

## MẠNG TRẠM ĐỊA CHẤN QUỐC GIA VIỆT NAM: SỰ HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN

**Đình Quốc Văn\***, Nguyễn Xuân Anh, Nguyễn Xuân Bình, Lê Huy Minh, Nguyễn Văn Giảng,  
Nguyễn Lê Minh, Nguyễn Tiến Hùng, Lê Quang Khôi, Đoàn Thị Ngoan, Nguyễn Danh  
Dũng, Nguyễn Thanh Bình, Nguyễn Ngọc Thủy, Lê Tử Sơn, Đinh Đoàn Phụng

*Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

*E-mail: vandqigp@gmail.com*

Ngày nhận bài: 9-11-2017

**TÓM TẮT:** Trong bài báo này, bằng cách kết hợp, tiếp nối các công bố trước đây, chúng tôi tổng hợp lại lịch sử gần 100 năm hình thành - phát triển mạng lưới quan sát động đất ở Việt Nam và những thành tựu đạt được trong điều tra cơ bản vật lý địa cầu, nghiên cứu địa chấn, báo tin động đất - cảnh báo sóng thần góp phần vào công tác phòng tránh giảm nhẹ thiên tai, phát triển kinh tế xã hội phục vụ cho việc phát triển bền vững của đất nước. Trải qua nhiều giai đoạn phát triển, ngày nay, mạng lưới trạm quan sát động đất ở nước ta đã có những tiến bộ vượt bậc. Từ lúc chỉ có một trạm duy nhất do người Pháp thiết lập năm 1924, đến những năm 70-80 của thế kỷ trước, đã có 7 trạm (Phủ Liễn, Sa Pa, Bắc Giang, Hòa Bình, Tuyên Quang ở phía bắc và Nha Trang, Đà Lạt ở phía nam). Sang giai đoạn 1990 - 2005, mạng trạm địa chấn ghi số gồm 24 trạm được hình thành, phân bố trên khắp lãnh thổ. Đến năm 2017, chúng ta đã hoàn thành thiết lập 30 trạm địa chấn dải rộng với các thiết bị hiện đại và sử dụng kỹ thuật quan trắc động đất tiên tiến. Hợp tác quốc tế trong quan sát động đất và nghiên cứu địa chấn luôn được chú trọng và song hành trong từng thời kỳ phát triển mạng trạm, trong 60 năm qua, Viện Vật lý địa cầu đã có hợp tác quốc tế với nhiều quốc gia, vùng lãnh thổ có nền khoa học phát triển (Nga, Pháp, Trung Quốc, Đài Bắc Trung Quốc, Nhật Bản, Ba Lan, Hoa Kỳ,...) và các tổ chức quốc tế có uy tín (UNDP, PTWC, CTBTO, IRIS, ADPC, RIMES,...). Nó giúp tiếp cận kịp thời với các hệ máy móc, thiết bị địa chấn và kỹ thuật xây dựng, vận hành mạng trạm tiên tiến nhất. Ngoài nhiệm vụ quan sát động đất quốc gia, trong nhiều năm qua, một số mạng trạm địa phương, trạm tạm thời cũng được thiết lập phục vụ theo dõi, nghiên cứu động đất ở các công trình xây dựng trọng điểm, các hồ thủy điện, thủy lợi đáp ứng yêu cầu của thực tiễn sản xuất như Sơn La, Hòa Bình, Trị An, Yaly, Sông Tranh, Lai Châu, Huội Quảng, Bản Chát,...

**Từ khóa:** Trạm địa chấn, máy địa chấn, quan sát động đất, Việt Nam.

### MỞ ĐẦU

Năm 1924, Trạm Địa chấn đầu tiên ở Việt Nam được thành lập bởi người Pháp tại Phủ Liễn, Hải Phòng. Năm 1957, nhân dịp năm Quốc tế về Vật lý địa cầu, Trạm địa chấn Sa Pa được xây dựng dưới sự giúp đỡ của Viện Địa Vật lý Ba Lan, đồng thời Trạm Phủ Liễn cũng

được khôi phục hoạt động trở lại. Cũng tại thời điểm đó, Trạm địa chấn Nha Trang được thiết lập bởi người Mỹ. Trong những năm 70-80 của thế kỷ 20, mạng lưới giám sát động đất ở Việt Nam gồm có 7 trạm, trong đó 5 trạm phân bố ở khu vực miền Bắc (Phủ Liễn, Sa Pa, Bắc Giang, Hòa Bình, Tuyên Quang) và hai trạm ở phía nam (Nha Trang và Đà Lạt). Tất cả các

trạm được trang bị máy địa chấn chu kỳ ngắn của Liên Xô (Nga) (CK-2, CM3) và sử dụng hệ thống máy ghi quang - cơ để ghi lại tín hiệu động đất trên giấy ảnh. Mạng lưới địa chấn của Việt Nam trong giai đoạn này có thể phát hiện và tính toán một số thông số cho các trận động đất chủ yếu xảy ra ở miền Bắc [1]. Trận động đất với  $M = 6,7$  xảy ra ở Tuần Giáo, Sơn La năm 1983 là một trong những sự kiện lớn nhất được ghi nhận bởi mạng lưới này.

Giai đoạn 1990 - 2005, mạng lưới đài trạm quan sát động đất quốc gia được tăng cường đáng kể cả về số lượng và chất lượng. Dưới sự tài trợ của Tổ chức Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP) thông qua các Dự án VIE-84/001 và VIE-93/002, 24 trạm địa chấn ghi số được cung cấp và thiết lập trên khắp lãnh thổ. Máy địa chấn trang bị cho các trạm thời kỳ này gồm hệ máy chu kỳ ngắn LE-3D (Đức) ghi tín hiệu động đất trên giấy nhiệt và L-4C-3D và L-4C-1D (Mark Product, Hoa Kỳ), tín hiệu động đất được được số hóa, đồng bộ thời gian từ hệ thống định vị toàn cầu (GPS), ghi nhận, xử lý, lưu trữ trên máy tính để bàn PC bởi các chương trình DP3MJ, DP16MJ và SEISAN. Một cải tiến quan trọng trong quan sát động đất ở Việt Nam trong giai đoạn này là kết nối và truyền dữ liệu liên tục từ 9 trạm địa chấn đo xa xung quanh khu vực Hà Nội về trung tâm dữ liệu của Viện Vật lý địa cầu bằng sóng radio, xử lý tín hiệu động đất trong thời gian thực. Với mạng lưới gồm 24 trạm, hầu hết các trận động đất với độ lớn  $M \geq 3,0$  xảy ra ở khu vực phía bắc và  $M \geq 4,0$  trên toàn lãnh thổ Việt Nam đã được phát hiện và xử lý [1]. Đây thực sự là bước tiến đáng kể trong lĩnh vực quan sát động đất ở Việt Nam.

Từ năm 2008, Viện Vật lý địa cầu được Chính phủ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam giao thực hiện dự án nâng cấp mạng lưới trạm địa chấn quốc gia phục vụ báo tin động đất và cảnh báo sóng thần ở Việt Nam. Sau khi hoàn thành, mạng trạm này phải đảm bảo phát hiện và xử lý tất cả các trận động đất với độ lớn  $M \geq 3,5$  xảy ra trên đất liền và  $M \geq 6,5$  ở khu vực Biển Đông. Do đó, 30 trạm đã được phân bố trên khắp lãnh thổ với khoảng cách giữa các trạm là khoảng 100 km. Mạng trạm địa chấn dải rộng đã hoàn thành thiết lập và đi vào hoạt động từ cuối năm 2016. Máy địa

chấn trang bị cho các trạm là các hệ máy hiện đại, nhập khẩu từ hãng Kinematics, Hoa Kỳ, tín hiệu động đất từ tất cả các trạm được kết nối internet tốc độ cao và truyền liên tục về trung tâm dữ liệu của Viện Vật lý địa cầu. Tại trung tâm, động đất được ghi nhận, xử lý tự động trong thời gian thực và đưa ra các thông số động đất chỉ trong thời gian ngắn bằng chương trình xử lý tín hiệu động đất tiên tiến (SeisComp3).

Bên cạnh việc vận hành mạng lưới địa chấn quốc gia, một số mạng lưới trạm địa phương cũng được Viện Vật lý địa cầu thiết lập trong nhiều năm qua để quan sát và nghiên cứu động đất tại một số công trình thủy điện lớn như Sơn La, Hoà Bình, Trị An, Yaly, Sông Tranh 2, Lai Châu, Huội Quảng, Bản Chát,... phục vụ vận hành an toàn các công trình này.

## **LỊCH SỬ HÌNH THÀNH VÀ CÁC GIAI ĐOẠN PHÁT TRIỂN MẠNG TRẠM ĐỊA CHẤN Ở VIỆT NAM**

Năm 1924, trạm địa chấn đầu tiên ở Việt Nam do người Pháp xây dựng tại Phủ Liễn, Hải Phòng, nhưng sau đó hoạt động bị gián đoạn do chiến tranh. Từ năm 1957 đến 1976, trên toàn lãnh thổ có 6 trạm được thiết lập, đó là các trạm Nha Trang, Sa Pa, Bắc Giang, Tuyên Quang và Hòa Bình cùng với trạm Phủ Liễn được khôi phục hoạt động trở lại vào năm 1957 [1]. Hình ảnh một số trạm địa chấn đầu tiên ở Việt Nam trên hình 1. Giai đoạn 1976 đến 1989, mạng lưới quan sát động đất Việt Nam được bổ sung thêm trạm Đà Lạt, khôi phục hoạt động trở lại trạm Sa Pa và trạm Nha Trang. Máy địa chấn trang bị cho các trạm thời kỳ này là các hệ máy chu kỳ ngắn CK-2 và CM3 (Liên Xô (cũ)), sử dụng hệ thống máy ghi quang - cơ, tín hiệu động đất sau khi được khuếch đại qua hệ thống điện kế (hình 1g) được ghi lại trên giấy ảnh.

Giai đoạn 1990 - 2005, mạng lưới trạm địa chấn quốc gia được tăng cường đáng kể cả về số lượng và chất lượng. Từ năm 1990 đến 1997, dưới sự tài trợ của Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP) thông qua các Dự án VIE-84/001 và VIE-93/002, mạng lưới quan sát động đất gồm 24 trạm được thiết lập, phân bố trên khắp lãnh thổ. Máy địa chấn trang bị cho toàn bộ các trạm thời kỳ này bao gồm các hệ máy chu kỳ ngắn (LE-3D, L-4C-3D và

*Mạng trạm địa chấn quốc gia Việt Nam...*

L-4C-1D). Tín hiệu động đất ban đầu được ghi trên giấy nhiệt, sau đó toàn bộ các trạm được trang bị hệ máy ghi số, đồng bộ thời gian GPS, ghi nhận, xử lý, lưu trữ trên máy tính để bàn PC. Trong đó, hệ thống 9 trạm địa chấn đo xa

(telemetry network) xung quanh Hà Nội được kết nối, truyền số liệu về Viện Vật lý địa cầu bằng sóng vô tuyến (hình 2). Đây thực sự là bước tiến đáng kể trong lĩnh vực quan sát động đất ở Việt Nam.



(a)Trạm Phú Liên xây dựng năm 1924



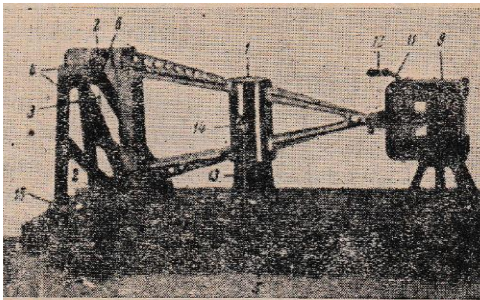
(b)Trạm Hòa Bình



(c)Trạm Bắc Giang



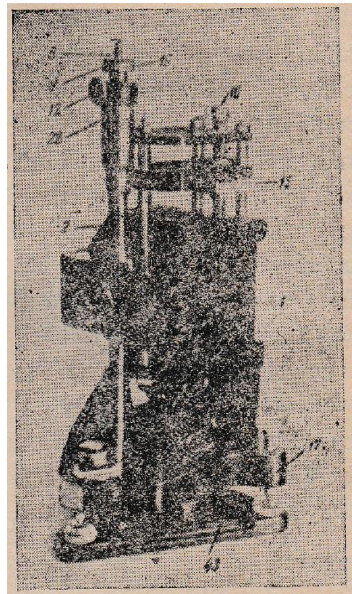
(d)Trạm Tuyên Quang



(e) Máy địa chấn chu kỳ ngắn GTK-2



(f) Máy địa chấn chu kỳ ngắn CM3



(g) Điện kế GK - VI

*Hình 1.* Hình ảnh một số trạm địa chấn đầu tiên ở Việt Nam và máy địa chấn sử dụng trong thời kỳ này



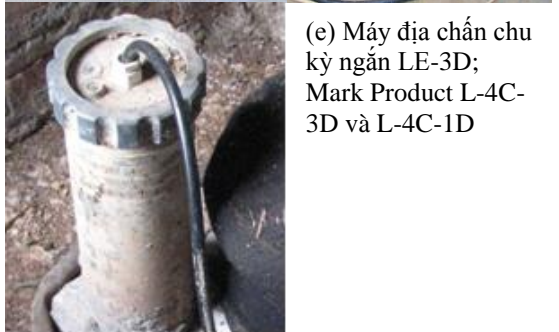
(a) Ăng ten thu - phát sóng vô tuyến tần số FM tại Trạm trung chuyển Tam Đảo



(b) Hệ thống thu - phát và khuếch đại, số hóa tín hiệu động đất tại Trạm trung chuyển Tam Đảo



(d) Hệ thống thu - ghi nhận, xử lý tín hiệu động đất tại Trung tâm xử lý số liệu, Viện Vật lý địa cầu

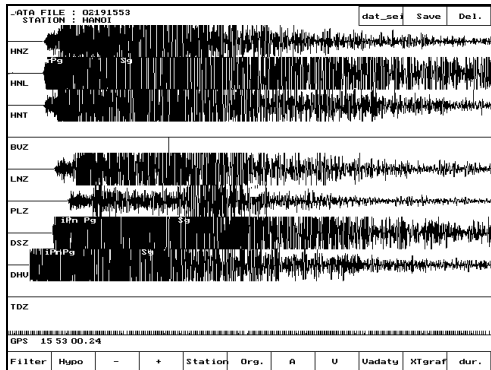


(e) Máy địa chấn chu kỳ ngắn LE-3D; Mark Product L-4C-3D và L-4C-1D

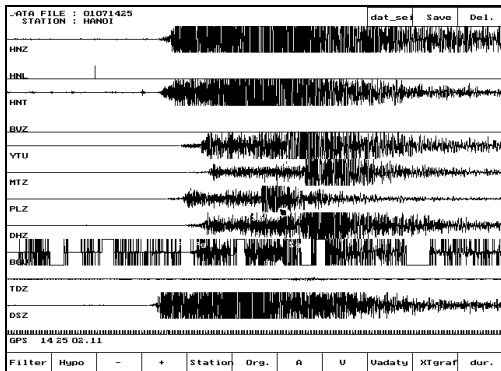
Hình 2. Hệ thống quan sát động đất đo xa (telemetry network) và các hệ máy địa chấn sử dụng trong thời kỳ 1990 - 2005

Với 24 trạm phân bố trên khắp lãnh thổ, máy móc thiết bị địa chấn được hiện đại hóa, đồng bộ với các chương trình phân tích, xử lý số liệu như DP3MJ, DP16MJ, SEISAN [2]. Hoạt động của hệ thống trạm địa chấn trong giai đoạn này, đã đảm bảo kiểm soát đầy đủ các trận động đất có độ lớn  $M \geq 3,0$  trên toàn miền

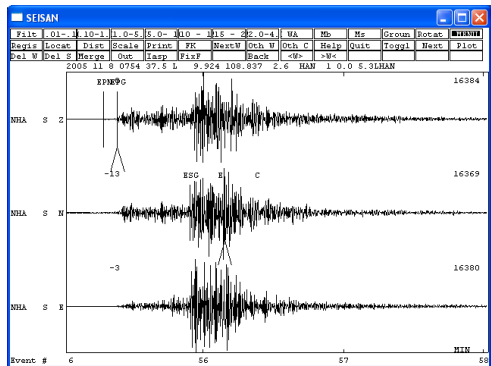
Bắc và  $M \geq 4,0$  trên toàn lãnh thổ Việt Nam một cách nhanh chóng và kịp thời [1]. Danh mục động đất thời kỳ 1996 - 2005 cho thấy khả năng ghi nhận các trận động đất nhỏ của mạng trạm đã được cải thiện hơn nhiều so với các thời kỳ trước và một trận xảy ra có thể được ghi nhận đồng thời bởi nhiều trạm (hình 3).



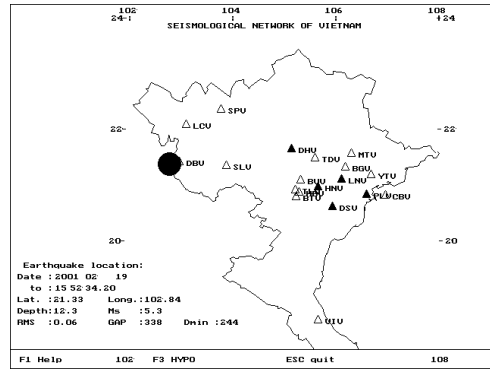
(a)



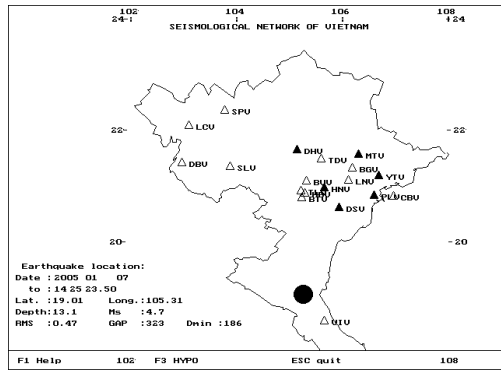
(c)



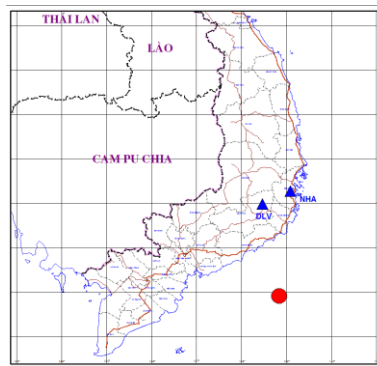
(e)



(b)



(d)



(f)

Hình 3. Bảng ghi động đất và các tham số động đất xử lý bởi chương trình DP16MJ và SEISAN, trong đó: (hình 3a, 3b, 3c, 3d): Bảng ghi động đất được ghi nhận bởi mạng trạm đo xa (tele) và vị trí chấn tâm động đất cùng các thông tin của động đất Điện Biên M = 5,3 ngày 19/2/2001 và động đất Đô Lương, Nghệ An M = 4,7, ngày 7/1/2005; (hình 3e, 3f): Bảng ghi động đất ghi nhận bởi trạm địa chấn Nha Trang và các thông tin động đất Phan Thiêt - Vũng Tàu M = 5,3 ngày 8/11/2005 được xử lý bởi chương trình SEISAN

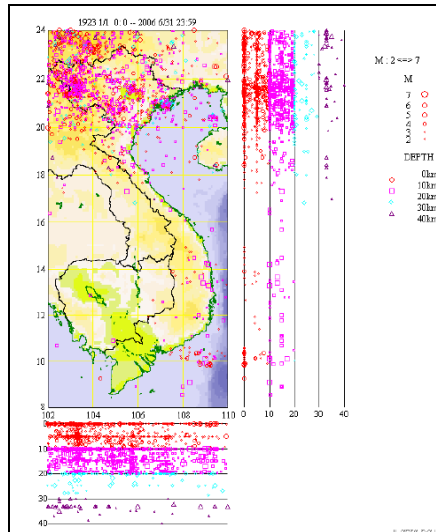
Minh chứng rõ hơn về khả năng quan sát động đất ở Việt Nam qua các thời kỳ phát triển của mạng trạm, chúng tôi sử dụng danh mục động đất lãnh thổ Việt Nam và lân cận từ năm 1923 đến 2006 vào xây dựng các biểu đồ biểu

diễn phân bố động đất theo không gian (hình 4a) và biểu diễn khả năng ghi nhận đầy đủ động đất của mạng trạm (hình 4b, 4c). Qua các biểu đồ này có một số nhận xét như sau: 1) Phân bố động đất trong thời kỳ này chủ yếu

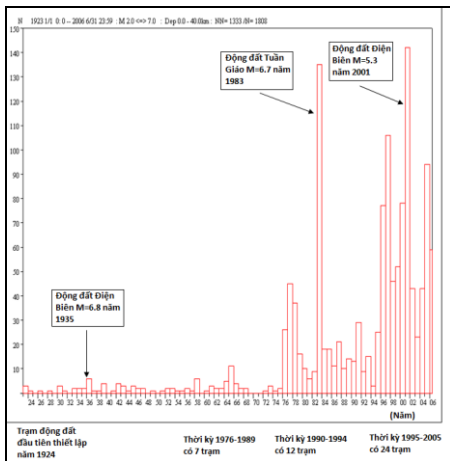
xuất hiện ở miền Bắc Việt Nam, độ lớn M (magnitude) động đất ghi nhận được từ 2,0 - 6,8, chấn tiêu động đất tập trung ở độ sâu từ 0 - 25 km; 2) Số lượng và độ lớn của các trận động đất ghi nhận từ hệ thống mạng trạm được chia thành 3 giai đoạn như sau:

Giai đoạn 1, từ năm 1924 đến 1975 trong

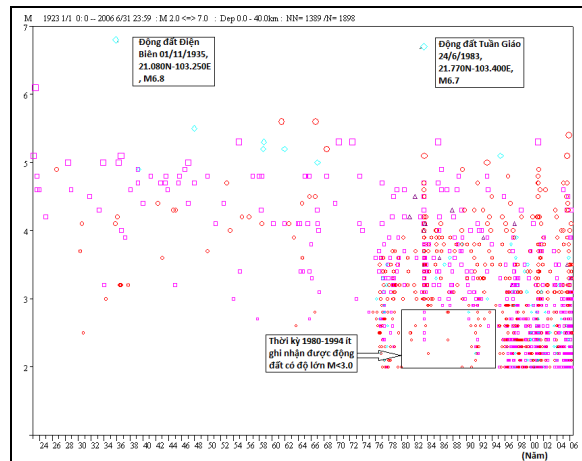
đanh mục chủ yếu là các trận động đất có độ lớn  $M \geq 4,0$  với tần suất thưa thớt. Với mạng trạm còn thưa nên thông tin động đất trong thời kỳ này ít được ghi nhận bởi các trạm địa chấn ở Việt Nam, chủ yếu được lấy từ nguồn quốc tế, qua điều tra động đất trong nhân dân và các tài liệu, văn liệu ghi chép trong lịch sử [3].



(a)



(b)



(c)

**Hình 4.** Biểu đồ biểu diễn khả năng ghi nhận động đất của mạng trạm địa chấn ở Việt Nam trong thời gian từ năm 1923 đến 2006 [4], trong đó: (a) Sơ đồ phân bố động đất lãnh thổ Việt Nam và lân cận thời kỳ 1923 - 2006; (b, c) Biểu đồ biểu diễn khả năng ghi nhận đầy đủ động đất theo từng thời kỳ phát triển mạng trạm

Giai đoạn 2, từ năm 1976 đến 1989, trên toàn lãnh thổ có 7 trạm địa chấn hoạt động liên tục, trong đó có 5 trạm ở khu vực miền Bắc.

Hình 4b cho thấy khả năng quan sát của mạng trạm đã được nâng lên đáng kể (cả về số lượng và độ lớn của các trận động đất) trong thời gian

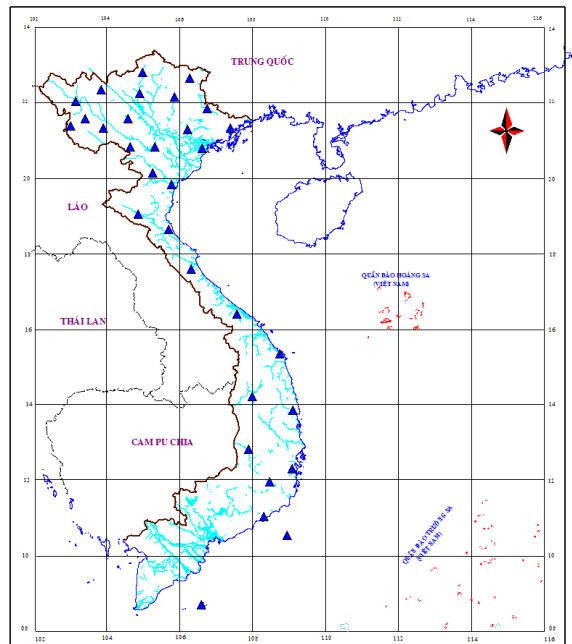
này. Ví dụ như vào năm 1983, khi động đất Tuần Giáo  $M = 6,7$  xảy ra, số lượng động đất ghi nhận được đã gia tăng đột biến thời gian đó, nhưng với động đất Điện Biên có độ lớn tương đương ( $M = 6,8$  năm 1935) thì không thấy như vậy (hình 4b).

Giai đoạn 3, từ năm 1990 đến 2005, khi mạng trạm địa chấn quốc gia đã được tăng cường lên thành 24 trạm, thì khả năng quan sát động đất ở Việt Nam cũng được cải thiện rõ rệt cả về số lượng và chất lượng. Trên biểu đồ 4c cho thấy số lượng trận động đất tăng lên khá nhiều so với các thời kỳ trước, vì trong giai đoạn 1996 - 2005 chúng ta đã có thể ghi nhận được những trận động đất có độ lớn  $M < 3,0$ , việc mà với số lượng trạm ít như trước đây thì rất khó thực hiện (hình 4c).

Thời kỳ 2006 - nay, là thời kỳ có sự thay đổi rất lớn trong quan sát động đất ở Việt Nam. Bắt đầu từ năm 2008, Viện Vật lý địa cầu được giao thực hiện Dự án “Tăng cường mạng lưới quan sát động đất phục vụ công tác báo tin động đất và cảnh báo sóng thần ở Việt Nam”. Mục tiêu của dự án là thiết lập mạng trạm gồm 30 trạm địa chấn dải rộng hiện đại trên toàn lãnh thổ, có khả năng ghi nhận các trận động đất có độ lớn  $M \geq 3,5$  trên đất liền và  $M \geq 6,5$  trên Biển Đông và lân cận, phục vụ công tác báo tin động đất và cảnh báo sóng thần ở Việt Nam. Trong thời gian từ năm 2008 đến 2016, mạng lưới trạm địa chấn quốc gia mới được hình thành và đi vào hoạt động, với 30 trạm phân bố trên khắp đất nước (hình 5 và bảng 1). Các trạm được trang bị máy địa chấn dải rộng hiện đại của các hãng Kinometrics (Hoa Kỳ), Guralp (Anh), với 3 loại máy địa chấn chu kỳ 120 giây, 40 giây, 30 giây và đầu đo gia tốc (hình 6). Tín hiệu động đất từ 30 trạm được kết nối internet tốc độ cao (ADSL), truyền liên tục trong thời gian thực (real time) về Trung tâm xử lý số liệu địa chấn đặt tại Viện Vật lý địa cầu, Hà Nội. Tại đây, số liệu được ghi nhận, xử lý tự động trong thời gian thực và đưa ra các thông số cơ bản của trận động đất (tọa độ chấn tâm, độ sâu chấn tiêu, độ lớn động đất (magnitude),...) chỉ trong vòng vài chục phút bằng chương trình SeisComP3 [5] của Đức chạy trên máy chủ. Vì vậy, thông tin động đất

vừa xảy ra luôn được cung cấp kịp thời, nhanh chóng và chính xác, phục vụ tốt nhiệm vụ báo tin động đất theo quy định của Chính phủ.

Với 30 trạm địa chấn dải rộng hoạt động liên tục, cung cấp một cơ sở dữ liệu động đất đầy đủ, chất lượng cao, mạng trạm địa chấn hiện nay đang đóng góp vào nâng cao tiềm lực khoa học cho Viện Vật lý địa cầu trong điều tra cơ bản, nghiên cứu địa chấn, đánh giá nguy hiểm động đất, đào tạo nguồn nhân lực có trình độ cao cho hiện tại và tương lai. Góp phần không nhỏ trong công tác phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai, phát triển kinh tế - xã hội của đất nước. Ngoài ra, vai trò của mạng trạm mới cũng phần nào nâng cao vị thế của ngành Vật lý địa cầu Việt Nam đối với quốc tế trong các lĩnh vực cảnh báo sớm thiên tai, nghiên cứu các tai biến tự nhiên,... trong khu vực và trên thế giới, góp phần vào quá trình hội nhập sâu rộng của chúng ta trong nghiên cứu khoa học với các quốc gia khác.



Hình 5. Sơ đồ phân bố mạng trạm địa chấn quốc gia hiện nay (hình tam giác) thuộc Dự án “Tăng cường mạng lưới quan sát động đất phục vụ công tác báo tin động đất và cảnh báo sóng thần ở Việt Nam”

**Bảng 2.** Thông tin mạng trạm địa chấn quốc gia hiện nay, thuộc Dự án “Tăng cường mạng lưới quan sát động đất phục vụ công tác báo tin động đất và cảnh báo sóng thần ở Việt Nam”

STT	Tên Trạm	Mã trạm	Vĩ độ	Kinh độ	Độ cao	Loại máy ghi	Loại máy địa chấn	Nền đá	Loại hầm đặt máy	Năm bắt đầu vận hành
1	Sơn La*	SLV	21,3252	103,9067	613	Q330HR	STS-2.0/ FBA-EST	Aleurolite (bột kết)	Hầm ngang	2009
2	Đà Lạt*	DLV	11,9652	108,4815	1.598	Q330HR	STS-2.0/ FBA-EST	Aleurolite	Hầm đứng	2009
3	Điện Biên	DBVB	21,3900	103,0184	492,8	Q330HRS	STS-2.0/ FBA-EST	Clay-slate (Phiến sét)	Hầm đứng	2010
4	Bắc Giang	BGVB	21,2900	106,2270	24	Q330HRS	STS-2.0/ FBA-EST	Aleurolite	Hầm đứng	2010
5	Lang Chánh	LAVB	20,1512	105,2587	70	Q330HRS	STS-2.5/ FBA-EST	Clay-slate	Hầm ngang	2010
6	Con Cuông	CCVB	19,0570	104,8558	42	Q330HRS	STS-2.0/ FBA-EST	Limestone (đá vôi)	Hầm 2 lớp	2010
7	Bình Định	BDVB	13,8645	109,1110	43,8	Q330HRS	STS-2.0/ FBA-EST	Granit	Hầm ngang	2010
8	Tiên Yên	TYVB	21,3349	107,3894	30	Q330HR	STS-2.5/ FBA-EST	Aleurolite	Hầm 2 lớp	2017
9	Hà Giang	HGVB	22,8167	104,9889	104	Q330HR	STS-2.5/ FBA-EST	Limestone	Hầm 2 lớp	2017
10	Huế	HUVB	16,4155	107,5687	24,5	Q330HR/ Guralp CMG-6TD	STS-2.5/ FBA-EST	Quartzite	Hầm ngang	2017
11	Côn Đảo	CDVB	8,6992	106,5969	88	Q330HR	STS-2.5/ FBA-EST	Granit	Hầm ngang	2017
12	Vinh	VIVB	18,6499	105,6965	52,9	Q330HR/ Guralp CMG-6TD	STS-2.0/ FBA-EST	Quartzite	Hầm đứng	2017
13	Phủ Liễn	PLV (PLVB)	20,8051	106,6277	31,9	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Quartzite	Hầm ngang	2016
14	Hòa Bình	HBVB	20,8421	105,3276	49,2	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Aleurolite	Hầm đứng	2016
15	Mộc Châu	MCVB	20,8336	104,6466	832	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Limestone	Hầm 2 lớp	2017
16	Mường Lay	MLVB	22,0419	103,1538	229,4	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Aleurolite	Hầm đứng	2016
17	Sa Pa (Tả Phìn)	SPVB	22,3450	103,843	988	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Limestone		2017
18	Văn Chấn	VCVB	21,5758	104,5943	357	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Aleurolite	Hầm 2 lớp	2016
19	Bắc Kạn	BKVB	22,1501	105,8561	129	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Clay-slate	Hầm ngang	2017
20	Cao Bằng	CBVB	22,6599	106,2711	235,8	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Clay-slate	Hầm đứng	2016
21	Lạng Sơn	LSVB	21,8526	106,7491	278	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Limestone	Hầm ngang	2017
22	Vĩnh Tuy	VTVB	22,2523	104,8989	368	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Clay-slate	Hầm ngang	2017
23	Thanh Hóa	THVB	19,8448	105,7837	20	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Limestone	Hầm ngang	2017



24	Quảng Bình	QBVB	17,6029	106,3277	19	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Clay-slate	Hàm ngang	2015
25	Quảng Ngãi	QNVB	15,3473	108,7423	30	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Granit	Hàm ngang	2015
26	Gia Lai	GLVB	14,2278	107,9984	714	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Granit	Hàm ngang	2015
27	Nha Trang	NHA (NTVB)	12,3035	109,0931	58	Q330HR/ Guralp CMG-6TD	PBB200/ FBA-EST	Andesite	Hàm 2 lớp	2015
28	Bình Thuận	BTVB	11,0502	108,3101	180	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Daxit	Hàm 2 lớp	2015
29	Buôn Mê Thuột	BMTB	12,8198	107,8940	288	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Bazan	Hàm 2 lớp	2017
30	Phú Quý	PQVB	10,5511	108,9476	29	Q330HR	PBB200/ FBA-EST	Bazan	Hàm đứng	2017
31	Tuần Giáo*	TGVB	21,5920	103,4179	570	Q330	Trillium-40	Aleurolite	Hàm đứng	1997

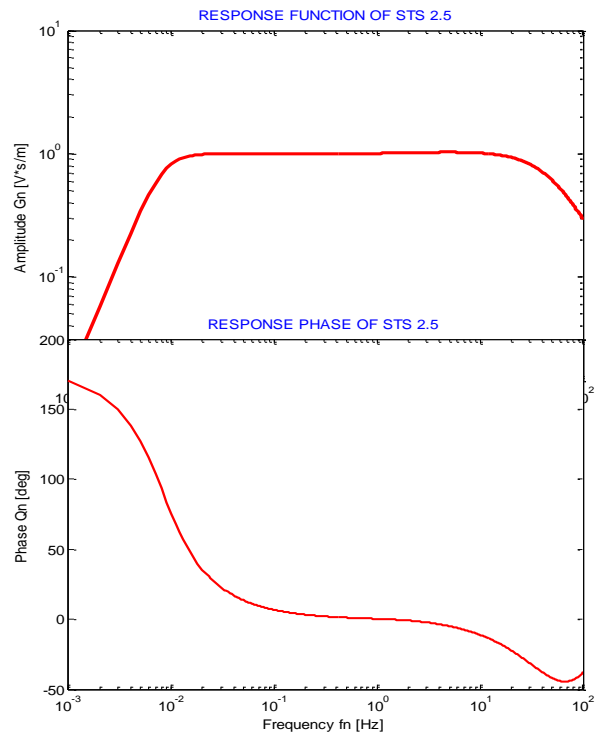
*Ghi chú:* Q330HRS/Q330HR: Máy ghi số độ phân dải cao; STS-2.5/STS-2.0: Đầu đo vận tốc dải rộng loại 120 giây; PBB200: Đầu đo vận tốc dải rộng loại 40 giây; FBA-EST: Đầu đo gia tốc; Guralp CMG-6TD: Máy địa chấn dải rộng loại 30 giây tích hợp máy ghi và đầu đo vận tốc; Sơn La\* và Đà Lạt\*: Thiết bị địa chấn được viện trợ không hoàn lại bởi Quỹ ủy thác khu vực về sóng thần của Liên Hiệp Quốc (UN-TRTF), thông qua Trung tâm Phòng chống thiên tai Châu Á (ADPC) năm 2009; Tuần Giáo\*: Là trạm địa chấn quốc gia không thuộc dự án 30 trạm.



(a) Máy địa chấn dải rộng STS-2.0, 120 giây, Kinometrics, Hoa Kỳ



(b) Máy địa chấn dải rộng STS-2.5, 120 giây, Kinometrics, Hoa Kỳ

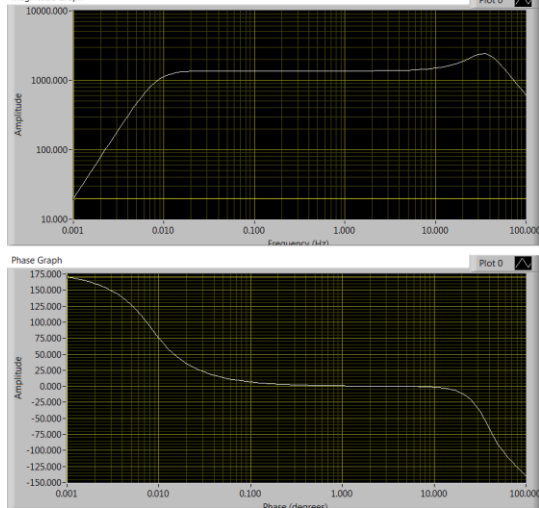


(c) Đường đặc trưng tần số và pha của máy địa chấn dải rộng 120 giây STS-2.0/2.5, Kinometrics, Hoa Kỳ

**Hình 6.** Hình ảnh các thiết bị địa chấn dải rộng lắp tại 30 trạm quan sát động đất thuộc Dự án “Tăng cường mạng lưới quan sát động đất phục vụ công tác báo tin động đất và cảnh báo sóng thần ở Việt Nam” và các thông số kỹ thuật cơ bản của chúng



(d) Máy địa chấn dải rộng Metrozet FBB200, 40 giây, Kinemetrics, Hoa Kỳ



(e) Đường đặc trưng tần số của máy địa chấn dải rộng 40 giây Metrozet FBB200, Kinemetrics, Hoa Kỳ



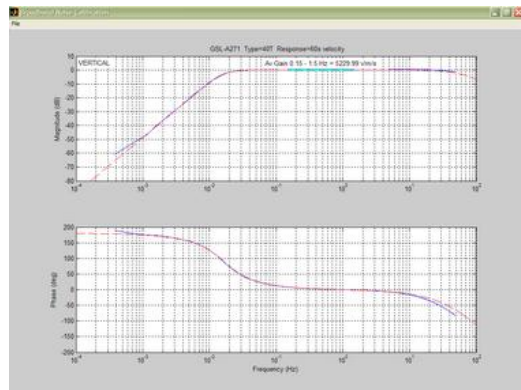
(f) Đầu đo gia tốc FBA-EST, Kinemetrics, Hoa Kỳ



(g) Máy ghi số độ phân dải cao Q330HR và máy lưu trữ số liệu Baler 44, Kinemetrics, Hoa Kỳ



(h) Máy địa chấn dải rộng tích hợp máy ghi và đầu đo vận tốc CMG-6TD, 30 giây, Guralp, Anh



(i) Đường đặc trưng tần số và pha của máy địa chấn dải rộng 30 giây, CMG-6TD, Guralp, Anh

**Hình 6.** Hình ảnh các thiết bị địa chấn dải rộng lắp tại 30 trạm quan sát động đất thuộc Dự án “Tăng cường mạng lưới quan sát động đất phục vụ công tác bảo tin động đất và cảnh báo sóng thần ở Việt Nam” và các thông số kỹ thuật cơ bản của chúng (tiếp)



(j) Trạm Buôn Mê Thuật



(k) Trạm Phú Quý, Bình Thuận

Hình 6. Hình ảnh các thiết bị địa chấn dải rộng lắp tại 30 trạm quan sát động đất thuộc Dự án “Tăng cường mạng lưới quan sát động đất phục vụ công tác báo tin động đất và cảnh báo sóng thần ở Việt Nam” và các thông số kỹ thuật cơ bản của chúng (tiếp)

## HỢP TÁC QUỐC TẾ VÀ HỘI NHẬP

Từ những giai đoạn đầu sơ khai, bên cạnh sự tâm huyết của các nhà khoa học Việt Nam, chúng ta đã rất cố gắng trong việc thiết lập các mối quan hệ quốc tế và các mối quan hệ đó luôn được duy trì, mở rộng theo năm tháng. Một số dấu mốc đó là:

Năm 1957, nhân năm Vật lý địa cầu Quốc tế, với sự giúp đỡ của các nhà khoa học Ba Lan, Trạm địa chấn Sa Pa được thiết lập và Trạm Phủ Liễn (Hải Phòng) được khôi phục hoạt động trở lại. Tháng 5 năm 1983, sau động đất  $M = 6,7$  xảy ra ở Tuần Giáo, Viện Vật lý địa cầu Ba Lan phối hợp với Viện Vật lý địa cầu Việt Nam thiết lập 3 trạm địa chấn tạm thời (trạm Bản Càng (BNC); Tuần Giáo (TUG) và Pha Đin (PHD)) để nghiên cứu dư chấn của động đất Tuần Giáo [6]. Những năm gần đây, hợp tác khoa học giữa Việt Nam và Ba Lan tiếp tục phát triển. Năm 2013, phía Ba Lan cho mượn 5 bộ máy địa chấn chu kỳ ngắn quan sát động đất kích thích ở khu vực công trình thủy điện Sông Tranh 2, Bắc Trà My, Quảng Nam. Sau 3 năm hoạt động, cùng với các trạm của Viện Vật lý địa cầu đã ghi nhận được gần 3.000 trận động đất trong khu vực, góp phần tích cực vào nghiên cứu động đất kích thích ở đây trong thời gian vừa qua. Năm 2016, Ba Lan tiếp tục gửi sang 9 bộ máy địa chấn chu kỳ ngắn của hãng GeoSIG, Thụy Sĩ, cùng chúng ta tiếp tục nghiên cứu động đất kích thích ở công trình thủy điện Lai Châu và ở Sông Tranh 2.

Dự án VIE-84/001 và VIE-93/002 thực hiện ở Việt Nam trong thời gian từ năm 1995 đến 2005, với sự đóng góp tích cực của GS. Hoàng Trọng Phổ và các chuyên gia của Viện Vật lý địa cầu Strasbourg (Pháp), mạng lưới quan sát động đất quốc gia đã được tăng cường thành 24 trạm ghi số. Quan trắc động đất ở Việt Nam đã được tiếp cận công nghệ mới, sử dụng kỹ thuật ghi số và truyền tín hiệu trong thời gian gần thực (telemetry network). Nhờ vậy, số trận động đất ghi nhận được trong thời gian này đã tăng lên đáng kể cả về số lượng và chất lượng, góp phần quan trọng vào quá trình phát triển mạng lưới quan sát và nghiên cứu địa chấn ở Việt Nam [7].

Từ năm 1999 đến 2006, xây dựng hợp tác nghiên cứu với Trường Đại học tổng hợp Tokyo, Nhật Bản, hệ thống quan sát động đất ở Việt Nam được lắp đặt thêm 6 trạm địa chấn dải rộng. Thời gian sau, Cơ quan Khoa học và Công nghệ địa biển Nhật Bản (Jamstec) tiếp tục hợp tác với Viện Vật lý địa cầu duy trì hoạt động 3 bộ máy địa chấn dải rộng tại các Trạm Sa Pa, Phủ Liễn và Vinh phục vụ nghiên cứu địa chấn ở Việt Nam và khu vực. Trong hợp tác này, ngoài nhiệm vụ quan sát động đất, việc trao đổi khoa học giữa hai bên luôn được chú trọng nhằm nâng cao trình độ chuyên môn nghiệp vụ cho các cán bộ khoa học trẻ của Việt Nam. Hàng năm, một số cán bộ của Việt Nam được gửi sang đào tạo tại Nhật Bản, đồng thời phía Nhật Bản cũng gửi các chuyên gia cố kinh

nghiệm trong lĩnh vực nghiên cứu và quan trắc địa chấn sang mở các lớp học ngắn hạn tại Viện Vật lý địa cầu.

Bắt đầu từ năm 2005, trong hợp tác nghiên cứu khoa học giữa Viện Vật lý địa cầu và Viện Các khoa học Trái đất (Đài Bắc Trung Quốc), 24 bộ máy địa chấn dải rộng STS-2/Trillium-40, hệ máy ghi Q330 được đưa vào hoạt động trên miền Bắc Việt Nam. Trải qua hơn 10 năm hoạt động, mạng trạm trên đã thu thập được bộ số liệu động đất, có chất lượng cao, rất có ích trong các nghiên cứu về địa chấn như: Định lượng được về mặt cắt vận tốc [8], thang năng lượng động đất địa phương [9, 10], cơ cấu chấn tiêu động đất, cấu trúc sâu vỏ quả đất miền Bắc Việt Nam. Hợp tác này ngoài tạo cơ hội cho các cán bộ của Viện tiếp xúc, nắm bắt được kỹ thuật quan sát động đất trên các thiết bị hiện đại còn góp phần đào tạo nâng cao trình độ các cán bộ trẻ của Việt Nam.

Chúng ta còn mở thêm quan hệ và nhận được sự giúp đỡ của các tổ chức quốc tế. Năm 2009, Quỹ ủy thác khu vực về sóng thần của Liên Hiệp Quốc (UN-TRTF), thông qua Trung tâm Phòng chống thiên tai Châu Á (ADPC) đã viện trợ không hoàn lại cho Việt Nam 2 trạm địa chấn dải rộng tại Sơn La và Đà Lạt, những trạm này được kết nối, truyền số liệu qua vệ tinh (hình 7). Hiện nay 2 trạm này thuộc mạng trạm quan sát động đất quốc gia Việt Nam, đóng góp số liệu động đất vào mạng lưới quốc tế thông qua Trung tâm cảnh báo sớm các thiên tai khu vực (Rimes) phục vụ báo tin động đất cảnh báo sóng thần khu vực Á - Phi. Từ năm 2009 đến nay, Rimes đã tiếp nhận hàng chục cán bộ khoa học trẻ của Viện sang để đào tạo về trực ca báo tin động đất, cảnh báo sóng thần.



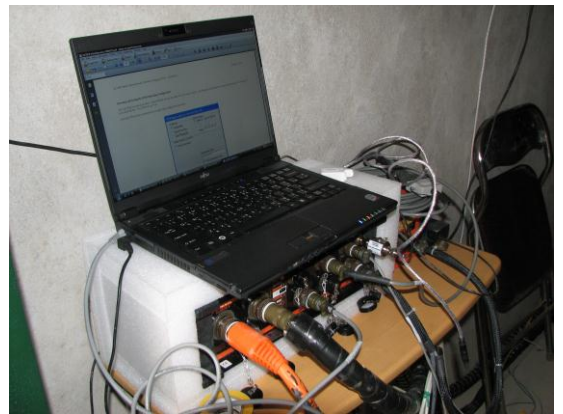
(a) Trạm Đà Lạt



(b) Hầm đứng đặt máy địa chấn



(c) Hầm ngang đặt máy địa chấn Trạm Sơn La



(d) Máy ghi động đất Q330HR lắp tại trạm

*Hình 7. Lắp đặt thiết bị địa chấn và vệ tinh tại 2 Trạm Sơn La và Đà Lạt*

Từ ngày 9-17/9/2015, Viện Vật lý địa cầu phối hợp với Cơ quan nghiên cứu địa chấn Hoa Kỳ (Incorporated Research Institutions for Seismology (IRIS)) tổ chức hội thảo về “Quản lý cơ sở dữ liệu mạng trạm địa chấn” tại Hà Nội. Đã có 10 giảng viên đến từ Hoa Kỳ, Đức và 50 học viên từ 20 quốc gia ở khu vực Châu Á tham dự. Hội thảo đã cung cấp cho các học viên những kiến thức cơ bản và nâng cao trong lĩnh vực quản lý, vận hành mạng trạm quan sát động đất và sử dụng số liệu trong các nghiên cứu địa chấn. Hội thảo đã kết thúc thành công rực rỡ, để lại nhiều ấn tượng tốt đẹp cho Ban tổ chức và bạn bè quốc tế.

### **QUAN SÁT ĐỘNG ĐẤT Ở VIỆT NAM GÓP PHẦN VÀO PHÒNG TRÁNH, GIẢM NHẸ THIÊN TAI PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN KINH TẾ - XÃ HỘI**

Bên cạnh các trạm địa chấn quốc gia, trong từng lúc và tùy từng mục đích nghiên cứu, các trạm địa chấn tạm thời được thiết lập đáp ứng yêu cầu của thực tiễn sản xuất và nghiên cứu, mặt khác nó bổ sung cơ sở dữ liệu địa chấn của Việt Nam.

Việc lắp đặt, vận hành các trạm quan sát động đất tạm thời phục vụ theo dõi, nghiên cứu động đất ở các công trình thủy điện Sơn La, Hòa Bình, Trị An, Yaly đã được Viện Vật lý địa cầu thực hiện từ những năm 80-90 của thế kỷ trước [1]. Ngoài ra, để phục vụ cho các nhu cầu nghiên cứu về dao động động đất nhằm xây dựng quy phạm về xây dựng trong những vùng động đất ở Việt Nam, hiện nay, Viện Vật lý địa cầu lắp đặt tổng cộng 30 máy đo gia tốc đặt ở mạng trạm quốc gia.

Từ năm 2009 đến 2012, một hệ thống quan sát động đất địa phương gồm 6 trạm được bố trí xung quanh khu vực hồ thủy điện Sơn La nhằm mục đích nghiên cứu dự báo động đất kích thích ở khu vực này. Năm 2012, phục vụ đề tài “Nghiên cứu tác động địa chấn kiến tạo đến sự ổn định công trình thủy điện Sông Tranh 2, khu vực Bắc Trà My, tỉnh Quảng Nam”, 10 trạm quan trắc động đất địa phương đã được thiết lập ở khu vực hồ thủy điện Sông Tranh 2, đến nay các trạm này vẫn tiếp tục được duy trì hoạt động. Năm 2016, mạng lưới quan sát động đất gồm 16 trạm được xây dựng ở khu vực Tây Bắc

nhằm nghiên cứu, đánh giá động đất kích thích hồ chứa trên hệ thống bậc thang thủy điện Sông Đà. Từ năm 2014 đến nay, Viện Vật lý địa cầu phối hợp với Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) thiết lập và vận hành 9 trạm quan trắc động đất kích thích ở khu vực các công trình thủy điện Lai Châu, Bản Chát và Huội Quảng, góp phần vào vận hành an toàn các hồ thủy điện trên. Bắt đầu từ năm 2017, một mạng lưới 10 trạm động đất tạm thời được lắp đặt tại khu vực huyện A Lưới, tỉnh Thừa Thiên Huế nhằm theo dõi hoạt động động đất kích thích ở khu vực các hồ thủy điện A Lưới, Hương Điền, Tả Trạch,... và nghiên cứu địa chấn trong khu vực.

### **KẾT LUẬN**

Trong gần 100 năm hình thành và phát triển, mạng lưới quan sát động đất Việt Nam đã trải qua nhiều giai đoạn và đạt được một số thành tựu như sau:

Quan sát động đất ở Việt Nam được hình thành từ khá sớm, trải qua nhiều giai đoạn phát triển, đến nay đã được hiện đại hóa với 30 trạm quan sát động đất bằng hệ máy địa chấn dải rộng tiên tiến, truyền và xử lý tín hiệu động đất tự động trong thời gian thực qua internet và vệ tinh. Mạng trạm địa chấn hiện nay đạt tiêu chuẩn quốc tế, đủ khả năng ghi nhận các trận động đất có độ lớn  $M \geq 3,5$  trên đất liền và  $M \geq 6,5$  trên Biển Đông và lân cận, phục vụ kịp thời công tác báo tin động đất và cảnh báo sóng thần ở Việt Nam.

Hệ thống quan sát động đất ở Việt Nam đã và đang có những đóng góp quan trọng trong điều tra cơ bản Vật lý địa cầu, nghiên cứu địa chấn,... phục vụ phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai, góp phần vào phát triển kinh tế - xã hội ở nước ta. Ngoài cung cấp số liệu tức thời phục vụ báo tin động đất theo Quy chế của Chính phủ, còn phục vụ nghiên cứu, quy hoạch kháng chấn cho vùng, lãnh thổ Việt Nam. Kết hợp với mạng trạm tạm thời, theo dõi hoạt động động đất kích thích giúp vận hành an toàn các hồ thủy điện lớn như Sơn La, Hòa Bình, Lai Châu, Trị An, Yaly, Huội Quảng, Bản Chát, Nậm Chiến, Sông Tranh,...

Hợp tác quốc tế trong lĩnh vực quan sát động đất được bắt đầu từ năm 1957, đến nay, trải qua hơn 60 năm, chúng ta đã có mối quan

hệ với nhiều quốc gia có nền khoa học tiên tiến (Nga, Pháp, Trung Quốc, Nhật Bản, Ba Lan, Hoa Kỳ,...) và các tổ chức quốc tế có uy tín (UNDP, PTWC, CTBTO, IRIS, ADPC, RIMES,...). Qua hợp tác quốc tế, mạng trạm quan trắc và nghiên cứu địa chấn ở Việt Nam từng bước được cải thiện, hội nhập với khu vực và thế giới.

Tuy nhiên, muốn kiểm soát đầy đủ chế độ động đất, nghiên cứu các đặc trưng động lực của chấn tiêu và tiến tới nghiên cứu dự báo động đất rất cần: 1) Bổ sung thêm các trạm ở khu vực Nam Bộ và trên biển, hiện nay vẫn còn quá thưa nên khó ghi nhận các trận động đất yếu; 2) Tiếp cận các phương pháp xử lý, phân tích tiên tiến, chú trọng khai thác các sóng địa chấn; 3) Tập trung đào tạo đội ngũ kế cận, nguồn nhân lực cho tương lai.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Trần Quang Khóa và Lê Tử Sơn, 1997. Mạng lưới trạm địa chấn và phương pháp xác định các thông số cơ bản của động đất. Thành tựu nghiên cứu vật lý địa cầu. *Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội*.
2. Havskov J. and Lars Ottemöller, 2008. The earthquake analysis software (SEISAN), Department of Earth Science University of Bergen, Allégaten 41, 5007 Bergen, Norway.
3. Nguyễn Đình Xuyên và nnk., 2004. Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ đề tài độc lập cấp Nhà nước “Nghiên cứu dự báo động đất và dao động nền ở Việt Nam”. Thư viện Viện Vật lý địa cầu.
4. Nguyen Anh Duong, 2008. Seismic activity and earthquake monitoring capability of seismic station network in Vietnam. In final report of JICA training course “Operating Management of Earthquake, Tsunami, Volcano Eruption Observation system” in 2007-2008 at Nagoya University, Japan.
5. Geofon and Gitews, 2009. SeisComP3 Manual. Regional Training Course on Seismological Communication Processor (SeisComP3). 25-29 May 2009, Bangkok, Thailand.
6. Slawomir J. Gibowicz, Niewiadomski, Pham Van Thuc, 1987. Source study of the Tuan Giao, Viet Nam earthquake of 24 June 1983. *Acta Geophysics Polonica*, Vol. XXXV, no.1.
7. Lê Tử Sơn, 2008. Quan sát động đất Việt Nam, hiện tại và tương lai. Tuyển tập các công trình nghiên cứu vật lý địa cầu 2008.
8. Hà Thị Giang và nnk., 2012. Xây dựng mô hình cấu trúc vận tốc vỏ quả đất 1D cho khu vực Tây Bắc Việt Nam. Báo cáo đề tài cơ sở Viện Vật lý địa cầu năm 2012.
9. Lê Tử Sơn và Đinh Quốc Văn, 2008. Thang năng lượng động đất địa phương (ML) khu vực Tây Bắc Việt Nam. *Tạp chí Các khoa học về trái đất*, 30(1), 345-349.
10. Le Minh Nguyen et al., 2011. The first  $M_L$  scale for North of Vietnam. *Journal of Asian Earth Sciences* **40**(?), 279-286.

## **THE VIETNAM NATIONAL SEISMOLOGICAL NETWORK: ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT**

**Đinh Quốc Văn, Nguyễn Xuân Anh, Nguyễn Xuân Bình, Lê Huy Minh, Nguyễn Văn Giang,  
Nguyễn Lê Minh, Nguyễn Tiến Hưng, Lê Quang Khôi, Nguyễn Ngọc Thủy, Lê Tử Sơn, Đinh  
Đoan Phùng, Doan Thị Ngoan, Nguyễn Danh Dũng, Nguyễn Thanh Bình**

*Institute of Geophysics, VAST*

**ABSTRACT:** In this article, by combining/following previous publications, we summarize the history of nearly 100 years of development of the Vietnam seismological network and its achievements in earthquake monitoring and seismological research to contribute to prevention and

mitigation of natural disasters and sustainable development of the country. Earthquake observation in Vietnam has gone through many stages of development, the first seismic station was established in Sapa by the French in 1924. In the years of 70-80s of the 20<sup>th</sup> Century, the earthquake monitoring network of Vietnam consisted of 7 stations, including five stations distributed in the Northern part (Phu Lien, Sa Pa, Bac Giang, Hoa Binh, Tuyen Quang) and two stations located in the south (Nha Trang and Da Lat). In the period from 1990 to 2005, the national seismological network with 24 digital seismographs and short-period sensors was created and distributed throughout the country. Today, earthquake monitoring in Vietnam has made great progress, the new seismological network with 30 broadband stations with advanced earthquake monitoring technology been established completely in 2017. The international cooperation on earthquake monitoring and seismological research is always promoted and expanded, over the past 60 years, IGP has collaborated with many scientific organizations from different countries such as Russia, France, China, Japan, Poland, The United State of America,... and prestigious international organizations as UNDP, PTWC, CTBTO, IRIS, ADPC, RIMES,.. Through these cooperations, many research projects have been done and Vietnamese seismologists have been trained and educated at different levels that help to improve their knowledge earthquake monitoring and seismological research. Besides operating the national seismological network, some local seismic networks have also been established by Institute of Geophysics for many years to monitor and study induced seismicity in some reservoirs of hydropower dams such as Son La, Hoa Binh, Tri An, Yaly, Song Tranh, Lai Chau, Huoi Quang, Ban Chat,...

**Keywords:** Seismic station, seismic instrument, earthquake monitoring, Vietnam.