liên quan cùng làm việc trên các mô hình CAD 3D và chia sẻ dữ liệu qua định dạng chuẩn để phối hợp hiệu quả. Việc sử dụng BIM giúp kiểm soát chính xác tiến độ, chi phí và các vấn đề kỹ thuật phức tạp trong thi công.



Mô hình BIM Landmark 81 (Nguồn: bim.gov.vn/)

Dự án tuyến Metro Bến Thành – Suối Tiên (TP.HCM), một trong những dự án hạ tầng trọng điểm áp dụng công nghệ BIM từ cấp độ 2 đến cấp độ 3. Trong quá trình triển khai, dự án đã sử dụng mô hình 3D kết hợp với quản lý tiến độ, tài nguyên và điều phối giữa nhiều nhà thầu quốc tế – đặc biệt phát huy hiệu quả trong giai đoạn lắp đặt hệ thống cơ điện và kiểm tra vận hành, trước khi đưa vào khai thác cuối năm 2024. Bước sang năm 2025, TP.HCM bắt đầu ứng dụng các giải pháp quản lý số dựa trên công nghệ BIM và GIS để phục vụ công tác duy tu, bảo trì kết cấu tuyến Metro một cách hiệu quả và bền vững hơn.



Giao diện chương trình WEBGIS quản lý duy tu và bảo trì kết cấu công trình (Nguồn: hcmfosted.vn/)

Với khả năng tích hợp thông tin toàn diện, không chỉ là một công nghệ, BIM đang trở thành một phương pháp tiếp cận mới trong ngành xây dựng, thay đổi cách chúng ta thiết kế, xây dựng và quản lý các công trình. Mặc dù vẫn còn những thách thức trong quá trình triển khai, những lợi ích to lớn mà BIM mang lại là không thể phủ nhận. Việc nắm bắt và ứng dụng hiệu quả BIM sẽ là chìa khóa để các đơn vị xây dựng nâng cao năng lực cạnh tranh, đạt được hiệu quả cao hơn trong quá trình hoạt động, tạo nên nhiều công trình chất lượng, bền vững cho tương lai. Trong bối cảnh hội nhập quốc tế, việc đẩy mạnh ứng dụng BIM là một bước đi tất yếu và cần thiết để ngành xây dựng Việt Nam hòa nhập với xu hướng toàn cầu.

Minh Thư

Tài liệu tham khảo chính

- [1] Lê Hoàng Anh. Ứng dụng mô hình thông tin công trình (BIM – building information modeling) trong xây dựng công trình giao thông
- [2] Sonam Rinchen, Saeed Banihashemi, Suhair Alkilani. Driving digital transformation in construction: Strategic insights into building information modelling adoption in developing countries. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666721524000231>
- [3] Nghiên cứu giải pháp quản lý số theo công nghệ BIM và GIS cho đường sắt đô thị TP.HCM. <https://hcmfosted.vn/nguyen-cuu-giai-phap-quan-ly-so-theo-cong-nghe-bim-va-gis-cho-duong-sat-do-thi-tp-hcm/>
- [4] Trang thông tin công nghệ BIM Việt Nam. <https://bim.gov.vn/>
- [5] <https://www.united-bim.com/>

TRAO ĐỔI

Trong bối cảnh toàn cầu hóa và chuyển đổi số mạnh mẽ, *Mô hình thông tin công trình* (còn gọi là *Mô hình thông tin xây dựng* - Building Information Modeling - BIM) đang trở thành công cụ hỗ trợ thiết kế và thi công không thể thiếu, là nền tảng cho quá trình chuyển đổi số trong ngành xây dựng. Việc áp dụng BIM một cách hiệu quả sẽ góp phần nâng cao chất lượng công trình, tiết kiệm chi phí và thời gian, đồng thời tăng cường khả năng cạnh tranh của ngành xây dựng. Báo cáo của Công ty Nghiên cứu thị trường Research and Market công bố vào tháng 1/2023 cho thấy, quy mô thị trường BIM toàn cầu khoảng 6,6 tỷ USD trong năm 2022 và sẽ tăng lên 22,1 tỷ USD vào năm 2030, với tốc độ tăng trưởng hàng năm được dự đoán là 17,4%. Dựa trên việc ứng dụng rộng rãi công nghệ BIM trong các dự án xây dựng cơ sở hạ tầng và công nghiệp trọng điểm, khu vực châu Á - Thái Bình Dương được tiên đoán sẽ trở thành thị trường BIM khu vực lớn nhất và phát triển nhanh nhất thế giới trong các năm tới. Các ngành kinh doanh và xây dựng cơ sở hạ tầng tiếp tục là đối tượng chính áp dụng BIM và sẽ chiếm khoảng 60-70% thị trường toàn cầu trong giai đoạn năm 2022-2025.

Tại Việt Nam, BIM không chỉ là xu hướng công nghệ. Ngày 22/12/2016, Thủ tướng Chính phủ đã có Quyết định số 2500/QĐ-TTg phê duyệt "*Đề án áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình*". Quyết định này có thể xem như mở ra giai đoạn thí điểm áp dụng công nghệ BIM trên cả nước. Trên cơ sở này, ngày 11/10/2017, Bộ Xây dựng đã ban hành Quyết định số 1057/QĐ-BXD về công bố "*Hướng dẫn tạm thời áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong giai đoạn thí điểm*" để các cơ quan, tổ chức, cá nhân có liên quan sử dụng trong quá trình thực hiện. Bộ xây dựng cũng đã ban hành Quyết định số 362/QĐ-BXD, ngày 02/04/2018, về công bố danh sách các dự án thực hiện thí điểm áp dụng BIM.

Qua quá trình triển khai thực tế, ngày 9/2/2021, theo đề nghị của Bộ trưởng Bộ Xây dựng, Chính phủ đã ban hành Nghị định số 10/2021/NĐ-CP về quản lý chi phí đầu tư xây dựng, xác định việc áp dụng BIM trong nhóm các công việc về tư vấn đầu tư xây dựng, được xem như giai đoạn khuyến khích áp dụng BIM trên cả nước. Cũng trong năm này, Bộ Xây dựng tiếp tục ban hành Quyết định số 347/QĐ-BXD, ngày 2/4/2021, về công bố "*Hướng dẫn chi tiết áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) đối với công trình dân dụng và công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị*" và Quyết định số 348/QĐ-BXD về công bố "*Hướng dẫn chung áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM)*" để thay thế cho Quyết định số 1057/QĐ-BXD.

Đến nay, BIM đã trở thành yêu cầu bắt buộc trong nhiều dự án, đặc biệt là các công trình sử dụng vốn Nhà nước. Theo Quyết định số 258/QĐ-TTg, ban hành ngày 17/3/2023, của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt "*Lộ trình áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng*", từ năm 2023 bắt buộc áp dụng BIM đối với các công trình cấp I, cấp đặc biệt sử dụng vốn

đầu tư công và tiến tới mở rộng áp dụng BIM đối với các công trình cấp II trở lên kể từ năm 2025. Tập tin BIM bắt buộc phải có trong hồ sơ thiết kế, thẩm định và nghiệm thu công trình, do chủ đầu tư chịu trách nhiệm thực hiện.

Trong ngành điện, ngày 26/5/2023, Tập đoàn Điện lực Việt Nam có Quyết định số 505/QĐ-EVN về việc ban hành kế hoạch chiến lược áp dụng BIM nhằm nâng cao hiệu quả trong công tác đầu tư xây dựng và quản lý vận hành công trình, với lộ trình gồm hai giai đoạn: giai đoạn 2023-2025 áp dụng BIM trong các dự án đầu tư xây dựng mới cấp đặc biệt, cấp I và cấp II mới bắt đầu thực hiện các công việc chuẩn bị dự án, trong đó các dự án đầu tư xây dựng cấp đặc biệt, cấp I từ năm 2023; các dự án đầu tư xây dựng cấp II từ năm 2025. Từ năm 2026-2030 sẽ áp dụng BIM cho các dự án đầu tư xây dựng mới từ cấp đặc biệt đến cấp III trở lên.

Năm 2024, trên cơ sở tham khảo Tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650-1:2018 (Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles), Tổng Công ty Cổ phần Tư vấn Xây dựng Việt Nam đã tiến hành biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị và Bộ Khoa học và Công nghệ đã công bố Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 14177-1:2024, căn cứ theo thẩm định của Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia. Tiêu chuẩn này đưa ra các khái niệm và nguyên tắc được khuyến cáo cho các quá trình kinh doanh trong lĩnh vực xây dựng nhằm hỗ trợ việc quản lý và tạo lập thông tin trong vòng đời của tài sản xây dựng (gọi tắt là "*quản lý thông tin*") khi sử dụng BIM. Các quá trình này có thể mang lại kết quả kinh doanh có lợi cho chủ sở hữu/đơn vị khai thác sử dụng tài sản, khách hàng, chuỗi cung ứng của họ và những người tham gia tài trợ dự án, bao gồm cả việc mở rộng cơ hội hợp tác, giảm thiểu rủi ro và giảm chi phí thông qua việc tạo lập và sử dụng các mô hình thông tin tài sản và dự án.

Qua việc tham khảo tiêu chuẩn quốc tế ISO 19650-2:2018 (Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets), Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 14177-2:2024, áp dụng cho các tài sản được xây dựng và các dự án xây dựng thuộc mọi quy mô và mọi mức độ phức tạp, bao gồm các bất động sản lớn, mạng lưới cơ sở hạ tầng, các tòa nhà riêng lẻ và các phần cơ sở hạ tầng cũng như các dự án hoặc chương trình chuyển giao, đã được công bố. Tuy nhiên, những yêu cầu trong tiêu chuẩn này phải được áp dụng theo cách tương xứng và phù hợp với quy mô và mức độ phức tạp của tài sản hoặc dự án. Đặc biệt, việc mua sắm và huy động tài sản hoặc các bên thực hiện dự án cần được lồng ghép ở mức độ cao nhất có thể, với các quy trình được văn bản hóa để mua sắm và huy động kỹ thuật.

Để đáp ứng nhu cầu nhân lực cho việc triển khai BIM, việc đào tạo, bồi dưỡng và chứng nhận về BIM đã được nhiều trường đại học kỹ thuật quan tâm, ví dụ như Trường Đại học Bách khoa TP.HCM, Trường Đại học Kiến trúc TP.HCM, Trường Đại học Giao thông vận tải,...

Có thể thấy, công nghệ BIM tại Việt Nam đã nhanh chóng nhận được sự quan tâm của Chính phủ và các cơ quan nghiên cứu, đơn vị đào tạo; hành lang pháp lý và kỹ thuật về BIM đang dần được hoàn thiện, thúc đẩy việc triển khai BIM diễn ra mạnh mẽ hơn.

Tuy mang lại nhiều lợi ích, việc triển khai BIM tại Việt Nam vẫn gặp phải một số khó khăn, thách thức: chi phí đầu tư ban đầu cho phần mềm, phần cứng và đào tạo nhân lực là rào cản lớn đối với nhiều doanh nghiệp, đặc biệt là các doanh nghiệp vừa và nhỏ; số lượng chuyên gia BIM có kinh nghiệm và trình độ chuyên môn cao còn hạn chế; nhiều chủ đầu tư và các bên liên quan chưa nhận thức đầy đủ về lợi ích và tiềm năng của BIM, dẫn đến sự e ngại trong việc thay đổi quy trình làm việc truyền thống; việc thiếu các quy định pháp lý rõ ràng về quyền sở hữu trí tuệ của mô hình BIM, trách nhiệm của các bên và các điều khoản hợp đồng liên quan đến BIM cũng là những thách thức cần được giải quyết,...

Theo các chuyên gia, để thúc đẩy việc áp dụng BIM một cách hiệu quả, rất cần có sự hợp tác chặt chẽ giữa các cơ quan quản lý nhà nước, doanh nghiệp và các tổ chức đào tạo. Việc xây dựng và ban hành các tiêu chuẩn, quy chuẩn về BIM phù hợp với điều kiện thực tế của Việt Nam là rất cần thiết. Đồng thời, cần tăng cường đào tạo nguồn nhân lực có trình độ cao về BIM, cũng như nâng cao nhận thức của các bên liên quan về lợi ích của việc áp dụng BIM. Việc học hỏi kinh nghiệm từ các quốc gia tiên tiến như Anh, Mỹ, Singapore,... trong việc xây dựng chiến lược BIM quốc gia, phát triển tiêu chuẩn BIM và thúc đẩy ứng dụng BIM trong các dự án công là hướng đi cần thiết để Việt Nam bắt kịp xu hướng toàn cầu.

BBT