

## BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ HIỂM HÓA CỦA BĂNG TAN

TS Hoàng Minh Hiền

Trung tâm quốc gia dự báo KTTV

### 1. Biến đổi của khí hậu làm băng tan nhanh

Các nhà khoa học cho rằng băng trên bề mặt trái đất đang tan nhanh là dấu hiệu dễ nhận thấy nhất của sự nóng lên toàn cầu do con người gây ra, nguyên nhân của sự giải phóng quá nhiều khí CO<sub>2</sub> và các khí có hiệu ứng nhà kính khác trong hơn một thế kỷ qua.

Băng rất dễ bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi nhiệt độ. Băng trên bề mặt trái đất đang tan ở nhiều nơi hơn và với tỉ lệ cao hơn nhiều so với trước đây. Báo cáo thu thập trên toàn cầu cho thấy sự tan băng tăng nhanh trong những năm 1990 - đây là thập kỷ nóng nhất. Phần lớn các báo cáo đều đề cập đến các vùng cực, nơi nóng lên nhanh hơn tất cả các vùng khác và đã mất đi lượng băng lớn trong những thập kỷ gần đây.

Nếu bất kỳ nhà thám hiểm nào đi bộ lên Bắc Cực vào mùa hè, họ sẽ phải bơi những dặm cuối cùng để đi được đến đích. Sự khám phá ra một mặt nước lộ thiên của tàu tuần tra phá băng vào giữa tháng 8 năm 2000 đã làm giới khoa học phải ngạc nhiên. Khám phá này cùng với những nghiên cứu gần đây không chỉ cung cấp bằng chứng rõ ràng về hiện tượng băng bao phủ bề mặt trái đất đang tan mà còn cho thấy tốc độ tan băng đang tăng lên.

Băng ở biển Bắc Cực bao phủ một diện tích xấp xỉ diện tích nước Mỹ, theo ước tính đã co lại khoảng 6% từ 1978 đến 1996, hàng năm mất đi trung bình 34.300km<sup>2</sup> - lớn hơn diện tích của nước Hà Lan. Băng tại biển Bắc Cực cũng mỏng đi rất nhanh từ những năm 1960 và những năm 1970. Từ thời kỳ này đến giữa những năm 1990, độ dày trung bình của băng đã giảm từ 3,1 mét xuống còn 1,8 mét - giảm 40% trong vòng không đầy 30 năm. Từ 1993, đảo băng Greenland ở Bắc Cực - khối băng lớn nhất dựa vào đất liền, chiếm 8% lượng băng trên thế giới - đã mỏng đi trung bình hơn một mét mỗi năm dọc theo bờ bắc và nam. Một nghiên cứu khoa học của Na Uy dự báo rằng trong vòng 50 năm, Bắc Băng Dương có thể không có băng trong suốt mùa hè.

Trong khi đó, ở vùng cao trên mực nước biển của Greenland lượng băng đang tăng lên, nhưng tại những nơi có độ cao thấp hơn so với mặt biển lượng băng mất đi lớn hơn rất nhiều, đặc biệt dọc theo bờ biển phía bắc và nam của nó. Hòn đảo băng lớn này với diện tích 2,2 triệu km<sup>2</sup> thực tế đang mất đi khoảng 51 tỷ mét khối nước mỗi năm, tương đương với lưu lượng nước hàng năm của sông Nile.

Băng ở Nam Cực cũng đang tan dần. Trái với cực bắc được bao trùm bởi Bắc Băng Dương, cực nam được bao trùm bởi lục địa Nam Cực, một vùng đất có diện tích xấp xỉ diện tích của nước Mỹ. Khối băng đồ sộ bao phủ Nam Cực khá vững chắc dày trung bình 2,3 km và chiếm 91% lượng băng của thế giới cũng đang tan. Cho tới bây giờ, phần lớn băng mất đi đều nằm tại rìa của Nam Cực, những dải băng ngầm trước đây vào đất nay tách ra và trôi nổi trên đại dương. Trong thập kỷ trước, ba dải băng ngầm đã tan rã hoàn toàn: Wordie, Larsen A, và Prince Gustav. Thêm vào đó, Larsen B và Wilkins - đang thu hẹp và dự kiến sẽ sớm tan rã - đã mất đi 1/7 tổng diện tích 21.000 km<sup>2</sup> từ sau 1998. Năm 1999 một nhóm các nhà khoa học người Mỹ và Anh cho

biết, những dải băng ngầm ở cả hai bên bán đảo Nam Cực đang mất đi hoàn toàn. Từ khoảng giữa thế kỷ cho đến năm 1997, những vùng này đã mất đi 7 nghìn km<sup>2</sup> do băng tan. Nhưng sau đó, trong vòng vừa đúng một năm chúng đã mất thêm 3 nghìn km<sup>2</sup>. Các tảng băng trôi có kích thước khổng lồ vỡ ra và trong quá trình tan rã đang đe dọa những chiếc tàu đi lại trên vùng biển này. Các nhà khoa học cho rằng sự tan băng nhanh đã làm cho nhiệt độ của khu vực kể từ năm 1940 tới nay tăng lên khoảng 2,5°C.

Vùng băng trên đất liền của Nam Cực cũng đang tan nhưng với tốc độ khác. Một công trình nghiên cứu đánh giá rằng dải băng phía tây của Nam Cực, nhỏ hơn hai dải băng của lục địa, đã thu hẹp với tỉ lệ trung bình 122 mét một năm so với 7500 năm trước. Nhưng những nghiên cứu khác cho thấy những dải băng có thể vỡ bất ngờ nếu tốc độ băng tan tăng.

Đây không phải là những ví dụ duy nhất về hiện tượng băng tan. Các nghiên cứu khoa học khác cũng cho biết băng cũng đang tan ở nhiều nơi và với tốc độ ngày càng tăng. Khối băng tuyet trên những dãy núi lớn của thế giới đang thu nhỏ lại như: Rocky, Andes, Alps và Himalaya. Phía ngoài các cực, hầu hết băng tan đã xảy ra trên núi và các sông băng ở cận cực, chúng đã phản ứng rất nhanh với sự thay đổi của nhiệt độ. Toàn bộ sông băng của thế giới đang thu nhỏ lại và theo cơ quan Giám sát băng thế giới, sự mất đi này trong năm 1997-1998 là vô cùng lớn. Các nhà khoa học dự đoán toàn bộ khối núi băng có thể mất đi trên 1/4 vào năm 2050, và trên 1/2 vào năm 2100 - chỉ để lại những mảng băng lớn ở Alaska, Patagonia, và Himalaya. Trong 35 năm tới, diện tích băng của dãy Himalaya dự kiến sẽ co lại 1/5, tới 100 nghìn km<sup>2</sup>.

Ở công viên sông băng quốc gia Montana, kể từ năm 1850 tới nay số lượng sông băng đã giảm từ 150 xuống còn dưới 50. Khảo sát của Mỹ dự kiến các sông băng còn lại sẽ biến mất trong vòng 30 năm tới. Các nhà khoa học nghiên cứu sông băng Quelccaya ở dãy núi Andes của Peru cho biết rằng sông này đã thu hẹp từ 3 mét một năm vào thời kỳ 1970 lên đến 30 mét một năm vào thời kỳ 1990. Từ năm 1850 đến nay, diện tích băng hà ở dãy Alps của châu Âu đã thu hẹp lại khoảng 35-40% và dự kiến còn tiếp tục thu hẹp. Những sông băng cổ này có thể bị mất đi nhiều hơn nữa trong hòn nửa thập kỷ tới.

Mức độ thu hẹp của những khối băng ở Himalaya đã tăng lên một cách đáng lo ngại. Từ năm 1992 đến 1997, sông băng Dokriani Bamak ở Đông Ấn Độ đã mất đi 16 mét và chỉ riêng năm 1998 đã mất thêm 20 mét.

## 2. Hiểm họa của băng tan

Sự biến mất của lớp băng bao phủ sẽ làm khí hậu toàn cầu bị thay đổi nghiêm trọng - mặc dù ảnh hưởng thực tế vẫn chưa ai biết. Băng, đặc biệt là ở vùng cực, phản chiếu phần lớn năng lượng mặt trời trở lại vũ trụ và giữ cho trái đất mát mẻ. Tuy nhiên, khi băng tan, mặt đất và mặt nước bị phơi trần sẽ giữ lại lượng nhiệt lớn làm cho băng tan nhiều hơn, cứ như vậy nó tạo thành một vòng luẩn quẩn khiến cho toàn bộ quá trình nóng lên toàn cầu diễn ra ngày càng nhanh hơn. Nhưng băng tan quá mức ở Bắc Cực cũng có thể gây hiệu ứng làm lạnh ở một phần của châu Âu và phía đông nước Mỹ, chẳng hạn như dòng nước ngọt chảy vào Bắc Đại Tây Dương có thể phá vỡ sự lưu thông kiểu mẫu của đại dương làm cho dòng biển ấm Gulf chảy về phía bắc.

Lượng băng khổng lồ bị tan cũng sẽ làm dâng cao mực nước biển và làm ngập các vùng duyên hải - nơi sinh sống của gần một nửa dân số thế giới. Hơn một thế kỷ qua, băng tan tại các núi băng đã góp khoảng 20% trong tổng số 10-25 cm mức tăng mực nước biển, phần còn lại do sự bành trướng của biển có nguyên nhân từ nóng lên toàn cầu. Nhưng băng tan càng đóng góp nhiều hơn tăng mực nước biển và sẽ tăng mạnh nếu những dải băng lớn bị vỡ ra. Chỉ riêng châu Nam Cực đã chứa 70% lượng nước ngọt của cả hành tinh, và sự sụp đổ dải băng phía Tây Nam Cực, một lượng băng có kích thước ngang bằng diện tích đất nước Mexico, có thể làm tăng mực nước biển khoảng 6 mét, trong khi nếu cả châu Nam Cực mà tan thì sẽ tăng mực nước biển lên tới 70 mét. Việc mất đi lớp băng ở Bắc Băng Dương hoặc những dải băng nổi ở Nam Cực hầu như không gây ảnh hưởng gì tới mực nước biển vì chúng hiện đã thế chỗ cho nước.

Các nhà nghiên cứu khám phá ra rằng, chỉ cần tăng nhiệt độ khoảng từ 1-2°C ở các vùng núi đã có thể làm tăng đáng kể lượng mưa, đồng thời làm giảm lượng tuyết rơi. Kết quả là lũ lụt nhiều hơn trong mùa mưa, các khối băng thu nhỏ lại và nhiều sông sẽ cạn vào mùa khô do tuyết tan ít đi.

Những "hồ chứa nước tự nhiên trên không" này, nơi dự trữ và cung cấp nước ngọt tự nhiên trong mùa hè băng cách làm tan tuyết, đang thu hẹp lại và một số có thể biến mất hoàn toàn sẽ ảnh hưởng tới việc cung cấp nước cho nhiều thành phố và việc tưới tiêu ở những vùng sông phụ thuộc vào nguồn tuyết tan của các sông. Nếu khối băng Himalaya lớn thứ 3 trên thế giới (sau Greenland và Nam Cực) tiếp tục tan, sẽ gây ảnh hưởng lớn tới việc cung cấp nước cho khu vực châu Á. Tất cả các sông lớn của vùng này như sông Ấn, sông Hằng, sông Mê-kông, sông Dương Tử và sông Hoàng Hà đều bắt nguồn từ Himalaya. Tuyết tan ở Himalaya làm thay đổi về chế độ thủy văn ở một số nước châu Á, bao gồm Pakistan, Ấn Độ, Bangladesh, Thái Lan, Trung Quốc và Việt Nam. Tuyết tan ít vào mùa hè khô để cấp nước cho các sông có thể làm trầm trọng thêm những khó khăn về chế độ thủy văn vốn đã ảnh hưởng nhiều tới khu vực này.

Băng tan nhanh có thể tạo ra lũ lụt gây thiệt hại nghiêm trọng, đặc biệt để lại hậu quả nặng nề ở các vùng có dân cư sinh sống bao quanh Himalaya. Ở Nê-pan, năm 1985 một hồ băng đã nổ tung làm bắn lên một bức tường nước cao 15 mét và cuốn đi suốt 90km dưới chân núi, làm chết nhiều người và phá hủy nhiều nhà cửa. Hồ thứ hai nằm gần sông băng Im-gia, với diện tích hiện nay là 50 hecta dự kiến sẽ nổ tung trong 5 năm tới, cũng với hậu quả tương tự.

Nhiều vùng rộng lớn dựa vào nguồn cung cấp nước của sông băng sẽ phải trải qua sự khan hiếm nước nghiêm trọng do núi của các sông băng thu nhỏ lại. Mũi băng Quelccaya, nguồn nước truyền thống cho Lima, Peru, hiện đang thu lại khoảng 30 mét một năm - năm 1990 chỉ là 3 mét một năm - đang trong tình trạng đe dọa 10 triệu dân thành phố. Còn ở Bắc Ấn Độ phải đối đầu gay gắt với nạn khan hiếm nước, theo đánh giá có khoảng 500 triệu người sống phụ thuộc vào các nhánh của sông băng - nơi cung cấp nước cho sông Ấn và sông Hằng để tưới và sinh hoạt.

Băng trên đất liền tan, chảy ra biển làm cho mực nước biển tăng lên. Trong thế kỷ 19, mực nước biển chỉ tăng lên khoảng 20-30 cm, thế nhưng trong thế kỷ 20, tình hình cho thấy mực nước biển có thể đã tăng hơn nhiều. Nếu đảo băng Greenland mà tan hoàn toàn thì mực nước biển sẽ có thể tăng lên tới 7 mét.

Băng trên bề mặt trái đất như một tấm gương bảo vệ, nó phản xạ phần lớn năng lượng mặt trời trở lại vũ trụ, giữ cho hành tinh không bị nóng. Sự mất đi lớp băng không chỉ ảnh hưởng tới khí hậu toàn cầu mà còn gây ra lũ lụt bất ngờ tại nhiều vùng, gây thiệt hại về tài sản và nguy hiểm cho cuộc sống.

Lưu lượng nước tăng hơn nhiều so với trung bình sẽ ảnh hưởng lớn tới các vùng đồng bằng trũng ở châu Á nơi sản xuất nhiều lúa gạo. Theo phân tích của Ngân hàng thế giới, mực nước biển tăng thêm 1 mét sẽ cướp đi của Bangladesh một nửa diện tích trồng lúa. Số lượng các hòn đảo có độ cao ngang với mặt biển của các nước sẽ giảm. Dân cư sinh sống đông đúc ở dọc hai bên bờ sông của châu Á sẽ phải di chuyển vào sâu phía trong, nơi vốn đã tập trung đông dân. Mực nước biển dâng cao có thể làm cho số lượng người tị nạn ở nhiều nước tăng lên đến hàng triệu chẳng hạn như Trung Quốc, Ấn Độ, Bangladesh, Indonesia, Philippines và một số nước khác.

Khối băng thu nhỏ lại, ánh sáng mặt trời bị phản xạ lại vũ trụ ít hơn. Với sự hấp thụ ánh sáng mặt trời nhiều hơn do bề mặt đất phản xạ lại rất ít, nhiệt độ tăng lên, thậm chí tăng nhanh hơn và băng tan cũng càng nhanh. Băng tan với tỷ lệ lớn còn đe dọa nguồn cung cấp nước cũng như sự thay đổi tập quán sống của nhiều loài động thực vật trên trái đất, đặc biệt là ở hai cực, nơi mà các loài động vật có vú sống ở biển, chim biển và các loài động vật khác sống phụ thuộc vào thức ăn kiếm được quanh rìa các tảng băng. Ở Bắc Canada, báo cáo cho biết hiện tượng đói và sút cân của một số gấu Bắc Cực có liên quan với sự thay đổi của băng bao phủ. Ở Nam Cực, sự mất đi của biển băng, cùng với sự tăng lên của nhiệt độ và gia tăng mưa tuyết đang làm thay đổi môi trường sống cũng như tập quán ăn uống và sinh sản của chim cánh cụt và hải cẩu.

### 3. Những ảnh hưởng bước đầu của băng tan

Một số nghiên cứu khoa học đã cho thấy, ở khu vực Bắc Trung Bộ có nguy cơ cao của hạn hán xảy ra vào thời kỳ mùa hè trong các năm xảy ra El Niño và mùa đông trong các năm La Niña. Ngược lại, khu vực này có nguy cơ cao bị úng ngập vào đầu mùa đông trong các năm El Niño và vào mùa hè trong các năm La Niña. Tây Nguyên có nguy cơ bị hạn nặng vào mùa hè trong các năm La Niña. Nam Trung Bộ có nguy cơ bị hạn vào các năm El Niño và ngược lại là nguy cơ bị úng ngập vào các năm La Niña.

Trong những năm xảy ra La Niña thường có nhiều bão dồn dập đổ vào dải quanh vùng Nam Trung Bộ vào khoảng hai tháng sát cuối năm dương lịch. Hiện tượng La Niña mạnh xảy ra từ giữa năm 1998 và kéo dài tới tận đầu mùa thu năm 2000 và trong các năm 1998, 1999 đã xảy ra ngập lụt nặng nề ở Trung Bộ. Thực tế cũng đã cho thấy trong các năm đó đã có khá nhiều bão liên tiếp đổ bộ quanh dải Nam Trung Bộ vào các tháng cuối năm. Trong năm 2000, Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã phải đương đầu với trận lũ lụt lớn nhất kể từ năm 1926 đến nay: ngập lụt lớn nhất đã xảy ra ở Đồng Tháp Mười với tổng lượng lũ trong 90 ngày lên tới 376 tỷ m<sup>3</sup>, mực nước lũ lớn hơn lũ lụt đặc biệt lớn năm 1996 khoảng 20-60cm và có nơi còn nghiêm trọng hơn; lũ đặc biệt lớn đã xảy ra ở tứ giác Long Xuyên.

Rừng của ta đã bị chặt phá khá nhiều, không còn lớp đất có độ thấm và ngâm nước tốt nên không làm giảm tốc độ và cản nước tràn xuống vùng thấp hơn và đồng bằng, khi mưa to có thể xảy ra nhiều ván đê. Mưa rất to thì lại càng dễ bị thảm họa lũ quét. Cùng ảnh hưởng của La Niña với nguy cơ nhiều bão dồn dập đổ vào quanh dải

Nam Trung Bộ vào các tháng cuối năm là sự đe dọa của đài hội tụ nhiệt đới đang đúng kỳ qua miền Trung và thời kỳ phát triển của gió mùa đông bắc thường tràn sâu hơn về phía nam thì có thể thấy nguy cơ thiên tai ngập lụt nguy hiểm ở miền Nam nước ta. Cần ngăn chặn nạn phá rừng, tăng cường công tác trồng rừng phòng hộ đầu nguồn nhằm giảm bớt tác hại của lũ lụt, đặc biệt là lũ quét.

ĐBSCL nằm ở hạ lưu của sông Mê -công và vùng Nam Trung Bộ cũng liên quan gần gũi đến vùng hạ lưu này. Nếu khối băng khổng lồ ở Himalaya tan ra với tốc độ gia tăng như vậy thì chẳng cứ gì trong các năm La Nina cũng rất dễ xảy ra ngập lụt ở các vùng phía nam.

Là vùng đất trũng, nằm ở tận cùng của lưu vực sông Mê -công, ĐBSCL rất nhạy cảm với sự thay đổi của diễn biến về lưu lượng nước và dòng chảy của sông này. Bên cạnh ảnh hưởng của nước do sông Mê -công truyền theo dòng chính, ĐBSCL còn bị ảnh hưởng của nước từ biển Hồ và nước lụt tràn về từ Campuchia qua biên giới và ảnh hưởng của thủy triều biển Đông và biển Tây. Trong thời gian ngập lụt lại thường hay xảy ra mưa lớn làm cho tình hình lũ lụt càng trở nên nghiêm trọng.

Sự nóng lên toàn cầu, tan băng nhanh ở Himalaya và cùng với sự tăng của mức nước biển Đông và biển Tây có thể gây ra những hậu quả khôn lường về chế độ thủy văn, nguy cơ nhiều hơn của lũ lụt, xâm nhập mặn, thay đổi bất lợi của môi trường sinh thái, khó khăn trong sản xuất nông nghiệp, đe dọa cuộc sống và tính mạng của nhân dân vùng ĐBSCL.

Với sự tan băng tại Himalaya, các nhà khoa học dự kiến rằng những sông bắt nguồn từ đây, trong đó có sông Mê-công, sẽ bắt đầu dâng lên và sau đó sẽ hạ xuống mức nước thấp nguy hiểm, đặc biệt là vào mùa hè. Cần tăng cường công tác nghiên cứu dự báo khí tượng thủy văn, kể cả các dự báo khí hậu, khai thác thông tin viễn thám nhằm có được cách nhìn nhận mới toàn diện hơn về vấn đề lũ lụt tại ĐBSCL. Từ đó mới có thể hoạch định một cách đúng đắn chiến lược “sống chung tích cực với lũ lụt”, quy hoạch lũ một cách thích hợp cho ĐBSCL, kể cả các công trình thoát lũ ra biển.

Theo dự báo của các nhà khoa học, năm bình thường là những năm không có sự hoạt động của các hiện tượng En Ninô hay La Nina, tuy nhiên, ngay trong năm đầu tiên của thiên niên kỷ này không thể không cảnh giác với khả năng lại xảy ra ngập lụt ở miền Nam. Còn nhớ là ngay cả trước đó, trong năm 1997 cũng đã xảy ra ngập lụt nghiêm trọng ở Trung Bộ, nghĩa là trong suốt bốn năm qua đã liên tiếp xảy ra ngập lụt nặng ở miền Nam nước ta.

Nguy cơ của ngập lụt sẽ xảy ra ở miền Bắc hay không? Mặc dù hệ thống sông Hồng ở miền Bắc nước ta không bắt nguồn từ Himalaya nhưng do tác động của biến đổi khí hậu dẫn đến sự thay đổi phức tạp của chế độ thủy văn hiện nay trong khu vực.

#### 4. Những giải pháp và kiến nghị

Sự tan và mức độ thu hẹp của những khối băng không phải là điều hoàn toàn ngạc nhiên. Từ đầu thế kỷ trước, một số nhà khoa học đã cảnh báo rằng đốt các nhiên liệu hóa thạch có thể làm tăng nồng độ khí CO<sub>2</sub> trong khí quyển, gây ra hiệu ứng nhà kính. Trước cách mạng công nghiệp, nồng độ CO<sub>2</sub> trong không khí theo ước lượng khoảng 280 phần triệu, năm 1960 đạt 317 phần triệu và đến năm 1999 đã lên tới 368 phần triệu - tăng 16% chỉ trong vòng bốn thập kỷ!

Lượng CO<sub>2</sub> trong khí quyển tăng lên cũng làm cho nhiệt độ của trái đất tăng lên, từ năm 1975 đến năm 1999 nhiệt độ trung bình đã tăng từ 13,94°C tới 14,35°C, như vậy trong vòng 24 năm qua nhiệt độ đã tăng lên 0,41°C. Chuỗi số liệu ghi chép được kể từ năm 1866 cho đến năm 2001 (135 năm) cho thấy 23 năm nóng nhất trong dãy số liệu đó đều đã xảy ra sau năm 1975. Điều đó cho thấy thời gian gần đây lượng CO<sub>2</sub> trong không khí tăng lên đáng kể gây ra sự thay đổi khí hậu như thế nào.

Một số nhà kinh tế môi trường rút ra kết luận rằng cần phải đưa ra mô hình phát triển kinh tế mới, mô hình này phải thay thế một cách hiệu quả các mô hình hiện tại với triển vọng đem đến một cuộc sống tốt đẹp hơn ở những nơi không có sự phá hủy các hệ thống phòng hộ tự nhiên của trái đất. Nên kinh tế mới này sẽ được cung cấp năng lượng không phải bằng các nhiên liệu hóa thạch mà bằng các nguồn tài nguyên khác của năng lượng mặt trời và hyđrô. Hệ thống giao thông đô thị tập trung không phải của ôtô mà về các hệ thống xe lửa nhẹ công nghệ cao, gia tăng các phương tiện như xe đạp và đi bộ.

Không một mô hình mới nào được nhìn nhận tốt hơn là dựa trên cơ sở sử dụng năng lượng sạch. Trên thế giới, năng lượng gió tiềm tàng gấp vài lần năng lượng hyđrô, năng lượng gió hiện nay cung cấp hơn 20% năng lượng điện toàn thế giới. Các công ty hàng đầu về ôtô đều đang sản xuất các động cơ chạy pin với nguồn năng lượng hyđrô, dự kiến bắt đầu tiếp thị loại sản phẩm này vào năm 2003.

Không có thách thức nào trong thế kỷ mới lớn hơn thách thức về sự cải tổ nền kinh tế sao cho phù hợp với môi trường. Có quá đủ năng lượng gió, năng lượng mặt trời và năng lượng địa nhiệt để cung cấp cho nền công nghiệp của thế giới. Chúng ta cần nhanh chóng chuyển đổi từ sử dụng các nguồn năng lượng hóa thạch sang các nguồn năng lượng mang tính khí hậu ôn hòa.

Ngay cả những người lãnh đạo trong ngành công nghiệp dầu khí cũng thừa nhận rằng cuối cùng chúng ta sẽ phải thay thế các carbon - nguồn năng lượng cơ bản của nền kinh tế hiện nay sang năng lượng hyđrô. Liệu chúng ta có thể làm được sự thay thế này hay không trước khi hệ thống khí hậu bị biến đổi đến mức không thể đảo ngược lại được nữa?

Các nhà khảo cổ đã khám phá ra những nơi mà các nền văn minh đầu tiên của loài người đã phát triển dựa trên những đường lối kinh tế có xu hướng phá hủy môi trường, vì có thể họ cũng không thể tạo ra các hiệu chỉnh cần thiết, hoặc có thể họ không hiểu điều gì đang xảy ra, hoặc họ nhận thức được vấn đề nhưng không kêu gọi được sự ủng hộ của chính quyền và cuối cùng đã đi đến diệt vong. Rất may mắn là chúng ta biết điều gì đang xảy ra. Câu hỏi lớn đặt ra là liệu chúng ta có thể kịp vượt qua được bước ngoặt xã hội mà nó sẽ cho phép tổ chức lại nền kinh tế toàn cầu trước khi sự phá hủy môi trường và biến đổi của khí hậu dẫn đến mất cân bằng sinh thái một cách nghiêm trọng trong tương lai.

### Tài liệu tham khảo

1. National Research Council (NRC). 2000. Reconciling observations of global temperature change. Panel on Reconciling Temperature Observations, Climate Research Committee, Board on Atmospheric Sciences and Climate, Commission on Geosciences, Environment and Resources. Washington D.C.: National Academy Press.

## REFERENCES

2. Serreze, M.C., J.E. Walsh, F.S. Chapin III, T. Osterkamp, M. Dýurgerov, V. Romanovsky, W.C. Oechel, J. Morison, T. Zhang, and R.G. Barry. 2000. Observational evidence of recent change in the northern high-latitude environment. *Climatic Change*. 46:159-207.
3. Trenberth, K.E. 1997. Global warming: It's happening. *natural SCIENCE*, 4 December 1997.
4. Armstrong, R.L. and M.J. Brodzik. 1999. A twenty year record of global snow cover fluctuations derived from passive microwave remote sensing data. 5th Conference on Polar Meteorology and Oceanography. American Meteorological Society. Dallas, TX. 113-17.
5. Frei, A. and D.A. Robinson. 1999. Northern Hemisphere snow extent: Regional variability 1972-1994. *International Journal of Climatology*. 19:1535-60.
6. Groisman, P., T.R. Karl, and R.W. Knight. 1994. Observed impact of snow cover on the heat balance and the rise of continental spring temperatures. *Science*. 263:198-200.
7. Robinson. D.A. 1993. Recent trends in Northern Hemisphere snow cover. Fourth Symposium on Global Change Studies. American Meteorological Society. Anaheim, CA. 329-34.
8. Dyurgerov, M.B. and M.F. Meier. 1997a. Mass balance of mountain and subpolar glaciers: a new global assessment for 1961-1990. *Arctic and Alpine Research*. 29(4):379-91.
9. W. Häberli, M. Hoelzle, and S. Suter, eds. 1998. Into the second century of world glacier monitoring - prospects and strategies. In *Studies and Reports in Hydrology - A Contribution to the IHP and the GEMS*, 56. World Glacier Monitoring Service.
10. Zhang, T., Roger G. Barry, K. Knowles, J. A. Heginbottom, and J. Brown, 1999. Statistics and characteristics of permafrost and ground ice distribution in the Northern Hemisphere, *Polar Geography*, 23(2):147-169.
11. Cavalieri, D.J., P. Gloersen, C.L. Parkinson, J.C. Comiso, and H.J. Zwally. 1997. Observed hemispheric asymmetry in global sea ice changes. *Science*. 278:1104-06.
12. Johannessen, O.M., E.V. Shalina, and M.W. Miles. 1999. Satellite evidence for an Arctic sea ice cover in transformation. *Science*. 286:1937-39.
13. Worldwatch Institute. Lester R. Brown, 29 August 2000. "Climate change has world skating on thin ice". An Issue Alert.
14. Worldwatch Institute. World may be on the edge of environmental revolution. Feb. 25, 1999. Worldwatch News Release "An Environmental Revolution".
15. Worldwatch Institute. Lisa Mastny, 06 March 2000. Worldwatch News Brief. "Melting of Earth's Ice Cover Reaches 'News High'".