BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

Hoàng Hải Sơn

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CẢNH BÁO SÉT ÁP DỤNG CHO MỘT SỐ KHU VỰC TẠI VIỆT NAM THEO NGUỒN SỐ LIỆU TỔNG HỢP

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC VẬT CHẤT

Ngành: Vật lý địa cầu

Mã số: 9440111

Hà Nội- 2024

Công trình được hoàn thành tại: Học viện Khoa học và Công nghệ- Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Người hướng dẫn khoa học:
1. Người hướng dẫn 1: TS. NCVCC. Nguyễn Xuân Anh, Viện Vật lý địa cầu
2. Người hướng dẫn 2: TS. NCVC. Phạm Xuân Thành, Viện Vật lý địa cầu

Phản biện 1: PGS.TS. Ngô Đức Thành

Phản biện 2: GS.TS. Phan Văn Tân

Phản biện 3: TS. Nguyễn Đăng Quang

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án tiến sĩ cấp Học viện họp tại Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam vào hồi …....giờ....., ngày…... tháng…....năm.....

Có thể tìm hiểu luận án tại:
- Thư viện Học viện Khoa học và Công nghệ
- Thư viện Quốc gia Việt Nam

MỞ ĐẦU

Lý do lựa chọn đề tài:

Trước đây, khi chưa được giải thích dựa trên khoa học, sét thực sự là nỗi sợ hãi của nhân loại. Các thống kê trước năm 1800 cho thấy sét thật sự là nỗi kinh hoàng. Ví dụ như ngày 18-08-1769, tại một thành phố của Ý, sét đã gây ra một vụ nổ kho đạn dự trữ 1030 tấn. Vụ nổ đã làm nổ tung tòa tháp gây nên một trận mưa đất đá trong thành phố, 1/6 các ngôi nhà của thành phố bị phá hủy và hơn 3000 người bị chết. Tại Mỹ, hàng năm số người chết do sét trung bình khoảng 62 người. Trong khi đó tại Colombia với số dân chỉ bằng 1/10 nước Mỹ, nhưng số người chết do sét hàng năm trung bình khoảng 100 người và số người bị thương do sét vào khoảng gần 1000 người. Số người chết tại Việt Nam là khoảng 100 người trên năm.

Trong tiến trình nghiên cứu về sét, có thể coi Benjamin Franklin là một trong những nhà khoa học về sét đầu tiên. Năm 1752, kết quả thí nghiệm cho phép ông khẳng định sét có bản chất điện. Những năm sau đó, rất nhiều thí nghiệm, nghiên cứu đã được tiến hành, hiểu biết về dông sét ngày một đầy đủ hơn.

Từ thập kỷ 60 thế kỉ trước trở lại đây, tại các nước có nền công nghiệp phát triển ở Châu Mỹ và Châu Âu, do nhu cầu ứng dụng thực tế cao, việc nghiên cứu dông sét được phát triển rất mạnh mẽ. Người ta đã tiến hành thu thập số liệu về dông sét trong nhiều năm, để nghiên cứu các quy luật phát triển của chúng và phân vùng hoạt động dông sét, phục vụ công tác dự báo dông. Mật độ sét cũng như các thông số khác của hoạt động sét đã được nghiên cứu đánh giá trong hàng loạt công trình nghiên cứu và từ đó đề xuất các biện pháp phòng chống sét. Cụ thể như chống sét cho các cụm công nghiệp quan trọng, đường dây tải điện, sân bay, bến cảng, nhà máy điện hạt nhân, kho xăng, bãi phóng tên lửa và tàu vũ trụ...v.v.

Việt Nam nằm ở tâm dông Châu Á, một trong ba tâm dông trên thế giới, có dông sét hoạt động mạnh. Hoạt động sét không chỉ ảnh hưởng đến quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước mà còn gây ảnh hưởng

trực tiếp đến kinh tế xã hội. Trong hơn hai thập kỷ gần đây, rất nhiều công trình, kho tàng, đường dây tải điện, sân bay, khu công nghiệp, thiết bị nghiên cứu khoa học, thiết bị của ngành bưu chính viễn thông, thiết bị nổ mìn công nghiệp…, đã bị sét phá hủy hoàn toàn hoặc đánh hỏng, gây ra những thiệt hại rất lớn. Ngoài những thiệt hại về kinh tế, sét còn gây tâm lý hoang mang và thiệt hại về tính mạng cho con người.

Do vậy, việc nghiên cứu phòng chống sét, cụ thể hơn là cảnh báo sét ngày càng cấp thiết. Trong đó, cảnh báo sét là nhiệm vụ quan trọng, một trong các giải pháp để phòng chống sét cần được quan tâm. Cảnh báo sét tốt sẽ hỗ trợ nâng cao hiệu quả phòng chống sét. Chất lượng cảnh báo sét phụ thuộc vào một số vấn đề chính như nguồn số liệu sử dụng, phương pháp xử lý số liệu, phương pháp đánh giá và hiệu chỉnh cảnh báo sét và môi trường khu vực nghiên cứu cảnh báo sét. Tại Việt Nam, trong khoảng hơn 20 năm gần đây, nhiều đề tài, nhiệm vụ nghiên cứu về dông sét đã được tiến hành. Đi kèm với nó là nhiều thiết bị như định vị sét, cảnh báo sét, cường độ điện trường thế hệ mới, lần đầu được lắp đặt tại Việt Nam. Kết quả là nhiều nghiên cứu liên quan đã được công bố trong các đề tài, bài báo, báo cáo hội nghị trong và ngoài nước. Các nghiên cứu cảnh báo sét ở Việt Nam đã được tiến hành thí điểm ở các khu vực cụ thể như Hà Nội (2002-2005), Quảng Nam (2011-2013), Quảng Ninh (2013), Bà Rịa-Vũng Tàu (2019-2020), TP. Hồ Chí Minh cũng như trên toàn lãnh thổ Việt Nam. Các công trình nghiên cứu sét đã công bố chủ yếu sử dụng phương pháp ứng dụng với một vài nguồn số liệu đơn lẻ, hiện nay các nguồn số liệu phục vụ nghiên cứu sét ở Việt Nam đã khá đầy đủ về chủng loại và phân bố không gian của dữ liệu so với thế giới, việc áp dụng các phương pháp tiên tiến với nguồn số liệu tổng hợp chưa được áp dụng và đánh giá cho các khu vực cụ thể ở Việt Nam. Xuất phát từ nhu cầu thực tiễn này, NCS lựa chọn đề tài nghiên cứu: “Nghiên cứu đánh giá cảnh báo sét áp dụng cho một số khu vực tại Việt Nam theo nguồn số liệu tổng hợp” nhằm tiếp tục thúc đẩy các nghiên cứu chuyên sâu đối với bài toán cảnh báo sét ở Việt Nam một

cách toàn diện và đầy đủ hơn.

Mục tiêu nghiên cứu: xác định được được phương pháp cảnh báo sét phù hợp với điều kiện thực tế, áp dụng cho một số khu vực tại Việt Nam, từ đó nâng cao khả năng cảnh báo sét sớm về thời gian và độ chính xác, góp phần giảm thiểu thiệt hại do sét gây ra ở một số khu vực tại Việt Nam.

Nội dung nghiên cứu (1) Nghiên cứu tổng quan về cảnh báo sét và những vấn đề liên quan, (2) Thu thập và nghiên cứu số liệu và phương pháp xử lý số liệu cường độ điện trường tại một số khu vực cụ thể tại Hà Nội, Bà Rịa-Vũng Tàu, Quảng Nam, số liệu định vị sét, số liệu radar, số liệu ảnh mây vệ tinh. (3) Nghiên cứu ứng dụng, cải tiến phương pháp cảnh báo sét phù hợp cho điều kiện Việt Nam. (4) Đánh giá các kết quả cảnh báo sét cho một số khu vực tại Việt Nam trên cơ sở phương pháp đã xây dựng.

Những đóng góp mới của của luận án: (1) Xây dựng được phương pháp cảnh báo sét theo nguồn số liệu tổng hợp (số liệu điện trường, định vị sét, cảnh báo sét, vệ tinh và radar) cho một số khu vực cụ thể có bán kính 10 km và 8 km, trên cơ sở đánh giá, kiểm chứng, điều chỉnh theo điều kiện nguồn số liệu và môi trường ở Việt Nam. (2) Áp dụng thành công phương pháp cảnh báo sét đã xây dựng được cho một số khu vực ở Việt Nam, với các đặc trưng khác nhau về môi trường khí quyển, đặc điểm khí hậu về hoạt động dông, cơ sở hạ tầng, vị trí và điều kiện địa lý. Kết quả đánh giá cảnh báo sét cho khu vực huyện Gia Lâm-Hà Nội cho kết quả tỷ lệ cảnh báo sét đúng đạt 88,0%, thời gian cảnh báo sét trước trung bình là 31,6 phút. Tại khu vực thành phố Vũng Tàu, cho kết quả tỷ lệ cảnh báo sét đúng đạt 86,3%, thời gian cảnh báo sét trước trung bình cho khu vực này là 23,0 phút. Với các phương pháp đánh giá cảnh báo sét cải tiến, áp dụng cho một số khu vực tại Quảng Nam, xác định được ngưỡng cảnh báo và biên độ dao động cảnh báo sét tối ưu của cường độ điện trường lần lượt là 1000 V/m và 150 V/m, thời gian cảnh báo sét trung bình cho ba khu vực Hội An, Đại Lộc, Hiệp Đức là 22,45 phút, tỷ lệ cảnh báo sét đúng đạt 82,56%, tại

khu vực Tam Kỳ thời gian cảnh báo sét trung bình là trước 18,0 phút.

Cấu trúc của luận án: Ngoài phần mở đầu và kết luận, luận án gồm 3 chương. Chương 1 trình bày về lịch sử nghiên cứu sét, sơ lược về mây dông, tổng quan tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước về lĩnh vực cảnh báo sét và các vấn đề liên quan. Chương 2 đề cập đến các nguồn số liệu sử dụng trong nghiên cứu cảnh báo dông sét và phương pháp xử lý, các phương pháp đánh giá cảnh báo sét theo một số nguồn số liệu khác nhau. Chương 3 trình bày các kết quả nghiên cứu đánh giá cảnh báo sét áp dụng cho một số khu vực cụ thể ở huyện Gia Lâm-Hà Nội, khu vực thành phố Vũng Tàu-Bà Rịa Vũng Tàu và một số khu vực tại tỉnh Quảng Nam.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CẢNH BÁO SÉT VÀ NHỮNG VẤN ĐỀ LIÊN QUAN

1.1. Tổng quan tình hình nghiên cứu cảnh báo sét trên thế giới

Vấn đề nghiên cứu cảnh báo hay dự báo hoạt động dông sét cho một khu vực cụ thể đã và đang được thực hiện ở nhiều nơi, bởi nhiều nhà nghiên cứu thế giới. Các tác giả đã xây dựng được một số phương pháp cảnh báo sét, cụ thể như sau: Nghiên cứu cảnh báo sét dựa theo số liệu điện trường và các nguồn số liệu liên quan (Montanya và ccs, 2004, 2008; Beasley và ccs, 2008; Murphy và ccs, 2008, 2016; Aranguren và ccs, 2009; Ferro và ccs, 2011; López và ccs, 2012; Zeng và ccs, 2013; Junchi và ccs, 2015; Srivastava và ccs, 2015; Tao và ccs, 2016; Clullow và ccs 2018; Wang và ccs 2019; Meng và ccs 2019;...v.v). Nghiên cứu cảnh báo sét dựa theo số liệu radar hoặc vệ tinh và các nguồn số liệu liên quan (Gremillion và Orville, 1999; Bonelli và cs, 2008; Schneider và ccs, 2008; Mosier và ccs, 2011; Seroka và ccs, 2012; Karagiannidis và ccs, 2016; Zhou và ccs, 2020; Mecikalski và ccs, 2021; Srivastava và ccs, 2022;...v.v). Nghiên cứu cảnh báo sét dựa theo số liệu định vị sét và dự báo hoạt động dông sét theo các mô hình số (Kohn và ccs 2011; Holle và ccs, 2016; Lynn và ccs, 2012; Giannaros và ccs 2015; Spiridonov và ccs, 2020; Rabbani và ccs 2022; Paramanik và ccs 2024;...v.v).

1.2. Tổng quan tình hình nghiên cứu cảnh báo sét tại Việt Nam

Tại Việt Nam, việc nghiên cứu dông sét được bắt đầu từ năm 1957, khi bộ môn điện khí quyển, được thành lập dưới sự giúp đỡ của chính phủ Ba Lan, nhân dịp năm Vật lý địa cầu Quốc tế. Những nghiên cứu trước năm 2000, tại Viện Vật lý địa cầu và bên Ngành điện lực, đa phần chỉ tập trung vào vấn đề chống sét, đặc điểm thống kê về hoạt động dông sét, vật lý sét, điện khí quyển. Bên Ngành Khí tượng thủy văn cũng có nhiều 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 (Nguyễn Viết Lành, 2002; Nguyễn Viết Thắng, 2005, 2006, 2007; Trần Tân Tiến, 2008; Trần Duy Sơn, 2009; Nguyễn Thị Tân Thanh, 2010; Lê Đình Quyết, 2011; Phùng Kiến Quốc, 2013; Bùi Thị Khánh Hoà, 2021,…v.v), những nghiên cứu này chưa gắn trực tiếp với các thiết bị nghiên cứu điện khí quyển. Thời gian gần đây, Ngành Khí tượng thủy văn cũng đã có một số tác giả đã sử dụng số liệu định vị sét, số liệu vệ tịnh, số liệu radar và số liệu quan trắc synop để nghiên cứu dông sét, dự báo hoạt động dông sét trên diện tích rộng, chỉ có một số nghiên cứu được công bố, những nghiên cứu này cũng chưa đề cập đến vấn đề cảnh báo sét.trên các khu vực cụ thể như các nghiên cứu trên thế giới (Lãnh Bảo Trung và ccs, 2018; Công Thanh và ccs, 2018; Lê Đình Quyết và ccs, 2020; Phùng Kiến Quốc và ccs, 2021; Mai Văn Khiêm và ccs 2022). Sau thời điểm năm 2000, nghiên cứu cảnh báo sét mới chỉ được tiến hành thí điểm ở một số khu vực như Hà Nội (2002-2005), Quảng Nam (2011-2013), Quảng Ninh (2013), Bà Rịa-Vũng Tàu (2019-2020), được thực hiện bởi nhóm nghiên cứu thuộc Viện Vật lý địa cầu, thử nghiệm cảnh báo dông sét trên diện rộng ở TP. Hồ Chí Minh và trên toàn lãnh thổ Việt Nam của Ngành Khí tượng Thủy văn.

CHƯƠNG 2. SỐ LIỆU VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢNH BÁO SÉT

2.1. Số liệu sử dụng

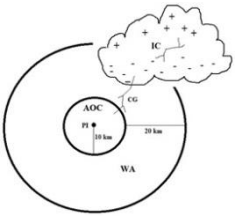
Số liệu sử dụng trong nghiên cứu cảnh báo sét tại Việt Nam là nguồn số liệu tổng hợp. Nguồn số liệu chính gồm số liệu điện trường, số liệu cảnh báo sét (xem bàng 2.1), các nguồn số liệu khác như số liệu vệ tinh hay số liệu radar để kiểm tra vùng mây đối lưu ở khu vực nghiên cứu, số liệu định vị sét để so sánh, phân tích và đánh giá, các nguồn số liệu này được thu thập từ Cơ quan Khí tượng Nhật Bản (JMA), Đài Khí tượng cao không, hoặc từ cơ sở dữ liệu của Viện Vật lý địa cầu.

Bảng 2.1. Trạm đo điện trường và trạm cảnh báo sét ở Việt Nam

TT	Tên trạm	Kinh độ	Vĩ độ	Thiết bị	Thời gian đo
1	Phú Thụy	105,9600	21,0300	EMF-100	2017-2019
2	Hiệp Đức	108,1047	15,5795	EMF-100	2016-2017
3	Hội An	108,3346	15,8764	EMF-100	2016-2017
4	Đại Lộc	108,1102	15,8814	EMF-100	2016-2017
5	Tam Kỳ	108,4989	15,5698	Strike Guard	2015-2016
6	Vũng Tàu	107,0896	10,3327	EMF-100C	2019

2.2. Các phương pháp cảnh báo sét

Các phương pháp đánh giá cảnh báo sét được xây dựng cho các khu vực Gia Lâm-Hà Nôi, khu vực TP.Vũng Tàu và một số khu vực tại tỉnh Quảng Nam, dựa theo một số phương pháp của Aranguren (2009), Junchi (2015), Zeng (2009), Karagiannidis (2016),…v.v và nguồn số liệu tổng hợp thu thập ở Việt Nam.



Hình 2.1. Phương pháp cảnh báo sét dựa theo một trạm điện trường.

Phương pháp cảnh báo sét dựa theo số liệu điện trường, số liệu định vị sét, số liệu tinh hoặc số liệu số liệu radar. Phương pháp cảnh báo sét sử dung phương pháp hai vùng, sử dụng thông tin vùng cảnh báo (WA) để cảnh báo cho vùng cần cảnh báo (AOC) (hình 2.1), trong nghiên cứu này

chỉ quan tâm đến cảnh báo sét (phóng điện mây-đất). Ngưỡng điện trường cảnh báo được xác định qua các nghiên cứu trên thế giới và qua phân tích điện trường trong điều kiện thời tiết đẹp và môi trường đo đạc số liệu. Để kiểm tra sự tồn tại của các vùng mây đối lưu (giới hạn xung quanh trạm EFM-100 khoảng 50 km) có thể phát triển hoặc di chuyển đến khu vực nghiên cứu. 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 μm), TIR2 (11,2 μm), 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. 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.

Phương pháp cảnh báo sét cải tiến dựa theo số liệu trường, số liệu định vị sét, số liệu tinh hoặc số liệu số liệu radar: Cải tiến phương pháp bằng cách giám bán kính vùng cảnh báo và sử dụng hai chỉ số để cảnh báo sét, chỉ số EFAI, là số lần giá trị tuyệt đối của điện trường vượt ngưỡng trong một khoảng thời gian xác định và đạt đến mức nhất định. Dựa trên chuỗi các ngưỡng độ lớn và chuỗi số các giá trị điện trường vượt qua ngưỡng này để xác định được giá trị EFAI tốt nhất. Chỉ số thứ hai về cường độ điện trường được đưa vào trong phương pháp này là chỉ số về độ chênh lệch điện trường EFDI. Chênh lệch điện trường có thể biểu diễn bởi phương trình (2.1):

$$\mathrm{d}E(x,y,z)/dt = (\mathrm{E_}t2\ (x,y,z)) - \mathrm{E_}t1\ (x,y,z)))/\Delta\mathrm{t} \qquad (2.1)$$

Ở đây, t1 và t2 là thời gian liền kề liên tục bất kỳ, khi tần suất lấy mẫu của thiết bị điện trường là 1 giây, chênh lệch điện trường khi đó biểu diễn dưới dạng:

$$\Delta E(x,y,z) = \mathrm{E}_{t2}(x,y,z)) - \mathrm{E}_{t1}(x,y,z)) \qquad (2.2)$$

Trong phương pháp cũng cần xác định một số tham số: tỷ lệ cảnh báo đúng (POD), tỷ lệ cảnh báo khống (FAR) và điểm số thành công (CSI) như sau:

$$\mathrm{POD} = \mathrm{X}/(\mathrm{X}+\mathrm{Y}) \qquad (2.3)$$

$$\mathrm{FAR} = \mathrm{Z}/(\mathrm{X}+\mathrm{Z}) \qquad (2.4)$$

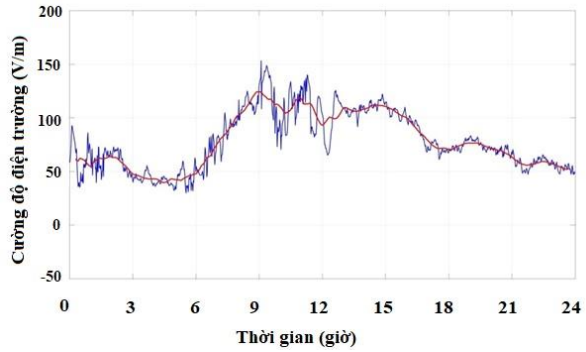
$$CSI = X/(X+Y+Z) \quad (2.5)$$

Trong đó, X: là tổng số giá trị quan trắc có, cảnh báo có; Y: là tổng số giá trị quan trắc có, nhưng cảnh báo không; Z: là tổng số giá trị quan trắc không, nhưng cảnh báo có.

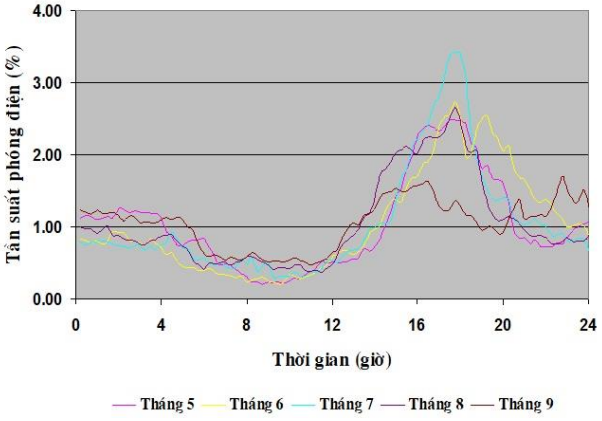
Từ bộ số liệu đo điện trường, ta sẽ xác định các chỉ số EFAI và EFDI theo các ngưỡng và số lần xảy ra theo các khoảng thời gian trước cảnh báo. Từ đó xác định được ngưỡng tối ưu theo các chỉ số POD, FAR và CSI. Sử dụng thêm số liệu ra đa ở khu vực nghiên cứu, chỉ số (RFI) hoặc thay thế bằng chỉ số xác định từ số liệu vệ tinh (SFI), ta có thể đưa ra thông tin cảnh báo sét cho vùng cần cảnh báo sét.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ CẢNH BÁO SÉT VÀ ĐÁNH GIÁ CẢNH BÁO SÉT CHO MỘT SỐ KHU VỰC TẠI VIỆT NAM

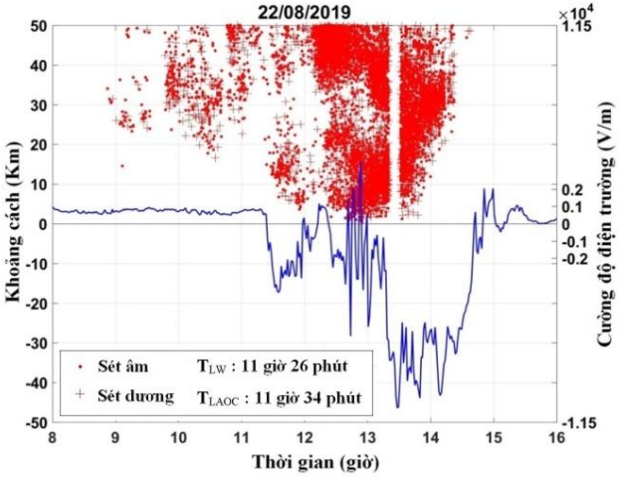
3.1. Kết quả cảnh báo sét và đánh giá cảnh báo sét áp dụng cho khu vực huyện Gia Lâm-Hà Nội



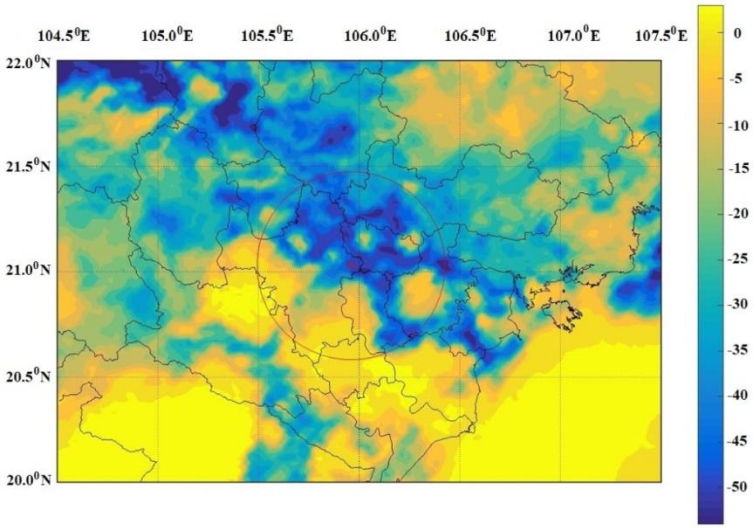
Hình 3.1, Biến đổi điện trường trung bình ngày trời đẹp tại trạm Phú Thụy



Hình 3.2. Tần suất phóng điện tại khu vực Hà Nội



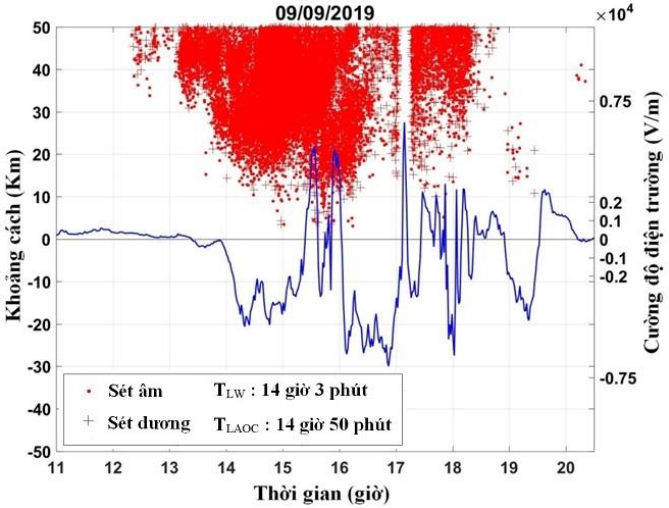
Hình 3.3. Biến đổi điện trường tại trạm Phú Thụy và sét ngày 22/08/2019



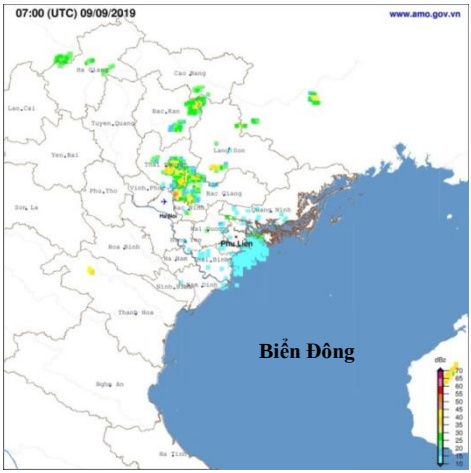
Hình 3.4. Độ lệch nhiệt độ giữa kênh TIR6(6,2 µm) và TIR2(11,2 µm) lúc 11 giờ 20 phút, ngày 22/08/2019

Hình 3.2, biểu diễn tần suất phóng điện theo thời gian trong ngày, đây là một số cơ sở, để xác định ngưỡng cảnh báo sét (1 kV/m) và phân chia thời gian theo ngày và theo thời gian sau trưa để nghiên cứu đánh giá cảnh báo sét cho khu vực Gia Lâm. Hình 3.3 và hình 3.5 là hai ví dụ cụ thể

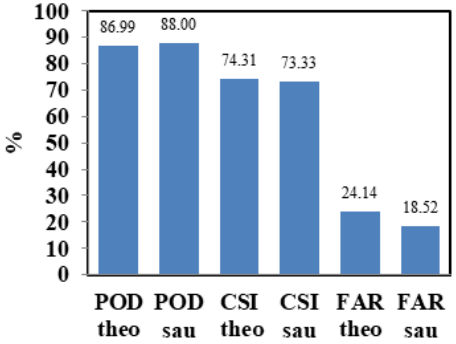
trong 97 ngày đo đạc, được đưa vào nghiên cứu cảnh báo sét. Trường hợp ngày 22/08/2019, sử dụng số liệu điện trường, số liệu vệ tinh và số liệu định vị sét, xác định được thời gian cảnh báo sét trước là 8 phút. Trong ngày 09/09/2019, sử dụng số liệu điện trường, số liệu radar thời tiết và số liệu định vị sét, xác định được thời gian cảnh báo sét trước là 47 phút.



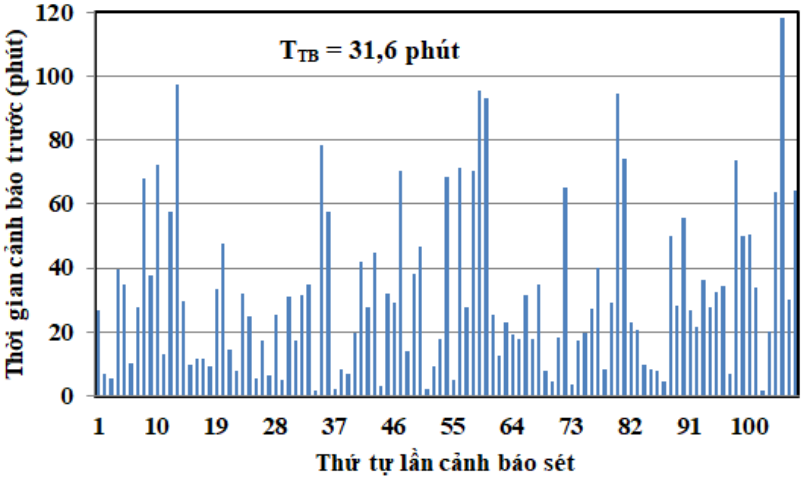
Hình 3.5. Biến đổi điện trường tại trạm Phú Thụy và sét ngày 09/09/2019



Hình 3.6. Ảnh radar thời tiết Phù Liễn thời điểm 14 giờ ngày 09/09/2019



Hình 3.7. Các chỉ số thống kê đánh giá kết quả cảnh báo sét tại khu vực Gia Lâm-Hà Nội



Hình 3.8. Biến đổi thời gian cảnh báo sét trước và các lần cảnh báo sét ở khu vực Gia Lâm-Hà Nội.

Bằng cách làm tương tự, 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 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 3.7 và hình 3.8. Hình 3.8, biểu diễn kết quả xác định các chỉ số POD, CSI 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

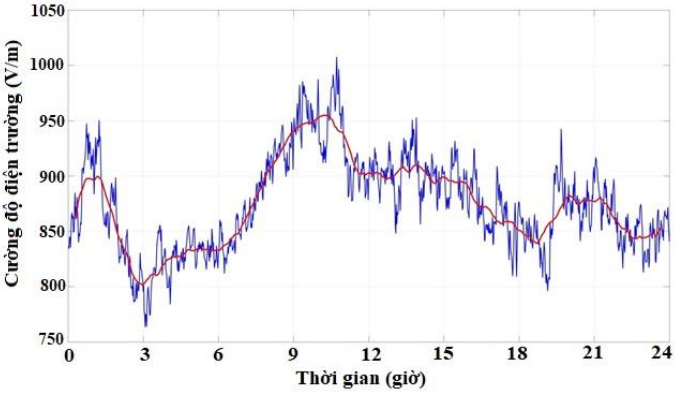
điện trong vùng AOC và số lần không đưa ra thông tin cảnh báo nhưng sét vẫn xảy ra ở trong vùng AOC, kết quả cho toàn bộ tập số liệu giá trị POD = 86,99% và giới hạn thời gian sau buổi trưa giá trị POD = 88,0%. Giá trị POD giới hạn sau trưa cao hơn POD giới hạn theo ngày là do các cơn dông diễn ra sau buổi trưa thường xảy ra mạnh hơn thời gian buổi sáng, 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 khống 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 khống 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 khống. FAR theo toàn bộ thời gian trong ngày đạt 16,41% và theo thời gian sau trưa 18,52%. Giá trị FAR của thời gian cả ngày nhỏ hơn 2,11% so giá trị cảnh báo khống của sau trưa, là do tổng số lần cảnh báo đúng cho trường hợp cả ngày ở khu vực huyện Gia Lâm nhiều hơn đáng kể (khoảng 1,5 lần) so với thời gian sau trưa, nên tỷ lệ cảnh báo khống của cả ngày nhỏ hơn tỷ lệ cảnh báo khống của thời gian sau trưa.

Hình 3.8, 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 (xem hình 3.8), 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. Thời gian cảnh báo sét trước trung bình được nhóm tác giả trong công trình, 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 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.

3.2. Kết quả cảnh báo sét và đánh giá cảnh báo sét theo nguồn số liệu tổng hợp áp dụng cho khu vực Thành phố Vũng Tàu

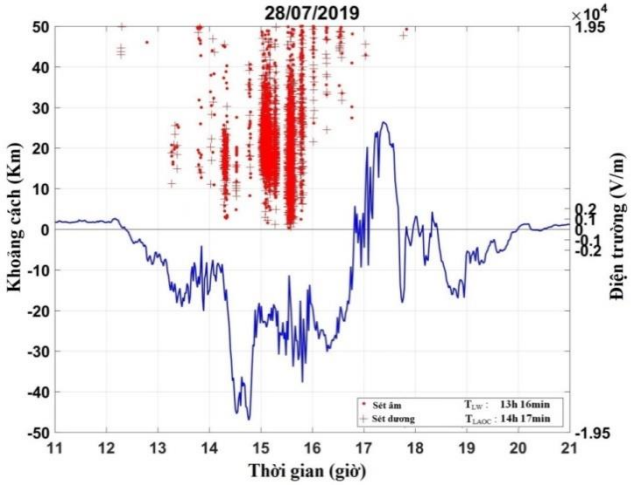
Phương pháp cảnh báo sét cho khu vực Thành phố Vũng Tàu cũng được xây dựng tương tự như phương pháp cảnh báo sét xây dựng cho khu vực Gia Lâm-Hà Nội. Tuy nhiên, trong phương pháp áp dụng cho khu vực này, cần phải tính đến ảnh hưởng môi trường ven biển. Hình 3.9, biểu diễn biến đổi điện trường trung bình ngày các ngày trời đẹp, giá trị trung bình cao hơn khu vực ảnh hưởng của khí hậu lục địa (như khu vực Gia Lâm), do vậy ngưỡng cảnh báo sét được xác định là 1.5 kV/m. Hình 3.10, hình 3.11 và 3.12, biểu diễn trường hợp cụ thể, nghiên cứu cảnh báo sét ở khu vực Vũng Tàu, theo nguồn số liệu tổng hợp, thời gian cảnh báo sét trước được xác định là 59 phút.



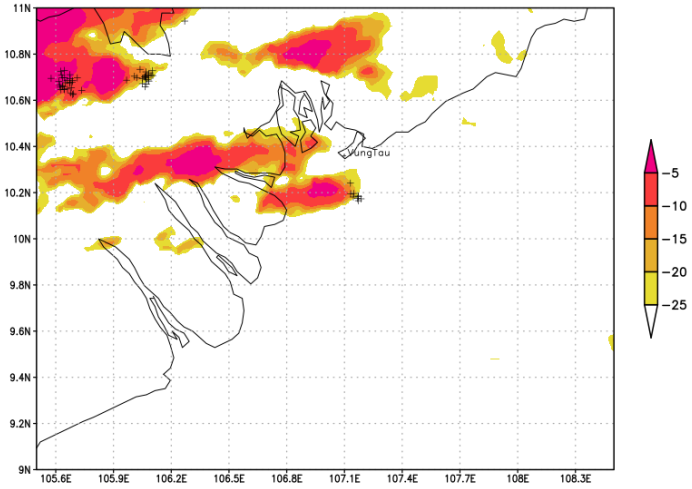
Hình 3.9. Biến đổi điện trường điều kiện thời tiết đẹp tại trạm Vũng Tàu.

Trên cơ sở bộ số liệu gồm 106 ngày, có nhiễu loạn cường độ điện trường đo tại trạm cứu hộ số 1, TP.Vũng Tàu trong năm 2019, cũng như các nguồn số liệu liên quan khác như số liệu định vị sét, số liệu ảnh mây vệ tinh Himawari kênh hồng ngoại hoặc số liệu radar thời tiết Nhà Bè, tôi đã tiến hành nghiên cứu, đánh giá cảnh báo sét thử nghiệm cho khu vực TP.Vũng Tàu. Kết quả tính toán, đánh giá kết quả cảnh báo được trình bày trong hình 3.13 và hình 3.14. Hình 3.13, biểu diễn kết quả xác định các chỉ số POD, CSI và FAR. Tỷ lệ cảnh báo đúng 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 = 86,3% . Từ biểu đồ cũng như tỷ lệ cảnh báo đúng, tôi cũng xác định được tỷ lệ cảnh báo không thành công FTW = 13,7%. Tỷ lệ này cho thấy tại khu vực TP.Vũng Tàu với thiết bị hiện có và theo phương pháp cảnh báo do nghiên cứu này đề xuất cho khu vực, thì cứ 100 trường hợp cảnh báo sét xảy ra thì có khoảng 86 trường hợp cảnh báo được và khoảng 14 trường hợp có sét xảy ra nhưng không cảnh báo được.Tỷ lệ cảnh báo sai FAR, liên quan thông tin cảnh báo được đưa ra nhưng sét lại không xảy ra ở vùng cần cảnh báo (AOC), FAR là 23,7%. Tức là, trung bình trong 100 lần cảnh báo thì có 76 trường hợp có sét xảy ra, 24 trường hợp cảnh báo nhưng không có sét xảy ra. Hình 3.14, mô tả biến đổi thời gian cảnh báo sét trước (LT), theo thứ tự các lần cảnh báo sét của 63 lần xác định từ bộ số liệu cường độ điện trường thu thập trong năm 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 hơn 60 phút. Giá trị trung bình đạt 23,0 phút, giá trị này tương đương với nhiều nghiên cứu trước đây của rất nhiều tác giả trên thế giới như trong. Thời gian cảnh báo sét trước trung bình được Karagiannidis và ccs (2016), xác định LT = 15,0 phút, POD = 81,0%. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này nhóm tác giả chỉ sử dụng số liệu vệ tinh và số liệu định vị sét. Trong khi đó, trong nghiên cứu của tôi đã sử dụng tổ hợp các nguồn số

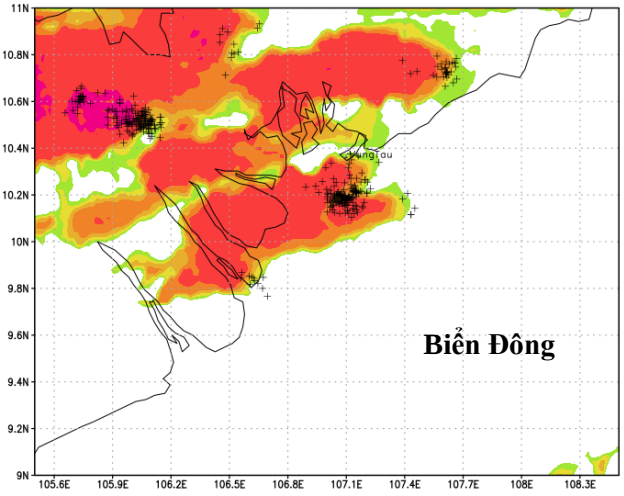
liệu (điện trường, định vị sét, số liệu radar thời tiết, số liệu vệ tinh), Mặc dù thời gian cảnh báo trước (LT) phụ thuộc vào khu vực nghiên cứu, việc tăng mức độ chính xác cảnh báo sét (POD = 86,3%) và thời gian trung bình cảnh báo sét trước cũng tăng cho khu vực TP.Vũng Tàu có thể do việc kết hợp đa nguồn số liệu trong nghiên cứu này.



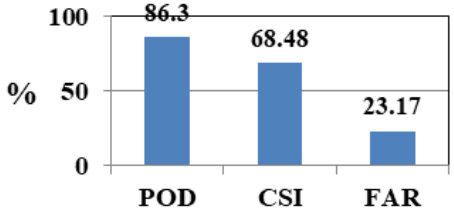
Hình 3.10. Biến đổi điện trường tại trạm Vũng Tàu và sét ngày 28/07/2019



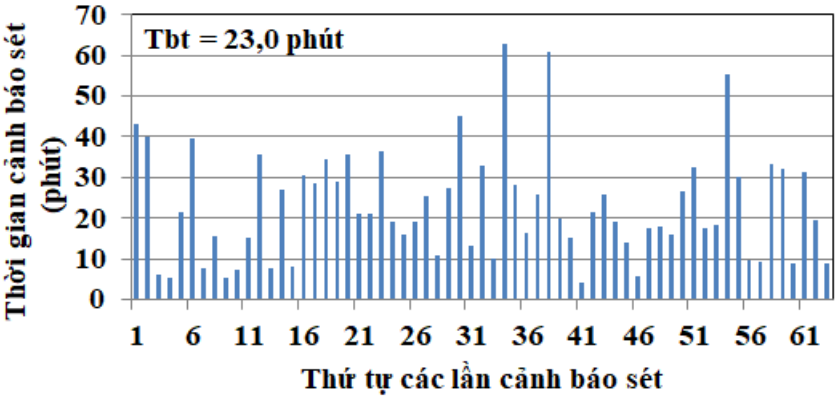
Hình 3.11. Độ lệch nhiệt độ giữa kênh TIR6(6,2 µm) và TIR2(11,2 µm) lúc 13 giờ 20 phút và sét trong 10 phút trước, ngày 28/07/2019



Hình 3.12. Độ lệch nhiệt độ giữa kênh TIR6(6,2 µm) và TIR2(11,2 µm) lúc 14 giờ 20 phút và sét trong 10 phút trước, ngày 28/07/2019



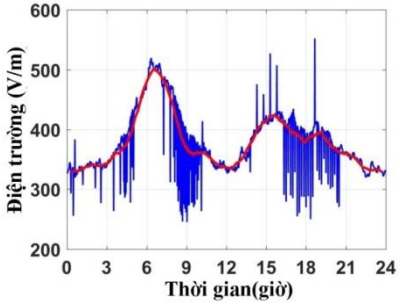
Hình 3.13. Một số tham số cảnh báo sét khu vực TP. Vũng Tàu.



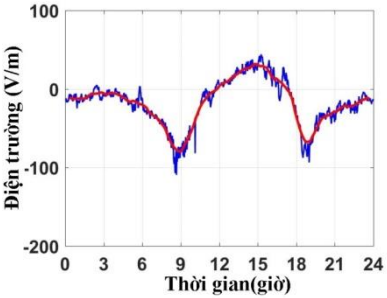
Hình 3.14. Biến đổi thời gian cảnh báo sét trước tại khu vực Vũng Tàu

3.3. Kết quả cảnh báo sét và đánh giá cảnh báo sét cải tiến theo nguồn số liệu tổng hợp cho một số khu vực tại Quảng Nam

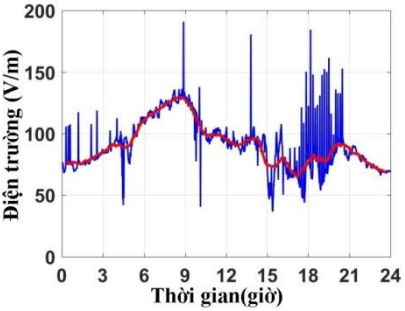
Điện trường trung bình ngày trời đẹp tại các trạm Hội An, Hiệp Đức và Đại Lộc ít bị ảnh hưởng của môi trường khí quyển, thể hiện qua các hình 3.15, 3.16 và 3.17. Tuy nhiên để kiểm tra đánh giá thêm phương pháp cảnh báo sét, tôi sử dụng phương pháp cảnh báo sét cải tiến, sử dụng nguồn số liệu điện trường thu thập tại Hội An, Hiệp Đức Đại Lộc, số liệu vệ tinh và số liệu định vị sét. Hình 3.18, 3.19 và 3.20 biểu diễn các chỉ số thống kê đánh giá kết quả cảnh báo theo phương pháp EFAI (phương pháp ngưỡng), theo các ngưỡng khác nhau. Căn cứ vào tỷ lệ cảnh báo đúng POD, tỷ lệ cảnh báo khống FAR và điểm số thành công CSI, xác định được ngưỡng tối ưu cho cảnh báo sét theo phương pháp EFAI là 1 kV/m.



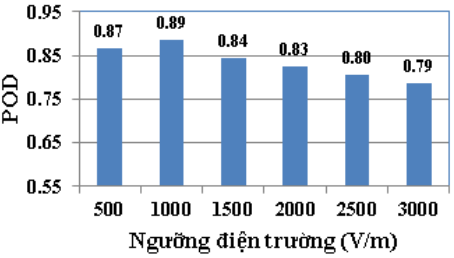
Hình 3.15. Điện trường ngày trời đẹp tại Hội An



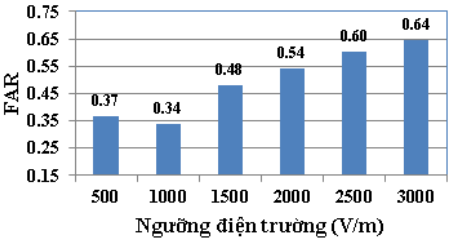
Hình 3.16. Điện trường ngày trời đẹp tại Hiệp Đức



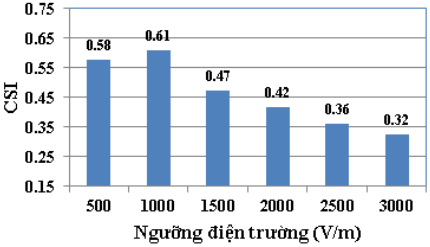
Hình 3.17. Điện trường ngày trời đẹp tại Đại Lộc



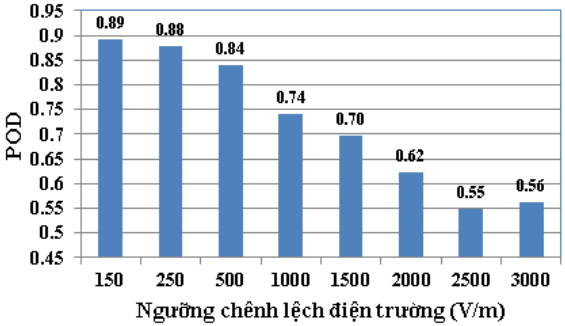
Hình 3.18. Tỷ lệ cảnh báo đúng xác định theo phương pháp EFAI



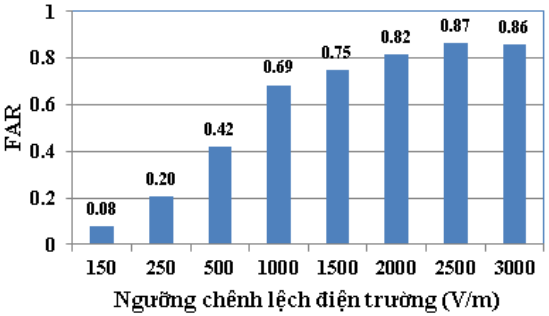
Hình 3.19. Tỷ lệ cảnh báo khống xác định theo phương pháp EFAI



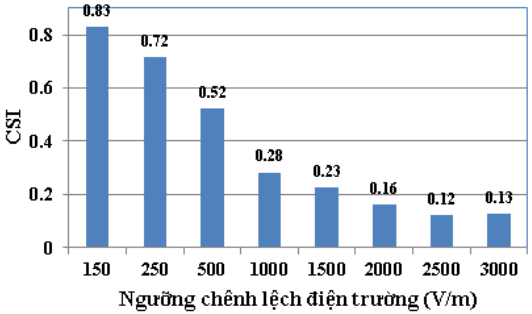
Hình 3.20. Điểm số thành công xác định theo phương pháp EFAI



Hình 3.21. Tỷ lệ cảnh báo đúng xác định theo phương pháp EFDI

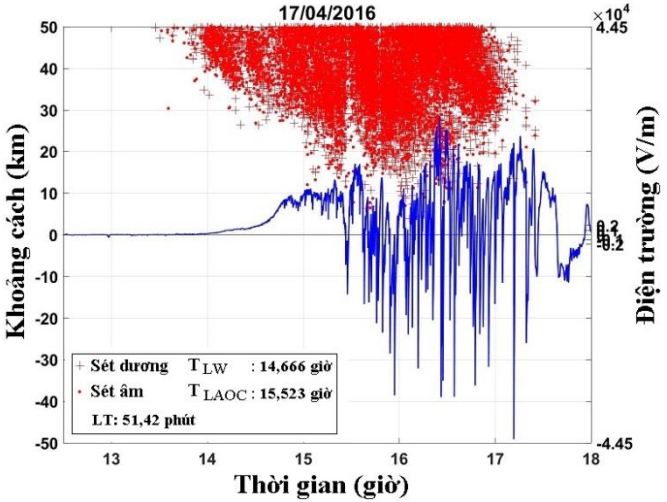


Hình 3.22. Tỷ lệ cảnh báo khống xác định theo phương pháp EFDI

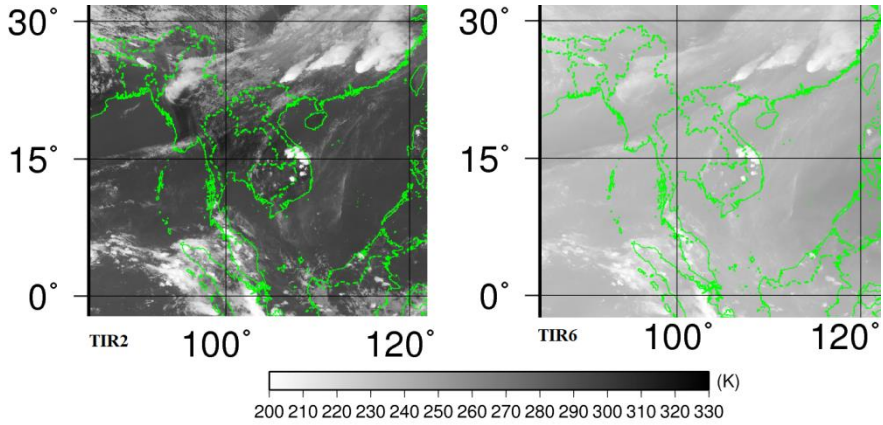


Hình 3.23. Điểm số thành công xác định theo phương pháp EFDI

Hình 3.21, 3.22 và 3.23, biểu diễn kết quả xác định ngưỡng chênh lệch điện trường tối ưu theo phương pháp EFDI, ngưỡng chênh lệch cho tỷ lệ cảnh báo đúng POD lớn nhất bằng 0.89, ở giá trị 150 V/m. Các ngưỡng này được sử dụng để cảnh báo sét cho nguồn số liệu độc lập năm 2017 và một số trường hợp thử nghiệm năm 2016.

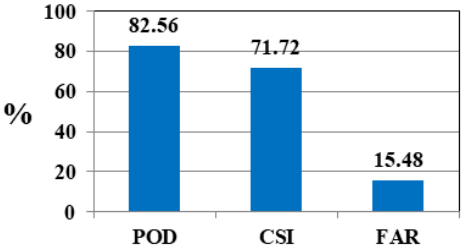


Hình 3.23. Biến đổi điện trường tại trạm Hiệp Đức và sét ngày 17/04/2016

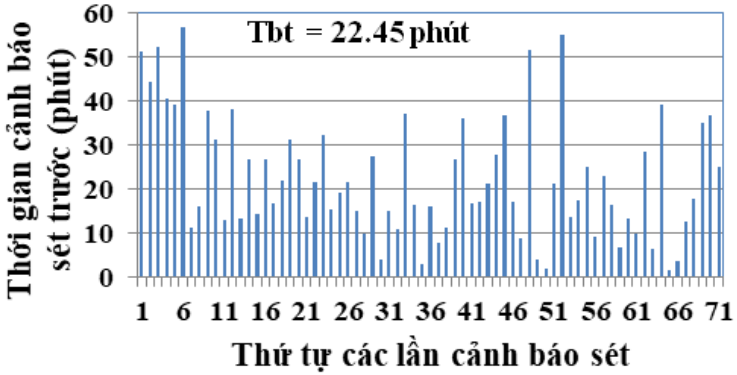


Hình 3.24. Ảnh nhiệt độ kênh TIR2(11,2 µm) và TIR6(6,2 µm) của vệ tinh Himawari lúc 16 giờ 20 phút ngày 17/06/2016.

Hình 3.23 và 3.24, đây là trường hợp cụ thể ngày 17/4/2016, cảnh báo sét theo phương pháp cải tiến, sử dụng nguồn số liệu điện trường, số liệu vệ tinh và định vị sét, cảnh báo thành công, thời gian cảnh báo sét trước 51,42 phút.



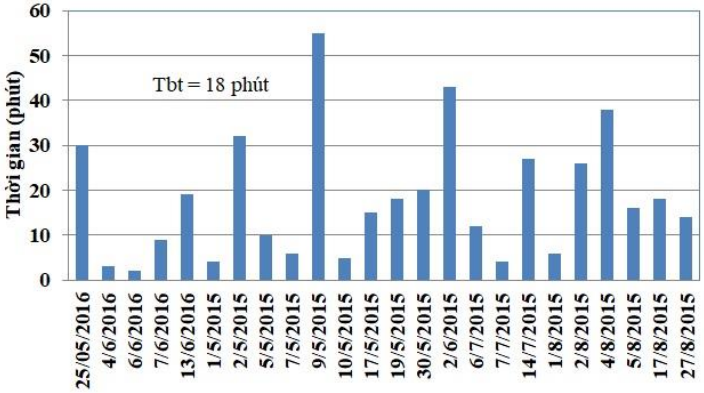
Hình 3.25. Biểu đồ so sánh các tham số đánh giá kết quả cảnh báo sét tại khu vực TP.Hội An Đại Lộc và Hiệp Đức thuộc tỉnh Quảng Nam.



Hình 3.26. Thời gian cảnh báo sét trước tại Quảng Nam

Trên toàn bộ tập số liệu điện trường thu thập năm 2017 và 3 trường hợp nghiên cứu ở trên, tại các trạm Hội An, trạm Hiệp Đức và trạm Đại Lộc, thuộc tỉnh Quảng Nam. Kết hợp với các nguồn số liệu vệ tinh, số liệu định vị sét, tiến hành nghiên cứu thử nghiệm cảnh báo sét cho 99 trường hợp, số liệu độc lập với phương pháp đã xây dựng. Kết quả cho thấy: tỷ lệ cảnh báo đúng đạt POD = 82.56%, tỷ lệ cảnh báo khống là 15.48%, điểm số thành công CSI = 71.72% (hình 3.25). Xác định được 71 trường hợp cảnh báo đúng, kết quả về thời gian cảnh báo sét trước được trình bày trong hình 3.26. Đa phần thời gian cảnh báo sét trước đều có độ lớn hơn 10 phút,

giá trị cực đại đạt gần 60 phút, cực tiểu chỉ một vài phút và giá trí trung bình đạt 22,45 phút. Những kết quả nghiên cứu cho thấy, tỷ lệ cảnh báo đúng trên 80%, với điểm số thành công trên 70% và tỷ lệ cảnh báo khống dưới 20%, thời gian cảnh báo sét trước trung bình trên 20 phút. Các giá trị này cũng tương tự như nhiều kết quả nghiên cứu trên thế giới và kết quả nghiên cứu cảnh báo sét tại Tp. Vũng Tàu. Tuy nhiên tại khu vực Tp. Vũng Tàu có bán kính vùng cần cảnh báo lớn hơn (10 km), nên thời gian cảnh báo trước và tỷ lệ cảnh báo đúng cao hơn so với một số khu vực tại tỉnh Quảng Nam. Những kết quả đánh giá cảnh báo sét tại Quảng Nam, cho phép chúng ta có thể sử dụng phương pháp cảnh báo sét cho các khu vực này, theo phương pháp đã xây dựng, với các ngưỡng tối ưu (EFAI và EFDI).



Hình 3.27. Thời gian cảnh báo sét tại khu vực Tam Kỳ

Một phương pháp cảnh báo sét khác sử dụng nguồn số liệu thiết bị cảnh báo sét, số liệu vệ tinh và số liệu định vị sét, để nghiên cứu cảnh báo khu tại TP. Tam Kỳ. Bán kính cảnh báo 8 km, bao quanh trạm cảnh báo được trình bày trong hình 3.27. Phân chia thành các vùng chú ý (16 đến 32 km), vùng cảnh báo (8 đến 16 km) và vùng báo động (0 đến 8 km). Trên cơ sở bộ số liệu thiết bị cảnh báo sét Strike Guard trong năm 2015 và 2016 thu thập tại Tam Kỳ-Quảng Nam (91 ngày). Sử dụng thêm nguồn số liệu vệ tinh Himawari và số liệu định vị sét GLD360, xác định được 24 ngày, trong

tổng số 96 ngày có số liệu, mây dông có sự dịch chuyển theo như phương pháp mô tả trong Chương 2. Thời gian cảnh báo sét cho vùng bán kính 8 km, quang trạm cảnh báo, thay đổi từ một vài phút đến hơn 50 phút, xem hình 3.66. Thời gian cảnh báo sét trung bình trung bình của 24 trường hợp nghiên cứu là 18 phút. Đây là con số có ý nghĩa trong công tác phòng chống sét ở khu vực Tam Kỳ.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Trong thời gian thực hiện luận án, tác giả đã tiến hành nghiên cứu cảnh báo sét cho một số khu vực tại Hà Nội, Bà Rịa-Vũng Tàu và Quảng Nam theo nguồn số liệu tổng hợp, đánh giá khả năng cảnh báo sét. Trên cơ sở các kết quả nêu trên, có thể rút ra một số kết luận như sau:

1/ Luận án đã xây dựng được phương pháp cảnh báo sét dựa theo nguồn số liệu điện trường, định vị sét, cảnh báo sét, vệ tinh và radar. Phương pháp cảnh báo sét cho khu vực bán kính 10 km và 8 km xung quanh các trạm đo điện trường và trạm cảnh báo sét, với ngưỡng điện trường cảnh báo sét được xác định tối ưu hóa từ số liệu khảo sát thực tế, vùng mây đối lưu được xác định từ số liêu radar hoặc số liệu vệ tinh. Áp dụng thành công phương pháp đã xây dựng và đánh giá được khả năng cảnh báo sét ở một số khu vực ở Việt Nam theo điều kiện nguồn số liệu và môi trường nghiên cứu.

2/ Kết quả nghiên cứu cảnh báo sét ở khu vực huyện Gia Lâm-Hà Nội trên toàn bộ tập số liệu thu thập trong các năm 2017, 2018 và 2019, áp dụng cho hai trường hợp thời gian sau buổi trưa và thời gian cả ngày cho thấy, tỷ lệ cảnh báo đúng (POD) tương ứng là 88,00% và 86,99%, điểm số thành công (CSI) tương ứng là 73,33% và 74.31% và tỷ lệ cảnh báo khống (FAR) tương ứng của hai trường hợp là 18,52% và 16,41%. Tỷ lệ cảnh báo sét đúng tại khu vực huyện Gia Lâm-Hà Nội cho thời gian cả ngày nhỏ hơn sau buổi trưa 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 huyện Gia Lâm-Hà Nội là 31,6 phút, giá trị này lớn hơn (tốt hơn) và phù hợp một số giá trị được tính toán trong một số nghiên cứu trên thế giới.

3/ Kết quả nghiên cứu cảnh báo sét ở khu vực TP.Vũng Tàu-Bà Rịa Vũng Tàu cho thấy: trên toàn bộ tập số liệu thu thập xác định được tỷ lệ cảnh báo đúng (POD), điểm số thành công (CSI) và tỷ lệ cảnh báo sai (FAR) lần lượt là POD (86,3%); CSI (68.48%); FAR (23,17%). Thời gian cảnh báo sét trước trung bình cho khu vực thành phố Vũng Tàu là 23,0 phút. Thời gian cảnh báo sét trước này có ý nghĩa thực tiễn trong việc phòng chống sét khu vực bãi tắm và cho cả khu vực thành phố Vũng Tàu.

4/ Kết quả nghiên cứu cảnh báo sét theo phương pháp cảnh báo sét cải tiến và nguồn số liệu tổng hợp, đã xác định được ngưỡng điện trường (EFAI = 1000 V/m và EFDI = 150 V/m) để cảnh báo sét theo ngưỡng tối ưu, cho một số khu vực ở Quảng Nam. Kết quả cho thấy, thời gian cảnh báo sét trung bình cho các khu vực Hội An, Hiệp Đức và Đại Lộc là 22,45 phút, với tỷ lệ cảnh báo đúng đạt 82.56%, tại khu vực Tam Kỳ là 18,0 phút. Các giá trị này đều có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cho công tác phòng chống sét tại địa phương.

KIẾN NGHỊ

1/ Cần mở rộng nghiên cứu cho các khu vực khác trên địa bàn Thành phố Hà Nội, cụ thể là các khu vực huyện Đông Anh, Phú Xuyên, Chương Mỹ, Thạch Thất và các quận nội thành Hà Nội, nơi có nguồn số liệu khảo sát tương tự như huyện Gia Lâm.

2/ Để thu nhỏ các khu vực cần cảnh báo và nâng cao chất lượng cảnh báo sét cần nghiên cứu kết hợp các trạm đo điện trường ở trên cùng một khu vực nghiên cứu. Khi cần giảm thiểu những rủi ro của hoạt động dông sét, cần nghiên cứu xây dựng các trạm đo điện trường, thiết bị phát hiện và định vị sét ở những vùng chịu ảnh hưởng và có nhiều hoạt động dông sét.

3/ Cần nghiên cứu sử dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI), ứng dụng mô hình số WRF với các sơ đồ tham số hóa PR92, LPI và WRF-ELEC để dự báo, cảnh báo hoạt động dông sét tại các khu vực cần nghiên cứu ở Việt Nam theo các quy mô không gian và thời gian phù hợp, góp phần giảm thiểu thiệt hai do dông sét gây ra tại đó.

DANH MỤC CÁC BÀI BÁO ĐÃ XUẤT BẢN LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Hoàng Hải Sơn**, Nguyễn Xuân Anh, Phạm Xuân Thành, Phạm Lê Khương, Nguyễn Văn Hiệp. *Nghiên cứu cải tiến phương pháp cảnh báo sét theo tổ hợp đa nguồn số liệu, áp dụng cho một số khu vực tại tỉnh Quảng Nam*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 2024, 766, 29-42, doi:10.36335/VNJHM.2024.
2. **Hoang Hai Son**, Nguyen Xuan Anh, Pham Xuan Thanh, Pham Le Khuong, Hiep Van Nguyen. *Evaluation of lightning warning technique with multi-source data for Vung Tau coastal area*. Vietnam Journal of Marine Science and Technology, 2023, Vol 23, No.2, pp 209-222, https://doi.org/10.15625/1859-3097/18413.
3. **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*. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 2020, 720, 32-48, doi:10.36335/VNJHM.2020.
4. Hiep Van Nguyen, Pham Xuan Thanh, Nguyen Duc Nam, Nguyen Xuan Anh, Pham Le Khuong, **Hoang Hai Son**, Nguyen Tien Manh, and Pham Chi Cong. *Observation and Simulation of Wind Speed and Wind Power Density over Bac Lieu Region*. Advances in Meteorology, Volume 2021, Article ID 8823940, 17 pages, https://doi.org/10.1155/2021/8823940.
5. Nguyen Van Hiep, Nguyen Xuan Anh, Nguyen Duc Nam, Dang Hong Nhu, Nguyen Tien Manh, Pham Le Khuong, Pham Xuan Thanh, **Hoang Hai Son**. *Simulation of heavy rainfall event during 30/10-01/11/2008 over Hanoi by WRF model*. Kỷ yếu Hội nghị: Nghiên cứu cơ bản trong "Khoa học Trái đất và Môi trường", 2019, pp 289-292, DOI: 10.15625/vap.2019.000136.