

NGHIÊN CỨU THỬ NGHIỆM ÁP DỤNG HỆ THỐNG MÔ HÌNH DỰ BÁO CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ ĐA QUY MÔ CMAQ Ở VIỆT NAM

CN. Trương Anh Sơn, TS. Dương Hồng Sơn

Trung tâm Nghiên cứu Môi trường - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Qua khảo sát hiện trạng môi trường tại các tỉnh phía Bắc Việt Nam tác giả thấy việc nghiên cứu chất lượng môi trường không khí đang trở thành vấn đề cần thiết và cấp bách. Để đất nước phát triển lâu dài và bền vững, chúng ta cần phải nghiên cứu, phân vùng chất lượng không khí, mà cụ thể là các chất ô nhiễm như: SO_2 , NO_x , CO , O_3 , bụi... và trên cơ sở đó xây dựng những bản đồ quy hoạch phù hợp.

Nồng độ các chất ô nhiễm trong không khí phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố như: các thông số khí tượng (gió, mưa, nhiệt độ, ẩm, bức xạ, ...), địa hình, các nguồn phát thải (giao thông, công nghiệp, sinh học...). Trong bài báo này, tác giả trình bày ứng dụng Hệ thống mô hình chất lượng không khí đa quy mô CMAQ (Community Multiscale Air Quality Modeling System) thử nghiệm dự báo chất lượng không khí cho Việt Nam. Kết quả thử nghiệm cho thấy cần phát triển tiếp và hoàn thiện hệ thống mô hình dự báo chất lượng không khí để đưa vào ứng dụng trong dự báo nghiệp vụ.

1. Mở đầu

Bên cạnh sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế như hiện nay, vấn đề như đô thị hóa, công nghiệp và khai thác khoáng sản tài nguyên thiên nhiên, đang diễn ra mạnh mẽ. Đi kèm với những vấn đề này đó là ô nhiễm môi trường và làm suy giảm chất lượng không khí. Vấn đề ô nhiễm môi trường nói chung và nhiễm bẩn khí quyển nói riêng ngày càng trở nên nghiêm trọng và gây thiệt hại nặng nề cho nền kinh tế, làm tăng bệnh tật đối với nhân dân. Điều này đã được khẳng định ở Hội nghị của liên hợp quốc về “con người và môi trường xung quanh” tiến hành ở Stockholm tháng 6-1972. Trong lịch sử cũng ghi lại những thảm họa do ô nhiễm môi trường không khí gây ra như: Hiện tượng “nghịch đảo nhiệt” làm tăng nồng độ khói gây ngạt ở Luân Đôn 1952 làm chết và bị thương khoảng 4000-5000 người, vụ rò khí MIC (methyl - Iso -Cyanate)

của Liên hiệp Sản xuất phân bón ở Bhopal-Ấn Độ năm 1984 làm cho khoảng 2 triệu người bị nhiễm độc, trong đó có khoảng 5000 người chết, 5 vạn người bị nhiễm độc trầm trọng và rất nhiều người bị mù. Thảm họa cháy rừng ở Indonesia năm 1997 và trong mấy năm gần đây đã phá huỷ hơn 10 triệu hecta hoa màu của Malaysia và khiến hầu hết các nước trong khu vực Đông Nam Á chìm trong khói bụi, ước tính thiệt hại lên tới 9,3 tỷ USD.

Việt Nam chưa xảy ra thảm họa do ô nhiễm môi trường không khí gây ra như kể trên, nhưng trong thực tế các khu công nghiệp đã có hiện tượng ô nhiễm cục bộ, gây thiệt hại cho sản xuất và ảnh hưởng đến sức khỏe của nhân dân. Với đà phát triển kinh tế, công nghiệp và khai thác tài nguyên khoáng sản như hiện nay thì vấn đề môi trường không khí của Việt Nam bị ô nhiễm là khó tránh khỏi.

Người phản biện: ThS. Nguyễn Văn Tuệ

Chính vì vậy, nghiên cứu và dự báo chất lượng môi trường không khí đang trở thành vấn đề cần thiết và cấp bách, chúng ta cần phải nghiên cứu, dự báo, phân vùng chất lượng không khí để có những bản đồ quy hoạch phù hợp phục vụ cho sự phát triển lâu dài và bền vững của đất nước, cũng như tránh những rủi ro môi trường tác động tiêu cực đến đời sống của nhân dân.

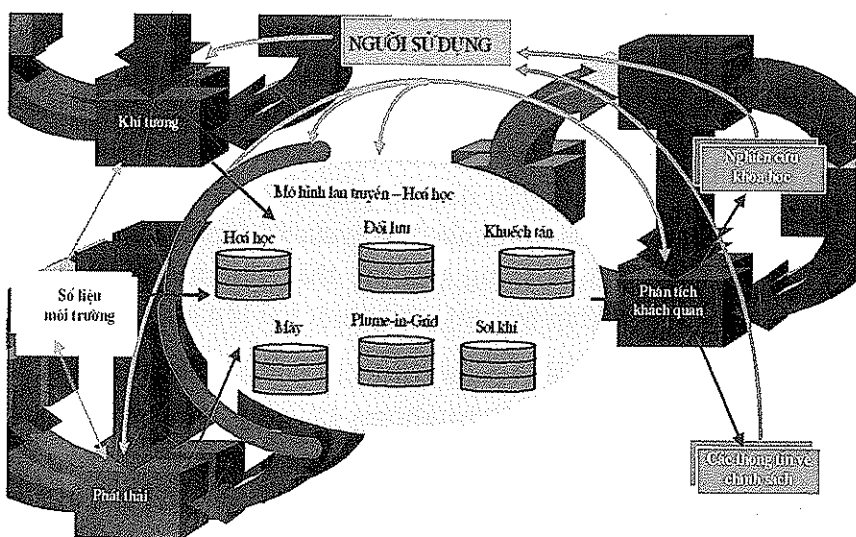
Trong bài báo này, tác giả giới thiệu Hệ thống mô hình dự báo chất lượng không khí đa quy mô CMAQ (Community Multiscale Air Quality Modeling System), được Cục Bảo vệ Môi trường Mỹ US EPA (United States Environmental Protection Agency) đưa ra và sử dụng như một công cụ chính thống để dự báo chất lượng môi trường không khí cho Hoa kỳ và các thành phố liên bang [7].

2. Giới thiệu mô hình CMAQ

Mô hình dự báo chất lượng không khí đa quy mô CMAQ do Cục Khí quyển và Đại dương Quốc gia (NOAA) kết hợp với Cục bảo

vệ môi trường (EPA) của Mỹ xây dựng và phát triển từ năm trước năm 1990 tới nay. CMAQ có khả năng mô phỏng các quá trình khí quyển phức tạp ảnh hưởng tới sự biến đổi hóa học, lan truyền và lắng đọng của các chất ô nhiễm như: ôzôn, NO_x , SO_2 , CO, bụi, axit.v.v.

Mô hình CMAQ tiếp cận bài toán dự báo chất lượng không khí một cách tổng quát với các kỹ thuật hiện đại, trong đó các vấn đề như: ôzôn trên tầng đối lưu, chất độc, bụi mịn, lắng đọng axit, suy giảm tầm nhìn,...vv đều được giải quyết. CMAQ cũng được thiết kế đa quy mô để khỏi phải tạo ra các mô hình riêng biệt cho vùng đô thị hay nông thôn. Độ phân dải và kích thước miền tính có thể khác nhau một vài bậc đại lượng theo không gian và thời gian. Tính mềm dẻo theo thời gian cho phép thực hiện các mô phỏng nhằm đánh giá dài hạn của các chất ô nhiễm (trung bình khí hậu) hay lan truyền hạn ngắn mang tính địa phương. Tính mềm dẻo theo không gian cho phép sử dụng CMAQ để mô phỏng quy mô đô thị hay khu vực.



Hình 1. Quan hệ CMAQ với các mô hình khí tượng (MM5) và mô hình phát thải (SMOKE)

CMAQ được thiết kế để phù hợp với các bài toán trên nhiều quy mô khác nhau, các phương trình điều khiển được biểu diễn trong hệ tọa độ tổng quát. Phương pháp tiếp cận này sẽ đảm bảo tính phù hợp giữa CMAQ và các mô hình khí tượng. Hệ tọa độ tổng quát xác định lưới

tính, phép chuyển tọa độ cần thiết và nó có thể thỏa mãn nhiều hệ tọa độ thẳng đứng cũng như các phép chiếu khác nhau. Ngoài ra, hệ tọa độ tổng quát sẽ đảm bảo khối lượng được bảo toàn khi số liệu được chuyển đổi từ các mô hình khí tượng phi thủy tĩnh sang CMAQ. Sai số của

mật độ không khí và trường gió có thể gây ra sai số lớn cho nồng độ chất ô nhiễm. Việc mô đun hoá các quá trình khoa học (hình 1) trong CMAQ cũng làm cho việc thay đổi và đáp ứng mô hình của người sử dụng một cách trực tiếp hơn. Khả năng gây lỗi cũng được giảm thiểu vì người sử dụng không phải thay đổi mã nguồn hay khai báo các biến trong các mô đun.

3. Kết quả dự báo

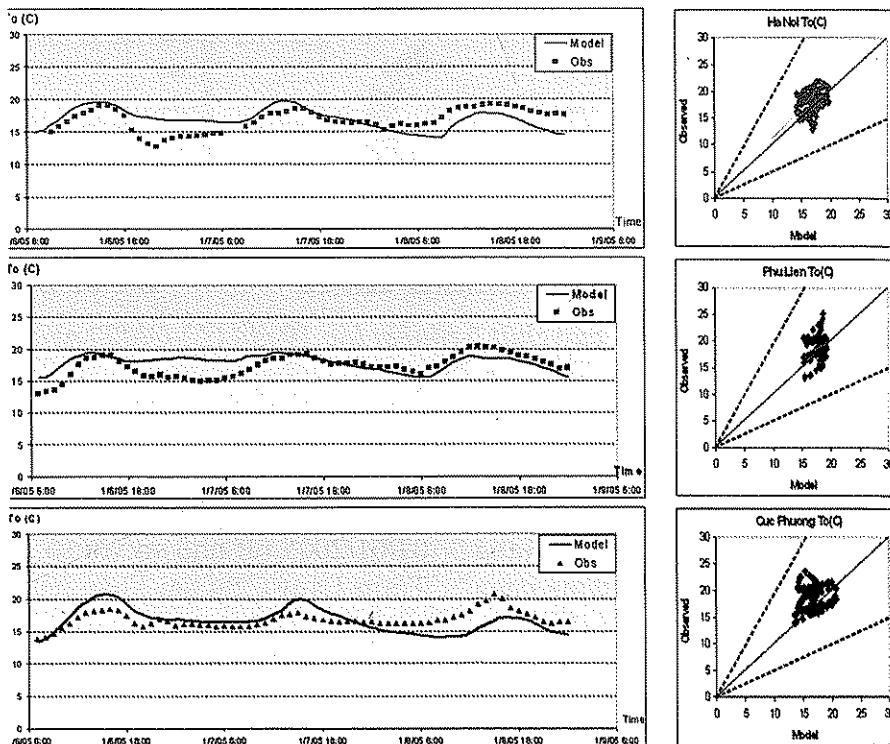
Miền tính trong mô hình bao gồm 70 x 121 điểm tính theo phương ngang với độ phân giải là (18km x 18km), theo phương thẳng đứng 15 lớp độ cao theo lưới với cấu trúc như sau: 0.995 (38m), 0.985 (114m), 0.970 (230m), 0.945 (425m), 0.91 (705m), 0.865 (1077m), 0.81 (1550m), 0.740 (2187m), 0.650 (3071m), 0.550 (4159m), 0.450 (5390m), 0.350 (6813m), 0.250 (8513m), 0.150 (10649m), 0.050 (13712m), thời gian dự báo là 48 giờ.

Số liệu phát thải như: phát thải giao thông, công nghiệp, sinh học...vv được cung cấp từ đề tài: "Nghiên cứu xây dựng quy hoạch môi

trường không khí vùng đồng bằng sông Hồng giai đoạn 2001 – 2010"[2] sẽ được hệ thống mô hình phát thải ma trận thưa SMOKE tính toán và chuyển thành số liệu đầu vào theo định dạng của CMAQ [5], [6].

Các yếu tố khí tượng đầu vào của mô hình như: tốc độ gió, mưa, độ ẩm, áp suất, nhiệt độ, bức xạ, phân bố mây...v.v được cung cấp bởi mô hình dự báo khí tượng động lực quy mô vừa MM5 [1]. Mô hình MM5 được thực hiện bởi Trung tâm Khí tượng Khí hậu - Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường từ năm 2001 tới nay do TS. Hoàng Đức Cường làm chủ nhiệm đề tài. Hiện nay, mô hình MM5 đang được sử dụng dự báo nghiệp vụ tại Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, kết quả dự báo được đưa trên website (<http://www.imh.ac.vn>) [4].

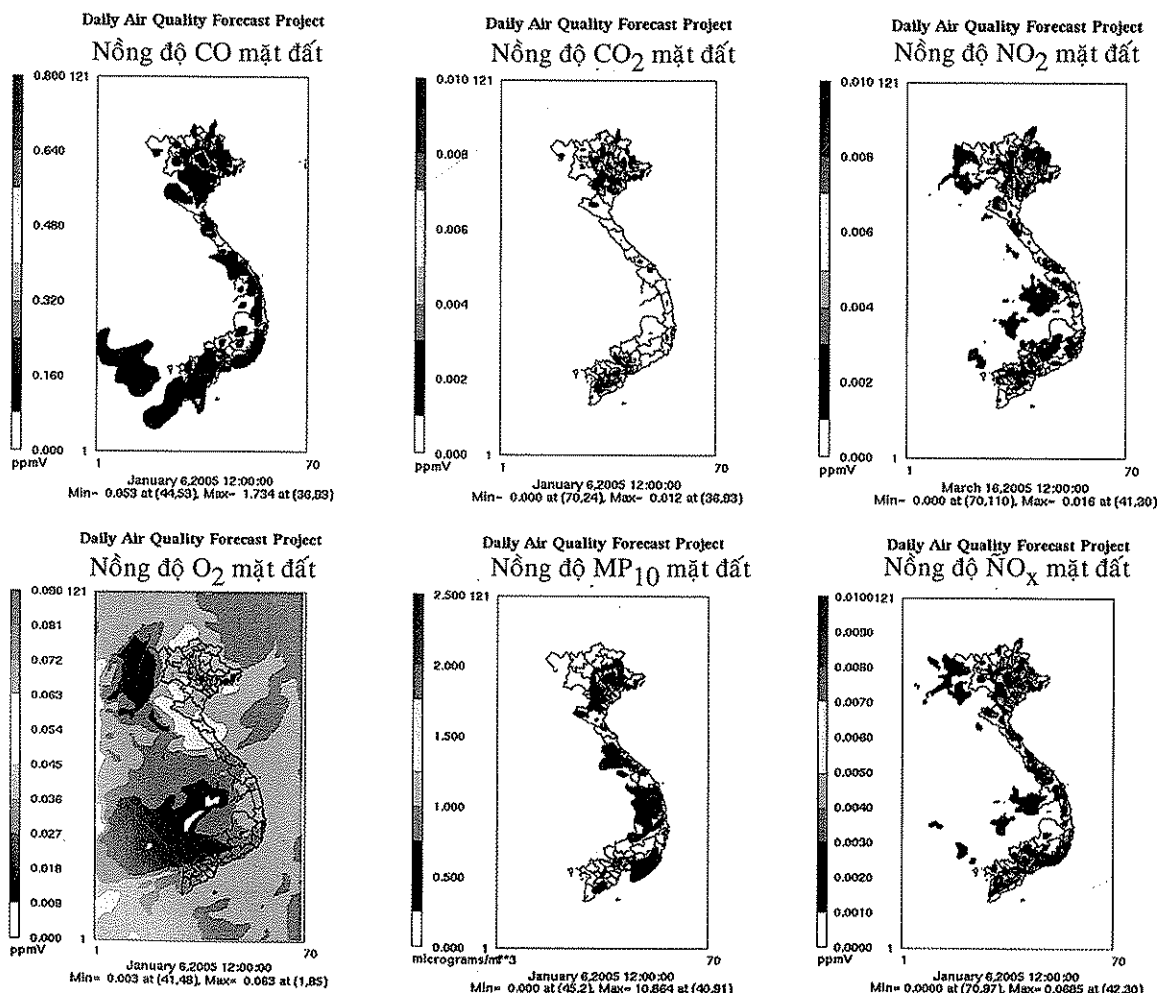
Nhìn chung kết quả dự báo thời tiết bằng mô hình MM5 là khá tốt với độ chính xác khoảng 80 % - 90 % (hình 2). Kết quả đánh giá và kiểm nghiệm mô hình được trình bày chi tiết trong tài liệu [1].



Hình 2. So sánh nhiệt độ ($T^{\circ}\text{C}$) giữa tính toán (MM5) và số liệu đo từ các trạm tự động

Hình 3 thể hiện sự phân bố nồng độ các chất ô nhiễm theo không gian, ta thấy rằng nồng độ các chất ô nhiễm chủ yếu tập trung ở phía Bắc và phía Nam, cụ thể hơn là tại các tỉnh có ngành công nghiệp phát triển Tp. Hà Nội, Tp.

Hồ Chí Minh và các vùng kinh tế trọng điểm khác. Qua đây, ta có bức tranh tổng thể về tình hình ô nhiễm không khí của Việt Nam, tạo cơ sở cho các nhà quản lý điều chỉnh và quy hoạch hợp lý phục vụ phát triển bền vững.



Hình 3. Kết quả dự báo nồng độ các chất ô nhiễm lúc 19 giờ (12-GMT) ngày 06/01/2005

Để có thể đánh giá sơ bộ về kết quả dự báo tác giả đã sử dụng liệu đo trực tiếp từng giờ tại các Trạm quan trắc tự động (Trạm Láng, Cúc Phương, Phủ Liễn) do Trung tâm Mạng lưới Khí tượng Thủy văn và Môi trường cung cấp để so sánh với kết quả dự báo (hình 5 - hình 8).

Nhìn chung kết quả dự báo là tương đối tốt, mô hình đã bắt được xu thế diễn biến của các chất ô nhiễm (hình 4 - hình 7). Mặc dù về định

lượng còn chưa chuẩn xác, kết quả dự báo thường nhỏ hơn so với số liệu đo, đặc biệt nồng độ CO (hình 4) tại Hà Nội vào cuối ngày 07/01/2005 rất nhỏ so với số liệu đo (số liệu Trạm Láng). Sự sai khác này có thể do rất nhiều nguyên nhân như:

Chúng ta, chưa thống kê đầy đủ được tất cả các loại nguồn thải cũng như các thông tin cần thiết của chúng như: số lượng, vị trí thông số kỹ thuật lịch trình và công suất hoạt động của nhà

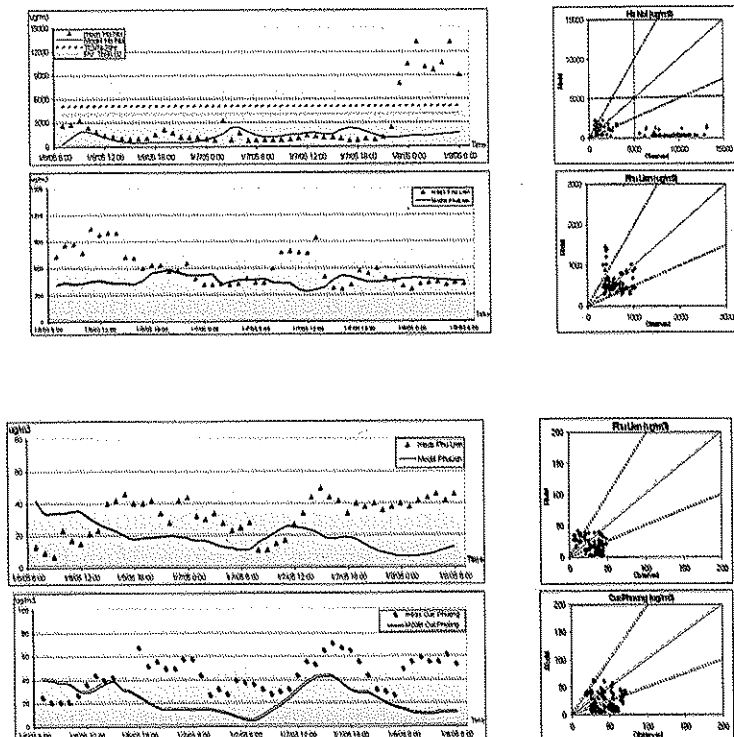
máy (nguồn thải điểm), các loại đường, chiều dài, các loại và số lượng phương tiện hoạt động trên đường (nguồn thải giao thông).

Số liệu khí tượng cũng là một trong những nhân tố ảnh hưởng trực tiếp tới kết quả của mô hình [1]. Như chúng ta biết nồng độ các chất ô nhiễm trong không khí phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố khí tượng như: nắng, mưa ảnh hưởng tới sự lắng đọng, nhiệt, bức xạ ảnh hưởng tới các phản ứng quang hóa, như gió ảnh hưởng tới quá trình lan truyền ..vv. Ví dụ, nồng độ ô-zôn thường cao vào ban ngày do chịu ảnh hưởng của nhiệt độ và bức xạ (hình 3 và hình 7). Hơn nữa, CMAQ là một hệ thống mô hình mới và rất phức tạp, nên kết quả nghiên cứu trong một thời gian ngắn và lại bị hạn chế về số liệu đầu vào như hiện nay thì sai số mô hình gặp phải là khó tránh khỏi.

Hình 4 thể hiện kết quả sự phân bố nồng độ CO dự báo (48 giờ) so với số liệu thực đo tại một số điểm quan trắc tự động. Nồng độ khí CO chủ yếu là do phát thải từ các nguồn giao thông và công nghiệp là chính, nên chúng tôi chọn 2 trạm Trạm Láng và Phủ Liễn làm cơ sở để so sánh với kết quả dự báo của mô hình.

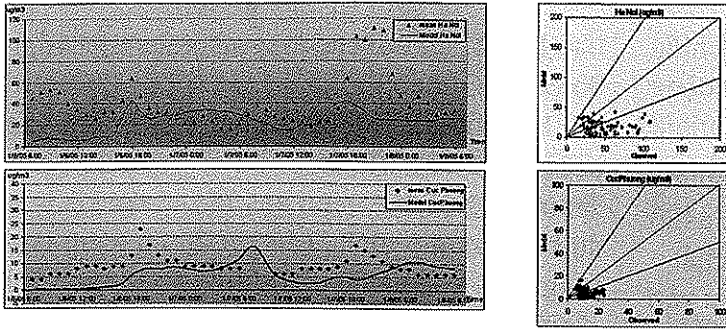
Hình 4 bên trái cho thấy sự biến thiên nồng độ của CO theo thời gian (06-07/01/2005) so với kết quả quan trắc là khá tốt. Nhưng vào cuối ngày 07/01/2005 kết quả quan trắc của Trạm Hà Nội đột nhiên quá lớn so với kết quả dự báo của mô hình. Tác giả đã cố gắng làm sáng tỏ vấn đề này, nhưng khi đem so sánh với số liệu quan trắc cực đại trung bình nhiều năm tại một số khu công nghiệp của Hà Nội và so với tiêu chuẩn cho phép của Việt Nam (TCVN 5937: 1995), cho thấy nồng độ quan trắc vào thời gian này rất lớn ($6000 \text{ (g/m}^3\text{)}$ - $13000 \text{ (g/m}^3\text{)}$) so với kết quả quan trắc cực đại trung bình nhiều năm (1996 - 2002) tại các khu công nghiệp như: Pháp Vân (4005 g/m^3), Thượng Đình (5677 g/m^3) [3] và TCVN 24 giờ là $5000 \text{ (g/m}^3\text{)}$. Điều này phản ánh vào thời gian này điểm máy quan trắc có thể xảy ra sự cố nên không đủ cơ sở để khẳng định độ chính xác của số liệu.

Hình bên phải cho thấy mối tương quan giữa số liệu thực đo và số liệu dự báo. Qua hình vẽ cho thấy, sai số của mô hình còn khá lớn: khoảng 50% đến 60% tại Phủ Liễn, tại Hà Nội (trong khoảng 30 giờ đầu) sai số là 40% - 54%.



Hình 4. So sánh nồng độ $\text{CO(g/m}^3\text{)}$ giữa số liệu dự báo và số liệu đo từ các trạm tự động Hà Nội, Phủ Liễn

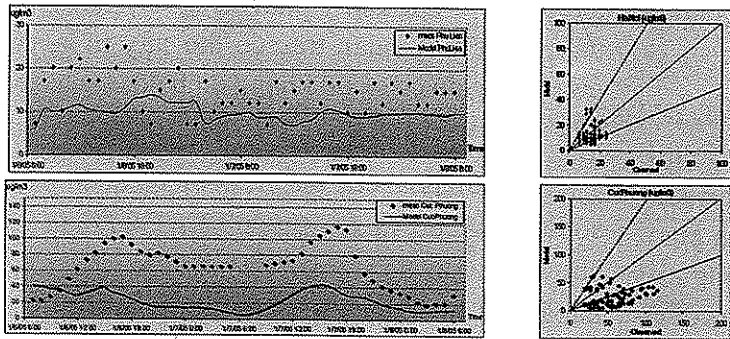
Hình 5. So sánh nồng độ $\text{SO}_2 \text{ (g/m}^3\text{)}$ giữa số liệu dự báo và số liệu đo từ các trạm tự động Phủ Liễn, Cúc Phương



Hình 6. So sánh nồng độ NO_2 (g/m^3) giữa số liệu dự báo và số liệu đo từ các trạm tự động Hà Nội, Cúc Phương

Kết quả dự báo nồng độ SO_2 (hình 5) và NO_2 (hình 6) cũng khá tốt. Kết quả dự báo tại Cúc Phương tốt hơn so với kết quả dự báo tại Phú Liễn cả về xu thế lẫn định lượng. Điều này minh chứng cho việc, nếu chúng ta cung cấp đầy đủ chi tiết về tốt hơn về các nguồn số

liệu đầu vào cho mô hình thì kết quả đạt được sẽ tốt hơn (Tại Cúc Phương chịu sự tác động của các loại nguồn thải khác nhau ít hơn, nên số liệu đầu vào được cung cấp đầy đủ và chi tiết hơn, do đó kết quả dự báo ở Cúc Phương cũng tốt hơn).



Hình 7. So sánh nồng độ O_3 (g/m^3) giữa số liệu dự báo và số liệu đo từ các trạm tự động Phú Liễn, Cúc Phương

4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu cho thấy về cơ bản mô hình đều bắt được xu thế diễn biến nồng độ của các chất ô nhiễm như: CO , SO_2 , NO_2 , O_3 (hình 4 - hình 7), mặc dù về định lượng còn chưa chuẩn xác, sự sai khác này có rất nhiều nguyên nhân như: chưa thống kê đầy đủ được tất cả các loại nguồn thải cũng như các thông tin cần thiết của chúng như: số lượng, vị trí thông số kỹ thuật lịch trình và công suất hoạt động của nhà máy (nguồn thải điểm), các loại đường, chiều dài, các loại và số lượng phương tiện hoạt động trên đường (nguồn thải giao thông). Hơn nữa các yếu tố khí tượng cũng là một trong những nguyên nhân ảnh hưởng trực tiếp đến kết quả của mô hình.

Để khắc phục và hạn chế sai số khi tính toán của mô hình cần phải cung cấp đầy đủ các

thông tin về các loại nguồn thải, phát triển dày hơn nữa mạng lưới quan trắc số liệu giúp cho việc kiểm nghiệm và hiệu chỉnh mô hình chính xác hơn.

Việc áp dụng hệ thống mô hình dự báo chất lượng không khí đa quy mô CMAQ vào Việt Nam nhằm nghiên cứu và tiến tới dự báo nghiệp vụ là có thể thực hiện được. Hiện nay, đã có rất nhiều nước trên thế giới sử dụng hệ thống mô hình này để dự báo chất lượng không khí như: Mỹ, Trung Quốc, Đài Loan, Nga...vv

Bài báo này, dựa trên kết quả mở rộng từ đề tài "Nghiên cứu thử nghiệm dự báo thời hạn ngắn chất lượng không khí vùng đồng bằng Bắc Bộ" được thực hiện bởi Trung tâm Nghiên cứu Môi trường, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường. Do thời gian có hạn cộng với việc

nghiên cứu một mô hình rất mới và phức tạp nên kết quả tính toán không tránh khỏi những sai sót tác giả rất mong nhận được những ý

kiến đóng góp của đồng nghiệp, những ai quan tâm tới nội dung và kết quả đạt được.

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Đức Cường và nnk. *Nghiên cứu thử nghiệm áp dụng mô hình khí tượng động lực quy mô vừa MM5 trong dự báo hạn ngắn ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp bộ 2005.*
2. Dương Hồng Sơn và nnk (2003). *Nghiên cứu xây dựng quy hoạch môi trường không khí vùng đồng bằng sông Hồng giai đoạn 2001 – 2010. Đề tài nhánh KC.08.02: Nghiên cứu xây dựng quy hoạch môi trường phục vụ phát triển kinh tế – xã hội vùng Đồng bằng Bắc Bộ giai đoạn 2001 – 2010.*
3. *Báo cáo hiện trạng môi trường Thành phố Hà Nội năm 2003. Sở Khoa học công nghệ và môi trường Hà Nội (2003).*
4. Website của Viện Khí tượng Thủy văn. <http://www.imh.ac.vn>.
5. Byun D.W., Lubertino G. (...). *Emissions processing with SMOKE tool and SMOKE programs. Interim progress report for the technical support contract on Houston air quality modeling.*
6. *CMAQ 4.5 Users Manual.*
7. <http://www.airnow.gov>.