TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

KHOA TRẮC ĐỊA BẢN ĐỒ VÀ QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI

BỘ MÔN TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH

ENGINEERING SURVEYING
FOR SUSTAINABLE
DEVERLOPMENT - ESSD2023

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH VÌ SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG
(ESSD 2023)

ENGINEERING SURVEYING FOR SUBTAINABLE DEVELOPMENT - ESSD 2023

HÀ NỘI - 2023

BAN TỔ CHỨC

1. GS.TS. Trần Thanh Hải, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Trưởng ban*
2. PGS.TS. Nguyễn Việt Hà, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
3. PGS.TS. Lê Đức Tình, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
4. TS. Dương Thành Trung, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
5. PGS.TS. Bùi Ngọc Quý, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
6. PGS.TS. Đỗ Ngọc Anh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
7. PGS.TS. Nguyễn Viết Nghĩa, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
8. TS. Diêm Công Huy, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng IBST - *Uỷ viên*
9. TS. Nguyễn Phi Sơn, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ - *Uỷ viên*
10. GS.TS. Võ Chí Mỹ, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam - *Uỷ viên*
11. TS. Dương Văn Hải, Cục phó Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam - *Ủy viên*

BAN KHOA HỌC

1. GS.TS. Bùi Xuân Nam, Phó Hiệu trưởng Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) - *Trưởng ban*
2. PGS.TS. Nguyễn Việt Hà, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
3. TS. Phạm Quốc Khánh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
4. TS. Trần Đình Trọng, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội - *Uỷ viên*
5. TS. Trần Quang Học, Trường Đại học Giao thông vận tải - *Uỷ viên*
6. TS. Lã Phú Hiến, Trường Đại học Thủy lợi - *Uỷ viên*
7. TS. Lê Thị Minh Phương, Trường Đại học Kiến trúc - *Uỷ viên*
8. TS. Vũ Danh Tuyên, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội - *Uỷ viên*
9. TS. Trần Ngọc Đông, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng IBST - *Uỷ viên*
10. TS. Vũ Duy Tân, Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ - *Uỷ viên*
11. GS.TSKH. Hoàng Ngọc Hà, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
12. PGS.TS. Trần Khánh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
13. PGS.TS. Nguyễn Quang Minh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
14. TS. Trần Trung Anh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
15. TS. Nguyễn Quốc Long, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
16. TS. Nguyễn Gia Trọng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
17. TS. Trần Thùy Dương, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
18. TS. Nguyễn Đại Đồng, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam - *Uỷ viên*

BAN THƯ KÝ

1. TS. Phạm Trung Dũng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Trưởng ban*
2. TS. Nguyễn Thị Kim Thanh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
3. TS. Vũ Thái Hà, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội - *Uỷ viên*
4. TS. Lê Văn Hiến, Trường Đại học Giao thông vận tải - *Uỷ viên*

BAN BIÊN TẬP

1. TS. Nguyễn Hà, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Trưởng ban*
2. ThS. Trần Thùy Linh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Phó Trưởng ban*
3. ThS. Tạ Thị Thu Hường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
4. ThS. Nguyễn Thị Mến, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*
5. ThS. Nguyễn Thị Mỹ Hạnh, Trường Đại học Mỏ - Địa chất - *Uỷ viên*

LỜI NÓI ĐẦU

"***Hội nghị toàn quốc Trắc địa công trình vì sự phát triển bền vững***" (ESDD 2023) được tổ chức tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất, thành phố Hà Nội trong ngày 21 tháng 9 năm 2023. Hội nghị do Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Viện Công nghệ Xây dựng IBST, Viện Đo đạc Bản đồ Việt Nam, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, và Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam đồng tổ chức.

Ban Tổ chức Hội nghị đã nhận được hơn 40 bài báo của các nhà khoa học trong cả nước gửi đến Hội nghị. Các bài báo khoa học đăng trong tuyển tập này trình bày những kết quả nghiên cứu về các lĩnh vực: Tự động hóa Trắc địa và Xử lý số liệu; Định vị - dẫn đường và hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu; Công nghệ mới trong đo đạc, xử lý số liệu và quan trắc công trình; Công nghệ quét laser hàng không và mặt đất, Công nghệ máy bay không người lái trong ứng dụng đời sống số 4.0; Ứng dụng nền tảng công nghệ 4.0 trong Trắc địa công trình; Kiểm định chất lượng công trình; Công nghệ Địa không gian trong quản lý bất động sản đã được Ban Khoa học của Hội nghị thẩm định, biên tập.

Chúng tôi hy vọng rằng, Hội nghị không chỉ là diễn đàn để các nhà khoa học chia sẻ, thảo luận những kết quả nghiên cứu mới về các lĩnh vực khoa học liên quan mà còn là dịp để các tổ chức, cá nhân gặp gỡ, ký kết hợp tác nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động khoa học và công nghệ trong các lĩnh vực chuyên môn.

Trong quá trình chuẩn bị tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự hỗ trợ cả về tinh thần và vật chất của các tổ chức và cá nhân. Ban Tổ chức Hội nghị xin gửi tới các tổ chức, cá nhân lời cảm ơn sâu sắc về sự ủng hộ, giúp đỡ quý báu đó.

Cuối cùng, thay mặt Ban Tổ chức, tôi chân thành cảm ơn Đảng ủy, Hội đồng trường, Ban Giám hiệu Trường Đại học Mỏ - Địa chất và các đơn vị liên quan đã tạo mọi điều kiện thuận lợi, góp phần vào thành công của Hội nghị. Đặc biệt, trân trọng cảm ơn các tác giả bài báo, các phản biện, các nhà khoa học và các nhà tài trợ đã có đóng góp quan trọng vì sự thành công chung của Hội nghị.

Xin chân thành cảm ơn Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ đã giúp đỡ xuất bản tuyển tập này.

Thay mặt Ban tổ chức

Trưởng Bộ môn Trắc địa công trình
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

PGS.TS. Nguyễn Việt Hà

MỤC LỤC

Đánh giá thuật toán BeamForming và MUSIC trong ước lượng vận tốc xuyên tâm của dòng chảy bề mặt biển trích xuất từ dữ liệu radar mảng tần số cao 1

Đào Duy Toàn, Hwa Chien, Cheng-Da Lee, Trần Đình Trọng, Hà Thị Hằng, Nguyễn Đình Huy, Khúc Thành Đông

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ Georadar để thành lập bản đồ công trình ngầm tỷ lệ 1:500 tại khu vực Hà Nội 12

Diêm Công Huy

Nghiên cứu mô hình dự báo nguy cơ cháy rừng bằng công nghệ Địa không gian, thử nghiệm cho khu vực phía Tây tỉnh Nghệ An 19

Đoàn Thị Nam Phương, Nguyễn Văn Trung, Trần Xuân Trường, Lê Thị Thu Hà, Nguyễn Tiến Hơn, Đỗ Ngọc Sang

Thử nghiệm quan trắc tự động các cột thu phát sóng bằng công nghệ GNSS RTK 30

Dương Thành Trung, Lại Đức Trường, Nguyễn Đỗ Quang Duy, Diêm Công Trang

Nghiên cứu đánh giá sự tương quan số liệu đo mặn giữa các trạm quan trắc bằng phương pháp hệ số tương quan r 41

Bùi Duy Quỳnh, Hà Thị Hằng, Lưu Thị Diệu Chinh, Trần Xuân Trường

Nghiên cứu ứng dụng GIS trong quản lý thông tin quy hoạch xây dựng đô thị tại xã Hải Tiến, thành phố Móng Cái, tỉnh Quảng Ninh 51

Hà Thị Hằng, Đào Duy Toàn, Hà Trung Khiên

Nghiên cứu bình sai và phân tích chuyển dịch ngang công trình xây dựng ứng dụng công nghệ GNSS 59

Hoàng Ngọc Hà

Xây dựng mô hình nhạy cảm nguy cơ trượt lở đất bằng hàm niềm tin bằng chứng (EBF) tại khu vực huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái 65

Khúc Thành Đông, Hà Thị Hằng, Trần Vân Anh, Bùi Đức Phong, Trương Xuân Quang, Nguyễn Chí Công, Trần Thị Hồng Minh, Trương Mạnh Đạt

Nghiên cứu khảo sát độ chính xác ứng dụng trạm tham chiếu hoạt động liên tục (CORS) trong xây dựng công trình giao thông 76

Lê Minh Ngọc, Lê Văn Hiến, Trần Đức Công

Nghiên cứu xây dựng và quản lý dữ liệu địa không gian công trình xây dựng 86

Lương Ngọc Dũng, Vũ Đình Chiều, Dương Công Hiểu

Ứng dụng thuật toán truy hồi để thiết kế tối ưu lưới thi công theo độ chính xác 96

Nguyễn Hà, Lê Anh Cường

Xây dựng lưới ô vuông dị thường mực nước biển từ số liệu đo cao vệ tinh SENTINEL-3A bằng phương pháp Collocation 102

Nguyễn Văn Sáng, Đỗ Văn Mong

Nghiên cứu khả năng sử dụng Lidar phân khúc thấp AA450 trong khảo sát công trình giao thông hiện hữu 110

Nguyễn Việt Hà, Vũ Ngọc Quang, Đồng Văn Huyên

Ứng dụng đồng bộ công nghệ UAV, xử lý ảnh trong kiểm soát chất lượng và an toàn nổ mìn tại mỏ đá vôi Hồng Sơn, tỉnh Hà Nam 120

Phạm Văn Việt, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Hòa, Trần Đình Bão, Lê Thị Thu Hoa

Nghiên cứu kết hợp công nghệ GNSS và 3D Laser Scan quan trắc chuyển vị đê chắn sóng 130

Trần Ngọc Đông, Nguyễn Văn Nghĩa, Nguyễn Văn Hùng

Nghiên cứu hoàn thiện phương pháp phân tích độ ổn định lưới độ cao cơ sở trong quan trắc lún công trình 141

Trần Thùy Linh

Xây dựng lưới tam giác thủy công trên cơ sở kết hợp tính chuyển tọa độ công trình và bình sai tự do 147

Trần Trung Anh, Nguyễn Quang Hà

Quy trình khảo sát địa hình mỏ lộ thiên bằng công nghệ UAV phục vụ đánh giá ổn định bờ mỏ: Thực nghiệm tại cụm mỏ đá thuộc Công ty cổ phần xi măng VICEM Hà Tiên 155

Trần Trung Anh, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Quốc Khánh, Phạm Văn Việt

Giải pháp Lidar di động cho khảo sát bề mặt đường: Nghiên cứu với Lidar tích hợp Au20 vận hành trên xe ô tô 166

Vũ Ngọc Quang, Nguyễn Việt Hà, Phạm Thị Thanh Hòa

Ứng dụng GIS trong công tác giải phóng mặt bằng dự án tuyến đường cao tốc Vân Đồn - Móng Cái 176

Vũ Thái Hà, Phạm Chinh Thảo, Khúc Thành Đông

Trắc địa công trình trong cách mạng số và cơ sở dữ liệu thông tin xây dựng 185

Vũ Văn Thặng, Vũ Thái Hà

Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo biến động bề mặt không thấm khu vực Thành phố Hồ Chí Minh từ dữ liệu viễn thám và GIS 193

Phạm Văn Tùng, Nguyễn Văn Trung, Vũ Xuân Cường, Lê Văn Phú

Đánh giá độ chính xác xử lý số liệu trạm CORS Việt Nam theo phương pháp PPP online sử dụng dịch vụ CSRS-PPP 203

Nguyễn Đình Huy, Trần Đình Trọng, Lương Ngọc Dũng

Ứng dụng GNSS - RTK trong quan trắc chuyển dịch cầu dây văng ở Việt Nam và một số vấn đề trong xử lý số liệu quan trắc 213

Nguyễn Thùy Linh, Lê Văn Hiến, Lê Minh Ngọc, Cù Văn Lĩnh

Thực trạng và giải pháp hoàn thiện pháp luật về giá đất, cơ chế vận hành, khai thác cơ sở dữ liệu giá đất 223

Nguyễn Thị Dung, Nguyễn Thế Công, Trần Xuân Miễn

Kinh doanh bất động sản và phương pháp đánh giá hiệu quả đầu tư dự án 233

Phạm Thị Kim Thoa, Trần Xuân Miễn, Nguyễn Thế Công, Nguyễn Thị Kim Yến, Trần Thị Bích Hạnh

Nghiên cứu thiết kế xây dựng hệ thống quan trắc liên tục công trình cầu lớn dựa trên công nghệ GNSS/CORS 243

Phạm Công Khải

Nghiên cứu xây dựng một số module chương trình xử lý số liệu trong khảo sát địa hình dưới nước 254

Lê Đức Tình, Tạ Thị Thu Hường, Nguyễn Thị Kim Thanh, Hoàng Ngọc Thê

Ứng dụng máy quét lazer mặt đất đánh giá độ phẳng bề mặt công trình 269

Phạm Trung Dũng, Nguyễn Như Tuấn Anh

Khảo sát sự sụt lún tuyến đê, kè biển Cửa Đại bằng phương pháp trắc địa và công nghệ Georadar 279

Lê Văn Hùng, Vũ Duy Tân

Thử nghiệm quan trắc tự động các cột thu phát sóng bằng công nghệ GNSS RTK

Dương Thành Trung[1,*], Lại Đức Trường[2], Nguyễn Đỗ Quang Duy[3], Diêm Công Trang[4]
[1]*Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
[2]*Công ty CP Công nghệ hạ tầng cơ sở Aitogy*
Trường Đại học công nghiệp Hà Nội
[4]*Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TÓM TẮT

Các cột thu phát sóng cho các mục đích truyền thanh, truyền hình, viễn thông,… được xây dựng để lắp đặt các ăng ten thu phát sóng nhằm cung cấp dịch vụ thông tin và viễn thông. Để tối ưu phạm vi thu phát sóng, các cột này thường được xây dựng ở độ cao từ 60 -100 m. Trong thực tế, do có chiều cao lớn và chịu sự tác động trực tiếp của các điều kiện môi trường như bão, gió và mưa nắng,… các trạm thu phát sóng thường xuyên bị rung lắc, chuyển dịch khỏi vị trí thiết kế. Điều này làm ảnh hưởng đến tính năng vận hành và sự an toàn của cột. Do vậy, việc quan trắc độ ổn định các cột thu phát sóng là cần thiết. Nghiên cứu này giới thiệu phương pháp và thực nghiệm việc quan trắc các cột phát sóng viễn thông sử dụng GNSS RTK. Trong nghiên cứu, các trạm quan trắc được kết nối với trạm tham chiếu liên tục (CORS) quốc gia để tối ưu về giá thành và độ chính xác. Các giải pháp nhằm giảm nhiễu gây ra bởi sóng viễn thông và nhiễu đa đường dẫn trong đo GNSS được đề xuất để nâng cao độ tin cậy của kết quả quan trắc.
Từ khóa: GNSS RTK, cột viễn thông, quan trắc tự động, CORS.

1. Đặt vấn đề

Ngày nay, cùng với sự phát triển kinh tế và xã hội, các công trình cơ sở hạ tầng quy mô lớn ngày càng gia tăng. Các công trình xây dựng lớn thường phải chịu tác động mạnh của nhiều yếu tố ngoại cảnh như tải trọng, gió, nhiệt độ, động đất,… Những tác động này gây ra sự biến dạng và sự thiếu ổn định của công trình. Để đánh giá tình trạng của công trình và kịp thời phát hiện những vấn đề bất ổn trong quá trình thi công và vận hành công trình, việc quan trắc công trình là rất cần thiết. Ở Việt Nam, các phương pháp quan trắc truyền thống được áp dụng phổ biến. Trong các phương pháp này, một mạng lưới với các mốc quan trắc được thiết lập, việc quan trắc được thực hiện định kỳ theo các chu kỳ với một khoảng thời gian nhất định. Sự biến dạng của công trình được phát hiện và đánh giá chủ yếu thông qua việc quan trắc lún sử dụng các máy thủy bình có độ chính xác cao và quan trắc chuyển dịch ngang bằng máy toàn đạc điện tử. Ưu điểm của các phương pháp truyền thống là cho độ tin cậy cao, quy trình đã được hướng dẫn chi tiết theo các tiêu chuẩn ở trong nước. Tuy vậy, nhược điểm của phương pháp truyền thống là do được thực hiện theo các chu kỳ với một khoảng thời gian nhất định nên không kịp thời phát hiện những biến cố tức thời trong quá trình thi công và vận hành công trình. Mặt khác, việc quan trắc cũng gặp khó khăn đối với một số dạng công trình có độ rung lắc lớn hoặc khó tiếp cận trực tiếp như các công trình cầu bắc qua sông, các công trình dạng tháp cao tầng hoặc trong những điều kiện thời tiết khắc nghiệt như gió bão, động đất,...

Gần đây, với sự phát triển của công nghệ định vị vệ tinh toàn cầu GNSS cùng với sự ra đời của các cảm biến quan trắc, việc quan trắc công trình có thể được thực hiện một cách tự động và tức thời (Kaya và Safak, 2013; Xiaolin Meng, 2002). Trong phương pháp quan trắc này, các thiết bị chuyên dụng như máy thu GNSS độ chính xác cao, máy đo độ nghiêng, cảm biến nhiệt độ, áp suất,… được gắn cố định vào công trình và được tích hợp thành một hệ thống. Việc thu, xử lý và phân tích số liệu được thực hiện tức thời, do vậy tình trạng thực tế của công trình được phản ánh một cách liên tục, tức thời. Tuy vậy, công nghệ quan trắc này hiện tại còn khá đắt trong điều kiện của Việt Nam do hai nguyên nhân chính là các máy móc thiết bị và phần mềm chuyên dụng có giá thành cao và quy trình vận hành còn chưa được nghiên cứu, chuẩn hóa một cách chi tiết.

* *Tác giả liên hệ*
Email: duongthanhtrung@humg.edu.vn

Mục đích chính của việc quan trắc công trình thời gian thực là để theo dõi tình trạng sức khỏe của công trình (Structure Health Monitoring), đánh giá các nguyên nhân tác động và kịp thời phát hiện những hư hỏng (Kaya và Safak, 2013).

Trong đó, các thông số để đánh giá tình trạng của công trình bao gồm mức độ chuyển dịch, chuyển vị, lún, nghiêng, vặn soắn, độ rung lắc, sức căng kết cấu,…

Những tình trạng này có thể được đánh giá thông qua các thiết bị đo đạc, cảm biến như máy thu GNSS, máy toàn đạc điện tử tự động, cảm biến nghiêng, cảm biến rung, cảm biến sức căng,… Các yếu tố chính gây nên và làm ảnh hưởng đến sức bền của công trình bao gồm tải trọng của công trình và tải trọng mang, các tác động từ môi trường như nhiệt độ, áp suất, gió, động đất và ánh sáng mặt trời. Mức độ tác động của các yếu tố môi trường có thể tính toán, phân tích thông qua các cảm biến như nhiệt kế, áp suất kế, phong kế, camera giám sát và các thiết bị phụ trợ khác (Alojz KOPÁČIK và nnk., 2015).

Alojz Kopáčik và nhóm tác giả (Alojz KOPÁČIK và nnk., 2015) giới thiệu việc quan trắc thời gian thực cầu dây văng nhịp lớn Lafranconi ở Bratislava, Cộng hòa Slovak. Theo bài báo này, hệ thống quan trắc tự động bao gồm hai nhóm cảm biến chính là nhóm các cảm biến trắc địa bao gồm máy thu GNSS, máy toàn đạc điện tử tự động, cảm biến nghiêng với độ chính xác cao và nhóm cảm biến khí tượng bao gồm cảm biến nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, tốc độ và hướng gió,… Các cảm biến này được kết nối vào một máy tính chủ để đồng bộ hóa về thời gian và các số liệu đo được xử lý bằng phần mềm Geomos của hãng Leica để đưa ra các số liệu phân tích.

Xiao Meng, (2002) đã phân tích chi tiết và đánh giá khả năng của việc quan trắc biến dạng cầu ở thời gian thực sử dụng máy thu GNSS và gia tốc kế. Theo kết luận của tác giả, việc lựa chọn và nâng cao độ chính xác định vị của GNSS là cần thiết để có thể đáp ứng được yêu cầu quan trắc chuyển dịch công trình ở mức milimet về độ chính xác.

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu và ứng dụng GNSS trong quan trắc công trình, việc ứng dụng GNSS RTK trong quan trắc các trạm thu phát sóng vẫn còn nhiều thách thức mà nghiên cứu này hướng đến giải quyết như yêu cầu tối ưu về giá thành thiết bị và khả năng lọc nhiễu sóng điện từ để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật đặt ra. Trong nghiên cứu này sẽ tập trung đề xuất giải pháp kỹ thuật và báo cáo các kết quả thử nghiệm, từ đó đề xuất các ứng dụng trong thực tế.

2. Thiết kế trạm quan trắc liên tục thời gian thực

2.1. Đặc điểm công nghệ quan trắc liên tục

Công nghệ quan trắc liên tục được ứng dụng cho công tác quan trắc dịch động các trạm thu phát sóng di động (Base Transceiver Station - BTS) dựa trên công nghệ định vị vệ tinh, định vị động thời gian thực (Real-Time Kinemtic) với ứng dụng mạng lưới Base-RTK được sử dụng. Ưu điểm lớn nhất của công nghệ này là có thể đo được trong mọi điều kiện thời tiết và không cần thông hướng mặt đất như đối với phương pháp sử dụng máy toàn đạc điện tử. Dữ liệu thu thập được của Rover được tự động truyền về trung tâm xử lý thông qua mạng internet, mạng viễn thông 3G, 4G.

2.2. Bố trí trạm quan trắc và lắp đặt thiết bị quan trắc

Để thực hiện quan trắc bằng công nghệ GNSS RTK, có các loại trạm bao gồm các trạm tham chiếu liên tục (CORS), trạm quan trắc cơ sở (Base) và trạm quan trắc (Rover).

2.2.1. Trạm tham chiếu liên tục

Là các trạm CORS nhà nước, có độ ổn định cao (theo tiêu chuẩn lưới mặt bằng, độ cao hạng II, III nhà nước) phát tín hiệu cải chính liên tục (Hình 1a). Tuy nhiên, với tổng số 65 trạm hiện nay, mật độ các trạm CORS hiện nay là không đủ để làm trạm cơ sở trên phạm vi toàn quốc. Mặt khác, việc thu tín hiệu liên tục từ trạm CORS của các tất cả các trạm quan trắc BTS cũng sẽ gặp vấn đề về đường truyền và chi phí cấp phát tài khoản sử dụng CORS.

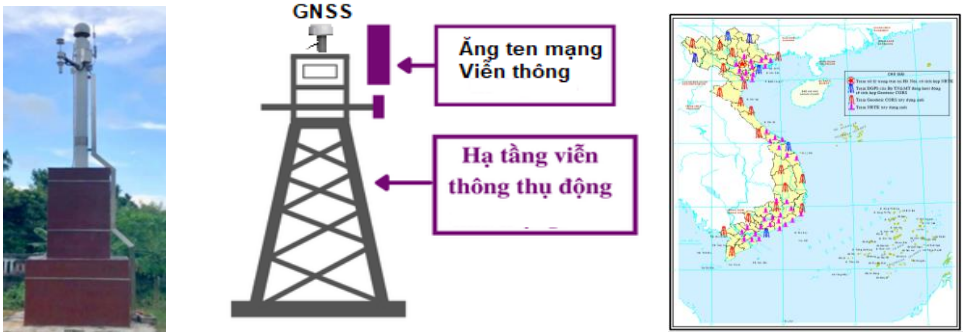
2.2.2. Trạm quan trắc cơ sở

Trạm quan trắc cơ sở, được lắp đặt tại các trạm BTS có độ ổn định cao và được điều chỉnh thông số liên tục dựa trên việc kết nối với trạm CORS quốc gia. Trạm quan trắc cơ sở vừa được dùng để quan trắc chính nó, đồng thời làm trạm cơ sở (Base) cho các trạm khác (Hình 1b).

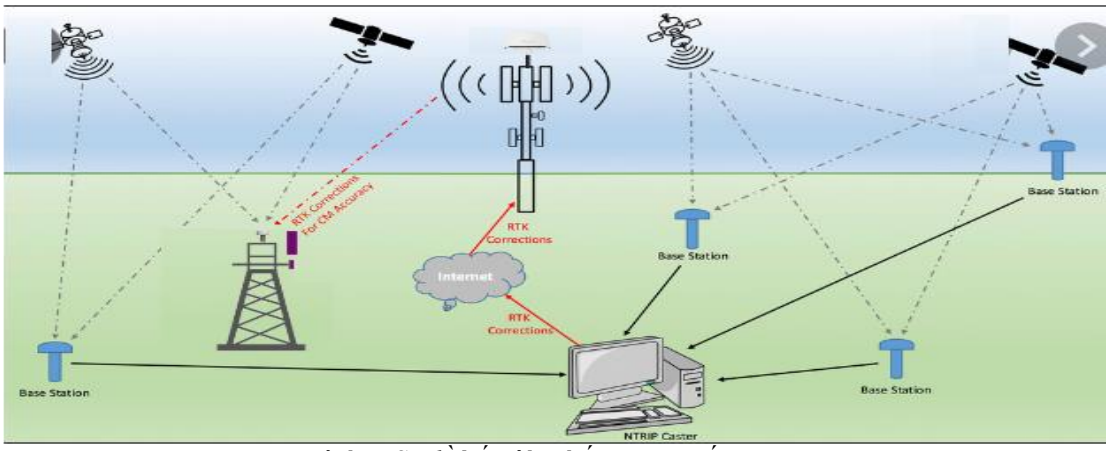
2.2.3. Trạm quan trắc thường

Trạm quan trắc có ăng ten máy thu GNSS RTK được gắn trên đỉnh của trạm BTS được trang bị bộ truyền tín hiệu 3/4G để truyền tín hiệu về Server.

Tọa độ các điểm mốc quan trắc có thể được cập nhật liên tục theo tần suất thời gian theo yêu cầu của công tác quan trắc, do đó, nó cho phép xác định sự dịch động của các trạm BTS một cách liên tục với độ chính xác cao (Hình 2).



Hình 1. Trạm CORS Quốc gia (a), Trạm quan trắc cơ sở (b) và mạng lưới trạm CORS Quốc gia (c)



Hình 2. Sơ đồ bố trí hệ thống quan trắc BTS

2.3. Truyền và thu nhận thông tin

Phương thức kết nối dữ liệu của công nghệ đo động thời gian thực được miêu tả như Hình 2. Đối với quan trắc liên tục thời gian thực các trạm BTS, trung tâm xử lý số liệu sẽ thu nhận dữ liệu quan trắc thông qua mạng internet, 3G, 4G. Dữ liệu này được xử lý để phân tích hiện trạng dịch chuyển của các trạm BTS và đưa ra những cảnh báo cần thiết.

2.4. Độ chính xác quan trắc

Độ chính xác được xác định phụ thuộc vào mục đích quan trắc, điều kiện địa hình và độ dịch chuyển trung bình dự kiến. Nguyên tắc cơ bản xác định sai số cho phép là sai số xác định tọa độ phải bé hơn từ 2 đến 3 lần độ dịch chuyển dự kiến giữa các chu kỳ quan trắc gần nhau hoặc nhỏ hơn 10 % biên độ dao động lớn nhất. Ví dụ, với biên độ dao động ngang cho phép trung bình 15 cm, yêu cầu độ chính xác tối thiểu của thiết bị là có thể xác định được sự chuyển dịch của hai chu kỳ liên tiếp là ±1,5 cm về mặt bằng.

2.5. Thiết bị và phần mềm cho công tác quan trắc tự động

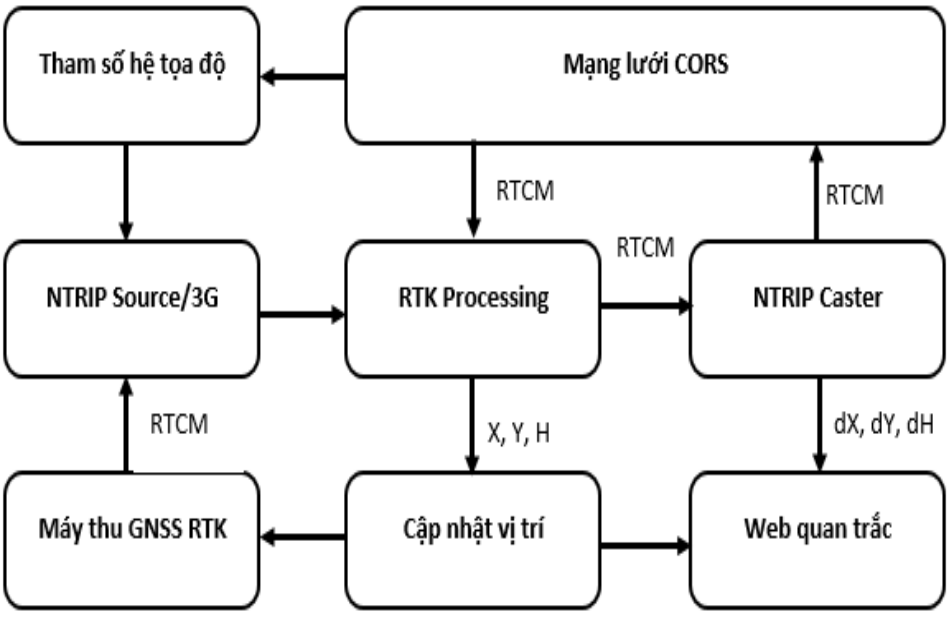
Yêu cầu thông số kỹ thuật, chức năng của phần cứng và phần mềm được liệt kê ở Bảng 1.

Đối với máy thu GNSS, để đảm bảo đồng thời về thông số kỹ thuật và chi phí thiết bị.

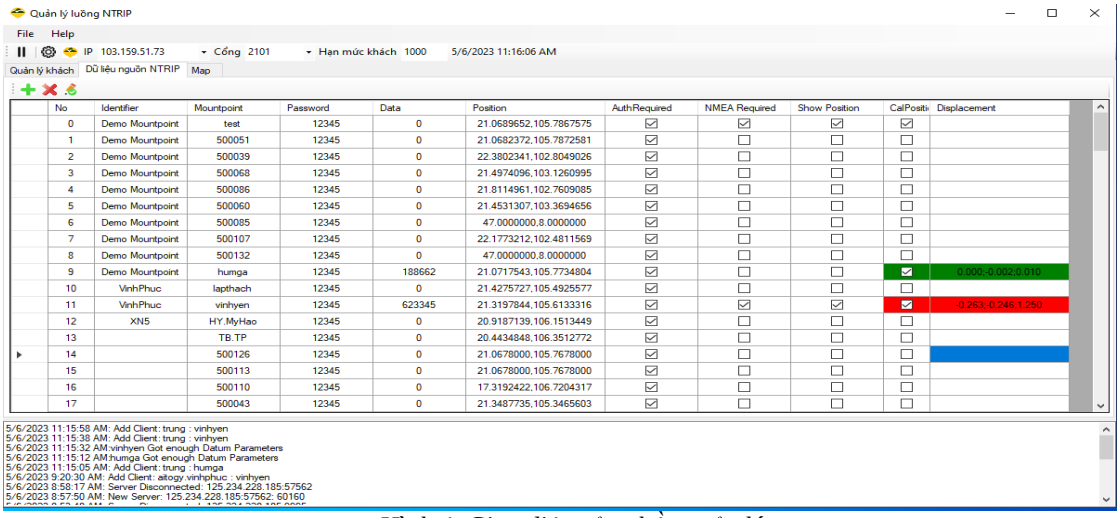
Bảng 1. Yêu cầu thông số kỹ thuật, chức năng của phần cứng và phần mềm

STT	Hạng mục	Yêu cầu thông số kỹ thuật, chức năng	Thiết bị thử nghiệm
1	GNSS RTK	- GNSS RTK 2 tần 850 kênh GPS, GAL,GLO,BEI,QZSS RTCM 3 output Base-rover covertible - Tốc độ định vị (1 Hz) - Thông số độ chính xác RTK + Mặt bằng: 8 mm+0,5 ppm + Độ cao: 15 mm+1 ppm - Vỏ hộp tiêu chuẩn IP65 - Chống nhiễu điện từ 2 lớp	Aitogy B290 Multi chanel GNSS Reveiver 
2	Phần mềm quản lý trên server	- Quản lý dữ liệu nguồn và dữ liệu ra theo chuẩn NTRIP - Cấp phát và quản lý tài khoản dữ liệu nguồn - Cấp phát và quản lý tài khoản người sử dụng dữ liệu - Tính toán và hiển thị vị trí các trạm trên nền bản đồ - Kiểm soát chất lượng đo đạc và báo cáo chuyển dịch - Cài đặt được thời gian đo tọa độ và báo cáo - Liên kết với cơ sở dữ liệu quản lý website và ứng dụng di động	Phần mềm quản lý NTRIP Caster trên Server: Ai-Caster

Phần mềm quản lý NTRIP Caster trên server được nhóm nghiên cứu thiết kế và lập trình trên nền hệ điều hành Window OS thông qua ngôn ngữ C#. Sơ đồ khối của phần mềm được trình bày ở Hình 3 và hình ảnh giao diện của phần mềm được thể hiện ở Hình 4.



Hình 3. Sơ đồ khối của phần mềm Aicaster



Hình 4. Giao diện của phần quản lý

3. Xử lý số liệu quan trắc

3.1. Tính toán chuyển dịch

Phương pháp quan trắc tự động liên tục áp dụng công nghệ định vị vệ tinh độ chính xác cao RTK cung cấp thông tin tọa độ các điểm quan trắc tại thời điểm hiện tại. Số liệu được chuyển về trung tâm xử lý để phân tích sự dịch chuyển của các cột BTS. Các thông số dịch chuyển được tính toán dựa vào hiệu của tọa độ tại thời điểm hiện tại so với tọa độ ở chu kỳ trước theo các công thức như sau:

- Chuyển dịch ngang:

$$\Delta X = X_{n+1} - X_n \quad (1)$$

$$\Delta Y = Y_{n+1} - Y_n \quad (2)$$

- Chuyển dịch tổng hợp:

$$b = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (3)$$

trong đó:

n là thứ tự chu kỳ quan trắc;

X và Y là tọa độ mặt bằng điểm quan trắc, đơn vị mm.

Hiện tượng dịch chuyển và các đặc điểm liên quan đến cấu trúc hiện trạng của cột BTS và điều kiện môi trường tự nhiên.

Việc quan trắc trạm viễn thông bằng công nghệ tự động liên tục có thể được biểu diễn trực quan trên máy tính. Khi mức độ chuyển dịch của các điểm quan trắc tới các mức giới hạn cần phải lập tức đưa ra các cảnh báo để phòng tránh rủi ro và kịp thời sửa chữa, khắc phục sự cố.

3.2. Giảm và lọc nhiễu tín hiệu

Nhiễu tín hiệu được gây ra do nhiều nguyên nhân như các loại sóng điện từ, do các tầng khí quyển, điều kiện thời tiết, nhiễu đa đường dẫn,… dẫn đến sai số vị trí trong quan trắc bằng công nghệ GNSS RTK, làm giảm độ tin cậy của số liệu báo cáo. Để giảm nhiễu trong công tác quan trắc, có các giải pháp chính được đề xuất trong bài báo này bao gồm:

3.2.1. Giảm nhiễu do sóng điện từ

Tại các trạm BTS, do là nguồn phát sóng viễn thông, sóng điện từ mạnh có thể gây nhiễu tín hiệu vệ tinh đối với máy thu GNSS RTK. Để khắc phục vấn đề này, ăng ten GNSS cần được thiết kế ít nhất 2 lớp phản/tán xạ sóng điện từ chuyên dụng và được lắp đặt cao hơn các ăng ten phát sóng viễn thông một khoảng nhất định theo thử nghiệm thực tế, phụ thuộc vào công suất phát của trạm viễn thông và khả năng chống nhiễu của máy thu GNSS RTK.

3.2.2. Giảm nhiễu do các tầng khí quyển và môi trường

Nhiễu do môi trường trong đo đạc bằng GNSS gây ra chủ yếu do tầng điện ly và tầng đối lưu. Có 2 cách khắc phục nguồn nhiễu này bao gồm:

- Áp dụng các mô hình thực nghiệm phù hợp và tiên tiến trên thế giới trong quá trình xử lý số liệu GNSS.
- Chỉ tiến hành đo đạc và báo cáo vào những thời điểm mà nhiễu gây ra bởi các tầng khí quyển là ít nhất.

3.2.3. Lọc nhiễu số liệu trước khi tạo báo cáo

Khi đã khắc phục được các nguồn gây nhiễu chính đã đề cập ở trên, trong thực tế đo đạc vẫn luôn tồn tại các nhiễu khác gây ra sai số ngẫu nhiên. Sai số ngẫu nhiên thường không lớn bất thường nhưng không theo quy luật vật lý và cũng không triệt tiêu được hoàn toàn mà chỉ có thể giảm thiểu bằng các biện pháp xử lý số liệu. Có 2 giải pháp sẽ được áp dụng trong nghiên cứu này này bao gồm: Kiểm soát chất lượng đo và lọc Kalman.

- Kiểm soát chất lượng đo: Trong dữ liệu đầu ra, ngoài các thông tin chính như tọa độ (X, Y), độ cao (H) cần để tính toán độ chuyển dịch, cần kèm các thông số về chất lượng đo đạc như trạng thái đo, độ chính xác mặt bằng, độ cao, ratio lời giải fixed. Căn cứ vào các thông số chất lượng đo đạc để lựa chọn các thông tin đo đạc phù hợp với yêu cầu về độ chính xác để làm các báo cáo quan trắc.
- Lọc Kalman: Là một phương pháp lọc nhiễu tuần hoàn dựa trên nguyên lý tối thiểu hóa phương sai đo đạc, từ đó nâng cao độ tin cậy của thông tin đo đạc sau xử lý.

4. Thực nghiệm

Mục đích của công tác thử nghiệm nhằm thử nghiệm khả năng đáp ứng các yêu cầu đối với công tác quan trắc trạm phát sóng viễn thông BTS bằng phương pháp GNSS RTK, bao gồm:

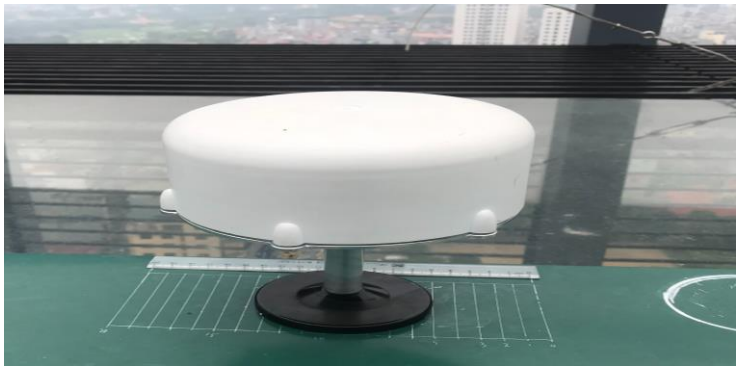
- Độ chính xác của thiết bị và phần mềm xử lý.
- Mức độ ảnh hưởng của sóng viễn thông lên thiết bị đo đạc.

Trạm quan trắc cơ sở trong thử nghiệm là trạm CORS đặt tại khu A Trường Đại học Mỏ - Địa chất, là máy thu GNSS Leica GR50. Trạm quan trắc thường sử dụng máy thu GNSS Aitogy B290, đặt tại trạm phát sóng viễn thông BTS trên nóc tòa nhà tại số 399 Phạm Văn Đồng, Xuân Đỉnh, Bắc Từ Liêm, Hà Nội.

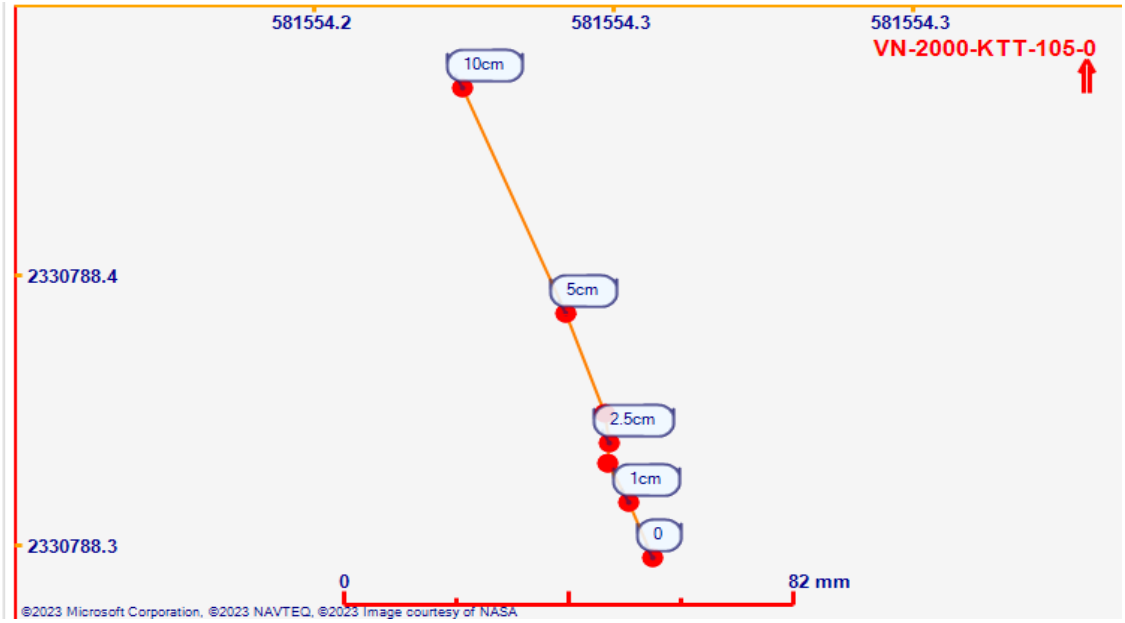
+ Kết nối với trạm VNGEONET CORS của Cục đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam để thống nhất việc quan trắc trong hệ tọa độ VN2000.

+ Kết nối với hệ thống xử lý và quản lý CSDL để cung cấp các thông số chuyển dịch của trạm BTS và khai thác dịch vụ vị trí.

Để thực nghiệm độ chính xác của phương pháp đo RTK GNSS trong quan trắc công trình, một bàn dịch chia vạch đến milimét được thiết kế để có thể dịch máy cố ý (Hình 5). Máy thu GNSS B290 được đặt trên bàn dịch để đo và dịch cố ý tại các điểm 0,1 cm, 2 cm, 2,5 cm, 3 cm, 5 cm và 10 cm. Ở mỗi khoảng dịch đo 10 trị đo để lấy trung bình, sau đó tính toán phân tích (Hình 6). Dữ liệu trích xuất từ dữ liệu thực tế được trình bày ở Bảng 1. Bảng phân tích về độ chính xác được tính theo số hiệu chỉnh xác suất và sai số thực được trình bày ở Bảng 2.



Hình 5. Thực nghiệm độ chính xác



Hình 6. Thực nghiệm độ chính xác

Bảng 2. Bảng trích trị đo thực địa

STT	N(m)	E(m)	H(m)	code	hAcc	vAcc	Time
1	2330788,347	581554,288	99,578	0	0,01	0,013	09:57:05 AM
2	2330788,342	581554,291	99,592	0	0,01	0,013	09:57:13 AM
3	2330788,345	581554,29	99,586	0	0,01	0,012	09:57:22 AM
4	2330788,344	581554,288	99,606	0	0,01	0,013	09:57:28 AM
5	2330788,344	581554,29	99,604	0	0,01	0,012	09:57:31 AM
6	2330788,343	581554,29	99,6	0	0,01	0,012	09:57:38 AM
7	2330788,344	581554,288	99,593	0	0,01	0,013	09:57:41 AM
8	2330788,342	581554,288	99,585	0	0,01	0,013	09:57:43 AM
9	2330788,343	581554,285	99,594	0	0,01	0,014	09:57:45 AM
10	2330788,342	581554,288	99,59	0	0,01	0,014	09:57:47 AM
11	2330788,352	581554,285	99,586	1 cm	0,01	0,014	09:58:17 AM
12	2330788,354	581554,283	99,582	1 cm	0,01	0,013	09:58:45 AM
13	2330788,353	581554,283	99,573	1 cm	0,01	0,013	09:58:52 AM
14	2330788,355	581554,284	99,571	1 cm	0,01	0,013	09:58:57 AM
15	2330788,357	581554,282	99,572	1 cm	0,01	0,013	09:59:01 AM
16	2330788,355	581554,284	99,569	1 cm	0,01	0,014	09:59:04 AM
17	2330788,357	581554,284	99,574	1 cm	0,01	0,013	09:59:06 AM
18	2330788,355	581554,284	99,576	1 cm	0,01	0,013	09:59:07 AM
19	2330788,357	581554,286	99,581	1 cm	0,01	0,013	09:59:08 AM

20	2330788,357	581554,287	99,58	1 cm	0,01	0,013	09:59:09 AM
21	2330788,36	581554,282	99,571	2 cm	0,01	0,013	09:59:35 AM
22	2330788,364	581554,282	99,575	2 cm	0,01	0,013	09:59:42 AM
23	2330788,361	581554,28	99,563	2 cm	0,01	0,014	09:59:44 AM
24	2330788,364	581554,276	99,566	2 cm	0,01	0,014	09:59:47 AM
25	2330788,364	581554,281	99,587	2 cm	0,01	0,014	09:59:49 AM
26	2330788,363	581554,282	99,568	2 cm	0,01	0,013	09:59:50 AM
27	2330788,363	581554,281	99,575	2cm	0,01	0,013	09:59:52 AM
28	2330788,363	581554,282	99,574	2 cm	0,01	0,013	09:59:54 AM
29	2330788,361	581554,278	99,579	2 cm	0,01	0,013	09:59:56 AM
30	2330788,362	581554,28	99,576	2 cm	0,01	0.013	09:59:58 AM
31	2330788,365	581554,279	99,573	2,5 cm	0,01	0,013	10:00:43 AM
32	2330788,368	581554,284	99,573	2,5 cm	0,01	0,013	10:00:48 AM
33	2330788,366	581554,282	99,572	2,5 cm	0,01	0,013	10:00:51 AM
34	2330788,365	581554,281	99,559	2,5 cm	0,01	0,014	10:00:54 AM
35	2330788,366	581554,28	99,58	2,5 cm	0,01	0,013	10:00:57 AM
36	2330788,368	581554,283	99,563	2,5 cm	0,01	0,014	10:00:59 AM
37	2330788,366	581554,28	99,567	2,5 cm	0,01	0,013	10:01:02 AM
38	2330788,37	581554,28	99,558	2,5 cm	0,01	0,013	10:01:03 AM
39	2330788,368	581554,277	99,563	2,5 cm	0,01	0,013	10:01:06 AM
40	2330788,37	581554,279	99,556	2,5 cm	0,01	0,013	10:01:07 AM

Các tham số để phân tích độ chính xác đo đạc bao gồm:
Độ lệch chuẩn:

$$STD = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} \quad (4)$$

trong đó: v là số hiệu chỉnh xác suất, bằng hiệu của trị đo và trị trung bình dãy trị đo.
n là số trị đo.
Trị đo là khoảng dịch tính được từ các trị đo tọa độ ở các vị trí đặt máy thu.
Trị thực là khoảng dịch thực tế đọc trực tiếp trên bàn dịch.
Sai số thực: Δ = trị đo - trị thực
Các chỉ tiêu đánh giá độ chính xác được trình bày ở bảng sau:

Bảng 3. Phân tích các chỉ tiêu đánh giá độ chính xác ở thử nghiệm thứ nhất

STT	Khoảng dịch (từ-đến)	0-1 cm	1-2 cm	2-2,5 cm	2,5-3 cm	3-5 cm	5-10 cm
1	Độ lệch chuẩn (m)	0,0023	0,0025	0,0028	0,0031	0,0036	0,0041
2	Trị đo (m)	0,0124	0,0082	0,0047	0,0053	0,0207	0,0492
3	Trị thực (m)	0,0100	0,0100	0,0050	0,0050	0,0200	0,0500
4	Sai số thực (m)	0,0024	-0,0018	-0,0003	0,0003	0,0007	-0,0008

Sau khi có dãy sai số thực, tính được sai số trung phương:

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} = 1{,}3 \text{ (mm)}$$

Để thử nghiệm mức độ ảnh hưởng của trạm phát sóng viễn thông đến độ chính xác GNSS chúng tôi đã tiến hành thử nghiệm đo đạc GNSS tại các trạm BTS khác nhau đặt tại nóc nhà C12 tầng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất với 2 loại máy, chống nhiễu 1 lớp (Hình 7a) và chống nhiễu 2 lớp (Hình 7b).

Thực nghiệm tại hiện trường cho thấy rằng khi đặt trực tiếp máy thu GNSS vào mặt phát sóng của ăng ten viễn thông, sóng viễn thông sẽ ảnh hưởng đáng kể đến tín hiệu GNSS, điều này làm cho máy thu GNSS khó nhận được lời giải Fixed, với độ chính xác cỡ xentimet. Tuy nhiên, khi đặt ăng ten GNSS không ở mặt phát sóng trực tiếp và cách ăng ten phát sóng viễn thông từ 0,5 m trở lên, máy thu GNSS RTK có thể cho lời giải Fixed.

Với máy thu GNSS với 2 lớp chống nhiễu có thể cải thiện đáng kể về khả năng và thời gian cho lời giải Fixed so với máy có 1 lớp chống nhiễu. Trung bình 10s với khoảng cách đến trạm CORS < 10 km.

Để đánh giá độ chính xác của máy thu GNSS RTK trong điều kiện nhiễu sóng viễn thông, một thử nghiệm về chuyển dịch cố ý được tiến hành. Máy thu GNSS Aitogy-B290 được đặt trên một bàn dịch có khắc vạch đến 0,5 cm (Hình 8). Bàn dịch đặt cách ăng ten trạm phát sóng viễn thông gần nhất khoảng cách 0,5 m. Tiến hành dịch cố ý máy thu đi các khoảng 0,5 cm, 1 cm, 2 cm và 3 cm. Các tham số sau đó được đánh giá, phân tích dựa vào số liệu đo được như ở Bảng 4.

Bảng 4. Phân tích các chỉ tiêu đánh giá độ chính xác ở thử nghiệm thứ hai

STT	Khoảng dịch (từ-đến)	0-1 cm	1-1,5 cm	1,5-2 cm	2-4 cm	4-7 cm
1	Độ lệch chuẩn (m)	0,0025	0,0015	0,0041	0,0023	0,0022
3	Trị đo (m)	0,0087	0,0036	0,0062	0,0281	0,0290
4	Trị thực (m)	0,0100	0,005	0,005	0,020	0,030
5	Sai số thực (m)	-0,0013	-0,0014	0,0012	0,0081	-0,001

Sai số trung phương từ sai số thực:

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} = 3{,}8 \text{ (mm)}$$



Hình 7. a) Máy 1 lớp chống nhiễu và b) Máy 2 lớp chống nhiễu trong thực nghiệm



Hình 8. Thử nghiệm độ chuyển vị máy trên bàn dịch

5. Kết quả và thảo luận

Từ kết quả thực nghiệm có thể thấy rằng máy thu GNSS RTK B290 với 2 lớp chống nhiễu sóng điện từ và sóng đa đường dẫn có thể cho độ chính xác quan trắc cỡ milimét. Nếu lấy độ nhận biết mức độ dịch chuyển bằng 3 lần sai số trung phương thì trong điều kiện thông thoáng, máy GNSS RTK B290 có thể nhận biết khoảng dịch là 3 × 1,3 = 3,9 mm với xác suất 99 % sau 10 s hay 10 trị đo.

Khi quan trắc các trạm viễn thông, với khoảng đặt ăng ten cách ăng ten sóng viễn thông lớn hơn 0,5 m và không ở mặt phát sóng viễn thông trực tiếp, máy thu GNSS RTK B290 có thể nhận biết được khoảng dịch 3 × 3,8 = 11,4 mm với xác suất 99 % trong khoảng thời gian tối thiểu 10s hay 10 trị đo.

6. Kết luận

Bài báo đã đề xuất giải pháp quan trắc tự động liên tục độ ổn định các trạm viễn thông sử dụng công nghệ GNSS RTK với các giải pháp phần cứng và phần mềm để chống nhiễu sóng viễn thông.

Đã tiến hành thực nghiệm để đánh giá độ chính xác của máy GNSS RTK Aitogy-B290 trong trường hợp thông thường và điều kiện quan trắc trạm phát sóng viễn thông.

Các kết quả thực nghiệm cho thấy rằng khi sử dụng máy thu GNSS RTK cho quan trắc các trạm phát sóng viễn thông thì vị trí đặt máy thu GNSS nên cách ít nhất 0,5 m về phía sau hoặc lên phía trên của ăng ten phát sóng viễn thông để tránh nhiễu tín hiệu GNSS gây ra bởi sóng viễn thông.

Với điều kiện nhiễu sóng viễn thông, độ phân giải để phân biệt được mức độ chuyển dịch ngang của cột phát sóng viễn thông vào khoảng 1 cm sau ít nhất mỗi 10 s.

Tài liệu tham khảo

Alojz Kopáčik, Imrich Lipták, Ján Erdélyi, Peter Kyrinovič, 2015. Structural Health Monitoring of bridges using accelerometers - a case study at Apollo Bridge in Bratislava, Geonauka, Vol. 3, No. 1.

Billie F. Spencer Jr.1, Manuel Ruiz-Sandoval2, Narito Kurata, 2004 Smart sensing technology for structural health monitoring, 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada August 1-6.

Brownjohn J.M.W., Xu Y. and Hester D., 2017. Vision-Based Bridge Deformation Monitoring. Front. Built Environ. 3:23. doi: 10.3389/fbuil.2017.00023

Kaya Y., Safak E., 2013. Real-Time Structural Health Monitoring and Damage Detection. In: Catbas F., Pakzad S., Racic V., Pavic A., Reynolds P. (eds) Topics in Dynamics of Civil Structures, Volume 4.

Conference Proceedings of the Society for Experimental Mechanics Series. Springer, New York, NY.

Nguyễn Viết Trung, 2011. Cơ sở quan trắc công trình cầu trong thi công và khai thác. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.

Xiaolin Meng, 2002. Real-time Deformation Monitoring of Bridges Using GPS/Accelerometers. Thesis submitted to the University of Nottingham for the degree of Doctor of Philosophy May 2002.

ABSTRACT

Deformation monitoring of Base Transceiver Station using GNSS RTK

Duong Thanh Trung[1, *], Lai Duc Truong[2], Nguyen Do Quang Duy[3], Diem Cong Trang[4]

[1]*Hanoi University of Mining and Geology*

[2]*Aitogy Infrastructure Technology., Jsc*

[3]*Hanoi University of Industry*

[4]*Department of Survey, Mapping and Geographic Information of Vietnam*

This study introduces a method and experiment for deformation monitoring of Base Transceiver Station using GNSS RTK technology. In the research, a network of monitoring sation is connected with the national CORS netwok for optimizing in terms of cost and accuracy. Strategies for elimnating noise causing by mobile signal and GNSS multipath was proposed to improve the reliability of the monitoring result.

Keywords: GNSS RTK, BTS, deformation monitoring, CORS.

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ
Nhà A16 - Số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: Phòng Phát hành: **024.22149040**;
Phòng Biên tập: **024.37917148**;
Phòng Quản lý Tổng hợp: **024.22149041**;
Fax: **024.37910147**; Email: **nxb@vap.ac.vn**; Website: **www.vap.ac.vn**

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH VÌ SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ESSD 2023)

ENGINEERING SURVEYING FOR SUBTAINABLE DEVELOPMENT - ESSD 2023

Trường Đại học Mỏ - Địa chất,
Khoa Trắc địa Bản đồ và Quản lý đất đai
Bộ môn Trắc địa công trình

Chịu trách nhiệm xuất bản
Giám đốc, Tổng biên tập
PHẠM THỊ HIẾU

Biên tập: **Hà Thị Thu Trang**
Trình bày kỹ thuật: **Nguyễn Hà**
Trình bày bìa: **Phạm Quốc Khánh**

Liên kết xuất bản:
Trường Đại học Mỏ - Địa chất
Địa chỉ: Số 18 Phố Viên, phường Đức Thắng, quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội

ISBN: 978-604-357-178-3

In 200 cuốn, khổ 21×29,7 cm, tại Công ty Cổ phần Khoa học và Công nghệ Hoàng Quốc Việt.
Địa chỉ: Số 11 ngách 1, ngõ 1 Võ Chí Công, P. Nghĩa Đô, Q. Cầu Giấy, TP. Hà Nội.
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3098-2023/CXBIPH/01-33/KHTNVCN.
Số quyết định xuất bản: 37/QĐ-KHTNCN, cấp ngày 15 tháng 9 năm 2023.
In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2023.