

Đề xuất mô hình hạ tầng số phục vụ chuyển đổi số cho tỉnh Vĩnh Phúc, Việt Nam

Nguyễn Thị Bạch Tuyết, Trần Lê Phương

Đại học Kinh tế Quốc dân, Việt Nam

Ngày nhận: 03/01/2025

Ngày nhận bản sửa: 13/09/2025

Ngày duyệt đăng: 22/09/2025

Tóm tắt: Chuyển đổi số là xu hướng tất yếu và cấp bách, không chỉ là định hướng dài hạn mà đã trở thành yêu cầu thực tiễn. Xuất phát từ bối cảnh đó, nghiên cứu được thực hiện nhằm xây dựng mô hình hạ tầng số cho tỉnh Vĩnh Phúc, góp phần hỗ trợ địa phương triển khai thành công công cuộc chuyển đổi số phù hợp với chiến lược quốc gia. Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích, tổng hợp các mô hình và khung kiến trúc chuyển đổi số trong nước và quốc tế, kết hợp phương pháp Foresight để xác định nền tảng chung. Đồng thời, phương pháp Max-Min và Z-Score được áp dụng để đánh giá thực trạng. Kết quả đề xuất mô hình hạ tầng số gồm 8 thành phần và lộ trình triển khai. Nghiên cứu không những định hướng Tỉnh phát triển hạ tầng đồng bộ, góp phần chuẩn hóa cấu phần hạ tầng số làm cơ sở triển khai chính quyền số, kinh

Digital infrastructure model proposal for the digital transformation of Vinh Phuc province in Viet Nam

Abstract: Digital transformation is an inevitable and urgent trend, not merely a long-term goal but a mandatory reality. In this context, the study aims to develop a digital infrastructure model for Vinh Phuc province to support its digital transformation in line with the national strategy. By applying analytical and synthetic research methods based on digital transformation architecture models from both global and Vietnamese contexts, combined with the Foresight method, the study identifies a general digital transformation framework. The Max-Min and Z-Score methods are employed to assess the current situation. The findings propose a digital infrastructure model for Vinh Phuc consisting of eight components and an implementation roadmap. The results not only guide the province in developing a synchronized infrastructure and contribute to the standardization of digital infrastructure components as a foundation for implementing digital government, digital economy, and digital society, but also provide a reference for other localities. The study further recommends that the province prioritize investment in core infrastructure, encourage the application of emerging technologies, and develop innovation policies to pervasiveness widespread adoption nationwide.

Keywords: Digital infrastructure, Digital transformation, Framework, Component

Doi: 10.59276/JELB.2025.11.2859

Nguyen Thi Bach Tuyen¹, Tran Le Phuong²

Email: tuyetnb@neu.edu.vn¹, ch310449@st.neu.edu.vn²

Organization of all: National Economics University, Viet Nam

tế số, xã hội số, mà còn là cảm nang tham khảo cho các địa phương khác; đưa ra khuyến nghị tỉnh cần ưu tiên đầu tư hạ tầng nền tảng, khuyến khích ứng dụng công nghệ mới và xây dựng chính sách đổi mới sáng tạo, tạo sức lan tỏa trên toàn quốc.

Từ khóa: Hạ tầng số, Chuyển đổi số, Khung kiến trúc, Thành phần

1. Đặt vấn đề

Chuyển đổi số (CĐS) là phương thức để Việt Nam phát triển nhanh và bền vững, điều này đã được khẳng định trong hàng loạt các văn bản pháp luật (Chính phủ, 2020) (Bộ Chính trị, 2024). Tỉnh Vĩnh Phúc (theo tên gọi cũ trước sáp nhập ngày 1/7/2025) có vị trí địa lý đặc biệt quan trọng trong chiến lược CĐS quốc gia, thuận lợi để kết nối hạ tầng số giữa thủ đô và các tỉnh xung quanh. Với công nghiệp phát triển (nhiều khu công nghiệp lớn: Bình Xuyên, Khai Quang, Bá Thiện...; nhiều doanh nghiệp FDI: Honda, Toyota...) Vĩnh Phúc được coi là trọng tâm trong chiến lược phát triển kinh tế vùng và quốc gia. So với các tỉnh xung quanh Hà Nội, Vĩnh Phúc có tiềm năng công nghiệp nhưng chưa phát triển hạ tầng logistics số. So với các tỉnh miền Trung, miền Nam, hạ tầng số của tỉnh Vĩnh Phúc có lợi thế hơn nhờ gần trung tâm dữ liệu (DC) quốc gia nhưng chưa khai thác mạnh về kinh tế số. Tuy Tỉnh đã đặt mục tiêu tập trung đẩy mạnh chiến lược CĐS nhưng số liệu thống kê qua 4 năm (từ 2020 đến 2023) cho thấy chỉ số CĐS (DTI) của tỉnh phát triển không ổn định, DTI lần lượt là 0,2547; 0,4880; 0,6341 và 0,6353 (Bộ Thông tin và Truyền thông, 2024). Mặc dù về con số tuyệt đối có tăng, nhưng thứ bậc thay đổi bất quy tắc, năm 2020 Vĩnh Phúc xếp thứ 55 toàn quốc; năm 2021 tăng đột biến lên vị trí thứ 12 nhưng đến 2022 lại tụt xuống vị trí 18, năm 2023 ở vị trí thứ 46 và là tỉnh giảm hạng nhiều nhất (giảm 26

bậc), trong số 9 chỉ số chính, chỉ có 2 chỉ số tăng bậc còn tới 7 chỉ số tiếp tục giảm bậc. Sự bất ổn này đặt ra bài toán phải xây dựng mô hình hạ tầng số phục vụ CĐS ổn định và bền vững.

Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp phân tích và tổng hợp thông tin từ các mô hình/khung kiến trúc CĐS trên thế giới và ở Việt Nam kết hợp với phương pháp Foresight để tìm ra khối nền tảng chung của CĐS, các cấu phần của khối nền tảng, cũng để khẳng định vai trò, vị trí và tầm quan trọng của khối nền tảng này trong CĐS. Căn cứ vào đặc điểm tình hình kinh tế, xã hội, văn hóa, địa lý, thực trạng CNTT, cùng với chiến lược CĐS của tỉnh, nghiên cứu đã đề xuất mô hình hạ tầng số phù hợp với Tỉnh. Thực trạng ứng dụng CNTT của Tỉnh được đánh giá bằng phương pháp Max-Min và hệ số Z-Score. Nguồn dữ liệu phục vụ nghiên cứu chủ yếu trên mạng Internet, gồm: các công trình khoa học về CĐS, các giải pháp công nghệ thông tin (CNTT) (của Google, NEOS Networks, Oracle, SAP...); các báo cáo công nghệ thông tin của Bộ Thông tin & Truyền thông (Bộ TTTT), Bộ Kế hoạch & Đầu tư (KHĐT), tỉnh Vĩnh Phúc (từ năm 2020 đến 2023) và các văn bản pháp luật. Ngoài ra, tác giả còn phỏng vấn với 20 cán bộ CNTT về thực trạng ứng dụng CNTT của Tỉnh. Kết quả, nghiên cứu đã đề xuất mô hình hạ tầng số cho tỉnh Vĩnh Phúc gồm 8 thành phần và lộ trình triển khai với ba giai đoạn (2025- 2035). Kết cấu bài viết gồm 5 phần chính, sau phần 1 giới thiệu là phần 2 tổng quan nghiên cứu nhằm tìm ra

khoảng trống nghiên cứu, tiếp đó là phần 3 phương pháp nghiên cứu; phần 4 đề xuất mô hình hạ tầng số phục vụ CDS tại tỉnh Vĩnh Phúc; cuối cùng là phần 5 kết luận.

2. Tổng quan nghiên cứu

2.1. Tổng quan nghiên cứu về khung kiến trúc chuyển đổi số

Khung/mô hình kiến trúc CDS là bản vẽ thể hiện các thành phần và mối liên hệ giữa các thành phần tạo nên kiến trúc CDS. Các nghiên cứu về khung kiến trúc CDS chưa nhiều, có thể tổng hợp theo số lớp trong mô hình mà các nghiên cứu đề xuất gồm: 3 lớp, 5, 6, 7, 9 lớp. Các nghiên cứu của (Turchi, 2018; Bui, 2017; Nguyễn Mạnh Tuấn và cộng sự, 2022; Ji & Li, 2022; Zaoui & Souissi, 2021) đã đề xuất khung kiến trúc CDS gồm 3 lớp: Chiến lược; Điều hành và Công nghệ. Patrick Turchi xây dựng về khung tháp CDS cho doanh nghiệp (Hình 1) đã khẳng định: công nghệ không chỉ là cốt lõi của CDS mà thực sự là yếu tố thúc đẩy CDS (Turchi, 2018).

Công nghệ phục vụ và hỗ trợ việc hiện thực hóa mục tiêu CDS. Công nghệ với

cách tiếp cận công nghiệp 4.0 là CNTT và truyền thông (Turchi, 2018). Trong nghiên cứu về chủ đề làm chủ CDS cho DN toàn cầu, Nils Urbach đã xây dựng được mô hình kiến trúc CDS cho DN dựa trên mô hình kiến trúc DN gồm 5 lớp, bao gồm: lớp kinh doanh, lớp quy trình, lớp ứng dụng và con người, lớp thông tin và dữ liệu, cuối cùng lớp nền tảng là hạ tầng công nghệ (Urbach và cộng sự, 2021). Các nghiên cứu như Chengetanai và Chikati (2022) đưa ra 3 trụ cột bên trong tổ chức (con người, quy trình và công nghệ) và 3 trụ cột bên ngoài tổ chức (khách hàng, mối quan hệ và sản phẩm/dịch vụ). Sáu trụ cột CDS của Newman (2018) gồm: kinh nghiệm, con người, thay đổi công nghệ, đổi mới, lãnh đạo và văn hóa. Hansen (2024) khẳng định sáu trụ cột của CDS gồm: nội dung, công nghệ, thiết kế/trải nghiệm người dùng, quy trình, tổ chức và dữ liệu. Bộ TTTT thì đưa ra 6 trụ cột chính cho mô hình CDS DN gồm: khách hàng, dữ liệu, công nghệ, chiến lược, vận hành và văn hóa DN (Bộ Thông tin và Truyền thông, 2024). Các quan điểm này đều có chung trụ cột “công nghệ”. Công nghệ là một thành phần rất quan trọng cho một chiến lược CDS mạnh mẽ, các tổ chức phải tập trung mạnh mẽ vào công nghệ số



Nguồn: Turchi (2018)

Hình 1. Khung kiến trúc tháp chuyển đổi số cho doanh nghiệp

đề duy trì tính cạnh tranh và đạt được mục tiêu của mình (Hansen, 2024). USAID, Bộ KHĐT xây dựng khung CDS trên bảy khía cạnh/trụ cột: Định hướng chiến lược; Con người & tổ chức; Trải nghiệm khách hàng & Bán hàng đa kênh; Nghiệp vụ quản lý tài chính, kế toán, kế hoạch, pháp lý và nhân sự; Chuỗi cung ứng; Hệ thống CNTT & quản trị dữ liệu; và Quản lý rủi ro và an ninh mạng (Bộ Kế hoạch & Đầu tư, 2024). Trong khi đó, Nguyễn Mạnh Tuấn và cộng sự (2022) nghiên cứu xây dựng mô hình hệ thống hỗ trợ quản trị CDS cho DN vừa và nhỏ tại Việt Nam xác định mô hình kiến trúc CDS gồm 9 trụ cột: Định hướng chiến lược CDS; Nhà máy thông minh; Quản trị và nghiệp vụ quản lý; Chuỗi cung ứng; Khách hàng và thị trường; Hạ tầng CNTT, dữ liệu, phân tích dữ liệu; An ninh thông tin; Phát triển con người, văn hóa tổ chức; và Quy trình nghiệp vụ.

Như vậy, mặc dù có cách tiếp cận và phân chia khác nhau, nhưng tất cả các nghiên cứu về khung kiến trúc của CDS đều đề xuất trụ cột hay lớp công nghệ. Công nghệ chính là khối nền tảng phục vụ CDS, đó cũng là hạ tầng CNTT, truyền thông và các công nghệ mới nổi, sau đây gọi chung là hạ tầng số.

2.2. Tổng quan nghiên cứu về hạ tầng số và cấu phần của hạ tầng số

Cụm từ “hạ tầng số” đã xuất hiện khá lâu nhưng cho đến nay vẫn chưa thống nhất một định nghĩa quy chuẩn để áp dụng, tuy vậy, một khái niệm đã được chấp nhận sử dụng rộng rãi đó là: Hạ tầng số là tập hợp các thiết bị hệ thống, phần mềm và dịch vụ được sử dụng rộng khắp trong một tổ chức, không phân biệt nhiệm vụ, chương trình, dự án mà tổ chức đó cần thực hiện (Chief Information Officers Council, 2016). Việc phân chia cấu phần của hạ tầng số cũng

rất khác nhau giữa các nghiên cứu (Ji & Li, 2022) xây dựng khung hạ tầng số bao gồm 3 thành tố là hoạt động, quy trình và chiến lược. Chương trình phát triển của Liên Hợp Quốc (UNDP) phân chia thành phần cứng và phần mềm, hệ thống mạng và truyền thông, các giao thức và chuẩn kết nối, giao tiếp về dữ liệu cũng như sự bảo đảm về an toàn thông tin (UNDP, 2023). Bộ TTTT thì chia thành hạ tầng viễn thông băng rộng, phủ sóng 5G, điện thoại thông minh, đường Internet cáp quang, nền tảng điện toán đám mây, nền tảng danh tính số và các nền tảng về phần mềm, mạng kết nối vạn vật, trí tuệ nhân tạo, chuỗi khối, an toàn, an ninh mạng (Bộ Thông tin và Truyền thông, 2024). Trava (2025), Yoon và cộng sự (2023) cho rằng thành phần của hạ tầng số bao gồm: các DC; mạng và bộ giao tiếp kỹ thuật số; cơ sở hạ tầng dữ liệu; ảo hóa và phần mềm; viễn thông di động và băng thông rộng; thiết bị lưu trữ. Nguyễn Mạnh Tuấn và cộng sự (2022) đề cập tới 11 thành phần; NEOS Networks (2024) thì xây dựng gồm 5 khối; SDIA (2022) cũng giống với nghiên cứu của Sussan và Acs (2017) cho rằng gồm 6 khối. Dù có phân chia thành số lượng khối khác nhau, nhưng tựu chung lại các thành phần của hạ tầng số được tổng hợp thành 8 khối như Bảng 1.

2.3. Tổng quan nghiên cứu về vai trò của hạ tầng số đối với chuyển đổi số

Công nghệ không chỉ là cốt lõi của CDS mà thực sự là yếu tố thúc đẩy CDS (Turchi, 2018). Nền tảng công nghệ hiện hành sẽ ảnh hưởng lớn đến khả năng CDS của DN (Tran, 2023). Công nghệ phục vụ và hỗ trợ việc hiện thực hóa mục tiêu CDS. Hạ tầng số là điều cần thiết để thúc đẩy CDS (World Bank, 2023), hạ tầng số đóng vai trò nền tảng của hệ sinh thái số kết nối xã

Bảng 1. Bảng tổng hợp các thành phần của hạ tầng số

STT	Khối	Nội dung	Nguồn tổng hợp
1	Điện toán đám mây	Kết nối Internet; lưu trữ đám mây; dịch vụ đám mây	Tất cả các nghiên cứu
2	Trung tâm dữ liệu (DC)	Dữ liệu; máy chủ dữ liệu; trang thiết bị mạng để lưu trữ, xử lý và phân phối dữ liệu	SDIA (2022) Sussan và Acs. (2017) Trava (2025)
3	Phần cứng	Máy tính, điện thoại thông minh, thiết bị di động... Phần cứng (OSH)	Tất cả các nghiên cứu Ali và Hassanein (2017)
4	Phần mềm	Phần mềm nền tảng, hệ điều hành, các ứng dụng nền tảng dùng chung SaaS - Software as a Service Hệ thống quan hệ khách hàng (CRM) Phần mềm nguồn mở (OSS) Phần mềm ảo hóa	SDIA (2022) Sussan và Acs (2017) (NEOS Networks, 2024) Turchi (2018) Haansen (2024) Trava (2025)
5	Mạng máy tính	Mạng Internet, mạng vật lý, mạng ảo Mạng cục bộ LAN; mạng diện rộng WAN Hạ tầng mạng truy cập băng thông rộng, dây cáp	Tất cả các nghiên cứu NEOS Networks (2024) Bộ Thông tin và Truyền thông (2024) Ji và Li (2022); Bộ Thông tin và Truyền thông (2024)
6	Hệ thống an toàn mạng	Các giao thức và chuẩn kết nối Sự bảo đảm về an toàn thông tin	Urbach và cộng sự, 2021 UNDP (2023)
7	Công nghệ mới nổi	Dữ liệu lớn, Internet of thing, trí tuệ nhân tạo/máy học, mạng 5G/Kết nối biên Thực tế ảo & thực tế tăng cường Blockchain Web3/Metaverse, deep tech, tính toán lượng tử, thông tin sinh học Đồng hồ thông minh, lưới điện thông minh, ô tô tự hành Hạ tầng viễn thông tích hợp với bản đồ số Cảm biến, chatbot, các kênh số (app, web, social network, media...)	Ji và Li (2022) NEOS Networks (2024) Ji1 và Li (2022) Ji và Li (2022) Bộ Thông tin và Truyền thông (2024) Ji và Li (2022) Bộ Thông tin và Truyền thông (2024) Urbach và cộng sự (2021) Hansen (2024) Nguyễn Mạnh Tuấn và cộng sự (2022) Turchi (2018)
8	Nhân sự	Công dân số, kỹ năng số, phát triển, kiểm thử, triển khai, vận hành, điều khiển, quản lý, bảo trì các dịch vụ CNTT trong một tổ chức	Turchi (2018) SDIA (2022) Sussan và Acs (2017)

Nguồn: Tổng hợp từ tổng quan nghiên cứu

hội (Michael, 2023; Yoon và cộng sự, 2023). Vai trò quan trọng của hạ tầng số trong định hướng CDS là không thể phủ

nhận bởi với các công nghệ điện toán đám mây, công nghệ di động, dữ liệu lớn... thực sự là những nền tảng không thể thiếu của

CĐS (Michael, 2023). Nếu hạ tầng số được thiết kế và thực hiện tốt, nó có thể giúp các quốc gia đạt được các ưu tiên quốc gia quan trọng và đẩy nhanh các mục tiêu phát triển bền vững (UNDP, 2023). Về lâu dài, chính sách “ưu tiên hạ tầng số, do chính phủ điều hành” (Yoon và cộng sự, 2023). Nghiên cứu phỏng vấn 110 nhà quản lý ở Nam Phi về các yếu tố ảnh hưởng tới CĐS của Ali và Hassanein (2017) đã thu được kết quả yếu tố hạ tầng số ảnh hưởng 84% tới CĐS chỉ sau yếu tố tài chính (93%). Vũ Thị Hải và cộng sự (2023) chia vai trò đóng góp của hạ tầng số với CĐS thành 4 mức độ từ thấp nhất là tiếp cận và sử dụng Internet đến sử dụng website, mạng xã hội và các công cụ chuyên biệt của thương mại điện tử; sử dụng hệ thống tích hợp thông minh và robot; và mức cao nhất là sử dụng công nghệ IoT, AI, Big data, Blockchain. Phát triển hạ tầng số cho CĐS, trong hạ tầng số, hạ tầng dữ liệu được đánh giá có tầm quan trọng bậc nhất (Ngô Lê & Thanh Phương, 2024). Chính vì vậy, Bộ TTTT kết luận hạ tầng số phải được ưu tiên đầu tư, hiện đại hóa và đi trước một bước để thúc đẩy CĐS quốc gia. Xác định yếu tố hạ tầng có ý nghĩa quyết định đến chất lượng, hiệu quả và sự bền vững của CĐS (Bộ Thông tin và Truyền thông, 2024).

Với vai trò vô cùng quan trọng của hạ tầng số đối với CĐS như vậy, nhưng cho đến nay các nghiên cứu vẫn chưa bao quát đầy đủ và đặc biệt chưa bắt kịp với sự thay đổi nhanh chóng của công nghệ số. Các nghiên cứu trên đều thiếu khung lý thuyết toàn diện, chủ yếu nghiên cứu tập trung vào các thành phần riêng lẻ như Cloud, IoT, 5G... mà chưa có mô hình tích hợp phản ánh đầy đủ các yếu tố cấu thành hạ tầng số, cũng như kết nối hạ tầng số với điều kiện văn hóa, kinh tế- xã hội địa phương. Một mô hình hạ tầng số như một hệ sinh thái tương tác giữa công nghệ- con người- thể chế-

môi trường thay cho một hạ tầng số chỉ là tập hợp các công nghệ đóng vai trò “nền tảng” trong chiến lược CĐS địa phương/quốc gia còn là khoảng trống.

3. Phương pháp nghiên cứu

Bài viết sử dụng phương pháp nghiên cứu phân tích và tổng hợp thông tin (trên cơ sở dữ liệu được thu thập bằng cách nghiên cứu tài liệu) kết hợp với phương pháp Foresight để xây dựng cấu trúc nền tảng cho CĐS. Phương pháp Max-Min được sử dụng để so sánh chỉ số CĐS (DTI) của tỉnh Vĩnh Phúc với 62 tỉnh thành phố khác. Phương pháp Z-Score được sử dụng để đo mức độ chênh lệch giữa các chỉ số DTI thành phần của tỉnh so với DTI trung bình cấp tỉnh do Bộ TTTT cung cấp.

Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu gồm cả dữ liệu thứ cấp và sơ cấp. Dữ liệu thứ cấp phần lớn được tìm kiếm trên mạng Internet gồm các công trình khoa học về CĐS đã được công bố trên thế giới và ở Việt Nam, các bài báo khoa học, các giải pháp ứng dụng CNTT của các tập đoàn công nghệ lớn trên thế giới như Google, NEOS Networks, Oracle, SA; các văn bản pháp luật của Việt Nam; các báo cáo CNTT của Bộ TTTT, Bộ KHĐT, và các báo cáo CNTT của tỉnh được cung cấp bởi tỉnh Vĩnh Phúc. Số liệu được sử dụng từ năm 2020 đến 2023.

Dữ liệu sơ cấp được thu thập bằng phương pháp phỏng vấn. Hoạt động phỏng vấn được thực hiện trong khoảng thời gian từ tháng 4 đến tháng 5/2024. Các cuộc phỏng vấn được tiến hành theo hai hình thức: gặp trực tiếp tại cơ quan làm việc của người được phỏng vấn (đối với cán bộ cấp tỉnh và một số cán bộ cấp huyện) và phỏng vấn qua điện thoại (chủ yếu với cán bộ cấp xã và một phần cấp huyện do điều kiện địa lý và thời gian). Tổng số 20 cán bộ CNTT đã trả lời phỏng vấn (cấp tỉnh 3 người (15%);

cấp huyện 12 người (60%); cấp xã 5 người (25%)).

Phòng vấn được xây dựng theo hướng bán cấu trúc gồm hai loại câu hỏi (đóng và mở). Câu hỏi đóng nhằm đánh giá về tình trạng cơ sở hạ tầng số (phần cứng, phần mềm, mạng, bảo mật, thực trạng kết nối và chia sẻ dữ liệu giữa các cấp, các ngành,...). Mỗi câu hỏi đóng có hai lựa chọn: (1) ít khả thi; (2) còn khả năng cải thiện. Câu hỏi mở nhằm tìm hiểu quan điểm và mức độ ủng hộ với các xu hướng công nghệ mới (điện toán đám mây, AI, dữ liệu lớn...) và đánh giá nguồn lực nhân sự CNTT tại địa phương (số lượng, trình độ, nhu cầu đào tạo) cũng như giải pháp phát triển nguồn nhân sự cho Tỉnh.

Cuối cùng, nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích thiết kế, triển khai hệ thống để xây dựng mô hình hạ tầng số cho tỉnh Vĩnh Phúc.

4. Đề xuất mô hình hạ tầng số cho tỉnh Vĩnh Phúc

Khung kiến trúc hạ tầng số gồm 8 trụ cột được xây dựng từ cơ sở lý thuyết được đặt trong bối cảnh của tỉnh Vĩnh Phúc với đặc điểm kinh tế chính trị, địa hình, dân số... và đặc biệt là chiến lược CĐS của Tỉnh.

4.1. Chiến lược chuyển đổi số của tỉnh Vĩnh Phúc

Để kiến tạo tương lai số, việc đẩy mạnh CĐS là chìa khóa then chốt, chính quyền Tỉnh đặt ra mục tiêu phải hoàn thiện các nền tảng số, tạo điều kiện cho chính quyền số vận hành đồng bộ, toàn diện, thống nhất và hiệu quả trên môi trường thực- số (Vĩnh Phúc, 2022). Đến năm 2030, hướng đến mục tiêu chính quyền số hoạt động hiệu lực, hiệu quả với việc ra quyết định quản lý dựa trên dữ liệu số và hệ thống dịch vụ

số. Kinh tế số, xã hội số phát triển nhanh chóng và bền vững, góp phần đưa Tỉnh vươn lên tầm cao mới. Hạ tầng số được xây dựng toàn diện với 100% CSDL dùng chung được kết nối, chia sẻ và tất cả thủ tục hành chính đủ điều kiện đều cung cấp trực tuyến mức độ 4 trên mọi nền tảng. Hệ thống mạng băng thông rộng di động và cố định được đầu tư, nâng cấp, hướng tới phủ sóng 5G cho 99% dân số và bảo đảm 100% hộ gia đình có thể tiếp cận cáp quang tốc độ trung bình 200 Mb/giây. Đồng thời, 100% cán bộ, công chức, viên chức được trang bị kỹ năng số cơ bản thông qua tập huấn và bồi dưỡng (Vĩnh Phúc, 2022).

4.2. Thực trạng hạ tầng số của tỉnh Vĩnh Phúc

Tỉnh Vĩnh Phúc gồm 9 đơn vị hành chính cấp huyện và 136 xã, phường, thị trấn, với đặc điểm nhân sự đa sắc tộc (41 dân tộc), địa hình đa dạng, đồi núi, đồng bằng nên kinh tế - xã hội chưa phát triển. Năm 2023, chỉ số hạ tầng số của Tỉnh tuy là một trong hai chỉ số tăng hạng (tăng 6 bậc so với năm 2022) nhưng vẫn xếp thứ 50. Trước tiên, nhóm tác giả đã đánh giá thực trạng này bằng cách sử dụng phương pháp Max-Min. Phương pháp Max-Min được áp dụng so sánh DTI của tỉnh Vĩnh Phúc với 62 tỉnh thành phố khác. Năm 2023, Đà Nẵng vẫn là tỉnh có chỉ số DTI cao nhất cả nước $Max = 0,834$, Bạc Liêu là tỉnh có chỉ số DTI thấp nhất $Min = 0,5208$. DTI chuẩn hóa Max-Min của Vĩnh Phúc tính theo công thức: $(DTI_{VinhPhuc} - DTI_{Min}) / (DTI_{Max} - DTI_{Min}) = (0,6353 - 0,5208) / (0,834 - 0,5208) = 0,3656$. $DTI_{Max-Min\ VinhPhuc} = 0,3656 < 0,5$ cho thấy mức độ CĐS của tỉnh Vĩnh Phúc đang thấp hơn nhiều so với mức độ trung bình của cả nước và nằm trong nhóm các tỉnh đang bị “bỏ lại phía sau” trong hành trình CĐS quốc gia. Tiếp theo, phương pháp Z-Score được sử dụng để đo mức độ

chênh lệch giữa các chỉ số DTI thành phần của tỉnh (Ủy ban Nhân dân tỉnh Vĩnh Phúc, 2024) so với DTI trung bình cấp tỉnh do (Bộ Thông tin và Truyền thông, 2024) công bố theo công thức $Z_Score = (X - \mu) / \sigma$ (trong đó: X là chỉ số DTI thành phần, μ là DTI trung bình cấp tỉnh, σ là độ lệch chuẩn). Cụ thể, kết quả tính toán Z-Score của 7 thành phần của trụ cột hạ tầng số DTI của tỉnh lần lượt là: -0,183; -0,045; -0,074; -0,254; -0,192; -0,226 và -0,435. Tất cả 7 hệ số Z-Score của 7 thành phần đều nhỏ hơn 0 cho thấy thực trạng hạ tầng số của tỉnh Vĩnh Phúc vẫn ở mức dưới trung bình, tuy vậy $|Z_Score|$ đều nhỏ hơn 2 nên các chỉ số là phù hợp không bị ngoại lai (outlier). Thành phần thứ 8 là “Nhân sự” do được đề xuất trên cơ sở tổng quan nghiên cứu, không có trong (Ủy ban Nhân dân tỉnh Vĩnh Phúc, 2024) nên chưa tính được hệ số Z-Score. Sau cùng, sử dụng kết hợp giữa hệ số Z_Score với kết quả phỏng vấn để đánh giá thực trạng: nếu một thiết bị/ứng dụng/dịch vụ (gọi chung là yếu tố) có hệ số $Z_Score < 0$ và kết quả phỏng vấn là “ít khả thi” thì đánh giá “0-Loại bỏ”; nếu một yếu tố có hệ số $Z_Score < 0$ và kết quả phỏng vấn là “còn khả năng cải thiện” thì đánh giá “1-Tái sử dụng”; nếu một yếu tố có hệ số $Z_Score < 0$ và kết quả phỏng vấn là “rất cần thiết” thì đánh giá “2- Đầu tư mới”. Kết quả, 100% người được phỏng vấn trong câu hỏi mở đánh giá một số yếu tố của hai thành phần “Điện toán đám mây”, “Công nghệ mới nổi” là “rất cần thiết”; và đánh giá thành phần nhân sự còn yếu, cần đào tạo ngay nguồn tại chỗ, cần bổ sung nguồn nhân sự chất lượng cao mới đảm bảo CDS thành công nên tác giả đề xuất mức “1 - Tái sử dụng”.

4.3. Đề xuất mô hình hạ tầng số cho tỉnh Vĩnh Phúc

Từ khung lý thuyết tổng thể, trên cơ sở đánh giá thực trạng và soi chiếu với chiến lược CDS của Tỉnh, tác giả đề xuất các yếu tố thuộc 08 thành phần được đưa vào mô hình hạ tầng số như Bảng 2, dựa trên nguyên tắc nếu yếu tố được đánh giá = 0 hoặc trong chiến lược không đề cập tới (bỏ trống) thì không đề xuất vào mô hình.

- Điện toán đám mây là công nghệ không thể thiếu trong hạ tầng số phục vụ CDS. Đám mây cung cấp dung lượng và dịch vụ linh hoạt cho các hoạt động CDS, cho phép người dùng triển khai ứng dụng tại nhiều địa điểm thực tế khác nhau với chi phí tiết kiệm.

- DC là nơi tập trung toàn bộ hệ thống mạng, hệ thống máy chủ phục vụ triển khai các hệ thống CNTT dùng chung trên địa bàn toàn Tỉnh. Hình thành hạ tầng số của tỉnh, ứng dụng các công nghệ tiên tiến, triển khai điện toán đám mây để xây dựng DC số theo hướng quản lý, vận hành, lưu trữ tập trung nhằm phát triển đô thị thông minh. Vì để thông minh được thì phải có dữ liệu mà DC của Tỉnh lại chưa kết nối với nền tảng điện toán đám mây của Chính phủ. Đề xuất xây dựng DC cụ thể như sau: củng cố, nâng cấp, bổ sung cơ sở hạ tầng viễn thông, hệ thống cấp nguồn điện, giám sát điện; hệ thống UPS; hệ thống chuyển mạch lõi hiện đại (công nghệ spine- leaf), hệ thống thu hồi nhiệt cho điều hòa chính xác; tủ rack chứa máy chủ... bảo đảm cho hoạt động ổn định liên tục, thông suốt của các hệ thống máy chủ, thiết bị mạng, hệ thống thông tin của Tỉnh. Sử dụng các công nghệ mới giúp nâng cao khả năng tự động hóa quản trị, vận hành theo hướng sử dụng phần mềm để quản lý mạng (software define network); các thiết bị có năng lực xử lý lớn, hỗ trợ nhiều giao diện kết nối 10/40G/100Gbps đến hệ thống máy chủ. Kết hợp các hệ quản trị cơ sở dữ liệu có cấu trúc như MySQL, SQL Server, Oracle,

Bảng 2. Các thành phần của hạ tầng số tỉnh Vĩnh Phúc

Tổng hợp từ lý thuyết			Tỉnh Vĩnh Phúc			
Thành phần	Nội dung	Z_Score	Thực trạng Kết quả phỏng vấn	Đánh giá	Chiến lược (Vĩnh Phúc, 2022)	Đề xuất vào mô hình
Điện toán đám mây	Kết nối Internet Lưu trữ đám mây	-0,183	Rất cần thiết	2	Tập trung phát triển	Có
Trung tâm dữ liệu (DC)	Máy chủ dữ liệu; trang thiết bị mạng để lưu trữ, xử lý và phân phối dữ liệu	-0,045	Còn khả năng cải thiện	1	Nâng cấp, mở rộng	Có
Phần cứng	Máy tính; điện thoại di động	-0,074			Nâng cấp, bổ sung	Có
	Phần cứng (OSH)		Ít khả thi	0		Không
	Phần mềm nền tảng, hệ điều hành		Còn khả năng cải thiện	1	Nâng cấp, bổ sung	Có
Phần mềm	SaaS- Software as a Service	-0,254	Rất cần thiết	2	Phát triển	Có
	Phần mềm nguồn mở (OSS)		Ít khả thi	0		Không
	Phần mềm ảo hóa					
	Mạng Internet; mạng vật lý; mạng ảo					
Mạng máy tính	Mạng cục bộ LAN; mạng diện rộng WAN	-0,192	Còn khả năng cải thiện	1	Nâng cấp, bổ sung	Có
	Hạ tầng mạng truy cập băng thông rộng					
Hệ thống an toàn mạng	Các giao thức và chuẩn kết nối	-0,226		1	Nâng cấp, bổ sung	Có
	Dữ liệu lớn; Internet of thing; Trí tuệ nhân tạo/Máy học; Mạng 5G/Kết nối biên		Rất cần thiết	2	Phát triển	Có
	Thực tế ảo (VR) & Thực tế tăng cường (AR)					
Công nghệ mới nổi	Blockchain					
	Web3/Metaverse; Deep Tech; Tính toán lượng tử; Thông tin sinh học	-0,435	Ít khả thi	0		Không
	Đồng hồ thông minh, lưới điện thông minh, ô tô tự hành					
	Hạ tầng viễn thông tích hợp với bản đồ số					
Nhân sự	Công dân số; kỹ năng số.		Yếu, cần bổ sung	1	Yếu tố trọng tâm	Có

Nguồn: Nhóm tác giả

Ghi chú: Thực trạng = 0 là bị loại bỏ; = 1 là tái sử dụng; = 2 là đầu tư mới

IBM DB2 và NoSQL như MongoDB, Cassandra, Elasticsearch... Các hệ thống phân tích dữ liệu lớn có thể sử dụng các công nghệ như Hadoop cho xử lý theo lô hoặc Spark cho xử lý, phân tích theo thời gian thực. Việc tổ chức dữ liệu lớn có

thể dựa trên các công nghệ như HDFS, Bigtable hoặc các cách tổ chức chuyên biệt công nghệ lớn như Google, Facebook, Amazon... Nâng cấp hệ thống sao lưu dự phòng, hình thành mô hình DC dự phòng thảm họa trên cơ sở tận dụng các thiết bị

máy chủ, thiết bị chuyên mạch, thiết bị bảo đảm an toàn thông tin, thiết bị sao lưu dự phòng triển khai theo hình thức thuê dịch vụ tại nhà cung cấp dịch vụ hạ tầng số.

- Phần cứng: đề xuất triển khai hạ tầng máy chủ, năng lực tính toán, không gian lưu trữ, sử dụng công nghệ điện toán đám mây riêng cho Tỉnh dựa trên giải pháp hạ tầng siêu hội tụ (HCI) để cung cấp hạ tầng như là một dịch vụ (IaaS) hướng đến triển khai nền tảng như dịch vụ (PaaS) và ứng dụng như dịch vụ (SaaS) đáp ứng việc cung cấp hạ tầng máy chủ ảo hóa, lưu trữ trên cloud để triển khai các ứng dụng chính quyền điện tử, chính quyền số và phát triển đô thị thông minh của Tỉnh.

- Phần mềm: các phần mềm nền tảng như CMS, ERP, CRM... từ các nhà cung cấp nổi tiếng như SAP, Salesforce, Oracle, Microsoft, IBM rất quan trọng để phục vụ hoạt động của chính quyền, người dân, tổ chức và DN.

- Mạng máy tính: đầu tư mới hệ thống mạng LAN cho các xã phường, thị trấn trong địa bàn tỉnh. Đầu tư trang thiết bị CTTT và truyền thông như máy tính, máy in, thiết bị mạng,... Nâng cấp hạ tầng viễn thông và Internet, vận hành thông suốt DC của tỉnh tới các sở, ban, ngành, địa phương.

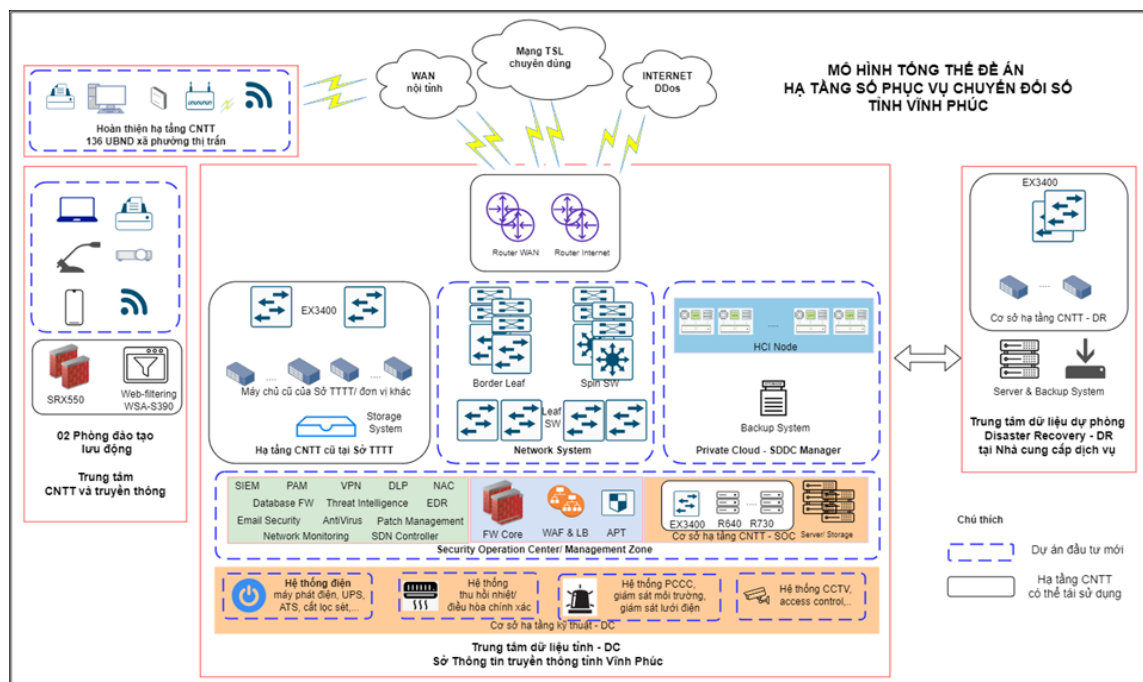
- Hệ thống an ninh: đề xuất cài đặt phần mềm đảm bảo an toàn an ninh cho 100% máy tính của các cơ quan nhà nước, bổ sung các thiết bị, giải pháp bảo mật như tường lửa, thiết bị cân bằng tải, giải pháp chống tấn công từ chối dịch vụ, phòng chống tấn công có chủ đích,...bổ sung phần mềm, ứng dụng về an toàn thông tin như đảm bảo an toàn cho máy chủ cơ sở dữ liệu, phần mềm giám sát an toàn thông tin tập trung, phòng chống thất thoát dữ liệu, giải pháp quản lý bản vá,... đồng thời tái sử dụng các thiết bị an toàn thông tin đã đầu tư như bộ chuyên mạch, tường lửa, thiết bị proxy caching/ web filtering, hệ thống bảo

mật thư điện tử,... nhằm nâng cao năng lực xử lý, giảm thiểu lỗi nghẽn mạng, nghẽn đường truyền và tăng cường các buổi diễn tập bảo mật an toàn an ninh thông tin, đáp ứng nhu cầu kết nối từ các cơ quan, đơn vị trong Tỉnh.

- Công nghệ mới nổi: đề xuất tăng cường ứng dụng AI trong hoạt động của chính quyền số; tập trung xây dựng Trung tâm Giám sát điều hành thông minh, công nghệ IoTs, dữ liệu lớn vào làm thay đổi cho hạ tầng số. Xây dựng hệ sinh thái phần cứng làm cơ sở phát triển cho các công nghệ như in 3D, rô-bốt, xe tự hành, nhà thông minh, y tế thông minh, công nghệ nông nghiệp, và dây chuyền sản xuất thông minh...

- Nhân sự: cần liên kết với các trường đại học để thiết kế các khóa học về kỹ năng số, mời các chuyên gia về hỗ trợ đào tạo, tạo điều kiện cho cán bộ học tập từ xa qua các nền tảng trực tuyến về chuyển đổi số, quản trị dữ liệu, an toàn thông tin, khai thác nền tảng công nghệ và ứng dụng CNTT trong quản lý hành chính; thành lập trung tâm chuyên sâu về đào tạo và nghiên cứu các công nghệ số phục vụ các ngành kinh tế mũi nhọn của Tỉnh, sử dụng các nền tảng AI và phân tích dữ liệu để dự báo nhu cầu nhân lực. Không chỉ dừng lại ở đào tạo nhân sự tại chỗ, tỉnh còn cần tạo môi trường làm việc hấp dẫn, hỗ trợ tài chính, và chính sách nhà ở để thu hút nhân sự chất lượng cao, tài trợ học bổng cho sinh viên tài năng quay lại phục vụ địa phương. Tỉnh cũng cần hợp tác với DN công nghệ lớn như tập đoàn như Viettel, FPT hay VNPT xây dựng CSDL số hóa về nguồn nhân lực của Tỉnh.

Như vậy, mô hình hạ tầng số phục vụ CDS của tỉnh Vĩnh Phúc được đề xuất như Hình 2. Mô hình hạ tầng số của tỉnh Vĩnh Phúc do nhóm tác giả đề xuất có những đặc điểm khác so với một số mô hình hạ tầng số đã được đề xuất cho các tỉnh khác ở Việt Nam.



Nguồn: Nhóm tác giả xây dựng

Hình 2. Mô hình hạ tầng số của tỉnh Vĩnh Phúc

Hà Nội và Hưng Yên đang triển khai mô hình hạ tầng số tập trung vào việc xây dựng chính quyền số và thành phố thông minh nên chỉ chú trọng hai thành phần chính là phần cứng và phần mềm. Bắc Kạn, Bắc Giang và Bình Phước, Quảng Bình thì tập trung vào phát triển hạ tầng viễn thông và hạ tầng dữ liệu nên cũng chủ yếu tập trung vào DC và mạng máy tính (Tran, 2023). Một số mô hình khác thì tập trung vào phát triển hạ tầng Internet và hạ tầng vật lý- số, chưa có mô hình hạ tầng số nào đã được đề xuất gồm cả 8 thành phần đồng bộ, thống nhất an toàn và bền vững (Nguyen, 2022; Ngô Lê & Thanh Phương, 2024, VietNam News, 2023).

Hạ tầng số có thể triển khai theo 3 giai đoạn. Giai đoạn 1- chuẩn bị nền tảng (2025- 2026) với mục tiêu hoàn thiện thể chế, chuẩn hóa hiện trạng, chuẩn bị hạ tầng và nguồn lực ban đầu. Giai đoạn 2- phát triển đồng bộ (2027- 2029) với mục tiêu xây dựng hạ tầng số hiện đại, liên thông, bảo mật, đáp

ứng các yêu cầu ứng dụng số diện rộng như đầu tư mở rộng DC, thuê dịch vụ đám mây chuyên nghiệp, áp dụng các công nghệ mới ảo hóa, AI hỗ trợ vận hành, phân tích dữ liệu lớn, xây dựng nền tảng tích hợp, chia sẻ dữ liệu cấp tỉnh, tăng cường ứng dụng IoT và cảm biến số trong nông nghiệp, môi trường, giao thông. Giai đoạn 3- khai thác và tối ưu hóa (2030- 2035) với mục tiêu hạ tầng số thông minh, tự động hóa, dẫn dắt chuyển đổi số bền vững.

5. Kết luận

Tóm lại, thực trạng đã chỉ rõ khoảng cách giữa tiềm năng và thực tế CDS tại tỉnh Vĩnh Phúc, nguyên nhân chính đó là Tỉnh chưa xây dựng được hạ tầng số phù hợp với thực trạng, điều kiện kinh tế, địa lý, văn hóa. Kết quả nghiên cứu đã chỉ rõ nguyên nhân, đề xuất được giải pháp hạ tầng số phù hợp nhằm đẩy mạnh quá trình CDS của Tỉnh. Hạ tầng số được đề xuất với chất lượng

cao có mạng băng rộng cố định đáp ứng quy chuẩn quốc gia về chất lượng dịch vụ với mục tiêu phổ cập được tới tất cả thôn, bản của Tỉnh. Việc triển khai hiệu quả mô hình này sẽ góp phần cải thiện mạnh mẽ môi trường đầu tư kinh doanh, nâng cao năng lực cạnh tranh của Tỉnh, đáp ứng sự hài lòng của người dân, DN và các tổ chức trên địa bàn, là công cụ hỗ trợ đắc lực cho việc triển khai chính quyền điện tử tiến tới chính quyền số và phát triển đô thị thông minh của tỉnh, đưa Vĩnh Phúc trở thành tỉnh phát triển số mạnh mẽ, hiện đại, văn minh, hướng tới sự phát triển bền vững. Để mô hình hạ tầng số hoạt động hiệu quả, tỉnh cần ưu tiên đầu tư hạ tầng nền tảng, phát triển nguồn nhân lực số, đặc biệt đội ngũ cán bộ quản lý và vận hành hệ thống, khuyến khích ứng dụng công nghệ mới (AI, IoT, Big data, Cloud, Blockchain),

xây dựng cơ chế chính sách khuyến khích đổi mới sáng tạo và thu hút DN công nghệ cùng tham gia quá trình CDS.

Mô hình hạ tầng số được đề xuất chủ yếu dựa trên nghiên cứu các mô hình lý thuyết và ý kiến chuyên gia, nhưng số lượng chuyên gia được phỏng vấn chưa nhiều, trình độ còn khá chênh lệch và mô hình cũng chưa được triển khai thực hiện để đánh giá hiệu quả cũng như rủi ro trong quá trình hoạt động. Một số những rủi ro có thể gặp phải khi triển khai mô hình có thể kể đến như vấn đề an toàn an ninh hay vấn đề thiếu hụt nhân sự chất lượng cao nên đây chính là hạn chế của nghiên cứu. ■

Lời thừa nhận/cảm ơn:

Nghiên cứu này được tài trợ bởi đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ năm 2024, mã số B2024-KHA-01.

Tài liệu tham khảo

- Ali, K., & Hassanein, E. (2017). A proposed framework for the organization readiness assessment of IT innovation adoption in e-government environment. *International Journal of Intelligent Computing and Information Sciences*, 17(3), 33-50. <https://doi.org/10.21608/ijicis.2017.8248>
- Bộ Chính trị. (2024). *Nghị quyết 57-NQ/TW về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia xác định tầm nhìn đến năm 2045*. <https://tulieuvankien.dangcongsan.vn/he-thong-van-ban/van-ban-cua-dang/ngphi-quyet-so-57-ngqtw-ngay-22122024-cua-bo-chinh-tri-ve-dot-pha-phat-trien-khoa-hoc-cong-nghe-doi-moi-sang-cao-va-chuyen-11162>
- Bộ Kế hoạch & Đầu tư. (2024). *Báo cáo thường niên chuyển đổi số doanh nghiệp*. <https://www.vcci.com.vn/an-pham/bao-cao-thuong-nien-doanh-nghiep-viet-nam-2022-2023>
- Bộ Thông tin và Truyền thông. (2024). *Báo cáo đánh giá xếp hạng mức độ chuyển đổi số (DTI) cấp tỉnh năm 2023*. <https://dti.gov.vn/>
- Bộ Thông tin và Truyền thông. (2024). *Quyết định số 1970/QĐ-BTTTT Phê duyệt đề án xác định chỉ số đánh giá mức độ chuyển đổi số doanh nghiệp và hỗ trợ thúc đẩy doanh nghiệp chuyển đổi số*. <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Doanh-nghiep/Quyết-dinh-1970-QĐ-BTTTT-2021-xac-dinh-Chi-so-danh-gia-muc-do-chuyen-doi-so-doanh-nghiep-497354.aspx>
- Bui, Q. (2017). Evaluating enterprise architecture frameworks using essential elements. *Communications of the association for information systems*, 41(1), 6. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.04106>
- Chengetanai, G. & Chikati, R. (2022). Key Pillars for Digital Transformation of the Developing World. In M. Zhou, G. Mahlangu, & C. Matsika (Eds.), *Digital Transformation for Promoting Inclusiveness in Marginalized Communities* (pp. 140-160). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3901-2.ch007>
- Chief Information Officers Council. (2016). *New Federal Cybersecurity Workforce Strategy Released*. <https://www.cio.gov/2016/07/18/cybersecurity-workforce-strategy.html>
- Chính phủ. (2020). *Quyết định 749/QĐ-TTg: Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030*. <https://chinhphu.vn/default.aspx?pageid=27160&docid=200163>
- Hansen, J. (2024). *The Six Pillars of Digital Strategy: A Comprehensive Guide*. <https://waypathconsulting.com/the-six-pillars-of-digital-strategy-a-comprehensive-guide>
- Ji, X., & Li, W. (2022). Digital transformation: a review and research framework. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 5(3), 21-27. <https://doi.org/10.54097/fbem.v5i3.1898>
- Michael, L.W. (2023, August 20). *Crucial Role of IT Infrastructure in Driving Digital Transformation*. <https://www.>

- [linkedin.com/pulse/crucial-role-security-driving-digital-transformation-woodson](https://www.linkedin.com/pulse/crucial-role-security-driving-digital-transformation-woodson)
- NEOS Networks. (2024). What is digital infrastructure? *Ethernet , Optical , Product Interest*. <https://neosnetworks.com/resources/blog/what-is-digital-infrastructure>
- Newman, D. (2018). *Understanding The Six Pillars Of Digital Transformation Beyond Tech*, Forbes Contributor. <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2018/05/21/understanding-the-six-pillars-of-digital-transformation-beyond-tech/?s>
- Nguyễn Mạnh Tuấn, Trương Văn Tú, & Lê Ngọc Thanh. (2022). Xây dựng mô hình hệ thống hỗ trợ quản trị Chuyển Đổi Số cho doanh nghiệp vừa và nhỏ tại Việt Nam. *Tạp chí Nghiên cứu Kinh tế và Kinh doanh Châu Á*, 32(7), 23–44; https://jabes.ueh.edu.vn/Home/SearchArticle?article_Id=8d460263-8497-4237-86e1-51ba055900dc
- Nguyen, T. H. (2022). E-Government Architecture in Developing Countries: a Case of Public Entities in Vietnam. *International Journal of EBusiness and EGovernment Studies*, 14(2), 35–56. <https://cbqt.vista.gov.vn/publication/e-government-architecture-in-developing-countries-a-case-of-public-entities-in-vietnam-lheonxonxyvkzhe.html>
- Ngô Lê, & Thanh Phương. (2024). *Phát triển hạ tầng số cho chuyển đổi số*. Báo Người lao động. <https://nld.com.vn/phat-trien-ha-tang-so-cho-chuyen-doi-so-196240220200100192.htm>
- SDIA. (2022). Definition for Digital infrastructure. *The Roadmap Toward Sustainable Digital Infrastructure*. <https://sdialliance.org/dictionary/digital-infrastructure>
- Sussan, F., & Acs, Z. J. (2017). The digital entrepreneurial ecosystem. *Small business economics*, 49(1), 55-73. <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9867-5>
- Trava. (2025). Digital Infrastructure: Definition and Why It's Important to Protect Your Company's Digital Infrastructure. *Cyber Risk Management*. <https://travasecurity.com/learn-with-trava/blog/digital-infrastructure-definition-and-why-its-important-to-protect-your-companys-digital-infrastructure/>
- Turchi, P. (2018). *The Digital Transformation Pyramid: A Business-driven Approach for Corporate Initiatives*. *Performance Improvement & Organization Transformation*. <https://www.thedigitaltransformationpeople.com/channels/the-case-for-digital-transformation/digital-transformation-pyramid-business-driven-approach-corporate-initiatives>
- Tran, T. L. (2023). Researching the Factors Influencing the Digital Transformation of Businesses in Quang Binh Province, Vietnam. *Open Journal of Business and Management*, 11(5). <https://doi.org/10.4236/ojbm.2023.115133>
- UNDP. (2023). *Digital Public Infrastructure*. https://www.undp.org/digital-public-infrastructure?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwjeuyBhBuEiwAJ3vuorNwR_EQf-pMQ9iRboluO86_fSBfFBWYGrqY9jzak86mo0o6DfSXBoCUD8QAvD_BwE
- Urbach, N., Röglinger, M., Kautz, K., Alias, R. A., Saunders, C., & Wiener, M. (Eds.). (2021). Mastering digital transformation for global business, 1st edn. *Digitalization cases*, 2. Cham: Springer, 1-15. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80003-1_1
- Ủy ban Nhân dân tỉnh Vĩnh Phúc. (2024). Báo cáo kết quả chuyển đổi số tỉnh Vĩnh Phúc năm 2023, Số 35-BC/UBND
- Vũ Thị Hải, Phí Thị Diễm Hồng, Trần Quang Trung, & Nguyễn Thanh Bắc. (2023). Thực trạng chuyển đổi số trong hợp tác xã nông nghiệp: Tình huống nghiên cứu ở Sơn La. *Tạp chí Kinh tế và Phát triển*. 307(2), 117-126; [https://ktpu.neu.edu.vn/Uploads/Bai%20bao/2023/So%20307\(2\)/380834.pdf](https://ktpu.neu.edu.vn/Uploads/Bai%20bao/2023/So%20307(2)/380834.pdf)
- VietNam News. (2023). *Bac Giang prioritises digital infrastructure development for digital tranformation*. <https://vietnamnews.vn/society/1635891/bac-giang-prioritises-digital-infrastructure-development-for-digital-transformation.html>
- Vĩnh Phúc. (2022). *Kế hoạch số 193/KH-UBND về Chuyển đổi số, phát triển chính quyền số, kinh tế số, xã hội số tỉnh Vĩnh Phúc đến năm 2025 và định hướng đến năm 2030*. https://vinhphuc.gov.vn/chinhquyendt/Lists/thoquan/View_Detail.aspx?ItemID=72
- World Bank. (2023). *Digital Infrastructure Boosts Resilience and Improves Lives in Rural Kosovo*. <https://www.worldbank.org/en/results/2022/04/11/digital-infrastructure-boosts-resilience-and-improves-lives-in-rural-kosovo>
- Yoon, D., Hyun, Y., & Kang, S. (2023). Digitalization: A Government - Driven, Infrastructure - First Approach. *Sustainable Development, Global Solutions Journal*, 9, 178-187; <https://www.global-solutions-initiative.org/wp-content/uploads/2025/03/Yoon-Hyun-Kang.pdf>
- Zaoui, F., & Souissi, N. (2021). A framework for a strategic digital transformation. In *2020 6th IEEE Congress on Information Science and Technology (CiSt)* (pp. 502-508). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CiSt49399.2021.9357314>