

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

KHOA MÔI TRƯỜNG VÀ TÀI NGUYÊN

BÀI BÁO CÁO

KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG



TÀI NGUYÊN NĂNG LƯỢNG

Giáo viên hướng dẫn: TS. Lê Quốc Tuấn

Thành viên nhóm :

- | | |
|------------------------|----------|
| 1. Phan Nguyễn Lợi | 09130045 |
| 2. Nguyễn Thị Ngọc Mai | 11117057 |
| 3. Phan Thị Lý | 11117153 |
| 4. Nghiêm Thị Hạnh | 11127088 |
| 5. Thái Duy Bình | 11157076 |

Tháng 11/2012

LỜI NÓI ĐẦU:

Thực tế đã chứng minh, năng lượng đóng vai trò quan trọng trong tăng trưởng kinh tế và bảo vệ môi trường. Đây là đầu vào quan trọng của rất nhiều ngành sản xuất và là một trong những mặt hàng tiêu dùng thiết yếu của hộ gia đình.

Việc sử dụng năng lượng tăng lên theo sự phát triển công nghiệp, tuy nhiên việc sử dụng năng lượng quá mức, không khoa học, trái với các nguyên tắc về môi trường làm kéo theo nhiều hệ quả nghiêm trọng như: cạn kiệt nguồn năng lượng hóa thạch, sự tăng lên của khí nhà kính ($\text{CO}_2, \dots$) làm Trái Đất nóng lên, các sự cố từ các lò hạt nhân... làm đe dọa sự sống trên Trái Đất. Qua đó, đòi hỏi phải tìm kiếm và sử dụng 1 nguồn năng lượng mới – năng lượng sạch và không gây ô nhiễm.



“2012 – Năm quốc tế về năng lượng bền vững cho tất cả chúng ta”.

Hưởng ứng slogan về phát triển bền vững 2012 và nội dung về tài nguyên năng lượng trong môn Khoa học môn trường, được sự phân công và hướng dẫn của thầy nhóm chúng em đã tìm hiểu về tài nguyên năng lượng.

Về phần nội dung sẽ được chia làm 2 phần:

- *Phần 1:* Sơ lược về tình hình sử dụng năng lượng (khái niệm, tình hình sử dụng và giải pháp về vấn đề ô nhiễm môi trường.
- *Phần 2:* Tài nguyên năng lượng (đưa ra khái niệm, nguồn gốc, lợi ích, ảnh hưởng tới môi trường và các số liệu thống kê và hình ảnh về các loại tài nguyên năng lượng trên thế giới). Ở mỗi tài nguyên sẽ có một phần nhỏ nói về tiềm năng và sự phát triển của nguồn năng lượng đó ở Việt Nam.

MỤC LỤC:

A. SƠ LƯỢC VỀ TÌNH HÌNH SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG THẾ GIỚI:

I. <u>Năng lượng là gì?</u>	6
II. <u>Tình hình sử dụng năng lượng</u>	7
1. <u>Tình hình sử dụng năng lượng trên Thế giới:</u>	7
2. <u>Ảnh hưởng:</u>	8
2.1. Lượng khí thải CO ₂ trên toàn cầu.....	10
3. <u>Giải pháp:</u>	13
3.1. Nghị định thư Kyoto	13
3.2. Giải pháp làm giảm ô nhiễm khi sử dụng năng lượng:.....	15

B. TÀI NGUYÊN NĂNG LƯỢNG:

I. <u>Năng lượng chuyển hóa toàn phần:</u>	18
1. <u>Năng lượng hóa thạch:</u>	18
1.1. Nguồn gốc	19
1.2. Sự quan trọng	19
1.3. Hạn chế và nguyên liệu thay thế.....	20
1.4. Các mức cấp và lưu lượng.....	21
1.5. Tác động môi trường.....	22
1.6. Tại Việt Nam.....	24
2. <u>Năng lượng hạt nhân:</u>	26
2.1. Sử dụng	27
2.2. Lịch sử.....	29
2.2.1. Nguồn gốc	29
2.2.2. Những năm trước đây	30
2.2.3. Sự phát triển.....	31
2.3. Kinh tế.....	31
2.4. Triển vọng.....	32
2.5. Công nghệ các lò phản ứng hạt nhân.....	33
2.6. Tuổi thọ.....	34
2.6.1. Các nguồn nguyên liệu truyền thống	35
2.6.1.1. Urani	
2.6.1.2. Breeding	

2.6.1.3. Tổng hợp	
2.6.2. Nước	36
2.6.3. Chất thải phóng xạ	37
2.6.3.1. Chất thải phóng xạ cao	
2.6.3.2. Chất thải phóng xạ thấp	
2.6.3.3. Chất thải phóng xạ và chất thải công nghiệp độc hại	
2.6.4. Tách xử lý	38
2.6.4.1. Tách Urani	
2.7. Tranh luận về sử dụng năng lượng hạt nhân	39
2.8. Sự cố	39
2.9. Tại Việt Nam	40
II. Năng lượng tái tạo:	41
1. Năng lượng mặt trời:	41
1.1. Năng lượng mặt trời	41
1.1.1. Nhiệt mặt trời	42
1.1.1.1. Nước nóng	
1.1.1.2. Hệ thống sưởi ấm, làm mát và thông gió	
1.1.1.3. Xử lý nước	
1.1.1.4. Nấu ăn	
1.1.1.5. Nhiệt quy trình	
1.1.2. Điện mặt trời	47
1.1.2.1. Điện mặt trời tập trung	
1.1.2.2. Pin quang điện	
1.1.3. Hóa học năng lượng mặt trời	48
1.1.4. Xe năng lượng mặt trời	50
1.2. Phương pháp lưu trữ năng lượng	52
1.3. Phát triển, triển khai và kinh tế	53
1.4. Tại Việt Nam	53
2. Năng lượng gió:	54
2.1. Sự hình thành năng lượng gió	55
2.2. Vật lý học về năng lượng gió	56
2.3. Sử dụng năng lượng gió	57
2.4. Sản xuất điện từ năng lượng gió	57
2.4.1. Khuyến khích sử dụng năng lượng gió	58

2.4.2. Thống kê	59
2.4.2.1. Công suất lắp đặt trên Thế giới	
2.5. Tại Việt Nam.....	60
3. <u>Năng lượng thủy triều:</u>	61
3.1. Nguyên lý vận hành.....	61
3.2. Hệ thống Limpet.....	62
3.3. Tại Việt Nam.....	63
4. <u>Năng lượng thủy điện:</u>	64
4.1. Tầm quan trọng.....	65
4.2. Ưu điểm	66
4.3. Nhược điểm	67
4.4. Các số lượng thủy điện	68
4.4.1. Các nhà máy thủy điện lớn nhất.....	68
4.4.2. Các nước có công suất thủy điện lớn nhất.....	69
4.5. Tại Việt Nam.....	70
5. <u>Năng lượng sóng biển:</u>	71
5.1. Tại Việt Nam.....	72
6. <u>Năng lượng địa nhiệt:</u>	72
6.1. Sản xuất điện.....	73
6.2. Sử dụng trực tiếp	74
6.3. Tác động môi trường.....	75
6.4. Kinh tế.....	76
6.5. Tài nguyên.....	76
6.6. Khai thác địa nhiệt trên Thế giới.....	78
6.7. Tại Việt Nam.....	79
7. <u>Năng lượng sinh học:</u>	79
7.1. Phân loại chính.....	80
7.2. Ưu điểm	81
7.3. Những hạn chế.....	82
7.4. Khả năng phát triển.....	82
7.5. Tại Việt Nam.....	82
C. <u>KẾT LUẬN</u>	84
D. <u>TÀI LIỆU THAM KHẢO</u>	86

A. SƠ LƯỢC TÌNH HÌNH SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG: [\[Trở về\]](#)

I. Năng lượng là gì? [\[Trở về\]](#)

“ Năng lượng là một dạng tài nguyên vật chất xuất phát từ hai nguồn chủ yếu: Năng lượng mặt trời và năng lượng lòng đất.”

- Năng lượng mặt trời tạo tồn tại ở các dạng chính: bức xạ mặt trời, năng lượng sinh học (sinh khối động thực vật), năng lượng chuyển động của khí quyển và thủy quyển (gió, sóng, các dòng hải lưu, thủy triều, dòng chảy sông...), năng lượng hoá thạch (than, dầu, khí đốt, đá dầu).
- Năng lượng lòng đất gồm nhiệt lòng đất biểu hiện ở các nguồn địa nhiệt, núi lửa và năng lượng phóng xạ tập trung ở các nguyên tố như U, Th, Po,...

Trích “ Bộ tài nguyên và môi trường – Tổng cục môi trường (VEA)”

“ Về cơ bản, năng lượng được chia thành hai loại, năng lượng chuyển hóa toàn phần (không tái tạo) và năng lượng tái tạo dựa trên đặc tính của nguồn nhiên liệu sinh ra nó.”

Năng lượng chuyển hóa toàn phần:

- Năng lượng hóa thạch.
- Năng lượng nguyên tử.

Năng lượng tái tạo:

- Năng lượng Mặt trời
- Năng lượng gió
- Năng lượng thủy triều
- Năng lượng thủy điện
- Năng lượng sóng biển
- Năng lượng địa nhiệt
- Năng lượng sinh khối

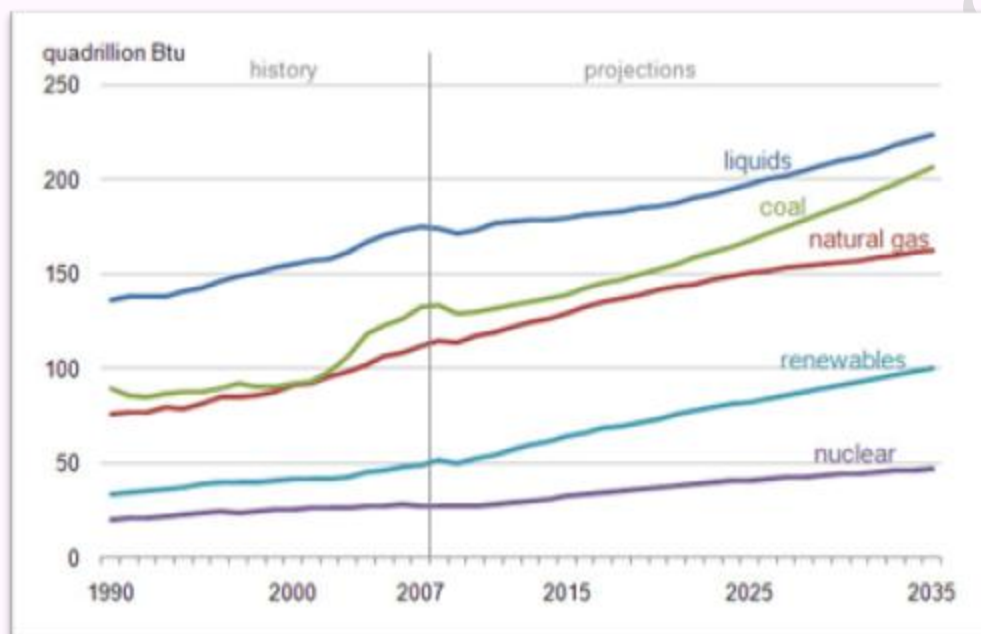
Trích “ Chuyên đề năng lượng – VnGG Energy Group”

II. Tình hình sử dụng năng lượng: [\[Trở về\]](#)

1. Tình hình sử dụng năng lượng trên Thế giới: [\[Trở về\]](#)

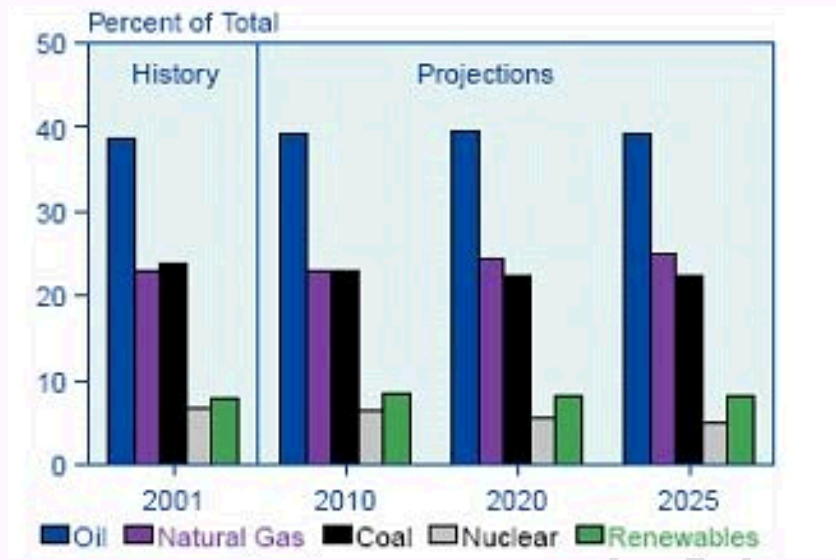
Nhu cầu về năng lượng của Thế giới tiếp tục tăng lên đều đặn trong hơn hai thập kỷ qua. Nguồn năng lượng hóa thạch vẫn chiếm 90% tổng nhu cầu về năng lượng cho đến năm 2025.

Nhu cầu đòi hỏi về năng lượng của từng khu vực trên Thế giới cũng không giống nhau.



Hình 1: Mức tiêu thụ các nguồn năng lượng của Thế giới (1990 – 2035).

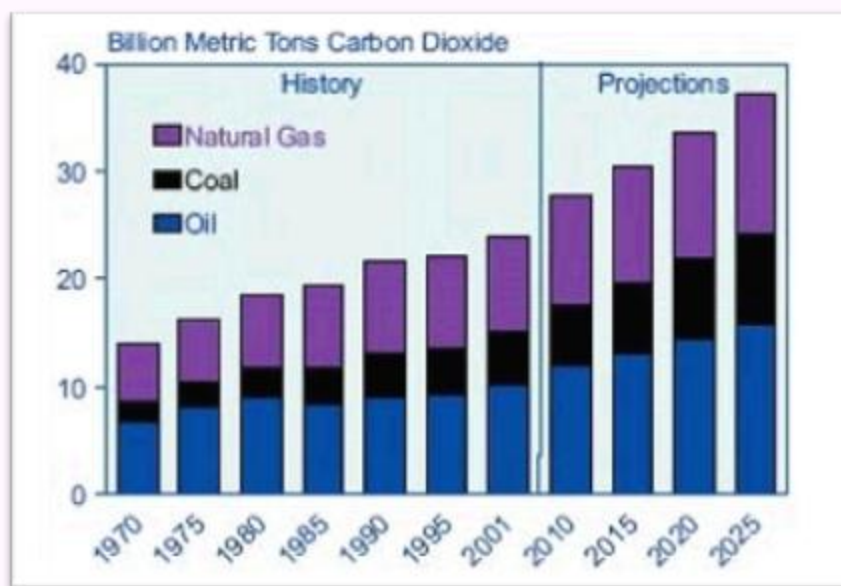
Tài liệu của Cơ quan Thông tin Năng lượng 2004 đã dự báo rằng nhu cầu tiêu thụ tất cả các nguồn năng lượng đang có xu hướng tăng nhanh. Giá của các năng lượng hóa thạch dùng cũng vẫn rẻ hơn so với các nguồn năng lượng hạt nhân, năng lượng tái tạo hay năng lượng các dạng năng lượng hoàn nguyên khác.



Hình 2: Biểu đồ tiêu thụ năng lượng Thế giới (%).

2. Ảnh hưởng: [\[Trở về\]](#)

Các nguồn năng lượng hóa thạch trên Thế giới đang dần cạn kiệt, thêm nữa là những vấn đề môi trường nảy sinh trong quá trình khai thác đã dẫn đến việc khuyến khích sử dụng năng lượng hoàn toàn nguyên để giảm bớt sự ô nhiễm môi trường (Hình 3: cho thấy lượng khí thải CO₂ sinh ra trong quá trình sử dụng năng lượng hóa thạch) và tránh gây cạn kiệt nguồn năng lượng hóa thạch. Nhưng do chưa có những điều luật cụ thể về vấn đề này, nên dầu mỏ, than đá, khí thiên nhiên vẫn được coi là nguồn nhiên liệu chủ yếu để nhằm thỏa mãn những đòi hỏi về năng lượng và chính điều đó sẽ dẫn đến sự cạn kiệt nguồn năng lượng hóa thạch trong một thời gian không xa.



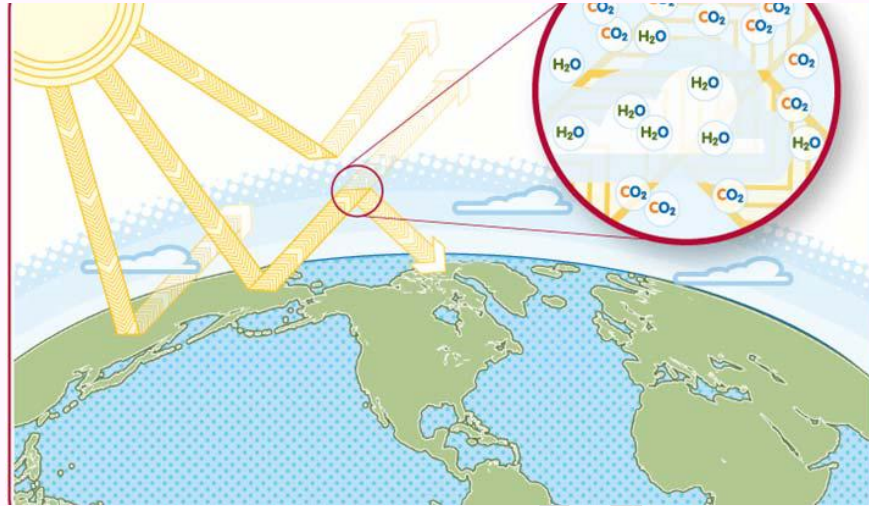
Hình 3: Lượng thải CO_2 sinh ra do sử dụng năng lượng hóa thạch (tỷ tấn CO_2).

“Sản xuất và sử dụng năng lượng là nguyên nhân chủ yếu làm thay đổi khí hậu”

Trích “Robert Priddle, Giám Đốc Điều Hành, Cơ quan nguyên tử Quốc Tế (IEA).”

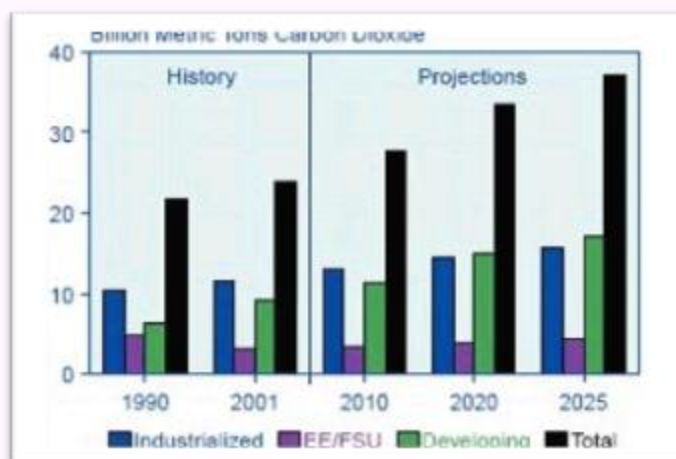
Khi đề cập về tình hình dự trữ, khai thác hay sử dụng các nguồn năng lượng nhất là nguồn năng lượng hóa thạch trên Thế giới, chúng ta không thể bỏ qua những tác động trực tiếp cũng như gián tiếp của các hoạt động đó đối với môi trường. Hiện nay cũng như trong các thập kỷ sắp tới đây, việc làm sao để giảm thiểu khí nhà kính sinh ra trong quá trình sử dụng và đốt cháy năng lượng là một vấn đề vô cùng cấp thiết vì sự gia tăng lượng khí nhà kính sẽ gây ra sự thay đổi khí hậu toàn cầu do trái đất nóng lên và làm cho không khí trở nên ô nhiễm nặng nề. Chúng ta sẽ đề cập đến các yếu tố do việc tiêu thụ năng lượng tác động lên môi trường, khí quyển do đó làm tăng các chất gây ô nhiễm cho không khí như chì, sulfur oxides, nitrogen oxides, các vật chất hữu cơ không ổn định. Ở nhiều quốc gia còn quan tâm đến cả việc giảm lượng thủy ngân tạo ra trong quá trình sản xuất điện năng để tránh gây ô nhiễm đất, sông ngòi, ao hồ và đại dương.

2.1. Lượng khí thải Carbon Dioxide trên toàn cầu gây ra do quá trình sử dụng năng lượng:



Hình 4: Hiệu ứng nhà kính.

Tổng quan năng lượng năm 2004 (IEO2004) đã dự đoán về sự phát sinh khí thải CO₂ có liên quan tới năng lượng mà như đã nêu trên chủ yếu là khí thải *carbon dioxide* do con người gây ra trên toàn cầu. Căn cứ vào những kỳ vọng về tăng trưởng kinh tế khu vực và sự lệ thuộc vào nguồn năng lượng hóa thạch, trong *IEO2004* đã cho thấy sự thải khí *carbon dioxide* trên toàn cầu sẽ tăng nhanh hơn rất nhiều trong cùng một chu kỳ so với những năm 1990. Sự tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch tăng cao đặc biệt là ở những nước đang phát triển phải có trách nhiệm rất lớn đối với việc tăng rất nhanh lượng khí thải carbon dioxide bởi vì mức tăng trưởng kinh tế và sự gia tăng dân số cao hơn nhiều lần so với ở các nước công nghiệp hóa, mà cùng với nó sẽ là việc nâng cao mức sống, cũng như nhu cầu về năng lượng sử dụng trong quá trình công nghiệp hóa. Về lượng khí thải CO₂ trên toàn cầu, chúng ta có thể thấy rằng các nước đang phát triển sẽ chiếm đa phần trong việc sử dụng năng lượng trên Thế giới. Thải khí nhà kính nhiều nhất trong số những nước này chính là *Trung Quốc*, quốc gia có tốc độ tăng trưởng thu nhập bình quân đầu người cũng như sử dụng nhiên liệu hóa thạch cao nhất. (Hình 4)



Hình 5: Lượng khí thải CO₂ của Thế giới chia theo khu vực(%).

Năm 2001, lượng khí thải CO₂ từ các nước công nghiệp hóa chiếm tới 49% toàn cầu, tiếp theo sau đó là các nước đang phát triển chiếm 38%, các nước Đông Âu và Liên Xô cũ chiếm 13%. Tới năm 2025, các nước công nghiệp hóa được dự đoán là sẽ thải ra một lượng khí CO₂ chiếm 42% của lượng khí thải toàn cầu, trong khi đó lượng CO₂ thải ra ở các nước đang phát triển là 46%, Đông Âu và Liên Xô cũ vào khoảng 12%. (Bảng 1)

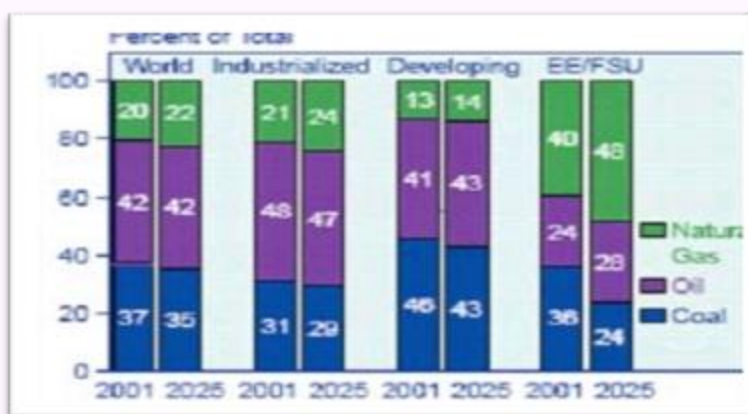
Region	Energy Consumption (Quadrillion Btu)				Carbon Dioxide Emissions (Million Metric Tons)			
	1990	2001	2010	2025	1990	2001	2010	2025
Industrialized Countries	182.8	211.5	236.3	281.4	10,462	11,634	12,938	15,643
EE/FSU	76.3	53.3	59.0	75.6	4,902	3,148	3,397	4,313
Developing Countries	89.3	139.2	175.5	265.9	6,200	9,118	11,379	17,168
Asia	52.5	85.0	110.6	173.4	3,994	6,012	7,647	11,801
Middle East	13.1	20.8	25.0	34.1	846	1,299	1,566	2,110
Africa	9.3	12.4	14.6	21.5	656	843	971	1,413
Central and South America	14.4	20.9	25.4	36.9	703	964	1,194	1,845
Total World	348.4	463.9	470.8	622.9	21,563	23,899	27,715	37,124

Bảng 1: Tiêu thụ năng lượng và lượng khí thải CO₂ của Thế giới chia theo khu vực 1990 – 2025.

Trong Thế giới công nghiệp hóa, hơn một nửa lượng khí thải CO₂ năm 2001 là do sử dụng dầu mỏ, tiếp theo đó 31% lượng khí thải là do sử dụng than (Hình 6). Theo dự báo qua từng giai đoạn thì dầu vẫn là nguồn nhiên liệu chủ yếu gây ra khí thải CO₂ ở các quốc gia công nghiệp hóa vì nó vẫn là một phần quan trọng được sử dụng trong ngành vận tải. Sử dụng khí tự nhiên và lượng khí thải sinh ra trong quá

trình sử dụng cũng được dự đoán là sẽ tăng lên, đặc biệt trong ngành công nghiệp điện và có thể lượng khí thải sinh ra trong quá trình sử dụng khí tự nhiên sẽ lên tới 24% vào năm 2025.

Dầu mỏ và than đá và đang được coi là năng lượng chính gây ra phần lớn lượng khí thải CO₂ ở các nước đang phát triển. *Trung Quốc* và *Ấn Độ* vẫn được cho là hai nước sử dụng nguồn than nội địa để dùng trong việc phát điện và các hoạt động công nghiệp. Hầu hết các khu vực đang phát triển vẫn sẽ tiếp tục sử dụng chủ yếu là dầu mỏ để đáp ứng các nhu cầu về năng lượng đặc biệt là năng lượng sử dụng trong lĩnh vực vận tải.



Hình 6: Lượng khí thải CO₂ chia theo khu vực và loại nhiên liệu.

Phần lớn các nhà khoa học ủng hộ giả thuyết cho rằng việc tăng nồng độ các khí nhà kính do loài người gây ra, hiệu ứng nhà kính nhân loại, sẽ làm tăng nhiệt độ trên toàn cầu (sự nóng lên của khí hậu toàn cầu) và như vậy sẽ làm thay đổi khí hậu trong các thập kỷ và thập niên kế đến.

- *Các nguồn nước*: Chất lượng và số lượng của nước uống, nước tưới tiêu, nước cho kỹ nghệ và cho các máy phát điện, và sức khỏe của các loài thủy sản có thể bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi sự thay đổi của các trận mưa rào và bởi sự tăng khí bốc hơi. Mưa tăng có thể gây lụt lội thường xuyên hơn. Khí hậu thay đổi có thể làm đầy các lòng chảo nối với sông ngòi trên thế giới.
- *Các tài nguyên bờ biển*: Chỉ tại riêng Hoa Kỳ, mực nước biển dự đoán tăng 50 cm vào năm 2100, có thể làm mất đi 5.000 dặm vuông đất khô ráo và 4.000 dặm vuông đất ướt.
- *Sức khỏe*: Số người chết vì nóng có thể tăng do nhiệt độ cao trong những chu kỳ dài hơn trước. Sự thay đổi lượng mưa và nhiệt độ có thể đẩy mạnh các bệnh truyền nhiễm.
- *Nhiệt độ tăng lên*: làm tăng các quá trình chuyển hóa sinh học cũng như hóa học trong cơ thể sống, gây nên sự mất cân bằng.

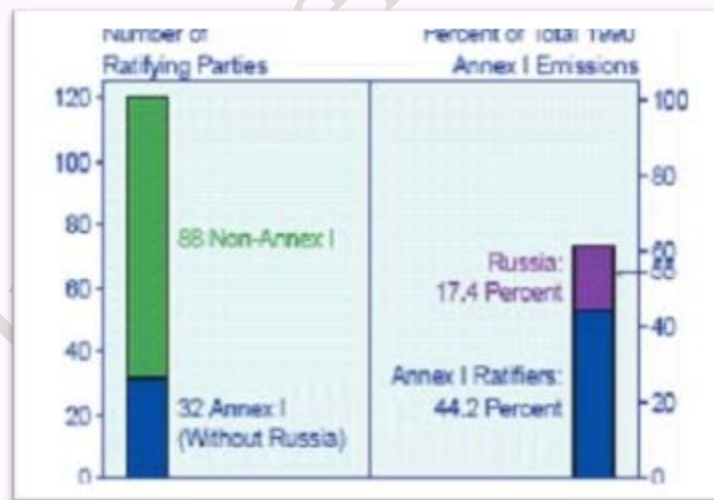
- *Lâm nghiệp*: Nhiệt độ cao hơn tạo điều kiện cho nạn cháy rừng dễ xảy ra hơn.
- *Năng lượng và vận chuyển*: Nhiệt độ ấm hơn tăng nhu cầu làm lạnh và giảm nhu cầu làm nóng. Sẽ có ít sự hư hại do vận chuyển trong mùa đông hơn, nhưng vận chuyển đường thủy có thể bị ảnh hưởng bởi số trận lụt tăng hay bởi sự giảm mực nước sông.
- *Những khối băng ở Bắc cực và nam cực đang tan nhanh*: làm cho mực nước biển sẽ tăng quá cao, có thể dẫn đến nạn hồng thủy.

3. Giải pháp: [\[Trở về\]](#)

3.1. Nghị định thư Kyoto về khí hậu:

Nhu cầu về năng lượng và cùng với nó là lượng khí thải CO₂ và các khí khác mà ta thường gọi chung là “khí nhà kính” đã và đang tăng lên trong suốt 50 năm qua. Sự tăng lên của lượng khí nhà kính này sẽ làm cho khí hậu toàn cầu ấm lên và kéo theo nhiều vấn đề khác liên quan. Sự thay đổi khí hậu là vấn đề quan tâm lớn nhất của toàn cầu có liên quan rất lớn đến việc sản xuất cũng như tiêu thụ năng lượng. Hội nghị của *Liên Hợp Quốc về Sự thay đổi Khí hậu (UNFCCC)* họp tại *Kyoto* tháng 12 năm 1997 đã đưa ra một thỏa thuận chung về khí hậu nhằm ngăn ngừa việc biến đổi khí hậu, gọi tắt là *Nghị định thư Kyoto*.

(Hình 7)



Hình 7: Tiến trình phê chuẩn Nghị định thư Kyoto tính từ đến 1/1/2004.

Nghị định thư Kyoto nêu rõ việc ngăn ngừa biến đổi khí hậu là trách nhiệm chung của tất cả các nước, song có phân biệt theo mức độ phát triển kinh tế, trong đó buộc 38 quốc gia công nghiệp phải hạn chế thải khí nhà kính (chủ yếu CO₂) để ngăn chặn hiện tượng nóng lên toàn cầu (Hình 8). Theo đó, chậm nhất là vào năm 2012, 38 nước phải cắt giảm ít nhất là 5% lượng khí thải với năm 1990, riêng Mỹ phải giảm

7% vì nước này chỉ chiếm 6% dân số Thế giới, nhưng nền sản xuất khổng lồ của họ lại gây ra 25% tổng lượng khí thải toàn cầu.

Để đạt được mục tiêu cắt giảm khí nhà kính như đã đề ra, các nước trong *Annex I* có thể tiến hành việc giám sát sự giảm lượng khí thải trong nước hay “*phương thức linh hoạt*” giữa các nước. *Nghị định thư Kyoto* về khí hậu sử dụng 3 cơ chế linh hoạt “*flexible mechanisms*” để giúp cho các nước đạt được chỉ tiêu cắt giảm khí nhà kính bằng một phương thức có hiệu quả thương mại nhất.

Country	Reduction Target (Percent)	Country	Reduction Target (Percent)
Australia	+8.0	Liechtenstein	-8.0
Austria (R)	-13.0	Lithuania (R)	-8.0
Belgium (R)	-7.8	Luxembourg (R)	-26.0
Bulgaria (R)	-8.0	Monaco	-8.0
Canada (R)	-6.0	Netherlands (R)	-6.0
Croatia	-5.0	New Zealand (R)	0.0
Czech Republic (R)	-8.0	Norway (R)	+1.0
Denmark (R)	-21.0	Poland (R)	-8.0
Estonia (R)	-8.0	Portugal (R)	+27.0
European Community (R) ^a	-8.0	Romania (R)	-8.0
Finland (R)	0.0	Russia	0.0
France (R)	0.0	Slovakia (R)	-8.0
Germany (R)	-21.0	Slovenia (R)	-8.0
Greece (R)	+25.0	Spain (R)	+15.0
Hungary (R)	-8.0	Sweden (R)	+4.0
Iceland (R)	+10.0	Switzerland (R)	-8.0
Ireland (R)	+13.0	Ukraine	0.0
Italy (R)	-8.8	United Kingdom (R)	-12.8
Japan (R)	-8.0	United States	-7.0
Latvia (R)	-8.0		

Hình 8: Các chỉ tiêu giảm lượng khí thải theo nghị định Kyoto cho các nước (“R” các nước đã phê chuẩn Nghị định Kyoto 1997).

- **Cơ chế Buôn bán khí thải quốc tế:** Phương thức này cho phép các nước *Annex I* chuyển một lượng khí thải cho phép tới các nước khác trong *Annex I* bắt đầu từ năm 2008 với một mức giá cho phép. Ví dụ như một nước trong *Annex I* muốn giảm mức khí thải của mình năm 2010 xuống 10 triệu tấn CO₂ thì có thể bán lại chứng chỉ giảm lượng khí thải cho các nước sản sinh vượt trội lượng khí thải cho phép trong *Annex I*.
- **Cơ chế Hợp tác thực hiện (JI):** Phương thức này cho phép các nước trong *Annex I* thông qua Chính Phủ hay các tổ chức hợp pháp để đầu tư cho việc cắt giảm khí thải cho chính nước mình hay thu nhận các cách thực hiện từ các nước khác và áp dụng vào đất nước mình.
- **Cơ chế phát triển sạch (CDM):** Phương thức này tương tự như Hợp tác thực hiện nhưng việc cắt giảm khí thải có thể thực hiện cả ở các nước không nằm trong *Annex I*.

Mục tiêu của *Kyoto 1997* đó là làm giảm các khí thải độc hại như *CO₂*, *methane*, *nitrous oxide*, *hydrofluorocarbons*, *perfluorocarbons* và *sulfur hexafluoride*. Hiện nay thì lượng khí *CO₂* vẫn chiếm thành phần chủ yếu trong các loại khí nhà kính ở hầu hết các nước *Annex I*, tiếp theo sau đó là *methane* và *nitrous oxide*.

Nghị định thư Kyoto sẽ có hiệu lực sau 90 ngày kể từ khi có ít nhất 55 nước trong đó bao gồm cả các nước nằm trong *Annex I*, tạo ra tổng cộng 55% lượng khí nhà kính toàn cầu năm 1990, đặt bút phê chuẩn. Đến cuối năm 2003, 119 nước trên Thế giới và *Liên minh Châu Âu* đã thông qua Hiệp định, bao gồm cả *Canada*, *Trung Quốc*, *Ấn Độ*, *Nhật Bản*, *Mexico*, *New Zealand* và *Nam Triều Tiên*. 31 nước trong *Annex I*, thải ra 44,2% tổng lượng khí nhà kính năm 1990, đã đặt bút ký vào bản Hiệp ước. Sau nhiều hồi tranh cãi căng thẳng và gay gắt giữa Mỹ và các nước thành viên *Annex I* cũng như những cuộc nhóm họp căng thẳng cấp cao giữa các Bộ trưởng Môi trường của các nước trên Thế giới, kể từ ngày 16/2/2005, *Nghị định thư Kyoto* đã chính thức có hiệu lực pháp lý sau khi *Nga* đồng ý phê chuẩn Hiệp định này. Chỉ riêng 2 quốc gia công nghiệp lớn là Mỹ và Úc không chịu phê chuẩn *Nghị định thư Kyoto* vì cho rằng việc phê chuẩn sẽ làm tổn hại đến nền kinh tế của họ. Hai quốc gia này cũng chỉ trích *Kyoto 1997* vì đã không bắt hai nước đang phát triển mạnh là *Trung Quốc* và *Ấn Độ* tuân thủ theo Nghị định này. Theo nguồn tin ngày 28/7/2005 của *BBC*, Mỹ cùng 5 nước *Châu Á - Thái Bình Dương* đang dự thảo một Hiệp ước về khí hậu mới để cạnh tranh với *Kyoto 1997*, trong đó sẽ có mục chuyển giao công nghệ từ những nước công nghiệp sang những nước đang phát triển, nhưng các chi tiết của dự thảo này vẫn còn đang được giữ kín.

Nhưng dù đã bắt đầu có hiệu lực, *Nghị định thư Kyoto* về cắt giảm khí nhà kính cũng không đủ sức để làm chậm bớt đi sự ấm lên toàn cầu, một thảm họa trước mắt của trái đất. Trái đất ấm lên sẽ làm băng ở *Bắc Cực* tan nhanh và gây ra lụt lội hay các tai biến thiên nhiên không lường trước được. Chính vì vậy, chúng ta cần có động thái tích cực và những biện pháp kiên quyết để ngăn chặn thảm họa này.

3.2. Giải pháp làm giảm ô nhiễm khi sử dụng năng lượng:

Rất nhiều nước hiện nay đề ra những chính sách tại chỗ để hạn chế những khí thải khác *CO₂* sinh ra do quá trình sử dụng năng lượng. Ô nhiễm không khí liên quan tới năng lượng đang gây chú ý đặc biệt gồm có *nitrogen oxides*, *sulfur dioxide*, chì, các chất thải dạng hạt, các chất thải hữu cơ có thể bay hơi... bởi vì chúng sẽ bay lên tầng *ozone* và hình thành tầng khói, gây mưa *acid* và nhiều vấn đề khác liên quan đến sức khỏe con người. (Hình 9)

Nitrogen oxide sinh ra trong quá trình đốt cháy ở nhiệt độ cao như trong quá trình vận hành xe hơi, máy móc và các nhà máy phát điện. *Sulfur dioxide* sinh ra trong quá trình đốt cháy nhiên liệu có chứa hàm lượng lưu huỳnh cao dùng cho phát điện hay trong quá trình luyện kim, lọc dầu và các quá trình công nghiệp khác; lượng khí thải từ các nhà máy nhiệt điện phần lớn là *sulfur oxide*. Các chất thải hữu cơ bay hơi được sinh ra từ nhiều nguồn khác nhau như từ quá trình vận tải, nhà máy hóa chất, lọc dầu, các công xưởng. Để hạn chế lượng khí thải độc hại sinh ra do đốt cháy nhiên liệu, nhiều quốc gia đã chuyển từ việc sử dụng than sang sử dụng khí để phát điện. Để giảm lượng khí độc hại sinh ra trong quá trình vận tải, một số nước áp dụng công nghệ cao để tạo ra những loại máy móc hay ô tô đạt tiêu chuẩn cũng như hạn chế hàm lượng *sulfur* trong xăng, dầu để đảm bảo hạn chế đến mức tối đa lượng khí thải.

Air Pollutant	Nature of Pollutant	Possible Health and Environmental Effects
Nitrogen Oxides (NO _x)	Includes nitric oxide, nitrogen dioxide, and other oxides. Precursor of ozone and particulate matter.	Respiratory illnesses, haze, acid rain, and deterioration of water and soil quality.
Sulfur Dioxide (SO ₂)	Family of sulfur oxides gases. Precursor of particulate matter.	Asthma, heart disease, respiratory problems, and acid rain.
Volatile Organic Compounds (VOC)	Precursor of ozone and particulate matter.	Respiratory and heart problems, acid rain, and haze.
Particulate Matter (PM)	Mixture of solid particles and liquid droplets formed by sulfur dioxide, nitrogen oxides, ammonia, volatile organic compounds, and direct particle emissions. Smaller particles (less than 2.5 microns) are more harmful to the lungs.	Respiratory and heart problems, acid rain, and haze.
Mercury (Hg)	Metabolic element that, when it enters a body of water, is transformed by biological processes into a toxic form of mercury (methylmercury).	Mercury in ambient air is deposited on land surfaces or into rivers, lakes, and oceans, where it can concentrate in fish and other organisms. Exposure to methylmercury from eating contaminated fish and seafood may cause neurological and developmental damage.
Lead (Pb)	Metabolic element that can be introduced to people through air, water, or ingestion. Within the body, lead is stored in bones.	Lead interferes with the development of the nervous system and is most harmful to young children and pregnant women. High levels of lead in the bloodstream can cause irreversible learning disabilities, behavioral problems, and mental retardation. Lead interferes with the metabolism of calcium and vitamin D, can damage the reproductive system and the kidneys, and can cause high blood pressure and anemia.

Hình 9: Ảnh hưởng của những chất khí thải đối với môi trường và sức khỏe con người.

Chất thải chì được tạo ra trong quá trình máy móc vận hành sử dụng xăng pha chì. Ảnh hưởng độc hại của chì, đặc biệt là đối với trẻ em đã được nghiên cứu kỹ trong suốt 3 thập niên qua. Hầu hết các nước ở châu Phi, Liên Xô cũ, Trung Đông và Mỹ Latin là vẫn còn dùng xăng pha chì còn các nước khác, hiện nay đã chuyển sang dùng xăng không pha chì. Những nước vẫn còn dùng nhiên liệu pha chì thì xăng pha chì là nguyên nhân chủ yếu chiếm 90% khí thải có chì ở khu vực đô thị.

Thêm vào đó, ở nhiều nước chất thải có chứa thủy ngân sinh ra trong quá trình sử dụng năng lượng cũng đang trở thành một vấn đề đối với những nước công nghiệp. Trong vài thập kỷ qua, nhiều nước đã

bắt đầu đánh giá tác động độc hại của thủy ngân đối với sức khỏe con người và môi trường. Thủy ngân là chất tích tụ bền vững trong cơ thể theo thời gian. Cá kiếm, cá hồi, các loài chim ăn cá và hải cẩu là những loài vật chịu ảnh hưởng nhiều nhất của việc tích tụ thủy ngân. Mặc dầu thủy ngân có mặt cả ở trên đất liền cũng như ở ngoài biển nhưng nó thường tập trung nhiều nhất trong hệ sinh thái biển. Chất thải chứa thủy ngân sinh ra trong quá trình sử dụng năng lượng đang trở thành mối quan tâm đặc biệt ở các nước công nghiệp. Nguồn gây ra thủy ngân do hoạt động của con người bao gồm các hoạt động như: đốt cháy năng lượng tĩnh, sản xuất kim loại màu, sản xuất gang, thép, xi măng, chế biến dầu khí và tiêu hủy rác. Trong những nguyên nhân vừa nêu trên thì việc phát điện, đốt cháy rác thải đô thị và chế biến dầu khí là có liên quan đến việc sử dụng năng lượng và hiện nay các nước đều đang tìm cách hạn chế lượng thủy ngân sinh ra do nhiệt điện, sử dụng than bằng cách thay thế nó bởi nguồn nhiên liệu khác, ví dụ như khí tự nhiên.

Và như vậy, để tóm tắt lại những gì mà chúng tôi vừa trình bày chi tiết ở trên, các vấn đề ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu có thể được giải quyết phần nào nếu như chúng ta lưu ý đến mấy vấn đề sau trong quá trình sử dụng năng lượng:

- *Cố gắng không sử dụng xăng dầu pha chì*
- *Kiểm soát và điều khiển lượng chất thải thủy ngân sinh ra trong quá trình sử dụng năng lượng.*
- *Xây dựng quy chế kiểm soát các khí thải, sao cho hạn chế tới mức tối đa các khí thải độc hại.*

B. TÀI NGUYÊN NĂNG LƯỢNG: [\[Trở về\]](#)

I. Năng lượng chuyển hóa toàn phần: [\[Trở về\]](#)

1. Năng lượng hóa thạch: [\[Trở về\]](#)

Nhiên liệu hóa thạch là các loại nhiên liệu được tạo thành bởi quá trình phân hủy kỵ khí của các sinh vật chết bị chôn vùi cách đây hơn 300 triệu năm. Các nguyên liệu này chứa hàm lượng cacbon và hydrocacbon cao.



Hình 10: Than là một trong những nhiên liệu hóa thạch.

Các nhiên liệu hóa thạch thay đổi trong dải từ chất dễ bay hơi với tỷ số cacbon:hydro thấp như methane, dầu hỏa dạng lỏng, đến các chất không bay hơi chứa toàn là cacbon như than đá. Methane có thể được tìm thấy trong các mỏ hydrocacbon ở dạng riêng lẻ hay đi cùng với dầu hỏa hoặc ở dạng methane clathrates. Về tổng quát chúng được hình thành từ các phần còn lại của thực vật và động vật bị hóa thạch khi chịu áp suất và nhiệt độ bên trong vỏ Trái Đất hàng triệu năm.

Các nhiên liệu hóa thạch là tài nguyên không tái tạo bởi vì trái đất mất hàng triệu năm để tạo ra chúng và lượng tiêu thụ đang diễn ra nhanh hơn tốc độ được tạo thành. Sản lượng và tiêu thụ nhiên liệu

hóa thạch làm tăng các mối quan tâm về môi trường. Thế giới đang hướng tới sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo là một trong những cách giúp giải quyết vấn đề tăng nhu cầu năng lượng.

1.1. Nguồn gốc:

Nhiên liệu hóa thạch được hình thành từ quá trình phân hủy kỵ khí của xác các sinh vật, bao gồm thực vật phù du và động vật phù du lắng đọng xuống đáy biển (hồ) với số lượng lớn trong các điều kiện thiếu oxy, cách đây hàng triệu năm. Trải qua thời gian địa chất, các hợp chất hữu cơ này trộn với bùn, và bị chôn vùi bên dưới các lớp trầm tích nặng. Trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao làm cho các vật chất hữu cơ bị biến đổi hóa học, đầu tiên là tạo ra kerogen ở dạng sáp. Chúng được tìm thấy trong các đá phiến sét dầu và sau đó khi bị nung ở nhiệt cao hơn sẽ tạo ra hydrocacbon lỏng và khí bởi quá trình phát sinh ngược.

Ngược lại, thực vật đất liền có xu hướng tạo thành than. Một vài mỏ than được xác định là có niên đại vào kỷ Phấn trắng.

1.2. Sự quan trọng:



Hình: Giếng dầu ở Vịnh Mexico.

Nhiên liệu hóa thạch có vai trò rất quan trọng bởi vì chúng có thể được dùng làm chất đốt (bị ôxi hóa thành điôxít cacbon và nước) để tạo ra năng lượng. Việc sử dụng than làm nhiên liệu đã diễn ra rất lâu trong lịch sử. Than được sử dụng để nấu chảy quặng kim loại. Khai thác dầu mỏ thương mại, phần lớn là sự thay thế cho dầu có nguồn gốc động vật (như dầu cá) để làm chất đốt cho các loại đèn dầu bắt đầu từ thế kỷ 19.

Khí thiên nhiên đã có thời kỳ bị đốt bỏ trên các giàn khoan dầu và được xem là sản phẩm không cần thiết của quá trình khai thác dầu mỏ, nhưng bây giờ được quan tâm rất nhiều và được xem là tài nguyên rất có giá trị. Dầu thô nặng là một loại dầu có độ nhớt lớn hơn dầu thô, còn được gọi là dầu cát. Dầu cát là loại *bitumen* bị trộn lẫn với cát và sét, và là nguồn nhiên liệu hóa thạch quan trọng. Phiến sét dầu và các vật liệu tương tự là các đá trầm tích chứa *kerogen*, một hỗn hợp của các hợp chất hữu cơ, và là chất sinh ra dầu thô tổng hợp khi bị nhiệt phân. Các vật liệu này chưa được khai thác thương mại. Các nhiên liệu này được dùng cho các động cơ đốt trong, nhà máy điện dung nhiên liệu hóa thạch và các mục đích khác.

Việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch ở phạm vi rộng, nhiên liệu đầu tiên là than, theo sau là dầu hỏa để vận hành các động cơ hơi nước, và là đóng góp rất lớn cho cuộc cách mạng công nghiệp. Vào cùng thời gian đó, khí đốt sử dụng khí thiên nhiên hoặc khí than cũng được sử dụng rộng rãi. Việc phát minh ra động cơ đốt trong và lắp đặt nó trong ô tô và xe tải đã làm tăng cao nhu cầu sử dụng xăng và dầu *diesel*, cả hai loại này đều là sản phẩm chưng cất từ nhiên liệu hóa thạch. Các hình thức vận tải khác như đường sắt và hàng không cũng đòi hỏi sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Các nguồn tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch khác như nhà máy điện và công nghiệp hóa dầu. Hắc ín là sản phẩm còn lại sau khi chiết tách dầu, cũng được dùng làm vật liệu trải đường.

1.3. Hạn chế và nguyên liệu thay thế:

Theo nguyên tắc cung - cầu thì khi lượng cung cấp hydrocacbon giảm thì giá sẽ tăng. Dù vậy, giá càng cao sẽ làm tăng nhu cầu về nguồn cung ứng năng lượng tái tạo thay thế, khi đó các nguồn cung ứng không có giá trị kinh tế trước đây lại trở thành có giá trị để khai thác thương mại. Xăng nhân tạo và các nguồn năng lượng tái tạo hiện tại rất tốn kém về công nghệ sản xuất và xử lý so với các nguồn cung cấp dầu mỏ thông thường, nhưng có thể trở thành có giá trị kinh tế trong tương lai gần.

Các nguồn năng lượng thay thế khác gồm năng lượng hạt nhân, thủy điện, điện mặt trời, phong điện, điện thủy triều và địa nhiệt.

1.4. Các mức cấp và lưu lượng:

Nguồn năng lượng này chủ yếu là trong lòng đất. Phần quan trọng nhất của nguồn năng lượng chủ yếu là nguồn năng lượng hóa thạch gốc cacbon. Dầu mỏ, than và khí chiếm 79,6% sản lượng năng lượng chủ yếu trong năm 2002.

Mức cấp (dự trữ đã xác định):

- Dầu mỏ: 1.184 đến 1.342 tỉ thùng (ước tính giai đoạn 2007-2009)
- Khí: 6.254-6.436 nghìn tỉ ft³ (177 - 182 nghìn tỉ m³) hay 1.138-1.171 tỉ thùng dầu quy đổi (BBOE) giai đoạn 2007-2009 (hệ số 0,182)
- Than: 997,748 tỉ tấn Mỹ hay 904,957 tỉ tấn hay $997.748 * 0,907186 * 4,879 = 4.416$ BBOE (2005)

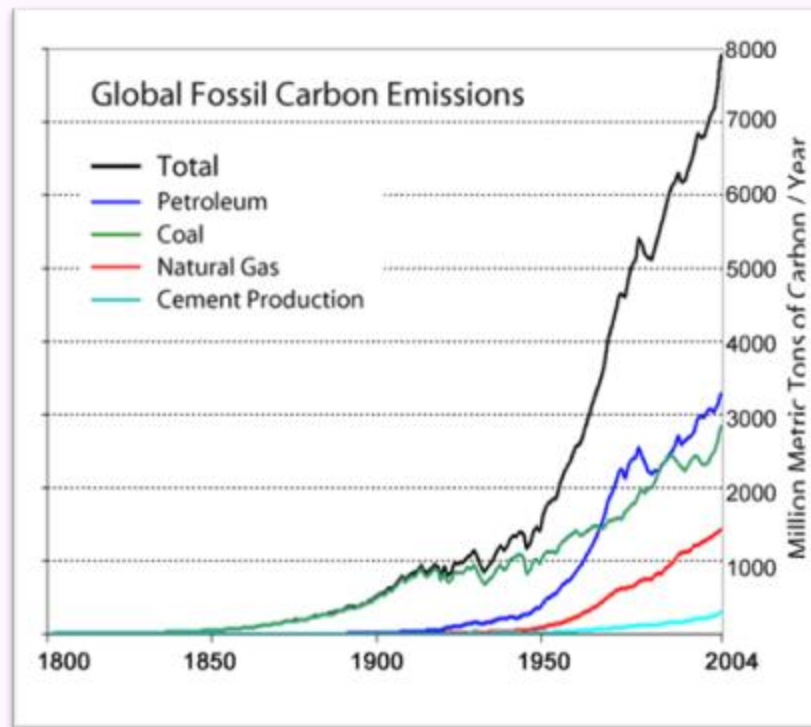
Lưu lượng (sản lượng tiêu thụ hàng năm) năm 2007:

- Dầu mỏ: 85,896 triệu thùng/ngày
- Khí: 104,425 nghìn tỉ ft³ (2,957 nghìn tỉ m³) * 0,182 = 19 BBOE
- Than: 6,743 tỉ tấn Mỹ * 0,907186 * 4,879 = 29,85 BBOE

Số năm khai thác còn lại với lượng dự trữ tối đa được xác định (Oil & Gas Journal, World Oil):

- Dầu mỏ: 1.342 tỉ thùng dự trữ / (85,896 triệu thùng nhu cầu một ngày * 365 ngày) = 43 năm
- Khí: 1.171 BBOE / 19 BBOE = 60 năm
- Than: 4.416 BBOE / 29,85 BBOE = 148 năm

Nhưng trong thực tế, lượng tiêu thụ từ ba nguồn cung cấp này đã và đang tăng lên hàng năm thậm chí là tăng rất nhanh và thực tế là đường cong sản lượng khai thác theo hình chuông (giống đường phân phối chuẩn). Vào một vài thời điểm, sản lượng khai thác các tài nguyên này trong một khu vực, quốc gia hoặc trên Thế giới sẽ đạt đến giá trị cực đại và sau đó sẽ giảm cho đến khi xuống đến điểm mà tại đó việc khai thác sẽ không còn đem lại lợi nhuận hoặc không thể khai thác được nữa.

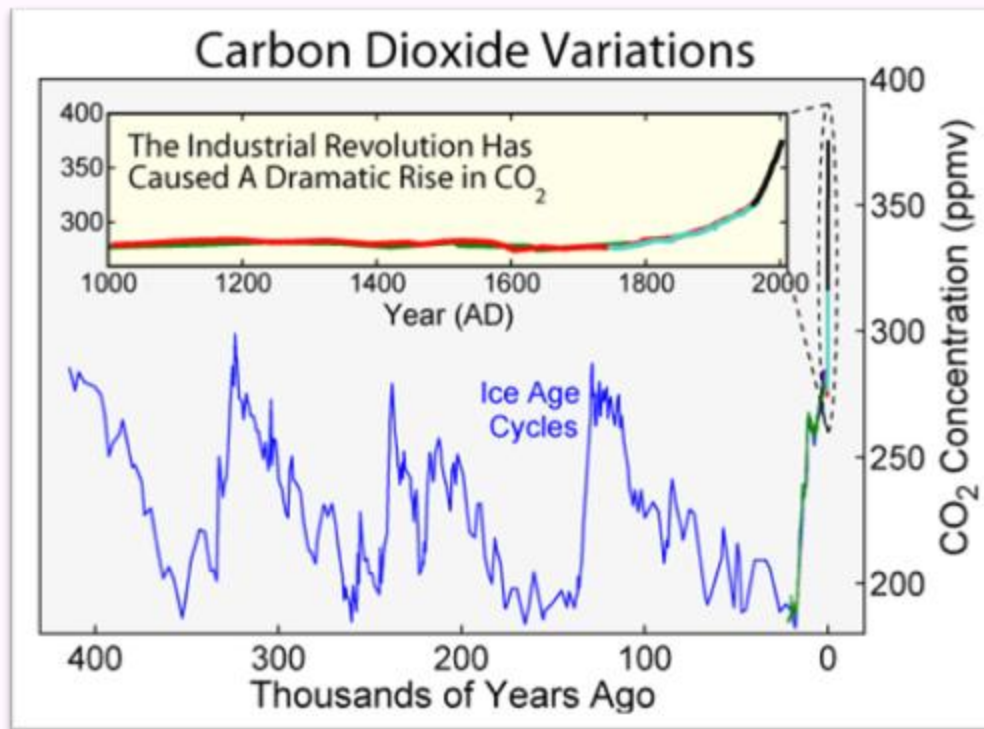


Hình: Phát thải cacbon hóa thạch theo loại nhiên liệu, 1800-2004
Tổng cộng (đen), dầu hỏa (xanh), than (lục), khí thiên nhiên (đỏ), sản xuất xi măng (lam).

1.5. Tác động môi trường:

Ở Hoa Kỳ, có hơn 90% lượng khí nhà kính thải vào môi trường từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch. Đốt nhiên liệu hóa thạch cũng tạo ra các chất ô nhiễm không khí khác như các ôxít nitơ, điôxít lưu huỳnh, hợp chất hữu cơ dễ bay hơi và các kim loại nặng.

Theo Bộ Môi trường Canada: “Ngành điện là duy nhất trong số những ngành công nghiệp góp phần lớn vào các khí thải liên quan đến vấn đề về không khí. Sản xuất điện thải ra một lượng lớn các ôxít nitơ và điôxít lưu huỳnh tại Canada, tạo ra sương mù và mưa axit và hình thành vật chất hạt mịn. Nó là nguồn thải thủy ngân công nghiệp lớn nhất không thể kiểm soát được tại Canada. Các nhà máy phát điện sử dụng nhiên liệu hóa thạch cũng phát thải vào môi trường điôxít cacbon, một trong những chất tham gia vào quá trình biến đổi khí hậu. Thêm vào đó, ngành này có những tác động quan trọng đến nước, môi trường sống và các loài. Cụ thể, các đập nước và các đường truyền tải cũng tác động đáng kể đến nước và đa dạng sinh học.”



Hình: Biến động hàm lượng đioxít cacbon trong thời gian 400.000 năm gần đây cho thấy sự gia tăng của nó kể từ khi bắt đầu cách mạng công nghiệp.

Đốt nhiên liệu hóa thạch tạo ra các *axít* như *sulfuric*, *cacbonic* và *nitric*, các chất có nhiều khả năng tạo thành mưa *axít* và ảnh hưởng đến các vùng tự nhiên và hủy hoại môi trường. Các tượng điêu khắc làm bằng cẩm thạch và đá vôi cũng phần nào bị phá hủy do *axít* hòa tan *cacbonat canxi*.

Nhiên liệu hóa thạch cũng chứa các chất phóng xạ chủ yếu như *uranivà thori*, chúng được phóng thích vào khí quyển. Năm 2000, có khoảng 12.000 tấn *thori* và 5.000 tấn *urani* đã bị thải ra từ việc đốt than.

Việc khai thác, xử lý và phân phối nhiên liệu hóa thạch cũng gây ra các mối quan tâm về môi trường. Các phương pháp khai thác than đặc biệt là khai thác lộ thiên đã gây những ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường, và các hoạt động khai thác dầu khí ngoài khơi cũng là hiểm họa đối với sinh vật thủy sinh. Các nhà máy lọc dầu cũng có những tác động tiêu cực đến môi trường như ô nhiễm nước và không khí. Việc vận chuyển than cần sử dụng các đầu máy xe lửa chạy bằng động cơ *diesel*, trong khi đó dầu thô thì được vận chuyển bằng các tàu dầu (có nhiều khoang chứa), các hoạt động này đòi hỏi phải đốt nhiên liệu hóa thạch truyền thống.

Các nguyên tắc môi trường được áp dụng để làm giảm thiểu lượng phát thải như yêu cầu và khống chế (yêu cầu về lượng chất thải hoặc về công nghệ sử dụng), khuyến khích kinh tế hoặc các chương trình tình nguyện.

Ví dụ về các nguyên tắc môi trường được sử dụng ở Hoa Kỳ như: “EPA đưa ra các chính sách để giảm phát thải thủy ngân từ hoạt động hàng không. Theo các nguyên tắc được phê chuẩn năm 2005, các nhà máy phát điện sử dụng than cần phải cắt giảm lượng phát thải đến 70% vào năm 2018.”

Về thuật ngữ kinh tế, ô nhiễm từ nhiên liệu hóa thạch được xem là một yếu tố bên ngoài tiêu cực. Thuế là cách áp dụng một chiều để thực hiện chi phí xã hội một cách rõ ràng hay nói cách khác là chi phí ô nhiễm. Mục đích này làm cho giá nhiên liệu tăng cao để làm giảm nhu cầu sử dụng tức giảm lượng chất gây ô nhiễm và đồng thời tăng quỹ để phục hồi môi trường.

1.6. Tại Việt Nam:

Việt Nam là một trong những nước được tại hóa ưu đãi về nguồn năng lượng hóa thạch (than, dầu khí).

Theo Tập đoàn Công nghiệp Than Khoáng sản Việt Nam – VINACOMIN, trữ lượng than Việt Nam rất lớn: Quảng Ninh khoảng 10,5 tỷ tấn trong đó đã tìm kiếm thăm dò 3,5 tỷ tấn, chủ yếu là than antraxit. Đồng bằng sông Hồng dự báo tổng trữ lượng 210 tỷ tấn than Ábitum, các mỏ than ở các tỉnh khác khoảng 400 triệu tấn và riêng than bùn phân bố hầu hết ở 3 miền khoảng 7 tỷ m³, chủ yếu tập trung ở miền Nam Việt Nam. Tuy nhiên theo Cơ quan Thông tin Năng lượng Mỹ (EIA: Energy Information Administration) trữ lượng than Việt Nam có 165 triệu tấn, còn theo tập đoàn BP trữ lượng là 150 triệu tấn. Còn theo TS. Phạm Văn Quang, nguyên Phó Viện trưởng Viện Địa chất và Môi trường (trong chương trình “Người đương thời” do Đài Truyền hình Việt Nam phát sóng ngày 23/5/2009) đã khẳng định trữ lượng than Việt Nam chỉ riêng vùng mỏ Quảng Ninh đã là 15 tỷ tấn.

Hiện than Việt Nam khai thác chủ yếu ở Quảng Ninh, trên một vùng rộng lớn kéo dài từ Phả Lại - Đông Triều theo hình cánh cung về đến Hòn Gai, Cẩm Phả và đảo Kế Bào có chiều dài 130 km, diện tích dải chứa than này là 1.300 km²

Trữ lượng các mỏ than Quảng Ninh				
	DVT: Ngàn tấn			
	Tổng trữ lượng	Trữ lượng khai thác lộ thiên	Trữ lượng khai thác lò bằng	Trữ lượng khai thác giếng đứng
Trữ lượng đã thăm dò	3.523.640	215.476	470.356	2.837.808
Trữ lượng mỏ đang khai thác	1.422.362	192.442	150.793	1.079.127
Trữ lượng các mỏ chuẩn bị khai thác	333.563	12.410	113.746	207.407

Nguồn: Công ty Khảo sát Thiết kế mỏ

Thống kê về than Việt Nam của EIA					
	2003	2004	2005	2006	2007
Sản lượng	18.409	28.109	35.710	41.776	49.141
Tiêu thụ	11.464	16.424	15.995	17.336	16.995
Nhập khẩu	0	0	111	326	493
Xuất khẩu	6.945	11.685	19.827	24.767	32.638

Nguồn: EIA

Hình: Than đá ở Việt Nam.

Dầu khí là nguồn tài nguyên quan trọng đã được chú ý nghiên cứu rất sớm. Dầu khí tích tụ trong các bể trầm tích: Sông Hồng, Phú Khánh, Cửu Long, Nam Côn Sơn, Malay- Thổ chu, Tư Chính- Vũng Mây và nhóm bể Trường Sa. Dầu khí đã được phát hiện và khai thác ở các bể Cửu Long Nam Côn Sơn, Malay - thổ Chu, sông Hồng, bể Cửu Long có 5 mỏ đang khai thác là Bạch Hổ, Rồng, Rạng Đông, Hồng Ngọc, Sư Tử Đen và một số mỏ khác. Bể Cửu Long là bể chứa dầu chủ yếu ở thềm lục địa Việt Nam. Bể Nam Côn Sơn phát hiện cả dầu và khí, có 2 mỏ đang khai thác là Đại Hùng, và mỏ khí Lan Tây- Lan Đỏ, ngoài ra còn mỏ Rồng, Hải Thạch...Bể Malay-Thổ Chu có cả dầu và khí, với các mỏ: Buga, Kekwa-Cái nước, Bunga Rây, Bunga Seroga ở vùng chồng lấn Việt Nam – Malaysia. Bể sông Hồng có mỏ khí Tiền Hải và một số phát hiện ở Vịnh Bắc Bộ.

Kết quả phân tích trữ lượng và tiềm năng dầu khí tính đến 31/12/2004 là 4.300 triệu tấn dầu quy đổi, đã phát hiện 1.208,89 triệu tấn dầu quy đổi chiếm 28% tổng tài nguyên dầu khí Việt Nam, trong đó tổng trữ lượng dầu khí có khả năng thương mại là 814,7 triệu tấn dầu quy đổi, chiếm 67% tổng tài nguyên dầu khí đã phát hiện. Trữ lượng phát hiện tính cho các mỏ dầu khí gồm trữ lượng với hệ số thu hồi dầu khí cơ bản và hệ số thu hồi bổ sung do áp dụng công nghệ mới gia tăng thu hồi được tính cho các mỏ đã

tuyên bố thương mại, phát triển và đang khai thác được phân bố như sau: Trữ lượng dầu và condensat khoảng 420 triệu tấn (18 triệu tấn condensat), 394,7 tỷ m³ khí trong đó khí đồng hành 69,9 tỷ m³ khí không đồng hành 324,8 tỷ m³.



Hình: Mỏ dầu Bạch Hổ.

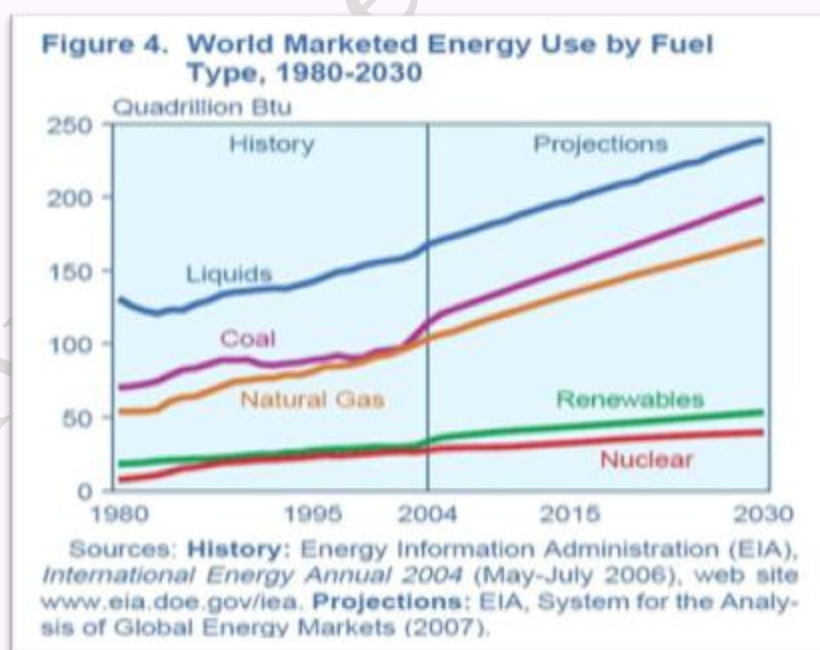
2. Năng lượng hạt nhân: [\[Trở về\]](#)

Năng lượng hạt nhân là một loại công nghệ được thiết kế để tách năng lượng hữu ích từ hạt nhân nguyên tử thông qua các lò phản ứng hạt nhân có kiểm soát. Phương pháp duy nhất được sử dụng hiện nay là phân hạch hạt nhân, mặc dù các phương pháp khác có thể bao gồm tổng hợp hạt nhân và phân rã phóng xạ. Tất cả các lò phản ứng với nhiều kích thước và mục đích sử dụng khác nhau đều dùng nước được nung nóng để tạo ra hơi nước và sau đó được chuyển thành cơ năng để phát điện hoặc tạo lực đẩy. Năm 2007, 14% lượng điện trên Thế giới được sản xuất từ năng lượng hạt nhân.

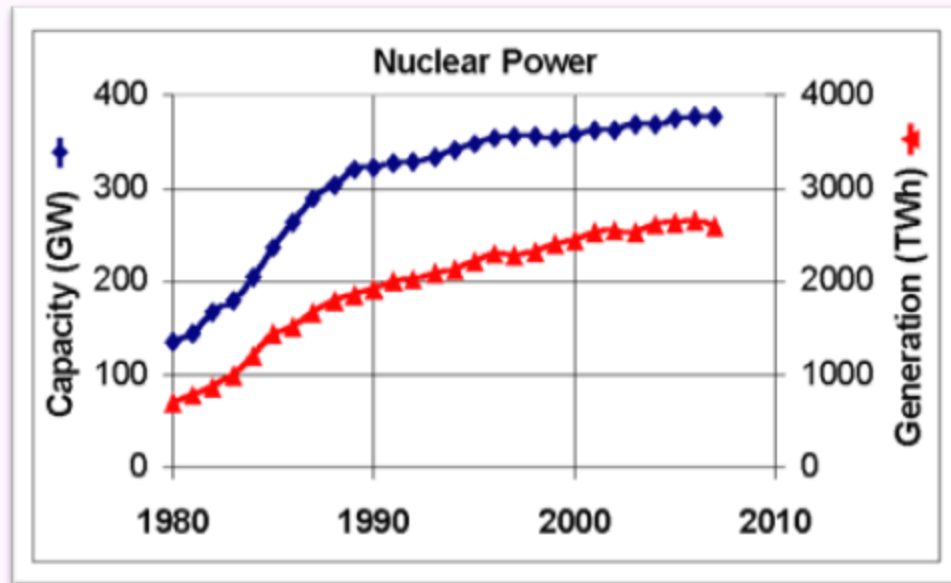


Hình: Trạm phát điện hơi nước Susquehanna, lò phản ứng hơi nước.
Các lò phản ứng được đặt trong các tòa nhà bảo vệ hình chữ nhật phía trước các tháp làm lạnh.

2.1. Sử dụng:



Hình: Lịch sử và dự án sử dụng năng lượng trên Thế giới phân theo nguồn năng lượng giai đoạn 1980-2030.
Nguồn: *International Energy Outlook 2007*, Cục Thông tin Năng lượng Hoa Kỳ (EIA).

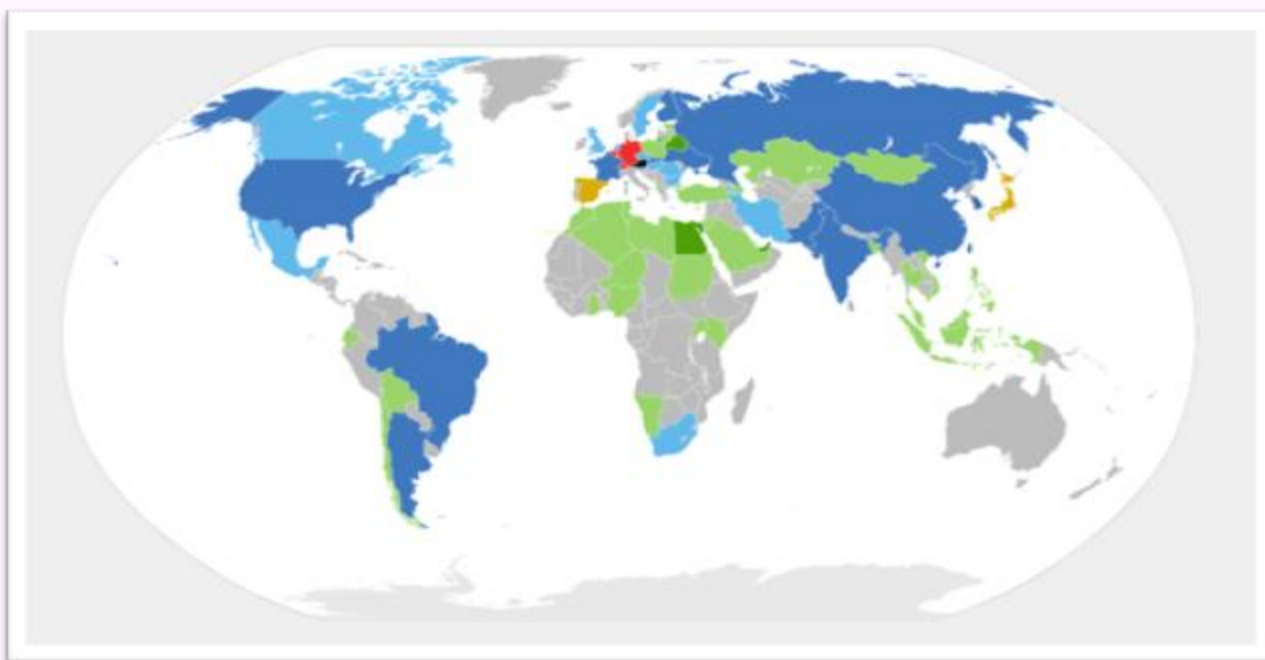


Hình: Công suất lắp đặt và phát điện từ năng lượng hạt nhân, 1980 - 2007 (EIA).

Đến năm 2005, năng lượng hạt nhân cung cấp 2,1% nhu cầu năng lượng của Thế giới và chiếm khoảng 15% sản lượng điện Thế giới, trong khi đó chỉ tính riêng Hoa Kỳ, Pháp, và Nhật Bản sản lượng điện từ hạt nhân chiếm 56,5% tổng nhu cầu điện của ba nước này. Đến năm 2007, theo báo cáo của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA) có 439 lò phản ứng hạt nhân đang hoạt động trên Thế giới, thuộc 31 quốc gia.

Năm 2007, sản lượng điện hạt nhân trên Thế giới giảm xuống còn 14%. Theo IAEA, nguyên nhân chính của sự sụt giảm này là do một trận động đất xảy ra vào ngày 16 tháng 7 năm 2007 ở phía tây Nhật Bản, làm cho nước này ngưng tất cả 7 lò phản ứng của nhà máy điện hạt nhân Kashiwazaki-Kariwa. Một vài nguyên nhân khác như "ngưng hoạt động bất thường" do thiếu nhiên liệu đã xảy ra ở Hàn Quốc và Đức. Thêm vào đó là sự gia tăng hệ số tải của các lò phản ứng để đáp ứng nhu cầu sử dụng chỉ diễn ra trong một thời gian ngắn (cao điểm).

Trên phạm vi toàn cầu, việc hợp tác nghiên cứu quốc tế đang tiếp tục triển khai để nâng cao độ an toàn của việc sản xuất và sử dụng năng lượng hạt nhân như các nhà máy an toàn bị động, sử dụng phản ứng tổng hợp hạt nhân, và sử dụng nhiệt của quá trình như trong sản xuất hydro để lọc nước biển, và trong hệ thống tưới khu vực.



Hình: Hiện trạng sử dụng năng lượng hạt nhân toàn cầu.

Trên phạm vi toàn cầu, việc hợp tác nghiên cứu quốc tế đang tiếp tục triển khai để nâng cao độ an toàn của việc sản xuất và sử dụng năng lượng hạt nhân như các nhà máy an toàn bị động, sử dụng phản ứng tổng hợp hạt nhân, và sử dụng nhiệt của quá trình như trong sản xuất hydro để lọc nước biển, và trong hệ thống sưởi khu vực.

2.2. Lịch sử:

2.2.1. Nguồn gốc:

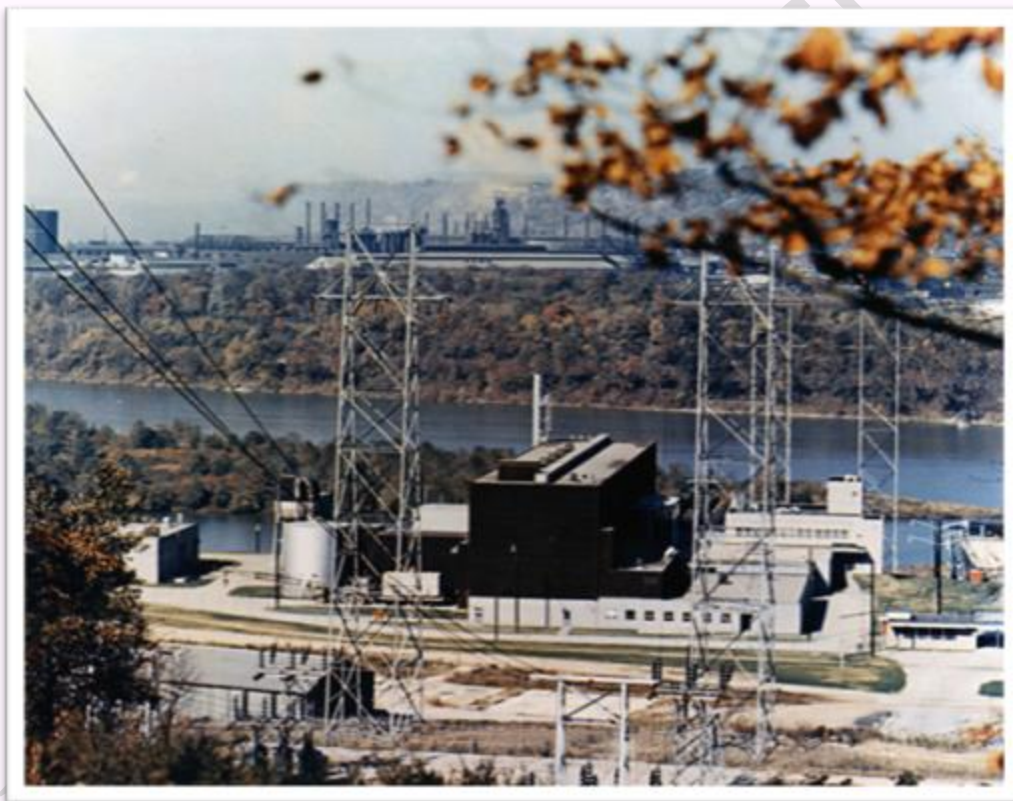
Phản ứng phân hạch hạt nhân được *Enrico Fermi* thực hiện hành công vào năm 1934 khi nhóm của ông dùng neutron bắn phá hạt nhân *uranium*. Năm 1938, các nhà hóa học người Đức là *Otto Hahn* và *Fritz Strassmann*, cùng với các nhà vật lý người Úc *Lise Meitner* và *Otto Robert Frisch* đã thực hiện các thí nghiệm tạo ra các sản phẩm của *urani* sau khi bị *neutron* bắn phá. Họ xác định rằng các *neutron* tương đối nhỏ có thể cắt các hạt nhân của các nguyên tử *urani* lớn thành hai phần khá bằng nhau, và đây là một kết quả đáng ngạc nhiên. Rất nhiều nhà khoa học, trong đó có *Leo Szilard* là một trong những người đầu tiên nhận thấy rằng nếu các phản ứng phân hạch sinh ra thêm neutron, thì một phản ứng hạt nhân dây chuyền kéo dài là có thể tạo ra được. Các nhà khoa học tâm đắc điều này ở

một số quốc gia (như *Hoa Kỳ, Vương quốc Anh, Pháp, Đức và Liên Xô*) đã đề nghị với chính phủ của họ ủng hộ việc nghiên cứu phản ứng phân hạch hạt nhân.

Điện được sản xuất đầu tiên từ lò phản ứng hạt nhân thực nghiệm *EBR-I* vào ngày 20 tháng 12 năm 1951 tại *Arco, Idaho*, với công suất ban đầu đạt khoảng 100 kW (lò phản ứng *Arco* cũng là lò đầu tiên thí nghiệm về làm lạnh từ phần năm 1955).

2.2.2. Những năm trước đây:

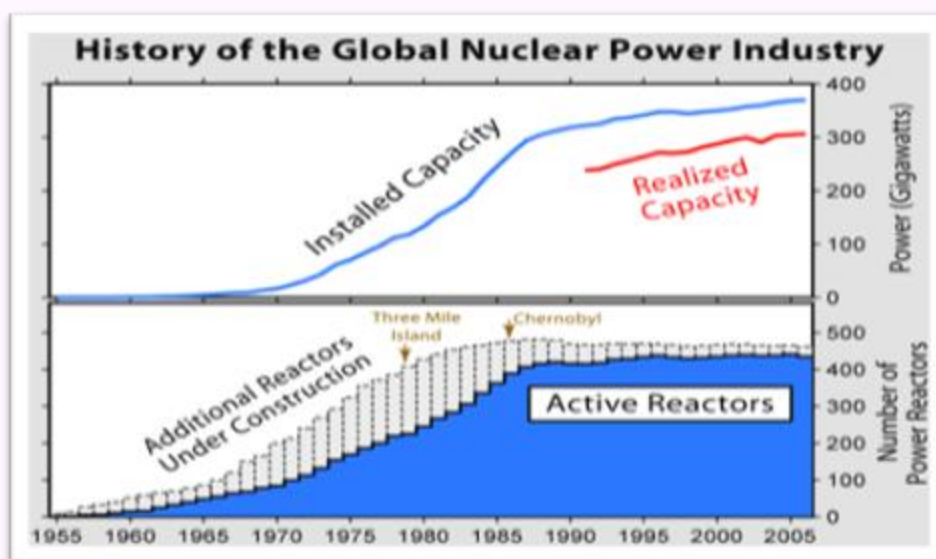
Ngày 27 tháng 6 năm 1954, nhà máy điện hạt nhân *Obninsk* của *Liên Xô* trở thành nhà máy điện hạt nhân đầu tiên trên Thế giới sản xuất điện hòa vào mạng lưới với công suất không tải khoảng 5 MW điện.



Hình: Trạm năng lượng nguyên tử Shippingport trên Shippingport, Pennsylvania là lò phản ứng thương mại đầu tiên ở Hoa Kỳ và được vận hành năm 1957.

Nhà máy năng lượng nguyên tử thương mại đầu tiên trên Thế giới, *Calder Hall* tại *Sellafield, Anh* được khai trương vào năm 1956 với công suất ban đầu là 50 MW (sau này nâng lên 200 MW). Còn nhà máy phát điện thương mại đầu tiên vận hành ở Hoa Kỳ là lò phản ứng *Shippingport* (*Pennsylvania*, tháng 12 năm 1957).

2.2.3. Sự phát triển:



Hình: Lịch sử sử dụng năng lượng hạt nhân (trên) và số lượng các nhà máy điện hạt nhân hoạt động.

Công suất lắp đặt hạt nhân tăng tương đối nhanh chóng từ dưới 1 gigawatt (GW) năm 1960 đến 100 GW vào cuối thập niên 1970, và 300 GW vào cuối thập niên 1980. Kể từ cuối thập niên 1980 công suất toàn cầu tăng một cách chậm chạp và đạt 366 GW năm 2005. Giữa khoảng thời gian 1970 và 1990, có hơn 50 GW công suất đang trong quá trình xây dựng (đạt đỉnh trên 150 GW vào cuối thập niên 1970 đầu 1980) — năm 2005 có khoảng 25 GW công suất được quy hoạch.

Sự chuyển dịch của việc gia tăng sử dụng năng lượng hạt nhân trong cuối thế kỷ 20 xuất phát từ những lo sợ về các tai nạn hạt nhân tiềm ẩn như mức độ nghiêm trọng của các vụ tai nạn, bức xạ như mức độ ảnh hưởng của bức xạ ra cộng đồng, phát triển hạt nhân, và ngược lại, đối với chất thải hạt nhân vẫn còn thiếu các dự án chứa chất thải sau cùng.

Sau đó, tổ chức quốc tế về nâng cao độ nhận thức an toàn và sự phát triển chuyên nghiệp trong vận hành các chức năng liên quan đến hạt nhân được thành lập với tên gọi *WANO (World Association of Nuclear Operators)*.

2.3. Kinh tế:

Đặc điểm kinh tế của các nhà máy hạt nhân mới thường bị ảnh hưởng bởi chi phí đầu tư ban đầu.

Tuy vậy, sẽ mang lại nhiều lợi nhuận hơn khi vận hàng chúng cào lâu dài càng có thể cho đến khi chúng có khuynh hướng giảm công suất.

2.4. Triển vọng:



Hình: Nhà máy điện hạt nhân Diablo Canyon ở San Luis Obispo County, California, Hoa Kỳ.

Một số quốc gia vẫn duy trì hoạt động phát triển năng lượng hạt nhân như *Pakistan, Nhật Bản, Trung Quốc*, và *Ấn Độ*, tất cả đều đang phát triển công nghệ nhiệt và *neutron* nhanh, *Hàn Quốc (Nam Hàn)* và *Hoa Kỳ* chỉ phát triển công nghệ nhiệt, *Nam Phi* và *Trung Quốc* đang phát triển các phiên bản Lò phản ứng modul đáy cuội (*PBMR*). Một số thành viên của *Liên minh châu Âu* thuyết phục thúc đẩy các chương trình hạt nhân, trong khi các thành viên khác vẫn tiếp tục cấm sử dụng năng lượng hạt nhân. *Nhật Bản* có một chương trình xây dựng lò hạt nhân còn hoạt động với một lò phản ứng mới vào mạng lưới năm 2005. Vào đầu thế kỷ 21, năng lượng hạt nhân có một sức hấp dẫn đặc biệt đối với *Trung Quốc* và *Ấn Độ* theo công nghệ lò phản ứng *breeder* nhanh vì nguồn năng lượng này giúp họ phát triển kinh tế một cách nhanh chóng. Trong chính sách năng lượng của *Liên hiệp Vương quốc Anh* cũng nêu rằng có sự

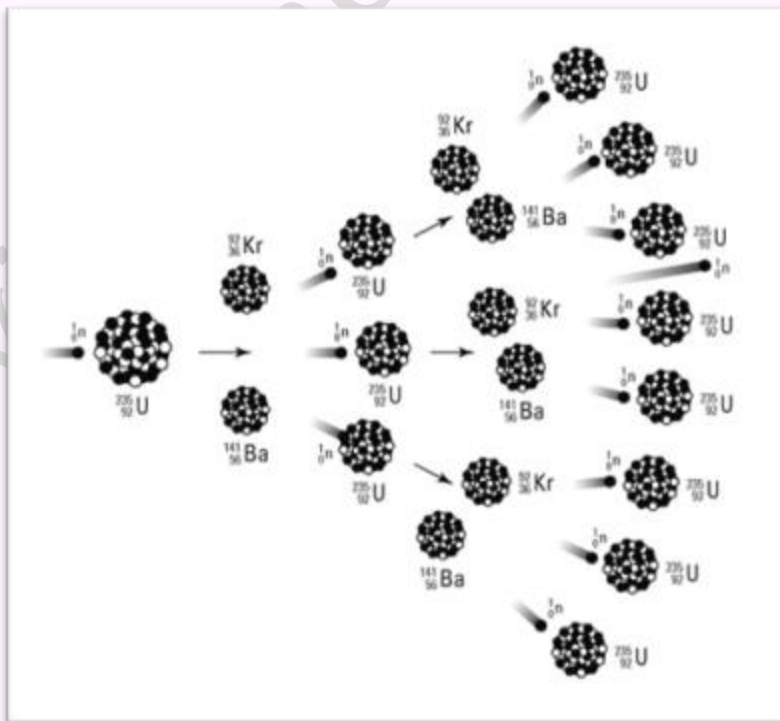
sự giảm cung cấp năng lượng trong tương lai, để bù đắp vào sự thiếu hụt đó hoặc là xây dựng các nhà máy năng lượng hạt nhân mới hoặc là kéo dài tuổi thọ của các nhà máy hiện tại.

2.5. Công nghệ lò phản ứng hạt nhân:

Cũng giống như một số trạm năng lượng nhiệt phát điện bằng nhiệt năng từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch, các nhà máy năng lượng hạt nhân biến đổi năng lượng giải phóng từ hạt nhân nguyên tử thông qua phản ứng phân hạch.

Khi một hạt nhân nguyên tử dùng để phân hạch tương đối lớn (thường là *urani-235* hoặc *plutoni-239*) hấp thụ *notron* sẽ tạo ra sự phân hạch nguyên tử. Quá trình phân hạch tách nguyên tử thành 2 hay nhiều hạt nhân nhỏ hơn kèm theo động năng (hay còn gọi là sản phẩm phân hạch) và cũng giải phóng tia phóng xạ *gamma* và *notron* tự do. Một phần *notron* tự do này sau đó được hấp thụ bởi các nguyên tử phân hạch khác và tiếp tục tạo ra nhiều *notron* hơn. Đây là phản ứng tạo ra *notron* theo cấp số nhân.

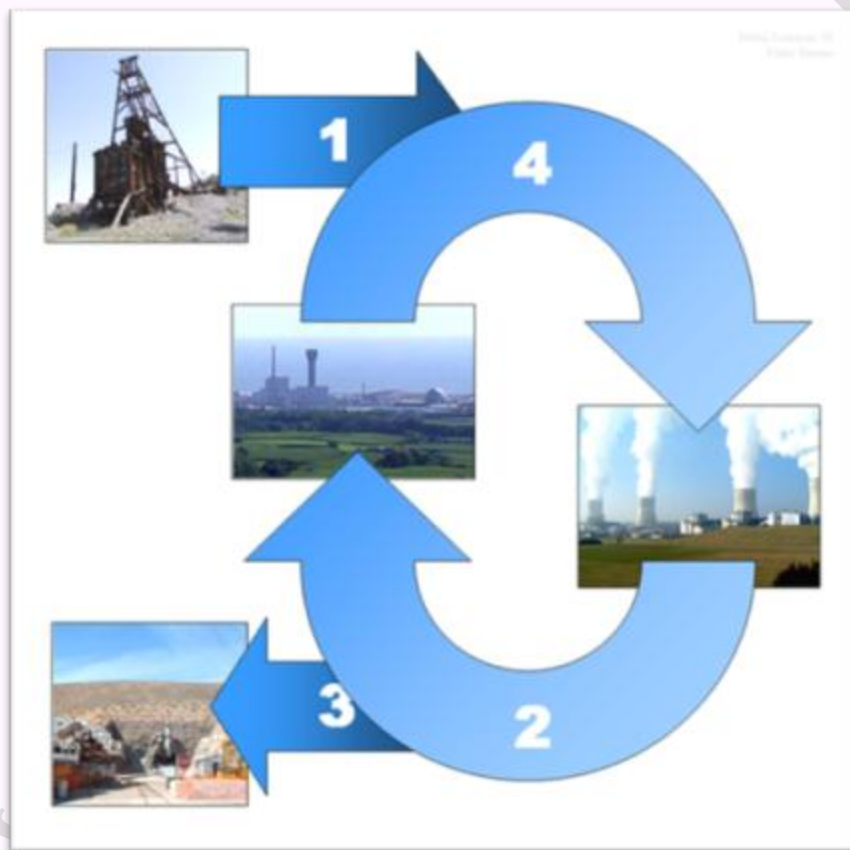
Phản ứng dây chuyền hạt nhân này có thể được kiểm soát bằng cách sử dụng chất hấp thụ *notron* và bộ điều hòa *notron* để thay đổi tỷ lệ *notron* tham gia vào các phản ứng phân hạch tiếp theo. Các lò phản ứng hạt nhân hầu hết có các hệ thống vận hành bằng tay và tự động để tắt phản ứng phân hạch khi phát hiện các điều kiện không an toàn.



Hình: Phản ứng hạt nhân từ urani-235.

Hệ thống làm lạnh giải phóng nhiệt từ lõi lò phản ứng và vận chuyển nhiệt đến bộ phận phát điện từ nhiệt năng này hoặc sử dụng vào những mục đích khác. Đặc biệt chất làm lạnh nóng là nguồn nhiệt sẽ được dùng cho các lò nung, và hơi nước nén từ lò nung sẽ làm quay các tuốc bin hơi nước vận hành các máy phát điện.

2.6. Tuổi thọ:



Hình: Chu trình nguyên liệu hạt nhân bắt đầu khi urani được khai thác, làm giàu, và chế tạo thành nguyên liệu hạt nhân, (1) đưa đến nhà máy năng lượng hạt nhân. Sau khi sử dụng ở nhà máy, nguyên liệu đã qua sử dụng được đưa tới nhà máy tái xử lý (2) hoặc kho chứa cuối cùng (3). Trong quá trình tái xử lý 95% nguyên liệu đã sử dụng có thể được thu hồi để đưa trở lại nhà máy năng lượng (4).

Lò phản ứng hạt nhân là một phần trong chu trình năng lượng hạt nhân. Quá trình bắt đầu từ khai thác mỏ. Các mỏ urani nằm dưới lòng đất, được khai thác theo phương thức lộ thiên, hoặc các mỏ đãi tại chỗ. Trong bất kỳ trường hợp nào, khi quặng urani được chiết tách, nó thường được chuyển thành

dạng ổn định và nén chặt như bánh vàng (*yellowcake*), và sau đó vận chuyển đến nhà máy xử lý. Ở đây, bánh vàng được chuyển thành urani hexaflorua, loại này sau đó lại được đem đi làm giàu để sử dụng cho các ngành công nghệ khác nhau. Urani sau khi được làm giàu chứa hơn 0,7% U-235 tự nhiên, được sử dụng để làm cần nguyên liệu trong lò phản ứng đặc biệt. Các cần nguyên liệu sẽ trải qua khoảng 3 chu trình vận hành (tổng cộng khoảng 6 năm) trong lò phản ứng, về mặt tổng quát chỉ có khoảng 3% lượng urani của nó tham gia vào phản ứng phân hạch, sau đó chúng sẽ được chuyển tới một hố nguyên liệu đã sử dụng, ở đây các đồng vị có tuổi thọ thấp được tạo ra từ phản ứng phân hạch sẽ phân rã. Sau khoảng 5 năm trong hố làm lạnh, nguyên liệu tiêu thụ nguội đi và giảm tính phóng xạ đến mức có thể tách được, và nó được chuyển đến các thùng chứa khô hoặc đem tái xử lý.

2.6.1. Các nguồn nguyên liệu truyền thống:

2.6.1.1. Urani:

Urani là một nguyên tố khá phổ biến trong vỏ Trái Đất cũng giống như kẽm hoặc germani, và phổ biến gấp khoảng 35 lần so với bạc. Urani là thành phần trong hầu hết các đá và bụi. Thực tế rằng urani quá phân tán là một trở ngại bởi vì khai thác mỏ urani chỉ đạt hiệu quả kinh tế khi nó tập trung hàm lượng cao. Tuy nhiên, giá năng lượng hạt nhân chiếm phần lớn trong công trình nhà máy năng lượng. Vì vậy, đóng góp của nguyên liệu vào giá điện toàn cầu chỉ là một phần tương đối nhỏ, thậm chí giá nhiên liệu leo thang có ảnh hưởng tương đối nhỏ đến giá thành phẩm. Các lò phản ứng nước nhẹ hiện tại ít bị ảnh hưởng lớn từ nguyên liệu hạt nhân, vì quá trình phân hạch chỉ sử dụng rất ít đồng vị hiếm urani - 235.



Hình: Urani.

2.6.1.2. Breeding:

Ngược lại với lò phản ứng nước nhẹ hiện nay sử dụng *urani-235* (chiếm 0,7% tổng lượng urani tự nhiên), các lò phản ứng *fast breeders* sử dụng *urani-238* (chiếm 99,3% urani tự nhiên). Người ta tính toán rằng lượng *urani-238* đủ để sử dụng cho các nhà máy hạt nhân đến 5 tỷ năm.

Công nghệ breeder đã được sử dụng cho một số lò phản ứng, nhưng chi phí xử lý nguyên liệu cao đòi hỏi giá urani vượt hơn 200 USD/kg.

Một loại lò thay thế khác có thể sử dụng urani-233 sinh ra từ thori làm nguyên liệu phân hạch trong chu trình nguyên liệu thori. Thori phổ biến hơn urani khoảng 3,5 lần trong vỏ Trái Đất, và có đặc điểm phân bố khác nhau.

2.6.1.3. Tổng hợp:

Những người ủng hộ năng lượng hợp hạch đề nghị nên sử dụng deuterium hoặc triti là các đồng vị của hidro, làm nguyên liệu và trong một vài kiểu lò phản ứng hiện nay cũng dùng lithi và boron. Năng lượng đầu ra của chúng bằng với năng lượng đầu ra hiện tại trên toàn cầu và nó sẽ không tăng thêm trong tương lai, và các nguồn tài nguyên lithi đã được phát hiện hiện tại có thể cung cấp cho ít nhất 3000 năm nữa, lithi từ nước biển khoảng 60 triệu năm, và quá trình tổng hợp phức tạp hơn chỉ sử dụng deuteri khai thác từ nước biển có thể cung cấp nguyên liệu cho 150 tỉ năm. Mặc dù quá trình này chưa trở thành thực tế nhưng các chuyên gia tin rằng tổng hợp hạt nhân là một nguồn năng lượng đầy hứa hẹn trong tương lai vì nó tạo ra các chất thải phóng xạ có thời gian sống ngắn, phát thải cacbon ít.

2.6.2. Nước:

Cũng giống như tất cả các dạng nhà máy phát điện sử dụng tuốc bin hơi nước, các nhà máy điện hạt nhân sử dụng rất nhiều nước để làm lạnh. Đối với hầu hết các nhà máy điện, 2/3 năng lượng tạo ra từ nhà máy điện hạt nhân trở thành nhiệt không có ích, và lượng nhiệt đó được mang ra khỏi nhà máy ở dạng nước nóng (chúng vẫn không bị nhiễm phóng xạ). Nước giải phóng nhiệt bằng cách đưa vào các tháp làm lạnh ở đó hơi nước bốc lên và đọng sương rồi rơi xuống (mây) hoặc thải trực tiếp vào nguồn nước như ao làm lạnh, hồ, sông hay đại dương. Trong trường hợp có hạn hán sẽ là một khó khăn đối với các nhà máy do nguồn cung cấp nước làm lạnh bị cạn kiệt.

Giống như các nhà máy năng lượng truyền thống, các nhà máy năng lượng hạt nhân tạo ra một lượng lớn nhiệt thừa, nó bị thải ra khỏi bộ phận ngưng tụ sau khi qua tuốc bin hơi nước. Bộ phận phát

điện kép của các nhà máy có thể tận dụng nguồn nhiệt này theo như đề xuất của *Oak Ridge National Laboratory (ORNL)* trong quá trình cộng năng lượng để tăng hệ số sử dụng nhiệt. Ví dụ như sử dụng hơi nước từ các nhà máy năng lượng để sản xuất hidro.

2.6.3. Chất thải phóng xạ:

Việc lưu giữ và thải chất thải hạt nhân an toàn vẫn còn là một thách thức và chưa có một giải pháp thích hợp. Vấn đề quan trọng nhất là dòng chất thải từ các nhà máy năng lượng hạt nhân là nguyên liệu đã qua sử dụng. Một lò phản ứng công suất lớn tạo ra 3 mét khối (25–30 tấn) nguyên liệu đã qua sử dụng mỗi năm. Nó bao gồm urani không chuyển hóa được cũng như một lượng khá lớn các nguyên tử thuộc nhóm *Actini* (hầu hết là *plutoni* và *curi*). Thêm vào đó, có khoảng 3% là các sản phẩm phân hạch. Nhóm *actini* (*urani*, *plutoni*, và *curi*) có tính phóng xạ lâu dài, trong khi đó các sản phẩm phân hạch có tính phóng xạ ngắn hơn.

2.6.3.1. Chất thải phóng xạ cao:

Nguyên liệu đã qua sử dụng có tính phóng xạ rất cao và phải rất thận trọng trong khâu vận chuyển hay tiếp xúc với nó. Tuy nhiên, nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng sẽ giảm khả năng phóng xạ sau hàng ngàn năm. Có khoảng 5% cần nguyên liệu đã phản ứng không thể sử dụng lại được nữa, vì vậy ngày nay các nhà khoa học đang thí nghiệm để tái sử dụng các cần này để giảm lượng chất thải. Trung bình, cứ sau 40 năm, dòng phóng xạ giảm 99,9% so với thời điểm loại bỏ nguyên liệu đã sử dụng, mặc dù nó vẫn còn phóng xạ nguy hiểm.

Nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng được chứa trong các bồn nước chống phóng xạ. Nước có chức năng làm lạnh đối với các sản phẩm phân hạch vẫn còn phân rã và che chắn tia phóng xạ ra môi trường. Sau vài chục năm các bồn chứa trở nên lạnh hơn, nguyên liệu ít phóng xạ hơn sẽ được chuyển đến nơi chứa khô, ở đây nguyên liệu được chứa các thùng bằng thép và bê tông cho đến khi độ phóng xạ của nó giảm một cách tự nhiên (“phân rã”) đến mức an toàn đủ để tiếp tục thực hiện các quá trình xử lý khác. Việc chứa tạm thời này kéo dài vài năm, vài chục năm thậm chí cả ngàn năm tùy thuộc vào loại nguyên liệu.

Lượng chất thải có thể được giảm thiểu bằng nhiều cách, đặc biệt là tái xử lý. Lượng chất thải còn lại sẽ có độ phóng xạ ổn định sau ít nhất 300 năm ngay cả khi loại bỏ các nguyên tố trong nhóm *actini*, và lên đến hàng ngàn năm nếu chưa loại bỏ các nguyên tố trên. Trong trường hợp tách tất cả các nguyên tố trong nhóm *actini* và sử dụng các lò phản ứng *fast breeder* để phá hủy bằng sự biến đổi một vài nguyên tố không thuộc nhóm *actini* có tuổi thọ dài hơn, chất thải phải được cách ly với môi trường vài trăm

năm, cho nên chất thải này được xếp vào nhóm có tác động lâu dài. Các lò phản ứng hợp hạch có thể làm giảm số lượng chất thải này. Người ta cũng tranh luận rằng giải pháp tốt nhất đối với chất thải hạt nhân là chôn tạm thời trên mặt đất cho đến khi công nghệ phát triển thì các nguồn chất thải này sẽ trở nên có giá trị trong tương lai.

2.6.3.2. Chất thải phóng xạ thấp:

Ngành công nghiệp hạt nhân cũng tạo ra một lượng lớn các chất thải phóng xạ cấp thấp ở dạng các công cụ bị nhiễm như quần áo, dụng cụ cầm tay, nước làm sạch, máy lọc nước, và các vật liệu xây lò phản ứng. Ở Hoa Kỳ, Ủy ban điều phối hạt nhân (*Nuclear Regulatory Commission*) đã cố gắng xét lại để cho phép giảm các vật liệu phóng xạ thấp đến mức giống với chất thải thông thường như thải vào bãi thải, tái sử dụng... Hầu hết chất thải phóng xạ thấp có độ phóng xạ rất thấp và người ta chỉ quan tâm đến chất thải phóng xạ liên quan đến mức độ ảnh hưởng lớn của nó.

2.6.3.3. Chất thải phóng xạ và chất thải công nghiệp độc hại:

Ở các quốc gia có năng lượng hạt nhân, chất thải phóng xạ chiếm ít hơn 1% trong tổng lượng chất thải công nghiệp độc hại, là các chất độc hại trừ khi chúng phân hủy hoặc được xử lý khi đó thì trở nên ít độc hơn hoặc hoàn toàn không độc. Nhìn chung, năng lượng hạt nhân tạo ra ít chất thải hơn so với các nhà máy điện chạy bằng nhiên liệu hóa thạch. Các nhà máy đốt than đặc biệt tạo ra nhiều chất độc hại và một lượng tro phóng xạ mức trung bình do sự tập trung các kim loại xuất hiện trong tự nhiên và các vật liệu phóng xạ có trong than. Ngược lại với những điều mà người ta cho là đúng từ trước đến, năng lượng than thực tế tạo ra nhiều chất thải phóng xạ thải vào môi trường hơn năng lượng hạt nhân. Tính bình quân lượng ảnh hưởng đến dân số từ các nhà máy sử dụng cao gấp 100 lần so với các nhà máy hạt nhân.

2.6.4. Tái xử lý:

Việc tái xử lý có khả năng thu hồi đến 95% từ urani và plutoni còn lại trong nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng, để trộn vào hỗn hợp nguyên liệu oxit mới. Công đoạn này làm giảm lượng phóng xạ có thời gian phân rã lâu tồn tại trong chất thải, khi tạo ra các sản phẩm phân hạch có thời gian sống ngắn, thể tích của nó giảm đến hơn 90%. Tái xử lý nguyên liệu hạt nhân dân dụng từ các lò phản ứng năng lượng đã được thực hiện trên phạm vi rộng ở Anh, Pháp và (trước đây) Nga, sắp tới là Trung Quốc và có thể là Ấn Độ, và Nhật Bản đang thực hiện việc mở rộng quy mô trên toàn nước Nhật. Việc xử lý hoàn toàn là không thể thực hiện được bởi vì nó đòi hỏi các lò phản ứng breeder, là loại lò chưa có giá trị thương

mại. Pháp được xem là quốc gia khá thành công trong việc tái xử lý chất thải này, nhưng hiện tại chỉ thu hồi được khoảng 28% (về khối lượng) từ nguyên liệu sử dụng hàng năm, 7% trên toàn nước Pháp và 21% ở Nga.

2.6.4.1. Tách Urani:

Việc làm giàu urani tạo ra hàng tấn urani đã tách ra (DU), bao gồm U-238 đã tách hầu hết đồng vị U-235 dễ phân hạch. U-238 là kim loại thô có giá trị kinh tế — ví dụ như sản xuất máy bay, khiên chống phóng xạ, và vỏ bọc vì nó có tỷ trọng lớn hơn chì. Urani đã tách cũng được sử dụng trong đạn dược như đầu đạn DU, vì khuynh hướng của urani là vỡ dọc theo các dải băng cắt đoạn nhiệt.

2.7. Tranh luận về sử dụng năng lượng hạt nhân:

Các đề xuất sử dụng năng lượng hạt nhân thì cho rằng năng lượng hạt nhân là một nguồn năng lượng bền vững làm giảm phát thải cacbon và gia tăng an ninh năng lượng do giảm sự phụ thuộc vào nguồn dầu mỏ nước ngoài. Các đề xuất cũng nhấn mạnh rằng các rủi ro về lưu giữ chất thải phóng xạ là rất nhỏ và có thể giảm trong tương lai gần khi sử dụng công nghệ mới nhất trong các lò phản ứng mới hơn, và những ghi nhận về vận hành an toàn ở phương Tây là một ví dụ khi so sánh với các loại nhà máy năng lượng chủ yếu khác.

Các ý kiến chỉ trích thì cho rằng năng lượng hạt nhân là nguồn năng lượng chứa đựng nhiều tiềm năng nguy hiểm và phải giảm tỷ lệ sản xuất năng lượng hạt nhân, đồng thời cũng tranh luận rằng liệu các rủi ro có thể được giảm thiểu bằng công nghệ mới không. Những ý kiến ủng hộ đưa ra quan điểm rằng năng lượng hạt nhân không gây ô nhiễm môi trường không khí, đối ngược hoàn toàn với việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch và cũng là nguồn năng lượng có triển vọng thay thế nhiên liệu hóa thạch. Các ý kiến ủng hộ cũng chỉ ra rằng năng lượng hạt nhân chỉ là theo đuổi của các nước phương Tây để đạt được sự độc lập về năng lượng. Còn các ý kiến chỉ trích thì cho rằng vấn đề là ở chỗ lưu giữ chất thải phóng xạ như ô nhiễm phóng xạ do các tai họa, và những bất lợi của việc phát triển hạt nhân và sản xuất điện tập trung.

Các tranh cãi về kinh tế và an toàn được xem là hai mặt của vấn đề tranh luận.

2.8. Sự cố:

Ngày 26 tháng 4 năm 1986, lò phản ứng số 4 của nhà máy điện nguyên tử *Chernobyl* phát nổ, gây ra một loạt vụ nổ ở các lò phản ứng khác, làm tan chảy lõi lò phản ứng hạt nhân. Đây là sự cố hạt nhân

trầm trọng nhất trong lịch sử. Do không có tường chắn nên các đám mây bụi phóng xạ bay lên bầu trời và lan rộng ra nhiều khu vực phía tây *Liên bang Xô Viết*, một số nước *Đông Âu* và *Tây Âu*, *Anh* và *phía đông Hoa Kỳ*. Thảm họa này phát ra lượng phóng xạ lớn gấp bốn trăm lần so với quả bom nguyên tử được ném xuống *Hiroshima*. Sau thảm họa, hàng loạt các vấn đề về ô nhiễm môi trường cũng như về sức khỏe đe dọa người dân.

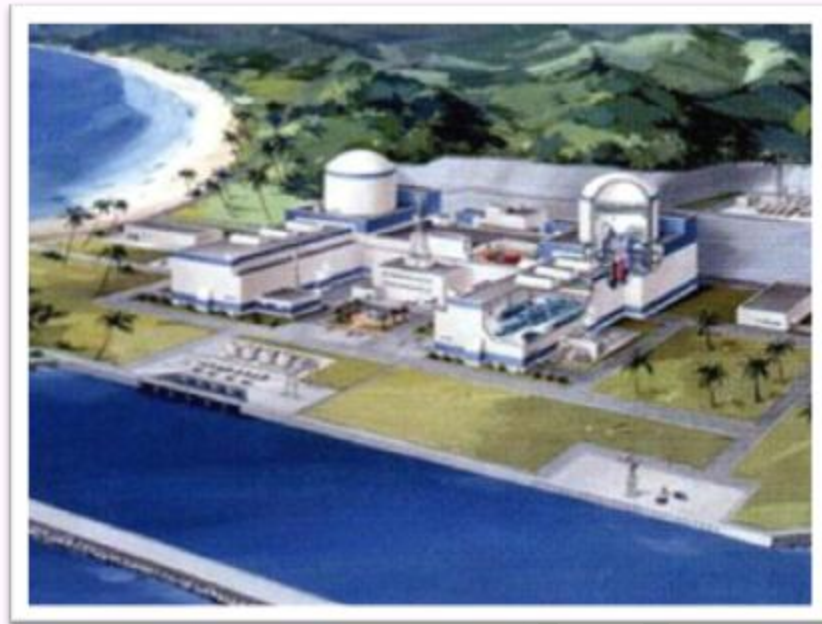
Gần đây nhất, ngày 11 tháng 3, 2011, sau trận thảm họa động đất và sóng thần *Sendai 2011*, nhà máy điện hạt nhân *Fukushima* gặp hàng loạt các vấn đề đối với các lò phản ứng và rò rỉ phóng xạ gây ra sự cố nhà máy điện *Fukushima I*. Tình trạng ô nhiễm phóng xạ ngày càng cao. Tuy không có người tử vong tại chỗ, nhưng nó gây nhiều lo ngại về sức khỏe của con người trong khu vực bị ảnh hưởng sau này. Dự kiến phải mất vài năm để sửa chữa nhà máy và vài tháng để khử sạch phóng xạ.

2.9. Tại Việt Nam:

Việt Nam bước vào chương trình Điện hạt nhân trong bối cảnh cơ sở hạ tầng cho việc thực hiện dự án nhà máy điện hạt nhân như nguồn nhân lực, nguồn tài chính...ở trình độ phát triển thấp.

Theo Bộ trưởng Nguyễn Quân, Việt Nam đã quyết tâm xây dựng các nhà máy điện hạt nhân dân sự vì mục đích hòa bình, an toàn cho con người, môi trường đảm bảo an ninh năng lượng. Đến năm 2020, khi tổ máy đầu tiên có công suất 1.000 MW hoạt động thì chỉ đảm bảo 1,6% tổng sản lượng điện quốc gia và đến năm 2030 khi 10 tổ máy đi vào hoạt động với công suất trên 10 nghìn MW thì điện hạt nhân cũng mới chỉ đảm bảo khoảng hơn 6% tổng sản lượng điện quốc gia. Như vậy, Việt Nam vẫn phụ thuộc trên 90% sản lượng điện từ các nguồn truyền thống như nhiệt điện, thủy điện và một phần nhỏ từ các nguồn năng lượng tái tạo như điện mặt trời, sóng biển, năng lượng gió...

Việt Nam đã và đang tích cực chuẩn bị cho phát triển điện hạt nhân. Một số dự án nghiên cứu về phát triển điện hạt nhân đã được tiến hành từ giai đoạn 1996-2001. Các hoạt động như hội thảo, triển lãm giáo dục và đào tạo, trao đổi thông tin và kinh nghiệm về điện hạt nhân với sự hỗ trợ của IAEA và các quốc gia có điện hạt nhân đã được tiến hành. Trong năm 2013, sẽ báo cáo khả thi và phê duyệt địa điểm cho nhà máy điện hạt nhân Ninh Thuận 1 và nhà máy điện hạt nhân Ninh Thuận 2 và dự kiến sau năm 2015 sẽ khởi công xây dựng.



Phối cảnh nhà máy điện hạt nhân Ninh Thuận I.

II. Năng lượng tái tạo: [\[Trở về\]](#)

1. Năng lượng mặt trời: [\[Trở về\]](#)

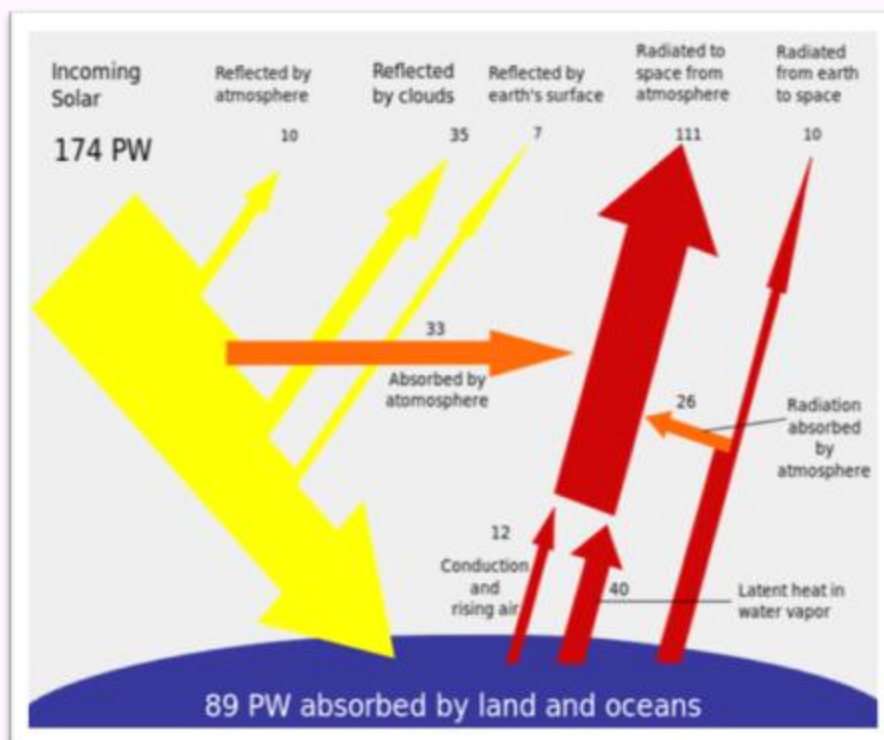
Bức xạ ánh sáng và nhiệt từ Mặt trời, đã được khai thác bởi con người từ thời cổ đại, bằng cách sử dụng một loạt các công nghệ phát triển hơn bao giờ hết. Bức xạ mặt trời, cùng với tài nguyên thứ cấp của năng lượng mặt trời như sức gió và sức sóng, sức nước và sinh khối, làm thành hầu hết năng lượng tái tạo có sẵn trên trái đất. Chỉ có một phần rất nhỏ của năng lượng mặt trời có sẵn được sử dụng.

1.1. Năng lượng mặt trời:

Trái đất nhận được 174 petawatts (PW) từ bức xạ mặt trời, khoảng 30% được phản xạ trở lại không gian trong khi phần còn lại được hấp thụ bởi các đám mây, đại dương và vùng đất. (Hình 1a)

Bề mặt Trái đất, biển và bầu không khí hấp thụ bức xạ mặt trời, và điều này làm tăng nhiệt độ của chúng. Không khí ẩm có chứa nước bốc hơi từ các đại dương tăng lên, gây ra lưu thông khí quyển hoặc đối lưu. Khi không khí đạt đến một độ cao, nơi nhiệt độ thấp, hơi nước ngưng tụ thành mây, mưa lên trên bề mặt của trái đất, hoàn thành chu kỳ nước. Tiềm ẩn nhiệt ngưng tụ nước khuếch đại đối lưu, sản xuất các hiện tượng khí quyển như gió, bão và. Ánh sáng mặt trời bị hấp thụ bởi các đại dương và các vùng đất giữ bề mặt ở nhiệt độ trung bình là 14 °C. Bằng cách quang hợp cây xanh chuyển đổi năng

lượng mặt trời vào năng lượng hóa học, trong đó sản xuất thực phẩm, gỗ và sinh khối từ nhiên liệu có nguồn gốc hóa thạch.



Hình 1a: Khoảng một nửa số năng lượng mặt trời đến đạt đến bề mặt của trái đất.

Tổng số năng lượng mặt trời được hấp thụ bởi bầu khí quyển, đại dương của Trái đất và vùng đất là khoảng 3.850.000 exajoules (EJ) mỗi năm.

Yearly Solar fluxes & Human Energy Consumption	
Solar	3850000EJ
Wind	2250 EJ
Biomass	3000 EJ
Primary energy use (2005)	487 EJ
Electricity (2005)	56.7 EJ

Bảng: Năng lượng tiêu thụ hằng năm

1.1.1. Nhiệt mặt trời:

Công nghệ nhiệt mặt trời có thể được sử dụng cho đun nước nóng, sưởi ấm không gian, làm mát không gian và quá trình sinh nhiệt.

1.1.1.1. Nước nóng:

Hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời sử dụng ánh sáng mặt trời để làm nóng nước. Trong vĩ độ địa lý thấp (dưới 40°C) 60-70% sử dụng nước nóng với nhiệt độ lên đến 60°C có thể được cung cấp bởi hệ thống sưởi ấm mặt trời. Các loại phổ biến nhất của máy nước nóng năng lượng mặt trời được sơ tán thu ống (44%) và thu gom tấm kính phẳng (34%) thường được sử dụng nước nóng trong nước; và các nhà sưu tập không tráng nhựa (21%) sử dụng chủ yếu để làm nóng bể bơi.



Hình: Năng lượng mặt trời đun nước nóng phải tiếp xúc trực tiếp với ánh sáng mặt trời để tối ưu hóa.

1.1.1.2. Hệ thống sưởi ấm, làm mát và thông gió:

Tại Hoa Kỳ, hệ thống sưởi ấm, thông gió và điều hòa không khí (HVAC), chiếm 30% (4,65 EJ) năng lượng được sử dụng trong các tòa nhà thương mại và gần 50% (10,1 EJ) năng lượng sử dụng trong các tòa nhà dân cư. Công nghệ sưởi ấm, làm mát và thông gió năng lượng mặt trời có thể được sử dụng để bù đắp một phần năng lượng này.

Một ống khói năng lượng mặt trời (hoặc ống khói nhiệt) là một hệ thống thông gió năng lượng mặt trời thụ động bao gồm một trục thẳng đứng kết nối nội thất và ngoại thất của một tòa nhà. Do sự nóng lên của ống khói, không khí bên trong được đun nóng gây ra một *updrafft* kéo không khí thông qua tòa nhà. Hiệu suất có thể được cải thiện bằng cách sử dụng kính và vật liệu nhiệt khối theo cách bắt chước nhà kính.



Hình: Ngôi nhà mặt trời # 1 của Viện công nghệ Massachusetts tại Hoa Kỳ, được xây dựng vào năm 1939, sử dụng lưu trữ nhiệt theo mùa để sưởi ấm quanh năm.

1.1.1.3.Xử lý nước:

Chưng cất năng lượng mặt trời có thể được sử dụng để làm cho nước mặn hoặc nước lợ uống được.



Hình: Khử trùng nước năng lượng mặt trời tại Indonesia.

Khử trùng nước năng lượng mặt trời (SODIS) liên quan đến việc phơi sáng các chai nhựa polyethylene terephthalate (PET) đổ đầy nước dưới ánh sáng mặt trời trong vài giờ. Thời gian phơi sáng khác nhau tùy thuộc vào thời tiết và khí hậu từ tối thiểu là sáu giờ đến hai ngày trong điều kiện hoàn toàn u ám. Đó là khuyến cáo của Tổ chức Y tế Thế giới như là một phương pháp khả thi cho xử lý nước hộ gia đình và lưu trữ an toàn. Hơn hai triệu người ở các nước đang phát triển sử dụng phương pháp này đối với nước uống hàng ngày của họ.

Năng lượng mặt trời có thể được sử dụng trong một ao nước ổn định để điều trị nước thải mà không có hóa chất hoặc điện. Một lợi thế môi trường rằng tạo phát triển trong ao và tiêu thụ carbon dioxide trong quang hợp.

1.1.1.4. Nấu ăn:

Bếp năng lượng mặt trời sử dụng ánh sáng mặt trời để nấu nướng, làm khô và khử trùng. Chúng có thể được nhóm lại thành ba loại lớn: bếp hộp, bếp tấm và bếp phản xạ.

Bếp năng lượng mặt trời đơn giản nhất là bếp hộp đầu tiên được xây dựng bởi Horece de Saussure vào năm 1767. *Bếp hộp* cơ bản bao gồm một thùng cách nhiệt có nắp đậy trong suốt. Nó có thể được sử dụng hiệu quả với bầu trời u ám một phần và thường sẽ đạt đến nhiệt độ 90-150°C. Bếp tấm sử dụng một tấm phản chiếu ánh sáng mặt trời trực tiếp vào một thùng chứa cách nhiệt và đạt đến nhiệt độ so sánh với bếp hộp. Bếp phản xạ sử dụng các hình học khác nhau tập trung (đĩa, máng, gương Fresnel) để tập trung ánh sáng vào một bộ chứa nấu ăn. Các bếp này đạt đến nhiệt độ 315°C và cao hơn nhưng yêu cầu ánh sáng trực tiếp để hoạt động đúng và phải được thay đổi vị trí để theo dõi Mặt trời.

Bát năng lượng mặt trời là một công nghệ tập trung sử dụng các bếp năng lượng mặt trời *Auroville, Ấn Độ*. Nơi mà một bộ phản xạ tĩnh hình cầu tập trung ánh sáng dọc theo đường thẳng vuông góc nội thất các cửa hình cầu bề mặt, và một hệ thống điều khiển máy tính di chuyển bộ nhận để giao nhau đường này. Hơi nước được sản xuất trong bộ nhận ở nhiệt độ đạt 150°C và sau đó được sử dụng cho quá trình nhiệt trong nhà bếp.



*Hình: Bát năng lượng mặt trời tại Auroville, Ấn Độ
tập trung ánh sáng mặt trời trên một bộ thu lưu động để sản xuất hơi cho nấu ăn.*

Bếp phản xạ được phát triển bởi *Wolfgang Scheffler* vào năm 1986 được sử dụng nhiều trong nhà bếp năng lượng mặt trời. Bộ phản xạ *Scheffler* là các đĩa parabol linh hoạt kết hợp các khía cạnh của đáy và các bộ tập trung tháp năng lượng. Theo dõi cực được sử dụng để theo dõi quá trình hàng ngày của mặt trời và độ cong của phản xạ được điều chỉnh cho các thay đổi theo mùa trong góc tới của ánh sáng mặt trời. Những bộ phản xạ này có thể đạt được nhiệt độ 450-650°C và có một điểm tiêu cự cố định, đơn giản hoá việc nấu ăn. Hệ thống bộ phản xạ *Scheffler* lớn nhất Thế giới tại *Abu Road, Rajasthan, Ấn Độ* có khả năng nấu tới 35.000 suất ăn mỗi ngày. Trong năm 2008, hơn 2.000 lò nấu *Scheffler* lớn đã được xây dựng trên toàn Thế giới.

1.1.1.5. Nhiệt quy trình:

Công nghệ năng lượng mặt trời tập trung như đĩa *parabol*, máng và bộ phản xạ *Scheffler* có thể cung cấp nhiệt quá trình cho các ứng dụng thương mại và công nghiệp. Hệ thống thương mại đầu tiên là *Dự án Năng lượng Tổng số Mặt Trời (STEP) ở Shenandoah, Georgia, Mỹ* - một khu vực của 114 đĩa parabol cung cấp 50% của các quá trình làm nóng, điều hòa không khí và yêu cầu điện cho một nhà máy sản xuất quần áo. Hệ thống này đồng phát kết nối lưới điện cung cấp 400 kW điện cộng với năng lượng nhiệt dưới dạng hơi nước 401 kW và 468 kW nước lạnh, và có một tải trọng lưu trữ cao điểm một giờ nhiệt.

1.1.2. Điện mặt trời:



Hình: Các PS10 tập trung ánh sáng mặt trời từ cánh đồng heliostats trên một tháp trung tâm.

Điện mặt trời là việc chuyển đổi ánh sáng mặt trời thành điện, hoặc trực tiếp bằng cách sử dụng quang điện (PV), hoặc gián tiếp bằng cách sử dụng điện mặt trời tập trung (CSP). Hệ thống CSP sử dụng ống kính, gương và các hệ thống theo dõi để tập trung một khu vực rộng lớn của ánh sáng mặt trời vào một chùm nhỏ. PV chuyển đổi ánh sáng thành dòng điện bằng cách sử dụng hiệu ứng quang điện. (Hình 1.1.6a)

Các nhà máy CSP thương mại được phát triển đầu tiên vào những năm 1980, và lắp đặt CSP SEGS 354 MW là nhà máy điện mặt trời lớn nhất trên Thế giới và nằm ở sa mạc Mojave của California. Các nhà máy CSP lớn khác bao gồm Nhà máy điện mặt trời Solnova (150 MW) và Nhà máy điện mặt trời Andasol (100 MW), cả hai ở Tây Ban Nha.

1.1.2.1. Điện mặt trời tập trung:

Các hệ thống điện mặt trời tập trung (CSP) sử dụng ống kính, gương và các hệ thống theo dõi để tập trung một khu vực rộng lớn của ánh sáng mặt trời vào một chùm nhỏ. Nhiệt tập trung sau đó được sử

dụng như một nguồn năng lượng cho một nhà máy điện thông thường. Một loạt các công nghệ tập trung tồn tại, phát triển nhất là máng parabol tập trung phản xạ tuyến tính Fresnel, đĩa Stirling và các tháp điện mặt trời. Kỹ thuật khác nhau được sử dụng để theo dõi Mặt trời và tập trung ánh sáng. Trong tất cả các hệ thống này một chất lỏng làm việc được làm nóng bởi ánh sáng mặt trời tập trung, và sau đó được sử dụng để phát điện hoặc lưu trữ năng lượng.

1.1.2.2. Pin quang điện:



Hình: Công viên quang điện Lieberose 71,8 MW tại Đức.

Pin mặt trời, hay tế bào quang điện (PV), tế bào năng lượng mặt trời là một thiết bị chuyển đổi ánh sáng thành dòng điện bằng cách sử dụng hiệu ứng quang điện. Các tế bào năng lượng mặt trời đầu tiên được xây dựng bởi Charles Fritts trong những năm 1880. Năm 1931, một kỹ sư người Đức, tiến sĩ Bruno Lange, phát triển một tế bào hình ảnh bằng cách sử dụng selenua bạc ở vị trí của oxit đồng. Mặc dù tế bào selenium nguyên mẫu chuyển đổi ít hơn 1% ánh sáng tới thành điện năng, cả hai Ernst Werner von Siemens và James Clerk Maxwell đều nhận ra tầm quan trọng của phát hiện này. Sau công trình của Russell Ohl trong những năm 1940, các nhà nghiên cứu Gerald Pearson, Calvin Fuller và Daryl Chapin tạo ra tế bào năng lượng mặt trời silicon vào năm 1954. Những tế bào năng lượng mặt trời ban đầu có giá 286 USD mỗi watt và đạt hiệu suất 4,5-6%. (Hình 1.2.2a)

1.1.3. Hóa học năng lượng mặt trời:

Quá trình hóa học năng lượng mặt trời sử dụng năng lượng mặt trời để dẫn dắt phản ứng hóa học. Các quá trình này đã bù đắp năng lượng mà nếu không sẽ phải đến từ nguồn nhiên liệu hóa thạch và

cũng có thể chuyển đổi năng lượng mặt trời thành nhiên liệu thỏa mãn điều kiện lưu trữ và vận chuyển. Năng lượng mặt trời gây ra các phản ứng hóa học có thể được chia thành nhiệt hóa hoặc quang hóa. Một loạt nhiên liệu có thể được sản xuất bởi quang hợp nhân tạo. Xúc tác hóa học đa điện tử liên quan trong việc đưa ra các nhiên liệu carbon (như methanol) từ giảm lượng khí carbon dioxide là một thách thức, một sự thay thế khả thi là hydrogen sản xuất từ proton, mặc dù sử dụng nước như là nguồn gốc của các điện tử (như các nhà máy) đòi hỏi phải làm chủ quá trình oxy hóa đa điện tử của hai phân tử nước oxy phân tử.

Công nghệ sản xuất Hydrogen là một khu vực quan trọng của nghiên cứu hóa học năng lượng mặt trời từ những năm 1970. Ngoài điện phân điều khiển bởi các tế bào quang điện hoặc tế bào hóa nhiệt, quy trình nhiệt hóa cũng đã được khám phá. Một cách như vậy sử dụng các bộ tập trung để phân tách nước thành oxy và hydro ở nhiệt độ cao (2300-2.600°C). Cách tiếp cận khác sử dụng nhiệt từ các bộ tập trung năng lượng mặt trời để lái xe hơi nước tái tạo hơi khí tự nhiên do đó làm tăng tổng sản lượng hydro so với phương pháp tái tạo thông thường. Chu kỳ nhiệt hóa đặc trưng bởi sự phân hủy và tái sinh của chất phản ứng trình bày một con đường khác để sản xuất hydro. Quá trình Solzinc được phát triển tại *Viện khoa học Weizmann* sử dụng một lò năng lượng mặt trời 1 MW để phân hủy *oxide kẽm* (ZnO) ở nhiệt độ trên 1200°C. Phản ứng này ban đầu sản xuất kẽm tinh khiết, sau đó có thể phản ứng với nước để sản xuất hydro.

Công nghệ Sunshine to Petrol (S2P) của Sandia sử dụng nhiệt độ cao tạo ra bằng cách tập trung ánh sáng mặt trời cùng với một chất xúc tác zirconia/ferrite để phá vỡ dioxide carbon trong khí quyển thành oxy và carbon monoxide (CO). Khí carbon monoxide sau đó có thể được sử dụng để tổng hợp các nhiên liệu thông thường chẳng hạn như methanol, xăng và nhiên liệu phản lực.

Một thiết bị quang điện hóa là một loại pin, trong đó các dung dịch tế bào (hoặc tương đương) tạo ra các sản phẩm hóa học trung gian giàu năng lượng khi được chiếu sáng. Những sản phẩm hóa học trung gian giàu năng lượng có khả năng có thể được lưu trữ và sau đó phản ứng tại điện cực để tạo ra một điện thế. Tế bào hóa học ferric-thionine là một ví dụ của công nghệ này.

Tế bào điện hóa hay các PEC bao gồm một chất bán dẫn, thường là titanium dioxide hoặc các titanate có liên quan, đắm mình trong điện phân. Khi chất bán dẫn được chiếu sáng một điện thế được phát triển. Có hai loại tế bào điện hóa: tế bào quang điện chuyển đổi ánh sáng thành điện và các tế bào quang sử dụng ánh sáng để điều khiển các phản ứng hóa học như phản ứng điện phân.

Một tế bào kết hợp nhiệt/quang hóa cũng đã được đề xuất. Quá trình Stanford PETE sử dụng năng lượng nhiệt mặt trời để tăng nhiệt độ của một kim loại nhiệt khoảng 800C để tăng tốc độ sản xuất của điện lực để điện giải CO₂ trong khí quyển thành carbon hoặc carbon monoxide sau đó chúng có thể được sử dụng để sản xuất nhiên liệu, và nhiệt dư cũng có thể được sử dụng.

1.1.4. Xe năng lượng mặt trời:



Hình: Úc tổ chức chương trình Thách thức Mặt trời Thế giới nơi mà những chiếc xe năng lượng mặt trời như xe đua Nuna3 thông qua một cuộc đua 3.021 km (1.877 mi) từ Darwin tới Adelaide.

Phát triển của một chiếc xe sử dụng năng lượng mặt trời đã được một mục tiêu kỹ thuật từ những năm 1980. *Thách thức Mặt trời* là một cuộc đua xe năng lượng mặt trời định kỳ sáu tháng, nơi các đội từ các trường đại học và doanh nghiệp đua tài trên đoạn đường 3.021km (1.877 mi) qua trung tâm nước Úc-Darwin tới Adelaide. Năm 1987, khi nó được thành lập, tốc độ trung bình của người chiến thắng là 67km/h (42 mph) và vào năm 2007 tốc độ trung bình của người chiến thắng đã được cải thiện đến 9.087km/h (5.646,40 mph).

Một số xe sử dụng các tấm pin mặt trời năng lượng phụ trợ, chẳng hạn như cho điều hòa không khí, để giữ cho nội thất mát mẻ, do đó giảm nhiên liệu.

Năm 1975, thuyền năng lượng mặt trời thực tế đầu tiên được xây dựng ở Anh. Năm 1995, tàu thuyền chở khách kết hợp các tấm PV bắt đầu xuất hiện và được sử dụng rộng rãi. Năm 1996, Kenichi Horie thực

hiện chuyển vượt biển năng lượng mặt trời đầu tiên qua *Thái Bình Dương*, và chiếc bè “*Sun21*” thực hiện chuyển vượt biển năng lượng mặt trời đầu tiên qua *Đại Tây Dương* trong mùa đông 2006-2007. Có các kế hoạch đi vòng quanh Thế giới trong năm 2010.



Hình: Helios UAV trong chuyến bay sử dụng năng lượng mặt trời.

Năm 1974, các máy bay không người lái *AstroFlight Sunrise* thực hiện chuyến bay năng lượng mặt trời đầu tiên. Ngày 29 tháng 4 năm 1979, *Solar Riser* thực hiện chuyến bay đầu tiên bằng năng lượng mặt trời, hoàn toàn được kiểm soát, máy bay mang theo con người, đạt độ cao 40 foot (12m). Năm 1980, *Gossamer Penguin* thực hiện các chuyến bay thử nghiệm đầu tiên chỉ sử dụng pin quang điện. Điều này đã được nhanh chóng theo sau bởi *Solar Challenger* vượt qua eo biển *Anh* trong tháng 7 năm 1981. Năm 1990, *Eric Scott Raymond* trong 21 bước nhảy đã bay từ *California* đến Bắc *Carolina* bằng cách sử dụng năng lượng mặt trời. Sự phát triển sau đó quay trở lại với phương tiện bay không người lái (UAV) *Pathfinder* (1997) và các thiết kế tiếp theo, mà đỉnh cao là *Helios* đã thiết lập kỷ lục độ cao cho một máy bay không được đẩy bằng tên lửa tại 29.524 mét (96.864 ft) năm 2001. Các *Zephyr*, phát triển bởi *BAE Systems* là thứ mới nhất trong dòng máy bay năng lượng mặt trời phá kỷ lục, thực hiện chuyến bay 54 giờ trong năm 2007, chuyến bay kéo dài hàng tháng cho tới năm 2010.

Khí cầu độ cao lớn (HAA) là một phương tiện vận tải nhẹ hơn không khí, không người lái, thời gian dài, sử dụng khí helium để nâng, và tế bào năng lượng mặt trời lớp mỏng làm động lực.

1.2. Phương pháp lưu trữ năng lượng:



Hình: Hệ thống lưu trữ nhiệt của Solar Two tạo ra điện trong thời tiết nhiều mây và vào ban đêm.

Các vật liệu thay đổi pha như sáp *paraffin* và muối *Glauber* là một phương tiện lưu trữ nhiệt khác. Những vật liệu này rẻ tiền, sẵn có, và có thể cung cấp nhiệt độ trong nhà hữu ích (khoảng 64° C). “Ngôi nhà Dover” (tại Dover, Massachusetts) là ngôi nhà đầu tiên sử dụng một hệ thống sưởi ấm muối *Glauber*, vào năm 1948.

Năng lượng mặt trời có thể được lưu trữ ở nhiệt độ cao bằng cách sử dụng muối nóng chảy. Muối là một phương tiện lưu trữ có hiệu quả bởi vì chúng có chi phí thấp, có nhiệt dung riêng cao và có thể cung cấp nhiệt ở nhiệt độ tương thích với các hệ thống điện thông thường. *Solar Two* sử dụng phương pháp lưu trữ năng lượng này, cho phép nó lưu trữ 1,44TJ trong bể chứa 68m³ của nó với một hiệu quả lưu trữ hàng năm khoảng 99%.

Các hệ thống PV không nối lưới có truyền thống sử dụng pin sạc được để lưu trữ điện dư thừa. Với các hệ thống nối lưới, điện dư thừa có thể được gửi đến lưới truyền tải, trong khi điện lưới tiêu chuẩn có thể được sử dụng để đáp ứng thiếu hụt.

Thủy điện tích năng lưu trữ năng lượng trong các hình thức của nước bơm khi năng lượng có sẵn từ một hồ chứa độ cao thấp lên độ cao cao hơn. Năng lượng bị thu hồi khi nhu cầu cao bằng cách xả nước để chạy thông qua một máy phát điện thủy điện.

1.3. Phát triển, triển khai và kinh tế:

Bắt đầu với việc tăng sử dụng than đi kèm với Cách mạng công nghiệp, tiêu thụ năng lượng đã dần dần chuyển từ gỗ và sinh khối về nhiên liệu hóa thạch. Sự phát triển sớm của các công nghệ năng lượng mặt trời bắt đầu vào những năm 1860 được thúc đẩy bởi một kỳ vọng rằng than sẽ sớm trở nên khan hiếm. Tuy nhiên, phát triển các công nghệ năng lượng mặt trời trì trệ trong những năm đầu thế kỷ 20 khi đối mặt với sự sẵn có ngày càng tăng, tính kinh tế, và sự tiện dụng của than và dầu mỏ.

Lệnh cấm vận dầu 1973 và cuộc khủng hoảng năng lượng 1979 gây ra sự tổ chức lại chính sách năng lượng trên toàn Thế giới và mang lại sự chú ý đổi mới để phát triển công nghệ năng lượng mặt trời. Chiến lược triển khai tập trung vào các chương trình khuyến khích, chẳng hạn như chương trình: “*Sử dụng quang điện*” liên bang ở Mỹ và chương trình: “*Sunshine*” tại Nhật Bản. Những nỗ lực khác bao gồm việc hình thành các cơ sở nghiên cứu ở Mỹ (SERI, NREL), Nhật Bản (NEDO), và Đức (Viện các hệ thống năng lượng mặt trời Fraunhofer ISE).

Phát triển trong lĩnh vực nước nóng năng lượng mặt trời tiến triển đều đặn trong suốt những năm 1990 và tỷ lệ tăng trưởng trung bình 20% mỗi năm kể từ năm 1999. Mặc dù thường bị đánh giá thấp, đun nước nóng và làm mát năng lượng mặt trời đến nay là công nghệ năng lượng mặt trời được triển khai rộng rãi nhất với công suất ước tính khoảng 154 GW năm 2007.

1.4. Tại Việt Nam:

Vị trí địa lý đã ưu ái cho Việt Nam một nguồn năng lượng tái tạo vô cùng lớn, đặc biệt là năng lượng mặt trời. Trải dài từ vĩ độ 23023' Bắc đến 8027' Bắc, Việt Nam nằm trong khu vực có cường độ bức xạ mặt trời tương đối cao. Trong đó, nhiều nhất phải kể đến thành phố Hồ Chí Minh, tiếp đến là các vùng Tây Bắc (Lai Châu, Sơn La, Lào Cai) và vùng Bắc Trung Bộ (Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh)...

Theo ông Nguyễn Đức Cường – Phụ trách Trung tâm Năng lượng tái tạo và CDM - Viện Năng lượng (EVN), “rào cản” lớn nhất của vấn đề này bắt nguồn từ kinh phí. Dù năng lượng mặt trời ở dạng “nguyên liệu thô”, nhưng chi phí đầu tư để khai thác, sử dụng lại rất cao do công nghệ, thiết bị sản xuất đều nhập từ nước ngoài. Phần lớn những dự án điện mặt trời đã và đang triển khai đều sử dụng nguồn vốn tài trợ hoặc vốn vay nước ngoài. Do đó, mới chỉ có một vài tổ chức, viện nghiên cứu và các trường đại học tham gia, còn phía doanh nghiệp, cá nhân vẫn chưa “mặn mà” với việc ứng dụng, sản xuất cũng như sử dụng các thiết bị năng lượng mặt trời.



Hình: Tòa nhà của Tập đoàn Tuần Ân (Q.Bình Tân, TP.HCM), công suất 12.6kWp.

2. Năng lượng gió: [\[Trở về\]](#)

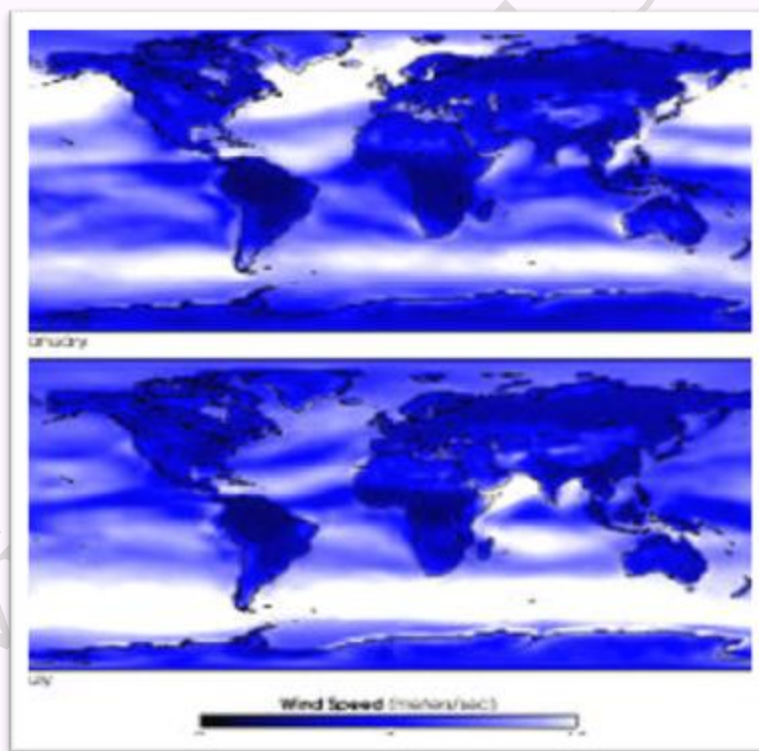
Năng lượng gió là động năng của không khí di chuyển trong bầu khí quyển Trái Đất. Năng lượng gió là một hình thức gián tiếp của năng lượng mặt trời. Sử dụng năng lượng gió là một trong các cách lấy năng lượng xa xưa nhất từ môi trường tự nhiên và đã được biết đến từ thời kỳ Cổ đại.



Hình: Tước bin gió ở Tây Ban Nha.

2.1. Sự hình thành năng lượng gió:

Bức xạ Mặt Trời chiếu xuống bề mặt Trái Đất không đồng đều làm cho bầu khí quyển, nước và không khí nóng không đều nhau. Một nửa bề mặt của Trái Đất, mặt ban đêm, bị che khuất không nhận được bức xạ của Mặt Trời và thêm vào đó là bức xạ Mặt Trời ở các vùng gần xích đạo nhiều hơn là ở các cực, do đó có sự khác nhau về nhiệt độ và vì thế là khác nhau về áp suất mà không khí giữa xích đạo và 2 cực cũng như không khí giữa mặt ban ngày và mặt ban đêm của Trái Đất di động tạo thành gió. Trái Đất xoay tròn cũng góp phần vào việc làm xoáy không khí và vì trục quay của Trái Đất nghiêng đi (so với mặt phẳng do quỹ đạo Trái Đất tạo thành khi quay quanh Mặt Trời) nên cũng tạo thành các dòng không khí theo mùa.

*Hình: Bản đồ vận tốc gió theo mùa.*

Do bị ảnh hưởng bởi hiệu ứng Coriolis được tạo thành từ sự quay quanh trục của Trái Đất nên không khí đi từ vùng áp cao đến vùng áp thấp không chuyển động thẳng mà tạo thành các cơn gió xoáy có chiều xoáy khác nhau giữa Bắc bán cầu và Nam bán cầu. Nếu nhìn từ vũ trụ thì trên Bắc bán cầu không

khí di chuyển vào một vùng áp thấp ngược với chiều kim đồng hồ và ra khỏi một vùng áp cao theo chiều kim đồng hồ. Trên Nam bán cầu thì chiều hướng ngược lại.

Ngoài các yếu tố có tính toàn cầu trên gió cũng bị ảnh hưởng bởi địa hình tại từng địa phương. Do nước và đất có nhiệt dung khác nhau nên ban ngày đất nóng lên nhanh hơn nước, tạo nên khác biệt về áp suất và vì thế có gió thổi từ biển hay hồ vào đất liền. Vào ban đêm đất liền nguội đi nhanh hơn nước và hiệu ứng này xảy ra theo chiều ngược lại.

2.2. Vật lý học về năng lượng gió:

Năng lượng gió là động năng của không khí chuyển động với vận tốc v . Khối lượng đi qua một mặt phẳng hình tròn vuông góc với chiều gió trong thời gian t là:

$$m = \rho V = \rho \cdot A v t = \rho \cdot \pi r^2 v t$$

với ρ là tỷ trọng của không khí, V là thể tích khối lượng không khí đi qua mặt cắt ngang hình tròn diện tích A , bán kính r trong thời gian t .

Vì thế động năng E (kin) và công suất P của gió là:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{\pi}{2} \rho r^2 t \cdot v^3$$

$$P = \frac{E_{kin}}{t} = \frac{\pi}{2} \rho r^2 \cdot v^3$$

Điều đáng chú ý là công suất gió tăng theo lũy thừa 3 của vận tốc gió và vì thế vận tốc gió là một trong những yếu tố quyết định khi muốn sử dụng năng lượng gió.

Công suất gió có thể được sử dụng, thí dụ như thông qua một tuốc bin gió để phát điện, nhỏ hơn rất nhiều so với năng lượng của luồng gió vì vận tốc của gió ở phía sau một tuốc bin không thể giảm xuống bằng không. Trên lý thuyết chỉ có thể lấy tối đa là 59,3% năng lượng tồn tại trong luồng gió. Trị giá của tỷ lệ giữa công suất lấy ra được từ gió và công suất tồn tại trong gió được gọi là hệ số Betz, do *Albert Betz* tìm ra vào năm 1926.

Có thể giải thích một cách dễ hiểu như sau: Khi năng lượng được lấy ra khỏi luồng gió, gió sẽ chậm lại. Nhưng vì khối lượng dòng chảy không khí đi vào và ra một tuốc bin gió phải không đổi nên luồng gió đi ra với vận tốc chậm hơn phải mở rộng tiết diện mặt cắt ngang. Chính vì lý do này mà biến đổi hoàn

toàn năng lượng gió thành năng lượng quay thông qua một tuốc bin gió là điều không thể được. Trường hợp này đồng nghĩa với việc là lượng không khí phía sau một tuốc bin gió phải đứng yên.

2.3. Sử dụng năng lượng gió:

Năng lượng gió đã được sử dụng từ hằng trăm năm nay. Con người đã dùng năng lượng gió để di chuyển thuyền buồm hay khinh khí cầu, ngoài ra năng lượng gió còn được sử dụng để tạo công cơ học nhờ vào các cối xay gió.

Ý tưởng dùng năng lượng gió để sản xuất điện hình thành ngay sau các phát minh ra điện và máy phát điện. Lúc đầu nguyên tắc của cối xay gió chỉ được biến đổi nhỏ và thay vì là chuyển đổi động năng của gió thành năng lượng cơ học thì dùng máy phát điện để sản xuất năng lượng điện. Khi bộ môn cơ học dòng chảy tiếp tục phát triển thì các thiết bị xây dựng và hình dáng của các cánh quạt cũng được chế tạo đặc biệt hơn. Ngày nay người ta gọi đó tuốc bin gió, khái niệm cối xay gió không còn phù hợp nữa vì chúng không còn có thiết bị nghiền. Từ sau những cuộc khủng hoảng dầu trong thập niên 1970 việc nghiên cứu sản xuất năng lượng từ các nguồn khác được đẩy mạnh trên toàn Thế giới, kể cả việc phát triển các tuốc bin gió hiện đại.

2.4. Sản xuất điện từ năng lượng gió:

Vì gió không thổi đều đặn nên năng lượng điện phát sinh từ các tuốc bin gió chỉ có thể được sử dụng kết hợp chung với các nguồn năng lượng khác để cung cấp năng lượng liên tục. Tại châu Âu, các tuốc bin gió được nối mạng toàn châu Âu, nhờ vào đó mà việc sản xuất điện có thể được điều hòa một phần. Một khả năng khác là sử dụng các nhà máy phát điện có bơm trữ để bơm nước vào các bồn chứa ở trên cao và dùng nước để vận hành tuốc bin khi không đủ gió. Xây dựng các nhà máy điện có bơm trữ này là một tác động lớn vào thiên nhiên vì phải xây chúng trên các đỉnh núi cao.

Mặt khác vì có ánh sáng Mặt Trời nên gió thổi vào ban ngày thường mạnh hơn vào đêm và vì vậy mà thích ứng một cách tự nhiên với nhu cầu năng lượng nhiều hơn vào ban ngày. Công suất dự trữ phụ thuộc vào độ chính xác của dự báo gió, khả năng điều chỉnh của mạng lưới và nhu cầu dùng điện. (Đọc thêm thông tin trong bài tuốc bin gió).

Người ta còn có một công nghệ khác để tích trữ năng lượng gió. Cánh quạt gió sẽ được truyền động trực tiếp để quay máy nén khí. Động năng của gió được tích lũy vào hệ thống nhiều bình khí nén. Hệ thống hàng loạt bình khí nén này sẽ được luân phiên tuần tự phun vào các turbine để quay máy phát điện. Như vậy năng lượng gió được lưu trữ và sử dụng ổn định hơn (dù gió mạnh hay gió yếu thì khí vẫn

luôn được nén vào bình, và người ta sẽ dễ dàng điều khiển cường độ và lưu lượng khí nén từ bình phun ra), hệ thống các bình khí nén sẽ được nạp khí và xả khí luân phiên để đảm bảo sự liên tục cung cấp năng lượng quay máy phát điện (khi 1 bình đang xả khí quay máy phát điện thì các bình khác sẽ đang được cánh quạt gió nạp khí nén vào).



Hình: Chi tiết các bộ phận của một turbin gió.

(1) Lưỡi quạt, (2) Đầu rotor, (3) Pitch, (4) Thắng thủy lực, (5) Trục quay nhanh, (6) Hộp điều tốc, (7) Máy phát điện, (8) Bộ điều khiển, (9) Đo gió, (10) Van gió, (11) Hộp động cơ, (12) Trục quay nhanh, (13) Yaw drive, (14) Yaw motor, (15) Cột chống.

Nếu cộng tất cả các chi phí bên ngoài (kể cả các tác hại đến môi trường thí dụ như vì thải các chất độc hại) thì năng lượng gió bên cạnh sức nước là một trong những nguồn năng lượng rẻ tiền nhất.

2.4.1. Khuyến khích sử dụng năng lượng gió:

Phát triển năng lượng gió được tài trợ tại nhiều nước không phụ thuộc vào đường lối chính trị, như thông qua việc hoàn trả thuế (PTC tại Hoa Kỳ), các mô hình hạn ngạch hay đấu thầu (như tại Anh, Ý) hay thông qua các hệ thống giá tối thiểu (như Đức, Tây Ban Nha, Áo, Pháp, Bồ Đào Nha, Hy Lạp). Hệ thống giá tối thiểu ngày càng phổ biến và đã đạt được một giá điện bình quân thấp hơn trước, khi công suất các nhà máy lắp đặt cao hơn.

Trên nhiều thị trường điện, năng lượng gió phải cạnh tranh với các nhà máy điện mà một phần đáng kể đã được khấu hao toàn bộ từ lâu, bên cạnh đó công nghệ này còn tương đối mới. Vì thế mà tại Đức có đền bù giá giảm dần theo thời gian từ những nhà cung cấp năng lượng thông thường dưới hình thức Luật năng lượng tái sinh, tạo điều kiện cho ngành công nghiệp trẻ này phát triển. Bộ luật này quy định giá tối thiểu mà các doanh nghiệp vận hành lưới điện phải trả cho các nhà máy sản xuất điện từ năng lượng tái sinh. Mức giá được ấn định giảm dần theo thời gian.

Bên cạnh việc phá hoại phong cảnh tự nhiên những người chống năng lượng gió cũng đưa ra thêm các lý do khác như thiếu khả năng trữ năng lượng và chi phí cao hơn trong việc mở rộng mạng lưới tải điện cũng như cho năng lượng điều chỉnh.

2.4.2. Thống kê:

Đức và sau đó là Tây Ban Nha, Hoa Kỳ, Đan Mạch và Ấn Độ là những quốc gia sử dụng năng lượng gió nhiều nhất trên Thế giới.

2.4.2.1. Công suất định mức lắp đặt trên Thế giới:

Trong số 20 thị trường lớn nhất trên Thế giới, chỉ riêng châu Âu đã có 13 nước với Đức là nước dẫn đầu về công suất của các nhà máy dùng năng lượng gió với khoảng cách xa so với các nước còn lại. Tại Đức, Đan Mạch và Tây Ban Nha việc phát triển năng lượng gió liên tục trong nhiều năm qua được nâng đỡ bằng quyết tâm chính trị. Nhờ vào đó mà một ngành công nghiệp mới đã phát triển tại 3 quốc gia này. Công nghệ Đức (bên cạnh các phát triển mới từ Đan Mạch và Tây Ban Nha) đã được sử dụng trên thị trường nhiều hơn trong những năm vừa qua.

Năm 2007 Thế giới đã xây mới được khoảng 20073 MW điện, trong đó Mỹ với 5244 MW, Tây Ban Nha 3522MW, Trung Quốc 3449 MW, 1730 MW ở Ấn Độ và 1667 ở Đức, nâng công suất định mức của các nhà máy sản xuất điện từ gió lên 94.112 MW. Công suất này có thể thay đổi dựa trên sức gió qua các năm, các nước, các vùng.

Số thứ tự	Quốc gia	Công suất (MW)
1	Đức	22.247
2	Mỹ	16.818
3	Tây Ban Nha	15.145
4	Ấn Độ	8.000
5	Trung Quốc	6.050
6	Đan Mạch	3.125
7	Ý	2.726

8	Pháp	2.454
9	Anh	2.389
10	Bồ Đào Nha	2.150
11	Canada	1.846
12	Hà Lan	1.746
13	Nhật	1.538
14	Áo	982
15	Hy Lạp	871
16	Úc	824
17	Ailen	805
18	Thụy Điển	788
19	NaUy	333
20	New Zealand	322
	Những nước khác	2.953
	Thế giới	94.112

Nguồn: World Wind Energy Association, thời điểm: Cuối 2007 và dịch từ Wikipedia Đức.

2.5. Tại Việt Nam:

Nằm trong khu vực cận nhiệt đới gió mùa với bờ biển dài, Việt Nam có một thuận lợi cơ bản để phát triển năng lượng gió. So sánh tốc độ gió trung bình trong vùng Biển Đông Việt Nam và các vùng biển lân cận cho thấy gió tại Biển Đông khá mạnh và thay đổi nhiều theo mùa.

Ở Việt Nam, các khu vực có thể phát triển năng lượng gió không trải đều trên toàn bộ lãnh thổ. Với ảnh hưởng của gió mùa thì chế độ gió cũng khác nhau. Nếu ở phía bắc đèo Hải Vân thì mùa gió mạnh chủ yếu trùng với mùa gió đông bắc, trong đó các khu vực giàu tiềm năng nhất là Quảng Ninh, Quảng Bình, và Quảng Trị. Ở phần phía nam đèo Hải Vân, mùa gió mạnh trùng với mùa gió tây nam, và các vùng tiềm năng nhất thuộc cao nguyên Tây Nguyên, các tỉnh ven biển đồng bằng sông Cửu Long, và đặc biệt là khu vực ven biển của hai tỉnh Bình Thuận, Ninh Thuận.

Mặc dù có nhiều thuận lợi như đã nêu trên, nhưng khi nói đến năng lượng gió, chúng ta cần phải lưu ý một số đặc điểm riêng để có thể phát triển nó một cách có hiệu quả nhất. Nhược điểm lớn nhất của năng lượng gió là sự phụ thuộc vào điều kiện thời tiết và chế độ gió. Vì vậy khi thiết kế, cần nghiên cứu hết sức nghiêm túc chế độ gió, địa hình cũng như loại gió không có các dòng rối vốn ảnh hưởng không tốt đến máy phát. Cũng vì lý do phụ thuộc trên, năng lượng gió tuy ngày càng hữu dụng nhưng không thể là loại năng lượng chủ lực. Tuy nhiên, khả năng kết hợp giữa điện gió và thủy điện tích năng lại mở ra cơ hội cho chúng ta phát triển năng lượng ở các khu vực như Tây Nguyên vốn có lợi thế ở cả hai loại hình này. Một điểm cần lưu ý nữa là các trạm điện gió sẽ gây ô nhiễm tiếng ồn trong khi vận hành cũng

như phá vỡ cảnh quan tự nhiên và có thể ảnh hưởng đến tín hiệu của các sóng vô tuyến. Do đó, khi xây dựng các khu điện gió cần tính toán khoảng cách hợp lý đến các khu dân cư, khu du lịch để không gây những tác động tiêu cực.



Hình: Những “cối xay gió” hiện đại đầu tiên tại Tuy Phong, Bình Thuận.

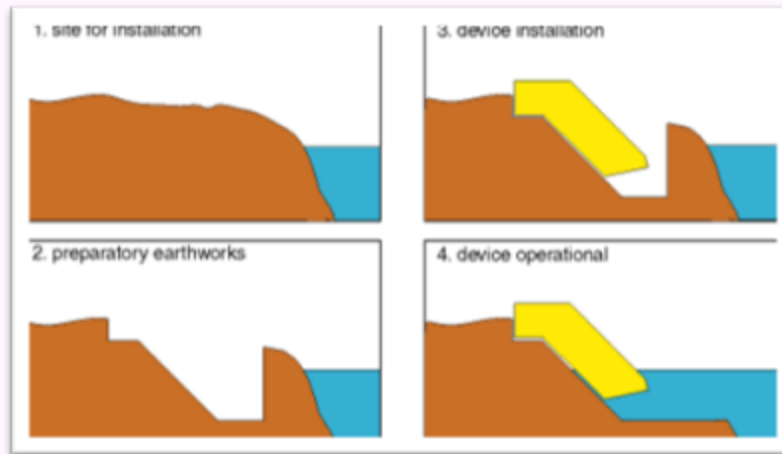
3. Năng lượng thủy triều: [\[Trở về\]](#)

Năng lượng thủy triều hay điện thủy triều là lượng điện thu được từ năng lượng chứa trong khối nước chuyển động do thủy triều. Hiện nay một số nơi trên Thế giới đã triển khai hệ thống máy phát điện sử dụng năng lượng thủy triều.

3.1. Nguyên lý vận hành:

Để thu được năng lượng từ sóng, người ta sử dụng phương pháp dao động cột nước. Sóng chảy vào bờ biển, đẩy mực nước lên trong một phòng rộng được xây dựng bên trong dải đất ven bờ biển, một phần bị chìm dưới mặt nước biển. Khi nước dâng, không khí bên trong phòng bị đẩy ra theo một lỗ trống vào một tua bin. Khi sóng rút đi, mực nước hạ xuống bên trong phòng hút không khí đi qua tua bin theo hướng ngược lại. Tua bin xoay tròn làm quay một máy phát để sản xuất điện.

Điểm mấu chốt của hệ thống là việc sử dụng một thiết bị gọi là tua bin, có các cánh quay theo cùng một hướng, bất chấp hướng chuyển động của luồng khí. Máy Limpet hiện được xem là nền tảng tốt nhất để thúc đẩy sự phát triển trong công nghệ khai thác năng lượng từ sóng.



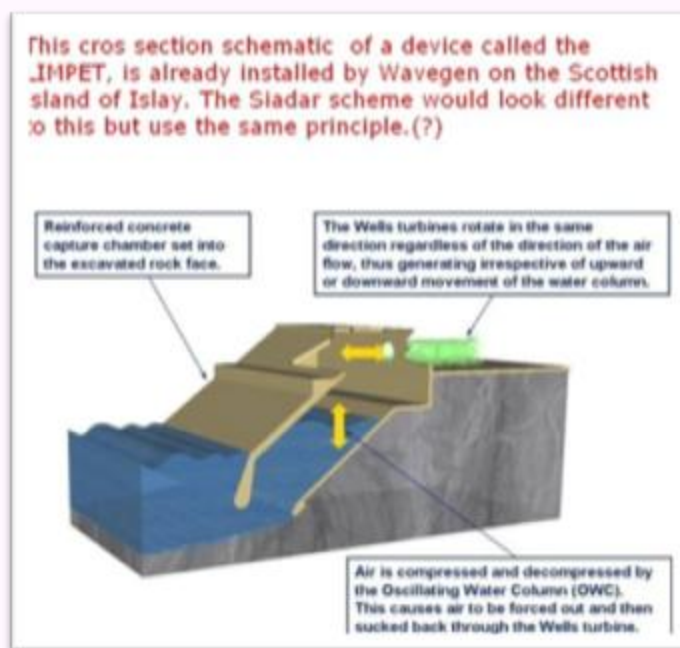
Hình: Hệ thống Limpet.

3.2. Hệ thống Limpet:

Hệ thống Limpet là một ví dụ điển hình về khai thác dạng năng lượng này. Hệ thống hoạt động theo nguyên lý như sau:

- *Lúc thủy triều thấp*: chu trình nạp.
- *Thủy triều lên cao*: chu trình nén.
- *Thủy triều xuống thấp*: chu trình xả, kết thúc và nạp cho chu kỳ tiếp theo.

Sự thay đổi chiều cao cột nước làm quay tua bin tạo ra điện năng, mỗi máy Limpet có thể đạt từ 250 KW đến 500 KW. Trong nhiều thập kỷ, các nhà khoa học đã cố công biến năng lượng sóng thành năng lượng có ích. Nhưng các cơn sóng quá phân tán, nên rất khó khai thác một cách kinh tế. Hiện nay đã có công ty lắp đặt hệ thống thương mại trên Thế giới sản xuất điện trực tiếp từ sóng biển.



Hình: Hệ thống Limpet.

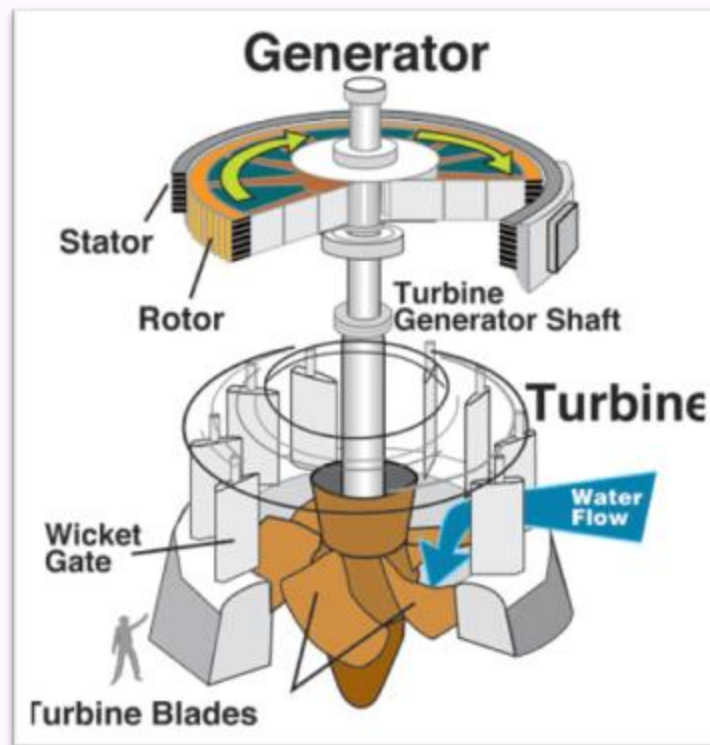
3.3. Tại Việt Nam:

Việt Nam bờ biển dài trên 3.200 km, đứng thứ 32 trong tổng số 156 quốc gia có biển. Do đó nước ta có tiềm năng năng lượng biển rất lớn.

Về năng lượng thủy triều thì chúng ta có hai vùng khả quan. Thứ nhất là Quảng Ninh, có thủy triều lên đến 4 mét. Thứ hai là ở Đồng bằng Nam Bộ, thủy triều vào khoảng 3 mét. Nhưng thực ra thủy triều 3 hoặc 4 mét nước thì cũng không tự tạo ra dòng điện để đưa vào lưới điện được mà còn cần những yếu tố khác nữa. Chúng tôi cho rằng ở Việt Nam năng lượng thủy triều nên được khai thác dưới dạng cục bộ, ví dụ những nhà máy năng lượng nhỏ để phục vụ cho từng đảo. Chúng ta chưa thể sớm khai thác năng lượng thủy triều ở quy mô công nghiệp.

Nhưng do thời gian và kinh phí có hạn nên năng lượng thủy triều vẫn đang là đối tượng nghiên cứu và thí nghiệm trên qui mô nhỏ.

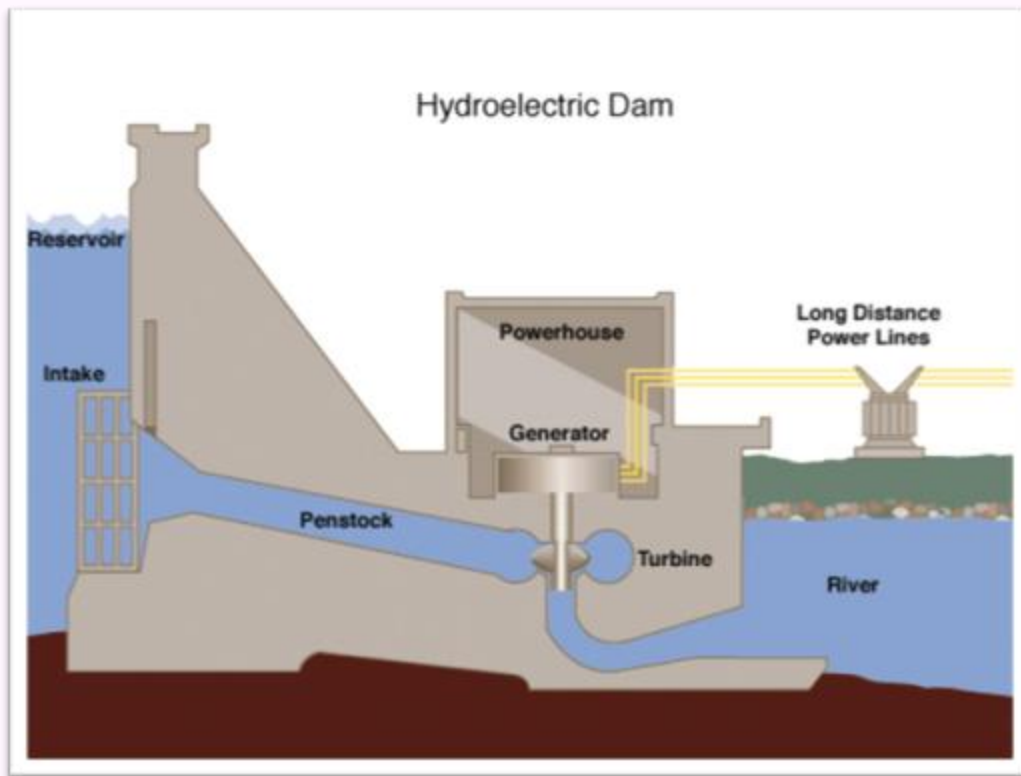
4. Năng lượng thủy điện: [\[Trở về\]](#)



Hình: Tuốc bin nước và máy phát điện.

Thủy điện là nguồn điện có được từ năng lượng nước. Đa số năng lượng thủy điện có được từ thế năng của nước được tích tại các đập nước làm quay một tuốc bin nước và máy phát điện. Kiểu ít được biết đến hơn là sử dụng năng lượng động lực của nước hay các nguồn nước không bị tích bằng các đập nước như năng lượng thủy triều. Thủy điện là nguồn năng lượng có thể hồi phục.

Năng lượng lấy được từ nước phụ thuộc không chỉ vào thể tích mà cả vào sự khác biệt về độ cao giữa nguồn và dòng chảy ra. Sự khác biệt về độ cao được gọi là áp suất. Lượng năng lượng tiềm tàng trong nước tỷ lệ với áp suất. Để có được áp suất cao nhất, nước cung cấp cho một turbine nước có thể được cho chảy qua một ống lớn gọi là ống dẫn nước có áp (*penstock*).



Hình: Mặt cắt ngang đập thủy điện.

4.1. Tầm quan trọng:

Thủy điện, sử dụng động lực hay năng lượng dòng chảy của các con sông hiện nay chiếm 20% lượng điện của Thế giới. *Na Uy* sản xuất toàn bộ lượng điện của mình bằng sức nước, trong khi *Iceland* sản xuất tới 83% nhu cầu của họ (2004). Canada là nước sản xuất điện từ năng lượng nước lớn nhất Thế giới và lượng điện này chiếm hơn 70% tổng lượng sản xuất của họ.

Ngoài một số nước có nhiều tiềm năng thủy điện, năng lực nước cũng thường được dùng để đáp ứng cho giờ cao điểm bởi vì có thể tích trữ nó vào giờ thấp điểm (trên thực tế các hồ chứa thủy điện bằng bơm – *pumped-storage hydroelectric reservoir* - thỉnh thoảng được dùng để tích trữ điện được sản xuất bởi các nhà máy nhiệt điện để dành sử dụng vào giờ cao điểm).

Tuy nhiên, thủy điện không phải là một sự lựa chọn chủ chốt tại các nước phát triển vì đa số các địa điểm tiềm năng khai thác thủy điện đó đã bị khai thác rồi hay không thể khai thác được vì các lý do như môi trường.

4.2. Ưu điểm:

Lợi ích lớn nhất của thủy điện là hạn chế được giá thành nhiên liệu. Các nhà máy thủy điện không phải chịu cảnh tăng giá của nhiên liệu hóa thạch như dầu mỏ, khí thiên nhiên hay than đá, và không cần phải nhập nhiên liệu. Các nhà máy thủy điện cũng có tuổi thọ lớn hơn các nhà máy nhiệt điện, một số nhà máy thủy điện đang hoạt động hiện nay đã được xây dựng từ 50 đến 100 năm trước. Chi phí nhân công cũng thấp bởi vì các nhà máy này được tự động hoá cao và có ít người làm việc tại chỗ khi vận hành thông thường.

Các nhà máy thủy điện hồ chứa bằng bơm hiện là công cụ đáng chú ý nhất để tích trữ năng lượng về tính hữu dụng, cho phép phát điện ở mức thấp vào giờ thấp điểm (điều này xảy ra bởi vì các nhà máy nhiệt điện không thể dừng lại hoàn toàn hàng ngày) để tích nước sau đó cho chảy ra để phát điện vào giờ cao điểm hàng ngày. Việc vận hành các nhà máy thủy điện hồ chứa bằng bơm cải thiện hệ số tải điện của hệ thống phát điện.

Những hồ chứa được xây dựng cùng với các nhà máy thủy điện thường là những địa điểm thư giãn tuyệt vời cho các môn thể thao nước, và trở thành điểm thu hút khách du lịch. Các đập đa chức năng được xây dựng để tưới tiêu, kiểm soát lũ, hay giải trí, có thể xây thêm một nhà máy thủy điện với giá thành thấp, tạo nguồn thu hữu ích trong việc điều hành đập.



Hình: Hồ chứa nước thủy điện Vianden, Luxembourg (tháp).

4.3. Nhược điểm:

Trên thực tế, việc sử dụng nước tích trữ thỉnh thoảng khá phức tạp bởi vì yêu cầu tưới tiêu có thể xảy ra không trùng với thời điểm yêu cầu điện lên mức cao nhất. Những thời điểm hạn hán có thể gây ra các vấn đề rắc rối, bởi vì mức bổ sung nước không thể tăng kịp với mức yêu cầu sử dụng. Nếu yêu cầu về mức nước bổ sung tối thiểu không đủ, có thể gây ra giảm hiệu suất và việc lắp đặt một turbine nhỏ cho dòng chảy đó là không kinh tế.

Những nhà môi trường đã bày tỏ lo ngại rằng các dự án nhà máy thủy điện lớn có thể phá vỡ sự cân bằng của hệ sinh thái xung quanh. Trên thực tế, các nghiên cứu đã cho thấy rằng các đập nước dọc theo bờ biển *Đại Tây Dương* và *Thái Bình Dương* của *Bắc Mỹ* đã làm giảm lượng cá hồi vì chúng ngăn cản đường bơi ngược dòng của cá hồi để đẻ trứng, thậm chí ngay khi đa số các đập đó đã lắp đặt thang lên cho cá. Cá hồi non cũng bị ngăn cản khi chúng bơi ra biển bởi vì chúng phải chui qua các turbine. Điều này dẫn tới việc một số vùng phải chuyển cá hồi con xuôi dòng ở một số khoảng thời gian trong năm. Các thiết kế turbine và các nhà máy thủy điện có lợi cho sự cân bằng sinh thái vẫn còn đang được nghiên cứu.

Sự phát điện của nhà máy điện cũng có thể ảnh hưởng đến môi trường của dòng sông bên dưới. Thứ nhất, nước sau khi ra khỏi turbine thường chứa rất cặn, có thể gây ra tình trạng xói sạch lòng sông và làm sạt lở bờ sông. Thứ hai, vì các turbine thường mở không liên tục, có thể quan sát thấy sự thay đổi nhanh chóng và bất thường của dòng chảy. Tại *Grand Canyon*, sự biến đổi dòng chảy theo chu kỳ của nó bị cho là nguyên nhân gây nên tình trạng xói mòn cồn cát ngầm. Lượng oxy hoà tan trong nước có thể thay đổi so với trước đó. Cuối cùng, nước chảy ra từ turbine lạnh hơn nước trước khi chảy vào đập, điều này có thể làm thay đổi số lượng cân bằng của hệ động vật, gồm cả việc gây hại tới một số loài. Các hồ chứa của các nhà máy thủy điện ở các vùng nhiệt đới có thể sản sinh ra một lượng lớn khí *methane* và *carbon dioxide*. Điều này bởi vì các xác thực vật mới bị lũ quét và các vùng tái bị lũ bị tràn ngập nước, mục nát trong một môi trường kỵ khí và tạo thành *methane*, một khí gây hiệu ứng nhà kính mạnh.

Một cái hại nữa của các đập thủy điện là việc tái định cư dân chúng sống trong vùng hồ chứa. Trong nhiều trường hợp không một khoản bồi thường nào có thể bù đắp được sự gắn bó của họ về tổ tiên và văn hoá gắn liền với địa điểm đó vì chúng có giá trị tinh thần đối với họ. Hơn nữa, về mặt lịch sử và văn hoá các địa điểm quan trọng có thể bị biến mất.

Một số dự án thủy điện cũng sử dụng các kênh, thường để đổi hướng dòng sông tới độ dốc nhỏ hơn nhằm tăng áp suất có được. Trong một số trường hợp, toàn bộ dòng sông có thể bị đổi hướng để trở lại lòng sông cạn.

Việc xây đập tại vị trí địa lý không hợp lý có thể gây ra những thảm họa như vụ đập *Vajont* tại Ý, gây ra cái chết của 2001 người năm 1963.



Hình: Những ngôi nhà đã bị ngập chìm từ năm 1955, tái xuất hiện sau một thời gian dài khô hạn.

4.4. Các số liệu về thủy điện:

4.4.1. Các nhà máy thủy điện lớn nhất:

Tổ hợp *La Grande* tại *Québec, Canada*, là hệ thống nhà máy thủy điện lớn nhất Thế giới. Bốn tổ máy phát điện của tổ hợp này có tổng công suất *16.021 MW*. Chỉ riêng nhà máy *Robert Bourassa* có công suất *5.616 MW*. Tổ máy thứ 9 (*Eastmain-1*) hiện đang được xây dựng và sẽ cung cấp thêm *480 MW*. Một dự án khác trên Sông *Rupert*, hiện đang trải qua quá trình đánh giá môi trường, sẽ có thêm hai tổ máy với tổng công suất *888 MW*.



Hình: Nhà máy phát điện đập Aswan, Ấn Độ.

Tên	Quốc gia	Năm xây dựng	Công suất	Công suất/giờ
Itaipú	Brasil/Paraguay	1984/1991/2003	14,00 MW	93.4 TW/hours
Guri	Venezuela	1986	10,20 MW	46 TW/hours
Grand Coulee	Hoa Kỳ	1942/1980	6,809 MW	22.6 TW/hours
Sayano Shushenskaya	Nga	1983	6,809 MW	23.6 TW/hours
Robert-Bourassa	Canada	1987	5,616 MW	
Churchill	Canada	1971	5,429 MW	35 TW/hours
Yaciretá	Argentina/Paraguay	1998	4,050 MW	19.1 TW/hours
Sơn La	Việt Nam	2012	2,400 MW	10.6 TW/hours
Iron Gates	Romania/Serbia	1970	2,280 MW	11.3 TW/hours

Bảng: Các nhà máy trên được xếp hạng theo công suất tối đa.

4.4.2. Các nước có công suất thủy điện lớn nhất:

Quốc gia	Công suất
Canada	341.312 GWh
Hoa Kỳ	319.484 GWh
Brasil	285.603 GWh
Trung Quốc	204.300 GWh
Nga	169.700 GWh
Na Uy	121.824 GWh
Nhật Bản	84.500 GWh

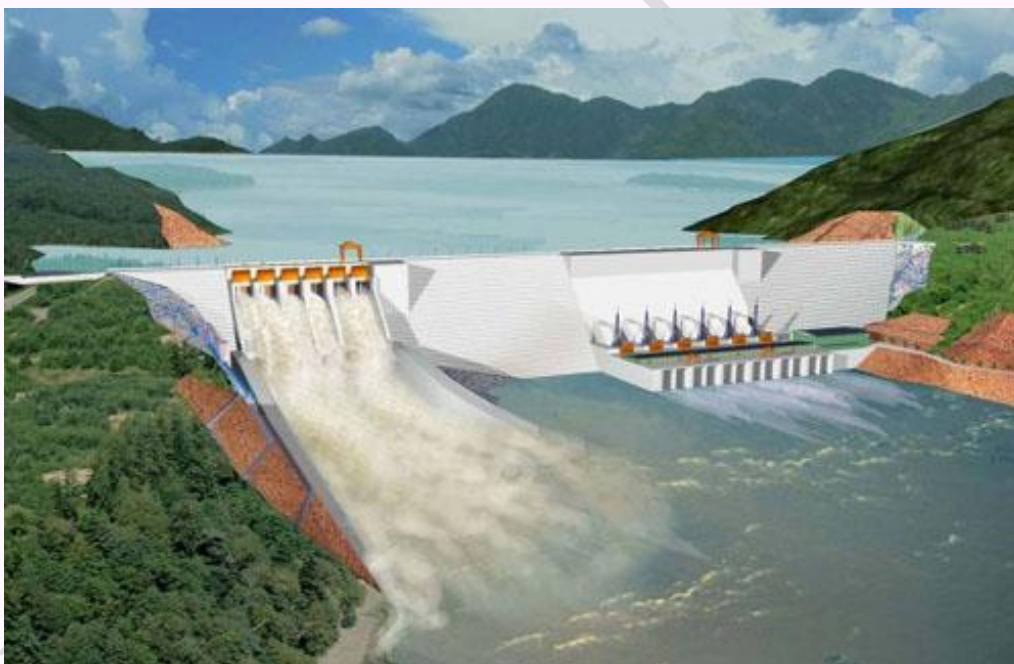
Ấn Độ	82.237 GWh
Pháp	77.500 GWh

Bảng: Công suất thủy điện ở các quốc gia

4.5. Tại Việt Nam:

Hệ thống sông ngòi Việt Nam có mật độ cao. Tổng số các con sông có chiều dài lớn hơn 10 km là 2400. Hầu hết sông ngòi Việt Nam đều đổ ra biển Đông. Hàng năm, mạng lưới sông suối Việt Nam vận chuyển ra biển lượng nước $870 \text{ km}^3/\text{năm}$, tương ứng với lưu lượng bình quân khoảng $37.500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tiềm năng lý thuyết về thủy điện Việt Nam xác định khoảng 300 tỷ kWh (tính cho những con sông dài hơn 10 km). Tiềm năng kỹ thuật xác định khoảng 123 tỷ kWh, tương đương với công suất lắp máy khoảng 31.000 MW. Tiềm năng kinh tế, kỹ thuật hiện được xác định khoảng 75 - 80 tỷ kWh, tương đương với công suất lắp máy khoảng 18.000 - 20.000 MW.



Hình: Thủy điện Sơn La – nhà máy điện thủy lớn nhất Đông Nam Á.

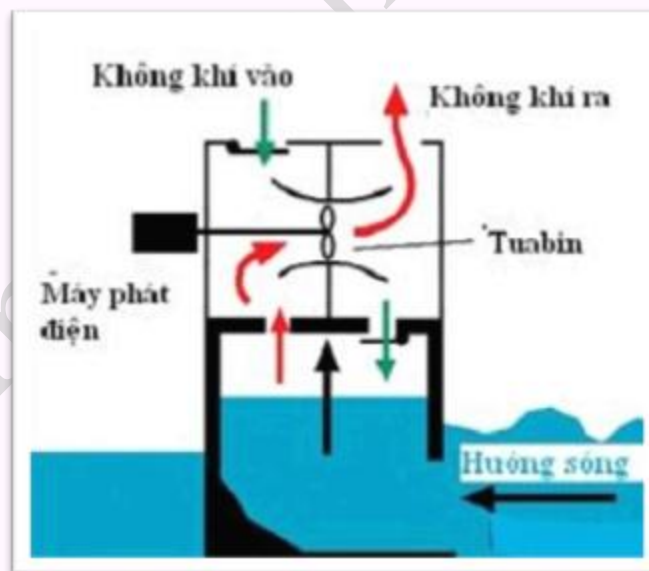
Hiện tại, tổng công suất các nhà máy thủy điện đang vận hành là 4.198 MW, bao gồm: 11 nhà máy thủy điện lớn là Hoà Bình 1.920 MW, Ialy 720 MW, Trị An 400 MW, Hàm Thuận 300 MW, Đa Mi 175 MW, Đa Nhim 160 MW, Thác Mơ 150 MW, Thác Bà 108 (120) MW, Cần Đơn 78 MW, Sông Hinh 70 MW, Vĩnh Sơn 66 MW; 51 MW các thủy điện nhỏ (28 tỉnh có thủy điện nhỏ, tổng số 125 trạm với tổng công

suất lắp máy 99 MW, hiện tại có 57 trạm đang hoạt động. Các tỉnh có nhiều thủy điện nhỏ đang hoạt động là Gia Lai 12 trạm với tổng công suất 15,6 MW, Hà Giang 6 trạm với tổng công suất 17 MW, Đắk Lắk 3 trạm với tổng công suất 12,8 MW, Cao Bằng 7 trạm với tổng công suất 11,8 MW.

Như vậy, nếu các nhà máy thủy điện đưa vào vận hành đúng tiến độ thì đến năm 2020 sẽ khai thác hết khoảng 90% tiềm năng kinh tế kỹ thuật thủy điện.

5. Năng lượng sóng biển: [\[Trở về\]](#)

Sóng đại dương sinh ra do gió, gió gây ra bởi mặt trời (chuyển động của các khối khí do chênh lệch nhiệt độ v.v.). Vì vậy, năng lượng sóng được xem như dạng gián tiếp của năng lượng Mặt Trời. Giống như các dạng dòng nước chảy khác, năng lượng sóng có khả năng làm quay tuabin phát điện. *Na Uy, Anh, Nhật* và một số nước đang nghiên cứu sản xuất điện từ sóng đại dương. Trạm phát điện từ sóng dùng một kỹ thuật đơn giản. Thiết bị bằng bê tông rỗng được đặt chìm vào trong một máng rãnh ngoài khơi để “bắt” sóng. Mỗi khi một cơn sóng mới đi vào khoang (khoảng 10 giây/lần), nước dâng lên trong khoang đẩy không khí đi vào lỗ thoát có đặt một tuabin, làm quay tuabin chạy máy phát điện. Khi sóng hạ, nó kéo không khí trở lại khoang và sự chuyển động của không khí lại tiếp tục làm quay tuabin.



Hình: Năng lượng từ sóng đại dương.

Điều cần lưu ý là sự cố ngoài khơi có thể làm hư hỏng thiết bị. Năm 1995, trạm phát điện bằng sóng đầu tiên của Thế giới ngoài biển *Bắc Scotland* đã bị nhấn chìm trong một cơn bão sau khi nó hoạt động chưa đầy một tháng.

Mặc dù nguồn năng lượng từ sóng đại dương là rất lớn nhưng cho đến nay, hiệu suất năng lượng thu được còn rất thấp nên việc ứng dụng năng lượng sóng chưa mang tính kinh tế và thực tiễn.

5.1. Tại Việt Nam:

Cũng như năng lượng thủy triều, do đó nước ta có tiềm năng năng lượng biển rất lớn nên cũng rất có tiềm năng về năng lượng sóng biển.

Sóng biển tạo ra nguồn năng lượng vô tận. Các kết quả tính toán cho thấy năng lượng sóng dọc dải ven bờ của nước ta rất phong phú. Dòng năng lượng trung bình yếu nhất đạt 15kW/m; mạnh nhất 30kW/m. Cụ thể vịnh Hạ Long, Quảng Ninh, vịnh Gành Rái, Bà Rịa - Vũng Tàu hội tụ đủ ba yếu tố: Mật độ năng lượng GWh/km²; tiềm năng GWh; hiệu suất GWh/km. Đủ điều kiện để xây dựng nhà máy thủy điện thủy triều.

Tuy nhiên, do kinh phí có hạn nên năng lượng thủy triều vẫn đang là đối tượng nghiên cứu và thí nghiệm trên qui mô nhỏ.

6. Năng lượng địa nhiệt: [\[Trở về\]](#)

Năng lượng địa nhiệt là năng lượng được tách ra từ nhiệt trong lòng Trái Đất. Năng lượng này có nguồn gốc từ sự hình thành ban đầu của hành tinh, từ hoạt động phân hủy phóng xạ của các khoáng vật, và từ năng lượng mặt trời được hấp thụ tại bề mặt Trái Đất. Chúng đã được sử dụng để đun và tắm kể từ thời La Mã cổ đại, nhưng ngày nay nó được dùng để phát điện. Có khoảng 10 GW công suất điện địa nhiệt được lắp đặt trên Thế giới đến năm 2007, cung cấp 0.3% nhu cầu điện toàn cầu. Thêm vào đó, 28 GW công suất nhiệt địa nhiệt trực tiếp được lắp đặt phục vụ cho sưởi, spa, các quá trình công nghiệp, lọc nước biển và nông nghiệp ở một số khu vực.

Khai thác năng lượng địa nhiệt có hiệu quả về kinh tế, có khả năng thực hiện và thân thiện với môi trường, nhưng trước đây bị giới hạn về mặt địa lý đối với các khu vực gần các ranh giới kiến tạo mảng. Các tiến bộ khoa học kỹ thuật gần đây đã từng bước mở rộng phạm vi và quy mô của các tài nguyên tiềm năng này, đặc biệt là các ứng dụng trực tiếp như dùng để sưởi trong các hộ gia đình. Các giếng địa nhiệt có khuynh hướng giải phóng khí thải nhà kính bị giữ dưới sâu trong lòng đất, nhưng sự phát thải này thấp hơn nhiều so với phát thải từ đốt nhiên liệu hóa thạch thông thường. Công nghệ này có khả năng giúp giảm thiểu sự nóng lên toàn cầu nếu nó được triển khai rộng rãi.



Hình: Nhà máy điện địa nhiệt Nesjavellir ở Iceland.

6.1. Sản xuất điện:

24 quốc gia sản xuất tổng cộng 56.786 GWh (204 PJ) điện từ năng lượng địa nhiệt trong năm 2005, chiếm 0.3% lượng điện tiêu thụ toàn cầu. Lượng điện này đang tăng hàng năm khoảng 3% cùng với sự gia tăng số lượng các nhà máy cũng như nâng cao hệ số năng suất. Do các nhà máy năng lượng địa nhiệt không dựa trên các nguồn năng lượng không liên tục, không giống với tuốc bin gió hoặc tấm năng lượng mặt trời, nên hệ số năng suất của nó có thể khá lớn và người ta đã chứng minh là đạt đến 90%. Năng suất trung bình toàn cầu đạt 73% trong năm 2005. Năng suất toàn cầu đạt 10 GW năm 2007.

Các nhà máy điện địa nhiệt cho đến gần đây được xây dựng trên rìa của các mảng kiến tạo, nơi mà có nguồn địa nhiệt nhiệt độ cao nằm gần mặt đất. Sự phát triển của các nhà máy điện tuần hoàn kép và sự tiến bộ của kỹ thuật khoan giếng cũng như kỹ thuật tách nhiệt đã mở ra một hy vọng rằng chúng sẽ là một nguồn phát điện trong tương lai.

6.2. Sử dụng trực tiếp:

Có khoảng 20 quốc gia sử dụng trực tiếp địa nhiệt để sưởi với tổng năng lượng là 270 PJ ($1\text{PJ} = 10^{15} \text{ J}$) trong năm 2004. Hơn phân nửa trong số đó được dùng để sưởi trong phòng và 1/3 thì dùng cho các hồ bơi nước nóng. Lượng còn lại được dùng trong công nghiệp và nông nghiệp. Sản lượng toàn cầu đạt 28 GW, nhưng hệ số năng suất có xu hướng giảm (khoảng 20%) khi mà nhu cầu sưởi chủ yếu sử dụng trong mùa đông. Số liệu nêu trên bao gồm 88 PJ dùng cho sưởi trong phòng được tách ra từ các máy bơm nhiệt địa nhiệt với tổng sản lượng 15 GW. Năng suất bơm nhiệt địa nhiệt toàn cầu tăng khoảng 10% mỗi năm.

Các ứng dụng trực tiếp của nhiệt địa nhiệt cho sưởi trong phòng hơi khác so với sản xuất điện và có các yêu cầu về nhiệt độ thấp hơn. Nó có thể từ nguồn nhiệt thải được cung cấp bởi *co-generation* từ một máy phát điện địa nhiệt hoặc từ các giếng nhỏ hơn hoặc các thiết bị biến nhiệt lắp đặt dưới lòng đất ở độ sâu nông. Ở những nơi có suối nước nóng tự nhiên, nước có thể được dẫn trực tiếp tới lò sưởi. Nếu nguồn nhiệt gần mặt đất nóng nhưng khô, thì các ống chuyển đổi nhiệt nông có thể được sử dụng mà không cần dùng bơm nhiệt. Thậm chí ở các khu vực bên dưới mặt đất quá lạnh để cung cấp một cách trực tiếp, nó vẫn ấm hơn không khí mùa đông. Sự thay đổi nhiệt độ mặt đất theo mùa là rất nhỏ hoặc không bị ảnh hưởng bên dưới độ sâu 10m.

6.3. Tác động môi trường:

Các dòng nước nóng được bơm lên từ dưới sâu trong lòng đất có thể chứa một vài khí đi cùng với nó như *điôxít cacbon* và *hydro sunfua*. Khi các chất ô nhiễm này thoát ra ngoài môi trường, nó sẽ góp phần vào sự ấm lên toàn cầu, mưa axit, và các mùi độc hại đối với thực vật xung quanh đó. Một số nhà máy được yêu cầu phải có hệ thống kiểm soát lượng phát thải nhằm làm giảm lượng axit và các chất bay hơi.



Hình: Krafla Geothermal Station in northeast Iceland.

Bên cạnh các khí hòa tan, nước nóng từ nguồn địa nhiệt có thể chứa các nguyên tố nguy hiểm như *thủy ngân*, *arsen* và *antimon* nếu nó được thải vào các con sông có chức năng cung cấp nước uống. Các nhà máy địa nhiệt về mặt lý thuyết có thể bơm các chất này cùng với khí trở lại lòng đất ở dạng cô lập *cacbon*.

Việc xây dựng các nhà máy phát điện có thể ảnh hưởng ngược lại đến sự ổn định nền đất của khu vực xung quanh. Đây là mối quan tâm lớn cùng với hệ thống địa nhiệt nâng cao, ở đây nước được bơm vào trong đá nóng và khô không chứa nước trước đó.

6.4. Kinh tế:

Năng lượng địa nhiệt không cần nhiên liệu và cũng không phụ thuộc vào giá cả nhiên liệu nhưng chi phí đầu tư ban đầu sẽ cao. Chi phí cho một nhà máy điện địa nhiệt phải kể đến các chi phí chính như chi phí khoan giếng và thăm dò các nguồn dưới sâu vì chúng chứa đựng nhiều rủi ro về mặt tài chính rất cao. Hiện tại, chi phí xây dựng các nhà máy điện địa nhiệt và các giếng chiếm khoảng 2-5 triệu € (Euro)/1MW công suất thiết kế, trong khi chi phí vận hành chiếm khoảng 0.04-0.10€/1kWh.

Năng lượng địa nhiệt cũng có những cấp độ khác nhau: các nhà máy địa nhiệt lớn có thể cung cấp năng lượng cho toàn bộ các thành phố trong khi đó các nhà máy nhỏ hơn chỉ có thể cung cấp cho các khu vực nông thôn hoặc một số hộ gia đình.

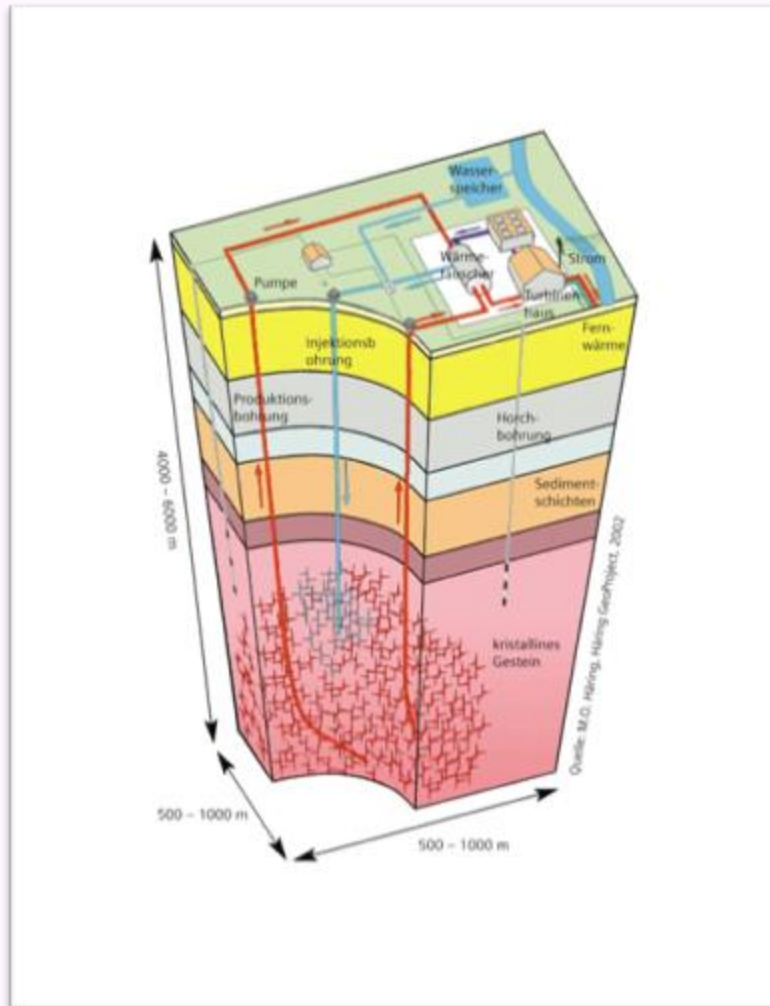
6.5. Tài nguyên:

Lượng nhiệt của Trái Đất vào khoảng 10^{31} Jun. Lượng nhiệt này trôi lên mặt đất một cách tự nhiên bởi sự truyền nhiệt với tốc độ 45 TW, hay gấp 3 lần lượng nhiệt con người tiêu thụ từ tất cả các nguồn năng lượng nguyên thủy. Tuy nhiên, phần lớn dòng nhiệt này bị khuếch tán do các điều kiện địa lý (trung bình 0.1 W/m^2) nên khó thu hồi. Vỏ Trái Đất ứng xử một cách hiệu quả như là một lớp cách ly dày mà các ống dẫn dung dịch (magma, nước và các dạng khác) có thể xuyên qua để giải phóng nhiệt trong lòng đất.

Cùng với lượng nhiệt có nguồn gốc từ dưới sâu trong lòng đất, còn có lượng nhiệt từ năng lượng mặt trời được tích tụ trong lớp đất dày 10 từ mặt đất trong mùa hè, và giải phóng chúng trong mùa đông. Năng lượng theo mùa được dự trữ theo cách này thì rất nhỏ, nhưng tốc độ dòng nhiệt thì rất lớn, dễ tiếp cận hơn, và thậm chí phân bố trên toàn cầu. Bơm nhiệt địa nhiệt có thể tách đủ lượng nhiệt từ nguồn nhiệt nông trên toàn cầu để cung cấp cho việc sưởi vào mùa đông.

Sản xuất điện địa nhiệt đòi hỏi các nguồn có nhiệt độ cao mà chỉ có thể khai thác từ dưới sâu. Nhiệt phản được mang lên bề mặt bởi dòng nước tuần hoàn, hoặc từ các ống dẫn magma, suối nước nóng, dòng tuần hoàn nhiệt dịch, giếng dầu, giếng nước khoan, hoặc kết hợp các cách trên. Dòng tuần hoàn này đôi khi tồn tại một cách tự nhiên trong hầu hết các khu vực có triển vọng, nơi mà vỏ Trái Đất mỏng: các ống dẫn magma mang nhiệt lên gần bề mặt, và xuất lộ một cách tự nhiên ở các suối nước nóng. Nếu không có suối nước nóng, người ta sẽ khoan một giếng vào tầng chứa nước nóng để lấy nhiệt. Ở xa các ranh giới mảng kiến tạo gradient địa nhiệt vào khoảng $25\text{-}30 \text{ }^\circ\text{C/km}$ sâu trên toàn Thế giới, và các giếng phải khoan ở độ sâu hàng km mới có thể lấy được nhiệt độ đủ lớn để phát điện. Số

lượng và chất lượng các nguồn có thể thu hồi nhiệt càng tăng khi độ sâu khoan giếng tăng và đặc biệt ở những khu vực thuộc rìa của các ranh giới mảng kiến tạo.



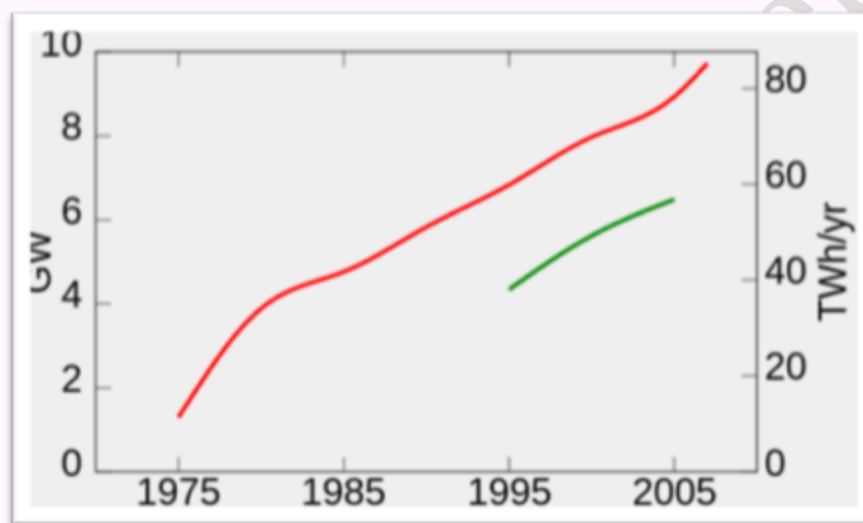
Hình: Hệ thống địa nhiệt tăng cường.

Đối với những nơi nền đất nóng nhưng khô hoặc áp lực nước yếu, người ta có thể bơm nước vào để kích thích dòng nhiệt dịch. Tại vị trí dự định khai thác, người ta sẽ khoan 2 lỗ khoan, và các đá nằm dưới sâu giữa hai lỗ khoan này sẽ bị làm nứt nẻ bằng phương pháp nổ vĩa (ví dụ như dùng mìn để làm nứt đá) hoặc bơm nước áp lực cao. Nước được bơm xuống từ một lỗ khoan và hơi nước sẽ được thu hồi từ lỗ khoan còn lại. Người ta cũng có thể sử dụng *cacbon điôxít* lỏng thể thay thế cho vai trò của nước. Phương pháp này được gọi là năng lượng địa nhiệt đá nóng-khô ở châu Âu, hoặc hệ thống địa nhiệt tăng cường ở Bắc Mỹ.

Tiềm năng phát điện từ năng lượng địa nhiệt dự tính thay đổi rất lớn từ 35 đến 2000 GW, tùy thuộc vào mức độ đầu tư tài chính cho việc thăm dò và phát triển kỹ thuật này.

Điện địa nhiệt được xem là bền vững vì sự tách nhiệt chỉ là một phần nhỏ so với lượng nhiệt của Trái Đất, nhưng việc chiết tách này cũng phải được theo dõi để tránh sự suy giảm nhiệt khu vực. Mặc dù, các địa điểm có tiềm năng địa nhiệt có thể cung cấp nhiệt trong vài thập kỷ, nhưng các giếng riêng lẻ có thể nguội đi hoặc cạn nước.

6.6. Khai thác địa nhiệt trên Thế giới:



Hình: Trữ lượng điện địa nhiệt toàn cầu.
Đường đỏ là trữ lượng lắp đặt; đường xanh là sản lượng thực tế.

Điện địa nhiệt được sản xuất tại 24 quốc gia trên Thế giới bao gồm Hoa Kỳ, Iceland, Ý, Đức, Thổ Nhĩ Kỳ, Pháp, Hà Lan, Litva, New Zealand, Mexico, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Nga, Philippines, Indonesia, Trung Quốc, Nhật Bản và Saint Kitts và Nevis. Trong năm 2005, các hợp đồng được ký kết để nâng công suất phát điện thêm 0.5 GW ở Hoa Kỳ, trong khi cũng có các nhà máy đang trong giai đoạn xây dựng ở 11 quốc gia khác. Một số vị trí tiềm năng đã và đang được khai thác hoặc được đánh giá ở Nam Úc ở độ sâu vài km. Nếu tính cả việc sử dụng trực tiếp, năng lượng địa nhiệt được sử dụng trên 70 quốc gia.

CÔNG SUẤT LẮP ĐẶT CÁC NHÀ MÁY ĐIỆN ĐỊA NHIỆT NĂM 2007	
Quốc gia	Công suất (MW)
Mỹ	2.687
Philippine	1.969,7
Indonesia	992

Mexico	953
Ý	810,5
Nhật Bản	535,2
New Zealand	471,6
Iceland	421,2
El Salvador	204,2
Costa Rica	162,5
Kenya	128,8
Nicaragua	87,4
Nga	79
Papua-New Guinea	56
Guatemala	53

Bảng: Công suất địa nhiệt ở các quốc gia (2007)

6.7. Tại Việt Nam:

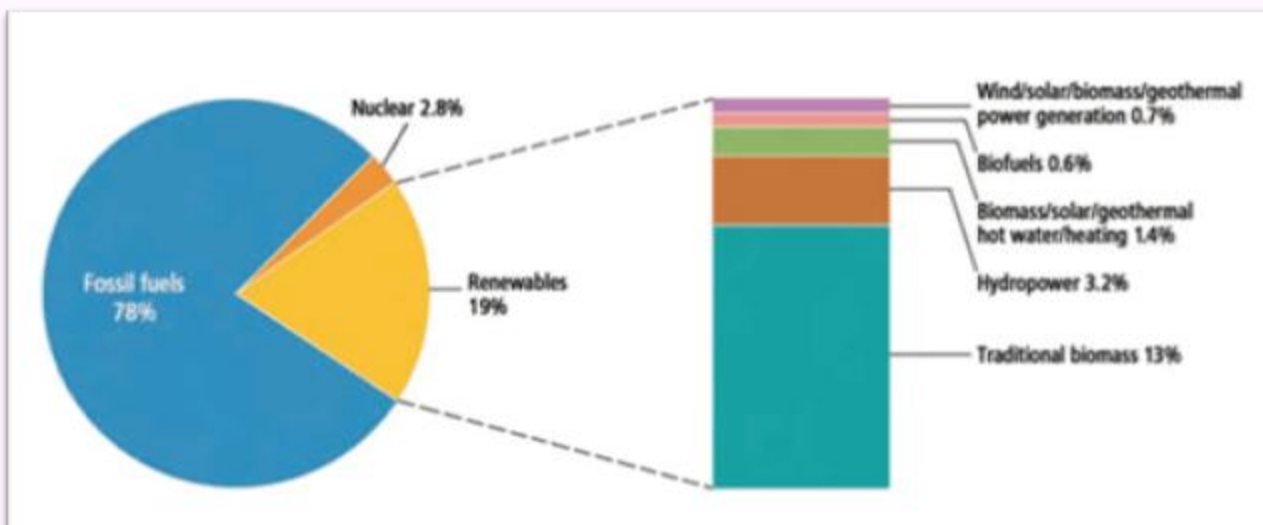
Việt Nam được đánh giá là có tiềm năng địa nhiệt trung bình so với thế giới. Bên cạnh đó, nguồn năng lượng này ở nước ta còn có ưu điểm là phân bố đều trên khắp lãnh thổ cả nước nên cho phép sử dụng rộng rãi ở hầu hết các địa phương như Phú Thọ, Quảng Bình, Quảng Trị... Thực tế cho thấy, nhà máy điện địa nhiệt có thể hoạt động liên tục suốt ngày đêm không phụ thuộc vào yếu tố khí hậu như năng lượng mặt trời, gió hoặc sóng biển... Nguồn năng lượng địa nhiệt trong lòng đất vô cùng vô tận, bảo đảm cho nhà máy điện địa nhiệt hoạt động bền vững, lâu dài. Đồng thời, xây dựng nhà máy điện địa nhiệt cũng tốn rất ít diện tích. Các nhà máy điện nhiệt điện không đốt bất cứ một loại nhiên liệu nào nên sạch cho môi trường hơn mọi nhà máy điện khác.

Tuy nhiên, việc phát triển nguồn năng lượng này lại gặp khó khăn lớn là đòi hỏi phải có những công nghệ hiện đại cùng với nguồn vốn đầu tư lớn, ước tính có thể lên tới 2,5 triệu Euro cho 1 MW công suất theo thiết kế, kỹ thuật xử lý địa chất cũng rất phức tạp vì phải tìm kiếm đúng vùng địa nhiệt có nhiệt độ cao thì việc khai thác địa nhiệt mới hiệu quả.

Tỉnh Quảng Trị vừa cấp phép đầu tư cho dự án xây dựng nhà máy điện địa nhiệt đầu tiên tại Đakrông với công suất 25MW, mở đầu cho việc khai thác nguồn năng lượng mới trong tương lai gần.

7. Năng lượng sinh học: [\[Trở về\]](#)

Nhiên liệu sinh học (Tiếng Anh: *Biofuels*, tiếng Pháp: *biocarburant*) là loại nhiên liệu được hình thành từ các hợp chất có nguồn gốc động thực vật (sinh học) như nhiên liệu chế xuất từ chất béo của động thực vật (mỡ động vật, dầu dừa, ...), ngũ cốc (lúa mì, ngô, đậu tương, ...), chất thải trong nông nghiệp (rơm rạ, phân, ...), sản phẩm thải trong công nghiệp (mùn cưa, sản phẩm gỗ thải...),...

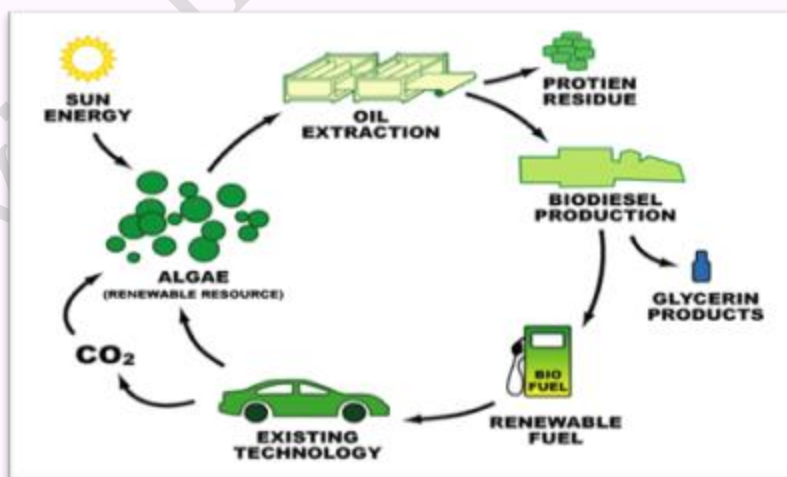


Hình: So sánh các nguồn năng lượng phục hồi và không phục hồi.

7.1. Phân loại chính:

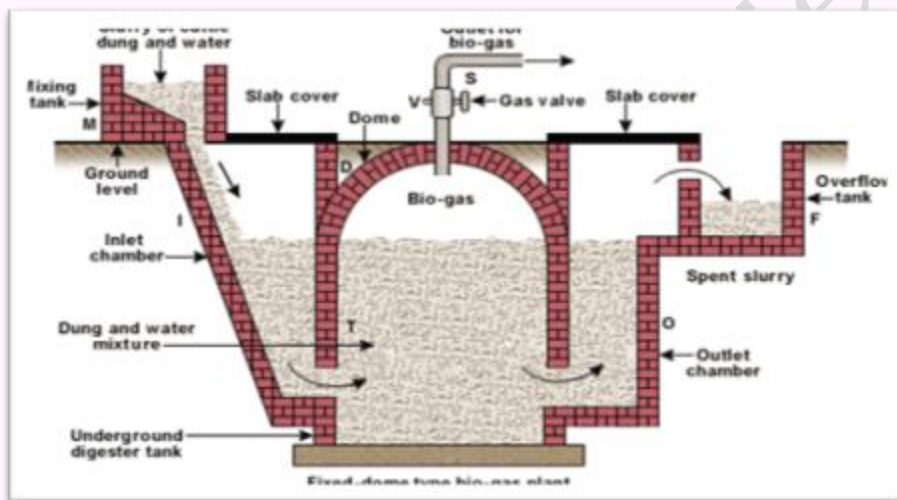
Nhiên liệu sinh học có thể được phân loại thành các nhóm chính như sau:

- *Diesel sinh học (Biodiesel)*: là một loại nhiên liệu lỏng có tính năng tương tự và có thể sử dụng thay thế cho loại dầu diesel truyền thống. Biodiesel được điều chế bằng cách dẫn xuất từ một số loại dầu mỡ sinh học (dầu thực vật, mỡ động vật), thường được thực hiện thông qua quá trình transester hóa bằng cách cho phản ứng với các loại rượu phổ biến nhất là methanol.



Hình: Mô hình Biodiesel.

- *Xăng sinh học (Biogasoline)*: là một loại nhiên liệu lỏng, trong đó có sử dụng ethanol như là một loại phụ gia nhiên liệu pha trộn vào xăng thay phụ gia chì. Ethanol được chế biến thông qua quá trình lên men các sản phẩm hữu cơ như tinh bột, xen-lu-lô, lignocellulose. Ethanol được pha chế với tỷ lệ thích hợp với xăng tạo thành xăng sinh học có thể thay thế hoàn toàn cho loại xăng sử dụng phụ gia chì truyền thống.
- *Khí sinh học (Biogas)*: là một loại khí hữu cơ gồm Methane và các đồng đẳng khác. Biogas được tạo ra sau quá trình ủ lên men các sinh khối hữu cơ phế thải nông nghiệp, chủ yếu là cellulose, tạo thành sản phẩm ở dạng khí. Biogas có thể dùng làm nhiên liệu khí thay cho sản phẩm khí gas từ sản phẩm dầu mỏ.



Hình: Cấu tạo hầm Biogas.

7.2. Ưu điểm:

Trước kia, nhiên liệu sinh học hoàn toàn không được chú trọng. Hầu như đây chỉ là một loại nhiên liệu thay thế phụ, tận dụng ở quy mô nhỏ. Tuy nhiên, sau khi xuất hiện tình trạng khủng hoảng nhiên liệu ở quy mô toàn cầu cũng như ý thức bảo vệ môi trường lên cao, nhiên liệu sinh học bắt đầu được chú ý phát triển ở quy mô lớn hơn do có nhiều ưu điểm nổi bật so với các loại nhiên liệu truyền thống (dầu khí, than đá,...):

Thân thiện với môi trường: chúng có nguồn gốc từ thực vật, mà thực vật trong quá trình sinh trưởng (quang hợp) lại sử dụng điôxít cacbon (là khí gây hiệu ứng nhà kính - một hiệu ứng vật lý khiến Trái Đất nóng lên) nên được xem như không góp phần làm trái đất nóng lên.

Nguồn nhiên liệu tái sinh: các nhiên liệu này lấy từ hoạt động sản xuất nông nghiệp và có thể tái sinh. Chúng giúp giảm sự lệ thuộc vào nguồn tài nguyên nhiên liệu không tái sinh truyền thống.

7.3. Những hạn chế:

Việc sản xuất cồn sinh học từ các nguồn tinh bột hoặc các cây thực phẩm được cho là không bền vững do ảnh hưởng tới an ninh lương thực. Khả năng sản xuất với quy mô lớn cũng còn kém do nguồn cung cấp không ổn định vì phụ thuộc vào thời tiết và nông nghiệp. Bên cạnh đó, giá thành sản xuất nhiên liệu sinh học vẫn cao hơn nhiều so với nhiên liệu truyền thống từ đó việc ứng dụng và sử dụng nhiên liệu sinh học vào đời sống chưa thể phổ biến rộng.

7.4. Khả năng phát triển:

Tại thời điểm hiện tại (2010), công nghệ sản xuất cồn sinh học từ các nguồn lignocellulose chưa đạt được hiệu suất cao và giá thành còn cao. Theo ước tính trong sau khoảng 7-10 năm, công nghệ này sẽ được hoàn thiện và đáp ứng được nhu cầu sản xuất và thương mại. Bên cạnh đó, khi nguồn nhiên liệu truyền thống cạn kiệt, nhiên liệu sinh học có khả năng là ứng cử viên thay thế.

7.5. Tại Việt Nam:

Khí sinh học được áp dụng ở nhiều miền quê, bằng cách ủ phân để lấy khí đốt.



Hình: Hầm Biogas.

Từ năm 2011, Việt Nam có chính sách sử dụng xăng sinh học E5 (hàm lượng Ethanol 5%) làm nguyên liệu thay thế cho xăng A92 truyền thống. Tuy nhiên, nhiều người còn quan ngại vì tính hút nước và dễ bị oxy hóa của Ethanol có thể làm hư hại buồng đốt nhiên liệu của động cơ.

Tuy nhiên, trong những năm tới, còn tồn tại rất nhiều thách thức cho phát triển nhiên liệu sinh học tại Việt nam bao gồm:

- Chi phí sản xuất vẫn còn cao và ngành vẫn còn cần hỗ trợ từ Chính phủ để có thể cạnh tranh với nhiên liệu hoá thạch đang được Chính phủ trợ giá.
- Cơ sở hạ tầng cho sản xuất và phân phối chưa được xây dựng đầy đủ.
- Tiếp cận với thị trường xuất khẩu đòi hỏi các nước nhập khẩu tuân thủ nghiêm ngặt các tiêu chuẩn chất lượng khác nhau và các yêu cầu khác về môi trường trong khi Việt Nam chưa có năng lực tuân thủ.
- Giá nhiên liệu sinh học tại Việt nam vẫn còn cao hơn các nước láng giềng.

C. KẾT LUẬN: [\[Trở về\]](#)

Trong thời kỳ tăng trưởng kinh tế ngày càng phát triển, thì nhu cầu năng lượng cũng ngày càng tăng nhanh, trong khi khả năng cung cấp và lưu trữ có hạn. Chính vì thế, nguy cơ thiếu hụt năng lượng và ô nhiễm môi trường ngày càng đáng lo ngại và hiện hữu.

Tiết kiệm và sử dụng hiệu quả năng lượng là một trong những chủ đề được nhiều nước quan tâm. Chính vì vậy, việc nghiên cứu tác động của tiết kiệm năng lượng tới tăng trưởng kinh tế và môi trường được thực hiện ở khá nhiều nước, đặc biệt là các nước phát triển như khu vực châu Âu. Qua đó, hầu hết đều thống nhất rằng, để đáp ứng nhu cầu của nền kinh tế mà không phải tiêu thụ năng lượng nhiều hơn, cần có tổng thể các phương pháp và công cụ.

Tất cả vấn đề nằm ở chỗ biết sử dụng và phối hợp các công cụ và phương pháp đó một cách linh hoạt. Không thể dừng lại ở hoạt động hỗ trợ kỹ thuật, hỗ trợ tài chính, đề ra quy định hay để qui luật thị trường tự tác động, mà cần phải đồng thời sử dụng tất cả các biện pháp nêu trên.

Nói riêng về Việt Nam, từ thực tế sử dụng năng lượng hiện nay ở nước ta, một loạt các vấn đề nổi lên liên quan đến việc sử dụng tiết kiệm và hiệu quả năng lượng:

- Khuyến khích sử dụng năng lượng hiệu quả với các nỗ lực bước đầu đã đem lại kết quả. Tuy nhiên, Việt Nam vẫn cần phải nỗ lực nhiều trong lĩnh vực sử dụng hiệu quả và tiết kiệm năng lượng.
- Cường độ năng lượng ở Việt Nam hiện rất cao và chưa thực sự được phản ánh thông qua các số liệu thống kê.
- Một số các ngành công nghiệp đã có nhiều tiến bộ, song trong các ngành khác như công nghiệp chế biến thực phẩm hay dệt may, thiết bị chủ yếu vẫn còn lạc hậu và tiêu hao nhiều năng lượng.
- Cơ chế tài chính và vốn đầu tư vào các thí nghiệm, công trình nguyên cứu không đủ sức hấp dẫn.
- Cần tăng cường nghiên cứu, khai thác và sử dụng năng lượng tái tạo ở Việt Nam trên cơ sở phát huy tiềm năng lớn, đa dạng về các nguồn năng lượng tái tạo: thủy điện nhỏ, sinh khối/năng lượng sinh học, năng lượng gió, mặt trời, địa nhiệt và kể cả năng lượng sóng biển, thủy triều...
- Chúng ta không thể tiếp tục khai thác một cách ồ ạt các nguồn tài nguyên nhiên như trước kia, nhất là khi nước ta lại là nước đặc biệt chịu tác động của nguy cơ môi trường liên quan tới thay đổi khí hậu.

Do đó, chỉ trên cơ sở huy động toàn bộ các tác nhân trong mọi lĩnh vực cùng tiết kiệm và sử dụng năng lượng hiệu quả, dưới hình thức này hoặc hình thức khác, mới có thể hướng được sự phát triển bền vững cho cả cộng đồng.

Chính vì vậy, các chính sách hiệu quả năng lượng thành công nhất chính là các chính sách kết hợp phát minh đổi mới kỹ thuật, cơ cấu lại tổ chức và thay đổi hành vi.

Environmental Science

D. TÀI LIỆU THAM KHẢO: [\[Trở về\]](#)

Từ điển Bách khoa toàn thư mở vi.wikipedia.org các chuyên trang có nội dung về Năng lượng:

- http://vi.wikipedia.org/wiki/N%C4%83ng_l%C6%B0%E1%BB%A3ng_M%E1%BA%B7t_Tr%E1%BB%9Di
- http://vi.wikipedia.org/wiki/Nhi%C3%AAn_li%E1%BB%87u_sinh_h%E1%BB%8Dc
- http://vi.wikipedia.org/wiki/N%C4%83ng_l%C6%B0%E1%BB%A3ng_%C4%91%E1%BB%8Ba_nhi%E1%BB%87t
- http://vi.wikipedia.org/wiki/Th%E1%BB%A7y_%C4%91%E1%BB%87n
- http://vi.wikipedia.org/wiki/N%C4%83ng_l%C6%B0%E1%BB%A3ng_th%E1%BB%A7y_tri%E1%BB%81u
- http://vi.wikipedia.org/wiki/N%C4%83ng_l%C6%B0%E1%BB%A3ng_gi%C3%B3

Hiệu ứng nhà kính:

- http://vi.wikipedia.org/wiki/H%E1%BB%87u_%E1%BB%A9ng_nh%C3%A0_k%C3%ADnh

Chuyên đề năng lượng – VnGG Energy Working Group

- <https://sites.google.com/site/vnngenergy/mucluc>

Khái niệm Tài nguyên năng lượng:

- <http://vea.gov.vn/vn/truyenthong/hoidapmt/Pages/T%C3%A0inguy%C3%AAnn%C4%83ngl%C6%B0%E1%BB%A3ngl%C3%A0g%C3%AC.aspx>

Than đá ở Việt Nam

- http://www.cesti.gov.vn/images/cesti/files/STINFO/SO6-2009/Thegioidulieu_b2.pdf

Dữ liệu về dầu khí trên Biển Đông

- <http://biendong.net/component/content/article/751-vung-bin-vit-nam-giau-tim-nng-khoang-sn.html>

Điền hạt nhân Việt Nam: Quyết tâm và trách nhiệm

- <http://truyenthongkhoaoc.vn/vn/Dien-hat-nhan-Viet-Nam-Quy-et-tam-va-trach-nhiem-c1048/Dien-hat-nhan-Viet-Nam-Quy-et-tam-va-trach-nhiem-n3594>

Ứng dụng năng lượng mặt trời tại Việt Nam

- <http://www.dienmattroi.com/ung-dung-doi-song/144-ung-dung-nang-luong-mat-troi-tai-viet-nam.html>

Năng lượng gió của Việt Nam, tiềm năng và triển vọng

- http://tusach.thuvienkhoahoc.com/wiki/N%C4%83ng_l%C6%B0%E1%BB%A3ng_gi%C3%B3_c%E1%B%A7a_Vi%E1%BB%87t_Nam,_ti%E1%BB%81m_n%C4%83ng_v%C3%A0_tri%E1%BB%83n_v%E1%BB%8Dng

Năng lượng biển Việt Nam nhiều hay ít

- <http://tamnhin.net/Cuoc-song-xanh/18698/Nang-luong-bien-cua-Viet-Nam-nhieu-hay-it.html>

Tiềm năng thủy điện

- <http://www.hunghaigroup.com/hung-hai/vi/tin-nganh-nghe/281-tiem-nang-thuy-dien.html>

Địa nhiệt

- <http://www.monre.gov.vn/v35/default.aspx?tabid=428&CatelD=39&ID=121180&Code=4GDC121180>

Năng lượng tái tạo tại Việt Nam

- <http://www.windenergy.org.vn/index.php?page=nang-luong-tai-cao-tai-viet-nam>

Phát triển bền vững

- <http://nangluongvietnam.vn/news/vn/tiet-kiem-nang-luong/dien-dan/su-dung-nang-luong-tiet-kiem-hieu-qua-huong-den-phat-trien-ben-vung.html>

...Và một số hình ảnh, tư liệu khác.