

**TẠP CHÍ**

# **KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**

**Vietnam Journal of Hydro - Meteorology**

**ISSN 2525 - 2208**



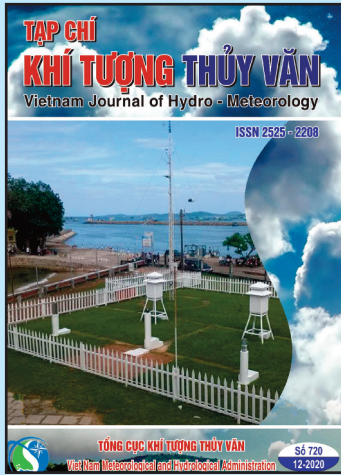
**TỔNG CỤC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN**  
**Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration**

**Số 720**

**12-2020**

## MỤC LỤC

### Bài báo khoa học



**Q. TỔNG BIÊN TẬP**  
**TS. Bạch Quang Dũng**

**Thư ký - Biên tập**  
**TS. Đoàn Quang Trí**

**Trị sự và Phát hành**  
**Đặng Quốc Khánh**

- |                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. GS. TS. Trần Hồng Thái    | 14. TS. Đoàn Quang Trí      |
| 2. GS. TS. Trần Thục         | 15. PGS. TS. Mai Văn Khiêm  |
| 3. GS. TS. Mai Trọng Nhuận   | 16. PGS. TS. Nguyễn Bá Thủy |
| 4. GS. TS. Phan Văn Tân      | 17. TS. Tống Ngọc Thanh     |
| 5. GS. TS. Nguyễn Kỳ Phùng   | 18. TS. Đinh Thái Hưng      |
| 6. GS. TS. Phan Đình Tuấn    | 19. TS. Võ Văn Hòa          |
| 7. GS. TS. Nguyễn Kim Lợi    | 20. TS. Nguyễn Đắc Đồng     |
| 8. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn | 21. GS. TS. Kazuo Saito     |
| 9. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng | 22. GS. TS. Jun Matsumoto   |
| 10. PGS. TS. Dương Văn Khảm  | 23. GS. TS. Jaecheol Nam    |
| 11. PGS. TS. Dương Hồng Sơn  | 24. TS. Keunyong Song       |
| 12. TS. Hoàng Đức Cường      | 25. TS. Lars Robert Hole    |
| 13. TS. Bạch Quang Dũng      | 26. TS. Sooyoul Kim         |

### Giấy phép xuất bản

Số: 225/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền  
thông cấp ngày 08/6/2015

### Tòa soạn

Số 8 Pháo Đài Láng, Đống Đa, Hà Nội  
Điện thoại: 04.39364963; Fax: 04.39362711  
Email: tapchiktvt@yahoo.com

### Chế bản và In tại:

Công ty TNHH Mỹ thuật Thiên Hà  
ĐT: 04.3990.3769 - 0912.565.222

*Ảnh bìa: Trạm Quan trắc Khí tượng bề mặt Phú  
Quốc*

Giá bán: 25.000 đồng

- Lê Đình Quyết, Lê Thị Nguyên Thảo, Vũ Diệu Hồng:** Xây dựng chương trình khai thác và hiển thị số liệu định vị sét kết hợp số liệu thám không vô tuyến tại Phòng dự báo Đài khí tượng thủy văn khu vực Nam Bộ
- Trần Tuyết Mai, Đoàn Văn Hải, Trịnh Thu Phương:** Nghiên cứu ứng dụng công cụ khai thác sản phẩm của hệ thống định hướng cảnh báo lũ quét của Ủy hội sông Mê Công quốc tế (MRCFFGS) phục vụ xác định vùng nguy cơ lũ quét
- Trương Thị Thanh Thủy, Vũ Văn Thắng, Nguyễn Hữu Quyền, Nguyễn Trọng Hiệu, Trần Duy Hiền, Lại Hồng Thanh:** Xây dựng bản đồ phân bố cấp độ tác động của biến đổi khí hậu đến quy hoạch, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng các khoáng sản chủ yếu ở Việt Nam
- Hoàng Hải Sơn, Nguyễn Xuân Anh, Phạm Xuân Thành, Nguyễn Văn Hiệp:** Nghiên cứu cảnh báo sét bằng nguồn số liệu tổng hợp, thử nghiệm cho khu vực Gia Lâm, Thành phố Hà Nội
- Lâm Văn Hạo, Lê Thị Pha Mi:** Ứng dụng viễn thám và GIS theo dõi quá trình đô thị hóa tại thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1989–2019
- Trần Tuấn Hoàng, Phạm Ánh Bình, Nguyễn Phương Đông, Hồ Công Toàn, Nguyễn Thảo Hiền, Châu Thanh Hải:** Đánh giá sự thay đổi lưu lượng về hồ Dầu Tiếng theo các kịch bản biến đổi khí hậu
- Lê Ánh Ngọc, Phạm Đức Ân, Phạm Thanh Long, Nguyễn Thị Liễu, Đoàn Quang Trí:** Phát thải khí nhà kính trong tiểu lĩnh vực trồng trọt và chăn nuôi tại tỉnh Quảng Nam giai đoạn 2010–2018
- Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn**  
Bản tin Dự báo Tình hình Khí tượng, Thủy văn tháng 12 năm 2020

Bài báo khoa học

## **Xây dựng chương trình khai thác và hiển thị số liệu định vị sét kết hợp số liệu thám không vô tuyến tại Phòng dự báo Đài khí tượng thủy văn khu vực Nam Bộ**

Lê Đình Quyết<sup>1\*</sup>, Lê Thị Nguyễn Thảo<sup>1</sup>, Vũ Diệu Hồng<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Đài KTTV KV Nam Bộ; quyet.le74@gmail.com; youko4996@gmail.com;  
vudieuhong15@gmail.com

\* Tác giả liên hệ: quyet.le74@gmail.com; tel: 84-982238137

Ban Biên tập nhận bài: 13/09/2020; Ngày phản biện xong: 27/10/2020; Ngày đăng: 25/12/2020

**Tóm tắt:** Xu thế ứng dụng tin học hóa và tự động hóa đang được ứng dụng mạnh mẽ trong ngành khí tượng thủy văn. Các chương trình xử lý, khai thác, hiển thị dữ liệu trên nền tảng GIS được phát triển mạnh và ngày càng hoàn thiện. Đồng thời kết hợp nhiều nguồn dữ liệu khác nhau một cách tự động hóa, thay thế các công đoạn thủ công truyền thống, dự báo viên sẽ dành nhiều thời gian cho công tác phân tích và dự báo nghiệp vụ hiệu quả hơn. Bài báo này trình bày phương pháp sử dụng ngôn ngữ lập trình Visual Studio 2019 để xây dựng chương trình tự động kết nối với nguồn số liệu sét và bán tự động thu nhận số liệu thám không vô tuyến tự động giải mã số liệu và kết nối cơ sở dữ liệu GIS với định dạng shp, xây dựng các modul thu nhận số liệu thám không vô tuyến (TKVT) tại TP. Hồ Chí Minh; modul thu nhận số liệu định vị sét từ thiết bị TD-350 của hãng Nexstorm; modul hiển thị chỉ số đặc trưng CAPE, CIN, SI, LI, SWEAT của số liệu TKVT; modul hiển thị tự động trên nền tảng GIS của số liệu định vị sét theo lớp bản đồ trực quan đến cấp quận/huyện cho TP. Hồ Chí Minh và các khu vực lân cận. Với mục tiêu khai thác số liệu từ thiết bị định vị sét Nexstorm kết hợp số liệu thám không vô tuyến, nghiên cứu xây dựng một công cụ kết nối hai nguồn số trên phục vụ các dự báo viên, với nguồn số liệu sét sẽ được hiển thị chi tiết đến cấp quận/huyện, xã/phường.

**Từ khóa:** Ứng dụng GIS; Cảnh báo sét cho TP. Hồ Chí Minh và các khu vực lân cận; Các chỉ số đặc trưng CAPE, CIN, SI, LI, SWEAT của số liệu TKVT.

### **1. Mở đầu**

Đã có nhiều nghiên cứu trên thế giới về thiết bị đo sét, hệ thống cảnh báo sét, kèm theo là các phần mềm hiển thị, các công cụ tính toán nhằm xác định vùng tập trung có sét cũng như thời gian sắp xảy ra để thông tin kịp thời đến người dân. Tại Phần Lan hệ thống cảnh báo sét rất hoàn hảo, người ta lắp đặt rất nhiều các thiết bị cảm biến đo sét của hãng Vaisala như Newer modems-LS7001 và 7002, cảm biến sét toàn bộ TLS, cảm biến GLD 360, FMI, các thiết bị định vị quang học từ không gian, nên đã kịp thời phát hiện nhiều trường hợp sét xảy ra, đưa ra những cảnh báo sớm. Tại Singapore, tiêu chuẩn của hệ thống cảnh báo sét là dựa trên các trạm khí tượng NEA. Hệ thống cung cấp các cảnh báo sét chính xác và đáng tin cậy nhất mà không bị gián đoạn. Đây là hệ thống duy nhất được công nhận bởi Cơ quan xây dựng (BCA) do độ tin cậy của nó cao. Hệ thống đã được sử dụng bởi hơn 200 trường và các viện của chính phủ. Hệ thống cảnh báo sét thường được sử dụng cho các khu vườn, khu liên hợp thể thao, sân chơi, công trường... Chẳng hạn thiết bị EN50536 có bán kính hoạt động khoảng 50km có khả năng phát hiện cả sét âm (khi điện tích trái dấu gặp nhau giữa đám mây với mặt đất) hoặc sét dương

(khí điện tích trái dấu gặp nhau giữa đám mây với đám mây). Công ty FlancoIn của Pháp đã chế tạo thành công hệ thống thiết bị cảnh báo sét. Hệ thống thiết bị này có thể đưa ra cảnh báo mấy giờ trước khi xuất hiện sét, phạm vi dự báo chính xác từ 1–3 km. Hệ thống cảnh báo sét này dùng máy cảm biến có độ nhạy cảm đặc biệt để thăm dò quang điện từ sét phát sinh ra. Hệ thống định vị sét quốc gia của Mỹ với 130 trạm với bộ cảm biến IMPACT (*improved accuracy through combined Technology*). Bộ cảm biến IMPACT sử dụng anten từ, anten điện cảm ứng với tần số thấp của tia sét. Sử dụng kỹ thuật định vị từ MDF (*magnetic direction finding*) và thời gian tới TOA (*time of arrival*). Tín hiệu thu được biểu diễn theo thời gian của biên độ trường do dòng sét gây nên. Với công cụ phân tích dạng sóng tìm điểm thời gian mà dòng đạt cực đại, có thể tính chính xác góc tới của tia sét. Tín hiệu được truyền theo vệ tinh từ các bộ cảm biến đến bộ xử lý trung tâm. Ở bộ xử lý trung tâm tổng hợp các số liệu và xác định vị trí phóng điện chỉ sau 20–30 giây. Kết quả cho thấy hệ thống có thể định vị chính xác phóng điện tới 500 m hay xa hơn. Ngoài thông tin về vị trí còn có các thông số sét khác như biên độ, mật độ sét.

Tại Việt Nam, Viện Vật lý Địa cầu năm 2003 đã nghiên cứu lắp đặt mạng trạm định vị phóng điện sét gồm 8 trạm. Thiết bị dựa trên công nghệ thời gian tới và định hướng từ trường để xác định vị trí sét đánh xuống đất. Trên cơ sở kết hợp với các nguồn số liệu khác, các tác giả đã xây dựng bản đồ mật độ sét theo mạng lưới trạm định vị sét, phân vùng mật độ sét. Mới đây tại khu vực sân golf trong sân bay Tân Sơn Nhất đã trang bị thiết bị đo sét, với khả năng xác định sét có thể xảy ra thông qua bộ cảm biến đo điện trường, với phạm vi không gian trong bán kính 32 km. Khi điện trường đạt ngưỡng cảnh báo, thiết bị sẽ kích hoạt còi hú để mọi người ở gần đó có thể nhanh chóng tìm nơi trú, tránh. Năm 2017 tỉnh Đồng Tháp với Đề án “Mua sắm, lắp đặt máy và các thiết bị kết nối trạm cảnh báo dông, sét và trạm tự ghi mực nước bằng phương pháp không dây” trong dự án “Đề án Phòng, chống sét đánh trên địa bàn tỉnh Đồng Tháp đến năm 2020”, tỉnh đã đầu tư lắp đặt 08 trạm báo sét, một trong những mục tiêu chính đó là báo động nhanh cho những bà con đang làm ngoài đồng ruộng khi có sét xảy ra.

Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ thực hiện nhiệm vụ theo dõi phát hiện hiện tượng thời tiết nguy hiểm và cảnh báo như các hiện tượng dông, tố, lốc, mưa đá, sét... Nguồn số liệu sử dụng các nguồn số liệu các trạm KTTV bề mặt, vệ tinh, ra đa thời tiết Nhà Bè, thám không vô tuyến... Tuy nhiên công cụ để kết hợp nguồn số liệu thám không vô tuyến và các thiết bị cảm biến sét là chưa có. Thời gian vừa qua Ủy ban nhân dân thành phố Hồ Chí Minh đầu tư thiết bị TD-350 của hãng Nexstorm để ghi nhận số liệu định vị sét và giao Đài KTTV khu vực Nam Bộ quản lý, vận hành, khai thác dữ liệu, do đó nhu cầu cần có công cụ sử dụng số liệu từ thiết bị định vị sét Nexstorm kết hợp số liệu thám không vô tuyến cảnh báo sét cho thành phố Hồ Chí Minh và một số tỉnh lân cận.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

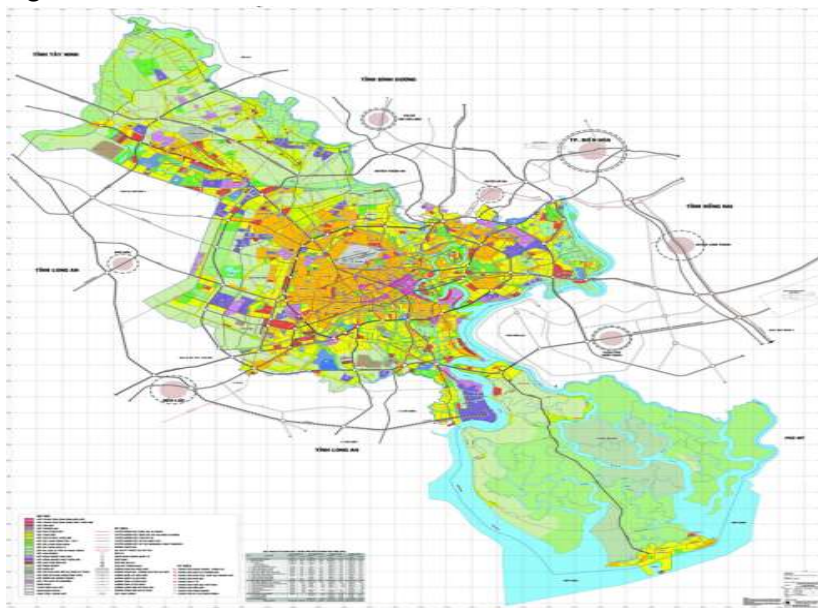
### 2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Thành phố Hồ Chí Minh có tọa độ 10°10' – 10°38' Bắc và 106°22' – 106°54' Đông, Nằm trong vùng chuyển tiếp giữa miền Đông Nam Bộ và đồng bằng sông Cửu Long, với diện tích 2.095,239 km<sup>2</sup>.

Nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, nhiệt độ cao đều trong năm và có hai mùa mưa–khô rõ ràng. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11, mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau. Lượng bức xạ dồi dào, trung bình khoảng 140 kcal/cm<sup>2</sup>/năm. Số giờ nắng trung bình/tháng 160–270 giờ. Nhiệt độ không khí trung bình 27°C. Nhiệt độ cao tuyệt đối 40°C, nhiệt độ thấp tuyệt đối 13,8°C. Lượng mưa cao, bình quân/năm 1.949 mm. Năm cao nhất 2.718 mm (1908) và năm nhỏ nhất 1.392 mm (1958). Số ngày mưa trung bình/năm là 159 ngày. Khoảng 90% lượng mưa hàng năm tập trung vào các tháng mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11. Độ ẩm tương đối của không khí bình quân/năm 79,5%; bình quân mùa mưa 80% và trị số cao tuyệt đối tới 100%; bình quân mùa khô 74,5% và mức thấp tuyệt đối xuống tới 20%.

Về gió, chịu ảnh hưởng bởi hai hướng gió chính và chủ yếu là gió mùa Tây–Tây Nam và Bắc–Đông Bắc. Gió Tây–Tây Nam từ Ấn Độ Dương thổi vào trong mùa mưa. Gió Bắc–Đông Bắc từ biển Đông thổi vào trong mùa khô, khoảng từ tháng 11 đến tháng 2. Ngoài ra có gió tín phong, hướng Nam–Đông Nam, khoảng từ tháng 3 đến tháng 5.

Trong quá trình phát triển và hội nhập, thành phố Hồ Chí Minh luôn khẳng định vai trò là một trung tâm kinh tế, tài chính, thương mại, dịch vụ của cả nước; là hạt nhân của vùng kinh tế trọng điểm phía Nam, một trong ba vùng kinh tế trọng điểm lớn nhất nước và cũng là vùng động lực cho công cuộc phát triển kinh tế–xã hội ở địa bàn Nam Bộ và cả nước theo chiến lược công nghiệp hoá, hiện đại hoá. Vì vậy, nhu cầu cảnh báo và dự báo phục vụ kinh tế–xã hội, an ninh–quốc phòng là rất lớn.



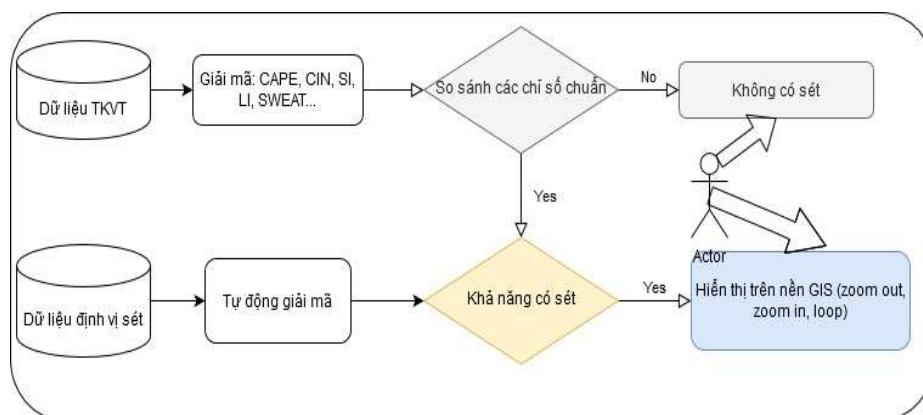
**Hình 1.** Bản đồ hành chính TP. Hồ Chí Minh.

## 2.2. Xây dựng chương trình thu nhập dữ liệu

Với mục tiêu khai thác số liệu từ thiết bị định vị sét Nexstorm kết hợp số liệu thám không vô tuyến chúng tôi xây dựng một công cụ kết nối hai nguồn số trên phục vụ các dự báo viên, với nguồn số liệu sét sẽ được hiển thị chi tiết đến cấp quận/huyện, xã/phường, nghiên cứu đã sử dụng phương pháp như sau:

- Sử dụng ngôn ngữ lập trình Visual Studio 2019 để xây dựng chương trình tự động kết nối với nguồn số liệu sét và bán tự động thu nhận số liệu thám không vô tuyến tự động giải mã số liệu và kết nối cơ sở dữ liệu GIS với định dạng shp.

- Số liệu thám không vô tuyến sau khi tính toán, lựa chọn, được thu nhận sẽ giải mã ra các chỉ số đặc trưng như CAPE, CIN, SI, LI, SWEAT. Sau đó các chỉ số này so sánh với chỉ số chuẩn đã được thống kê trong 5 năm gần đây, chương trình sẽ thống kê, tính toán và hiển thị các giá trị chênh lệch dễ dàng cho dự báo viên khai thác trực tiếp mà không phải thực hiện quá nhiều thao tác. Nguồn số liệu sét sau khi tự động thu nhận, giải mã hiển thị tự động trên chương trình, nguồn số liệu này sẽ được biểu diễn và chạy hiển thị theo thời gian trên nền GIS. Chương trình sẽ có các công cụ như phóng to, thu nhỏ, hiển thị ranh giới cấp tỉnh, quận/huyện hoặc địa danh cũng như hiển thị chuyên động (loop) theo thời gian.



**Hình 2.** Sơ đồ khối chương trình công cụ khai thác và hiển thị số liệu định vị sét kết hợp số liệu thám không vô tuyến.

### 2.3. Thu thập dữ liệu

Để tạo cơ sở dữ liệu, chương trình thu thập dữ liệu hàng ngày của trạm thám không vô tuyến TP. Hồ Chí Minh với mã trạm 48900, với tần suất ngày 2 lần. Nguồn số liệu từ thiết bị định vị sét Nexstorm với tần suất cập nhật 5 phút/ lần. Cuối cùng là nguồn số liệu GIS về địa danh và ranh giới đến cấp quận huyện.

## 3. Kết quả nghiên cứu

### 3.1 Các hoạt động kỹ thuật chính để xây dựng chương trình

#### 3.1.1. Các nguồn dữ liệu đầu vào

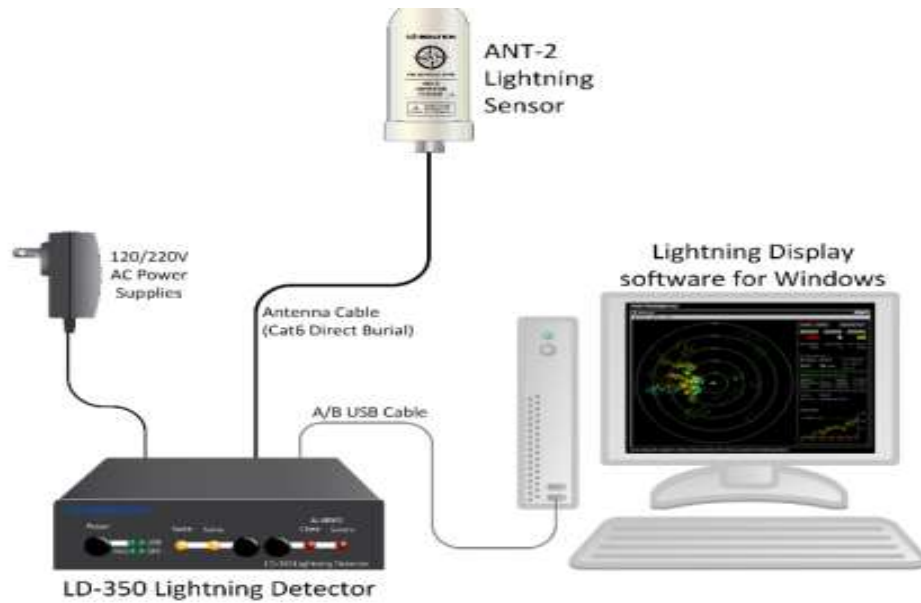
Đầu vào dữ liệu chương trình gồm 3 loại: những tham số đặc trưng đã chuẩn hóa trong 5 năm gần đây; số liệu thám không vô tuyến cập nhật theo ca quan trắc (ngày 2 lần); số liệu định vị sét sẽ cập nhật 5 phút/ lần.

Số liệu thám không vô tuyến sau khi kết thúc ca quan trắc, sẽ được mã hóa theo mã điện FM-35 TEMP theo chuẩn WMO và truyền tải đến các đơn vị khai thác, vì thế chương trình cần kết nối đến nơi lưu trữ mã điện đã chuẩn hóa này. Từ đây dữ liệu được tính toán theo các chỉ số đặc trưng của thám không vô tuyến như: CAPE, CIN, SI, LI, SWEAT.

```

TTAA 01001 48900 99007 26620 04501 00066 25823 02002 92750 22423 33508 85485
18417 34008 70131 09811 01004 50586 05318 01503 40759 14758 12005 30970 29557
07510 25097 39759 07014 20246 51940 10022 15425 67935 09528 10661 78750 09525
88999 77116 08034 408// 31313 44108 82345
TTBB 01008 48900 00007 26620 11951 22618 22937 22405 33905 22037 44803 16223
55793 16640 66744 12409 77621 05641 88580 02839 99510 04507 11470 07150 22466
06958 33449 09356 44380 17360 55346 22556 66311 27561 77310 27561 88269 36331
99248 40361 11232 43561 22189 55131 33171 60550 44148 68531 55115 76558 66114
76558 77109 74359 88100 78756 21212 00007 04501 11947 33005 22918 33508 33844
34008 44828 35505 55733 35001 66653 35007 77622 35006 88597 04006 99588 03005
11444 11005 22433 13505 33394 13005 44360 12002 55296 07011 66282 08011 77266
05511 88260 07011 99236 06514 11186 11521 22136 09031 33124 08527 44116 08034
55107 08523 66100 09525 31313 44108 82345 41414 28408
  
```

**Hình 3.** Số liệu thám không vô tuyến sau khi quan trắc và đã mã hóa theo FM-35 TEMP. Thiết bị Số liệu định vị sét thu thập từ thiết bị LD-350 của Nexstorm.

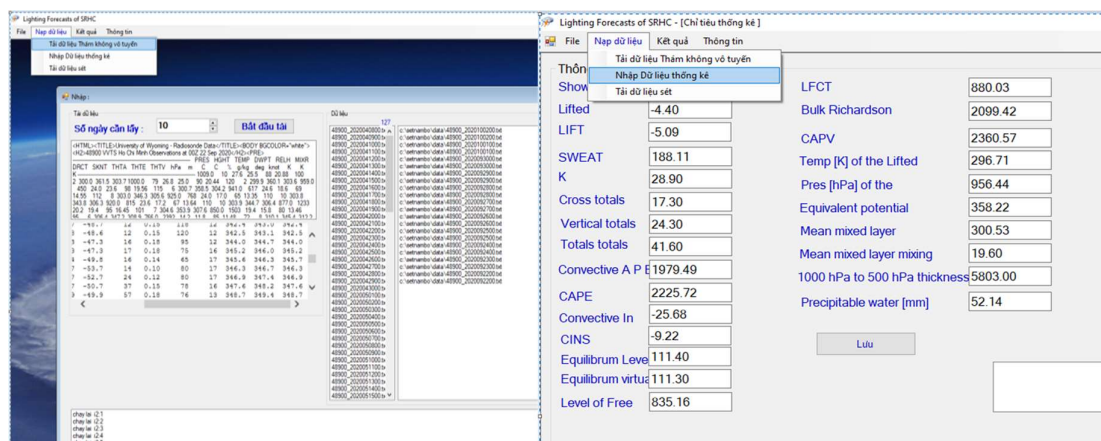


Hình 4. Sơ đồ mô phỏng thiết bị LD-350 của Nexstorm.

Dữ liệu thu nhận được trên thiết bị LD-350 lưu trên máy chuyên dụng sẽ được chương trình tự động tải về phục vụ khai thác.

### 3.1.2. Xây dựng các modul kết nối dữ liệu.

Modul nhập tham số đặc trưng đã chuẩn hóa trong 5 năm gần đây phục vụ tính toán so sánh với số liệu thám không vô tuyến được cập nhật hàng ngày. Modul kết nối thu nhận số liệu thám không vô tuyến được thiết lập bán tự động, sau khi kích hoạt có thể kết nối đến máy chủ lưu trữ và lựa chọn những ngày gần nhất để tải về và lưu trên thư mục trên máy khai thác.



Hình 6. Modul nhập tham số đặc trưng và modul tải dữ liệu của thám không vô tuyến.

Modul kết nối thu nhận số liệu định vị sét được thiết lập tự động, sau khi chương trình được kích hoạt và lưu trên thư mục trên máy khai thác. Với cách làm truyền thống hiện nay khi sử dụng phân tích các chỉ số đòi hỏi dự báo viên phải thực hiện thao tác tải bằng tay với nhiều bước như: nhập đường link máy chủ, nhập tên đăng nhập, nhập mật khẩu, lựa chọn tập dữ liệu, tải về máy tính lưu trữ, sử dụng các chương trình trung gian như RAOB để hiển thị. Sau khi sử dụng modul trên rõ ràng thao tác chỉ còn 2 bước, click chọn tải dữ liệu TKVT và hiển thị theo thời gian, giảm rất nhiều các bước trung gian. Bên cạnh đó, chương trình đã tính toán sẵn sự

chênh lệch với các tham số chuẩn, sẽ dễ dàng cho dự báo viên biết được độ lớn của ca số liệu tăng cao hoặc ngược lại

### 3.2. Xây dựng phương trình dự báo sét từ số liệu TKVT

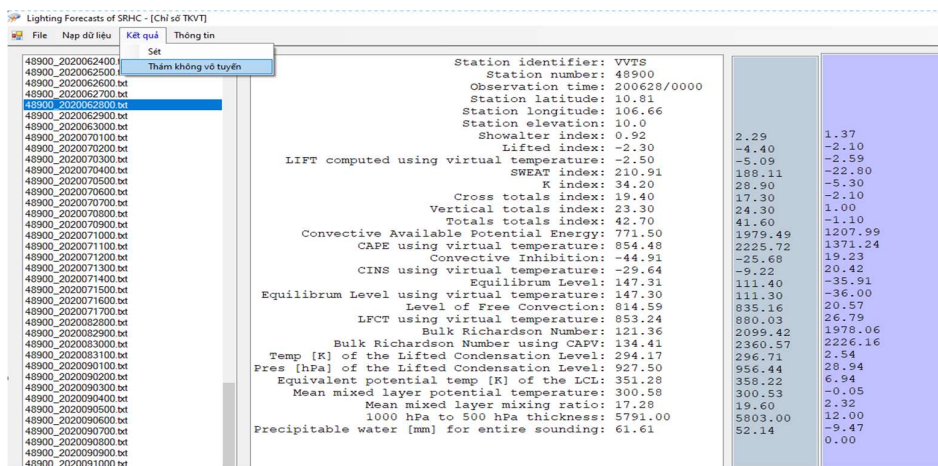
Nghiên cứu thử nghiệm phương pháp tham số trong dự báo sét bằng hàm phân lớp, sử dụng tổ hợp đặc trưng từ nhiệt độ, nhiệt độ điểm sương, nhiệt độ thế vị, nhiệt độ thế vị tương đương, độ ẩm tương đối tại các mực TKVT với các chỉ số SI, LI, KI, CAPE để tìm ra phương trình tổng hợp dự báo cho 5 chỉ số:

Đưa nguồn số liệu TKVT và kết hợp chương trình xây dựng phương trình để tìm ra phương trình dự báo như sau:

$$Y=0.00099*CAPE-0.00148*CIN-0.20604*SI-0.02568*LI-0.0029*SWEAT-0.25634 \quad (1)$$

### 3.3. Kết quả của ứng dụng chương trình

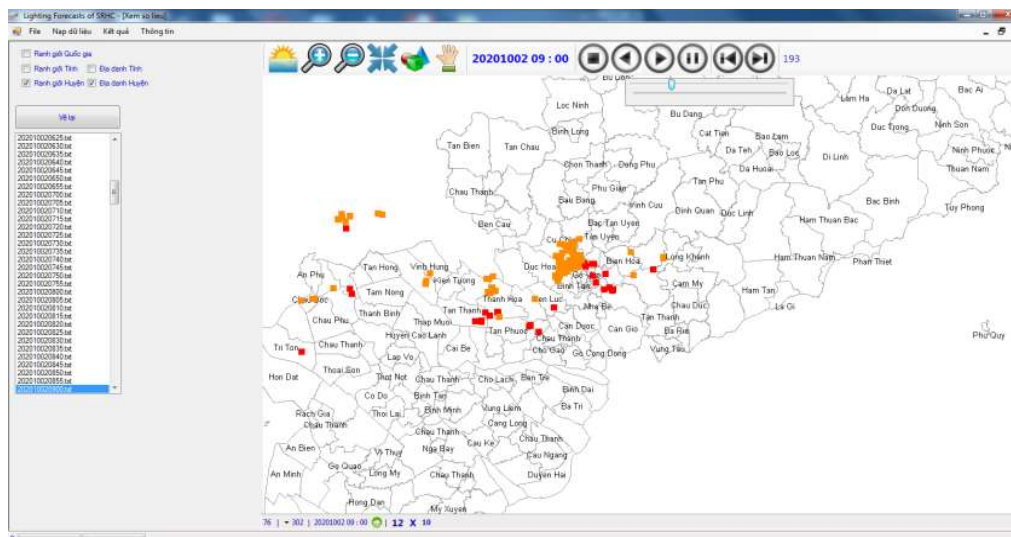
Sau khi dữ liệu được tải đầy đủ chương trình sẽ có modul hiển thị kết quả số liệu thám không vô tuyến và được tính toán so sánh với các tham số chuẩn, với kết quả đó sẽ dễ dàng cho dự báo viên khái quát những dấu hiệu đặc trưng và các nguy cơ xảy ra sét trên khu vực.



**Hình 7.** Kết quả số liệu thám không vô tuyến hàng ngày được tính toán và so sánh với tham số chuẩn (cột 1 thời gian, cột 2 tham số đã được chọn, cột 3: tham số chuẩn, cột 4: giá trị chênh lệch với tham số chuẩn).

Bên cạnh đó, chương trình đã tính toán sẵn sự chênh lệch với các tham số chuẩn, sẽ dễ dàng cho dự báo viên biết được độ lớn của ca số liệu tăng cao hoặc ngược lại. Trên cửa sổ khai thác số liệu định vị sét, hiển thị những số liệu mới nhất mà số liệu được cập nhật tự động, khi lựa chọn chức năng hiển thị chạy, số liệu sẽ biểu diễn liên tục trên nền GIS, với những tùy chọn hiển thị quận/huyện hoặc tỉnh, dự báo viên sẽ dễ dàng theo dõi diễn biến xuất hiện của sét theo không gian và thời gian, kết hợp kết thức chuyên môn khí tượng từ đó đưa những nhận định cảnh báo sét tới những khu vực có nguy cơ xảy ra hiện tượng sét.





Hình 8. Kết quả số liệu định vị sét theo không gian và thời gian.

Trong trường hợp để chương trình chạy tự động, các modul sẽ tự chạy ngầm tải dữ liệu định vị sét và hiển thị tự động trên giao diện của chương trình, thuận tiện cho các dự báo viên tác nghiệp. So với trước năm 2019 việc xem nguồn số liệu định vị sét đã tiến một cách trực quan và nhanh chóng tức thời hơn, với các hình ảnh trước đây trên website <http://promoser.amo.gov.vn> thì chương trình đã có cập nhật hơn và chạy được trên nền GIS thay vì loop các ảnh gif với độ phân giải thấp và không có ranh giới địa danh quận huyện. Các thao tác zoom nhỏ hơn đến lớp phân giải địa lý chi tiết hơn.

#### 4. Kết luận

Chương trình đã được thử nghiệm tại phòng dự báo Đài KTTV KV Nam bộ, bước đầu tự động hóa khai thác số liệu định vị sét và số liệu thám không vô tuyến. Dự báo viên tiết kiệm được rất nhiều thời gian, tập trung khai thác nghiệp vụ chuyên môn trên nền tảng phân tích dữ liệu kết hợp, hạn chế các thác tác thủ công truyền thống như trước kia.

Chương trình đã nhanh chóng khai thác được những nguồn dữ liệu mới nhất, nhanh nhất hiển thị trên nền tảng GIS, với kết quả hiển thị trực quan và sinh động.

Chương trình đã góp phần thử nghiệm tin học hóa, tiến dần đến công nghệ 4G và khẳng định xu thế tất yếu các công tác nghiệp vụ được hiện đại hóa theo chủ trương chung của toàn ngành xã hội nói chung và ngành khí tượng thủy văn nói riêng.

**Đóng góp cho nghiên cứu:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: L.Đ.Q.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: L.Đ.Q.; Xử lý số liệu: L.T.N.T., V.D.H.; Thu thập, phân tích, xử lý số liệu: L.T.N.T., V.D.H.; Xây dựng công cụ phần mềm thu thập, xử lý, tính toán, kết nối, hiển thị dữ liệu: L.Đ.Q., V.D.H.; Viết bản thảo bài báo: L.Đ.Q., L.T.N.T.; Chỉnh sửa bài báo: L.Đ.Q.

**Lời cảm ơn:** Tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự giúp đỡ cung cấp nguồn số liệu của Phòng Thông tin và Dữ liệu khí tượng thủy văn; Trạm thám không vô tuyến Tân Sơn Hòa, trân trọng cảm ơn đồng nghiệp Đài khí tượng Cao không, Lãnh đạo Phòng Dự báo KTTV khu vực Nam Bộ, Lãnh đạo Đài KTTV khu vực Nam Bộ đã tạo điều kiện để nhóm tác giả thực hiện nghiên cứu này.

**Lời cam đoan:** Tập thể 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. Anh, N.X. Nghiên cứu xây dựng quy trình công nghệ phòng chống sét cho các công trình xây dựng ở Việt Nam. Viện Vật lý địa cầu, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, 2013.
2. Cường, H.P. Quy trình theo dõi cảnh báo dông, sét và các hiện tượng thời tiết nguy hiểm kèm theo như tố, lốc, mưa đá, mưa lớn cục bộ, đề tài NCKH cấp Bộ: Nghiên cứu xây dựng hệ thống giám sát việc thực hiện quy trình dự báo và đánh giá chất lượng dự báo khí tượng thủy văn, cảnh báo thiên tai, mã số: TNMT.2016.05.18, 2017.
3. Lan, L.T.X. Báo cáo chuyên đề “Nghiên cứu đặc điểm khí hậu – khí tượng phục vụ nghiên cứu dông sét khu vực ba huyện Tân Biên, Tân Châu và Bến Cầu, tỉnh Tây Ninh”, Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ, 2010.
4. Lan, L.X. Đặc điểm khí hậu và thủy văn thành phố Hồ Chí Minh, Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ, thành phố Hồ Chí Minh. 2004.
5. Thanh, L.N. Báo cáo kết quả nghiên cứu khoa học – Đề tài Nghiên cứu nguyên nhân gây ra dông sét và đề xuất các giải pháp phòng tránh làm giảm nhẹ thiệt hại trong khu vực Tân Biên, Tân Châu và Bến Cầu, tỉnh Tây Ninh, Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Tây Ninh, Viện Địa lý Tài Nguyên TP. Hồ Chí Minh, 2010.
6. Tiên, T.T.; Dung, Đ.T.H. Nghiên cứu phương pháp dự báo dông cho sân bay Nội Bài theo trường khí tượng dự báo bằng mô hình ETA, Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự Nhiên và Công nghệ 25, 2009.
7. Quyết định (dự thảo năm 2019, của Tổng cục Trưởng Tổng cục KTTV) Ban hành Hướng dẫn thực hiện Quy trình kỹ thuật và Quy định phân công trách nhiệm trong việc cảnh báo dông, sét, tố, lốc, mưa đá và mưa lớn cục bộ.
8. Junior, O.P.; Zepka, G.S.; Cardoso, I.; Saraiva, A.C.V. A 24–Hour Lightning Forecast System in Brazil. *J. Aerosp. Technol. Manag.* **2015**, 7, 396–397.
9. Holle, R.L. Diurnal variations of NLDN cloud-to-ground lightning in the United States. *Mon. Weather Rev.* 2014, 142, 1037–1052.
10. Holle, R.L.; Brooks, W.A.; Cummins, K.L. Seasonal Lightning Distributions over North America. Proceeding of 24<sup>th</sup> International Lightning Detection Conference & 6<sup>th</sup> International Lightning Meteorology Conference 18–21 April, San Diego, California, USA, 2016, 1–8.
11. Doswel, C.A. Short-range forecasting in Mesoscale Meteorology, Ed. P. Ray. *Am. Met. Soc.* Boston, Massachusetts, 1986.
12. Charler, A. Rosenfeld. Severe Convective Storms—An Overview. Severe Convective Storm, A Meteorological Monograph. *Am. Meteorol. Soc.* **2001**, 28, pp.71.
13. RAOB Version 5.4. The Complete Rawinsonde Observation Program. Use Guide and Technical Manual.
14. <https://www.inspirentech.co/lightning-warning-system>
15. <http://toasystems.com/news/saving-lives-improving-thunderstorm-forecasting-malaysia/>
16. <http://stormhighway.com/types.php>
17. <http://globalsailingweather.com/thunderstorms.php>

## **Writing a program for exploiting and displaying combined data of lightning detection and radiosonde sounding at forecast department of Southern Regional Hydro–meteorological Center**

**Le Dinh Quyet<sup>1</sup>, Le Thi Nguyen Thao<sup>1</sup>, Vu Dieu Hong<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Southern Regional Hydrometeorological Center; quyet.le74@gmail.com; youko4996@gmail.com; vudieuhong15@gmail.com

**Abstract:** In the modern world, applying computerization and automation in hydrometeorology has been widely used. Programs for processing, exploiting and displaying data on the Geographic Information System (GIS) have been strongly developed and more and more perfect. Also, combining automatically different data sources at the same time, replacing traditional manual methods so that forecasters could spend more time on analyzing and forecasting mission. This article presents the method of using the Visual Studio 2019 programming language to write a program which automatically connects to lightning data source and semi–automatically receives radiosonde sounding data. Also, it can automatically decodes data and connects GIS database with (.shp) format, builds modules to receive radiosonde sounding (RS) data in Ho Chi Minh City; modules to receive lightning detection data from TD–350 device of Nexstorm; modules to display the typical indicators of the RS data CAPE, CIN, SI, LI, SWEAT and modules that can automatically displays lightning detection data on GIS platform according to map layer in detail at district levels in Ho Chi Minh City and other areas nearby. With the aim of exploiting data from the Nexstorm lightning detection and the radiosonde sounding data, we make a tool to connect the two above digital sources for forecasters, with lightning data will be displayed in detail at district, commune/ward levels.

**Keywords:** GIS application; Lightning warning for the Ho Chi Minh City and other nearby areas; The typical indicators of radiosonde sounding data CAPE, CIN, SI, LI, SWEAT.

Bài báo khoa học

## Nghiên cứu ứng dụng công cụ khai thác sản phẩm của hệ thống định hướng cảnh báo lũ quét của Ủy hội sông Mê Công quốc tế (MRCFFGS) phục vụ xác định vùng nguy cơ lũ quét

Trần Tuyết Mai<sup>1\*</sup>, Đoàn Văn Hải<sup>2</sup>, Trịnh Thu Phương<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Phòng Dự báo thủy văn Bắc Bộ, Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn quốc gia; tuyetmai1110@gmail.com

<sup>2</sup> Phòng Dự báo Thủy văn Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ, Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn quốc gia; hai110684@gmail.com

\* Tác giả liên hệ: tuyetmai1110@gmail.com; Tel.: +84-972536375

Ban Biên tập nhận bài: 25/8/2020; Ngày phản biện xong: 01/10/2020; Ngày đăng: 25/12/2020

**Tóm tắt:** Lũ quét là một trong những thảm họa tự nhiên gây chết người nhiều nhất, thường do mưa với cường suất lớn xảy ra trên các sông miền núi có độ dốc lớn và cấu trúc đất kém. Do vậy việc cảnh báo sớm lũ quét để giảm thiểu thiệt hại gây ra là vô cùng quan trọng. Để hỗ trợ cho công tác cảnh báo lũ quét hiện nay, Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia đã nghiên cứu phương pháp tính toán xác định nguy cơ lũ quét dựa trên sản phẩm của hệ thống định hướng cảnh báo lũ quét của Trung tâm nghiên cứu thủy văn Hoa Kỳ (MRCFFGS) và tổ hợp các sản phẩm mưa dự báo số trị đang sử dụng tại Trung tâm. Công cụ tính toán nguy cơ lũ quét được viết trên ngôn ngữ lập trình C-Sharp. Kết quả nghiên cứu đã được cảnh báo thử nghiệm cho 3 đợt lũ quét đã xảy ra trong tháng 10/2020 tại các tỉnh Trung Trung Bộ. Kết quả cho thấy, bản đồ nguy cơ lũ quét đều khoanh vùng nguy cơ rất cao đối với các khu vực đã xảy ra lũ quét. Việc ứng dụng công cụ này được kỳ vọng sẽ đóng góp vào việc nâng cao chất lượng cảnh báo lũ quét, phục vụ cho công tác phòng và giảm thiểu thiệt hại do thiên tai gây ra.

**Từ khóa:** Lũ quét; Mưa số trị; FFG; FFFT.

### 1. Mở đầu

Lũ quét, sạt lở đất là hiện tượng tự nhiên, chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố và thường xảy ra ở những lưu vực sông suối miền núi; xuất hiện phức tạp, bất ngờ trên khu vực nhỏ khi hội tụ đủ yếu tố bất lợi về mưa, điều kiện địa hình, địa chất và lớp phủ. Theo thống kê, 105/139 quốc gia trên toàn thế giới cho rằng lũ quét là một trong những hiểm họa quan trọng nhất [1]. Lũ quét được coi là một trong những thảm họa thiên nhiên gây thiệt hại về người nhiều nhất thế giới, khoảng 5.000 người trên khắp thế giới đã thiệt mạng về lũ quét [2]. Do vậy, ở hầu hết các nước, cảnh báo và dự báo lũ quét được xem như một biện pháp đặc biệt, rất quan trọng trong số các biện pháp phi công trình để phòng tránh lũ quét. Trong những thập niên gần đây, nhiều nghiên cứu tiếp cận cảnh báo lũ quét dựa trên chỉ số nguy cơ lũ quét Flash Flood Potential Index (FFPI) [3-5]. FFPI mô tả định lượng tiềm năng lũ quét của một lưu vực dựa trên những đặc tính tĩnh của nó gồm độ dốc, lớp phủ bề mặt, sử dụng đất, loại và cấu trúc của đất. Phương pháp đơn giản để xác định FFPI là sử dụng công nghệ GIS với 4 lớp dữ liệu dạng raster gồm có độ dốc, phủ thực vật/sử dụng đất, đất, mật độ rừng/thực vật và trung bình hóa số học để xây dựng cơ sở dữ liệu (CSDL). Mặc dù phương pháp FFPI được xây dựng và

sử dụng đơn giản nhưng phương pháp chưa xét đến những điều kiện tức thời như độ ẩm và dòng chảy sông suối, do vậy kết quả của phương pháp chỉ được sử dụng để tham khảo. Hiện nay, hướng nghiên cứu cảnh báo lũ quét phổ biến đó là dựa trên ngưỡng mưa sinh lũ quét FFG (*Flash Flood Guidance*) và xác định ngưỡng dòng chảy tràn bờ (*Q bankfull*). Cơ sở xây dựng FFG đã được nhiều tác giả nghiên cứu và phát triển từ đầu những năm 90. Năm 1993 NOAA, Mỹ đã xác định nguy cơ lũ quét [3,4,5], phát triển mô hình và triển khai ứng dụng cho vùng có diện tích từ 2.000–4.000 km<sup>2</sup> để tính nguy cơ lũ quét theo tần suất mưa thời đoạn (1,2,4, 5 và 6 giờ). Mô hình ứng dụng cách tiếp cận ngưỡng mưa thời đoạn tại các tiểu lưu vực, xác định lũ theo ngưỡng mưa phục vụ cảnh báo lũ quét có thể xảy ra tại mỗi tiểu lưu vực nếu mưa thời đoạn vượt ngưỡng dòng chảy tràn ở cửa ra của tiểu lưu vực. Ưu điểm của phương pháp là sau khi chạy mô hình, mỗi tiểu lưu vực sẽ được xác định và gán cho một ngưỡng mưa R. Trong thực tế, số liệu mỗi thời đoạn mưa (từ đo đạc, viễn thám) được sử dụng để tính lượng mưa hiệu quả và được so sánh với R, nếu vượt qua R sẽ được cho là có nguy cơ lũ quét. Đây là phương pháp đơn giản, dễ áp dụng trong GIS vì có tính chất ứng dụng cao. Hiện nay, phương pháp này đang được coi là một trong những phương pháp cảnh báo lũ quét hiện đại nhất trên thế giới, và phương pháp này đang được khai thác và ứng dụng ở nhiều quốc gia. Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này là chỉ tính R tại mỗi cửa ra của tiểu lưu vực và từ đó xác định lũ quét cho toàn bộ tiểu lưu vực đó, như vậy có thể dẫn tới cảnh báo không khả năng gây lũ quét ở những nơi thượng nguồn của tiểu lưu vực.

Một hướng tiếp cận khác trong phòng chống lũ quét liên quan đến các chỉ số cảnh báo sớm (*early-warning index*), đặc biệt là chỉ số liên quan yếu tố ngưỡng mưa [6]. Đây là hướng mà một số nước tiên tiến xây dựng cho các hệ thống cảnh báo lũ quét dựa trên nguồn dữ liệu viễn thám; các mô hình dự báo dòng chảy; dự báo mức độ bất ổn định [7]. Các phương pháp điển hình theo hướng tiếp cận này tại các nước như:

- Hệ thống FFGS do Cơ quan thời tiết Hoa Kỳ phát triển và sử dụng để giám sát và dự báo khả năng lũ quét có thể xảy ra.
- Nhật đã xây dựng phương pháp chỉ số Soil Water Index (SWI) [8].
- Đài Loan xây dựng phương án dựa trên chỉ số Kích hoạt mưa Rainfall Triggering Index.

Nghiên cứu lũ quét ở Việt Nam bắt đầu từ những năm 90 của thế kỷ trước. Trong thời kỳ đầu nghiên cứu về lũ quét, các tác giả chủ yếu tập trung vào nghiên cứu nguyên nhân hình thành lũ quét và các biện pháp phòng tránh. Những năm gần đây, nghiên cứu về lũ quét đã xác định các mối quan hệ giữa mưa, dòng chảy sinh lũ quét, thiết lập hệ thống trạm cảnh báo lũ quét. Năm 2009, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường thực hiện Dự án: “Điều tra, khảo sát, phân vùng và cảnh báo khả năng xuất hiện lũ quét ở miền núi Việt Nam–Giai đoạn 1” [9]. Dự án này đã sử dụng phương pháp Đường tới hạn (CL) theo Chỉ dẫn của Bộ Xây dựng và Cơ sở hạ tầng Nhật bản để xác định ngưỡng gây lũ quét trên cơ sở mối quan hệ lượng mưa tích lũy và cường độ mưa lớn nhất trong một trận mưa. Nhược điểm của dự án là bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét chủ yếu được xây dựng trên cơ sở các dữ liệu tĩnh, chưa xây dựng được hệ thống bản đồ động được tích hợp trên nền GIS phục vụ công tác cảnh báo lũ quét. Năm 2012–2017, Viện Khoa học khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu tiến hành thực hiện tiếp nối giai đoạn 2 với dự án: “Điều tra, khảo sát, xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ xảy ra lũ quét khu vực miền Trung, Tây Nguyên, và xây dựng hệ thống thí điểm phục vụ cảnh báo cho các địa phương có nguy cơ cao xảy ra lũ quét phục vụ công tác quy hoạch, chỉ đạo điều hành phòng tránh thiên tai thích ứng với biến đổi khí hậu” [10]. Dự án đã xây dựng được hệ thống cảnh báo lũ quét của Việt Nam (VNFFG) bao gồm hai hệ thống con là hệ thống tác nghiệp cảnh báo lũ quét VNOFFG hoạt động bằng cách sử dụng các ước tính lượng mưa trực tuyến theo thời gian thực; hệ thống phân tích VNAFFG cập nhật tham số hệ thống và phân tích kết quả cảnh báo cũng như các thông tin trung gian. Trong những năm gần đây, Trung tâm Dự báo KTTV quốc gia đã ứng dụng các sản phẩm của hệ thống cảnh báo lũ quét của Ủy Ban sông Mê Kông MRCFFG (các bản đồ ngưỡng mưa định hướng sinh lũ quét, bản

đồ rui ro lũ quét, bản đồ độ ẩm đất,...) trong công tác cảnh báo lũ quét nhằm phục vụ phòng chống và giảm thiểu thiệt hại do thiên tai gây ra. Hiện tại, Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn quốc gia đang khai thác nhiều nguồn mưa số trị với độ phân giải cao như IFS, GSF, GSM và WRF 3km. Việc xây dựng công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét (FFFT) dựa trên sản phẩm FFG của hệ thống MRCFFGS và các sản phẩm mưa hiện có của Trung tâm sẽ góp phần nâng cao chất lượng cảnh báo lũ quét hiện nay để giảm thiểu thiệt hại do thiên tai gây ra. Nghiên cứu tập trung vào các tỉnh vùng núi các khu vực Tây Bắc, Việt Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Kết quả nghiên cứu bước đầu đã được ứng dụng cảnh báo nguy cơ lũ quét cho các khu vực được áp dụng trong tháng 10/2020 ở khu vực Trung Trung Bộ.

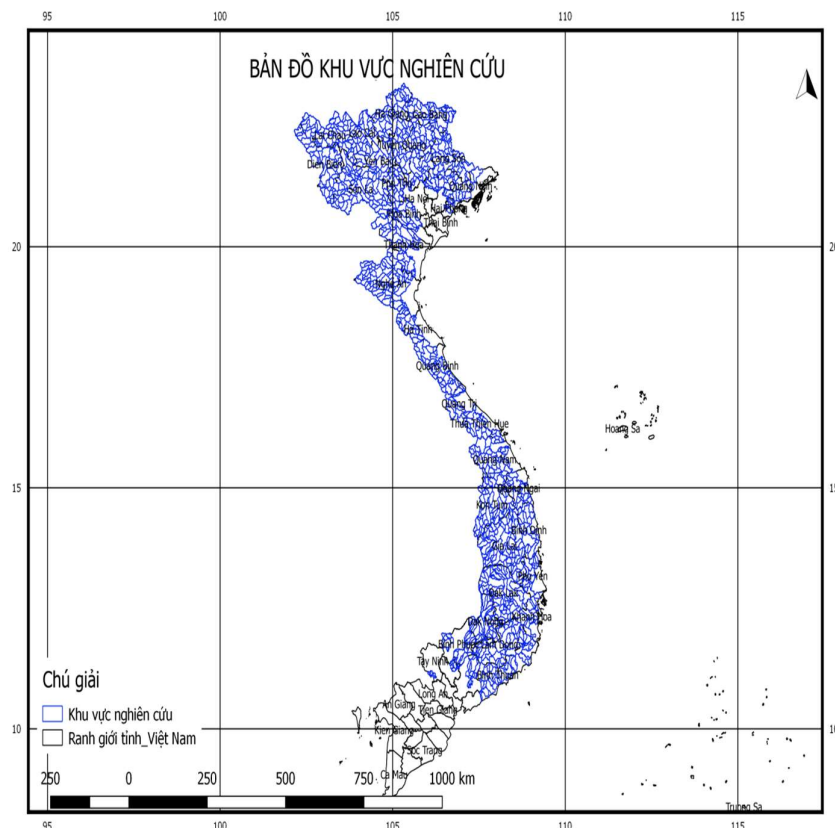
## 2. Phương pháp nghiên cứu và xây dựng công cụ

### 2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu được tập trung thực hiện cho các khu vực vùng núi nơi hay xảy ra lũ quét. Các khu vực đó gồm có: Khu vực vùng núi Việt Bắc, Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, Trung Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên (Hình 1).

Một số khu vực có tần suất xảy ra lũ quét nhiều hơn như:

- Miền Bắc: Thượng nguồn sông Đà tại các tỉnh Lai Châu, Điện Biên, Sơn La (các lưu vực sông Nậm Pồ, Nậm Mực, Nậm Pàn, Nậm La; Thượng nguồn sông Chảy thuộc tỉnh Lào Cai, Yên Bái; Thượng nguồn sông Lô thuộc tỉnh Hà Giang; Thượng nguồn sông Cầu thuộc tỉnh Bắc Cạn. Thời gian xảy ra lũ quét, sạt lở đất thường xảy ra vào khoảng từ tháng 5 - tháng 10, tập trung vào mùa lũ chính vụ (tháng 6, 7).
- Miền Trung: Hữu ngạn sông Mã (Thanh Hoá); Lưu vực khe Luông; Hữu ngạn sông Cả (Nghệ An), thượng nguồn sông suối thuộc tỉnh Nghệ An (Thời gian xảy ra thường khoảng tháng 9,10); Lưu vực khe Choang; Sông Đại Giang thuộc Lệ Thủy tỉnh Quảng Bình; Thượng nguồn sông Bến Hải tỉnh Quảng Trị; Thượng nguồn sông Hương thuộc tỉnh Thừa Thiên–Huế; Vùng A Lưới tỉnh Thừa Thiên–Huế; Thượng nguồn sông Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam; Hữu ngạn sông Đà Rằng; Sông Hinh thuộc tỉnh Phú Yên.



**Hình 1.** Bản đồ khu vực nghiên cứu.

## 2.2. Giới thiệu về hệ thống MRCFFGS

Hệ thống MRCFFGS được xây dựng và hình thành từ dự án hợp tác phát triển giữa Ủy hội sông Mê Công quốc tế (MRCFFGS) và Trung tâm nghiên cứu thủy văn Hoa Kỳ (HRC). Hệ thống có khả năng cảnh báo lũ quét chỉ là cơ sở định hướng về khả năng xảy ra lũ quét dựa trên các mối quan hệ lượng mưa và trạng thái lưu vực.

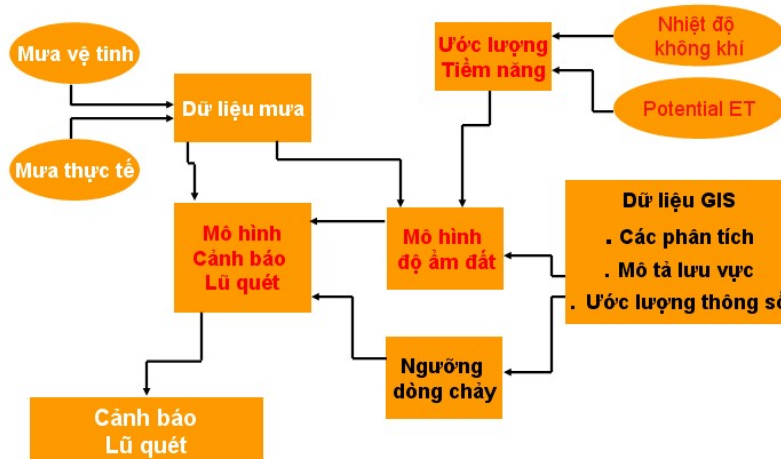
Trong hệ thống MRCFFGS có nhiều sản phẩm, trong đó các sản phẩm quan trọng gồm có:

- ASM: độ ẩm đất, giá trị này dao động từ 0–1; khi độ ẩm đất  $\cong 1$  thì đất được coi là gần bão hòa hoặc đã bão hòa.

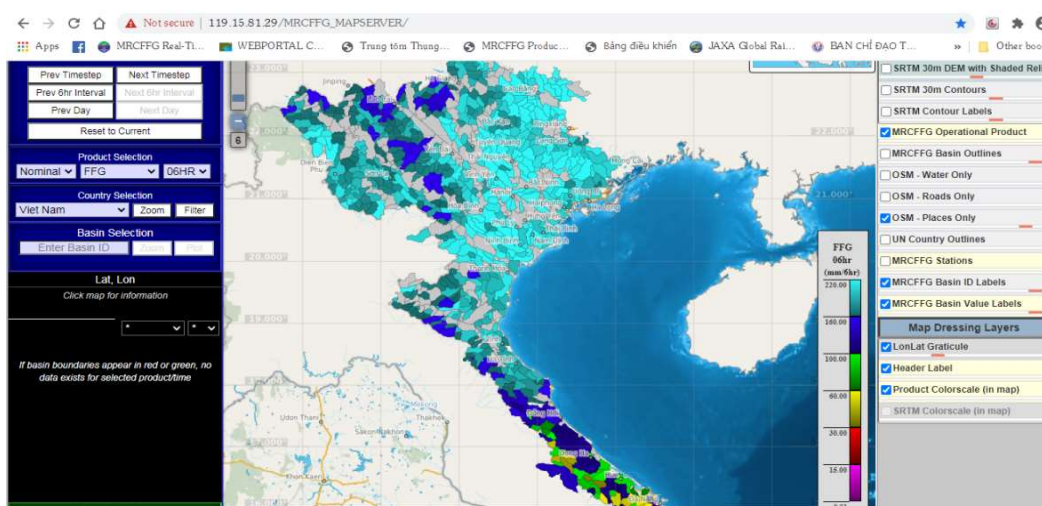
- FFG: ngưỡng mưa định hướng sinh lũ quét. Đây là lượng mưa cần thiết để sinh dòng chảy tràn ở cửa ra lưu vực.

- FMAP: lượng mưa dự báo trung bình lưu vực. Dựa vào lượng mưa dự báo và ngưỡng mưa định hướng sinh lũ quét để dự báo viên cân ra ra quyết định có ra tin cảnh báo hay không.

- FFFT: nguy cơ lũ quét dự báo. Giá trị này được tính dựa trên sự chênh lệch giữa lượng mưa dự báo là ngưỡng mưa định hướng sinh lũ quét của các tiểu lưu vực. Nếu giá trị này càng lớn thì nguy cơ lũ quét càng cao.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống cảnh báo lũ quét của MRCFFGS [11].



Hình 3. Giao diện Mapserver của hệ thống MRCFFGS.

### 2.3 Xây dựng công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét

#### 2.3.1 Phương pháp xây dựng

Ngôn ngữ lập trình C–Sharp (C#) được sử dụng để xây dựng công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét. Các chức năng chính của công cụ gồm có: (1) Chức năng đăng nhập tài khoản; (2) Chức năng tải dữ liệu FFG từ hệ thống định hướng lũ quét của ủy hội sông Mê Công quốc tế (MRCFFGS); (3) Chức năng đọc các dữ liệu: dữ liệu mưa vệ tinh, mưa thực đo, độ ẩm, mưa dự báo, FFG...; (4) Chức năng tính toán nguy cơ lũ quét dự báo; (5) Chức năng tạo bản đồ nguy cơ lũ quét.

#### 2.3.2 Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu

–Nguồn dữ liệu mưa: tổ hợp mưa cực đại của các mô hình mưa số trị (IFS của Trung tâm dự báo khí tượng hạn vừa Châu Âu; GFS của Mỹ; GSM của Nhật...) đang được khai thác tại Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn quốc gia

–Nguồn dữ liệu bản đồ: Bản đồ DEM (*Digital Elevation Model*) tỉ lệ (30m x30m) được thu thập từ trang web miễn phí ở độ phân giải không gian 30m tại trang web: <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>.



–Nguồn sản phẩm MRCFFGS: lấy từ hệ thống MRCFFG, kế thừa từ dự án phát triển giữa Ủy hội sông Mê Kông quốc tế (MRC) và Trung tâm nghiên cứu Thủy văn Hoa Kỳ (HRC).

–Nguồn dữ liệu điều tra khảo sát: thu thập kết quả điều tra khảo sát từ báo cáo của Viện địa chất Khoáng sản Việt Nam và Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu.

–Nguồn dữ liệu các trận lũ quét, sạt lở đất: Các báo cáo của Tổng cục phòng chống thiên tai, báo cáo của các Đài KTTV tỉnh, Đài KTTV khu vực.

### 2.3.3 Phân tích, xử lý ranh giới các tiểu lưu vực theo định dạng kết xuất dữ liệu mưa số trị

a. Phân tích các tài liệu bản đồ địa hình DEM, bản đồ phân chia tiểu lưu vực trong hệ thống MRCFFG của Ủy ban sông Mê Kông.

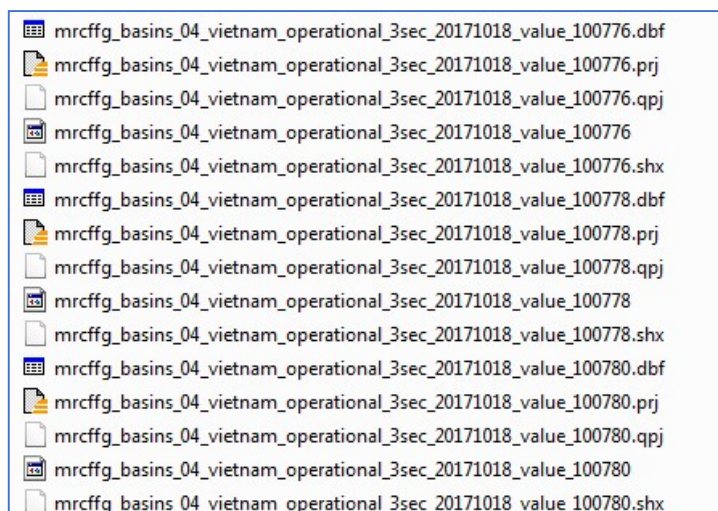
Khai thác tài liệu bản đồ địa hình DEM 30 được download từ trang web USGS và trích xuất bản đồ phân chia tiểu lưu vực trong hệ thống MRCFFGS của Ủy ban sông Mê Kông để làm cơ sở phân tích dữ liệu về các tiểu lưu vực. Tiến hành chồng chập hai lớp bản đồ này để kiểm tra sự phù hợp của các tiểu lưu vực. Do số lượng các tiểu lưu vực tương đối lớn nên nghiên cứu tập trung rà soát các khu vực có nguy cơ cao về lũ quét.

b. Phân tích kiểm tra ranh giới các tiểu lưu vực vùng núi Việt Nam.

Kiểm tra rà soát các tiểu lưu vực trên lãnh thổ Việt Nam. Theo bản đồ phân chia lưu vực trong hệ thống MRCFFGS của ủy ban sông Mê Kông thì tổng số tiểu lưu vực là 1790 tiểu lưu vực. Nghiên cứu tập trung rà soát lại các tiểu lưu vực ở các khu vực vùng núi, nơi hay xảy ra lũ quét sạt ở đất. Ngoài ra cũng tập trung rà soát thêm các tiểu lưu vực được phân chia ở khu vực có hồ chứa, hồ thủy lợi có diện tích lớn vì những khu vực này không thể xảy ra lũ quét. Các khu vực vùng ven biển cũng được rà soát và loại trừ trong quá trình xử lý dữ liệu.

c. Chuyển đổi định dạng các file tiểu lưu vực theo định dạng phục vụ kết xuất dữ liệu mưa số trị.

Để phục vụ công tác kết xuất mưa số trị, các file tiểu lưu vực cần có định dạng file .mif Tổng số tiểu lưu vực trong hệ thống MRCFFG là 1790, tuy nhiên trong số đó có một số lưu vực con cạnh nhau được đánh số Id giống nhau nên khi tiến hành xử lý nếu như có hai lưu vực cạnh nhau mà có cùng Id thì sẽ giữ lại lưu vực lớn hơn. Tiến hành phân chia lại các tiểu lưu vực để chuyển đổi định dạng file thì tổng số tiểu lưu vực còn là 1609.



**Hình 4.**Phân chia các tiểu lưu vực trong hệ thống MRCFFG.

Sử dụng công cụ trong QGIS để chuyển đổi định dạng shapefile (shp) sang định dạng mif file.

Name	Date modified	Type
ffg vietnam_value_100776	06/07/2019 6:56 AM	MIDI Sequence
ffg vietnam_value_100776	06/07/2019 6:56 AM	MapInfo MIF File
ffg vietnam_value_100778	06/07/2019 6:56 AM	MIDI Sequence
ffg vietnam_value_100778	06/07/2019 6:56 AM	MapInfo MIF File
ffg vietnam_value_100780	06/07/2019 6:56 AM	MIDI Sequence
ffg vietnam_value_100780	06/07/2019 6:56 AM	MapInfo MIF File
ffg vietnam_value_100782	06/07/2019 6:56 AM	MIDI Sequence
ffg vietnam_value_100782	06/07/2019 6:56 AM	MapInfo MIF File
ffg vietnam_value_100784	06/07/2019 6:56 AM	MIDI Sequence
ffg vietnam_value_100784	06/07/2019 6:56 AM	MapInfo MIF File
ffg vietnam_value_100786	06/07/2019 6:56 AM	MIDI Sequence
ffg vietnam_value_100786	06/07/2019 6:56 AM	MapInfo MIF File
ffg vietnam_value_100788	06/07/2019 6:56 AM	MIDI Sequence
ffg vietnam_value_100788	06/07/2019 6:56 AM	MapInfo MIF File

Hình 5. Chuyển định dạng tiêu lưu vực sang mif file phục vụ kết xuất dữ liệu mưa.

### 2.3.4 Tính toán nguy cơ lũ quét dự báo FFFT (Forecast Flash Flood Threat)

Vùng nguy cơ lũ quét được xác định dựa vào giá trị ngưỡng mưa sinh lũ quét và mưa dự báo lớn nhất được tổ hợp từ các mô hình số trị đang được sử dụng tại Trung tâm.

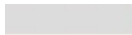
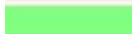



Nguy cơ lũ quét dự báo được định nghĩa là sự khác biệt giữa lượng mưa dự báo (FMAP) và ngưỡng định hướng sinh lũ quét FFG hiện tại tương ứng trong cùng một khoảng thời gian nhất định [12].

Do vậy, nguy cơ lũ quét dự báo được tính toán theo công thức (1):

$$FFFT = FMAP - FFG \tag{1}$$

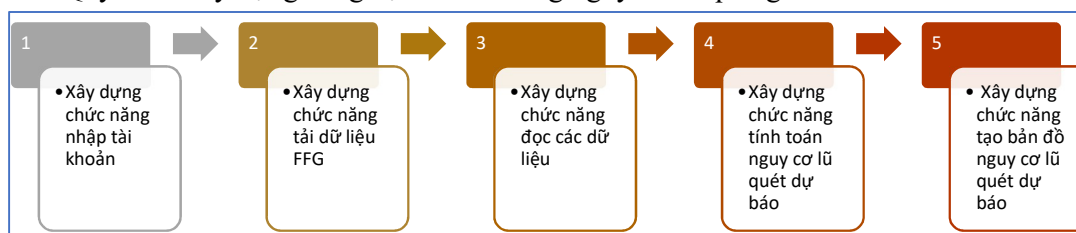
Trong đó FFFT là nguy cơ lũ quét dự báo (mm/6 giờ); FMAP là mưa dự báo lớn nhất được tổ hợp từ các mô hình số trị (mm/6 giờ); FFG là ngưỡng mưa định hướng sinh lũ quét (mm/6 giờ).

Phân cấp ngưỡng mưa trong bản đồ nguy cơ lũ quét: nếu giá trị FFFT tính toán nằm trong một trong các ngưỡng lượng mưa như sau thì phân cấp nguy cơ lũ quét được phân theo các cấp độ từ Rất thấp đến Rất cao.

Rất thấp: $\leq 10\text{mm}$	
Thấp: $> 10$ và $\leq 30\text{mm}$	
Trung bình: $> 30$ và $\leq 50\text{mm}$	
Cao: $> 50$ và $\leq 100\text{mm}$	
Rất cao: $> 100\text{mm}$	

### 2.3.5 Quy trình xây dựng công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét

Quy trình xây dựng công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét gồm 5 bước:

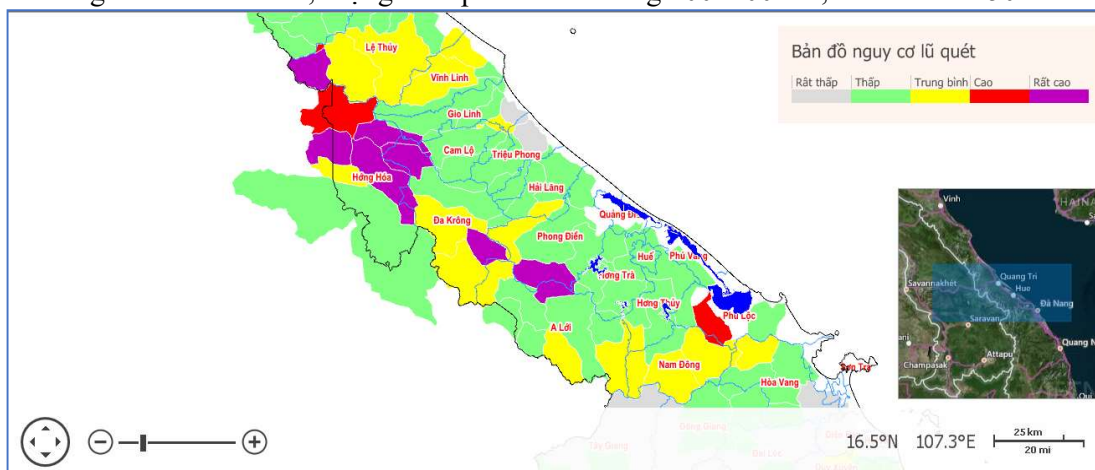


Hình 6. Sơ đồ xây dựng công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét.

### 3. Ứng dụng công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét trong công tác cảnh báo lũ quét thử nghiệm

#### 3.1 Trận lũ quét xảy ra vào đêm 12/10– sáng 13/10/2020 tại Phong Điền, Thừa Thiên Huế

Hình thể thời tiết: do ảnh hưởng của dải hội tụ nhiệt đới đi qua Trung Trung Bộ kết hợp với hoạt động của không khí lạnh. Tình hình mưa ngày 12–10, ở các tỉnh từ Hà Tĩnh đến Đà Nẵng đã có mưa rất to, lượng mưa phổ biến khoảng 100–200mm, có nơi hơn 250mm.



**Hình 7.** Bản đồ nguy cơ lũ quét tham khảo từ công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét.

Theo bản đồ nguy cơ lũ quét lúc 19h/12/10, trong 6 giờ tới nguy cơ lũ quét có khả năng xảy ra cụ thể như sau:

- Nguy cơ rất cao xảy ra lũ quét có thể ở các huyện: Phong Điền (Thừa Thiên Huế); Hương Hóa (Quảng Trị);
- Nguy cơ cao xảy ra lũ quét có thể ở các huyện: Phúc Lộc (Thừa Thiên Huế); Lệ Thủy (Quảng Trị).

Thực tế, đêm 12 đến sáng 13/10, lũ quét, sạt lở đất đã xảy ra tại huyện Phong Điền, Thừa Thiên Huế.

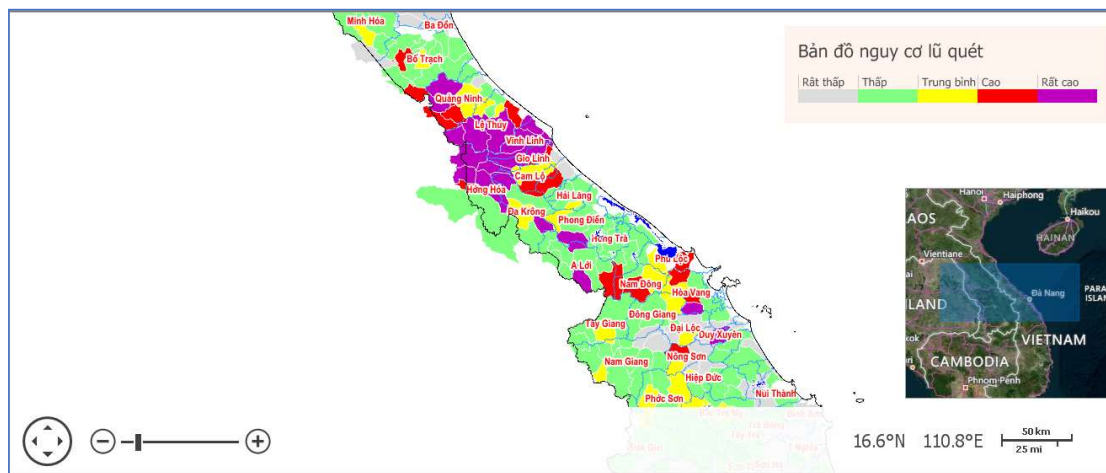


**Hình 8.** Lũ quét, sạt lở đất ở trạm bảo vệ rừng 67, huyện Phong Điền, Thừa Thiên Huế (nguồn: báo Pháp Luật).

Như vậy tham khảo sản phẩm bản đồ nguy cơ lũ quét có thể cảnh báo được lũ quét trong trường hợp này.

### 3.2 Trận lũ quét xảy ra vào rạng sáng ngày 18/10/2020 tại Hương Hóa, Quảng Trị

Hình thể thời tiết: do ảnh hưởng của cơn bão số 7. Tình hình mưa trong 06 giờ qua (từ 19h/17/10–01h/18/10), các tỉnh từ Hà Tĩnh đến Quảng Nam có mưa to đến rất to, như tại Lâm Thủy 118,6mm, Trường Sơn 93,2mm (Quảng Bình), Hương Sơn 179,6mm, Vĩnh Ô 212,6mm, Hương Linh 173,2mm, Hương Hiệp 116,2mm, Linh Thượng 129mm (Quảng Trị)...



**Hình 9.** Bản đồ nguy cơ lũ quét tham khảo từ công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét.

Theo bản đồ nguy cơ lũ quét lúc 01h/18/10, trong 6 giờ tới nguy cơ lũ quét có khả năng xảy ra cụ thể như sau:

–Nguy cơ rất cao xảy ra lũ quét có thể ở các huyện: Quảng Ninh, Lệ Thủy, Vĩnh Linh (Quảng Bình); Hương Hóa, Gio Linh, Cam Lộ (Quảng Trị); Phong Điền (Thừa Thiên Huế); Hòa Vang (Đà Nẵng);

–Nguy cơ cao xảy ra lũ quét có thể ở các huyện: Bồ Trách (Quảng Bình); Phú Lộc (Thừa Thiên Huế); Hòa Vang (Đà Nẵng).

Thực tế, rạng sáng ngày 18/10, lũ quét, sạt lở đất đã xảy ra tại huyện Hương Hóa, Quảng Trị.

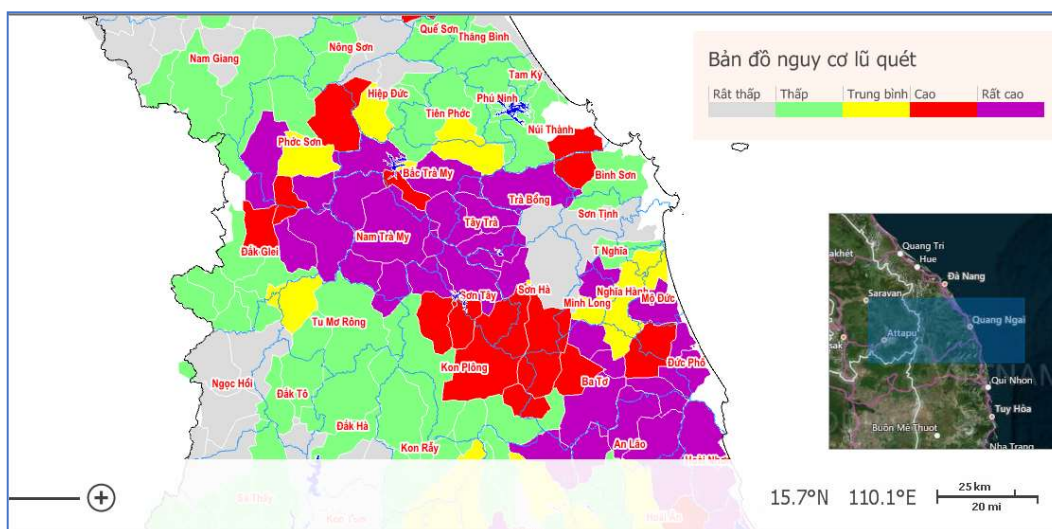


**Hình 10.** Hiện trường lũ quét, sạt lở đất ở huyện Hướng Hóa, Quảng Trị (nguồn: Báo Văn hóa Điện tử).

Như vậy bản đồ nguy cơ lũ quét cũng chỉ ra được nguy cơ rất cao có thể xảy ra ở khu vực này, ngoài ra bản đồ cũng có cảnh báo thêm một số khu vực lân cận có nguy cơ rất cao và cao.

### 3.3 Trận lũ quét xảy ra vào chiều tối ngày 28/10/2020 tại Nam Trà My, Quảng Nam

Hình thể thời tiết: mưa lớn do ảnh hưởng cơn bão số 9. Tình hình mưa trong 06 giờ qua (từ 07h-13h/28/10), các tỉnh từ Quảng Nam đến Phú Yên có mưa vừa, mưa to, có nơi mưa rất to, như tại Trà My 104mm (Quảng Nam); Sơn Giang 153mm, Ba Tơ 190mm (Quảng Ngãi); An Hòa 213mm, Hoài Nhơn 138mm (Bình Định)...



**Hình 11.** Bản đồ nguy cơ lũ quét tham khảo từ công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét.

Theo bản đồ nguy cơ lũ quét lúc 14h/28/10, trong 6 giờ tới nguy cơ lũ quét có khả năng xảy ra cụ thể như sau:

–Nguy cơ rất cao xảy ra lũ quét có thể ở các huyện: Nam Trà My, Bắc Trà My, Phước Sơn (Quảng Nam); Tây Trà, Trà Bồng (Quảng Ngãi);

–Nguy cơ xảy ra lũ quét có thể ở các huyện: Bình Sơn (Quảng Ngãi); Kon Plong (Kon Tum).

Thực tế, chiều ngày 28/10, lũ quét, sạt lở đất đặc biệt nghiêm trọng đã xảy ra tại huyện Nam Trà My, Quảng Nam gây thiệt hại vô cùng to lớn về người và tài sản.



**Hình 12.** Hiện trường lũ quét, sạt lở đất ở huyện Nam Trà My, Quảng Nam (nguồn: Báo Thanh Niên).

Như vậy bản đồ nguy cơ lũ quét cũng chỉ ra được nguy cơ rất cao có thể xảy ra ở khu vực này, ngoài ra bản đồ cũng có cảnh báo thêm một số khu vực lân cận có nguy cơ rất cao và cao xảy ra lũ quét.

### 3.4 Đánh giá kết quả theo dõi cảnh báo lũ quét thử nghiệm

Dựa trên kết quả cảnh báo thử nghiệm cho 3 trận lũ quét đặc biệt nghiêm trọng đã xảy ra ở khu vực Trung Trung Bộ trong tháng 10/2020, có thể thấy việc ứng dụng công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét để tạo bản đồ nguy cơ lũ quét có thể cảnh báo được khu vực đã xảy ra lũ quét trước khoảng 6 giờ. Bên cạnh những vị trí lũ quét đã xảy ra, bản đồ cũng cảnh báo cho các khu vực lân cận có nguy cơ cao xảy ra lũ quét. Như vậy, kết quả ứng dụng công cụ khoanh vùng cảnh báo nguy cơ lũ quét dựa trên chỉ số FFFT bước đầu đã hỗ trợ cho dự báo viên, các nhà quản lý cảnh báo được nguy cơ cao nhất mà lũ quét có khả năng xảy ra ở các khu vực.

## 4. Kết luận và kiến nghị

Trong bối cảnh hiện nay khi lũ quét, sạt lở đất đang là vấn đề của toàn cầu và cũng là thách thức với nhiều quốc gia trên thế giới. Ở Việt Nam, lũ quét và sạt lở đất càng ngày xảy ra với mức độ và ảnh hưởng thiệt hại cực kỳ nghiêm trọng đến đời sống con người và kinh tế. Việc xây dựng được công cụ khoanh vùng nguy cơ lũ quét dựa trên sản phẩm của hệ thống định hướng lũ quét của Ủy hội sông Mê Công quốc tế (MRCFFGS) và các nguồn mưa dự báo đang được khai thác tại Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn quốc gia sẽ giúp cho dự báo viên trong công tác theo dõi, cảnh báo lũ quét do kết quả được tính toán dựa trên tổ hợp dự báo bất lợi nhất của các mô hình dự báo và sản phẩm của hệ thống hướng dẫn cảnh báo lũ quét hiện đại nhất hiện nay. Kết quả thử nghiệm cảnh báo cho 3 trận lũ quét đã xảy ra trong tháng 10/2020 đã cảnh báo được các vị trí xảy ra lũ quét trong thực tế. Sự ra đời của công cụ này sẽ góp phần hỗ trợ cho các dự báo viên, nhà quản lý trong công tác cảnh báo lũ quét, giảm thiểu thiệt hại do thiên tai gây ra.

**Đóng góp cho nghiên cứu:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.T.M., T.T.P.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: T.T.M., D.V.H.; Xử lý số liệu: T.T.M., D.V.H.; Thu thập, phân tích, xử lý

số liệu: T.T.M., D.V.H.; Xây dựng công cụ phần mềm thu thập, xử lý, tính toán, kết nối, hiển thị dữ liệu: D.V.H., T.T.M.; Viết bản thảo bài báo: T.T.M.; Chỉnh sửa bài báo: T.T.M.; T.T.P.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự tài trợ của Quỹ phát triển hoạt động sự nghiệp của Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn quốc gia.

**Lời cam đoan:** Tập thể 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. World Meteorological Organization (WMO). Capacity Assessment of National Meteorological and Hydrological Services in Support of Disaster Risk Reduction. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 2008, pp. 338.
2. Hà, L.T. Những điều cần biết về lũ quét. Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, 2017.
3. Resources Technology Company. Flash Flood Risk Assessment for Area from Marsa Alam to Ras Banas Report, 2008.
4. Salvatici, T.; Tofani, V.; Rossi, G.; D'Ambrosio, M.; Stefanelli, C.T.; Masi, E.B.; Rosi, A.; Pazzi, V.; Vannocci, P.; Petrolo, M.; Catani, F.; Ratto, S.; Stevenin, H.; Casagli, N. Application of a physically based model to forecast shallow landslides at a regional scale. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **2018**, *18*, 1919–1935. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-1919-2018>.
5. Glade, T. Landslide–triggering rainfall thresholds – review of concepts and some examples, Mechanism, Prediction and Assessment Taichung, Taiwan, 2012.
6. Golian, S.; Saghafian, B.; Maknoon, R. Derivation of probabilistic thresholds of spatially distributed rainfall for flood forecasting. *Water Resour. Manage.* **2010**, *24*, 3547–3559. <https://doi.org/10.1007/s11269-09619-7>.
7. Hapuarachchi, H.A.P.; Wang, Q.J.; Pagano, T.C. A review of advances in flash flood forecasting. *Hydrol. Process.* **2011**, *25*, 2771–2784. <https://doi.org/10.1002/hyp.8040>.
8. Saito, H.; Matsuyama, H. Probable Hourly Precipitation and Soil Water Index for 50–yr Recurrence Interval over the Japanese Archipelago. *SOLA* **2015**, *11*, 118–123. <https://doi.org/10.2151/sola.2015-028>.
9. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu (IMHEN). (2010). Báo cáo dự án “Điều tra, khảo sát, phân vùng và cảnh báo khả năng xuất hiện lũ quét ở miền núi Việt Nam”.
10. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi Khí hậu (IMHEN). Báo cáo tổng kết dự án giai đoạn 2 “Điều tra, khảo sát, xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ xảy ra lũ quét khu vực miền Trung, Tây Nguyên, và xây dựng hệ thống thí điểm phục vụ cảnh báo cho các địa phương có nguy cơ cao xảy ra lũ quét phục vụ công tác quy hoạch, chỉ đạo điều hành phòng tránh thiên tai thích ứng với biến đổi khí hậu”, 2018.
11. Konstantine, P.G.; Rochelle, G.; Robert, J.; Theresa, M.M.; Eylon, S.; Christopher, S.; Jason, A.S. Hydro Research Center Technical Report No.9, 2013.
12. Mekong River Commission Flash Flood Guidance System (MRCFFGS), Operational Output Product Descriptions, [https://ffg.mrcmekong.org/MRCFFG\\_CONSOLE/page\\_reference\\_product\\_definitions.php](https://ffg.mrcmekong.org/MRCFFG_CONSOLE/page_reference_product_definitions.php).

## **Research the application of a tool to exploit products from the Flash Flood Guidance System of the MeKong River Committee (MRCFFGS) to identify Forecast Flash Flood Threat (FFFT)**

**Tran Tuyet Mai<sup>1\*</sup>, Doan Van Hai<sup>2</sup>, Trinh Thu Phuong<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Hydrological Forecasting for the Northern Region, The National Centre for Hydro–Meteorological Forecasting; tuyetmai1110@gmail.com

<sup>2</sup> Hydrological Forecasting for the Central, Highland and Southern Region, The National Centre for Hydro–Meteorological Forecasting; hai110684@gmail.com

**Abstract:** Flash flood is one of the world’s deadliest natural disasters, usually as a result of intensive rainfall in mountainous river basins with steep slopes and poor soil structure. Early and accurate warning of flash floods to minimize damages caused by natural disaster is very essential. In order to support for flash flood warning, the National Center for Hydro–Meteorological Forecasting (NCHMF) have researched methodology to calculate Forecast Flash Flood Threat (FFFT) which based on product of the Flash Flood Guidance System (MRCFFGS) of the US Hydrological Research Center (HRC) and Numerical Weather Predictions currently used in the NCHMF. The tool to calculate FFFT was built based on C–Sharp programming language. The results of the study have been tested for 3 flash flood events that happened in October 2020 in the Mid Central Region. The results show that FFFT maps pointed out a very high potential of Flash Flood at locations where flash floods have occurred. The FFFT tool is expected to contribute to improving the quality of flash flood warning, supporting the prevention and mitigation of damages caused by natural disasters.

**Keywords:** Flash Flood; NWP; FFG; FFFT.



## Xây dựng bản đồ phân bố cấp độ tác động của biến đổi khí hậu đến quy hoạch, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng các khoáng sản chủ yếu ở Việt Nam

Trương Thị Thanh Thủy<sup>1\*</sup>, Vũ Văn Thăng<sup>1</sup>, Nguyễn Hữu Quyền<sup>1</sup>, Nguyễn Trọng Hiệu<sup>2</sup>, Trần Duy Hiền<sup>3</sup>, Lại Hồng Thanh<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu; thuytruong021088@gmail.com

<sup>2</sup> Trung tâm Khoa học công nghệ Khí tượng Thủy văn và Môi trường; hieu.nt38@gmail.com

<sup>3</sup> Vụ Khoa học và Công nghệ; tranhienvkttv@gmail.com

<sup>4</sup> Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam; lhthanh@monre.gov.vn

\* Tác giả liên hệ: thuytruong021088@gmail.com; Tel: +84-364396626

Ban Biên tập nhận bài: 25/10/2020; Ngày phản biện xong: 27/11/2020; Ngày đăng bài: 25/12/2020

**Tóm tắt:** Trong nghiên cứu này, bộ số liệu kịch bản BĐKH và nước biển dâng do Bộ tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016 được sử dụng cho mục đích nghiên cứu. Kết quả xây dựng bản đồ cho thấy, trong quy hoạch, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng các khoáng sản than, bauxit, chì-kẽm, đá vôi xi măng, đá vôi trắng, kaolin, fenspat, apatit, đá làm vật liệu xây dựng thông thường, cần đặc biệt lưu ý đến các biện pháp phòng chống lạnh ở Lai Châu, Lào Cai, Sơn La, Lâm Đồng và các biện pháp phòng chống nóng ở vùng Đồng bằng Bắc Bộ, Trung Bộ, Nam Bộ; Phòng chống mưa lớn ở các mỏ thuộc phía nam khu mỏ Hà Giang và khu vực Thừa Thiên Huế – Quảng Ngãi. Cần lưu ý đến nhiệt độ cao nhất trong các tháng mùa hè ở Bắc Bộ và Trung Bộ; các cực trị mưa vào các tháng mùa mưa ở các mỏ thuộc Hà Giang, Yên Bái, ven biển Bắc Bộ, khu vực Trung Bộ, Đắc Lắc theo kịch bản RCP4.5 và ở các mỏ thuộc Đông Bắc Bộ, Trung Bộ theo kịch bản RCP8.5. Đối với việc quy hoạch, khai thác, chế biến, sử dụng khoáng sản Titan–Zircon cần đặc biệt lưu ý đến nguy cơ ngập ở khu vực Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế.

**Từ khóa:** Bản đồ; BĐKH; Khoáng sản; Việt Nam.

### 1. Giới thiệu

Nằm trong vành đai sinh khoáng Châu Á–Thái Bình Dương, Việt Nam có nguồn tài nguyên khoáng sản (TNKS) đa dạng và phong phú với trên 5000 mỏ, điểm quặng của trên 60 loại khoáng sản khác nhau [1]. Đến nay, TNKS đã trở thành một trong những nguồn lực quan trọng để phát triển kinh tế–xã hội đất nước, cung cấp nhiều nguyên liệu cho chế biến các thiết bị mà chúng ta sử dụng hàng ngày như lon nhôm, chip điện tử của điện thoại di động, máy tính, ... và là động lực để thúc đẩy các ngành công nghiệp khác phát triển. Tuy nhiên, khoáng sản là loại tài nguyên không tái tạo, việc khai thác và sử dụng chúng không chỉ đáp ứng các tiêu chí như khai thác triệt để, sử dụng hiệu quả, tiết kiệm mà cần phải tính đến vấn đề thích ứng với biến đổi khí hậu (BĐKH), hạn chế tác động xấu đến môi trường. Trong bối cảnh biến đổi khí hậu như hiện nay, tần suất và cường độ của các cực đoan khí hậu có sự gia tăng, gây ảnh hưởng tiêu cực đến việc thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng khoáng sản [2–4]. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết trong việc nghiên cứu về tác động của BĐKH cũng như xây dựng các biện pháp thích ứng và giảm thiểu tác động của BĐKH tới hoạt động khai thác khoáng sản. Cho đến nay, hướng nghiên cứu này còn rất hạn chế. Vì vậy,

việc nghiên cứu xây dựng: “Tập bản đồ phân bố cấp độ tác động của BĐKH đến quy hoạch, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng các khoáng sản chủ yếu ở Việt Nam” là cần thiết, tạo điều kiện thuận lợi cho việc thực hiện quy hoạch phát triển ngành công nghiệp khai khoáng, cũng như khai thác sử dụng hợp lý, có hiệu quả nguồn TNKS, bảo vệ môi trường và hạn chế được những rủi ro trong tương lai. Tập bản đồ bao gồm 8 bản đồ phản ánh mức độ tác động của biến đổi nhiệt độ và lượng mưa theo hai kịch bản RCP4.5 và RCP8.5 trong giai đoạn đầu thế kỷ 21 (2016–2035) đối với 9 loại khoáng sản là: than, bauxit, chì–kẽm, đá vôi xi măng, đá vôi trắng, kaolin, fenspat, apatit, đá làm vật liệu xây dựng thông thường; và 1 bản đồ nguy cơ ngập úng với mực nước biển dâng 100 cm trên khu vực Ven biển Miền Trung có khoáng sản titan–zircon.

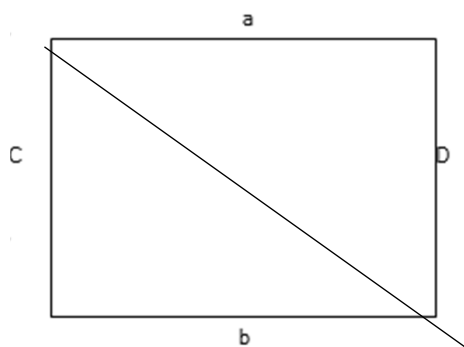
## 2. Phương pháp và số liệu nghiên cứu

### 2.1 Phương pháp nghiên cứu

#### 2.1.1 Phương pháp thiết lập bản đồ nền

– Bản đồ nền được thiết lập theo Thông tư 47/2014/TT–BTNMT Quy định kỹ thuật thành lập bản đồ hành chính các cấp [5].

– Khung và trình bày khung theo bản đồ do Bộ Nội vụ cung cấp. Tọa độ góc khung của bản đồ được thể hiện trong hình 1.



A = 24.171952299°Bắc; b = 4.828047701°Bắc; C = 101.855199958°Đông; d = 118.144800042°Đông

**Hình 1.** Tọa độ góc khung của bản đồ.

– Bản đồ hành chính toàn quốc sử dụng lưới chiếu hình nón đứng đồng góc với các thông số: 2 vĩ tuyến chuẩn là 11° vĩ độ Bắc, 21° vĩ độ Bắc; kinh tuyến trục 108° kinh độ Đông; vĩ tuyến gốc 4° vĩ độ Bắc. Bản đồ hành chính cấp tỉnh, bản đồ hành chính cấp huyện áp dụng Hệ quy chiếu và Hệ tọa độ quốc gia VN–2000: Ê–líp–xô–ít WGS–84 toàn cầu; bán trục lớn là 6378137,0m; độ dẹt là 1:298,257223563; sử dụng lưới chiếu hình trụ ngang đồng góc với múi chiếu 6° có hệ số điều chỉnh tỷ lệ biến dạng chiều dài  $k_0 = 0,9996$ .

– Các lớp thông tin nền bao gồm Khung trong bản đồ; lưới kinh tuyến vĩ tuyến; các điểm tọa độ, độ cao quốc gia; ghi chú tỷ lệ, thước tỷ lệ. Yếu tố hành chính: Biên giới quốc gia và địa giới hành chính. Yếu tố nền địa lý: Thủy văn; địa hình; dân cư; kinh tế–xã hội; giao thông.

– Bản đồ số được thực hiện ở Tỷ lệ 1: 250 000; Bản đồ giấy được hiển thị theo tỷ lệ phù hợp khi thu về khổ giấy A0, A3 và A4 để thuận tiện cho việc in ấn và đáp ứng các mục đích sử dụng khác nhau. Kích thước của bản đồ bao gồm các kích thước của khung trong, khung ngoài và kích thước của tờ giấy in bản đồ.

#### 2.1.2. Phương pháp xây dựng bản đồ cấp độ tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng

##### a) Nhóm bản đồ kịch bản BĐKH

Bản đồ cấp độ tác động của biến đổi khí hậu đến các hoạt động khai khoáng được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1: Nghiên cứu phân cấp trị số của 4 yếu tố khí hậu đã được chỉ định xây dựng bản đồ và đưa kết quả phân cấp vào các bảng (bảng 1, bảng 2 và bảng 3).

Bước 2: Xác định và đánh dấu vị trí của các điểm khai thác mỏ trên bản đồ nền.

Bước 3: Lựa chọn trạm khí tượng gần nhất đại diện cho điểm khai thác mỏ về trị số của yếu tố khí hậu theo kịch bản khí hậu.

Bước 4: Xác định cấp độ tác động của biến đổi khí hậu cho từng trạm khí tượng đại diện về 4 yếu tố khí hậu theo các bảng phân cấp nói trên.

Bước 5: Gán cấp tác động của biến đổi khí hậu của trạm khí tượng đại diện cho điểm khai thác mỏ.

Bước 6: Quy định thang màu tương ứng với cấp độ tác động.

**Bảng 1.** Phân cấp nhiệt độ trung bình năm (Ttb năm) [4].

Khoảng giá trị Ttb năm (°C)	Cấp	Khoảng giá trị Ttb năm (°C)	Cấp
≤ 18,0	1	23,1– 24,0	7
18,1 –19,0	2	24,1–25,0	8
19,1– 20,0	3	25,1 – 26,0	9
20,1–21,0	4	26,1 – 27,0	10
21,1– 22,0	5	> 27,0	11
22,1–23,0	6		

**Bảng 2.** Phân cấp lượng mưa năm (Rnăm) [4].

Khoảng giá trị Rnăm (mm)	Cấp	Khoảng giá trị Rnăm (mm)	Cấp
≤ 1400,0	1	3000,1–3400,0	6
1400,1–1800,0	2	3400,1–3800,0	7
1800,1–2200,0	3	3800,1–4200,0	8
2200,1–2600,0	4	4200,1–4600,0	9
2600,1–3000,0	5	> 4600,0	10

**Bảng 3.** Phân cấp TXx năm và Rx1day năm [4].

TXx năm		Rx1day năm		Ý nghĩa
Khoảng giá trị (°C)	Cấp	Khoảng giá trị (mm)	Cấp	
< 38	1	≤ 100,0	1	Rất nhỏ
38–39	2	100,1–200,0	2	Nhỏ
39–40	3	200,1–300,0	3	Vừa phải
40–41	4	300,1–400,0	4	Lớn
41–42	5	400,1–500,0	5	Rất lớn
> 42	6	> 500,0	6	Đặc biệt lớn

*b) Bản đồ nguy cơ ngập đối với khoáng sản titan–zircon*

Bản đồ nguy cơ ngập được xây dựng ứng với giả định mực nước biển dâng 100 cm trên khu vực ven biển miền Trung có khoáng sản titan–zircon được xây dựng theo các bước sau đây:

Bước 1: Xác định và đánh dấu vị trí của các điểm khai thác mỏ trên bản đồ nền.

Bước 2: Lựa chọn đoạn bờ biển đại diện cho điểm khai thác mỏ về mức độ ngập theo kịch bản biến đổi khí hậu.

Bước 3: Xác định mức độ ngập cho từng đoạn bờ biển đại diện.

Bước 4: Gán mức độ ngập của đoạn bờ biển đại diện cho điểm khai thác mỏ.

Bước 5: Quy định thang màu tương ứng với cấp độ ngập và biểu thị mức độ ngập theo thang màu đã quy định cho từng điểm khai thác mỏ theo vị trí trên bản đồ.

## 2.2. Số liệu nghiên cứu

– Số liệu nhiệt độ, lượng mưa trong tương lai theo các kịch bản RCP4.5, RCP8.5 và số liệu mực nước biển dâng được lấy từ “Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam” năm 2016 [6]; Bộ bản đồ hành chính Việt Nam.

## 3. Kết quả và thảo luận

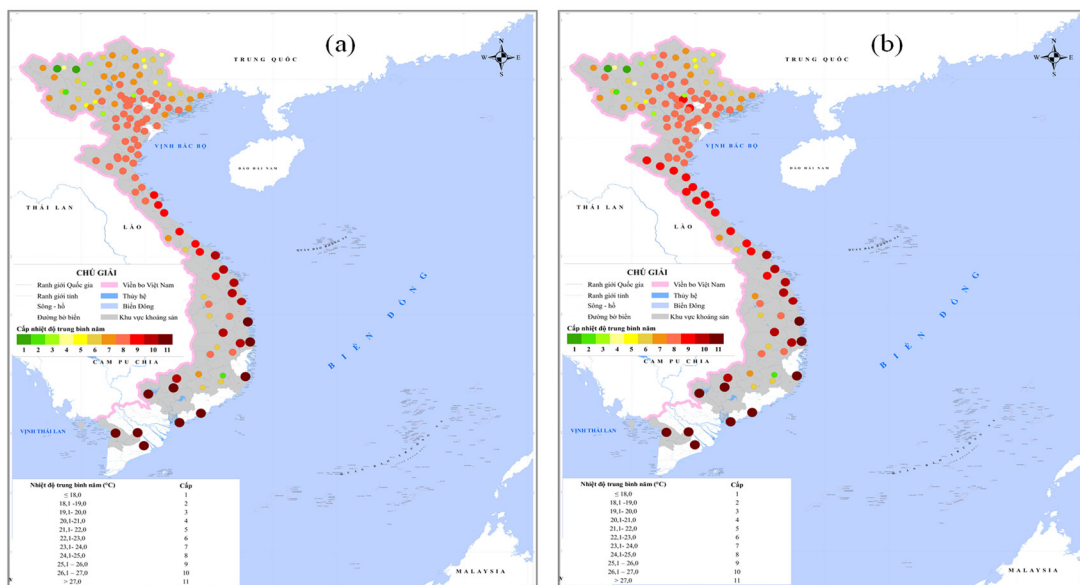
### 3.1. Cấp độ tác động của các biến khí hậu trung bình

#### 3.1.1. Nhiệt độ trung bình năm

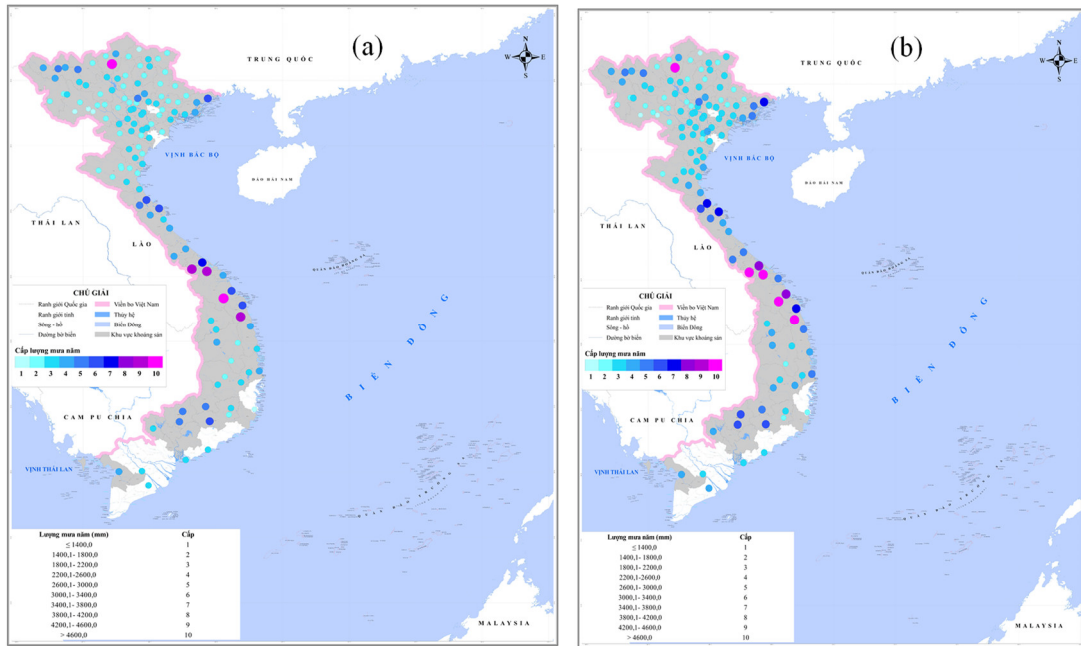
Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm phổ biến đạt cấp: 1–8 ở vùng mỏ Tây Bắc và Đông Bắc, 7–8 ở vùng mỏ Đồng bằng Bắc Bộ, cấp 8–9 ở vùng mỏ Bắc Trung Bộ, cấp 9–11 ở vùng mỏ Nam Trung Bộ, cấp 2–10 ở vùng mỏ Tây Nguyên và cấp 10–11 ở vùng mỏ Nam Bộ. Phân bố cấp độ tác động của nhiệt độ trung bình năm theo kịch bản RCP8.5 tương tự kịch bản RCP4.5 tại hầu hết vùng mỏ, riêng nhiệt độ tại vùng mỏ Đồng bằng Bắc Bộ đạt cấp 8 vào đầu thế kỷ 21 (Hình 2). Trong quá trình khai thác các mỏ, cần lưu ý phòng chống lạnh (nhiệt độ trung bình năm  $\leq$  cấp 2) ở một vài nơi thuộc các tỉnh Lai Châu, Lào Cai, Sơn La (Tây Bắc Bộ), Lâm Đồng (Tây Nguyên) và cần có các biện pháp phòng chống nóng (nhiệt độ trung bình năm  $\geq$  cấp 8) khi khai thác các mỏ thuộc Đồng bằng Bắc Bộ, Trung Bộ, Nam Bộ.

#### 3.1.2. Lượng mưa năm

Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ 21, lượng mưa năm đạt cấp 1–5 ở vùng mỏ Tây Bắc, cấp 1–10 ở vùng mỏ Đông Bắc, cấp 2–3 ở vùng mỏ Đồng bằng Bắc Bộ, cấp 2–9 ở vùng mỏ Bắc Trung Bộ, cấp 1–10 ở vùng mỏ Nam Trung Bộ, cấp 2–6 ở vùng mỏ Tây Nguyên và cấp 3–5 ở vùng mỏ Nam Bộ. Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ 21, phân bố phạm vi cấp độ tác động của lượng mưa năm tương tự RCP4.5 tại các vùng mỏ Tây Bắc, Đông Bắc, Tây Nguyên, đạt cấp 2–4 ở vùng mỏ Đồng bằng Bắc Bộ, cấp 2–10 ở vùng mỏ Bắc Trung Bộ, cấp 2–10 ở vùng mỏ Nam Trung Bộ và cấp 3–6 ở vùng mỏ Nam Bộ (Hình 3). Trong quá trình khai thác cần đặc biệt lưu ý phòng chống mưa lớn ở các mỏ thuộc phía nam khu mỏ Hà Giang (lượng mưa năm đạt cấp 10) và khu vực Thừa Thiên Huế –Quảng Ngãi (lượng mưa năm phổ biến cấp 6–10).



**Hình 2.** Bản đồ phân bố cấp độ tác động của nhiệt độ trung bình năm thời kỳ 2016–2035 theo kịch bản RCP4.5 (a) và RCP8.5 (b) tại khu vực có khoáng sản trên khu vực Việt Nam.

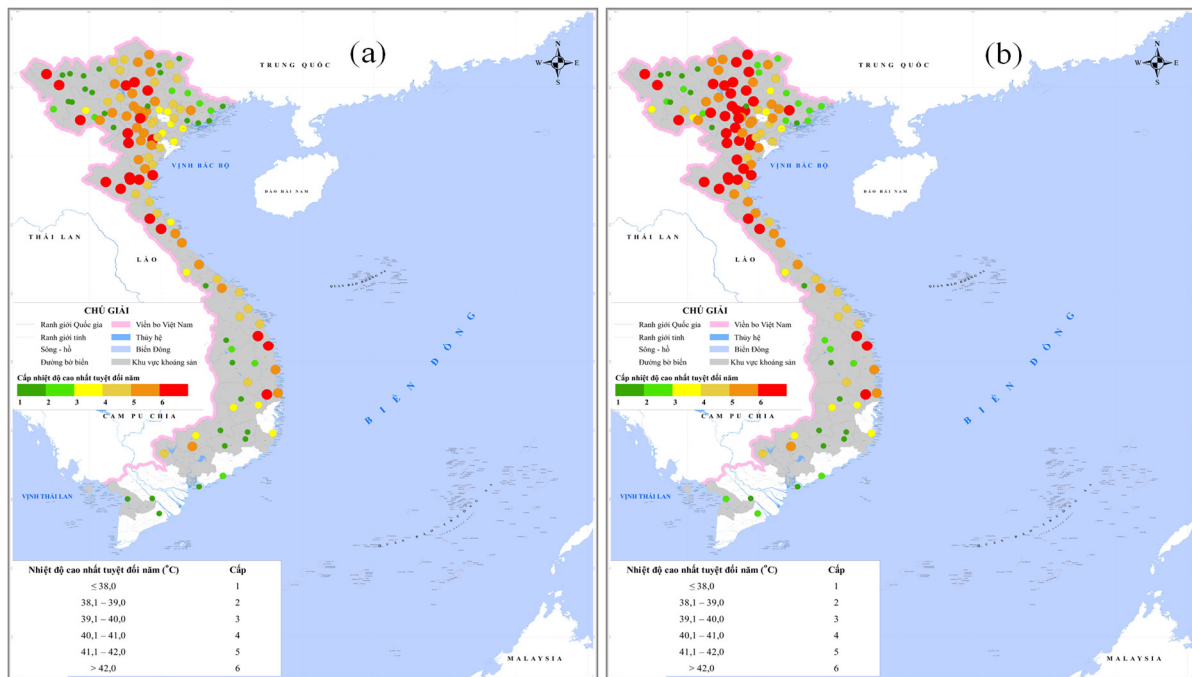


**Hình 3.** Bản đồ phân bố cấp độ tác động của lượng mưa năm thời kỳ 2016–2035 theo kịch bản RCP4.5 (a) và RCP8.5 (b) tại khu vực có khoáng sản trên khu vực Việt Nam.

### 3.2. Cấp độ tác động của các biến khí hậu cực trị

#### a) Nhiệt độ cao nhất tuyệt đối năm (TXx năm)

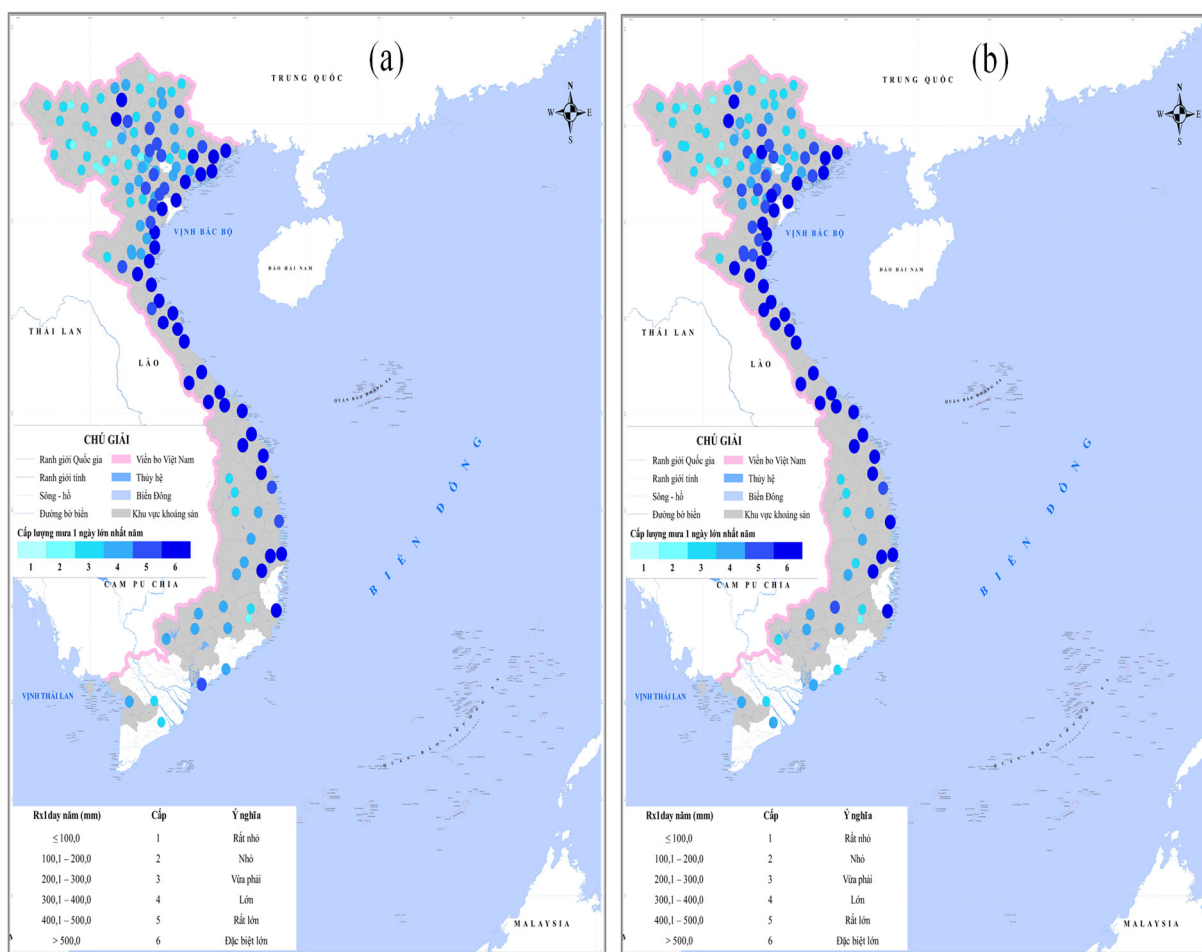
Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ 21, nhiệt độ cao nhất tuyệt đối năm đạt cấp 1–6 ở các vùng mỏ Tây Bắc, Đông Bắc, Bắc Trung Bộ, cấp 3–6 ở vùng mỏ Đồng bằng Bắc Bộ, Nam Trung Bộ, cấp 1–4 ở vùng mỏ Tây Nguyên, cấp 1–5 ở vùng mỏ Đông Nam Bộ và chỉ khoảng cấp 1 ở vùng mỏ Tây Nam Bộ. Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ 21, phân bố phạm vi cấp độ tác động của TXx năm tương tự kịch bản RCP4.5 tại hầu hết vùng mỏ, riêng vùng mỏ Tây Nam Bộ đạt cấp 1–2 (Hình 3). Cần đặc biệt lưu ý về nhiệt độ cao nhất trong hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản trong các tháng mùa hè ở Bắc Bộ và Trung Bộ.



**Hình 4.** Bản đồ phân bố cấp độ tác động của TXx năm thời kỳ 2016–2035 theo kịch bản RCP4.5 (a) và RCP8.5 (b) tại khu vực có khoáng sản trên khu vực Việt Nam.

*b) Lượng mưa 1 ngày lớn nhất năm (Rx1day năm)*

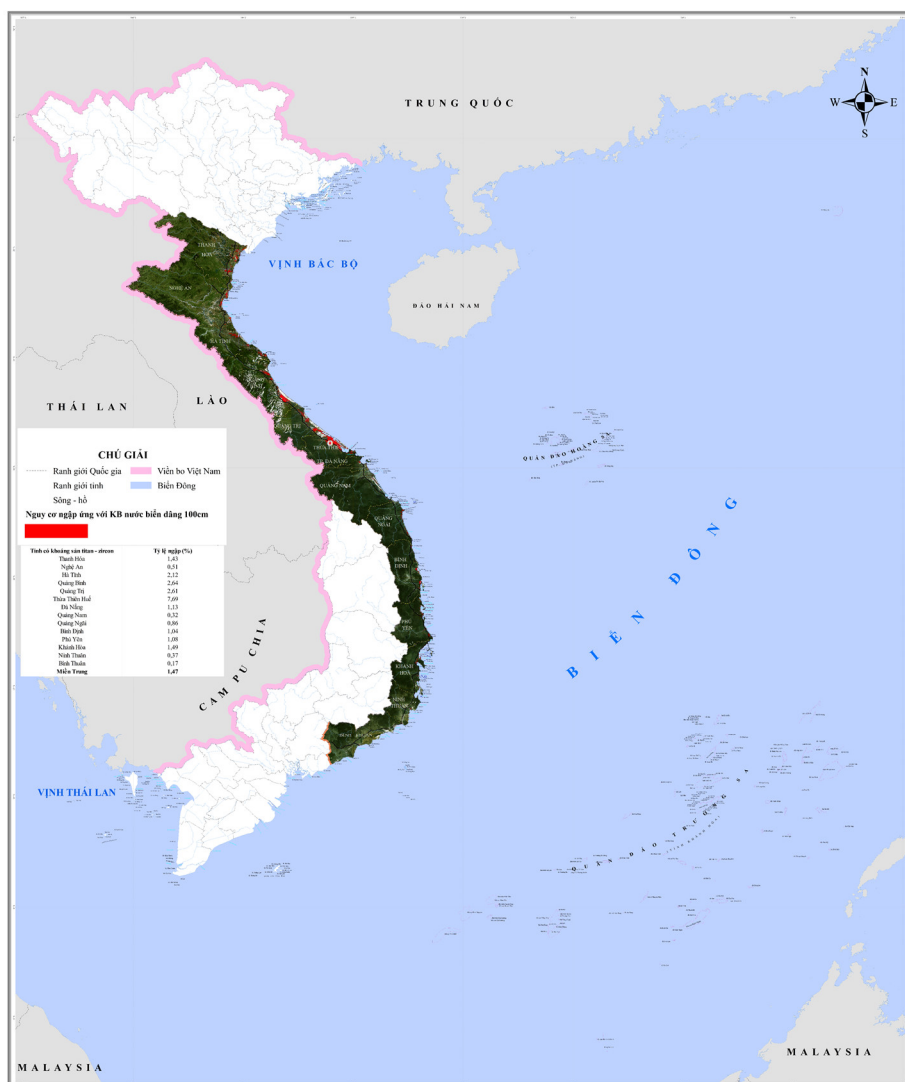
Theo kịch bản RCP4.5, vào đầu thế kỷ 21, Rx1day năm phổ biến đạt cấp 2–4 ở vùng mỏ Tây Bắc, cấp 2– 6 ở vùng mỏ Đông Bắc, cấp 3–6 ở vùng mỏ Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, cấp 5–6 ở vùng mỏ Nam Trung Bộ, cấp 2–6 ở vùng mỏ Tây Nguyên, cấp 4–5 ở vùng mỏ Đông Nam Bộ, và cấp 3–4 ở vùng mỏ Tây Nam Bộ. Theo kịch bản RCP8.5, vào đầu thế kỷ 21, phân bố phạm vi cấp độ tác động của Rx1day năm tương tự kịch bản RCP4.5 ở vùng mỏ Đông Bắc, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và đạt cấp 2–5 ở vùng mỏ Tây Bắc, 4–6 ở vùng mỏ Đồng bằng Bắc Bộ, cấp 3–6 ở ở vùng mỏ Bắc Trung Bộ, cấp 3–4 ở vùng mỏ Nam Bộ (Hình 5). Như vậy, trong quá trình khai thác và chế biến khoáng sản cần đặc biệt lưu ý đến cực trị mưa vào các tháng mùa mưa ở các mỏ thuộc Hà Giang, Yên Bái, ven biển Bắc Bộ, khu vực Trung Bộ, Đắc Lắc theo kịch bản RCP4.5; và lưu ý đến cực trị mưa vào các tháng mùa mưa ở các mỏ thuộc Đông Bắc Bộ và Trung Bộ theo kịch bản RCP8.5.



**Hình 5.** Bản đồ phân bố cấp độ tác động của Rx1day năm thời kỳ 2016–2035 theo kịch bản RCP4.5 (a) và RCP8.5 (b) tại khu vực có khoáng sản trên khu vực Việt Nam.

**3.3. Bản đồ nguy cơ ngập**

Khi mực nước biển dâng 100 cm, các tỉnh có khoáng sản Titan–Zircon trên khu vực miền Trung đều có nguy cơ bị ngập (Hình 6). Trung bình tỷ lệ diện tích khu vực miền trung có nguy cơ bị ngập là 1,47%. Các tỉnh có tỷ lệ diện tích bị ngập lớn nhất là Thừa Thiên Huế (7,69%), Quảng Bình (2,64%), Quảng Trị (2,61%); nhỏ nhất là Bình Thuận (0,17%), Ninh Thuận (0,37%).



**Hình 6.** Bản đồ nguy cơ ngập úng với mực nước biển dâng 100 cm trên khu vực miền Trung có khoáng sản Titan–Zircon.

#### 4. Kết luận

Bộ bản đồ phân bố cấp độ tác động của BĐKH đến quy hoạch, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng các khoáng sản chủ yếu ở Việt Nam được xây dựng dựa trên bộ số nhiệt độ, lượng mưa, nước biển dâng được lấy từ “Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam” năm 2016; và dựa trên bộ bản đồ hành chính Việt Nam.

– Kết quả xây dựng cho thấy, trong hoạt động quy hoạch, thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng các loại khoáng sản vào đầu thế kỷ 21 cần đặc biệt lưu ý đến:

+ Phòng chống lạnh ở một số nơi thuộc các tỉnh Lai Châu, Lào Cai, Sơn La, Lâm Đồng và cần có các biện pháp phòng chống nóng khi khai thác các mỏ thuộc Đồng bằng Bắc Bộ, Trung Bộ, Nam Bộ.

+ Phòng chống mưa lớn ở các mỏ thuộc phía nam khu mỏ Hà Giang và khu vực Thừa Thiên Huế–Quảng Ngãi.

+ Nhiệt độ cao nhất trong các tháng mùa hè ở Bắc Bộ và Trung Bộ.

+ Cực trị mưa vào các tháng mùa mưa ở các mỏ thuộc Hà Giang, Yên Bái, ven biển Bắc Bộ, khu vực Trung Bộ, Đắc Lắc theo kịch bản RCP4.5; và ở các mỏ thuộc Đông Bắc Bộ và Trung Bộ theo kịch bản RCP8.5.

– Đối với việc khai thác, chế biến, sử dụng khoáng sản Titan–Zircon cần đặc biệt lưu ý các biện pháp phòng chống ngập ở khu vực Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng nghiên cứu ý tưởng: N.T.H., V.V.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: V.V.T., L.H.T., T.D.H; Xử lý số liệu: N.H.Q., T.T.T.T.; Viết bản thảo: T.T.T.T., N.H.Q., T.D.H.; Chỉnh sửa báo cáo: V.V.T., L.H.T.

**Lời cảm ơn:** Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn Đề tài KHCN cấp quốc gia “Nghiên cứu xây dựng mô hình khai thác một số khoáng sản chủ yếu đảm bảo sử dụng hiệu quả, bền vững tài nguyên, bảo vệ môi trường và thích ứng biến đổi khí hậu”, Mã số: BĐKH.36/16–20 thuộc Chương trình “Khoa học và công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016–2020”, mã số BĐKH/16–20 đã hỗ trợ về số liệu và phương pháp luận để thực hiện bài báo này.

**Lời cam đoan:** Tập thể 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. Quý, N.Đ. Tiềm năng tài nguyên khoáng sản Việt Nam, Hội tuyển khoáng Việt Nam, 2013.
2. Ly, N.T. Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến môi trường địa chất, hoạt động khai thác khoáng sản ở Quảng Bình và giải pháp chế ngự giảm thiểu, Tạp chí thông tin Khoa học & Công nghệ Quảng Bình, số 1/2015.
3. Thanh, L.H. và cs. Đánh giá thực trạng khai thác từng loại khoáng sản chủ yếu hiện nay ở Việt Nam, thuộc Đề tài: “Nghiên cứu xây dựng mô hình khai thác một số khoáng sản chủ yếu đảm bảo sử dụng hiệu quả, bền vững tài nguyên, bảo vệ môi trường và thích ứng với biến đổi khí hậu, Chương trình Khoa học và Công nghệ ứng phó với biến đổi khí hậu, quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016–2020, mã số BĐKH.36/16–20, 2018.
4. Thuy, T. T.T và cs. Ảnh hưởng của điều kiện khí hậu và biến đổi khí hậu đến thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng bauxit trên các mỏ ở Việt Nam, Tạp chí Khoa học Biến đổi Khí hậu số 13-tháng 3/2020.
5. Thông tư số 47/2014/TT–BTNM về “quy định kỹ thuật thành lập bản đồ hành chính các cấp”, 2014.
6. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam, Nhà xuất bản Tài Nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, 2016.

## Developing distribution map of climate change impact levels on the planning, exploration, mining, processing and use of major minerals in Vietnam

Truong Thi Thanh Thuy<sup>1</sup>, Vu Van Thang<sup>1</sup>, Nguyen Huu Quyen<sup>1\*</sup>, Nguyen Trong Hieu<sup>2</sup>, Tran Duy Hien<sup>3</sup>, Lai Hong Thanh<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change; thuytruong021088@gmail.com

<sup>2</sup> Science and Technology Center of Meteorology Hydrology and Environment; hieu.nt38@gmail.com

<sup>3</sup> Department of Science and Technology; tranhienvkttv@gmail.com

<sup>4</sup> General Department of Geology and Minerals of Viet Nam; lhthanh@monre.gov.vn



**Abstract:** In this study, the data set of climate change and sea level rise scenarios published by the Ministry of Natural Resources and Environment in 2016 are used for study purposes. The results show that the planning, exploration, mining, processing and use of major minerals including coal, bauxite, lead-zinc, cement limestone, white limestone, kaolinite, feldspar, apatite, Stone as a common building material should especially note cold prevention measures in Lai Chau, Lao Cai, Son La, Lam Dong and heat prevention measures in the Northern Delta, Central regions, Southern region; heavy rain prevention measures at mines in the south of Ha Giang mine and in Thua Thien Hue to Quang Ngai areas. Besides, this study should note high temperature during summer months in the Vietnam North and Central regions, rain extremes during rainy season months at mines of Ha Giang, Yen Bai, Northern coastal area, Central region, Dak Lak under the RCP4.5 scenario and at mines of Northeastern and Central regions under the RCP8.5 scenario. For the planning, exploration, mining, processing and use of Titan-Zircon, special attention should be paid to the risk of flooding in the Quang Binh to Thua Thien Hue areas.

**Keywords:** Map; Climate change; Mineral; Vietnam.

Bài báo khoa học

## Nghiên cứu cảnh báo sét bằng nguồn số liệu tổng hợp, thử nghiệm cho khu vực Gia Lâm, Thành phố Hà Nội

Hoàng Hải Sơn<sup>1,2\*</sup>, Nguyễn Xuân Anh<sup>1,2</sup>, Phạm Xuân Thành<sup>1,2</sup>, Nguyễn Văn Hiệp<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Viện Vật lý Địa cầu, hhson@igp-vast.vn; anhnx@igp-vast.vn; pxthanh@igp-vast.vn

<sup>2</sup> Học viện Khoa học và Công nghệ, hhson@igp-vast.vn; anhnx@igp-vast.vn; pxthanh@igp-vast.vn

<sup>3</sup> Đài KTTV khu vực Đồng bằng Bắc Bộ; hiepwor@igp-vast.vn

\* Tác giả liên hệ: hhson@igp-vast.vn; Tel.: +84-984863042

Ban Biên tập nhận bài: 20/10/2020; Ngày phản biện xong: 28/11/2020; Ngày đăng bài: 25/12/2020

**Tóm tắt:** Bài báo này nghiên cứu, đánh giá, xây dựng quy trình cảnh báo sét cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội. Sử dụng các nguồn số liệu gồm: 139 ngày có nhiều loạn cường độ điện trường trên tổng số 521 ngày đo đạc của thiết bị đo cường độ điện trường (EFM-100) đặt tại trạm Phú Thụy thuộc Gia Lâm–Hà Nội, trong khoảng thời gian từ 2017 đến 2019; số liệu định vị sét; số liệu radar thời tiết; số liệu vệ tinh Himawari. Phương pháp cảnh báo được áp dụng là phương pháp “hai vùng”, vùng cảnh báo AOC với bán kính 10 km từ vị trí trạm đo điện trường và vùng cảnh báo WA (mở rộng thêm 20 km từ vùng AOC). Các chỉ số thống kê được dùng để đánh giá chất lượng cảnh báo, theo thời gian cả ngày và buổi chiều, kết quả cho thấy tỷ lệ cảnh báo đúng POD cho vùng AOC tương ứng là 86,99% và 88,0%. Tỷ lệ cảnh báo không thành công FTW cho vùng AOC tương ứng là 13,01% và 12,0%. Tỷ lệ cảnh báo không FAR tương ứng là 24,14% và 18,52%. Thời gian cảnh báo sét trung bình là trước 31,6 phút, đây là thời gian khá hữu ích cho công tác chuẩn bị phòng tránh sét cho nhiều lĩnh vực trong đời sống xã hội.

**Từ khóa:** Điện trường khí quyển; Định vị sét; Radar thời tiết; Ảnh mây vệ tinh.

### 1. Mở đầu

Việt Nam nằm ở tâm đông Châu Á, một trong ba tâm đông trên thế giới, có dông sét mạnh. Hoạt động sét ảnh hưởng trực tiếp đến kinh tế xã hội, đến quá trình công nghiệp hóa hiện đại hóa đất nước. Trong gần ba thập kỷ gần đây, rất nhiều công trình, đường dây tải điện, kho tàng, các thiết bị ngành bưu chính viễn thông, sân bay, khu công nghiệp, thiết bị nghiên cứu khoa học, thiết bị nổ mìn,...v.v, đã bị sét đánh hỏng hoặc phá hủy hoàn toàn, gây thiệt hại rất lớn. Ngoài thiệt hại về kinh tế, sét còn gây thiệt hại về người, gây tâm lý hoang mang cho con người [1–6]. Do đó việc cảnh báo và phòng chống sét ngày càng trở nên hữu ích. Trong đó việc cảnh báo sét là một công việc quan trọng, cần được quan tâm, việc này sẽ hỗ trợ tốt cho việc phòng chống sét. Tuy nhiên, việc cảnh báo sét đòi hỏi nhiều vấn đề liên quan, cụ thể là các nguồn số liệu sử dụng, khu vực cảnh báo, phương pháp xử lý số liệu, phương pháp cảnh báo và phương pháp đánh giá kết quả cảnh báo.

Vấn đề nghiên cứu cảnh báo sét cho một khu vực cụ thể đã và đang được thực hiện ở nhiều nơi bởi nhiều nhà nghiên cứu sét trong các công trình [7–24]. Tuy vậy các hệ thống định vị sét trong các nghiên cứu nói trên có nhiều dạng khác nhau. Một số hệ thiết bị định vị sét có chi phí khá đắt và vì vậy các nước chưa có tiềm lực kinh tế mạnh khó có khả năng đầu tư. Cũng có một số hệ thiết bị thiết có chi phí thấp, tuy nhiên số liệu của nó, có độ chính xác

chưa cao, hiệu suất phát hiện thấp, sai số lớn và số liệu cần phải xử lý thêm. Các nghiên cứu cho thấy chất lượng cảnh báo sét phụ thuộc chủ yếu vào: nguồn số liệu sử dụng, phương pháp xử lý số liệu, phương pháp cảnh báo sét và tính chất địa phương của hoạt động dông sét. Nhóm tác giả trong công trình [19], thực hiện cảnh báo sét cho khu vực Nanjing–Trung Quốc dựa trên số liệu của 5 trạm đo cường độ điện trường, 2 trạm radar thời tiết và số liệu của hệ thống định vị sét LLS (*Lightning Location System*). Thời gian trung bình cảnh báo trước phóng điện mây–đất đầu tiên  $LT = 20,8$  phút với khả năng cảnh báo sét thành công trên 80%. Nhóm tác giả trong công trình [8], cũng đã thực hiện cảnh báo sét cho khu vực Louisville–Hoa Kỳ, dựa trên số liệu định vị sét quốc gia NLDN (*National Lightning Detection Network*) của Mỹ và số liệu đo điện trường, cho kết quả cảnh báo sét trước 2 phút với khả năng cảnh báo sét thành công 100%, thời gian trung bình cảnh báo trước (LT: lead time) phóng điện mây–đất đầu tiên là 20 phút. Nhìn chung thời gian cảnh báo sét trước đã được nhiều tác giả kể trên đưa ra, giá trị này thay đổi từ một vài phút đến khoảng hơn 30 phút, giá trị này càng lớn thì càng có ý nghĩa thực tiễn. Độ chính xác của phương pháp cảnh báo sét được đánh giá bằng các chỉ số thống kê như: POD (xác suất phát hiện hay còn gọi là tỷ lệ cảnh báo đúng), FTW (tỷ lệ cảnh báo không thành công), FAR (tỷ lệ cảnh báo không), giá trị này phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó có thiết bị đo, phương pháp và vị trí nghiên cứu, ...v.v.

Tại Việt Nam vấn đề nghiên cứu dông sét nói chung hay điện khí quyển nói riêng đã được một số cơ quan, tổ chức, cũng như một số cá nhân thực hiện. Năm 1957, được sự giúp đỡ của chính phủ Ba Lan, nhân dịp năm Quốc tế Vật lý Địa cầu, bộ môn điện khí quyển, tiền thân của Phòng Vật lý khí quyển thuộc Viện Vật lý Địa cầu ngày nay đã được thành lập. Tiếp sau đó, trong khoảng thời gian gần đây, với sự phát triển của khoa học kỹ thuật và để đáp ứng được nhu cầu phát triển đất nước đã có nhiều công trình nghiên cứu về dông sét được tiến hành. Một số công trình nghiên cứu sét cũng đã được thực hiện bên Ngành điện lực từ trước năm 2000, đã được tổng quan trong các công trình [1, 4], tuy vậy các nghiên cứu này cũng chưa đề cập đến vấn đề cảnh báo sét, mà chỉ tập chung nghiên cứu về vấn đề mật độ sét, độ dốc dòng điện sét, định vị sét và chống sét, ...v.v, áp dụng của nó chỉ hạn chế trong Ngành điện lực. Bên Ngành Khí tượng Thủy văn, thời gian gần đây cũng có các nghiên cứu cảnh báo dông hay dự báo dông, là hiện tượng kèm theo sét, theo một số phương pháp khác nhau và nguồn số liệu sử dụng chủ yếu dựa vào số liệu radar thời tiết, ảnh mây vệ tinh hoặc quan trắc synop và vấn đề chính vẫn là cảnh báo dông, dự báo dông hoặc theo dõi dông. Tuy nhiên, bản chất của sét là một hiện tượng điện trong khí quyển và xuất hiện kèm theo các đám mây dông, trong khi đó các nghiên cứu này vẫn chưa gắn với các quan trắc trực tiếp hiện tượng sét hay điện khí quyển. Trong công trình [25], thực hiện năm 2018, nhóm tác giả có sử dụng số liệu định vị sét, tuy nhiên chỉ dừng lại ở sử dụng vị trí sét với số liệu radar để cảnh báo mưa lớn.

Trên cơ sở các nghiên cứu trước đây về dông sét tại Viện Vật lý Địa cầu của nhiều tác giả, đã được tổng quan trong [1, 4]. Hay các công trình trong thời gian gần đây như các đề tài hay công trình nghiên cứu về dông sét [1–6] thực hiện, đã cho các kết quả đáng kể trong lĩnh vực phòng chống sét, áp dụng hiệu quả cho nhiều đơn vị trong các ngành nghề khác nhau như: sân bay, xăng dầu, điện lực, dầu khí, du lịch, ...v.v. Ngoài ra trong khuôn khổ thực hiện trong dự án FIRST tại Viện Vật lý Địa cầu, tại khu vực Hà Nội có thêm 08 thiết bị đo điện trường, 02 radar thời tiết dải X–band phân cực kép với độ phân giải tới 200 m, đã đi vào hoạt động từ tháng 10 năm 2019, các kết quả nghiên cứu về dự báo mưa lớn, cảnh báo dông sét, ...v.v, cho phép nghiên cứu chi tiết hơn về cảnh báo sét cho khu vực Hà Nội. Trong các đề tài [1, 4], nhóm tác giả đã bước đầu thử nghiệm cảnh báo sét tại Quảng Nam và Hà Nội. Từ năm 2017, tại trạm Vật lý khí quyển Phú Thụy thuộc Gia Lâm–Hà Nội, được trang bị thiết bị đo cường độ điện trường, dùng cho mục đích nghiên cứu cơ cấu điện tích mây dông, định vị sét và cảnh báo sét, với dải đo mở rộng hơn trước ( $\pm 20$  kV/m). Gần đây các nguồn số liệu khác liên quan như định vị sét, số liệu radar, số liệu vệ tinh đã được cập nhật và nâng

cấp. Vì vậy chúng ta cần tiến hành các nghiên cứu cập nhật bổ sung trong lĩnh vực cảnh báo sét cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội.

## 2. Số liệu và phương pháp

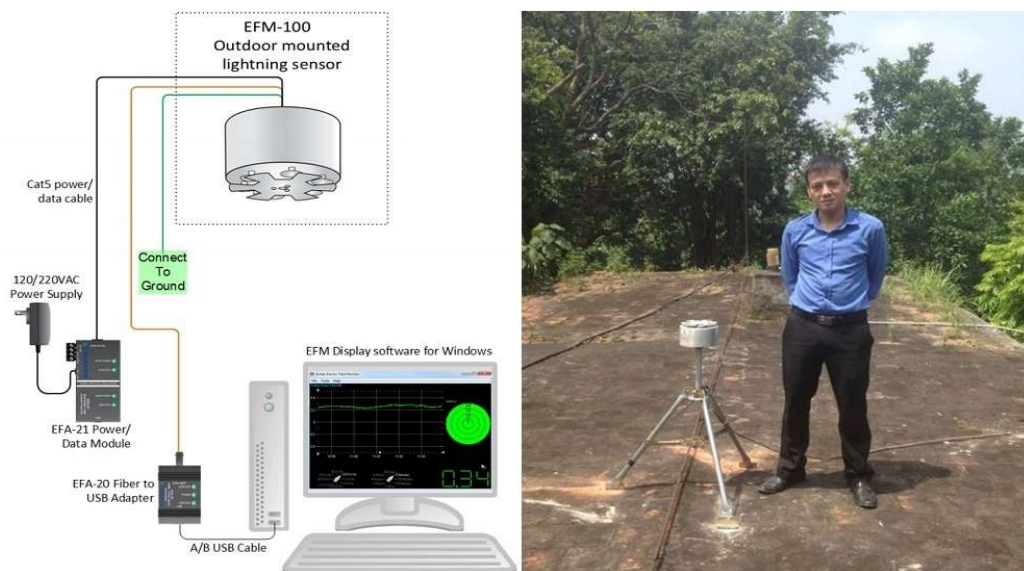
### 2.1. Số liệu

Các nguồn số liệu sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm: số liệu cường độ điện trường, số liệu vệ tinh, số liệu radar thời tiết và số liệu định vị sét. Số liệu đo cường độ điện trường được quan trắc tại trạm Phú Thụy thuộc Gia Lâm–Hà Nội (EFM–100: Electric Field Mill–100, vị trí trạm: 21,028°N;105,958°E). Số liệu radar cung cấp bởi Đài Khí tượng Cao không (<http://www.amo.gov.vn>), số liệu ảnh mây vệ tinh Himawari kênh hồng ngoại cung cấp bởi Đại học Chi Ba, Nhật Bản (<http://www.cr.chiba-u.jp/databases/GEO/>). Số liệu định vị sét được quan trắc tại trạm định vị sét Nghĩa Đô–Viện Vật lý Địa cầu. Và nguồn số liệu định vị sét khác, được thu thập từ trang web: <http://promoserv.amo.gov.vn/lightnings/GLDascii/>, đây là một trong những sản phẩm của dự án hợp tác giữa Tổng cục Khí tượng Thủy văn và Viện Khí tượng Thủy văn Phần Lan [25].

Sơ đồ hệ thống thiết bị đo điện trường Phú Thụy được mô tả trong hình 1. Hệ thống thiết bị bao gồm bộ cảm biến để ngoài trời, dây cáp nguồn, dây cáp quang truyền số liệu, dây nối đất, mô đun nguồn và mô đun truyền số liệu. Số liệu từ cảm biến có thể truyền qua các mô đun này trực tiếp đến máy tính qua cổng RS232 hoặc cổng USB, được ghi lại bằng phần mềm của nhà sản xuất hoặc chương trình tự viết trên các hệ điều hành khác nhau. Dải đo thiết bị từ  $-20$  kV/m đến  $+20$  kV/m, thời gian đáp ứng 0,1 giây, độ chính xác 0,01 kV/m. Khối lượng hệ thiết bị EFM–100 khoảng 1 kg, phần mềm hiển thị số liệu chạy trên hệ điều hành Windows.

### 2.2. Phương pháp

Để cảnh báo sét cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội, chúng tôi sử dụng phương pháp hai vùng (*Two area method*) (Hình 2). Phương pháp này đã được sử dụng trong nhiều công trình nghiên cứu trên thế giới như trong [8, 13, 17, 21]. Các tham số cơ bản của phương pháp gồm: điểm quan tâm (*Point of Interest: PI*), tương ứng với vị trí đặt thiết bị đo cường độ điện trường tại trạm Phú Thụy thuộc Gia Lâm–Hà Nội; vùng quan tâm hay vùng cần cảnh báo (*Area Of Concern: AOC*) tương ứng diện tích hình tròn bán kính 10 km, với tâm đường tròn là vị trí đặt thiết bị EFM–100 tại trạm Phú Thụy; vùng cảnh báo (*Warning Area: WA*) tương ứng với hình vành khuyên có bán kính từ 10 km đến 30 km, bao quanh vùng AOC; CG (*Cloud–Ground*) là phóng điện mây–đất của mây dông (có thể là phóng điện dương hoặc phóng điện âm), IC (*Intra Cloud*) là phóng điện trong mây của mây dông. Phương pháp hai vùng là phương pháp sử dụng thông tin vùng cảnh báo WA để cảnh báo cho vùng quan tâm AOC, trong nghiên cứu này chúng tôi chỉ quan tâm đến phóng điện mây đất CG cho bài toán cảnh báo sét. Để kiểm tra sự tồn tại của các vùng mây đối lưu (giới hạn xung quanh trạm EFM–100 Phú Thụy khoảng 50 km) có thể phát triển hoặc di chuyển đến khu vực nghiên cứu. Chúng tôi sử dụng số liệu radar là các vùng mây có độ phản hồi lớn hơn 35 dBz hoặc số liệu vệ tinh, sử dụng kết hợp số liệu các kênh hồng ngoại TIR6 (6,2  $\mu$ m), TIR2 (11,2  $\mu$ m), kênh TIR2 biểu thị mức độ đóng băng ở đỉnh mây và tốc độ phát triển của mây, chênh lệch TIR6–TIR2 biểu thị độ dày của mây [22, 27, 28]. Số liệu định vị sét sử dụng trong nghiên cứu này để nghiên cứu, đánh giá khả năng cảnh báo sét cho khu vực nghiên cứu.



**Hình 1.** Sơ đồ hệ thống thiết bị đo cường độ điện trường EFM-100 [26] và bộ cảm biến ngoài trời tại trạm Phú Thụy, Gia Lâm-Hà Nội.

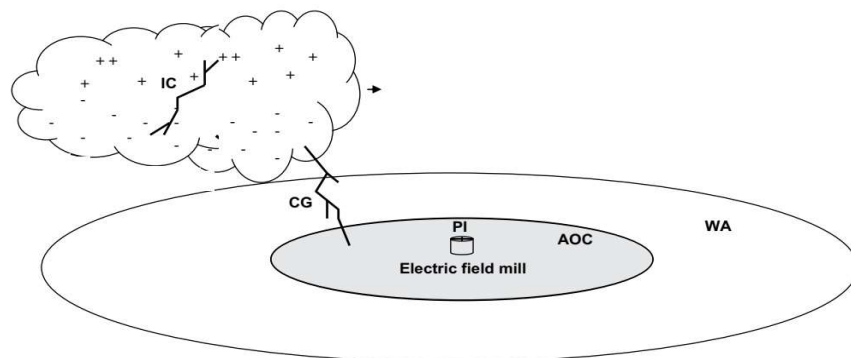
Các chỉ số thống kê được sử dụng để đánh giá khả năng cảnh báo sét gồm: Tỷ lệ cảnh báo đúng (*POD: Probability Of Detection*, có sét có cảnh báo); Tỷ lệ cảnh báo không thành công (*FTW: Failure to Warn*, có sét không cảnh báo); Tỷ lệ cảnh báo không (*FAR: False Alarm Ratio*, không có sét nhưng cảnh báo):

$$POD = \frac{SUC}{CGAOC} \quad (1)$$

$$FTW = 1 - POD \quad (2)$$

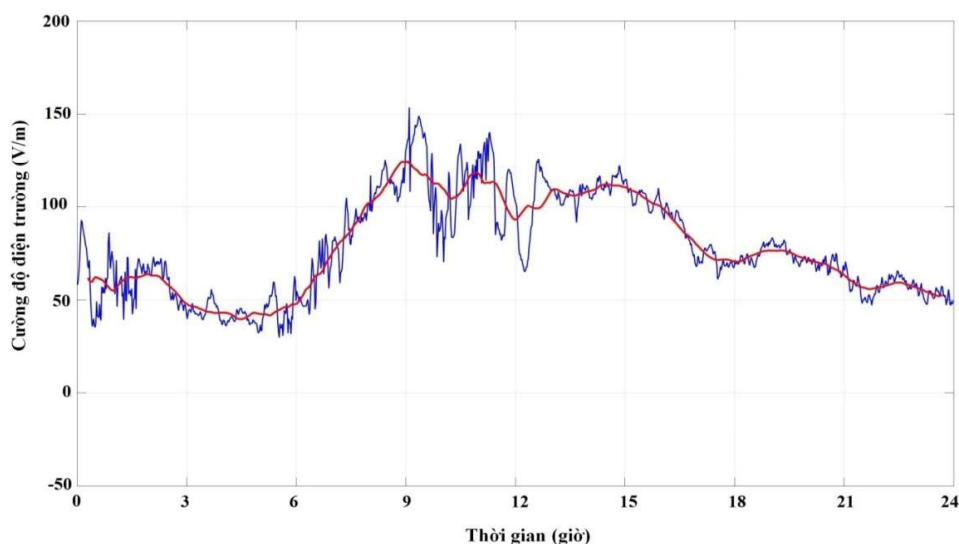
$$FAR = \frac{FA}{FA+SUC} \quad (3)$$

Trong đó SUC (*SUCcessfull*) là số cảnh báo thành công; CGAOC (*Cloud-Ground in AOC*) số cảnh báo có tối thiểu một phóng điện mây-đất trong vùng AOC. FA (*False Alarm*) là cảnh báo sai, tức là cảnh báo sét được kích hoạt, trong khi đó không xảy ra phóng điện mây-đất nào trong vùng AOC. Ngoài ra còn tham số LT (*Lead Time*) là thời gian cảnh báo, tức là khoảng thời gian từ khi bắt đầu cảnh báo đến khi xảy ra phóng điện mây-đất đầu tiên trong vùng AOC.



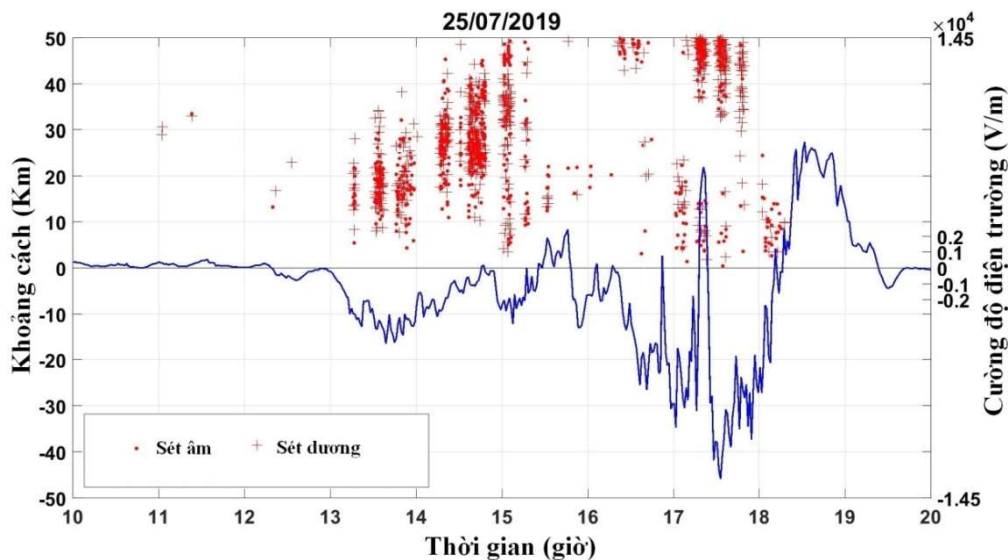
**Hình 2.** Phương pháp cảnh báo sét dựa trên dựa trên thiết bị đo cường độ điện trường tại một điểm ở bề mặt [13].

Để thấy được một cách tổng quát ảnh hưởng của điều kiện thời tiết đến biến đổi điện trường ở bề mặt đo tại trạm Phú Thụy thuộc Gia Lâm–Hà Nội, chúng ta xem hình 3 và hình 4. Hình 3 mô tả biến đổi cường độ điện trường trung bình theo thời gian trong ngày trong điều kiện thời tiết đẹp (không xảy ra mưa hoặc dông sét tại trạm). Giá trị biến đổi này là trung bình của 382 ngày đo, trong khoảng thời gian có đo đạc số liệu từ năm 2017 đến 2019. Biến đổi điện trường trong ngày có thời tiết đẹp tại khu vực trạm Phú Thụy có giá trị dương, nằm trong khoảng từ trên 40 V/m đến nhỏ hơn 160 V/m, giá trị cực đại nằm trong khoảng thời gian từ 8 giờ đến 16 giờ, cực tiểu trong khoảng thời gian 0 giờ đến 6 giờ, giá trị trung bình cả ngày 78,1 V/m, biến đổi này phù hợp với quy luật chung, biên độ dao động không lớn do môi trường xung quanh tương đối sạch, ít bụi. Hình 4 mô tả biến đổi cường độ điện trường từ 10 giờ đến 20 giờ, ngày 25/07/2019, trong điều kiện xảy hoạt động sét ở gần trạm Phú Thụy. Từ hình vẽ ta thấy, khoảng từ 10 giờ đến 12 giờ hoạt động sét xảy ra ở xa trạm và xảy ra ít, nên biến đổi điện trường ít dao động và có giá trị không quá 1,0 kV/m. Tuy nhiên sau thời điểm 12 giờ đến hơn 18 giờ, mây dông tiến lại gần khu vực trạm, biểu hiện qua số cú sét xảy ra nhiều và ở gần khu vực trạm hơn, đi kèm đó là dao động điện trường cũng gia tăng, giá trị tuyệt đối cũng lớn hơn 1,0 kV/m, trước thời điểm đó điện trường trở nên âm hơn (nhỏ hơn âm 1 kV/m), đây là một dấu hiệu để chúng ta có thể cảnh báo sét cho khu vực. Khoảng từ 17 giờ đến 18 giờ, hoạt động sét xảy ra gần nhất khu vực trạm Phú Thụy, kiểm tra số liệu radar Phù Liễn và số liệu vệ tinh Himawari vào thời điểm này của ngày 25/07/2019, chúng ta cũng thấy vùng phản hồi có khả năng có dông sét trùng với khu vực theo dõi, đo đạc. Như vậy trong trường hợp này, khi chúng ta sử dụng số liệu điện trường kết hợp với các nguồn số liệu khác, chúng ta có thể cảnh báo chính xác hiện tượng sét đánh. Tuy vậy để khẳng định điều này chúng ta cần sử dụng bộ số liệu dài hơn nữa, sẽ được trình bày trong phần tiếp theo.

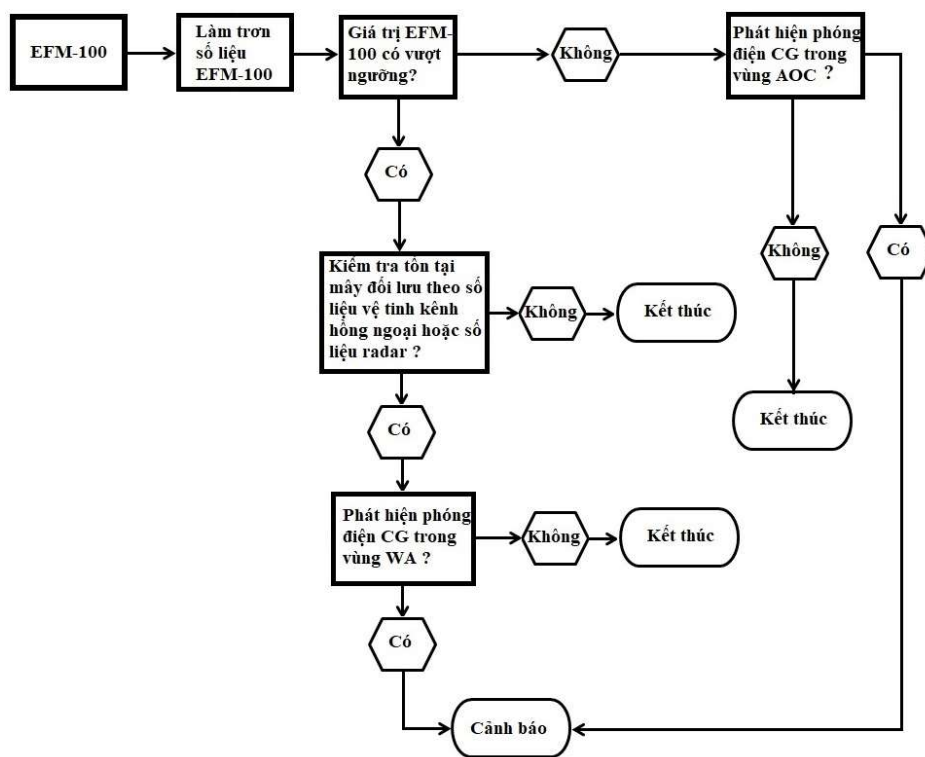


**Hình 3.** Biến đổi cường độ điện trường trung bình ngày trạm Phú Thụy, giá trị trung bình 382 ngày đo, có điều kiện thời tiết đẹp, trong khoảng thời gian từ 2017 đến 2019.

Công trình [9], Trái đất mang một lượng điện tích âm khoảng  $5 \times 10^5$  C, trong các điều kiện thời tiết đẹp điện trường ở bề mặt khoảng 130 V/m. Tuy nhiên, khi mây dông phát triển hoặc dịch chuyển đến một điểm, làm cho điện trường tại điểm dưới mây dông sẽ bị nhiễu loạn và đạt giá trị cao hơn giá trị tuyệt đối 1 kV/m. Do vậy để cảnh báo sét chúng tôi sẽ sử dụng sơ đồ cảnh báo như Hình 5, với giá trị ngưỡng điện trường tương tự như nghiên cứu [9], nhận dạng mây đối lưu qua số liệu radar hoặc số liệu vệ tinh qua một số tiêu chuẩn trình bày ở trên, đánh giá các kết quả cảnh báo sét như các công thức (1), (2), (3).



Hình 4. Biến đổi cường độ điện trường trong ngày 25/07/2019 có hoạt động của sét ở gần trạm Phú Thụy.



Hình 5. Sơ đồ thuật toán cảnh báo sét [21].

### 3. Kết quả nghiên cứu

Bảng 1 tóm tắt các ngày đo trong giai đoạn từ 2017 đến 2019, tỷ số trong bảng mô tả số ngày từng tháng đo có cường độ điện trường vượt ngưỡng ( $\pm 1,0$  kV/m) trên tổng số ngày đo của tháng đó. Từ 139 ngày đo có cường độ điện trường vượt ngưỡng, chúng tôi xác định được 97 ngày đo thỏa mãn được các yêu cầu như trong sơ đồ thuật toán đề ra, để nghiên cứu, đánh giá khả năng cảnh báo sét. Các tệp số liệu bị loại do các lý do sau: Không xuất hiện sét

trong thời gian ở gần thời điểm vượt ngưỡng trong vùng nghiên cứu. Số liệu định vị sét không đảm bảo tính tương quan không gian–thời gian [5]. Sét chỉ xuất hiện ở khoảng cách ngoài 30 km (mức độ ảnh hưởng đến trạm đo điện trường ít), hoặc không có mây đối lưu trong vùng nghiên cứu. Ngoài ra, trong 97 ngày đo nói trên, chúng tôi xác định được 107 trường hợp thỏa mãn yêu cầu nêu trên, trong đó có những ngày có hoạt động sét xảy ra tại gần trạm Phú Thụy từ 2 đến 3 lần. Và để thấy được khả năng cảnh báo sét cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội theo nguồn số liệu tổng hợp, chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu trên một số trường hợp cụ thể, cũng như trên toàn bộ tập số liệu thu thập được.

Hình 6 mô tả biến đổi cường độ điện trường và hoạt động sét trong giới hạn 50 km xung quanh trạm Phú Thụy, trong khoảng thời gian từ 8 giờ đến 16 giờ, ngày 22/08/2019. Bắt đầu từ khoảng gần 9 giờ đến 11 giờ, hoạt động sét xảy ra ở khu vực khoảng từ 15km đến 50km (ở ngoài vùng AOC). Cường độ điện trường đo tại trạm Phú Thụy có giá trị dương, không biến đổi nhiều, chưa vượt ngưỡng  $\pm 1$  kV/m, đến sau thời điểm 11 giờ 24 phút, cường độ điện trường chuyển sang giá trị âm, đạt giá trị vượt ngưỡng (nhỏ hơn  $-1$  kV/m) ở thời điểm 11 giờ 26 phút (thời gian bắt đầu cảnh báo sét:  $T_{LW}$ ), hoạt động sét vẫn xảy ra ở khu vực cách trạm Phú Thụy từ 15 km đến 50 km. Kiểm tra số liệu vệ tinh Himawari, kênh TIR2 và chênh lệch nhiệt độ giữa kênh TIR6 và kênh TIR2 (Hình 7). Tại khu vực giới hạn 50 km xung quanh trạm Phú Thụy (dấu sao), có xuất hiện nhiều vùng chênh lệch nhiệt độ ít (gần về giá trị 0) biểu thị vùng mây dày hơn các vùng có chênh lệch nhiệt độ lớn. Hơn nữa tại khu vực này, nhiều vùng có nhiệt độ kênh TIR2 nhỏ hơn 220 K, xu thế mây đối lưu đang phát triển. Qua đó, chúng tôi xác định được có tồn tại mây đối lưu tại khu vực nghiên cứu. Thông tin cảnh báo sét khu vực Gia Lâm–Hà Nội, tương ứng với vùng AOC được được xác định. Đến thời điểm 11 giờ 34 phút (thời gian xác định được sét đầu tiên trong vùng cần cảnh báo:  $T_{LAOC}$ ), xuất hiện cú sét đầu tiên trong vùng cần cảnh báo, như vậy thông tin cảnh báo đưa ra là chính xác, thời gian cảnh báo sét trước  $LT = 8$  phút. Sau thời gian cú sét đầu tiên xảy ra, hoạt động sét xảy ra nhiều, trên diện rộng ở khu vực Gia Lâm–Hà Nội và càng tiến gần về phía trạm Phú Thụy gần nhất ở thời điểm gần 13 giờ, vùng mây đối lưu có nhiệt độ đỉnh mây thấp, mây dày (qua kênh TIR2 và TIR6) ở gần trạm Phú Thụy nhất, kể từ thời điểm mây chưa phát triển đến gần trạm. Sau 14 giờ, hoạt động sét giảm dần ở khu vực nghiên cứu, hoạt động sét không xảy ra ở khu vực cần cảnh báo, đến 15 giờ 30 phút, cường độ điện trường trở lại trạng thái bình thường.

Trong trường hợp tiếp theo, chúng tôi sẽ đưa ra một trường hợp có thời gian cảnh báo sét cho khu vực nghiên cứu có thời gian cảnh báo lớn hơn. Hình 8 mô tả biến đổi cường độ điện trường và hoạt động sét trong giới hạn 50 km xung quanh trạm Phú Thụy, trong khoảng thời gian từ 11 giờ đến 20 giờ 30 phút, ngày 09/09/2019. Trước thời điểm gần 12 giờ 30 phút, hoạt động dông sét không xảy ra ở khu vực giới hạn 50 km xung quanh trạm Phú Thụy. Sau thời điểm 12 giờ 30 phút, đến khoảng 14 giờ hoạt động dông sét bắt đầu xảy ra trong khoảng từ 15 km đến 50 km, các trung tâm phóng điện có xu thế dịch chuyển dần về phía khu vực Gia Lâm–Hà Nội. Kiểm tra số liệu vệ tinh Himawari, kênh TIR2 và chênh lệch nhiệt độ giữa kênh TIR6 và kênh TIR2 cho thấy: vùng mây có nhiệt độ thấp (nhỏ hơn 230 K, có vùng nhỏ hơn 200 K) bao phủ phần lớn khu vực giới hạn 50 km, chênh lệch nhiệt độ giữa hai kênh ở phần lớn khu vực này cũng không lớn (hình 9), ngoại trừ một phần ở phía đông nam trạm. Ảnh radar thời tiết thời điểm 14 giờ, ngày 09/09/2019, trạm Phù Liễn (hình 10) cho thấy có vùng mây ở phía bắc so với trạm Phú Thụy, có độ phản hồi  $>35$ dBz. Do vậy, chúng ta có thể xác định ở khu vực nghiên cứu tồn tại mây đối lưu và qua các bước thời gian, chúng tôi thấy khối mây này đang dịch chuyển dần về phía trạm Phú Thụy. Giá trị điện trường trở nên âm hơn và đạt giá trị vượt ngưỡng (nhỏ hơn  $-1$  kV/m) ở thời điểm 14 giờ 3 phút ( $T_{LW}$ ), đến thời điểm 14 giờ 50 phút ( $T_{LAOC}$ ) tại khu vực Gia Lâm–Hà Nội (vùng AOC) đã xuất hiện cú sét đầu tiên, xác định được thời gian cảnh báo trước  $LT = 47$  phút. Sau thời điểm đó, hoạt động sét càng tiến gần về phía trạm Phú Thụy hơn, gần nhất khoảng 15 giờ 50 phút, thời điểm đó ảnh mây vệ tinh cho thấy khối mây có nhiệt độ thấp nhất, dịch chuyển gần đến trạm. Sau đó,

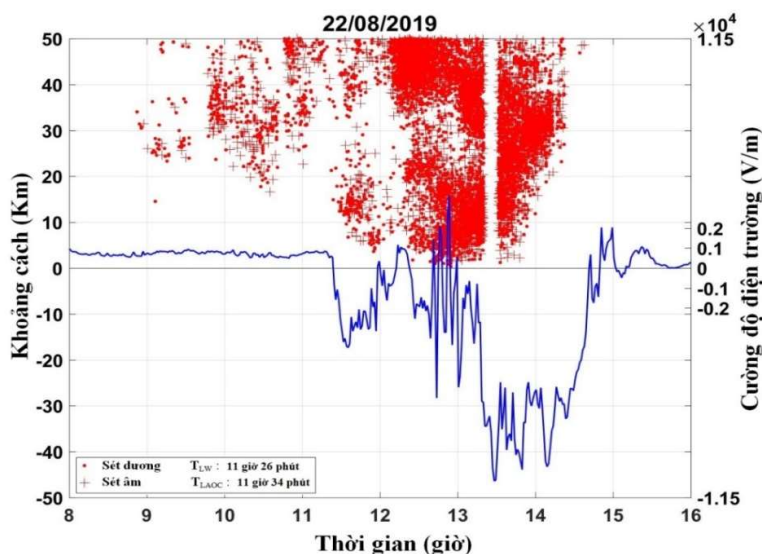


hoạt động sét có xu hướng đi ra xa khu vực cảnh báo và quay trở lại khu vực cảnh báo vào thời điểm gần 18 giờ và sau thời điểm 20 giờ, cường độ điện trường trở lại trạng thái bình thường.

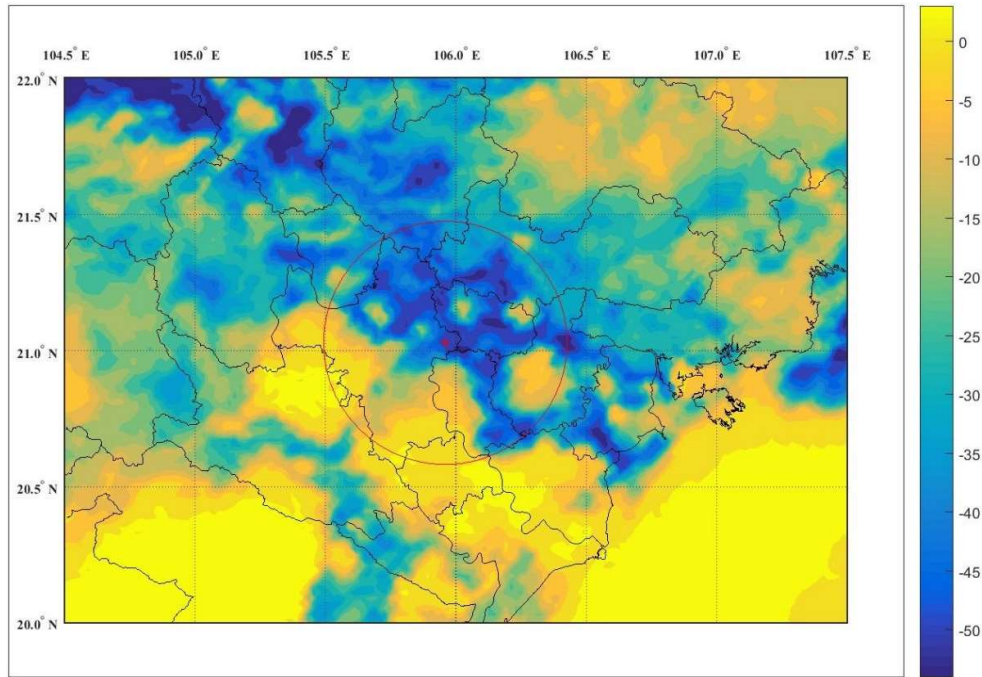
Hình 12 mô tả biến đổi cường độ điện trường và hoạt động sét trong giới hạn 50 km xung quanh trạm Phú Thụy, trong khoảng thời gian từ 6 giờ 30 phút đến 17 giờ 30 phút, ngày 16/09/2017. Trong khoảng thời gian từ 7 giờ đến 7 giờ 30 phút, hoạt động sét xảy ra trong khoảng từ 35 km đến 50 km, điện trường đo tại trạm Phú Thụy không thay đổi nhiều (nhỏ hơn 500 V/m), do vậy hoạt động dông sét chưa ảnh hưởng đến khu vực Gia Lâm–Hà Nội. Bắt đầu từ gần 9 giờ đến khoảng 11 giờ, hoạt động sét dịch chuyển về phía khu vực Gia Lâm–Hà Nội. Sau khoảng thời gian này, cường độ điện trường đo tại trạm Phú Thụy dần đổi dấu sang giá trị âm. Đạt giá trị vượt ngưỡng (nhỏ hơn  $-1$  kV/m), tại thời điểm 11 giờ 21 phút ( $T_{LW}$ ). Để xác định vùng mây đối lưu trong khu vực giới hạn 50 km, trong trường hợp này chúng tôi cũng sử dụng số liệu vệ tinh Himawari kênh TIR2 và chênh lệch nhiệt độ giữa kênh TIR6 và kênh TIR2 (hình 11). Ở thời điểm cường độ điện trường vượt ngưỡng, vùng có chênh lệch nhiệt độ giữa hai kênh nhỏ, chỉ chiếm phần nhỏ ở khu vực phía tây trong vùng giới hạn, số liệu ảnh mây ở các bước thời gian trước cho thấy khối mây có xu thế dịch chuyển về phía trạm. Ảnh radar thời tiết Phù Liễn (hình 13) thời điểm 11 giờ 20 phút cho thấy có mây đối lưu ở vùng giới hạn nghiên cứu. Thông tin cảnh báo sét được xác định cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội (tương ứng với vùng AOC) được xác định, tiếp sau đó hoạt động sét tiếp tục dịch chuyển dần về vùng AOC (bán kính 10 km xung quanh trạm Phú Thụy) đến thời điểm 11 giờ 49 phút, xác định được cú sét đầu tiên trong vùng cảnh báo và thời gian cảnh báo trước  $LT = 28$  phút ( $T_{LAOC}$ ). Các thời điểm sau đó, hoạt động sét tiến gần về phía trạm Phú Thụy, gần nhất khoảng gần 13 giờ và kéo dài đến khoảng 14 giờ. Sau thời điểm 14 giờ, hoạt động sét bắt đầu dịch chuyển ra xa khỏi khu vực Gia Lâm–Hà Nội, sau khoảng 17 giờ 30 phút cường độ điện trường trở lại trạng thái bình thường.

**Bảng 1.** Tổng số ngày có điện trường vượt ngưỡng cảnh báo trên số ngày có số liệu của từng tháng.

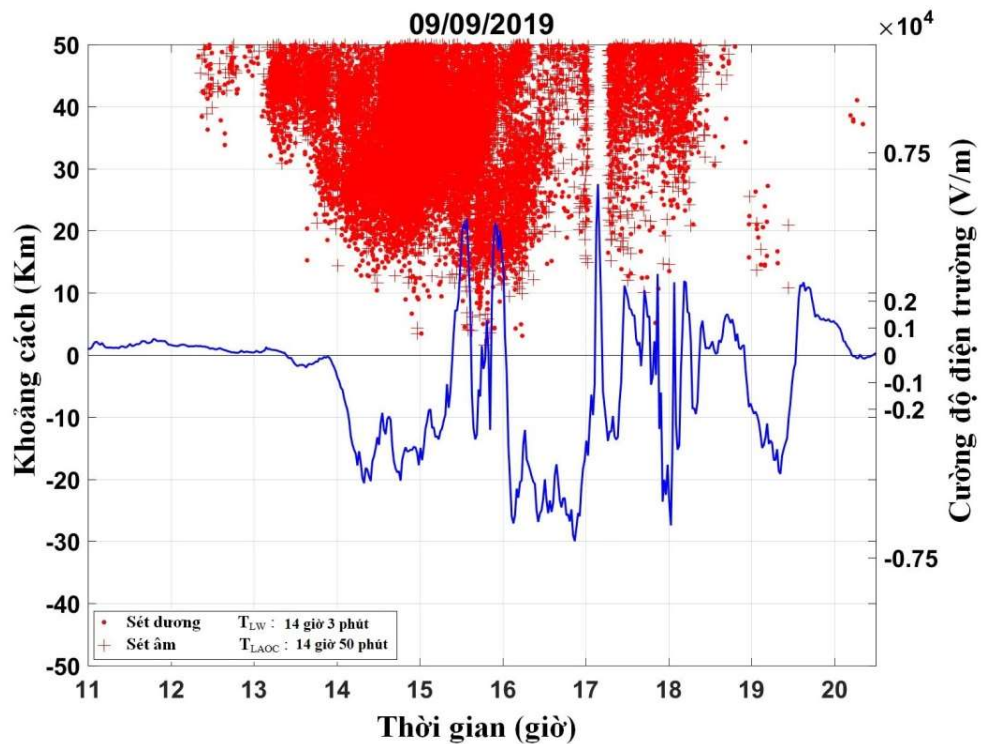
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2017	NaN	NaN	NaN	3/10	5/13	NaN	NaN	9/15	13/29	8/31	0/30	0/19
2018	0/30	0/28	2/31	7/28	12/31	2/3	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
2019	NaN	NaN	NaN	NaN	8/18	13/30	15/31	20/31	11/27	9/31	2/30	0/25



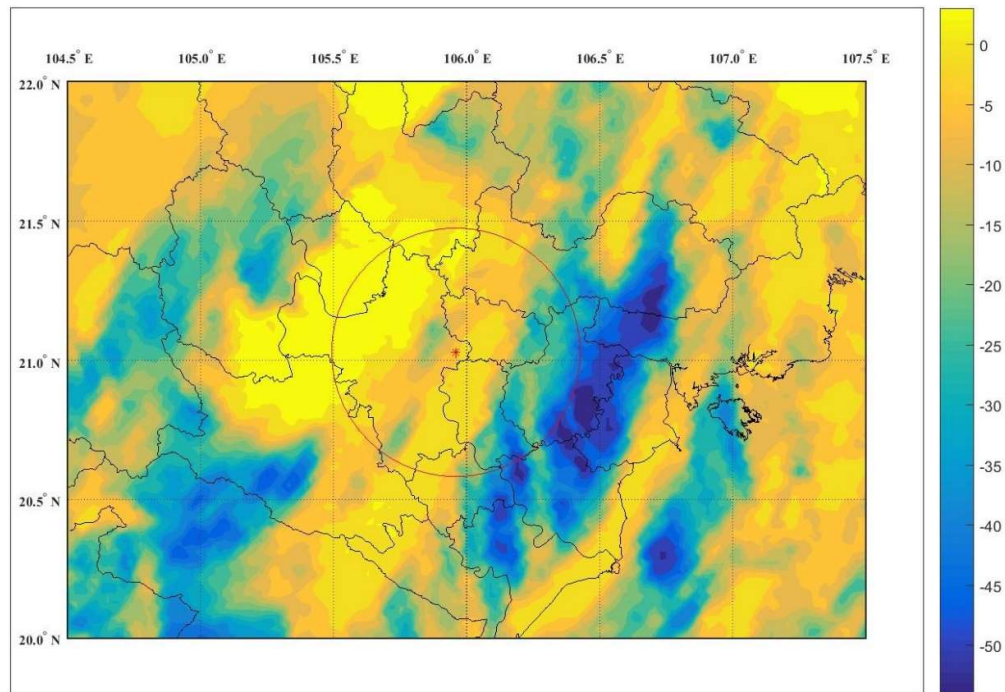
**Hình 6.** Biến đổi cường độ điện trường trong điều kiện thời tiết xảy ra hoạt động sét ở gần trạm Phú Thủy, trong ngày 22/08/2019.



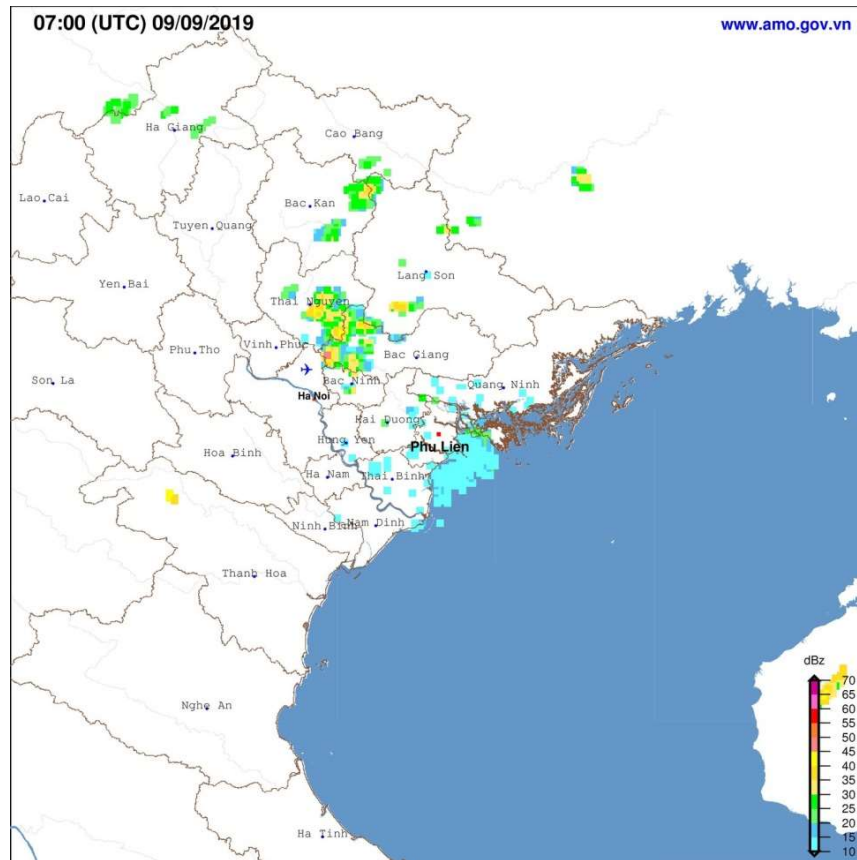
**Hình 7.** Chênh lệch nhiệt độ kênh hồng ngoại TIR6 (6.2 $\mu$ m) và TIR2 (11.2 $\mu$ m), nhiệt độ K, tại thời điểm 11 giờ 20 phút, ngày 22/08/2019.



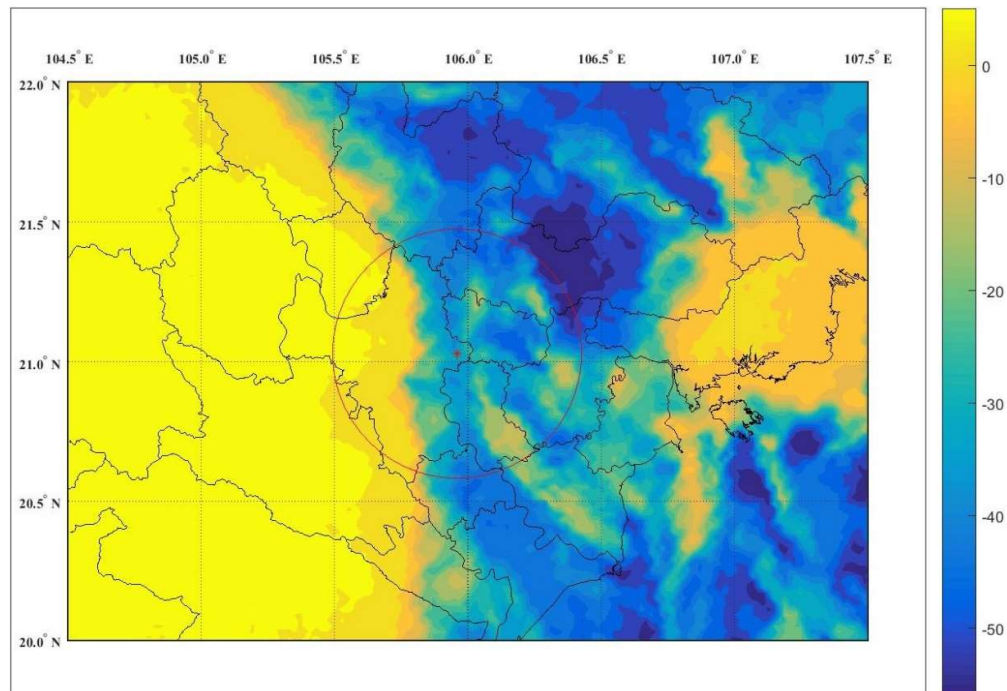
**Hình 8.** Biến đổi cường độ điện trường trong điều kiện thời tiết xảy ra hoạt động sét ở gần trạm Phú Thủy, trong ngày 09/09/2019.



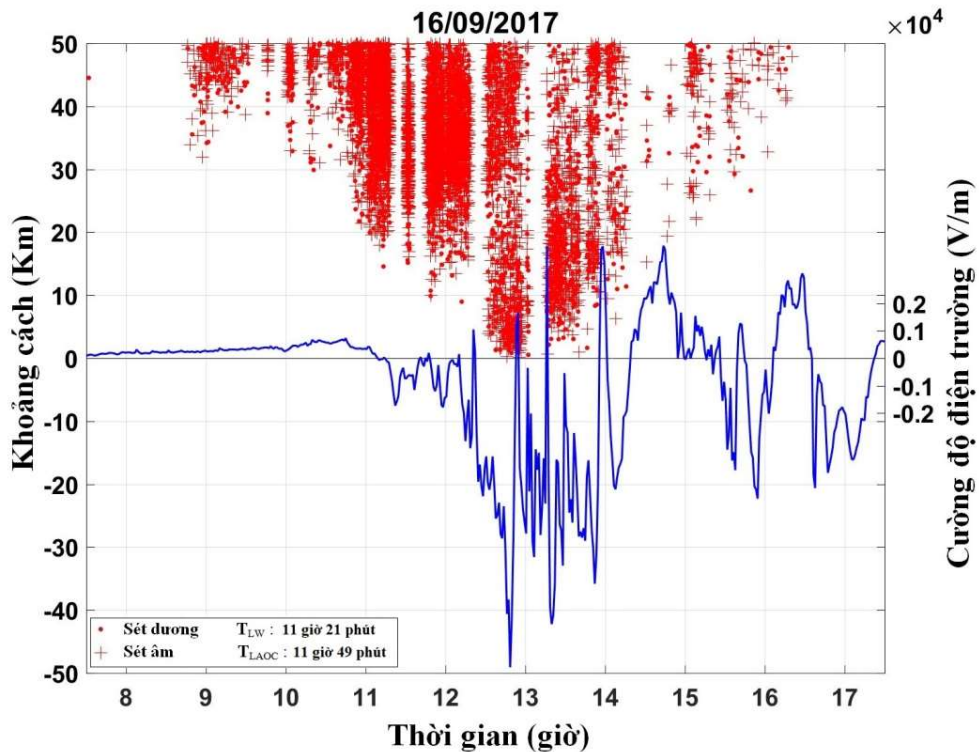
**Hình 9.** Chênh lệch nhiệt độ kênh hồng ngoại TIR6 (6.2 $\mu$ m) và TIR2 (11.2 $\mu$ m), nhiệt độ K, tại thời điểm 14 giờ, ngày 09/09/2019.



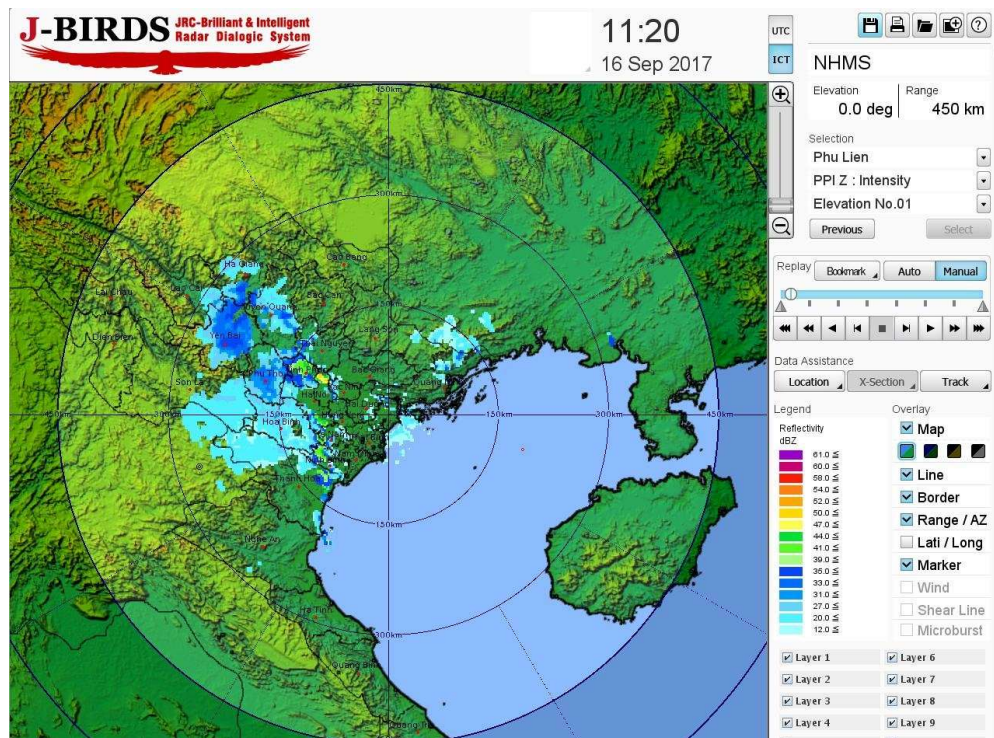
Hình 10. Ảnh radar thời tiết Phù Liên thời điểm 14 giờ ngày 09/09/2019 (nguồn www.amo.gov.vn).



Hình 11. Chênh lệch nhiệt độ kênh hồng ngoại TIR6 (6.2μm) và TIR2 (11.2μm), nhiệt độ K, tại thời điểm 11 giờ 20 phút, ngày 16/09/2017.

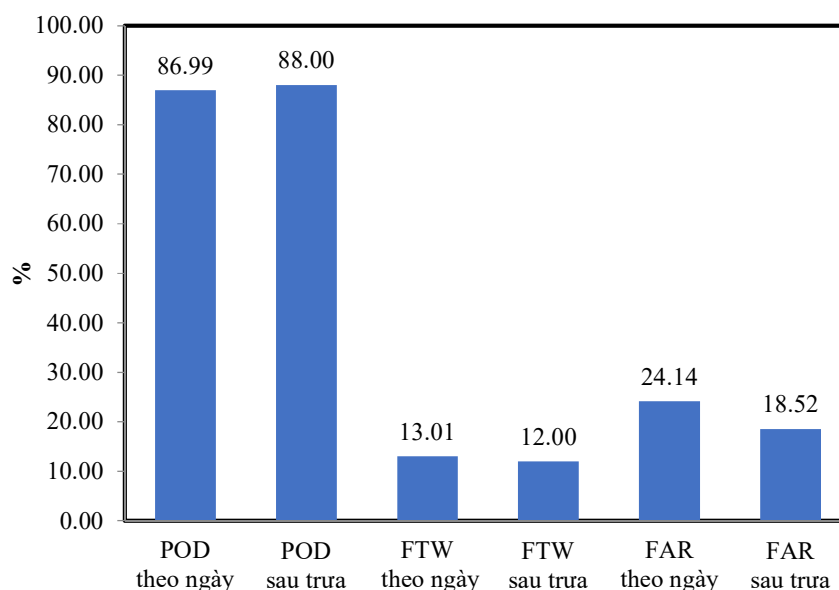


Hình 12. Biến đổi cường độ điện trường trong điều kiện thời tiết xảy ra hoạt động sét ở gần trạm Phú Thụy, trong ngày 16/09/2017.

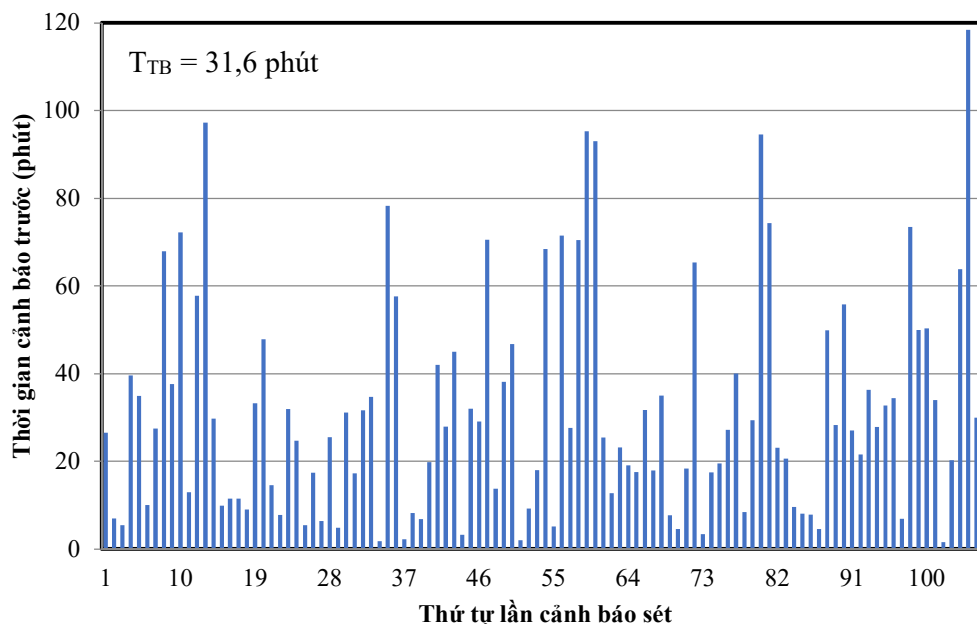


Hình 13. Ảnh radar thời tiết Phú Liễu thời điểm 11giờ 20 phút ngày 16/09/2017 (nguồn NHMS).

Bằng cách làm tương tự, chúng tôi tiến hành nghiên cứu cảnh báo sét cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội trên toàn bộ số liệu đo, như đã nêu ra ở phần trên, bộ số liệu bao gồm: 97 ngày đo cường độ điện trường, số liệu định vị sét và số liệu vệ tinh Himawari hoặc số liệu radar thời tiết. Ngoài ra chúng tôi cũng phân chia số liệu đo đạc thành hai trường hợp, trường hợp cho cả ngày và trường hợp sau buổi trưa. Kết quả tính toán, đánh giá kết quả cảnh báo được trình bày trong hình 14 và hình 15. Hình 14, biểu diễn kết quả xác định các chỉ số POD, FTW và FAR. Tỷ lệ cảnh báo đúng (xác xuất phát hiện) POD, liên quan đến số lần cảnh báo thành công, số lần cảnh báo đúng xảy ra phóng điện trong vùng AOC và số lần không đưa ra thông tin cảnh báo nhưng sét vẫn xảy ra ở trong vùng AOC, kết quả cho toàn bộ tập số liệu giá trị POD = 86,99% và giới hạn thời gian sau buổi trưa giá trị POD = 88,0%. Giá trị POD giới hạn sau trưa cao hơn POD giới hạn theo ngày là do các cơn dông diễn ra sau buổi trưa thường xảy ra mạnh hơn thời gian buổi sáng [2], do vậy khả năng phát hiện dông sét của các thiết bị nghiên cứu dông sét vào thời gian sau trưa sẽ lớn hơn. Từ biểu đồ cũng như tỷ lệ cảnh báo đúng chúng tôi cũng xác định được tỷ lệ cảnh báo không thành công FTW, cho trường hợp theo ngày FTW = 13,1% và trường hợp sau trưa FTW = 12,0%. Tỷ lệ cho biết tại khu vực Gia Lâm–Hà Nội với thiết bị hiện có, cứ 100 trường hợp cảnh báo sét thì có khoảng 87 trường hợp đúng và khoảng 13 trường hợp sai. Tỷ lệ cảnh báo không FAR, liên quan thông tin cảnh báo được đưa ra nhưng sét lại không xảy ra ở vùng cần cảnh báo (AOC). Những nguyên nhân dẫn đến những trường hợp cảnh báo không bao gồm: có trường hợp mây dông chỉ di chuyển đến vùng WA hoặc phát triển trong vùng này, nhưng không di chuyển vào vùng cần cảnh báo (AOC); thiết bị định vị sét có sai số đưa đến vị trí định vị nhầm vào vùng WA làm cảnh báo được kích hoạt; những biến đổi bất thường về môi trường khí quyển như sự gia tăng hạt nhân ngưng kết làm cường độ điện trường vượt ngưỡng cũng là nguyên nhân làm tăng cảnh báo không. FAR theo toàn bộ thời gian trong ngày đạt 24,14% và theo thời gian sau trưa 18,52%. Giá trị FAR của thời gian sau trưa nhỏ hơn giá trị FAR cả ngày là do tỷ lệ cảnh báo sai của cả ngày lớn hơn thời gian sau trưa, do dông sét sau trưa thường mạnh hơn nên khả năng phát hiện của thiết bị để cảnh báo dông sét cũng sẽ lớn hơn, tương tự giá trị POD.



**Hình 14.** Biểu đồ so sánh các tham số đánh giá kết quả cảnh báo sét tại khu vực Gia Lâm–Hà Nội.



**Hình 15.** Biến đổi thời gian cảnh báo sét trước (LT: Lead Time), theo thứ tự lần cảnh báo sét cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội.

Hình 15, mô tả biến đổi thời gian cảnh báo sét trước (LT), theo thứ tự các lần cảnh báo sét của 107 lần trong 97 ngày (từ 2017 đến 2019). Việc cảnh báo sét sớm hay trễ hơn đều có ý nghĩa, phụ thuộc vào từng bài toán cụ thể, biến đổi giá trị này thay đổi từ một vài phút đến dưới 120 phút (hình 15), giá trị trung bình đạt 31,6 phút, giá trị này phù hợp với nhiều nghiên cứu trước đây của rất nhiều tác giả trên thế giới như trong [7, 8, 13, 19]. Thời gian cảnh báo sét trước trung bình được nhóm tác giả trong công trình [8], xác định  $LT = 20,0$  phút,  $POD = 80,0\%$ . Tuy nhiên, trong nghiên cứu này nhóm tác giả chỉ sử dụng số liệu cường độ điện trường và số liệu định vị sét. Trong khi đó, trong nghiên cứu của chúng tôi đã sử dụng tổng hợp các nguồn số liệu (điện trường, định vị sét, số liệu radar thời tiết, số liệu vệ tinh), làm tăng mức độ chính xác cảnh báo sét ( $POD = 86,99\%$ ) và thời gian trung bình cảnh báo sét trước cũng lớn hơn, cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội.

#### 4. Kết luận

Trên cơ sở bộ số liệu tổng hợp gồm: số liệu cường độ điện trường, số liệu định vị sét, số liệu radar thời tiết và số liệu vệ tinh trong khoảng thời gian từ 2017 đến 2019, chúng tôi tiến hành nghiên cứu thử nghiệm cảnh báo sét và đánh giá kết quả cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội, từ các kết quả trình bày ở trên có thể rút ra một số kết luận sau:

Trên toàn bộ tập số liệu thu thập và đánh giá cho hai trường hợp thời gian cả ngày và thời gian buổi chiều, tỷ lệ cảnh báo đúng ( $POD$ ) tương ứng là 86,99% và 88,00%, tỷ lệ cảnh báo không thành công ( $FTW$ ) tương ứng là 13,01% và 12,0% và tỷ lệ cảnh báo không ( $FAR$ ) tương ứng là 24,14% và 18,52%. Tỷ lệ cảnh báo sét đúng tại khu vực Gia Lâm–Hà Nội vào thời gian sau buổi trưa lớn hơn cả ngày là do tại khu vực này hoạt động dông sét vào thời điểm sau buổi trưa thường xảy ra nhiều và mạnh. Thời gian cảnh báo sét trước trung bình cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội bằng 31,6 phút, giá trị này phù hợp và lớn hơn (tốt hơn) một số giá trị được xác định trong một số nghiên cứu trên thế giới.

Nghiên cứu này cho thấy khả năng cảnh báo sét thành công cho khu vực Gia Lâm–Hà Nội với tỷ lệ cảnh báo đúng lớn (gần 90%), thời gian cảnh báo sét trước trung bình phù hợp

các nghiên cứu khác trên thế giới. Trong thời gian kế tiếp, chúng tôi sẽ nghiên cứu trên các vùng rộng hơn như toàn bộ khu vực Hà Nội, Quảng Nam, Vũng Tàu hay Quảng Ninh, đây là các khu vực thường xuyên chịu ảnh hưởng của sét, bên cạnh đó những nơi này cũng đã được hoặc mới lắp đặt mạng lưới trạm đo điện trường.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: H.H.S., N.X.A, P.X.T, N.V.H; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.X.A, P.X.T, N.V.H; Xử lý số liệu: H.H.S.; Viết bản thảo bài báo: H.H.S., N.X.A, P.X.T, N.V.H; Chỉnh sửa bài báo: H.H.S., N.X.A, P.X.T, N.V.H.

**Lời cảm ơn:** Nhóm tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ cho nghiên cứu này từ Dự án “Ứng dụng công nghệ tự động hóa trong quá trình sản xuất nguyên liệu và quá trình sản xuất, chế biến chè xanh sao lần chất lượng cao tại công ty cổ phần trà Than Uyên”, mã số: CNC 003/19. Nhóm tác giả cũng xin cảm ơn tiêu Dự án FIRST-IGP: “Thiết lập hệ thống quan trắc tăng cường và hệ thống dự báo, cảnh báo độ phân giải cao hạn ngắn, cực ngắn dông, mưa lớn và ngập lụt đô thị cho thành phố Hà Nội phục vụ phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội” thuộc dự án FIRST: “Đẩy mạnh đổi mới sáng tạo thông qua nghiên cứu, khoa học và công nghệ” do Ngân hàng Thế giới tài trợ đã cho sử dụng tài nguyên tính toán từ hệ thống máy tính hiệu năng cao phục vụ tính toán, thu thập, xử lý số liệu trong quá trình thực hiện nghiên cứu này; cảm ơn Đài Khí tượng Cao không, Tổng cục Khí tượng Thủy văn đã chia sẻ dữ liệu radar Phù Liễn (Hình 10 và Hình 13), cảm ơn Cơ quan Khí tượng Nhật Bản (Japan Meteorological Agency) đã cung cấp số liệu vệ tinh Himawari cho nghiên cứu.

**Lời cam đoan:** Tập thể 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. Anh, N.X. và cs. Nghiên cứu hoạt động dông sét và đề xuất các giải pháp phòng chống ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết Đề tài cấp Nhà nước, **2005**, tr. 252.
2. Anh, N.X.; Huy, L.V.; Sơn, H.H. Một số kết quả nghiên cứu hoạt động dông sét qua mạng trạm định vị sét ở Việt Nam. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học kỹ thuật Địa Vật lý lần thứ 5. Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, **2007**, 11–20.
3. Anh, N.X.; Huy, L.V.; Sơn, H.H. Nghiên cứu hoạt động dông sét và giải pháp phòng chống ở Việt Nam: Một số kết quả và phương hướng nghiên cứu. Tuyển tập các công trình nghiên cứu Vật lý Địa cầu 2008. Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, **2008**, 289–306.
4. Anh, N.X. và cs. Nghiên cứu và đề xuất các giải pháp phòng chống sét trên địa bàn tỉnh Quảng Nam. Báo cáo tổng kết Đề tài cấp Bộ, **2013**, tr. 188.
5. Sơn, H.H.; Anh, N.X.; Huy, L.V.; Thành P.X. Xác định một số tham số hoạt động dông sét từ chuỗi số liệu mô phỏng. *Tạp chí Các khoa học về Trái đất* **2011**, 2, 134–141.
6. Sơn, H.H.; Anh, N.X. Xác định khu vực hoạt động của mây dông theo số liệu cường độ điện trường tại Quảng Nam. Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học quốc tế: Vật lý Địa cầu–Hợp tác và phát triển bền vững, **2012**, 23–30.
7. Murphy, M.J.; Holle, R.L. Warnings of cloud-to-ground lightning hazard based on combinations of lightning detection and radar information. 24<sup>th</sup> International Lightning Detection Conference & 6<sup>th</sup> International Lightning Meteorology, **2006**.
8. Murphy, M.J.; Said, R.K. Preliminary Analysis of Lightning Warnings in and near the Rocky Mountains using U.S. National Lightning Detection Network and Electric Field Mill Data. 24<sup>th</sup> International Lightning Detection Conference & 6<sup>th</sup> International Lightning Meteorology Conference, **2016**.
9. Montanya, J.; Bergas, J.; Hermoso, B. Electric field measurements at ground level as a basis for lightning hazard warning. *J. Electrostat.* **2004**, 60, 241–246. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2004.01.009>



10. Montanya, J.; Rodríguez, P.; Bergas, J.; Illa, A.; Hermoso, B.; Candela, I. A new electrostatic field measurement method: the Coherent–Notch Field Mill. *J. Electrostat.* **2007**, *6*, 431–437. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2006.10.005>
11. Montanya, J.; Aranguren, D.; Pineda, N.; Sola, G. Total lightning, electrostatic meteorological radar applied to lightning hazard warning. 20<sup>th</sup> International Lightning Detection Conference, Tucson, AZ, **2008**.
12. Beasley, W.H.; Williams, D.E.; Hyland, P.T. Analysis of surface electric–field contours in relation to cloud–to–ground lightning flashes in air–mass thunderstorms at the Kennedy Space Center. Proceeding of 20<sup>th</sup> International Lightning Detection Conference, **2008**.
13. Aranguren, D.; Montanya, J.; Solá, G.; March, V.; Romero, D.; Torres, H. On the lightning hazard warning using electrostatic field: Analysis of summer thunderstorms in Spain. *J. Electrostat.* **2009**, *67*, 507–512. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2009.01.023>
14. Ferro, M.A.D.S.; Yamasaki, J.; Pimentel, D.R.D.M.; Naccarato, K.P.; Saba, M.M.F. Lightning risk warnings based on atmospheric electric field measurements in Brazil. *J. Aerosp. Technol. Manag.* **2011**, *3*, 301–310. <https://doi.org/10.5028/jatm.2011.03032511>
15. Kohn, M.; Galanti, E.; Price, C.; Lagouvardos, K.; Kotroni, V. Nowcasting thunderstorms in the Mediterranean region using lightning data. *Atmos. Res.* **2011**, *100*, 489–502. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2010.08.010>
16. Mosier, R.M.; Schumacher, C.; Orville, R.E.; Carey, L.D. Radar Nowcasting of Cloud–to–Ground Lightning over Houston, Texas. *Weather and Forecasting* **2011**, *26*, 199–212. <https://doi.org/10.1175/2010WAF2222431.1>
17. López, J.; Pérez, E.; Herrera, J.; Aranguren, D.; Porrás, L. Thunderstorm warning alarms methodology using electric field mills and lightning location networks in mountainous regions. International Conference on Lightning Protection, **2012**. <https://doi.org/10.1109/ICLP.2012.6344397>
18. Seroka, G.N.; Orville, R.E.; Courtney, S. Radar Nowcasting of Total Lightning over the Kennedy Space Center. *Weather Forecasting* **2012**, *27*, 189–204. <https://doi.org/10.1175/WAF-D-11-00035.1>
19. Zeng, Q.; Wang, Z.; Guo, F.; Feng, M.; Zhou, S.; Wang, H.; Xu, D. The application of lightning forecasting based on surface electrostatic field observations and radar data. *J. Electrostat.* **2013**, *71*, 6–13. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2012.10.007>
20. Srivastava, A.; Mishra, M.; Kumar, M. Lightning alarm system using stochastic modelling. *Nat Hazards.* **2015**, *75*, 1–11. DOI 10.1007/s11069-014-1247-8
21. Junchi, Z.; Qingfeng, Z.; Shah, A.B.; Xue, J.; Ye, Z. A Lightning Warning Algorithm Using a EFM's Network and LPS. *Pakistan J. Meteorol.* **2015**, *12*, 49–55.
22. Karagiannidis, A.; Lagouvardos, K.; Kotroni, V. The use of lightning data and Meteosat infrared imagery for the nowcasting of lightning activity. *Atmos. Res.* **2016**, *168*, 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.08.011>
23. Tao, H.; Gu, S.; Wang, H.; Feng, W.; Guo, J.; Wang, Y.; Zhang, L. Method of lightning warning based on atmospheric electric field and lightning location data. 2016 33<sup>rd</sup> International Conference on Lightning Protection (ICLP), 2016. <https://doi.org/10.1109/iclp.2016.7791394>
24. Holle, R.L.; Nicholas, Demetriades, W.S.; Nag A. Objective Airport Warnings over Small Areas Using NLDN Cloud and Cloud–to–Ground Lightning Data. *Weather Forecasting* **2016**, *31*, 1061–1069. <https://doi.org/10.1175/WAF-D-15-0165.1>
25. Trung L.B.; Toán H.M.; Phong N.B. Nghiên cứu sử dụng số liệu định vị sét kết hợp với ảnh radar để cảnh báo đợt mưa lớn từ 01–06/8/2017 trên khu vực Tây Bắc. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2018**, *685*, 48–54.
26. [https://www.boltek.com/EFM-100C\\_Manual\\_121415.pdf](https://www.boltek.com/EFM-100C_Manual_121415.pdf)
27. Lee, S.; Han, H.; Im, J.; Jang, E.; Lee, M.I. Detection of deterministic and probabilistic convection initiation using Himawari–8 Advanced Himawari Imager data. *Atmos. Meas. Tech.* **2017**, *10*, 1859–1874. <https://doi.org/10.5194/amt-10-1859-2017>
28. Thu, N.V. Nghiên cứu phương pháp phân loại mây từ thông tin vệ tinh địa tĩnh MTSAT. *Tap chí Khí tượng Thủy văn* **2017**, *675*, 27–34.

## **A research on lightning warning by integrated data: a case study for Gialam area, Hanoi city**

**Hoang Hai Son<sup>1,2\*</sup>, Nguyen Xuan Anh<sup>1,2</sup>, Pham Xuan Thanh<sup>1,2</sup>, Nguyen Van Hiep<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Geophysics, hhson@igp-vast.vn; anhnx@igp-vast.vn; pxthanh@igp-vast.vn

<sup>2</sup> Graduate University of Science and Technology, hhson@igp-vast.vn; anhnx@igp-vast.vn; pxthanh@igp-vast.vn

<sup>3</sup> Northern Delta Regional Hydro–Meteorological Center, hieppwork@gmail.com

**Abstract:** This paper evaluates and develops a lightning warning procedure for Gialam–Hanoi area. Data used include as follows: 139 days of disturbance of electric intensity from a total of 521 days of observation from the EFM–100 device located at Phuthuy Station in Gialam–Hanoi during the period from 2017 to 2019; the lightning position data; weather radar data; and Himawari satellite data. The “two–zone” warning method was applied in which the AOC alarm zone has a radius of 10 km from the site of the electric field station and the WA warning zone has a radius of 30 km from the station. The statistical indicators were used to evaluate warning quality for whole–day case and afternoon–only case. The results showed that the correct warning rate (POD) for the AOC region were 86.99% and 88.0% for whole–day and afternoon cases, respectively. The failure to warn (FTW) for the AOC regions are 13.01% and 12% for the two cases, respectively. The false alarm rates (FAR) are 24.14% and 18.52%, respectively. Average lightning warning time is 31.6 minutes in advance. Warning period of 30 minutes in advance are quite useful time to lightning prevention and preparation for many areas in socially economic society.

**Keywords:** Atmospheric electric field; Lightning detection; Weather radar; Satellite cloud image.

Bài báo khoa học

## Ứng dụng viễn thám và GIS theo dõi quá trình đô thị hóa tại thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1989–2019

Lâm Văn Hạo<sup>1\*</sup>, Lê Thị Pha Mi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khoa Vật lý–Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG–HCM

\* Tác giả liên hệ: lvhao@hcmus.edu.vn, Tel: +84–979617090

Ban Biên tập nhận bài: 26/10/2020; Ngày phản biện xong: 29/11/2020; Ngày đăng bài: 25/12/2020

**Tóm tắt:** Nghiên cứu này đã sử dụng phần mềm ENVI và ArcGIS giải đoán ảnh vệ tinh Landsat nhằm theo dõi quá trình đô thị hóa tại thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1989–2019 thông qua các bề mặt không thám, hệ số Kappa đạt trên 0,85. Kết quả nghiên cứu cho thấy đô thị ở thành phố Hồ Chí Minh phát triển mạnh theo hướng mở rộng từ khu vực trung tâm ra ngoài vùng ven và có xu hướng tiến dần lên phía bắc, đông bắc và tây bắc thành phố, đặc biệt tập trung dọc theo các trục lộ chính ở khu vực ngoại thành, điều này được thể hiện qua diện tích mặt không thám tăng 36431,7 ha tương ứng với tốc độ tăng trung bình 1214,4 ha/năm và bán kính khu vực đô thị được mở rộng từ 7 km lên 19 km.

**Từ khóa:** Mặt không thám; Đô thị hóa; Thành phố Hồ Chí Minh; Viễn thám; GIS.

### 1. Mở đầu

Đô thị hóa là quá trình tập trung dân số vào các đô thị, là sự hình thành nhanh chóng các điểm dân cư đô thị trên cơ sở phát triển sản xuất và đời sống [1]. Đối với một quốc gia, đô thị hóa bao gồm hai quá trình, quá trình mở rộng các đô thị hiện có và quá trình hình thành các đô thị mới đồng thời đó là quá trình chuyển dịch cơ cấu kinh tế theo hướng giảm sản xuất nông nghiệp tăng sản xuất phi nông nghiệp [1]. Quá trình này thường làm thay đổi đặc tính của hệ sinh thái đô thị, được thể hiện qua việc biến đổi không gian của lớp phủ từ các hệ sinh thái tự nhiên sang hệ sinh thái chịu tác động của con người [2]. Hiện nay với sự gia tăng dân số nhanh chóng của các thành phố lớn do sự dịch chuyển dân cư từ nông thôn vào thành thị diễn ra mạnh mẽ làm cho vấn đề đô thị ngày càng phức tạp. Một mặt để đáp ứng nhu cầu nhà ở, đi lại, việc làm cho dân cư đòi hỏi phải thúc đẩy mạnh các công trình kiến trúc xây dựng, cơ sở hạ tầng và hoạt động trong lĩnh vực bất động sản nhưng mặt khác cũng phải đảm bảo môi trường sinh thái, cảnh quan đô thị. Vì vậy việc quản lý, giám sát các khu đô thị đang là vấn đề cấp bách được thực hiện, nhằm thông tin chính xác và cập nhật về tình trạng, xu hướng của các hệ sinh thái đô thị giúp các nhà quản lý theo dõi biến động và đề ra chiến lược để phát triển bền vững và cải thiện cuộc sống của cư dân đô thị. Thành phố Hồ Chí Minh là một trong những thành phố lớn với tốc độ phát triển nhanh, dân cư tập trung đông đúc với gần 9 triệu dân [3] do đó nghiên cứu quá trình đô thị hóa tại thành phố Hồ Chí Minh có ý nghĩa rất quan trọng. Mục tiêu của nghiên cứu là sử dụng ảnh vệ tinh Landsat để tính toán, phân loại và thành lập bản đồ phân bố đô thị từ đó theo dõi và đánh giá quá trình đô thị hóa theo không gian và thời gian.

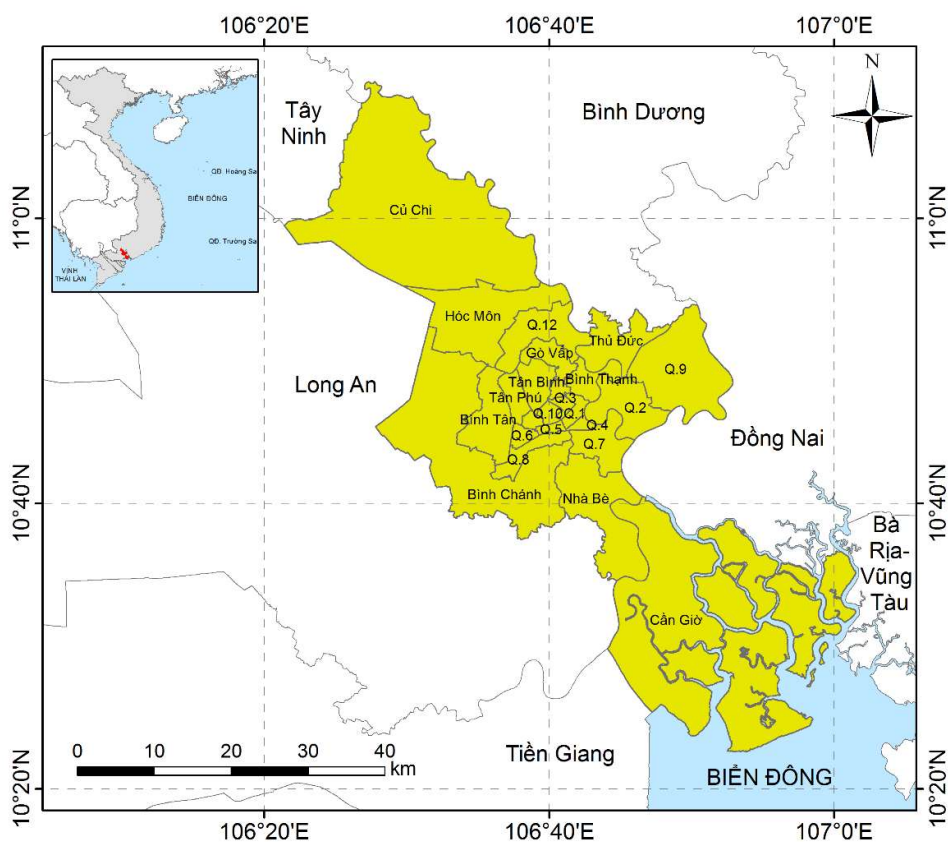
Có hai cách để đánh giá mức độ đô thị hóa đó là dựa vào tỉ lệ phần trăm giữa số dân đô thị trên tổng số dân hoặc giữa diện tích đô thị trên diện tích của một vùng hay một khu vực [1]. Có nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau để nghiên cứu quá trình đô thị hóa thông qua diện tích đô thị trong đó viễn thám là một trong những phương pháp thường được sử

dụng. Dữ liệu viễn thám có độ phân giải không gian cao và bao phủ mặt đất lớn cho phép thu nhận thông tin bề mặt Trái Đất, ngay cả những vùng mà con người không thể tiếp cận được, giúp giải quyết các vấn đề ở tầm vĩ mô về không gian trong thời gian ngắn [2]. Tuy nhiên do đặc tính phức tạp của lớp đô thị, việc nhầm lẫn giữa các phổ thường xuyên xảy ra, nên thường phải kết hợp thêm các dữ liệu GIS bổ trợ để mang lại kết quả tốt hơn [2]. Có rất nhiều công trình trong và ngoài nước sử dụng viễn thám để theo dõi quá trình đô thị hóa đó là dùng các phương pháp phân loại truyền thống dựa vào các kênh phổ có sẵn của các ảnh [4–6]; phân loại dựa vào các chỉ số như IBI, NDISI, MNDISI [7–13], ... hoặc kết hợp cả hai phương pháp trên [2, 14]. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp phân loại kết hợp các kênh ảnh sẵn có cùng với ảnh tỉ số và phân loại dựa vào các mặt không thấm (MKT) được xem là đặc trưng của lớp đô thị. Các MKT là các bề mặt nhân tạo như mái nhà, đường giao thông, lối đi bộ,... được bao phủ bởi các vật liệu không thấm như bê tông, nhựa đường, đá và các vật liệu xây dựng khác [15, 16]. Các đối tượng này có gần mức phản xạ tại các bước sóng khác nhau nên có thể sử dụng phương pháp phân loại có kiểm định.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Khu vực nghiên cứu

Thành phố Hồ Chí Minh nằm trong khu vực chuyển tiếp giữa miền Đông Nam Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long, bao gồm 19 quận và 5 huyện với tổng diện tích 2095,06 km<sup>2</sup> (Hình 1). Thành phố có địa hình thấp dần từ bắc xuống nam và từ đông sang tây, có điều kiện khí hậu đặc trưng của vùng nhiệt đới gió mùa cận xích đạo trong đó mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11 và mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau [17]. Theo kết quả thống kê điều tra dân số năm 2019 thì dân số thành phố khoảng gần 9 triệu người, mật độ dân số trung bình 4363 người/km<sup>2</sup> và tỉ lệ dân số thành thị chiếm gần 80% [3].



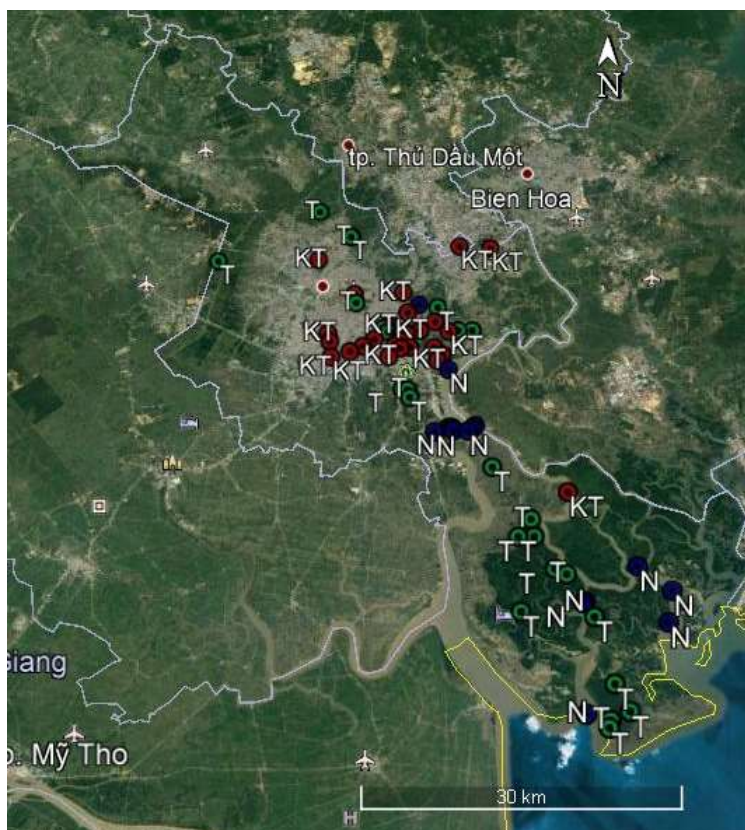
Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu.

## 2.2. Dữ liệu nghiên cứu

Dữ liệu sử dụng trong nghiên cứu bao gồm: Dữ liệu ảnh vệ tinh đa phổ Landsat gồm Landsat 5 và Landsat 8 được lấy từ Liên đoàn khảo sát địa chất Hoa Kỳ vào các thời điểm 01/02/1989, 09/01/1998, 11/02/2010 và 19/01/2019 (Bảng 1) [18]. Dữ liệu ảnh được chọn vào thời điểm mùa khô để đảm bảo ảnh không bị ảnh hưởng của mây. Các kênh phổ của ảnh Landsat 5 và Landsat 8 nằm trong dải khả kiến và hồng ngoại; Dữ liệu vector chứa ranh giới của khu vực thành phố Hồ Chí Minh; Dữ liệu ảnh được lấy trên Google Earth nhằm xác định các yếu tố thực phủ, giúp lựa chọn chính xác các điểm khống chế, thuận lợi cho việc hiệu chỉnh hình học cũng như phân loại; Dữ liệu khảo sát thực địa bao gồm 70 điểm mẫu được khảo sát vào năm 2018 với các loại thực phủ khác nhau được thể hiện trong Hình 2 (25 mẫu MKT, 25 mẫu mặt thềm (MT) và 20 mẫu mặt nước).

**Bảng 1.** Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat được sử dụng trong nghiên cứu [18].

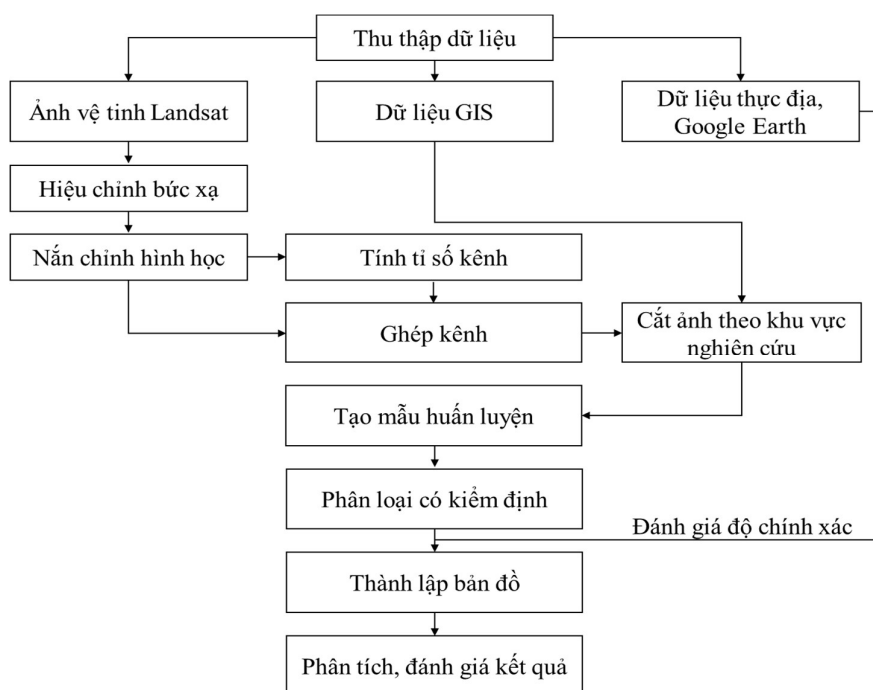
STT	Loại ảnh Landsat	Ngày thu ảnh	Độ phân giải không gian (m)
1	Landsat 5 TM	01/02/1989	30
2	Landsat 5 TM	09/01/1998	30
3	Landsat 5 TM	11/02/2010	30
4	Landsat 8 OLI_TIRS	19/01/2019	30



**Hình 2.** Vị trí các điểm mẫu khảo sát năm 2018.

## 2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này phân loại lớp đô thị dựa vào đặc tính của MKT được thực hiện dựa trên viễn thám và GIS theo quy trình như Hình 3.



Hình 3. Sơ đồ quy trình thành lập bản đồ đô thị hóa.

*Viễn thám*

Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat sau khi được thu thập sẽ tiến hành hiệu chỉnh bức xạ chuyển các giá trị số sang giá trị phản xạ và các công thức hiệu chỉnh này tùy thuộc vào loại ảnh Landsat.

Đối với ảnh Landsat 5:

Các giá trị ở dạng số nguyên được chuyển đổi sang giá trị bức xạ phổ theo công thức [19]:

$$L_{\lambda} = \frac{L_{MAX} - L_{MIN}}{Q_{CAL\ MAX} - Q_{CAL\ MIN}} (Q_{CAL} - Q_{CAL\ MIN}) + L_{MIN} \quad (1)$$

Trong đó  $L_{\lambda}$  là giá trị bức xạ phổ ( $w/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$ );  $Q_{CAL}$  là giá trị điểm ảnh hiệu chỉnh định lượng ở dạng số nguyên;  $Q_{CAL\ MIN}$ ,  $Q_{CAL\ MAX}$  là giá trị điểm ảnh hiệu chỉnh định lượng cực tiểu và cực đại ứng với từng kênh từ thông tin dữ liệu ảnh;  $L_{MIN}$ ,  $L_{MAX}$  là các giá trị bức xạ phổ cực tiểu và cực đại ứng với từng kênh từ thông tin dữ liệu ảnh ( $w/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$ ).

Sau khi tính được giá trị bức xạ phổ của từng kênh, giá trị phản xạ phổ của từng kênh được tính theo công thức sau [19]:

$$\rho_p = \frac{\pi L_{\lambda} d^2}{ESUN_{\lambda} \sin \theta} \quad (2)$$

Trong đó  $\rho_p$  là giá trị phản xạ phổ;  $L_{\lambda}$  là giá trị bức xạ phổ ( $w/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$ );  $d$  là khoảng cách Trái Đất–Mặt Trời (đơn vị thiên văn);  $ESUN_{\lambda}$  là cường độ bức xạ Mặt Trời đến khí quyển ( $w/(m^2 \cdot \mu m)$ ) (Bảng 2);  $\theta$  là góc cao độ Mặt Trời từ thông tin dữ liệu ảnh.

Bảng 2. Chỉ số  $ESUN_{\lambda}$  đối với Landsat 5 theo ChKur [19].

Kênh	Landsat 5
1	1957
2	1826
3	1554
4	1036
5	215
7	80,67

Đối với Landsat 8:

Việc tính toán giá trị phản xạ phổ đối với Landsat 8 không có mối liên hệ với giá trị bức xạ phổ, nên có thể bỏ qua bước tính giá trị bức xạ phổ của từng kênh mà chuyển sang tính trực tiếp theo các công thức sau [20]:

$$\rho'_\lambda = M_\rho Q_{CAL} + A_\rho \tag{3}$$

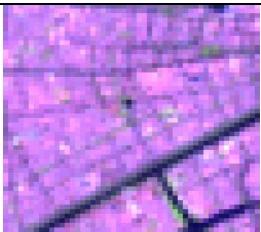





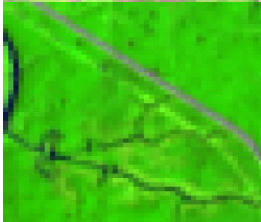



Trong đó  $\rho'_\lambda$  là giá trị phản xạ phổ khi không hiệu chỉnh góc nghiêng Mặt Trời;  $M_\rho, A_\rho$  là hệ số tỉ lệ ứng với từng kênh từ thông tin dữ liệu ảnh;  $Q_{CAL}$  là giá trị điểm ảnh ở dạng số nguyên.

Khi có tính đến góc nghiêng của Mặt Trời thì giá trị của phản xạ phổ được tính theo công thức [20]:

$$\rho_\lambda = \frac{\rho'_\lambda}{\sin\theta} \tag{4}$$

Trong đó  $\rho_\lambda$  là giá trị phản xạ phổ;  $\theta$  là góc cao độ Mặt Trời từ thông tin dữ liệu ảnh.

**Bảng 3.** Khóa giải đoán cho 3 loại đối tượng.

Đối tượng	Ảnh mẫu	Ảnh thực địa	Yếu tố nhận dạng Màu sắc – cấu trúc – hình dạng – kích thước
MKT			Tím – mịn – bất kỳ – không cố định.
MT (Cây bụi, đất nông nghiệp, rừng đất trồng, ...)			Xanh lục nhạt – đơn lẻ – có góc cạnh – nhỏ.
			Xanh lục nhạt – tập trung – có góc cạnh – lớn.
			Xanh lục đậm – tập trung – bất kỳ – lớn.
			Nâu hồng – đơn lẻ – có góc cạnh – vừa hoặc lớn.

Đối tượng	Ảnh mẫu	Ảnh thực địa	Yếu tố nhận dạng Màu sắc – cấu trúc – hình dạng – kích thước
Mặt nước			Xanh dương – mịn – bất kỳ – không cố định.

Sau khi tính giá trị phản xạ, các ảnh này được nắn chỉnh hình học, lập ảnh tỉ số và tiến hành ghép các kênh lại với nhau. Các dữ liệu này kết hợp với dữ liệu GIS để cắt ảnh theo khu vực nghiên cứu sau đó tiến hành tạo mẫu huấn luyện. Nghiên cứu quan tâm đến đối tượng đô thị thông qua MKT nên sẽ tạo ba mẫu huấn luyện gồm: MKT bao gồm các bề mặt nhân tạo như mái nhà, đường giao thông, lối đi bộ, ... được bao phủ bởi các MKT như bê tông, nhựa đường, đá và các vật liệu xây dựng khác; MT là các đối tượng tự nhiên bao gồm thực vật và đất tự nhiên khác; Nước bao gồm sông, ao, hồ, đầm lầy, ... Các mẫu huấn luyện này có những đặc trưng riêng khi sử dụng tổ hợp màu giả 543 với ảnh Landsat 5 và 654 đối với ảnh Landsat 8 (chi tiết có thể xem trong Bảng 3). Tiếp theo tiến hành phân loại dựa vào các mẫu huấn luyện này bằng cách sử dụng phương pháp phân loại có kiểm định xác suất cực đại (Maximum Likelihood Classification). Các kênh ảnh dùng để phân loại bao gồm: tất cả các kênh phản xạ nằm trong dải từ kênh khả kiến đến hồng ngoại [2] (đối với Landsat 5 gồm 6 kênh từ kênh 1 đến kênh 7 bỏ kênh 6 còn đối với Landsat 8 gồm 7 kênh từ kênh 2 đến kênh 9 bỏ kênh 8); ảnh tỉ số NIR/green (kênh 4/kênh 2 đối với Landsat 5 và kênh 5/kênh 3 đối với Landsat 8); ảnh tỉ số MIR/green (kênh 5/kênh 2 đối với Landsat 5 và kênh 6/kênh 3 đối với Landsat 8).

Kết quả phân loại được đánh giá độ chính xác thông qua dữ liệu thực địa và Google Earth cho độ tin cậy cao với độ chính xác toàn cục và hệ số Kappa lần lượt là 94,28% và 0,91 (2019). Các thời điểm còn lại do không có dữ liệu thực đo gần với thời điểm đó nên được đánh giá qua phương pháp kết hợp khảo sát trực quan trên ảnh vệ tinh và ảnh lịch sử trên Google Earth với hệ số Kappa lần lượt là 0,85 (1989), 0,89 (1998), 0,88 (2010). Nghiên cứu cũng so sánh với số liệu diện tích đất vào các năm 2000, 2011, 2018 [21–23]. Năm 2000 diện tích đất ở là 16686ha trong khi đó kết quả diện tích MKT năm 1998 là 9805,8ha. Kết quả diện tích MKT có thể là do diện tích đất ở theo thống kê bao gồm cả diện tích đất chưa xây dựng. Đến năm 2010 diện tích MKT là 29624,1 ha trong khi đó diện tích đất ở theo thống kê năm 2011 là 23700 ha. Diện tích MKT cao hơn so với diện tích đất ở có thể ngoài diện tích MKT nằm trong diện tích đất ở còn có diện tích MKT thuộc các loại đất chuyên dụng khác. Tương tự diện tích MKT năm 2019 là 40215,3 ha trong khi đó diện tích đất ở thống kê năm 2018 là 28700 ha. Thêm vào đó nghiên cứu cũng có so sánh ảnh phân loại năm 2019 với điểm mẫu khảo sát thực tế năm 2018 thì kết quả cũng rất phù hợp. Như vậy các kết quả phân loại đáng tin cậy nên các kết quả này được chuyển sang dữ liệu vector để xử lý trên GIS.

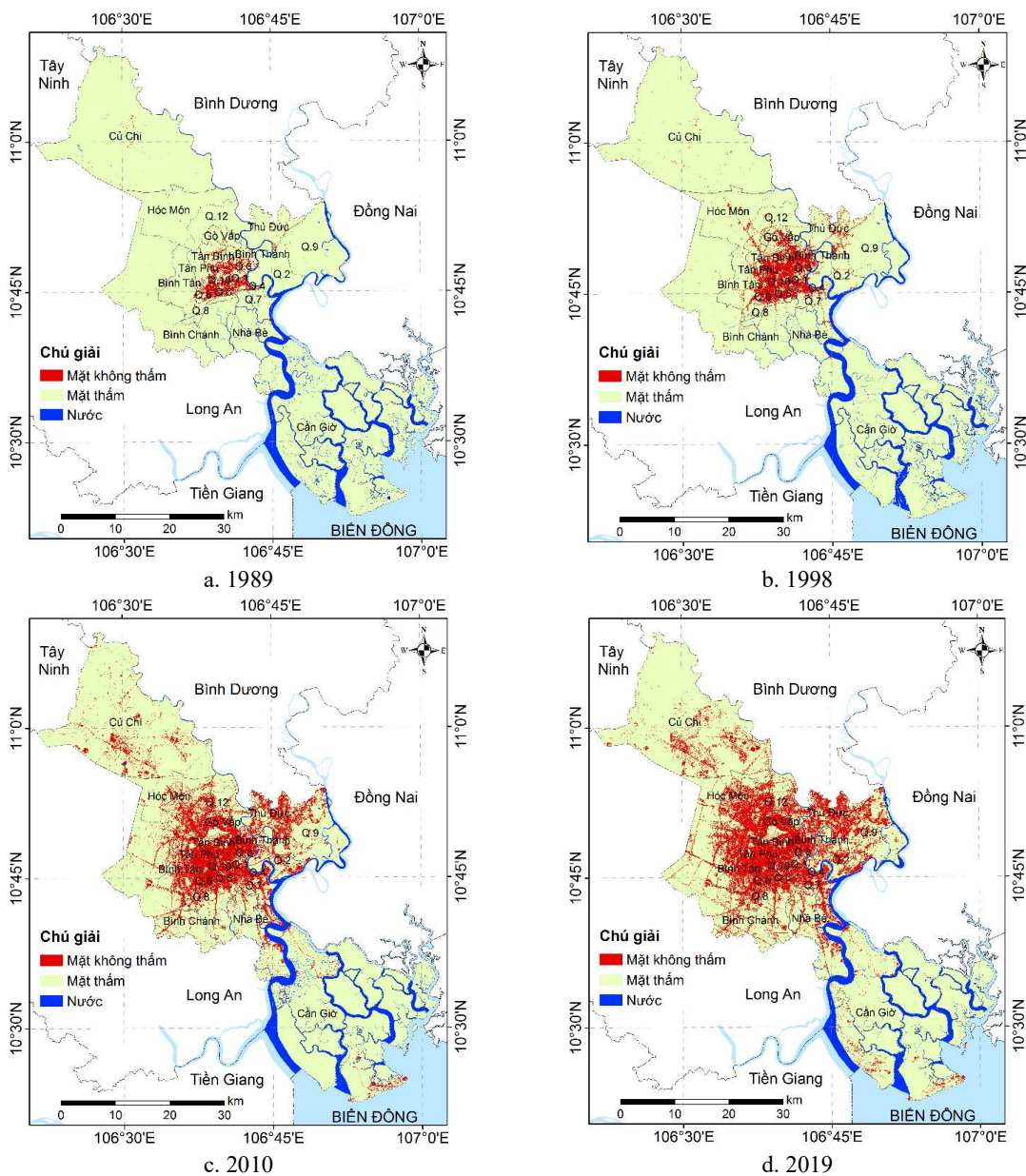
### GIS

Các kết quả phân loại được sử dụng để chồng lớp bản đồ, thống kê, phân tích biến động trên GIS. Tất cả các dữ liệu này được lưu trữ ở dạng vector dưới định dạng “.shp” giúp thuận tiện trong quá trình xử lý, phân tích, đánh giá và thành lập bản đồ sau này.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Kết quả phân loại năm 1989, 1998, 2010 và 2019





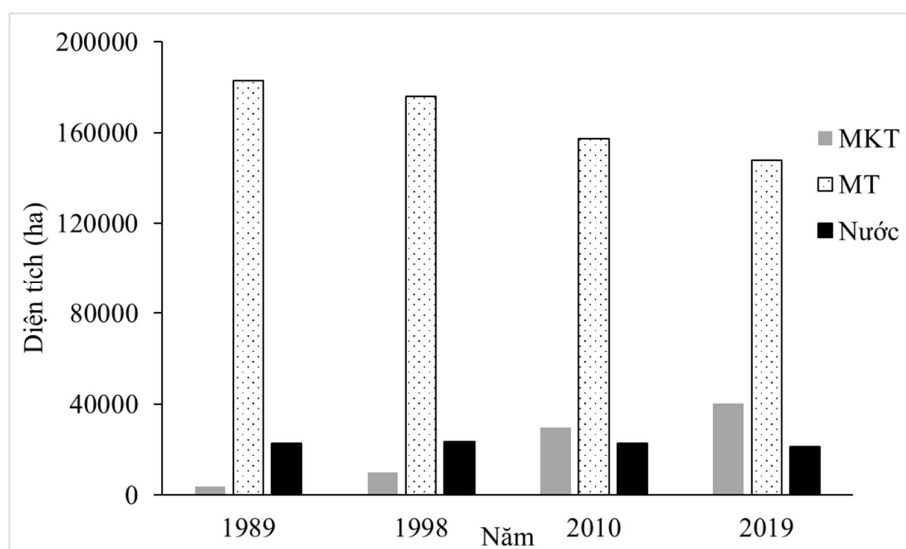
**Hình 4.** Bản đồ phân loại các đối tượng tại thành phố Hồ Chí Minh qua các năm.

Từ các bản đồ phân loại các đối tượng cho thấy phân bố MKT ở thành phố Hồ Chí Minh không đều tập trung chủ yếu tại các khu vực nội thành (Hình 4). Theo thời gian tại thành phố Hồ Chí Minh có sự phân bố lại các khu đô thị với sự mở rộng thêm các khu đô thị cũ đã có từ những năm trước và xuất hiện thêm những khu đô thị mới ở các khu vực ven nội thành và ngoại thành. Các khu đô thị đang có xu hướng phát triển mạnh từ khu vực nội thành tiến dần lên phía bắc, đông bắc và tây bắc thành phố với mật độ đô thị ngày càng dày đặc ở các khu vực nội thành và thưa thớt ở ngoại thành. Về phân bố không gian đô thị nếu xét theo phân chia đơn vị hành chính quận, huyện thì năm 1989 các khu đô thị tập trung chủ yếu ở tám quận nội thành bao gồm quận 1, 3, 4, 5, 6, 10, 11, Phú Nhuận và xuất hiện thêm 3 khu đô thị hóa tại quận 8, Tân Bình, Bình Thạnh. Sự tập trung các khu đô thị hóa tại ba quận này vẫn còn thưa thớt (Hình 4a). Đến năm 1998 ngoài các khu đô thị đã có từ năm 1989 phát triển mạnh, ngày càng dày đặc còn xuất hiện thêm các khu đô thị mới ở quận 7, Tân Phú, Gò Vấp, Thủ Đức và một vài nơi ở quận 12, Bình Tân (Hình 4b). Tương tự đến năm 2010 các khu đô thị cũ từ năm 1998 tiếp tục mở rộng và phát triển và xuất hiện thêm các khu đô thị ở các

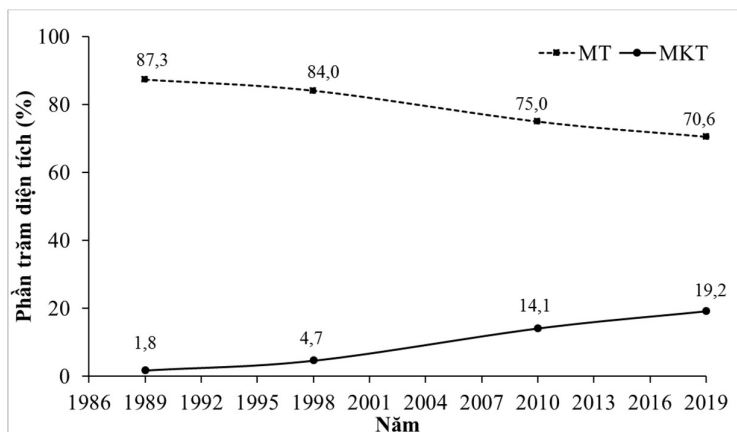
quận, huyện vùng ven như quận 2, 9, huyện Bình Chánh, Hóc Môn và Nhà Bè với xu hướng ở các quận trung tâm mật độ đô thị ngày càng dày đặc còn những quận, huyện mới vẫn còn thưa thớt (Hình 4c). Đến năm 2019 thì quá trình đô thị hóa đều xảy ra ở tất cả các quận, huyện ngoại trừ huyện Cần Giờ, Nhà Bè, Củ Chi có lớp đô thị phân bố rải rác tại các trục đường chính và tại các khu công nghiệp, dân cư (Hình 4d). Quá trình đô thị hóa ở thành phố Hồ Chí Minh có xu hướng mở rộng từ trung tâm ra các quận, huyện ngoại thành đặc biệt phát triển mạnh lên phía bắc, tây bắc và đông bắc thành phố.

### 3.2. Phân tích biến động diện tích qua các năm 1989, 1998, 2010, 2019

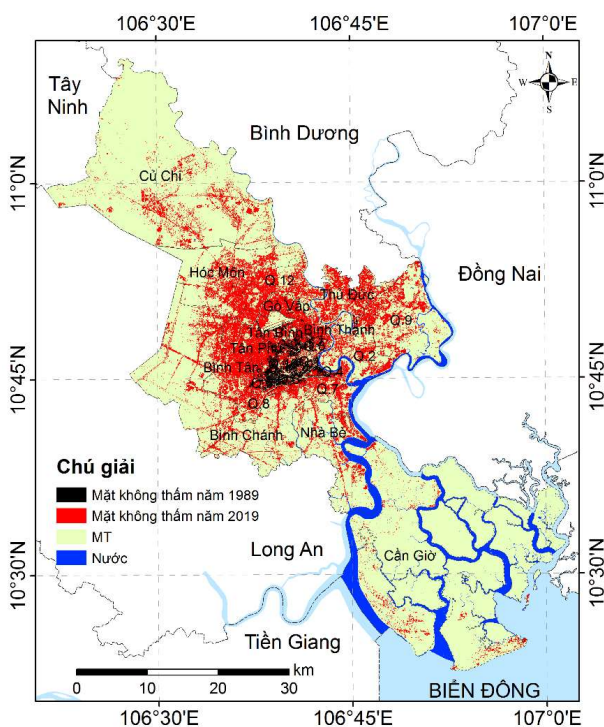
Kết quả từ Hình 5 cho thấy có sự thay đổi theo chiều hướng tăng diện tích MKT, giảm diện tích MT và diện tích mặt nước hầu như không thay đổi nhiều. Năm 1989 diện tích MKT, MT, nước lần lượt là 3783,6 ha (1,8%), 182827,5 ha (87,3%), 22894,9 ha (10,9%) trong tổng số diện tích đất toàn thành phố. Diện tích MT ở năm này chiếm tỷ lệ rất lớn, còn diện tích MKT không đáng kể. Đến năm 1998 diện tích MT giảm còn 176020,4 ha chiếm 84%, diện tích MKT tăng lên 9805,8 ha chiếm 4,7% đối với MKT và diện tích mặt nước chiếm khoảng 11,3%. Năm 2010 được xem là năm bùng nổ đô thị với diện tích MKT lúc này là 29624,1 ha chiếm 14,1% gấp 3 lần so với năm 1998, diện tích MT giảm đáng kể còn 157156,8 ha (75%) và diện tích mặt nước cũng giảm còn 22725 ha (10,9%). Sự bùng nổ này một phần là do chuyển đổi mục đích sử dụng đất từ đất nông nghiệp sang đất xây dựng trong những thời kỳ sốt đất đai, hoạt động bất động sản diễn ra mạnh mẽ làm cho đất đô thị tăng nhanh, một phần do sự bùng nổ dân số từ sự nhập cư từ vùng nông thôn vào thành thị. Đến năm 2019, diện tích MKT đã là 40215,3 ha chiếm 19,2%, MT là 147862,9 ha chiếm 70,6% trong tổng diện tích đất tự nhiên của toàn thành phố. Có thể thấy trong quá trình đô thị hóa từ năm 1989 đến năm 2019, sau một quá trình dài dịch chuyển cơ cấu sử dụng đất thì diện tích MKT tính đến năm 2019 được thêm vào 17,4% diện tích còn MT bị lấy mất 16,7% diện tích từ năm 1989 (Hình 6). Nếu không xét diện tích Cần Giờ thì diện tích MKT năm 2019 chiếm tới 28% tổng diện tích. Sự biến động theo không gian của MKT năm 2019 so với năm 1989 được thể hiện rõ trong Hình 7 cho thấy MKT có xu hướng mở rộng ra khu vực xung quanh đặc biệt là phía bắc, đông bắc và tây bắc thành phố. Trong vòng 30 năm diện tích MKT đã tăng 36431,7 ha tương ứng với tốc độ tăng trung bình 1214,4 ha/năm.



Hình 5. Biểu đồ cơ cấu các đối tượng qua các năm 1989, 1998, 2010, 2019 tại thành phố Hồ Chí Minh.



Hình 6. Phần trăm diện tích MT, MKT qua các năm 1989, 1998, 2010, 2019 tại thành phố Hồ Chí Minh.



Hình 7. Bản đồ phân bố MKT tại thành phố Hồ Chí Minh năm 2019 so với năm 1989.

Bảng 4. Thống kê phần trăm diện tích MKT so với tổng diện tích từng quận, huyện qua các năm.

Quận, huyện	1989 (%)	1998 (%)	2010 (%)	2019 (%)	Quận, huyện	1989 (%)	1998 (%)	2010 (%)	2019 (%)
1	47,2	63,9	69,2	68,8	Bình Chánh	0,1	0,6	9,3	18,0
2	0,3	3,2	23,5	31,9	Bình Tân	0,7	6,2	49,7	66,5
3	54,2	79,1	83,6	79,2	Bình Thạnh	12,3	43,2	55,2	57,9
4	49,1	76,1	82,8	77,0	Cần Giờ	0,1	0,1	1,2	1,7
5	72,1	78,3	83,5	79,1	Củ Chi	0,2	0,4	5,7	8,2
6	42,3	70,3	91,0	88,8	Gò Vấp	3,4	38,4	71,0	80,6
7	1,9	10,4	39,2	44,9	Hóc Môn	0,2	1,8	16,3	29,6
8	13,7	27,6	58,5	63,0	Nhà Bè	0,2	0,7	10,8	15,6
9	0,3	1,9	16,0	27,3	Phú Nhuận	40,0	77,0	83,4	81,9
10	46,3	75,0	80,4	81,5	Tân Bình	21,6	53,0	63,5	65,7
11	57,1	81,2	86,1	83,9	Tân Phú	4,1	38,8	81,5	86,1
12	0,3	6,2	36,8	58,1	Thủ Đức	1,6	10,8	44,7	59,9

Xét theo đơn vị hành chính thì năm 1989 diện tích MKT tại tám quận nội thành chiếm tỉ lệ cao trên 40% đó là Quận 1, 3, 4, 5, 6, 10, 11, Phú Nhuận (Bảng 4). Quận 5 có phần trăm diện tích MKT cao nhất trong tám quận này với 72,1% và quận Phú Nhuận có phần trăm diện tích MKT thấp nhất với 40%. Như vậy trong thời gian này 8 quận kể trên đã là những khu vực đô thị và nếu lấy quận 3 làm trung tâm thì bán kính của khu vực đô thị này là khoảng 6km. Cũng trong thời gian này các quận 8, Bình Thạnh, Tân Bình bắt đầu có quá trình đô thị hóa với phần trăm diện tích MKT lần lượt là 13,7%, 12,3% và 21,6%. Đến năm 1998 diện tích MKT tại tám quận nội thành tiếp tục được mở rộng nhanh với tỉ lệ rất cao trên 60% trong đó quận 11 có tỉ lệ cao nhất (81,2%) và quận 1 có tỉ lệ thấp nhất (63,9%). Quận 8, Bình Thạnh và Tân Bình có quá trình đô thị hóa tiếp tục diễn ra mạnh mẽ với tỉ lệ diện tích MKT lần lượt là 27,6%, 43,2% và 53%. Trong thời gian này bán kính khu vực đô thị đã tăng đến 7km. Ngoài ra, cũng trong thời gian này quá trình đô thị hóa cũng bắt đầu diễn ra tại các quận vùng ven đó là quận 7 (10,4%), 12 (6,2%), Bình Tân (6,2%), Gò Vấp (38,4%), Tân Phú (38,8%), Thủ Đức (10,8%). Năm 2010 diện tích MKT tại 17 quận kể trên tiếp tục được mở rộng và phát triển với phần trăm diện tích MKT cao nhất và thấp nhất lần lượt tại quận 6 (91%), quận 12 (36,8%) và bán kính khu vực đô thị lên đến 17km. Quá trình đô thị hóa tiếp tục mở rộng ra các quận, huyện khác như quận 2 (23,5%), 9 (16%), Bình Chánh (9,3%), Hóc Môn (16,3%), Nhà Bè (10,8%). Quá trình đô thị hóa diễn ra tại hầu hết các quận, huyện trong năm 2019 ngoại trừ các huyện ngoại thành có tỉ lệ MKT thấp đó là huyện Cần Giờ (1,7%), Củ Chi (8,2%), Nhà Bè (15,6%) và bán kính khu vực đô thị đã mở rộng lên đến 19 km.

Cùng với quá trình đô thị hóa thành phố Hồ Chí Minh là quá trình phân bố lại dân cư của thành phố. Nếu như trong hai thời kỳ 1979–1989 và 1989–1999 dân số thành phố tăng chủ yếu do yếu tố tự nhiên thì trong những năm gần đây dân số thành phố tăng chủ yếu là tăng cơ học [24, 25]. Với nhu cầu việc làm tăng cao, lượng dân cư từ các vùng miền đổ về thành phố ngày một đông và có xu hướng các dòng dân cư dịch chuyển từ các quận nội thành ra các quận, huyện vùng ven. Điều này đòi hỏi phải tập trung đầu tư xây dựng nhà ở, cơ sở hạ tầng và các công trình kiến trúc cho các quận, huyện mới này nhằm cải thiện đời sống đô thị và tạo bộ mặt đô thị phát triển toàn diện.

#### 4. Kết luận

Sự phân bố không gian của đô thị thông qua các bề mặt không thấm qua các năm tại thành phố Hồ Chí Minh không đồng đều. Trong vòng 30 năm từ năm 1989 đến năm 2019, khu vực đô thị phát triển mạnh theo hướng mở rộng từ khu vực trung tâm ra các khu vực xung quanh và có xu hướng tiến dần lên phía bắc, đông bắc và tây bắc của thành phố. Các khu đô thị có xu hướng mở rộng diện tích theo không gian, phủ kín gần hết quỹ đất ở khu vực nội thành và đang tiến dần ra các khu vực lân cận và ngoại ô thành phố. Khu vực ngoại thành đã và đang xuất hiện thêm các khu đô thị mới. Quá trình đô thị hóa ở thành phố Hồ Chí Minh diễn ra ngày càng mạnh mẽ thông qua diện tích MKT ngày càng tăng với phần trăm diện tích qua các năm 1989, 1998, 2010, 2019 lần lượt là 1,8%, 4,7%, 14,1%, 19,2% và tốc độ tăng trung bình hàng năm là 1214,4 ha/năm. Kết quả nghiên cứu sẽ là cơ sở hữu ích giúp các nhà quản lý theo dõi biến động và ra các chiến lược phát triển bền vững và cải thiện cuộc sống đô thị, đồng thời cũng giúp ích cho việc xem xét, đánh giá tác động của đô thị hóa lên môi trường sống và sự thay đổi nhiệt độ của đô thị trong bối cảnh biến đổi khí hậu toàn cầu hiện nay.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: L.V.H.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: L.V.H., Xử lý và phân tích số liệu: L.V.H., L.T.P.M.; Viết bản thảo bài báo: L.V.H., L.T.P.M.; Chỉnh sửa bài báo: L.V.H.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG–HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số T2019–08.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu 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. Việt, L.V. Biến đổi khí hậu. NXB Đại học Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh, 2017.
2. Vân, T.T. Ứng dụng viễn thám và GIS giám sát đô thị hóa thành phố Hồ Chí Minh thể hiện qua các mặt không thấm. *Tạp chí phát triển Khoa học và Công nghệ* **2011**, 14, 65–77.
3. Ban chỉ đạo tổng điều tra dân số và nhà ở Trung Ương. Tổng điều tra dân số và nhà ở thời điểm 0 giờ ngày 01 tháng 4 năm 2019: Tổ chức thực hiện và kết quả sơ bộ. NXB Thống kê, 2019.
4. The, Đ.T.; Cự, P.V.; Nhuận, M.T.; Liễu, T.M.; Dương, Đ.V. Ứng dụng Viễn thám và GIS nghiên cứu đô thị hóa thành phố Đà Nẵng và mối quan hệ của đô thị hóa trong xây dựng thành phố có khả năng ứng phó với biến đổi khí hậu. Báo cáo Hội nghị Ứng dụng GIS toàn quốc 2015, 570–576.
5. Hoa, Đ.T.B. Nghiên cứu mật độ đô thị Hà Nội và bề mặt không thấm bằng công nghệ viễn thám và GIS. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội* **2015**, 144–151.
6. Trung, L.V.; Vũ, N.N. Ứng dụng viễn thám và GIS đánh giá xu thế đô thị hóa tại thành phố Cần Thơ. *Tạp chí Phát triển Khoa học & Công nghệ* **2018**, 2, 57–62.
7. Xu, H. A new index for delineating built-up land features in satellite imagery. *Int. J. Remote Sens.* **2008**, 29, 4269–4276. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160802039957>.
8. Xu, H. Analysis of Impervious Surface and its Impact on Urban Heat Environment using the Normalized Difference Impervious Surface Index (NDISI). *Photogramm. Eng. Remote Sens.* **2010**, 76, 557–565. <https://doi.org/10.14358/PERS.76.5.557>.
9. Sun, Z.; Wang, C.; Guo, H.; Shang, R. A Modified Normalized Difference Impervious Surface Index (MNDISI) for Automatic Urban Mapping from Landsat Imagery. *Remote Sens.* **2017**, 9, 942–960. <https://doi.org/10.3390/rs9090942>.
10. Garg, A., Pal, D.; Singh, H.; Pandey, D.C. A comparative study of NDBI, NDISI and NDII for extraction of urban impervious surface of Dehradun [Uttarakhand, India] using Landsat 8 imagery. 2016 International Conference on Emerging Trends in Communication Technologies, **2016**. <https://doi.org/10.1109/ETCT.2016.7882963>.
11. Piyooosh, A.K.; Ghosh, S.K. Development of a modified bare soil and urban index for Landsat 8 satellite data. *Geocarto Int.* **2017**, 33, 423–442. doi:10.1080/10106049.2016.1273401.
12. Wang, Z.; Gang, C.; Li, X.; Chen, Y.; Li, J. Application of a normalized difference impervious index (NDII) to extract urban impervious surface features based on Landsat TM images. *Int. J. Remote Sens.* **2015**, 36, 1055–1069. <http://dx.doi.org/10.1080/01431161.2015.1007250>.
13. Hùng, T.L.; Nga, N.T.T.; Tuyên, V.D.; Phương, B.T. Đánh giá và dự báo biến động đất đô thị khu vực nội thành thành phố Hà Nội bằng tư liệu viễn thám và GIS. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm TP. Hồ Chí Minh* **2017**, 14, 176–187.
14. Hà, L.T.T.; Làn, P.T.; Trung, N.V.; Mỹ, V.C.; Cự, P.V. Ứng dụng tư liệu viễn thám xác định xu hướng gia tăng bề mặt không thấm ở nông thôn. *Tạp chí Khoa học Đò đặc và Bản đồ* **2015**, 26, 28–35.
15. Barnes, K.B.; Morgan III, J.M.; Roberge, M.C. Impervious surfaces and the quality of natural and built environments, Project to map impervious cover for the entire Chesapeake Bay and Maryland Coastal Bays watersheds, 2001.
16. U.S. Environmental Protection Agency. Draft report on the environment, 2003.

17. <http://www.hochiminhcity.gov.vn/thongtinthanhpho/gioithieu/Lists/Posts/AllPosts.aspx?CategoryId=17>
18. <http://glovis.usgs.gov/>
19. Chander, G.; Markham, B. Revised landsat–5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* **2003**, *41*, 2674–2677. <http://dx.doi.org/10.1109/tgrs.2003.818464>.
20. Department of the Interior U.S. Geological Survey. Landsat 8 Data User's Handbook, USA, 2016.
21. Tổng cục thống kê. Niên giám thống kê năm 2000. Nhà xuất bản thống kê, Hà Nội, 2001.
22. Tổng cục thống kê. Niên giám thống kê năm 2011. Nhà xuất bản thống kê, Hà Nội, 2012.
23. Tổng cục thống kê. Niên giám thống kê năm 2019. Nhà xuất bản thống kê, Hà Nội, 2020.
24. Phùng, N.K. Biến đổi khí hậu và tác động đến thành phố Hồ Chí Minh. NXB Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, 2012.
25. Thọ, P.T.X.; Tuyết, P.T.B. Biến động dân số thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 1999–2009: hiện trạng, nguyên nhân và các giải pháp. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Sư phạm TP. Hồ Chí Minh* **2017**, *32*, 16–26.

## **Application of remote sensing and GIS to monitor the urbanization process in Ho Chi Minh city in the period 1989–2019**

**Lam Van Hao<sup>1\*</sup>, Le Thi Pha Mi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Faculty of Physics and Engineering Physics, University of Science, Vietnam National University, Ho Chi Minh city; lvhao@hcmus.edu.vn.

**Abstract:** This study interpreted Landsat satellite image by using ENVI and ArcGIS software to monitor the process of urbanization in Ho Chi Minh City in the period 1989–2019 through impervious surfaces with a Kappa coefficient above 0.85. The research results showed that urban tended to widen from the city center to suburban and tended to spread to the north, the northeast, and the northwest of the city focused particularly on main roads in suburban areas. The impervious surface area increased 36431.7ha with an average growth rate of 1214.4 ha/year. Also, the urban area's radius was expanded from 7km to 19km in the period 1989–2019.

**Keywords:** Impervious surfaces; Urbanization; Ho Chi Minh City; Remote sensing; GIS.

Bài báo khoa học

## Đánh giá sự thay đổi lưu lượng về hồ Dầu Tiếng theo các kịch bản biến đổi khí hậu

Trần Tuấn Hoàng<sup>1\*</sup>, Phạm Ánh Bình<sup>1</sup>, Nguyễn Phương Đông<sup>1</sup>, Hồ Công Toàn<sup>1</sup>, Nguyễn Thảo Hiền<sup>1</sup>, Châu Thanh Hải<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu; hoangkttv@gmail.com; binhpi1909@gmail.com; donghai930tl10@gmail.com; hocongtoanhdh@gmail.com; nthien2710@gmail.com; haisihymete@gmail.com

\* Tác giả liên hệ: hoangkttv@gmail.com; Tel.: +84-903756515

Ban Biên tập nhận bài: 03/11/2020; Ngày phản biện xong: 02/12/2020; Ngày đăng bài: 25/12/2020

**Tóm tắt:** Nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE NAM và MIKE HYDRO để mô phỏng dòng chảy đến hồ Dầu Tiếng từ đó tính toán điều tiết hồ theo các kịch bản biến đổi khí hậu (BĐKH). Kết quả tính toán nguồn nước đến hồ cho thấy sự biến thiên rõ rệt dòng chảy theo mùa. Chênh lệch giữa năm nhiều nước và năm ít nước cũng rất đáng kể, năm nhiều nước có dòng chảy đến trung bình hơn 170 m<sup>3</sup>/s trong khi năm ít nước khoảng 36 m<sup>3</sup>/s. Ngoài ra, sự thay đổi lớp phủ mặt đệm cũng là nhân tố ảnh hưởng đến chế độ dòng chảy. Mô hình MIKE HYDRO đã chứng minh tính hiệu quả vận hành thông qua trường hợp kiểm định mực nước và dung tích hồ trong 4 năm (2012–2015) và điều tiết lũ cho trận lũ lớn năm 2000. Kết quả nghiên cứu dựa vào quy trình vận hành để điều tiết hồ ứng với các trường hợp dung tích lũ nhỏ hơn mực nước dâng bình thường hay mực nước đón lũ của hồ chứa. Nghiên cứu cho thấy bộ mô hình có khả năng ứng dụng hiệu quả vào trong quản lý, quy hoạch và hỗ trợ vận hành hợp lý hồ Dầu Tiếng nhằm đảm bảo an toàn cho vùng hạ du sông Sài Gòn.

**Từ khóa:** Điều tiết hồ; Vận hành hồ chứa; Hồ Dầu Tiếng; Biến đổi khí hậu.

### 1. Mở đầu

Hồ chứa là một loại công trình được xây dựng để khai thác, sử dụng tổng hợp nguồn nước vào mục đích phát triển kinh tế-xã hội và phòng tránh giảm nhẹ thiên tai. Tùy vào trường hợp cụ thể, các hồ chứa thủy lợi có thể có một hoặc nhiều nhiệm vụ như: cấp nước cho nông nghiệp, công nghiệp, sinh hoạt hoặc phục vụ các ngành kinh tế khác như phát triển giao thông, phát điện, du lịch, ... Hồ chứa nước thường đem lại nguồn lợi rất lớn, là tiền đề cho sự phát triển bền vững kinh tế, xã hội và môi trường khu vực. Chính vì thế, đến nay đã có hàng triệu hồ chứa nước được xây dựng như: Hồ chứa Acyan ở Ai Cập được xây dựng vào năm 1960 với dung tích 16,2 tỷ m<sup>3</sup>; Hồ chứa Tam Hiệp ở Trung Quốc với dung tích hồ 38 km<sup>3</sup>, dung tích phòng lũ 22,38 km<sup>3</sup>, diện tích mặt hồ ở cao trình thiết kế là 632 km<sup>2</sup>, nhà máy thủy điện lớn nhất thế giới với công suất 22,4 GW,...

Theo tiến trình phát triển hồ chứa nước, các nhà khoa học trên thế giới đã tiến hành nghiên cứu giải quyết các vấn đề liên quan đến quản lý vận hành hồ chứa đa mục tiêu với việc sử dụng nước cho nhiều mục đích khác nhau, nhằm khai thác tối đa tiềm năng của hồ, đồng thời hạn chế tới mức thấp nhất những tác động bất lợi xảy ra trong quá trình khai thác, vận hành hồ chứa. Nhiều mô hình toán dự báo lũ, mô phỏng quá trình truyền lũ từ mưa trên lưu vực đã ra đời, trong số đó mô hình mưa dòng chảy NAM (một phần của bộ mô hình MIKE của Viện Thủy lực và Môi trường Đan Mạch-DHI) đã và đang được ứng dụng nhiều

trên thế giới [1–4]. Công tác quản lý vận hành các hồ chứa trên thế giới đã có những thành tựu lớn, cả về công cụ tính toán, thiết bị đo đạc, giám sát và hệ thống điều hành.

Hồ chứa nước ở nước ta mới được phát triển mạnh vào mấy thập niên gần đây, việc điều tiết hồ nhằm đảm bảo an toàn công trình hồ đập và hạ lưu là một công việc tiên quyết. Trong báo cáo của Ủy ban Liên Chính phủ về BĐKH (IPCC) và kịch bản Bộ Tài nguyên và Môi trường công bố năm 2016 đã có nhắc đến rằng: Việt Nam là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề của BĐKH [5–8]. Trong những năm qua, tác động của BĐKH có thể nhận thấy như: mưa trái mùa, mưa cực đoan xuất hiện thường xuyên, lũ lụt, hạn hán kéo dài, nhiệt độ cao bất thường, ... đang ảnh hưởng xấu đến môi trường và công tác vận hành cũng như quản lý hồ chứa. Hàng năm, ngập ở vùng hạ du hồ Dầu Tiếng như TP. HCM, Bình Dương đã gây thiệt hại về cơ sở hạ tầng và làm giảm tốc độ phát triển của vùng kinh tế năng động nhất cả nước. Một trong những nguyên nhân gây ra ngập ở hạ du hồ Dầu Tiếng là việc xả lũ trong mùa mưa. Những năm gần đây, cùng với sự phát triển kinh tế của đất nước, nhà nước đã đầu tư nhiều cho khoa học, một số đề tài, dự án nghiên cứu về hồ chứa đã được thực hiện nhằm phát huy tối đa hiệu quả sử dụng nước, đồng thời ngăn chặn những tác động bất lợi trong quá trình quản lý vận hành, trong số đó phải kể đến những nghiên cứu có liên quan đến hồ Dầu Tiếng [9–12].

Với các nghiên cứu cho nhiều hồ chứa lớn trên thế giới đã phần nào cho thấy, khả năng ứng dụng rộng rãi bộ mô hình MIKE vào thực tế sản xuất. Trong nghiên cứu này ứng dụng mô hình MIKE NAM và MIKE HYDRO nhằm: (i) Tính toán dòng chảy đến hồ và điều tiết cho hồ Dầu Tiếng; (ii) Điều tiết hồ dựa trên các kịch bản BĐKH của Bộ Tài nguyên và Môi trường 2016 theo kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 với hai mốc thời gian năm 2025, 2030. Với mục tiêu góp phần hiện đại hóa công tác quản lý và vận hành hệ thống hồ chứa vùng Đông Nam Bộ, từng bước đảm bảo an toàn trong phòng lũ trong điều kiện BĐKH ngày càng phức tạp.

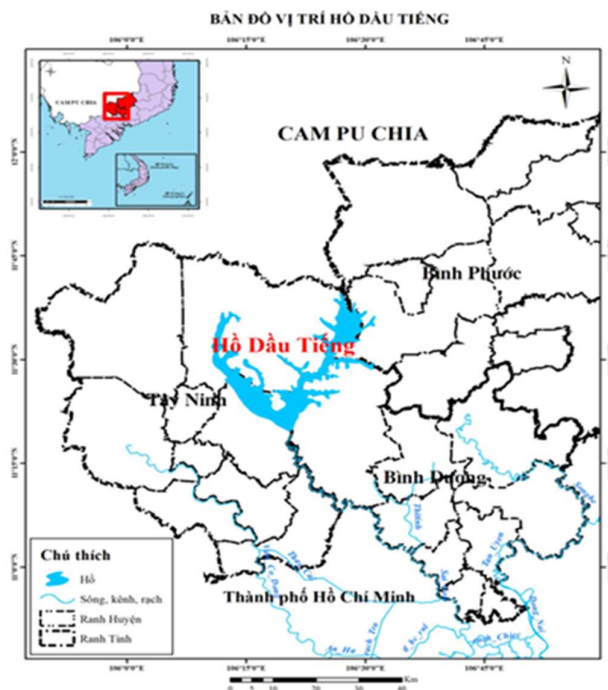
## **2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập tài liệu**

### *2.1 Giới thiệu khu vực nghiên cứu*

Hồ Dầu Tiếng được xây dựng ở thượng lưu sông Sài Gòn, tại ngã ba Dầu Tiếng, huyện Dầu Tiếng, tỉnh Bình Dương, trải dài từ 11°12' tới 12°00' vĩ độ Bắc và từ 106°10' đến 106°30' kinh độ Đông, cách TP. HCM khoảng trên 100 km theo đường liên tỉnh. Hồ Dầu Tiếng là một trong những hồ chứa lớn nhất Việt Nam, có toàn bộ diện tích mặt nước là 27.000 hecta, sức chứa 1580 triệu m<sup>3</sup>, trong đó dung tích hữu ích là 1110 triệu m<sup>3</sup>. Hồ Dầu Tiếng có nhiệm vụ điều tiết lũ và kiểm soát mặn ở hạ lưu, dự trữ nước ngọt và cấp nước tưới cho các tỉnh Tây Ninh, Bình Dương, Bình Phước và TP. HCM.

Trong những năm gần đây, tình hình thời tiết diễn biến khó lường thì những trận mưa lớn trên 100 mm xuất hiện nhiều hơn, mưa lớn kết hợp với triều cường trên sông Sài Gòn cộng với xả lũ ở các hồ thượng nguồn đã gây ra ngập úng không chỉ khu vực TP. HCM mà còn nhiều khu vực ven sông Sài Gòn thuộc tỉnh Bình Dương gây thiệt hại to lớn về cơ sở hạ tầng, sản xuất nông nghiệp và làm giảm tốc độ phát triển kinh tế vùng. Để giảm thiểu lũ lụt cho vùng hạ du, nhiều giải pháp đã được nghiên cứu, đề xuất như nạo vét kênh phân lũ qua sông Vàm Cỏ Đông, làm hồ điều hòa để chậm lũ, đắp đê, nâng cao đập,... Tuy nhiên, các giải pháp phi công trình còn ít được nghiên cứu. Thêm vào đó, chế độ thủy văn của hồ đã có sự thay đổi do diện tích rừng đầu nguồn giảm, sự phát triển của cơ sở hạ tầng, chuyển đất canh tác cũng đã tác động mạnh mẽ đến việc vận hành và quản lý hồ nhất là trong mùa lũ.





Hình 1. Bản đồ vị trí lưu vực hồ Dầu Tiếng.

## 2.2. Mô hình MIKE NAM, MIKE HYDRO Basin

### 2.2.1. Mô hình thủy văn MIKE NAM

Mô hình NAM là mô hình cải tiến từ mô hình Nielsen–Hansen, được công bố trong tạp chí “Nordic Hydrology” năm 1973, sau này được DHI phát triển và đổi thành NAM (*Nedbor–Afstromnings Model*). Cấu trúc mô hình NAM được xây dựng trên nguyên tắc các hồ chứa theo chiều thẳng đứng và các hồ chứa tuyến tính, gồm có 4 bể chứa theo chiều thẳng đứng [13]. Trong đó mỗi bể chứa đặc trưng cho một môi trường có chứa các yếu tố gây ảnh hưởng đến quá trình hình thành dòng chảy trên lưu vực. Các bể chứa được liên kết với nhau bằng các biểu thức toán học. Qua đó sự hình thành dòng chảy trên lưu vực được mô tả gần giống với hiện tượng thực tế. Các bể chứa đó gồm: Bể tuyết (chỉ áp dụng cho vùng có tuyết), bể mặt, bể sát mặt hay bể tầng rễ cây và bể ngầm. Mô hình NAM thuộc loại mô hình tất định, thông số tập trung, và là mô hình mô phỏng liên tục. Trong nghiên cứu này, mô hình NAM được ứng dụng để tính toán dòng chảy đến hồ chứa. Dữ liệu đầu vào của mô hình là mưa, bốc hơi tiềm năng và nhiệt độ. Ứng với các kịch bản BĐKH, thay đổi nhiệt độ và lượng mưa sẽ ảnh hưởng tới dòng chảy đến hồ chứa thượng lưu khu vực nghiên cứu.

### 2.2.2. Mô hình thủy văn lưu vực MIKE HYDRO BASIN

Mô hình MIKE HYDRO Basin [14] là một công cụ cân bằng giữa nhu cầu về nước và nước có sẵn theo cách tối ưu nhất giúp cho công tác điều tiết hệ thống thủy lợi, quy hoạch lưu vực sông tổng hợp và quản lý tài nguyên nước do DHI xây dựng, đây là một mô hình toán học thể hiện một lưu vực sông bao gồm cấu hình của các sông chính và các sông nhánh, các yếu tố thủy văn của lưu vực theo không gian và theo thời gian, các công trình, hệ thống sử dụng nước hiện tại và tương lai và các phương án sử dụng nước khác nhau. MIKE HYDRO Basin được xây dựng theo kiểu mô hình mạng lưới, trong đó sông và các nhánh hợp lưu chính được biểu diễn bằng một mạng lưới bao gồm các nhánh và các nút. Nguyên lý tính toán điều tiết

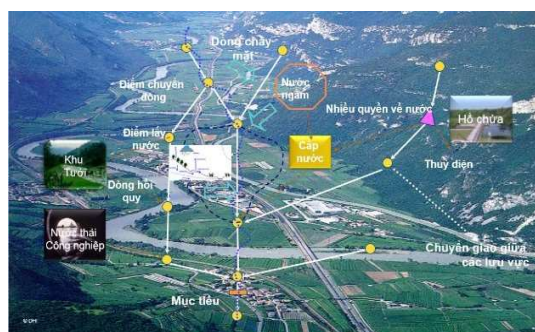
dòng chảy trong hồ chứa dựa vào hệ phương trình cân bằng nước cùng với các đường đặc trưng, tham số mô tả đặc tính của hệ thống công trình [15].

– Phương trình cân bằng nước:

$$\frac{dV}{dt} = Q(t) - q_r(t) \tag{1}$$

Trong đó  $Q(t)$  là lượng nước đến hồ theo thời gian ( $m^3/s$ );  $q_r(t)$  là lượng nước ra khỏi hồ là lưu lượng xả  $q_r(t)$  qua công trình ( $m^3/s$ );  $dV/dt$  thay đổi lượng nước trong hồ theo thời gian ( $m^3$ ). Giải hệ phương trình trên xác định được đường quá trình lưu lượng xả  $q_x(t)$  sự thay đổi mực nước và dung tích của hồ chứa.

MIKE HYDRO Basin bao gồm các môđun: mưa–dòng chảy (NAM), mạng lưới hồ chứa (Reservoir Network) và mô phỏng (Simulation). Các nút được thiết lập trong mô hình gồm: Nút đơn (Simple node), nút lưu vực (Catchment node), nút hồ chứa (Reservoir) và nút nhu cầu nước (Water user definitions).

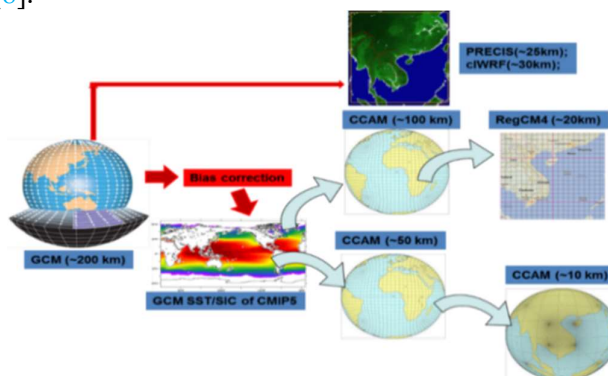


Hình 2. Sơ đồ tổng quát các môđun của mô hình MIKE HYDRO BASIN.

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu và thiết lập mô hình

#### 2.3.1. Phương pháp xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu cho khu vực hồ Dầu Tiếng

Phương pháp chi tiết hóa động lực được sử dụng để xây dựng kịch bản BĐKH độ phân giải cao cho lưu vực Hồ Dầu Tiếng gồm kịch bản trung bình RCP4.5 và kịch bản cao RCP8.5. Bốn mô hình khí hậu khu vực được áp dụng bao gồm: CCAM, RegCM, PRECIS và cWRF. Mỗi mô hình có các phương án tính toán khác nhau dựa trên kết quả tính toán từ các mô hình toàn cầu của IPCC [8].



Hình 3. Sơ đồ mô tả quá trình chi tiết hóa động lực độ phân giải cao [8].

Trong kịch bản BĐKH cho Việt Nam sử dụng: Sự thay đổi của nhiệt độ và mưa được so sánh với thời kỳ cơ sở 1986–2005, đây cũng là giai đoạn được IPCC dùng trong báo cáo lần thứ năm [6–8].

Đối với nhiệt độ:

$$\Delta T_{future} = T^*_{future} - \overline{T^*_{1986-2005}} \tag{2}$$

Đối với lượng mưa:

$$\Delta R_{future} = \frac{(R^*_{future} - R^*_{1986-2005})}{R^*_{1986-2005}} * 100 \quad (3)$$

Trong đó  $\Delta T_{future}$  là biến đổi của nhiệt độ trong tương lai so với thời kỳ cơ sở (°C);  $T^*_{future}$  là nhiệt độ tương lai (°C);  $T^*_{1986-2005}$  là nhiệt độ trung bình của thời kỳ cơ sở (°C);  $\Delta R_{future}$  là biến đổi của lượng mưa trong tương lai so với thời kỳ cơ sở (%);  $R^*_{future}$  là lượng mưa tương lai (mm);  $R^*_{1986-2005}$  là lượng mưa trung bình của thời kỳ cơ sở (mm).

Mô hình khí hậu động lực có ưu điểm là mô phỏng tốt các quá trình vật lý và hóa học trong khí quyển, tuy nhiên khó phản ánh được các yếu tố địa phương và mô hình đều tồn tại sai số hệ thống nhất định. Để khắc phục điều này, phương pháp thống kê (hiệu chỉnh phân vị–*Quantile Mapping*) được áp dụng để hiệu chỉnh kết quả của mô hình theo số liệu thực đo tại trạm quan trắc [12, 16–17].

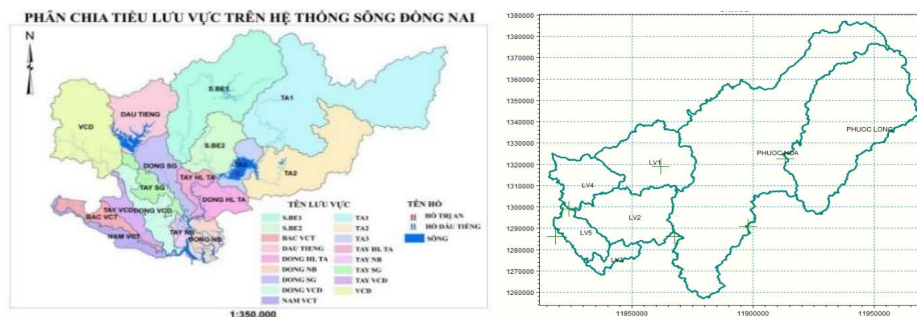
Qua phân tích và đánh giá sai số kế thừa từ kịch bản BĐKH và NBD năm 2016 [8]: đã chọn được tổng cộng 12 phương án tính toán tốt nhất của bốn mô hình để xây dựng kịch bản BĐKH chi tiết cho khu vực nghiên cứu. Trong đó, đối với nhiệt độ là lựa chọn 08 phương án của ba mô hình (04 phương án CCAM, 03 phương án PRECIS và 01 phương án cIWRF); đối với lượng mưa là lựa chọn 03 phương án của mô hình PRECIS [8]. Đánh giá kết quả của 4 mô hình khí hậu được áp dụng ở Việt Nam cho thấy, các mô hình đều mô phỏng khá tốt nhiệt độ trên hầu hết các khu vực của Việt Nam, chỉ riêng mô hình cIWRF có sai số hệ thống tương đối lớn. Kết quả tính toán về lượng mưa có sự khác biệt giữa các mô hình đối với các vùng khí hậu của Việt Nam. Trong đó, mô hình PRECIS cho kết quả tính toán tốt hơn so với các mô hình còn lại [19]. Để đảm bảo mức độ tin cậy, kịch bản biến đổi khí hậu đối với nhiệt độ được xây dựng theo kết quả tính toán của cả 3 mô hình với 8 phương án, kịch bản biến đổi của lượng mưa được xây dựng dựa trên kết quả tính toán từ 3 phương án của mô hình PRECIS.

### 2.3.2. Thiết lập mô hình thủy văn

Các số liệu dòng chảy đến được tính toán từ mô hình NAM. Thu thập tài liệu, số liệu khí tượng thủy văn từ các trạm khoảng 10 năm (từ năm 2007–2016) với dạng số liệu trung bình ngày.

- Số liệu khí tượng: Sử dụng 6 trạm đo mưa thuộc khu vực nghiên cứu: Lộc Ninh, Đồng Ban, Katum, Chơn Thành, Phước Long và Đồng Xoài.
- Số liệu nhiệt độ, bốc hơi trạm Tây Ninh, Đồng Xoài, Phước Long.
- Số liệu thủy văn: lưu lượng về hồ và lưu lượng xả hồ Dầu Tiếng.
- Sử dụng bản đồ số độ cao (*Digital Elevation Model–DEM*).

#### a. Phân chia lưu vực



Hình 4. Phân chia lưu vực tính toán.

Các lưu vực được xác định ranh giới trên cơ sở dữ liệu bản đồ số độ cao DEM với độ phân giải 30 m x 30 m và sử dụng các Tool trong Arcgis để phân chia lưu vực dưới dạng shapefile tiểu lưu vực. Diện tích các lưu vực trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1.** Diện tích các tiểu lưu vực khu vực nghiên cứu.

STT	Tên lưu vực	Tiểu lưu vực	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tổng diện tích (km <sup>2</sup> )
1	Lưu vực hồ Dầu Tiếng	LV1	884,663	2644,25
		LV2	829,276	
		LV3	155,259	
		LV4	305,296	
		LV5	469,752	
2	Lưu vực sông Bé	Phuoc Long	3987,06	6273,77
		Phuoc Hoa	2286,71	

Kết quả phân chia lưu vực vùng nghiên cứu được thể hiện lần lượt ở hình 4 cho thấy lưu vực hồ Dầu Tiếng và lưu vực sông Bé phù hợp với thực tế lưu vực hứng nước.

*b. Tính trọng số mưa*

Để tính toán trọng số mưa bằng phương pháp đa giác Thiessen, cần có dữ liệu phân định tiểu lưu vực và dữ liệu mưa (6 trạm đo mưa). Cơ sở của phương pháp là coi lượng mưa đo được ở một vị trí nào đó trên lưu vực chỉ đại diện cho lượng mưa của một khu vực nhất định quanh nó. Diện tích của khu vực đó được khống chế bởi các đường trung trực của các đoạn thẳng nối liền các trạm với nhau và đường phân lưu (Bảng 2).

Tiến hành hiệu chỉnh mô hình bằng phương pháp thử sai nhiều lần, sử dụng các chỉ tiêu để đánh giá độ tin cậy của bộ thông số. Bộ thông số sau khi hiệu chỉnh trong mô hình NAM sẽ được sử dụng để tính toán biên cho mô hình thủy văn lưu vực.

**Bảng 2.** Trọng số mưa theo phương pháp Thiessen cho các TLV.

STT	Lưu vực	Trọng số trạm mưa					
		Lộc Ninh	Chơn Thành	Katum	Đồng Ban	Phước Long	Đồng Xoài
1	LV1	1					
2	LV2	0,199	0,437	0,36	0,00382		
3	LV3		0,488		0,512		
4	LV4	0,0913		0,909			
5	LV5			0,314	0,686		
6	Phuoc Long					0,972	0,0284
7	Phuoc Hoa	0,115	0,205			0,52	0,15

– Thời gian tính toán: năm 2016 để hiệu chỉnh mô hình và kiểm định mô hình trong 3 giai đoạn: giai đoạn 1 từ 2011–2015, giai đoạn 2 từ 2007–2010 và năm lũ (năm 2000).

– Bước thời gian tính  $\Delta t = 1$  ngày.

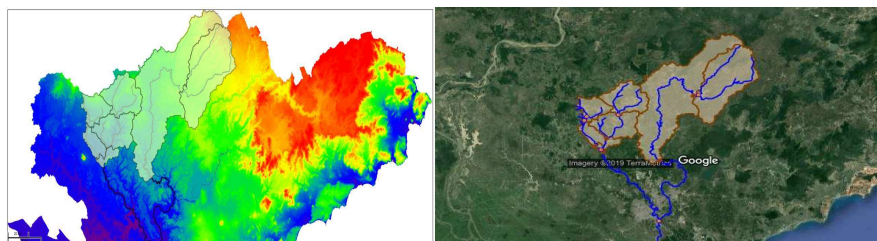
– Sử dụng lưu lượng về hồ Dầu Tiếng để hiệu chỉnh kiểm định mô hình.

**2.3.3. Thiết lập mô hình điều tiết hồ**

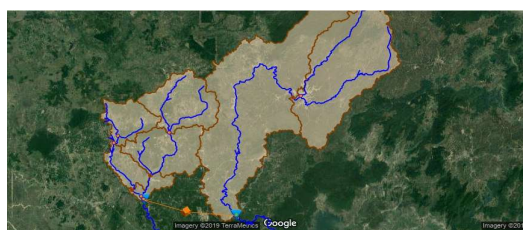
Từ bộ thông số mô hình NAM đã hiệu chỉnh và kiểm định, tính toán phân bố dòng chảy đến hồ chứa theo năm điển hình trung bình nước, nhiều nước (25%), ít nước (75%, 85%), xuất kết quả mưa, bốc hơi, lưu lượng về làm dữ liệu đầu vào cho mô hình MIKE HYDRO Basin.

*a. Phân chia lưu vực*

Kết quả phân chia các tiểu lưu vực trong mô hình MIKE NAM được liên kết vào mô hình MIKE HYDRO nhằm thiết lập lưu vực và mạng lưới tính toán trong mô hình MIKE HYDRO



Hình 5. Phân chia lưu vực tính toán trong MIKEHYDRO BASIN.



Hình 6. Thiết lập lưu vực và mạng lưới hồ trong mô hình.

Mạng lưới tính toán thể hiện ở Hình 6 bao gồm: 8 nhánh sông, 17 nút tính toán và 7 tiểu lưu vực. Có 2 nút hồ là hồ Dầu Tiếng và hồ Phước Hòa và 1 nút nhu cầu nước (nhằm tính toán điều tiết hồ Dầu Tiếng khi có bổ sung nước từ hồ Phước Hòa).

Dữ liệu cần thu thập liên quan đến hồ chứa: lưu lượng xả qua cửa và các công, các thông số cơ bản của hồ chứa, quy trình vận hành hồ, đường phòng phá hoại, đường hạn chế cấp nước, các quan hệ đặc tính lòng hồ, ...

– Điều kiện ban đầu và dữ liệu biên: Điều kiện ban đầu bao gồm các thông số cơ bản của mô hình (mức nước chết của hồ  $Z_c = 17$  m, MNDBT  $H_{bt} = 24,4$  m, mực nước lũ thiết kế 25,1 m).

– Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình: Kiểm tra mực nước hồ và dung tích hồ từ năm 2012 đến năm 2015 sau đó dùng năm lũ đặc biệt lớn (năm 2000) để kiểm định mô hình nhằm xem xét khả năng mô phỏng vận hành xả theo thực tế của hồ.

#### b. Xét bài toán điều tiết lũ cho hồ Dầu tiếng theo quy trình vận hành hồ

Các trường hợp điều tiết: Dòng chảy đến hồ Dầu Tiếng sau khi có bổ sung từ hồ Phước Hòa là  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  liên tục và không thay đổi theo quyết định của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn [20]. Chọn tính toán cho trường hợp năm trung bình nước làm năm hiện trạng để thiên về cấp nước an toàn. Đây cũng là trường hợp dễ xảy ra nhất. Dựa theo quy trình vận hành hồ, tiến hành điều tiết hồ Dầu Tiếng theo hai cao trình mực nước đón lũ khác nhau:

– Trường hợp 1: Cao trình mực nước hồ  $Z_{\text{hồ}} = +23,30$  m xuất hiện lũ chính vụ (tháng 9, tháng 10), tiến hành xả từ cao trình +23,30 m theo hiện trạng và các kịch bản BĐKH;

– Trường hợp 2: Điều tiết để mực nước cao nhất trong hồ không vượt quá cao trình mực nước dâng bình thường (+24,40 m), theo hiện trạng và kịch bản BĐKH.

Hồ trữ lượng nước đến trong mùa lũ để dùng cho mùa kiệt, dung tích hồ giới hạn bởi mực nước chết ( $H_c = 17,0$  m) và mực nước dâng bình thường ( $H_{bt} = 24,4$  m). Thời điểm bắt đầu tính toán vào ngày 01 tháng 7 hàng năm (thời điểm bắt đầu mùa mưa) trong trường hợp có bổ sung nước liên tục từ hồ Phước Hòa.

#### 2.3.4 Chỉ tiêu đánh giá

Các thông số trong mô hình sẽ được xác định bằng cách tính toán và thử sai. Sử dụng hệ số Nash–Sutcliffe để đánh giá sai số giữa số liệu mô phỏng và thực đo.

Hệ số Nash–Sutcliffe (NSE):

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - Q_{sim,i})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs})^2} \quad (4)$$

Trong đó  $Q_{sim,i}$  là lưu lượng mô phỏng tại thời gian  $i$ ;  $Q_{obs,i}$  là lưu lượng thực đo tại thời gian  $i$ ;  $\bar{Q}_{obs}$  là lưu lượng trung bình thực đo.

Bảng 3 thể hiện tiêu chuẩn đánh giá hệ số NSE theo WMO (*World Meteorological Organization*).

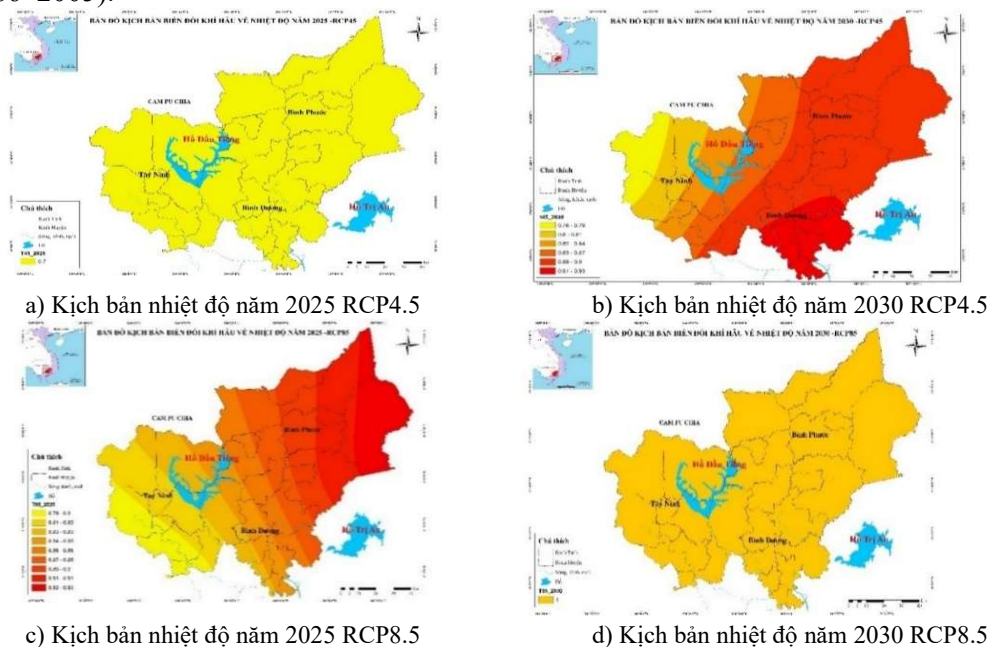
**Bảng 3.** Tiêu chuẩn đánh giá hệ số NSE.

NSE	0,4–0,65	0,65–0,85	> 0,85
Đánh giá	Đạt	Khá	Tốt

### 3. Kết quả và thảo luận

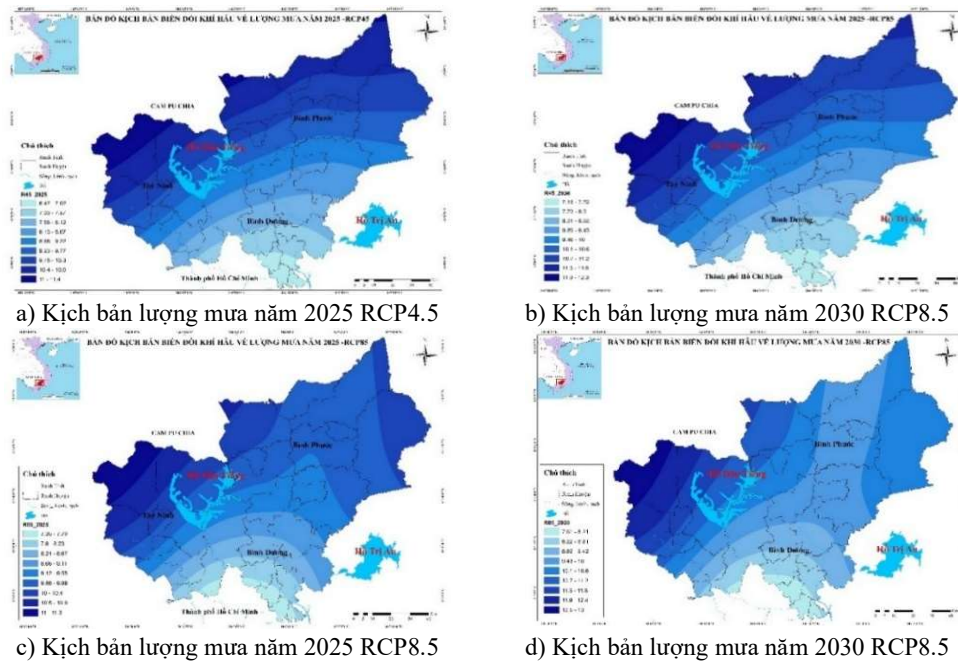
#### 3.1 Kịch bản biến đổi khí hậu tại hồ Dầu Tiếng

Kịch bản tổ hợp theo các phương án tổ hợp của kịch bản quốc gia sau khi đã hiệu chỉnh thống kê các mô hình khí hậu cho biến đổi của lượng mưa và nhiệt độ tại khu vực Hồ Dầu Tiếng. Hai kịch bản RCP 4.5 và RCP 8.5 được xây dựng theo 3 giai đoạn: đầu thế kỷ 21 (2016–2035), giữa thế kỷ 21 (2045–2065) và cuối thế kỷ 21 (2080–2099) so với thời kỳ cơ sở (1986–2005).



**Hình 7.** Mức biến đổi nhiệt độ trung bình (°C) theo kịch bản RCP4.5 và RCP 8.5.

Theo kịch bản RCP8.5 (Hình 7c), vào năm 2025, nhiệt độ trung bình mùa khô tăng 0,8–0,9°C, mức tăng tại Sở Sao và Tây Ninh là 0,8°C và tăng cao hơn ở Đồng Xoài, Phước Long tăng 0,9°C. Đến năm 2030 (Hình 7d), nhiệt độ trung bình tại khu vực Hồ Dầu Tiếng có xu thế tăng với mức tăng 1°C ở cả 4 trạm Đồng Xoài, Phước Long, Sở Sao, Tây Ninh. Mức biến đổi nhiệt độ ở kịch bản RCP8.5 đều cao hơn so với ở kịch bản RCP4.5 với hai mốc thời gian năm 2025 và 2030.



**Hình 8.** Mức biến đổi lượng mưa trung bình (%) theo kịch bản RCP4.5 và RCP 8.5.

Theo kịch bản RCP8.5, mức biến đổi lượng mưa năm 2025 (Hình 8c) tăng 10,1% ở trạm Tây Ninh; tăng 7,6% ở trạm Sở Sao, 9,6% ở trạm Đồng Xoài, Phước Long tăng 9,7%. Đến năm 2030 (Hình 8d), lượng mưa tăng lên so với năm 2025 cụ thể tại Tây Ninh tăng 11,5%, Sở Sao tăng 8,1%, Đồng Xoài tăng 10% và Phước Long tăng 9,9%, phân bố mức độ biến đổi tăng dần theo hướng Đông Nam lên Tây Bắc.

**Bảng 5.** Mức biến đổi nhiệt độ trung bình và lượng mưa mùa khô, mùa mưa so với thời kỳ 1986–2005 theo kịch bản RCP4.5 và RCP8.5.

STT	Kịch bản	Mùa	Tên trạm					
			Đồng Xoài		Phước Long		Tây Ninh	
			Mưa (%)	Nhiệt độ (°C)	Mưa (%)	Nhiệt độ (°C)	Mưa (%)	Nhiệt độ (°C)
1	RCP4.5 năm	Mưa	9,8	0,7	9,1	0,7	8,0	0,6
2	2025	Khô	3,3	0,8	16,9	0,8	20,0	0,7
3	RCP4.5 năm	Mưa	11,2	0,8	10,2	0,8	9,6	0,8
4	2030	Khô	1,3	0,9	19,7	0,9	18,4	0,9
5	RCP8.5 năm	Mưa	11,8	0,8	11,0	0,8	10,1	0,8
6	2025	Khô	-2,1	0,9	1,4	0,9	11,5	0,8
7	RCP8.5 năm	Mưa	13	1,0	11,7	1,0	11,5	1,0
8	2030	Khô	-6,2	1,0	-2,3	1,0	13,2	1,0

### 3.2 Ứng dụng mô hình thủy văn để tính toán lưu lượng về hồ

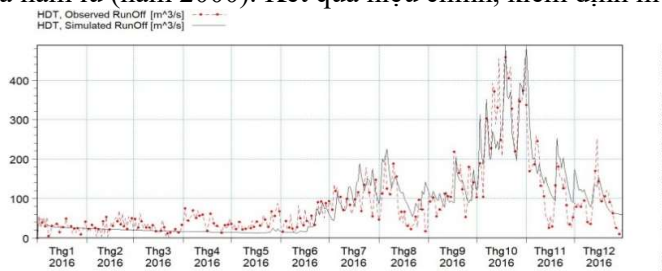
Mục đích ứng dụng mô hình thủy văn MIKE NAM nhằm xác định lưu lượng thượng nguồn (lưu lượng về hồ Dầu Tiếng) tương ứng với các kịch bản mưa. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình như sau:

Hiệu chỉnh mô hình: Chọn năm 2016 để hiệu chỉnh mô hình bằng phương pháp thử sai để có bộ thông số mô hình.

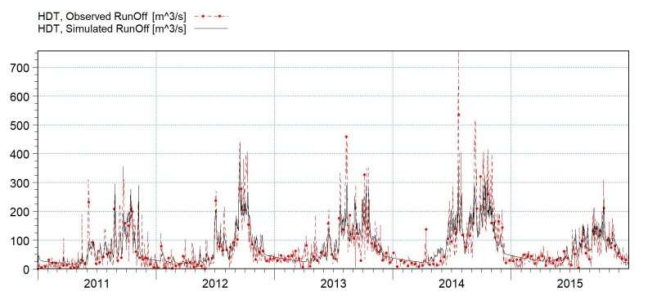
**Bảng 6.** Các thông số mô hình NAM đã hiệu chỉnh tại lưu vực hồ Dầu Tiếng.

Ký hiệu	Thông số mô hình hồ Dầu Tiếng	Giá trị
$U_{max}$ (mm)	Hàm lượng nước tối đa trữ trong bề mặt	23,6
$L_{max}$ (mm)	Lượng nước tối đa tầng rễ cây	350
CQOF	Hệ số dòng chảy tràn	0,45
CKIF (tg)	Hằng số thời gian dòng chảy sát mặt	201
CK1,2	Hằng số thời gian dòng chảy mặt và sát mặt	27,5
TOF	Giá trị ngưỡng dòng chảy mặt	0,01
TIF	Giá trị ngưỡng dòng chảy sát mặt	0,01
TG	Giá trị ngưỡng dòng chảy ngầm	0,6
CKBF (tg)	Hệ số thời gian dòng chảy ngầm	3500

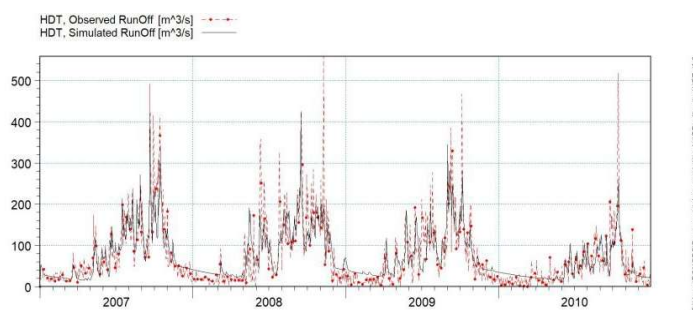
Kiểm định mô hình: Sau khi có bộ thông số mô hình ta tiến hành kiểm định mô hình. Việc kiểm định mô hình là bước rất cần thiết nhằm mục đích đánh giá lại xem bộ thông số đã xác định ở trên có đảm bảo sử dụng được trong thực tế hay không trước khi sử dụng chúng để tính toán áp dụng. Thời gian kiểm định gồm 3 giai đoạn: giai đoạn 1 từ 2011–2015, giai đoạn 2 từ 2007–2010 và năm lũ (năm 2000). Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình như sau:



**Hình 9.** Hiệu chỉnh lưu lượng về hồ năm 2016.

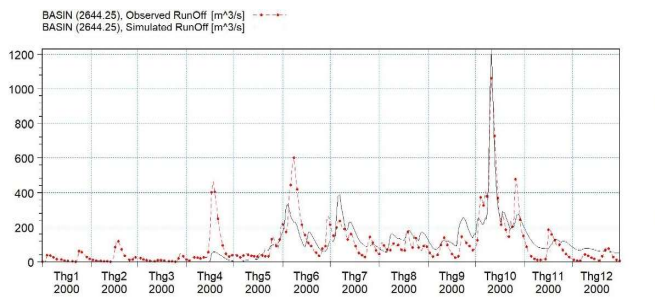


**Hình 10.** Kiểm định lưu lượng về hồ giai đoạn 2011–2015.



**Hình 11.** Kiểm định lưu lượng về hồ giai đoạn năm 2007–2010.





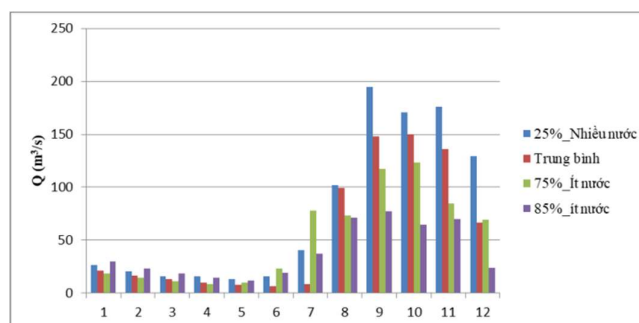
Hình 12. Kiểm định lưu lượng về hồ năm lũ 2000.

Để có thể đánh giá độ chính xác của mô hình, sử dụng hệ số đánh giá các quá trình thủy động lực Nash–Sutcliffe:

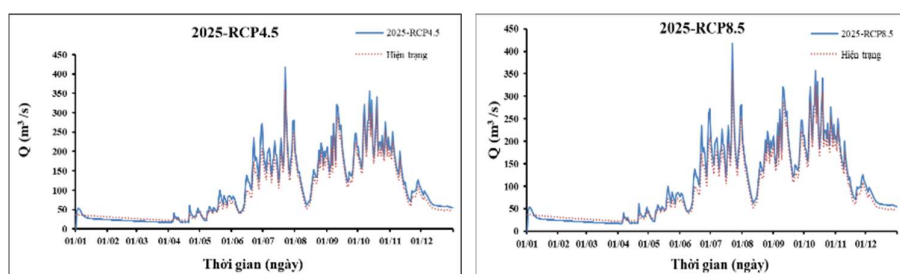
Bảng 7. Thống kê kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình Mike Nam.

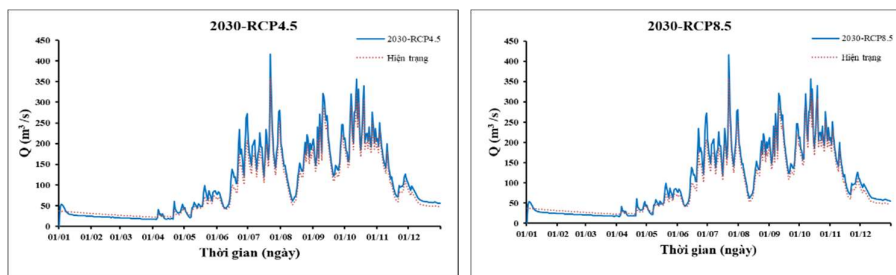
Lưu vực	Hệ số	Hiệu chỉnh		Kiểm định			Đơn vị
		Năm 2016	Giai đoạn 1 2011–2015	Giai đoạn 2 2007–2010	Giai đoạn 3 Năm 2000		
Hồ Dầu	Nash	0,752	0,657	0,7	0,669		
Tiếng	WBL	-1,1	-0,70	-0,30	-2,2	%	

Độ hữu hiệu của mô hình theo hệ số Nash đạt trên 0,65. Mô hình được đánh giá vào mức độ khá, đường quá trình lưu lượng tính từ mưa bằng mô hình NAM khá phù hợp với đường quá trình dòng chảy thực đo. Từ đây, nghiên cứu có thể sử dụng bộ thông số này để mô phỏng chế độ dòng chảy trên lưu vực hồ Dầu Tiếng. Sử dụng phần mềm FFC2008, phân bố và tổng hợp mưa thiết kế các trạm theo hệ số tính từ diện tích đa giác Thiessen và đưa vào làm số liệu đầu vào cho mô hình NAM đã hiệu chỉnh kiểm định, thu được dòng chảy năm thiết kế ứng với các tần suất khác nhau. Chọn năm trung bình nước làm năm hiện trạng để tính toán, mô phỏng cá kịch bản BĐKH. Kết quả mô phỏng chế độ dòng chảy đến hồ Dầu Tiếng theo năm hiện trạng và theo các kịch bản biến đổi khí hậu được thể hiện ở hình 14.



Hình 13. Phân bố dòng chảy đến hồ chứa theo năm điển hình trung bình nước, nhiều nước (25%), ít nước (75%, 85%).





**Hình 14.** Kết quả lưu lượng về hồ Dầu Tiếng theo các kịch bản BĐKH.

Qua biểu đồ so sánh có thể thấy dòng chảy lưu vực Hồ Dầu Tiếng thay đổi rõ rệt khi chịu tác động của biến đổi khí hậu. Lưu lượng cao nhất vào khoảng tháng VII đến tháng XI. Đối với năm hiện trạng, lưu lượng đến hồ trung bình năm  $Q_{TB} = 94,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , trong đó lưu lượng đến hồ lớn nhất vào tháng VII đạt  $359,59 \text{ m}^3/\text{s}$ , lưu lượng nước đến hồ vào mùa khô tương đối ít  $43,16 \text{ m}^3/\text{s}$  đến năm 2030, lưu lượng đến hồ trung bình năm khoảng  $104,7 \text{ m}^3/\text{s}$  trong đó lưu lượng đến hồ lớn nhất đạt  $417,83 \text{ m}^3/\text{s}$ , cho thấy chế độ dòng chảy tại lưu vực có sự thay đổi tương đối lớn nhất là trong mùa mưa, mùa khô lưu lượng về hồ không có sự thay đổi đáng kể. Nhận thấy lượng mưa lớn dẫn đến lưu lượng tăng vào các khoảng thời gian mùa mưa, gây lượng nước ở Hồ Dầu Tiếng tăng cao, có nguy cơ hồ phải tăng lưu lượng xả lũ gây ảnh hưởng đến các khu vực lân cận. Do vậy việc vận hành hồ chứa rất quan trọng trong thời kì biến đổi khí hậu hiện nay.

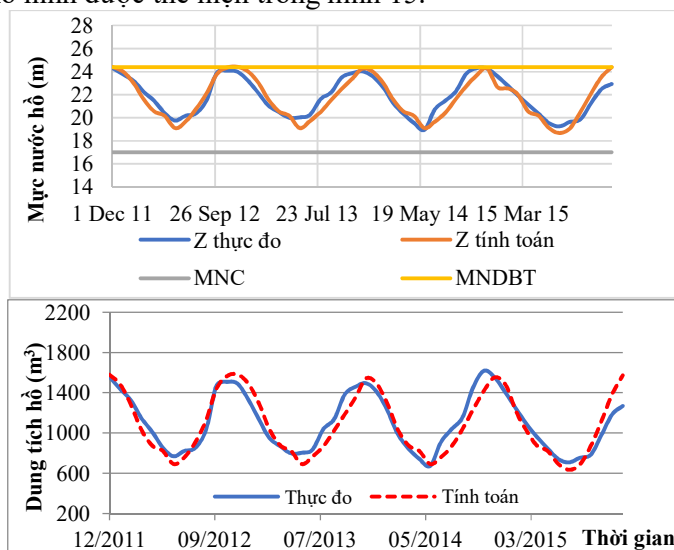
### 3.3. Ứng dụng mô hình thủy văn lưu vực tính toán điều tiết hồ

#### 3.3.1. Hiệu chỉnh kiểm định mô hình

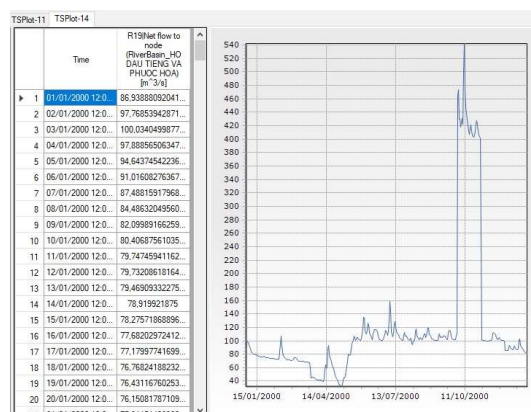
Mô hình thủy văn lưu vực được lựa chọn để tính toán là MIKE HYDRO Basin nhằm xác định các giá trị lưu lượng về và lưu lượng xả tại các nút hồ theo các phương án điều tiết của hệ thống hồ chứa thủy lợi Dầu Tiếng.

**Hiệu chỉnh mô hình:** Để đánh giá khả năng mô phỏng của mô hình trong vận hành điều tiết, thực hiện mô phỏng quá trình mực nước và dung tích hồ theo chuỗi thời gian từ 2012 đến 2015 để hiệu chỉnh mô hình (Hình 15).

**Kiểm định mô hình:** Sử dụng số liệu năm lũ đặc biệt lớn (năm 2000) được mô phỏng để xem xét khả năng mô phỏng vận hành xả theo thực tế của mô hình (Hình 16). Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình được thể hiện trong hình 15.



**Hình 15.** Quá trình mực nước hồ, dung tích hồ giữa thực đo và tính toán từ năm 2012–2015.



Hình 16. Đường quá trình lưu lượng xả của hồ Dầu Tiếng năm 2000.

Đường dung tích mô phỏng hầu hết năm nằm trong phạm vi hoạt động của hồ (biểu đồ điều phối theo phê duyệt), nằm dưới mực nước phòng lũ và nằm trên đường hạn chế cấp nước. Tháng 10 năm 2000 với lưu lượng đến hồ thực đo là 350 m³/s, sau khi vận hành hồ theo đúng quy trình vận hành dễ dàng nhận thấy rằng lưu lượng xả max đạt được là 542 m³/s gần với số liệu thực đo xả qua tràn xả sâu năm 2000 là gần 600 m³/s.

Lưu lượng lũ xả đo thực tế làm đại diện cho một ngày trong khi lưu lượng xả mô phỏng được tính theo thời đoạn trung bình ngày. Kết quả mô phỏng cho năm lũ có thể chấp nhận được. Mô hình MIKE HYDRO Basin hoàn toàn phù hợp để mô phỏng điều tiết cho hồ Dầu Tiếng kịch bản tính toán dòng chảy đến hồ khác nhau.

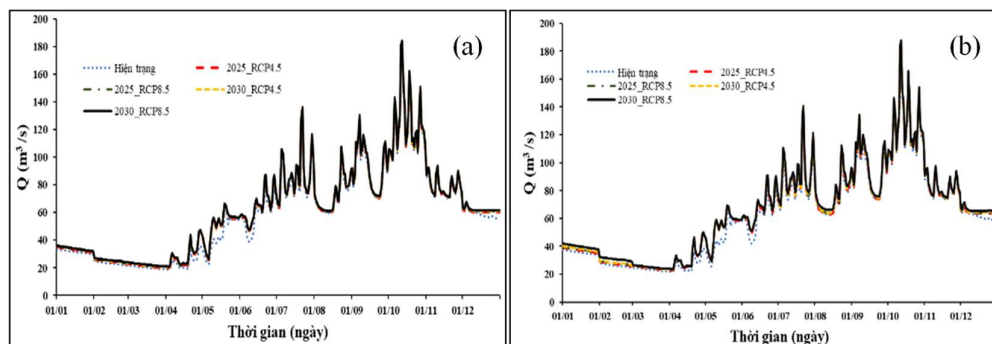
### 3.3.2. Đánh giá lưu lượng về và lưu lượng xả theo hiện trạng và các trường hợp vận hành

Khả năng cắt giảm lũ cho hạ du các công trình hồ chứa thượng nguồn phụ thuộc rất nhiều vào mực nước hồ khi lũ đến (mực nước đón lũ). Trên cơ sở mực nước đón lũ và các thông số cơ bản của hồ Dầu Tiếng tiến hành điều tiết lũ.

Bảng 8 trình bày kết quả tóm tắt điều tiết lũ, bao gồm mực nước điều tiết ( $Z_{tl}$ ), mực nước trong hồ lớn nhất ( $Z_{max}$ ), lưu lượng lũ đến ( $Q_{max}$ ), lưu lượng xả qua tràn ( $q_{max}$ ), chênh lệch mực nước lớn nhất trong hồ với cao trình đỉnh đập ( $Z_{ĐĐ}$ ). Ta có:  $Z_{ĐĐ} = Z_{max} - CT_{ĐĐ}$  (Cao trình đỉnh đập).

Bảng 8. Tóm tắt kết quả tính toán điều tiết lũ.

STT	Kịch bản	Kết quả điều tiết lũ				
		$Z_{tl}$ (m)	$Z_{max}$ (m)	$Q_{max}$ (m³/s)	$q_{max}$ (m³/s)	$Z_{ĐĐ}$ (m)
1	Hiện trạng	23,3	25,1	359,59	174,53	-2,9
		24,4			177,56	-2,9
2	2025 RCP 4,5	23,3	25,1	417,08	182,62	-2,9
		24,4			185,28	-2,9
3	2025 RCP 8,5	23,3	25,1	417,38	183,11	-2,9
		24,4			186,34	-2,9
4	2030 RCP 4,5	23,3	25,1	417,72	183,32	-2,9
		24,4			186,61	-2,9
5	2030 RCP 8,5	23,3	25,1	417,83	184,4	-2,9
		24,4			187,61	-2,9



**Hình 17.** Lưu lượng xả hồ Dầu Tiếng theo hiện trạng và BĐKH cao trình 23,3 m (bên trái) và 24,4 m (bên phải).

Cao trình mực nước hồ trong suốt quá trình vận hành điều tiết vẫn duy trì ở mức dưới mực nước dâng bình thường. Các trường hợp tính toán đối với hai mực nước đón lũ là 23,3 m (Hình 17a) và 24,4 m (Hình 17b) với các kịch bản BĐKH khác nhau, chưa có trường hợp nào lưu lượng xả vượt quá khả năng xả lũ cửa tràn (xả nước thường xuyên, liên tục về hạ du sông Sài Gòn đảm bảo lưu lượng không nhỏ hơn 36 m<sup>3</sup>/s và đảm bảo lưu lượng xả về hạ du không vượt quá 200 m<sup>3</sup>/s), kết quả điều tiết phù hợp với quy trình vận hành hồ Dầu Tiếng.

*Vào mùa khô:* Lưu lượng xả xuống hạ lưu sông Sài Gòn nhằm duy trì dòng chảy môi trường xả đầy đặn cho hạ du. Tuy nhiên, trong các tháng này, lượng nước vào hồ khá thấp, không đủ cấp nước phục vụ nhu cầu thủy lợi như nhiệm vụ đề ra, do đó, hồ Phước Hòa đã cấp thêm một lượng nước  $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  cho hồ Dầu Tiếng bằng một kênh nhân tạo nối từ sau Hồ Phước Hòa đến trước Hồ Dầu Tiếng.

*Vào mùa mưa:* Các tháng đầu mùa mưa, lưu lượng tích lại trong hồ phục vụ cho tưới tiêu nông nghiệp và cấp nước qua 3 cống số 1, 2 và 3, kênh đào Tân Hưng và hệ thống dẫn nước tưới tiêu Kênh Đông và Kênh Tây. Theo Hình 17, hồ Dầu Tiếng điều tiết giảm lũ hiệu quả, bên cạnh đó, mực nước hồ đảm bảo an toàn với cao trình cao hơn mực nước chết (+17 m) và không vượt quá mực nước lũ thiết kế (+25,1 m).

#### 4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy, ứng dụng mô hình thủy văn, thủy văn lưu vực MIKE NAM và MIKE HYDRO Basin cho thấy việc mô phỏng chế độ dòng chảy đến hồ khá tốt. Sau khi tiến hành hiệu chỉnh kiểm định mô hình, hệ số Nash lưu vực hồ Dầu Tiếng đều trên 0,65 (đạt loại khá), mức độ sai số khá thấp về sai số tổng lượng. Khi tính toán dòng chảy đến hồ Dầu Tiếng theo các năm điển hình (năm nhiều nước, năm ít nước và năm trung bình nước) cũng cho thấy sự biến thiên rõ rệt dòng chảy theo mùa. Chênh lệch giữa năm nhiều nước và ít nước cũng rất đáng kể, năm nhiều nước có dòng chảy trung bình năm đến hơn 170 m<sup>3</sup>/s trong khi năm ít lại chỉ có khoảng 36 m<sup>3</sup>/s. Ngoài ra, việc thay đổi lớp phủ thực vật cũng tác động rất lớn đến chế độ dòng chảy tại lưu vực. Qua quá trình mô phỏng nhận thấy các kịch bản làm thay đổi dòng chảy trong năm là tương đối cao, tương lai dòng chảy sẽ còn thay đổi và diễn biến phức tạp thêm nữa. Những kịch bản biến đổi khí hậu này tạo tiền đề để xây dựng các công trình phục vụ nhu cầu và lợi ích cho đời sống con người, do vậy việc vận hành hồ chứa rất quan trọng trong thời kỳ biến đổi khí hậu hiện nay.

Khi có chuyển nước từ Phước Hòa sang, dòng chảy mùa kiệt tăng lên rõ rệt (gấp đôi) có tháng còn nhiều hơn dòng chảy trung bình tháng của Dầu Tiếng khi chưa có Phước Hòa. Ngoài ra, dựa trên quy trình vận hành hồ, điều tiết hồ Dầu Tiếng vận hành xả theo các kịch bản BĐKH. Kết quả ở giai đoạn hiện trạng và theo các kịch bản BĐKH, hình thức điều tiết của hồ là nhiều năm, hồ xả nước thường xuyên, liên tục về hạ du sông Sài Gòn đảm bảo lưu lượng không nhỏ hơn 36 m<sup>3</sup>/s và đảm bảo lưu lượng xả về hạ du không vượt quá 200 m<sup>3</sup>/s,

chưa có trường hợp nào xả vượt quá khả năng xả lũ của cửa tràn. (phù hợp với quy trình vận hành hồ Dầu Tiếng)

Qua các kịch bản đã phân tích, mỗi trường hợp cụ thể sẽ có giải pháp vận hành hồ phù hợp nhằm giải quyết mâu thuẫn giữa đảm bảo an toàn công trình đầu mối và hạ du hồ Dầu Tiếng, ngập lụt TP. HCM và các vùng lân cận trong bối cảnh biến đổi khí hậu. Để kiểm soát lưu lượng xả lũ qua hồ Dầu Tiếng xuống hạ du cần có các phương án vận hành hồ phù hợp và hiệu quả. Do đó, trong thời gian tới cần thu thập, phân tích, dự báo mưa qua các mô hình khác nhau nhằm nâng cao công tác dự báo dòng chảy đến hồ, làm cơ sở để các nhà quản lý chủ động điều tiết lũ.

**Đóng góp cho nghiên cứu:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.T.H.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: T.T.H., P.A.B.; Xử lý số liệu: T.T.H., H.C.T.; Thu thập, phân tích, xử lý số liệu: H.C.T., P.A.B.; Viết bản thảo bài báo: T.T.H., P.A.B., H.C.T.; Chỉnh sửa bài báo: T.T.H.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện dưới sự hỗ trợ của đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở “Ứng dụng mô hình MIKE HYDRO tính toán lưu lượng về hồ Dầu Tiếng phục vụ công tác vận hành hồ chứa dưới tác động của biến đổi khí hậu”.

**Lời cam đoan:** Tập thể 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. Mahmood, R.; Jia, S. Analysis of causes of decreasing inflow to the Lake Chad due to climate variability and human activities. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* **2018**, 1–42. <https://doi.org/10.5194/hess-2018-139>.
2. Hafezparast, M.; Araghinejad, S.; Fatemi, S.E.; Bressers, H.A. Conceptual Rainfall–Runoff Model Using the Auto Calibrated NAM Models in the Sarisoo River. *Hydrol. Curr. Res.* **2013**, 4, 1–6.
3. Santor, R.M.B.; Fernandes, L.F.S.; Cortes, R.M.V.; Pacheco, F.A.L. Development of a Hydrologic and Water Allocation Model to Assess Water Availability in the Sabor River Basin (Portugal). *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2019**, 16, 2419.
4. Yang, Y.; Disse, M.; Ruide, Y.; Guoan, Y.; Lingxiao, S.; Huttner, P.; Rumbaur, C. Large–Scale Hydrological Modeling and Decision–Making for Agricultural Water Consumption and Allocation in the Main Stem Tarim River, China. *Water* **2015**, 7, 2821–2839. <https://doi.org/10.3390/w7062821>.
5. IPCC. Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.
6. IPCC. Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013.
7. Bộ Tài nguyên Môi trường. Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, 2012.
8. Bộ Tài nguyên Môi trường. Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, 2016.
9. Anh, T.N. Đánh giá khả năng cấp nước hồ Dầu Tiếng theo các kịch bản thiếu hụt bằng mô hình HEC–RESSIM. Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, 2016.

10. Duong, N.B.; San, D.C.; Nghia, P.D. Phân tích mối quan hệ giữa lượng nước xả xuống sông Sài Gòn từ hồ Dầu Tiếng với hiệu quả đầy mặn. Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2009.
11. San, D.C.; Lanh, N.V.; Thanh, L.N. Dự báo mưa trên lưu vực hồ Dầu Tiếng từ tài liệu dự báo thời tiết toàn cầu phục vụ dự báo dòng chảy lũ đến và điều tiết hồ chứa trong mùa mưa lũ, 2019.
12. Khiêm, M.V. Nghiên cứu khả năng đáp ứng của hệ thống thoát nước trên địa bàn TP. HCM trong điều kiện biến đổi khí hậu. Báo cáo tổng kết Đề tài cấp Sở Khoa học và Công nghệ TP. HCM, 2019.
13. DHI. MIKEHydro\_UserGuide.pdf. 2014.
14. DHI. MIKEZero.pdf. 2014.
15. Giáo trình thủy lực môi trường. Bộ môn cơ lưu chất – Khoa kỹ thuật xây dựng, Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc Gia TP.HCM. NXB Đại học Quốc gia TP. HCM, 2005.
16. Wayne, G. The beginner's guide to Representative Concentration Pathways. Skeptical Science 2013, pp. 25.
17. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu. Tư vấn kỹ thuật về dữ liệu và phân tích khí hậu hiện tại và tương lai phục vụ công tác quản lý nguồn nước tại tỉnh Hà Tĩnh. Báo cáo tổng kết dự án, 2016.
18. Amengual, A.; Homar, V.; Romero, R.; Alonso, S.; Ramis, C. A Statistical Adjustment of Regional Climate Model Outputs to Local Scales: Application to Platja de Palma, Spain. *J. Climate* **2012**, *25*, 939–957. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-10-05024.1>
19. Hiệp, N.V. Nghiên cứu luận cứ khoa học cập nhật kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài cấp nhà nước, Mã số: BDKH.43/16-20, 2013.
20. Quyết định số 2581/QĐ-BNN-XD của Bộ Nông nghiệp và PTNN về phê duyệt điều chỉnh dự án Thủy lợi Phước Hòa tỉnh Bình Dương, Bình Phước, 2008.

## **Assessment of the change in discharge to Dau Tieng reservoir according to the climate change scenarios**

**Tran Tuan Hoang<sup>1\*</sup>, Pham Anh Binh<sup>1</sup>, Nguyen Phuong Dong<sup>1</sup>, Ho Cong Toan<sup>1</sup>, Nguyen Thao Hien<sup>1</sup>, Chau Thanh Hai<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Sub-Institute of Hydrometeorology and Climate Change; hoangkttv@gmail.com; binhpi1909@gmail.com; donghai930t110@gmail.com; hocongtoanhdh@gmail.com; nthien2710@gmail.com; haisihymete@gmail.com

**Abstract:** In this study, MIKE NAM and MIKE HYDRO models have been applied to simulate the flow to Dau Tieng reservoir, then calculate the reservoir regulation according to the climate change scenarios. Calculation results of water sources to the reservoir demonstrate clear variations in flow according to seasons. The difference between a year with lots of water and a year with little water is also very significant. A year with much of water, the average annual flow of more than 170 m<sup>3</sup>/s, meanwhile, a year with a little water about 36 m<sup>3</sup>/s. The MIKE HYDRO model has illustrated operational efficiency through the test of

water level and reservoir capacity in 4 years (2012–2015) and flood regulation for the major flood in 2000. The study results based on the reservoir operation process, the reservoir has been regulated corresponding to cases where the flood volume is less than the normal rising water level or the flood–receiving water level of the reservoir. The research results prove that the model is capable of effective application, which is the basis for managers, planning and supporting to operate the Dau Tieng reservoir properly as well as ensure safety for the downstream area of the Saigon River.

**Keyword:** Reservoir regulation; Reservoir operation; Dau Tieng reservoir; Climate change.

Bài báo khoa học

## Phát thải khí nhà kính trong tiểu lĩnh vực trồng trọt và chăn nuôi tại tỉnh Quảng Nam giai đoạn 2010–2018

Lê Ánh Ngọc<sup>1</sup>, Phạm Đức Ân<sup>1</sup>, Phạm Thanh Long<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thị Liễu<sup>2</sup>, Đoàn Quang Trí<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Phân viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu;

leanhngoc.sihymete@gmail.com; phamthanhlong559@gmail.com

<sup>2</sup> Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu; lieuminh2011@gmail.com

<sup>3</sup> Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Tổng cục khí tượng Thủy văn; doanquangtrikttv@gmail.com

\* Tác giả liên hệ: phamthanhlong559@gmail.com; Tel.: +84–905779777

Ban Biên tập nhận bài: 05/11/2020; Ngày phản biện xong: 10/12/2020; Ngày đăng bài: 25/12/2020

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày kết quả tính toán phát thải khí nhà kính tại tỉnh Quảng Nam, một tỉnh thuộc vùng kinh tế trọng điểm miền Trung trong lĩnh vực chăn nuôi và trồng trọt (không bao gồm phát thải và hấp thụ từ đất, cũng như đốt sinh khối từ đất rừng và chuyển đổi sử dụng của đất rừng) giai đoạn 2010–2018 theo Hướng dẫn kiểm kê quốc gia khí nhà kính 2006. Theo đó, tổng lượng phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực trồng trọt và chăn nuôi tại tỉnh Quảng Nam trong giai đoạn 2010–2018 là 16.251,74 GgCO<sub>2</sub>tđ và có xu hướng tăng dần từ 1.792,55 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2010) lên 1.829,52 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2018). Năm có lượng phát thải lớn nhất là năm 2018 (1.829,52 GgCO<sub>2</sub>tđ) và năm có lượng phát thải thấp nhất là năm 2013 (1.766,96 GgCO<sub>2</sub>tđ). Về cơ cấu phát thải, lĩnh vực chăn nuôi chiếm tỉ lệ 25,38 % và lĩnh vực trồng trọt chiếm 74,62%.

**Từ khóa:** Phát thải khí nhà kính; Nông nghiệp; ALU; IPCC.

### 1. Mở đầu

Kế hoạch hành động về ứng phó với biến đổi khí hậu (BĐKH) của mỗi tỉnh/thành phố bắt đầu bằng việc thực hiện công tác kiểm kê khí nhà kính. Mục đích của việc kiểm kê phát thải khí nhà kính có thể giúp các nhà quản lý hiểu mức đóng góp phát thải từ các ngành khác nhau từ đó xây dựng kịch bản phát thải trong tương lai, thiết lập mục tiêu giảm phát thải KNK dựa trên các căn cứ cụ thể, là căn cứ để hỗ trợ việc xây dựng, thực hiện và theo dõi các chính sách và hành động giảm phát thải KNK và ứng phó với BĐKH. Đồng thời, thông qua kiểm kê khí nhà kính nhằm so sánh, học hỏi và chia sẻ kinh nghiệm với các tỉnh/thành phố khác.

Hướng dẫn IPCC 2006 về Kiểm kê khí nhà kính quốc gia được đưa ra trên cơ sở đề xuất của Công ước khung của Liên hợp quốc về Biến đổi khí hậu (UNFCCC) để cập nhật Hướng dẫn sửa đổi năm 1996 và Hướng dẫn thực hành tốt liên quan nhằm cung cấp các phương pháp luận được quốc tế đồng ý sử dụng các quốc gia các tỉnh/thành phố ước tính lượng phát thải khí nhà kính để báo cáo cho quốc gia cũng như UNFCCC [1].

Hiện nay trên thế giới và trong khu vực đã có 09 quốc gia sử dụng phần mềm ALU với hướng dẫn IPCC 2006 để kiểm kê khí nhà kính đó là Cam-pu-chia, In-đô-nê-xi-a, Lào, Ma-lai-xi-a, Phi-líp-pin, Xinh-ga-po, Thái Lan, Việt Nam và Pa-pu Niu-ghi-nê. Phần mềm ALU là một công cụ hướng dẫn người dùng quy trình ước tính lượng phát thải và hấp thụ khí nhà kính quốc gia liên quan đến các hoạt động nông nghiệp và lâm nghiệp. Phần mềm đơn



giảm hóa quá trình tiến hành kiểm kê bằng cách chia quá trình phân tích kiểm kê thành các bước để tạo điều kiện thuận lợi cho việc nhập dữ liệu hoạt động, ấn định hệ số thay đổi phát thải. Phần mềm tương thích với Hướng dẫn kiểm kê KNK quốc gia năm 2006 của IPCC trong lĩnh vực Nông nghiệp, Lâm nghiệp và Sử dụng đất khác. Đồng thời, phần mềm liên kết kiểm kê KNK với việc lập kế hoạch và phát triển các hành động giảm thiểu hữu ích trong việc phát triển các Hành động Giảm thiểu Phù hợp Quốc gia và Chiến lược Phát triển Phát thải Thấp [2–4].

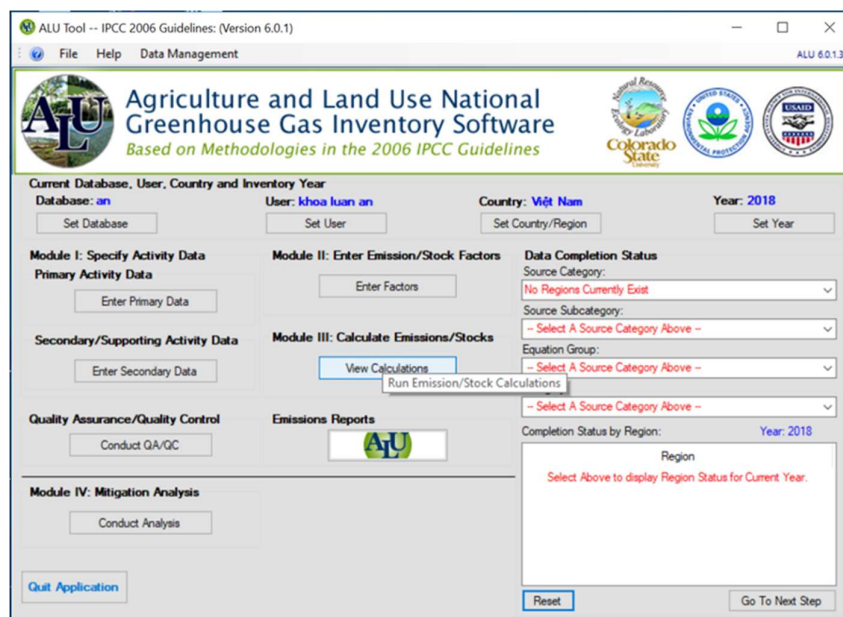
Sau khi Thỏa thuận Paris về biến đổi khí hậu được thông qua tại COP21 ràng buộc trách nhiệm của tất cả các bên trong công tác cắt giảm phát thải khí nhà kính, Các hoạt động giảm nhẹ đã được đưa vào Báo cáo Đóng góp do quốc gia tự quyết định (NDC). Để có thể triển khai thành công các hoạt động giảm nhẹ này, các quốc gia cũng như các bộ/ngành và địa phương cần thiết phải có hệ thống kiểm kê phát thải KNK chi tiết từ đó kiểm kê hiện trạng phát thải khí nhà kính và xây dựng kịch bản phát thải cơ sở và kịch bản phát thải giảm nhẹ.

Năm 2019, thành phố Hà Nội hiện đã thực hiện kiểm kê khí nhà kính, tập trung vào 2 lĩnh vực: Chất thải và năng lượng. Đối với nhiệm vụ này, công việc kiểm kê khí nhà kính được thực hiện theo phần mềm ALU với hướng dẫn của IPCC 2006. Trong đó, phát thải khí nhà kính từ các bãi chôn lấp khoảng 2,35 triệu tấn CO<sub>2</sub> tương đương (chiếm 57,97% tổng phát thải khí nhà kính trên địa bàn thành phố) là hoạt động phát thải khí nhà kính nhiều nhất. Đối với lĩnh vực năng lượng, dự báo đến năm 2020, phát thải khí nhà kính trên toàn Thành phố tăng lên đến 18,2 triệu tấn CO<sub>2</sub> tương đương và đến năm 2030 con số này tăng lên đến 42,7 triệu tấn (tức tăng lên hơn 3 lần so với mức phát thải năm 2015) [5].

Năm 2103, thành phố Đà Nẵng phối hợp với Cơ quan phát triển Pháp (AFD) thực hiện dự án “Kế hoạch hành động ứng phó biến đổi khí hậu trên địa bàn thành phố”. Trong dự án này đã thực hiện kiểm kê khí nhà kính theo phần mềm ALU với Hướng dẫn IPCC 2006 cho lĩnh vực Năng lượng, tập trung vào tiêu thụ điện sinh hoạt. Lượng phát thải khí nhà kính trong hạng mục này của Đà Nẵng năm 2010 là 1,54 triệu tấn CO<sub>2</sub> quy đổi, trong đó có 280 nghìn tấn CO<sub>2</sub> quy đổi cho lĩnh vực hộ gia đình và 80 nghìn tấn CO<sub>2</sub> quy đổi lĩnh vực dịch vụ. Dự báo đến năm 2025, lượng CO<sub>2</sub> sẽ tăng lên 1.368 nghìn tấn, do đó, cần phải giảm đáng kể trong lĩnh vực gia đình và dịch vụ để kiểm soát phát khí thải nhà kính ở mức cơ sở năm 2010 [6].

Trong dự án “Hỗ trợ lên kế hoạch và thực hiện các hành động giảm nhẹ phát thải khí nhà kính phù hợp với điều kiện quốc gia” của thành phố Hồ Chí Minh được thực hiện với sự hỗ trợ từ Cơ Quan Hợp Tác Quốc Tế Nhật Bản (JICA) năm 2019 trong đó có nội dung kiểm kê khí nhà kính cho năm cơ sở 2013. Đây là lần kiểm kê KNK toàn diện đầu tiên của Thành phố Hồ Chí Minh. Phát thải KNK của Tp. HCM là 38,5 triệu tấn CO<sub>2</sub> tương đương, chiếm 16% lượng phát thải quốc gia. Trong lần kiểm kê này, hướng dẫn IPCC 2006 được sử dụng để tính toán phát thải khí nhà kính cho thành phố Hồ Chí Minh [7–8]. Ngoài ra, một vài thành phố lớn như Hải Phòng, Đồng Nai cũng đã bước đầu tiến hành kiểm kê khí nhà kính các lĩnh vực nhằm đánh giá hiện trạng phát thải khí nhà kính của địa phương theo đúng Hướng dẫn của IPCC 2006.

Phần mềm ALU (*Agricultural Land Used Management*) là phần mềm được phát triển bởi Giáo sư Stephen Ogle và cộng sự tại Đại học bang Colorado theo một thỏa thuận tài trợ của Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ và Sở Nông Lâm nghiệp dùng để kiểm kê khí nhà kính trong nông nghiệp, lâm nghiệp và sử dụng đất. ALU được phát triển dựa trên hướng dẫn IPCC năm 1996, hướng dẫn IPCC năm 2000, hướng dẫn IPCC năm 2003 và hướng dẫn IPCC năm 2006 để phù hợp với các tiêu chuẩn quốc tế chính thức. Trong nghiên cứu, chúng tôi đã sử dụng phiên bản cập nhật ALU Software–Version 6.0.1 (31–01–2018) tuân thủ các phương pháp tính toán theo đúng hướng dẫn IPCC 2006 (Hình 1) [2–4].



**Hình 1.** Giao diện phần mềm kiểm kê khí nhà kính ALU phiên bản 6.0.1.

Trong nghiên cứu này sẽ sử dụng phần mềm ALU để tính toán phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực chăn nuôi và trồng trọt với số liệu hoạt động giai đoạn 2010–2018 tại tỉnh Quảng Nam. Số liệu đầu vào cho phần mềm ALU là số liệu hoạt động cho tính toán phát thải theo từng tiểu lĩnh vực bao gồm: Tiêu hóa thức ăn, Quản lý chất thải, Đốt sinh khối trong trồng trọt, Bón vôi cho đất nông nghiệp, Bón phân ure, Phát thải trực tiếp N<sub>2</sub>O từ đất, Phát thải gián tiếp N<sub>2</sub>O từ đất, Phát thải gián tiếp N<sub>2</sub>O, Canh tác lúa.

Đối với tiểu lĩnh vực Tiêu hóa thức ăn số liệu hoạt động là số lượng các vật nuôi bao gồm Bò sữa, Bò thịt, Trâu, Dê, Ngựa, Lợn giai đoạn 2010–2018. Đối với tiểu lĩnh vực Quản lý chất thải và phát thải gián tiếp N<sub>2</sub>O thì số liệu hoạt động là số lượng các loại vật nuôi tương tự số liệu dùng trong tiểu lĩnh vực Tiêu hóa thức ăn. Một thông số quan trọng cần chú ý đối với hạng mục này là tỷ lệ về hệ thống quản lý chất thải vật nuôi theo từng năm. Ngoài ra, việc thống kê lượng phân bón dùng cho nông nghiệp là một số liệu cần được thống kê chính xác theo từng năm.

Tiểu lĩnh Đốt sinh khối từ đất trồng trọt cũng như tiểu lĩnh vực phát thải trực tiếp và gián tiếp N<sub>2</sub>O từ đất thì số liệu hoạt động là sản lượng, năng suất và diện tích các loại cây trồng hàng năm. Tiểu lĩnh vực Bón phân ure và Bón vôi cho đất nông nghiệp thì lượng phân ure và lượng vôi bón cho cây trồng là số liệu hoạt động để tính toán phát thải. Tiểu lĩnh vực Canh tác lúa thì số liệu hoạt động là diện tích lúa canh tác hàng năm theo từng loại hình quản lý nước (ví dụ: lúa tưới ngập thường xuyên, lúa tưới ngập nước một phần, lúa tưới ngập toàn phần...).

## 2. Hiện trạng một số tiểu lĩnh vực trong lĩnh vực nông nghiệp tại tỉnh Quảng Nam

### 2.1. Trồng trọt

Lúa là cây trồng chiếm diện tích khá lớn so với các loại cây hàng năm tại Quảng Nam (chiếm 87,6% năm 2018). Diện tích trồng lúa tại Quảng Nam không thay đổi nhiều trong giai đoạn năm 2010–2018. Mặc dù đang áp dụng chính sách chuyển cơ cấu ngành nông nghiệp sang công nghiệp nhưng diện tích trồng lúa vẫn được giữ nguyên và có phần tăng nhẹ trong thời gian qua. Nguyên nhân chính do thóc luôn chiếm tỷ trọng cao trong tổng sản lượng lương thực của tỉnh (89,1% vào năm 2018).

**Bảng 1.** Diện tích trồng lúa tại Quảng Nam giai đoạn 2010–2018 [9–11].

Đơn vị: nghìn ha									
Năm	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cả năm	85,3	87,7	88,6	87,9	87,4	88,5	86,7	86,8	86,3

## 2.2. Chăn nuôi

Ngành chăn nuôi có bước phát triển mạnh, bước đầu chuyển từ qui mô nhỏ sang chăn nuôi gia trại, trang trại. Giai đoạn 2010–2018, đối với gia súc, heo có số lượng lớn nhất, ngựa có số lượng nhỏ nhất. Tuy nhiên, sản lượng heo có xu hướng giảm từ 574.700 (năm 2010) xuống 449.800 con (năm 2018). Trong khi đó, sản lượng gia cầm tăng cao trong giai đoạn này, từ 3.931.000 con (năm 2010) lên 6.082.000 con (năm 2018).

**Bảng 2.** Số lượng gia súc, gia cầm giai đoạn 2010–2018 tại tỉnh Quảng Nam [9,10,13,14].

Đơn vị: con						
Vật nuôi Năm	Bò	Trâu	Đê	Ngựa	Lợn	Gia cầm
	2010	157.100	79.400	10.257	75	574.700
2011	149.800	71.000	15.500	75	526.100	4.698.000
2012	148.200	70.400	15.271	34	519.700	4.559.000
2013	143.400	69.600	8.624	50	488.200	4.670.000
2014	145.200	69.200	6.417	45	495.900	4.938.000
2015	151.400	70.300	6.973	45	511.200	5.083.000
2016	157.500	69.100	5.994	45	475.300	5.366.000
2017	163.100	68.800	7.145	44	425.500	5.819.000
2018	168.500	63.000	7.282	55	449.800	6.082.000

## 3. Kết quả và thảo luận

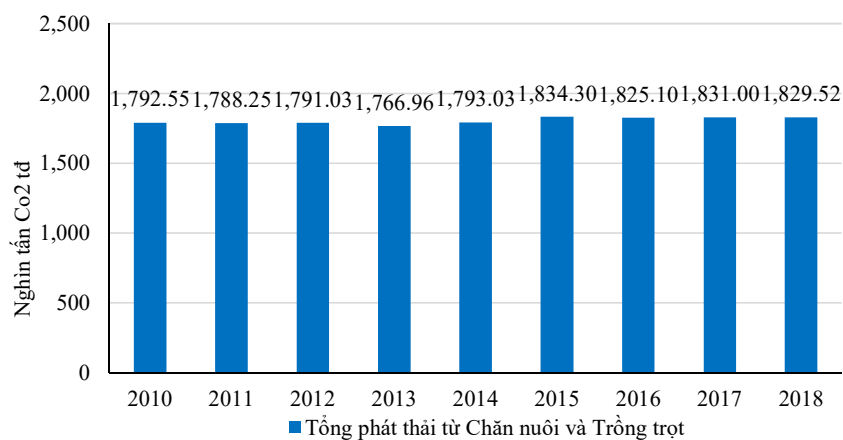
### 3.1. Tổng quan phát thải khí nhà kính giai đoạn 2010–2020 lĩnh vực chăn nuôi và trồng trọt tại Quảng Nam

Theo kết quả tính toán, tổng phát thải khí nhà kính lĩnh vực chăn nuôi và trồng trọt tỉnh Quảng Nam trong giai đoạn 2010–2018 là 16.251,74 GgCO<sub>2</sub>tđ, nhìn chung xu thế phát thải qua các năm trong giai đoạn này thay đổi không nhiều. Theo từng tiểu lĩnh vực thì tổng phát thải từ canh tác lúa của cả giai đoạn 2010–2018 là lớn nhất (7.384,96 GgCO<sub>2</sub>tđ), phát thải nhỏ nhất là từ bón vôi cho đất nông nghiệp (6,82 GgCO<sub>2</sub> tđ). Theo từng năm thì năm 2015 phát thải lớn nhất (1.834,30 GgCO<sub>2</sub>tđ) và năm 2013 phát thải nhỏ nhất (1.766,96 GgCO<sub>2</sub>tđ). Theo cơ cấu phát thải thì trong tiểu lĩnh vực trồng trọt chiếm tỉ lệ 74,62% và tiểu lĩnh vực chăn nuôi chiếm 25,38%.

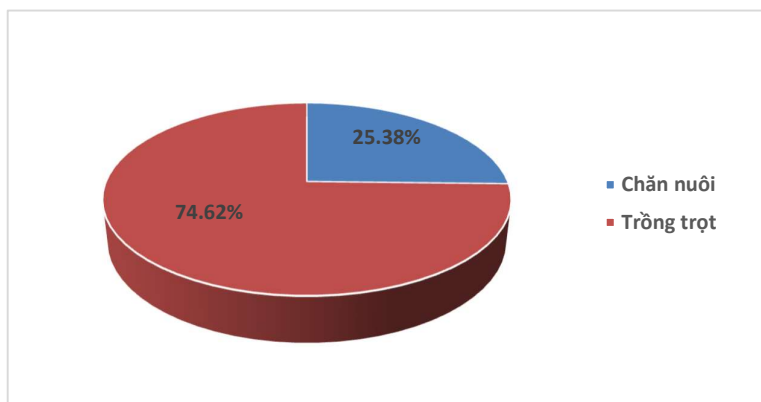
**Bảng 3.** Tổng phát thải KNK trong ngành nông nghiệp tỉnh Quảng Nam giai đoạn 2010–2018.

Đơn vị: GgCO <sub>2</sub> tđ										
Nguồn phát thải	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2010–2018
Tổng	1.792,55	1.788,25	1.791,03	1.766,96	1.793,03	1.834,30	1.825,10	1.831,00	1.829,52	16.251,74

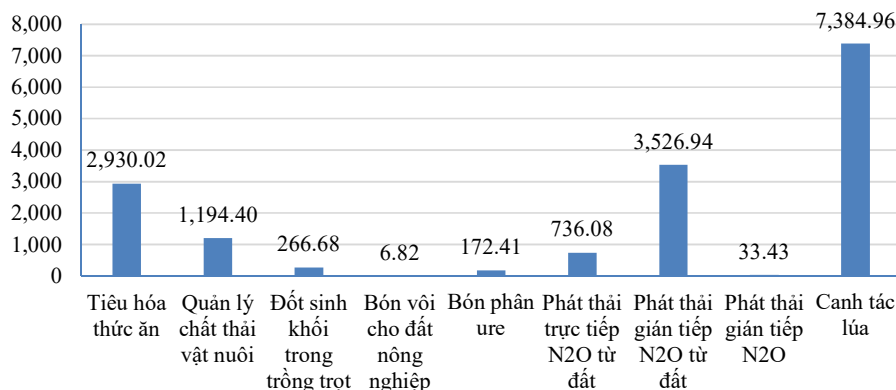
Nguồn phát thải	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2010–2018
Chăn nuôi	475,47	448,03	442,97	430,28	448,15	462,71	467,85	473,93	475,05	4.124,44
Tiêu hóa thức ăn	346,58	323,42	320,15	310,80	312,46	322,82	327,85	333,53	332,41	2.930,02
Quản lý chất thải vật nuôi	128,88	124,61	122,81	119,48	135,69	139,89	140,00	140,40	142,64	1.194,40
Trồng trọt	1.317,08	1.340,23	1.348,06	1.336,68	1.344,88	1.371,59	1.357,24	1.357,07	1.354,47	12.127,30
Đốt sinh khối trong trồng trọt	27,25	27,94	28,03	27,66	31,67	31,72	31,21	30,67	30,53	266,68
Bón vôi cho đất nông nghiệp	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	1,04	1,04	1,03	1,03	6,82
Bón phân ure	12,80	14,11	14,76	12,97	12,69	25,04	27,41	26,31	26,32	172,41
Phát thải trực tiếp N <sub>2</sub> O từ đất	81,17	80,32	79,36	77,49	80,98	83,36	83,86	84,00	85,54	736,08
Phát thải gián tiếp N <sub>2</sub> O từ đất	389,98	389,47	389,09	388,41	392,86	393,81	394,01	394,35	394,96	3.526,94
Phát thải gián tiếp N <sub>2</sub> O	3,09	3,03	2,98	2,90	4,13	4,26	4,29	4,33	4,42	33,43
Canh tác lúa	802,26	824,84	833,30	826,72	822,01	832,36	815,43	816,37	811,67	7.384,96



**Hình 2.** Xu thế phát thải khí nhà kính lĩnh vực Chăn nuôi và Trồng trọt giai đoạn 2010–2018 tỉnh Quảng Nam.



**Hình 3.** Cơ cấu phát thải khí nhà kính giai đoạn 2010–2018 tỉnh Quảng Nam.



**Hình 4.** Tổng phát thải khí nhà kính theo tiểu lĩnh vực giai đoạn 2010–2018 tỉnh Quảng Nam.

### 3.2. Phát thải khí nhà kính trong chăn nuôi tại Quảng Nam

#### 3.2.1. Tiêu hóa thức ăn

Phát thải khí nhà kính CH<sub>4</sub> từ Tiêu hóa thức ăn trong giai đoạn 2010–2018 thay đổi không nhiều: 346,58 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2010) và 332,41 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2018). Lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất là 346,58 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2010) và thấp nhất là 310,80 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2013. Theo cơ cấu phát thải của từng loại vật nuôi thì tổng phát thải giai đoạn 2010–2018 từ Bò có lượng phát thải cao nhất (1.821,61 GgCO<sub>2</sub>tđ) và phát thải thấp nhất là từ Ngựa (0,24 GgCO<sub>2</sub>tđ).

**Bảng 4.** Phát thải CH<sub>4</sub> từ Tiêu hóa thức ăn giai đoạn 2010–2018.

Vật nuôi	Đơn vị: GgCO <sub>2</sub> tđ									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Bò	206,74	197,14	195,03	188,71	191,08	199,24	207,27	214,64	221,75	
Trâu	122,28	109,34	108,42	107,18	106,57	108,26	106,41	105,95	97,02	
Dê	1,44	2,17	2,14	1,21	0,90	0,98	0,84	1,00	1,02	
Ngựa	0,04	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	
Lợn	16,09	14,73	14,55	13,67	13,89	14,31	13,31	11,91	12,59	
Tổng	346,58	323,42	320,15	310,80	312,46	322,82	327,85	333,53	332,41	

#### 3.2.2. Quản lý chất thải vật nuôi

##### a. Phát thải CH<sub>4</sub>

Lượng phát thải khí nhà kính CH<sub>4</sub> trong Quản lý chất thải vật nuôi lớn nhất là 93,27 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2018) và thấp nhất là 82,20 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2013. Theo cơ cấu phát thải của từng loại vật nuôi thì tổng phát thải giai đoạn 2010–2018 từ Lợn có lượng phát thải cao nhất (233,07 GgCO<sub>2</sub>tđ) và phát thải thấp nhất là từ Ngựa (0,10 GgCO<sub>2</sub>tđ).

**Bảng 5.** Phát thải CH<sub>4</sub> từ Quản lý chất thải vật nuôi giai đoạn 2010–2018.

Vật nuôi	Đơn vị: GgCO <sub>2</sub> tđ									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	

Vật nuôi	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Bò	19,43	18,53	18,33	17,74	26,09	27,20	28,30	29,30	30,27
Trâu	25,70	22,98	22,79	22,53	21,69	22,04	21,66	21,57	19,75
Dê	0,21	0,32	0,31	0,18	0,13	0,14	0,12	0,14	0,14
Ngựa	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Lợn	30,50	27,92	27,58	25,91	25,48	26,27	24,43	21,87	23,12
Gia cầm	13,34	15,94	15,47	15,84	16,22	16,70	17,63	19,12	19,98
Tổng	89,19	85,70	84,48	82,20	89,62	92,35	92,14	92,00	93,27

**b. Phát thải N<sub>2</sub>O**

Lượng phát thải khí nhà kính N<sub>2</sub>O trong Quản lý chất thải vật nuôi lớn nhất là 93,27 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2018) và thấp nhất là 82,20 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2013. Theo cơ cấu phát thải của từng loại vật nuôi thì tổng phát thải giai đoạn 2010–2018 từ Bò là cao nhất (233,07 GgCO<sub>2</sub>tđ) và phát thải thấp nhất là từ Ngựa (0,04 GgCO<sub>2</sub>tđ).

**3.3. Phát thải khí nhà kính trong trồng trọt**

Tổng lượng phát thải khí nhà kính giai đoạn 2010–2018 trong lĩnh vực Trồng trọt là 12.127,30 GgCO<sub>2</sub>tđ. Lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất là 1.371,59 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2015) và nhỏ nhất là 1.317,08 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2010. Theo cơ cấu phát thải thì tổng phát thải giai đoạn 2010–2018 từ canh tác lúa là cao nhất (7.384,96 GgCO<sub>2</sub>tđ) và phát thải thấp nhất là từ Bón vôi trong nông nghiệp (6,82 GgCO<sub>2</sub>tđ).

**Bảng 6.** Phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực Trồng trọt giai đoạn 2010–2018 tỉnh Quảng Nam.

Nguồn phát thải	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2010–2018
Tổng	1.317,08	1.340,23	1.348,06	1.336,68	1.344,88	1.371,59	1.357,24	1.357,07	1.354,47	12.127,30
Đốt sinh khối trong trồng trọt	27,25	27,94	28,03	27,66	31,67	31,72	31,21	30,67	30,53	266,68
Bón vôi cho đất nông nghiệp	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	1,04	1,04	1,03	1,03	6,82
Bón phân ure	12,80	14,11	14,76	12,97	12,69	25,04	27,41	26,31	26,32	172,41
Phát thải trực tiếp N <sub>2</sub> O từ đất	81,17	80,32	79,36	77,49	80,98	83,36	83,86	84,00	85,54	736,08
Phát thải gián tiếp N <sub>2</sub> O từ đất	389,98	389,47	389,09	388,41	392,86	393,81	394,01	394,35	394,96	3.526,94
Phát thải gián tiếp N <sub>2</sub> O	3,09	3,03	2,98	2,90	4,13	4,26	4,29	4,33	4,42	33,43
Canh tác lúa	802,26	824,84	833,30	826,72	822,01	832,36	815,43	816,37	811,67	7.384,96

**3.3.1. Đốt sinh khối trong trồng trọt**

Tổng lượng phát thải khí nhà kính giai đoạn 2010–2018 trong tiểu lĩnh vực Đốt sinh khối trong trồng trọt là 266,68 GgCO<sub>2</sub>tđ. Lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất là 31,72 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2015) và nhỏ nhất là 27,25 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2010.

**3.3.2. Bón vôi cho đất nông nghiệp**

Tổng lượng phát thải khí nhà kính giai đoạn 2010–2018 trong tiểu lĩnh vực Bón vôi cho đất nông nghiệp là 6,82 GgCO<sub>2</sub>tđ. Lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất là 1,04 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2015) và nhỏ nhất là 0,53 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2010.

### 3.3.3. Bón vôi cho đất nông nghiệp

Tổng lượng phát thải khí nhà kính giai đoạn 2010–2018 trong tiểu lĩnh vực Bón phân ure là 172,41 GgCO<sub>2</sub>tđ. Lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất là 27,41 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2016) và nhỏ nhất là 12,69 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2014.

### 3.3.4. Phát thải trực tiếp N<sub>2</sub>O từ đất

Tổng lượng phát thải khí nhà kính giai đoạn 2010–2018 trong tiểu lĩnh vực Phát thải trực tiếp N<sub>2</sub>O từ đất là 172,41 GgCO<sub>2</sub>tđ. Lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất là 27,41 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2016) và nhỏ nhất là 12,69 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2014.

### 3.3.5. Phát thải gián tiếp N<sub>2</sub>O từ đất

Tổng lượng phát thải khí nhà kính giai đoạn 2010–2018 trong tiểu lĩnh vực Phát thải gián tiếp N<sub>2</sub>O từ đất là 3.526,94 GgCO<sub>2</sub>tđ. Lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất là 394,96 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2018) và nhỏ nhất là 388,41 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2013.

### 3.3.6. Phát thải gián tiếp N<sub>2</sub>O Quản lý chất thải vật nuôi

Tổng lượng phát thải khí nhà kính giai đoạn 2010–2018 trong tiểu lĩnh vực Phát thải gián tiếp N<sub>2</sub>O Quản lý chất thải vật nuôi là 33,43 GgCO<sub>2</sub>tđ. Lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất là 4,42 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2018) và nhỏ nhất là 2,9 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2013.

### 3.3.7. Canh tác lúa

Tổng lượng phát thải khí nhà kính giai đoạn 2010–2018 trong tiểu lĩnh vực Canh tác lúa là 7.384,96 GgCO<sub>2</sub>tđ. Lượng phát thải khí nhà kính lớn nhất là 833,3 GgCO<sub>2</sub>tđ (năm 2012) và nhỏ nhất là 802,26 GgCO<sub>2</sub>tđ vào năm 2010.

## 4. Kết luận

Qua kiểm kê phát thải khí nhà kính trong lĩnh vực trong lĩnh vực chăn nuôi và trồng trọt (không bao gồm phát thải và hấp thụ từ đất, cũng như đốt sinh khối từ đất rừng và chuyển đổi sử dụng của đất rừng) giai đoạn 2010–2018 nhận thấy lượng phát thải lớn nhất là phát thải CH<sub>4</sub> từ canh tác lúa và phát thải lớn thứ hai là phát thải CH<sub>4</sub> và N<sub>2</sub>O từ chăn nuôi (tiêu hóa thức ăn và quản lý chất thải). Đây là xu thế phát thải điển hình của các tỉnh có kinh tế nông nghiệp chiếm tỷ trọng chủ yếu (với diện tích trồng lúa và số lượng vật nuôi lớn). Việc kiểm kê phát thải khí nhà kính trong một giai đoạn dài (2010–2018) giúp các nhà quản lý, các chuyên gia đánh giá được các nguồn phát thải chính từ đó đề ra các giải pháp giảm nhẹ phát thải khí nhà kính phù hợp với điều kiện địa phương, hướng đến mục tiêu phát triển xanh, bền vững, bảo vệ môi trường, chống biến đổi khí hậu.

**Đóng góp cho nghiên cứu:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: L.A.N., N.T.L.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: L.A.N., P.D.A., P.T.L., N.T.L., D.Q.T.; Xử lý số liệu: P.A.D., L.A.N.; Thu thập, phân tích, xử lý số liệu: P.A.D., L.A.N.; Viết bản thảo bài báo: L.A.N., P.A.D., N.T.L.; Chính sửa bài báo: N.T.L., D.Q.T.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được thực hiện trong khuôn khổ của đề tài khoa học công nghệ cấp quốc gia “Nghiên cứu đề xuất hệ thống giám sát–báo cáo–thẩm định (MRV) các hoạt động ứng phó với biến đổi khí hậu ở Việt Nam”, mã số BĐKH.32/16–20 thuộc Chương trình Khoa học và Công nghệ ứng phó với Biến đổi khí hậu, Quản lý tài nguyên và môi trường giai đoạn 2016-2020, mã số BĐKH/16-20.

**Lời cam đoan:** Tập thể 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. Hướng dẫn kiểm kê quốc gia khí nhà kính 2006. Ủy ban Liên chính phủ về biến đổi khí hậu, 2006.
2. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/372/1/012044/meta>, Estimation of Greenhouse Gas (GHG) Emission from Livestock Sector by Using ALU Tool: West Java Case Study, 2019.
3. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/1/015030/meta>, Advancing national greenhouse gas inventories for agriculture in developing countries: improving activity data, emission factors and software technology
4. <https://ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities>.
5. Sở Tài nguyên và Môi trường thành phố Hà Nội. Kế hoạch hành động ứng phó biến đổi khí hậu, 2017.
6. Sở Tài nguyên và Môi trường thành phố Đà Nẵng. Kế hoạch hành động ứng phó biến đổi khí hậu trên địa bàn thành phố Đà Nẵng, 2013.
7. Cơ quan Hợp tác Quốc tế Nhật Bản (JICA). Tài liệu hướng dẫn kiểm kê khí nhà kính cấp thành phố, 2017.
8. Sở Tài nguyên và Môi trường thành phố Hồ Chí Minh. Hỗ trợ lên kế hoạch và thực hiện các hành động giảm nhẹ phát thải khí nhà kính phù hợp với điều kiện quốc gia, 2019.
9. Tổng cục Thống kê. Niên giám thống kê năm 2010-2018, 2011-2019.
10. Cục Thống kê tỉnh Quảng Nam. Niên giám thống kê 2010-2018, 2011-2019.
11. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Niên giám thống kê ngành Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn năm 2010-2015, 2016.
12. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Niên giám thống kê ngành Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn năm 2016-2018, 2019.
13. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn. Niên giám thống kê ngành Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn năm 2016.
14. Tổ chức Nông nghiệp và Lương thực thế giới (FAO). Tổ chức Thống kê của FAO (FAOSTAT), <http://faostat.fao.org/>.

**Greenhouse GAS emission in agricultural sector in Quang Nam province in the period of 2010–2018**

Ngoc Le Anh<sup>1</sup>, An Pham Duc<sup>1</sup>, Long Pham Thanh<sup>1\*</sup>, Nguyen Thi Lieu<sup>2</sup>, Doan Quang Tri<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sub-Institute of Hydrometeorology and Climate Change;

leanhngoc.sihymete@gmail.com; phamthanhlolong559@gmail.com

<sup>2</sup> Institute of Hydrometeorology and Climate Change; lieuminh2011@gmail.com

<sup>3</sup> Vietnam Journal of Hydrometeorology, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration; doanquangtrikttv@gmail.com

**Abstract:** The paper presents the calculation results of greenhouse gas emissions in Quang Nam Province for the agricultural sector including the sub-sectors of cultivation, livestock and crop sector in aquaculture in the period 2010–2018 based on the guidelines of the Intergovernmental Panel on Climate Change for GHG inventory and application of ALU software. Accordingly, the total greenhouse gas emissions in the agriculture sector of Quang Nam province in the period 2010–2018 reached 9,410.6 GgCO<sub>2</sub>eq and tended to decrease from 1,086.1 GgCO<sub>2</sub>eq (2010) to 1033.5 GgCO<sub>2</sub>eq (2018). In terms of structure, emissions in the cultivation subsector accounted for the highest proportion (52.6%), the second ranked was livestock husbandry (47.4%).

**Keywords:** Greenhouse gas; Agriculture; ALU software; IPCC.



**BẢN TIN DỰ BÁO KHÍ TƯỢNG, THỦY VĂN THÁNG 12 NĂM 2020**

**TÌNH HÌNH KHÍ TƯỢNG**

**1. Nhận định xu thế thời tiết đặc biệt trong tháng**

Trong nửa đầu tháng 12, MJO trong pha đối lưu cường độ yếu ở khu vực phía Nam Biển Đông. Dự tính có khoảng 01–02 xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ) hoạt động trên khu vực giữa và Nam Biển Đông, khả năng ảnh hưởng đến thời tiết các tỉnh Trung Trung Bộ trở vào đến phía Nam.

Trong tháng 12/2020, tần suất không khí lạnh (KKL) gia tăng; dự tính có khoảng 5–7 đợt KKL, khiến nhiệt độ giảm và gây ra các đợt rét ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ. Rét đậm có khả năng xuất hiện trong nửa cuối tháng, tập trung ở vùng núi và trung du. Đề phòng băng giá và sương muối ở các tỉnh vùng núi phía Bắc.

a) Thời kỳ từ ngày 01–10/12/2020: Khoảng năm ngày đầu KKL còn duy trì cường độ mạnh, các tỉnh Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ trời tiếp tục rét; sau đó KKL suy yếu dần và có khả năng tăng cường vào khoảng ngày 9–10/12. KKL cũng ảnh hưởng, gây mưa cho các tỉnh miền Trung (khu vực từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận). Khu vực Bắc Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ có xu hướng ít mưa hơn, đặc biệt là Bắc Bộ.

b) Thời kỳ từ ngày 11–20/12/2020: TLM khu vực Trung, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ cao hơn trung bình nhiều năm (TBNN) khoảng từ 20–50%. Các tỉnh Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ phổ biến ít mưa, TLM hụt 30–50%. Nhiệt độ các tỉnh Đông Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ thấp hơn giá trị TBNN từ 0,5 đến 1,0°C. Các khu vực khác nhiệt độ có xu hướng xấp xỉ, nhưng thiên về pha thấp hơn giá trị TBNN. Khả năng các tỉnh Trung và Nam Trung Bộ ảnh hưởng của XTNĐ, gây mưa trên khu vực.

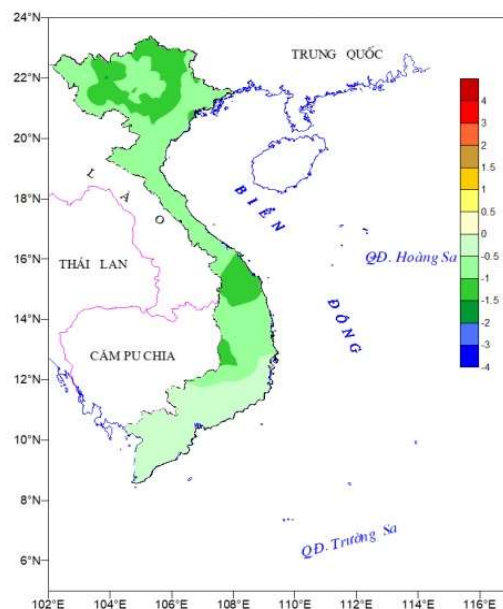
c) Thời kỳ từ ngày 21–31/12/2020: Xu thế tương tự như tuần từ 11–20/12/2020, tổng lượng mưa (TLM) khu vực Trung, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ cao hơn TBNN khoảng 10–30%. Các tỉnh Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ phổ biến ít mưa, TLM hụt 30–60%. Nhiệt độ các tỉnh Đông Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ thấp hơn giá trị TBNN từ 0,5 đến 1,0°C. Các khu vực khác nhiệt độ có xu hướng xấp xỉ, nhưng thiên về pha thấp hơn giá trị TBNN.

**2. Dự báo xu thế nhiệt độ trung bình từ ngày 01–31/12/2020**

**2.1. Bắc Bộ:** Nhiệt độ khu vực phía Đông Bắc Bộ thấp hơn khoảng 0,5–1,0°C so với giá trị TBNN. Khu vực Tây Bắc xấp xỉ TBNN.

**2.2. Trung Bộ:** Nhiệt độ trung bình khu vực Bắc và Trung Trung Bộ thấp hơn khoảng 0,5–1,0°C so với giá trị TBNN; phần Nam Trung Bộ xấp xỉ TBNN.

**2.3. Tây Nguyên và Nam Bộ:** Nhiệt độ trung bình xấp xỉ giá trị TBNN.



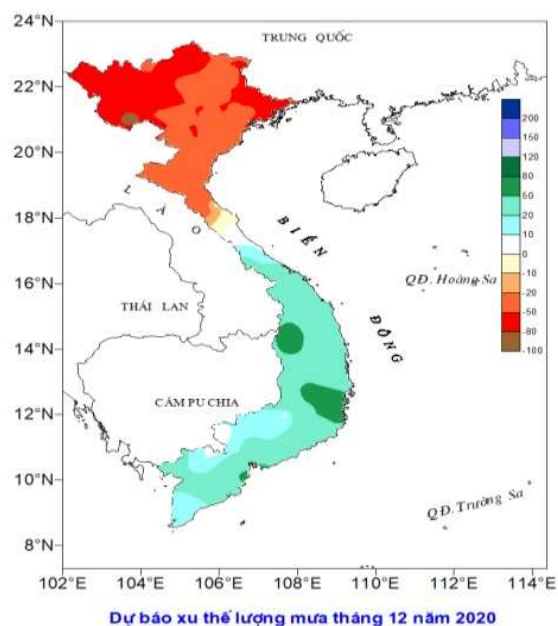
Hình 1. Nhiệt độ trung bình tháng 12/2020.

### 3. Dự báo xu thế lượng mưa từ ngày 01–31/12/2020

3.1. **Bắc Bộ:** TLM thấp hơn từ 20–50% so với TBNN cùng thời kỳ.

3.2. **Trung Bộ:** TLM khu vực Thanh Hóa, Nghệ An thấp hơn 10–30%; Các khu vực còn lại cao hơn từ 10–30% so với TBNN cùng thời kỳ.

3.3. **Tây Nguyên và Nam Bộ** TLM cao hơn từ 10–30% so với giá trị TBNN cùng thời kỳ.



Dự báo xu thế lượng mưa tháng 12 năm 2020



Copyright (C) by Long Range for Meteorological Forecasting Group (LRMFG), NCHMF.  
Địa chỉ: số 8, Phố Đài Lãng, Hà Nội

Hình 2. Dự báo xu thế lượng mưa tháng 12/2020.

## TÌNH HÌNH THỦY VĂN

### 1. Bản tin dự báo thủy văn các sông Bắc Bộ

#### 1.1. Tóm tắt tình hình thủy văn, nguồn nước tháng 11 năm 2020

Mức nước trên sông Thao, Lô đang biến đổi chậm. Mức nước hạ lưu sông Hồng tại Hà Nội và trên sông Hoàng Long tại Bến Đê biến đổi chậm và chịu ảnh hưởng của thủy triều.

Tình hình dòng chảy trên các sông chính so với mức trung bình nhiều năm (TBNN) cụ thể như sau: lượng dòng chảy trên sông Thao tại Yên Bái, sông Lô tại Tuyên Quang, sông Hồng tại Hà Nội thấp hơn mức TBNN lần lượt là 31%, 93%, 12%. Dòng chảy trên sông Đà đến hồ Hòa Bình nhỏ hơn TBNN là 18%. Chi tiết các đặc trưng thủy văn tháng 11 trên các sông Bắc Bộ (Bảng 1).

**Bảng 1.** Đặc trưng mực nước, lưu lượng tháng 11/2020.

<i>Đơn vị: H cm; Q m/s<sup>3</sup></i>						
Sông	Trạm	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	TBNN	So với TBNN
Đà	Hồ Hòa Bình (Q)	2842	40	996	1210	<18%
	Yên Bái (H)	2725	2482	2561	2620	<59cm
Thao	Yên Bái (Q)	810	180	330	481	<31%
	Phú Thọ (H)	1468	1253	1306	1414	<108cm
	Phú Thọ (Q)	840	250	380	646	<41%
	Tuyên Quang (H)	1525	1301	1390	1652	<262cm
Lô	Tuyên Quang (Q)	115	21	39	538	<93%
	Vụ Quang (H)	685	501	558	676	<118cm
	Vụ Quang (Q)	710	170	310	953	<67%
Hồng	Hà Nội (H)	254	46	141	247	<106cm
	Hà Nội (Q)	2800	410	1370	1550	<12%
	Đáp Cầu (H)	164	18	91	103	<12cm
Thái Bình	Phù Lãng Thương (H)	164	-7	76	104	<28cm
	Lục Nam (H)	165	-19	68	103	<35cm
	Phả Lại (H)	176	-7	79	108	<29cm
Hoàng Long	Bến Đê (H)	130	3	77	93	<16cm

#### 1.2. Dự báo tình hình thủy văn, nguồn nước tháng 12 năm 2020

Trong tháng 12, mực nước trên các sông thượng lưu hệ thống sông Hồng–Thái Bình sẽ xuống chậm. Mực nước hạ lưu sông Hồng–Thái Bình sẽ biến đổi chậm và chịu ảnh hưởng của thủy triều.

Dòng chảy trên sông Đà đến hồ Hòa Bình nhỏ hơn mức TBNN là 16%. Dòng chảy hạ lưu sông Hồng có khả năng lớn hơn mức TBNN 26%. Chi tiết các đặc trưng thủy văn tháng 12 trên các sông Bắc Bộ (Bảng 2).

**Bảng 2.** Đặc trưng dự báo mực nước, lưu lượng tháng 12/2020.

*Đơn vị: H cm; Q m/s<sup>3</sup>*

Sông	Trạm	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	TBNN	So với TBNN
Đà	Hồ Hòa Bình (Q)	1700	40	600	714	<16%
Thao	Yên Bái (H)	2530	2420	2460	2563	<103cm
	Yên Bái (Q)	230	100	150	339	<56%
	Phú Thọ (H)	1270	1200	1240	1358	<118cm
	Phú Thọ (Q)	290	130	220	495	<56%
	Lô	Tuyên Quang (H)	1460	1300	1380	1607
Lô	Tuyên Quang (Q)	66	20	38	318	<88%
	Vụ Quang (H)	580	470	530	641	<111cm
	Vụ Quang (Q)	380	110	240	865	<72%
	Hồng	Hà Nội (H)	245	50	135	188
Hồng	Hà Nội (Q)	2530	440	1280	1015	>26%
	Thái Bình	Đáp Cầu (H)	160	0	75	78
Thái Bình	Phù Lạng Thương (H)	160	-5	75	76	<1cm
	Lục Nam (H)	160	-10	70	72	<2cm
	Phả Lại (H)	160	0	75	82	<7cm
Hoàng Long	Bến Đẽ (H)	130	3	60	49	>11cm

## 2. Bản tin dự báo thủy văn hạn dài các sông Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ

### 2.1. Bắc Trung Bộ

Từ ngày 16–18/11, trên thượng nguồn các sông ở Hà Tĩnh xuất hiện một đợt lũ, đỉnh lũ còn ở dưới mức BĐ1. Lưu lượng dòng chảy trung bình tháng 11, trên sông Mã tại Cẩm Thủy cao hơn TBNN cùng kỳ 21%, sông Cả tại Yên Thượng cao hơn 46%, sông Ngàn Sâu tại Hòa Duyệt ở mức xấp xỉ TBNN.

Tình hình hồ chứa: Mực nước các hồ thủy điện trong khu vực phổ biến thấp hơn mực nước dâng bình thường (MNDBT) từ 0,85–6,16 m và có dung tích đạt từ 79–98% dung tích hồ (DTH) như hồ Bản Vẽ thấp hơn MNDBT 0,91 m, đạt 98% DTH; hồ Trung Sơn thấp hơn 6,16 m, đạt 79%; hồ Hòa Na thấp hơn 0,87 m, đạt 97%; hồ Cửa Đạt thấp hơn 0,85m, đạt 98% DTH.

Trong tháng, mực nước các sông biến đổi chậm. Lưu lượng dòng chảy trên các sông giảm hơn so với tháng trước. Lưu lượng dòng chảy tháng 12, trên sông Mã tại Cẩm Thủy cao hơn TBNN cùng kỳ 10%, sông Cả tại Yên Thượng thấp hơn 51%, sông Ngàn Sâu và Ngàn Phố thấp hơn từ 25–40%.

### 2.2. Trung Trung Bộ

Trong tháng, trên các sông từ Nam Quảng Bình đến Quảng Ngãi đã xuất hiện 3 đợt lũ:

Đợt 1: Từ ngày 05–08/11, đỉnh lũ trên các sông ở Quảng Nam ở mức trên BĐ2, các sông khác ở mức BĐ1 đến trên BĐ1, riêng sông Vệ (Quảng Ngãi) ở mức trên BĐ3.

Đợt 2: Từ ngày 09–15/11, đỉnh lũ trên Kiên Giang (Quảng Bình) ở mức trên BĐ1, các sông từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi phổ biến ở mức BĐ2–BĐ3, có sông trên BĐ3.

Đợt 3: Từ ngày 29/11–01/12, đỉnh lũ trên các sông Quảng Nam, Quảng Ngãi ở mức BĐ2–BĐ3, riêng sông Vệ ở mức trên BĐ3.

Tổng lượng dòng chảy trên sông Tả Trạch (Thừa Thiên Huế) ở mức xấp xỉ TBNN, sông Thu Bồn (Quảng Nam) và sông Trà Khúc (Quảng Ngãi) cao hơn từ 34–41%.

Tình hình hồ chứa: Mức nước các hồ chứa thủy điện vừa và lớn ở mức thấp hơn MNDBT từ 1,3–4,0 m, một số hồ ở mức xấp xỉ MNDBT như Đăk Mi 4, sông Tranh 2 và Đăk Đrinh. Dung tích các hồ thủy điện phổ biến đạt từ 87–100% DTH.

Trong tháng, trên các sông từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi có khả năng xuất hiện 2–3 đợt lũ; các sông khác có dao động.

Nguy cơ xảy ra lũ quét, sạt lở đất ở vùng núi, ngập úng vùng trũng thấp, ven sông, khu đô thị các tỉnh từ Quảng Trị đến Quảng Ngãi.

### **2.3. Nam Trung Bộ**

Trong tháng, trên khu vực đã xuất hiện từ 3 đợt lũ.

Đợt 1: Từ ngày 04–07/11, đỉnh lũ trên sông An Lão tại An Hòa 23,69 m (05h/06/11, dưới BĐ3 0,31 m); trên sông Lại Giang tại Bồng Sơn 6,62 m (14h/06/11, dưới BĐ2 0,38 m); trên sông Kôn tại Vĩnh Sơn 73,01 m (07h/06/11, trên BĐ2 0,51 m).

Đợt 2: Từ ngày 07–13/11, đỉnh lũ trên sông Kôn tại trạm Bình Nghi 16,83 m (23h 10/11, trên BĐ2 0,33 m), tại Thanh Hòa 8,04 m (07h/11/11, trên BĐ3 0,04 m); trên sông Kỳ Lộ tại Hà Bằng 11,95 m (22h/10/11, trên BĐ3 2,45 m); hạ lưu sông Ba tại Củng Sơn 33,39 m (18h 11/11, dưới BĐ3 1,11 m), tại Phú Lâm 2,85 m (01h/11/11) trên BĐ2 0,15 m; trên sông Dinh tại Ninh Hòa 5,96 m (21h 10/11) trên BĐ3 0,26 m; trên sông Cái Nha Trang tại Đồng Trăng 8,20 m (20h 10/11) trên BĐ1 0,2 m.

Đợt 3: Từ ngày 28–30/11, đỉnh lũ trên sông Dinh tại Ninh Hòa 5,63 m (4h/30/11, dưới BĐ3 0,07 m), sông Cái Nha Trang tại Đồng Trăng 9,64 m (22h/ 29/11, trên BĐ2 0,14 m); sông Cái Phan Rang tại Phan Rang 3,31 m (21h/29/11, dưới BĐ2 0,19 m); sông Kôn tại Thanh Hòa 7,1 m (14h/30/11, trên BĐ2 0,1 m). Tổng lượng dòng chảy trên các sông ở Bình Định, Phú Yên cao hơn TBNN từ 20–60%; sông Cái Nha Trang tại Đồng Trăng thấp hơn 6,8%, riêng sông La Ngà tại Tà Pao thấp hơn 85% so với TBNN.

Tình hình hồ chứa: Mức nước các hồ thủy điện ở mức thấp hơn MNDBT từ 0,1–1,0 m; hồ Vĩnh Sơn 5 thấp hơn 10 m, hồ Núi Một thấp hơn 3,69 m; riêng hồ Vĩnh Sơn B cao hơn 1,13 m so với MNDBT. Dung tích các hồ phổ biến đạt từ 85–100%, một số hồ dung tích còn thấp như Vĩnh Sơn 5 21,4%, Núi Một 66%.

Trong tháng tới, trên các sông ở Nam Trung Bộ xuất hiện 1–2 đợt lũ và dao động.

### **2.4. Tây Nguyên**

Trong tháng, trên các sông ở Tây Nguyên xuất hiện 2 đợt lũ.

Đợt 1: Từ 10–16/11, đỉnh lũ trên sông Đăkbla tại trạm KonPlong 593,83 m (01h/11/11, trên BĐ2 0,33 m), tại trạm KonTum 519,15 m (03h/11/11, dưới BĐ2 0,35 m); trên sông Krông Ana tại Giang Sơn 421,88 m (07h/14/11, dưới BĐ2 0,12 m); trên sông Srêpôk tại Bản Đôn 171,63 m (09h/16/11, trên BĐ1 0,63 m); trên sông Cam Ly tại Thanh Bình 831,5 (01h/11/11, trên BĐ1 0,5 m).

Đợt 2: Từ ngày 29/11, trên sông Đăk Bla, KrôngAna và Cam Ly đã xuất hiện một đợt lũ. Hiện tại (ngày 01/12), lũ thượng lưu sông Đăkbla đang dao động ở mức BĐ1–BĐ2, hạ lưu dao động xấp xỉ BĐ1, lũ trên sông Krông Ana đang lên. Mức nước lúc 07h/01/12 tại trạm Giang Sơn 421,75 m, dưới BĐ2 0,25 m; lũ trên sông Cam Ly đang lên lại, mức nước lúc 07h/01/12 tại trạm Thanh Bình 831,86 m, dưới BĐ2 0,14 m.

Lưu lượng dòng chảy trên sông Đăkbla tại Kon Tum cao hơn TBNN cùng kỳ 75%, trên sông Srêpôk tại Giang Sơn cao hơn TBNN cùng kỳ 14%.

Tình hình hồ chứa: Mức nước các hồ thủy điện đều xấp xỉ mức nước dâng bình thường; dung tích các hồ phổ biến đạt trên 90%.

Trong 1–3 ngày đầu tháng, lũ trên sông Đăkbla, sông Cam Ly dao động ở mức BĐ1–BĐ2 sau xuống dần, lũ trên sông Krông Ana tiếp tục lên chậm; mức nước các sông khác thuộc khu vực Tây Nguyên phổ biến dao động theo điều tiết của hồ chứa thủy điện.

### 2.5. Nam Bộ

Mực nước sông Cửu Long dao động theo triều theo xu thế giảm dần. Mực nước cao nhất tháng trên sông Tiền tại Tân Châu 2,75 m (ngày 01/11), trên sông Hậu tại Châu Đốc 2,67 m (ngày 02/11).

Mực nước sông Cửu Long biến đổi chậm theo xu thế xuống dần và đạt mức cao nhất tháng trên sông Tiền tại Tân Châu 1,85 m, trên sông Hậu tại Châu Đốc 1,85 m.

**Bảng 3.** Bảng số liệu mực nước thực đo và dự báo trên các sông chính ở Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ.

*Đơn vị: cm*

Sông	Trạm	Thực đo			Dự báo		
		Trung bình	Cao nhất	Thấp nhất	Trung bình	Cao nhất	Thấp nhất
Mã	Giàng	65	203	-83	60	180	-60
Cà	Nam Đàn	192	667	9	72	190	-20
La	Linh Cảm	107	484	-87	48	210	-95
Gianh	Mai Hóa	55	171	-55	50	150	-50
Hương	Kim Long	93	332	14	72	180	30
Thu Bồn	Câu Lâu	122	397	-8	90	350	-10
Trà Khúc	Trà Khúc	252	626	116	190	580	80
Kôn	Thạnh Hòa	572	804	503	540	700	510
Đà Rằng	Phú Lâm	47	285	-65	35	220	-75
Tiền	Tân Châu	194	275	94	105	185	25
Hậu	Châu Đốc	190	267	87	100	185	20

# Table of content

- 1** Quyet, L.D.; Thao, L.T.N.; Hong, V.D. Writing a program for exploiting and displaying combined data of lightning detection and radiosonde sounding at forecast department of Southern Regional Hydro–meteorological Center. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, *720*, 1–9.
- 10** Mai, T.T.; Hai, D.V.; Phuong, T.T. Research, m the application of a tool to exploit products from the Flash Flood Guidance System of the MeKong River Committee (MRCFFGS) to identify Forecast Flash Flood Threat (FFFT). *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, *720*, 10–22.
- 23** Thuy, T.T.T.; Thang, V.V.; Quyen, N.H.; Hieu, N.T.; Hien, T.D.; Thanh, L.H. Developing distribution map of climate change impact levels on the planning, exploration, mining, processing and use of major minerals in Vietnam. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, *720*, 23–31.
- 32** Son, H.H.; Anh, N.X.; Thanh, P.X.; Hiep, N.V. A research on lightning warning by integrated data: a case study for Gialam area, Hanoi city. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, *720*, 32–48.
- 49** Hao, L.V.; Mi, L.T.P. Application of remote sensing and GIS to monitor the urbanization process in Ho Chi Minh city in the period 1989–2019. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, *720*, 49–60.
- 61** Van, N.C.; Tuan. N.L.; Assessment of the change in discharge to Dau Tieng reservoir according to the climate change scenarios. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, *720*, 61–77.
- 78** Huong, T.T.M.; Hang, N.T.; Tin, N.V.; Son, T.V.; Minh, P.T. Greenhouse GAS emission in agricultural sector in Quang Nam province in the period of 2010–2018. *VN J. Hydrometeorol.* **2020**, *720*, 78–86.
- 87** Forecast of Hydrometeorology in December 2020