

ĐÁNH GIÁ SỰ THAY ĐỔI CỦA CÔNG NGHỆ KHAI THÁC Lò CHỢ TRONG CÁC MỎ HẦM Lò VÙNG THAN QUẢNG NINH GIAI ĐOẠN 2010 - 2025

Trần Văn Duyệt^{1*}, Nguyễn Mạnh Tường¹, Nguyễn Trọng Kế²

¹Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

²Công ty Xây Lắp Mỏ - TKV

*Email: tranvanduyet@qui.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo trình bày quá trình thay đổi công nghệ khai thác lò chợ trong các mỏ hầm lò vùng than Quảng Ninh giai đoạn 2010 - 2025 trong bối cảnh chuyển dịch từ khai thác lộ thiên sang hầm lò nhằm đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia. Nghiên cứu đã phân tích sự phát triển theo ba giai đoạn: (i) giai đoạn 2010 - 2015 với công nghệ khai thác chủ yếu thủ công và bán cơ giới hóa; (ii) giai đoạn 2016 - 2020 với bước đột phá cơ giới hóa đồng bộ; và (iii) giai đoạn 2021 - 2025 với xu hướng tự động hóa, số hóa và ứng dụng trí tuệ nhân tạo.

Kết quả cho thấy tỷ lệ cơ giới hóa tăng từ 2,8% lên khoảng 18,5%, năng suất lao động tăng trên 12%/năm, tỷ lệ tổn thất tài nguyên giảm xuống dưới 20%. Các công nghệ tiên tiến như giàn chống tự hành, máy khâu, cơ giới hóa hạng nhẹ và giàn mềm ZRY đã góp phần nâng cao hiệu quả khai thác trong điều kiện địa chất phức tạp. Đồng thời, việc ứng dụng hệ thống giám sát thông minh, cảm biến và AI đã cải thiện rõ rệt điều kiện an toàn lao động và khả năng điều hành sản xuất.

Bài báo cũng chỉ ra các thách thức khi khai thác xuống sâu như áp lực mỏ, khí mê-tan và chi phí đầu tư lớn, từ đó đề xuất các định hướng phát triển công nghệ phù hợp, hướng tới mô hình mỏ thông minh, hiện đại và bền vững trong tương lai.

Từ khóa: Công nghệ khai thác lò chợ; mỏ hầm lò; cơ giới hóa đồng bộ; cơ giới hóa hạng nhẹ; giàn mềm ZRY; chuyển đổi số; mỏ thông minh; an toàn lao động; vùng than Quảng Ninh.

1. TỔNG QUAN VỀ BỐI CẢNH VÀ CHIẾN LƯỢC PHÁT TRIỂN NGÀNH THAN VIỆT NAM

Trong cấu trúc an ninh năng lượng quốc gia của Việt Nam, ngành than luôn giữ vị trí nền tảng, đóng vai trò là nguồn cung chủ lực cho sản xuất điện và là đầu vào thiết yếu cho các ngành công nghiệp trọng điểm như xi măng, phân bón và hóa chất. Giai đoạn 2010 - 2025 đánh dấu một sự chuyển dịch mang tính lịch sử của vùng than Quảng Ninh, khi các mỏ lộ thiên dần cạn kiệt trữ lượng và các mỏ hầm lò trở thành nhân tố quyết định sản lượng khai thác của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV). Nghị quyết số 70 của Bộ Chính trị về bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia đã xác lập rõ tầm quan trọng của việc duy trì sản lượng khai thác ổn định, đồng thời yêu cầu ngành than phải thay đổi mạnh mẽ mô hình phát triển theo hướng bền vững và hiện đại [1].

Sự thay đổi về công nghệ khai thác lò chợ

trong giai đoạn này không đơn thuần là quá trình nâng cấp thiết bị mà là một cuộc cách mạng toàn diện nhằm ứng xử với những thách thức địa chất khắc nghiệt. Khi các mỏ ngày càng khai thác xuống sâu (dao động từ mức -300m đến mức -400m, và kế hoạch phát triển khai thác đến mức -500m), áp lực mỏ, nồng độ khí mê-tan và nước mỏ trở thành những rào cản kỹ thuật đối với công nghệ tiên tiến [2]. Việc đánh giá sự thay đổi công nghệ trong hơn một thập kỷ qua giúp nhận diện rõ lộ trình từ khai thác thủ công, bán cơ giới hóa đến cơ giới hóa đồng bộ và tiến tới tự động hóa, số hóa toàn diện tại các đơn vị mỏ vùng Quảng Ninh.

Trong giai đoạn 2010 - 2025, sản lượng khai thác toàn Tập đoàn duy trì ở mức bình quân trên 40 triệu tấn/năm, trong đó than hầm lò ngày càng chiếm tỷ trọng lớn, đạt từ 60% đến 70% tổng sản lượng [3, 4]. Sự tăng trưởng này được hỗ trợ bởi chiến lược "Mỏ xanh, hiện đại, sản

lượng cao, an toàn" mà TKV đã kiên trì theo đuổi [2]. Việc đầu tư vào công nghệ lò chợ đã trực tiếp giúp giảm tỷ lệ tổn thất tài nguyên

xuống dưới 20%, một chỉ số quan trọng thể hiện hiệu quả sử dụng tài nguyên quốc gia [5], xem Bảng 1.1.

Bảng 1.1. Chỉ số phát triển ngành than TKV giai đoạn 2010 – 2025

Chỉ số phát triển ngành than TKV	Giai đoạn 2010 - 2015	Giai đoạn 2016 - 2020	Giai đoạn 2021 - 2025
Tỷ lệ cơ giới hóa khai thác (%)	2,8% [4]	11% - 13% [6]	13,41% - 18,5% [7]
Tỷ lệ tổn thất tài nguyên hầm lò (%)	> 25%	20% - 23%	< 20% [5, 8]
Năng suất lao động tăng bình quân (%)	~ 5%	12% [9]	> 12% [5]

2. SỰ THAY ĐỔI VỀ CÔNG NGHỆ KHAI THÁC LÒ CHỢ TRONG CÁC MỎ HẦM LÒ VÙNG THAN QUẢNG NINH GIAI ĐOẠN 2010 - 2025

2.1. Hiện trạng công nghệ khai thác lò chợ giai đoạn 2010 - 2015

Vào đầu những năm 2010, diện mạo công nghệ khai thác tại các mỏ hầm lò Quảng Ninh vẫn còn mang nặng tính truyền thống. Theo thống kê tại thời điểm đó, tỷ lệ cơ giới hóa đồng bộ của toàn ngành chỉ đạt mức khiêm tốn 2,8% [4]. Phần lớn các lò chợ vẫn áp dụng phương pháp khoan nổ mìn để phá than, sau đó bốc xúc lên máng cào thủ công. Công nghệ chống giữ gương lò chủ yếu dựa vào cột thủy lực đơn kết hợp với xà khớp hoặc giá thủy lực di động loại nhẹ.

Mặc dù các loại giá thủy lực như giá khung, giá xích đã thay thế dần cột gỗ, nâng cao đáng kể mức độ an toàn so với giai đoạn trước đó, nhưng năng suất lao động vẫn ở mức thấp. Việc khai thác thủ công khiến công nhân phải làm việc trực tiếp tại gương lò trong điều kiện chật hẹp, bụi bặm và tiềm ẩn nhiều nguy cơ rủi ro về đổ lở vách đá. Các mỏ trong giai đoạn này mới chỉ bắt đầu khai thác ở các tầng mức nông trên mức -250, nơi áp lực mỏ chưa thực sự phức tạp như hiện nay [10].

Thách thức lớn nhất của giai đoạn này là sự thiếu hụt về vốn đầu tư và kinh nghiệm vận hành thiết bị hiện đại. Nhiều đơn vị mỏ dù muốn chuyển đổi công nghệ nhưng lại lo ngại về tính tương thích giữa thiết bị nhập khẩu và điều kiện địa chất biến đổi mạnh của bể than Đông Bắc [4]. Tuy nhiên, những thành công bước đầu tại lò chợ bán cơ giới hóa mỏ Khe Chàm năm 2002 và lò chợ cơ giới hóa đồng bộ đầu tiên năm 2005 đã tạo tiền đề để TKV xây dựng các đề án cơ giới hóa quy mô lớn hơn cho giai đoạn tiếp

theo [11].

2.2. Hiện trạng công nghệ khai thác lò chợ giai đoạn 2016 - 2020

Giai đoạn 2016 - 2020 được xem là thời kỳ bứt phá của công nghệ cơ giới hóa tại Quảng Ninh. Quyết định số 403/QĐ-TTg phê duyệt Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, tầm nhìn đến 2030 đã tạo ra hành lang pháp lý và động lực quan trọng để các doanh nghiệp đầu tư đổi mới công nghệ [12]. Trong thời gian này, TKV đã đưa vào vận hành 10 đến 11 dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ tại các mỏ chủ lực vùng Quảng Ninh [6].

Sự thay đổi rõ rệt nhất là việc đa dạng hóa các dây chuyền công nghệ để phù hợp với từng điều kiện vỉa cụ thể thay vì áp dụng một mô hình duy nhất, xem Bảng 2.1. Các loại hình công nghệ chính bao gồm:

1. Cơ giới hóa đồng bộ khâu lớp trụ, hạ trần thu hồi than nóc: Áp dụng cho các vỉa dày thoải. Các đơn vị đi đầu như Than Hà Lâm, Vàng Danh, Núi Béo và Mông Dương đã triển khai thành công, giúp tăng sản lượng lò chợ lên gấp 1,5 đến 2 lần so với phương pháp truyền thống. Đặc biệt, mỏ Hà Lâm đã đạt công suất đã đưa vào hoạt động lò chợ cơ giới hóa với công suất 1,2 triệu tấn/năm, đây một kỷ lục của ngành than hầm lò Việt Nam tại thời điểm đó [6].

2. Cơ giới hóa đồng bộ khâu hết chiều dày vỉa: Sử dụng máy khâu kết hợp giàn chống tự hành cho các vỉa dày trung bình. Công nghệ này được vận hành ổn định tại Than Khe Chàm, Dương Huy và Quang Hanh [6]. Việc máy khâu thực hiện toàn bộ quá trình cắt than và nạp lên máng cào đã giúp loại bỏ hoàn toàn khâu khoan nổ mìn tại gương lò, giảm thiểu bụi và khí độc.

3. Tổ hợp khai thác vỉa dốc đứng: Việc đưa vào sử dụng tổ hợp 2ANSH tại Than Ông Bí

cho các vỉa dày trung bình, dốc đứng là một bước tiến kỹ thuật quan trọng, giải quyết bài toán khai thác tại những khu vực có độ dốc cao

mà các loại giàn chống tự hành thông thường không thể hoạt động [6].

Bảng 2.1. Kết quả tính toán các thông số thiết kế

Loại hình công nghệ cơ giới hóa	Mô áp dụng tiêu biểu	Đặc điểm vỉa	Hiệu quả sản lượng (tấn/năm)
Khẩu lớp trụ, thu hồi than nóc	Hà Lâm, Vàng Danh, Mông Dương	Vỉa dày, thoải	600.000 - 1.000.000 [6]
Khẩu hết chiều dày vỉa	Khe Châm, Dương Huy, Quang Hanh	Vỉa dày trung bình	300.000 - 450.000 [6]
Tổ hợp 2ANSH	Uông Bí	Vỉa dốc đứng	150.000 - 200.000 [14]
Giàn mềm ZRY	Nhiều đơn vị (18 dây chuyền)	Vỉa dốc	Giảm tổn thất 1,5-2,5 lần [7]

2.3. Hiện trạng công nghệ khai thác lò chợ giai đoạn 2021 – 2025

Giai đoạn 2021 - 2025 không chỉ chứng kiến sự thay đổi về phần cứng (thiết bị khai thác) mà còn là sự bùng nổ của phần mềm (hệ thống điều khiển và dữ liệu). TKV đã xác định khoa học công nghệ và chuyển đổi số là "chìa khóa" để tăng trưởng ổn định và bền vững [2].

2.3.1. Công nghệ cơ giới hóa hạng nhẹ và giàn mềm ZRY

Từ năm 2021 đến nay, ngành than Quảng Ninh đã chuyển hướng sang tinh chỉnh các mô hình cơ giới hóa để tăng tính linh hoạt. Khái niệm "cơ giới hóa hạng nhẹ" ra đời nhằm đáp ứng nhu cầu tại các vỉa than có điều kiện địa chất phức tạp, diện khai thác nhỏ hoặc trữ lượng không quá lớn mà các bộ thiết bị hạng nặng khó có thể tiếp cận hiệu quả [11].

a) Công nghệ cơ giới hóa hạng nhẹ: Nghiên cứu điển hình tại Công ty Cổ phần Than Mông Dương

Mỏ Mông Dương là đơn vị tiên phong trong việc áp dụng dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ hạng nhẹ tại vỉa L7. Kết quả cho thấy sản lượng trung bình đạt 21.686 tấn/tháng (tương đương khoảng 260.000 tấn/năm), gấp 1,5 lần so với lò chợ sử dụng giá thủy lực di động trong cùng điều kiện. Điểm nổi bật của công nghệ này là khả năng thích ứng với góc dốc lên đến 35 độ và chiều dày vỉa biến đổi từ 2,76m đến 6,6m.

Thiết bị chính của dây chuyền hạng nhẹ bao gồm giàn chống ZF3000/15/24 và máy khẩu MG160/380-WD. Trọng lượng và kích thước của các thiết bị này nhỏ gọn hơn nhiều so với các bộ giàn chống hạng nặng, cho phép vận

chuyển và lắp đặt trong các đường lò có tiết diện từ 6,5 đến 9,0 m², giúp giảm đáng kể chi phí đào lò mở rộng. Năng suất lao động trực tiếp đạt trung bình 19,5 tấn/công, cao gấp 2 lần so với lò chợ thủ công, đồng thời giảm số lượng nhân công vận hành xuống chỉ còn khoảng 84 người cho một ngày đêm sản xuất [11].

b) Công nghệ giàn mềm ZRY cho vỉa dốc đến dốc đứng

Đối với các vỉa dốc đến dốc đứng, nơi mà khai thác bằng khoan nổ mìn thường gây ra tổn thất tài nguyên rất lớn, TKV đã đưa vào áp dụng 18 dây chuyền giàn mềm ZRY. Công nghệ này sử dụng các tấm giàn thép linh hoạt nối với nhau, có khả năng tự trượt theo độ dốc của vỉa than để chống giữ vách. Việc áp dụng ZRY đã giúp giảm tổn thất than từ 1,5 đến 2,5 lần so với các công nghệ cũ, đồng thời đảm bảo an toàn tối đa cho công nhân khai thác trong điều kiện làm việc cực kỳ khó khăn [7].

2.3.2. Tự động hóa các dây chuyền sản xuất

Đến cuối năm 2024 và dự kiến năm 2025, công tác tự động hóa đã đạt được những kết quả cụ thể tại nhiều đơn vị mỏ. Hiện tại, 100% các đơn vị khai thác đã thiết lập phòng điều hành tập trung để giám sát toàn bộ hoạt động trong hầm lò và trên mặt bằng. Các khâu phụ trợ quan trọng như trạm bơm nước mỏ, trạm quạt gió, trạm nén khí và hệ thống điện đã được tự động hóa với tỷ lệ từ 53% đến 70% [7].

Tại các mỏ như Than Nam Mấu, hệ thống vận tải đã được hiện đại hóa toàn diện. 100% lượng than vận chuyển qua giồng nghiêng được thực hiện bằng băng tải thay cho phương thức vận tải goòng thủ công. Việc kết hợp băng tải tự

động với hệ thống chờ người, monoray sử dụng đầu tàu diesel đã giúp giảm đáng kể thời gian đi lại và sức lao động cho thợ mỏ, từ đó nâng cao thời gian làm việc hữu ích tại gương lò [7].

2.3.2. Chuyển đổi số và áp dụng trí tuệ nhân tạo AI

Công ty Than Thống Nhất là ví dụ điển hình cho việc xây dựng lộ trình mô thông minh giai đoạn 2025 - 2030. Đơn vị này dự kiến đầu tư hơn 300 tỷ đồng cho 30 sáng kiến chuyển đổi số, tập trung vào việc lấy "An toàn và Năng suất" làm mục tiêu cốt lõi [13]. Các giải pháp bao gồm:

- Camera AI: Giám sát 80% các khu vực nguy cơ cao trong hầm lò để nhận diện sớm các dấu hiệu mất an toàn và hành vi vi phạm quy trình của công nhân [13].
- Hồ dữ liệu (Data Lake): Xây dựng trực tích hợp dữ liệu để đồng bộ hóa toàn bộ thông tin sản xuất - kinh doanh, giúp lãnh đạo mỏ đưa ra quyết định dựa trên số liệu thực tế thay vì cảm tính [13].
- Giám sát thời gian thực: Dữ liệu về nồng độ khí mỏ, áp lực vách và trạng thái thiết bị được truyền trực tiếp về trung tâm điều hành, cho phép phản ứng tức thời với các tình huống khẩn cấp [13].

2.4. Đánh giá hiệu quả kinh tế - kỹ thuật và an toàn lao động

Sự thay đổi công nghệ trong giai đoạn 2010 - 2025 đã mang lại những giá trị thặng dư to lớn cho ngành than Quảng Ninh, xem Bảng 2.2. Hiệu quả này không chỉ nằm ở sản lượng mà còn ở việc tối ưu hóa chi phí vận hành và bảo vệ nguồn tài nguyên quý giá của đất nước.

Bảng 2.2. Sự thay đổi công nghệ trong giai đoạn 2010 - 2025

Chỉ tiêu kỹ thuật	Công nghệ cũ (2010)	Công nghệ mới (2025)	Tác động
Phương thức phá than	Khoan nổ mìn thủ công	Máy khâu, máy bào	Tăng tốc độ đào lò và khai thác.
Chống giữ gương	Cột đơn, xà khớp	Giàn chống tự hành	Gia tăng an toàn khi khai thác tại lò chợ.
Vận tải trong mỏ	Goòng, xe kíp thủ công	Băng tải, Monoray	Giảm 25-30% lao động thủ công [7]
Giám sát an toàn	Kiểm tra định kỳ	Cảm biến, Camera AI	Cảnh báo rủi ro thời gian thực

2.4.1. Hiệu quả sử dụng tài nguyên

Việc áp dụng cơ giới hóa đồng bộ, đặc biệt là công nghệ thu hồi than nóc, đã giúp nâng cao hệ số thu hồi than đạt trên 80%. Tỷ lệ tổn thất tài nguyên toàn ngành đã giảm từ mức trên 25% trong giai đoạn trước 2015 xuống còn dưới 20% trong giai đoạn hiện nay. Điều này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong bối cảnh trữ lượng than để khai thác đang ngày càng cạn kiệt. Mỗi phần trăm tài nguyên tiết kiệm được tương đương với hàng trăm nghìn tấn than chất lượng cao được đưa vào phục vụ nền kinh tế thay vì bị bỏ lại trong lòng đất.

2.4.2. Năng suất lao động và giá trị kinh tế

Năng suất lao động tính theo giá trị tăng bình quân đạt hơn 12%/năm trong suốt giai đoạn 2015 - 2024. Tổng sản lượng khai thác toàn ngành từ năm 2011 đến 2020 đạt trên 435 triệu tấn, duy trì ổn định bất chấp những biến động của thị trường than thế giới và ảnh hưởng của đại dịch. Doanh thu của TKV đạt mốc kỷ lục 175.000 tỷ đồng vào năm 2024, cho thấy sức mạnh tài chính vượt trội được xây dựng trên nền tảng công nghệ hiện đại [8].

2.4.3. An toàn và điều kiện làm việc

Sự thay đổi công nghệ đã trực tiếp làm giảm cường độ lao động cho thợ mỏ. Thay vì phải dùng búa chèn, vác cột gỗ hay xúc than bằng xẻng, công nhân hiện nay chủ yếu vận hành các thiết bị thông qua hệ thống điều khiển thủy lực và điện tử. Việc cải thiện điều kiện làm việc và môi trường mỏ (giảm bụi, tiếng ồn, nhiệt độ nhờ hệ thống thông gió tự động) đã giúp ngành than trở nên hấp dẫn hơn đối với lực lượng lao động trẻ, góp phần giải quyết bài toán thiếu hụt nhân lực ngành mỏ.

3.1. Những thách thức khi khai thác xuống

3. THẢO LUẬN

sâu và giải pháp công nghệ

Mặc dù công nghệ đã có những bước tiến dài, nhưng ngành than Quảng Ninh vẫn đang phải đối mặt với những thách thức mới khi khai thác xuống sâu. Ví dụ: Mỏ Mạo Khê hiện đang khai thác ở mức -230m và chuẩn bị cho các diện mức -400m [2].

3.1.1. Áp lực mỏ và nguy cơ khí mê-tan

Càng xuống sâu, áp lực đất đá càng lớn, dễ gây ra các hiện tượng biến dạng đường lò và lún giàn chống. Tại những khu vực vách trụ yếu, việc di chuyển bộ giàn chống đồng bộ trở nên khó khăn, đòi hỏi các giải pháp kỹ thuật hỗ trợ như kê chèn để giàn hoặc sử dụng cột thủy lực đơn để trợ lực. Đồng thời, nguy cơ cháy nổ khí mê-tan trở nên hiện hữu hơn bao giờ hết, đặc biệt tại các mỏ "siêu hạng" về khí như Mạo Khê.

3.1.2. Chi phí đầu tư và năng lực vận hành

Một thách thức không nhỏ là nguồn vốn đầu tư cho cơ giới hóa rất lớn, trong khi điều kiện địa chất Quảng Ninh thường xuyên biến đổi, khiến hiệu quả đầu tư tại một số mỏ chưa đạt như kỳ vọng ban đầu. Ngoài ra, việc làm chủ các công nghệ điều khiển thông minh đòi hỏi đội ngũ cán bộ kỹ thuật và công nhân phải được đào tạo bài bản.

3.2. Phân tích xu hướng và các mối quan hệ nguyên nhân - kết quả

Sự thay đổi công nghệ tại vùng than Quảng Ninh không diễn ra một cách ngẫu nhiên mà tuân theo các quy luật kinh tế và kỹ thuật rõ rệt. Có thể thấy một mối quan hệ nhân quả trực tiếp giữa việc sụt giảm sản lượng than lộ thiên và sự gia tăng đầu tư cho công nghệ hầm lò. Khi diện sản xuất lộ thiên bị thu hẹp, TKV buộc phải đẩy nhanh tiến độ các dự án hầm lò xuống sâu như một giải pháp thay thế tất yếu để duy trì an ninh năng lượng.

Việc chuyển dịch từ cơ giới hóa hạng nặng sang cơ giới hóa hạng nhẹ là sự phản ứng nhanh của TKV nhằm thích nghi và ứng xử trước sự biến động của đk địa chất và kỹ thuật. Sau một thời gian áp dụng các bộ thiết bị lớn từ nước ngoài gặp khó khăn do địa chất đứt gãy, các nhà khoa học mỏ Việt Nam đã nhận ra rằng "linh hoạt" mới là yếu tố tiên quyết. Sự thành

công của mô hình tại Mông Dương chính là kết quả của quá trình tư duy lại về quy mô và tính tương thích của thiết bị.

Về mặt xã hội, việc áp dụng công nghệ tự động hóa không chỉ là để tăng năng suất mà còn là một phản ứng trước xu hướng giảm dần nguồn cung lao động phổ thông. Khi xã hội phát triển, thợ mỏ yêu cầu điều kiện làm việc tốt hơn và an toàn hơn. Do đó, việc đầu tư vào "Mỏ thông minh" và "Mỏ xanh" chính là cách để ngành than tồn tại và phát triển trong bối cảnh cạnh tranh lao động hiện đại.

3.3. Tầm nhìn chiến lược đến năm 2045

Nhìn lại giai đoạn 2010 - 2025, công nghệ khai thác lò chợ tại các mỏ hầm lò vùng than Quảng Ninh đã trải qua một hành trình đổi mới toàn diện và sâu sắc. Từ những lò chợ thủ công năng suất thấp, ngành than đã tiến lên làm chủ các dây chuyền cơ giới hóa đồng bộ hiện đại, đạt sản lượng hàng triệu tấn/năm và bước đầu triển khai các mô hình điều khiển thông minh.

Tầm nhìn đến năm 2045, ngành than sẽ tiếp tục đẩy mạnh tái cấu trúc theo hướng hiện đại, thân thiện với môi trường, đóng góp vào mục tiêu phát triển bền vững của quốc gia. Các mỏ sản lượng thấp sẽ được liên thông thành các mỏ sản lượng lớn để tối ưu hóa hạ tầng và công nghệ. Xu hướng số hóa và AI sẽ không còn là thử nghiệm mà trở thành tiêu chuẩn vận hành bắt buộc tại tất cả các mỏ hầm lò. Với những thành tựu đã đạt được, ngành than Quảng Ninh hoàn toàn có khả năng vượt qua những thách thức về độ sâu và địa chất để tiếp tục giữ vững vị thế là trụ cột năng lượng của Việt Nam trong nhiều thập kỷ tới.

Số liệu và nhận định trong báo cáo này đều dựa trên thực tế triển khai tại các đơn vị thành viên của TKV, cho thấy một bức tranh sinh động về sự nỗ lực không ngừng của đội ngũ thợ mỏ và các nhà khoa học trong việc chinh phục tài nguyên than hầm lò của đất nước. Việc duy trì đổi mới công nghệ này chính là chìa khóa để đảm bảo sự thịnh vượng và an ninh của đất nước trong bối cảnh mới.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã khẳng định rằng giai đoạn

2010 - 2025 là thời kỳ chuyển đổi sâu sắc của công nghệ khai thác lò chợ tại các mỏ hầm lò vùng than Quảng Ninh, từ phương pháp thủ công sang cơ giới hóa và tiến tới tự động hóa, số hóa. Sự đổi mới này đã mang lại hiệu quả rõ rệt về kinh tế, kỹ thuật và an toàn lao động, thể hiện qua việc gia tăng năng suất, giảm tổn thất tài nguyên và cải thiện điều kiện làm việc cho người lao động.

Việc lựa chọn và phát triển các mô hình công nghệ phù hợp với điều kiện địa chất, đặc biệt là cơ giới hóa hạng nhẹ và các giải pháp linh hoạt, đã chứng minh tính hiệu quả và khả

năng thích ứng cao trong thực tiễn sản xuất. Đồng thời, xu hướng ứng dụng công nghệ số, trí tuệ nhân tạo và hệ thống giám sát thông minh đang mở ra hướng đi tất yếu cho ngành than trong bối cảnh khai thác xuống sâu và yêu cầu phát triển bền vững.

Trong thời gian tới, ngành than cần tiếp tục đẩy mạnh đầu tư công nghệ, đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao và hoàn thiện mô hình mỏ thông minh nhằm nâng cao năng lực cạnh tranh, đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia và phát triển theo hướng xanh, hiện đại và bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. “Phát huy vai trò trụ cột của ngành Than,” Cổng thông tin điện tử Tỉnh Quảng Ninh, ngày 25 tháng 3 năm 2026. <https://www.quangninh.gov.vn/Trang/ChiTietTinTuc.aspx?nid=163918>
- [2]. “Phát triển ngành than bền vững, hiệu quả,” Báo Nhân Dân điện tử, ngày 19 tháng 9 năm 2025. <https://nhandan.vn/phat-trien-nganh-than-ben-vung-hieu-qua-post909046.html>
- [3]. “Đẩy mạnh cơ giới hóa, chuyển đổi số trong khai thác hầm lò,” Báo Công Thương, ngày 2 tháng 3 năm 2026. <https://baomoi.com/day-manh-co-gioi-hoa-chuyen-doi-so-trong-khai-thac-ham-lo-c54587637.epi>
- [4]. “Đẩy mạnh cơ giới hóa hầm lò: Thách thức lớn của ngành than,” PetroTimes, ngày 19 tháng 12 năm 2013. <https://petrotimes.vn/day-manh-co-gioi-hoa-ham-lo-thach-thuc-lon-cua-nganh-than-150449.html>
- [5]. “TKV: Cơ giới hóa trong khai thác than hầm lò,” Vietnam.vn, ngày 9 tháng 5 năm 2023. <https://www.vietnam.vn/tkv-co-gioi-hoa-trong-khai-thac-than-ham-lo>
- [6]. “TKV đẩy mạnh cơ giới hóa trong khai thác và đào lò,” Tạp chí Công Thương, ngày 21 tháng 9 năm 2020. <https://tapchicongthuong.vn/tkv-day-manh-co-gioi-hoa-trong-khai-thac-va-dao-lo-75118.htm>
- [7]. “TKV: Ứng dụng khoa học công nghệ trong khai thác than hầm lò,” Cổng thông tin doanh nghiệp tỉnh Quảng Ninh, ngày 2 tháng 10 năm 2025. <https://doanhnghiep.quangninh.gov.vn/Trang/ChiTietTinTuc.aspx?nid=7709>
- [8]. Hoàng Minh, “Sau 30 năm phát triển, giá trị tổng tài sản của TKV tăng hơn 67 lần,” Báo Đầu tư, ngày 9 tháng 10 năm 2024. <https://baodautu.vn/sau-30-nam-phat-trien-gia-tri-tong-tai-san-cua-tkv-tang-hon-67-lan-d226931.html>
- [9]. “Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam phát huy hiệu quả tài nguyên đất nước,” Vinacomin, ngày 10 tháng 12 năm 2024. <https://vinacomin.vn/news/slug/tap-doan-cong-nghiep-than-khoang-san-viet-nam-phat-huy-hieu-qua-tai-nguyen-dat-nuoc>
- [10]. “Thêm một dự án khai thác hầm lò sâu tới hơn -300m của ngành than,” Báo Lao Động, ngày 4 tháng 11 năm 2023. <https://laodong.vn/kinh-doanh/them-mot-du-an-khai-thac-ham-lo-sau-toi-hon-300m-cua-nganh-than-1262995.ldo>
- [11]. H. V. Nam, “Đánh giá công nghệ cơ giới hoá đồng bộ hạng nhẹ có thu hồi than nóc tại Công ty Cổ phần Than Mông Dương - Vinacomin,” *Tạp chí Khoa học và Công nghệ QUI*, tập 2, số 4, tr. 38–45, năm 2024.
- [12]. “Hiện trạng Quy hoạch 403 và nhu cầu than Việt Nam,” Tạp chí Năng lượng Việt Nam, ngày 28 tháng 9 năm 2017. <https://nangluongvietnam.vn/hien-trang-quy-hoach-403-va-nhu-cau-than-viet-nam-1-19188.html>
- [13]. “Công ty Than Thống nhất - TKV tổ chức cuộc họp báo cáo kết quả xây dựng đề án chuyển đổi số giai đoạn 2025–2030,” Công ty Than Thống Nhất, ngày 24 tháng 3 năm 2026. <https://thanthongnhat.vn/tin-san-xuat/cong-ty-than-thong-nhat-tkv-to-chuc-cuoc-hop-bao-cao-ket-qua-xay-dung-de-an-chuyen-doi-so-giai-doan-2025-2030-15363.html>
- [14]. “TKV đẩy mạnh cơ giới hóa đào lò, khai thác giai đoạn 2021–2025 tại các mỏ than hầm lò,”

Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, ngày 30 tháng 7 năm 2020.
<https://imsat.vn/?p=113214>

Thông tin của tác giả:**ThS. Trần Văn Duyệt**

Trường Khoa Mỏ & Công trình, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Điện thoại: +(84)983.254.928 - Email: tranvanduyet@qui.edu.vn

ThS. Nguyễn Mạnh Tường

Trường Khoa Mỏ & Công trình, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Điện thoại: +(84)979.790.364 - Email: nguyenmanhtuong@qui.edu.vn

KS. Nguyễn Trọng Kế

Công ty Xây Lấp Mỏ - TKV
Điện thoại: +(84)981.314.866 - Email: nguyentrongkexdm@gmail.com

ASSESSMENT OF CHANGES IN LONGWALL MINING TECHNOLOGY IN UNDERGROUND COAL MINES IN QUANG NINH REGION DURING THE PERIOD 2010 - 2025

Information about authors:

Tran Van Duyet, M.Eng., Faculty of Mining & Construction, Quang Ninh University of Industry, email: tranvanduyet@qui.edu.vn

Nguyen Manh Tuong, M.Eng., Faculty of Mining & Construction, Quang Ninh University of Industry

Nguyen Trong Ke, Eng., Mining Construction Company - Vinacomin

ABSTRACT:

This paper presents an assessment of the evolution of longwall mining technology in underground coal mines in the Quang Ninh region during the period 2010 - 2025, in the context of the transition from open-pit to underground mining to ensure national energy security. The study analyzes technological development through three main stages: (i) 2010 - 2015, characterized by manual and semi-mechanized mining methods; (ii) 2016 - 2020, marked by breakthroughs in fully mechanized mining; and (iii) 2021 - 2025, featuring trends toward automation, digitalization, and the application of artificial intelligence.

The results indicate that the mechanization rate increased from 2.8% to approximately 18.5%, labor productivity improved by over 12% annually, and resource loss was reduced to below 20%. Advanced technologies such as powered supports, shearers, lightweight mechanized systems, and ZRY flexible shields have significantly enhanced mining efficiency under complex geological conditions. In addition, the application of intelligent monitoring systems, sensors, and AI has substantially improved occupational safety and operational management.

The paper also identifies key challenges associated with deep mining, including ground pressure, methane hazards, and high investment costs, and proposes appropriate technological orientations toward smart, modern, and sustainable mining systems in the future.

Keywords: Longwall mining technology; underground mining; integrated mechanization; light mechanization; ZRY flexible support system; digital transformation; smart mines; occupational safety; Quang Ninh coal region.

REFERENCES

- [1] "Promoting the pillar role of the coal industry," Quang Ninh Provincial Portal, March 25, 2026. <https://www.quangninh.gov.vn/Trang/ChiTietTinTuc.aspx?nid=163918>
- [2] "Sustainable and efficient development of the coal industry," Nhan Dan Online Newspaper, September 19, 2025. <https://nhandan.vn/phat-trien-nganh-than-ben-vung-hieu-qua-post909046.html>
- [3] "Promoting mechanization and digital transformation in underground coal mining," Industry and Trade Newspaper, March 2, 2026. <https://baomoi.com/day-manh-co-gioi-hoa-chuyen-doi-so-trong-khai-thac-ham-lo-c54587637.epi>
- [4] "Promoting mechanization in underground mining: A major challenge for the coal industry," PetroTimes, December 19, 2013. <https://petrotimes.vn/day-manh-co-gioi-hoa-ham-lo-thach-thuc-lon-cua-nganh-than-150449.html>
- [5] "TKV: Mechanization in underground coal mining," Vietnam.vn, May 9, 2023. <https://www.vietnam.vn/tkv-co-gioi-hoa-trong-khai-thac-than-ham-lo>
- [6] "TKV promotes mechanization in mining and roadway drivage," Industry and Trade Magazine, September 21, 2020. <https://tapchicongthuong.vn/tkv-day-manh-co-gioi-hoa-trong-khai-thac-va-dao-lo-75118.htm>
- [7] "TKV: Application of science and technology in underground coal mining," Quang Ninh Business Portal, October 2, 2025. <https://doanhnghiep.quangninh.gov.vn/Trang/ChiTietTinTuc.aspx?nid=7709>
- [8] Hoang Minh, "After 30 years of development, TKV's total assets increased more than 67 times," Investment Newspaper, October 9, 2024. <https://baodautu.vn/sau-30-nam-phat-trien-gia-tri-tong-tai-san-cua-tkv-tang-hon-67-lan-d226931.html>
- [9] "Vietnam National Coal - Mineral Industries Group promotes effective utilization of national resources," Vinacomin, December 10, 2024. <https://vinacomin.vn/news/slug/tap-doan-cong-nghiep-than-khoang-san-viet-nam-phat-huy-hieu-qua-tai-nguyen-dat-nuoc>
- [10] "Another underground mining project reaching depths of over -300m in the coal industry," Lao Dong Newspaper, November 4, 2023. <https://laodong.vn/kinh-doanh/them-mot-du-an-khai-thac-ham-lo-sau-toi-hon-300m-cua-nganh-than-1262995.lido>
- [11] H. V. Nam, "Assessment of lightweight fully mechanized technology with roof coal recovery at Mong Duong Coal Joint Stock Company - Vinacomin," Journal of Science and Technology QUI, vol. 2, no. 4, pp. 38–45, 2024.
- [12] "Current status of Planning 403 and Vietnam's coal demand," Vietnam Energy Magazine, September 28, 2017. <https://nangluongvietnam.vn/hien-trang-quy-hoach-403-va-nhu-cau-than-viet-nam-1-19188.html>
- [13] "Thong Nhat Coal Company - TKV reports results of digital transformation project (2025–2030)," Thong Nhat Coal Company, March 24, 2026. <https://thanthongnhat.vn/tin-san-xuat/cong-ty-than-thong-nhat-tkv-to-chuc-cuoc-hop-bao-cao-ket-qua-xay-dung-de-an-chuyen-doi-so-giai-doan-2025-2030-15363.html>
- [14] "TKV promotes mechanization in roadway drivage and mining in the period 2021–2025 at underground coal mines," Institute of Mining Science and Technology - Vinacomin, July 30, 2020. <https://imsat.vn/?p=113214>

Ngày nhận bài: 08/04/2026;

Ngày nhận bài sửa: 16/04/2026;

Ngày chấp nhận đăng: 17/04/2026.