

CHƯƠNG TRÌNH KC08/11-15: MỘT SỐ KẾT QUẢ NỔI BẬT VÀ ĐỀ XUẤT

PGS.TS LÊ MẠNH HÙNG

Chủ nhiệm Chương trình KC08/11-15

Nhằm cung cấp cơ sở khoa học vững chắc và các giải pháp hiệu quả cho công tác phòng tránh thiên tai và sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên, Nhà nước đã cho thực hiện nhiều chương trình nghiên cứu khoa học lớn trong lĩnh vực này. Tiếp nối, kế thừa và bổ sung những thành tựu khoa học và công nghệ (KH&CN) của các giai đoạn trước, Chương trình KC08/11-15 đã có nhiều đóng góp thiết thực trong dự báo, cảnh báo rủi ro thiên tai và quản lý sử dụng tài nguyên thiên nhiên, góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội. Bài viết này giới thiệu một số kết quả nổi bật mà Chương trình đã đạt được và đề xuất phương hướng triển khai nhiệm vụ nghiên cứu trong giai đoạn tiếp theo.

Một số kết quả đạt được của chương trình KC08/11-15

Chương trình KC08/11-15 được phê duyệt theo Quyết định số 3059/QĐ-BKH&CN ngày 30.9.2011 của Bộ trưởng Bộ KH&CN với các mục tiêu được xác định rõ: *Một là*, áp dụng, phát triển và hoàn thiện các công nghệ dự báo tiên tiến để nâng cao năng lực dự báo, cảnh báo sớm và quản lý rủi ro một số dạng thiên tai nguy hiểm như bão (hạn dự báo từ 4 đến 7 ngày), lũ lụt miền Trung (hạn dự báo từ 3 đến 4 ngày), khô hạn (hạn dự báo từ 3 đến 6 tháng), trượt lở đất (hạn dự báo từ 2 đến 5 ngày); phát triển và hoàn thiện được các công nghệ mới trong xây dựng các giải pháp, công trình phòng chống thiên tai. *Hai là*, ứng dụng có hiệu quả và tạo ra công nghệ tiên tiến, phù hợp với điều kiện Việt Nam để xử lý ô nhiễm môi trường, kết hợp với xử lý và tận dụng nguồn thải (nguồn thải của chăn nuôi quy

mô vừa và nhỏ; rác thải sinh hoạt đô thị loại nhỏ, nguồn thải nông nghiệp, nông thôn, làng nghề...). *Ba là*, xác lập cơ sở khoa học cho việc nhận dạng đầy đủ và đánh giá đúng vị thế của các dạng tài nguyên thiên nhiên quan trọng; nâng cao hiệu quả khai thác tổng hợp, sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên và bảo vệ môi trường trong phát triển kinh tế - xã hội. *Bốn là*, tạo các công nghệ, các giải pháp khoa học có tính khả thi và có tính ứng dụng cao; các nhóm nghiên cứu trẻ có năng lực nghiên cứu mạnh trên cơ sở kết quả các nhiệm vụ nghiên cứu KH&CN tiềm năng.

Để đáp ứng các mục tiêu nêu trên, Chương trình KC08/11-15 đã xây dựng sáu nhóm nhiệm vụ là: (1) Nghiên cứu công nghệ dự báo, cảnh báo một số dạng thiên tai nguy hiểm thường xảy ra ở Việt Nam; (2) Đánh giá rủi ro và quản lý rủi ro thiên tai; (3) Công nghệ mới, kỹ thuật mới áp dụng

cho các công trình phòng chống và giảm nhẹ thiên tai; (4) Công nghệ xử lý ô nhiễm môi trường kết hợp với tận dụng nguồn thải; (5) Vấn đề phát triển thủy điện và sử dụng nguồn nước, biện pháp bảo vệ, duy trì ổn định nguồn nước, môi trường nước, đảm bảo an toàn cho hạ du trong mùa mưa, lũ; và (6) Nhận dạng đầy đủ và đánh giá đúng vị thế của các dạng tài nguyên thiên nhiên quan trọng.

Với 4 mục tiêu, 6 nội dung và 7 nhóm sản phẩm dự kiến đạt được trong giai đoạn 2011-2015, Ban Chủ nhiệm Chương trình đã phối hợp với các Vụ, Văn phòng Các chương trình trọng điểm cấp nhà nước trình Bộ KH&CN phê duyệt 39 đề tài (trong đó có 34 đề tài KH&CN, 5 đề tài tiềm năng dành cho nhà khoa học trẻ dưới 35 tuổi) và 2 dự án sản xuất thử nghiệm. Trong quá trình thực hiện, ngoài các mục tiêu chính, các đề tài còn có 20 công trình

công bố ngoài nước, 100 công trình công bố trong nước, 10 báo cáo hội nghị ở nước ngoài, 52 báo cáo hội nghị trong nước, 2 sách chuyên khảo. Đối chiếu với chỉ tiêu đánh giá về trình độ khoa học, tới nay đã có 39/39 đề tài (100%) có công trình công bố, trong đó 9/39 đề tài có công bố quốc tế (chiếm 23%). Về đào tạo nhân lực, đến nay các đề tài trong Chương trình đã đào tạo được 3 tiến sĩ, 80 thạc sĩ. Thông qua quá trình thực hiện, các cán bộ, đặc biệt là cán bộ trẻ có điều kiện trau dồi và nâng cao kiến thức chuyên môn. Sau đây, chúng tôi xin điểm qua một số kết quả nổi bật của Chương trình trong thời gian qua:

Đề tài “*Xây dựng quy trình công nghệ dự báo quỹ đạo và cường độ bão trên khu vực tây bắc Thái Bình Dương và Biển Đông hạn 5 ngày*”, mã số KC08.01/11-15 do Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội chủ trì, đã xây dựng được quy trình dự báo bão 5 ngày trên Biển Đông. Quy trình đã chứng minh khả năng Việt Nam có thể tự tạo ra hệ thống dự báo cho riêng mình, phù hợp với điều kiện đặc thù của Việt Nam, tiến tới hoàn chỉnh, phát triển và ứng dụng thành công cho dự báo ở quy mô quốc gia. Để thực hiện, đề tài đã sử dụng phương pháp dự báo tổ hợp - phương pháp đang được sử dụng phổ biến trên thế giới hiện nay. Bản chất của dự báo tổ hợp là sử dụng kết quả từ nhiều dự báo thành phần khác nhau để đưa ra một kết quả có sai số nhỏ nhất. Đề tài thực hiện theo hướng nghiên cứu cải tiến và áp dụng các phương pháp nuôi nhiễu, lọc Kalman, khảo sát các sơ đồ đối lưu, cài xoáy giả, cập nhật số liệu địa phương tạo ra nhiều trường

ban đầu và thử nghiệm dự báo với các mô hình số (RAMS, WRF, HRM, ETA, BoLAM,). Qua đó, đề tài đã tạo ra 5 công nghệ dự báo tổ hợp quỹ đạo và cường độ bão hạn 5 ngày (BGM, LETKF, mô hình WRF với 5 thành phần dự báo tổ hợp toàn cầu, đa mô hình đa đầu vào, WRF lưới lồng) cho khu vực nghiên cứu với các sai số nằm trong giới hạn cho phép theo quy chuẩn của nhiều nước trong khu vực, đang được sử dụng thử nghiệm trong dự báo nghiệp vụ ở Việt Nam. Các kết quả dự báo về quỹ đạo và cường độ bão hạn 5 ngày sẽ được cập nhật trên website www.dubaobao5ngay.vn để phục vụ dự báo tức thời.

Đề tài “*Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ mới trong gia cố đê biển bằng phương pháp neo đất, sử dụng phụ gia consolid và chống xói mòn lớp bảo vệ mái*”, mã số KC08.03/11-15 do Trường Đại học Thủy lợi chủ trì thực hiện. Đề tài đã nghiên cứu và áp dụng công nghệ mới trong phạm vi hai tỉnh Nam Định và Thái Bình, là hai địa phương thường xuyên phải hứng chịu sự tàn phá của các trận bão lớn. Việc khảo sát thu thập cũng như đánh giá, điều tra các tài liệu cơ bản về khí tượng, thủy văn, dòng chảy, địa hình, địa chất, bùn cát và các tài liệu nghiên cứu có liên quan đến khu vực đê của hai tỉnh này đã được thực hiện một cách chu

đáo, tỷ mỉ và thận trọng, giúp cho việc nghiên cứu triển khai các giải pháp công nghệ mới phù hợp với thực tế. Qua hơn 2 năm thực hiện, đề tài đã tạo ra một số giải pháp công nghệ và vật liệu nổi bật sau:

Giải pháp công nghệ neo xoắn giúp gia tăng lực neo giữ mảng lên rất nhiều, lực neo giữ này không những chỉ do sức kháng kéo nhỏ của các mũi xoắn tạo ra mà còn do neo có tác dụng khống chế 4 góc mảng gia cố không cho chuyển vị ngang, liên kết các viên gia cố thành một khối.

Vật liệu consolid gia tăng độ bền của đất đắp đê, khả năng chống thấm tốt. Trong điều kiện khó khăn vì thiếu nguồn đất sét trong xây dựng công trình thì việc ứng dụng phụ gia consolid đất đắp là giải pháp hiệu quả thay thế lớp đất sét vỏ bọc truyền thống trước đây. Theo kết quả nghiên cứu, lượng phụ gia consolid 2% cho hiệu quả tốt nhất.

Giải pháp công nghệ trồng cỏ gia cố mái đê cho thấy, mái cỏ có sức chịu tải khá tốt, vượt xa các giới hạn được quy định trong những tiêu chuẩn và hướng dẫn an toàn về khả năng chịu xói của mái cỏ do sóng tràn. Đây là một giải pháp khả thi, ngoài ra mái cỏ còn là giải pháp xanh và bền vững, có tính phù hợp cao trong bối cảnh biến đổi khí hậu hiện



Công nghệ mới gia cố bảo vệ đê, áp dụng ở đê Giao Thủy, tỉnh Nam Định

nay. Đề tài cũng đã đề xuất giải pháp gia cường mái cỏ bằng một số hệ thống địa kỹ thuật bổ sung nhằm tăng thêm khả năng chịu xói của mái cỏ cho một số trường hợp yêu cầu chịu xói cao hơn hay mức độ chịu sóng tràn lớn.

Ngoài ra, đề tài đã đăng ký và được cấp Bằng độc quyền sáng chế số 10096 “Neo gia cố các tấm lát mái bảo vệ đê biển” (Quyết định số 9903/QĐ-SHTT ngày 29.2.2012 của Cục Sở hữu Trí tuệ); và được công nhận đăng ký quyền sở hữu trí tuệ ngày 24.4.2014 về “Đề xuất thành phần vật liệu mới của bê tông có độ bền cao sử dụng cho các kết cấu bảo vệ mái đê biển”; đề tài có 10 bài báo khoa học được đăng trên các tạp chí khoa học chuyên ngành và tuyển tập hội nghị khoa học; hỗ trợ đào tạo thành công 2 tiến sĩ, 8 học viên cao học.

Đề tài “Nghiên cứu xây dựng hệ thống dự báo, cảnh báo hạn hán cho Việt Nam với thời hạn đến 3 tháng”, mã số KC08.17/11-15 do Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường chủ trì thực hiện. Kết quả của đề tài là mô hình động lực dự báo hạn hán và hệ thống giám sát hạn hán thời gian thực cho toàn Việt Nam có khả năng ứng dụng cho công tác dự báo hạn hán, cháy rừng, phục vụ ứng phó, phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do thiên tai gây ra. Đề tài đã xây dựng công nghệ giám sát hạn hán thời gian thực cho toàn quốc bằng mô hình tổ hợp thống kê dự báo hạn khí tượng cho toàn quốc với thời hạn trước 3 tháng và được triển khai thử nghiệm vào dự báo hạn thủy văn, hạn nông nghiệp cho vùng Đồng bằng Bắc Bộ. Đây là công nghệ có độ chính xác cao, lần đầu tiên được ứng dụng trong

mô hình động lực dự báo khí hậu nghiệp vụ cho Việt Nam, sẽ giúp nâng tầm công tác dự báo của nước ta đạt trình độ tiên tiến trong khu vực.

Đề tài “Nghiên cứu công nghệ sử dụng khí thải đốt than để sản xuất sinh khối vi tảo có giá trị dinh dưỡng”, mã số KC08.08/11-15 do Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam chủ trì thực hiện. Mô hình pilot trình diễn thu hồi và sử dụng CO₂ từ khí thải đốt than để nuôi vi tảo *Spirulina platensis* có giá trị kinh tế cao. Mô hình đã được ứng dụng tại Công ty Cổ phần gạch tuynel Thạch Bàn II, thôn La Thạch, xã Phương Đình, Đan Phượng, Hà Nội. Mô hình sử dụng hệ modun xử lý khí thải đốt than trên cơ sở ứng dụng kỹ thuật xúc tác - hấp phụ nền các oxyt kim loại kích thước nano. Kết quả hoạt động của hệ thống cho thấy, hiệu quả xử lý các khí CO, NO_x, SO_x, VOCs, HF và HCl đạt tương ứng là 72-98%, 90-94%, 100%, 84%, 88% và 85%.

Hiệu quả nổi bật của đề tài là xử lý thành công ô nhiễm khí thải do đốt than, trong đó chủ yếu là khí CO₂, nguyên nhân gây hiệu ứng nhà kính, và biến khí

này thành nguyên liệu (nguồn cacbon) nuôi vi tảo giàu dinh dưỡng, làm giảm đáng kể chi phí sản xuất sinh khối. Sinh khối của vi tảo sau thu hoạch đáp ứng đầy đủ các tiêu chuẩn về nguyên liệu cho thực phẩm chức năng, phục vụ sức khỏe cộng đồng. Việc sử dụng CO₂ thu từ nguồn khí thải đốt than để sản xuất vi tảo giàu dinh dưỡng là hướng mới, góp phần cải thiện môi trường và mang lại hiệu quả kinh tế cao. Vì vậy, cần có những nghiên cứu nhằm thương mại hóa mô hình và các sản phẩm của mô hình này, trên cơ sở đó khẳng định khả năng thương mại hóa sản phẩm tảo dinh dưỡng cao trên thị trường trong nước và quốc tế.

Đề tài “Nghiên cứu đề xuất các tiêu chí và phân vùng khai thác bền vững, bảo vệ tài nguyên nước dưới đất vùng Đồng bằng Bắc Bộ và Đồng bằng Nam Bộ”, mã số KC08.06/11-15, do Trường Đại học Mở - Địa chất chủ trì thực hiện. Đề tài đã cập nhật được hiện trạng khai thác sử dụng, biến động về chất lượng và trữ lượng tài nguyên nước đến thời điểm tháng 5.2014 cho Đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ; thành lập các bản đồ phân vùng khai thác bền



Hệ thống đốt than, xử lý, thu gom, làm sạch khí và nuôi tảo tại Cổ Nhuế và Thạch Bàn (1: lò đốt than; 2: xyclon khử bụi; 3: hộp xúc tác - hấp phụ; 4: tháp hấp thụ; 5: thiết bị nạp CO₂ cao áp; 6: tủ điều khiển; 7: bể nuôi Spirulina)

vững, bản đồ phân vùng bảo vệ nước dưới đất cho hai đồng bằng này (tỷ lệ 1:200.000), đặc biệt là cho Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh (tỷ lệ 1:100.000).

Những kết luận, kiến nghị, sản phẩm bộ bản đồ địa tầng, phân vùng khai thác nước dưới đất bền vững của đề tài có ý nghĩa to lớn đối với các địa phương trong việc quản lý, khai thác và bảo vệ nguồn tài nguyên thiên nhiên quan trọng này.

Đề tài “Nghiên cứu đánh giá tác động của các công trình thủy lợi, thủy điện, giao thông, cơ sở hạ tầng đến lũ lụt tại miền Trung, và đề xuất các giải pháp

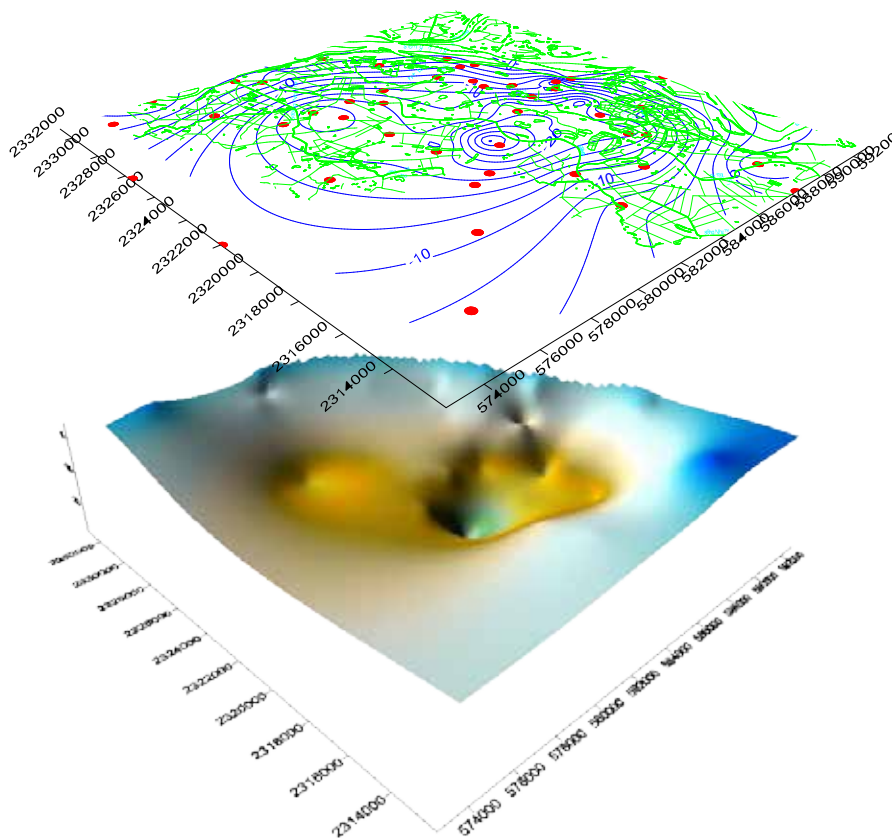
hiệu quả, khả thi để phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại”, mã số KC08.07/11-15, do Viện Quy hoạch Thủy lợi chủ trì thực hiện. Đề tài đã xác định được các đặc trưng cơ bản của dòng chảy lũ, nguyên nhân hình thành lũ trên các lưu vực sông miền Trung, qua đó đánh giá tác động của các công trình thủy lợi, thủy điện, giao thông và cơ sở hạ tầng đến khả năng tiêu thoát lũ khu vực miền Trung. Trên cơ sở đó, đề tài đề xuất một số giải pháp công trình, phi công trình nhằm giảm bớt cao trình đỉnh lũ, làm chậm lũ, chuyển lũ... giúp hạn chế thiệt hại do lũ gây ra cho khu vực này. Ngoài ra,

đề tài đã chỉ ra quy định thông báo xả lũ trước 2h (năm 2010), hay 4h (năm 2014) là chưa hợp lý, và đề nghị tăng thời gian thông báo xả lũ các hồ miền Trung ít nhất từ 6-8h. Đề tài còn tính toán và xác định được kích thước hệ thống cống qua đường giao thông cho từng cung đường, đưa ra kiến nghị trong thiết kế khẩu độ các cống qua đường giao thông, không chỉ tính theo tần suất thiết kế mà cần phải tính toán kiểm tra trong điều kiện xả lũ đồng thời của các hồ chứa.

Đề tài “Nghiên cứu đánh giá tác động của các bậc thang thủy điện trên dòng chính hạ lưu sông Mê Kông đến dòng chảy, môi trường, kinh tế - xã hội vùng Đồng bằng sông Cửu Long và đề xuất giải pháp giảm thiểu bất lợi”, mã số KC08.13/11-15 do Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam chủ trì, đã tổng hợp, cập nhật về các công trình đã đang và sẽ xây dựng trên dòng chính sông Mê Kông. Từ việc lựa chọn được phương pháp phân tích phù hợp, đề tài đã tiến hành tính toán để đánh giá tác động của một số công trình xây dựng tới chế độ thủy văn, dòng chảy, mức độ thiếu hụt bùn cát, thiếu hụt nước ngọt trong mùa khô, sự gia tăng lũ, xâm nhập mặn... Qua đó, đưa ra dự báo những tác động sẽ xảy ra cho Đồng bằng sông Cửu Long, khi các công trình này đi vào hoạt động, và đề xuất các giải pháp công trình, phi công trình nhằm giảm thiểu các tác động bất lợi.

Đề xuất cho giai đoạn tiếp theo

Trong giai 2016-2020, để hoạt động nghiên cứu khoa học và ứng dụng công nghệ phục



Diện tích phần có mực nước nhỏ hơn 0(m) 354,314km²

Diện tích phần có mực nước nhỏ hơn -8(m) 172,810km²

Bản đồ phân vùng bảo vệ nước dưới đất thành phố Hà Nội

vụ thiết thực hơn nữa cho công tác phòng tránh thiên tai, bảo vệ môi trường và sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên, Ban chủ nhiệm Chương trình KC08/11-15 xin đề xuất một số phương hướng triển khai các nhiệm vụ như sau:

Đối với lĩnh vực phòng tránh thiên tai: ở Việt Nam, khoảng 70% thiên tai có nguồn gốc từ khí tượng thủy văn. Những vấn đề nổi cộm bao gồm lũ lụt, mưa lớn, bão, trượt lở đất, rét đậm rét hại, nắng nóng, hạn hán... Tuy nhiên, số đề tài nghiên cứu về lĩnh vực này còn khá khiêm tốn, nhất là các bài toán dự báo (chỉ có 2 đề tài). Các dự báo và cảnh báo về hiện tượng thời tiết cực đoan, dự báo mưa, dự báo lũ, lụt, trượt lở đất, bờ sông, bờ biển do hậu quả mưa, biến đổi dòng chảy sông, biển... còn nhiều vấn đề đặt ra. Do đó, trong giai đoạn tới cần chú trọng nghiên cứu phát triển, cải tiến và nâng cao chất lượng dự báo các hiện tượng khí tượng thủy văn cả trên quy mô ngày (3-5 ngày) và quy mô mùa (3-6 tháng), chú trọng các hiện tượng cực đoan. Những chủ đề cần được quan tâm bao gồm: dự báo mưa và mưa lớn, chú trọng các đợt mưa/mưa lớn kéo dài; dự báo lũ, đặc biệt đối với những hệ thống sông có đập thủy điện và các sông xuyên biên giới; dự báo các đợt rét đậm, rét hại, nắng nóng, đặc biệt là thời gian xuất hiện, quy mô, cường độ của những đợt đầu mùa, cuối mùa; dự báo sự hoạt động của bão, xoáy thuận nhiệt đới (với hạn dự báo 3-6 tháng); dự báo hạn nông nghiệp và hạn thủy văn, xây dựng các bản đồ nguy cơ ngập lụt trong điều kiện mưa lớn, xả lũ của các nhà máy thủy điện; dự báo/cảnh báo trượt lở đất do mưa lớn và đợt mưa kéo dài, cảnh báo/dự báo trượt lở đất

ở những khu đông dân cư, cảnh báo/dự báo trượt lở đất dọc các tuyến đường giao thông quan trọng.

Đối với lĩnh vực môi trường: có ba nhóm môi trường quan trọng cần được bảo vệ là đất, nước và không khí. Thời gian gần đây, vấn đề môi trường nước được quan tâm nhất nhưng hiệu quả vẫn chưa cao, môi trường đất và môi trường không khí thì hầu như chưa được đề cập nhiều trong các chương trình nghiên cứu. Về môi trường đất, đây là lĩnh vực mang tính “địa phương”, nếu bị ô nhiễm thì tác hại sẽ rất khó lường và khó khắc phục (chẳng hạn vụ chôn thuốc trừ sâu ở Thanh Hoá, đất bị nhiễm điôxin...). Môi trường không khí và nước thì đang phải đối mặt với vấn đề ô nhiễm xuyên biên giới. Cụ thể, các dòng sông lớn của nước ta đều bắt nguồn từ Trung Quốc, hệ thống các nhà máy thải khói bụi từ các nước xung quanh không chỉ ảnh hưởng đến chính người dân nước sở tại mà còn chuyển đến Việt Nam bởi các dòng khí trong mùa gió mùa đông bắc, gió mùa tây nam... Vấn đề ô nhiễm không khí ở các thành phố lớn, các khu công nghiệp trong nước cũng như hệ quả của ô nhiễm không khí đối với chất lượng nước mưa cũng chưa được đề cập trong Chương trình. Một vấn đề khác cần được minh chứng trên cơ sở khoa học, đó là ảnh hưởng của các khu khai thác khoáng sản đến nguồn nước mặt, nước ngầm, môi trường không khí, cảnh quan địa lý, tiêu biểu như dự án bôxít Tây Nguyên gây nhiều tranh cãi. Đó chính là những vấn đề cần được đầu tư giải quyết trong giai đoạn tới.

Đối với lĩnh vực sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên: tài nguyên

khoáng sản, tài nguyên rừng, tài nguyên nước mặt, nước ngầm và cả tài nguyên khí hậu cần phải được nghiên cứu quy hoạch, khai thác và sử dụng một cách hợp lý. Khai thác khoáng sản có lẽ là vấn đề nhức nhối nhất trong thời gian qua, do chưa xây dựng được cơ sở khoa học nên vấn đề quản lý khai thác khoáng sản còn chưa chặt chẽ, theo đó địa phương nào có tài nguyên thì nơi đó mời chào đầu tư khai thác, làm ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế, tác động xấu đến môi trường.

Về tài nguyên nước, sự phát triển hệ thống nhà máy thủy điện vừa và nhỏ gây tác động không nhỏ đến tài nguyên nước mặt, dẫn đến thiếu nước về mùa kiệt, nguy cơ lũ lụt về mùa mưa ở các vùng hạ lưu. Thêm vào đó, sự phát triển mạnh mẽ của một số lĩnh vực sản xuất nông nghiệp và cả công nghiệp kéo theo sự gia tăng nhu cầu nước, cần có cơ sở khoa học rõ ràng, để xây dựng giải pháp quản lý nguồn nước một cách đồng bộ, hiệu quả.

Về tài nguyên khí hậu, tiềm năng tài nguyên khí hậu Việt Nam có thể được khai thác từ nhiều khía cạnh khác nhau, trong đó việc khai thác năng lượng gió, năng lượng bức xạ mặt trời... có thể là những giải pháp đa mục tiêu, hướng tới phát triển bền vững. Tuy nhiên vấn đề này cũng chưa được minh chứng một cách đầy đủ, cần có định hướng cho việc xây dựng chương trình nghiên cứu về việc sử dụng tài nguyên này trong giai đoạn tới. ❧