

*Bài báo khoa học*

# **Ứng dụng hệ thống viễn thám, GIS theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite**

**Nguyễn Quốc Khánh<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu; khanhrsc@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: khanhrsc@gmail.com; Tel.: +84-969679559

Ban Biên tập nhận bài: 14/5/2023; Ngày phản biện xong: 22/6/2023; Ngày đăng bài: 25/7/2023

**Tóm tắt:** Việc khai thác bauxite ở Việt Nam sẽ tác động đến môi trường và ảnh hưởng đến sức khỏe con người. Cần có sự cân nhắc và đánh giá chính xác để đảm bảo việc khai thác bauxite đem lại lợi ích cho nền kinh tế mà không gây tác động đến môi trường. Các năm gần đây, việc khai thác khoáng sản bauxite và sản xuất alumin có thể gây ra nhiều tác động tiêu cực đến môi trường, đặc biệt là gây ô nhiễm cho đất, nước, không khí, môi trường sinh thái và suy giảm đa dạng sinh học. Do đó, việc nghiên cứu ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) và dữ liệu viễn thám (như Landsat, Vinareadsat-1 và Palsar) theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite để đảm bảo an toàn cho môi trường và đa dạng sinh học là hết sức cần thiết. Kết quả thu được từ hoạt động giám sát nêu trên sẽ giúp cho các nhà nghiên cứu và quản lý môi trường đánh giá được hiện trạng của môi trường trong quá trình khai thác khoáng sản bauxite, từ đó đưa ra các biện pháp bảo vệ và phục hồi môi trường hiệu quả hơn trong giai đoạn hiện nay.

**Từ khóa:** GIS; Dữ liệu ảnh viễn thám; Bauxite.

## **1. Giới thiệu**

Trong thời gian qua việc sử dụng dữ liệu ảnh viễn thám, GIS ở nước ta như: thành lập bản đồ cho mục đích khai thác lãnh thổ và bảo vệ thiên nhiên [1], định loại và phân tích cấu trúc thảm thực vật nhiệt đới [2], nghiên cứu môi trường [3], xây dựng bản đồ phân bố các vùng nhạy cảm môi trường [4], đánh giá biến động lớp phủ hiện trạng và quan hệ với biến đổi sử dụng đất [5], giám sát một số thành phần tài nguyên, môi trường tại các khu vực xây dựng công trình thủy điện [6] trong thời gian qua đã thu được một số kết quả song còn ít, tản mạn và trên thực tế chưa đáp ứng được các nhu cầu cụ thể. Ngày nay công nghệ vũ trụ và hệ thống tin Địa lý (GIS) đã được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới cho mục đích điều tra, quản lý tài nguyên. Trong đó việc ứng dụng chỉ số thực vật (NDVI) đã được nhiều nước quan tâm.

Ở Việt Nam công nghệ viễn thám cũng đã bắt đầu được ứng dụng trong công tác điều tra tài nguyên thiên nhiên, quản lý nông nghiệp. Chỉ số thực vật cũng bắt đầu được đề cập trong một số đề tài nghiên cứu khoa học ứng dụng. Tuy nhiên, so sánh tình hình nghiên cứu và ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS trên cơ sở tính toán chỉ số thực vật NDVI trên thế giới và Việt Nam còn tồn tại một khoảng cách khá xa. Chúng ta cần có định hướng nghiên cứu phù hợp, đầu tư trang thiết bị cần thiết, tập trung trí tuệ nghiên cứu khoa học của các ngành có liên quan, giảm ngắn khoảng cách tụt hậu với thế giới. Trong “Áp dụng viễn thám và GIS để nghiên cứu hiện trạng và biến động môi trường tỉnh Ninh Thuận” [7]. Ảnh vệ tinh đa thời gian là nguồn tư liệu để phân tích sự thay đổi về vị trí và diện tích các đơn vị môi

trường, sự biến đổi thảm thực vật, biến đổi hình thức sử dụng đất, biến đổi về diện tích và vị trí các loại tai biến.

Hiện nay, hoạt động khai thác và chế biến bauxite ở nước ta, đặc biệt là dự án tổ hợp Bauxit - Nhôm Lâm Đồng nằm ở huyện Bảo Lâm, tỉnh Lâm Đồng có vai trò quan trọng trong việc phát triển công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, được sự quan lớn của Đảng và Chính phủ. Hiện nay trong khu vực khai thác bauxite chất lượng không khí, khí thải, chất thải và nước thải sinh hoạt và sản xuất, biến động lớp phủ rừng đang được giám sát để đảm bảo việc khai thác bauxite không gây tổn hại đến môi trường. Hoạt động giám sát này được Bộ Tài nguyên và Môi trường và địa phương thực hiện định kỳ và liên tục nhằm đưa ra các giải pháp và biện pháp quản lý môi trường trong các khu vực khai thác và chế biến khoáng sản bauxite. Như vậy cần có các phương pháp hiện đại để kết hợp sử dụng hệ thống viễn thám, GIS thu thập, xử lý và phân tích dữ liệu từ đó đưa ra các kết quả, bản đồ hiện trạng, biến động và cơ sở dữ liệu cụ thể nhằm xây dựng được báo cáo sự biến động môi trường do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite để báo cáo Quốc hội và các cơ quan của chính phủ thường kỳ [8]. Việc đưa ra các kết quả và số liệu cụ thể về các yếu tố này sẽ giúp cho các nhà quản lý đưa ra kế hoạch khai thác bauxite được đưa ra một cách khoa học và có tính bảo vệ môi trường cao. Để làm được các công việc nêu trên cần nghiên cứu, xây dựng quy trình theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường (lớp phủ mặt đất, dân cư, cơ sở hạ tầng, rừng) do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite sử dụng GIS kết hợp và dữ liệu ảnh viễn thám để có thể đáp ứng các yêu cầu giám sát nêu trên.

## 2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu

### 2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Phạm vi theo dõi biến động của một số thành phần môi trường (lớp phủ mặt đất, dân cư, cơ sở hạ tầng, rừng) do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite nằm trong khu vực dự án tổ hợp Bauxite - Nhôm Lâm Đồng nằm trong 3 xã Lộc Thắng, Lộc Phú và Lộc Ngãi, huyện Bảo Lâm, tỉnh Lâm Đồng, có diện tích 42 km<sup>2</sup>, cách Tp. Đà Lạt 71,5 km về phía Tây Nam, cách thị trấn Bảo Lộc 20 km về phía Đông Bắc. Tọa độ địa lý của mỏ: 11°38'08" đến 11°41'56" vĩ độ Bắc, 107°49'54" đến 107°53'12" kinh độ Đông (Hình 1).



**Hình 1.** (a) Toàn cảnh tổ hợp dự án; (b) Vị trí hồ bùn đỏ mở rộng; (c) Ảnh chụp từ vệ tinh viễn thám.

Hồ bùn đỏ Bauxite ở Tân Rai của dự án được hoàn thiện hai ngăn chứa, với các lớp vải kỹ thuật chống thấm phía dưới đáy, khi một hồ đầy chất thải sẽ theo đường ống chảy vào hồ kế bên. Giữa hồ là các tháp thu nước mặt, nước mặt sau khi được thu từ hồ bùn đỏ được đưa trở lại nhà máy để tái sử dụng cho các công đoạn kỹ thuật (Hình 2).



**Hình 2.** (a) Khoang chứa của hồ bùn đỏ; (b) Giáp ranh giữa 2 hồ bùn đỏ; (c) Ảnh chụp từ vệ tinh viễn thám. Tọa độ điểm khảo sát: Tọa độ X: 805174.9400; Tọa độ Y: 1290525.109.

Phạm vi thời gian: theo dõi sự biến động của các thành phần môi trường (đối tượng): lớp phủ mặt đất, cơ sở hạ tầng, lớp phủ thực vật rừng trong giai đoạn từ năm 2007 đến năm 2013.

## 2.2. Xây dựng quy trình theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường do hoạt động khai thác khoáng sản Bauxite

### 1. Chỉ số RVI (*Ratio Vegetation Index*)

Chỉ số RVI là một chỉ số thực vật được mô tả [9]. Đây là chỉ số được sử dụng rộng rãi. Trong thực tế chỉ số này được ứng dụng trong công nghệ viễn thám để ước lượng xuất phản chiếu Albedo. Người ta sử dụng tỷ số NIR và đỏ.

$$RVI = NIR/RED$$

Chỉ số tỷ số cơ bản

Đường thẳng chuẩn thực vật hội tụ tại điểm gốc.

Đường ranh giới đất có hệ số nghiêng là 1 và đi qua điểm gốc.

Phạm vi từ 0 đến  $\infty$ .

### 2. Chỉ số NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

NDVI là chỉ số thực vật quy chuẩn được mô tả [9], nhưng khái niệm về chỉ số thực vật quy chuẩn lần đầu tiên được trình bày bởi [10]. Khi nói đến chỉ số thực vật người ta thường nghĩ đến chỉ số này. Giá trị của chỉ số này từ -1 đến +1, trong khi đó chỉ số RVI có giá trị trong phạm vi từ 0 đến  $\infty$ . Giữa chỉ số RVI và chỉ số NDVI có quan hệ như sau:

$$NDVI = (RVI-1)/(RVI+1)$$

Chỉ số tỷ số cơ bản

Đường thẳng chuẩn thực vật hội tụ tại điểm gốc.

Đường ranh giới đất có hệ số nghiêng là 1 và đi qua điểm gốc.

Phạm vi từ -1 đến +1.

$$NDVI = (NIR-RED) / (NIR+RED)$$

### 3. Chỉ số IPVI (*Infrared Percentage Vegetation Index*)

IPVI là chỉ số thực vật phần trăm hồng ngoại [11] như phần trăm của band đỏ ở tử số không liên quan và được đề xuất chỉ số này như là một cách cải thiện tốc độ tính toán. Nó cũng bị giới hạn bởi giá trị từ 0 đến 1. Chỉ số này ước lượng sự cần thiết trong việc lưu trữ tín hiệu giá trị chỉ số thực vật và ước lượng giá trị âm cho chỉ số thực vật. Chỉ số IPVI và chỉ số NDVI là hàm tương quan và được liên hệ bởi phương trình:

$$IPVI = (NDVI+1)/2$$

Chỉ số tỷ số cơ bản

Đường thẳng chuẩn thực vật hội tụ tại điểm gốc.

Đường ranh giới đất có hệ số nghiêng là 1 và đi qua điểm gốc.

Phạm vi từ 0 đến +1.

$$IPVI = NIR/(NIR+RED)$$

### 4. Chỉ số DVI (*Difference Vegetation Index*)

DVI là chỉ số thực vật hiệu được mô tả [12].

Chỉ số trục giao

Đường thẳng chuẩn thực vật song tuyến với đường ranh giới đất.

Đường ranh giới đất có hệ số nghiêng tùy ý và đi qua điểm gốc.

Phạm vi vô cực ( $\infty$ ).

$$DVI = (NIR-RED) / (NIR+RED)$$

### 5. Chỉ số PVI (*Perpendicular Vegetation Index*)

PVI là chỉ số thực vật trục giao được mô tả [13].

Chỉ số DVI rất nhạy cảm với biến số khí quyển.

Chỉ số trục giao

Đường thẳng chuẩn thực vật song tuyến với đường ranh giới đất.

Đường ranh giới đất có hệ số nghiêng tùy ý và đi qua điểm gốc.

Phạm vi từ -1 đến +1.

$$PVI = \sin(a)NIR - \cos(a) RED$$

Trong đó (a) là góc giữa đường ranh giới đất và trục NIR.

### 6. Chỉ số WDV (*Weighted Difference Vegetation Index*)

WDVI là chỉ số thực vật sai phân trọng số được mô tả [14]. Nó có quan hệ tương tự như quan hệ IPVI với NDVI. Giống như PVI, WDV rất nhạy cảm với các biến số khí quyển.

Chỉ số trục giao

Đường thẳng chuẩn thực vật song tuyến với đường ranh giới đất.

Đường ranh giới đất có hệ số nghiêng tùy ý và đi qua điểm gốc.

Phạm vi vô cực ( $\infty$ ).

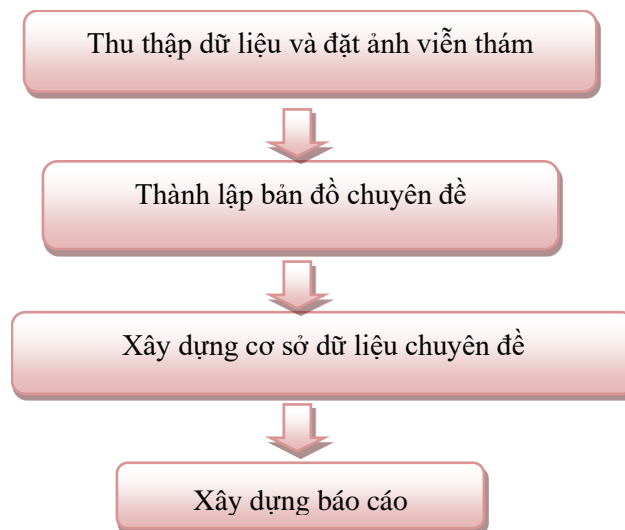
$$WDVI = NIR - g \times RED$$

Trong đó (g) độ nghiêng của đường ranh giới đất.

Như vậy ứng dụng viễn thám và hệ thống tin địa lý “GIS” nói chung, chỉ số thực vật “NDVI” nói riêng là công cụ đắc lực hữu ích và hiện đại trong theo dõi và nghiên cứu lớp phủ bề mặt trái đất đã được sử dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới, trong đó có các nước Đông Nam Á. Việc Nghiên cứu mối liên hệ giữa chỉ số thực vật của ảnh vệ tinh quang học SPOT5, VNREDSAT-1 (NDVI) giúp cho quá trình giám sát lớp phủ thực vật rừng, biến động mạng lưới thủy văn khu vực khai thác bauxite nhanh chóng, chính xác hơn, có tính chính hợp và hiện thời cao so với các phương pháp truyền thống trước đây. Dựa vào các số liệu biến động lớp phủ thực vật rừng các nhà khoa học, các nhà quản lý có thể đưa ra các chính sách hợp lý giúp cho việc khai thác, bảo vệ tài nguyên rừng có hiệu quả tại khu vực khai thác bauxite. Nghiên cứu đề xuất ra quy trình theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường (lớp phủ mặt đất, dân cư, cơ sở hạ tầng, rừng) do hoạt động khai thác khoáng sản



bauxite sử dụng GIS kết hợp và dữ liệu ảnh viễn thám cụ thể trong Sơ đồ quy trình theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường (Hình 3). Cụ thể các bước trong quy trình:



**Hình 3.** Sơ đồ quy trình theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường.

### 2.2.1. Thu thập dữ liệu và đặt ảnh vệ tinh

Thu thập tài liệu, tư liệu bản đồ (bản đồ địa hình, bản đồ chuyên đề các tỷ lệ); tư liệu ảnh vệ tinh (ảnh quang học); các số liệu thống kê; các thông tin liên quan đến chuyên đề lớp phủ thực vật rừng và hệ thống nước mặt; các báo cáo đánh giá tác động môi trường; báo cáo hiện trạng môi trường; các báo cáo chuyên đề; các kết quả quan trắc; tài liệu khí tượng thủy văn và các tài liệu liên quan khác khu vực dự án khai thác bauxite.

Tư liệu viễn thám sử dụng chính trong nghiên cứu là ảnh viễn thám quang học ảnh VNREDSAT-1. Các tư liệu ảnh viễn thám khác như: Landsat TM, ảnh radar (nếu thu thập được) là tư liệu hỗ trợ.

Thu thập các tư liệu khác và tư liệu quan trắc: Các báo cáo hiện trạng môi trường; các đề tài, nghiên cứu khoa học liên quan đến nội dung nhiệm vụ, báo cáo môi trường hàng tháng, mặt bằng tổng thể của nhà máy, sơ đồ bố trí các điểm quan trắc môi trường của dự án; báo cáo ĐTM của dự án.

### 2.2.2. Thành lập bản đồ chuyên đề

Quy trình thành lập bản đồ để phục vụ theo dõi sự biến động của một số thành phần tài nguyên môi trường (lớp phủ mặt đất, cơ sở hạ tầng, lớp phủ thực vật rừng) do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite được xây dựng dựa theo quy trình thành lập bản đồ chuyên đề bằng dữ liệu ảnh viễn thám đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định [15]. Bao gồm các bước chính sau:



**Hình 4.** Sơ đồ quy trình thành lập bản đồ để phục vụ theo dõi sự biến động của một số thành phần tài nguyên môi trường.

- a) Biên tập khoa học (xây dựng thiết kế kỹ thuật) bao gồm các công đoạn sau:
1. Xác định khu vực cần thành lập bản đồ
  2. Xác định chủ đề của bản đồ, tỷ lệ, đặt tên bản đồ, các chỉ tiêu thể hiện nội dung, bố cục nội dung, định dạng bản đồ sản phẩm.
  3. Xác định các nguồn tư liệu thành lập bản đồ
  4. Các chỉ tiêu thể hiện nội dung, bố cục nội dung, định dạng bản đồ sản phẩm:
- Các văn bản pháp lý sử dụng trong thiết kế và thi công:
- Quy trình hiện chỉnh bản đồ địa hình bằng ảnh vệ tinh do Tổng cục Địa chính ban hành năm 2002.
  - Quy phạm hiện chỉnh bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000, 1:25.000, 1:50.000 do Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước ban hành năm 1989.
  - Kí hiệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000, 1:25.000 do Tổng cục Địa chính ban hành năm 1995.
  - Quy định kỹ thuật số hoá bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000, 1:25.000, 1:50.000 và 1:100.000 do Tổng cục Địa chính ban hành năm 2000 [16].
  - Quyết định số 83/QĐ-TTg ngày 12 tháng 07 năm 2000 của Thủ tướng Chính phủ về sử dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN 2000.
  - Thông tư số 973/2001/TT-TCĐC ngày 20 tháng 06 năm 2001 của Tổng cục Địa chính về việc hướng dẫn áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN 2000.
- Các quy định chung:
- Các bản đồ hiện trạng và biến động được thành lập ở tỷ lệ 1:25.000, hệ tọa độ VN-2000 (lưới chiếu UTM, Elipxoid WGS-84, múi chiếu 6°, kinh tuyến trục 105°).
  - Độ chính xác về hình học: lấy tương đương theo quy định của bản đồ nền ở cùng tỷ lệ.
  - + Sai số tương hỗ chuyển vẽ các yếu tố nội dung bản đồ nền  $\leq \pm 0,3$  mm tính theo tỷ lệ bản đồ nền ( tương đương 7,5 m trên thực tế với tỷ lệ bản đồ 1:25.000).
  - + Sai số chuyển vẽ vị trí các yếu tố nội dung bản đồ nền  $\leq \pm 0,2$  mm tính theo tỷ lệ bản đồ nền (tương đương 5 m trên thực tế với tỷ lệ bản đồ 1:25.000).
  - + Sai số tương hỗ chuyển vẽ các yếu tố nội dung chuyên môn lên bản đồ nền không vượt quá  $\pm 0,7$  mm tính theo tỷ lệ bản đồ nền (tương đương 17,5 m trên thực tế với tỷ lệ bản đồ 1:25.000).
  - Mức độ chi tiết về nội dung bản đồ:
  - + Về hình học các yếu tố nội dung được thể hiện với diện tích 4-159 mm<sup>2</sup> tùy theo đặc điểm từng đối tượng.
  - + Về định tính thể hiện theo quy định hệ phân loại của bản đồ.
  - Phần mềm sử dụng: Số hóa: MicroStation; Phân tích thông tin: ArcGIS 9.0.
  - Tài liệu sử dụng để thành lập bản đồ: Tất cả các loại bản đồ địa hình, chuyên đề, ảnh vệ tinh và các tài liệu khác đã được thu thập.
5. Xây dựng đề cương chi tiết thành lập bản đồ
- Quá trình thành lập bộ bản đồ biến động lớp phủ mặt đất, biến động dân cư và biến động cơ sở hạ tầng khu vực khai thác bauxite được thành lập với tỷ lệ 1:25.000 trên cơ sở ứng dụng công nghệ viễn thám, GIS và dựa trên kết quả điều tra, phân tích số liệu ngoại nghiệp của các nhà khoa học theo quy trình công nghệ tổng quát sau:
- Xây dựng đề cương: Công việc đầu tiên trong giai đoạn chuẩn bị là xây dựng đề cương và lập bảng chú giải của bản đồ.
  - Thu thập, đánh giá tư liệu ảnh viễn thám và các tư liệu khác: Để thành lập các loại bản đồ trên, việc thu thập đầy đủ tài liệu có ý nghĩa đặc biệt. Các mốc thời gian, nội dung và mức độ chi tiết của bản đồ đều phụ thuộc vào tài liệu. Nét đặc biệt ở đây là ngoài tư liệu ảnh viễn thám (ảnh hàng không, ảnh vệ tinh) và các tư liệu bản đồ mới, cần phải thu thập cả các tư liệu cũ, thường chỉ còn lưu lại ở các cơ quan lưu trữ các ngành ở trung ương và địa phương hoặc Cục lưu trữ nhà nước.

- Xây dựng thiết kế kỹ thuật: Thiết kế chung bộ bản đồ, lập chỉ dẫn biên tập của từng bản đồ.

- Xử lý ảnh viễn thám.  
- Thành lập bản đồ nền gồm các công đoạn sau: biên tập nội dung bản đồ địa hình (tổng hợp, lấy bỏ nội dung), kết hợp với suy giải ảnh vệ tinh chỉnh sửa các lớp thông tin cơ bản: thủy hệ, giao thông, dân cư, địa giới hành chính,... theo tài liệu mới nhất.

- Xác định nội dung hiện trạng lớp phủ bao gồm các công đoạn sau:  
+ Điều vẽ nội nghiệp ảnh viễn thám theo nội dung của bản đồ.  
+ Điều vẽ ngoại nghiệp ảnh viễn thám theo nội dung của bản đồ.  
+ Chuyển vẽ kết quả điều vẽ ảnh và kết quả xử lý tài liệu bản đồ.  
+ Số hoá, biên tập.  
+ Thành lập lớp thông tin hiện trạng.  
- Kiểm tra, nghiệm thu: Tại cơ quan có thẩm quyền.  
- Giao nộp sản phẩm: Sản phẩm bao gồm bản đồ, các báo cáo, cơ sở dữ liệu (dạng số ghi đĩa CD và in trên giấy).

#### 6. Thu thập, xử lý tài liệu, thiết kế kỹ thuật

- Bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000 và 1:25.000 trong cơ sở dữ liệu do Cục Công nghệ Thông tin cung cấp là nền chung của toàn bộ các dữ liệu của dự án.

- Các sơ đồ khảo sát thực địa do các nhóm khảo sát của dự án cung cấp.

- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất.

- Một số dữ liệu, tư liệu bản đồ, sơ đồ về khu vực nhà máy Alumin khác.

- Ảnh vệ tinh Landsat, Spot 5 và VNREDSat-1.

Quá trình tìm hiểu cho thấy dữ liệu nền địa lý được xây dựng trên cơ sở các nhóm lớp thông tin cơ bản của bản đồ địa hình thành lập trước đây nên cần phải bổ sung nhiều thông tin, đặc biệt ở các khu vực phát triển đô thị, khu công nghiệp và các bãi bồi, đường bờ nước vùng cửa sông... Vì vậy, trên cơ sở dữ liệu nền này cần hiện chỉnh theo tư liệu ảnh viễn thám mới được thu nhận.

Mục tiêu là xây dựng được bộ bản đồ biến động phủ mặt đất, biến động dân cư và biến động cơ sở hạ tầng khu vực khai thác bauxite nên tất cả các tài liệu ở các thời điểm khác nhau đều có ý nghĩa rất quan trọng giúp cho công tác thành lập các bản đồ, sơ đồ này.

#### b) Thành lập bản đồ nền

Bao gồm các công việc:

- Biên tập các yếu tố nội dung nền đã có trên bản đồ địa hình tỷ lệ 1:25.000 theo đúng chỉ tiêu kỹ thuật.

- Hiện chỉnh các yếu tố nội dung nền (thủy hệ, giao thông, địa hình, dân cư) theo ảnh LANDSAT, VNREDSat-1 thu thập mới nhất, sau đó kiểm tra và chỉnh sửa theo kết quả khảo sát ngoại nghiệp.

#### 1. Nhóm lớp cơ sở toán học

+ Bản đồ được thành lập ở tỷ lệ 1:25 000, hệ tọa độ VN-2000 (lưới chiếu UTM, Elipxoid WGS-84, kinh tuyến trục 105°, múi chiếu 6°).

+ Tọa độ địa lý khu vực thành lập bản đồ: Khu vực bauxite theo sơ đồ phân mảnh chung của hệ thống bản đồ dự án.

#### 2. Nhóm các lớp thông tin nền

Nhóm lớp các yếu tố nội dung mang tính chất định hướng và bổ trợ thêm thông tin cho các yếu tố nội dung chuyên môn. Nhóm lớp thông tin này được sử dụng chung cho cả bộ bản đồ và bao gồm các lớp thông tin sau: Cơ sở toán học, thủy hệ, địa hình, giao thông, dân cư, ranh giới.

#### 3. Nhóm các lớp thông tin khác

Bao gồm những đối tượng không thuộc lớp chuyên đề như UBND xã; trạm xá; trường học; trạm biến thế; đình, chùa, đền, miếu; trạm xăng; sông suối ao hồ có nước thường xuyên theo mùa; đường ô tô nhựa; đường cấp phối; đường đất lớn; đường đất nhỏ; đường mòn; cầu,

công; bình độ, đường độ cao và ghi chú độ cao; địa giới tỉnh; địa giới huyện; địa giới xã nằm trong khu vực thành lập bản đồ.

Nội dung của bản đồ cần phải đảm bảo tính thống nhất với tất cả các bản đồ và các lớp thông tin khác về cơ sở toán học, nền địa lý, cấu trúc, khuôn dạng dữ liệu, nguồn tài liệu để thành lập bản đồ,... Điều vẽ hiện chỉnh các đối tượng của bản đồ nền khu vực dự án khai thác Bauxite bao gồm: thủy hệ, giao thông, dân cư, địa giới hành chính theo ảnh vệ tinh mới nhất. Sau đó kiểm tra và chỉnh sửa theo kết quả khảo sát ngoại nghiệp. Các quy định kỹ thuật đối với ký hiệu bản đồ chuyên đề hiện trạng sử dụng đất tuân thủ theo quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường [17].

#### c) Thành lập bình đồ ảnh vệ tinh

Thành lập bình đồ ảnh viễn thám bằng phương pháp số sử dụng các phần mềm PCI, ENVI, ERDAS... hiện đang có ở Việt Nam.

Diễn giải một số công đoạn chính.

- Nhập dữ liệu ảnh: Các tư liệu ảnh vệ tinh được lưu trữ ở nhiều khuôn dạng khác nhau; có loại ảnh đã ở dạng số tương thích với các thiết bị và phần mềm xử lý hiện có, nhưng có loại chưa tương thích, nên để đăng nhập dữ liệu vào hệ thống xử lý ảnh cần phải chuẩn hoá dữ liệu cho phù hợp hoặc nhập vào hệ thống thông qua một phần mềm trung gian.

- Không chế ảnh: Điểm không chế ảnh được chọn để phục vụ cho việc mô hình hóa, nắn ảnh vệ tinh và được xác định bằng phương pháp đo đạc ngoại nghiệp với công nghệ đo GPS.

Số lượng điểm không chế được chọn tùy thuộc vào phương pháp nắn ảnh và loại ảnh được sử dụng. Nhưng nhìn chung số lượng điểm vào khoảng từ 10 đến 12 điểm cho 1 cảnh ảnh và được bố trí rải đều. Trường hợp nhiều tấm ảnh nằm trên cùng một dải ảnh (Segment) thì có thể chọn 15-18 điểm cho cả dải, trên mỗi cảnh ảnh phải có ít nhất 2 điểm kiểm tra.

- Nắn ảnh, ghép ảnh và cắt mảnh bình đồ ảnh: Trên cơ sở mô hình số độ cao và các điểm không chế, tiến hành công việc nắn ảnh vệ tinh. Đó là việc nắn chỉnh về hệ tọa độ của bản đồ và khử các sai số do chênh cao của địa hình gây ra. Bình đồ ảnh sau khi thành lập phải đảm bảo các yêu cầu về độ chính xác như sau: Sai số vị trí điểm đối với các địa vật rõ rệt  $\leq 0,4$  mm và  $\leq 0,6$  mm đối với các địa vật không rõ ràng trên ảnh.

Để thuận lợi cho việc tiếp biên và công tác điều vẽ ở khâu sau các mảnh bình đồ ảnh được cắt chõm ra ngoài khung 8 mm ở tỉ lệ bản đồ cần hiện chỉnh.

Khi ghép mảnh phải xử lý ở mức tối đa để tông màu ở hai bên đường ghép gần như nhau. Vết ghép không được đi qua các điểm không chế. Vết ghép phải đi qua các điểm địa vật có sai số tiếp khớp nhỏ nhất, không được cắt theo các địa vật hình tuyến.

- Xử lý phổ: Chất lượng của bình đồ ảnh phụ thuộc rất nhiều vào việc xử lý phổ. Đối với mỗi loại ảnh vệ tinh khác nhau sẽ có những phương án xử lý phổ khác nhau. Nhưng kết quả cuối cùng phải đảm bảo về khả năng thông tin của ảnh để đoán đọc nhất. Các công cụ được dùng để xử lý phổ gồm có: Dẫn tuyến tính, phi tuyến và các phin lọc (tần số cao: Nổi bật các yếu tố đường nét; tần số thấp: Giảm nhiễu). Có rất nhiều phương án về tổ hợp màu khác nhau; nhưng phương án tạo tổ hợp màu giả - tự nhiên được lựa chọn vì đã kiểm nghiệm trong thực tế sản xuất nhiều năm qua tại Trung tâm Viễn thám.

Dữ liệu bình đồ ảnh số được xuất ra khuôn dạng file \*.tif để có thể sử dụng thuận tiện trong các phần mềm thông dụng khác.

#### d) Suy giải các yếu tố nội dung chuyên đề

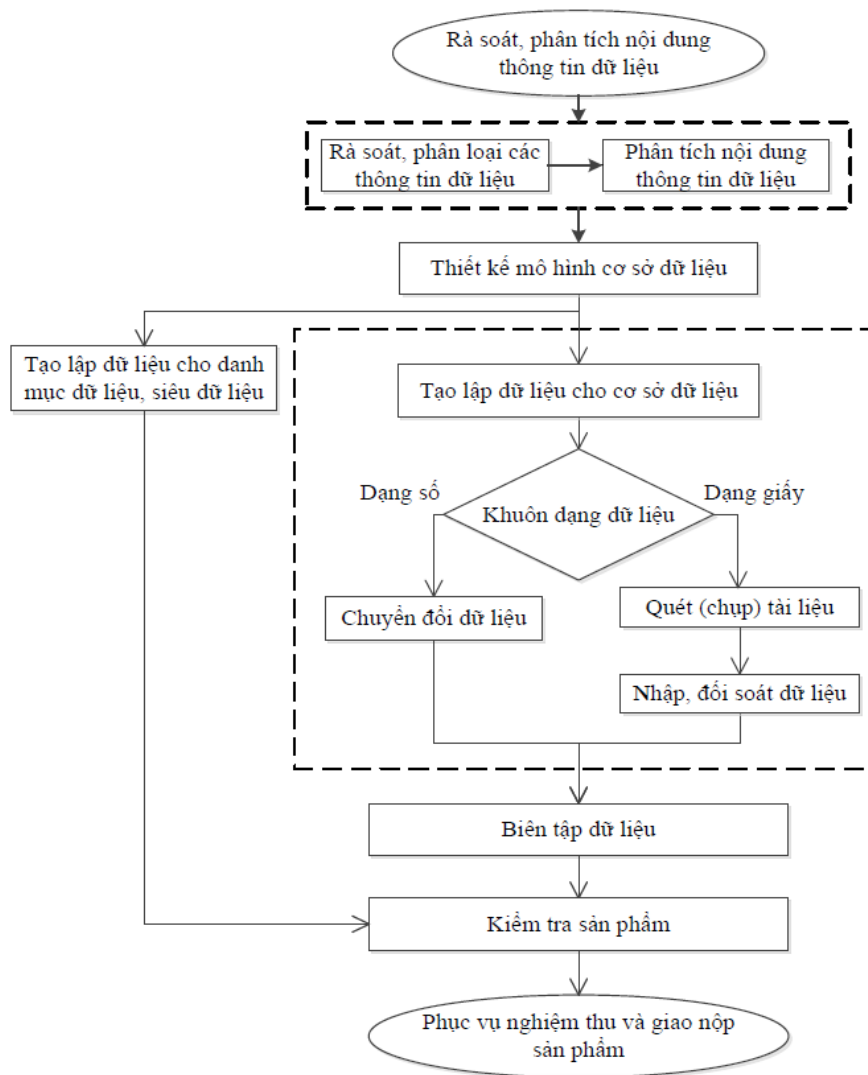
Điều vẽ các đối tượng lớp phủ mặt đất, cơ sở hạ tầng, lớp phủ thực vật rừng bằng ảnh vệ tinh kết hợp các tài liệu thu thập được của khu vực dự án khai thác Bauxite có thể sử dụng phương pháp giải đoán bằng mắt hoặc phương pháp phân loại ảnh bán tự động tùy theo yêu cầu và mục đích sử dụng của bản đồ.

### 2.2.3. Xây dựng cơ sở dữ liệu chuyên đề

Cơ sở dữ liệu chuyên đề phục vụ theo dõi sự biến động của một số thành phần tài nguyên môi trường (lớp phủ mặt đất, cơ sở hạ tầng, lớp phủ thực vật rừng) do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite được xây dựng theo quy trình và định mức kinh tế - kỹ thuật xây dựng



CSDL tài nguyên và môi trường được đã được Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định (Hình 5) [18].



**Hình 5.** Sơ đồ quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu tài nguyên và môi trường.

#### 2.2.4. Tư liệu sử dụng để tiến hành thực nghiệm

- Các tư liệu ảnh vệ tinh: Landsat TM chụp năm 2007; SPOT 5 chụp năm 2009, 2013; Vinareadsat-1 chụp năm 2014, 2015 với độ phân giải 2,5 m đã được nắn chỉnh về hệ tọa độ VN 2000.

- Tư liệu bản đồ: Bản đồ địa hình các tỷ lệ 1:100.000 năm 2004, 1:50.000 năm 2000, 1/25.000 năm 2003; Các Bản đồ quy hoạch sử dụng đất, Bản đồ hiện trạng sử dụng đất 2005, 2010; Bản đồ thảm thực vật.

- Tư liệu khác: Các báo cáo môi trường hàng tháng của tổ hợp Nhôm - bauxite Tân Rai, Sơ đồ bố trí các điểm quan trắc môi trường, Báo cáo ĐTM của dự án, Các thống kê diện tích sử dụng đất của huyện Lâm Đồng năm 2007-2013,

Trong quá trình thu thập tài liệu tại các tỉnh trong khu vực nghiên cứu đoàn công tác đã thu thập được khá nhiều loại, ở nhiều khuôn dạng khác nhau. Các tài liệu văn bản dạng giấy, số (Word, PDF, Excel), dữ liệu bản đồ số (Microstation, MapInfo, JPG).

Tại Lâm Đồng thu thập được bản đồ hiện trạng sử dụng đất các năm 2005 và 2010, bản đồ hiện trạng và quy hoạch 3 loại rừng. Tại tổ hợp Nhôm - Bauxite Tân Rai thu thập được các báo cáo môi trường hàng tháng, mặt bằng tổng thể của nhà máy, sơ đồ bố trí các điểm quan trắc môi trường của dự án. Báo cáo DTM của dự án...

Các điểm khảo sát được đánh dấu trên bản đồ trước đợt công tác. Dựa vào các điểm cần xác minh ngoài thực địa đoàn khảo sát lên sơ đồ sơ bộ tuyến khảo sát từ trước. Kết hợp máy đo GPS cầm tay và bản đồ chuyên đề in trên giấy tiến hành đo đạc khảo sát bổ sung tại các tỉnh. Trong quá trình đo đạc kết hợp với các thông tin từ dân địa phương để xác định chính xác các nội dung cần khảo sát. Một số ghi chú về điểm khảo sát có thể được đánh dấu và ghi chú trực tiếp trên bản đồ hoặc sổ tay.

Qua điều tra khảo sát đã xác minh được nhiều điểm khó giải đoán trên ảnh vệ tinh cập nhật tốt cho việc điều vẽ các nội dung chuyên môn của dự án cũng như cho công tác xây dựng cơ sở dữ liệu.

Khảo sát khu vực hiện trạng của dự án, cung cấp cái nhìn tổng thể thực tế tại tổ hợp Nhôm - Bauxite Lâm Đồng. Khảo sát hồ bùn đỏ nơi chứa chất thải của quá trình tinh luyện quặng bauxite thành Alumin. Với ảnh vệ tinh SPOT 5, Vinaretsat-1 độ phân giải cao 2,5 m có thể giám sát hiện trạng thi công công trình cũng như quy mô các hồ bùn đỏ, hiện trạng khai thác quặng cũng như quá trình trồng cây hoàn thổ đất sau khai thác. Trên ảnh SPOT hiện có cũng thể hiện khá tốt hiện trạng xây dựng nhà máy, đường băng tải quặng từ khu khai thác đến nhà máy tinh luyện.

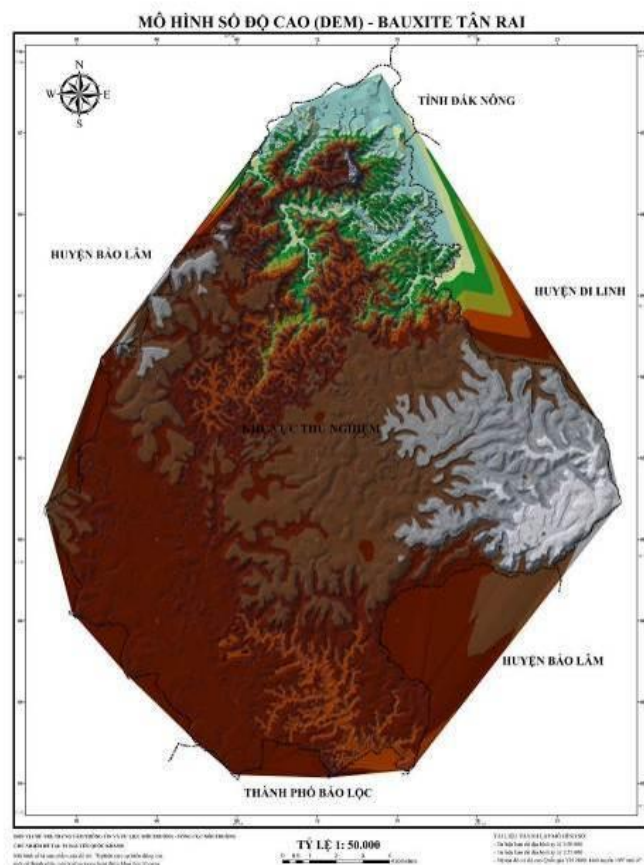
### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Kết quả ứng dụng

Hoạt động khai thác và chế biến bauxite có nguy cơ tiềm ẩn lớn về ô nhiễm môi trường và phức tạp, đây cũng vẫn đề được dư luận quan tâm đặc biệt trong các kỳ họp Quốc hội hay trên các phương tiện thông tin đại chúng. Chính vì vậy, giám sát vấn đề bảo vệ môi trường trong khu vực thực hiện dự án là việc cần làm. Quá trình nghiên cứu sự biến động của một số thành phần môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản bauxite hiện nay vẫn chưa đáp ứng đầy đủ yêu cầu quản lý, đó là theo dõi diễn biến môi trường khu vực khai thác bauxite theo chu kỳ (1 thời gian lặp lại nhất định), trên một phạm vi rất rộng, đặc biệt ở những nơi có địa hình phức tạp, nơi mà các hoạt động xâm hại môi trường có thể diễn ra mà không thể nhận biết được.

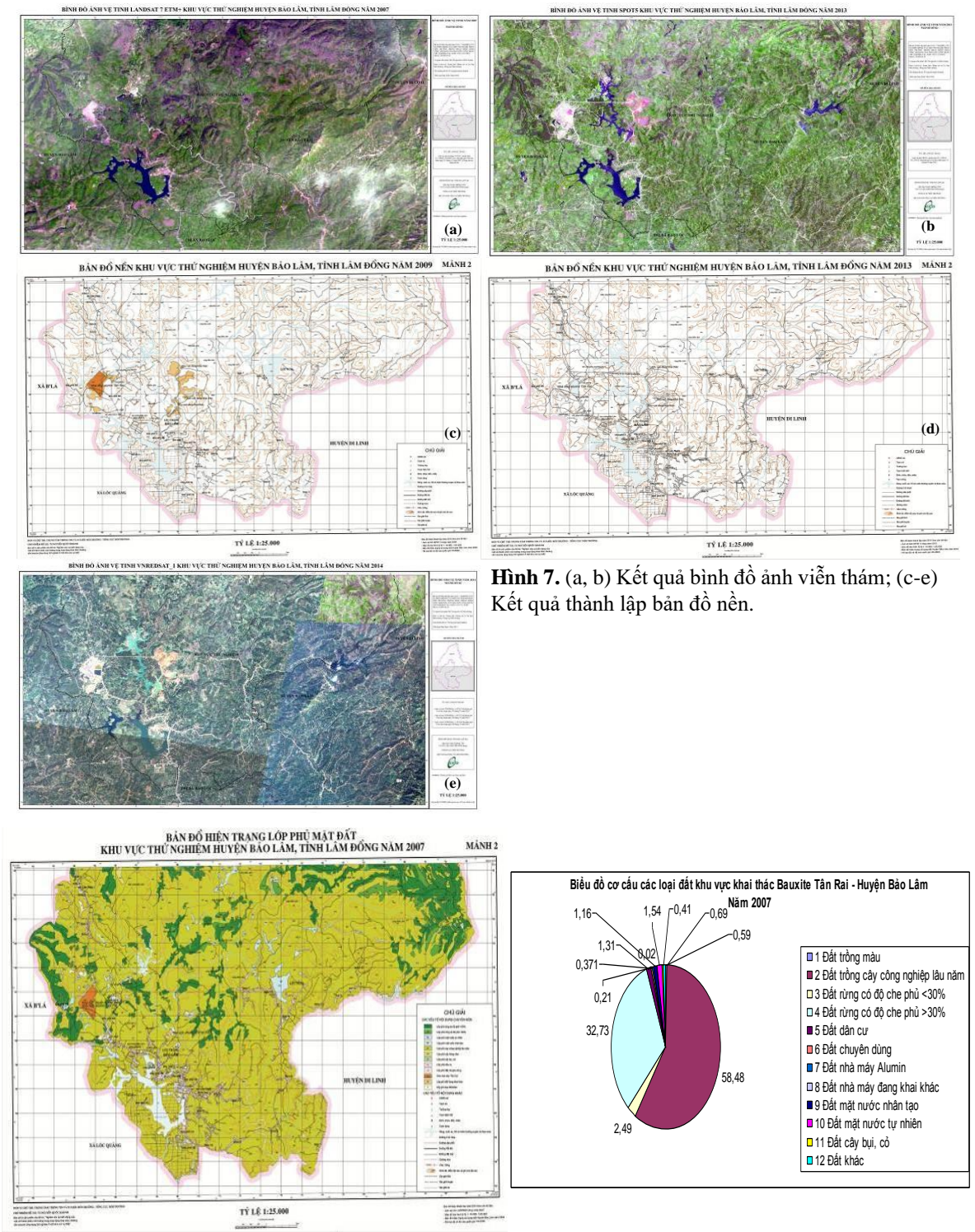
Vì vậy, cần có sự nghiên cứu sự biến động của một số thành phần môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản bauxite, đề xuất ra được quy trình giám sát sự biến động của một số thành phần môi trường do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite sử dụng GIS và ảnh viễn thám quang học Landsat, VNRedsat-1 và ảnh Palsar để có thể đáp ứng các yêu cầu trên (Hình 6, Hình 7).

Kết quả bản đồ hiện trạng lớp phủ: Nội dung đối tượng trên bản đồ gồm: Đất trồng cây hàng năm, Đất trồng cây công nghiệp lâu năm, Đất rừng có độ che phủ < 30%, Đất rừng có độ che phủ > 30%, Đất dân cư, Đất chuyên dùng, Đất nhà máy Alumin, Đất nhà máy đang



**Hình 6.** Mô hình số độ cao DEM dạng Vector TIN khu vực thử nghiệm huyện Bảo Lâm.

khai khác, Đất mặt nước nhân tạo, Đất mặt nước tự nhiên, Đất cây bụi, cỏ, Đất khác (Hình 8).

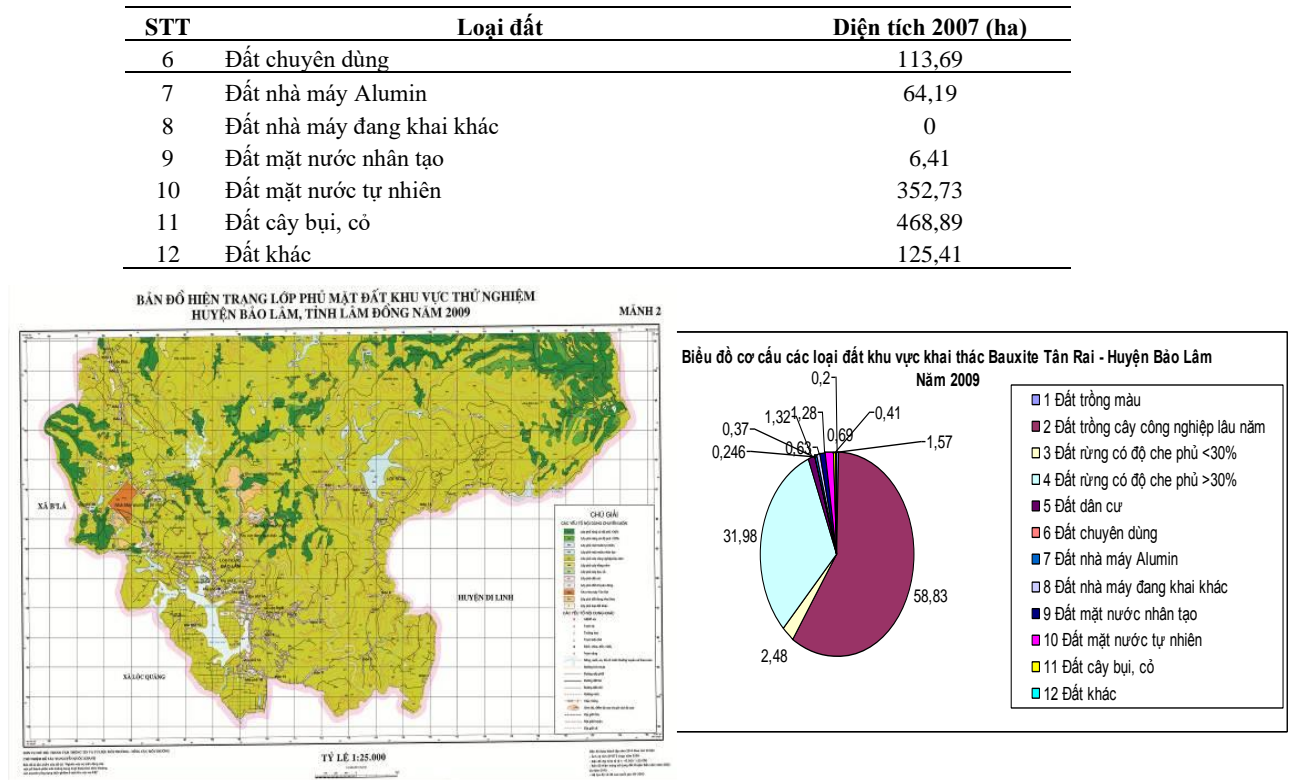


Hình 8. Bản đồ hiện trạng lớp phủ năm 2007.

Bảng 1. Diện tích các loại đất khu vực 3 xã trong dự án khai thác bauxite Tân Rai năm 2007.

STT	Loại đất	Diện tích 2007 (ha)
1	Đất trồng cây hằng năm	208,66
2	Đất trồng cây công nghiệp lâu năm	17813,37
3	Đất rừng có độ che phủ <30%	758,89
4	Đất rừng có độ che phủ >30%	9968,48
5	Đất dân cư	399,47

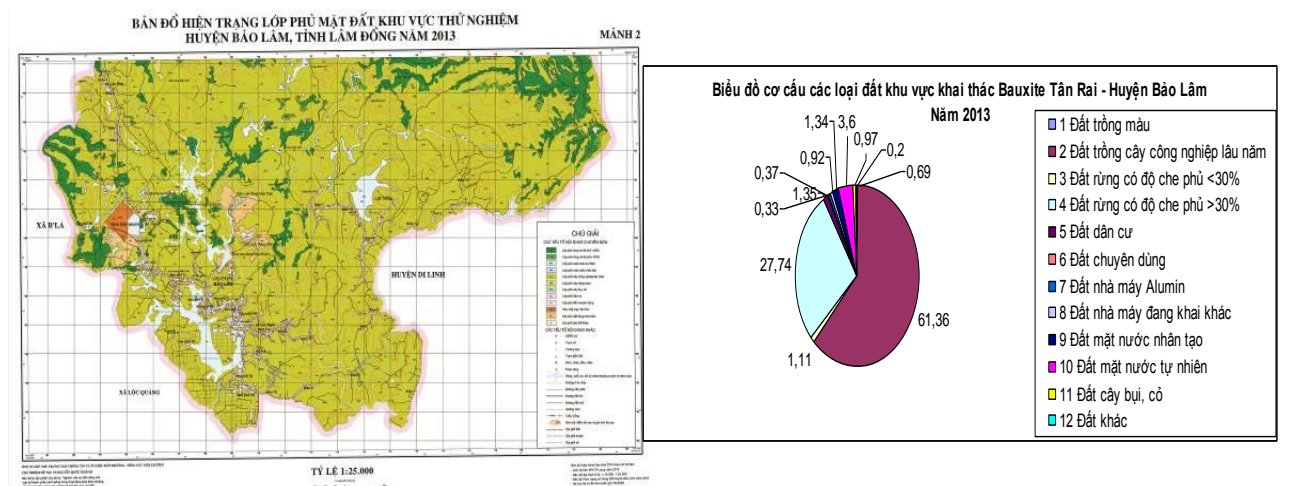




Hình 9. Bản đồ hiện trạng lớp phủ năm 2009.

Bảng 2. Diện tích các loại lớp phủ mặt đất khu vực 3 xã thuộc dự án khai thác bauxite Tân Rai năm 2009.

STT	Loại đất	Diện tích 2009 (ha)
1	Đất trồng cây hằng năm	208,66
2	Đất trồng cây công nghiệp lâu năm	17852,45
3	Đất rừng có độ che phủ <30%	751,70
4	Đất rừng có độ che phủ >30%	9703,29
5	Đất dân cư	399,36
6	Đất chuyên dùng	112,60
7	Đất nhà máy Alumin	72,14
8	Đất nhà máy đang khai khác	0
9	Đất mặt nước nhân tạo	189,84
10	Đất mặt nước tự nhiên	389,90
11	Đất cây bụi, cỏ	477,69
12	Đất khác	125,41



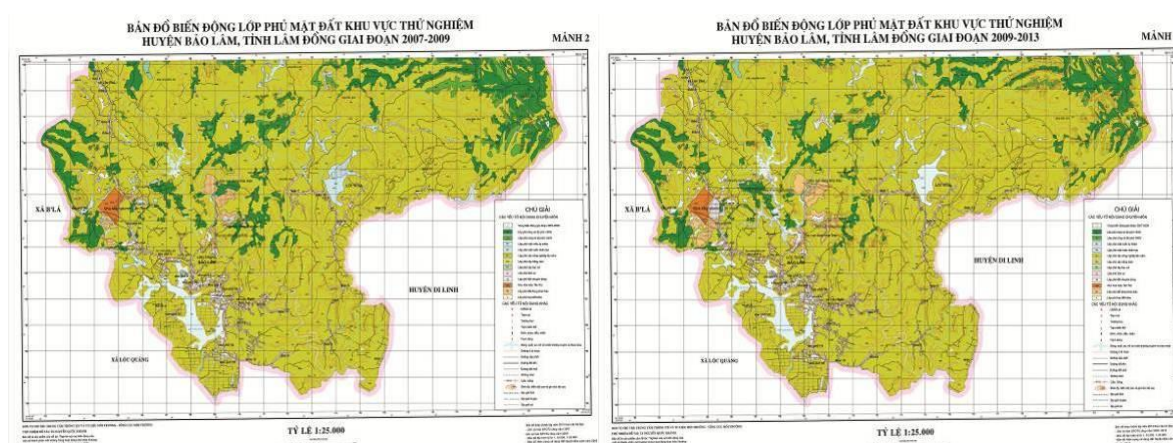
Hình 10. Bản đồ hiện trạng lớp phủ năm 2013.

**Bảng 3.** Diện tích các loại lớp phủ mặt đất khu vực 3 xã thuộc dự án khai thác bauxite Tân Rai năm 2013.

STT	Loại đất	Diện tích 2013 (ha)
1	Đất trồng cây hằng năm	208,66
2	Đất trồng cây công nghiệp lâu năm	18627,69
3	Đất rừng có độ che phủ <30%	335,45
4	Đất rừng có độ che phủ >30%	8422,09
5	Đất dân cư	409,36
6	Đất chuyên dùng	113,69
7	Đất nhà máy Alumin	72,14
8	Đất nhà máy đang khai khác	28,46
9	Đất mặt nước nhân tạo	279,66
10	Đất mặt nước tự nhiên	407,99
11	Đất cây bụi, cỏ	1094,88
12	Đất khác	295,89

**Bảng 4.** Biến động diện tích các loại đất thuộc 3 xã trong khu vực khai thác bauxite Tân Rai năm 2007-2009-2013.

STT	Loại đất	Biến động giai đoạn 2007-2009 (ha)	Biến động giai đoạn 2009-2013 (ha)
1	Đất trồng cây hằng năm	0	0
2	Đất trồng cây công nghiệp lâu năm	39,08	775,24
3	Đất rừng có độ che phủ <30%	-7,19	-416,25
4	Đất rừng có độ che phủ >30%	-265,19	-1281,20
5	Đất dân cư	-0,11	10,00
6	Đất chuyên dùng	-1,09	1,09
7	Đất nhà máy Alumin	7,95	28,46
8	Đất nhà máy đang khai khác	183,43	89,82
9	Đất mặt nước nhân tạo	37,17	18,09
10	Đất mặt nước tự nhiên	8,80	617,19
11	Đất cây bụi, cỏ	0	170,48
12	Đất khác	-120,45	0,24

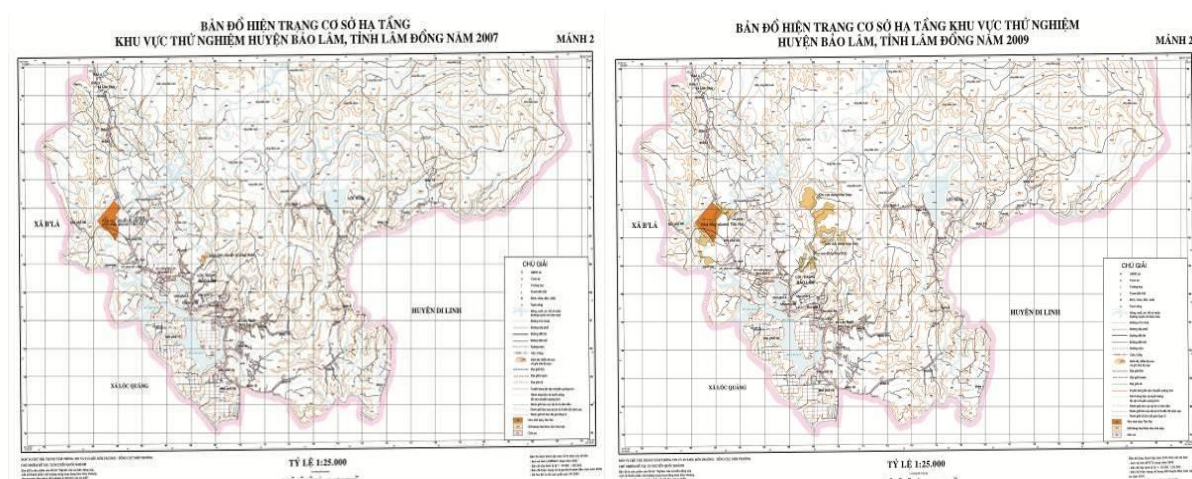


**Hình 11.** Kết quả thành lập bản đồ biến động lớp phủ khu vực khai thác bauxite Tân Rai.

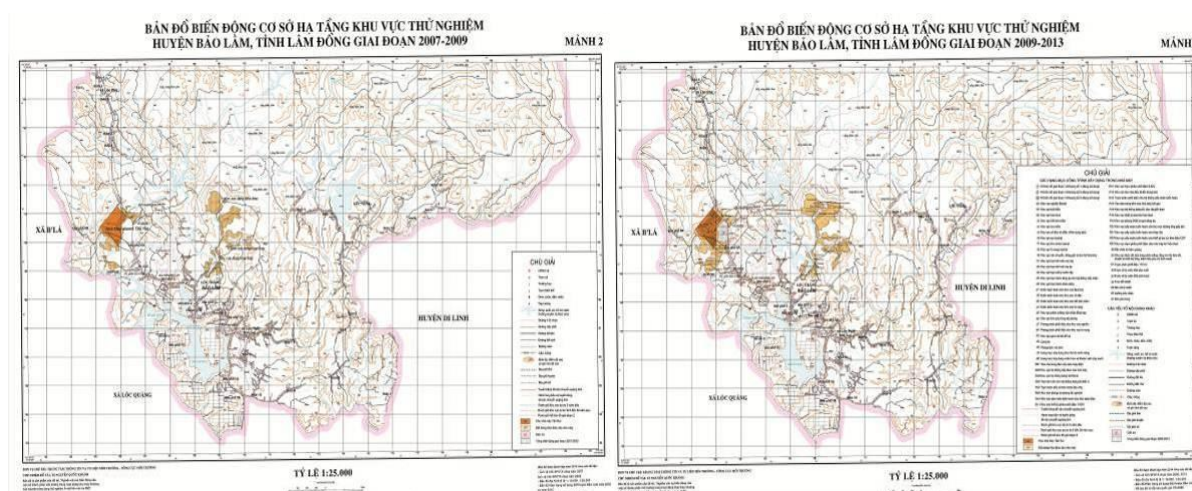
**Bảng 5.** Diện tích các loại đất cơ sở hạ tầng khu vực 3 xã trong dự án khai thác bauxite Tân Rai.

STT	Loại đất	Diện tích(ha) năm 2007	Diện tích (ha) năm 2009	Diện tích (ha) năm 2013
1	Đất chuyên dùng	113,69	112,6	143,60
2	Đất dân cư	399,47	399,36	409,36
3	Đất nhà máy Alumin	272,8	322,81	938,37
4	Đất nhà máy đang khai khác	6,41	189,84	279,66

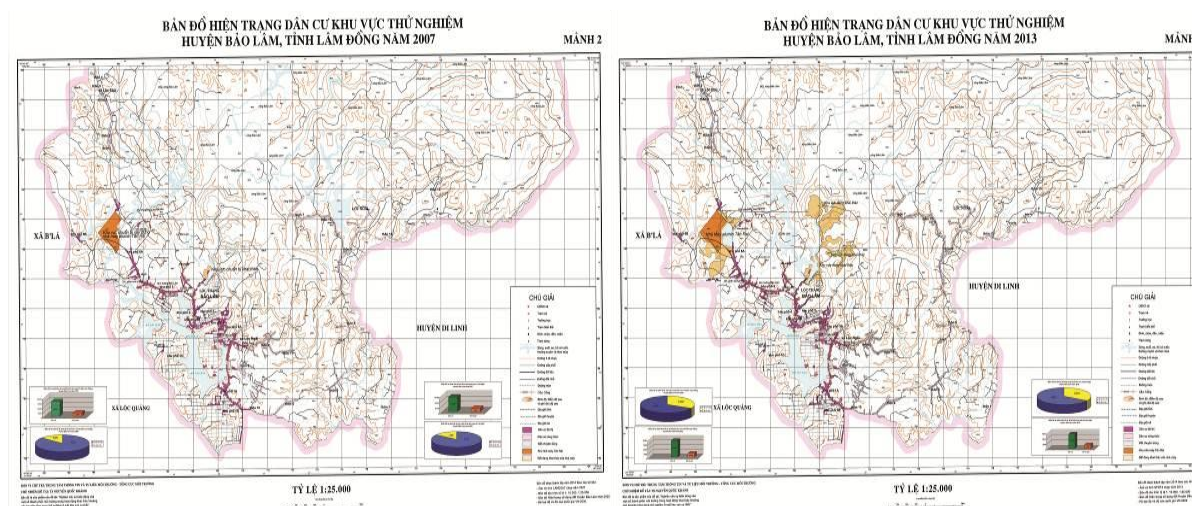




Hình 12. Bản đồ hiện trạng cơ sở hạ tầng.



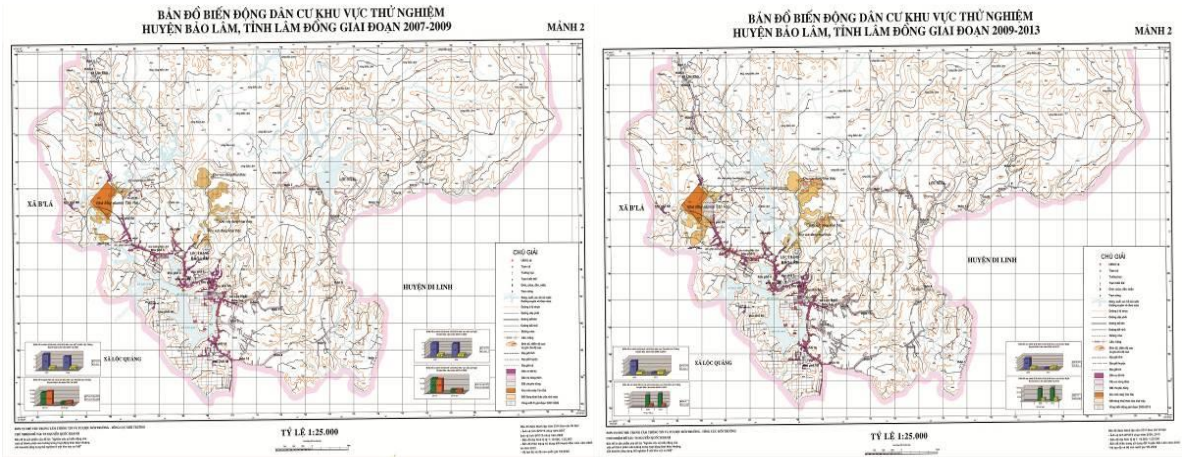
Hình 13. Kết quả thành lập bản đồ biến động cơ sở hạ tầng khu vực khai thác bauxite Tân Rai.



Hình 14. Bản đồ hiện trạng dân cư.

Bảng 6. Diện tích các loại đất dân cư khu vực 3 xã trong dự án khai thác bauxite Tân Rai.

STT	Loại đất	Diện tích (ha) năm 2007	Diện tích (ha) năm 2009	Diện tích (ha) năm 2013
1	Dân cư đô thị	170,14	199,68	178,91
2	Dân cư nông thôn	199,68	227,77	232,8



Hình 15. Kết quả thành lập bản đồ biến động dân cư khu vực khai thác bauxite Tân Rai.

Bảng 7. So sánh diện tích giám sát bằng ảnh vệ tinh và diện tích thực tế theo báo cáo tổng hợp tình hình sử dụng đất của nhà máy Alumin Tân Rai.

STT	Tên đối tượng		Diện tích theo thực tế	Diện tích giám sát bằng ảnh viễn thám			Ghi chú
				Năm 2007	Năm 2009	Năm 2013	
1	Mặt bằng Nhà máy ALUMIN và mặt bằng mở rộng	Diện tích làm nhà máy alumin	53,87	64,19	72,14	72,14	Cho thuê 30 năm và trả tiền hàng năm
		Diện tích xin mở rộng nhà máy alumin	46,27				
2	Diện tích các Mỏ Đất	Lấy đất làm HBD	22,35	0	0	28,46	Cho thuê 30 năm và trả tiền hàng năm
		Mới sử dụng mỏ đất số 01 và 03					
		Lấy đất đắp đập Cai Bàng, văn phòng htu và nhà ở CB.CNV	34,95	0	0	33,89	
		Đã cắm mốc giới	21,85				
3	Hồ Bùn đỏ	Hồ bùn đỏ Giai đoạn 01 K1+K2	27,50	0	0	28,46	Cho thuê 30 năm và trả tiền hàng năm
		Hồ bùn đỏ Giai đoạn 01 K3	15,00	0	0	0	Đang làm
		Hồ bùn đỏ giai đoạn 02	72,92	0	0	0	Chưa làm
4	Khai thác quặng	5 năm đầu	464,00	6,41	189,84	279,66	Được cấp phép 1619,5 ha 5 năm đầu 464 ha

Theo bảng trên ta có thể thấy, về cơ bản số liệu giám sát bằng ảnh vệ tinh trùng khớp với số liệu báo cáo của nhà máy, sai số dưới 10%. Như vậy kết quả giám sát bằng ảnh vệ tinh là hoàn toàn chính xác và có tính khả thi khi thực hiện.

4. Kết luận

1. Việc nghiên cứu cơ sở khoa học kết hợp ứng dụng ảnh viễn thám quang học Landsat, VNREDSat-1 và GIS trong việc theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường (lớp phủ mặt đất, cơ sở hạ tầng, lớp phủ rừng) trong hoạt động khai thác khoáng sản bauxite là rất quan trọng và cần thiết. Trong thời gian tới tư liệu ảnh vệ tinh VNREDSat-1 của Việt nam là tư liệu chính, chủ yếu được sử dụng theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường (lớp phủ mặt đất, cơ sở hạ tầng). Trong giai đoạn hiện nay, cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin, công nghệ GIS, công nghệ viễn thám ngày càng hiện đại và mang nhiều ứng dụng hơn. Việc thu nhận và xử lý tư liệu viễn thám đã được thực hiện tại Cục Viễn thám Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường cung cấp cho người sử dụng nguồn tư liệu chủ động



và phong phú hơn, đây là những tư liệu ảnh vệ tinh mới nhất dạng số, có độ phân giải cao nên có thể áp dụng các công nghệ xử lý ảnh như tăng cường độ phân giải, chiết xuất các thông tin chuyên đề...giúp cho việc theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường (lớp phủ mặt đất, cơ sở hạ tầng) thực hiện một cách nhanh chóng, chính xác, khách quan, khoa học và hiệu quả.

2. Đã xây dựng được quy trình theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường (lớp phủ mặt đất, dân cư, cơ sở hạ tầng, rừng) do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite sử dụng GIS và ảnh viễn thám (Landsat, VNRedsat-1) nhằm phục vụ xây dựng báo cáo Quốc hội và các cơ quan của chính phủ về sự biến động môi trường do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite thường kỳ. Xây dựng quy định khung báo cáo theo dõi sự biến động của một số thành phần môi trường (lớp phủ mặt đất, cơ sở hạ tầng, lớp phủ thực vật rừng) do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite sử dụng GIS và ảnh viễn thám (Landsat, VNRedsat-1).

3. Trong quá trình thực hiện nghiên cứu, nhóm thực hiện đã xây dựng và đề xuất Tổng cục Môi trường phê duyệt nhiệm vụ giám sát hoạt động khai thác khoáng sản Bauxite ở các tỉnh Đắk Nông, Lâm Đồng trên cơ sở ứng dụng viễn thám và GIS [19] nhằm phục vụ xây dựng báo cáo Quốc hội và các cơ quan của chính phủ về sự biến động môi trường do hoạt động khai thác khoáng sản bauxite thường kỳ đồng thời giúp cho việc giám sát công tác cải tạo, phục hồi môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản thực hiện quy định của Chính phủ [20–21].

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.Q.K.; Xử lý số liệu: N.Q.K.; Viết bản thảo bài báo: N.Q.K.; Chỉnh sửa bài báo: N.Q.K.

**Lời cảm ơn:** Bài báo hoàn thành nhờ vào kết quả của đề tài: “Nghiên cứu sự biến động của một số thành phần môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản bauxite (Ứng dụng thử nghiệm tại 1 khu vực cụ thể)”, Mã số: TNMT.04.39 do TS. Nguyễn Quốc Khánh là chủ nhiệm đề tài. Tác giả trân trọng cảm ơn các ý kiến đóng góp quý báu của các phản biện, góp phần giúp nhóm tác giả hoàn thiện công trình công bố của mình.

**Lời cam đoan:** Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

### Tài liệu tham khảo

1. Đề tài NCKH cấp Nhà nước (mã số 46-A-06-01): “Sử dụng tư liệu viễn thám để thành lập bản đồ cho mục đích khai thác lãnh thổ và bảo vệ thiên nhiên”.
2. Thụy, T.V. Sử dụng kỹ thuật, tư liệu và phương pháp viễn thám để định loại và phân tích cấu trúc thảm thực vật nhiệt đới (lấy ví dụ vườn quốc gia KANHA bang Pradesh India). Tuyển tập các công trình nghiên cứu Địa lý. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội, 1994, tr. 398–405.
3. Dương, N.Đ. Nghiên cứu môi trường bằng kỹ thuật Viễn thám và hệ thống tin Địa lý. Tuyển tập các báo cáo khoa học tại Hội nghị môi trường toàn quốc năm 1998. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà nội, 1999, tr. 1199–1210.
4. Dự án sản xuất thử nghiệm “Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân bố các vùng nhạy cảm môi trường” (Quyết định phê duyệt số 1657/QĐ - BTNMT ngày 29/10/2003).
5. Cự, P.V. và cs. Sử dụng tư liệu viễn thám đa thời gian để đánh giá biến động chỉ số thực vật của lớp phủ hiện trạng và quan hệ với biến đổi sử dụng đất tại tỉnh Thái Bình. Tuyển tập các công trình khoa học, Hội nghị khoa học Địa lý - Địa chính. Hà Nội, 2006, tr. 399–407.
6. Lâm, N.X. và cs. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ “Nghiên cứu ứng dụng phương pháp viễn thám và hệ thống thông tin địa lý phục vụ mục đích giám sát một số thành phần tài nguyên, môi trường tại các khu vực xây dựng công trình thủy điện”, 2006.

7. Thạch, N.N.; Trâm, N.B.; Thu, T.H. Áp dụng Viễn thám và GIS nghiên cứu đánh giá biến động môi trường tỉnh Ninh Thuận. Tuyển tập báo cáo khoa học tại Hội nghị khoa học: Ứng dụng Viễn thám trong nhiên và quản lý cứu môi trường ở Việt Nam. Bộ KHCN&MT quản lý, 1999.
8. Khánh, N.Q. Nghiên cứu sự biến động của một số thành phần môi trường trong hoạt động khai thác bôxít. Tạp chí Môi trường số 10/2013, tr. 31–33.
9. Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite). Proceedings of 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium, Greenbelt, 10-14 December 1973, SP-351, 309–317.
10. Kriegler, F.; Malila, W.; Nalepka, R.; Richardson, W. Preprocessing transformations and their effect on multispectral recognition. Proceedings of the 6th International Symposium on Remote Sensing of Environment. Ann Arbor, MI: University of Michigan, 1969, pp. 97–131.
11. Crippen, R.E. Calculating the vegetation index faster. *Remote Sens. Environ.* **1990**, *34*, 71–73.
12. Richardson, A.; Everitt, J. Using Spectral Vegetation Indices to Estimate Rangeland Productivity. *Geocarto Int.* **1992**, *1*, 63–77.
13. Richardson, A.J.; Wiegand, C. Distinguishing Vegetation from Soil Background Information. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* **1977**, *43*, 1541–1552.
14. Clevers, J.G. The application of a weighted infrared-red vegetation index for estimating leaf area index by correcting for soil moisture. *Remote Sens. Environ.* **1988**, *24*, 53–69.
15. Thông tư số 37/2011/TT-BTNMT ngày 14 tháng 10 năm 2011 của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về định mức kinh tế - kỹ thuật thành lập bản đồ chuyên đề tỷ lệ 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000 bằng tư liệu ảnh vệ tinh.
16. Quyết định số 70/2000/QĐ-ĐC ngày 25 tháng 2 năm 2000 của Tổng cục trưởng Tổng cục Địa chính quy định kỹ thuật số hóa bản đồ địa hình tỉ lệ 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000 và 1:100 000.
17. Thông tư 13/2011/TT-BTNMT ngày 15 tháng 4 năm 2011 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về ký hiệu bản đồ hiện trạng sử dụng đất phục vụ quy hoạch sử dụng đất và bản đồ quy hoạch sử dụng đất tỷ lệ 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10 000; 1:25 000; 1:50 000; 1:100 000; 1:250 000 và 1:1 000 000.
18. Thông tư số 26/2014/TT-BTNMT ngày 28 tháng 05 năm 2014 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định quy trình và định mức kinh tế - kỹ thuật xây dựng CSDL tài nguyên và môi trường.
19. Quyết định số 356/QĐ-TCMT ngày 07 tháng 05 năm 2014 của Tổng cục trưởng Tổng cục Môi trường phê duyệt “Chương trình giám sát lớp phủ mặt đất và mặt nước khu vực dự án khai thác Bauxite ở các tỉnh Đắk Nông, Lâm Đồng trên cơ sở ứng dụng viễn thám và GIS”.
20. Quyết định số 18/2013/QĐ-TTg ngày 29 tháng 3 năm 2013 của Thủ tướng Chính phủ về cải tạo, phục hồi môi trường và ký quỹ cải tạo, phục hồi môi trường đối với hoạt động khai thác khoáng sản.
21. Thông tư số 38/2015/TT-BTNMT ngày 30 tháng 6 năm 2015 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường về cải tạo, phục hồi môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản.

## **Applying remote sensing and GIS systems to monitor the fluctuations of some environmental components due to bauxite mining activities**

**Nguyen Quoc Khanh<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup> Vietnam institute of meteorology, Hydrology and Climate change; khanhrsc@gmail.com

**Abstract:** The mining of bauxite in Vietnam will affect the environment and affect human health. Accurate consideration and assessment is required to ensure that bauxite mining benefits the economy without having an impact on the environment. In recent years, bauxite mining and alumina production can cause many negative impacts on the environment, especially pollution of soil, water, air, ecological environment and degradation of biodiversity. biological form. Therefore, the study and application of geographical information systems (GIS) and remote sensing data (such as Landsat, Vinareadsat-1 and Palsar) to monitor the fluctuations of some environmental components due to mining activities. bauxite production to ensure safety for the environment and biodiversity is essential. The results obtained from the above monitoring activities will help environmental researchers and managers to assess the current status of the environment in the process of bauxite mining, thereby offering protection and protection measures. more effective environmental restoration in the current period.

**Keywords:** GIS; Remote sensing data; Bauxite.