

## MỘT SỐ KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU VỀ ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MM5 TRONG NGHIÊN CỨU HIỆU ỨNG ĐẢO NHIỆT TẠI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Lương Văn Việt

Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam

(Bài nhận ngày 15 tháng 09 năm 2007, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 15 tháng 05 năm 2008)

**TÓM TẮT:** Thành phố Hồ Chí Minh là thành phố có tốc độ đô thị hoá khá cao, chi tính từ năm 1979 đến 2004 trên khu vực nội thành dân số đã tăng 1.91 lần và mật độ dân số tăng 1,6 lần. Do sự phát triển và mở rộng nhanh của Thành Phố đã làm thay đổi đáng kể mật độ, làm thay đổi các hệ số hấp thụ, phát xạ nhiệt, quán tính nhiệt và độ ẩm tiềm năng trong đất. Trong báo cáo này chúng tôi nghiên cứu những ảnh hưởng của mật độ đô thị tới phân bố của trường nhiệt bằng việc ứng dụng mô hình thời tiết qui mô vừa MM5. Các số liệu mật độ trong nghiên cứu này được lấy từ các sản phẩm của vệ tinh MODIS và SRTM. Việc đánh giá kết quả đã cho thấy mô hình MM5 mô phỏng khá tốt trường nhiệt của Thành phố.

**Từ khoá:** Hiệu ứng đảo nhiệt đô thị (UHI), mô hình khí tượng động lực quy mô vừa thế hệ thứ 5 (MM5)

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thành phố Hồ Chí Minh (Tp.HCM) với điều kiện địa lý tự nhiên khá thuận lợi như nằm cách biển không xa, có diện tích mặt nước lớn và địa hình tương đối bằng phẳng nên có khí hậu tương đối hài hoà. Tuy nhiên do quá trình đô thị hoá nhanh đã làm thay đổi đáng kể tính chất mật độ của Thành phố, gây ra những ảnh hưởng đến biến đổi khí hậu. Qua kết quả nghiên cứu về biến động khí hậu [4, t 34] thấy trong những năm gần đây khí hậu khu vực Thành phố có những thay đổi rõ rệt, thể hiện rõ nhất là sự gia tăng nhiệt độ. Nhiệt độ của trạm Tân Sơn Hoà trong 10 năm gần đây đã tăng 0,34°C, với mức tăng gần gấp đôi thời kỳ 1977-1986.

**Bảng 1.** Mức tăng nhiệt độ trạm Tân Sơn Hoà

Thời kỳ	1977-1986	1987-1996	1997-2006
Mức tăng nhiệt độ (°C/10 năm)	0,18	0,26	0,34

Việc chuyển đổi mục đích sử dụng đất cho phát triển đô thị đã làm giảm đáng kể tỷ lệ cây xanh và mặt nước, bề mặt cũ được thay thế bằng các loại vật liệu xây dựng, làm tăng khả năng hấp thụ nhiệt và giảm độ ẩm tiềm năng trong đất. Các công trình xây dựng hình thành do quá trình đô thị hoá còn làm tăng độ gồ ghề gây giảm tốc độ gió lớp sát mặt, cản trở vận chuyển nhiệt ngang. Ngoài ra còn phải kể đến hiệu ứng bức xạ nhiệt giữa các tường nhà đến việc gia tăng nhiệt độ đô thị. Đây là các nguyên nhân chính gây nên hiệu ứng đảo nhiệt đô thị (Urban Heat Island Effect - UHI).

Việc ứng dụng mô hình số trị trong nghiên cứu UHI được thực hiện ở nhiều nơi trên thế giới. Hàng loạt các mô hình đã được sử dụng cho mục đích này như mô hình ENVI-met của IAUC (International Association for Urban Climate); mô hình FVM (Finite Volume Model) của EPFL (Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne), v.v... Ngoài ra các mô hình dự báo thời tiết qui mô vừa cũng được khai thác trong nghiên cứu UHI về lớp biên đô thị như MM5 của Trung tâm Nghiên cứu Khí quyển Quốc gia Mỹ và Đại học Pennsylvania; WRF của NCAR (National Center for Atmospheric Research), Trung tâm Quốc gia Môi trường (NCEP)

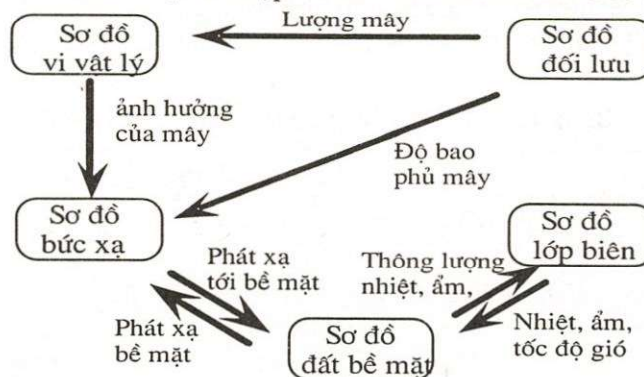
và nhiều cơ quan khác. Trong báo cáo này sẽ trình bày kết quả bước đầu về nghiên cứu UHI trên khu vực Tp.HCM bằng việc sử dụng mô hình thời tiết qui mô vừa MM5.

## 2. MÔ HÌNH MM5

Mô hình khí tượng động lực quy mô vừa thế hệ thứ 5 (MM5) của Trung tâm Nghiên cứu Khí quyển Quốc gia Mỹ (NCAR) và Trường Đại học Tổng hợp Pennsylvania Mỹ (PSU), là thế hệ mới nhất trong một loạt các mô hình nghiên cứu và dự báo thời tiết được Anthes phát triển từ những năm 1970. Đây là mô hình có mã nguồn mở được ứng dụng rộng rãi ở nhiều nước trong dự báo thời tiết, nghiên cứu khí tượng lớp biên. Qua quá trình hoàn thiện, mô hình đã được cải tiến nhiều lần nhằm mô phỏng và dự báo tốt hơn các quá trình vật lý quy mô vừa và có thể áp dụng với các đối tượng sử dụng khác nhau. Phiên bản 3.5 (MM5V3.5) của mô hình ra đời năm 2001 đã được điều chỉnh, cải tiến thêm so với các phiên bản trước đó trong các mảng: kỹ thuật lồng ghép nhiều mức; động lực học phi thủy tĩnh; đồng hoá số liệu bốn chiều (FDDA); bổ sung các sơ đồ tham số hoá vật lý; kỹ thuật tính toán. Phiên bản được sử dụng trong mô phỏng trường nhiệt khu vực Tp.HCM trong nghiên cứu này là phiên bản mới nhất của mô hình (MM5V3.7) cập nhật vào cuối năm 2004.

Nguyên lý của mô hình MM5 dựa trên việc giải hệ phương trình khí quyển, các phương trình trong mô hình này được viết cho các biến ở dạng phi thủy tĩnh, loại trừ độ ẩm. Hệ phương trình phi thủy tĩnh trong MM5 được xuất phát từ hệ phương trình thủy tĩnh.

Ưu điểm của mô hình MM5 trong nghiên cứu khí tượng khu vực đô thị là nó có nhiều sơ đồ tham số hóa vật lý để lựa chọn như: tham số hóa đối lưu, tham số hóa vi vật lý mây, tham số hóa bức xạ, tham số hóa lớp biên hành tinh, tham số hóa quá trình đất - bề mặt. Sơ đồ tham số hóa quá trình đất - bề mặt mô tả khá chi tiết cân bằng nhiệt trong lớp đất bề mặt như nhiệt bức xạ, ẩn nhiệt, ẩm nhiệt và truyền nhiệt trong các lớp đất. Thông lượng bức xạ trong sơ đồ này có độ chính xác cao vì nó được kết hợp với sơ đồ đối lưu và sơ đồ vi vật lý mây.



Hình 1. Liên kết các sơ đồ tham số hóa trong MM5

Sự liên kết giữa các sơ đồ tham số hóa trong MM5 thể hiện trong sơ đồ hình 1. Sơ đồ mây đối lưu ngoài việc dự báo lượng mưa do hoạt động đối lưu, nó còn cung cấp cho sơ đồ vi vật lý lượng mây để dự báo lượng mưa trong các hộp lưới. Trên cơ sở số liệu dự báo lượng mây bao phủ và các dạng pha nước trong mây, ảnh hưởng của mây đến việc hấp thụ, tán xạ và phản xạ được xử lý trong sơ đồ bức xạ. Kết quả của việc xử lý trong sơ đồ bức xạ là phát xạ sóng dài và sóng ngắn đi tới bề mặt trái đất. Dựa trên lượng bức xạ tới sơ đồ đất bề mặt sẽ tính lượng phát xạ sóng dài từ bề mặt cũng như phản xạ đi vào khí quyển. Sơ đồ đất bề mặt ngoài

việc nhận số liệu nhiệt, ẩm và tốc độ gió từ mô hình lớp biên nó còn cung cấp số liệu về thông lượng nhiệt-ẩm cho sơ đồ này.

Chuyển động rối trong khí quyển đóng vai trò rất lớn trong việc hình thành và phát triển các quá trình thời tiết. Chuyển động rối là chuyển động hỗn loạn có qui mô dưới lưới do đó hệ phương trình thủy nhiệt động học không thể mô tả được, các mô hình cho khí quyển rối được xây dựng trên cơ sở lý thuyết rối bán thực nghiệm. Sơ đồ lớp biên nhằm mô phỏng các quá trình qui mô dưới lưới xảy ra trong lớp biên hành tinh (PBL), hệ phương trình trong các sơ đồ này được xây dựng từ các phương trình cơ bản trong khí tượng trên cơ sở của phép biến đổi trung bình Reynolds. Ngoài ra để thu được một hệ phương trình khép kín, phương trình năng lượng nhiệt động (thermal kinetic energy - TKE) cũng được thêm vào hệ phương trình. Có 8 lựa chọn về sơ đồ lớp biên trong MM5, trong đó có 3 sơ đồ tính đến năng lượng động năng rối (TKE), bao gồm các sơ đồ sau: Burk-Thompson, ETA và Gayno-Seaman. Tất cả 3 sơ đồ này đều phát triển trên cơ sở sơ đồ Mellor-Yamada, khác biệt giữa các sơ đồ này là việc xác định qui mô dài của rối, các thành phần khuếch tán và giao diện với mô hình trung tâm [8].

### 3. CÁC LỰA CHỌN VÀ THIẾT LẬP TRONG MÔ HÌNH MM5

#### 3.1 Các miền tính và độ phân giải

Để phục vụ mô phỏng trường nhiệt một khu vực nhỏ cần chạy mô hình với độ phân giải. Đáp ứng các yêu cầu này mô hình MM5 được chạy bằng phương pháp lưới lồng với 4 miền tính (domain) và độ phân giải của lưới trong cùng là 1 km x 1 km. Kích cỡ và độ phân độ phân giải ngang của các miền tính được lựa chọn để mô phỏng thời tiết trên khu vực nghiên cứu như sau:

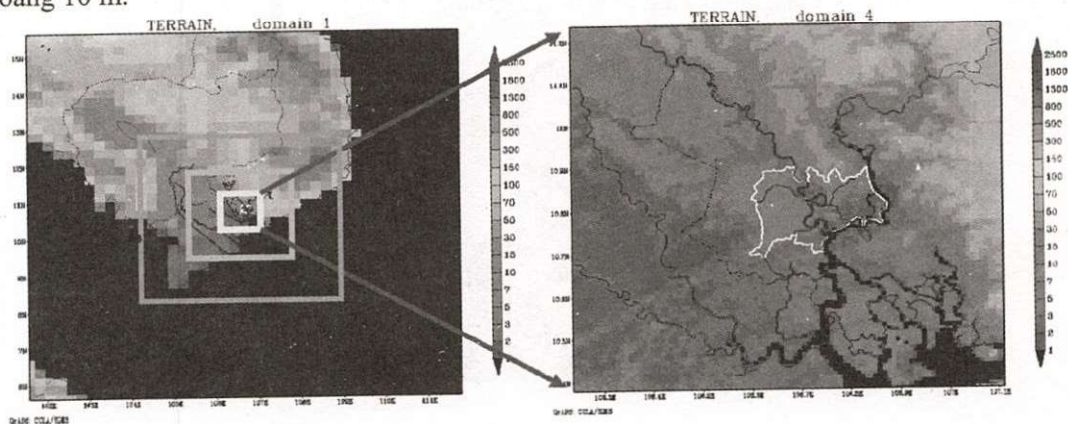
Miền 1: 45x45 điểm tính, độ phân giải ngang 27 km x 27 km. Miền này bao phủ khu vực phía Nam Việt Nam và phần Biển Đông

Miền 2: 58x58 điểm tính, độ phân giải ngang 9 km x 9 km. Miền này bao phủ khu vực các tỉnh Nam Bộ và một phần khu vực Nam Trung Bộ.

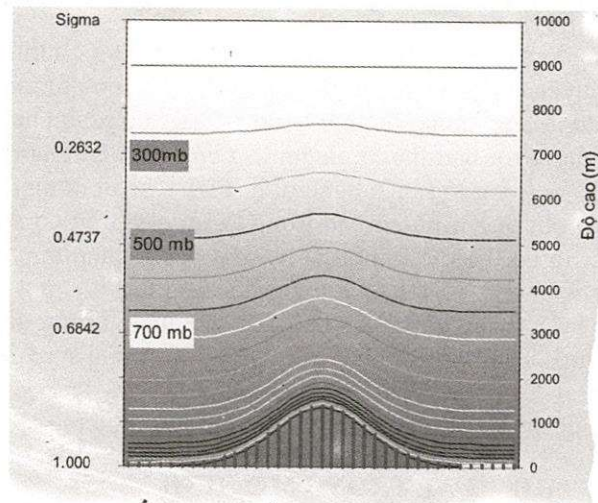
Miền 3: 80x80 điểm tính, độ phân giải ngang 3 km x 3 km

Miền 4: 100x100 điểm tính, độ phân giải ngang 1 km x 1 km. Đây là miền bao phủ thành phố Hồ Chí Minh

Khu vực của các miền tính được thể hiện trong hình 2. Hệ tọa độ thẳng đứng trong mô hình là hệ sigma, với 36 mực thẳng đứng. Như vậy mực thấp nhất của mô hình sẽ ở độ cao khoảng 10 m.



Hình 2. Các miền tính trong mô hình MM5



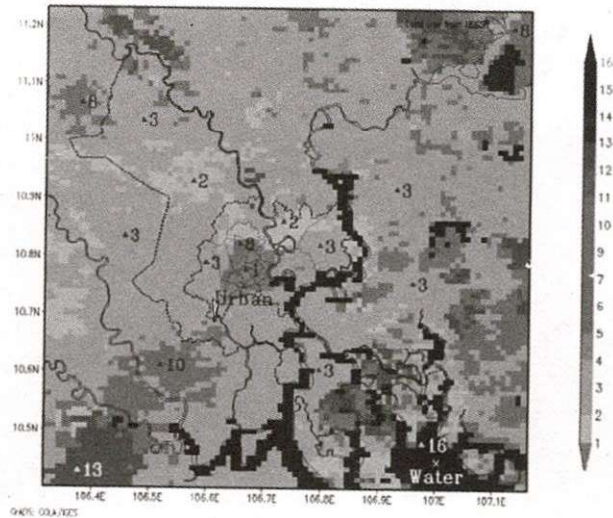
Hình 3. Lưới thẳng đứng theo hệ tọa độ sigma

### 3.2 Chỉnh sửa số liệu địa hình và sử dụng đất cho mô hình MM5

#### 3.2.1. Các lý do cần chỉnh sửa số liệu địa hình và sử dụng đất

Số liệu đầu vào cho mô hình TERRAIN bao gồm độ cao địa hình, các dạng lớp phủ bề mặt, các vùng đất và nước, loại đất, phần trăm thực vật và nhiệt độ các lớp đất trung bình năm. Các số liệu này được lấy với độ phân giải 30s từ nguồn của USGS (Cơ quan Khảo sát địa chất Mỹ) tại địa chỉ "[ftp://ftp.ucar.edu/mesouser/MM5V3/TERRAIN\\_DATA/](ftp://ftp.ucar.edu/mesouser/MM5V3/TERRAIN_DATA/)", riêng số liệu địa hình được lấy từ địa chỉ "<http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30.html>".

Khi thực hiện phân tích kết quả từ module TERRAIN cho thấy số liệu sử dụng đất và độ cao địa hình từ USGS gói có độ phân giải 30 s là không hoàn toàn phù hợp với thực tế. Minh họa cho sự sai khác này được thể hiện trong hình 4 về landuse của miền tỉnh trong cùng.



Hình 4. Landuse miền tỉnh 4 từ số liệu USGS độ phân giải 30s

Theo hình 4 và đối chiếu với bảng landuse.tbl thì trên Tp.HCM chỉ có 3 dạng đất chính, dạng 1 là đất đô thị (urban and built-up land), dạng 2 là đất trồng cây và đồng cỏ có độ ẩm thấp (dryland cropland and pasture), dạng 3 là đất trồng và đồng cỏ có độ ẩm cao. Xem xét từng dạng đất cụ thể và gắn với bản đồ sử dụng đất khu vực này cho thấy:

Diện tích được xác định là đất đô thị từ số liệu của USGS nhỏ hơn so với thực tế, phần diện tích này chỉ bao gồm các quận sau: quận Phú Nhuận, quận Bình Thạnh, quận 1, quận 3, quận 4, quận 5, quận 10 và một phần của quận 6-8-11.

Phần lớn diện tích đất của quận Tân Bình và Tân Phú được cho là cây bụi (dạng 8), đất trồng và đồng cỏ có độ ẩm cao (dạng 3).

Toàn bộ diện tích đất của quận Gò Vấp và quận Thủ Đức được xếp vào dạng 2 (đất trồng cây và đồng cỏ có độ ẩm thấp)

Một phần diện tích của quận 12 được xếp vào dạng 2 (đất trồng cây và đồng cỏ có độ ẩm thấp), diện tích còn lại là dạng 3 (đất trồng và đồng cỏ có độ ẩm cao)

Diện tích còn lại của phần đô thị tính theo biên nội thành mới được xếp vào dạng 3 (đất trồng và đồng cỏ có độ ẩm cao).

Phần lớn diện tích đất của huyện Cần Giờ được xếp vào dạng 2 và 3, mà lẽ ra phần lớn của diện tích này phải được xếp vào dạng 21 là vùng rừng ngập nước (wooded wetland).

Ngoài ra đa số diện tích đất trong miền tính 4 được xác định là đất trồng cây có độ ẩm cao (dạng 3) nhưng trong thực tế có rất nhiều các loại đất khác nhau. Như vậy nếu sử dụng số liệu landuse từ USGS thì kết quả mô phỏng thời tiết từ mô hình thời tiết sẽ không hoàn toàn phù hợp với thực tế mà nhất là với nhiệt độ và độ ẩm.

Cũng như số liệu landuse, số liệu độ cao địa hình cũng chưa thực phù hợp. Với số liệu này nếu xét cho miền tính 4 thì độ cao địa hình gần như có tính san bằng, nhất là với các khu vực có độ cao địa hình dưới 10 m.

Ngoài ra ngay trong bảng landuse.tbl cũng chỉ xét đô thị là 1 dạng sử dụng đất, điều này sẽ không phù hợp khi chạy mô hình thời tiết cho khu vực đô thị với độ phân giải cao. Phân chia sử dụng đất khu vực đô thị cho mô hình thời tiết là khá phức tạp vì cần xét đến nhiều yếu tố như mật độ xây dựng, độ cao công trình, diện tích cây xanh và nhiều yếu tố khác. Tuy nhiên sự phân loại càng chi tiết sẽ giúp cho kết quả mô phỏng của mô hình thời tiết càng gần với thực tế.

Do độ phân giải của lưới ngang miền tính trong là 1 km x 1 km và yêu cầu mô phỏng thời tiết cho khu vực đô thị nên cần có những chỉnh sửa các số liệu mặt đệm cho phù hợp. Các số liệu phục vụ công việc chỉnh sửa là các nguồn số liệu từ vệ tinh SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) và MODIS (Moderate resolution Imaging Spectroradiometer) và số liệu sử dụng đất trên khu vực Tp.HCM.

### **3.2.2. Số liệu và phương pháp chỉnh sửa số liệu địa hình và sử dụng đất**

Số liệu địa hình: Số liệu địa hình được lấy từ vệ tinh SRTM tại địa chỉ "<ftp://ftp.glc.f.umd.edu/glc/SRTM/>", số liệu này có độ phân giải khoảng 90m và có độ chính xác khá cao. Chi tiết về số liệu này trong trang "<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>".

Số liệu các dạng lớp phủ thực vật: Số liệu về các dạng phủ thực vật được lấy từ vệ tinh MODIS/Terra ở tệp MOD12Q1 tại địa chỉ "<http://edcdaac.usgs.gov/modis/>". Số liệu này có độ phân giải khoảng 1 km (996 m) và 25 dạng lớp phủ thực vật, phù hợp với số liệu của bảng cùng loại trong MM5.

Để chi tiết hóa cho số liệu các dạng lớp phủ bề mặt trên khu vực Tp.HCM, bảng landuse.tbl trong MM5 được thay đổi cho đối tượng là lớp phủ dạng đô thị. Trong nghiên cứu

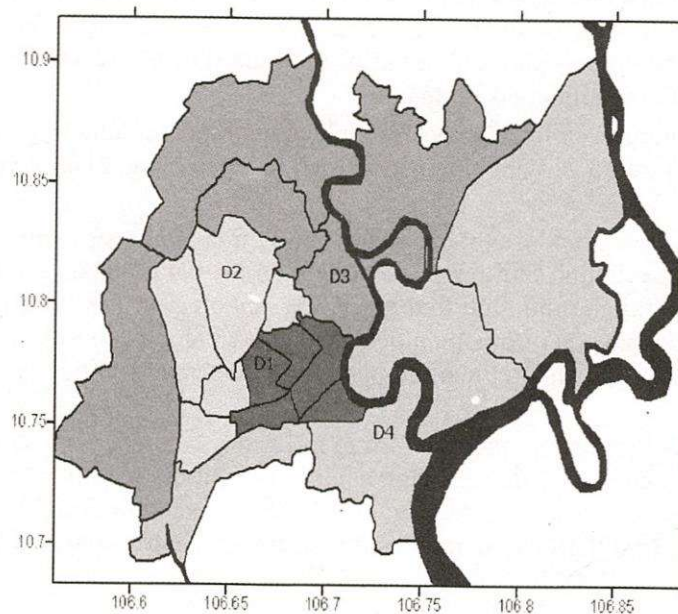
này khu vực đô thị được chia làm 4 kiểu, từ đô thị dạng 1 (đô thị D1) đến đô thị dạng 4 (đô thị D4). Sự phân loại này dựa trên tỷ lệ diện tích đất xây dựng trên tổng diện tích đất của các quận, độ cao trung bình của công trình xây dựng, theo diện tích mặt nước trên tổng diện tích đất của các quận và theo tổng chiều dài đường phố trên tổng diện tích đất của các quận. Số liệu điều tra về sử dụng đất năm 1997 phục vụ cho phân loại này được lấy trong báo cáo [1]. Các quận của thành phố được phân chia theo các dạng đô thị như sau:

- Đô thị dạng 1: Gồm quận 1, quận 3, quận 4, quận 5 và quận 10. Đây là các quận có công trình xây dựng khá cao, mật độ đường và tỷ lệ giữa diện tích đất xây dựng và tổng diện tích đất là cao nhất.

- Đô thị dạng 2: Gồm quận 6, quận 11, quận Phú Nhuận, quận Tân Bình và quận Tân Phú. Các quận này có diện tích đất xây dựng, mật độ đường như đô thị dạng 1 nhưng ở mức thấp hơn.

- Đô thị dạng 3: Gồm quận 12, quận Bình Tân, quận Bình Thạnh, quận Gò Vấp và quận Thủ Đức. Đây là các quận ven và có mật độ xây dựng và đường phố ở mức thấp.

- Đô thị dạng 4: Gồm quận 2, quận 7, quận 8, quận 9. Đây cũng là các quận có diện tích mặt nước khá cao, độ cao công trình xây dựng thấp, ít đường phố và tỷ lệ giữa diện tích đất xây dựng và tổng diện tích đất thấp nhất.



Hình 5. Phân chia các dạng đô thị

Như vậy sự phân loại này đã gián tiếp tính đến độ gồ ghề và độ ẩm tiềm năng của các dạng mật độ đô thị, tuy nhiên không thể có được các tham số cho mỗi lớp đô thị theo phân loại này. Để thực hiện công việc này các tham số được hiệu chỉnh dần từ số liệu ban đầu trong file landuse.tbl, công việc hiệu chỉnh được tiến hành cho đến khi kết quả mô phỏng từ MMS phù hợp với thực tế. Bảng dưới đây là các dạng bề mặt cùng tham số vật lý vào mùa hè cho khu vực đô thị.

Sự phân loại các dạng đô thị này chỉ áp dụng cho các ô trong lưới của mô hình mà số liệu tương ứng nhận được từ MODIS/MOD12Q1 không thể hiện là các dạng lớp phủ thực vật hoặc mặt nước.

**Bảng 2. Chính lý một số dạng bề mặt cùng tham số vật lý vào mùa hè cho khu vực đô thị từ bảng landuse.tbl**

Chỉ số nhận dạng	Dạng sử dụng đất	Albedo (%)	Độ ẩm tiềm năng của đất (%)	Độ phát xạ lúc 9 giờ (%)	Độ gồ ghề mặt đệm (cm)	Quán tính nhiệt ( $\text{cal cm}^{-2} \text{K}^{-1} \text{s}^{-1/2}$ )
1	Đô thị D1	18	10	88	60	0,030
2	Đô thị D2	18	13	89	54	0,030
3	Đô thị D3	18	17	90	46	0,030
4	Đô thị D4	19	22	92	32	0,035

Chương trình chỉnh sửa kết quả từ module TERRAIN

Kết quả của môđun TERRAIN bao gồm các file TERRAIN\_DOMAIN# (với # là chỉ số các miền tính), các file này sẽ chỉnh sửa theo số liệu từ vệ tinh SRTM, MODIS và số liệu sử dụng đất trên khu vực Tp.HCM.

Chương trình chỉnh sửa dữ liệu được viết bằng ngôn ngữ FORTRAN trên nền Linux. Chương trình này sẽ thực hiện các công việc sau:

Chỉnh sửa lại bảng landuse trong file landuse.tbl sau khi thêm các lớp đô thị mới. Đọc số liệu các file TERRAIN\_DOMAIN# và tiến hành chuyển dữ liệu theo bảng landuse mới.

Nội suy số liệu độ cao địa hình, các dạng lớp phủ thực vật từ số liệu của vệ tinh theo các lưới mô hình và tiến hành thay thế các giá trị cũ.

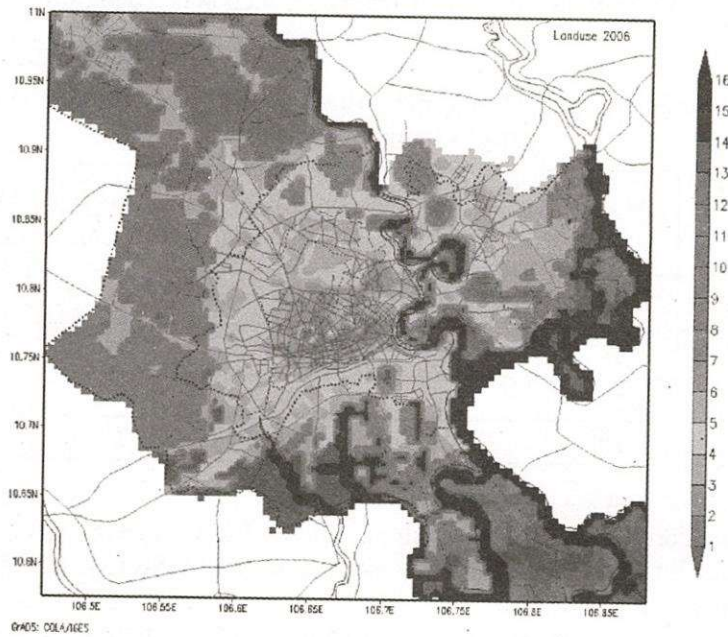
Xác định diện tích các ô lưới nằm trong biên mặt nước, tiến hành chỉnh sửa số liệu sử dụng đất khi diện tích mặt nước trong ô lưới lớn hơn một giá trị cho trước.

Xác định các ô lưới nằm trong các dạng biên đô thị, tiến hành chỉnh sửa các số liệu sử dụng đất khi giá trị trong ô lưới không chỉ thực vật hoặc mặt nước. Ghi lại file sau khi tiến hành chỉnh sửa.

Việc nhận biết các dạng đô thị khác nhau trong việc hiệu chỉnh số liệu mặt đệm dựa trên các file đường biên của từng đối tượng. Thuật toán để xác định một điểm lưới có nằm trong một đường biên hay không được thực hiện như sau: qua điểm cần xác định vẽ một nửa đường thẳng bất kỳ và tính số điểm mà nó cắt các cạnh của đường biên, nếu số điểm tìm được là lẻ thì điểm đó nằm trong đường biên.

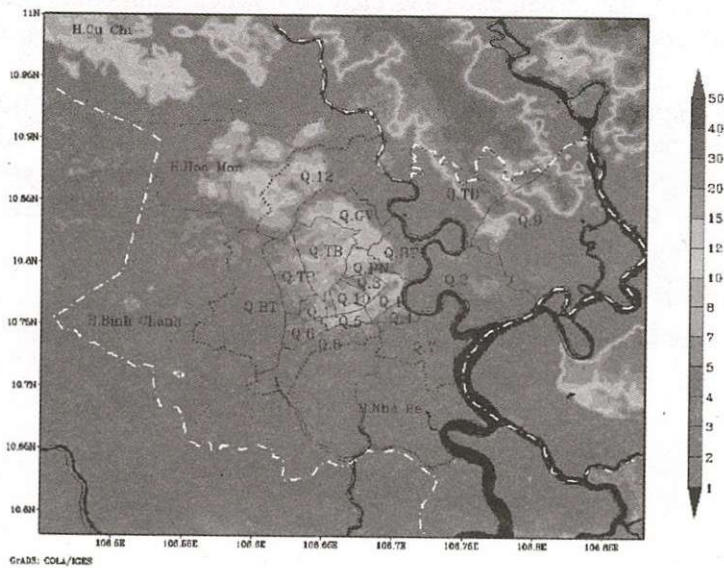
### 2.2.3. Kết quả chỉnh sửa số liệu địa hình và sử dụng đất

Với việc sử dụng số liệu từ MODIS/MOD12Q1 và việc chia đô thị thành 4 dạng nêu trên, kết quả của việc chỉnh sửa số liệu landuse được minh họa trên hình 6 cho khu vực trung tâm của Tp.HCM.



Hình 6. Kết quả của việc chỉnh sửa landuse khu vực đô thị

Với kết quả này diện tích đất được là đô thị tăng lên so với số liệu của USGS khoảng 5 lần và phù hợp hơn so với thực tế. Sự phân chia này đã thể hiện được các đặc tính của khu vực đô thị Tp.HCM như mật độ xây dựng, độ cao công trình, diện tích cây xanh và độ ẩm của nền đất.



Hình 7. Kết quả chỉnh sửa độ cao địa hình từ số liệu SRTM



### 3.3. Điều kiện biên và điều kiện ban đầu

Điều kiện biên và điều kiện ban đầu cho mô hình này là từ số liệu trường phân tích từ mô hình thời tiết toàn cầu của NCEP (NCEP Final Analysis), tại địa chỉ "<http://dss.ucar.edu/datasets/ds083.2/data/>". Số liệu này có độ phân giải ngang là  $1 \times 1$  độ kinh vĩ với 26 mực áp suất, ở các thời điểm 00Z, 06Z, 12Z và 18Z. Số liệu này có từ tháng 7/1999 tới nay. Ngoài các mực áp suất dữ liệu này còn có số liệu tại 26 mực khác, trong đó có nhiệt độ bề mặt và số liệu nhiệt độ và độ ẩm trong các lớp đất ở các độ sâu 0-10 cm, 10-40 cm, 40-100 cm và 100-200 cm.

### 3.4. Số liệu khí tượng quan trắc địa phương

Thông qua module Little\_R, số liệu quan trắc khí tượng địa phương được bổ sung vào điều kiện biên lấy từ mô hình toàn cầu.

Số liệu quan trắc cao không có thể lấy từ gói (ds353.4) tại địa chỉ <http://dss.ucar.edu/datasets/>. Nhưng do các miền tính khá nhỏ và số liệu quan trắc cao không trên khu vực nghiên cứu rất thưa thớt (chỉ có một vài trạm), thời gian quan trắc chỉ từ 1 đến 2 lần một ngày nên việc bổ sung số liệu quan trắc cao không vào điều kiện biên là không có ý nghĩa. Do vậy trong nghiên cứu này chỉ sử dụng số liệu của các trạm khí tượng bề mặt và gió ở mực 10 m từ vệ tinh QuikScat.

Số liệu quan trắc bề mặt được lấy từ nguồn số liệu quan trắc khí tượng phát báo quốc tế và số liệu quan trắc bề mặt không phát báo quốc tế từ Trung tâm Dự báo Quốc gia, Việt Nam.

Các số liệu quan trắc bề mặt phát báo quốc tế có 2 dạng là các trạm quan trắc cố định trên mặt đất và quan trắc lưu động trên các tàu biển. Nguồn số liệu này được tải từ tập tin ds464.0 tại địa chỉ <http://dss.ucar.edu/datasets/>. Trong MM5, chương trình `adp_to_little-r.csh` có nhiệm vụ chuyển các file này về dạng format của Little\_R.

Số liệu quan trắc gió mực 10 m trên biển từ vệ tinh QuikSCAT level lấy từ nguồn dữ liệu đã được xử lý tại địa <http://winds.jpl.nasa.gov/mission/>. Số liệu này có độ phân giải theo không gian khoảng  $25 \times 25$  km. Với độ rộng dải quét là 1800 km trong một ngày vệ tinh này bao phủ khoảng 90% diện bề mặt trái đất. Nguyên tắc đo tốc độ và hướng gió trên biển của vệ tinh là dựa vào năng lượng phản hồi từ radar đặt trên các vệ tinh. Do tốc độ gió ở mực 10 m trên biển liên quan chặt chẽ đến độ gồ ghề của mặt biển, mà độ gồ ghề mặt biển sẽ được thể hiện trong năng lượng phản hồi mà nó thu được, đây là cơ sở để xác định tốc độ gió. Việc xác định hướng gió được xác định theo phân bố năng lượng phản hồi trên mặt biển với phương của vectơ gió vuông góc với các đường đẳng phân bố năng lượng phản hồi [7]. Độ chính xác của việc quan trắc gió từ vệ tinh là khá cao, với tốc độ gió thực từ 1-20 m/s thì sai số khoảng 10%.

Số liệu gió không phát báo quốc tế từ Trung tâm Dự báo Quốc gia, Việt Nam và số liệu gió từ quikSCAT được kết hợp với các file từ gói ds464.0. Để kết hợp các số liệu này và định dạng nó theo format cho Little\_R cần thông qua một chương trình, chương trình này được chúng tôi viết bằng ngôn ngữ Fortran.

### 3.5 Lựa chọn các sơ đồ trong mô hình

Việc lựa chọn các sơ đồ trong mô hình MM5 được dựa trên việc phân tích các sơ đồ và việc đánh giá các kết quả mô phỏng so với số liệu quan trắc khu vực nghiên cứu. Các sơ đồ trong mô hình này được lựa chọn như sau:

**Bảng 3.** Lựa chọn các sơ đồ trong MM5

Loại sơ đồ	Sơ đồ lựa chọn
Sơ đồ bức xạ	RRTM longwave
Sơ đồ đối lưu	Grell
Vi vật lý mây	Simple Ice (Dudhia)
Sơ đồ lớp biên	Eta PBL
Mô hình đất	LSM

Do các miền tính phía trong có bước lưới nhỏ hơn 10 km nên sơ đồ đối lưu Grell chỉ được chọn lựa cho miền tính ngoài cùng, các miền tính còn lại sẽ không lựa chọn sơ đồ đối lưu

#### 4. THỬ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

##### 4.1 Thời gian thử nghiệm và phương pháp đánh giá

Thời gian mô phỏng thời tiết trong báo cáo này là tháng 2 của các năm 2004 tới 2006. Tháng 2 là một trong những tháng mùa khô có nền nhiệt độ khá cao trong năm. Chất lượng mô phỏng trường nhiệt được đánh giá qua các giá trị của trạm quan trắc Tân Sơn Hòa. Phương pháp kiểm tra là đánh giá hệ số tương quan giữa giá trị quan trắc và giá trị dự báo và sai số trung bình. Do số liệu nhiệt độ có chu kỳ ngày nên để đánh giá hệ số tương quan cần được chuyển số liệu đánh giá về dạng biến chuẩn (giá trị trung bình bằng 0 và độ lệch chuẩn bằng 1). Theo từng giờ trong ngày các giá trị quan trắc và mô phỏng được chuyển về dạng biến chuẩn. Gọi X là yếu tố bất kỳ với các giá trị  $X_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ; n là độ dài của chuỗi) thì giá trị mới của biến chuẩn được tính như sau:

$$X_i = \frac{(X_i - \bar{X})}{S_x}$$

Ở đây  $\bar{X}$ ,  $S_x$  là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của chuỗi X.

##### 4.2 Đánh giá hiệu quả của việc thay đổi số liệu địa hình và sử dụng đất

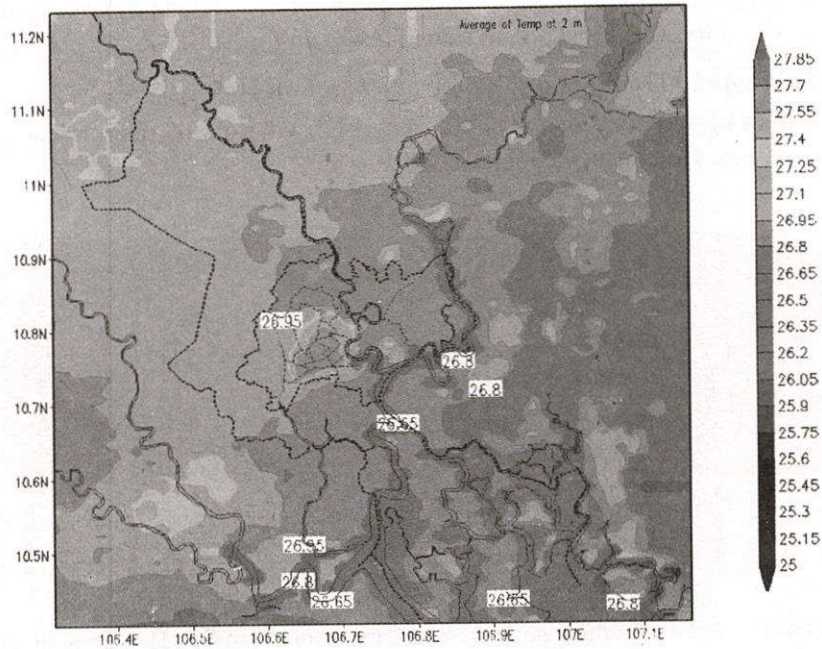
Việc đánh giá hiệu quả của việc mô phỏng thời tiết cho khu vực Tp.HCM nhờ việc chỉnh sửa các số liệu độ cao địa hình và sử dụng đất được thực hiện cho tháng 2/2006. Về mặt hình thức, khi mô phỏng thời tiết với số liệu độ cao địa hình và sử dụng đất của USGS thì kết quả mô phỏng chưa gần với thực tế. Hình 8 là một ví dụ minh họa.

Qua hình 8 cho thấy nền nhiệt độ cao chỉ thể hiện ở một số quận của Tp.HCM (quận Phú Nhuận, quận 3, quận 5, quận 10 và quận 11). Các quận Thủ Đức, quận 12 và quận Gò Vấp do không được xác định là đất đô thị nên nền nhiệt độ khá thấp. Tại huyện Nhà Bè do một phần diện tích được xác định là đất trồng cây và đồng cỏ có độ ẩm thấp nên nhiệt độ phần diện tích ven biển không phải là thấp nhất đối với Tp.HCM, điều này không phù hợp với thực tế. Ở các địa phương khác kết quả mô phỏng cũng chưa thực sự phù hợp, như một phần của tỉnh Long An được xác định là hoang mạc (dạng 10: Savana) nên nhiệt độ trên khu vực này khá cao.

Về mặt định lượng, hiệu quả của việc thay đổi độ cao địa hình và sử dụng đất sẽ được đánh giá qua một số chỉ tiêu về sai số và hệ số tương quan giữa giá trị mô phỏng với giá trị thực đo. Phương pháp đánh giá được thực hiện bằng cách so sánh sai số trung bình và hệ số tương quan của các yếu tố mô phỏng và thực đo trước và sau có những thay đổi. Các yếu tố mô phỏng được đánh giá gồm nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ gió. Số liệu các trạm quan trắc khí tượng bề mặt được sử dụng cho việc đánh giá gồm trạm Tân Sơn Hòa và Tân Sơn Nhất.

Qua việc đánh giá kết quả mô phỏng nhiệt độ Tp.HCM đã cho thấy khi sử dụng các số liệu

thay thế cho độ cao địa hình từ SRTM, số liệu lớp phủ thực vật từ MODIS/ MOD12Q1 cũng như việc phân loại chi tiết các dạng bề mặt đô thị đã góp phần nâng cao chất lượng mô phỏng. Điều này được thể hiện trong bảng 4 về đánh giá kết quả mô phỏng trước và sau khi thay đổi số liệu địa hình và sử dụng đất cho trạm Tân Sơn Nhất và Tân Sơn Hòa.



**Hình 8.** Kết quả mô phỏng nhiệt độ trung bình mực 2 m cho tháng 2/2006 từ số liệu độ cao địa hình và sử dụng đất của USGS ( $^{\circ}\text{C}$ )

Từ bảng 4 cho thấy sau khi thay đổi số liệu độ cao và sử dụng đất thì sai số trung bình đều giảm và hệ số tương quan tăng. Hệ số tương quan tăng và sai số trung bình giảm rõ rệt nhất là đối với nhiệt độ, tiếp theo là độ ẩm và tốc độ gió. Các kết quả đánh giá khác cũng cho thấy sau khi thay đổi số liệu sử dụng đất thì hiệu ứng đảo nhiệt đô thị cũng thể hiện rõ hơn, nhất là vào thời gian từ 11-14h.

**Bảng 4.** Đánh giá kết quả mô phỏng trước và sau khi thay đổi số liệu địa hình và sử dụng đất

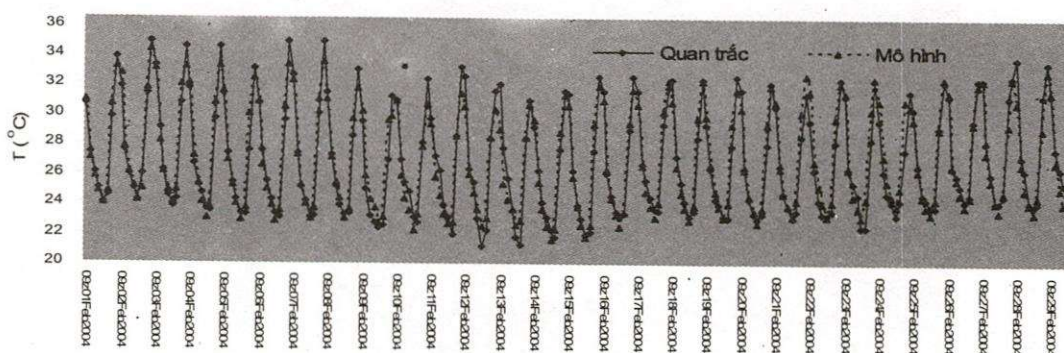
Tên trạm		Tân Sơn Hòa	Tân Sơn Nhất
Nhiệt độ mực 2 m	$S_1-S_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	0,18	0,10
	$R_2-R_1$	0,14	0,11
Độ ẩm tương đối mực 2 m	$S_1-S_2$ (%)	0,32	0,18
	$R_2-R_1$	0,08	0,06
Tốc độ gió mực 10 m	$S_1-S_2$ (m/s)	0,12	0,08
	$R_2-R_1$	0,09	0,05

Ghi chú:  $S_1, R_1, S_2, R_2$  tương ứng là sai số trung bình và hệ số tương quan trước và sau khi thay đổi số liệu độ cao địa hình và sử dụng đất

Đối với nhiệt độ, sai số trung bình giảm đáng kể, giảm 0,10C cho trạm Tân Sơn Nhất và 0,180C cho trạm Tân Sơn Hoà. Cùng với sai số giảm là hệ số tương quan tăng, tại trạm Tân Sơn Hoà hệ số tương quan tăng 0,14 và Tân Sơn Nhất là 0,11. Đối với độ ẩm, tuy hệ số tương quan gần như không tăng nhưng sai số trung bình lại giảm đáng kể. Tại trạm Tân Sơn Hoà và Tân Sơn Nhất sai số trung bình đã giảm tương ứng là 0,32% và 0,18%. Với tốc độ gió, tuy hệ số tương quan và sai số trung bình không thay đổi nhiều nhưng kết quả mô phỏng cho thấy sự suy giảm rõ rệt hơn của tốc độ gió và độ ẩm trên khu vực đô thị.

#### 4.3 Đánh giá kết quả mô phỏng nhiệt độ trạm Tân Sơn Hoà

Kết quả tính toán hệ số tương quan, sai số trung bình giữa giá trị quan trắc và giá trị mô phỏng của trạm Tân Sơn Hoà được thể hiện trong bảng 5.



Hình 9. Kết quả quan trắc và mô phỏng nhiệt độ mực 2 m tại trạm Tân Sơn Hoà trong tháng 2/2004

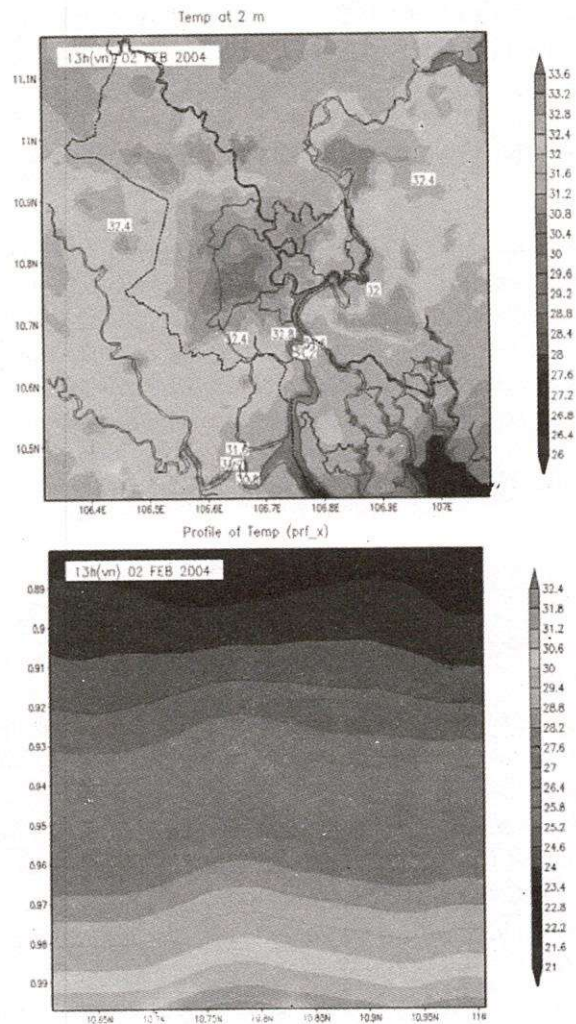
Bảng 5. Đánh giá kết quả mô phỏng nhiệt độ

Thời gian	2/2004	2/2005	2/2006
Hệ số tương quan	0,66	0,63	0,65
Sai số trung bình (°C)	0,79	0,81	0,78

Từ bảng 4 cho thấy quan hệ giữa biến chuẩn của giá trị quan trắc và dự báo là khá tốt, với hệ số tương quan từ 0,63 tới 0,66. Sai số trung bình giữa kết quả thực đo và mô phỏng từ 0,78<sup>0</sup>C tới 0,81<sup>0</sup>C, đây là các sai số trong giới hạn cho phép.

Kết quả mô phỏng nhiệt độ từ mô hình đã cho thấy những ảnh hưởng rõ nét của đặc tính mặt đệm đến phân bố trường nhiệt và thể hiện rõ nét nhất là trên khu vực đô thị. Khi xem xét mặt cắt thẳng đứng và nằm ngang trên khu vực nội thành Tp.HCM đã cho thấy hiệu ứng đảo nhiệt đô thị (UHI) thường xuyên xuất hiện trong tháng 2. Trong những ngày gió nhẹ nhiệt độ tại mực 2 m ở vùng trung tâm đô thị có thể cao hơn khu vực ngoại ô từ 1<sup>0</sup>C đến 2<sup>0</sup>C. Do hiệu ứng này mà độ cao của lớp biên hành tinh vào giữa trưa trên khu vực trung tâm thành phố thường đạt độ cao từ 1.400 m đến 1600 m.

Các kết quả mô phỏng ngoài việc thể hiện được những ảnh hưởng của mặt đệm đô thị tới hiệu ứng đảo nhiệt nó còn thể hiện được sự thay đổi của trường gió khi dịch chuyển qua khu vực đô thị và những ảnh hưởng tới việc phân bố năng lượng rối và độ cao lớp biên hành tinh.



Hình 10. Nhiệt độ tại mực 2 m từ mô hình MM5 (hình trái) và theo mặt cắt kinh tuyến qua trạm Tân Sơn Hòa (hình phải) lúc 13h/02/2/2006

## 5. KẾT LUẬN

Qua việc đánh giá kết quả mô phỏng nhiệt độ Tp.HCM đã cho thấy bằng việc sử dụng các số liệu thay thế cho độ cao địa hình từ SRTM, số liệu lớp phủ thực vật từ MODIS MOD12Q1 cũng như việc phân loại chi tiết các dạng bề mặt đô thị đã góp phần nâng cao chất lượng mô phỏng. Kết quả từ mô hình thời tiết đã thể hiện được những ảnh hưởng độ gồ gề mặt đệm đô thị, của các vật liệu xây dựng đến phân bố trường nhiệt mà nhất là sự thể hiện của hiệu ứng đảo nhiệt trên khu vực đô thị

Các kết quả nhận được trong báo cáo này còn nhiều hạn chế, chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu nhằm mô phỏng tốt hơn trường nhiệt trên khu vực Tp.HCM cũng như những nghiên cứu lớp biên trên khu vực đô thị.

## APPLY MM5 FOR STUDYING URBAN HEAT ISLAND EFFECT IN HO CHI MINH CITY

Luong Van Viet

Sub-Institute of Hydro-Meteorology and Environment of South Vietnam

**ABSTRACT:** Ho Chi Minh City (HCMC), which is the largest city in Vietnam, is one of fastest developing Urban. HCMC's population is about 6 millions, the population increase is high level, nearly 3,6%/year. The urbanization is cause of landuse change, which leading the change of climate. The purpose of this paper is study the effect of land surface on HCMC thermal environment by the numerical model. The landuse and terrain data on this study is from SRTM and MODIS. The study results show adequate agreement between the observation data and the model simulation.

**Keywords:** Urban Heat Island Effect (UHI), Mesoscale Model (MM5)

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. JACA, *Nghiên cứu hệ thống thoát nước và xử lý nước thải đô thị Tp.HCM*. Ủy ban nhân dân Tp.HCM, (1998).
- [2]. Nguyễn Lê Tâm, Lê Đình Quang. *Ảnh hưởng của phân tầng nhiệt trong lớp biên đến phân bố thẳng đứng của hệ số rối, năng lượng rối và tốc độ gió*, Tạp chí KTTV, 512, tr. 22-29 (2003)
- [3]. Lâm Minh Triết và nnk. *Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn phục vụ cho xây dựng qui hoạch tổng thể môi trường Tp.HCM đến năm 2010 hướng đến 2020*. Đề tài NCKH Sở Khoa học và Công nghệ Tp. Hồ Chí Minh, (2007)
- [4]. Luong Văn Việt. *Sự phát triển đô thị và xu thế biến đổi khí hậu tại thành phố Hồ Chí Minh*. Tạp chí KTTV, 558, tr. 29-34 (2007)
- [5]. Alberto Martilli, Alain Clappier, Mathias W. Rotach. *An urban surface exchange parameterization for mesoscale models*, Boundary-Layer Meteorology, 104, p. 261–304 (2002)
- [6]. Vu Thanh Ca, Takashi Asaeda, Yasunobu Ashie. *Development of a numerical model for the evaluation of the urban thermal environment*, J. Wind Eng, Aero 81, p. 181-196 (1999)
- [7]. Luong Van Viet, Bui Chi Nam, Le Anh Tuan, *Satellite data application for wave modelling over the East Sea*, The 16th APEC workshop on Ocean models and Information system for the APEC region, (2005).
- [8]. [www.mmm.ucar.edu/mm5/](http://www.mmm.ucar.edu/mm5/)