

TỰ ĐỘNG HÓA XỬ LÝ SỐ LIỆU QUAN TRẮC CHẤT LƯỢNG NƯỚC LƯU VỰC SÔNG ĐỒNG NAI

NCS.ThS. Đoàn Văn Phúc - Viện cơ học ứng dụng
Trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ quốc gia

1. Mở đầu

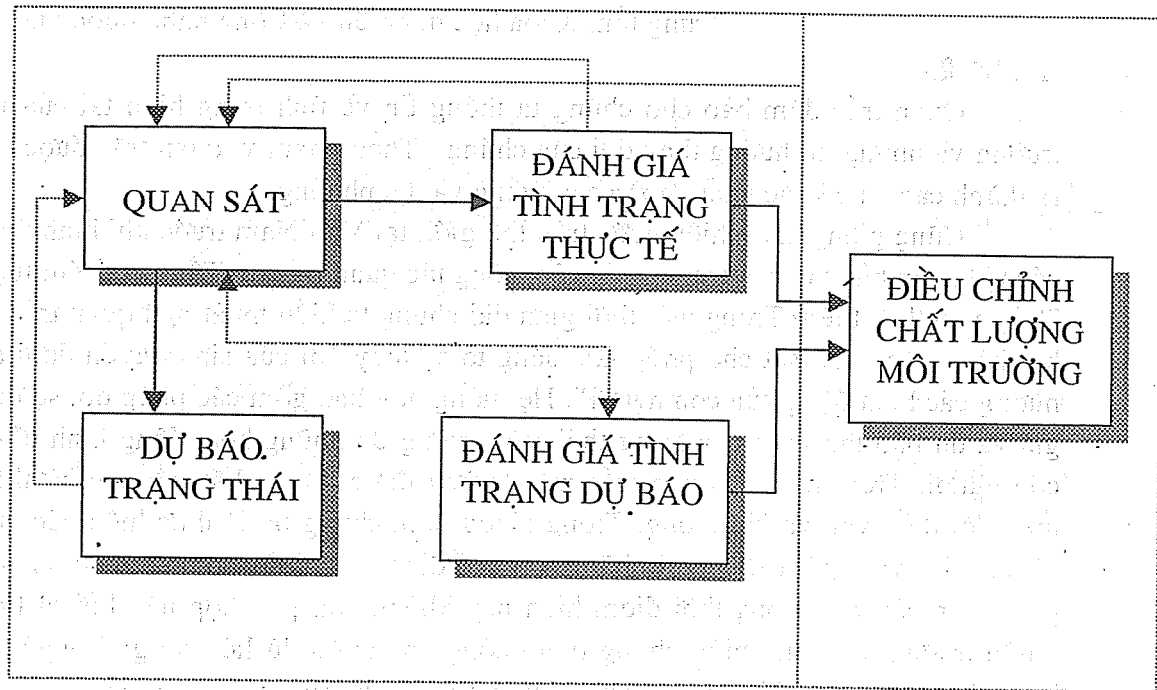
Quan trắc đảm bảo cho chúng ta thông tin về tình trạng hiện tại của môi trường và những xu hướng thay đổi của chúng. Theo phạm vi quan trắc được chia ra thành các mức khác nhau : toàn cầu, vùng và địa phương.

Cũng giống như nhiều nước trên thế giới, tại Việt Nam trước khi hình thành các Cơ quan bảo vệ môi trường các cấp, công tác quan trắc do Tổng cục Khí tượng Thủy văn thực hiện. Trong một thời gian dài chúng ta hiểu thuật ngữ quan trắc “là hệ thống các quan sát cho phép làm sáng tỏ sự thay đổi của sinh quyển dưới ảnh hưởng các hoạt động của con người”. Hệ thống này bao gồm các phép đo, sự đánh giá và dự báo thay đổi của trạng thái môi trường do những hoạt động kinh tế của con người. Trên thực tế, quan trắc môi trường được đồng nhất với các hệ thống theo dõi thủy văn và khí tượng. Trong nhiều năm chúng ta đã thực hiện các quan sát các tham số môi trường tại những trạm cố định và với tần số như nhau. Phương pháp tiếp cận này trong thời điểm hiện nay không còn phù hợp nữa bởi vì trong nhiều trường hợp xuất hiện những tình huống không đủ dữ liệu để giải quyết các bài toán cụ thể. Ngoài ra một trong những nguyên lý rất quan trọng của quan trắc môi trường là nguyên lý “hướng đối tượng”, nghĩa là thực hiện những quan sát phục vụ cho việc giải quyết những vấn đề cụ thể. Nguyên lý này theo một mức độ nào đó mâu thuẫn với cách tiếp cận ở trên.

Một điều có thể nhận thấy ngay rằng trong định nghĩa quan trắc ở trên không bao hàm khía cạnh quản lý. Tuy nhiên, để có thể tổ chức tốt quản lý chất lượng môi trường, một trong những điều kiện cần thiết quan trọng là phải tổ chức tốt hệ thống quan trắc. Một trong những phương pháp tiếp cận tổng quát nhất hiện nay do nhiều nhà khoa học soạn thảo ra (ở Liên Xô cũ do Viện sĩ Gerasimov I.P. khởi xướng [9]) là: quan trắc là “hệ thống theo dõi, kiểm soát và quản lý tình trạng môi trường”. Trên cơ sở đó chúng tôi đưa ra định nghĩa sau về thuật ngữ quan trắc môi trường: *Quan trắc môi trường là những quan sát thường xuyên môi trường thiên nhiên và các nguồn tài nguyên theo không gian và thời gian được thực hiện theo một chương trình định sẵn cho phép đánh giá tình trạng và những quá trình đang diễn ra trong môi trường chịu tác động của con người với mục tiêu chuẩn bị và thông qua những quyết định liên quan tới quản lý chất lượng môi trường.*

Cấu trúc của hệ quan trắc theo phương pháp tiếp cận mới được chia ra thành các khối: “quan sát”, “đánh giá tình trạng thực tế”, “dự báo trạng thái”, “đánh giá tình trạng dự báo” (hình 1).

HỆ THỐNG THÔNG TIN (QUAN TRẮC)



Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống quan trắc

Các khối “quan sát” và “dự báo trạng thái” liên quan chặt chẽ với nhau. Công việc dự báo một mặt đòi hỏi hiểu biết các qui luật thay đổi trạng thái môi trường, khả năng tính toán số cho kết quả là những giá trị số cụ thể, mặt khác việc dự báo theo hướng nào, theo chỉ tiêu nào ở mức độ đáng kể sẽ xác định cấu trúc và thành phần trong mạng quan trắc (mối quan hệ ngược).

Công tác dự báo là một thành phần quan trọng trong hệ thống quan trắc. Dự báo là bài toán làm sáng tỏ các qui luật chính trong hệ ràng buộc tương hỗ “xã hội-con người-thiên nhiên”. Trên cơ sở nhìn thấy trước sự thay đổi hệ “xã hội-con người-thiên nhiên” cho phép đưa ra những khuyến cáo cần thiết nhằm tổ chức sự tác động hài hòa giữa con người và môi trường xung quanh. Dự báo phải hỗ trợ cho việc xác định các quan điểm khoa học và chiến lược sử dụng các nguồn tài nguyên thiên nhiên.

Mối liên hệ giữa phần thông tin và phần quản lý trong hệ thống quan trắc môi trường thể hiện ở chỗ thông tin về tình trạng môi trường và những xu hướng thay đổi của môi trường cần phải được xem như cơ sở khoa học chính trong việc

soạn thảo các biện pháp bảo vệ môi trường và phải được lưu ý tới trong kế hoạch phát triển kinh tế-xã hội.

2. Quan trắc chất lượng nước sông Đồng Nai- nhiệm vụ cấp thiết hiện nay

Hiện nay, vấn đề nóng bỏng liên quan tới môi trường sống đang diễn ra ở nhiều khu vực trong và ngoài nước. Tuy nhiên, một sự thật hiển nhiên là vấn đề đó đặc biệt quan trọng đối với những thành phố lớn và các vùng phụ cận xung quanh nó. Đối với Việt Nam chúng ta trong tương lai gần đó là Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh. Chiếm một vị trí đặc biệt trong bối cảnh này là TP. Hồ Chí Minh, trung tâm kinh tế lớn nhất của đất nước, thành phố nằm trên hai con sông lớn của đất nước là sông Sài Gòn và sông Đồng Nai (lưu vực hai con sông này đứng thứ ba ở nước ta sau lưu vực sông Cửu Long và sông Hồng). Chính vì lý do này nên nghiên cứu sử dụng nguồn nước và quản lý chất lượng môi trường nước của lưu vực sông Đồng Nai là một bài toán cấp thiết hiện nay và cho các thế hệ mai sau, phù hợp với chính sách phát triển bền vững mà cộng đồng quốc tế đã thông qua.

Mặc dầu có sự nỗ lực của các cấp chính quyền, các nhà khoa học cũng như khả năng tự điều hòa của con sông Đồng Nai, những tác động ngày càng gia tăng của con người đang dẫn tới những thay đổi tiêu cực nhanh chóng mà bản thân con sông trong trạng thái có thể không tự bảo vệ được. Theo đánh giá của nhiều chuyên gia nghiên cứu thì hiện nay sông Đồng Nai, nguồn tài nguyên nước có ý nghĩa sống còn cho các thành phố lớn như TP. Hồ Chí Minh, Biên Hòa và các vùng công nghiệp trong vùng đang ở mức nguy hiểm về chất lượng và khả năng cung cấp nước sạch [1-3], [6-8].

Các nghiên cứu khảo sát gần đây cho thấy nước sông Đồng Nai nhiễm mặn từ cầu Đồng Nai xuống hạ lưu TP. Hồ Chí Minh. Hàm lượng oxy hòa tan nhiều điểm chưa đạt tiêu chuẩn loại A TCVN – 1995. Về chỉ tiêu ô nhiễm hữu cơ : hàm lượng COD dao động trong khoảng 7 – 15 mg/l (hồ Trị An), 4 – 10 mg/l (Hóa An), 4 – 39 mg/l (cầu Đồng Nai) và 10 – 40 mg/l (Cát Lái), nước sông Đồng Nai đã bị ô nhiễm hữu cơ. Các nghiên cứu gần đây đã chỉ ra tình trạng phú dưỡng cao tại một số đoạn của sông Đồng Nai : dinh dưỡng trong nước sông từ cầu Hóa An đến Cát Lái khá cao, $N-NH_4$ có thể đạt tới giá trị 0,48 mg/l, cao hơn kết quả các năm trước và TCVN 5942 – 1995 về nước mặt. Tổng nitơ từ cầu Hóa An đến cầu Đồng Nai khá cao từ 0,10 – 1,45 mg/l, tổng photpho từ 0,03 – 0,15 mg/l. Ngoài ra còn phải kể tới ô nhiễm do dầu, kim loại nặng, vi sinh và sự hiện diện của một số chất độc hại : hàm lượng dầu mỡ tại khu vực cầu Hóa An – cầu Đồng Nai đạt 0,01 – 0,03 mg/l, mà theo TCVN 5942 – 1995 thì với nguồn nước phục vụ ăn uống hàm lượng dầu phải bằng 0. Nồng độ Pb, Hg, Cr trong một số mẫu nước sông Đồng Nai có khi cao hơn tiêu chuẩn. Tại cầu Hóa An, hàm lượng coliform từ 6500 – 100000 MPN/100 ml, vượt TCVN (5000 MPN/100 ml) đối với nước ăn uống và sinh hoạt.

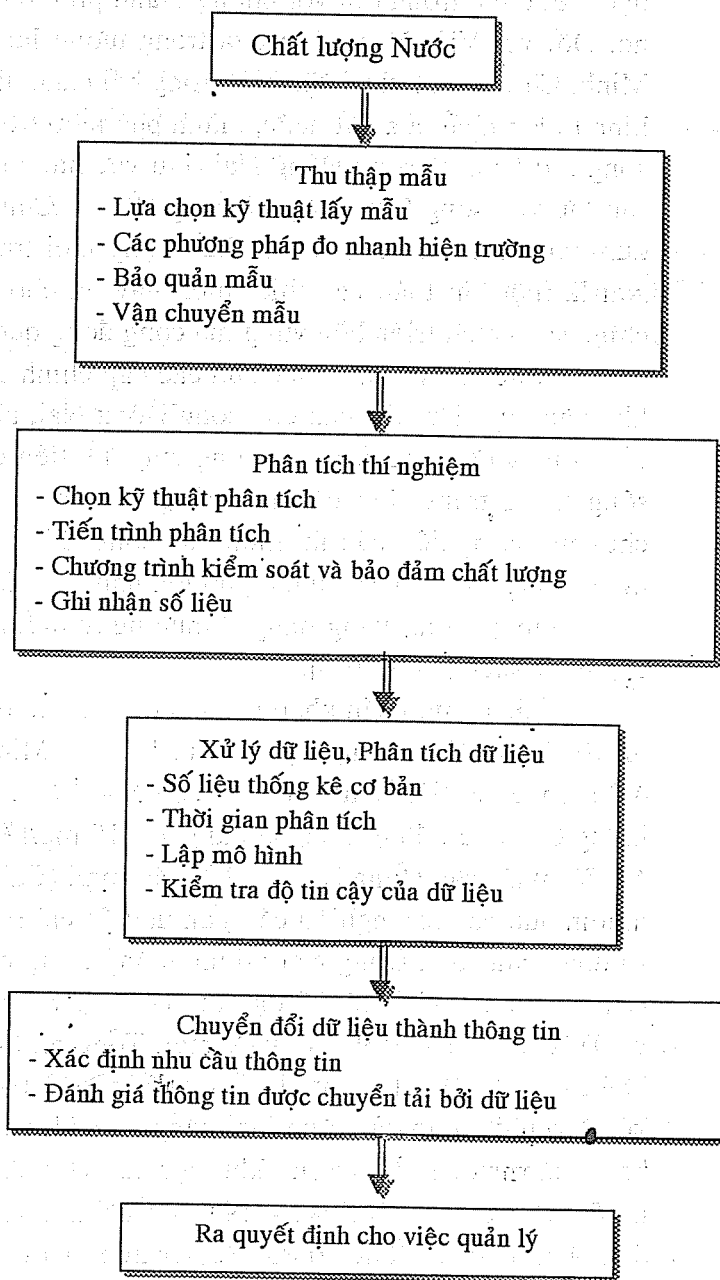
Nước sông Đồng Nai tại điểm lấy nước cho TP. Hồ Chí Minh bị ô nhiễm vi trùng vượt TCVN từ 1,5 – 25 lần [2].

Những thay đổi mang tính tiêu cực như vậy không phải là hậu quả không thể tránh được của sự phát triển kinh tế-xã hội. Không hiếm khi sự suy thoái của con sông liên quan tới những sai sót trong chỉ đạo, sự phát triển chưa đủ mạnh của kỹ thuật và công nghệ, sự nghiên cứu chưa đầy đủ các tác động mang yếu tố con người, việc ban hành các chính sách khai thác sử dụng con sông hoặc là chưa được nghiên cứu kỹ hoặc là đã lỗi thời.

Trong hoàn cảnh như vậy, vấn đề quan trọng là tổ chức quan trắc sông Đồng Nai và phải xác định được các xu hướng trong sự thay đổi của nó.

Trên cơ sở kết quả ở phần 1 áp dụng cho đối tượng thiên nhiên cụ thể là lưu vực sông Đồng Nai, dưới đây đề ra nhiệm vụ của quan trắc chất lượng nước lưu vực sông Đồng Nai bao gồm:

- Quan sát và đánh giá tình trạng chất lượng nước sông (tiến hành các phép đo, phân tích các mẫu thử);
- Quan sát sự thay đổi các yếu tố ảnh hưởng tới chất lượng nước sông. Kiểm tra sự phù hợp tiêu chuẩn quốc gia các thông số liên quan tới chất lượng nước được sử dụng vào những mục tiêu khác nhau, các thông số liên quan tới nước thải;



Hình 2. Sơ đồ các bước cơ bản tạo ra thông tin chất lượng nước

- Xác định nguyên nhân thay đổi tình trạng nước, xác định và kiểm tra các nguồn gây ra sự cố;
- Cung cấp thông tin nhanh chóng cho hệ thống quản lý môi trường các cấp dưới các dạng khác nhau (phân tích xử lý thống kê, biểu diễn thông tin dưới dạng cần thiết cho các tổ chức quan tâm);
- Dự báo sự thay đổi tình trạng nguồn nước dưới tác động của các yếu tố thiên nhiên cũng như của con người;
- Xuất bản thông tin định kỳ phục vụ cho nhiều đối tượng khác nhau.

Các bước cơ bản liên quan đến việc tạo ra thông tin về chất lượng nước được tóm tắt trong sơ đồ Hình 2. Giai đoạn đầu của hệ thống theo sơ đồ như vậy bao gồm việc thiết kế mạng lưới giám sát. Các giai đoạn tiếp theo bao gồm giai đoạn lấy mẫu thực tế gồm nhiều hoạt động khác nhau trong quá trình chuyển đổi dữ liệu thành thông tin.

3. Các vấn đề cần lời giải cho sự phát triển quan trắc chất lượng nước sông Đồng Nai

Trên sông Đồng Nai hiện nay bên cạnh những trạm quan trắc của Tổng cục Khí tượng Thủy văn còn có các trạm quan trắc quốc gia do Cục Môi trường quản lý cùng một số trạm quan trắc trực thuộc các tỉnh nơi có con sông Đồng Nai đi qua.

Các vấn đề có liên quan như vị trí quan trắc, máy móc thiết bị phục vụ việc quan trắc, tần số quan trắc... là tùy thuộc vào các cơ quan tiến hành quan trắc. Thường thì hiện nay các trạm đo đều lấy mẫu quan trắc theo định kỳ nhiều ngày chứ không đo liên tục, một phần là do thiếu kinh phí. Các kết quả quan trắc chất lượng nước sau khi thu nhận được trung bình hóa theo khoảng thời gian giữa hai lần đo hoặc cả thời gian dài (năm, mùa, tháng...). Trong điều kiện thực tế của đất nước, việc quan trắc chất lượng nước nói chung và ở sông Đồng Nai nói riêng còn những vấn đề cần có lời giải cho sự phát triển bền vững. Các vấn đề đó là:

- 1) Thiếu vắng tính hệ thống thống nhất chuẩn hóa, xử lý tổng hợp trong quan trắc ;
- 2) Thiếu vắng tính đầy đủ, hợp lý trong phân bố các trạm quan trắc;
- 3) Vấn đề tính tương thích về thời hạn, vị trí lấy mẫu, độ chính xác chưa được nghiên cứu kỹ;
- 4) Không thể ghi ngay tại thời điểm xuất hiện trường hợp tai biến môi trường gây ra ô nhiễm, do không có hệ thống kiểm tra liên tục chất lượng nước 24/24 giờ. Dữ liệu thường bắt đầu thu thập khi xuất hiện tình huống môi trường không thuận lợi, thời gian cho các hoạt động có hiệu quả đã bị bỏ qua, phục hồi lại tình huống cũ không thể được nữa; đành phải thông qua quyết định rất đắt tiền và khó hiệu quả;
- 5) Chưa có phương pháp tính toán hiệu quả lưu ý tới sự gia nhập ô nhiễm từ lượng nước bề mặt từ vùng đất nông nghiệp;

6) Chưa lưu ý một cách đầy đủ lan truyền vượt tuyến giữa các vùng trong phạm vi lưu vực các sông;

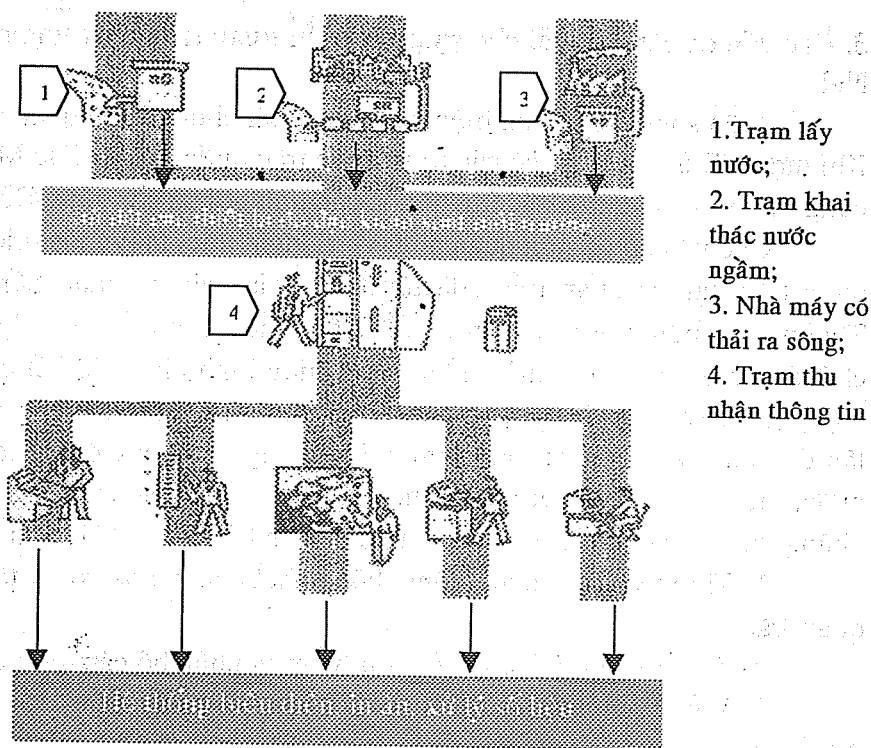
7) Khi phát hiện ô nhiễm chưa có phương pháp hữu hiệu xác định nhanh chóng, kịp thời nguồn gây ô nhiễm;

8) Thiếu vắng hệ thống truyền và xử lý tác vụ các dữ liệu dựa trên các phương tiện thiết bị hiện đại như máy tính, viễn thông;

9) Thiếu vắng sự tác động tương hỗ và trao đổi thông tin giữa các cơ quan kiểm tra việc sử dụng và bảo vệ tài nguyên nước.

Từ đó, bài toán quan trắc chất lượng nước sông Đồng Nai có nhu cầu lời giải hiệu quả hơn. Một tiếp cận lời giải ở đây là xây dựng hệ thống quan trắc 24/24 giờ với việc ứng dụng mạnh mẽ những thành tựu mới của công nghệ thông tin.

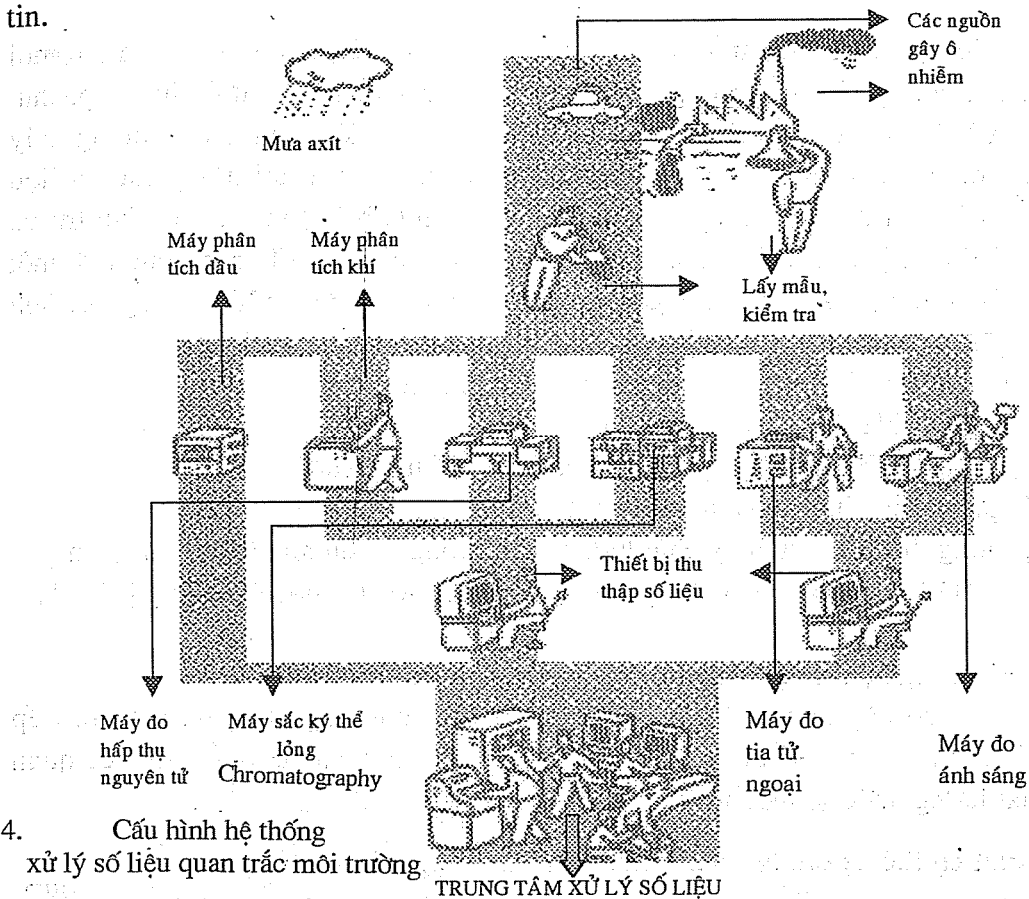
Trên cơ sở nghiên cứu một số kinh nghiệm của các nước phát triển [12], trong bài báo này xin đề xuất hệ thống quan trắc liên tục liên tục 24/24 giờ cho



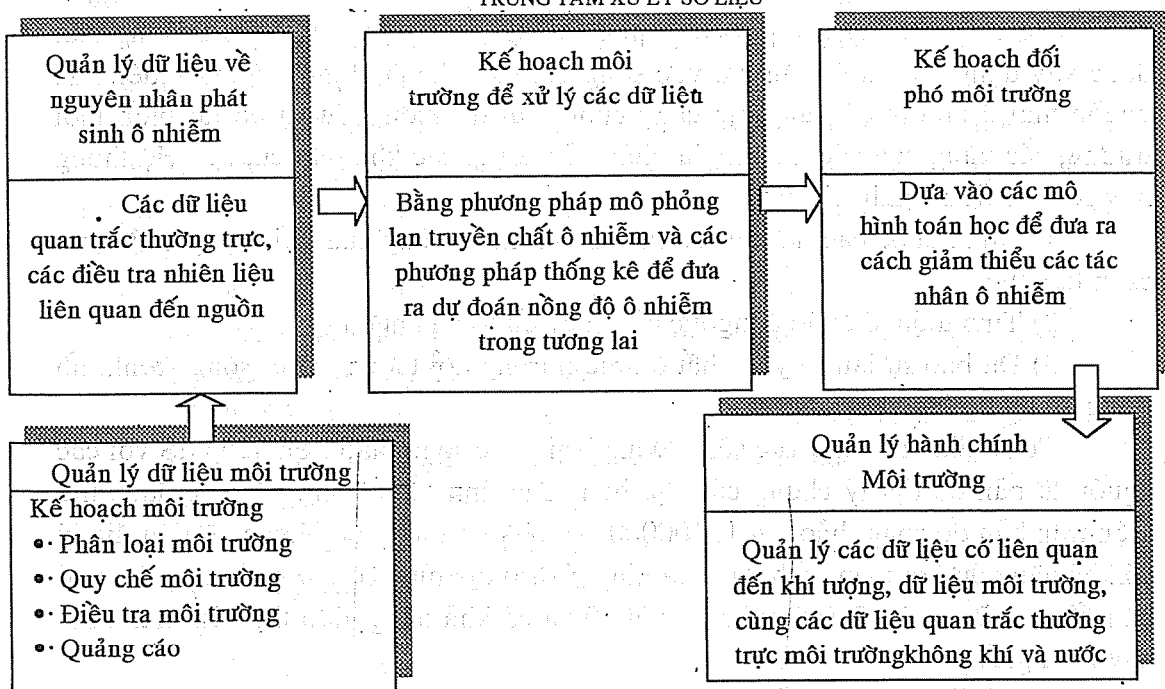
Hình 3. Cấu hình hệ thống thông tin quan trắc ô nhiễm nước và những nguồn gây ô nhiễm nước

sông Đồng Nai (hình 3) và đi kèm với hệ thống này là hệ thống phần cứng bao gồm các máy móc chuyên dụng trợ giúp phân tích xử lý số liệu quan trắc (hình 4). Trên hình 5 trình bày quá trình tự động hóa trong công tác thu thập, lưu trữ và phân

tích các dữ liệu môi trường. Các mũi tên ở đây thể hiện thứ tự đi của các dòng thông tin.



Hình 4. Cấu hình hệ thống xử lý số liệu quan trắc môi trường



Hình 5. Tự động hóa trong công tác thu thập, lưu trữ và phân tích các dữ liệu môi trường

Các hệ thống quan trắc liên tục môi trường và các nguồn gây ô nhiễm môi trường nói chung và môi trường nước nói riêng là một mạng lưới phức tạp: thu, truyền, xử lý các dữ liệu môi trường có bản chất vật lý khác nhau (khí tượng thủy văn, địa hình, các dữ liệu lý hóa, sinh học, vi sinh, ...). Khối lượng các dữ liệu này là rất lớn và do vậy chỉ có công nghệ thông tin (CNTT) mới có thể lưu trữ và xử lý nó. Trong [11] đã tóm lược một số ứng dụng của CNTT trong quản lý môi trường. Ứng dụng của CNTT trong quản lý môi trường được thể hiện trong các lĩnh vực sau đây:

- Ứng dụng CNTT trong các thiết bị phân tích môi trường;
- Ứng dụng CNTT ở các trạm quan trắc;
- Ứng dụng CNTT tại các trạm quan trắc môi trường từ xa;
- Các phần mềm hỗ trợ quan trắc môi trường;
- Hệ thống thông tin quản lý chất lượng môi trường (ví dụ như các phần mềm CAP, TOWN đã được xây dựng thành công tại Viện Cơ học ứng dụng [5],[11] ..);
- CNTT trong hệ thống thông tin địa lý GIS và viễn thám.

Bài báo này không đi sâu vào chi tiết của từng ứng dụng trên. Phần tiếp theo xin trình bày một số ứng dụng này được cụ thể hóa và đề xuất cho việc quan trắc chất lượng nước sông Đồng Nai.

4. Đề xuất cụ thể hệ thống thông tin quan trắc sông Đồng Nai

Hệ thống thông tin quan trắc môi trường chất lượng nước sông Đồng Nai được xây dựng có lưu ý toàn lưu vực sông với các nhánh chính, có lưu ý đến các nguồn thải ô nhiễm có đăng ký; các nguồn thải dự kiến, các sự cố tai biến môi trường, các vùng cửa các nhánh gia nhập của sông, các khu dân cư, ... Hệ thống này có mục tiêu chính sau đây :

- 1) Nhận được các dữ liệu về tình trạng môi trường của đối tượng nước một cách liên tục,
- 2) Tính toán, dự báo động lực của các yếu tố ảnh hưởng,
- 3) Dự báo sự lan truyền chất ô nhiễm trong đối tượng nước (sông, kênh, hồ trong hệ thống lưu vực).

Cơ sở địa hình: lưu vực sông Đồng Nai được soạn thảo trên nền GIS với các nguồn từ bản đồ địa lý chung của địa bàn. Các tỉnh nằm trong lưu vực được thể hiện trên bản đồ soạn thảo (M 1: 100000) và phần mềm quản lý các dữ liệu địa lý có khả năng đưa ra màn hình và in ra giấy. Cơ sở địa hình có thể phóng to, thu nhỏ bản đồ từ mức M 1 : 50000 tới M 1 : 2000 và có khả năng hiển thị trên màn hình hay in ra giấy.

Cơ sở địa hình bao gồm:

- Các nhánh sông chính gồm dòng chính sông Đồng Nai và 4 phụ lưu lớn: sông Bé, sông Sài Gòn, sông Vàm Cỏ ở phía bờ phải và sông La Ngà ở phía bờ trái;

- Các nhánh chảy vào các nhánh chính: các chi lưu của sông Đồng Nai;

- Các công trình thủy-kỹ thuật lớn: các hồ chứa Trị An, Dầu Tiếng, Đơn Dương;

- Các cụm dân cư chủ yếu: các thành phố Biên Hòa, TP. Hồ Chí Minh, các thị trấn, thị tứ, các vùng dân cư, làng mạc trong lưu vực;

- Các xí nghiệp có đưa nước thải xuống đối tượng nước: các khu công nghiệp trong địa bàn TP. Biên Hòa, tỉnh Đồng Nai, Bình Dương, Bình Phước, Bà Rịa – Vũng Tàu, TP. Hồ Chí Minh, . . . ;

- Các vùng lãnh thổ có cấu trúc nông nghiệp (các diện tích trồng lúa, cây hoa màu, rau quả, cây cao-su, cà-phê, tiêu, điều . . . trên địa bàn các tỉnh thuộc lưu vực sông Đồng Nai);

- Các địa điểm tiềm năng có nước mưa rào;

- Các trạm lấy nước ngầm thuộc lưu vực sông Đồng Nai có đăng ký;

- Các vị trí đăng ký xả nước thải xuống các nhánh sông được đưa vào bản đồ;

- Các vị trí dự định sẽ đăng ký xả nước thải ra lưu vực đang nghiên cứu;

- Các vị trí đặt các trạm kiểm tra-các mặt cắt kiểm tra;

- Biên giới giữa vùng nước được bảo vệ của sông Đồng Nai (từ hồ Trị An xuống cầu Hóa An, . . .) với địa phận các tỉnh trong lưu vực;

- Vị trí tương đối của nơi đặt màn hình trung gian, màn hình chính và các đường đi của các dòng thông tin.

Các cơ sở dữ liệu (CSDL) và ngân hàng dữ liệu lưu trữ các thông tin chung và các dữ liệu mang tính tác vụ đặc biệt cần thiết cho sự hoạt động của hệ quan trắc môi trường nói chung và nước nói riêng sau đây được tích hợp với các đối tượng địa lý cụ thể :

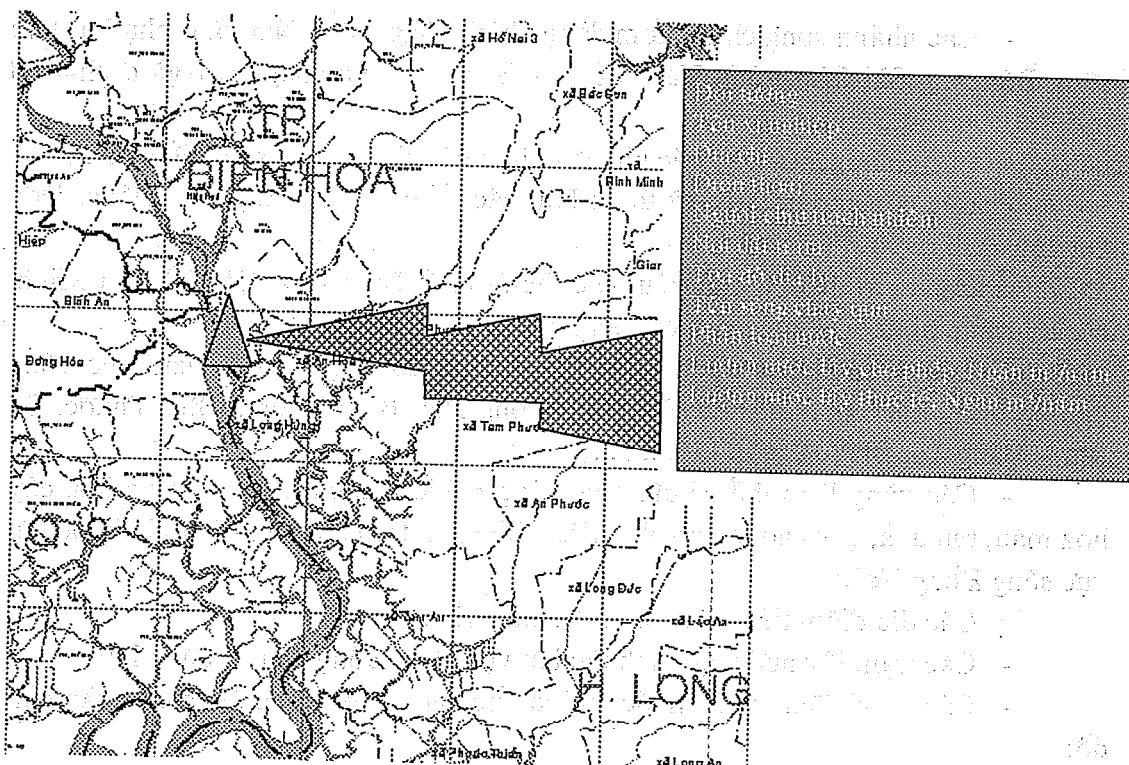
- CSDL của các nhánh sông chính và các nhánh phụ bao gồm các đặc trưng thủy văn, thủy lực tại các trạm quan trắc nằm trong lưu vực và kết nối dữ liệu này với tọa độ địa lý cụ thể.

- CSDL về các phát thải nước thải xuống đối tượng nước bao gồm các đặc trưng lý hóa, lưu lượng nước, tọa độ các vị trí có nước thải xuống sông Đồng Nai và chủ nhân của chúng (Hình 6).

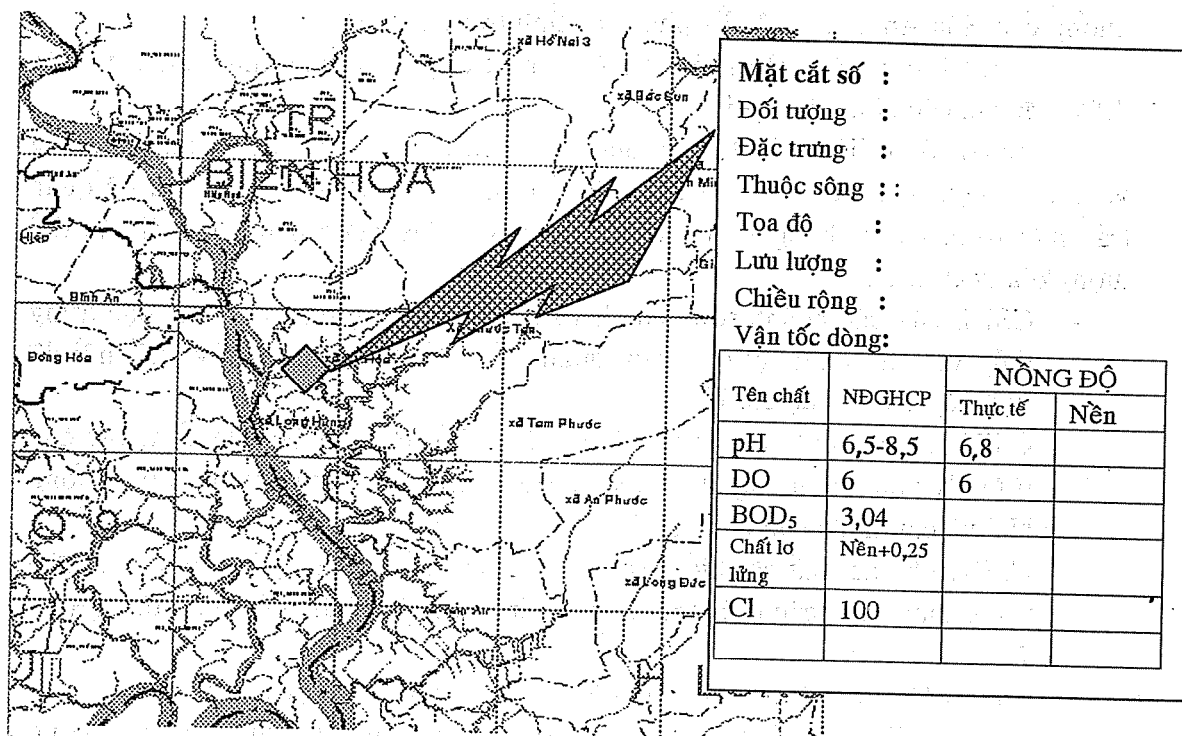
- CSDL về các mặt cắt kiểm soát, các cảm biến nồng độ bao gồm các đặc trưng thủy văn, các tính chất hóa lý sinh của chất bẩn cần phân tích (Hình 7);

- Các CSDL hỗ trợ cho các đối tượng của hệ thống lưu vực như :

- o CSDL khu dân cư, nơi lấy nước, các đối tượng nông nghiệp và công nghiệp, các đối tượng được bảo vệ đặc biệt,



Hình 6. Kết nối bản đồ địa hình với vị trí có nhà máy xả nước xuống sông



Hình 7. Kết nối bản đồ với mặt cắt kiểm tra

CSDL nền, các giá trị hiện tại và các CSDL khác.

Các CSDL như vậy được xây dựng thành các ngân hàng dữ liệu phục vụ cho hoạt động của hệ thống hỗ trợ thông tin quan trắc này. Hệ thống thông tin quan trắc môi trường nước này có nhiệm vụ sau:

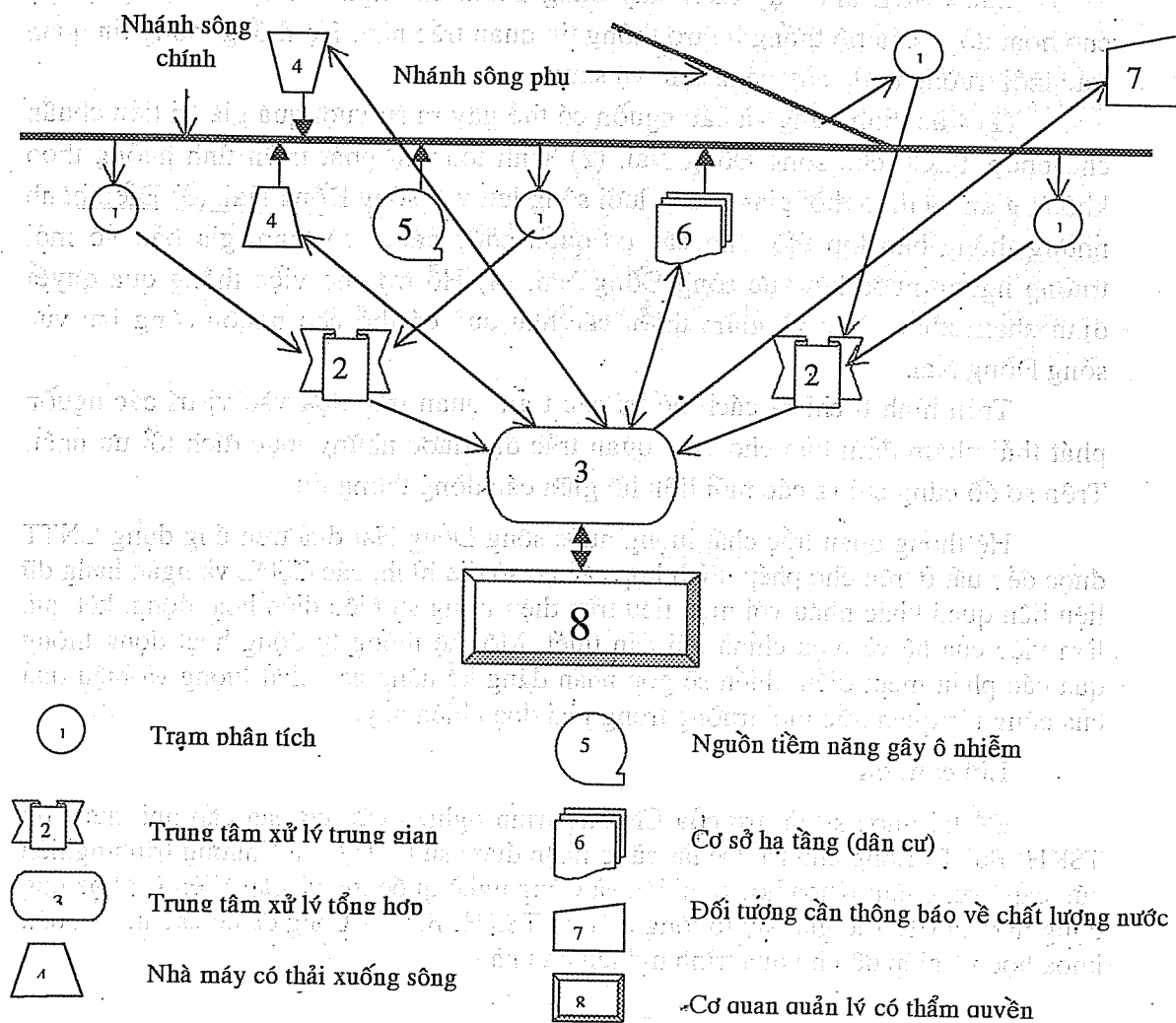
(1) Xác định vùng và các nguồn có thể gây ra sự vượt quá giá trị tiêu chuẩn cho phép TCCP cho sông Đồng Nai. (2) Tính toán sự phát triển tình huống theo không gian và theo thời gian mạng lưới sông lưu vực sông Đồng Nai. (3) Điều hành những thông báo kịp thời cho các cơ quan chức năng có tham gia bảo vệ môi trường nguồn nước lưu vực sông Đồng Nai. (4) Hỗ trợ cho việc thông qua quyết định nhằm khắc phục và giảm thiểu các hậu quả có thể cho nguồn sông lưu vực sông Đồng Nai.

Trên hình 8 chỉ ra cách bố trí các trạm quan trắc dựa vào vị trí các nguồn phát thải nhằm đảm bảo cho việc quan trắc đạt được những mục đích tối ưu nhất. Trên sơ đồ cũng chỉ ra các mối liên hệ giữa các dòng thông tin.

Hệ thống quan trắc chất lượng nước sông Đồng Nai dựa trên ứng dụng CNTT được đề xuất ở trên cho phép tích hợp các cơ sở địa hình, các CSDL và ngân hàng dữ liệu liên quan khác nhau với mục tiêu trực diện trong sự biểu diễn hoạt động, kết quả làm việc của hệ và hiệu chỉnh khi cần thiết. Một hệ thống tự động hoạt động thông qua các phần mềm điều khiển sẽ góp phần đáng kể nâng cao chất lượng và hiệu quả của công tác quan trắc môi trường trong giai đoạn hiện nay.

Lời cảm ơn

Đề tài được sự tài trợ của Chương trình nghiên cứu cơ bản cấp nhà nước do TSKH. Bùi Tá Long chủ trì. Đề tài cũng nhận được sự tài trợ của Chương trình nghiên cứu cấp Trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ quốc gia và cấp Viện Cơ học ứng dụng năm 2001. Tác giả bày tỏ lòng biết ơn TSKH. Bùi Tá Long đã có các hướng dẫn khoa học và giúp đỡ cho quá trình nghiên cứu này.



Hình 8. Ví dụ mẫu về cách bố trí các trạm quan trắc và hệ thống thông tin hỗ trợ

Tài liệu tham khảo

1. Trần Hiếu Nhuệ, 1999. Tình hình nguồn nước mặt và sự ô nhiễm môi trường nước tại các khu vực đô thị và công nghệ ở Việt Nam.- Hội thảo xây dựng và áp dụng tiêu chuẩn nước thải cho lưu vực sông Thị Vải, TP. HCM.

2. Kế hoạch hành động bảo vệ môi trường nguồn nước lưu vực sông Đồng Nai 1999 – 2005. Sở Khoa học, Công nghệ và Môi trường Đồng Nai, 1999. tr. 14 – 19.
3. Phùng Chí Sĩ, 2000. Khảo sát các nguồn thải vào hệ thống sông Đồng Nai, tính toán tải lượng ô nhiễm, đề xuất các quy định về tải lượng ô nhiễm cho phép xả vào từng đoạn sông Đồng Nai. Đề tài nhánh trong Đề tài KHCN 07 – 17, tr. 2 – 9.
4. Bùi Tá Long, Đoàn Văn Phúc, 1999. Một số đề xuất nhằm nâng cao hiệu quả quản lý chất lượng môi trường nước sông Đồng Nai.- Tuyển tập các công trình nghiên cứu khoa học và chuyển giao công nghệ – Viện Cơ học ứng dụng, 1999, tr.149 – 157.
5. Bùi Tá Long, Nguyễn Minh Nam, Đoàn Văn Phúc, 1999. Ứng dụng công nghệ GIS trong mô phỏng môi trường. Tạp chí Khí tượng Thủy văn. No.12-1999, tr. 34 – 43.
6. Lê Trình, 1998. Ô nhiễm nguồn nước và đề xuất phân vùng chất lượng nước các sông chính lưu vực Đồng Nai – Sài Gòn.- Tuyển tập các báo cáo khoa học môi trường toàn quốc, 1998.
7. Lâm Minh Triết và các cộng sự, 1998. Ô nhiễm môi trường các dòng sông chính khu vực phía Nam.- Bản tin môi trường – Phát triển bền vững. No.2, tr. 9 – 11.
8. Lê Huy Bá, Nguyễn Phi Hùng, 1997. Nghiên cứu hiện trạng ô nhiễm cụm cảng sông Sài Gòn – Nhà Bè. Hội nghị chuyên đề “Công nghệ và quản lý môi trường TP. Hồ Chí Minh”, tr. 231 – 240.
9. Socolov V.E., 1992. Tin học môi trường : lý thuyết, thực hành. Các phương pháp và các hệ thống. S.Peterburg.
10. Cluev V.V., 2000. Ecological Diagnostics. NXB “Tri thức”, Moscow, 496 p.
11. Bùi Tá Long, Nguyễn Vĩnh Nam, Phạm Thanh Bình, Lưu Quang Đạt, 2000. Ứng dụng GIS trong quản lý môi trường không khí bị ô nhiễm do giao thông. // Tạp chí Khí tượng Thủy văn, N 8, tr. 14 – 22.
12. Technology of water pollution continuous monitoring in Japan. Global Environment Centre Foundation, Osaka 538-0036, Japan.