

Ứng dụng công nghệ quét laser 3D mặt đất trong việc theo dõi biến động địa hình – Khu vực thực nghiệm ở Quảng Ninh

Ngô Sỹ Cường*¹, Trần Hồng Hạnh², Trần Văn Anh², Trần Xuân Trường²

⁽¹⁾ Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam

⁽²⁾ Trường Đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt:

Công nghệ quét laser 3D mặt đất ngày nay được sử dụng hiệu quả và phổ biến trong thành lập mô hình số địa hình, đánh giá sự biến động của địa hình, sửa chữa và khôi phục công trình và các lĩnh vực bảo tồn,... Mục đích của bài báo nhằm theo dõi biến động địa hình, đồng thời tính toán và đánh giá khối lượng đào đắp của khu khai thác khoáng sản khu vực Quảng Ninh. Quá trình quét laser 3D mặt đất đo đạc với độ chính xác cao để tính khoảng cách từ trạm quét tới địa vật và góc hướng quét tương ứng. Kết quả nghiên cứu thu nhận được đã đánh giá hiện trạng địa hình thay đổi rõ rệt giữa hai thời điểm quét khoảng thời gian 6 tháng với khối lượng khai thác đáng kể. Nghiên cứu sẽ giúp các kỹ thuật viên tiết kiệm được thời gian, công sức và kinh phí cho việc xác định chính xác khối lượng đào đắp trong khai thác khoáng sản.

Từ khóa: Quét laser 3D mặt đất, biến động địa hình, khối lượng đào đắp, Quảng Ninh

1. Đặt vấn đề

Công nghệ quét laser 3D mặt đất (3D Terrestrial Laser Scanning) là cuộc cách mạng trong thu thập số liệu thực địa phục vụ cho các ứng dụng ba chiều (Mostafa, 2011). Ngày nay, số liệu 3D đã trở thành chuẩn trong thiết kế, trình bày, sản xuất, cho phép tất cả mọi yếu tố trong cuộc sống như môi trường, con người, cảnh quan, thiết bị máy móc,... đều được thu nhận và thể hiện bằng hình ảnh ba chiều đúng như chúng đang tồn tại. Công nghệ quét 3D được áp dụng trong rất nhiều các lĩnh vực như ở nhà máy khu công nghiệp lớn, nhà máy điện hạt nhân, dầu khí ngoài khơi, khai thác mỏ, giao thông vận tải, địa hình, đo đạc bản đồ, quy hoạch đô thị, các công trình văn hóa, bảo tồn...(English Heritage 2011; Bernd, 2014)

Quét laser 3D là kỹ thuật thu thập số liệu hiện trường dưới dạng số, sử dụng ánh sáng laser quét qua bề mặt đối tượng từ những điểm cố định (điểm không chế) trên bề mặt trái đất, để ghi nhận kích thước và mối quan hệ không gian giữa các đối tượng với nhau. Về cơ bản, nguyên tắc hoạt động của laser 3D mặt đất cũng giống như toàn đạc điện tử là sử dụng tốc độ ánh sáng để xác định khoảng cách. Tuy nhiên, laser 3D mặt đất vẫn có sự khác biệt cơ bản trong bước sóng của tia sáng laser, số lượng và tốc độ ghi nhận các điểm số liệu đo, các bước đo thực địa, xử lý số liệu, nguồn sai số,...

STLS 3D đảm bảo thời gian thu số liệu trên thực địa nhanh hơn rất nhiều so với các phương pháp đo thông thường khác, đảm bảo đo được các đối tượng có hình dạng phức tạp mà các phương pháp truyền thống khó có thể ghi nhận được chính xác, số liệu chiết xuất từ quá trình xử lý đám mây điểm rất hữu dụng đối với các phần mềm CAD-CAM, mô hình số địa hình DTM. Thời gian xử lý số liệu trong phòng phụ thuộc vào số lượng điểm của các đám mây, mức độ phức tạp của các đối tượng được quét, mức độ chi tiết, phần mềm xử lý số liệu, cấu hình máy tính xử lý và chuyên gia thực hiện nhiệm vụ xử lý.

Các hệ thống quét laser 3D thu thập được một khối số liệu thô khổng lồ có tên gọi “Đám mây điểm – Point Cloud” (Riley and Crowe, 2006). Nó thể hiện một cách đầy đủ và hoàn chỉnh nhất hình ảnh của các đối tượng mà tia laser đã quét qua. Phụ thuộc vào kiểu máy quét và nhà sản xuất, khoảng cách quét tới các đối tượng thực tế có thể từ một vài trăm mét đến vài kilômét, số liệu điểm thu được có độ chính xác dưới 5mm với tốc độ ghi nhận số liệu từ vài chục nghìn đến một triệu điểm mỗi giây. Tốc độ quét phụ thuộc vào yêu cầu về mật độ điểm quét của mỗi ứng dụng. Khi các đối tượng trong thực tiễn có kích thước lớn hơn một lần quét, chúng ta phải sử dụng nhiều trạm máy ở các góc độ khác nhau sau đó nối kết các trạm máy này lại với nhau để tạo thành đám mây điểm hoàn chỉnh. Ngay khi hình thành được đám mây điểm 3D, số liệu đã sẵn sàng ứng dụng được, có thể tiến hành đo đạc trực tiếp, xuất sang bất kỳ phần mềm CAD phổ biến nào, xây dựng mô hình 3 chiều, tính toán thể tích, khối lượng đối tượng với hình khối bất kỳ.

Với các nhà máy cần tính toán trữ lượng nguyên liệu khai thác, việc tính toán chính xác khối lượng hàng trong kho đóng vai trò quan trọng. Thêm nữa, các phương pháp đo đạc cũ chưa đáp ứng được độ chính xác như mong muốn, việc phải leo trèo lên các bồn bể chứa cũng khá nguy hiểm đến sức khỏe cũng như tính mạng của con người. Vì vậy đề xuất này cũng được đưa ra nhằm hỗ trợ thu thập được chính xác khối lượng hàng tồn kho của mình với mong muốn tạo sự an toàn, nhanh chóng và hiện đại nhất có thể.

Trong ngành công nghiệp khai khoáng, nhìn chung đặc thù của các khu vực khai thác có diện tích rất rộng lớn, sườn vách cao nguy hiểm, hầm lò kéo dài với điều kiện ánh sáng hạn chế... việc ứng dụng các công nghệ đo đạc truyền thống như thủy chuẩn, toàn đạc điện tử, đo đạc GPS ... đảm bảo được độ chính xác và mức độ chi tiết cần thiết, nhưng lại tiêu tốn rất nhiều thời gian vì phải triển khai trên diện tích lớn, địa hình phức tạp và nguy hiểm. Các công nghệ phủ trùm trên diện rộng như công nghệ viễn thám, kê cả ảnh hàng không hay ảnh vệ tinh đều chưa đáp ứng được yêu cầu về độ chính xác đối với lĩnh vực này.

Nhiệm vụ đo đạc tính toán thể tích và xác định trữ lượng khai thác là nhiệm vụ tối quan trọng trong ngành công nghiệp khai khoáng. Các thông số này ảnh hưởng quyết định tới tất cả các quá trình xử lý kèm theo như: Xác định mô hình khai thác, quyết định đầu tư trang thiết bị, xây dựng phương án khai thác vận chuyển và xử lý, tính toán khối lượng vật tư trang thiết bị cần thiết phục vụ cho xây dựng cơ sở hạ tầng...

Những yêu cầu về tiến độ triển khai và nhu cầu tính toán thống kê trữ lượng, cũng như năng lực khai thác tại các khu mỏ ở Việt Nam đang ngày càng trở nên cấp bách, trong khi đó các phương pháp đo đạc truyền thống lại mất quá nhiều thời gian hoặc chưa đảm bảo độ chính xác. Với ưu thế mà không có bất kỳ phương pháp đo đạc nào có thể so sánh được như tốc độ đo rất nhanh, số liệu đầy đủ dưới dạng đám mây thể hiện đúng mô hình thực địa, số liệu đầu vào đủ thông tin để xây dựng mô hình số độ cao, nội suy đường đồng mức, tính toán thể tích, trữ khối lượng, khối lượng đào đắp, mặt cắt địa hình, xác định địa điểm xây dựng hạ tầng, ... Do đó, đề tài được lựa chọn đáp ứng được nhu cầu cấp thiết thực tế ” Ứng dụng công nghệ quét laser 3D mặt đất trong việc theo dõi biến động địa hình – Khu vực thực nghiệm ở Quảng Ninh”.



Hình 1. Mô phỏng quy trình quét laser 3D trên thực địa



Hình 2. Quét laser 3D thành lập bản đồ khu vực khai thác mỏ phục vụ tính khối lượng

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

a) Đặc điểm địa hình

Khu vực Lạng Sơn có độ cao trung bình từ 30m đến 1192m so với mặt nước biển. Địa hình phức tạp, đồi núi là chủ yếu. Địa hình thấp dần từ Bắc xuống Nam và từ Đông sang Tây. Phía Bắc là các dãy núi dọc biên giới Việt Trung, dọc ranh giới tỉnh Lạng Sơn và Bắc Kạn. Núi Pia Ngôm ở độ cao 1192m, núi Khan Nậy ở độ cao 819m. Núi Na Cả ở độ cao 848m. Khu vực giữa tỉnh tại các huyện Hữu Lũng, Chi Lăng, thành phố Lạng Sơn, Cao Lộc địa hình thấp hơn chủ yếu là đồi ở độ cao phần lớn dưới 300m.

Khu vực Quảng Ninh có nhiều núi cao, tiêu biểu là Yên Tử ở độ cao 1068m, dãy Lang Là ở độ cao 1166m. Địa hình rất phức tạp, có độ dốc lớn, bị chia cắt bởi các dãy núi nằm trong cánh cung Yên Tử theo hướng Đông Tây. Địa hình thấp dần từ Bắc xuống Nam, từ Tây sang Đông. Nửa phía Tây Bắc của tỉnh Quảng Ninh chủ yếu

là dãy núi cao, đồi xen kẽ các cánh đồng nhỏ hẹp, nửa phía Đông Nam của tỉnh Quảng Ninh địa hình thấp hơn ở độ cao dưới 300m, địa hình bán sơn địa, đồi thấp xen kẽ đồng bằng và các quần đảo của khu vực Vịnh Hạ Long, huyện đảo Vân Đồn.

Khu vực các huyện miền núi Bắc Giang gồm các huyện Yên Thế, Lục Nam, Lạng Giang, Sơn Đông và Lục Ngạn và huyện Quế Võ (Tỉnh Bắc Giang); huyện Chí Linh tỉnh Hải Dương thuộc vùng đồi núi, núi cao xen lẫn đồng bằng nhỏ hẹp. Phần lớn diện tích có độ cao từ 10m đến 600m so với mực nước biển. Phía Đông Nam khu đo là dải núi cao, đỉnh cao nhất 1068m, đặc biệt có dãy Yên Tử - ranh giới giữa hai tỉnh Bắc Giang và Quảng Ninh. Phía Tây Bắc khu đo là huyện Yên Thế, đồi núi chiếm $\frac{3}{4}$ diện tích tự nhiên, có đỉnh núi cao tới 500m. Phía Tây Nam là các huyện Lạng Giang, Lục Nam, Quế Võ, Chí Linh là vùng đồng bằng xen lẫn những quả đồi độc lập, thấp. Nhìn chung khu đo có địa hình phức tạp và có dạng thấp dần từ Đông sang Tây và từ Bắc xuống Nam.

- Khu vực còn lại phía Tây Nam khu đo gồm các huyện đồng bằng của tỉnh Bắc Ninh, các huyện Văn Lâm, Mỹ Hào tỉnh Hưng Yên, phía Nam huyện Chí Linh thuộc tỉnh Hải Dương; huyện Thủy Nguyên thành phố Hải Phòng. Đây là khu vực đồng bằng, đồng bằng xen kẽ đồi thấp đột xuất, địa hình thấp dần từ Bắc xuống Nam là khu vực chuyển tiếp giữa địa hình đồi núi và địa hình đồng bằng của các tỉnh đồng bằng châu thổ sông Hồng.

Căn cứ vào yêu cầu độ chính xác của mô hình số địa hình theo Dự án và tiêu chuẩn khoanh vùng địa hình theo quy định của quy phạm tỷ lệ bản đồ là 1/10.000 khu đo được chia làm 3 khu vực:

- Khu vực núi cao, địa hình phức tạp, đồi núi là chủ yếu thuộc các tỉnh Lạng Sơn, Quảng Ninh, khu vực tiếp giáp giữa các tỉnh Lạng Sơn, Quảng Ninh, Bắc Giang; khu vực này chiếm khoảng 261 mảnh trên bản đồ địa hình 1/10.000 sẽ vẽ khoảng cao đều 10m.
- Khu vực đồi núi, địa hình thấp hơn thuộc phía Nam tỉnh Lạng Sơn, Bắc Giang, phía Nam tỉnh Quảng Ninh; Khu vực này chiếm khoảng 218 mảnh, trên bản đồ địa hình 1/10.000 sẽ vẽ khoảng cao đều 5m.
- Khu vực chuyển tiếp giữa địa hình đồi núi và đồng bằng bắc bộ thuộc các huyện phía Nam Bắc Giang, phía Đông Bắc Ninh, huyện Chí Linh - Hải Dương, khu vực tiếp giáp giữa Quảng Ninh và Hải Phòng. Khu vực này chiếm khoảng 42 mảnh, trên bản đồ địa hình 1/10.000 sẽ vẽ khoảng cao đều 2,5m.

b) Đặc điểm địa vật:

Địa vật tập trung, phức tạp và đa dạng ở những đầu mối giao thông thủy, bộ; ở các khu công nghiệp; khu dân cư và khu vực trụ sở của cơ quan hành chính các cấp. Trong quá trình công nghiệp hoá, hiện đại hoá, các yếu tố kinh tế - xã hội luôn có xu hướng biến động theo thời gian làm cho nội dung bản đồ địa hình luôn thay đổi. Vì vậy việc đo mới hoặc bổ sung cập nhật các biến động là một đòi hỏi của thực tế.

c) Hệ thống đường bộ và đường thủy:

Bao gồm tuyến đường sắt Hà Nội - Lạng Sơn, các tuyến đường bộ quốc lộ 1A, 4b, 2, 3, 18, 31, quốc lộ 279, 293, các tuyến quốc lộ liên tỉnh .v.v. đều đến tận tất cả các khu vực, trung tâm huyện. Mạng lưới đường thủy gồm sông Đuống, sông Cầu, sông Thương, sông Hàn, sông Ba Chẽ .v.v. Về cơ sở hạ tầng gồm hệ thống giao thông đường sắt, đường bộ, đường thủy, mạng lưới đường dây tải điện, viễn thông .v.v. đang được đầu tư xây dựng ở các tỉnh và khai thác có hiệu quả phục vụ phát triển kinh tế, xã hội.

III.3. Đặc điểm kinh tế - xã hội

Hiện nay, Việt Nam đang trong thời kỳ phát triển kinh tế với mức độ tăng trưởng khá cao, khoảng 5-7% GDP hàng năm và cả nước đang trong quá trình hội nhập quốc tế. Trên địa bàn các tỉnh hàng loạt các thay đổi trong kinh tế - xã hội, cơ cấu kinh tế, tỷ trọng giữa các ngành đang diễn ra sôi động, đặc biệt là khu vực đô thị, khu công nghiệp, các cửa khẩu với Trung Quốc. Nhiệm vụ công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước được thể hiện rõ trong quá trình phát triển kinh tế của Việt Nam. Các đô thị ngày càng được mở rộng và các khu dân cư đang phát triển theo hướng tập trung và xây dựng hiện đại hơn. Vì vậy, việc cung cấp dữ liệu số về điều tra cơ bản ở tỷ lệ 1/10.000 thống nhất theo các định dạng chuẩn là đòi hỏi bức xúc của thực tế để phục vụ quy hoạch và phát triển kinh tế - xã hội trong thời kỳ hiện nay.

Bắc Giang là một tỉnh thuộc [vùng đông bắc Việt Nam](#). Từ năm 2012 là tỉnh nằm trong quy hoạch [vùng thủ đô Hà Nội](#). Bắc Giang giáp với nhiều [tỉnh thành](#), phía bắc giáp [Lang Sơn](#), phía đông giáp [Quảng Ninh](#), phía tây giáp [Thái Nguyên](#) và [Hà Nội](#), phía nam giáp [Bắc Ninh](#) và [Hải Dương](#). Tỉnh lỵ là [thành phố Bắc Giang](#), cách trung tâm thủ đô [Hà Nội](#) 50 km.

Trong những năm gần đây, Kinh tế của Bắc Giang phát triển khá toàn diện và đang dần khẳng định được vị thế là Trung tâm kinh tế lớn thứ hai của vùng [Trung du và miền núi phía Bắc](#)

Vị trí: Là một tỉnh thuộc vùng đông bắc Bắc Bộ, phía đông giáp tỉnh Quảng Ninh, phía bắc giáp tỉnh Lạng Sơn, phía tây giáp tỉnh Thái Nguyên và huyện Sóc Sơn (Hà Nội) và phía nam giáp tỉnh Bắc Ninh và tỉnh Hải Dương.

Bắc Giang có diện tích tự nhiên 3.823 km², chiếm 1,2% diện tích tự nhiên của Việt Nam. Theo tài liệu năm [2000](#), trong tổng [diện tích tự nhiên](#) của Bắc Giang, đất [nông nghiệp](#) chiếm 32,4%; đất [lâm nghiệp](#) có [rừng](#) chiếm 28,9%; còn lại là đồi núi, sông suối chưa sử dụng và các loại đất khác.

Bắc Giang có địa hình [trung du](#) và là vùng chuyển tiếp giữa vùng núi phía bắc với châu thổ [sông Hồng](#) ở phía nam. Tuy phần lớn diện tích tự nhiên của tỉnh là núi đồi nhưng nhìn chung địa hình không bị chia cắt nhiều. Khu vực phía bắc tỉnh là vùng rừng núi. Bắc Giang nằm kẹp giữa hai dãy núi hình cánh cung và cùng mở ra như nan quạt, rộng ở hướng đông bắc, chụm ở phía tây nam (tại vùng trung tâm tỉnh), là: [cánh cung Đông Triều](#) và [cánh cung Bắc Sơn](#), phần giữa phía đông tỉnh có địa hình đồi núi thấp là thung lũng giữa hai dãy núi này. phía đông và đông nam tỉnh là cánh cung Đông Triều với ngọn núi [Yên Tử](#), cao trung bình 300–900 m so với mặt biển, trong đó đỉnh cao nhất là 1.068 m; phía tây bắc là dãy núi cánh cung Bắc Sơn ăn lan vào tới huyện [Yên Thế](#), cao trung bình 300–500 m, chủ yếu là những đồi đất tròn trĩnh và thoải dần về phía đông nam. Tại vùng núi phía đông bắc tỉnh, giáp với [Quảng Ninh](#) có khu [rừng nguyên sinh](#) Khe Rỗ rộng 7153 ha với hệ [động vật](#) và [thực vật](#) phong phú, bao gồm 236 [loài](#) cây thân [gỗ](#), 255 loài cây dược liệu, 37 loài [thú](#), 73 loài [chim](#) và 18 loài [bò sát](#).

Trên địa bàn Bắc Giang có 374 km [sông suối](#), trong đó ba sông lớn là [sông Lục Nam](#), [sông Thương](#) và [sông Cầu](#). Sông Lục Nam chảy qua vùng núi đá vôi nên quanh năm nước trong xanh. Sông Thương bắt nguồn từ hai vùng có [địa hình](#) và [địa chất](#) khác nhau nên nước chảy đôi dòng: bên đục, bên trong.

Ngoài sông suối, Bắc Giang còn có nhiều [hồ](#), [đầm](#), trong đó có [hồ Cẩm Sơn](#) và Khuôn Thần. Hồ Cẩm Sơn nằm ở khu vực giáp tỉnh [Lang Sơn](#), dài 30 km, nơi rộng nhất 7 km và chỗ hẹp nhất 200m. Hồ Cẩm Sơn có [diện tích](#) mặt nước 2.600 ha, vào mùa mưa có thể lên tới 3.000 ha. [Hồ Khuôn Thần](#) có diện tích mặt nước 240 ha và lòng hồ có 5 đồi đảo được phủ kín bởi rừng [thông](#) 20 tuổi. Người ta có thể dạo chơi trên hồ Khuôn Thần bằng [thuyền](#) đạp chân hoặc thuyền gắn máy, vừa cùng người [Sán Chì](#), [Cao Lan](#), [Nùng](#) bản địa hát [soong hao](#), vừa thưởng thức những [sản phẩm](#) độc đáo của địa phương như [hạt dẻ](#), [mật ong](#) và [rượu tắc kè](#).

Dân số và các dân tộc thiểu số

Theo điều tra dân số ngày 1 tháng 4 năm 2016, dân số Bắc Giang có 1 653 397 người, với [mật độ dân số](#) 424 người/km², gấp 1,5 lần mật độ dân số bình quân của cả nước, 11% dân số sống ở đô thị và 89% dân số sống ở nông thôn. Trên địa bàn Bắc Giang có 6 dân tộc cùng sinh sống, trong đó đông nhất là [người Kinh](#), chiếm 88,1% dân số toàn tỉnh, tiếp đến là [người Nùng](#) chiếm 4,5%; [người Tày](#) 2,6%; [người Sán Chay](#) và [người Sán Diêu](#), mỗi [dân tộc](#) 1,6%; [người Hoa](#) 1,2%; [người Dao](#) 0,5%. Tỷ lệ nam giới chiếm khoảng 49,92% dân số, nữ giới khoảng 50,08% dân số. Số người trong độ tuổi lao động chiếm khoảng 62,15% dân số, trong đó lao động được đào tạo nghề chiếm 26%; số hộ nghèo chiếm 8,88%.

Lịch sử

Thời [vua Hùng](#) dựng nước [Văn Lang](#) liên bộ lạc, Bắc Giang thuộc bộ Võ Ninh.

Đời Lý - Trần gọi là lộ Bắc Giang.

Đời [Lê](#), đây là phủ Bắc Hà, năm [1822](#) đổi là phủ Thiên Phúc, đến đời [Tự Đức](#) là phủ [Đa Phúc](#).

Từ ngày [5 tháng 11](#) năm [1889](#) đến ngày [9 tháng 9](#) năm [1891](#) đã tồn tại tỉnh [Lục Nam](#). Tỉnh Lục Nam gồm các huyện Bảo Lộc, Phượng Nhỡn, Lục Nam, Hữu Lũng (tách từ phủ Lạng Giang, tỉnh Bắc Ninh, ở bên tả ngạn [sông Thương](#)) và huyện Yên Bái (tách từ tỉnh Lạng Sơn). Năm 1891 sau khi trả hai huyện Bảo Lộc và Phượng Nhỡn cho tỉnh Bắc Ninh, tỉnh Lục Nam bị xóa bỏ để nhập vào Đạo Quan binh I.

Tỉnh Bắc Giang được thành lập ngày [10 tháng 10](#) năm [1895](#), tách từ tỉnh Bắc Ninh, bao gồm phủ Lạng Giang, phủ Đa Phúc và các huyện [Kim Anh](#), [Yên Dũng](#), [Phượng Nhỡn](#), Việt Yên, Hiệp Hòa, Yên Thế và một số tổng nằm ở phía nam sông Lục Nam. Tỉnh lỵ là [Phủ Lạng Thương](#) (nay là [thành phố Bắc Giang](#)). Năm [1896](#), phủ Đa Phúc và huyện Kim Anh được trả lại cho tỉnh Bắc Ninh.

Năm [1950](#), tỉnh Bắc Giang thuộc Liên khu Việt Bắc ([1949-1956](#)) và gồm 7 huyện: Hiệp Hoà, Lục Ngạn, Yên Thế, Lạng Giang, Việt Yên, Yên Dũng, [Hữu Lũng](#).

Ngày [22 tháng 2](#) năm [1955](#), huyện [Sơn Đông](#) từ tỉnh [Quảng Yên](#) trả về tỉnh Bắc Giang.

Ngày **1 tháng 7** năm **1956**, khi thành lập **Khu tự trị Việt Bắc**, huyện Hữu Lũng sáp nhập vào tỉnh **Lạng Sơn** thuộc Khu tự trị Việt Bắc.

Ngày **21 tháng 1** năm **1957**, chia 2 huyện Sơn Động và Lục Ngạn thành 3 huyện Sơn Động, Lục Ngạn và **Lục Nam**.

Ngày **6 tháng 11** năm **1957**, chia huyện Yên Thế thành 2 huyện: Yên Thế và **Tân Yên**.

Năm **1959**, đổi tên thị xã Phủ Lạng Thương thành thị xã Bắc Giang.

Ngày **27 tháng 10** năm **1962**, Bắc Giang nhập với **Bắc Ninh** thành tỉnh **Hà Bắc** và đến ngày **1 tháng 1** năm **1997** lại tách ra như cũ. Khi tách ra, tỉnh Bắc Giang có tỉnh lỵ là **thị xã Bắc Giang** và 9 huyện: **Hiệp Hòa, Lạng Giang, Lục Nam, Lục Ngạn, Sơn Động, Tân Yên, Việt Yên, Yên Dũng, Yên Thế**.

Ngày **7 tháng 6** năm **2005**, chuyển thị xã Bắc Giang thành thành phố Bắc Giang

Văn hóa

Văn hóa Bắc Giang có các điểm đặc trưng sau:

- Tính chất đan xen đa văn hóa. Đan xen không phải hòa đồng mà tất cả cùng tồn tại tạo nên sự phong phú, đa dạng của văn hóa Bắc Giang.
- Tính chất tụ hội văn hóa người Việt. Trong lịch sử lâu dài của đất nước người dân từ nhiều nơi như **Thanh Hóa, Hải Dương, Thái Bình, Hải Phòng, Hưng Yên...** đã lên đây sinh sống. Họ mang theo tập tục của mình và có những biến đổi theo người dân bản xứ trên đất Bắc Giang và ngược lại người dân Bắc Giang ở trước đó cũng bị những tác động của cư dân mới đến.
- Con người Bắc Giang vốn là những cư dân đồng cam cộng khổ, mưu sinh vượt qua thiên tai địch họa, khai phá rừng hoang lập làng, lập bản. Tính chất hào hùng còn dễ nhận thấy hơn qua các cuộc bảo vệ đất nước của dòng họ Giáp, họ Thân và đặc biệt hơn là cuộc khởi nghĩa Yên Thế.
- Bắc Giang là sự giao thoa giữa hai miền văn hóa Việt cổ (Bắc Ninh) và văn hóa Tày Nùng (Lạng Sơn). Những người dân tộc Thái, dân tộc Dao... vẫn có nét riêng trong sinh hoạt nhưng họ học tiếng Kinh, mặc quần áo người Kinh.
- Văn hóa Bắc Giang là tính chất đoàn kết, sáng tạo. Từ vùng rừng thiêng nước độc cộng đồng dân cư Bắc Giang sinh sống đã tạo nên những vẻ đẹp riêng có cả về văn hóa vật thể và phi vật thể. Bắc Giang có hơn 500 lễ hội lớn nhỏ.

Người dân Bắc Giang tự hào là cái nôi của quan họ cổ với 23 làng ven **sông Cầu**, tồn tại như một sự kết duyên song song với **quan họ** ở Bắc Ninh. Đất quan họ Bắc Giang còn là nơi có tục kết chạ từ lâu đời đến nay vẫn tồn tại trong cuộc sống cộng đồng, có đóng góp tích cực làm đẹp thêm đời sống xã hội.

Bắc Giang có chùa Vĩnh Nghiêm (**Yên Dũng**) - cái nôi đào tạo phật pháp **thiền phái Trúc Lâm**; **chùa Bồ Đà (Việt Yên)** phản ánh tính chất cổ kính gắn với phật giáo Ấn Độ, đình Lỗ Hạnh (Hiệp Hòa) được dựng vào cuối thế kỷ XVI từng được mệnh danh là "Đệ nhất Kinh Bắc". Các nhà khảo cổ học đã phát hiện trên địa bàn Bắc Giang cách đây khoảng hai vạn năm có người thời đại đồ đá khai phá, sinh sống ở đây. Điều đó được thể hiện qua các di chỉ **Bồ Hạ (Yên Thế)**, **Chũ, Cầu Cát (Lục Ngạn)**, **Khe Táu, An Châu (Sơn Động)**. Thời gian tiếp theo các nhà khảo cổ cũng tìm thấy con người thời đại đồ đá mới sinh sống trên vùng đất này qua di chỉ **Mai Sưu (Lục Nam)**, thời đại đồ đồng qua di chỉ **Đông Lâm (Hiệp Hòa)**.

Kinh tế[sửa | sửa mã nguồn]

Nằm trên tuyến hành lang kinh tế **Nam Ninh (Trung Quốc) - Lạng Sơn - Hà Nội - Hải Phòng**, liền kề vùng kinh tế trọng điểm phía bắc, Bắc Giang rất thuận lợi trong phát triển kinh tế và giao lưu văn hóa với các nước trong khu vực.

Bắc Giang đã quy hoạch và triển khai các **khu công nghiệp** cùng một số **cum công nghiệp** với tổng diện tích gần 1.500 **ha**, trong đó có một khu công nghiệp đã cơ bản lấp đầy.^[3]

Các khu công nghiệp nằm ở phía nam tỉnh Bắc Giang thuộc các huyện **Việt Yên** và **Yên Dũng**. Được quy hoạch liền kề nhau, nằm dọc theo đường quốc lộ 1A mới Hà Nội - Lạng Sơn, gần với các đô thị lớn, thuận lợi cả về đường bộ, đường sông, đường sắt và đường hàng không và các cảng sông, cảng biển. Cách thủ đô Hà Nội khoảng 60 km, **Sân bay quốc tế Nội Bài** 50 km; **Cảng Hải Phòng** khoảng 110 km và cách cửa khẩu **Hữu Nghị Quan** 120 km, có hệ thống hạ tầng tương đối hoàn chỉnh; thuận lợi cả về hệ thống cung cấp điện, nước, bưu chính viễn thông.

Các khu, cụm công nghiệp đó là:

- **Khu công nghiệp Đình Trám**, diện tích 100 ha;
- **Khu công nghiệp Song Khê - Nội Hoàng**, diện tích 180 ha;
- **Khu công nghiệp Quang Châu**, diện tích 426 ha;
- **Khu công nghiệp Vân Trung**, diện tích khoảng 442 ha;

- [Khu công nghiệp Châu Minh - Mai Đình](#) diện tích 207 ha.

}] Ngoài các khu, cụm công nghiệp trên, hiện nay tỉnh Bắc Giang dự kiến quy hoạch một số khu, cụm công nghiệp khác, tập trung ở các huyện [Yên Dũng](#), [Viết Yên](#), [Hiệp Hoà](#) và huyện [Lạng Giang](#) với diện tích các khu khoảng từ 200 ha đến trên 1.000 ha.^[4]

Bắc Giang đang nỗ lực cải thiện môi trường đầu tư, kinh doanh; ưu tiên đầu tư kết cấu hạ tầng các khu, cụm công nghiệp; quan tâm đào tạo, nâng cao chất lượng nguồn nhân lực, đáp ứng yêu cầu sử dụng lao động của các doanh nghiệp và đặc biệt chú trọng cải cách thủ tục hành chính theo hướng đảm bảo công khai, minh bạch với cơ chế "một cửa liên thông", nhà đầu tư chỉ cần đến một địa chỉ là [Ban quản lý các Khu công nghiệp](#) hoặc [Sở Kế hoạch và Đầu tư](#) là được cấp giấy chứng nhận đầu tư, mã số thuế và con dấu.^[3]

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

Máy quét được sử dụng trong nghiên cứu là máy quét Faro Focus3D X330. Đây là máy quét chuyên nghiệp có kích thước nhỏ nhất và trọng lượng nhẹ nhất trên thế giới, khoảng cách xa (bán kính quét hiệu quả: từ 0.6 mét đến 330 mét), với tốc độ quét nhanh và độ chính xác cao (độ chính xác khoảng cách lên tới +/- 2mm), đạt chỉ tiêu môi trường IP, dễ dàng định hướng trạm quét rời rạc dựa vào máy thu tín hiệu định vị vệ tinh GPS tích hợp sẵn trong máy, phục vụ cho các ứng dụng cả trong nhà và ngoài trời.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nguyên lý hoạt động của kỹ thuật này cũng tương đối đơn giản, một thiết bị đo có cơ chế phát tia laser đi kèm với bộ phận đo phản hồi của laser, xác định thời gian di chuyển của tia sáng từ đó giúp xác định vị trí chính xác (X,Y,Z) của các đối tượng phản xạ trong thực tiễn. Thế mạnh của kỹ thuật quét laser là khả năng tạo ra những khối số liệu cực kỳ lớn mô tả một cách chính xác, đầy đủ và vô cùng chi tiết một khu vực trong thực tiễn, đây là điều mà tất cả các phương pháp đo đạc thu thập số liệu thực địa ở thời điểm hiện tại không thể có được. Ví dụ nếu chúng ta sử dụng máy toàn đạc điện tử với 2 người tiến hành đo liên tục trong vòng 8 giờ chỉ có thể ghi nhận được 700 điểm đo, trong khi đó mỗi giây máy quét laser có khả năng thực hiện được 1.000.000 điểm đo một con số thực sự khác biệt, chúng ta có thể hình dung số lượng điểm đo của máy quét laser ken dày tái tạo lại đối tượng giống như chúng ta chụp ảnh chính đối tượng trong thực tiễn bằng máy ảnh kỹ thuật số.

Lợi điểm lớn nữa của kỹ thuật quét laser đó là khả năng quét toàn cảnh 360 độ theo chiều ngang và 320 độ theo chiều đứng, với máy chúng tôi đã thử nghiệm tại nhiều kho hàng, trong tầm quan sát nêu trên ở khoảng cách bán kính khoảng vài trăm mét, tất cả các đối tượng đều được ghi nhận một cách đầy đủ và chi tiết mà không có bất kỳ sự can thiệp nào của con người trong quá trình máy hoạt động trên thực địa.

Số liệu máy quét laser 3D tạo ra giống như chúng ta tái hiện 100% thực tiễn ở tỷ lệ 1:1, và quan trọng hơn là tất cả số liệu đã được xác lập trong không gian 3 chiều hoàn chỉnh, theo đó các quá trình xử lý tiếp theo chúng ta hoàn toàn thực hiện trực quan trên mô hình 3D. Toàn bộ quá trình đo vẽ sẽ được tiến hành trên mô hình 3D này với độ chính xác rất cao (lên tới mm) mà không cần phải ra ngoài thực tế để bắc máy hoặc kéo thước dây nữa.

Ngoài ra, máy quét laser 3D chúng tôi triển còn được tích hợp một máy ảnh kỹ thuật số độ phân giải 170 megapixel (toàn cảnh) cho phép chụp các bức ảnh 360 độ dạng thể cầu phủ trùm lên toàn bộ số liệu đo đạc laser mà máy quét tạo ra. Đây là hợp phần vô cùng quan trọng hỗ trợ cho các ứng dụng báo cáo hiện trạng giống hệt như chúng ta đang đứng trực tiếp trên khai trường. Ngoài ra chính mô hình ảnh 360 độ này cũng cung cấp khả năng đo vẽ trực tiếp trên

ảnh mà không cần quay trở lại thực địa. Đây là điều mà các công ty thiết kế rất cần trong quá trình thiết kế theo yêu cầu khách hàng

I. QUY TRÌNH TRIỂN KHAI

Khảo sát:

1. Chuẩn bị trang thiết bị (Máy ảnh KTS, Máy GPS cầm tay, Máy đo khoảng cách – góc bằng laser, bút, sổ viết, vẽ sơ đồ) và Phương tiện di chuyển
2. Di chuyển toàn bộ các vị trí đặt máy quét theo yêu cầu thu thập dữ liệu mô hình 3 chiều
3. Ghi chép tính toán và vẽ sơ đồ sơ bộ khu vực, vị trí đặt trạm máy, tuyến di chuyển
4. Xác định mức độ khó khăn và các điều kiện khách quan, chủ quan có thể gặp phải trong quá trình triển khai. Lên phương án đảm bảo an toàn cho người và phương tiện.

Triển khai quét:

1. Chuẩn bị trang thiết bị:
 - Máy quét laser 3D & phụ kiện
 - Máy đo khoảng cách bằng laser
 - Sổ, bút ghi chép
 - Ổ cắm, dây nối, bóng đèn
 - Phương tiện di chuyển và các thiết bị phụ trợ khác.
2. Triển khai quét:
 - Bố trí nhóm thực địa, thao tác trên 1 máy quét laser 3D.
 - Triển khai đặt máy tại các vị trí lần lượt theo tuyến đã lập trong kế hoạch và sơ đồ bố trí trạm máy.
 - Giờ làm việc: Chiều từ 2 giờ đến 3 giờ với 9 trạm đặt máy
 - Thời gian quét mỗi trạm máy là 4 phút
 - Thời gian quét có thể sẽ kéo dài trong trường hợp thời tiết bất lợi (mưa gió, nhiều mây) hoặc có đông người tiếp cận máy móc. Cũng có thể rút ngắn nếu gặp các điều kiện thuận lợi (thời tiết nắng ráo, vắng người đi lại)
 - Các đối tượng ngẫu nhiên xuất hiện (các phương tiện cơ giới, băng rôn, khẩu hiệu,...) có thể gây cản trở tới công tác thu thập số liệu và chất lượng của sản phẩm.

Xử lý, Nắn – Ghép dữ liệu:

- Trút số liệu từ thẻ nhớ và đưa vào máy tính chuyên dụng, bộ xử lý tốc độ cao, cấu hình đồ họa mạnh.
- Nhập số liệu vừa trút vào phần mềm FARO SCENE 5.1.
- Đọc dữ liệu và kiểm tra sơ bộ từng trạm đo dưới dạng dữ liệu thô (Grey) trên phần mềm SCENE.
- Nắn – Ghép (register) các trạm đo thành dữ liệu mô hình đám mây điểm 3 chiều.
- Biên tập nội dung, làm sạch dữ liệu và loại bỏ nhiễu, các điểm mây chồng lấn.
- Màu hóa dữ liệu mô hình 3D (Gán ảnh chụp tích hợp trên máy quét laser 3D)

Lưu dữ liệu và import vào phần mềm tính toán thể tích:

- Chuyển dữ liệu điểm trực tiếp vào các phần mềm tính toán thể tích chuyên dụng như JRC Reconstructor
- Tạo ra mô hình dữ liệu dạng mesh để sử dụng tính toán
- Tạo mặt phẳng gốc để tính toán khối lượng bên trên cho mỗi mô hình

Tính toán kết quả cuối:

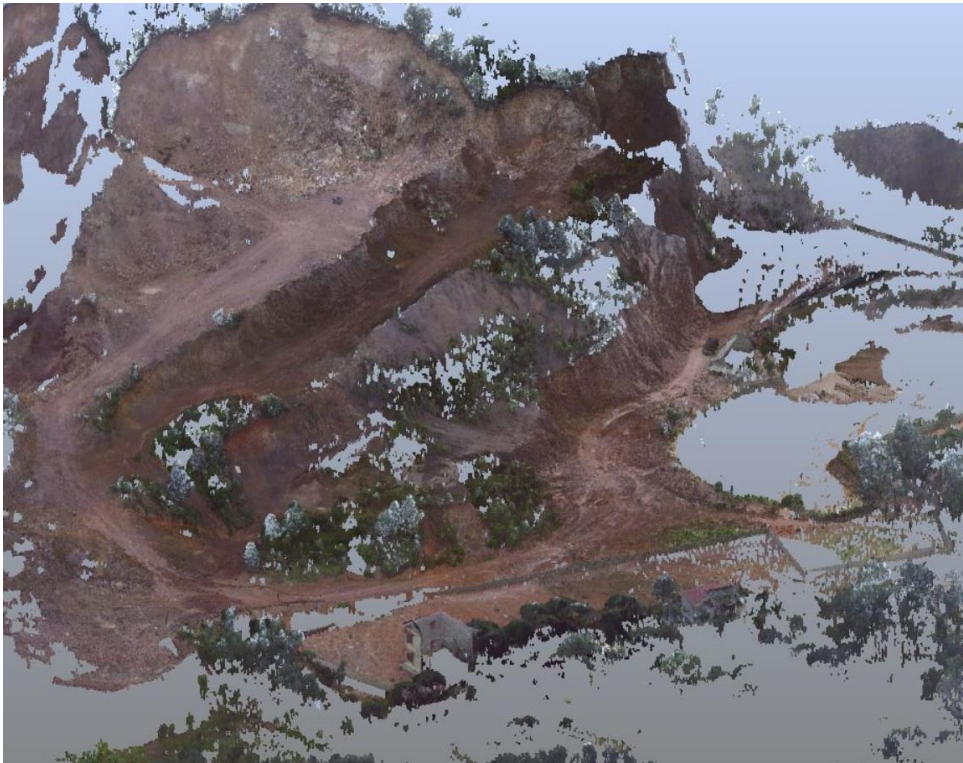
- Tính toán thể tích mô hình chỉ bằng một lần kích chuột: Sau khi tính toán thể tích đo được của năm 2016 là là 2840 m³

*** Sản phẩm số liệu thô thu được từ máy quét laser là các tập hợp đám mây điểm xác định hình dạng đối tượng quét. Khi điểm đặt máy quét (điểm không chế) được tham chiếu địa lý vào một hệ thống tọa độ đã biết, thì tất cả các điểm nằm trong đám mây điểm đều được định hướng về cùng một hệ thống tọa độ. Các điểm trong đám mây này có tọa độ X, Y, Z và các giá trị về cường độ tia laser phản hồi (khuôn dạng XYZI). Các điểm có thể được thể hiện trong khuôn dạng XYZIRGB (Tọa độ X, Y, Z; Cường độ phản hồi I; Các giá trị màu R, G, B) nếu có số liệu ảnh chồng phủ phía trên.

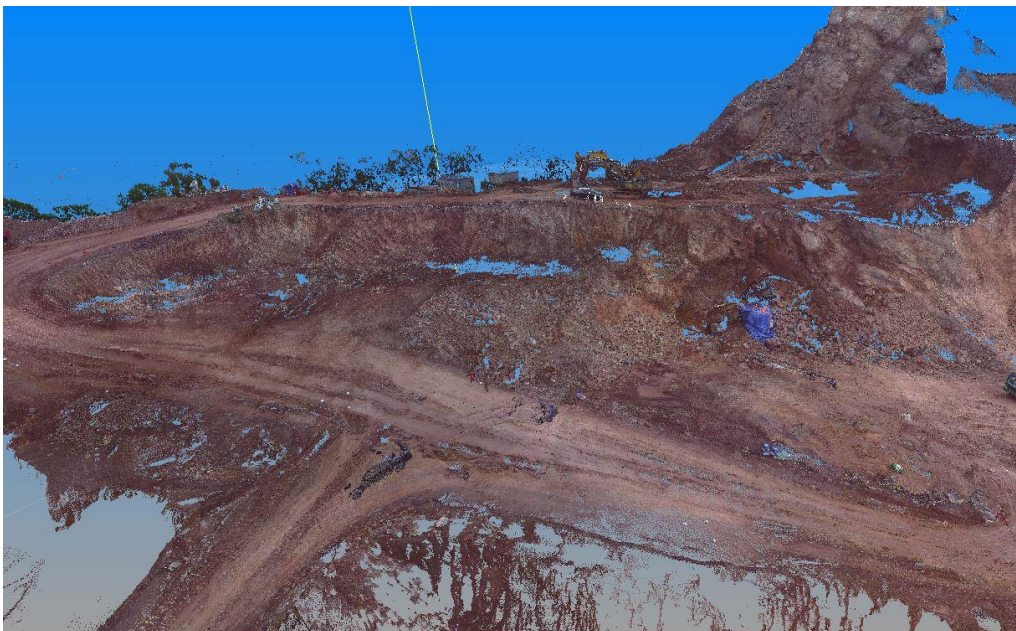
Chỉ tiêu kỹ thuật máy quét, độ chính xác điểm không chế, khoảng cách tới đối tượng quét, góc quét... là các yếu tố ảnh hưởng tới độ chính xác của các điểm trong đám mây số liệu. Ngoài ra các yếu tố khí quyển, khí tượng cũng ảnh hưởng tới khoảng cách và độ chính xác số liệu đo STLS 3D như biên độ giao động nhiệt, mưa, bụi, gió, mây mù.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

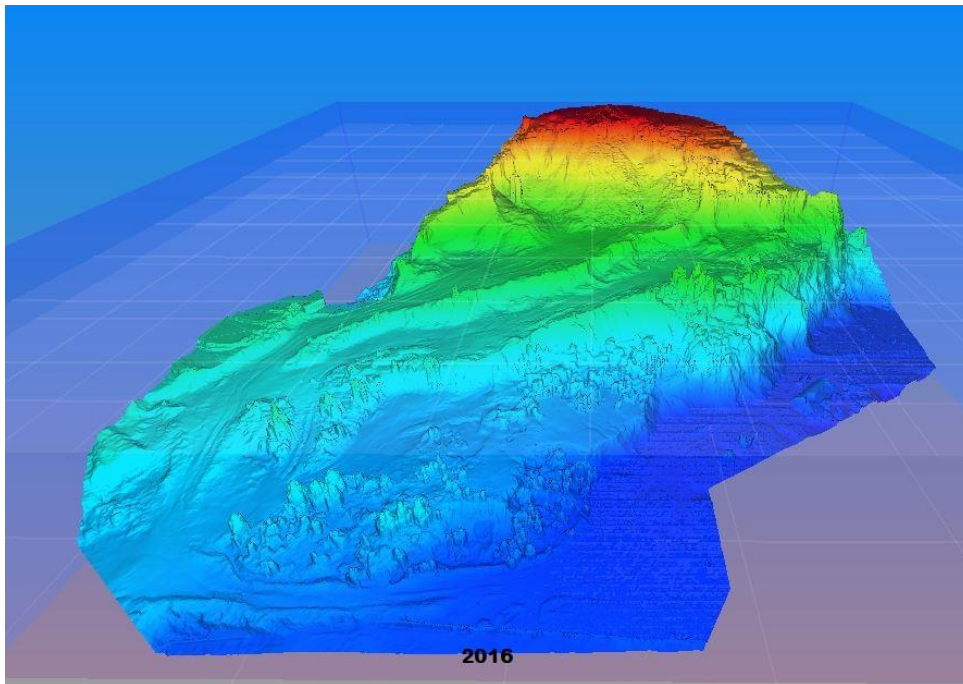
.....(Times New Roman, Size 12pt, Justify) (Normal)



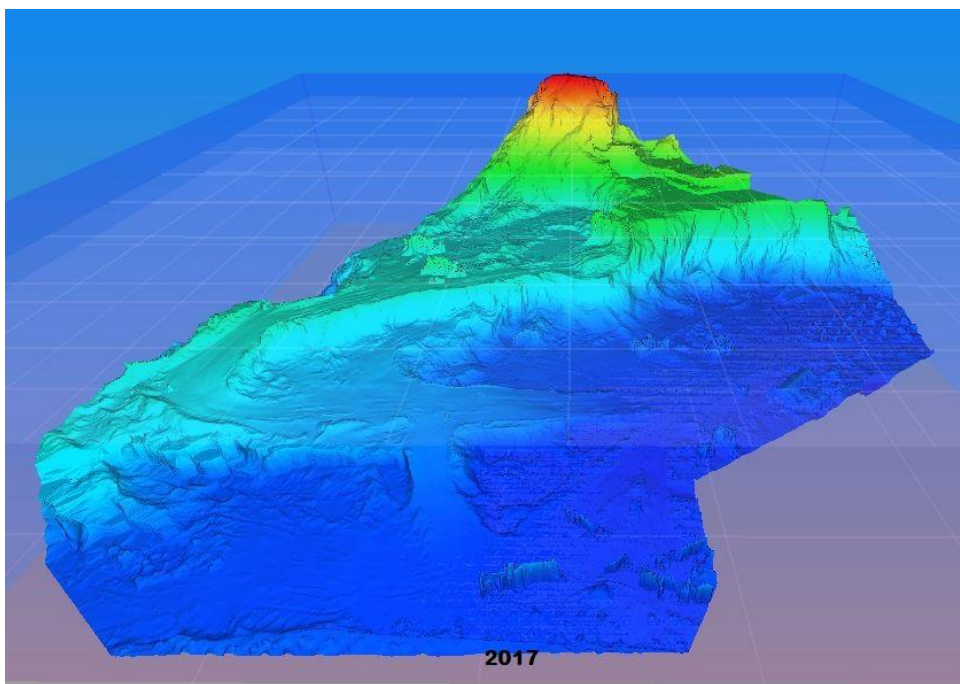
Hình 3. Hình ảnh đám mây điểm sau khi quét 3D năm 2016



Hình 4. Hình ảnh đám mây điểm sau khi quét 3D năm 2017



Hình 5. Hình ảnh Đám mây điểm được nội suy sang mô hình năm 2016



Hình 6. Hình ảnh Đám mây điểm được nội suy sang mô hình năm 2017

Tính toán kết quả cuối:

- Tính toán thể tích mô hình chỉ bằng một lần kích chuột: Sau khi tính toán thể tích đo được của năm 2016 là là 2840 m³

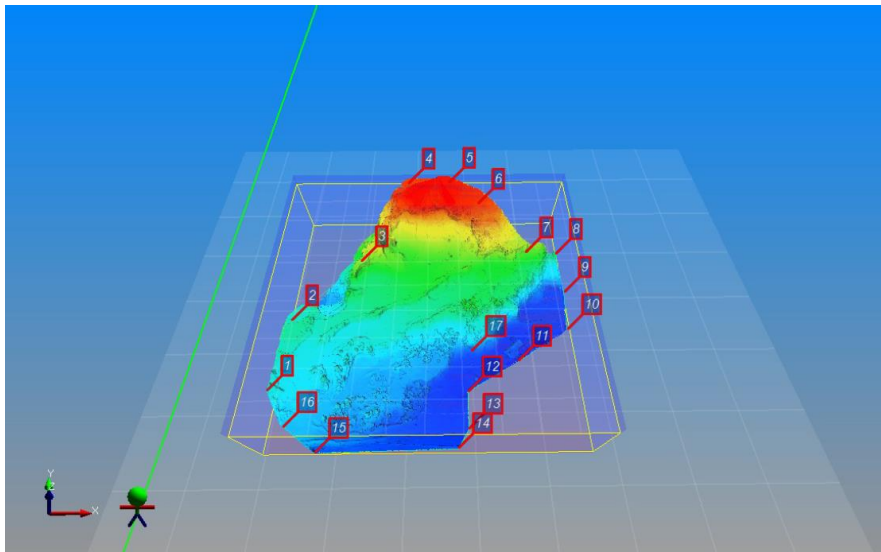
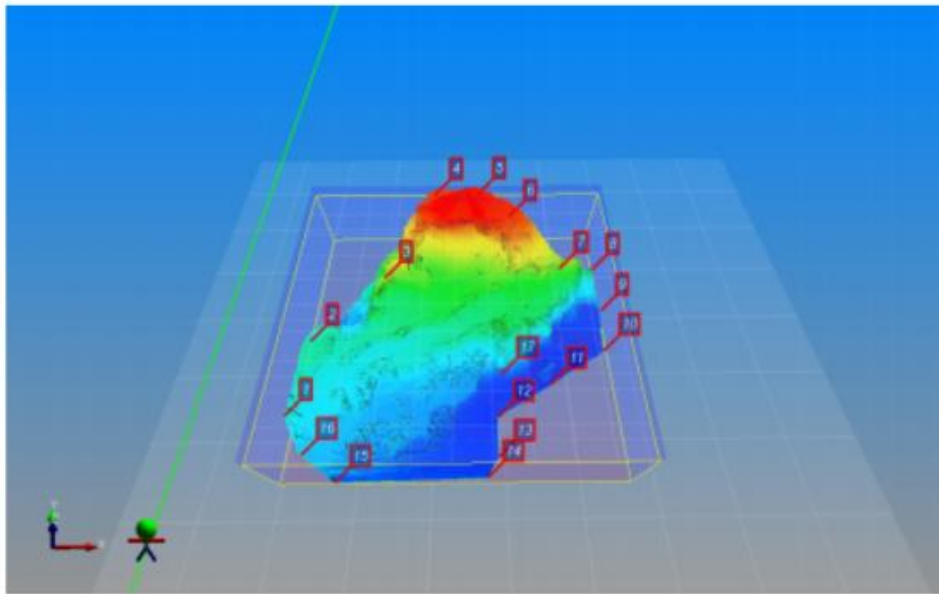
Volume Report September 11, 2017

Survey date: September 7, 2017.
Survey operator name: VUDN3DSCAN.

Processing date: September 7, 2017.
Processing operator name: VUDN3DSCAN.

Reference plane: "New plane 16179"
Surface integrated: 2016 (cut with polyline)

The volume is 735793.022397 m³



Thể tích đo được của năm 2017 là

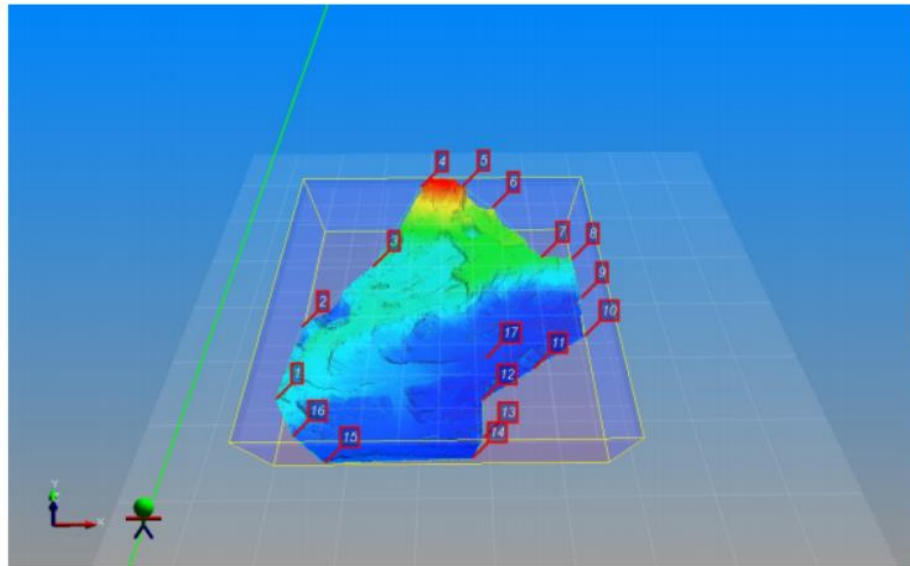
Volume Report September 11, 2017

Survey date: September 7, 2017.
Survey operator name: VUDN3DSCAN.

Processing date: September 7, 2017.
Processing operator name: VUDN3DSCAN.

Reference plane: "New plane 16179"
Surface integrated: 2017 (cut with polyline)

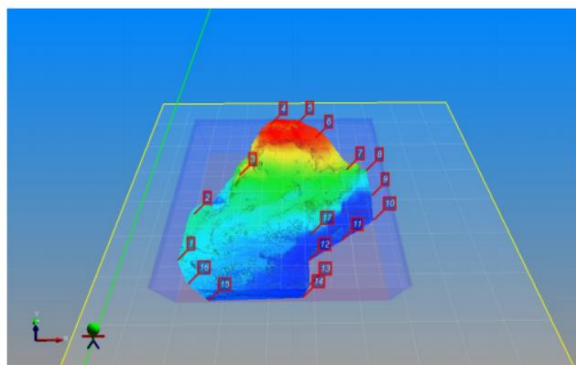
The volume is 391817.694181 m³



- Tính toán khối lượng thay đổi dựa vào chỉ số Cut & Fill

Survey date: September 7, 2017.
Survey operator name: VUDN3DSCAN.

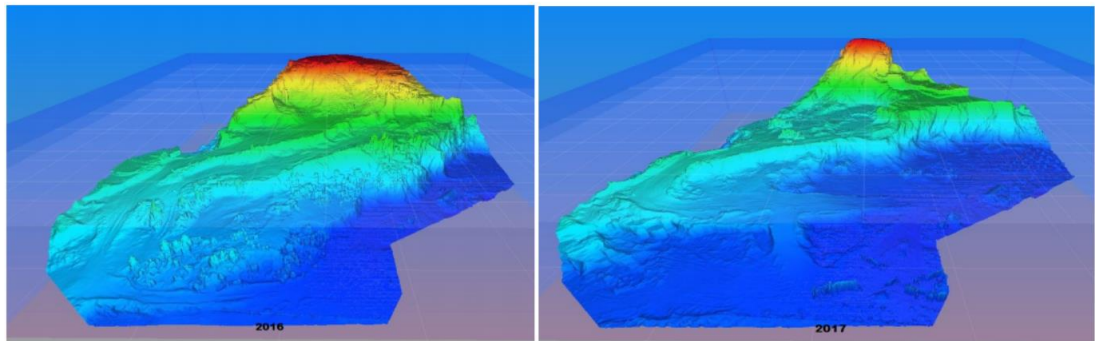
Processing date: September 7, 2017.
Processing operator name: VUDN3DSCAN.



Measurements

Surface "before": 2016
Surface "after": 2017
Total volume before: 728934.562617 m³
Total volume after: 391565.828960 m³
Total cut volume: 338771.162263 m³
Total fill volume: 1402.428606 m³
Number of benches: 1

Bench ceiling (m)	Bench floor (m)	Vol. before (m ³)	Vol. after (m ³)	Cut volume (m ³)	Fill volume (m ³)
63.993355	0.000000	728934.562617	391565.828960	338771.162263	1402.428606



Trong đó, khối lượng đất đã thay đổi hoặc được lấy đi là 338771,16 m³

Bảng 1. Diện tích và tỷ lệ các loại đất đô thị giai đoạn 1989 – 2015 (Times New Roman, Size 11pt, Italic, Center) (bang_hinh)

STT	Năm	Diện tích (ha)	Tỷ lệ so với tổng diện tích (%)	Biến động (ha)	Tỷ lệ biến động (%)
1	1989	983.9	1.01	0	0
2	2000	4086.6	4.20	3102.7	315.3524
3	2010	10014.8	10.30	5928.2	145.0637
4	2015	14306.3	14.71	4291.5	42.85137
5	Toàn giai đoạn (1989 – 2015)			13322.4	1354.053

.....(Times New Roman, Size 12pt, Justify) (Normal)

4. Kết luận

.....(Times New Roman, Size 12pt, Justify) (Normal)

SẢN PHẨM THÀNH QUẢ

Số liệu máy quét laser 3D tạo ra giống như chúng ta tái hiện 100% thực tiễn ở tỷ lệ 1:1, và quan trọng hơn là tất cả số liệu đã được xác lập trong không gian 3 chiều hoàn chỉnh, theo đó các quá trình xử lý tiếp theo chúng ta hoàn toàn thực hiện trực quan trên mô hình 3D. Toàn bộ quá trình đo vẽ sẽ được tiến hành trên mô hình 3D này với độ chính xác rất cao (lên tới mm) mà không cần phải ra ngoài thực tế để bắc máy hoặc kéo thước dây nữa.

Trên cơ sở số liệu đám mây điểm (Point Cloud) tổng thể của khu vực khảo sát, chúng ta có thể tạo ra rất nhiều các sản phẩm dẫn xuất khác nhau tùy thuộc vào lĩnh vực ứng dụng và các yêu cầu cụ thể.



LỢI THẾ KỸ THUẬT

Kỹ thuật quét laser 3D đặc biệt phù hợp với ứng dụng khảo sát hiện trạng các công trình hiện hữu phục vụ cho sửa chữa, tính toán trữ lượng kho cho nhà máy ... Chi phí dành cho phương pháp khảo sát này có thể cao hơn những phương pháp truyền thống, tuy nhiên những lợi thế về mặt số liệu và các sản phẩm dẫn xuất từ số liệu quét laser 3D thực sự to lớn và đảm bảo cho người sử dụng tiết kiệm được thời gian cũng như chi phí triển khai.

Những lợi thế kỹ thuật dưới đây chỉ có thể tìm thấy với kỹ thuật quét laser 3D:

- Số liệu khảo sát hiện trạng sẵn sàng dưới dạng mô hình 3D hoàn chỉnh: Ngay sau khi nối ghép các trạm quét độc lập, toàn bộ số liệu hiện trạng khu vực được thể hiện hoàn toàn dưới định dạng 3 chiều hoàn chỉnh, sẵn sàng sử dụng cho các mục đích ứng dụng khác nhau;
- Mức độ chi tiết của số liệu khảo sát cực kỳ cao: Đây là một trong những yêu cầu quan trọng trong việc khảo sát hiện trạng công trình phục vụ thiết kế sửa chữa nâng cấp. Từng chi tiết nhỏ nhất của toàn bộ khu vực khảo sát được tái hiện đầy đủ, hơn thế nữa máy quét còn chụp các bức ảnh 360 độ để thể hiện rõ hơn nữa hiện trạng của công trình tại thời điểm khảo sát;
- Độ chính xác của số liệu khảo sát đạt tới mm và đồng nhất trên toàn khu vực: Độ chính xác của số liệu khảo sát lên tới mm và đồng nhất trên toàn khu vực bởi máy quét có khả năng quét phương ngang 360 độ và chiều đứng 320 độ. Trong quá trình quét không có sự can thiệp của người điều khiển theo đó sẽ không xuất hiện các sai số chủ quan;
- Đầy đủ thông tin của tất cả các hợp phần có trong khu vực khảo sát: Tất cả các đối tượng thực địa đều được thể hiện chính xác và chi tiết trên số liệu đám mây điểm 3D sau khi nối ghép các trạm quét rời rạc tường xây, rào chắn, đường ống dẫn nước, dẫn khí, cột chống, ...;
- Đo vẽ trích xuất bản vẽ mặt bằng chính xác và nhanh chóng: Ngay trên số liệu đám mây điểm 3D đã có thể trích xuất được các bản vẽ mặt bằng với kích thước chính xác và chi tiết từng góc cạnh, cột và bờ tường hiện hữu;
- Chuyển đổi sang mô hình solid 3D phục vụ thiết kế: Trong bước xử lý chuyên sâu theo yêu cầu (tùy chọn) có thể thực hiện việc chuyển đổi từ mô hình đám mây điểm 3D sang mô hình solid 3D phục vụ cho quá trình thiết kế lên phương án thi công sửa chữa và nâng cấp công trình;
- Thử nghiệm các mô hình sửa chữa thay đổi khác nhau một cách trực quan: Thử nghiệm các phương án thi công, sửa chữa bổ sung thiết bị mà không làm ảnh hưởng hay xung đột trong quá trình bổ sung bởi tất cả hạ tầng hiện hữu đã được thể hiện chi tiết trên mô hình 3D;

- Đo đạc xác định khoảng cách, diện tích, thể tích trực tiếp trên mô hình: Không cần phải quay lại hiện trường khi muốn đo đạc xác định khoảng cách, kích thước hình dạng, thể tích ... của bất kỳ đối tượng nào trên thực địa. Toàn bộ các bước đo đạc về sau đều sẽ được tiến hành trực tiếp trên mô hình đám mây điểm 3D;
- Kiểm tra giám sát liên tục trong quá trình xây dựng: Trong quá trình xây dựng, sửa chữa nâng cấp nếu có yêu cầu hoàn toàn có thể sử dụng kỹ thuật quét laser 3D để kiểm tra xem việc thi công có diễn ra đúng với mô hình thiết kế lý thuyết hay không (dịch vụ tùy chọn);
- Lập hồ sơ hoàn công theo phương thức mới: Hồ sơ hoàn công sẽ được xây dựng một cách đầy đủ và chi tiết với sự hỗ trợ của kỹ thuật quét laser 3D (dịch vụ tùy chọn);

- **lợi thế của công nghệ STLS 3D**

- Giảm thiểu rủi ro;
- Giảm chi phí giá thành và thu hẹp thời gian triển khai;
- Đảm bảo an toàn thi công, bảo dưỡng và điều hành hoạt động;
- Tăng cường chất lượng và những điểm thuận lợi khác.

Tài liệu tham khảo

Ghi chú: Tiếng Việt sắp xếp theo thứ tự ABC (theo tên), tiếng Anh sắp xếp theo họ

1. Bernd Breuckmann (2014), *25 years of high definition 3D scanning: history, state of the art, outlook*, Electronic Visualisation and the Arts, UK, pp. 262-266.
2. English Heritage (2011), *3D Laser Scanning for Heritage*, Printed in the UK, pp. 1-39.
3. GSO (2017), <https://www.gso.gov.vn/>
4. Mostafa Abdel-Bary Ebrahim (2011), *3D Laser Scanners: History, Application, and Future*, Assiut University, pp. 1-79.
5. Riley P and Crowe P (2006), *Airborne and Terrestrial Laser Scanning – Applications for Illawarra Coal*, in Aziz, N (ed), *Coal 2006: Coal Operators' Conference*, University of Wollongong & the Australasian Institute of Mining and Metallurgy, pp. 1-275.

Application of terrestrial 3D laser scanning technology in the monitoring of terrain changes – Case study of Quang Ninh

Ngô Sy Cuong*¹, Trần Hồng Hạnh², Trần Văn Anh²

⁽¹⁾ Vietnam Natural Resources and Environment Corporation

⁽²⁾ Hanoi University of Mining and Geology

Abstract:

Terrestrial 3D laser scanning technology recently has been effectively and often used in various disciplines such as digital terrain model (DTM) establishment, terrain change assessment, repair and restoration of buildings, conservation, and others. The main aims of this paper are to monitor terrain changes, and to calculate and assess the mass of excavation of the mineral exploitation area in Quang Ninh province. Terrestrial 3D laser scanning was measured with the

high accuracy to calculate the distance from the scanning stations to the objects and the corresponding scanning angles. The results show significant terrain changes between the two scans in a time period of 6 months, and a dramatic volume of exploitation. This study will help the technicians to save time, force, and expense for accurate determination of the mass of excavation in mineral exploitation.

Keywords: Terrestrial 3D laser scanning, terrain changes, mass excavation, Quang Ninh

Thông tin tác giả/nhóm tác giả (ghi đầy đủ thông tin của từng tác giả)

	Ngô Sỹ Cường	Trần Hồng Hạnh	Trần Văn Anh
<i>Học hàm/học vị/chức danh</i>	Thạc sỹ, Phó tổng giám đốc	Tiến sĩ, Giảng viên	PGS.TS, Giảng viên
<i>Cơ quan/Đơn vị</i>	Tổng Công ty Tài nguyên và Môi trường Việt Nam	Khoa Trắc địa, Bản đồ, và Quản lý đất đai - Trường Đại học Mỏ - Địa chất	Khoa Trắc địa, Bản đồ, và Quản lý đất đai - Trường Đại học Mỏ - Địa chất
<i>Địa chỉ</i>	143/85 Hạ Đình-Thanh Xuân-Hà Nội	Phố Viên, Bắc Từ Liêm, Hà Nội	Phố Viên, Bắc Từ Liêm, Hà Nội
<i>Số điện thoại liên lạc</i>	0904129626	0988150099	0986811971
<i>E-mail</i>	ngosycuong@vinanren.vn	hanhtran2704@gmail.com	tva_ninh@yahoo.com