



GIẢM PHÁT THẢI, TỐI ƯU TÀI NGUYÊN TRONG NGÀNH XI MĂNG:

# Thực tiễn từ Kế hoạch hành động kinh tế tuần hoàn của Liên minh châu Âu và khuyến nghị cho Việt Nam

ThS. PHAN THỊ THU HƯƠNG, ThS. VŨ ĐĂNG TIẾP, ThS. PHAN THỊ KIM OANH

*Viện Chiến lược, Chính sách tài nguyên và môi trường*

**T**rong bối cảnh khủng hoảng khí hậu và tài nguyên ngày càng trầm trọng, việc chuyển đổi ngành xi măng sang mô hình phát triển bền vững (PTBV), giảm phát thải và tối ưu hóa tài nguyên đã trở thành yêu cầu cấp thiết. Liên minh châu Âu (EU) với vai trò tiên phong trong phát triển kinh tế tuần hoàn (KTTH) đã triển khai hàng loạt biện pháp góp phần đổi mới quy trình sản xuất của ngành xi măng, tiêu biểu như Kế hoạch hành động KTTH (CEAP), được thông qua vào tháng 3/2020. Kế hoạch xác định xi măng là một trong những lĩnh vực trọng tâm cần cải tổ, từ đó đề xuất các biện pháp cụ thể để thúc đẩy sự chuyển đổi này, bao gồm: Tái chế vật liệu xây dựng; sử dụng vật liệu thay thế clinker; áp dụng nhiên liệu thay thế; tăng cường hiệu quả năng lượng. Với những sáng kiến này, EU không chỉ giảm thiểu tác động tiêu cực lên môi trường của ngành xi măng mà còn xây dựng chuỗi giá trị tuần hoàn, giúp tận dụng tối đa tài nguyên và nâng cao tính cạnh tranh toàn cầu. Mặt khác, các biện pháp trong CEAP còn nhấn mạnh vai trò của hợp tác đa ngành và chính sách hỗ trợ để thúc đẩy quá trình chuyển đổi, hướng đến mục tiêu bền vững. Đối với một số quốc gia đang phát triển như Việt Nam, ngành xi măng hiện đang phải đối mặt với nhiều thách thức tương tự như EU trước đây, bao gồm phát thải cao, phụ thuộc chủ yếu vào nguyên liệu tự nhiên và nhu cầu giảm thiểu chất thải từ ngành xây dựng. Bài viết tập trung phân tích các biện pháp giảm phát thải và tối ưu tài nguyên trong ngành xi măng theo CEAP; đánh giá kết quả đã đạt được từ EU, trên cơ sở đó đề xuất một số giải pháp phù hợp để áp dụng tại Việt Nam.

## 1. CÁC BIỆN PHÁP GIẢM PHÁT THẢI VÀ TỐI ƯU TÀI NGUYÊN TRONG NGÀNH XI MĂNG CỦA EU

Thống kê của Cơ quan Năng lượng quốc tế (IEA) cho thấy, ngành xi măng chiếm khoảng 7 - 8% lượng phát thải CO<sub>2</sub> trên toàn cầu, được xem là thách thức lớn, nhưng cũng mang lại nhiều cơ hội cho việc thực hiện KTTH. Trong khuôn khổ CEAP, xi măng được coi là một trong những ngành công nghiệp trọng điểm để thực hiện mục tiêu giảm phát thải và tối ưu hóa tài nguyên. Các biện pháp được đề xuất trong CEAP không chỉ tập trung vào việc giảm thiểu phát

thải CO<sub>2</sub> mà còn nhấn mạnh việc chuyển đổi mô hình sản xuất và tiêu thụ, từ đó thúc đẩy ngành xi măng PTBV trong tương lai.

Hiện nay, các biện pháp giảm phát thải và tối ưu tài nguyên trong CEAP đã được triển khai thành công tại nhiều quốc gia thành viên EU, mang lại kết quả tích cực không chỉ về mặt môi trường mà còn về mặt kinh tế. Dưới đây là những biện pháp chủ yếu được áp dụng tại EU, với nhiều ứng dụng có thể tham khảo cho ngành xi măng tại Việt Nam.

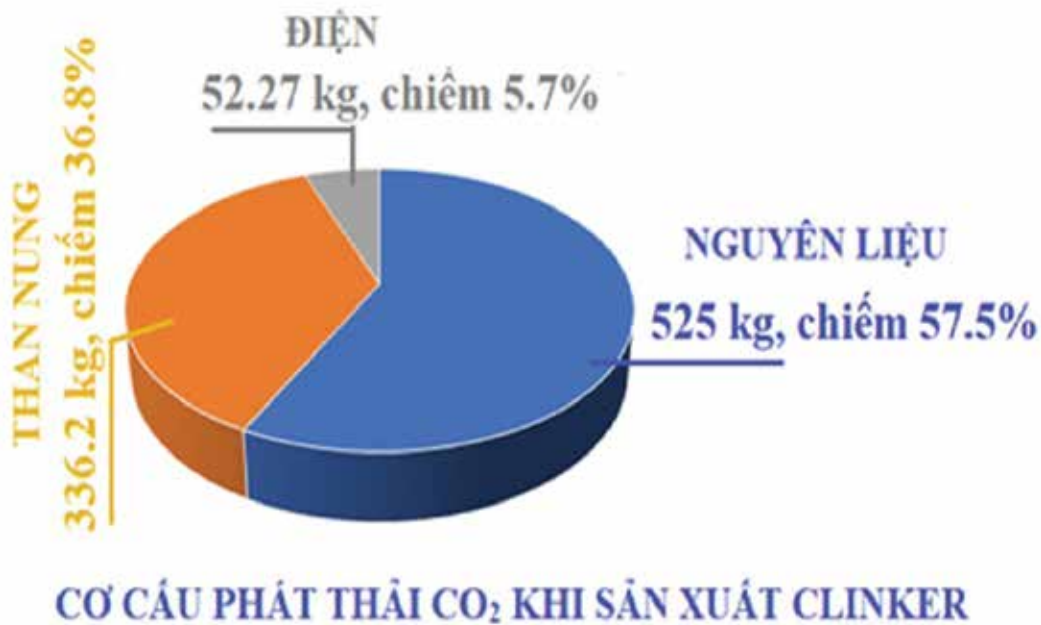
### 1.1. Thay đổi nguyên liệu và sử dụng vật liệu thay thế clinker

Clinker - Thành phần chủ yếu để sản xuất xi măng, là nguyên nhân chính gây ra phát thải CO<sub>2</sub>, khi được nung ở nhiệt độ cao trong lò nung, clinker sẽ thải ra lượng CO<sub>2</sub> rất lớn từ quá trình phân hủy của đá vôi. Do đó, một trong những biện pháp quan trọng mà CEAP khuyến khích là sử dụng vật liệu thay thế như tro bay, xỉ lò cao, cát nghiền, chất thải từ các ngành công nghiệp khác... nhằm giảm lượng clinker cần sản xuất, giảm phát thải CO<sub>2</sub> và giảm áp lực khai thác tài nguyên thiên nhiên.

Nhiều quốc gia EU như Đức, Pháp, Hà Lan đã áp dụng thành công phương pháp này, qua đó giảm tỷ lệ clinker trong sản phẩm xi măng từ 90% xuống còn khoảng 60 - 70%. Đức là quốc gia đi đầu sử dụng tro bay (fly ash), xỉ lò cao hạt hóa (ground granulated blast-furnace slag - GGBFS) và silica fume làm vật liệu thay thế clinker. Kết quả, tỷ lệ clinker trong sản phẩm xi măng của Đức đã giảm đáng kể so với mức trung bình toàn (giảm xuống 65% vào năm 2020). Đây là một thành tựu quan trọng, bởi nó không chỉ giúp giảm phát thải mà còn góp phần vào việc tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên và giảm tác động đến môi trường.

### 1.2. Sử dụng năng lượng tái tạo và nhiên liệu thay thế

Một biện pháp quan trọng khác trong CEAP là chuyển đổi từ nhiên liệu hóa thạch sang năng lượng tái tạo (NLTT) và nhiên liệu thay thế. Quá trình sản xuất xi măng yêu cầu một lượng năng lượng lớn, chủ yếu là từ than đá và dầu mỏ. EU đã khuyến khích sử dụng nhiên liệu sinh khối, rác thải hữu cơ hoặc khí sinh học thay thế nhiên liệu truyền thống. Bằng cách



này, không chỉ giảm lượng CO<sub>2</sub> phát thải mà còn giảm sự phụ thuộc vào nguồn năng lượng không tái tạo. Thêm vào đó, việc sử dụng NLTT như điện gió, điện mặt trời trong các nhà máy xi măng cũng đang dần được triển khai, nhằm giảm lượng năng lượng hóa thạch tiêu thụ trong quá trình sản xuất. Việc áp dụng các giải pháp NLTT trong sản xuất xi măng không chỉ giúp giảm phát thải mà còn góp phần giảm chi phí năng lượng cho các nhà máy.

Số liệu thống kê của IEA cho thấy, một số nhà máy xi măng lớn tại Đức, Ý, Pháp, Ireland đã thành công trong việc chuyển đổi sang sử dụng đến 50% nhiên liệu thay thế mà không làm giảm chất lượng sản phẩm. Đặc biệt, Nhà máy xi măng tại Retznei (Áo) sử dụng đến 80% nhiên liệu thay thế, chủ yếu từ rác thải sinh hoạt và công nghiệp. Các quốc gia như Đan Mạch, Thụy Điển, Hà Lan cũng đạt được những kết quả ấn tượng trong việc thay thế nhiên liệu hóa thạch bằng nhiên liệu sinh khối, khí sinh học và các loại rác thải công nghiệp. Tại Đan Mạch, hơn 40% năng lượng trong ngành xi măng được cung cấp từ các nguồn tái tạo và nhiên liệu thay thế. Nhiều nhà máy xi măng ở Hà Lan cũng chuyển sang sử dụng rác thải nhựa và phế liệu từ ngành công nghiệp hóa chất làm nhiên liệu thay thế, giúp giảm lượng CO<sub>2</sub> phát thải trong quá trình sản xuất.

### 1.3. Tăng cường tái chế và sử dụng chất thải

Chất thải từ hoạt động xây dựng và phá dỡ là một nguồn tài nguyên quan trọng nhưng chưa được tận dụng tối đa. Nhận thức được điều này, EU đặc biệt chú trọng đến việc tăng cường tái chế vật liệu trong ngành xi măng. CEAP khuyến khích sử dụng chất thải xây dựng tái chế làm nguyên liệu thay thế trong sản xuất xi măng. Việc tái chế bê tông, gạch và vật

liệu khác từ quá trình xây dựng sẽ giảm áp lực lên các mỏ nguyên liệu thiên nhiên, đồng thời giảm lượng chất thải không sử dụng được.

Bên cạnh đó, châu Âu đã chứng kiến sự chuyển đổi mạnh mẽ trong việc áp dụng chuỗi giá trị tuần hoàn vào ngành xi măng. Các biện pháp tuần hoàn không chỉ tập trung vào việc tái chế chất thải mà còn mở rộng ra toàn bộ chuỗi giá trị, bao gồm việc thu hồi, tái chế vật liệu xây dựng từ những công trình cũ. Một ví dụ điển hình là các dự án tái chế tại Đức và Hà Lan, nơi chất thải xây dựng được sử dụng để sản xuất vật liệu xây dựng, bao gồm cả xi măng, với chất lượng ổn định. Tại Pháp, ngành xi măng đã bắt đầu sử dụng bê tông tái chế từ công trình xây dựng cũ làm nguyên liệu thô trong sản xuất. Trong khi đó, nhiều nhà máy xi măng ở Tây Ban Nha cũng đang tăng cường tái sử dụng chất thải từ các ngành công nghiệp khác (như chất thải kim loại, phế liệu) để tạo ra sản phẩm xi măng chất lượng cao mà không cần khai thác thêm tài nguyên. Việc áp dụng công nghệ tiên tiến trong xử lý, tái chế chất thải cũng góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên và giảm thiểu tác động lên môi trường.

### 1.4. Công nghệ thu giữ và lưu trữ các-bon (CCS)

Thu giữ và lưu trữ các-bon là một trong những công nghệ chủ chốt để giảm phát thải CO<sub>2</sub> đối với ngành xi măng. Việc thu giữ CO<sub>2</sub> từ khí thải trong quá trình sản xuất, lưu trữ dưới lòng đất hoặc chuyển đổi thành sản phẩm hữu ích (CCU) giúp giảm thiểu phát thải khí nhà kính một cách hiệu quả. CEAP khuyến khích việc triển khai các dự án CCS trong ngành xi măng, đặc biệt là ở những nhà máy sản xuất lớn với lượng CO<sub>2</sub> phát thải cao.

Mặc dù chi phí đầu tư ban đầu cho công nghệ CCS khá cao, nhưng đây là giải pháp thiết yếu giúp ngành



xi măng đạt được mục tiêu trung hòa các-bon vào năm 2050. Tại EU, các dự án CCS đã được triển khai thử nghiệm thành công ở một số nhà máy xi măng của Bỉ, Tây Ban Nha, Đức, Ý, Thụy Điển, Vương quốc Anh, Na Uy, chứng minh khả năng thu giữ CO<sub>2</sub> từ khí thải trong quá trình sản xuất xi măng và lưu trữ chúng dưới lòng đất hoặc chuyển đổi thành những sản phẩm có giá trị.

Đáng chú ý, Dự án CCS Cement 2050 tại Na Uy, nơi công nghệ CCS đã được áp dụng thành công để thu giữ 400.000 tấn CO<sub>2</sub>/năm, chứng tỏ tiềm năng của CCS trong việc giảm phát thải từ ngành xi măng, góp phần quan trọng vào mục tiêu giảm phát thải CO<sub>2</sub> của EU. Ngoài ra, nhiều nhà máy xi măng ở EU cũng đang hợp tác với các tổ chức nghiên cứu để cải tiến và mở rộng công nghệ CCS, với hy vọng trong tương lai gần, công nghệ này sẽ trở thành một phần quan trọng trong chiến lược giảm phát thải của ngành.

### **1.5. Cải tiến quy trình sản xuất và tăng cường hiệu suất năng lượng**

Việc tối ưu hóa quy trình sản xuất để tăng hiệu suất năng lượng, giảm phát thải thông qua sử dụng công nghệ tiên tiến như lò nung siêu hiệu quả và quá trình sản xuất khô sẽ góp phần giảm tiêu thụ năng lượng cũng như khí thải trong sản xuất xi măng. EU đã đưa ra hàng loạt tiêu chuẩn nghiêm ngặt về hiệu suất năng lượng; khuyến khích các nhà máy cải tiến công nghệ và giảm thiểu lượng năng lượng cần thiết để sản xuất 1 tấn xi măng. Những công nghệ mới như sản xuất xi măng từ nguyên liệu địa phương; tối ưu hóa hệ thống lò nung, hệ thống điều khiển tự động giúp giảm thiểu mức năng lượng tiêu thụ và cải thiện hiệu quả sản xuất được ưu tiên áp dụng.

Đức, Thụy Điển, Pháp, Anh, Bỉ, Áo, Đan Mạch là những quốc gia tiên phong thực hiện các biện pháp cải tiến quy trình sản xuất và tăng cường hiệu suất năng lượng trong ngành xi măng, với mục tiêu giảm thiểu khí thải, tiết kiệm năng lượng và tuân thủ mọi tiêu chuẩn của EU về hiệu suất năng lượng, BVMT.

### **1.6. Chính sách và hỗ trợ tài chính từ EU**

EU đã ban hành nhiều chính sách, chương trình hỗ trợ tài chính để khuyến khích nhà sản xuất xi măng chuyển đổi sang mô hình KTTH. Mọi chương trình tài trợ, hỗ trợ kỹ thuật từ EU, bao gồm Quỹ nghiên cứu và phát triển, giúp các nhà máy xi măng có thể đầu tư công nghệ mới như CCS, NLTT, tái chế vật liệu. Điển hình như Chương trình Horizon 2020, nơi các dự án nghiên cứu về công nghệ xanh trong ngành xi măng được tài trợ để thúc đẩy sự đổi mới và PTBV. EU cũng tạo ra một khung pháp lý rõ ràng, giúp những quốc gia thành viên dễ dàng triển khai biện pháp giảm phát thải và tối ưu tài nguyên trong ngành xi măng.

Các kết quả trên cho thấy, dù gặp phải không ít khó khăn, thách thức, nhưng ngành xi măng của EU đã và đang đi đúng hướng trong việc giảm phát thải, tối ưu tài nguyên theo mô hình KTTH. Những thành tựu này không chỉ góp phần giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường mà còn mở ra cơ hội PTBV và tạo ra giá trị kinh tế lâu dài cho ngành xi măng.

## **2. ỨNG DỤNG CÁC BIỆN PHÁP CỦA EU VÀO NGÀNH XI MĂNG TẠI VIỆT NAM**

Ngành xi măng Việt Nam đang đứng trước thách thức lớn trong việc giảm phát thải và tối ưu tài nguyên, đồng thời đáp ứng yêu cầu PTBV trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày càng diễn biến phức tạp, khó lường. Vì vậy, áp dụng các biện pháp trong CEAP của EU được xem là hướng đi hiệu quả để ngành xi măng Việt Nam cải thiện hiệu suất năng lượng, giảm thiểu tác động môi trường, giải quyết được những khó khăn nêu trên. Dưới đây là một số biện pháp của EU có thể được áp dụng vào ngành xi măng Việt Nam.

### **2.1. Sử dụng vật liệu thay thế clinker và tăng cường tái chế**

Báo cáo “Tình hình ngành xi măng Việt Nam năm 2023: Khó khăn và kiến nghị” cho thấy, sử dụng vật liệu thay thế clinker là một biện pháp quan trọng để giảm phát thải CO<sub>2</sub> trong sản xuất xi măng. Tuy nhiên, tại Việt Nam, clinker vẫn chiếm tỷ lệ rất cao trong sản phẩm xi măng (thường chiếm đến 80 - 90% trọng lượng xi măng). Để giảm lượng clinker và giảm phát thải CO<sub>2</sub>, ngành xi măng Việt Nam có thể học hỏi EU từ việc tăng cường sử dụng vật liệu thay thế như tro bay, xỉ lò cao, phế thải công nghiệp và các loại khoáng sản khác.

Việt Nam có nguồn tài nguyên chất thải công nghiệp lớn, bao gồm tro bay từ các nhà máy nhiệt điện, xỉ lò cao từ các nhà máy thép, có thể được tái chế thành nguyên liệu thay thế clinker. Bằng cách sử dụng vật liệu này, ngành xi măng Việt Nam không chỉ giảm phát thải mà còn giảm chi phí sản xuất, đồng thời tạo ra giá trị gia tăng từ chất thải công nghiệp. Nhiều nghiên cứu chỉ ra, việc sử dụng tro bay có thể giúp giảm đến 25 - 30% lượng clinker trong sản phẩm xi măng, từ đó giảm phát thải CO<sub>2</sub> đáng kể.

### **2.2. Sử dụng NLTT và nhiên liệu thay thế**

Ngành xi măng Việt Nam đang phụ thuộc chủ yếu vào năng lượng từ than đá - nguồn nhiên liệu phát thải cao. Tuy nhiên, với chính sách và công nghệ tiên tiến, việc chuyển đổi sang sử dụng NLTT và nhiên liệu thay thế là hoàn toàn khả thi. Các nguồn nhiên liệu thay thế ở Việt Nam bao gồm rác thải sinh



▲ Để áp dụng hiệu quả các biện pháp trong Kế hoạch CEAP của EU, DN xi măng Việt Nam cần thực hiện đồng bộ các giải pháp

hoạt, phế thải nông nghiệp, rác thải công nghiệp, khí sinh học, giống như EU đã áp dụng.

Các nhà máy xi măng ở nước ta có thể bắt đầu sử dụng nhiên liệu sinh khối (như trấu, mùn cưa, phế phẩm từ nông nghiệp) thay vì than đá. Hơn nữa, các giải pháp NLTT như năng lượng mặt trời, năng lượng gió được xem xét đầu tư cho các nhà máy xi măng tại những khu vực có điều kiện thuận lợi. Với sự hỗ trợ từ chính sách tài chính và nghiên cứu của Chính phủ, ngành xi măng Việt Nam sẽ từng bước giảm sự phụ thuộc vào nguồn năng lượng hóa thạch, từ đó giảm phát thải và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng.

### 2.3. Công nghệ thu giữ và lưu trữ các-bon (CCS)

Việc triển khai CCS trong ngành xi măng ở Việt Nam có thể giúp giảm đáng kể lượng CO<sub>2</sub> phát thải, đặc biệt là tại những nhà máy có quy mô lớn. Tuy nhiên, công nghệ CCS đòi hỏi đầu tư ban đầu lớn, yêu cầu sự hỗ trợ mạnh mẽ từ Chính phủ và các tổ chức tài chính quốc tế.

Việt Nam có thể học hỏi từ các dự án CCS đang triển khai tại EU để áp dụng thử nghiệm và nghiên cứu. Các nhà máy xi măng bắt đầu với dự án thí điểm tại những khu vực có nguồn CO<sub>2</sub> lớn, đồng thời nghiên cứu hình thức sử dụng các-bon hợp lý như chuyển đổi CO<sub>2</sub> thành sản phẩm có giá trị (CCU), bao gồm nhựa, nhiên liệu tổng hợp hoặc vật liệu xây dựng. Ngoài ra, các nhà máy xi măng tại Việt Nam cũng có thể hợp tác với viện nghiên cứu, chuyên gia quốc tế để triển khai các dự án CCS, từ đó góp phần giảm lượng phát thải CO<sub>2</sub> trong ngành xi măng.

### 2.4. Tăng cường tái chế chất thải và xây dựng chuỗi giá trị tuần hoàn

Xây dựng chuỗi giá trị tuần hoàn là phương pháp hiệu quả giúp tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên trong sản xuất xi măng. Các nhà máy xi măng Việt

Nam có thể triển khai biện pháp tái chế chất thải từ nhiều ngành công nghiệp khác, chẳng hạn như chất thải từ ngành xây dựng, sản xuất thép, hoặc phế liệu khác. Học hỏi từ mô hình của EU, ngành xi măng Việt Nam sẽ tận dụng được lượng chất thải này làm nguyên liệu thay thế trong sản xuất xi măng, vừa giảm thiểu lãng phí tài nguyên, vừa tiết kiệm chi phí và góp phần BVMT.

Đồng thời, Việt Nam cũng có điều kiện tiến hành cải thiện tỷ lệ tái chế chất thải xây dựng (CDW) để sản xuất xi măng, giúp giảm thiểu khai thác tài nguyên thiên nhiên như đá vôi, giảm ô nhiễm môi trường. Việc hợp tác giữa các công ty xi măng với nhà thầu xây dựng và tổ chức tái chế có thể được tính đến nhằm mục đích đẩy mạnh hoạt động thu gom, tái chế chất thải xây dựng, góp phần thúc đẩy thực hiện nền KTTH.

### 2.5. Chính sách và hỗ trợ tài chính từ Chính phủ

Cũng giống như EU, Chính phủ Việt Nam có thể thúc đẩy việc chuyển đổi ngành xi măng sang mô hình KTTH thông qua việc ban hành các chính sách hỗ trợ tài chính và chương trình khuyến khích như ưu đãi thuế, tài trợ cho nghiên cứu và triển khai công nghệ sạch. Cùng với đó, các tổ chức quốc tế như Ngân hàng thế giới, Quỹ Môi trường toàn cầu (GEF), EU... là nguồn cung cấp khoản vay ưu đãi hoặc gói hỗ trợ tài chính để Việt Nam có điều kiện đầu tư vào công nghệ tiên tiến, giảm phát thải, tăng cường sử dụng NLTT và nghiên cứu công nghệ CCS.

Có thể nói, việc áp dụng các biện pháp trong CEAP của EU vào ngành xi măng tại Việt Nam không chỉ giúp giảm phát thải CO<sub>2</sub> mà còn góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên, giảm thiểu tác động đến môi trường, thúc đẩy phát triển KTTH trong tương lai.



### 3. KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Kế hoạch CEAP của EU cung cấp một khung chiến lược rõ ràng, đầy đủ nhằm thúc đẩy PTBV trong các ngành công nghiệp, bao gồm cả xi măng. Những biện pháp mà EU đã và đang triển khai trong ngành xi măng như sử dụng vật liệu thay thế clinker; áp dụng CCS; chuyển đổi sang nhiên liệu tái tạo và thay thế, xây dựng chuỗi giá trị tuần hoàn đã góp phần quan trọng trong việc giảm phát thải, tối ưu hóa tài nguyên, BVMT. Tại Việt Nam, khi áp dụng các biện pháp này sẽ góp phần giảm thiểu đáng kể tác động tiêu cực lên môi trường; sử dụng hợp lý, hiệu quả tài nguyên thiên nhiên; thúc đẩy thực hiện KTTH và nâng cao khả năng cạnh tranh của sản phẩm xi măng trong bối cảnh hội nhập quốc tế.

Để ngành xi măng Việt Nam ứng dụng thành công các biện pháp trong CEAP của EU, một số khuyến nghị sau đây sẽ giúp định hướng bước đi cụ thể:

*Thứ nhất, đẩy mạnh nghiên cứu, phát triển công nghệ:* Việc triển khai công nghệ mới như CCS hay tái chế chất thải đòi hỏi nỗ lực nghiên cứu và phát triển mạnh mẽ. Chính phủ Việt Nam cần hỗ trợ các doanh nghiệp (DN), viện nghiên cứu đang hoạt động trong lĩnh vực xi măng thực hiện một số dự án thử nghiệm, từ đó đánh giá tính khả thi cũng như hiệu quả của các công nghệ này trong điều kiện thực tế của Việt Nam.

*Thứ hai, xây dựng cơ chế, chính sách hỗ trợ:* Chính phủ Việt Nam cần ban hành chính sách khuyến khích ngành xi măng chuyển đổi sang mô hình KTTH như ưu đãi thuế; tài trợ cho nghiên cứu và phát triển công nghệ; chương trình hỗ trợ tài chính cho đầu tư vào công nghệ sạch... nhằm giảm bớt chi phí đầu tư ban đầu cũng như tạo động lực để các DN xi măng áp dụng biện pháp giảm phát thải.

*Thứ ba, phát triển chuỗi cung ứng bền vững và tăng cường tái chế:* Để ngành xi măng giảm phụ thuộc vào nguyên liệu thô, Việt Nam cần phát triển các chuỗi cung ứng bền vững, nơi vật liệu phế thải từ ngành công nghiệp khác như thép, điện lực hoặc chất thải xây dựng có thể được tái chế, sử dụng trong sản xuất xi măng. Chính phủ cần có cơ chế khuyến khích DN và tổ chức tái chế hợp tác trong việc thu gom, tái sử dụng chất thải công nghiệp.

*Thứ tư, xây dựng các dự án thí điểm và mở rộng quy mô:* Chính phủ và các DN xi măng cần thực hiện dự án thí điểm để thử nghiệm công nghệ cũng như giải pháp của EU, đặc biệt là công nghệ CCS và sử dụng nhiên liệu tái tạo. Những dự án này không chỉ giúp đánh giá hiệu quả của công nghệ trong điều kiện Việt Nam mà còn đóng vai trò quan trọng trong việc xây dựng mô hình KTTH thực tế cho ngành xi măng.

*Thứ năm, đào tạo nguồn nhân lực chuyên sâu về công nghệ xanh:* Cần xây dựng đội ngũ nhân lực có đủ

kiến thức, kỹ năng về công nghệ xanh, tái chế và quản lý năng lượng. Các chương trình đào tạo nghề và khóa học chuyên sâu về công nghệ sạch cần được triển khai tại trường đại học, viện nghiên cứu, DN xi măng.

*Thứ sáu, thúc đẩy hợp tác quốc tế và thu hút đầu tư:* Việt Nam có thể tăng cường hợp tác với các tổ chức quốc tế, đối tác EU, nhà đầu tư quốc tế để triển khai biện pháp và công nghệ bền vững trong ngành xi măng. Việc hợp tác này không chỉ giúp tiếp cận công nghệ tiên tiến mà còn thu hút nguồn vốn đầu tư cần thiết cho ngành.

Như vậy, ngành xi măng Việt Nam đang có nhiều cơ hội để PTBV thông qua áp dụng các biện pháp giảm phát thải và tối ưu hóa tài nguyên trong khuôn khổ Kế hoạch CEAP của EU. Tuy nhiên, để các biện pháp này được triển khai hiệu quả, cần có sự kết hợp chặt chẽ giữa Chính phủ, DN, tổ chức quốc tế... Nếu thực hiện thành công, Việt Nam không chỉ đạt được mục tiêu giảm phát thải, BV&MT, mà còn góp phần thúc đẩy ngành xi măng phát triển mạnh mẽ trong thời đại mới, hội nhập cùng nền kinh tế xanh và bền vững của thế giới ■

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. OECD (2018), *Global Material Resources Outlook to 2060*.
2. World Bank (2018), *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*.
3. Trung tâm Thông tin và Cơ sở dữ liệu chuyên ngành xi măng Việt Nam CIDC), *Báo cáo ngành xi măng Việt Nam năm 2023*.
4. *Báo cáo tình hình ngành xi măng Việt Nam năm 2023, các khó khăn và kiến nghị*.
5. *Kỷ yếu xi măng Việt năm 2014*.
6. Tổng Công ty xi măng Việt Nam, *Báo cáo chuyên đề: Áp dụng công nghệ phát điện tận dụng nhiệt khí thải và sử dụng rác thải làm nhiên liệu thay thế trong nhà máy xi măng, năm 2024*.
7. [https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en).
8. [https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_en).
9. <https://vioit.org.vn/en/strategy-policy/overview-of-the-new-eu-circular-economy-action-plan--ceap--5989.4144.html>.
10. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4d42d597-4f92-4498-8e1d-857cc157e6db>.
11. <https://ximang.vn/chuyen-de-xi-mang/cac-giai-phap-san-co-de-giam-phat-thai-tu-qua-trinh-san-xuat-xi-mang-va-clinker-19517.htm>.
12. <https://ximang.vn/bien-dong-thi-truong/thi-truong-xi-mang/buc-tranh-toan-cannganh-xi-mang-trong-nam-2023-19061.htm>.