



NGHIÊN CỨU LỘ TRÌNH CHUYỂN ĐỔI SỐ NGÀNH THAN VIỆT NAM HƯỚNG ĐẾN PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Chu Thị Quế^{1,*}, Vũ Thị Duyên²

¹ Trường Đại học Điện lực, 235 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội, Việt Nam

² Trường Đại học Thành Đông, 3 Vũ Công Đán, Hải Phòng, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 07/8/2025

Ngày nhận bài sửa: 06/9/2025

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2025

^{1,*} Tác giả liên hệ:

Email: quect@epu.edu.vn

TÓM TẮT

Ngành than Việt Nam đóng vai trò then chốt trong đảm bảo an ninh năng lượng, song đang đối mặt với nhiều thách thức như chi phí khai thác tăng cao, nhập khẩu than gia tăng, yêu cầu giảm phát thải và nâng cao an toàn lao động. Chuyển đổi số (CĐS) được xem là giải pháp chiến lược nhằm tối ưu hóa sản xuất, giảm chi phí, hiện đại hóa quản trị và hướng tới phát triển bền vững. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp phân tích PEST và SWOT để đánh giá các yếu tố vĩ mô và nội tại tác động đến quá trình CĐS của ngành than Việt Nam. Kết quả cho thấy ngành có lợi thế về nguồn tài nguyên và vai trò chiến lược, nhưng còn hạn chế về công nghệ và nhân lực số. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất lộ trình CĐS ba giai đoạn: (i) xây dựng hạ tầng số và chuẩn hóa dữ liệu (2022–2025); (ii) tối ưu hóa và tự động hóa sản xuất (2025–2030); (iii) hình thành ngành công nghiệp thông minh dựa trên IoT, AI, Big Data, Blockchain và tự động hóa (sau 2030). Đồng thời, bài viết so sánh kinh nghiệm từ Trung Quốc, Australia, Indonesia và Nga để rút ra bài học cho Việt Nam: đặt mục tiêu rõ ràng theo quy mô nhỏ, ưu tiên tự động hóa các khâu nguy hiểm, xây dựng trung tâm điều hành số và đầu tư hạ tầng mạng công nghiệp. Các kết quả nghiên cứu có ý nghĩa khoa học và thực tiễn trong việc định hướng chuyển đổi số ngành than, góp phần bảo đảm an ninh năng lượng và thực hiện cam kết phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050.

Từ khóa: chuyển đổi số ngành than, phân tích PEST, SWOT, IoT, AI, Big Data, Blockchain, tự động hóa trong khai thác, phát triển bền vững.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngành công nghiệp than Việt Nam giữ vai trò chiến lược trong đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia, đặc biệt là cung cấp nhiên liệu cho sản xuất điện và các ngành công nghiệp nặng. Theo Bộ Công Thương, đến năm 2023 sản lượng khai thác than trong nước đạt khoảng 49 triệu tấn, đáp ứng gần 30% nhu cầu điện quốc gia. Tuy nhiên, ngành than đang đối mặt với nhiều thách thức: điều kiện địa chất ngày càng phức tạp, chi phí khai thác tăng, tỷ lệ nhập khẩu than lên tới trên 35 triệu tấn/năm; đồng thời chịu áp lực giảm phát thải khí nhà kính, bảo vệ môi trường và cạnh tranh ngày càng lớn từ năng lượng tái tạo (điện gió, điện mặt trời).

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam
Trong bối cảnh đó, chuyển đổi số (CĐS) trở thành yêu cầu cấp bách và mang tính sống còn. Việc áp dụng công nghệ số không chỉ giúp tối ưu hóa quy trình sản xuất, giảm chi phí, nâng cao an toàn lao động mà còn tạo điều kiện để ngành than phát triển bền vững, phù hợp với cam kết giảm phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050 của Chính phủ Việt Nam. Quyết định 55/QĐ-TTg [5] và Nghị quyết 22-NQ/ĐU (2022) [3] của Đảng ủy TKV đã xác định rõ CĐS là một trong những giải pháp trọng tâm để hiện đại hóa ngành than, tăng cường năng lực cạnh tranh và bảo đảm an ninh năng lượng.

Thực tiễn cho thấy Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã triển khai chiến lược “ba hóa” (cơ giới hóa – tự động hóa – tin học hóa), xây dựng trung tâm dữ liệu, áp dụng

ERP, hóa đơn điện tử, báo cáo thông minh (BI) và nhiều nền tảng quản trị số [2]. Tuy nhiên, mức độ sẵn sàng còn chưa đồng đều giữa các đơn vị; dữ liệu phân tán, hạ tầng CNTT và nhân lực số còn hạn chế, chi phí triển khai lớn. Những “điểm nghẽn” này đặt ra yêu cầu cấp thiết phải xây dựng lộ trình CDS thống nhất, có thứ tự ưu tiên, gắn trách nhiệm thực thi và cơ chế giám sát cải tiến liên tục [1].

Trong bối cảnh cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư (CMCN 4.0), việc ứng dụng các công nghệ như Internet vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI), dữ liệu lớn (Big Data), blockchain và tự động hóa vào khai thác – chế biến than không chỉ mang lại lợi ích về năng suất và chi phí, mà còn góp phần quan trọng vào mục tiêu phát triển bền vững, đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia. Chính vì vậy, nghiên cứu lộ trình CDS ngành than Việt Nam có ý nghĩa khoa học và thực tiễn to lớn, giúp định hướng triển khai cụ thể trong ngắn hạn, trung hạn và dài hạn [8], [9], [10].

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết

Chuyển đổi số (CDS) là quá trình tích hợp công nghệ số vào toàn bộ hoạt động quản trị và sản xuất – kinh doanh, tạo ra thay đổi căn bản trong phương thức vận hành, nâng cao hiệu quả và hướng tới phát triển bền vững. Trong ngành than, CDS không chỉ giúp gia tăng năng suất, giảm chi phí mà còn cải thiện an toàn lao động và giảm thiểu tác động môi trường. Chính phủ Việt Nam đã xác định CDS là giải pháp trọng tâm để hiện đại hóa ngành than [1], [4], [5].

Để đánh giá tác động của các yếu tố môi trường đến quá trình CDS trong ngành than, nghiên cứu này vận dụng hai công cụ phân tích phổ biến: PEST và SWOT.

□ **Phân tích PEST:** Xem xét tác động của bốn nhóm yếu tố vĩ mô – Chính trị (Political), Kinh tế (Economic), Xã hội (Social) và Công nghệ (Technological).

Chính trị: Chính phủ ban hành các chính sách khuyến khích ứng dụng công nghệ mới, giảm phát thải CO₂ và phát triển bền vững [4], [5], [10].

Kinh tế: Chi phí khai thác gia tăng do điều kiện địa chất phức tạp, tỷ lệ nhập khẩu than tăng nhanh từ 1,5 triệu tấn (2010) lên hơn 35 triệu tấn (2023) [7].

Xã hội: Ngành than sử dụng nhiều lao động trực tiếp, tiềm ẩn rủi ro tai nạn cao; áp dụng IoT và

giám sát thông minh có thể giảm thiểu 30% tai nạn trong vòng 5 năm

Công nghệ: TKV đã triển khai “ba hóa” (cơ giới hóa – tự động hóa – tin học hóa), Data Center, ERP, BI; tuy nhiên mức độ đồng bộ còn thấp [1], [3].

□ **Phân tích SWOT:** Giúp nhận diện điểm mạnh, điểm yếu, cơ hội và thách thức.

Điểm mạnh: Tài nguyên than trữ lượng lớn theo Quy hoạch năng lượng quốc gia; ngành đóng góp khoảng 3,5% GDP và giữ vai trò trọng yếu trong an ninh năng lượng [5], [7].

Điểm yếu: Công nghệ khai thác cơ giới hóa còn hạn chế ở nhiều mỏ, năng suất thấp; hạ tầng CNTT phân tán; nhân lực số chất lượng cao còn thiếu [1], [3].

Cơ hội: Hệ thống chính sách hỗ trợ nhu cầu năng lượng quốc gia tiếp tục gia tăng [5], [6], [9].

Thách thức: Áp lực cắt giảm phát thải theo cam kết COP26; cạnh tranh gay gắt từ năng lượng tái tạo; nguy cơ tụt hậu công nghệ nếu chậm đổi mới [8], [9], [10], [11].

Ngoài ra, CDS trong ngành than không thể tách rời ứng dụng các công nghệ tiên tiến: Internet vạn vật (IoT), Trí tuệ nhân tạo (AI), Dữ liệu lớn (Big Data), Blockchain và tự động hóa. Các công nghệ này hỗ trợ giám sát thời gian thực, tối ưu hóa khai thác, minh bạch chuỗi cung ứng, giảm rủi ro và chi phí, đồng thời cải thiện điều kiện làm việc [1], [2], [4], [9].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu kết hợp phương pháp phân tích định tính và định lượng mô tả. Dữ liệu thứ cấp được thu thập từ các nguồn trong nước [5], [7].

Tên cơ sở đó, phân tích PEST và SWOT được sử dụng để nhận diện động lực và rào cản trong quá trình CDS của ngành than Việt Nam. Ngoài ra, nghiên cứu tham chiếu kinh nghiệm từ Trung Quốc, Australia, Indonesia và Nga nhằm rút ra bài học phù hợp, từ đó đề xuất lộ trình CDS ba giai đoạn (ngắn hạn, trung hạn, dài hạn) gắn với thực tiễn của TKV và mục tiêu phát triển bền vững.

Chuyển đổi số trong ngành than không thể thiếu sự ứng dụng của các công nghệ tiên tiến như Internet of Things (IoT), Trí tuệ nhân tạo (AI), Blockchain, và tự động hóa. Những công nghệ này không chỉ giúp cải thiện hiệu quả sản xuất mà còn đóng vai trò quan trọng trong việc giảm thiểu rủi ro, tăng cường an toàn lao động và bảo vệ môi trường cụ thể được thống kê (Bảng 1).



Bảng 1. Thống kê các ứng dụng công nghệ tiên tiến góp phần CDS ngành than [1], [2], [3], [9].

STT	Công nghệ	Đặc điểm áp dụng
1	IoT (Internet of Things)	Công nghệ IoT cho phép kết nối và giám sát các thiết bị khai thác và hệ thống trong thời gian thực. IoT giúp theo dõi điều kiện làm việc trong mỏ, phát hiện sớm các sự cố và cải thiện an toàn lao động. Ngoài ra, IoT cũng có thể giúp tối ưu hóa quy trình khai thác, tăng cường khả năng dự báo và quản lý tài nguyên
2	AI (Trí tuệ nhân tạo)	AI giúp tối ưu hóa các quy trình khai thác thông qua phân tích dữ liệu lớn (Big Data), dự đoán và phân tích xu hướng khai thác trong môi trường thay đổi liên tục. AI còn hỗ trợ cải thiện quy trình bảo trì và giảm thiểu chi phí vận hành bằng cách tự động hóa các quyết định và quá trình sản xuất.
3	Blockchain	Blockchain sẽ tăng cường tính minh bạch trong quản lý chuỗi cung ứng, giúp theo dõi và ghi lại mọi giao dịch trong quá trình khai thác than một cách an toàn và không thể thay đổi. Điều này đặc biệt quan trọng trong việc bảo vệ tài nguyên và đảm bảo tính công bằng trong giao dịch.
4	Tự động hóa	Tự động hóa trong ngành than có thể giúp giảm sự can thiệp của con người trong các công đoạn nguy hiểm, nâng cao độ chính xác và hiệu quả trong khai thác. Việc sử dụng robot và hệ thống tự động hóa trong khai thác và chế biến than sẽ làm giảm chi phí và gia tăng hiệu quả sản xuất.

Các công nghệ này đều có vai trò quan trọng trong việc tạo ra một môi trường làm việc thông minh và bền vững, góp phần vào việc chuyển đổi số ngành than theo yêu cầu của Quyết định 55/QĐ-TTg của Chính phủ [5]. Việc ứng dụng các công nghệ này sẽ không chỉ giúp ngành than nâng cao năng suất mà còn giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và cải thiện điều kiện làm việc cho công nhân [1], [3].

Phương pháp nghiên cứu trong bài viết này chủ yếu là phân tích định tính kết hợp với các lý thuyết và mô hình thực tiễn từ các ngành công nghiệp khác có ứng dụng chuyển đổi số thành công [8]. Các tài liệu nghiên cứu được thu thập từ các báo cáo, nghiên cứu khoa học, và ý kiến

chuyên gia trong ngành. Phương pháp nghiên cứu sẽ bao gồm phân tích các yếu tố vĩ mô (PEST) và vi mô (SWOT), giúp đưa ra các khuyến nghị chiến lược cho ngành than Việt Nam trong quá trình chuyển đổi số.

2.3. Thực trạng ngành than Việt Nam

Trong giai đoạn 2010–2024, ngành than Việt Nam đã trải qua những thay đổi đáng kể về sản lượng khai thác, mức tiêu thụ nội địa và tỷ lệ nhập khẩu. Tính đến năm 2023, tổng sản lượng than khai thác trong nước đạt khoảng 49 triệu tấn, tăng nhẹ so với mức 44 triệu tấn của năm 2010, tương ứng với tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm khoảng 0,84% [7].

Bảng 2. Bảng tổng hợp thực trạng ngành than Việt Nam giai đoạn 2010–2024

Năm	Sản lượng khai thác (triệu tấn)	Tiêu thụ nội địa (triệu tấn)	Nhập khẩu (triệu tấn)	Tổng cung than (triệu tấn)	Tỷ trọng điện than (%)
2010	44,8	22	1,5	46,3	16
2011	45,2	23	2,2	47,4	17,1
2012	44,5	24,2	3	47,5	18,3
2013	41,3	25,6	5,1	46,4	20
2014	39,6	27,5	9,5	49,1	22,8
2015	37,8	30,1	13	50,8	25,3
2016	38,3	33,2	20,4	58,7	27,4
2017	39,6	36,5	25,8	65,4	28,7
2018	41,4	39,7	31,2	72,6	30,1
2019	44	43	38,1	82,1	30,5

Năm	Sản lượng khai thác (triệu tấn)	Tiêu thụ nội địa (triệu tấn)	Nhập khẩu (triệu tấn)	Tổng cung than (triệu tấn)	Tỷ trọng điện than (%)
2020	47,6	46,2	45,3	92,9	31
2021	48,6	49,3	51	99,6	31,5
2022	48,7	51,2	53,2	101,9	32
2023	49	52,5	55	104	32,5
2024	43,4	44	63,8	107,8	49,6

Nguồn: Tổng cục Thống kê, Vinacomin, IEA (2022–2024).

Số liệu cho thấy sản lượng khai thác than trong nước có xu hướng chững lại và giảm từ sau năm 2020, chỉ đạt 43,4 triệu tấn năm 2024 so với mức đỉnh gần 49 triệu tấn năm 2021–2023. Trong khi đó, lượng than nhập khẩu tăng rất nhanh, đạt 63,8 triệu tấn năm 2024, cao gấp gần 1,5 lần khai thác nội địa. Điều này phản ánh sự phụ thuộc ngày càng lớn của Việt Nam vào nguồn than nhập khẩu để đáp ứng nhu cầu năng lượng. Đồng thời, tỷ trọng điện than trong cơ cấu điện quốc gia duy trì ở mức cao (~50%), cho thấy than vẫn giữ vai trò chủ đạo trong an ninh năng lượng, song cũng tạo áp lực lớn đối với mục tiêu giảm phát thải và phát triển bền vững.

2.4. Nghiên cứu ứng dụng CDS ở các quốc gia khác nhau và bài học rút ra cho Việt Nam.

Trong bối cảnh cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang tác động mạnh mẽ tới mọi lĩnh vực, ngành công nghiệp khai thác than không ngoại lệ khi cần phải thích ứng với xu hướng chuyển đổi số (CDS) nhằm tăng cường hiệu quả sản xuất, bảo vệ môi trường và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động. Bảng 3 thống kê kinh nghiệm của các quốc gia khác đã áp dụng CDS trong ngành khai thác than như Trung Quốc, Úc, Indonesia và Nga có thể cung cấp những bài học quý giá cho Việt Nam trong quá trình chuyển đổi số của ngành này [4], [8], [11].

Bảng 3. Nghiên cứu ứng dụng CDS ở các quốc gia khác nhau

Quốc gia	Ứng dụng IoT và AI trong khai thác than	Công nghệ sử dụng	Tiết kiệm năng lượng hàng năm	Tiết kiệm chi phí	An toàn lao động	Tác động môi trường
Việt Nam	Bắt đầu triển khai IoT trong giám sát môi trường mỏ, khí metan, thông gió; ứng dụng AI trong phân tích dữ liệu sản xuất và quản lý thiết bị ở một số mỏ lớn.	Cơ giới hóa đồng bộ một số lò chợ hầm lò; tự động hóa khâu vận tải, bơm thoát nước, kiểm soát khí mỏ; áp dụng ERP, BI và trung tâm dữ liệu trong quản trị.	Bước đầu giảm tiêu hao năng lượng qua tối ưu vận hành thiết bị	Giảm chi phí vận hành nhờ cơ giới hóa và tối ưu quy trình ở các mỏ hiện đại; chi phí vẫn cao tại các đơn vị chậm đổi mới.	Tai nạn lao động có xu hướng giảm tại các mỏ áp dụng công nghệ giám sát và cơ giới hóa; tuy nhiên cần mở rộng đồng bộ toàn ngành.	Giảm phát thải bụi, khí mỏ và nước thải nhờ công nghệ xử lý, song vẫn còn áp lực lớn về CO ₂ ; cần đẩy mạnh áp dụng công nghệ xanh và năng lượng tái tạo hỗ trợ.
Trung Quốc	Ứng dụng rộng rãi tại các mỏ lớn, IoT và AI được triển khai	AI, IoT, Robot, Blockchain	Tiết kiệm lên đến 2 triệu kWh tại một số mỏ	Tiết kiệm khoảng 4 triệu RMB (~553.000 USD) mỗi năm tại các mỏ cụ thể	Giảm đáng kể tai nạn lao động nhờ giám sát và bằng IoT	Giảm phát thải CO ₂ với công nghệ tiên tiến, triển khai thu giữ carbon
Australia	Hệ thống AI và IoT tiên tiến được áp dụng tại các mỏ lớn	AI, IoT, Phân tích dự báo, Tính toán biên	Giảm thời gian chết và tiêu thụ năng lượng trong thiết bị	Cải thiện hiệu suất, giảm chi phí vận hành	Hệ thống AI giúp dự đoán và ngăn ngừa nguy cơ tai nạn lao động	Giảm phát thải nhờ tự động hóa và giám sát dữ liệu thời gian thực
Indonesia	Đang triển khai tại một số mỏ lớn	IoT, AI, Phân tích dữ liệu	Tiết kiệm năng lượng nhờ tối ưu hóa quy trình và khai thác	Giảm chi phí nhờ tối ưu hóa quy trình và giảm thiểu lãng phí	Tăng cường an toàn lao động nhờ giám sát và cảnh báo sớm	Giảm phát thải nhờ công nghệ sạch và quy trình tối ưu



Quốc gia	Ứng dụng IoT và AI trong khai thác than	Công nghệ sử dụng	Tiết kiệm năng lượng hàng năm	Tiết kiệm chi phí	An toàn lao động	Tác động môi trường
Nga	Đang thử nghiệm tại một số mỏ	AI, IoT, Hệ thống giám sát từ xa	Tiết kiệm năng lượng nhờ giám sát và điều khiển từ xa	Giảm chi phí nhờ tối ưu hóa quy trình và bảo trì dự đoán	Tăng cường an toàn lao động nhờ giám sát và cảnh báo sớm	Giảm phát thải nhờ công nghệ sạch và quy trình tối ưu

Nguồn: Tổng hợp từ các nghiên cứu về ứng dụng CDS trong ngành khai thác than ở Trung Quốc, Úc, Indonesia, Nga, và Việt Nam

Kinh nghiệm ứng dụng chuyển đổi số trong ngành khai thác than tại các quốc gia tiên phong cho thấy công nghệ số có thể mang lại những thay đổi căn bản về hiệu quả sản xuất, an toàn lao động và bảo vệ môi trường [9]. Tuy nhiên, điều quan trọng là phải lựa chọn giải pháp phù hợp với điều kiện thực tiễn của từng quốc gia.

Trung Quốc đã triển khai IoT, AI và blockchain ở quy mô rất lớn nhờ sở hữu các mỏ tập trung, đồng bộ. Việt Nam khó có thể áp dụng toàn diện mô hình này, nhưng có thể học tập cách sử dụng giám sát từ xa, điều khiển thông minh và blockchain trong chuỗi cung ứng để tăng minh bạch, giảm gian lận, và quản lý tốt hơn ở các mỏ lớn trọng điểm [8], [9].

Australia nổi bật với hệ thống tự động hóa và phân tích Big Data giúp dự báo và giảm sự cố. Đây là hướng đi phù hợp với Việt Nam trong việc ứng dụng AI để dự báo rủi ro địa chất, tai nạn và tối ưu hóa vận hành thiết bị, nhất là trong bối cảnh nhiều mỏ hầm lò còn tiềm ẩn nguy hiểm cao [8], [9].

Indonesia chú trọng đến tiết kiệm năng lượng và giảm lãng phí trong khai thác thông qua IoT và AI. Điều này gần với điều kiện của Việt Nam, bởi nhiều mỏ nhỏ và phân tán dễ gây thất thoát và tiêu hao. Việt Nam có thể học cách triển khai giám sát thông minh và cảnh báo sớm để nâng cao hiệu quả vận hành và giảm tổn thất năng lượng [8], [10].

Nga đang thử nghiệm AI và blockchain trong giám sát từ xa và quản lý chuỗi cung ứng. Đây là kinh nghiệm gợi ý cho Việt Nam trong việc tăng cường ứng dụng công nghệ ở khâu quản lý, điều phối và bảo trì dự đoán, đặc biệt hữu ích khi nguồn lực nhân lực số còn hạn chế [10], [11].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Lộ trình chuyển đổi số ngành than

1) Giai đoạn 1 (ngắn hạn, 2-3 năm):

Trong giai đoạn đầu của chuyển đổi số, ngành than cần tập trung vào việc xây dựng nền tảng hạ

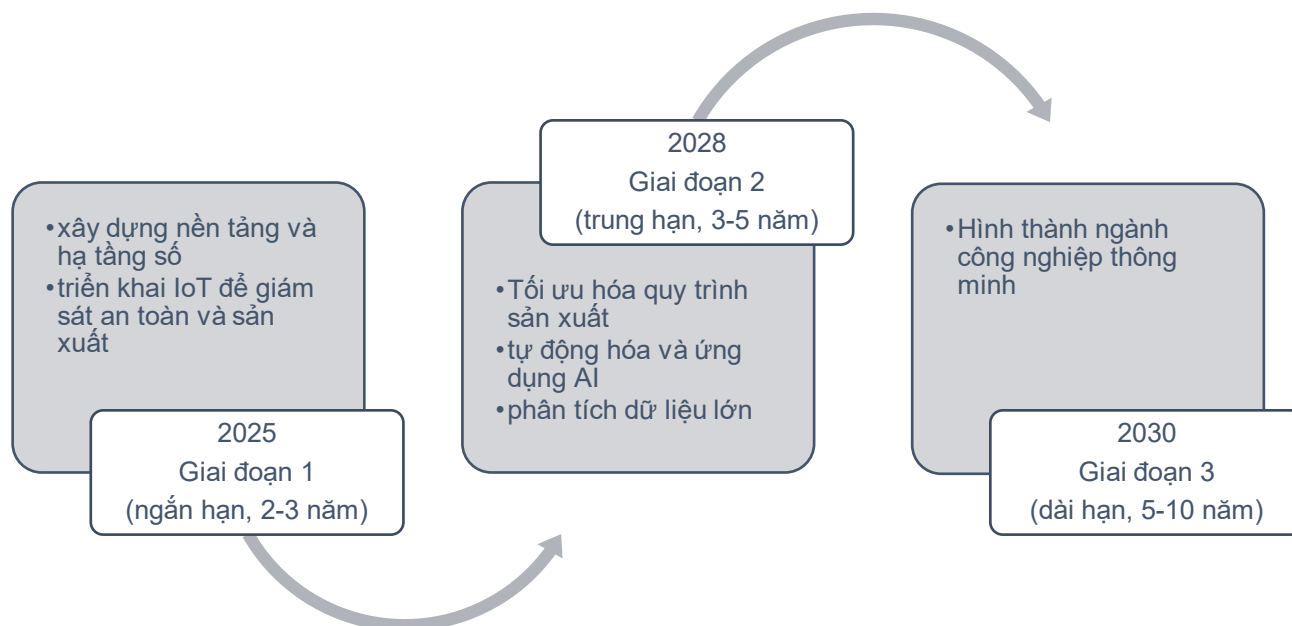
tầng số cơ bản và kết nối các hệ thống thông tin hiện có để đảm bảo sự liên kết giữa các bộ phận trong toàn bộ quy trình sản xuất. Một trong những mục tiêu quan trọng trong giai đoạn này là triển khai các công nghệ cơ bản như Internet of Things (IoT) để giám sát an toàn lao động và quá trình sản xuất. Cụ thể, IoT sẽ giúp theo dõi tình trạng của các thiết bị khai thác, phát hiện sự cố sớm và giảm thiểu tai nạn lao động. Mục tiêu là cải thiện hiệu quả sản xuất ngay từ những bước đầu tiên, đồng thời tăng cường khả năng kiểm soát quá trình khai thác và xử lý dữ liệu theo thời gian thực.

2) Giai đoạn 2 (trung hạn, 3-5 năm):

Trong giai đoạn này, ngành than sẽ tiến hành tối ưu hóa và tự động hóa các quy trình sản xuất nhằm nâng cao năng suất và giảm chi phí. Việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như Trí tuệ nhân tạo (AI) và Big Data sẽ cho phép phân tích và tối ưu hóa các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả khai thác, như điều kiện địa chất, chất lượng than và các yếu tố môi trường. Đồng thời, các quy trình tự động hóa sẽ giúp giảm thiểu sự can thiệp của con người, nâng cao độ chính xác trong việc quản lý chuỗi cung ứng và giảm thiểu các chi phí phát sinh trong quá trình khai thác và vận hành.

3) Giai đoạn 3 (dài hạn, 5-10 năm):

Trong giai đoạn cuối, mục tiêu của ngành than là chuyển mình thành một ngành công nghiệp thông minh và bền vững. Các công nghệ tiên tiến như robot hóa, blockchain, và công nghệ thu giữ carbon sẽ giúp ngành giảm thiểu phát thải CO₂ và tối ưu hóa hiệu quả trong việc bảo vệ môi trường. Blockchain sẽ mang đến sự minh bạch trong quản lý chuỗi cung ứng, trong khi robot hóa sẽ thay thế các công đoạn lao động nặng nhọc và giảm thiểu sự can thiệp của con người trong môi trường làm việc nguy hiểm. Các mô hình kinh tế tuần hoàn cũng sẽ được triển khai, giúp tối ưu hóa tài nguyên và giảm thiểu lãng phí trong toàn bộ chuỗi giá trị khai thác than.



Hình 1. Xây dựng lộ trình chuyển đổi số ngành than qua các giai đoạn

3.2. Thảo luận

Các công nghệ như IoT, AI, blockchain, và các công nghệ tự động hóa hiện đại không chỉ mang lại cơ hội tăng trưởng về năng suất và giảm chi phí trong ngành than, mà còn tạo điều kiện thuận lợi cho ngành phát triển bền vững trong dài hạn. Những công nghệ này giúp cải thiện khả năng giám sát, nâng cao độ chính xác trong quản lý, và giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường. Tuy nhiên, việc triển khai các công nghệ này đối mặt với một số thách thức quan trọng. Một trong những vấn đề lớn nhất là yêu cầu phát triển nhân lực số có khả năng làm chủ các công nghệ mới, đồng thời cải thiện hạ tầng công nghệ hiện có trong ngành. Điều này đòi hỏi sự phối hợp chặt chẽ giữa các cơ quan nhà nước, các doanh nghiệp, và các tổ chức nghiên cứu để tạo ra môi trường thuận lợi cho quá trình chuyển đổi số.

Hơn nữa, ngành than cần tập trung vào việc xây dựng một chiến lược đào tạo và phát triển nguồn nhân lực có trình độ cao trong các lĩnh vực công nghệ thông tin, tự động hóa và phân tích dữ liệu, từ đó đảm bảo rằng các công nghệ được triển khai có thể tối ưu hóa hiệu quả và bền vững trong dài hạn. Việc xây dựng chính sách hỗ trợ và khuyến khích đầu tư vào hạ tầng công nghệ sẽ là yếu tố

then chốt để đảm bảo sự thành công của quá trình chuyển đổi số trong ngành than Việt Nam.

4. KẾT LUẬN

➤ Chuyển đổi số trong ngành than không chỉ là xu hướng tất yếu mà còn là yêu cầu sống còn để nâng cao năng suất, giảm chi phí, đảm bảo an toàn và thực hiện cam kết phát thải ròng bằng "0" vào năm 2050. Kinh nghiệm từ các quốc gia như Trung Quốc, Úc, Indonesia và Nga cho thấy việc áp dụng IoT, AI, tự động hóa và blockchain mang lại hiệu quả rõ rệt về tối ưu hóa sản xuất, quản lý chuỗi cung ứng, cải thiện an toàn lao động và giảm phát thải môi trường;

➤ Đối với Việt Nam, các bài học rút ra bao gồm: (i) đặt mục tiêu chuyển đổi số phù hợp theo quy mô mỏ và điều kiện địa chất; (ii) ưu tiên tự động hóa các khâu nguy hiểm và triển khai giám sát thông minh để giảm thiểu rủi ro; (iii) xây dựng trung tâm điều hành số và hạ tầng dữ liệu đồng bộ; (iv) phát triển nguồn nhân lực số và cơ chế chính sách khuyến khích đầu tư công nghệ;

➤ Như vậy, chuyển đổi số sẽ là nền tảng để ngành than Việt Nam hiện đại hóa, nâng cao năng lực cạnh tranh, góp phần bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia và hướng tới phát triển bền vững trong kỷ nguyên công nghiệp 4.0.



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lê Minh Chuẩn, Nguyễn Trung Dũng, & Nguyễn Tiến Chinh. (2022). *Chiến lược ứng dụng công nghệ thông tin và chuyển đổi số đến năm 2030 của Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam*. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, (6-2022), 23–29.
- [2]. Nguyễn Văn Hưng, Nguyễn Đức Dũng, & Nguyễn Thị Thúy. (2023). *Ứng dụng công nghệ IoT trong giám sát khí mê-tan và an toàn lao động tại mỏ than hầm lò Việt Nam*. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, (5-2023), 45–51.
- [3]. Đảng ủy Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam. (2022). *Số 22-NQ/ĐU: Về thực hiện chuyển đổi số đến năm 2025, định hướng đến năm 2030*. Đảng ủy Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam.
- [4]. Phạm Văn Dương & Trần Minh Đức (2022). *Giải pháp ứng dụng IoT và AI trong tự động hóa sản xuất ngành than*. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Mỏ*, số 10-2022, tr. 60–66.
- [5]. Thủ tướng Chính phủ. (2023). *Số 55/QĐ-TTg: Phê duyệt Chiến lược phát triển ngành công nghiệp than Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045*. Thủ tướng Chính phủ.
- [6]. Thủ tướng Chính phủ. (2025). *Số 768/QĐ-TTg: Phê duyệt Điều chỉnh Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021–2030, tầm nhìn đến năm 2050*. Thủ tướng Chính phủ.
- [7]. Tổng cục Thống kê. (2024). *Báo cáo tổng hợp thống kê ngành than Việt Nam giai đoạn 2010–2023*. Tổng cục Thống kê.
- [8]. International Energy Agency (IEA). (2023). *Coal 2023: Analysis and forecast to 2028*. International Energy Agency.
- [9]. Deloitte Tohmatsu. (2022). *Tracking the trends 2022: The top 10 issues transforming the future of mining*. *Deloitte Insights*.
Retrieved from <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/energy-and-resources/articles/tracking-the-trends.html>
- [10]. World Bank. (2023). *Digital transformation and sustainable resource industries in emerging economies*. World Bank Publications.
- [11]. Невская, М. А., Тхи, К., & Тхи, Д. В. (2022). *Формирование и оценка сценариев развития угольной отрасли Вьетнама*. *Экономика и предпринимательство*, (3), 140–145.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo được hỗ trợ kinh phí từ đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường của Trường Đại học Điện lực, mã số ĐTKHCN.20/2024

RESEARCH ON DIGITAL TRANSFORMATION ROADMAP IN VIETNAM'S COAL INDUSTRY TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Que Thi Chu^{1,*}, Duyen Thi Vu²

¹ Electric Power University, 235 Hoang Quoc Viet, Hanoi, Vietnam.

² Thanh Dong University, 3 Vu Cong Dan, Hai Phong, Vietnam.

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 07/8/2025

Revised: 06/9/2025

Accepted: 15/9/2025

^{1,*}Corresponding author:

Email: quect@epu.edu.vn

ABSTRACT

Vietnam's coal industry plays a crucial role in ensuring national energy security, yet it is facing numerous challenges such as rising extraction costs, increasing coal imports, requirements for emission reduction, and the need to enhance occupational safety. Digital transformation (DX) is considered a strategic solution to optimize production, reduce costs, modernize management, and move towards sustainable development. This study employs PEST and SWOT analysis methods to assess both macro and internal factors influencing the digital transformation process of Vietnam's coal sector. The results show that the industry has advantages in terms of resource endowment and strategic role, but remains constrained by outdated technology and a shortage of digital human resources. Based on this, the study proposes a three-stage digital transformation roadmap: (i) building digital infrastructure and standardizing data (2022–2025); (ii) optimizing and automating production processes (2025–2030); and (iii) establishing a smart industry based on IoT, AI, Big Data, Blockchain, and automation (post-2030). At the same time, the paper compares experiences from China, Australia, Indonesia, and Russia to derive lessons for Vietnam: setting clear targets by mine scale, prioritizing automation in hazardous operations, establishing digital control centers, and investing in industrial network infrastructure. The findings hold both scientific and practical significance in guiding the coal sector's digital transformation, contributing to energy security assurance, and achieving the national commitment of net-zero emissions by 2050.

Keywords: coal industry, digital transformation, PEST analysis, SWOT analysis, IoT, AI, Big Data, Blockchain, automation in mining, sustainable development

@ Vietnam Mining Science and Technology Association