

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

BÁO CÁO HỌC THUẬT
KỲ I NĂM HỌC 2023-2024

ỨNG DỤNG MÁY KHÔNG NGANG LÁI (UAV) LIDAR
THÀNH LẬP BẢN KHAI THÁC MỎ LƯU THIÊN

Người báo cáo: PGS.TS Nguyễn Việt Nghĩa
Đơn vị : Bộ môn Trắc địa mỏ
Khoa Trắc địa – Bản đồ và Quản lý đất đai

Hà Nội, 12/2023

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

**BÁO CÁO HỌC THUẬT
KỲ I NĂM HỌC 2023-2024**

**ỨNG DỤNG MÁY KHÔNG NGANG I LÁI (UAV) LIDAR
THÀNH LẬP BẢN KHAI THÁC MỎ LƯU THIÊN**

Phòng KHCN

Bộ môn

Người báo cáo

Nguyễn Viết Nghĩa

Hà Nội, 12/2023

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết đề tài	1
2. Mục tiêu của đề tài:.....	Error! Bookmark not defined.
3. Nhiệm vụ của đề tài:	Error! Bookmark not defined.
4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	Error! Bookmark not defined.
5. Phương pháp nghiên cứu	Error! Bookmark not defined.
6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn	Error! Bookmark not defined.
7. Bố cục của đề tài	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ DỮ LIỆU LIDAR; ẢNH KỸ THUẬT SỐ TRONG VIỆC THÀNH LẬP BẢN ĐỒ 3D	3
1.1. Công nghệ LIDAR	4
1.1.1. Khái quát về công nghệ Lidar	Error! Bookmark not defined.
1.1.2. Đặc điểm của máy quét Lidar	Error! Bookmark not defined.
1.1.3. Giới thiệu về phần mềm xử lý số liệu quét Lidar	Error! Bookmark not defined.
1.1.5. Ứng dụng về máy quét Lidar	Error! Bookmark not defined.
1.2. Khái quát về ảnh kỹ thuật số	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.2.1. Máy ảnh kỹ thuật số	Error! Bookmark not defined.
1.2.2. Ảnh kỹ thuật số	Error! Bookmark not defined.
1.2.3. Bình đồ trực ảnh	Error! Bookmark not defined.
1.3. Tổng quan về kết hợp Lidar với ảnh kỹ thuật số để thành lập bản đồ 3D	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1.3.1. Công nghệ Lidar kết hợp với ảnh kỹ thuật số	Error! Bookmark not defined.
1.3.2. Cơ sở toán học công nghệ Lidar kết hợp ảnh kỹ thuật số	Error! Bookmark not defined.
1.3.3. Giới thiệu một số sản phẩm công nghệ Lidar kết hợp ảnh kỹ thuật số	Error! Bookmark not defined.
CHƯƠNG 2: Quy trình công nghệ Lidar kết hợp ảnh kỹ thuật số để thành lập bản đồ 3D	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.1. Quy trình về việc thành lập bản đồ 3D	Error! Bookmark not defined.
2.1.1. Tổng quan về bản đồ 3D	Error! Bookmark not defined.
2.1.2. Nội dung của mô hình 3D	Error! Bookmark not defined.

2.1.3. Cơ sở lý thuyết về mô hình số độ cao (DEM) **Error! Bookmark not defined.**

2.1.4. Bản đồ 3D **Error! Bookmark not defined.**

2.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP THÀNH LẬP BẢN ĐỒ 3D..... **Error! Bookmark not defined.**

2.2.1. Các phương pháp thành lập bản đồ 3D..... **Error! Bookmark not defined.**

2.2.2. Chỉ tiêu kỹ thuật đối với dữ liệu không gian địa lý 3D **Error! Bookmark not defined.**

2.3. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ LIDAR KẾT HỢP ẢNH KỸ THUẬT SỐ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ 3D..... **Error! Bookmark not defined.**

2.3.1. Quy trình thu nhận và xử lý dữ liệu..... **Error! Bookmark not defined.**

2.3.2. Quy trình công nghệ Lidar kết hợp ảnh kỹ thuật số .. **Error! Bookmark not defined.**

2.3.3. Quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý..... **Error! Bookmark not defined.**

2.3.4. Quy trình thành lập bản đồ 3D bằng phần mềm Terra Explorer Pro **Error! Bookmark not defined.**

CHƯƠNG 3: THỰC NGHIỆM CÔNG NGHỆ LIDAR KẾT HỢP ẢNH KỸ THUẬT SỐ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ 3D TẠI SÂN BAY LIÊN KHƯƠNG, HUYỆN ĐỨC TRỌNG, TỈNH LÂM ĐỒNG **Error! Bookmark not defined.**

3.1. Khu vực thực nghiệm tại sân bay Liên Khương, huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng. **Error! Bookmark not defined.**

3.1.1. Đặc điểm tự nhiên và kinh tế xã hội khu vực sân bay Liên Khương, huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng **Error! Bookmark not defined.**

3.1.2. Đặc điểm sân bay Liên Khương, huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng..... **Error! Bookmark not defined.**

3.2. Cấu tạo, nguyên lý hoạt động của máy quét Lidar và chụp ảnh số.....**Error! Bookmark not defined.**

3.2.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy quét Lidar Toposys_Harrier 56/G4 .. **Error! Bookmark not defined.**

3.2.2. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy chụp ảnh Rollei AIC **Error! Bookmark not defined.**

3.3. Bay chụp ảnh kỹ thuật số và quét Lidar khu vực sân bay Liên Khương, huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng **Error! Bookmark not defined.**

3.3.1. Bản đồ thiết kế, bản đồ bay..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.2. Thiết kế kỹ thuật về bay quét Lidar và chụp ảnh kỹ thuật số ... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.3. Quy trình bay quét Lidar và chụp ảnh kỹ thuật số..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.4. Xây dựng điểm trạm Base..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.5. Xây dựng bãi hiệu chỉnh..... **Error! Bookmark not defined.**

3.3.7. Kết quả các sản phẩm sau khi xử lý ảnh..... **Error! Bookmark not defined.**

3.4. Kết quả bản đồ 3D khu vực sân bay Liên Khương, huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng
..... **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

3.4.1. Xây dựng mô hình 3D bằng phần mềm SketchUp 2016 **Error! Bookmark not defined.**

3.4.2. Xây dựng nền địa hình 3D bằng phần mềm TerraBuilder..... **Error! Bookmark not defined.**

3.4.3. Bản đồ 3D khu vực sân bay Liên Khương, huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng. **Error! Bookmark not defined.**

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Tên đầy đủ	Chú giải
ALR	Airborne Laser and Ranging	LiDAR hàng không
AEC	Architecture, Engineering and Construction	Thiết kế kiến trúc và thi công xây dựng
CSDL	CSDL	Cơ sở dữ liệu
DEM	Digital Elevation Model	Mô hình số độ cao
DSM	(Digital Surface Model	Mô hình số bề mặt.
DTM	Digital Terrain Model	Mô hình số địa hình
IMU	Inetial Measurement Unit	Định vị đo quán tính

Laser	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation	Khuếch đại ánh sáng bằng phát xạ kích thích
LAS	Log ASCII Standard	Định dạng dữ liệu Lidar
LIDAR	Light Detection And Ranging	Dữ liệu Lidar
PCP	Phase Comparison Principle	Nguyên tắc so sánh pha
RGB	red, green, blue	Các giá trị màu (đỏ, xanh lá, xanh dương)
TIN	TIN (Triangular Irregular Network)	Lưới tam giác không đều
VIS	Visual Inertial System	Hệ thống quán tính trực quan

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1: Sơ đồ vector hình học trong công nghệ Lidar..... **Error! Bookmark not defined.**

Hình 1.2: Sơ đồ vector hình học trong hệ thống tích hợp Lidar và ảnh số..... **Error! Bookmark not defined.**

Hình 1.3: Đám mây điểm (Point Cloud).....**Error! Bookmark not defined.**

Hình 1.4: Mô hình số độ cao (DEM)**Error! Bookmark not defined.**

Hình 2.1: Quy trình thu nhận và xử lý dữ liệu**Error! Bookmark not defined.**

Hình 2.2: Công nghệ Lidar kết hợp ảnh kỹ thuật số.**Error! Bookmark not defined.**

Hình 2.3: Quy trình xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý..... **Error! Bookmark not defined.**

Hình 2.4: Quy trình thành lập bản đồ 3D bằng phần mềm Terra Explorer Pro **Error! Bookmark not defined.**

Hình 3.1: Khu vực đường băng cất hạ cánh của sân bay Liên Khương **Error! Bookmark not defined.**

- Hình 3.2: Phạm vi bay chụp ảnh và quét Lidar của sân bay Liên Khương **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.3: Hình ảnh máy quét Lidar Toposys_Harrier 56/G4. **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.4: Hình ảnh thiết bị quét của máy Toposys_Harrier 56/G4**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.5: Sơ đồ thiết kế bay chụp và quét Lidar sân bay Liên Khương..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.6: Quy trình bay quét Lidar và chụp ảnh đồng bộ **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.7: Sơ đồ vị trí điểm Base (SH: 901442).....**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.8: Quy trình thành lập mô hình số độ cao và bình đồ ảnh số..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.9: Ảnh Overview**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.10: Ảnh Trực giao**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.11: Mô hình DSM**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.12: Mô hình DEM**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.13: Mô hình 3D sân bay Liên Khương**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.14: Xây dựng mô hình 3D bằng phần mềm SketchUp 201642
- Hình 3.15: Mô hình 3D nhà ga sân bay Liên Khương.....43
- Hình 3.16: Mô hình 3D nhà ga sân bay Liên Khương.....43
- Hình 3.17: Mô hình 3D nhà điều hành sân bay Liên Khương.....43
- Hình 3.18: Mô hình Trạm kiểm soát không lưu sân bay Liên Khương.....43
- Hình 3.19: Mô hình nhà để xe sân bay Liên Khương.....44
- Hình 3.20: Mô hình 3D nhà làm việc.....44
- Hình 3.21: Mô hình 3D nhà làm việc.....44
- Hình 3.22: Mô hình 3D nhà làm việc.....44
- Hình 3.23: Mô hình 3D cây độc lập.....45
- Hình 3.24: Nền địa hình 3D xây dựng bằng phần mềm TerraBuilder..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.25: Bản đồ 3D xây dựng bằng phần mềm TerraExplorer Pro **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.26: Hình ảnh bản đồ 3D tổng quan sân bay Liên Khương. **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.27: Hình ảnh Bản đồ 3D sân bay Liên Khương..... **Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.28: Hình ảnh Bản đồ 3D bãi đỗ sân bay Liên Khương**Error! Bookmark not defined.**
- Hình 3.29: Hình ảnh bản đồ 3D đường băng sân bay Liên Khương **Error! Bookmark not defined.**

Hình 3.30: Hình ảnh bản đồ 3D đường băng sân bay Liên Khương	Error! Bookmark not defined.
Hình 3.31: Hình ảnh bản đồ 3D đường băng sân bay Liên Khương	Error! Bookmark not defined.
Hình 3.2: Hình ảnh bản đồ 3D đường cất hạ cánh sân bay Liên Khương	Error! Bookmark not defined.
Hình 3.33: Hình ảnh bản đồ 3D nhà ga sân bay Liên Khương.....	45

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết đề tài

Hiện nay, các công trình xây dựng công nghiệp và dân dụng nói chung là rất lớn, trong đó có rất nhiều hạng mục, thiết bị công trình đặc biệt quan trọng, cần phải có những giải pháp kỹ thuật hiện đại với độ chính xác cao mới có thể đo vẽ chi tiết và mô hình hóa 3D các đối tượng công trình quan trọng này từ đó góp phần nâng cao hiệu quả trong công tác quản lý các công trình.

Với nhu cầu thực tế hiện nay, các công trình xây dựng công nghiệp phức tạp cần thiết phải đo vẽ hiện trạng trên mô hình 3D một cách chi tiết và chính xác. Việc xây dựng mô hình 3D hiện trạng các chi tiết công trình phục vụ công tác vận hành và quản lý cho phép đối chiếu với các thiết bị xây dựng, mô phỏng quá trình hoạt động, thay thế các thiết bị khi bị gặp sự cố,.....tùy thuộc vào tình trạng thực tế của công trình.

Trong những năm gần đây, công nghệ quét laser mặt đất (TLS – Terrestrial Laser Scanning) đã mở ra xu hướng mới trong công tác đo đạc, cập nhật vị trí và xây dựng dữ liệu địa không gian trên mô hình 3D cho các đối tượng công trình dân dụng và công nghiệp một cách chính xác, nhanh chóng kịp thời, góp phần nâng cao hiệu quả công tác quản lý, vận hành các công trình. Công nghệ quét laser 3D mặt đất với những ưu thế vượt trội của mình về tính trực quan, chính xác, linh hoạt, sử dụng dữ liệu đo quét với nhiều mục đích khác nhau với độ chính xác cao,... đã cho thấy công nghệ quét laser 3D mặt đất đang là xu thế của thế giới cũng như trong nước.

2. Mục đích nghiên cứu

Xây dựng mô hình 3D các đối tượng công trình bằng thiết bị quét laser mặt đất hỗ trợ phục vụ quản lý công trình xây dựng.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Công nghệ quét laser mặt đất,
- Máy quét laser mặt đất Faro,
- Một số phần mềm xử lý dữ liệu đám mây,
- Công trình xây dựng công nghiệp.

4. Phạm vi nghiên cứu

Công trình nhà máy nhiệt điện Cẩm Phả.

5. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: Tra cứu, nghiên cứu, phân tích, tổng hợp đánh giá các tài liệu đã học tại trường đại học, tài liệu từ internet, các bài báo khoa học, tạp chí khoa học liên quan đến công nghệ quét laser mặt đất, xây dựng

mô hình 3D, quản lý công trình.

- Phương pháp nghiên cứu từ thực nghiệm, nghiên cứu các phương pháp xử lý dữ liệu đo quét laser từ máy quét laser mặt đất thành lập mô hình 3D công trình.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận văn

- Ý nghĩa khoa học: Nghiên cứu này bước đầu là cơ sở cho việc ứng dụng công nghệ quét laser mặt đất trong công tác trắc địa – bản đồ nói chung và công tác đo đạc phục vụ quản lý công trình nói riêng.

Minh chứng khả năng ứng dụng hiệu quả công nghệ quét laser mặt đất trong công tác xây dựng mô hình 3D, quản lý công trình.

- Ý nghĩa thực tiễn: Nâng cao mức độ chi tiết, độ chính xác của số liệu đo đạc thực địa phục vụ quản lý các công trình nói riêng và cho các công tác trắc địa xây dựng nói chung.

Giảm được thời gian, nhân lực và tài chính cho công tác xây dựng mô hình 3D chi tiết các đối tượng phục vụ quản lý công trình.

CHƯƠNG 1: MỘT SỐ MÁY QUÉT LASER MẶT ĐẤT VÀ PHẦN MỀM XỬ LÝ SỐ LIỆU XÂY DỰNG MÔ HÌNH 3D CHI TIẾT CÔNG TRÌNH

Công nghệ quét Laser mặt đất (TLS) sử dụng thiết bị quét Laser đặt trên mặt đất để nhanh chóng thu được các đám mây điểm 3D, chính xác của bề mặt vật thể, thể hiện đầy đủ các dạng hình học phức tạp của bề mặt. Có hai phương pháp đo được sử dụng trong các thiết bị quét laser mặt đất: phương pháp thời gian dịch chuyển của chùm tia laser (TOF) và phương pháp dựa trên đo pha sóng chủ động. Do đó, máy quét laser mặt đất được chia thành các nhóm máy quét laser theo pha và theo thời gian. Ưu điểm của phương pháp TOF là phạm vi chiếu xa và máy quét laser dùng phương pháp TOF an toàn cho mắt. Máy quét sử dụng phương pháp đo pha sóng sẽ phát ra các bước sóng khác nhau, các bước sóng này được so sánh với nhau để xác định độ lệch pha, từ đó xác định được khoảng cách từ máy đến đối tượng quan trắc. Ưu điểm của thiết bị quét dựa trên đo pha là tốc độ đo rất cao, độ chính xác và độ phân giải cao hơn phương pháp TOF. Phương pháp này đặc biệt thích hợp để phát hiện các dạng hình học liên kết phức tạp với khoảng cách giới hạn.

Bên cạnh đó, một số máy quét cho phép chụp ảnh màu các đối tượng quét bằng máy ảnh gắn với tâm quét hoặc máy ảnh gắn ngoài. Với việc kết hợp máy ảnh cùng máy quét laser, thông tin màu (RGB) được gán cho mỗi điểm đo được xác định bởi vị trí trong không gian với tọa độ x , y và z . Chất lượng của kết quả phụ thuộc vào cấu hình thu nhận và hiệu chuẩn máy ảnh. Đối với máy quét laser có máy ảnh bên ngoài, các tâm máy ảnh và máy quét laser không cùng vị trí. Do đó, sai lệch này cần được hiệu chỉnh cơ học.

Hiện nay có nhiều hãng sản xuất máy quét laser mặt đất sử dụng các công nghệ đo thời gian và đo pha (Hình 3.4). Cũng cần chú ý, phương pháp quét LiDAR mặt đất không thể thay thế hoàn toàn phương pháp đo đạc mặt đất truyền thống mà là phương pháp hỗ trợ bổ sung dữ liệu. Khi thu thập dữ liệu địa lý 3D bằng máy quét LiDAR mặt đất cần tính toán các điểm khống chế và

điểm đặt máy để có thể bao quát hết khu vực cần quan trắc. Hơn nữa, các điểm kiểm tra trên tường cũng cần thiết lập để đánh giá độ chính xác và ghép nối mô hình đám mây điểm đo từ các trạm máy khác nhau.

1.1. Tính năng kỹ thuật máy quét laser mặt đất Leica

1.1.1 Máy quét laser mặt đất Leica ScanStation P series

Đây là dòng máy cao cấp của hãng Leica giới thiệu từ năm 2014, đến nay đã trải qua các tên máy dòng P như sau:

- P30: số lượng điểm đo 1.000.000 điểm/giây; khoảng cách đo xa nhất 120m, khả năng chụp ảnh HDR camera, có tính năng bù nghiêng 2 trục, độ phân giải 0.8 đến 50mm @10m.

- P40: số lượng điểm đo 1.000.000 điểm/giây; khoảng cách đo xa nhất 270m, khả năng chụp ảnh HDR camera, có tính bù nghiêng 2 trục, cho phép người sử dụng thiết lập độ phân giải.

- P50: số lượng điểm đo 1.000.000 điểm/giây; khoảng cách đo xa nhất >1000m, khả năng chụp ảnh HDR camera với độ phân giải 5 megapixels, có tính bù nghiêng 2 trục, cho phép người sử dụng thiết lập độ phân giải. Hỗ trợ ổ đĩa SSD 256GB, cổng USB 2.0. Màn hình màu cảm ứng điều khiển bằng bút, độ phân giải VGA (640 x 480 pixels), có chức năng kết nối mạng không dây (WLAN). Nhiệt độ môi trường làm việc: -20° đến 50°C. Trọng lượng máy: 12.25 kg (không có pin trong).

Máy quét laser mặt đất Leica ScanStation P50 có thiết kế tương đối nặng và công kênh so với các thiết bị quét laser khác có cùng tính năng, tuy nhiên là sản phẩm được đánh giá là có độ bền cao được thiết kế đo ở điều kiện nhiệt độ -20° đến 50°C nên rất thích hợp cho khảo sát đo đạc môi trường ngoài trời có khí hậu khắc nghiệt. Là thiết bị quét laser sử dụng công nghệ “Waveform Processing”, đây là công nghệ ưu việt nhất về tốc độ quét cũng như khả năng phân biệt các lớp đối tượng trung gian. Với độ chính xác của thiết bị có thể đo thành lập mô hình số độ cao, mô hình số địa hình với độ chính xác ở tỷ lệ 1/500.

Cùng với phần mềm đi kèm với chức năng xử lý số liệu, hỗ trợ thành lập mô hình số độ cao, tính diện tích, nên rất phù hợp để đo hiện trạng, tính diện tích khai thác,... Với khoảng cách đo quét tối đa trên 1000m nên thiết bị phù hợp để triển khai ở khu vực có diện tích vừa và lớn.



Hình 1.1: Máy quét laser mặt đất Leica ScanStation P50.

1.1.2 Máy quét laser mặt đất Leica BLK 360

Máy quét laser mặt đất Leica BLK 360 tích hợp cảm biến hình ảnh hồng ngoại panorama, được thiết kế 1 phím bấm duy nhất, kích thước nhỏ gọn trọng lượng 1kg. Phạm vi quét lên đến 60m, tốc độ quét 360,000 điểm/giây, độ chính xác 4mm@10m/7mm@20m, thời gian hoàn thành quét 1 trạm khoảng 3 phút bao gồm quét, chụp ảnh, chụp ảnh nhiệt, tích hợp IMU – Đơn vị đo quán tính (Inertial Measurement Unit).



Hình 1.2: Máy quét laser mặt đất Leica BLK 360

1.1.3 Máy quét laser mặt đất Leica RTC360

Máy Leica RTC 360 được giới thiệu năm 2018 với những tính năng ưu việt: nhanh, tiện lợi, chính xác cao. Máy có khả năng xử lý dữ liệu thời gian thực. Tích hợp camera với chế độ chụp ảnh HDR và hệ thống quán tính trực

quan (VIS- visual Inertial System), cho phép đăng ký dữ liệu thời gian thực, chế độ quét 2 lần (Double scan) tự động và loại bỏ đối tượng dịch chuyển.



Hình 1.3: Máy quét laser mặt đất Leica RTC 360

Phạm vi quét khoảng 130m, mật độ đo quét 2.000.000điểm/giây, độ chính xác 1,9mm@10m/2.9mm@20m, 5.3mm@40m. chụp ảnh nhiệt, tích hợp bộ cảm biến định vị quán tính IMU (Inertial measurement Unit), tích hợp 7 camera: 3 camera 36 Mpixels cho chụp ảnh thực địa dạng cầu, 4 camera chụp ảnh phục vụ VIS.

1.1.4 Phần mềm xử lý

Phần mềm xử lý Leica HDS được sử dụng để xử lý đám mây điểm thu thập bởi máy quét của hãng Leica. Phần mềm cho máy quét HDS của Leica là giải pháp hoàn chỉnh gồm: Cyclone, CloudWorx và TruView giúp cho việc xử lý các đám mây điểm trở nên dễ dàng, HDS cung cấp các công cụ thu thập, hiển thị, xử lý, phân tích, chia sẻ và trình bày dữ liệu đám mây điểm.

1.2. Tính năng kỹ thuật máy quét laser mặt đất Trimble

1.2.1 Máy quét laser mặt đất Trimble TX8.

Máy quét laser mặt đất Trimble TX8 có một số tính năng kỹ thuật cơ bản:

Sử dụng công nghệ “time-of-flight” để xác định khoảng cách;

Khoảng cách quét: 0.6m đến 340m;

Tốc độ quét: 1 triệu điểm/giây;

Độ chính xác: $\pm 2\text{mm}$ ở khoảng cách quét từ 2m đến 100m với độ phản xạ từ 18 đến 90%;

Độ phân giải máy ảnh: 70 megapixel;

Bán kính quét (đứng/ngang): $317^\circ/360^\circ$; bước quét 0.009° ;

Laser:

+ Sử dụng tia sang: Laser class 1;

+ Bước sóng: 1500nm;

+ Đường kính chùm tia laser: 6.0mm (khoảng cách quét 10m); 10mm (khoảng cách quét 30m); 34mm (khoảng cách quét 100m);



Hình 1.4: Máy quét laser mặt đất Trimble TX8

- Lưu trữ dữ liệu: Hỗ trợ cổng USB 3.0;

- Màn hình hiển thị, điều khiển thiết bị: Màn hình cảm ứng, đa điểm, có chức năng kết nối mạng không dây (WLAN);

- Thích hợp chế độ bù ngang (Sensor): tự động lấy thẳng bằng máy theo phương ngang, độ chính xác $0.5''$; phạm vi $\pm 10''$;

- Thích hợp la bàn điện tử để xác định phương hướng;

- Nguồn điện:

+ Sử dụng nguồn 12v (có khay pin trong và cổng kết nối pin ngoài);

+ Công suất tiêu thụ: 72W;

- + Thời gian làm việc liên tục 2 giờ/1pin;
- Nhiệt độ môi trường làm việc: -0° đến 40°C;
- Trọng lượng máy: 10.6 kg (không có pin trong), 11kg (nếu có pin trong);
- Kích thước máy: 335 x 386 x 242mm;

Máy quét laser mặt đất Trimble TX8 là thiết bị quét laser mặt đất có thiết kế gọn nhẹ, khả năng cơ động cao thích hợp cả cho khảo sát đo đạc trong nhà và ngoài trời. Với độ chính xác của thiết bị có thể đo thành lập mô hình số độ cao, mô hình số địa hình với độ chính xác ở tỷ lệ 1/500. Với khoảng cách đo quét không quá 340m nên thiết bị phù hợp để triển khai ở khu vực có diện tích vừa và lớn.

1.2.2 Phần mềm xử lý

Phần mềm xử lý Trimble RealWorks được xây dựng chuyên dụng để xử lý đám mây điểm cho các máy quét laser dòng Trimble. Phần mềm cung cấp một giải pháp hoàn chỉnh với các chức năng quản lý dữ liệu, xây dựng mô hình số độ cao xây dựng mô hình 3D chi tiết, mô hình số độ cao, tính toán khối lượng...

1.3. Tính năng kỹ thuật máy quét Faro Focus

1.3.1 Máy quét laser mặt đất FARO Focus^{3D} X350

Máy quét laser mặt đất FARO Focus^{3D} X350 có một số tính năng kỹ thuật cơ bản:

- Sử dụng công nghệ “phase shift” để xác định khoảng cách;
- Khoảng cách quét: từ 0.6m đến 350m;
- Tốc độ đo có 4 chế độ (điểm/giây): 122.000/244.000/488.000/976.000;
- Độ chính xác lên đến: ±1mm;
- Độ phân giải máy ảnh: (HDR) 165 megapixel;
- Bán kính quét (đứng/ngang): 300°/360°; bước quét 0.009°;
- Laser:

- + Sử dụng tia sáng laser cấp độ 1;
- + Bước sóng: 1550nm;
- + Đường kính chùm tia laser trước ống kính: 2.25mm; độ phân kỳ 0,19mrad;



Hình 1.5: Máy quét laser mặt đất FARO Focus^{3D} X350

- Lưu trữ dữ liệu: Hỗ trợ thẻ nhớ 32GB (dùng card: SD, SDHC™, SDXC™);
- Màn hình hiển thị, điều khiển thiết bị: Màn hình cảm ứng, đa điểm, có chức năng kết nối mạng không dây (WLAN);
- Thích hợp chế độ bù ngang (Sensor): tự động lấy thẳng bằng máy theo phương ngang, độ chính xác 0.015°; phạm vi ±5°;
- Thích hợp la bàn điện tử để xác định phương hướng;
- Thích hợp công nghệ định vị vệ tinh GNSS để xác định tọa độ trạm đứng máy;
- Nguồn điện:
 - + Sử dụng nguồn 19v (với nguồn cấp ngoài), 14.4v (sử dụng pin trong);
 - + Công suất tiêu thụ: 40W và 80W (trong khi sạc pin);
 - + Thời gian làm việc liên tục 4,5 giờ;
- Thiết kế kín 1mm – bảo vệ chống xâm nhập
- Nhiệt độ môi trường làm việc: 5° - 40°C;
- Trọng lượng máy: 4.2 kg;
- Kích thước máy: 230 x 183 x 103mm;

1.3.2 Máy quét laser mặt đất FARO Focus^{3D} X 130



Hình 1.6: Máy quét laser mặt đất FARO Focus^{3D} X 130

Máy quét laser mặt đất FARO Focus^{3D} X 130 có một số tính năng kỹ thuật cơ bản:

- Sử dụng công nghệ “phase shift” để xác định khoảng cách;
- Khoảng cách quét: từ 0.6m đến 130m;
- Tốc độ đo có 4 chế độ (điểm/giây): 122.000/244.000/488.000/976.000;
- Độ chính xác: $\pm 2\text{mm}$ ở khoảng cách quét 25m với 10% độ phản xạ;
- Độ phân giải máy ảnh: 70 megapixel;
- Bán kính quét (đứng/ngang): $300^\circ/360^\circ$; bước quét 0.009° ;
- Laser:
 - + Sử dụng tia sáng laser cấp độ 1;
 - + Bước sóng: 1550nm;
 - + Đường kính chùm tia laser trước ống kính: 2.25mm; độ phân kỳ $0,19\text{mrad}$;
- Lưu trữ dữ liệu: Hỗ trợ thẻ nhớ 32GB (dùng card: SD, SDHCTM, SDXCTM);
- Màn hình hiển thị, điều khiển thiết bị: Màn hình cảm ứng, đa điểm, có chức năng kết nối mạng không dây (WLAN);
- Thích hợp chế độ bù ngang (Sensor): tự động lấy thẳng bằng máy theo

phương ngang, độ chính xác 0.015° ; phạm vi $\pm 5^\circ$;

- Thích hợp la bàn điện tử để xác định phương hướng;
- Thích hợp công nghệ định vị vệ tinh GNSS để xác định tọa độ trạm đứng máy;
- Nguồn điện:
 - + Sử dụng nguồn 19v (với nguồn cấp ngoài), 14.4v (sử dụng pin trong);
 - + Công suất tiêu thụ: 40W và 80W (trong khi sạc pin);
 - + Thời gian làm việc liên tục 4,5 giờ;
- Nhiệt độ môi trường làm việc: $5^\circ - 40^\circ\text{C}$;
- Trọng lượng máy: 5.2 kg;
- Kích thước máy: 240 x 200 x 100mm;

Máy quét laser mặt đất FARO Focus^{3D} X 130 là thiết bị có thiết kế gọn nhẹ, khả năng cơ động cao thích hợp cả cho khảo sát đo đạc trong nhà và ngoài trời. Với độ chính xác của thiết bị có thể đo thành lập mô hình số độ cao, mô hình số địa hình với độ chính xác ở tỷ lệ 1/500. Cùng với phần mềm đi kèm với chức năng xử lý số liệu, hỗ trợ thành lập mô hình số độ cao, tính diện tích, nên rất phù hợp để đo chi tiết hiện trạng, thành lập mô hình 3D các đối tượng công trình, mỏ khai thác, tính diện tích khai thác, khối lượng đất bóc,... Tuy nhiên, với khoảng cách đo tối đa 130m, do vậy thiết bị phù hợp để triển khai ở khu vực có diện tích vừa và nhỏ.

1.3.3 Phần mềm xử lý của máy FARO Focus

Phần mềm SCENE được xây dựng đặc biệt cho việc xử lý số liệu đám mây điểm của các thiết bị quét FARO Focus3D. Phần mềm hỗ trợ việc quản lý và xử lý dữ liệu một cách dễ dàng và hiệu quả. Với chức năng nhận dạng tự động các đối tượng phần mềm cho phép lọc và phân lớp các đối tượng, xây dựng mô hình số độ cao, tính toán khối lượng...

1.4. Đánh giá và nhận xét các máy scan laser tại Việt Nam

Máy quét Leica ScanStation P50 của hãng Leica Geosystems sử dụng

công nghệ “Waveform Processing” hay còn gọi là máy quét “Waveform Digitization” để khảo sát đối tượng, đây là công nghệ tiên tiến nhất, với khả năng phát và thu tín hiệu nhanh nhất (tới hàng triệu điểm/giây). Ngoài sử dụng công nghệ “Time of flight” để tính khoảng cách, nó còn cho phép xử lý hình dạng sóng ở chế độ thời gian thực để xác định đa phản xạ của cùng một xung phát ra. Từ đó, nó cho phép xác định được các đối tượng trung gian trên đường di chuyển trước khi chạm bề mặt đất, với khoảng cách đo 120m, tốc độ đo tới 1 triệu điểm/giây. Vì vậy đây là dòng sản phẩm tốt để khảo sát các đối tượng trung gian (lớp thực phủ, đường dây điện...) ngoài bề mặt địa hình. Tuy nhiên dòng sản phẩm này có giá thành cao, vì vậy nếu nguồn kinh phí cho phép đây là các thiết bị cho độ tin cậy cao khi đo đạc cũng như dễ dàng khảo sát các đối tượng trung gian ngoài lớp địa hình.

Máy quét Trimble TX8 của hãng Trimble sử dụng công nghệ “Time-of-Flight” để xác định khoảng cách, với khoảng cách đo 340m và tốc độ đo quét lên đến 1 triệu điểm/giây, độ chính xác $\pm 2\text{mm}$. Là sản phẩm tầm trung của hãng Trimble, đã được ứng dụng tại Việt Nam. Vì vậy đây là lựa chọn tốt để đo các khu vực có diện tích vừa và lớn.

Máy quét FARO Focus^{3D} X330 là thiết bị sử dụng công nghệ “Phase shift” để xác định khoảng cách, với khoảng đo 130m – 350m, tốc độ đo tới 976.000 điểm/giây và độ chính xác $\pm 2\text{mm}$ ngoài ra đây là dòng sản phẩm được tích hợp camera có độ phân giải tới 70 megapixel cùng thiết bị có kích thước gọn nhẹ nhất trong các sản phẩm có tính năng tương đương (kích thước: 240 x 200 x 100mm, cân nặng: 5,2kg) cùng giá cả tương đối phù hợp và đã được sử dụng nhiều tại Việt Nam. Đây là lựa chọn tốt trong điều kiện tại Việt Nam.

Trên cơ sở tổng hợp, phân tích, so sánh đặc điểm, tính năng của thiết bị quét laser mặt đất của các hãng FARO, TRIMBLE, LEICA nêu ở trên. Trong đó, dòng sản phẩm FARO Focus^{3D} của hãng FARO qua thực tế sử dụng cho thấy đây là dòng là phù hợp về kỹ thuật và kinh tế với điều kiện tại Việt Nam. Máy quét laser FARO Focus3D X130, là loại máy quét laser tầm trung phù hợp


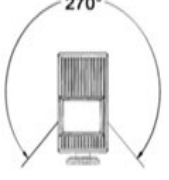
với điều kiện hiện có trên thị trường Việt Nam, phục vụ được cho đa mục tiêu ứng dụng.

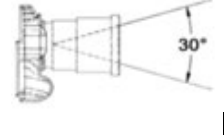
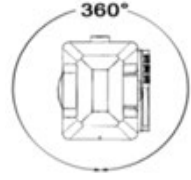
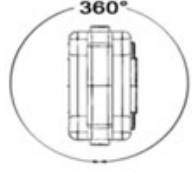
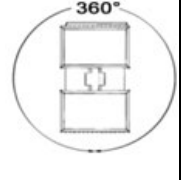
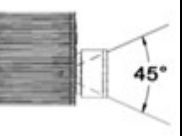
1.5. So sánh lực chọn thiết bị quét laser mặt đất

Trên thế giới hiện có khoảng trên dưới mười hãng thiết kế và chế tạo máy quét laser mặt đất. Mỗi hãng đều có bí mật thiết kế chế tạo của riêng mình và từ đó các loại máy quét cũng có chỉ tiêu kỹ thuật và năng lực hoạt động khác nhau. Việc lựa chọn đúng thiết bị quét laser mặt đất hoàn toàn không đơn giản bởi người mua luôn tìm kiếm một máy quét có khả năng thực hiện tất cả các nhiệm vụ, có độ chính xác cao nhất, khoảng cách xa nhất, tốt nhất,... nhưng lại phải có giá thành thấp nhất, điều này trong thực tiễn là hoàn toàn không thể, bởi không có bất kỳ máy quét laser ba chiều nào có khả năng đáp ứng đồng thời được tất cả các yêu cầu trên cùng lúc, chúng ta buộc phải đặt ưu tiên theo trình tự ví dụ các máy quét khoảng cách dài không thể đòi hỏi độ chính xác ở mức mm được. Để có được câu trả lời tốt nhất, chúng tôi khuyến nghị khách hàng hay tìm kiếm những chuyên gia đã làm việc trong lĩnh vực này trong một thời gian đủ dài để thấu hiểu cặn kẽ kỹ thuật, công nghệ cũng như các thương hiệu máy quét khác nhau, đồng thời đã từng sử dụng máy quét laser ba chiều trong nhiều lĩnh vực ứng dụng khác nhau.

Bảng dưới đây sẽ so sánh mức độ khác nhau giữa các phương pháp đo đạc thu thập số liệu truyền thống với các hệ thống máy quét laser ba chiều có kỹ thuật thiết kế khác nhau. Mặc dù không đưa ra chi tiết, nhưng hoàn toàn có thể sử dụng tham khảo trước khi có ý định đầu tư hệ thống máy quét laser ba chiều.

Bảng 1.1: So sánh phương pháp đo truyền thống và phương pháp đo hiện đại

	Thiết bị đo truyền thống		Máy quét laser ba chiều		
	Máy chụp ảnh	Máy toàn đạc điện tử	Máy quét TOF	Máy quét PB	Máy quét LB
					
Kỹ thuật	Đo vẽ ảnh	Đo đạc	Quét ba chiều	Quét ba chiều	Quét ba chiều
Phương thức đo	Ảnh không gian	Mặt đất	Cố định/di động/không gian	Cố định/di động	Cố định/di động
Khoảng cách	Không xác định	Tới 2km với gương đo	4- 6 km	120-190 m	1 km
Độ chính xác	< 10 cm	1mm	3mm	1-2mm	50mm
Phương pháp đo	Điểm khống chế chung 2 ảnh	Khác biệt song (thông qua gương)	Thời gian di chuyển của chum laser đi và về	Khác biệt song (song liên tục)	Phát từng tín hiệu đơn FPA (Focal Plan Array)
Trường nhìn đứng	 30° Tùy ống kính	 90° Xoay bằng tay	 270°	 270°	 45° Tùy ống kính

Trường nhìn ngang	 Tùy ống kính	 Xoay bằng tay	 Rất đắt	 Đắt	 Tùy ống kính
Giá thành	Rất rẻ	Rẻ	Rất đắt	Đắt	Rất đắt

1.6 Những ứng dụng tiêu biểu từ FARO Focus^{3D}

Máy quét laser FARO Focus^{3D} là thiết bị lý tưởng phục vụ cho việc lập hồ sơ thông tin toà nhà, giám sát thi công xây dựng, thiết kế ngược, bảo tồn và khảo cổ học, xây dựng hồ sơ hiện trường vụ án hay tai nạn giao thông, tạo mặt bằng cấu trúc cho các nhà máy lớn ... và rất nhiều những ứng dụng khác nữa. Với thiết kế thông minh, Focus3D có thể phục vụ đa lĩnh vực và triển khai tại bất kỳ thời điểm nào, vị trí nào.

1.6.1 Ứng dụng trong kiến trúc và xây dựng dân dụng

- Kiểm soát quá trình đào móng: Kích thước và khối lượng đào được kiểm soát một cách liên tục, nhanh và chính xác nhất.

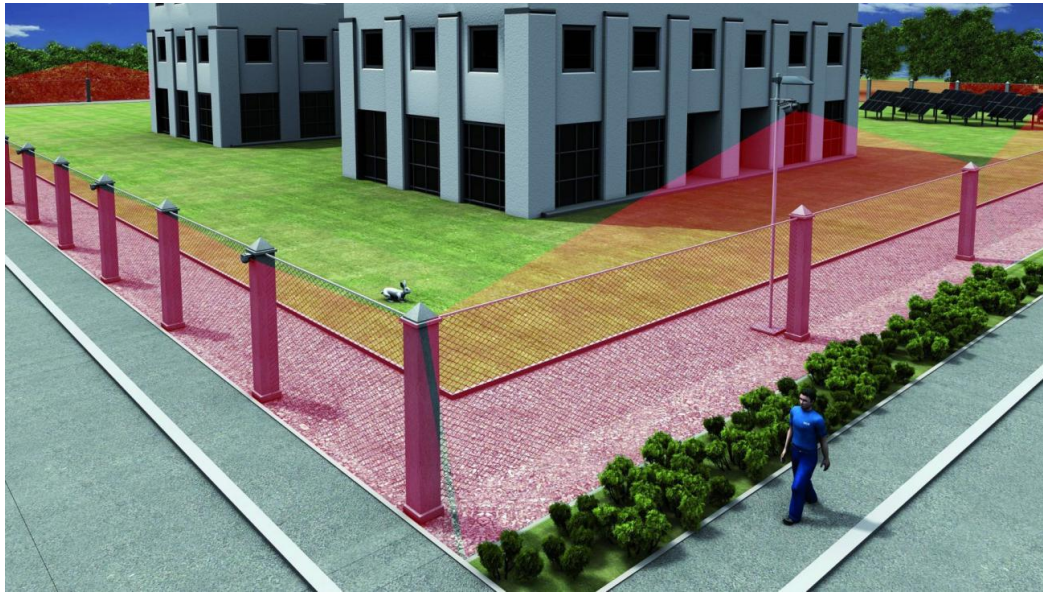
- Kiểm soát biến dạng: Lập tài liệu quy trình xử lý biến dạng và giám sát liên tục các phép đo kiểm soát biến dạng.

- Kiểm tra chất lượng bề mặt: Kiểm tra các chiều trong không gian 3D, tính toán các thông số liên quan của từng bề mặt rời rạc trước khi lắp ráp thành sản phẩm cuối cùng.

- Phân tích cấu trúc và duy tu bảo dưỡng: Quét laser mặt đất bằng Focus3D là phương pháp kiểm soát lặp lại có chi phí giá thành thấp nhất, đặc biệt đối với các đối tượng có kích thước lớn, tải trọng nặng hoặc có cấu trúc rất phức tạp.

- Kiểm tra các hợp phần có hình dạng bất kỳ: Kiểm tra tất cả các hợp phần phức tạp có hình dạng bất kỳ ở những vị trí khó khăn.

- Môi trường xây dựng: Ghi nhận chính xác hình dạng hình học của các thực thể đang tồn tại phục vụ cho mục đích chuyển đổi, sử dụng hay mở rộng.
- Giám sát quá trình xử lý xây dựng: Thu số liệu và giám sát liên tục quá trình xử lý trong thi công xây dựng phục vụ cho các hoạt động tư pháp cũng như lập hồ sơ kỹ thuật từng bước.



Hình 1.7: Ứng dụng xây dựng mô hình 3D trong xây dựng

- Lợi ích:
 - + Cho phép ghi nhận số liệu một cách đơn giản, chi tiết, lặp lại nhiều lần về hiện trạng của các toà nhà cũng như công trường xây dựng.
 - + Cuộc cách mạng thực sự về tỷ lệ giữa giá thành và hiệu năng hoạt động.
 - + Phần mềm Web-Share phục vụ cho việc chia sẻ số liệu quét thông qua Internet.

1.6.2 Ứng dụng trong công nghiệp chế tạo và lắp ráp và sửa chữa

- Chuyển đổi và Mở rộng – Lập hồ sơ 3D chính xác về hiện trạng của các công trình để từ đó xây dựng phương án chuyển đổi và mở rộng theo yêu cầu.
- Thử nghiệm lắp ráp sản phẩm – Cho phép lắp ráp thử sản phẩm một cách chính xác nhất dựa trên số liệu, kích thước và mô hình 3D CAD, đồng thời điều chỉnh kích thước hợp phần trong trường hợp cần thiết.
- Quản lý tài sản – Quản lý cơ sở hạ tầng sản xuất một cách đơn giản và

trực quan phục vụ cho quá trình kiểm soát, điều hành, duy tu bảo dưỡng, đào tạo,... thông qua khối số liệu 3D và các mô hình thực tiễn. Việc quản lý có thể được thực hiện dưới dạng mô phỏng hình ảnh thực tại ảo.

- Giám sát vị trí – Tăng cường mối liên kết giữa các hợp phần tham gia khác nhau, đảm bảo lập hồ sơ đầy đủ và giám sát tất cả các hợp phần nhiệm vụ liên quan.



Hình 1.8: Mô hình 3D trong trong ngành công nghiệp chế tạo

- Lợi ích:

- + Đặc biệt tiết kiệm thời gian và đạt độ trung thực cao phục vụ cho nhiệm vụ lập hồ sơ tài liệu dạng 3D các nhà máy, xưởng sản xuất chế tạo, lắp đặt thiết bị hỗn hợp, bổ sung hạng mục hay sửa chữa ...
- + Giảm tối đa rủi ro tiềm ẩn trong những dự án có mức độ nguy hiểm, độc hại cao, những khu vực khó tiếp cận, quá tốn kém để có thể tiếp cận hoặc thời gian cho phép tiếp cận rất hạn hẹp ví dụ như đường băng của các sân bay hay nhà máy lọc dầu, nhà máy điện nguyên tử,...
- + Phương thức kiểm tra, giám sát và theo dõi hiệu quả và an toàn bậc nhất, phù hợp hoàn toàn với các quy định an toàn cũng như các quy

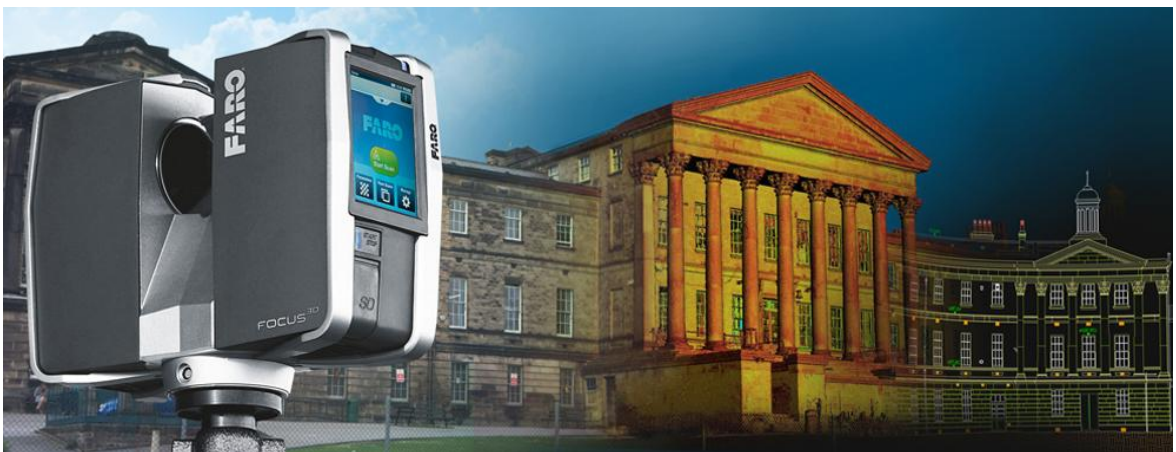
định về môi trường.

1.6.3 Ứng dụng trong khảo cổ và bảo tồn di sản

Khảo cổ, phục chế, nghiên cứu khoa học, bảo vệ di sản, xây dựng cơ sở dữ liệu ảo về các di sản không được phép tiếp cận để phục vụ mục đích du lịch ... với bất kỳ mục đích ứng dụng nào máy quét FARO Focus3D đều là giải pháp thoả đáng nhất. Focus3D cho phép người sử dụng xây dựng các bộ tài liệu hoàn chỉnh, chi tiết và trực quan nhất. Không chỉ đơn giản là các tấm ảnh hay bản vẽ hai chiều, Focus3D còn tạo ra những bản vẽ và mô hình ba chiều thực thụ, thể hiện chi tiết toàn bộ khu vực khai quật hay di sản cần được bảo tồn. Ngoài ra, với máy ảnh tích hợp sẵn theo máy, FARO Focus3D còn hỗ trợ thu thập những tập ảnh 3D thực thể một cách đầy đủ nhất.

- Lợi ích:

- + Đảm bảo tính xác thực, độ chính xác cũng như mức độ hoàn chỉnh của hiện trạng dựa vào mô hình 3D thu được từ đám mây điểm.
- + Quá trình xây dựng các loại tài liệu 3D theo yêu cầu của chuyên ngành khảo cổ và bảo tồn được thực hiện một cách đơn giản và nhanh chóng.
- + Dễ dàng chuyển đổi những hình ảnh ba chiều thu được từ máy quét FARO Focus3D thành ảnh trực giao và bản vẽ CAD.



Hình 1.9: Ứng dụng TLS xây dựng mô hình 3D trong khảo cổ

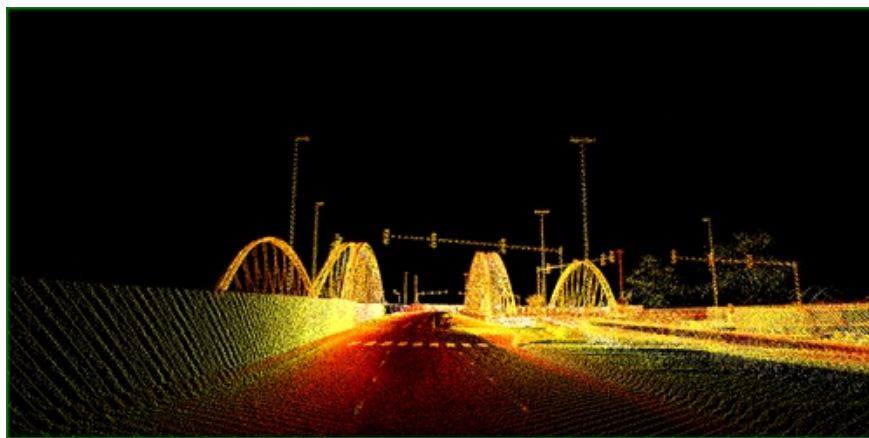


Hình 1.10: Ứng dụng mô hình 3D trong bảo tồn di sản – Chùa Láng Hà Nội

1.6.4 Ứng dụng trong giao thông

Công nghệ quét 3D được sử dụng trong quá trình khảo sát, xây dựng và duy tu các công trình giao thông như đường xá, cầu cống, các công trình phụ trợ,... Bao gồm các nhiệm vụ cụ thể như đo đạc địa hình, khảo sát hiện trạng bề mặt đường, tính toán mặt cắt lớp bê tông nhựa, tính toán thể tích lớp nhựa bề mặt, thiết kế và lập hồ sơ hoàn công công trình cầu, đánh giá hiện trạng công trình giao thông như cầu hầm, phục chế các công trình giao thông mang tính lịch sử.

Ngoài ra quét laser mặt đất còn được sử dụng phổ biến trong quá trình xây dựng và duy tu các công trình hầm phức tạp, sân bay nhà ga, đường tàu hỏa, cảng và các công trình liên quan.



Hình 1.11: Quét laser mặt đất được ứng dụng trong giao thông

1.6.5 Ứng dụng trong xây dựng hiện trường vụ án và tai nạn

Máy quét xách tay FARO Focus3D là công cụ lý tưởng nhất để thực thi các nhiệm vụ ghi nhận thông tin xây dựng hiện trường 3D nơi xảy ra các vụ trọng án hay tai nạn giao thông phục vụ cho mục đích điều tra, tranh tụng trước tòa hay đánh giá thiệt hại phục vụ cho bồi thường, bảo hiểm. Chi tiết tất cả các hợp phần nhỏ nhất liên quan đến hiện trường đều được máy quét FARO Focus3D ghi lại một cách chính xác và đầy đủ nhất. Cũng trên nguyên tắc tương tự, Focus3D có khả năng hỗ trợ quá trình xây dựng và phát triển các mô hình huấn luyện an toàn, tránh các sự cố nguy hiểm có thể xảy ra.

- Lợi ích:

- + Xây dựng lại toàn cảnh chi tiết hiện trường trọng án và tai nạn giao thông dạng 3D.
- + Mô phỏng 3D đơn giản diễn tiến của vụ án hay tai nạn giao thông.
- + Phát triển các mô hình cảnh báo, các chỉ dẫn an toàn dựa trên hiện trường đã xây dựng.



Hình 1.12: Ứng dụng TLS trong xây dựng hiện trường các vụ tai nạn

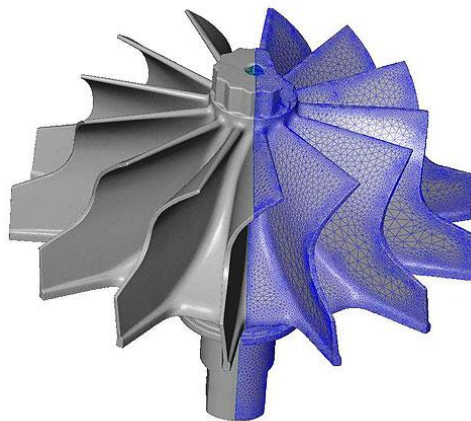
1.6.6 Ứng dụng trong điều tra và thiết kế ngược

- Phục vụ quy trình thiết kế chế tạo ngược – Thiết bị và giải pháp hữu hiệu phục vụ cho việc sao chép các sản phẩm hay các hợp phần khi không có được các bản vẽ CAD gốc hay sơ đồ mặt bằng thiết kế.

- Thiết kế nội thất với tính thẩm mỹ và mức độ hài hoà cao – Xây dựng bộ hồ sơ tài liệu cũng như cơ sở dữ liệu 3D CAD phục vụ thiết kế nội thất cho các đối tượng có mức độ phức tạp và chi tiết cao như nội thất du thuyền, xe hơi, tàu bay. Ngoài việc thiết kế mới, đây còn là giải pháp lý tưởng cho quá trình nâng cấp, cải tạo hay chuyển đổi nội thất theo yêu cầu.

- Lập tài liệu liên quan đến toàn bộ quá trình sản xuất – Lập hồ sơ tài liệu dạng 3D toàn bộ quá trình sản xuất ra một sản phẩm, báo cáo tình trạng sản xuất hiện thời của từng hợp phần cấu thành các tổ hợp sản phẩm phức tạp.

- Giám sát chất lượng – Kiểm tra, giám sát kích thước và xây dựng tài liệu 3D của các hợp phần cấu kiện có mức độ phức tạp cao, kích thước lớn như tua bin, chân vịt tàu thủy, bộ cánh cho rotor, cánh máy bay ...



Hình 1.13: Thiết kế ngược ứng dụng bằng mô hình 3D

- Lợi ích:

- + Hiệu quả kinh tế, nhanh và đạt độ chính xác cao đáp ứng tất cả các yêu cầu liên quan tới thu thập số liệu 3D xây dựng mô hình hình học của các hợp phần cấu thành sản phẩm kích thước lớn và phức tạp.
- + Tự động kiểm tra giám sát chất lượng trong quá trình sản xuất. Cho

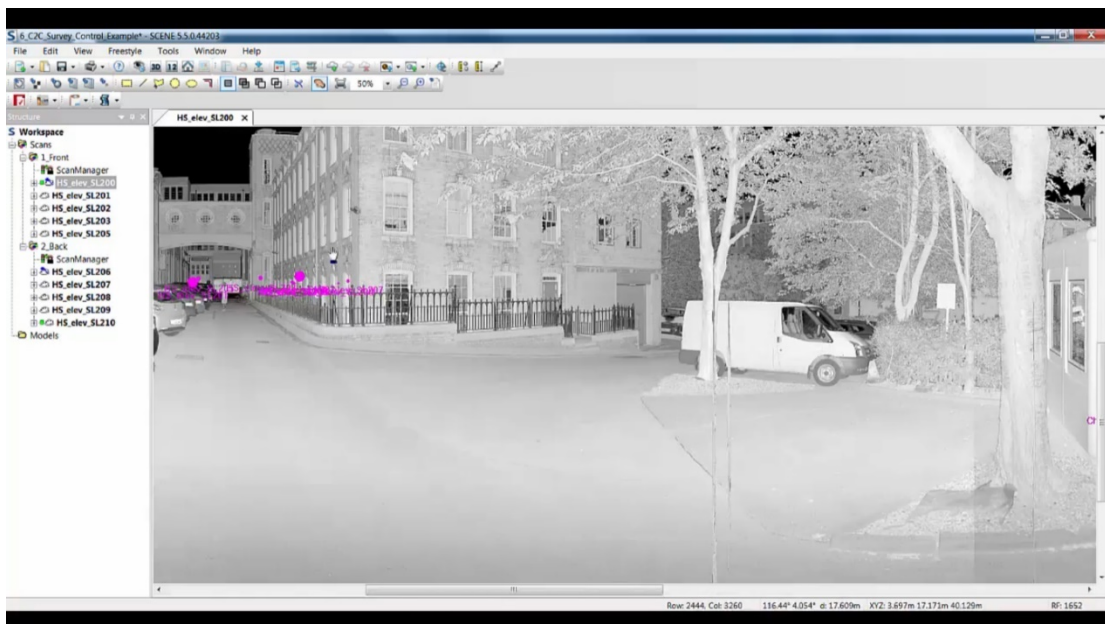
phép giám sát chất lượng theo mô hình 3D của từng hợp phần trong khi chế tạo trước khi lắp ráp thành thiết bị tổng thành.

- + Giảm tối đa việc phải làm lại, thiết kế lại hay điều chỉnh trong quá trình sản xuất bởi chất lượng luôn được giám sát chặt chẽ bởi các mô hình 3D.

1.7. Phần mềm xử lý số liệu quét của FARO và xây dựng mô hình 3D đối tượng công trình

1.7.1 Phần mềm FARO SCENE

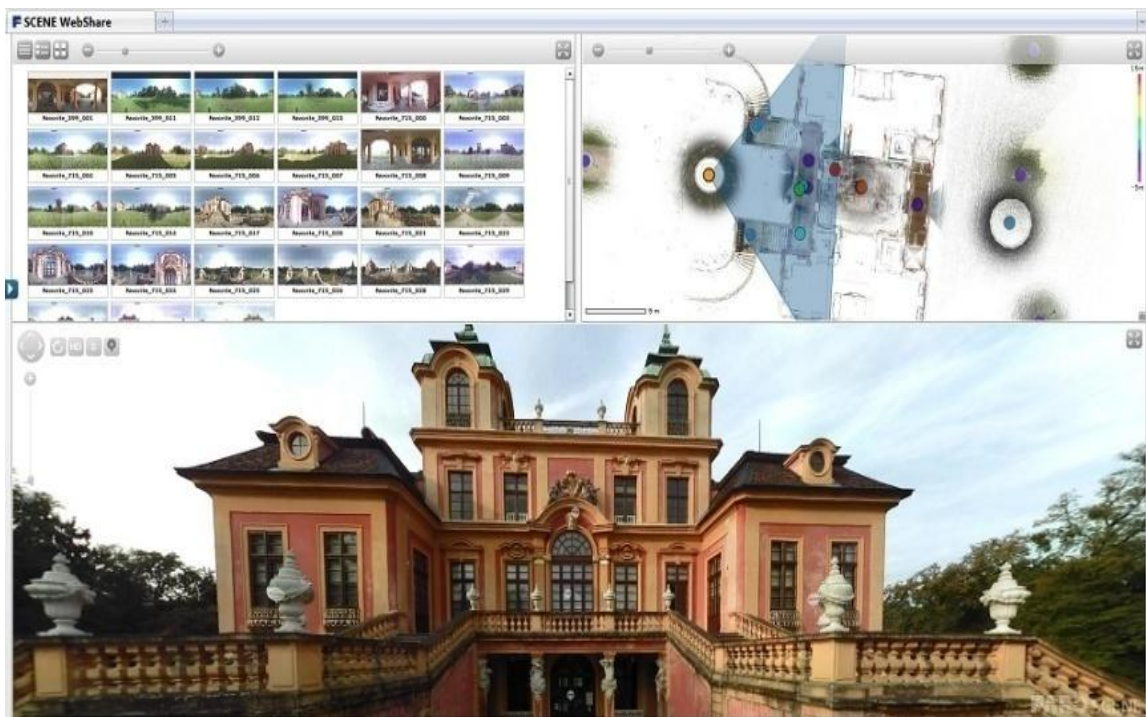
Phần mềm xử lý và quản trị số liệu quét hiệu quả và dễ sử dụng thông qua các chức năng tự động ghi nhận đối tượng, định vị và đăng ký điểm nền. Phần mềm SCENE được thiết kế đặc biệt để sử dụng với tất cả các chủng loại máy quét hiệu suất cao của hãng FARO. SCENE kết hợp tất cả các tính năng tiên tiến như dễ sử dụng, kết nối mạng, hiệu ứng 3D nâng cao,... mang đến cho người sử dụng giải pháp xử lý số liệu quét hoàn chỉnh, SCENE có khả năng tổng hợp số liệu ở mức cao, màu hoá số liệu nhanh chóng, với các công cụ phục vụ cho mục đích tự động tìm kiếm các quả cầu mục tiêu trong quá trình nắn các đám mây điểm từ những trạm máy khác nhau.



Hình 1.14: Phần mềm SCENE 5.x

Ngay khi SCENE chuẩn bị được số liệu quét, người sử dụng ngay lập tức có thể thực hiện tiếp các bước đánh giá chất lượng và xử lý sâu. Phần mềm SCENE cung cấp một tập hợp các chức năng và công cụ dễ sử dụng – từ việc đo đạc đơn giản trên mô hình 3D đang hiển thị đến việc tạo bề mặt phức tạp và xuất số liệu đám mây điểm sang các phần mềm và định dạng CAD khác.

Những dự án quét bây giờ có thể được chia sẻ trên máy chủ WEB chỉ thông qua một nút bấm. Chức năng WebShare mới cho phép người sử dụng có thể chia sẻ các dự án quét thông qua mạng Internet. Mang đến khả năng truy cập trực tuyến cho khách hàng cũng như đối tác, không chỉ đơn thuần xem lại những mô hình quét, khách hàng và đối tác còn có thể thực hiện các thao tác đo đạc đơn giản hoặc bổ sung thêm thông tin, đường dẫn siêu liên kết cho chính những mô hình này.



Hình 1.15: Chức năng WebShare trong phần mềm SCENE

Những tính năng nổi bật của phần mềm FARO SCENE:

- Clipping Boxes in 3D (Mới) – Các hộp cắt 3D là chức năng mới của SCENE cho phép kiểm soát chi tiết các đối tượng cần quan tâm nằm trong đám

mây điểm hiển thị ở định dạng 3D. Chức năng này tạo ra công cụ phân tách rõ ràng khu vực cần quan tâm trong một tập hợp đám mây điểm.

- Orthophoto Creation (Mới) – Tạo ảnh trực giao là chức năng mới trong SCENE. Chức năng này hỗ trợ để tạo ra các tấm ảnh trực giao có tỷ lệ theo hai chiều, những tấm ảnh này có thể sử dụng được trong hầu hết các hệ thống CAD 2D và 3D.

- 3D Connexion Device Support (Mới) – Chức năng mới hỗ trợ kết nối với thiết bị.

- Additional Licensing Options (Mới) – Chức năng mới giúp bổ sung thêm tùy chọn bản quyền sử dụng phần mềm.

- Project Point Cloud- Hợp nhất liền mạch nhiều trạm máy quét để tạo thành một đám mây điểm đồng nhất, dễ dàng hiển thị, phân tích và tìm kiếm thông tin đồng thời giảm thiểu thời gian xử lý sau số liệu quét.

- Automatic Fine Registration - Chức năng tự động tinh chỉnh khi nhấn các trạm máy. Chức năng này giảm thiểu hoặc loại bỏ hoàn toàn yêu cầu cần đặt các điểm mục tiêu phục vụ quá trình này. Chức năng đặc biệt này của SCENE tiết kiệm được rất nhiều thời gian xử lý sau.

- Integrated Project Database - Chức năng tích hợp cơ sở dữ liệu dự án cho phép lưu trữ thông tin theo các bước thời gian của mỗi lần quét cho từng dự án; Người sử dụng có thể quay trở lại bất kỳ bước nào trong cơ sở dữ liệu quét.

- 3D Stereo Viewing – Chức năng hiển thị và quan sát lập thể 3D.

- 3D Stereo Viewing – Chức năng hiển thị và quan sát lập thể 3D.

- ASTM E57 Industry Standard – Hỗ trợ chuẩn công nghiệp ASTM E57.

- Native 64-Bit Software – Phần mềm hỗ trợ xử lý 64 bit hoàn chỉnh.

- Tạo ra quy trình làm việc hiệu quả nhất từ bước thu nhận số liệu thô đến công đoạn hoàn thiện dự án.

- Giảm thiểu yêu cầu xử lý sau số liệu bằng tay dựa trên những chức năng xử lý, hiệu chỉnh hoàn toàn tự động.

- Giao diện người dùng đơn giản và rất dễ sử dụng.

- Chức năng tạo cơ sở dữ liệu dự án cho phép tạo và nâng cấp các mức ngòi sử dụng khác nhau để thực hiện việc kết nối và xử lý mạng.

- Có khả năng giao tiếp và trao đổi số liệu với hầu hết các sản phẩm phần mềm thiết kế trên thị trường.

1.8 Phần mềm Autodesk 3Ds Max xây dựng mô hình 3D

1.8.1 Giới thiệu chung Autodesk 3Ds Max

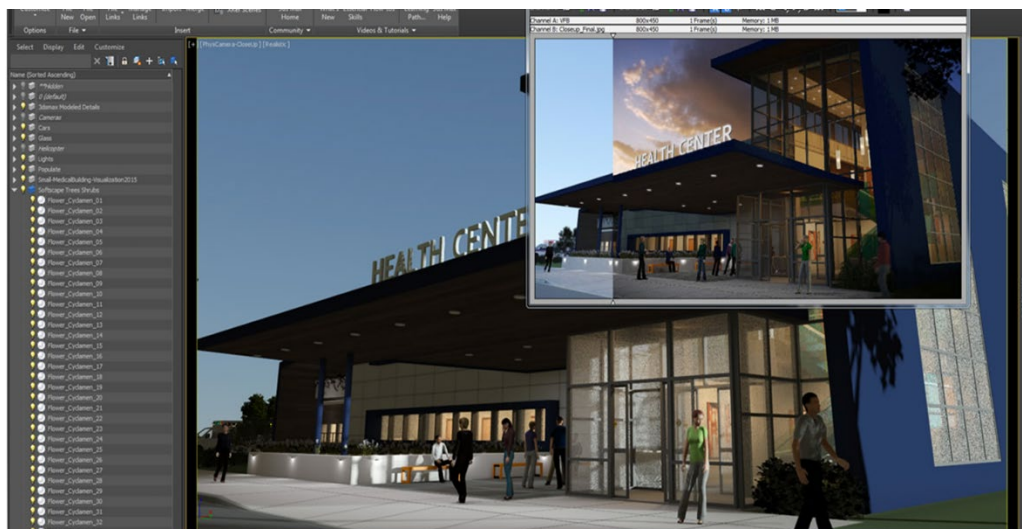
1.8.2 Các ứng dụng chính của Autodesk 3Ds Max

- Trong xây dựng và kiến trúc: 3D MAX trợ giúp đắc lực các kiến trúc sư trong việc thể hiện mô hình ở dạng không gian 3 chiều, giúp quan sát công trình toàn diện ở nhiều góc nhìn khác nhau.

- Trong lĩnh vực quảng cáo: 3D MAX được sử dụng để thiết kế giới thiệu sản phẩm và tính năng cũng như ưu điểm của chúng đến khách hàng một cách hấp dẫn, lôi cuốn.

- Trong dựng phim và điện ảnh: đây là công cụ giúp các nhà sản xuất phim tạo nên những cảnh tượng kỹ xảo, không có thật trong thực tế, đem đến cho khán giả những trải nghiệm và tưởng tượng phong phú.

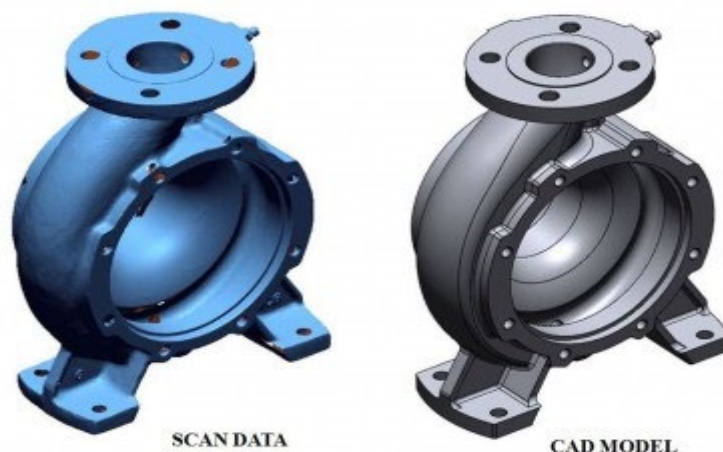
- Trong thiết kế đồ họa và chỉnh sửa ảnh: cùng với các bộ công cụ photoshop, 3D MAX giúp người thiết kế chỉnh sửa ánh sáng, độ cân bằng màu và tỷ lệ hình ảnh, giúp dựng các mô hình thực tế ảo.



Hình 1.16: 3Ds MAX trong xây dựng

Hình 4.3: 3Ds MAX ứng dụng trong game thực tế ảo

- Thiết kế ngược phục vụ trong nhiều lĩnh vực như xây dựng, phục chế các di sản,...



Hình 1.17: Ứng dụng 3D trong thiết kế ngược

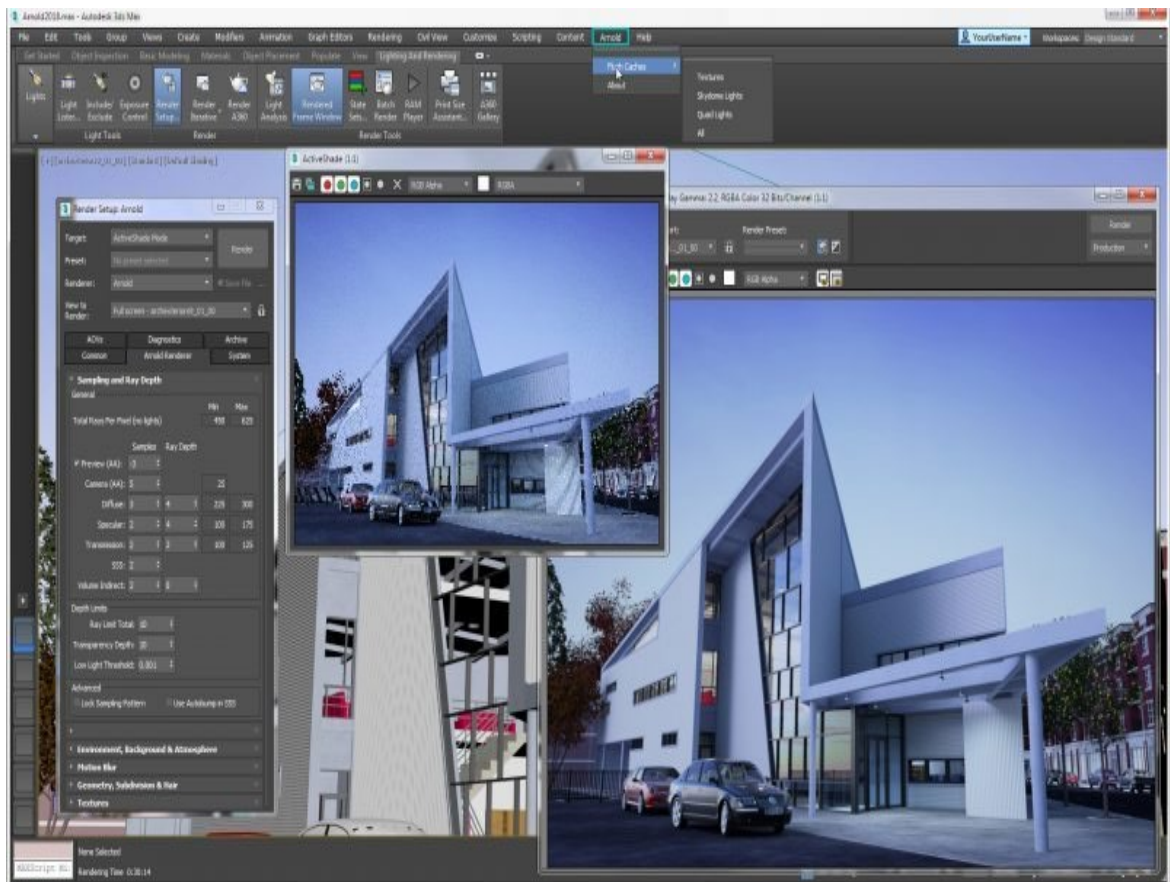
1.8.3 Các tính năng chính của Autodesk 3Ds Max

3ds Max cho phép sử dụng ánh sáng tùy chỉnh và bóng tối và nổi bật cũng có thể được 'đốt cháy' vào hình ảnh hiển thị. Các cài đặt này chủ yếu được sử dụng cho hình ảnh trò chơi, vì các giá trị trước của bóng tối và điểm nổi bật cho phép động cơ trò chơi xử lý dữ liệu ít hơn do đó cải thiện tốc độ và hiệu năng của trò chơi.

Đối với cuộc sống như các mô hình nhân vật, 3ds Max bao gồm mô phỏng tóc, da, vải và lông thú; tất cả các yêu cầu cho mô phỏng của chúng. Những add-on (là những tiện ích được cài thêm vào chương trình để làm tăng những tính năng của chương trình) sẵn có này làm giảm thời gian cần thiết cho việc phát triển mô hình và cải thiện chi tiết cho mỗi khung.

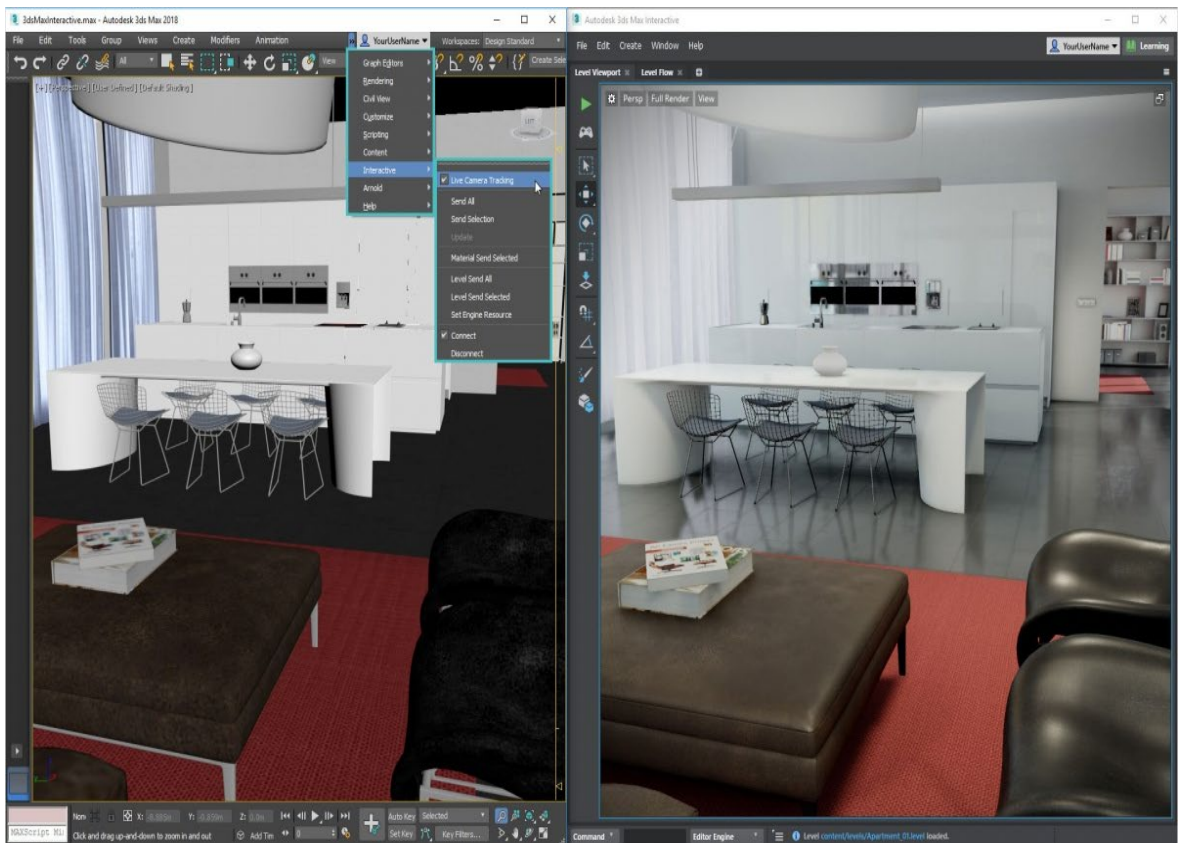
Nó cũng bao gồm động lực cơ thể cứng nhắc, có nghĩa là mô phỏng các vật cứng như gỗ hoặc gạch, rất dễ thực hiện. Phần mềm này cũng được trang bị các tính năng như hiệu ứng vỡ để tạo lại động lực của các vật rắn rung chuyển. Tuy nhiên, tính năng động cơ mềm, cho phép mô phỏng chuyển động của các đối tượng biến dạng, không được hỗ trợ bởi 3ds Max, làm cho việc mô phỏng

các đối tượng đó trở nên khó khăn.



Hình 1.18: Mô hình thiết kế từ phần mềm 3Ds MAX

Một tính năng rất hữu ích của phần mềm này là hỗ trợ Kinetic Inverse và Forward Kinematics. Mô phỏng bộ xương hoặc cho phép người sử dụng tạo ra một mô hình và phù hợp với bộ xương, sau đó có thể hoạt hình theo yêu cầu của người làm phim hoạt hình. Bộ xương này sau đó có thể được đặt bên trong mô hình, làm cho mô hình hoạt hình trở nên dễ dàng hơn.



Hình 1.19: Các đồ vật được thiết kế sinh động, trực quan trong 3Ds MAX

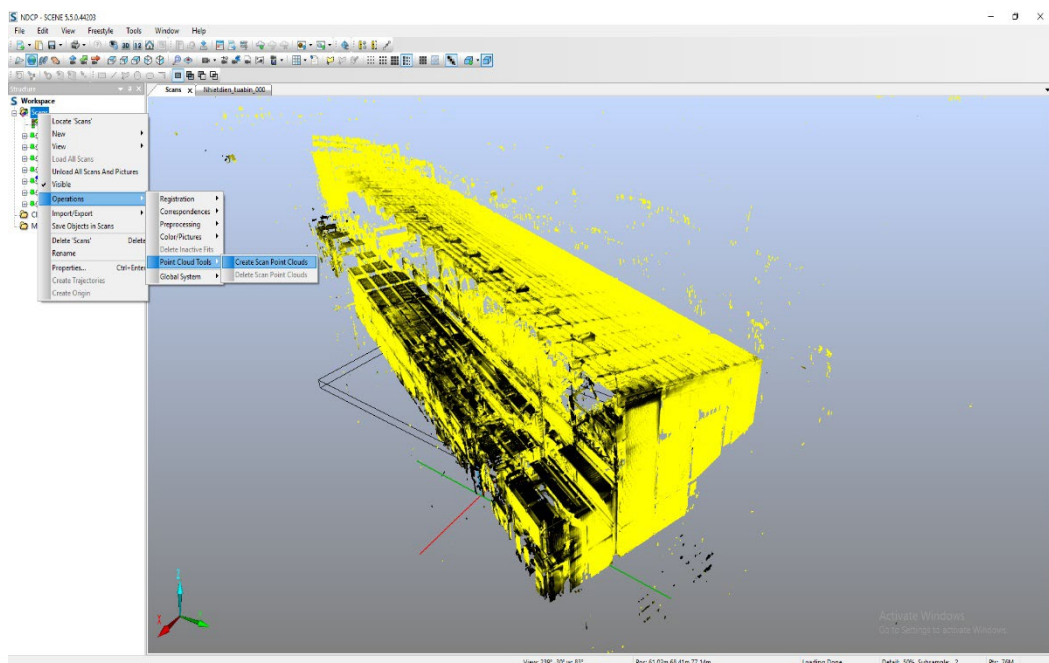
CHƯƠNG 2: THỰC NGHIỆM CÔNG NGHỆ QUÉT LASER 3D – TRONG CÔNG TÁC QUẢN LÝ CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

Trên cơ sở dữ liệu đám mây thu nhận được từ dữ liệu quét laser 3D mặt đất cho các công trình xây dựng, tiến hành phân loại tách lớp từng đối tượng của công trình. việc tách lớp này được tiến hành theo các bước như sau:

2.1. Mô hình 3D dưới dạng pointcloud

Trước khi lưu lại toàn bộ phần dữ liệu đã xử lý vừa rồi, ta cần giải phóng dung lượng.

Chọn Operations → Point Cloud Tools → Creat Scan Point Cloud.



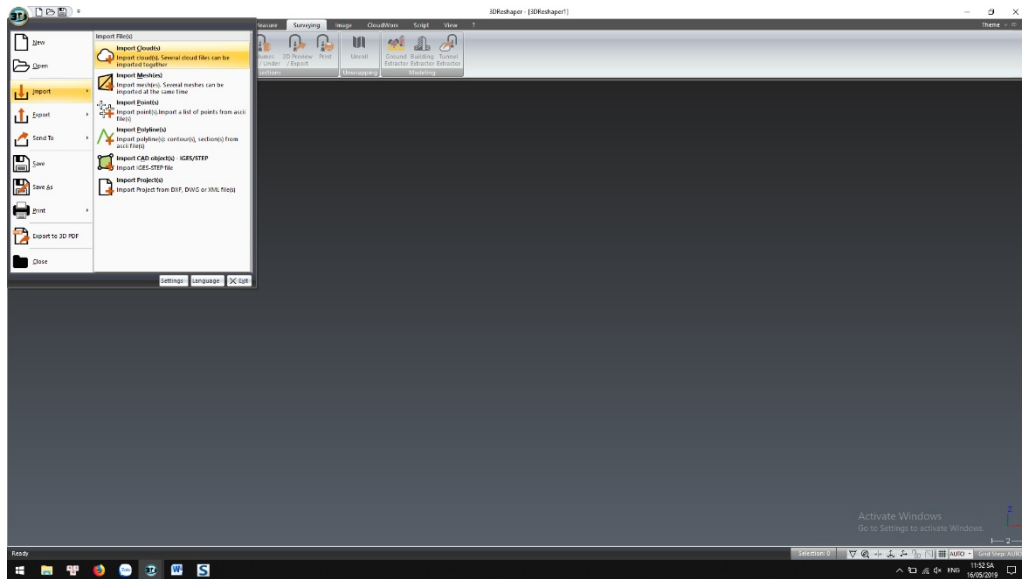
Hình 2.1: Giải phóng bộ nhớ

2.2. Tạo layer chi tiết cho từng loại đối tượng

Để phục vụ cho vận hành và quản lý công trình, bước tạo layer cho từng loại đối tượng giúp tách biệt rõ ràng các chi tiết trong một công trình nhà máy nhiệt điện như: các đường ống, hệ thống tuabin,...

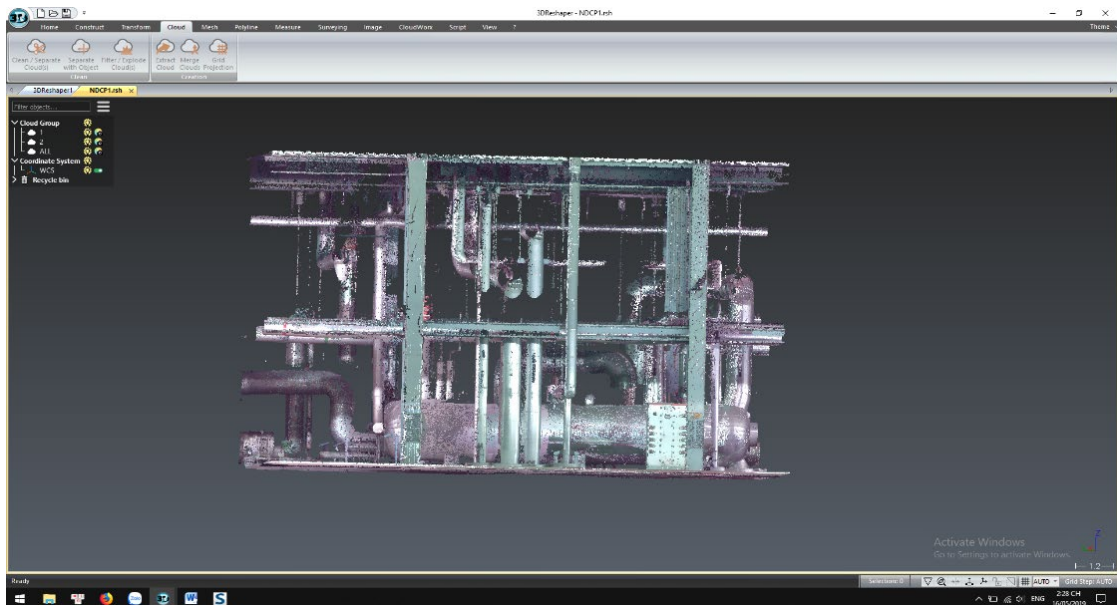
Phần mềm 3D Reshape để tách các đối tượng:

- Chọn File cần tách Layer

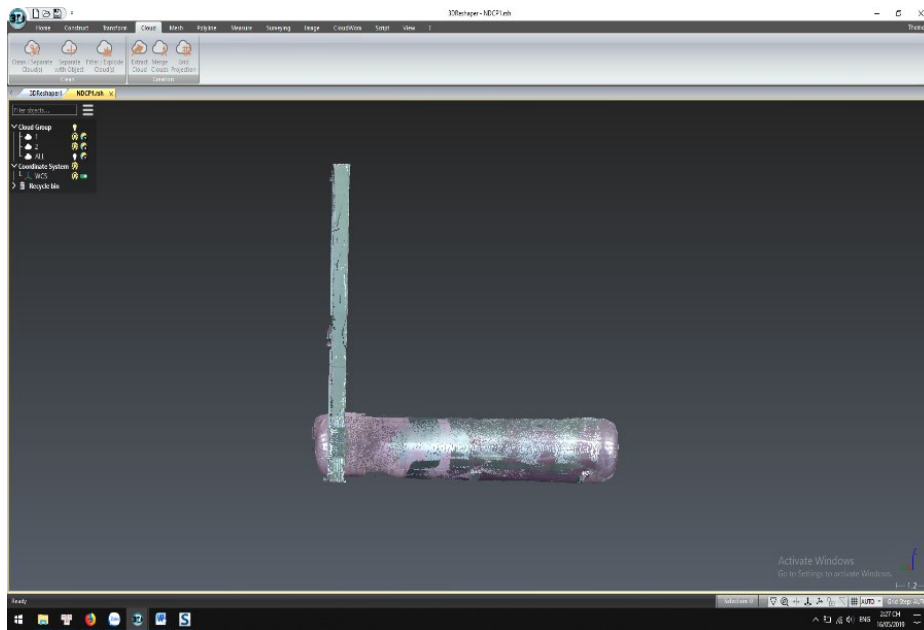


Hình 2.2: Giao diện của phần mềm 3D Reshape

- Khoanh vùng từng đối tượng thành các Layer khác nhau:



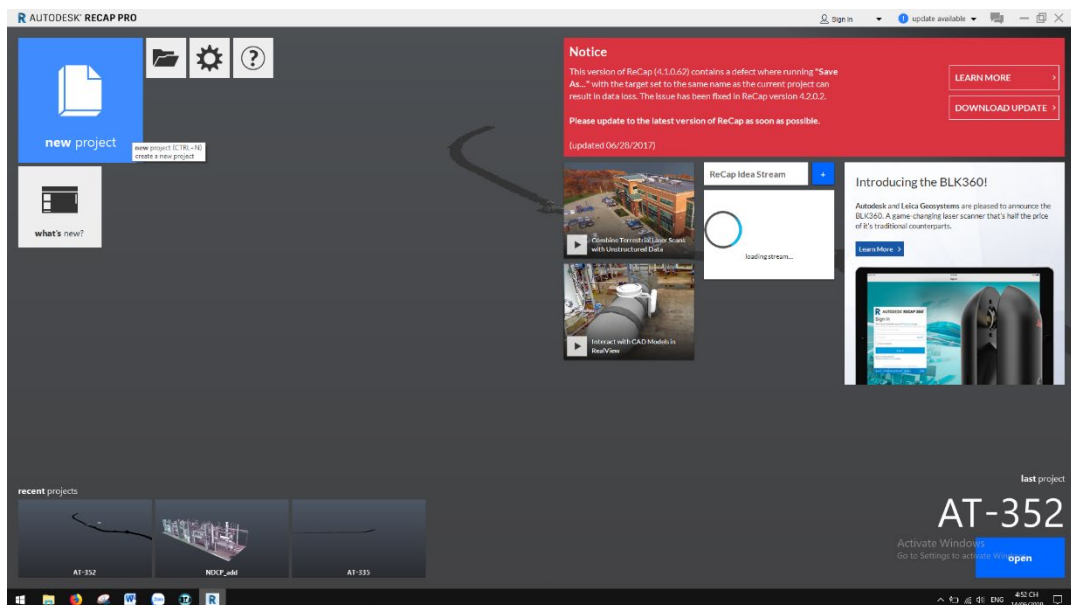
Hình 2.3: Khoanh vùng đối tượng cần tách



Hình 2.4: Đối tượng được tách thành layer riêng biệt

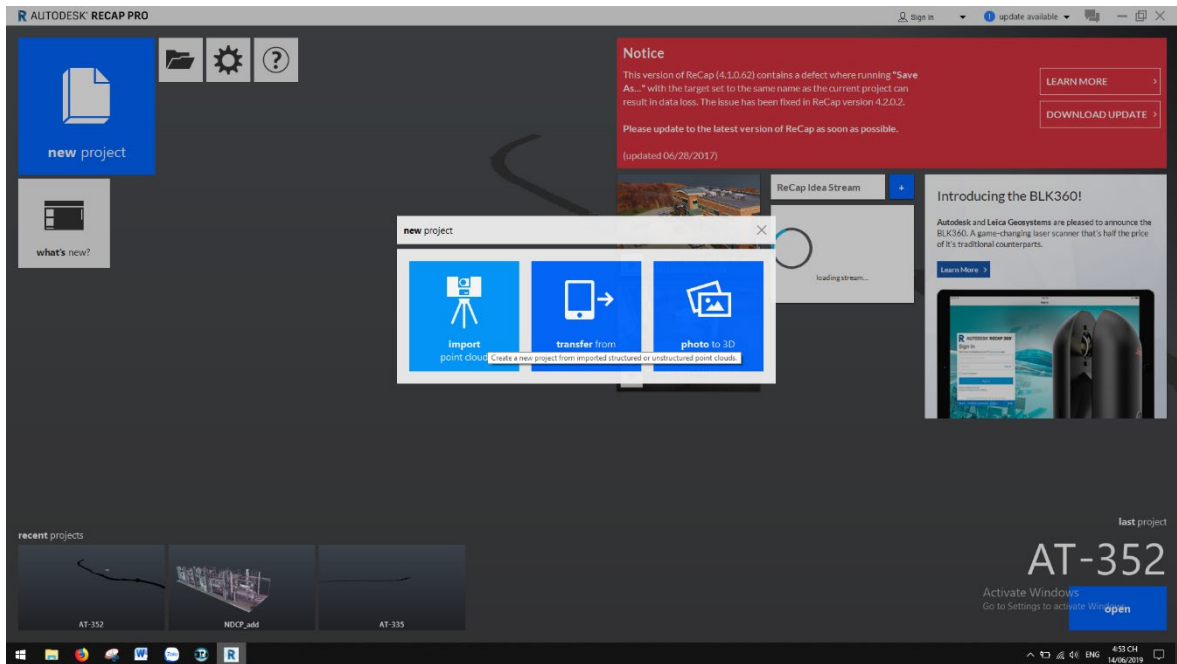
2.2.1 Export File RCP

Sau khi ghép các trạm đo quét bằng phần mềm SCENE, kết quả sẽ được lưu dưới dạng đuôi PTS. Đuôi này không nhận dạng được khi chuyển sang phần mềm Autodesk Edgewise để dựng mô hình 3D khối. Bước này sử dụng phần mềm Autodesk Recap 360 để chuyển đổi File về CRP.



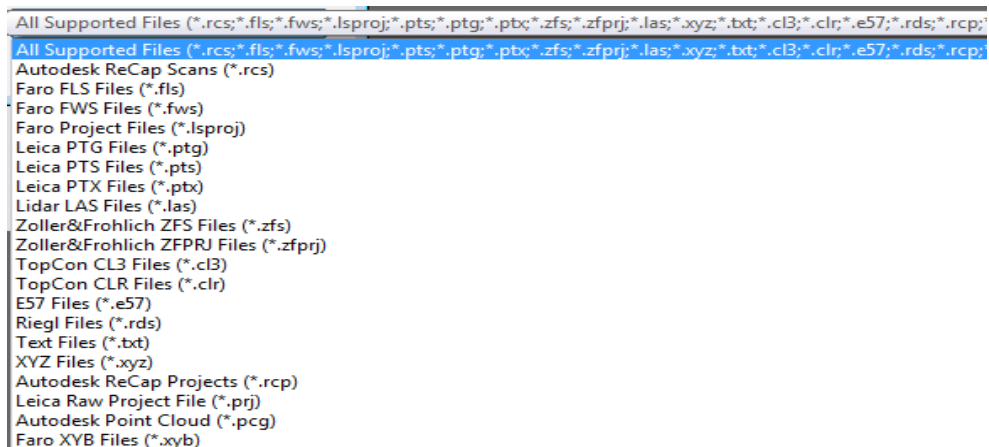
Hình 2.5: Giao diện của phần mềm Autodesk Recap 360

- Chọn Import File Cloud



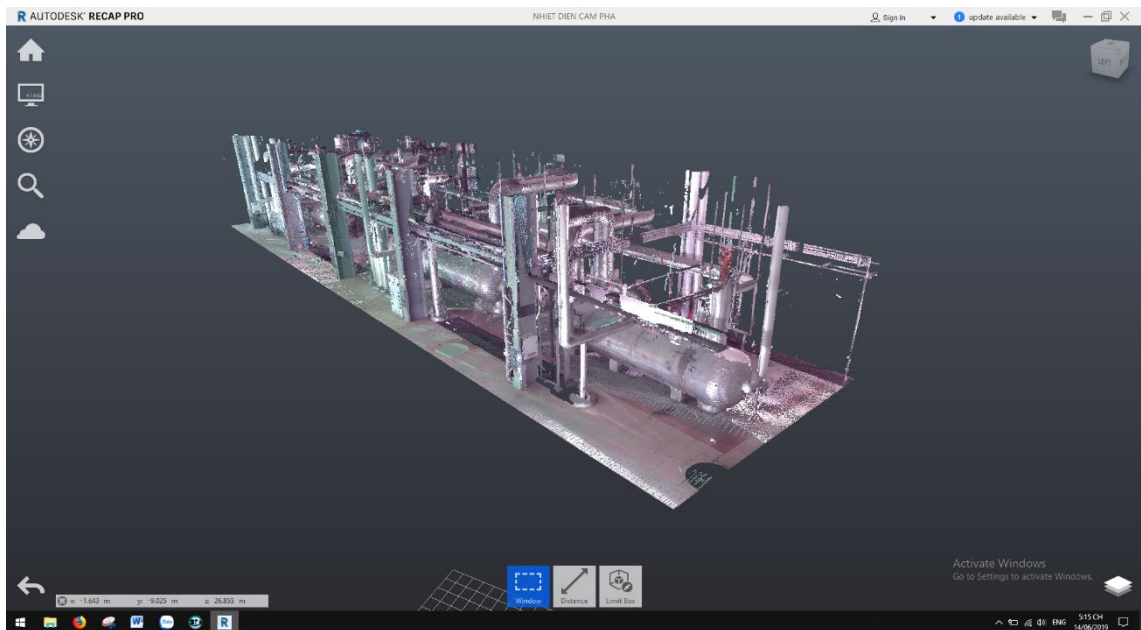
Hình 2.6: Chọn File pointcloud

- Tại đây ta tiến hành chọn file cần import tích vào **All Supported Files** để chọn các định dạng file muốn sử dụng



Hình 2.7: Các định dạng kiểu file trong phần mềm Autodesk Recap

- Lưu lại File đuôi CRP vừa định dạng:



Hình 2.8: File đuôi CRP vừa tạo

2.3. Tạo mô hình 3D dưới dạng khối

Edgewise là một trong những chương trình giúp con người tạo ra và diễn hoạt các vật thể 3 chiều. Tính năng của Edgewise giúp người thiết kế dựng nên mô hình với không gian 3 chiều và kết hợp các hiệu ứng như bóng đổ, phản chiếu, hiệu ứng mưa, sương mù, lửa, khói,... sau đó xuất ra các định dạng như phim, ảnh hoặc các mô hình thực tế ảo. Với nhiều tính năng chỉnh sửa và thiết kế hình ảnh mạnh mẽ, Edgewise được sử dụng trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt là trong thiết kế đồ họa cho các ngành nghề.

Các công cụ có sẵn trong Autodesk Edgewise:

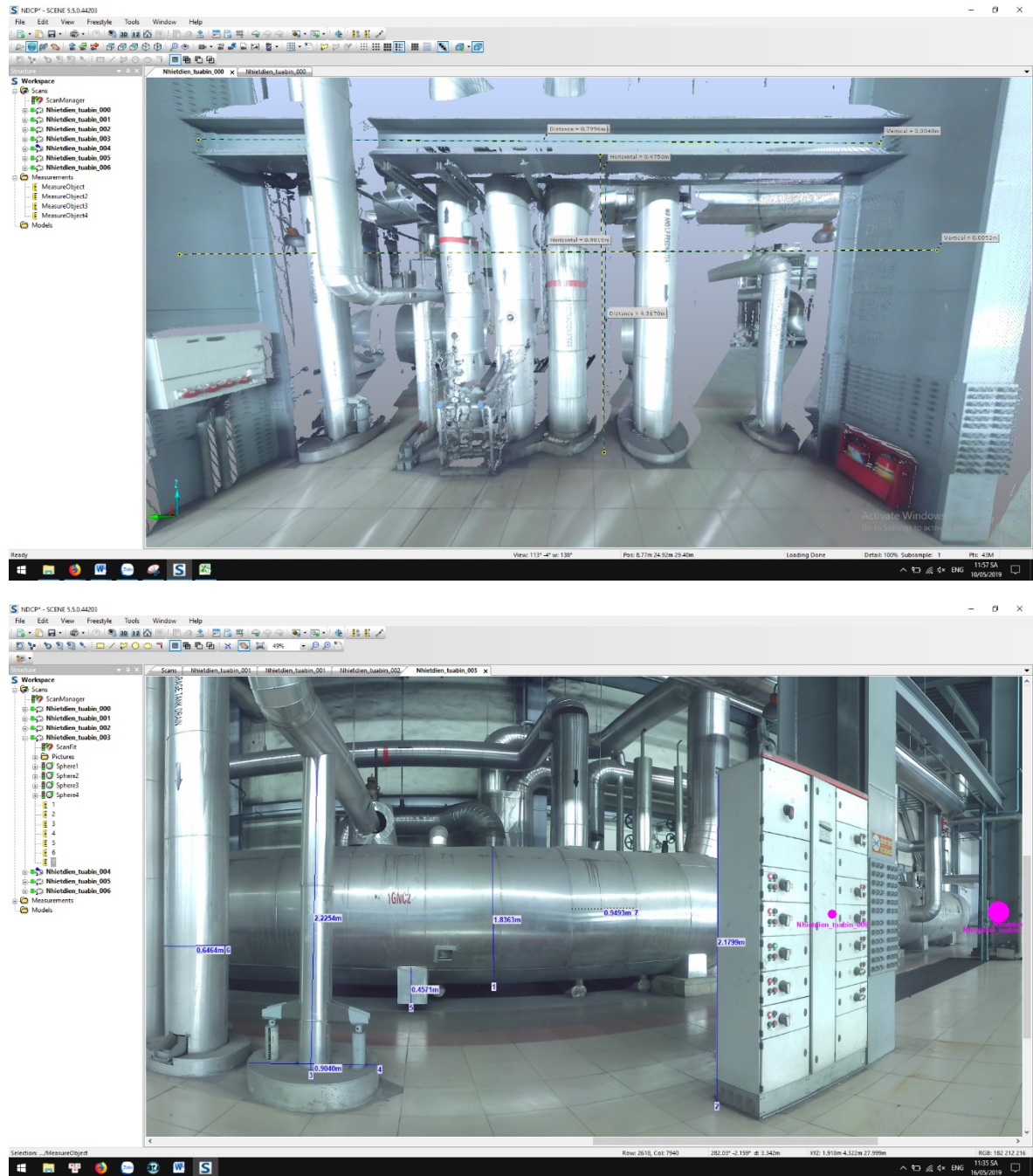
- MAXScript: Đây là một ngôn ngữ kịch bản được tích hợp vào phần mềm và có thể tự động hoá các tác vụ lặp đi lặp lại, cho phép kết hợp các tính năng hiện tại và phát triển các công cụ và giao diện người dùng.

- Scene Explorer: Scene Explorer cung cấp một cái nhìn trật tự, phân cấp của dữ liệu cảnh. Nó cho phép chỉnh sửa theo vùng các dữ liệu phức tạp, để đạt được sự đơn giản trong việc chỉnh sửa các bộ phức tạp.

- Character Studio: cho phép sử dụng nhân vật bộ phim hoạt hình để nhanh chóng và dễ dàng sửa đổi nhân vật cho một dự án làm việc

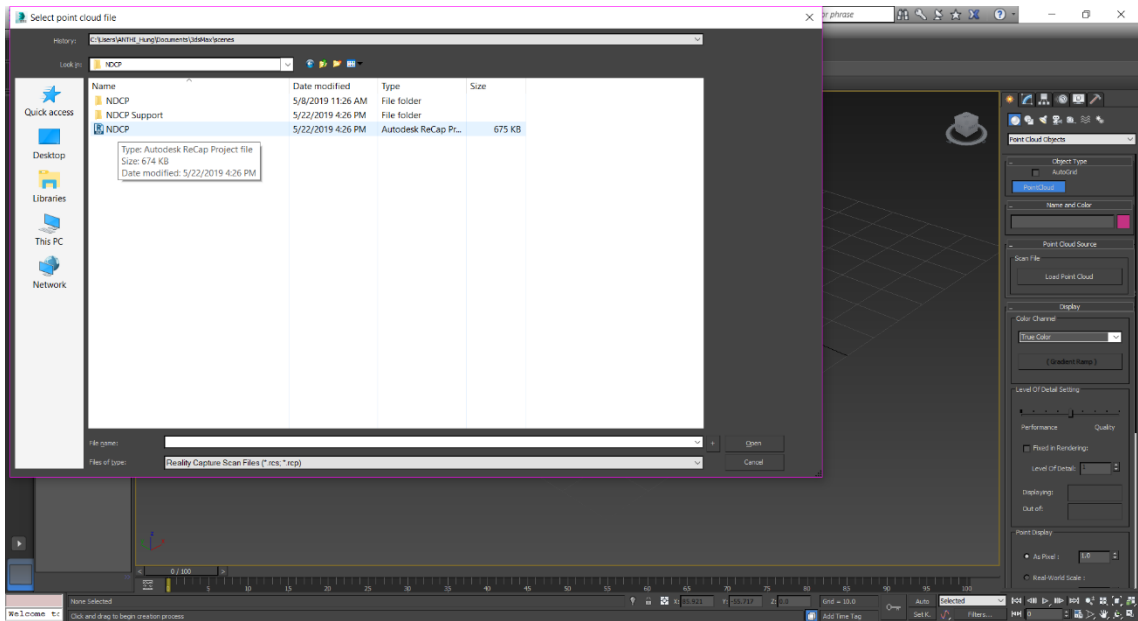
2.3.1 Đo kích thước trên mô hình 3D

Trước khi mô phỏng mô hình 3D pointcloud dưới dạng khối, ta cần xác định độ chính xác của mô hình trên. Cách duy nhất để xác định độ chính xác của mô hình đám mây điểm vừa ghép là so sánh kết quả đo thực địa và kết quả đo được trên mô hình (tỉ lệ 1:1)



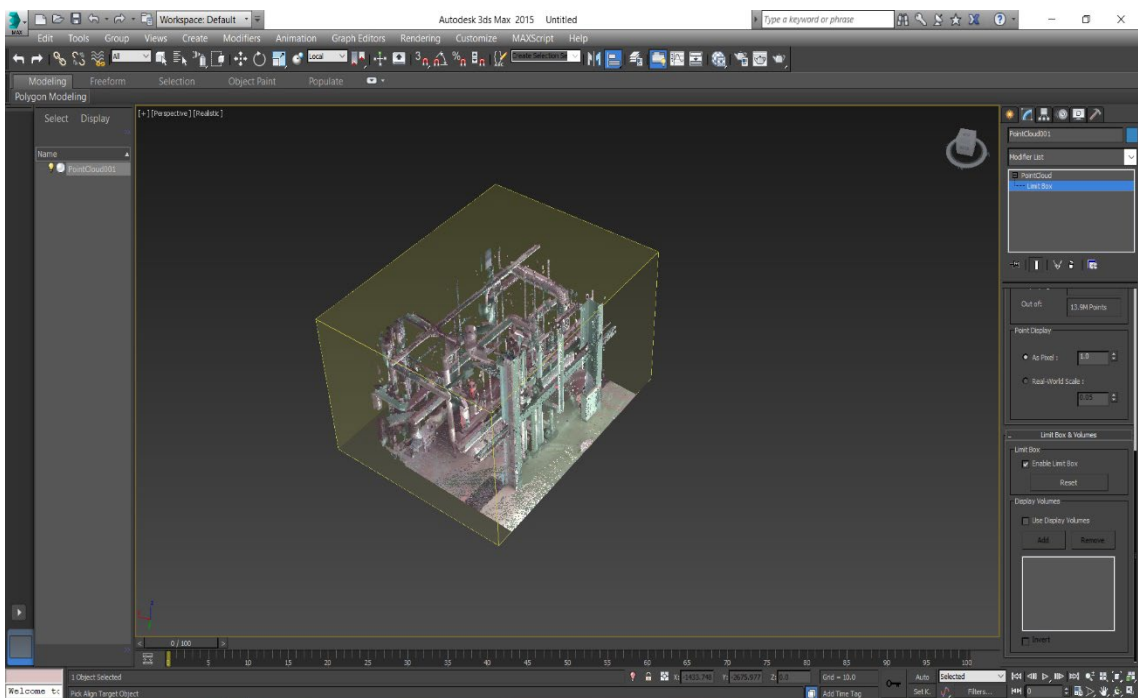
Hình 2.9: Đo đạc kích thước trên mô hình

2.3.2 Chọn File dữ liệu cần dựng mô hình



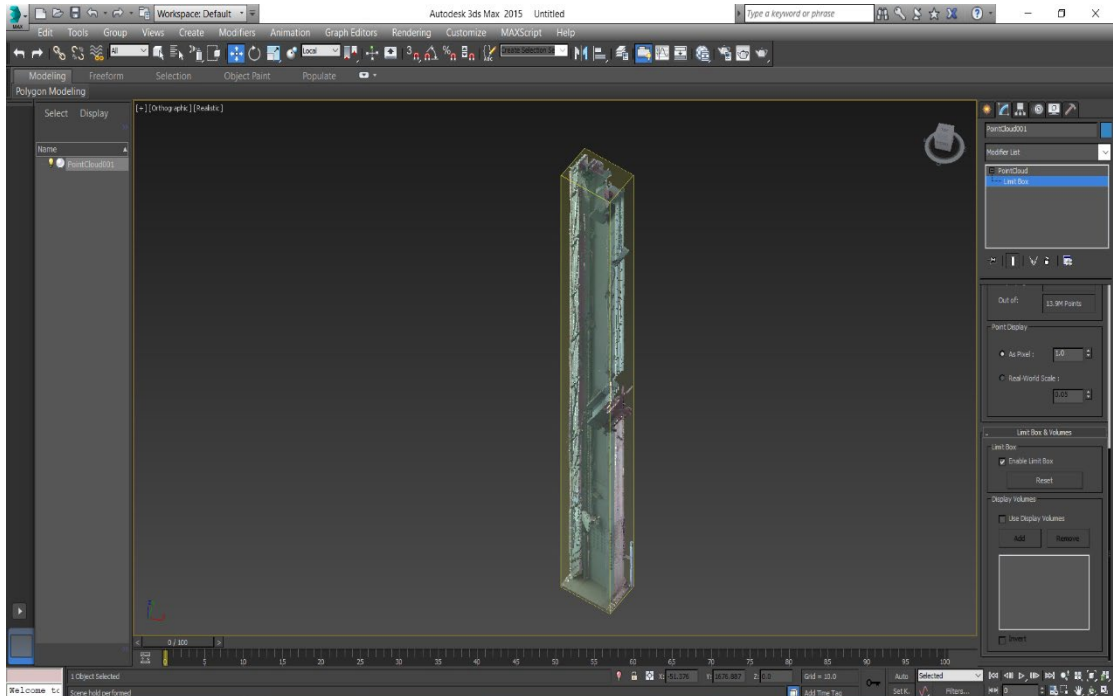
Hình 2.10: Nhập dữ liệu vào phần mềm

- Thiết lập **Clipbox** khoanh vùng toàn bộ đối tượng muốn dựng mô hình 3D: trước khi tạo mô hình khối, ta cần khoanh vùng đối tượng muốn mô hình bằng clipbox



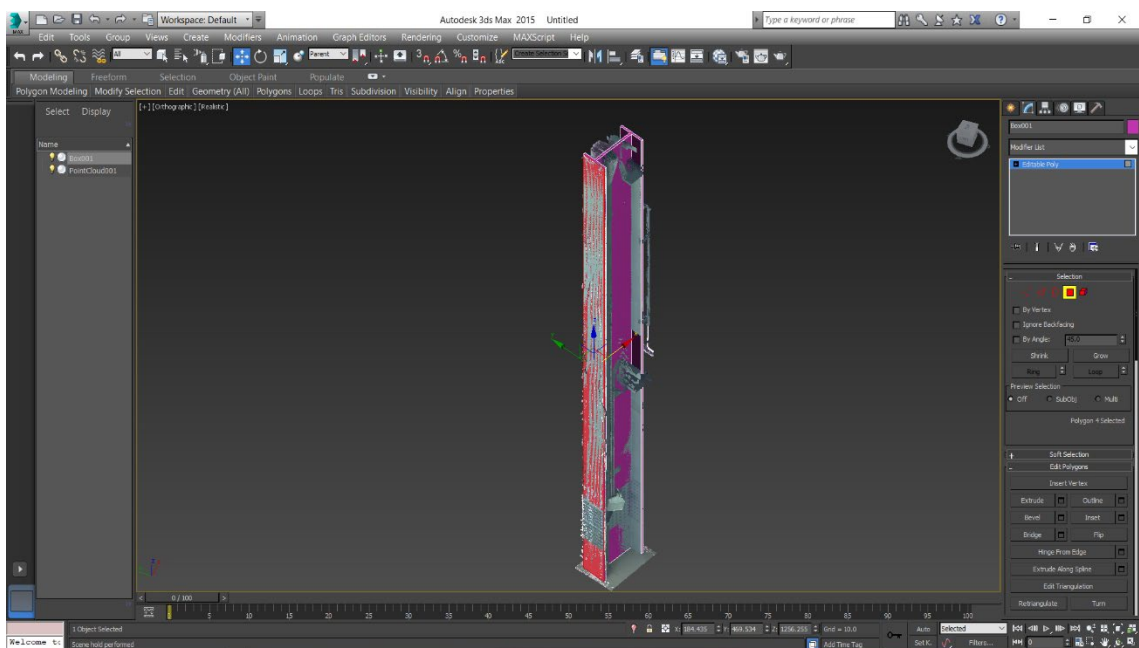
Hình 2.11: Tạo clipbox

- Điều chỉnh Clipbox khoan vùng từng đối tượng



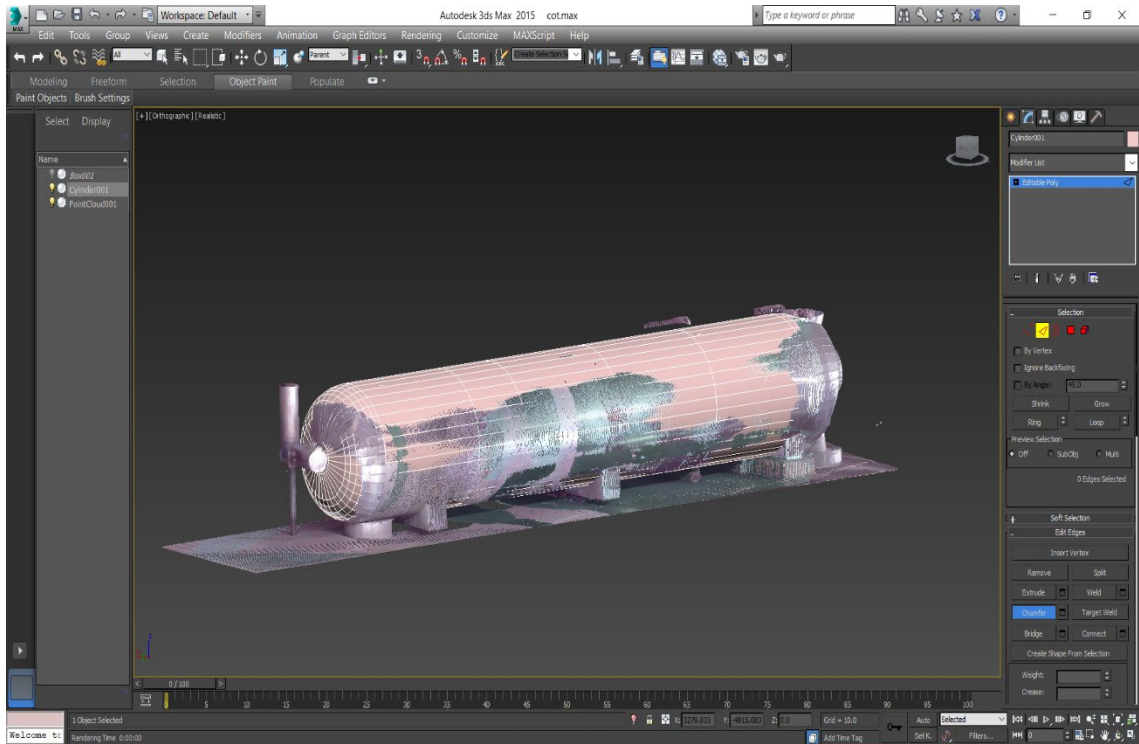
Hình 2.12: Khoanh vùng từng đối tượng để dựng mô hình

- Tạo khối cho từng đối tượng: chọn định dạng khối phù hợp với các point trong mô hình.



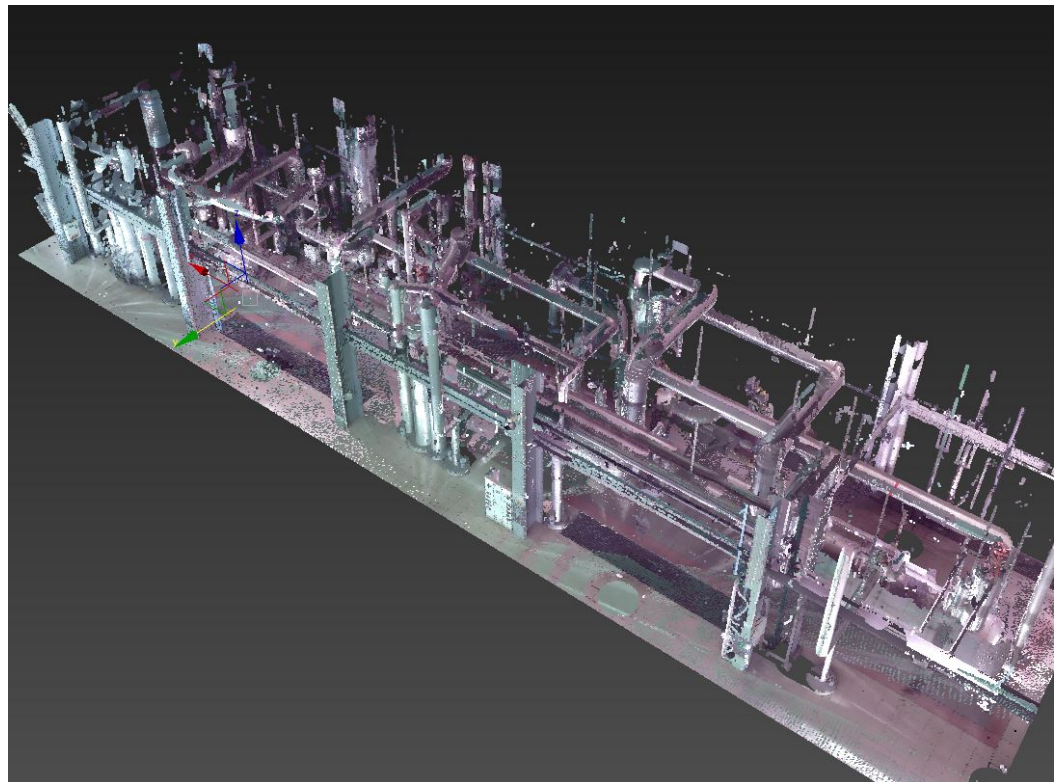
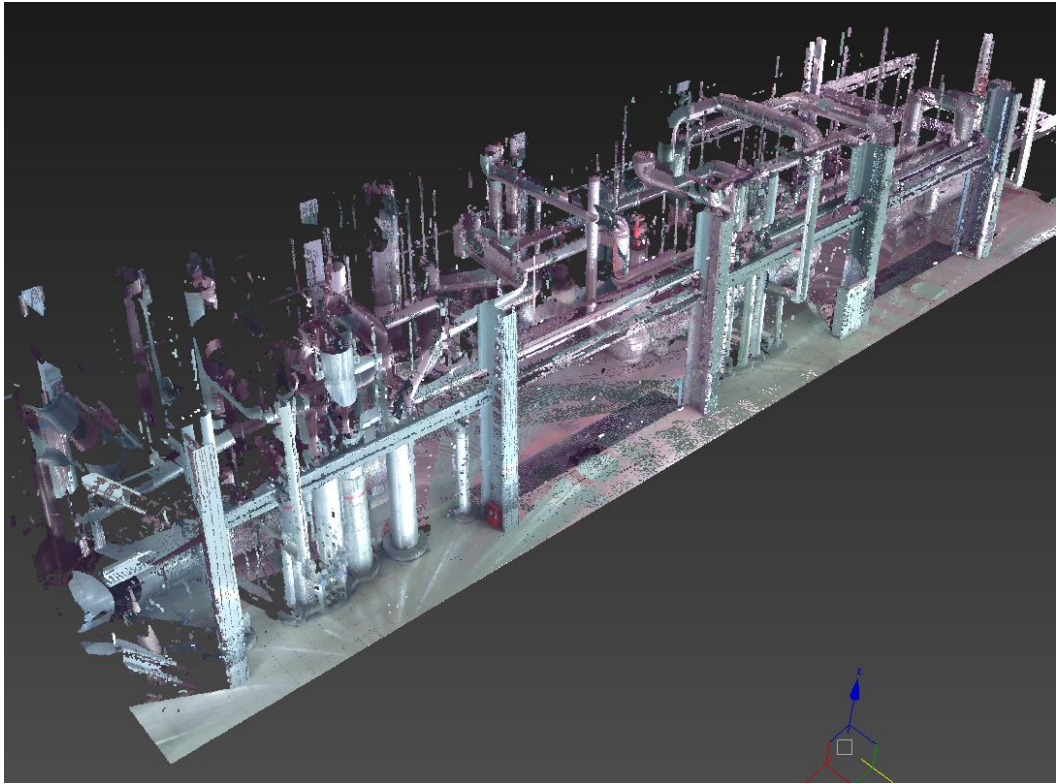
Hình 2.13: Tạo khối cho từng đối tượng

- Tạo khối ghép khớp với các đối tượng pointcloud: mô hình dạng khối vừa tạo cần được tạo trùng khớp với đám mây điểm.

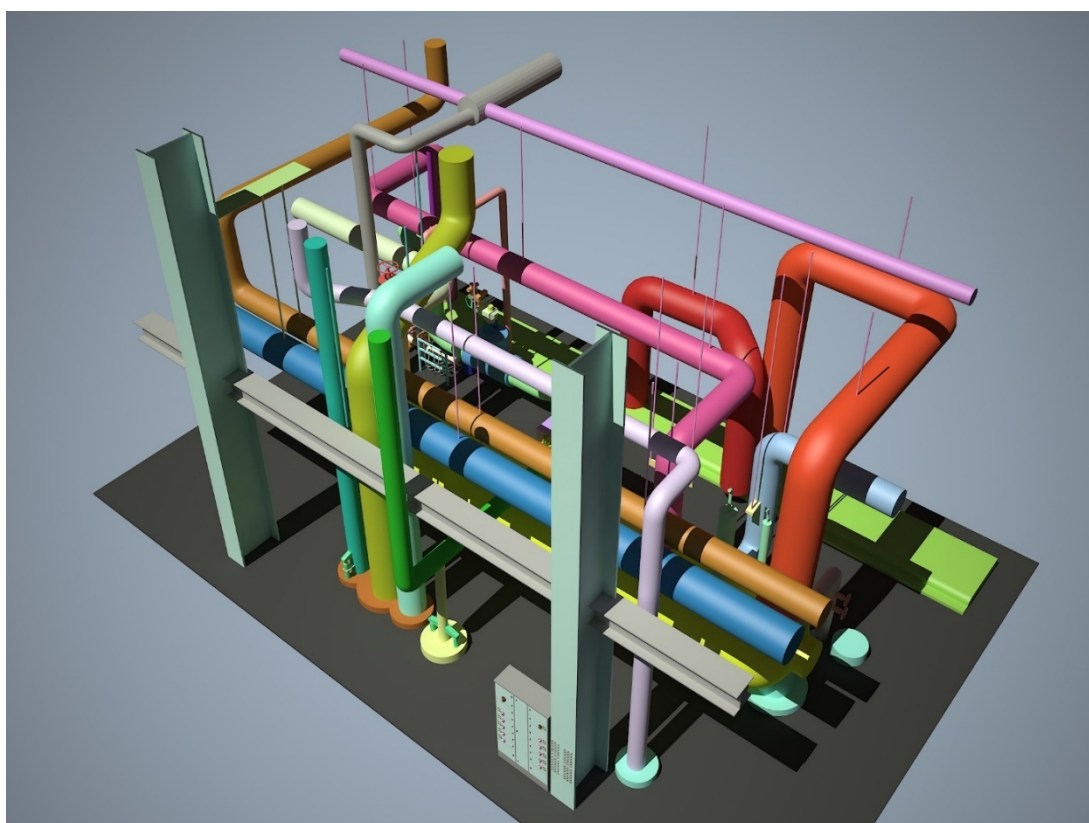
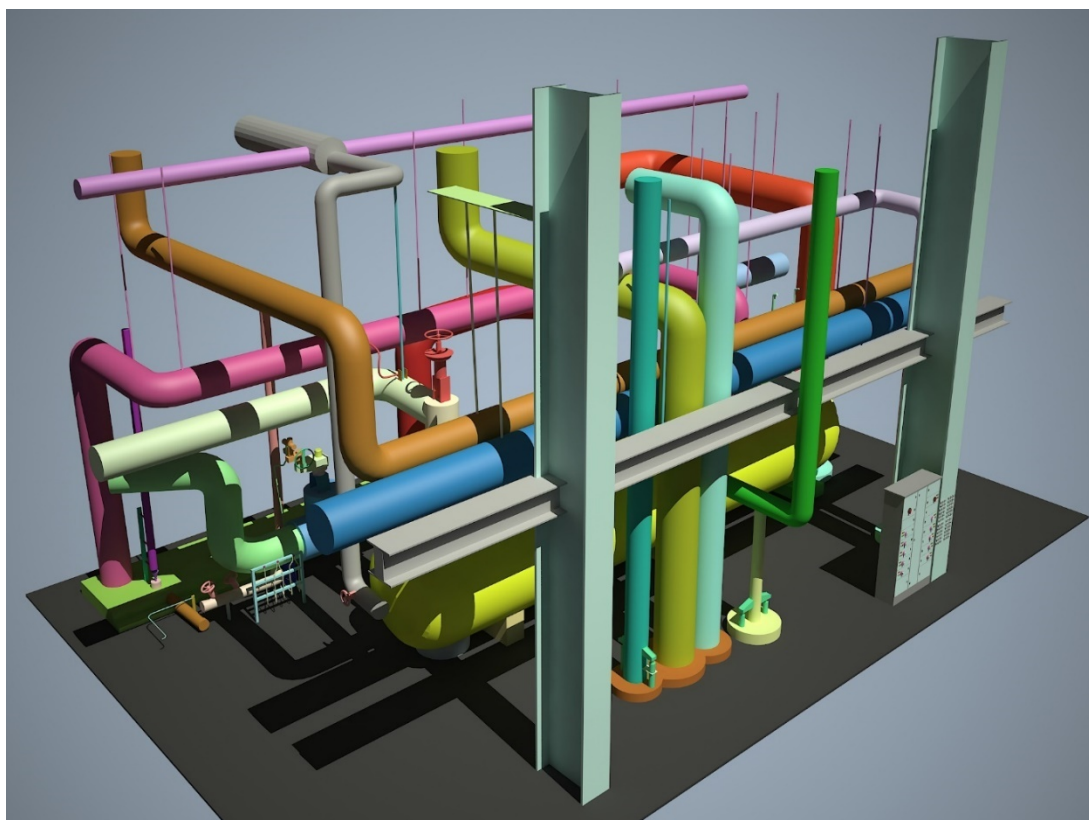


Hình 2.14: Tạo khối khớp với dữ liệu đám mây điểm

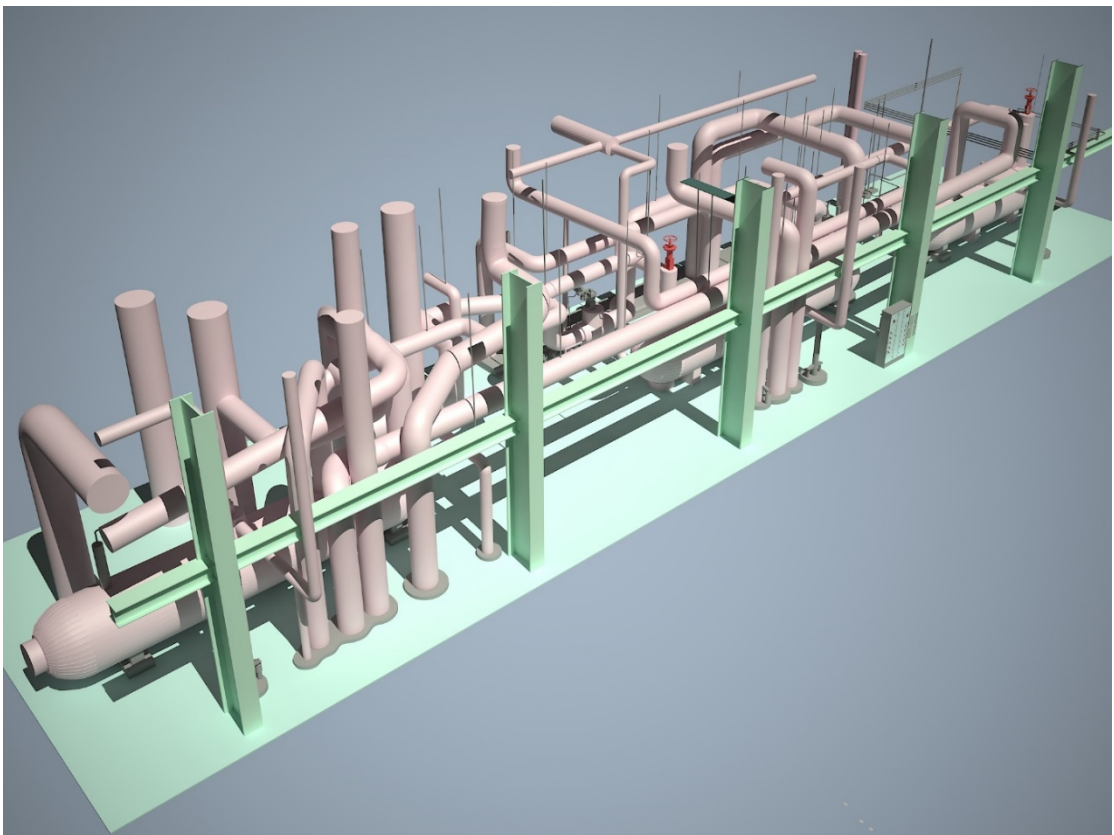
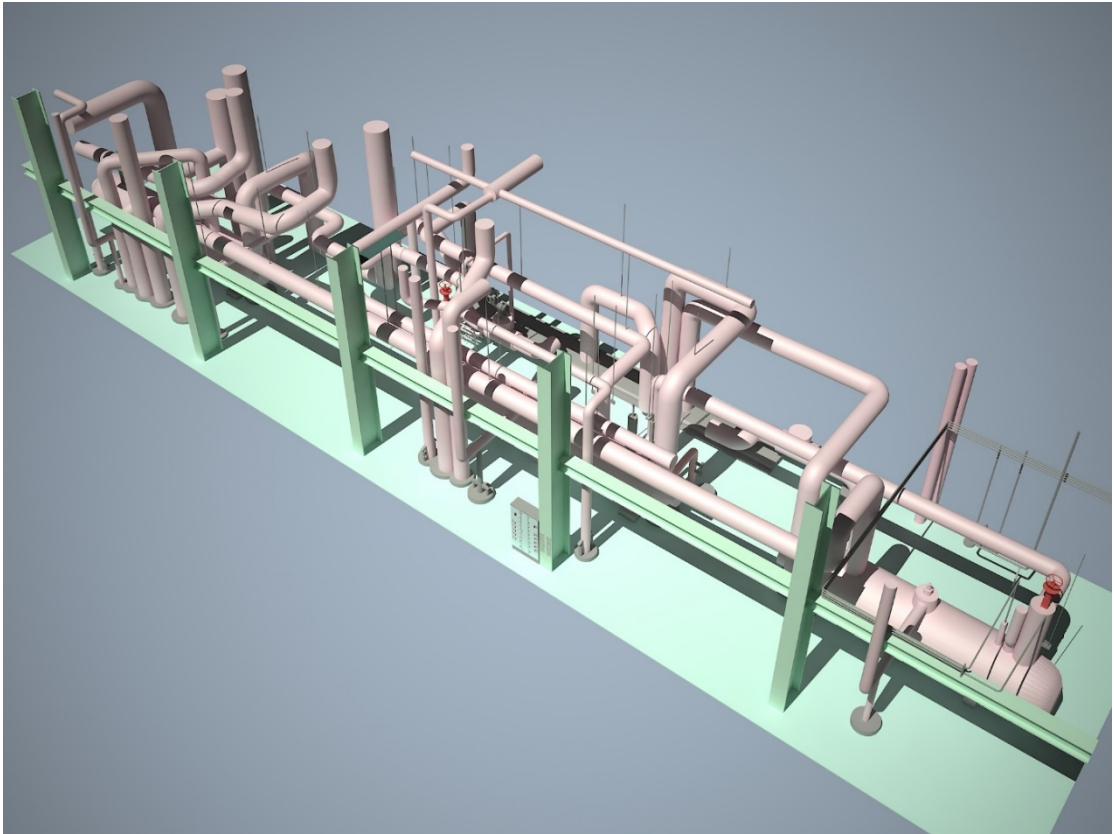
- Kết quả sau khi thiết kế xây dựng mô hình cá đối tượng công trình



Hình 2.15: Hình ảnh dữ liệu đám mây điểm



Hình 2.16: Hình ảnh sau khi tạo khối dạng 3D



Hình 2.17: Mô hình 3D sau khi gắn màu.

2.4 Khả năng ứng dụng từ mô hình 3D các đối tượng công trình

Giải pháp quét mặt đất có khả năng ghi nhận lại một cách chính xác tình trạng hiện thời của các hợp phần cấu thành nhà máy phục vụ quy trình bảo dưỡng cũng như lắp đặt bổ sung thêm các phần thiết bị mới. Từ những dữ liệu đám mây điểm này cho phép xây dựng mô hình 3D chi tiết các đối tượng của nhà máy. Trên mô hình 3D này, cho phép tính toán quản lý các đối tượng công trình một cách hiệu quả như: xác định được mức độ phù hợp của các phần cũ và phần mới sẽ lắp đặt trong quá trình nâng cấp, các điểm va chạm sẽ được ghi rõ trên mô hình 3D để có phương pháp điều chỉnh hỗ trợ xây dựng kế hoạch và phương án thi công cải tạo kịp thời.

Một số ứng dụng từ mô hình trên:

- Đánh giá hiện trạng một cách toàn diện từ nhiều góc nhìn khác nhau
- Giám sát và quản lý tài sản hiện hữu
- Phục vụ cho việc mở rộng nhà máy
- Thiết kế lắp ráp các thiết bị bằng công nghệ thiết kế ngược

Xây dựng mô hình 3D đối tượng phục vụ quản lý công trình đòi hỏi cần phải có sự đồng bộ hoàn chỉnh số liệu đo với các thông số kỹ thuật, các báo cáo và tài liệu một cách chính xác nhất. Dựa trên toàn bộ số liệu quét laser thực địa có thể mô hình hoá các đối tượng thực tế theo đúng hình dạng và kích thước phục vụ cho các ứng dụng tiềm năng. Hình ảnh mô phỏng của đối tượng thực tế được hiển thị, phân tích, xác định kích thước nhằm đảm bảo tính toán chính xác tất cả các số liệu có liên quan đến đầu tư, đảm bảo an toàn công trình, giám sát thi công,... và rất nhiều những ứng dụng mở rộng khác.

Công nghệ quét 3D cũng cho phép các tập đoàn với nhà máy phân bố khắp toàn cầu có thể xem, đánh giá, giới hạn và quản lý, vận hành từ một nơi đến nhiều địa điểm nhà máy khác.

2.4.1 Kết quả bản đồ 3D khu vực sân bay Liên Khương, huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng

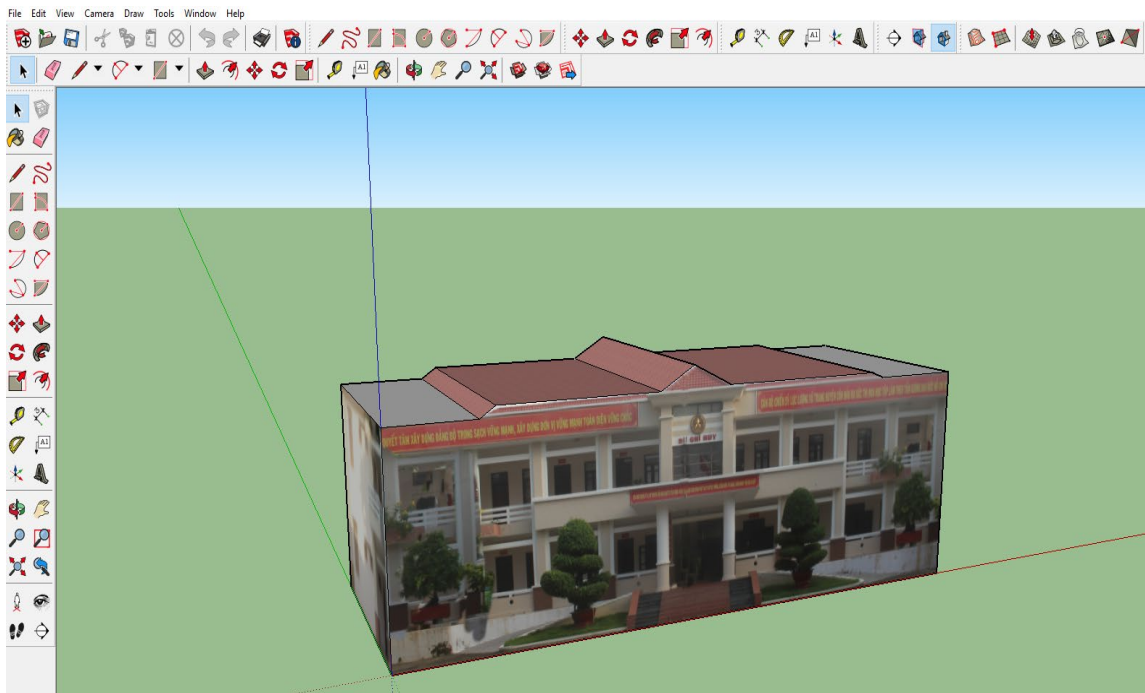
Một số hình ảnh kết quả bản đồ 3D khu vực sân bay Liên Khương, huyện Đức Trọng, tỉnh Lâm Đồng được thành lập bằng công nghệ quét Lidar kết hợp với ảnh kỹ thuật số

a) Xây dựng hệ thống các đối tượng (bộ ký hiệu 3D) với các nhóm lớp đối tượng độ cao (Lod 1, Lod 2 và Lod 3) theo chiều cao và kích thước thực của đối tượng.

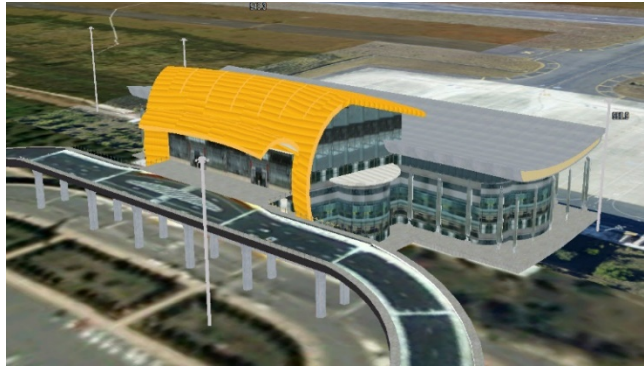
b) Xây dựng Mô hình 3D bằng phần mềm SketchUp 2016

- Dữ liệu đầu vào: Kích thước thực của đối tượng (xác định từ mô hình số bề mặt DSM hoặc kết quả đo thực địa) kết hợp với hình ảnh chụp trực diện của các đối tượng cần thành lập

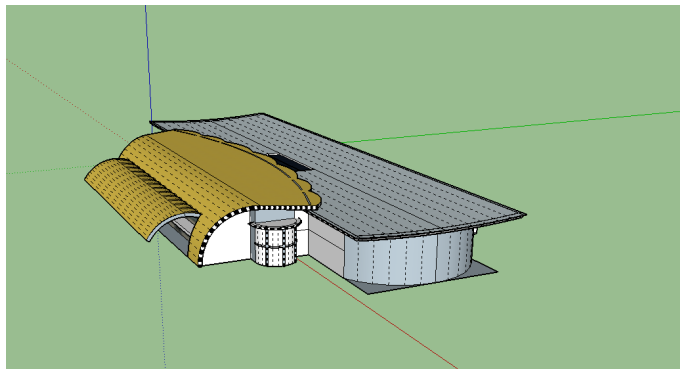
- Kết quả đầu ra: Mô hình 3D các đối tượng phục vụ cho công tác thành lập bản đồ 3D (*.dae). Sau đó sử dụng phần mềm TerraExplorer Pro tiến hành Convert định dạng *.dae về định dạng *.xpl2 để trình bày trong bản đồ 3D.



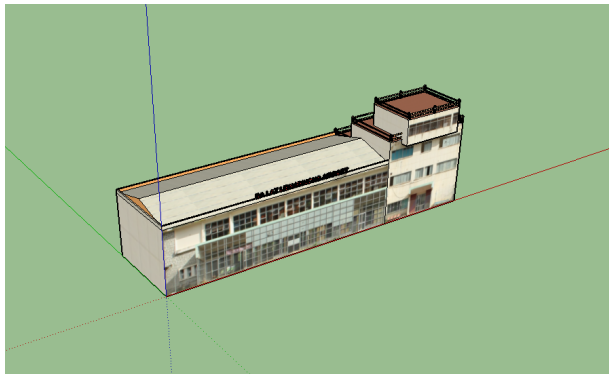
Hình 2.18: Xây dựng mô hình 3D bằng phần mềm SketchUp 2016



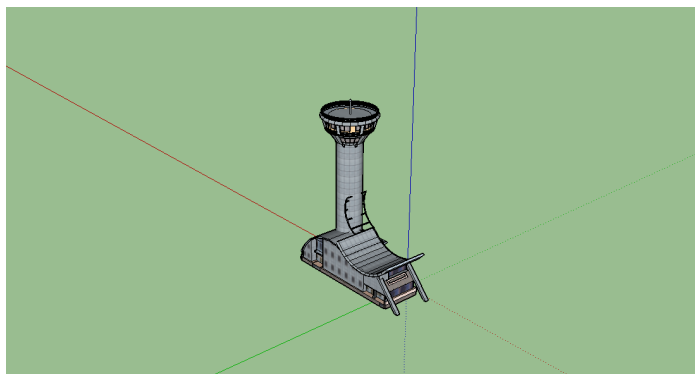
Hình 2.9: Mô hình 3D nhà ga sân bay Liên Khương



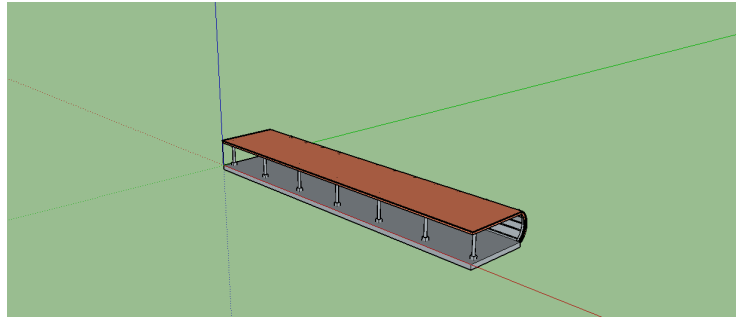
Hình 2.20: Mô hình 3D nhà ga sân bay Liên Khương



Hình 2.21: Mô hình 3D nhà điều hành sân bay Liên Khương



Hình 2.222: Mô hình Trạm kiểm soát không lưu sân bay Liên Khương



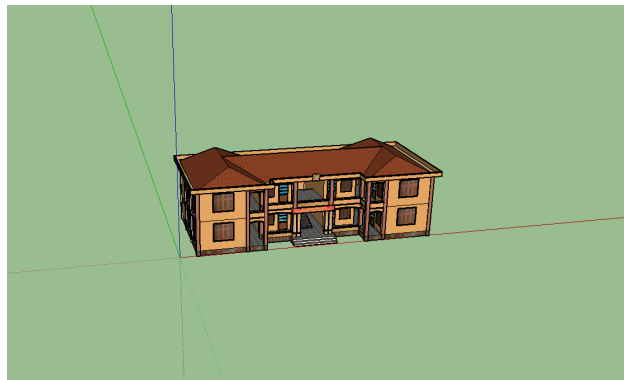
Hình 2.23: Mô hình nhà để xe sân bay Liên Khương



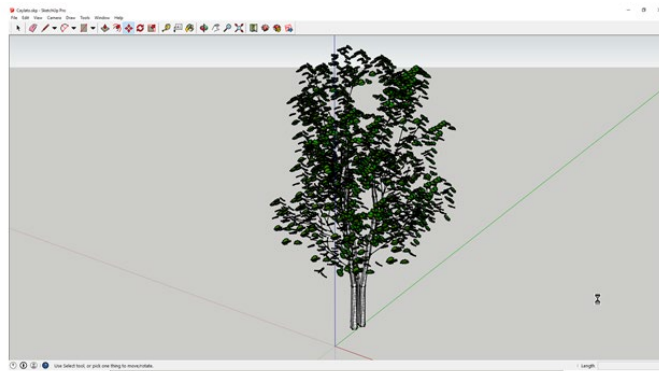
Hình 2.34: Mô hình 3D nhà làm việc



Hình 2.45: Mô hình 3D nhà làm việc



Hình 2.56: Mô hình 3D nhà làm việc



Hình 2.67: Mô hình 3D cây độc lập



Hình 2.28: Hình ảnh bản đồ 3D nhà ga sân bay Liên Khương

KẾT LUẬN

Với những ưu điểm về khả năng thu nhận dữ liệu, tốc độ đo quét nhanh, độ chính xác của tia laser trong xác định vị trí điểm ngày càng cao và giá thành ngày càng giảm trong thời gian gần đây đã giúp cho kỹ thuật TLS được áp dụng ngày càng phổ biến trong nhiều ngành.

Từ kết quả nghiên cứu trên có thể rút ra một số kết luận và kiến nghị sau đây:

- Với những ưu điểm về khả năng thu nhận dữ liệu, tốc độ đo quét nhanh, độ chính xác của tia laser trong xác định vị trí điểm ngày càng cao và giá thành ngày càng giảm trong thời gian gần đây đã giúp cho công nghệ quét laser mặt đất được áp dụng ngày càng phổ biến trong nhiều ngành trong đó có ngành trắc địa.

- Với tốc độ quét lên đến 1-2 triệu điểm/giây, đồng thời cho phép biểu diễn từng đối tượng trên mô hình 3D hoặc 2D ở nhiều dạng khác nhau như: dạng đám mây điểm, mô hình 3D, ảnh toàn cảnh,... giúp xác định và phân loại xây dựng cơ sở dữ liệu các đối tượng một cách chi tiết và trực quan.

- Với độ chính xác đạt được về khoảng cách không gian (ΔS) từ 1÷2 mm trong phạm vi từ 30 đến 60m trong thực nghiệm sử dụng máy quét laser mặt đất Faro Focus X130 tại một số công trình thực nghiệm đã cho thấy công nghệ quét laser 3D - Công nghệ địa không gian đã cho phép hỗ trợ và quản lý các công trình xây dựng, đặc biệt là các công trình phức hợp, phức tạp mang lại hiệu quả rõ rệt. Hoàn toàn đáp ứng yêu cầu trong công tác xây dựng mô hình 3D các đối tượng công trình, phục vụ công tác quản lý công trình tại Việt Nam.

- Phương pháp đo bằng thiết bị TLS đã giảm thời gian trong công tác đo ngoại nghiệp với 6 phút một trạm đo giúp tăng năng suất lao động trong thi công, sản xuất đặc biệt khi ứng dụng cho các khu vực có diện tích lớn.

- Các thiết bị TLS hiện nay hoàn toàn đáp ứng yêu cầu về mặt kỹ thuật và có hiệu quả kinh tế cao. Đặc biệt trong tương lai gần, khi các thiết bị TLS có giá thành rẻ hơn thì các phương pháp đo này sẽ ngày càng được phổ biến nhằm phát huy được hiệu quả về mặt kinh tế.

- Công nghệ quét laser mặt đất phát triển thành công nghệ được tìm kiếm nhiều nhất phục vụ công tác đo đạc với độ chính xác xuyên suốt không gian và hệ thống cấu trúc. Cụ thể trong các lĩnh vực Kiến trúc, Kỹ thuật xây dựng, Khảo sát, Lâm nghiệp, Điều tra hiện trường, Quản lý phương tiện hay thiết bị, Khai thác hầm mỏ,... người sử dụng có thể thực hiện việc quét để lưu trữ hình ảnh của hầu hết các đối tượng bất kể kích cỡ và vị trí. Trong thực tế, khi công nghệ ngày càng tiến bộ, khả năng của máy quét laser mặt đất sẽ ngày càng được mở rộng về chiều cao cũng như độ sâu.

- Được các chuyên gia Quốc tế đánh giá là “ Kỹ thuật đo đạc của thế kỷ XXI “, sự xuất hiện của kỹ thuật quét laser 3D mặt đất đã làm thay đổi hoàn toàn khái niệm đo đạc truyền thống, thay vì những điểm đo đạc gương và máy toàn đạc điện tử rời rạc và hạn chế số lượng, thay vì nội suy từ một số lượng hạn chế các điểm đo toàn đạc điện tử để tạo ra các bề mặt khai trường kỹ thuật quét laser mặt đất cung cấp cho ta hàng trăm triệu điểm đo trải đều trên toàn bộ bề mặt thực địa, số liệu đo dày đặc tạo ra các “đám mây số liệu” (Point Cloud) diễn tả một cách chi tiết thực địa khai trường tới từng viên sỏi, hòn đá. Hơn thế nữa quét laser 3D còn có khả năng chụp nên số liệu đám mây điểm để tạo ra cái nhìn toàn cảnh giống như chúng ta đang đứng trực tiếp trên khai trường để quan sát toàn bộ khu vực khai thác nhưng lại có khả năng tiến hành đo đạc một cách chính xác ngay trên ảnh, đây là đặc điểm mà các giải pháp kỹ thuật và các thiết bị đo cũ không thể thực hiện được

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ANTHI Việt Nam (2013), *Ứng dụng công nghệ quét laser 3D phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu thông tin tòa nhà – hồ sơ hoàn công – hồ sơ lưu trữ.*
2. ANTHI Việt Nam (2013), *Faro laser scanner Focus^{3D} công nghệ tương lai.*
3. ANTHI Việt Nam (2019), *Nghiên cứu xu hướng 3D trong lĩnh vực địa không gian – Số 19/2019.*
4. ANTHI Việt Nam (2014), *Tổng quan về công nghệ quét Laser 3 chiều mặt đất – Số 3, 11/10/2014.*
5. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2015). *Thông tư 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.*
6. Halttula et al., (2015), *Chia sẻ kinh nghiệm ứng dụng BIM trong các dự án cơ sở hạ tầng ở Phần Lan.*
7. Võ Chí Mỹ (2016). *Trắc địa mở*. NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ, Hà Nội 2016
8. Nguyễn Viết Nghĩa, & Võ Ngọc Dũng (2016). *Nghiên cứu khả năng ứng dụng máy quét laser 3D mặt đất trong quản lý xây dựng - khai thác mỏ hầm lò*. Khoa học kỹ thuật mỏ - Địa chất, 57, 65-73.
9. Congnghebim.vn (2017), *BIM cho quản lý cơ sở vật chất, vận hành, bảo trì công trình – 07/12/2017.*
10. Faro (2015). *Laser Scanners Techsheets*. Available online: <http://www.faro.com/> (Techsheet Accessed in June 2015)
11. Quintero, M.S., Genechten, B.V., Bruyne, M.D., Ronald, P., Hankar, M., dan Barnes, S., (2008), *Theory and Practice on Terrestrial Laser Scanning*, Training Material Based on Practical Applications, Vlaams Leonardo da Vinci Agenschap.
12. Renslow MS (2012) *Manual of airborne topographic LiDAR*. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.
13. Riegl (2014). *Laser Scanners Techsheets*. Available online: <http://www.riegl.com/> (Techsheet Accessed in November 2014).

14. Rodríguez-Gonzálvez. P, E. Nocerino, F. Menna, S. Minto, F. Remondino (2015). *3D Surveying & Modeling of underground passages in wwi fortifications*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W4, 2015 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 25-27 February 2015, Avila, Spain.
15. Thomas P. Kersten, Klaus Mechelke, Maren Lindstaedt, Harald Sternberg (2009). *Methods for geometric accuracy investigations of Terrestrial Laser Scanning systems*. PFG – Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation, 2009, Heft 4, pp. 301-314.
16. Thorsten Schulz (2007). *Calibration of a Terrestrial Laser Scanner for Engineering Geodesy*. Doctor of Sciences thesis 2007, Technical University of Berlin, Germany.
17. <http://www.greenhatch-group.co.uk/hardware-technology-used>
18. http://www.vinanren.vn/default.aspx?page=tmv_chitiettin&cat=news&zoneid=83&lang=vi&contentid=1911