

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ BIM CHO CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG VÀ GIẢI PHÁP THIẾT KẾ ĐƯỜNG BẰNG PHẦN MỀM CIVIL 3D

BIM APPLICATION FOR INFRASTRUCTURE AND USING CIVIL 3D FOR BASIC ROAD DESIGN

Lê Hữu Thọ^{1a*}

¹Khoa Kỹ thuật Công trình, Trường Đại học Lạc Hồng, Đồng Nai, Việt Nam
*huutho@lhu.edu.vn

TÓM TẮT: Bài báo trình bày ứng dụng công nghệ BIM cho công trình giao thông, áp dụng Civil 3D cho việc thiết kế đường: bản đồ địa hình, bình đồ, trắc dọc, trắc ngang và công tác tính toán khối lượng so với các phần mềm trước.

TỪ KHOA: Công nghệ BIM giao thông, So sánh Civil 3D với Nova TDN, ADS

ABSTRACT: The article presents the application of BIM for infrastructure, applying Civil 3D to the design of basic road: Map aerial, Alignment, Profile, Assembly, Corridor and Compute materials.

KEYWORDS: Traffic BIM technology, compare Civil 3D with Nova, ADS

1. GIỚI THIỆU

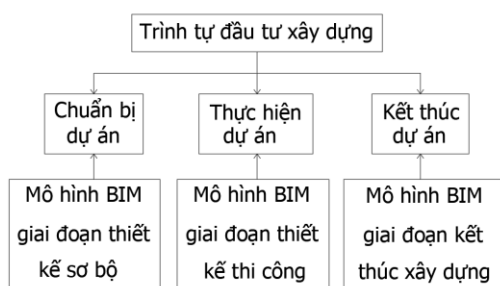
Cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0 chuyển đổi số mang lại nhiều lợi ích kinh tế và kỹ thuật góp phần gia tăng hiệu quả, thời gian hoàn thành công việc cho ngành nghề, trong đó các phần mềm xây dựng cũng được phát triển mạnh mẽ phù hợp xu thế của thế giới. Cập nhật công nghệ BIM giao thông: đưa ra được mô hình 3D thống nhất đầy đủ thông tin để tất cả các bên: chủ đầu tư, thiết kế, thi công, giám sát, quản lý dự án... có thể trao đổi thông tin và vận hành công trình tốt từ khâu khảo sát lên ý tưởng đến khi công trình được thi công bàn giao và vận hành sau này.

Nội dung của bài báo về công nghệ BIM cho công trình giao thông, phân tích ưu và nhược điểm của Civil 3D thuộc hệ thống công nghệ BIM so với phần mềm thiết kế đường trước để thấy được điểm tốt mà Civil 3D mang lại cũng như chỉ ra hạn chế của nó để có thể nâng cấp, phát triển phù hợp với Việt Nam. Các thành phần chính của việc thiết kế tuyến đường: bản đồ địa hình, bình đồ, trắc dọc, trắc ngang, tính toán khối lượng sẽ được phân tích chính trong bài báo này.

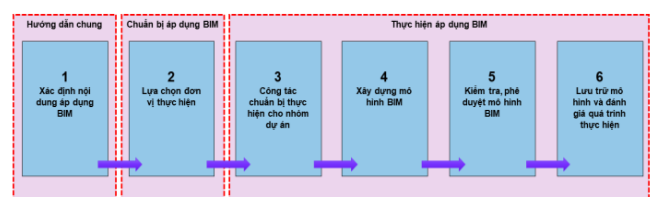
2. NỘI DUNG

2.1 Công nghệ BIM cho giao thông

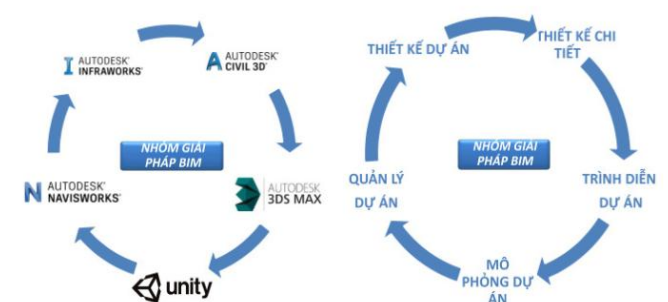
Ngày 2/4/2021, Bộ trưởng Bộ Xây dựng ra quyết định số 348 Công bố Hướng dẫn chung áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM). Mô hình BIM được đưa vào theo trình tự đầu tư xây dựng được thể hiện hình 1,2. Các hình tiếp theo từ hình 3 đến hình 7 thể hiện nhóm giải pháp BIM cho công trình giao thông cũng như lợi ích và tiến trình phát triển BIM cho đến hiện tại và tương lai.



Hình 1. Áp dụng BIM trong quá trình đầu tư xây dựng. [5]



Hình 2. Tiến trình tổng quát việc áp dụng BIM. [6]



Hình 3. Nhóm giải pháp BIM cho công trình giao thông. [10]



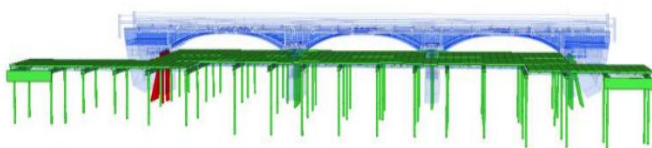
Hình 4. Dự án thành phố 3D thông minh Singapore. [9]

Received: 17, 06, 2021
Accepted: 06, 12, 2021
Corresponding: Lê Hữu Thọ
Email: huutho@lhu.edu.vn



Hình 5. Trục quan mô hình.

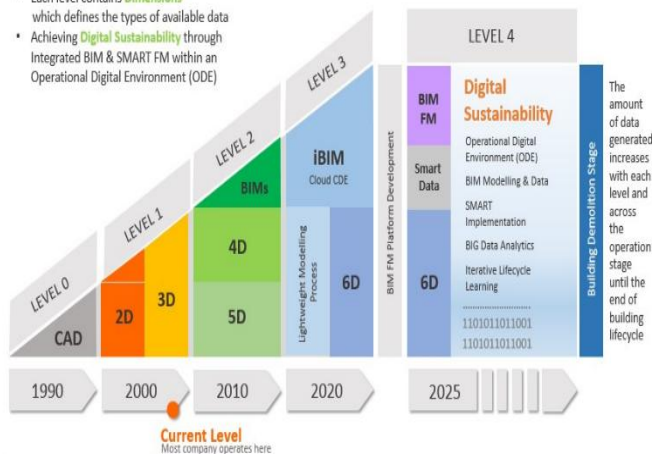
Mô hình BIM với nền tảng dữ liệu chung dễ dàng phát hiện xung đột, lỗi thiết kế thi công, quản lý tiến độ thi công 4D... quản lý tốt vận hành công trình.



Hình 6. Quản lý tiến độ 4D: màu xanh (đứng tiến độ), màu đỏ (chậm tiến độ). [11]

BIM Maturity towards Digital Sustainability

- Progress through Level 0-4
- Each level represents the **BIM Maturity**
- Each level contains **Dimensions** which defines the types of available data
- Achieving **Digital Sustainability** through Integrated BIM & SMART FM within an Operational Digital Environment (ODE)



Hình 7. Mức độ phát triển BIM. [12]

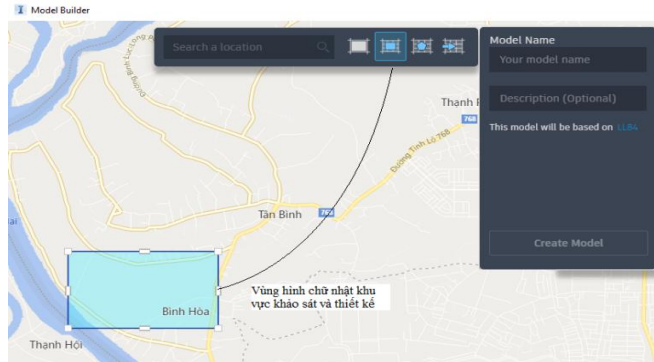
2.2 Khảo sát đường ô tô phục vụ cho việc chuẩn bị đầu tư và thực hiện đầu tư các dự án xây dựng đường [7], [3]

Theo quy trình khảo sát đường ô tô: thu thập những tài liệu để xác định sự cần thiết phải đầu tư công trình, đề xuất giải pháp thiết kế hợp lý để phục vụ cho việc thiết kế bản vẽ thi công sau này. Phần mềm thiết kế đường Nova TDN của hãng Hải Hoà với cú pháp tiếng Việt dễ sử dụng được viết trên nền Autocad R14, AutoCAD 2000 rồi AutoCAD 2005. Thay đổi để không còn lỗi thời để bắt kịp xu hướng BIM họ đã viết lại Nova TDN chạy trên nền Civil 3D vẫn tích hợp các lợi ích của các phiên bản cũ. Nova TDN 2017 Road trên nền Civil 3D.

Bảng 1. Nhập số liệu khảo sát cho Nova TDN, ADS và Civil 3D.

Cách nhập dữ liệu khảo sát	Nova TDN, ADS...	Civil 3D
Nhập số liệu từ bình đồ đường đồng mức	Từ file đồ dạng Cad hoặc file giấy được phần mềm định nghĩa đồng mức (DNDM) để phần mềm hiệu cao độ sau đó dùng lệnh lưới tam giác (LTG) để nội suy bình cao độ toàn bộ bề mặt địa hình Tập hợp các điểm có tọa độ X,Y ta cần nhập cao độ để phần mềm hiệu các điểm đó: chuyển đổi AutoCAD TEXT thành TIN (CVAT), sau đó tạo lưới tam giác (LTG) để nội suy cao độ toàn bộ bề mặt địa hình	Create Surface < Contour Add < Object Viewer Nâng cao độ Move Text to Elevation < Create Surface < Drawing Object
Nhập số liệu từ file Autocad Text	Có các cột hiển thị tùy loại máy khảo sát: Tạo điểm đo từ tập TXT (DTXT) chọn tập và mở sau đó cũng tạo lưới tam giác (LTG) để nội suy cao độ toàn bộ bề mặt địa hình	Import Points < Point Group Properties < Point label style, TIN surface để tạo bề mặt địa hình, Object Viewer để nhìn 3D toàn bộ mô hình Thực hiện dễ dàng nhờ tích hợp V3Tool Thực hiện dễ dàng nhờ tích hợp V3Tool
Nhập số liệu từ file *.NTD,*.AND	Nhập số liệu theo tuyến	
Nhập số liệu theo trạm máy	Nhập điểm đo theo trạm máy (DTM)	

Ngoài ra, Civil 3D kết hợp phần mềm Infracore lấy dữ liệu khảo sát trên bản đồ lên phương án thiết kế cơ sở hạ tầng vượt trội tạo ra mô hình 3D cho việc hình dung và lập kế hoạch dự án từ các nguồn dữ liệu mở nhờ công cụ Model Builder được thể hiện ở Hình 8.



Hình 8. Công cụ Model Builder (tự động tải về bề mặt địa hình, ảnh nền cho mô hình dự án).

Phần mềm tích hợp dữ liệu hỗ trợ Import khá nhiều định dạng dữ liệu 2D, 3D, Map, GIS... Người dùng có thể Import dữ liệu vào đúng vị trí theo hệ tọa độ địa lý hoặc tùy chọn vị trí bằng cách pick trên mô hình. Sử dụng thích hợp trong giai đoạn đề xuất phương án, thiết kế cơ sở, quy hoạch tổng thể nhanh chóng. Giai đoạn thiết kế chi tiết có thể xuất dữ liệu đường sang Civil 3D, dữ liệu cầu, hầm sang Revit ứng với kinh tuyến trực của vị trí khảo sát thiết kế tại tọa độ quốc gia Việt Nam.

2.3 Bình đồ, trắc dọc, trắc ngang tuyến đường

Một số tính năng ưu việt của Civil với bình đồ, trắc dọc, trắc ngang đồng bộ: thay đổi đường đo trắc dọc hoặc thay đổi bề rộng mặt đường thì trắc ngang thiết kế tự động thay đổi theo không cần phải thiết kế lại trắc ngang, đồng thời khối lượng cũng tự động cập nhật. Tính toán khối lượng chính xác không cần phải lập công thức, thiết kế thoát nước mạng lưới ưu việt, thiết kế tổ chức giao thông nhanh chóng và có thể xuất sang mô hình 3D.

Bảng 2. So sánh các tính năng về địa hình.

Các tính năng	Nova TDN, ADS ...	Civil 3D
Dữ liệu xây dựng địa hình	Kém	Infrawork dạng dữ liệu sử dụng Việt Nam và thế giới
Khả năng xây dựng mô hình địa hình	Chỉ xây dựng được 1 mô hình	Xây dựng và quản lý tốt nhiều mô hình
Tiêu chuẩn thiết kế	Kém	Theo AASHTO và có thể xây dựng theo TCVN mới nhất
Địa chất trên TD và TN	Không hiểu theo VN	Có, tạm ổn

Bảng 3. So sánh các tính năng chính của tuyến: bình đồ, trắc dọc, trắc ngang.

Các tính năng	Nova TDN	Civil 3D
Vạch tuyến trên bình đồ	Các thành phần rời rạc, đơn giản trong bố trí siêu cao và mở rộng bụng theo TCVN	Kết nối các thành phần, xây dựng được nhiều tuyến, hơi khó khăn khi bố trí siêu cao và mở rộng bụng, kiểm soát tốt theo TCTK
Cọc trên tuyến	Cọc để lấy cao độ tự nhiên xây dựng trắc dọc	Cọc trong Civil không mang tính chất xây dựng TD mà chỉ để xuất TN. Không có khả năng chèn cọc trực tiếp trên trắc dọc như Nova
Trắc dọc tự nhiên. Bảng TDTN	Các vị trí thay đổi trắc dọc tự nhiên lấy theo cao độ nội suy tại vị trí từng cọc	TDTN của tuyến thể hiện được trên nhiều mô hình khác nhau. Các điểm thay đổi cao độ TDTN được lấy khi tuyến giao cắt với cạnh của lưới tam giác. Chính xác theo thực tế
Thiết kế trắc dọc	Kém, người dùng tự kiểm soát theo tiêu chuẩn mà không có sự hỗ trợ nào từ chương trình	Tốt, có khả năng kiểm soát theo TCTK
Trắc ngang tự nhiên	Đạt, có khả năng hiệu chỉnh trắc ngang tự nhiên để cập nhật ngược lại mô hình địa chất	Civil 3D cung cấp công cụ Assembly và Subassembly Composer thể hiện được nhiều loại mặt cắt ngang phức tạp
Thiết kế TN và khả năng hiệu chỉnh	Dạng mặt cắt kém	Có khả năng thiết kế bất kì dạng MCN nào, kể cả đường sắt và hầm.
	Hiệu chỉnh thiết kế trắc ngang sau thiết kế nhanh và dễ hiểu	Hiệu chỉnh TKTN sau thiết kế là được nhưng rất rắc rối và mất thời gian.

2.4 Khối lượng đào đắp của tuyến đường [2], [4]

Các kết quả so sánh từ bảng 1 đến bảng 4 về việc nhập số liệu khảo sát, địa hình, các tính năng của trắc dọc, trắc

ngang, bóc tách khối lượng tự động cho thấy sự ưu điểm khi áp dụng BIM giao thông. Bảng 5 bên dưới cho ta thấy rõ hơn nữa về sự kết nối làm việc nhóm của công nghệ BIM giao thông. **Bảng 4.** So sánh các tính năng về bóc tách khối lượng.

Các tính năng	Nova TDN	Civil 3D
Bóc tách khối lượng và xuất bảng biểu	Đạt 95% nhu cầu thực tế	Đạt
Tính khối lượng	Tính khối lượng từ việc xác định diện tích các đối tượng khác nhau trên một trắc ngang	Tính khối lượng từ việc xác định diện tích các đối tượng khác nhau trên một trắc ngang
	Nova có khả năng định nghĩa các đối tượng trắc ngang như: mặt xe chạy, lề, dải phân cách, taluy rồi tính diện tích các vùng dựa vào điểm giao cắt và vuông góc giữa chúng và đường tự nhiên.	Civil 3D dựa vào các bề mặt tự nhiên, bề mặt Top, Datum...

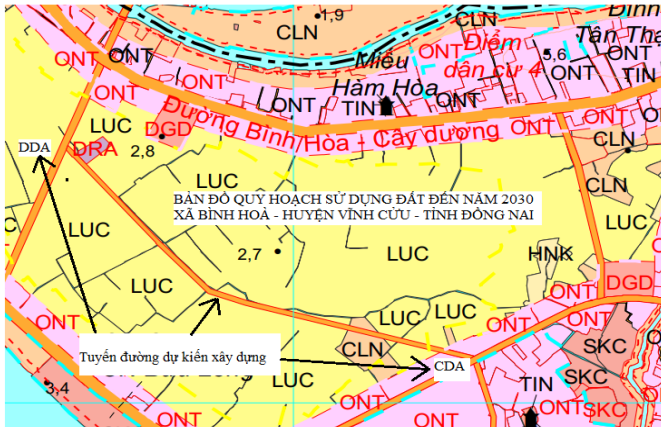
2.5 Ưu điểm Công nghệ BIM giao thông: [1], [3]

Thuận theo lẽ tự nhiên, thiết kế trực tiếp, chỉnh sửa trên môi trường 3D trực quan để chỉnh sửa tạo ra mô hình thống nhất phù hợp với tư duy logic, các bản vẽ 2D sẽ được trích xuất từ mô hình 3D thống nhất. **Bảng 5.** Lợi ích bộ giải pháp BIM giao thông.

Lợi ích	Bộ giải pháp BIM giao thông
1) Tích hợp đầy đủ các ứng dụng cho dự án hạ tầng	Tất cả trong một: Civil 3D là phần mềm chuyên về thiết kế hạ tầng bao gồm các phần: san nền, cấp thoát nước, giao thông. Tất cả các module về san nền, cấp thoát nước và giao thông được liên kết với nhau. Vì vậy đây là một giải pháp toàn diện cho bạn khi thiết kế hạ tầng.
2) Cập nhật công nghệ thế giới số	Triển khai quy trình dự án dễ dàng hơn: sau khi lên phương án thiết kế với Infarawork 360, có thể chuyển dữ liệu trực tiếp sang Civil 3D phục vụ thiết kế chi tiết. Ngoài ra, dữ liệu từ Civil 3D có thể chuyển trực tiếp sang Navisworks Manage phục vụ tổng hợp mô hình dự án, kiểm tra xung đột, phân tích tiến độ, chi phí. Đồng thời cũng từ dữ liệu trên Civil 3D có thể chuyển trực tiếp sang 3DS Max giúp lên mô hình trình diễn dự án trực quan hơn.
3) Liên kết thống nhất	Tiết kiệm thời gian, công sức và giảm thiểu lỗi phát sinh: trong Civil 3D tất cả các thành phần trong dự án như bình đồ, trắc dọc, trắc ngang, nhãn, bảng biểu, bề mặt, khối lượng... đều được liên kết và tự động cập nhật. Vì vậy mỗi khi có một trong các thành phần có sự thay đổi thì việc bạn phải làm chỉ là để phần mềm tự động cập nhật tất cả các thành phần khác.
4) Tìm lỗi và xử lý va chạm từ khi thiết kế mô hình	Nâng cao chất lượng cũng như giảm thiểu chi phí cho dự án: với khả năng tạo mô hình 3D cho dự án bạn đang triển khai, bạn có thể quan sát dự án của mình trong không gian 3D và tự đó có hiệu chỉnh cần thiết. Tại sao bạn phải đợi khi dự án mình hoàn thành mới phát hiện được những bất hợp lý trong đồ án thiết kế của bạn. Hãy để Civil 3D làm điều đó cho bạn.
5) Mô hình 3D, Video trực quan dễ hiểu	Việc thiết kế 3D giúp dễ dàng chọn được phương án thiết kế tối ưu nhất đảm bảo tiêu chuẩn kỹ thuật. Xuất video báo cáo hội đồng 1 cách trực quan, sinh động.
6) Khả năng làm việc nhóm tuyệt vời	Hỗ trợ làm việc theo nhóm: trong một dự án hạ tầng thường gồm nhiều bộ phận thiết kế cho các hạng mục dự án. Civil 3D hỗ trợ chia sẻ, trao đổi dữ liệu giữa các nhóm thiết kế với công cụ Data Shortcuts giúp dữ liệu được đồng bộ và cập nhật giữa các bộ phận.

2.6 Ứng dụng công nghệ BIM (Infrawork, Civil 3D, 3DSMax vào công trình đường dự kiến theo quy hoạch đến 2030 xã Bình Hoà, huyện Vĩnh Cửu, tỉnh Đồng Nai:

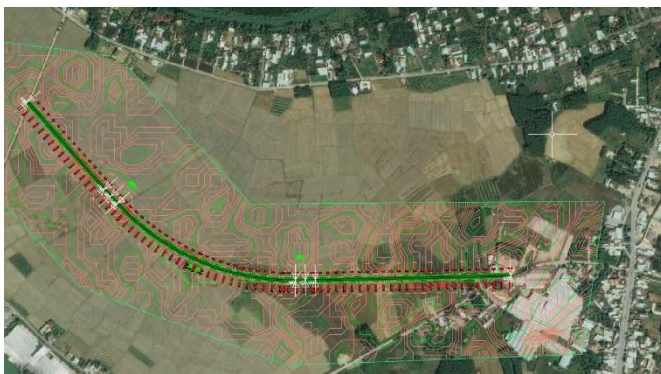
Các hình từ hình 9 đến hình 16 thể hiện từ khâu lên ý tưởng đến chi tiết tuyến đường thiết kế theo quy hoạch tại xã Bình Hoà, huyện Vĩnh Cửu, tỉnh Đồng Nai.



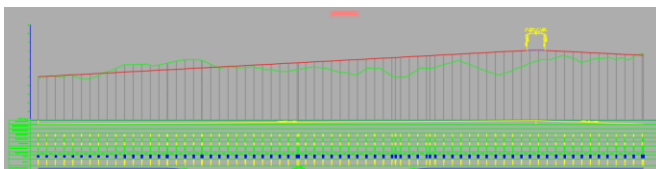
Hình 9. Bản đồ quy hoạch đến năm 2030 tuyến đường dự kiến xây dựng xã Bình Hoà, H. Vĩnh Cửu, T. Đồng Nai. [12]



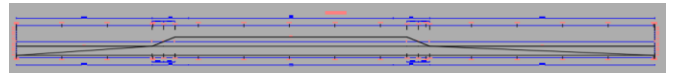
Hình10. Sử dụng phần mềm Infraworks sơ bộ lên ý tưởng phương án tuyến và trình diễn phương án thiết kế.



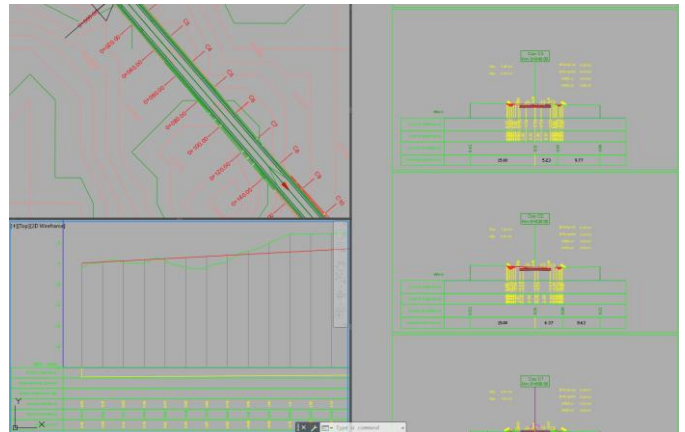
Hình11. Chức năng Gelocation trực quan thấy được tuyến thiết kế trên bản đồ vệ tinh thực địa.



Hình12. Trắc dọc tuyến đường.



Hình13. Sơ đồ thể hiện áp tự động độ dốc siêu cao.

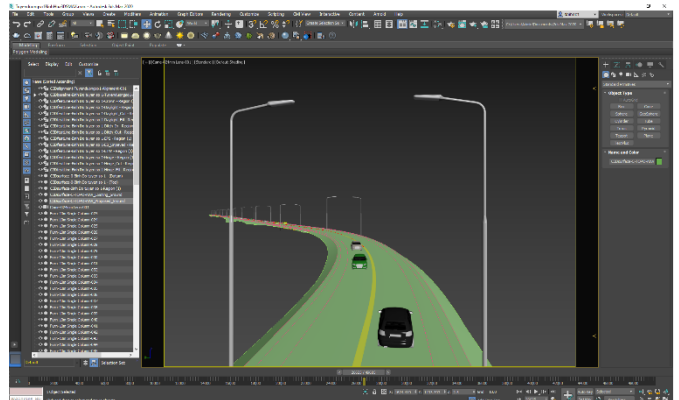


Hình14. Chức năng Viewport có thể chọn khung nhìn để xem thông số bình đồ, trắc dọc, trắc ngang của một cọc chi tiết.

Bảng tổng hợp khối lượng đào đắp

Lý trình	Diện tích đập	Diện tích đào	KL đập	KL đào	Tổng KL đập cộng dồn	Tổng KL đào cộng dồn
1+100.00	67.91	0.00	1503.20	0.00	20349.73	8023.59
1+120.00	52.14	0.01	1200.52	0.10	21550.25	8023.70
1+140.00	36.14	0.00	882.83	0.15	22433.09	8023.85
1+160.00	24.98	0.00	611.16	0.07	23044.24	8023.92
1+180.00	20.76	0.00	457.35	0.02	23501.59	8023.94
1+200.00	12.90	0.00	336.54	0.00	23838.14	8023.94
1+220.00	4.76	0.08	176.52	0.81	24014.65	8024.75
1+240.00	12.24	0.00	169.93	0.83	24184.58	8025.58
1+260.00	23.28	0.00	355.19	0.02	24539.76	8025.61
1+280.00	15.41	0.01	386.88	0.07	24926.64	8025.68
1+300.00	9.27	0.00	246.73	0.07	25173.36	8025.75
1+320.00	4.33	0.13	135.93	1.26	25309.30	8027.00
1+340.00	8.44	0.00	127.65	1.26	25436.95	8028.26
1+360.00	5.02	0.12	134.58	1.18	25571.53	8029.44
1+380.00	1.42	2.85	64.42	29.64	25635.95	8059.08
1+400.00	0.00	13.45	14.25	162.99	25650.20	8222.07
1+402.60	0.00	103.10	0.00	151.47	25650.21	8373.54

Hình 15. Civil 3D tự động bóc tách khối lượng chi tiết theo người dùng.



Hình 16. 3DSMAX trải nghiệm lái xe trực tiếp trên tuyến thiết kế từ đó cảm nhận được sai sót trong quá trình thiết kế chỉnh sửa kịp thời.

3. KẾT LUẬN

Công nghệ BIM giao thông với việc tích hợp số đưa nhiều thông tin dữ liệu dễ dàng quản lý vận hành kiểm tra giám sát công trình từ khâu thiết kế đến nghiệm thu sử dụng. Civil 3D chi tiết các yếu tố chính của tuyến đường:

Khảo sát, bình đồ, trắc dọc, trắc ngang được trực quan hoá trong một mô hình 3D thông minh duy nhất, dễ dàng thay đổi điều chỉnh một cách đồng bộ giúp cho giảm thiểu khối lượng và việc biểu diễn công trình trực quan dễ hiểu.

Kiến nghị cần ứng dụng công nghệ BIM: Infracore và Civil 3D vào công trình giao thông góp phần phát triển công nghệ xây dựng, quản lý tốt về thiết kế, thi công, quản lý dự án và vận hành công trình sau này.

4. CẢM ƠN

Để thực hiện và hoàn thành bài báo nghiên cứu khoa học này, tôi đã nhận được sự hỗ trợ kinh phí, giúp đỡ cũng như quan tâm, động viên từ Ban Giám hiệu Trường Đại học Lạc Hồng, Trung tâm Nghiên cứu Khoa học và Ứng dụng và Khoa Kỹ thuật Công trình. Bài báo nghiên cứu khoa học này cũng được hoàn thành dựa trên sự tham khảo, học tập kinh nghiệm từ các kết quả nghiên cứu liên quan, các sách, báo chuyên ngành của nhiều tác giả ở các trường đại học, các tổ chức nghiên cứu. Tôi xin chân thành cảm ơn.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Hoài Nam, Vũ Thị Kim Dung, Hoàng Văn Giang, Đinh Nho Càng. Bim cho các công trình hạ tầng kỹ thuật ở Việt Nam: thực trạng, rào cản ứng dụng và giải pháp. Tạp chí Khoa học công nghệ. **2018**
- [2] Đặng Thị Hồng Duyên, Nguyễn Văn Tâm, Ngô Văn Yên, Lê Thị Hoài Ân. Ứng dụng Bim vào việc đo bóc khối lượng: bài học kinh nghiệm từ một số nước trên thế giới. Tạp chí Khoa học công nghệ. **2018**
- [3] Khúc Đăng Tùng, Đinh Nho Càng. Ứng dụng công nghệ chụp không ảnh cận thám cung cấp thông tin cho mô hình BIM của dự án hạ tầng và giao thông. Tạp chí Khoa học công nghệ. **2018**
- [4] Jones S.A., Laquidara-Carr D. The business value of BIM for infrastructure in SmartMarket Report, Dodge Data & Analytics. **2017**
- [5] QĐ 347/QĐ-BXD (2021), Quyết định Công bố Hướng dẫn chi tiết áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) đối với công trình dân dụng và công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị.
- [6] QĐ 348/QĐ-BXD (2021), Quyết định Công bố Hướng dẫn chung áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM).
- [7] QĐ 5338/QĐ-TCĐBVN (2020), Quyết định Về việc công bố Tiêu chuẩn cơ sở đường ô tô tiêu chuẩn khảo sát.
- [8] TCVN4054:2005. Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô.
- [9] <http://bimhu.vn/singapore-du-an-thanh-pho-3d-thong-minh-bim-hu-2/>
- [10] <https://bim.edu.vn/bo-giai-phap-bim-cho-du-an-giao-thong.html>
- [11] <https://hsdvn.com.vn/ung-dung-cua-bim-trong-cac-du-an-ha-tang-giao-thong-nid58055.html>
- [12] <https://harmony-at.com/vi/blog-cong-nghe-trong-xay-dung/muc-do-phat-trien-bim/>
- [13] <https://quyhoach.gov.vn/vn/quyhoach/4176/v-v-phe-duyet-quy-hoach-xay-dung-vung-huyen-vinh-cuu-den-nam-2030-va-tam-nhin-den-nam-2050.aspx>