



SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRUNG TÂM THÔNG TIN, THỐNG KÊ VÀ ỨNG DỤNG TIẾN BỘ
KHOA HỌC CÔNG NGHỆ

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

SỐ 03/2026



NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI

- 1 Bao bì có nguồn gốc sinh học: Nền tảng vật liệu cho bao bì bền vững 2

ĐỔI MỚI SÁNG TẠO

- 2 Trung tâm dữ liệu xanh - Phần 1: Xu hướng toàn cầu và thách thức tài nguyên trong kỷ nguyên kinh tế số 10

- 3 Fintech - Công nghệ tài chính tương lai - Phần 4: Ứng dụng AI trong Fintech 18

- 4 Ứng dụng công nghệ bản sao số trong đô thị 24

TRAO ĐỔI 29

NGHIÊN CỨU VÀ TRIỂN KHAI

Bao bì có nguồn gốc sinh học: Nền tảng vật liệu cho bao bì bền vững

Bao bì là thành phần thiết yếu trong chuỗi chế biến và phân phối thực phẩm, giúp bảo vệ, duy trì chất lượng và kéo dài thời hạn sử dụng bằng cách hạn chế sự xâm nhập của oxy, độ ẩm, ánh sáng và vi sinh vật. Tuy nhiên, sự phụ thuộc vào bao bì nhựa truyền thống có nguồn gốc từ dầu mỏ đang gây áp lực lớn lên môi trường. Vì vậy, bao bì có nguồn gốc sinh học được xem là giải pháp vật liệu tiềm năng nhằm thay thế nguồn tài nguyên không tái tạo và hướng tới phát triển bền vững.

Khái niệm nguồn gốc sinh học trong khoa học vật liệu

Theo tiêu chuẩn Châu Âu EN 16575, thuật ngữ "*nguồn gốc sinh học*" (biobased) trong ngành khoa học vật liệu có nghĩa là một vật liệu hoặc sản phẩm được dẫn xuất toàn bộ hoặc một phần từ sinh khối (biomass); Nguồn sinh khối có thể bao gồm các nguồn tài nguyên sinh học có nguồn gốc từ thực vật, vi sinh vật, động vật hoặc các dòng chất thải hữu cơ. Thuật ngữ "*nguồn gốc sinh học*" chỉ phản ánh nguồn nguyên liệu đầu vào của sản phẩm, trong khi thuật ngữ "*phân hủy sinh học*" (biodegradable) lại đề cập đến giai đoạn kết thúc vòng đời (EoL - End of Life) của vật liệu, đó là một quá trình hóa sinh, trong đó các vi sinh vật có sẵn trong môi trường sẽ chuyển hóa vật liệu thành nước, carbon dioxide và sinh khối, mà không cần đến các chất phụ gia nhân tạo để thúc đẩy quá trình phân hủy này. Sự phân biệt rõ ràng giữa hai khái niệm này cho thấy vật liệu có nguồn gốc sinh học không đồng nhất với khả năng phân hủy sinh học, và ngược lại. Đặc biệt, trong bối cảnh chuyển dịch sang mô hình kinh tế tuần hoàn, các vật liệu có nguồn gốc sinh học và có khả năng phân hủy sinh học, cũng như các vật liệu được sản xuất từ sản phẩm phụ và chất thải từ ngành công nghiệp thực phẩm, nông nghiệp, đang được xem là những giải pháp thay thế tiềm năng nhằm giảm phụ thuộc vào tài nguyên hóa thạch, tối ưu hóa vòng đời vật liệu và góp phần bảo tồn tài nguyên cho các thế hệ tương lai.

Sự phát triển của vật liệu bao bì có nguồn gốc sinh học

Theo chuỗi thời gian lịch sử, vật liệu bao bì nguồn gốc sinh học được phân thành ba thế hệ chính:

(i) Vật liệu bao bì sinh học thế hệ thứ nhất: thường được sử dụng làm túi mua sắm, thành phần bao gồm các polymer tổng hợp như polyethylene tỷ trọng thấp (LDPE) kết hợp với khoảng 5 - 15% chất độn tinh bột cùng các chất phụ gia thúc đẩy quá trình oxy hóa tự thân (pro-oxidant và auto-oxidative).

(ii) Vật liệu sinh học thế hệ thứ hai: được cấu tạo từ khoảng 40 - 75% tinh bột đã gelatin hóa và LDPE, có bổ sung thêm các copolymer ưa nước như poly (PVOH), vinyl acetate và acrylic acid đóng vai trò là chất tương hợp.

(iii) Vật liệu thế hệ thứ ba: cấu thành nên các loại bao bì hoàn toàn có nguồn gốc sinh học, phù hợp với các mục tiêu bền vững hơn so với thế hệ thứ nhất và thứ hai. Dựa vào nguồn gốc, thành phần hóa học, tính kinh tế, quy trình sản xuất và ứng dụng, vật liệu thế hệ thứ ba được phân loại thành ba nhóm chính, bao gồm:

- *Polyme được tách chiết trực tiếp từ sinh khối*: Nhóm polyme này chủ yếu được chiết xuất từ các sản phẩm nông nghiệp và hải sản; Gồm các polysaccharide (ví dụ: tinh bột, cellulose, Chitin, Chitosan) và protein (ví dụ: Protein đậu nành, Whey và casein, Collagen và Gelatin). Chúng có thể được sử dụng riêng lẻ hoặc phối trộn với các polyme phân hủy sinh học nhân tạo như polycaprolactone (PCL) hoặc polylactic acid (PLA). Nhóm này có khả năng ngăn chặn khí tốt nhưng bản chất lại ưa nước, gây ra một số khó khăn trong gia công và hiệu suất sử dụng.



Sơ đồ trình bày quá trình chiết xuất chitosan để sản xuất vật liệu bao bì sinh học

(Nguồn: Biên dịch từ bài báo khoa học "Bio-based and sustainable food packaging systems: relevance, challenges, and prospects" (L. Donkor và cộng sự, 2023))

- *Polyme thu được từ tổng hợp hóa học các đơn phân nguồn gốc tự nhiên*: Đại diện tiêu biểu nhất của nhóm này là Polylactic acid (PLA). Đây là một loại nhựa nhiệt dẻo béo được hình thành từ quá trình polyme hóa các đơn phân acid lactic thu được thông qua lên men vi sinh các nguồn carbohydrate (như ngô, sắn). PLA hiện là loại polyme sinh học có tiềm năng thương mại lớn nhất nhờ các đặc tính cơ học tốt, chi phí thấp và khả năng phân hủy sinh học hoàn toàn. Ngoài ra, việc sản xuất PLA còn giúp giảm phát thải khí nhà kính so với các loại nhựa gốc dầu mỏ truyền thống.

- *Polyme được sản xuất bởi vi sinh vật hoặc vi khuẩn biến đổi gen*: Bao gồm các polyester vi sinh như polyhydroxyalkanoate (PHA), polyhydroxybutyrate (PHB) và cellulose vi khuẩn. Đây là các polyme có nguồn gốc hoàn toàn sinh học, được tổng hợp thông qua quá trình lên men từ các nguồn carbon như tinh bột hoặc glucose. Trong đó, PHA và PHB là những loại nhựa sinh học vi sinh phổ biến nhất, được vi khuẩn tích lũy như một dạng năng lượng dự trữ. Chúng có cấu trúc polyester mạch thẳng aliphatic, có thể biến đổi thành vật liệu nhiệt dẻo và sở hữu tính chất cơ học tương tự nhựa truyền thống. Đặc điểm nổi bật nhất của nhóm này là khả năng phân hủy sinh học hoàn toàn trong môi trường tự

nhiên và tính tương thích sinh học cao. Tuy nhiên, một số hạn chế về tính chất cơ học và nhiệt có thể được cải thiện thông qua phối trộn hoặc biến tính, giúp mở rộng tiềm năng ứng dụng trong bao bì thực phẩm và các lĩnh vực công nghiệp khác.

Các phương pháp gia công vật liệu bao bì có nguồn gốc sinh học

Các phương pháp gia công vật liệu bao bì sinh học đóng vai trò quan trọng trong việc tạo hình và hoàn thiện các sản phẩm từ biopolymer hoặc composite sinh học. Bao gồm:

Gia công ướt (Wet processing)

Trong gia công ướt, các biopolymer (tinh bột, chất hóa dẻo và các phụ gia khác) được hòa tan trong một dung môi thích hợp để tạo thành dung dịch tạo màng, sau đó đúc lên khuôn hoặc bề mặt phẳng và thu được màng bằng cách để khô, làm bay hơi dung môi. Đúc màng (casting) là kỹ thuật phổ biến nhất trong nhóm này, đặc biệt ở quy mô phòng thí nghiệm và thử nghiệm nhờ tính đơn giản và chi phí thấp.



Phương pháp tạo màng bằng kỹ thuật đúc từ huyền phù polyme sinh học (Nguồn: Biên dịch từ bài báo khoa học "Bio-based and sustainable food packaging systems: relevance, challenges, and prospects" (L. Donkor và cộng sự, 2023))

Trong gia công xử lý ướt, một loại vật liệu đặc thù thường được sử dụng là cellulose; Các kỹ thuật như lọc chân không và thiết bị tạo tấm động là những phương pháp được ưu tiên lựa chọn để sản xuất màng hoặc màng lọc từ cellulose, cho phép tạo ra các màng có cấu trúc đồng nhất.

Gia công khô (Dry processing technique)

Gia công khô không sử dụng dung môi do đó được coi là quy trình thân thiện với môi trường hơn, mà dựa trên việc gia nhiệt để làm nóng chảy polymer. Khi nhiệt độ vượt qua mức chuyển thủy tinh (T_g) hoặc nhiệt độ nóng chảy (T_m), vật liệu chuyển sang trạng thái chảy lỏng và được tạo thành các hình dạng xác định thông qua phương pháp thổi (blowing) hoặc đùn (extrusion) để tạo thành túi hoặc tấm nhựa, hoặc ép phun (injected) vào khuôn thiết kế để tạo thành khay, phôi hoặc chai lọ.

Phương pháp gia công khô vốn được áp dụng phổ biến cho vật liệu bao bì có nguồn gốc tổng hợp và hiện nay đang được điều chỉnh để phù hợp với vật liệu bao bì sinh học. Điển hình như PLA và PHB đã được gia công và sản xuất ở quy mô công nghiệp bằng phương

pháp xử lý khô. Đối với các nhóm protein và polysaccharide vốn có tính kém bền nhiệt, việc ứng dụng quy trình khô vẫn khả thi nếu kiểm soát nghiêm ngặt và tối ưu hóa các thông số vận hành như nhiệt độ đun, thời gian lưu và áp suất.

Các công nghệ gia công khác

Bên cạnh các phương pháp gia như gia công ướt và gia công khô, nhiều công nghệ gia công khác đã được phát triển nhằm nâng cao tính chất và chức năng của vật liệu bao bì sinh học. Một trong số đó là kỹ thuật trùng hợp tại chỗ để sản xuất vật liệu nanocomposite sinh học, trong đó các cấu trúc nano được phân tán trong dung dịch monome và được cố định trong mạng lưới polyme sau khi quá trình trùng hợp được kích hoạt, tạo nên cấu trúc composite đồng nhất. Ngoài ra, công nghệ tạo lớp hoặc đa lớp thông qua quá trình lắng đọng vật liệu cũng được ứng dụng để chức năng hóa bề mặt bao bì. Việc phủ lớp (coating) bằng phương pháp cán màng hoặc công nghệ điện động lực học cho phép bổ sung các hợp chất hoạt tính như chất kháng khuẩn hoặc chất chống oxy hóa, từ đó cải thiện tính năng bảo quản thực phẩm. Đặc biệt, các kỹ thuật này có ưu điểm là có thể tích hợp các hợp chất nhạy nhiệt vốn không thể xử lý bằng quy trình khô cũng như các chất hoạt tính cần phát huy tác dụng trực tiếp trên bề mặt bao bì khi tiếp xúc với sản phẩm.

Phân hủy sinh học và đánh giá vòng đời (LCA) của vật liệu bao bì sinh học

Một trong những nội dung chính về vật liệu bao bì có nguồn gốc sinh học là tiềm năng bền vững về môi trường. Nhận định này xuất phát từ việc các vật liệu này được sản xuất từ nguồn tài nguyên tái tạo và có thể phân hủy sinh học (biodegradable) hoặc ủ phân (compostable), qua đó góp phần giảm tác động môi trường ở giai đoạn cuối vòng đời. Đặc tính này thường được sử dụng như công cụ truyền thông với các thuật ngữ như vật liệu bao bì "*xanh*", "*phân rã được*", "*phân hủy sinh học*" hoặc "*có thể ủ phân*". Quá trình phân hủy sinh học phụ thuộc vào cấu trúc hóa học của polymer hoặc composite (như mức độ kết tinh, khối lượng phân tử và loại liên kết hóa học) cũng như các điều kiện môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, pH và nồng độ oxy.

Mặc dù khả năng phân hủy sinh học là một tiêu chí quan trọng, nhưng tính bền vững của bao bì chỉ có thể được đánh giá toàn diện thông qua phương pháp đánh giá vòng đời (Life Cycle Assessment - LCA). Phương pháp này cho phép phân tích tác động môi trường của sản phẩm trong toàn bộ chuỗi giá trị, từ khai thác nguyên liệu, sản xuất, sử dụng đến xử lý cuối vòng đời, đồng thời xác định các "*điểm nóng*" (hotspots) phát thải hoặc tiêu hao tài nguyên, tạo cơ sở cho việc so sánh khách quan giữa các vật liệu và định hướng cải thiện hiệu suất môi trường. Ví dụ, nghiên cứu gần đây của Luo và cộng sự (2024), đã thực hiện đánh giá LCA theo cách tiếp cận "từ khai thác đến cổng nhà máy" (cradle-to-gate) đối với nhựa polybutylene adipate terephthalate (PBAT) được sản xuất từ nguyên liệu hóa thạch và nguyên liệu sinh học thế hệ thứ hai. Kết quả cho thấy, PBAT từ nguồn gốc sinh học có tiềm năng nóng lên toàn cầu (GWP) thấp hơn 37% so với PBAT từ nguồn nguyên liệu hóa thạch, và thấp hơn khoảng 32% so với các loại nhựa thông thường như polyethylene (PE).

Trong thực tế, nhựa sinh học có thể được xử lý thông qua nhiều phương án cuối vòng đời khác nhau như tái chế, chôn lấp, đốt hoặc phân hủy sinh học trong các môi trường tự nhiên. Phương pháp ủ phân công nghiệp thường được xem là một giải pháp phù hợp với định hướng của nền kinh tế tuần hoàn, vì cho phép vật liệu nhựa sinh học quay trở lại sinh quyển theo cách có kiểm soát. So với phương pháp chôn lấp, ủ phân công nghiệp giúp tối ưu hóa quá trình phân hủy hiếu khí và tận dụng giá trị sinh học của vật liệu, đồng thời cho phép xử lý nhựa sinh học cùng với dòng chất thải hữu cơ, góp phần giảm gánh nặng môi trường và mang lại lợi ích cho hệ sinh thái.

Tình hình phát triển bao bì sinh học tại Việt Nam

Ngành bao bì Việt Nam đang bước vào giai đoạn tăng trưởng mạnh mẽ nhờ sự mở rộng của tiêu dùng nội địa, thương mại điện tử và các hiệp định thương mại tự do. Theo báo cáo của Mordor Intelligence, thị trường bao bì giấy tại Việt Nam dự kiến đạt 4,14 tỷ USD vào năm 2029, với tốc độ tăng trưởng kép hàng năm (CAGR) khoảng 9,73% trong giai đoạn 2024-2029. Song song đó, phân khúc bao bì nhựa được dự báo đạt sản lượng 15,09 triệu tấn vào năm 2028, với CAGR khoảng 8,44%. Trong bối cảnh tăng trưởng này, xu hướng chuyển dịch sang các giải pháp bao bì thân thiện với môi trường đang trở thành yêu cầu tất yếu nhằm đáp ứng mục tiêu phát triển bền vững.

Xây dựng hành lang pháp lý thúc đẩy vật liệu có nguồn gốc sinh học

Trước tình hình đó, Chính phủ Việt Nam đã ban hành nhiều chính sách nhằm kiểm soát rác thải nhựa và thúc đẩy vật liệu thay thế. Theo Nghị định 08/2022/NĐ-CP, kể từ ngày 01/01/2026, nhựa sử dụng một lần và bao bì nhựa khó phân hủy sinh học sẽ bị hạn chế tại các trung tâm thương mại, siêu thị, khách sạn và khu du lịch (trừ bao bì chứa đựng sản phẩm). Đến sau ngày 31/12/2030, việc sản xuất và nhập khẩu sản phẩm nhựa dùng một lần, bao bì nhựa khó phân hủy và sản phẩm chứa vi nhựa sẽ bị dừng hoàn toàn (ngoại trừ mục đích xuất khẩu hoặc ứng dụng đặc thù) (Bảo Ngân, 2024). Bên cạnh đó, Quyết định 3257/QĐ-BTNMT, ngày 07/11/2023 đã ban hành tiêu chí Nhãn sinh thái Việt Nam đối với bao bì nhựa thân thiện môi trường, tạo cơ sở pháp lý cho việc chứng nhận và khuyến khích sản xuất bao bì bền vững. Cụ thể, theo bộ tiêu chí này, nguyên liệu và vật liệu sản xuất bao bì phải có nguồn gốc từ nhựa sinh học (đối với bao bì nhựa phân hủy sinh học) hoặc từ nhựa PE, nhựa PP tái chế đã được làm sạch (đối với bao bì nhựa tái chế). Các phụ gia sử dụng trong quá trình sản xuất không được chứa các thành phần nằm trong danh mục chất cấm nhập khẩu và sử dụng tại Việt Nam. Đồng thời, bao bì không được sử dụng các loại mực in, thuốc nhuộm, chất màu hoặc các phụ gia khác không đáp ứng quy định về an toàn môi trường và sức khỏe trong sản xuất bao bì; Về đặc tính kỹ thuật, sản phẩm phải đáp ứng các giới hạn về thông số ô nhiễm và đảm bảo chất lượng theo các tiêu chuẩn quốc gia hoặc tiêu chuẩn quốc tế tương đương. Đối với bao bì nhựa phân hủy sinh học, tỷ lệ phân hủy sinh học của vật liệu phải đạt tối thiểu 90% trong thời gian 2 năm trong các

môi trường như tự nhiên, ủ compost hoặc bãi chôn lấp chất thải rắn. Đối với bao bì nhựa tái chế, sản phẩm phải chứa tối thiểu 20% nguyên liệu nhựa tái chế, có độ dày từ 50 μm trở lên và kích thước tối thiểu mỗi chiều từ 50 cm trở lên.

Tính đến ngày 20/6/2025, Bộ Tài nguyên và Môi trường (nay là Bộ Nông nghiệp và Môi trường) đã cấp Chứng nhận Nhãn sinh thái Việt Nam cho 13 cơ sở, doanh nghiệp với các sản phẩm và dịch vụ thân thiện với môi trường. Trong đó, 9 cơ sở, doanh nghiệp tại TP. Hồ Chí Minh, 2 tại Hưng Yên, 1 tại Hải Dương và 1 Đồng Nai.



(a)



(b)



(c)



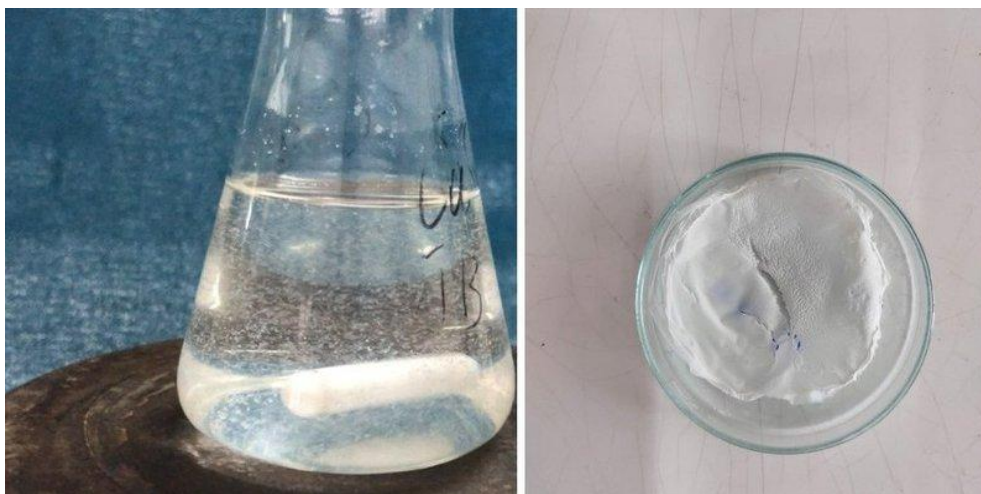
(d)

Một số nhãn hiệu nhận diện được cấp chứng nhận sinh thái Việt Nam. a) Bao bì nhựa phân hủy sinh học Alta Plastic; b) Bao bì nhựa thân thiện môi trường Tân Thuận Thiên; c) Bao bì nhựa thân thiện môi trường STAHaus; d) Bao bì nhựa thân thiện môi trường Tân Phú Việt Nam. (Nguồn: mae.gov.vn)

Hoạt động nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ

Song song với các chính sách thúc đẩy phát triển vật liệu thân thiện với môi trường, nhiều cơ sở nghiên cứu tại Việt Nam đã triển khai các hướng tiếp cận liên quan đến vật liệu sinh học và polymer phân hủy sinh học. Năm 2013, nhóm nghiên cứu tại Khoa Khoa học Vật liệu, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên TP.HCM đã phát triển vật liệu bao bì phân hủy sinh học từ hỗn hợp tinh bột nhiệt dẻo và polyvinyl alcohol (PVA) có bổ sung khoáng sét montmorillonite phân tán ở kích thước nanomet cùng một số phụ gia biến tính. Vật liệu thu được có khả năng phân hủy sinh học nhanh trong môi trường tự nhiên, góp phần giảm thiểu ô nhiễm do rác thải nhựa; Năm 2019, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội triển khai đề tài “Nghiên cứu chuyển hóa dầu cá phế thải và glycerol thô thành nhựa phân hủy sinh học”, tập trung tuyển chọn các chủng vi khuẩn có khả năng tổng hợp polyhydroxyalkanoate (PHA) từ nguồn nguyên liệu phế thải. PHA là nhóm polymer sinh học được vi sinh vật tích lũy trong tế bào dưới dạng nguồn dự trữ carbon và năng lượng, có tiềm năng ứng dụng trong sản xuất vật liệu và bao bì thay thế polymer có nguồn gốc dầu mỏ; Năm 2022, Hội Bảo vệ Thiên nhiên và Môi trường Việt Nam, do GS.TS. Đặng Thị Kim Chi làm chủ nhiệm, thực hiện đề tài “Nghiên cứu công nghệ chế tạo màng nhựa phân hủy sinh học hoàn toàn trên cơ sở hỗn hợp tinh bột sắn Việt Nam”. Nghiên cứu tập trung chế tạo vật liệu nhựa tự phân hủy từ tinh bột sắn kết hợp hệ polymer PBAT/PLA, đồng thời xây dựng quy trình công nghệ sản xuất hạt tinh bột sắn nhiệt dẻo biến tính và túi đựng rác phân hủy sinh học hoàn toàn; Cũng trong năm 2022, nhóm nghiên cứu của TS. Hồ Kỳ Quang Minh tại Trường Đại học Sài Gòn triển khai nhiệm vụ khoa học - công nghệ “Nghiên cứu khả năng tổng hợp nhựa PHB của vi khuẩn từ nguồn nước thải giàu carbon”. Kết quả

nghiên cứu đã tổng hợp thành công polyhydroxybutyrate (PHB) từ các chủng vi khuẩn *Bacillus pumilus* NMG5 và *Bacillus megaterium* BP5 sử dụng nguồn carbon từ nước thải giàu hữu cơ. Các tấm phim PHB sau đó được ủ trong môi trường đất ẩm và dịch nuôi cấy vi sinh vật để đánh giá khả năng phân hủy sinh học. Kết quả cho thấy quá trình phân hủy bắt đầu rõ rệt từ tuần thứ hai và các tấm phim bị phân rã hoàn toàn sau khoảng 6-7 tuần.



Tình chế và thu nhựa sinh học (Nguồn: Kết quả nghiên cứu “Nghiên cứu khả năng tổng hợp nhựa PHB của vi khuẩn từ nguồn nước thải giàu carbon”)

Các nghiên cứu này cho thấy xu hướng kết hợp công nghệ sinh học, khoa học vật liệu và mô hình kinh tế tuần hoàn, đã tận dụng phụ phẩm và chất thải làm nguồn nguyên liệu đầu vào cho việc phát triển vật liệu sinh học và có khả năng phân hủy sinh học, thân thiện với môi trường.

Xu hướng thị trường và ứng dụng thương mại

Ở cấp độ thị trường, nhiều nhà bán lẻ lớn tại Việt Nam đang chủ động chuyển đổi từ túi nhựa khó phân hủy sang các giải pháp bao bì thân thiện với môi trường, đồng thời triển khai các chương trình nhằm thay đổi hành vi tiêu dùng theo hướng bền vững. Các sáng kiến này không chỉ tập trung vào việc thay thế vật liệu mà còn kết hợp các hoạt động truyền thông và khuyến khích khách hàng sử dụng túi cá nhân. Tiêu biểu, Central Retail triển khai chương trình “*Tháng không túi nylon*” tại Huế nhằm nâng cao nhận thức cộng đồng về giảm thiểu rác thải nhựa. AEON Việt Nam phát động chiến dịch “*Phân loại nhanh - Mua sắm xanh - Giảm rác thải*”, kết hợp các hình thức truyền thông trực quan tại siêu thị để thúc đẩy thói quen tiêu dùng có trách nhiệm. Hệ thống Co.opmart áp dụng chính sách ưu đãi cho khách hàng sử dụng túi tái sử dụng, trong khi TH True Mart tổ chức các hoạt động truyền thông và triển lãm theo chủ đề bảo vệ môi trường. Bên cạnh đó, một số doanh nghiệp sản xuất cũng đẩy mạnh cải tiến bao bì theo hướng bền vững. Ví dụ, Vinamilk từng bước áp dụng bao bì phân hủy sinh học, túi nhựa tái chế và túi vải thân thiện với môi trường, đồng thời thiết kế bao bì có thể mở trực tiếp để giảm nhu cầu sử dụng ống hút hoặc muỗng nhựa. Nestlé Việt Nam cũng cải tiến thiết kế sản phẩm nhằm giảm lượng vật liệu bao bì không cần thiết và tăng cường sử dụng các vật liệu có khả năng

tái chế hoặc phân hủy sinh học. Không chỉ trong lĩnh vực bán lẻ, nhiều khách sạn và bệnh viện lớn cũng đã chuyển sang sử dụng túi phân hủy sinh học như một phần trong chiến lược phát triển bền vững và đáp ứng các tiêu chuẩn môi trường ngày càng nghiêm ngặt.

Bao bì có nguồn gốc sinh học đang nổi lên như một hướng tiếp cận quan trọng trong quá trình chuyển dịch sang các hệ vật liệu bền vững và mô hình kinh tế tuần hoàn. Tính bền vững của loại bao bì này không chỉ phụ thuộc vào nguồn nguyên liệu sinh học ban đầu mà còn gắn chặt với thiết kế cấu trúc vật liệu, công nghệ gia công cũng như phương thức xử lý ở giai đoạn cuối vòng đời. Sự phát triển của các polymer sinh học như PLA, PHA và PHB, cùng với những tiến bộ trong công nghệ chế tạo và biến tính vật liệu, đã mở rộng đáng kể tiềm năng ứng dụng của bao bì sinh học trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt là ngành thực phẩm và tiêu dùng nhanh. Trong bối cảnh các yêu cầu về giảm phát thải và quản lý rác thải nhựa ngày càng gia tăng, bao bì có nguồn gốc sinh học được xem là một trong những nền tảng vật liệu quan trọng cho hệ sinh thái bao bì bền vững. Tuy nhiên, để lĩnh vực này phát triển hiệu quả và lâu dài, cần có sự phối hợp đồng bộ giữa đổi mới công nghệ vật liệu, hoàn thiện hệ thống tiêu chuẩn và cơ chế quản lý, đồng thời thúc đẩy nhận thức và hành vi tiêu dùng theo hướng thân thiện với môi trường.

Vân Anh

Tài liệu tham khảo chính

- [1] Bộ Nông nghiệp và Môi trường. (2025). Danh mục sản phẩm được chứng minh Nhãn sinh thái Việt Nam: <https://mae.gov.vn/chi-tiet-thong-bao-bao-cao-1100.htm>
- [2] Bộ Khoa học và Công nghệ. (2019). Kết quả thực hiện nhiệm vụ "Nghiên cứu chuyển hóa dầu cá phế thải và glycerol thô thành nhựa phân hủy sinh học": <https://sti.vista.gov.vn/projects/kqnv/nguyen-cuu-chuyen-hoa-dau-ca-phe-thai-va-glycerol-tho-thanh-nhua-phan-huy-sinh-hoc-132177.html>
- [3] Bộ Khoa học và Công nghệ. (2023). Kết quả thực hiện nhiệm vụ "Nghiên cứu công nghệ chế tạo màng nhựa phân hủy sinh học hoàn toàn trên cơ sở hỗn hợp tinh bột sắn Việt Nam": <https://sti.vista.gov.vn/projects/kqnv/nguyen-cuu-cong-nghe-che-tao-mang-nhua-phan-huy-sinh-hoc-hoan-toan-tren-co-so-hon-hop-tinh-bot-san-viet-nam-120357.html>
- [4] Quyết định số 3257/QĐ-BTNMT ngày 07 tháng 11 năm 2023 của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2023 về tiêu chí Nhãn sinh thái Việt Nam đối với bao bì nhựa thân thiện với môi trường.
- [5] G. Robertson. (2008). State-of-the-art biobased food packaging materials. *Environmentally Compatible Food Packaging*, 3-28.
- [6] Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh. (2023). Tận dụng nước thải chế biến thực phẩm để sản xuất nhựa sinh học tự phân: <https://dost.hochiminhcity.gov.vn/hoat-dong-so-khcn/tan-dung-nuoc-thai-che-bien-thuc-pham-de-san-xuat-nhu-sinh-hoc-tu-phan/>
- [7] Trần Yên. (2008). Bao bì phân hủy sinh học - Sản phẩm của những nhà khoa học trẻ: <https://www.sgpp.org.vn/bao-bi-phan-huy-sinh-hoc-san-pham-cua-nhung-nha-khoa-hoc-tre-post344443.html>

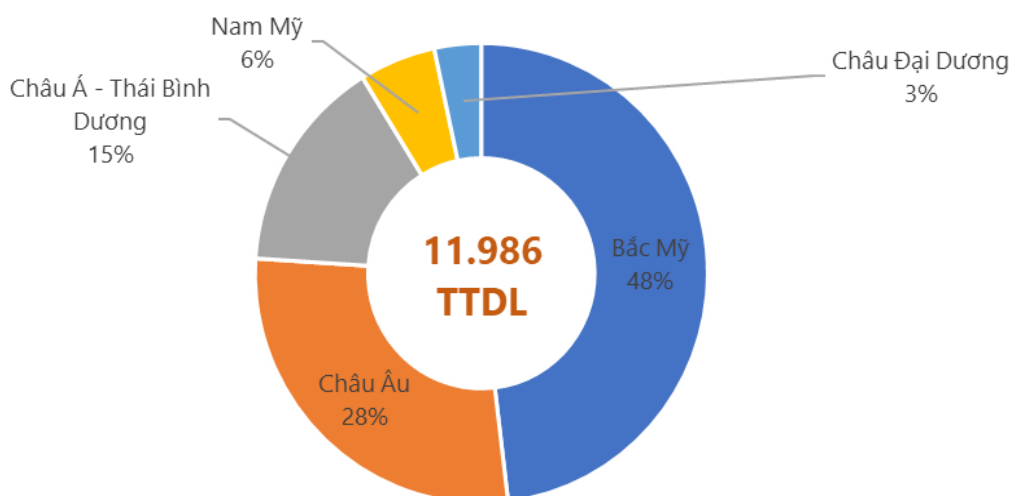
ĐỔI MỚI SÁNG TẠO

Trung tâm dữ liệu xanh - Phần 1: Xu hướng toàn cầu và thách thức tài nguyên trong kỷ nguyên kinh tế số

Sự chuyển dịch của kinh tế toàn cầu sang mô hình kinh tế số đã đưa dữ liệu trở thành nguồn lực cốt lõi của phát triển kinh tế - xã hội. Tuy nhiên, sự gia tăng nhanh chóng của các trung tâm dữ liệu (TTDL) đang tạo áp lực lớn về tiêu thụ năng lượng, khai thác tài nguyên nước và phát thải khí nhà kính, từ đó đặt ra những thách thức đáng kể đối với mục tiêu phát triển bền vững. Trong bối cảnh này, phát triển TTDL theo hướng xanh, sử dụng hiệu quả tài nguyên và giảm phát thải trở thành xu hướng tất yếu, đồng thời là thành tố quan trọng trong chiến lược phát triển kinh tế số.

Bối cảnh thế giới về TTDL

Theo Persistence Market Research (PMR), tổng số TTDL trên toàn cầu năm 2025 đạt khoảng 11.986 trung tâm, tăng khoảng 30% so với năm 2023 (khoảng 9.000 trung tâm). Trong đó, các TTDL phân bố không đồng đều giữa các khu vực, tập trung chủ yếu tại Bắc Mỹ (chiếm 48% tổng số toàn cầu); tiếp theo là Châu Âu (28%); Châu Á - Thái Bình Dương (15%); Nam Mỹ (6%) và Châu Đại Dương (3%). Cơ cấu này cho thấy sự tập trung hạ tầng dữ liệu lớn tại các nền kinh tế phát triển, đồng thời phản ánh nhu cầu mở rộng lưu trữ và xử lý dữ liệu nhằm đáp ứng sự phát triển mạnh mẽ của nền tảng số, điện toán đám mây và các ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong kỷ nguyên kinh tế số.

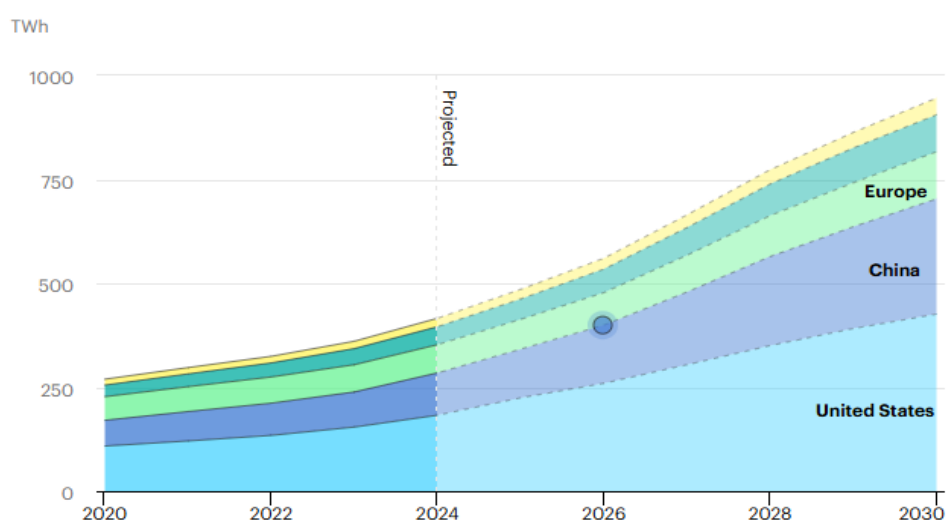


*Tỷ lệ phân bố TTDL trên toàn thế giới năm 2025, chia theo các châu lục
(Nguồn: Number of Data Centers by Country (November 2025) (Cargoson OÜ, 2026))*

Sự hội tụ của các công nghệ nền tảng như trí tuệ nhân tạo (AI), điện toán đám mây và Internet vạn vật (IoT) đang thúc đẩy quá trình gia tăng mạnh mẽ của dữ liệu số trên phạm vi toàn cầu. Đặc biệt, các ứng dụng trí tuệ nhân tạo tạo sinh (Generative AI) có cường độ tiêu thụ năng lượng rất cao; theo các nghiên cứu quốc tế, một truy vấn AI tạo sinh đơn lẻ có thể tiêu tốn lượng điện năng gấp 10-100 lần so với một thao tác tìm kiếm trực tuyến thông thường, qua đó làm gia tăng nhu cầu đối với hạ tầng lưu trữ và xử lý dữ liệu.

Theo Báo cáo *The State of Broadband: Our Digital World* do Liên minh Viễn thông Quốc tế (ITU) công bố, tổng lượng dữ liệu toàn cầu năm 2024 đạt 149 zettabytes, tăng lên 175 zettabytes năm 2025 và dự báo vượt 394 zettabytes vào năm 2028. Xu hướng này dẫn đến nhu cầu gia tăng số lượng hoặc mở rộng quy mô, công suất các TTDL, kéo theo mức tiêu thụ điện năng và nước ngày càng lớn. Theo Deloitte, các TTDL hiện chiếm khoảng 2% tổng lượng điện tiêu thụ toàn cầu, tương đương 536 TWh, mức tiêu thụ này dự kiến tăng khoảng 16% vào năm 2025 và có thể tăng gấp đôi vào năm 2030. Trong đó, Trung Quốc và Hoa Kỳ được dự báo chiếm gần 80% tổng mức tăng tiêu thụ điện cho TTDL trên toàn cầu vào năm 2030.

Data centre electricity consumption by region, Base Case, 2020-2030

Open 

IEA. Licence: CC BY 4.0

● United States ● China ● Europe ● Asia excluding China ● Rest of world

Mức tiêu thụ điện năng của TTDL theo từng khu vực, giai đoạn 2020-2030

(Nguồn: *Energy demand from AI* (IEA, 2025))

Để làm mát hạ tầng công nghệ thông tin (CNTT) công suất cao tại các TTDL, một lượng lớn nước đã được sử dụng. Theo báo cáo *AI for Climate Change Mitigation Roadmap (Second Edition)* của International Centre for Environmental Futures (ICEF), các TTDL toàn cầu đã tiêu thụ khoảng 292 triệu gallon nước mỗi ngày (xấp xỉ 1,1 triệu m³/ngày) vào năm 2022 và được dự báo có thể tăng lên khoảng 450 triệu gallon/ngày (khoảng 1,7 triệu m³/ngày) vào

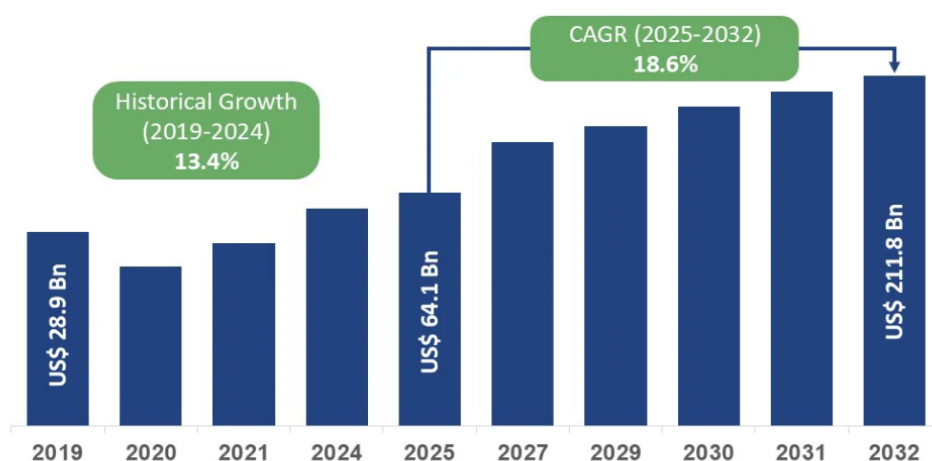
năm 2030, tương đương tốc độ tăng trưởng kép hằng năm (CAGR) khoảng 5,5%. Xu hướng này cho thấy hạ tầng TTDL không chỉ tạo áp lực đáng kể lên hệ thống năng lượng, mà còn đặt ra yêu cầu cấp thiết về các giải pháp làm mát tiết kiệm nước, tuần hoàn nước và tối ưu hóa hiệu suất sử dụng tài nguyên trong phát triển TTDL bền vững.

TTDL xanh và một số giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên

Trước áp lực ngày càng gia tăng về năng lượng, nước và phát thải carbon, khái niệm “TTDL xanh” (*Green Data Center*) được hình thành và phát triển như một định hướng tất yếu của hạ tầng số hiện đại. TTDL xanh được hiểu là TTDL được thiết kế, xây dựng và vận hành theo nguyên tắc tối ưu hóa hiệu quả sử dụng năng lượng, nước và tài nguyên, đồng thời giảm thiểu phát thải khí nhà kính trong toàn bộ vòng đời hoạt động. Việc gọi là “xanh” không chỉ phản ánh yếu tố môi trường, mà còn bao hàm yêu cầu về hiệu quả vận hành, tích hợp năng lượng tái tạo, tái sử dụng nhiệt thải và áp dụng các tiêu chuẩn quản trị năng lượng tiên tiến.

Theo *Persistence Market Research*, thị trường TTDL xanh toàn cầu dự kiến đạt giá trị 64,1 tỷ USD vào năm 2025 và sẽ tăng lên 211,8 tỷ USD vào năm 2032, với tốc độ tăng trưởng kép hằng năm (CAGR) được dự báo trong giai đoạn 2025-2032 là 18,6%. Những dự báo này cho thấy xu hướng đầu tư vào TTDL xanh đang gia tăng nhanh chóng, phản ánh yêu cầu cấp thiết về nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên và thực hiện các cam kết phát triển bền vững của các quốc gia và doanh nghiệp.

Global Green Data Center Market Size, 2025 – 2032

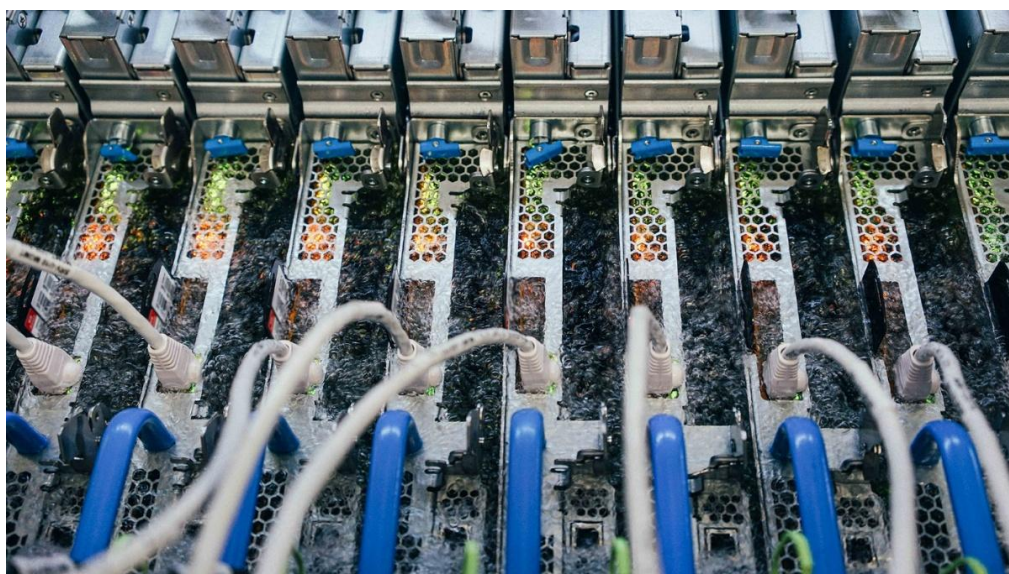


Quy mô thị trường TTDL xanh toàn cầu, giai đoạn 2025-2032 (Nguồn: *Green Data Center Market Size, Share, and Growth Forecast, 2025-2032*, (Persistence Market Research, 2025))

Trong bối cảnh phát triển bền vững trở thành yêu cầu tất yếu, một số tập đoàn công nghệ lớn trên thế giới đã triển khai các giải pháp công nghệ tiên tiến cho TTDL nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng, tối ưu hóa tài nguyên và giảm thiểu tác động đến môi trường, bao gồm:

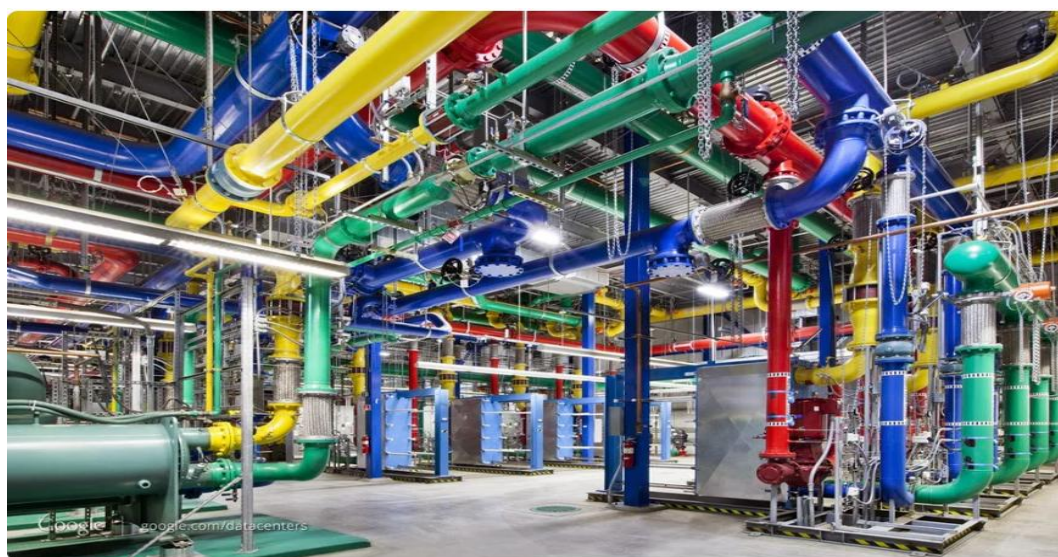
- *Làm mát hiệu suất cao*: Bên cạnh các phương thức truyền thống như làm mát bằng không khí hoặc nước, công nghệ làm mát bằng chất lỏng và ngâm thiết bị trong chất lỏng cách điện

cho phép kiểm soát nhiệt độ chính xác và nâng cao hiệu quả vận hành. Điển hình, Microsoft đã triển khai hệ thống máy chủ làm mát bằng chất lỏng hai pha tại một TTDL ở Quincy, Washington giúp giảm mức tiêu thụ điện năng của máy chủ từ 5% đến 15%.



*Microsoft sử dụng hệ thống làm mát bằng chất lỏng hai pha trong môi trường sản xuất
(Nguồn: To cool datacenter servers, Microsoft turns to boiling liquid (Microsoft, 2021))*

- *Quản trị TTDL dựa trên trí tuệ nhân tạo (AI) và Bản sao số (Digital Twin)*: Việc ứng dụng mô hình bản sao số kết hợp trí tuệ nhân tạo cho phép giám sát và tối ưu hóa theo thời gian thực các thông số vận hành như nhiệt độ, dòng khí và tải hệ thống, từ đó tự động điều chỉnh công suất và phân bổ tài nguyên phù hợp. Cách tiếp cận này giúp TTDL vận hành linh hoạt, tiết kiệm khoảng 20-40% năng lượng so với phương thức truyền thống. Theo Google, việc áp dụng công nghệ học máy DeepMind AI vào hệ thống quản lý TTDL đã giúp cắt giảm trung bình khoảng 40% năng lượng làm mát và cải thiện khoảng 15% chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng (PUE), góp phần nâng cao hiệu quả vận hành tổng thể của TTDL.



Hệ thống làm mát tại TTDL của Google tại cơ sở The Dalles, Oregon (Nguồn: Google)

- *Tái sử dụng nhiệt thải*: Nhiệt lượng phát sinh trong quá trình vận hành TTDL được thu hồi và tái sử dụng cho các mục đích năng lượng khác như sưởi ấm hoặc cấp nhiệt cho các khu vực dân cư, qua đó góp phần hình thành mô hình kinh tế tuần hoàn trong phát triển hạ tầng số. Điển hình như tại thành phố Hamina (Phần Lan), TTDL Google Hamina đã triển khai hệ thống thu hồi nhiệt thải ngay trong quá trình vận hành. Lượng nhiệt thu hồi được chuyển hướng và tích hợp vào mạng lưới sưởi ấm của địa phương, với quy mô dự kiến đáp ứng khoảng 80% nhu cầu nhiệt hằng năm của hệ thống sưởi ấm khu vực.



*Hệ thống thu hồi nhiệt cho TTDL Haminan Energia và Google ở Hamina
(Nguồn: <https://www.nohewa.fi/news/haminaheatrecovery>)*

- *Tích hợp năng lượng tái tạo và lưới điện vi mô (Microgrids)*: các TTDL chủ động tích hợp nguồn năng lượng tái tạo như điện mặt trời, điện gió thông qua hai mô hình chủ yếu: (1) Đầu tư, xây dựng nguồn phát tại chỗ (on-site renewable energy) và (2) Ký kết hợp đồng mua bán điện trực tiếp dài hạn (Power Purchase Agreement - PPA) với các nhà máy năng lượng tái tạo. Các tập đoàn công nghệ như Google, Amazon, Microsoft đang ký kết các thỏa thuận năng lượng tái tạo quy mô lớn trên toàn cầu để giảm thiểu lượng khí thải carbon tại các TTDL tiêu thụ nhiều năng lượng. Cách tiếp cận này giúp ổn định chi phí điện năng trong dài hạn, nâng cao khả năng tự chủ năng lượng, đồng thời đáp ứng các cam kết phát triển bền vững và mục tiêu phát thải ròng bằng "0" (Net Zero).



Dự án năng lượng mặt trời Rødby Fjord, đảo Lolland, Vương quốc Đan Mạch (Nguồn: 24/7 Carbon-Free Energy: Powering up new clean energy projects across the globe (Marc Oman and Ignacio Fernandez Stearns, 2022))

Các yêu cầu và tiêu chuẩn của một số quốc gia và tổ chức quốc tế đối với TTDL xanh

Để đo lường, đánh giá và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng, hướng tới mục tiêu vận hành TTDL theo hướng bền vững và thân thiện với môi trường, nhiều tổ chức quốc tế uy tín đã xây dựng và ban hành các bộ tiêu chuẩn, khung hướng dẫn và chỉ số đánh giá chuyên biệt cho TTDL xanh, nhằm làm cơ sở cho việc thiết kế, xây dựng, vận hành và đánh giá hiệu quả năng lượng cũng như mức độ bền vững của TTDL như:

- *Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế (ISO)* đã tiêu chuẩn hóa các chỉ số hiệu suất chính (Key Performance Indicators - KPI) đối với TTDL, được công bố trong Bộ Tiêu chuẩn quốc tế ISO/IEC 30134 "*CNTT - TTDL - Các chỉ số hiệu suất chính*", bao gồm: hiệu quả sử dụng năng lượng (PUE); hệ số năng lượng tái tạo (REF); hệ số tái sử dụng năng lượng (ERF); tỷ lệ hiệu suất làm mát (CER); hiệu quả sử dụng carbon (CUE); hiệu quả sử dụng nước (WUE); hiệu quả năng lượng của thiết bị CNTT đối với máy chủ (ITEE) và mức độ sử dụng thiết bị CNTT cho máy chủ (ITEU_SV).

- *Ủy ban Tiêu chuẩn Kỹ thuật Điện Châu Âu (CENELEC)* đã xây dựng tiêu chuẩn hạ tầng TTDL EN 50600 theo các nhóm lĩnh vực trọng yếu. Cụ thể, EN 50600-1 đề cập các khía cạnh chung về thiết kế và yêu cầu kỹ thuật; các phần từ EN 50600-2-1 đến EN 50600-2-5 lần lượt quy định về xây dựng công trình, nguồn điện, kiểm soát môi trường, hạ tầng cáp viễn thông và an ninh; EN 50600-3-1 tập trung vào thông tin phục vụ quản lý và vận hành; EN 50600-4-1 đến EN 50600-4-3 bao gồm các quy định về chỉ số hiệu suất, chỉ số hiệu quả sử dụng năng lượng và tỷ lệ năng lượng tái tạo.

- *Tổ chức tiêu chuẩn hóa Liên minh Viễn thông quốc tế (ITU)* đã công bố một số tiêu chuẩn kỹ thuật liên quan đến TTDL xanh như: ITU-T L.1300 (6/2014) Những thực hành tốt nhất cho các TTDL xanh; ITU-T L.1301 (5/2015) Yêu cầu về bộ dữ liệu tối thiểu và giao diện truyền thông để quản lý năng lượng TTDL; ITU-T L.1303 (11/2018) Yêu cầu chức năng và khung công việc của hệ thống quản lý tiết kiệm năng lượng TTDL xanh; ITU-T L.1310 (9/2020) Số liệu đo và đo lường hiệu quả năng lượng đối với thiết bị TLC.

- *Liên minh châu Âu (EU)* đã ban hành Chỉ thị (EU) 2023/1791 ngày 13/9/2023. Theo Điều 12 của Chỉ thị, kể từ trước ngày 15/5/2024 và hằng năm sau đó, các Quốc gia Thành viên phải yêu cầu các chủ sở hữu và đơn vị vận hành TTDL có công suất CNTT lắp đặt từ 500 kW trở lên báo cáo các thông tin chủ yếu về chỉ số hiệu suất, mức tiêu thụ năng lượng, sử dụng điện, nhiệt thải, nước và năng lượng tái tạo theo tiêu chuẩn CEN/CENELEC EN 50600-4. Ủy ban Châu Âu sẽ thiết lập cơ sở dữ liệu Châu Âu về TTDL, trên cơ sở các báo cáo này sẽ đánh giá hiệu quả năng lượng của TTDL, làm cơ sở đề xuất các biện pháp pháp lý tiếp theo, bao gồm xây dựng tiêu chuẩn hiệu suất tối thiểu và đánh giá khả năng chuyển đổi sang lĩnh vực TTDL phát thải ròng bằng "0" (Net Zero).

Song song với các bộ tiêu chuẩn quốc tế, nhiều quốc gia đã tăng cường quản lý TTDL bằng các quy định pháp lý và cơ chế giám sát chặt chẽ, qua đó định hướng phát triển theo mô hình xanh và bền vững, cụ thể như:

- *Đức*: Năm 2023, Đức đã thông qua Đạo luật Hiệu quả năng lượng (Energy Efficiency Act - EnEfG), trong đó dành trọng tâm quản lý hiệu quả năng lượng đối với các TTDL, bao gồm: (1) *Đối với quản lý năng lượng*: các TTDL có mức tiêu thụ điện hằng năm trên 15 GWh sẽ được yêu cầu triển khai hệ thống quản lý năng lượng hoặc môi trường, xây dựng kế hoạch chi tiết về các biện pháp tiết kiệm năng lượng và công bố công khai; (2) *Yêu cầu về hiệu quả sử dụng điện năng (PUE)*: các TTDL hoạt động trước ngày 01/7/2026 phải đạt PUE trung bình hằng năm $\leq 1,5$ tính đến ngày 01/7/2027 và $\leq 1,3$ kể từ ngày 01/7/2030; các TTDL bắt đầu hoạt động từ ngày 01/7/2026 trở đi phải đạt $PUE \leq 1,2$; (3) *Cung cấp điện từ năng lượng tái tạo*: các nhà vận hành TTDL phải bảo đảm tối thiểu 50% điện năng tiêu thụ được bù đắp từ nguồn tái tạo từ ngày 01/01/2024 và đạt 100% từ ngày 01/01/2027.

- *Singapore*: Đã ban hành Tiêu chuẩn TTDL xanh SS 564 "Green Data Centres - Energy and Environmental Management Systems" vào tháng 01/2011, được xây dựng trên nền tảng ISO 50001 về hệ thống quản lý năng lượng được điều chỉnh phù hợp với điều kiện, nhu cầu thực tiễn trong nước. Tiêu chuẩn này thiết lập khuôn khổ và phương pháp triển khai nhằm hỗ trợ các TTDL cải thiện liên tục hiệu quả sử dụng năng lượng và giảm tác động môi trường; đồng thời quy định hệ thống chỉ số hiệu suất để theo dõi mức độ cải tiến và định hướng áp dụng các thực hành tối ưu trong quản lý thiết bị, hệ thống cơ điện, hạ tầng CNTT và thiết kế TTDL. Quý II/2022, Chính phủ Singapore mở lại việc tiếp nhận hồ sơ cấp phép dự án TTDL theo các tiêu chí bền vững nghiêm ngặt (sau khi tạm dừng từ năm 2019 do hạn chế về đất đai và nguồn điện). Theo đó, chỉ những dự án đáp ứng yêu cầu hiệu quả năng lượng cao, với chỉ số PUE không vượt quá 1,3 và có giải pháp giảm phát thải rõ ràng, mới được xem xét cấp phép triển khai.

- *Trung Quốc*: Đã ban hành Kế hoạch hành động phát triển các TTDL mới quy mô lớn vào tháng 7/2021, trong đó quy định chỉ số hiệu suất sử dụng năng lượng (PUE) phải đạt dưới 1,35 và giảm xuống thấp hơn 1,3 vào năm 2023; riêng các khu vực có khí hậu lạnh, PUE phải ít hơn 1,25. Đồng thời, ban hành Tiêu chuẩn thử nghiệm "TTDL xanh" có hiệu lực 7/2023. Tiêu chuẩn này bao gồm các tiêu chí: (1) Chỉ số PUE phải nhỏ hơn 1,4 kể từ tháng 6/2023 và giảm xuống dưới 1,3 từ năm 2025; (2) Tỷ lệ giữa lượng nước tiêu thụ hằng năm và lượng điện tiêu thụ hằng năm của thiết bị CNTT không vượt quá 2,5 lít/kWh; và (3) Tỷ lệ sử dụng năng lượng tái tạo trong tổng mức tiêu thụ năng lượng của TTDL theo lộ trình quy định, phải được nâng dần theo từng giai đoạn, đạt tối thiểu 30% vào năm 2025, 50% vào năm 2027, 75% vào năm 2030 và tiến tới 100% vào năm 2032, qua đó bảo đảm mục tiêu chuyển đổi sang vận hành TTDL xanh và phát thải ròng bằng "0" (Net Zero).

Những xu hướng và thách thức nêu trên cho thấy mức tiêu thụ tài nguyên của TTDL đang gia tăng ở quy mô lớn, tác động trực tiếp đến mục tiêu phát triển bền vững của các quốc gia. Trong bối cảnh đó, chuyển đổi sang mô hình TTDL xanh, nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và giảm thiểu tác động môi trường không còn là lựa chọn tự nguyện, mà đã trở thành yêu cầu tất yếu gắn với chính sách quản lý, hệ thống tiêu chuẩn và năng lực cạnh tranh quốc gia. Nhiều công nghệ mới và những quy chuẩn kỹ thuật khắt khe về quản lý năng lượng đã được áp dụng cho các TTDL trên thế giới nhằm tối ưu hóa thiết kế hạ tầng, kiểm soát tải vận hành thông minh, tích hợp nguồn năng lượng tái tạo và nâng cao hiệu suất khai thác tài nguyên. Qua đó, không chỉ giúp giảm chi phí và phát thải, mà còn định hình nền tảng hạ tầng số hiệu quả, linh hoạt và bền vững là yếu tố cốt lõi bảo đảm cho sự phát triển dài hạn của kinh tế số trong kỷ nguyên mới.

Trần Thị Hiệp

*Trên cơ sở bức tranh toàn cầu về xu hướng phát triển TTDL xanh và các thách thức tài nguyên đặt ra, Phần 2 của bài viết sẽ tập trung phân tích thực trạng phát triển TTDL tại Việt Nam và Thành phố Hồ Chí Minh trong bối cảnh chuyển đổi sang mô hình TTDL xanh, đồng thời tổng hợp một số định hướng phát triển TTDL xanh phù hợp với điều kiện thực tiễn trong nước. Mời quý độc giả đón đọc tiếp **Phần 2: Thực trạng phát triển trung tâm dữ liệu tại Việt Nam trong bối cảnh chuyển đổi sang mô hình trung tâm dữ liệu xanh**, trong ấn phẩm Thông tin chuyên đề KHCN&ĐMST số 04/2026.*

Tài liệu tham khảo chính

- [1] Phòng Chính sách - Cục Viễn thông. (2024). Phát triển TTDL xanh và đề xuất cho Việt Nam. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Việt Nam*. <https://vjst.vn/phat-trien-trung-tam-du-lieu-xanh-va-de-xuat-cho-viet-nam-65038.html>
- [2] IEA. (2025). *Energy demand from AI*, IEA, Paris. <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai/energy-demand-from-ai>
- [3] Sayali Mali. (2025). *Green Data Center Market*. <https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/green-data-center-market.asp>
- [4] Phillippa Biggs. (2025). *The State of Broadband: Our Digital World*. International Telecommunication Union (ITU) and UNESCO
- [5] Rasmus Leichter. (2023). *Number of Data Centers by Country*. Cargoson Blog. <https://www.cargoson.com/en/blog/number-of-data-centers-by-country>
- [6] Julio Friedmann. (2024). *Artificial intelligence for climate change mitigation roadmap (second edition): Data center water use*. Innovation for Cool Earth Forum.

Fintech - Công nghệ tài chính tương lai - Phần 4: Ứng dụng AI trong Fintech

Ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong Fintech đang mở ra kỷ nguyên mới cho ngành tài chính với những đột phá mạnh mẽ. AI giúp các tổ chức tài chính phân tích dữ liệu nhanh chóng, dự đoán xu hướng thị trường, phát hiện gian lận và đưa ra quyết định chính xác hơn. Bên cạnh đó, công nghệ này còn mang đến trải nghiệm cá nhân hóa cho khách hàng thông qua chatbot, tư vấn đầu tư thông minh và quản lý tài sản tự động.

Theo báo cáo *The Future of Global Fintech: From Rapid Expansion to Sustainable Growth - Second Edition* của Diễn đàn Kinh tế Thế giới (WEF), khoảng 80% các công ty fintech đã triển khai hoặc đang trong quá trình triển khai AI trong ít nhất một trong năm lĩnh vực ứng dụng chính được khảo sát. Điều này cho thấy AI không còn là xu hướng thử nghiệm mà đã trở thành một trụ cột chiến lược trong phát triển fintech toàn cầu.

Mức độ áp dụng AI theo khu vực và ngành dọc

Việc triển khai AI có sự khác biệt đáng kể giữa các khu vực và các ngành dọc trong hệ sinh thái fintech. Khu vực châu Á - Thái Bình Dương (APAC) dẫn đầu với 33% công ty fintech triển khai AI trên cả năm lĩnh vực ứng dụng. Ngược lại, khu vực châu Phi cận Sahara (SSA) có tỷ lệ fintech chưa triển khai AI cao nhất (29%), tiếp theo là Trung Đông và Bắc Phi (MENA) với 22%. Tuy nhiên, đáng chú ý là không có khu vực nào tuyên bố từ bỏ hoàn toàn AI, cho thấy tiềm năng của công nghệ này đã được ghi nhận trên phạm vi toàn cầu.

Xét theo ngành dọc, thanh toán kỹ thuật số và công nghệ quản lý tài sản (wealthtech) là hai lĩnh vực dẫn đầu về mức độ triển khai AI trên cả năm lĩnh vực ứng dụng, với tỷ lệ lần lượt là 36% và 31%. Ngược lại, huy động vốn kỹ thuật số là ngành có tỷ lệ không áp dụng AI cao nhất (40%), trong đó 28% cho biết không có kế hoạch triển khai trong tương lai gần. Con số này cao hơn đáng kể so với cho vay kỹ thuật số (25%) và ngân hàng số, tiết kiệm (10%).

Trong số các ngành dọc, insurtech nổi bật với tỷ lệ triển khai AI cao nhất trong các hoạt động dịch vụ khách hàng (50%) và tạo ra nguồn doanh thu mới (47%). Điều này phản ánh đặc thù của ngành bảo hiểm, nơi AI mang lại hiệu quả rõ rệt trong đánh giá rủi ro, xử lý yêu cầu bồi thường và cá nhân hóa sản phẩm.

Các lĩnh vực ứng dụng AI trong Fintech

Ban đầu, quản lý rủi ro được xem là trường hợp sử dụng AI quan trọng nhất trong dịch vụ tài chính. Tuy nhiên, theo thời gian, việc áp dụng AI đã mở rộng sang nhiều lĩnh vực hoạt động khác.

Dịch vụ khách hàng: Dịch vụ khách hàng hiện là lĩnh vực dẫn đầu về triển khai AI, với 37% fintech đã áp dụng. APAC có tỷ lệ triển khai cao nhất (46%), tiếp theo là Hoa Kỳ và Canada (40%), trong khi SSA chỉ đạt 16%. Sự khác biệt này phản ánh mức độ phát triển không đồng đều về hạ tầng công nghệ và khả năng đầu tư giữa các khu vực.



Gen AI trong Fintech (Nguồn: thitruongtaichinhhtiente.vn)

Tái cấu trúc quy trình và tự động hóa: Khoảng 34% fintech đã triển khai AI trong tái cấu trúc quy trình và tự động hóa, và 37% đang trong quá trình triển khai. Lĩnh vực wealthtech nổi bật với 56% công ty đã áp dụng AI, trong khi huy động vốn kỹ thuật số chỉ đạt 5%. AI giúp tự động hóa các quy trình nội bộ, giảm chi phí vận hành và nâng cao hiệu quả hoạt động.

Tạo nguồn doanh thu mới: Việc sử dụng AI để tạo ra các nguồn doanh thu mới cũng đang tăng mạnh, với 22% fintech đã áp dụng và 36% đang triển khai. Xu hướng này đặc biệt rõ rệt tại Hoa Kỳ và Canada, nơi 31% công ty đã triển khai AI cho mục tiêu này.

Quản lý rủi ro: Khoảng 32% fintech đã triển khai AI trong quản lý rủi ro và 27% đang triển khai. APAC tiếp tục dẫn đầu với 41% công ty áp dụng, trong khi 47% insurtech đã triển khai AI trong lĩnh vực này. Mặc dù không còn là lĩnh vực dẫn đầu, quản lý rủi ro vẫn được xem là ưu tiên chiến lược, với 29% fintech có kế hoạch triển khai trong hai năm tới.

Thu hút khách hàng: Thu hút khách hàng là lĩnh vực có tỷ lệ triển khai thấp hơn, với 20% đã áp dụng và 41% đang triển khai. MENA và châu Âu dẫn đầu về triển khai sớm, trong khi ngân hàng số, tiết kiệm và wealthtech là các ngành ưu tiên AI cho mục tiêu này.

Các ứng dụng cụ thể của AI trong Fintech

Trong lĩnh vực dịch vụ khách hàng, các fintech ưu tiên triển khai các kênh truyền thông nâng cao (64%) và dịch vụ thời gian thực (39%). Phần lớn các giải pháp này được phát triển

nội bộ, dù thuê ngoài vẫn đóng vai trò quan trọng. Ở mảng tái cấu trúc quy trình và tự động hóa, tự động hóa tác vụ hành chính (46%) và báo cáo tự động (44%) là các ứng dụng phổ biến nhất. Tự động hóa tuân thủ có tỷ lệ thấp hơn (22%) và thường được thuê ngoài, đặc biệt tại APAC, LAC và MENA. Trong quản lý rủi ro, phát hiện gian lận là ứng dụng AI phổ biến nhất, với 46% fintech triển khai. Khoảng 37% thuê ngoài chức năng này để tận dụng chuyên môn bên ngoài. Châu Âu nổi bật với xu hướng phát triển nội bộ, đặc biệt trong phân tích mô hình phòng ngừa. Đối với việc tạo doanh thu mới, các fintech chủ yếu tự phát triển các giải pháp ra quyết định và phân tích dữ liệu, dù việc thuê ngoài phổ biến hơn tại LAC, SSA, wealthtech và huy động vốn kỹ thuật số. Trong thu hút khách hàng, AI hỗ trợ mở rộng thị trường và cung cấp dịch vụ bổ sung. Khoảng 79% các dịch vụ bổ sung được phát triển nội bộ, phản ánh xu hướng kiểm soát chặt chẽ trải nghiệm khách hàng.

Tác động của AI đến hiệu suất kinh doanh

Lợi nhuận: Khoảng 74% fintech cho biết AI đã cải thiện lợi nhuận, trong đó 27% cải thiện đáng kể. Tác động này rõ rệt hơn tại các nền kinh tế phát triển. Insurtech và ngân hàng số, tiết kiệm là hai ngành ghi nhận mức cải thiện lợi nhuận cao nhất.

Trải nghiệm khách hàng: Khoảng 83% fintech báo cáo cải thiện trải nghiệm khách hàng sau khi áp dụng AI, với 49% cải thiện đáng kể. Ngân hàng số, tiết kiệm và insurtech là các ngành dẫn đầu về hiệu quả này.

Chi tiêu R&D: Khoảng 71% fintech cho biết chi tiêu R&D tăng sau khi triển khai AI, phản ánh chi phí đầu tư ban đầu cho công nghệ và nhân lực. Ngân hàng số và tiết kiệm là ngành có mức tăng chi tiêu R&D cao nhất.

Việc làm: 50% fintech cho biết lực lượng lao động không thay đổi sau khi áp dụng AI. Số công ty tăng nhân sự nhiều hơn số công ty cắt giảm, cho thấy AI chủ yếu tái cấu trúc công việc thay vì thay thế hoàn toàn con người.

Giảm chi phí: Khoảng 75% fintech ghi nhận cải thiện về chi phí sau khi áp dụng AI, đặc biệt trong ngân hàng số, tiết kiệm và cho vay kỹ thuật số.

Rủi ro liên quan đến AI và rào cản đối với việc triển khai AI

Phần lớn fintech đánh giá các rủi ro liên quan đến AI ở mức trung bình đến rất cao. Rủi ro lớn nhất là vi phạm dữ liệu và quyền riêng tư (84%), tiếp theo là deepfake do AI tạo ra (83%) và tấn công mạng (79%). Mức độ lo ngại có sự khác biệt giữa các khu vực, với châu Âu đặc biệt nhạy cảm về quyền riêng tư, trong khi MENA quan tâm nhiều hơn đến an ninh mạng. Theo ngành dọc, insurtech là lĩnh vực có mức độ nhận thức rủi ro cao nhất trên hầu hết các hạng mục.

Chi phí triển khai và duy trì hệ thống AI là rào cản lớn nhất, được 87% fintech đề cập. Tiếp theo là vấn đề tiếp cận và chất lượng dữ liệu (69%), đặc biệt nghiêm trọng tại SSA. Về yếu tố bên ngoài, sự bất ổn về quy định liên quan đến AI là thách thức lớn, với 77% fintech coi đây là rào cản. Ngoài ra, thiếu hụt nhân tài, niềm tin của người dùng và sự bất ổn thị trường cũng là những yếu tố cản trở quá trình triển khai AI, với mức độ ảnh hưởng khác nhau giữa các khu vực. Trong những năm gần đây, trí tuệ nhân tạo (AI) đã trở thành một trong những động lực chính thúc đẩy đổi mới trong lĩnh vực Fintech, tạo ra các giải pháp tự động hóa, phân tích dữ liệu nâng cao và cải thiện trải nghiệm người dùng trong các dịch vụ tài chính. AI được ứng dụng rộng rãi trong chấm điểm tín dụng, phát hiện gian lận, phân tích rủi ro và tư vấn đầu tư tự động, giúp các công ty fintech và tổ chức tài chính giảm thiểu chi phí vận hành, nâng cao hiệu quả xử lý và phục vụ khách hàng một cách cá nhân hóa hơn. Đồng thời, AI cũng góp phần tăng tính minh bạch và khả năng dự báo trong quản lý tài sản, hỗ trợ ra quyết định theo thời gian thực cùng với việc phát triển các sản phẩm tài chính sáng tạo hơn nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của thị trường.

Tình hình ứng dụng AI trong lĩnh vực fintech

Tại TP. Hồ Chí Minh, chính quyền thành phố đã xác định ứng dụng AI và Fintech là một trọng tâm chiến lược trong việc xây dựng thành phố trở thành “Trung tâm Tài chính Quốc tế” của Việt Nam và khu vực. Mục tiêu này thể hiện trong các lộ trình phát triển chiến lược khi Politburo đã chính thức phê duyệt đề án xây dựng trung tâm tài chính quốc tế, trong đó tích hợp Fintech và AI vào hạ tầng lõi của trung tâm này nhằm thu hút đầu tư, phát triển dịch vụ tài chính số và cạnh tranh với các trung tâm tài chính khác trong khu vực. Điều này đồng thời đặt nền tảng cho các chính sách khuyến khích đổi mới sáng tạo, hoàn thiện thể chế và thúc đẩy năng lực công nghệ số tại thành phố.



Đại diện Viện Nghiên cứu Phát triển Thành phố Hồ Chí Minh (HIDS), đã trình bày tham luận tại hội nghị
(Nguồn: wisehcmc.com)

Bên cạnh đó, TP. HCM cũng chủ động hợp tác quốc tế để thu hút nguồn lực, công nghệ và kinh nghiệm quản lý trong lĩnh vực AI và fintech. Một ví dụ điển hình là thỏa thuận hợp tác chiến lược giữa Vietnam Centre for the Fourth Industrial Revolution (C4IR Vietnam) và Ant International - được ký kết nhân Diễn đàn Kinh tế TP. HCM 2025 - nhằm hỗ trợ thành phố trong việc phát triển kinh tế số, tăng cường đổi mới công nghệ, triển khai khung pháp lý linh hoạt và đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao phục vụ cho fintech và các lĩnh vực số khác. Thỏa thuận này đặc biệt nhấn mạnh việc nâng cao năng lực công nghệ trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ, thúc đẩy đổi mới sáng tạo, và tạo môi trường thuận lợi để các startup fintech phát triển.

Đồng thời, TP. HCM cũng đẩy mạnh hợp tác quốc tế với các đối tác như Pháp, nhằm học hỏi kinh nghiệm xây dựng thể chế mở, khung pháp lý linh hoạt và cơ chế tài chính khuyến khích sáng tạo trong các lĩnh vực AI, fintech và chuyển đổi số. Qua các hội nghị, hội thảo liên quan, lãnh đạo thành phố khẳng định cam kết hoàn thiện chính sách và điều kiện đầu tư thuận lợi nhất để thu hút các nhà đầu tư, chuyên gia và nguồn lực quốc tế, tạo điều kiện cho cả doanh nghiệp trong nước và nước ngoài cùng tham gia phát triển hệ sinh thái fintech - AI tại TP. HCM.



Các chuyên gia, đối tác có dịp trao đổi, hợp tác về các lĩnh vực có tiềm năng (Nguồn: ttbc-hcm.gov.vn)

Nhờ đó, ứng dụng AI trong fintech không chỉ là yếu tố kỹ thuật mà còn được coi là trọng điểm trong chiến lược phát triển kinh tế - tài chính địa phương, giúp TP. HCM vững bước trên con đường chuyển đổi số, thu hút đầu tư nước ngoài và xây dựng một trung tâm tài chính hiện đại, năng động trong tương lai.

AI đang trở thành động lực cốt lõi thúc đẩy sự phát triển bền vững của Fintech trên toàn cầu. Mặc dù còn tồn tại nhiều rủi ro và rào cản, các số liệu khảo sát cho thấy lợi ích mà AI mang lại về lợi nhuận, trải nghiệm khách hàng và hiệu quả vận hành là rất rõ ràng. Trong tương lai, việc cân bằng giữa đổi mới công nghệ, quản trị rủi ro và khung pháp lý sẽ là yếu tố then chốt để AI tiếp tục đóng vai trò trung tâm trong hệ sinh thái fintech.

Minh Thư

Tài liệu tham khảo chính

- [1] Acclime. (2024). *Fintech Viet Nam report*.
- [2] Bộ Công An. (2024). *Báo cáo tình hình tội phạm công nghệ cao và an ninh mạng Việt Nam*.
- [3] Bộ Thông tin và Truyền thông. (2023). *Chiến lược Dữ liệu quốc gia và Kinh tế số 2021-2030*.
- [4] CIEM. (2024). *Báo cáo chính sách Fintech Việt Nam*.
- [5] Đào Mỹ Hằng, Lê Thị Diệu Linh. (2024). *Sự phát triển của Fintech và thách thức đối với các ngân hàng thương mại Việt Nam*. <https://tapchinganhang.gov.vn/su-phat-trien-cua-fintech-va-thach-thuc-doi-voi-cac-ngan-hang-thuong-mai-viet-nam-10431.html>
- [6] Fintech Lab Vietnam. (2023). *Vietnam Fintech Landscape Report*
- [7] Ngân hàng Nhà nước Việt Nam. (2023). *Báo cáo ngành Fintech Việt Nam*
- [8] Ngân hàng Nhà nước Việt Nam. (2024). *Báo cáo thanh toán không dùng tiền mặt*.
- [9] Nghiêm Huê. (2024). *Gần 90% người trưởng thành ở Việt Nam có tài khoản ngân hàng*. <https://tienphong.vn/gan-90-nguoi-truong-thanh-o-viet-nam-co-tai-khoan-ngan-hang-post1676625.tpo>
- [10] Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM. (2024). *Báo cáo đổi mới sáng tạo và khởi nghiệp*.
- [11] Sở Thông tin và Truyền thông TP.HCM. (2024). *Kế hoạch triển khai tài chính số*.
- [12] Statista. (2024). *Vietnam Fintech Market Overview*.
- [13] UBND TP.HCM. (2020). *Chương trình Chuyển đổi số TP.HCM đến năm 2030*.
- [14] Hà Mai. (2025). *Đề án Trung tâm Tài chính Quốc tế TP.HCM*. <https://thanhvien.vn/de-xuat-lay-564-ha-dat-thu-thiem-lam-trung-tam-tai-chinh-quoc-te-tphcm-185250328152441511.htm>
- [15] World Bank. (2024). *Digital Financial Inclusion Index*.
- [16] WISE HCMC+ 2025. (2025). <https://wisehcmc.com/en/news/hcmc-ho-chi-minh-city-creates-an-international-financial-center-a-new-pulse-of-the-apec-ecosystem/>
- [17] Treasury Today. (2025). *Treasury Today*. <https://treasurytoday.com/press-releases/press-release-vietnams-c4ir-and-ant-international-partner-to-accelerate-innovation-as-ho-chi-minh-city-eyes-becoming-international-financial-center/>
- [18] Ngô Tùng. (2025). *Báo Tiền Phong*. <https://ttbc-hcm.gov.vn/tphcm-san-sang-hop-tac-voi-phap-ve-ai-fintech-cong-nghe-xanh-1018786.html?>

Ứng dụng công nghệ bản sao số trong đô thị

Công nghệ bản sao số (Digital Twin) được xem là một trong những nền tảng kỹ thuật quan trọng trong tiến trình phát triển đô thị thông minh. Nhiều nghiên cứu và ứng dụng thực tiễn liên quan đến công nghệ này đã và đang được triển khai, từng bước cho thấy vai trò ngày càng rõ nét trong quản lý, vận hành và phát triển đô thị dựa trên dữ liệu.

Theo TS. Hà Trung Hiếu (Trường Đại học Giao thông Vận tải), công nghệ bản sao số là một khái niệm được hình thành từ đầu những năm 2000 trong lĩnh vực công nghiệp chế tạo với mục tiêu xây dựng một mô hình số phản ánh trung thực các đặc trưng, trạng thái và hành vi của đối tượng vật lý trong suốt vòng đời. Trên nền tảng đó, khái niệm bản sao số dần được mở rộng và ứng dụng sang nhiều lĩnh vực khác, trong đó có quản lý và phát triển đô thị. Trong lĩnh vực đô thị, khái niệm bản sao số đô thị (Urban Digital Twin) đã được thể chế hóa tại Nghị định số 269/2025/NĐ-CP về phát triển đô thị thông minh, theo đó được định nghĩa là mô hình số động của một đô thị, được tạo ra bằng cách tích hợp dữ liệu đa nguồn theo thời gian thực để mô phỏng, phân tích, dự báo và tối ưu hóa các quá trình vật lý và hoạt động diễn ra trong đô thị đó.

Tại Việt Nam, công nghệ bản sao số được quan tâm rõ nét hơn trong những năm gần đây, gắn với các định hướng chuyển đổi số quốc gia và các đề án về đô thị thông minh, giao thông thông minh. Trong bối cảnh đó, đối tượng của công nghệ bản sao số trong đô thị có thể rất đa dạng, từ một công trình xây dựng, một tuyến giao thông, một hệ thống hạ tầng kỹ thuật cho đến toàn bộ một khu vực đô thị cụ thể. Dữ liệu phục vụ cho mô hình bản sao số được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau, bao gồm cảm biến, hệ thống giám sát, bản đồ số, cơ sở dữ liệu chuyên ngành và các nền tảng thông tin hiện có. Khi các dữ liệu này được tích hợp vào mô hình số, hệ thống cho phép theo dõi trạng thái của các thành phần đô thị theo thời gian thực, đồng thời hỗ trợ phân tích, đánh giá và thử nghiệm các kịch bản vận hành trong môi trường số trước khi triển khai vào thực tiễn. Trên thực tế, việc triển khai công nghệ bản sao số trong đô thị thường bắt đầu từ các bài toán cụ thể, có phạm vi tương đối hẹp, sau đó từng bước được mở rộng và hoàn thiện. Một số trường hợp triển khai thực tế tại Việt Nam trong thời gian gần đây cho thấy cách tiếp cận này đang được áp dụng ngày càng linh hoạt, phù hợp với điều kiện và nhu cầu của từng địa phương.

Ứng dụng bản sao số ở quy mô phường, xã

Ở cấp phường xã, việc ứng dụng công nghệ số trong quản lý đô thị thường bắt đầu từ những bài toán cụ thể, gắn chặt với nhu cầu thực tiễn. Tại phường Thủ Đức (TP.HCM), bản đồ số 3D được triển khai như một công cụ trực quan hóa không gian đô thị, tái hiện toàn bộ địa bàn phường trên môi trường số, từ hệ thống công trình công cộng, hạ tầng giao thông đến các địa điểm sinh hoạt cộng đồng và di tích lịch sử. Việc trực quan hóa không

gian đô thị dưới dạng ba chiều giúp người dân, doanh nghiệp và cơ quan quản lý dễ dàng quan sát, tra cứu và khai thác thông tin quy hoạch, qua đó nâng cao tính minh bạch và khả năng tiếp cận dữ liệu đô thị. Đáng chú ý, bản đồ số 3D của phường Thủ Đức còn được tích hợp vào Zalo Mini App của phường, mở rộng phạm vi ứng dụng của công nghệ số trong cung cấp dịch vụ công. Thông qua nền tảng này, người dân có thể đặt lịch hẹn, tra cứu hồ sơ, theo dõi tình trạng giải quyết thủ tục hành chính và tiếp cận nhiều tiện ích số khác ngay trên thiết bị di động. Dù mới dừng lại ở mức độ trực quan hóa không gian và dữ liệu, cách làm này cho thấy bản sao số đã bước đầu góp phần hình thành kênh kết nối thuận tiện giữa chính quyền, người dân và doanh nghiệp trong không gian đô thị số.



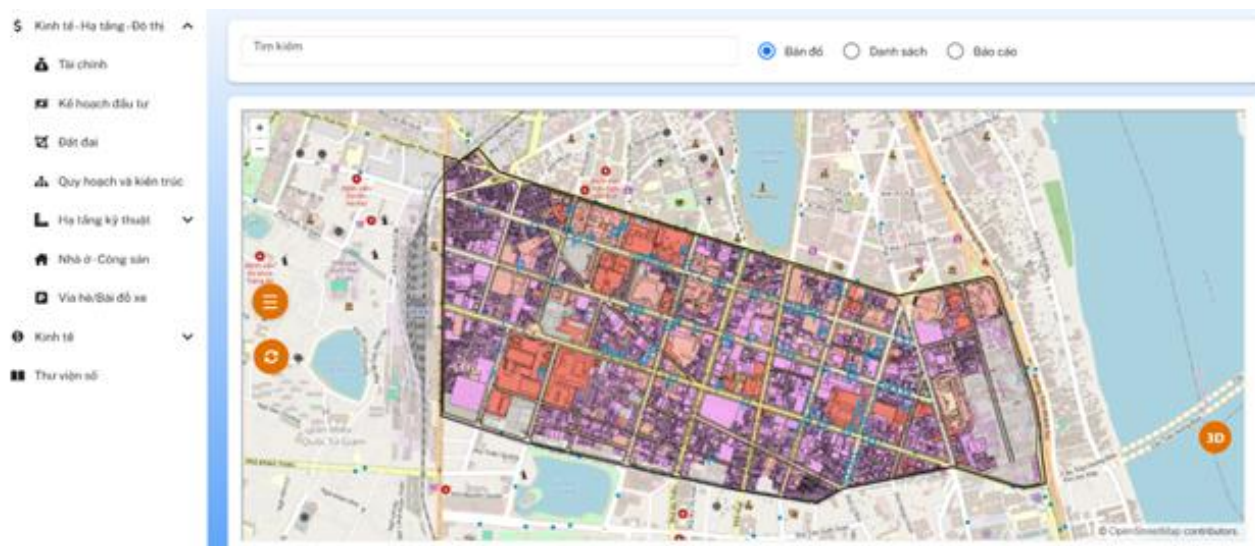
Bản đồ số 3D phường Thủ Đức (Nguồn: Báo Dân trí)

Tại phường Giảng Võ (Hà Nội), mô hình bản sao số được triển khai với trọng tâm hỗ trợ công tác quản lý đô thị ở cấp phường. Trên nền tảng dữ liệu đã được số hóa về quy hoạch sử dụng đất, trật tự xây dựng và hạ tầng kỹ thuật, mô hình số cho phép theo dõi các biến động không gian đô thị theo thời gian. Các thông tin về hiện trạng công trình, tình hình xây dựng và sử dụng đất được thể hiện trực quan trên môi trường số, tạo điều kiện để các bộ phận chuyên môn chia sẻ dữ liệu và phối hợp xử lý công việc hiệu quả hơn. Trong trường hợp này, bản sao số không chỉ là công cụ trực quan hóa mà còn trở thành phương tiện hỗ trợ điều hành trong quản lý đô thị.



Kiosk thông minh xác thực, cấp bản sao số tài liệu điện tử (Nguồn: Báo điện tử Kinh tế & Đô thị)

Tại xã Ứng Hòa (Hà Nội), mô hình Bản sao số được xây dựng trên cơ sở tích hợp dữ liệu không gian với các dữ liệu hành chính, dân cư, hạ tầng kỹ thuật và kinh tế - xã hội của địa phương. Việc gắn các thông tin về địa giới hành chính, sử dụng đất, nhà ở và hạ tầng với không gian bản đồ trực quan giúp công tác tra cứu, theo dõi và cập nhật thông tin trở nên thuận tiện hơn, đồng thời tạo nền tảng kết nối với dịch vụ công trực tuyến và các hệ thống dữ liệu dùng chung trong quá trình chuyển đổi số địa phương.

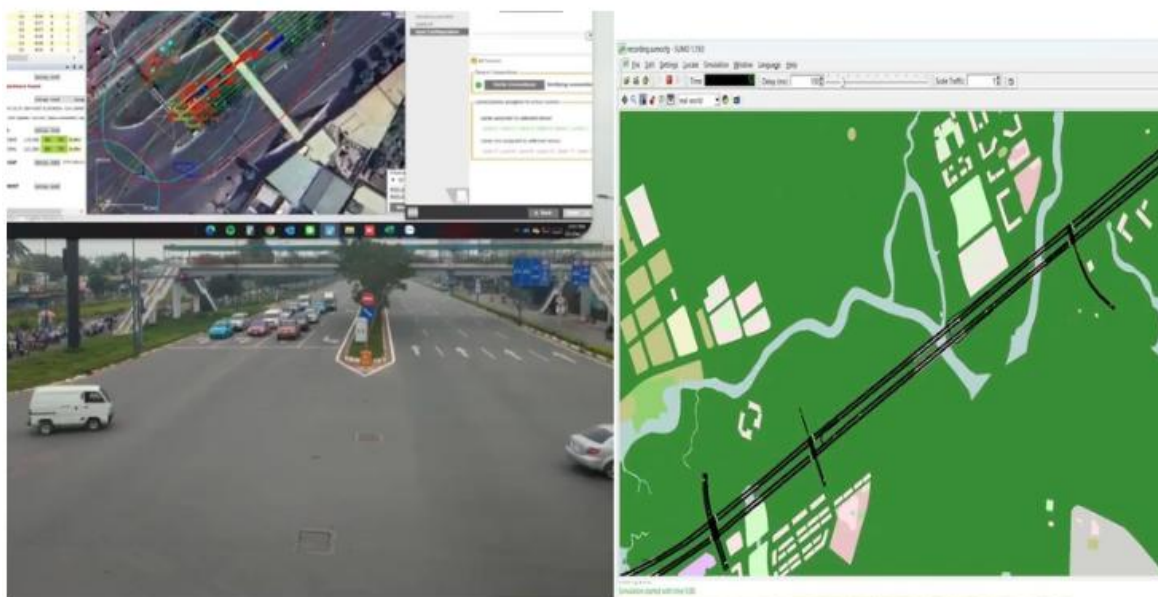


Bản sao số xã Ứng Hòa (Nguồn: Công ty TNHH Công nghệ cao Hải Hòa)

Ứng dụng bản sao số ở quy mô đô thị

Ở quy mô đô thị, TP.HCM đang từng bước ứng dụng công nghệ bản sao số trong quản trị và điều hành hạ tầng đô thị, trong đó giao thông là một trong các lĩnh vực được triển khai sớm. Cụ thể, Trung tâm Quản lý điều hành giao thông đô thị đã ứng dụng công nghệ bản sao số để mô phỏng và dự báo tình hình giao thông trong thời gian ngắn hạn. Trên cơ sở

kết hợp trí tuệ nhân tạo với dữ liệu lớn thu thập từ hệ thống camera, cảm biến và cơ sở dữ liệu giao thông, mô hình số cho phép mô phỏng lưu lượng phương tiện trước khoảng 30 phút so với thời điểm thực tế. Thông qua đó, cơ quan quản lý có thể sớm nhận diện nguy cơ ùn tắc và chủ động xây dựng phương án phân luồng, điều chỉnh tín hiệu giao thông tại các tuyến và nút giao thông trọng điểm như Võ Văn Kiệt, Mai Chí Thọ và một số trục giao thông chính khác. Việc sử dụng bản sao số trong điều hành giao thông giúp chuyển từ cách tiếp cận xử lý tình huống sau khi ùn tắc xảy ra sang phương thức dự báo và điều tiết chủ động, góp phần nâng cao hiệu quả vận hành hệ thống giao thông đô thị.



Ứng dụng công nghệ bản sao số phân luồng giao thông (Nguồn: Báo Pháp luật)

TP.HCM còn phát triển Mô hình quản lý đô thị thông minh bằng Bản sao số (Digital Twin) - tích hợp, mô phỏng dữ liệu từ nhiều nguồn như quy hoạch, địa hình, môi trường, dân cư, đa dạng sinh học, hạ tầng kỹ thuật và hệ thống camera thông minh - nhằm hỗ trợ chính quyền đưa ra quyết định dựa trên dữ liệu phục vụ điều hành, quy hoạch, bảo tồn và phát triển bền vững. Mô hình này do Trung tâm Chuyển đổi số Thành phố Hồ Chí Minh phối hợp với Công ty Cổ phần Công nghệ và Truyền thông Việt Nam (VNNTT) - Tập đoàn Becamex xây dựng thí điểm và đã được vinh danh tại Giải thưởng Thành phố Thông minh Việt Nam 2025 như một giải pháp tiêu biểu trong quản trị đô thị thông minh. Đồng thời, bản demo của mô hình Digital Twin Côn Đảo đã được trình diễn, với kế hoạch triển khai thí điểm đầu tiên tại đặc khu Côn Đảo trong thời gian tới.

Qua các trường hợp triển khai ở cấp phường, xã và quy mô đô thị, có thể thấy công nghệ bản sao số đang từng bước được ứng dụng vào thực tiễn quản lý đô thị tại Việt Nam. Từ trực quan hóa không gian và dữ liệu đến hỗ trợ theo dõi, phân tích và dự báo, các mô hình bản sao số góp phần nâng cao khả năng quan sát và điều hành đô thị trên nền tảng dữ

liệu. Những kết quả bước đầu cho thấy tiềm năng ứng dụng của công nghệ này trong quản lý, vận hành và phát triển đô thị theo hướng ngày càng hệ thống và hiệu quả hơn.

Kim Nhung

Tài liệu tham khảo chính

- [1] Nghị định số 269/2025/NĐ-CP ngày 14/10/2025 của Chính phủ về phát triển đô thị thông minh
- [2] TS. Hà Trung Hiếu. (2025). Tạp chí điện tử của Bộ Xây dựng: Tổng quan về ứng dụng công nghệ bản sao số trong xây dựng và quản lý hạ tầng công trình cầu - đường. <https://tapchixaydung.vn/tong-quan-ve-ung-dung-cong-nghe-ban-sao-so-trong-xay-dung-va-quan-ly-ha-tang-cong-trinh-cau-duong-20201224000034713.html>
- [3] Thế Anh. (2025). Báo Dân Trí: TPHCM: Phường Thủ Đức có bản đồ số 3D. <https://dantri.com.vn/cong-nghe/tphcm-phuong-thu-duc-co-ban-do-so-3d-20251207230714032.htm>
- [4] Phòng Văn hóa - Xã hội phường Giảng Võ. (2025). Trang thông tin cải cách hành chính nhà nước: Phường Giảng Võ đẩy mạnh cải cách hành chính với mô hình "Bản sao số" phục vụ quản trị đô thị thông minh. <https://caicachhanhchinh.hanoi.gov.vn/sang-kien-mo-hinh-kinh-nghiem-cua-thanh-pho/phuong-giang-vo-day-manh-cai-cach-hanh-chinh-voi-mo-hinh-ban-sao-so-phuc-vu-quan-tri-do-thi-thong-minh-2658251119154313594.htm>
- [5] Công ty TNHH Công nghệ cao Hải Hòa. (2025). Xã Ứng Hòa ra mắt "Bản sao số" do Hải Hòa phát triển - Dấu ấn mới trong lộ trình chuyển đổi số của Thủ đô. <https://haihoabim.vn/xa-ung-hoa-ra-mat-ban-sao-so-do-hai-hoa-phat-trien-dau-an-moi-trong-lo-trinh-chuyen-doi-so-cua-thu-do/>
- [6] Đào Trang. (2026). Báo Pháp Luật TP.HCM: TP.HCM áp dụng kỹ thuật số song sinh mô phỏng ùn tắc trước 30 phút để phân luồng giao thông. <https://plo.vn/tphcm-ap-dung-ky-thuat-so-song-sinh-mo-phong-un-tac-truoc-30-phut-de-phan-luong-giao-thong-post892395.html>
- [7] Trung tâm Chuyển đổi số Thành phố Hồ Chí Minh. (2025). Tp.HCM được vinh danh tại Giải thưởng Thành phố thông minh Việt Nam 2025 Dấu ấn từ mô hình quản trị đô thị bằng Bản sao số (Digital Twin). <https://dxcenter.hochiminhcity.gov.vn/-/tp-hcm-uoc-ving-danh-tai-giai-thuong-thanh-pho-thong-minh-viet-nam-2025-dau-an-tu-mo-hinh-quan-tri-o-thi-bang-ban-sao-so-digital-twin->

TRAO ĐỔI

Sự phát triển mạnh mẽ của kinh tế số đang đưa dữ liệu trở thành một nguồn lực quan trọng trong nhiều hoạt động kinh tế - xã hội. Từ các nền tảng số, dịch vụ điện toán đám mây cho đến các ứng dụng trí tuệ nhân tạo, nhu cầu lưu trữ và xử lý dữ liệu ngày càng gia tăng. Trong bối cảnh đó, hạ tầng trung tâm dữ liệu (Data Center) giữ vai trò nền tảng trong việc bảo đảm các hệ thống công nghệ thông tin vận hành ổn định và liên tục.

Tuy nhiên, cùng với sự mở rộng nhanh chóng của hạ tầng dữ liệu trên thế giới, các vấn đề liên quan đến tiêu thụ năng lượng, sử dụng tài nguyên và tác động môi trường của trung tâm dữ liệu cũng ngày càng được quan tâm. Hoạt động của các trung tâm dữ liệu đòi hỏi nguồn điện lớn để vận hành hệ thống máy chủ, thiết bị mạng và hạ tầng làm mát. Điều này khiến trung tâm dữ liệu trở thành một trong những hạ tầng công nghệ có mức tiêu thụ năng lượng đáng kể trong nền kinh tế số hiện nay.

Trong bối cảnh nhiều quốc gia đang thúc đẩy các mục tiêu phát triển bền vững và giảm phát thải carbon, việc phát triển trung tâm dữ liệu theo hướng tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường đang trở thành một xu hướng đáng chú ý. Khái niệm “trung tâm dữ liệu xanh” (Green Data Center) vì vậy ngày càng được nhắc đến như một định hướng phát triển mới của hạ tầng số.

Theo cách hiểu phổ biến, trung tâm dữ liệu xanh là mô hình trung tâm dữ liệu được thiết kế và vận hành nhằm tối ưu hóa hiệu quả sử dụng năng lượng, nước và các nguồn tài nguyên khác, đồng thời giảm thiểu tác động môi trường trong suốt vòng đời hoạt động. Mục tiêu của mô hình này không chỉ là giảm phát thải, mà còn nâng cao hiệu quả vận hành và tính bền vững của hệ thống hạ tầng công nghệ.

Trên thế giới, nhiều doanh nghiệp công nghệ lớn đã bắt đầu áp dụng các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của trung tâm dữ liệu. Các công nghệ làm mát mới, hệ thống quản lý vận hành thông minh hay việc tích hợp nguồn năng lượng tái tạo đang được triển khai nhằm giảm mức tiêu thụ điện năng và tối ưu hóa vận hành. Bên cạnh đó, một số mô hình còn tận dụng nhiệt thải từ trung tâm dữ liệu cho các mục đích năng lượng khác, góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên.

Song song với các giải pháp công nghệ, nhiều quốc gia và tổ chức quốc tế cũng đã xây dựng các tiêu chuẩn và chỉ số nhằm đánh giá hiệu quả vận hành của trung tâm dữ liệu. Những chỉ số như hiệu quả sử dụng năng lượng, hiệu quả sử dụng nước hay mức phát thải carbon đang được sử dụng để theo dõi và cải thiện hiệu suất của các trung tâm dữ liệu trong quá trình vận hành.

Những xu hướng này cho thấy trung tâm dữ liệu không còn chỉ được nhìn nhận như hạ tầng kỹ thuật phục vụ lưu trữ và xử lý dữ liệu, mà đang trở thành một yếu tố quan trọng trong chiến lược phát triển kinh tế số và phát triển bền vững. Việc nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng và tài nguyên trong vận hành trung tâm dữ liệu vì vậy đang được nhiều quốc gia quan tâm trong quá trình xây dựng và mở rộng hạ tầng số.

Trong bối cảnh nhu cầu hạ tầng dữ liệu phục vụ chuyển đổi số tại Việt Nam ngày càng gia tăng, việc tiếp cận mô hình trung tâm dữ liệu xanh cũng đang được đặt ra như một hướng đi cần được quan tâm trong quy hoạch và phát triển hạ tầng số. Những xu hướng phát triển trung tâm dữ liệu xanh trên thế giới, cùng với các thách thức về năng lượng và tài nguyên gắn với hạ tầng dữ liệu, đang đặt ra nhiều vấn đề cần được xem xét trong quá trình phát triển hạ tầng số theo hướng bền vững. Các khía cạnh này sẽ được phân tích cụ thể hơn trong bài viết tiếp theo của ấn phẩm.

BBT