

ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC ĐỘ CAO TRÊN DỮ LIỆU GOOGLE EARTH DỰA TRÊN KẾT QUẢ ĐO GPS TĨNH, THỰC NGHIỆM TẠI HÀ GIANG

Đỗ Văn Dương, Vương Thị Hòe

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Trong bài báo này, dữ liệu độ cao trên Google Earth (GE) được tác giả so sánh với kết quả độ cao đo bằng công nghệ GPS tĩnh của 68 điểm lưới khống chế đo vẽ tại khu vực thị trấn Vĩnh Tuy, huyện Bắc Quang, tỉnh Hà Giang. Kết quả so sánh cho thấy, tệp dữ liệu độ cao trên GE có độ sai lệch lớn so với dữ liệu đo bằng GPS tĩnh, cụ thể: sai số trung bình, sai số trung phương và độ lệch chuẩn của 68 điểm tương ứng là 2.254 m, 4.991 m và 4.486 m, điển hình có một số điểm độ lệch lên đến cả chục mét như các điểm: VT01 (10.529 m); VT16 (11.576 m); VT26 (14.564 m); VT47 (14.317 m); VT60 (14.794 m). Kết quả nghiên cứu khẳng định, dữ liệu độ cao trên mô hình GE không đủ độ chính xác về độ cao để sử dụng cho các dự án kỹ thuật như san lấp mặt bằng công trình (<0.67 m), xây dựng bản đồ 3D (<0.83 m), bản đồ cảnh báo lũ lụt tỷ lệ trung bình (<10.0 m), ... tại các khu vực có địa hình đồi núi như ở Hà Giang, Việt Nam.

Từ khóa: GE (mô hình số độ cao Google Earth); GPS (công nghệ thu tín hiệu GNSS); GNSS (hệ thống định vị dẫn đường toàn cầu); ArcGIS.

Abstract

Accuracy assessment of elevation derived from Google Earth data based on static GPS/GNSS measurement: a case study in Ha Giang province, Vietnam

This study aims to compare elevation data derived from Google Earth (GE) with the elevation measured by static Global Positioning System (GPS)/Global Navigation Satellite System (GNSS) at 68 control points in Vinh Tuy town, Bac Quang district, Ha Giang province. The results showed that elevation data extracted from GE has a large deviation from data measured by static GPS/GNSS. Mean absolute error, root-mean-square error and standard deviation of 68 points were 2.254 m, 4.991 m and 4.486 m respectively. Some study points were inaccuracy up to more than 10 m, such as: VT01 (10.529 m), VT16 (11.576 m), VT26 (14.564 m), VT47 (14.317 m) and VT60 (14.794 m). The findings of this study confirm that GE elevation data is not suitable for engineering projects, such as leveling works (<0.67 m), building 3D maps (<0.83 m), modelling and building flood maps at medium scale (<10.0 m), ... in mountainous areas as Ha Giang province, Vietnam.

Keywords: GE (Google Earth elevation digital model); GPS (GNSS receiver technology); GNSS (Global Navigation Satellite System); ArcGIS.

1. Mở đầu

Sự phát triển về kinh tế - xã hội đòi hỏi cần có dữ liệu độ cao địa hình chính xác ở bất kỳ đâu và nhanh chóng. Dữ liệu độ cao sẽ rất hữu ích cho những công việc xác định nền địa hình trong lĩnh vực xây dựng, giao thông, điện,... và các ứng dụng khoa học khác.

Công nghệ tin học và công nghệ vệ tinh viễn thám ngày nay đã cung cấp cho chúng ta nhiều bộ dữ liệu số độ cao, trong đó có dữ liệu độ cao trên GE. Dữ liệu mô hình số độ cao trên GE có khả năng tiếp cận và chiết xuất một cách dễ dàng. Tuy nhiên, độ chính xác của mô hình độ cao trên GE đang là mối quan tâm lớn của nhiều ngành như xây dựng, giao thông, trắc địa bản đồ,... Những câu hỏi thường đặt ra là: Mức độ sai số độ cao trên mô hình toàn cầu và cục bộ khu vực là bao nhiêu? Ở mức sai số nào, dữ liệu đó sẽ hữu ích cho phép sử dụng ở phạm vi toàn cầu và khu vực

Đã có một số nghiên cứu trên thế giới có thể kể đến như: Nghiên cứu của Wang và cộng sự (2017) [7] đã thực nghiệm so sánh dữ liệu độ cao của GE với dữ liệu đo GPS tĩnh trên khu vực của liên bang Hoa Kỳ, kết quả cho thấy các sai số trung bình, sai số trung phương và độ lệch chuẩn tương ứng là 1.32 m, 2.27 m và 2.7 m. Nghiên cứu của Njike CHIGBU và cộng sự (2019) [10] đã khảo sát độ cao của GE so với độ cao của 412 điểm đo máy toàn đạc điện tử trên 10.16 km đường tại khu đô thị Abuja ở Nigeria. Kết quả nghiên cứu cho thấy, sai số trung bình là 1.65 m, sai số trung phương là 2.79 m và độ lệch chuẩn 2.27 m.

Ở Việt Nam, dữ liệu độ cao của GE đã được một số tác giả ứng dụng trong các nghiên cứu, như: xây dựng mô hình dự báo thủy văn (Đặng Thanh Bình, 2012) [5], dữ liệu nền địa hình xây dựng mô

phong thành phố 3D (Quách Đồng Thắng, 2018) [6]. Tuy nhiên, đánh giá độ chính xác dữ liệu độ cao của GE thì hiện tại chưa có nghiên cứu nào đề cập đến.

2. Khu vực thực nghiệm và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực thực nghiệm

Khu vực thực nghiệm là địa bàn thị trấn Vĩnh Tuy, huyện Bắc Quang, tỉnh Hà Giang có tọa độ địa lý vị trí Tây Bắc ($22^{\circ}17'31''\text{B}$, $104^{\circ}52'55''\text{Đ}$) và vị trí Đông Nam ($22^{\circ}14'30''\text{N}$, $104^{\circ}55'03''\text{Đ}$). Phía Đông giáp tỉnh Tuyên Quang, các phía còn lại giáp xã Vĩnh Hảo. Thị trấn có địa hình đồi núi, nền địa hình ổn định.



Hình 1: Vị trí địa lý thị trấn Vĩnh Tuy, huyện Bắc Quang, tỉnh Hà Giang

2.2. Dữ liệu kiểm chứng

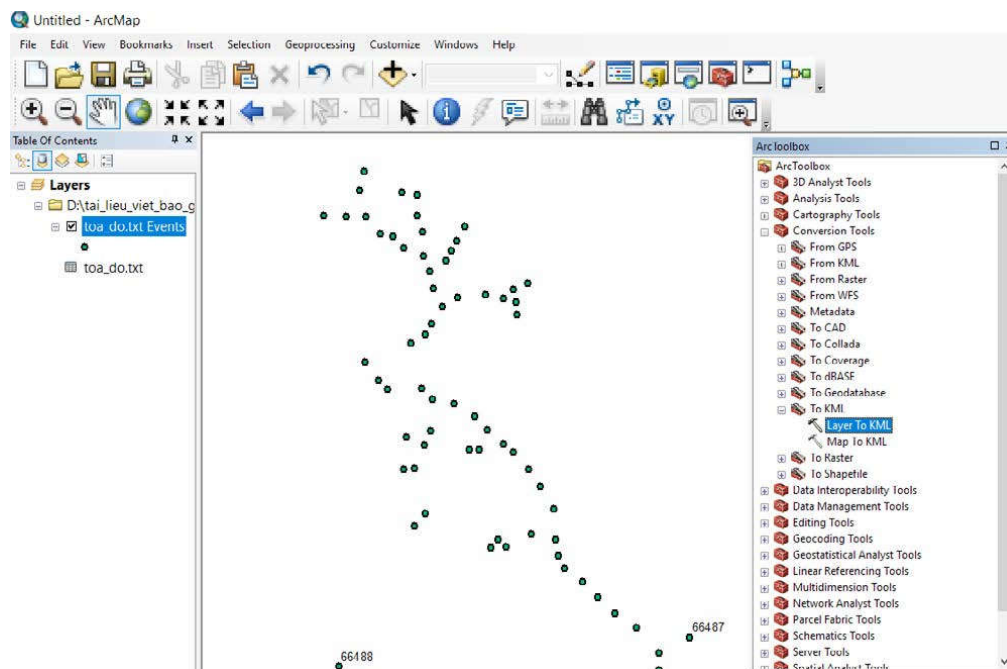
So sánh với dữ liệu độ cao GE là tệp dữ liệu độ cao của 68 điểm khống chế đo vẽ được đo theo phương pháp GPS tĩnh (Hình 2) phủ trùm đơn vị hành chính thị trấn Vĩnh Tuy với sai số độ cao của điểm lớn nhất là 0.027 m và sai số vị trí điểm lớn nhất là 0.014 m. Điểm BQ200 có cao độ lớn nhất 78.545 m, điểm VT57 có độ cao thấp nhất 48.490 m

Ten diem	Toa do (X)	Toa do (Y)	Do cao (h)
55477	2468226.394	436542.969	61.202
66487	2460806.875	440080.293	50.114
66488	2460479.951	436133.942	68.048
BQ-200	2463903.248	436429.349	78.545
BQ-202	2461962.193	438306.799	51.489
BQ-203	2461904.126	437926.716	61.551
VT-01	2466039.498	436423.284	54.571
VT-02	2465825.648	436371.113	54.282
VT-15	2465429.417	437558.932	59.656
VT-16	2465366.401	437075.67	53.224
VT-25	2464109.613	436943.198	52.27
VT-26	2463698.372	436581.252	58.236
VT-46	2461822.552	438020.569	58.308
VT-47	2461811.772	437842.25	61.283
VT-59	2463062.662	436894.11	70.225
VT-60	2462918.621	437718.128	56.106
VT-61	2462920.208	437604.553	66.928
VT-62	2464337.697	437183.331	58.268

Ten diem	Toa do (X)	Toa do (Y)	Do cao (h)
55477	2468226.394	436542.969	63.70
66487	2460806.875	440080.293	51.60
66488	2460479.951	436133.942	69.80
BQ-200	2463903.248	436429.349	80.90
BQ-202	2461962.193	438306.799	53.70
BQ-203	2461904.126	437926.716	65.00
VT-01	2466039.498	436423.284	65.10
VT-02	2465825.648	436371.113	60.40
VT-15	2465429.417	437558.932	63.40
VT-16	2465366.401	437075.67	64.80
VT-25	2464109.613	436943.198	53.80
VT-26	2463698.372	436581.252	72.80
VT-46	2461822.552	438020.569	60.40
VT-47	2461811.772	437842.25	75.60
VT-59	2463062.662	436894.11	70.90
VT-60	2462918.621	437718.128	70.90
VT-61	2462920.208	437604.553	73.30
VT-62	2464337.697	437183.331	61.50

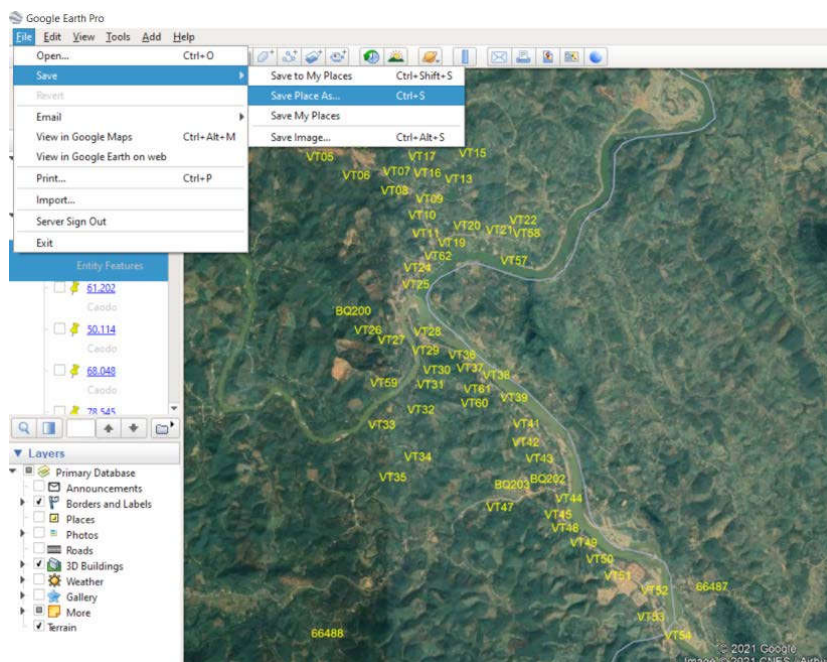
Hình 2: File số liệu gốc đo bằng GPS tỉnh và File số liệu tương ứng trích xuất trên GE

Để giải quyết được bài toán đặt ra, trước tiên số liệu GPS được nhập lên phần mềm ArcGIS. Sau khi có kết quả vị trí các điểm khống chế trên giao diện ArcMap, nhóm tác giả sử dụng công cụ xuất sang định dạng KML trong bộ công cụ tiện ích Arc Toolbox của ArcMap.



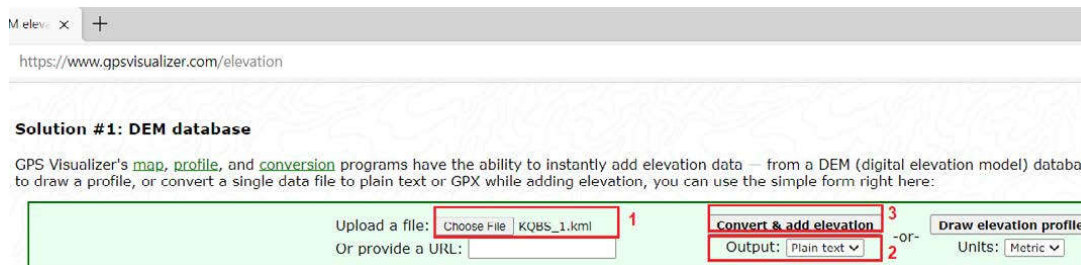
Hình 3: Tập điểm độ cao GPS được xuất sang dạng KML trên ArcGIS

Tập KML xuất ra sẽ được mở và dữ liệu ghi lại trên phần mềm GE.



Hình 4: File dạng KML tệp điểm độ cao GPS hiển thị trên Google Earth

Sử dụng công cụ Convert & add elevation trên website <https://www.gpsvisualizer.com/elevation> để chiết xuất độ cao các điểm đo trên dữ liệu mô hình số độ cao của GE theo các bước 1, 2 và 3 (Hình 5). Kết quả ta sẽ nhận được file tọa độ và độ cao của các điểm không chế (Hình 2) được chiết xuất từ mô hình số độ cao của GE.



Hình 5: Các bước chiết xuất độ cao GE trên website <https://www.gpsvisualizer.com>

2.3. Các chỉ số đánh giá độ chính xác

Quy trình đánh giá độ chính xác được áp dụng cho nghiên cứu này tương tự như trong các nghiên cứu của [8, 9, 10]. Bao gồm các chỉ số về: sai số trung bình, sai số trung phương, độ lệch chuẩn của các điểm khảo sát.

Dựa vào các công thức sau:

Sai số trung bình (*Mean Absolute Error*)

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (h_i^{GE} - h_i^{GNSS}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\Delta h_i) \quad (1)$$

Sai số trung phương (*Root Mean Square Error*)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\Delta h_i)^2} \quad (2)$$

Độ lệch chuẩn (*Standard Deviation*)

$$SD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\Delta h_i - ME)^2} \quad (3)$$

Trong đó: *N* - tổng số điểm khảo sát độ cao

h_i^{GE} - độ cao điểm khảo sát thứ *i* trên mô hình số độ cao GE

h_i^{GNSS} - độ cao điểm khảo sát thứ i tương ứng được đo bằng GPS tĩnh

2.4. Kết quả và thảo luận

a. Kết quả

Dựa trên các công thức tính chỉ số độ chính xác trên. Ta có kết quả đánh giá độ chính xác độ cao của 68 điểm khống chế trắc địa trích xuất từ mô hình số độ cao

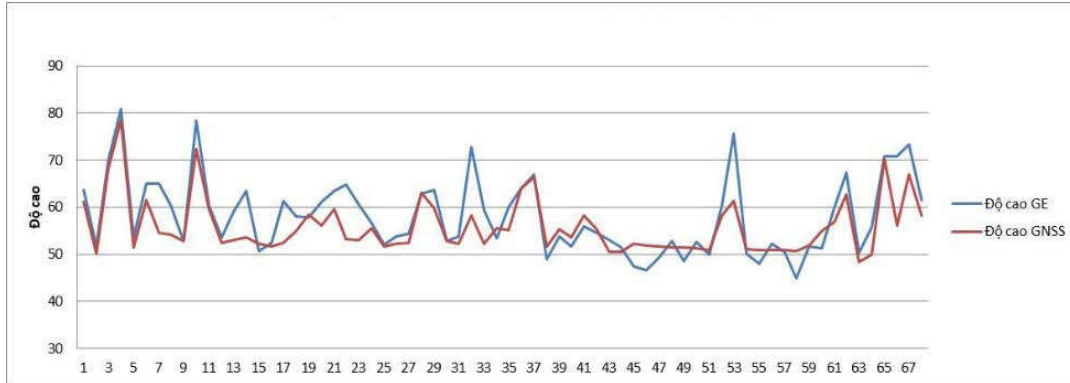
GE (lấy độ cao đo GPS làm chuẩn) tại thị trấn Vĩnh Tuy như sau:

Sai số trung bình: 2.254 m;

Sai số trung phương: 4.991 m;

Độ lệch chuẩn: 4.486 m.

Để đánh giá trực quan, độ cao của các điểm trên mô hình GE và độ cao các điểm GPS được biểu diễn trên Hình 6 dưới đây:



Hình 6: Biểu đồ so sánh độ cao của điểm trên GE và GNSS

b. Thảo luận

Từ kết quả trên, có thể thấy rằng sai số về độ cao của các điểm trên mô hình GE so với độ cao GPS đo tĩnh là lớn và không đồng đều thể hiện ở các chỉ số về sai số trung phương và độ lệch chuẩn các điểm. Khi đánh giá cụ thể độ lệch độ cao của từng cặp điểm, nhóm tác giả nhận thấy điểm VT30 có sai lệch độ cao nhỏ nhất 0.005 m, điểm VT60 có sai lệch độ cao lớn nhất 14.794 m. Đối chiếu số liệu trên (Hình 6) và số liệu (Hình 2) nhóm tác giả nhận thấy một số điểm có sai lệch độ cao so với độ cao GPS đo tĩnh cả chục mét, như các điểm: VT01 (10.529 m); VT16 (11.576 m); VT26 (14.564 m); VT47 (14.317 m); VT60 (14.794 m).

3. Kết luận

Nghiên cứu đã khảo sát chất lượng của mô hình số độ cao GE tại thị trấn Vĩnh Tuy, huyện Bắc Quang, tỉnh Hà Giang

với 68 điểm khống chế trắc địa đo theo phương pháp GPS tĩnh. Kết quả so sánh độ cao của điểm tương ứng trên GE và đo bằng GPS cho thấy, tệp dữ liệu độ cao trên GE có độ sai lệch lớn và không đồng đều so với dữ liệu đo bằng GPS tĩnh, cụ thể: sai số trung bình, sai số trung phương và độ lệch chuẩn của 68 điểm tương ứng là 2.254 m, 4.991 m và 4.486 m. Một số điểm độ lệch độ cao so với kết quả đo GPS tĩnh lên đến hơn 10 mét như các điểm: VT01, VT16, VT26, VT47, VT60. Kết quả nghiên cứu khẳng định, dữ liệu độ cao trên mô hình GE không đủ độ chính xác để sử dụng cho các dự án kỹ thuật như san lấp mặt bằng công trình (<0.67 m) [1], xây dựng bản đồ 3D (<0.83 m) [2, 4], bản đồ cảnh báo lũ lụt tỷ lệ trung bình (<10 m) [3],... tại các khu vực có địa hình đồi núi như ở Hà Giang, Việt Nam. Do vậy, để có được độ cao chính xác phục vụ cho các dự án kỹ thuật, dữ liệu độ cao trên mô hình

Nghiên cứu

GE không thể thay thế cho phương án đo đạc truyền thống khác như GPS hay toàn đạc điện tử,...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9398 : 2012. *Công tác trắc địa trong xây dựng công trình - Yêu cầu chung*.

[2]. Quy định số 17/2005/QĐ-BTNMT. *Quy định kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:2000 và 1:5000 bằng công nghệ ảnh số*. Ngày 21/12/2005 của Bộ TN&MT.

[3]. Quy định số:15/2005/QĐ-BTNMT. *Quy định kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10000, 1:25000 và 1:50000 bằng công nghệ ảnh số*. Ngày 13/12/2005 của Bộ TN&MT.

[4]. Thông tư số: 68/2015/TT-BTNMT. *Quy định kỹ thuật đo đạc trực tiếp địa hình phục vụ thành lập bản đồ địa hình và cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000*. Ngày 22/12/2015 của Bộ TN&MT.

[5]. Đặng Thanh Bình, Phan Thị Hoàn (2012). *Ứng dụng sản phẩm Google Earth trong công tác điều tra khảo sát khí tượng thủy văn*/. <https://www.hoixaydunghcm.vn/tai-lieu-ky-thuat/ung-dung-san-pham-google-earth-trong-cong-tac-dieu-tra-khao-sat-khi-tuong-thuy-van.html>.

[6]. Quách Đồng Thắng, Trần Quang Trường Hình (2018). *Ứng dụng các công cụ mô hình hóa hỗ trợ nghiên cứu đô thị*. Trung tâm thông tin, Viện nghiên cứu phát triển TP. Hồ Chí Minh.

[7]. Yinsong Wang, Yajie Zou, Kristian Henrickson, Yin Hai Wang, Jinjun Tang, Byung-Jung Park (2017). *Google Earth elevation data extraction and accuracy assessment for transportation applications*. Apr 26;12(4):e0175756. doi: 10.1371/journal.pone.0175756. eCollection.

[8]. Arungwa I.D, Obarafo E.O and Okolie C.J (2018). *Validation of Global Digital Elevation Models in Lagos State, Nigeria*. Nigerian Journal of Environmental Sciences and Technology, ISSN (Print): 2616-051X | ISSN (electronic): 2616 - 0501. Vol 2, No. 1, pp 78 - 88.

[9]. Birgit Wessel, Martin Huber, Christian Wohlfart, Ursula Marschall, Detlev Kosmann, Achim Roth (2018). *Accuracy assessment of the global TanDEM-X Digital Elevation Model with GPS data*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume 139, Pages 171 - 182.

[10]. Njike CHIGBU, Maduabughichi OKEZIE, Ikenna Donald ARUNGWA, Chima OGBA (2019). *Comparative Analysis of Google Earth Derived Elevation with In-Situ Total Station Method for Engineering Constructions*. FIG Working Week 2019, Geospatial information for a smarter life and environmental resilience, Hanoi, Vietnam, April 22 - 26.

BBT nhận bài: 12/7/2021; Phản biện xong: 28/7/2021; Chấp nhận đăng: 22/9/2021