

SOME COMMENTS ABOUT ENERGY INTERNET WITH INDUSTRIAL REVOLUTION 4.0

Nguyen Thanh Ha^{1*}, Pham Thi Ngoc Dung²

¹Thai Nguyen University, ²TNU - University of Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 18/3/2022 Revised: 12/5/2022 Published: 19/5/2022	Pollution caused by traditional power generation using fossil fuels such as coal and oil has become an increasing threat to the environment, causing harm to human health. In any industry, energy always plays a key role. To guarantee the goal of sustainable development and environmental protection, how energy is used is a critical and indispensable factor. In recent years, along with outstanding advances in energy technology, the energy usage model is constantly expanded with the combination of many different types of energy, which leads to the establishment and strong development of the Energy Internet - global energy network. In the face of the robust development of the industrial revolution 4.0, this article provides some comments regarding the Energy Internet, which has the main impact on the industrial revolution 4.0. Through analyzing the integration and interoperability on different levels between them, it creates an opportunity to innovate production - business models that achieve three goals simultaneously: low energy consumption, reliable production equipment and high efficiency.
KEYWORDS Energy internet Industry 4.0 Energy network Internet of things (IoT) Global Energy Interconnection	

MỘT VÀI NHẬN ĐỊNH VỀ ENERGY INTERNET VỚI CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0

Nguyễn Thanh Hà^{1*}, Phạm Thị Ngọc Dung²

¹Đại học Thái Nguyên, ²Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 18/3/2022 Ngày hoàn thiện: 12/5/2022 Ngày đăng: 19/5/2022	Ô nhiễm do sản xuất điện truyền thống sử dụng nhiên liệu hóa thạch như than, dầu mỏ đã và đang trở thành mối đe dọa ngày càng lớn đối với môi trường, gây hại cho sức khỏe con người. Trong bất kỳ nền công nghiệp nào, năng lượng luôn giữ vai trò then chốt. Để đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững và bảo vệ môi trường, việc sử dụng năng lượng như thế nào cần phải được coi trọng và là một yếu tố không thể thiếu. Những năm gần đây, cùng với những tiến bộ vượt bậc công nghệ năng lượng, mô hình sử dụng năng lượng không ngừng được mở rộng với sự kết hợp của nhiều loại hình năng lượng khác nhau dẫn đến sự ra đời, phát triển mạnh mẽ của mạng năng lượng Energy internet – năng lượng toàn cầu. Trước xu hướng phát triển mạnh mẽ của cách mạng công nghiệp 4.0, bài báo này đưa ra một số nhận định về Energy Internet tác động chính đến cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 thông qua việc phân tích khả năng tích hợp và tương tác ở các cấp độ khác nhau giữa chúng, từ đó tạo ra cơ hội đổi mới các mô hình sản xuất - kinh doanh đạt được đồng thời ba mục tiêu: Tiêu thụ năng lượng thấp, thiết bị sản xuất đáng tin cậy và hiệu quả cao.
TỪ KHÓA Energy internet Công nghiệp 4.0 Mạng năng lượng Internet of things (IoT) Hệ thống kết nối năng lượng toàn cầu	

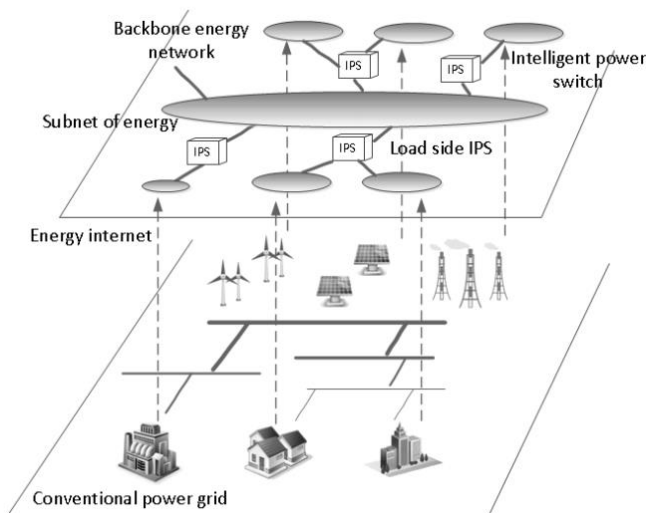
DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.5718>

* Corresponding author. Email: hant@tnu.edu.vn

1. Giới thiệu

Với việc phát triển mạnh mẽ của thiết bị điện tử và công nghệ thông tin trong cuộc “Cách mạng công nghiệp 3.0”, “Kết nối, Phối hợp và Tương thích” đã trở thành chủ đề chính của cách mạng công nghiệp 4.0 (CMCN 4.0) hiện nay. Là mạch máu và huyết mạch của ngành công nghiệp, hệ thống năng lượng điện được coi là hệ thống năng lượng đầu tiên trải qua quá trình phát triển từ một cấu trúc lỏng lẻo, thụ động thành một tổng thể với sự phối hợp chặt chẽ và tương tác tích cực. Ví dụ: Sản xuất điện phân tán và năng lượng mới trước đây chỉ dừng ở quy mô nhỏ, độc lập nay đã được mở rộng công suất, cải thiện tính linh hoạt và mở rộng khả năng kết nối; Việc lắp đặt hệ thống pin năng lượng mặt trời tại hộ tiêu thụ có thể nâng cấp từ người dùng thụ động lên vai trò của một người tham gia tích cực thị trường điện [1].

Sự gia tăng của các ngôi nhà thông minh kết hợp cùng với các dạng nguồn năng lượng mới, thiết bị lưu trữ năng lượng khi kết nối lưới cũng tạo ra nhu cầu cấp thiết để tiến hành điều phối chúng trên lưới phân phối điện [2]. Chính nhu cầu này cũng dẫn đến việc cần thiết phải thay đổi cơ cấu và công nghệ lưới truyền tải, thúc đẩy toàn diện phương thức phát, phân phối và tiêu thụ năng lượng điện. Đến nay, trong giới hạn địa lý hạn chế, hệ thống điện đã tái tạo từ cấu trúc phân cấp hình tháp truyền thống sang cấu trúc phát triển song song [3].



Hình 1. Cấu trúc mới của mạng năng lượng

Cũng giống như sự phát triển của các phương tiện giao thông hiện đại đã phá vỡ rào cản địa lý trước đây trên toàn thế giới; sự phát triển của công nghệ thông tin và truyền thông đã phá vỡ rào cản giao tiếp và cho phép người dùng Internet tương tác với những người dùng khác ở mọi khu vực mọi lúc, mọi nơi. Hệ thống sử dụng năng lượng điện và các năng lượng khác tiến tới cũng cần một “Hệ thống kết nối năng lượng toàn cầu” (Global Energy Interconnection, GEI) hay Energy Internet (EI) [4]-[6] (hình 1). Điều này đã được Ủy ban Châu Âu nhấn mạnh trong “*Công cụ Chiến lược và Kiến trúc Cộng đồng Năng lượng*” ban hành tháng 2 năm 2015 rằng, việc đa dạng hóa nguồn cung năng lượng là điều kiện tiên quyết quan trọng để đảm bảo giá năng lượng luôn ở mức phải chăng và không bị hạn chế bởi các cơ chế cạnh tranh khác [7]. Trên cơ sở xây dựng lưới điện thông minh, mạng lưới EI cần được phát triển một cách tổng thể. Cụ thể, có ba mạng lưới chính cần phải xây dựng tiến tới mô hình này bao gồm: Điện năng, khí đốt và nhiệt. Sự kết nối thông tin liên lạc của ba loại hình năng lượng này ở cấp độ vĩ mô và vi mô được điều phối và kiểm soát để hình thành một EI thống nhất và linh hoạt.

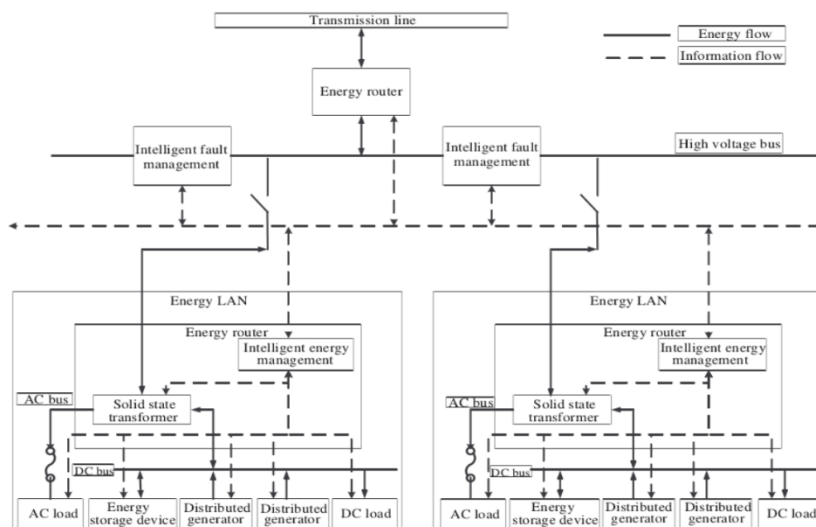
“Industrie 4.0 - Công nghiệp 4.0” những năm trở lại đây dần là một tên gọi – khái niệm quen thuộc với xã hội. Theo Gartner (2013), thuật ngữ “Industrie 4.0” xuất hiện trong một tờ báo của chính phủ Đức. Khái niệm cơ bản của “Industrie 4.0” là kết nối các hệ thống nhúng và cơ sở sản

xuất thông minh để tạo ra sự hội tụ kỹ thuật số giữa công nghiệp, kinh doanh, chức năng và quy trình bên trong. Klaus Schwab [8], người sáng lập và chủ tịch điều hành Diễn đàn Kinh tế Thế giới mang đến cái nhìn đơn giản hơn về “Industrie 4.0” như sau: “Cách mạng công nghiệp đầu tiên sử dụng năng lượng nước và hơi nước để cơ giới hóa sản xuất. Cuộc cách mạng lần 2 diễn ra nhờ ứng dụng điện năng để sản xuất hàng loạt. Cuộc cách mạng lần 3 sử dụng điện tử và công nghệ thông tin để tự động hóa sản xuất. Bây giờ, cuộc Cách mạng công nghiệp thứ tư đang nảy nở từ cuộc cách mạng lần ba, nó kết hợp các công nghệ lại với nhau, làm mờ ranh giới giữa vật lý, kỹ thuật số và sinh học.” Ở Việt Nam, thuật ngữ “Industrie 4.0” được biết đến với cái tên “Công nghiệp 4.0” hay “Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 – CMCN 4.0”. Tóm lại, một cách hiểu đơn giản hơn: CMCN 4.0 là quá trình tích hợp tất cả các công nghệ thông minh để tối ưu hóa quy trình và phương thức sản xuất, kinh doanh.

Sự phát triển của cách mạng công nghiệp là tất yếu, trong đó ngành công nghiệp năng lượng đóng vai trò xương sống, then chốt. Do đó, bài báo này tập trung phân tích mối quan hệ này (thay đổi và bước nhảy vọt) trong lĩnh vực năng lượng và sản xuất công nghiệp, từ đó đưa ra những nhận định, đánh giá để làm rõ hơn vai trò của sự kết nối mạng lưới năng lượng theo mô hình EI đối với “Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0”.

2. Energy Internet

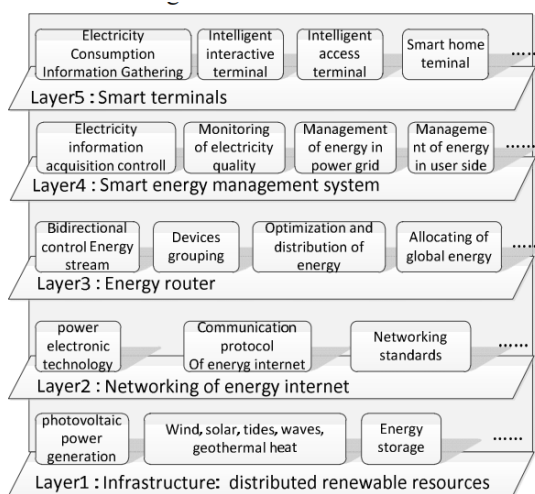
Kết nối năng lượng toàn cầu (Energy Internet, EI) thực sự đã được nhiều quốc gia, nhiều học giả quan tâm nghiên cứu [3]-[5], [9], [10]. Cấu trúc điển hình được thể hiện như hình 2. Mỗi liên kết năng lượng của EI bao gồm nhiều nội dung sâu rộng và phong phú. Cụ thể như, tài liệu [4], [5] đã thiết lập lý thuyết cơ bản và lộ trình phát triển của Internet năng lượng toàn cầu. Theo cách hiểu của tác giả, lớp đầu tiên của “Global” trong “Global Energy Interconnection”, có nghĩa là “toàn cầu” là Internet năng lượng sẽ đạt được phạm vi rộng về mặt địa lý, thậm chí là siêu rộng hoặc phạm vi toàn thế giới; lớp thứ hai của “Toàn cầu”, nó có nghĩa là “toàn diện” và tính toàn diện của nó nhấn mạnh sự liên kết giữa ba nguồn năng lượng điện, khí và nhiệt. Khái niệm “Internet” lúc này không chỉ dừng lại ở Internet thông tin mà còn cao hơn (Internet năng lượng toàn cầu bao gồm hai cấp độ là mạng năng lượng vật lý và mạng thông tin). Chẳng hạn thiết bị trong mạng năng lượng vật lý (như thị trường điện và nhóm sạc xe điện) trước hết đóng vai trò là máy phát và nhận thông tin (giá điện trong ngày, số lượng xe điện và nhu cầu sạc) và sử dụng mạng thông tin để kết nối hiệu quả với nhau; phân tích dựa trên luồng thông tin sau khi quyết định, thiết bị sẽ thực hiện vai trò là máy phát và nhận dòng năng lượng (nhóm nạp điện mua điện từ thị trường) để đạt được kết nối hiệu quả tại cơ sở vật chất.



Hình 2. Cấu trúc Energy Internet [9]

EI hay GEI đều dựa trên ba nguyên tắc chính, đó là: "*tích hợp hiệu quả, mức độ phối hợp cao và tương tác tích cực*", EI kết nối trên các khía cạnh chính bao gồm [6]: 1) *Phạm vi kết nối rộng của các nguồn năng lượng*; 2) *Khả năng liên kết hiệu quả giữa các hệ thống (điện, khí, lưới nhiệt)*; 3) *Khả năng tích hợp hiệu quả giữa các hệ thống năng lượng khác nhau (điện, khí đốt, lưới nhiệt) và lưu trữ năng lượng hệ thống*; 4) *Kết nối hiệu quả giữa các hệ thống năng lượng khác nhau ở phía người dùng và tương tác tích cực với lưới năng lượng*; 5) *Sự phối hợp cao và tương tác tích cực giữa các hệ thống năng lượng với dòng thông tin, dòng thị trường tài chính và dòng thị trường năng lượng*. Những nguyên tắc kết nối nêu trên có thể kỳ vọng khả năng tối ưu hóa đáng kể tất cả các khía cạnh sản xuất, vận chuyển, tiêu thụ và nâng cao hiệu quả thực hiện các chính sách tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải. Quan trọng hơn, EI cung cấp cho người dùng một kênh tham gia vào việc quản lý sản xuất và tiêu thụ năng lượng, hướng tới khả năng tương tác bình đẳng, sẽ mang lại những đổi mới trong thói quen và quan niệm tiêu thụ năng lượng.

Khác với khái niệm "*Smart grid - lưới điện thông minh*", EI có nội hàm rộng hơn và thuộc cấu trúc cấp cao hơn. Nói cách khác, Smart grid là một tập hợp con của EI. Bộ Năng lượng Hoa Kỳ định nghĩa "*lưới điện thông minh*" là sự kiểm soát hoàn toàn tự động, giám sát của từng người dùng và mạng lưới truyền tải điện, đảm bảo thông tin và nguồn điện giữa tất cả các nút trong toàn bộ quá trình truyền tải và phân phối từ nhà máy điện đến người dùng cuối cùng [11]. Loại hình này không chỉ có thể cung cấp năng lượng điện chất lượng cao, đáng tin cậy và an toàn, mà còn cung cấp các dịch vụ để thực hiện quản lý theo yêu cầu, phát điện phân tán và tích hợp năng lượng mới [12]. Là một mạng lưới truyền tải điện mới và đa chức năng, lưới điện thông minh sẽ trở thành một phần quan trọng trong việc xây dựng EI. Đây là yêu cầu đối với sự phát triển của thị trường điện hướng tới mô hình trên Internet năng lượng nhằm đạt được các yêu cầu về an ninh, chất lượng cung cấp điện, nâng cao hiệu quả truyền tải điện, tiết kiệm năng lượng và giảm phát thải.



Hình 3. Cấu trúc hệ thống của Energy Ineternet [13]

Hình 3 cho thấy cấu trúc dựa trên cơ sở hạ tầng hiện tại của Internet năng lượng. Kiến trúc truyền năng lượng này tương tự như cơ chế của Internet theo 5 lớp cơ chế quản lý. Đặc điểm quan trọng nhất của cấu trúc này là áp dụng các bộ định tuyến năng lượng. Mạng của các bộ định tuyến năng lượng phân cấp và định tuyến theo những nguyên lý hoạt động đặc biệt. Quá trình điều khiển này được thực hiện như bộ đệm mạng trong Internet đã tách bộ phát và bộ thu.

Vào tháng 2 năm 2015, Ủy ban Châu Âu đã đi đầu trong việc thực hiện những bước đầu tiên khi áp dụng EI và tuyên bố thành lập cộng đồng năng lượng đầu tiên trên thế giới [7]. Khái niệm này đã được nêu rõ trong [10]. Năm nguyên tắc của Cộng đồng Năng lượng bao gồm: An ninh năng lượng, đoàn kết và tin cậy lẫn nhau giữa các quốc gia thành viên; xây dựng thị trường năng

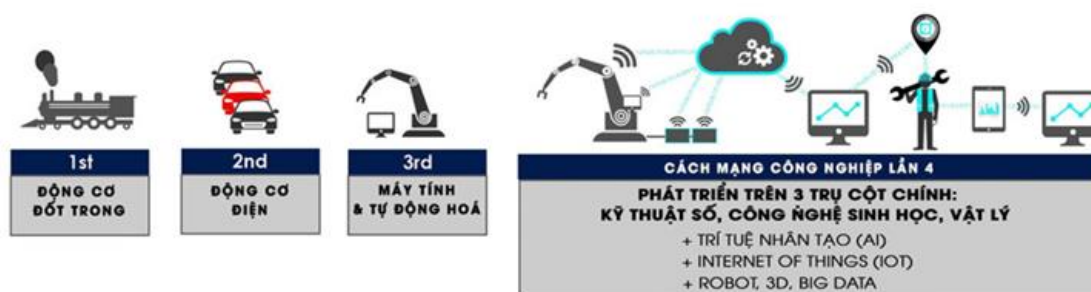
lượng châu Âu hội nhập cao; nâng cao hiệu quả sản xuất, truyền tải và sử dụng năng lượng để giảm bớt nhu cầu; khử khí thải nền kinh tế và khuyến khích nghiên cứu, đổi mới và cạnh tranh. Các lý do cho hành động của Ủy ban châu Âu là: 1) Là nhà nhập khẩu năng lượng lớn nhất trên thế giới, EU chiếm 53% tổng thị phần nhập khẩu; 2) Thị trường năng lượng ở EU vẫn chưa hoàn thiện, một số quốc gia vẫn chưa tham gia vào hệ thống này; 3) Năng lượng mới chưa được tích hợp hoàn toàn vào hệ thống điện hiện có [13], [14]. Cộng đồng năng lượng mới được thành lập hứa hẹn rằng công dân châu Âu sẽ được hưởng hóa đơn tiền điện thấp hơn và ít rủi ro mất điện hơn, hơn nữa một số người dùng thông minh cũng sẽ nhận được thu nhập tương ứng từ việc bán năng lượng sạch do chính họ sản xuất lên lưới điện; các công ty sẽ sử dụng an toàn, giá cả phải chăng, thân thiện với môi trường. Cộng đồng năng lượng đã đưa ra kỳ vọng giảm ít nhất 40% lượng khí thải Carbon dioxide vào năm 2030. Lý do cho sự ra đời của Cộng đồng Năng lượng cũng là những thách thức chung về năng lượng mà phần còn lại của thế giới phải đối mặt, và các mục tiêu mà nó xây dựng sẽ được chia sẻ bởi tất cả các khu vực trên thế giới

3. Công nghiệp 4.0

“Công nghiệp 4.0” (Industry 4.0) hay còn gọi là cuộc cách mạng công nghiệp (CMCN) lần thứ tư, là một phần quan trọng trong kế hoạch chiến lược công nghệ cao do Bộ Giáo dục và Nghiên cứu Liên bang Đức và Bộ Kinh tế và Công nghệ Liên bang tài trợ năm 2014 đề xuất [15]. Chiến lược này lấy “hệ thống điều khiển mạng (cyber-physical system, CPS)” và “Internet vạn vật (Internet of Thing, IoT)” làm khuôn khổ kỹ thuật cơ bản, đồng thời hướng tới sản xuất thông minh và “nhà máy thông minh – smart factory” tập trung vào công nghệ thông tin thông minh [16].

Nhiều chuyên gia cho rằng, cách mạng công nghiệp 4.0 mới là “dự báo”. Là khởi đầu cho “buổi bình minh” của cách mạng công nghiệp mới trong thế kỷ 21. Cuộc CMCN 4.0 là sự kết hợp của công nghệ trong các lĩnh vực vật lý, công nghệ số và sinh học, tạo ra những khả năng sản xuất hoàn toàn mới và có tác động sâu sắc đến đời sống kinh tế, chính trị, xã hội của thế giới. Có thể khái quát bốn đặc trưng chính của CMCN 4.0: *Một là*, dựa trên nền tảng của sự kết hợp công nghệ cảm biến mới, phân tích dữ liệu lớn, điện toán đám mây và kết nối Internet vạn vật sẽ thúc đẩy sự phát triển của máy móc tự động hóa và hệ thống sản xuất thông minh. *Hai là*, sử dụng công nghệ in 3D để sản xuất sản phẩm một cách hoàn chỉnh nhờ nhất thể hóa các dây chuyền sản xuất không phải qua giai đoạn lắp ráp các thiết bị phụ trợ - công nghệ này cũng cho phép con người có thể in ra sản phẩm mới bằng những phương pháp phi truyền thống, bỏ qua các khâu trung gian và giảm chi phí sản xuất nhiều nhất có thể. *Ba là*, công nghệ nano và vật liệu mới tạo ra các cấu trúc vật liệu mới ứng dụng rộng rãi trong hầu hết các lĩnh vực. *Bốn là*, trí tuệ nhân tạo và điều khiển học cho phép con người kiểm soát từ xa, không giới hạn về không gian, thời gian, tương tác nhanh hơn và chính xác hơn.

LỊCH SỬ 4 CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP



Hình 4. Minh họa sự phát triển của cách mạng công nghiệp [17]

Cuộc cách mạng công nghiệp trước đó có thể miêu tả như hình 4 [17]. CMCN 1.0 diễn ra cuối thế kỷ 18 đến nửa đầu thế kỷ 19, nhờ có thành tựu máy hơi nước làm thay đổi phương thức sản xuất thủ công, chân tay sang sản xuất cơ giới. CMCN 2.0 diễn ra từ nửa cuối thế kỷ 19 đến đầu thế kỷ 20 nhờ phát minh ra máy điện, làm thay đổi sản xuất có tính đơn lẻ sang kết nối sản xuất hàng loạt, năng suất lao động tăng cao. CMCN 3.0 từ giữa thế kỷ 20 đến nay, nhờ phát minh máy tính, thiết bị điện tử, tự động hóa, kỹ thuật số làm cho nền sản xuất được hiệu quả hơn, năng suất lao động cao chưa từng có. Và nay, sự xuất hiện của CMCN 4.0, cuộc cách mạng sản xuất thông minh, tự động điều khiển trên nền tảng những đột phá mới về công nghệ số đem lại nhiều cơ hội cũng như thách thức mới.

4. Energy Internet với CMCN 4.0

Những phân tích và nhận định trước đây đã cho thấy vai trò tất yếu của phát triển bền vững năng lượng trước sự phát triển của CMCN 4.0. Vậy sự kết nối toàn diện của hệ thống năng lượng có tác động toàn diện thể hiện ở những khía cạnh sau:

1/ “Internet kết nối” được thể hiện rõ ràng trong CMCN 4.0”, trong đó khách hàng và đối tác kinh doanh có thể trực tiếp tham gia vào quá trình vận hành và làm gia tăng giá trị trong quá trình kinh doanh, từ đó sinh ra các mô hình kinh doanh mới và khám phá những tiềm năng tối ưu hóa sản xuất và tiêu thụ [18], [19].

2/ EI và CMCN 4.0 cần có các mô hình tương tự. Sự phát triển song hành này sẽ không chỉ thúc đẩy việc xây dựng môi trường Internet năng lượng, bảo trì và cập nhật thiết bị để đáp ứng yêu cầu phát triển của CMCN 4.0 mà còn có thể tạo ra một chuỗi công nghiệp hoàn chỉnh thông minh và hiệu quả hơn.

3/ EI hướng đến một ngành công nghiệp 4.0 đạt đến ba mục tiêu chính về năng lượng: Tiêu thụ năng lượng sản xuất thấp hơn, thiết bị sản xuất đáng tin cậy hơn và hiệu quả sản xuất cao hơn. Ba mục tiêu này có thể đạt được ở một mức độ nhất định bằng cách sử dụng hệ thống dữ liệu quản lý năng lượng thông minh trong hệ thống. Hệ thống dữ liệu quản lý năng lượng thông minh dựa trên các thiết bị đo thông minh được lắp đặt trong tất cả các thiết bị sản xuất. Chúng được sử dụng để theo dõi mức tiêu thụ năng lượng của quá trình sản xuất trong thời gian thực và tạo ra một mạng lưới dữ liệu năng lượng trong nhà máy. So với trước đây, phân xưởng sản xuất được cập nhật có thể phát hiện thiết bị tiêu thụ năng lượng dư thừa do sai lệch sớm hơn, đồng thời có thể ngăn chặn và loại bỏ kịp thời các sự cố đột ngột, thậm chí hư hỏng thiết bị, từ đó nâng cao hiệu quả sản xuất và đảm bảo chất lượng sản phẩm lên một tầm cao mới.

4/ Dưới sự phát triển của CMCN 4.0, lớp thông tin của EI mở rộng theo mọi hướng sẽ cho thấy sức hấp dẫn ngày càng tăng của nó đối với các doanh nghiệp công nghiệp. Bước đột phá sáng tạo trong lĩnh vực tự động hóa điều khiển thiết bị trong những năm gần đây nằm ở sự tương thích của các phương pháp như công nghệ điều khiển dự báo mô hình (*Modelpredictive control technology*) vào quy trình sản xuất. Các phương pháp kiểm soát như vậy hỗ trợ lập kế hoạch sản xuất bằng cách xử lý dữ liệu lịch sử, thời gian thực và dự báo, dẫn đến quá trình sản xuất có thể diễn ra liên tục, tiết kiệm và chất lượng cao. Lớp thông tin EI, tích hợp dữ liệu khổng lồ của các mạng điện, khí đốt và nhiệt, cung cấp một mục nhập thông tin miễn phí và minh bạch cho việc lập kế hoạch sản xuất và kiểm soát thiết bị. Sự bao phủ toàn cầu của mạng lưới thông tin cũng cho phép tìm kiếm và kết nối nhiều khách hàng và đối tác hơn. Ngoài ra, cho dù doanh nghiệp công nghiệp sử dụng năng lượng điện, khí đốt hay nhiệt, thời gian thực và độ tin cậy của giao diện với lớp thông tin của Internet năng lượng mang lại cho các doanh nghiệp công nghiệp sự tự tin trong việc xây dựng kế hoạch sản xuất dựa trên giá năng lượng và công suất phù hợp.

5/ Xuất hiện dịch vụ giá trị gia tăng khác do EI tạo ra cho các doanh nghiệp công nghiệp được phản ánh trong quá trình các cá nhân này thực hiện đánh giá hoạt động định kỳ và phân tích lợi nhuận. Các doanh nghiệp công nghiệp có thể so sánh chi phí điện, khí đốt và nhiệt năng mà họ tiêu thụ với lợi nhuận [20], đánh giá chính xác hơn hiệu quả hoạt động đầu vào và đầu ra của công ty, từ đó có định hướng chính sách và hướng đầu tư cho hoạt động tiếp theo.

5. Kết luận

Bài báo này đã giới thiệu một góc nhìn mới về Energy Internet xuất phát từ quá trình phát triển lưới điện thông minh Smart Grid trên cơ sở "tích hợp hiệu quả, phối hợp cao và tương tác tích cực" từ cơ sở nền tảng về việc xây dựng Cộng đồng Năng lượng Châu Âu và mong muốn sự cải thiện đáng kể của nó về an ninh năng lượng, kinh tế và thân thiện với môi trường. Nó cho thấy Internet Năng lượng Toàn cầu như một xu hướng phát triển tất yếu trong tương lai. Đồng thời, bài viết này phân tích về "Công nghiệp 4.0" - tầm nhìn về sản xuất thông minh và "nhà máy thông minh" với công nghệ thông tin thông minh làm cốt lõi. Bài báo cũng đã đưa ra những nhận định, phân tích sự kết nối và hiệu quả giữa Internet năng lượng toàn cầu và "Công nghiệp 4.0" dẫn tới việc đổi mới mô hình kinh doanh và tạo ra các lợi ích to lớn trên cả ba phương diện: tiết kiệm năng lượng, nâng cao hiệu suất và độ tin cậy thiết bị. Tuy nhiên, làm thế nào để tận dụng được lợi ích to lớn của sự hợp tác giữa hai bên vẫn phụ thuộc vào việc xây dựng cấu trúc liên kết năng lượng toàn cầu và triển khai "Công nghiệp 4.0" trong khối cộng đồng doanh nghiệp vẫn là vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu và thảo luận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] L. Canbing, L. Wencan, C. Yijia, *et al.*, "Electrical power virtual storage policy for stimulating distributed generation in regulated markets," *Proceedings of the CSEE*, vol. 34, no. 10, pp. 3141-3147, 2014.
- [2] L. Sungjin, B. Kwon, and S. Lee, "Joint energy management system of electric supply and demand in houses and buildings," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 29, no. 6, pp. 2804-2812, 2014.
- [3] Rifkin J, "The Third Industrial Revolution: How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World," *Civil Engineering*, vol. 82, no. 1, pp. 74-75, 2012.
- [4] Y. B. Zha, T. Zhang, and Z. Huang, "Analysis of energy internet key technologies," *Sci. China*, vol. 44, no. 6, p. 702, 2014.
- [5] Liu Zhenya, *Global energy interconnection*. Academic Press, 2015.
- [6] B. K. Jha, A. Singh, A. Kumar, R. K. Misra, and Singh, "Phase unbalance and par constrained optimal active and reactive power scheduling of virtual power plants (vpps)," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 125, no. 2, p. 106443, 2021.
- [7] European Commission, *Energy union package - a framework strategy for a resilient energy union with a forward-looking climate change policy*, Brussels: European Commission, 2015.
- [8] I. R. Anderl, "Industrie 4.0-advanced engineering of smart products and smart production," *Proceedings of the Technological Innovations in the Product Development 19th International Seminar on High Technology. Piracicaba: Proceedings of the Technological Innovations in the Product Development 19th International Seminar on High Technology*, 2014, pp. 2-8.
- [9] X. Zhou, F. Wang, and Y. Ma, "An overview on energy internet," 2015 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA) IEEE, 2015.
- [10] Z. Xiaoping, "The future direction of smart grid - global power & energy internet," *Power & Electrical Engineers*, vol. 31, no. 2, pp. 46-48, 2014.
- [11] Office of Electric Transmission and Distribution, *GRID 2030 – a national vision for electricity's second 100 years*, Washington: United States Department of Energy, 2003.
- [12] European Commission, *European smartgrids technology platform - vision and strategy for europe's electricity networks of the future*, Brussels: European Commission, 2006.
- [13] Wang Yimin, "Research framework of technical standard system of strong&smart grid", *Automation of Electric Power Systems*, vol. 34, no. 22, pp. 1-6, 2010.
- [14] Y. Wang, W. U. Jiekang, X. Mao, and Automation, *Economic distribution model of cooling, heating and power energy in multi-energy supply system based on stochastic dynamic programming*, Electric Power Automation Equipment, 2019.
- [15] Bundesministerium für Bildung und Forschung, *Zukunftsprojekt industrie 4.0*, Berlin: BMBF, 2014.
- [16] F. Shrouf, J. Ordieres, and G. Miragliotta, "Smart factories in Industry 4.0: a review of the concept and of energy management approached in production based on the internet of things paradigm," *IEEE International Conference on Proceedings of the Industrial Engineering and Engineering Management(IEEM)*, Malaysia: IEEE, 2014, pp. 697-701.

- [17] J. Lee, B. Bagheri, and H. A. Kao, "A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems," *Manufacturing Letters*, vol. 3, pp. 18-23, 2015.
- [18] J. Posada, C. Toro, I. Barandiaran, *et al.*, "Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet," *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 35, no. 2, pp. 26-40, 2015.
- [19] L. Wen, "Industrial 4.0 strategy in Germany and the Enlightenment for promoting industrial transformation and upgrading in China," *Industrial Economy Review*, vol. 6, pp. 72-79, 2014.
- [20] R. Y. Zhong, X. Xu, E. Klotz, and Newman, "Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review," *Engineering*, vol. 3, no. 5, pp. 616-630, 2017.