

DOI:10.22144/ctu.jsi.2017.016

ỨNG DỤNG HỆ THỐNG THÔNG TIN ĐỊA LÝ VÀ CHUỖI MARKOV TRONG ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỘNG VÀ DỰ BÁO NHU CẦU SỬ DỤNG ĐẤT ĐAI

Phan Hoàng Vũ¹, Phạm Thanh Vũ¹, Trần Cẩm Tú² và Võ Quang Minh¹

¹Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

²Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Cà Mau

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 15/09/2017

Ngày nhận bài sửa: 10/10/2017

Ngày duyệt đăng: 20/10/2017

Title:

Applying geographic information system and Markov chains for assessing the fluctuation and forecast of land use demand

Từ khóa:

Biến động đất đai, chuỗi Markov, dự báo nhu cầu đất đai, hệ thống thông tin địa lý, sử dụng đất đai

Keywords:

Geographic information system, land demand forecast, land fluctuation, land use, Markov chains

ABSTRACT

This study was conducted to apply geographic information system (GIS) technology and algorithms to assess land use fluctuation and land demand forecasts for socio-economic development, a case study in Ca Mau city. The GIS method and Markov chains were mainly used in this study. The data were aggregated, analyzed, and evaluated by descriptive statistics method. The results showed that the land use change in the period of 2005-2015 up to 54.2% of total area. The demand for land as forecasted by the Markov chain indicated that the area of agricultural land will reduce for conversion to residential, specialized and aquacultural land. This research has demonstrated the supporting of the GIS technology and Markov chain in the decision making and sustainable planning of land resources.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) và các thuật toán để đánh giá biến động sử dụng đất đai, dự báo nhu cầu đất đai cho phát triển kinh tế-xã hội, nghiên cứu điển hình tại thành phố Cà Mau, tỉnh Cà Mau. Phương pháp GIS và chuỗi Markov được sử dụng chính trong nghiên cứu này. Số liệu được tổng hợp, phân tích và đánh giá bằng phương pháp thống kê mô tả. Kết quả cho thấy, biến động đất đai giai đoạn 2005-2015 lên đến 54,2% diện tích tự nhiên. Nhu cầu đất đai theo dự báo của chuỗi Markov cho thấy, diện tích đất sản xuất nông nghiệp sẽ giảm để chuyển sang đất ở, đất chuyên dùng và nuôi trồng thủy sản. Nghiên cứu đã chứng minh khả năng hỗ trợ của công nghệ GIS và chuỗi Markov trong việc ra quyết định, quy hoạch sử dụng bền vững tài nguyên đất đai.

Trích dẫn: Phan Hoàng Vũ, Phạm Thanh Vũ, Trần Cẩm Tú và Võ Quang Minh, 2017. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý và chuỗi Markov trong đánh giá biến động và dự báo nhu cầu sử dụng đất đai. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Công nghệ thông tin: 119-124.

1 GIỚI THIỆU

Biến động sử dụng đất là một trong những nguyên nhân chính làm biến đổi môi trường toàn cầu, tác động trực tiếp đến sự phát triển bền vững (Lambin *et al.*, 2001), bao gồm việc chuyển từ đất rừng tự nhiên thành đất sản xuất nông nghiệp, một

phần đất nông nghiệp lại xây dựng thành khu dân cư, mở rộng đô thị... (Mas, 1999). Do đó việc xác định được xu hướng biến động, các nguyên nhân và dự báo sự thay đổi sử dụng đất trong tương lai có vai trò rất quan trọng (Muhammad *et al.*, 2011). Nhiều nghiên cứu về biến động sử dụng đất thông qua ứng dụng công nghệ và các mô hình toán học đã được

thực hiện trên thế giới và Việt Nam cho thấy khả năng áp dụng hiệu quả lý thuyết toán trong điều kiện thực tế (Nguyễn Kim Lợi, 2005; Huỳnh Văn Chương và *ctv.*, 2017).

Nghiên cứu này được thực hiện cụ thể trong điều kiện của vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Trong đó, thành phố Cà Mau được chọn làm điển hình để đánh giá biến động, dự báo xu hướng thay đổi sử dụng đất. Đây là thành phố tỉnh lỵ của tỉnh Cà Mau, được công nhận đô thị loại II năm 2010 (Thủ tướng Chính phủ, 2010). Quá trình đô thị hóa và chuyển đổi cơ cấu nông nghiệp trước và sau năm 2010 diễn ra mạnh mẽ dẫn đến tình hình sử dụng đất của thành phố có nhiều thay đổi. Việc đánh giá và dự báo biến động đất đai cho thành phố Cà Mau là cần thiết nhằm hỗ trợ công tác định hướng, điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất một cách hợp lý. Nghiên cứu được thực hiện thông qua ứng dụng công nghệ GIS (Geographic Information System) và chuỗi Markov (Markov chain); qua đây sẽ kiểm chứng được khả năng ứng dụng của phương pháp này trong đánh giá biến động và hỗ trợ công tác quản lý đất đai tại Đồng bằng sông Cửu Long.

2 PHƯƠNG PHÁP

2.1 Nguồn số liệu thứ cấp

– Các báo cáo thuyết minh, số liệu diện tích và bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2005, 2010 và 2015 trên cơ sở kiểm kê đất đai định kỳ của thành phố Cà Mau được thu thập tại Phòng Tài nguyên và Môi trường thành phố Cà Mau;

– Các tài liệu về điều kiện tự nhiên; số liệu kinh tế-xã hội; quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất; các chính sách sử dụng đất của địa phương giai đoạn 2005-2015 được thu thập tại Văn phòng Ủy ban nhân dân và Phòng Tài nguyên và Môi trường thành phố Cà Mau;

– Niên giám thống kê hàng năm, trong giai đoạn 2005-2015 được thu thập tại Cục thống kê tỉnh Cà Mau.

2.2 Phương pháp bản đồ và đánh giá biến động đất đai

2.2.1 Chuẩn hóa dữ liệu đầu vào

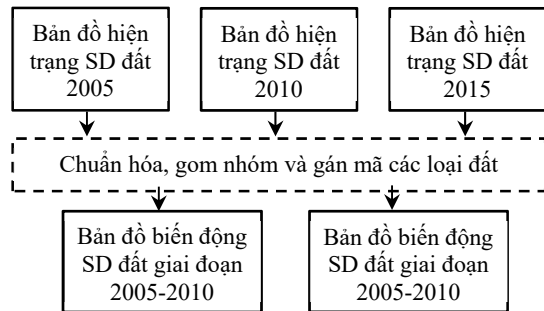
Thành phố Cà Mau có các mục đích sử dụng chính là đất nông nghiệp gồm đất nuôi trồng thủy sản, đất trồng lúa và đất trồng cây lâu năm kết hợp với đất ở. Đất phi nông nghiệp gồm đất ở, đất chuyên dùng, và một số đất khác có diện tích nhỏ như đất nghĩa trang, nghĩa địa, nhà tang lễ, nhà mai táng, đất tôn giáo, tín ngưỡng... đối với đất sông ngòi tuy chiếm diện tích lớn nhưng biến động sử dụng đất rất thấp. Do đó, 4 nhóm sử dụng đất chính, gồm:

- SXN: Đất sản xuất nông nghiệp gồm đất lúa, đất trồng cây lâu năm và đất trồng cây hàng năm;
- NTS: Đất nuôi trồng thủy sản;
- OCT: Đất ở gồm đất ở đô thị, đất ở nông thôn, đất ở kết hợp trồng cây lâu năm và đất ở kết hợp nuôi trồng thủy sản;
- PNN: đất phi nông nghiệp.

Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2005, 2010 và 2015 có sự khác biệt về cách xác định loại đất. Cụ thể, một phần diện tích đất có hiện trạng sử dụng là “tôm luân canh với lúa”, tuy nhiên kiểm kê năm 2010 xác định là đất sản xuất nông nghiệp (SXN); năm 2005 và 2015 lại xác định là đất nuôi thủy sản (NTS). Do đó, cần phải chuẩn hóa lại bản đồ năm 2010 cho đồng nhất với cách xác định loại đất ở hai thời điểm còn lại.

2.2.2 Đánh giá biến động sử dụng đất

Biến động sử dụng đất được xác định thông qua công nghệ GIS với ứng dụng của phần mềm Qgis. Các dữ liệu bản đồ sau khi chuẩn hóa sẽ được chồng ghép để thành lập bản đồ biến động đất đai (Hình 1).



Hình 1: Phương pháp lập bản đồ biến động sử dụng đất

Qua bản đồ biến động sử dụng đất được thành lập, dữ liệu biến động được truy xuất phục vụ đánh giá biến động sử dụng đất tại từng thời điểm thông qua ma trận biến động được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1: Ma trận biến động diện tích các loại hình sử dụng đất giai đoạn t₁-t₂

Loại đất	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	Diện tích tại t ₁
P ₁	V ₁₁	V ₁₂	V ₁₃	V ₁₄	V _{t1} P ₁
P ₂	V ₂₁	V ₂₂	V ₂₃	V ₂₄	V _{t1} P ₂
P ₃	V ₃₁	V ₃₂	V ₃₃	V ₃₄	V _{t1} P ₃
P ₄	V ₄₁	V ₄₂	V ₄₃	V ₄₄	V _{t1} P ₄
Diện tích tại t ₂	V _{t2} P ₁	V _{t2} P ₂	V _{t2} P ₃	V _{t2} P ₄	

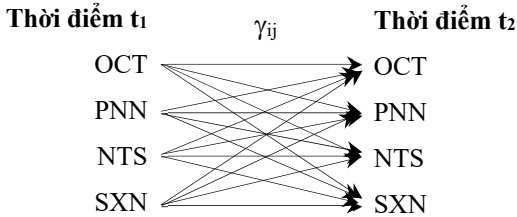
Trong đó:

- V: là diện tích các loại đất đã chuyển từ thời gian t₁ sang t₂;
- P: là loại đất (OCT, PNN, NTS, SXN);

- t_1, t_2 : mốc thời gian.

2.3 Phương pháp dự báo sử dụng đất

Dựa vào ma trận biến động sử dụng đất của giai đoạn trước, hệ số biến động được xác định (Hình 2 và Bảng 2) nhằm dự báo diện tích sử dụng đất ở giai đoạn tiếp theo thông qua chuỗi Markov. Tổng quát hóa của mô hình dự báo biến động được minh họa như sau:



Hình 2: Ma trận biến động các loại hình sử dụng đất

Bảng 2: Ma trận xác suất biến động sử dụng đất giai đoạn t_1-t_2

Loại đất	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
P ₁	γ_{11}	γ_{12}	γ_{13}	γ_{14}
P ₂	γ_{21}	γ_{22}	γ_{23}	γ_{24}
P ₃	γ_{31}	γ_{32}	γ_{33}	γ_{34}
P ₄	γ_{41}	γ_{42}	γ_{43}	γ_{44}

Trong đó:

- P : là loại đất (OCT, PNN, NTS, SXN);
- $\gamma_{11}, \gamma_{12}, \dots, \gamma_{44}$: là xác suất thay đổi các kiểu sử dụng đất, được xác định dựa trên ma trận biến động các loại đất tại Bảng 1. Với $\gamma_{11} = V_{11}/V_{t_1}P_1$ (và tương tự).

Chuỗi Markov được áp dụng để dự báo diện tích sử dụng đất thông qua công thức:

$$\begin{pmatrix} \text{Tỷ lệ các kiểu sử dụng đất tại thời điểm } t_1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \text{Ma trận xác suất thay đổi các kiểu sử dụng đất} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{Tỷ lệ các kiểu sử dụng đất tại thời điểm } t_2 \end{pmatrix}$$

Công thức này được viết lại dưới dạng tổng quát hóa cho ma trận dự báo như sau:

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{pmatrix}_1 \times \begin{pmatrix} \gamma_{11}, \gamma_{12}, \gamma_{13}, \gamma_{14} \\ \gamma_{11}, \gamma_{12}, \gamma_{13}, \gamma_{14} \\ \gamma_{11}, \gamma_{12}, \gamma_{13}, \gamma_{14} \\ \gamma_{11}, \gamma_{12}, \gamma_{13}, \gamma_{14} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{pmatrix}_2$$

Trong đó:

- $[V_1, V_2, V_3, V_4]_1$: diện tích các loại đất tại thời điểm năm t_1 ;

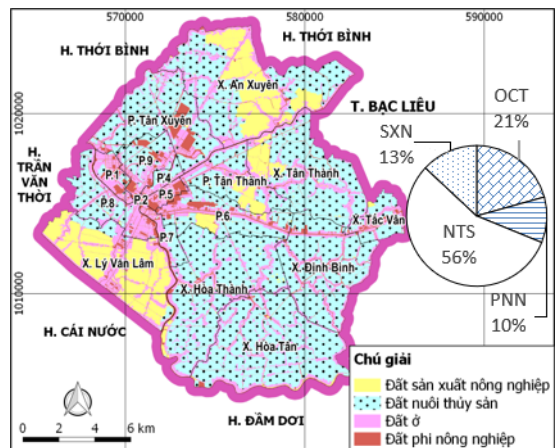
- $[V_1, V_2, V_3, V_4]_2$: diện tích các loại đất tại thời điểm năm t_2 ;

- $\gamma_{11}, \gamma_{12}, \dots, \gamma_{44}$: xác suất của sự thay đổi các kiểu sử dụng đất giai đoạn t_1-t_2 ở Bảng 2.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Hiện trạng sử dụng đất năm 2015

Tổng diện tích đất tự nhiên của thành phố Cà Mau là 24.922,7 ha. Cơ cấu sử dụng đất cho mục đích nông nghiệp chiếm 69% và phi nông nghiệp chiếm 31% (Hình 3). Tỷ lệ này cho thấy sử dụng đất cho sản xuất nông nghiệp là mục đích sử dụng chính của người dân địa phương. Trong đó, đất nuôi thủy sản chiếm diện tích lớn nhất và chiếm đến 56% diện tích tự nhiên.

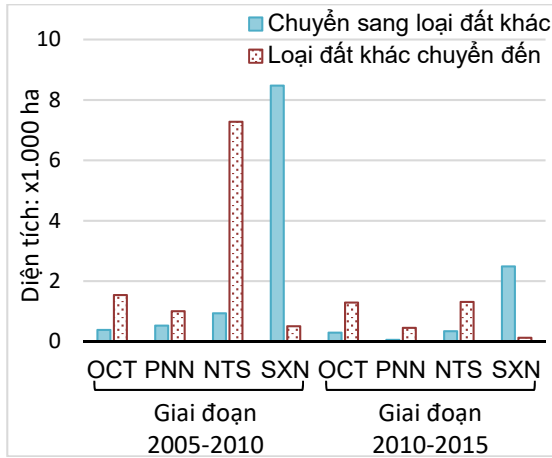


Hình 3: Hiện trạng sử dụng đất thành phố Cà Mau năm 2015

Sản xuất nông nghiệp của thành phố Cà Mau dựa trên hai dạng sinh thái cơ bản là sinh thái nước ngọt với mục đích sản xuất nông nghiệp (chủ yếu là trồng lúa) và sinh thái nước lợ, mặn cho nuôi thủy sản. Tuy nhiên, phân bố đất cho hai mục đích này chưa hợp lý về mặt tự nhiên, nông nghiệp trên sinh thái nước ngọt nằm xen lẫn với sinh thái nước lợ, mặn (Hình 3). Do đó, khả năng biến động giữa các loại đất là rất cao.

3.2 Biến động sử dụng đất

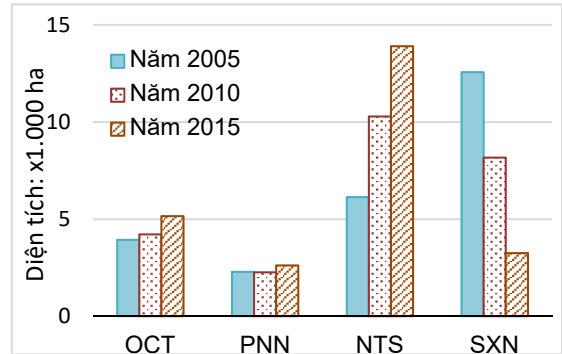
Xác định biến động đất được thực hiện bằng cách chồng lớp bản đồ của hai kỳ kiểm kê trên phần mềm Qgis. Kết quả cho thấy, diện tích chuyển đổi mục đích sử dụng đất tại thành phố Cà Mau rất lớn. Diện tích biến động giai đoạn 2005-2010 là 10.325,19 ha (41,43% diện tích tự nhiên), giai đoạn 2010-2015 biến động 3.183,39 ha (12,78% diện tích tự nhiên), tổng biến động trong 10 năm từ 2005-2015 lên đến 54,2% diện tích tự nhiên. Trong đó, đất sản xuất nông nghiệp và đất nuôi thủy sản có diện tích biến động cao nhất ở cả hai giai đoạn (Hình 4).



Hình 4: Diện tích biến động các loại đất tại thành phố Cà Mau

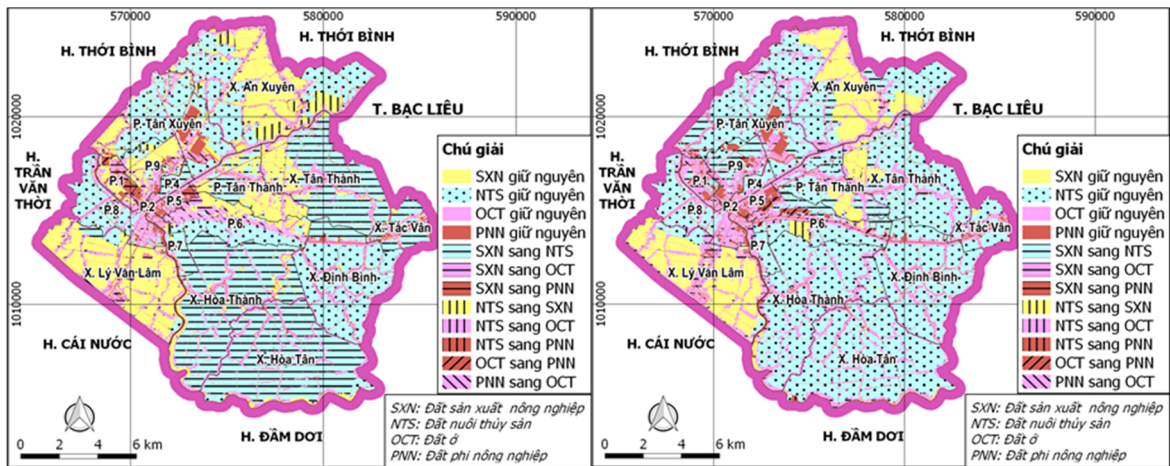
Xét về tổng diện tích biến động, giai đoạn 2005-2010 có biến động lớn hơn (gấp 3,2 lần) giai đoạn 2010-2015 (Hình 4). Tuy nhiên, diện tích tăng hoặc giảm của từng mục đích sử dụng đất không có sự khác biệt lớn ở hai giai đoạn (Hình 5). Kết quả này cho thấy, giai đoạn 2005-2010 có sự chuyển đổi qua lại rất lớn giữa các kiểu sử dụng đất. Nghĩa là có khu vực chuyển đổi từ đất sản xuất nông nghiệp sang nuôi thủy sản, đồng thời cũng có khu vực khác chuyển đổi từ đất nuôi thủy sản sang đất sản xuất nông nghiệp (Hình 6), tương tự như vậy ở các loại đất khác. Do đó, tổng diện tích đã chuyển đổi lớn

nhưng diện tích từng loại đất ở hai giai đoạn lại khác biệt không đáng kể. Kết quả phân tích cho thấy ứng dụng GIS vào đánh giá biến động sẽ phản ánh rõ thực trạng và phân tích chính xác hơn về sự chuyển đất đai thay vì chỉ so sánh tổng diện tích đất ở các mốc thời gian với nhau.



Hình 5: Biến động diện tích đất theo mục đích sử dụng tại thành phố Cà Mau

Khu vực biến động chủ yếu tập trung tại các xã/phường nằm xa trung tâm thành phố (ngoại thành và vùng ven). Xu hướng chuyển đổi chủ yếu từ đất sản xuất nông nghiệp sang nuôi thủy sản và từ đất nông nghiệp, thủy sản sang đất ở và đất phi nông nghiệp (Hình 6). Chuyển đổi đất đai trong giai đoạn 2005-2015 theo hướng giảm diện tích đất sản xuất nông nghiệp và tăng diện tích của 3 loại đất còn lại (Hình 5).



Giai đoạn 2005-2010

Giai đoạn 2010-2015

Hình 6: Bản đồ biến động sử dụng đất tại thành phố Cà Mau

3.3 Đánh giá kết quả dự báo diện tích sử dụng đất năm 2015

Quy hoạch, kế hoạch sử dụng đất từ năm 2005 đến 2020 đều theo hướng giảm diện tích nhóm đất nông nghiệp (sản xuất nông nghiệp và nuôi thủy sản) sang nhóm đất phi nông nghiệp (đất ở và phi nông nghiệp). Trong nội bộ nhóm đất nông nghiệp, chủ

trương của địa phương là chuyển đổi từ đất sản xuất nông nghiệp sang đất nuôi thủy sản. Nhìn chung, các chính sách về chuyển đổi sử dụng đất đai của thành phố Cà Mau trong giai đoạn 2005-2020 tương đồng nhau và không có sự khác biệt lớn; do đó, đủ điều kiện để tiến hành dự báo dựa trên hệ số chu chuyển của các giai đoạn trước.

Áp dụng mô hình đã được xây dựng để dự báo diện tích đất tại thời điểm năm 2015 thông qua hệ số chu chuyển của giai đoạn 2005-2010. Ma trận biến động được xác định tại Bảng 3 kết hợp với hiện trạng năm 2010 được dùng để xác định diện tích của từng loại đất năm 2015.

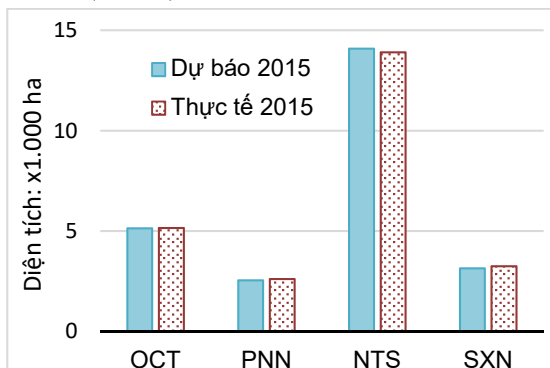
Bảng 3: Ma trận xác suất biến động diện tích đất giai đoạn 2005-2010

Loại đất	OCT	PNN	NTS	SXN
OCT	0,87	0,13	0	0
PNN	0,30	0,70	0	0
NTS	0,04	0,02	0,86	0,08
SXN	0,05	0,03	0,54	0,38

Kết quả dự báo diện tích đất ở là 5.135,62 ha, đất phi nông nghiệp là 2.552,23 ha, đất nuôi thủy sản là 14.085,62 ha và đất sản xuất nông nghiệp là 3.149,22 ha.

Để đánh giá được độ tin cậy của kết quả dự báo, cần đánh giá trong 3 giai đoạn: 1995-2000, 2000-2005, 2005-2010 và 1 giai đoạn để kiểm chứng. Tuy nhiên, do hạn chế về dữ liệu trong giai đoạn 1995-2005 nên nghiên cứu này sử dụng độ chính xác để thay thế bằng cách kiểm chứng với số liệu thực tế của năm được dự báo. Độ chính xác này được sử dụng để kiểm định kết quả dự báo của mô hình, làm căn cứ để thực hiện dự báo cho giai đoạn tiếp theo.

Đối chiếu với diện tích thực tế theo kiểm kê đất đai tại thành phố Cà Mau cho thấy diện tích dự báo của mô hình Markov tương đối phù hợp với diện tích thực tế (Hình 6).



Hình 6: So sánh diện tích các loại đất năm 2015 theo dự báo và thực tế

Sai số được tính thông qua công thức:

$$\delta = \frac{\text{Tổng diện tích chênh lệch}}{\text{Tổng diện tích các loại đất}} 100\% = 1,5\%$$

Như vậy, độ chính xác của mô hình dự báo là 98,5%. Kết quả này cho thấy chuỗi Markov hoàn toàn có thể ứng dụng để xây dựng mô hình dự báo biến động sử dụng đất tại thành phố Cà Mau.

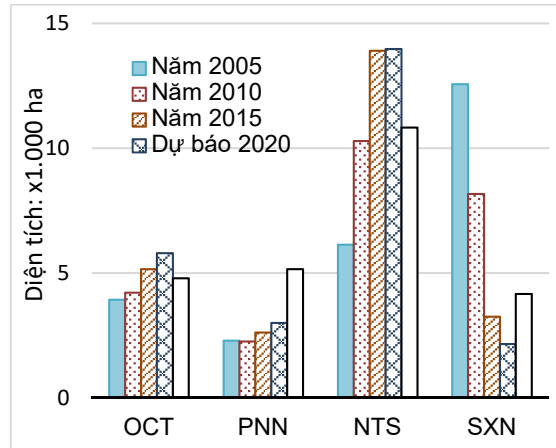
3.4 Dự báo diện tích sử dụng đất đến năm 2020

Để tăng cường độ tin cậy cho dự báo đến năm 2020, xác suất chu chuyển diện tích các loại đất được tính bằng cách lấy giá trị trung bình của hai giai đoạn 2005-2010 và 2010-2015 (Hình 4).

Bảng 4: Ma trận xác suất biến động diện tích đất trung bình giai đoạn 2005-2010 và giai đoạn 2010-2015

Loại đất	OCT	PNN	NTS	SXN
OCT	0,90	0,1	0	0
PNN	0,16	0,84	0	0
NTS	0,025	0,015	0,915	0,045
SXN	0,12	0,025	0,385	0,47

Kết quả dự báo đến năm 2020, diện tích đất ở là 5.794,06 ha, đất phi nông nghiệp là 3.002,66 ha, đất nuôi trồng thủy sản là 13.973,26 ha và đất sản xuất nông nghiệp là 2.152,73 ha. So với năm 2015, diện tích đất dự báo đến năm 2020 có sự thay đổi rõ rệt. Đất ở, đất phi nông nghiệp và đất nuôi trồng thủy sản tăng; trong khi đất sản xuất nông nghiệp giảm (Hình 7). Kết quả dự báo có sự tương đồng về xu hướng biến động các loại đất kể từ năm 2005. Tuy nhiên, tốc độ tăng hoặc giảm diện tích đất giai đoạn 2015-2020 chậm hơn các giai đoạn trước (Hình 7).



Hình 7: Biểu đồ so sánh diện tích các loại đất

Như vậy, đến năm 2020 thành phố Cà Mau vẫn tiếp tục có sự dịch chuyển cơ cấu sử dụng đất từ nhóm đất nông nghiệp (sản xuất nông nghiệp và nuôi thủy sản) sang nhóm đất phi nông nghiệp (đất ở và phi nông nghiệp). Trong nội bộ nhóm đất nông nghiệp, đất nuôi trồng thủy sản tăng rất ít nhưng vẫn giữ vai trò chủ đạo. Xu hướng chuyển đổi này phù hợp với quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế xã hội tỉnh Cà Mau (Thủ Tướng Chính phủ, 2008), quy hoạch xây dựng vùng tỉnh Cà Mau đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2050 (UBND tỉnh Cà Mau, 2015).

Theo dự báo, trong 5 năm (từ 2015 đến 2020) sẽ có 1.027,28 ha (4,12% diện tích tự nhiên) sẽ chuyển đổi từ mục đích nông nghiệp sang mục đích phi nông nghiệp (xây dựng các công trình, nhà ở). Nghĩa là sẽ có 1.027,28 ha diện tích đất của người sử dụng không còn dùng để trồng trọt hoặc nuôi thủy sản. Do đó, công tác vận động, tuyên truyền giúp người dân nắm rõ thông tin; đào tạo việc làm, giúp người dân chuyển đổi nghề nghiệp cần được quan tâm và triển khai thực hiện.

Quy hoạch sử dụng đất năm 2020 (UBND tỉnh Cà Mau, 2013) có sự không tương đồng so với dự báo của chuỗi Markov (Hình 7). Tuy nhiên, có thể nhận thấy tính hợp lý cao hơn của kết quả dự báo so với quy hoạch về mặt xu hướng tăng hoặc giảm trong cả giai đoạn 2005-2020. Như vậy, kết quả phân tích cho thấy quy hoạch sử dụng đất hiện tại chưa thật sự sát với thực tế tại địa phương. Do đó, kết quả nghiên cứu là cơ sở để xem xét điều chỉnh quy hoạch sử dụng đất phù hợp hơn trong giai đoạn 2017-2020.

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Đánh giá biến động đất đai thông qua ứng dụng GIS cho kết quả chi tiết, phân tích được sự chuyển đổi qua lại giữa từng loại đất và sự tăng hoặc giảm của cùng loại đất ở các mốc thời gian khác nhau. Tổng diện tích biến động sử dụng đất từ năm 2005 của thành phố Cà Mau lên đến 54,2%, trong đó biến động giai đoạn 2005-2015 lớn hơn giai đoạn 2010-2015.

Chuỗi Markov dự báo khá chính xác diện tích biến động các loại đất. Kết quả kiểm chứng dự báo diện tích năm 2015 không có sự khác biệt lớn so với thực tế. Độ chính xác kiểm chứng lên đến 98,54%. Diện tích dự báo đến năm 2020 phù hợp với xu hướng thay đổi sử dụng đất các giai đoạn trước. Diện tích đất ở, phi nông nghiệp khác và đất nuôi thủy sản tăng; ngược lại đất sản xuất nông nghiệp dự báo giảm diện tích.

Có sự khác biệt lớn giữa diện tích dự báo năm 2020 và quy hoạch sử dụng đất; do đó, nên xem xét tính khả thi của các phương án quy hoạch để có giải pháp thực hiện hoặc điều chỉnh phù hợp.

Trong nghiên cứu tiếp theo, cần tăng thêm dữ liệu của các giai đoạn trước năm 2005 hoặc nâng cấp công tác dự báo hàng năm để có nhiều dữ liệu hơn nhằm tăng độ tin cậy. Bên cạnh đó, trong nghiên cứu này, tác giả chỉ đánh giá và phân tích sự chuyển đổi diện tích giữa các loại đất; do đó, thời gian tới cần có nghiên cứu sâu hơn về tác động của các chính sách, quan điểm của các chủ thể trong việc chuyển đổi mục đích sử dụng đất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Huỳnh Văn Chương, Châu Võ Trung Thông và Huỳnh Công Hưng, 2017. Nghiên cứu và dự báo biến động sử dụng đất tại thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa ứng dụng trong chuỗi Markov và GIS. Tạp chí Khoa học & Công nghệ Nông nghiệp. Tập 1-2017, 37-46.
- Lambin, E.F., Turner, B.L., Helmut, J.G., Samuel, B.A., Arild, A., John, W.B., Oliver, T.C., Rodolfo, D., Gunther, F., Carl, F., George, P.S., Katherine, H., Jacques, I., Rik, L., Xiubin, L., Emilio, F.M., Michael, M., Ramakrishnan, P.S., John, F.R., Helle, S., Will, S., Glenn, D.S., Uno, S., Tom, A.V., Coleen, V. and Jianchu, X., 2001. The cause of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*. 11(4), 261-269.
- Mas, J.F., 1999. Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. *Journal of Remote sensing*. 20(1), 139-152.
- Muhammad, Q., Klaus, H., Mette, T. and Ahmad, K., 2011. Spatial and temporal dynamics of land use pattern in District Swat, Hindu Kush Himalayan region of Pakistan. *Applied Geography*, 31 (2011): 820-828.
- Nguyễn Kim Lợi, 2005. Ứng dụng chuỗi Markov và GIS trong việc đánh giá diễn biến sử dụng đất. Trong: Kỷ yếu hội thảo Ứng dụng GIS toàn quốc 2011. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Thành phố Hồ Chí Minh.
- Thủ tướng Chính phủ, 2008. Quyết định phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế xã hội tỉnh Cà Mau đến năm 2020. Số 163/2008/QĐ-TTg, ngày 11 tháng 12 năm 2008.
- Thủ tướng Chính phủ, 2010. Quyết định về việc công nhận thành phố Cà Mau là đô thị loại II trực thuộc tỉnh Cà Mau. Số 1373/QĐ-TTg, ngày 06 tháng 8 năm 2010.
- UBND tỉnh Cà Mau, 2013. Quyết định xét duyệt quy hoạch sử dụng đất đến năm 2020, kế hoạch sử dụng đất 05 năm kỳ đầu 2011-2015 thành phố Cà Mau, tỉnh Cà Mau. Số 206/QĐ-UBND, ngày 04/10/2013.
- UBND tỉnh Cà Mau, 2015. Quyết định phê duyệt quy hoạch xây dựng vùng tỉnh Cà Mau đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2050. Số 896/QĐ-UBND, ngày 30 tháng 6 năm 2015.