ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ VIỄN THÁM VÀ GIS ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ, THỬ NGHIỆM CHO KHU VỰC BẮC NINH, HẢI DƯƠNG, HẢI PHÒNG VÀ QUẢNG NINH

Nguyễn Thị Lệ Hằng
Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Bài báo trình bày kết quả đánh giá diễn biến chất lượng môi trường không khí bằng công nghệ viễn thám và GIS, thử nghiệm cho khu vực 04 tỉnh Quảng Ninh, Hải Dương, Hải Phòng và Bắc Ninh. Kết quả nhận được cho thấy, phân bố hàm lượng PM 10 xác định từ ảnh vệ tinh có sự phù hợp với các giá trị tại các trạm đo. Trong giai đoạn 2011 - 2014, chất lượng không khí khu vực thử nghiệm có sự cải thiện rõ rệt. Kết quả nhận được trong nghiên cứu cung cấp thông tin giúp các nhà quản lý trong công tác giám sát, đánh giá diễn biến ô nhiễm không khí.

Từ khóa: Viễn thám; GIS; Môi trường không khí; Ảnh Landsat; PM 10.

Abstract

Application of GIS and Remote Sensing Technology to assess air quality change, pilot study in Bac Ninh, Hai Duong, Hai Phong and Quang Ninh

This paper presents the results of applying Remote sensing and GIS technology on assessing the change of the air quality with case studies in four provinces Quang Ninh, Hai Duong, Hai Phong and Bac Ninh. The results showed that PM 10 data identified by remote sensing images match the values from field survey results in Bac Ninh, Hai Duong, Hai Phong and Quang Ninh. In the period of 2011 - 2014, air quality in the study sites tends to improve. The study shows that remote sensing and GIS are effective tools for air quality assessment.

Keywords: Remote Sensing; GIS; Air Environment; Landsat Image; PM 10.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, với sự phát triển nhanh chóng về kinh tế - xã hội tại một số vùng đã dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường không khí [3, 4]. Do đó, ô nhiễm môi trường không khí không chỉ là vấn đề nóng tập trung tại các đô thị mà đã trở thành mối quan tâm của toàn xã hội. Để kiểm soát chất lượng môi trường không khí cần thường xuyên đánh giá diễn biến môi trường không khí trong quá khứ, hiện tại và dự báo tương lai. Ở Việt Nam, nhiều nghiên cứu đã ứng dụng dữ liệu viễn thám và GIS trong đánh giá chất lượng môi trường không khí, song chủ yếu tập trung các khu đô thị, rất ít nghiên cứu đánh giá chất lượng môi trường không khí khu vực khai thác khoáng sản. Các nghiên cứu về môi trường không khí mới chỉ tập trung vào phân tích thống kê từ số liệu đo tại các trạm quan trắc mặt đất, các tác giả [5, 6] đã nghiên cứu khả năng phát hiện ô nhiễm bụi trên khu vực đô thị bằng công nghệ viễn thám nhằm hỗ trợ quan trắc môi trường không khí. Theo [2] ứng dụng mô hình xác định bụi PM 10 trong không khí khu vực Hà Nội bằng dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI. Trong khi đó nghiên cứu diễn biến chất lượng không khí cũng được nhiều nghiên cứu ngoài nước thực hiện dựa trên cơ sở mô hình hóa và kết hợp giữa số liệu đo mặt đất với các dữ liệu khí tượng, dữ liệu phát thải để mô phỏng không gian [9]. Cùng với sự phát triển của công nghệ vũ trụ, với khả năng cung cấp thông tin trên toàn khu vực rộng lớn, công nghệ viễn thám đang được ứng dụng đánh giá chất lượng môi trường một cách hiệu

quả. Hiện nay Quảng Ninh, Hải Dương, Hải Phòng và Bắc Ninh là các địa phương có tốc độ đô thị hóa đang tăng nhanh về số lượng các khu công nghiệp phát triển, cơ sở hạ tầng thường xuyên được nâng cấp và xây dựng mới đã ảnh hưởng không nhỏ đến chất lượng môi trường không khí, làm ảnh hưởng đến sức khỏe của người dân. Do đó mục tiêu của bài báo là đánh giá diễn biến môi trường không khí ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS.

2. Tư liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Tư liệu sử dụng

Để phục vụ nghiên cứu chất lượng không khí theo thời gian, dữ liệu ảnh sử dụng là dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat được tải miễn phí, bao gồm cả ảnh Landsat 7 ETM và ảnh Landsat 8. Ngoài ra, bước hiểu chỉnh khí quyển chỉ thực hiện được với từng kênh ảnh riêng biệt nên ảnh sẽ được ghép theo từng kênh ảnh với nhau.

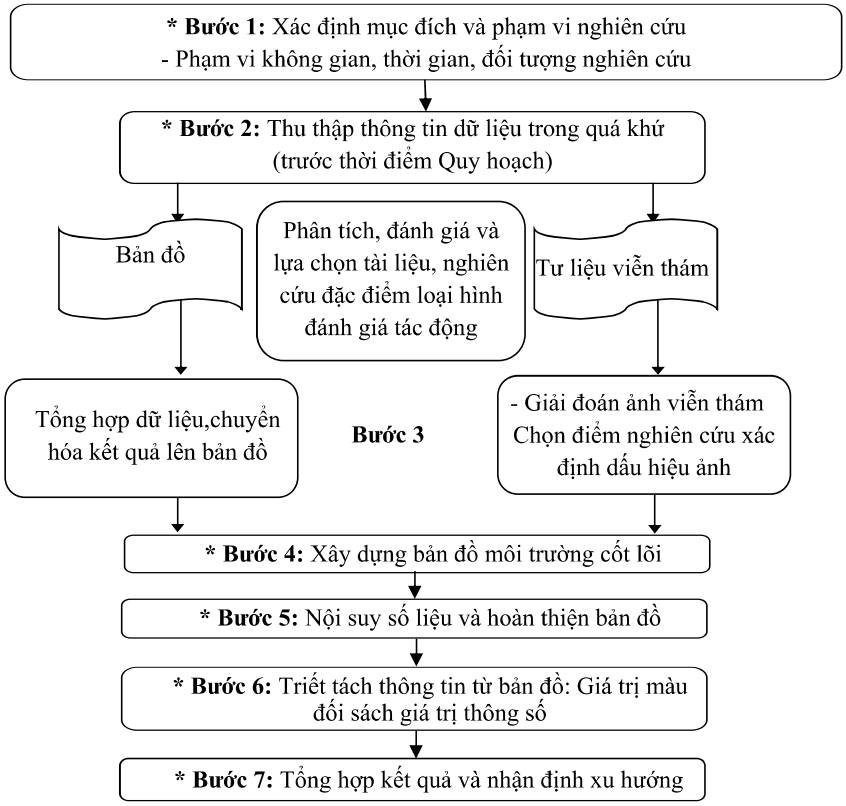
Bảng 1. Dữ liệu ảnh vệ tinh sử dụng

Số hiệu cảnh ảnh	Loại ảnh	Ngày thu nhận
LE71260452011316EDC00	Landsat 7 ETM +	12/11/2011
LE71260462011316EDC00	Landsat 7 ETM +	12/11/2011
LE71260452012319EDC00	Landsat 7 ETM +	13/10/2012
LE71260462012287EDC00	Landsat 7 ETM +	13/10/2012
LE71260452013305EDC00	Landsat 7 ETM +	01/11/2013
LE71260462013305EDC00	Landsat 7 ETM +	01/11/2013
LC81260452014364LGN00	Landsat 8 OLI	30/12/2014
LC81260462014364LGN00	Landsat 8 OLI	30/12/2014

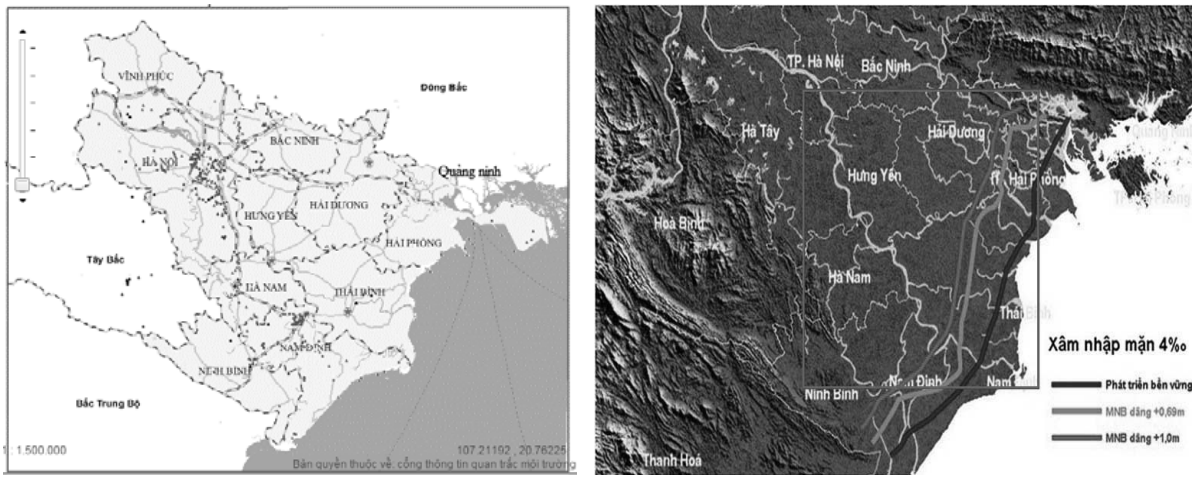
2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Sơ đồ quy trình

Từ phân tích các nghiên cứu trong và ngoài nước, trong nghiên cứu đề xuất quy trình đánh giá diễn biến chất lượng không khí từ dữ liệu viễn thám và GIS như sau:

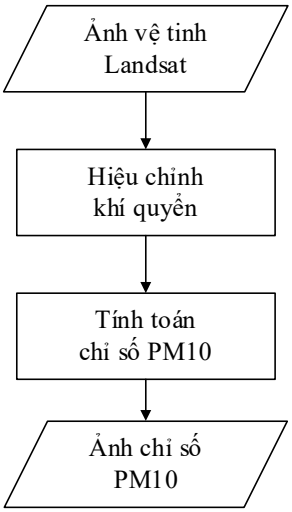


Hình 1: Sơ đồ quy trình chung



Hình 2: Phạm vi nghiên cứu

Các bước thực hiện tính toán chỉ số PM 10 được thực hiện theo quy trình dưới đây:



Hình 3: Quy trình tính toán chỉ số PM 10

Dữ liệu ảnh vệ tinh phải được hiệu chỉnh khí quyển bởi vì với ảnh quang phổ phản xạ thể hiện bởi hai thành phần: phổ phản xạ của thực vật và phổ phản xạ của khí quyển trái đất, điều này gây ảnh hưởng chất lượng, sai khác đặc tính phản xạ của đối tượng.

- Việc chuyển đổi từ DN sang TOA reflectance được tính toán theo 2 bước:

Bước 1. Chuyển đổi từ DN sang TOA reflectance (chưa hiệu chỉnh góc mặt trời)

Đối với ảnh Landsat 8 OLI, việc chuyển đổi được thực hiện theo công thức (1):

$\rho\lambda' = M\rho Qcal + A\rho$(1)

Trong đó:

$\rho\lambda'$ = TOA reflectance (chưa hiệu chỉnh góc mặt trời)

$M\rho$ = REFLECTANCE_MULT_BAND_x, được tìm thấy trong file metadata với x là band ảnh sử dụng để tính toán

$A\rho$ = REFLECTANCE_ADD_BAND_x, được tìm thấy trong file metadata với x là band ảnh sử dụng để tính toán

Qcal là band ảnh sử dụng để tính toán

Đối với ảnh Landsat 7 ETM+, việc chuyển đổi được thực hiện theo công thức (2)

$$L_\lambda = \frac{L\max - L\min}{DN\max - DN\min}(DN - DN\min) + L\min \quad (2)$$

Trong đó, L_λ - giá trị bức xạ phổ; $G_{rescale}$, $B_{rescale}$ - hệ số chuyển đổi; Lmax, Lmin - giá trị bức xạ phổ ứng với DNmax và DNmin ở kênh 6; DNmax - giá trị số lớn nhất (=255), DNmin - giá trị số nhỏ nhất (=1).

Bước 2. Chuyển sang TOA reflectance (hiệu chỉnh góc mặt trời)

$$p_\lambda = \frac{p_{\lambda'}}{\cos\theta_{SZ}} = \frac{p_{\lambda'}}{\sin\theta_{SE}} \quad (3)$$

Trong đó:

ρλ = TOA reflectance (hiểu chỉnh góc mặt trời)

θ_{SE} = SUN_ELEVATION, được tìm thấy trong file metadata (đơn vị độ)

$\theta_{SZ} = 90° - \theta_{SE}$

Bước 3. Công thức tổng hợp

Giá trị phản xạ phổ đối với ảnh LANDSAT ETM+ được thực hiện như sau:

$$\rho = \frac{\pi . L_{\lambda}}{ESUN_{\lambda} . \cos(\theta_s) d^2 .} \quad (4)$$

Trong đó d - khoảng cách thiên văn giữa Trái đất và Mặt trời, được xác định theo công thức:

$$d=(1.0-0.1674.cos(0.9856(D-4))) \quad (5)$$

ở đây D là thứ tự ngày trong năm.

Lλ - giá trị bức xạ phổ nhận được từ bước trên;

ESUNλ - giá trị trung bình bức xạ quang phổ mặt trời;

θs - góc thiên đỉnh (được lấy trong file metadata ảnh LANDSAT)

$$p_{\lambda} = \frac{M\rho Qcal + A\rho}{\cos\theta_{SZ}} = \frac{M\rho Qcal + A\rho}{\sin\theta_{SE}} \quad (6)$$

- Gán band ảnh cần tính toán, chọn đường dẫn lưu file và đặt tên, kết quả được giá trị phản xạ trong khoảng từ 0 → 1

Chỉ số PM 10 được tính toán dựa theo công thức của nghiên cứu đánh giá chất lượng không khí trên quy mô vùng khu vực miền Bắc

$$PM10=396R\lambda1+253R\lambda2-194R\lambda3 \quad (7)$$

Trong đó $R_{\lambda1}$, $R_{\lambda2}$, $R_{\lambda3}$ lần lượt là giá trị phản xạ trên các kênh ảnh blue, green và red

Theo quyết định Số: 878/QĐ-TCMT về hướng dẫn tính toán chỉ số chất lượng không khí (Air Quality Index - AQI), có thể tính toán AQI từ PM 10 theo công thức:

$$AQI = \frac{PM10}{150} * 100 \quad (8)$$

Sau khi tính toán được chỉ số chất lượng không khí, sử dụng bảng xác định giá trị AQI tương ứng với mức cảnh báo chất lượng không khí và mức độ ảnh hưởng tới sức khỏe con người để so sánh, đánh giá, cụ thể như sau:

**Xếp hạng chỉ số chất lượng không khí - AQI*

AQI là chỉ số đại diện cho nồng độ của một nhóm các chất gây ô nhiễm gồm CO, NO_2, SO_2, O_3 và bụi, được sử dụng để đánh giá tình trạng chất lượng không khí ở khu vực ven đường hoặc khu dân cư trong thành phố.

AQI được tính toán dựa trên kết quả đo đạc liên tục nồng độ các chất ô nhiễm bởi hệ thống quan trắc tự động chất lượng không khí của thành phố.

AQI xếp hạng chất lượng không khí thành 5 nhóm, theo điểm và màu tương ứng:

- Tốt (từ 0 đến 50 điểm, màu xanh lá cây)
- Trung bình: (từ 51 đến 100 điểm, màu vàng)
- Kém: (từ 101 đến 200 điểm, màu cam)
- Xấu: (từ 201 đến 300 điểm, màu đỏ)
- Nguy hại: (trên 300 điểm, màu tím)

Bảng 2. Xếp hạng đánh giá AQI

Nhóm điểm	Chất lượng không khí	Ảnh hưởng sức khỏe
0 - 50	Tốt	Không
51 - 100	Trung bình	Nhóm nhạy cảm, đôi khi nên giới hạn thời gian ở ngoài nhà
101 - 200	Kém	Nhóm nhạy cảm, nên hạn chế thời gian ở ngoài

201 - 300	Xấu	Nhóm nhạy cảm, tránh ra ngoài. Những người khác nên hạn chế thời gian ở ngoài
>300	Nguy hại	Mọi người nên ở trong nhà

Tổng hợp kết quả tính toán PM 10:

Bảng 3. Bảng tổng hợp kết quả tính toán PM 10

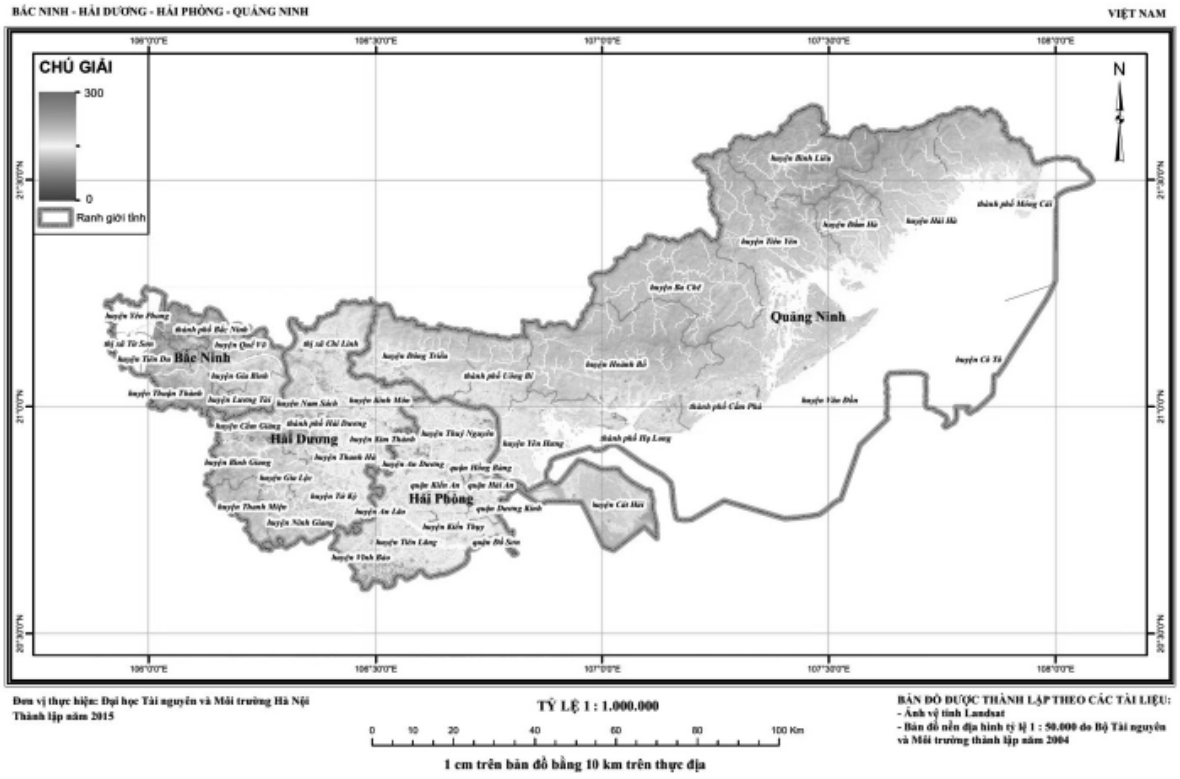
Đơn vị: µg/m³

Năm	Bắc Ninh	Hải Dương	Hải Phòng	Quảng Ninh
2011	65,11	65,45	69,34	65,97
2012	58,90	58,25	61,78	62,66
2013	63,95	68,35	68,55	69,62
2014	63,23	59,91	64,30	64,44

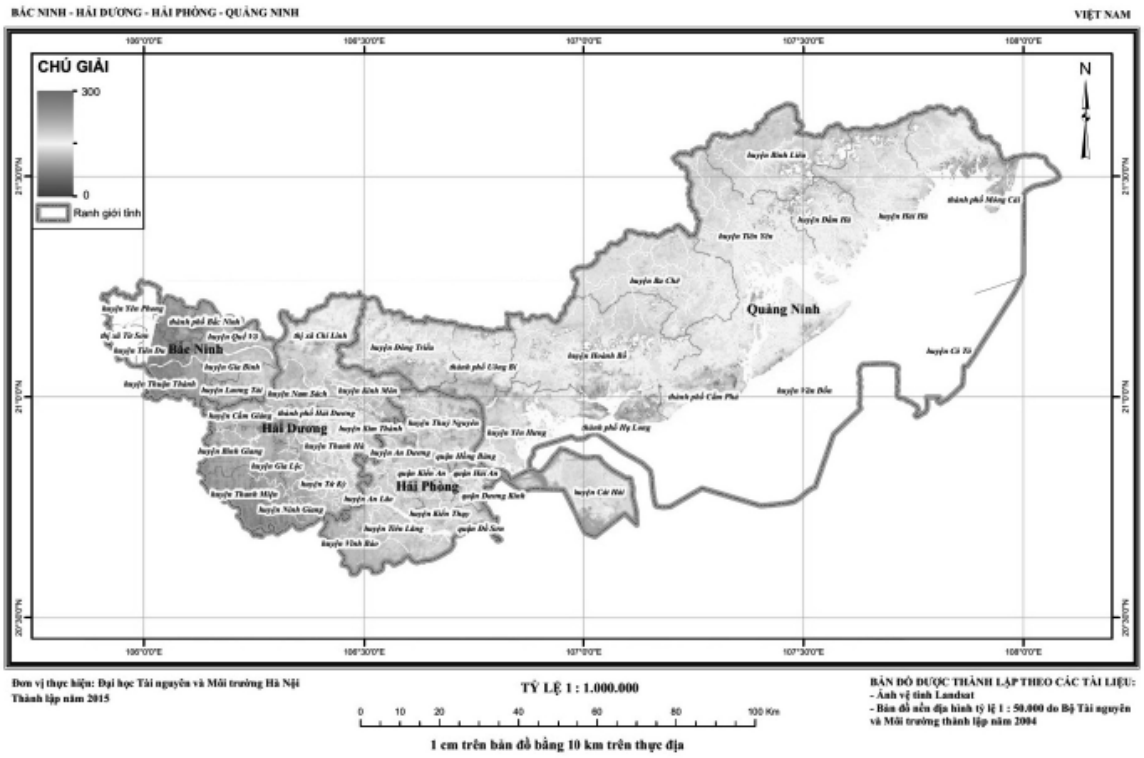
Sau khi có ảnh chỉ số PM 10 của khu vực nghiên cứu, để thể hiện chất lượng không khí một cách trực quan thì phải tiến hành các bước biên tập thành lập bản đồ chất lượng không khí và thể hiện màu theo quy định của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

3. Kết quả và thảo luận

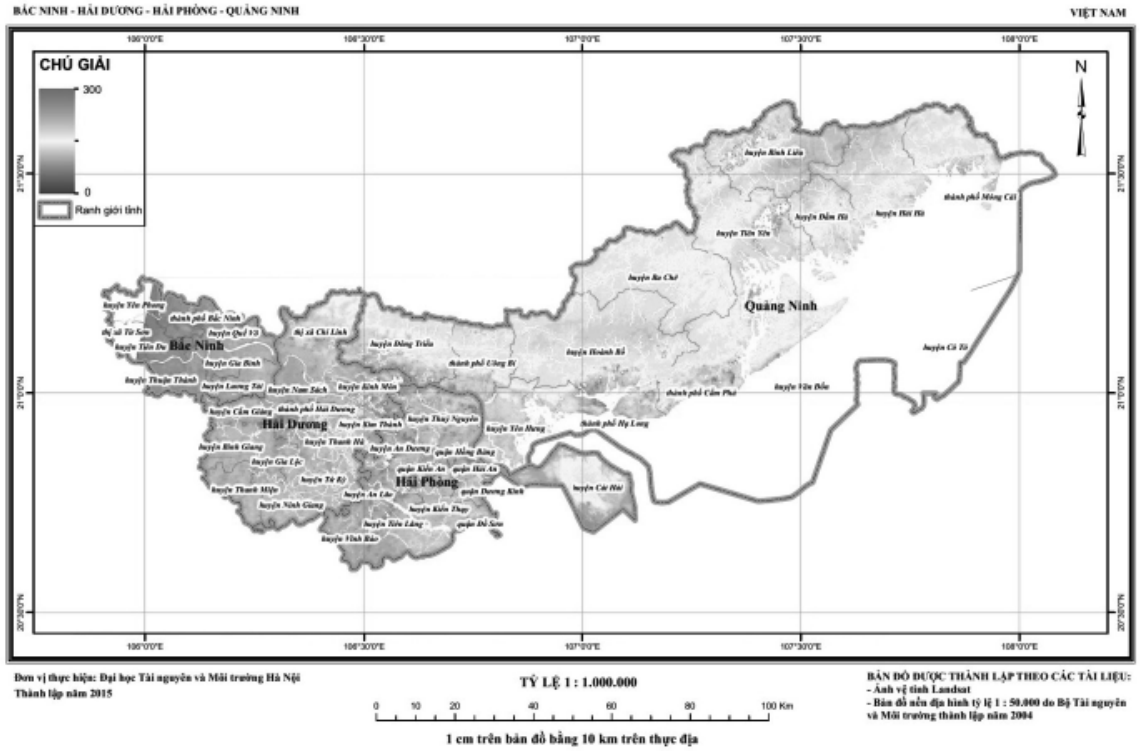
Diễn biến chất lượng không khí tại các tỉnh Quảng Ninh, Hải Dương, Hải Phòng và Bắc Ninh được thể hiện trong các Hình 4, 5, 6 và 7. Trong năm 2011, chất lượng không khí kém xuất hiện chủ yếu ở các tỉnh Bắc Ninh, Hải Dương và Hải Phòng (Hình 4). Quảng Ninh là tỉnh có chất lượng không khí tốt hơn đặc biệt tại các khu vực đồi núi. Tuy nhiên, năm 2012 chất lượng không khí của Quảng Ninh đã bị giảm so với năm 2011. Trong năm này, Bắc Ninh, Hải Dương và Hải Phòng vẫn là địa phương có chất lượng không khí kém hơn (Hình 5).



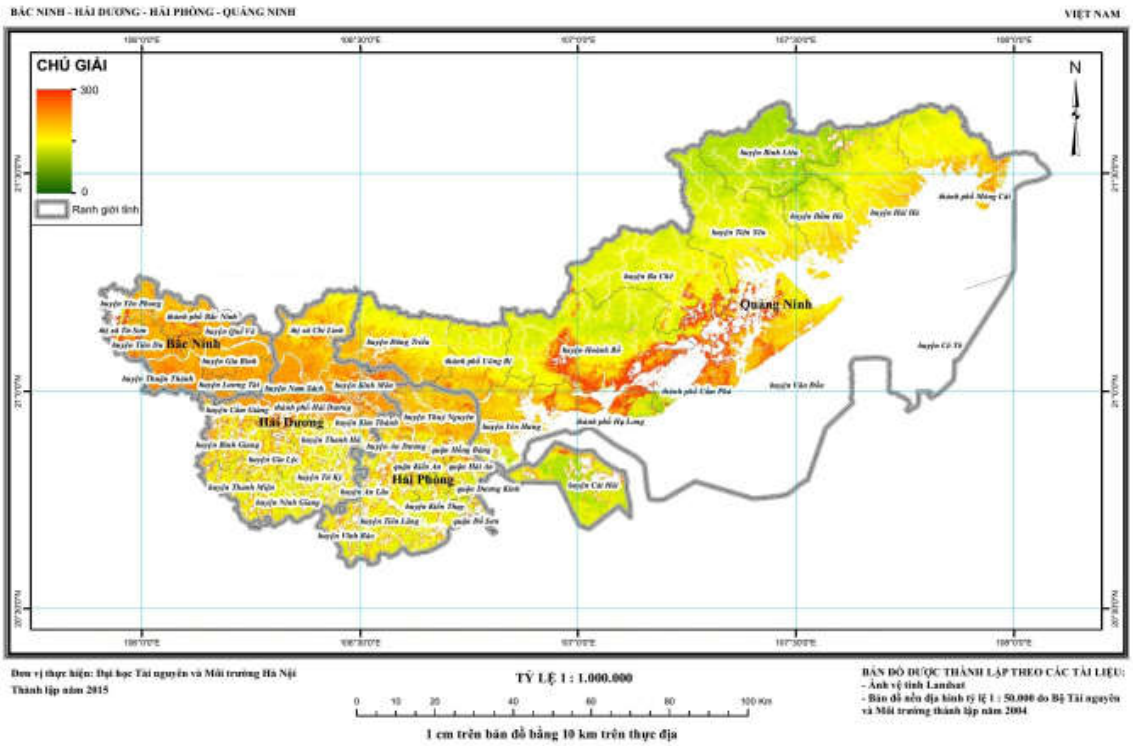
Hình 4: Bản đồ chất lượng không khí năm 2011



Hình 5: Bản đồ chất lượng không khí năm 2011

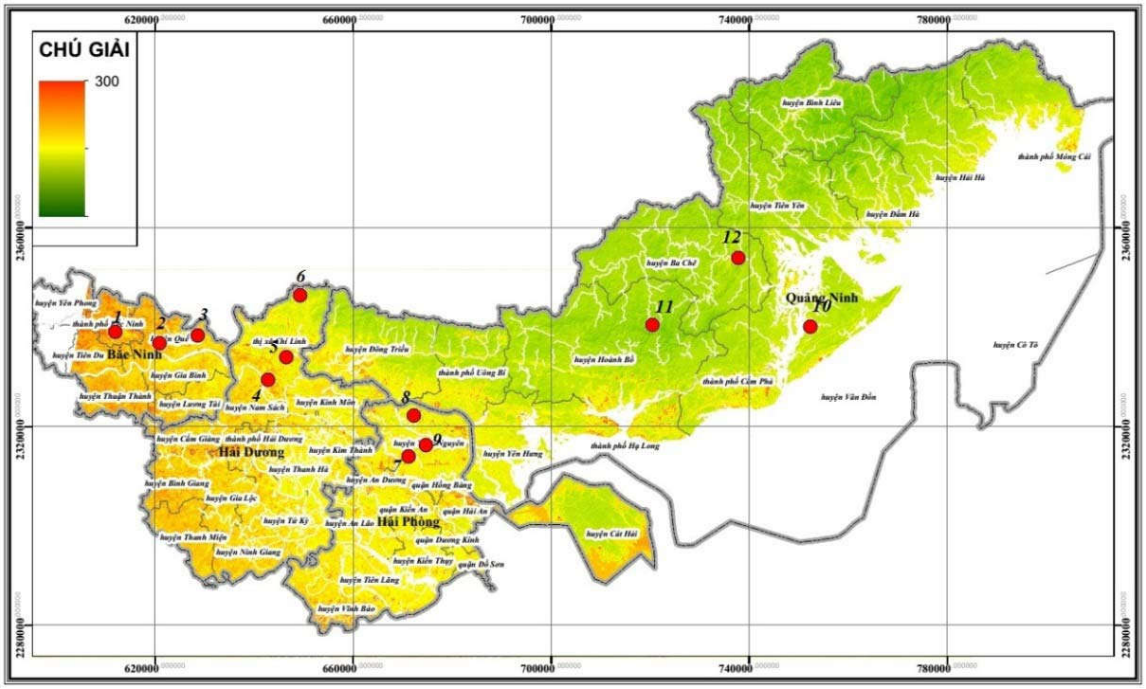


Hình 6: Bản đồ chất lượng không khí năm 2013



Hình 7: Bản đồ chất lượng không khí năm 2014

Giống như hiện trạng năm 2012, trong năm 2013, hiện trạng chất lượng không khí không thay đổi nhiều tại 4 tỉnh. Trong đó, Bắc Ninh là tỉnh có chất lượng không khí kém nhất, sau đó là Hải Dương, Hải Phòng và Quảng Ninh (Hình 6). Đến năm 2014, chất lượng không khí tại tỉnh Quảng Ninh kém hơn so với ba năm trước đó, đặc biệt tại khu vực ven biển phía Nam.



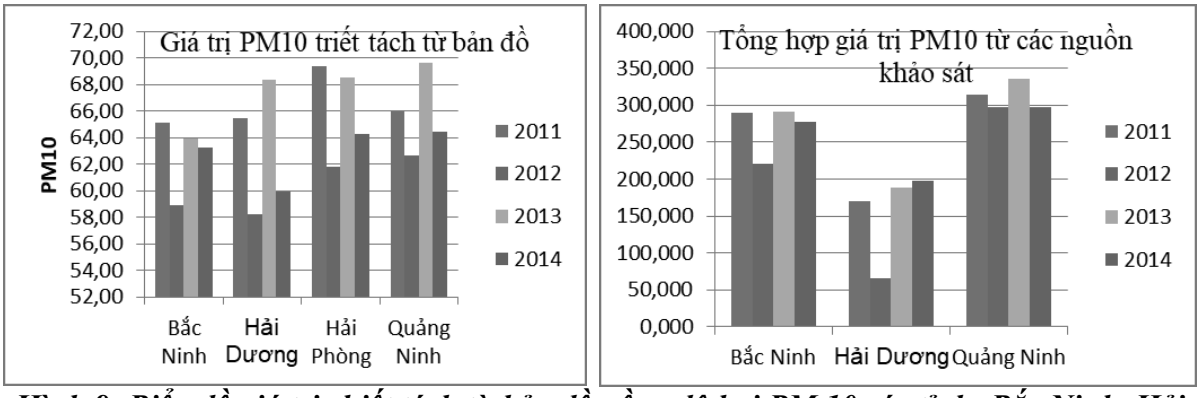
Hình 8: Vị trí lấy mẫu độ bụi PM 10

Việc đánh giá độ chính xác được thực hiện bằng so sánh kết quả khảo sát ngoài thực địa. Bảng giá trị màu chiết xuất từ bản đồ với bảng màu chỉ số ô nhiễm theo QĐ 879/QĐ-TCMT của Tổng cục môi trường - Bộ Tài nguyên và Môi trường về việc ban hành sổ tay hướng dẫn tính toán chỉ số chất lượng nước, ngày 01 tháng 7 năm 2011 (AQI) (Bảng 4).

- Bảng giá trị chiết tách và giá trị chỉ số PM 10 tương ứng:

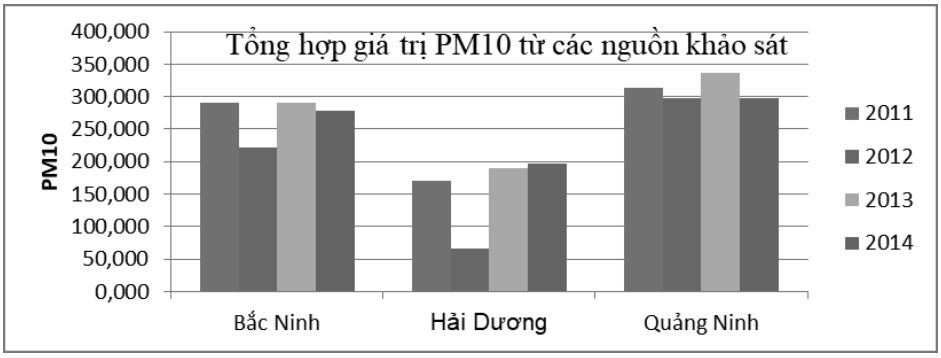
Bảng 4. Giá trị chiết tách và giá trị chỉ số PM 10 tương ứng

Năm	Bắc Ninh		Hải Dương		Hải Phòng		Quảng Ninh	
	Giá trị màu chiết tách	PM 10 (mg/m^3)	Giá trị màu chiết tách	PM 10 (mg/m^3)	Giá trị màu chiết tách	PM 10 (mg/m^3)	Giá trị màu chiết tách	PM 10 (mg/m^3)
2011	43.41	65.11	39.27	65.45	42.63	69.34	42.15	65.97
2012	43.64	58.90	38.83	58.25	45.57	61.78	39.94	62.66
2013	46.23	63.95	41.19	68.35	45.70	68.55	42.87	69.62
2014	43.98	63.23	41.77	59.91	46.42	64.30	42.96	64.44



Hình 9: Biểu đồ giá trị chiết tách từ bản đồ nồng độ bụi PM 10 các tỉnh: Bắc Ninh, Hải Dương, Hải Phòng và Quảng Ninh

- Đối sánh với kết quả tổng hợp từ nhiều nguồn:



Hình 10: Tổng hợp giá trị PM 10 từ các nguồn khảo sát

Kết quả so sánh cho thấy, xu hướng giá trị màu chiết tách phù hợp với xu hướng các số liệu PM 10 tổng hợp từ kết quả khảo sát các tỉnh: Bắc Ninh, Hải Dương, Hải Phòng và Quảng Ninh. Chất lượng không khí liên vùng 3 tỉnh Bắc Ninh, Quảng Ninh và Hải Dương có xu hướng tăng từ 2011 đến 2014. Trong đó, chất lượng không khí trong năm 2012, Quảng Ninh và Hải Dương xu hướng phát thải PM 10 chậm lại so với 2011, sau đó năm 2013, 2014 lại tiếp tục tăng. Nguyên nhân chính là năm 2012 tốc độ phát triển kinh tế và vận hành các khu công nghiệp

của các tỉnh này có xu hướng chững lại do khủng khoảng kinh tế phạm vi toàn cầu. Bắc Ninh nồng độ bụi có xu hướng tăng từ 2011 đến 2014; năm 2011 tăng so với năm 2013, năm 2014 giảm hơn so với năm 2013. Nguyên nhân chủ yếu liên quan đến phát thải bụi từ nhà máy nhiệt điện Phả Lại giảm do chế độ lọc bụi của nhà máy Nhiệt điện Phả Lại có sự cải thiện đáng kể và việc nâng cấp Quốc lộ 18.

4. Kết luận

Nghiên cứu trình bày cơ sở khoa học ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS để đánh giá diễn biến môi trường không khí và thử nghiệm cho 04 tỉnh: Quảng Ninh, Hải Dương, Hải Phòng và Bắc Ninh sử dụng dữ liệu ảnh viễn tham đa thời gian Landsat 7 ETM và Landsat 8. Kết quả cho thấy Chất lượng không khí liên vùng 3 tỉnh Bắc Ninh, Quảng Ninh và Hải Dương có xu hướng tăng từ 2011 đến 2014 cụ thể là Quảng Ninh và Hải Dương năm 2012 xu hướng phát thải PM 10 chậm lại so với 2011, sau đó năm 2013, 2014 lại tiếp tục tăng; Bắc Ninh nồng độ bụi có xu hướng tăng từ 2011 đến 2014; năm 2011 tăng so với năm 2013, năm 2014 giảm hơn so với năm 2013. Kết quả nghiên cứu đã chứng minh tính hiệu quả của công nghệ viễn thám và GIS trong đánh giá diễn biến chất lượng không khí.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Hải Hòa, Nguyễn Thị Hương (2017). *Sử dụng ảnh landsat xây dựng bản đồ phân bố ô nhiễm không khí do hoạt động khai thác khoáng sản tại huyện Hoành Bồ, tỉnh Quảng Ninh.* Tạp chí khoa học và công nghệ lâm nghiệp số 4, 85 - 95.

[2]. Nguyễn Như Hùng, Trần Vân Anh, Phạm Quang Vinh, Nguyễn Thanh Bình, Vũ Văn Hoàng (2018). *Mô hình xác định bụi PM 10 trong không khí khu vực Hà Nội bằng dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat 8 OLI và dữ liệu đo bụi bằng mắt*. Tạp chí Các Khoa học Trái đất và Môi trường, số 34(1), trang 23 - 36.

[3]. Võ Chí Mỹ (2008). *Ứng dụng kỹ thuật địa tin học trong nghiên cứu tài nguyên và môi trường*. Giáo trình sau đại học, trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

[4]. Võ Chí Mỹ (2006). *Đánh giá môi trường chiến lược, công cụ hiệu quả phục vụ quản lý môi trường khai thác khoáng sản*. Tài liệu HNKH CN mỏ, Sa Pa.

[5]. Trịnh Thị Hoài Thu, Lê Thị Thu Hà, Phạm Thị Làn (2012). *So sánh phương pháp phân loại dựa vào điểm ảnh và phân loại định hướng đối tượng chiết xuất thông tin lớp phủ bề mặt từ ảnh độ phân giải.* Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất, số 39.

[6]. Trần Thị Vân, Trịnh Thị Bình, Hà Dương Xuân Bảo (2014). *Nghiên cứu khả năng phát hiện ô nhiễm bụi trên khu vực đô thị bằng công nghệ viễn thám nhằm hỗ trợ quan trắc môi trường không khí.* Tạp chí phát triển khoa học và công nghệ, số 16(2M), 33 - 47.

[7]. Trần Thị Vân, Nguyễn Phú Khánh, Hà Dương Xuân Bảo (2014). *Viễn thám độ dày quang học mô phỏng phân bố bụi PM 10 nội thành Thành phố Hồ Chí Minh*. Tạp chí Khoa học, Đại học Quốc gia Hà Nội, 2: 52 - 62.

[8]. National Aeronautics and Space Administration (NASA). *LANDSAT Science data user's Handbook.*

[9]. Mozumder, C., Reddy, K.V., Pratap, D (2012). *Air pollution modeling from remotely sensed data using regression techniques*. Indian Society of Remote sensing, 41: 269 - 277.

[10]. Luật Bảo vệ môi trường (2014). Quốc hội số 55/2014. QH 13, Hà Nội.

[11]. https://www.usgs.gov/

BBT nhận bài: 07/11/2018; Phản biện xong: 30/11/2018