



## NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

- Hoàng Hiệp, Nguyễn Anh Thư, Đỗ Tiến Sỹ, 3 Ứng dụng công nghệ 3D laser scanning trong việc khảo sát lập bình đồ địa hình
- Võ Thị Loan, Nguyễn Ngọc Tường Vi, Võ Văn Trương, 8 Bài toán tối ưu khung thép phẳng phi tuyến có xét đến thiết kế panel zone
- Lê Nguyễn Thanh Phước, Phạm Thị Trường An, 11 Ảnh hưởng của kích thước kết cấu bê tông khối lớn đến sự hình thành trường nhiệt độ và vết nứt ở tuổi sớm ngày
- Đặng Minh Quang 15 Nghiên cứu ảnh hưởng hàm lượng alumino-silicate trong xỉ lò cao đến ứng xử cơ học của bê tông geopolymers
- Hà Mạnh Hùng, Trương Việt Hùng 20 Nghiên cứu đáp ứng động của hệ khung - tấm composite làm việc đồng thời với nền đàn hồi
- Đỗ Thị Mỹ Dung, Nguyễn Trọng Chức, 25 Ứng dụng phương pháp carota lỗ khoan để đánh giá chất lượng nước ngầm
- Lâm Thanh Quang Khải 29 Phân tích sự làm việc của dầm liên hợp thép-bê tông khoét lỗ bản bụng bằng phương pháp mô phỏng số
- Lê Anh Tuấn, Nguyễn Ninh Thụy, 33 Ảnh hưởng của lực dọc trục đến khả năng chịu lực của một số cấu kiện bê tông cốt thép cơ bản
- Nguyễn Tấn Khoa, Lê Hữu Quốc Phong 37 Nghiên cứu tận dụng tro bay và xỉ đáy từ nhà máy đốt rác phát điện trong sản xuất gạch lát vỉa hè không nung
- Nguyễn Thanh Hưng 41 Ứng dụng mô hình thông tin công trình trong quản lý an toàn lao động
- Nguyễn Thị Như Dung, Nguyễn Thanh Hằng, 47 Trường hợp nghiên cứu: thi công tăng hầm theo phương pháp bottom up
- Nguyễn Thị Thu Trang 51 Kinh nghiệm quốc tế trong phát triển du lịch tại các Làng nghề truyền thống
- Nguyễn Trung Kiên, Nguyễn Trần Hiếu, 57 The characteristics of boat waves in Hau Giang province – Viet Nam: a case study at Nga Bay town
- Nguyễn Như Hoàng 57 Effect of straw grass addition as natural fiber on strength and drying shrinkage behaviors of concrete
- Phạm Thị Lan 62 Effect of coal bottom ash as a fine aggregate substitution on the engineering properties of hardened concrete
- Nguyễn Văn Tuyến, Huỳnh Trọng Phước
- Trần Thị Ngọc Nhi, Phạm Hồng Luân
- Nguyễn Thu Hương, Nguyễn Hoài Thu
- Cu Ngọc Thang, Chau Nguyen Xuan Quang
- Huynh Trong Phuoc, Le Van Tua
- Ngo Si Huy, Nguyen Thi Thanh, Huynh Trong Phuoc

## KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ

- Trần Thị Thúy Vân 66 Áp dụng phương pháp phần tử biên trong phân tích dao động hệ thanh phẳng biến dạng đàn hồi
- Trần Quốc Hiệp, Huỳnh Ngọc Thi 71 Nghiên cứu ứng dụng mô hình thông tin công trình trong thiết kế đường đô thị
- Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Ngọc Thắng, Trần Thanh Tài 78 Nghiên cứu sự phân bố ứng suất trong nền đất yếu được gia cố bằng trụ đất xi măng kết hợp với vải địa kỹ thuật dưới công trình đắp cao ở Tiền Giang
- Nguyễn Sỹ Hùng, Võ Thành Hoan 83 Nghiên cứu ứng xử tường vây tầng hầm gia cường bằng cọc xi măng đất
- Nguyễn Việt Hưng 88 Tính toán tải trọng gió tác dụng lên công trình ở Việt Nam theo tiêu chuẩn ASCE 7 của Hoa Kỳ
- Phạm Vũ Hồng Sơn, Đỗ Tiến Sỹ 96 Sử dụng thuật toán sói xám đa mục tiêu để kết hợp nhiều trạm trộn bê tông thành một chuỗi cung ứng bê tông thương phẩm và đưa ra lịch trình tối ưu trong việc phân phối các xe chở bê tông đến các công trình xây dựng có quy mô lớn và nhỏ
- Nguyễn Hữu Thế 102 Nghiên cứu sử dụng giải pháp rãnh đào để bảo vệ công trình trước các vụ nổ nhỏ và gần
- Hà Duy Khánh 105 Tiêu chí lựa chọn vật tư hoàn thiện công trình dân dụng tại Long An
- Trần Thị Thụy Vân 112 Optimization calculation of variable cross-sectional beams using lagrange multiplier method

Bìa 1: Công trình Nhà Phễu với nhiều chi tiết kiến trúc độc đáo đã xuất sắc đạt giải Bạc Kiến trúc quốc gia 2018

Chủ nhiệm:  
**Bộ trưởng Phạm Hồng Hà**

Tổng Biên tập:  
**Trần Thị Thu Hà**

Tòa soạn: 37 Lê Đại Hành, Hà Nội  
Liên hệ bài vở: 024 39780820 ; 0983382188  
Trình bày mỹ thuật: Thạc Cường, Quốc Khánh  
Giấy phép xuất bản: Số: 372/GP-BTTTT ngày 05/7/2016  
Tài khoản: 113000001172  
Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương Việt Nam Chi nhánh Hai Bà Trưng, Hà Nội  
In tại Công ty TNHH MTV in Báo nhân dân TP HCM  
Địa chỉ: D20/532P, Ấp 4, Xã Phong Phú, Huyện Bình Chánh, TP HCM

Hội đồng khoa học:  
TS. Thứ trưởng Lê Quang Hùng (Chủ tịch)  
PGS.TS Vũ Ngọc Anh (Thư ký)  
GS.TS Phan Quang Minh  
GS.TS Phạm Xuân Anh  
GS.TS Ngô Tuấn  
GS.TS Nguyễn Quốc Thông  
GS.TS Nguyễn Việt Anh  
PGS.TS Nguyễn Văn Tuấn  
PGS.TS Phạm Duy Hòa  
TS Ứng Quốc Hùng  
GS.TS Hiroshi Takahashi  
GS.TS Chien Ming Wang  
TS Ryoichi Fukagawa

Giá 35.000VNĐ



## SCIENTIFIC RESEARCH

- Hoàng Hiệp, Nguyễn Anh Thư, Đỗ Tiến Sỹ, 3 Application of 3D Laser scanning technology in creating topographical surveying  
Võ Thị Loan, Nguyễn Ngọc Tường Vi, Võ Văn Trường,  
Lê Nguyễn Thanh Phước, Phạm Thị Trường An,  
Đặng Minh Quang  
Hà Mạnh Hùng, Trương Việt Hùng 8 Optimization of planar nonlinear steel frames considering panel zones  
Đỗ Thị Mỹ Dung, Nguyễn Trọng Chức, 11 The effect of concrete block size on the formation of the temperature field and cracking at an early age  
Lâm Thanh Quang Khải  
Lê Anh Tuấn, Nguyễn Ninh Thụy, 15 The affect of alumino-silicate of blast furnace slag (BFS) on strength properties of geopolymer concrete  
Nguyễn Tấn Khoa, Lê Hữu Quốc Phong  
Nguyễn Thanh Hưng 20 Dynamic response of composite plate-frame system working simultaneously with elastic foundation  
Nguyễn Thị Như Dung, Nguyễn Thanh Hằng, 25 Evaluate quality of underground water by borehole logging method  
Nguyễn Thị Thu Trang  
Nguyễn Trung Kiên, Nguyễn Trần Hiếu, 29 Investigation of the behavior of composite beams with web openings using numerical modeling  
Nguyễn Như Hoàng  
Phạm Thị Lan 33 Influence of axial force on the bearing capacity of some basic reinforced concrete members  
Nguyễn Văn Tuyển, Huỳnh Trọng Phước 37 Study on the use of fly ash and bottom ash from waste incineration plant for the production of unburnt pavement bricks  
Trần Thị Ngọc Nhi, Phạm Hồng Luân 41 Application of Building Information Modeling (BIM) in occupational safety management  
Case study: basement construction using bottom up method  
Nguyễn Thu Hương, Nguyễn Hoài Thu 47 Kinh nghiệm quốc tế trong phát triển du lịch tại các Làng nghề truyền thống  
Cu Ngọc Thang, Chau Nguyen Xuan Quang 51 The characteristics of boat waves in Hau Giang province – Viet Nam: a case study at Nga Bay town  
Huỳnh Trọng Phước, Lê Văn Tủa 57 Effect of straw grass addition as natural fiber on strength and drying shrinkage behaviors of concrete  
Ngo Sĩ Huy, Nguyễn Thị Thanh, Huỳnh Trọng Phước 62 Effect of coal bottom ash as a fine aggregate substitution on the engineering properties of hardened concrete

## SCIENCE, TECHNOLOGY

- Trần Thị Thúy Vân 66 Applying boundary element method in dynamic analysis of elastic deformational plane system  
Trần Quốc Hiệp, Huỳnh Ngọc Thi 71 Application of building information modeling in urban road design  
Nguyễn Anh Tuấn, Nguyễn Ngọc Thắng, Trần Thanh Tài 78 Study on stress distribution in the soft ground improved by deep cement mixing and geotextile-reinforced supported road embankment in Tien Giang  
Nguyễn Sỹ Hùng, Võ Thành Hoan 83 Analysis of behaviors of basement diaphragm wall reinforced with soil-cement columns  
Nguyễn Việt Hưng 88 Calculation of the wind loads on buildings in Vietnam according to the standard ASCE 7 of the United States  
Phạm Vũ Hồng Sơn, Đỗ Tiến Sỹ 96 Using Multi-Object Grey Wolf Algorithm To Combine Multiple Concrete Batching Plants For Delivery Ready Mix Concrete And Schedule Optimal Distribution for transporting concrete to small and large constructions  
Nguyễn Hữu Thế 102 Research use trench solutions to protect the previous works and near small explosion  
Hà Duy Khánh 105 Criteria for selection of finishing material of housing projects in Long An province  
Trần Thị Thụy Vân 112 Optimization calculation of variable cross-sectional beams using lagrange multiplier method

Chairman:  
Minister **Pham Hong Ha**

Editor-in-Chief:  
**Tran Thi Thu Ha**

Office: 37 Le Dai Hanh, Hanoi  
Editorial Board: 024 39780820 ; 0983382188  
Design: Thac Cuong, Quoc Khanh  
Publication: No: 372/GP-BTTTT date 5th, July/2016  
Account: 113000001172  
Joint Stock Commercial Bank of Vietnam Industrial and Commercial Branch, Hai Ba Trung, Hanoi  
Printed in: Nhandan printing HCMC limited Company

Scientific commission:  
Le Quang Hung, Ph.D  
(Chairman of Scientific Board)  
Assoc. Prof. Vu Ngoc Anh, Ph.D  
Prof. Phan Quang Minh, Ph.D  
Prof. Pham Xuan Anh, Ph.D  
Prof. Ngo Tuan, Ph.D  
Prof. Nguyen Quoc Thong, Ph.D  
Prof. Nguyen Viet Anh, Ph.D  
Assoc. Prof. Nguyen Van Tuan, Ph.D  
Assoc. Prof. Pham Duy Hoa, Ph.D  
Ung Quoc Hung, Ph.D  
Prof. Hiroshi Takahashi, Ph.D  
Prof. Chien Ming Wang, Ph.D  
Prof. Ryoichi Fukagawa, Ph.D

# Ứng dụng công nghệ 3D laser scanning trong việc khảo sát lập bình đồ địa hình

## Application of 3D Laser scanning technology in creating topographical surveying

**Hoàng Hiệp, Nguyễn Anh Thư, Đỗ Tiến Sỹ,  
Võ Thị Loan, Nguyễn Ngọc Tường Vi,  
Võ Văn Trương, Lê Nguyễn Thanh Phước,  
Phạm Thị Trường An, Đặng Minh Quang**

### TÓM TẮT:

Việc ứng dụng công nghệ 3D Laser scanning trong ngành xây dựng nói chung và khảo sát địa hình nói riêng, hiện nay đã trở nên phổ biến trên thế giới. Ở Việt Nam, công nghệ 3D Laser scanning không phải là quá xa lạ nhưng việc áp dụng nó vào trong khảo sát xây dựng vẫn còn nhiều vấn đề hạn chế như chi phí đầu tư thiết bị lớn, phần mềm xử lý khá phức tạp, cũng như yêu cầu nhân lực có trình độ chuyên môn cao. Mục tiêu nghiên cứu này tập trung vào ứng dụng công nghệ 3D Laser scanning trong việc khảo sát lập bình đồ địa hình. Bình đồ địa hình sau đó được xử lý trên các phần mềm phổ biến hiện nay, như Civil 3D, Virtual Surveyor, và Cyclone 3DR. Bảng sai số cao độ các điểm từ các phần mềm sử dụng được phân tích và so sánh để đề xuất phần mềm tối ưu nhất cho ra được kết quả chính xác nhất.

**Từ khóa:** 3D Laser scanning, BIM, Civil 3D, Virtual Surveyor, Cyclone 3DR, Topographic.

### ABSTRACT:

Generally, the Laser scanning 3D technology applications in the construction industry in general and especially, in topographical survey, are now becoming popular in the world. In Vietnam, Laser scanning 3D technology is not so new, however, using it in construction surveying problems still meets some problems such as high price of equipment, processing software is too complicated, managing and transferring the data require a high skilled labor. The aim of this research is to focus on the 3D Laser scanning in topographical surveying. The topographical will be processed by some popular applications such as: Civil 3D, Virtual Surveyor and Cyclone 3DR. The deviation tables of point elevation from used software are analyzed and compared to propose the most optimized software for the highest accuracy.

**Keywords:** 3D Laser scanning, BIM, Civil 3D, Virtual Surveyor, Cyclone 3DR, Topographic.

**Nguyễn Anh Thư, TS. Đỗ Tiến Sỹ**

Trung tâm Portcoast BIMLab, Công Ty Cổ Phần Tư Vấn Thiết Kế Cảng Kỹ Thuật Biển - Portcoast  
Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia Tp.HCM

**Hoàng Hiệp, Nguyễn Ngọc Tường Vi, Võ Văn Trương, Lê Nguyễn Thanh Phước**

Trung tâm Portcoast BIMLab, Công Ty Cổ Phần Tư Vấn Thiết Kế Cảng Kỹ Thuật Biển - Portcoast

**Võ Thị Loan**

Trung tâm Kỹ Thuật Sông Biển, Công Ty Cổ Phần Tư Vấn Thiết Kế Cảng Kỹ Thuật Biển - Portcoast

**Phạm Thị Trường An, Đặng Minh Quang**

Khoa Kỹ Thuật Xây Dựng, Trường Đại Học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia Tp.HCM

### 1. Giới thiệu

Từ trước tới nay, việc khảo sát địa hình hiện trạng của một khu vực được thực hiện bằng các loại thiết bị như thủy bình, toàn đạc điện tử, v.v...

Phương pháp hiện tại tốn kém khá nhiều thời gian cũng như nhân lực, các số liệu thu thập được là những điểm rời rạc từ đó lập thành bình đồ dạng 2D. Hiện nay, với sự phát triển khoa học công nghệ trong lĩnh vực

xây dựng, đặc biệt là công nghệ 3D laser scanning, việc khảo sát địa hình có thể được thực hiện một cách nhanh chóng, tiết kiệm và chính xác. Số liệu thu thập được từ các thiết bị 3D laser scanning là tập hợp đám mây điểm (point cloud) với vô số điểm có bao gồm thông tin về tọa độ trong môi trường 3D.

Point cloud thu thập được từ thiết bị 3D laser scanning sẽ được chuyển vào các phần mềm thiết kế để tiến hành lập bình đồ khảo sát và sau đó sẽ đến bước thiết kế trực tiếp trên bình đồ 3D vừa lập. Dữ liệu sẽ có dung lượng khá lớn và còn có những vùng bị nhiễu cũng như các điểm của địa vật khác ngoài bề mặt khảo sát. Để tối ưu hóa thì việc sử dụng các phần mềm trung gian trước khi đưa dữ liệu vào phần mềm phục vụ thiết kế là rất cần thiết. Hiện nay, có khá nhiều phần mềm thuộc nhiều hệ sinh thái khác nhau để xử lý point cloud và lập bình đồ 3D. Trong số đó, các phần mềm được đánh giá cao có thể nói đến bao gồm Cyclone 3DR, Geosystems và Virtual Surveyor. Kết quả xử lý từ các phần mềm kể trên có thể trực tiếp chuyển qua phần mềm thiết kế như Civil 3D của Autodesk (phần mềm phục vụ cho mô hình BIM) chuyên về thiết kế cơ sở hạ tầng.

Hạn chế lớn nhất khi thu thập dữ liệu bằng công nghệ 3D laser scanning chính là những bề mặt địa hình dưới nước khó thể thu thập được. Tuy nhiên, việc này có thể thực hiện được bằng cách kết hợp giữa point cloud thu thập được trên mặt đất và thiết bị siêu âm dưới nước thông qua các phần mềm này. Hơn nữa, khi sử dụng lập bình đồ cũng có thể dễ dàng kết hợp dữ liệu qua lại của các thiết bị 3D laser scanning với nhau để tạo ra được sản phẩm chính xác và tối ưu nhất.

Mục đích chính của việc nghiên cứu là đưa ra lợi ích của ứng dụng công nghệ 3D Laser scanning trong khảo sát lập bình đồ. Từ việc giới thiệu các phần mềm xử lý dữ liệu point cloud để lập bình đồ và so sánh cũng như kiểm tra sai số tuyệt đối cao độ của các điểm giữa các phần mềm đã giới thiệu với khảo sát lập bình đồ thông thường để thông qua đó, nêu lên được việc sử dụng công nghệ 3D Laser scanning trong khảo sát lập bình đồ vừa tiết kiệm được thời gian, chi phí, nhân lực khảo sát và vừa có độ chính xác cao.

## 2. Tổng quan vấn đề nghiên cứu

Hiện nay, trên thế giới việc đưa ứng dụng công nghệ 3D Laser scanning vào trong công tác khảo sát xây dựng cũng đang rất được quan tâm, đã có nhiều bài nghiên cứu về việc sử dụng point cloud lập bình đồ phục vụ mô hình thông tin BIM. Nghiên cứu của Grigoros và cộng sự (2009), đã kết luận rằng có thể lập bình đồ từ mô hình point cloud với công nghệ 3D laser scanning. Shan Ji và cộng sự (2009) đã nghiên cứu và cho thấy được những nguyên lý, cách thức thực hiện, xử lý để tạo ra bình đồ bằng công nghệ 3D laser scanning. Nghiên cứu của Halim Setan và cộng sự (2014) đã cho thấy phương pháp lập lên bình đồ bằng việc ứng dụng 3D laser scanning với tỉ lệ phân giải cao. Gần đây nhất, năm 2018, Jingdao Shang và cộng sự (2018) đã tạo nên quy trình Scan-to-BIM trong nghiên cứu của mình, và hướng dẫn cách thức chuyển đổi từ mô hình point cloud sang mô hình BIM.

Việt Nam đang từng bước hội nhập, nên việc sử dụng mô hình BIM cho ngành xây dựng là rất cần thiết và song song với nó, việc áp dụng những quy trình cũng như công nghệ 3D laser scanning phục vụ mô hình BIM sẽ làm cho mô hình càng hoàn thiện và đạt được hiệu quả cao. Việc nghiên cứu và ứng dụng các phần mềm cho công nghệ 3D laser scanning sẽ ngày một đưa ngành khảo sát lên một bước tiến mới phát triển hơn.

### 3. Dữ liệu, khu vực thực hiện

Dữ liệu được sử dụng trong bài nghiên cứu:

- Point cloud thu được từ máy Laser Faro Focus S350A. Sau khi qua xử lý và gán tọa độ cho dữ liệu bằng các phần mềm (Scene, Cyclone). Tọa độ gán cho point cloud được xử lý dựa trên các điểm khống chế đã được đo đạc và bố trí ngoài công trình (GCPs).

- Các điểm đo dùng để so sánh bằng phương pháp trước đây thu được từ RTK.

Khu vực thực hiện: Rạch Giá, Kiên Giang.

## 4. Phương pháp nghiên cứu

Việc áp dụng công nghệ 3D laser scanning để sản xuất ra được bình đồ khảo sát có độ chính xác cao thì yêu cầu phần mềm xử lý phải có những tính năng tối ưu. Hiện nay có rất nhiều phần mềm khác nhau có thể xử lý point cloud nhưng đa số các phần mềm đều có chi phí đầu tư cao và khó kiểm soát sai số.

Nghiên cứu sau đây dựa trên việc giới thiệu sơ lược về các phần mềm xử lý dữ liệu point cloud để lập bình đồ, từ đó đưa ra bảng so sánh sai số cao độ các điểm để để xuất phần mềm tối ưu nhất cho ra được kết quả chính xác nhất.

### 4.1. Phần mềm thiết kế Autodesk Civil 3D

Phần mềm thiết kế Civil 3D có tính năng chính là thiết kế cơ sở hạ tầng (thiết kế trắc dọc, trắc ngang, nút giao, hệ thống thoát nước), ngoài ra còn có tính năng lập bình đồ khảo sát từ point cloud (Nguồn: Autodesk)

Định dạng mà phần mềm Civil 3D của Autodesk hỗ trợ để đưa dữ liệu Point cloud là \*.rcs và \*.rcp được xuất từ phần mềm Recap cũng cùng thuộc hệ sinh thái Autodesk. Thường những định dạng Point cloud do các hãng máy quét Laser xuất ra khá đa dạng như \*.e57, \*.las và một số định dạng khác nên khi đưa dữ liệu vào các phần mềm xử lý cũng dễ dàng hơn.

Vì là phần mềm thiết kế cơ sở hạ tầng nên chức năng hỗ trợ lập bình đồ của Civil 3D cũng có vài hạn chế:

- Nội suy các Point cloud địa vật không thuộc bề mặt (nhà cửa, thảm thực vật và công trình kiến trúc khác) theo phương pháp tổng quát nên khó kiểm soát sai số.

- Dữ liệu chứa hàng tỷ điểm nên dung lượng lớn.

### 4.2. Phần mềm Virtual Surveyor

Phần mềm Virtual Surveyor là phần mềm mạnh về khảo sát, với tính năng điển hình như lập bình đồ, tính toán khối lượng, phân tích mặt (Nguồn: Virtual-surveyor).

Định dạng mà phần mềm Virtual Surveyor hỗ trợ để đưa dữ liệu Point cloud là \*.las và \*.laz có thể xuất trực tiếp từ máy quét Laser hoặc thông qua phần mềm trung gian.

Lợi thế của việc sử dụng phần mềm Virtual Surveyor để lập bình đồ trước khi đưa vào phần mềm thiết kế:

- Phương pháp nội suy và xóa nhiễu trên mô hình Point cloud tối ưu.
- Xuất ra được bình đồ lưới tam giác nên khi đưa dữ liệu vào Civil 3D hoặc các phần mềm thiết kế khác sẽ giảm được dung lượng đáng kể
- Có thể kết hợp trực tiếp dữ liệu đo được khi khảo sát địa hình của các máy truyền thống khác.

### 4.3. Phần mềm Cyclone 3DReshaper

Cyclone 3DR là một ứng dụng được tích hợp trong hệ thống Leica Cyclone, với rất nhiều tính năng nổi trội để xử lý dữ liệu Point cloud như là lập bình đồ khảo sát, tính khối lượng, phân tích mặt, xóa nhiễu, trích xuất bề mặt, tạo mặt lưới chi tiết. (Nguồn: Leica-geosystems)

Định dạng hỗ trợ để đưa dữ liệu vào phần mềm rất đa dạng, ví dụ như \*.e57, \*.las và \*.lgs.

Tính năng nổi bật trong lập bình đồ khảo sát:

- Nội suy kết hợp xóa nhiễu theo yêu cầu của người dùng một cách chính xác.

- Thời gian đưa dữ liệu cũng như xử lý Point cloud nhanh và xử lý được dung lượng lớn.

- Xuất ra được bình đồ lưới tam giác nên khi đưa dữ liệu vào Civil 3D hoặc các phần mềm thiết kế khác sẽ giảm được dung lượng đáng kể.

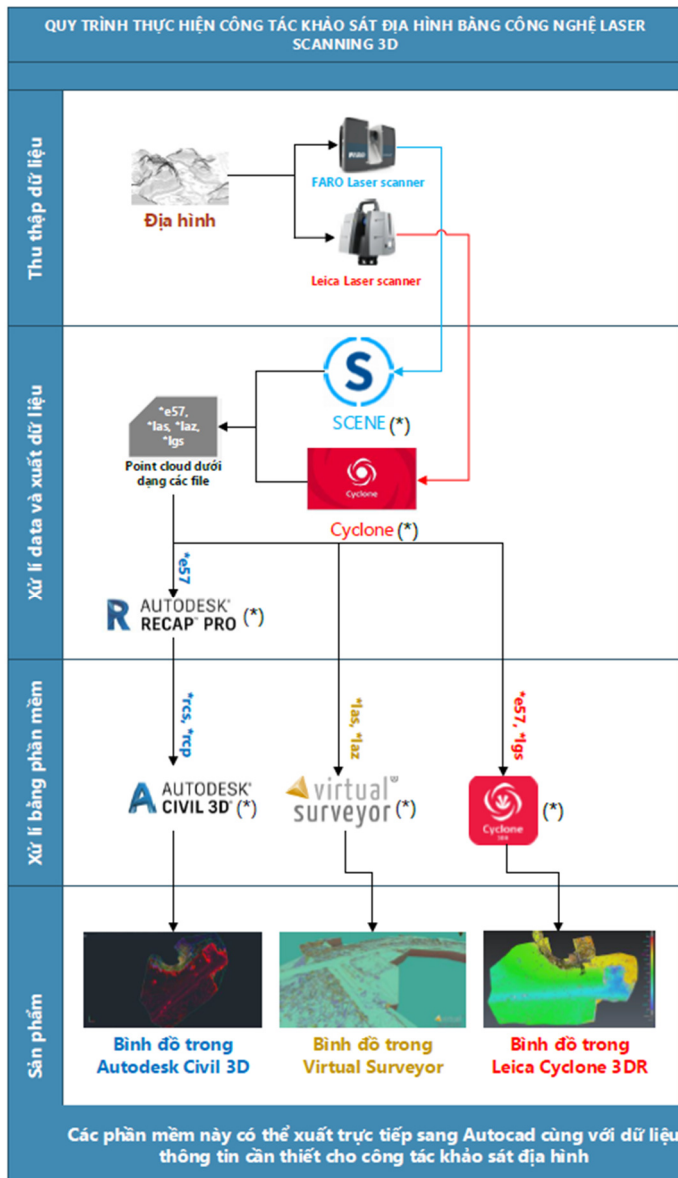
- Kết hợp được các tệp điểm với nhiều định dạng khác nhau.
- Xử lý Point cloud để dựng mô hình, phân tích mặt hay tính khối lượng, phục dựng chi tiết mô hình.

## 5. Phương thức tiến hành và kết quả nghiên cứu

Các bước tiến hành để lập công tác khảo sát lập bình đồ từ công nghệ 3D laser scanning sẽ được giải thích sau đây ứng với từng phần mềm.

Các qui trình thực hiện có thể được tóm gọn trong lưu đồ như Hình 1.





Hình 1. Lưu đồ quy trình thực hiện công tác khảo sát địa hình bằng công nghệ 3D laser scanning

\*Ghi Chú :

– (\*) Phần mềm có bản quyền của Công Ty Cổ Phần Tư Vấn Thiết Kế Cảng Kỹ Thuật Biển – Portcoast.

– Tất cả các dữ liệu point cloud thu được sử dụng cho bài nghiên cứu này được quét từ máy quét Laser Faro Focus S350A và các điểm đo được dưới nước, các điểm khảo sát đo ngoài thực địa bằng phương pháp truyền thống được cung cấp bởi Trung tâm kỹ thuật Sông Biển, Công Ty Cổ Phần Tư Vấn Thiết Kế Cảng Kỹ Thuật Biển – Portcoast.

### 5.1. Autodesk Civil 3D

Quy trình để lập bình đồ khảo sát:

– Sử dụng máy quét Laser scan thu được dữ liệu sau khi xử lý là Point cloud định dạng \*.e57.

– Từ file định dạng \*.e57 thông qua phần mềm Recap Autodesk xuất được định dạng \*.rcs hoặc \*.rcp.

– Đưa dữ liệu file \*.rcs hoặc \*.rcp vào Civil 3D và nội suy tạo bề mặt lưới tam giác, đường đồng mức trong môi trường 3D.

Kết hợp được point cloud từ thiết bị 3D laser scanning (Hình 2) và dữ

liệu thu thập dưới nước hay có thể kết hợp với bất kỳ với các điểm đo được bằng phương pháp thông thường khác. Hình 3 thể hiện bình đồ của đường đồng mức được kết hợp bởi point cloud trên mặt đất và dưới nước.

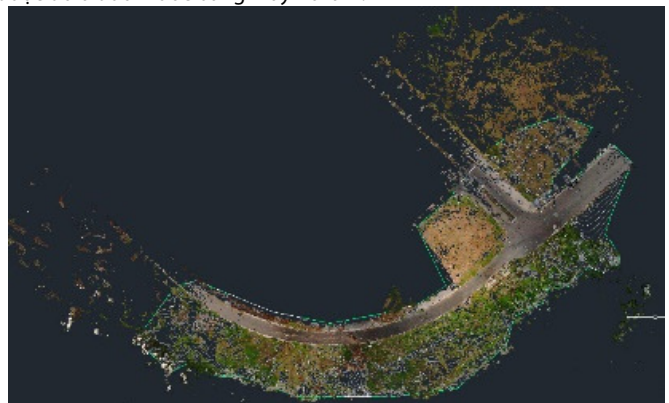
### 5.2. Virtual surveyor

Quy trình lập bình đồ:

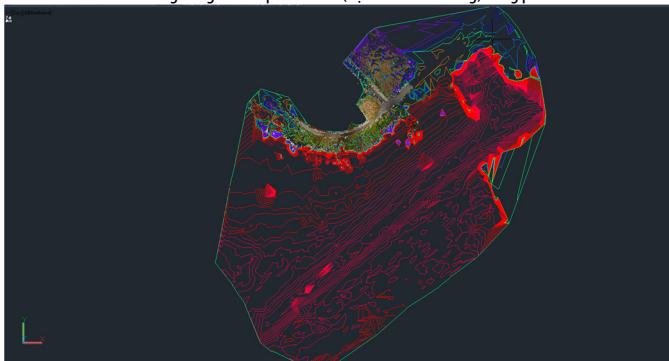
– Sử dụng thiết bị 3D laser scanning thu được dữ liệu sau khi xử lý là point cloud định dạng \*.las hoặc \*.laz.

– Đưa dữ liệu trực tiếp vào phần mềm và tạo bình đồ từ point cloud, tiếp tục xử lý những vị trí point có địa vật hay nhiễu để bình đồ được chính xác nhất.

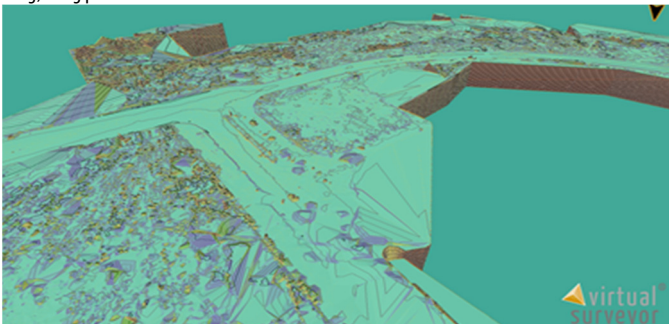
– Xuất ra định dạng cần để đưa dữ liệu vào phần mềm thiết kế khác. Bình đồ được xuất ra từ Virtual Surveyor là bình đồ dạng lưới tam giác trong môi trường 3D, Hình 4 thể hiện đường đồng mức trên bờ và Hình 5 thể hiện đường đồng mức của sự kết hợp point cloud trên bờ và điểm được đo ở dưới nước bằng máy hồi âm.



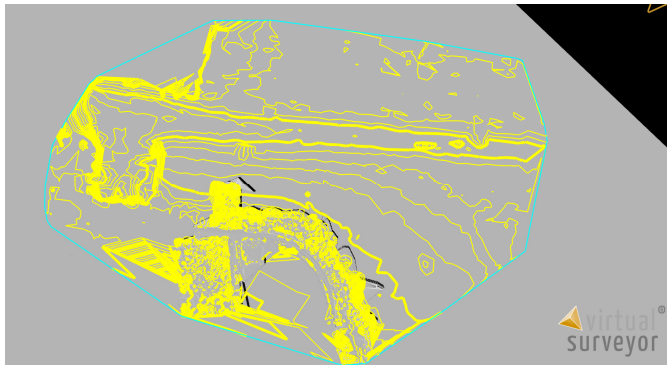
Hình 2. Bình đồ đường đồng mức từ point cloud (Rạch Giá-Kiên Giang) bằng phần mềm Civil 3D



Hình 3. Bình đồ đường đồng mức từ point cloud kết hợp point đo dưới nước (Rạch Giá-Kiên Giang) bằng phần mềm Civil 3D



Hình 4. Bình đồ đường đồng mức từ point cloud (Rạch Giá-Kiên Giang) bằng phần mềm Virtual Surveyor



Hình 5. Bình đồ đường đồng mức từ point cloud kết hợp point đo dưới nước (Rạch Giá-Kiên Giang) bằng phần mềm Virtual Surveyor

### 5.3. Cyclone 3DR

Quy trình lập bình đồ của phần mềm Cyclone 3DR cũng tương tự như Virtual Surveyor:

– Sử dụng thiết bị 3D laser scanning thu được dữ liệu sau khi xử lý là point cloud với một số định dạng như \*.e57, \*.las, \*.lgs.

– Đưa dữ liệu trực tiếp tệp vào phần mềm và tạo bình đồ từ point cloud, tiếp tục xử lý nội suy những vị trí point có địa vật hay xóa nhiễu để bình đồ được chính xác nhất.

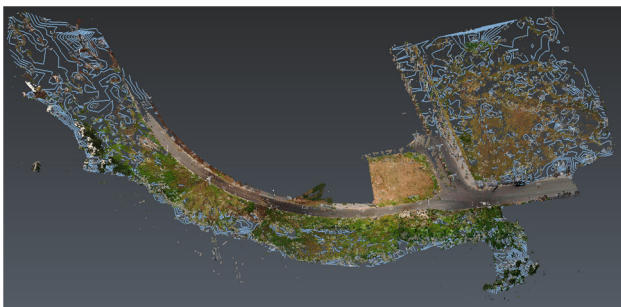
– Xuất ra định dạng cần để đưa dữ liệu vào phần mềm thiết kế khác hoặc link trực tiếp. Bình đồ được xuất ra từ Cyclone 3DR là bình đồ dạng lưới tam giác hoặc các đường đồng mức trong môi trường 3D. Ở Hình 6, bình đồ được tạo ra từ point cloud và ở Hình 7 là sự kết hợp của các point cloud và các điểm từ máy hồi âm.

### 5.4. So sánh chênh lệch cao độ của bình đồ lập được khi khảo sát bằng thiết bị 3D laser scanning và máy trắc địa thông thường

Khi sử dụng thiết bị 3D laser scanning để lập bình đồ khảo sát độ chính xác của máy so với khảo sát bằng máy thông thường được đánh giá dựa trên việc so sánh cao độ các điểm giữa các phần mềm xử lý.

Xét 23 điểm có vị trí tương đối bằng phẳng ứng với Hình 8. Các giá trị chi tiết tọa độ cho từng phần mềm trong nghiên cứu được thể hiện ở Bảng 1 và chi tiết sai số trung bình về các giá trị cao độ giữa các phương pháp cũng như phần mềm được thể hiện ở Bảng 2, trong đó:

$Z_k$	Cao độ khảo sát bằng phương pháp thông thường
$Z_{VS}$	Cao độ xuất từ phần mềm Virtual Surveyor
$Z_{C3}$	Cao độ xuất từ phần mềm Civil 3D
$Z_{3DR}$	Cao độ xuất từ phần mềm Cyclone 3DR
$d_{k-VS}$	Giá trị tuyệt đối chênh lệch cao độ giữa $Z_k$ và $Z_{VS}$
$d_{k-C3D}$	Giá trị tuyệt đối chênh lệch cao độ giữa $Z_k$ và $Z_{C3D}$
$d_{k-3DR}$	Giá trị tuyệt đối chênh lệch cao độ giữa $Z_k$ và $Z_{3DR}$
$d_{VS-3DR}$	Giá trị tuyệt đối chênh lệch cao độ giữa $Z_{VS}$ và $Z_{3DR}$
$d_{VS-C3D}$	Giá trị tuyệt đối chênh lệch cao độ giữa $Z_{VS}$ và $Z_{C3D}$
$d_{C3D-3DR}$	Giá trị tuyệt đối chênh lệch cao độ giữa $Z_{C3D}$ và $Z_{3DR}$



Hình 6. Bình đồ đường đồng mức từ point cloud (Rạch Giá-Kiên Giang) bằng phần mềm 3DReshaper

Bảng 1. Bảng tổng hợp chi tiết tọa độ từng điểm giữa các phần mềm

STT	X	Y	$Z_k$	$Z_{VS}$	$Z_{C3D}$	$Z_{3DR}$	$d_{k-VS}$	$d_{k-C3D}$	$d_{k-3DR}$	$d_{VS-C3D}$	$d_{VS-3DR}$	$d_{C3D-3DR}$
1	562615.3	1106900	1.65	1.6376	1.6448	1.6389	0.0124	0.0052	0.0111	0.0072	1.6264	1.6337
2	562650.5	1106912	1.6	1.5890	1.6053	1.5883	0.0110	0.0053	0.0117	0.0163	1.5773	1.5936
3	562527.4	1106910	1.65	1.6465	1.6443	1.6453	0.0035	0.0057	0.0047	0.0022	1.6418	1.6396
4	562578.6	1106899	1.71	1.7054	1.6972	1.6982	0.0046	0.0128	0.0118	0.0082	1.6936	1.6854
5	562571.9	1106904	1.63	1.6381	1.6439	1.6603	0.0081	0.0139	0.0303	0.0058	1.6078	1.6136
6	562612.8	1106909	1.67	1.6472	1.6546	1.6485	0.0228	0.0154	0.0215	0.0074	1.6257	1.6331
7	562720.4	1106970	1.66	1.6694	1.6758	1.6769	0.0094	0.0158	0.0169	0.0064	1.6525	1.6589
8	562553.5	1106896	1.65	1.6885	1.6667	1.6738	0.0385	0.0167	0.0238	0.0218	1.6648	1.6429
9	562698.3	1106947	1.61	1.6255	1.6268	1.6323	0.0155	0.0168	0.0223	0.0013	1.6032	1.6045
10	562625	1106903	1.68	1.6626	1.6631	1.6578	0.0174	0.0169	0.0222	0.0005	1.6405	1.6409
11	562687.6	1106984	1.6	1.6071	1.6182	1.6160	0.0071	0.0182	0.0160	0.0111	1.5911	1.6072
12	562713.2	1106981	1.6	1.6191	1.6210	1.6240	0.0191	0.0210	0.0240	0.0019	1.5951	1.5970
13	562547.7	1106903	1.71	1.6884	1.6878	1.6869	0.0216	0.0222	0.0231	0.0006	1.6653	1.6647
14	562705.8	1106995	1.63	1.6565	1.6059	1.6368	0.0265	0.0241	0.0068	0.0506	1.6497	1.5991
15	562595.9	1106906	1.74	1.7145	1.7148	1.7368	0.0255	0.0252	0.0032	0.0003	1.7113	1.7116
16	562596.6	1106899	1.69	1.6746	1.6614	1.6719	0.0154	0.0286	0.0181	0.0142	1.6566	1.6453
17	562729.3	1106972	1.65	1.6769	1.6806	1.6772	0.0269	0.0306	0.0272	0.0038	1.6497	1.6534
18	562606.8	1106905	1.57	1.5484	1.5392	1.5585	0.0216	0.0308	0.0115	0.0092	1.5369	1.5277
19	562750.9	1106899	1.68	1.7005	1.7143	1.7032	0.0205	0.0343	0.0232	0.0138	1.6773	1.6911
20	562538.2	1106911	1.57	1.5825	1.6066	1.5991	0.0125	0.0366	0.0291	0.0241	1.5534	1.5775
21	562557.8	1106906	1.61	1.6036	1.6520	1.6068	0.0065	0.0420	0.0032	0.0484	1.6004	1.6488
22	562552.3	1106910	1.53	1.5367	1.5776	1.5622	0.0067	0.0476	0.0322	0.0409	1.5045	1.5454
23	562619.9	1106907	1.52	1.5534	1.5684	1.5586	0.0034	0.0484	0.0386	0.0150	1.5148	1.5298

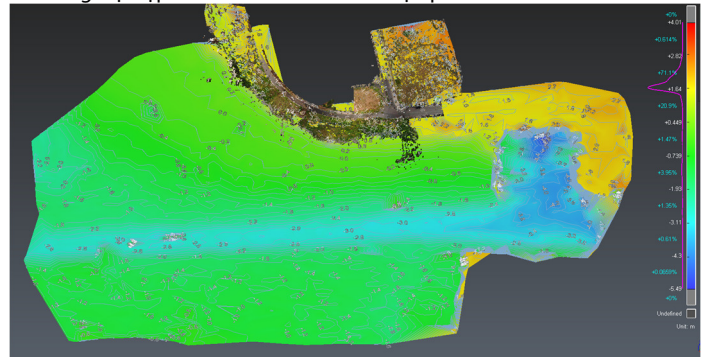
Bảng 2. Bảng so sánh chi tiết sai số trung bình giữa các phần mềm

	Civil 3D	Virtual Surveyor	Cyclone 3D Reshaper	Khảo sát bằng phương pháp thông thường
Civil 3D	-	0.0135	0.0108	0.0232
Virtual Surveyor	0.0135	-	0.0083	0.0168
Cyclone 3D Reshaper	0.0108	0.0083	-	0.0188
Khảo sát bằng phương pháp thông thường	0.0232	0.0168	0.0188	-

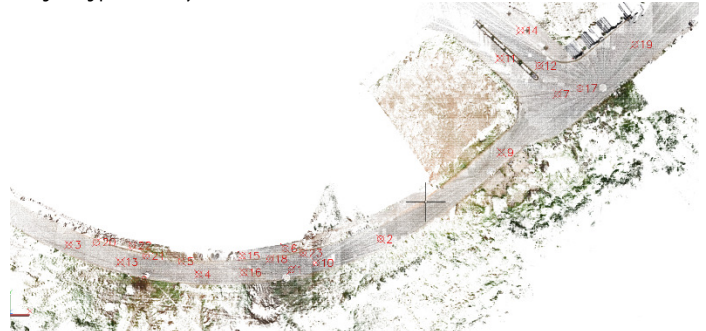
Nhận xét:

– Từ Bảng 1 và Bảng 2 có thể thấy trung bình sai số cao độ các điểm của các phần mềm với nhau hay giữa các phần mềm và khảo sát truyền thống đều nằm trong khoảng từ 0.01m đến 0.03m.

– Cả ba phần mềm (Civil 3D, Virtual Surveyor, Cyclone 3DR) đều tốt ưu trong việc lập bình đồ khảo sát từ dữ liệu point cloud.



Hình 7. Bình đồ đường đồng mức từ point cloud kết hợp điểm đo dưới nước (Rạch Giá-Kiên Giang) bằng phần mềm Cyclone 3DR



Hình 8. Vị trí những điểm so sánh trên bình đồ 3D.

## 6. Kết luận

Nghiên cứu cho thấy khi áp dụng các phần mềm để xử lý dữ liệu point cloud lập bình đồ khảo sát thì độ chính xác cao và thời gian xử lý nhanh, ngoài ra khi sử dụng công nghệ 3D laser scanning thì thời gian khảo sát ngoài công trường sẽ được rút ngắn lại mang lại hiệu quả cao trong khảo sát. Việc sử dụng công nghệ 3D laser scanning trong khảo sát đang trở thành một giải pháp tối ưu và hợp lý mang lại bước tiến mới cho ngành xây dựng.

**Lời cảm ơn:** Dữ liệu, thiết bị phục vụ cho nghiên cứu này được tài trợ từ công ty cổ phần tư vấn thiết kế Cảng-Kỹ thuật Biển (Portcoast). Nhóm nghiên cứu xin gửi lời cảm ơn chân thành đến quý công ty, bộ môn Thi công và Quản lý xây dựng (Đại học Bách Khoa – Đại Học Quốc Gia TP.HCM), và các kỹ sư tham gia thực hiện dự án đã hỗ trợ để hoàn thành nghiên cứu này.

---

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Shan, J., Charless, K., "Topographic Laser Ranging and Scanning: Principles and Processing" (2009). Book. USA: CRC Press.
2. Luh, L., Setan, H., Majid, Z., Chong, A., Tan, Z., "High resolution survey for topographic surveying" (2014). OP Conference Series: Earth and Environmental Science. 18. 10.1088/1755-1315/18/1/012067.
3. Gígoras, I., R & Covăsnianu, Adrian & Gheorghe, Plesu & Benedict, "Topographical surveys: Classical method versus 3D Laser scanning. Case study - An application in civil engineering" (2009). Geographia Technica.
4. FARO, 2019. "Training manual for SCENE". 1st ed. [pdf file]. USA. Available at <https://faro.app.box.com/s/7v2xd8j6id4wf9g5jllledha18s9506b/file/438034801350/> [Accessed 8 Oct. 2019].
5. Leica, 2017. "Leica Cyclone Basic User Manual". 1st ed. [pdf file]. USA. Available at <https://www.sdm.co.th/pdf/Cyclone%20Basic%20Tutorial.pdf/> [Accessed 12 Nov. 2019].
6. Tiffany Schnare, 2014. "AutoCAD Civil 3D Manual" 1st ed. [pdf file]. Canada. Available at <http://geo-tiff.com/Outlines/AutoCADCivil3DManual.pdf/> [Accessed 10 Nov. 2019]