

BÀN VỀ VẤN ĐỀ XÂY DỰNG KHUNG THAM CHIẾU ĐỘNG Ở VIỆT NAM

ThS. NGUYỄN TUẤN ANH

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Tóm tắt

Bài báo bàn về các vấn đề liên quan đến việc xây dựng khung tham chiếu động ở Việt Nam, trong đó nêu ra tính cấp thiết nhằm đáp ứng được sự cải thiện về độ chính xác, phù hợp với các quy luật tự nhiên của Trái đất, đặc biệt phải thích nghi với các phương tiện, máy móc, công nghệ hiện đại, đồng thời dễ dàng kết nối với các tài liệu trắc địa - bản đồ đã có cũng như kết nối ra các mạng lưới khác ở khu vực và trên thế giới.

Trên thế giới, trước năm 1984 không có khái niệm về hệ quy chiếu trắc địa cho toàn trái đất vì công nghệ chưa cho phép kết nối tọa độ toàn cầu. Vào cuối những năm 1970, đầu những năm 1980, công nghệ trắc địa vệ tinh như Giao thoa đường đáy dài (VLBI - Very Long Base Interferometry), công nghệ đo khoảng cách bằng laser trên vệ tinh (SLR - Satellite laser ranging), công nghệ định vị bằng hiệu ứng Doppler từ vệ tinh, ví dụ như hệ hồng DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) đã giúp cho con người có khả năng xây dựng hệ quy chiếu tọa độ toàn cầu. Đến 1984, Hiệp hội trắc địa quốc tế IAG (International Association of Geodesy) đã thống nhất lựa chọn hệ quy chiếu WGS-84 (World Geodetic System). Kể từ khi công nghệ định vị vệ tinh toàn cầu GPS được sử dụng vào mục đích dân sự, các nhà khoa học trắc địa trên thế giới đã bắt đầu tư duy về một mạng lưới tọa độ toàn cầu và xây dựng các khung quy chiếu phụ thuộc thời gian. Từ đầu những năm 1990, lưới trắc địa toàn cầu IGS (International GNSS Service) đã hình thành, vận hành và hệ quy chiếu động ITRF (International Terrestrial Reference Frame) đã được xác định phiên bản đầu tiên vào năm 1994. Từ đó, khái niệm khung quy chiếu động ITRF đã thay thế WGS-84.

Tại Việt Nam, công nghệ GPS được áp dụng từ đầu những năm 1990 và đã xây dựng được Hệ quy chiếu tọa độ VN-2000 trên quan điểm tĩnh của WGS-84. Đây là việc làm cấp thiết để thống nhất hệ tọa độ quốc gia và kết nối quốc tế. Kết luận tại bản báo cáo về Hệ quy chiếu tọa độ VN-2000 đã đưa ra đề xuất về việc tiếp tục xây dựng hệ quy chiếu trắc địa theo quan điểm động, kịp với tư duy khoa học trên thế giới. Sự thực, từ 2000 tới nay tại Việt Nam, câu chuyện hệ quy chiếu động vẫn chỉ là những tư duy khoa học để thảo luận, chưa có bất kỳ một dự án thực tế nào cụ thể. Hy vọng, hệ thống trạm CORS được xây dựng tại Việt Nam bắt đầu từ 2018 sẽ là cơ sở thực tiễn để xây dựng hệ quy chiếu theo quan điểm động cho Việt Nam.

Bài báo này đưa ra những tư duy khoa học về quy trình tổ chức thực hiện việc xây dựng hệ quy chiếu động sao cho bảo đảm tính khoa học, tính khả thi trên thực tiễn và tính hiệu quả trong triển khai.

Từ khóa: Hệ quy chiếu trắc địa, Hệ quy chiếu động, Trắc địa Việt Nam.

1. Đặt vấn đề

Hệ tọa độ quốc gia VN-2000 với việc sử dụng công nghệ GPS đã cho phép tạo ra được một kết nối không gian nhất quán trên phạm vi toàn quốc, đặc biệt với mạng lưới cấp "0" ở thời điểm đó được coi như một khung quy chiếu chặt chẽ bao trùm toàn lãnh thổ, làm cơ sở gắn kết từ các mạng lưới cấp thấp hơn cho đến

các lưới đo vẽ và cuối cùng là điểm đo chi tiết (mà sử dụng các công nghệ đo đạc khác nhau) trong một hệ tọa độ toán học nhất quán. Tuy nhiên đây là khung quy chiếu tĩnh, tọa độ được tạo ra gắn với một thời điểm cụ thể (lúc tạo ra VN-2000), trong khi đó Trái đất là một thực thể tồn tại khách quan trong vũ trụ, luôn vận động và biến đổi không ngừng với các tác động nội tại từ bên trong cũng như các ảnh hưởng tương tác

từ bên ngoài. Đặc biệt với các hoạt động kiến tạo đã gây ra các chuyển dịch ngang của lớp vỏ Trái đất là khá rõ nét. Do vậy khung quy chiếu này cần được giám sát, duy trì và cập nhật (cho tất cả các kết nối quy chiếu đến nó) khi các chuyển dịch quan trắc được đạt tới ngưỡng giới hạn cho phép.

Thời gian qua, chúng ta đã thực hiện và được phê duyệt các dự án xây dựng các trạm quan trắc sử dụng công nghệ GNSS độ chính xác cao trên biên giới, hải đảo, đặc biệt là 24 trạm CORS Geodetic quan trắc dữ liệu GNSS liên tục 24/7 cũng như các trạm APRGP (Asia Pacific Regional Geodetic Project) đã hoạt động và các trạm địa động học khác quan trắc theo chu kỳ cho phép chúng ta kế thừa, tận dụng và tích hợp tọa độ và dữ liệu quan trắc GNSS độ chính xác cao của các trạm để xây dựng một mạng lưới khung quy chiếu quốc gia theo quan điểm động, kết nối các trạm phủ trùm toàn quốc bao gồm biên giới, hải đảo, đất liền và các khu vực trọng điểm kinh tế - xã hội, để vừa có khả năng làm cơ sở cho việc kết nối tọa độ VN-2000 trên toàn quốc, vừa có khả năng kết nối với các trạm IGS quốc tế để giám sát, duy trì và cập nhật các phiên bản khung quy chiếu cho hệ tọa độ, hệ quy chiếu quốc gia.

2. Giải quyết vấn đề

2.1. Mục tiêu hướng đến

Từ lý luận và thực tiễn, có thể đặt ra các mục tiêu cần hướng đến bao gồm:

- ❖ Xây dựng một mạng lưới khung quy chiếu quốc gia, chính xác, nhất quán và thường trực, liên kết các vị trí kiên cố bao trùm toàn quốc gồm biên giới, hải đảo, đất liền và các khu vực trọng điểm kinh tế - xã hội.
- ❖ Tạo cơ sở cho việc sử dụng các công nghệ hiện đại kết nối, cập nhật, tăng dày, tạo mới các dữ liệu của hạ tầng thông tin địa lý quốc gia.
- ❖ Duy trì, giám sát và xây dựng các phiên bản cập nhật khung quy chiếu quốc gia, làm cơ sở để tính toán cập nhật lại tọa độ của các thực thể kết nối, quy chiếu đến nó khi tới thời điểm các vị trí của khung quy chiếu quốc gia chuyển dịch vượt ngưỡng cho phép.
- ❖ Kế thừa, tích hợp các mạng lưới có sẵn, sử dụng, khai thác tối đa, triệt để các đặc tính của mạng lưới liên tục CORS Geodetic vào đa mục đích sử dụng.

2.2. Nhất quán về quan điểm và đưa ra giải pháp cốt lõi

Chúng ta phải thừa nhận rằng hệ tọa độ VN-2000

được liên kết bằng mạng lưới cấp "0" dựa trên công nghệ GPS tại thời điểm thành lập đã coi như đạt độ liên kết không gian ở quy mô toàn quốc là nhất quán, tuy độ chính xác chưa phải là cao nhất nhưng cũng đáp ứng được các yêu cầu của lĩnh vực trắc địa - bản đồ.

Với quy mô lãnh thổ như ở Việt Nam, lưới khung quy chiếu chỉ cần 24 điểm CORS Geodetic được xây dựng kiên cố, có điều kiện thu tín hiệu GNSS tốt và đặt máy thu tín hiệu GNSS liên tục, có vị trí bố trí như đồ hình thiết kế theo Hình 1 dưới đây. Lưới này có liên kết không gian giữa các điểm trong lưới và các điểm IGS quốc tế ở độ chính xác rất cao thông qua các trị đo GNSS liên tục 24/7.

Chúng ta không bàn đến hệ tọa độ HN-72 ở vì hầu hết các sản phẩm trắc địa và bản đồ cho đến ngày nay đã chuẩn hóa trong hệ tọa độ VN-2000 rồi và khi xây dựng hệ tọa độ VN-2000 cũng đã hoàn thành trách nhiệm xây dựng các công cụ tính chuyển giữa HN-72 và VN-2000.

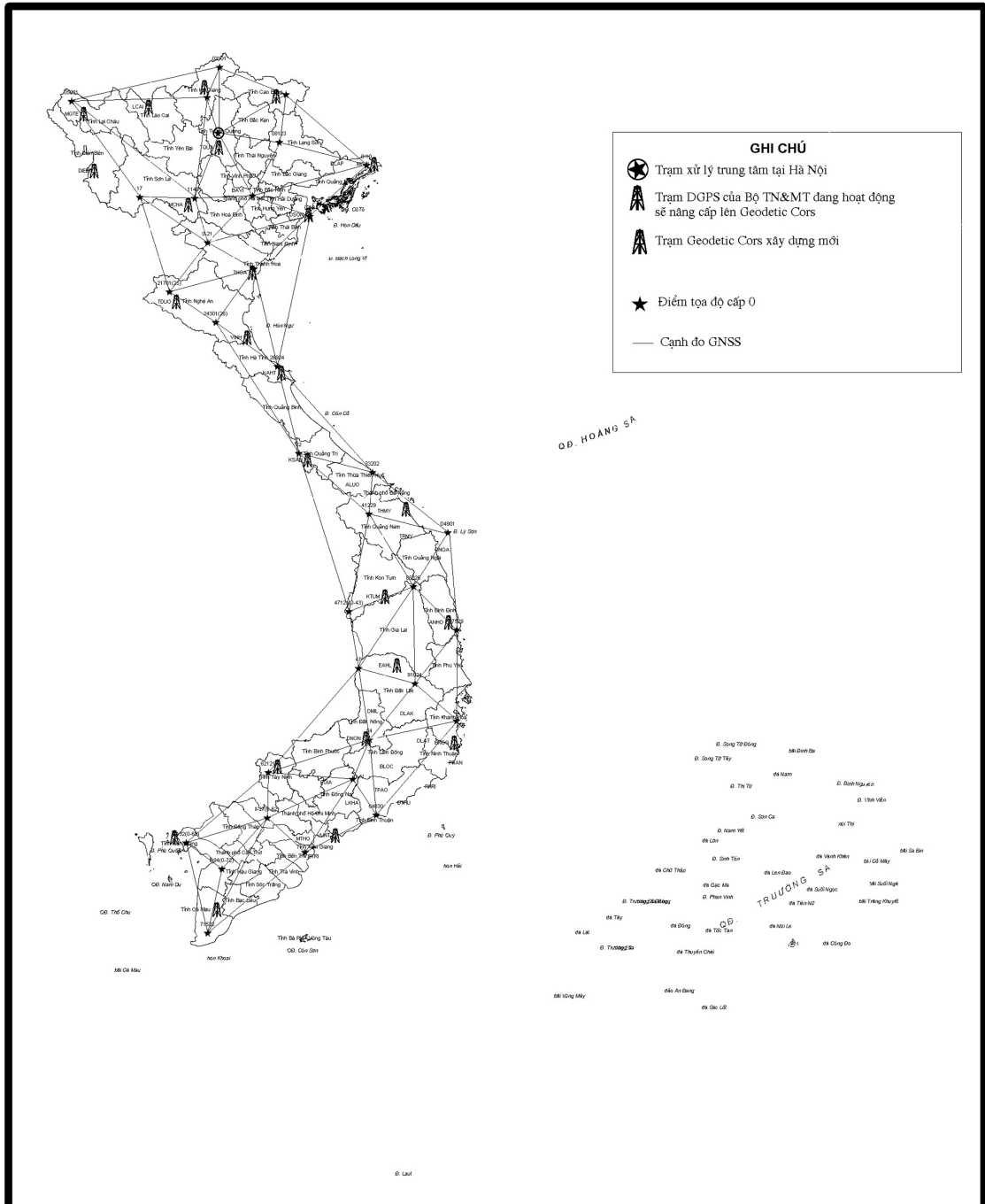
Chúng ta vẫn duy trì và sử dụng hệ tọa độ VN-2000, việc thành lập lưới khung này không nhằm mục đích xây dựng lại hệ tọa độ mới. Các tài liệu trắc địa và bản đồ được đo đạc, thành lập trước thời điểm có khung quy chiếu thì vẫn giữ nguyên, chỉ các tài liệu được đo đạc thực hiện sau thời điểm công bố khung quy chiếu mới phải cập nhật các tham số theo khung quy chiếu mới.

Vai trò làm quy chiếu, mối quan hệ và ý nghĩa của lưới khung này như thế nào đối với toàn bộ hệ thống các điểm khống chế và hệ thống các bản đồ hiện có trong hệ tọa độ VN-2000, việc kết nối ra hệ tọa độ quốc tế ITRF nhằm mục đích gì? Câu hỏi này sẽ được lần lượt diễn giải trả lời như sau:

- ❖ Lưới khung này tại chu kỳ đầu tiên cần đo nối với các điểm IGS để xác định tọa độ quốc tế ITRF ở thời điểm chu kỳ đầu tiên.
- ❖ Lựa chọn 24 điểm lưới cấp "0" và 4 điểm ngoài hải đảo (các điểm này đã có tọa độ VN-2000) có vị trí phân bố đều phủ trùm toàn quốc, mốc xây dựng kiên cố ổn định, có điều kiện thu tín hiệu GNSS tốt, sau đó đo nối với độ chính xác cao với lưới khung để xác định tọa độ quốc tế ITRF tại chu kỳ đầu tiên cho 28 điểm này.
- ❖ Sử dụng 28 điểm có tọa độ song trùng này để tính toán 7 tham số chuyển đổi tọa độ Helmert giữa

tọa độ VN-2000 với ITRF và ngược lại, ở chu kỳ đầu tiên (VN-2000 là hệ tọa độ tĩnh, các giá trị tọa độ của điểm được đo đạc, tính toán, xác lập tại thời điểm công bố hệ tọa độ VN2000). Theo quan điểm khung quy chiếu hệ tọa độ động độ chính xác cao, nếu không có mô hình vận tốc chuyển dịch của các điểm gốc (điểm cố định) thì chúng ta không thể dùng tọa độ từ gần 20 năm của các điểm làm điểm gốc không chế để đưa

vào tính toán, bình sai cho một mạng lưới với các trị đo GNSS mới thực hiện và ngược lại chúng ta cũng không thể đưa tọa độ kết nối quốc tế ITRF theo mô hình vận tốc vào để làm điểm cố định cho một mạng lưới gồm các trị đo GNSS được thực hiện từ gần 20 năm trước. Tóm lại, tọa độ gốc phải cùng thời điểm với các trị đo kết nối các mốc ở thời gian tương ứng, do vậy mối liên kết giữa tọa độ VN-2000 cũ và ITRF mới



ở chu kỳ đầu tiên phải thông qua 7 tham số Helmert. Đây cũng chính là các tham số cho phiên bản khung quy chiếu ở chu kỳ đầu tiên.

❖ Dùng 7 tham số này để tính ra tọa độ VN-2000 cho 24 trạm CORS Geodetic. Chúng ta cũng có thể dùng các điểm lưới cấp “0” để xác định tọa độ VN-2000 rồi bình sai tính toán theo tọa độ VN-2000 cho lưới khung CORS Geodetic, sau đó so sánh 2 kết quả để kiểm tra.

❖ Tại các chu kỳ tiếp theo với thời gian giãn cách là 1 năm, chúng ta lại đo nối 24 điểm của lưới khung CORS Geodetic với các điểm IGS quốc tế để tính toán tọa độ và vector vận tốc chuyển dịch của 24 điểm lưới khung CORS Geodetic. Khi đến một chu kỳ nào đó mà so với thời điểm lập khung, khoảng dịch của các trạm CORS vượt ngưỡng cho phép thì cập nhật lại tọa độ VN-2000 tương ứng theo vận tốc chuyển dịch, thiết lập các tham số cho phiên bản khung quy chiếu mới, cập nhật tọa độ VN-2000/ITRF của các mốc trên toàn quốc theo 7 tham số tính chuyển của khung tọa độ mới. Điều này là đúng đắn vì thực tế thông qua 24 điểm CORS Geodetic để duy trì và giám sát khung quy chiếu đã chỉ ra có sự chuyển dịch mảng lớp vỏ Trái đất (cả tuyệt đối và tương đối) dẫn đến tọa độ các mốc bị xô dịch, sau khi cập nhật các mốc trên toàn quốc thì mỗi mốc sẽ có tọa độ VN-2000 gốc ban đầu, tọa độ VN-2000 và ITRF tại thời điểm cập nhật khung quy chiếu (khi xây dựng xong các trạm CORS NRTK (Network Real Time Kinematic Positioning) phủ trùm toàn quốc thì mới có thể bỏ hệ thống mốc khống chế các cấp như hiện nay được).

Như diễn giải ở mục trên, do không thể truyền tọa độ VN-2000 trực tiếp cho các điểm trạm CORS Geodetic được, nên tại chu kỳ đầu tiên chúng ta phải thông qua một số điểm lưới cấp “0” và lưới hải đảo đã có tọa độ VN-2000 (phân bố đều, bao trùm toàn quốc, mốc kiên cố ổn định, ở vị trí có điều kiện thu tín hiệu GNSS tốt) làm trung gian, sau đó tính cập tọa độ song trùng VN-2000/ITRF để tính 7 tham số Helmert giữa VN-2000 và ITRF ở thời điểm hiện tại. Sau đó sẽ dùng các tham số này để tính tọa độ VN-2000 cho 24 điểm CORS Geodetic mà chúng ta đã chọn làm lưới khung quy chiếu. Tại các chu kỳ sau, chúng ta sẽ không cần dùng đến các điểm lưới cấp “0” làm trung gian nữa. Công việc này chỉ có thể được thực hiện chặt chẽ nếu kết nối không gian thông qua các trị đo GNSS giữa

các điểm của lưới trung gian và lưới trạm CORS Geodetic là vững chắc. Chúng ta cũng có thể dùng 7 tham số này để tính ra tọa độ ITRF tại thời điểm lập khung quy chiếu cho bất cứ điểm nào đã có tọa độ VN-2000.

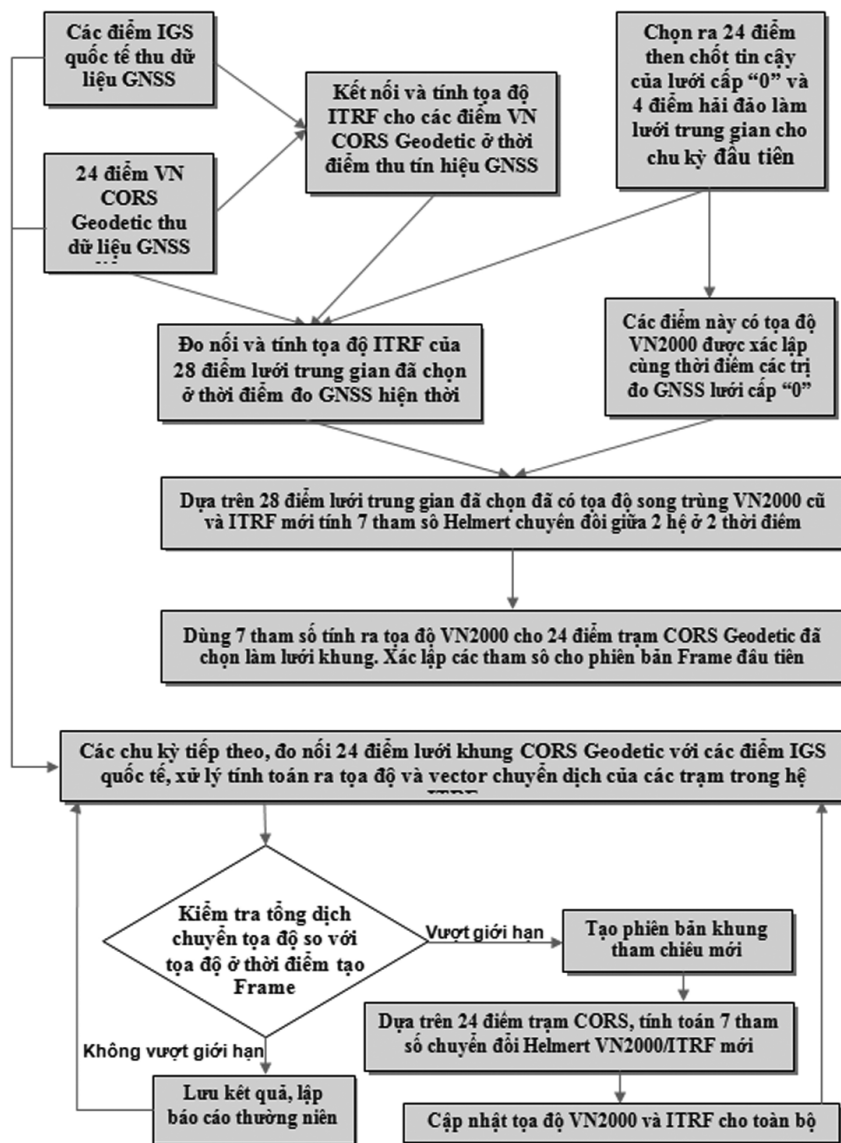
Với việc thành lập khung quy chiếu động quốc gia, chúng ta cần thay đổi quan niệm so với hệ tọa độ tĩnh truyền thống. Đó là tọa độ phải luôn gắn với thời điểm tạo ra tọa độ đó, tọa độ đưa vào làm gốc khống chế phải luôn cùng thời điểm với trị đo trong lưới. Nếu khác thời điểm thì phải dùng tham số tính chuyển hoặc dùng mô hình vận tốc chuyển dịch để tính chuyển về cùng thời điểm. Mỗi tập tham số tính chuyển gồm 7 tham số Helmert và thời điểm kèm theo sẽ tương ứng với 1 phiên bản khung quy chiếu được lập. Đồ hình thiết kế lưới khung được giới thiệu tại Hình 1.

Thời điểm thành lập cho ra đời 1 phiên bản khung quy chiếu mới là khi tại chu kỳ giám sát khung quy chiếu đó, có chuyển dịch vượt giới hạn cho phép so với thời điểm lập khung quy chiếu hiện tại.

Với mạng lưới 24 điểm CORS Geodetic dùng làm lưới khung quy chiếu động như thiết kế, chúng ta sẽ trích ra 4 điểm ở Điện Biên, Đồ Sơn, Đà Nẵng và Hà Tiên làm điểm APRGP và gửi thư thông báo cho tổ chức IGS về sự thay đổi này. Kinh phí hàng năm cho việc đo GNSS theo APRGP sẽ chuyển sang cho việc xử lý tính toán tọa độ, vector vận tốc chuyển dịch của 24 điểm lưới khung CORS Geodetic và cập nhật các tham số cho phiên bản khung quy chiếu mới của Việt Nam. Mạng lưới 24 điểm CORS Geodetic cũng dùng làm các điểm quan trắc địa động học ổn định lâu dài phục vụ giám sát chuyển dịch của lớp vỏ Trái đất. Do vậy, sau này có thể bỏ các dự án quan trắc địa động học. Bên cạnh đó, còn phải đo dẫn thủy chuẩn độ chính xác cao (tương đương hạng II) vào 24 điểm CORS Geodetic phục vụ cho việc làm khớp mô hình Geoid.

2.3. Đề xuất phương án và các bước tổ chức thực hiện

Với mục tiêu và quan điểm như trên, cần đưa ra phương án thực hiện sau khi các trạm CORS Geodetic đi vào hoạt động. Đây chính là cơ sở quan trọng nhất để thành lập khung quy chiếu động cho Việt Nam, được kết nối chính xác với các khung quy chiếu trắc địa ITRF của thế giới. Sơ đồ các bước thực hiện được đề xuất như trong sơ đồ giới thiệu tại Hình 2.



Hình 2: Sơ đồ mô tả thực hiện việc xây dựng Hệ quy chiếu động cho Việt Nam

3. Kết luận

Do lịch sử để lại, hệ tọa độ, hệ quy chiếu ở Việt Nam trải qua nhiều giai đoạn khác nhau, các điểm gốc được xây dựng theo nhiều quy cách, nhiều điểm không còn ngoài thực địa hoặc bị che khuất, dịch chuyển, các trị đo cũng được đo bằng nhiều công nghệ ở nhiều thời điểm khác nhau, nên bàn đến việc thống nhất một hệ quy chiếu hiện đại theo quan điểm động trên phạm vi toàn quốc sẽ có rất nhiều vấn đề cần đề cập đến. Trên cơ sở tổng hợp, nghiên cứu và

phân tích các thông tin liên quan từ tổng thể đến chi tiết, bài báo đã đưa ra được bức tranh toàn cảnh về hiện trạng hệ quy chiếu ở Việt Nam, thiết lập được mối quan hệ về thời gian, về trị đo trong việc liên kết mạng lưới, cho phép kết nối quá khứ với hiện tại và tương lai, cuối cùng là đề xuất được quy trình cho phép tổ chức triển khai thực hiện trên cơ sở chất lọc, kế thừa những gì hiện có và bổ sung theo tiêu chí hiện đại phù hợp với nhu cầu từ thực tiễn và xu hướng phát triển chung của khu vực và thế giới□

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Hà Minh Hòa, 2008, "Điểm gốc hệ tọa độ quốc gia vai trò và ý nghĩa của nó trong quá trình phát triển hệ tọa độ quốc gia", trg 6-13, Tạp chí Địa chính, số1, 2-2008.
- [2] Hà Minh Hòa (2013), Phương pháp chuyển đổi tọa độ giữa các hệ tọa độ, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, Tháng12/2013.
- [3] Hà Minh Hòa (2013b), Các vấn đề liên quan đến việc xây dựng hệ quy chiếu không gian quốc gia, Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, số 18, tháng 12/2013, tr. 1-9.
- [4] Hà Minh Hòa, Phương pháp xử lý toán học các mạng lưới trắc địa quốc gia, NXB Khoa học Kỹ thuật (2014).
- [5] Hà Minh Hòa, Đặng Hùng Võ, Phạm Hoàng Lân, Nguyễn Ngọc Lâu, Lê Trung Chơn, Trần Đình Tô (2005): Nghiên cứu cơ sở khoa học của việc xây dựng các mạng lưới GPS các cấp hạng trong Hệ tọa độ động học, Báo cáo tổng kết khoa học kỹ thuật đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường giai đoạn 2002 - 2004, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội.
- [6] Nguyễn Tuấn Anh (2007). Hệ tọa độ tham chiếu mặt đất và khả năng ứng dụng trong việc quan trắc độ chính xác cao. Đặc san Viễn thám và Địa tin học số 1 - 2006, trang 52 - 60.
- [7] Reference Frames for Applications in Geodetic Science (2014) Luxembourg.
- [8] Trần Bạch Giang, 2003, Giới thiệu hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia Việt Nam, Hà Nội.
- [9] Thông tư số 973/2001/TT-TCĐC ngày 20/6/2001 Hướng dẫn áp dụng Hệ quy chiếu và Hệ tọa độ quốc gia VN-2000, Tổng cục Địa chính, Hà Nội, 2001.
- [10] Tổng Cục Địa chính, 1999, Báo cáo Khoa học xây dựng hệ quy chiếu và hệ thống điểm tọa độ quốc gia VN-2000, Hà nội.
- [11] Standardization document for World Geodetic System 1984, 2014 - Natitonal Geospatial - Intelligence Agency (NGA).
- [12] Xây dựng mạng lưới trạm định vị toàn cầu bằng vệ tinh trên lãnh thổ Việt Nam, Dự án được phê duyệt theo Quyết định số 2798/QĐ-BTNMT ngày 30 tháng 10 năm 2015 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường.
- Một số trang Web liên quan:
- [1] <http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/geodetic-reference-systems/9052>
- [2] <http://www.sirgas.org/index.php?id=53&L=2>
- [3] <http://etrs89.ensg.ign.fr/pub/ETRF2000-R14.SSC2>
- [4] <http://etrs89.ensg.ign.fr/>
- [5] http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/egm08_wgs84.html
- [6] International Terrestrial Reference Frame - ITRF website: <http://itrf.ign.fr/>
- [7] International GNSS Service - IGS website: <http://www.igs.org/>