



# Lộ trình Công nghệ Xi măng 2009

Giảm thiểu khí thải chứa carbon đến năm 2050

Chiều hướng cung ứng và sử dụng năng lượng hiện tại chắc hẳn không thể bền vững cả về kinh tế, môi trường và cả đời sống xã hội của chúng ta. Chúng ta có thể và sẽ phải thay đổi hướng đi hiện nay: đây sẽ là cuộc cách mạng về năng lượng, với các công nghệ năng lượng ít phát thải carbon đóng vai trò trung tâm. Trong khi những bước đi cụ thể để đi đến một nền kinh tế ít carbon có thể chưa hoàn toàn rõ ràng, chúng ta cũng không thể chờ đợi một cách thụ động. Thay vào đó, ta phải chủ động nghiên cứu, phát triển và ứng dụng công nghệ để định hình tương lai của chính mình.

Năm 2008, lãnh đạo các nước G8 tại Hokkaido đã yêu cầu Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) làm đầu mối xây dựng một loạt các lộ trình, tập trung vào những kỹ thuật ít phát thải carbon nhất ở cả hai mặt cung và cầu về năng lượng. Những lộ trình này sẽ giúp xác định các bước cần thiết để tạo ra những biến đổi nhanh chóng và toàn diện về mặt công nghệ và từ đó giúp cho các chính phủ, các đối tác trong ngành công nghiệp và tài chính có được sự lựa chọn đúng đắn. Chính những thay đổi này sẽ giúp xã hội đưa ra những quyết sách phù hợp.

Nhận thức được sự cấp bách của việc tìm kiếm những công nghệ giảm thiểu việc phát thải CO<sub>2</sub> ở mức cao trong sản xuất xi măng, Cơ quan Năng lượng Quốc tế đã làm việc với Sáng kiến Xi măng Bền vững (CSI) của Hội đồng Doanh nghiệp Thế giới vì Phát triển Bền vững (WBCSD) để xây dựng một lộ trình riêng về công nghệ trong lĩnh vực xi măng. Hiện tại, đây là lộ trình đơn ngành duy nhất; trong khi các lộ trình khác thường chỉ tập trung vào những công nghệ cụ thể. nỗ lực chung này cho thấy sự sẵn sàng tiến bước trên cơ sở những tiến bộ hiện tại, cũng như nhận thức của ngành xi măng về những tiến bộ sẽ đạt đến trong tương lai.

Hiện tại, khí thải CO<sub>2</sub> từ sản xuất xi măng chiếm khoảng 5% khí CO<sub>2</sub> nhân tạo toàn cầu.

Từ năm 2002, các công ty thành viên của CSI đã đạt được những bước tiến đáng kể trong việc lượng hóa, báo cáo và giảm thiểu khí thải CO<sub>2</sub> của mình, đồng thời chia sẻ kinh nghiệm với các bên liên quan khác của ngành xi măng. Lộ trình công nghệ này là bước đi tiếp theo có tính lô-gic và hỗ trợ để cố vũ phong trào chống biến đổi khí hậu một cách có hiệu quả. Lộ trình ngành xi măng vạch ra một con đường chuyển tiếp khả thi để ngành có thể tiếp tục đóng góp vào mục tiêu giảm một nửa lượng khí thải CO<sub>2</sub> trước năm 2050. Là một phần của sự đóng góp ấy, lộ trình dự tính rằng đến năm 2050, ngành xi măng có thể giảm thiểu 18% lượng khí thải trực tiếp so với mức hiện nay. Việc giảm lượng khí thải toàn cầu đó không hàm nghĩa là một mức giảm tuyến tính về tỷ lệ (%) đối với tất cả các ngành công nghiệp. Lộ trình này nên được hiểu như là một bản phân tích sâu về những tiềm năng và thách thức của một ngành công nghiệp.

Tâm nhìn về các mục tiêu giảm thiểu đúng là mang nhiều tham vọng, nên các thay đổi cần phải thực tế và khả thi. Lộ trình này là bước đi đầu tiên và chỉ có thể đạt được mục đích khi có được một khung chính sách hỗ trợ cùng với các nguồn vốn đầu tư dài hạn. Lộ trình này vạch ra những chính sách như vậy, tính toán nhu cầu tài chính, mô tả những thay đổi về công nghệ và những đề xuất để hỗ trợ nghiên cứu và phát triển, cũng như cơ chế ra quyết định đầu tư trong tương lai.

Chúng tôi đã cùng nhau xây dựng lộ trình này để chứng minh giá trị của việc hợp tác và quan hệ đối tác về giảm thiểu khí thải sâu rộng trên phạm vi toàn cầu. Ở đây, chúng tôi đề xuất một hướng đi tiềm năng cho một ngành công nghiệp. Trên cơ sở đó, chúng tôi mong muốn được đối thoại cởi mở với các nhà hoạch định chính sách, các đối tác tài chính và các ngành công nghiệp khác để giúp chúng tôi thích ứng có hiệu quả với một thế giới chịu tác động bất lợi bởi carbon mà chúng ta sẽ phải đối mặt trong những năm tới.

**Nobuo Tanaka**  
Giám đốc điều hành  
Cơ quan Năng lượng Quốc tế  
(IEA)



**Bjorn Stigson**  
Chủ tịch  
Hội đồng Doanh nghiệp Thế giới  
vì Sự Phát triển Bền vững  
(WBCSD)



# Mục lục

## Giới thiệu

|  |   |
|--|---|
| Cạnh cạnh ngành công nghiệp                      | 2 |
| Phác thảo lộ trình                               | 3 |
| Khái quát nền sản xuất xi măng                   | 4 |
| Các đòn bẩy nhằm giảm thiểu khí thải chứa carbon | 5 |
| Các loại xi măng tiềm năng ít phát thải carbon   | 5 |

## Công nghệ

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| Hiệu suất điện năng và nhiệt năng | 6  |
| Sử dụng nhiên liệu thay thế       | 9  |
| Thay thế clinker                  | 12 |
| Thu giữ khí carbon                | 14 |

## Các chỉ tiêu trên lộ trình ngành xi măng

### Sản xuất xi măng ở cấp khu vực

### Những cột mốc khu vực

## Chính sách hỗ trợ nào là cần thiết

17

|  |    |
|--|----|
| Phương pháp tiếp cận ngành đối với giảm thiểu khí thải | 21 |
|--|----|

## Hỗ trợ tài chính bao nhiêu là cần thiết

22

## Các chỉ số phát triển

24

## Hoạt động của các bên liên quan

25

## Kết luận

26

## Thuật ngữ

27

## Tài liệu tham khảo

28

## Phụ lục I: Các yếu tố về khí thải được sử dụng trong mô hình lộ trình của IEA

28

## Phụ lục II: Tính toán mức cơ bản được sử dụng trong mô hình lộ trình của IEA

28

## Phụ lục III: Những điểm khác biệt chính giữa các kịch bản tăng hoặc giảm nhu cầu xi măng

29

# Giới thiệu

## Cận cảnh ngành công nghiệp

Để hỗ trợ việc xây dựng một lộ trình, IEA đã khảo sát các công nghệ then chốt nhằm giảm thiểu khí phát thải, đồng thời khảo sát một ngành công nghiệp cụ thể là ngành xi măng. Sản xuất xi măng bao gồm các công nghệ vừa mang tính chuyên biệt của ngành, vừa được sử dụng các công nghệ mà các ngành khác cũng sử dụng (như nghiền (grinding), chuẩn bị nhiên liệu, đốt (combustion), đập (crushing) và vận chuyển). Một lộ trình riêng cho ngành là một cơ chế có hiệu quả trong việc phối hợp sử dụng nhiều công nghệ. Nó chỉ ra tiềm năng của tiến bộ kỹ thuật trong giảm thiểu khí thải của một ngành công nghiệp cũng như khả năng hợp tác giữa các ngành công nghiệp với nhau.

Xi măng là một “chất kết dính” cơ bản của bê tông, là vật liệu xây dựng chính trong kết cấu hạ tầng của xã hội trên khắp thế giới. Bê tông có tổng khối lượng tiêu thụ hàng năm lớn thứ hai trong xã hội, chỉ đứng sau nước. Tuy nhiên, việc sản xuất xi măng cũng đồng thời tạo ra khí CO<sub>2</sub>: ngành xi măng tạo ra khoảng 5% lượng khí thải CO<sub>2</sub> nhân tạo toàn cầu. Cùng với việc tăng cường sử dụng các biện pháp giảm thiểu và thích ứng với biến đổi khí hậu, nhu cầu bê tông theo dự kiến vẫn tiếp tục lên cao. Đặc biệt, ở các quốc gia đang phát triển, sản lượng xi măng được dự báo sẽ vẫn tăng lên theo nhịp độ tăng trưởng và hiện đại hóa. Năm 2006, sản lượng xi măng toàn cầu là 2,55 tỷ tấn (USGS, 2008). Kịch bản tăng trưởng tốc độ thấp đã được lộ trình tính đến, theo đó sản lượng năm 2050 sẽ là 3,69 tỷ tấn. Song song với đó là dự báo mô hình về một kịch bản tăng trưởng cao, với sản lượng năm 2050 là 4,40 tỷ tấn (xem chi tiết tại Phụ lục III)<sup>1</sup>.

Ngoài ra, rõ ràng rằng việc thay thế sản phẩm ở một quy mô đủ lớn để có tác động thực tế sẽ không phải là lựa chọn khả thi, ít nhất là trong thập kỷ tới. Tuy nhiên, những năm gần đây, ngành xi măng đã phần nào tách được sự liên hệ giữa tăng trưởng kinh tế và lượng khí thải CO<sub>2</sub> tuyệt đối: sản lượng xi măng toàn cầu tăng 54% từ năm 2000 đến 2006 (USGS 2008), trong khi đó, lượng khí thải CO<sub>2</sub> tuyệt đối ước tính tăng 42% (560 Mt), lên 1.88 Gt<sub>2</sub> vào năm 2006 (IEA). Mặc dù vậy, xu hướng này không thể kéo dài mãi mãi khi mà nhu cầu thị trường bê tông và xi măng đã vượt quá khả năng của công nghệ trong việc giảm thiểu phát thải CO<sub>2</sub> tính trên mỗi tấn sản phẩm và khi đó phát thải CO<sub>2</sub> tuyệt đối sẽ tiếp tục gia tăng.

- 1 Dự báo nhu cầu xi măng là một thông số cơ bản để đánh giá tiềm năng giảm lượng khí thải. Nhu cầu càng cao sẽ làm khả năng giảm thiểu lượng phát thải CO<sub>2</sub> tuyệt đối, hoặc đẩy nhanh việc thực hiện thu giữ carbon (CCS), hay cả hai hệ quả đó. Nhiều dự báo được nêu trong các công trình nghiên cứu khác nhau; xem Phụ lục III.
- 2 1,88Gt CO<sub>2</sub> là lượng khí thải từ sử dụng năng lượng và xử lý trực tiếp (không tính nguồn khác)

### Sáng kiến Xi măng Bền vững (CSI) của WBCSD

Các thành viên của CSI – một sáng kiến tự nguyện của các doanh nghiệp – đã và đang cố gắng giải quyết các vấn đề liên quan đến biến đổi khí hậu trong hơn một thập kỷ qua. Mặc dù ngành xi măng tạo ra những tác động tiêu cực rõ ràng đối với môi trường, nhưng việc sử dụng bê tông cũng có mang lại nhiều lợi ích. Kết cấu bê tông có thể tồn tại qua nhiều thế kỷ mà không tốn nhiều chi phí bảo hành và sửa chữa, và khi vòng đời sắp kết thúc, bê tông lại có thể được tái sử dụng (đưa vào cốt liệu). Một công trình xây dựng sử dụng bê tông được thiết kế tốt sẽ hấp thụ ít hơn 5-15% lượng nhiệt so với các công trình tương tự bằng vật liệu nhẹ, đồng thời ít phải sử dụng các dịch vụ sưởi ấm hoặc làm mát. Trong thời gian tồn tại, bê tông hấp thụ CO<sub>2</sub> từ không khí (cô lập carbon). Bê tông có hiệu ứng albedo cao, nghĩa là rất nhiều tia mặt trời chiếu vào sẽ bị phản xạ và do vậy ít hấp thụ nhiệt hơn, khiến nhiệt độ bên trong mát hơn và giảm hiệu ứng “đảo nóng tại đô thị”. Xi măng cũng được sản xuất và cung ứng tại chỗ ở nhiều địa phương. CSI đang nỗ lực tìm hiểu tác động của xi măng trong toàn bộ vòng đời của nó, nghĩa là bao gồm cả bê tông và cốt liệu tái sử dụng. Một bước đi tiếp theo từ lộ trình này có thể sẽ là xây dựng một lộ trình công nghệ có tính toán đến vấn đề nói trên.

## Dự thảo lộ trình

Lộ trình này được hình thành dựa trên một mô hình phát triển ngành xi măng theo kịch bản trong hệ thống BLUE của IEA, trong đó dự kiến những tác động từ một mục tiêu chính sách tổng thể nhằm đạt chỉ tiêu vào năm 2050 sẽ giảm thiểu một nửa lượng khí thải CO<sub>2</sub> có liên quan đến năng lượng trên phạm vi toàn cầu so với năm 2006 (kịch bản BLUE, IEA, 2008). Theo Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC), các kịch bản BLUE phù hợp với

sự tăng lên của nhiệt độ toàn cầu (từ 2-3°C), song điều đó chỉ diễn ra với điều kiện lượng khí thải CO<sub>2</sub> liên quan đến năng lượng được giảm thiểu cùng lúc với việc cắt giảm sâu các loại khí nhà kính khác. Lộ trình này được xây dựng trên dữ liệu mô hình được trích từ ấn phẩm *Chuyển đổi công nghệ năng lượng cho ngành công nghiệp* (IEA, 2009).

### Kịch bản sắp đặt Triển vọng Công nghệ Năng lượng (ETP) 2008 BLUE

Kịch bản sắp đặt ETP BLUE mô tả cách thức nền kinh tế năng lượng toàn cầu có thể chuyển đổi đến năm 2050 nhằm đạt được mục tiêu toàn cầu về giảm tỷ lệ phát thải CO<sub>2</sub> hàng năm. Mô hình này là một loại mô hình MARKAL theo tiếp cận từ dưới lên nhằm tối đa hóa chi phí để xác định sự phối hợp các công nghệ và nhiên liệu ít tốn kém nhất mà vẫn đáp ứng nhu cầu năng lượng trong bối cảnh có nhiều rào cản, ví dụ, sự cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên. Mô hình Triển vọng công nghệ năng lượng là một loại mô hình mang tính toàn cầu tại 15 khu vực, cho phép phân tích các lựa chọn nhiên liệu và công nghệ thông qua hệ thống năng lượng. Mô hình đã chi tiết hóa các giải pháp công nghệ với khoảng 1,000 loại công nghệ khác nhau. Ngoài ra, mô hình Triển vọng công nghệ năng lượng cũng đã được bổ sung các mô hình chú trọng nhu cầu chi tiết cho tất cả các mục đích chính trong ngành công nghiệp, xây dựng và vận tải.

Các giải pháp kỹ thuật về giảm lượng khí thải trong lộ trình đã được xây dựng trong một bộ tài liệu gồm 38 hồ sơ công nghệ do Viện Nghiên cứu Xi măng châu Âu (ECRA) xây dựng với sự tài trợ của CSI. Các khả năng cụ thể đã được IEA lựa chọn. Các hồ sơ đã chỉ ra những công nghệ hiện có và công nghệ tiềm năng, chi phí ước tính của những công nghệ đó, thời gian thực hiện và khả năng giảm thiểu thực tế. Các hồ sơ này tập trung vào 4 “đòn bẩy giảm thiểu” riêng cho ngành xi măng: hiệu suất điện năng và nhiệt năng, sử dụng nhiên liệu thay thế, thay thế clinker và thu giữ carbon (CCS). Tất cả các công nghệ và cơ hội này đều cần phải được áp dụng cùng lúc để đạt được các chỉ tiêu nêu ra trong các kịch bản BLUE – bởi lẽ không có giải pháp riêng lẻ nào có thể giúp giảm thiểu lượng khí thải như mong muốn.

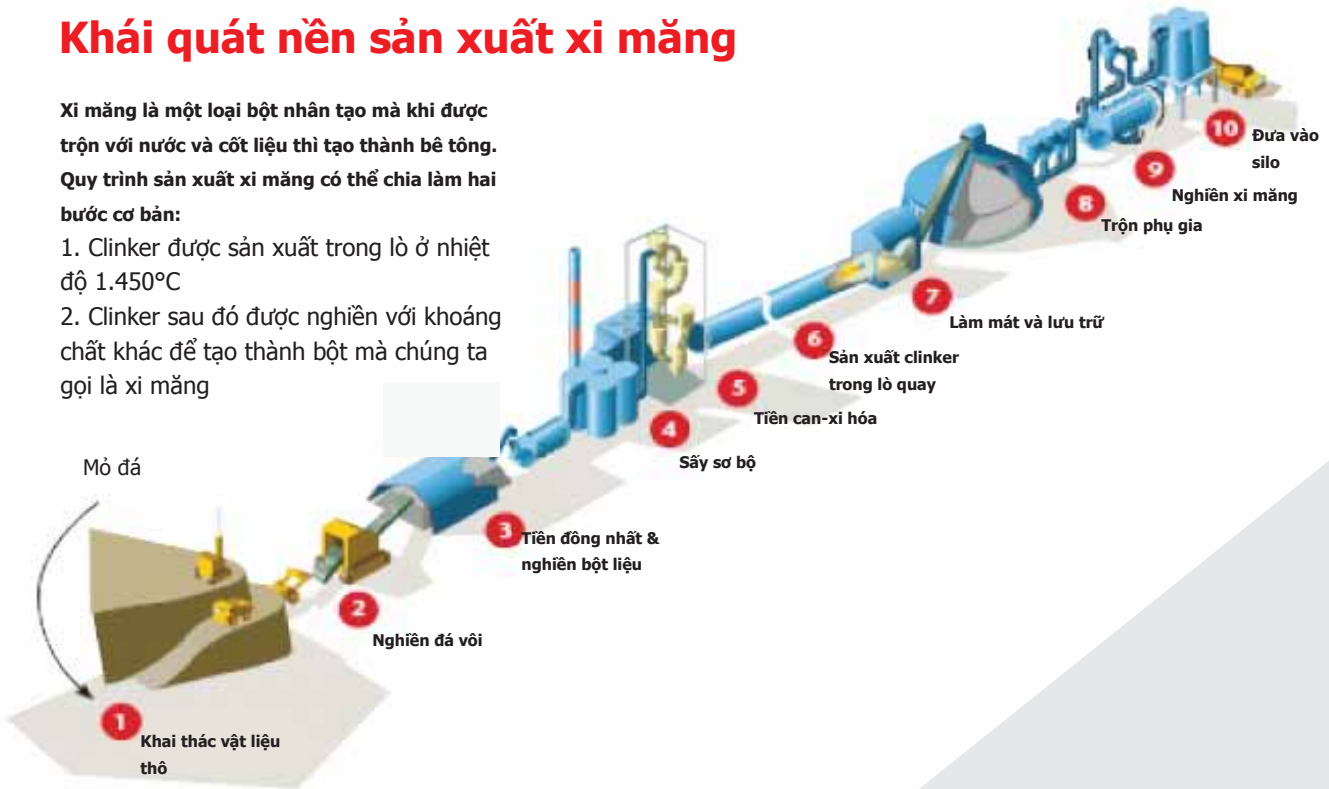
Các hồ sơ công nghệ được xây dựng dựa trên tri thức công nghệ hiện có, mặt khác chúng cũng đưa ra tầm nhìn về tiềm năng giảm thiểu khí thải trong tương lai. Các hồ sơ này không dự kiến sự đột phá công nghệ nào trong sản xuất xi măng, do vậy việc thu giữ carbon vẫn có ý nghĩa quan trọng mang tính quyết định để ngành công nghiệp này giảm thiểu đáng kể lượng khí thải. Tuy nhiên, cho dù có triển khai thực hiện chương trình thu giữ carbon, ngành xi măng không thể tách khỏi sự phụ thuộc với carbon trong khuôn khổ hiện tại về công nghệ, tài chính và sự đổi mới. Vẫn chưa có vật liệu nào thay thế được bê tông – một vật liệu xây dựng toàn cầu – ở một quy mô đủ lớn. Những vật liệu thay thế khác có thể được sử dụng trong một vài trường hợp, nhưng vẫn chưa thể sử dụng phổ biến như bê tông ở thời điểm hiện tại.

Các hồ sơ công nghệ được đăng tải trên trang web: [www.wbcdcement.org/technology](http://www.wbcdcement.org/technology)

# Khái quát nền sản xuất xi măng

Xi măng là một loại bột nhân tạo mà khi được trộn với nước và cốt liệu thì tạo thành bê tông. Quy trình sản xuất xi măng có thể chia làm hai bước cơ bản:

1. Clinker được sản xuất trong lò ở nhiệt độ 1.450°C
2. Clinker sau đó được nghiền với khoáng chất khác để tạo thành bột mà chúng ta gọi là xi măng



## 1. Khai thác vật liệu thô từ mỏ đá

Trầm tích chứa can-xi xuất hiện trong tự nhiên như đá vôi, mác-na hoặc đá phấn cung cấp can-xi carbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) và được khai thác từ mỏ đá, thông thường ở gần nhà máy xi măng. Một lượng rất nhỏ vật liệu "định dạng" như quặng sắt, bô xít, đá phiến sét, sét hoặc cát có thể cần để cung cấp thêm oxit sắt ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), ô-xít nhôm ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) và đi-ô-xít silic ( $\text{SiO}_2$ ) để chuyển hóa thành phần hóa học của hỗn hợp vật liệu thô phù hợp với yêu cầu của quy trình sản xuất và sản phẩm xi măng.

## 2. Nghiền đá vôi

Nguyên liệu thô được khai thác từ mỏ đá và vận chuyển đến máy đập sơ cấp/ thứ cấp để nghiền vỡ thành từng mảnh có kích thước 10cm.

## 3. Tiên đồng nhất & nghiền bột liệu

Tiên đồng nhất (pre-homogenization) được hiểu là việc trộn lẫn các vật liệu thô khác nhau duy trì thành phần hóa học theo yêu cầu. Các mẫu đá nghiền sau đó được cán lẫn với nhau để tạo thành "bột liệu". Để đảm bảo xi măng đạt chất lượng cao, tính chất hóa học của nguyên liệu thô và bột liệu phải được theo dõi và giám sát chặt chẽ.

## 4. Sấy sơ bộ

Máy sấy sơ bộ là một loạt các cyclone (lốc) đứng để bột liệu chạy qua và tiếp xúc với luồng khí nóng thoát ra từ lò và chuyển động theo hướng ngược lại. Ở các cyclone này, nhiệt lượng được thu từ khói lò nóng

và bột liệu được sấy sơ bộ trước khi đưa vào lò, do vậy, các phản ứng hóa học cần thiết sẽ xảy ra nhanh hơn và đạt hiệu suất cao hơn. Phụ thuộc vào hàm lượng ẩm của nguyên liệu thô mà lò có thể được cấu tạo lên tới 6 kỳ cyclone để thu lượng nhiệt gia tăng ở mỗi kỳ tiếp theo.

## 5. Tiên can-xi hóa

Tiên can-xi hóa là quá trình phân giải đá vôi thành vôi. Một phần phản ứng xảy ra tại "lò tiên can-xi hóa", buồng đốt ở đáy lò tiên can-xi hóa đặt ở phía trên của lò, và một phần hoạt động phân giải xảy ra tại lò. Tại đây, quá trình phân giải hóa học của đá vôi thường tạo ra 60-65% tổng lượng khí thải (của cả chu trình). Việc đốt nhiên liệu tạo ra phần còn lại, mà 65% lượng khí thải đó xảy ra tại lò tiên can-xi hóa.

## 6. Sản xuất clinker trong lò quay

Tiếp theo, bột liệu đã qua giai đoạn tiên can-xi hóa đi vào lò. Nhiên liệu được đốt trực tiếp trong lò tới nhiệt độ 1.450°C. Khi lò quay ở tốc độ 3-5 vòng/phút, nguyên liệu được nhào trộn trong vùng nhiệt gia tăng theo hướng ngọn lửa. Nhiệt lượng cực mạnh gây nên các phản ứng hóa lý, từ đó bột liệu được nung chảy một phần tạo thành clinker.

## 7. Làm mát và lưu trữ

Từ lò, clinker nóng rơi vào bộ phận làm mát dạng vĩ tại nơi làm mát bằng khí đốt, do vậy giảm thiểu được tổn thất năng lượng của hệ thống. Một nhà máy xi măng điển hình sẽ có buồng lưu trữ clinker ở

giữa khu vực sản xuất và khu vực nghiền clinker. Clinker một sản phẩm thường được kinh doanh.

## 8. Trộn phụ gia

Clinker được trộn với các hỗn hợp khoáng chất khác. Tất cả các loại xi măng đều chứa khoảng 4-5% thạch cao để kiểm soát thời gian ninh kết của sản phẩm. Nếu một lượng đáng kể xỉ, tro bay, đá vôi hay nguyên liệu khác được sử dụng để thay thế clinker thì sản phẩm sẽ có tên "xi măng tổng hợp".

## 9. Nghiền xi măng

Clinker và hỗn hợp thạch cao được làm mát sẽ được nghiền thành bột xám, đó là xi măng Portland thông thường (OPC), hoặc được nghiền cùng với các khoáng chất khác để tạo nên xi măng tổng hợp. Cách truyền thống là nghiền bằng máy cán bi mặc dù hiện nay một công nghệ tiên tiến hơn trong các nhà máy xi măng là máy ép con lăn và máy nghiền đứng đã được đưa vào áp dụng.

## 10. Đưa vào silo

Sản phẩm cuối cùng được đồng nhất và lưu trữ trong silo xi măng và chuyển đến khu vực đóng bao (đối với xi măng đóng bao) hoặc tới xe tải chở silo.

*Lưu ý:* Có những công nghệ cũ, kém hiệu quả như lò ướt, trong đó nguyên liệu thô đầu vào là bùn cặn (slurry) không ở dạng bột (như lò khô).

## Các đòn bẩy nhằm giảm thiểu khí thải chứa carbon

Một số công trình nghiên cứu (IEA (2008, 2009), CSI (2009), ECRA (2009), CCAP (2008), McKinsey (2008)) đã tập trung vào tiềm năng giảm thiểu khí thải từ công nghiệp xi măng. Sử dụng những kịch bản khác nhau và dự báo mức cơ bản lượng khí thải và nhu cầu trong tương lai, các nghiên cứu đều đi đến những kết luận khá giống nhau, và nhấn mạnh đến tác động của 4 đòn bẩy nhằm giảm thiểu khí thải chứa carbon như sau:

1. Hiệu suất nhiệt năng và điện năng – áp dụng các công nghệ tốt nhất hiện có vào các nhà máy xi măng mới, và tại các nhà máy cũ, trang bị thêm các thiết bị tăng hiệu suất sử dụng năng lượng trong điều kiện hợp lý về kinh tế.
2. Nhiên liệu thay thế - sử dụng các loại nhiên liệu hóa thạch tập trung ít hàm lượng carbon và tăng cường nhiên liệu (hóa thạch) thay thế và năng lượng sinh khối trong sản xuất xi măng. Các nguồn nhiên liệu thay thế là những chất thải nếu không sử dụng lại sẽ phải đốt trong các lò thiêu, chôn hoặc tiêu hủy không hợp lý.

3. Hiệu suất nhiệt năng và điện năng – áp dụng các công nghệ tốt nhất hiện có vào các nhà máy xi măng mới, và tại các nhà máy cũ, trang bị thêm các thiết bị tăng hiệu suất sử dụng năng lượng trong điều kiện hợp lý về kinh tế.
4. Nhiên liệu thay thế - sử dụng các loại nhiên liệu hóa thạch tập trung ít hàm lượng carbon và tăng cường nhiên liệu (hóa thạch) thay thế và năng lượng sinh khối trong sản xuất xi măng. Các nguồn nhiên liệu thay thế là những chất thải nếu không sử dụng lại sẽ phải đốt trong

Thông thường, mỗi đòn bẩy đều có một tác động đối với tiềm năng sử dụng một đòn bẩy khác để giảm thiểu khí thải. Chẳng hạn, việc sử dụng nhiên liệu thay thế sẽ làm gia tăng mức tiêu thụ nhiệt (VD: do độ ẩm cao hơn). Bởi vậy, nếu tính toán tổng tiềm năng bằng cách cộng đơn giản các tiềm năng giảm thiểu khí thải của từng công nghệ sẽ là không khả thi. Tiềm năng giảm thiểu khí thải được tính dựa trên lượng phát thải thuần (net emissions).

## Các loại xi măng tiềm năng ít phát thải carbon

Hiện nay, một số loại xi măng không hoặc ít phát thải carbon đang được phát triển bởi các công ty đi đầu và dự kiến các nhà máy thí điểm sẽ được xây dựng trong năm 2010 – 2011. Đặc tính cơ học của các nhà máy này tương tự như nhà máy sản xuất xi măng Portland. Tuy nhiên, quy trình sản xuất mới vẫn đang trong giai đoạn hình thành và chưa chứng minh được hiệu quả kinh tế cũng như kiểm chứng sự phù hợp dài hạn ở từng quy mô. Sản phẩm này cũng chưa được chấp nhận trong ngành xây dựng – vốn yêu cầu nghiêm ngặt về các tiêu chuẩn vật liệu và công trình. Khi nhà máy xi măng đầu tiên đi vào hoạt động, việc ứng dụng ban đầu có xu hướng bị hạn chế và chỉ áp dụng vào thị trường thích hợp, ngăn cản việc mở rộng về tính sẵn sàng và sự chấp nhận của khách hàng.

Vì những lý do trên, chưa thể biết liệu sản phẩm mới có tác động đến ngành xi măng trong tương lai hay không. Do vậy, chúng không được đưa vào phân tích lộ trình. Về lâu dài, các vật liệu này có thể tạo ra cơ hội giảm thiểu phát thải CO<sub>2</sub> trong sản xuất xi măng. Do vậy, các tiến trình phát triển các loại sản phẩm này cần được theo dõi chặt chẽ và có thể cần sự hỗ trợ của các chính phủ và ngành xi măng nói chung.

- **Novacem** có nguyên liệu gốc chủ yếu là silicat magiê dùng (MgO) thay cho đá vôi (cacbonat canxi) trong xi măng Portland thông thường. Ước tính trữ lượng silicat magiê toàn cầu rất lớn, song phân bố không đồng đều và cần phải xử lý trước khi đem sử dụng. Công nghệ

này chuyển hóa silicat magiê thành ôxít magiê trong một quy trình ít phát thải carbon và với nhiệt độ thấp, bổ sung phụ gia, khoáng chất giúp tăng cường sức bền vật liệu và khả năng hấp thụ CO<sub>2</sub>. Điều này đưa ra triển vọng cho xi măng không có carbon.

- **Calera** là một hỗn hợp canxi và silicat magiê, và canxi và hydroxit magiê. Quy trình sản xuất có liên quan đến việc đưa nước biển, nước lợ hoặc nước muối vào trao đổi với nhiệt thải trong khí xả từ trạm điện, nơi thu khí CO<sub>2</sub>, làm kết tủa carbonat.
- **Calix** là loại xi măng được sản xuất trong lò phản ứng bằng việc kết tủa nhanh đá dolomite trong hơi quá nhiệt. Khí thải CO<sub>2</sub> có thể được giữ lại bằng cách sử dụng hệ thống làm sạch khí CO<sub>2</sub> tách biệt.
- **Geopolimer** là các vật liệu vô cơ từ đất đá. Công nghệ này sử dụng chất thải từ công nghiệp năng lượng (như tro bay, tro đáy), ngành thép (xi) và chất thải bê tông để làm xi măng có hoạt tính kiềm. Hiệu suất của hệ thống này phụ thuộc vào thành phần hóa học của vật liệu gốc, nồng độ các chất hoạt hóa đối với NaOH và KOH và nồng độ của silicat hòa tan. Xi măng geopolimer đã được thương mại hóa tại các cơ sở sản xuất nhỏ, nhưng chưa được ứng dụng ở quy mô lớn do sức bền vật liệu là vấn đề được chú trọng. Công nghệ này đã được phát triển từ thập kỷ 50.

# Công nghệ

## Hiệu suất điện năng và nhiệt năng

Khi xây dựng các nhà máy xi măng mới, các nhà sản xuất sẽ áp dụng hầu hết các công nghệ đã được phát triển, cũng là điển hình cho hầu hết hiệu suất năng lượng ở thời điểm lắp đặt nhà máy. Do vậy, các lò mới thường rất cạnh tranh về hiệu suất năng lượng. Nhìn chung, các thiết bị có hiệu quả hơn sẽ tạo lợi thế về chi phí cho nhà sản xuất nhờ chi phí năng lượng thấp hơn, do vậy hiệu quả dần dần được tăng lên với việc ra đời thêm các nhà máy mới và nâng cấp các nhà máy cũ.

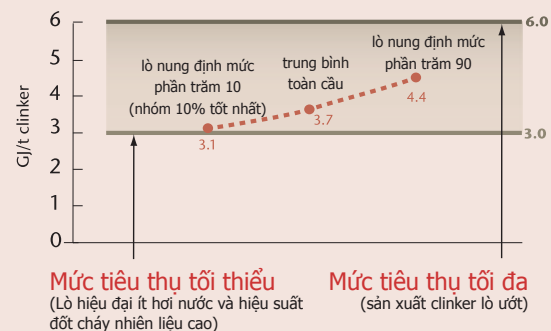
Hiện có nhiều thiết bị được sử dụng, và mức tiết kiệm tính theo đơn vị là 0,2-3,5 GJ/tấn clinker. Ngành xi măng đã ngừng sử dụng những lò khô tốn thời gian cũng như các quy trình sản xuất ướt không hiệu quả. Nhìn chung, các yếu tố kinh tế và thị trường đã dẫn đến việc đóng cửa các cơ sở sản xuất không hiệu quả khi tiến hành thử nghiệm các thiết bị tiên tiến.

Hiệu suất nhiệt năng của thiết bị chủ yếu được quyết định bởi thiết kế kỹ thuật ban đầu của nó. Tuy nhiên, sau khi lắp đặt, hiệu suất nhiệt năng tại nơi máy móc được vận hành và bảo trì là chìa khóa để đảm bảo rằng có thể đạt được hiệu suất vận hành tiềm năng tối đa. Hiệu suất vận hành khác nhau bởi công nghệ, và rất khó để đo đạc, song lại là một khía cạnh quan trọng trong quản lý năng lượng và khí thải. Thực trạng của vấn đề nằm ở quy trình sản xuất khô với công nghệ máy sấy sơ bộ và tiền can-xi hóa. Theo cơ sở dữ liệu GNR (Getting the Number Right) của CSI, lượng nhiệt năng tiêu thụ trung bình đo được ở loại lò này là 3.605 MJ/tấn clinker (năm 1990) và 3.382 MJ/tấn clinker (năm 2006); điều này cho thấy khoảng 220 MJ/tấn clinker (6%) giảm trong vòng 16 năm.

Hiệu suất là chức năng đầu tiên và liên tục được tính đến trong các dự án đầu tư xây dựng nhà máy sản xuất, và điều này thường phụ thuộc vào giá năng lượng tại chỗ. Ví dụ, các công ty hoạt động tại Ấn Độ thường đầu tư lớn để tăng hiệu suất điện năng và cả nhiệt năng bởi giá thành năng lượng cao và do không đủ trữ lượng than – nguồn nhiên liệu chính ở Ấn Độ, và do vậy phụ thuộc một phần vào nguồn than nhập khẩu có giá thành cao hơn. Do nguồn cung cấp điện không ổn định ở nhiều nơi của Ấn Độ, các nhà sản xuất xi măng ở đây thường tự lắp đặt nhà máy nhiệt điện (captive power plant) với các nồi hơi có hiệu suất cao, và gần đây, là các cấu kiện thu hồi nhiệt thải.

Trong số 4 đơn bẫy giảm thiểu khí thải, chỉ có hiệu suất năng lượng được quản lý bởi chính ngành xi măng – những đơn bẫy khác nhìn chung chịu sự ảnh hưởng của khuôn khổ pháp luật và chính sách.

Phạm vi hiệu suất nhiệt (clinker)



Nguồn: Dữ liệu GNR 2006, WBCSD

## Tiêu thụ điện ( xi măng)

| Tiêu thụ điện năng trong sản xuất xi măng      | kWh/t xi măng |
|--|---------------|
| Các lò cán ở định mức phần trăm 10             | 89            |
| Tỷ lệ trung bình đo được trên phạm vi toàn cầu | 111           |
| Các lò cán ở định mức phần trăm 90             | 130           |

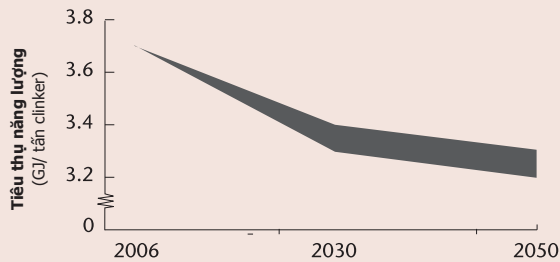
Ghi chú: Các chỉ số trên là của xi măng Portland và xi măng hỗn hợp  
Nguồn: Dữ liệu GNR, WBCSD 2006



## Dự kiến lượng tiêu thụ nhiệt năng theo thiết kế của nhà máy xi măng có sử dụng lò quay công nghệ hiện đại

### Hiệu suất nhiệt năng

Lượng nhiệt năng tiêu thụ trong sản xuất clinker trong các năm khác nhau:



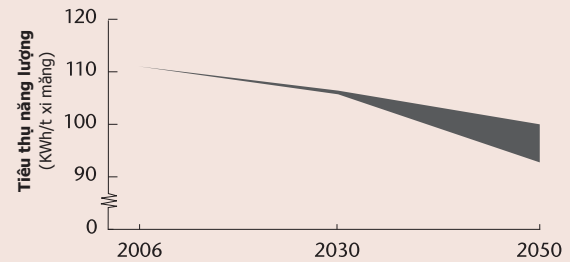
Nguồn: Hồ sơ công nghệ ECRA ( 2009)

Lưu ý: Số liệu ở hai biểu đồ trên đều là số trung bình ước tính

Lưu ý: Dự báo IEA bao gồm cả việc loại carbon khỏi sản xuất điện trên toàn cầu trước năm 2050. Dự báo này chỉ áp dụng với việc giảm thiểu mà không áp dụng với mức cơ sở, do đó lượng khí thải CO<sub>2</sub> và thể tích carbon thu giữ được giảm thiểu không bị ảnh hưởng bởi hiệu suất điện năng.

### Hiệu suất điện năng (chiếm khoảng 10% năng lượng tiêu thụ)

Tiêu thụ điện năng trong sản xuất xi măng qua các năm khác nhau ( không có hoạt động thu giữ carbon):



## Những hạn chế trong quá trình triển khai

Về lý thuyết, mức tiêu thụ năng lượng tối thiểu ban đầu cho các phản ứng hóa học và khoáng học ở vào khoảng 1,6-1,85 GJ/t (Locher, 2006). Tuy nhiên, có những lý do kỹ thuật giải thích vì sao không đạt được chỉ số này, ví dụ tổn thất nhiệt dẫn không thể tránh khỏi thông qua bề mặt của lò nung. Mặc dù vậy, sự sụt giảm trong tiêu thụ nguồn năng lượng cụ thể (điện năng), các rào cản khác cũng ngăn chặn ngành xi măng đạt mức tối thiểu này, ví dụ:

- Mức tiêu thụ năng lượng cụ thể chỉ có thể giảm đáng kể nhờ những thiết bị mới. Do cần **chi phí đầu tư lớn** nên điều này đang bị hạn chế.
- Yêu cầu cải thiện điều kiện môi trường** có thể làm tăng tiêu thụ năng lượng (chẳng hạn như hạn chế bụi thải thì sẽ phải tốn năng lượng để tách bụi, bất kể là sử dụng công nghệ nào).
- Nhu cầu về xi măng có tính năng cao** đòi hỏi xi măng được nghiền rất mịn hơn, do vậy phải sử dụng năng lượng nhiều hơn đáng kể so với xi măng có tính năng thấp.
- Nhìn chung, việc **thu giữ carbon** được chấp nhận là chìa khóa để giảm lượng phát thải CO<sub>2</sub>, nhưng ở cấp độ nhà máy có thể làm tăng mức tiêu thụ năng lượng lên 50-120% (năng lượng để tách khí, tẩy, tinh lọc và nén CO<sub>2</sub>, v.v.)

- Những **đòn bẩy giảm thiểu khác** có thể tỷ lệ nghịch với hiệu suất sử dụng năng lượng, ví dụ việc thay thế clinker như xỉ và tro bay đã giảm thiểu khí thải CO<sub>2</sub> trong quá trình sản xuất clinker, nhưng thường lại cần có nhiều năng lượng hơn để nghiền mịn xi măng.

## Nhu cầu và mục tiêu của nghiên cứu và phát triển

Thêm hóa lỏng là một công nghệ triển vọng nhằm cải thiện hiệu suất nhiệt năng và được sử dụng rộng rãi trong một số ngành công nghiệp. Tuy nhiên, nó vẫn chưa chứng minh được sự phù hợp về quy mô trong ngành xi măng. Các công nghệ đột phá khác có thể dẫn đến việc không nhìn thấy trước mức gia tăng đáng kể của hiệu suất điện năng hoặc nhiệt năng. Do đó, vấn đề sống còn là phải đảm bảo rằng các nhà máy mới phải phù hợp với các công nghệ có hiệu quả nhất, và tiếp theo là được vận hành và bảo dưỡng tốt.

Thiết bị nghiền mới và phụ gia cũng được khảo sát nhằm giảm thiểu lượng tiêu thụ điện năng cụ thể của lò cán. Công nghệ hiện có cần các tiến trình Nghiên cứu và Phát triển để đảm bảo đạt được tiến bộ tối đa. Lưu ý là việc giảm phát thải có liên quan đến hiệu suất trong kịch bản BLUE là kết quả của việc thay thế các lò cũ bằng lò mới có hiệu suất cao hơn chứ không phải là phát triển công nghệ.

## Vai trò của các đối tác

| khoản mục/ đối tác             | ngành | các nhà cung cấp | chính quyền | các trường đại học | các viện nghiên cứu |
|--------------------------------|-------|------------------|-------------|--------------------|---------------------|
| phương thức tốt                | x     | x                |             |                    |                     |
| nghiên cứu công nghệ           | x \$  | x \$             | \$          | x                  | x                   |
| phổ biến công nghệ             | x \$  | x                | \$          |                    |                     |
| cơ cấu tổ chức                 | x     | x                | x           | x                  | x                   |
| số liệu về hiệu suất hoạt động | x     |                  |             |                    |                     |

## Tác động tiềm năng



x = vai trò lãnh đạo và sự tham gia trực tiếp (cần có)

\$ = nguồn tài chính

*Lưu ý:* Bảng vai trò của đối tác nêu trên thể hiện những vai trò khác nhau mà các đối tác phải đảm nhận để tạo điều kiện phát triển và thực hiện các công nghệ nâng cao hiệu suất điện năng và nhiệt năng cũng như huy động các nguồn tài chính liên quan. Một bảng tương tự sẽ được lập cho mỗi đơn bẫy giảm thiểu khí thải chứa carbon ở lộ trình này.

*Lưu ý:* Biểu đồ về tác động tiềm năng ở trên chỉ ra những tác động tiềm năng của hiệu suất năng lượng khi hiệu suất đó tăng lên trong sản xuất xi măng, với mỗi tác động thì từng khía cạnh khác nhau được chi tiết hóa ở cột bên trái. Phạm vi tác động sẽ được hiển thị "thấp" hoặc "cao" tùy vào quy mô nhỏ hay lớn, và được tô đậm hoặc nhạt tùy vào cường độ tác động tiềm năng ở quy mô tương ứng. Một biểu đồ tương tự sẽ được lập cho mỗi đơn bẫy giảm thiểu khí thải chứa carbon ở lộ trình này.

# Công nghệ

## Sử dụng nhiên liệu thay thế

Sử dụng nhiên liệu thay thế được hiểu là thay các nhiên liệu truyền thống (chủ yếu là than đá hoặc than cốc) để làm nóng lò xi măng bằng các nhiên liệu hóa thạch thay thế (khí tự nhiên) và nhiên liệu sinh khối. Nhiên liệu hỗn hợp có thể chỉ tiêu tốn carbon ít hơn 20-25% so với than (các yếu tố phát thải được sử dụng trong mô hình của IEA được trình bày tại Phụ lục I<sup>3</sup>). Các lò xi măng đặc biệt phù hợp với những loại nhiên liệu này bởi hai lý do: thành phần năng lượng của nhiên liệu thay thế được sử dụng thay cho nhiên liệu hóa thạch; và thành phần vô cơ như tro được đưa vào sản phẩm clinker. Đây có thể là các chất thay thế có hiệu quả, tạo ra ít khí thải CO<sub>2</sub> hơn các loại nhiên liệu rắn truyền thống.

Phân tích vòng đời cho thấy: a) nếu có coi các vật liệu này là chất thải và được đốt cháy, thì sẽ cần phải có thêm nhiên liệu được đưa vào để đốt và bản thân chúng sẽ tạo ra CO<sub>2</sub>; và b) sử dụng nhiên liệu thay thế sẽ giúp loại bỏ các chất thải không cần thiết.

<sup>3</sup> Mô hình IEA giả thiết có tới 40% nhiên liệu thay thế là nhiên liệu sinh khối, một con số khá cao so với thực tế hiện nay

### Các loại nhiên liệu thay thế điển hình được sử dụng trong ngành xi măng

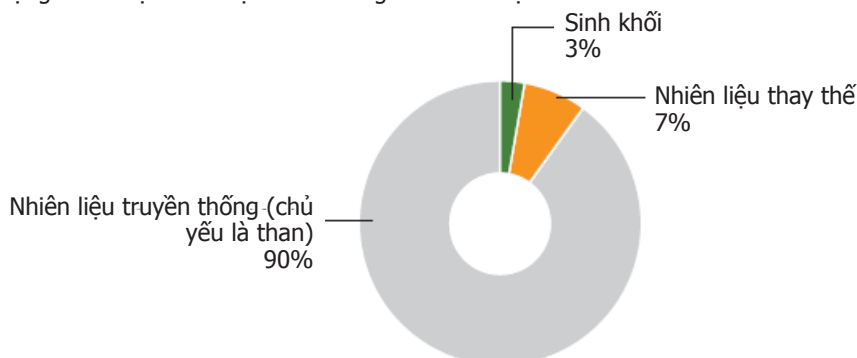
- Chất thải rắn đô thị và công nghiệp đã qua sơ chế (chất thải sinh hoạt)
- Lốp thải
- Dung môi và dầu thải
- Tồn chất (residue) từ nhựa, dệt may và giấy
- Sinh khối:
  - Bột động vật
  - Gỗ súc (log), gỗ miếng (chip) và tồn chất gỗ
  - Giấy và gỗ tái sinh
  - Tồn chất nông nghiệp như mùn cưa, vỏ thóc
  - Bùn cống rãnh
  - Rau màu

### Cận cảnh nhiên liệu thay thế: lốp thải

Hằng năm, ước tính có khoảng một triệu lốp xe hết tuổi thọ sử dụng trên phạm vi toàn cầu. Các lò xi măng có thể sử dụng trọn vẹn hoặc một phần lốp xe để làm nhiên liệu dẫn xuất từ lốp, đặc biệt là ở Nhật và Mỹ. Lốp có hàm lượng năng lượng lớn hơn than và khi được đốt trong môi trường có kiểm soát thì lượng khí thải tạo ra cũng không nhiều hơn so với các loại nhiên liệu khác. Trong một số trường hợp, việc sử dụng nhiên liệu dẫn xuất từ lốp thay thế nhiên liệu hóa thạch gốc sẽ làm giảm khí thải đi-ô-xít ni-tơ, sun-phua và các-bon-nic. Tồn chất kim loại nặng được thu giữ trong thành phần clinker.

## Sử dụng nhiên liệu thay thế của các thành viên GNR (2006)

Cơ cấu (%) lượng nhiên liệu tiêu thụ tính theo nguồn nhiên liệu



Nguồn: Dữ liệu GNR 2006, WBCSD

Về mặt kỹ thuật, có thể đạt tỷ lệ nhiên liệu thay thế ở mức cao hơn. Ở một số quốc gia châu Âu, tỷ lệ thay thế trung bình là trên 50% cho toàn ngành xi măng và đạt đến 98% hàng năm đối với một số nhà máy sản xuất xi măng đơn lẻ.

Do lượng CO<sub>2</sub> thải ra từ nhiên liệu chiếm khoảng 40% tổng lượng khí thải từ các nhà máy sản xuất xi măng, việc giảm thiểu khí CO<sub>2</sub> trong nhiên liệu thay thế có tiềm năng rất đáng kể.

Do giá carbon và giá các nhiên liệu khác nhau được dự đoán cao trong mô hình giả thiết đến năm 2050, việc chuyển từ lò sử dụng than đá và than cốc sang dùng khí thiên nhiên có sức hấp dẫn về tính kinh tế. Do khí thiên nhiên có hàm lượng carbon khá thấp, nên sự thay đổi này sẽ có tác dụng giảm thiểu khí thải hơn so với hiệu ứng của việc gia tăng sử dụng nhiên liệu thay thế, của hiệu suất năng lượng, cũng như của việc thay thế clinker. Ở lộ trình này, "chuyển đổi nhiên liệu" được đưa vào trong danh mục "sử dụng nhiên liệu thay thế", cùng liên quan đến đòn bẩy cơ bản, cường độ carbon trung bình của hỗn hợp nhiên liệu.

## Những hạn chế trong quá trình triển khai

Mặc dù về mặt kỹ thuật, các lò xi măng có thể sử dụng tới 100% nhiên liệu thay thế, song vẫn tồn tại một số **hạn chế thực tế**. Đặc trưng hóa lý của hầu hết các nhiên liệu thay thế khác biệt một cách đáng kể so với những đặc trưng có trong nhiên liệu truyền thống. Trong khi một số nhiên liệu (thức ăn bằng xương thịt) có thể được sử dụng một cách dễ dàng trong ngành xi măng, thì rất nhiều nhiên liệu khác lại mang đến những thách thức về mặt kỹ thuật. Chẳng hạn, chúng liên quan đến giá trị tỏa nhiệt thấp, độ ẩm cao, nồng độ cao của clo hoặc các chất vết. Ví dụ, kim loại để bay hơi (như thủy ngân, catmi, tali) phải được quản lý nghiêm ngặt và việc làm sạch hợp lý bụi từ lò xi măng khỏi hệ thống là rất cần thiết. Điều này có nghĩa rằng **xử lý sơ bộ** luôn luôn là cần thiết để đảm bảo có được thành phần hóa học đồng bộ hơn và tối ưu hóa quá trình đốt.

Tuy nhiên, việc đạt được tỷ lệ nhiên liệu thay thế cao hơn lại gặp phải những rào cản chính trị và pháp lý mạnh hơn so với những rào cản kỹ thuật:

- **Quy định pháp lý về quản lý chất thải** có tác động đáng kể đến sự sẵn có: sự thay thế nhiên liệu ở mức cao chỉ xảy ra nếu các quy định pháp lý về quản lý chất thải ở cấp vùng hoặc địa phương hạn chế được việc chôn

hoặc đốt chất thải đồng thời cho phép thu gom chất thải và cho phép việc thu hồi và xử lý nhiên liệu thay thế một cách có kiểm soát.

- **Các mạng lưới thu gom chất thải tại địa phương** phải được tổ chức hợp lý.
- **Chi phí cho nhiên liệu thay thế** có xu hướng gia tăng cùng với chi phí cao của CO<sub>2</sub>. Tiếp đó, nó có thể gây thêm khó khăn cho ngành xi măng trong việc tìm kiếm nguồn sinh khối với khối lượng lớn nhưng phải ở mức giá chấp nhận được. Lộ trình này giả thiết rằng ngành xi măng sẽ có thể đạt lợi nhuận nếu sử dụng nhiên liệu thay thế vào năm 2030, khi giá thành đạt khoảng 30% chi phí nhiên liệu truyền thống, và con số này đến năm 2050 sẽ đạt 70%.
- **Mức độ chấp nhận của xã hội** trong việc đồng xử lý nhiên liệu thải trong các nhà máy xi măng có thể tác động mạnh mẽ đến ứng xử ở địa phương. Người ta thường quan tâm đến những khí thải gây hại tạo ra trong quá trình đồng xử lý, cho dù các mức độ khí thải từ các nhà máy có được kiểm soát tốt có giống với việc sử dụng hoặc không sử dụng nhiên liệu loại thay thế hay không.

Ngoài ra, việc sử dụng nhiên liệu thay thế có thể làm gia tăng lượng nhiệt năng tiêu thụ, chẳng hạn như khi cần phải tiến hành sơ chế như nêu trên.

## Nhu cầu và mục tiêu của nghiên cứu và phát triển

Các vật liệu phù hợp có thể dùng làm nhiên liệu thay thế phải được xác định và phân loại. Kết quả nghiên cứu và phát triển (R&D) về xử lý và sử dụng những nhiên liệu này cần phải được chia sẻ để phổ biến rộng rãi kiến thức chuyên môn về việc sử dụng các nhiên liệu thay thế có trữ lượng lớn và ổn định.

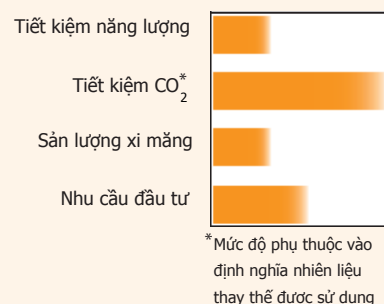
## Vai trò của các đối tác

| khóa mục/ đối tác              | ngành | các nhà cung cấp | chính quyền | các trường đại học | các viện nghiên cứu |
|--------------------------------|-------|------------------|-------------|--------------------|---------------------|
| phương thức tốt                | x     | x                |             |                    |                     |
| nghiên cứu công nghệ           | x \$  | x \$             | \$          | x                  | x                   |
| phổ biến công nghệ             | x \$  | x                | \$          |                    |                     |
| cơ cấu tổ chức                 | x     | x                | x           | x                  | x                   |
| số liệu về hiệu suất hoạt động | x     |                  |             |                    |                     |

x = vai trò lãnh đạo và sự tham gia trực tiếp (cần có)

\$ = nguồn tài chính

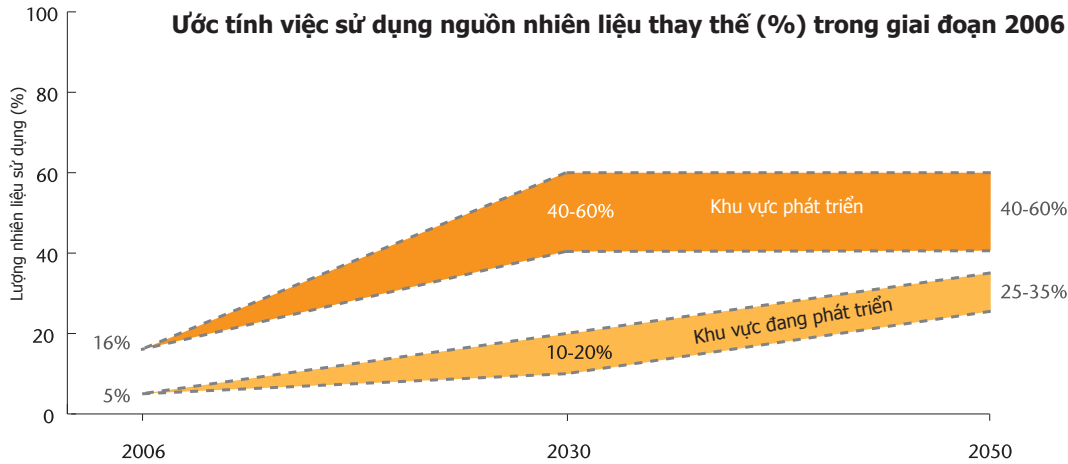
## Tác động tiềm năng



## Triển vọng khu vực

Việc sử dụng chất thải làm nguồn năng lượng thay thế rất khác nhau giữa các vùng và quốc gia, và chủ yếu chịu ảnh hưởng của các ngành công nghiệp địa phương, mức độ

phát triển của pháp luật, quy chế và cơ chế bảo đảm thực hiện về quản lý chất thải, hạ tầng thu gom chất thải và nhận thức về môi trường ở địa phương.



*Nguồn:* Hồ sơ Công nghệ ECRA (2009), Dữ liệu GNR 2006 (WBCSD), IEA (2009)

*Lưu ý:* Mức sử dụng tối đa ở mỗi khu vực phụ thuộc vào sự cạnh tranh từ các ngành công nghiệp khác đối với nhiên liệu thay thế. Màu vàng đậm: các khu vực phát triển, màu vàng nhạt: các khu vực đang phát triển.

Phân tích sâu hơn yếu tố địa lý trong các số liệu GNR có thể thấy các nhiên liệu thay thế đóng góp 20% tổng năng lượng trong các nhà máy xi măng châu Âu (15% hóa thạch và 5% sinh khối). Bắc Mỹ và New Zealand-Úc-Nhật Bản sử dụng 11% từ chất thải, chủ yếu là nhiên liệu hóa thạch thay thế. Châu Mỹ La-tinh sử dụng 10% năng lượng thay thế (6% hóa thạch, 4% sinh khối). Châu Á cũng đã bắt đầu khai thác và đạt tỷ lệ thay thế là 4% trong năm 2006 (2% hóa thạch, 2% sinh khối). Tại châu Phi, Trung Đông và khối Cộng đồng các Quốc gia Độc lập (CIS) nguồn nhiên liệu thay thế cũng rất quan trọng.

Thậm chí giữa các khu vực phát triển cũng có sự khác biệt lớn trong sử dụng nhiên liệu thay thế, ví dụ 98% ở Hà Lan

và gần như bằng 0% ở Tây Ban Nha. Điều này có nghĩa rằng tỷ lệ sử dụng trung bình ở biểu đồ nói trên không thể hiện phạm vi khác biệt lớn có thể xảy ra. Do đó cần xem xét chi tiết ở từng quốc gia cụ thể. Rào cản chủ yếu đối với việc sử dụng nhiên liệu thay thế ở mức cao thường là sự có sẵn của nhiên liệu. Ở Maastricht, Hà Lan, nhiên liệu thay thế chiếm 98% năm 2008, giảm xuống còn 89% năm 2009 do bị hạn chế về nhiên liệu thay thế có sẵn. Tại Nhật Bản, việc sử dụng nhiên liệu thay thế tối đa đến năm 2030 là 20% bao gồm cả sinh khối do hạn chế về nhiên liệu thay thế có sẵn. Ở các khu vực khác, sự khan hiếm quỹ đất để đổ chất thải là động lực quan trọng quyết định nhận thức môi trường hoặc các quy định pháp lý về chất thải tại địa phương.

Các công ty thành viên của CSI, theo hướng dẫn của IPCC (1996) về kiểm kê khí nhà kính quốc gia, coi nhiên liệu sinh khối là loại nhiên liệu trung tính đối với khí hậu nếu được thu gom một cách bền vững (do sự phát thải có thể bù đắp bởi quá trình tái tăng trưởng sinh khối trong thời gian ngắn). Ngành xi măng công bố tổng phát thải bằng tổng lượng khí CO<sub>2</sub> thải trực tiếp từ công ty hoặc nhà máy xi măng trong một giai đoạn nhất định. Phát thải toàn phần bao gồm cả khí CO<sub>2</sub> từ nhiên liệu hóa thạch thay thế nhưng không bao gồm khí CO<sub>2</sub> từ nhiên liệu sinh khối.

Sử dụng nhiên liệu thay thế trong ngành công nghiệp xi măng cho kết quả điển hình về giảm phát thải khí nhà kính tại khu vực chứa rác (ví dụ, khí metan) và xưởng thiêu nung có thể thải ra các chất khí này. Mức giảm khí thải gián tiếp có thể thấp hơn, có thể bằng hoặc cao hơn khí thải CO<sub>2</sub> trực tiếp từ việc đốt nhiên liệu thay thế tại nhà máy xi măng, phụ thuộc vào loại chất thải và cách thức tiêu hủy thay thế không còn được sử dụng. Điều này dẫn đến việc giảm tổng lượng CO<sub>2</sub> thải ra. Về sự gia tăng chi phí dự kiến của sinh khối và giảm tính sẵn có của nhiên liệu, sự liên kết giữa các tác động trực tiếp và gián tiếp của khí thải cũng như hiệu quả sử dụng nguồn đã tạo cho sự thay thế của các nhiên liệu thay thế cho nhiên liệu hóa thạch truyền thống có được một cách thức có hiệu quả để giảm phát thải khí nhà kính toàn cầu. Vì những lý do trên, ngành công nghiệp xi măng cũng báo cáo về lượng khí thải thuần (net emissions), trong đó khí thải từ nhiên liệu hóa thạch thay thế được khấu trừ từ lượng khí thải toàn phần (gross emissions).

Nếu tất cả các nhiên liệu thay thế (gồm cả nhiên liệu hóa thạch) được coi là trung tính về carbon, thì việc giảm phát thải khí nhà kính của ngành xi măng đến năm 2050 theo tính toán sẽ tăng từ 18% lên khoảng 24%.

# Công nghệ

## Thay thế clinker

Clinker là thành phần chính trong hầu hết các loại sản phẩm xi măng. Khi nghiền và trộn với 4 – 5% thạch cao, nó phản ứng với nước và cứng lại. Những thành phần khoáng chất khác cũng có những đặc tính thủy lực này khi được nghiền và trộn với clinker và thạch cao, nhất là xỉ lò cao (phụ phẩm từ ngành công nghiệp cán thép và sắt), tro bay (cặn từ các trạm nhiệt điện) và nguyên liệu từ núi lửa tự nhiên. Những thành phần này được sử dụng để dần thay thế clinker trong xi măng, do vậy có thể giảm thiểu lượng clinker sử dụng, giảm phát thải CO<sub>2</sub> có liên quan đến quy trình sản xuất, giảm nhiên liệu và năng lượng gắn liền với quá trình sản xuất clinker.

Hàm lượng clinker trong xi măng (“tỷ lệ clinker/xi măng”) có thể có khác biệt lớn, mặc dù mức tối đa hoặc tối thiểu

chỉ được dùng cho một số ứng dụng đặc biệt. Xi măng Portland thông thường có thể chứa tới 95% clinker (phần còn lại là thạch cao). Theo dữ liệu GNR năm 2006, tỷ lệ clinker trung bình toàn cầu là 78%, tương ứng với hơn 500 triệu tấn vật liệu thay thế clinker được sử dụng cho 2.400 triệu tấn xi măng thành phẩm. Tuy nhiên, giữa các khu vực vẫn còn có những khác biệt lớn<sup>4</sup>.

- 4 Cấu trúc ngành công nghiệp giữa các quốc gia vẫn tồn tại sự khác biệt, ví dụ, ở hầu hết các nước châu Âu, các chất thay thế clinker được bổ sung vào clinker tại nhà máy, làm giảm tỷ lệ clinker trong xi măng, trong khi đó ở Mỹ và Canada, chất thay thế clinker thường được đưa vào bê tông (tức là ở xưởng trộn bê tông).

| Chất thay thế clinker                                    | Nguồn   | Ưu điểm  | Nhược điểm  | Sản lượng hàng năm (dự tính)                             | Mức độ sẵn có  |
|--|---|--|---|--|--|
| Xi lò cao  | Sản xuất sắt, thép  | Sức bền vật liệu về lâu dài tốt hơn, khả năng kháng hóa chất được cải thiện  | Sức bền ban đầu kém hơn và tiêu tốn điện năng hơn để nghiền   | 200 triệu tấn (2006)                                     | Rất khó dự đoán sản lượng sắt thép sẽ được sản xuất trong tương lai                            |
| Tro bay  | Khí thải từ các lò đốt dùng than                              | Cần ít nước, khả năng thi công tốt hơn, sức bền vật liệu về lâu dài tốt hơn, thời gian sử dụng dài hơn (tùy vào ứng dụng)  | Sức bền ban đầu kém hơn, tính sẵn có có thể bị giảm do biến động nguồn nhiên liệu bởi ngành điện                                    | 500 triệu tấn (2006)                                     | Rất khó dự đoán số lượng và công suất các nhà máy nhiệt điện                                   |
| Pozzolana tự nhiên (VD tro núi lửa), vỏ thóc, khói silic | Núi lửa, một số loại đá trầm tích, các ngành công nghiệp khác | Góp phần tăng sức bền, có thể thi công dễ hơn, sức bền vật liệu về lâu dài tốt hơn, khả năng kháng hóa chất được cải thiện | Hầu hết các pozzolana tự nhiên đều dẫn đến việc giảm cường độ thời gian đầu, đặc tính của xi măng có thể khác nhau ở mức độ đáng kể | Có sẵn 300 triệu tấn (2003) song chỉ có 50% được sử dụng | Phụ thuộc vào điều kiện địa phương – rất nhiều nơi không dùng pozzolana trong sản xuất xi măng |
| Pozzolana nhân tạo (như đất sét đã can-xi hóa)           | Sản xuất riêng  | Giống như pozzolana tự nhiên   | Quá trình can-xi hóa cần có thêm nhiệt năng và do vậy làm hạn chế hiệu ứng tích cực của việc giảm thiểu CO <sub>2</sub>             | Không xác định   | Rất hạn chế về tính sẵn có do khó khăn về kinh tế  |
| Đá vôi   | Mỏ đá   | Cải thiện khả năng khai thác   | Việc duy trì cường độ có thể yêu cầu phải bổ sung năng lượng để nghiền clinker  | Không xác định   | Luôn sẵn có  |

Nguồn: Hồ sơ công nghệ ECRA (2009)

## Những hạn chế trong quá trình triển khai

Từ quan điểm kỹ thuật, tỷ lệ clinker thấp trong xi măng có thể tạo nên một số sản phẩm xi măng nhất định, song có thể bị cản trở bởi 5 yếu tố phi kỹ thuật:

- **Tính sẵn có tại khu vực** của vật liệu thay thế clinker theo khu vực
- **Giá** vật liệu thay thế cao
- **Đặc tính** của vật liệu thay thế và ứng dụng dự kiến của xi măng
- **Các tiêu chuẩn quốc gia** đối với xi măng portland thông thường và xi măng tổng hợp
- **Thói quen sử dụng và sự chấp nhận** xi măng tổng hợp của nhà thầu thi công và khách hàng.

Sự bất ổn về tính sẵn có của vật liệu thay thế clinker trong tương lai có thể chịu tác động lớn của các chính sách và quy định về môi trường. Ví dụ, cùng với việc khử carbon trong ngành năng lượng, tính sẵn có của tro bay có thể bị giảm bớt, hoặc việc áp dụng kỹ thuật khử NO<sub>x</sub><sup>5</sup> trong các nhà máy nhiệt điện nhằm giảm thiểu khí thải NO<sub>x</sub> có thể

khiến cho tro bay không thể dùng làm vật liệu thay thế cho clinker do nồng độ ammonia (NH<sub>3</sub>) vượt quá mức cho phép.

## Nhu cầu và mục tiêu của nghiên cứu và phát triển

Việc đánh giá đặc tính của vật liệu thay thế rất cần phải được ghi chép lại để tìm hiểu và trao đổi thông tin về những vật liệu thay thế nào là tốt nhất cho những ứng dụng cụ thể. Ví dụ, các tiêu chuẩn xi măng cho phép sử dụng tới 95% xỉ lò cao trong một số sản phẩm. Tuy nhiên, loại sản phẩm này ở giai đoạn đầu có sức bền không cao và chỉ phù hợp với một số ứng dụng đặc biệt. Quá trình sử dụng chúng phụ thuộc vào tính sẵn có của sản phẩm. Việc xây dựng và tham khảo chéo giữa các lộ trình sẽ rất bổ ích cho các ngành công nghiệp khác có liên quan đến ngành xi măng trong lĩnh vực sản xuất vật liệu thay thế. Nó sẽ giúp dự báo những ảnh hưởng của công nghệ giảm thiểu khí thải ở một ngành công nghiệp đến tiềm năng giảm thiểu ở các ngành khác.

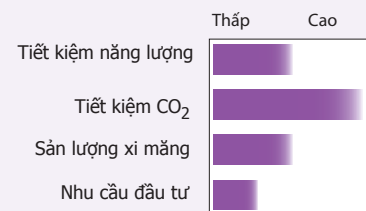
5 Quá trình loại bỏ ô-xít ni-tơ (NO<sub>x</sub>) khỏi các khí

## Vai trò của các đối tác

| khoản mục/ đối tác             | ngành | các nhà cung cấp | chính quyền | các trường đại học | các viện nghiên cứu | cơ quan tiêu chuẩn hóa |
|--------------------------------|-------|------------------|-------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| phương thức tốt                | x     | x                | x           | x                  | x                   | x                      |
| nghiên cứu công nghệ           | x \$  | x                | \$          | x                  | x                   | x                      |
| phổ biến công nghệ             | x \$  | x                | \$          |                    | x                   | x                      |
| cơ cấu tổ chức                 | x     | x                | x           | x                  | x                   | x                      |
| số liệu về hiệu suất hoạt động | x     |                  | x           |                    |                     | x                      |

x = vai trò lãnh đạo và sự tham gia trực tiếp (cần có)  
\$ = nguồn tài chính

## Tác động tiềm năng



# Công nghệ

## Thu giữ carbon (CCS)

(Lưu ý: lộ trình này chỉ giới hạn trong các công nghệ thu giữ carbon. Lộ trình CCS của IEA phân tích chi tiết hơn về chuỗi CCS đầy đủ (bao gồm việc vận chuyển và lưu giữ), và được đăng tại [www.iea.org/Papers/2009/CCS\\_Roadmap.pdf](http://www.iea.org/Papers/2009/CCS_Roadmap.pdf))

Thu giữ carbon (CCS) là một công nghệ mới, chưa được chứng minh ở quy mô ngành công nghiệp sản xuất xi măng song hứa hẹn là một công nghệ tiềm năng. CO<sub>2</sub> được thu ngay khi thoát ra, sau đó nén vào một chất lỏng rồi chuyển qua đường ống và được chôn vùi vĩnh viễn dưới lòng đất. Trong ngành xi măng, CO<sub>2</sub> chủ yếu được tạo ra trong giai đoạn đốt cháy và can-xi hóa đá vôi trong lò. Hai nguồn thải CO<sub>2</sub> này có thể cần phải được kiểm soát bằng kỹ thuật thu giữ đặc biệt để tiết kiệm chi phí và nâng cao hiệu quả. Các tài liệu nghiên cứu tài liệu cho thấy chỉ có một số công nghệ thu giữ khí CO<sub>2</sub> - phù hợp với lò xi măng.

Để có thêm thông tin về công nghệ thu giữ CO<sub>2</sub>, xin xem tài liệu *CO<sub>2</sub> Capture and Storage – A Key Carbon Abatement Option* (IEA, 2008) [Thu giữ CO<sub>2</sub> - Một phương thức Quan trọng trong việc Giảm Phát thải Carbon]. Ngành xi măng đã rất tích cực triển khai nghiên cứu và phát triển về kỹ thuật này. Cần lưu ý rằng công nghệ thu giữ chỉ có giá trị khi toàn bộ chuỗi CCS đã sẵn sàng vận hành, bao gồm hạ tầng vận chuyển, khả năng tiếp cận nơi lưu giữ phù hợp, khuôn khổ pháp lý về vận chuyển và lưu giữ, thủ tục theo dõi, kiểm định và cấp phép liên quan.

Hiện nay, các công nghệ tiên nung chưa bao giờ được sử dụng trong bất kỳ nhà máy xi măng nào. Trước hết, khí CO<sub>2</sub> thải ra từ việc can-xi hóa đá vôi – nguồn phát thải chính trong sản xuất xi măng – sẽ không thể giảm thiểu kể cả khi các công nghệ tiên nung được đưa vào áp dụng. Ngoài ra, khí hydro thuần túy có thể gây nổ và quá trình đốt clinker sẽ phải thay đổi đáng kể. Do vậy, trọng tâm của lộ trình này là những công nghệ thu giữ CO<sub>2</sub> phù hợp với sản xuất xi măng.

**1. Các kỹ thuật sau đốt (post-combustion)** là những cơ chế ở cuối đường ống, không đòi hỏi phải có những thay đổi cơ bản trong công nghệ đốt clinker nên có thể đưa vào áp dụng cho các lò xi măng mới cũng như đưa vào các thiết bị bổ sung cho các lò cũ:

- Hấp phụ hóa học là phương pháp có triển vọng nhất đã được sử dụng ở các ngành công nghiệp khác bằng cách sử dụng a-min, ka-li và các dung dịch hóa học khác, qua đó đạt được tỷ lệ thu giữ CO<sub>2</sub> cao.
- Về lâu dài, công nghệ màng lọc có thể được sử dụng ở các lò xi măng nếu phát triển được các công nghệ làm sạch và vật liệu phù hợp.

- Khoanh vùng các-bon-nát: Quá trình hấp phụ, trong đó ô-xít can-xi được đưa vào tiếp xúc với khí nung có chứa các-bon-nic để tạo thành can-xi các-bon-nát. Đây là công nghệ đang được ngành xi măng đánh giá là một giải pháp bổ sung công nghệ nhiều tiềm năng cho các lò xi măng hiện tại và trong việc phát triển các lò đốt ô-xy mới. Ngoài ra, những điểm tương đồng với các nhà máy điện cũng có thể sẽ được tạo ra (các chất hấp phụ đã được vô hiệu hóa của nhà máy điện có thể tái sử dụng làm nguyên liệu thô thứ cấp trong các lò xi măng).
- Công nghệ áp dụng cho các giải pháp sau đốt khác (như hấp thu vật lý hoặc hấp thu khoáng chất) hiện chưa được chú trọng phát triển

**2. Công nghệ nhiên liệu ô xy (oxyfuel):** Đây là công nghệ sử dụng ô-xy thay cho khí trong lò xi măng có thể tạo ra dòng CO<sub>2</sub> tương đối thuần chất. Cần nghiên cứu rộng hơn để hiểu về các tác động tiềm năng lên quy trình đốt clinker. Công nghệ sử dụng oxyfuel đang được chứng minh giá trị ở các nhà máy điện quy mô nhỏ, và các kết quả đạt được có thể sẽ hữu ích cho các lò xi măng trong tương lai.

Từ quan điểm kỹ thuật, công nghệ thu giữ carbon trong ngành xi măng khó có thể thương mại hóa trước năm 2020. Trước thời điểm đó, cần có những nghiên cứu và thử nghiệm thí điểm để đúc rút kinh nghiệm thực tiễn cho các công nghệ mới đang hình thành. Một số hoạt động đã được triển khai, chẳng hạn như nghiên cứu của ECRA và thí điểm ở California và Anh. Từ 2015 đến 2020, các dự án trình diễn quy mô lớn sẽ được khởi động (đặc biệt là với công nghệ sau đốt), tuy nhiên tổng lượng phát thải CO<sub>2</sub> được giảm thiểu vẫn ở mức thấp. Ước tính sơ bộ cho thấy, với 10 - 20 dự án lò xi măng trên phạm vi toàn cầu (công suất khoảng 6.000 tấn/ngày) và hiệu quả giảm thiểu 80%, có thể giúp giảm lượng CO<sub>2</sub> thải ra tới 20 - 35 Mt mỗi năm. Kể từ năm 2020 trở đi, việc thu giữ khí CO<sub>2</sub> có thể được thương mại hóa nếu có được sự ủng hộ về chính trị và được xã hội chấp nhận.

Do chi phí cao, dự kiến các lò xi măng với công suất dưới 4.000 - 5.000 tấn/ngày sẽ không được trang bị công nghệ thu giữ CO<sub>2</sub>, và công nghệ bổ sung cũng sẽ không phổ biến. Do công nghệ thu giữ CO<sub>2</sub> đòi hỏi phải có hạ tầng vận chuyển và khả năng tiếp cận đến nơi lưu giữ khí CO<sub>2</sub>, nên các lò xi măng trong các khu công nghiệp có thể kết nối dễ dàng hơn vào hệ thống đó so với các nhà máy ở những nơi chưa công nghiệp hóa. Các công nghệ oxyfuel có thể được thương mại hóa vào năm 2025.



## Dự toán chi phí thu giữ carbon sau đốt sử dụng kỹ thuật hấp phụ hóa học ở nhà máy sản xuất clinker có công suất 2 Mt mỗi năm

|      | Lắp đặt mới/ thay thế |                           |
|------|-----------------------|---------------------------|
|      | Mức đầu tư ( Mio €)   | Hoạt động (€/tấn clinker) |
| 2015 | Chưa thực hiện        | Chưa thực hiện            |
| 2030 | 100-300               | 10-50                     |
| 2050 | 80-250                | 10-40                     |

Nguồn: Hồ sơ công nghệ ECRA (2009)

Lưu ý: Chi phí ở đây được tính toán theo mô hình của ECRA (2009). Chi phí đầu tư được hiểu là phần bổ sung cho chi phí đầu tư của nhà máy xi măng và không bao gồm chi phí vận chuyển hoặc lưu kho

### Những hạn chế trong quá trình triển khai

Bên cạnh khía cạnh kỹ thuật, **hiệu quả kinh tế** khung là yếu tố quyết định cho những ứng dụng CCS tương lai trong ngành xi măng. Mặc dù chi phí CCS dự kiến sẽ giảm cùng với sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, song con số được tính toán hiện nay vẫn ở mức cao, ước tính từ 20 đến trên 75 EUR cho mỗi tấn CO<sub>2</sub> được thu giữ (mức giá 20 EUR chỉ đạt được trong một số trường hợp thuận lợi và không mang tính đại diện cho chi phí trung bình của việc ứng dụng CCS đại trà).

CCS có thể được áp dụng trong ngành xi măng chỉ khi **khuôn khổ chính trị** có thể hạn chế hiệu quả những rủi ro liên quan đến rò rỉ carbon (di dời nơi sản xuất xi măng tới những nước hoặc khu vực ít rủi ro hơn). Hiện nay, nhận thức cộng đồng về thu giữ CO<sub>2</sub> còn thấp và công chúng vẫn chưa hiểu rõ về CCS cũng như vai trò của nó trong giảm nhẹ biến đổi khí hậu (IRGC, 2008). Sự hỗ trợ của công chúng là rất quan trọng và cần được phát huy ở nhiều góc độ:

- **Ứng hộ về chính trị** cho những sự trợ giúp từ chính phủ, tài trợ cho nghiên cứu, chịu trách nhiệm dài hạn và sử dụng CCS làm một yếu tố của chiến lược biến đổi khí hậu tổng thể.
- **Sự hợp tác của chủ sở hữu** để được cấp phép và phê duyệt cho các khu vực vận chuyển và lưu trữ CO<sub>2</sub>.

#### Sự tán thành (trên cơ sở được thông tin đầy đủ)

- của cư dân địa phương sống tại các khu vực có dự án CCS tại cộng đồng của họ.

Những nỗ lực của Chính phủ và ngành xi măng trên

- quy mô mở rộng nhằm **giáo dục và thông tin cho công chúng và các bên liên quan chính** về vấn đề CCS.

### Nhu cầu và mục tiêu nghiên cứu và phát triển (R&D)

Các biện pháp CCS trong ngành xi măng đang được đưa ra thảo luận, song cho đến nay mới chỉ thực hiện được một số nghiên cứu khả thi mà chưa có kết quả từ những thí điểm hoặc khảo nghiệm tại các lò xi măng quy mô công nghiệp. Công nghệ oxyfuel phải được phát triển rộng hơn nữa để đưa CCS lên quy mô cấp ngành.

Vận chuyển là một khâu liên kết quan trọng giữa các nguồn khí thải CO<sub>2</sub> và khu vực lưu giữ. Hiện tại, các nhu cầu về công nghệ và hạ tầng vẫn chưa được chú trọng. Vận chuyển bằng đường ống đã cho thấy những thách thức về pháp lý, khả năng tiếp cận và phát triển giữa những khu vực khác nhau. Đặc điểm về quy mô, độ phức tạp và không gian địa lý của hệ thống đường ống tổng hợp để vận chuyển CO<sub>2</sub> đòi hỏi phải xác định trọng tâm rõ ràng cho lĩnh vực này.

Sự chủ động về khu vực lưu giữ trên toàn cầu mới chỉ bắt đầu được hiểu ra và vẫn chưa thể dự tính được chi tiết về khả năng triển khai CCS. Cần đầu tư thêm vốn để nghiên cứu mô tả tính chất của các khu vực lưu giữ tiên tiến để thực hiện thành công CCS ở quy mô thương mại cho tất cả các ngành công nghiệp. Các lò xi măng thường được đặt gần mỏ đá vôi lớn, có thể ở gần hoặc xa khu vực lưu giữ CO<sub>2</sub> phù hợp. Các điểm thu gom CCS sẽ bị ảnh hưởng nếu ở gần với những nguồn phát thải CO<sub>2</sub> lớn hơn, chẳng hạn như các nhà máy nhiệt điện dùng than. Việc nghiên cứu về triển vọng lưu giữ CO<sub>2</sub> phải được mở rộng về phạm vi, trong đó phải tiến hành với cả các quốc gia đang phát triển, nơi chiếm tới 80% công suất dự kiến của tất cả các nhà máy xi măng được xây mới đến năm 2050. Các chính phủ còn nhiều việc phải làm để xây dựng phương pháp tiếp cận chung và hài hòa để có thể chọn địa điểm, vận hành, bảo dưỡng, theo dõi và kiểm định một cách an toàn đối với việc thu giữ CO<sub>2</sub>. Ngành xi măng phải lưu ý đến sự quan tâm ngày càng lớn của các nhà tài trợ song phương và đa phương để hỗ trợ chuyển giao công nghệ và xây dựng năng lực CCS.

## Vai trò của các đối tác

## Tác động tiềm năng

| khoản mục/ đối tác             | ngành | các nhà cung cấp | chính quyền          | các trường đại học | các viện nghiên cứu | các ngành khác liên quan đến việc chuyển chở và dự trữ CCS |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--|
| phương thức tốt                | x     |                  | x \$<br>(vận chuyển) |                    | x                   |  |
| nghiên cứu công nghệ           | x \$  | x \$             | \$                   | x                  | x                   | x  |
| phổ biến công nghệ             | x \$  | x \$             | \$                   | x                  | x                   | x  |
| cơ cấu tổ chức                 | x     | x                | x                    | x                  | x \$                | x  |
| số liệu về hiệu suất hoạt động | x     | x                | x                    | x                  | x                   |  |

**Thấp** **Cao**

Tiết kiệm CO<sub>2</sub>

Sản lượng xi măng

Nhu cầu đầu tư

x = vai trò lãnh đạo và sự tham gia trực tiếp (cần có)  
\$ = nguồn tài chính

Lộ trình này vạch ra cách thức áp dụng công nghệ cần thiết để đạt được mức độ giảm lượng khí thải trong ngành xi măng tới 18%. Những con số có tính chất thách thức dưới đây chỉ ra con đường để đạt được chỉ tiêu trên bằng việc triển khai công nghệ CCS. Giả thiết tuổi thọ của lò xi măng là 30 – 50 năm, thì đến năm 2020 sẽ có khoảng 20 – 33% các lò hiện có sẽ được thay thế bởi các lò mới. Giả thiết rằng 50% công suất tương lai của công nghệ mới nằm ở các lò xi măng lớn (2 Mt/năm), và tỷ lệ triển khai CCS tại các lò xi măng lớn này đạt 100%, thì các nhà máy chiếm khoảng 40 – 45% công suất toàn cầu sẽ được trang bị CCS trong giai đoạn 2030 – 2050. 10% các lò này là lò thay thế (ECRA, 2009). Kế hoạch thay thế khả thi chỉ đưa ra ý tưởng về những thứ tự quan trọng của việc thay thế trong ngành xi măng và giả thiết rằng vấn đề vận chuyển và lưu giữ đã được giải quyết.

Việc triển khai CCS chủ yếu diễn ra tại các khu vực cần đến năng lực sản xuất lớn hoặc ở những vùng mà các lò xi măng lớn đang hoạt động và có thể được thay thế, cũng như ở những nơi có thể tiếp cận đến khu vực lưu giữ. Tuy nhiên, do tuổi thọ hạ tầng các nhà máy xi măng khá dài, nên hầu hết các nhà máy xây dựng trong thập kỷ tới vẫn có thể hoạt động trong vòng 40 – 50 năm. Việc kiểm soát khí thải đến năm 2050 đòi hỏi phải đầu tư vào công nghệ mới (hay lĩnh vực xanh, green-field) và cả với công nghệ hiện tại (hay lĩnh vực nâu, brown-field) cho các nhà máy đã chủ động thu giữ CO<sub>2</sub>. Những quyết định này sẽ có tác động rõ rệt về kinh tế và chính trị ngắn hạn, và phải được đánh giá cẩn trọng bởi tất cả các bên liên quan.

6 Nhà máy xi măng “chủ động thu giữ” là một nhà máy có thể thu giữ khí carbon khi có đủ những động lực về kinh tế và pháp lý. Các nhà máy xi măng có thể được chuyển sang trạng thái “chủ động thu giữ” thông qua nghiên cứu thiết bị bổ sung, bao gồm có đủ không gian và khả năng tiếp cận đủ lớn cho các thiết bị thu giữ và xác định đường đi tới địa điểm lưu trữ CO<sub>2</sub>.

# Cần có chính sách hỗ trợ như thế nào?

Bất cứ hoạt động triển khai lộ trình nào cho ngành xi măng đều chỉ có thể thành công khi có khuôn khổ chính sách hỗ trợ phát triển và phổ biến các công nghệ cần thiết. Nhằm mục đích giải quyết các nhu cầu về chính sách, lộ trình này

sẽ đưa ra những đề xuất cụ thể cho các chính phủ trên toàn thế giới. Tiếp đó, các chính sách phù hợp ở cấp quốc gia cần được xây dựng để củng cố cho những đề xuất này.

- 1. Khuyến khích áp dụng những công nghệ cho hiệu quả tốt nhất sẵn có cho các lò xi măng mới và lò thay thế**
- 2. Khuyến khích và tạo điều kiện nhằm tăng cường sử dụng năng lượng thay thế**
- 3. Khuyến khích và tạo điều kiện nhằm sử dụng chất thay thế clinker**
- 4. Tạo điều kiện nhằm phát triển công nghệ thu giữ khí carbon**
- 5. Đảm bảo tính khách quan, ổn định, có thể dự báo được của việc kiểm soát khí carbon và các khuôn khổ năng lượng ở cấp quốc tế**
- 6. Tăng cường năng lực, kỹ năng, kiến thức chuyên môn và đổi mới trong công tác nghiên cứu và phát triển (R&D)**
- 7. Khuyến khích hợp tác quốc tế và quan hệ đối tác giữa các thực thể công và tư**

## 1. Củng cố việc áp dụng các công nghệ cho hiệu quả tốt nhất sẵn có cho các lò xi măng mới và lò thay thế

Ngành xi măng đã giảm thiểu đáng kể sức ép về năng lượng bằng việc phát triển các lò quay sử dụng công nghệ khô với công nghệ sấy sơ bộ và tiền can-xi hóa. Mặc dù hiện có rất nhiều công nghệ hiệu quả về năng lượng, song chi phí đầu tư lớn và tuổi thọ dài của các kết cấu hạ tầng thường là rào cản chủ yếu trong quá trình thực hiện. Có thể đạt thêm những tiến bộ về hiệu quả nguồn năng lượng ở nhiều khu vực, và việc nhận thức đầy đủ về tiềm năng này cần được xem là trọng tâm trước mắt. Điều này có thể được thực hiện thông qua các công cụ hỗ trợ chính sách phổ biến, thậm chí trong trường hợp đầu tư không chứng minh được hiệu quả kinh tế cao. Các dự án thực hiện chung, như dự án cải tiến nhà máy xi măng ở Ukraine của CRH, áp dụng công nghệ hiện đại, sử dụng hiệu quả nguồn năng lượng là những ví dụ tốt của hoạt động đầu tư dẫn đầu về chính sách tập trung trong công nghệ về hiệu quả nguồn năng lượng.

### Trong lộ trình này, chúng tôi đề xuất:

- Xóa bỏ bao cấp giá năng lượng, có thể là rào cản trong quá trình áp dụng các công nghệ đem lại hiệu quả nguồn năng lượng lớn hơn
- Xóa bỏ các lò nung khô và quy trình sản xuất ướt không hiệu quả ở cả các nước phát triển và đang phát triển.
- Tăng cường hợp tác quốc tế để tập hợp dữ liệu tin cậy về khí thải và năng lượng ở cấp ngành; hỗ trợ xây dựng chính sách có hiệu quả; theo dõi quá trình thực hiện và xác định những khoảng cách trong quá trình thực hiện ở cấp quốc gia và khu vực cũng như những mốc thực hiện tốt, ví dụ thông qua cơ sở dữ liệu GNR (CSI).
- Xây dựng và áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế về hiệu

quả năng lượng và khí thải chứa carbon trong ngành xi măng.

- Chia sẻ chính sách về phương thức tốt (best practice) trong việc nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng và giảm lượng khí thải chứa carbon trong ngành xi măng, chẳng hạn như Trung tâm Hợp tác Công nghệ cao [Partnership's Centre of Excellence] Châu Á – Thái Bình Dương đặt tại Bắc Kinh đang tập trung vào việc xây dựng năng lực và phổ biến công nghệ.

## 2. Khuyến khích và tạo điều kiện nhằm tăng cường sử dụng nhiên liệu thay thế

Việc sử dụng nhiên liệu thay thế có thể giúp cho các nhiên liệu hóa thạch không bị đốt bỏ một cách không cần thiết, hoặc các nguồn năng lượng tiềm năng không bị chôn lấp vào đất. Ngành xi măng đã có nhận thức tốt về quá trình này cũng như có tiềm năng đẩy mạnh triển khai; tuy nhiên cần phải có khung pháp lý phù hợp để tiếp tục giảm lượng khí thải. Những quy phạm khung này phải đảm bảo nâng cao năng lực cho các cơ quan quản lý môi trường trong kiểm soát và bảo đảm thực hiện, tăng cường sự minh bạch và xây dựng niềm tin với cộng đồng. Theo tính toán, so với hiện tại, tỷ lệ thay thế ở quy mô toàn cầu có thể đạt mức 30% năm 2030 và 35% năm 2050 (tuy nhiên, ở giá trị trung bình đó, khoảng biến thiên về mức độ sử dụng nhiên liệu thay thế của từng quốc gia có thể khá lớn).

Những rào cản hiện tại đối với việc đưa vào sử dụng đại trà các nhiên liệu thay thế có nhiều khác biệt phụ thuộc vào tính sẵn có của các nhiên liệu và sinh khối thay thế, sự hỗ trợ về pháp lý và cơ chế tổ chức thực hiện quy định về đồng xử lý, chôn lấp, đốt vật liệu cũng như những hạn chế về nhận thức và sự chấp nhận của người dân. Tuy vậy, vẫn có những gương điển hình vượt qua các rào cản như vậy, chẳng hạn như Chỉ thị EU về Đốt Chất thải (2006/7), trong đó vạch ra phương pháp tiếp cận từng

bước trong sử dụng nhiên liệu thay thế, và tài liệu “*Hướng dẫn lựa chọn và sử dụng nhiên liệu và nguyên liệu thô trong quy trình sản xuất xi măng*” (CSI, 10/2005), trong đó phân loại các nhiên liệu thay thế tiềm năng.

### **Trong lộ trình này, chúng tôi đề xuất:**

- Các nhà hoạch định chính sách cần tạo điều kiện cho các bên liên quan và công chúng hiểu được vai trò của việc sử dụng nhiên liệu thay thế trong việc giảm lượng khí thải. Ví dụ, trong Chính sách Chất thải Quốc gia Na-uy, các lò xi măng là nơi được ưu tiên sử dụng các phương pháp quản lý chất thải độc hại.
- Cần rà soát và sửa đổi (nếu có thể) đối với luật pháp ở cấp địa phương, cấp quốc gia và khu vực nhằm đảm bảo tạo điều kiện về chính sách cho việc sử dụng nhiên liệu và sinh khối thay thế mà không gặp phải hạn chế nào.
- Chính phủ cần giới thiệu khái niệm “sinh thái học công nghiệp” và khuyến khích áp dụng khái niệm “xã hội dựa trên sản phẩm tái sử dụng” (recycling-based society), chẳng hạn như Chương trình Quốc gia về Cộng sinh Công nghiệp (National Industrial Symbiosis Program) ở Anh. Khung pháp lý hiện hành cần hỗ trợ triển khai các dự án như khu công nghiệp Kalundborg (Đan Mạch), các quy trình khu vực về Điều phối Phụ phẩm BPS (By-Product Synergy) ở Hoa Kỳ (VD: Mạng lưới Chuyển hóa Chất thải thành Lợi nhuận (W2P) ở Chicago, Công ty Liên danh Sinh thái học Công nghiệp miền Trung Tiểu bang Ohio (PIECO)).
- Bảo đảm rằng những người điều hành phải tuân thủ hướng dẫn chung về sử dụng nhiên liệu thay thế để thực hiện những quy trình phù hợp như động viên và bồi dưỡng nhân lực, ghi nhận và theo dõi hoạt động của người lao động và nhà thầu.
- Đào tạo cho các cơ quan quản lý cũng như nâng cao kiến thức chuyên môn cho các cán bộ chịu trách nhiệm về cấp phép, kiểm soát và giám sát.
- Tổ chức đối thoại giữa chính phủ và ngành công nghiệp để thảo luận sâu vào khái niệm khai thác các bãi rác để tìm kiếm nguyên liệu thô và nhiên liệu thay thế (VD: do cần thêm không gian để mở rộng đô thị).

### **3. Khuyến khích và tạo điều kiện nhằm tăng cường thay thế clinker**

Các nhân tố hiện đang ngăn cản tiềm năng sử dụng vật liệu thay thế bao gồm các tiêu chuẩn xi măng hiện hành và pháp luật về xây dựng; nhận thức còn hạn chế của khách hàng và công chúng đối với quy trình sản xuất; tính sẵn có của vật liệu thay thế ở cấp quốc gia và khu vực, và những quy định pháp luật mới ở cấp quốc gia và quốc tế trong đó thiếu vắng nội dung về bảo đảm sự sẵn có của vật liệu. Một số loại xi măng tổng hợp ở địa phương được sản xuất theo các quy

chuẩn xây dựng mới, ví dụ như ở Châu Âu. Ở một mức độ nào đó, chúng đã có được các đặc tính hóa học, vật lý và cơ học của xi măng Portland truyền thống và việc sử dụng chúng trong thành phần bê tông phải sử dụng các công thức chi tiết nhằm đảm bảo độ an toàn phù hợp cho kết cấu. Tuy nhiên, đã đạt được những tiến bộ nhất định trong lĩnh vực này. Chẳng hạn, cơ cấu xi măng non-CEM I trong tổng sản lượng xi măng ở châu Âu đã tăng 13,1% đến 72,5% trong giai đoạn 1994 – 2004 (CEMBUREAU, 2007)<sup>7</sup>.

### **Trong lộ trình này, chúng tôi đề xuất:**

- Tiến hành nghiên cứu độc lập về tác động môi trường (EIS) từ việc sử dụng các vật liệu thay thế chủ yếu trong ngành xi măng và các ngành công nghiệp khác để làm rõ khu vực nào có tiềm năng giảm lượng khí thải tốt nhất.
- Xây dựng các tiêu chuẩn, quy phạm mới hoặc sửa đổi các tiêu chuẩn và pháp luật hiện hành liên quan đến xi măng ở một số quốc gia để cho phép sử dụng rộng rãi hơn sản phẩm xi măng tổng hợp, chẳng hạn như xây dựng các tiêu chuẩn dựa trên tính năng thay vì thành phần của xi măng, đồng thời bảo đảm rằng các tiêu chuẩn đó sẽ được các cơ quan quản lý ở địa phương chấp thuận.
- Nghiên cứu và phát triển kỹ thuật xử lý những chất thay thế clinker tiềm năng hiện nay chưa thể đưa vào sử dụng do những hạn chế về chất lượng.
- Khuyến khích tổ chức các chương trình đào tạo quốc tế với các cơ quan tiêu chuẩn và cơ quan giám định chất lượng (accreditation) quốc gia để trao đổi kinh nghiệm về thay thế nguyên liệu, tiêu chuẩn bê tông, tính năng dài hạn của bê tông làm từ một số loại xi măng mới, những tác động về kinh tế và môi trường.

### **4. Tạo điều kiện nhằm phát triển công nghệ thu giữ khí carbon**

Hiện nay, thu giữ carbon (CCS) là công nghệ mới khả thi nhất nhằm giảm lượng khí thải chứa carbon trong ngành xi măng và cần hành động ngay để hỗ trợ việc phát triển và thực hiện hoạt động này. Triển khai nghiên cứu và phát triển, các dự án thí điểm và trình diễn quy mô có hiệu quả về công nghệ thu giữ CO<sub>2</sub> có hiệu quả trong ngành xi măng phải được khuyến khích và sớm đưa vào thực tiễn để đi đến ứng dụng ở quy mô hoàn chỉnh trong toàn ngành. Việc làm này sẽ hỗ trợ cho toàn bộ chuỗi thu giữ khí carbon hoàn chỉnh.

<sup>7</sup> "Non-CEM I" là tất cả các loại xi măng phổ biến ngoại trừ xi măng Portland thông thường theo tiêu chuẩn châu Âu EN 197-1. Những loại xi măng này có hàm lượng clinker thấp hơn xi măng Portland thông thường.

Biên độ chi phí CCS là 40-170\$/tấn CO<sub>2</sub> được giảm thiểu (IEA, 2009). Việc thực hiện CCS có thể dẫn đến khả năng giá xi măng sẽ tăng gấp đôi. Nếu không có một cơ chế chung cho toàn cầu, sẽ chỉ có thể áp dụng công nghệ này nếu có các khuôn khổ chính trị để hạn chế một cách có hiệu quả các rủi ro của việc rò rỉ khí carbon (xem bảng thuật ngữ). Do chi phí thực hiện CCS ở các thiết bị ban đầu thấp hơn so với thiết bị thay thế, và do phần lớn nhu cầu xi măng trong tương lai đến từ những khu vực hiện không bị ảnh hưởng lớn bởi carbon (carbon constraints), nên cần phải khuyến khích việc sớm triển khai CCS ở tất cả các khu vực.

#### **Trong lộ trình này, chúng tôi đề xuất:**

- Cần xây dựng các khuôn khổ pháp lý cho hoạt động thu giữ khí carbon và hợp tác quốc tế về quy chế CCS, chẳng hạn như dự án Hỗ trợ các Hoạt động Xây dựng Văn bản Pháp quy về Thu giữ Carbon (STRACO2) được thiết kế nhằm hỗ trợ xây dựng khuôn khổ pháp lý về CCS cho Liên minh châu Âu ([www.euchina-ccs.org](http://www.euchina-ccs.org))
- Chính phủ cần hỗ trợ vốn cho các dự án thí điểm và trình diễn của ngành xi măng, từ đó phát triển lên các nhà máy trình diễn có quy mô thương mại và tăng khả năng tiếp cận với khu vực lưu giữ.
- Cần thiết lập và trình diễn các mạng lưới vận chuyển và các khu vực lưu giữ gần nhà máy xi măng.
- Cần tổ chức điều phối các mạng lưới vận chuyển khí CO<sub>2</sub> ở cấp khu vực, quốc gia và quốc tế để tối ưu hóa việc phát triển kết cấu hạ tầng và giảm chi phí.
- Cần khảo sát sự liên kết tới các mạng lưới riêng rẽ (hiện tại) hoặc tổng hợp và những cơ hội hoạt động nhóm trong các khu công nghiệp.
- Chính phủ và ngành xi măng phải cố gắng nhiều hơn nữa trong việc giáo dục và cung cấp thông tin cho các đối tác về CCS.

### **5. Đảm bảo tính khách quan, ổn định, có thể dự báo được của việc kiểm soát khí carbon và các khuôn khổ năng lượng ở cấp quốc tế**

Trước khi có được giá carbon thống nhất cho toàn cầu, hoặc ít nhất là biết được liệu điều này có thể xảy ra hay không và lúc nào sẽ xảy ra, thì ngành xi măng vẫn chưa thể lập kế hoạch nghiên cứu và phát triển công nghệ một cách hiệu quả. Các thị trường carbon phải được kết nối với các cơ chế phù hợp để lôi kéo có hiệu quả sự tham gia của ngành trong việc chấp nhận áp dụng những công nghệ sạch hơn nhằm giảm lượng khí thải. Các trao đổi quốc tế về biến đổi khí hậu phải được ủng hộ bằng những thỏa thuận, như thỏa thuận về phương pháp tiếp cận nội ngành đối với giảm lượng khí thải công nghiệp hoặc các hành động giảm nhẹ phù hợp ở cấp quốc gia (NAMAs).

#### **Trong lộ trình này, chúng tôi đề xuất:**

- Cần sửa đổi Cơ chế Phát triển Sạch (CDM) hiện hành để tạo điều kiện huy động kinh phí cho các dự án về hiệu suất sử dụng năng lượng, lồng ghép các dự án CCS, thừa nhận độ tin cậy của CCS trong các đề án trao đổi khí thải như ETS của EU; đảm bảo rằng các chính sách, cùng với Khung Theo dõi, Báo cáo và Kiểm định (MRV) sẽ khuyến khích áp dụng công nghệ CCS thông qua CDM. Có thể xây dựng một Quỹ CDM toàn cầu để xem xét cấp vốn triển khai CCS nếu đủ điều kiện (đồng thời trợ giúp cho khả năng tồn tại về mặt thương mại của CCS ở các giai đoạn trung và dài hạn), hoặc, các tiêu chí của dự án CDM có thể bao gồm việc định chuẩn cấp ngành (sectoral benchmarking) cho công nghiệp xi măng, trong đó CDM sẽ khuyến khích CCS phát triển trong giai đoạn đầu.
- Cần thừa nhận việc thu giữ CCS nguồn gốc sinh vật là một nguồn phát thải trung tính, trong bối cảnh dự kiến sử dụng nhiên liệu sinh khối trong công nghiệp xi măng sẽ đạt mức cao hơn.
- Cần kết hợp khen thưởng cho việc đầu tư vào năng lượng sạch (VD: thông qua tài trợ cho việc thu hồi nhiệt thải) và xử phạt đối với việc đầu tư kém hiệu quả về năng lượng (VD: cắt giảm trợ cấp nếu việc sản xuất năng lượng không đạt hiệu quả).
- Cần có sự hợp tác giữa ngành xi măng và chính phủ trong UNFCCC nhằm phát hiện các yếu tố then chốt cho các khuôn khổ hoạt động thành công, chẳng hạn như các yêu cầu về cung cấp dữ liệu ngành hàng, phương thức thực hành Đo lường, Báo cáo và Kiểm định (MRV), xây dựng chỉ tiêu và cơ chế tiềm năng dựa trên phương pháp tính toán chung về lượng khí thải CO<sub>2</sub> theo tiêu chuẩn quốc tế.
- Chính phủ và ngành xi măng cần phối hợp với nhau để xác định các giải pháp về chính sách có hiệu quả ở cấp quốc gia nhằm giúp giảm lượng khí thải chứa carbon trong ngành xi măng và đảm bảo sự phân chia trách nhiệm một cách công bằng giữa chính phủ và ngành công nghiệp này. Hành động ở cấp khu vực và cấp địa phương phải được định hướng bởi sự phối hợp tốt với các hiệp hội thương mại.
- Cần xây dựng một khung pháp lý trên quy mô toàn cầu để bảo đảm việc hạn chế một cách có hiệu quả những rủi ro do rò rỉ carbon.

8 Bao gồm cả chi phí vận chuyển và lưu giữ.

## 6. Tăng cường năng lực, kỹ năng, kiến thức chuyên môn và đổi mới trong công tác nghiên cứu và phát triển (R&D)

Tăng cường nghiên cứu và phát triển trong thời gian rất dài là một điều cần thiết đối với ngành xi măng. Việc đầu tư vào tất cả các khâu trong quá trình đổi mới, từ đào tạo ở bậc đại học – cao đẳng đến cải cách ở quy mô công nghiệp phải được thực hiện bởi các cơ sở khoa học, bản thân ngành xi măng, các nhà cung cấp thiết bị và chính phủ. Ví dụ, xi măng kết dính thủy lực (hydraulic binders) thế hệ mới có thể giúp giảm lượng khí thải đáng kể, nhưng giá trị của nó vẫn chưa được đánh giá đúng mức hoặc được phát triển quy mô – do vậy đây cũng là một trọng tâm cần được nghiên cứu và phát triển.

### Trong lộ trình này, chúng tôi đề xuất:

- Cần tăng cường số lượng và trình độ kỹ năng của các nhà khoa học có chuyên môn về ngành xi măng, thông qua sự giúp đỡ chung của ngành và chính phủ cho các chương trình phù hợp tại các trường đại học, và xây dựng các tiêu chuẩn chức danh về giảng dạy và nghiên cứu khoa học vật liệu cũng như bảo vệ khí hậu trong ngành công nghiệp.
- Cần lồng ghép hoặc điều chỉnh các chương trình nghiên cứu ở cấp quốc gia và quốc tế, trong đó vận động các công ty tham gia vào những chương trình ở quốc gia mà họ hoạt động.
- Cần khuyến khích triển khai các dự án nghiên cứu khoa học và ứng dụng công nghệ phối hợp giữa các quốc gia, thiết lập các chương trình hoặc mạng lưới hợp tác nghiên cứu giữa các công ty, các nhà cung cấp thiết bị, các viện nghiên cứu và các chính phủ để cùng huy động tài chính và các nguồn lực khác cho Nghiên cứu và Phát triển.
- Cần thúc đẩy việc xây dựng các tiêu chuẩn, trong đó có tiêu chuẩn cho xi măng thế hệ mới (VD: xi măng kết dính thủy lực), nhằm xúc tiến triển khai nhanh sản xuất các loại xi măng có tiềm năng giảm lượng khí thải.

## 7. Khuyến khích hợp tác quốc tế và quan hệ đối tác giữa các thực thể công và tư

Những tri thức quốc tế hiện có về tất cả các khu vực của lộ trình này phải được đánh giá kỹ lưỡng, đồng thời phần cốt lõi của lượng tri thức này phải được lồng ghép vào một mục tiêu chung: triển khai toàn diện công nghệ giảm thiểu khí thải trên toàn cầu.

Hợp tác quốc tế có vai trò quan trọng là chất xúc tác để tạo nên những tiến bộ kỹ thuật trong giai đoạn trình diễn công nghệ. Đặc biệt, việc bàn giao lắp đặt các phương tiện CCS quan trọng trước năm 2020 là mục tiêu vượt quá xa so với khả năng tài chính và kỹ thuật của các công ty hoặc quốc gia riêng lẻ, và do vậy đòi hỏi phải có sự hợp tác ở quy mô lớn trong tất cả các giai đoạn.

Các mô hình mới về quan hệ đối tác giữa các thực thể công và tư phải được xác định rõ, trong đó các chính phủ, các cơ quan phụ trách nghiên cứu và phát triển, ngành xi măng và các nhà cung cấp thiết bị phải phối hợp với nhau để thực hiện các công việc tổ chức, cấp vốn, sàng lọc, phát triển và trình diễn các công nghệ được lựa chọn trong những khung thời gian ngắn hơn. Một ví dụ đáng học tập từ ngành thép là dự án “Sản xuất thép với lượng khí thải CO<sub>2</sub> cực thấp” (ULCOS), được thực hiện bởi một nhà thầu liên danh (consortium) gồm 48 công ty và tổ chức ở châu Âu dưới sự tài trợ của Ủy ban Châu Âu, trong đó tiến hành nghiên cứu và phát triển công nghệ giảm lượng khí thải CO<sub>2</sub> trong sản xuất thép.

### Trong lộ trình này, chúng tôi đề xuất:

- Cần tạo dựng mối quan hệ đối tác giữa các thực thể công và tư, từ đó giúp giảm thiểu rủi ro về công nghệ và tạo ra những giải pháp lựa chọn để tăng hiệu suất sử dụng năng lượng hoặc giảm thiểu khí carbon, chẳng hạn như chương trình Đối tác Công – Tư GTZ-Holcim do Trường Đại học Khoa học Ứng dụng Tây Bắc Thụy Sĩ điều phối ([www.coprochem.org](http://www.coprochem.org)).
- Cần bảo đảm sự hợp tác quốc tế giữa các nhà máy trình diễn CCS trong ngành xi măng.
- Cần dành những ưu tiên cải cách ở cấp quốc gia cho việc bảo đảm hiệu quả về cả nhịp độ và quy mô không gian của các hoạt động hợp tác quốc tế trong nghiên cứu và phát triển ở lĩnh vực bảo vệ khí hậu.
- Cần nội địa hóa các quy trình công nghệ chuyển giao đến từng khu vực riêng lẻ, trên cơ sở thừa nhận sự khác biệt về tính sẵn có của nguồn cung ứng vật tư (nguyên liệu thô, nhiên liệu thay thế, các chất thay thế clinker), những hỗ trợ pháp lý và việc bảo đảm thực hiện pháp luật, cũng như khác biệt trong nhận thức cộng đồng về các quy trình sản xuất xi măng.

## Phương pháp tiếp cận nội ngành về giảm lượng khí thải

Do chưa có thỏa thuận toàn cầu về giảm lượng khí thải, nên việc phân tích nội ngành đối với thách thức về khí hậu – một phương pháp tiếp cận nội ngành – có thể có những ưu điểm nhất định đối với các ý kiến phản hồi được sắp xếp theo khu vực địa lý. Do vậy, phương pháp tiếp cận nội ngành hiện đã được đưa vào chương trình nghị sự về chính sách khí hậu quốc tế. Đối với CSI, phương pháp tiếp cận nội ngành có mối liên quan đến những hành động có tổ chức của các nhà sản xuất chủ chốt ở một ngành công nghiệp cụ thể cũng như các chính phủ ở các nước tương ứng trong việc giải quyết vấn đề khí nhà kính thải ra từ các sản phẩm và công nghệ của mình, trong khuôn khổ của UNFCCC. Tiếp cận nội ngành có thể được thực hiện như một bộ phận của các chiến lược giảm nhẹ phù hợp ở cấp quốc gia (viết tắt là NAMA). Để chứng minh tác động tương đối của các giải pháp chính sách khác nhau về khí thải CO<sub>2</sub>, CSI đã thực hiện một dự án xây dựng mô hình chính trị và kinh tế, kết hợp với các cuộc đối thoại giữa các bên liên quan. Một mô hình kinh tế đã được xây dựng, đại diện cho 8 khu vực kinh tế khác nhau trên thế giới và bao gồm những số liệu về công nghệ sản xuất, vận tải biển, chi phí năng lượng và các giải pháp giảm thiểu CO<sub>2</sub>. Mô hình này cũng bao gồm cả những mục tiêu và chi phí cho các giải pháp giảm thiểu cũng như trao đổi khí thải carbon. Những giải pháp chính sách khác nhau đối với carbon có thể được phân tích và so sánh về tác động ở khu vực của lưu lượng cũng như giá cả CO<sub>2</sub> và xi măng.

Một phương pháp tiếp cận nội ngành được mô hình hóa trên cơ sở tổ hợp các giới hạn (mức trần) cố định của lượng khí thải ở các quốc gia trong Phụ lục I, với mục tiêu về hiệu suất khí thải ở các quốc gia không thuộc Phụ lục I – đây chỉ là một trong những tổ hợp chính sách có tính khả thi. Khác với những báo cáo khác về cùng chủ đề này, mô hình về phương pháp tiếp cận nội ngành của CSI không dự báo về tương lai. Thay vào đó, nó so sánh những giải pháp chính sách khác nhau với một trường hợp đối chứng cơ bản “khi không có cam kết nào được đưa ra”. Việc tính toán mô hình hóa đã chỉ ra rằng:

- Phương pháp tiếp cận nội ngành có thể giảm đáng kể lượng khí thải trong ngành xi măng so với trường hợp đối chứng cơ bản.
- Trong khi vẫn có những khác biệt giữa các khu vực, phương pháp tiếp cận nội ngành có thể làm tăng khả năng tiếp cận với các đòn bẩy chính để giảm lượng khí nhà kính trong ngành, thông qua việc hoạch định chính sách quốc gia một cách cẩn trọng.
- Để phát huy hết tiềm năng của phương pháp tiếp cận nội ngành, phải có các chính sách hỗ trợ từ phía chính phủ các quốc gia tham gia (VD: ban hành các tiêu chuẩn xi măng, pháp luật xây dựng và phương thức thực hành quản lý khí thải).

Đối với hầu hết các chính phủ, phương pháp tiếp cận nội ngành giúp triển khai thích ứng việc kiểm soát ở cấp quốc gia đối với công tác quản lý khí thải và các mục tiêu về hiệu suất trong hoàn cảnh và khả năng của nước mình. Phương pháp tiếp cận này có thể giúp cải thiện tốc độ và hiệu quả của những nỗ lực giảm lượng khí nhà kính trong ngành. Nếu được thiết kế phù hợp, nó có thể tạo ra động lực mạnh mẽ cho sự tham gia của các thành phần kinh tế, các doanh nghiệp và chính phủ ở các nước đang phát triển.

CSI đã sẵn sàng và đủ khả năng để phối hợp xác định một phương pháp tiếp cận chi tiết hơn, bao gồm những yêu cầu về dữ liệu ngành, phương thức thực hiện việc Đo lường, Báo cáo và Kiểm định (MRV), xây dựng chỉ tiêu và các chính sách tạo dựng lòng tin, các chương trình (chính sách) mục tiêu quốc gia, chẳng hạn như các tiêu chuẩn về xi măng và pháp luật về xây dựng.

Thách thức đối với các nhà hoạch định chính sách là biến những khái niệm hiện tại của phương pháp tiếp cận nội ngành thành những văn kiện chính sách quốc tế để thúc đẩy việc triển khai nhanh chóng và tiết kiệm đối với công nghệ tốt nhất hiện có, đồng thời đưa ra một thông điệp mạnh mẽ để yêu cầu ngành phải dành ưu tiên cho đổi mới trong lĩnh vực giảm lượng khí thải.

Những công việc gần đây được Ủy ban Châu Âu thực hiện đã cho thấy khả năng chấp nhận về mặt chính trị đối với nhiều giải pháp cũng như các điều kiện cần được đáp ứng để có được cơ chế xây dựng lòng tin có hiệu quả cho ngành (CCAP et al., 2008). Những hoạt động khác đã giúp đi sâu tìm hiểu quá trình xác định những phương pháp tiếp cận nội ngành có tính khả thi theo cơ chế của UNFCCC (Baron et al., 2008; Ward et al., 2008). Trong một trường hợp cụ thể, đề nghị của Nhật Bản tại Hội nghị Poznan của UNFCCC về phương pháp tiếp cận nội ngành đã nêu ra một loạt các bước đi cần thiết để đảm bảo sự triển khai thành công.

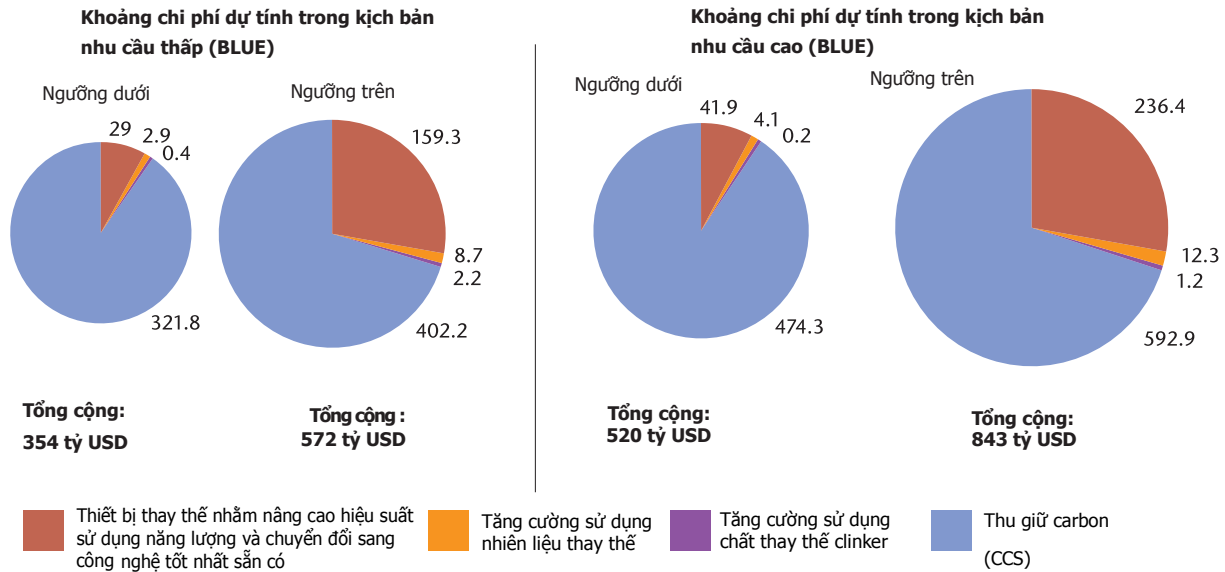
9 [www.wbcsdcement.org/sectoral](http://www.wbcsdcement.org/sectoral)

10 Đề nghị của Nhật Bản về Ứng dụng Phương pháp Tiếp cận Nội ngành – biên bản ghi nhớ, tháng 11/2008.

# Cần có sự hỗ trợ tài chính như thế nào?

## Tính toán nhu cầu tích lũy về đầu tư bổ sung theo các kịch bản BLUE

Chi phí tích lũy (vượt quá mức cơ bản) (tỷ USD)



Báo cáo này tính toán nhu cầu vốn đầu tư bổ sung từ 2005 đến 2050, trên cơ sở sự khác biệt về đầu tư công nghệ giữa các doanh nghiệp giống như kịch bản thông thường và các kịch bản BLUE. Con số dự tính không bao gồm lợi nhuận kinh tế mà các khoản đầu tư này sẽ đem lại và có thể dẫn đến giảm chi phí.

Nguồn: IEA, 2009

IEA dự kiến rằng chi phí đầu tư bổ sung nhằm giảm thiểu lượng khí thải CO<sub>2</sub> nằm trong khoảng 350-570 tỷ US cho kịch bản nhu cầu thấp, và 520-840 tỷ USD theo kịch bản nhu cầu cao. Phần lớn các khoản đầu tư bổ sung đều cần thiết cho các quốc gia đang phát triển, nơi mà các chính sách carbon mới đang hình thành. Việc vượt qua những rào cản tạo ra bởi sự hạn chế về nguồn vốn và các nhu cầu đa dạng trong việc sử dụng chúng ở các nền kinh tế đang phát triển có liên quan đến việc áp dụng công nghệ đại trà là một điều có ý nghĩa rất quan trọng.

Khác với ngành điện, nơi mà sự gia tăng chi phí giảm thiểu carbon có thể được chuyển cho người sử dụng cuối cùng gánh chịu theo cơ chế giá điện do chính phủ điều tiết, thì giá xi măng lại do thị trường quyết định bởi xi măng là một mặt hàng thương mại mang tính quốc tế. Một hệ thống trao đổi khí thải toàn cầu có thể sẽ là nội dung của một văn kiện chính sách quan trọng trong tương lai. Tuy nhiên, trong một thời kỳ ngắn và trung hạn sắp tới, những thỏa thuận quốc tế giữa các quốc gia sản xuất xi măng chủ yếu, bao trùm lên những ngành công nghiệp chính sử dụng nhiều năng lượng, có thể là bước đi thực tế đầu tiên trong việc khuyến khích triển khai các công nghệ mới, trong khi vẫn cần giải quyết những mối quan ngại về tính cạnh tranh cũng như hiện tượng rò rỉ carbon. Để có ngân sách cấp vốn cho việc cải thiện hiệu suất sử dụng năng lượng, các khoản cho vay mà chính phủ bảo lãnh sẽ là công cụ giúp cho một số quốc gia giảm lượng khí thải trong thời gian trước mắt.

Các nhu cầu vốn đầu tư cho ngành xi măng thường bị lấn át bởi các chi phí bổ sung trả trước của các cơ sở lắp đặt thiết bị CCS ở các nhà máy xi măng. CCS ở châu Âu có thể làm tăng gấp đôi các nhu cầu vốn đầu tư cho nhà máy xi măng (ECRA, 2009), cũng làm gia tăng mức sử dụng năng lượng và chi phí vận hành. Rõ ràng là tổng nhu cầu vốn đầu tư và biên độ chi phí cho việc giảm khí thải trong ngành xi măng có tính nhạy cảm đặc biệt đối với chi phí CCS trong tương lai. Trước mắt, việc phát triển và trình diễn công nghệ CCS sẽ đòi hỏi phải có sự hỗ trợ mạnh mẽ từ phía chính phủ, khi mà ngành công nghiệp không thể tự gánh chịu mọi chi phí. Ước tính cần 2-3 tỷ USD để tài trợ cho các dự án trình diễn công nghệ CCS trong ngành xi măng và đến năm 2030 sẽ cần thêm 30-50 tỷ USD để triển khai (tương đương với 50-70 nhà máy thương mại).

Việc hỗ trợ tài chính là rất cần thiết để phát triển và trình diễn công nghệ CCS trong ngành xi măng. Trước năm 2020, rất cần cấp vốn cho các nhà máy trình diễn công nghệ CCS và tiếp theo đó là trình diễn công nghệ oxyfuel. Các điều kiện cấp vốn truyền thống mà ngành đang sử dụng sẽ không thể giúp ích cho các dự án CCS, trừ trường hợp thống nhất được về giá (hoặc mức trợ giá) carbon toàn cầu để phát đi một tín hiệu rõ ràng và dài hạn về giá trị của việc giảm thiểu khí CO<sub>2</sub> giúp giải trình cho kế hoạch chi tiêu tương ứng. Khác với các công nghệ khác về nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng, trong đó chỉ ra khả năng hoàn vốn đầu tư thông qua việc giảm chi phí nhiên liệu, các công nghệ CCS không đặt ra vấn đề hoàn vốn.



Trên thực tế, chúng còn có xu hướng làm tăng chi phí vận hành. Chỉ khi giá carbon toàn cầu từ 50-100 USD/tấn CO<sub>2</sub> hiện nay tăng lên tới 200 USD/tấn vào năm 2050 thì mới có thể đủ để hoàn vốn cho các khoản đầu tư vào CCS.

Trong tương lai gần, rất khó khăn để định rõ những khoảng cách về nguồn tài chính cho các chi phí CCS tích lũy sẽ được giải quyết bởi các thị trường CO<sub>2</sub> hiện tại. Tiếp đó, các chính phủ sẽ phải đóng góp để lấp những khoảng trống đó, vì nếu không có định hướng thương mại thì ngành xi măng không thể tự mình giải quyết. Nếu không thực hiện thường xuyên hợp lý đối với lĩnh vực CO<sub>2</sub> thì chắc chắn phải cần đến nghiên cứu và phát triển bổ sung (do các chính phủ đồng tài trợ) cũng như những hỗ trợ khác để triển khai.

Việc triển khai CCS trên quy mô lớn về thương mại đòi hỏi phải có một cơ chế tài chính rộng hơn. Cần có cơ chế duy trì ổn định lâu dài một mức giá phù hợp cho carbon. Không có những cơ chế như vậy thì CCS sẽ không thể triển khai ở mức độ yêu cầu nhằm đáp ứng các mục tiêu của lộ trình. Điều này sẽ đòi hỏi phải củng cố cơ chế tài chính về giảm lượng khí CO<sub>2</sub> hiện có (ví dụ, đảm bảo rằng đề tài CCS đương nhiên đủ điều kiện để cấp vốn thực hiện các dự án CDM) cũng như tạo ra cơ chế mới như giá thành tối thiểu bảo đảm việc thu giữ khí carbon. Cơ chế cấp vốn giảm thiểu lượng CO<sub>2</sub> đáng chú ý nhất hiện nay là hệ thống thu giữ và trao đổi khí thải, như được phản ánh trong Đề án Trao đổi Khí thải của Liên minh châu Âu.

Hiện nay, các nguồn vốn khác nhau đang sẵn có giữa các quốc gia khác nhau nhằm xây dựng và triển khai các công nghệ ít phát thải carbon, song hầu hết tập trung vào hiệu suất sử dụng năng lượng và một số ngành công nghiệp thuộc quy mô cần thiết để cấp vốn cho xây dựng và triển khai CCS. Việc cấp vốn cho việc trình diễn công nghệ CCS hiện chủ yếu tập trung vào ngành điện, song cần được mở rộng sang ngành xi măng cũng như các ngành công nghiệp khác do có những khác biệt đáng kể giữa các ngành trong việc ứng dụng công nghệ này. Một phần nguồn vốn cho CCS trong các gói kích thích kinh tế phải được cấp cho ngành xi măng.

Xét một cách tổng thể, cuộc khủng hoảng kinh tế hiện nay, viễn cảnh kinh tế không mấy sáng sủa và sự giảm giá hàng hóa đã làm thay đổi đáng kể thời gian biểu đầu tư trong ngành xi măng. Các dự án mới đã bị trì hoãn hoặc hủy bỏ do thiếu vốn xây dựng (hợp lý) và sự bất ổn về nhu cầu trong tương lai. Trong một môi trường kinh tế như vậy, điều cốt yếu cho các chính phủ là phải hỗ trợ phát triển công nghệ theo các cách thức rõ ràng, ví dụ thông qua việc bảo lãnh vốn vay để giúp giảm bớt rủi ro cho việc đầu tư vào công nghệ ít phát thải carbon.

### **Trong lộ trình này, chúng tôi đề xuất:**

- Hình thành hệ thống trao đổi khí thải toàn cầu để góp phần giảm chi phí thực hiện các giải pháp CCS trong ngành xi măng đến mức thấp nhất, trong đó bao gồm CCS.
- Chính phủ cần bảo lãnh vốn vay để hỗ trợ giảm thiểu rủi ro và bảo đảm nguồn vốn cho các khoản đầu tư vào CCS trong ngành xi măng.
- Mở rộng Cơ chế Phát triển Sạch (CDM) và các dự án liên kết để cấp vốn cho công nghệ nâng cao hiệu suất sử dụng năng lượng, nhiên liệu thay thế và các chất thay thế clinker cũng như CCS trong ngành xi măng.
- Khuyến khích rộng rãi việc khai thác các nguồn tài chính đa dạng để nghiên cứu và phát triển công nghệ ít phát thải carbon trong ngành xi măng, trong đó có các cơ quan tín dụng xuất khẩu, các ngân hàng phát triển đa phương (VD: các quỹ đầu tư khí hậu của Ngân hàng Thế giới, Công ty Tài chính Quốc tế, Ngân hàng Tái thiết và Phát triển châu Âu, Ngân hàng Đầu tư Châu Âu) và các công ty dịch vụ năng lượng.

# Các chỉ số tiến độ phát triển

Các chỉ số đã được xác định nhằm giúp theo dõi tiến độ phát triển của lộ trình ngành xi măng. Rất khó để xây dựng những chỉ số như vậy bởi tiến bộ công nghệ ở nhịp độ khác nhau và việc triển khai các giải pháp giảm thiểu cường độ khí thải CO<sub>2</sub> là không thể dự đoán được. Tuy nhiên, chúng có ích cho việc dự tính các mốc trong quy hoạch chính sách và công nghệ. Các chỉ số này bao gồm việc áp dụng công nghệ tốt nhất sẵn có, sử dụng nhiên liệu thay thế, thay thế clinker, CCS, các nhu cầu về trình diễn và triển khai đến năm 2050.

Những chỉ số này nhằm minh họa cho những bước đi cần thiết cho ngành xi măng nhằm đạt được các mục tiêu đặt ra trong lộ trình. Chúng có thể được sử dụng để làm tài liệu hướng dẫn chung về xây dựng các chỉ tiêu trong khuôn khổ hợp tác quốc tế. Các chỉ số CCS cũng rất tham vọng trong bối cảnh mà tính khả thi về thương mại và công nghiệp vẫn chưa được chứng minh, đồng thời nêu lên nhu cầu hành động cấp bách cho các giai đoạn trình diễn công nghệ và triển khai.

| Các Chỉ số Lộ trình Xi măng   |         |          |           |           |           |           |
|---|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|   | 2012    | 2015     | 2020      | 2025      | 2030      | 2050      |
| Lượng tiêu thụ nhiệt năng tính trên mỗi tấn sản phẩm clinker (GJ / tấn) | 3.9     | 3.8      | 3.5 - 3.7 | 3.4 - 3.6 | 3.3 - 3.4 | 3.2       |
| Tỉ trọng sử dụng nhiên liệu và sinh khối thay thế (1)                   | 5 - 10% | 10 - 12% | 12 - 15%  | 15 - 20%  | 23 - 24%  | 37%       |
| Tỉ lệ clinker/ Xi măng  | 77%     | 76%      | 74%       | 73.5%     | 73%       | 71%       |
| CCS   |         |          |           |           |           |           |
| Số lượng nhà máy thí điểm   | 2       | 3        |           |           |           |           |
| Số lượng nhà máy trình diễn công nghệ                                   |         | 2        | 6         |           |           |           |
| Số lượng nhà máy vận hành thương mại                                    |         |          |           | 10 - 15   | 50 - 70   | 200 - 400 |
| Lượng CO <sub>2</sub> (Mt) được lưu trữ                                 | 0.1     | 0.4      | 5 - 10    | 20 - 35   | 100 - 160 | 490 - 920 |
| Số tấn khí thải CO <sub>2</sub> tính trên mỗi tấn xi măng (2)           | 0.75    | 0.66     | 0.62      | 0.59      | 0.56      | 0.42      |

Lưu ý: (1) giả thiết vào năm 2015 sử dụng từ 25 đến 30 Mt nhiên liệu thay thế và năm 2030 là từ 50 đến 60 Mtoe, không bao gồm năng lượng từ CCS và sử dụng điện năng, (2) bao gồm lượng giảm thiểu nhờ CCS

Nguồn: IEA, 2009

| Chủ thể liên quan  | Chương trình hành động (các ví dụ về những hành động được đưa vào lộ trình)  |
|--|--|
| <p><b>Các Bộ quản lý tài chính, kinh tế</b></p>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Thường tiến cho đầu tư năng lượng sạch, chẳng hạn như tài trợ cho việc thu hồi nhiệt thải</li> <li>Xóa bỏ bao cấp giá năng lượng – một rào cản trong việc áp dụng các công nghệ năng cao hiệu suất sử dụng năng lượng</li> <li>Cung cấp các nguồn vốn bảo đảm bằng Ngân sách Nhà nước để hỗ trợ quản lý rủi ro và cấp vốn cho các nhà máy thu giữ khí thải chứa carbon thì điểm và nhà máy trình diễn</li> <li>Tạo điều kiện thuận lợi cho hệ thống trao đổi khí thải toàn cầu, cấp vốn thực hiện các giải pháp giảm lượng khí thải chứa carbon trong ngành xi măng</li> </ul>  |
| <p><b>Các Bộ quản lý môi trường, năng lượng và tài nguyên</b></p>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Chia sẻ các chính sách về phương thức tốt để khuyến khích hiệu suất sử dụng năng lượng và giảm thiểu khí carbon</li> <li>Xây dựng và áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế về hiệu suất sử dụng năng lượng và giảm thiểu khí carbon</li> <li>Đảm bảo rằng các chính sách về xử lý chất thải quốc gia sẽ tạo điều kiện phát huy đầy đủ tiềm năng của đồng xử lý trong ngành xi măng, đồng thời giúp các đối tác và công chúng nhận thức được giá trị của việc sử dụng nhiên liệu thay thế trong giảm nhẹ biến đổi khí hậu</li> <li>Tài trợ cho các chương trình nghiên cứu và phát triển (R&amp;D) để bổ sung kiến thức về những lĩnh vực khác nhau của hoạt động phát triển và đồng phát triển công nghệ CCS</li> <li>Sửa đổi khung CDM để huy động vốn cho các dự án năng cao hiệu suất năng lượng và hỗ trợ dự án CCS</li> <li>Chấp nhận độ tin cậy của CCS trong các đề án trao đổi khí thải (VD: ETS của EU)</li> <li>Xây dựng các khuôn khổ pháp lý và hợp tác quốc tế về quy chế CCS</li> <li>Thiết lập các chương trình giao dịch/phổ cập CCS cho cộng đồng</li> <li>Khảo sát sự kết nối với mạng lưới hiện có hoặc tiềm năng, cũng như các cơ hội thực hiện CCS theo nhóm tại các khu công nghiệp, xác định các mạng lưới vận chuyển và khu vực lưu giữ gần nhà máy xi măng</li> </ul> |
| <p><b>Các Bộ quản lý khoa học / đào tạo, các trường đại học</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Khuyến khích triển khai các chương trình đào tạo quốc tế với sự tham gia của các cơ quan tiêu chuẩn và cơ quan cấp phép quốc gia nhằm trao đổi kinh nghiệm về thay thế vật liệu, tiêu chuẩn bê tông, tính năng bê tông</li> <li>Nghiên cứu độc lập về tác động môi trường từ việc sử dụng các vật liệu thay thế chủ yếu của ngành xi măng và các ngành công nghiệp khác để chỉ ra nơi có thể đạt được kết quả giảm lượng khí thải tiềm năng cao nhất.</li> <li>Tăng cường số lượng và kỹ năng của các nhà nghiên cứu khoa học có chuyên môn về ngành xi măng bằng cách tạo ra những vị trí nghiên cứu và giảng dạy về khoa học vật liệu và bảo vệ khí hậu ngành công nghiệp.</li> <li>Lòng ghép hoặc phối hợp cả chương trình nghiên cứu về bảo vệ khí hậu ở cấp quốc gia và quốc tế: vận động sự tham gia trực tiếp của các công ty (nếu có thể)</li> <li>Tạo ra các khuôn khổ thể chế cho những sáng kiến công nghệ ở quy mô ngành (quản lý và thực hiện các dự án, cơ chế cấp vốn, quy tắc về quan hệ đối tác, mô hình quản lý), phối hợp với các bên liên quan khác để thúc đẩy hợp tác giữa các quốc gia và giữa các khu vực kinh tế tư nhân và kinh tế công để huy động vốn và tri thức, đồng thời phát huy thế mạnh bổ sung.</li> </ul>  |
| <p><b>MDAs*</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Thúc đẩy các nguồn cấp vốn thay thế cho công nghệ ít phát thải carbon trong ngành xi măng, bao gồm các cơ quan tín dụng xuất khẩu, các ngân hàng phát triển đa phương</li> </ul>  |
| <p><b>Ngành công nghiệp</b></p>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Chăm dứt sử dụng lò khô và quy trình sản xuất xi măng ướt trên toàn thế giới</li> <li>Thu thập dữ liệu tin cậy về nguồn năng lượng và khí thải ở cấp ngành công nghiệp nhằm theo dõi việc thực hiện và xác định các mốc quan trọng</li> <li>Nghiên cứu và phát triển kỹ thuật xử lý các chất thay thế clinker tiềm năng mà hiện chưa được sử dụng do hạn chế về chất lượng</li> <li>Tham gia thảo luận với các chính phủ nhằm phát triển khái niệm sinh thái học công nghiệp và khai thác các khu đất chôn lấp nhằm tạo ra các nhiên liệu và nguyên liệu thô thay thế</li> <li>Thiết lập các chương trình hoặc mạng lưới nghiên cứu hợp tác giữa các công ty, các nhà cung cấp thiết bị, các viện nghiên cứu và chính phủ trong việc huy động nguồn lực cho R&amp;D, cùng cố các quan hệ đối tác giữa các thực thể công và tư về giảm lượng khí thải (trong đó có CCS)</li> <li>Cộng tác với chính phủ theo quy trình UNFCCC nhằm phát hiện các yếu tố then chốt của các khung quản lý khí hậu thành công (VD: yêu cầu cung cấp dữ liệu ngành, MRV, cơ chế xây dựng chỉ tiêu, tạo dựng lòng tin)</li> </ul>   |
| <p><b>Chính quyền trung ương, cấp tỉnh và địa phương (cơ sở)</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ra soát và cập nhật pháp luật trong nước để đảm bảo rằng các chính sách hiện hành hành tạo điều kiện thuận lợi để sử dụng nhiên liệu và sinh khối thay thế mà không bị giới hạn</li> <li>Cộng tác với các hiệp hội thương mại trong ngành xi măng nhằm đảm bảo việc phân chia trách nhiệm công bằng giữa chính quyền và ngành đối với phát triển công nghệ</li> <li>Đảm bảo rằng những người vận hành trực tiếp tuân thủ các hướng dẫn chung về sử dụng nhiên liệu thay thế thông qua các quy trình hợp lý (VD: đào tạo, ghi chép số liệu, theo dõi để đảm bảo minh bạch)</li> <li>Bồi dưỡng kiến thức cho những người chịu trách nhiệm cấp phép, kiểm soát và giám sát để họ xây dựng niềm tin trong cộng đồng</li> <li>Vận dụng quy trình công nghệ được chuyển giao phù hợp với từng khu vực riêng lẻ, trên cơ sở thừa nhận sự khác biệt về tình sẵn có của nguồn cung cấp, sự hỗ trợ về pháp lý, cơ chế bảo đảm thực hiện pháp luật và nhận thức của công chúng</li> </ul>  |
| <p><b>Các tổ chức phi chính phủ và tổ chức sở hữu trí tuệ</b></p>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cộng tác với ngành để nhận thức đầy đủ vai trò của hoạt động đồng xử lý trong bảo vệ khí hậu</li> <li>Trao đổi thông tin về vai trò của CCS trong giảm nhẹ biến đổi khí hậu.</li> </ul>   |

\* Các cơ quan phát triển đa phương

# Kết luận

**Lộ trình này là bản lộ trình đầu tiên tập trung vào phương pháp tiếp cận trên quy mô một ngành công nghiệp về công nghệ giảm lượng khí thải.** Các công ty thành viên của IEA và CSI đã hợp tác vạch ra một con đường cho ngành để đi đến mục tiêu đến 2050 sẽ giảm thiểu một nửa lượng khí thải CO<sub>2</sub> hiện nay.

4 đòn bẩy then chốt để ngành thực hiện giảm lượng khí thải CO<sub>2</sub> được trao đổi trong lộ trình này bao gồm:

1. **Nhiệt năng và điện năng**
2. **Sử dụng nhiên liệu thay thế**
3. **Các chất thay thế clinker**
4. **Thu giữ carbon (CCS)**

Nhận thức được tiềm năng đầy đủ của từng đòn bẩy đòi hỏi phải được hỗ trợ về kinh tế, chính trị cũng như phát triển công nghệ trong nội bộ ngành. Để đạt được kết quả đầy đủ vạch ra trong lộ trình đòi hỏi phải thực hiện đầy đủ các giải pháp chính sách và công nghệ đã nêu. Các chỉ số phát triển ở trang 24 sẽ chỉ đạt được khi có những hành động chung của khu vực, phù hợp với tiềm năng của từng đòn bẩy ở từng khu vực cụ thể. Các khuyến nghị chung về mặt chính sách sẽ phải được cụ thể hóa ở từng khu vực, nhằm đảm bảo rằng phương pháp tiếp cận chung về giảm lượng khí thải ở quy mô ngành sẽ tương thích với điều kiện đặc thù của khu vực, chẳng hạn như tính sẵn có của vật liệu.

Tầm nhìn cho việc giảm lượng khí thải quã là tham vọng. Lộ trình đã được thiết kế với các mốc quan trọng để giúp cộng đồng quốc tế theo dõi được các nỗ lực phát triển công nghệ nhằm đạt được chỉ tiêu giảm lượng khí thải CO<sub>2</sub> vào năm 2050. Việc cập nhật lộ trình trong tương lai cũng là cần thiết, để phản ánh tình hình thực tế và giám sát tiến độ thực hiện các chỉ số của lộ trình.

Chúng tôi đã cùng nhau xây dựng lộ trình này để chứng minh giá trị của việc hợp tác và quan hệ đối tác về giảm thiểu khí thải sâu rộng trên phạm vi toàn cầu. Ở đây, chúng tôi đề xuất một hướng đi tiềm năng cho một ngành công nghiệp. Trên cơ sở đó, chúng tôi mong muốn được đối thoại cởi mở với các nhà hoạch định chính sách, các đối tác tài chính và các ngành công nghiệp khác để giúp chúng tôi thích ứng có hiệu quả với một thế giới chịu tác động bất lợi bởi carbon mà chúng ta sẽ phải đối mặt trong những năm tới.

Để biết thêm chi tiết về đầu vào và việc triển khai lộ trình này, xin truy cập trang web [www.iea.org/roadmaps](http://www.iea.org/roadmaps). Để hiểu rõ hơn về sự liên hệ giữa lộ trình với các hoạt động khác của CSI về bảo vệ khí hậu và giảm lượng khí thải, xin truy cập trang web [www.wbcdcement.org/technology](http://www.wbcdcement.org/technology).

# Các thuật ngữ

- **cốt liệu:** là vật liệu được sử dụng trong thi công xây dựng, gồm cát, sỏi và đá nghiền
- **nhiên liệu hóa thạch thay thế:** là sản phẩm có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch được sử dụng để tạo nhiệt năng và không được xếp vào loại nhiên liệu hóa thạch truyền thống. Nhiên liệu này chủ yếu gồm các chất thải hóa thạch như nhựa, dung môi, dầu thải, lốp thải, .v.v...
- **sinh khối:** là sản phẩm có nguồn gốc sinh vật (động hoặc thực vật) và được sử dụng để tạo ra nhiệt năng. Nhiên liệu này chủ yếu gồm chất thải từ nông nghiệp, lâm nghiệp, xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp chế biến
- **xi măng tổng hợp:** là xi măng Portland trộn với các chất thay thế clinker
- **rò rỉ carbon:** là sự gia tăng khí thải CO<sub>2</sub> ở một nước, xảy ra do việc giảm lượng khí thải ở một quốc gia thứ hai (khí quốc gia thứ hai đó có một chính sách khí hậu nghiêm ngặt hơn chẳng hạn).
- **xi măng:** là một loại vật liệu xây dựng được làm bằng cách nghiền clinker cùng nhiều thành phần khoáng chất khác nhau như thạch cao, đá vôi, xi lò cao, tro bay từ than và vật liệu tự nhiên từ núi lửa. Nó sẽ kết dính khi được trộn với cát, sỏi hoặc đá nghiền và nước để làm bê tông. Trong khi chất lượng xi măng được xác định theo các tiêu chuẩn cấp quốc gia, thì không có một tiêu chuẩn hoặc định nghĩa nào về xi măng được áp dụng chung cho toàn thế giới. Trong Nghị định thư WBCSD - CSI và cơ sở dữ liệu GNR, "xi măng" bao gồm tất cả các chất kết dính thủy lực (hydraulic binders) được chuyển đến khách hàng cuối cùng, nghĩa là gồm tất cả các loại xi măng Portland, xi măng composite và xi măng tổng hợp, cùng với xi dạng hạt và tro bay được đưa đến máy trộn bê tông, nhưng không bao gồm clinker (xem mục 6.3 Nghị định thư WBCSD - CSI để có định nghĩa chính xác).
- **sản phẩm xi măng (cementitious products):** là tổng hợp tất cả các loại xi măng và clinker được sản xuất từ công ty xi măng (không bao gồm clinker mua từ công ty khác và sau đó được dùng để làm xi măng). Định nghĩa chính xác về sản phẩm xi măng ở đây được trích từ mục 6.2 Nghị định thư WBCSD - CSI. Bản thân xi măng cũng trở thành "sản phẩm xi măng" nếu mức chênh lệch thuần túy giữa lượng clinker được mua và bán bằng 0.
- **clinker:** là sản phẩm trung gian trong sản xuất xi măng và là thành phần chính của xi măng. Clinker là kết quả của quá trình can-xi hóa đá vôi trong lò và các phản ứng tiếp theo thông qua việc đốt.
- **đồng xử lý:** là việc sử dụng các vật liệu thải trong các quy trình công nghiệp (chẳng hạn như ngành xi măng) làm chất thay thế cho nguyên liệu thô hoặc nhiên liệu sơ cấp
- **CSI:** Sáng kiến Xi măng Bền vững, xem trang web [www.wbcscement.org](http://www.wbcscement.org)
- **(EU) ETS:** Hệ thống trao đổi khí thải của Liên minh châu Âu
- **tro bay:** là các hạt vật chất trong khói công nghiệp, được tạo ra và thu lại ở các nhà máy nhiệt điện dùng than
- **xi măng geopolimer:** là xi măng được sản xuất từ các chuỗi hoặc mạng phân tử khoáng chất, với lượng CO<sub>2</sub> thải ra ít hơn 80-90% so với xi măng Portland thông thường (xem trang web [www.geopolymer.org](http://www.geopolymer.org))
- **GNR:** viết tắt của "Getting the Number Right" – đây là cơ sở dữ liệu xi măng toàn cầu của CSI, gồm hơn 800 nhà máy trên thế giới thuộc 18 công ty thành viên CSI.
- **Lượng khí thải CO<sub>2</sub> toàn phần:** là tổng lượng CO<sub>2</sub> được thải trực tiếp (không bao gồm sản xuất điện tại chỗ), không tính đến lượng CO<sub>2</sub> từ sinh khối (vì loại CO<sub>2</sub> đó được xem là trung tính đối với khí hậu)
- **IEA:** Cơ quan Năng lượng Quốc tế, xem [www.iea.org](http://www.iea.org)
- **công nghệ màng lọc:** công nghệ về các màng lọc được sản xuất đặc biệt, chỉ cho phép một số loại khí (như CO<sub>2</sub>) đi qua một cách có chọn lọc. Công nghệ này phụ thuộc vào tính chất của vật liệu và sự khác biệt về áp suất trên bề mặt màng lọc. Các công nghệ tách khí mới này vẫn chưa được áp dụng ở quy mô công nghiệp.
- **MRV:** Theo dõi, Báo cáo và Kiểm định
- **NAMA:** Hành động Giảm nhẹ Phù hợp ở cấp Quốc gia (đối với biến đổi khí hậu)
- **Lượng khí thải CO<sub>2</sub> thuần:** là lượng khí thải CO<sub>2</sub> toàn phần trừ đi khí thải từ các nhiên liệu hóa thạch thay thế
- **xi măng Portland thông thường:** là loại xi măng phổ biến nhất, có chứa tới hơn 90% clinker nghiền và khoảng 5% thạch cao
- **than cốc (petcoke):** tức than cốc đầu mỏ, một loại vật liệu cứng có kết cấu carbon được chiết xuất từ các nhà máy lọc dầu
- **pozzolana:** là một loại vật liệu mà khi được kết hợp với Ca(OH)<sub>2</sub> thì sẽ thể hiện những tính chất của xi măng
- **lò xi măng có thiết bị tiền can-xi hóa (precalciner kiln):** là lò quay được lắp đặt các thiết bị cần thiết để quá trình can-xi hóa đá vôi sẽ hoàn tất ở một khâu riêng ở phía trước lò quay, khiến cho hiệu suất sử dụng năng lượng sẽ tốt hơn khi để cho toàn bộ quá trình can-xi hóa diễn ra ngay trong lò.
- **phương pháp tiếp cận nội ngành:** là tổng hợp các chính sách và biện pháp được xây dựng nhằm tăng cường việc giảm thiểu một cách có hiệu quả các loại khí nhà kính ở từng khu vực trong khuôn khổ Liên Hiệp Quốc. Các nhà sản xuất và các chính phủ đã cùng nhau thông qua một loạt các mục tiêu về khí thải (có thể khác biệt ở mỗi quốc gia) hoặc phối hợp hành động để chống lại biến đổi khí hậu; xem [www.wbcscement.org/sectoral](http://www.wbcscement.org/sectoral)
- **lộ trình công nghệ:** là lộ trình hỗ trợ ngành công nghiệp ít phát thải carbon, các nhóm nghiên cứu, hiệp hội và chính phủ nhằm xác định và ưu tiên Nghiên cứu và Phát triển mang tính chiến lược và những hoạt động đầu tư cần thiết để đạt các mục tiêu phát triển công nghệ
- **nhiên liệu truyền thống:** là nhiên liệu hóa thạch do IPCC quy định trong danh mục, bao gồm chủ yếu là than, than cốc (petcoke), than nâu (lignit), đá phiến sét (shale), sản phẩm đầu mỏ và khí thiên nhiên
- **WBCSD:** Hội đồng Doanh nghiệp Thế giới vì Sự Phát triển Bền vững, [www.wbcscement.org](http://www.wbcscement.org)

## Tài liệu tham khảo

Để có tài liệu tham khảo đầy đủ về toàn bộ lộ trình, xin truy cập vào trang [www.wbcscement.org/technology](http://www.wbcscement.org/technology) hoặc [www.iea.org/roadmaps/cement.asp](http://www.iea.org/roadmaps/cement.asp)

### Phụ lục I: Các nhân tố tạo khí thải được sử dụng trong mô hình lộ trình của IEA

| Nhân tố tạo khí thải CO <sub>2</sub>   |                                    |
|--|------------------------------------|
| Than                                   | 4,4 MtCO <sub>2</sub> /mtoe        |
| Dầu                                    | 3,2 MtCO <sub>2</sub> /mtoe        |
| Khí                                    | 2,34 MtCO <sub>2</sub> /mtoe       |
| Nhiên liệu thay thế (trung bình)       | 1,85 MtCO <sub>2</sub> /mtoe       |
| Quy trình thu giữ khí thải chứa carbon | 0m54 tCO <sub>2</sub> /tấn clinker |

### Phụ lục II: Tính toán mức cơ sở (base-line) được sử dụng trong mô hình lộ trình của IEA

|   | 2006  | Mức cơ sở 2050 (thấp) | Mức cơ sở 2050 (cao) | Lộ trình 2050 (nhu cầu thấp) | Lộ trình 2050 (nhu cầu cao) |
|---|-------|-----------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>CÁC CHỈ SỐ TOÀN CẦU</b>                                    |       |                       |                      |                              |                             |
| % clinker   | 79    | 75                    | 74                   | 71                           | 73                          |
| % nhiên liệu thay thế ( bao gồm cả sinh khối)*                | 3     | 4                     | 4                    | 37                           | 37                          |
| GJ/tấn clinker  | 4,2   | 3,5                   | 3,5                  | 3,3                          | 3,2                         |
| kWh/t xi măng (không bao gồm CCS)                             | 111   | 95                    | 95                   | 92                           | 92                          |
| Tấn CO <sub>2</sub> /tấn xi măng                              | 800   | 693                   | 636                  | 426                          | 352**                       |
| <b>SẢN LƯỢNG TOÀN CẦU</b>                                     |       |                       |                      |                              |                             |
| Sản xuất xi măng, triệu tấn                                   | 2.559 | 3.675                 | 4.397                | 3.657                        | 4.397                       |
| Lượng khí thải CO <sub>2</sub> (không bao gồm CCS), triệu tấn | 2.047 | 2.337                 | 2.796                | 2.052                        | 2.521                       |

\* IEA sử dụng 40% sinh khối trong nhiên liệu thay thế

\*\* Khí thải cụ thể ít phát thải carbon trong trường hợp nhu cầu lớn, 352t CO<sub>2</sub>/t xi măng phải đạt được để đáp ứng kịch bản BLUE của IEA. Điều này đòi hỏi phải thu giữ khoảng 221kg CO<sub>2</sub>/t xi măng sản xuất vào năm 2050.

Lộ trình này dự báo những giảm thiểu đáng kể về lượng khí thải do những thay đổi căn bản trong ngành xi măng, kể cả việc giảm tỷ lệ clinker trong xi măng và trong tiêu thụ năng lượng, từ nhiên liệu lò và điện. Cùng với mức

tăng nhỏ về sử dụng nhiên liệu thay thế, điều này sẽ giúp giảm lượng khí thải từ mức hiện tại (800) xuống 693 kg CO<sub>2</sub>/tấn xi măng (hơn 13%).

## **Phụ lục III: Những khác biệt cơ bản giữa các kịch bản nhu cầu xi măng ở mức thấp và cao**

Dự báo nhu cầu xi măng là một thông số cơ bản để đánh giá tiềm năng giảm lượng khí thải. Nhu cầu cao có nghĩa là chỉ đạt được mức giảm thiểu tuyệt đối thấp, hoặc quá trình CCS diễn ra nhanh hơn, hay cả hai. Nhiều công trình nghiên cứu đưa ra những dự báo khác nhau, trong đó dự báo của IEA về nhu cầu đến 2050 (được sử dụng cho lộ trình này) thuộc phía thấp hơn của khoảng biến thiên. Ví dụ, IDDRI và Liên minh Doanh nghiệp vì Môi trường (Entreprises pour l'Environnement - EpE) dự báo nhu cầu xi măng năm 2050 đạt gần 5 triệu tấn, WWF/Lafarge dự báo 5,5 triệu tấn (xem phần tham khảo). Danh mục dưới đây nêu ra những khác biệt cơ bản giữa các kịch bản về nhu cầu thấp và nhu cầu cao theo mô hình mà IEA xây dựng:

- Kịch bản nhu cầu thấp dự báo sản lượng năm 2050 đạt 3,66 triệu tấn; kịch bản nhu cầu cao là 4,4 triệu tấn (**chênh lệch 0,74 triệu tấn**)
- Chênh lệch giữa kịch bản nhu cầu thấp và nhu cầu cao về **lượng khí carbon được giảm thiểu nhờ CCS: 0,43 Gt**
- Chênh lệch giữa kịch bản nhu cầu thấp và nhu cầu cao về **lượng khí carbon được giảm thiểu không nhờ CCS: 0,42 Gt**
- Chênh lệch giữa kịch bản nhu cầu thấp và nhu cầu cao về **tổng lượng khí carbon được giảm thiểu: 0,01Gt**
- Chênh lệch giữa kịch bản nhu cầu thấp và nhu cầu cao về **cường độ giảm lượng khí thải** (bao gồm khí carbon thải ra do sử dụng điện): 0,074 tấn CO<sub>2</sub>/tấn xi măng
- Chênh lệch giữa kịch bản nhu cầu thấp và nhu cầu cao về **cường độ giảm lượng khí thải không bao gồm CCS: 0,003 tấn CO<sub>2</sub>/tấn xi măng**
- Chênh lệch giữa kịch bản nhu cầu thấp và nhu cầu cao về **lượng điện tiêu thụ**: Bằng 0 đối với việc sử dụng điện không áp dụng CCS; bằng 14kWh/ tấn xi măng nếu thực hiện CCS.

## VỀ IEA

Tổ chức Năng lượng Quốc tế (IEA) là một cơ quan độc lập được thành lập tháng 11 năm 1974 trong khuôn khổ của Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD) để thực hiện một chương trình năng lượng quốc tế.

IEA thực hiện một chương trình tổng thể về hợp tác năng lượng tại 28 trong số 30 quốc gia thành viên OECD. Mục tiêu cơ bản của IEA là:

- Duy trì và cải thiện các hệ thống nhằm đối phó với sự sụt giảm nguồn cung dầu mỏ.
- Thúc đẩy các chính sách năng lượng hợp lý trong bối cảnh toàn cầu thông qua các mối quan hệ hợp tác với các quốc gia không thành viên, các ngành công nghiệp và các tổ chức quốc tế.
- Điều hành một hệ thống thông tin chính thống về các thị trường dầu mỏ quốc tế.
- Cung cấp số liệu về các khía cạnh khác của thị trường năng lượng quốc tế.
- Cải thiện cấu trúc cung cầu đối với năng lượng thông qua phát triển các nguồn năng lượng thay thế và tăng cường hiệu suất sử dụng năng lượng.
- Thúc đẩy hợp tác quốc tế về công nghệ năng lượng.
- Hỗ trợ việc lồng ghép các chính sách môi trường và năng lượng, trong đó có tính đến biến đổi khí hậu

Các quốc gia thành viên IEA gồm: Australia, Áo, Bỉ, Canada, Cộng hòa Czech, Đan Mạch, Phần Lan, Pháp, Đức, Hy Lạp, Hungary, Ireland, Italy, Nhật Bản, Hàn Quốc, Luxembourg, Hà Lan, New Zealand, Na Uy, Ba Lan, Bồ Đào Nha, Slovakia, Tây Ban Nha, Thụy Điển, Thụy Sĩ, Thổ Nhĩ Kỳ, Anh và Hoa Kỳ, Ủy ban Châu Âu cũng tham gia vào các hoạt động của IEA.

OECD là một diễn đàn riêng cho các chính phủ thuộc của 30 nền dân chủ cùng hợp tác để giải quyết các thách thức về kinh tế, xã hội và môi trường trong bối cảnh toàn cầu hóa.

OECD cũng là tổ chức đi đầu trong những nỗ lực để hiểu và giúp đỡ các chính phủ đáp ứng với các phát triển và các mối quan ngại mới, ví dụ như quản trị doanh nghiệp, nền kinh tế thông tin và các thách thức từ sự già hóa dân số. OECD cung cấp một cơ sở để các chính phủ có thể so sánh các kinh nghiệm chính sách, tìm ra lời giải cho các vấn đề chung, xác định các phương thức tốt và hành động để phối hợp các chính sách quốc tế và quốc nội.

[www.iea.org](http://www.iea.org)



## VỀ HỘI ĐỒNG DOANH NGHIỆP THẾ GIỚI VÌ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (WBCSD)

WBCSD là liên hiệp của 200 công ty đa quốc gia được hợp nhất bởi cam kết chia sẻ vì sự phát triển bền vững thông qua ba cột trụ về tăng trưởng kinh tế, cân bằng sinh thái và tiến bộ xã hội. Các thành viên của chúng tôi được tập hợp từ hơn 36 quốc gia và 22 ngành nghề chính. Chúng tôi cũng được hưởng lợi từ Mạng lưới toàn cầu của 60 ủy ban kinh doanh vùng và quốc gia và các tổ chức đối tác.

Sứ mạng của chúng tôi là cung cấp sự lãnh đạo doanh nghiệp để khuyến khích thay đổi vì sự phát triển bền vững, đồng thời hỗ trợ việc cấp giấy phép hoạt động, đổi mới và phát triển trong một thế giới ngày càng xuất hiện nhiều hơn các vấn đề liên quan đến phát triển bền vững.

Mục tiêu của chúng tôi bao gồm:

- Khả năng lãnh đạo doanh nghiệp – trở thành doanh nghiệp hàng đầu trong khuyến khích phát triển bền vững.
- Xây dựng chính sách – tham gia xây dựng chính sách nhằm tạo ra một khuôn khổ cho doanh nghiệp đóng góp có hiệu quả vào phát triển bền vững.
- Xây dựng mô hình kinh doanh điểm – xây dựng và khuyến khích các mô hình doanh nghiệp phát triển bền vững
- Phương thức tối ưu – cung cấp thông tin về những tiến bộ mà các doanh nghiệp đạt được trong công tác quản lý môi trường và tài nguyên, cũng như trách nhiệm xã hội của doanh nghiệp, đồng thời chia sẻ những kinh nghiệm về phương thức mới trong quản trị doanh nghiệp giữa các thành viên .
- Vươn ra toàn cầu – đóng góp vào tương lai bền vững của các quốc gia đang phát triển và quốc gia đang trong thời kỳ quá độ.

[www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)



World Business Council for Sustainable Development

## VỀ CSI

Sáng kiến Xi măng Bền vững là một nỗ lực toàn cầu của 18 nhà sản xuất xi măng hàng đầu. Đặt trụ sở ở 14 quốc gia, Sáng kiến triển khai các hoạt động của mình tại hơn 100 quốc gia. Tính tổng số, các công ty tham gia sáng kiến cung cấp đến hơn 30% lượng xi măng trên toàn cầu và bao gồm các công ty ở các quy mô khác nhau từ các tập đoàn đa quốc gia đến các nhà sản xuất địa phương. Tất cả các thành viên CSI đã lồng ghép vấn đề phát triển bền vững trong chiến lược và hoạt động kinh doanh của mình và mong muốn đạt được hiệu quả kinh doanh một cách công bằng với các trách nhiệm môi trường và xã hội. Hơn 10 năm từ ngày hình thành, CSI đã tập trung vào tìm hiểu, quản lý và giảm thiểu các tác động do sản xuất và sử dụng xi măng bằng cách giải quyết hàng loạt các vấn đề trong đó có: biến đổi khí hậu, sử dụng nhiên liệu, an toàn lao động, giảm phát thải khí, tái chế bê tông và quản lý khai thác mỏ.

[www.wbcsdcement.org](http://www.wbcsdcement.org)





## MIỄN TRỪ TRÁCH NHIỆM

Báo cáo này là kết quả hoạt động hợp tác giữa Tổ chức Năng lượng Quốc tế (IEA) và Sáng kiến Xi măng Bền vững của WBCSD. Báo cáo được xây dựng qua sự tham vấn chặt chẽ với rất nhiều các bên liên quan. Các thông tin đầu vào được cung cấp bởi IEA, các công ty thành viên CSI và ngành công nghiệp xi măng, các nhà cung cấp thiết bị, các viện nghiên cứu và các công ty hoạt động trong lĩnh vực đổi mới công nghệ xi măng. Các bên liên quan ngoài ngành xi măng cũng tham gia đóng góp vào các tài liệu kỹ thuật và các dự thảo lộ trình, và tài liệu này đã phản ánh đầy đủ các ý kiến đóng góp đã nhận được. Các công ty tham gia thành lập CSI và các công ty thành viên đã tham gia vào việc phát triển lộ trình này đều tuân thủ luật cạnh tranh hiện hành. Không có cam kết cụ thể nào về việc thực hiện các công nghệ mô tả trong báo cáo này. Người sử dụng báo cáo sẽ tự đưa ra các quyết định kinh doanh và tự chịu trách nhiệm về kết quả, mà không thể quy trách nhiệm pháp lý cho báo cáo này.

Báo cáo này do Cơ quan Năng lượng Quốc tế và Hội đồng Doanh nghiệp Thế giới vì sự Phát triển Bền vững phát hành. Các ý kiến và việc trình bày các thông tin trong báo cáo không thể hiện toàn bộ hoặc một phần quan điểm của IEA và WBCSD hay của các tác giả về bất cứ khía cạnh pháp lý nào của mỗi quốc gia, vùng lãnh thổ, thành phố hay khu vực. Hơn nữa, quan điểm thể hiện trong ấn phẩm này không nhất thiết phản ánh quan điểm của IEA hoặc WBCSD, cũng như không ủng hộ và trích dẫn cụ thể đến nhãn mác của bất cứ tiến trình thương mại nào.

## LỜI CẢM ƠN

IEA và WBCSD xin cảm ơn tất cả các cá nhân và tổ chức đã tham gia xây dựng lộ trình này. Chúng tôi đặc biệt cảm ơn các thành viên CSI và đến nhóm công tác ECRA đã chuẩn bị các tài liệu kỹ thuật làm cơ sở để xây dựng lộ trình này.

## CƠ QUAN NĂNG LƯỢNG QUỐC TẾ (IEA)

- Trưởng nhóm xây dựng lộ trình (IEA): Cecilia Tam
- Xây dựng kịch bản và mô hình phân tích: Michael Taylor
- Cố vấn: Dolf Gielen

## HỘI ĐỒNG DOANH NGHIỆP THẾ GIỚI VÌ SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (WBCSD)

- Trưởng nhóm xây dựng lộ trình (CSI): Caroline Twigg
- Giám đốc (CSI): Howard Klee

## SÁNG KIẾN XI MĂNG BỀN VỮNG (CSI)

**Đồng chủ tịch nhóm công tác:** Paulo Rocha (Cimpor), Rob van der Meer (HeidelbergCement)

**Nhóm Công tác:** Eamon Geraghty (CRH), Yoshito Izumi (Taiheiyo Cement), Alexander Katsiampoulas (Titan), Alexander Röder (CEMEX), Volker Hoenig (VDZ)

**Các thành viên CSI:** Ash Grove Cement (Hoa Kỳ), Camargo Correa (Brazil), CEMEX (Mexico), Cementos Molins (Tây Ban Nha), Cementos Liz (Brazil), Cimpor (Bồ Đào Nha), CRH (Ireland), Grasim (Ấn Độ), HeidelbergCement (Đức), Holcim (Thụy Sĩ), Italcementi (Ý), Lafarge (Pháp), Secil (Bồ Đào Nha), Shree Cement (Ấn Độ), Siam Cement Group (Thái Lan), Taiheiyo Cement (Nhật Bản), Titan (Hy Lạp), Votorantim Cimentos (Brazil)

GHI CHÚ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Thiết kế:** Eddy Hill Design và  
Services Concept

**Ảnh:** Dreamstime

**Bản quyền:** © 2009, OECD/IEA và Hội  
đồng Doanh nghiệp Thế giới  
vì Phát triển Bền vững

**ISBN:** 978-3-940388-47-6

**Nhà in:** Atar Roto Presse SA, Thụy Sĩ  
In trên chất liệu giấy chứa 40%  
hàm lượng tái chế được và 60%  
xuất xứ chủ yếu từ các rừng đã  
được cho phép khai thác  
(FSC và PEFC). 100% không có  
chlorine. Tiêu chuẩn ISO 14001.



2010

2015

2020

2025

2030

**World Business Council for Sustainable Development - WBCSD**  
4, chemin de Conches, CH-1231 Conches-Geneva, Switzerland  
Tel: (41 22) 839 31 00, Fax: (41 22) 839 31 31  
E-mail: info@wbcasd.org, Internet: www.wbcasd.org

**International Energy Agency - IEA**  
9, rue de la Fédération, 75739 Paris Cedex 15, France  
Tel.: (+33 1) 40 57 65 00/01, Fax: (+33 1) 40 57 65 09  
E-mail: info@iea.org, Internet: www.iea.org

Hỗ trợ biên dịch Tiếng Việt và xuất bản tại Việt Nam:  
Tổ chức Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế (IUCN) Việt Nam, và  
Mạng lưới Hiệp ước Toàn cầu Việt Nam (Global Compact, Vietnam)



Global Compact Network  
Vietnam

