

CLIMATE BOX

ĐÔNG NAM Á

Bộ công cụ
học tập tương tác
về biến đổi khí hậu

SÁCH THAM KHẢO
VIỆT NAM

CLIMATE BOX

Bộ công cụ học tập tương tác về biến đổi khí hậu

TÀI LIỆU
PHIÊN BẢN ĐÔNG NAM Á

Các tác giả

Aryanie Amellina (Bản Đông Nam Á)

Vladimir Berdin (Tác giả chính, Phần 1.1.-1.4, 2.6, 2.8 và 3.5)

Yulia Dobrolyubova (Hiệu đính chung, Phần 2.7, 2.9 và 2.10)

Ekaterina Gracheva (Phần 3.1, 3.2 và 3.4)

TS. Pavel Konstantinov (Phần 1.1, 2.1, 2.4, 2.5, 2.9)
TS. Natalia Ryzhova (Phần 2.2)
TS. Katia Simeonova (Bản cập nhật 2024)

TS. Elena Smirnova (Hiệu đính chung, Phần 3.2, 3.3, 3.4)
TS. Dmitry Zamolodchikov (Phần 2.3)

Chuyên gia sư phạm

Lyubov Kolotilina
Elena Malts
TS. Elena Smirnova

Quản lý dự án
Natalia Olofinskaya
Antonina Khovanskaya
Elena Surovikina
TS. Sergey Tambiev
Petra Valastinova

Chuyên gia kỹ thuật
Terence John Carrington
Armine Poghosyan

Biên tập bản 2024

Bharati Sadasivam

Dàn trang & thiết kế
Natan Giuliano
Alvard Ohanjanyan
Anna Alekperova

Bản dịch tiếng Việt được hợp tác thực hiện bởi

Nhóm Công tác Chính sách Thanh niên (YPWG)

Thành viên chính:
Lê Thị Khánh Huyền
Phạm Nhật Dương
Đào Thị Tiểu Anh
Lê Trí Dũng
Trần Thu Phương
Đào Duy Anh
Lê Trần Bình Nguyên
Nguyễn Thị Hoàng Mai

Thành viên đóng góp:
Nguyễn Diệu Anh
Trương Khánh Linh
Nguyễn Trúc Mai
Phạm Trần Bảo Châu
Chu Thị Thục Trinh
Nguyễn Quốc Anh
Đậu Hoàng Thanh Luy

Trung tâm Sống và Học tập vì Môi trường và Cộng đồng

Đỗ Vân Nguyệt
Trần Lan Nhi
Lương Nguyễn Ngọc Mai
Thân Thị Thu Duyên
Mai Hải Anh

Lời cảm ơn

Nhóm dự án xin trân trọng cảm ơn tất cả các cố vấn và chuyên gia khoa học đã hỗ trợ xây dựng bộ công cụ học tập tương tác Climate Box, đặc biệt là Alexey Kokorin với những tư vấn giá trị cho các phần "Biến đổi khí hậu" và "Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến khu vực Bắc Cực như thế nào", Yulia Kalinicheva với sự hỗ trợ trong việc xây dựng bản đồ treo tường và áp phích về giảm thiểu biến đổi khí hậu, UNDP tại Armenia với việc chuẩn bị áp phích về thích ứng với biến đổi khí hậu, Alexey Soldatov (Công ty TNHH BSH Home Appliances) và Olga Pegova với những đóng góp trong việc xây dựng các tài liệu về "Hiệu quả năng lượng và tiết kiệm năng lượng".

Sách tham khảo Climate Box là một phần của bộ công cụ học tập tương tác về biến đổi khí hậu, được thiết kế dành cho học sinh tiểu học và trung học cơ sở cùng giáo viên giảng dạy các môn khoa học tự nhiên và môi trường. Bộ công cụ được xây dựng bởi Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP) với sự hỗ trợ tài chính trong các giai đoạn khác nhau của chương trình Climate Box từ Quỹ Môi trường Toàn cầu (GEF), Chính phủ Liên bang Nga và Công ty Coca-Cola. Climate Box là sự tiếp nối của chuỗi các bộ công cụ giáo dục môi trường dành cho học sinh do UNDP và các đối tác phát triển, bao gồm Black Sea Box và Baikal's Little Treasure Chest.

Climate Box: An interactive learning toolkit on climate change. South-East Asia / A. Amellina, V. Berdin, E. Gracheva, Y. Dobrolyubova et al.
United Nations Development Programme, 2026.

UDC 373.3 (5): 551,583
BBK: 74.26:26.237 K49
ISBN 978-5-9902971-2-8

© Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP). Mọi quyền được bảo lưu. Ấn phẩm này có thể được sao chép cho mục đích phi thương mại và giáo dục mà không cần sự đồng ý bằng văn bản của chủ sở hữu bản quyền, với điều kiện nguồn tài liệu được trích dẫn đầy đủ và chính xác.

Việc sử dụng các tên gọi và cách trình bày nội dung trên các bản đồ không thể hiện bất kỳ ý kiến nào từ phía Ban Thư ký Liên Hợp Quốc hoặc UNDP về tình trạng pháp lý của bất kỳ quốc gia, vùng lãnh thổ, thành phố hay khu vực nào, hoặc về thẩm quyền của họ, cũng như về việc phân định ranh giới của họ.



Về CLIMATE BOX

BẢN ĐÔNG NAM Á

Biến đổi khí hậu được xem là vấn đề cấp bách nhất trên toàn cầu, vì tác động của nó xảy ra ở mọi quốc gia, mọi khu vực trên thế giới. Vì mỗi người chúng ta – dù ít hay nhiều – đều có trách nhiệm với những thay đổi đang diễn ra trên hành tinh này. Chúng ta là những người tiêu dùng cuối của các hàng hóa và dịch vụ – những thứ cần đến tài nguyên và năng lượng để sản xuất ra, đặc biệt là từ nhiên liệu hóa thạch như dầu mỏ, than đá và khí đốt tự nhiên. Hoạt động sản xuất và sử dụng các nhiên liệu hóa thạch thải ra khí nhà kính (KNK), làm tăng thêm nồng độ của chúng trong khí quyển, từ đó dẫn đến hiệu ứng nhà kính và khiến nhiệt độ toàn cầu tăng lên. Ngoài ra, các hoạt động khác như sản xuất xi măng, luyện kim, canh tác nông nghiệp hay khai thác và quản lý rừng cũng góp phần làm tăng lượng khí nhà kính trong không khí. Tất cả những điều đó tạo nên "dấu chân carbon" – tức là tổng lượng khí nhà kính mà các hoạt động của chúng ta thải ra, gây ảnh hưởng đến khí hậu và môi trường trên Trái Đất.

Biến đổi khí hậu còn là vấn đề rất cấp bách đòi hỏi chúng ta phải trang bị trang bị kiến thức và công cụ cần thiết để bảo vệ môi trường và làm giảm dấu chân carbon của mình. Những kiến thức và thói quen tốt này cần được hình thành ngay từ khi còn nhỏ, như vậy, khi rời ghế nhà trường, tất cả mọi người sẽ hiểu rõ tầm quan trọng của việc bảo vệ môi trường và tài nguyên thiên nhiên.

Từ đó, Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP), với sự hỗ trợ của Quỹ Môi trường Toàn cầu (GEF), Chính phủ Liên bang Nga và Công ty Coca-Cola, đã xây dựng bộ công cụ Climate Box – một bộ tài liệu học tập tương tác về biến đổi khí hậu dành cho học sinh. Bộ công cụ nhằm cung cấp cho học sinh những thông tin cốt lõi về các vấn đề liên quan đến biến đổi khí hậu toàn cầu một cách hấp dẫn và sinh động, đồng thời cung cấp cho giáo viên các khuyến nghị về cách lồng ghép vào chương trình giảng dạy trong nhà trường.

"Gửi đến tất cả những ai đang nỗ lực lên tiếng và hành động vì khí hậu, tôi muốn các bạn biết rằng các bạn đang làm điều đúng đắn cho tương lai, và tôi luôn sát cánh cùng các bạn."

António Guterres
Tổng Thư ký Liên Hợp Quốc
ngày 19 tháng 9 năm 2023

Bộ công cụ Climate Box bao gồm:

- Cuốn sách tham khảo có hình minh họa dành cho học sinh: chứa tài liệu học tập, nhiều câu hỏi và nhiệm vụ dành cho cá nhân và nhóm. Sách cũng có hướng dẫn dành cho giáo viên về cách sử dụng bộ tài liệu này trong các bài học cho học sinh ở nhiều lứa tuổi khác nhau (dưới dạng một chương trong sách và một tài liệu hướng dẫn riêng);
- Bộ thẻ Câu đố Khí hậu
- Bản đồ minh họa những tác động có thể có (có thể xảy ra) của biến đổi khí hậu lên tự nhiên và con người ở nhiều nơi trên thế giới vào cuối thế kỷ 21;
- Áp phích đưa ra các khuyến nghị về cách đối phó và thích nghi với những tác động không thể giảm nhẹ (hoặc không thể ngăn cản) của biến đổi khí hậu;
- Áp phích với những mẹo để giảm dấu chân carbon của bạn;
- Trang web climate-box.com - nơi chứa tất cả tài liệu của bộ công cụ.

Sách tham khảo này được thiết kế tựa một cuốn bách khoa toàn thư minh họa về khí hậu dành riêng cho học sinh, phô bày những vấn đề cấp bách – tưởng chừng như phức tạp – một cách dễ hiểu. Người đọc sẽ khám phá bối cảnh khí hậu Trái Đất đã thay đổi từ những thời kỳ địa chất xa xưa nhất, những biến đổi về khí hậu đang diễn ra hiện nay, cách những thay đổi này ảnh hưởng đến tự nhiên và con người, liệu chúng ta có thể thích ứng với những tác động không thể tránh khỏi hay không, cách ngăn chặn những hậu quả nguy hiểm nhất của hiện tượng nóng lên toàn cầu và những hành động đã - đang được thực hiện ở các khu vực khác nhau trên thế giới. Một phần riêng biệt của sách giới thiệu khái niệm dấu chân carbon và cách giảm thiểu nó.

Sách tham khảo và các tài liệu khác trong bộ Climate Box được thiết kế sao cho học sinh có thể tự học và sử dụng một cách độc lập. Một số chủ đề phù hợp với lứa tuổi nhỏ hơn, trong khi một số chủ đề khác dành cho học sinh trung học. Có em sẽ hứng thú với toàn bộ nội dung cuốn sách, trong khi các em khác có thể bị thu hút bởi những thông tin thú vị, hình ảnh minh họa sinh động hoặc các ý tưởng thí nghiệm. Mỗi người đều có thể tìm thấy điều gì đó mới mẻ và hấp dẫn trong bộ Climate Box.

Sự thành công của giai đoạn thử nghiệm bộ công cụ Climate Box cùng sự đón nhận tích cực từ các chuyên gia khí hậu, giáo viên lẫn học sinh đã truyền cảm hứng cho UNDP mở rộng bộ công cụ thành một chương trình giáo dục mang tính quốc tế, kết nối trẻ em và giáo viên vượt qua mọi biên giới.



Tính đến năm 2019, Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP) đã mở rộng việc triển khai dự án Climate Box tại chín quốc gia thuộc khu vực Đông Âu, Kavkaz và Trung Á. Đến năm 2025, dự án tiếp tục triển khai tại ba quốc gia Đông Nam Á gồm Cộng hòa Dân chủ Nhân dân Lào, Thái Lan và Việt Nam tham gia dự án. Các phiên bản số của bộ công cụ Climate Box hiện đã được cung cấp bằng các ngôn ngữ chính thức của Liên Hợp Quốc cũng như ngôn ngữ quốc gia của các nước tham gia tại địa chỉ www.climate-box.com.

Phiên bản bộ công cụ Climate Box dành cho khu vực Đông Nam Á này chứa đựng những thông tin cập nhật nhất về biến đổi khí hậu, bao gồm các phát hiện chính từ Báo cáo Đánh giá lần thứ Sáu (AR6) của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) và các nghiên cứu tình huống mới nhất liên quan đến các sáng kiến giảm nhẹ và thích ứng với biến đổi khí hậu trong khu vực, bên cạnh các ví dụ điển hình trên toàn cầu. Tài liệu cũng tổng hợp phản hồi và khuyến nghị từ giáo viên và chuyên gia tại các quốc gia đã sớm triển khai Climate Box, dựa trên kinh nghiệm thực tiễn trong quá trình áp dụng chương trình.

Một đội ngũ tác giả đông đảo đã tham gia xây dựng bộ Climate Box, bao gồm các chuyên gia hàng đầu trong các lĩnh vực khí hậu học, địa lý, sinh học và kinh tế, cùng với các tác giả sách thiếu nhi chuyên nghiệp. Đặc biệt, đội ngũ giáo viên giàu kinh nghiệm đã cho chúng tôi những đóng góp vô giá trong việc phát triển các hướng dẫn sử dụng bộ công cụ trên lớp học dành cho những giáo viên khác.

Chúng tôi hy vọng rằng bộ Climate Box sẽ tiếp tục là một nguồn tài liệu hấp dẫn và hữu ích về biến đổi khí hậu dành cho học sinh, giúp các em học cách bảo vệ thế giới tự nhiên.

Tìm hiểu thêm về dự án Climate Box tại địa chỉ www.climate-box.com



Lời nói đầu



GS. Thomas Stocker
Giáo sư ngành Vật lý Khí hậu và Môi trường, Đại học Bern, Thụy Sĩ
Đồng Chủ biên Nhóm Công tác I của IPCC, giai đoạn 2008–2015

Hãy nghĩ về các mốc năm 2030, 2050, 2100. Đây là những mốc thời gian được nhắc đến nhiều nhất khi chúng ta nói về biến đổi khí hậu (BĐKH) những tác động của nó, và cách mà nhân loại phải thích ứng với những thay đổi tất yếu trong tương lai.

Có lẽ với nhiều người, đặc biệt với đa số người trẻ, những mốc thời gian đó còn rất xa vời. Nhưng với chính bạn, những người đại diện cho thế hệ tương lai, thì đây lại là những cột mốc không thể bỏ qua. Năm 2030, mình sẽ làm công việc gì? Năm 2050, mình sẽ sống ở đâu? Đến năm 2100, con mình sẽ có cuộc sống hạnh phúc đến nhường nào? Đây là những câu hỏi mà các bạn học sinh, sinh viên ngày nay sẽ dần nghĩ tới.

Thế hệ của chúng ta đã quen tìm kiếm câu trả lời cho những câu hỏi như vậy bằng cách tự vấn chính bản thân mình – học hành thật tốt, làm việc chăm chỉ, sáng tạo và đổi mới. Thế nhưng, BĐKH do con người gây ra không chỉ làm thay đổi điều kiện sống trên Trái Đất – ngôi nhà duy nhất của chúng ta – mà còn ảnh hưởng mạnh mẽ hơn bao giờ hết đến những lựa chọn sống của chúng ta, cũng như hạnh phúc của gia đình, bạn bè và những người xung quanh - dù ở gần hay xa. Trong những thập kỷ tới, BĐKH sẽ là yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đến cuộc sống và sinh hoạt của con người.

Đó là lý do tại sao Climate Box ra đời rất đúng thời điểm. Chúng ta cần hiểu điều gì đang định hình tương lai, và hiểu được rằng những quyết định hôm nay không chỉ ảnh hưởng đến bản thân trong hiện tại, mà còn tác động sâu rộng đến cuộc sống của con cháu chúng ta trong tương lai. Kiến thức khoa học về ảnh hưởng của con người lên Trái Đất, lên khí hậu và các tài nguyên thiên nhiên cần được giáo dục từ sớm, để ý thức về những vấn đề này được hình thành và nuôi dưỡng càng sớm càng tốt.

Việc giáo dục có thể được thực hiện qua nhiều hình thức. Climate Box mang đến một cách tiếp cận mới mẻ và sinh động với chủ đề phức tạp này. Bằng cách trình bày những thông tin khoa học cập nhật nhất với ngôn ngữ dễ hiểu, kết hợp hình ảnh minh họa, câu đố và câu chuyện, học sinh có thể tiếp thu kiến thức qua nhiều kênh khác nhau. Các bài tập trong Climate Box giúp học sinh ghi nhớ, đánh giá và củng cố sự hiểu biết của mình.

Toàn cầu hóa đã mang lại nhiều lợi ích, nhưng chúng ta vẫn chưa sẵn sàng để sống, làm việc và thích nghi trong một thế giới như vậy. Bộ não con người đã tiến hóa qua hàng nghìn năm để phản ứng và thích nghi với những thay đổi diễn ra trong môi trường xung quanh – điều này cấp thiết cho sự sống còn của chúng ta. Con người thường chỉ phản ứng với những gì nhìn thấy hoặc nghe thấy trực tiếp. Tuy nhiên, trong thế giới ngày nay, những hành động của chúng ta – đặc biệt là việc tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch và việc sử dụng đất

thiếu bền vững như phá rừng đã gây ra những hậu quả mang tính toàn cầu, đe dọa đến sự sống còn của cả nhân loại.

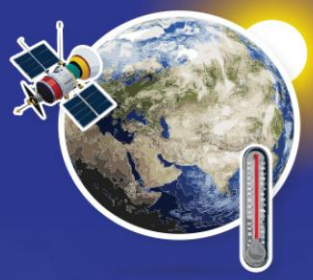
Vì vậy, "bộ công cụ sinh tồn" của chúng ta cần được nâng cấp thông qua bằng chứng khoa học. Chính khoa học giúp ta hiểu được khí hậu đang thay đổi ra sao và cho phép chúng ta dự đoán những tương lai có thể xảy ra tùy thuộc vào những lựa chọn của chúng ta ngay từ hôm nay

Liệu chúng ta sẽ sống trong một thế giới khác với hiện tại – một thế giới ấm hơn, khí hậu thay đổi, nhưng vẫn là một ngôi nhà nơi con người có thể thích nghi và sống thoải mái? Hay chúng ta sẽ phải đối mặt với một thế giới hoàn toàn khác – một thế giới nóng hơn rất nhiều so với khả năng chịu đựng của con người và các hệ sinh thái, với mực nước biển dâng cao hơn ít nhất một mét, nhiều vùng ven biển bị nhấn chìm và không thể sinh sống, băng tan hết và Bắc Cực bị biến đổi vĩnh viễn? Đó sẽ là một thế giới nơi các hiện tượng thời tiết cực đoan tấn công những người dễ bị tổn thương nhất, và nhiều hệ sinh thái sẽ không còn duy trì được chức năng của chúng. Thế giới ấy là hệ quả của kịch bản "phát triển thông thường" – một cụm từ sai lệch và đầy nguy hiểm, vì nó ngầm cho rằng đến năm 2050 hay 2100, con người vẫn có thể "tiếp tục như thường lệ". Người công dân hiểu biết ngày nay đã biết rõ rằng điều đó sẽ không xảy ra nếu xu hướng này tiếp tục.

Climate Box giúp học sinh nhận thức được những hậu quả nghiêm trọng của biến đổi khí hậu qua kiến thức khoa học và hướng dẫn học tập, từ đó nâng cao nhận thức về tầm ảnh hưởng lâu dài của hành động trong hiện tại. Chúng tôi hy vọng rằng với tài liệu học tập đổi mới này, khi được đưa vào mọi cấp học, thế hệ tương lai sẽ không mất quá nhiều thời gian như chúng tôi và có thể đưa ra những quyết định đúng đắn.



Mục lục



PHẦN 1

Vấn đề biến đổi khí hậu 11

1.1 Khí hậu và thời tiết 15
1.2 Các kiểu khí hậu và các đới khí hậu 17
1.3 Nguyên nhân và Nguồn gốc của Biến đổi khí hậu 30
1.3.1 Nguyên nhân của Biến đổi khí hậu: từ hàng triệu năm trước 32
1.3.2 Nguyên nhân của Biến đổi khí hậu: trong hàng chục nghìn đến hàng trăm nghìn năm 34
1.3.3 Nguyên nhân biến đổi khí hậu: nhiều thế kỷ qua 37
1.4 Biến đổi khí hậu ngày nay 42



PHẦN 2

Tác động của biến đổi khí hậu đối với tự nhiên và đời sống con người

Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không? 53

2.1 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thời tiết 61
2.2 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thực vật và động vật 74
2.3 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến rừng 95
2.4 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến tài nguyên nước 117
2.5 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến nông nghiệp 128
2.6 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vùng ven biển 135
2.7 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vùng núi 146
2.8 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến khu vực Bắc Cực 162
2.9 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến đô thị và sức khỏe con người 181
2.10 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vấn đề xã hội 195



PHẦN 3

Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu

206

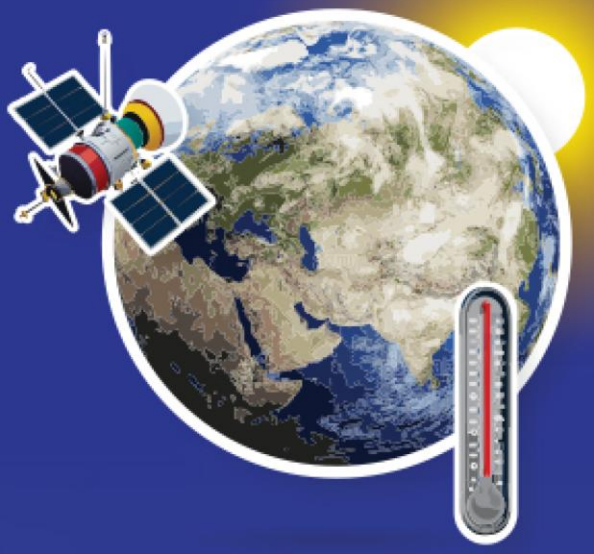
3.1 **Các nguồn năng lượng "xanh"** 209
3.1.1 Năng lượng là gì? 209
3.1.2 Các nguồn năng lượng chính 210
3.1.3 Nhiên liệu hóa thạch 212
3.1.4 Năng lượng hạt nhân 217
3.1.5 Các nguồn năng lượng tái tạo 220
3.1.6 Ưu và nhược điểm của các nguồn năng lượng khác nhau 238
3.2 **Hiệu suất năng lượng và tiết kiệm năng lượng** 244
3.2.1 Giao thông thân thiện với môi trường 249
3.2.2 Thiết bị gia dụng và các thiết bị điện 256
3.2.3 Xây dựng xanh: các tòa nhà thụ động và chủ động 259
3.2.4 Thành phố xanh 265
3.3 **Dấu chân carbon và cách ta có thể góp phần giảm thiểu cho hành tinh** 271
3.3.1 Dấu chân carbon 271
3.3.2 Tôi có thể giúp hành tinh như thế nào? Giảm dấu chân carbon 273
3.4 **Hợp tác toàn cầu về biến đổi khí hậu, phát triển bền vững, và cách tiếp cận toàn xã hội để ứng phó với biến đổi khí hậu** 285



PHẦN 4

Hướng dẫn dành cho giáo viên về việc sử dụng bộ công cụ Climate Box trong trường học

296



1

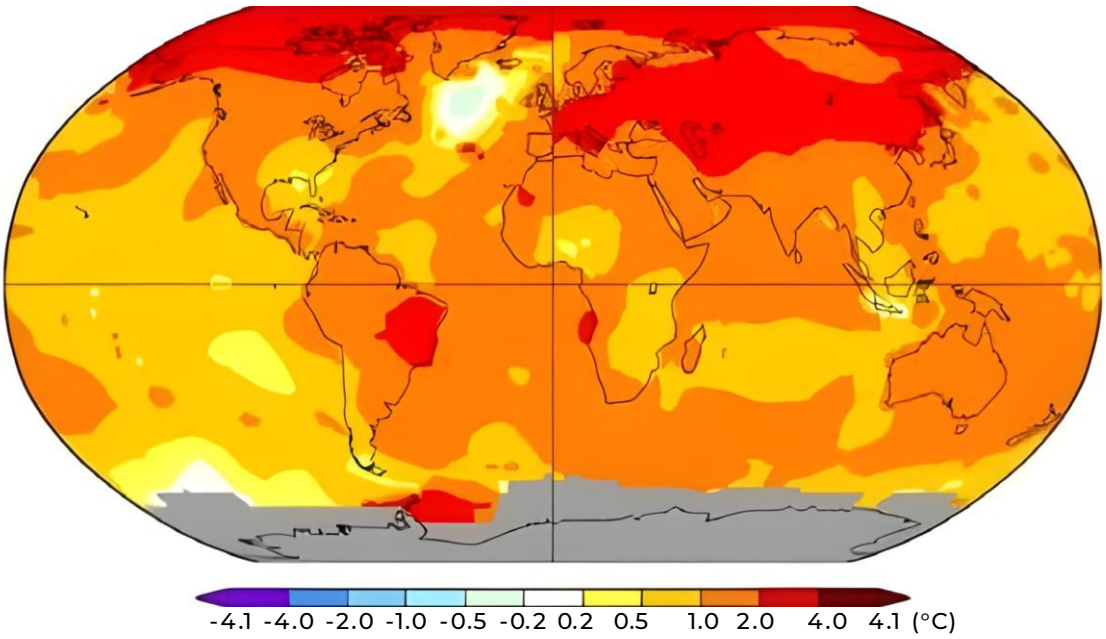
Vấn đề biến đổi khí hậu

1 Vấn đề Biến đổi khí hậu

Biến đổi khí hậu là một trong những vấn đề cấp bách nhất của thế giới hiện nay. Ba mươi năm trước, chỉ các nhà khoa học mới thảo luận về biến đổi khí hậu, nhưng ngày nay, nó đã trở thành mối quan tâm của hầu hết mọi người trong số chúng ta. Chúng ta đều có thể dễ dàng nhận thấy thời tiết ngày càng ấm lên và khó dự đoán so với quy luật thường thấy. Các hiện tượng thời tiết cực đoan như bão, lũ lụt, sóng nhiệt, mưa lớn và hạn hán cũng xảy ra ngày càng thường xuyên và mức độ nghiêm trọng hơn.

Không thể phủ nhận rằng khí hậu Trái Đất đang thay đổi, và thậm chí là thay đổi với tốc độ ngày càng nhanh. Bạn hãy tự đánh giá mà xem: từ nửa sau thế kỷ 19 đến thập kỷ này, nhiệt độ trung bình trên Trái Đất đã tăng gần 1,2°C. Con số đó có vẻ không nhiều, nhưng trên phạm vi toàn cầu, đây là mối đe dọa nghiêm trọng đến mọi sự sống trên hành tinh, từ thực vật đến động vật và cho cả chính con người. Và hãy nhớ rằng, gần 1,2°C là nhiệt độ trung bình toàn cầu, nhưng sự ấm lên mạnh mẽ hơn trên đất liền so với đại dương, và mạnh nhất ở Bắc Cực. Sự ấm lên cũng mạnh mẽ hơn ở bán cầu Bắc so với bán cầu Nam, nơi có diện tích bề mặt lớn hơn, hấp thụ nhiều bức xạ mặt trời và có vòng tuần hoàn đại dương. Nhiệt độ cũng tăng nhanh hơn kể từ những năm 1970 so với nửa đầu thế kỷ 21.

Hình 1.1 Bản đồ quan trắc sự thay đổi trong nhiệt độ bề mặt Trái Đất từ 1901 - 2022



Chú giải: Phần màu xám không có thông tin quan trắc

Trái đất đang ngày càng nóng lên!

Theo Tổ chức Khí tượng Thế giới, năm 2024 là năm nóng nhất kể từ khi bắt đầu thu thập dữ liệu vào năm 1850.

Nhà triết học Hy Lạp Heraclitus đã nói câu "panta rhei" (không ai tắm hai lần trên một dòng sông) để diễn đạt khái niệm về sự thay đổi. Điều này cũng đúng với khí hậu, vốn luôn thay đổi trong suốt hàng triệu năm qua. 125 triệu năm trước, nhiệt độ trung bình toàn cầu đã cao hơn khoảng 1°C so với hiện nay.

Tuy nhiên, tốc độ thay đổi khí hậu nhanh chóng trong những thập kỷ gần đây đang gây ra hậu quả nguy hiểm đối với hành tinh và và toàn bộ sự sống trên hành tinh này.

"Biến đổi khí hậu" là thuật ngữ chuẩn xác hơn so với "nóng lên toàn cầu" vì nhiệt độ tăng chỉ là một trong những hệ quả của biến đổi khí hậu. Những thay đổi khí hậu dẫn đến sự mất cân bằng trong thế giới tự nhiên: các sông băng và băng vĩnh cửu tan chảy, mực nước biển dâng cao, lũ lụt, hạn hán, lốc xoáy và bão xảy ra thường xuyên hơn, và thời tiết trở nên khó dự đoán hơn. Biến đổi khí hậu cũng dẫn đến sự tuyệt chủng của nhiều loài động thực vật mà không thể thích nghi với điều kiện mới, ảnh hưởng tiêu cực đến nền kinh tế của các quốc gia, đồng thời đe dọa sức khỏe và thậm chí mạng sống của con người.

Có nhiều giả thuyết khác nhau về nguyên nhân của những thay đổi này. Một số nhà nghiên cứu cho đó là kết quả của các quá trình thiên văn tác động đến hành tinh của chúng ta (như sự gia tăng hoạt động của Mặt Trời và sự thay đổi trong độ nghiêng của trục Trái Đất). Trong khi đó, những người khác cho rằng các vấn đề khí hậu là hậu quả của việc con người khai thác tài nguyên thiên nhiên quá mức. Dù nguyên nhân đến từ đâu, có một điều chắc chắn: chúng ta không thể điều khiển hoạt động của Mặt Trời hay trục quay của Trái Đất, trong khi việc tiêu dùng quá mức và lượng khí nhà kính gây hại cho khí hậu sinh ra từ đó là những điều mà chúng ta có thể kiểm soát được.

Không có quốc gia nào không phải đối mặt với những tác động mạnh mẽ của biến đổi khí hậu. Lượng khí nhà kính (KNK) trong bầu khí quyển hiện nay nhiều hơn 50% so với năm 1990. Sự gia tăng khí nhà kính đang gây ra những thay đổi lâu dài trong hệ thống khí hậu của chúng ta, và nếu chúng ta không hành động, những hậu quả này sẽ trở nên không thể đảo ngược được.

13 HÀNH ĐỘNG VỀ KHÍ HẬU

Mục tiêu hành động khí hậu (Mục tiêu 13), 1 trong 17 Mục tiêu Phát triển Bền vững được Liên Hợp Quốc thông qua vào năm 2015, nhằm giải quyết nhu cầu vừa thích ứng với biến đổi khí hậu, vừa đầu tư vào phát triển carbon thấp

Ủy ban Liên Chính Phủ về Biến đổi khí hậu và những phát hiện mới nhất

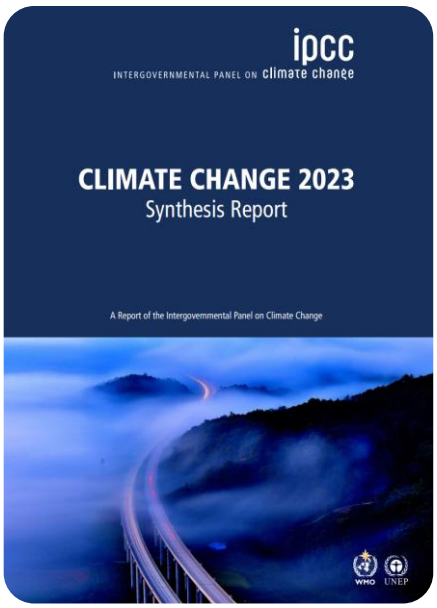
Ủy ban Liên Chính Phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC) là một cơ quan liên chính phủ của Liên Hợp Quốc. IPCC được thành lập vào năm 1988 bởi Tổ chức Khí tượng Thế giới và Chương trình Môi trường Liên Hợp Quốc nhằm thúc đẩy kiến thức khoa học và hiểu biết về biến đổi khí hậu, các yếu tố tác động và hậu quả của nó, và cách đối phó với nó.

IPCC cung cấp cho các chính phủ những thông tin khoa học cập nhật nhất về biến đổi khí hậu. Ủy ban không tiến hành nghiên cứu riêng mà đánh giá tất cả các tài liệu khoa học liên quan. Điều này bao gồm những thay đổi quan sát được trong hệ thống khí hậu và dự báo của chúng, các tác động và rủi ro tự nhiên, kinh tế, xã hội do biến đổi khí hậu gây ra, và các cơ hội và lựa chọn để giảm thiểu biến đổi khí hậu và thích ứng với những hậu quả của nó. Hàng nghìn nhà khoa học và các chuyên gia khác tình nguyện xem xét hàng triệu ấn phẩm và phản ánh kết quả nghiên cứu của họ trong các "Báo cáo Đánh giá" cho các nhà hoạch định chính sách và công chúng.

IPCC là nguồn thông tin và đánh giá khoa học uy tín nhất về biến đổi khí hậu, được các nhà khoa học hàng đầu và chính phủ các nước công nhận. Các báo cáo của Ủy ban đóng vai trò quan trọng trong các cuộc họp thường niên của các bên tham gia Công ước Khung của Liên Hợp Quốc về Biến đổi Khí hậu (UNFCCC), còn được gọi là COP. Mỗi Báo cáo Đánh giá (AR) của Ủy ban đã dẫn đến những tiến bộ lớn trong các cuộc đàm phán của UNFCCC. Báo cáo Đánh giá Đầu tiên là yếu tố quan trọng trong các cuộc đàm phán dẫn đến việc thông qua UNFCCC vào năm 1992, Báo cáo Đánh giá Thứ Hai là cơ sở cho các cuộc đàm phán về Nghị định thư Kyoto vào năm 1997 và Báo cáo Đánh giá Thứ Năm là nền tảng cho các cuộc đàm phán về Hiệp định Paris lịch sử vào năm 2015.

Báo cáo Đánh giá mới nhất của IPCC là Báo cáo Đánh giá Thứ Sáu (AR6) được công bố trong giai đoạn 2021-2023. Nhiều phát hiện của báo cáo này có trong phiên bản Climate Box (Hình 1.2).

Hình 1.2 Các thông điệp chính từ AR6 của IPCC



“ Không thể chối cãi rằng hoạt động của con người đang gây ra biến đổi khí hậu, làm cho các sự kiện khí hậu cực đoan như sóng nhiệt, mưa lớn và hạn hán càng xảy ra thường xuyên và nghiêm trọng hơn.

“Bằng chứng đã rõ:
Chúng ta cần hành động ngay bây giờ.”

Bạn có thể tìm thêm thông tin tại:
https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/

Vậy, thực tế thời tiết và khí hậu của chúng ta đang thay đổi như thế nào? Khí hậu Trái đất đã thay đổi như thế nào trong quá khứ và hiện nay? Điều gì là nguyên nhân của những thay đổi này? Khí nhà kính là gì và chúng ta có thể làm gì về chúng? Hãy cùng tìm hiểu câu trả lời cho những câu hỏi này.

1.1 | Khí hậu và thời tiết

Mọi người thường phàn nàn về thời tiết, nhưng họ hiếm khi phàn nàn về khí hậu. Đây là một trong những ví dụ: "Tháng Mười tự tiêu tan trong một luồng gió rít và cơn mưa nặng hạt. Tháng Mười Một tới, lạnh như đóng băng, cùng gió mạnh mỗi buổi sáng và những cơn gió đóng băng cắt vào những khuôn mặt và đôi tay trần." (J.K. Rowling, Harry Potter và Hội Phượng Hoàng, bản dịch của Lý Lan). Các nhà văn và nhà thơ không thường viết về khí hậu. Điều này cũng dễ hiểu thôi, bạn có thể nhìn ra cửa sổ là biết hôm nay trời nắng hay mưa. Mỗi ngày, chúng ta đều sống chung với thời tiết, nhưng khí hậu thì không dễ để thấy ngay được. Ấy mà vậy, hầu hết mọi người hiện nay đều nói đến sự thay đổi của khí hậu.

Sau mỗi chuyến du lịch xa cùng bố mẹ, điều đầu tiên những người khác muốn biết là thời tiết trong suốt chuyến đi đó thế nào. Nhưng khi bạn giới thiệu cho bạn bè đến đó du lịch, có thể bạn sẽ nói với họ rằng 'Khí hậu ở nơi đó rất dễ chịu.' Vậy sự khác biệt giữa thời tiết và khí hậu là gì?

THỜI TIẾT

là trạng thái của bầu khí quyển tại một địa điểm trong một thời gian nhất định, có thể là một giờ, một buổi, một ngày hay vài tuần.

Thời tiết là trạng thái nhất thời của những gì chúng ta gọi là 'các yếu tố khí tượng', những thứ mà chúng ta nghe thấy hàng tối trên bản tin dự báo thời tiết trên TV: nhiệt độ, độ ẩm, áp suất khí quyển, mây che phủ, v.v. Khi trời trở lạnh trong một tuần vào mùa hè và mưa lớn đến mức bạn thậm chí không muốn thò mặt ra khỏi cửa, thì đó là thời tiết xấu.

KHÍ HẬU

là trạng thái thông thường của thời tiết tại một địa điểm cụ thể trong một khoảng thời gian dài (vài thập kỷ).

Ví dụ: mùa hè thì nóng và khô, trong khi mùa đông thì mát mẻ và ẩm ướt với tuyết rơi rất hiếm khi xảy ra. Đó là mô tả ngắn gọn về kiểu khí hậu Địa Trung Hải. Có câu ngạn ngữ rằng 'khí hậu là những gì bạn mong đợi, thời tiết là những gì bạn nhận được'. Bạn không thể nhìn thấy khí hậu chỉ bằng cách nhìn ra ngoài cửa sổ!

Các đặc điểm chính của khí hậu là:

- nhiệt độ không khí và sự thay đổi của nó tùy theo mùa;
- lượng và thời gian mưa (mưa và tuyết) trong năm;
- cách các khối khí di chuyển;
- gió thịnh hành và các loại gió khác.

KHỐI KHÍ

là một khối lớn trong khí quyển có nhiệt độ không khí, áp suất và lượng hơi nước gần đồng nhất trên toàn bộ khối không khí đó.

Những yếu tố khí tượng nào quyết định thời tiết?



Nhiệt độ không khí là các nhiệt độ dương hoặc âm. Mốc chia giữa âm và dương là 0°C, ở mức này nước bắt đầu đóng băng thành đá.



Độ ẩm không khí được hiểu là lượng hơi nước trong không khí. Vào mùa đông, độ ẩm cao khiến ta cảm thấy lạnh hơn. Còn khi trời nóng mà độ ẩm cũng cao, ta sẽ cảm thấy ngột ngạt.



Mây là một cụm các giọt nước nhỏ hoặc tinh thể băng trong khí quyển.



Lượng mưa thay đổi tùy thuộc vào việc nó rơi từ mây (mưa, tuyết, mưa đá, mưa đá) hoặc hình thành trên bề mặt đất và trên các vật thể (sương, băng giá, sương giá, băng).



Tầm nhìn khoảng cách xa nhất mà mắt người có thể nhìn rõ một vật trước khi nó hòa vào không gian xa và không thể phân biệt được.



Sương mù là một cụm được hình thành do hơi nước ngưng tụ gần mặt đất.



Áp suất khí quyển là là lực ép của không khí tại một độ cao nhất định trong khí quyển.



Gió là sự chuyển động theo chiều ngang của không khí do sự chênh lệch về áp suất khí quyển.

Quan sát, nghiên cứu và dự báo thời tiết thuộc lĩnh vực khí tượng học – một nhánh của khoa học khí quyển. Còn khí hậu học là bộ môn nghiên cứu về khí hậu, tập trung vào việc mô tả khí hậu, phân tích nguyên nhân của sự khác biệt và thay đổi khí hậu, cũng như những hệ quả thực tiễn của chúng.



Những người sống ở Ireland nói đùa rằng, "Ireland có khí hậu tuyệt vời, chỉ có điều thời tiết làm hỏng tất cả." Ireland là một quốc gia nằm trên một hòn đảo lớn ngoài khơi bờ biển Tây Âu. Thời tiết ở đây thay đổi liên tục, nhưng khí hậu lại rất dễ Ireland thường được gọi là 'Đảo Ngọc'.

1.2 Các kiểu khí hậu và các đới khí hậu

Mỗi khu vực trên thế giới lại có các kiểu khí hậu khác nhau. Ở những nước trên phía Bắc, khi mùa đông đến, tuyết phủ trắng xóa khắp nơi, mọi người thường mơ ước được đến những vùng đất nhiệt đới ấm áp, nơi có nắng vàng rực rỡ và biển xanh mát lạnh để thỏa sức bơi lội.

Ở phương Đông, từ "khí hậu" bắt nguồn từ cách quan sát thời tiết của người xưa. Theo lịch, năm ngày được coi là một “hậu,” ba hậu là một “khí tiết.” Như vậy, từ “khí hậu” được ra đời để nói về trạng thái thời tiết. Còn ở phương Tây, các nhà khoa học xưa đã chia Trái Đất thành các đới khí hậu khác nhau dựa vào độ cao của Mặt Trời trên đường chân trời và độ dài ban ngày.

Sở dĩ có sự khác biệt về khí hậu như vậy là do nhiệt lượng từ Mặt Trời không được phân bổ đều khắp bề mặt Trái Đất. Những vùng gần biển, nơi có không khí lưu thông tốt, lượng mưa nhiều, cùng nhiều yếu tố khác thường có khí hậu ôn hòa hơn. Ngược lại, những vùng sâu trong lục địa, ở chỗ cao hơn so với mực nước biển biển thường có khí hậu khắc nghiệt hơn.

Các vùng có khí hậu tương tự nhau thường tạo thành những dải rộng bao tròn quanh Trái Đất. Chúng được gọi là "đới khí hậu". Càng đi xa xích đạo về phía hai cực, các đới khí hậu này sẽ càng lạnh.

Hệ thống phân loại khí hậu nổi tiếng nhất được nhà khí hậu học người Đức - Nga, Wladimir Köppen, giới thiệu vào năm 1884 (Hình 1.2.1). Ông chia khí hậu thành năm nhóm chính: **A** – Nhiệt đới, **B** – Khô hạn, **C** – Ôn đới, **D** – Lục địa, **E** – Cực và núi cao, và **H** - Cao nguyên

Các vùng khí hậu này còn được chia nhỏ thêm dựa trên nhiệt độ và độ khô.

Chữ cái thứ hai trong vùng khí hậu bổ sung các phân vùng dựa trên các mô hình mưa:

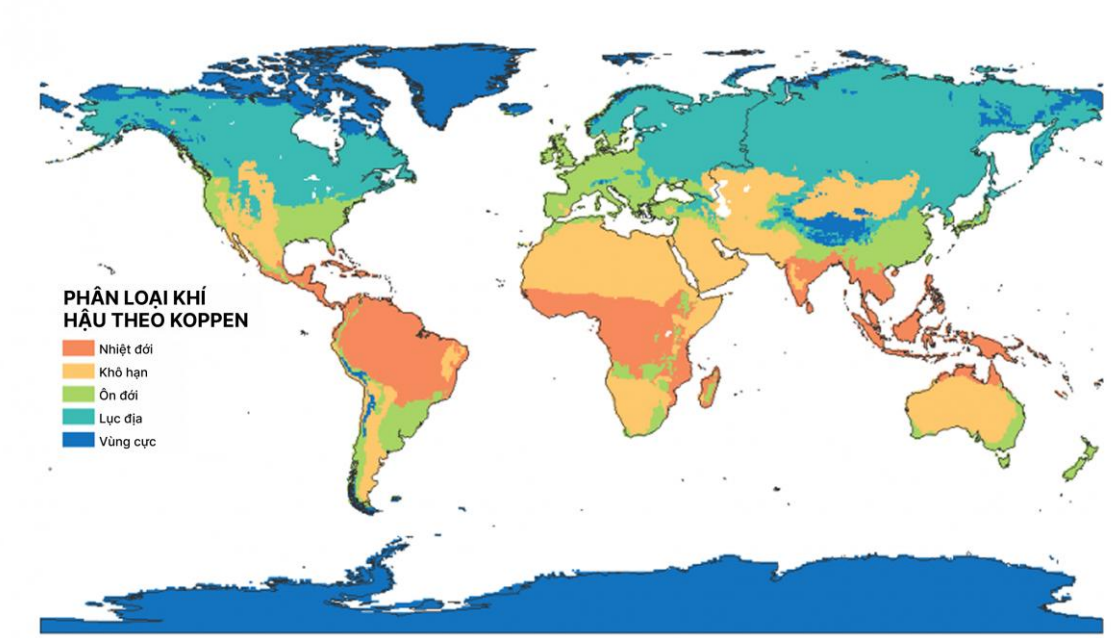
- **f** - ẩm quanh năm
- **s** - mùa hè khô hạn
- **w** - mùa đông khô hạn
- **m** - gió mùa

CÁC ĐỚI KHÍ HẬU

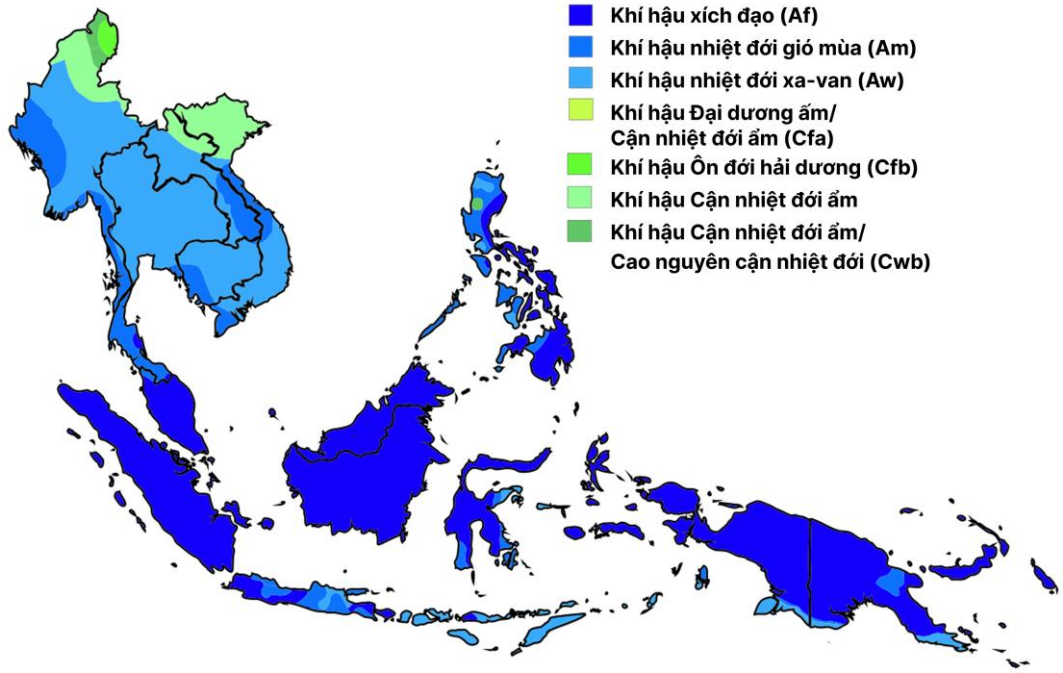
là các khu vực có khí hậu tương đối đồng nhất

Hình 1.2.1 Bản đồ phân loại khí hậu Köppen-Geiger của thế giới (a) và khu vực Đông Nam Á (b)

a.



b.



Ví dụ, Khu vực **Af** không có mùa khô ("khí hậu xích đạo"), Khu vực **Am** có mùa khô ngắn ("khí hậu gió mùa"), và Khu vực **Aw** có mùa khô vào mùa đông ("khí hậu savan nhiệt đới").

Chữ cái thứ ba bổ sung các phân vùng dựa trên các mô hình nhiệt độ:

- **a** – mùa hè nóng
- **b** – mùa hè ấm
- **c** – mùa hè mát
- **d** – mùa đông rất lạnh

Một bảng phân loại chi tiết về các vùng khí hậu và đặc điểm cụ thể của chúng theo Phân loại khí hậu Köppen được cung cấp trong Bảng 1.2.1.

Hầu hết các quốc gia Đông Nam Á nằm trong khu vực khí hậu A. Tuy nhiên, vì các khu vực khí hậu được xác định dựa trên vĩ độ, một quốc gia có thể có nhiều hơn một loại khí hậu.

Một hệ thống phân loại khí hậu khác, thường được sử dụng ở Đông Âu, được nhà khoa học người Nga Boris Alisov tạo ra vào những năm 1950. Hệ thống này xác định bốn khu vực khí hậu chính ở mỗi bán cầu và ba khu vực chuyển tiếp.

Các khu vực khí hậu chính bao gồm **khí hậu xích đạo, nhiệt đới, ôn đới và cực (Cực Bắc ở Bán cầu Bắc và Cực Nam ở Bán cầu Nam).** Đây là các khu vực khí hậu chính vì mỗi khu vực bị chi phối suốt cả năm bởi các khối không khí giống nhau.

Giữa các khu vực khí hậu chính là các khu vực chuyển tiếp: **khí hậu cận xích đạo, cận nhiệt đới và cận cực (cận Bắc Cực ở Bán cầu Bắc và dưới Nam Cực ở Bán cầu Nam.** Tất cả các tên của khu vực khí hậu chuyển tiếp đều có tiền tố "cận", trong Hán-Việt có nghĩa là "gần".

Các mùa ở Nam Bán cầu và Bắc Bán cầu đối lập hoàn toàn: từ tháng 12 đến tháng 2, khi Bắc Bán cầu là mùa đông thì Nam Bán cầu đang giữa mùa hè, và khi Bắc Bán cầu lạnh nhất thì Nam Bán cầu nóng nhất.



Bảng 1.2.1 Các đới khí hậu (W. Köppen phân loại)

Đới khí hậu	Phân vùng	Nhiệt độ	Lượng mưa	Ví dụ về các lãnh thổ có khí hậu này
A – Nhiệt đới	**Af** – Xích đạo	Nhiệt độ trung bình hàng tháng luôn trên 18°C.	Không có mùa khô. Tháng khô nhất vẫn có ít nhất 60mm mưa. Mưa phân bố đều suốt cả năm.	Khu vực xung quanh xích đạo (VD: Brazil, Costa Rica, Ấn Độ, Indonesia, Malaysia, Papua New Guinea)
	Am – Nhiệt đới gió mùa	Nhiệt độ trung bình hàng tháng luôn trên 18°C. Nhiệt độ cao nhất trong năm xảy ra ngay trước mùa mưa	Mùa mưa rõ rệt, mùa khô ngắn. Có một hoặc nhiều tháng với lượng mưa dưới 60mm.	Tây và Trung Phi, Nam và Đông Nam Á, Nam Mỹ, Trung Mỹ, một số khu vực Caribe, Bắc Mỹ, và miền bắc Australia (VD, Campuchia, Colombia, Indonesia, Mexico, Myanmar, Philippines, Thái Lan, Việt Nam)
	As – Nhiệt đới xa van	Nhiệt độ trung bình hàng tháng luôn trên 18°C	Mùa hè khô. Có hơn hai tháng với lượng mưa dưới 60mm vào mùa hè.	Châu Phi, Châu Á, Trung Mỹ, Nam Mỹ, miền bắc Australia, Caribe (VD, Brazil, Ấn Độ, Thái Lan)
	Aw – Nhiệt đới xa van	Nhiệt độ trung bình hàng tháng luôn trên 18°C	Mùa đông khô. Có hơn hai tháng với lượng mưa dưới 60mm vào mùa đông	
B – Khô hạn	**BWk** – Sa mạc lạnh	Nhiệt độ trung bình dưới 18°C. Mùa đông có nhiệt độ dưới 0°C.	Địa hình sa mạc ôn đới. Mức độ bay hơi nước vượt quá lượng mưa, nhưng ít hơn một nửa lượng bốc hơi tiềm năng.	Sa mạc Trung Á (VD: miền bắc Trung Quốc, Mông Cổ), Bắc Mỹ (Sa mạc Great Basin), Nam Mỹ (Sa mạc Atacama, Sa mạc Patagonian).
	BWh – Sa mạc nóng	Nhiệt độ trung bình trên 18°C. Không có sương giá hoặc hiếm khi xảy ra.	Địa hình sa mạc nhiệt đới Mức độ bay hơi nước vượt quá lượng mưa, nhưng ít hơn một nửa lượng bốc hơi tiềm năng.	Bắc Phi, Tây Á, tây bắc Ấn Độ, tây nam Châu Phi, Trung Mỹ, Australia, Châu Âu (VD: Mexico, Tây Nam Tây Ban Nha).
	BSk – Bán khô hạn lạnh	Nhiệt độ trung bình dưới 18°C.	Vùng khô ôn đới. Mức độ bay hơi nước vượt quá lượng mưa, nhưng ít hơn một nửa lượng bốc hơi tiềm năng.	Trung Á và miền tây Hoa Kỳ, Trung Đông, Châu Á, Bắc Phi, Nam Phi, Nam Mỹ, Australia (VD, Argentina, Trung Quốc, Nam Phi)
	BSh – Bán khô hạn nóng	Nhiệt độ trung bình trên 18°C	Vùng khô nhiệt đới. Mức độ bay hơi nước vượt quá lượng mưa, nhưng ít hơn một nửa lượng bốc hơi tiềm năng.	Bắc Phi, Nam Phi, Australia, Trung Mỹ, Nam Á, Châu Âu (VD, Ấn Độ, Hy Lạp, Mexico, Niger, Pakistan, Tây Ban Nha)
C – Ôn đới	**Cfa** – Cận nhiệt đới ẩm	Nhiệt độ trung bình của tháng nóng nhất trên 22°C. Nhiệt độ trung bình của tháng lạnh nhất dưới 18°C.	Ôn hòa, không có mùa khô, mùa hè nóng. Mưa quanh năm nhưng biến động lớn	Châu Phi, Đông, Tây, và Đông Nam Á, Bắc Mỹ, Trung Mỹ, Nam Mỹ, Australia, một phần nhỏ của Châu Âu (VD, Angola, Trung Quốc, Congo, Hong Kong, Ấn Độ, Iran, Ý, Pakistan, miền nam Hoa Kỳ, Việt Nam).
	Cfb – Ôn đới hải dương	Nhiệt độ trung bình của tất cả các tháng dưới 22°C. Ít nhất bốn tháng có nhiệt độ trung bình trên 10°C	Ôn hòa, không có mùa khô, mùa hè ấm. Mưa phân bố đều quanh năm.	Bắc Mỹ, Trung Á, Châu Âu, Thái Bình Dương, Nam Mỹ (VD, Argentina, Australia, Canada, Georgia, New Zealand, Thổ Nhĩ Kỳ).
	Cfc – Ôn đới hải dương	Nhiệt độ trung bình của tất cả các tháng dưới 22°C. Có một đến ba tháng có nhiệt độ trung bình trên 10°C.	Ôn hòa, không có mùa khô, mùa hè mát. Mưa phân bố đều quanh năm.	Bắc Âu, Nam Mỹ, Australia (VD, Bolivia, Iceland, Na Uy, Scotland).

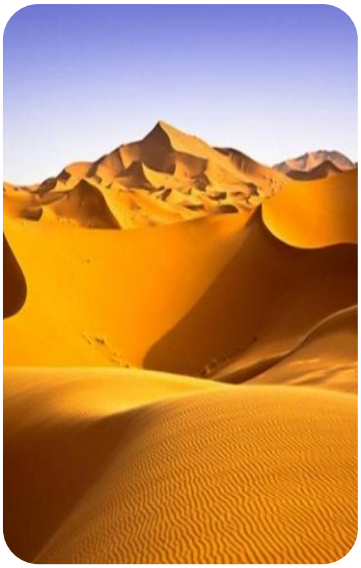
Đới khí hậu	Phân vùng	Nhiệt độ	Lượng mưa	Ví dụ về các lãnh thổ có khí hậu này
C – Ôn đới	**Csa** – Địa Trung Hải mùa hè nóng	Tháng nóng nhất có nhiệt độ trung bình trên 22°C. Ít nhất bốn tháng có nhiệt độ trung bình trên 10°C.	Ôn hòa với mùa hè khô, nóng. Lượng mưa vào những tháng mùa đông ẩm ướt ít nhất gấp ba lần so với tháng mùa hè khô hạn nhất. Nguy cơ sương giá vào mùa đông.	Australia, Trung Á, Nam Phi, Bắc Mỹ (VD, Iraq, Nam Phi, Hoa Kỳ)
	Csb – Địa trung hải mùa hè ấm	Không có tháng nào có nhiệt độ trung bình của tháng nóng nhất trên 22°C. Ít nhất bốn tháng có nhiệt độ trung bình trên 10°C.	Ôn hòa, mùa hè mát, khô. Mùa đông ẩm ướt. Lượng mưa vào những tháng mùa đông ẩm ướt ít nhất gấp ba lần so với tháng mùa hè khô hạn nhất. Nguy cơ sương giá vào mùa đông.	Australia, Châu Âu, Nam Mỹ, Bắc Mỹ (VD, Canada, Chile, Bồ Đào Nha).
	Cwa – Cận nhiệt đới ẩm		Ôn hòa có mùa đông khô, mùa hè nóng	Đông và Trung Phi, Bắc và Nam Mỹ, Đông Á, Nam Á và Đông Nam Á, Châu Âu (VD: Angola, Australia, Ý, Nepal, Paraguay, Hàn Quốc, Tanzania, Hoa Kỳ, Uruguay, Việt Nam, Zimbabwe).
D – Lục địa	**Dfa** – Lục địa nóng mùa hè	Nhiệt độ trung bình tháng lạnh nhất dưới 0°C, có ít nhất 4 tháng nhiệt độ trung bình trên 10°C	Ẩm, mùa hè nóng	Châu Phi, Trung và Đông Á, Australia, Châu Âu, Bắc Mỹ (VD: Canada, Nhật Bản, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Maroc, Nga, Hàn Quốc, Thổ Nhĩ Kỳ).
	Dfb – Lục địa mùa hè ấm		Khí hậu ẩm có mùa đông khắc nghiệt, không có mùa khô, mùa hè ấm.	
	Dfc – Lục địa cận Bắc cực		Mùa đông khắc nghiệt, không có mùa khô, mùa hè mát.	
	Dfd – Lục địa cận Bắc cực		Mùa đông rất khắc nghiệt, không có mùa khô, mùa hè mát.	
	Dwa – Lục địa nóng mùa hè		Khí hậu ẩm có mùa đông khắc nghiệt và khô, mùa hè nóng.	
	Dwb – Lục địa mùa hè ấm		Khí hậu ẩm có mùa đông khắc nghiệt và khô, mùa hè ấm.	
	Dwc – Cận cực		Mùa đông khắc nghiệt và khô, mùa hè mát.	
	Dwd – Cận Bắc cực		Mùa đông lạnh khắc nghiệt, mùa hè mát.	
E – Vùng cực	**ET** – Lãnh nguyên	Có ít nhất một tháng có nhiệt độ trung bình đạt 0°C, nhưng không tháng nào có nhiệt độ trung bình vượt quá 10°C.	Lạnh giá quanh năm, không có mùa hè	Greenland, Iceland, Nga, Hoa Kỳ (Alaska)
	EF – Chỏm băng	Khí hậu vùng cực có nhiệt độ quanh năm luôn lạnh, nhiệt độ trung bình tháng ấm nhất dưới 10°C.	Bao phủ bởi băng vĩnh cửu	Các vùng ven biển phía bắc của Bắc Mỹ, Châu Âu, Châu Á và các lục địa Greenland, Nam Cực.
H – Cao nguyên	Vùng hỗn hợp		Có thể bao gồm bất kỳ kiểu khí hậu nào kể trên do địa hình đồi núi, nơi thay đổi độ cao nhanh dẫn đến biến đổi khí hậu trong phạm vi ngắn.	

Mô tả ngắn gọn về các kiểu khí hậu



Khí hậu nhiệt đới

Khí hậu nhiệt đới có đặc điểm là nhiệt độ ấm áp quanh năm, với nhiệt độ trung bình hàng tháng luôn trên 18°C. Các quốc gia có kiểu khí hậu này thường có lượng mưa lớn, nhiều nơi vượt quá 1.500 mm mỗi năm, tạo điều kiện cho thảm thực vật tươi tốt phát triển. Lượng mưa trong khí hậu nhiệt đới thường phân bố theo mùa rõ rệt – mùa mưa và mùa khô – tùy thuộc vào từng vùng. Kiểu khí hậu này phổ biến ở các quốc gia nằm gần đường xích đạo, như phần lớn khu vực Đông Nam Á, một số vùng ở Trung Phi và miền bắc nước Úc.



Khí hậu khô hạn

Khí hậu khô hạn đặc trưng bởi lượng mưa rất thấp, hầu hết các khu vực nhận chưa đến 250 mm mưa mỗi năm. Những vùng khí hậu này thường có nhiệt độ cao vào ban ngày, nhưng ban đêm trở nên se lạnh, đặc biệt là ở các vùng sa mạc. Có hai kiểu khí hậu khô chính: khô hạn (sa mạc) và bán khô hạn (thảo nguyên khô). Khu vực khô hạn nhận lượng mưa cực kỳ ít, trong khi khu vực bán khô hạn có lượng mưa nhiều hơn một chút và có thể hỗ trợ sự phát triển của một số loại thực vật. Khí hậu khô có thể xuất hiện ở cả vùng nóng và vùng lạnh. Sa mạc nóng, như Sahara ở châu Phi hay bán đảo Ả Rập, có nhiệt độ ban ngày rất cao và mưa rất ít; trong khi sa mạc lạnh, như một số khu vực ở Tây Nam nước Mỹ, có nhiệt độ mát hơn và biến động theo mùa.



Khí hậu ôn đới

Khí hậu ôn đới có nhiệt độ khá dễ chịu, với nhiệt độ trung bình hàng tháng dao động từ khoảng 18°C vào tháng ấm nhất đến trên 0°C vào tháng lạnh nhất. Sự thay đổi theo mùa rõ rệt với bốn mùa trong năm: một mùa lạnh (mùa đông), một mùa nóng (mùa hè) và hai mùa chuyển tiếp (mùa xuân và mùa thu). Lượng mưa phân bố tương đối đều quanh năm. Thảm thực vật ở vùng khí hậu ôn đới khá đa dạng, thường là rừng, đồng cỏ hoặc cây bụi. Khí hậu ôn đới có thể được tìm thấy ở các khu vực như một phần Tây Âu (ví dụ Pháp và Đức), phần lớn nước Mỹ (như vùng Tây Bắc Thái Bình Dương), cùng với một số khu vực ở Úc và New Zealand. Những vùng này nổi tiếng với thời tiết dễ chịu, thuận lợi cho sản xuất nông nghiệp và là nơi tập trung đông dân cư.



Khí hậu lục địa

Khí hậu lục địa có sự biến đổi nhiệt độ theo mùa rất rõ rệt, với mùa hè nóng và mùa đông lạnh. Nhiệt độ trung bình vào tháng nóng nhất thường trên 10°C, trong khi vào tháng lạnh nhất có thể xuống thấp hơn mức đóng băng (0°C). Lượng mưa nhìn chung ở mức trung bình, thường rơi nhiều nhất vào mùa ấm, tuy nhiên một số khu vực có thể có mùa đông khô. Đặc điểm nổi bật của khí hậu lục địa là sự chênh lệch lớn giữa nhiệt độ mùa hè và mùa đông, tạo nên bốn mùa rõ rệt. Khí hậu này phổ biến ở Canada, đông bắc Trung Quốc, phần lớn nước Nga (đặc biệt là Siberia), và vùng đồng bằng trung tâm Hoa Kỳ. Vào mùa ấm, khí hậu lục địa có thể hỗ trợ rừng phát triển, nhưng mùa đông thường rất khắc nghiệt với tuyết rơi dày.



Khí hậu vùng cực và khí hậu núi cao

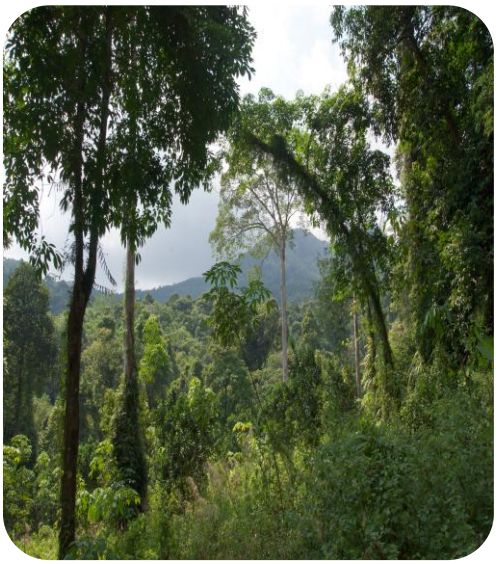
Các khu vực có khí hậu vùng cực và khí hậu núi cao nổi tiếng với nền nhiệt độ cực kỳ lạnh và dân cư thưa thớt do thời tiết khắc nghiệt quanh năm. Ở khí hậu vùng cực, nhiệt độ trung bình vào tháng ấm nhất vẫn dưới 10°C, trong khi khí hậu núi cao có thể ấm hơn đôi chút vào mùa hè nhưng nhìn chung hầu như mát mẻ quanh năm. Hai kiểu khí hậu này đều có mùa đông dài, lạnh buốt và mùa hè ngắn, mát. Lượng mưa thường thấp; vùng cực nhận rất ít mưa hàng năm, chủ yếu là tuyết, trong khi khí hậu núi cao có thể có lượng mưa lớn hơn do ảnh hưởng của độ cao, thường dưới dạng tuyết rơi. Thảm thực vật ở vùng cực rất hạn chế, chủ yếu là rêu, địa y và một số loài cây thấp; còn ở vùng núi cao, có thể xuất hiện các đồng cỏ núi cao và cây bụi ở độ cao thấp hơn. Khí hậu vùng cực xuất hiện ở những nơi như Nam Cực, Bắc Cực, bao gồm Greenland và một phần phía bắc Canada. Trong khi đó, khí hậu núi cao thường gặp ở các dãy núi lớn như Andes, An-pơ và Himalaya.

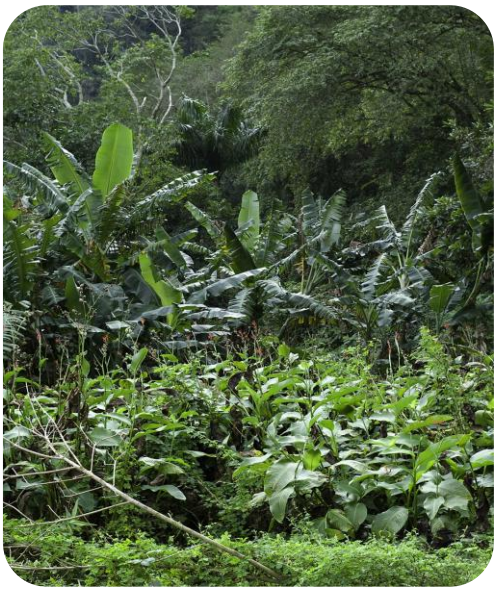


Khí hậu cao nguyên

Khí hậu vùng cao nguyên xuất hiện ở các khu vực núi cao. Do sự thay đổi về độ cao, khí hậu tại đây rất đa dạng – có thể dao động từ ôn đới đến cận cực hoặc thậm chí là kiểu khí hậu vùng cực, với nhiệt độ mát hoặc lạnh hơn ở các độ cao lớn hơn. Lượng mưa trong khí hậu cao nguyên thay đổi đáng kể: một số nơi có mưa lớn, đặc biệt là ở sườn núi đón gió, trong khi các khu vực khác lại khô hơn. Tuyết thường xuất hiện ở các độ cao lớn, thậm chí ngay cả trong mùa hè. Thảm thực vật cũng thay đổi theo độ cao – từ rừng hoặc đồng cỏ ở vùng thấp cho đến các đồng cỏ cao nguyên và vùng lãnh nguyên ở các khu vực cao hơn. Khí hậu vùng cao nguyên có thể được tìm thấy ở các dãy núi như dãy Andes ở Nam Mỹ, Himalaya ở châu Á, và dãy Rocky ở Bắc Mỹ.

Khí hậu Đông Nam Á







Đông Nam Á, nằm gần xích đạo, chủ yếu có khí hậu nhiệt đới, với nhiệt độ cao, lượng mưa dồi dào và sự phân chia rõ rệt giữa mùa mưa và mùa khô. Phần lớn khu vực thuộc các kiểu khí hậu theo phân loại Köppen là nhiệt đới (A) và ôn hòa (C), với sự khác biệt về lượng mưa và nhiệt độ theo mùa.

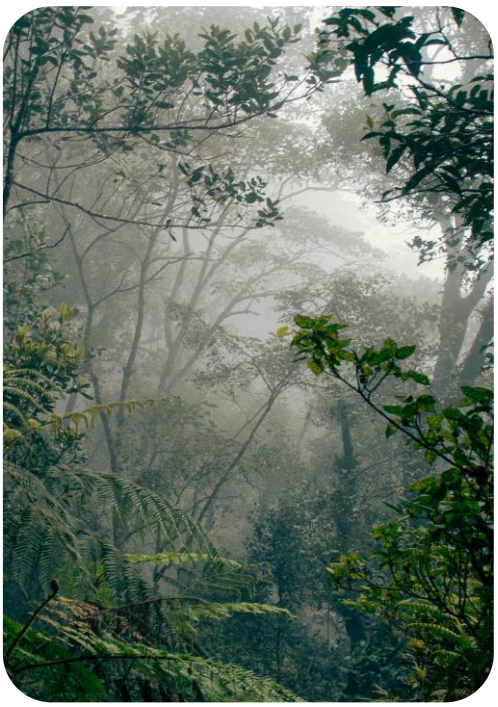
Đa số các nước Đông Nam Á có khí hậu nhiệt đới (Köppen A), đặc trưng bởi nhiệt độ cao quanh năm (trên 18°C) và lượng mưa lớn

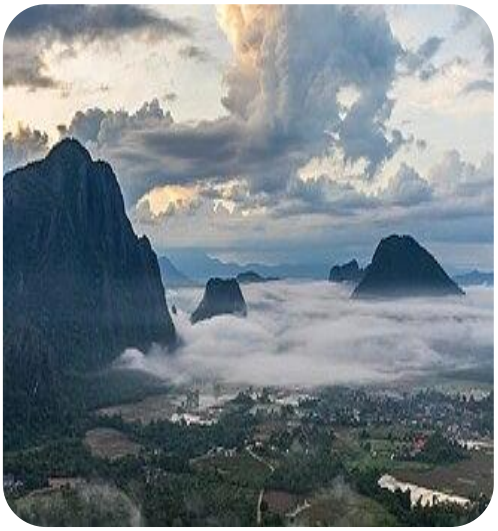
- **Khí hậu xích đạo (Af):** Có ở các khu vực ven biển của Malaysia, Indonesia và Philippines. Khí hậu này có mưa quanh năm, thường trên 2.000 mm mỗi năm. Mùa mưa kéo dài liên tục, tạo nên rừng rậm xanh tốt với đa dạng sinh học cao. Ví dụ: đảo Borneo (thuộc Malaysia và Indonesia) có khí hậu này với điều kiện ẩm ướt và hệ sinh thái phong phú.

- **Khí hậu nhiệt đới gió mùa (Am):** Thường thấy ở các vùng ven biển Việt Nam, Thái Lan và Myanmar. Những nơi này có mùa mưa rõ rệt do gió mùa, kéo dài với lượng mưa lớn, sau đó là mùa khô. Trong mùa mưa, lượng mưa hàng ngày có thể rất cao, thực vật phát triển mạnh, trong khi mùa khô có thể xảy ra hạn hán.

- **Khí hậu nhiệt đới xa van (Aw):** Xuất hiện ở một số nơi thuộc Thái Lan, Campuchia và Lào. Các khu vực này có mùa khô kéo dài rõ rệt. Thảm thực vật gồm đồng cỏ và cây bụi rải rác, không xanh tốt như rừng mưa. Ví dụ: Bangkok (Thái Lan) có khí hậu này với mùa hè nóng và mùa đông mát, khô.

Một số khu vực trong vùng này, đặc biệt là ở phía bắc và các khu vực có độ cao lớn hơn, có khí hậu ôn hòa (cận nhiệt đới) và thậm chí là khí hậu vùng núi cao. Các quốc gia thể hiện sự đa dạng khí hậu này bao gồm Indonesia và Malaysia với các khu rừng mưa nhiệt đới và khí hậu gió mùa, và Việt Nam, nơi có cả vùng khí hậu nhiệt đới lẫn ôn đới.





- **Khí hậu cận nhiệt đới ẩm (Cfa):** Khí hậu này xuất hiện ở miền Bắc Việt Nam và một số khu vực phía Nam Trung Quốc, bao gồm các nơi như Hà Nội và Quế Lâm. Mùa hè nóng ẩm với lượng mưa dồi dào, trong khi mùa đông mát mẻ và khô ráo. Khu vực này có sự thay đổi mùa rõ rệt, với mùa hè ấm áp, ẩm ướt và mùa đông mát mẻ, khô hanh.
- **Khí hậu Địa Trung Hải (Csa):** Khí hậu Địa Trung Hải hiếm gặp ở Đông Nam Á, nhưng có thể tìm thấy ở một số khu vực vùng cao như một phần của Việt Nam và vùng cao nguyên của Indonesia. Những nơi này có mùa hè nóng, khô và mùa đông ôn hòa, ẩm ướt do ảnh hưởng của độ cao và yếu tố địa hình.
- **Khí hậu cao nguyên (H):** Khí hậu cao nguyên có mặt tại các khu vực miền núi ở Đông Nam Á, như miền Bắc Việt Nam, Lào, và khu vực Tây Nguyên của Việt Nam và Thái Lan. Những vùng này có nhiệt độ mát mẻ quanh năm, với sự thay đổi nhiệt độ và lượng mưa tùy theo độ cao.

Tóm lại, khí hậu Đông Nam Á rất đa dạng, trong đó khí hậu nhiệt đới chiếm ưu thế ở các vùng thấp, còn khí hậu cận nhiệt đới và vùng núi xuất hiện ở các khu vực cao hơn.



Nơi lạnh nhất và nóng nhất trên Trái Đất là đâu?

Nơi lạnh nhất trên Trái Đất là các vùng đồng bằng phía đông của châu Nam Cực. Vào tháng 8 năm 2010, vệ tinh Aqua của NASA (Hoa Kỳ) đã ghi nhận nhiệt độ thấp kỷ lục mới là -93,2°C (Hình 1.2.2 và 1.2.3). Tuy nhiên, kỷ lục này khó có khả năng được công nhận chính thức vì theo tiêu chuẩn khoa học hiện hành, nhiệt độ không khí chỉ được coi là chính xác khi được đo trực tiếp trên bề mặt Trái Đất, chứ không phải từ ngoài không gian. Phân tích gần đây của NASA cho thấy nhiệt độ tại cùng vị trí này còn giảm thấp hơn, xuống tới -98°C. Vì vậy, kỷ lục nhiệt độ thấp nhất được quốc tế công nhận hiện nay vẫn là -89,2°C, được ghi nhận tại trạm nghiên cứu Vostok của Liên Xô (nay là Nga) ở châu Nam Cực vào ngày 21/7/1983 (Hình 1.2.4). Ngôi làng Oymyakon ở miền đông Siberia là nơi có người sinh sống lạnh nhất trên Trái Đất, với nhiệt độ trung bình mùa đông khoảng -50°C. Ngày lạnh nhất từng được ghi nhận tại đây là năm 1924, khi nhiệt độ giảm xuống -71,2°C.

Nơi nóng nhất trên hành tinh của chúng ta là Thung lũng Chết (Death Valley) ở Hoa Kỳ, nơi đã ghi nhận nhiệt độ không khí trong đo bóng râm cao kỷ lục là +56,7°C vào ngày 13/7/1913 (Hình 1.2.5). Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) hiện đang xác minh hai mức nhiệt độ là +54,4°C, được ghi nhận tại cùng địa điểm vào ngày 16/8/2020 và ngày 9/7/2021. Nếu được xác nhận, đây sẽ là mức nhiệt độ cao nhất trên Trái Đất kể từ năm 1913.

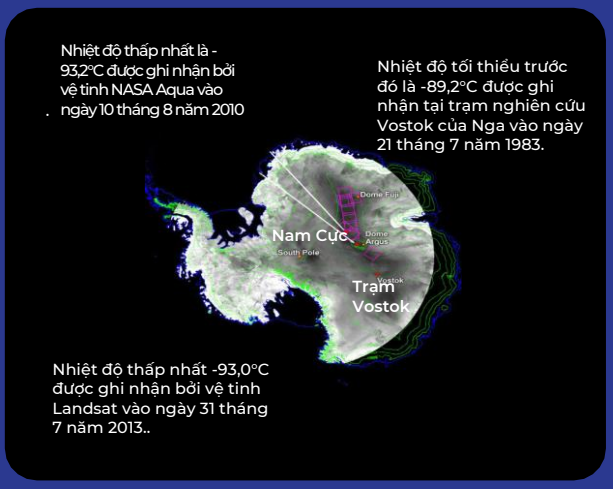
Hình 1.2.2

Vệ tinh Aqua của NASA (Hoa Kỳ) được phóng vào năm 2002 nhằm nghiên cứu các quá trình vật lý diễn ra trên Trái Đất.



Hình 1.2.3

Nhiệt độ không khí trên bề mặt ở Nam Cực: dữ liệu từ các vệ tinh của NASA của Mỹ, Aqua (2003–2013) & Landsat 8 (2013)



Hình 1.2.4 Trạm nghiên cứu Vostok của Nga



Hình 1.2.5 Thung lũng chết, Mỹ



CÂU HỎI

1. Khi ở Bắc bán cầu là mùa đông, thì ở Nam bán cầu là mùa gì?

2. Gió là gì? Bạn biết những loại gió nào? Chúng khác nhau ra sao? Gió nào phổ biến ở các vùng khí hậu nào và vì sao?

3. Bạn đang sống ở vùng khí hậu nào? Bạn biết gì về thời tiết ở vùng khí hậu của mình vào các thời điểm khác nhau trong năm?

4. Ở những vùng khí hậu nào thì thực vật và động vật khó tồn tại nhất?

5. Nơi nào lạnh hơn – Bắc Cực hay Nam Cực?

6. Bạn thành thạo thuật ngữ khí hậu đến mức nào? Hãy tự kiểm tra với Từ điển khí hậu của UNDP: https://www.undp.org/publications/climate-dictionary





BÀI TẬP

1

TRÒ CHƠI

Chuẩn bị: Các thẻ ghi đặc điểm khác nhau của các kiểu khí hậu: xích đạo, nhiệt đới, ôn đới, địa cực. Đây là một trò chơi dành cho 12–24 người. Mỗi người chơi nhận một thẻ với một đặc điểm khí hậu.

Hãy trao đổi với những người chơi khác và tập hợp tất cả các đặc điểm của cùng một kiểu khí hậu vào một nhóm người chơi. Diễn kịch câm để cho các nhóm khác đoán xem nhóm của bạn thuộc kiểu khí hậu nào.

2

Nhà văn Mỹ nổi tiếng Mark Twain từng đùa: “Nếu bạn không thích thời tiết ở New England, chỉ cần đợi vài phút.”
Ông ấy đang chế giễu điều gì về khí hậu và thời tiết ở New England?

Tìm New England trên bản đồ Hoa Kỳ. Khu vực này thuộc vùng khí hậu nào?

3

Thế nào là điều kiện khí hậu ‘thuận lợi’ và ‘không thuận lợi’?
Chia nhóm và chọn một kiểu khí hậu.
Dàn dựng tiểu phẩm hoặc các tình huống hài hước về kiểu khí hậu mà nhóm bạn đã chọn.

4

TRÒ CHƠI

Mục đích: Cảm nhận như thể bạn đang ở trong khí hậu xích đạo và trải nghiệm cơn mưa rào nhiệt đới hàng ngày.

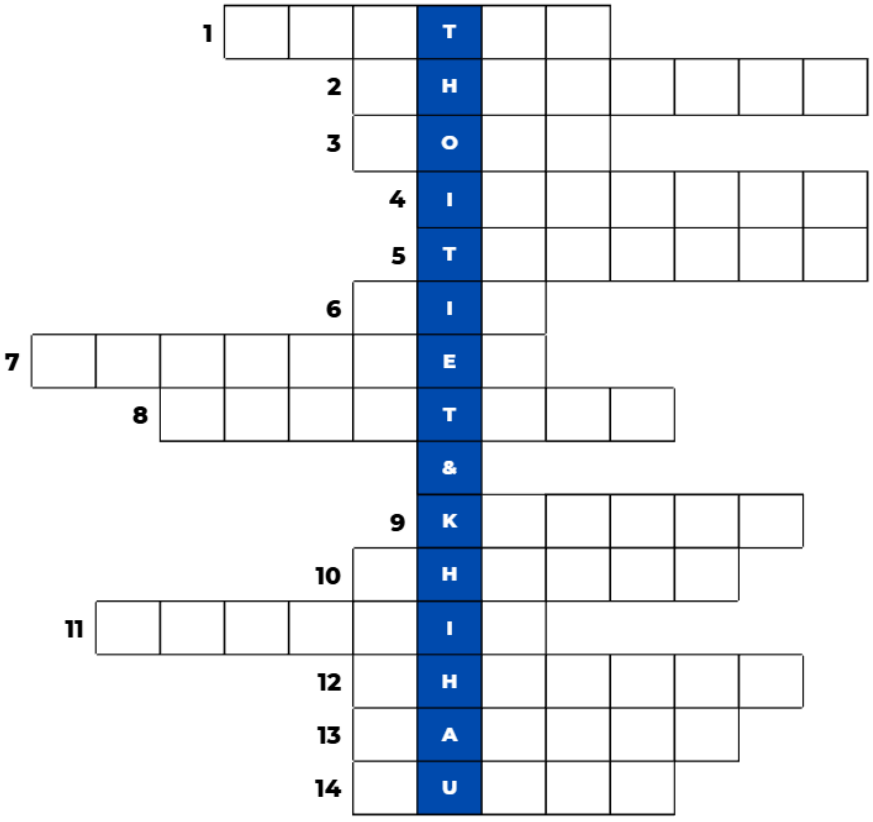
Cách chơi: Đứng thành vòng tròn, với một người dẫn trò đứng ở giữa. Là người dẫn trò, bạn phải thực hiện các động tác để tất cả người chơi khác làm theo, đồng thời xoay từ từ để lần lượt đối mặt với từng người. Bắt đầu động tác mới sau khi tất cả người chơi trong vòng tròn đã bắt chước xong động tác trước đó. Mỗi người chơi chuyển sang động tác kế tiếp khi bạn đối mặt với họ. Trong khi đó, các người chơi khác tiếp tục thực hiện động tác trước.

Trình tự động tác: Người dẫn trò và người chơi đầu tiên (sau đó lần lượt đến người thứ hai, thứ ba, v.v.) chắp hai lòng bàn tay lại và xoay tròn chậm rãi. Sau đó búng ngón tay, rồi vỗ tay, rồi vỗ đùi, rồi dậm chân. Khi trình tự kết thúc, các động tác được lặp lại theo thứ tự ngược lại. Hiệu ứng tạo ra từ động tác sẽ tái hiện âm thanh của một trận mưa rào từ lúc bắt đầu đến khi kết thúc.

5

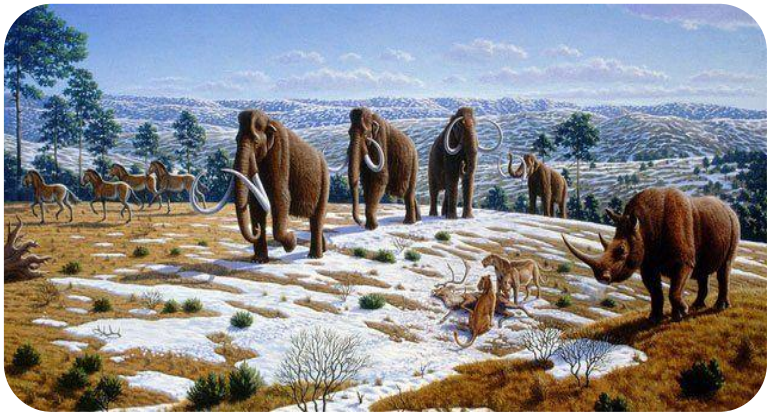
Đố vui ô chữ

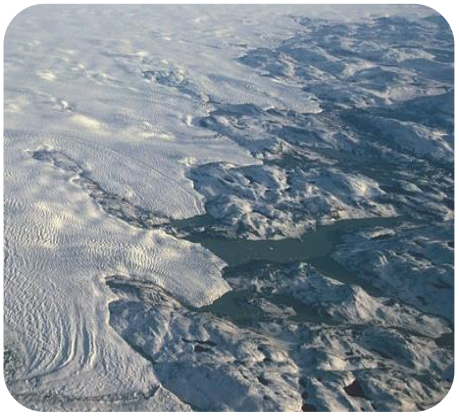
1. Một trong những mùa chính của năm là mùa gì?
2. Hiện tượng mô tả tình trạng của bầu không khí tại một thời điểm và một nơi cụ thể được gọi là gì?
3. Đại lượng cho biết lượng hơi nước trong không khí, khi tăng lên thì thời tiết ẩm hơn, được gọi là gì?
4. Nơi nào được gọi là "Đảo Ngọc"?
5. Một trong những đặc điểm quan trọng của thời tiết là gì?
6. Sự chuyển động ngang của không khí do chênh lệch áp suất được gọi là gì?
7. Loại nước nào mặn và luôn đi kèm với những con sóng?
8. Một kiểu khí hậu được gọi là gì?
9. Trời không mưa, đất nứt nẻ và cây cối không thể lớn lên, đó là hiện tượng gì?
10. Kiểu thời tiết lặp lại theo năm và kéo dài trong thời gian dài được gọi là gì?
11. Những cơn mưa có thể ăn mòn vật liệu và gây hại cho sinh vật được gọi là gì?
12. Yếu tố quan trọng nhất quyết định khí hậu là gì?
13. Châu lục nào được xem là lạnh nhất thế giới?
14. Loại mưa đóng băng rơi xuống thành những viên đá nhỏ được gọi là gì?



1.3 Nguyên nhân và Nguồn gốc của Biến đổi khí hậu

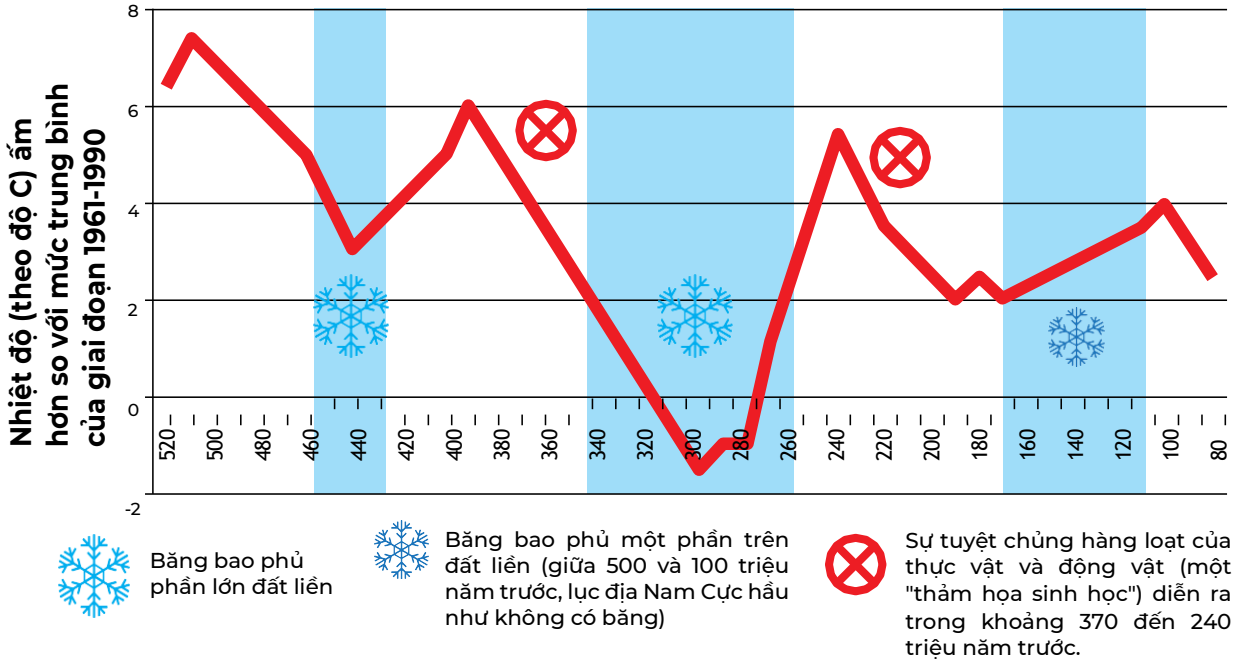
Ta dễ dàng thấy rằng khí hậu Trái Đất luôn thay đổi. Dĩ nhiên, các các nhân vật trong phim hoạt hình hay trò chơi về khủng long chỉ là sản phẩm của trí tưởng tượng, nhưng khủng long thì thực sự tồn tại – chúng ta biết điều đó nhờ vào những hóa thạch xương và trứng khủng long được tìm thấy. Khi loài động vật này còn tồn tại, khí hậu Trái Đất ấm hơn nhiều so với hiện nay. Tuy nhiên, cũng đã từng có những thời kỳ lạnh giá, khi khí hậu lạnh hơn bây giờ rất nhiều, và các sông băng từng lan rộng xuống tận phía nam, đến tận Berlin hoặc Chicago, với chiều cao bằng cả một tòa nhà nhiều tầng!





Trong hàng trăm triệu năm lịch sử, nhiệt độ Trái Đất đã biến đổi rất nhiều – khoảng 10°C (Hình 1.3.1). Đó là một con số đáng kể! Nếu nhiệt độ hiện tại tăng thêm 10°C, thì khí hậu ở Stockholm (Bắc Âu) sẽ giống như khí hậu Địa Trung Hải hiện tại, chẳng hạn như ở Barcelona hay Marseille. Như vậy sẽ dễ chịu chứ nhỉ? Nhưng điều đó cũng có nghĩa là miền Nam châu Âu sẽ nóng như Dubai. Còn ở khu vực Đông Á, Nam Á và Đông Nam Á, có lẽ sẽ nóng đến mức con người khó có thể sinh sống được.

Hình 1.3.1 Nhiệt độ Trái Đất trong 500 triệu năm qua



Các nhà khoa học nhận biết khí hậu trong quá khứ như thế nào?

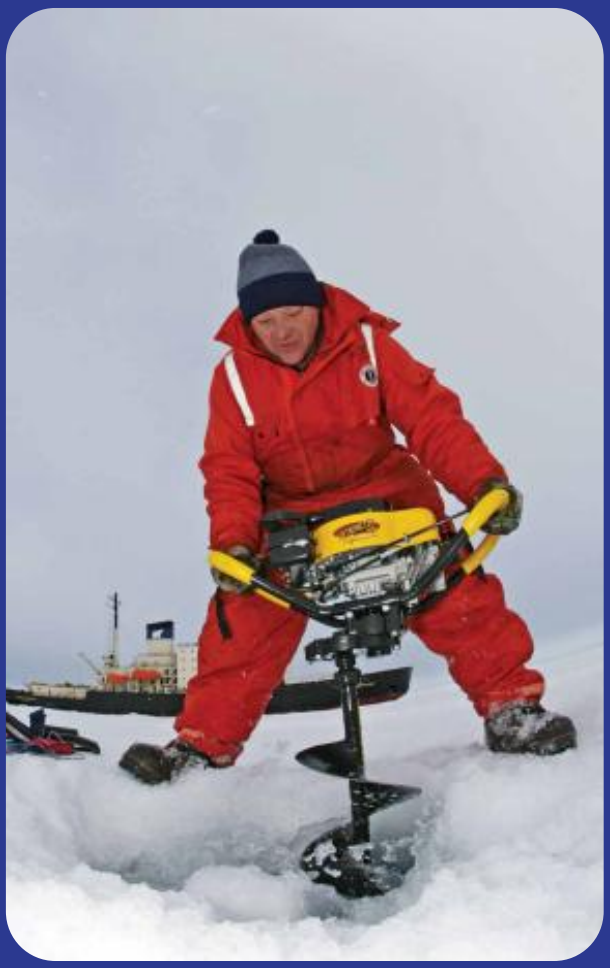
Các nhà khoa học xác định nhiệt độ Trái Đất trong quá khứ bằng cách nghiên cứu đá, trầm tích ở đáy hồ, biển và đại dương. Băng để lại dấu vết trên đá, trong khi các lớp trầm tích từ những vùng biển cổ đại chứa tàn tích của các loài thực vật, vốn chỉ có thể tồn tại trong những điều kiện nhiệt độ nhất định.

Trong khoảng một triệu năm trở lại đây, các nhà khoa học còn có một nguồn dữ liệu đáng tin cậy hơn: chính là băng ở Nam Cực. Các lớp băng chứa các bong bóng khí, giúp các nhà khoa học xác định thành phần khí quyển và nhiệt độ Trái Đất trong quá khứ (Hình 1.3.2). Chuỗi dữ liệu dài nhất (khoảng 800.000 năm) đã được thu thập tại trạm nghiên cứu Vostok của Nga ở Nam Cực.

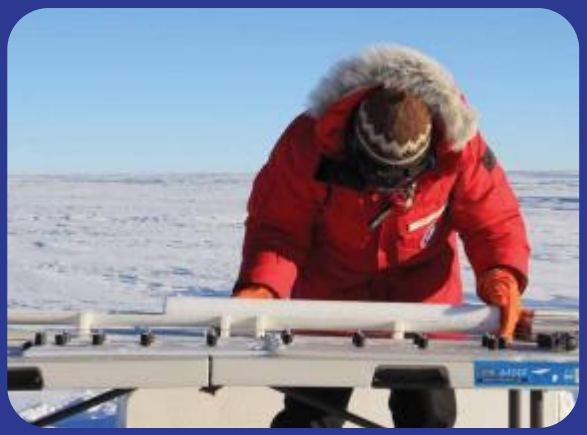
Ngoài ra, vòng sinh trưởng của cây cũng là một nguồn thông tin quý giá về biến đổi khí hậu trong vài thế kỷ gần đây. Những năm có khí hậu ấm áp, vòng gỗ sẽ lớn hơn, còn những năm lạnh giá, vòng sẽ hẹp hơn. Vỏ của các loài nhuyễn thể sống trong nước ngọt và nước mặn cũng là một chỉ báo quan trọng cho thấy khí hậu trong quá khứ.

Khoa học nghiên cứu về khí hậu trong quá khứ được gọi là **cổ khoa học khí hậu.**

Hình 1.3.2 **Các nhà khoa học khoan lấy một cột băng từ Nam Cực, qua đó họ xác định được nhiệt độ không khí và hàm lượng carbon dioxide trong khí quyển trong hàng trăm nghìn năm qua.**







1.3.1 | Nguyên nhân của Biến đổi khí hậu: từ hàng triệu năm trước

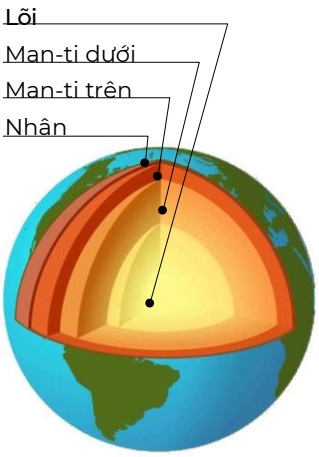
Trong quá trình tìm câu trả lời cho những thay đổi lớn về khí hậu của Trái Đất xảy ra suốt nửa tỷ năm qua, các nhà khoa học đã nghiên cứu các bằng chứng từ địa chất, thiên văn, sinh học, địa từ và vũ trụ. Họ thậm chí đưa ra khả năng các sinh vật sống ngoài hành tinh đã tác động tới khí hậu bằng một loại thiết bị nào đó. Tuy nhiên các nhà khoa học không tìm được bất kỳ dấu vết nào của người ngoài hành tinh. Những gì họ tìm thấy là nhiệt độ của hành tinh này trong vài trăm triệu năm qua được xác định bởi vị trí của các lục địa trên toàn cầu.

Các lục địa di chuyển

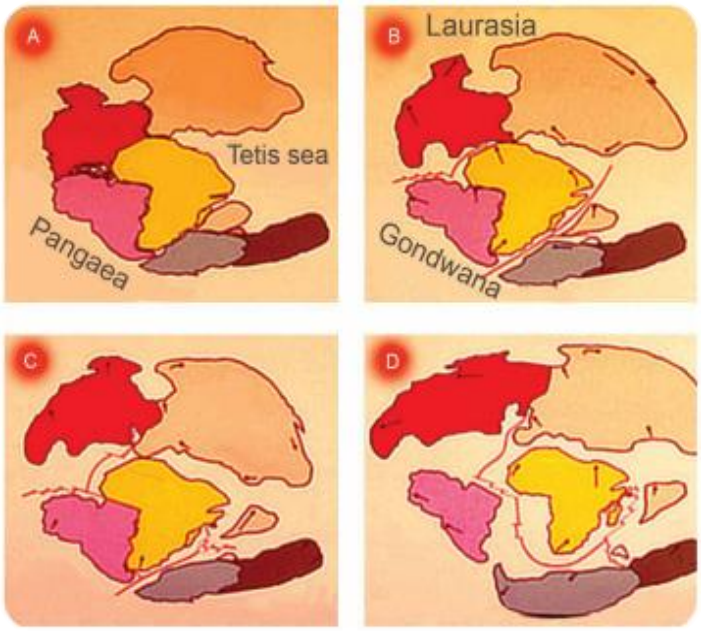
Vỏ Trái Đất chỉ là lớp mỏng phía trên cùng của hành tinh chúng ta (Hình 1.3.3). Bên dưới nó bắt đầu là lớp man-ti, chiếm phần lớn cấu trúc Trái Đất và là một lớp chất lỏng vô cùng nóng sâu trong lòng đất. Lớp vỏ Trái Đất và tầng man-ti trên được cấu tạo từ nhiều tầng đá khác nhau (thạch quyển), chúng có thể nứt, tách rời và va chạm vào nhau, dù chỉ di chuyển vài cm mỗi năm, nhưng nhân lên là hàng ngàn km trong hàng triệu năm qua! Hiện tượng này được gọi là sự trôi dạt lục địa. Lục địa cổ đại Pangaea dần dần tách ra thành các lục địa riêng biệt, chúng di chuyển và va chạm vào nhau (Hình 1.3.4). Nếu bạn nhìn vào phần phía Tây của châu Phi và phía Đông của Nam Mỹ, bạn có thể thấy chúng khớp nhau như hai mảnh ghép trong trò chơi ghép hình, đó là vì chúng từng là hai mảnh của một lục địa trước khi tách nhau ra.

Hình 1.3.3

Cấu tạo Trái Đất



Các lục địa nằm gần xích đạo thường không hình thành lớp băng tích tụ, tuy nhiên nếu chúng gần hơn với hai cực, chúng sẽ sớm bị bao phủ trong băng giá (các khối băng) mà giờ chúng ta vẫn thấy ở Nam Cực và Greenland. Bề mặt màu trắng của băng tuyết có tác dụng như tấm gương phản chiếu bức xạ trở lại không gian, đảm bảo băng tuyết giữ được mức nhiệt thấp, trong khi bề mặt tối của đất và nước gần như hấp thụ toàn bộ lượng bức xạ Mặt Trời và trở nên nóng lên.



Hình 1.3.4

Sự trôi dạt lục địa trong 500 triệu năm qua.

A – sự hình thành siêu lục địa Pangaea
B – sự phân chia từ siêu lục địa Pangaea, hình thành nên đại lục Bắc (Laurasia) và đại lục Nam (Gondwana)
C – sự tách rời của lục địa Gondwana, sự hình thành tiểu lục địa Ấn Độ (Hindustan), châu Úc và Nam Cực
D – sự hình thành của Nam Mỹ bắt đầu từ quá trình tách ra của siêu lục địa Laurasia. Sau đó, Laurasia tiếp tục phân chia thành các khu vực nhỏ hơn như lục địa Á – Âu (Eurasia), Nhật Bản, Philippines, quần đảo Indonesia và các vùng lân cận khác.

Khi hiện tượng này xảy ra ở quy mô lớn, nó trở thành yếu tố chính ảnh hưởng đến khí hậu của toàn bộ hành tinh. Trong phần lớn thời gian của nửa tỷ năm qua, các lục địa ít bị bao phủ bởi băng hơn so với hiện nay, vì vậy khí hậu Trái Đất khi đó ấm hơn.

Bề mặt trắng của băng tuyết phản xạ bức xạ mặt trời trở lại không gian, giữ cho chúng lạnh, trong khi bề mặt tối của đất và nước hấp thụ gần như toàn bộ bức xạ mặt trời và từ đó tỏa nhiệt.

Khi có sự thay đổi lớn về khí hậu, đặc biệt khi Trái Đất lạnh đi, thảm họa xảy ra: toàn bộ các loài sinh vật sống tuyệt chủng, chỉ một số ít loài thích nghi với điều kiện mới có thể sống sót.

Một trong những đợt lạnh cách đây khoảng 60 triệu năm đã dẫn đến sự biến mất của những con khủng long cuối cùng. Quá trình này kéo dài dần dần trong hơn 1000 năm. Nguyên nhân chính xác dẫn tới sự tuyệt chủng của loài khủng long vẫn chưa được xác định, và có thể nguyên nhân phía sau không chỉ có một.

Tại sao khủng long tuyệt chủng?



Những con khủng long cuối cùng trên Trái Đất đã chết khoảng 60 triệu năm trước. Các nhà khoa học vẫn không chắc chắn tại sao điều này lại xảy ra.

Một giả thuyết cho rằng những con khủng long không thể thích nghi tốt như được như các loài khác. Ví dụ, với động vật có vú máu nóng, mặc dù không lớn hơn một con sóc, chúng có thể ăn trứng khủng long hoặc tấn công khủng long về đêm, trong khi những con khủng long máu lạnh không thể di chuyển

Theo một giả thuyết khác, có một thiên thạch khổng lồ đã đâm vào Trái Đất, ở khu vực biển Caribbean hiện tại, khiến một lượng bụi khổng lồ bao phủ lớp khí quyển của Trái Đất, che ánh mặt trời trong một khoảng thời gian dài. Chim, động vật có vú, và nhiều loài sinh vật khác đã tìm cách thích nghi với nhiệt độ này, nhưng khủng long thì không..

Còn có một giả thuyết khác dành cho một số loài bò sát (cá sấu, rùa), nhiệt độ bề mặt nơi trứng ấp sẽ quyết định giới tính của cá thể được sinh ra, nơi chúng chọn đẻ trứng thường trong các bãi cát dọc bờ sông và bãi biển. Các nhà sinh vật học cho rằng sự phụ thuộc này cũng được áp dụng để lý giải cho loài khủng long, cũng là một loài bò sát có kích thước lớn. Nếu nhiệt độ khiến cho trứng nở ra chỉ là con cái (hoặc con đực), loài khủng long sẽ biến mất mà không cần bất kỳ thảm họa hay thiên thạch rơi nào.

Sự thay đổi khí hậu từ nóng ẩm cố định sang khí hậu thay đổi theo mùa (kể cả những thay đổi nhỏ) có thể tạo ra những khoảng thời gian ngắn và lạnh ban đêm khiến cơ thể bò sát khổng lồ của khủng long không thể giữ đủ nhiệt. Chúng sẽ yếu dần đi và từ đó dẫn tới tuyệt chủng.

Nhưng sự kiện khí hậu quan trọng nhất đã xảy ra cách đây 50 triệu năm, khi các lục địa di chuyển ra xa các cực. Lớp phủ băng tuyết co lại, và nhiệt độ tăng lên mức cao hơn khoảng 12°C so với ngày nay. Sau đó, "đột nhiên", Ấn Độ, trước đây là một mảng kiến tạo nhỏ, riêng biệt, đã va chạm vào lục địa Á Âu. Dãy núi Himalaya đã hình thành tại điểm va chạm. Các mảng khác cũng di chuyển, khiên lục địa Nam Cực di chuyển đến vị trí Cực Nam hiện tại và bị bao phủ bởi các lớp băng tuyết (30 - 40 triệu năm trước). Nhiệt độ Trái Đất khi đó bắt đầu giảm mạnh do lớp băng trắng tại Nam Cực phản chiếu bức xạ mặt trời trở lại không gian.

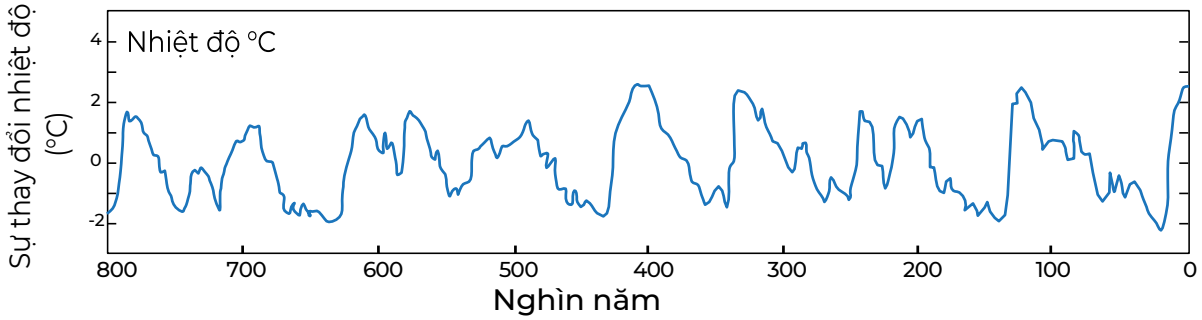
Khoảng 10 triệu năm trước, Greenland di chuyển tới vị trí hiện tại của nó và bắt đầu chìm trong băng tuyết khiến nhiệt độ tại thời điểm đó giảm thấp hơn nữa, xuống mức nhiệt chúng ta đang có ngày nay.

Nhiệt độ Trái Đất 100 triệu năm trước ấm hơn nhiệt độ hiện tại. Khoảng 30 - 40 triệu năm trước, Nam Cực bắt đầu bị bao phủ trong tuyết và Greenland vào 10 triệu năm trước cũng tương tự, khiến nhiệt độ giảm xuống mức nhiệt độ mà chúng ta đang có.

1.3.2 Nguyên nhân của biến đổi khí hậu: trong hàng chục nghìn đến hàng trăm nghìn năm

Cứ một triệu năm, nhiệt độ trên Trái Đất lại trải qua một chu kỳ biến đổi. Người ta phát hiện ra rằng, cứ khoảng 100.000 năm, Trái Đất lại trải qua một thời kỳ ấm áp ngắn ngủi. Xen kẽ với đó là thời kỳ lạnh giá kéo dài, còn gọi là 'kỳ băng hà'. Hiện tại, chúng ta đang sống thời kỳ ấm áp trong chu kỳ nhiệt độ của Trái Đất.

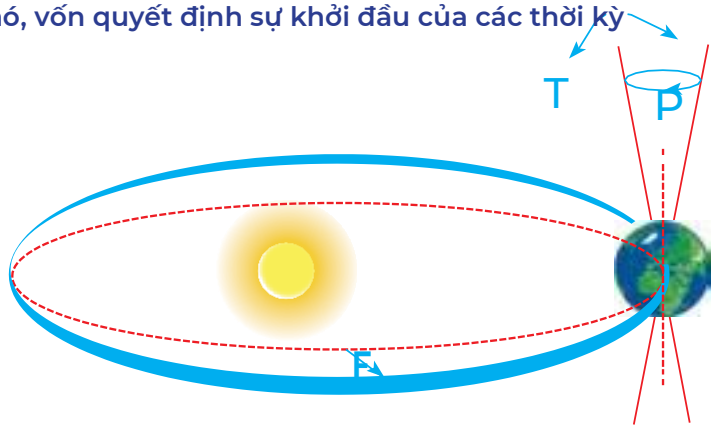
Hình 1.3.5 Biến đổi nhiệt độ của Trái Đất trong 800.000 năm qua so với mức nhiệt độ trung bình hiện tại.



Tại sao lại có sự dao động lên và xuống của nhiệt độ Trái Đất? Các nhà khoa học cho rằng sự luân phiên giữa các thời kỳ băng hà và thời kỳ ấm áp là do các hiện tượng thiên văn (Fig. 1.3.6).

Cứ mỗi 41.000 năm, độ nghiêng của trục Trái Đất lại thay đổi trong khoảng từ 22 độ đến 24,5 độ (hiện tại là 23,5 độ). Sự thay đổi này khiến thời gian ban đêm ở các vùng cực dài hơn ở một số thời kỳ và ngắn hơn ở những thời kỳ khác. Điều này không tạo ra sự khác biệt đối với tổng lượng nhiệt từ Mặt trời chiếu xuống Trái Đất, nhưng lại khiến mùa đông trở nên khắc nghiệt hơn và kéo dài hơn.

Hình 1.3.6 Những thay đổi trong quỹ đạo của Trái Đất và chuyển động quay quanh trục của nó, vốn quyết định sự khởi đầu của các thời kỳ băng hà



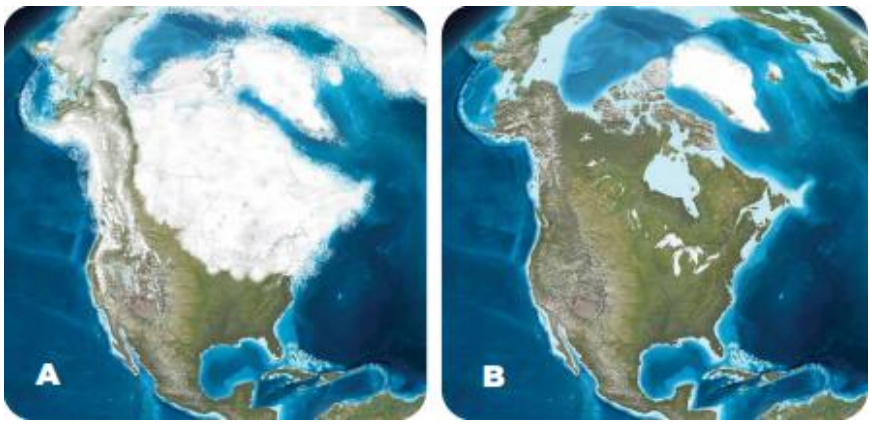
T — độ nghiêng của trục Trái Đất
E — sự thay đổi trong quỹ đạo Trái Đất (mức độ lệch khỏi hình tròn)
P — sự thay đổi hướng của trục quay Trái Đất

Trục Trái Đất hoàn thành một đường tròn trong không gian sau mỗi 19.000–23.000 năm. Hãy tưởng tượng khi bạn quay một con quay: đầu của nó hướng thẳng lên trên lúc đầu, nhưng sau đó bắt đầu tạo thành các vòng tròn, rồi con quay dần dừng quay. Trái Đất giống như một con quay đang quay. Chắc chắn là nó sẽ không ngừng quay trong vài triệu năm tới, nhưng sẽ có một vài lúc nó chậm lại. Và trục của Trái Đất không cố định một chỗ. Các vòng tròn vô hình được tạo ra bởi trục quay của Trái Đất không ảnh hưởng đến lượng nhiệt truyền đến Trái Đất từ Mặt Trời (không nhiều hơn độ nghiêng của trục). Nhưng chúng khiến mùa đông trở nên khắc nghiệt hơn và kéo dài hơn.

Quỹ đạo của Trái Đất quanh Mặt Trời thay đổi mỗi 400.000 và 100.000 năm. Khi quỹ đạo của Trái Đất gần tròn, những thay đổi theo mùa trong luồng nhiệt từ Mặt Trời ít hơn so với khi quỹ đạo có hình elip.

Khi mùa đông ở các vùng cực dài hơn và khắc nghiệt hơn, lượng tuyết rơi nhiều hơn, có nghĩa là tuyết sẽ tan ít hơn vào mùa hè. Sự tích tụ của tuyết sẽ hình thành nên các khối băng lâu năm, hay còn gọi là sông băng. Những sông băng trắng này, không giống như bề mặt tối của mặt đất hoặc nước, chúng phản xạ gần như toàn bộ bức xạ mặt trời chiếu tới chúng. Kết quả là, cái lạnh tăng cường và các sông băng tiếp tục phát triển, di chuyển từ các cực vào vùng ôn đới. Đó là khi một thời kỳ băng hà bắt đầu (Hình 1.3.7).

Sau vài chục nghìn năm, các điều kiện thay đổi theo cách khiến mùa đông ở các vùng cực và ôn đới trở nên ngắn hơn và ấm hơn. Các sông băng bắt đầu lui và khí hậu trở lại như trước. Đây là những gì đã xảy ra 13.000 năm trước đây, khi thời kỳ băng hà cuối cùng kết thúc.



Hình 1.3.7

Bắc Mỹ thời kỳ:
A - Kỷ băng hà 125.000 năm về trước
B - Hiện tại

Khoảng 5.000–7.000 năm trước, khí hậu ấm và ẩm ướt hơn bây giờ và điều đó tạo ra những điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của nền văn minh nhân loại. Nhưng sẽ là sai lầm khi nghĩ rằng nóng lên thêm vài độ nữa cũng sẽ tốt cho nền văn minh hiện đại. Ngày xưa, con người chỉ cần nhiều cỏ cho gia súc ăn và nhiều thú trong rừng để săn là có thể sống được. Nhưng ngày nay, nhu cầu và điều kiện sống đã khác xưa rất nhiều – chỉ những điều đó thôi thì không đủ để con người duy trì cuộc sống và phát triển như hiện nay

Mực nước biển trên Trái đất đã thay đổi cùng với sự xuất hiện và kết thúc của các thời kỳ băng hà. Trong thời kỳ lạnh giá, mực nước biển thấp hơn 50–100m so với mực nước biển ngày nay. Đó là thời kỳ mà người cổ đại di chuyển từ Lục địa Á Âu đến Châu Mỹ, chủ yếu là bằng đường bộ và một phần đường đi qua một eo biển hẹp phủ đầy băng. Trong những thời kỳ ấm hơn trong vài trăm nghìn năm trở lại đây, mực nước biển ở mức tương đương hiện nay hoặc cao hơn 5–10 m.

Còn bao nhiêu chục nghìn năm nữa thì đến thời kỳ băng hà tiếp theo? Sự phức tạp của các giai đoạn thay đổi quỹ đạo và sự quay quanh trục của Trái Đất khiến các nhà khoa học không thể dự đoán liệu điều đó sẽ xảy ra trong 15.000, 20.000 hay 30.000 năm nữa.

Tuy nhiên, có hai điều mà ta có thể thấy rất rõ. Thứ nhất, kỷ băng hà chắc chắn sẽ xảy ra, và con cháu chúng ta trong tương lai rất xa có thể sẽ thích nghi được, vì khí hậu ở các vùng vĩ độ trung tâm và nhiệt đới sẽ không lạnh hơn hiện tại. Thứ hai, thời kỳ băng hà tiếp theo sẽ không đến sớm — nó sẽ không xuất hiện chỉ trong một năm hay thậm chí một trăm năm, mà là một quá trình diễn ra trong hàng trăm, thậm chí hàng nghìn năm. Vì vậy, viễn cảnh về một kỷ băng hà sắp tới gần như sẽ chẳng đáng kể là bao đối với khí hậu trong thiên niên kỷ vừa qua hay trong vài thế kỷ tới.

Lịch sử khí hậu của Trái Đất trong triệu năm qua được đặc trưng bởi sự xuất hiện và biến mất của các kỷ băng hà. Cứ khoảng 100.000 năm, khí hậu lại ấm lên. Giai đoạn ấm kéo dài từ 20.000–40.000 năm, sau đó là một đợt lạnh mới. Một kỷ băng hà mới là điều không thể tránh khỏi, nhưng nó sẽ không xảy ra trong vòng 15.000 hoặc 30.000 năm tới. Triển vọng về một "kỷ băng hà" mới không có ý nghĩa gì đối với biến đổi khí hậu đang diễn ra hiện nay và sẽ tiếp tục diễn ra trong vài thế kỷ tiếp theo.

1.3.3 Nguyên nhân của biến đổi khí hậu: nhiều thế kỷ qua

Các vùng khác nhau trên Trái Đất đã trải qua những thời kỳ ấm và lạnh trong suốt một nghìn năm qua. Có những thập kỷ mà nhiệt độ không khí thay đổi rõ rệt, lên đến 3–4°C. Tất nhiên, cách đây một ngàn năm thì chúng ta chưa có nhiệt kế (loài người mới chỉ biết cách đo nhiệt độ trong khoảng 300 năm trở lại đây), nhưng các ghi chép còn sót lại về những thời kỳ được mùa và mất mùa là bằng chứng cho thấy khí hậu đã thay đổi đáng kể. Các nhà khoa học có thể đưa ra kết luận về nhiệt độ trong quá khứ nhờ vào các lớp trầm tích dưới đáy biển và sông, cũng như dựa vào các dấu hiệu tự nhiên khác. Vòng sinh trưởng hàng năm của cây cũng là một nguồn thông tin đặc biệt hữu ích để xác định nhiệt độ.

Các nhà khoa học giải thích rằng sự thay đổi nhiệt độ theo chu kỳ trong vài thập kỷ là do biến động trong hoạt động của Mặt Trời, sự phun trào của núi lửa và các quá trình xảy ra trong các đại dương trên thế giới.

Sự thay đổi trong hoạt động của Mặt Trời

Cường độ bức xạ Mặt Trời thay đổi theo chu kỳ 11 năm. Nhưng những quan sát từ thế kỷ 17 cũng cho thấy rằng hoạt động của Mặt Trời còn thay đổi theo các chu kỳ dài hơn, kéo dài 40–45 năm, 60–70 năm, 100 năm và 200 năm.

Thông thường, sự thay đổi này khá nhỏ. Nhưng nếu nhiều giai đoạn Mặt Trời hoạt động yếu diễn ra liên tiếp, nhiệt độ Trái Đất có thể giảm đáng kể. Điều này đã xảy ra từ năm 1640 đến 1715, một thời kỳ được gọi là "Tiểu Băng Hà".

Đây là thời điểm mà người dân ở Hà Lan thường trượt băng trên các con kênh bị đóng băng ở Amsterdam vào mùa đông. Ngay sau đó, đợt lạnh chấm dứt và cảnh tượng này trở nên hiếm gặp hơn (Hình 1.3.8).



Hình 1.3.8

Người Hà Lan trượt băng trên kênh đào bị đóng băng. Tranh khắc thuộc loạt tác phẩm *Những biểu tượng thời trang* – (*Figures a la Mode*) của Romeyn de Hooghe (Hà Lan, giai đoạn 1682–1702)

Núi lửa phun trào

Hiện tượng tự nhiên nào khiến chúng ta kinh ngạc nhất vì sức mạnh và năng lượng mà nó giải phóng? Câu trả lời chắc chắn là: núi lửa phun trào. Bạn nghĩ núi lửa làm Trái Đất nóng lên hay lạnh đi? Thoạt nhìn, có vẻ như núi lửa làm khí quyển nóng lên. Đúng là dung nham nóng và khí cực nóng làm nhiệt độ không khí tăng lên, nhưng chỉ ở khu vực gần núi lửa mà thôi. Yếu tố tác động lớn nhất đến khí hậu không phải là dung nham hay khí nóng, mà là tro bụi núi lửa. Khi núi lửa phun trào mạnh, tro bụi được đưa lên tầng bình lưu ở độ cao 10–15 km, và tro bụi có thể tồn tại ở đó trong thời gian dài. Tro bụi này chặn bớt một phần ánh sáng Mặt Trời, khiến nhiệt độ toàn cầu giảm đi.



Bất kỳ đợt phun trào núi lửa nào đủ mạnh để đưa tro bụi lên đến tầng bình lưu đều gây ra hiện tượng làm lạnh tạm thời cho Trái Đất vào khoảng một năm sau đó. Ví dụ, sau các cuộc chiến tranh của Napoleon ở châu Âu, người ta không hiểu vì sao thời tiết trở nên lạnh bất thường suốt nhiều năm. Nguyên nhân là do vụ phun trào của núi lửa Tambora, nằm ở khu vực nay thuộc Indonesia. Điều tương tự cũng xảy ra vào năm 1983 sau vụ phun trào của núi El Chichón ở Mexico, và vào năm 1992 sau vụ phun trào của núi Pinatubo ở Philippines.

Sau khoảng 2–3 năm, tro bụi dần lắng xuống, và núi lửa không còn ảnh hưởng đến khí hậu cho đến khi một vụ phun trào lớn khác xảy ra, tiếp tục đưa tro bụi lên tầng bình lưu.

Dù vậy, những vụ phun trào quy mô khổng lồ rất hiếm khi xảy ra. Hầu hết các vụ phun trào không ảnh hưởng đến khí hậu. Ví dụ, vụ phun trào của núi lửa có cái tên khó đọc – Eyjafjallajökull – ở Iceland vào năm 2010 đã tạo ra một lượng tro bụi lớn, nhưng chúng chỉ bay lên đến tầng khí quyển thấp. Hàng loạt chuyến bay trên khắp châu Âu phải dừng bay, nhưng tro bụi từ núi lửa này đã nhanh chóng lắng xuống và không lan rộng ra toàn cầu



Hình 1.3.9

Núi lửa Tambora nằm trên đảo Sumbawa của Indonesia. Vụ phun trào dữ dội vào năm 1815 đã khiến đỉnh núi sụp đổ, tạo thành một miệng núi lửa rộng 6 km và sâu 1 km

Dòng hải lưu

Người ta đã chứng minh rằng việc người Viking Na Uy phát hiện ra Greenland cách đây một ngàn năm trùng với thời kỳ ấm áp. Đó là lý do vì sao họ đặt tên vùng đất này là Greenland (nghĩa là "Vùng đất xanh"). Tất nhiên, ngay cả lúc đó, Greenland cũng không hoàn toàn xanh tươi: phần lớn hòn đảo vẫn bị băng bao phủ, như hiện nay, nhưng phần rìa phía nam lại không có băng và khá ấm áp. Nguyên nhân của hiện tượng này là do sự thay đổi của các dòng hải lưu: khi các dòng hải lưu mạnh hơn thì khí hậu khu vực đó trở nên ấm hơn một chút; khi chúng yếu đi thì khí hậu sẽ lạnh hơn. Chính sự thay đổi này đã khiến nhiều khu vực trên thế giới trải qua những giai đoạn ấm lên và lạnh đi luân phiên nhau.



Khí hậu Trái Đất đã thay đổi nhiều lần trong quá khứ. Nhưng chưa bao giờ nhiệt độ trung bình toàn cầu lại thay đổi nhanh như hiện nay: gần 1,2°C trong vòng 130 năm. Tốc độ chưa từng có này không phải là điều thường thấy trong các quá trình tự nhiên. Những biến đổi tự nhiên nhanh nhất cũng phải mất hàng trăm hoặc hàng nghìn năm – một tốc độ rất chậm nếu xét theo vòng đời con người. Những thảm họa khiến khí hậu thay đổi đột ngột chỉ trong một hai năm có thể là đề tài hấp dẫn cho các bộ phim thảm họa, nhưng chúng lại rất xa rời thực tế và không nằm trong bất kỳ dự báo khoa học nào.

CÂU HỎI

1. Yếu tố chính gây ra biến đổi khí hậu trong hàng tỷ năm qua là gì?

2. Vị kem nào tan chảy chậm hơn dưới nắng: vani trắng hay sô-cô-la đen? Tại sao? Điều này phản ánh quá trình nào đang xảy ra trên Trái Đất?

3. Sự dịch chuyển lớn nào của các mảng thạch quyển đã xảy ra cách đây 50 triệu năm? Nó đã tác động như thế nào đến Trái Đất hiện nay?

4. Các nhà khoa học sử dụng gì để tìm hiểu nhiệt độ và thành phần hóa học của khí quyển trong 800.000 năm qua?

5. Tại sao các thời kỳ băng hà lại xảy ra?

6. Khi nào thời kỳ băng hà gần nhất kết thúc? Liệu sẽ còn có thời kỳ băng hà khác không? Nó có thể bắt đầu vào năm tới không?

7. Người cổ đại đã vượt từ lục địa Á – Âu sang châu Mỹ như thế nào? Họ không có thuyền, trong khi eo biển Bering hiện nay rộng tới 86 km (không thể nhìn thấy từ bờ bên này sang bên kia).

8. Núi lửa làm Trái Đất nóng lên hay lạnh đi? Tại sao?



BÀI TẬP



1

Đặt một tờ giấy can lên bản đồ thế giới, vẽ lại đường viền của châu Phi và Nam Mỹ, sau đó cắt chúng ra. Ghép hai mảnh lục địa đã cắt lại với nhau.

Có vẻ như chúng từng là một khối đất liền duy nhất không?
Khối đất đó có tên là gì? Điều gì đã xảy ra với nó?
Quá trình đó ảnh hưởng đến khí hậu Trái Đất như thế nào? Vì sao?

2

Thí nghiệm

Chuẩn bị: Hai tờ giấy nhỏ (một trắng, một đen),hai mẩu đất nặn (plasticine), mỗi mẩu dài 4 cm và dày 0,5 cm

Thực hiện: Dán hai tờ giấy lại với nhau để tạo thành một tờ giấy có nửa bên trái màu trắng, nửa bên phải màu đen. Dán hai mẩu đất nặn vuông góc với tờ giấy ở mặt sau – một mẩu gắn vào phần giấy trắng, mẩu còn lại vào phần giấy đen. Dựng tờ giấy lên và đặt gần một chiếc đèn (tốt nhất là đèn sáng mạnh). Đèn sẽ chiếu sáng và làm nóng tờ giấy.

Mẩu đất nặn nào rơi xuống trước khi tờ giấy bị làm nóng bởi đèn? Vì sao?
Hãy nêu một ví dụ về quá trình tương tự diễn ra trên Trái Đất.

3

Bạn đã biết rằng khí hậu Trái Đất vào thời kỳ khủng long ấm hơn hiện nay. Để Trái Đất ấm lên trở lại như thời khủng long, Nam Cực sẽ phải di chuyển đủ xa khỏi Cực Nam để toàn bộ băng tan chảy.

Hãy lấy bản đồ địa hình thế giới và dựa trên tỷ lệ của bản đồ, tính xem Nam Cực phải di chuyển bao xa (tính theo kilômét) để tâm của nó nằm ở vĩ độ 40° Nam.

Giả sử Nam Cực di chuyển với tốc độ 2 cm mỗi năm, hãy tính xem phải mất bao nhiêu năm để hiện tượng ấm lên Trái Đất chỉ do sự di chuyển này đạt đến mức đủ lớn như mong muốn?

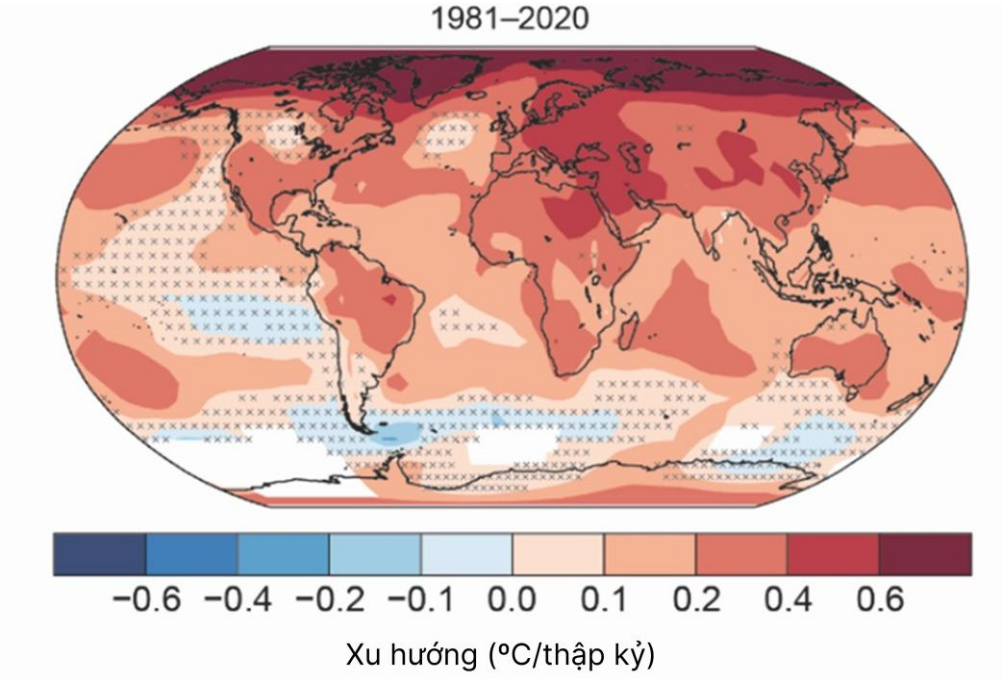
1.4 Biến đổi khí hậu ngày nay

Trong thế kỷ vừa rồi, nhiệt độ Trái Đất bắt đầu tăng một cách bất thường. Trong 130 năm qua, nhiệt độ trên hành tinh đã tăng gần 1,2°C! Theo báo cáo IPCC AR6, trong 50 năm qua, nhiệt độ toàn cầu đã tăng với tốc độ chưa từng có trong ít nhất 2.000 năm qua. Nhiệt độ bề mặt toàn cầu chưa bao giờ ấm hơn như vậy trong 125.000 năm qua. Sự gia tăng nhiệt độ quan sát và dự báo mạnh mẽ hơn ở đất liền so với đại dương, và mạnh nhất ở khu vực Bắc Cực.

Nhiều khu vực trên toàn cầu đã ấm lên kể từ những năm 1980, bao gồm cả khu vực Trung và Đông Á, nơi nhiệt độ đã tăng từ 0,3°C đến 0,5°C mỗi thập kỷ. Toàn bộ khu vực châu Á đã chứng kiến sự gia tăng nhiệt độ liên tục trong suốt thế kỷ qua, đặc biệt là ở Đông Nam Á.

Báo cáo IPCC năm 2023 cho thấy nhiệt độ trung bình hàng năm trong khu vực này đã tăng với tốc độ từ 0,14°C đến 0,20°C mỗi thập kỷ kể từ những năm 1960, mặc dù dữ liệu quan sát vẫn còn hạn chế. Về sự thay đổi dự báo, mức tăng nhiệt độ trên đất liền được dự báo dao động từ 0,8°C đến 3,2°C vào năm 2100. Các ngày nóng và đêm ấm ở Đông Nam Á đang ngày càng trở nên phổ biến, trong khi các ngày và đêm lạnh đang giảm dần.

Hình 1.4.1 Bản đồ so sánh xu hướng thay đổi nhiệt độ theo từng thập kỷ ở các khu vực khác nhau trên thế giới (1981-2020 và 1850-1900).



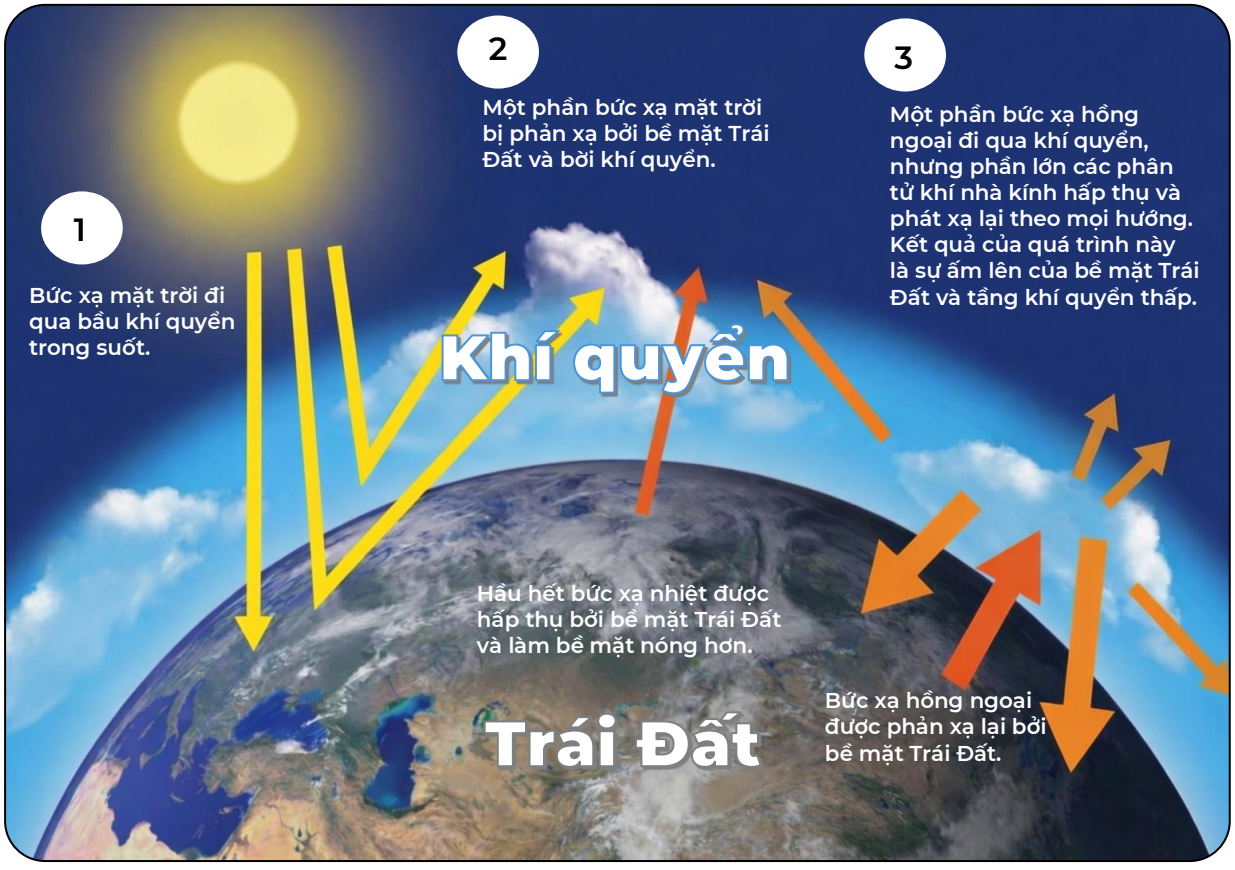
Các nhà khoa học giải thích hiện tượng ấm lên hiện nay của Trái Đất là do sự gia tăng của “hiệu ứng nhà kính”

.

Hiệu ứng nhà kính

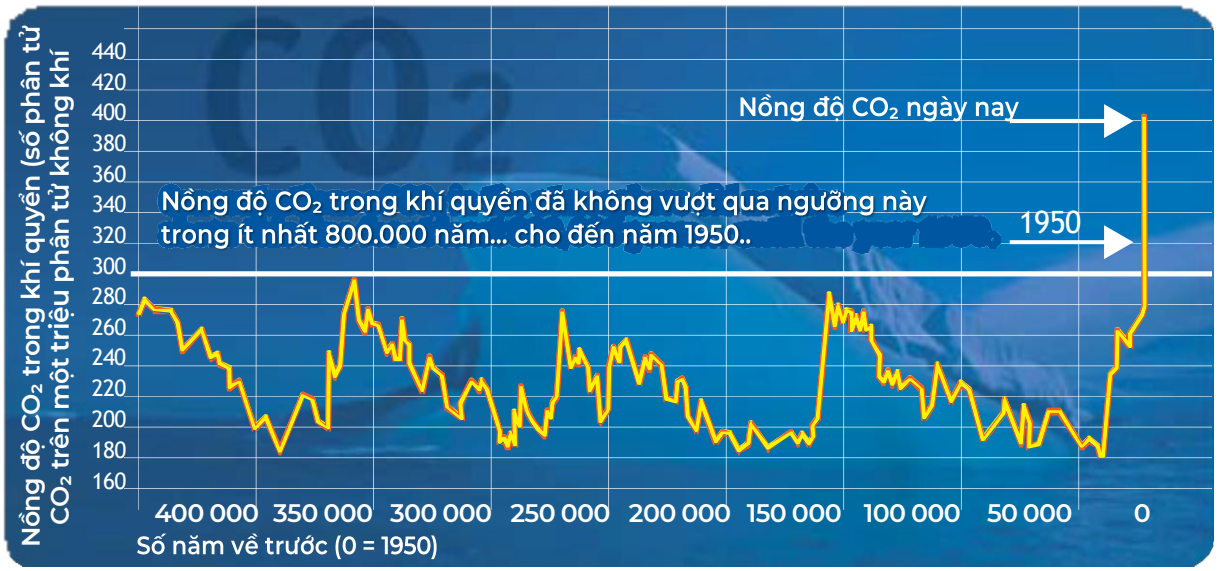
Hiệu ứng nhà kính là quá trình các loại khí, bụi và hơi nước trong khí quyển hấp thụ nhiệt từ Trái Đất và cản trở sự phản xạ nhiệt từ bề mặt Trái Đất. Khi các nhà khoa học lần đầu mô tả hiệu ứng này cách đây 200 năm, họ nhận thấy rằng khí quyển Trái Đất tạo ra tấm màn như một nhà kính trồng rau. Vì vậy, các loại khí hấp thụ bức xạ nhiệt từ Trái Đất được gọi là "khí nhà kính". Các khí nhà kính trong khí quyển bao gồm carbon dioxide, methane (để tiện, chúng ta sẽ gọi chúng bằng công thức hóa học là CO_2 và CH_4), cùng một số loại khác và hơi nước. Những khí này cản trở bức xạ hồng ngoại phát ra từ bề mặt Trái Đất. Kết quả là tầng khí quyển thấp giữ lại nhiệt và bị làm nóng lên. Nếu không có hiệu ứng nhà kính, nhiệt độ trung bình của không khí ở bề mặt Trái Đất sẽ không phải là +14°C như hiện nay, mà sẽ là -19°C. Nhiệt lượng của Trái Đất sẽ thoát hết vào không gian mà không làm ấm khí quyển, điều này sẽ khiến sự sống khó tồn tại trên hành tinh chúng ta.

Hình 1.4.2 Cân bằng năng lượng của Trái Đất và hiệu ứng nhà kính



Từ lâu, các nhà khoa học đã dự đoán rằng việc con người sản xuất và đốt than đá, dầu mỏ và khí đốt sẽ thải ra một lượng lớn CO_2 và CH_4, làm gia tăng hiệu ứng nhà kính. Vào giữa thế kỷ 20, dự đoán này đã được xác nhận: nồng độ các loại khí này trên toàn cầu bắt đầu tăng nhanh chóng (Hình 1.4.3).

Hình 1.4.3 Nồng độ carbon dioxide trong khí quyển qua 400,000 năm qua.



Các khí nhà kính là nguyên nhân chính gây ra biến đổi khí hậu ngày nay. Do các hoạt động của con người, chủ yếu là việc đốt nhiên liệu hóa thạch, phát triển giao thông vận tải và nạn phá rừng, nồng độ khí nhà kính trong khí quyển như carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4) và nitro oxide (N_2O) đã đạt mức kỷ lục – cao hơn bất kỳ thời điểm nào trong ít nhất 800.000 năm qua. Nồng độ tự nhiên của carbon dioxide trong khí quyển đã dao động trong suốt lịch sử trong khoảng từ 180 đến 300 phần triệu (ppm) các hạt khí khác. Phân tích mới nhất từ các quan sát của WMO cho thấy rằng nồng độ trung bình toàn cầu tại bề mặt của CO_2, CH_4 và N_2O đã đạt mức cao kỷ lục mới vào năm 2022, với CO_2 ở mức 418 ppm, CH_4 ở mức 1923 phần tỷ (ppb) và N_2O ở mức 336 ppb. Các giá trị này lần lượt tương ứng với mức tăng 150%, 264% và 124% so với mức trước thời kỳ công nghiệp. Ý tưởng cho rằng hoạt động của con người làm tăng cường hiệu ứng nhà kính đã được đưa ra lần đầu tiên bởi nhà khoa học người Thụy Điển Svante Arrhenius vào năm 1896.

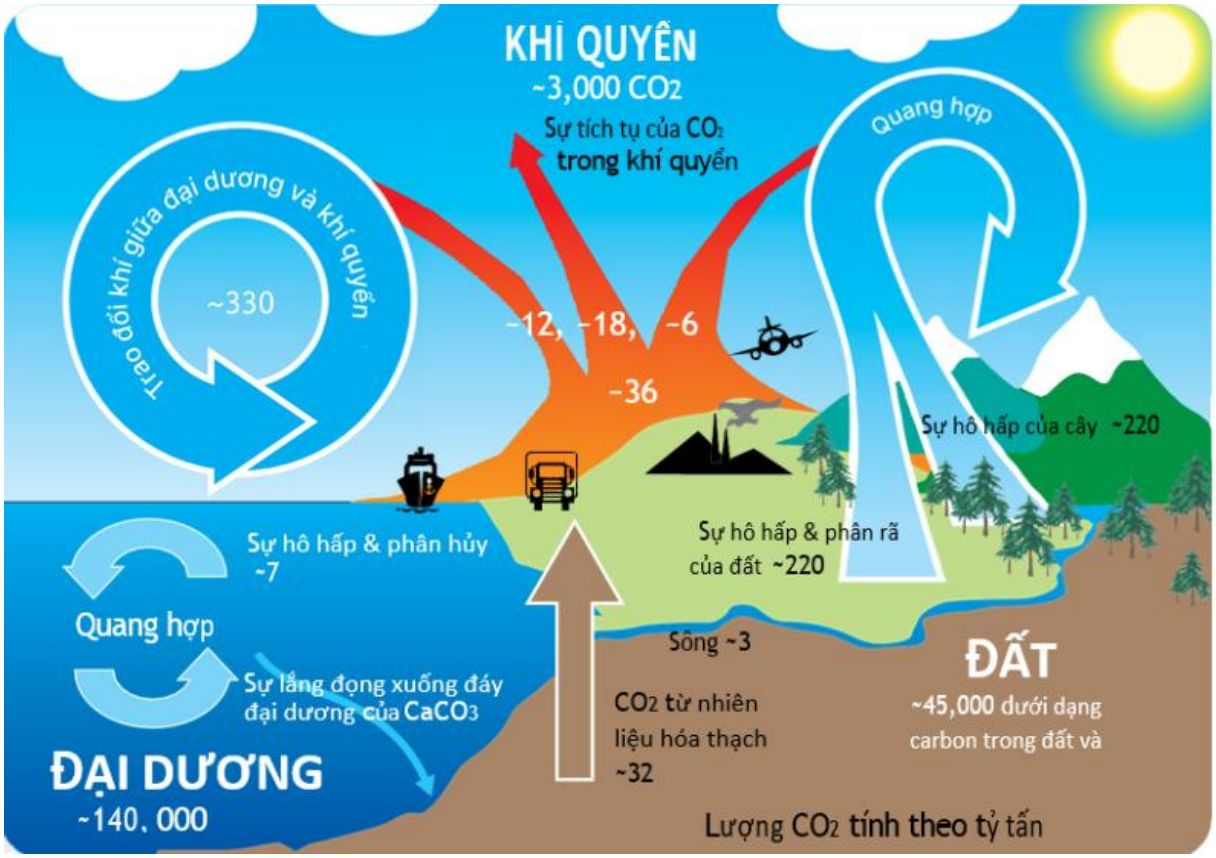
Sự gia tăng nồng độ CO_2 trong khí quyển do hoạt động của con người hay là các quá trình tự nhiên?

Các quá trình tự nhiên như hô hấp của sinh vật sống, phân hủy chất hữu cơ, trao đổi khí giữa đại dương và khí quyển, hoạt động núi lửa, và cháy rừng đều giải phóng CO_2 vào khí quyển và đóng vai trò quan trọng trong chu trình carbon của Trái Đất (xem Hình 1.4.4). Tuy nhiên, phân tích đồng vị carbon đã chỉ ra rằng sự gia tăng gần đây của CO_2 trong khí quyển chủ yếu là do hoạt động của con người, đặc biệt là việc đốt nhiên liệu hóa thạch. CO_2 từ nhiên liệu hóa thạch có thành phần đồng vị đặc trưng, khác biệt rõ rệt so với CO_2 phát thải từ các quá trình tự nhiên.

PHÂN TÍCH ĐỒNG VỊ

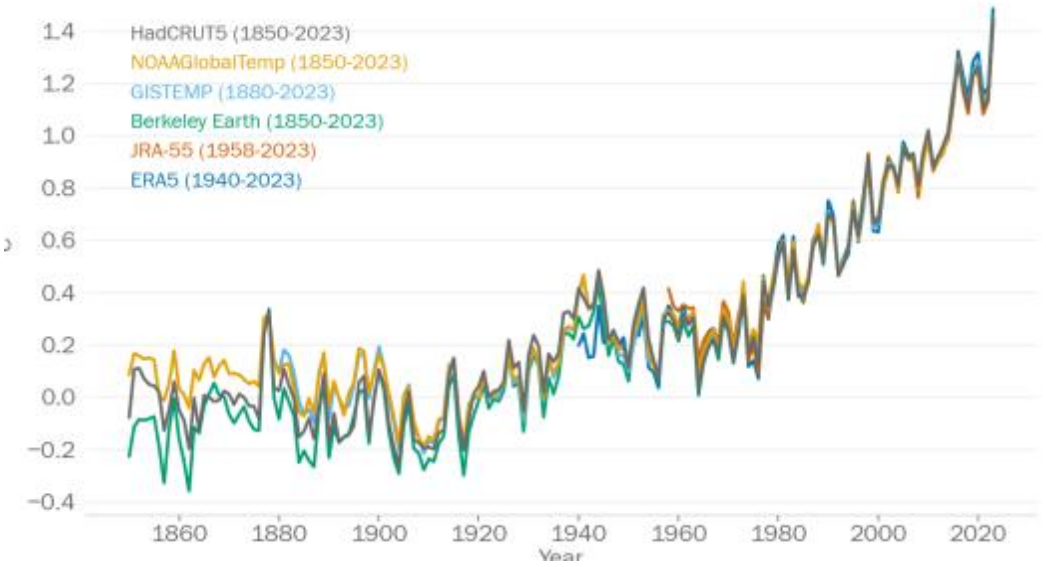
Các nguyên tử của cùng một chất có thể chứa số lượng khác nhau của một số hạt gọi là neutron. Số lượng neutron trong một nguyên tử cho biết liệu carbon dioxide trong khí quyển đến từ quá trình hô hấp của sinh vật sống hay từ quá trình đốt than đá, dầu mỏ và khí đốt tự nhiên.

Hình 1.4.4 Vòng tuần hoàn trong tự nhiên của CO_2

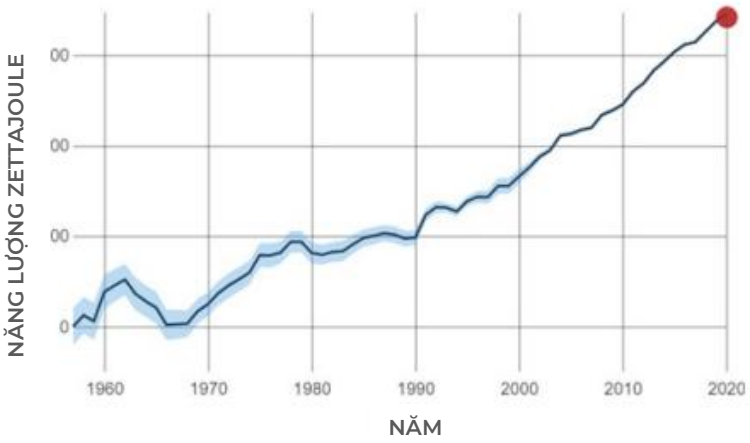


Đại dương, rừng và đất trên hành tinh của chúng ta "giúp" con người bằng cách hấp thụ một nửa lượng CO_2 mà chúng ta thải ra, nhưng nửa còn lại tích tụ trong khí quyển (Hình 1.4.4) và làm gia tăng hiệu ứng nhà kính. Điều này khiến khí quyển (Hình 1.4.5), và sau đó là đại dương, ấm lên (Hình 1.4.6). Mức tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu từ năm 1850 đến 2024 (Hình 1.4.5) bổ trợ cho kết luận của Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO), dựa trên dữ liệu từ nhiều trung tâm khí tượng khác nhau, rằng 10 năm vừa qua (từ 2015 đến 2024) là giai đoạn ấm nhất từng được ghi nhận.Đại dương, rừng và đất trên hành tinh của chúng ta "giúp" con người bằng cách hấp thụ một nửa lượng CO_2 mà chúng ta thải ra, nhưng nửa còn lại tích tụ trong khí quyển (Hình 1.4.4) và làm gia tăng hiệu ứng nhà kính. Điều này khiến khí quyển (Hình 1.4.5), và sau đó là đại dương, ấm lên (Hình 1.4.6).Sự gia tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu từ năm 1850 đến năm 2024 (Hình 1.4.5) minh họa kết luận của Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO), dựa trên dữ liệu từ nhiều trung tâm khí tượng khác nhau, rằng 10 năm vừa qua (từ 2015 đến 2024) là giai đoạn ấm nhất từng được ghi nhận. Một xu hướng tương tự cũng được quan sát thấy ở đại dương.Hơn nữa, con người đã chặt phá một phần lớn diện tích rừng trên thế giới, làm giảm khả năng hấp thụ CO_2 từ khí quyển của chúng so với trước đây.

Hình 1.4.5 Sự gia tăng nhiệt độ trung bình toàn cầu trên Trái Đất từ năm 1850 đến 2024 theo số liệu từ các trung tâm khí tượng khác nhau



Hình 1.4.6 Hàm lượng nhiệt đại dương từ năm 1960 đến 2023, thể hiện dưới dạng chênh lệch so với mức trung bình giai đoạn 2005–2020



Lưu ý: Hàm lượng nhiệt đại dương là lượng nhiệt được đại dương hấp thụ và lưu trữ.

Đại dương là yếu tố quan trọng nhất quyết định khí hậu của Trái Đất. Nó chứa hơn 90% tổng năng lượng của hệ thống khí hậu toàn cầu. Nếu chỉ có khí quyển ấm lên mà đại dương không ấm lên, thì chúng ta sẽ ít lo lắng hơn nhiều vì điều đó có nghĩa là mắt xích then chốt của hệ thống khí hậu vẫn chưa bị tác động. Nhưng thật đáng tiếc, nhiệt độ của đại dương cũng đang tăng lên từng năm. Các số liệu ước tính mức độ ấm lên của lớp nước đại dương trong 2.000 mét đầu tiên, từ năm 1955 (thời điểm bắt đầu ghi chép hiện đại) đến năm 2022 (Hình 1.4.6), được tính trung bình theo từng giai đoạn 5 năm , ví dụ như số liệu năm 2020 là trung bình của các năm từ 2018 đến 2022. Vì vậy, các nhà khí hậu học cho rằng các đợt mùa đông lạnh hay hiện tượng không khí mát hơn trong một vài năm không có nghĩa là Trái Đất ngừng nóng lên, vì lượng nhiệt trong toàn bộ hệ thống khí hậu vẫn đang tiếp tục tăng lên mỗi năm và phần lớn sự gia tăng đó diễn ra trong lòng đại dương.

Sol khí (aerosol) là một yếu tố khác có ảnh hưởng đáng kể đến khí hậu của chúng ta. Sol khí là các hạt cực nhỏ lơ lửng trong không khí, tồn tại dưới nhiều dạng khác nhau. Chúng có thể có nguồn gốc tự nhiên, như khói từ cháy rừng, tro núi lửa, hay các giọt nước biển mang theo muối. Hoạt động do con người cũng có thể tạo ra các sol khí, như bụi ô nhiễm, hay muội than.

Hình 1.4.7 Các sol khí được thải ra do hoạt động của con người và tự nhiên



Vai trò của sol khí trong khoa học khí hậu rất phức tạp. Nói chung, các hạt sáng màu trong khí quyển sẽ phản xạ ánh sáng Mặt Trời và gây ra hiệu ứng làm mát. Những sol khí sáng màu này được hình thành từ khí sulfua dioxide (SO_2) phát ra từ các vụ phun trào núi lửa, sau đó kết hợp với hơi nước trong khí quyển để tạo thành các hạt nhỏ li ti có thể bay vòng quanh Trái Đất và tồn tại trong không khí vài năm. Việc đốt nhiên liệu hóa thạch cũng thải ra các hạt sulphate và khí SO_2, tương tự như sol khí từ núi lửa, có khả năng phản xạ ánh sáng Mặt Trời và làm mát khí quyển. Ngược lại, các hạt tối màu hấp thụ ánh sáng Mặt Trời và làm ấm khí quyển. Ví dụ về hạt tối màu là muội than (soot) — bao gồm các hạt carbon sinh ra từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch, củi hoặc các vật liệu thực vật khác. Do mỗi loại hạt có tác động khác nhau, sol khí trở thành một chủ đề "nóng" trong nghiên cứu khí hậu.

Theo Báo cáo IPCC AR6 năm 2021, nếu không có ô nhiễm sol khí, Trái Đất sẽ ấm hơn khoảng 0,4°C so với hiện nay. Trong khi đó, mức ấm lên do khí nhà kính gây ra được ước tính khoảng 1,5°C. Như vậy, các hoạt động của con người vừa làm ấm vừa làm mát hành tinh, nhưng tác động làm ấm do tăng cường hiệu ứng nhà kính lớn gấp khoảng ba lần tác động làm mát của sol khí. Do đó, hoàn toàn có cơ sở để khẳng định rằng biến đổi khí hậu là do con người gây ra.

Ngay từ những năm 1970, nhà khí hậu học Mikhail Budyko, người nổi tiếng với những dự báo chính xác về biến đổi khí hậu, đã dự đoán rằng loài người sẽ phải đối mặt với những vấn đề khí hậu mới và "kỳ lạ" vào khoảng năm 2000. Và ông đã đúng.

Từ khi con người bắt đầu đốt than đá, nhiệt độ không khí tại bề mặt Trái Đất đã tăng 1.2°C, và 0.85°C trong số đó xảy ra trong 50 năm gần đây (Hình 1.4.6). Thoạt nhìn, sự thay đổi này có vẻ nhỏ và không gây ra ảnh hưởng tiêu cực. Nhưng ta phải nhớ rằng đây là mức trung bình trên toàn bộ hành tinh và trong tất cả các mùa trong năm. Ở một số nơi, sự thay đổi lớn hơn nhiều. Các nhà khoa học đã phát hiện rằng các cực của Trái Đất đang ấm lên nhanh hơn mức trung bình toàn cầu – hiện tượng này được gọi là khuếch đại Bắc cực. Hiện tượng này đã được quan sát rõ ở Bắc Cực, nơi đã ấm lên gần gấp 4 lần so với mức trung bình toàn cầu trong bốn thập kỷ qua. Các nghiên cứu gần đây cũng cho thấy Nam Cực đang ấm lên nhanh gấp đôi mức trung bình toàn cầu.

Ở một số khu vực phía bắc châu Âu, Bắc Mỹ và châu Á, mùa đông lại trở nên lạnh hơn thay vì ấm hơn. Nếu nhìn theo từng tuần hoặc tháng, có thể thấy nhiệt độ cao hơn trung bình 10°C trong 2–3 tuần, rồi sau đó lại giảm 9°C so với mức trung bình cùng kỳ, với mức tăng tổng thể là 1–2°C. Điều đáng chú ý nhất không phải là sự thay đổi tổng thể, mà là thực tế rằng thời tiết trở nên thất thường hơn, với gió bão, mưa lớn hoặc tuyết rơi dày đặc.

Thời tiết trong quá khứ chẳng phải cũng có lúc thất thường hay sao? Dĩ nhiên là có. Nhà thơ nổi tiếng người Nga Alexander Pushkin từng viết trong kiệt tác *Yevgeny Onegin (Ép-ghê-nhi Ô-nhê-ghin)* (1833):

"Năm ấy, mùa thu kéo dài,
Gió heo may thổi miết ngoài sân.
Tự nhiên ngóng mãi đông dần,
Chờ hoài, tuyết vẫn chưa lần nào rơi.
Cho đến đêm ba tháng Giêng..."

Pushkin dùng lịch Julius kiểu cũ của Nga, nên ngày 3 tháng Giêng của ông là ngày 20 tháng Mười Hai theo lịch hiện nay. Nhưng như vậy vẫn là quá muộn với đợt tuyết đầu tiên ở miền trung châu Âu của Nga – thông thường tuyết đã bắt đầu rơi từ cuối tháng Mười.

Hình 1.4.8 Tachiana bên đầu giường. *Mùa đông*
Hình minh họa cho *Yevgeny Onegin* bởi D. Belyukin (Liên Bang Nga, 1999)



Vào thế kỷ 19, cũng đã từng có những ngày ấm áp giữa mùa đông và những đợt lạnh kéo dài trong mùa hè, bão và lũ lụt, tuyết rơi dày và hạn hán, thậm chí mưa đông kết, tạo thành lớp băng dày phủ khắp nơi.

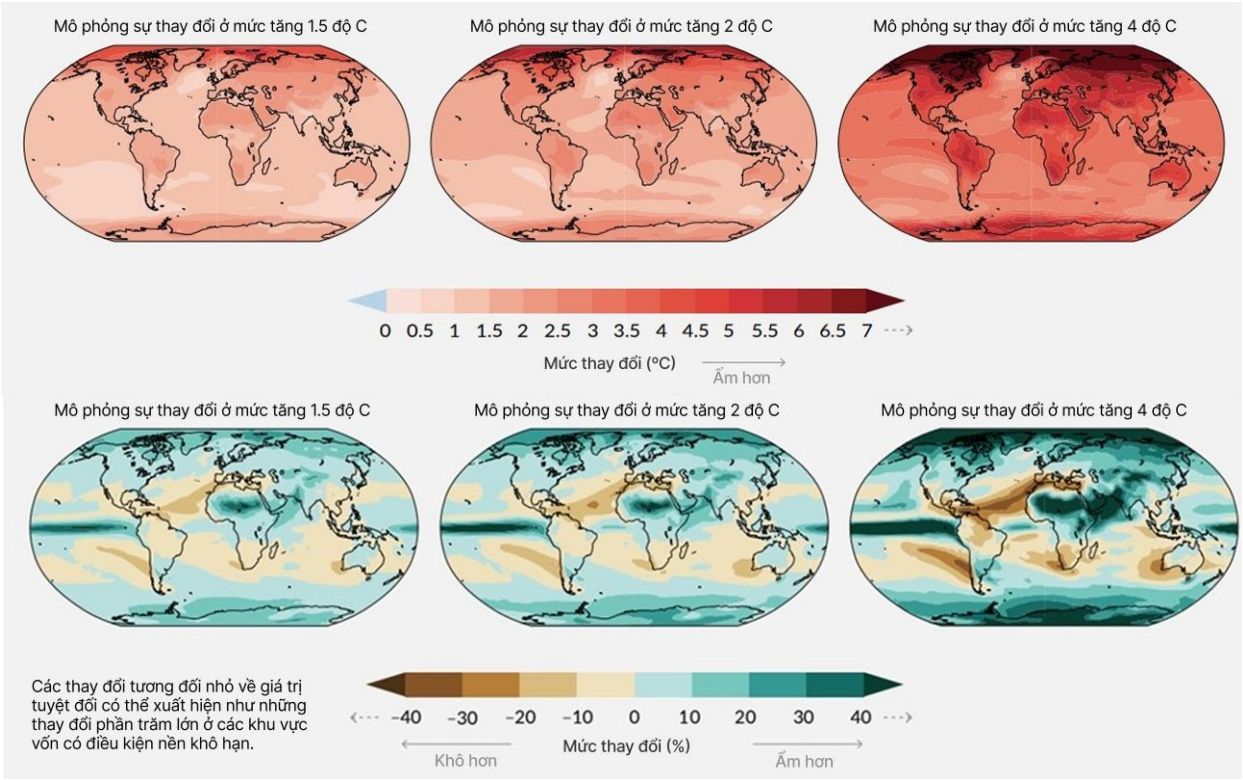
Điều quan trọng là những hiện tượng thiên nhiên nguy hiểm như vậy đang xảy ra thường xuyên hơn, và trong tương lai sẽ còn xảy ra nhiều hơn nữa. Chúng ta sẽ tiếp tục gặp những đợt thời tiết rất lạnh, dù về lâu dài, những đợt lạnh này có xu hướng giảm dần. Biến đổi khí hậu cũng mang lại một số tác động tích cực, nhưng hiện nay chúng ta chứng kiến nhiều tác động tiêu cực hơn.

Nhờ sử dụng các mô hình máy tính có xét đến tất cả các yếu tố (tự nhiên và do con người gây ra), các nhà khí hậu học không chỉ giải thích được những gì đang diễn ra hiện nay mà còn có thể đưa ra dự báo cho toàn bộ thế kỷ 21. Tùy thuộc vào mức độ phát thải khí nhà kính, nhiệt độ Trái Đất trong thế kỷ này có thể tăng đáng kể. Theo kịch bản tích cực, sự thay đổi sẽ ở mức 1,5–2°C so với đầu thế kỷ 20. Nhưng trong trường hợp xấu nhất, khí hậu Trái Đất có thể nóng lên 5.0°C. Bắc Âu sẽ ấm lên nhanh hơn, và nhiệt độ ở Bắc Cực có thể tăng đến 10°C! Điều này sẽ ảnh hưởng lớn đến lượng mưa, mực nước biển, và tần suất cũng như mức độ nghiêm trọng của các hiện tượng thời tiết cực đoan. Cách mà thế kỷ 21 kết thúc phần lớn phụ thuộc vào hành động của con người hiện nay. Dĩ nhiên, ảnh hưởng của Mặt Trời, núi lửa, dòng hải lưu và các quá trình tự nhiên khác cũng rất quan trọng. Nhưng những thay đổi khí hậu do chúng gây ra thường chỉ tồn tại trong thời gian ngắn, và vai trò của chúng trong dài hạn không lớn.

Các nhà khoa học nhấn mạnh rằng mỗi phần nhỏ của một độ tăng trong nhiệt độ toàn cầu đều dẫn đến những thay đổi theo cấp số nhân về nhiệt độ trung bình khu vực, lượng mưa và độ ẩm của đất. Họ đã sử dụng một cơ sở dữ liệu với hàng trăm kịch bản để đánh giá tác động của hiện tượng ấm lên toàn cầu đối với các chỉ số khí hậu như nhiệt độ toàn cầu, lượng mưa và độ ẩm của đất. Nhờ những cải tiến trong các mô hình khí hậu toàn cầu, họ đã có thể đưa ra các đánh giá chính xác hơn theo từng khu vực.

Các nghiên cứu mô phỏng hiện nay cho chúng ta biết về sự thay đổi trong nhiệt độ trung bình hàng năm và lượng mưa khi nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng thêm 1,5°, 2° và 4°C (Hình 1.4.9). Các mô hình này cho thấy rằng ở tất cả các mức ấm lên, khu vực đất liền sẽ nóng lên nhiều hơn các vùng đại dương, và Bắc Cực cùng Nam Cực sẽ ấm lên nhiều hơn các vùng nhiệt đới. Cũng theo các mô hình, lượng mưa sẽ có xu hướng tăng ở các vĩ độ cao và vùng Thái Bình Dương gần xích đạo, nhưng lại giảm ở một số phần của vùng cận nhiệt đới và một số khu vực nhiệt đới, làm tăng nguy cơ xảy ra lũ lụt trong mùa mưa ở Nam Á, Đông Nam Á và Đông Á. Mặt khác, khoảng 411 triệu người sống tại 330 thành phố ở châu Á đang phải đối mặt với rủi ro hạn hán trong mùa khô. Nhiều thay đổi trong hệ thống khí hậu được dự báo sẽ tăng lên theo tỷ lệ thuận với mức độ nóng lên toàn cầu, bao gồm: axit hóa đại dương, băng tan ở Bắc Cực và Nam Cực, kèm theo mực nước biển dâng cao.

Hình 1.4.9 Các thay đổi mô phỏng về nhiệt độ trung bình hàng năm (trên, °C) và lượng mưa hàng năm (dưới, %) so với giai đoạn 1850-1900 đối với các mức tăng nhiệt độ toàn cầu là 1,5°, 2° và 4°C



Vì vậy, hầu hết các nhà khoa học đều đồng ý rằng trong 70 năm qua (kể từ giữa thế kỷ 20) con người rất có thể là nguyên nhân chính gây ra biến đổi khí hậu trên Trái Đất và điều này sẽ còn tiếp tục trong thế kỷ tới. Họ nhấn mạnh mạnh mẽ về sự cần thiết phải giảm phát thải khí nhà kính trong thập kỷ hiện tại nếu chúng ta muốn có một cơ hội công bằng để giữ mức tăng nhiệt độ thấp hơn 2°C và 1,5°C.

Hoạt động của con người ảnh hưởng đến khí hậu nhiều nhất là do thải ra khí nhà kính từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch như than đá, dầu mỏ và khí đốt tự nhiên. Việc giảm sử dụng nhiên liệu hóa thạch trong các nhà máy điện, giao thông, công nghiệp và cả đời sống hằng ngày sẽ góp phần làm giảm ảnh hưởng của con người lên khí hậu. Tuy nhiên, việc đốt nhiên liệu hóa thạch không phải là yếu tố duy nhất. Con người còn ảnh hưởng đến khí hậu bằng cách chặt phá rừng, nơi hấp thụ CO2 từ khí quyển, làm rò rỉ khí metan với quy mô lớn từ các đường ống dẫn, hay việc sử dụng các loại nhân tạo mới có gây hiệu ứng nhà kính mạnh trong công nghiệp. Chính điều này khiến cho việc giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu trở nên khó khăn: Chúng ta cần một sự chuyển đổi sâu rộng trong xã hội và toàn bộ nền kinh tế thế giới, hướng đến "xanh hóa" và giảm tác động tiêu cực đến khí hậu nhằm mang lại lợi ích cho cả con người và hành tinh

CÂU HỎI

1. Liệu trong quá khứ có hiệu ứng nhà kính không? Nguyên nhân của nó là gì?

2. Tại sao nhiệt độ trên Trái đất lại tăng nhiều như vậy trong 100 năm qua?

3. Sự gia tăng nồng độ CO_2 trong khí quyển là do nguyên nhân tự nhiên hay hoạt động của con người?
Điều này đã được chứng minh như thế nào?

4. Làm thế nào chúng ta biết được con người vừa làm nóng vừa làm mát hành tinh? Trong hai tác động này, tác động nào lớn hơn?

5. Trong 130 năm qua, nhiệt độ đã tăng lên bao nhiêu độ?
Mức tăng ở châu Á lớn hơn hay nhỏ hơn so với toàn cầu?





BÀI TẬP

Tìm một khúc gỗ dày hoặc một gốc cây lớn.

Quan sát các vòng sinh trưởng hàng năm: bạn sẽ thấy rằng có những vòng hẹp hơn những vòng khác.

Các vòng sinh trưởng lâu đời nhất nằm giữa khúc gỗ hoặc gốc cây, các vòng mới nhất (trẻ nhất) nằm ở mép ngoài.

Các vòng càng rộng sẽ chỉ ra những năm ấm và các vòng càng hẹp chỉ ra những năm lạnh.

Hãy đếm xem trong 20 năm gần nhất, có bao nhiêu năm ấm và bao nhiêu năm lạnh.





2

Tác động của biến đổi khí hậu đối với tự nhiên và đời sống con người

Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?

2 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào?

Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?

Mọi thứ trong tự nhiên đều có mối liên kết với nhau. Chỉ một thay đổi nhỏ cũng có thể kéo theo hàng loạt tác động dây chuyền. Khi Trái Đất nóng lên, chúng ta chứng kiến nhiều biến đổi nghiêm trọng: mực nước biển dâng cao, băng ở hai cực và băng vĩnh cửu tan chảy; thời tiết cực đoan như nắng nóng, bão, lũ lụt, hạn hán xuất hiện thường xuyên hơn và với mức độ dữ dội hơn; nhiều dịch bệnh nguy hiểm và sinh vật gây hại lan rộng đến những khu vực trước đây chưa từng có. Những thay đổi này khiến nhiều loài động thực vật không kịp thích nghi, gây thiệt hại nghiêm trọng về kinh tế và đe dọa trực tiếp đến sức khỏe, tính mạng con người.







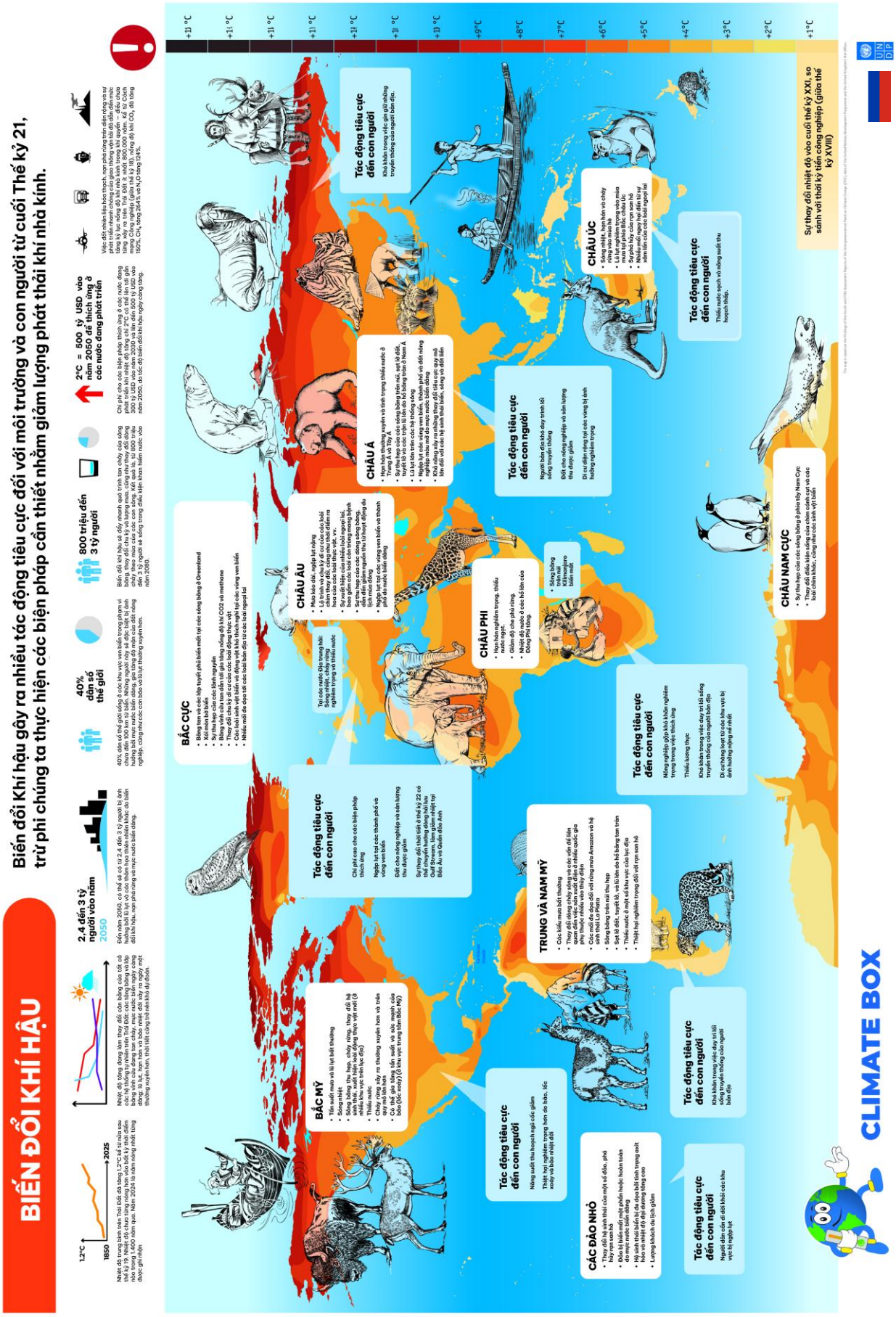


Các phát hiện mới nhất từ báo cáo IPCC AR6 cho thấy biến đổi khí hậu có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng hơn nữa đối với con người và thiên nhiên trong tương lai. Các nhà khoa học kết luận rằng cứ mỗi 0,1°C Trái Đất nóng lên, mức độ tác động sẽ nghiêm trọng hơn, đồng thời các nguy cơ đi kèm cũng dần hiện hữu hơn (xem Hình 2.1). Chính vì vậy, Tổng Thư ký Liên Hợp Quốc António Guterres đã gọi báo cáo này là "tín hiệu đỏ khẩn cấp dành cho nhân loại". Tuy nhiên, điều tích cực là nếu chúng ta có thể ngăn chặn được mỗi 0,1°C tăng thêm, thì điều đó sẽ rất quan trọng trong việc giảm thiểu thiệt hại trong tương lai.

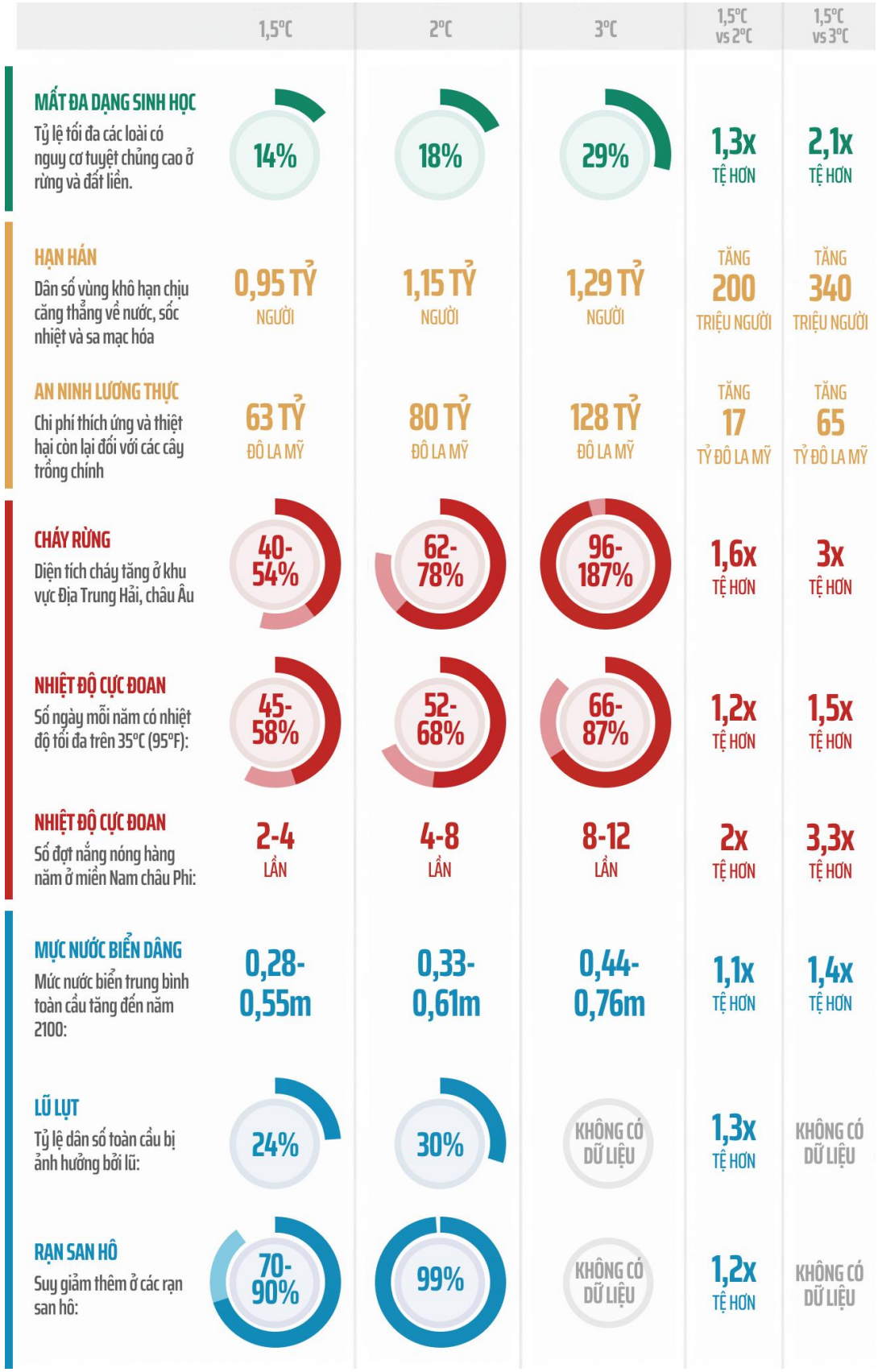
Đánh giá của IPCC về mức độ rủi ro gia tăng theo nhiệt độ (xem Hình 2.2) cho thấy rằng ngay cả việc giới hạn mức tăng nhiệt toàn cầu ở 1,5°C cũng chưa hẳn đã an toàn cho tất cả mọi người. Theo tổng hợp từ Viện Tài nguyên Thế giới (World Resources Institute), ở mức tăng này, tỷ lệ dân số toàn cầu chịu ảnh hưởng bởi ngập lụt sẽ tăng thêm 24%, và số ngày nắng nóng cực đoan mỗi năm có thể tăng lên tới 58 ngày.

Hình 2.1

Nếu không nỗ lực hết sức để giảm lượng khí nhà kính, những tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu đối với môi trường và con người sẽ càng nghiêm trọng hơn vào cuối thế kỷ 21.

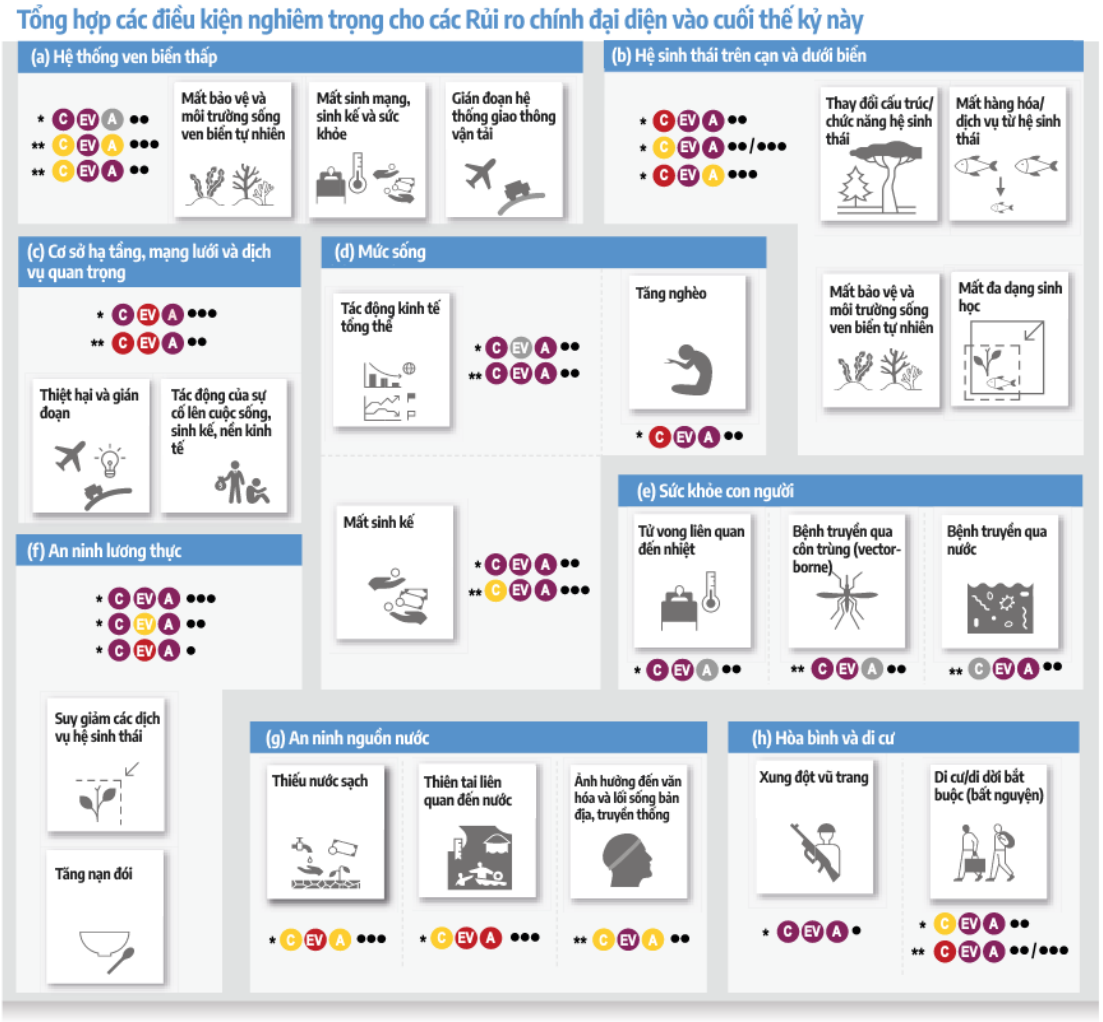


Hình 2.2 Bảng so sánh rủi ro lên con người và thiên nhiên ở các mức tăng nhiệt độ khác nhau



Biến đổi khí hậu hiện nay chắc chắn sẽ làm giảm năng suất nông nghiệp, hạn chế nguồn nước ngọt, gia tăng mức độ nghiêm trọng của hạn hán, sóng nhiệt và bão nhiệt đới; đồng thời tái định hình môi trường ven biển với tốc độ và quy mô có thể gây ra những phản ứng xã hội gây mất ổn định. Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) đã xác định rằng bốn chỉ số chính về biến đổi khí hậu – nồng độ khí nhà kính, mực nước biển dâng, nhiệt độ đại dương và axit hóa đại dương – đã phá vỡ kỷ lục mới vào năm 2022. Đây là một dấu hiệu rõ ràng nữa cho thấy các hoạt động của con người đang gây ra những thay đổi trên quy mô toàn cầu trên đất liền, đại dương và trong khí quyển, với những hậu quả nghiêm trọng và lâu dài. Trừ khi chúng ta nỗ lực hết mức để giảm phát thải khí nhà kính, những tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu đối với môi trường và con người có thể sẽ không thể đảo ngược vào cuối thế kỷ 21 (Hình 2.3).

Hình 2.3 Các rủi ro chính đối với tự nhiên và con người do biến đổi khí hậu đến cuối thế kỷ này



Thực tế cho thấy, việc nghiên cứu khả năng chống chịu của các cộng đồng trong quá khứ trước những biến động và bất thường của khí hậu có thể mang lại những bài học quý giá, từ đó giúp chúng ta tìm ra các giải pháp ứng phó hiệu quả với biến đổi khí hậu hiện nay và trong tương lai. Để giảm thiểu thiệt hại do biến đổi khí hậu gây ra, nhân loại cần triển khai các biện pháp phù hợp, đặc biệt là tăng cường khả năng chống chịu trước tình trạng nóng lên toàn cầu do con người gây ra – vốn đã là thực tế trong cuộc khủng hoảng khí hậu hiện tại. Những bằng chứng về tác động đã xảy ra cùng với các rủi ro được dự báo cho thấy rằng việc hành động vì phát triển bền vững có khả năng thích ứng với biến đổi khí hậu trên phạm vi toàn cầu là yêu cầu cấp thiết hơn bao giờ hết.

Trong chương này, các biện pháp thích ứng khả thi và hiệu quả được đề xuất cho từng chủ đề, bao gồm các biện pháp giảm thiểu rủi ro, ví dụ như lồng ghép các tác động và rủi ro do biến đổi khí hậu vào quá trình thiết kế, quy hoạch đô thị, nông thôn và hệ thống hạ tầng. Đồng thời, việc bảo vệ đa dạng sinh học và các hệ sinh thái cũng đóng vai trò đặc biệt quan trọng, bởi biến đổi khí hậu đang đe dọa trực tiếp đến chúng cũng như vai trò thiết yếu của chúng trong việc thích ứng và giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu (xem Hình 2.4).

Mặc dù tất cả chúng ta đều đang cảm nhận được tác động của biến đổi khí hậu, nhưng những người nghèo và các cộng đồng vốn đã bị thiệt thòi từ lâu lại là nhóm chịu ảnh hưởng nặng nề nhất. Theo báo cáo IPCC AR6, hiện có khoảng 3,3 đến 3,6 tỷ người đang sống tại các quốc gia có mức độ dễ tổn thương cao trước tác động của biến đổi khí hậu, tập trung chủ yếu ở vùng Bắc Cực, Trung và Nam Mỹ, các quốc đảo nhỏ đang phát triển, Nam Á và phần lớn khu vực hạ Sahara châu Phi. Biến đổi khí hậu làm trầm trọng thêm các xung đột, bất bình đẳng, nghèo đói và các thách thức phát triển khác như hạn chế tiếp cận các dịch vụ cơ bản (ví dụ như nước sạch), qua đó làm giảm khả năng thích ứng của cộng đồng. Chẳng hạn, trong giai đoạn 2010–2020, tỷ lệ tử vong do bão, lũ lụt và hạn hán tại các quốc gia dễ tổn thương ở mức cao gấp 15 lần so với các nước có mức độ dễ tổn thương ở mức rất thấp.

Phần này sẽ phân tích tác động của biến đổi khí hậu đối với các khu vực địa lý, xã hội và lĩnh vực kinh tế khác nhau, đồng thời giới thiệu các ví dụ cụ thể về biện pháp thích ứng nhằm giảm thiểu thiệt hại và chuẩn bị cho những tác động tiêu cực không thể tránh khỏi.



Nguy cơ, rủi ro, tác động, khả năng chống chịu và thích ứng liên quan đến BĐKH

Hiện nay, Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) sử dụng thuật ngữ khả năng chống chịu để chỉ năng lực của các hệ thống tự nhiên và con người cùng nhau "ứng phó với các sự kiện xu hướng hay sự xáo trộn nguy hiểm, đồng thời phản ứng hoặc tái tổ chức để duy trì chức năng, bản chất và cấu trúc thiết yếu."

Khả năng chống chịu bao gồm cả thích ứng được IPCC định nghĩa là quá trình điều chỉnh trước khí hậu thực tế hoặc dự kiến và các ảnh hưởng của nó, giảm thiệt hại hoặc tận dụng những cơ hội thuận lợi. Ví dụ, các biện pháp thích ứng có thể kể đến như xây dựng nhà cửa kiên cố hơn để chống chịu với thời tiết cực đoan, xây dựng đập ngăn lũ, phát triển các giống cây trồng chịu hạn mới, v.v....

IPCC cũng thường xuyên sử dụng khái niệm rủi ro để nói về khả năng xảy ra các hậu quả tiêu cực từ biến đổi khí hậu đối với con người hoặc hệ sinh thái, đồng thời nhận thức được sự đa dạng trong các giá trị và mục tiêu liên quan đến những hệ thống này. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, rủi ro có thể phát sinh từ tác động tiềm tàng của biến đổi khí hậu cũng như cách con người phản ứng với BĐKH.

Tác động được hiểu là hệ quả của những rủi ro do biến đổi khí hậu khi chúng xảy ra và ảnh hưởng đến các hệ thống tự nhiên và con người. Tác động ảnh hưởng đến cuộc sống, công việc, sức khỏe và phúc lợi của con người; các hệ sinh thái và loài vật; tài sản kinh tế, xã hội và văn hóa; các dịch vụ (bao gồm cả dịch vụ hệ sinh thái) và cơ sở hạ tầng.

Hiểm họa được được hiểu là những tác động tiêu cực từ các hiện tượng tự nhiên hoặc do con người gây ra, có thể dẫn đến thiệt hại về người (thương vong, đe dọa sức khỏe), cũng như gây tổn thất về tài sản, cơ sở hạ tầng, sinh kế, dịch vụ, hệ sinh thái và tài nguyên môi trường.



Hình 2.4

Các biện pháp để thích ứng với BĐKH và nâng cao khả năng chống chịu

Làm thế nào để chống lại BĐKH?

Biến đổi khí hậu mang đến nhiều tác động tiêu cực, nhưng chúng ta hoàn toàn có thể giảm nhẹ hậu quả của nó thông qua những hành động thiết thực. Các hành động này được gọi là thích ứng với BĐKH. Thích ứng giúp chúng ta giảm thiểu hoặc tránh các tác động có hại của BĐKH và tìm ra giải pháp để giảm rủi ro trong điều kiện khí hậu đang thay đổi.

NÔNG NGHIỆP

- Thu gom và sử dụng nước mưa để tưới tiêu
- Lắp đặt các hệ thống tưới tiêu hiệu quả như tưới nhỏ giọt
- Lắp đặt lưới chắn mưa đá
- Trồng thêm cây tạo hàng rào chắn gió sinh học
- Xây dựng nhà kính
- Trồng các loại cây trồng chịu nhiệt, chịu hạn
- Chọn thời gian tưới thích hợp

HỆ SINH THÁI TỰ NHIÊN

- Bảo vệ đa dạng sinh học – vì hệ sinh thái càng phong phú, khả năng chống chọi với biến đổi khí hậu càng mạnh mẽ.
- Tuân thủ nghiêm ngặt các quy tắc an toàn cháy nổ
- Không chăn thả gia súc trong rừng
- Sử dụng đồng cỏ một cách bền vững – đảm bảo sự phục hồi và phát triển của thảm thực vật

SỨC KHỎE

- Tăng cường không gian xanh trong khu đô thị
- Luôn cập nhật thông tin về dịch bệnh và cách phòng ngừa
- Ăn mặc phù hợp với thời tiết, che kín bằng mũ, ô, kính mắt
- Bổ sung nước thường xuyên
- trong bóng râm trong những ngày nóng

GIẢM THIỂU RỦI RO THIÊN TAI

- Không xả rác, không gây ô nhiễm sông ngòi, kênh mương và các kênh thoát lũ
- Theo dõi dự báo thời tiết thường xuyên
- Tăng cường bảo vệ bờ sông
- Trồng và gìn giữ cây rễ sâu tại các rừng ngập mặn vùng ven biển
- Chuẩn bị sẵn túi đồ dùng khẩn cấp và biết rõ nơi sơ tán trong trường hợp xảy ra lũ lụt.
- Lắp đặt hệ thống thoát nước và thường xuyên tổ chức các đợt vệ sinh cộng đồng

Dự án "Kế hoạch thích ứng quốc gia Armenia" của UNDP-GCF

2.1 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thời tiết như thế nào

Các nhà khoa học đã chỉ ra rằng trong 50 năm qua, các hiện tượng thời tiết toàn cầu đã trở nên cực đoan hơn rất nhiều. Thỉnh thoảng, chúng ta lại nghe tin tức về một thảm họa thiên nhiên mới: một cơn bão tàn khốc ở Philippines, một đợt hạn hán chưa từng có ở Úc, lũ lụt nghiêm trọng ở châu Âu, cháy rừng nghiêm trọng do nắng nóng kéo dài và hạn hán ở Canada, Hy Lạp và Hawaii, hay tuyết rơi lần đầu sau một thế kỷ ở Cairo và Alexandria, Ai Cập. Mỗi ngày, nhiệt độ lại lập kỷ lục mới: người dân ở châu Âu phải trải qua những mùa hè nóng bức, và nền nhiệt mùa đông đột ngột giảm sâu từ trên 0 xuống -20°C. Vào ngày 15 tháng 4 năm 2023, Thái Lan đã ghi nhận ngày nóng nhất trong lịch sử ở mức 45,4°C. Một tháng sau, Lào trải qua hai ngày liên tiếp nóng như thiêu đốt ở mức 43,5°C, còn Việt Nam cũng ghi nhận mức nhiệt kỷ lục 44,2°C. Các nhà khoa học gọi những điều kiện thời tiết bất thường như vậy là dị thường thời tiết. Ví dụ, những đợt lạnh bất thường vào mùa hè hoặc một đợt tan băng kéo dài trong mùa đông là những dị thường thời tiết phổ biến nhất ở các khu vực có khí hậu ôn hòa ở bán cầu bắc. Khi các dị thường thời tiết này gây ra mối đe dọa cho sức khỏe, tính mạng và hoạt động kinh tế của con người, chúng được gọi là **các hiện tượng thời tiết cực đoan.**

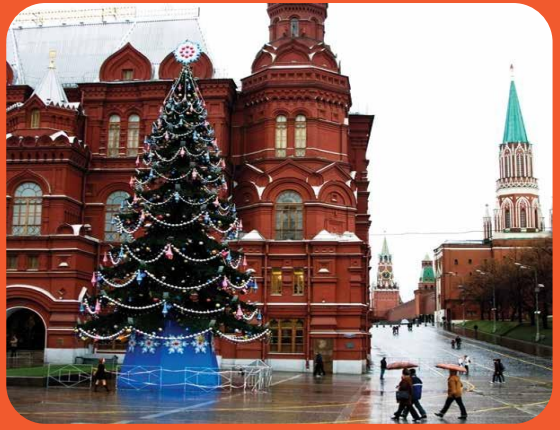
Dị thường thời tiết là bất kỳ sự khác biệt nào so với thời tiết "thông thường" trong một mùa, tháng hoặc ngày cụ thể, trong đó "thông thường" được hiểu là trạng thái thời tiết ở khu vực đó trong một khoảng thời gian nhất định trong quá khứ, thường là từ 1961-1990.

Hiện tượng thời tiết cực đoan là các quá trình hoặc sự kiện tự nhiên liên quan đến điều kiện thời tiết xảy ra trong khí quyển, trên đất liền hoặc vùng nước đại dương. Những hiện tượng này có thể gây hủy hoại đối với con người, động vật và thực vật, cũng như gây thiệt hại nghiêm trọng cho nền kinh tế.
Các hiện tượng thời tiết cực đoan bao gồm nắng nóng hoặc rét đậm kéo dài, gió rất mạnh, bão, bão nhiệt đới (cuồng phong), bão bụi, mưa lớn, tuyết rơi dày, lốc xoáy hoặc vòi rồng, lũ lụt, hạn hán, tuyết lở, sạt lở đất, và nhiều hiện tượng khác.

Lưu ý: động đất, phun trào núi lửa và sóng thần không phụ thuộc vào khí hậu và thời tiết, vì vậy chúng KHÔNG phải là hiện tượng THỜI TIẾT!

Hình 2.1.1 **Ở Moscow, giờ đây tháng 12 thường xuyên xuất hiện mưa thay vì tuyết**





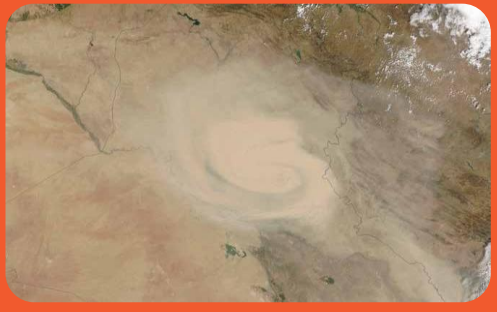
Bão cát và bão bụi khốc liệt ở Trung Đông vào năm 2022

Bão cát và bão bụi khốc liệt được định nghĩa là những cơn bão do gió mạnh thổi qua các khu vực đất khô cằn, cuốn theo một lượng lớn vật liệu mặt đất vào khí quyển. Theo Công ước Liên Hợp Quốc về Chống Sa mạc hóa, mỗi năm có khoảng hai tấn cát và bụi bay vào khí quyển. Bão cát và bão bụi xảy ra phổ biến nhất ở các sa mạc và vùng đất khô. Ở Trung Đông và các khu vực khô cằn khác, chúng có thể xuất hiện dưới hai dạng. Dạng thứ nhất là Gió dữ dội (tiếng Ả Rập là 'haboob') đến từ các frông bão, thường xuất hiện dưới dạng những bức tường cát và bụi quét qua các địa hình. Nhưng giống như giông bão, các haboob không kéo dài. Dạng thứ hai là các cơn bão bụi kéo dài, lan rộng, có thể kéo dài nhiều ngày. Ở Iraq, những cơn bão như vậy thường liên quan đến gió Tây Bắc dai dẳng, được gọi là shamal (tiếng Ả Rập có nghĩa là "Bắc"). Việc xây dựng thêm đập, cộng thêm công tác quản lý nước kém, tình trạng khô hạn khắc nghiệt, sa mạc hóa và các yếu tố khác đều góp phần vào hiện tượng khủng khiếp này.

Vào tháng 4 và tháng 6 năm 2022, Iraq và nhiều quốc gia khác vùng Vịnh Ba Tư đã chứng kiến bầu trời màu cam u ám như ngày tận thế do bị bao phủ bởi những trận bão cát và bụi dữ dội. Nhiều báo cáo cho biết cảng biển, sân bay, đường giao thông và trường học phải đóng cửa, cùng hàng loạt chuyến bay bị hủy. Cơn bão này đã khiến hàng nghìn người phải nhập viện vì các vấn đề về hô hấp. Bão bụi đặc biệt nguy hiểm với những người mắc bệnh hen suyễn; bên cạnh đó, chúng cũng mang theo các vi khuẩn gây bệnh. Ngoài ra, bão bụi còn gây mất đất, đặc biệt là các hạt đất nhẹ giàu chất dinh dưỡng, do đó làm giảm năng suất nông nghiệp.

Những năm gần đây, bão cát và bão bụi đã trở nên phổ biến hơn ở khu vực Trung Đông và nhiều vùng khô hạn khác trên thế giới như Bắc Phi, miền Bắc Trung Quốc, Mông Cổ và Kazakhstan, Úc, cũng như vùng trung tâm nước Mỹ. Ở Mauritania, nơi sa mạc Sahara bao phủ 90% lãnh thổ, chỉ có hai cơn bão bụi mỗi năm vào đầu những năm 1960, nhưng hiện nay có khoảng 80 cơn mỗi năm, theo các chuyên gia tại Đại học Oxford.

Các nhà khoa học cho rằng sự gia tăng tần suất bão bụi xuất phát từ các hoạt động canh tác kém, bao gồm chăn thả quá mức và phá hủy lớp vỏ sinh học, cùng với BĐKH và tình trạng nhiệt độ toàn cầu và địa phương tăng cao kèm theo hạn hán. Hiện nay, bão cát và bụi được xem là hiện tượng toàn cầu, ảnh hưởng đến kinh tế, sức khỏe và môi trường của tất cả mọi người, chứ không chỉ ở những vùng đất khô cằn. Hiện tượng này tác động đến tất cả mọi người – nam giới, phụ nữ, bé trai và bé gái – nhưng mức độ và cách thức bị ảnh hưởng không giống nhau. Sự khác biệt này xuất phát từ vai trò khác nhau giữa nam giới và nữ giới trong công việc, sinh kế, chăm sóc gia đình và các hoạt động xã hội. Ngoài ra, bão cát và bụi cũng có thể đe dọa đến tính mạng của những người có sức khỏe yếu hoặc mắc bệnh nền. Hiện tượng này liên quan trực tiếp đến suy thoái đất và có thể được giải quyết thông qua quản lý đất bền vững và đạt mục tiêu giảm suy thoái đất về không.



Hình 2.1.2

Hình ảnh vệ tinh ghi lại trận bão bụi tại Iraq vào ngày 7 và 9 tháng 4 năm 2022

Vậy biến đổi khí hậu có liên quan gì đến thời tiết bất thường?

Nhiều bằng chứng cho thấy các kiểu thời tiết bất thường và các hiện tượng thời tiết cực đoan đang ngày càng xảy ra nhiều hơn trên khắp thế giới. Các nhà khoa học cho rằng hiện tượng này có thể bắt nguồn từ biến đổi khí hậu toàn cầu. Khi nhiệt độ trung bình của Trái Đất tăng lên, lượng nước bốc hơi từ biển, sông và hồ cũng nhiều hơn. Hơi nước tăng lên khiến không khí trở nên ẩm hơn, dẫn đến những trận mưa lớn ở một số khu vực. Bên cạnh đó, nhiệt độ bề mặt đại dương cao hơn cũng góp phần làm cho các cơn bão lớn và nguy hiểm xuất hiện thường xuyên hơn so với giữa thế kỷ trước.





Ta có thể thấy dễ hiểu khi biến đổi khí hậu khiến các đợt nắng nóng gay gắt xảy ra thường xuyên hơn.

SÓNG NHIỆT

là một giai đoạn kéo dài ít nhất năm ngày liên tiếp, trong đó nhiệt độ trung bình ngày cao hơn ít nhất 5°C so với mức trung bình thông thường của thời điểm đó trong năm.





Một nghiên cứu gần đây được công bố trên tạp chí *Nature* cho biết các đợt nắng nóng cực đoan giờ đây xuất hiện sau mỗi 200 - 250 ngày, so với trước đây chỉ xảy ra khoảng 1 lần trong 1.000 ngày. Tuy nhiên, tác động của hiện tượng ấm lên toàn cầu sẽ khác nhau ở từng khu vực. Những khu vực nằm gần xích đạo sẽ chịu ảnh hưởng nghiêm trọng hơn bởi thời tiết cực đoan, đồng nghĩa với việc các quốc gia nhiệt đới nghèo, với cơ sở hạ tầng vốn đã yếu kém, sẽ phải hứng chịu số ngày nắng nóng gay gắt nhiều hơn gấp 50 lần và số ngày mưa tăng gấp 2,5 lần. Trong khi đó, các vùng vốn đã khô hạn như Địa Trung Hải, Bắc Phi, Chile, Trung Đông và Úc sẽ đối mặt với nguy cơ hạn hán và thiếu nước ngọt cao hơn.

Một nghiên cứu khác trong cùng số báo của Nature kết luận rằng chúng ta đang bước vào một kỷ nguyên mà các đợt nắng nóng cực đoan sẽ không thể xảy ra nếu không có tác động của biến đổi khí hậu. Thông qua phương pháp phân tích gắn kết sự kiện thực tế với biến đổi khí hậu, nghiên cứu này cho thấy các đợt nắng nóng kéo dài ở Siberia và Úc trong năm 2020 gần như không thể xảy ra nếu không có tác động của hiện tượng ấm lên toàn cầu. Đợt nắng nóng tại Siberia đã gây ra những vụ cháy rừng lớn (ước tính thải ra 56 triệu tấn CO_2 vào khí quyển) và làm sập nhiều công trình do băng vĩnh cửu tan chảy, buộc chính quyền phải ban bố tình trạng khẩn cấp. Tình trạng tương tự cũng xảy ra với các đám cháy rừng ở Úc, kéo dài từ cuối năm 2019 đến tháng 2 năm 2020, còn gọi là "Mùa hè đen", khi nhiệt độ mùa hè đạt mức kỷ lục.

Các nhà khoa học đã phân tích các mức nhiệt kỷ lục ghi nhận trong mùa đông và mùa xuân năm 2023 ở bán cầu nam, và kết luận rằng các mức nhiệt này có khả năng xảy ra cao hơn gấp 100 lần do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu.

Tuy nhiên, điều quan trọng cần nhớ là thời tiết bất thường không đồng nghĩa với biến đổi khí hậu. Ví dụ, một mùa đông đặc biệt lạnh không có nghĩa là khí hậu đang trở nên lạnh hơn. Để xác định một hiện tượng là do biến đổi khí hậu, cần phải có dữ liệu quan sát trong thời gian dài, thường là từ 10 năm trở lên.

Những bất thường thời tiết như vậy có thể gây thiệt hại nghiêm trọng cho nền kinh tế toàn cầu và cướp đi sinh mạng của rất nhiều người.

Ví dụ về các hiện tượng thời tiết cực đoan trong những năm gần đây

Vào ngày 13 tháng 9 năm 2023, những trận mưa như trút nước do bão Daniel gây ra đã quét qua nhiều khu vực ở miền đông Libya. Thành phố cảng Derna là nơi chịu thiệt hại nặng nề nhất khi cả khu dân cư bị cuốn trôi sau khi hai con đập cũ bị vỡ, tạo nên một thảm họa kinh hoàng. Văn phòng Tổ chức Di cư Quốc tế (IOM) tại Libya cho biết ít nhất 30.000 người đã phải di dời, và số người thiệt mạng nhanh chóng tăng lên ít nhất 11.300 người.

Một trong những nguyên nhân chính dẫn đến con số thương vong cao như vậy là do không có hệ thống giám sát đập hay lệnh sơ tán nào được ban bố, dù đường đi của bão Daniel đã được dự báo từ trước. Việc chính quyền thiếu năng lực trong điều phối cứu trợ thiên tai đã khiến hậu quả nhân đạo càng thêm nghiêm trọng.

Hình 2.1.3

Thành phố Derna (Libya), 13/9/2023.
Mưa lớn gây lũ quét đã cướp đi sinh mạng của hàng nghìn người và cuốn trôi nhiều khu dân cư ra biển.



Thảm họa ở Libya xảy ra sau hàng loạt các trận lũ lụt chết người xảy ra trên khắp thế giới vào tháng 9 năm 2023, từ Trung Quốc đến Brazil và Hy Lạp.

Các xoáy thuận nhiệt đới từng đổ bộ vào những quốc gia kém phát triển và chưa chuẩn bị kỹ càng trước thiên tai như Myanmar, Bangladesh, Ấn Độ, Philippines và Honduras đã gây ra thiệt hại rất lớn về người. Những quốc gia thiếu nguồn lực và sự ổn định chính trị để chuẩn bị ứng phó với thiên tai thường phải gánh chịu thiệt hại nghiêm trọng cả về con người lẫn kinh tế.

Các hiện tượng thời tiết cực đoan ở châu Á

Nhiệt độ gia tăng đang khiến các đợt nắng nóng ở khu vực Đông Á, Nam Á và Đông Nam Á trở nên gay gắt hơn, xảy ra thường xuyên hơn và kéo dài hơn. Vào các năm 2013 và 2022, Trung Quốc phải hứng chịu những đợt nắng nóng kéo dài hơn 60 ngày. Đợt nắng nóng năm 2022, kết hợp với các bất thường trong hoàn lưu khí quyển, đã gây ra tình trạng thiếu điện, nhà máy phải đóng cửa, mùa màng thất thu và ghi nhận nhiều người bị say nắng tại các tỉnh phía Đông Nam và Tây Nam Trung Quốc. Năm 2023, Trung Quốc, Thái Lan, Việt Nam và Lào tiếp tục ghi nhận các đợt nắng nóng vượt ngưỡng lịch sử, với nền nhiệt trên 40°C.

Khu vực này cũng chứng kiến ngày càng nhiều đợt mưa lớn bất thường, làm gia tăng nguy cơ lũ lụt. Xu hướng gia tăng các trận mưa cực đoan đã được ghi nhận rộng khắp Đông Nam Á. Theo báo cáo của IPCC, lượng mưa tại khu vực này nhiều khả năng sẽ tăng từ 1% đến 8% vào năm 2100. Dù lượng mưa mùa gió nhìn chung có xu hướng tăng, nhưng vẫn tồn tại sự biến động lớn: một số nơi vẫn xuất hiện hạn hán cục bộ hoặc các kiểu mưa thất thường, ví dụ trong mùa khô. Các đợt lũ do mưa lớn xảy ra thường xuyên tại khu vực châu Á có gió mùa, ảnh hưởng đến hàng triệu người mỗi năm. Mặc dù chưa có xu hướng rõ ràng về số lượng bão nhiệt đới tại Đông Nam Á, một số quốc gia như Philippines và Việt Nam lại đang ghi nhận cường độ bão ngày càng tăng.

Tháng 4 năm 2024, các quốc gia Đông Nam Á như Bangladesh, Ấn Độ, Philippines và Thái Lan phải đối mặt với đợt nắng nóng gay gắt kéo dài, khiến nhiều trường học phải đóng cửa và đặt ra nhiều lo ngại về sức khỏe cộng đồng. Tại Manila (Philippines), các lớp học trực tiếp đã bị tạm dừng vì thời tiết quá nóng, và nhiều tỉnh thành phố phải đối mặt với tình trạng khô hạn.

Trong những năm gần đây, Indonesia, Lào, Thái Lan và Việt Nam đã liên tiếp hứng chịu nhiều đợt lũ lớn.

- Năm 2020, khu vực miền Trung Việt Nam phải hứng chịu chín cơn bão và áp thấp nhiệt đới liên tiếp trong vài tuần, gây ra lũ lụt và sạt lở đất, ảnh hưởng đến hơn 375.000 ngôi nhà, khiến hàng trăm người thiệt mạng cùng hàng triệu gia súc, gia cầm bị chết. Loạt bão này dẫn tới lượng mưa cực đoan trong vài tuần, đi kèm với sự gia tăng của hiện tượng La Niña, có thể liên quan đến sự tăng nhiệt độ bề mặt biển do biến đổi khí hậu toàn cầu.





- Tháng 9 năm 2024, mưa lớn do bão Yagi gây ra đã dẫn đến lũ lụt và sạt lở đất tại bốn tỉnh miền Bắc Lào gồm Phongsaly, Bokeo, Oudomxay và Luang Namtha. Trong đó, Luang Namtha chịu thiệt hại nặng nề nhất với hơn 40.000 người bị ảnh hưởng tại 20 bản làng. Mưa lớn làm nước sông dâng cao tràn bờ, nhấn chìm cả cộng đồng và cuốn trôi nhà cửa, sinh kế của người dân. Bão Yagi cũng gây ra lũ lụt rộng khắp tại Thái Lan, Myanmar và Việt Nam.
- Tháng 11 năm 2024, khu vực phía Nam Thái Lan và Malaysia trải qua trận lũ lụt nghiêm trọng, ảnh hưởng đến hơn 1,5 triệu người và làm 27 người thiệt mạng. Trận lũ này xảy ra do lượng mưa vốn chia cho sáu tháng nay lại mưa tập trung trong năm ngày, gây thiệt hại nặng nề trên diện rộng cho đồng ruộng, cơ sở hạ tầng công cộng và nhà ở.
- Từ tháng 3 đến tháng 5 năm 2024, vùng Tây Nguyên – vùng trồng cà phê chính của Việt Nam – phải đối mặt với đợt hạn hán nghiêm trọng nhất trong gần một thập kỷ. Nắng nóng cực đoan đe dọa sản lượng cà phê, với dự báo sản lượng vụ tới có thể giảm từ 10 đến 16%.

Các hiện tượng thời tiết cực đoan ở châu Phi

Trong khi các trận lũ lụt ở Libya năm 2023 đã gây chú ý toàn cầu vì quy mô thiệt hại về người, thì nhiều sự kiện cực đoan gây chết người khác ở châu Phi lại không được truyền thông quốc tế đưa tin. Qua việc phân tích dữ liệu thiên tai, các báo cáo nhân đạo và tin tức địa phương, tổ chức nghiên cứu Carbon Brief đã phần nào khắc họa rõ hơn quy mô tác động của thời tiết cực đoan tại châu Phi trong năm 2023 tính đến nay.

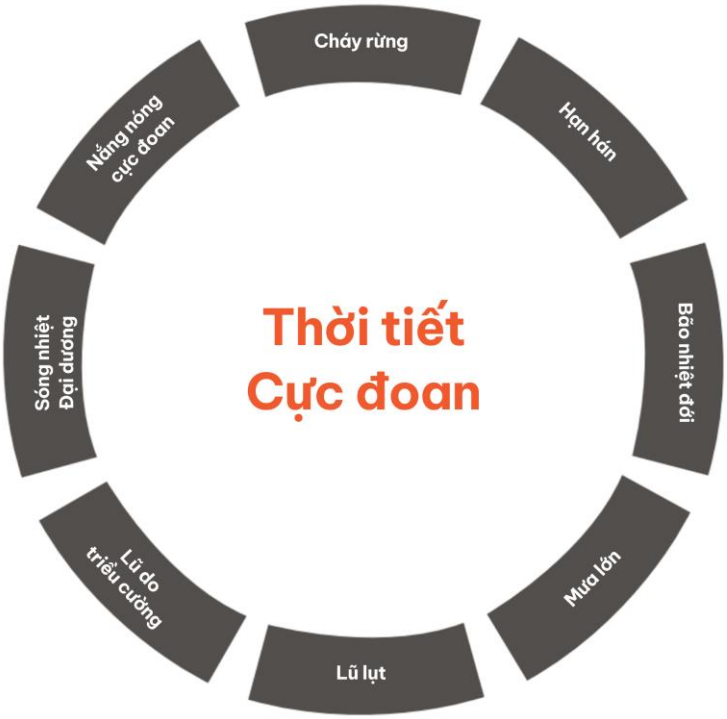
Nghiên cứu cho thấy ít nhất 15.700 người đã thiệt mạng trong các thảm họa thời tiết cực đoan ở châu Phi vào năm 2023 và 34 triệu người đã bị ảnh hưởng bởi các hiện tượng cực đoan:

- Hơn 3.000 người đã thiệt mạng trong các trận lũ quét ở Cộng hòa Dân chủ Congo và Rwanda vào tháng 5. Các nhà khoa học không thể đánh giá vai trò của biến đổi khí hậu trong thảm họa này do thiếu các trạm thời tiết đang hoạt động ghi lại dữ liệu trong khu vực.
- Ít nhất 860 người đã thiệt mạng trong các trận lũ lụt và sạt lở đất vào tháng 2 trong Bão nhiệt đới Freddy, cơn bão kéo dài nhất từng được ghi nhận ảnh hưởng đến Madagascar, Mozambique, Mauritius, Malawi, Réunion và Zimbabwe.
- Hơn 29 triệu người tiếp tục phải đối mặt với hiện tượng hạn hán kéo dài dai dẳng trên khắp Ethiopia, Somalia, Kenya, Djibouti, Mauritania và Niger.
- Các quốc gia ở miền nam châu Phi đã phải chịu đựng nắng nóng kéo dài suốt nhiều tháng trong mùa đông, khiến nhiều người phải sống trong điều kiện thời tiết như mùa hè suốt cả năm.

Biến đổi khí hậu ảnh hưởng như thế nào đến hiện tượng thời tiết cực đoan

Dựa trên việc phân tích các hiện tượng thời tiết cực đoan gần đây cùng dữ liệu mới nhất, Cơ quan Hàng không và Vũ trụ Mỹ (NASA) xác nhận rằng biến đổi khí hậu đang tạo ra các hiện tượng thời tiết cực đoan trên toàn cầu. Các đợt sóng nhiệt kỷ lục trên đất liền và đại dương, mưa lớn kéo dài, lũ lụt nghiêm trọng, hạn hán kéo dài nhiều năm, cháy rừng dữ dội và lũ lụt trên diện rộng do bão nhiệt đới ngày càng xảy ra thường xuyên với cường độ mạnh hơn. Các dự án vệ tinh của NASA, trong đó có Hệ thống Quan sát Trái Đất, cung cấp dữ liệu quan trọng để theo dõi và ứng phó với các sự kiện thời tiết cực đoan, đồng thời giúp giải thích nguyên nhân của từng sự kiện (Hình 2.1.4).

Hình 2.1.4 Các hiện tượng thời tiết cực đoan bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu



Nắng nóng cực đoan: Kể từ năm 1950, tần suất và mức độ nghiêm trọng của các đợt nắng nóng cực đoan đã tăng lên, chủ yếu do lượng khí nhà kính do con người thải ra. Hiện tượng này bao gồm nhiệt độ cao bất thường và các đợt sóng nhiệt nguy hiểm. Khi Trái Đất ngày càng ấm lên, nắng nóng cực đoan sẽ diễn ra thường xuyên hơn và trở nên khắc nghiệt hơn.

Cháy rừng: Thời tiết nóng và khô làm tăng nguy cơ cháy rừng. Thực vật khô đóng vai trò như "nhiên liệu" khiến đám cháy dễ bùng phát và lan rộng. Khi nhiệt độ toàn cầu tiếp tục tăng, cháy rừng có thể xảy ra với tần suất và mức độ nghiêm trọng cao hơn ở một số khu vực, đe dọa tính mạng và tài sản của người dân.

Hạn hán: Khi Trái Đất nóng lên, một số vùng khô cằn càng trở nên khô hạn hơn. Nhiệt độ cao làm tăng tốc độ bay hơi nước từ mặt đất vào không khí. Không khí ấm chứa được nhiều hơi nước hơn, tạo thành một vòng luẩn quẩn khiến Trái Đất càng nóng lên, sự bay hơi càng mạnh hơn, độ ẩm trong đất càng giảm đi. Kết quả là hạn hán xảy ra với tần suất và mức độ ngày càng nghiêm trọng hơn.

Bão nhiệt đới: Khi đại dương ấm hơn và không khí chứa nhiều hơi nước, các cơn bão nhiệt đới có thể gây mưa to hơn và kéo dài hơn. Bão, cuồng phong và lốc xoáy cũng làm tăng nguy cơ ngập lụt ven biển do mực nước biển dâng cao tạo nên các đợt triều cường lớn hơn. Hơn nữa, các cơn bão còn có xu hướng hình thành mạnh lên nhanh hơn so với trước đây.

Mưa lớn: Khi nhiệt độ Trái Đất tăng, không khí ấm có khả năng giữ nhiều hơi nước hơn, cung cấp thêm độ ẩm cho các trận mưa, tuyết và các hình thái mưa khác do bão gây ra. Mưa lớn đang xuất hiện thường xuyên hơn và được dự báo sẽ ngày càng dữ dội hơn khi nhiệt độ toàn cầu tiếp tục tăng.

Lũ lụt: Lượng hơi nước tăng trong không khí khiến các khu vực ẩm ướt càng trở nên ẩm ướt hơn. Mưa cực đoan có thể vượt quá khả năng tiêu thoát của hệ thống tự nhiên và nhân tạo, dẫn đến những trận lũ gây thiệt hại nghiêm trọng. Mực nước biển dâng cũng làm tình trạng ngập lụt ven biển trầm trọng thêm.

Ngập do triều cường: Khi nhiệt độ toàn cầu tăng, đại dương ấm lên và băng tan khiến mực nước biển dâng cao. Điều này khiến các đợt triều cường dâng cao hơn, làm tăng nguy cơ ngập lụt ngay cả trong điều kiện thời tiết không có mưa. Hiện tượng này đã và đang xảy ra tại một số thành phố ven biển như Miami (Mỹ) và Bangkok (Thái Lan).

Sóng nhiệt đại dương: Biến đổi khí hậu cũng gây ra các đợt sóng nhiệt cực đoan dưới biển. Các rạn san hô và nhiều loài sinh vật biển không quen với nhiệt độ cao như vậy có thể chết hàng loạt trong những đợt sóng nhiệt kéo dài nhiều ngày. Giống như trên đất liền, sóng nhiệt biển được dự báo sẽ ngày càng xảy ra thường xuyên và dữ dội hơn khi Trái Đất nóng lên.

Tác động kết hợp: Nhiều hiện tượng thời tiết cực đoan thường xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp nhau. Ở một số nơi, sóng nhiệt và hạn hán thường xuất hiện cùng lúc, và xu hướng này được dự đoán sẽ tiếp diễn khi Trái Đất nóng lên. Tương tự, các đợt lũ lụt cũng có thể tăng do mưa lớn từ bão kết hợp với mực nước biển dâng cao gây thiệt hại lớn dọc theo các vùng ven biển.

El Niño và La Niña

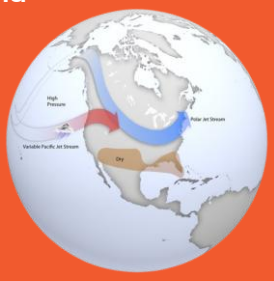
El Niño và La Niña là các hiện tượng khí hậu có ảnh hưởng lớn đến các hình thái thời tiết toàn cầu, bao gồm cả ở Đông Nam Á. Các hiện tượng này được đặc trưng bởi sự thay đổi nhiệt độ bề mặt biển và áp suất khí quyển ở vùng nhiệt đới Thái Bình Dương.

El Niño



El Niño là "pha nóng", khi đó nhiệt độ bề mặt biển ở trung tâm và phía đông Thái Bình Dương tăng cao đáng kể so với mức trung bình. Sự gián đoạn này ảnh hưởng đến lưu thông khí quyển, thường dẫn đến tình trạng khô hạn hơn ở Đông Nam Á. Trong các đợt El Niño, các quốc gia như Indonesia, Philippines và Malaysia có thể phải đối mặt với hạn hán, thiếu nước và cháy rừng dữ dội. Ví dụ, sự kiện El Niño 2015 - 2016 đã dẫn đến hạn hán nghiêm trọng và cháy rừng dữ dội ở Indonesia, với không khí trên khắp Đông Nam Á ô nhiễm đến mức nguy hiểm. Tại Việt

La Niña



Nam, do chưa thực hiện đầy đủ các biện pháp quản lý nguồn nước, dẫn đến hạn hán nghiêm trọng làm thiệt hại 160.000 hecta lúa ở khu vực ven biển.

Mặt khác, La Niña là "pha lạnh", khi đó nhiệt độ bề mặt biển ở trung tâm và phía đông Thái Bình Dương mát hơn bình thường. La Niña thường khiến thời tiết ở Đông Nam Á ẩm ướt hơn, làm tăng nguy cơ lũ lụt, đặc biệt ở các nước như Philippines và Thái Lan. Sự kiện La Niña 2010 - 2011 đã gây ra lũ lụt nghiêm trọng ở Thái Lan, khiến hàng triệu người phải di dời và gây thiệt hại cho mùa màng và cơ sở hạ tầng.

Nguyên nhân dẫn tới El Niño và La Niña bắt nguồn từ sự tương tác giữa các dòng hải lưu và các hình thái khí quyển. Các hiện tượng này ảnh hưởng đến gió và các hình thái đối lưu ở Thái Bình Dương, từ đó tác động đến các hệ thống thời tiết trên toàn cầu. Các hiện tượng này cũng góp phần làm tăng cường độ của các hiện tượng thời tiết cực đoan khác như bão, vốn ảnh hưởng đặc biệt mạnh đến khu vực.

Theo IPCC, El Niño và La Niña dự kiến sẽ gia tăng cả về tần suất và cường độ do biến đổi khí hậu. Do đó, việc hiểu và chuẩn bị cho các tác động của El Niño và La Niña là rất quan trọng đối với khả năng phục hồi của các quốc gia Đông Nam Á, cũng như toàn bộ thế giới.

Chúng ta có thể dự đoán thời tiết cực đoan trước không?

Tiếc là trong hầu hết các trường hợp, việc dự báo chính xác các hiện tượng thời tiết cực đoan là điều không thể. Thời gian dự báo tối đa chỉ kéo dài khoảng 14 ngày, bởi vì khí quyển thay đổi hoàn toàn sau mỗi hai tuần và các luồng khí không thể theo dõi được lâu hơn. Ví dụ, điều duy nhất có thể dự đoán trước là "mùa đông sẽ trung bình lạnh hơn khoảng 1°C so với bình thường."

Các dự báo ngắn hạn thường có độ chính xác cao hơn. Tuy nhiên, độ chính xác của dự báo thời tiết lại khác nhau tùy vào công nghệ và phương pháp của từng cơ quan khí tượng và nhà cung cấp dịch vụ dự báo. Ví dụ, dự báo thời tiết cho ngày mai do các trung tâm khí tượng châu Âu đưa ra đúng đến 96%, dự báo cho ngày kia chính xác khoảng 93%, và dự báo cho ba ngày sau đạt độ chính xác 90%. Ở châu Á, dự báo bão 5 ngày và mưa 3 ngày do cơ quan khí tượng Việt Nam cung cấp có độ chính xác từ 80% đến 90%. Ở Trung Quốc, dự báo mưa cho ngày mai chính xác khoảng 86%, dự báo nhiệt độ cao nhất trong ngày chính xác 83%, còn dự báo mưa bão chính xác khoảng 91%. Hiện nay, việc cảnh báo lâu dài về các hiện tượng thời tiết nghiêm trọng chỉ có thể đưa ra dưới dạng các nhận định chung. Ví dụ, người ta có thể dự đoán rằng các đợt nắng nóng cực độ, vốn xuất hiện ở khu vực phía Bắc lục địa Á - Âu khoảng một lần mỗi 20 năm, sẽ xảy ra với tần suất nhiều gấp ba lần (một lần mỗi bảy năm) vào giữa thế kỷ này, và có thể tăng lên thành một lần mỗi ba đến năm năm vào cuối thế kỷ, hiến nắng nóng cực đoan gần như trở thành hiện tượng phổ biến.

Chúng ta có nên tin vào các kinh nghiệm dự báo thời tiết dân gian không?

Kinh nghiệm dự báo thời tiết dân gian là những truyền thuyết dân gian liên quan đến việc dự đoán thời tiết. Mặc dù phổ biến, nhưng chúng không hữu dụng cho việc dự báo thời tiết. Ngay cả vào thời cha ông chúng ta, các cách dự đoán thời tiết dân gian thường không hiệu quả, và ngày nay, kinh nghiệm dự báo thời tiết dân gian đã mất hoàn toàn mối liên hệ với những địa điểm cụ thể mà nó từng áp dụng. Ví dụ, người Việt Nam có câu nói: "Tháng giêng rét dài, tháng hai rét lộc, tháng ba rét nàng bân." Kinh nghiệm này từng đúng ở một số tỉnh miền Bắc Việt Nam. Tuy nhiên, khi người dân di chuyển khắp đất nước và ra nước ngoài nhưng vẫn mang theo kinh nghiệm này, gây ra sự nhầm lẫn và khiến kinh nghiệm dự báo dân gian mất đi giá trị thực tế.

Chúng ta cần phải làm gì? Làm thế nào để ứng phó với các hiện tượng thời tiết cực đoan? Chúng ta có thể thích nghi với chúng không?

Liên Hợp Quốc đã khuyến nghị rằng các hệ thống cảnh báo sớm đóng vai trò then chốt trong việc thích ứng với biến đổi khí hậu và quản lý rủi ro khí hậu, đặc biệt đối với các hiện tượng thời tiết cực đoan và nước biển dâng. Các hệ thống này có thể giúp các cộng đồng sống ở khu vực ven biển, dọc theo vùng lũ lụt và phụ thuộc vào nông nghiệp, đối phó với lũ lụt và bão, từ đó giảm thiểu tổn thương trước các hiện tượng cực đoan. Tổng thư ký Liên Hợp Quốc António Guterres đã kêu gọi để đảm bảo mọi người trên hành tinh đều được bảo vệ bởi hệ thống cảnh báo sớm vào năm 2027. Ông đã khởi động Sáng kiến Cảnh báo sớm cho Tất cả Mọi người (EW4All) vào tháng 11 năm 2022 tại Hội nghị Biến đổi Khí hậu (COP27) ở Sharm El-Sheikh, Ai Cập. Liên Hợp Quốc cũng đã thiết lập một quan hệ đối tác mang tên Rủi ro Khí hậu và Hệ thống Cảnh báo sớm để hỗ trợ các quốc gia dễ bị tổn thương phát triển các hệ thống cảnh báo còn thiếu. Tương tự, Tổ chức Y tế Thế giới cũng khuyến nghị sử dụng hệ thống cảnh báo sớm để ngăn chặn sự gia tăng tỷ lệ mắc bệnh và bùng phát dịch bệnh liên quan đến sóng nhiệt.

Bão Yagi ở Đông Nam Á, 2024

Vào tháng 9 năm 2024, bão Yagi, một trong những cơn bão mạnh nhất đổ bộ vào khu vực Đông Nam Á trong nhiều thập kỷ, đã càn quét qua một số quốc gia trong khu vực, bao gồm Philippines, Việt Nam và Lào. Cơn bão quét qua gây ra mưa lớn, lũ lụt nghiêm trọng và sạt lở đất, làm gián đoạn đời sống và gây ra thiệt hại trên diện rộng. Tại Việt Nam, cơn bão đã đổ bộ vào các tỉnh phía Bắc, khiến hàng nghìn người phải di tản và gây thiệt hại nặng nề về nhà cửa, cơ sở hạ tầng và đất nông nghiệp.

Sau thảm họa, Việt Nam đã đẩy nhanh các nỗ lực thích ứng biến đổi khí hậu để nâng cao khả năng chống chịu trước các hiện tượng thời tiết cực đoan. Với sự hỗ trợ từ các tổ chức quốc tế và quỹ khí hậu, Việt Nam đang triển khai các biện pháp tập trung bảo vệ các cộng đồng dễ bị tổn thương, đặc biệt ở các khu vực ven biển trũng thấp và dễ bị lũ lụt.



Các biện pháp thích ứng chính ở Việt Nam:

- **Khôi phục hệ thống thoát nước tự nhiên:** Các dự án đang được triển khai để phục hồi rừng ngập mặn, nạo vét kênh thoát nước và khôi phục vùng đất ngập nước nhằm giảm tác động của nước dâng do bão và mưa lớn.
- **Chống chịu khí hậu cho nhà ở dễ bị tổn thương:** Các hộ gia đình được hỗ trợ tài chính và kỹ thuật giúp các hộ gia đình nâng cấp cấu trúc nhà và sử dụng vật liệu xây dựng chống bão.
- **Xây dựng nhà tránh bão cộng đồng:** Các khu trú ẩn đa năng, có khả năng chống chịu khí hậu đang được xây dựng ở những vùng có nguy cơ cao để vừa là nơi trú ẩn an toàn trong bão vừa là không gian sinh hoạt cộng đồng trong thời gian bình thường.

Những biện pháp này là một phần trong chiến lược thích ứng khí hậu tổng thể của Việt Nam, nhằm giảm thiểu rủi ro thiên tai và tăng cường khả năng chống chịu trước những tác động ngày càng gia tăng của biến đổi khí hậu.



Bạn không cần phải là nhà khoa học hay chuyên gia khí tượng, cũng không cần tham gia lực lượng cứu hộ cứu nạn để trả lời những câu hỏi này. Câu trả lời rất đơn giản: “Hãy bắt đầu từ chính bản thân bạn”. Bạn cần quan sát và sống có trách nhiệm hơn. Việc quan sát là điều khá đơn giản: theo dõi các tin tức khoa học mới nhất và chú ý đến các cảnh báo về biến đổi khí hậu khi tham gia các dự án dài hạn.

Ví dụ, khi xây dựng một khu dân cư mới, cần tránh các khu vực dễ xảy ra sạt lở đất hoặc lũ lụt – nơi mà việc xây dựng có thể làm thay đổi đường thoát lũ tự nhiên. Sống có trách nhiệm sẽ phức tạp hơn: chúng ta cần phải cẩn thận hơn trong hành vi, thay đổi thói quen của mình, ví dụ như học cách tiết kiệm năng lượng. Việc biết cách ứng phó trong các tình huống thời tiết cực đoan cũng rất quan trọng. Ví dụ như việc biết cách sơ cứu cho người bị ngất do nóng là rất hữu ích.

Làm sao để giữ an toàn khi gặp bão, lốc

Khi bạn thấy có cảnh báo bão:

- Đóng tất cả cửa ra vào, cửa sổ và che chắn giếng trời, lỗ thông khí;
- Thu dọn và di chuyển tất cả các vật dụng dễ bị gió cuốn trên ban công, bệ cửa sổ và lô gia;
- Tắt hoàn toàn các nguồn cung cấp ga, nước và điện;
- Chủ động dự trữ thực phẩm, nước uống, thuốc men, vật dụng cần thiết;
- Kiểm tra lại và chuẩn bị đầy đủ các giấy tờ vật dụng quan trọng
- Tìm nơi trú ẩn an toàn, ưu tiên tầng hầm hoặc những công trình kiên cố

Nếu bão nhiệt đới (cuồng phong), bão lớn hoặc lốc xoáy xảy ra mà không có cảnh báo trước, bạn cần làm theo hướng dẫn sau:

a) Nếu bạn ở nhà:

- Tránh xa cửa sổ
- Ở nguyên trong nhà và tìm nơi an toàn để ẩn nấp, tốt nhất là tầng hầm hoặc tầng một của ngôi nhà.



b) Nếu bạn đang ở ngoài trời

- Tìm nơi trú ẩn an toàn trong hầm đi bộ, cửa hàng hoặc hiên của một tòa nhà.
- Nếu không có công trình nào gần đó, hãy tìm nơi trú ẩn tự nhiên như khe núi, hố hoặc mương, cố gắng cúi xuống thấp nhất có thể và nằm sát mặt đất.
- Tránh xa các biển quảng cáo, trạm xe buýt, cây cối, trụ cầu, đường dây điện.
- Tuyệt đối không chạm vào dây điện bị gió làm đứt

Không nên rời khỏi nơi trú ẩn ngay sau khi thời tiết khắc nghiệt có vẻ đã qua, vì có thể còn những cơn gió mạnh khác xuất hiện bất ngờ.

CÂU HỎI

1. Dự báo thời tiết ở thành phố hay ở nông thôn khó hơn? Vì sao?

2. Hãy tưởng tượng gia đình bạn muốn tổ chức đón Tết Tây ngoài sân. Tuy nhiên, kế hoạch sẽ phụ thuộc vào thời tiết – nếu thời tiết xấu, mọi người có thể phải ở trong nhà. Vậy bạn có thể dự báo thời tiết cho tháng 12 sớm nhất vào thời điểm nào (dù chỉ là dự báo tương đối)?

3. Tại sao thời tiết cực đoan lại gây nguy hiểm cho con người?

4. Động đất có phải là một hiện tượng thời tiết cực đoan không?

5. Những hiện tượng thời tiết cực đoan như gió mạnh, lũ lụt, sóng nhiệt... mà chúng ta chứng kiến ngày nay liệu đã từng xảy ra trong quá khứ chưa?

6. Những biện pháp thích ứng nào được khuyến nghị nhằm ứng phó với tác động của thời tiết cực đoan do biến đổi khí hậu gây ra?





BÀI TẬP

Hãy hỏi giáo viên địa lý của bạn về những đặc điểm khí hậu chính ở địa phương bạn.

Thời tiết mùa hè năm ngoái của bạn thế nào: nóng hơn hay lạnh hơn bình thường?



2.2 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thực vật và động vật như thế nào?

Đa dạng sinh học là gì?

Đa dạng sinh học
là tất cả các loài thực vật và động vật, nấm và vi sinh vật, cũng như nhiều sự kết hợp khác của môi trường như cảnh quan, và số lượng lớn các biến thể giữa các gen của các sinh vật tương tự. Nói cách khác, đa dạng sinh học là sự đa dạng về hình thức và biểu hiện của sự sống trên Trái đất.

Các nhà khoa học phân biệt ba loại đa dạng sinh học chính:

- Đa dạng di truyền (giữa các cá thể trong cùng một loài);
- Đa dạng loài (giữa tất cả các sinh vật sống trên hành tinh);
- Đa dạng hệ sinh thái (giữa các tổ hợp môi trường khác nhau, nơi các sinh vật sinh sống).

Đa dạng di truyền là gì? Cùng phân tích ví dụ sau: thoạt nhìn, có vẻ như tất cả các con ngỗng trong một đàn ngỗng hoang đều giống hệt nhau. Nhưng trên thực tế, mỗi con lại có đôi chút khác biệt với những con khác. Sự đa dạng di truyền tạo ra các loài mới. Các nhà sinh vật học tin rằng sự khác biệt về hành vi và ngoại hình, ví dụ như giữa hai con gấu, tăng dần theo mỗi thế hệ. Sau nhiều năm, cháu-chắt-chút-chít của những con gấu này định cư ở những nơi khác nhau, bắt đầu săn mồi theo những cách khác nhau và chuẩn bị ngủ đông theo những cách khác nhau (hoặc thậm chí từ bỏ ngủ đông). Đó là cách hai loài khác nhau ra đời - trong trường hợp này là Gấu nâu và Gấu đen châu Á

Gấu Nâu



Gấu Đen Châu Á



Sự khác biệt giữa các loài động vật khác nhau hoặc giữa các nhóm phân loại lớn hơn (như ngành hay lớp) rất rõ ràng: bạn không cần phải là nhà khoa học để phân biệt một bông bồ công anh với một cây mã đề, một con chuồn chuồn với một con kiến, hay một con quạ với một con cáo. Nhưng tại sao lại có sự khác biệt lớn như vậy giữa hàng triệu loài sinh vật sống?

Những sinh vật sống ở Xa-van châu Phi



Mỗi loài trong tự nhiên đều có vai trò riêng biệt, góp phần vào sự cân bằng của hệ sinh thái. Ở vùng đồng cỏ châu Phi, phần ngọn cỏ được ngựa vằn ăn, phần thấp hơn được linh dương và linh dương đầu bò ăn, trong khi linh dương gazelle gặm sát mặt đất, lợn rừng đào rễ và củ lên để ăn. Tương tự, các loài có cách chia sẻ nguồn thức ăn rất tinh tế: khỉ và chim kiếm ăn trên tán rừng, sóc và cầy di chuyển qua tầng dưới tán, trong khi lợn rừng và nai tìm thức ăn gần mặt đất tán hạt, giúp tái sinh rừng. Nhờ sự phân chia hợp lý nguồn thức ăn này, các loài động vật đều có thể sinh sống khỏe mạnh, hệ sinh thái được duy trì ổn định trong thời gian dài.

Chỉ cần quan sát kỹ, bất kỳ ai cũng có thể nhận ra **sự đa dạng của hệ sinh thái** – từ một lùm cây cơm cháy so với một khu rừng bạch dương, hay một rạn san hô so với rừng ngập mặn. Sự đa dạng sinh thái như một bức tranh sống động, nơi vòng tuần hoàn của sự sống liên tục diễn ra. Nhưng khung cảnh đó không chỉ là nền, mà còn đóng vai trò quan trọng trong chính vòng tuần hoàn này. Sự đa dạng loài tạo ra điều kiện sống cho vô số sinh vật, cung cấp nguồn thức ăn, nước uống, nơi trú ẩn và hành lang di cư. Ví dụ, một số loài thực vật sống trong các khe núi ẩm ướt có thể tồn tại sau những trận cháy rừng khắc nghiệt. Hoặc nếu một số loại côn trùng phát triển quá mức và đe dọa mùa màng, thì một vùng đất nơi đất đóng băng sâu vào mùa đông có thể ngăn chặn chúng. Vì vậy điều kiện tự nhiên càng đa dạng, thì khả năng sống sót của các loài càng cao và hệ sinh thái càng được bảo tồn.

Các loài được phân bố không đồng đều trên bề mặt hành tinh của chúng ta. Sự đa dạng của các loài trong tự nhiên lớn nhất xung quanh đường xích đạo và giảm dần về phía các cực. Sự đa dạng loài phong phú nhất được tìm thấy trong hệ sinh thái của rừng mưa nhiệt đới, bao phủ khoảng 7% bề mặt hành tinh nhưng chứa hơn 90% tất cả các loài hiện được biết đến.

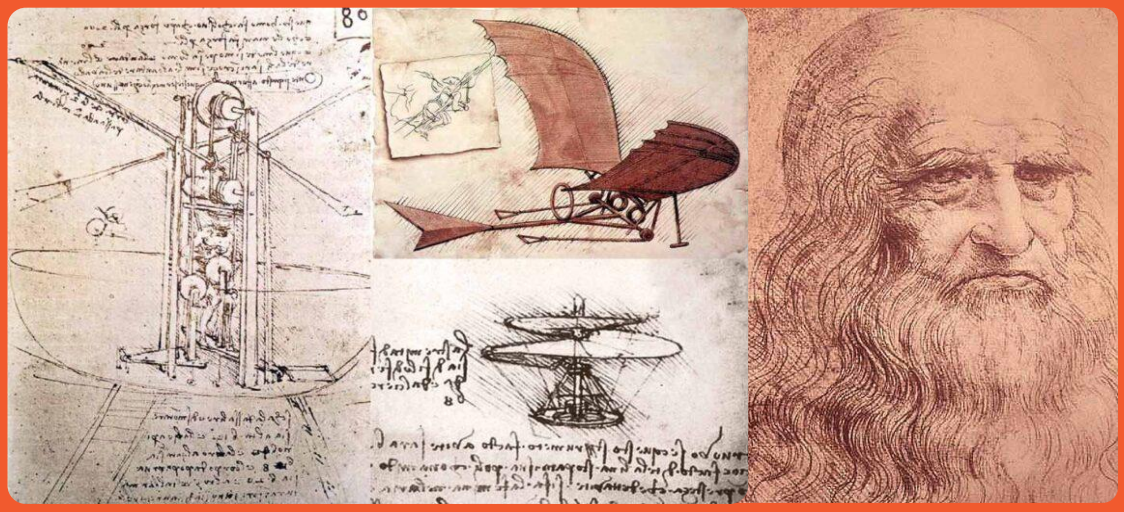


Tại sao đa dạng sinh học lại quan trọng đến vậy?

Hãy nhớ rằng, cho đến rất gần đây (xét theo lịch sử), mọi thứ mà con người ăn, sử dụng để xây nhà, làm thuốc, quần áo và phương tiện đi lại đều có nguồn gốc từ thiên nhiên. Bạn có thể nghĩ rằng ngày nay không còn như vậy nữa, nhưng đó là một sai lầm. Các nhà khoa học hiện đại vẫn dành nhiều thời gian để tìm kiếm nguyên liệu tự nhiên trong rừng mưa nhiệt đới nhằm tạo ra các loại thuốc mới. Các giống cây trồng hoang dã cũng cần thiết để lai tạo ra các giống cây trồng mới. Nhiều phát minh kỹ thuật hiện đại cũng được lấy cảm hứng từ thế giới động thực vật, nấm và vi sinh vật.

Tuy nhiên, vai trò quan trọng nhất của đa dạng sinh học là tạo ra môi trường sống cho mọi sinh vật, bao gồm cả con người. Điều này có nghĩa là gì? Trong hàng triệu năm, tất cả những gì phát triển, chạy, bơi, bò và bay trên Trái Đất đã thích nghi với thành phần khí quyển của hành tinh này. Những thay đổi đối với "ly sinh tố" này có thể chỉ rất nhỏ. Nhưng nếu có sự thay đổi dù rất nhỏ trong thành phần này – chẳng hạn, lượng oxy giảm nhẹ – con người và nhiều loài động vật sẽ cảm thấy khó chịu. Nếu mức oxy tiếp tục giảm, tình trạng sẽ còn tồi tệ hơn. Và ai là người duy trì lượng oxy trong khí quyển? Chính là thực vật xanh!

Khoa học phỏng sinh học đưa ra các giải pháp cho các vấn đề kỹ thuật bằng cách sử dụng kiến thức về cấu trúc và chức năng của sinh vật sống. Ví dụ, việc thiết kế một lớp lót mới cho thân tàu được dựa trên nghiên cứu về cấu trúc da cá heo, và điều này đã giúp tăng tốc độ di chuyển của tàu lên từ 15–20%. Nghệ sĩ và nhà khoa học vĩ đại Leonardo da Vinci là một trong những người tiên phong của ngành phỏng sinh học: ông đã cố gắng chế tạo một chiếc "máy bay đập cánh" – một cỗ máy bay với đôi cánh đập như cánh chim.



Tất cả các loài thực vật, động vật, vi sinh vật và nấm tạo thành một hệ thống cực kỳ phức tạp và tinh vi. Hãy tưởng tượng bạn và bạn bè của mình dành hai năm trên một con tàu vũ trụ bay đến sao Hỏa và quay lại. Hãy nghĩ đến tất cả các bộ phận, thiết bị và hệ thống cần thiết để duy trì sự sống trên tàu! Bây giờ, hãy nghĩ về hành tinh của chúng ta như một con tàu vũ trụ khổng lồ. Mỗi "bộ phận" của con tàu này đã được tiến hóa hàng triệu năm, và hoạt động của chúng được điều chỉnh để hài hòa với hàng nghìn bộ phận khác. Nếu một lỗi nhỏ hoặc một thiên thạch làm hư hại một số thiết bị, có thể chúng ta sẽ tìm cách thay thế. Nhưng nếu một tai nạn khác xảy ra thì sao?

Sự đa dạng sinh học trên Trái Đất cũng giống như vậy. Mỗi sinh vật đều có vai trò quan trọng, có loài thu nhận năng lượng từ mặt trời, loài khác sử dụng nguồn năng lượng ấy để săn mồi hoặc chạy trốn kẻ săn mồi, loài nữa lại phân hủy gỗ mục hoặc xác động vật đã chết, và cứ thế tiếp nối. Từ cây bao báp khổng lồ đến địa y bé nhỏ, từ cá voi vĩ đại đến sứa mỏng manh, đều là những mắt xích thiết yếu trong mạng lưới sự sống trên Trái Đất. Và còn có vô số loài mà con người chưa khám phá ra.

Có thể số lượng của chúng không nhiều, nhưng chúng vẫn đóng vai trò không thể thiếu. Bạn có thể nghĩ: “Trong lịch sử sự sống trên Trái Đất, đã từng có những thời kỳ cả nhóm sinh vật biến mất. Vậy thì giờ mất đi một vài loài, thậm chí mười hay một trăm loài, chắc cũng chẳng to tát” Nhưng hãy dừng lại! Bạn đã sai! Chúng ta không biết “con tàu vũ trụ” của mình có thể chịu đựng được bao nhiêu tổn thất. Có lẽ chúng ta đã vượt qua ngưỡng đó. Trong lịch sử ngắn ngủi của loài người, thiên nhiên đã mất đi không chỉ hàng trăm hay hàng nghìn loài mà là rất nhiều hơn thế.

Một điểm quan trọng khác là đa dạng sinh học có thể được xem như một "chỉ số" cho sự bền vững và sức khỏe của môi trường tự nhiên. Nếu hệ sinh thái có nhiều loài đa dạng, tất cả đều thực hiện đúng vai trò của mình, thì các khu rừng nhiệt đới, rạn san hô hay vùng đất ngập nước có thể tồn tại trong nhiều thế kỷ tới.

Từ khi lịch sử được ghi nhận, một trong những hình phạt khắc nghiệt nhất là giam một người trong thời gian dài trong một căn phòng nhỏ với những bức tường xám xịt, nơi họ không thể nhìn thấy bầu trời hay giao tiếp với người khác.

Nếu thế giới bớt đi cỏ cây và những bông hoa lộng lẫy thơm ngát (hay kể cả những loài hoa chẳng rực rỡ, còn không có cả mùi hương), ít những chú chồn và chim én chao liệng (hoặc chỉ còn những con tatu vụng về và rùa chậm chạp), thì ngôi nhà chung của chúng ta sẽ ngày càng giống một nhà tù xám xịt, buồn tẻ!

Đâu là các mối đe dọa đối với đa dạng sinh học?

Hoạt động của con người là mối đe dọa lớn nhất đối với sự tồn tại tự nhiên của thế giới hoang dã với tất cả sự đa dạng sinh học của nó. Chúng ta chặt phá rừng, cày xới thảo nguyên, đốt cháy savan, tiêu thoát đầm lầy, săn bắn động vật hoang dã, đánh bắt cá, v.v. Tất nhiên, chúng ta không cố ý phá hủy thế giới tự nhiên. Chúng ta muốn nuôi sống chính chúng ta, chúng ta lấy gỗ để làm mọi thứ, sản xuất năng lượng, chăn nuôi gia súc, nhường chỗ cho các thành phố, đường xá, căn cứ quân sự và bãi chôn lấp của chúng ta, v.v. Phải nói rằng đa dạng sinh học rất dễ bị tổn thương trước những thay đổi trong điều kiện tự nhiên nhưi nhiệt độ, cháy rừng, sự tan chảy của lớp băng vĩnh cửu, sự cạn kiệt của vùng đất ngập nước và sự biến động của mực nước biển.

Một mùa hè nóng bất thường không phải là một thảm họa. Qua hàng ngàn năm tiến hóa, đời sống thực vật và động vật đã thích nghi với những biến động ngắn hạn của khí hậu và những thay đổi dần dần trong tự nhiên. Nhưng điều gây ra mối đe dọa đối với đa dạng sinh học là những thay đổi nhanh chóng, đặc biệt là những thay đổi về khí hậu. Hãy cố gắng tìm ra lý do tại sao.

Sự tuyệt chủng hàng loạt và biến đổi khí hậu

Trong suốt ba tỷ năm lịch sử sự sống trên Trái Đất, đã có hàng chục giai đoạn khí hậu đột ngột thay đổi dẫn đến suy giảm đa dạng sinh học đáng kể. Trong đó, năm sự kiện nổi bật được gọi là "đại tuyệt chủng".

Một trong những sự kiện nghiêm trọng nhất xảy ra khoảng 250 triệu năm trước. Khi đó, Trái Đất chưa có các loài động thực vật như ngày nay, nhưng sự sống đã rất phong phú. Tuy nhiên, trong một khoảng thời gian địa chất rất ngắn, chỉ vài triệu năm, hầu hết các loài động thực vật đã biến mất. Lúc đó số loài thực vật ít hơn rất nhiều so với động vật, vì sự sống trong đại dương và biển, chủ yếu là các loài động vật, phong phú hơn nhiều so với trên cạn.)

Sự biến mất của một số loài nhất định và sự xuất hiện của những loài mới là một quá trình liên tục trong lịch sử địa chất của sinh quyển Trái đất: không có loài nào có thể tồn tại mãi mãi. Sự tuyệt chủng sẽ được bù đắp bởi sự xuất hiện của các loài mới, và tổng số loài đã tăng lên. Sự tuyệt chủng của các loài là một quá trình tiến hóa tự nhiên xảy ra mà không cần sự can thiệp của con người.



Nguyên nhân bí ẩn nào đã dẫn đến sự tuyệt chủng gần như hoàn toàn của một số loài và sự xuất hiện của những loài khác? Các nhà khoa học có những lý do mạnh mẽ để cho rằng nguyên nhân chính là những thay đổi lớn trên bề mặt hành tinh, cụ thể là sự trôi dạt của các lục địa trên lớp vỏ Trái đất (chúng ta đã tìm hiểu về điều này trong các phần trước). Sự trôi dạt lục địa đã làm thay đổi cách bố trí của thế giới tự nhiên khi nó tồn tại, bao gồm vị trí của các dãy núi và hệ thống dòng hải lưu, và tất nhiên, đã thay đổi hoàn toàn khí hậu của Trái đất. Sau thời cổ đại khi thế giới đang nguội đi, đã đến thời kỳ khí hậu nóng lên. Khí hậu trở nên khô hơn và biến động nhiệt độ theo mùa tăng lên. Mức độ oxy trong bầu khí quyển bề mặt cũng thay đổi. Tất cả những điều này đã dẫn đến, như chúng ta đã thấy, sự thay thế quy mô lớn của một số loài nhất định bằng các loài sinh vật mới.

Sự tuyệt chủng của các loài vẫn tiếp diễn sau đó, nhưng không bao giờ lớn như lần đầu tiên đó. Khoảng 60 triệu năm trước, có một sự thay đổi đột ngột khác trên hành tinh, dẫn đến sự tuyệt chủng của những con khủng long cuối cùng. Sự kiện này cũng đi kèm với biến đổi khí hậu, làm tăng tốc quá trình thay thế một số loài động thực vật bằng những loài mới khác. Các nhóm sinh vật khác như ammonit (loài động vật thân mềm biển có hình dạng giống sừng cừu) và belemnit (hóa thạch của chúng giống đầu mũi tên) cũng biến mất cùng thời điểm với khủng long. Gần một nửa sinh vật biển đã biến mất lúc đó, còn số lượng sinh vật trên đất liền biến mất thì chưa được biết chính xác, vì các hóa thạch của sinh vật trên đất liền khó để bảo tồn tốt.

Lớp Cúc đá



Lớp Tiễn thạch



Sự lạnh đi của khí hậu dẫn đến sự hình thành các chỏm băng ở hai cực của trái đất. Những dải băng khổng lồ hiện nay ở Greenland và Nam Cực có thể nhìn thấy rõ qua những bức ảnh chụp Trái Đất từ không gian. Vậy cần bao nhiêu nước để tạo nên các chỏm băng như vậy? Rất nhiều. Và nước đó đến từ đâu? Chỉ có thể là từ đại dương mà thôi. Khi các chỏm băng hình thành, mực nước biển hạ thấp, kéo theo sự thay đổi nghiêm trọng về điều kiện sống của các loài sinh vật sống ven biển, dưới nước và cả trên đất liền.

Vì vậy, bên cạnh nhiều ảnh hưởng khác, biến đổi khí hậu còn tác động mạnh đến đa dạng sinh học, và trong những giai đoạn đầu, nó thường khiến tình hình trở nên tồi tệ hơn. Sau đó, sự sống trên Trái Đất dần phục hồi, nhưng không bao giờ trở lại như ban đầu. Việc khôi phục đó cần đến hàng triệu năm, và những loài đã tuyệt chủng sẽ không bao giờ trở lại. Liệu chúng ta có muốn đối mặt với nguy cơ tuyệt chủng – với tư cách là một loài sinh vật?

Động vật nào phản ứng nhanh nhất với biến đổi khí hậu?

Nếu chúng ta không nhanh chóng cắt giảm lượng khí nhà kính trên quy mô lớn, thì nhiều loài sinh vật sống trên cạn, dưới biển và trong nước ngọt sẽ bị đẩy đến bờ vực của cái chết và sự tuyệt chủng. Ví dụ, nếu Trái Đất nóng lên thêm 3°C, thì khoảng 80% các loài sinh vật biển ở phần lớn khu vực Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương nhiệt đới sẽ phải đối mặt với nhiệt độ và lượng mưa khắc nghiệt, có thể đe dọa nghiêm trọng đến sự sống còn của chúng.

Tất nhiên, tất cả những điều chúng ta vừa bàn đến đều đã xảy ra trong quá khứ xa xưa, một quá khứ xa đến mức chúng ta khó hình dung nổi. Vậy biến đổi khí hậu ngày nay đang tác động đến sự đa dạng sinh học như thế nào?

Hoạt động của con người cùng với những thay đổi đột ngột của khí hậu đã làm cho tốc độ tuyệt chủng của các loài trên toàn cầu tăng lên gấp nhiều lần so với tốc độ tuyệt chủng xảy ra một cách tự nhiên.

Các loài động vật nhỏ có vòng đời ngắn đặc biệt phụ thuộc vào điều kiện môi trường, vì thế chúng phản ứng nhanh hơn với biến đổi khí hậu. Dĩ nhiên, các sinh vật lớn cũng bị ảnh hưởng, nhưng phải mất nhiều thời gian hơn để thấy được những tác động đó. Với chúng ta, những người đang nghiên cứu và quan sát thế giới quanh mình, điều quan trọng là hiểu được những thay đổi đang diễn ra ngay bây giờ hoặc sắp xảy ra trong quãng đời sắp tới.

Một ví dụ là nhiệt độ trung bình tăng nhẹ nhưng kéo dài từ 1,5–2°C ở vùng núi Slovakia đã dẫn đến những hệ quả bất ngờ. Những loài bướm đuôi én xinh đẹp, ưa ấm như Podalirius và Machaon, vốn chỉ sống trong vùng rừng - thảo nguyên, giờ đã xuất hiện ở các đồng cỏ mát và ẩm hơn. Không chỉ vậy, chúng cũng sinh sản ba lần một năm thay vì hai lần như trước.

Một số loài bướm khác thuộc chi Araschnia, trước đây có màu sắc thay đổi theo mùa: màu nâu vào mùa xuân, đen vào mùa hè, rồi lại nâu vào mùa thu. Nhưng giờ đây, chúng chỉ mang màu đen quanh năm, bất kể mùa nào.

Cũng tại vùng núi Slovakia, các nhà sinh vật học đã ghi nhận hai xu hướng ngược nhau trong vòng đời của bọ cánh cứng cây vân sam và sâu bướm mùa đông. Đàn bọ cây vân sam mở rộng khu vực sống nhờ nhiệt độ tăng, trong khi sâu bướm, dù rất háu ăn, lại ít ăn hơn trên các loài cây mà chúng ưa thích. Cả hai trường hợp đều cho thấy sự thay đổi nhiệt độ có ảnh hưởng trực tiếp đến hành vi của côn trùng thường xuyên và khốc liệt hơn.

Bướm phượng Machaon



Bọ cánh cứng cây vân sam



Ếch lùn sọc vàng là một loài ếch nhỏ sống trong rừng nhiệt đới, nơi có biến động nhiệt độ và độ ẩm rất ít, dù vẫn có xảy ra. Các nhà khoa học đã nghiên cứu mối quan hệ đặc biệt giữa loài ếch này và một loại nấm ký sinh phát triển trên cơ thể nó. Họ phát hiện rằng loài nấm ký sinh này ít bị ảnh hưởng bởi điều kiện môi trường hơn so vật chủ của nó (ếch), nên khi môi trường thay đổi do khí hậu, loài nấm này trở nên nguy hiểm hơn với ếch, điều đó đe dọa toàn bộ quần thể loài ếch.

Ếch lùn sọc vàng



Gấu túi (koala) – loài động vật biểu tượng của nước Australia – hiện đã nằm trong danh sách nguy cấp do các hiện tượng thời tiết cực đoan như cháy rừng và lũ lụt. Những thảm họa này – ngày càng thường xuyên và dữ dội hơn do biến đổi khí hậu – dẫn đến phá hủy các khu rừng nơi gấu túi sinh sống. Ngoài ra, hạn hán kéo dài cũng khiến nguồn nước và thức ăn khan hiếm, đe dọa nghiêm trọng đến sự sống còn của loài này.

Koala



Voi châu Á, dù sống được trong nhiều hệ sinh thái khác nhau và ăn được nhiều loại thực vật – một lợi thế giúp chúng thích nghi với biến đổi khí hậu – nhưng vẫn có nhiều yếu tố khiến chúng bị tổn thương trước sự thay đổi của khí hậu. Một trong những mối lo lớn nhất là nhu cầu về lượng nước ngọt rất lớn – thứ thiết yếu cho các hoạt động hằng ngày, sinh sản và di cư của chúng. Hạn hán và thay đổi lượng mưa do biến đổi khí hậu có thể làm giảm khả năng tiếp cận nguồn nước và thức ăn của chúng. Ngoài ra, voi châu Á cũng đang đối mặt với các mối đe dọa khác như mất môi trường sống, xung đột giữa con người với voi, và nạn săn bắt.

Voi



Hà mã lùn, như cá thể có tên Moo Deng đang sống ở Thái Lan, cũng nằm trong danh sách loài nguy cấp, do môi trường sống tự nhiên của chúng - rừng bị tàn phá. Phần lớn các cánh rừng ở vùng châu Phi hạ Sahara, nơi hà mã lùn sinh sống, đã bị phá hủy bởi các hoạt động khai thác mỏ, chặt phá rừng và canh tác nông nghiệp quy mô lớn. Biến đổi khí hậu có thể làm tình hình thêm tồi tệ, khi hạn hán xảy ra.

Hà mã lùn



Gấu Bắc Cực



Băng ở vùng cực Bắc đang tan chảy nhanh chóng – đây là một trong những dấu hiệu rõ ràng nhất của hiện tượng nóng lên toàn cầu. Gấu Bắc Cực cần băng để di chuyển và săn hải cẩu và chính những chú hải cẩu cũng cần băng để nuôi bản thân nó – nếu không có băng, chúng không còn nơi an toàn để sinh sản. Khi băng tan nhiều hơn bình thường vào mùa hè, số lượng hải cẩu giảm, khiến gấu Bắc Cực đói và ăn cả xác hải cẩu chứ không chỉ lớp mỡ như trước đây. Điều này đồng nghĩa với việc không còn phần thừa nào cho các loài khác ở Bắc Cực, như cáo Bắc Cực hay các loài chim ăn xác thối.

Tuần lộc



Khi khí hậu ấm lên, rừng ở rìa phía Bắc lục địa Á – Âu cũng lấn dần vào vùng lãnh nguyên (tundra), với tốc độ hàng chục km mỗi thế kỷ. Điều này làm thay đổi môi trường sống và nguồn thức ăn của nhiều loài chim. Mùa đông ấm bất thường ở Bắc Cực cũng gây thiệt hại nghiêm trọng cho cả tuần lộc hoang dã và tuần lộc được nuôi, vì tuyết bị tan rồi đóng băng trở lại, tạo nên lớp băng cứng bao phủ mặt đất, khiến tuần lộc khó kiếm được địa y – nguồn thức ăn chính trong mùa đông.

Rặng san hô



San hô cũng là một trong những sinh vật chịu ảnh hưởng đầu tiên của biến đổi khí hậu. Chúng rất nhạy cảm với sự thay đổi môi trường: nước quá nóng hoặc quá lạnh, thiếu ánh sáng hoặc chứa quá nhiều tạp chất đều làm chậm hoặc ngừng sự phát triển của san hô. San hô không thể di chuyển, và rất kém trong việc thích nghi với những thay đổi của môi trường – chúng chỉ có thể sống và chết tại đúng nơi mà chúng bám vào từ khi mới hình thành. San hô sống cộng sinh với các vi tảo – loài có khả năng hấp thụ năng lượng mặt trời để cung cấp dinh dưỡng cho polyp san hô – nhưng những vi tảo này lại rất nhạy cảm với nhiệt độ nước. Tại nhiều khu vực trên Rạn san hô Great Barrier các nhà khoa học đã quan sát thấy vi tảo chết đi khiến san hô bị mất màu, hiện tượng này được gọi là "tẩy trắng san hô" – điều cho thấy rạn san hô đang chết dần. Điều này là do những đợt sóng nhiệt trên biển lặp đi lặp lại trong những năm gần đây đã biến phần lớn Rạn san hô Great Barrier thành một màu trắng nhợt nhạt. Ngoài ra, khói từ các vụ cháy rừng và cháy than bùn nghiêm trọng ở Indonesia cũng là một mối đe dọa khác khi chúng thường chứa các hợp chất sắt phát tán vào khí quyển.

Khi rơi xuống biển, chúng kích thích sự phát triển ồ ạt của tảo tiết ra chất độc gây hại đối với san hô, làm trầm trọng thêm tình trạng suy thoái của các rạn san hô.

Gần đây đã có một số sáng kiến thành công trong việc cứu lấy san hô. Viện Nghiên cứu Khoa học Biển Australia đang nhân giống một số lượng lớn san hô khỏe mạnh trong môi trường nuôi cấy để hiểu rõ hơn về sinh học sinh sản và sinh thái của san hô. Viện thu thập các mảnh san hô từ rạn, cho chúng sinh sản và thụ tinh, rồi nuôi ấu trùng trong các vườn ươm trước khi cho chúng bám vào những bề mặt được thiết kế đặc biệt. Các san hô đã bám chắc, hoặc các mảnh san hô được tạo ra từ san hô trưởng thành, sau đó được đặt lên các thiết bị trên rạn san hô. Các thợ lặn sẽ quay lại để khảo sát và hiểu điều kiện môi trường giúp san hô sống và phát triển tốt nhất. Kiến thức này sẽ giúp thiết kế và mở rộng hệ thống nuôi cấy san hô, tăng tỷ lệ sống của san hô trên những rạn san hô bị suy thoái - từ lúc sinh sản, phát triển đến khi trưởng thành.

Khi hiện tượng tẩy trắng san hô xảy ra do nhiệt độ tăng, các loài sinh vật biển sống dựa vào hệ sinh thái rạn san hô cũng mất đi nơi ở của chúng. Trong số đó có cá mập rạn xám, loài cá mập bản địa ở các vùng biển châu Á như Campuchia, Indonesia, Malaysia, Myanmar, Papua New Guinea, Philippines, Singapore, Thái Lan và Việt Nam.

Cá đuối quỷ Mobula, họ hàng gần với cá nạng hải rạn san hô, hiện được xem là loài nguy cấp chủ yếu do bị đánh bắt và bắt nhầm khi đánh cá. Tuy nhiên, loài này còn phải đối mặt với các nguy cơ khác như mất và suy thoái môi trường sống do ô nhiễm, tràn dầu, biến đổi khí hậu và hiện tượng axit hóa đại dương.

Tại Lào và Việt Nam, cá nược ở sông Mekong đang bị đe dọa do sự thay đổi mực nước sông gây ra bởi biến đổi khí hậu và xây dựng đập thủy điện. Nhiệt độ tăng và dòng nước ngọt giảm làm tăng độ mặn của sông, ảnh hưởng nghiêm trọng tới nơi sống và nguồn thức ăn của chúng. Quần thể cá nước vốn đã rất ít, nay càng có nguy cơ tuyệt chủng cao hơn.

Cá mập



Cá đuối quỷ Mobula



Cá nược



Ở thảo nguyên Dauria, miền đông nước Nga, nằm giữa hồ Baikal và dãy núi Đại Hưng An Lĩnh của Mông Cổ, các nhà khoa học đã ghi nhận rằng khí hậu đang trở nên khô hạn hơn do tác động của biến đổi khí hậu. Các hồ và con sông nhỏ đang dần biến mất, các dải rừng bị khô héo và thảm thực vật trên thảo nguyên nắng chiếu gây cháy sớm hơn mọi năm. Các loài động vật sinh sống trên thảo nguyên đang cố gắng thích nghi với sự thay đổi. Ấu trùng và trứng cá chui sâu vào lớp bùn dưới đáy sông suối để bảo vệ mình. Các loài chim thay đổi đường bay và nơi làm tổ, di cư đến vùng khác. Lượng thức ăn không còn đủ cho tất cả các loài chim nước địa phương, như chim cốc, diệc xám và mòng biển bạc. Ngỗng và thiên nga không còn làm tổ trong khu vực này nữa. Sói, cáo, lửng và cả sếu đều rời đi để tìm nơi có nhiều nước hơn.

Thỏ Tolai



Các loài chim săn mồi, vốn cần nhiều nước để tiêu hóa lượng thịt mà chúng đã ăn, cũng đang di chuyển đến những vùng thích hợp hơn. Thỏ Tolai thì thiếu cỏ vào mùa hè, thứ không chỉ để ăn mà còn giúp chúng ẩn nấp khỏi kẻ săn mồi. Sóc đất Marmot Tabargan (còn gọi là rái cá cạn) và sóc đất Daurian – đều là loài bản địa – vốn chịu hạn tốt, nhưng vẫn gặp khó khăn do không thể chạy nhanh để thoát khỏi những trận cháy cỏ ngày càng xảy ra nhiều hơn vào mùa hè. Cỏ cháy còn khiến các loài thú móng guốc thiếu thức ăn dự trữ cho mùa đông, buộc những đàn linh dương và linh dương Gazelle (Linh dương hươu) lớn phải di cư từ Mông Cổ sang Nga.

Những điểm lấy nước còn lại ở thảo nguyên Daurian nay chật cứng động vật tìm đến uống nước, làm tăng nguy cơ bùng phát dịch bệnh. Trong khi mùa hè khô hạn hơn, thì mùa đông lại có tuyết rơi nhiều hơn, khiến loài mèo hoang Manul gặp khó khăn trong việc tìm kiếm thức ăn. Loài nhím Daurian gần như là loài duy nhất hưởng lợi từ sự thay đổi khí hậu: chúng cần hơn năm tháng thời tiết ấm để hoàn thành vòng đời, nên đang mở rộng phạm vi sinh sống trong điều kiện mới.

Manul



Các nỗ lực bảo tồn thích ứng với khí hậu là hết sức quan trọng đối với các loài động vật nơi đây, đồng thời cần ngăn chặn suy thoái môi trường do con người gây ra như phá rừng và ô nhiễm. Cần bảo vệ môi trường sống tự nhiên và nguồn nước ngọt, kiểm soát sự lan rộng của các loài thực vật ngoại lai xâm lấn. Ngoài ra, việc tiếp tục thực hiện các biện pháp giảm xung đột giữa người và voi cũng rất cần thiết.

Vườn quốc gia: Nơi ta học cách bảo tồn thiên nhiên

Vườn quốc gia là gì? Đó là khu vực được bảo vệ nhưng vẫn có thể đón khách du lịch tham quan, nơi các hoạt động của con người bị giới hạn theo những quy định cụ thể. Các vườn quốc gia thường được thành lập ở những nơi có nhiều loại địa hình đa dạng (cả điển hình và độc đáo), có các loài động thực vật quý hiếm hoặc có nguy cơ tuyệt chủng, cũng như các hiện tượng địa chất hoặc thủy văn đặc biệt. Người lớn và trẻ em đến thăm vườn quốc gia có thể học hỏi về các vấn đề môi trường toàn cầu. Ngoài ra, vườn quốc gia còn có thể được sử dụng để xây dựng các khu bảo tồn nhân giống các loài động thực vật quý hiếm.

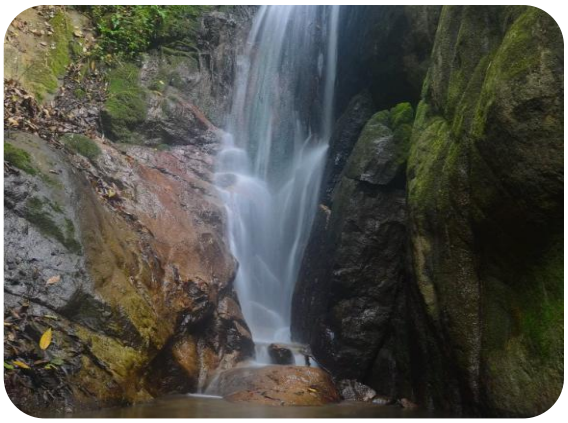
Biến đổi khí hậu có ảnh hưởng đến vườn quốc gia không? Thật không may, biến đổi khí hậu toàn cầu dẫn đến cháy rừng, hạn hán, gia tăng nhiệt độ trong khí quyển và nhiều hiện tượng khác mà việc tuyên bố một khu vực là vườn quốc gia không thể ngăn chặn được.

Tại Vườn quốc gia Everglades ở Florida (Hoa Kỳ), điều kiện sống của các loài sinh vật nước ngọt thay đổi tùy theo mức độ xâm nhập của nước biển mặn từ vịnh Florida gần đó – một quá trình đang bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu. Các nhà khoa học và nhân viên bảo tồn hiểu rằng những quá trình này đang đe dọa đến sự tồn tại của chính các vườn quốc gia, vì vậy Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ cùng với Cục Công viên Quốc gia Hoa Kỳ đã triển khai một chương trình đặc biệt mang tên "Vườn Quốc gia Thân thiện với Khí hậu" (Climate Friendly Parks). Chương trình này giúp nhân viên vườn quốc gia và du khách hiểu về nguyên nhân, hậu quả của biến đổi khí hậu và những việc họ có thể làm để góp phần giải quyết các vấn đề toàn cầu liên quan đến biến đổi khí hậu.

Vườn Quốc Gia Kaeng Krachan (Thái Lan)



Vườn Quốc Gia Nam Et-Phou Louey (CHDCND Lào)



Vườn Quốc Gia Phong Nha-Kẻ Bàng (Việt Nam)



Vườn Quốc Gia Taman Negara (Malaysia)





Công viên Quốc gia Yellowstone nổi tiếng thế giới được thành lập vào năm 1872 và là công viên quốc gia lâu đời nhất ở Hoa Kỳ. Nó được biết đến với những kỳ quan địa nhiệt, bao gồm các mạch nước phun và suối nước nóng đầy màu sắc. Công viên Quốc gia là nơi sinh sống của các loài động vật hoang dã đa dạng như bò rừng bison, nai sừng tấm, sói và gấu xám. Yellowstone cũng được UNESCO công nhận là Di sản Thế giới vì vẻ đẹp tự nhiên và tầm quan trọng sinh thái của nó.



Rạn san hô Great Barrier rất quan trọng đối với sự tồn tại của nhiều sinh vật sống, thế nhưng nó đang bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi biến đổi khí hậu. Nó được bảo vệ như một phần của Công viên Quốc gia Biển ở Australia. Là một trong bảy kỳ quan thiên nhiên của thế giới, nó cũng được UNESCO liệt kê là Di sản Thế giới. Đây là cấu trúc sống duy nhất trên hành tinh có thể nhìn thấy từ không gian.



Vườn quốc gia Komodo ở Indonesia nổi tiếng với đa dạng sinh học độc đáo, cả trên cạn và dưới nước. Đây là nơi duy nhất trên thế giới mà rồng Komodo — loài thằn lằn lớn nhất còn sống trên thế giới — có thể được tìm thấy trong tự nhiên. Vườn quốc gia cũng bảo vệ các rạn san hô rực rỡ và các loài sinh vật biển rất nhạy cảm với biến đổi khí hậu. Nó được liệt kê là Di sản Thế giới của UNESCO.



Vườn quốc gia Namib-Naukluft ở ở Namibia, Tây Phi, nổi tiếng với những đồi cát màu cam rực rỡ, nơi có cảnh quan sa mạc kỳ vĩ bậc nhất thế giới. Một số đồi cát ở đây cao trên 300 mét so với mặt đất. Khu bảo tồn này rộng hơn 49.000 km² – lớn hơn cả diện tích Thụy Sĩ – và là nơi sinh sống của nhiều loài động thực vật độc đáo hiếm thấy.

Khu bảo tồn thiên nhiên – thiên nhiên không có dấu chân người

Khu bảo tồn thiên nhiên (hoặc khu dự trữ sinh quyển) là nơi các nhà khoa học có thể theo dõi và ghi nhận những thay đổi trong thế giới tự nhiên. Ở những nơi này, ngay cả việc hái quả, hái nấm hay đánh cá cũng bị cấm hoàn toàn. Đây là môi trường lý tưởng để phục hồi số lượng của các loài có nguy cơ tuyệt chủng, sau đó có thể được thả trở lại môi trường tự nhiên phù hợp bên ngoài khu bảo tồn.

Các khu dự trữ sinh quyển thường được tạo ra ở những nơi mà thiên nhiên chưa bị tác động đáng kể nào của con người. Chúng được sử dụng để bảo vệ các hệ sinh thái địa phương điển hình cũng như các loài quý hiếm, quần xã động vật và thực vật. Ví dụ, hệ sinh thái cần bảo tồn ở vùng taiga (rừng lá kim phương Bắc) sẽ là chính taiga, còn ở vùng nhiệt đới sẽ là rừng mưa nhiệt đới. Việc bảo vệ môi trường tự nhiên ở các khu vực này có ý nghĩa toàn cầu.

Các khu dự trữ sinh quyển tồn tại trên tất cả các châu lục trên thế giới. Có thể bạn đã từng xem phim tài liệu về các khu vực này ở châu Phi – chính nhờ những khu bảo tồn như vậy mà thế giới tự nhiên phong phú của khu vực châu Phi vẫn đang được giữ gìn cho đến ngày nay.

Khu dự trữ sinh quyển Belavezskaja Pushcha (Belarus), cũng được biết tới là Rừng Bialowieza (Ba Lan)



Vườn quốc gia Everglades (Mỹ)



KHU DỰ TRỮ SINH QUYỂN

là khu vực được bảo vệ nghiêm ngặt, nơi không cho phép bất kỳ hoạt động nào của con người ngoại trừ hoạt động nghiên cứu khoa học

Tất cả các khu dự trữ sinh quyển đều tham gia vào Chương trình Con người và Sinh quyển (Man and the Biosphere), do UNESCO điều phối, hỗ trợ các nghiên cứu dài hạn về môi trường. Các nghiên cứu hiện đang được thực hiện trong nhiều khu bảo tồn về tác động của biến đổi khí hậu đối với đời sống thực vật và động vật. Các nhà khoa học làm việc tại Khu dự trữ sinh quyển quốc gia Kavkaz ở miền nam nước Nga đã phát hiện ra rằng thảm thực vật rừng trên các sườn núi đang dần dời lên cao hơn do khí hậu ấm dần lên.

Vườn quốc gia Zion ở bang Utah, Hoa Kỳ là một ví dụ điển hình về cách đảm bảo được sự an toàn môi trường. Khoảng 20 xe buýt sử dụng nhiên liệu khí thải thấp được sử dụng để chở du khách đi tham quan khắp công viên, thay thế cho khoảng 5.000 chiếc ô tô cá nhân mà khách du lịch có thể sử dụng nếu không có hệ thống này. Nhờ đó, lượng khí nhà kính phát thải ra đã giảm đáng kể. Một "Trung tâm Xanh" được xây dựng tại công viên để đón khách du lịch cũng sử dụng gần một phần ba năng lượng được cung cấp từ năng lượng mặt trời, với 80% nhu cầu chiếu sáng được đáp ứng bằng ánh sáng tự nhiên. Vào mùa hè, hệ thống điều hòa không khí sử dụng các thiết bị bay hơi tiết kiệm năng lượng đặc biệt. Vào mùa đông, công trình sử dụng hệ thống sưởi thụ động với các bức tường làm từ vật liệu hấp thụ nhiệt (đá, gạch) hướng về phía mặt trời để tối đa hóa khả năng giữ nhiệt.







Công viên biển Tubbataha ở Philippines đang xây dựng một trạm kiểm lâm và nghiên cứu hiện đại, hoạt động hoàn toàn bằng năng lượng tái tạo. Nằm giữa biển Sulu, trạm này sẽ sử dụng các tấm pin mặt trời và tuabin gió nhỏ để tạo ra điện. Hệ thống này sẽ thay thế các máy phát điện chạy dầu diesel cũ, vốn đắt đỏ và gây hại cho môi trường biển mong manh. Mô hình năng lượng này cũng sẽ bao gồm hệ thống thu nước mưa và các khu trồng rau nhằm hỗ trợ cuộc sống bền vững cho các kiểm lâm. Trạm mới sẽ là căn cứ quan trọng để bảo vệ đa dạng sinh học biển và theo dõi tác động của biến đổi khí hậu tại một trong những khu bảo tồn quan trọng nhất Đông Nam Á.

Khu bảo tồn động vật hoang dã và các khu vực có giá trị tự nhiên nổi bật

Mục đích của các khu bảo tồn động vật hoang dã không phải là bảo vệ toàn bộ môi trường tự nhiên địa phương, mà chỉ bảo vệ những phần riêng lẻ của nó, chẳng hạn như chỉ bảo vệ thực vật, động vật hoặc một số đặc điểm địa chất (như đá hoặc hang động). Vì vậy, các hạn chế đối với hoạt động của con người trong các khu bảo tồn này chỉ áp dụng đối với những hành động đe dọa đến phần được bảo vệ.

Các khu vực có giá trị tự nhiên đặc biệt là những khu vực hoặc địa danh tự nhiên độc đáo hoặc điển hình, có giá trị khoa học, văn hóa, giáo dục hoặc sức khỏe đặc biệt. Chúng có thể là hồ, cây cổ thụ, di chỉ địa chất hay công viên cổ xưa. Các khu vực này được bảo vệ thông qua những quy định cấm các hoạt động có thể gây tổn hại đến sự nguyên vẹn của chúng.

Nằm ở phía tây Thái Lan, Thungyai–Huai Kha Khaeng là khu bảo tồn thiên nhiên lớn nhất ở khu vực Đông Nam Á lục địa, với diện tích hơn 600.000 ha. Khu vực này bảo tồn các kiểu rừng (bao gồm cả rừng savan đang bị đe dọa), thác nước, hai hệ thống sông và vùng đất ngập nước. Đây là nơi sinh sống của 77% các loài động vật có vú lớn, 50% các loài chim lớn và 33% các loài động

vật có xương sống trên cạn trong khu vực – trong đó có khoảng 28 loài bị đe dọa – và cũng đóng vai trò là bể hấp thụ carbon. Là một Di sản Thế giới được UNESCO công nhận, khu bảo tồn được hưởng sự bảo vệ mạnh mẽ về mặt pháp lý và được hưởng tài trợ công, nhưng các nghiên cứu cho thấy cần có biện pháp kiểm soát chặt chẽ các dự án nông nghiệp, đập thủy điện và khai thác khoáng sản mới gần khu vực này – những hoạt động đã dẫn đến tình trạng săn trộm và phá rừng tại các vùng đệm.

Khu bảo tồn động vật hoang dã Thungyai-Huai Kha Khaeng (Thái Lan)



Các khu bảo tồn giúp ứng phó biến đổi khí hậu như thế nào?

Đóng góp quan trọng nhất của vườn quốc gia và các khu bảo tồn thiên nhiên khác trong ứng phó với biến đổi khí hậu chính là giảm lượng khí CO_2 thải vào khí quyển. Ví dụ, một số vườn quốc gia khuyến khích du khách sử dụng xe buýt công cộng chạy bằng nhiên liệu sạch thay vì đi xe ô tô cá nhân gây ô nhiễm. Nhân viên vườn quốc gia cũng sử dụng các phương tiện giao thông thân thiện với môi trường.Vườn quốc gia có thể sử dụng năng lượng từ gió, mặt trời hoặc suối nước nóng tại các cơ sở đón tiếp du khách. Tận dụng tối đa ánh sáng tự nhiên, đèn LED được ưu tiên sử dụng và các tấm pin năng lượng mặt trời cấp điện cho văn phòng. Du khách được giới thiệu sản phẩm lưu niệm làm từ vật liệu tái chế, nhà ăn trong vườn quốc gia phục vụ thức ăn chế biến từ sản phẩm địa phương (tránh việc vận chuyển xa gây ô nhiễm) và sử dụng các thiết bị tiết kiệm nước. Ngoài ra, du khách còn được cung cấp thông tin hướng dẫn lối sống thân thiện với môi trường nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực.

Du lịch sinh thái: sự hài hòa giữa con người và thiên nhiên

Bạn có thích đi bộ và các hoạt động ngoài trời không? Nếu có, bạn và bạn bè của bạn sẽ thích đi du lịch và khám phá những vùng đất mới. Biết đâu bạn còn trở thành một du khách sinh thái.

Sự khác biệt giữa khách du lịch thông thường và khách du lịch sinh thái là gì? Đó chính là thái độ của họ đối với môi trường. Du lịch sinh thái là một khái niệm mới xuất hiện khi con người bắt đầu nhận ra tầm quan trọng của thiên nhiên đối với cuộc sống. Có nhiều cách khác nhau để thư giãn ngoài trời. Bạn có thể lái xe vào rừng hoặc đến bên hồ, mở nhạc hết cỡ, đốt lửa ở chỗ đẹp nhất bạn tìm được, ăn uống rồi để lại một đống rác. Nhưng cũng có những du khách

sẵn sàng leo lên đỉnh núi chỉ để được nhìn thấy một con vật hoang dã, tìm một loài cây quý hiếm, lắng nghe tiếng chim hót, hoặc đơn giản là lặng ngắm hoàng hôn trong không gian tĩnh lặng. Mục tiêu của họ là được nhìn thấy và cảm nhận thiên nhiên, điều mà con người hiện đại hiếm khi có cơ hội trải nghiệm. Họ không để lại rác – ngược lại, họ thường nhặt cả rác của người khác để lại, và tuân thủ nghiêm túc các quy định bảo vệ môi trường. Thật may mắn là số lượng du khách sinh thái đang tăng lên từng năm!



Du lịch sinh thái mang đến cho con người cơ hội được chứng kiến môi trường tự nhiên nguyên sơ, hiểu được sự đa dạng và mức độ dễ bị tổn thương của nó trước hoạt động của con người, và suy nghĩ về câu hỏi: "Tôi có thể làm gì cho hành tinh của mình?" Du khách sinh thái tìm hiểu các quy luật của tự nhiên và thực hiện những hành động giúp bảo vệ và duy trì hệ sinh thái, cố gắng giảm thiểu tối đa tác động của mình đến môi trường. Ngoài ra, các công ty du lịch sinh thái còn trích một phần doanh thu để hỗ trợ việc bảo vệ và nghiên cứu môi trường.

Nhiều khu vực tự nhiên đặc sắc nằm ở những nơi xa xôi, thuộc vùng nông thôn nơi người dân còn khá nghèo. Chúng cũng nằm ở những khu vực như rừng rậm Nam Mỹ hay vùng núi giáp ranh giữa miền bắc Thái Lan, Myanmar và Lào – nơi sinh sống của các cộng đồng bản địa. Do đó, du khách sinh thái không chỉ học hỏi về thế giới tự nhiên mà còn khám phá văn hóa của con người. Du lịch sinh thái cũng mang lại việc làm và thu nhập bổ sung cho người dân địa phương ở những khu vực này.

Vì vậy, du lịch sinh thái giúp con người nhận ra vẻ đẹp và sự độc đáo của thiên nhiên, hiểu được mọi thứ xung quanh chúng ta có mối liên hệ chặt chẽ như thế nào, biết được có bao nhiêu loài động vật và thực vật đang sống trên hành tinh của chúng ta, và ý thức được rằng tình trạng môi trường phụ thuộc rất nhiều vào hành động của từng cá nhân – từ người lớn đến thanh thiếu niên và cả trẻ em.

Một khách sạn sinh thái ở Costa Rica.





Danh lục Đỏ và Sách Đỏ là gì và nó dùng để làm gì?

Danh lục Đỏ là danh sách các loài động vật, thực vật và nấm quý hiếm đang bị đe dọa tuyệt chủng. Màu đỏ nhắc nhở chúng ta về nguy cơ mà các loài này đang phải đối mặt và sự cấp thiết của việc bảo vệ và giữ gìn chúng.

Các danh sách về các loài sinh vật đang cần được bảo vệ trên toàn thế giới được tổng hợp trong Sách Đỏ Quốc tế, với bản chính được lưu giữ tại thị trấn Morges, Thụy Sĩ. Cuốn sách này do Liên minh Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế (IUCN) xuất bản, lần đầu tiên ra mắt vào năm 1963. Đây là một cuốn sách đặc biệt được thiết kế giống như lịch để bàn và liên tục được cập nhật: theo thời gian, tình trạng của các loài đã được ghi nhận có thể thay đổi, và các loài mới cũng được bổ sung vào.

Với mỗi loài được nêu tên, Sách Đỏ cung cấp thông tin về phân bố, số lượng cá thể, đặc điểm môi trường sống, các dữ kiện liên quan, và các biện pháp cần thiết để bảo tồn. Các trang sách được đánh dấu bằng những màu sắc khác nhau. Các trang mô tả các loài đã tuyệt chủng được đánh dấu màu đen, ví dụ, bò biển, cá tra xiêm (Platytropius siamensis), chuột khổng lồ Buhler (Coryphomys buehleri), hươu Schomburgk và chim dodo. Các trang được đánh dấu màu đỏ liên quan đến các loài có nguy cơ tuyệt chủng và rất hiếm (chẳng hạn như báo Amur, hà mã lùn như Moo Deng, vượn Cao Vít, hổ, cá voi xanh và tê tê Java). Các loài động vật có số lượng giảm nhanh chóng được liệt kê trên các trang được đánh dấu màu vàng (gấu bắc cực, mòng biển hồng, linh dương bướu giáp). Động vật và thực vật hiếm khi được tìm thấy trong tự nhiên được ghi lại trên các trang giấy trắng. Những loài chưa được nghiên cứu đầy đủ vì chúng sống ở những nơi xa xôi được ghi nhận bằng màu xám. Đáng khích lệ nhất là các trang màu xanh lá cây, ghi lại các loài mà con người đã thành công trong việc cứu khỏi sự tuyệt chủng, mặc dù chúng vẫn có thể đang bị đe dọa và cần nỗ lực bảo tồn (ví dụ: hạc đen, cá sấu Philippines, cò thìa mặt đen, rùa sao Myanmar, hải ly Á-Âu và nai sừng tấm Á-Âu).

Mỗi quốc gia và khu vực đều xây dựng Sách Đỏ riêng nhằm xác định và bảo vệ các loài đặc hữu, quý hiếm hoặc có nguy cơ tuyệt chủng tại địa phương

Trước khi một loài được đưa vào Sách Đỏ, các nhà khoa học sẽ tiến hành nghiên cứu chuyên sâu về hệ động, thực vật và nấm ở khu vực có liên quan. Họ tìm hiểu nguyên nhân dẫn đến suy giảm số lượng, phân tích môi trường sống, và đề xuất các biện pháp bảo tồn phù hợp. Sách Đỏ không chỉ liệt kê các loài quý hiếm hay đặc hữu (chỉ tồn tại ở một khu vực cụ thể), mà còn bao gồm nhiều loài thực vật có hoa, cây ăn được và cây thuốc.



Động thực vật có thể cần được bảo vệ vì hai nhóm nguyên nhân chính: nguyên nhân trực tiếp và nguyên nhân gián tiếp. Nguyên nhân trực tiếp xảy ra khi con người hủy hoại các loài này bằng các hoạt động như săn bắt, thu hái cây thuốc, đánh bắt cá hoặc khai thác các sinh vật dưới nước. Nguyên nhân gián tiếp liên quan đến sự thay đổi môi trường sống, bao gồm cả biến đổi khí hậu toàn cầu. Những nguyên nhân này có thể bao gồm: khả năng thích nghi kém với điều kiện khí hậu mới, sự du nhập của các loài thực vật mới (khi "kẻ mới đến" lấn át các loài bản địa vì nhiều lý do khác nhau) và sự phá hủy các loài thực vật là nguồn thức ăn cho các loài động vật, v.v.

Các giải pháp thích ứng dựa trên hệ sinh thái là gì?

Các giải pháp thích ứng hiện nay có thể giúp tăng cường khả năng chống chịu trước các rủi ro do khí hậu, đồng thời trong nhiều trường hợp còn mang lại những lợi ích rộng hơn cho phát triển bền vững.

Một trong những giải pháp này là thích ứng dựa vào hệ sinh thái (ecosystem-based adaptation), có thể giúp các cộng đồng thích ứng với những tác động đã và đang tàn phá cuộc sống và sinh kế của họ, đồng thời bảo vệ đa dạng sinh học, cải thiện sức khỏe, tăng cường an ninh lương thực, mang lại lợi ích kinh tế và nâng cao khả năng hấp thụ carbon. Nhiều biện pháp thích ứng dựa vào hệ sinh thái — bao gồm bảo vệ, phục hồi và quản lý bền vững hệ sinh thái, cũng như các thực hành nông nghiệp bền vững hơn như trồng xen cây vào đất nông nghiệp và trồng nhiều loại cây trồng — có thể được thực hiện với chi phí tương đối thấp hiện nay. Yếu tố then chốt để thành công là huy động sự tham gia của cộng đồng địa phương và đảm bảo rằng các chiến lược được thiết kế có tính đến ảnh hưởng của sự gia tăng nhiệt độ toàn cầu đến hệ sinh thái.

Hình 2.2.1 Thích ứng dựa trên hệ sinh thái có thể bảo vệ tính mạng và sinh kế



CÂU HỎI

1. Hệ sinh thái nào trên Trái Đất có sự đa dạng loài phong phú nhất?

2. Nguyên nhân “trực tiếp” và “gián tiếp” gây ra sự tuyệt chủng của sinh vật sống là gì? Hãy đưa ra ví dụ.

3. Nếu bạn và các bạn trong lớp muốn bắt đầu một câu chuyện về tầm quan trọng của đa dạng sinh học, các bạn sẽ mở đầu như thế nào? Lập luận nào sẽ thuyết phục nhất đối với học sinh? Lập luận nào sẽ phù hợp hơn với người lớn?

4. Nếu Tại sao Sách Đỏ và Danh lục Đỏ lại có màu đỏ? Bạn có biết những loài thực vật, động vật hoặc nấm nào được liệt kê trong Sách Đỏ không? Tại sao chúng lại biến mất? Chúng ta có thể làm gì để góp phần bảo vệ chúng? Sách Đỏ sử dụng những màu sắc nào để phân loại cấp độ các loài? Vì sao mỗi lần cập nhật, Sách Đỏ lại trở nên dài hơn?

5. Hiện tượng nóng lên toàn cầu ảnh hưởng đến các rạn san hô như thế nào?

6. Những ai có thể được xem là “khách du lịch sinh thái”?

7. Những biện pháp thích ứng nào (đã được đề cập trong chương này và các chương khác) có thể giúp ứng phó với tác động của biến đổi khí hậu đối với đa dạng sinh học và hệ sinh thá

8. Những giải pháp nào được xem làcách tiếp cận thích ứng dựa vào hệ sinh thái?





BÀI TẬP

Hãy cùng các bạn trong lớp tạo một Danh lục Đỏ của riêng mình.
Vẽ một loài động vật, thực vật hoặc nấm đang cần được bảo vệ lên giấy màu phù hợp, kèm theo phần giải thích lý do bạn lựa chọn loài đó



2.3 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến rừng như thế nào

Rừng là gì?

Mặc dù "rừng" là một từ được sử dụng phổ biến, nhưng không dễ để đưa ra một định nghĩa rõ ràng, vì cách hiểu về rừng có thể khác nhau tùy theo từng quốc gia. Trên thế giới hiện có hơn 800 định nghĩa khác nhau về rừng! Tuy vậy, cách tiếp cận được công nhận rộng rãi nhất, cũng là cách mà Tổ chức Nông Lương Liên Hợp Quốc (FAO) sử dụng, xác định rừng dựa trên các tiêu chí như: 1) chiều cao tối thiểu của cây là 5 m, 2) ít nhất 10% diện tích mặt đất được che phủ bởi tán lá của cây, và 3) diện tích rừng tối thiểu là 0,5 ha.

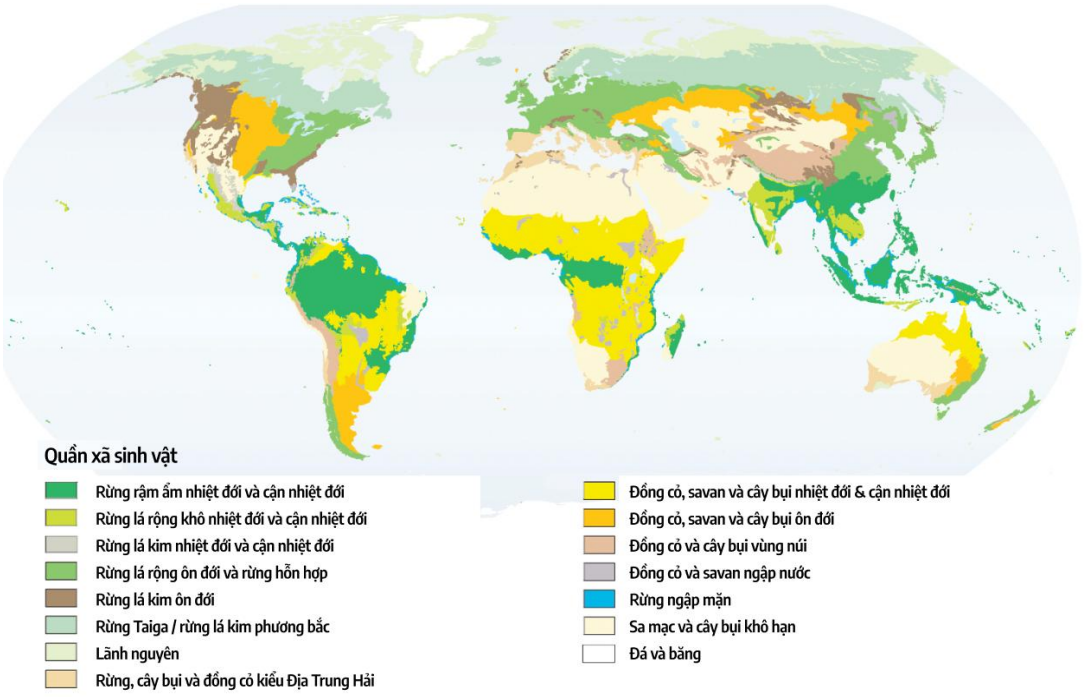
Theo định nghĩa này, Trái Đất có gần 4 tỷ hecta rừng, chiếm khoảng 30% tổng diện tích đất liền. Khoảng một nửa diện tích rừng của thế giới nằm ở ba quốc gia: Nga, Canada và Brazil.

Các loại rừng

Rừng thường được phân loại theo loài cây chính – như cây lá rộng, cây lá kim hoặc hỗn hợp – và theo tuổi thọ của lá (lá thường xanh hay rụng lá). Các kiểu rừng chính trên thế giới được trình bày trong Hình 2.3.1, bao gồm:

- **Rừng lá kim phương Bắc (taiga):** Chủ yếu là rừng lá kim thường xanh.
- **Rừng ôn đới:** Bao gồm rừng lá rộng rụng lá, rừng lá kim thường xanh và rừng hỗn hợp của cả hai loại trên. Ở các vùng ôn đới ấm, rừng lá rộng thường xanh cũng phát triển.
- **Rừng Địa Trung Hải:** Thường gồm cây lá rộng thường xanh và cây sclerophyll. Từ sclerophyll có nguồn gốc Hy Lạp, nghĩa là "lá cứng", chỉ những loài cây có lá nhỏ, màu sẫm, có lớp sáp bên ngoài giúp giữ ẩm trong mùa hè khô nóng. Rừng lá kim cũng có ở khu vực Địa Trung Hải.
- **Rừng nhiệt đới và cận nhiệt đới:** Gồm rừng lá rộng ẩm, rừng lá rộng khô và rừng lá kim.

Hình 2.3.1 Bản đồ các quần xã chính



Rừng nhiệt đới và cận nhiệt đới

Rừng nhiệt đới nằm gần xích đạo, nơi khí hậu ấm áp. Các khu vực phân bố bao gồm Trung và Nam Mỹ, Đông Nam Á, Tây và Trung Phi, cùng với Australia.

Môi trường của những khu rừng này thường ẩm ướt do lượng mưa lớn quanh năm. Tán cây rậm rạp được tạo nên từ các loài cây lá rộng lớn như cây tếch, cây bông gòn, cây sung, cay trầu bà, cây gụ hoặc cây cầm lai, giúp giữ lại phần lớn nhiệt từ mặt trời và nước mưa, tạo nên "cơn mưa vĩnh cửu" - một môi trường luôn ẩm ướt như có mưa liên tục trong rừng. Những cây nhiệt đới này có thể sống hàng trăm năm, cao từ 75 mét hoặc hơn. Mỗi khu rừng có thể chứa hàng nghìn loài cây, với tổng số ước tính từ 40.000 đến 53.000 loài cây được tìm thấy trong tất cả các khu rừng nhiệt đới trên thế giới.

Tán rừng dày đặc ngăn ánh sáng mặt trời chiếu xuống tầng đất rừng, tạo nên môi trường tối và ẩm thấp, điều kiện không thuận lợi cho nhiều loài thực vật phát triển. Thay vào đó, các sinh vật phân hủy như nấm và giun đất phát triển mạnh nhờ tận dụng lá, quả và hạt rụng xuống sàn rừng.

Nhiều loại trái cây nhiệt đới sinh trưởng trong các khu rừng này: chanh dây và quả acai ở Nam Mỹ, bơ ở Trung Mỹ, chuối và xoài ở Đông Nam Á. Các loại cây như cacao, vani và các cây lấy hạt cũng phát triển trong rừng mưa nhiệt đới. Nhiều khu rừng nhiệt đới đang bị đe dọa bởi các hoạt động của con người. Những khu vực này được gọi là "điểm nóng đa dạng sinh học toàn cầu" vì giữ vai trò quan trọng trong việc điều hòa nước và khí hậu, đồng thời là nơi cư trú và cung cấp thức ăn cho hàng nghìn loài động vật có vú, chim và côn trùng.

Rừng nhiệt đới, Thái Lan



Tại sao rừng phụ thuộc vào khí hậu?

Sự sống và sự phân bố của rừng phụ thuộc vào điều kiện khí hậu, đặc biệt là nhiệt độ và lượng mưa. Chỉ ở một số nơi trên Trái Đất, khí hậu mới đủ phù hợp để rừng phát triển. Ví dụ, đường biên phía Bắc của rừng phụ thuộc vào nhiệt độ trung bình hằng năm. Khi nhiệt độ trở nên quá lạnh, rừng taiga sẽ nhường chỗ cho đài nguyên - nơi đất thường bị đóng băng quanh năm, và chỉ có thể tồn tại các loài thực vật thấp như rêu, địa y và cỏ.

Tuy nhiên, nhiệt độ không thay đổi đột ngột mà thay đổi từ từ, nhất là ở các đồng bằng. Vì vậy, ranh giới giữa rừng và đài nguyên là một vùng chuyển tiếp, nơi có cả hai loại hệ sinh thái cùng tồn tại. Vùng này được gọi là rừng-đài nguyên (Hình 2.3.2).

Đường biên phía nam của rừng ôn đới, nơi rừng nhường chỗ cho thảo nguyên và bán sa mạc, phụ thuộc vào lượng mưa. Trong điều kiện khí hậu nóng, cây cối và thực vật liên tục thoát hơi nước qua lá để hạ nhiệt. Nếu lượng mưa vào mùa hè ít, đất sẽ thiếu độ ẩm, khiến cây khó hút nước lên tới ngọn và tán lá. Do không khí ấm và lượng mưa hạn chế, các loài thực vật thân thảo thấp sẽ chiếm ưu thế, làm cho cảnh quan chuyển thành thảo nguyên.

Địa hình, chất lượng đất, các nguồn nước và hoạt động của con người cũng ảnh hưởng quan trọng đến độ che phủ của rừng. Tỉ lệ diện tích rừng giảm dần ở những khu vực mà phần lớn đất đai đã được sử dụng cho các hoạt động kinh tế.

Hình 2.3.2 Rừng đài nguyên (tundra)



Rừng ở vùng khí hậu ôn đới và cận Bắc Cực

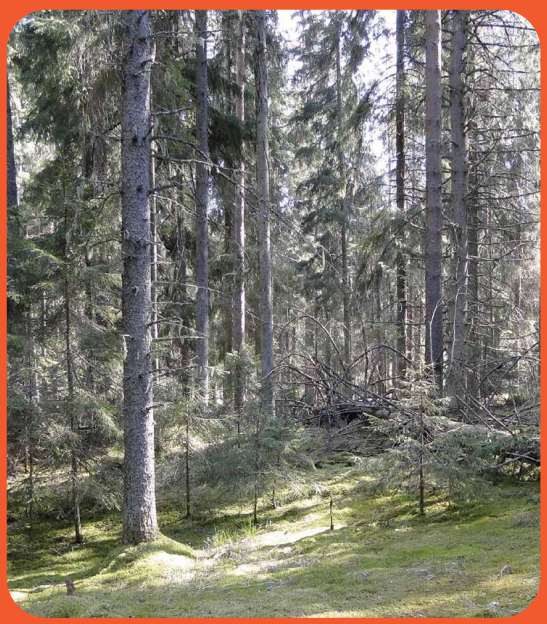
Rừng taiga chủ yếu gồm các loài cây lá kim như thông, vân sam, linh sam, thông rụng lá và tuyết tùng. Điều thú vị là ở châu Âu và Tây Siberia, rừng thường gồm thông và vân sam, trong khi ở Trung và Đông Siberia, cây thông rụng lá lại phổ biến hơn. Nguyên nhân là do lớp đất đóng băng vĩnh cửu ở Siberia khiến khu vực này đặc biệt thích hợp với sự phát triển của cây thông rụng lá.

Sự khác biệt về nhiệt độ, như nhiệt độ trung bình vào mùa hè và thời gian hình thành cũng như tan chảy của lớp tuyết phủ, là cơ sở để chia vùng rừng taiga được chia thành ba khu vực: taiga phía bắc, taiga giữa và taiga phía nam. Ở taiga phía bắc, do điều kiện khí hậu lạnh hơn, cây trưởng thành thường chỉ cao khoảng 10-20 mét. Trong khi đó, ở taiga phía nam, cây có thể phát triển tới 50 mét (Hình 2.3.3). Taiga giữa nằm ở giữa hai vùng này cả về vị trí địa lý lẫn chiều cao trung bình của cây, thường đạt 20–25 mét.

Khu vực phía nam của rừng taiga là vùng rừng rụng lá ôn đới (Hình 2.3.4), nơi có nhiều loài cây như sồi, dẻ gai và du. Những loài cây này thường được gọi là cây gỗ cứng rụng lá, vì gỗ của chúng khá cứng chắc. Ở phía nam của rừng rụng lá tại Đông Âu và Trung Á, thảo nguyên bắt đầu xuất hiện và vùng chuyển tiếp được gọi là rừng-thảo nguyên.

Tuy nhiên, ở phía tây Siberia và các vùng trung tâm của Bắc Mỹ (Hình 2.3.1), không tồn tại vùng rừng rụng lá. Tại đây, rừng taiga chuyển tiếp ngay sang thảo nguyên mà không qua vùng rừng–thảo nguyên. Nguyên nhân là do khí hậu lục địa đặc trưng của các khu vực này: lượng mưa thấp khiến đất khô cằn, không tạo điều kiện thuận lợi cho rừng rụng lá, vốn cần nhiều độ ẩm để phát triển.

Hình 2.3.3 Rừng Taiga ở phía Nam



Hình 2.3.4 Rừng rụng lá



Biến đổi khí hậu hiện nay có ảnh hưởng đến rừng không?

Rừng có bị ảnh hưởng khi khí hậu ngày càng ấm lên không? Câu trả lời là có!

Biến đổi khí hậu sẽ ảnh hưởng đến cây cối nói chung và thành phần các loài trong hệ sinh thái rừng nói riêng theo nhiều cách. Khi khí hậu tiếp tục thay đổi, cây cối sẽ phải thích nghi với điều kiện mới hoặc "di cư" đến những nơi phù hợp hơn để tồn tại.

Cây cối rất nhạy cảm với những thay đổi về khí hậu, như nhiệt độ tăng và lượng mưa thay đổi, vì những yếu tố này có thể gây ra tác động trực tiếp và gián tiếp đến cây. Mỗi loài cây phát triển tốt nhất trong những điều kiện nhất định về nhiệt độ và lượng mưa. Vì vậy, nếu các yếu tố này thay đổi, quá trình sinh trưởng và khả năng sống sót của cây có thể bị ảnh hưởng đáng kể. Ví dụ, những cây sống ở vùng khí hậu mát mẻ sẽ dễ bị tổn thương khi nhiệt độ tăng cao. Khi nhiệt độ vượt quá mức chịu đựng, cây có thể giảm thoát hơi nước qua lá để tiết kiệm nước. Một số loài cây đã bắt đầu "di cư" lên những vùng đất cao hơn để tìm môi trường mát mẻ và thích hợp hơn. Tuy nhiên, những cây sống ở độ cao cao nhất lại đang gặp nguy hiểm, vì nếu nhiệt độ tiếp tục tăng, môi trường sống của chúng có thể trở nên không phù hợp và cây sẽ có nguy cơ bị chết.Nghiên cứu cho thấy có khoảng 1.000 loài cây trên thế giới, trong đó có cây tếch, sồi, thông và bạch đàn, đang gặp khó khăn trong việc sinh trưởng và phát triển do nhiệt độ tăng hoặc lượng mưa giảm. Dù vậy, việc nhiệt độ tăng lên cũng có một số mặt tích cực. Ví dụ, cây sồi hay cây dẻ có thể có thời gian sinh trưởng dài hơn. Tuy nhiên, điều này cũng làm cho cây dễ bị ảnh hưởng bởi những yếu tố khác do khí hậu gây ra, như sương giá đột ngột hoặc bị các loài động vật ăn lá cây gây hại.

Hình 2.3.5 Hạn hán ở rừng nhiệt đới



Hạn hán tạo ra môi trường khắc nghiệt, khiến cây thiếu nước để duy trì sự sống (Hình 2.3.5). Khi tình trạng này kéo dài, cây sẽ tiết ra ít nhựa hơn. Trong khi đó, nhựa cây thường giúp xua đuổi côn trùng, nên khi lượng nhựa giảm, cây sẽ dễ bị sâu bệnh tấn công hơn. Nhiệt độ tăng cao cũng khiến sâu bệnh xuất hiện thường xuyên hơn và bùng phát mạnh hơn. Một số loài sâu bệnh như bọ vỏ cây hay sâu bướm tơ thông có thể khiến cây đang suy yếu vì hạn hán yếu đi hoặc thậm chí chết (Hình 2.3.6).Sự kết hợp của các yếu tố này đang gây ra mối đe dọa lớn đối với sức khỏe cây trồng và hệ sinh thái rừng trong bối cảnh thế giới ngày càng ấm lên.

Hình 2.3.6 Thân gỗ hư hại do bị bọ cánh cứng đục



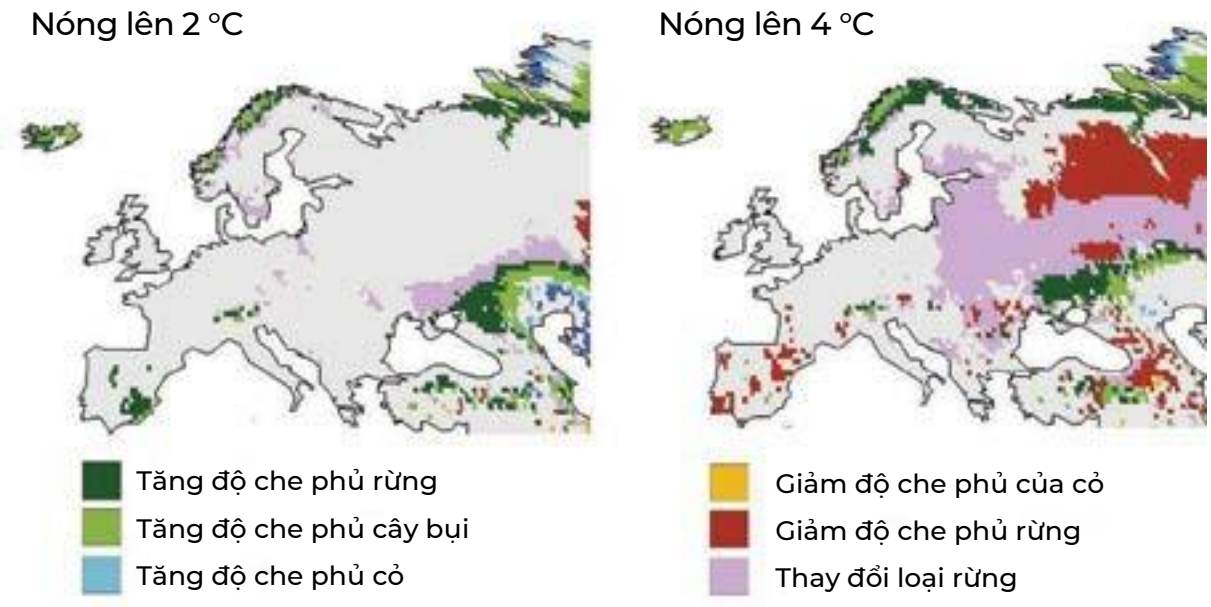
Nhiệt độ cao khiến các rặng cây như "biết đi" ở Nam Mỹ

Ở các vùng núi Nam Mỹ, cây cối và bụi rậm đang dần "dịch chuyển" lên cao để tránh cái nóng dưới đồng bằng.. Ở dãy Andes, cây cối mỗi năm lại "nhích" lên thêm khoảng 2,5 đến 3,5 mét. Đây là tốc độ "di cư" đáng kinh ngạc đối với thực vật - những sinh vật không có chân để bước đi, mà chỉ có thể nhờ hạt giống bén rễ ở nơi có điều kiện thuận lợi hơn. Tuy nhiên, biến đổi khí hậu ở dãy Andes đang diễn ra quá nhanh, các nhà khoa học ước tính nếu muốn duy trì môi trường sống lý tưởng, cây cối ở đây phải "leo" hơn 6 mét mỗi năm.

Trong số 38 loài cây đang được các nhà khoa học theo dõi, loài Schefflera là loài "di cư" nhanh nhất, mỗi năm quần thể của nó "leo" lên cao khoảng 30 mét. Trong khi đó, cây vả lại chỉ nhích được khoảng 1,5 mét mỗi năm, và được dự đoán sẽ khó tồn tại ở khu vực này vào năm 2100 nếu nhiệt độ toàn cầu tăng thêm 4°C. Các mô hình dự báo còn cho thấy, nếu xu hướng này tiếp tục, hơn một nửa số loài thực vật nhiệt đới có thể đứng trước nguy cơ biến mất

Hầu hết các dự báo cho thấy rừng ở phía bắc lục địa Á-Âu và Bắc Mỹ sẽ bị ảnh hưởng nặng nề hơn các khu vực rừng khác trên thế giới khi Trái Đất ngày càng nóng lên. Ranh giới của rừng sẽ dịch chuyển cả về phía bắc và phía nam. Nếu nhiệt độ tăng 2°C, rừng taiga ở châu Âu sẽ mở rộng sang vùng tundra. Tuy nhiên, khi nhiệt độ tăng lên 4°C, rừng ở phía nam sẽ bị thu hẹp lại và lùi về phía bắc nhiều hơn so với mức rừng phía bắc mở rộng lên vùng tundra (xem Hình 2.3.7).

Hình 2.3.7 Dự báo những thay đổi về diện tích rừng ở châu Âu vào năm 2100, giả sử nhiệt độ toàn cầu tăng thêm 2 °C và 4 °C



Nạn phá rừng do biến đổi khí hậu sẽ ảnh hưởng đến gần như toàn bộ khu vực Đông Âu và Tây Siberia. Đây là một dự báo đáng lo ngại, cho thấy mức độ nghiêm trọng của hiện tượng mất rừng nếu kịch bản tồi tệ nhất về sự ấm lên toàn cầu trở thành hiện thực.

Rừng bị tàn phá do cháy, sâu bệnh và thời tiết cực đoan

Một mối đe dọa lớn khác đối với rừng liên quan đến biến đổi khí hậu là các đám cháy rừng quy mô lớn và dịch sâu bệnh do thời tiết nắng nóng vào mùa hè gây ra. Nhiệt độ cao và các hiện tượng thời tiết cực đoan khác thường là nguyên nhân trực tiếp khiến rừng bị tàn phá.

Cháy rừng đôi khi bắt nguồn từ hoạt động của con người, chẳng hạn như đốt rừng để lấy đất canh tác. Theo Văn phòng Liên Hợp Quốc về Giảm thiểu Rủi ro Thiên tai (UNDRR), các hoạt động của con người đã góp phần gây ra 98% số vụ cháy rừng, ảnh hưởng đến tổng diện tích 1,16 triệu hecta ở Indonesia vào năm 2023.

Khi cháy lan trong các khu rừng lá kim, lửa thường bốc lên tận ngọn cây. Lá kim và cành nhỏ của các loài cây như thông và tùng chứa nhiều nhựa dễ cháy, nên ngay cả cây còn sống cũng dễ bắt lửa. Kiểu cháy này được gọi là "cháy tán lá rừng" – loại cháy rừng nguy hiểm và tàn phá nhất, có thể thiêu rụi toàn bộ một khu rừng (Hình 2.3.8).

Cháy rừng gây ra nhiều thiệt hại nghiêm trọng: nhiều cây bị chết, cây sống sót thì phát triển kém, sự đa dạng loài trong rừng giảm sút, và sâu bệnh cũng dễ lây lan hơn. Khi khí hậu thay đổi, nguy cơ cháy rừng gia tăng vì nhiệt độ cao làm cây cối và lá khô nhanh hơn. Mùa ấm trong năm, thời điểm dễ xảy ra cháy rừng, cũng kéo dài hơn.

Nhiệt độ tăng và lượng mưa thay đổi được dự báo sẽ khiến cháy rừng xảy ra thường xuyên hơn và dữ dội hơn, ngay cả ở khu vực Đông Nam Á. Điều này càng làm gia tăng áp lực vốn đã rất lớn do các vụ cháy rừng gây ra bởi con người. Cháy rừng không chỉ tàn phá các hệ sinh thái rừng quan trọng mà còn thải ra lượng lớn khí nhà kính vào khí quyển, góp phần làm trầm trọng thêm biến đổi khí hậu.

Hình 2.3.8 Cháy rừng



Hình 2.3.9 Rừng bị tàn phá do bão



Những mùa hè nóng bất thường vào năm 2010 và 2012 ở khu vực trung tâm nước Nga thuộc châu Âu đã làm suy yếu các loài cây lá kim, vốn quen với điều kiện mát mẻ hơn. Khi cây bị yếu đi, chúng rất dễ bị tấn công bởi các loài côn trùng sống dưới vỏ cây. Trong những năm có nhiệt độ và độ ẩm bình thường, số lượng những loài côn trùng này được kiểm soát bởi các loài thiên địch như côn trùng ăn thịt hoặc chim. Nhưng khi số lượng bọ vỏ cây tăng quá mức, cả một vùng rừng rộng lớn có thể bị chết hàng loạt!

Những cây khô héo đầu tiên sẽ rụng hết lá kim, rồi đến lớp vỏ cây. Nhiều loại nấm gây hại gỗ bắt đầu tấn công phần rễ, khiến rễ không còn đủ sức giữ cây đứng vững. Khi đó, gió mạnh có thể làm bật gốc từng cây một. Trước tiên, các loài chim, rồi đến sóc, rời khỏi khu rừng vì không còn đủ quả thông để kiếm ăn. Các loài chồn cũng phải di chuyển đến nơi khác để kiếm mồi. Mặt đất rừng xanh mướt với những cây lan chuông và cỏ chua, vốn được bảo vệ khỏi ánh nắng trực tiếp nhờ bóng cây, dần bị thay thế bởi những bụi lau sậy, bụi mâm xôi và cây tầm ma. Tóm lại, toàn bộ hệ sinh thái loài đã bị thay đổi.

Chưa hẳn là mất hết: các loài bị mất môi trường sống tạm thời có thể quay trở lại. Giống như sau một đám cháy lớn, rừng vân sam có thể phục hồi hoàn toàn sau khoảng một hoặc hai trăm năm. Nhưng điều đó chỉ trở thành hiện thực nếu đâu đó vẫn còn những khu rừng nguyên sơ cùng với muôn loài sinh sống trong đó và khí hậu không tiếp tục trải qua những đợt dao động nhiệt bất thường như trước.

Gần đây, vào tháng 9 năm 2021, cháy rừng đã thiêu rụi hơn 18,16 triệu héc-ta rừng ở Nga – con số cao nhất từ trước đến nay kể từ khi nước này bắt đầu dùng vệ tinh để theo dõi cháy rừng vào năm 2001. Trước đó, kỷ lục được ghi nhận vào năm 2012, với hơn 18,11 triệu héc-ta rừng bị cháy.

Các hiện tượng thời tiết cực đoan khác như lũ lụt và bão cũng có thể tàn phá rừng bằng cách quật đổ cây cối (Hình 2.3.9). Mưa lớn và ngập lụt còn gây hư hại nghiêm trọng khi cuốn trôi lớp đất mặt hoặc khiến cây chết do bị ngập úng kéo dài.

Sự tàn phá rừng ở Việt Nam sau bão Yagi

Năm 2023, tỉnh Quảng Ninh của Việt Nam hứng chịu thiệt hại nặng nề do bão Yagi. Gió mạnh và mưa lớn đã biến hơn 117.600 héc-ta rừng xanh tươi nơi đây thành vùng hoang tàn, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến ngành lâm nghiệp địa phương.

Các khu rừng trồng bị thiệt hại nặng nề nhất, đặc biệt là cây từ 1 đến 5 năm tuổi gần như bị phá hủy hoàn toàn, không còn khả năng cứu vãn. Đối với các khu rừng lâu năm hơn, giá trị đầu tư có thể phục hồi chỉ còn khoảng 40% do mức độ hư hại quá lớn.

Việc khôi phục dự kiến sẽ mất ít nhất hai năm, còn để hệ sinh thái phục hồi hoàn toàn có thể mất hàng thập kỷ. Thảm họa này cho thấy mức độ rủi ro ngày càng tăng từ các cơn bão và sự cấp thiết phải áp dụng các biện pháp quản lý rừng thích ứng, bền vững hơn.

Hình 2.3.10 Cây có tuổi đời hàng chục năm bị quật đổ bởi bão



Lịch sử băng hà, cùng với các bằng chứng và dự báo khoa học hiện nay, cho thấy rừng và các hệ sinh thái tự nhiên khác có khả năng thích nghi với nhiều điều kiện khí hậu khác nhau. Tuy nhiên, sự thích nghi này chủ yếu diễn ra thông qua quá trình dịch chuyển – tức là sự thay đổi ranh giới của các vùng tự nhiên và kiểu thảm thực vật. Trong các kỷ băng hà, rừng chỉ tồn tại ở một khu vực tương đối nhỏ, còn phần lớn lục địa Á-Âu bị bao phủ bởi đài nguyên và thảo nguyên lạnh. Khi khí hậu trở nên ấm hơn, rừng lại mở rộng và trở thành kiểu thảm thực vật chính. Tuy nhiên, hiện nay, khí hậu đang nóng lên quá nhanh. Điều này đe dọa gây ra những thay đổi đột ngột và nghiêm trọng đối với thảm thực vật, đặc biệt là nguy cơ rừng bị khô hạn trên diện rộng và cháy rừng gia tăng.Do đó, cần hành động kịp thời để ngăn chặn hiện tượng ấm lên toàn cầu vượt quá giới hạn, và từng bước đưa khí hậu về trạng thái ổn định hơn.

Rừng ảnh hưởng đến khí hậu như thế nào?

Giờ ta đã biết khí hậu và biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến rừng ra sao. Nhưng mối liên hệ này cũng diễn ra theo chiều ngược lại: rừng cũng có tác động đến khí hậu!

Ví dụ, rừng xanh làm thay đổi cách bề mặt Trái Đất phản xạ ánh sáng Mặt Trời, từ đó ảnh hưởng đến lượng nhiệt mà Trái Đất hấp thụ. Sự khác biệt về nhiệt độ giữa những vùng có rừng và không có rừng thể hiện rõ nhất vào mùa đông. Ở những cánh đồng phủ tuyết không có rừng, ánh nắng bị phản xạ mạnh. Trong khi đó, các khu rừng taiga có màu tối hơn lại hấp thụ nhiều ánh sáng hơn và phản xạ ít hơn.

Rừng giúp giữ ẩm trong đất và ảnh hưởng đến quá trình bay hơi nước, làm cho khí hậu ở vùng đó trở nên ôn hòa và ẩm hơn.

Lớp tuyết phủ trong rừng giữ được lâu hơn, nhờ vậy giảm bớt sự thay đổi nhiệt độ đột ngột vào mùa xuân và hạn chế nguy cơ lũ lụt do tuyết tan nhanh.

Tuy nhiên, điều khiến rừng đặc biệt quan trọng đối với khí hậu chính là chu trình carbon. Khí CO_2 do việc đốt nhiên liệu hóa thạch thải ra là nguyên nhân chính gây ra hiện tượng ấm lên toàn cầu hiện nay. Rừng đóng vai trò thiết yếu trong việc hấp thụ CO_2 từ khí quyển và giữ lại carbon dưới dạng các chất hữu cơ khác nhau.

Có thể bạn đã biết rằng cây xanh hấp thụ khí CO_2 và tạo ra khí oxy. Quá trình này được gọi là quang hợp và diễn ra nhờ năng lượng từ ánh sáng Mặt Trời. Rừng tập trung rất nhiều thực vật như cây gỗ, cây bụi và cỏ, vì vậy thường được xem là “lá phổi xanh của hành tinh”, giúp làm giàu bầu khí quyển bằng oxy. Việc hấp thụ khí CO_2 và thải ra khí oxy thực chất là hai mặt của cùng một quá trình quang hợp. Do đó, ta thường nghĩ rằng rừng chắc chắn có vai trò loại bỏ CO_2 khỏi khí quyển. Tuy nhiên, mọi chuyện không đơn giản như vậy. Để hiểu rõ quá trình trao đổi CO_2 giữa rừng và khí quyển, cần biết rừng lưu trữ carbon như thế nào, vì carbon là nguyên tố kết hợp với oxy để tạo thành khí CO_2. Tất cả các chất hữu cơ đều chứa carbon. Ví dụ, gần một nửa trọng lượng của gỗ khô là carbon.



Bể chứa cacbon là gì?

Bất kỳ phần nào của hệ sinh thái có chứa một lượng lớn chất hữu cơ đều được xem là nơi lưu trữ cacbon. Các nhà khoa học gọi những nơi này là **bể chứa cacbon.** Bể chứa cacbon có thể vừa hấp thụ, vừa giải phóng cacbon. Trong hệ sinh thái rừng, có bốn bể chứa carbon chính:

1. Sinh khối hay sinh khối thực vật (tổng khối lượng của các loài thực vật còn sống),
2. Gỗ chết,
3. Thảm mục (bao gồm lá rụng, cành khô rơi xuống nền rừng),
4. Vật chất hữu cơ trong đất.

Bể chứa sinh khối thực vật bao gồm tất cả các phần của thực vật còn sống: thân, cành, rễ, lá và kim của cây gỗ và cây bụi, cũng như lá và rễ của cỏ và rêu (xem Hình 2.3.11). Thông thường, thân cây chiếm phần lớn sinh khối, nhưng ở các khu rừng thông đầm lầy và rừng taiga, rêu cũng chiếm tỷ lệ đáng kể trong sinh khối.

Bể chứa **gỗ chết** bao gồm những cây và rễ đã chết. Quá trình cây chết từ trên ngọn được gọi là "khô cành", hiện tượng tự nhiên xảy ra khi cây lớn lên và cạnh tranh ánh sáng. Những cây nhỏ hơn bị che khuất bởi cây lớn nên không nhận đủ ánh sáng để quang hợp, dần dần héo úa và chết đi. Đây là lý do tại sao rừng non thường dày đặc hơn so với rừng già. Tuy nhiên, cây chết còn có thể xảy ra do nhiều nguyên nhân khác như cháy rừng, hạn hán, sâu bệnh hại rừng hoặc ô nhiễm do con người gây ra. Trong các khu rừng chịu tác động bởi một hoặc nhiều yếu tố này, lượng cacbon tích tụ trong gỗ chết có thể vượt qua cả lượng cacbon trong cây sống.

Bể chứa thảm mục gồm lá khô, cành nhỏ, hoa rụng và các phần thực vật khác nằm trên mặt đất rừng. Trong rừng rụng lá, lớp thảm mục được bổ sung nhiều nhất vào mùa thu khi cây đồng loạt rụng lá. Còn ở rừng taiga, quá trình này diễn ra đều đặn quanh năm.

Hình 2.3.11

Gỗ trong thân cây là thành phần lớn nhất trong bể chứa carbon của sinh khối thực vật.



Hình 2.3.12

Cây mục là một phần của bể chứa carbon từ gỗ chết.



Hình 2.3.13

Lượng carbon trong lớp thảm mục tăng lên khi lá rụng vào mùa thu.



Bể chứa đất trong rừng là nơi chứa một lượng lớn cacbon. Đất rừng là hỗn hợp giữa khoáng chất và chất hữu cơ, trong đó **mùn** là thành phần hữu cơ quan trọng nhất. Mùn là một chất màu sẫm được hình thành nhờ quá trình phân hủy từ từ của lá rụng, cành cây chết và rễ cây mục. Mùn chứa rất nhiều cacbon – khoảng 58% thành phần của mùn là cacbon, cao hơn cả trong sinh khối thực vật. Vì vậy, đất càng sẫm màu thì thường chứa càng nhiều cacbon (xem Hình 2.3.14).

Lượng cacbon có trong các sản phẩm gỗ được gọi là **bể chứa cacbon từ gỗ đã khai thác.** Một số sản phẩm gỗ như đồ nội thất cao cấp hoặc khung nhà bằng gỗ có thể giữ cacbon trong thời gian dài hơn so với việc để cây tiếp tục phát triển trong rừng. Những sản phẩm này giúp lưu giữ lượng cacbon mà rừng đã hấp thụ. Việc khai thác gỗ hợp lý còn tạo không gian cho cây non phát triển, góp phần tái tạo rừng và tiếp tục chu trình hấp thụ cacbon.

Ở các khu rừng taiga, sinh khối thực vật chứa khoảng 21% lượng cacbon, gỗ chết chiếm 4%, lớp thảm mục chiếm 3%, còn lại 72% cacbon được lưu giữ trong đất. Như vậy, trong các khu rừng này, phần lớn cacbon tập trung ở trong đất.

Tỷ lệ này khác rất nhiều ở các khu rừng nhiệt đới, nơi mà vật chất hữu cơ còn sống và đã chết chiếm đến 50% lượng cacbon.

Tại sao sự khác biệt lại lớn như vậy? Trong các khu rừng taiga, phần lớn các thực vật chết được phân hủy bởi nấm và vi khuẩn, và quá trình này diễn ra rất chậm. Cần nhiều thập kỷ để những thân cây lớn đã chết hoàn toàn phân hủy. Vì vậy, rừng tích tụ được một lượng lớn vật chất hữu cơ chết như gỗ mục, lá rụng và mùn trong đất. Ngược lại, ở các khu rừng nhiệt đới, một phần lớn lá rụng và gỗ chết bị các loài động vật, đặc biệt là mối, ăn và phân hủy nhanh hơn. Điều này làm cho quá trình phân hủy diễn ra nhanh hơn và giảm lượng vật chất hữu cơ chết có trong hệ sinh thái, làm giảm lượng cacbon tích trữ từ phần này.

Hình 2.3.14

Nếu đất có màu đen, nó chứa rất nhiều carbon



Ngân sách carbon

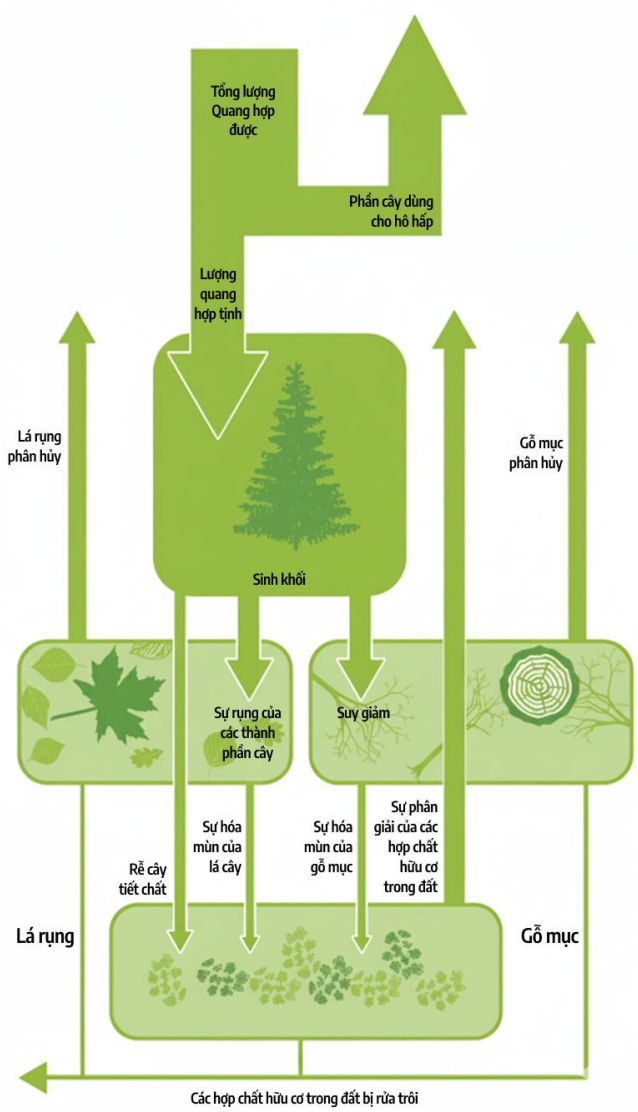
Bây giờ, khi chúng ta đã hiểu về **các bể chứa cacbon** trong hệ sinh thái rừng, hãy cùng tìm hiểu cách các bể này liên kết với nhau và với khí quyển như thế nào (xem Hình 2.3.15). Các nhà khoa học gọi hệ thống liên kết này là ngân sách cacbon, vì nó giống như ngân sách tài chính của một quốc gia, một công ty hoặc một gia đình. Lượng cacbon hấp thụ vào (giống như thu nhập) cần được cân đối với lượng cacbon thải ra (giống như chi tiêu).

Trong hệ sinh thái rừng, quang hợp là "khoản thu nhập" duy nhất. Nhờ quang hợp, cây xanh tạo ra chất hữu cơ từ CO_2 trong không khí. Chính cây là những "người tiêu dùng" đầu tiên của chất hữu cơ này: gần một nửa được cây sử dụng cho quá trình hô hấp khiến một phần cacbon quay trở lại khí quyển. Phần còn lại gọi là quang hợp tịnh – tức là lượng chất hữu cơ thực sự được giữ lại để nuôi lớn cây, góp phần làm tăng sinh khối thực vật.

Trong rừng có rất nhiều sinh vật sống nhờ vào cây cối Sâu bướm và côn trùng ăn lá cây. Chim và các loài gặm nhấm thu nhặt quả và hạt. Các loài thú móng guốc thì ăn cỏ và các cành non.

Hình 2.3.15

Ngân sách carbon của cây





Ở các khu rừng taiga và ôn đới, phần lớn cây cối chết một cách tự nhiên (khi cây héo úa và chết hoặc khi rụng lá, rụng cành nhỏ) rồi được nấm và vi khuẩn phân hủy (xem Hình 2.3.16). Quá trình này giúp bổ sung lượng cacbon trong gỗ chết và thảm mục.

Khi nấm và vi khuẩn hô hấp, cacbon trong lá rụng và chất hữu cơ do rễ cây tiết ra kết hợp với oxy và trở lại không khí dưới dạng khí CO_2. Quá trình này xảy ra khi gỗ chết và lá rụng phân hủy. Một phần nhỏ trong lượng vật chất này được chuyển thành mùn và bổ sung cho lượng cacbon trong đất (quá trình này gọi là mùn hóa). Cacbon cũng được đưa vào đất từ các cây sống dưới dạng các chất hữu cơ tiết ra từ rễ.

Chất hữu cơ trong đất cũng được nấm và vi khuẩn phân hủy, đồng thời giải phóng khí CO_2 vào không khí. Một phần cacbon bị cuốn trôi ra khỏi hệ sinh thái theo dòng nước ngầm và nước mặt - bạn chắc hẳn đã từng thấy lá rụng mùa thu bị nước suối trong rừng cuốn trôi đi.

Những khu rừng có nhiều cây trưởng thành và cây già hấp thụ lượng khí CO_2 từ không khí bằng đúng lượng khí CO_2 mà chúng thải ra. Các bể chứa cacbon trong những khu rừng này giữ ở mức ổn định theo thời gian. Chúng giống như những bể bơi đầy nước, không thể chứa thêm nữa, chỉ khác là bể này chứa cacbon thay vì nước. Nhưng điều đó không có nghĩa là rừng trưởng thành không góp phần điều hòa thành phần khí trong không khí. Ý chính là những khu rừng này không còn hấp thụ cacbon tích cực nữa mà trở thành nơi lưu giữ cacbon đã được "cất trữ", tức là cacbon không còn góp phần làm hiệu ứng nhà kính.

Ngân sách cacbon của rừng non, đang phát triển khác với rừng trưởng thành. Rừng non tích tụ cacbon, lấy cacbon ra khỏi không khí. Cacbon này được tích lũy trong các bể chứa. Vì vậy, chỉ có rừng non mới xứng đáng được gọi là "phổi xanh" của hành tinh.

Hình 2.3.16 Nấm hỏa phân hủy gỗ chết và giải phóng carbon trở lại khí quyển.



Sự khác biệt trong tác động của rừng đối với bầu khí quyển

Chúng ta đã biết rừng non và rừng già hoạt động khác nhau như thế nào: rừng non đang phát triển hấp thụ khí CO_2 từ không khí, giúp bù đắp một phần lượng khí này do việc đốt than, khí đốt và dầu mỏ thải ra. Rừng già chứa một lượng lớn cacbon dưới dạng đã gắn kết, ngăn không cho cacbon đó biến thành khí CO_2 góp phần vào hiệu ứng nhà kính. Vì vậy, nếu muốn dùng rừng để ngăn chặn biến đổi khí hậu, chúng ta cần: 1) trồng rừng mới ở những nơi chưa từng có rừng; 2) bảo vệ và chăm sóc tốt các khu rừng hiện có.

Ở các nước phát triển với nền kinh tế tiên tiến (như Hoa Kỳ, các nước Liên minh châu Âu, Canada, Nga và một số nước khác), có nhiều khu rừng non hấp thụ khí CO_2 từ không khí và ít bị đe dọa bị phá hủy vì hoạt động công nghiệp của con người. Nhiều nước trong số này cũng khuyến khích các chủ đất trồng thêm rừng.

Bởi vì các khu rừng taiga và ôn đới phát triển và hấp thụ carbon qua nhiều thập kỷ và đôi khi là hàng trăm năm, nên carbon hiện nay đang được tích lũy nhờ việc tái tạo lại rừng ở nhiều nơi, nơi mà diện tích rừng đã bị giảm mạnh trong quá trình công nghiệp hóa vào thế kỷ trước. Việc phục hồi rừng thông dọc theo bờ biển Thái Bình Dương của Canada là một ví dụ điển hình cho điều này.

Vào đầu thế kỷ 20, khu vực này được bao phủ bởi những khu rừng lá kim lớn với cây thông Douglas và cây tuyết tùng đỏ, có những cây cao tới 80–90 mét. Đến giữa thế kỷ 20, các khu rừng này đã bị chặt phá, và hiện nay vẫn còn thấy những gốc cây khổng lồ bị đốn, có đường kính hơn hai mét (xem Hình 2.3.17). Kể từ đó, nhờ các luật bảo vệ môi trường nghiêm ngặt được ban hành ở Canada, rừng đã được phục hồi lại ở những vùng từng bị khai thác.

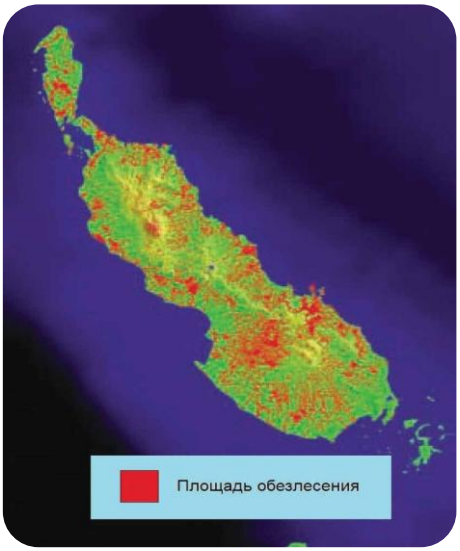
Hình 2.3.17

Gốc cây khổng lồ này ở British Columbia (Canada) - dấu tích của thời khai thác gỗ ồ ạt đầu thế kỷ 20.



Hình 2.3.18

Mất độ che phủ rừng trên đảo Bougainville (Papua New Guinea), giai đoạn 1972–2002



Tình hình lại hoàn toàn khác ở các quốc gia đang phát triển, đặc biệt là ở Nam Mỹ, Đông Nam Á và Châu Đại Dương. Với sự gia tăng dân số và phát triển kinh tế, các nước này luôn cần thêm đất cho nông nghiệp, nhà máy, thành phố, thị trấn và đường xá. Đất này chủ yếu được lấy từ việc phá rừng nhiệt đới, trong khi rừng mới để hấp thụ khí CO_2 thì lại không được trồng thêm. Một bức ảnh chụp tại khu bảo tồn đa dạng sinh học quốc gia Dong Hua Sao ở Lào (xem Hình 2.3.19) cho thấy sự bắt đầu của việc phá rừng vào năm 2022. Người dân sống gần khu bảo tồn này đã báo cáo về việc cây cối bị chặt phá và đất đai bị đốt để chuẩn bị trồng cây sắn.

Nạn phá rừng đang diễn ra rất nhanh ở một số khu vực nhiệt đới. Ở Papua New Guinea, diện tích rừng nhiệt đới bị mất mỗi năm lên tới 1,4%. Nguyên nhân chính là do khai thác gỗ trái phép, chiếm khoảng 70-80% tổng lượng gỗ xuất khẩu. Từ năm 1972 đến 2002, nước này đã mất hơn 5 triệu hecta rừng, chỉ đứng sau Brazil và Indonesia trong số các nước nhiệt đới (xem Hình 2.3.18). Do đó, lượng khí nhà kính phát thải từ việc phá rừng ở Papua New Guinea đã tăng gấp hơn hai lần trong vòng 30 năm này. Nhờ các nỗ lực bảo tồn rừng mưa nhiệt đới, tốc độ phá rừng gần đây đã giảm xuống còn khoảng 0,5% mỗi năm.

Khoảng 10% lượng khí CO_2 do con người thải vào khí quyển hiện nay đến từ việc phá rừng nhiệt đới. Chương trình REDD+ (Giảm phát thải từ mất rừng và suy thoái rừng) của Liên Hợp Quốc là một bước tiến hướng tới xây dựng hệ thống toàn cầu nhằm giảm phát thải khí nhà kính do phá rừng ở các nước đang phát triển. Nhiều dự án hợp tác song phương cũng đang được triển khai để bảo vệ rừng nhiệt đới, ví dụ như các thỏa thuận giữa Brazil và Na Uy, hay giữa Úc và Indonesia. Một số nước đang phát triển như Trung Quốc, Ấn Độ và Costa Rica cũng có chương trình riêng để tăng diện tích rừng. Tuy nhiên, nhìn chung, việc phát thải nhanh chóng lượng cacbon từ việc phá rừng nhiệt đới vẫn là một mối lo ngại lớn.

Hình 2.3.19 Phá rừng trong khu bảo tồn tại Lào



Sự biến mất của những khu rừng nhiệt đới

Rừng mưa nhiệt đới là một trong những hệ sinh thái quan trọng nhất trên Trái Đất. Đây là nơi có hệ sinh thái đa dạng loài phong phú nhất. Rừng nhiệt đới cung cấp gỗ, thực phẩm và nguyên liệu thô cho sản xuất thuốc. Chúng cũng đóng vai trò rất quan trọng trong việc điều hòa khí hậu toàn cầu. Sự biến mất của rừng nhiệt đới dẫn đến mất lớp đất mặt màu mỡ, mất đa dạng sinh học và phá vỡ sự cân bằng sinh thái trên các khu vực rộng lớn của hành tinh.

Mặc dù đã có nhiều nỗ lực, rừng nhiệt đới vẫn đang tiếp tục biến mất nhanh chóng ở Nam Mỹ, Đông Nam Á và châu Phi. Trong giai đoạn 2005–2010, Nam Mỹ đã mất khoảng 3,6 triệu hecta rừng và châu Phi mất khoảng 3,4 triệu hecta. Riêng Đông Nam Á đã mất tới 32 triệu hecta rừng trong vòng 20 năm, từ 1990 đến 2010. Hiện nay, rừng mưa nhiệt đới chỉ còn bao phủ khoảng 5% diện tích bề mặt Trái Đất – so với 12% cách đây 100 năm. Mỗi năm, một diện tích rừng lớn hơn cả nước Anh (130.000 km^2) đang bị chặt hạ hoặc đốt cháy.

Một tín hiệu đáng mừng là từ năm 2010, tốc độ mất rừng đã giảm và diện tích rừng toàn cầu nhìn chung có xu hướng tăng lên. Nhờ các sáng kiến của chính phủ và các thỏa thuận quốc tế, nạn phá rừng ở Amazon đã giảm mạnh trong giai đoạn 2004–2015. Đồng thời, rừng cũng bắt đầu phục hồi ở châu Âu, khu vực Á-Âu, Đông Nam Á và Bắc Mỹ. Tuy vậy, việc duy trì tốc độ phá rừng thấp vẫn là một thách thức lớn, nhất là khi trong 4 năm gần đây, nạn phá rừng lại gia tăng trở lại ở Amazon và nhiều nơi khác.

Một trong những nguyên nhân chính gây mất rừng là việc chuyển đổi rừng thành đất nông nghiệp để đáp ứng nhu cầu lương thực cho dân số thế giới ngày càng tăng. Rừng mưa nhiệt đới thường bị chặt phá để làm đồn điền trồng cây công nghiệp như cọ dầu, đậu nành, ca cao, cao su và cà phê, hoặc để chăn nuôi gia súc. Ngoài ra, hoạt động khai thác mỏ không kiểm soát cũng đang đe dọa nghiêm trọng rừng nhiệt đới ở Nam Mỹ. Tất cả những nguyên nhân này đang góp phần hủy hoại những khu rừng đa dạng sinh học nhất hành tinh – nơi sinh sống của nhiều loài quý hiếm như báo đốm, lười, đười ươi, chim tu-căng và vượn cáo. Việc tàn phá rừng trên diện rộng có thể gây ra hậu quả nghiêm trọng trên toàn thế giới và rất khó để khắc phục. Nếu chỉ chặt cây ở một khu vực nhỏ, rừng có thể mọc lại sau vài năm. Nhưng nếu phá rừng trên một vùng rộng lớn, có thể rừng sẽ không bao giờ mọc lại được: mưa lớn sẽ cuốn trôi các chất dinh dưỡng trong đất, còn ánh nắng mặt trời sẽ làm khô và cháy lớp đất mặt, khiến nơi đó chỉ còn cỏ dại mọc lên.



Chúng ta có thể làm gì để bảo vệ rừng? Trước hết, các nước đang phát triển có diện tích rừng nhiệt đới lớn (chủ yếu là Peru, Ecuador, Indonesia) cùng với Brazil cần được khuyến khích phát triển các hoạt động kinh tế khác mà không phá rừng. Nếu không, việc chặt phá cây sẽ tiếp tục để phục vụ khai thác mỏ và sản xuất lương thực.

Các chính sách khuyến khích kinh tế và quy định pháp luật có thể giúp giảm phá rừng và ngăn ngừa mất rừng. Brazil đã đạt được nhiều thành công trong việc giảm phá rừng ở khu vực Amazon vào cuối những năm 2000 và đầu những năm 2010. Những thành công này nhờ có các luật bảo vệ môi trường, Bộ luật Rừng mới, việc giám sát chặt chẽ hoạt động đốt rừng và khai thác gỗ bất hợp pháp, cũng như lệnh tạm ngừng mở rộng trồng đậu nành tại Amazon. Tuy nhiên, gần đây việc phá rừng ở khu rừng nhiệt đới lớn nhất thế giới lại tăng mạnh trở lại do việc thực thi pháp luật chưa hiệu quả. Tình trạng tương tự cũng xảy ra ở Indonesia, nơi đã có tiến bộ trong việc giảm phá rừng nhờ lệnh tạm ngừng mở rộng đồn điền dầu cọ, nhưng kết quả này chưa thực sự bền vững vì việc

Cách quản lý số dư cacbon của rừng và giúp rừng thích ứng với biến đổi khí hậu

Số dư cacbon của rừng phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó quan trọng nhất là hoạt động của con người, thiên tai (cháy rừng, dịch bệnh, v.v.) và biến đổi khí hậu. số dư cacbon của rừng có thể được quản lý bằng cách giảm khai thác rừng lấy gỗ và phục vụ các mục đích khác, nhờ đó rừng sẽ hấp thụ nhiều cacbon hơn từ khí quyển.

Một dự án ở vùng Viễn Đông của Nga nhằm ngăn chặn việc khai thác gỗ quy mô lớn trong các khu rừng tuyết tùng và rừng lá rộng thuộc lưu vực sông Bikin, nơi chỉ người dân địa phương được phép khai thác gỗ. Dự án khuyến khích người dân phát triển các hình thức quản lý rừng truyền thống, bao gồm thu hái hạt thông, quả mọng, nấm, dương xỉ và các loại thảo mộc.

Một dự án khác tại Lào nhằm ngăn chặn phá rừng và cải thiện công tác quản lý rừng, tập trung vào khu vực Trung Trường Sơn thuộc các tỉnh Salavan và Sekong cùng một phần lãnh thổ Việt Nam (Hình 2.3.20). Khu vực này là nơi có những cánh rừng nguyên sinh còn nguyên vẹn nhất châu Á với đa dạng sinh học đặc hữu cao, trong đó Khu Bảo tồn Quốc gia Xe Sap là điểm trọng tâm tại Lào. Chương trình cũng khuyến khích sự tham gia của cộng đồng nhằm đảm bảo lợi ích bền vững cho các cộng đồng phụ thuộc vào rừng.

Việc giảm thiểu thiệt hại do cháy rừng là rất quan trọng, phần lớn các vụ cháy xuất phát từ sự bất cẩn của con người như không dập tắt hoàn toàn lửa khi đi dã ngoại, vứt tàn thuốc lá lên lớp lá khô hoặc địa y, và đốt cỏ khô (xem Hình 2.3.21) — những hành động này gọi là “bất cẩn khi sử dụng lửa.” Tất cả chúng ta đều được cảnh báo bảo vệ rừng khỏi cháy, nhưng lời cảnh báo này càng trở nên cấp bách hơn trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Nếu bạn có thể nhắc nhở bạn bè không đốt cỏ hoặc phao bông mùa hè, và dập tắt lửa trại cẩn thận sau khi đi chơi rừng cùng gia đình, bạn đang góp phần bảo vệ rừng và ngăn chặn biến đổi khí hậu.

Hình 2.3.20

Phục hồi rừng ở CHDCND Lào



Hình 2.3.21

Cỏ khô cháy do con người đốt



Nói chung, các nhà khoa học phân biệt giữa thích ứng cho rừng tự nhiên và rừng do con người quản lý. Với rừng tự nhiên, thích ứng bao gồm các biện pháp bảo tồn, bảo vệ và phục hồi rừng. Còn với rừng quản lý, các biện pháp thích ứng bao gồm quản lý rừng bền vững, đa dạng hóa và điều chỉnh thành phần loài cây nhằm tăng khả năng phục hồi, đồng thời quản lý rủi ro gia tăng từ sâu bệnh và cháy rừng. Quản lý rừng là chiến lược phổ biến để đối phó với hạn hán, giảm nguy cơ cháy, duy trì cảnh quan đa dạng sinh học và tạo sinh kế cho người dân nông thôn. Việc phục hồi rừng tự nhiên và các vùng đất than bùn bị thoát nước. cùng với quản lý rừng bền vững, sẽ giúp tăng khả năng giữ và hấp thụ cacbon của rừng.

Theo báo cáo AR6 của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC), để rừng nhiệt đới thích ứng tốt hơn với biến đổi khí hậu, cần thực hiện nhiều giải pháp như: trồng xen nhiều loại cây khác nhau (ưu tiên cây bản địa), giảm các tác động tiêu cực như khai thác quá mức và ô nhiễm, trồng thêm rừng, bảo vệ đa dạng sinh học cả trong và ngoài khu vực rừng, và thúc đẩy các hình thức quản lý rừng có sự tham gia của cộng đồng, gắn với hệ sinh thái và nông – lâm kết hợp. Các chiến lược này không chỉ giúp tăng khả năng chống chịu với biến đổi khí hậu mà còn tăng hấp thụ cacbon, bảo tồn đa dạng sinh học cũng như cải thiện chất lượng nước.

Tuy nhiên, IPCC nhấn mạnh rằng để tăng khả năng chống chịu của rừng, các giải pháp thích ứng cần đi kèm với việc giảm các nguyên nhân gây ra mất rừng và suy thoái rừng. Điều này có thể thực hiện bằng cách chấm dứt các khoản trợ cấp gây hại, tăng cường thực thi pháp luật, nâng cao năng lực, công nhận quyền sử dụng đất và quyền lợi của người dân, cũng như đảm bảo sự tham gia đầy đủ của các bên liên quan. Đối với rừng nhiệt đới, cần xây dựng và thực hiện các chiến lược nhằm giải quyết tình trạng nông nghiệp công nghiệp, vốn thường phá rừng quy mô lớn mà không tính đến việc bảo vệ thiên nhiên.

Khả năng phục hồi của rừng cũng gắn liền với cách canh tác nông nghiệp của người dân địa phương. Những giải pháp đổi mới hướng đến canh tác bền vững, như tái chế các phụ phẩm nông nghiệp thành các sản phẩm có ích, có thể giúp giảm thiểu việc đốt rác thải, vốn dễ lan vào rừng. Đây cũng là giải pháp góp phần giảm ô nhiễm không khí.

CÂU HỎI

1. Rừng Taiga hay rừng phương Bắc là gì?
2. Rừng nhiệt đới có những loài cây nào?
3. Ranh giới giữa rừng và tundra đã thay đổi thế nào trong những thập kỷ gần đây, và vì sao?
4. Nếu nhiệt độ tăng 4°C trước cuối thế kỷ này, điều gì sẽ xảy ra với rừng?
5. Các hoạt động của con người ảnh hưởng như thế nào đến rừng?
6. Các bể chứa cacbon chính trong hệ sinh thái rừng là gì?
7. Cây có "thở" không?
8. Sinh vật nào phân hủy xác cây đã chết?
9. Rừng trưởng thành và rừng già có thể hấp thụ bớt khí CO_2 trong không khí không?
10. Vì sao rừng nhiệt đới đang mất dần lượng cacbon lưu trữ?
11. Những biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu nào (được đề cập trong chương này và các chương khác) được khuyến nghị để ứng phó với tác động của biến đổi khí hậu lên rừng châu Á?





BÀI TẬP

1

Thí nghiệm

Mục tiêu: Tìm hiểu những loài cây và cây bụi nào nhạy cảm nhất với sự ấm lên của khí hậu. Dụng cụ cần chuẩn bị: Cành cây (cắt trước khi cây ra lá), bình nước.

Cách tiến hành: Cắt vài cành từ nhiều loại cây và cây bụi khác nhau (như cây bạch dương, du, liễu, dương, phong). Đặt các cành này vào bình có nước và theo dõi chúng thường xuyên. Ghi lại quá trình chồi phát triển, thời điểm chồi nở và lá bắt đầu mọc. Đồng thời, theo dõi sự phát triển của chồi ngay trên cây ngoài trời. Sau khi cây ngoài trời bắt đầu ra lá, hãy lập bảng theo dõi và vẽ biểu đồ so sánh tốc độ phát triển của chồi và lá trong nhà và ngoài trời. Từ kết quả đó, xác định ba loài phản ứng nhanh nhất với môi trường ấm hơn – tức là những loài có chồi và lá phát triển sớm nhất trong điều kiện ấm áp.

2

Thí nghiệm

Mục tiêu: Tìm hiểu loài cây nào trong gỗ chứa nhiều carbon hơn.

Dụng cụ: Các mẫu gỗ của nhiều loại cây khác nhau (sồi, thông, bạch dương, aspen và các loại khác), thước đo, cân.

Cách tiến hành: Đo kích thước từng miếng gỗ để tính thể tích (dài × rộng × cao), sau đó cân trọng lượng từng miếng. Lấy trọng lượng chia cho thể tích để tính ra trọng lượng (gram) của một miếng gỗ có kích thước 1 cm^3. Tiếp theo, lấy kết quả đó chia đôi để tính lượng carbon có trong miếng gỗ. Thảo luận kết quả và xác định loài cây nào chứa nhiều carbon nhất trong gỗ. Từ đó, có thể đánh giá loài cây nào thích hợp để trồng nhằm giảm hiệu ứng nhà kính.

3

Thí nghiệm
Mục tiêu: So sánh lượng oxy và khí carbon dioxide mà cây phát ra khi có ánh sáng và khi không có ánh sáng.

Dụng cụ:
- Hai bình thủy tinh lớn có nắp đậy kín, bên trong chứa nước khoảng 1/3 thể tích bình
- Cành cây có lá to
- Que diêm
- Que thử lửa

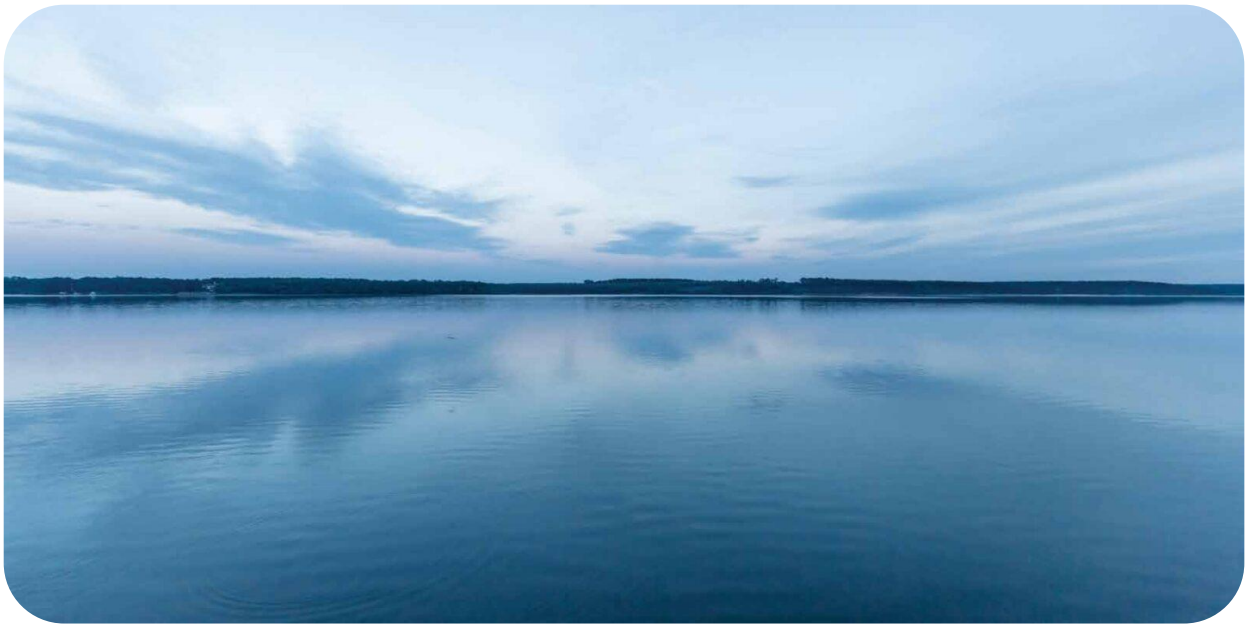
Cách tiến hành:
Cho một cành cây vào mỗi bình rồi đậy kín nắp lại. Đặt một bình ở nơi ấm áp và có ánh sáng, bình còn lại được phủ kín bằng khăn để không có ánh sáng chiếu vào. Sau một hoặc hai ngày, lấy que thử lửa đã được châm lửa ra gần miệng từng bình ngay khi mở nắp. Quan sát xem ngọn lửa cháy mạnh hơn ở bình nào, chú ý phản ứng của ngọn lửa khi gặp khí trong bình trước khi khí bị khuếch tán ra ngoài.



2.4 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến tài nguyên nước như thế nào

Nước trong thế giới tự nhiên

Nước là một chất đặc biệt trong vô số hợp chất hóa học có trên Trái Đất. Nước chảy ra từ vòi, trong ấm nước ta đun sôi, lấp đầy các con sông, hồ, biển và đại dương của chúng ta.



Nước có thể tồn tại ở ba trạng thái khác nhau: rắn, lỏng và khí. Ở nhiệt độ bình thường, nước ở dạng lỏng. Khi trời lạnh dưới 0°C, nước đóng băng thành đá, đó là trạng thái rắn. Còn khi đun sôi ở 100°C, nước bốc hơi và trở thành hơi nước, tức là ở trạng thái khí. Điều thú vị là trong các đám mây mà ta nhìn thấy trên bầu trời, nước thường tồn tại cùng lúc ở cả ba trạng thái này. Chính điều đó tạo nên các hình dạng khác nhau của mây.

Hình 2.4.1 Mây dạ quang ở Thuỵ Điển

Mây dạ quang là một hiện tượng khí quyển đẹp mắt. Chúng xuất hiện ở độ cao từ 76–85 km so với mặt đất và được tạo thành hoàn toàn từ các tinh thể băng – yếu tố tạo nên vẻ ngoài kỳ ảo của chúng. Mây dạ quang chỉ có thể quan sát được vào ban đêm tại các vùng gần cực, khi mặt trời đã khuất dưới đường chân trời nhưng vẫn còn chiếu sáng gián tiếp khiến những đám mây này phát sáng trên bầu trời đêm.

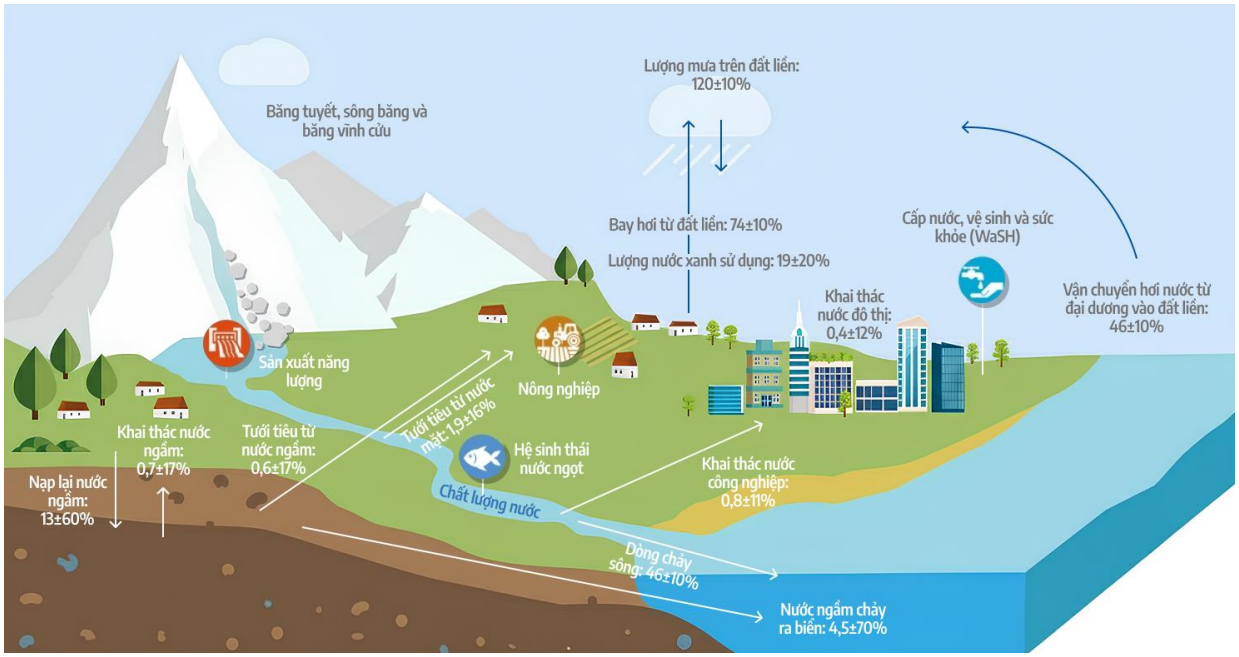


Ngành khoa học nghiên cứu về nước được gọi là **thủy văn học.** Người ta cho rằng những nghiên cứu thủy văn đầu tiên đã được thực hiện cách đây khoảng 5.000 năm bởi người Ai Cập cổ đại trên sông Nile: họ đo mực nước lũ theo mùa bằng cách đánh dấu trên tường các công trình, các tảng đá hoặc các bậc thang dẫn xuống sông.

Nếu Trái Đất không có nước, sự sống sẽ không thể tồn tại. Nhiều loài thực vật và động vật có cơ thể chứa phần lớn là nước. Ví dụ, trung bình cơ thể con người có khoảng 60% là nước. Tỷ lệ này thay đổi theo độ tuổi: cơ thể trẻ sơ sinh có tới 86% là nước, trong khi ở người cao tuổi chỉ còn khoảng 50%. Vì vậy, việc uống đủ nước mỗi ngày là rất quan trọng. Con người có thể sống không ăn trong khoảng một tháng, nhưng nếu không có nước, chỉ có thể tồn tại từ ba đến mười ngày.

Nước trên Trái Đất luôn vận động và luân chuyển không ngừng dưới nhiều dạng khác nhau, tạo thành vòng tuần hoàn nước. Vòng tuần hoàn này (Hình 2.4.2) mô tả quá trình nước lưu thông giữa đại dương, khí quyển và đất liền. Nước rơi xuống dưới dạng mưa hoặc tuyết, chảy qua các con sông và suối, rồi bốc hơi trở lại khí quyển hoặc thoát ra từ lá cây. Chu trình này chịu ảnh hưởng bởi cả các yếu tố khí hậu và phi khí hậu.

Hình 2.4.2 Vòng tuần hoàn nước, bao gồm cả những can thiệp trực tiếp của con người





Tất cả các phần trong vòng tuần hoàn nước trên Trái Đất mà con người đang khai thác hoặc có thể khai thác đều được gọi là tài nguyên nước. Điều này bao gồm nước trong sông, hồ, kênh rạch, hồ chứa, biển và đại dương, nước ngầm, hơi ẩm trong đất, băng tuyết ở các dãy núi và hai cực, thậm chí cả hơi nước trong không khí.

Hơn 97% lượng nước trên hành tinh nằm ở các đại dương và biển – đó là nước mặn, không thể dùng để uống. Chỉ dưới 1% lượng nước trên Trái Đất là nước ngọt tồn tại ở sông, hồ, suối và các nguồn nước mặt khác. Con số này nghe có vẻ rất nhỏ, nhưng thực ra còn có một nguồn nước ngọt khổng lồ khác nằm ở băng và tuyết tại Nam Cực và Greenland. Nguồn nước đóng băng này chiếm khoảng 2% tổng lượng nước trên thế giới, tức là gấp gần tám lần lượng nước ngọt có trong tất cả sông hồ cộng lại.

Vì vậy, bảo vệ các nguồn dự trữ nước ngọt này là một trong những nhiệm vụ môi trường cấp thiết nhất hiện nay, bởi nếu không có đủ nước ngọt, con người sẽ không thể sống còn.

Biến đổi khí hậu cùng với nhu cầu ngày càng tăng về thực phẩm và vệ sinh do dân số thế giới không ngừng tăng đã gây ra tình trạng thiếu nước ở nhiều quốc gia. Từ đầu thế kỷ 20, dân số thế giới đã tăng từ 1,6 tỷ lên hơn 8 tỷ người. Sự bùng nổ dân số, thay đổi lối sống và việc mở rộng sản xuất nông nghiệp đã góp phần làm tăng nhu cầu sử dụng nước tại hầu hết các quốc gia. Hiện khoảng 70% lượng nước ngọt được dùng để tưới tiêu cho các cánh đồng trồng trọt. Các chuyên gia Liên Hợp Quốc dự đoán đến năm 2050, gần 90% nguồn nước ngọt trên thế giới sẽ được dùng cho sản xuất lương thực.





Các chuyên gia cũng chỉ ra sự phân bố không đồng đều của nước uống trên các châu lục: châu Á chiếm 60% dân số thế giới nhưng chỉ có khoảng một phần ba nguồn nước trên hành tinh. Theo Tổ chức Y tế Thế giới (WHO), năm 2020 có khoảng 1/4 dân số thế giới không tiếp cận được nguồn nước sạch an toàn tại nhà, và gần một nửa dân số toàn cầu thiếu các dịch vụ vệ sinh đảm bảo, phần lớn trong số đó ở châu Phi.

Mục tiêu số 6 trong 17 Mục tiêu Phát triển Bền vững của Liên Hợp Quốc, được thông qua vào tháng 9 năm 2015, tập trung vào nước sạch và vệ sinh, với một trong những mục tiêu là "đến năm 2030, tất cả mọi người được tiếp cận một cách phổ cập và công bằng với nguồn nước uống an toàn và nằm trong khả năng chi trả."

Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến tài nguyên nước như thế nào?

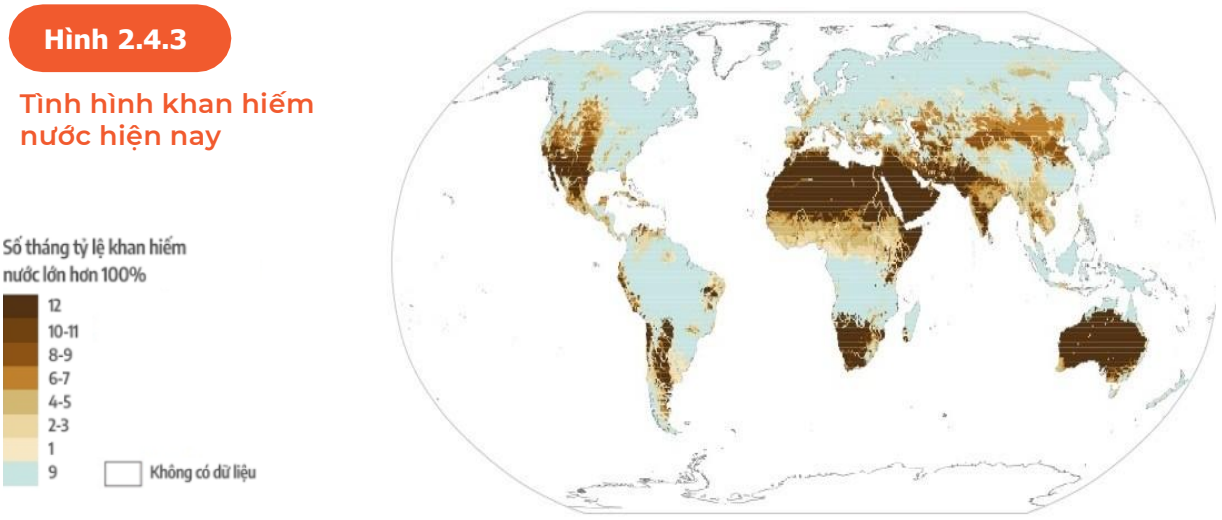
Tất cả các nguồn nước ngọt trên Trái Đất (như sông, hồ, đầm lầy, tuyết, sông băng, nước ngầm) đều gắn bó chặt chẽ với khí hậu. Ở một mức độ nào đó, khí hậu quyết định sự hình thành và phân bố của các nguồn nước này, dù mỗi nguồn còn chịu tác động từ nhiều yếu tố tự nhiên khác.

Chúng ta đã biết rằng hiện tượng Trái Đất ấm lên đang làm gia tăng tần suất của những trận mưa lớn ở nhiều nơi trên thế giới, dẫn đến nguy cơ lũ lụt nghiêm trọng. Trong khi đó, ở những khu vực khác, lượng mưa dự kiến sẽ giảm đi, khiến tình trạng hạn hán khốc liệt xảy ra thường xuyên hơn. Thật đáng lo ngại, những vùng vốn đã ẩm ướt sẽ càng ẩm ướt hơn, còn các khu vực khô hạn, đặc biệt là ở trung tâm các châu lục, sẽ ngày càng bị ảnh hưởng nặng nề bởi hạn hán.

Các nhà khoa học cho biết biến đổi khí hậu sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến nguồn tài nguyên nước, gây ra tình trạng thiếu nước tại các khu vực khô hạn trên thế giới, đặc biệt là các quốc gia vùng Địa Trung Hải, miền tây Hoa Kỳ, miền nam châu Phi và vùng đông bắc Brazil. Họ gọi sự chênh lệch giữa nhu cầu sử dụng nước ngọt và lượng nước sẵn có là tình trạng khan hiếm nước. Ước tính rằng khoảng một nửa dân số thế giới, tức khoảng 4 tỷ người, đang sống trong điều kiện khan hiếm nước nghiêm trọng ít nhất một tháng mỗi năm (Hình 2.4.3). Gần một nửa trong số này sinh sống tại Ấn Độ và Trung Quốc. Mặc dù những khu vực này vốn đã khô hạn, nhưng tác động của con người đến khí hậu đang tiếp tục làm suy giảm nguồn nước tại những nơi này cũng như ở nhiều khu vực khác trên toàn cầu. Nếu nhiệt độ Trái Đất tăng thêm 2°C, dự báo sẽ có từ 800 triệu đến 3 tỷ người phải sống trong tình trạng thiếu nước thường xuyên do hạn hán. Nếu nhiệt độ tăng đến 4°C, con số này có thể lên tới khoảng 4 tỷ người, chỉ tính riêng tác động của biến đổi khí hậu, với giả định dân số thế giới vẫn giữ nguyên như hiện nay.

Hình 2.4.3

Tình hình khan hiếm nước hiện nay

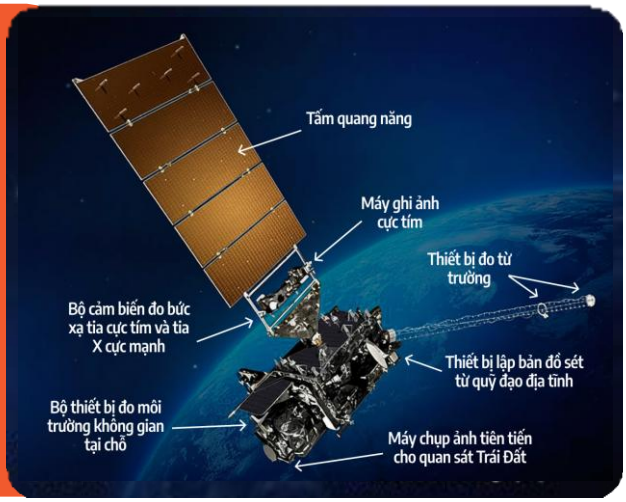


Lưu ý: Khan hiếm nước được hiểu là tình trạng mất cân đối giữa nhu cầu sử dụng nước ngọt và lượng nước sẵn có. Vì vậy, khi nói đến các khu vực bị thiếu nước, người ta thường chỉ ra khoảng thời gian mà mức độ khan hiếm nước vượt quá 100%.

Biến đổi khí hậu cũng sẽ ảnh hưởng đáng kể đến sông băng và tuyết phủ. Các vệ tinh thời tiết (hình 2.4.4) cho thấy diện tích phủ tuyết ở Bắc bán cầu đã giảm đáng kể trong 45 năm qua. Sự giảm tuyết phủ rõ rệt nhất ở các khu vực núi cao đã được quan sát thấy ở vùng Tây Bắc Hoa Kỳ và dãy Alps của Thụy Sĩ, chủ yếu ở độ cao thấp.

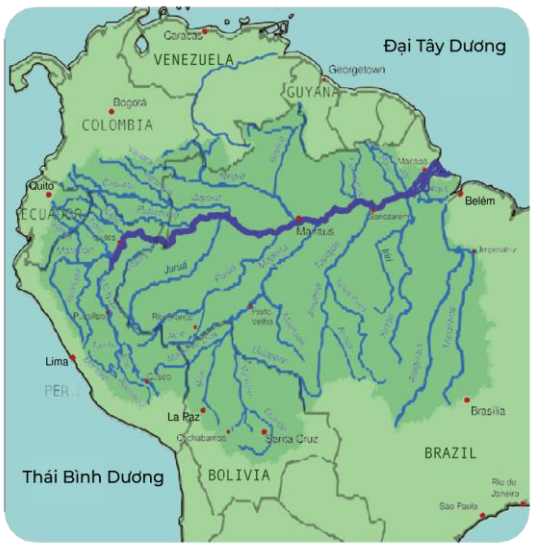
Hình 2.4.4 Vệ tinh thời tiết của Hoa Kỳ thuộc cơ quan vệ tinh khí tượng

Các **vệ tinh thời tiết** được phóng vào quỹ đạo quanh Trái Đất để thu thập dữ liệu khí tượng, phục vụ cho việc dự báo thời tiết và quan sát khí hậu. Ngoài ra, còn có các loại vệ tinh khác dùng để truyền tín hiệu truyền hình, vận hành hệ thống định vị phương tiện và nhiều chức năng khác.



Sự thay đổi về lượng mưa, chu trình mưa, băng tan ở các dãy núi và hiện tượng Trái Đất ấm lên nói chung đang làm thay đổi lượng nước chảy trong các con sông. Dòng chảy của sông vốn thay đổi theo mùa, nhưng hiện nay, những quy luật lâu dài cũng đang bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu. Những thay đổi này có thể gây ra lũ lụt lớn làm ngập các khu dân cư ven sông, hoặc ngược lại khiến lòng sông khô cạn. Ở các vùng khí hậu ôn đới, sông hiện đóng băng muộn hơn và tan băng sớm hơn. Những biến đổi này cần được cân nhắc trong quy hoạch kinh tế, vì sông đóng vai trò rất quan trọng đối với nền kinh tế của nhiều quốc gia. Chúng là các tuyến huyết mạch để vận chuyển hàng hóa và hành khách, là nguồn cung cấp thủy điện, cũng như là các hồ chứa nước ngọt dùng cho sinh hoạt và tưới tiêu.

Hình 2.4.5 Sông Amazon ở Nam Mỹ có lưu vực sông lớn nhất thế giới, với diện tích lên tới bảy triệu km²

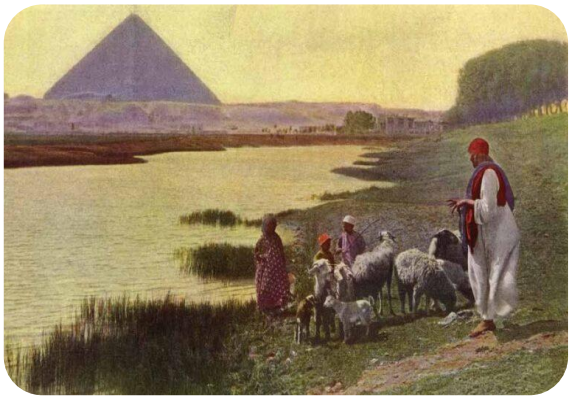




LƯU VỰC SÔNG

là một khu vực đất mà tất cả nước trên bề mặt và nước ngầm trong khu vực đó đều chảy về cùng một vùng nước lớn, bao gồm cả các nhánh sông nhỏ đổ vào.

Hình 2.4.6 Sông Nile là con sông dài nhất thế giới



Hình 2.4.7 Hồ Baikal là hồ nước ngọt lớn nhất thế giới



Hệ thống sông Mê Kông

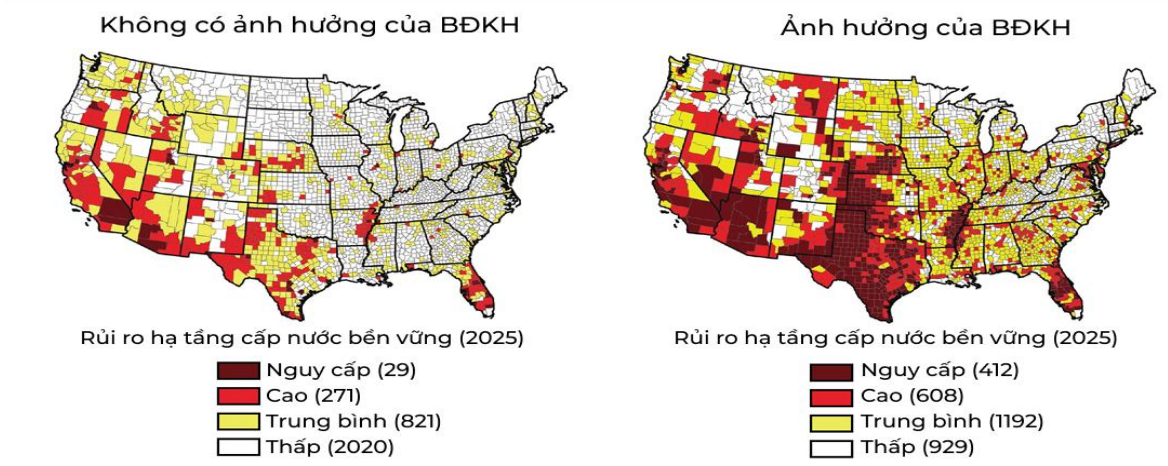
Lưu lượng nước giảm, mùa mưa đến muộn hơn và việc tích trữ nước sau các đập thủy điện đã gây ra nhiều vấn đề nghiêm trọng cho hệ thống sông Mê Kông. Những vấn đề này ảnh hưởng đến các cộng đồng địa phương, đa dạng sinh học, môi trường và nền kinh tế khu vực, đặc biệt là đồng bằng sông Cửu Long đang ngày càng trở nên dễ bị tổn thương trước tình trạng xâm nhập mặn và mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu. Trong ba năm gần đây, lưu lượng sông đã giảm xuống mức thấp nhất trong 60 năm, ảnh hưởng đến ngành đánh bắt cá, nông nghiệp và sinh kế của người dân.



Các chuyên gia cho rằng nguyên nhân chính là các công trình thủy lợi (như đập thủy điện) làm giảm lượng nước chảy xuống hạ lưu, biến đổi khí hậu khiến lượng mưa giảm và nhiệt độ tăng, cùng với hiện tượng El Niño ngày càng rõ rệt. Điều này đã khiến khoảng 73.900 hộ gia đình ở đồng bằng sông Cửu Long gặp khó khăn trong việc tiếp cận nước ngọt do tình trạng nhiễm mặn, cho thấy sự cần thiết và cấp bách trong việc quản lý nước tốt hơn và hành động ứng phó với BĐKH.

Quốc gia có nguồn nước ngọt lớn nhất thế giới là Brazil (vì có dòng sông lớn nhất thế giới, sông Amazon, chảy qua lãnh thổ của nước này), tiếp theo là Nga và Canada. Tuy nhiên, sự phân bố nguồn nước ngọt trên thế giới là rất không đồng đều. Ngay cả ở những quốc gia có nguồn nước dồi dào như Brazil hay Nga cũng có những vùng đang phải đối mặt với tình trạng thiếu nước (Hình 2.4.9). Sự "bất công" tự nhiên này sẽ ngày càng rõ nét hơn theo thời gian do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu: những khu vực vốn đã thiếu nước sẽ càng trở nên khô hạn hơn nữa (Hình 2.4.3 và 2.4.8)

Hình 2.4.8 Dự báo sự suy giảm nguồn cung cấp nước tại các địa hạt ở Hoa Kỳ: (a) không tính đến tác động của biến đổi khí hậu và (b) có tính đến các tác động dự kiến từ biến đổi khí hậu.



Hình 2.4.9 Tình trạng thiếu nước đã là một vấn đề ở miền Nam nước Nga





Làm thế nào để giảm thiểu rủi ro và tăng cường khả năng thích ứng?

Cho đến gần đây, những người chịu trách nhiệm quản lý nguồn nước chưa nhận ra rằng biến đổi khí hậu sẽ buộc họ phải xem xét lại toàn bộ hệ thống quản lý tài nguyên nước. Nếu không có các biện pháp thích hợp được thực hiện kịp thời, thiệt hại do hạn hán nghiêm trọng, lũ lụt hoặc suy giảm nguồn nước ngọt có thể rất lớn. Các nhà khoa học nhận thấy rằng việc thích ứng với các rủi ro và tác động liên quan đến nước chiếm phần lớn các biện pháp thích ứng được ghi nhận trên toàn thế giới, và họ đề xuất nhiều giải pháp đa dạng.

Điều đầu tiên cần làm là cải thiện dự báo thời tiết để giúp dự đoán trước các hiện tượng thời tiết cực đoan có thể xảy ra.

Thứ hai, các giải pháp công nghệ và kỹ thuật có thể giúp giảm rủi ro cho con người và các công trình, từ việc xây dựng các đập và hồ chứa dọc theo các con sông để điều tiết dòng chảy, đến việc tạo dựng các công trình bảo vệ dọc bờ sông nhằm bảo vệ cộng đồng khỏi lũ lụt nghiêm trọng.

Thứ ba, cần cải thiện hệ thống quản lý nước và thay đổi thói quen tiêu dùng để giảm lượng nước sử dụng. Điều này có thể thực hiện bằng cách thu gom nước mưa hoặc sử dụng lại nước cho nhiều mục đích khác nhau. Các thiết bị chuyên dụng để chuyển nước mặn thành nước ngọt qua công nghệ khử muối cũng rất tiềm năng (Hình 2.4.10). Quan trọng nhất là chúng ta phải nhớ sử dụng nước một cách tiết kiệm và hiệu quả.

Hình 2.4.10 Một nhà máy khử mặn nước biển tại Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất



Thứ tư, chúng ta có thể áp dụng rộng rãi hơn các giải pháp dựa vào thiên nhiên để thích ứng với tình trạng thiếu nước do biến đổi khí hậu gây ra. Các giải pháp này tận dụng các quá trình tự nhiên nhằm tăng nguồn nước và cải thiện chất lượng nước, đồng thời giảm thiểu rủi ro từ các thảm họa về nước, đồng thời góp phần bảo vệ đa dạng sinh học. Ví dụ như sử dụng các hệ sinh thái tự nhiên hoặc bán tự nhiên như vùng đất ngập nước và các hệ sinh thái nước ngọt khỏe mạnh để cung cấp nước sạch, điều hòa lũ lụt, nâng cao chất lượng nước và kiểm soát xói mòn. Các thành phố như New York và Copenhagen đã tích hợp các kế hoạch đầu tư quy mô lớn với các giải pháp dựa vào thiên nhiên trong quy hoạch đô thị để ứng phó với các trận mưa cực đoan gây ảnh hưởng lớn. Đây là xu hướng ngày càng phát triển: theo dữ liệu từ dự án Carbon Disclosuret, cứ ba thành phố thì có một thành phố đang sử dụng các giải pháp dựa vào thiên nhiên để đối phó với các nguy cơ về nước do biến đổi khí hậu gây ra.

Người Anh-điêng (da đỏ) xa xưa ở Mỹ Latinh đã thích nghi với biến đổi khí hậu như thế nào

Người dân bản địa ở Trung và Nam Mỹ chủ yếu sống nhờ trồng trọt quanh nơi họ sinh sống. Ở các vùng cao nguyên, nơi tập trung nhiều nền văn minh Anh-điêng cổ đại, việc sản xuất lương thực bị hạn chế do nguồn nước không phân bố đều. Mùa mưa thì nước không thiếu, nhưng người xưa đã xoay sở ra sao trong mùa khô?

Nguồn nước chính trong mùa khô là các con sông chảy từ các sông băng trên núi, nhưng chúng chỉ cung cấp cho các khu định cư dọc theo các thung lũng sông. Các bộ lạc người da đỏ cổ đại đã phát minh ra nhiều công nghệ và thiết bị để đảm bảo có nước quanh năm trên núi.

Người da đỏ đã học cách hứng, lọc và tích trữ nước mưa, xây dựng các kênh tưới tiêu trên mặt đất và dưới lòng đất, và phát minh ra các dụng cụ đo lượng nước mà họ dự trữ. Họ thậm chí còn kết nối các lưu vực sông của Thái Bình Dương và Đại Tây Dương với nhau. Họ cũng phát triển hệ thống dự báo thời tiết, giúp dự đoán thời điểm bắt đầu mùa mưa và mùa khô, từ đó tổ chức việc gieo trồng và thu hoạch hợp lý hơn.

Người dân bản địa của Châu Mỹ đã sử dụng các kỹ năng kỹ thuật của họ để nắn thẳng lòng sông và xây dựng cầu, cả cầu treo và cầu có trụ đỡ. Họ đã dẫn nước bằng đường ống phục vụ sinh hoạt hàng ngày và cả cho các nghi lễ tôn giáo. Các thầy tế của nền văn hóa Chavin còn dẫn nước qua các đường ống bên trong đền thờ để tạo ra âm thanh như tiếng gầm của báo đốm, loài vật mà họ tôn thờ như một vị thần.

Bằng một kỹ thuật tài tình, họ dùng nước để tách các khối đá xây dựng. Nước được dẫn vào các rãnh đặc biệt trên đá và để đông lạnh vào ban đêm trong nhiệt độ dưới không độ, dần dần tạo ra các vết nứt chia đá thành những hình dạng đều đặn phù hợp cho xây dựng.

Người Anh-điêng ở Trung và Nam Mỹ, sống trên một vùng lãnh thổ rộng lớn trải dài từ Mexico hiện đại ở phía bắc đến Chile và Argentina ở phía nam, chính là những người tiên phong trong việc sử dụng các công nghệ đa dạng. Những công nghệ này, kết hợp với kiến thức khoa học hiện đại, vẫn có thể được ứng dụng ngày nay để thích nghi với các điều kiện khí hậu khắc nghiệt và khó đoán.



Hình 2.4.11

Hệ thống thu gom nước ở vùng Nazca (duyên hải phía Nam Peru) dùng để dẫn nước ngầm thông qua các kênh ngầm và phân phối nguồn nước dưới lòng đất.

CÂU HỎI

1. Khoa học nghiên cứu về nước được gọi là gì?

2. Quốc gia nào có nguồn nước ngọt lớn nhất thế giới?

3. Những khu vực nào trên thế giới sẽ bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi tình trạng thiếu nước và tại sao?

4. Lưu vực sông nơi quê hương bạn sinh sống tên là gì và nó đổ ra biển nào?

5. Liệt kê ít nhất ba biện pháp thích ứng giúp giảm thiểu rủi ro do biến đổi khí hậu đối với nguồn tài nguyên nước.





BÀI TẬP

Tìm sông Amazon trên bản đồ địa hình thế giới. Đo chiều dài và diện tích lưu vực của sông này, rồi so sánh với con sông lớn nhất ở nước bạn.



2.5 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến nông nghiệp như thế nào

Nhiều người có thể nghĩ rằng biến đổi khí hậu sẽ giúp ích cho nền nông nghiệp ở các quốc gia phía Bắc. Tuy nhiên, khí hậu ấm hơn không phải lúc nào cũng đồng nghĩa với điều kiện canh tác tốt hơn. Nếu nhiệt độ tăng ở các khu vực trước đây quá lạnh để trồng lúa mì, thì đồng thời, các khu vực có khí hậu lý tưởng cho nông nghiệp cũng sẽ nóng lên, dẫn đến giảm độ ẩm. Điều này sẽ khiến nhiều khu vực đã canh tác hàng trăm năm với truyền thống nông nghiệp lâu đời không còn thích hợp để trồng trọt nữa.



Như vậy, điều kiện canh tác sẽ trở nên thuận lợi hơn ở một số nơi nhưng lại khó khăn hơn ở những nơi khác. Ở thời điểm hiện tại, rất khó để dự đoán chính xác tác động của sự "xáo trộn toàn cầu" này đối với từng quốc gia.

Điều quan trọng cần nhớ là khí hậu không phải là yếu tố tự nhiên duy nhất ảnh hưởng đến nông nghiệp.

Ví dụ, một trong những cây lương thực chính ở Bắc Mỹ, châu Âu và Siberia là lúa mì vụ đông. Khi khí hậu ấm lên, vùng có điều kiện khí hậu lý tưởng để trồng loại cây này sẽ dịch chuyển lên phía Bắc. Tuy nhiên, đất đai ở những vùng phía Bắc này lại không màu mỡ như ở những nơi đang canh tác hiện nay. Việc cải tạo đất ở các khu vực mới sẽ đòi hỏi rất nhiều công sức và chi phí.

Không giống như các loại lúa mì khác được gieo vào mùa xuân, **lúa mì vụ đông** được gieo vào cuối mùa hè hoặc đầu mùa thu. Việc gieo sớm như vậy giúp hạt có đủ thời gian để nảy mầm và bén rễ trước khi tuyết mùa đông phủ xuống. Khi mùa xuân ấm áp trở lại, cây tiếp tục phát triển và thường chín sớm hơn so với những loại cây chỉ được gieo vào mùa xuân.



Biến đổi khí hậu cũng ảnh hưởng đến sản xuất rau quả. Các loại quả hạch, như anh đào, cần trải qua một số giờ lạnh nhất định để ra quả. Nếu mùa đông không đủ lạnh, cây khó thụ phấn thành công và sẽ cho ít quả hơn. Thời tiết lạnh đến sai thời điểm cũng có thể gây thiệt hại nghiêm trọng. Năm 2023, "Thủ phủ Đào" Georgia ở Mỹ đã mất hơn 90% sản lượng đào hàng năm do mùa đông ấm bất thường, sau đó là một đợt rét muộn.

Những quốc gia có khí hậu ôn đới hoặc lạnh hơn, như Canada và Nga, có thể đối mặt với một thách thức khác: sự cạnh tranh gia tăng giữa ngành lâm nghiệp và nông nghiệp. Biến đổi khí hậu khiến con người có thể chuyển đổi những vùng đất hiện đang có rừng thành đất nông nghiệp, điều này có thể đẩy nhanh tốc độ chặt phá rừng. Ngay cả ở những khu vực có điều kiện canh tác không lý tưởng (như cực Bắc của vùng nông nghiệp), sản lượng thu được từ một hecta đất trồng trọt vẫn cao hơn so với một hecta rừng. Do đó, cần cân nhắc kỹ lưỡng trước khi quyết định chuyển đổi rừng thành đất nông nghiệp.

Nền nông nghiệp trên toàn thế giới sẽ phải thích nghi với điều kiện khí hậu mới. Các chuyên gia của Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hợp Quốc (FAO) tin rằng năng suất cây trồng ở nhiều nơi trên thế giới sẽ giảm sau năm 2030 do biến đổi khí hậu. Các dự báo cho thấy những hậu quả nghiêm trọng nhất có thể xảy ra ở vùng nhiệt đới, nơi lượng mưa có xu hướng giảm.

Tình trạng hạn hán, lũ lụt và mưa nắng thất thường ngày càng gia tăng ở khu vực châu Phi cận Sahara sẽ khiến việc đảm bảo lương thực cho người dân địa phương trở thành một trong những thách thức lớn trong vài thập kỷ tới. Các chuyên gia Ngân hàng Thế giới ước tính rằng, nếu lượng mưa giảm và nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng thêm 1,5–2°C, thì từ nay đến những năm 2030–2040, khu vực này có thể mất từ 40–80% diện tích đất trồng ngô, kê và cao lương – những loại cây lương thực chính tại đây.

Ở Mexico, hạn hán đang làm giảm diện tích đất thích hợp để trồng ngô – loại cây nông nghiệp chính của nước này.





Ngũ cốc là nhóm cây trồng rất quan trọng, cung cấp hạt – nguồn lương thực chính của con người, đồng thời là nguyên liệu cho nhiều ngành công nghiệp và thức ăn cho gia súc. Các loại cây ngũ cốc bao gồm: lúa mì, lúa mạch đen, lúa, yến mạch, lúa mạch, ngô, đại mạch, kê, kiều mạch và nhiều loại khác.



Cây lương thực chính ở Đông Nam Á là lúa gạo, chủ yếu được trồng ở các đồng bằng châu thổ sông lớn. Khi mực nước biển dâng cao do biến đổi khí hậu, nước mặn xâm nhập vào các vùng hạ lưu sông, gây mất mùa. Các khu vực thuộc đồng bằng sông Mekong của Việt Nam, một trong những trung tâm trồng lúa lớn nhất thế giới, đang bị ảnh hưởng nghiêm trọng bởi hiện tượng này. Chỉ cần mực nước biển tăng thêm 30 cm, sản lượng lúa có thể giảm tới 11%.



Như vậy, ngành nông nghiệp đang bị đe dọa bởi các tác động của biến đổi khí hậu như nhiệt độ tăng, sự thay đổi về lượng mưa, nước biển dâng (ảnh hưởng đến các vùng đất thấp ven biển), hạn hán và lũ lụt thường xuyên hơn, đặc biệt là ở những khu vực dễ xảy ra thiên tai. Những thay đổi này đang có tác động lớn đến nông nghiệp, làm gia tăng vấn đề an ninh lương thực.

Khái niệm **an ninh lương thực** cho rằng tất cả mọi người mọi lúc đều có quyền tiếp cận thực phẩm an toàn, bổ dưỡng, quen thuộc và ngon miệng để có thể có một lối sống năng động và lành mạnh.

FAO ước tính rằng đến năm 2021, có khoảng 2,3 tỷ người, tương đương 28% dân số toàn cầu, đã phải đối mặt với tình trạng mất an ninh lương thực, vốn đã trầm trọng hơn do ảnh hưởng của đại dịch COVID-19. Ấn Độ, Pakistan và khu vực Sừng châu Phi chịu ảnh hưởng nặng nề nhất do thiệt hại từ các hiện tượng thời tiết cực đoan. Nắng nóng gay gắt ở Ấn Độ và Pakistan làm giảm năng suất mùa màng; cùng với lệnh cấm xuất khẩu lúa mì và hạn chế xuất khẩu gạo của Ấn Độ đe dọa cho thị trường lương thực quốc tế cũng như các quốc gia đang gặp khó khăn về lương thực. Mưa đã gây ra lũ lụt chưa từng có ở Pakistan, làm tăng các bệnh lây truyền qua đường nước, lây lan khắp các vùng dễ tổn thương và thiếu lương thực nhất. Ở Ethiopia, Kenya và Somali, ước tính có khoảng 22,5 đến 23,4 triệu người đang đối mặt với khủng hoảng lương thực hoặc mất an ninh lương thực do hạn hán và các nguyên nhân khác. Việc cắt giảm lớn các chương trình hỗ trợ lương thực đã ảnh hưởng tới 75% tổng số người tị nạn.



Nông nghiệp là nguồn thu nhập chính của khoảng một phần ba lực lượng lao động trên toàn thế giới. Ở một số quốc gia châu Á và châu Phi, hơn một nửa dân số đều làm nông nghiệp. Biến đổi khí hậu làm giảm sản lượng lương thực, kéo theo thu nhập từ nông nghiệp cũng giảm theo. Hơn nữa, nếu nhiệt độ cao và hạn hán khiến thực phẩm khan hiếm, chúng có thể bị chế biến trong điều kiện không vệ sinh và trở thành mối nguy hại cho sức khỏe con người.

Vì vậy, ngay cả những quốc gia ở vùng phía Bắc cũng không thể kỳ vọng biến đổi khí hậu chỉ mang lại lợi ích cho nông nghiệp mà không có những ảnh hưởng tiêu cực. Còn những người sống ở vùng khí hậu ôn đới hoặc lạnh thì cũng khó mà mong trồng được cây cam ngay trong vườn nhà trong tương lai gần. Việc xây dựng các chiến lược thích ứng thông minh với biến đổi khí hậu, nhằm duy trì sản xuất nông nghiệp và bảo vệ cuộc sống của người nông dân, đang trở thành ưu tiên cấp thiết.

Hầu hết các phương pháp thích ứng trong nông nghiệp đều tập trung vào việc sử dụng hiệu quả nguồn nước và đặc biệt nâng cao hiệu suất hệ thống tưới tiêu. Điều này bao gồm việc sử dụng tưới nhỏ giọt, mở rộng diện tích canh tác được tưới tiêu, thu gom và tận dụng nước mưa để tưới tiêu, điều chỉnh thời gian tưới, cũng như chuyển từ canh tác phụ thuộc hoàn toàn vào mưa sang canh tác có hệ thống tưới tiêu. Ngoài ra, các giải pháp thích ứng khác bao gồm việc phục hồi lưu vực sông và thực hiện các kế hoạch quản lý nước tích hợp.

Các biện pháp thích ứng cụ thể trong nông nghiệp bao gồm thúc đẩy nông nghiệp bền vững và nông lâm kết hợp, đa dạng hóa cây trồng và vật nuôi, thay đổi cơ cấu cây trồng và hệ thống canh tác bằng cách trồng các loại cây chịu nhiệt và chịu hạn, và thay đổi các phương pháp canh tác như trồng cây chắn gió dọc theo mép ruộng, lắp đặt lưới chống mưa đá và xây dựng thêm nhà kính.

Tại Lào, một dự án thí điểm đã giới thiệu các giống lúa chịu lũ và chịu hạn trên diện tích khoảng 110 hecta ở bốn huyện. Những giống lúa này được chọn vì khả năng sống sót trong điều kiện thời tiết cực đoan, vốn ngày càng trở nên phổ biến do biến đổi khí hậu. Kết quả rất ấn tượng khi năng suất trung bình đạt 3,6 tấn trên mỗi hecta, cao hơn khoảng một tấn so với các giống lúa địa phương trước đây. Điều này cho thấy các giống cây trồng có khả năng thích ứng với khí hậu có thể giúp nâng cao an ninh lương thực và hỗ trợ nông dân đối phó với những thay đổi bất thường của thời tiết.

Tuy nhiên, các nhà khoa học cảnh báo rằng các biện pháp như tưới tiêu hợp lý, điều chỉnh thời gian gieo trồng, và thay đổi cơ cấu cây trồng có thể dần đến giới hạn hiệu quả khi nhiệt độ toàn cầu tăng vượt mức 1,5°C hoặc 2°C. Điều này đặc biệt đáng lo ngại ở châu Phi, nơi mà khả năng thích ứng sẽ giảm mạnh khi nhiệt độ tăng 1,5°C trở lên.

Hình 2.5.1 Những người đàn ông đang chở lúa thu hoạch được trên máy cày



CÂU HỎI

1. Sự khác biệt giữa lúa mì và gạo là gì?
Ở khu vực bạn sống, loại nào phù hợp để trồng hơn và tại sao?

2. Những loại cây lương thực nào được trồng ở nơi bạn sống?
Chúng có đang bị đe dọa bởi biến đổi khí hậu không?

3. Tại sao mực nước biển dâng lại là mối đe dọa đối với sản xuất lúa gạo ở Đông Nam Á?

4. An ninh lương thực là gì? Hãy giải thích bằng một ví dụ.

5. Có bao nhiêu phần trăm dân số thế giới làm việc trong lĩnh vực nông nghiệp?

6. Những biện pháp thích ứng nào (được nhắc đến trong chương này hoặc các chương khác) được khuyến nghị để ứng phó với tác động của biến đổi khí hậu đối với nông nghiệp? Những biện pháp này liên quan như thế nào đến tài nguyên nước?





BÀI TẬP

Với sự giúp đỡ của giáo viên địa lý, hãy lập danh sách các loại cây trồng chính trong khu vực của bạn.

Tìm thông tin về sản lượng của các loại cây này trong những năm gần đây. Sản lượng có đang tăng hay giảm? Đã có những vụ mất mùa nào không, và nguyên nhân của chúng là gì?

Hãy suy nghĩ xem biến đổi khí hậu có thể ảnh hưởng như thế nào đến năng suất của các loại cây này và các loại cây trồng khác trong khu vực của bạn. Liệu điều kiện khí hậu mới có thể cho phép trồng những loại cây khác không?



2.6 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vùng ven biển như thế nào



Khoảng 40% dân số thế giới sống trong vòng 100 km tính từ bờ biển. Hơn 70% thành phố, cảng và khu du lịch lớn nhất thế giới nằm trên hoặc gần các vùng ven biển, nơi đóng góp hơn 70% tổng sản lượng toàn cầu.

Các khu vực ven biển liên hệ chặt chẽ với các vùng nằm sâu trong đất liền. Vì vậy, những tác động đến vùng ven biển ảnh hưởng nghiêm trọng đến nền kinh tế và điều kiện sống, ngay cả ở những nơi cách xa chúng.Các vùng ven biển rất dễ bị ảnh hưởng bởi các tác động của biến đổi khí hậu. Mối đe dọa chính đối với chúng là mực nước biển dâng, những cơn bão mạnh hơn gây ngập lụt và xói mòn bờ biển, cùng với đó là sự gia tăng tần suất của các hiện tượng thời tiết cực đoan.

Mực nước biển thế giới đang dâng

Mực nước biển toàn cầu đã dâng lên đáng kể trong vòng hơn 100 năm qua vì những ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Từ năm 1901 đến 2018, mực nước biển đã tăng khoảng 15-25cm, tức trung bình khoảng 1-2mm mỗi năm. Con số đó có vẻ không nhiều, nhưng nó thực sự nguy hiểm đối với các quốc gia có phần đất liền nằm ngang mực nước biển (hoặc thậm chí thấp hơn).

Theo IPCC, mực nước biển trên thế giới tăng nhanh hơn mức trung bình trong 2.000 năm trước đó. Kể từ năm 1901, mực nước biển đã tăng với tốc độ ngày càng nhanh. Trong khi mực nước dâng trung bình là 1-2 mm mỗi năm từ năm 1901 đến năm 2018 (tức 15-25cm trong cả thế kỉ), mức tăng giữa 2013 và 2022 là 4,62 mm mỗi năm.

Biến đổi khí hậu do con người gây ra chủ yếu là nguyên nhân dẫn đến sự gia tăng mực nước biển, và được gây ra bởi chủ yếu bởi:

1. Sự giãn nở nhiệt của nước. Khi nhiệt độ tăng, nước giãn nở và chiếm nhiều không gian hơn.
2. Sự tan chảy của các sông băng ở Greenland và Nam Cực, đổ thêm nước vào đại dương thế giới.

Khi dự báo biến đổi khí hậu, các nhà khoa học sử dụng các mô hình toán học phức tạp để giải thích cho các yếu tố khác nhau liên quan đến biến đổi khí hậu. Mặc dù các mô hình này không thể dự đoán chính xác tuyệt đối mực nước biển sẽ dâng bao nhiêu trong 30, 50 hoặc 100 năm tới, nhưng chúng cung cấp các dự báo dựa trên các kịch bản khác nhau. Theo các kịch bản này, so với mức 1995–2014, mực nước biển toàn cầu dự kiến sẽ tăng từ 15 đến 29 cm vào năm 2050 và từ 28 cm đến 1,01 m vào năm 2100.

Trong 2.000 năm tới, nếu sự nóng lên toàn cầu bị giới hạn ở mức 1,5°C, mực nước biển dự báo sẽ tăng khoảng hai đến ba mét. Nếu sự nóng lên đạt đến 2°C, độ cao có thể từ hai đến sáu mét. Vào cuối thế kỷ này, mực nước biển dâng dự báo sẽ gây ra mối đe dọa nghiêm trọng đối với các khu vực ven biển, ảnh hưởng đến người dân sống gần đó, cơ sở hạ tầng ven biển và hệ sinh thái - đặc biệt là các đảo san hô nhỏ và khu vực duyên hải thấp tiếp giáp Thái Bình Dương của Đông Nam Á. Theo dự báo, mực nước biển sẽ có khả năng gia tăng lên đến 0,8 mét trong khu vực vào cuối thế kỷ nếu tình hình biến đổi khí hậu vẫn gia tăng, điều này có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến các vùng duyên hải thấp ở Indonesia, Thái Lan và Việt Nam.

Ngoài ra, quá trình axit hóa đại dương diễn biến ngày càng nghiêm trọng, với nồng độ pH ở Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương tiếp tục giảm. Điều này có ảnh hưởng đáng kể đối với đa dạng sinh học biển, đặc biệt là các rạn san hô ở Đông Nam Á, vốn đang chịu ảnh hưởng từ biến đổi khí hậu.

Mực nước biển dâng cũng sẽ không đồng đều, đặc biệt là ở vùng nhiệt đới. Vào thế kỷ 22, các vùng nhiệt đới có thể tăng từ một đến ba mét, tiếp theo là tăng thêm từ năm đến 10 mét trong thế kỷ tiếp theo.

Tốc độ ra tăng dân số và độ thị hoá nhanh sẽ là tác nhân gây ảnh hưởng đến sự ra nâng lên của mực nước biển ở những khu vực ven biển trũng thấp vào những thập kỷ tới. Đến năm 2030, 108–116 triệu người sẽ chịu ảnh hưởng bởi mực nước biển dâng ở Châu Phi (so với 54 triệu vào năm 2000), con số này tăng lên 190–245 triệu vào năm 2060 (độ tin cậy trung bình). Đến năm 2050, hơn một tỷ người sống ở các thành phố và khu định cư thấp sẽ phải đối mặt với các nguy cơ do các mối nguy hiểm khí hậu đặc trưng của bờ biển.

Hà Lan chuẩn bị đối phó với cú sốc khí hậu

Hà Lan là một quốc gia có địa hình rất thấp. Phần lớn đất đai ở quốc gia nhỏ bé nhưng rất phát triển này ban đầu được tạo ra bằng cách khai hoang từ các vùng ven biển bị ngập nước. Người Hà Lan đã phát triển các công nghệ để thoát nước khỏi những đồng bằng đầm lầy của mình trong nhiều thế kỷ. Các kỹ sư sáng tạo của Hà Lan từ lâu đã nhận thấy mối đe dọa do mực nước biển dâng cao và không ngừng cải tiến thiết kế các công trình thủy lợi để ngăn chặn sự xâm lấn của biển.

Hình 2.6.1

Cối xay gió được sử dụng để bơm nước từ hồ



Hình 2.6.2

Đập Afsluitdijk ở Hà Lan là con đập lớn nhất châu Âu



Các vùng ven biển có bị biển nuốt chửng không?

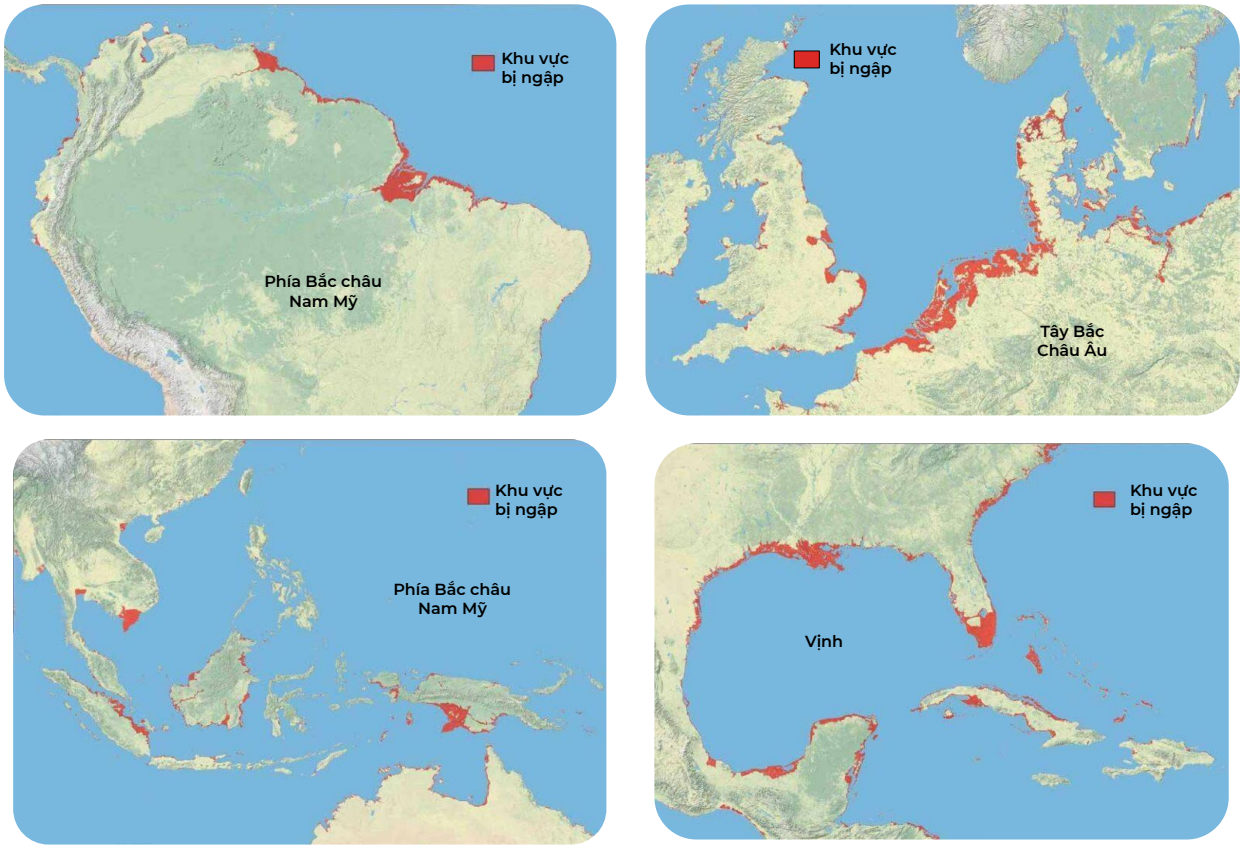
Các vùng đồng bằng ven biển sẽ bị ngập lụt do mực nước biển dâng, bờ biển sẽ dần bị nhấn chìm và nguồn cung cấp nước ngọt cho các khu vực ven biển có thể bị đứt gãy. Những thay đổi này có thể là thảm họa đối với các quốc gia ven biển đông dân cư như Bangladesh, Nigeria và Indonesia. Nhiều thành phố lớn trên thế giới cũng đang đứng trước nguy cơ bị ảnh hưởng do mực nước biển dâng, trong đó có Thượng Hải, Bangkok, Mumbai, Jakarta, Buenos Aires, Rio de Janeiro, Miami và New Orleans.

Mực nước biển dâng cao 1 mét sẽ nhấn chìm tới 15% diện tích đất canh tác ở Ai Cập và 14% diện tích đất canh tác ở Bangladesh, buộc hàng triệu người phải di dời. Nước biển mặn có thể xâm nhập vào nước ngầm ven biển, vốn là nguồn nước ngọt chính ở nhiều nơi trên thế giới.

Tại Trung Quốc, các dự báo cho thấy ngay cả khi mực nước biển chỉ dâng 0,5 mét thì khoảng 40.000 km² đồng bằng màu mỡ sẽ bị ngập. Những vùng đồng bằng thấp và khu vực hạ lưu của các con sông lớn như sông Hoàng Hà và sông Dương Tử sẽ đặc biệt dễ bị tổn thương. Mật độ dân số trung bình dọc theo các con sông này có nơi lên tới 800 người/km².

Ở nhiều quốc đảo nhỏ đang phát triển, phần lớn diện tích đất chỉ cao hơn mực nước biển vài chục centimet. Những khu vực này có nguy cơ bị biển nhấn chìm, và người dân tại đây có thể buộc phải rời bỏ quê hương để tìm nơi sinh sống mới ở các quốc gia khác.

Hình 2.6.3 Dự báo ngập lụt ven biển trên các châu lục trong trường hợp mực nước biển dâng cao 5 mét.



Cảnh báo bão

Gần đây, bão đã trở nên thường xuyên hơn ở các khu vực ven biển và trên biển. Gió bão cực mạnh, dù ở gần bờ hay ngoài khơi, đều có thể gây ra hiện tượng "nước dâng do bão" - tức là mực nước dâng đột ngột tại các vùng nước gần biển như vịnh hoặc hạ lưu sông. Nước dâng do bão tấn công các vùng ven biển, thường đi kèm với mưa lớn và lũ lụt, đe dọa đến hoạt động của tàu thuyền, các giàn khoan dầu khí trên biển và du lịch ven biển, đồng thời gây xói mòn bờ biển.

Hình 2.6.4 Bão càng ngày càng xuất hiện nhiều hơn ở các vùng ven biển



Thảm kịch ở Phillpines

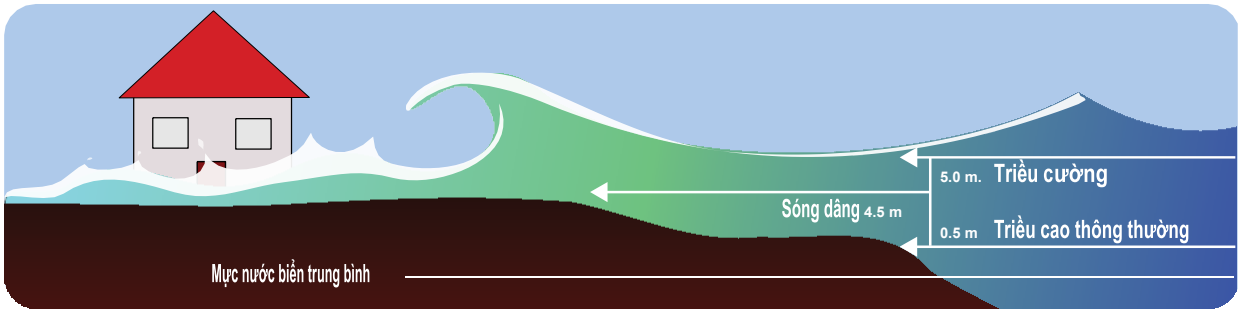


Vào tháng 11 năm 2013, Philippines đã phải hứng chịu một thảm họa có quy mô tương đương với thảm họa ở Nhật Bản hai năm trước đó, khi một trận sóng thần khổng lồ do động đất dưới đáy Thái Bình Dương gây ra đã tàn phá đất nước này. Là một quốc đảo có địa hình đồi núi, Philippines thường phải gánh chịu những cơn bão lớn xuất phát từ Thái Bình Dương – và cũng đóng vai trò như "tấm khiên" che chắn phần nào cho lục địa châu Á nằm đằng sau. Thảm họa năm 2013 là một ví dụ điển hình.

Đầu tiên, Philippines bị siêu bão Haiyan (tên địa phương là Yolanda) tấn công, cướp đi sinh mạng của 6.300 người. Ngay sau đó, bão Zoraida tiếp tục đổ bộ. Giới chức cho biết gần 7 triệu người bị ảnh hưởng trên khắp cả nước (thời tiết khắc nghiệt đã phá hủy 21.200 ngôi nhà và làm hư hại 20.000 căn khác).

Tác động nghiêm trọng nhất đến từ hiện tượng nước dâng do bão ở một số khu vực, cao tới 5m, tương đương một tòa nhà hai tầng. Tại đây, không có hệ thống đê điều nào để bảo vệ bờ biển.

Hình 2.6.5 Hiệu ứng dâng nước do bão



Xói mòn và sự phá huỷ bờ biển

Xói mòn và tàn phá bờ biển do biển lấn là một hệ quả khác của hiện tượng mực nước biển dâng. Đây là vấn đề đặc biệt nghiêm trọng tại các khu vực ven biển Bắc Cực, vốn từng được lớp băng bao phủ bảo vệ, nhưng nay đang bị sạt lở nhanh chóng do băng tan và thời tiết giông bão xuất hiện thường xuyên hơn. Tại một số khu vực, bờ biển ở Bắc Cực bị "ăn sâu" vào đất liền tới 10–25 mét mỗi năm, thậm chí còn hơn.

Mực nước biển dâng, kết hợp với sự thay đổi nhiệt độ trong không khí và nước, cũng như hiện tượng axit hóa đại dương, có thể dẫn đến những thay đổi trực tiếp và gián tiếp đối với hệ sinh thái ven biển và nước. Ví dụ, xói mòn bãi biển do mực nước biển dâng có thể làm giảm diện tích bãi biển - nơi thu hút khách du lịch - đồng thời gây hư hại cơ sở hạ tầng (khách sạn, nhà hàng) nằm gần biển. Các hiện tượng thời tiết cực đoan như mưa lớn, bão nhiệt đới và ngập lụt ven biển có thể làm giảm tầm nhìn để tham quan hoặc lặn biển. Bên cạnh đó, thời tiết cực đoan cũng làm trầm trọng thêm tình trạng ô nhiễm nước từ các hoạt động của con người dọc bờ biển, khiến tầm nhìn dưới nước và đa dạng sinh học biển suy giảm. Các cộng đồng ven biển không chỉ chịu ảnh hưởng vì sinh kế gắn với du lịch bị đe dọa, mà còn vì nơi ở của họ có nguy cơ bị nhấn chìm. Theo xu hướng phát thải hiện nay, mực nước biển dâng 1 mét có thể ảnh hưởng đến hơn 180 triệu người vào năm 2100, buộc họ phải di chuyển vào sâu trong đất liền.

Các hành động nhằm tăng cường khả năng chống chịu với khí hậu cho các cộng đồng ven biển và hệ sinh thái là cực kỳ quan trọng, bởi thiệt hại đối với rạn san hô và xói mòn bãi biển thường không thể phục hồi. Các giải pháp dựa vào thiên nhiên, như xây dựng hàng rào cát và trồng lại rừng ngập mặn, đóng vai trò rất quan trọng để bảo vệ các khu vực ven biển dễ bị tổn thương cũng như đa dạng sinh học biển. Bên cạnh đó, cần siết chặt thực thi pháp luật về ngăn ngừa ô nhiễm biển để hạn chế tình trạng axit hóa đại dương và suy thoái rạn san hô.

Hình 2.6.6 Sự xói mòn tại các bờ biển của Quần đảo New Siberia



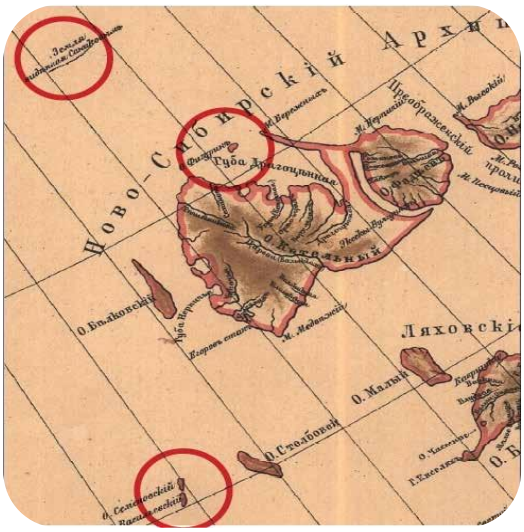


Tất nhiên, hiện tượng sóng và lũ lụt làm xói mòn bờ biển không phải là điều mới mẻ. Nếu nhìn vào bản đồ các quần đảo được vẽ cách đây hơn 100 năm, sẽ thấy nhiều hòn đảo trong số đó nay đã không còn tồn tại (Hình 2.6.8). Tuy nhiên, quá trình này hiện đang diễn ra nhanh hơn nhiều. Những ngọn hải đăng từng được xây cách mép vách đá một khoảng an toàn nay đã bị sụp xuống biển (Hình 2.6.9), nhiều khu dân cư lớn bị nước biển xâm thực và người dân buộc phải di dời, các tuyến đường cũng phải thay đổi hướng.

Hình 2.6.7 Ví dụ một bãi biển bị xói mòn

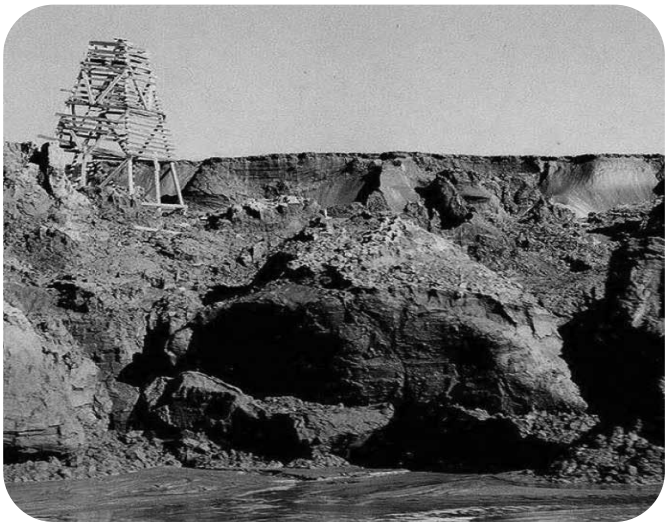


Tại Alaska, toàn bộ ngôi làng Kivalina, nơi có khoảng 400 người sinh sống trên một dải đất hẹp ven Bắc Băng Dương, đã buộc phải di dời và người dân phải chuyển đến nơi ở mới, cách xa đường bờ biển. Chi phí cho quá trình di dời này lên tới hơn 200 triệu đô la Mỹ, mặc dù cả ngôi làng chỉ có khoảng 70 ngôi nhà.



Hình 2.6.8

Các vòng tròn đỏ trên bản đồ năm 1890 của Biển Laptev và Quần đảo New Siberia đánh dấu những hòn đảo đã bị cuốn trôi do bão biển.



Hình 2.6.9

Đèn hiệu ven biển Vankin (Biển Đông Siberia, đảo Bolshoi-Lyakhovsky) – nay đã không còn tồn tại.

Những bãi biển đang biến mất của Bồ Đào Nha

Các nhà hoạt động môi trường đang lo ngại về tình trạng xói lở bờ biển tại Bồ Đào Nha, có thể khiến quốc gia châu Âu này mất đi nhiều bãi biển trong tương lai gần.

Tại một số khu vực ven biển, mỗi năm biển "nuốt chửng" hàng mét đất liền, và tình hình đặc biệt nghiêm trọng ở vùng phía bắc Espinho, nơi đường bờ biển đã lùi vào đất liền tới 70m trong vài thập kỷ qua. Quá trình này được cho là gần như không thể khắc phục được.



Rủi ro đối với hệ sinh thái ven biển

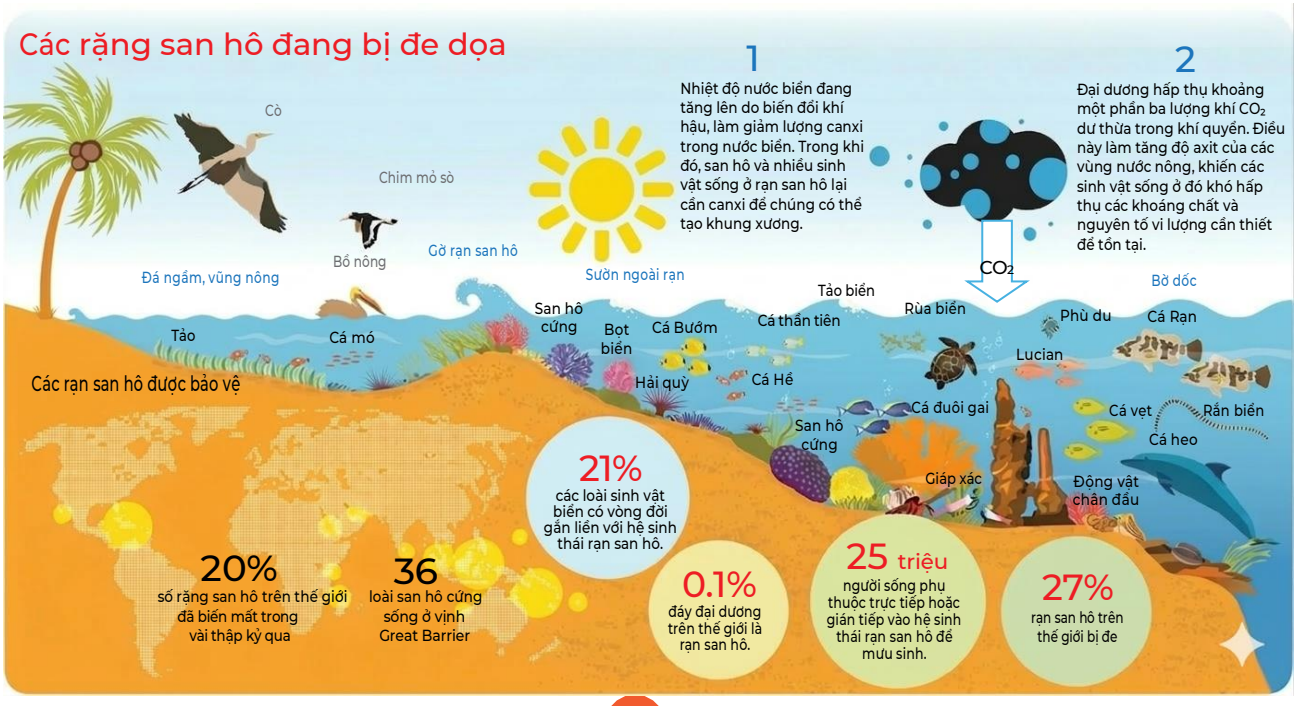
Mực nước biển dâng không chỉ ảnh hưởng đến con người và nền kinh tế mà còn ảnh hưởng đến các hệ sinh thái biển và đất liền dọc theo bờ biển.

Các hệ sinh thái ở vùng đồng bằng ven biển rất dễ bị tổn thương vì chúng thường chỉ cao hơn mặt nước biển vài centimet. Những vùng đồng bằng thấp này là nơi sinh sống của nhiều loài động thực vật và giữ vai trò quan trọng trong việc tích tụ dinh dưỡng. Trong số đó có các vùng đầm lầy muối, nơi bị ngập nước biển vào lúc thủy triều lên. Rừng ngập mặn, thường xuất hiện ở các vùng đồng bằng ven biển với khí hậu nhiệt đới ẩm, cũng đang bị đe dọa bởi sự dâng lên của mực nước biển.



Sự nóng lên toàn cầu gây ra mối đe dọa đáng kể đối với các rạn san hô, vì khi nhiệt độ nước biển tăng lên vượt ngưỡng chịu đựng, san hô sẽ bị hiện tượng tẩy trắng. Hiện tượng tẩy trắng xảy ra khi san hô mất đi các loại tảo cộng sinh thường sống trong mô của chúng và chuyển sang màu trắng do bị stress. Nếu tình trạng tẩy trắng kéo dài hoặc nghiêm trọng, san hô có thể chết. Hiện tượng này đã được quan sát thấy ở nhiều nơi trên thế giới.

Hình 2.6.10 Các rạn san hô đang bị đe dọa

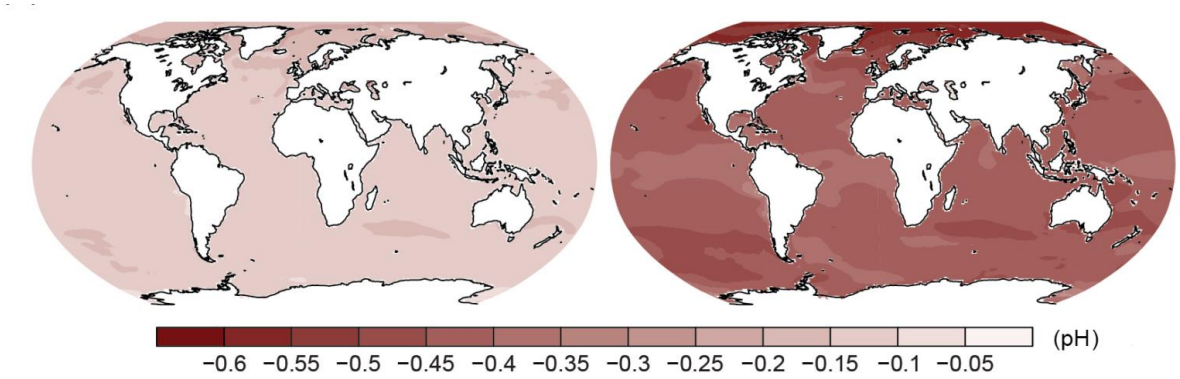


Nhiệt độ nước biển tăng lâu dài có thể gây suy thoái nghiêm trọng cho toàn bộ hệ sinh thái rạn san hô. Các đảo san hô, vốn là nơi sinh sống của rất nhiều loài sinh vật, có thể bị phá hủy hoàn toàn. Theo dự báo của IPCC, khoảng 18% rạn san hô trên thế giới sẽ biến mất trong ba thập kỷ tới vì nhiều nguyên nhân khác nhau.

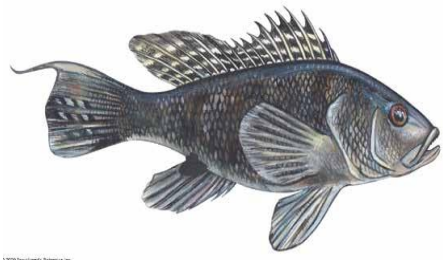
Biến đổi khí hậu và ngư nghiệp

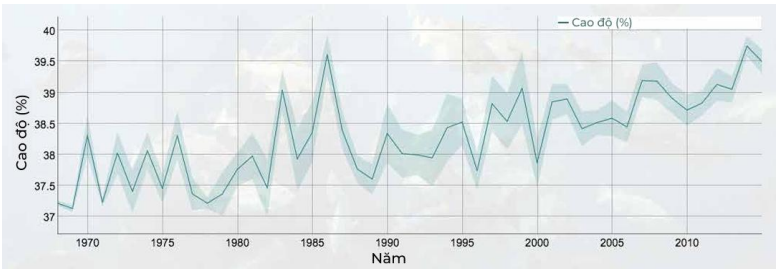
Các nhà khoa học và ngư dân lo ngại về sự gia tăng nhiệt độ và độ axit của nước biển. Khi nồng độ CO2 trong khí quyển tăng, đại dương hấp thụ nhiều CO2 hơn, làm tăng độ axit (giảm pH) của nước biển. Sự thay đổi pH và nhiệt độ nước đã đủ để gây ra hiện tượng tẩy trắng san hô. Vào giữa thế kỷ XXI, độ axit có thể tăng thêm từ 0,06 pH đến 0,34 pH, nhanh hơn 100 lần so với tốc độ thay đổi trong 20 triệu năm qua. Nhiều sinh vật biển sẽ khó thích nghi với các điều kiện mới, với những tác động nghiêm trọng đến sự đa dạng và sản lượng cá.

Hình 2.6.11 Dự báo mức thay đổi độ axit của nước biển bề mặt vào cuối thế kỷ 21, theo hai kịch bản biến đổi khí hậu: kịch bản thuận lợi nhất (bên trái) và kịch bản bất lợi nhất (bên phải).



Hình 2.6.12 Loài cá trắm đen đang di cư về phía Bắc do biển ấm lên





Cơ quan Quản lý Khí quyển và Đại dương Quốc gia Hoa Kỳ (NOAA) phối hợp với Đại học Rutgers đã phát triển công cụ trực tuyến **OCEANADAPT** để theo dõi chuyển động của cá và động vật không xương sống do biến đổi khí hậu và điều kiện đại dương thay đổi. Công cụ này cung cấp thông tin dễ truy cập về những thay đổi độ sâu và vĩ độ sống của gần 650 loài sinh vật biển trong 40-50 năm qua. Đây là nguồn tài nguyên hữu ích cho các nhà quản lý, ngư dân, cộng đồng ven biển, nhà khoa học để phát triển các chiến lược thích ứng kịp thời.

Những thay đổi trong đặc tính của nước biển đang khiến nhiều loài cá biển và cá nước ngọt di chuyển hàng loạt khỏi nơi sinh sống ban đầu. Đáng chú ý, các chuyển động này không ngẫu nhiên mà có xu hướng rõ ràng: các loài cá ưa nước ấm đang dần di chuyển về các vùng có vĩ độ cao hơn, nơi có nhiệt độ mát hơn. Điều này không chỉ do nước ấm lên, mà còn bởi sự suy giảm lượng thực vật phù du, nguồn thức ăn chính của cá đại dương, khi nhiệt độ nước tăng.

Số lượng cá tuyết ở ngoài khơi Greenland, cũng như cá mòi Nhật Bản và Adriatic tăng trong những giai đoạn khí hậu ấm lên và giảm mạnh trong các thời kỳ lạnh giá.

Hiện nay, nhiều loài cá đang bị khai thác gần mức tối đa. Nếu tiếp tục chịu tác động từ biến đổi khí hậu hoặc đánh bắt quá mức, chúng có thể không kịp sinh sản, dẫn đến suy giảm nghiêm trọng.

Ngoài ra, rạn san hô và rừng ngập mặn, nơi ở và sinh sản của nhiều loài cá, cũng đang bị tàn phá, khiến môi trường sống của chúng ngày càng bị thu hẹp.

Chương trình Lương thực Thế giới cho biết, cá cung cấp hơn 15% lượng đạm trung bình trong khẩu phần ăn của hơn 2,9 tỷ người. Ở nhiều quốc đảo nhỏ và một số nước đang phát triển như Bangladesh, Campuchia, Guinea Xích đạo, Guiana thuộc Pháp, Gambia, Ghana, Indonesia và Sierra Leone, cá chiếm hơn 50% lượng đạm từ động vật. Người dân ở các quốc gia này phụ thuộc nhiều vào nguồn lợi thủy sản, nên bất kỳ sự sụt giảm nào trong sản lượng đánh bắt cũng là vấn đề nghiêm trọng.

Nước biển dâng là một trong những tác động của biến đổi khí hậu khó thích nghi nhất. Các chiến lược thích ứng hiện nay bao gồm nâng cao nhận thức cộng đồng về nguy cơ mực nước biển tăng, cải thiện hệ thống cảnh báo sớm và tăng cường hệ thống bảo vệ ven biển cũng như quản lý khu vực vùng ven biển tích hợp.





CÂU HỎI

1. Nếu mực nước biển dâng lên hơn nửa mét, quốc gia nào sẽ bị ảnh hưởng nặng nề hơn: Thụy Sĩ hay Hà Lan?
2. Tại sao bờ biển đang bị xói mòn nhanh hơn?
3. Điều gì đã xảy ra với các hòn đảo đã mất?
4. Đưa ra ví dụ về tác động của biến đổi khí hậu đối với hệ sinh thái ven biển.
5. Tại sao một số loài cá di chuyển về phía Bắc?
6. Chúng ta cần phải làm gì để thích ứng với biến đổi khí hậu ở các vùng ven biển?





BÀI TẬP

1 Tìm trên bản đồ thế giới vị trí của Tuvalu và Cộng hòa Maldives. Tìm hiểu độ cao so với mực nước biển của hai quốc gia này và giải thích vì sao việc mực nước biển dâng lại nguy hiểm với họ. Tìm các quốc đảo và quốc gia ven biển khác có nguy cơ bị một phần hoặc hoàn toàn ngập trong vòng 50-100 năm tới. Đề xuất các cách giải quyết vấn đề này.

2 Thể hiện trên bản đồ đường đồng mức sự thay đổi về hình dạng của lục địa Nam Mỹ nếu mực nước biển dâng thêm 100m. Dùng bút chì màu để tô màu những vùng đất sẽ biến mất dưới biển. Hãy nghĩ ra tên địa lý cho những khu vực này. Điều gì sẽ xảy ra với động vật và thực vật ở đó? Liệu chúng có biến mất không?

3 Sử dụng công cụ web OCEANADAPT (http://oceanadapt.rutgers.edu/), tìm hiểu xem các loài cá khác nhau ở Hoa Kỳ đã thay đổi môi trường sống của chúng như thế nào trong 40–50 năm qua. Loài nào đã di chuyển nhiều nhất? Tại sao lại có những sự thay đổi này?



2.7 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vùng núi như thế nào

Núi là gì?

"Đàn ông thì có nghĩa lý gì so với đất đá và núi non chứ?" – Elizabeth Bennet, nữ chính trong *Kiêu hãnh và định kiến*, đã thốt lên đầy phấn khích khi chuẩn bị cho chuyến du ngoạn giữa thiên nhiên trong mùa hè. Quả thật, núi non là một trong những kỳ quan vĩ đại nhất của tự nhiên. Còn điều gì có thể sánh được với cảm giác choáng ngợp khi bạn đứng trên đỉnh núi, phía trên là bầu trời xanh thẳm, phía dưới là cả thế giới thu nhỏ lại, ẩn hiện dưới những tầng mây trắng? Những khoảnh khắc như thế khiến bạn cảm nhận được vẻ đẹp và sức mạnh của thiên nhiên – và đồng thời, cả sự mong manh của nó.

Các nhà khoa học định nghĩa núi là dạng địa hình nhô cao so với đồng bằng xung quanh. Trừ núi lửa, núi hiếm khi đứng một mình mà thường tạo thành các dãy núi và rặng núi. Các dãy núi kết hợp lại tạo thành các vùng nhiều núi hoặc hệ thống núi.

Núi có thể được phân loại thành núi cao (trên 3.000 m), núi trung bình (1.000–3.000 m) và núi thấp (dưới 1.000 m). Núi thấp thường có đỉnh tròn và sườn thoải, trong khi núi cao có sườn dốc và đỉnh nhọn.



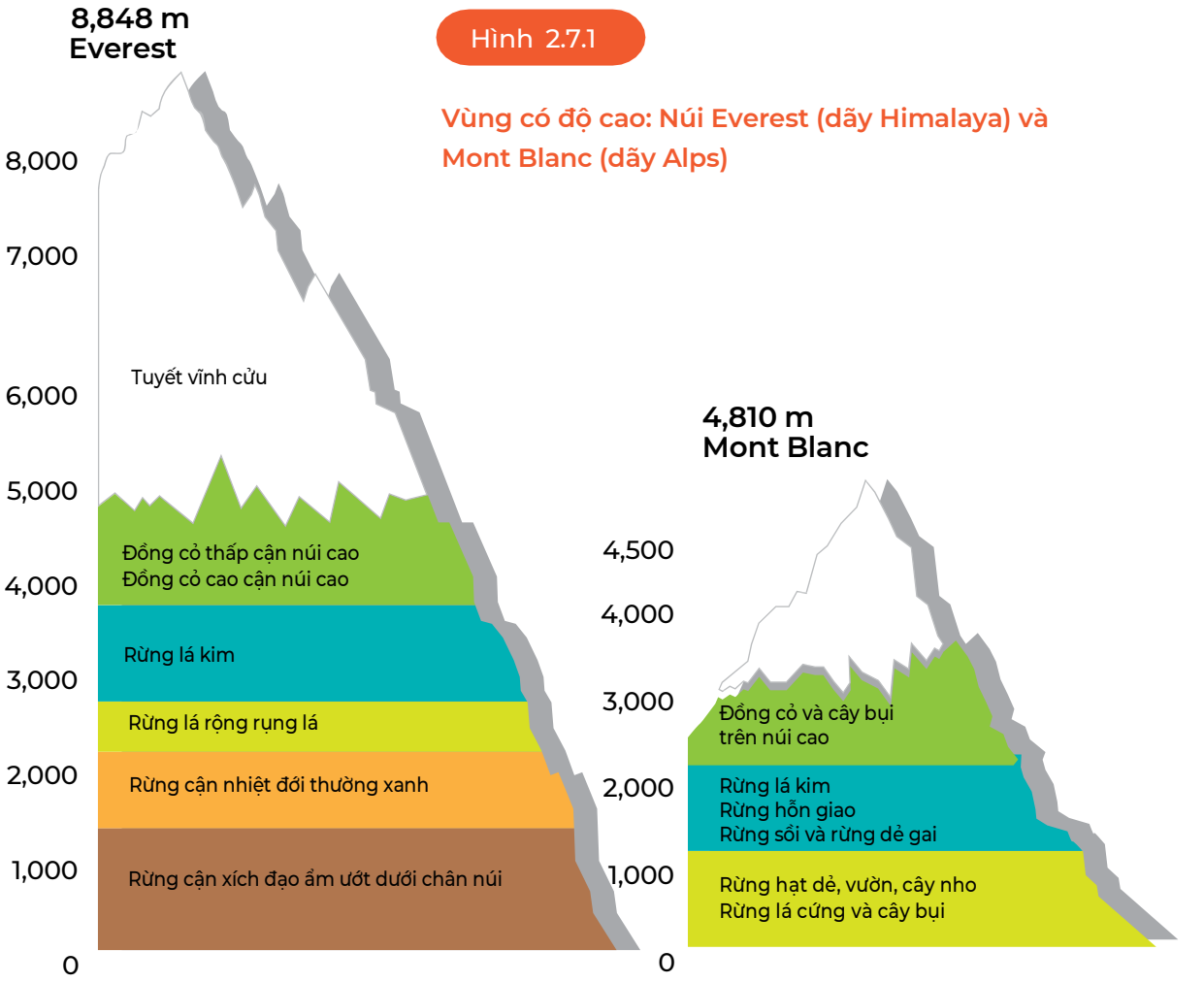
Núi và khí hậu

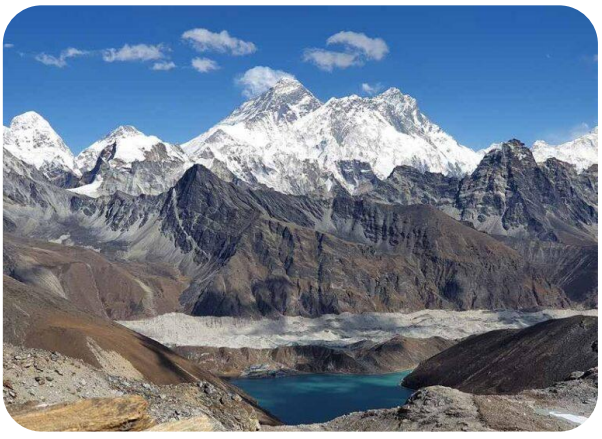
Núi đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành khí hậu. Chúng tạo ra hàng rào tự nhiên khiến các khối khí không thể dễ dàng vượt qua các đỉnh núi cao. Do đó, các sườn núi khác nhau của cùng một dãy núi thường có điều kiện khí hậu khác nhau: một bên có thể có lượng mưa nhiều hơn so với bên kia. Nhiệt độ trung bình và cảnh quan của các sườn núi cũng có thể có sự khác biệt đáng kể với nhau.

Núi cũng đặc biệt ở chỗ chúng tập hợp nhiều kiểu khí hậu khác nhau trong một khu vực nhỏ: khí hậu và cảnh quan thay đổi theo độ cao từ chân núi lên đến đỉnh núi (Hình 2.7.1). Do đó, chúng được gọi là "các đai cao".

Hình 2.7.1

Vùng có độ cao: Núi Everest (dãy Himalaya) và Mont Blanc (dãy Alps)







Những ngọn núi cao nhất thế giới

Dãy núi cao nhất trên Trái Đất là dãy Himalaya (Châu Á), tên gọi này trong tiếng Phạn có nghĩa là "nơi ở của tuyết". Mười trong số mười hai ngọn núi cao hơn 8.000 m của thế giới nằm tại đây, bao gồm cả điểm cao nhất trên đất liền: đỉnh Everest, còn được biết đến với tên địa phương là Chomolungma hoặc Sagarmatha. Đỉnh Everest cao 8.848 m.

Dãy núi dài nhất trên đất liền là dãy Andes – một dãy núi khổng lồ ở Nam Mỹ, trải dài dọc theo toàn bộ bờ biển Thái Bình Dương của lục địa này. Đỉnh Aconcagua (6.960 m) thuộc dãy Andes là điểm cao nhất ở cả bán cầu tây và bán cầu nam.

Hệ thống núi lớn nhất ở châu Âu là dãy Alps (Anpơ), nằm giữa tám quốc gia: Áo, Đức, Ý, Liechtenstein, Monaco, Slovenia, Pháp và Thụy Sĩ. Đỉnh Mont Blanc (4.807 m) thuộc dãy Alps nằm trên biên giới giữa Pháp và Ý, là điểm cao nhất ở Tây Âu. Ngọn núi cao nhất ở lục địa châu Âu là Núi lửa Elbrus (5.642 m) với hai đỉnh núi nằm ở phía Bắc dãy Kavkaz, cũng là đỉnh cao nhất của Nga.

Bắc Mỹ có một hệ thống các dãy núi, trong đó cao nhất là dãy núi Alaska và dãy núi Rocky. Đỉnh McKinley (6.193 m) ở bang Alaska là đỉnh núi cao nhất của Bắc Mỹ. Ngày 31 tháng 8 năm 2015, cựu Tổng thống Mỹ Barack Obama đã công bố đổi tên đỉnh McKinley thành Denali, theo cách gọi của người bản địa Alaska.

Ngọn núi cao nhất châu Phi là Kilimanjaro (cao 5.895 m). Ngọn núi cao nhất ở châu Úc là Kosciuszko (2.228 m).

Hình 2.7.2

N. Roerich. Dãy *Himalayas*. Everest. 1938



Hình 2.7.3

Núi lửa Elbrus (5.642 m) với hai đỉnh, đỉnh núi cao nhất châu Âu



Chắc hẳn bạn từng thắc mắc vì sao các đỉnh núi luôn phủ đầy tuyết trắng, ngay cả khi chúng nằm ở những vùng nhiệt đới. Những nhà leo núi đầu tiên nhanh chóng nhận ra rằng càng lên cao, nhiệt độ càng giảm và việc hô hấp càng trở nên khó khăn hơn. Không khí được làm nóng bởi Mặt Trời và bề mặt Trái Đất. Khi đã ấm lên, không khí bốc lên và giãn nở, làm mất đi nhiệt lượng. Vì vậy, càng lên cao, áp suất không khí và nhiệt độ giảm dần.

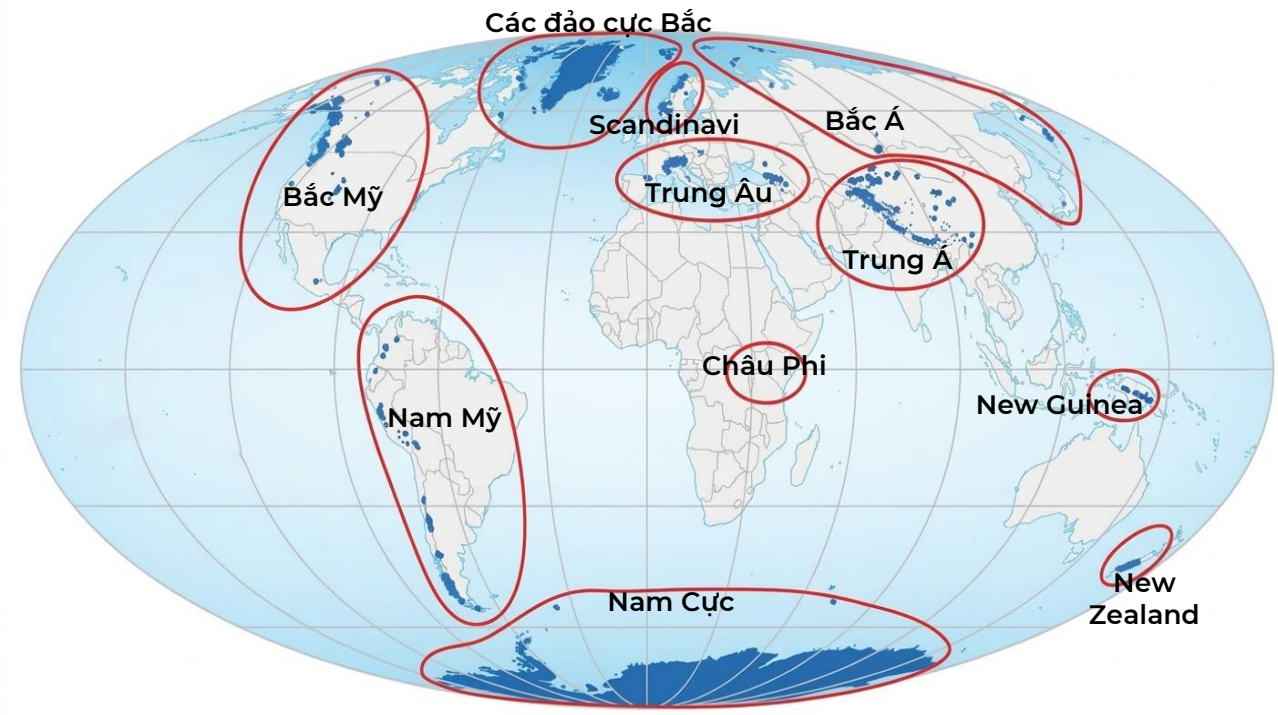
Theo độ cao, nhiệt độ giảm trung bình 6°C mỗi kilomet tính từ bề mặt Trái Đất. Vì vậy, nếu nhiệt độ ở chân một ngọn núi cao 4.000 mét là +24°C, thì nhiệt độ ở đỉnh sẽ vào khoảng 0°C. Đây là lý do tại sao, mặc dù nhiệt độ không khí trung bình ở vùng nhiệt đới không bao giờ xuống dưới 0 độ, nhưng vẫn có thể có tuyết ở những ngọn núi cao.

Núi là tác nhân quyết định khí hậu, nhưng chúng cũng phụ thuộc rất nhiều vào khí hậu. Các vùng núi là một trong những nơi đầu tiên phản ứng với những thay đổi trong điều kiện khí hậu. "Chỉ dấu" chính cho thấy biến đổi khí hậu ở các vùng núi là các sông băng, chúng co lại hoặc phát triển tùy thuộc vào việc khí hậu đang trở nên ấm hơn hay lạnh hơn.

Vẻ đẹp của sự tan chảy

Sông băng hình thành ở các dãy núi khi tuyết tích tụ ở những khu vực cao của núi và chuyển hóa thành băng. Sự hình thành của sông băng đòi hỏi khí hậu lạnh và ẩm, nơi lượng tuyết rơi hàng năm nhiều hơn lượng tuyết kịp tan. Ngay khi nhiệt độ tăng và lượng tuyết rơi giảm, sông băng ngừng phát triển và bắt đầu tan chảy.

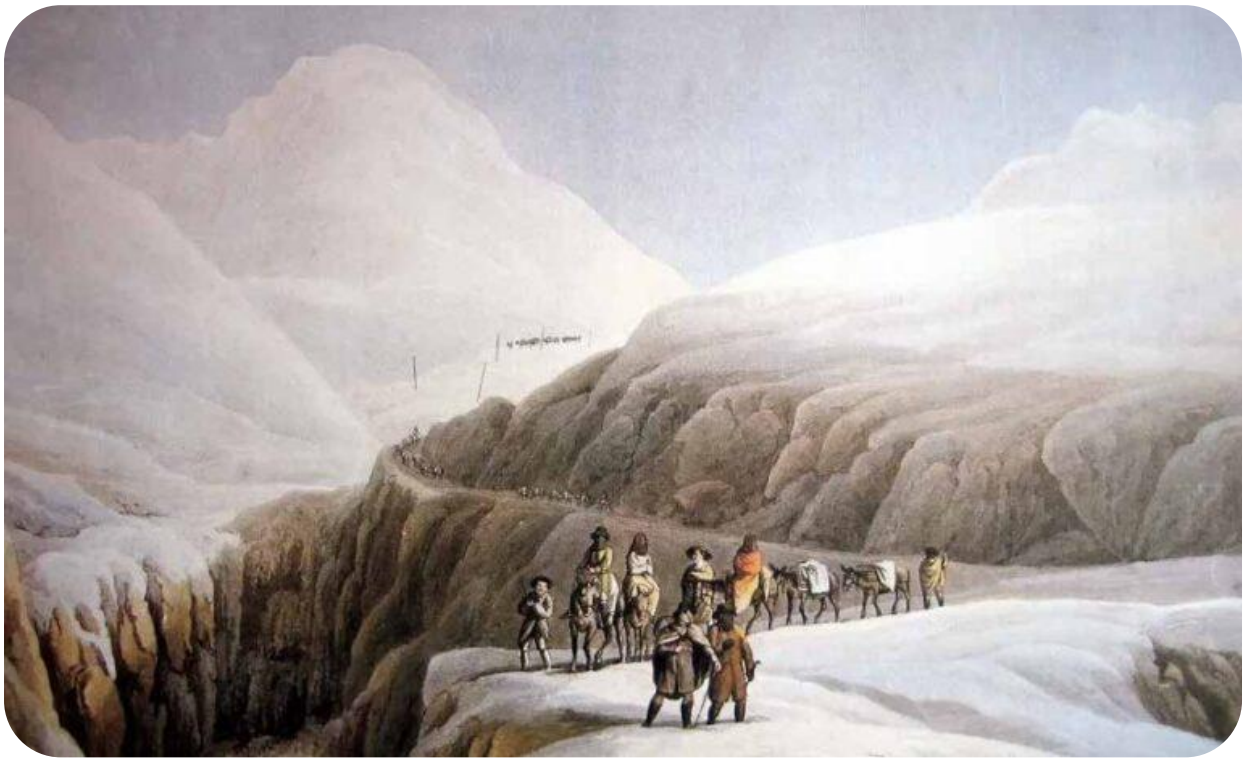
Hình 2.7.4 Các vùng có sông băng trên Trái Đất



Các sông băng trên núi trên khắp thế giới đã bắt đầu tan chảy (hay còn gọi là "thoái lui") khoảng 15.000 năm trước, khi thời kỳ băng hà cuối cùng kết thúc và nhường chỗ cho một thời kỳ khí hậu ấm hơn. Quá trình tan chảy này bị gián đoạn bởi những giai đoạn ngắn khi sông băng lại tạm thời mở rộng trở lại. Từ các ghi chép lịch sử, chúng ta biết rằng vào thế kỷ 5 – 7 sau Công nguyên, nhiều con đèo trên núi - hiện bị sông băng bao phủ - đã từng được sử dụng làm tuyến đường giao thương buôn bán. Khi khí hậu trở nên lạnh hơn, các sông băng lại mở rộng, và đến thế kỷ 17–18, những con đèo này không còn đi qua được nữa.

Một ví dụ là đèo St. Gotthard nổi tiếng ở dãy Alps. Như nhà thơ Friedrich Schiller từng mô tả vào năm 1799: "Con đường hiểm trở dẫn đến vực thẳm trang nghiêm/ Giữa ranh giới chao đảo của sự sống và cái chết.", việc vượt qua đèo phủ đầy tuyết cực kỳ nguy hiểm và chỉ có thể thực hiện trong vài tháng mùa hè.

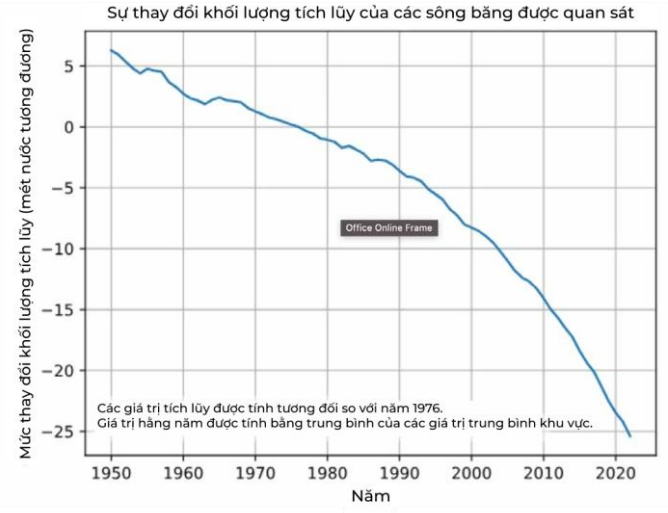
Hình 2.7.5 W. Rothe. *Băng qua đèo St. Gotthard*, 1790



Tuy nhiên, trong vòng 70 năm qua, các sông băng trên khắp thế giới đã thoái lui với tốc độ cực kỳ nhanh (Hình 2.7.6). Các nhà khoa học đã gióng lên hồi chuông cảnh báo: hiện tượng tan chảy nhanh chóng của các sông băng trên núi mà chúng ta đang chứng kiến không trùng khớp với chu kỳ tự nhiên nào (Không phải là sự thay đổi bình thường của khí hậu). Việc khối lượng băng trên núi bị suy giảm có thể dẫn đến hậu quả thảm khốc đối với môi trường và nền kinh tế của các khu vực miền núi, cũng như các vùng đồng bằng xung quanh - nơi sinh sống của 1/6 dân số thế giới.

Hình 2.7.6

Biến đổi khối lượng của các sông băng trên núi trên toàn thế giới, giai đoạn 1950–2022, đo bằng đơn vị mét nước tương đương



Hình 2.7.7

Cách các nhà khoa học nghiên cứu sông băng



Các sông băng trên núi đang thoái lui

Các dòng sông băng ở dãy Himalaya đang thoái lui trung bình từ 10–15 mét mỗi năm. Sông băng Gangotri, nơi bắt nguồn của sông Hằng, đang tan chảy đặc biệt nhanh, với tốc độ khoảng 30 mét mỗi năm. Gangotri là một trong những nguồn cung cấp nước chính cho khoảng 500 triệu người sống dọc theo sông Hằng.

Các sông băng ở Peru cũng đang rút đi nhanh chóng. Từ những đánh giá thận trọng nhất, diện tích của chúng đã giảm khoảng một phần ba trong vòng 30 năm qua.

Ngọn núi lửa Kilimanjaro ở châu Phi có thể là nơi chịu ảnh hưởng nặng nề nhất: lớp tuyết phủ nổi tiếng trên đỉnh núi – từng được nhà văn Ernest Hemingway miêu tả trong tác phẩm nổi tiếng *Tuyết trên đỉnh Kilimanjaro* – giờ gần như đã biến mất hoàn toàn.

Hình 2.7.8

Sông bang Gangotri (Ấn Độ)



Hình 2.7.9 Lớp tuyết phủ trên đỉnh Kilimanjaro gần như đã biến mất





Các sông băng ở dãy Alps đang tan chảy nhanh hơn bao giờ hết. Theo nghiên cứu được thực hiện năm 2023 bởi nhóm khoa học Glacier Monitoring Switzerland (GLAMOS - Nhóm đánh giá Sông băng Thụy Sĩ), các sông băng ở Thụy Sĩ đã mất đi một lượng băng trong hai năm tương đương với ba thập kỷ trước năm 1990: chỉ trong hai mùa hè nóng bức năm 2022 và 2023, các sông băng ở dãy Alps đã mất khối lượng tuyết tương đương với giai đoạn từ năm 1960 đến 1990. Các nhà khoa học kết luận rằng tình trạng khủng hoảng khí hậu do việc đốt nhiên liệu hóa thạch là nguyên nhân gây ra các mùa hè nóng bất thường và các mùa đông ít tuyết rơi, từ đó đẩy nhanh quá trình tan chảy của sông băng. Cơ quan Môi trường Châu Âu dự báo rằng 75% các sông băng ở dãy Alps sẽ tan chảy vào năm 2050.

Vào giữa thế kỷ 19, Vườn quốc gia Glacier ở dãy núi Rocky, nằm ở biên giới giữa Mỹ và Canada, từng có tới 150 sông băng. Đến đầu thế kỷ 21, nơi này chỉ còn lại 25 sông băng và các nhà khoa học dự đoán chúng sẽ biến mất trong vài thập kỷ tới. Vì vậy, những du khách muốn chiêm ngưỡng cảnh quan từng làm nên tên tuổi của vườn quốc gia này nên tranh thủ đến thăm sớm!

Tại Puncak Jaya, thuộc dãy núi Jayawijaya ở Indonesia, các sông băng đang dần biến mất do nhiệt độ tăng cao và các đợt hạn kéo dài, đặc biệt là trong giai đoạn El Niño năm 2015–2016. Với tốc độ tan chảy hiện tại, các sông băng ở đây nhiều khả năng sẽ biến mất hoàn toàn vào năm 2030, chấm dứt sự tồn tại của các sông băng nhiệt đới trong khu vực từ Thái Bình Dương gần xích đạo đến Đông Ấn Độ Dương.

Tác động của biến đổi khí hậu đến các hệ sinh thái núi ở Đông Nam Á

Các hệ sinh thái vùng núi ở Đông Nam Á là những khu vực đa dạng sinh học và có giá trị sinh thái cao hàng đầu thế giới. Những dãy núi như **Dãy Trường Sơn, dãy Cardamom, và cao nguyên Papua** là nơi cư trú của nhiều loài động thực vật đặc hữu, giúp điều tiết vòng tuần hoàn nước và đóng vai trò là bể hấp thụ carbon tự nhiên. Tuy nhiên, các hệ sinh thái này đang chịu ảnh hưởng ngày càng rõ rệt từ biến đổi khí hậu.



Nhiệt độ tăng đang buộc nhiều loài thực vật và động vật phải di chuyển lên các vùng cao hơn. Khi các vành đai thực vật dần dịch chuyển lên cao, những loài sống ở độ cao nhất có thể sẽ mất nơi sinh sống hoàn toàn, gây suy giảm đa dạng sinh học và đe dọa đến các loài quý hiếm chỉ tồn tại ở các vùng núi biệt lập.

Tại Puncak Jaya (Indonesia), những dòng sông băng nhiệt đới cuối cùng của khu vực đang tan chảy nhanh chóng – các nhà khoa học dự đoán chúng sẽ biến mất hoàn toàn vào năm 2026. Việc mất đi những sông băng này không chỉ là lời cảnh báo mà còn phản ánh xu hướng gia tăng nhiệt độ và giảm độ ẩm tại các vùng núi cao khắp khu vực.

Biến đổi khí hậu cũng làm gia tăng các hiện tượng thời tiết cực đoan như lở đất, lũ quét và hạn hán ở các khu vực miền núi. Những hiện tượng này làm tổn hại đến các hệ sinh thái mong manh, phá vỡ khả năng lưu trữ nước tự nhiên của đất rừng và giảm khả năng chống chịu của rừng trước sâu bệnh và cháy rừng.

Hình 2.7.10 Vườn Quốc gia Glacier vào tháng 8 năm 2013



Hình 2.7.11 Sông băng Azau Lớn ở dãy Kavkaz. Người phụ nữ trong ảnh đang cầm một bức hình chụp vào năm 1956. Phía sau cô là phần còn lại của sông băng vào năm 2007



Thể tích sông băng ở New Zealand đã giảm 11% từ năm 1975 đến năm 2005. Những sông băng tan nhanh nhất tại quốc đảo này là Tasman, Classen, Mueller và Maud.

Sông băng Azau ở dãy Kavkaz đã trải qua những thay đổi đáng kể. Vào cuối thế kỷ 19, quá trình tan chảy đã khiến sông băng này chia tách thành hai phần: Azau Nhỏ (Lesser Azau) và Azau Lớn (Greater Azau). Ngày nay, Azau Lớn không còn "lớn" như tên gọi. Từ năm 1957 đến 1976, sông băng này đã thoái lui 360 mét, và tiếp tục lùi thêm 260 mét từ năm 1980 đến 1992. Azau Nhỏ hiện đang thoái lui khoảng 16 mét mỗi năm.

Số lượng sông băng ở dãy Altai (miền Đông nước Nga) đã giảm 7,5% từ năm 1952 đến 1998, và các sông băng còn lại cũng đã thoái lui từ 100–120 mét so với vị trí giữa thế kỷ 19. Sông băng Sofia – đang được các chuyên gia của Đại học Bang Altai theo dõi – đã thoái lui 1,5–2 km trong vòng 150 năm qua. Tuy vậy, sông băng này vẫn còn đang "dâng lên" với tốc độ 20–30 mét mỗi năm.

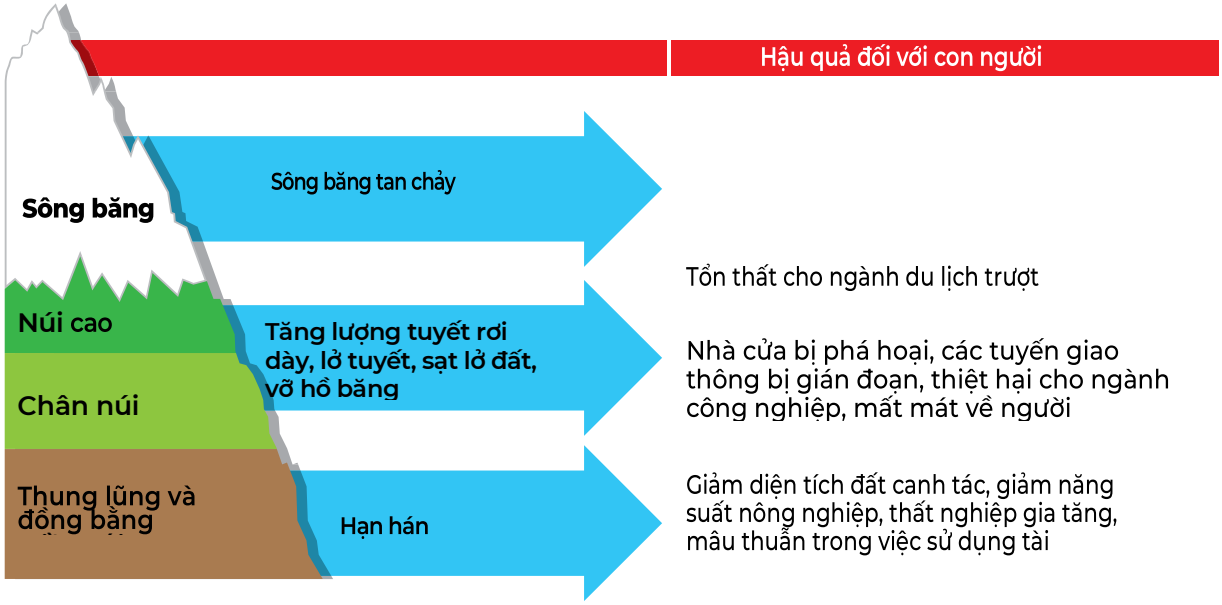
Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến cuộc sống của người dân miền núi như thế nào?

Sống ở vùng núi vốn không dễ dàng. Độ cao lớn, địa hình hiểm trở và thời tiết thường xuyên thay đổi khiến việc trồng trọt và chăn nuôi tại đây khó khăn hơn nhiều so với vùng đồng bằng.





Hình 2.7.12 Tác động của biến đổi khí hậu đến đời sống con người ở vùng núi.



Từ thời cổ đại, con người đã định cư trong các thung lũng hẹp giữa núi, bị ngăn cách bởi những dãy núi cao với sườn dốc dựng đứng – điều này khiến việc giao lưu giữa các thung lũng lân cận (và các cộng đồng dân cư) trở nên khó khăn. Cho đến nay, người dân sống ở vùng núi vẫn thường có những phong tục, văn hóa và cách mưu sinh đặc trưng riêng. Lối sống của họ – chủ yếu dựa vào nông nghiệp và du lịch – phụ thuộc trực tiếp vào khí hậu. Chỉ một thay đổi nhỏ về khí hậu cũng có thể ảnh hưởng đến chất lượng cuộc sống của họ.

Ngành du lịch lao dốc

Ví dụ từ dãy Alps cho thấy biến đổi khí hậu đang ảnh hưởng đến ngành du lịch ở các vùng núi như thế nào. Du lịch trượt tuyết chiếm tới 20% thu nhập của các quốc gia có dãy Alps (Hình 2.7.13). Đối với 13 triệu người dân sinh sống tại khu vực này ở Áo, Đức, Thụy Sĩ và Pháp, việc thiếu tuyết là một thảm họa kinh tế: khi có tới hai phần ba du khách đến đây là để trượt tuyết và lướt ván.

Các dự báo đang dấy lên lo ngại nghiêm trọng: đến năm 2030, gần như sẽ không còn ở độ cao dưới 1.000 mét tại dãy Alps – điều này sẽ khiến nhiều khu nghỉ dưỡng trượt tuyết nổi tiếng phải đóng cửa. Một nửa số khu trượt tuyết ở Áo nằm ở độ cao dưới 1.300 mét và sẽ buộc phải ngừng hoạt động do thiếu tuyết. Những dự báo nghe có vẻ bi quan này đang dần trở thành hiện thực: trong mùa đông 2006–2007, có tới 60 trong tổng số 660 khu trượt tuyết ở dãy Alps phải đóng cửa, và nhiều khu khác chỉ có thể hoạt động nhờ vào tuyết nhân tạo – làm chi phí vận hành các hoạt động này vốn đã cao lại càng tăng thêm. Kết quả là lượng khách đến nghỉ dưỡng ở dãy Alps giảm mạnh.

Vậy các vùng núi sẽ xoay xở ra sao khi không còn tuyết? Ngành thể thao và giải trí đang nỗ lực thích nghi, chuyển hướng phát triển các loại hình du lịch và nghỉ dưỡng ít phụ thuộc vào tuyết hơn. Các khu vực từng được dùng cho trượt tuyết đang dần được chuyển đổi thành công viên giải trí và khu nghỉ dưỡng chăm sóc sức khỏe hoạt động quanh năm. Có thể đến một lúc nào đó, người ta đến vùng Alps không còn để chơi bộ môn thể thao mùa đông - trượt tuyết, mà là để tản bộ bên hồ, thưởng thức ẩm thực địa phương và tận hưởng không khí trong lành vùng núi.

Hình 2.7.13

Ngành du lịch chiếm phần lớn doanh thu của các vùng núi





Hồ Trift ở bang Bern, Thụy Sĩ là một ví dụ thú vị cho thấy sự nóng lên toàn cầu đang tác động thế nào đến vùng Alps. Vào những năm 1990, một sông băng gần đó bắt đầu tan chảy nhanh chóng, nước băng tan hình thành một hồ nhỏ và băng cứ thế biến mất dần khỏi thung lũng. Trước đây, người ta có thể đi bộ từ đỉnh núi này sang đỉnh khác bằng cách băng qua sông băng, nhưng giờ đây chính quyền địa phương phải xây cầu treo cho khách du lịch trước khi băng tan hoàn toàn, từ đó trở thành điểm thu hút khách du lịch từ khắp nơi trên thế giới.

Hình 2.7.14

Cây cầu bắc ngang qua hồ Trift, Thụy Sĩ



Sông băng Pastoruri, Peru đang thoái lui

Cho đến gần đây, khách du lịch và các nhà leo núi chuyên nghiệp vẫn đổ về chiêm ngưỡng sông băng Pastoruri, một khối băng khổng lồ nằm giữa dãy Andes ở Peru. Nhưng sông băng này đã tan mất hơn 25% chỉ trong vòng 35 năm qua, và các nhà khoa học dự đoán nó có thể biến mất hoàn toàn trong vài thập kỷ tới. Khu vực xưa phủ toàn bang tuyết nay chỉ còn cho những vách đá đen trơ trọi. Chính quyền địa phương đã cấm leo núi tại đây vì băng tan khiến các vách đá trở nên không còn ổn định.

Số lượng khách du lịch đến chiêm ngưỡng sông băng Pastoruri đã giảm xuống còn một phần ba so với đầu thập niên 1990, gây ảnh hưởng lớn đến ngành du lịch của Peru và thu nhập của người dân địa phương. Tuy vậy, các doanh nhân ở Peru không hề nản chí: họ bắt đầu giới thiệu phần còn lại của sông băng như một minh chứng sống động cho hậu quả của biến đổi khí hậu và khu vực này đã thu hút ngày càng nhiều nhà bảo vệ môi trường cùng du khách quan tâm.

Nhưng tất nhiên, việc khôi phục lại sông băng là một nhiệm vụ khó khăn hơn rất nhiều so với việc vực dậy kinh tế địa phương.

Sự thoái lui của sông băng Pastoruri ở dãy Andes, Peru





Thiên tai ở vùng núi

Việc ngành du lịch suy giảm không phải là mối đe dọa lớn nhất đối với người dân vùng núi do hiện tượng nóng lên toàn cầu gây ra. Họ còn phải đối mặt với các thảm họa thiên nhiên – tuyết lở, lở đất và lũ lụt – những hiện tượng xảy ra ngày càng thường xuyên hơn ở các vùng núi do biến đổi khí hậu, đe dọa đến tính mạng con người và gây thiệt hại nghiêm trọng cho nền kinh tế địa phương.

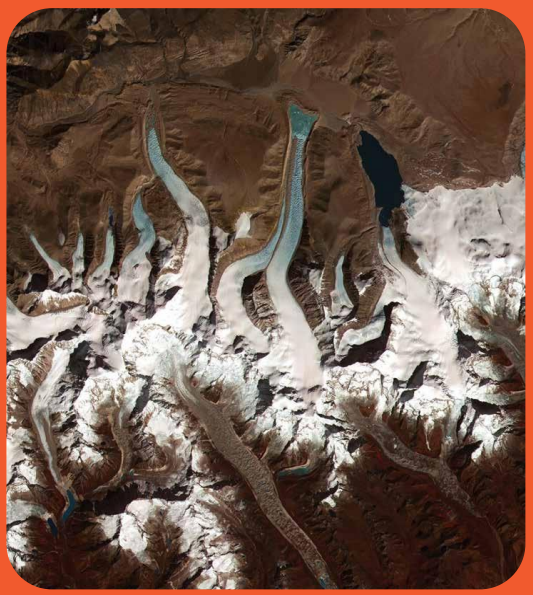
Khi một sông băng tan chảy và thoái lui, nước băng tan sẽ tích tụ trong các thung lũng núi, tạo thành hồ băng. Khi lượng nước tăng lên, hồ băng có thể bị tràn và gây ra lũ lụt. Các nhà khoa học cho rằng có 20 hồ băng ở Nepal và 24 hồ ở Bhutan đang là mối đe dọa nghiêm trọng đối với người dân sống ở vùng hạ lưu. Nếu những hồ này bị vỡ bờ và nước tràn xuống thung lũng, nhiều người có thể mất nhà cửa thậm chí thiệt mạng. Một số trận lũ như vậy đã từng xảy ra trong những năm gần đây ở các thung lũng sông Thimphu, Paro và Punakha-Vangdu tại Bhutan.

Nguy cơ đối với người dân địa phương có thể được giảm thiểu bằng cách đào các kênh và xây đập bảo vệ trước khi các trận lũ này xảy ra.

Hồ **Tsho Rolpa** ở Nepal, hình thành từ nước băng tan, đã mở rộng diện tích lên gấp bảy lần trong vòng 50 năm qua. Các nghiên cứu cho thấy có hơn 20 hồ băng ở Nepal và 24 hồ ở Bhutan có thể sắp bị tràn, điều này có thể dẫn đến những hậu quả thảm khốc đối với người dân và nền kinh tế của các quốc gia này, nếu không có biện pháp phòng ngừa thích hợp.

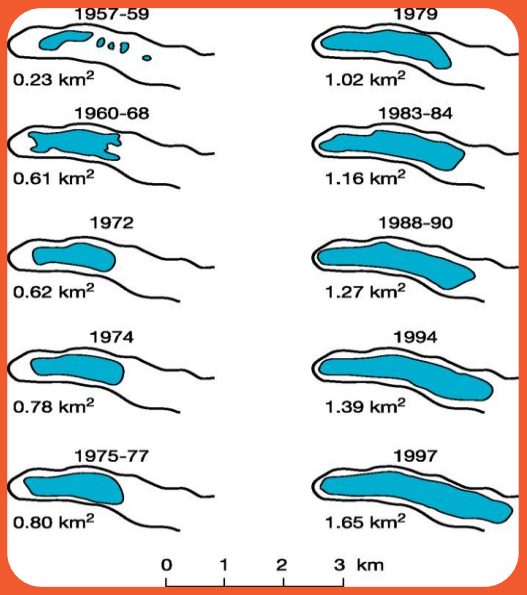
Hình 2.7.16

Các hồ băng trên dãy Himalaya



Hình 2.7.17

Hồ Tsho Rolpa đã tăng diện tích lên gấp bảy lần trong 50 năm qua



Tuyết lở là một khối tuyết khổng lồ rơi xuống hoặc trượt khỏi các sườn núi. Hiện tượng tuyết lở có thể để lại những hậu quả tàn khốc. Vào tháng 2/1999, một trận tuyết lở nặng khoảng 170.000 tấn đã phá hủy ngôi làng Galtur ở Áo và cướp đi sinh mạng của 30 người. Đến tháng 3/2012, một loạt trận tuyết lở ở Afghanistan đã tàn phá nhà cửa, khiến hơn 100 người thiệt mạng. Gần đây hơn, vào tháng 1/2023, một trận tuyết lở đã tràn xuống một con đường ở Lâm Chi, Trung Quốc, khiến 28 người tử vong và 53 người bị thương.

Sạt lở đất là một khối bùn đất và đá cực lớn, bất ngờ trượt xuống theo các thung lũng núi. Sạt lở đất thường do mưa lớn hoặc băng tuyết tan nhanh gây ra. Nhiều trận sạt lở còn bắt nguồn từ việc các hồ băng bị vỡ. Tương tự tuyết lở, sạt lở đất có thể gây ra thiệt hại nghiêm trọng trên diện rộng.





Suy giảm nguồn nước ngọt

Việc suy giảm nguồn nước ngọt trong tương lai, cả ở vùng núi và các vùng đồng bằng lân cận, là một mối đe dọa nghiêm trọng. Các sông băng là một trong những nguồn nước ngọt trên Trái Đất, chính vì chúng là nơi bắt nguồn của nhiều con sông. Khi băng tan, lượng nước sẽ giảm, dẫn đến tình trạng thiếu nước ở các khu vực xung quanh núi, khiến việc canh tác nông nghiệp, khai thác khoáng sản và sản xuất điện trở nên khó khăn hơn. Tình trạng thiếu nước ngọt ở các khu vực gần núi đã và đang gây ra những xung đột chính trị nghiêm trọng tại một số nơi trên thế giới. Các nhà khoa học lưu ý rằng tác động của biến đổi khí hậu lên khu vực núi, chẳng hạn như thay đổi thủy văn do sông băng rút đi hoặc sự biến đổi của hệ sinh thái - không thể giảm thiểu chỉ bằng các biện pháp thích ứng.

Núi non từ lâu đã gắn liền với sự hiểm trở, và biến đổi khí hậu có thể làm gia tăng thêm những rủi ro ấy. Nhiệt độ tăng cao, lượng mưa thay đổi, sông băng tan chảy và các thảm họa thiên nhiên bất ngờ ngày càng xảy ra thường xuyên hơn tất cả có thể dẫn đến những hậu quả nghiêm trọng đối với môi trường, đời sống con người và nền kinh tế ở các vùng núi cũng như các khu vực lân cận.

CÂU HỎI

1. Một người leo núi đã lên cao đến mức nào nếu anh ta đang ở độ cao có nhiệt độ là -9°C, trong khi nhiệt độ ở chân núi là +18°C?

2. Liệu tuyết có còn tồn tại trên đỉnh một ngọn núi cao 5200 mét nếu nhiệt độ không khí ở chân núi là +30°C vào ngày nóng nhất mùa hè không?

3. Tại sao sông băng trên núi thường được gọi là chỉ báo của biến đổi khí hậu? Điều gì xảy ra với chúng khi nhiệt độ không khí thay đổi?

4. Tại sao ở các vùng núi thường có sự đa dạng tộc người?

5. Những sinh kế chính của người dân sống ở vùng núi là gì?
Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến những sinh kế đó như thế nào?

6. Chúng ta có thể làm gì để bảo vệ các sinh kế chính của người dân vùng núi và thích ứng với những hậu quả của biến đổi khí hậu?





BÀI TẬP

1

Đánh dấu các đỉnh núi cao nhất trên mỗi châu lục trên bản đồ địa hình thế giới. Chúng thuộc hệ thống núi nào? Chúng nằm ở những quốc gia nào?

2

Vẻ đẹp và sự hiểm trở của núi non từ lâu đã là nguồn cảm hứng cho các nhà thơ, nhà văn, nghệ sĩ và nhà soạn nhạc vĩ đại.
Hãy kể tên một vài tác phẩm văn học hoặc nghệ thuật nổi tiếng mô tả các dãy núi hoặc đỉnh núi. Chọn một tác phẩm mà bạn yêu thích và giải thích những gì tác giả sẽ phải thay đổi nếu họ sống trong thời đại biến đổi khí hậu toàn cầu. Họ có thể làm điều đó như thế nào?



3

Trò chơi
Người chơi chia thành hai đội.

Đội số 1 sống ở Làng Thượng, nằm trong thung lũng sông Siết. Trong những năm gần đây, sự tan chảy của sông băng trên núi đã khiến sông Siết tràn bờ nhiều lần, gây ra vấn đề cho người dân địa phương. Vì vậy, người dân muốn xây một con đập trên sông để bảo vệ họ khỏi lũ lụt, đồng thời tạo ra điện và việc làm mới. Người dân miền núi không giàu có, họ không có tiền để xây đập và sống chủ yếu nhờ trồng trọt và chăn nuôi. Trong những năm gần đây, do nhiệt độ tăng, người dân Làng Thượng đã bắt đầu trồng hoa và trái cây nhiệt đới.

Đội số 2 sống ở Làng Chăn bò, nằm trên đồng bằng gần núi, hạ lưu sông Siết. Ngôi làng này thịnh vượng, người dân làm nông nghiệp và sử dụng nước sông để tưới tiêu và uống. Người dân Làng Chăn bò thích món ăn lạ, các hoạt động giải trí và du lịch. Ngân sách địa phương của họ dồi dào, có thể tài trợ cho những dự án xây dựng mới.

Các thành viên trong đội cần thảo luận các câu hỏi sau (giáo viên hoặc một học sinh có thể đóng vai Bộ trưởng Phát triển Khu vực, người sẽ điều phối cuộc đàm phán):

1) Hậu quả sẽ là gì đối với Làng Chăn bò nếu người dân Làng Thượng xây đập mà không tham khảo ý kiến họ?

2) Làng Đồng Cỏ có thể đồng ý cho xây đập và hỗ trợ tài chính với những điều kiện nào?

3) Người dân Làng Thượng có thể tìm cách bảo vệ mình khỏi hậu quả của biến đổi khí hậu mà không cần xây đập không?

4) Những dự án hay loại hình kinh doanh mới nào mà người dân Làng Thượng và Làng Chăn bò có thể hợp tác cùng nhau?

2.8 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến khu vực Bắc Cực như thế nào

Bắc Cực là khu vực cực Bắc của Trái Đất. Khu vực này bao gồm: Bắc Băng Dương và các vùng biển lân cận, phần phía bắc của Thái Bình Dương và Đại Tây Dương, quần đảo Bắc Cực của Canada, Greenland, đảo Svalbard, vùng đất Franz-Josef, Novaya Zemlya, Severnaya Zemlya, quần đảo New Siberian, đảo Wrangel, cùng với vùng ven biển phía bắc của lục địa Á - Âu và Bắc Mỹ.

Không có ranh giới cố định rõ ràng cho khu vực Bắc Cực. Cách phổ biến nhất để xác định ranh giới phía nam của vùng này là dựa theo Vòng Bắc Cực, nằm ở vĩ độ 66 độ 33 phút Bắc. Theo cách xác định này, tổng diện tích của Bắc Cực vào khoảng 21 triệu km^2.

Một cách khác là sử dụng đường đẳng nhiệt tháng 7 – một đường tưởng tượng nối các khu vực có nhiệt độ trung bình trong tháng ấm nhất (tháng 7) không vượt quá 10°C. Cách thứ ba để xác định ranh giới Bắc Cực là dựa vào ranh giới rừng cây – nơi kết thúc của vùng rừng và bắt đầu của vùng lãnh nguyên chỉ có cỏ, rêu và cây bụi. Ranh giới rừng cây này gần như trùng với đường đẳng nhiệt tháng 7. Các quốc gia có phần lãnh thổ nằm trong khu vực Bắc Cực bao gồm: Nga, Hoa Kỳ (Alaska), Canada, Na Uy, Thụy Điển, Phần Lan, Iceland và Đan Mạch (Greenland).

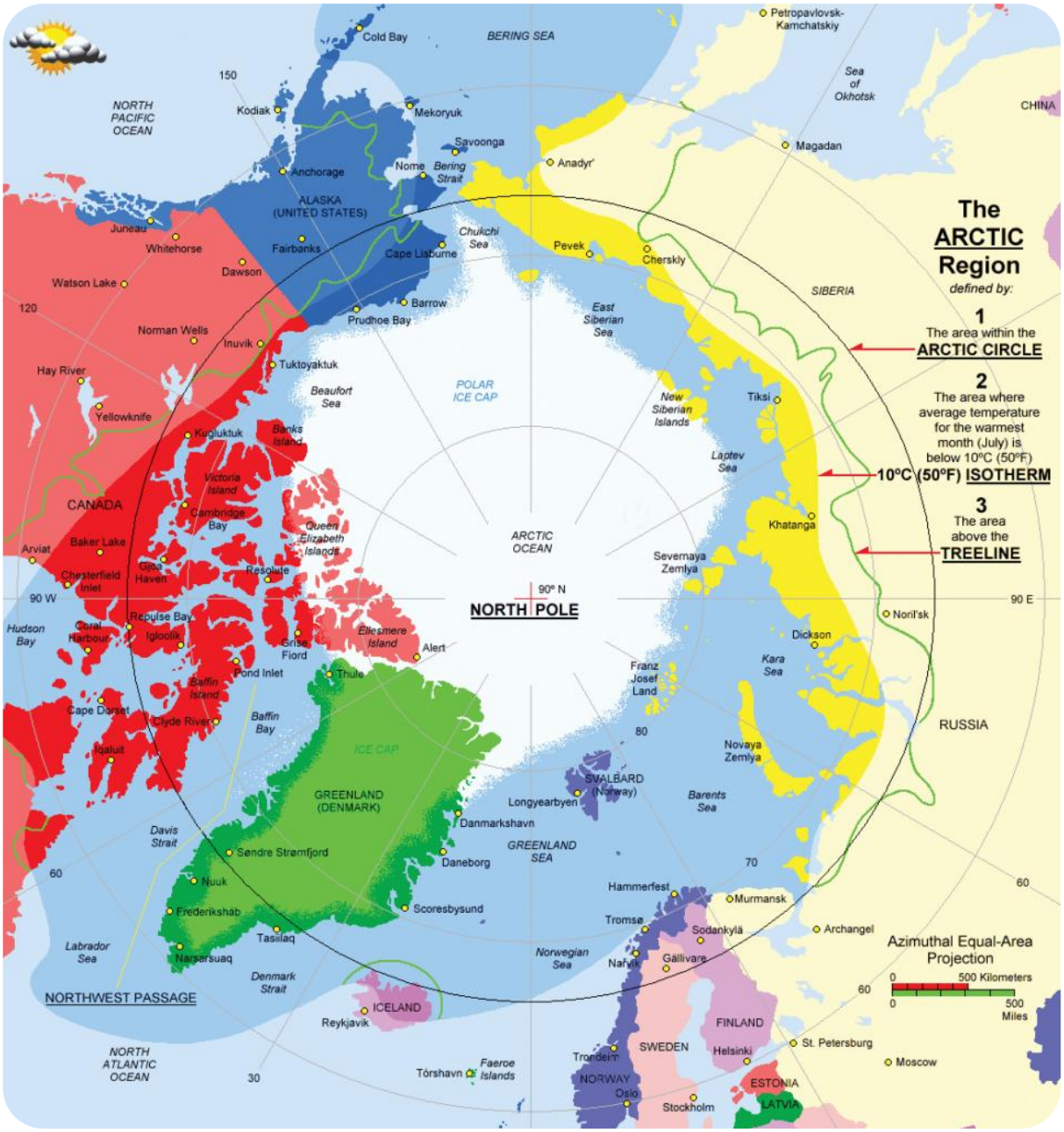


Bắc Cực đang ấm lên nhanh hơn phần còn lại của thế giới

Biến đổi khí hậu ở Bắc Cực diễn ra mạnh mẽ hơn nhiều so với mức trung bình của thế giới. Trong vài thập kỷ gần đây, nhiệt độ tại các vùng ven biển Bắc Cực đã tăng thêm từ 2 đến 3°C. Tuy nhiên, tác động rõ rệt nhất của biến đổi khí hậu ở Bắc Cực không chỉ là việc nhiệt độ tăng lên, mà còn là sự thay đổi thất thường của khí hậu và thời tiết.

Ở những vùng ôn đới, nhiệt độ có thể thay đổi nhanh chóng, nhưng thường không vượt quá 10°C – ví dụ hôm nay trời khá ấm, ngày mai giảm 10°C, rồi một tuần sau lại tăng trở lại. Còn ở Bắc Cực, nhiệt độ có thể thay đổi đột ngột tới 20°C, một mức rất lớn. Ngoài ra, vào mùa hè, có khu vực ở Bắc Cực có thể ấm hơn 5°C so với giữa thế kỷ 20, trong khi khu vực lân cận lại lạnh hơn 5°C.

Hình 2.8.1 Bắc Cực và định nghĩa về ranh giới của Bắc Cực



Nghe có vẻ như thời tiết ấm lên ở Bắc Cực là điều tích cực, nhưng điều đó không phải lúc nào cũng đúng. Hãy thử so sánh: -35°C nhưng trời quang và không có gió, hay -20°C nhưng đang có bão tuyết – cái nào dễ chịu hơn? Tất nhiên là -35°C vẫn tốt hơn, miễn là không có bão tuyết, bởi Bắc Cực vốn đã quen với cái lạnh như vậy. Vấn đề không nằm ở nhiệt độ: dù có chuyện gì xảy ra, thì Bắc Cực cũng không bao giờ nóng đến mức khiến con người hay động vật ở đó bị quá nhiệt.

Trong khí tượng học có một khái niệm gọi là **chỉ số gió lạnh.** Đây là cách để đo xem con người cảm thấy lạnh đến mức nào, khi vừa có nhiệt độ thấp lại vừa có gió. Ví dụ, khi nhiệt độ không khí là -10°C và gió thổi với tốc độ 30 km/h, chỉ số gió lạnh sẽ là -20°C. Điều đó có nghĩa là cơ thể con người sẽ cảm nhận và phản ứng giống như đang ở trong môi trường có nhiệt độ -20°C, dù thực tế chỉ là -10°C.

Cuộc sống của con người và các hệ sinh thái ở Bắc Cực chịu ảnh hưởng từ nhiều thông số khí hậu, như: sức gió mạnh (bão tuyết và giông tố), băng trên biển và sông tan dần, xói mòn bờ biển nghiêm trọng, và băng vĩnh cửu tan chảy. Sự thay đổi của các yếu tố này không chỉ là hậu quả của việc nhiệt độ tăng, mà chính chúng cũng góp phần làm cho Bắc Cực ấm lên nhanh hơn. Các nhà khoa học gọi hiện tượng tác động ngược này là “quá trình hồi tiếp”. Có ít nhất hai loại hồi tiếp như vậy:

1. Khi nhiệt độ không khí tăng lên, các tảng băng bắt đầu tan chảy và vỡ ra, để lại những vũng nước lớn giữa các mảng băng. Bề mặt nước tối màu không phản chiếu ánh sáng mặt trời như băng mà hấp thụ nhiệt. Kết quả là nước càng ấm lên, băng càng tan nhiều hơn và quá trình này diễn ra ngày càng nhanh.

2. Khi có nhiều vùng nước lộ ra do băng tan, hơi nước bốc lên nhiều hơn, hình thành nhiều mây. Bạn có để ý rằng trời nhiều mây vào ban đêm thì ấm hơn, vì mây giữ lại hơi ấm, còn đêm quang đãng thì lạnh hơn rất nhiều. Tương tự ở Bắc Cực, nhiều mây khiến nhiệt độ ban đêm cao hơn, làm cho băng tiếp tục tan nhanh hơn.

Nền kinh tế ở Bắc Cực có thể chia thành hai kiểu hoạt động rất khác nhau. Một mặt là các hoạt động truyền thống của người bản địa, như săn bắn, đánh bắt cá, chăn tuần lộc. Mặt khác là các ngành công nghiệp quy mô lớn để phục vụ thị trường quốc tế, như khai thác dầu khí, sắt, kẽm, vàng, kim cương, gỗ và đánh bắt thủy sản. Hai khu vực có nền kinh tế lớn nhất ở Bắc Cực là Nga và bang Alaska của Mỹ, chủ yếu nhờ vào ngành khai thác mỏ và dầu khí. Trong khi đó, những nơi vẫn dựa nhiều vào hoạt động truyền thống quy mô nhỏ, đặc biệt là ở Greenland và miền Bắc Canada, thì tổng giá trị kinh tế tạo ra thấp hơn nhiều.

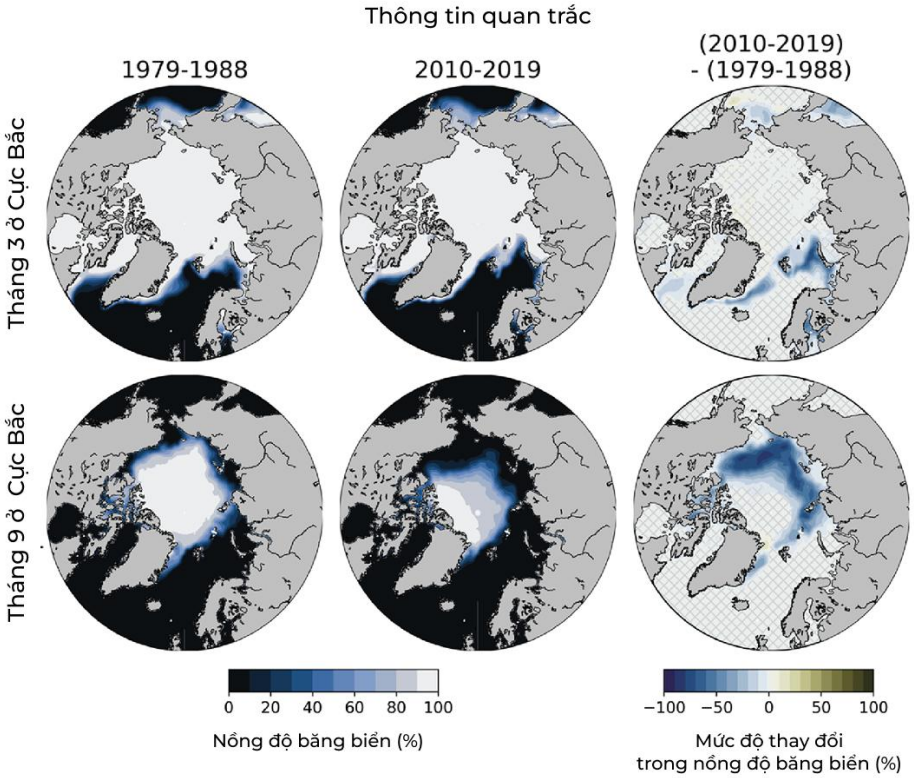




Băng Bắc Cực đang biến mất

Các nhà khoa học đã theo dõi tình trạng băng ở Bắc Cực từ năm 1979 bằng vệ tinh. Dữ liệu từ vệ tinh cho thấy lượng băng ở Bắc Cực đã giảm rất mạnh (xem Hình 2.8.2). Bản đồ băng biển Bắc Cực thể hiện mức độ bao phủ trung bình của băng biển trong hai giai đoạn: 1979–1988 và 2010–2019, cũng như mức độ thay đổi rõ ràng của lớp băng giữa hai thập kỷ này. Trong 40 năm qua, mật độ băng trên biển ở Bắc Băng Dương và các vùng biển lân cận đã giảm hơn 20%.

Hình 2.8.2 Bản đồ nồng độ băng biển Bắc Cực vào tháng 3 và tháng 9, lần lượt là những tháng thường có diện tích băng biển cao nhất và thấp nhất



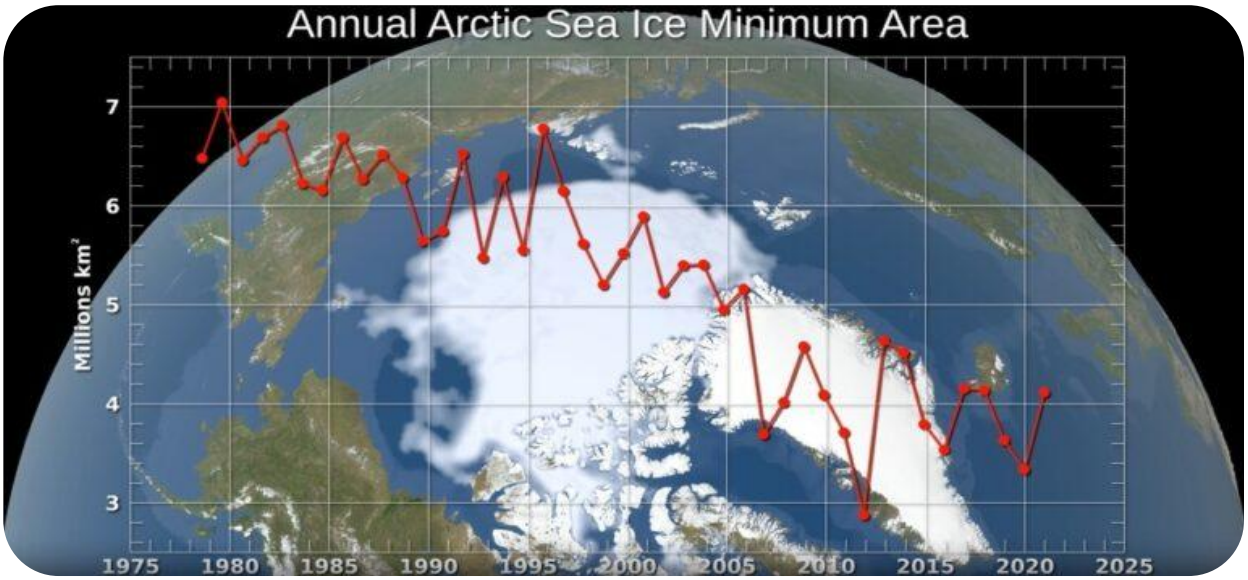
Diện tích băng biển thường được tính bằng mức lớn nhất và nhỏ nhất trong năm, tức là vào cuối tháng 3 và tháng 9. Trong tháng 9 năm 2012, diện tích băng biển thu hẹp kỷ lục, chỉ còn 3,41 triệu km² (xem Hình 2.8.2 và 2.8.3).

Dù vậy, mùa đông ở Bắc Cực vẫn có băng bao phủ hoàn toàn. Ngay cả khi nhiệt độ mùa đông tăng mạnh thêm 15–20°C thì nhiệt độ vẫn không vượt quá 0°C, nên băng không thể tan hoàn toàn. Tuy nhiên, lớp băng sẽ trở nên mỏng hơn rất nhiều, và hiện tượng này đã có thể thấy rõ.

Các nhà khoa học cũng cho rằng, việc băng tan và mỏng đi có thể tạo ra cơ hội mới cho ngành vận tải biển. Khi băng giảm, tàu hàng có thể đi qua Bắc Băng Dương dễ dàng hơn, mở ra tuyến vận tải mới nối châu Âu và châu Á mà ngắn hơn nhiều so với tuyến truyền thống qua kênh đào Suez, giúp tiết kiệm thời gian và chi phí vận chuyển.

Tháng 9 là thời điểm băng biển tan nhiều nhất, nên tàu thuyền có cơ hội tốt nhất để di chuyển qua tuyến đường biển phía Bắc. Tuy nhiên, ngay cả khi diện tích băng xuống mức thấp nhất (xem Hình 2.8.2), không có gì đảm bảo tất cả các eo biển đều thông suốt. Điều này đặc biệt đúng với eo biển Vilkitsky, nằm giữa bán đảo Taimyr và quần đảo Severnaya Zemlya – được xem là một điểm nghẽn của toàn bộ tuyến đường biển Bắc. Ngay cả trong năm 2007, khi lượng băng giảm mạnh, eo biển này vẫn bị băng bao phủ. Ngược lại, có những năm băng biển phủ rộng, nhưng một số eo biển vẫn có thể đi qua được. Tóm lại, còn quá sớm để khẳng định rằng tuyến hàng hải dọc theo bờ biển Bắc của Nga đã thông thoáng quanh năm. Theo các mô hình khí hậu, Bắc Cực có thể hoàn toàn không còn băng vào mùa hè – nhưng điều này chỉ có khả năng xảy ra từ khoảng năm 2050.

Hình 2.8.3 Diện tích băng biển Bắc Cực (mức tối thiểu hằng năm) từ năm 1978 đến năm 2022



Cần nhớ rằng, khi băng tan ở Bắc Cực, sẽ xuất hiện các tảng băng trôi, có thể nguy hiểm cho tàu thuyền, cũng như các giàn khoan dầu đặt trên thềm lục địa ngoài biển khơi. Trong tương lai, các công ty vận tải biển và khai thác dầu khí sẽ cần có các biện pháp phòng ngừa chủ động để tránh va chạm và tai nạn liên quan đến các tảng băng trôi.

Mối đe dọa đối với động vật ở Bắc Cực

Việc băng tan ở vùng cực cũng ảnh hưởng rất lớn đến các loài động vật biển, trong đó có "vua" của Bắc Cực — gấu Bắc Cực. Gấu Bắc Cực không cần băng để sống, nhưng thức ăn chính của chúng là hải cẩu,luôn sinh sống ở rìa băng biển.

Do hiện tượng nóng lên toàn cầu, rìa băng ở Bắc Cực vào mùa xuân đang lùi về phía bắc rất nhanh — nhanh đến mức mà gấu Bắc Cực không kịp thích nghi và bị tách biệt khỏi những con hải cẩu bởi những vùng nước rộng lớn không còn băng (xem Hình 2.8.4). Gấu có thể bơi hàng chục kilomet, nhưng không thể bơi hàng trăm kilomet, đặc biệt là những chú gấu con có khả năng bơi rất hạn chế. Kết quả là nhiều con gấu bị mắc kẹt ở bờ biển. Chúng đói và có thể vào làng để tìm thức ăn ở các bãi rác, điều này có thể rất nguy hiểm, cả cho gấu lẫn con người. Hiện có một vài cách để giải quyết vấn đề này.

Hình 2.8.4

Chú gấu này bị mắc kẹt trên bờ, cách rìa băng hơn 100 km — và rõ ràng nó không vui chút nào trước những gì biến đổi khí hậu đang gây ra.



Trước hết, con người cần có các biện pháp xua đuổi gấu, ví dụ như súng bắn đạn cao su. Thứ hai, các ngôi làng cần giữ sạch sẽ, không để thức ăn thừa hay rác thực phẩm quanh khu dân cư. Rác nên được đưa ra xa ít nhất 1–2 km, để nếu gấu đến kiếm ăn, chúng sẽ tìm đến những nơi đó thay vì đi vào làng. Thứ ba, cần có những người được huấn luyện kỹ lưỡng, có thiết bị liên lạc (radio, điện thoại vệ tinh) và vũ khí phòng vệ, túc trực để theo dõi gấu, ngăn ngừa các vụ tấn công hoặc săn bắt trái phép.

Dù không thể ăn món khoái khẩu là hải cẩu, gấu Bắc Cực vẫn có thể tìm thấy thức ăn ở ven biển như xác chim chết, trứng hoặc các loài động vật nhỏ. Chúng cũng có thể săn hải mã, nhưng thường chỉ nhắm vào những con non hoặc những con bị yếu, bị thương. Gấu hiếm khi tấn công hải mã trưởng thành. Đôi khi, gấu đột nhập vào một đàn hải mã, khiến chúng hoảng loạn và chen chúc nhau. Trong lúc đó, những con non có thể bị đè bẹp dưới sức nặng của các con lớn, và đó trở thành cơ hội kiếm ăn cho gấu. Chiến thuật này đặc biệt hiệu quả nếu bầy hải mã đang sống trên sườn dốc hoặc các mỏm đá: khi những con lớn rơi xuống, chúng có thể vô tình đè lên con non ở bên dưới.

Hải mã ngày càng bị buộc phải chọn những nơi không phù hợp để làm nơi sinh sống, phần lớn cũng vì thiếu băng. Hải mã không chỉ cần các tảng băng trôi để nghỉ ngơi trong quá trình di cư mà không mất sức, mà còn cần băng ven bờ biển. Trước đây, ở nhiều nơi có rất nhiều băng ven bờ dày đặc, một phần nằm phủ trên bãi biển như một lớp vỏ cứng. Nhưng giờ đây, băng ven bờ đã giảm nhiều, và những cơn bão đang nhanh chóng làm xói mòn những khu vực thích hợp cho các đàn hải mã. Do đó, hải mã buộc phải chọn những nơi khác, nơi chúng không chỉ bị đe dọa bởi gấu Bắc Cực mà còn bởi con người.

Đã có những trường hợp hàng nghìn con hải mã xuất hiện ở những nơi mới (Hình 2.8.5), trong đó có cả những khu vực gần sân bay. Tiếng ồn của máy bay đến gần khiến chúng hoảng loạn và chạy tán loạn, dẫn đến việc hàng chục con bị chết trong lúc hỗn loạn. Để ngăn sự việc tái diễn, những người ở sân bay đã chủ động tạo tiếng ồn trước khi máy bay đến, nhằm khiến bầy hải mã rút xuống biển. Tuy nhiên, những biện pháp như vậy đòi hỏi phải theo dõi kỹ lưỡng sự di chuyển của đàn hải mã và có sự phối hợp của con người cùng thiết bị hỗ trợ.



Hình 2.8.5 Vào tháng 9 năm 2014, một kỷ lục đã được ghi nhận khi khoảng 35.000 con hải mã tập trung trên bờ biển gần Point Lay, Alaska. Chúng đang tìm chỗ để nghỉ ngơi sau hành trình bơi dài, vì không còn băng biển để nằm nghỉ như trước.



Biển Barents và biển Kara là nơi sinh sống của loài hải mã Đại Tây Dương – một loài đang được ghi tên trong Sách Đỏ. Hiện chỉ còn một vài nơi có đàn hải mã tập trung, một số nằm ở vùng xa xôi như quần đảo Franz Josef, nhưng cũng có những nơi tương đối dễ tiếp cận, nằm dọc theo các tuyến giao thông hoặc khu vực có kế hoạch xây dựng giàn khoan khai thác dầu khí. Vì vậy, việc theo dõi chặt chẽ và phát hiện sớm các vấn đề là vô cùng quan trọng để ngăn chặn nguy cơ tuyệt chủng của hải mã tại khu vực này ở Bắc Cực.

Sự sống còn của loài hải cẩu trắng ở biển Trắng cũng là một thách thức khác. Khác với gấu hay hải mã, hải cẩu không thể sống trên bờ biển vì chúng dễ trở thành mồi cho chó sói, chó nhà hoặc các loài ăn thịt khác. Trong quá khứ, hải cẩu trắng từng bị săn bắt nhiều bởi người dân sống ven biển Bắc Cực, đặc biệt là những con non với bộ lông trắng mềm rất được ưa chuộng. Hiện nay, việc săn bắt loài này đã bị cấm. Tuy nhiên, nhiều cá thể hải cẩu cũng đã thiệt mạng do tàu thuyền đi qua khu vực chúng sinh sống. Vì lý do đó, các thuyền trưởng nay buộc phải tránh những khu vực tập trung nhiều hải cẩu.

Trước đây, hải cẩu ở biển Trắng từng bị săn bắt để lấy bộ lông mềm mượt của hải cẩu con. Các tuyến hàng hải đi xuyên qua những khu vực hải cẩu thường tập trung cũng gây ra nhiều ảnh hưởng. Ngày nay, hải cẩu lại đối mặt với một vấn đề khác: lớp băng chắc chắn trên biển Trắng đang dần biến mất do biến đổi khí hậu, khiến chúng gặp khó khăn hơn trong việc nuôi con non.



Hải cẩu còn gặp thêm một vấn đề khác do biến đổi khí hậu: lông của hải cẩu con rất ấm nhưng lại không chống thấm nước. Vì vậy, nếu bị rơi xuống nước hoặc chỉ cần dính nước từ những vũng nước tan chảy trên mặt băng, chúng có thể bị nhiễm lạnh, ốm yếu và dễ tử vong. Trong tương lai, nếu lượng băng tiếp tục giảm mạnh, có thể cần tìm những hòn đảo được bảo vệ để hải cẩu con có nơi an toàn để lớn lên.

Biến đổi khí hậu cũng đang ảnh hưởng đến tuần lộc. Khi các con sông không còn phủ băng chắc chắn vào đầu mùa đông, người chăn tuần lộc sẽ gặp khó khăn trong việc đưa đàn đến nơi thích hợp. Tuần lộc có thể bơi qua sông hoặc đi qua lớp băng dày, nhưng không thể vượt qua sông nếu lớp băng mỏng. Việc băng tan sớm trên sông và đất vùng lãnh nguyên bị nhũn ra khiến đường di cư của tuần lộc bị cản trở, dẫn đến nhiều con bị mắc kẹt và chết.

Chúng ta không thể ngăn chặn biến đổi khí hậu một cách dễ dàng và nhanh chóng, vì vậy cần chủ động giải quyết các vấn đề liên quan bằng cách loại bỏ những rào cản do con người tạo ra – chẳng hạn như đảm bảo rằng đường ống dẫn khí đốt không cản trở đường di chuyển của tuần lộc. Hiện nay, ở các vùng đất đóng băng vĩnh cửu, đường ống thường được xây dựng nổi trên mặt đất bằng các trụ đỡ đặc biệt, khiến tuần lộc không thể chui qua bên dưới hay nhảy qua phía trên. Do đó, cần thiết kế những đoạn ống đặc biệt được nâng cao hơn, tạo khoảng trống để đàn tuần lộc có thể đi qua dễ dàng.

Băng vĩnh cửu đang tan chảy

Con người đã sinh sống ở vùng đất đóng băng vĩnh cửu thuộc Bắc Cực từ hàng nghìn năm nay. Tuy nhiên, đó là các dân tộc bản địa như người Chukchi, Nenets, Yakut, Evenk, Aleut, Yupik và Inuit – những người không xây dựng nhà cửa kiên cố, nên sự tồn tại của họ không gây thiệt hại cho mặt đất đóng băng trong vùng băng vĩnh cửu Bắc Cực. Khi người Nga bắt đầu đến khai phá Bắc Cực, họ vô cùng ngạc nhiên khi phát hiện rằng mặt đất ở đây bị đóng băng sâu đến vài mét và chỉ có lớp bề mặt tan chảy vào mùa hè. Những người đứng đầu trong đoàn người khai hoang đã viết rằng đất bị đóng băng đến mức không thể gieo trồng lúa mì. Tại thành phố Yakutsk của Nga, người ta đã đào một giếng để xem lớp đất đóng băng dày bao nhiêu. Vào năm 1686, giếng được đào sâu đến 30 mét mà vẫn chưa chạm tới đáy lớp băng. Gần 150 năm sau, việc đào giếng được tiếp tục và đến độ sâu 116 mét, đất ở đó vẫn còn bị đóng băng.

Hình 2.8.6 Băng vĩnh cửu đang tan chảy ở Svalbard, Na Uy.



Tính chất của lớp băng vĩnh cửu chỉ được hiểu rõ vào cuối thế kỷ 19, khi người ta phát hiện ra có nơi lớp băng này sâu tới 1.500m, nhưng thường thì chỉ dày khoảng 100m, với nhiệt độ từ -2 đến -7 °C

Ở những khu vực không có băng vĩnh cửu, nhiệt độ đất dưới bề mặt luôn cao hơn 0°C vài độ, nên có thể lắp đặt đường ống dẫn nước hay xây dựng các kênh, cống ngầm để dẫn suối và sông nhỏ qua khu dân cư một cách an toàn. Tại vùng đất băng vĩnh cửu, vào mùa hè, chỉ lớp đất mặt tan chảy – độ sâu của lớp tan này dao động từ khoảng 10 cm ở vùng cực Bắc đến khoảng 1 mét ở rìa phía Nam của khu vực có băng vĩnh cửu.

Hình 2.8.7

Một mặt cắt dọc của tầng băng vĩnh cửu với các lớp băng.



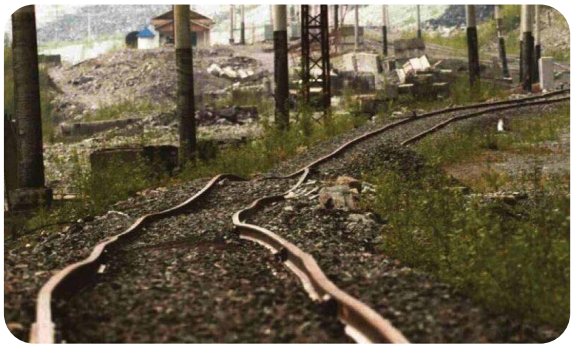
Việc xây dựng trên nền đất băng vĩnh cửu rất khó khăn vì lớp đất bị đóng băng không thể đào như bình thường mà phải được đập vụn hoặc làm tan băng bằng các biện pháp phức tạp. Người ta có thể khoan, cưa hoặc thậm chí cho nổ băng vĩnh cửu, nhưng tất cả đều rất tốn kém và đòi hỏi thiết bị chuyên dụng. Băng vĩnh cửu chứa một lượng lớn băng, đôi khi toàn bộ là các lớp băng dày (xem Hình 2.8.7).

Vì vậy, khi lớp bề mặt của băng vĩnh cửu tan chảy vào mùa hè, nó tạo thành một lớp đất yếu và nhão, không đủ chắc để nâng đỡ các công trình như nhà ở, trụ cầu hay đường dây điện. Những công trình này buộc phải xây trên các cọc cao, xuyên sâu tới những tầng băng sâu không bao giờ tan để đảm bảo vững chắc.

Một vấn đề khác phát sinh là lớp đất đóng băng không tan đều vào mùa hè. Địa hình bề mặt không bằng phẳng, và chỉ cần dịch sang bên vài mét là đất có thể thay đổi hoàn toàn. Vào mùa nóng, một số chỗ có thể tích tụ nhiều nước nhưng không thoát xuống được do lớp băng vĩnh cửu nằm sâu bên dưới. Đến mùa đông, nước bị mắc kẹt sẽ đóng băng lại, tạo thành các lớp băng hay những "thấu kính băng". Vì băng chiếm thể tích lớn hơn nước, đất sẽ bị đội lên, tạo ra những chỗ nhô cao bất thường. Những chỗ gồ ghề này có thể làm hỏng đường sá hoặc phá hủy nền móng công trình (xem hình 2.8.8 và 2.8.9).

Hình 2.8.8

Một đoạn đường ray xe lửa bị hư hại do băng vĩnh cửu tan.



Hình 2.8.9

Một tòa nhà bị phá hủy do lồi lõm không đều và sụt lún do ảnh hưởng của băng vĩnh cửu



Khi khí hậu thay đổi và nhiệt độ tăng lên, lớp băng vĩnh cửu tan chảy sâu hơn vào mùa hè. Những cọc móng được xây dựng từ trước có thể không đủ độ sâu và có thể 'nổi lên', khiến công trình bị nghiêng, lún hoặc sụp đổ.

Vấn đề không dừng lại ở đó. Khi hiện tượng ấm lên toàn cầu tiếp diễn, những năm đặc biệt nóng có thể khiến lớp băng vĩnh cửu tan sâu hơn bình thường, làm cho nước bị giữ lại trước đó thoát ra ngoài. Điều này tạo ra các khoảng trống dưới lòng đất, khiến mặt đất bị sụt lún, kéo theo các trụ cầu, đường dây điện hoặc thậm chí cả một công trình nhỏ bị sập xuống đất. Hiện tượng này được gọi là sự sụt lún địa hình (thermokarst) do băng vĩnh cửu tan chảy. Đây là một mối nguy hiểm nghiêm trọng, và việc nó xảy ra phổ biến do biến đổi khí hậu là điều mà các kỹ sư trước đây không thể lường trước khi thiết kế và xây dựng công trình tại Bắc Cực (xem Hình 2.8.10, 2.8.11).

Nước rò rỉ vào lòng đất do hoạt động của con người làm tăng thêm nguy cơ này. Việc băng vĩnh cửu bị suy yếu hơn nữa do biến đổi khí hậu có thể dẫn đến các vấn đề sụt lún địa hình nghiêm trọng hơn, đặc biệt liên quan đến rò rỉ nước từ các ống dẫn nước và ống thoát nước, vốn ít nguy hiểm hơn khi lớp băng vĩnh cửu còn vững chắc. Những quy tắc cần tuân thủ bao gồm việc dọn sạch tuyết trên mái nhà và khu vực xung quanh trước khi tuyết tan, vì nước không được để thấm xuống dưới nền nhà.

Chúng ta phải làm gì? Chúng ta không thể ngăn chặn biến đổi khí hậu nhanh chóng, và những tác động tiêu cực của nó đang ngày càng gia tăng. Sẽ cần đầu tư lớn để làm lạnh trực tiếp đất, đồng thời thiết kế các công trình xây dựng đất đỏ hơn, có khả năng thích ứng với những điều kiện mới.

Hình 2.8.10

Một toà nhà bị sụp đổ ở làng Chersky (Nga)



Hình 2.8.11

Góc bị sụp đổ của một toà nhà ở Yakutsk (Nga)

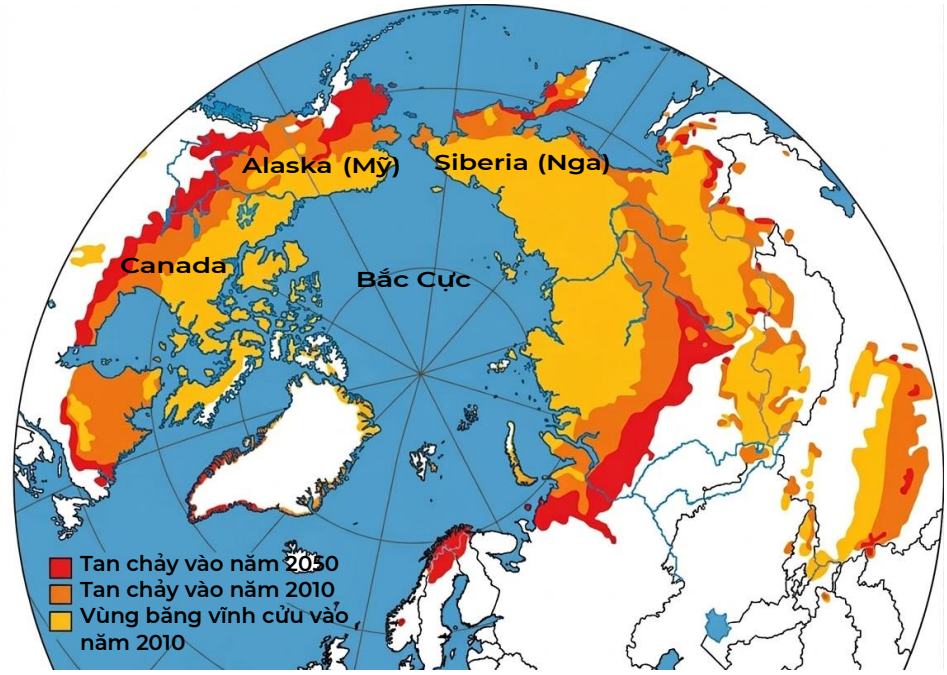


Lớp băng vĩnh cửu ở Bắc Cực có thể được duy trì nhờ các thiết bị khá đơn giản. Đôi khi, hệ thống ống thông gió ngầm là đủ: không khí rất lạnh từ bề mặt sẽ làm đóng băng đất đến mức nhiệt độ thấp đến nỗi lớp đất không kịp tan chảy vào mùa hè. Phương pháp này đặc biệt phù hợp với các con đường trên nền đắp cao. Đất của nền đắp có thể được giữ đóng băng bằng cách lắp đặt các ống có đường kính khoảng 20 cm, cách nhau 50 cm, chạy từ bên này sang bên kia của nền đắp.

Đất cũng có thể được đóng băng bằng các thiết bị gọi là ống nhiệt động – những ống thẳng đứng, được bịt kín hai đầu, phần dưới nằm trong lòng đất, phần trên cao từ hai đến ba mét so với mặt đất (Hình 2.8.13). Một phần bên trong ống có chứa chất làm lạnh, chẳng hạn amoniac hoặc khí CO2 lỏng. Ống nhiệt động làm lạnh đất vào mùa đông nhờ sự chênh lệch nhiệt độ giữa đất tương đối ấm (vài độ dưới 0°C) và không khí bên ngoài (lạnh hơn từ 20 đến 40°C). Chất làm lạnh dạng lỏng ở đáy ống bay hơi do nhiệt độ đất cao hơn, làm lạnh đất. Hơi chất làm lạnh sau đó bay lên phía trên, ngưng tụ trong không khí lạnh bên trên mặt đất, rồi chảy ngược trở lại dưới đáy ống và quá trình này lặp lại liên tục.

Ống nhiệt động vận chuyển hơi lạnh xuống dưới lòng đất, làm giảm nhiệt độ đất thấp hơn vài độ so với bình thường, đủ để đảm bảo đất không tan chảy vào mùa hè. Vào mùa hè, ống nhiệt động không hoạt động vì không khí ngoài trời ấm hơn đất và chất làm lạnh trong ống không lưu thông. Mùa hè, ống kim loại dẫn nhiệt vào đất, nhưng tác động này yếu hơn nhiều so với tác động làm lạnh vào mùa đông. Đây là phương pháp dùng để làm đóng băng đất dưới các con đường, cọc đỡ đường ống và thậm chí dưới các tòa nhà lớn. Tuy nhiên, các ống nhiệt động phải được lắp đặt cách nhau không quá khoảng một mét (xem Hình 2.8.13).

Hình 2.8.12 Dự báo sự tan chảy băng vĩnh cửu tương lai trên toàn Bắc Cực: Vùng màu đỏ là những khu vực sẽ tan chảy đến năm 2050, vùng màu cam là những khu vực tan chảy đến năm 2100, và vùng màu vàng là những khu vực vẫn còn đóng băng đến năm 2100.



Sẽ là sai lầm nếu nghĩ rằng ống nhiệt động là giải pháp dễ dàng cho vấn đề băng vĩnh cửu tan chảy. Chúng cần được thay thế thường xuyên và dù thiết kế đơn giản, chi phí vẫn rất cao. Người ta ước tính để duy trì đất đóng băng dưới các trụ đỡ đường ống dẫn khí tại Nga sẽ cần chi khoảng 10 tỷ đô la!

Ngoài ra, ống nhiệt chỉ là một biện pháp tạm thời vì chúng chỉ có thể hạ nhiệt độ đất xuống vài độ và sẽ không hiệu quả trước sự ấm lên mạnh mẽ hơn. Đường sá sẽ phải được xây dựng trên các trụ đỡ đặc biệt cắm sâu xuống đất — về cơ bản là xây cầu vượt trên cọc, điều này sẽ làm tăng chi phí xây dựng lên nhiều lần (xem Hình 2.8.14).

Hình 2.8.13

Con đường có ống nhiệt làm đông đất



Hình 2.8.14

Con đường được xây dựng trên trụ cắm sâu vào lòng đất



Không phải lúc nào cũng có thể giữ cho đất luôn đóng băng, và các công nghệ làm lạnh đất trở nên bất lực trước các cơn bão và quá trình xói mòn bờ biển mạnh mẽ. Ngày càng có nhiều trường hợp không thể bảo vệ được các công trình và cơ sở hạ tầng, và giải pháp duy nhất là di dời người dân đến nơi khác.

Quá trình tan băng vĩnh cửu còn giải phóng một lượng lớn khí nhà kính từ lớp đất lãnh nguyên, làm tăng hiệu ứng nhà kính và đẩy nhanh quá trình nóng lên toàn cầu.

Các hiện tượng thời tiết bất thường ở Bắc Cực

Bạn đã biết rằng khi đánh giá thời tiết, cần phải xem xét cả gió và nhiệt độ. Cái lạnh cực độ mà không có gió còn dễ chịu hơn rất nhiều so với một cơn bão tuyết mạnh, bởi vì bão tuyết khiến mọi hoạt động ngoài trời trở nên cực kỳ khó khăn, thậm chí là việc đi lại giữa các nơi. Làm việc giữa bão tuyết rất nguy hiểm và vất vả. Những cơn gió mạnh ngày càng phổ biến hơn ở Bắc Cực, đòi hỏi phải sử dụng nhiều hơn các thiết bị chuyên dụng, quần áo bảo hộ và các vật dụng cần thiết để ứng phó với những trận bão tuyết kéo dài.

Độ ẩm gia tăng ở Bắc Cực khiến băng tan và đóng băng diễn ra luân phiên. Điều này khiến các con đường, cầu và đường dây điện thường xuyên bị phủ một lớp băng, làm tăng nguy cơ tai nạn và sự cố. Các tòa nhà và công trình xuống cấp nhanh hơn do tác động của nước và băng lên các vết nứt siêu nhỏ. Nước có thể thấm vào những khe nứt nhỏ nhất, sau đó nở ra khi đóng băng, làm vết nứt rộng thêm. Khi băng tan, nước tiếp tục chảy vào, rồi lại đóng băng và tiếp tục mở rộng vết nứt. Chu trình này lặp lại càng nhiều lần, công trình sẽ hư hỏng càng nhanh.

Các vùng đất thấp như bán đảo Yamal ngày càng bị ảnh hưởng nặng bởi lũ lớn vào mùa xuân, khi nước ngập trên diện rộng và sâu tới hơn một mét. Gần đây, Yamal có lượng tuyết rơi nhiều hơn, và lượng tuyết lớn này lại tan rất nhanh vào mùa xuân Bắc Cực. Một vấn đề khác ở Yamal là nước biển xâm nhập vào mạch nước ngầm, làm xói mòn nhanh các phần móng nằm dưới lòng đất của nhiều loại công trình xây dựng.

Biến đổi khí hậu ảnh hưởng như thế nào đến người bản địa ở Bắc Cực?

Người bản địa sống ở vùng Bắc Cực đang chịu nhiều tác động từ biến đổi khí hậu, vì cuộc sống và sinh kế truyền thống của họ phụ thuộc trực tiếp vào điều kiện khí hậu. Việc săn bắn, đánh bắt cá, thu hái sản vật tự nhiên và chăn nuôi tuần lộc không chỉ là nguồn thực phẩm, thu nhập chính, mà còn đóng vai trò quan trọng trong việc gìn giữ văn hóa, truyền thống và mối gắn kết với vùng đất nơi họ sinh sống.

Hình 2.8.15 Lối sống của các dân tộc bản địa ở Bắc Cực





Việc chăn nuôi tuần lộc là một phần quan trọng trong sinh kế và lối sống của người bản địa ở vùng Cực Bắc. Biến đổi khí hậu làm cho hiện tượng tan băng xảy ra thường xuyên hơn, khiến mặt đất thường bị phủ một lớp băng cứng, làm tuần lộc khó tìm kiếm và ăn địa y. Sự tan chảy của lớp băng vĩnh cửu, sự thay đổi điều kiện tuyết và việc băng sông tan sớm hơn, đóng muộn hơn cũng làm gián đoạn các tuyến di cư của tuần lộc giữa các đồng cỏ mùa đông và mùa hè. Những thay đổi này cùng với sự suy giảm số lượng các loài động vật biển, vốn là nguồn săn bắt và một phần lối sống của người dân vùng Cực Bắc, buộc họ phải tìm kiếm những nguồn thực phẩm và thu nhập mới.

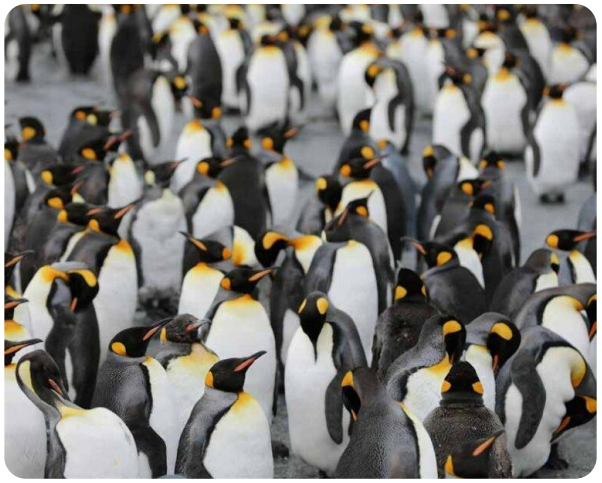
Những biện pháp giúp người bản địa Bắc Cực thích ứng với biến đổi khí hậu:

1. Tổ chức các chiến dịch truyền thông để nâng cao nhận thức của người dân địa phương về biến đổi khí hậu và các hậu quả có thể xảy ra, giúp họ chuẩn bị đối phó với những thách thức.
2. Phát triển du lịch sinh thái tại các vùng này.
3. Nâng cao chất lượng và khả năng tiếp cận dịch vụ y tế ở vùng Cực Bắc, đặc biệt là ở các khu vực và làng mạc xa xôi, đồng thời đảm bảo nguồn cung cấp nhiệt và điện ổn định.

Tác động của biến đổi khí hậu và khả năng thích ứng ở Bắc Cực so với Nam Cực như thế nào?

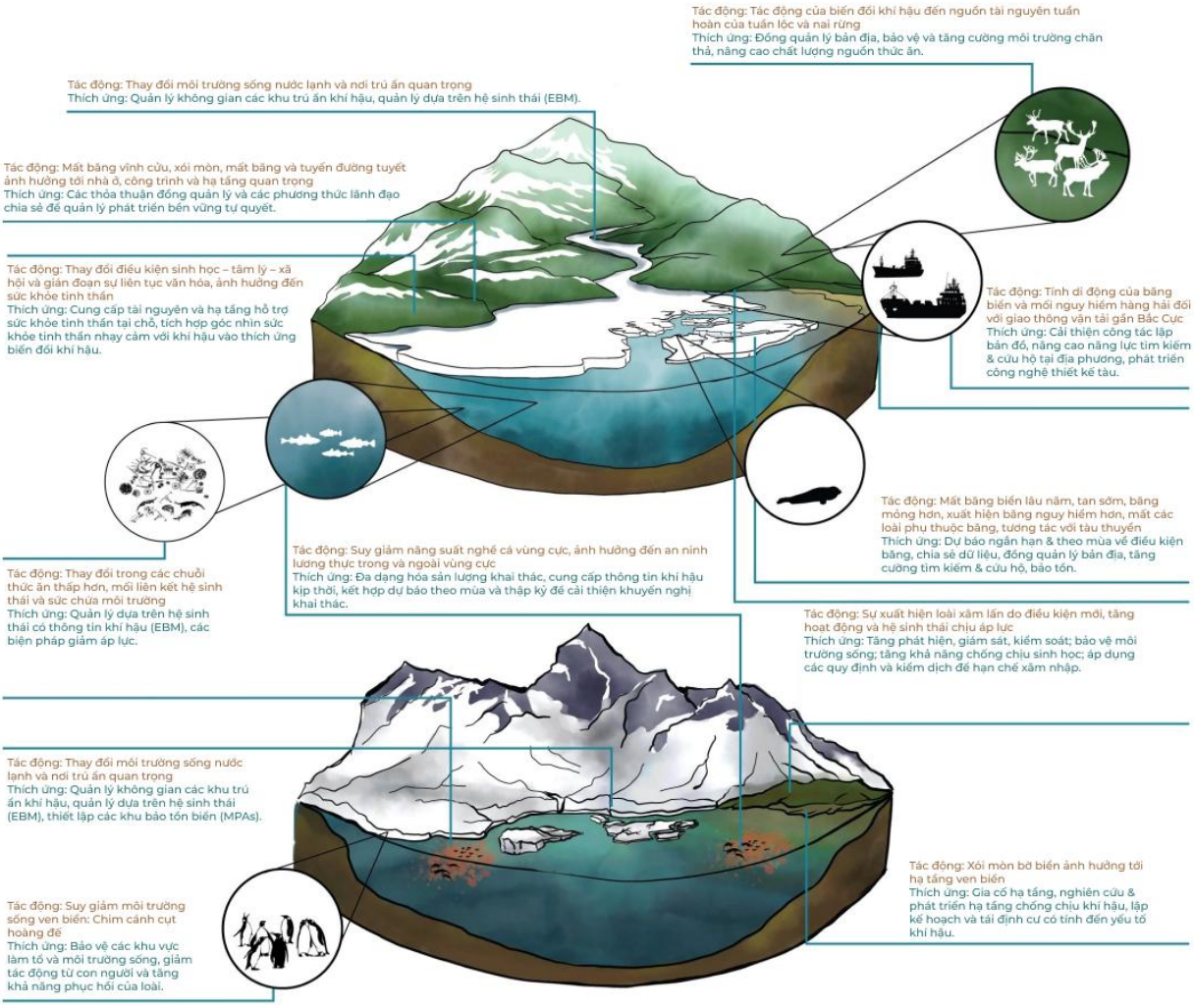
Chúng ta đã biết về hiện tượng khuếch đại vùng cực, tức là các vùng cực trên Trái Đất ấm lên nhanh hơn mức trung bình toàn cầu. Bắc Cực đã ấm lên gần gấp bốn lần mức trung bình toàn cầu trong 40 năm qua, còn Nam Cực ấm lên gấp đôi mức trung bình toàn cầu. Các nhà khoa học đã so sánh tác động của biến đổi khí hậu và khả năng thích ứng ở Bắc Cực và Nam Cực, cho thấy có những điểm giống và khác nhau, ví dụ như do sự khác biệt về môi trường sống (xem Hình 2.8.16).





Hình 2.8.16 Tác động của biến đổi khí hậu và khả năng thích ứng ở Bắc Cực và Nam Cực.

Tác động, rủi ro và tiềm năng thích ứng với biến đổi khí hậu trong các hệ thống xã hội – sinh thái ở Bắc Cực (hình trên) và Nam Cực (hình dưới).

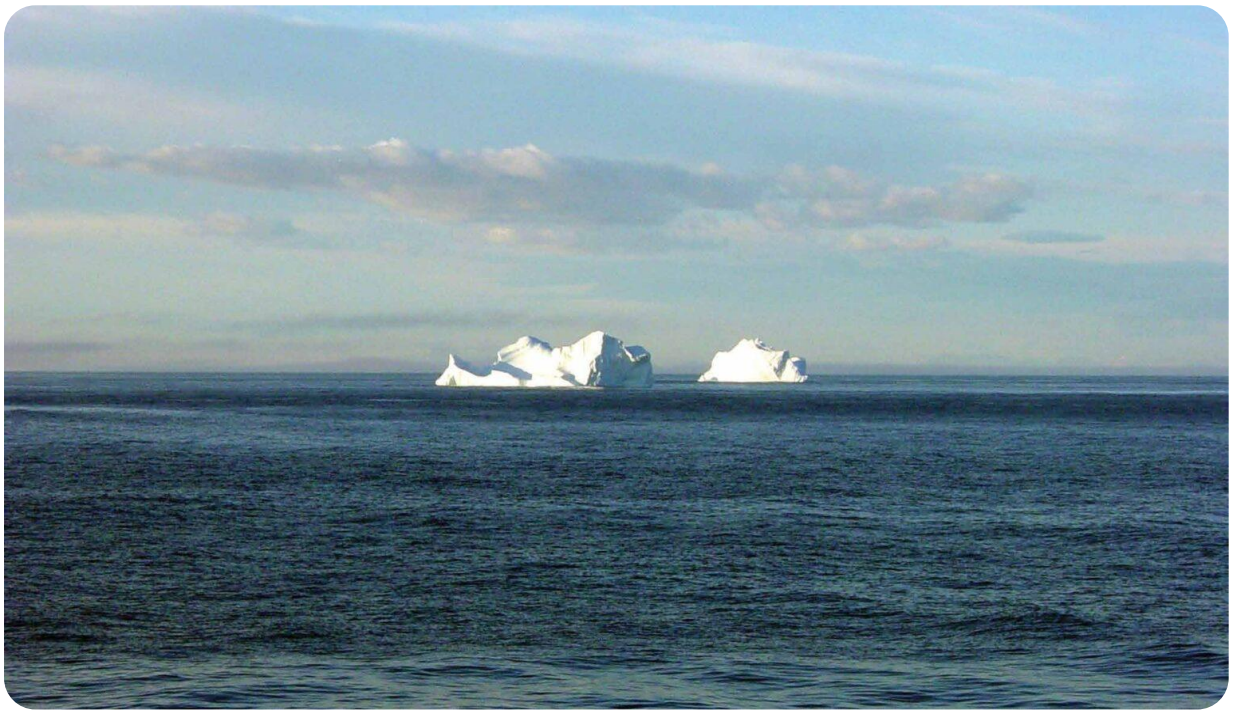


Khí hậu ấm hơn mang lại những ích lợi gì?

Biến đổi khí hậu ở Bắc Cực cũng tạo ra một số cơ hội. Chi phí sưởi ấm có thể giảm đi. Việc giảm lớp phủ băng ở Bắc Băng Dương mở ra cơ hội sử dụng tuyến đường biển nối liền châu Âu với Nhật Bản, Trung Quốc và ngược lại. Để phát triển giao thông biển dọc tuyến biển phía bắc này, cần xây dựng các công trình như đèn hiệu, thiết bị cứu hộ khẩn cấp, cảng biển để tàu có thể tránh bão hoặc tìm nơi trú ẩn khi băng xuất hiện đột ngột.

Tuy nhiên, khí hậu Bắc Cực ngày càng bất ổn và ấm lên sẽ khiến bão tuyết và biến động nhiệt độ xảy ra thường xuyên hơn.

Mùa sưởi ấm có thể ngắn lại, nhưng thời tiết không ổn định đòi hỏi phải điều chỉnh mức sưởi dựa vào nhiệt độ thực tế bên ngoài, chứ không chỉ dựa vào lịch. Điều này đồng nghĩa với việc cần lắp đặt các thiết bị điều chỉnh nhiệt trên các bộ tản nhiệt, để người dân có thể tự điều chỉnh nhiệt độ trong nhà. Dịch vụ nhà ở ở Nga hiện chưa sẵn sàng cho những thay đổi này, vì sẽ cần thêm công sức chuẩn bị và trang thiết bị



Biến đổi khí hậu sẽ gây ra nhiều tác động tiêu cực hơn tích cực ở tất cả các vùng Bắc Cực. Các nhà khí hậu học và kinh tế học kết luận rằng: việc thích ứng với hiện tượng băng vĩnh cửu tan chảy, xói mòn bờ biển và tất cả các hậu quả tiêu cực khác của biến đổi khí hậu là có thể, nhưng rất tốn kém. Vì vậy, việc tìm cách giảm thiểu sự ấm lên toàn cầu là vô cùng quan trọng.

CÂU HỎI

1. Hiện tượng nóng lên toàn cầu đang diễn ra nhanh hơn ở đâu: trên toàn thế giới hay tại Bắc Cực?

2. Tại sao nhiệt độ không khí lại tăng nhanh khi các mảng băng ở Bắc Cực tan ra vào mùa xuân, để lộ mặt nước?

3. Vì sao gấu trắng bị ảnh hưởng bởi sự thu hẹp của các mảng băng? Liệu chúng có thực sự cần băng để sống?

4. Nguy cơ nào hiện đang đe dọa loài hải cẩu ở biển Trắng?

5. Việc băng vĩnh cửu tan chảy gây nguy hiểm gì cho các công trình xây dựng? Theo bạn, cần làm gì để các công trình xây dựng và cơ sở hạ tầng thích nghi với tình trạng băng vĩnh cửu đang tan?

6. Biến đổi khí hậu đang ảnh hưởng như thế nào đến cuộc sống của người dân bản địa ở Bắc Cực? Có thể làm gì để giúp họ thích nghi với điều kiện đang thay đổi?





BÀI TẬP

1

Thí nghiệm
Mục đích của thí nghiệm: Quan sát sự thay đổi thể tích của nước khi bị đóng băng.

Vật liệu cần chuẩn bị: Một chai thủy tinh kín (nắp vặn chặt), nước

Cách tiến hành: Đổ đầy nước vào chai thủy tinh, vặn chặt nắp lại. Đặt chai vào ngăn đá tủ lạnh. Quan sát điều gì xảy ra với chai khi nước bên trong bị đóng băng. Tại sao lại xảy ra hiện tượng đó? Liên hệ với những gì xảy ra trong môi trường băng vĩnh cửu ở Bắc Cực.

2

Thí nghiệm
Mục đích của thí nghiệm: Quan sát sự thay đổi tính chất vật lý của vật liệu khi bị đóng băng và tan băng.

Vật liệu cần chuẩn bị: Một hộp nhựa hoặc hộp giấy đựng sữa chua

Lưu ý:

Khi đất bị đóng băng rồi tan băng, nó sẽ không còn giống như ban đầu. Các lớp băng hình thành trong đất có thể tách rời thành nước và đất khi tan chảy. Sữa chua cũng có hiện tượng tương tự khi bị đông lạnh rồi tan ra.

Cách tiến hành:

Lấy hộp sữa chua và cho vào ngăn đá tủ lạnh. Khi sữa chua bị đông lại, nó sẽ không còn là một khối đồng nhất mà sẽ xuất hiện các lớp băng. Khi rã đông, sữa chua sẽ tách thành một chất lỏng màu trắng và một phần đặc hơn (sau khi khuấy đều, hỗn hợp sẽ trở lại giống kem chua ban đầu và vẫn có thể ăn được).

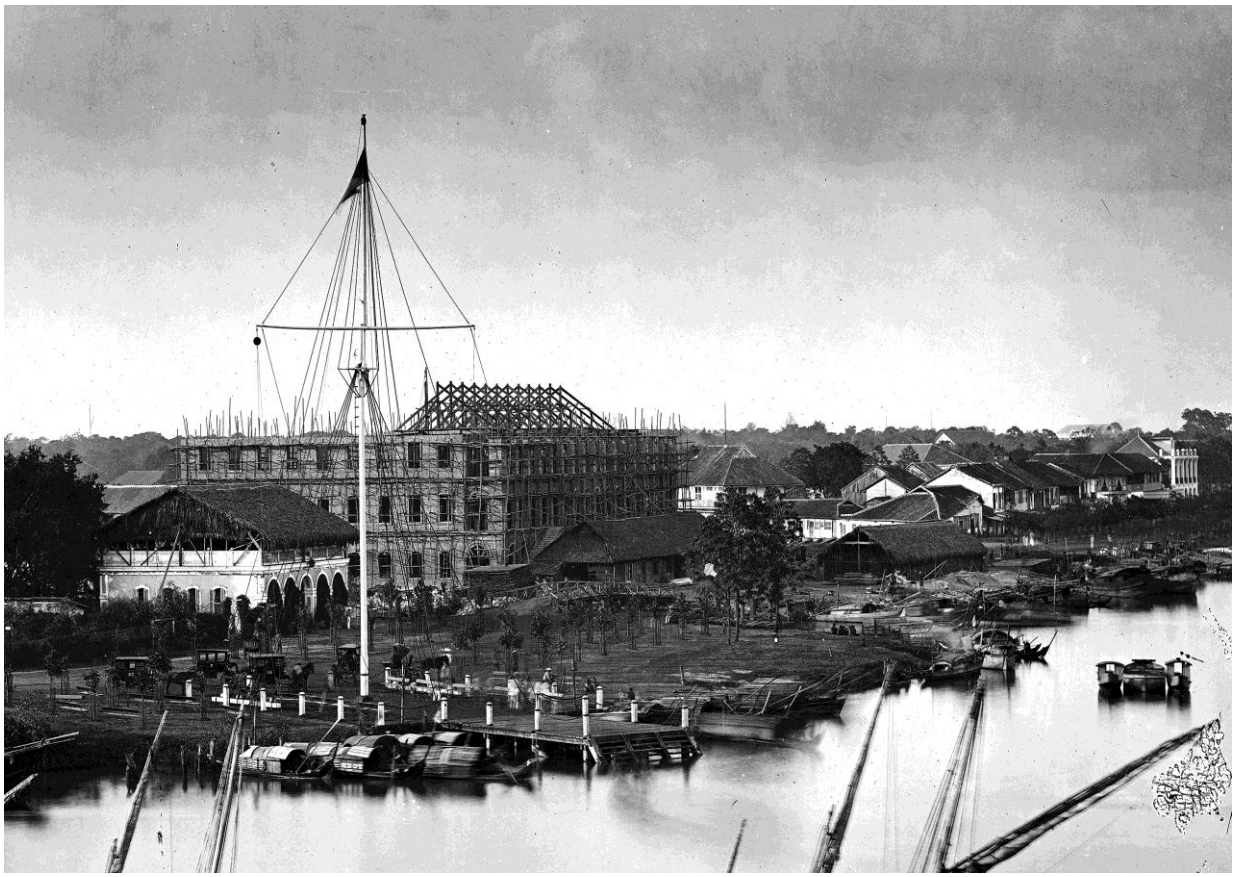
2.9 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến đô thị và sức khỏe con người như thế nào?

Một nửa dân số thế giới sống ở các thành phố

Từ xa xưa, dân số của mỗi quốc gia và khu vực địa lý trên thế giới đã chia thành hai nhóm: người sống ở thành thị và người sống ở nông thôn. Về mặt lịch sử, các thành phố mang lại điều kiện tốt hơn cho thủ công nghiệp, các nhà máy đầu tiên được đặt tại các thành phố, và chúng thường là nơi an toàn hơn để sinh sống nhờ được bảo vệ bởi các bức tường. Những người sống bên ngoài thành phố thường tập trung vào nông nghiệp: trồng trọt và chăn nuôi.

Tuy nhiên, từ cuối thế kỷ 19, đã có một làn sóng di cư lớn từ nông thôn lên thành thị. Quá trình này được gọi là **đô thị hóa.**

Hình 2.9.1 Sài Gòn, Đàng Trong (nay là Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam) năm 1867



ĐÔ THỊ HÓA
là quá trình mà trong đó các thị trấn và thành phố dần trở thành trung tâm chủ đạo trong đời sống xã hội. Quá trình này diễn ra do sự phát triển của công nghiệp tại các đô thị, sự mở rộng vai trò văn hóa và chính trị của chúng, cũng như do sự phân công lao động theo lãnh thổ ngày càng chuyên sâu.

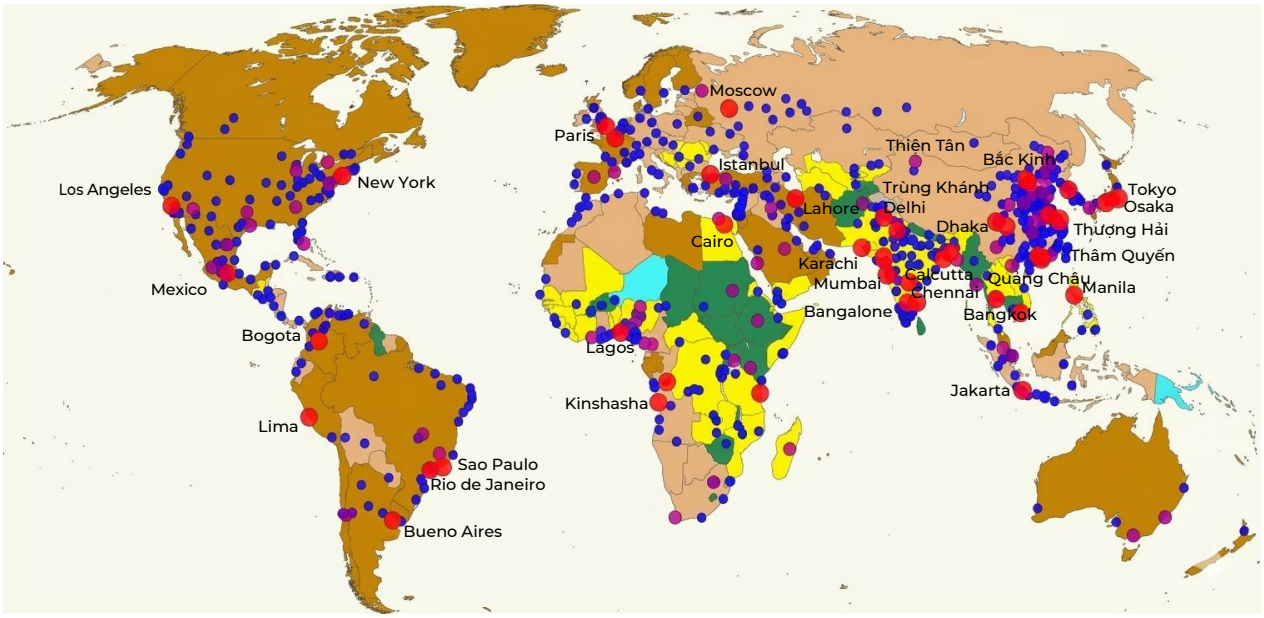


Vào năm 2008, do quá trình đô thị hóa, tỷ lệ dân số thế giới sống ở các thành phố lần đầu tiên vượt mốc 50% và tiếp tục gia tăng sau đó (xem Hình 2.9.2). Tính đến giữa năm 2023, khoảng 4,6 tỷ người trong tổng số hơn 8 tỷ người trên toàn thế giới đang sinh sống tại các thị trấn hoặc thành phố, chiếm khoảng 57% dân số toàn cầu. Theo Liên Hợp Quốc, dân số đô thị dự kiến sẽ tăng thêm gần 600 triệu người vào năm 2030, đạt khoảng 5,2 tỷ người, tương đương khoảng 60% dân số thế giới.

Hiện tại, có 34 thành phố trên thế giới có dân số trên 10 triệu người. Phần lớn các siêu đô thị này nằm ở châu Á (21 thành phố), Mỹ Latinh (6 thành phố) và châu Phi (3 thành phố). Thành phố lớn nhất hiện nay là khu đô thị Tokyo với hơn 38 triệu dân (xem Bảng 2.9.1), tiếp theo là Delhi (26,5 triệu) và Thượng Hải (24,5 triệu). Theo dự báo của Liên Hợp Quốc, số lượng siêu đô thị sẽ tăng lên 43 vào năm 2030. Khi đó, Delhi sẽ trở thành thành phố đông dân nhất thế giới với gần 39 triệu người.

Vì vậy, nghiên cứu về khí hậu đô thị có vai trò vô cùng quan trọng đối với ít nhất một nửa dân số của hành tinh chúng ta.

Hình 2.9.2 Tỷ lệ dân số sống tại đô thị trên tổng dân số và các thành phố lớn nhất thế giới năm 2018



Bảng 2.9.1 15 thành phố lớn nhất thế giới

STT	Thành phố	Quốc gia	Dân số (triệu người)
1	Tokyo	Nhật Bản	38.1
2	Delhi	Ấn Độ	26.5
3	Thượng Hải	Trung Quốc	24.5
4	Mumbai	Ấn Độ	21.4
5	São Paulo	Brazil	21.3
6	Bắc Kinh	Trung Quốc	21.2
7	Mexico City	Mexico	21.2
8	Osaka	Nhật Bản	20.3
9	Cairo	Egypt	19.1
10	New York	Mỹ	18.6
11	Dhaka	Bangladesh	18.2
12	Karachi	Pakistan	17.1
13	Buenos Aires	Argentina	15.3
14	Kolkata	Ấn Độ	15.0
15	Istanbul	Thổ Nhĩ Kỳ	14.4

Hình 2.9.3 Tokyo với hơn 38 triệu dân là thành phố đông dân nhất thế giới



Tại sao các thành phố được gọi là đảo nhiệt?

Các thành phố là những điểm nóng đặc biệt trong môi trường sống trên Trái Đất – và từ "nóng" ở đây được hiểu theo đúng nghĩa đen. Khí thải từ nhà máy và phương tiện giao thông bị "ứ đọng" lại ở lớp khí quyển gần mặt đất trên khu vực đô thị, gây ra hiệu ứng nhà kính và làm nhiệt độ không khí ở thành phố cao hơn vài độ so với khu vực xung quanh. Hiện tượng này khiến các nhà khoa học gọi thành phố là "đảo nhiệt".

ĐẢO NHIỆT
là khu vực nằm ở trung tâm các đô thị lớn, nơi có nhiệt độ không khí cao hơn so với các vùng ngoại ô. Hiện tượng đảo nhiệt đô thị dễ nhận thấy nhất vào buổi tối và ban đêm, đặc biệt là vào mùa xuân và mùa thu, khi chênh lệch nhiệt độ giữa trung tâm thành phố và vùng ngoại vi có thể lên tới 10–15°C.

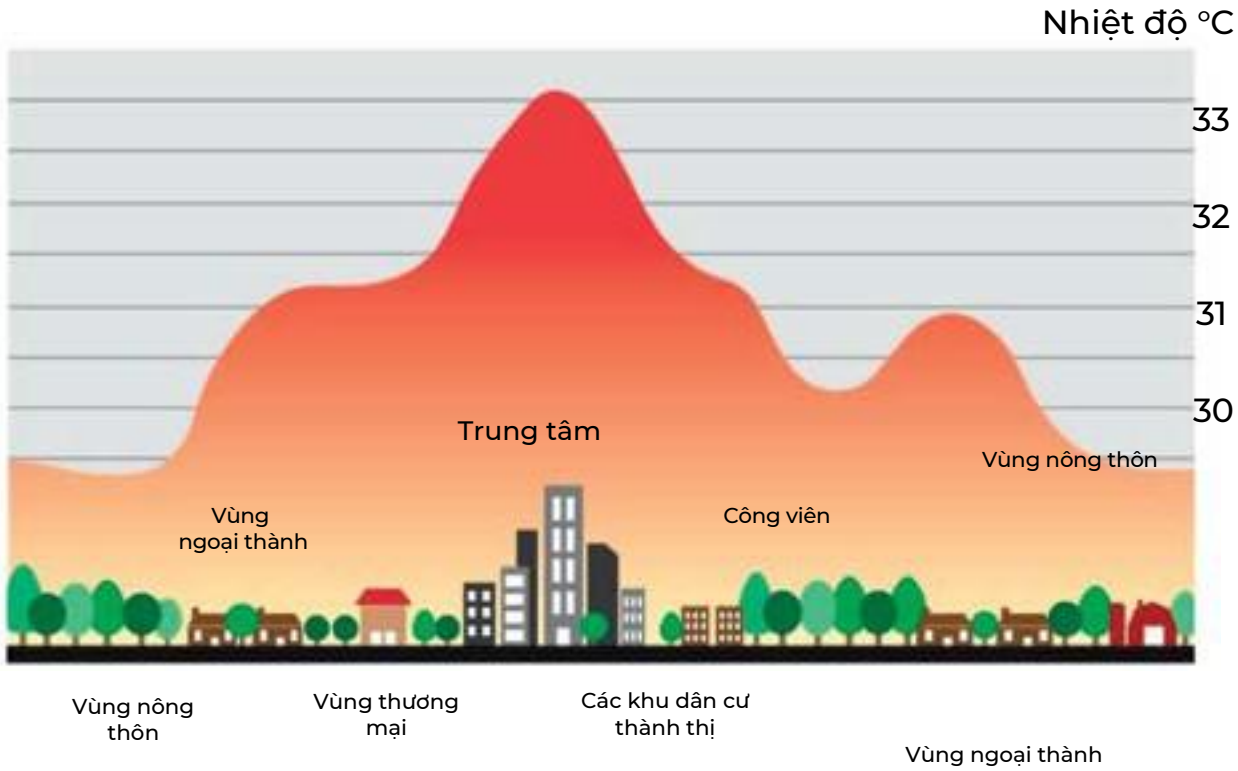
Hiệu ứng đảo nhiệt ở các khu đô thị lớn đang gia tăng bởi quá trình nóng lên toàn cầu.

Chúng ta có thể dễ dàng cảm nhận hiện tượng này qua trải nghiệm thực tế: vào một buổi tối mùa hè oi ả, nếu bạn bước ra khỏi một tòa nhà trong thành phố, không khí nóng hầm hập khiến bạn chỉ muốn mặc đồ mỏng nhẹ. Nhưng nếu rời khỏi thành phố, ngay cả trong những tháng hè nóng nhất, ạn sẽ cảm thấy ngoài trời khá lạnh vào buổi tối nếu không có áo khoác, ngay cả trong những tháng hè nóng nhất. Nguyên nhân là do trong môi trường đô thị, không khí gần mặt đất nguội chậm hơn. Nhiệt lượng được giữ lại bởi các công trình như tường, mái nhà và mặt đường – những bề mặt đã hấp thụ nhiệt suốt cả ngày.





Hình 2.9.4 Phân bổ nhiệt độ tại thành phố (hiện tượng đảo nhiệt)



Những nghiên cứu đầu tiên về khí hậu đô thị



Những nghiên cứu đầu tiên về khí hậu đô thị được thực hiện bởi Luke Howard (1772–1864), một nhà khí tượng học nghiệp dư ở London, người dành cả đời say mê quan sát mây và thời tiết.

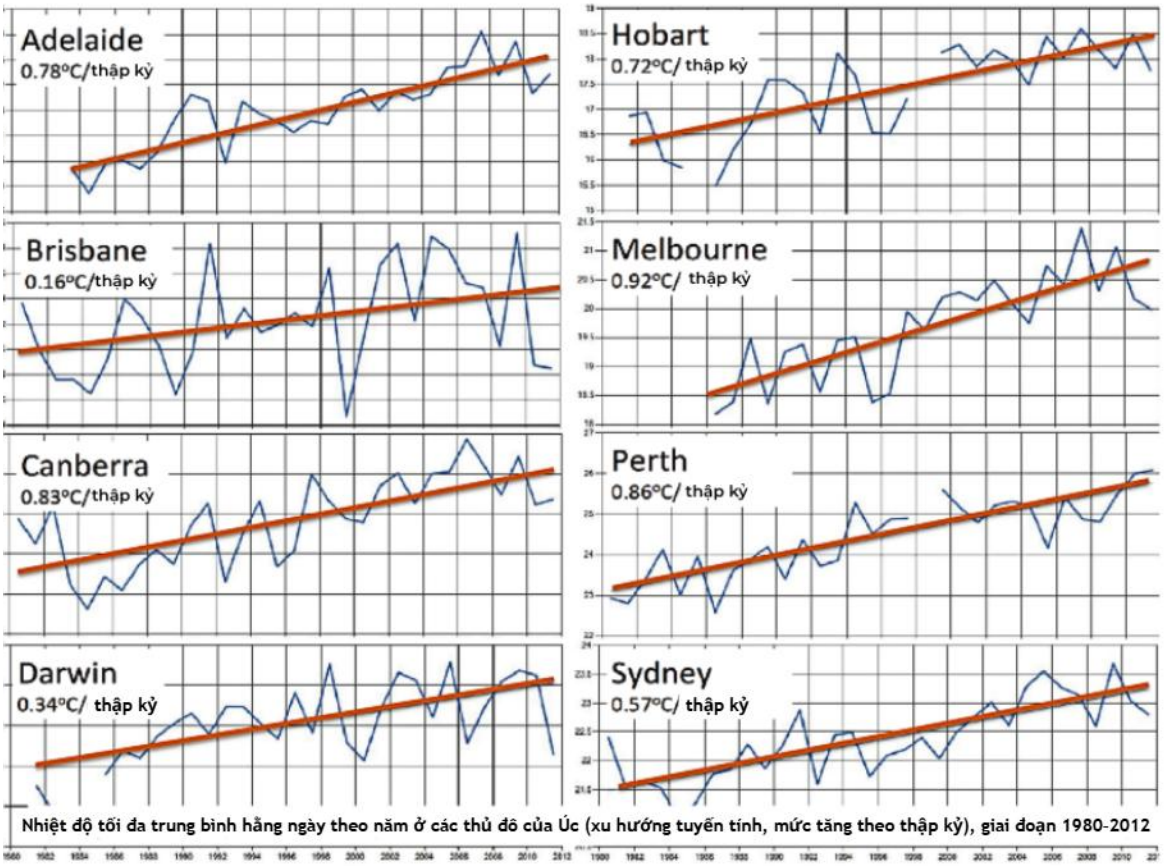
Từ năm 1806 đến 1831, ông tiến hành các phép đo hàng ngày về áp suất khí quyển, nhiệt độ không khí, độ ẩm, lượng mưa và tốc độ bốc hơi tại vùng ngoại ô London. Để bổ sung cho các ghi chép này, ông còn sử dụng tin tức báo chí về những hiện tượng thời tiết cụ thể. Tuy không nghiên cứu riêng khí hậu của London, mà tập trung vào các đặc điểm khí hậu nói chung, nhưng Howard lại chọn London làm nơi quan sát chính. Nỗ lực so sánh các dữ liệu đo đạc của mình với số liệu khí tượng do Hội Khoa học Hoàng gia được ghi nhận tại trung tâm thành phố đã giúp đã giúp ông trở thành người đặt nền móng cho ngành khí hậu học đô thị. Từ sự so sánh này mà ông phát hiện ra hiện tượng mà các nhà khoa học ngày nay gọi là "hiệu ứng đảo nhiệt đô thị".

Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến sức khỏe cư dân đô thị như thế nào?

Biến đổi khí hậu có ảnh hưởng sâu rộng đến đời sống và sức khỏe con người. Chúng ta đã biết rằng sức khỏe phụ thuộc vào lối sống. an ninh lương thực, di truyền, nghề nghiệp, môi trường và khả năng tiếp cận dịch vụ y tế, và giờ đây, biến đổi khí hậu cũng trở thành một yếu tố quan trọng.

Tác động của biến đổi khí hậu thể hiện rõ nhất ở các đô thị, đặc biệt là các đô thị lớn. Ví dụ, nhiệt độ không khí trung bình ở Mát-xcơ-va đã tăng hơn 2°C trong thế kỷ qua, trong khi mức tăng trung bình toàn cầu trong cùng thời gian chỉ là 1,2°C. Nhiệt độ không khí cũng đang tăng nhanh chóng ở nhiều thành phố lớn khác trên thế giới. (Hình 2.9.5)

Hình 2.9.5 Sự thay đổi nhiệt độ tối đa trung bình hằng ngày hàng năm tại các thành phố lớn của Úc trong giai đoạn 1980–2012. Xu hướng tăng tuyến tính là mỗi thập kỷ



Nhiệt độ tối đa trung bình hằng ngày theo năm ở các thủ đô của Úc (xu hướng tuyến tính, mức tăng theo thập kỷ), giai đoạn 1980-2012

Các chuyên gia của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) dự báo rằng hiện tượng ấm lên toàn cầu sẽ khiến các đợt nắng nóng cực đoan ở đô thị xảy ra thường xuyên hơn, gay gắt hơn và kéo dài hơn. Chúng ta đều biết rằng sự thay đổi về áp suất, nhiệt độ và độ ẩm có thể khiến điều kiện sống ở thành phố trở nên bức bối. Trên thực tế, ngày càng nhiều trường hợp nhiệt độ cao quá mức gây ra hậu quả nghiêm trọng, đặc biệt đối với người cao tuổi, trẻ nhỏ và những người có sức khỏe yếu. Nắng nóng khắc nghiệt cũng đi kèm với nồng độ phấn hoa và các hạt bụi trong không khí cao hơn, gây ra dị ứng và hen suyễn.

Những người sống và làm việc trong khu vực trung tâm thành phố, cũng như những người lao động thường xuyên phải làm việc ngoài trời (như công nhân xây dựng, công nhân đường phố, nhân viên giao hàng...) là những nhóm dễ bị ảnh hưởng nặng nề nhất trong những ngày nắng nóng.

Nhiệt độ nóng cực đoan rất nguy hiểm, đặc biệt là đối với những nhóm dễ bị tổn thương như trẻ em, phụ nữ mang thai và người cao tuổi. Theo Viện Đo lường và Đánh giá Y tế, cơ quan nghiên cứu y tế công cộng của Hoa Kỳ, có hơn 300.000 ca tử vong trên toàn thế giới vào năm 2019 là do tiếp xúc với nhiệt độ cao. UNICEF cũng công bố rằng có khoảng 740 triệu trẻ em trên toàn cầu tiếp xúc với nhiệt độ cực đoan (trung bình mỗi năm có ít nhất 83,54 ngày vượt quá 35°C) vào năm 2020 và con số này được dự báo sẽ tăng thêm 6% nếu nhiệt độ toàn cầu tăng 1,7°C vào năm 2050. Trong giai đoạn 2000 - 2019, có hơn 480.000 ca tử vong liên quan đến nhiệt độ cao xảy ra mỗi năm, chủ yếu ở Châu Á và Châu Âu.

Mặc dù số ca tử vong vì nắng nóng và sóng nhiệt thường không được ghi nhận đầy đủ, nhưng hàng trăm ca tử vong đã xảy ra ở các quốc gia Đông Nam Á như Campuchia, Myanmar, Philippines và Thái Lan. Riêng đợt nắng nóng tại Trung Quốc năm 2022 được ước tính đã gây ra khoảng 50.900 ca tử vong, gấp đôi so với năm 2021. Một nghiên cứu tại Ấn Độ cũng ước tính khoảng 1.000 người chết mỗi năm do sóng nhiệt trong giai đoạn 2008 - 2019.

Một nghiên cứu được công bố trên tạp chí Nature Medicine cho thấy, gần 62.000 người ở châu Âu đã tử vong do nguyên nhân liên quan đến nắng nóng trong mùa hè năm 2022. Nghiên cứu này phân tích dữ liệu về nhiệt độ và tử vong từ năm 2015 đến 2022 tại 35 quốc gia châu Âu, với tổng dân số khoảng 543 triệu người, để xây dựng mô hình dịch tễ học tính toán số ca tử vong liên quan đến nắng nóng. Italia là quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất, với khoảng 18.000 ca tử vong, tiếp theo là Tây Ban Nha với hơn 11.000 và Đức với khoảng 8.000 ca. Đặc biệt, nắng nóng tác động không đồng đều đến các nhóm dân số: phụ nữ và người cao tuổi bị ảnh hưởng nặng nề hơn. Trong tổng số gần 62.000 ca tử vong được phân tích, tỷ lệ tử vong do nắng nóng ở phụ nữ cao hơn nam giới 63%. Tuổi tác cũng là yếu tố quan trọng, với tỷ lệ tử vong tăng mạnh ở nhóm người từ 65 tuổi trở lên. Tỷ lệ tử vong do nắng nóng ở nhóm tuổi này đã tăng khoảng 85% trên toàn cầu trong giai đoạn từ 2000–2004 đến 2017–2021.

Việc dự báo kịp thời một đợt nắng nóng sắp xảy ra có ý nghĩa rất lớn vì nó giúp nhân viên y tế có thời gian chuẩn bị ứng phó. Tổ chức Khí tượng Thế giới khuyến nghị các cảnh báo nắng nóng nên được công bố ít nhất hai ngày trước khi đợt nắng nóng bắt đầu.

Tại một số quốc gia như Mỹ, Canada, Pháp và nhiều nước khác, chính quyền đã triển khai các giải pháp ứng phó với hiệu ứng đảo nhiệt đô thị trong bối cảnh Trái Đất đang ấm lên. Chẳng hạn, thành phố Philadelphia (Hoa Kỳ) đã xây dựng hệ thống "điểm hỗ trợ" trong mùa nắng nóng. Các phương tiện truyền thông thường xuyên cập nhật thông tin thời tiết và hướng dẫn người dân cách bảo vệ sức khỏe trong điều kiện oi bức. Số điện thoại đường dây nóng được công bố trên báo chí và hiển thị rõ ràng trên các màn hình lớn đặt ở trung tâm thành phố. Các lực lượng y tế khẩn cấp và cứu hỏa được tăng cường nhân sự. Những phòng nghỉ có máy điều hòa được bố trí dành riêng cho người cao tuổi, với dịch vụ đưa đón miễn phí nhằm đảm bảo họ có nơi nghỉ ngơi trong những ngày nắng nóng.

Nhiệt độ mà người dân ở vùng khí hậu nóng xem là bình thường có thể được coi là sóng nhiệt ở những khu vực mát hơn, nếu vượt quá mô hình khí hậu thông thường. Ví dụ, tại Hoa Kỳ, định nghĩa về sóng nhiệt thay đổi tùy theo vùng miền. Ở khu vực Đông Bắc, sóng nhiệt thường được hiểu là ba ngày liên tiếp có nhiệt độ đạt hoặc vượt 90°F (tương đương 32,2°C). Trong khi đó, ở California, nơi có khí hậu nóng hơn, sóng nhiệt được xác định với ngưỡng cao hơn là 100°F (37,8°C) trong ba ngày liên tiếp. Cơ quan Thời tiết Quốc gia Hoa Kỳ sẽ ban hành cảnh báo nóng và cảnh báo nắng nóng cực đoan khi dự báo có những đợt thời tiết nóng bất thường.



Những lưu ý cần thực hiện trong thời tiết nắng nóng

- Mặc quần áo làm từ chất liệu tự nhiên sẽ giúp da được "thở", giảm cảm giác oi bức.
- Luôn mang theo một chai nước, tốt nhất là nước không quá lạnh. Trong thời tiết nóng, mỗi người nên uống ít nhất ba lít nước mỗi ngày.
- Hạn chế tiếp xúc trực tiếp với ánh nắng mặt trời càng nhiều càng tốt. Cường độ mạnh nhất từ giữa trưa đến khoảng 4 giờ chiều, vì vậy nên cố gắng ở trong nhà trong khung giờ này.
- Luôn đội mũ hoặc mang vật che đầu khi ra ngoài.
- Không nên mua các loại thực phẩm dễ hỏng vì vi khuẩn phát triển rất nhanh trong nhiệt độ cao, dễ gây ngộ độc thực phẩm nghiêm trọng.
- Ăn nhiều trái cây, rau củ, các loại salad và súp lạnh.
- Tránh các món ăn nhiều dầu mỡ và nhiều muối.
- Không tập luyện thể thao hay vận động quá sức.
- Giữ tinh thần thoải mái; căng thẳng thần kinh làm tăng nguy cơ bị say nắng, sốc nhiệt và các bệnh tim mạch.
- Không ngồi ngay dưới điều hòa do sự chênh lệch nhiệt độ lớn giữa ngoài đường nóng và phòng máy lạnh dễ gây cảm lạnh, viêm phổi.

Biến đổi khí hậu ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe con người (Hình 2.9.6). Các bệnh truyền nhiễm nguy hiểm như viêm não và sốt rét lan rộng đến các khu vực mà trước đây chúng không xuất hiện, và thời gian trong năm có nguy cơ nhiễm bệnh cũng kéo dài hơn.

Biến đổi khí hậu làm tăng nguy cơ bùng phát bệnh truyền nhiễm

Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến phạm vi và thời gian lây truyền của các bệnh truyền nhiễm, khiến các thách thức sức khỏe vốn đã tồn tại ở nhiều quốc gia trên thế giới trở nên nghiêm trọng hơn. Các bệnh truyền nhiễm qua muỗi như sốt rét và sốt xuất huyết, hiện đang đe dọa hơn 4 tỷ người trên toàn cầu, trong đó có khoảng 25% là trẻ em. Nguy cơ này có thể gia tăng khi nhiệt độ và điều kiện khí hậu ngày càng thuận lợi cho sự sinh sôi của muỗi, loài truyền các bệnh này. Điều đó đòi hỏi cần có các biện pháp tăng cường phòng ngừa sự bùng phát của sốt xuất huyết và sốt rét.

Sốt xuất huyết là một căn bệnh nguy hiểm đe dọa khoảng 3,9 tỷ người trên toàn cầu. Những người đang sinh sống tại khu vực Đông Nam Á đối mặt với nguy cơ cao do muỗi Aedes albopictus và Aedes aegypti truyền bệnh. Nhiệt độ môi trường tăng cao do biến đổi khí hậu tạo điều kiện lý tưởng cho hai loài muỗi này phát triển. Tạp chí The Lancet cho biết mức độ tương thích về khí hậu cho sự lây lan của sốt xuất huyết đã tăng 46,3% trong giai đoạn 1951 - 1960 và tăng 10,7% trong giai đoạn 2014 - 2023. Đặc biệt, muỗi Aedes có khả năng sinh tồn cả ở nơi nhiều nước lẫn khan hiếm nước, nên trong bối cảnh trái đất ấm lên, sốt xuất huyết có thể gia tăng ở cả những khu vực dễ xảy ra hạn hán lẫn lũ lụt.

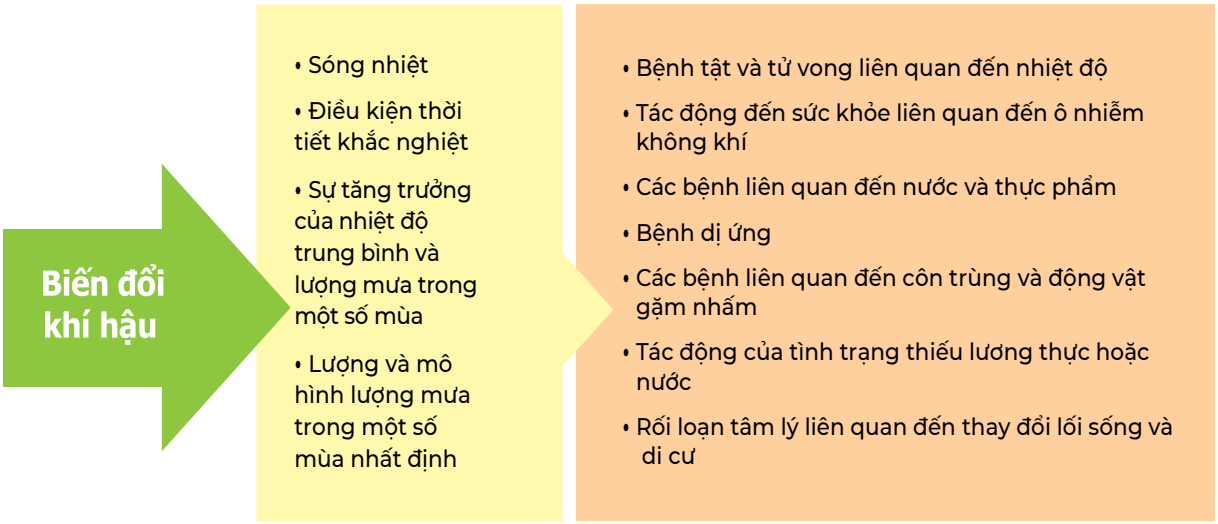
Sốt rét (tiếng Anh là malaria – có nguồn gốc từ tiếng Ý “mala aria”, nghĩa là “không khí độc”) còn được gọi là sốt đầm lầy, là bệnh truyền nhiễm do muỗi Anopheles mang ký sinh trùng gây bệnh truyền sang người qua vết đốt, gây sốt cao kéo dài. Sự lây lan của sốt rét phụ thuộc vào sự hiện diện của muỗi mang mầm bệnh và nhiệt độ môi trường – điều kiện cần thiết để ký sinh trùng phát triển trong cơ thể muỗi. Sốt rét thường xuất hiện ở các nước nhiệt đới, nhưng hiếm gặp hơn ở các vùng núi cao thuộc khu vực này, do nhiệt độ thấp làm chậm sự phát triển của muỗi và ký sinh trùng.

Năm 2019, thế giới ghi nhận khoảng 229 triệu ca sốt rét với hơn 409.000 ca tử vong. Khi khí hậu toàn cầu ấm lên, ranh giới của vùng có thể xảy ra sốt rét đang dịch chuyển về phía những vùng khí hậu ôn hòa hơn, xa và cao hơn so với đường xích đạo, đồng thời “mùa sốt rét” (giai đoạn có nguy cơ bùng phát cao nhất trong năm) cũng kéo dài hơn. Một số nghiên cứu cho thấy sốt rét đã xuất hiện ở những vùng có độ cao lớn hơn tại Kenya, Colombia và Ethiopia – nơi mà trước đây khí hậu còn quá lạnh để bệnh có thể phát triển.





Hình 2.9.6 Tác động của biến đổi khí hậu đến sức khỏe con người



Một nghiên cứu gần đây về tác động của biến đổi khí hậu đối với sức khỏe được công bố trên Tạp chí Y khoa Lancet cung cấp một bộ chỉ số giúp phân tích tác động của biến đổi khí hậu đối với sức khỏe con người, chẳng hạn như tử vong do nhiệt, mất an ninh lương thực và ô nhiễm không khí.

Ví dụ, đối với hiện tượng nhiệt độ cực cao, nghiên cứu phát hiện ra rằng tại các các quốc đảo nhỏ đang phát triển. Trong giai đoạn 2018-2022, có 103 ngày mỗi năm nhiệt độ đạt mức đe dọa đến sức khỏe và nguyên nhân là do biến đổi khí hậu. Trên khắp Châu Âu, Bắc Mỹ và Châu Đại Dương, con số này ít hơn 30 ngày.

Một nghiên cứu ước tính rằng, theo kịch bản Trái đất ấm lên 2°C, sẽ có thêm khoảng 525 triệu người rơi vào tình trạng mất an ninh lương thực trong giai đoạn 2041 - 2060 so với mức trung bình của giai đoạn 1995 - 2014.

Sự kết hợp của biến đổi khí hậu, đô thị hóa và di cư của con người đang thúc đẩy tỷ lệ mắc các bệnh như sốt xuất huyết. Nghiên cứu phát hiện ra rằng các trường hợp sốt xuất huyết đã tăng gấp đôi sau mỗi thập kỷ kể từ năm 1990 và gần một nửa dân số thế giới hiện có nguy cơ mắc căn bệnh nguy hiểm đe dọa tính mạng này.

Lũ lụt cũng gây ra mối đe dọa đối với sức khỏe con người do làm gián đoạn hệ thống cấp nước và thoát nước, làm tăng nguy cơ mắc các bệnh đường ruột. Ở một số nơi trên thế giới, lũ lụt có thể kéo theo sự xuất hiện của rắn độc và cá sấu - điều đã từng xảy ra ở Úc vào năm 2011.

Những thay đổi về môi trường và lối sống có thể gây ra căng thẳng tâm lý và dẫn tới trầm cảm. Bạn có thể từng cảm thấy uể oải, thiếu động lực khi trời âm u hoặc mưa kéo dài. Vậy điều gì sẽ xảy ra nếu con người thường xuyên phải sống trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt như vậy?

Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến nền kinh tế đô thị như thế nào?

Các hiện tượng thời tiết cực đoan có thể làm gián đoạn giao thông, hệ thống cấp điện, cấp nước trong đô thị. Lũ lụt có thể làm ngập nhà cửa, đường sá, đường sắt, cảng biển và sân bay. Nhiệt độ cao khiến mặt đường nhanh hư hỏng hơn và cần sửa chữa thường xuyên. Các đợt lạnh đột ngột vào mùa đông làm đóng băng và gây hư hại đường dây điện, khiến nhiều hộ gia đình, trường học, bệnh viện và doanh nghiệp không có điện để sử dụng.

Ở các nước có khí hậu lạnh hơn, người dân có thể giảm được chi phí sưởi ấm khi nhiệt độ mùa đông tăng lên. Tuy nhiên, các thành phố ở những quốc gia có khí hậu nóng lại phải đối mặt với chi phí cao hơn do nhu cầu sử dụng điều hòa vào mùa hè tăng mạnh.

Những nghiên cứu chuyên sâu trong thập kỷ qua về tác động của biến đổi khí hậu đối với đô thị đã giúp chúng ta hiểu rõ hơn về những hậu quả tiềm tàng và có thể giúp giảm thiểu một phần thiệt hại. Ví dụ, chi phí khắc phục hậu quả do lũ lụt có thể được bù đắp một phần nhờ tiết kiệm chi phí sưởi ấm vào mùa đông.

Làm thế nào để chúng ta thích nghi và sinh sống trong các thành phố và khu định cư vừa lành mạnh vừa có khả năng chống chịu với biến đổi khí hậu?

Báo cáo Đánh giá lần thứ sáu (AR6) của IPCC, các nhà khoa học lưu ý rằng tốc độ gia tăng nhanh chóng của dân số đô thị cùng với nhu cầu chưa được đáp ứng về nhà ở và cơ sở hạ tầng đầy đủ, tiện nghi và bền vững đang đặt ra một thách thức dai dẳng. Tuy nhiên, quá trình đô thị hóa cũng mang lại nhiều cơ hội để lồng ghép các biện pháp thích ứng vào quy hoạch và phát triển đô thị cùng hệ thống hạ tầng của thành phố. Đây là một ưu tiên cấp thiết, khi dự kiến sẽ có thêm 2,5 tỷ người sinh sống tại các khu vực đô thị vào năm 2050, trong đó tới 90% của mức gia tăng này tập trung tại châu Á và châu Phi.

Nhiều thành phố và khu đô thị đã bắt đầu triển khai các biện pháp thích ứng với tác động và rủi ro khí hậu trong hiện tại cũng như trong tương lai gần, thông qua chính sách và kế hoạch phát triển kinh tế – xã hội. Các biện pháp này bao gồm các giải pháp kỹ thuật và quy hoạch hạ tầng như mở rộng hệ thống giao thông công cộng đô thị, xây dựng hệ thống phòng chống lũ, gia cố công trình, thiết lập nơi trú ẩn khi có bão, áp dụng quy chuẩn xây dựng chống bão, xây dựng tiêu chuẩn, quy định và hướng dẫn thi công công trình, cải thiện hệ thống thoát nước mưa, tiêu thoát nước và bảo vệ chống lũ. Ở một số khu vực, hạ tầng còn được tăng cường để thích ứng với điều kiện băng vĩnh cửu. Cùng với đó, thiết kế đô thị thích ứng và các giải pháp dựa vào thiên nhiên đang được chú trọng như mái nhà xanh, tường xanh và công viên cây xanh nhằm tăng khả năng làm mát tự nhiên. Việc mở rộng không gian xanh không chỉ giúp tăng cường đa dạng sinh học, cải thiện chất lượng không khí và điều hòa chu trình thủy văn, mà còn góp phần giảm các nguy cơ sức khỏe liên quan đến stress nhiệt, bệnh hô hấp và các vấn đề sức khỏe tâm thần do môi trường sống chật chội ở đô thị. Các mái nhà xanh ở Hoa Kỳ (Hình 2.9.7) là một ví dụ về cách các thành phố đang nỗ lực giảm thiểu tác động của dòng chảy nước mưa – một trong những tác nhân chính gây ô nhiễm nguồn nước – đồng thời giúp làm mát các tòa nhà.

Các biện pháp bảo vệ sức khỏe bao gồm việc thiết kế lại và cải tạo nhà ở, trường học và cơ sở y tế để giảm thiểu tác động của các đợt nắng nóng cực đoan, kiểm soát sự gia tăng của các bệnh truyền nhiễm như sốt rét, và cải thiện khả năng tiếp cận với nước sạch và hệ thống vệ sinh. Nhiều hành động trong các lĩnh vực khác nhau nhằm ứng phó với rủi ro do biến đổi khí hậu cũng mang lại lợi ích cho sức khỏe và đời sống con người. Việc chuyển đổi khỏi các phương tiện sử dụng động cơ đốt trong và các nhà máy điện chạy bằng nhiên liệu hóa thạch sang năng lượng tái tạo giúp giảm phát thải khí nhà kính, cải thiện chất lượng không khí và giảm nguy cơ mắc các bệnh về hô hấp. Các chính sách và thiết kế đô thị khuyến khích vận động như đi bộ và đạp xe không chỉ nâng cao hiệu quả giao thông, giảm phát thải, cải thiện chất lượng không khí mà còn góp phần cải thiện sức khỏe thể chất và tinh thần của người dân. Các tòa nhà tiết kiệm năng lượng và thiết kế đô thị hợp lý giúp nâng cao chất lượng không khí trong nhà và giảm nguy cơ bị sốc nhiệt cũng như các bệnh về đường hô hấp. Hệ thống thực phẩm chú trọng đến chế độ ăn lành mạnh và giàu thực vật giúp giảm phát thải trong lĩnh vực nông nghiệp, đồng thời góp phần giải quyết tình trạng suy dinh dưỡng.

Hình 2.9.7 Mái nhà xanh giúp thoát nước mưa và điều hòa nhiệt độ



CÂU HỎI

1. Dân số thế giới sống ở thành phố nhiều hơn hay ít hơn so với nông thôn?

2. Khu vực nào thường có nhiệt độ cao hơn – trong thành phố hay ở ngoại ô?

3. Vì sao hiện tượng đảo nhiệt lại gây hại cho sức khỏe con người?

4. Bạn có thể liệt kê ba biện pháp thích ứng với biến đổi khí hậu trong các thành phố không?

5. Biến đổi khí hậu toàn cầu gây ra những tác động tiêu cực nào đối với sức khỏe con người? Bệnh truyền nhiễm qua vật trung gian là gì?

6. Cần thực hiện những biện pháp phòng ngừa nào trong thời tiết nắng nóng?





BÀI TẬP

1

Nếu bạn đi nghỉ hè ở nông thôn, hãy thử đặt nhiệt kế ngoài trời trong bóng râm ở độ cao ngang tầm mắt và ghi lại nhiệt độ vào sáng sớm (trước khi mặt trời bắt đầu làm tăng nhiệt độ). So sánh kết quả đó với dự báo nhiệt độ ban đêm ở thành phố lớn gần nhất vào cùng ngày. Các số liệu có khác nhau không? Tại sao?

2

Sử dụng sách giáo khoa, sách tham khảo và Internet, hãy tìm hiểu và ghi lại cách bạn có thể giúp một người đang bị say nắng, cháy nắng, bỏng lạnh, phản ứng dị ứng nghiêm trọng với phấn hoa, hoặc người bị ve cắn.

Bạn có thể thực hiện những biện pháp phòng ngừa nào để bảo vệ sức khỏe của mình trong thời kỳ nắng nóng gay gắt?



2.10 | Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vấn đề xã hội như nào

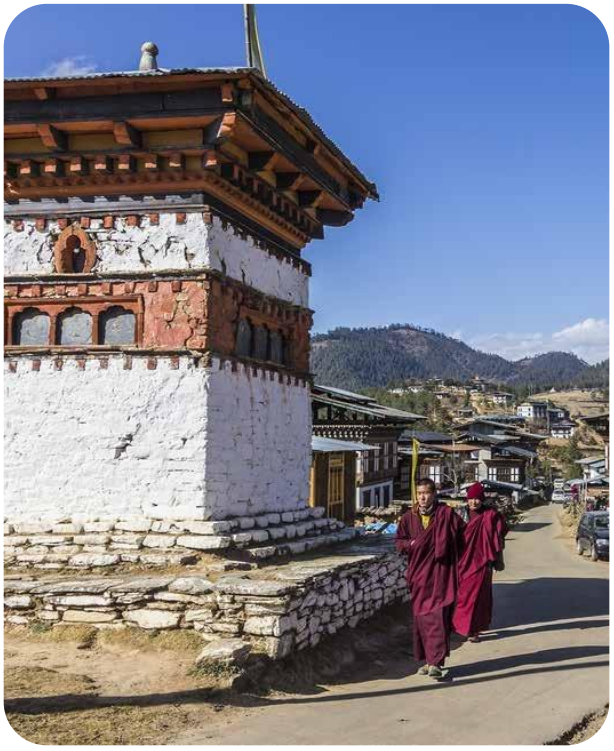
Những thế giới khác nhau: Các nước phát triển và đang phát triển

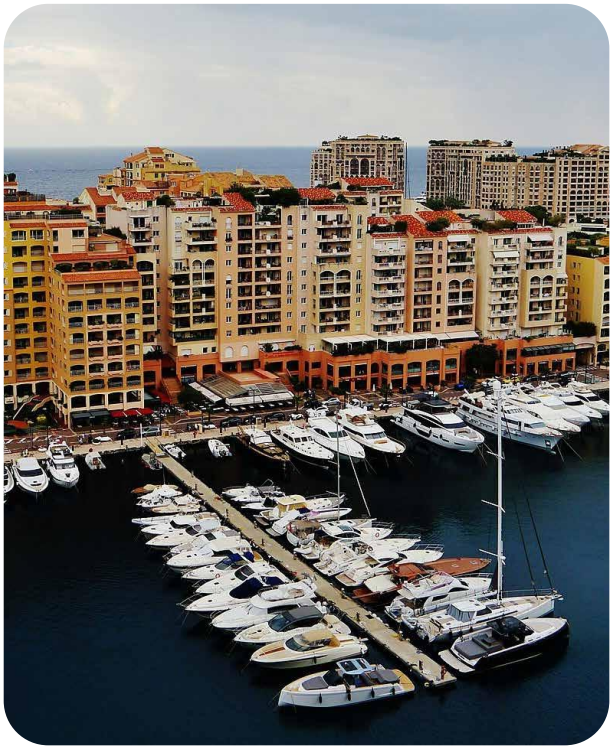
Hiện nay, trên thế giới có khoảng 200 quốc gia được công nhận chính thức. Mỗi quốc gia có sự khác biệt về vị trí địa lý, diện tích lãnh thổ, môi trường tự nhiên, khí hậu, dân số, nền kinh tế, mức sống, lịch sử và truyền thống. Mỗi quốc gia chịu trách nhiệm ở những mức độ khác nhau trong việc làm trầm trọng thêm biến đổi khí hậu và cũng chịu ảnh hưởng không giống nhau bởi hiện tượng này. Khả năng ứng phó với các tác động khí hậu mới của từng quốc gia cũng không đồng đều.

Các quốc gia thường được chia thành hai nhóm lớn theo mức độ phát triển, bao gồm "các nước phát triển" và "các nước đang phát triển"

Các nước phát triển tương đối giàu có, với điều kiện sống thuận lợi và nền kinh tế mạnh mẽ, trong đó ngành công nghiệp, dịch vụ và lĩnh vực tài chính đóng vai trò quan trọng. Người dân ở các quốc gia này thường có bảo hiểm xã hội, tiếp cận với chăm sóc sức khỏe và giáo dục tốt, cơ hội việc làm đủ đầy, và thu nhập tương đối cao giúp họ có thể chi tiêu cho các hoạt động như ăn uống, mua sắm hay du lịch. Nhóm các quốc gia phát triển thường có Mỹ, Canada, Australia, New Zealand, Vương quốc Anh, các quốc gia châu Âu, Nhật Bản, Singapore và Nga, cùng một số nước khác.

Một số quốc gia Đông Âu, bao gồm Nga, với nền kinh tế được gọi là "**chuyển đổi**" đại diện cho một nhóm phụ trong nhóm các nước phát triển. Thuật ngữ "nền kinh tế chuyển đổi" xuất phát từ quá trình chuyển đổi của các quốc gia này kể từ những năm 1990, từ nền kinh tế tập trung sang nền kinh tế thị trường.





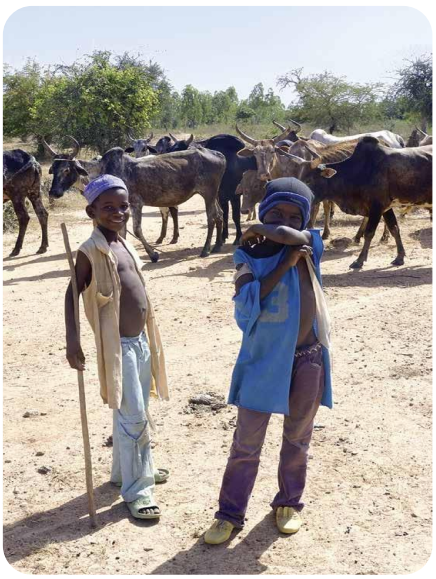
Nhóm các quốc gia đang phát triển đang ở giai đoạn phát triển kinh tế và xã hội muộn hơn các quốc gia phát triển. Nhiều quốc gia trong số này vẫn phụ thuộc nhiều vào nông nghiệp, thương mại hàng hóa và khai thác mỏ. Một bộ phận lớn dân cư có mức sống thấp hơn, tiếp cận không đồng đều với dịch vụ chăm sóc sức khỏe, ít chương trình xã hội, cơ hội học tập cũng như việc làm hơn.

Nhóm các quốc gia đang phát triển rất đa dạng. Các quốc gia này bao gồm các nền kinh tế mới nổi (các quốc gia mới công nghiệp hóa gần đây) như Thái Lan, Trung Quốc, Ấn Độ, Hàn Quốc, Thổ Nhĩ Kỳ, Brazil, Argentina và Mexico, với sự phát triển nhanh chóng của ngành công nghiệp và dịch vụ, các quốc gia có thu nhập trung bình cao như Indonesia, Mông Cổ và Nam Phi, và các quốc gia có thu nhập trung bình thấp như Việt Nam. Trung Quốc và Ấn Độ hiện là hai trong số mười nền kinh tế lớn nhất thế giới. Nhiều sản phẩm chúng ta sử dụng hàng ngày, như quần áo, giày dép, chén đĩa, đồ nội thất, thiết bị gia dụng và đồ chơi, được sản xuất ở các quốc gia này, nhất là Trung Quốc. Trung Quốc dẫn đầu thế giới về sản lượng hàng hóa sản xuất mỗi năm, tiếp theo là Mỹ.

Ngoài ra còn có 46 quốc gia được coi là **kém phát triển nhất thế giới.** Những quốc gia này bao gồm các quốc đảo nhỏ, các quốc gia nhiều đồi núi không giáp biển, cũng như các quốc gia đông dân và có điều kiện khí hậu không thuận lợi. Các quốc gia này có mức độ nghèo cao, nền kinh tế yếu, và cuộc sống của người dân rất dễ bị tổn thương trước tác động của biến đổi khí hậu và thiên tai. Hầu hết các quốc gia kém phát triển nhất nằm ở Châu Á và Châu Phi. Các quốc gia này bao gồm Afghanistan, Campuchia, Lào, Myanmar và Nepal ở Châu Á, và Burundi, Chad, CHDC Congo, Liberia, Malawi, Mozambique, Niger và Somalia ở Châu Phi.

Tình trạng nghèo đói ở hầu hết các quốc gia này vẫn còn phổ biến, với đa số dân cư sống với mức dưới hai đô la mỗi ngày. Nhiều người thiếu thức ăn, nước uống sạch, bệnh viện và trường học. Các gia đình sống trong nghèo đói cố gắng sinh càng nhiều con cái càng tốt để giúp đỡ cha mẹ trong công việc nhà, đóng góp vào thu nhập gia đình và hỗ trợ họ khi già yếu. Môi trường vệ sinh kém, thiếu thực phẩm và nước sạch, và khả năng tiếp cận dịch vụ chăm sóc sức khỏe không đồng đều khiến nhiều trẻ em tử vong trước tuổi trưởng thành; vì vậy, việc có nhiều con được xem như cách để đảm bảo ít nhất một vài người con có thể sống sót. Hiện có khoảng 880 triệu người (chiếm 12% dân số thế giới) sống ở các quốc gia nghèo nhất thế giới, đóng góp chưa đến 2% vào nền kinh tế toàn cầu.





Bất bình đẳng xã hội

Vào năm 2023, dân số thế giới đã vượt qua mốc tám tỷ người. Phần lớn dân số thế giới – 6,64 tỷ người, chiếm 83% tổng số – sống ở các quốc gia đang phát triển, và chỉ có 17% hoặc 1,36 tỷ người (được gọi là "một tỷ người có đặc quyền vàng" – the golden billion) sống ở các quốc gia phát triển.

Không có gì ngạc nhiên khi 17% người dân sống ở các quốc gia giàu là những người tiêu thụ phần lớn sản phẩm của thế giới, nhờ vào thu nhập cao và nhu cầu của họ. Việc vận hành các doanh nghiệp công nghiệp và tạo ra sản phẩm hàng ngày cho người dân ở các quốc gia giàu có đòi hỏi một lượng tài nguyên và năng lượng khổng lồ. Những quốc gia tiêu thụ năng lượng lớn nhất bao gồm Iceland, Na Uy, Canada, Mỹ, và các quốc gia giàu có ở Trung Đông như Oman, Saudi Arabia và Qatar. Mỗi người trung bình ở các quốc gia này tiêu thụ gấp 100 lần so với một người trung bình ở một số quốc gia nghèo nhất. Chẳng hạn, một người Mỹ trung bình trong suốt cuộc đời sử dụng lượng tài nguyên nhiều gấp 3,5 lần mức trung bình toàn cầu, và tiêu thụ năng lượng gấp 9 lần so với một người Ấn Độ trung bình. Vì vậy, dấu chân carbon – tức lượng phát thải khí nhà kính – của người dân ở các quốc gia phát triển cao hơn nhiều so với người dân ở các quốc gia đang phát triển, và họ cũng phải chịu trách nhiệm lớn hơn đối với các hậu quả của biến đổi khí hậu.

Khoảng cách về chất lượng cuộc sống giữa người giàu và người nghèo trên thế giới là rất lớn. Thu nhập trung bình ở 20 quốc gia giàu nhất cao gấp 37 lần so với 20 quốc gia nghèo nhất. Vì vậy, cứ mỗi 100 đô la Mỹ thu nhập mà công dân của châu Âu hoặc Hoa Kỳ nhận được, một người dân Nepal hoặc Ethiopia chỉ nhận được 2,5 đô la Mỹ. Thu nhập của 500 người giàu nhất thế giới vượt quá tổng thu nhập của 416 triệu người nghèo nhất trên hành tinh.

Tỷ lệ sinh cao ở các nước đang phát triển dẫn đến tốc độ tăng dân số của họ nhanh gấp 3,5 lần so với các nước phát triển. Dân số của nhiều quốc gia nghèo nhất ở châu Phi và châu Á có thể tăng gấp đôi trong chưa đầy 40 năm. Vì vậy, số lượng người nghèo nhất trên thế giới vẫn đang ngày càng gia tăng.

Khoảng cách giữa người giàu và người nghèo trên thế giới là rất lớn. Người dân ở các quốc gia phát triển – chỉ chiếm 17% dân số thế giới – tiêu thụ phần lớn sản lượng toàn cầu và hơn 70% tổng năng lượng, trong khi gần 2,5 tỷ người trên thế giới đang sống với mức dưới hai đô la mỗi ngày. Theo Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hợp Quốc (FAO), có khoảng 770 triệu người không có nước uống sạch, và 821 triệu người không có đủ thực phẩm cần thiết để duy trì một cuộc sống năng động và khỏe mạnh.



Thật sai lầm khi cho rằng nghèo đói chỉ tồn tại ở các nước kém phát triển nhất. Các quốc gia giàu cũng có những khu vực nghèo khó và nhiều người sống trong cảnh túng thiếu. Ví dụ, tại Mỹ vào năm 2021, số người nghèo ước tính khoảng 38 triệu, chiếm khoảng 12% tổng dân số. Ở Đức, gần một trong bảy người, tương đương 11,5 triệu người, sống ở mức hoặc dưới mức nghèo khổ. Thường những người nghèo nhất ở các nước phát triển là người nhập cư từ các quốc gia đang phát triển, cùng với cư dân ở các vùng nông thôn và các thành phố công nghiệp suy thoái, nơi nhiều mỏ và nhà máy phải đóng cửa vì không có lợi nhuận.





Dù đều được gọi là "nghèo", hoàn cảnh của người nghèo ở Mỹ và người nghèo ở châu Phi rất khác nhau. Ở Mỹ, ngưỡng nghèo cho một gia đình bốn người là tổng thu nhập khoảng 22.000 đô la mỗi năm, tương đương khoảng 15 đô la mỗi ngày cho mỗi người.

Đó là một con số rất thấp nếu so với mức sống và giá cả ở Mỹ. Tuy nhiên, đối với một người nghèo ở các nước đang phát triển thì một người nghèo ở Mỹ sở hữu nhà riêng có nhà vệ sinh và bồn tắm chẳng khác gì tỷ phú Rockefeller.

Sự bất bình đẳng rõ rệt về điều kiện sống – sự phân bố không đồng đều về thu nhập và cơ hội giữa những người dân ở các khu vực trên thế giới – đã và đang trở thành một trong những vấn đề xã hội cấp bách nhất trên thế giới hiện nay. Báo cáo Phát triển Con người của Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP) năm 2013 từng viết: "Ai cũng có quyền sống một cuộc đời trọn vẹn theo giá trị và ước mơ của riêng mình. Không ai đáng phải sống một cuộc đời ngắn ngủi hay khốn khó chỉ vì sinh ra ở 'sai' tầng lớp, 'sai' quốc gia, 'sai' dân tộc hay giới tính." Đáng buồn là biến đổi khí hậu lại làm cho bất công xã hội ngày càng nặng nề hơn, khiến việc giảm nghèo thêm khó khăn. Đại dịch COVID-19 gần đây cũng khiến tình hình tồi tệ hơn, và chỉ trong vòng hai năm đã làm đảo ngược nhiều tiến bộ đạt được trước đó trong phát triển kinh tế – xã hội, giảm nghèo và thu hẹp bất bình đẳng (*Báo cáo Phát triển Con người UNDP 2021–2022).*

Biến đổi khí hậu làm trầm trọng thêm các vấn đề xã hội

Chúng ta đã thấy rằng mọi khu vực và quốc gia trên thế giới đều đang chịu tác động của biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, một số khu vực như các vùng ven biển, Bắc Cực, miền núi hay khu vực nông nghiệp lại chịu ảnh hưởng nặng nề hơn. Nguyên nhân là do đời sống và sinh kế của người dân ở những nơi này phụ thuộc rất lớn vào điều kiện tự nhiên và khí hậu, nên chỉ một sự thay đổi nhỏ cũng có thể dẫn đến những khó khăn nghiêm trọng về kinh tế và xã hội.

Tại các quốc gia và vùng nghèo, người dân chủ yếu sống dựa vào nông nghiệp. Do đó, một đợt hạn hán, lũ lụt hay bão lớn có thể ngay lập tức lấy đi nguồn thu nhập duy nhất của họ. Những nước như Bangladesh, Haiti hay Chad không chỉ là những nơi đầu tiên chịu ảnh hưởng rõ rệt của biến đổi khí hậu, mà còn thiếu nguồn lực và năng lực để đối phó với các rủi ro tiềm ẩn.

Biến đổi khí hậu tại các quốc gia nghèo còn tác động đặc biệt nghiêm trọng đến phụ nữ – những người chủ yếu đảm nhận việc nuôi con, chăm sóc người bệnh và người già, trồng trọt, lấy nước, kiếm củi và lo bữa ăn cho gia đình. Tất cả những công việc này đều đang bị ảnh hưởng nặng nề bởi biến đổi khí hậu.

Ngay cả ở các nước thu nhập cao, những đối tượng như trẻ nhỏ, người già và người khuyết tật vẫn có thể gặp rủi ro lớn, vì sức khỏe của họ phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện thời tiết.

BẤT BÌNH ĐẲNG KHÍ HẬU
là khi những người ít gây ra hiện tượng nóng lên toàn cầu nhất lại có thể là những người chịu ảnh hưởng nặng nề nhất.

Di cư do Biến đổi khí hậu

Biến đổi khí hậu đang khiến hàng chục triệu người phải di cư để thoát khỏi tác động của bão, hạn hán và lũ lụt. Theo nghiên cứu của Trường Đại học Khí hậu Columbia thuộc Đại học Columbia, khoảng 23 triệu người trên thế giới đã phải di cư năm 2017 do các hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra. Khoảng 44 triệu người khác cũng phải di dời do các "khủng hoảng nhân đạo", nhiều khả năng bị trầm trọng thêm bởi các tác động dây chuyền của biến đổi khí hậu. Con số này có thể tăng lên từ 200 đến 250 triệu người vào năm 2050.

Những khu vực có nguy cơ xảy ra di cư hàng loạt bao gồm các đồng bằng sông Mekong và sông Hằng ở khu vực Đông Nam Á và Nam Á. Đây là những vùng nông nghiệp đông dân cư, nếu mực nước biển dâng lên khoảng 2 mét như dự đoán, nhiều cánh đồng màu mỡ sẽ bị ngập lụt, khiến người dân mất kế sinh nhai và phải tìm nơi ở mới.

Tình trạng hạn hán hoặc lũ lụt xảy ra thường xuyên, đặc biệt gây hậu quả nghiêm trọng đối với nông nghiệp, sẽ buộc nhiều người dân ở nông thôn phải di cư lên thành thị để tìm kiếm việc làm. Làn sóng di cư này dẫn đến sự hình thành các khu dân cư tập trung người nhập cư nghèo, thường là các khu ổ chuột, nơi điều kiện sống tồi tàn, thiếu dịch vụ cơ bản và dễ phát sinh tệ nạn.

Tại các quốc đảo nhỏ ở vùng Caribe, ngày càng có nhiều người rời bỏ nhà cửa vì bão nhiệt đới và lốc xoáy xảy ra thường xuyên hơn. Những nước này lại có ít nguồn lực để ứng phó, nên người dân buộc phải đi tìm nơi có khí hậu thuận lợi hơn để sinh sống.

Hình 2.10.1 Khu ổ chuột ở Rio de Janeiro (Brazil)



Hình 2.10.2

Trại tị nạn của những người di cư buộc phải rời bỏ nhà cửa do hạn hán nghiêm trọng (Somalia, 2011)

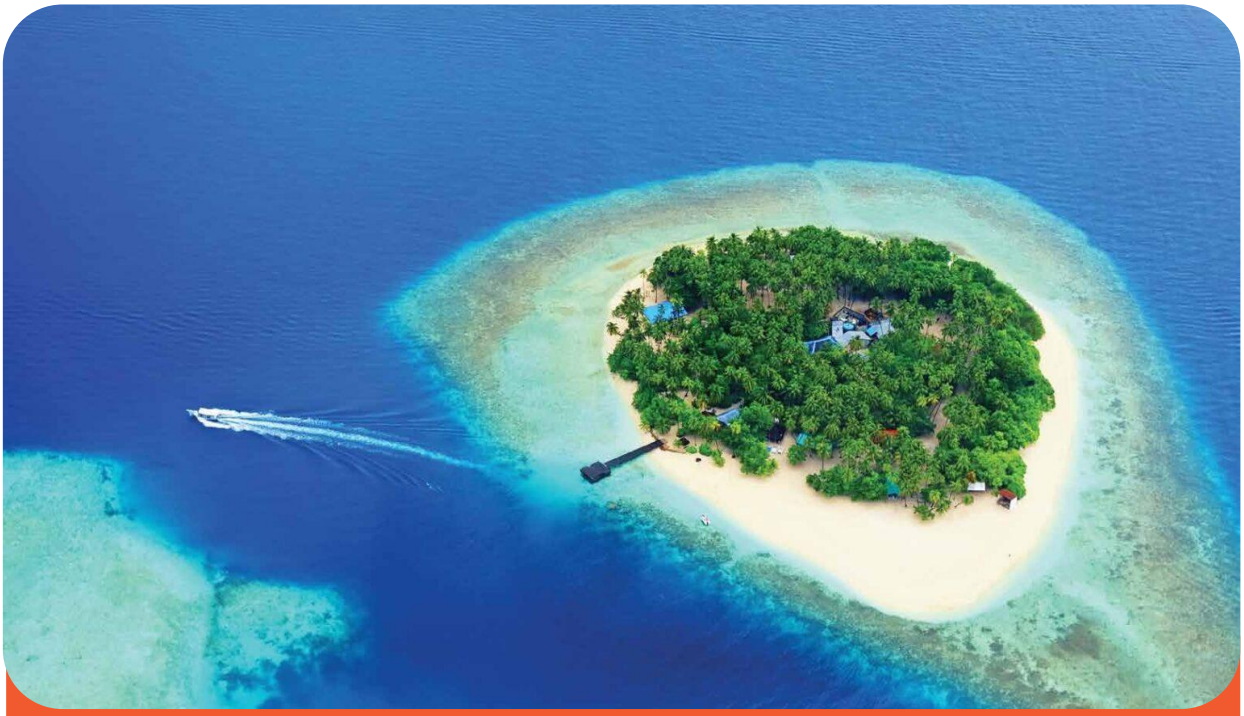


Hình 2.10.3

Hậu quả sau cơn bão Haiyan (Philippines, 2013)



Úc và New Zealand đã tiếp nhận những người di cư do biến đổi khí hậu từ các quốc đảo thuộc khu vực châu Đại Dương. Các đảo thuộc quần đảo Tuvalu và Kiribati, nằm không xa Úc, đang dần bị nhấn chìm bởi hiện tượng nước biển dâng. Các nhà hoạt động môi trường tại Úc đang gây sức ép để chính phủ nước này phân bổ một hạn ngạch đặc biệt cho những người tị nạn khí hậu này. Tương tự, Chính phủ Maldives đã đạt được thỏa thuận với Sri Lanka (cũng là một quốc đảo) về việc tái định cư cho người dân của mình nếu quần đảo này đứng trước nguy cơ biến mất do nước biển dâng



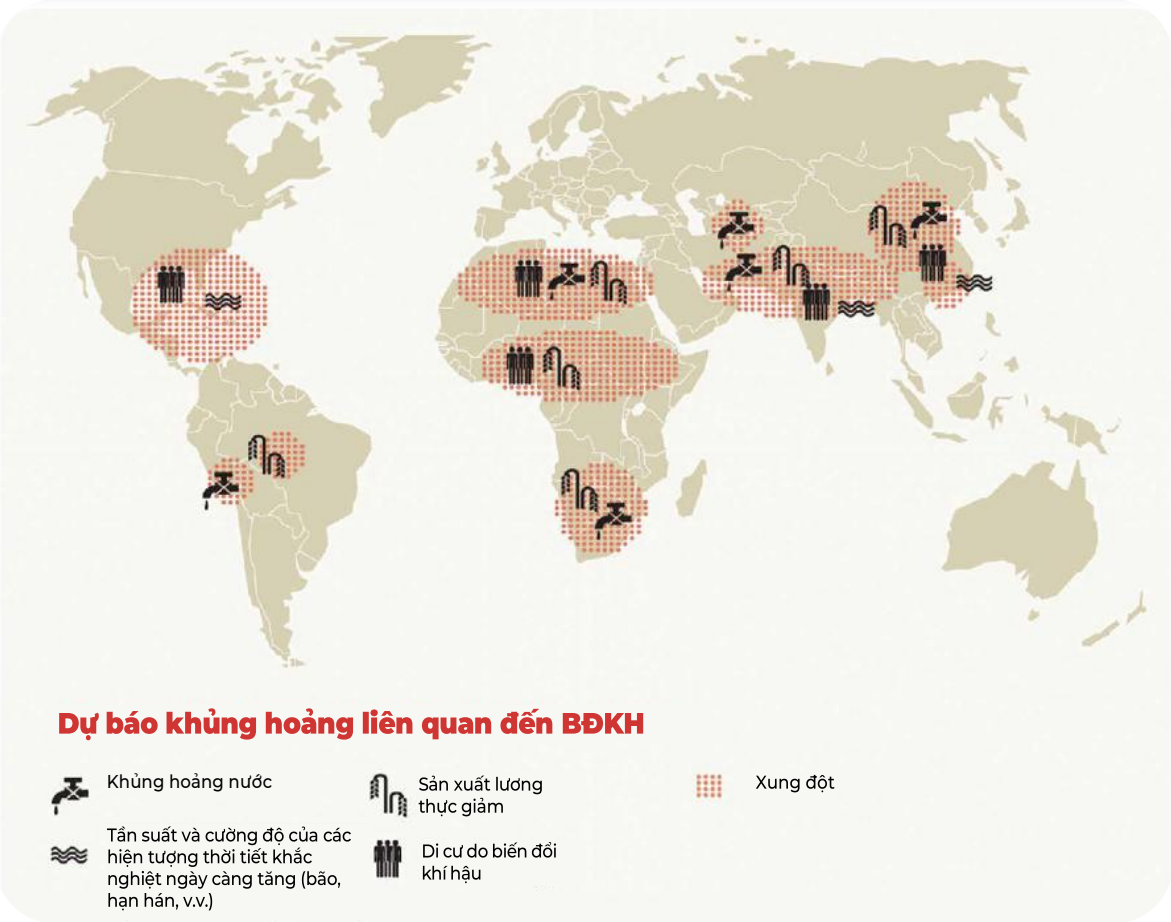
Quốc đảo Kiribati chủ yếu bao gồm các đảo san hô, chỉ cao hơn mực nước biển trung bình 2 m, do đó mực nước biển dâng cao có thể nhấn chìm các đảo trong vòng 50 năm tới. Năm 2012, chính quyền của quần đảo đã quyết định mua đất ở Cộng hòa Fiji, nơi người dân Kiribati có thể tái định cư nếu nhà của họ có nguy cơ biến mất do nước biển dâng.

Xung đột mới

Biến đổi khí hậu có thể gây ra những xung đột nghiêm trọng giữa con người ở các khu vực khác nhau, đặc biệt là về quyền sử dụng đất, tình trạng khan hiếm nước và di cư do khí hậu, kéo theo những hệ lụy xã hội trên diện rộng (Hình 2.10.4).

Các khu vực được đánh dấu màu đỏ có nguy cơ cao xảy ra các cuộc khủng hoảng liên quan đến biến đổi khí hậu. Đây là những khu vực bị đe dọa bởi hạn hán kéo dài, thiếu nước, mực nước biển dâng cao, độ mặn của đất và mất mùa, thiếu tiếp cận năng lượng và các yếu tố khác có thể gây ra khủng hoảng chính trị và xã hội, cũng như gia tăng dòng di cư.

Hình 2.10.4 Các lĩnh vực có nguy cơ khủng hoảng liên quan đến biến đổi khí hậu



Hợp tác quốc tế để cung cấp hỗ trợ xã hội

Để giảm thiểu các rủi ro xã hội do biến đổi khí hậu gây ra, cần triển khai các chương trình hỗ trợ đặc biệt dành cho những nhóm dân cư dễ bị tổn thương nhất. Các chương trình này có thể bao gồm: đào tạo nghề và hỗ trợ chuyển đổi sinh kế cho người dân nông thôn nhằm giúp họ tìm được công việc thay thế ngoài lĩnh vực nông nghiệp; xây dựng các dự án tái định cư cho cư dân sống ở những khu vực có nguy cơ cao; tạo việc làm tại các vùng nghèo; nghiên cứu và phát triển các giống cây trồng có khả năng chịu hạn tốt hơn; và thiết lập hệ thống cảnh báo sớm thiên tai. Tuy nhiên, việc triển khai các biện pháp này đòi hỏi nguồn tài chính mà các quốc gia nghèo và người dân nghèo hiện nay còn rất thiếu.

Hiện có nhiều quỹ và công cụ tài chính hỗ trợ các nước đang phát triển giải quyết những vấn đề xã hội phát sinh từ tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu. Các nhà tài trợ chính là chính phủ các nước phát triển, các tập đoàn lớn và các tổ chức quốc tế, đứng đầu là Liên Hợp Quốc.

CÂU HỎI

1. Các nước phát triển khác gì so với các nước đang phát triển?

2. Phần lớn dân số thế giới sống ở các nước phát triển hay đang phát triển?

3. Những quốc gia nào dễ bị tổn thương nhất trước biến đổi khí hậu? Tại sao?

4. Tại sao hậu quả của biến đổi khí hậu lại ảnh hưởng nặng nề nhất đến người nghèo trên thế giới? Biến đổi khí hậu làm trầm trọng thêm những vấn đề xã hội nào?

5. Động vật và thực vật không thể thích nghi với sự thay đổi khí hậu nhanh chóng, còn con người thì sao?





BÀI TẬP

1

Trên bản đồ thế giới, gạch chân 20 quốc gia hàng đầu về phát triển kinh tế và tô màu chúng bằng bút chì màu xanh lá cây. Trên cùng bản đồ đó, gạch chân 20 quốc gia chính về lượng khí thải nhà kính (dữ liệu có thể tìm trên Wikipedia) và tô màu chúng bằng màu đỏ.

Bạn có nhận thấy sự trùng lặp nào giữa hai danh sách này không? Có bao nhiêu quốc gia bị tô thành màu nâu bẩn (kết hợp của màu xanh lá cây và màu đỏ), cho thấy họ vừa phát triển kinh tế hàng đầu, vừa phát thải khí nhà kính nhiều nhất?
Theo bạn, tại sao những quốc gia này lại phải chịu trách nhiệm nhiều nhất cho biến đổi khí hậu hiện nay?

2

Tưởng tượng bạn là thành viên của một quỹ quốc tế, chuyên tài trợ cho các dự án giúp các quốc gia nghèo đối phó với biến đổi khí hậu. Bạn sẽ ưu tiên tài trợ cho những loại dự án nào mà bạn cho là quan trọng và cấp thiết nhất để hỗ trợ các nước nghèo thích ứng với biến đổi khí hậu?



3

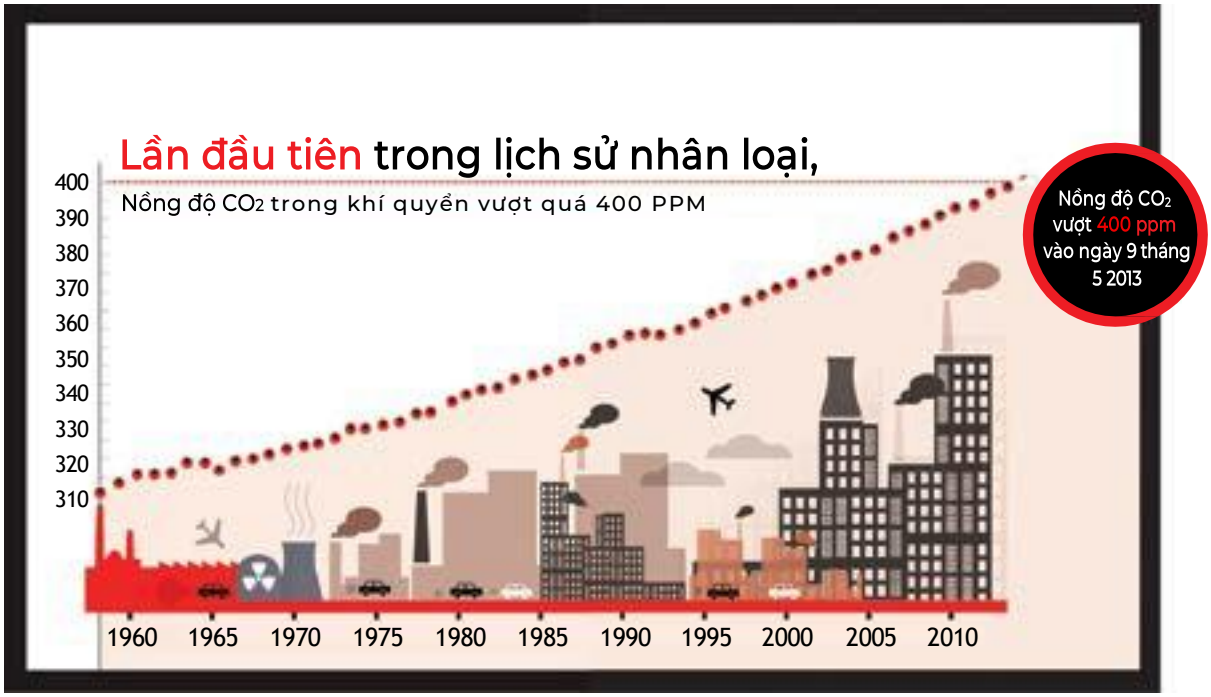
Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu?

3 | Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu?

Chúng ta đã biết rằng lượng khí nhà kính trong khí quyển đã tăng nhanh chóng trong những năm gần đây (Hình 3.1.1). Trong suốt hàng trăm nghìn năm qua, nồng độ khí CO_2 trong khí quyển luôn biến động tự nhiên, gắn liền với các thời kỳ Trái Đất lạnh đi (các kỷ băng hà) cho đến các thời kỳ Trái Đất ấm lên (các kỷ liên băng hà). Trong suốt thời gian đó, nồng độ CO_2 dao động từ khoảng 180 đến 300 ppm (ppm là đơn vị đo nồng độ chất trong không khí).

Tuy nhiên, vào năm 2013, lần đầu tiên trong khoảng 800.000 năm, nồng độ CO_2 đã vượt quá 400 ppm. Nồng độ này tiếp tục tăng nhanh, đạt 421 ppm vào năm 2022. Nguyên nhân là do trên toàn cầu, lượng khí nhà kính phát thải ròng từ các hoạt động của con người, tức là phần còn lại sau khi đã trừ đi lượng khí được tự nhiên hấp thụ (như rừng cây) khỏi tổng lượng khí phát thải, vẫn tiếp tục tăng. Từ 2010 đến 2022 là giai đoạn có mức phát thải khí nhà kính cao hơn bất kỳ thời điểm nào trong lịch sử nhân loại. Nồng độ khí nhà kính trong khí quyển được cho là sẽ còn tiếp tục tăng. Tình trạng này chỉ có thể đảo ngược khi lượng phát thải hàng năm giảm xuống mức cân bằng với lượng được hấp thụ.

Hình 3.1.1 Biểu đồ sự gia tăng nồng độ CO_2 trong khí quyển từ năm 1960



Mỗi người trên Trái Đất đều đang góp phần vào biến đổi khí hậu thông qua việc phát thải khí nhà kính vào khí quyển mỗi năm. Chúng ta là người tiêu dùng cuối của các loại hàng hóa và dịch vụ, mà quá trình sản xuất các mặt hàng này lại tiêu tốn rất nhiều năng lượng. Phần lớn năng lượng này đến từ các nguồn nhiên liệu hóa thạch không tái tạo như dầu mỏ, than đá và khí tự nhiên. Việc sản xuất hàng hóa và dịch vụ chiếm đến 75% tổng lượng khí nhà kính phát thải từ các hoạt động của con người.

Ở các phần trước, chúng ta đã cùng nhau tìm hiểu về những tác động nghiêm trọng của biến đổi khí hậu đối với xã hội loài người nói riêng và Trái Đất nói chung. Các nhà khoa học cũng xác nhận rằng biến đổi khí hậu đang diễn ra trên diện rộng, rất nhanh, ngày càng nghiêm trọng và chưa từng có trong hàng nghìn năm qua. Những thay đổi này được dự báo sẽ tiếp tục xảy ra, vì theo mọi kịch bản phát thải được nêu trong báo cáo AR6 của IPCC, nhiệt độ bề mặt Trái Đất sẽ tăng thêm 1,5°C trong hai thập kỷ tới. Nếu không hành động để cắt giảm khí nhà kính một cách nhanh chóng, ngay lập tức và ở quy mô lớn, việc giới hạn mức tăng nhiệt độ toàn cầu ở 1,5°C - hay thậm chí là 2°C - sẽ càng trở nên xa vời.

Để giảm nồng độ khí nhà kính trong khí quyển và kiềm chế hiện tượng nóng lên toàn cầu, việc cắt giảm mạnh, nhanh và bền vững lượng phát thải CO_2, methane và các khí nhà kính khác trong thập kỷ này, đồng thời đạt được mức phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050 là vô cùng quan trọng. Một mục tiêu khác là giảm các "tác nhân khí hậu ngắn hạn" như sol khí (hay còn gọi là aerosol - tập hợp các hạt rắn hoặc giọt chất lỏng rất nhỏ lơ lửng trong không khí) và bụi mịn. Những nỗ lực này không chỉ giảm tác động của biến đổi khí hậu mà còn cải thiện chất lượng không khí, giảm ảnh hưởng tới sức khỏe và mang lại những lợi ích phát triển bền vững khác. Những biện pháp giảm phát thải cần đi theo hướng hài hoà với thiên nhiên, góp phần tăng cường đa dạng sinh học, lưu trữ cácbon, lọc sạch nước và giảm các nguy cơ dịch bệnh. Tóm lại, việc giảm khí nhà kính trong khí quyển cũng nên góp phần tăng cường khả năng chống chịu của hành tinh và xã hội chúng ta.

Nhiều quốc gia đã bắt đầu hành động để giảm phát thải khí nhà kính. Đến hết năm 2022, hầu hết các quốc gia phát triển đã cắt giảm ở mức ổn định một lượng khí nhà kính mỗi năm. Nhiều nước đang phát triển cũng đã bắt đầu hành động nhằm làm chậm tốc độ tăng phát thải. Tuy nhiên, các nhà khoa học cho rằng điều đó là chưa đủ - chúng ta cần một cuộc chuyển đổi mang tính hệ thống ở tất cả các quốc gia và trong mọi lĩnh vực của nền kinh tế và xã hội để hướng tới mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào giữa thế kỷ này.

Vậy chúng ta có thể làm gì để giảm nồng độ khí nhà kính trong khí quyển? Hãy cùng khám phá một vài giải pháp đơn giản dưới đây nhé!

Cách thứ nhất là chuyển sang các **nguồn năng lượng thân thiện với khí hậu.** Trong các loại nhiên liệu hóa thạch, loại gây ô nhiễm nhất là than đá, tiếp theo là dầu mỏ và các sản phẩm từ dầu. Khí tự nhiên được coi là ít gây ô nhiễm môi trường nhất.



Thực tế đã cho thấy con người hoàn toàn có thể tạo ra năng lượng mà không cần đến nhiên liệu hóa thạch. Từ thời xa xưa, con người đã biết tận dụng nhiệt từ mặt trời, sức gió, dòng chảy của nước và sinh khối (từ việc đốt rơm rạ hay bã mía). Tất cả đều là những nguồn năng lượng tái tạo. Nhờ công nghệ hiện đại, các nguồn năng lượng này ngày càng phổ biến và được khai thác hiệu quả hơn. Việc tăng cường sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo cần đi đôi với việc loại bỏ dần các nguồn năng lượng từ nhiên liệu hóa thạch. Các nguồn năng lượng không phát thải carbon khác như năng lượng hạt nhân cũng có thể giúp giảm phát thải ở nhiều quốc gia, miễn là đảm bảo đầy đủ các biện pháp an toàn cần thiết.

Tiết kiệm năng lượng hang ngày cũng là một cách để **giảm phát thải khí nhà kính**. Chúng ta có thể sử dụng các thiết bị tiết kiệm năng lượng hoặc thay đổi những thói quen tiêu dùng hằng ngày. Ở quy mô lớn hơn, việc phát triển các máy móc và thiết bị tiết kiệm năng lượng, cải thiện hiệu suất và tăng cường khả năng lưu trữ năng lượng của các tòa nhà cũng cần được chú trọng. Ở quy mô công nghiệp, các quy trình truyền thống như trong ngành luyện thép và sản xuất xi măng cần được thay thế bằng các quy trình không phát thải CO_2, và quá trình điện khí hóa trong giao thông vận tải cần được thúc đẩy nhanh hơn.

Cách thứ ba là nhờ vào cây xanh giúp chúng ta hoặc sử dụng các công nghệ giúp **loại bỏ CO_2 khỏi khí quyển.** Cây hấp thụ CO_2 qua quá trình quang hợp, vì vậy, việc hạn chế nạn phá rừng và trồng thêm cây có thể góp phần làm giảm lượng khí nhà kính trong khí quyển. Việc áp dụng các sáng kiến nông nghiệp thân thiện với môi trường cũng như phục hồi và bảo vệ các hệ sinh thái tự nhiên có thể giúp hấp thụ CO_2 (vào môi trường đất) và mang lại nhiều lợi ích bền vững khác. Một số công nghệ mới giúp loại bỏ CO_2 khỏi khí quyển hiện cũng đã đang ở giai đoạn nghiên cứu và thử nghiệm. Chúng mở ra một tương lai đầy hứa hẹn cho việc thu giữ các loại khí thải mà việc phát thải chúng là không thể tránh khỏi (ví dụ như một số khí thải bắt buộc từ các hoạt động nông nghiệp).

Cuối cùng, biến đổi khí hậu là một vấn đề toàn cầu phức tạp chỉ có thể giải quyết bằng sự hợp tác của tất cả các bên, và bằng một cách tiếp cận toàn xã hội, đặc biệt là với sự tham gia của cộng đồng doanh nghiệp trong việc quản lý rủi ro khí hậu và công khai những rủi ro đó như một phần trong hoạt động kinh doanh của họ.



3.1 Các nguồn năng lượng 'xanh'

3.1.1 Năng lượng là gì?

Mọi vật thể được tạo ra trên thế giới, dù do thiên nhiên hay con người, đều cần sử dụng năng lượng. Để có được năng lượng ở bất kỳ dạng nào, chúng ta phải lấy nó từ một nguồn nào đó.

Hãy lấy ví dụ một thanh sô-cô-la. Nó được vận chuyển đến cửa hàng từ nhà máy, nơi các công nhân đã sản xuất và đóng gói. Để làm ra thanh sô-cô-la, họ sử dụng hạt ca-cao và đường được thu hoạch từ các cánh đồng do những người khác trồng. Tất cả những người tham gia sản xuất đều phải ăn uống và mua quần áo cho bản thân. Các máy móc, thiết bị dùng để sản xuất thanh sô-cô-la được làm từ các vật liệu như thép, nhựa... có nguồn gốc từ khoáng sản khai thác từ lòng đất, và những máy móc đó vận hành nhờ năng lượng. Như vậy, tất cả mọi thứ chúng ta có đều được tạo ra bằng năng lượng. Chính chúng ta cũng lớn lên từ một phôi thai nhỏ bé, lấy năng lượng từ các hợp chất hóa học để phát triển.

Liệu có phải chúng ta chỉ lấy năng lượng từ thiên nhiên mà không trả lại gì? Tất nhiên là không! Chúng ta biến đổi năng lượng nhận được thành các dạng khác và trả lại cho môi trường. Năng lượng không mất đi mà chỉ thay đổi hình thức. Khoa học nghiên cứu về sự chuyển hóa và truyền dẫn năng lượng cơ học, nhiệt gọi là nhiệt động học, một ngành của vật lý. Định luật bảo toàn năng lượng là nguyên tắc cơ bản đầu tiên của nhiệt động học.

Ngoài ra, các định luật khác cho thấy khi năng lượng thay đổi dạng, một phần nhỏ bị thất thoát và phân tán, không thể lấy lại được. Hãy xem con người hiện nay sử dụng năng lượng như thế nào. Tại sao mức tiêu thụ năng lượng lại liên quan mật thiết đến biến đổi khí hậu?

Và liệu nhân loại có thể dùng năng lượng để biến đổi nền kinh tế và xã hội toàn cầu, mang lại một cuộc sống xanh, thịnh vượng và hạnh phúc trên Trái Đất? Quan trọng hơn, làm sao chúng ta có thể bắt đầu hướng đến sự thay đổi đó ngay hôm nay?

3.1.2 Các nguồn năng lượng chính

Con người đã sử dụng năng lượng từ rất lâu. Các nhà khoa học bắt đầu nghiên cứu về năng lượng từ thời cổ đại, bắt đầu với dạng năng lượng đơn giản nhất là năng lượng cơ học, gọi là "lực sống". Sau đó, các dạng năng lượng khác như điện, điện từ, nhiệt và hạt nhân lần lượt được phát hiện. Khi phát hiện ra các dạng năng lượng mới, con người tìm hiểu nguồn gốc của chúng và cách để sử dụng chúng.

Trong cuộc sống hàng ngày, chúng ta sử dụng rất nhiều thiết bị như tivi, máy tính và tủ lạnh, tất cả đều hoạt động nhờ điện – dạng năng lượng mà chúng ta quen thuộc nhất. Điện đóng vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực của xã hội hiện đại và sẽ còn quan trọng hơn nữa khi được ứng dụng rộng rãi trong giao thông và sưởi ấm qua các công nghệ như xe điện và máy bơm nhiệt. Vai trò của điện trong công nghiệp cũng ngày càng tăng nhờ việc điện hóa các quy trình sản xuất như luyện kim sắt thép.

Vậy điện đến từ đâu?

Con người tạo ra điện bằng cách chuyển hóa các dạng năng lượng tự nhiên. Các nguồn năng lượng trên Trái Đất được chia thành hai nhóm chính: năng lượng không tái tạo (hay còn gọi là năng lượng truyền thống) và năng lượng tái tạo (hay còn gọi là năng lượng thay thế).

Hình 3.1.2 Các nguồn năng lượng chính

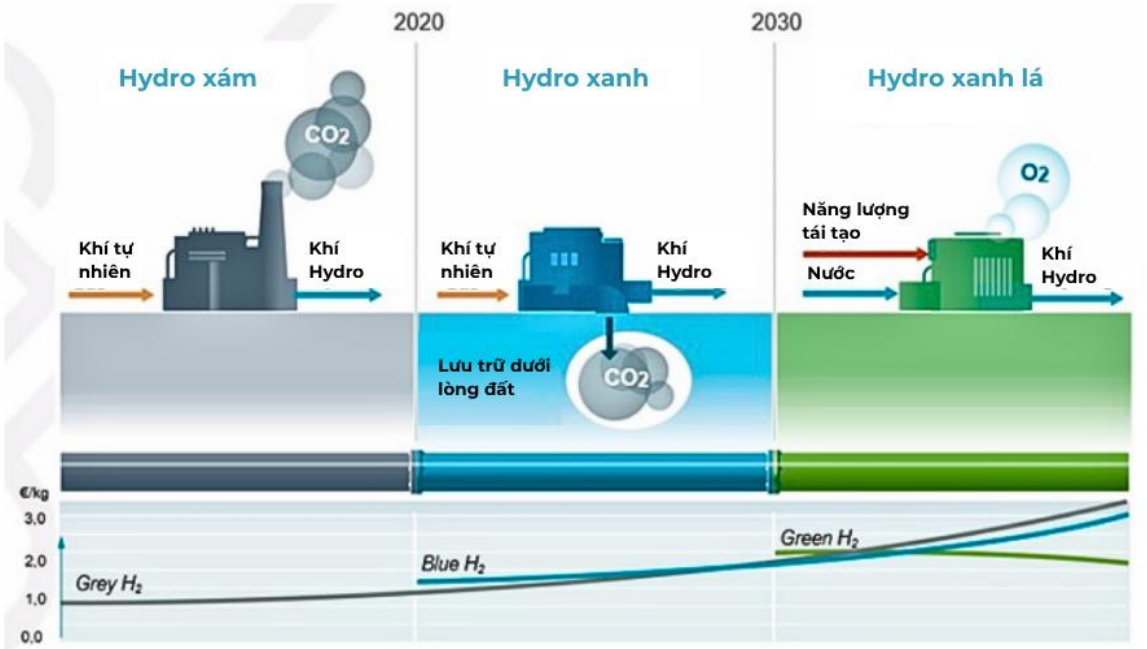


Các nguồn năng lượng không tái tạo được hình thành hoặc thay thế trong tự nhiên với tốc độ chậm hơn rất nhiều so với tốc độ con người khai thác và sử dụng. Những nguồn chính thuộc nhóm này gồm có than đá, dầu mỏ, khí tự nhiên và than bùn – thường được gọi chung là "hydrocacbon" hoặc "nhiên liệu hóa thạch". Ngoài ra, các kim loại phóng xạ như uranium, plutonium... được sử dụng trong sản xuất điện hạt nhân cũng thuộc nhóm năng lượng không tái tạo.

Trái lại, **các nguồn năng lượng tái tạo** khai thác từ những quá trình tự nhiên diễn ra liên tục. Ánh sáng mặt trời, gió, dòng chảy của nước, mưa, thủy triều và nhiệt từ lòng đất đều có thể cung cấp lượng năng lượng khổng lồ. Đặc biệt, đây là những nguồn gần như không bao giờ cạn kiệt - chỉ có thể biến mất vào một thời điểm cực kỳ xa xôi, khi hệ Mặt Trời kết thúc vòng đời của nó. Sinh khối – bao gồm sợi thực vật, chất thải động vật, và than sinh học từ gỗ (từng được sử dụng rộng rãi trong quá khứ) – cũng là một nguồn năng lượng tái tạo nó có khả năng tái tạo nhanh chóng trong tự nhiên.

Một loại nhiên liệu mới đang ngày càng được sử dụng nhiều hơn là **hydro.** Tùy thuộc vào nguồn sản xuất, hydro được phân loại thành ba dạng: xám (sản xuất từ khí tự nhiên), xanh dương (từ khí tự nhiên có kèm công nghệ thu giữ và lưu trữ carbon), và xanh lá (sản xuất từ điện tái tạo). Trước đây, hydro chủ yếu được dùng làm nguyên liệu đầu vào trong ngành công nghiệp nặng, nhưng hiện nay nó đang trở thành một trong những giải pháp quan trọng trong quá trình khử carbon của các ngành giao thông vận tải và vận chuyển hàng hải.

Hình 3.1.3 Các loại hydro, phương thức sản xuất của chúng và năm bắt đầu sản xuất



3.1.3 Nhiên liệu hóa thạch

Sự tiến hóa của sinh vật trên Trái Đất luôn diễn ra theo chiều hướng từ đơn giản đến phức tạp. Đã từng có thời điểm, hành tinh của chúng ta chỉ có những sinh vật và thực vật đơn bào - sinh sống bằng cách hấp thụ năng lượng từ ánh sáng Mặt Trời và dùng nó để nuôi dưỡng cơ thể. Dấu vết của những sinh vật ấy vẫn còn tồn tại cho đến ngày nay: năng lượng mà chúng từng tích lũy vẫn tiếp tục tồn tại trong cái mà chúng ta gọi là "nhiên liệu hóa thạch" – những chất được hình thành từ phần còn lại của sinh vật đã chết. Dầu mỏ, khí tự nhiên, than đá và than bùn đều là nhiên liệu hóa thạch.

Nhiên liệu hóa thạch là di sản quý giá của các sinh vật sống trên Trái Đất từ hàng triệu năm trước để lại cho chúng ta và chúng ta cần sử dụng nguồn tài nguyên này một cách tiết kiệm và có trách nhiệm. Hãy luôn nhớ rằng không có di sản nào là vô hạn. Nếu tiêu dùng thiếu suy nghĩ, chúng ta sẽ chẳng còn gì để truyền lại cho thế hệ mai sau.

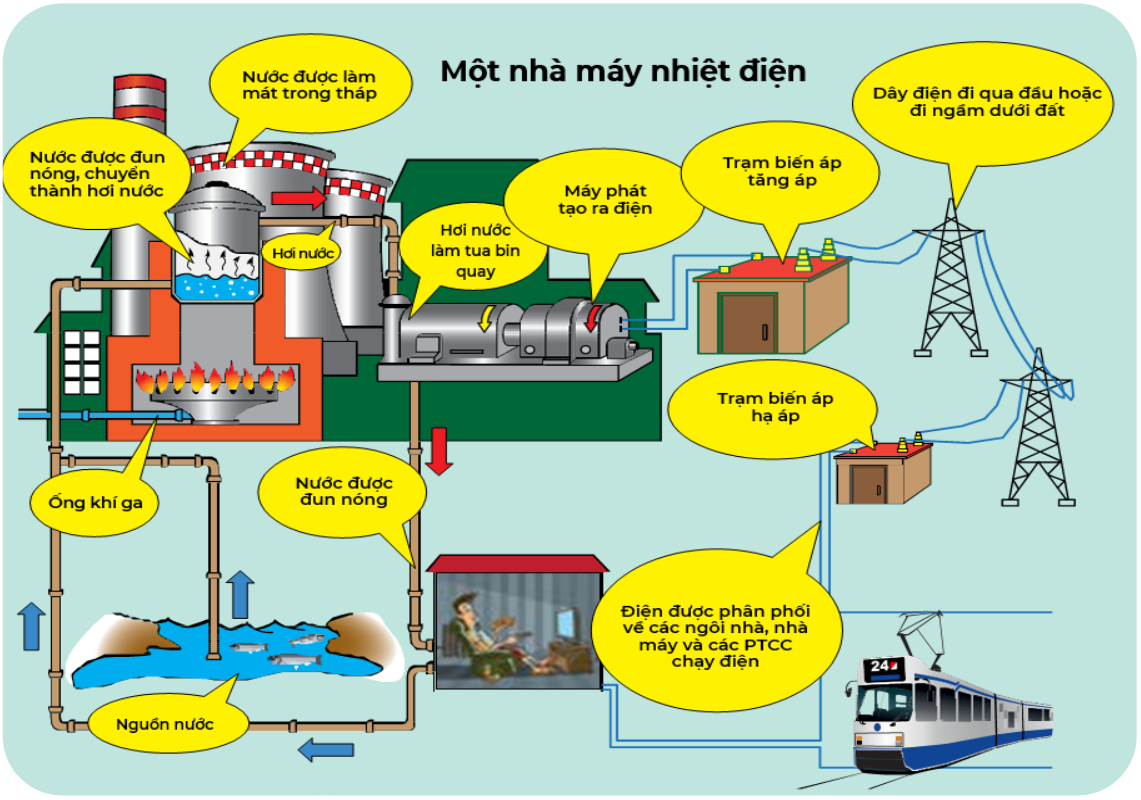
Quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch (các hợp chất hydrocacbon) như than đá, dầu mỏ hay khí tự nhiên có thể được sử dụng để tạo ra điện. Việc này diễn ra tại các nhà máy nhiệt điện. Trong phân xưởng sản xuất của nhà máy có một nồi hơi – nơi nhiên liệu được đốt để làm nóng và tạo thành hơi nước. Áp suất của hơi nước làm quay cánh tua-bin, tua-bin quay làm máy phát điện hoạt động, từ đó tạo ra dòng điện. Lượng điện năng này sau đó được truyền qua hệ thống đường dây điện đến các hộ gia đình và các cơ sở sử dụng điện khác (Hình 3.1.4)

Các nguồn năng lượng hydrocacbon (nhiên liệu hóa thạch) bao gồm dầu thô, than đá, khí tự nhiên (gồm cả khí đá phiến được khai thác từ các tầng than và đá phiến) dầu đá phiến và các chất dễ cháy khác, cùng với các khoáng sản được khai thác bằng phương pháp hầm lò hoặc lộ thiên. Nhiên liệu hóa thạch được hình thành trong lớp vỏ Trái Đất qua hàng triệu năm từ việc phân hủy xác các sinh vật. Khi bị đốt cháy, chúng giải phóng năng lượng dưới dạng nhiệt để con người khai thác và sử dụng.





Hình 3.1.4 Cơ chế hoạt động của một nhà máy nhiệt điện



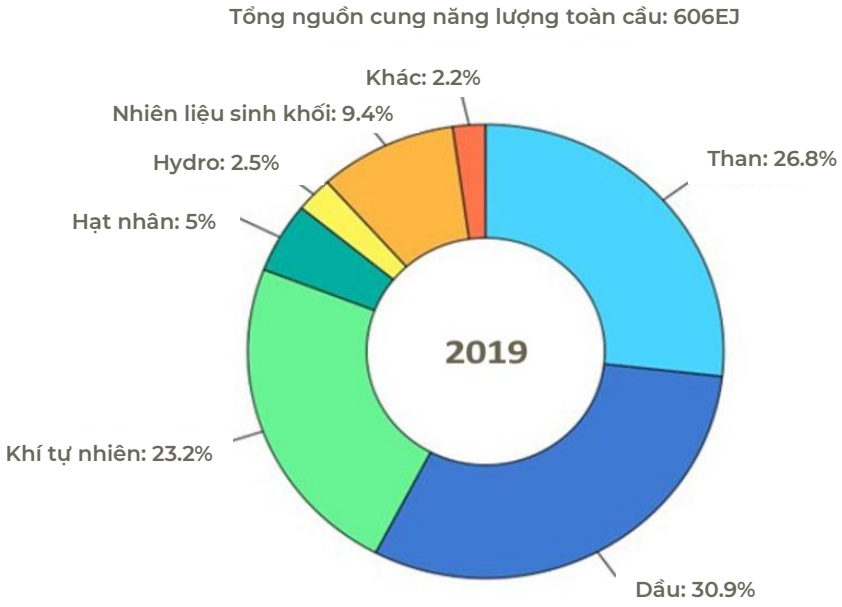
Người ta nhận thấy rằng việc sản xuất điện có thể được kết hợp hiệu quả với việc đun nóng nước, sau đó nước nóng này được dẫn qua các đường ống đến các hệ thống sưởi ấm và cung cấp nước nóng cho các tòa nhà dân cư, bệnh viện, trường học, nhà trẻ, các nhà máy công nghiệp và các cơ sở khác. Những nhà máy này được gọi là nhà máy nhiệt điện kết hợp (CHP - Combined Heat and Power - hay còn gọi là nhà máy đồng phát nhiệt điện). Thông thường, các nhà máy CHP có hiệu suất cao hơn so với các nhà máy chỉ sản xuất điện (nhà máy điện ngưng tụ).

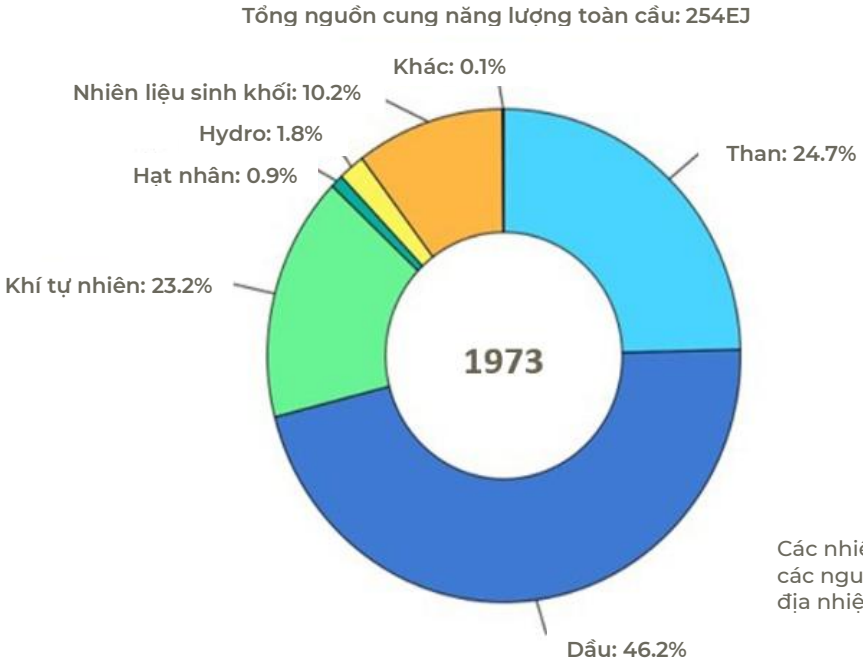
Tuy nhiên, không phải lúc nào cũng dẫn được nước nóng từ nhà máy CHP đến các khu chung cư. Trong trường hợp này, người ta xây dựng một nhà máy nồi hơi đốt nhiên liệu và sử dụng nó để đun nước cung cấp cho các hệ thống sưởi ấm của các tòa nhà lân cận.

Việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch tăng mạnh từ cuộc Cách mạng Công nghiệp bắt đầu vào cuối thế kỷ 18 tại Anh. Trước đó hàng nghìn năm, các nguồn năng lượng phổ biến nhất là gỗ, năng lượng mặt trời, gió và nước, mặc dù nhiên liệu hóa thạch cũng đã được sử dụng ở một số nơi.

Vào năm 2019, nhiên liệu hóa thạch vẫn chiếm ưu thế, chiếm đến 80,9% tổng cung cấp năng lượng sơ cấp toàn cầu, với tỷ lệ sử dụng như sau: 30,9% cho dầu mỏ, 26,8% cho than đá và 23,2% cho khí tự nhiên (Hình 3.1.5)

Hình 3.1.5 Bức tranh toàn cầu về nguồn cung năng lượng sơ cấp năm 2019 và 1973

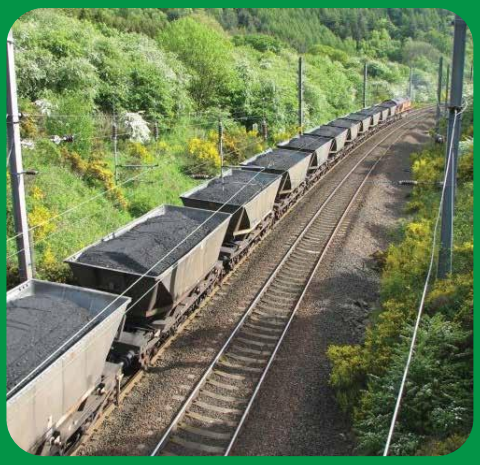




Các nhiên liệu khác bao gồm: các nguồn tái tạo như gió, mặt trời, địa nhiệt, nhiệu điện cấp thấp.

Có hai điểm hạn chế lớn khi sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Thứ nhất, chúng không phải là nguồn tài nguyên vô tận và các nguồn dự trữ trên thế giới đang dần cạn kiệt, đặc biệt là trữ lượng dầu mỏ và khí tự nhiên. Thứ hai, quá trình đốt cháy khí tự nhiên, dầu mỏ và đặc biệt là than đá, thải ra lượng lớn chất ô nhiễm và khí nhà kính, tích tụ trong khí quyển làm tăng hiệu ứng nhà kính. Điều này dẫn đến sự gia tăng nhiệt độ toàn cầu và các biến đổi khí hậu khác, gây ảnh hưởng tiêu cực đến khí hậu, môi trường và sức khỏe con người.

Con người bắt đầu sử dụng nhiên liệu hóa thạch từ khi nào?



Mỏ than cổ xưa nhất trên thế giới được khai thác ở Hà Lan vào năm 1113. Nhưng cũng có bằng chứng cho thấy con người đã sử dụng than đá, than nâu (lignite) và than bùn làm nhiên liệu từ rất lâu trước đó.

Vào thời Trung Cổ, than đã được khai thác ở nhiều nơi tại Châu Âu. Than bắt đầu có giá thành rẻ hơn gỗ và ngày càng được sử dụng rộng rãi trong đời sống hàng ngày, kể cả trong các gia đình nghèo. Tuy nhiên, do nhà ở thời đó chưa có hệ thống ống khói, việc đốt than khiến các gian phòng ngập trong khói, gây khó chịu và ngột ngạt.

Việc sử dụng than tăng mạnh từ khi cuộc Cách mạng Công nghiệp bắt đầu.

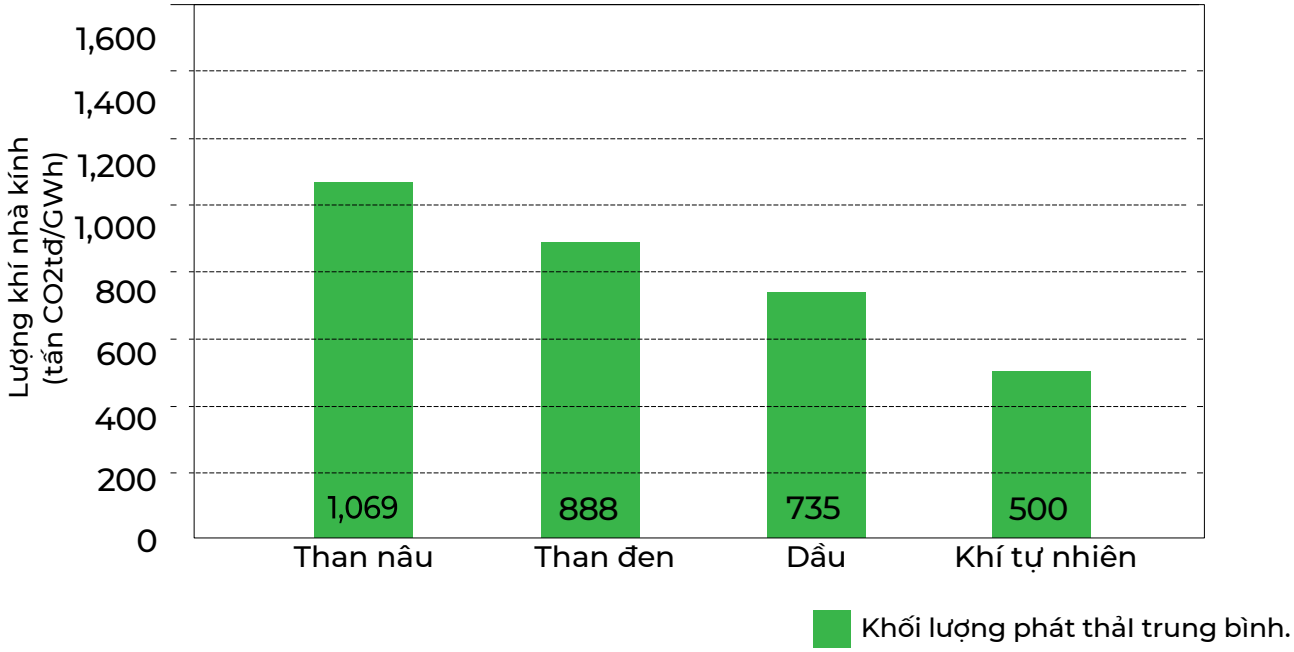


Đến thế kỷ 19, có đến 700 triệu tấn than được khai thác mỗi năm. Sau đó, con người chuyển sang quan tâm đến dầu mỏ.

Dầu thô đã được biết đến từ thời cổ đại, nhưng phải đến giữa thế kỷ 19 nó mới bắt đầu được sử dụng rộng rãi làm nhiên liệu, sau khi nhà hóa học người Mỹ Benjamin Silliman phát hiện ra rằng có thể chiết xuất được dầu hỏa từ dầu thô. Cơn "sốt dầu" sau đó tiếp tục được thúc đẩy bởi phương pháp khai thác dầu mới bằng cách khoan thay vì đào giếng truyền thống. Khí tự nhiên mới thực sự được sử dụng rộng rãi làm nhiên liệu từ thế kỷ 20.

Các đánh giá của các nhà khoa học đã chỉ ra rằng việc đốt nhiên liệu hóa thạch để sản xuất năng lượng làm gia tăng đáng kể hiệu ứng nhà kính. Vì lợi ích của khí hậu, nhân loại cần giảm sử dụng các hợp chất hydrocacbon và chuyển sang sử dụng nhiều nguồn năng lượng thân thiện với khí hậu hơn.

Hình 3.1.6 Phát thải khí nhà kính từ việc sử dụng các nguồn năng lượng Hydrocacbon khác nhau



Bảng 3.1

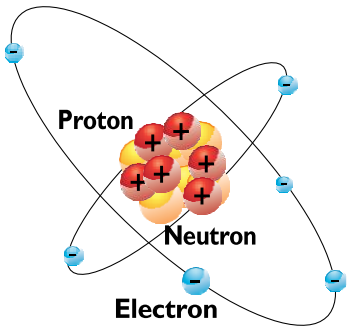
Lượng phát thải trung bình (g/GJ) từ các nhà máy điện sử dụng nhiên liệu hóa thạch tại Liên minh Châu Âu

Loại nhiên liệu	Hạt mịn	Carbon monoxide (CO)	Nitrous Oxide (NO_x)	Sulphur dioxide (SO_2)
Than nâu	3,254	89	183	1,361
Than đen	1,203	89	292	765
Dầu mỏ	16	16	195	1,350
Khí đốt	0.1	15	93	1

3.1.4 Năng lượng hạt nhân

Nhà máy điện hạt nhân gần như không thải ra khí thải nhà kính. Liệu chúng có thể là giải pháp cho vấn đề biến đổi khí hậu? Các nhà khoa học đã mất rất nhiều thời gian nghiên cứu và tìm tòi trước khi có thể sử dụng năng lượng hạt nhân để sản xuất điện cho công nghiệp và sinh hoạt. Ban đầu, người ta phát hiện ra rằng tất cả các chất đều được tạo thành từ rất nhiều hạt nhỏ giống nhau, gọi là phân tử. Sau đó, họ tiếp tục khám phá rằng các phân tử này lại được cấu tạo từ những hạt nhỏ hơn gọi là nguyên tử. Các loại nguyên tử khác nhau được gọi là "nguyên tố hóa học." Chúng được đánh số và xếp theo bảng tuần hoàn của Mendeleev.

Trong một số điều kiện nhất định, phân tử của các chất có thể bị tách ra thành các nguyên tử, rồi các nguyên tử này sẽ sắp xếp lại tạo thành phân tử của chất mới. Quá trình này gọi là "phản ứng hóa học." Trong phản ứng này, năng lượng giữ các nguyên tử với nhau được giải phóng ra. Các chất mới có thể cần nhiều năng lượng hơn hoặc ít năng lượng hơn chất ban đầu, nên phản ứng hóa học có thể hấp thụ năng lượng từ môi trường hoặc giải phóng năng lượng ra ngoài. Việc đốt nhiên liệu hóa thạch chính là một phản ứng hóa học tạo ra nhiệt lượng.



Nhưng điều gì sẽ xảy ra nếu thay đổi không xảy ra ở phân tử mà ở bên trong cấu trúc của nguyên tử? Các nhà khoa học đã phát hiện nguyên tử cũng được tạo thành từ những hạt nhỏ hơn: nó có một hạt nhân gồm các proton và neutron liên kết chặt chẽ với nhau, xung quanh hạt nhân là các electron chuyển động. Hạt nhân của một số nguyên tố hóa học có thể bị phân tách. Quá trình này tạo ra, đầu tiên, một lượng lớn nhiệt năng (có thể thu thập và sử dụng), và thứ hai, các hạt đặc biệt gọi là bức xạ. Hiện tượng này được gọi là "phóng xạ" hoặc "phân rã phóng xạ."

Phóng xạ là một phần tự nhiên của hành tinh chúng ta. Theo số liệu của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế, trung bình mỗi người trên thế giới hàng năm tiếp xúc với khoảng 2,4 millisievert (mSv) phóng xạ tự nhiên. Liều phóng xạ thấp như vậy không gây hại mà còn cần thiết cho con người và môi trường tự nhiên. Tuy nhiên, nếu tiếp xúc với liều phóng xạ cao hơn, thì nó có thể gây nguy hiểm đến tính mạng.



Năm 1975, các chuyên gia ở Hoa Kỳ lần đầu tiên cố gắng tính toán xác suất xảy ra các tai nạn nghiêm trọng ở các nhà máy điện hạt nhân. Họ ước tính rằng một vụ tai nạn như vậy chỉ có thể xảy ra một lần trong 10.000 năm. Thế nhưng, chỉ sau bốn năm, một vụ tai nạn như vậy đã xảy ra tại nhà máy điện hạt nhân Three Mile Island gần thị trấn Harrisburg. Thiệt hại trực tiếp do vụ tai nạn được ước tính khoảng một tỷ đô la, còn thiệt hại gián tiếp lên đến 100 tỷ đô la, mặc dù chỉ rất ít người bị ảnh hưởng bởi rò rỉ phóng xạ. Bảy năm sau đó, một vụ tai nạn khác xảy ra tại nhà máy điện hạt nhân gần thị trấn Chernobyl ở Liên Xô cũ, nơi các nhà khoa học hạt nhân cũng từng khẳng định rằng tai nạn đó chỉ có thể xảy ra một lần trong 10.000 năm.

Klaus Taube, cựu giám đốc công ty Interatom của Đức, từng nói rằng mọi tính toán thống kê về xác suất xảy ra tai nạn làm tan chảy các thanh nhiên liệu hạt nhân đều phải coi là những con số giả khoa học, không đáng tin cậy.

Con người đã học được cách kiểm soát phản ứng hạt nhân và sử dụng năng lượng mà nó tạo ra. Quá trình này chính là cơ chế cơ bản được dùng trong các nhà máy điện hạt nhân. Một nhà máy điện hạt nhân sử dụng quá trình phóng xạ phân rã để tạo ra nguồn năng lượng. Từ một lượng nhỏ nhiên liệu hạt nhân, có thể tạo ra một lượng năng lượng rất lớn mà không thải ra khí nhà kính vào không khí. Về ảnh hưởng đến khí hậu, điện hạt nhân rất an toàn. Tuy nhiên, cần nhớ rằng việc khai thác uranium dùng làm nhiên liệu hạt nhân tiêu tốn nhiều năng lượng và cũng phát thải nhiều khí nhà kính.





Điểm hạn chế lớn nhất của các nhà máy điện hạt nhân là các hạt nhân mới, gọi là "hạt nhân con", được tạo ra từ quá trình phân rã nhân tạo để tạo ra năng lượng, cũng có thể là chất phóng xạ. Những hạt nhân này không thể dùng tiếp làm nhiên liệu, và cũng không thể thải ra tự nhiên vì rất nguy hiểm. Các nhà khoa học đang nghiên cứu kỹ nhiều cách khác nhau để xử lý an toàn loại "chất thải phóng xạ" này. Một số dự án thử nghiệm đang được triển khai nhằm phát triển thế hệ công nghệ điện hạt nhân mới, trong đó chất thải phóng xạ từ các nhà máy hiện tại được tái sử dụng làm nhiên liệu đầu vào, nhờ vào công nghệ hiện đại sử dụng lò phản ứng neutron nhanh và chu trình nhiên liệu tiên tiến. Hiện nay cũng đang có nhiều nghiên cứu đầy hứa hẹn về các lò phản ứng hạt nhân dạng modun nhỏ có thể cung cấp năng lượng trực tiếp cho các thành phố. Nếu những phương pháp này hoạt động hiệu quả đúng như dự kiến, thì có thể nói rằng điện hạt nhân là hoàn toàn an toàn. Tuy nhiên, các vấn đề về sức khỏe và an toàn liên quan đến nhà máy điện hạt nhân vẫn là mối lo ngại lớn. Nguy cơ đi kèm với việc sử dụng năng lượng hạt nhân, kể cả sau khi nhà máy đã ngừng hoạt động, tiếp tục gây tranh cãi về việc phát triển thêm hay cấm các nhà máy điện hạt nhân.

Vụ nổ tại nhà máy điện hạt nhân Chernobyl vào ngày 26 tháng 4 năm 1986 đã làm chấn động cả thế giới. Nhiều người đã bị thiệt mạng hoặc bị thương nặng. Khoảng 5 triệu hecta đất (tương đương với diện tích của một quốc gia như Slovakia) không thể sử dụng để làm đất nông nghiệp. Một vành đai cấm rộng 30 km đã được thiết lập quanh khu vực xảy ra sự cố, khiến hàng trăm làng mạc nhỏ phải bỏ hoang và bị phá hủy hoàn toàn.

Sau nhiều năm, các nhà thiết kế nhà máy điện hạt nhân cho rằng những sai sót trong quá khứ sẽ không tái diễn nữa, vì giờ đã đây có các thiết bị mới hiện đại và an toàn hơn.

Tuy nhiên, trong điều kiện hiện nay khi khí hậu đang biến động sâu sắc, rất khó để dự đoán được các hiện tượng tự nhiên bất thường. Khi xây dựng các nhà máy điện hạt nhân ở Nhật Bản, người ta tất nhiên đã tính đến việc nước này thường xuyên xảy ra động đất. Tuy nhiên, vào ngày 11 tháng 3 năm 2011, một trận động đất mạnh và cơn sóng thần theo sau đã dẫn đến sự cố mất tất cả các hệ thống làm mát thông thường và khẩn cấp của lõi phản ứng tại một nhà máy điện hạt nhân Nhật Bản, dẫn đến các vụ nổ nhiệt. Một lượng lớn vật chất phóng xạ bị phát tán ra biển và không khí, gây ảnh hưởng đến nhiều quốc gia khác. Ba năm sau sự cố, mức phóng xạ tại khu vực bờ biển nơi đặt nhà máy điện hạt nhân Fukushima-1 vẫn cao gấp hơn 100 lần mức bình thường. Có đến 80.000 người buộc phải sơ tán khỏi khu vực này. Dù chính phủ Nhật Bản khẳng định tình hình đã được kiểm soát, nhưng hai năm sau tai nạn, các chất phóng xạ vẫn tiếp tục rò rỉ xuống mạch nước ngầm bên dưới nhà máy, và nồng độ phóng xạ còn tăng lên. Ngoài ra, còn xảy ra rò rỉ thêm từ các bồn chứa nước nhiễm phóng xạ.

Năng lượng hạt nhân là một nguồn năng lượng mạnh mẽ, nhưng cũng tiềm ẩn nhiều nguy hiểm. Khi mất kiểm soát, nó có thể gây ra những hậu quả nghiêm trọng, khiến điện hạt nhân không thể được coi là hoàn toàn an toàn hay rẻ. Tuy vậy, trong thời gian gần đây, điện hạt nhân lại nhận được nhiều sự quan tâm hơn do nhu cầu sử dụng điện ngày càng tăng và áp lực phải giảm lượng khí CO_2 phát thải từ việc sản xuất điện.

3.1.5 Các nguồn năng lượng tái tạo

Như chúng ta đã thấy, năng lượng tái tạo là loại năng lượng được tạo ra từ thiên nhiên như ánh sáng mặt trời, gió, dòng nước chảy, năng lượng thủy triều hay địa nhiệt. Những nguồn năng lượng này gần như không bị cạn kiệt hoặc có thể được tạo ra liên tục trong tự nhiên. Vì vậy, chúng thường được gọi là 'năng lượng thay thế' hoặc 'năng lượng xanh' vì, trái ngược với các nhiên liệu hydrocarbon, chúng không gây hại cho môi trường và khí hậu. Sinh khối (ví dụ: gỗ, rơm rạ, chất thải hữu cơ...) cũng được xếp vào nhóm năng lượng xanh, nhưng có một số điểm đặc biệt nên cần được xem xét thêm.

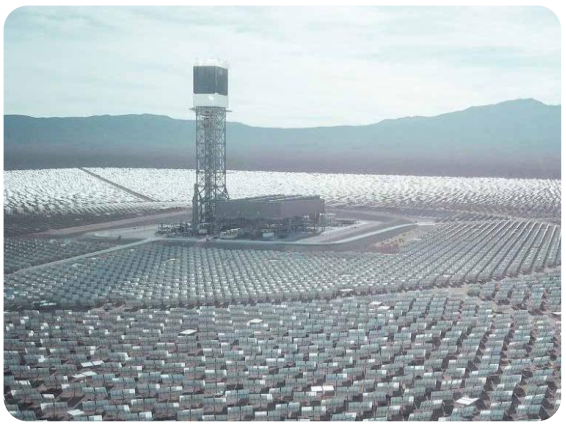
Vào năm 2022, khoảng 29% sản lượng điện toàn cầu đến từ các nguồn năng lượng tái tạo, tăng so với mức 27% vào năm 2019. Ở những nơi có sẵn nguồn năng lượng tái tạo, chi phí xây dựng một nhà máy sử dụng những nguồn này hiện nay thường rẻ hơn so với việc xây dựng một nhà máy dùng nhiên liệu hóa thạch. Ví dụ, tại khu vực hạ Sahara của châu Phi, nhiều quốc gia đang đạt được các mục tiêu về năng lượng và biến đổi khí hậu chủ yếu nhờ việc sử dụng năng lượng tái tạo, chiếm đến 85% tổng sản lượng điện. Việc sử dụng năng lượng tái tạo ngày càng mở rộng khiến người ta tin rằng lượng khí thải CO_2 sẽ đạt đỉnh vào năm 2025 và sau đó sẽ giảm xuống.

Các chuyên gia đã đưa ra nhiều kịch bản khác nhau về sự phát triển của năng lượng tái tạo trong tương lai. Trong kịch bản khả quan nhất, tỷ lệ năng lượng tái tạo trong tổng cung năng lượng sơ cấp cần tăng từ 16% năm 2020 lên 77% vào năm 2050 để giữ cho mức tăng nhiệt độ toàn cầu dưới 1,5°C. Đáng chú ý, khoảng 80% lượng khí thải cần cắt giảm để đạt được mục tiêu này có thể đến từ việc tăng gấp ba lần công suất năng lượng tái tạo và gấp đôi mức cải thiện hiệu quả năng lượng.

Những tiến bộ công nghệ, sự mở rộng của thị trường và các chính sách khí hậu đã cùng góp phần làm giảm chi phí của năng lượng tái tạo, thúc đẩy sự phát triển rộng khắp trên toàn cầu – bất chấp giá vật liệu và thiết bị tăng cao. Trung Quốc là quốc gia đóng vai trò then chốt trong việc làm giảm chi phí điện mặt trời (PV) và điện gió trên đất liền nhờ quy mô thị trường rất lớn của nước này.

Hình 3.1.7 Nhà máy điện sinh khối và nhà máy điện mặt trời





Bảng 3.2 So sánh giá thành của các công nghệ điện tái tạo

	Chi phí lắp đặt tổng cộng (2022 USD/kW)			Hệ số công suất (%)			Chi phí điện quy dẫn (2022 USD/kWh)		
	2010	2022	% Thay đổi	2010	2022	% Thay đổi	2010	2022	% Thay đổi
Sinh khối	2 904	2 162	-26%	72	72	1%	0.082	0.061	-25%
Địa nhiệt	2 904	3 478	20%	87	85	-2%	0.053	0.056	6%
Thủy điện	1 407	2 881	105%	44	46	4%	0.042	0.061	47%
Điện mặt trời	5 124	876	-83%	14	17	23%	0.445	0.049	-89%
Nhiệt điện mặt trời	10 082	4 274	-58%	30	36	19%	0.380	0.118	-69%
Điện gió trên bờ	2 179	1 274	-42%	27	37	35%	0.107	0.033	-69%
Điện gió ngoài khơi	5 217	3 461	-34%	38	42	10%	0.197	0.081	-59%

Chú thích về các thuật ngữ: Tổng chi phí lắp đặt: chi phí xây dựng một nhà máy điện; Hệ số công suất: tổng thời gian mà nhà máy hoạt động; Chi phí điện bình quân (LCOE): chi phí trung bình để sản xuất điện của một máy phát trong suốt vòng đời của nó; CSP (điện mặt trời hội tụ): công nghệ sử dụng gương hoặc thấu kính để tập trung ánh sáng mặt trời tạo ra nhiệt năng, sau đó chuyển thành điện; Solar PV (quang điện mặt trời): công nghệ sử dụng các tấm pin mặt trời để chuyển đổi trực tiếp ánh sáng mặt trời thành điện năng.

Ánh sáng mặt trời

Mặt trời là nguồn năng lượng được thiên nhiên ban tặng để tạo ra sự sống trên Trái Đất. Vậy tại sao chúng ta không tìm cách sử dụng trực tiếp năng lượng mặt trời?

Vào buổi trưa, mặt trời có thể cung cấp năng lượng với công suất khoảng một megawatt trên mỗi mét vuông bề mặt Trái Đất.

Mọi căn phòng có cửa sổ đều ấm lên khi mặt trời chiếu sáng. Nếu mặt trời đang chiếu vào cửa sổ nhà bạn, nhưng bên trong nhà khá lạnh, hãy mở rèm cửa và lau sạch bụi trên kính cửa sổ, và mặt trời sẽ mang thêm một chút nhiệt vào phòng của bạn. Ngày xưa, ở các ngôi làng châu Âu, người ta dùng cửa chớp gỗ cho cửa sổ. Ban ngày, cửa sổ được mở để cho ánh sáng vào, còn ban đêm, nó được đóng lại bằng cửa chớp để giữ nhiệt đã thu được trong nhà.

Với sự phát triển của khoa học, con người đã tìm ra những kỹ thuật tốt hơn để "thu lấy ánh mặt trời". Có hai cách chính để sử dụng năng lượng mặt trời

Đơn vị đo công suất điện

Watt đơn vị đo công suất của một thiết bị, tức là lượng công mà thiết bị có khả năng thực hiện trong một khoảng thời gian nhất định.

- 1 watt (W): công suất của máy phát trong điện thoại di động tiêu chuẩn
- 1 kilowatt (kW, 1,000 W): c ông suất của một lò sưởi nhỏ, gần bằng công suất sưởi ấm một mét vuông đất bằng ánh sáng mặt trời vào giữa trưa
- 1 megawatt (MW 1,000 kW): đầu máy xe lửa có công suất trung bình từ 3 đến 10 megawatt.
- 1 gigawatt (GW, 1,000 MW): công suất của các nhà máy phát điện lớn nhất thế giới thường được đo bằng gigawatt.
- 1 terawatt (TW, 1,000 GW): công suất cực đại của một tia sét.

Bộ thu năng lượng mặt trời hấp thụ nhiệt từ ánh nắng mặt trời. Nước chảy qua các ống bên trong bộ thu và trở nên ấm lên (đôi khi người ta sử dụng không khí hoặc dung dịch chống đông thay vì nước). Những bộ thu này có thể được dùng để sưởi ấm nhà cửa và cung cấp nước nóng.

Tế bào quang điện (cell pin mặt trời) là một phương pháp phổ biến khác để thu và lưu trữ năng lượng mặt trời. Tế bào quang điện chuyển đổi ánh sáng mặt trời thành điện năng. Chúng ta đều quen thuộc với các máy tính bỏ túi sử dụng pin mặt trời hoặc những đèn vườn thu năng lượng trong ngày và cung cấp ánh sáng vào ban đêm. Các nhà máy điện mặt trời quy mô lớn – thường được gọi là "trang trại điện mặt trời" – cũng hoạt động theo nguyên lý tương tự.

Bộ thu năng lượng mặt trời thường được lắp trên mái nhà, nghiêng một góc so với đường chân trời bằng với vĩ độ của nơi lắp đặt.



Cell pin mặt trời cũng có thể được sử dụng để cung cấp năng lượng cho nhiều loại phương tiện giao thông: thuyền, ô tô, thậm chí cả máy bay! Ở Ý và Nhật Bản, các tế bào quang điện được lắp đặt trên mái tàu hỏa để tạo ra điện dùng cho điều hòa không khí, chiếu sáng và hệ thống báo động.

Các ưu điểm chính của năng lượng mặt trời là nó có sẵn miễn phí, không bao giờ cạn kiệt và an toàn. Các hệ thống năng lượng mặt trời không phát thải khí nhà kính hay chất ô nhiễm, vì vậy phương pháp thu nhận năng lượng này không gây hại cho khí hậu.

Năng lượng mặt trời: nước nóng và điện

Việc sử dụng nhiệt từ mặt trời để tạo ra năng lượng từ lâu đã là một phương pháp phổ biến ở các quốc gia có khí hậu nóng. Ở những nước ấm áp, bạn thường thấy các bồn chứa nước đặt trên mái nhà, được làm nóng bằng ánh sáng mặt trời để phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt hàng ngày.

Tại Israel, mỗi tòa nhà đều bắt buộc phải được trang bị các tấm pin mặt trời để đun nước. Thành phố Freiburg ở Đức là một ví dụ tiêu biểu về tiềm năng của năng lượng mặt trời, nơi năng lượng từ mặt trời được sử dụng để đáp ứng nhu cầu của cả khu dân cư. Những mô hình tương tự đang ngày càng phổ biến trên khắp thế giới.



Nhược điểm của năng lượng mặt trời là phụ thuộc nhiều vào thời tiết và thời gian trong ngày, đồng thời chi phí sản xuất còn cao do phải sử dụng các nguyên tố hiếm trong tấm pin mặt trời. Tuy vậy, các công nghệ mới đang giúp làm giảm chi phí lắp đặt và mở rộng phạm vi ứng dụng của năng lượng mặt trời. Dữ liệu gần đây cho thấy chi phí sản xuất điện từ năng lượng tái tạo đã giảm 80% kể từ năm 2010, góp phần thúc đẩy việc sử dụng điện mặt trời trên toàn cầu. Tuy nhiên, vẫn còn những vấn đề cần giải quyết, như việc xử lý các tấm pin mặt trời sau khi sử dụng vì chúng chứa các chất độc hại. Hiện nay, thị trường tái chế tấm pin mặt trời vẫn chưa phát triển, một phần vì các tấm pin này có tuổi thọ khá dài (vài chục năm). Tuy nhiên, đây là vấn đề cần được quan tâm sớm để tránh rủi ro trong tương lai khi số lượng pin hết hạn sử dụng tăng lên. Một hạn chế khác là quá trình sản xuất tấm pin tiêu tốn nhiều năng lượng và nước sạch. Các kỹ sư đang nghiên cứu những loại pin mặt trời thân thiện với môi trường hơn, và các nhà sản xuất cần phát triển hệ thống thu gom, xử lý và tái chế tấm pin đã qua sử dụng.

Những nhà máy điện mặt trời lớn nhất thế giới có quy mô như thế nào? Năng lượng mặt trời sau khi mặt trời lặn thì sẽ ra sao?

Nhà máy điện mặt trời lớn nhất thế giới hiện nay là Trạm điện mặt trời Talatan ở Trung Quốc, với khu công viên năng lượng mặt trời trải rộng trên diện tích 609,6 km^2. Công suất khổng lồ của nhà máy này là 9 GW, đóng góp sản lượng điện trung bình hàng năm lên tới 9.600 GWh. Talatan không chỉ là một ví dụ hàng đầu về tương lai của năng lượng tái tạo mà còn là minh chứng cho việc các trang trại điện mặt trời có thể làm thay đổi triển vọng địa lý và kinh tế của một khu vực, mang lại lợi ích cho người dân.

Nhà máy điện mặt trời nhiệt lớn thứ hai thế giới tính đến năm 2022 là Công viên năng lượng mặt trời Bhadla, nằm ở huyện Jodhpur, bang Rajasthan, Ấn Độ. Với công suất 2,25 GW, đây là nhà máy điện mặt trời lớn nhất thế giới, bao phủ gần 14.000 mẫu Anh (khoảng 5.666 ha). Việc xây dựng công viên này tiêu tốn khoảng 1,4 tỷ USD. Một số lợi ích của dự án này bao gồm: giúp Ấn Độ giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch nhập khẩu; ở các vùng nông thôn, năng lượng mặt trời cung cấp nguồn ánh sáng trong nhà an toàn và lành mạnh hơn so với dầu hỏa; ngoài ra, những nhà máy như Bhadla còn thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và tạo việc làm cho người dân xung quanh.

Trạm điện Solana nằm cách thành phố Phoenix, bang Arizona, Mỹ khoảng 110 km về phía đông nam. Nhà máy này có thể sản xuất tối đa 280 MW điện từ ánh sáng mặt trời và là một trong những nhà máy sử dụng công nghệ gương parabol mạnh mẽ nhất thế giới. Tuy nhiên, điểm đặc biệt không nằm ở quy mô mà ở khả năng tiếp tục phát điện trong 6 giờ sau khi mặt trời lặn, nhờ vào các kho lưu trữ đặc biệt. Đây là một đặc điểm hữu ích, vì thời điểm sau khi mặt trời lặn cũng là lúc tiêu thụ điện cao điểm trong khu vực.

Tổ hợp điện mặt trời Dầu Tiếng tại Việt Nam là một trong những trang trại điện mặt trời mặt đất lớn nhất Đông Nam Á. Hoàn thành vào tháng 6 năm 2019, tổ hợp có công suất lắp đặt 420 MW và trải rộng 540 ha gần hồ Dầu Tiếng, tỉnh Tây Ninh. Dự án được thiết kế để sản xuất khoảng 688 triệu kWh điện mỗi năm, đủ để cung cấp điện cho gần 320.000 hộ gia đình.



Tính đến tháng 3 năm 2025, Nhà máy điện mặt trời nổi Cirata ở Indonesia là nhà máy điện mặt trời nổi lớn nhất Đông Nam Á. Được khánh thành vào tháng 11 năm 2023, công trình có công suất 192 MW, trải rộng trên 250 ha mặt hồ Cirata tại Tây Java và là nhà máy điện mặt trời nổi lớn thứ ba thế giới. Nhà máy do Masdar phát triển này dự kiến sẽ tạo ra khoảng 300 GWh điện mỗi năm, cung cấp năng lượng cho khoảng 50.000 hộ gia đình và giúp giảm 214.000 tấn khí thải CO_2 mỗi năm.

Nhiều chuyên gia coi năng lượng mặt trời là nguồn năng lượng của tương lai và là một trong những giải pháp thay thế chính cho các nguồn năng lượng truyền thống từ nhiên liệu hóa thạch. Chính phủ của nhiều quốc gia đang hỗ trợ phát triển năng lượng mặt trời, và các công ty tư nhân cũng đang đầu tư mạnh vào việc xây dựng các nhà máy điện mặt trời. Trung Quốc hiện là quốc gia dẫn đầu toàn cầu về năng lượng tái tạo, chiếm gần một nửa tổng công suất điện gió và điện mặt trời đang hoạt động trên thế giới, theo sau là Hoa Kỳ và Ấn Độ. Mặc dù không nổi tiếng là một quốc gia có nhiều nắng, Đức vẫn nằm trong nhóm các nước đi đầu trong phát triển năng lượng mặt trời. Những quốc gia tiên phong khác bao gồm Tây Ban Nha, Thụy Điển, Costa Rica, Iceland, Ý, Pháp, Nhật Bản, Kenya, Morocco, New Zealand, Na Uy, Uruguay và Vương quốc Anh. Danh sách này cho thấy năng lượng mặt trời ngày càng trở nên quan trọng đối với cả các quốc gia phát triển, đang phát triển và các nền kinh tế mới nổi. Đáng chú ý, năng lượng mặt trời giúp cung cấp các dịch vụ năng lượng hiện đại nhưng chi phí thấp cho các làng mạc xa xôi ở các nước đang phát triển – những nơi chưa được kết nối với lưới điện quốc gia.

Gió

Gió là một nguồn năng lượng tái tạo khác được sử dụng phổ biến. Nguyên lý của năng lượng gió là năng lượng cơ học (năng lượng chuyển động) có thể được chuyển đổi thành năng lượng điện. Những chiếc cối xay gió mini và đồ chơi chạy bằng gió rất thú vị để chơi, nhưng nếu bạn xây dựng những tua-bin gió khổng lồ và đặt chúng cùng nhau ở một khu vực có gió mạnh, sự quay của các tua-bin có thể tạo ra điện cho nhu cầu công cộng.

Cối xay gió đã được sử dụng từ thời cổ đại, nhưng chúng trở nên đặc biệt phổ biến ở châu Âu thời trung cổ. Trong một thời gian dài, cối xay gió và cối xay nước là những máy móc duy nhất mà con người biết đến. Cối xay gió chủ yếu được sử dụng để xay ngô thành bột, chế biến gỗ hoặc để tưới tiêu. Tại Hà Lan, cối xay gió được sử dụng để bơm nước từ các vùng đất đã được khai hoang từ biển để đất có thể được sử dụng cho nông nghiệp.

Các tua-bin gió hiện đại sử dụng nguyên lý tương tự như cối xay gió.

Các tua-bin gió thường được đặt ở những khu vực ven biển, nơi có gió mạnh liên tục, gần đây, việc xây dựng các hệ thống này trên biển cũng như đất liền đã trở nên khả thi. Các "trang trại gió ngoài khơi" hiện nay được xây dựng cách bờ biển 10-12 km hoặc xa hơn. Các tua-bin gió được đặt trên các nền móng cọc được đóng vào đáy biển với độ sâu khoảng 30 m. Các công nghệ mới nhất là xây dựng các tua-bin gió được lắp đặt trên các nền tảng nổi.





Hai dự án điện gió ngoài khơi bờ biển phía đông nước Anh hiện nằm trong số những dự án đang hoạt động lớn nhất thế giới. Chúng bao gồm Hornsea 2 với công suất 1,32 GW và Hornsea 1 với công suất 1,2 GW, tạo nên trang trại điện gió ngoài khơi lớn nhất thế giới đang hoạt động. Hornsea 2 có diện tích 462 km² và có thể cung cấp điện cho hơn 1,3 triệu hộ gia đình. Tổng cộng, Hornsea 1 và 2 có khả năng cung cấp điện cho 2,5 triệu hộ. Dự án Hornsea 3 với công suất 2,8 GW hiện đang được lên kế hoạch và dự kiến sẽ đi vào hoạt động trong vài năm tới. Một ví dụ khác là Greater Changhua, với tổng công suất 900 MW, là trang trại điện gió xa bờ đầu tiên và lớn nhất của Đài Loan. Dự án này đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ Đài Loan đẩy nhanh quá trình phát triển năng lượng tái tạo và cung cấp nguồn năng lượng xanh để đạt được mục tiêu phát thải ròng bằng 0.



Một trang trại điện gió lớn có thể bao gồm hàng trăm tua-bin trải rộng trên một diện tích rộng lớn (lên đến vài trăm km²). Các trang trại điện gió được kết nối với lưới điện quốc gia và truyền tải điện năng đi xa. Các trang trại gió nhỏ hơn hoặc các tua-bin gió độc lập có thể được sử dụng để cung cấp điện cho các khu vực xa xôi hoặc để cung cấp năng lượng cho các cơ sở nhỏ.

Năm 2022, điện gió tạo ra hơn 2.100 TWh điện – chiếm hơn 7% sản lượng điện toàn cầu, và nhiều hơn tất cả các nguồn năng lượng tái tạo phi truyền thống khác cộng lại. Đây là một nguồn năng lượng đang phát triển nhanh nhờ các công nghệ ngày càng tiên tiến, giúp khai thác gió hiệu quả hơn.

Tỷ trọng điện gió và điện mặt trời trong cơ cấu sản xuất điện đang không ngừng tăng (tăng 1,5% trong năm 2022), đạt 12,2% tổng sản lượng điện toàn cầu. Các chuyên gia của Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) dự đoán điện gió và điện mặt trời sẽ tiếp tục tăng trưởng mạnh trong thập kỷ này và có thể cung cấp tới 18% lượng điện toàn cầu vào năm 2026. Cùng với thủy điện truyền thống, tỷ trọng của năng lượng gió và năng lượng mặt trời (còn gọi là năng lượng tái tạo biến đổi) sẽ đạt 37% vào năm đó.

Năng lượng gió hiện đã đóng vai trò quan trọng ở một số quốc gia châu Âu. Đan Mạch là quốc gia dẫn đầu toàn cầu trong sản xuất điện từ năng lượng mặt trời và gió. Vào năm 2023, điện gió chiếm hơn 57% sản lượng điện của nước này – trong khi vào năm 1994, than đá vẫn chiếm tới 83% điện sản xuất ra.

Hình 3.1.7 Trang trại gió ở CHDCND Lào (trên) và Áo (dưới)





Năng lượng gió đang ngày càng đóng vai trò quan trọng hơn ở một số quốc gia châu Á. Trong những năm gần đây, Ấn Độ đã nâng công suất điện gió lên 45 gigawatt, trở thành quốc gia có công suất điện gió lớn thứ tư thế giới. Lượng điện này đóng góp khoảng 4% vào tổng sản lượng điện của cả nước.



Nước

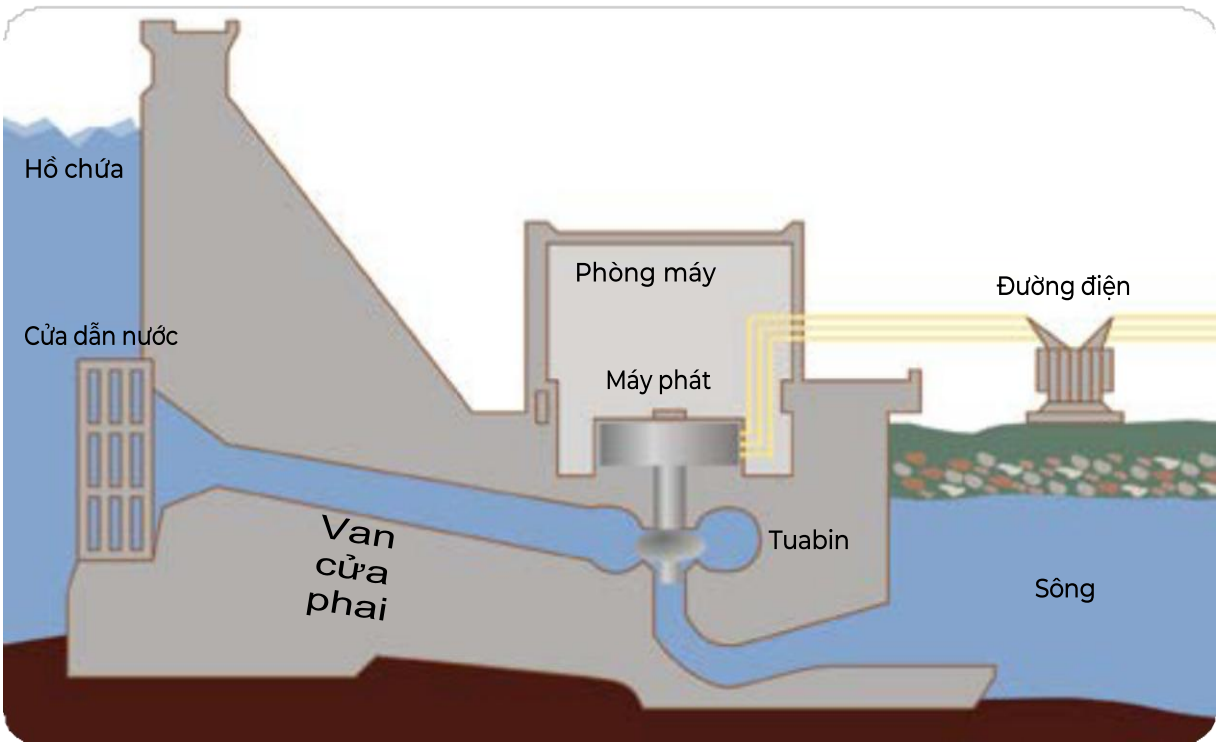
Năng lượng từ nước chảy có thể được khai thác theo nhiều cách.

Phổ biến nhất là **thủy điện:** dòng chảy của một con sông làm quay tua-bin, từ đó tạo ra điện.

Nghe thì có vẻ đơn giản, nhưng thủy điện cũng có những mặt hạn chế. Để xây dựng một nhà máy thủy điện mạnh và hiệu quả, người ta phải xây dựng một con đập cao nhằm dồn toàn bộ sức nước của dòng sông vào việc làm quay các cánh tua-bin. Việc xây dựng một con đập như vậy sẽ làm xáo trộn đời sống tự nhiên của con sông: nó có thể làm thay đổi khí hậu tại khu vực gần đập – chẳng hạn như khiến không khí ẩm hơn, nhiệt độ giữa ngày và đêm thay đổi, hoặc ảnh hưởng đến lượng mưa. Điều này có thể gây hại cho các loài động vật, thực vật sống quanh sông và cả cuộc sống của người dân địa phương. Vì vậy, việc xây dựng một nhà máy thủy điện phải được thực hiện rất cẩn thận, chú trọng đến sự cân bằng môi trường.

Ngoài ra, các đập lớn cần được kiểm tra và bảo trì thường xuyên. Nếu có sự cố nghiêm trọng khiến đập bị vỡ, khối lượng nước khổng lồ sẽ tràn xuống theo dòng sông, cuốn trôi mọi thứ trên đường đi và làm vỡ bờ sông ở nhiều khu vực phía hạ lưu. Ví dụ, năm 1975, vụ vỡ đập thủy điện Bantsao ở Trung Quốc đã gây ra cái chết cho hơn 200.000 người theo số liệu không chính thức (trong khi con số chính thức là khoảng 26.000 người)

Hình 3.1.8 **Sơ đồ miêu tả đập nước và nhà máy thủy điện**



Các hệ thống thủy điện nhỏ có thể hoạt động mà không cần xây đập (xem Hình 3.1.9). Chúng được xây dựng trên các con sông nhỏ hoặc suối, và năng lượng tạo ra được lưu trữ trong ắc quy. Công suất của chúng không lớn, nhưng đủ để đáp ứng nhu cầu điện của một trang trại nhỏ hoặc cung cấp điện cho các dịch vụ thiết yếu ở một khu bảo tồn thiên nhiên nằm gần sông.

So với các nhà máy nhiệt điện truyền thống, thủy điện thân thiện hơn với khí hậu và chi phí sản xuất cũng chỉ bằng khoảng một nửa. Vì vậy, nhiều quốc gia đang cố gắng tận dụng tối đa tiềm năng của sông ngòi để sản xuất năng lượng. Ở một số nước, thủy điện chiếm tới 90–100% tổng lượng điện sản xuất, chẳng hạn như ở Brazil, Cameroon, Lào, Namibia, Na Uy, Paraguay, Tajikistan, Uganda, Uruguay và Zambia. Trung Quốc rất chú trọng phát triển thủy điện: nước này đã xây dựng tới một nửa tổng số nhà máy thủy điện nhỏ trên thế giới, và cả nhà máy thủy điện lớn nhất thế giới – đập Tam Hiệp trên sông Dương Tử – với công suất 22,5 GW (xem Hình 3.1.10). Một nhà máy còn lớn hơn nữa, mang tên Grand Inga, với công suất dự kiến 39 GW, đang được lên kế hoạch xây dựng trên sông Congo ở Cộng hòa Dân chủ Congo (châu Phi). Brazil và Canada cũng là hai quốc gia sản xuất thủy điện hàng đầu thế giới.

Hình 3.1.9

Trạm thủy điện nhỏ ở Lào



Hình 3.1.10

Nhà máy thủy điện Tam Hiệp, Trung Quốc



Hình 3.1.11

Đập Yacyretá trên sông Paraná, nằm giữa Paraguay và Argentina.



Các nhà máy điện sóng sử dụng năng lượng của sóng biển, về bản chất là năng lượng từ chuyển động lên xuống của một phao nổi trên mặt biển. Nhờ vậy, sức mạnh xoáy của đại dương, điều từng khiến các thủy thủ lo sợ, nay có thể được tận dụng để tạo ra điện. Nếu được khai thác hiệu quả, năng lượng từ sóng biển có thể mạnh gấp nhiều lần so với năng lượng gió.

Trong khi đó, các **nhà máy điện thủy triều** khai thác hiện tượng tự nhiên rất đặc biệt: thủy triều. Tất cả các hành tinh, ngôi sao và các thiên thể khác đều liên kết với nhau bằng lực hấp dẫn và có ảnh hưởng lẫn nhau. Trái Đất quay quanh Mặt Trời và quay quanh trục của chính nó, Mặt Trăng quay quanh Trái Đất, và vị trí của Mặt Trời – Trái Đất – Mặt Trăng liên tục thay đổi, từ đó tác động đến đại dương.

Người ta xây một con đập chắn ngang một vịnh nơi thủy triều lên xuống mạnh. Khi nước biển dâng cao gần đến mức tối đa, van mở ra để nước tràn vào, dòng chảy mạnh làm quay rotor (bộ phận quay bên trong tua-bin hoặc máy phát điện) tạo ra điện. Khi thủy triều rút, nước từ trong vịnh lại tràn ngược ra ngoài, tiếp tục quay rotor thêm một lần nữa.

Việc thử nghiệm sử dụng năng lượng sóng đã bắt đầu từ cuối thế kỷ 18. Năm 1799, người ta đã đăng ký bằng sáng chế đầu tiên cho một cối xay tận dụng năng lượng sóng. Tuy nhiên, phải rất lâu sau đó, con người mới có thể ứng dụng năng lượng này ở quy mô lớn. Khác với điện sóng (dựa vào gió và chuyển động sóng), nhà máy điện thủy triều sử dụng lực hấp dẫn và chuyển động của nước biển theo chu kỳ thủy triều.

Nhà máy điện sóng quy mô lớn đầu tiên được đưa vào vận hành năm 2008 tại vùng Agucadoura, cách bờ biển Bồ Đào Nha 5 km, với công suất 2,25 MW. Một nhà máy điện sóng khác với công suất tương tự là trang trại điện sóng Sotenäs ở Kungshamn, Thụy Điển, gồm 36 thiết bị chuyển đổi năng lượng sóng (WECs), với tổng công suất gần 3 MW.







Đập thủy triều Rance ở Brittany, Pháp là công trình thủy triều lâu đời nhất thế giới. Từ năm 1967, đây cũng là nhà máy thủy triều có công suất lắp đặt lớn nhất cho đến khi Nhà máy thủy triều hồ Sihwa ở Hàn Quốc xây dựng vào năm 2011. Nhà máy Rance có 24 tua-bin với công suất đỉnh là 240 MW và công suất trung bình khoảng 57 MW, tương ứng hệ số công suất khoảng 24%. Với sản lượng điện hàng năm khoảng 500 GWh, nhà máy cung cấp 0,12% sản lượng điện cho nước Pháp. Chi phí sản xuất điện được ước tính khoảng 0,12 euro/kWh. Mức chênh lệch mực nước giữa lúc triều lên và triều xuống ở khu vực này trung bình là 8 mét, và có thể lên tới 12 mét.

Địa nhiệt

Năng lượng địa nhiệt tận dụng nhiệt do trái đất sinh ra. Nó không hoàn toàn là "năng lượng tái tạo," nhưng nguồn nhiệt ở sâu trong lòng trái đất rất dồi dào. Bằng chứng về nhiệt lượng có trong lòng đất có thể thấy rõ ở những khu vực có hoạt động núi lửa, nơi nước ngầm nóng đôi khi trồi lên qua các vết nứt trên bề mặt trái đất và thỉnh thoảng phun lên dưới dạng các tia nước và hơi nước được gọi là "mạch nước phun" (geyser).

Có thể khoan giếng đến các hồ nước nóng dưới lòng đất để sử dụng nước cho việc sưởi ấm hoặc phát điện, cũng như cung cấp nước nóng (nếu thành phần hóa học của nước phù hợp). Khó khăn đặc biệt khi sử dụng năng lượng thủy nhiệt (một dạng của năng lượng địa nhiệt) là nước đã sử dụng phải được đưa trở lại đất, vì nó thường chứa các hóa chất có thể gây hại nếu xả ra sông ngòi và hồ. Một vấn đề khác là việc sử dụng nước từ các hồ ngầm có thể tạo ra các khoảng trống, điều này có thể dẫn đến sự sụt lún bề mặt.

Một phương pháp khác để khai thác năng lượng địa nhiệt là bơm nước thường từ bề mặt xuống các khu vực nóng dưới lòng đất qua một giếng khoan. Tại đây, nước được làm nóng đến điểm sôi bởi "nồi hơi tự nhiên" sau đó được đưa trở lại bề mặt qua một giếng khoan khác dưới dạng hơi nước. Hình thức này được gọi là năng lượng địa nhiệt kiểu đá khô (petro-thermal; còn được biết đến là địa nhiệt đá siêu nóng). Các dự án sử dụng công nghệ này đã được phát triển tại Mỹ, Úc, Nhật Bản, Đức và Pháp..



Mỏ địa nhiệt lớn và mạnh nhất thế giới nằm ở phía bắc thành phố San Francisco, Hoa Kỳ. Nơi này có tên là The Geysers (tạm dịch: Các mạch phun), bao gồm 22 nhà máy điện địa nhiệt với tổng công suất lắp đặt đạt 1.517 MW.

Tại Philippines và Iceland – hai quốc gia có nhiều núi lửa đang hoạt động – các nhà máy điện địa nhiệt cung cấp khoảng một phần tư tổng lượng điện tiêu thụ. New Zealand, Indonesia, Nhật Bản và Ý cũng khai thác năng lượng địa nhiệt một cách rộng rãi.

Hình 3.1.12

Đường ống tại nhà máy điện địa nhiệt



Các nguồn nhiệt cấp thấp

Tủ lạnh hoạt động dựa trên một số nguyên lý, trong đó nguyên lý chính là: một chất làm lạnh dạng lỏng (gọi là môi chất lạnh) sẽ hấp thụ nhiệt bên trong tủ lạnh. Sau đó, một máy nén sẽ hút và nén chất làm lạnh này dưới áp suất, khiến nhiệt đã hấp thụ được giải phóng ra không khí bên ngoài tủ lạnh (theo nguyên lý vật lý).

Đó là lý do tại sao khi chạm vào phần phía sau của tủ lạnh, ta thường thấy nó ấm hoặc nóng. Và cũng vì lý do đó, tủ lạnh nên đặt cách xa các thiết bị tỏa nhiệt và không đặt trực tiếp dưới ánh nắng mặt trời – vì điều quan trọng là nhiệt mà nó thải ra phải được phân tán nhanh chóng trong không khí xung quanh và không bị giữ lại trên các bức tường bên ngoài của tủ lạnh.

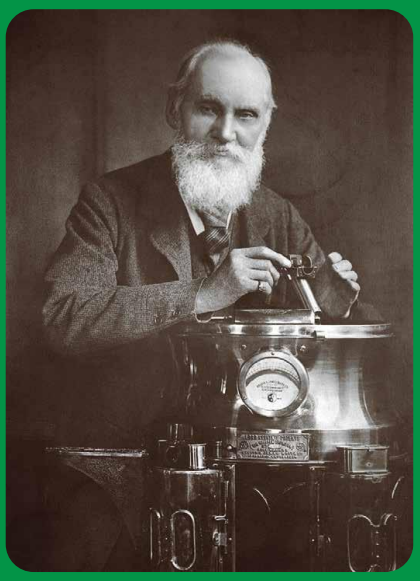
Mục tiêu của tủ lạnh là giữ lạnh và thải nhiệt, hoạt động này cũng có thể được thực hiện ngược để giữ lại nhiệt và loại bỏ lạnh. Loại thiết bị làm điều này gọi là máy bơm nhiệt (heat pump).

Máy bơm nhiệt có thể hấp thụ nhiệt từ các chất lỏng, không khí hoặc các chất khác có nhiệt độ thấp. Chúng cũng có thể "hấp thụ" nhiệt từ lòng đất ở các độ sâu nông. Nếu vào mùa đông, bạn cho không khí ấm từ căn hộ của bạn hoặc nước ấm đã sử dụng từ bồn tắm qua một bơm nhiệt, một phần đáng kể của nhiệt thoát ra có thể được thu hồi và đưa trở lại căn hộ của bạn. Tuy nhiên, bơm nhiệt không thể làm nóng nước đến nhiệt độ quá cao. Giới hạn làm nóng thường không quá 50 hoặc 60°C, vì vậy chúng không thể thay thế hoàn toàn hệ thống sưởi mà chỉ là nguồn bổ sung, giúp giảm lượng nhiên liệu cần sử dụng cho việc sưởi ấm.

Dù vậy, các nhà khoa học xem máy bơm nhiệt là một công nghệ then chốt trong hầu hết các kịch bản hướng tới mục tiêu phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050, vì chúng không chỉ sử dụng năng lượng tái tạo mà còn mang lại hiệu quả cao gấp hai đến bốn lần so với các hệ thống sưởi truyền thống. Đây là lý do tại sao số lượng máy bơm nhiệt được lắp đặt đang tăng nhanh và dự kiến sẽ tăng gấp mười lần vào năm 2050.

Chỉ riêng tại châu Âu, doanh số máy bơm nhiệt đã tăng vọt nhờ cải tiến công nghệ và giảm chi phí sản xuất. Việc chi phí sản xuất các hệ thống điện mặt trời (PV) giảm nhanh cũng ảnh hưởng đến thị trường sưởi ấm: kết hợp điện mặt trời tự sản xuất với máy bơm nhiệt giúp các tòa nhà có được nguồn năng lượng giá rẻ và hiệu quả.

Khái niệm máy bơm nhiệt được phát triển vào thế kỷ 19 bởi nhà khoa học người Anh, William Thomson (tức Lãnh chúa Kelvin), và được cải tiến thêm bởi Peter Ritter von Rittinger người Áo. Tuy nhiên, ứng dụng thực tế quan trọng nhất của máy bơm nhiệt chỉ được phát triển vào thế kỷ 20. Một nhà phát minh tên là R. Weber, trong khi đang tiến hành thí nghiệm với một buồng đông lạnh, đã chạm vào ống nóng của buồng này và bắt đầu tự hỏi liệu nhiệt lượng đó có thể được sử dụng như thế nào. Ông nghĩ đến việc dùng ống dẫn nóng này để đun nước, nhưng lượng nước nóng tạo ra quá nhiều, vì vậy thay vào đó ông chế tạo một cuộn ống để sưởi ấm không khí trong nhà. Sau đó, Weber tìm ra cách để bơm nhiệt từ lòng đất lên. Chẳng bao lâu sau, ông đã có thể bán chiếc lò đốt than cũ mà gia đình ông từng sử dụng, vì nó không còn cần thiết nữa!



Nhà vật lý học người Anh William Thomson (Lãnh chúa Kelvin).

Sinh khối



Nhờ vào quá trình quang hợp, cây cối và các loài thực vật sống mà chúng ta thấy xung quanh tích lũy năng lượng từ mặt trời vào trong cơ thể chúng. Lửa trại hay ngọn lửa trong lò sưởi giúp chúng ta ấm lên, vì cái cây bị chặt để làm củi ấy đã dành nhiều năm hấp thụ năng lượng mặt trời và thu nhận khí CO_2 từ không khí. Những cái cây đã "làm việc" cho chúng ta trong suốt cuộc đời của chúng để tích trữ năng lượng, và cuối cùng, khi bị đốt cháy, chúng trao lại năng lượng đó cho chúng ta.

Tự nhiên cần đến vài trăm triệu năm để tạo ra nhiên liệu hóa thạch, nên với tốc độ sử dụng như hiện nay, các nguồn đó không thể được thay thế kịp thời. Nhưng nhiên liệu sinh khối lại có thể dễ dàng được tái tạo: nếu chúng ta chặt một cây già để làm nhiên liệu, chúng ta có thể trồng một cây mới thay thế, và trong vài thập kỷ sau, nó sẽ lớn lên thành một cây trưởng thành. Một số loại cây trồng và cây nông nghiệp được sử dụng để sản xuất nhiên liệu có thể mọc chỉ trong một mùa hè hoặc thậm chí nhanh hơn.

Nhưng nghĩ xem: nhiều người trong chúng ta đã từng sưởi ấm vui vẻ khi ngồi quanh lửa trại hoặc ngắm những ngọn lửa nhảy múa trong bếp lò ngoài trời vào mùa hè, nhưng có bao nhiêu cây đã được chúng ta trồng để trả lại thiên nhiên cho lượng gỗ đó? Chặt cây rừng và sử dụng gỗ thì dễ, nhưng bao lâu chúng ta lại trồng cây mới để thay thế những cây đã bị chặt đi?

Không chỉ có cây gỗ mới có thể được sử dụng làm nhiên liệu. Những phần của cây thường bị coi là chất thải – ví dụ như vỏ cây bông, rơm rạ, hạt trái cây – cũng là nguồn nhiên liệu tốt. Lượng khí CO_2 thực vật hấp thụ trong suốt vòng đời của chúng gần bằng lượng khí mà chúng thải ra khi bị đốt. Nếu chúng chết đi trong môi trường tự nhiên thay vì được dùng làm nhiên liệu, thì lượng khí thải ra theo thời gian cũng xấp xỉ với lượng sinh ra khi bị đốt. Sinh khối là một nguồn năng lượng tương đối an toàn, nhưng không phải lúc nào cũng là lựa chọn tối ưu: chẳng hạn, việc sử dụng phần gỗ thừa từ các xưởng mộc làm nhiên liệu là rất hợp lý, nhưng nếu chúng ta chặt cây còn tươi tốt khỏe mạnh chỉ để lấy củi, thì đó lại là hành vi lãng phí tài nguyên quý giá.

Nhiên liệu sinh học là loại năng lượng được tạo ra từ nguyên liệu có nguồn gốc thực vật hoặc động vật, từ chất thải sinh học hoặc chất thải hữu cơ trong công nghiệp – tức là từ sinh khối (biomass). Khoa học hiện nay đã giúp tạo ra nhiên liệu sinh học dạng lỏng cho động cơ đốt trong (bioethanol và biodiesel) cũng như nhiên liệu sinh khối rắn (củi, than bánh, viên, dăm gỗ, rơm, trấu và vỏ sò) và nhiên liệu sinh khối dạng khí (biogas).







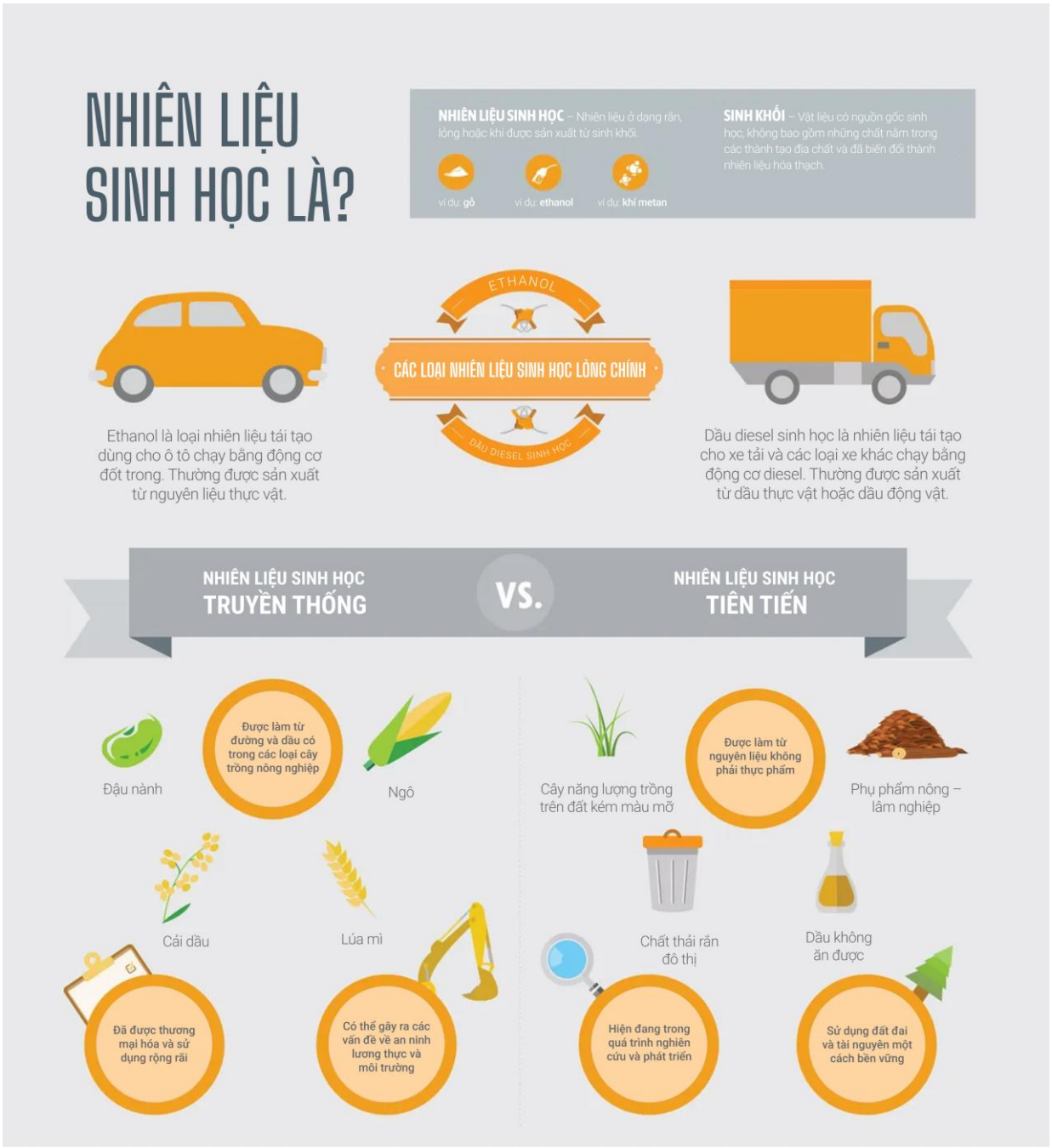
Cách đơn giản và thường được dùng nhất để tạo ra năng lượng từ sinh khối là đốt nó. uy nhiên, bạn chỉ có thể đốt lửa hiệu quả với loại gỗ khô và có nhiều nhựa, và cần đảm bảo chất đốt được xếp đúng cách để dễ bắt lửa. Vì vậy, các nhà khoa học đang nghiên cứu thiết kế những công nghệ tiết kiệm hơn, cho phép đốt sinh khối thô hoặc sinh khối gồm các thành phần pha trộn theo cách hiệu quả và thân thiện với môi trường hơn.

Sợi thực vật (các sợi tự nhiên thu được từ các cây thực vật: bông, lanh...) có thể được đốt trực tiếp để lấy năng lượng hoặc có thể chuyển đổi thành nhiên liệu đa năng, dễ dàng vận chuyển và sử dụng trong các máy móc và thiết bị hiện có. Những loại cây có chứa dầu có thể dùng để sản xuất các dạng dầu diesel lỏng (biodiesel). Các sản phẩm thực vật chứa đường sucrose hoặc tinh bột có thể dùng để sản xuất cồn (ethanol) – cũng là một loại nhiên liệu.

Có nhiều loại nhiên liệu sinh học khác nhau. Ethanol và biodiesel là hai loại nhiên liệu chính được sử dụng cho xe ô tô và xe tải. Ngoài ra còn có các loại nhiên liệu sinh học truyền thống được sản xuất từ đường và dầu trong các loại cây trồng như sắn, ngô, cũng như các loại nhiên liệu sinh học tiên tiến được làm từ các sản phẩm dư thừa trong lâm nghiệp và nông nghiệp.

Những lo ngại về tính bền vững trong việc sản xuất nhiên liệu sinh học và sự cạnh tranh đất đai giữa việc sản xuất nhiên liệu với sản xuất lương thực đang khiến giới khoa học và chính sách ngày càng chú ý đến nhiên liệu sinh học tiên tiến. Bên cạnh việc giúp giảm phát thải CO_2, các loại nhiên liệu này còn là một phần của cái gọi là nền kinh tế tuần hoàn.

Hình 3.1.13 Các loại nhiên liệu sinh học



Thái Lan nằm trong số những quốc gia dẫn đầu thế giới về sản xuất và sử dụng ethanol. Ethanol được sản xuất tại quốc gia này – làm từ khoai mì – đáp ứng 18% nhu cầu nhiên liệu cho phương tiện giao thông của đất nước.

Hình 3.1.14

Nhà máy cồn sinh học ở Thái



Hình 3.1.15

Đổ xăng sinh học ở Thái

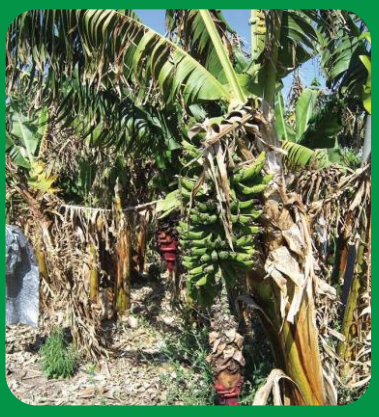


Những nguồn năng lượng kỳ diệu



Australia hiện đang sở hữu nhà máy phát điện đầu tiên trên thế giới sử dụng vỏ hạt làm nhiên liệu. Chi phí xây dựng nhà máy là 3 triệu đô la Úc, nhưng dự kiến sẽ nhanh chóng thu hồi vốn: nhà máy điện hiệu suất cao này có thể xử lý tới 1.680 kg vỏ hạt mỗi giờ để sản xuất 1,5 MW điện năng.

Các nhà khoa học Ấn Độ đã tìm ra một nguồn năng lượng thay thế khác, sử dụng chuối, các loại trái cây và rau củ khác cùng với những phần không ăn được (vỏ, hạt). Bốn cục pin sử dụng những nhiên liệu này có thể vận hành một chiếc đồng hồ treo tường, một trò chơi điện tử hoặc một máy tính bỏ túi. Nguồn năng lượng này chủ yếu dành cho người dân ở khu vực nông thôn – nơi có nhiều trái cây và rau củ để nạp lại pin.



Trong tương lai không xa, con người có thể tạo ra điện từ chính chuyển động cơ thể của mình. Các nhà nghiên cứu Mỹ đang phát triển những đôi giày đặc biệt có phần đệm nhựa: khi người ta bước đi, bàn chân sẽ luân phiên nén và nhả phần đệm, khiến chúng co lại và giãn ra. Chuyển động này có thể được sử dụng để tạo ra đến 3 watt điện – đủ để nghe radio hoặc nhạc khi đi bộ, giúp tiết kiệm pin.

Chúng ta còn có thể sử dụng sinh khối thông qua việc lên men.

Động vật nuôi, ăn và tiêu hóa thực vật, tạo ra phân, cũng có thể được sử dụng để tạo ra năng lượng. Nếu phân chuồng và rác thải thực phẩm được gom lại trong một thùng kín và thùng chứa này được làm nóng đến 50-60 °C, vi khuẩn sẽ phân hủy chất hữu cơ để tạo ra khí metan, có thể được thu gom và sử dụng làm nhiên liệu.

Mỗi năm, thế giới sản xuất và sử dụng hoặc tiêu hủy khoảng 170 tỷ tấn sinh khối sơ cấp.

3.1.6 Ưu và nhược điểm của các nguồn năng lượng khác nhau

Bây giờ, khi đã hiểu về các nguồn năng lượng khác nhau, có lẽ bạn sẽ tự hỏi: nguồn năng lượng nào là tốt nhất? Nguồn nào thân thiện với môi trường nhất và ít gây hại cho khí hậu nhất? Và nguồn năng lượng nào rẻ nhất?

Câu trả lời cho những câu hỏi này không đơn giản như chúng ta tưởng. Chúng ta phải cân nhắc nhiều yếu tố khi so sánh các loại nhiên liệu khác nhau.

Tiêu chí so sánh các nguồn năng lượng

- Lượng phát thải khí nhà kính trong quá trình sản xuất và sử dụng.
- Khí thải (trong quá trình sản xuất và sử dụng) chứa các chất độc hại ảnh hưởng đến sức khỏe con người và môi trường.
- Chi phí vận chuyển nhiên liệu từ nơi sản xuất đến nhà máy phát điện.
- Chi phí phân phối nhiệt và điện đến người tiêu dùng ở những khu vực cách xa nơi sản xuất nhiệt và điện.
- Chi phí xây dựng, vận hành nhà máy điện và tháo dỡ khi hết thời hạn sử dụng.
- Chi phí giải quyết tác động về môi trường và con người (xử lý tai nạn, điều trị cho nạn nhân, bồi thường cho gia đình họ và trồng cây để bù đắp lượng khí thải nhà kính).
- Điều kiện khí hậu và vị trí địa lý của các nhà máy phát điện: Họ sẽ sử dụng nguồn nước nào cho nhu cầu của mình và nước sẽ được làm sạch như thế nào? Hướng gió chủ đạo tại địa điểm đó là gì và có bất kỳ điều kiện thời tiết hoặc địa chấn quan trọng nào không? Có thuận tiện cho việc vận chuyển nguyên liệu hay không? Xung quanh có khu dân cư, cảnh đẹp thiên nhiên hay môi trường tự nhiên cần bảo vệ không?
- Hệ thống xử lý và tái chế: Nhà máy có sử dụng thiết bị hiện đại không? Hệ thống kiểm soát khí thải có đạt tiêu chuẩn không, và có đủ diện tích để lưu trữ, xử lý và tái chế chất thải không? Trong những năm đầu vận hành có thể chưa có vấn đề nghiêm trọng về chất thải, nhưng về lâu dài, bài toán xử lý chất thải chắc chắn sẽ cần được giải quyết

Khi nhắc đến hiệu quả công nghệ và chi phí năng lượng thì không thể tách biệt chúng khỏi các vấn đề về khí hậu, môi trường và sức khỏe con người. Do đó, trước khi quyết định xây dựng một nhà máy điện, cần tiến hành đánh giá nhiều phương diện khác nhau (kỹ thuật, kinh tế, môi trường, v.v.)

Chúng ta hãy cùng xem lại và so sánh ưu và nhược điểm của các nguồn năng lượng tự nhiên chính mà chúng ta đã tìm hiểu.

Than

Than là nhiên liệu phổ biến: có thể sử dụng ở mọi điều kiện khí hậu, tại các nhà máy điện lớn nhỏ và thậm chí để đun nước trong nồi hơi.

Than là nhiên liệu 'gây ô nhiễm nhiều nhất' khi nhắc đến các nhiên liệu dùng để phát điện. Một nhà máy nhiệt điện than với công suất 1 MW (megawatt, 1MW tương đương 1000KW) thải ra 36,5 tỷ m^3 khí nóng chứa bụi và các chất độc hại mỗi năm. Nhà máy cũng thải ra một lượng lớn tro, phải được thu gom lại. Điều quan trọng hơn cả là lượng khí CO_2 phát thải trên mỗi đơn vị năng lượng từ các nhà máy điện than là cao nhất so với các nguồn năng lượng hóa thạch khác.

Hoạt động khai thác than cũng tiềm ẩn nhiều rủi ro. Khí tự nhiên tích tụ dưới lòng đất có thể gây ra các vụ nổ, đe dọa tính mạng của thợ mỏ. Ngoài ra, nước mặn và bẩn được bơm ra từ các mỏ than thường chảy vào sông và hồ (trung bình phải bơm ra 3 tấn nước cho mỗi tấn than được sản xuất), gây hại cho thực vật và động vật, làm ô nhiễm nước và đất tại địa phương

Dầu

Dầu rất dễ sử dụng, có thể vận chuyển qua những khoảng cách xa bằng đường ống cũng như trong các bồn chứa. Dầu được sử dụng để sản xuất cao su, nhựa, thuốc nhuộm, chất tẩy rửa và các sản phẩm khác.

Trữ lượng dầu đang cạn kiệt và chi phí sản xuất dầu đang tăng lên. Dầu rất dễ cháy và sự cố tràn dầu gây ra thảm họa cho môi trường, do dầu bao phủ sinh vật sống bằng một lớp màng mỏng có thể hủy hoại hệ sinh thái. Khi dầu tràn ra sông hoặc biển, nó có thể lan rộng trên diện tích rất lớn. Việc đốt cháy dầu cũng tạo ra một lượng lớn khí CO_2.

Khí tự nhiên

Khí tự nhiên là nhiên liệu hóa thạch sạch nhất và thân thiện với môi trường nhất. Nó cũng dễ vận chuyển.

Khí đốt (gas) dễ gây cháy nổ kể cả khi chỉ có một lượng nhỏ. Tuy lượng khí nhà kính phát thải từ việc đốt khí thiên nhiên thấp hơn so với các nhiên liệu hóa thạch khác, nhưng vẫn ở mức đáng kể. Ngoài ra, nguồn dự trữ khí đốt cũng có giới hạn, mặc dù sự phát triển công nghệ khai thác khí đá phiến đã giúp mở rộng thêm nguồn cung trong những năm gần đây.

Điện hạt nhân

Việc phát điện hạt nhân không thải ra khí nhà kính. Nguồn dự trữ nhiên liệu hạt nhân khá lớn vì chỉ cần một lượng nhỏ của nhiên liệu này cũng có thể tạo ra một lượng lớn năng lượng.

Năng lượng hạt nhân phải được sản xuất tại các nhà máy rất lớn và chỉ có thể được vận chuyển dưới dạng điện (không thể vận chuyển dưới dạng nhiệt), do có nguy cơ rò rỉ phóng xạ nên các nhà máy hạt nhân buộc phải đặt xa các thành phố lớn - nơi tập trung người tiêu dùng có nhu cầu về nước nóng và sưởi ấm.
Các chất phóng xạ do các nhà máy điện hạt nhân tạo ra có thể tồn tại hàng thế kỷ và cần được xử lý bằng phương pháp đặc biệt. Ngoài ra, dù không tạo ra khí thải nhà kính, quá trình sản xuất năng lượng hạt nhân tạo ra nước thải nhiễm phóng xạ. Nhược điểm lớn nhất của năng lượng hạt nhân là ngay cả những sự cố nhỏ cũng có thể gây ra hậu quả nghiêm trọng.

Điện mặt trời

Năng lượng mặt trời là một dạng năng lượng tái tạo. Nó có thể được sử dụng ở nhiều nơi trên thế giới và không tạo ra chất ô nhiễm có hại hay khí nhà kính.

Dòng năng lượng từ mặt trời không ổn định, nên cần thêm pin lưu trữ để sử dụng loại năng lượng này vào ban đêm hoặc khi trời nhiều mây. Pin mặt trời vẫn còn đắt đỏ, dù các nhà khoa học đang tìm cách giảm chi phí sản xuất. Việc xử lý các tấm pin mặt trời đã qua sử dụng cũng là một vấn đề vì chúng chứa các chất độc hại, và các nhà máy điện mặt trời cũng chiếm diện tích đất khá lớn.

Điện gió

Năng lượng gió là năng lượng tái tạo và không thải ra khí nhà kính hay các chất ô nhiễm có hại.

Các nhà máy điện gió cần nguồn gió mạnh và ổn định. Cần trang bị thêm pin lưu trữ và máy biến áp để các trang trại điện gió có thể hoạt động khi gió yếu. Khi các cánh quạt gió quay tạo ra sự rung động và tiếng ồn có thể làm động vật sợ hãi cũng như gây khó chịu cho con người. Một số người cũng phản đối vì các tuabin gió khổng lồ làm biến đổi cảnh quan tự nhiên. Ngoài ra, cần có hệ thống xua đuổi chim để tránh việc chúng bị va vào các cánh quạt đang quay.

Thủy điện

Thủy điện, điện thủy triều và sóng biển đều là nguồn năng lượng tái tạo, có sẵn miễn phí và không tạo ra khí nhà kính hay các chất ô nhiễm.

Năng lượng này chỉ có thể khai thác ở những nơi có sông hồ hoặc những vùng biển thích hợp. Để xây dựng các nhà máy thủy điện lớn, người ta thường phải chấp nhận làm ngập một vùng đất khá rộng xung quanh hồ chứa, đây là một quá trình rất phức tạp và tốn kém. Việc xây dựng các nhà máy thủy điện có tác động tiêu cực đến hệ sinh thái sông ngòi và ven biển. Nếu xảy ra sự cố, các nhà máy này có thể gây ngập lụt các thị trấn và làng mạc ở khu vực hạ lưu xung quanh nhà máy.

Địa nhiệt và các loại nhiệt năng cấp thấp khác

Đây là loại năng lượng phát ra từ bên trong lòng đất. Nó là năng lượng tái tạo và có sẵn ở mọi nơi. Nó không thải ra khí nhà kính hoặc chất gây ô nhiễm.

Quá trình khai thác năng lượng từ các nguồn sâu dưới lòng đất hiện vẫn còn tốn kém và phức tạp. Việc sử dụng lâu dài các hồ chứa địa nhiệt (bơm nước và hơi nước) có thể gây lún đất. Vì vậy, loại nhiệt này hiện chỉ phù hợp để làm nguồn năng lượng phụ trợ.

Sinh khối

Sinh khối có sẵn trong tự nhiên và dễ sử dụng. Khi đốt sinh khối sẽ tạo ra khí CO_2, nhưng lượng khí này không nhiều hơn so với lượng CO2 tạo ra khi cây cối phân hủy tự nhiên. Việc sử dụng sinh khối ngay tại nơi nó được tạo ra (như các khu vực nông nghiệp và khai thác gỗ) giúp giải quyết vấn đề xử lý chất thải. Về bản chất, nhiên liệu sinh khối là cách khai thác năng lượng từ rác thải. Ví dụ, phân động vật có thể dùng để tạo ra khí đốt và làm phân bón.

Sinh khối thô (chưa xử lý) khó vận chuyển và việc vận chuyển nó cũng tốn kém về chi phí. Quá trình sản xuất nhiên liệu từ sinh khối cần giữ nhiệt độ lên men ổn định, đồng thời phải cẩn thận vì khí này dễ gây nổ và có thể làm vi khuẩn bùng phát ra ngoài trở thành nguồn gây bệnh. Ngoài ra, khí này có mùi khó chịu!
Hiện nay, một số nông dân chuyển sang trồng cây để làm nguyên liệu sinh khối thay vì trồng lúa hoặc rau vì lợi nhuận cao hơn. Việc này có thể làm giảm sản lượng lương thực và gây ảnh hưởng đến an ninh lương thực.

Nếu năng lượng tái tạo là vô tận và thân thiện với môi trường, tại sao chúng ta không chuyển hoàn toàn từ năng lượng than, dầu, khí đốt và năng lượng hạt nhân sang các công nghệ xanh?

Thực tế là: các nguồn năng lượng tái tạo vẫn còn nhiều hạn chế khi phát triển với quy mô lớn. Hoạt động của các nhà máy điện sử dụng năng lượng tái tạo phụ thuộc vào thời tiết (đó là lý do năng lượng tái tạo được gọi là năng lượng biến thiên) – ví dụ như sức gió, số ngày nắng hay dòng nước – nên không thể đảm bảo cung cấp ổn định mọi lúc, mọi nơi. Ngoài ra, các nhà máy điện tái tạo thường cần thiết kế riêng phù hợp với từng địa điểm. Do đó, việc sử dụng hiệu quả các nguồn năng lượng tái tạo đòi hỏi khoản đầu tư lớn cả về công sức và tiền bạc ngay từ khâu thiết kế cho đến khi xây dựng. Khi công suất của các nhà máy phát điện tái tạo đạt đến một mức nhất định, việc mở rộng tiếp theo sẽ đòi hỏi đầu tư lớn vào mạng lưới điện và chuyển dần sang các hệ thống gọi là "lưới điện thông minh".

Chúng ta luôn có nhu cầu sử dụng năng lượng, vì vậy ngành năng lượng, đặc biệt là sản xuất và buôn bán dầu, khí đốt và than, vẫn mang lại lợi nhuận rất lớn. Số tiền khổng lồ kiếm được từ ngành này thường gây ra những mâu thuẫn gay gắt giữa chính phủ, doanh nghiệp và các tổ chức về môi trường. Đây là một vấn đề toàn cầu. Tuy nhiên, về lâu dài, con người đang dần nhận ra sự cần thiết phải thay đổi cấp bách để đảm bảo tương lai của nhân loại và hành tinh. Việc áp dụng các công nghệ thân thiện với khí hậu vẫn đang bị trì hoãn bởi lối tư duy quen thuộc của con người. Trong khi đó, hành tinh của chúng ta và cả vũ trụ đều sẵn sàng trao tặng những nguồn năng lượng dồi dào, miễn là chúng ta biết sử dụng tài nguyên thiên nhiên một cách khôn ngoan, bền vững và không hủy hoại khí hậu chỉ vì những lợi ích ngắn hạn.

CÂU HỎI

1. Những nguồn năng lượng nào đã được con người sử dụng từ thời cổ đại?

2. Bạn biết những cách nào để sử dụng các tấm pin năng lượng mặt trời?

3. Hãy liệt kê tất cả các yếu tố cần được xem xét nếu chúng ta muốn xác định tổng chi phí sản xuất điện từ một nguồn năng lượng cụ thể.

4. Động cơ điện không thải ra khí độc hại. Vậy chúng ta có thể coi chúng là loại động cơ thân thiện với môi trường nhất không?

5. Các tấm pin mặt trời phẳng thường được lắp trên mái nhà theo góc nghiêng bằng với vĩ độ của nơi lắp đặt. Bạn nghĩ tại sao lại như vậy?

6. Theo bạn, đâu là những rào cản khiến năng lượng tái tạo chưa thể phát triển?





BÀI TẬP

1

Thí nghiệm
Mục đích của thí nghiệm: Tạo ra một chiếc đèn sử dụng năng lượng tái tạo.
Vật liệu cần có: Một chai nhựa trong suốt có chứa nước, một chiếc bàn nhỏ, vài tấm chăn (hoặc mền).

Cách tiến hành:

Khoét một lỗ trên tấm chăn sao cho đặt vừa chai nước. Phủ các tấm chăn lên bàn sao cho không có ánh sáng nào xuyên qua được "ngôi nhà nhỏ" mà bạn đã tạo ra bên dưới gầm bàn. Bạn nghĩ điều gì sẽ xảy ra khi bạn bước vào "ngôi nhà nhỏ" đó và đặt chai nước vào cái lỗ bạn đã tạo trên tấm phủ? Bạn quan sát thấy điều gì? Bạn giải thích hiện tượng này như thế nào? Theo bạn, ngoài chai nước, còn có thể sử dụng vật dụng nào khác để thay thế? Bạn có ý tưởng nào để chiếu sáng "ngôi nhà nhỏ" mà bạn vừa tạo không?

2

Chia lớp thành các nhóm theo các cách khác nhau để sản xuất điện.

Mỗi nhóm cần chuẩn bị một bản báo cáo để bảo vệ cách sản xuất năng lượng mà mình lựa chọn, bao gồm cả thông tin về những vấn đề liên quan đến các phương pháp sản xuất năng lượng khác.
Sau đó, tổ chức một buổi thảo luận chung về lợi ích và tác hại của các loại nhà máy phát điện, sao cho nội dung thảo luận phù hợp với khu vực bạn đang sinh sống.

3.2 Hiệu suất năng lượng và tiết kiệm năng lượng

Cách đầu tiên để giảm thiểu biến đổi khí hậu là sử dụng các nguồn năng lượng gây ít tác hại nhất đến môi trường và khí hậu, như đã đề cập trong phần trước.

Cách thứ hai là giảm tổng mức tiêu thụ năng lượng của chúng ta. Trong chương này, chúng ta sẽ xem xét hai khái niệm tưởng chừng giống nhau nhưng lại khác biệt: hiệu suất năng lượng và tiết kiệm năng lượng.

Một thiết bị được coi là có hiệu suất năng lượng cao nếu nó sử dụng ít năng lượng hơn so với các thiết bị cùng loại để thực hiện cùng một công việc. Ví dụ, hai bóng đèn phát ra lượng sáng như nhau trong phòng bạn, nhưng từng bóng lại tiêu thụ lượng điện khác nhau. Bóng đèn tiêu thụ ít năng lượng hơn sẽ có hiệu suất năng lượng cao hơn. Chúng ta có thể tiết kiệm rất nhiều năng lượng bằng cách tắt đèn khi không sử dụng, giữ cho cửa sổ, đèn chiếu sáng luôn sạch sẽ và lắp đặt bóng đèn tiết kiệm năng lượng hơn. Bên cạnh đó, thay vì đi xe máy, xe hơi, chúng ta có thể lựa chọn đi bộ hay đạp xe.

Hình 3.2.1 So sánh hiệu suất năng lượng của các loại bóng đèn khác nhau



Bóng đèn sợi đốt truyền thống | Bóng đèn huỳnh quang (có chứa thủy ngân, cần phải xử lý đặc biệt) | Bóng đèn Đi-ốt phát quang (LED)

HIỆU SUẤT NĂNG LƯỢNG
là tỷ lệ giữa năng lượng tiêu thụ và năng lượng hữu ích được chuyển hoá từ lượng tiêu thụ, như trong chiếu sáng, nấu nướng, hay làm mát. Hiệu suất năng lượng quan trọng tới mức được ví như "nhiên liệu ưu tiên"

TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG
là tất cả các biện pháp được thực hiện để giảm lượng năng lượng tiêu thụ.

Nhìn chung, chúng ta không cần phải phát minh ra điều gì mới để tiết kiệm năng lượng. Chúng ta chỉ cần thay đổi thói quen của mình, để ngừng lãng phí năng lượng!

Điện dùng để chiếu sáng chiếm 15-20% lượng điện tiêu thụ toàn cầu. Ở châu Âu, chiếu sáng chiếm khoảng 10% lượng điện tiêu thụ trong các tòa nhà dân sinh, đứng thứ ba sau lượng điện dùng cho các thiết bị sưởi ấm và làm lạnh. Trong các tòa nhà văn phòng, việc chiếu sáng có thể sử dụng nhiều năng lượng hơn nữa, từ 30 tới 40%. Nhưng giảm năng lượng dùng để chiếu sáng trong cả tòa nhà thương mại và dân sinh mà không làm cho phòng tối hơn, đồng thời cắt giảm đáng kể tiền điện là điều hoàn toàn có thể, bằng cách lựa chọn bóng đèn LED phù hợp. (Hình 3.2.1)



Chẳng hạn, chúng ta đều đánh răng vào buổi sáng. Liệu có cần để vòi nước chảy trong khi đánh răng không? Không! Chúng ta chỉ cần mở vòi khi lấy đầy nước cho cốc đánh răng của mình. Hãy thử quan sát bản thân và gia đình bạn: tất cả mọi người có tắt vòi khi đánh răng không? Một lượng lớn năng lượng cần sử dụng để đưa nước tới vòi, từ các hoạt động tại nhà máy xử lý nước đến hệ thống bơm.

Khi tắt TV (và một số thiết bị điện tử khác), có lẽ bạn thường xuyên để nó ở chế độ chờ. Nhiều người không biết rằng TV vẫn sử dụng năng lượng khi ở chế độ chờ, dù không nhiều như khi đang bật, Điều đó làm tăng hóa đơn điện của gia đình bạn một vài nghìn mỗi tháng. Nghe thì không có gì đáng lo, nhưng thử nghĩ xem, bao nhiêu năng lượng sẽ bị lãng phí nếu toàn bộ khu phố, thành phố, hay quốc gia cùng để TV ở chế độ chờ! Vì vậy, ở các quốc gia coi trọng việc tiết kiệm năng lượng, người dân được khuyến khích không để thiết bị ở chế độ chờ, mà nên tắt hẳn.

Sạc điện thoại di động phát thải 0,3kg CO_2 một năm. Nếu bộ sạc luôn được cắm vào ổ điện (dù không sử dụng), lượng phát thải sẽ tăng lên 2,4kg CO_2 một năm.

Cùng xem sử dụng điện thoại sẽ có lượng phát thải CO_2 bao nhiêu nhé!

- 1 phút dùng phát thải 57g CO_2.
- Với 2 phút sử dụng mỗi ngày phát thải 47kg CO_2/năm.
- 1 giờ sử dụng mỗi ngày phát thải 1250kg CO_2/năm.
- 1 tin nhắn phát thải 0,014 gr CO_2.
- 1 tìm kiếm trên Google phát thải 0,2 gr CO_2.
- Theo đó, tổng phát thải hàng năm từ việc dùng Google là 1,3 triệu tấn CO_2



Nhu cầu về dịch vụ số đang tăng nhanh. Theo số liệu của IEA, ước tính rằng kể từ năm 2010, lượng người dùng internet trên toàn thế giới đã tăng hơn gấp đôi, lượng truy cập internet toàn cầu đã tăng 25 lần. Tuy nhiên, những cải thiện nhanh chóng về hiệu suất năng lượng đã giúp kiểm soát nhu cầu năng lượng tăng cao từ các trung tâm dữ liệu và hệ thống truyền dữ liệu. Mỗi lĩnh vực kể trên chiếm 1–1,5% lượng điện sử dụng trên toàn cầu. Nhìn chung, ngành Công nghệ thông tin chịu trách nhiệm cho khoảng 2–2,8% lượng khí thải CO_2 toàn cầu. Một số nhà khoa học còn cho rằng con số đó vào khoảng 3,8%, bao gồm cả lượng khí thải từ việc sử dụng máy tính cá nhân.

Có thể bạn đã nghe đến "dịch vụ lưu trữ xanh" (green hosting), một loại dịch vụ lưu trữ website sử dụng công nghệ xanh để giảm tác động tiêu cực đến khí hậu và môi trường. Dịch vụ lưu trữ xanh hoạt động bằng cách bù đắp lượng khí CO_2 mà dịch vụ của nó phát thải, thông qua việc sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo (năng lượng mặt trời, gió, nước, địa nhiệt), trồng cây và các loại thực vật, cũng như thực hiện các hành động tiết kiệm năng lượng khác. Một số chuyên gia nhận định rằng công nghệ đám mây là một hình thức lưu trữ xanh đầy hứa hẹn. Công nghệ đám mây cho phép tính toán với hiệu suất cao hơn, chủ yếu bằng cách giảm mức tiêu thụ điện năng.

Phát minh của con người ngày càng tiến bộ. Nhưng chỉ một phần nhỏ các phát minh thực sự được ứng dụng. Trước khi một công nghệ mới có thể thay thế cái cũ, chúng ta phải thay đổi thói quen của mình.



Công nghệ đám mây

Không chỉ thế giới thực đang thay đổi mà cả thế giới ảo cũng vậy. Người dùng Internet gần đây đã được cung cấp một công cụ mới, được gọi là "điện toán đám mây", hiện đã được sử dụng bởi Facebook, Twitter và các "công cụ" như Google Docs, Gmail, v.v.

Hầu hết các trang web và ứng dụng máy chủ chạy trên các máy tính hoặc máy chủ cụ thể. Đám mây là một mạng lưới các máy tính tạo thành một hệ thống cho phép mọi người sử dụng một số ứng dụng nhất định hoặc lưu trữ dữ liệu. Bạn có thể gọi nó là một máy tính ảo toàn cầu, nơi các ứng dụng chạy độc lập với từng máy tính riêng lẻ có cấu hình cụ thể.

Khi Internet băng thông rộng phát triển, việc cài đặt ứng dụng trên máy tính của bạn ngày càng trở nên ít quan trọng hơn. Vì tất cả các 'đám mây' đều được cấu hình để hoạt động cùng nhau, nên các máy tính trong hệ thống đám mây có thể dùng cho các ứng dụng như thể ứng dụng đang chạy trên chỉ một máy tính riêng lẻ. Ngày càng tăng các phần mềm dựa trên công nghệ web, và 'đám mây' chỉ đang tiếp quản để nâng cao lợi thế của các ứng dụng web lên một tầm cao mới.

Thay đổi thói quen bắt đầu từ việc dành thời gian để làm quen với công nghệ mới.

Thứ hai, bạn cần bỏ ra tiền bạc và công sức để thay thế máy móc cũ bằng đồ mới, đồng thời dạy mọi người cách sử dụng nó. Công sức và tiền bạc này chắc chắn sẽ được đền đáp, nhưng không phải ngay lập tức, và không phải ai cũng muốn bỏ công sức để đạt được lợi ích mà họ sẽ được nhận được trong tương lai.

Thứ ba, những người kiếm tiền từ việc bán công nghệ cũ không muốn mất đi việc kinh doanh của họ, đặc biệt nếu nó mang lại nhiều tiền hơn công nghệ mới. Họ có thể làm mọi cách để cản trở phát minh mới, ngăn chặn nó được sử dụng rộng rãi, thuyết phục mọi người rằng nó có hại, hoặc thậm chí đe dọa nhà phát minh.

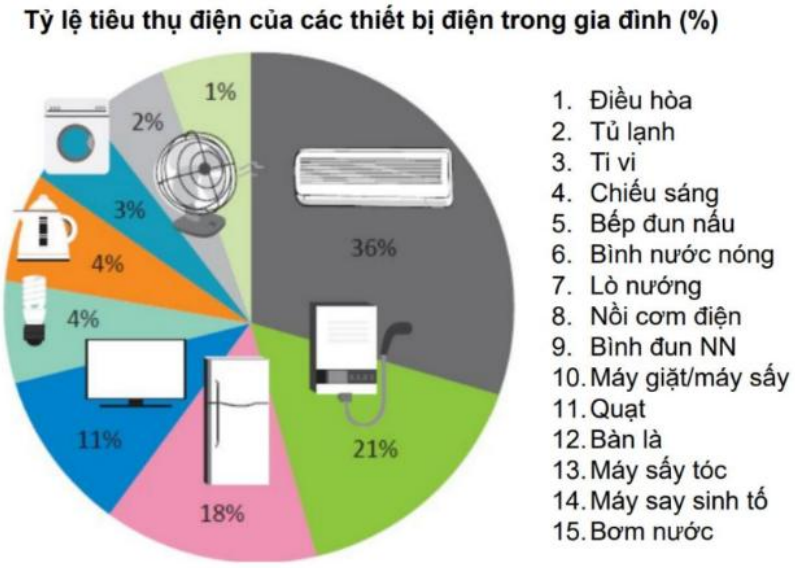
Nếu muốn tóm tắt tất cả các công nghệ tiết kiệm năng lượng, có lẽ phải viết thành cả một cuốn sách dày. Dù bạn theo đuổi ngành nghề nào trong tương lai, hiểu biết tốt về thiết bị bạn sử dụng và ủng hộ những nỗ lực cải thiện nó sẽ là rất quan trọng. Và bạn nên nhớ rằng con đường phía trước không phải lúc nào cũng là làm cho máy móc hiệu quả hơn – một phần lớn cũng phụ thuộc vào cách tổ chức công việc của con người.

Tiết kiệm năng lượng và hiệu suất năng lượng có vai trò rất quan trọng. Đối với các hộ gia đình, cải thiện hiệu suất năng lượng có nghĩa là tiết kiệm chi phí gas và điện. Đối với các công ty điện lực, chúng có nghĩa là giảm chi phí nhiên liệu, dẫn đến giá điện rẻ hơn. Đối với quốc gia, chúng có nghĩa là giảm chi phí tài nguyên, giúp cho ngành công nghiệp trở nên năng suất và cạnh tranh hơn. Đối với khí hậu của chúng ta, điều này có nghĩa là giảm khí nhà kính thải vào khí quyển.

Tỷ lệ phát thải CO_2 trên mỗi kWh được sản xuất hoặc tiết kiệm được gọi là hệ số phát thải lưới điện. Các quốc gia có hệ thống thủy điện, chẳng hạn như Bhutan, có hệ số phát thải lưới điện bằng 0. UNFCCC cung cấp một bộ hệ số phát thải lưới điện tổng hợp cho hơn 200 quốc gia (xem tại https://unfccc.int/documents/198197).

Ví dụ, Cơ quan Năng lượng Quốc tế IEA ước tính rằng trung bình một người Thái Lan tiêu thụ gần 8 kWh điện mỗi ngày. Một công dân tiết kiệm có thể sử dụng ít hơn, trong khi người dùng năng lượng lãng phí hơn có thể tiêu thụ nhiều kWh hơn mỗi ngày. Một cuộc khảo sát toàn quốc cho thấy các hộ gia đình Thái Lan sử dụng thiết bị tiêu thụ điện để làm mát, chiếu sáng, giải trí, nấu ăn, sưởi ấm, nước và các thiết bị khác (Hình 3.2.2).

Hình 3.2.2 Tỉ lệ tiêu thụ điện của các thiết bị điện trong gia đình ở Việt Nam



Trung bình, việc sản xuất một kWh điện ở Việt Nam năm 2022 sẽ thải ra 676,6gr CO_2. Lượng khí nhà kính này được thải ra từ hệ thống phát điện quốc gia sử dụng kết hợp khí đốt tự nhiên, than, thủy điện, các loại năng lượng tái tạo khác, và dầu mỏ. Lượng CO_2 thải ra trên mỗi kWh ở Việt Nam, hay hệ số phát thải của lưới điện, đã có xu hướng giảm đi trong 10 năm qua, do chuyển đổi từ nhiên liệu than sang khí đốt cùng với sự thúc đẩy năng lượng tái tạo. Lượng khí thải CO_2 từ quá trình đốt khí tự nhiên, loại khí vốn đã trở thành nguồn năng lượng chính, ít hơn nhiều so với quá trình đốt than. Từ đó, các nhà máy điện mới thải ra ít CO_2 hơn các nhà máy cũ do hiệu suất cao hơn và ít sử dụng các nguồn phát thải CO_2 cao như than.

Việc tiết kiệm lượng điện tiêu thụ có thể giảm bằng cách bằng cách thay thế các thiết bị gia dụng bằng những loại có hiệu suất năng lượng cao hơn, đặc biệt là thay thế bóng đèn thông thường bằng bóng đèn LED và sử dụng tivi tiết kiệm năng lượng hơn. Các biện pháp trên có thể góp phần đạt được mục tiêu giảm phát thải CO_2 trong cam kết về biến đổi khí hậu của Việt Nam theo Đóng góp do quốc gia tự quyết định.

Hình 3.2.3

Nhà máy nhiệt điện từ than



Hình 3.2.4

Nhà máy nhiệt điện từ khí tự nhiên



Hình 3.2.5

Nhà máy điện hạt nhân



3.2.1 Giao thông thân thiện với môi trường

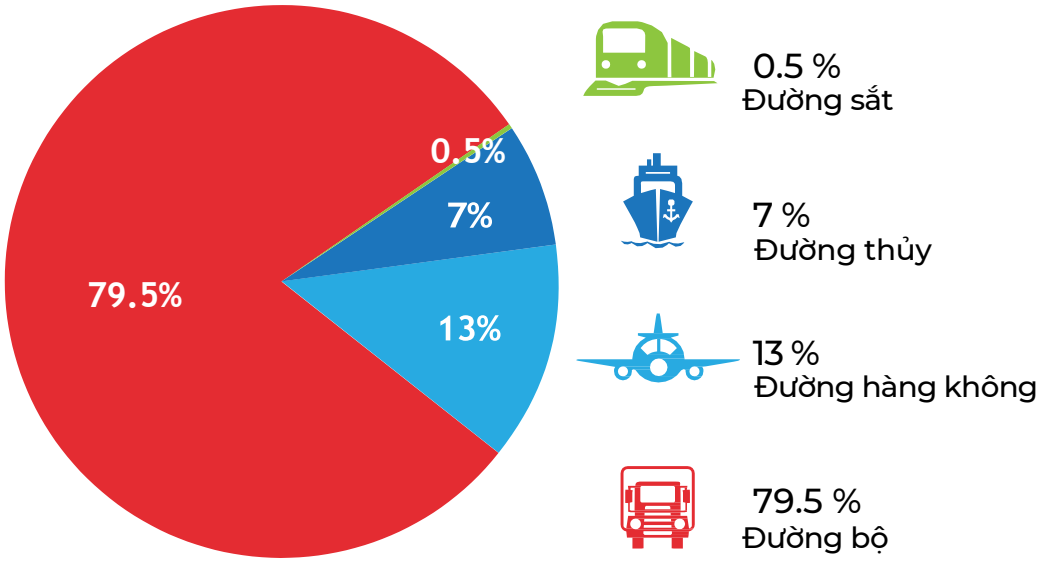
Từ ô tô đến máy bay, giao thông vận tải tiêu thụ lượng nhiên liệu hóa thạch gần bằng các nhà máy điện. Một chiếc xe hơi chỉ dùng một lượng nhiên liệu nhỏ so với một nhà máy điện, nhưng vì số lượng ô tô nhiều hơn rất nhiều nên tổng mức tiêu thụ nhiên liệu của ngành giao thông là rất lớn. Tổng cộng, giao thông hiện đang tạo ra khoảng 14% lượng khí nhà kính toàn cầu.

Phần lớn ô tô hiện nay vẫn chạy bằng xăng. Tiêu thụ 1 lít xăng thải ra khoảng 2,3 kg CO_2. Ví dụ, một chiếc xe ở Canada trung bình tiêu thụ 2.000 lít xăng mỗi năm, đồng nghĩa với việc thải ra khoảng 4.600 kg CO_2 vào khí quyển. Động cơ đốt trong – loại động cơ được sử dụng phổ biến trong xe cơ giới – thải ra khí thải gồm: nitơ, hơi nước, CO_2 (chiếm khoảng 1–12% tổng lượng khí thải), cùng với các chất độc hại và thậm chí gây ung thư như muội than và benzopyrene.

Nhìn chung, mỗi tấn xăng, từ khai thác dầu thô đến khi đốt cháy trong động cơ, phát thải tổng cộng khoảng 3.769 kg CO_2.

Giao thông vận tải có tác động rất lớn đến biến đổi khí hậu, vì hầu hết các phương tiện đều sử dụng nhiên liệu hóa thạch, mà quá trình đốt cháy sẽ thải CO_2 vào khí quyển. Tuy nhiên, mỗi loại phương tiện lại gây ảnh hưởng khác nhau. Trong đó, tàu hỏa là hình thức vận chuyển thân thiện với môi trường nhất, còn máy bay lại được coi là gây phát thải cacbon nhiều nhất. Nhìn chung, ô tô chiếm hơn 80% lượng khí nhà kính phát thải từ lĩnh vực giao thông vận tải (Hình 3.2.6).

Hình 3.2.6 Phát thải khí nhà kính theo phương thức giao thông vận tải



Vương quốc Anh đã ước tính lượng khí thải CO_2 trên mỗi hành khách cho mỗi km di chuyển bằng các phương tiện khác nhau. Kết quả cho thấy đi máy bay thải ra lượng khí nhà kính cao gấp hơn 20 lần so với đi tàu hỏa Eurostar (Hình 3.2.7).

Hình 3.2.7 Ước tính của Vương quốc Anh về lượng phát thải khí nhà kính trên mỗi hành khách mỗi km di chuyển, theo từng phương tiện giao thông.



Chúng ta có thể làm gì để giảm tác động của giao thông lên khí hậu?

Một cách đơn giản mà hiệu quả cao là liên lạc từ xa qua điện thoại hoặc các ứng dụng gọi video/thoại thay vì di chuyển đến gặp trực tiếp. Những ứng dụng phổ biến như Messenger hay Zalo, cho phép kết nối với bạn bè ở bất cứ đâu có Internet.

Cách tốt nhất để giảm phát thải từ giao thông là sử dụng phương tiện giao thông công cộng. Nếu bạn và gia đình có thể lựa chọn phương tiện di chuyển, hãy ưu tiên đi tàu. So với máy bay, tàu hỏa là lựa chọn thân thiện với môi trường hơn khi đi đường dài.

Công nghệ vận tải đường sắt đã có những bước tiến đáng kể trong thập kỷ qua. Đầu máy và toa tàu được chế tạo từ vật liệu nhẹ và gọn hơn, đồng thời động cơ có hiệu suất cao hơn.

Số lượng tàu và mạng lưới đường sắt cao tốc đang không ngừng gia tăng trên toàn thế giới, góp phần nâng cao hiệu quả cho phương thức vận tải tiết kiệm năng lượng nhất hiện nay. Trung Quốc hiện sở hữu mạng lưới đường sắt cao tốc dài và được sử dụng nhiều nhất thế giới, với tổng chiều dài đạt 42.000 km vào cuối năm 2022. Tại châu Âu, hệ thống này cũng ngày càng trở nên phổ biến và hiệu quả. Nhiều quốc gia như Đức, Pháp, Hà Lan, Tây Ban Nha, Ý và Vương quốc Anh đã xây dựng mạng lưới đường sắt cao tốc rộng khắp, cùng với đó là sự phát triển của các tuyến đường xuyên biên giới. Các công ty khai thác đường sắt thường xuyên cung cấp dịch vụ quốc tế, trong khi các tuyến đường tiếp tục được xây mới và nâng cấp theo tiêu chuẩn quốc tế, góp phần hình thành mạng lưới đường sắt cao tốc đang phát triển của châu Âu.

Hệ thống đường sắt cao tốc của Nhật Bản, tên là **Shinkansen** (Hình 3.2.8), gần đây đã vừa tăng tốc độ, vừa giảm mức tiêu thụ năng lượng đến 40%. Bằng cách giảm trọng lượng của tàu và thiết kế lại hình dạng cũng như độ dài của mũi tàu để đạt được tính khí động học tốt hơn. Do đó, các tàu Shinkansen hiện nay đã trở nên hiệu quả hơn nhiều, giúp giảm thiểu phát thải từ giao thông đường sắt.



Hình 3.2.8

Thiết kế tiết kiệm năng lượng của tàu cao tốc Shinkansen của Nhật Bản



Hình 3.2.9

Mặt sau vé tàu ở Ý cho hành khách biết rằng việc chọn đi tàu là cách họ góp phần ứng phó với biến đổi khí hậu

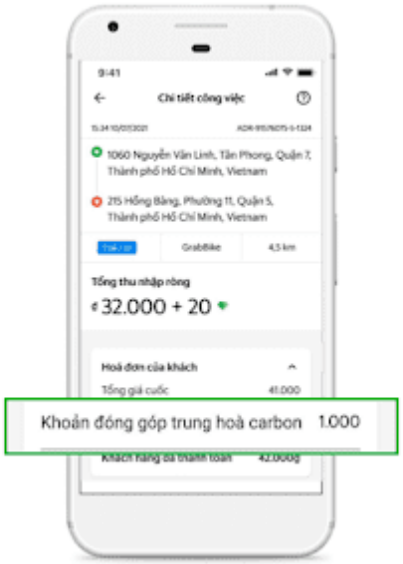
Nhiều công ty đường sắt đã nỗ lực nhắc nhở hành khách về việc đi tàu là thân thiện với môi trường (Hình 3.2.9).

Nếu bạn đi máy bay, hãy chọn các hãng hàng không sử dụng máy bay hiện đại: máy bay mới gây ít tác động đến môi trường hơn so với máy bay cũ.

Ngày nay, tốc độ không còn là yếu tố duy nhất hay quan trọng nhất khi thiết kế máy bay mới. Các nhà thiết kế đang áp dụng cách tiếp cận toàn diện hơn, cân nhắc đến hiệu quả nhiên liệu và dấu chân carbon trong quá trình sản xuất. Hiện nay, các nhà phát triển đang xem xét lại máy bay tuabin cánh quạt, vốn từng bị coi là lỗi thời cách đây 20 năm, do máy bay phản lực nhanh hơn. Với thiết kế cải tiến, loại máy bay này có thể là giải pháp vận chuyển hàng không hiệu quả và thân thiện hơn với môi trường.

Hiện nay, một số công ty vận tải (hãng hàng không, dịch vụ gọi xe) cung cấp dịch vụ bù đắp lượng khí CO_2 thải ra từ các phương tiện vận chuyển như máy bay, xe đạp, ô tô. Cũng có các dịch vụ trên Internet giúp tính toán lượng CO_2 phát thải của tất cả các chuyến bay/chuyến đi và mời hành khách tham gia bù đắp. Tại Việt Nam, các ứng dụng gọi xe như XanhSM và Grab cho phép người dùng lựa chọn tính năng bù đắp carbon bằng cách đóng góp một khoản nhỏ (1-2000 đồng) cho mỗi chuyến đặt xe hoặc đơn hàng đặt đồ ăn và mua sắm. Các khoản đóng góp này được sử dụng để hỗ trợ các sáng kiến môi trường, chẳng hạn như việc trồng rừng. (Hình 3.2.10).

Hình 3.2.10 Một ứng dụng đặt xe cho phép người dùng đóng góp để bù đắp lượng khí CO2



Tổ chức Hàng không Dân dụng Quốc tế (ICAO) đang hợp tác với các nước thành viên để tìm ra cách tốt nhất giảm lượng khí thải từ ngành hàng không. Bên cạnh việc nâng cao hiệu quả sử dụng nhiên liệu, một phương án là dùng Nhiên liệu Hàng không Bền vững (SAF) — loại nhiên liệu không làm từ nhiên liệu hóa thạch. Các hãng hàng không đã bắt đầu dùng SAF, thường được pha trộn cùng nhiên liệu máy bay thông thường. Tuy nhiên, nhiều người vẫn nghi ngờ liệu SAF có thể sản xuất với giá thành đủ rẻ và số lượng đủ nhiều để đáp ứng nhu cầu của ngành hàng không hay không.

Chính vì vậy, ngày càng có nhiều sự quan tâm đến việc sử dụng hydrogen làm nhiên liệu cho máy bay. Hydrogen có khả năng lưu trữ nhiều năng lượng, ví dụ từ điện tái tạo ngoài giờ tiêu thụ cao điểm, và khi được dùng làm nhiên liệu, nó không thải ra khí CO_2.

Giảm phát thải cacbon từ việc đi lại bằng ô tô

Nếu bố mẹ bạn đang có kế hoạch mua xe, hãy nói cho họ biết về hiệu quả sử dụng năng lượng của các loại xe khác nhau. Bạn có thể gợi ý bố mẹ chọn mua xe đạt ít nhất tiêu chuẩn Euro-4 (tiêu chuẩn Euro quy định mức độ các chất như hydrocacbon, oxit nitơ, cacbon monoxit và bụi trong khí thải của xe).

Tác động của ô tô đối với môi trường cũng có thể được giảm thiểu bằng cách tuân thủ các quy tắc "lái xe sinh thái", giúp giảm dấu chân carbon từ phương tiện giao thông. Lái xe sinh thái không chỉ tốt cho môi trường mà còn tiết kiệm chi phí cho chủ xe. Hãy giải thích điều này cho những người lớn lái xe nhé!

Hiệu suất và khả năng thân thiện với môi trường của động cơ xe rất quan trọng. Cho đến gần đây, hầu hết các phương tiện chạy bằng dầu diesel hoặc xăng, nhưng ngày càng nhiều xe sử dụng khí ga. Mức tiêu thụ nhiên liệu của xe chạy bằng khí gần như tương đương với nhiên liệu truyền thống, nhưng lượng khí thải ô nhiễm từ khí ga thấp hơn nhiều.

Bạn có thể đã nghe về ô tô "lai" (hybrid), ô tô điện và ô tô chạy bằng nhiên liệu sinh học. Thậm chí còn có những loại xe độc đáo chỉ chạy bằng nước và sức gió ("xe gió"), cũng như ô tô điện chạy bằng năng lượng mặt trời. Giải đua xe hơi năng lượng mặt trời được tổ chức thường niên tại Thụy Sĩ là nơi lý tưởng để chiêm ngưỡng các công nghệ xe chạy bằng năng lượng mặt trời mới nhất trong thực tế. Những xe này giờ đây không còn hiếm gặp: hiện đã có các trạm nạp năng lượng mặt trời tại Mỹ, Bulgaria, Thụy Sĩ, Đức và nhiều nước khác.

Hình 3.2.11 Bãi đỗ cho các xe điện



Quy tắc lái xe thân thiện với môi trường: làm thế nào để giảm lượng khí thải carbon?

- Tắt máy khi dừng xe và khi tắc đường.
- Chăm sóc xe đúng cách: việc điều chỉnh bánh xe chuẩn giúp tiết kiệm từ 5-10% nhiên liệu. Bảo dưỡng xe thường xuyên cũng giúp tiết kiệm tới 10% nhiên liệu.
- Kiểm tra áp suất lốp thường xuyên: ngay cả ở thành phố, nếu áp suất thấp hơn 25% so với mức khuyến nghị, xe sẽ tốn thêm 10% nhiên liệu để di chuyển.
- Sử dụng hệ thống điều hòa không khí và kiểm soát khí hậu một cách tiết kiệm. Không sử dụng khi không cần thiết. Không mở cửa sổ xe khi đang bật điều hòa.
- Phanh từ từ, tận dụng quán tính của xe để giảm tiêu hao nhiên liệu.
- Chở thêm người cùng đi (đi chung xe). Nếu bạn cùng đi xe với 3-4 người, bạn sẽ giảm được lượng khí thải đi 3-4 lần.
- Giữ làn đường ổn định, không đổi làn liên tục vì điều này làm tăng tiêu hao nhiên liệu và khí thải CO_2.
- Xuất phát sớm, tránh giờ cao điểm và lên kế hoạch trước lộ trình di chuyển.
- Lái xe ở tốc độ vừa phải, ổn định. Dùng chân phanh ít hơn, tận dụng quán tính xe, tăng tốc và phanh nhẹ nhàng, quan sát đường phía trước để không phải tăng tốc nếu sắp đến đèn đỏ. Lái xe êm sẽ giúp tiết kiệm nhiên liệu.
- Không mang quá nhiều đồ trên nóc xe. Ở tốc độ 120 km/h, một giá chở đồ trống trên nóc làm tăng 5-10% nhiên liệu, giá để trượt tuyết tăng 10-20%, xe đạp tăng 30%, và chở vali đầy đồ có thể làm tăng 35-40% nhiên liệu.

Hình 3.2.12 Một chiếc xe điện



Ngày nay, tất cả các nhà sản xuất ô tô hàng đầu đều thiết kế các mẫu xe thân thiện với môi trường hơn so với các phiên bản trước. Việc tiêu thụ nhiên liệu và tác động đến môi trường đã trở nên quan trọng đối với người mua, bên cạnh chất lượng, an toàn và giá cả. Các công ty đang cạnh tranh nhằm tiết kiệm năng lượng và giảm thiểu ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường.

Mặc dù xe điện (EV) đã được sử dụng từ những năm cuối thế kỷ 19 và đầu thế kỷ 20, nhưng phải đến khi Tesla ra mắt vào năm 2003 thì cuộc cách mạng xe điện mới thực sự bắt đầu. Điều này đã mở ra một lựa chọn khả thi trong nỗ lực giảm khí thải cacbon từ giao thông đường bộ, giúp xe điện tăng từ chỉ 0,2% tổng doanh số xe mới cách đây một thập kỷ lên 13% vào năm 2022. Doanh số xe điện đã tăng gấp ba lần trong giai đoạn 2018–2022 và dự kiến sẽ tiếp tục tăng khoảng 30% mỗi năm trong thập kỷ tới, chiếm gần một nửa tổng số xe bán ra vào năm 2035. Đến năm 2025, doanh số xe điện dự kiến sẽ đạt gần 40% tại châu Âu và Trung Quốc.

Lượng khí nhà kính ở các thành phố có thể được giảm bớt nếu người dân được khuyến khích sử dụng phương tiện giao thông công cộng thay vì đi phương tiện cá nhân. Tuy nhiên, điều này chỉ khả thi khi hệ thống giao thông công cộng nhanh chóng, thuận tiện, phục vụ được mọi khu vực trong thành phố, kết nối trung tâm với ngoại ô, và là lựa chọn đáng tin cậy, rẻ hơn so với việc sử dụng xe riêng. Việc sử dụng động cơ chạy bằng khí, động cơ lai (hybrid) và động cơ điện trong phương tiện công cộng có thể giúp giảm đáng kể lượng khí thải nhà kính và cải thiện chất lượng không khí ở đô thị.

Carpooling: chia sẻ mỗi chuyến đi

Carpooling là chở thêm người khác (kể cả người lạ) trong xe của bạn, thường là trên những chuyến đi hằng ngày.

Đây là cách hiệu quả để giảm bớt áp lực lên hệ thống giao thông ở các thành phố.

Hình thức đi chung xe bắt đầu từ những năm 1940, khi Chính phủ Hoa Kỳ muốn tiết kiệm nhiên liệu phục vụ Thế chiến II bằng cách yêu cầu chủ xe chở thêm hành khách trong mỗi chuyến đi. Chính sách này giúp giảm tiêu thụ nhiên liệu, nhưng tác động còn hạn chế do phần lớn chủ xe khi đó là người giàu và không muốn chia sẻ xe với người lạ.

Đến thập niên 70, thành phố Los Angeles (Mỹ) đã thiết lập làn đường riêng dành cho xe đi chung. Ngày nay, các làn đường này xuất hiện khắp Bắc Mỹ và châu Âu, được đánh dấu bằng biển báo và hình thoi trắng trên mặt đường (Ở Việt Nam, vạch này cảnh báo người lái xe phải nhường đường cho người đi bộ qua đường)

Đi chung xe giúp giảm số lượng xe lưu thông, giảm nhu cầu bãi đỗ xe và cắt giảm lượng khí nhà kính. Người tham gia cũng được lợi rõ rệt: tiết kiệm chi phí nhiên liệu, sửa xe và gửi xe





Hình 3.2.13

Các làn riêng dành cho việc đi chung xe ở Hoa Kỳ

Xe đạp: phương tiện giao thông thân thiện nhất với môi trường

Xe đạp là phương tiện giao thông thân thiện với môi trường và tốt cho sức khỏe nhất. Các nhà khoa học tính toán rằng, nếu mỗi ngày đi học hoặc đi làm bằng xe đạp thay vì đi ô tô, mỗi người có thể giảm được khoảng 1 tấn khí nhà kính mỗi năm.

Xe đạp là phương tiện được ưa chuộng ở các nước như Hà Lan, Đan Mạch, Na Uy, Thụy Điển và Đức. Tại Copenhagen, cứ ba người thì có một người đi làm bằng xe đạp. Ở Amsterdam, 40% người dân sử dụng xe đạp hằng ngày và tổng chiều dài các làn đường dành cho xe đạp trong thành phố lên tới 400 km.





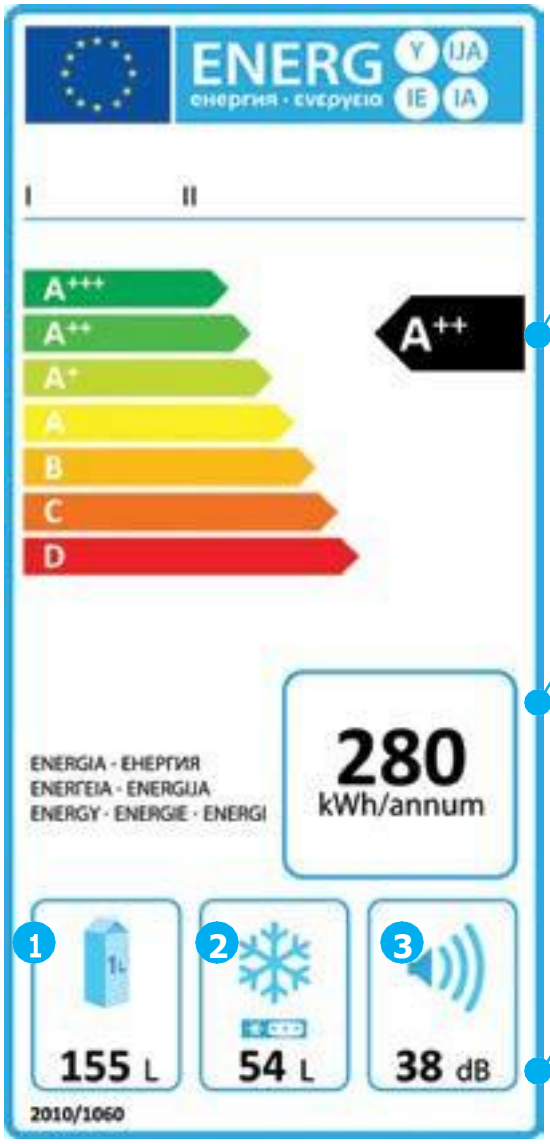
3.2.2 Thiết bị gia dụng và các thiết bị điện

Nhiều quốc gia đã triển khai hệ thống đặc biệt về tiêu chuẩn và gắn nhãn để đánh giá mức độ hiệu quả năng lượng của các thiết bị gia dụng. Cụ thể, nhãn năng lượng châu Âu đã trở thành quy định bắt buộc từ năm 1995 đối với nhiều thiết bị gia dụng và bóng đèn được bán trong Liên minh Châu Âu (Hình 3.2.14). Mục đích của nhãn năng lượng là giúp người tiêu dùng dễ dàng so sánh hiệu suất năng lượng cùng một số đặc điểm khác của các sản phẩm tương tự từ nhiều nhà sản xuất. Theo hệ thống này, những sản phẩm tiết kiệm năng lượng nhất sẽ được gắn nhãn “A”, “A+”, “A++” hoặc “A+++”.

Tại Thái Lan, chương trình dán nhãn hiệu suất năng lượng sử dụng hệ thống sao: số sao càng nhiều, thiết bị càng tiết kiệm năng lượng. Nhãn này cũng cung cấp thông tin cho người tiêu dùng về lượng khí nhà kính được cắt giảm, chi phí điện hàng năm trong quá trình sử dụng, cùng nhiều thông tin khác (Hình 3.2.15).

Tương tự, Philippines áp dụng hệ thống nhãn năng lượng với thang đánh giá 5 sao, trong đó 5 sao thể hiện mức hiệu quả năng lượng cao nhất. Nhãn này được áp dụng cho nhiều loại sản phẩm như đèn LED, đèn huỳnh quang, chấn lưu đèn, tivi, máy điều hòa và tủ lạnh.

Hình 3.2.14 Nhãn dán năng lượng trên các tủ lạnh được bán ra ở Liên minh Châu Âu



Hiệu quả năng lượng

Mức tiêu thụ năng lượng hàng năm (kWh), được đo theo tiêu chuẩn giả định rằng thiết bị hoạt động liên tục 24 giờ mỗi ngày trong suốt 365 ngày

1. Tổng diện tích sử dụng được để lưu trữ thực phẩm tươi (lít)
2. Tổng diện tích sử dụng được để lưu trữ thực phẩm đông lạnh (lít)
3. Chỉ số tiếng ồn (decibel)

Ở Mỹ, sao năng lượng Energy Star là chương trình chứng nhận hiệu quả năng lượng do Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ phát triển vào năm 1992 cho màn hình máy tính có mức tiêu thụ điện năng thấp. Màn hình đáp ứng một số tiêu chí về hiệu suất năng lượng nhất định có quyền được dán nhãn Energy Star và có tới 98% máy tính hiện nay đều được dán nhãn này. Việc sử dụng nhãn đã được mở rộng sang 65 loại hàng hóa khác, từ đồ gia dụng đến các tòa nhà. Hơn 1,4 triệu tòa nhà và hơn 20.000 nhà máy tại Hoa Kỳ hiện nay có chứng nhận Energy Star.

Hình 3.2.15

Nhãn năng lượng của Việt Nam và Mỹ

a)



b)

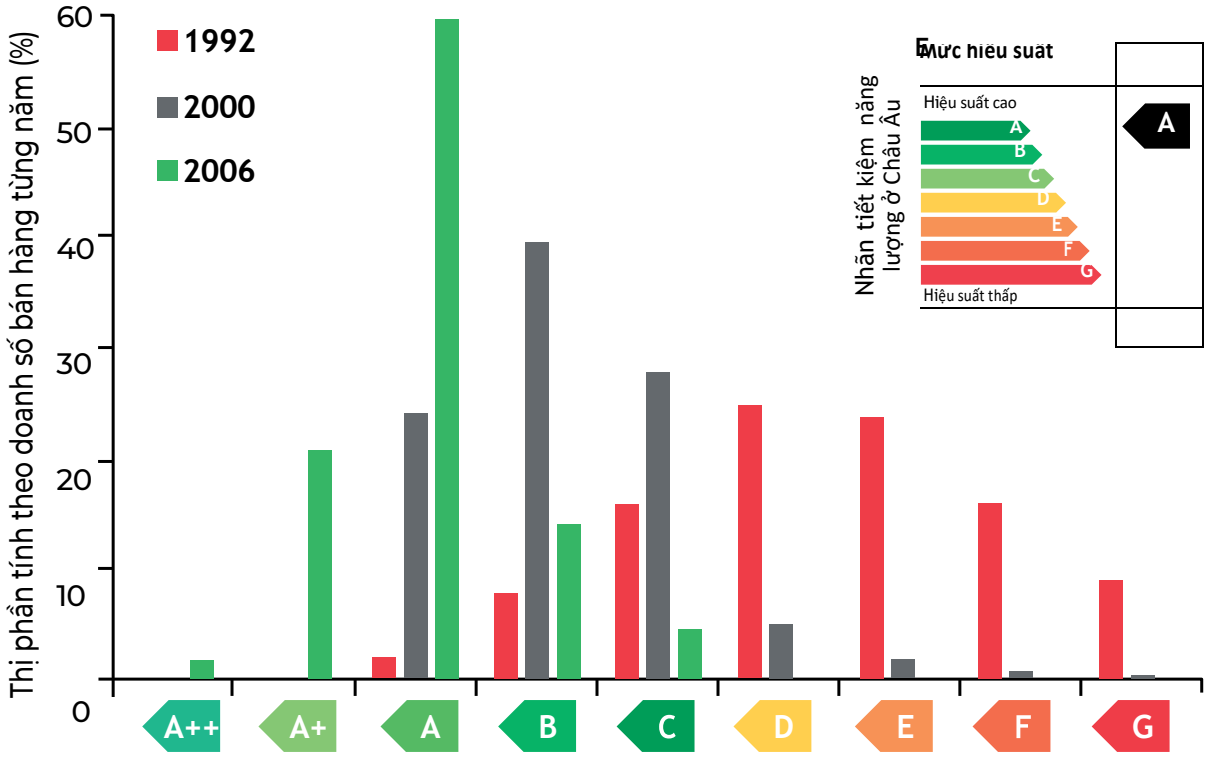


Bạn có để ý những chiếc nhãn năng lượng trên tủ lạnh, máy lạnh hay quạt điện trong nhà mình chưa? Chương trình dán nhãn năng lượng được triển khai bắt buộc tại Việt Nam từ năm 2013 nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng. Các thiết bị đáp ứng tiêu chuẩn sẽ được gắn nhãn năng lượng, áp dụng cho 19 loại sản phẩm từ thiết bị gia dụng, văn phòng, công nghiệp đến phương tiện giao thông. Tính đến năm 2018, khoảng 15.000 mã sản phẩm đã được dán nhãn, trong đó hơn 90% thiết bị gia dụng bán ra trên thị trường có nhãn này. Dự kiến đến năm 2030, chương trình sẽ giúp tiết kiệm 6.000 GWh điện mỗi năm, tương đương hai nhà máy nhiệt điện than 500 MW, giảm 34 triệu tấn CO_2 (tương đương lượng khí thải hàng năm của 8.9 triệu ô tô!) và tiết kiệm 10 nghìn tỷ đồng (480 triệu USD).

Ngày càng nhiều quốc gia ghi nhận lợi ích của các tiêu chuẩn hiệu suất năng lượng và chương trình dán nhãn. Những chương trình này giúp giảm chi phí điện năng, thúc đẩy đổi mới công nghệ, tạo việc làm và cắt giảm phát thải CO_2. Hiện nay, hơn 120 quốc gia đã áp dụng các chương trình dán nhãn cho thiết bị và đồ dùng, trở thành nền tảng trong chiến lược tiết kiệm năng lượng và ứng phó biến đổi khí hậu ở cấp quốc gia. Theo ước tính của Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA), các chương trình như vậy đã hoạt động lâu năm tại Mỹ và EU, giúp tiết kiệm khoảng 15% lượng điện tiêu thụ mỗi năm.

Nhãn hiệu suất năng lượng không chỉ cung cấp thông tin về mức tiêu thụ năng lượng mà còn cho thấy thiết bị thực hiện chức năng chính hiệu quả đến đâu. Chẳng hạn, máy giặt cần giặt sạch và vắt khô - hiệu quả năng lượng là điểm cộng, nhưng không thể thay thế chất lượng hoạt động. Gần đây, người tiêu dùng ngày càng ưu tiên các sản phẩm vừa vận hành tốt, vừa tiết kiệm tài nguyên, từ đó giảm chi phí và bảo vệ môi trường (xem Hình 3.2.16).

Hình 3.2.16 Ảnh hưởng của việc dán nhãn tiết kiệm năng lượng và áp dụng tiêu chuẩn hiệu suất tối thiểu đối với thị trường tủ lạnh và tủ đông ở châu Âu



Ảnh hưởng của các thiết bị điện đối với sức khỏe con người cũng quan trọng như mức chúng tiêu thụ năng lượng. Những tác động của công nghệ mới tới sức khỏe có thể không được phát hiện ngay. Những vấn đề như vậy không có nghĩa là công nghệ mới không nên được sử dụng: việc cải tiến thiết kế có thể đủ để khắc phục vấn đề. Tuy nhiên, chúng ta phải tiếp cận công nghệ mới cẩn thận: không nên định kiến, nhưng phải thận trọng.

Ví dụ, một thiết bị mới đã trở nên phổ biến gần đây là bếp từ, rất dễ sử dụng và rất tiết kiệm năng lượng, vì nó chỉ làm nóng đáy nồi mà không làm nóng toàn bộ không gian xung quanh. Tuy nhiên, tác động của các trường từ dòng xoáy đối với cơ thể con người vẫn chưa được nghiên cứu đầy đủ.

3.2.3 Xây dựng xanh: Các tòa nhà thụ động và chủ động

Mỗi người có một lối sống riêng – không phải gia đình nào cũng sở hữu ô tô hay đầy đủ thiết bị gia dụng. Tuy nhiên, ai cũng cần một mái ấm để trú ngụ. Chính vì vậy, ý tưởng xây dựng những ngôi nhà tiết kiệm năng lượng luôn nhận được sự quan tâm của con người. Từ lâu, các kiểu nhà truyền thống như túp lều của nông dân châu Âu hay lều trại của người du mục đã được xây dựng dựa trên kinh nghiệm tích lũy qua nhiều thế hệ, dù đôi khi chưa có lời giải thích rõ ràng về mặt khoa học. Một ví dụ điển hình là lò sưởi xây bằng gạch phổ biến trong các ngôi nhà ở Đông Âu, Bắc Âu và Bắc Á (Hình 3.2.17). Tường dày giúp giữ nhiệt tốt, trong khi ống khói được chia theo từng đoạn để tận dụng tối đa sức nóng từ khói.

Hình 3.2.17

Lò sưởi gạch truyền thống, một ví dụ điển hình cho hiệu quả về năng lượng



Gần đây hơn, vào năm 1974, việc giá dầu tăng vọt đã làm cho việc cung cấp năng lượng và nhiệt cho các tòa nhà trở nên đắt đỏ hơn nhiều, khiến giới kiến trúc sư và kỹ sư bắt đầu nhìn lại cách con người xây dựng và sử dụng không gian sống. Từ đó, những công nghệ xanh bắt đầu được đưa vào trong thiết kế, cùng với việc sử dụng các nguồn năng lượng thay thế. Nhiều ngôi nhà mẫu đã được xây dựng như những minh chứng sống động cho tiềm năng của xu hướng mới, và ở một số quốc gia, chính phủ cũng tích cực khuyến khích những sáng kiến này.

Hội đồng Xây dựng Xanh Thế giới (World Green Building Council) được thành lập chính thức vào năm 2002 với mục tiêu thúc đẩy ngành xây dựng toàn cầu chuyển mình theo hướng bền vững. Hội đồng là nơi kết nối hơn 30.000 công ty trong lĩnh vực bất động sản và xây dựng đến từ 80 quốc gia. Các thành viên của hội đồng không ngừng tìm kiếm những giải pháp mới để tiết kiệm tài nguyên trong suốt vòng đời của một tòa nhà - từ quá trình xây dựng, sử dụng, sửa chữa cho đến khi tháo dỡ. Xây dựng xanh hướng đến việc giảm phát thải khí nhà kính, hạn chế ô nhiễm nguồn nước, giảm thiểu rác thải và bảo vệ các hệ sinh thái tự nhiên xung quanh. Dù chi phí xây dựng ban đầu có thể cao hơn một chút, nhưng những công trình xanh thường giúp tiết kiệm chi phí vận hành, và khoản đầu tư ấy thường tự hoàn vốn chỉ sau từ 5 đến 10 năm.

Các tòa nhà tiết kiệm năng lượng được phân loại là "thụ động" hoặc "chủ động" tùy theo mức độ hiệu quả trong việc sử dụng năng lượng. Một ngôi nhà thụ động có thể không cần hệ thống sưởi hoặc chỉ tiêu thụ khoảng một phần mười năng lượng so với một ngôi nhà thông thường. Trong khi đó, nhà chủ động không chỉ sử dụng rất ít năng lượng mà còn có khả năng sản xuất năng lượng - thậm chí thừa để truyền ngược lại cho lưới điện quốc gia. Bạn có thể đã từng nghe đến khái niệm "tòa nhà thông minh". Đây là những công trình có khả năng tự động phân tích mức tiêu thụ năng lượng và điều chỉnh các hệ thống sử dụng năng lượng bên trong một cách tự động.

Hình 3.2.18

Ở khu Viikki, thủ đô Helsinki của Phần Lan, đã xây dựng nhiều tòa nhà tiết kiệm năng lượng. Các tấm pin năng lượng mặt trời được lắp đặt ngay trên mặt tiền của những tòa nhà này để thu năng lượng từ ánh nắng.



Nhà thụ động

Một trong những mục tiêu chính của nhà thụ động ở các nước phía Bắc với khí hậu lạnh là giảm tối đa sự thất thoát nhiệt. Lý tưởng nhất, một ngôi nhà thụ động chỉ cần được sưởi ấm bằng nhiệt lượng từ người và các thiết bị trong nhà sinh ra. Nếu cần phải dùng thêm nguồn nhiệt, ưu tiên sẽ được dành cho các nguồn năng lượng tái tạo.

Loại nhà này thường được xây dựng bằng các viên gạch làm từ vật liệu tái chế. Không chỉ tường, mà cả sàn, trần, gác mái, tầng hầm và nền móng đều cần được cách nhiệt kỹ lưỡng.

Thiết kế cũng phải chú trọng tránh các điểm "dẫn lạnh" - những khe hở hoặc điểm nối nhỏ có thể gây thất thoát nhiệt dù ngôi nhà đã được cách nhiệt tốt. Nhờ các kỹ thuật này, lượng nhiệt thất thoát có thể giảm gần 20 lần so với nhà thông thường đấy!



Giấy chứng nhận môi trường cho các tòa nhà

Tiêu chuẩn chứng nhận môi trường cho các tòa nhà đã trở nên phổ biến trong những năm gần đây. Các hệ thống được biết đến và được sử dụng nhiều nhất trên thế giới là BREEAM (Anh), LEED (Hoa Kỳ) và DGNB (Đức)

Hệ thống chứng nhận môi trường BREEAM được phát triển vào năm 1990. Hiện nay, đã có hơn 200.000 tòa nhà trên toàn thế giới nhận được chứng chỉ này. Các tiêu chí để chứng nhận bao gồm chất lượng quản lý tòa nhà, sức khỏe và phúc lợi của cư dân, hiệu quả năng lượng, giao thông, nước, vật liệu, chất thải, việc sử dụng lô đất nơi tòa nhà tọa lạc và mức độ ô nhiễm mà tòa nhà tạo ra.

Hệ thống chứng nhận môi trường LEED ra đời vào năm 1998 với các nhóm tiêu chí: phát triển công trường bền vững, hiệu quả tiêu thụ nước, hiệu quả năng lượng, bảo vệ chất lượng không khí, vật liệu và tài nguyên, chất lượng môi trường bên trong tòa nhà, và cải tiến.

Các tòa nhà có thể được chứng nhận trên bốn cấp độ: Đạt chứng nhận, Bạc, Vàng và Bạch kim, tùy thuộc vào số tiêu chí đạt được.

Ở Việt Nam, LOTUS là hệ thống tiêu chí công trình xanh đầu tiên được phát triển dành riêng cho thị trường xây dựng tại Việt Nam, mang tính tự nguyện, được phát triển bởi Hội đồng Công trình Xanh Việt Nam (VGBC) vào năm 2010. Tương tự như LEED, các công trình được tính điểm và được nhận chứng nhận trên bốn cấp độ.

Tòa nhà nhận được chứng nhận LOTUS Bạch Kim đầu tiên

Năm 2017, Tòa nhà Xanh Một Liên Hợp Quốc (GOUNH) trở thành công trình đầu tiên tại Việt Nam đạt chứng nhận LOTUS Bạch kim. Với 408 tấm pin mặt trời, tòa nhà tạo ra ít nhất 110.000 kWh điện mỗi năm.

Thiết kế bền vững giúp giảm 42% lượng nước tiêu thụ, 28,8% năng lượng sử dụng và hạn chế hiệu ứng đảo nhiệt nhờ 35% mái xanh và 94% cấu trúc tái sử dụng. GOUNH được xây dựng bằng vật liệu thân thiện môi trường, tối ưu hóa hệ thống sưởi, làm mát và sử dụng năng lượng mặt trời.



Trong quá trình xây nhà thụ động, việc thiết kế và bố trí cửa sổ rất quan trọng. Cửa sổ kính hai lớp phải kín gió, đồng thời được phủ lớp phim đặc biệt giúp cho ánh sáng và nhiệt từ bên ngoài đi vào dễ dàng nhưng hạn chế thoát ra bằng cách phản chiếu. Những cửa sổ lớn nhất thường được đặt ở hướng nhận nhiều ánh sáng mặt trời nhất.

Hệ thống sưởi, điều hòa và thông gió trong nhà thụ động thường sử dụng năng lượng hiệu quả hơn nhiều so với các tòa nhà thông thường. Ví dụ, vào mùa đông, không khí lạnh từ bên ngoài được làm ấm nhờ bộ trao đổi nhiệt khi cùng lúc không khí ấm trong nhà thoát ra. Vào mùa hè, không khí nóng bên ngoài được dẫn xuống dưới mặt đất để làm mát trước khi vào nhà. Nguyên lý tương tự cũng được dùng để tận dụng nhiệt từ nước thải.

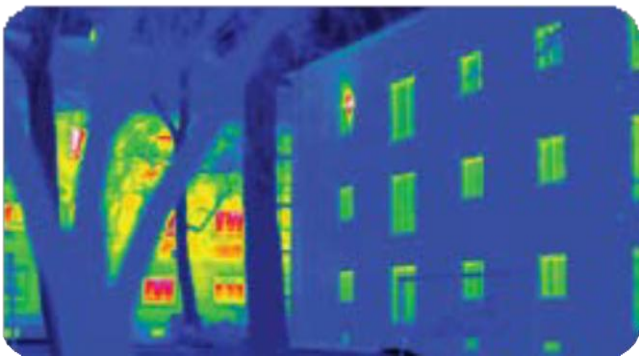
Dù thiết kế tối ưu, nhà thụ động đôi khi vẫn cần hệ thống sưởi hoặc làm mát bổ sung, nhưng lượng năng lượng tiêu thụ là rất ít. Tuy nhiên, thiết kế tiên tiến này cũng có thách thức riêng, như cần kiểm soát kỹ hệ thống ống dẫn không khí để tránh tích tụ bụi, sử dụng vật liệu an toàn, đồng thời ngăn ngừa các lỗi dẫn nhiệt ảnh hưởng đến chất lượng không khí. Việc đảm bảo đồ đạc trong nhà không phát tán chất độc hại cũng rất quan trọng.

Các tấm pin mặt trời và (nếu thích hợp) các tuabin gió nhỏ được lắp đặt trên mái nhà. Hệ thống chiếu sáng tiết kiệm nhất (LED) được sử dụng và thậm chí có thể chỉ cần sử dụng ánh sáng mặt trời để chiếu sáng tòa nhà.

Cộng lại, những thiết bị này và các thiết bị khác có thể tạo ra sự tiết kiệm đáng kể.

Việc xây dựng nhà tiết kiệm năng lượng theo tiêu chuẩn thụ động ngày càng phổ biến. Đến năm 2022, có hơn 120.000 tòa nhà thụ động trên toàn cầu, bao gồm văn phòng, cửa hàng, trường học và nhà trẻ, phần lớn tập trung ở châu Âu. Ban đầu, khái niệm này phát triển tại Đức và các vùng có khí hậu tương tự, nhưng nay đã được áp dụng rộng rãi trên thế giới với các tiêu chuẩn phù hợp cho từng vùng khí hậu.

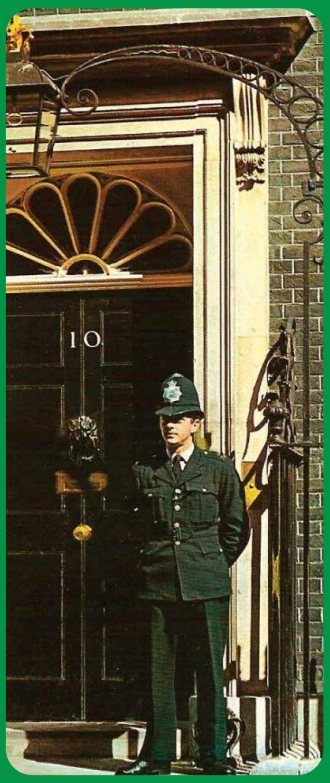
Cụ thể, ở vùng khí hậu lạnh, thiết kế nhà thụ động tập trung vào giảm thất thoát nhiệt và tận dụng nhiệt mặt trời. Ở vùng khí hậu ôn hòa hơn, cách nhiệt vừa phải và nâng cao hiệu suất cửa sổ là đủ, nhưng cần cân nhắc kỹ về khả năng làm mát mùa hè. Với khí hậu nóng, cách nhiệt phải tốt hơn, đồng thời hạn chế nhiệt truyền qua cửa sổ, tường và mái. Ở những vùng nóng ẩm, cần thêm biện pháp chống ẩm. Các ví dụ về nhà thụ động ở Canada, Mỹ, Đức, Trung Quốc, Hy Lạp, Tây Ban Nha, Đài Loan, Mexico và UAE cho thấy tiềm năng áp dụng rộng rãi ở nhiều điều kiện khí hậu khác nhau.



Hình 3.2.19

Ảnh hồng ngoại cho thấy hiệu quả cách nhiệt của nhà thụ động (bên phải) khi so sánh với nhà thông thường (bên trái)

Dinh thự tiết kiệm năng lượng của Thủ tướng Anh



Tòa nhà số 10 - 12 phố Downing là một khu phức hợp nổi tiếng ở London, Vương quốc Anh, là dinh Thủ tướng Anh.

Tòa nhà 300 năm tuổi này gần đây đã trải qua quá trình hiện đại hóa và tân trang theo từng giai đoạn để tiết kiệm năng lượng hơn. Các sáng kiến thân thiện với môi trường được sử dụng bao gồm

- Kiểm soát ánh sáng bằng cảm biến chuyển động và đèn năng lượng thấp,
- Thu hồi nhiệt thải từ thiết bị công nghệ thông tin để đun nước nóng,
- Hệ thống cách nhiệt,
- Thiết bị gia dụng ít sử dụng nước,
- Thu thập nước mưa để tưới vườn,
- Hệ thống quản lý tòa nhà với chức năng giám sát,
- Gỗ có nguồn gốc từ các nguồn hợp pháp và bền vững,
- Hơn 90% chất thải xây dựng được tái chế.

Nhờ cải tạo, dinh Thủ tướng Anh đã nhận được xếp hạng 'Rất tốt' của tiêu chuẩn BREEAM.

Trường học thân thiện với khí hậu tại Hoa Kỳ

Trường Sidwell Friends ở Bethesda, bang Maryland và ở bang Washington DC đã thành công trong việc giảm 60% lượng điện tiêu thụ và 90% lượng nước tiêu thụ.

Rau học sinh trồng trên mái tòa nhà bằng nước mưa được phục vụ trong bữa trưa ở trường. Nước đạt yêu cầu để uống chỉ được sử dụng để uống.

Trường nằm ở một vùng nóng ở Mỹ, vì vậy, tòa nhà trường có hệ thống tháp làm mát riêng, giúp hạ nhiệt độ của không khí nóng từ bên ngoài trước khi đi vào bên trong.

Điều hòa chỉ cần thiết trong các lớp học vào những ngày đặc biệt nóng.



Hệ thống quang học đã được lắp đặt để điều chỉnh luồng ánh sáng mặt trời, dẫn ánh sáng đến các phòng tối hơn trong tòa nhà. Cửa sổ ở phía có nắng của tòa nhà có các tấm che đặc biệt để bảo vệ bên trong khỏi bị quá nóng.

Các tòa nhà chủ động

Tòa nhà chủ động kết hợp một số khái niệm tương tự như tòa nhà thụ động, chẳng hạn như cách nhiệt hoặc việc tối ưu hóa ánh sáng vào cửa sổ. Khác biệt ở chỗ, nó thúc đẩy hệ thống năng lượng tái tạo, như máy nước nóng năng lượng mặt trời và/hoặc máy bơm nhiệt địa nhiệt. Tòa nhà tiết kiệm năng lượng chủ động đầu tiên trên thế giới được xây dựng tại Đan Mạch. Đan Mạch còn có một cổng thông tin trên Internet dành cho các tòa nhà chủ động tại www.activehouse.info. Một dự thảo chỉ thị của EU từ năm 2023 quy định về hiệu suất năng lượng của các tòa nhà kêu gọi tất cả các tòa nhà mới phải đạt mức trung hòa phát thải từ năm 2030, với mục tiêu có các tòa nhà trung hòa phát thải vào năm 2050. Điều đó có nghĩa là các tòa nhà như vậy cần có cả đặc điểm của tòa nhà thụ động và chủ động.

Những ngôi nhà chủ động ở Đan Mạch



Home for Life' ở Đan Mạch là một ví dụ về nhà chủ động trung hòa phát thải carbon. Ngôi nhà sản xuất 9kWh/m² năng lượng mỗi năm - nhiều hơn mức nó tiêu thụ. Một máy bơm nhiệt từ năng lượng mặt trời và 7 m2 bộ thu năng lượng mặt trời đã tạo ra năng lượng để sưởi ấm và nước nóng, trong khi tấm pin mặt trời 50 m² tạo ra điện. Cửa sổ từ sàn đến trần nhà bao phủ 40% mặt nhà - gấp đôi diện tích của một ngôi nhà thường.

Nó cũng giúp chiếu sáng và sưởi ấm các phòng bằng ánh sáng mặt trời. Tất cả các phòng đều được trang bị cảm biến nhiệt, mức CO2 và độ ẩm, và một hệ thống điều khiển thông minh đảm bảo ngôi nhà điều chỉnh theo nhu cầu của gia đình cho một không khí thoải mái, lành mạnh. Cơ chế mở cửa sổ tự động cho không khí trong lành vào, trong khi các cảm biến sẽ tắt đèn khi bạn rời khỏi phòng.

Hệ thống quang học đã được lắp đặt để điều chỉnh luồng ánh sáng mặt trời, dẫn nó đến các phòng tối hơn trong tòa nhà. Cửa sổ ở phía có nắng của tòa nhà có các tấm che đặc biệt để bảo vệ bên trong khỏi bị quá nóng.

3.2.4 Thành phố xanh

Trên thế giới có rất nhiều ví dụ về việc sử dụng công nghệ tiết kiệm năng lượng trong các tòa nhà. Gần đây, con người đã bắt đầu thực hiện những dự án quy mô lớn hơn ở cấp độ thành phố. Một mục tiêu đầy tham vọng là xây dựng những thành phố thân thiện với môi trường. Hãy tưởng tượng một thành phố được thiết kế hài hòa với thiên nhiên, nơi con người chỉ sử dụng đúng lượng tài nguyên mà họ thực sự cần và luôn nỗ lực bảo vệ môi trường sống. Tất cả năng lượng trong thành phố đều được tạo ra từ các nguồn năng lượng tái tạo. Rác thải được tái chế và tái sử dụng. Người dân ở thành phố ấy hiểu rõ tầm quan trọng của việc chăm sóc Trái Đất và yêu thương lẫn nhau, vì thế họ sống trong bình yên và hòa hợp.

Ngày càng có nhiều người trên thế giới mong muốn giấc mơ này trở thành hiện thực, vì vậy việc thiết kế các thành phố xanh đang nhận được sự quan tâm ngày càng lớn. Những thành phố như vậy có không khí trong lành và nguồn nước sạch. Rác thải và nước thải đều được tái chế và tái sử dụng. Mái nhà được tận dụng làm vườn hoặc lắp đặt các tấm pin mặt trời, đồng thời có bể chứa để thu gom nước mưa. Các công nghệ nhà ở chủ động và thụ động được sử dụng trong xây dựng các tòa nhà dân cư, công cộng và thương mại.

Không thể biến tất cả các thành phố trở nên thân thiện với môi trường trong một sớm một chiều, nhưng giấc mơ ấy đang dần trở thành hiện thực ở nhiều nơi trên thế giới. Nhiều thành phố đã được công nhận vì cách quản lý môi trường xuất sắc. Trong khi đó, một số thành phố khác như Bangkok và Kuala Lumpur đang từng bước hồi sinh các khu đô thị bằng cách tạo thêm không gian xanh, xây dựng hệ thống giao thông sạch hơn, và phát triển các giải pháp quản lý nước và sản xuất điện hiệu quả.





SamsØ, Đan Mạch

Người dân trên đảo SamsØ của Đan Mạch đã tự cung cấp đủ năng lượng từ các nguồn tái tạo và thậm chí còn bán bớt phần năng lượng dư thừa. Kết quả này đạt được sau 10 năm nỗ lực và khoản đầu tư 80 triệu đô la Mỹ, nhưng số tiền này đã được thu hồi nhờ doanh thu từ việc bán điện. Người dân trên đảo đã xây dựng 10 tuabin gió trên đất liền và 11 tuabin ngoài khơi, tạo ra tổng cộng 28 GWh năng lượng mỗi năm.

Hệ thống sưởi ấm trên đảo sử dụng sinh khối tái tạo: rơm, mùn cưa và các loại phế phẩm thực vật khác được đốt trong các nồi hơi công nghiệp.

Đảo SamsØ có diện tích 114 km², kéo dài khoảng 50 km theo hướng bắc – nam và rộng hơn 20 km ở điểm lớn nhất. Trên đảo có khoảng 4.000 người sinh sống, phần lớn làm nông nghiệp. Khu dân cư lớn nhất là Tranebjerg, với chỉ 800 người, nhưng vẫn tự hào được gọi là một "thị trấn".



Thành phố Masdar, Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất

Thành phố Masdar (từ "masdar" trong tiếng Ả Rập có nghĩa là "nguồn") là một thành phố sinh thái mới tại Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất (UAE). Thành phố này nằm ở tiểu vương quốc Abu Dhabi, cách thủ đô 17 km và gần sân bay quốc tế.

Chính quyền Abu Dhabi đã đưa ra ý tưởng xây dựng một thành phố xanh giữa sa mạc và khởi động dự án vào năm 2006 với ngân sách 22 tỷ đô la Mỹ. Khi hoàn thành, thành phố Masdar dự kiến sẽ có khoảng 45.000–50.000 cư dân và khoảng 60.000 người đến làm việc mỗi ngày. Hầu hết các công ty và cơ sở sản xuất trong thành phố sẽ tập trung vào nghiên cứu, phát triển và chế tạo công nghệ cùng sản phẩm thân thiện với môi trường. Thành phố không cho phép xe ô tô hoạt động: cư dân có thể lựa chọn đi bộ, xe đạp, phương tiện công cộng hoặc taxi tự động. Một bức tường cao đang được xây dựng bao quanh thành phố để chắn gió nóng từ sa mạc, cũng như tạo bóng râm cho đường phố.

Thành phố Masdar được thiết kế để trở thành trung tâm của các công ty công nghệ sạch. Viện Khoa học và Công nghệ Masdar đã bắt đầu hoạt động tại đây từ tháng 9 năm 2010. Thành phố cũng là nơi đặt trụ sở của Cơ quan Năng lượng Tái tạo Quốc tế (IRENA).

Thành phố Masdar cho thấy sống bền vững không dễ dàng, nhưng nhờ xe scooter điện, xe tự động và công nghệ xanh, nơi đây đang mang đến những giải pháp thiết thực và lựa chọn thông minh cho một tương lai bền vững.





Singapore

Singapore được mệnh danh là “Thành phố trong vườn” nhờ có nhiều mảng xanh, sự hỗ trợ cho doanh nghiệp bền vững cũng như thành công trong việc giảm ô nhiễm không khí và nước lâu năm nhờ chính sách và thay đổi hành vi. Tuy nhiên, dù có cảnh quan xanh và quy định nghiêm ngặt về phương tiện giao thông, Singapore vẫn có lượng khí nhà kính bình quân đầu người cao nhất thế giới, chủ yếu do ngành năng lượng dựa vào nhiên liệu hóa thạch và công nghiệp hóa dầu.



Xamneua, Lào

Thành phố Xamneua đã nhận Giải thưởng Thành phố Bền vững về Môi trường ASEAN năm 2021 nhờ chất lượng không khí tốt và định hướng phát triển thân thiện với môi trường. Kế hoạch phát triển của thành phố dựa trên mô hình đô thị bền vững, với các mục tiêu như tăng không gian xanh công cộng, đảm bảo nguồn nước sạch tự nhiên, giảm thiểu rác thải và hướng đến 100% tái sử dụng, tái chế trong cộng đồng. Thành phố cũng đang chuẩn bị triển khai hệ thống giám sát và kiểm soát chất lượng không khí và nước một cách toàn diện.



Sherford, Anh

Sherford là một thị trấn thân thiện với môi trường mới, được quy hoạch theo phong cách truyền thống của Anh. Dự án được khởi công vào năm 2015 và được Vua Charles Đệ Tam hỗ trợ. Tất cả các công trình tại đây sẽ được xây dựng bằng vật liệu thân thiện với môi trường, sản xuất tại Anh và cách công trường không quá 80 km. Điều này giúp giảm lượng khí thải cacbon từ nhiên liệu xe cộ nhờ rút ngắn khoảng cách vận chuyển vật liệu.

Sherford áp dụng mô hình đô thị hóa truyền thống để đạt được trung hòa carbon, bằng cách xây dựng các tòa nhà tiết kiệm năng lượng và bố trí quy hoạch sao cho cư dân sống gần trục đường chính. Điều này giúp việc đi lại bằng xe đạp hoặc đi bộ trở nên dễ dàng, hạn chế nhu cầu sử dụng phương tiện cơ giới. Không gian mái nhà sẽ được tận dụng để lắp pin mặt trời và trồng cây xanh. Khoảng một phần tư số nhà sẽ thuộc diện "giá rẻ", nhằm giải quyết khoảng cách lớn giữa giá nhà và thu nhập trong khu vực.

Huế, Việt Nam



Thành phố Huế hợp tác với các nhà khoa học để thực hiện ý tưởng thành phố xanh, tập trung kết hợp các giải pháp dựa vào thiên nhiên thông qua phát triển và mở rộng cơ sở hạ tầng cây xanh - mặt nước. Cơ sở hạ tầng này bao gồm các không gian xanh như rừng đô thị, công viên, mái nhà xanh, và các không gian mặt nước như hồ, sông, kênh rạch. Những giải pháp này giúp bảo vệ hệ sinh thái và tăng khả năng phục hồi sinh thái của thành phố và khu vực lân cận. Ngoài ra, Huế cũng phối hợp với các tổ chức môi trường và xã hội để giảm thiểu tác động của rác thải nhựa lên hệ thống sông ngòi, đất ngập nước và bờ biển. Năm 2024, thành phố Huế được trao giải Thành phố Du lịch Sạch ASEAN, dựa trên 108 tiêu chí thuộc bảy hạng mục, bao gồm vệ sinh, quản lý chất thải và ý thức bảo vệ môi trường.

Nakhon Ratchasima, Thái Lan



Thành phố Nakhon Ratchasima, thành phố lớn thứ ba của Thái Lan, đang khởi động dự án phát triển tuyến đường sắt điện mới. Tuyến đầu tiên sẽ dài hơn 11,2 km chạy xuyên suốt thành phố, được kết nối với tuyến đường sắt cao tốc và đường cao tốc. Dự án giao thông công cộng này nhằm thay thế các phương tiện truyền thống như xe buýt nhỏ, ô tô cá nhân và xe máy mà người dân thường sử dụng. Khi đi vào hoạt động, hệ thống này sẽ giúp giảm ùn tắc giao thông, giảm tác động sức khỏe do ô nhiễm không khí và giảm khí thải nhà kính từ việc đốt nhiên liệu.

Vancouver, Canada

Thành phố Vancouver ở Canada được biết đến là một trong những thành phố thân thiện với môi trường nhất Bắc Mỹ. Thành phố đã đưa ra một kế hoạch tham vọng nhằm trở thành thành phố xanh nhất thế giới. Kế hoạch này được chính quyền thành phố phối hợp cùng người dân địa phương phát triển, bao gồm các biện pháp như chuyển đổi hoàn toàn sang năng lượng tái tạo vào năm 2050, chương trình không rác thải, mở rộng mạng lưới đi bộ và xe đạp, phát triển các tòa nhà xanh và giao thông công cộng, mở rộng không gian xanh, cũng như tăng cường các chợ nông sản địa phương và vườn cộng đồng. Chính quyền thành phố đã thành lập Quỹ Thành phố Xanh trị giá 2 triệu đô Canada, hợp tác cùng Quỹ Vancouver nhằm hỗ trợ các dự án do cộng đồng khởi xướng vì thành phố xanh. Khi tất cả các biện pháp này được thực hiện đầy đủ, Vancouver đặt mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính từ cộng đồng xuống 80% so với mức năm 2007 vào năm 2050.



CÂU HỎI

1. Thời điểm nào trong ngày là giờ cao điểm tiêu thụ điện?

2. Bạn có nghĩ rằng các quốc gia nóng cũng cần quan tâm đến việc tiết kiệm năng lượng không?

3. Một thành phố cần được thiết kế như thế nào nếu muốn trở thành "thành phố xanh"?

4. Theo bạn, vào những ngày nóng, nhà của bạn bị nóng lên nhiều nhất ở đâu? Có cách nào để khắc phục không?

5. Sự khác nhau giữa nhà "thụ động", "chủ động" và "thông minh" là gì?





BÀI TẬP

1

Hỏi bố mẹ về hóa đơn tiền điện của gia đình trong vòng 1 năm qua. Ghi lại số kilowatt-giờ (kWh) đã sử dụng mỗi tháng và vẽ biểu đồ thể hiện mức tiêu thụ điện.

Sau đó, tìm hiểu xem những thiết bị điện chính trong gia đình bạn sử dụng bao nhiêu điện, như tủ lạnh, máy giặt, máy hút bụi, TV, đèn, v.v. Bạn có thể làm điều này bằng cách: (1) Tìm công suất (Watt) của từng thiết bị trong sách hướng dẫn hoặc trên nhãn dán thiết bị; (2) Ước lượng mỗi thiết bị dùng khoảng bao nhiêu giờ mỗi ngày; (3) Nhân số giờ đó với số ngày trong tháng; (4) Nhân công suất của thiết bị với tổng thời gian sử dụng để tính lượng điện tiêu thụ.

Vẽ biểu đồ thứ hai trên cùng trang giấy, thể hiện tổng lượng điện tiêu thụ của từng thiết bị. Phân tích biểu đồ xem thiết bị nào tiêu tốn nhiều điện nhất và lý do vì sao. Thảo luận với bố mẹ xem gia đình có thể giảm lượng điện tiêu thụ bằng cách nào.

2

Vẽ một bản đồ lớn của một thành phố xanh nơi bạn muốn sống. Đặt tên cho thành phố. Thành phố sẽ nằm ở đâu trên thế giới?
Mô tả chi tiết thành phố: Đường sá sẽ được quy hoạch như thế nào? Xe cơ giới có được phép lưu thông không? Trong thành phố sẽ có loại công ty, ngành công nghiệp nào (nếu có)? Khu dân cư sẽ được đặt ở đâu và vì sao? Vẽ ngôi nhà bạn sẽ sống trong thành phố đó. Đó là loại nhà gì, làm bằng vật liệu gì? Sau đó, viết một đoạn văn ngắn giới thiệu về thành phố và ngôi nhà mơ ước của bạn.

3

Tìm hiểu về các sáng kiến môi trường ở các thành phố khác nhau trên thế giới bằng từ khóa “Thành phố bền vững” “Thành phố xanh” trên wikipedia hoặc Google và các nguồn tài liệu trực tuyến khác. Tìm thông tin chi tiết về trạng thái hiện tại của bất kỳ thành phố bền vững, xanh hoặc sinh thái nào và báo cáo về thành phố này ở trường.

3.3 Dấu chân Carbon và cách ta có thể góp phần giảm thiểu cho hành tinh

3.3.1 Dấu chân carbon

Bất kỳ hoạt động nào của con người có sử dụng năng lượng đều gây tác động đến khí hậu.

Chúng ta đi xe, di chuyển đến các thành phố hoặc quốc gia khác bằng máy bay, xem TV, sử dụng máy tính, nấu ăn và bảo quản thực phẩm trong tủ lạnh. Chúng ta chặt cây để sản xuất giấy và đồ nội thất. Vào mùa đông, chúng ta bật hệ thống sưởi; mùa hè, chúng ta dùng điều hòa; và suốt cả năm, chúng ta thắp sáng nhà cửa bằng điện. Bằng tất cả những hành động đó, mỗi người đều để lại "dấu chân carbon" của riêng mình trên Trái Đất.

Dấu chân carbon của một thành phố hoặc quốc gia là tổng lượng khí nhà kính mà tất cả cá nhân và tổ chức tại đó tạo ra thông qua các hoạt động họ làm, các sự kiện họ tham gia và những sản phẩm họ tiêu thụ, dù là trực tiếp hay gián tiếp.

Hình 3.3.1 Ví dụ về nguồn phát thải khí nhà kính





Hành động có trách nhiệm với môi trường xuất phát từ động lực giảm lượng phát thải khí nhà kính hay dấu chân carbon của mình.

Thông thường, tất cả các loại khí nhà kính đều được quy đổi thành lượng CO_2 tương đương để dễ hiểu và tính toán, được biểu thị bằng đơn vị khối lượng CO_2 tương đương (CO_2tđ).

Dấu chân carbon của một số hoạt động thường ngày:

- Gửi một email – 4 g
- Gửi email kèm tệp đính kèm lớn – 50 g
- Một túi ni lông – 10 g
- Một chai nước 0.5 lít (sản xuất tại địa phương) – 110 g
- Một chai nước bình thường – 160 g
- Một cây kem – 500 g
- Một chiếc quần bò – 6 kg

Phát thải trực tiếp là lượng CO_2 được tạo ra do việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch, ví dụ như khí nhà kính thải ra khi vận hành một nhà máy hoặc khi xe chạy bằng xăng, dầu.

Phát thải gián tiếp là lượng CO_2 được thải ra trong quá trình sản xuất và vận chuyển năng lượng để làm ra các sản phẩm và dịch vụ mà bạn sử dụng. Đây là phần của dấu chân carbon mà ta có thể chủ động giảm bớt: suy nghĩ kỹ trước khi mua ly dùng một lần, suy nghĩ kỹ trước khi đi xe và chọn đi bộ, suy nghĩ kỹ trước khi bật máy giặt khi chưa đầy quần áo.

Việc tính toán dấu chân carbon (đặc biệt là lượng phát thải gián tiếp) rất phức tạp vì chúng ta phải xem xét nhiều yếu tố và thu thập rất nhiều thông tin. Ngoài ra, dấu chân carbon của một sản phẩm có thể giống nhau với nhà sản xuất, nhưng lại khác nhau đối với từng người tiêu dùng, vì phải tính thêm chi phí vận chuyển và các yếu tố khác để đưa sản phẩm đến tay người mua.

Ví dụ, một quả táo hái từ vườn và ăn ngay dưới gốc cây thì có dấu chân carbon là 0 gam CO_2. Nếu bạn mua táo được trồng ở vùng lân cận, dấu chân carbon của mỗi quả táo là 10 gam CO_2. Còn nếu mua táo nhập khẩu từ nước ngoài (ví dụ như từ Mỹ), dấu chân carbon của mỗi quả có thể lên tới 150 gam CO_2.

Các công ty có trách nhiệm với môi trường có thể bù đắp dấu chân carbon của mình bằng cách đầu tư vào các dự án vì khí hậu, trồng cây hoặc mua chứng chỉ bù đắp carbon từ những tổ chức uy tín.

Những sản phẩm hoặc dịch vụ có lượng khí CO_2 rất thấp, bằng 0, hoặc đã được bù đắp hoàn toàn, có thể được dán nhãn “ít carbon” hoặc “trung tính carbon” để thể hiện rằng chúng thân thiện với khí hậu. Các nhãn này có thể ảnh hưởng đến quyết định mua hàng, vì người tiêu dùng thường ưu tiên chọn những sản phẩm hoặc dịch vụ thân thiện với môi trường.

Một vài ví dụ về nhãn trung hoà carbon:



3.3.2 Tôi có thể giúp hành tinh như thế nào? Giảm dấu chân carbon

Khí nhà kính làm Trái Đất nóng lên, và chính những thói quen hàng ngày của chúng ta góp phần tạo ra chúng. Hãy cùng khám phá cách chúng ta có thể giảm dấu chân carbon và giúp Trái Đất nhé!

Nhiệt độ không khí trong nhà

Ở các nước có khí hậu lạnh, hầu hết các tòa nhà đều có hệ thống sưởi và cách nhiệt. Tuy nhiên, nhiều hệ thống sưởi trong các toà nhà cũ được lắp đặt khi giá năng lượng còn rẻ và hiệu suất năng lượng chưa được ưu tiên. Hệ thống sưởi và cách nhiệt đều chưa được hiệu quả, nhiệt bị thất thoát nhiều. Ở một số nơi, nhiệt điện được tạo ra từ việc đốt than hoặc khí gas – điều này làm tăng phát thải khí nhà kính, ảnh hưởng tới khí hậu.

Có nhiều cách để tận dụng nhiệt lượng mà không gây hại cho Trái Đất, bao gồm bộ thu năng lượng mặt trời hoặc hệ thống máy bơm nhiệt. Nhưng những phương pháp này vẫn khá đắt đỏ và khó áp dụng cho các tòa nhà cũ.

Giải pháp đơn giản và dễ làm nhất chính là cải thiện hệ thống giữ nhiệt!

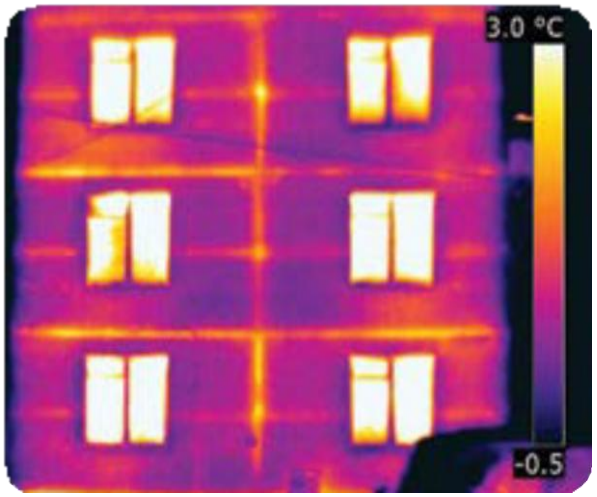
Mất nhiệt phụ thuộc vào hai yếu tố: Chênh lệch nhiệt độ giữa bên trong với bên ngoài ngôi nhà, và khả năng cách nhiệt của tường, trần, cửa sổ và sàn nhà. Các tòa nhà mất một phần nhiệt đáng kể do hệ thống thông gió. Nhiệt bị mất cũng có thể xảy ra do lỗi thiết kế, chất lượng xây dựng kém, hay do tòa nhà và vật liệu cách nhiệt đã quá cũ.

Có thể xem mức độ giữ nhiệt của tường, trần nhà và cửa sổ và phát hiện nơi rò rỉ nhiệt bằng phương pháp chụp ảnh nhiệt. Phương pháp này được thực hiện bằng thiết bị ghi hình trực quan đặc biệt cho thấy sự phân bố nhiệt độ trên mọi bề mặt, chẳng hạn như tường nhà. Sự phân bổ nhiệt được hiển thị trên màn hình (và được ghi lại trong bộ nhớ) của camera thiết bị dưới dạng trường màu, trong đó nhiệt độ nhất định tương ứng với một màu nhất định. Bên cạnh hình ảnh luôn có thang đo giải thích sự tương ứng giữa các màu trong hình và phạm vi nhiệt độ cụ thể.

Nguồn thất thoát nhiệt điển hình ở nhà tiền chế (loại nhà được ráp lại từ các bộ phận đã sản xuất trước, như thép) xảy ra tại các mối nối giữa các tấm tường ngoài. Biện pháp khắc phục duy nhất (ngoài việc phá dỡ) là sửa chữa toàn bộ mặt ngoài sử dụng thạch cao giữ nhiệt công nghệ mới nhất. Chất lượng lắp đặt cửa sổ cũng có thể quyết định mức độ thất thoát nhiệt, ngay cả trong các tòa nhà mới và đã được cải tạo.

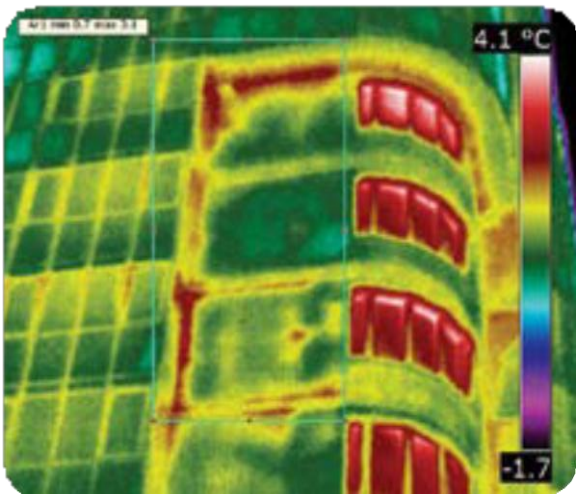
Hình 3.3.2

Một toà nhà năm tầng từ những thập niên 60 đang "rực lửa" với nhiệt "tràn ra" từ các khe nối tường.



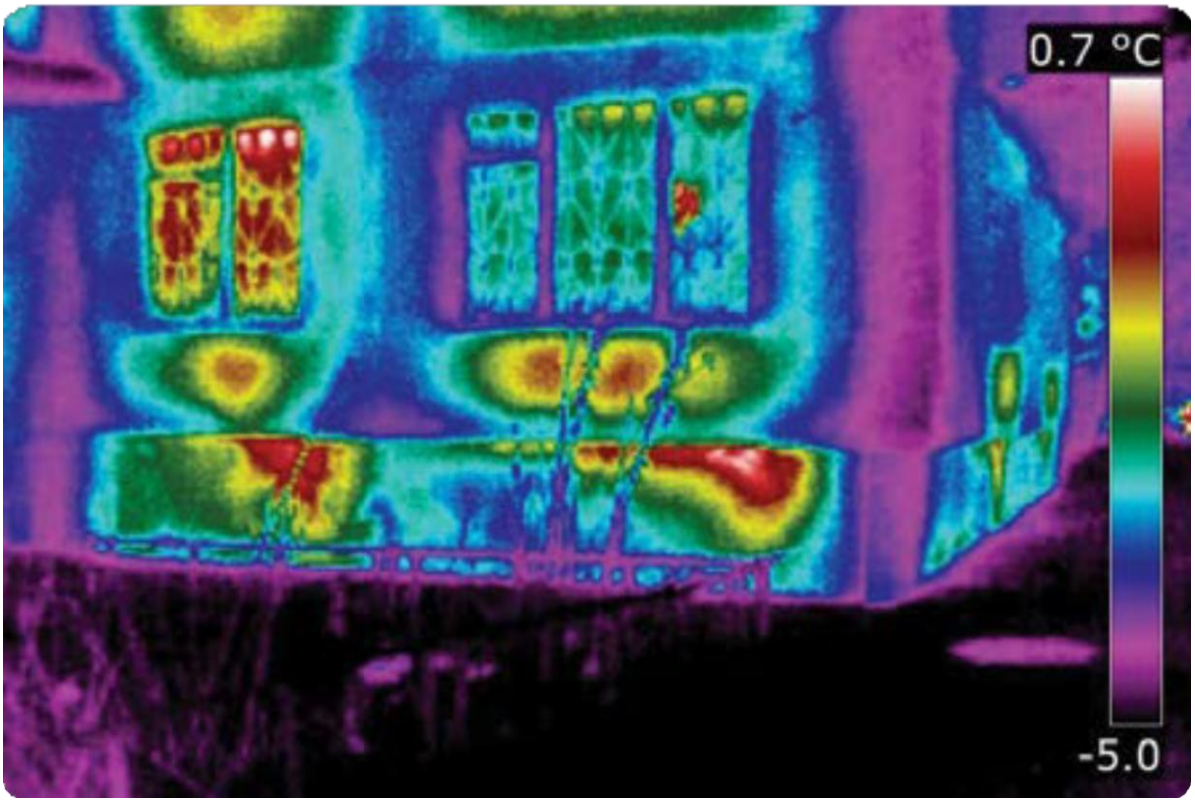
Hình 3.3.3

Thất thoát nhiệt nghiêm trọng ở góc tòa nhà gạch này xảy ra tại điểm nối của lớp kính ban công với bức tường và tại nơi trần nhà tiếp giáp với tường



Hình 3.3.4

Vùng hiển thị màu đỏ là nơi các bộ tản nhiệt được gắn vào tường của tòa nhà chung cư cũ này.





Làm mát ngôi nhà của bạn

Có nhiều cách giúp giữ cho ngôi nhà mát mẻ trong những ngày nóng, đồng thời giảm chi phí điện năng và lượng khí nhà kính phát thải. Ta cùng khám phá từ những giải pháp đơn giản, ngắn hạn đến những lựa chọn đầu tư dài lâu, hiệu quả về sau nhé:

- Lưu thông không khí trong nhà bằng quạt cầm tay hoặc quạt điện. Việc sử dụng quạt điện rẻ và ít tiêu thụ năng lượng hơn so với sử dụng điều hòa. Quạt có cánh lớn sẽ làm mát tốt hơn quạt có cánh nhỏ.
- Đóng cửa sổ vào sáng sớm để giữ không khí mát mẻ trong nhà.
- Mở cửa sổ vào ban đêm để làm mát ngôi nhà.
- Sử dụng rèm, bạt vải che nắng ngoài trời và cây xanh để tạo bóng mát.
- Tìm kiếm các thiết kế hỗ trợ làm mát thụ động khi mua, thuê hoặc xây nhà. Ví dụ, tối ưu hoá hệ thống thông gió tự nhiên, sử dụng vật liệu giúp điều hòa nhiệt độ không khí trong nhà như bê tông, gạch hoặc đá.
- Thêm cây cảnh trong nhà cạnh cửa sổ và tường để giúp cản nhiệt và tăng cường lưu thông khí.
- Ưu tiên chọn điều hòa có nhãn hiệu suất cao, hoặc máy inverter vì chúng tiết kiệm năng lượng hơn. Nếu bạn bật máy điều hòa, hãy đặt nhiệt độ ở mức 27°C trở lên để sử dụng ít điện hơn trong khi vẫn đảm bảo điều kiện nhiệt độ thoải mái. Nhớ bảo dưỡng điều hòa thường xuyên nhé! Điều hòa cần được vệ sinh và bảo dưỡng thường xuyên, nếu không máy sẽ kém hiệu quả. Khi sử dụng máy điều hòa, đừng quên đóng cửa sổ và cửa ra vào, đồng thời sử dụng thêm rèm nếu có thể. Nhớ sử dụng bộ hẹn giờ để tự động tắt để đảm bảo bạn không sử dụng quá mức.
- Ưu tiên vải mỏng nhẹ, thoáng khí khi chọn khăn trải giường và rèm cửa.
- Đừng quên giữ mát cơ thể nha! Bạn nên uống nhiều nước và mặc quần áo thoáng khí. Đảm bảo không gian trong và ngoài nhà có bóng râm để tránh nắng những ngày nóng bức.





Nấu ăn

Bếp điện là thiết bị "tốn kém" vì khi bật tất cả các bếp cùng một lúc, nó có thể tiêu thụ tới 20 kW điện, gấp 10 lần 1 chiếc ấm điện lớn hay bàn là.

- Dùng nồi, chảo đáy phẳng và dày để nấu nhanh hơn, tránh lãng phí nhiệt. Nếu đáy không đều hoặc đáy lõm, thời gian nấu thức ăn có thể lâu hơn đến 40%.
- Chọn nồi có kích thước phù hợp với mặt bếp để giảm thất thoát nhiệt.
- Luôn đậy nắp khi nấu sẽ giúp tiết kiệm điện năng lên đến 2,5 lần.
- Tắt bếp sớm 5 phút, phần nhiệt còn lại sẽ đủ để làm chín thức ăn.
- Dùng nồi áp suất, nồi đa năng giúp tiết kiệm 30–40% điện và giảm một nửa thời gian nấu.
- Ngâm các loại hạt, đậu trước khi nấu để rút ngắn thời gian nấu và giữ lại nhiều dinh dưỡng hơn. Gạo cần ngâm hơn một giờ, các loại đậu có thể ngâm qua đêm. Điều này cũng giúp bạn tiết kiệm thời gian vì không phải trông chừng món ăn quá lâu
- Lấy vừa đủ nước để luộc thức ăn.
- Không lấy nước đầy sát miệng ấm khi đun.



Sử dụng tủ lạnh

Tủ lạnh thường sử dụng nhiều năng lượng nhất trong nhà. Hóa đơn tiền điện nhà bạn phụ thuộc vào chất lượng của tủ và cách bạn sử dụng nó. Một tủ lạnh hiện đại tiết kiệm 3-5 lần so với tủ được sản xuất 20 năm trước. Khi gioăng cao su cũ và mất độ đàn hồi, không khí bên ngoài thâm nhập vào tủ lạnh. Đối với một gia đình tiết kiệm gồm một hoặc hai người, một tủ lạnh mới có thể giảm hóa đơn tiền điện tới 1,5 lần.

- Trước khi mở tủ, hãy nghĩ về đồ cần lấy để tránh làm thất thoát hơi lạnh. Không khí bên ngoài chỉ cần một vài giây mở cửa thôi cũng có thể tràn vào tủ
- Nếu bạn có 1 chiếc tủ lạnh dung tích lớn, hãy để đầy thực phẩm để giảm lượng khí nóng tràn vào khi mở cửa. Khi mở một tủ lạnh trống, sẽ có nhiều chỗ cho không khí nóng bên ngoài tràn vào thay thế cho không khí lạnh bên trong. Nhưng khi tủ nhiều đồ, sẽ có ít không gian để không khí bên ngoài thâm nhập hơn.
- Không cho thức ăn còn nóng vào tủ và đặt tủ tránh xa bếp, lò sưởi, hay ánh nắng trực tiếp.
- Đậy kín thực phẩm khi trữ trong tủ lạnh để hạn chế hơi ẩm bay hơi và đọng trên thành tủ.
- Nếu tủ cần xả đá thủ công, hãy làm thường xuyên.



Chiếu sáng

Chỉ với việc sử dụng thiết bị chiếu sáng hiện đại và một vài mẹo nhỏ dưới đây có thể tiết kiệm tới 40% điện năng.

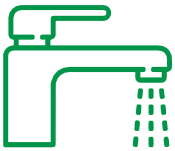
- Sử dụng đèn chiếu sáng cục bộ (đèn bàn ở nơi làm việc, đèn đọc sách) hiệu quả hơn đèn trần.
- Màu sáng phản chiếu ánh sáng tốt hơn: trắng (80%), xanh đậm (15%), đen (9%). Hãy chọn nội thất, giấy dán tường và rèm cửa màu sáng.
- Lau bụi trên bóng đèn và cửa kính thường xuyên là cách đơn giản để giúp ta có căn phòng sáng sủa hơn nhưng vô cùng hiệu quả.
- Không che khuất phần trên của cửa sổ để tận dụng ánh sáng tự nhiên.



Sử dụng thiết bị điện

Bạn có thể tiết kiệm năng lượng bằng cách sử dụng các thiết bị gia dụng thông minh hơn:

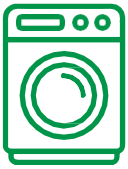
- Khi mua sắm thiết bị điện tử như máy tính, loa đài, hãy chọn loại tiêu thụ ít điện năng. Dù việc mua là do bố mẹ quyết định, bạn vẫn có thể góp ý – bố mẹ sẽ lắng nghe bạn đấy.
- Tắt hoàn toàn thiết bị khi không dùng. Các thiết bị tắt rồi nhưng tiếp tục ở chế độ "ngủ" thì vẫn sẽ tiêu tốn điện năng đó!
- Rút ổ sạc thiết bị di động khi không sử dụng.
- Dùng ổ cắm chất lượng cao với dây điện lõi to. Dây nhỏ sẽ bị nóng, nghĩa là điện bị thất thoát dưới dạng nhiệt.



Sử dụng nước

Các hành động liên quan đến việc sử dụng nước có thể giúp tiết kiệm cả năng lượng và nước

- Tắm vòi sen thay vì bồn tắm, chỉ dùng bồn vào dịp đặc biệt.
- Kiểm tra và sửa các vòi nước rò rỉ, chỉ cần 10 giọt rò rỉ/phút cũng có thể lãng phí tới 263 lít nước mỗi năm.
- Chọn loại vòi phù hợp: vòi có đệm cao su dễ rò rỉ nhưng dễ thay, vòi gốm bền hơn nhưng cần lọc nước để tránh hỏng. Vòi điều nhiệt tự động đắt hơn nhưng tiết kiệm nước nhờ điều chỉnh nhiệt độ nhanh và chính xác.
- Tập thói quen khóa vòi khi không cần dùng nước liên tục. Thay vì rửa rau dưới vòi nước chảy, bạn có thể dùng chậu. Việc rửa chén cũng vậy – rửa xong rồi tráng cùng lúc. Các bồn rửa hiện đại thường có nắp chặn để bạn tận dụng làm thau rửa.





Giặt và ủi quần áo

Giảm dấu chân carbon từ việc giặt là quần áo còn giúp chúng ta tiết kiệm tiền điện nước, năng lượng, phát thải, thời gian, và giữ cho áo quần bền hơn.

- Không cần giặt ở 90°C trừ khi quần áo quá bẩn. Chế độ giặt nhanh hoặc tiết kiệm với nước lạnh và bột giặt enzyme vẫn đảm bảo sạch và tiết kiệm điện hơn. Chế độ giặt tiết kiệm tiêu thụ ít hơn gấp 10 lần điện năng dùng cho chương trình giặt ở 90°C trong nửa giờ.
- Chỉ giặt khi máy đã đủ khối lượng để tránh lãng phí nước và điện – bật máy chỉ giặt một cái quần thôi thì rất phí.
- Đảm bảo quần áo được phân bố đều trong lồng giặt. Nếu không, máy sẽ không thể quay nhanh hiệu quả. Khi tải được phân bố đều, máy ít bị căng hơn, chu trình giặt ngắn hơn và các bộ phận của máy sẽ bền hơn.
- Khi ủi, chọn nhiệt độ phù hợp với từng loại vải. Có thể bắt đầu với nhiệt độ thấp rồi tăng dần cho phù hợp. Những món đó nhỏ có thể là ủi khi đã rút điện để tận dụng lượng nhiệt còn lại.
- Một số đồ không cần ủi – chỉ cần rũ phẳng rồi treo ngay ngắn lên móc áo là đủ.

Tái chế và tái sử dụng

Chúng ta đã quen với việc nhìn thấy vô vàn đồ vật xung quanh mình, nhưng chúng không tự nhiên xuất hiện. Mọi thứ chúng ta sử dụng đều được tạo ra nhờ năng lượng và công sức của rất nhiều người. Rác thải từ quá trình sản xuất và những bãi rác ngày càng lớn không chỉ làm suy giảm chất lượng cuộc sống mà còn gây ảnh hưởng tiêu cực đến khí hậu

- Trước khi mua đồ mới, hãy cân nhắc xem có thật sự cần thiết không. Có thể mượn, thuê, thay vì mua.
- Giữ gìn đồ dùng để kéo dài tuổi thọ của chúng.
- Nếu không còn dùng đến đồ vật, hãy nghĩ xem liệu có ai khác cần đến nó không. Bạn có thể tặng đồ chơi hoặc quần áo không mặc vừa nữa cho nhà trẻ, trại trẻ mồ côi hoặc cho các bạn nhỏ khác. Trên mạng, có những cộng đồng quyên góp hoặc giveaway đồ đã qua sử dụng. Các ống hoặc hộp đựng đồ có thể được tái chế thành vật dụng mới, những con búp bê và đồ chơi cũ có thể được phục hồi, và cũng có những người có thể sửa chữa thiết bị hỏng để nó hoạt động trở lại.
- Sách cũ có thể quyên góp cho thư viện hoặc điểm trao đổi sách. Hãy thử nhìn quanh ở thư viện hay hiệu sách nếu có những tủ sách đặc biệt, nơi bạn có thể mang sách của mình tới và trao đổi với mọi người một cách miễn phí.
- Nếu đồ vật bị hỏng hoàn toàn, hãy tìm điểm thu gom rác tái chế gần nơi bạn sống. Bạn cũng có thể dán thông báo để kêu gọi hàng xóm cùng phân loại rác và đồ không dùng, hoặc hợp tác với bạn bè hay thầy cô ở trường. Cùng nhau, các bạn có thể gom đủ nhựa, giấy, kim loại để đủ 1 chuyến tới trung tâm tái chế đó!
- Mang theo túi vải khi đi mua sắm để hạn chế dùng túi nhựa. Túi nhựa thì luôn có sẵn và miễn phí khi ta mua sắm, nhưng chúng ta cũng luôn có thể từ chối. Nhiều quốc gia đã bắt đầu tính phí cho túi nhựa, tạo động lực để bạn mang theo túi rồi đó!
- Đối với các sản phẩm dùng hàng ngày như nước rửa bát, dầu gội, nước giặt, v.v. bạn nên mua loại dung tích lớn để tiết kiệm bao bì và chi phí. Hãy gợi ý bố mẹ điều này nhé!



Hình 3.3.3

Những kiện kim loại tái chế

Bảng 3.3.1 So sánh giữa giấy làm hoàn toàn từ bột gỗ nguyên sinh và giấy làm hoàn toàn từ nguyên liệu tái chế (tính trên mỗi tấn giấy)

	Giấy làm hoàn toàn từ bột gỗ nguyên sinh	Giấy làm hoàn toàn từ nguyên liệu tái chế	Tiết kiệm
Gỗ	3 tấn	0 tấn	3 tấn
Năng lượng	11,140 kWh	6,450 kWh	4,690 kWh
Lượng phát thải KNK	2,581 kg CO_2	1,625 kg CO_2	956 kg CO_2
Nước thải	72,000 lít	39,100 lít	33,100 lít
Chất thải rắn	1,033 kg	506 kg	528 kg

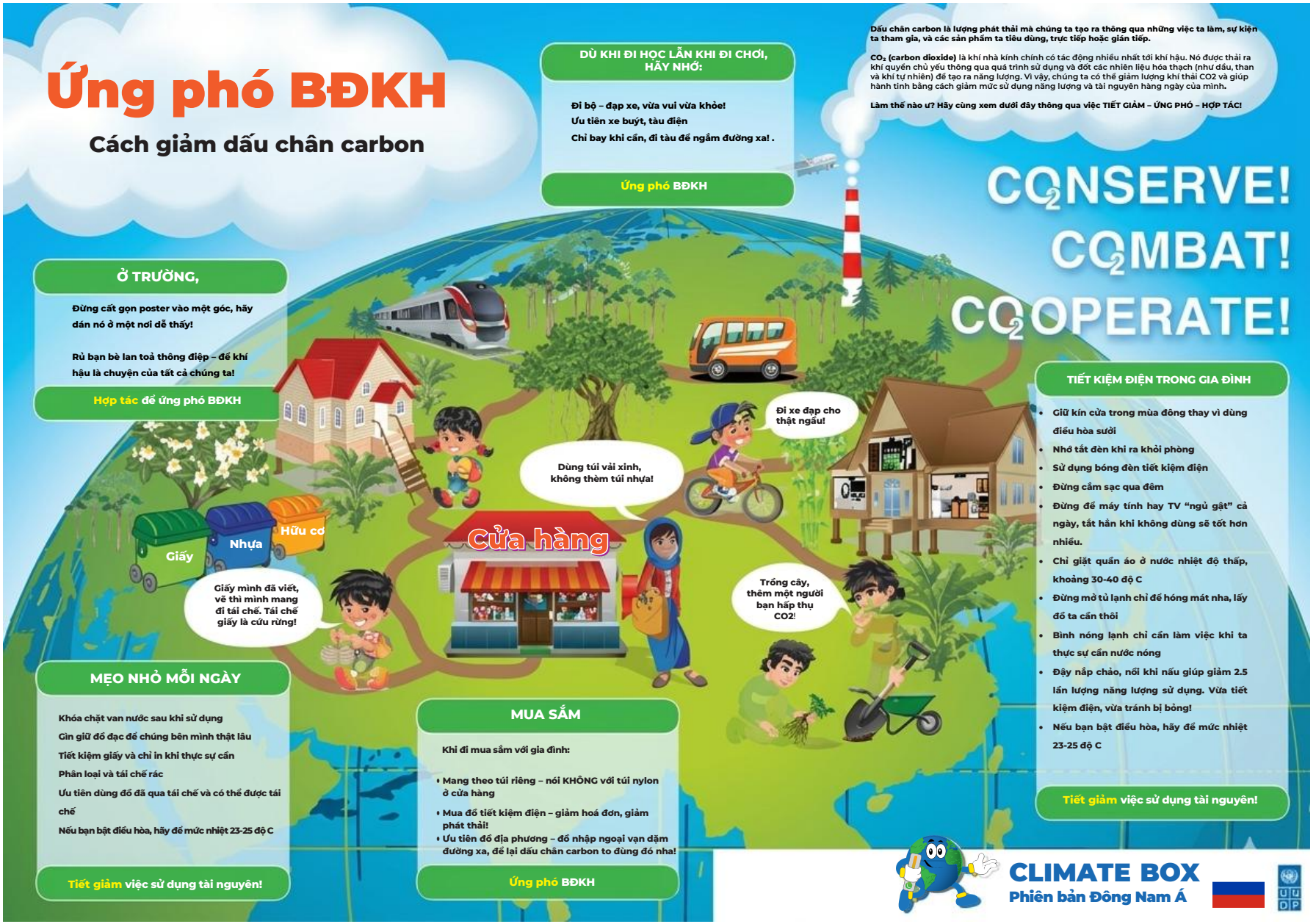
Nếu tiết kiệm 1 tấn giấy, chúng ta cũng giúp giảm 13 tấn dầu, 4.100 kWh điện và 32 tấn nước. Mỗi tờ giấy A4 được sản xuất và in sẽ thải ra 28g CO_2, còn việc photo một tờ giấy A4 có thể tạo ra đến 380g CO_2!

Mức điện tiết kiệm trong sản xuất khi sử dụng vật liệu tái chế

Nhôm – 95%
Kẽm – 60–70%
Giấy – 64%
Đồng – 70–85%
Magie – 95%
Nhựa – 80–88%
Chì – 60–80%
Thép – 70%
Thủy tinh – 68

Vậy nên, để giảm dấu chân carbon, bạn có thể tiết kiệm điện, nước và các nguồn năng lượng khác, hạn chế mua những thứ không cần thiết hoặc bọc trong nhiều lớp bao bì, tái chế rác thay vì vứt bỏ, đi bộ và đạp xe bất cứ lúc nào có thể, ưu tiên mua thực phẩm nuôi trồng, sản xuất tại địa phương Và quan trọng nhất, cây xanh là "siêu anh hùng" giúp bảo vệ khí hậu! Hãy chăm sóc cây cối và trồng thêm cây mới bất cứ khi nào có thể nhé!




Ứng phó BĐKH
Cách giảm dấu chân carbon
DÙ KHI ĐI HỌC LẦN KHI ĐI CHƠI, HÃY NHỚ:
Đi bộ – đạp xe, vừa vui vừa khỏe!
Ưu tiên xe buýt, tàu điện
Chỉ bay khi cần, đi tàu để ngắm đường xa! .
Ứng phó BĐKH
Dấu chân carbon là lượng phát thải mà chúng ta tạo ra thông qua những việc ta làm, sự kiện ta tham gia, và các sản phẩm ta tiêu dùng, trực tiếp hoặc gián tiếp.
CO_2 (carbon dioxide) là khí nhà kính chính có tác động nhiều nhất tới khí hậu. Nó được thải ra khí quyển chủ yếu thông qua quá trình sử dụng và đốt các nhiên liệu hóa thạch (như dầu, than và khí tự nhiên) để tạo ra năng lượng. Vì vậy, chúng ta có thể giảm lượng khí thải CO2 và giúp hành tinh bằng cách giảm mức sử dụng năng lượng và tài nguyên hàng ngày của mình.
Làm thế nào ư? Hãy cùng xem dưới đây thông qua việc TIẾT GIẢM – ỨNG PHÓ – HỢP TÁC!
CONSERVE!
COMBAT!
COOPERATE!
Ở TRƯỜNG,
Đừng cất gọn poster vào một góc, hãy dán nó ở một nơi dễ thấy!
Rủ bạn bè lan toả thông điệp – để khí hậu là chuyện của tất cả chúng ta!
Hợp tác để ứng phó BĐKH
Đi xe đạp cho thật ngầu!
Dùng túi vải xinh, không thèm túi nhựa!
Cửa hàng
Giấy
Nhựa
Hữu cơ
Giấy mình đã viết, vẽ thì mình mang đi tái chế. Tái chế giấy là cứu rừng!
Trồng cây, thêm một người bạn hấp thụ CO2!
TIẾT KIỆM ĐIỆN TRONG GIA ĐÌNH
Giữ kín cửa trong mùa đông thay vì dùng điều hòa sưởi
Nhớ tắt đèn khi ra khỏi phòng
Sử dụng bóng đèn tiết kiệm điện
Đừng cắm sạc qua đêm
Đừng để máy tính hay TV "ngủ gật" cả ngày, tắt hẳn khi không dùng sẽ tốt hơn nhiều.
Chỉ giặt quần áo ở nước nhiệt độ thấp, khoảng 30-40 độ C
Đừng mở tủ lạnh chỉ để hóng mát nha, lấy đồ ta cần thôi
Bình nóng lạnh chỉ cần làm việc khi ta thực sự cần nước nóng
Đậy nắp chảo, nồi khi nấu giúp giảm 2.5 lần lượng năng lượng sử dụng. Vừa tiết kiệm điện, vừa tránh bị bỏng!
Nếu bạn bật điều hòa, hãy để mức nhiệt 23-25 độ C
Tiết giảm việc sử dụng tài nguyên!
MẸO NHỎ MỖI NGÀY
Khóa chặt van nước sau khi sử dụng
Cìn giữ đồ đạc để chúng bên mình thật lâu
Tiết kiệm giấy và chỉ in khi thực sự cần
Phân loại và tái chế rác
Ưu tiên dùng đồ đã qua tái chế và có thể được tái chế
Nếu bạn bật điều hòa, hãy để mức nhiệt 23-25 độ C
Tiết giảm việc sử dụng tài nguyên!
MUA SẮM
Khi đi mua sắm với gia đình:
Mang theo túi riêng – nói KHÔNG với túi nylon ở cửa hàng
Mua đồ tiết kiệm điện – giảm hoá đơn, giảm phát thải!
Ưu tiên đồ địa phương – đồ nhập ngoại vạn dặm đường xa, để lại dấu chân carbon to đùng đó nha!
Ứng phó BĐKH
CLIMATE BOX
Phiên bản Đông Nam Á

CÂU HỎI

1 Dấu chân carbon là gì?

2 Đơn vị tính dấu chân carbon là gì?

3 Trường hợp nào sẽ có dấu carbon lớn hơn: dâu tây từ nông trại địa phương, hay dâu tây nhập khẩu từ nước ngoài với bao bì nịnh mắt? Hãy giải thích cho lựa chọn của bạn.

4 Sắp xếp các giải pháp làm mát dưới đây theo mức độ tiết kiệm năng lượng từ cao đến thấp

a) Sử dụng quạt điện
b) Bật điều hoà 18˚C
c) Bật điều hoà 24˚C
d) Mở và đứng trước tủ lạnh
e) Tắm nước lạnh
f) Hóng gió ngoài hiên nhà dưới bóng râm

5 Tắm bồn hay tắm vòi sen tiết kiệm hơn? Vì sao?

5 Lắp công tơ mét nước có giúp tiết kiệm năng lượng không? Vì sao?

7 Dùng nước trong chung cư có khiến hao tốn năng lượng không? Nếu có, đó là loại năng lượng nào?

8 Bạn đã và đang làm gì ở nhà để tiết kiệm năng lượng?

9 Khi sử dụng tủ lạnh, cần lưu ý những điều gì?



BÀI TẬP



1

Đo lường dấu chân carbon của bạn

A. Khi bạn mua trái cây và rau quả, bạn thường chọn gì:
– Nông sản địa phương, không bao bì (1 điểm)
– Nông sản không bao bì, nhập từ các vùng khác trên cả nước (2 điểm)
– Nông sản không bao bì, nhập khẩu từ Pháp, New Zealand & các nước khác (3 điểm)
– Nông sản nhập khẩu, đóng gói sẵn (4 điểm)

B. Túi bạn sử dụng để mua sắm là:
– Vải lanh hoặc cotton (1 điểm)
– Túi giấy (2 điểm)
– Một túi nhựa mang từ nhà (3 điểm)
– Một túi nhựa lấy hoặc mua khi thanh toán (4 điểm)

C. Khi bạn mua đồ uống, bạn dùng loại chai đựng nào?
– Cốc giấy (1 điểm)
– Chai thuỷ tinh (2 điểm)
– Lon nhôm (3 điểm)
– Chai nhựa (4 điểm)

D. Bạn thích đọc cuốn sách nào dưới đây:
– Sách mới mua từ hiệu sách (4 điểm)
– Sách điện tử (3 điểm)
– Sách đã qua sử dụng (2 điểm)
– Sách mượn từ thư viện (1 điểm)

E. Khi bạn tặng ai đó một món quà, bạn có thích:
– Giấy bọc quà sáng và hấp dẫn, không quan trọng chất liệu (4 điểm)
– Giấy có nhãn môi trường có thể tái chế (2 điểm)
– Hộp hoặc túi đã qua sử dụng mà mình trang trí đặc biệt (2 điểm)
– Tặng quà mà không cần gói (1 điểm)

Tính điểm

Từ 14 tới 16 điểm: Dấu chân voi! Voi nặng lắm đó. Tốt hơn là bạn chuyển hóa hết trọng lượng đó thành tiết kiệm năng lượng

Từ 11 tới 13 điểm: Dấu móng ngựa! Chạy nhanh là vậy, nhưng đến lúc hãm lại việc tiêu hao năng lượng rồi.

Từ 8 tới 10 điểm: Dấu đệm "măng cụt" mèo! Nhưng đừng vì thế mà nằm lười nhé, làm tốt hơn chút nữa nào!

Từ 5 tới 7 điểm: Tuyệt vời! Bạn có dấu chân carbon của chuột "Gia Huy"! Hãy thật tự hào về bản thân! Tất cả những gì bạn cần làm bây giờ là thuyết phục người khác có lối sống như bạn.

2

Vẽ một bảng gồm bốn cột. Cột thứ nhất ghi lại những trường hợp sử dụng năng lượng kém hiệu quả mà bạn quan sát được (trên đường phố, ở nhà, ở trường). Cột thứ hai giải thích cách có thể tiết kiệm hoặc sử dụng năng lượng hiệu quả hơn trong các trường hợp này. Cột thứ ba ghi lại những trường hợp bạn thấy có sử dụng năng lượng hiệu quả. Cột thứ tư ghi lại những tình huống mà bạn đã sử dụng năng lượng hiệu quả hơn và góp phần bảo vệ môi trường. So sánh bảng của bạn với bảng của các bạn cùng lớp và viết một báo cáo về kết quả

3

Kiểm tra tất cả các đồ vật của bạn (cùng với bố mẹ thì càng tốt), tìm hiểu nguồn gốc của chúng và đánh dấu nơi xuất xứ trên bản đồ thế giới. Phân loại những đồ vật bạn đã mua hoặc được tặng nhưng không sử dụng vào một nhóm riêng. Tính toán khoảng cách mà các món đồ đã di chuyển để đến tay bạn. Vẽ một sơ đồ (biểu đồ, bản đồ) thể hiện những phát hiện của bạn, bao gồm nơi sản xuất, mức độ hữu ích của chúng đối với bạn (cần thiết, không cần thiết, đôi khi hữu ích, có thể tái chế, có thể tái sử dụng để làm thứ khác, v.v.).

4

Chia lớp thành bảy nhóm, mỗi nhóm bốc thăm để chọn một nhóm đối tượng nòng cốt: Học sinh nhỏ tuổi, Học sinh lớn tuổi, Nội trợ, Người hưu trí, Người làm công nghiệp, Chính trị gia, Giáo viên Mỗi nhóm cần phát triển một dự án nhằm thúc đẩy tiết kiệm năng lượng và sử dụng năng lượng hiệu quả cho nhóm đối tượng của mình.

Nhiệm vụ của bạn bao gồm:

1) Nghĩ ra khẩu hiệu hoặc các khẩu hiệu cho chiến dịch truyền thông.
2) Thiết kế một áp phích khuyến khích tiết kiệm năng lượng trong nhóm của bạn.
3) Xây dựng một chương trình giúp nhóm đối tượng của bạn hiểu nguyên tắc tiết kiệm năng lượng và áp dụng chúng.

Hãy đưa vào chương trình của bạn những ý tưởng sáng tạo – từ biểu diễn rối tay, xuất bản sách, đến đề xuất chính sách (tùy thuộc vào nhóm đối tượng).
Sau khi các dự án được trình bày, trưng bày những áp phích xuất sắc nhất trong trường.

3.4 Hợp tác toàn cầu về biến đổi khí hậu, phát triển bền vững, và cách tiếp cận toàn xã hội để ứng phó với biến đổi khí hậu

Hợp tác toàn cầu và đàm phán về biến đổi khí hậu

Trước cuối thập niên 1970, biến đổi khí hậu gần như chỉ là mối bận tâm của giới khoa học.

Tại Hội nghị Khí hậu Thế giới lần thứ nhất được tổ chức vào năm 1979, các báo cáo được trình bày đã cung cấp bằng chứng cho thấy hoạt động của con người có tác động lớn đến khí hậu. Điều này đã thu hút sự chú ý của giới báo chí, sau đó là công chúng và cuối cùng là các chính phủ.

Vào năm 1988, Liên Hợp Quốc công nhận biến đổi khí hậu là một trong những thách thức toàn cầu cấp bách nhất của nhân loại.

Trước thực trạng đó, một số nhà khoa học xuất sắc nhất trên thế giới bắt đầu nghiên cứu về vấn đề biến đổi khí hậu.

Vào năm 1988, Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) được thành lập bởi Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) và Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP). Ủy ban này được yêu cầu đánh giá các bằng chứng khoa học có sẵn và chỉ ra cách thức mà hoạt động của con người đang ảnh hưởng đến khí hậu.

Báo cáo đầu tiên của IPCC, được công bố vào năm 1990, khẳng định rằng biến đổi khí hậu là mối đe dọa có thật và rằng có mối liên hệ trực tiếp giữa hoạt động của con người và hiện tượng bầu khí quyển toàn cầu ấm lên. Kể từ đó, có thêm năm báo cáo IPCC được phát hành và báo cáo gần đây nhất (được công bố trong giai đoạn 2021-2022) đánh giá tình trạng biến đổi khí hậu dựa trên các nghiên cứu khoa học mới nhất của các nhà khoa học trên toàn thế giới.





Kể từ khi báo cáo đầu tiên của IPCC được công bố, hầu hết các nhà khoa học đều đồng thuận về tác động của con người đối với biến đổi khí hậu và khẳng định rằng chúng ta không chỉ có thể mà còn phải chủ động tìm cách ứng phó với vấn đề này. Điều này chỉ có thể thực hiện được khi các quốc gia trên toàn cầu hợp tác chặt chẽ với nhau, và Liên Hợp Quốc chính là nền tảng tốt nhất để thúc đẩy sự hợp tác ấy.

Năm 1992, tại Hội nghị Liên Hợp Quốc về Môi trường và Phát triển tổ chức ở Rio de Janeiro, Brazil, các quốc gia trên thế giới đã cùng nhất trí về sự cần thiết phải hợp tác trong các vấn đề liên quan đến khí hậu, đa dạng sinh học, rừng và sa mạc hóa. Trên cơ sở này, một thỏa thuận về các vấn đề khí hậu đã được soạn thảo thành một văn kiện quốc tế mang tên Công ước Khung của Liên Hợp Quốc về Biến đổi Khí hậu (UNFCCC), được đàm phán và hoàn tất trong thời gian kỷ lục chỉ 18 tháng.

Công ước Khí hậu bắt đầu có hiệu lực từ năm 1994, nhưng nội dung chỉ xoay quanh việc hạn chế và giảm phát thải khí nhà kính, và hợp tác nhằm thích ứng với các tác động thời tiết. Vì vậy, vào năm 1995, tại Hội nghị các Bên tham gia Công ước lần đầu tiên (gồm các quốc gia đã ký và tham gia Công ước), các nước đã quyết định chuẩn bị một văn kiện quốc tế mới để điều chỉnh các hành động cụ thể của các Bên trong thế kỷ 21.

Quá trình đàm phán để xây dựng văn kiện mới này rất phức tạp và khó khăn. Tuy nhiên, các quốc gia đã đạt được sự đồng thuận. Và vào tháng 12 năm 1997 tại Nhật Bản, họ đã thông qua một hiệp ước quốc tế mới mang tên Nghị định thư Kyoto được thành lập bởi Tổ chức Khí tượng Thế giới và Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc, theo tên thành phố Kyoto – nơi nghị định được ký kết.

Nghị định thư Kyoto mang tính cách mạng vì đã đưa ra các cam kết ràng buộc đối với các quốc gia phát triển nhằm không vượt quá mức phát thải khí nhà kính nhất định trong giai đoạn 2008 - 2012, so với mức phát thải năm 1990 - năm được chọn làm mốc cơ sở. Nghị định này cũng giới thiệu các cơ chế mới dựa trên thị trường, trong đó có việc định giá lượng khí thải carbon.

United Nations
Framework Convention on
Climate Change



Ví dụ, Liên minh Châu Âu cam kết giảm 8% lượng khí thải nhà kính, Nhật Bản cam kết giảm 6%, còn Nga và Ukraine cam kết giữ mức phát thải không vượt quá mức của năm 1990.

Hoa Kỳ, quốc gia có lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất thế giới, đã tham gia tích cực vào quá trình đàm phán Nghị định thư Kyoto, nhưng đến năm 2001 lại quyết định không phê chuẩn hiệp ước này.

Vậy là vào cuối năm 2012, có hai hiệp ước quốc tế có hiệu lực: Công ước Khí hậu - văn kiện quốc tế xác định chiến lược chung để nhân loại đối phó với biến đổi khí hậu, và Nghị định thư Kyoto - đặt ra các cam kết cụ thể của các quốc gia công nghiệp hóa, như Liên minh Châu Âu, và các quốc gia có nền kinh tế chuyển đổi, như Nga hay Ukraine.

Giai đoạn cam kết của các quốc gia công nghiệp hóa và các quốc gia chuyển tiếp theo Nghị định thư Kyoto đã hết hạn vào cuối năm 2012, và một vòng đàm phán mới là cần thiết cho giai đoạn tiếp theo, bắt đầu từ năm 2013. Vào năm 2013, các quốc gia phát triển vẫn còn là thành viên của Nghị định thư Kyoto đã đồng ý về các cam kết tiếp theo để giảm phát thải khí nhà kính trong giai đoạn từ 2013 đến 2020, hứa hẹn sẽ có sự giảm đáng kể hơn trước.

Tuy nhiên, thái độ của một số quốc gia đối với Nghị định thư Kyoto đã thay đổi. Hoa Kỳ, Canada, Nhật Bản, New Zealand và Nga không tham gia các thỏa thuận cho giai đoạn 2013–2020. Lý do của họ là thế giới đã thay đổi kể từ những năm 1990, và hiện nay gần như toàn bộ sự gia tăng phát thải không đến từ các quốc gia phát triển, mà từ các quốc gia đang phát triển lớn (Trung Quốc, Ấn Độ, Brazil, Nam Phi và những quốc gia khác), mà lượng phát thải của họ không bị kiểm soát dưới Nghị định thư Kyoto.





Giải pháp được đưa ra vào thời điểm đó là các nước phát triển không tham gia giai đoạn cam kết thứ hai của Nghị định thư Kyoto phải tự nguyện cam kết giảm phát thải vào năm 2020 và các nước đang phát triển phải thực hiện các Biện pháp giảm thiểu phù hợp với quốc gia theo hình thức và phạm vi mà họ tự xác định.

Hình 3.4.2

Quá trình đạt được Thỏa thuận Paris mang tính bước ngoặt tại COP21 ở Paris năm 2015

Các cột mốc trong quá trình ứng phó với biến đổi khí hậu

- 1992 - Công ước về Khí hậu, khi các quốc gia đồng ý xây dựng các hành động theo kế hoạch để đưa lượng khí thải trở lại mức năm 1990;
- 2008-2012 - Giai đoạn cam kết đầu tiên của Nghị định thư Kyoto với 37 nước phát triển và Cộng đồng châu Âu cam kết giảm phát thải khí nhà kính xuống mức trung bình 5% so với mức năm 1990;
- 2013-2020 – Giai đoạn cam kết thứ hai của Nghị định thư Kyoto - các nước phát triển cam kết giảm phát thải khí nhà kính ít nhất 18% so với mức năm 1990. Tuy nhiên, các nước phát triển không tham gia giai đoạn cam kết thứ hai đã tự nguyện cam kết giảm phát thải vào năm 2020 và các nước đang phát triển đồng ý thực hiện các Biện pháp Giảm thiểu Phù hợp với Quốc gia (NAMA);
- 2015 – Thông qua Thỏa thuận Paris bao gồm Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) của các quốc gia có các biện pháp dài hạn đầy tham vọng nhằm hạn chế phát thải khí nhà kính;
- 2016 – Thỏa thuận Paris có hiệu lực với những cam kết đầu tiên về giảm phát thải thông qua NDC trong giai đoạn 2020-2025, hoặc 2020-2030.



Vào tháng 12 năm 2015, các quốc gia đã gặp nhau tại Hội nghị Liên Hợp Quốc về Biến đổi Khí hậu ở Paris nhằm đạt được một thỏa thuận toàn cầu mới về khí hậu, sẽ được thực hiện từ năm 2020 và áp dụng cho tất cả các quốc gia trên thế giới. Trong quá trình chuẩn bị cho Paris, các chính phủ đã nộp các cam kết về khí hậu của họ, gọi là **Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC),** nêu rõ các mục tiêu giảm phát thải quốc gia trong trung và dài hạn. Mục tiêu là hạn chế nhiệt độ trung bình toàn cầu dưới 2°C so với mức trước thời kỳ công nghiệp.

Hội nghị ở Paris đã xem xét một loạt các thách thức và giải pháp về biến đổi khí hậu, bao gồm giảm phát thải khí nhà kính, thích ứng với các tác động của biến đổi khí hậu, tổn thất và thiệt hại do biến đổi khí hậu, cũng như hỗ trợ công nghệ, phát triển năng lực và tài chính cho các hành động này. Thỏa thuận Paris là một khuôn khổ pháp lý cho các hành động về biến đổi khí hậu sau năm 2020, các quyết định chi tiết hơn về việc thực hiện thỏa thuận này đã được đưa ra trong các hội nghị về khí hậu sau đấy.

Hợp tác quốc tế hiệu quả có thể giúp thế giới phát triển theo lộ trình 2°C và hướng tới 1.5°C và thích ứng với những thay đổi khí hậu đang diễn ra. Điều này cũng có thể giúp các quốc gia tận dụng nhiều cơ hội và lợi ích liên quan đến việc chuyển đổi sang nền kinh tế ít carbon và có khả năng chống chịu với khí hậu.

Điều đáng chú ý là Thỏa thuận Paris không bắt buộc các quốc gia phải cắt giảm hoặc giới hạn lượng khí thải theo một mức cố định. Thay vào đó, thỏa thuận khuyến khích mỗi nước tự đề ra các mục tiêu phù hợp nhất với khả năng của mình, nhằm góp phần vào nỗ lực chung giữ nhiệt độ toàn cầu không tăng quá mức cho phép. Những cam kết này được thể hiện thông qua các kế hoạch khí hậu quốc gia, gọi là Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC), được các nước nộp định kỳ. Các quốc gia đã nộp NDC đầu tiên trong khoảng năm 2015–2016, và NDC thứ hai trong khoảng 2021–2022.

Để bảo đảm rằng các NDC của các nước khi gộp lại có thể giúp giảm phát thải khí nhà kính một cách hiệu quả, đưa nhiệt độ toàn cầu giảm xuống dưới ngưỡng 2°C và tiến gần hơn tới mục tiêu 1,5°C, Thỏa thuận Paris đã đưa ra một cơ chế mới – gọi là Kiểm kê Đánh giá Tổng thể Toàn cầu (Global Stocktake – GST). Cơ chế này sẽ đánh giá mức độ tiến bộ chung của toàn cầu trong việc thực hiện các mục tiêu khí hậu, dựa trên các bằng chứng khoa học mới nhất và yếu tố công bằng giữa các quốc gia. Qua đó, các nước sẽ được khuyến khích nâng cao cam kết và hành động khí hậu trong những lần cập nhật NDC tiếp theo. Dự kiến, các NDC mới vào năm 2025 sẽ bao gồm mục tiêu cho năm 2035.

Đợt kiểm kê đánh giá đầu tiên diễn ra vào năm 2022-2023 và kết thúc tại Hội nghị lần thứ 28 các bên tham gia Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu (COP28), tổ chức vào tháng 12 năm 2023 tại Dubai, Các Tiểu vương quốc Ả Rập Thống nhất. Tại hội nghị này, các quốc gia đã đồng thuận rằng thế giới hiện chưa đi đúng hướng để đạt được mục tiêu giữ nhiệt độ toàn cầu không tăng quá 1,5°C theo Thỏa thuận Paris, và cần có những hành động cấp bách và quyết liệt hơn trong việc giảm nhẹ và thích ứng với biến đổi khí hậu. Những hành động này cần được phản ánh trong các Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC) tiếp theo vào năm 2025.

Đợt đánh giá này cũng ghi nhận các bằng chứng khoa học cho thấy: để giới hạn mức tăng nhiệt độ toàn cầu ở ngưỡng 1,5°C, thế giới cần cắt giảm 43% lượng khí nhà kính vào năm 2030 và 60% vào năm 2035 so với mức của năm 2019, tiến tới đạt mức phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050 và giúp giữ mức tăng nhiệt độ trung bình ở mức 1.5°C.

Kiểm kê đánh giá toàn cầu kêu gọi các quốc gia a) triển khai những hành động cụ thể nhằm đạt được mục tiêu toàn cầu là tăng gấp ba công suất năng lượng tái tạo, gấp đôi hiệu quả sử dụng năng lượng vào năm 2030, và cắt giảm khí methane; b) đẩy nhanh tiến trình giảm dần việc sử dụng điện than chưa kiểm soát khí thải, loại bỏ các khoản trợ giá nhiên liệu hóa thạch kém hiệu quả, và chuyển đổi khỏi nhiên liệu hóa thạch trong hệ thống năng lượng theo hướng công bằng, trật tự và bình đẳng. Ngoài ra, đợt đánh giá cũng kêu gọi các quốc gia phát triển tiếp tục đi đầu trong quá trình chuyển đổi hướng tới một tương lai trung hòa khí thải và có khả năng chống chịu tốt hơn trước biến đổi khí hậu.

Hội nghị COP28 cũng đạt được sự đồng thuận về việc tăng cường hỗ trợ cho các quốc gia đang phát triển nhằm giúp họ thực hiện các hành động khí hậu đầy tham vọng. Chẳng hạn, đợt đánh giá trong khuôn khổ GST đã dẫn đến việc thiết lập các cơ chế và công cụ tài chính để hỗ trợ đối phó với các sự kiện cực đoan, như trận lũ lớn tại Sylhet, Bangladesh vào năm 2022 khiến khu vực này rơi vào tình trạng thiếu nước uống sạch (Hình 3.4.2). Kết quả của đợt đánh giá đã mở ra cơ hội công bằng cho các quốc gia thực hiện thành công các mục tiêu của Thỏa thuận Paris trong thập kỷ quyết định này của hành động vì khí hậu.



Hình 3.4.2

Phụ nữ tìm kiếm nước uống ở Sylhet, Bangladesh, sau trận lũ lụt nghiêm trọng năm 2022

Bên cạnh đó, Thỏa thuận Paris cũng yêu cầu các nước phát triển hỗ trợ tài chính, chuyển giao công nghệ và nâng cao năng lực cho các nước đang phát triển. Trong khuôn khổ GST, các quốc gia đã thừa nhận nhu cầu cấp thiết phải cung cấp nguồn tài chính khí hậu trị giá khoảng 5,8–5,9 nghìn tỷ USD cho các quốc gia đang phát triển trong giai đoạn trước năm 2030.

Đặc biệt, COP28 là hội nghị đầu tiên đưa ra ánh sáng tác động của biến đổi khí hậu đối với sức khỏe con người. Bộ trưởng các ngành y tế, môi trường, tài chính và các lĩnh vực liên quan đã cùng nhau xây dựng lộ trình và các cơ hội hành động nhằm ứng phó với thách thức này. Các quốc gia đã thông qua Tuyên bố đầu tiên về Sức khỏe và Biến đổi khí hậu, trong đó cam kết cùng hành động để chuyển đổi hệ thống y tế theo hướng thích ứng tốt với khí hậu, phát thải thấp, bền vững và công bằng hơn; đồng thời tăng cường năng lực ứng phó của cộng đồng và các nhóm dễ bị tổn thương trước tác động của biến đổi khí hậu.



Biến đổi Khí hậu và Phát triển Bền vững

Hợp tác quốc tế trong lĩnh vực biến đổi khí hậu có mối liên hệ chặt chẽ với một mối quan tâm lớn khác của nhân loại: phát triển bền vững vì sự thịnh vượng toàn cầu. Phát triển bền vững đòi hỏi những hành động hỗ trợ lẫn nhau trên cả ba trụ cột: kinh tế, xã hội và môi trường – và biến đổi khí hậu tác động trực tiếp đến cả ba lĩnh vực này.

Tại Đại hội đồng Liên Hợp Quốc vào tháng 9 năm 2015, 193 quốc gia đã thông qua Chương trình nghị sự 2030 và 17 **Mục tiêu Phát triển Bền vững (SDG).** Trong đó, Mục tiêu 13 nhấn mạnh việc "Hành động khẩn cấp để ứng phó với biến đổi khí hậu và các tác động của nó" (Hình 3.4.3).

Hình 3.4.3 17 Mục tiêu Phát triển Bền vững của Liên Hợp Quốc



Nhiều Mục tiêu Phát triển Bền vững khác cũng liên quan chặt chẽ đến biến đổi khí hậu, chẳng hạn như Mục tiêu 7: "Đảm bảo quyền tiếp cận năng lượng với giá phải chăng, đáng tin cậy, bền vững và hiện đại cho tất cả mọi người."

Trong một thế giới hiện đại với những tiến bộ công nghệ vượt bậc như ngày nay, vẫn còn khoảng 1,3 tỷ người – trong đó 80% sống ở khu vực nông thôn – chưa được tiếp cận với điện. Đây là những người nghèo nhất thế giới, chiếm hơn 16% dân số toàn cầu, hiện đã lên tới khoảng 8 tỷ người.

Thậm chí còn có nhiều người hơn – khoảng 3 tỷ người – vẫn đang sử dụng nhiên liệu sinh khối truyền thống (như củi, gỗ) để nấu ăn và sưởi ấm. Việc đốt những nhiên liệu này bằng các thiết bị nấu nướng không hiệu quả thải ra nhiều chất ô nhiễm vào không khí, có thể gây ra 1,5 triệu ca tử vong sớm mỗi năm, tương đương hơn 4.000 người mỗi ngày. Con số này cao hơn tổng số người chết hàng ngày do sốt rét, lao và AIDS cộng lại. Những người nghèo này chủ yếu sống ở châu Phi hạ Sahara, Nam Á và khu vực Mỹ Latinh.

Vấn đề này đã được gọi là "**nghèo năng lượng".**

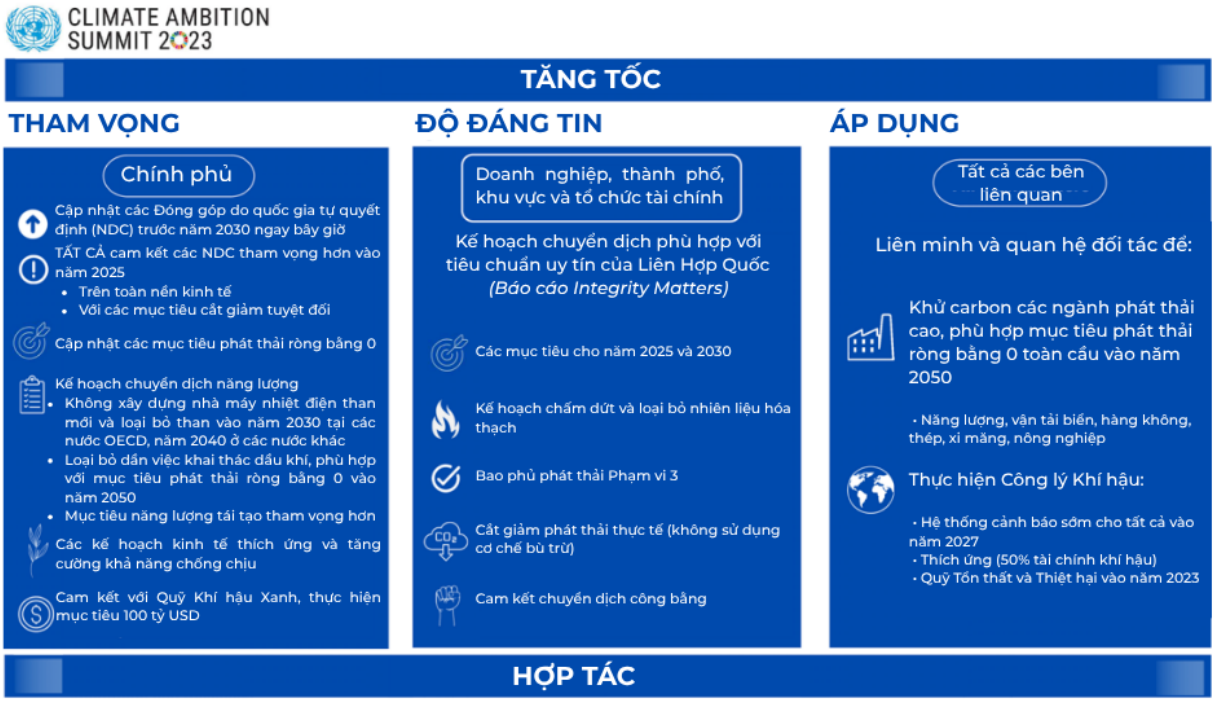
Việc đạt được các mục tiêu về biến đổi khí hậu và đảm bảo mọi người đều được tiếp cận điện là hai mục tiêu hỗ trợ lẫn nhau. Nguồn năng lượng sạch, hiệu quả, giá cả hợp lý và đáng tin cậy không chỉ là yếu tố then chốt để đảm bảo sức khỏe và sự thịnh vượng toàn cầu, mà còn góp phần quan trọng vào việc giảm thiểu biến đổi khí hậu thông qua sử dụng tài nguyên năng lượng một cách hợp lý. Vì vậy, việc thúc đẩy sử dụng năng lượng một cách tiết kiệm và hiệu quả là điều hết sức cấp thiết.

Cách tiếp cận toàn xã hội với biến đổi khí hậu

Từ những năm 1990, đại diện của các doanh nghiệp, thành phố, vùng lãnh thổ, nhà đầu tư, tổ chức xã hội, giới học thuật, cùng các tổ chức của phụ nữ, thanh niên và cộng đồng bản địa – gọi chung là các tác nhân ngoài nhà nước – ngày càng tham gia tích cực hơn vào các cuộc đàm phán về biến đổi khí hậu.

Tại Hội nghị COP21 ở Paris, các chính phủ đã chính thức nhất trí rằng cần khẩn trương huy động các hành động khí hậu mạnh mẽ và tham vọng hơn để đạt được các mục tiêu của Thỏa thuận Paris. Mỗi người trong xã hội đều có vai trò quan trọng. Các tác nhân xã hội và ngoài nhà nước có thể đóng góp bằng cách xây dựng kế hoạch khí hậu riêng, đặt mục tiêu giảm phát thải, công bố các rủi ro liên quan đến khí hậu, nâng cao năng lực kỹ thuật và phối hợp thực hiện các chính sách khí hậu ở cấp địa phương. Họ cũng hợp tác với nhau – và thường xuyên với cả chính phủ – trong các sáng kiến khí hậu xuyên quốc gia hoặc sáng kiến hợp tác quốc tế. Hội nghị Thượng đỉnh Tham vọng Khí hậu của Liên Hợp Quốc năm 2023 đã đặc biệt nhấn mạnh vai trò của chính phủ, doanh nghiệp, các thành phố, vùng lãnh thổ và tổ chức tài chính trong việc cùng nhau hành động, nhằm hiện thực hóa quá trình khử carbon cho toàn xã hội và nền kinh tế (Hình 3.4.4).

Hình 3.4.4 Cách các bên liên quan cùng chung tay nỗ lực ứng phó biến đổi khí hậu: Hội nghị Thượng đỉnh Tham vọng Khí hậu của Liên Hợp Quốc năm 2023



UNFCCC hiện đang cung cấp thông tin về hơn 32.000 sáng kiến và chủ thể tham gia hành động vì khí hậu. Tính đến tháng 10 năm 2023, con số này bao gồm 15.590 doanh nghiệp, 1.654 nhà đầu tư, 3.443 tổ chức, 282 vùng lãnh thổ, 11.354 thành phố và 194 quốc gia. Các đại sứ cấp cao tại UNFCCC đóng vai trò dẫn dắt và kết nối các tác nhân ngoài nhà nước – như chính quyền địa phương, doanh nghiệp, vùng lãnh thổ và nhà đầu tư – để thúc đẩy sự phối hợp hiệu quả với chính phủ trong các hành động ứng phó với biến đổi khí hậu. Một số sáng kiến nổi bật gần đây có thể kể đến như "2030 Breakthroughs" (Đột phá vì năm 2030), Chương trình nghị sự thích ứng Sharm-el-Sheikh, cùng hai chiến dịch toàn cầu Race to Zero (Hướng đến phát thải ròng bằng 0) và Race to Resilience (Hướng tới khả năng chống chịu).

Nhận thấy tầm quan trọng của việc huy động giới trẻ tham gia vào hành động vì khí hậu, tại COP28 ở Dubai đã thành lập vị trí Đại sứ Thanh niên về Khí hậu (YCC). Người giữ vai trò này có nhiệm vụ thúc đẩy sự tham gia có ý nghĩa và đại diện xứng đáng của thanh niên trong các Hội nghị COP sắp tới.



BÀI TẬP

1

Trong bộ nhiệm vụ này, bạn có thể thử vai trò là một nhà đàm phán quốc tế.

Mười mẹo cho một nhà đàm phán quốc tế

1. Tập trung vào vấn đề đang được thảo luận. Đừng bị lạc hướng khỏi vấn đề chính. Đừng đi vào các lối mòn hoặc nhảy sang các chủ đề khác.
2. Cố gắng tìm và phân biệt ý tưởng chính, và tập trung vào nội dung, không phải hình thức.
3. Diễn đạt lại những gì người khác đã nói và kiểm tra xem bạn có hiểu đúng không ("Nếu tôi không nhầm, bạn có ý là...," "Tôi hiểu đúng không là...").
4. Tập trung đưa ra các câu hỏi.
5. Tôn trọng sự im lặng trong cuộc trò chuyện.
6. Hiểu và diễn giải thông tin từ cả góc nhìn văn hóa của mình và của người đối thoại.
7. Tránh tự ý gán ý nghĩa cho hành vi của người khác theo cách của riêng mình.
8. Đừng vội vàng đưa ra đánh giá hay nhận xét về người khác.
9. Học cách nhận biết các thông điệp phi ngôn ngữ của người đối diện (biểu cảm khuôn mặt, cử chỉ, tư thế, ngữ điệu, v.v.).
10. Đừng vội kết luận dựa trên một cử chỉ hay dấu hiệu duy nhất.

Thật thú vị khi một trong những chiến lược thành công nhất khi giao tiếp với người từ nền văn hóa khác chính là... bắt chước họ. Việc mô phỏng cách hành xử của đối tác đàm phán sẽ tăng đáng kể cơ hội đạt được kết quả tích cực cho cả hai bên. Giống như chú tắc kè hoa biết thay đổi để hòa nhập, khả năng này có thể giúp bạn thành công trong các cuộc đàm phán quốc tế. Dù vậy, điều cốt lõi vẫn là giữ thái độ lịch sự, thể hiện sự tôn trọng đối với người đối diện và nền văn hóa của họ, đồng thời cởi mở trong giao tiếp - những yếu tố đơn giản nhưng có thể mang lại hiệu quả to lớn (và điều này cũng hoàn toàn đúng trong cuộc sống hàng ngày).

2

Trò chơi

Hãy tưởng tượng bạn đang tham gia Hội nghị Liên Hợp Quốc về Biến đổi Khí hậu và bạn sẽ thảo luận về các vấn đề của các quốc gia liên quan đến biến đổi khí hậu.

Hãy chuẩn bị một bài phát biểu chào mừng ngắn gọn mà lãnh đạo quốc gia của bạn sẽ đọc trước tất cả các tham dự viên của Hội nghị. Bài phát biểu nên đề cập đến:

– Khí hậu và các tài nguyên thiên nhiên chính của quốc gia bạn;

– Cách sống của người dân trong quốc gia của bạn;

– Các ngành nghề chính của nền kinh tế quốc gia bạn;

– Tác động của biến đổi khí hậu đối với thiên nhiên, con người và nền kinh tế;

– Quốc gia bạn kỳ vọng Hội nghị đạt được những gì.

Sau bài phát biểu khai mạc, các đại biểu của Hội nghị sẽ bày tỏ quan điểm của họ về cách ngăn chặn những tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu đối với môi trường và con người tại các quốc gia tham gia Hội nghị.

Cuối trò chơi, các tham dự viên sẽ chọn người chiến thắng - là người đóng góp nhiều nhất cho cuộc thảo luận và nói những điều liên quan, lập luận rõ ràng và thú vị nhất.

3

Hãy tưởng tượng bạn là một quan chức chính phủ của một quốc đảo nhỏ ở khu vực Thái Bình Dương. Hiện tại, bạn đang chuẩn bị một đề xuất để xin hỗ trợ tài chính quốc tế giúp quốc gia bạn đối phó với những tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu. Những vấn đề sau nên có trong đề xuất của bạn:

1) Những tác động nào của hiện tượng nóng lên toàn cầu được dự báo là mối đe dọa lớn nhất đối với đất nước bạn?

2) Nếu mực nước biển dâng cao đe dọa nhấn chìm toàn bộ hòn đảo của bạn, cần phải làm gì?

3) Bạn sẽ tìm đến những tổ chức quốc tế và quốc gia nào để xin trợ giúp?

4) Bạn dự định bảo tồn văn hóa của đất nước mình ra sao nếu hòn đảo của bạn biến mất dưới đáy biển?



4

Hướng dẫn dành cho giáo viên về việc sử dụng bộ công cụ Climate Box trong trường học

4 Hướng dẫn cho giáo viên về việc sử dụng bộ công cụ Climate Box

Bộ công cụ Climate Box, một bộ tài liệu giáo dục tương tác và trò chơi về biến đổi khí hậu, được thiết kế dành cho giáo viên giảng dạy các môn Khoa học tự nhiên, Khoa học xã hội và Môi trường từ lớp 1 đến lớp 11.

Tài liệu này được Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP) xây dựng với sự hỗ trợ của Quỹ Môi trường Toàn cầu (GEF), Bộ Tài nguyên và Môi trường Liên bang Nga, và Tập đoàn Coca-Cola. Climate Box là bộ tài liệu thứ ba trong chuỗi công cụ giáo dục dành cho học sinh phổ thông được UNDP và các đối tác phát hành, tiếp nối hai bộ tài liệu trước là Hộp Biển Đen (Black Sea Box) và Hòm Kho báu nhỏ của Baikal (Baikal's Little Treasure Chest).

Mục tiêu của Climate Box:

- Cung cấp cho học sinh kiến thức về thế giới xung quanh và mối quan hệ giữa con người với môi trường;
- Thúc đẩy các giá trị bảo tồn và tôn trọng thiên nhiên;
- Hình thành văn hóa tiêu dùng có trách nhiệm và phát triển kỹ năng tiết kiệm năng lượng, tài nguyên ở thanh thiếu niên;
- Hỗ trợ giáo viên trong việc chuẩn bị và giảng dạy các chủ đề có liên quan trực tiếp hoặc gián tiếp đến biến đổi khí hậu.

Bộ tài liệu này bao gồm:

Tài liệu tham khảo dành cho học sinh: gồm các nội dung giáo dục kèm theo câu hỏi và nhiệm vụ dành cho cá nhân và nhóm, cùng với hướng dẫn dành cho giáo viên về cách sử dụng tài liệu trong các bài học ở nhiều nhóm tuổi khác nhau (với một chương trong sách và một tài liệu hướng dẫn riêng);

Bộ Câu đố Khí hậu

Bản đồ treo tường minh họa các tác động tiềm năng của biến đổi khí hậu lên thiên nhiên và con người ở các khu vực khác nhau trên thế giới vào cuối thế kỷ 21;

Áp phích treo tường cung cấp mẹo để giảm dấu chân carbon cá nhân;

Áp phích khác đưa ra các khuyến nghị về cách ứng phó và thích nghi với những tác động của biến đổi khí hậu khó có thể giảm nhẹ

climate-box.com – trang web chứa tất cả tài liệu của bộ công cụ.

Sách tham khảo Climate Box

Cuốn sách bao gồm ba phần: “Vấn đề biến đổi khí hậu”; “Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích nghi với những hậu quả không thể tránh khỏi của biến đổi khí hậu?”; và “Làm thế nào để ứng phó biến đổi khí hậu”.

Cuốn sách giúp học sinh phân biệt giữa các kiểu khí hậu và vùng tự nhiên khác nhau; giải thích mối quan hệ giữa các thành phần địa lý trong hệ thống tự nhiên; dạy các em cách hiểu những đặc điểm địa lý và hiện tượng thời tiết quan trọng và cách chúng có thể thay đổi do các tác động tự nhiên và con người; giải thích việc sử dụng các nguồn năng lượng thay thế; hướng dẫn các quy tắc ứng xử trong trường hợp gặp thời tiết cực đoan; và chỉ ra cách sử dụng tiết kiệm tài nguyên ở nhà, trường học và ngoài trời. Mỗi phần đều chứa đựng những thông tin có thể bổ trợ hữu ích cho nhiều khía cạnh trong các chương trình giáo dục.

Sách còn cung cấp thông tin hấp dẫn về các hiện tượng tự nhiên dị thường, tác động của biến đổi khí hậu đến các khu vực ven biển, vùng núi, Bắc Cực, rừng, thành phố và các quốc gia. Học sinh có thể tự phân tích thông tin, xây dựng giả thuyết và dự đoán các quá trình, hiện tượng thiên nhiên liên quan đến khu vực sinh sống.

Sách tạo điều kiện cho học sinh nhìn thế giới qua lăng kính của nhà thiên văn học, địa lý học hay nhà sinh thái học. Hình ảnh minh họa sinh động, biểu đồ và đồ thị giúp củng cố kiến thức về sự tiến hóa của Trái Đất (qua các sự kiện khí hậu trong quá khứ), sự khác biệt về không gian trong quá trình hình thành khí hậu, đặc điểm tự nhiên của các châu lục và đại dương, các biện pháp bảo tồn, nguyên nhân tự nhiên và nhân tạo gây ra vấn đề môi trường, các biện pháp bảo vệ thiên nhiên và con người khỏi thiên tai và thảm họa do con người gây ra, hiệu ứng nhà kính, đa dạng sinh học và dấu chân carbon của con người trên Trái Đất.

Phần câu hỏi và nhiệm vụ giúp học sinh áp dụng kiến thức vào thực tế. Sách phù hợp với học sinh từ 8 tuổi trở lên, đặc biệt là nhóm từ 10–13 tuổi, có thể sử dụng trong chương trình chính khóa hoặc hoạt động ngoại khóa.



Giáo viên được khuyến khích sử dụng tài liệu trong sách tham khảo một cách linh hoạt, phù hợp với nội dung học sinh đang học, cũng như nhu cầu, sở thích và năng lực của các em. Một số em sẽ hứng thú với toàn bộ nội dung sách tham khảo, trong khi những em khác có thể bị thu hút bởi các thông tin cụ thể, hình minh họa sinh động, hoặc các ý tưởng thí nghiệm.

Các bảng dưới đây gợi ý cách liên kết nội dung Climate Box với chương trình giáo dục quốc gia. Mặc dù được xây dựng dựa trên chương trình giáo dục của Nga, các gợi ý này có thể phù hợp với những chương trình tương tự ở các quốc gia khác.

Chúng tôi tin tưởng rằng mỗi học sinh sẽ tìm thấy điều gì đó mới mẻ và thú vị trong sách tham khảo. Chúng tôi đề xuất giáo viên nên tiếp cận bộ công cụ một cách sáng tạo, đưa các tài liệu vào các hoạt động ngoài lớp học và hoạt động ngoại khóa như: hoạt động ngoài trời, chiến dịch bảo vệ môi trường, tuần lễ chuyên đề, cuộc thi và trò chơi đố vui, cũng như các câu lạc bộ học tập. Nhóm tác giả chân thành hy vọng rằng bộ công cụ Climate Box sẽ khơi dậy cảm hứng để học sinh, giáo viên và phụ huynh thay đổi lối sống theo hướng thân thiện hơn với môi trường.

Gợi ý lồng ghép Climate Box trong các môn học (theo Chương trình Giáo dục phổ thông tổng thể 2018)

Bậc tiểu học

Chương trình của các môn
- Tự nhiên xã hội (lớp 1-5)
- Địa lý (lớp 4-5)
- Khoa học (lớp 4-5)
- Toán học (lớp 4-5)

Bậc Trung học cơ sở

Chương trình của các môn
- Lịch sử & Địa lý (lớp 6-9)
- Khoa học tự nhiên (lớp 6-9)
- Hoạt động trải nghiệm & hướng nghiệp (lớp 6-9)
- Tiếng Anh (lớp 6–9)
- Công nghệ (lớp 7)
- Giáo dục công dân (lớp 8)

Bậc Trung học phổ thông

Chương trình của các môn
- Địa lý (lớp 10–12)
- Kinh tế và Pháp luật (lớp 10–12)
- Tiếng Anh (lớp 11–12)
- Sinh học (lớp 12)
- Vật lý (lớp 10–12
- Công nghệ (lớp 11–12)
- Hoạt động trải nghiệm & hướng nghiệp (lớp 11)
- Giáo dục quốc phòng và an ninh (lớp 10–12)

BẬC TIỂU HỌC

Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018				
	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5
PHẦN 1. Vấn đề Biến đổi khí hậu					
1.1 Thời tiết và khí hậu	–	**Tự nhiên xã hội 2** – Các mùa trong năm – Nêu được tên và một số đặc điểm của các mùa trong năm (ví dụ: mùa xuân, mùa hè,mùa thu, mùa đông; mùa mưa và mùa khô).	–	–	**Địa lí 5** – Sử dụng kiến thức lịch sử, địa lí kết hợp với một số tư liệu (tranh ảnh, câu chuyện,...), liệt kê và trình bày được một số vấn đề môi trường (ví dụ: thiên tai, biến đổi khí hậu, suy giảm tài nguyên thiên nhiên, ô nhiễm môi trường,...). – Đề xuất được ở mức độ đơn giản một số biện pháp để xây dựng thế giới xanh – sạch – đẹp. – Thể hiện được sự quan tâm đến vấn đề môi trường trên thế giới qua hình thức vẽ tranh, viết thư,...
1.2 Các kiểu khí hậu và các đới khí hậu	–	–	**Tự nhiên xã hội lớp 3** - Một số đặc điểm của Trái Đất Nhận biết ban đầu về hình dạng Trái Đất qua quả địa cầu. - Chỉ được cực Bắc, cực Nam, đường Xích đạo, bán cầu Bắc, bán cầu Nam và các đới khí hậu trên quả địa cầu. - Trình bày được một vài hoạt động tiêu biểu của con người ở từng đới khí hậu dựa vào tranh ảnh và (hoặc) video.	–	–
1.3. Nguyên nhân và Nguồn gốc của Biến đổi khí hậu	–	–	–	–	–
1.4. Biến đổi khí hậu hiện nay	–	–	–	–	–

BẬC TIỂU HỌC					
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018				
	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?					
2.1 Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến thời tiết	–	**Tự nhiên xã hội 2** - Nhận biết và mô tả được một số hiện tượng thiên tai (ví dụ: bão, lũ, lụt, giông sét, hạn hán,...) ở mức độ đơn giản. - Nêu được một số rủi ro dẫn đến các thiệt hại về tính mạng con người và tài sản do thiên tai gây ra. - Đưa ra được một số ví dụ về thiệt hại tính mạng con người và tài sản do thiên tai gây ra. - Nêu và luyện tập được một số cách ứng phó, giảm nhẹ rủi ro thiên tai thường xảy ra ở địa phương. Chia sẻ với những người xung quanh và cùng thực hiện phòng tránh rủi ro thiên tai.	–	–	–
2.2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thực vật và động vật như thế nào	–	Tự nhiên và xã hội 2 – Thu thập được thông tin về một số việc làm của con người có thể làm thay đổi môi trường sống của thực vật, động vật. – Giải thích được ở mức độ đơn giản sự cần thiết phải bảo vệ môi trường sống của thực vật và động vật. – Nêu được những việc có thể làm để bảo vệ, hạn chế sự thay đổi môi trường sống của thực vật, động vật và chia sẻ với những người xung quanh cùng thực hiện.	–	–	–
2.3. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến rừng như thế nào	–	–	–	–	–

BẬC TIỂU HỌC					
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018				
	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?					
2.4. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến tài nguyên nước như thế nào	–	–	–	–	–
2.5. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến nông nghiệp như thế nào	–	–		–	–
2.6. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vùng ven biển như thế nào	–	–	–	**Địa lí lớp 4** – Nêu được một số tác động của môi trường thiên nhiên đối với đời sống và hoạt động sản xuất trong vùng. – Đề xuất được ở mức độ đơn giản một số biện pháp phòng chống thiên tai ở vùng duyên hải miền Trung.	–
2.7. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vùng núi như thế nào	–	–	–	**Lịch sử địa lí lớp 4** – Xác định được vị trí địa lí của vùng Tây Nguyên, các cao nguyên ở Tây Nguyên trên bản đồ hoặc lược đồ. – Trình bày được một trong những đặc điểm thiên nhiên (ví dụ: địa hình, đất đai, khí hậu, rừng,...) của vùng Tây Nguyên. – Nêu được nét điển hình của khí hậu thông qua đọc số liệu về lượng mưa, nhiệt độ của một địa điểm ở vùng Tây Nguyên. – Nêu được vai trò của rừng đối với tự nhiên, hoạt động sản xuất và đời sống của người dân ở vùng Tây Nguyên. – Đưa ra được một số biện pháp bảo vệ rừng ở Tây Nguyên	–
2.8. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến khu vực Bắc Cực như thế nào	–	–	–	–	–
2.9. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các thành phố và sức khỏe con người như thế nào	**Tự nhiên xã hội lớp 1** – Thực hiện được việc sử dụng trang phục phù hợp với thời tiết: nắng, mưa, nóng, lạnh để giữ cho cơ thể khoẻ mạnh.	**Tự nhiên xã hội 2** Các mùa trong năm – Nêu được tên và một số đặc điểm của các mùa trong năm (ví dụ: mùa xuân, mùa hè, mùa thu, mùa đông; mùa mưa và mùa khô). – Lựa chọn được trang phục phù hợp theo mùa để giữ cơ thể khoẻ mạnh.	–	–	–
2.10. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vấn đề xã hội như thế nào	–	–	–	–	–

BẬC TIỂU HỌC

Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018				
	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5
PHẦN 3. Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu					
3.1 Các nguồn năng lượng "xanh" 3.1.1. **Năng lượng là gì?** 3.1.2. **Các nguồn năng lượng chính**	–	–	–	–	–
3.1.3. Nhiên liệu hóa thạch	–	–	–	–	**Khoa học 5** – Nêu được một số nguồn năng lượng chất đốt và vai trò của chúng trong đời sống và sản xuất. Sử dụng an toàn, tiết kiệm năng lượng chất đốt – Trình bày được biện pháp phòng chống cháy, nổ, ô nhiễm khi sử dụng năng lượng chất đốt. – Nêu và thực hiện được việc làm thiết thực để tiết kiệm năng lượng chất đốt
3.1.4. Năng lượng hạt nhân	–	–	–	–	–
3.1.5. Nguồn năng lượng tái tạo	–	–	–	–	**Khoa học 5** – Mô tả được cách tạo ra điện từ gió. – Nhận biết và mô tả được các bộ phận chính của mô hình máy phát điện gió. Lắp ráp được mô hình máy phát điện gió. – Mô tả được cách tạo ra điện từ ánh sáng mặt trời. – Nhận biết và mô tả được các bộ phận chính của mô hình điện dùng năng lượng mặt trời. Lắp ráp được mô hình điện mặt trời. – Kiểm tra được hoạt động của mô hình với những độ sáng mặt trời khác nhau.
3.1.6. Ưu và nhược điểm của các nguồn năng lượng khác nhau	–	–	–	–	–
3.2. Hiệu quả năng lượng và tiết kiệm năng lượng **3.2.1. Phương tiện giao thông thân thiện với môi trường** **3.2.2. Thiết bị gia dụng và các thiết bị điện**	–	–	–	–	–
3.2.3. Xây dựng xanh Các tòa nhà thụ động và chủ động **3.2.4. Thành phố xanh**	–	–	–	–	–
3.3. Dấu chân carbon và tôi có thể giúp hành tinh như thế nào thông qua giảm dấu chân carbon	–	–	–	**Toán lớp 4 - 5** Thực hành ứng dụng các kiến thức toán học vào việc tính dấu chân carbon	**Giáo dục công dân 5** – Biết vì sao phải bảo vệ môi trường sống. – Biết bảo vệ môi trường sống ở nhà, ở trường, ở nơi công cộng bằng những việc làm cụ thể phù hợp với khả năng. – Không đồng tình với những hành vi gây ô nhiễm môi trường; nhắc nhở người thân, bạn bè bảo vệ môi trường sống **Khoa học 5** – Thu thập được một số thông tin, bằng chứng cho thấy con người có những tác động tiêu cực và những tác động tích cực đến môi trường và tài nguyên thiên nhiên. – Thực hiện được một số việc làm thiết thực, phù hợp để góp phần bảo vệ tài nguyên thiên nhiên và môi trường. – Xây dựng được nội dung và sử dụng cách trình bày phù hợp như dùng hình ảnh, sơ đồ,... để vận động mọi người cùng sống hoà hợp với thiên nhiên, bảo vệ môi trường và đa dạng sinh học ở địa phương
3.4. Hợp tác toàn cầu về biến đổi khí hậu và phát triển bền vững	–	–	–	–	–

BẬC TRUNG HỌC CƠ SỞ

Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018			
	Lớp 6	Lớp 7	Lớp 8	Lớp 9
PHẦN 1. Vấn đề Biến đổi khí hậu				
1.1. Thời tiết và khí hậu	**Địa lí 6** – Các tầng khí quyển. Thành phần không khí – Mô tả được các tầng khí quyển, đặc điểm chính của tầng đối lưu và tầng bình lưu; hiểu được vai trò của oxy, hơi nước và khí carbonic. – Các khối khí. Khí áp và gió – Kể được tên và nêu được đặc điểm về nhiệt độ, độ ẩm của một số khối khí. – Trình bày được sự phân bố các đai khí áp và các loại gió thổi thường xuyên trên Trái Đất. – Nhiệt độ và mưa. Thời tiết, khí hậu – Mô tả được hiện tượng hình thành mây, mưa. – Biết cách sử dụng nhiệt kế, ẩm kế, khí áp kế.	–	**Địa lí 8** – Khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa, phân hoá đa dạng – Trình bày được đặc điểm khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa của Việt Nam. – Vẽ và phân tích được biểu đồ khí hậu của một số trạm thuộc các vùng khí hậu khác nhau. – Chứng minh được sự phân hoá đa dạng của khí hậu Việt Nam. – Tác động của biến đổi khí hậu đối với khí hậu và thuỷ văn Việt Nam – Phân tích được tác động của biến đổi khí hậu đối với khí hậu và thuỷ văn Việt Nam. – Tìm ví dụ về giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu. – Vai trò của tài nguyên khí hậu và tài nguyên nước đối với sự phát triển kinh tế – xã hội của nước ta – Phân tích được ảnh hưởng của khí hậu đối với sản xuất nông nghiệp. – Phân tích được vai trò của khí hậu đối với sự phát triển du lịch ở một số điểm du lịch nổi tiếng của nước ta. .	–
1.2 Các kiểu khí hậu và các đới khí hậu	**Địa lí 6** – Trình bày được khái quát đặc điểm của một trong các đới khí hậu. – Phân tích được biểu đồ nhiệt độ, lượng mưa; xác định được đặc điểm về nhiệt độ và lượng mưa của một số địa điểm trên bản đồ khí hậu thế giới. – Sự biến đổi khí hậu và biện pháp ứng phó – Nêu được một số biểu hiện của biến đổi khí hậu. – Trình bày được một số biện pháp phòng tránh thiên tai và ứng phó với biến đổi khí hậu	–	–	–

BẬC TRUNG HỌC CƠ SỞ				
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018			
	Lớp 6	Lớp 7	Lớp 8	Lớp 9
PHẦN 1. Vấn đề Biến đổi khí hậu				
1.3. Nguyên nhân và Nguồn gốc của Biến đổi khí hậu	**Địa lí 6** – Cấu tạo của Trái Đất – Trình bày được cấu tạo của Trái Đất gồm ba lớp. – Các mảng kiến tạo – Xác định được trên lược đồ các mảng kiến tạo lớn, đới tiếp giáp của hai mảng xô vào nhau. – Hiện tượng động đất, núi lửa và sức phá hoại của các tai biến thiên nhiên này – Trình bày được hiện tượng động đất, núi lửa và nêu được nguyên nhân của hiện tượng này. – Biết tìm kiếm thông tin về các thảm hoạ thiên nhiên do động đất và núi lửa gây ra.	–	–	–
1.4. Biến đổi khí hậu hiện nay	–	–	**Khoa học 8** Tác động của con người đối với môi trường – Trình bày được tác động của con người đối với môi trường qua các thời kì phát triển xã hội; tác động của con người làm suy thoái môi trường tự nhiên; vai trò của con người trong bảo vệ và cải tạo môi trường tự nhiên.	–

BẬC TRUNG HỌC CƠ SỞ				
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018			
	Lớp 6	Lớp 7	Lớp 8	Lớp 9
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?				
2.1. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thời tiết như thế nào	–	–	**Khoa học 8** – Trình bày được tác động của con người đối với môi trường qua các thời kì phát triển xã hội; tác động của con người làm suy thoái môi trường tự nhiên; vai trò của con người trong bảo vệ và cải tạo môi trường tự nhiên. Hoạt động hướng nghiệp 8 Hoạt động tìm hiểu và bảo vệ môi trường – Sưu tầm được tài liệu và viết được báo cáo về thiên tai và thiệt hại do thiên tai gây ra cho địa phương trong một số năm. – Xây dựng và thực hiện được kế hoạch truyền thông cho người dân địa phương về những biện pháp để phòng thiên tai và giảm nhẹ rủi ro khi gặp thiên tai. **Địa lý 9** – Trình bày được vấn đề phòng chống thiên tai và ứng phó với biến đổi khí hậu ở Bắc Trung Bộ.	–
2.2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thực vật và động vật như thế nào	–	–	**Địa lý 8** – Chứng minh được sự đa dạng của sinh vật ở Việt Nam. – Vấn đề bảo tồn đa dạng sinh học ở Việt Nam – Chứng minh được tính cấp thiết của vấn đề bảo tồn đa dạng sinh học ở Việt Nam.	–
2.3. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến rừng như thế nào	**Khoa học 6** – Sự đa dạng các nhóm sinh vật – Vai trò của đa dạng sinh học – Nêu được vai trò của đa dạng sinh học trong tự nhiên và trong thực tiễn (làm thuốc, trong tự nhiên làm thức ăn, chỗ ở, bảo vệ môi trường,...).	**Công nghệ 7 - Nông - Lâm nghiệp & Thủy sản** – Trình bày được vai trò của rừng, phân biệt được các loại rừng phổ biến ở nước ta. – Tóm tắt được quy trình trồng, chăm sóc cây rừng và các biện pháp bảo vệ rừng. – Có ý thức trồng, chăm sóc, bảo vệ rừng và môi trường sinh thái. **Địa lý 7** – Trình bày được sự phân hoá tự nhiên theo chiều Đông – Tây, theo chiều Bắc – Nam và theo chiều cao (trên dãy núi Andes); đặc điểm của rừng nhiệt đới Amazon. – Trình bày được đặc điểm nguồn gốc dân cư Trung và Nam Mỹ, vấn đề đô thị hoá, văn hoá Mỹ Latinh. – Phân tích được vấn đề khai thác, sử dụng và bảo vệ thiên nhiên thông qua trường hợp rừng Amazon.	–	–

BẬC TRUNG HỌC CƠ SỞ

Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018			
	Lớp 6	Lớp 7	Lớp 8	Lớp 9
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?				
2.4. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến tài nguyên nước như thế nào	–	–	–	**Địa lý 8** – Tác động của biến đổi khí hậu đối với khí hậu và thuỷ văn Việt Nam – Phân tích được tác động của biến đổi khí hậu đối với khí hậu và thuỷ văn Việt Nam. – Tìm ví dụ về giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu.
2.5. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến nông nghiệp như thế nào	–	–	–	**Địa lí 9** – Vấn đề phát triển nông nghiệp xanh – Trình bày được ý nghĩa của việc phát triển nông nghiệp xanh.
2.6.Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vùng ven biển như thế nào	–	–	**Địa lí 8** – Nêu được đặc điểm môi trường biển đảo và vấn đề bảo vệ môi trường biển đảo Việt Nam. – Trình bày được các tài nguyên biển và thềm lục địa Việt Nam.	**Địa lí 9** – Phân tích được vấn đề khai thác tài nguyên, bảo vệ môi trường và giữ vững chủ quyền, các quyền và lợi ích hợp pháp của Việt Nam ở Biển Đông.
2.7 Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vùng núi như thế nào	–	–	–	–
2.8. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến khu vực Bắc Cực như thế nào	–	**Địa lí 7** – Mô tả được kịch bản về sự thay đổi của thiên nhiên châu Nam Cực khi có biến đổi khí hậu toàn cầu	–	–

BẬC TRUNG HỌC CƠ SỞ

Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018			
	Lớp 6	Lớp 7	Lớp 8	Lớp 9
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?				
2.9. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các thành phố và sức khỏe con người như thế nào	**Hoạt động hướng nghiệp & trải nghiệm 6** – Chỉ ra được những tác động của biến đổi khí hậu đến sức khoẻ con người.	–	–	**Địa lí 9** – Trình bày được vấn đề phòng chống thiên tai và ứng phó với biến đổi khí hậu ở Bắc Trung Bộ. – Tìm hiểu thông tin và phân tích được tác động của biến đổi khí hậu đối với Đồng bằng sông Cửu Long; đề xuất giải pháp ứng phó. **Lịch sử 9** – Biến đổi khí hậu và biện pháp ứng phó với biến đổi khí hậu ở vùng châu thổ của hai đồng bằng hiện đại – Phân tích được những biểu hiện của biến đổi khí hậu ở hai vùng châu thổ sông Hồng và sông Cửu Long. – Nêu được tác động của biến đổi khí hậu đối với sự phát triển kinh tế – xã hội ở châu thổ sông Hồng và sông Cửu Long. – Đề xuất được ở mức độ đơn giản một số biện pháp ứng phó với biến đổi khí hậu liên quan đến vùng châu thổ của hai đồng bằng hiện đại.
2.10. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vấn đề xã hội như thế nào	–	**Địa lí 7** - Đặc điểm dân cư, xã hội – Trình bày được một trong những vấn đề nổi cộm về dân cư, xã hội và di sản lịch sử châu Phi (ví dụ: vấn đề nạn đói, vấn đề xung đột quân sự,...).	–	–

BẬC TRUNG HỌC CƠ SỞ

Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018			
	Lớp 6	Lớp 7	Lớp 8	Lớp 9
PHẦN 3. Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu				
3.1. Các nguồn năng lượng "xanh" **3.1.1. Năng lượng là gì?** **3.1.2. Các nguồn năng lượng chính**	**Khoa học tự nhiên 6** – Khái niệm về năng lượng – Một số dạng năng lượng – Sự chuyển hoá năng lượng – Năng lượng hao phí – Năng lượng tái tạo – Tiết kiệm năng lượng	**Hướng nghiệp 7** Hoạt động tìm hiểu và bảo vệ môi trường – Tìm hiểu được ảnh hưởng của hiệu ứng nhà kính đến sự sống trên Trái Đất. – Thực hiện được chiến dịch truyền thông bảo vệ môi trường thiên nhiên, giảm thiểu hiệu ứng nhà kính bằng các hình thức khác nhau	–	**Khoa học tự nhiên 9** – Vòng năng lượng trên Trái Đất – Năng lượng hoá thạch – Năng lượng tái tạo – Nêu được sơ lược ưu điểm và nhược điểm của năng lượng hoá thạch. – Lấy được ví dụ chứng tỏ việc đốt cháy các nhiên liệu hoá thạch có thể gây ô nhiễm môi trường. – Thảo luận để chỉ ra được giá nhiên liệu phụ thuộc vào chi phí khai thác nó. – Nêu được sơ lược ưu điểm và nhược điểm của một số dạng năng lượng tái tạo (năng lượng Mặt Trời, năng lượng từ gió, năng lượng từ sóng biển, năng lượng từ dòng sông). – Thảo luận để nêu được một số biện pháp sử dụng hiệu quả năng lượng và bảo vệ môi trường.
3.1.3. Nhiên liệu hóa thạch	–	–	–	**Khoa học tự nhiên 9** – Nêu được khái niệm nhiên liệu hoá thạch.T rình bày được lợi ích của việc sử dụng nhiên liệu hoá thạch và thực trạng của việc khai thác nhiên liệu hoá thạch hiện nay. – Nêu được một số giải pháp hạn chế việc sử dụng nhiên liệu hoá thạch – Nêu được một số dạng tồn tại phổ biến của nguyên tố carbon trong tự nhiên (than, kim cương, carbon dioxide, các muối carbonate, các hợp chất hữu cơ). – Trình bày được sản phẩm và sự phát năng lượng từ quá trình đốt cháy than, các hợp chất hữu cơ; chu trình carbon trong tự nhiên và vai trò của carbon dioxide trong chu trình đó. – Trình bày được nguồn gốc tự nhiên và nguồn gốc nhân tạo của methane (metan). – Nêu được khí carbon dioxide và methane là nguyên nhân chính gây hiệu ứng nhà kính, sự ấm lên toàn cầu
3.1.4. Năng lượng hạt nhân	–	–	–	–
3.1.5. Nguồn năng lượng tái tạo	**Khoa học tự nhiên 6** – Năng lượng tái tạo	–	–	**Khoa học tự nhiên 9** – Năng lượng tái tạo
3.1.6. Ưu và nhược điểm của các nguồn năng lượng khác nhau	–	–	–	**Khoa học tự nhiên 9** – Dựa vào ảnh (hoặc hình vẽ) mô tả vòng năng lượng trên Trái Đất để rút ra được: năng lượng của Trái Đất đến từ Mặt Trời. – Nêu được sơ lược ưu điểm và nhược điểm của năng lượng hoá thạch. – Lấy được ví dụ chứng tỏ việc đốt cháy các nhiên liệu hoá thạch có thể gây ô nhiễm môi trường. – Thảo luận để chỉ ra được giá nhiên liệu phụ thuộc vào chi phí khai thác nó. – Nêu được sơ lược ưu điểm và nhược điểm của một số dạng năng lượng tái tạo (năng lượng Mặt Trời, năng lượng từ gió, năng lượng từ sóng biển, năng lượng từ dòng sông). – Thảo luận để nêu được một số biện pháp sử dụng hiệu quả năng lượng và bảo vệ môi trường.

BẬC TRUNG HỌC CƠ SỞ

Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018			
	Lớp 6	Lớp 7	Lớp 8	Lớp 9
PHẦN 3. Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu				
3.2. Hiệu quả năng lượng và tiết kiệm năng lượng **3.2.1. Phương tiện giao thông thân thiện với môi trường** **3.2.2. Thiết bị gia dụng và các thiết bị điện**	**Khoa học tự nhiên 6** – Năng lượng hao phí – Tiết kiệm năng lượng **Công nghệ 6** **Công nghệ trong gia đình - Nhà ở** – Mô tả, nhận diện được những đặc điểm của ngôi nhà thông minh. – Thực hiện được một số biện pháp sử dụng năng lượng trong gia đình tiết kiệm, hiệu quả.	–	–	–
3.2.3. Xây dựng xanh **Các tòa nhà thụ động và chủ động** **3.2.4. Thành phố xanh**	**Công nghệ 6** **Công nghệ trong gia đình - Nhà ở** – Nêu được vai trò và đặc điểm chung của nhà ở; một số kiến trúc nhà ở đặc trưng ở Việt Nam. – Kể được tên một số vật liệu, mô tả các bước chính để xây dựng một ngôi nhà. – Mô tả, nhận diện được những đặc điểm của ngôi nhà thông minh. – Thực hiện được một số biện pháp sử dụng năng lượng trong gia đình tiết kiệm, hiệu quả.	**Địa lí 7** – Phương thức con người khai thác, sử dụng và bảo vệ thiên nhiên – Lựa chọn và trình bày được một vấn đề bảo vệ môi trường ở châu Âu – Đặc điểm tự nhiên – Trình bày được một trong những đặc điểm thiên nhiên châu Á, ý nghĩa của đặc điểm này đối với việc sử dụng và bảo vệ tự nhiên. – Phương thức con người khai thác, sử dụng và bảo vệ thiên nhiên ở các khu vực châu Mỹ – Trình bày được đặc điểm nguồn gốc dân cư Trung và Nam Mỹ, vấn đề đô thị hoá, văn hoá Mỹ Latinh. – Phân tích được vấn đề khai thác, sử dụng và bảo vệ thiên nhiên thông qua trường hợp rừng Amazon.	–	**Lịch sử 9** – Các đô thị hiện đại – Trình bày được vai trò của đô thị đối với sự phát triển vùng với tư cách là trung tâm quyền lực và kinh tế của vùng, đất nước, khu vực. – Xu hướng đô thị hoá trên thế giới – Mô tả được quá trình đô thị hoá thời kì xã hội công nghiệp và hậu công nghiệp. – Đô thị hoá ở Việt Nam; đô thị và phát triển vùng – Nêu được tác động của đô thị hoá đối với sự phát triển kinh tế – xã hội.
3.3. Dấu chân carbon và tôi có thể giúp hành tinh như thế nào thông qua giảm dấu chân carbon	**Công nghệ 6** **Hoạt động hướng đến tự nhiên** – Tìm hiểu thực trạng môi trường. – Tham gia bảo vệ môi trường."	**Hướng nghiệp 7** – Tìm hiểu được ảnh hưởng của hiệu ứng nhà kính đến sự sống trên Trái Đất. – Thực hiện được chiến dịch truyền thông bảo vệ môi trường thiên nhiên, giảm thiểu hiệu ứng nhà kính bằng các hình thức khác nhau	–	–

BẬC TRUNG HỌC CƠ SỞ				
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018			
	Lớp 6	Lớp 7	Lớp 8	Lớp 9
PHẦN 3. Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu				
3.4. Hợp tác toàn cầu về biến đổi khí hậu và phát triển bền vững	• Các môn Ngoại ngữ (Tiếng Anh, tiếng Pháp, v.v.)			

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 1. Vấn đề Biến đổi khí hậu			
1.1 Thời tiết và khí hậu	**Địa lí 10** – Khái niệm, biểu hiện, nguyên nhân của biến đổi khí hậu – Các tác động của biến đổi khí hậu và hậu quả – Ứng phó với biến đổi khí hậu	–	–
1.2 Các kiểu khí hậu và các đới khí hậu	**Địa lí 10** – Các đới và kiểu khí hậu trên Trái Đất – Đọc được bản đồ các đới khí hậu trên Trái Đất; phân tích được biểu đồ một số kiểu khí hậu. – Giải thích được một số hiện tượng thời tiết và khí hậu trong thực tế.	–	–
1.3. Nguyên nhân và Nguồn gốc của Biến đổi khí hậu	**Địa lí 10** – Khái niệm, biểu hiện, nguyên nhân của biến đổi khí hậu – Các tác động của biến đổi khí hậu và hậu quả – Ứng phó với biến đổi khí hậu	–	–
1.4. Biến đổi khí hậu hiện nay	**Địa lí 10** – Khái niệm, biểu hiện, nguyên nhân của biến đổi khí hậu – Các tác động của biến đổi khí hậu và hậu quả – Ứng phó với biến đổi khí hậu	**Kinh tế pháp luật 11** –Nêu được những tác động tiêu cực của phát triển kinh tế đến môi trường tự nhiên, xác định được nguyên nhân phát sinh những tác động đó. – Giải thích được sự cần thiết phải giải quyết vấn đề tác động tiêu cực của phát triển kinh tế đến môi trường tự nhiên. – Thực hiện được bài tập nghiên cứu về trường hợp cuộc sống của con người bị ảnh hưởng xấu do tác động tiêu cực của phát triển kinh tế đến môi trường tự nhiên. – Đánh giá được một số biện pháp và chính sách đang áp dụng trong thực tế nhằm khắc phục hoặc hạn chế tác động tiêu cực của phát triển kinh tế đến môi trường tự nhiên.	–

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?			
2.1. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thời tiết như thế nào	**Địa lí 10** – Khái niệm, biểu hiện, nguyên nhân của biến đổi khí hậu – Các tác động của biến đổi khí hậu và hậu quả – Ứng phó với biến đổi khí hậu	–	**Địa lí 12** – Trình bày được quan niệm, đặc điểm, nguyên nhân, phân loại thiên tai. – Một số thiên tai, nguyên nhân, hậu quả, biện pháp phòng chống – Trình bày được một số thiên tai và nơi thường xảy ra (bão, lũ lụt, hạn hán, các thiên tai khác); phân tích được nguyên nhân, hậu quả của mỗi loại và xác định được các biện pháp phòng chống. – Liên hệ, tìm hiểu được về một thiên tai cụ thể tại địa phương (hiện trạng, nguyên nhân, hậu quả, giải pháp). – Thu thập được tranh ảnh, số liệu, video clip,... để trưng bày một số chủ đề về thiên tai ở nước ta. – Viết được đoạn văn ngắn tuyên truyền mọi người trong cộng đồng về thiên tai và các biện pháp phòng chống.

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?			
2.2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thực vật và động vật như thế nào	**Địa lí 10** – Khái niệm, biểu hiện, nguyên nhân của biến đổi khí hậu – Các tác động của biến đổi khí hậu và hậu quả – Ứng phó với biến đổi khí hậu	–	**Địa lí 12** – Trình bày và giải thích được sự suy giảm các loại tài nguyên thiên nhiên ở nước ta. – Nêu được một số giải pháp sử dụng hợp lí tài nguyên thiên nhiên ở nước ta. – Bảo vệ môi trường – Chứng minh và giải thích được hiện trạng ô nhiễm môi trường ở Việt Nam. – Nêu được các giải pháp bảo vệ môi trường. – Viết được đoạn văn ngắn tuyên truyền mọi người trong cộng đồng tham gia vào việc sử dụng hợp lí tài nguyên hoặc bảo vệ môi trường ở địa phương. **Sinh học 12** - Nêu được khái niệm sinh thái học phục hồi, bảo tồn. Giải thích được vì sao cần phục hồi, bảo tồn các hệ sinh thái tự nhiên. **Hoạt động hướng nghiệp 12** – Lập và thực hiện được kế hoạch khảo sát thực trạng thế giới động, thực vật và bảo vệ thế giới động, thực vật ở địa phương. – Thực hiện và tuyên truyền được đến người thân, cộng đồng các biện pháp bảo vệ thế giới động, thực vật. – Nhận xét, đánh giá hành vi, việc làm của cá nhân, tổ chức trong việc bảo tồn thế giới tự nhiên và động vật hoang dã.

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG

Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?			
2.3. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến rừng như thế nào	**Địa lí 10** – Khái niệm, biểu hiện, nguyên nhân của biến đổi khí hậu – Các tác động của biến đổi khí hậu và hậu quả – Ứng phó với biến đổi khí hậu	–	**Địa lí 12** – Sử dụng hợp lí tài nguyên thiên nhiên – Trình bày và giải thích được sự suy giảm các loại tài nguyên thiên nhiên ở nước ta. – Nêu được một số giải pháp sử dụng hợp lí tài nguyên thiên nhiên ở nước ta – Trình bày được sự chuyển dịch cơ cấu nông nghiệp và sự phát triển, phân bố nông nghiệp (trồng trọt, chăn nuôi) thông qua atlat địa lí Việt Nam, bảng số liệu, tư liệu,... **Sinh học 12** + Sử dụng hợp lí tài nguyên thiên nhiên – Phân tích được vai trò và các biện pháp sử dụng hợp lí tài nguyên thiên nhiên (đất, nước, rừng, năng lượng). **Công nghệ 12** **Lâm nghiệp - Thủy sản Bảo vệ và khai thác tài nguyên rừng bền vững** – Trình bày được vai trò, triển vọng của lâm nghiệp đối với đời sống và môi trường. – Nêu được một số hoạt động lâm nghiệp cơ bản. – Phân tích được một số nguyên nhân chủ yếu làm suy thoái tài nguyên rừng và giải pháp khắc phục. – Nêu được các đặc trưng cơ bản của sản xuất lâm nghiệp; những yêu cầu cơ bản với người lao động của một số ngành nghề phổ biến trong lâm nghiệp. – Phân tích được quy luật sinh trưởng, phát triển của cây rừng. – Giải thích được việc bố trí thời vụ và mô tả được kĩ thuật trồng, chăm sóc rừng. Bảo vệ và khai thác tài nguyên rừng bền vững – Trình bày được ý nghĩa, nhiệm vụ của việc bảo vệ và khai thác tài nguyên rừng bền vững. – Mô tả được một số biện pháp bảo vệ và khai thác tài nguyên rừng phổ biến. – Đánh giá được thực trạng trồng, chăm sóc, bảo vệ và khai thác rừng ở địa phương. – Đề xuất được biện pháp nâng cao ý thức bảo vệ tài nguyên rừng.

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?			
2.4. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến tài nguyên nước như thế nào **2.5. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến nông nghiệp như thế nào** **2.6. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vùng ven biển như thế nào**	**Địa lí 10** – Khái niệm, biểu hiện, nguyên nhân của biến đổi khí hậu – Các tác động của biến đổi khí hậu và hậu quả – Ứng phó với biến đổi khí hậu	**Giáo dục quốc phòng an ninh 11** – Nêu được nội dung cơ bản, ý nghĩa của môi trường trong pháp luật bảo vệ môi trường; an ninh môi trường (đất, nước, không khí..), vấn đề biến đổi khí hậu, an ninh lương thực, thiên tai, dịch bệnh, di cư tự do...; –Biết cách tuyên truyền, phối hợp ngăn chặn các hành vi vi phạm pháp luật bảo vệ môi trường.	**Sinh học 12** - Phân tích được vai trò và các biện pháp sử dụng hợp lí tài nguyên thiên nhiên (đất, nước, rừng, năng lượng). **Địa lí 12** – Thu thập được tài liệu và viết báo cáo về ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đối với Đồng bằng sông Cửu Long, các giải pháp ứng phó. – Trình bày được sự chuyển dịch cơ cấu nông nghiệp và sự phát triển, phân bố nông nghiệp (trồng trọt, chăn nuôi) thông qua atlat địa lí Việt Nam, bảng số liệu, tư liệu,... _

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?			
2.7. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vùng núi như thế nào **2.8. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến khu vực Bắc Cực như thế nào**	**Địa lí 10** – Khái niệm, biểu hiện, nguyên nhân của biến đổi khí hậu – Các tác động của biến đổi khí hậu và hậu quả – Ứng phó với biến đổi khí hậu	**Giáo dục quốc phòng an ninh 11** – Nêu được nội dung cơ bản, ý nghĩa của môi trường trong pháp luật bảo vệ môi trường; an ninh môi trường (đất, nước, không khí..), vấn đề biến đổi khí hậu, an ninh lương thực, thiên tai, dịch bệnh, di cư tự do...; –Biết cách tuyên truyền, phối hợp ngăn chặn các hành vi vi phạm pháp luật bảo vệ môi trường.	**Sinh học 12** - Phân tích được vai trò và các biện pháp sử dụng hợp lí tài nguyên thiên nhiên (đất, nước, rừng, năng lượng).

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 2. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến thế giới tự nhiên và con người như thế nào? Liệu chúng ta có thể thích ứng với những hậu quả tất yếu của biến đổi khí hậu hay không?			
2.9. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các thành phố và sức khỏe con người như thế nào	**Địa lí 10** – Tác động của đô thị hoá đến dân số, kinh tế - xã hội và môi trường ở các nước đang phát triển – Phân tích được tác động tích cực và tiêu cực của quá trình đô thị hoá đến dân số, kinh tế, xã hội và môi trường ở các nước đang phát triển. – Liên hệ được với thực tế Việt Nam.	**Giáo dục quốc phòng an ninh 11** – Nêu được nội dung cơ bản, ý nghĩa của môi trường trong pháp luật bảo vệ môi trường; an ninh môi trường (đất, nước, không khí..), vấn đề biến đổi khí hậu, an ninh lương thực, thiên tai, dịch bệnh, di cư tự do...; –Biết cách tuyên truyền, phối hợp ngăn chặn các hành vi vi phạm pháp luật bảo vệ môi trường.	**Sinh học 12** – Nêu được khái niệm sinh thái nhân văn. – Phân tích được giá trị của sinh thái nhân văn trong việc phát triển bền vững. – Phân tích được giá trị của sinh thái nhân văn trong một số lĩnh vực như: + Nông nghiệp; + Phát triển đô thị; + Bảo tồn và phát triển; + Thích ứng với biến đổi khí hậu.
2.10. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến các vấn đề xã hội như thế nào	**Địa lí 10** – Khái niệm, biểu hiện, nguyên nhân của biến đổi khí hậu – Các tác động của biến đổi khí hậu và hậu quả – Ứng phó với biến đổi khí hậu	**Giáo dục quốc phòng an ninh 11** – Nêu được nội dung cơ bản, ý nghĩa của môi trường trong pháp luật bảo vệ môi trường; an ninh môi trường (đất, nước, không khí..), vấn đề biến đổi khí hậu, an ninh lương thực, thiên tai, dịch bệnh, di cư tự do...; –Biết cách tuyên truyền, phối hợp ngăn chặn các hành vi vi phạm pháp luật bảo vệ môi trường.	–

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 3. Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu			
3.1.Các nguồn năng lượng "xanh" **3.1.1 Năng lượng là gì?** **3.1.2Các nguồn năng lượng chính** **3.1.3. Nhiên liệu hóa thạch**	**Vật lí 10** – Thảo luận, đề xuất, chọn phương án và thực hiện được Nhiệm vụ học tập tìm hiểu: + Sự cần thiết bảo vệ môi trường trong chiến lược phát triển của các quốc gia. + Vai trò của cá nhân và cộng đồng trong bảo vệ môi trường. + Tác động của việc sử dụng năng lượng hiện nay đối với môi trường, kinh tế và khí hậu Việt Nam. + Sơ lược về các chất ô nhiễm trong nhiên liệu hoá thạch, mưa axit, năng lượng hạt nhân, sự suy giảm tầng ozon, sự biến đổi khí hậu. + Phân loại năng lượng hoá thạch và năng lượng tái tạo. + Vai trò của năng lượng tái tạo. + Một số công nghệ cơ bản để thu được năng lượng tái tạo.	–	**Công nghệ 12** **Công nghệ điện – điện tử** – Trình bày được nội dung cơ bản về một số phương pháp sản xuất điện năng chủ yếu (thuỷ điện, nhiệt điện, điện hạt nhân, điện gió, điện mặt trời), ưu điểm và hạn chế của mỗi phương pháp. – Mô tả được cấu trúc chung, các thiết bị và vai trò của chúng trong mạng điện sản xuất quy mô nhỏ. – Vẽ và trình bày được sơ đồ, các thông số kĩ thuật của mạng điện hạ áp dùng trong sinh hoạt

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 3. Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu			
3.1.4. Năng lượng hạt nhân **3.1.5. Nguồn năng lượng tái tạo** **3.1.6. Ưu và nhược điểm của các nguồn năng lượng khác nhau**	**Vật lí 10** – Thảo luận, đề xuất, chọn phương án và thực hiện được Nhiệm vụ học tập tìm hiểu: + Sự cần thiết bảo vệ môi trường trong chiến lược phát triển của các quốc gia. + Vai trò của cá nhân và cộng đồng trong bảo vệ môi trường. + Tác động của việc sử dụng năng lượng hiện nay đối với môi trường, kinh tế và khí hậu Việt Nam. + Sơ lược về các chất ô nhiễm trong nhiên liệu hoá thạch, mưa axit, năng lượng hạt nhân, sự suy giảm tầng ozon, sự biến đổi khí hậu. + Phân loại năng lượng hoá thạch và năng lượng tái tạo. + Vai trò của năng lượng tái tạo. + Một số công nghệ cơ bản để thu được năng lượng tái tạo.	–	**Công nghệ 12** **Công nghệ điện – điện tử** – Trình bày được nội dung cơ bản về một số phương pháp sản xuất điện năng chủ yếu (thuỷ điện, nhiệt điện, điện hạt nhân, điện gió, điện mặt trời), ưu điểm và hạn chế của mỗi phương pháp. – Mô tả được cấu trúc chung, các thiết bị và vai trò của chúng trong mạng điện sản xuất quy mô nhỏ. – Vẽ và trình bày được sơ đồ, các thông số kĩ thuật của mạng điện hạ áp dùng trong sinh hoạt

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 3. Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu			
3.2. Hiệu quả năng lượng và tiết kiệm năng lượng **3.2.1. Phương tiện giao thông thân thiện với môi trường** **3.2.2. Thiết bị gia dụng và các thiết bị điện**	–	–	**Công nghệ 12** **Công nghệ điện – điện tử** – Trình bày được nội dung cơ bản về một số phương pháp sản xuất điện năng chủ yếu (thuỷ điện, nhiệt điện, điện hạt nhân, điện gió, điện mặt trời), ưu điểm và hạn chế của mỗi phương pháp. – Mô tả được cấu trúc chung, các thiết bị và vai trò của chúng trong mạng điện sản xuất quy mô nhỏ. – Vẽ và trình bày được sơ đồ, các thông số kĩ thuật của mạng điện hạ áp dùng trong sinh hoạt. – Vẽ và mô tả được cấu trúc chung của hệ thống điện trong gia đình. – Trình bày được chức năng và thông số kĩ thuật của một số thiết bị điện phổ biến được sử dụng trong hệ thống điện trong gia đình. – Thiết kế và lắp đặt được một mạch điều khiển điện đơn giản trong gia đình. – Vẽ được sơ đồ nguyên lí và sơ đồ lắp đặt của hệ thống điện trong gia đình; xác định thông số kĩ thuật cho thiết bị đóng cắt, bảo vệ, truyền dẫn điện trong hệ thống điện. – Trình bày được khái niệm an toàn điện và tiết kiệm điện năng. – Tóm tắt được các biện pháp an toàn và tiết kiệm điện năng. – Thực hiện được một số biện pháp an toàn và tiết kiệm điện năng trong cuộc sống

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 3. Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu			
3.2.3. **Xây dựng xanh** **Các tòa nhà thụ động và chủ động** **3.2.4.** **Thành phố xanh**	**Địa lí 10** – Tác động của đô thị hoá đến dân số, kinh tế - xã hội và môi trường ở các nước đang phát triển – Phân tích được tác động tích cực và tiêu cực của quá trình đô thị hoá đến dân số, kinh tế, xã hội và môi trường ở các nước đang phát triển. – Liên hệ được với thực tế Việt Nam.	–	**Sinh học 12** – Nêu được khái niệm sinh thái nhân văn. – Phân tích được giá trị của sinh thái nhân văn trong việc phát triển bền vững. – Phân tích được giá trị của sinh thái nhân văn trong một số lĩnh vực như: + Nông nghiệp; + Phát triển đô thị; + Bảo tồn và phát triển; + Thích ứng với biến đổi khí hậu.

BẬC TRUNG HỌC PHỔ THÔNG			
Phần trong sách tham khảo Climate Box	Theo Chương trình giáo dục phổ thông tổng thể 2018		
	Lớp 10	Lớp 11	Lớp 12
PHẦN 3. Làm sao để ngăn mối nguy biến đổi khí hậu			
3.3. Dấu chân carbon và tôi có thể giúp hành tinh như thế nào thông qua giảm dấu chân carbon	–	**Công nghệ 11** **Công nghệ Chăn nuôi - Bảo vệ môi trường trong chăn nuôi** – Trình bày được sự cần thiết phải bảo vệ môi trường trong chăn nuôi. – Mô tả được một số biện pháp phổ biến trong xử lí chất thải chăn nuôi. – Nêu được ứng dụng của công nghệ sinh học trong bảo vệ môi trường chăn nuôi (Ví dụ: đệm lót sinh học, các chế phẩm và quy trình thu gom, xử lí chất thải chăn nuôi). – Có ý thức bảo vệ môi trường, vận dụng vào thực tiễn chăn nuôi ở gia đình và địa phương	**Địa lí 12** – Chứng minh và giải thích được hiện trạng ô nhiễm môi trường ở Việt Nam. – Nêu được các giải pháp bảo vệ môi trường. – Viết được đoạn văn ngắn tuyên truyền mọi người trong cộng đồng tham gia vào việc sử dụng hợp lí tài nguyên hoặc bảo vệ môi trường ở địa phương.
3.4. Hợp tác toàn cầu về biến đổi khí hậu và phát triển bền vững	–	–	–

DANH SÁCH TRANH ẢNH

- Bìa trước. Natan Giuliano.
- T.2. Mascot: Anna Alekperova và Natan Giuliano.
- T.6. Anna Alekperova, Natan Giuliano và Dự án Kế hoạch Quốc gia thích ứng Armenia của UNDP-GCF
- T. 7. Ảnh: bản quyền của T. Stocker.
- T. 9-10. Natan Giuliano.
- T. 12. Hình 1.1.: NASA, https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/
- T.14. Hình 1.2.: IPCC Assessment Report 6. Climate Change 2023. Synthesis Report: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf
- T. 16. Hình 1.1.1.: Peel, M. C., Finlayson, B. L., và McMahon, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification (Central Asia). Lấy từ Wikipedia. Ảnh (dưới): Shutterstock.com.
- T. 17. Ảnh: P. Kosmider, Shutterstock.com.
- T. 18. Hình 1.2.1.: Wikipedia.
- T. 20. Bảng 1.2.1: hình của nhóm tác giả.
- T. 21. Ảnh (trên): R. Loesche, Shutterstock.com. Ảnh (giữa): Semork, Shutterstock.com. Ảnh (dưới): apdesign, Shutterstock. com.
- T. 22. Ảnh (trên): A. Latsun, Shutterstock.com. Ảnh (dưới): R. Donar, Shutterstock.com.
- T. 23. Ảnh (trên): Susan R. Serna, Shutterstock.com. Ảnh (dưới): Axily, Shutterstock.com.
- T. 24. Hình 1.2.2.: NASA. Hình 1.2.3.: T. Skambos, National Research Centre for Snow và Ice, USA. Hình 1.2.4.: I. Frolov, Arctic và Antarctic Institute. Hình 1.2.5.: J. Sullivan, Wikipedia
- T. 27. Trò chơi ô chữ: Phiên bản được thực hiện bởi dịch giả và nhóm tác giả gốc dựa trên bản tiếng Nga của S. Korshchikova.
- T. 28. Hình (trái): M. Anton, Public Library of Science, đăng trên Wikipedia. Ảnh (phải): H. Grobe, Wikipedia. Hình 1.3.1.: A.O. Kokorin, E.V. Smirnova, D.G. Zamolodchikov. Climate Change. Book for High School Teachers. - Moscow: 2013. 220 pp.
- T. 29. Hình 1.3.2.: Ảnh (trái và góc trên bên phải): M. Dunn, NOAA Climate Program Office, NABOS 2006 Expedition. Ảnh (góc dưới bên phải):
  L. Koenig, NASA.
- T. 30. Hình 1.3.3.: A. Alekperova. Hình 1.3.4.: http://school-collection.lyceum62.ru.
- T. 31. Hình: Catmando, Shutterstock.com.
- T. 32. Hình 1.3.5.: J. Hansen và M. Sato, 2011: Paleoclimate implications for human-made climate change. In Climate Change: Inferences từ quyển Paleoclimate và Regional Aspects. Berger, Vàre; Mesinger và cộng sự. - Springer, 2012. - 270 pp. http://www.springer.com/.
- T. 33. Hình 1.3.6.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner và cộng sự. www.ipcc.ch. Hình 1.3.7.: R. Blakey, http://www.cpgeosystems.com.
- T. 35. Hình 1.3.8.: http://www.britishmuseum.org.
- T. 36. Ảnh: A. Jack, Shutterstock.com. Hình 1.3.9.: http://earthobservatory.nasa.gov/.
- T.37. Ảnh: Y. Kumsri, Shutterstock.com.
- T. 40. Hình 1.4.1.: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, và cộng sự. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom và New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_ FullReport.pdf
- T. 41. Hình 1.4.2.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. / T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner và cộng sự. www.ipcc.ch.
- T. 42. Hình 1.4.3.: http://climate.nasa.gov/evidence/.
- T. 43. Hình 1.4.4.: A.O. Kokorin, E.V. Smirnova, D.G. Zamolodchikov, Climate Change. Book for High School Teachers. - Moscow: 2013. - 220 pp.
- T. 44. Hình 1.4.5.: The World Meteorological Organization, 2023. https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2023-smashes- global-temperature-record. Hình 1.4.6.: The World Meteorological Organization, State of Global Climate 2022: https://public.wmo.int/ en/our-mvàate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate.
- T. 45. Hình 1.4.7.: Ảnh trái qua phải: Saiho/Pixabay, olegkamenskij20120/Pixabay, USGS. Image design: NASA. JPL-Caltech
- T. 46. Hình 1.4.8.: D. Belyukin, http://www.belukin.ru/
- T. 48. Hình 1.4.9.: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, và cộng sự. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom và New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_ FullReport.pdf
- T. 50. Ảnh: H. Grobe, Wikipedia.
- T. 52. Ảnh (góc trên bên trái): Wikipedia. Ảnh (góc trên bên phải): Wutthichai, Shutterstock.com. Ảnh (góc dưới bên trái): pmau, Wikipedia. Ảnh (góc dưới bên phải): P. Litovchenko.
- T. 53. Hình 2.1.: A. Alekperova, V. Berdin, Y. Dobrolyubova, Y. Kalinicheva, A. Kokorin.
- T. 54. Hình 2.2.: World Resource Institute (https://wri-indonesia.org/en/insights/10-big-findings-2023-ipcc-report-climate-change) referring to IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation và Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, và cộng sự. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK và New York, NY, USA, 3056 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

- T. 55. Hình 2.3.: IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation và Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, và cộng sự. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK và New York, NY, USA, 3056 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf
- T. 58. Hình 2.4.: Dự án Kế hoạch Quốc gia thích ứng Armenia của UNDP-GCF
- T. 59. Hình 2.1.1.: V. Kantor.
- T. 60. Hình 2.1.2.: Earth Observatory to the NASA của Lauren Dauphin.
- T. 61. Ảnh (góc trên bên trái): http://earthobservatory.nasa.gov/. Ảnh (góc trên bên phải): T. Shoemake, Shutterstock.com. Ảnh (góc dưới bên trái): Wikipedia. Ảnh (góc dưới bên phải): B. Sosnovy, Shutterstock.com.
- T. 63. Hình 2.1.3.: Muhammad J. Elalwany/AP.
- T. 65. Hình 2.1.4.: Natan Giuliano dựa trên NASA, Facts, https://climate.nasa.gov/extreme-weather
- T. 68. Ảnh: Ảnh: Jose Jimenez/Getty Images
- T. 69. Ảnh (trên): D.J. Rao, Shutterstock.com. Ảnh (dưới): T. Th. Walther, Wikipedia.
- T. 71. Ảnh: ChameleonsEye, Shutterstock.com.
- T. 72. Ảnh (trái): https://unsplash.com/. Ảnh (phải): S. Tulinov.
- T. 73. Ảnh (trên): Wikipedia. Ảnh (dưới): MarcusVDT, Shutterstock.com.
- T. 74. Tập ảnh: A. Alekperova, dựa trên các hình trên Wikipedia.
- T. 77. Ảnh (thứ nhất): Xocolatl, Wikipedia. Ảnh (thứ hai): N. Tomura, Wikipedia. Ảnh (thứ ba): Wilson44691, Wikipedia. Ảnh (thứ tư): D. Bogdanov, Wikipedia.
- T. 78. Ảnh (trên): jamon jp, Wikipedia. Ảnh (dưới). P. Kapitola, State Phytosanitary Administration, Bugwood.org.
- T. 79. Ảnh (trên): Fraan, Ảnhbucket.com. Ảnh (dưới): Smithsonian National Museum of Natural History.
- T. 80. Ảnh (trên): Vlad61, Shutterstock. com. Ảnh (dưới): S. Baron, Wikipedia.
- T. 81. Ảnh (thứ nhất): S. Uryadnikov, Shutterstock.com. Ảnh (thứ hai): martinhlavacek79, Shutterstock.com. Ảnh (thứ ba): Argus fin, Wikipedia.
- T. 82. Ảnh (trên): edmon, Shutterstock.com. Ảnh (dưới): elitravo, Shutterstock.com.
- T. 83. Ảnh (góc dưới bên trái): M. Opp, Wikipedia. Ảnh (giữa góc dưới): Silky, Shutterstock.com. Ảnh (góc dưới bên phải): freestock.ca.
- T. 84. Ảnh (thứ nhất): Lorcel, Shutterstock.com. Ảnh (thứ hai): https://unsplash.com/. Ảnh (thứ ba): MarkVandykPhotography, Shutterstock.com. Ảnh (thứ tư): L. Galuzzi
- T. 85. Ảnh (trên): S. Myatyashev, http://stasmat.livejournal.com/15402.html?thread=77610. Ảnh (góc dưới bên trái): Forestry department Rothaarge-birge. Ảnh (góc dưới bên phải): M. Manske, Wikipedia.
- T. 86. Ảnh (thứ nhất): SNEHIT, Shutterstock.com. Ảnh (thứ hai): http://www.destination360.com/north-america/us/utah/zion- national-parklodg- ing. Ảnh (thứ ba): http://www.taganay.org. Ảnh (thứ tư): A. Martynova, Shutterstock.com.
- T. 87. Ảnh: http://pohod.h12.ru/FOTOAlbom/Taganay/f_t_21.jpg.
- T. 88. Ảnh (trái phải): http://www.laparios.com/.
- T. 89. Ảnh: IUCN
- T. 90. Hình 2.2.1.: Global Commission on Adaptation 2019 và WRI.
- T. 93. Hình 2.3.1.: Source: MA 2005. Map designed by Emmanuelle Bournay, Paris.
- T. 94. Hình 2.3.2.: http://blog.pershyn.name/2011/09/2011.html.
- T. 95. Hình 2.3.3 và 2.3.4.: D. Zamolodchikov.
- T. 96. Hình 2.3.5.: Shiyatov, 2009. Ảnh (dưới): El Misti, Wikipedia.
- T. 97. Hình 2.3.6.: J.F. Stuefer, Wikipedia.
- T. 98. Hình 2.3.7.: Fishlin và cộng sự., 2007.
- T. 99. Hình 2.3.8. (trái): www.rosleskhoz.gov.ru. (phải): https://unsplash.com/. Hình 2.3.9.: D. Zamolodchikov.
- T. 100. Hình 2.3.10.: D. Zamolodchikov.
- T. 102. Hình 2.3.11.: D. Zamolodchikov. Hình 2.3.12 và 2.3.13.: V. Kaganov.
- T. 103. Hình 2.3.14.: D. Zamolodchikov.
- T. 104. Hình 2.3.15.: D. Zamolodchikov.
- T. 105. Hình 2.3.16.: V. Kaganov.
- T. 106. Hình 2.3.17. và Hình 2.3.18.: D. Zamolodchikov.
- T. 107. Hình 2.3.19.: The State of the Forests of Papua New Guinea, 2008.
- T. 108. Ảnh: A. Fedorov, Shutterstock.com.
- T. 110. Hình 2.3.20 và 2.3.21.: D. Zamolodchikov.
- T. 114. Ảnh (trên): T. Spider, Shutterstock.com. Hình 2.4.1.: http://www.astronet.ru/db/msg/1224153.
- T. 115. Hình 2.4.2.: IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation và Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, và cộng sự. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK và New York, NY, USA, 3056 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf

- T. 116. Ảnh (trên): S. Tulinov. Ảnh (góc dưới bên trái): L. Nunes, Wikipedia. Ảnh (góc dưới bên phải): G. Paire, Shutterstock.com.
- T. 117. Hình 2.4.3.: IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation và Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, và cộng sự. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK và New York, NY, USA, 3056 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf
- T. 118. Hình 2.4.4.: Wikipedia.
- T. 119. Hình 2.4.5: Wikipedia (trái). N. Palmer, International Center for Tropical Agriculture (CIAT), http://flickr.com/photos/38476503@N08/5641586406 (phải). Hình 2.4.6: E. Harrison, National Geographic Magazine, Volume 31 (1917), page 272 (trái). Rjruiziii, Wikipedia (phải). Hình 2.4.7.: Katvic, Shutterstock.com.
- T. 120. Hình 2.4.8.: Water Supply report by National Climate Assessment, USA. http://nca2014.globalchange.gov/report. Hình 2.4.9.: A. Bezlepkin.
- T. 121. Hình 2.4.10.: Octal, Wikipedia.
- T. 122. Hình 2.4.11.: BK Bates và cộng sự. Climate change và water resources. IPCC Technical Paper. – Geneva 2008.
- T. 124. Ảnh: N. Palmer, Wikipedia.
- T. 125. Ảnh: V. Salman, Shutterstock.com.
- T. 126. Ảnh: Ratikova, Shutterstock.com.
- T. 127. Ảnh (góc trên bên trái): R. Jary, Shutterstock.com. Ảnh (góc trên bên phải): Gleizes. Ảnh (middle): I. Strukov, Shutterstock.com. Ảnh (dưới): J. Tran, Shutterstock.com.
- T. 128. Ảnh: A. Bondarets, Shutterstock.com.
- T. 129. Hình 2.5.1.: https://heliovolt.net/blog/smart-irrigation-system-techniques-a-step-ahead-in-water-conservation/
- T. 131. Ảnh: B. Jevtic, Shutterstock.com.
- T. 132. Ảnh: zstock, Shutterstock.com.
- T. 133. Hình 2.6.1.: S. Tulinov. Hình 2.6.2.: JaySi, Shutterstock.com.
- T. 134. Hình 2.6.3.: R. Rowley, J. Kostelnick, D. Braaten và cộng sự. Risk of rising sea level to population và land area. 2007.
- T. 135. Hình 2.6.4.: Z. Pereira da Mata, Shutterstock.com. Ảnh (dưới): R. Whitcombe, Shutterstock.com.
- T. 136. Hình 2.6.5.: Wikipedia. Hình 2.6.6.: A. Kolotilin. Hình 2.6.7.: N. Mitchell, Shutterstock.com.
- T. 137. Hình 2.6.8.: Evaluation report 'Key environmental và socio-economic effects of climate change in permafrost areas: a forecast based on synthesis of observations và modelling'. Ed. O. Anisimov. - SPb.: State Hydrological Institute, 2009. Hình 2.6.9.: M. Grigoriev (ibid). Ảnh (dưới): Lippert Ảnhgraphy, Shutterstock.com.
- T. 138. Ảnh: AlinaMD, Shutterstock.com. Hình 2.6.10.: http://peakwatch.typepad.com/.a/6a00d83452403c69e20154358c6598970c-pi.
- T. 139. Hình 2.6.11.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group to the Fifth Assessment Report of the IPCC/ T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner và cộng sự. www.ipcc.ch. Hình 2.6.12.: graph: http://oceanadapt.rutgers.edu/, picture of black sea bass: Encyclopaedia Britannica, http://global.britannica.com/media/full/530475/132944.
- T. 140. Ảnh (từ trái): ermess, Shutterstock.com. Ảnh (phải): withGod, Shutterstock.com.
- T. 142. Ảnh: S. Ilyas, Wikipedia.
- T. 143. Ảnh: momanuma, Shutterstock.com.
- T. 144. Hình 2.7.1.: A. Alekperova và Yu. Dobrolyubova using materials from http://900igr.net/datai/geografija. Ảnh (trái): https:// unsplash.com/. Ảnh (phải): https://unsplash.com/.
- T. 145. Hình 2.7.2.: Wikipedia. Hình 2.7.3.: A. Egorov, Shutterstock.com.
- T. 146. Hình 2.7.4.: The World Glacier Monitoring Service (WGMS).
- T. 147. Hình 2.7.5.: Wikipedia.
- T. 148. Hình 2.7.6.: The World Glacier Monitoring Service (WGMS): https://wgms.ch/global-glacier-state/. Hình 2.7.7.: M. Hëltsle, University of Zurich, the World Glacier Monitoring Service (WGMS). Hình 2.7.8.: NASA. Hình 2.7.9.: NASA.
- T. 149. Hình 2.7.10.: Y. Dobrolyubova.
- T. 150. Hình 2.7.11.: V. Kantor.
- T. 151. Ảnh (trái): A. Gl, Shutterstock.com. Ảnh (phải): M. Topchiy, Shutterstock.com. Hình 2.7.12. A. Alekperova, Y. Dobrolyubova G. Tushinskaya.
- T. 152. Hình 2.7.13.: (trên): M. Topchiy, Shutterstock.com. (dưới): V. Kantor. Hình 2.7.14.: L. Gridinoc, Wikipedia.
- T. 153. Hình 2.7.15.: Ảnh (trái): ANA Peru. Ảnh (phải): Dtarazona, Wikipedia.
- T. 154. Hình 2.7.16.: NASA. Hình 2.7.17.: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, 2007. M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof và cộng sự. - Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom và New York, NY, USA.
- T. 155. Ảnh (trái): Pikoso.kz, Shutterstock.com. Ảnh (phải): D. Lynch, Shutterstock.com.
- T. 157. Ảnhgraphic reproduction: Wikipedia.
- T. 159. Ảnh: S. Dobrolyubov.
- T. 160. Hình 2.8.1.: http://www.athropolis.com/map2.htm.
- T. 162. Hình 2.8.2.: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, và cộng sự. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom và New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_ FullReport.pdf

- T. 163. Hình 2.8.3.: NASA/Goddard Space Flight Centre Scientific Visualization Studio. The Blue Marble data is courtesy of Reto Stockli.
- T. 164. Hình 2.8.4.: A. Kokorin.
- T. 165. Ảnh: J. McDonald, Shutterstock.com. Hình 2.8.5.: C. Accardo, AP Ảnh/NOAA.
- T. 166. Ảnh: D. Pilipenko, Shutterstock.com.
- T. 167. Hình 2.8.6.: J. Shaw, http://www.johnshawẢnh.com/.
- T. 168. Hình 2.8.7.: N. Shiklomanov. Evaluation report: 'Key environmental và socio-economic impacts of climate change in permafrost areas: a forecast based on synthesis of observations và modelling'. Ed. O. Anisimov. SPb.: State Hydrological Institute, 2009. Hình 2.8.8.: ibid. Hình 2.8.9.: D. Drozdov, ibid.
- T. 169. Hình 2.8.10.: V. Romanovsky, ibid. Hình 2.8.11.: M. Grigoriev, ibid.
- T. 170. Hình 2.8.12.: V. Romanovsky, Past và Present và Future Changes in Permafrost và Implications for a Changing Carbon Budget. Environmental Science Seminar Series, 2008, American Meteorological Society.
- T. 171. Hình 2.8.13. và 2.8.14.: N. Shiklomanov, Evaluation report: Key environmental và socio-economic impacts of climate changes in perma- frost areas: a forecast based on the synthesis of observations và modelling. Ed. O. Anisimov. SPb.: State Hydrological Institute, 2009.
- T. 172. Hình 2.8.15.: Ảnh (trái): G. Baturova; Ảnh (phải): A. Walk, Wikipedia.
- T. 173. Ảnh (trái): https://unsplash.com/. Ảnh (phải): https://unsplash.com/
- T. 174. Hình 2.8.16.: IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, và cộng sự. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom và New York, NY, USA, 2391 pp. https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_ FullReport.pdf
- T. 175. Ảnh: S. Dobrolyubov
- T. 178. Hình 2.9.1.: F. Schmidt, Ellen J. Beer và cộng sự. (eds.), Berns grosse Zeit.
- T. 179. Ảnh: KPG_Payless, Shutterstock.com. Hình 2.9.2.: A. Alekperova và Y. Dobrolyubova using https://population.un.org/wup/Maps/.
- T. 180. Bảng 2.9.1.: A. Alekperova using World Urbanization Study, 2018. https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdfvà. Hình 2.9.3.: https://unsplash.com/.
- T. 181. Ảnh (trái): 1000 Words, Shutterstock.com. Ảnh (phải): P. Rogat, Shutterstock.com.
- T. 182. Hình 2.9.4.: US Global Change Research Program (USGCRP), 2009. Reproduction of the painting (dưới): Wikipedia.
- T. 183. Hình 2.9.5.: Centre for Health Research School of Medicine, http://climatehealthcluster.org/wp-content/uploads/2013/06/Bambrick_Hi- lary_080813.pdf.
- T. 185. Ảnh: ChameleonsEye, Shutterstock.com.
- T. 186. Ảnh (trái qua): SW Stock, Shutterstock.com. Ảnh (phải): A. Ruzhin, Shutterstock.com.
- T. 187. Hình 2.9.6.: B. Revich.
- T. 189. Hình 2.9.7.: The Nature Conservancy, Ảnh by Greg Kahn: https://www.nature.org/en-us/what-we-do/our-insights/perspectives/stormwater-solutions-investing-in-nature-và-communities
- T. 191. Ảnh: https://unsplash.com/.
- T. 192. Ảnh (trái): anandoart / Shutterstock. Ảnh (phải): Wikipedia.
- T. 193. Ảnh (trái): https://unsplash.com/. Ảnh (phải): G. Paire, Shutterstock.com.
- T. 195. Ảnh (trên): H. Conesa, Shutterstock.com. Ảnh (dưới): P. HaSon, Shutterstock.com.
- T. 197. Hình 2.10.1.: T. Hakala, Shutterstock.com. Hình 2.10.2.: S. Gulec, Shutterstock.com. Hình 2.10.3.: R. Whitcombe, Shutterstock.com.
- T. 198. Ảnh: VVO, Shutterstock.com.
- T. 199. Hình 2.10.4.: từ báo cáo UNDP: Charting a New Low-Carbon Route to Development. - Moscow: UNDP, 2009.
- T. 203. Hình 3.1.1.: từ trang keelingcurve.uesd.edu.
- T. 207. Hình 3.1.2.: A. Alekperova, E. Gracheva, Yu. Dobrolyubova.
- T. 208. Hình 3.1.3.: tno.nl.
- T. 209. Ảnh (trái): huyangshu, Shutterstock.com. Ảnh (phải): https://unsplash.com/.
- T. 210. Hình 3.1.4.: A. Alekperova. Ảnh: N. Vinokurov, Shutterstock.com.
- T. 211. Hình 3.1.5.: IEA, 2021. www.iea.org.
- T. 212. Ảnh (trên): K. Black, Wikipedia. Ảnh (dưới): hình của nhóm tác giả..
- T. 213. Hình 3.1.6.: http://www.world-nuclear.org/. Bảng 3.1. Dựa trên thông tin từ Liên minh Châu Âu.
- T. 214. Hình: A. Alekperova.
- T. 215. Ảnh (trên): overcrew, Shutterstock.com. Ảnh (dưới): KPG Payless2, Shutterstock.com.
- T. 216. Ảnh: M. Lisner, Shutterstock.com.
- T. 217. Hình 3.1.7.: Wikipedia.
- T. 218. Bảng 3.2.: IRENA, 2022.
- T. 219. Ảnh: CSIRO, http://www.scienceimage.csiro.au/pages/about/.
- T. 220. Ảnh: Chixoy, Wikipedia.
- T. 221. Ảnh: Wikipedia.
- T. 222. Ảnh (trái): Y. Dobrolyubova. Ảnh (phải): hình của nhóm tác giả.
- T. 223. Ảnh: D. Dixon, Bộ sưu tập ảnh địa lý https:// www.geograph.org.uk/Ảnh/2391702

- T. 224. Hình 3.1.7.: Wikipedia
- T. 225. Ảnh: Arnold C., Wikipedia. Hình 3.1.8.: Wikipedia.
- T. 226. Hình 3.1.9. M. Grmek, Wikipedia. Hình 3.1.10.: Le Grvà Portage, Wikipedia. Hình 3.1.11.: Wikipedia.
- T. 227. Ảnh: http://oceanrusenergy.ru/Gallery.
- T. 228. Ảnh: Dani 7C3, Wikipedia.
- T. 229. Ảnh (trên): S. Tulinov. Hình 3.1.12.: hình của nhóm tác giả.
- T. 231. Ảnh: Wikipedia.
- T. 232. Ảnh (góc dưới bên trái): K. Stuchelova, Shutterstock.com. Ảnh (trung tâm góc dưới): images72, Shutterstock.com. Ảnh (góc dưới bên phải): Bildagentur Zoonar GmbH, Shutterstock.com.
- T. 233. Hình 3.1.13.: BiofuelsNet: https://biofuelnet.ca/about-biofuels/infographics/.
- T. 234. Hình 3.1.14.: R Sabbatini, Wikipedia. Hình 3.1.15.: Natecull, Wikipedia. Ảnh (đầu tiên góc dưới): indogolotus, Shutterstock.com. Ảnh (thứ hai góc dưới): Dickelbers, Wikipedia.
- T. 241. Hình 3.2.1.: A. Alekperova.
- T. 242. Ảnh: A. Alekperova.
- T. 243. Ảnh: A. Alekperova.
- T. 245. Hình 3.2.2.: Nguồn từ nhóm dịch giả, theo thông tin từ EVN
- T. 246. Hình 3.2.3.: Arnold Paul, Wikipedia. Hình 3.2.4.: US Federal Emergency Management Agency, Wikipedia. Hình 3.2.5.: V. Dyakov, Wikipedia.
- T. 247. Hình 3.2.6.: A. Alekperova dùng số liệu từ IEA, Global CO2 emissions from transport by subsector, 2000-2030, IEA, Paris. https://www.iea.org/data-và-statistics/charts/global-co2-emissions-from-transport-by-subsector-2000-2030, IEA. Hình 3.2.7. UK Department for Environment, Food và Rural Affairs.
- T. 248. Hình 3.2.8.: Wikipedia. Hình 3.2.9: ENEA.
- T. 249. Hình 3.2.10.: https://www.grab.com/vn/blog/driver/donggoptrunghoacacbon-2021/
- T. 250. Hình 3.2.11.: E. Smirnova.
- T. 251. Hình3.2.12. Wikipedia.
- T. 252. Hình 3.2.13.: Ảnh (trái): Wikipedia. Ảnh (phải): Floydian, Wikipedia.
- T. 253. Ảnh (trái): Sacramento Seersucker Ride, http://flickr.com/Ảnh/56052306@ N06/17107186918. Ảnh (phải): ehedaya, Wikipedia.
- T. 254. Hình 3.2.14.: A. Alekperova và Y. Dobrolyubova tổng hợp dựa trên thông tin từ Wikipedia. Hình 3.2.15.: (phải) Wikipedia, (trái) VNEEC
- T. 255. Hình 3.2.16.: UNDP, 2011.
- T. 256. Hình 3.2.17.: Wikipedia.
- T. 257. Hình 3.2.18.: Green Building Council of Finland, http://figbc.fi/en/building-sector/. Ảnh: hình của nhóm tác giả.,
- T. 258. Logo: Wikipedia. Ảnh: A. Hodge, http://www.usgbc.org/., (chứng nhân Lotus) https://vilandco.vn/tong-quan-he-thong-chung-nhan-lotus/
- T. 259. Hình 3.2.19.: Nguồn của E. Gracheva.
- T. 260. Ảnh (trên): Văn phòng Thủ tướng Anh, https://www.gov.uk. Ảnh (dưới): www.sidwell.edu.
- T. 261. Ảnh: http://www.activehouse.info/cases/home-life.
- T. 261. Ảnh: https://en.cand.com.vn/law-society/Green-One-UN-House-recognized-with-highest-level-award-for-Green-Buildings-in-Viet-Nam-i433915/
- T. 262. Ảnh: Wikipedia.
- T. 263. Ảnh (trên): J. Seifert, Wikipedia. Ảnh (dưới): Từ bộ phim của thành phố Masdar cho chiến dịch 'Sustainable Living, Made Easy'.
- T. 264. Ảnh (trên): US Navy National Museum of Naval Aviation. Ảnh (middle): NASA. Ảnh (dưới): G. Jones, Wikipedia.
- T. 265. Ảnh: ecstaticist, Wikipedia.
- T. 268. Hình 3.3.1.: Ảnh (trái và giữa): Wikipedia. Ảnh (phải): hình của nhóm tác giả..
- T. 269. Ảnh: http://www.climate-kic.org/, http://wmsbf.org/, http://memoenglish.ru/, http://originalcarbon.com/why-offset/, http://www.environnet.in.th/
- T. 271. Hình 3.3.2.-3.3.4.: F. Urban, How we heat the street // Real Estate Bulletin, January 18, 2012. http://www.bn.ru/ articles / 2012/01/18/ 89218.html.
- T. 277. Hình 3.3.5. Ảnh: Wikipedia.
- T. 278. Bảng 3.3.1.: Hình vẽ của nhóm tác giả dựa trên dữ liệu của 1 dự án ở Liên Bang Nga. Ảnh: C. Hutchingson, Wikipedia.
- T. 279. Hình 3.3.6.: A. Alekperova, V. Berdin, Yu. Dobrolyubova, Y. Kalinicheva, A. Kokorin.
- T. 283. Ảnh (trái): Yu. Dobrolyubova. Ảnh (phải): Wikipedia.
- T. 284. Ảnh: T. Yamanaka – AFP/Getty Images, trên trang Thttp://global.britannica.com/event/Kyoto-Protocol.
- T. 285. Ảnh (trên): P. Souza, Ảnh chính thức từ Nhà Trắng, đăng trên Wikipedia. Hình 3.4.1.: Ảnh: UN, http://www.un.org/sustainabledevelopment.
- T. 286. Logo: http://www.cop21paris.org/about/cop21.
- T. 288. Hình 3.4.2.: H.M. Shahidul Islam/iStock.
- T. 289. Hình 3.4.3.: http://www.un.org/sustainabledevelop- ment/sustainable-development-goals/.
- T. 291. Hình 3.4.4.: UN Climate Ambition Summit 2023.

Aryanie Amellina, Vladimir Berdin, Yulia Dobrolyubova, Ekaterina Gracheva, Pavel Konstantinov, Natalia Ryzhova, Katia Simeonova, Elena Smirnova, Dmitry Zamolodchikov

CLIMATE BOX

Bộ công cụ học tập tương tác về biến đổi khí hậu

ĐÔNG NAM Á

SÁCH THAM KHẢO

©UNDP, 2025

CLIMATE BOX

Bộ công cụ
học tập tương tác
về biến đổi khí hậu

ĐÔNG NAM Á

SÁCH THAM KHẢO

UNDP

www.climate-box.com