

ỨNG DỤNG GIẢI PHÁP TRÍ TUỆ NHÂN TẠO FINCH 3D TRONG TỰ ĐỘNG TẠO MẶT BẰNG CHO NHÀ Ở XÃ HỘI VÀ CHUNG CƯ: ÁP DỤNG QUY TẮC ĐỒ THỊ, THƯ VIỆN MẶT BẰNG THÍCH ỨNG VÀ LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN TỐI ƯU

Dương Quang Quý

Công ty Cổ phần Công nghệ và Tư vấn CIC
Email: duongquy808@gmail.com, 0985756596

DOI: <https://doi.org/10.59382/hnkh17-ibst.2025.ses2-28>

TÓM TẮT: Giai đoạn thiết kế sơ bộ nhà ở xã hội/chung cư tại Việt Nam đối mặt với áp lực tạo nhanh nhiều phương án nhưng vẫn phải tuân thủ chặt chẽ quy chuẩn và đạt các mục tiêu đa tiêu chí (diện tích sử dụng, giao thông, chiếu sáng, carbon,...). Bài báo giới thiệu Finch 3D – một công cụ “đồng hành AI” ứng dụng đồ thị thiết kế, cho phép sinh tự động mặt bằng tầng căn hộ theo quy tắc đồ thị định nghĩa trước, kiểm tra tuân thủ liên tục và cập nhật chỉ số tức thời (NIA, GFA, v.v.) cho mỗi phương án. Các tính năng then chốt gồm Đồ thị Finch mô hình hóa quan hệ không gian, Sinh mặt bằng tầng 2.0 (đặt căn hộ đúng diện tích yêu cầu, báo lý do nếu không khả thi), Thư viện mặt bằng thích ứng với các căn mẫu cơ giãn (Lock/Extendable), hệ chấm điểm đa tiêu chí và biểu đồ trục song song hỗ trợ chọn phương án tối ưu. Bài báo cũng đề xuất kế hoạch thí điểm 3 tuần cho dự án tại Việt Nam, dự kiến minh chứng Finch 3D giúp rút ngắn ~80% thời gian thiết kế sơ bộ[1], đồng thời nâng cao tính minh bạch và hiệu quả ra quyết định trên cơ sở dữ liệu.

TỪ KHÓA: Thiết kế tạo sinh; quy tắc đồ thị; thư viện mặt bằng thích ứng; nhà ở xã hội; căn hộ; Pareto; chấm điểm đa mục tiêu; BIM/Revit; kiểm tra tuân thủ; hỗ trợ ra quyết định.

ABSTRACT: Preliminary design of social housing and apartments in Vietnam faces the challenge of generating many options quickly while strictly adhering to building codes and optimizing multiple criteria. This paper introduces Finch 3D – an AI “co-pilot” tool that uses design graphs to automatically generate apartment floorplans under predefined graph rules, with continuous compliance checking and instant metric feedback (NIA, GFA, etc.) for each design. Key features include the Finch Graph modeling spatial relationships, Generate Floor Plate 2.0 (placing units to exact required areas, with explanations for infeasible solutions), an Adaptive Plan Library of stretchable unit templates (with Lock/Extendable constraints), a multi-objective scoring system and Parallel Axis diagram to support optimal option selection. The paper also outlines a 3-week pilot scenario in Vietnam, anticipating that Finch 3D can shorten early design time by ~80%[1] while improving transparency and data-driven decision-making.

KEYWORDS: generative design; graph rules; adaptive plan library; social housing; apartment; Pareto; multi-objective scoring; BIM/Revit; compliance checking; decision support.

1. VÌ SAO CẦN FINCH 3D CHO NHÀ Ở XÃ HỘI VÀ CHUNG CƯ Ở VIỆT NAM?

Nhu cầu tăng tốc giai đoạn sơ bộ: Các dự án NOXH và chung cư tại Việt Nam đòi hỏi quy trình thiết kế sơ bộ nhanh và hiệu quả hơn. Chính phủ đã đặt mục tiêu hoàn thành gần 1 triệu căn NOXH đến năm 2030 [2], tạo áp lực lớn lên kiến trúc sư trong việc sản xuất nhiều phương án trong thời gian ngắn. Tuy nhiên, quy trình thủ công hiện nay – vẽ phác, kiểm tra, rồi chỉnh sửa lặp lại – vừa tốn thời gian vừa dễ bỏ sót yêu cầu. Nhiều KTS thừa nhận

phần lớn thời gian đầu dự án dành cho việc rà soát diện tích, đối chiếu quy chuẩn, kiểm tra thông thoáng [3], khiến quỹ thời gian sáng tạo giảm và phương án cuối có nguy cơ lệch mục tiêu. Hạn chế về thời gian cũng làm nhóm thiết kế khó đánh giá khách quan nhiều lựa chọn – thường “không đủ thời gian để đào sâu hàng loạt phương án” như Jesper Wallgren chia sẻ [4].

Đòi hỏi công cụ hỗ trợ thông minh: Ngành kiến trúc vì vậy cần một giải pháp có thể tự động đề xuất phương án, kiểm tra tuân thủ tức thì và so

sánh minh bạch dựa trên dữ liệu, đồng thời tích hợp liền mạch với quy trình BIM (như Revit) để tránh “về lại từ đầu”. Các tạp chí chuyên ngành đã nhấn mạnh sự cấp thiết của công cụ “đứng trên vai Revit, Archicad” nhưng đưa thiết kế vào kỷ nguyên dữ liệu-hướng [5][6]. Finch 3D - nền tảng thiết kế tạo sinh ứng dụng AI và công nghệ đồ thị – được phát triển chính để đáp ứng nhu cầu đó. Công cụ này đóng vai trò “trợ lý tạo sinh” (generative co-pilot), giúp KTS tăng tốc tạo phương án, đảm bảo tuân thủ quy chuẩn ngay từ đầu [7][8]. Đặc biệt, Finch hoạt động như phần mở rộng trong môi trường quen thuộc (Revit, Rhino...) thay vì thay thế hoàn toàn [9], nên dễ được chấp nhận về mặt quy trình. Tóm lại, Finch 3D hứa hẹn giải quyết “nỗi đau” giai đoạn đầu: tạo nhanh – kiểm tra tự động – so sánh định lượng – nối tiếp BIM.

2. FINCH 3D LÀ GÌ? (ĐỊNH NGHĨA VÀ VIỆT HÓA THUẬT NGỮ)

Trợ lý thiết kế tạo sinh dựa trên đồ thị: Finch 3D có thể được hiểu là một nền tảng AI Generative Design dành cho kiến trúc sư, tập trung vào giai đoạn thiết kế mặt bằng công năng của công trình nhiều tầng (như chung cư, cao ốc văn phòng). Thay vì để kiến trúc sư vẽ thủ công rồi kiểm tra bằng kinh nghiệm, Finch áp dụng công nghệ đồ thị để mô hình hóa các không gian (căn hộ, lối thang, hành lang, v.v.) và quan hệ giữa chúng. Thuật toán AI của Finch sẽ tự động sắp xếp các không gian này thành các phương án mặt bằng khác nhau, nhưng có kiểm soát bởi các ràng buộc mà người dùng đặt ra từ trước[10][11]. Điểm nổi bật là Finch 3D cung cấp phản hồi tức thời bằng dữ liệu cho mỗi phương án - ví dụ như diện tích căn hộ, tỉ lệ giao thông, mức độ chiếu sáng tự nhiên - và liên tục giám sát tuân thủ quy chuẩn trong quá trình thiết kế[12][13]. Điều này cho phép kiến trúc sư tập trung vào ý tưởng trong khi Finch lo việc “canh gác” những giới hạn kỹ thuật (diện tích tối thiểu, kích thước hành lang, v.v.) ở hậu trường[14]. Bảng dưới đây tóm tắt các thuật ngữ chính của Finch 3D (tiếng Anh và dịch thuật tương đương tiếng Việt) được sử dụng xuyên suốt bài viết:

- Finch Graph – *Đồ thị Finch*: Mô hình đồ thị thể hiện các phòng, lối, hành lang và quan hệ giữa chúng trong một mặt bằng[10][15]. Mỗi đỉnh (node) biểu trưng cho một không gian (phòng ngủ, sảnh thang, v.v.), cạnh (edge) biểu trưng cho quan hệ tiếp giáp giữa các không gian. Đồ thị này là “ngôn ngữ” để AI của Finch hiểu và tạo ra các bố trí kiến trúc mạch lạc[10].

- Graph Rules - *Bộ quy tắc đồ thị*: Tập hợp các ràng buộc thiết kế do người dùng định nghĩa để kiểm soát Finch Graph[11]. Ví dụ: diện tích phòng ngủ $\geq 12 \text{ m}^2$, hành lang $\geq 1,4 \text{ m}$, phòng khách phải tiếp giáp mặt thoáng, v.v. Graph Rules được áp dụng trong hai giai đoạn: (1) Tạo sinh có định hướng - AI chỉ tạo các phương án thỏa mãn bộ quy tắc đầu vào[11]; (2) Kiểm tra tuân thủ liên tục - Sau khi tạo xong, hệ thống tiếp tục giám sát và cảnh báo ngay nếu người dùng chỉnh sửa làm vi phạm quy tắc[13].

- Graph Studio - *Xưởng quy tắc*: Môi trường làm việc (dành cho người dùng Enterprise) để soạn thảo, lưu trữ và quản lý các Graph Rules theo cấp dự án hoặc tổ chức[16][17]. Ra mắt tháng 8/2024, Graph Studio cho phép doanh nghiệp kiến trúc tạo “bộ quy tắc chuẩn” của riêng mình và tái sử dụng cho nhiều dự án, đảm bảo mọi thiết kế tuân thủ thống nhất các tiêu chí đã đề ra.

- Generate Floor Plate 2.0 - *Sinh mặt bằng tầng 2.0*: Thuật toán tạo sinh mặt bằng tầng (bố trí cụm căn hộ quanh lõi giao thông) thế hệ mới của Finch, cập nhật tháng 9/2024 với độ chính xác và minh bạch cao hơn[18][19]. Phiên bản 2.0 cho phép đặt chính xác diện tích căn hộ theo yêu cầu (nếu yêu cầu 40m^2 thì kết quả đúng 40m^2 , sai số 0)[20], hỗ trợ tốt hơn cho hình dạng mặt bằng phức tạp, và cung cấp thông báo lý do khi phương án yêu cầu không khả thi (ví dụ: “căn 80m^2 quá lớn so với khối nhà này”)[21].

- Unit Plan - *Mặt bằng căn hộ mẫu*: Bản vẽ mặt bằng của một căn hộ điển hình (1PN, 2PN, 3PN, studio, v.v.) dùng làm mẫu thiết kế. Trong Finch, các Unit Plan có thể được tạo thủ công hoặc sinh tự động, sau đó đưa vào thư viện dùng chung. Khái niệm Unit Plan trong Finch tương tự “căn điển hình” (typical apartment layout) nhưng linh hoạt hơn nhờ khả năng thích ứng kích thước.

- Adaptive Plan Library - *Thư viện mặt bằng thích ứng*: Bộ sưu tập các Unit Plan “thông minh” có khả năng co giãn để phù hợp nhiều hình dạng không gian khác nhau[22][23]. Mỗi Adaptive Plan được gán các vùng cố định (Lock) và vùng cho phép co giãn có kiểm soát (Extendable), nhờ đó khi căn hộ tăng giảm diện tích hay thay đổi tỷ lệ, mặt bằng căn vẫn giữ được ý đồ thiết kế cốt lõi và đáp ứng các yêu cầu tối thiểu (diện tích phòng, bề rộng lối đi, v.v.)[24][25]. Adaptive Plan Library được xem là tài sản tri thức quý của công ty, giúp chuẩn hóa và tái sử dụng các thiết kế căn hộ thành công[26].

- Instant Numbers - *Chỉ số tức thời*: Bộ chỉ số hiệu năng dự án được Finch tính toán và hiển thị tức thời trong quá trình thiết kế [12]. Ví dụ: diện tích thông thủy (NIA) từng căn và toàn tầng, tổng diện tích sàn xây dựng (GFA), tỉ lệ giao thông, hệ số chiếu sáng tự nhiên, ước tính phát thải carbon, v.v. Chỉ số tức thời giúp kiến trúc sư “định hướng bằng dữ liệu” - ra quyết định dựa trên số liệu thay vì cảm tính [12][27].

- Scoring System - *Hệ chấm điểm đa tiêu chí*: Chức năng tính điểm tổng hợp cho mỗi phương án dựa trên nhiều tiêu chí thiết kế do người dùng lựa chọn. Finch cho phép gán trọng số (weights) cho từng tiêu chí - ví dụ ưu tiên tối đa hóa diện tích ở, hoặc ưu tiên giảm chiều dài hành lang - từ đó tính điểm số tổng hòa cho mỗi phương án [28][29]. Hệ thống chấm điểm giúp so sánh nhanh các phương án dưới dạng định lượng, và có thể kết hợp với thuật toán tối ưu đa mục tiêu để gợi ý tập phương án “ưu việt Pareto”.

- Parallel Axis Diagram - *Biểu đồ trục song song*: Công cụ trực quan hóa cho phép so sánh nhiều phương án thiết kế dựa trên nhiều tiêu chí cùng lúc [30]. Mỗi tiêu chí (ví dụ: NIA, số căn hộ 1PN, mức độ chiếu sáng, v.v.) được biểu diễn như một trục dọc; mỗi phương án là một đường polyline đi qua các trục ở vị trí tương ứng với giá trị tiêu chí của nó. Kiến trúc sư có thể tương tác lọc phương án (bỏ các đường kém), tìm nhóm phương án tối ưu cân bằng (Pareto front), và chọn phương án ưng ý để trình bày cho các bên liên quan.

Những thuật ngữ trên minh họa cách Finch 3D tích hợp AI vào quy trình thiết kế: dùng đồ thị và quy tắc để tạo ra thiết kế khả thi, dùng thư viện thông minh để kế thừa giải pháp tốt, và dùng số liệu và trực quan hóa để ra quyết định chính xác. Sau đây, các tính năng cụ thể của Finch 3D sẽ được phân tích chi tiết hơn.

3. NHỮNG TÍNH NĂNG NỔI BẬT CỦA FINCH 3D TRONG THỰC TẾ

Finch 3D cung cấp một loạt tính năng nhằm đơn giản hóa công việc lặp lại và tăng cường kiểm soát chất lượng trong thiết kế mặt bằng căn hộ. Phần này trình bày các tính năng cốt lõi thông qua ví dụ ứng dụng, kèm theo lợi ích thực tiễn ghi nhận được.

3.1. Sinh mặt bằng tầng tự động (Generate Floor Plate)

Ba chế độ tạo sinh linh hoạt: Tính năng *Generate Floor Plate* cho phép kiến trúc sư tạo

phương án bố trí căn hộ tức thời với ba chế độ: (1) *Blank Slate* – Finch tự đề xuất cả lõi giao thông lẫn căn hộ, hữu ích khi chưa có định hướng cụ thể; (2) *Generate around a custom core* - sinh căn hộ quanh lõi tùy chỉnh do người dùng vẽ trước, phù hợp khi đã có ý tưởng rõ về cụm thang máy, thang bộ [31]; (3) *Phân khu* - chia mặt bằng thành các ô hoặc cánh (ví dụ tháp A, B) rồi áp dụng thuật toán riêng cho từng phần. Cách tiếp cận này giúp Finch dễ thích ứng với thực tế Việt Nam, nơi nhiều dự án đã xác định lõi hoặc phân chia khối nhà từ sớm.



Hình 1: Giao diện Finch 3D - Generate Floor Plate (Custom Core): AI sinh mặt bằng tầng chữ U, NIA 78,1%, 12/29 căn; panel trái chỉnh Unit Mix/kích thước/trọng số, panel phải theo dõi cơ cấu căn và chỉ số; Iterations: 84.

Đúng diện tích và cảnh báo xung đột: Thuật toán *Floor Plate 2.0* có ưu thế đảm bảo diện tích mục tiêu chính xác cho từng căn và tổng sàn. Ví dụ, căn 2PN yêu cầu 70 m² thì kết quả đúng 70 m², không còn lệch 1 - 2 m² [20]. Phần dư được dồn vào căn đặc biệt (như căn góc) để không thừa diện tích [32]. Nếu tổ hợp căn hộ không khả thi, Finch giải thích lý do thay vì báo lỗi chung chung [21] - chẳng hạn “căn hộ quá lớn so với hình dạng tầng” [21]. Tính minh bạch này giúp kiến trúc sư học từ phản hồi AI và tránh cấu hình bất khả thi.

Kiểm soát bằng quy tắc và trọng số: Người dùng có thể khai báo Graph Rules trước khi sinh phương án - ví dụ diện tích tối thiểu phòng, bề rộng hành lang, khoảng cách thoát hiểm [11]. Finch sẽ chỉ tạo phương án thỏa mãn, gọi là “tạo sinh có định hướng”. Sau đó, KTS tinh chỉnh trọng số bằng các thanh trượt ưu tiên: sáng tự nhiên, chiều dài hành lang, độ vuông vức, hay bảm lưới kết cấu. Thay đổi trọng số lập tức ảnh hưởng đến kết quả [33][28], cho phép “điều khiển” AI hướng tới phương án mong muốn. Ví dụ, nếu ưu tiên thông gió có thể tăng trọng số giảm chiều sâu căn; nếu cần tối đa diện tích ở, tăng trọng số cho NIA.

Tích hợp hành lang và lõi linh hoạt: Finch cũng cho phép can thiệp trực tiếp như đang vẽ bản vẽ. Công cụ *Centerline* giúp phác tìm hành lang, phần mềm tự động bố trí căn hộ hai bên [34]. Điều này hữu ích khi thiết kế hành lang đơn hoặc căn điều chỉnh hướng bẻ góc. Thêm nữa, Finch hỗ trợ nhập đối tượng từ Revit/Rhino (giếng thang, hộp kỹ thuật) để tích hợp vào quá trình tạo sinh [35], nhờ đó không cần “vẽ lại từ đầu” mà vẫn giữ liền mạch BIM [36].

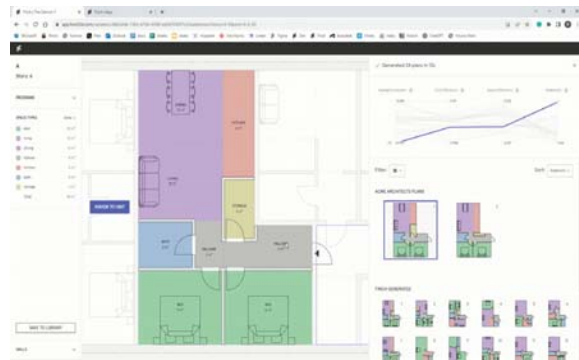
Lợi ích tổng quát: *Generate Floor Plate* giúp KTS nhanh chóng có nhiều phương án đúng “đường ray” quy tắc ngay từ đầu, giảm đáng kể các vòng thử-sai. Theo đánh giá độc lập, Finch 3D có thể rút ngắn tới 80% thời gian thiết kế sơ bộ so với cách làm truyền thống [1], chủ yếu nhờ tự động hóa khâu tạo và kiểm tra phương án.

3.2 Thư viện mặt bằng thích ứng (Adaptive Plan Library)

“DNA” cho căn hộ mẫu: Adaptive Plan Library là tính năng mang tính “chiến lược” của Finch, cho phép mỗi thiết kế căn hộ mẫu được “đóng gói” thành một mẫu thông minh có DNA thiết kế. DNA này gồm hai phần chính: các phần cố định (Lock) - những không gian hoặc kích thước không được thay đổi; và các phần co giãn có kiểm soát (Extendable) - những vùng có thể mở rộng khi diện tích căn tăng nhưng không được thu nhỏ dưới một giới hạn nhất định[24][25]. Ví dụ, trong một căn hộ 2 phòng ngủ: kiến trúc sư có thể khóa kích thước phòng vệ sinh và phòng bếp (vì đây là các khu vực kỹ thuật yêu cầu kích thước tối thiểu cố định), trong khi tường phòng ngủ và phòng khách đặt ở chế độ *Extendable* (cho phép nói rộng nếu căn hộ lớn hơn tiêu chuẩn, nhưng không hẹp hơn kích thước tối thiểu phòng ngủ đã định)[24][37]. Với thiết lập này, khi Finch tự động điều chỉnh căn hộ để nhét vừa một ô sàn khác, các phòng vệ sinh/bếp sẽ giữ nguyên (Lock), còn phòng ngủ, phòng khách sẽ co giãn vừa đủ để lấp đầy không gian mới[38][39].

Một mẫu, áp dụng nghìn trường hợp: Adaptive Plan được ví như một mặt bằng “sống”. Theo tài liệu Finch, một mặt bằng căn hộ trong thư viện có thể thích ứng với hàng ngàn hình dạng không gian khác nhau mà vẫn duy trì ý đồ thiết kế cốt lõi[40][23]. Nói cách khác, chỉ cần xây dựng tốt thư viện căn mẫu, công ty kiến trúc “không bao giờ phải bắt đầu từ trang trống nữa” - một bản thiết kế có thể cho ra vô số biến thể[41]. Trong thực tế triển khai NOXH/chung cư, điều này mang lại lợi

ích rõ rệt: nhóm thiết kế có thể tạo sẵn một bộ căn hộ điển hình tối ưu (1PN, 2PN, 3PN) và tái sử dụng chúng cho mọi tầng, mọi dự án về sau một cách nhất quán. Việc này không những tiết kiệm thời gian thiết kế chi tiết từng căn, mà còn đảm bảo chất lượng đồng đều - các căn hộ đều tuân thủ đúng tiêu chuẩn diện tích tối thiểu, thông gió, chiếu sáng do công ty đề ra. Về cách sử dụng, Finch cho phép kiến trúc sư xây dựng thư viện khá đơn giản: chỉ việc vẽ một mặt bằng căn hộ hoàn chỉnh (hoặc chỉnh sửa từ phương án do AI gợi ý), sau đó lưu nó vào thư viện chung của công ty[42][43]. Khi thiết kế tầng mới, người dùng có thể tìm kiếm trong thư viện và “áp” một căn mẫu vào ô trống, Finch sẽ tự động co giãn căn đó cho vừa không gian mới một cách hợp lý[44][45]. Ngoài ra có thể nhập các bản vẽ căn hộ có sẵn (CAD, PDF) vào Finch để biến chúng thành Adaptive Plan[46][47] - rất hữu ích khi doanh nghiệp muốn số hóa kho bản vẽ mẫu cũ của mình.



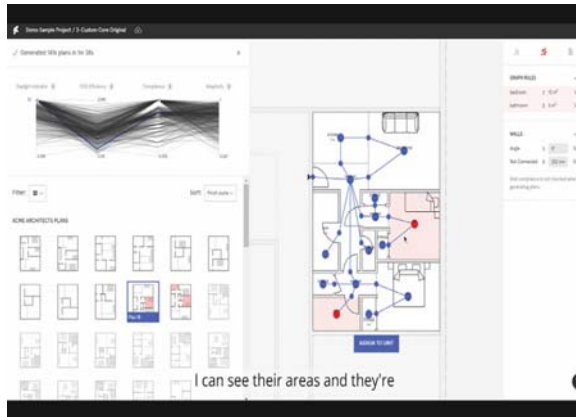
Hình 2: Generate Unit Plan trong Adaptive Plan Library: layout căn ~69 m² ở giữa, bảng trái là legend chương trình phòng; nút Assign to Unit và Save to Library ở dưới. Bảng phải cho thấy 24 phương án sinh tự động trong 13 s, kèm biểu đồ đánh giá (Daylight, CO₂, Space Efficiency, Adaptivity) và hai nhóm ACME Architects' Plans (mẫu thư viện được phát triển theo đặc điểm thiết kế riêng của doanh nghiệp) với Finch Generated (phương án được sinh từ dữ liệu của Finch3D) để lọc/sắp xếp và gán vào unit

Chuẩn hóa và tăng tốc dự án NOXH: Adaptive Plan Library đặc biệt phù hợp với dự án lặp lại cao như NOXH. Nhiều doanh nghiệp Việt Nam đã xây dựng bộ “căn hộ điển hình” (1PN+1, 2PN, 3PN) cho hầu hết dự án. Finch cho phép mã hóa những căn này thành tài sản số, giúp mỗi dự án kế thừa thiết kế tối ưu trước đó [26]. Nhờ đó, đào tạo KTS mới nhanh hơn, trong khi doanh nghiệp càng đầu tư nhiều vào thư viện càng gia tăng lợi thế cạnh tranh. Adaptive Plan Library

không chỉ nâng cao hiệu suất mà còn tạo rào cản chuyên đổi, khiến doanh nghiệp gắn bó với nền tảng Finch về lâu dài [48].

3.3. Bộ quy tắc đồ thị và kiểm tra tuân thủ liên tục (Graph Rules & Compliance)

Mã hóa quy chuẩn thành luật máy: Finch 3D cho phép chuyển các quy chuẩn xây dựng và tiêu chí nội bộ thành Graph Rules để hệ thống hiểu và kiểm tra tự động. Người dùng nhập yêu cầu dưới dạng tham số - ví dụ: *phòng ngủ đôi $\geq 2,75m$; phòng tắm en-suite $\geq 4m^2$; cửa vào căn hộ cách thang bộ $\leq 25m$* [49]. Khi tạo phương án, Finch chỉ sinh ra các thiết kế thỏa mãn các ràng buộc này (giai đoạn *Informed Generation*) [11], loại bỏ sớm các vi phạm. Trong quá trình chỉnh sửa, phần mềm chạy ngầm và cảnh báo tức thì nếu phát sinh vi phạm Graph Rules [13], hiển thị bằng màu sắc (ví dụ hành lang chuyển đồ khi hẹp hơn chuẩn). Cơ chế này tương tự lập trình có “biên dịch lỗi đồ”, giúp KTS luôn biết sai sót ở đâu để chỉnh kịp thời thay vì phát hiện muộn.



Hình 3: Quy tắc kiểm tra tự động (Graph Rules) trên mặt bằng căn: cột bên phải liệt kê các quy định (ví dụ phòng ngủ $\geq 10 m^2$, WC $\geq 5 m^2$); chỗ nào sai sẽ tô hồng và có chấm đỏ. Khung trái cho biết đã sinh 1.416 phương án trong 1 phút 38 giây, kèm biểu đồ so sánh để lọc nhanh các phương án đúng quy định

Xưởng Graph Studio - quản lý luật tập trung: Với doanh nghiệp hoặc cơ quan quản lý, Graph Studio cho phép tổng hợp và quản lý tập trung các Graph Rules. Thay vì mỗi dự án tự nhập quy tắc riêng, công ty có thể định nghĩa bộ chuẩn chung (ví dụ *Bộ quy tắc chung cư 2024*) để KTS áp dụng cho mọi dự án [50] [17]. Bộ quy tắc này có thể kết hợp QCVN/TCVN với yêu cầu chủ đầu tư, và khi có điều chỉnh, quản trị viên cập nhật một lần, toàn bộ dự án sẽ thay đổi theo (có log phiên bản). Cách

làm này đảm bảo tính nhất quán và minh bạch, phù hợp định hướng quốc tế như ISO 19650 về quản lý thông tin BIM [51] [52]. Nghiên cứu của Sydora & Stroulia (2020) cũng chứng minh việc biểu diễn luật thiết kế dưới dạng số hóa và kết hợp generative design là khả thi, cho phép tạo ra phương án nội thất tuân thủ đầy đủ bộ luật đề ra [51] [53]. Điều này khẳng định cách tiếp cận Finch (Graph Rules + Generative Design) có cơ sở khoa học và tiềm năng giảm mạnh lỗi vi phạm.

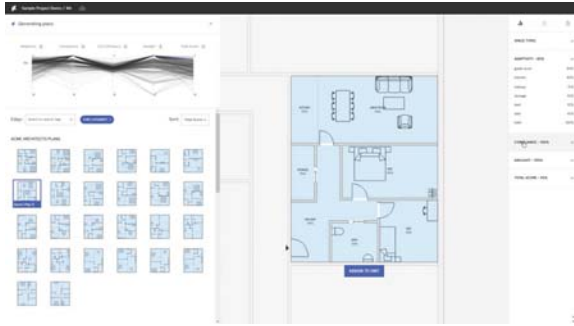
Giảm lỗi và rủi ro dự án: Graph Rules & Compliance mang lại hiệu quả rõ rệt về kiểm soát chất lượng. Với Finch, phương án luôn “đúng luật”, cho phép KTS tập trung vào tối ưu công năng và thẩm mỹ. Những lỗi nghiêm trọng như hành lang quá dài không có lối thoát hiểm phụ hay căn hộ thiếu mặt thoáng hầu như không xảy ra vì Finch ngăn chặn từ giai đoạn ý tưởng. Điều này giúp tránh chỉnh sửa lớn ở giai đoạn sau (PCCC, pháp lý), tiết kiệm chi phí và tăng độ tin cậy khi trình duyệt phương án [54] [55]. Nói cách khác, Graph Rules biến quy trình thiết kế thành một hệ thống kiểm soát thời gian thực, đảm bảo phương án cuối tuân thủ ngay từ đầu và hạn chế tối đa sai sót.

3.4. Chỉ số tức thời - chấm điểm - so sánh trực quan

Hiệu thiết kế qua dữ liệu tức thì: Finch 3D biến thiết kế kiến trúc thành một quy trình dựa trên dữ liệu thay vì chỉ dựa kinh nghiệm [56]. Mỗi thay đổi phương án (thêm căn, kéo hành lang, tăng giảm diện tích phòng) đều được cập nhật tức thì: NIA, GFA, diện tích giao thông, số căn các loại... [27]. Nhờ các Instant Numbers, kiến trúc sư luôn biết phương án đang ở đâu so với mục tiêu (ví dụ: NIA/GFA đạt 78%, hành lang 22%). Điều này rút ngắn phản hồi với chủ đầu tư: thay vì xuất Excel tính tay, KTS có thể trình ngay các chỉ số trong buổi làm việc, giúp quyết định nhanh hơn và thuyết phục hơn [6].

Hệ thống chấm điểm đa mục tiêu: Bên cạnh các chỉ số riêng lẻ, Finch 3D cung cấp Scoring để lượng hóa chất lượng tổng thể phương án theo nhiều mục tiêu. Người dùng chọn tiêu chí (NIA, chiếu sáng, cân bằng diện tích, CO₂, hành lang...), gán trọng số theo ưu tiên dự án [28]. Phần mềm tính điểm từng phương án theo mức độ “gần” với mục tiêu. Đặc biệt, Scoring có giải thích: cho biết phương án nào tối ưu nhờ tiêu chí nào, tuân thủ quy định nào, và đánh đổi ra sao [29]. Ví dụ, A có điểm cao vì tối ưu NIA và chiếu sáng, dù hành lang dài; B hành lang ngắn hơn nhưng NIA thấp

hơn nên điểm kém. Tính minh bạch này giúp KTS giải trình lựa chọn với chủ đầu tư khoa học, giảm tranh luận cảm tính.



Hình 3: Chấm điểm & lọc phương án: Bên trái là biểu đồ trục song song cho các tiêu chí (Khả năng thích ứng, Đúng quy chuẩn, CO₂, Ánh sáng, Điểm tổng), có bộ lọc “Đạt chuẩn 100%” và sắp xếp theo Điểm tổng. Bên phải là mặt bằng đang chọn (tô xanh) với phân tích: Thích ứng 80% - Tuân thủ 100% - Ánh sáng 100% - Điểm tổng 90%. KTS xem điểm và chọn nhanh phương án tối ưu

Biểu đồ trục song song – trực quan hóa Pareto: Finch 3D còn hỗ trợ Parallel Axis Diagram để so sánh nhiều phương án cùng lúc. Mỗi phương án là một đường polyline qua các trục tiêu chí (NIA, CO₂, chiếu sáng...). Phương án ưu việt nổi bật khi tốt trên nhiều trục. Người dùng có thể lọc bằng cách thu hẹp giá trị trên trục (ví dụ giữ lại phương án có NIA/GFA > 75% và điểm sáng > 8/10) [57]. Sau vài thao tác, sẽ còn lại một tập Pareto – nhóm phương án không thể cải thiện thêm tiêu chí nào mà không làm xấu đi tiêu chí khác. KTS có thể chọn phương án cân bằng từ tập này, thay vì phương án cực đoan. Đây cũng là công cụ thuyết phục mạnh: biểu đồ cho thấy rõ vì sao A hơn B, giúp các bên đồng thuận trên cơ sở dữ liệu. Nghiên cứu cũng chỉ ra việc phân tích Pareto từ sớm giúp tìm chiến lược hình khối tối ưu nhanh hơn và dựa trên hiệu năng khách quan ở các bước sau [58].

3.5. Tích hợp & xuất dữ liệu bím (Revit/Rhino)

Kết nối hai chiều với công cụ hiện có: Ưu tiên hàng đầu của Finch 3D là tích hợp liền mạch với hệ sinh thái BIM quen thuộc. Công cụ hoạt động như một ứng dụng bổ trợ, có thể nhận đầu vào và trả đầu ra cho các phần mềm BIM/CAD chính. Hiện Finch hỗ trợ plugin cho Autodesk Revit, Rhino/Grasshopper và sắp tới là Autodesk Forma[59][36]. Nhờ vậy, KTS có thể dựng khối mô hình trong Revit/Rhino, sau đó chuyển sang Finch để tạo mặt bằng, rồi xuất ngược về Revit

dưới dạng tường, phòng, Family hoặc Area Plan đúng chuẩn BIM [60][61]. Các Group/Family cho căn hộ lắp lại cũng được hỗ trợ, đảm bảo phương án từ Finch tiếp nối liền mạch vào giai đoạn thiết kế kỹ thuật.

Tài hình học hiện trạng vào Finch: Tích hợp còn thể hiện ở đầu vào. Nhiều dự án đã có sẵn yếu tố cơ bản (lối thang, tường bao, giếng trời). Thay vì dựng lại, người dùng có thể nhập trực tiếp từ Revit/Rhino vào Finch[60]. Ví dụ, vẽ sơ bộ lối thang trong Revit rồi chuyển sang Finch làm biên ràng buộc cho thuật toán. Cách làm này vừa tận dụng tư duy thiết kế truyền thống, vừa đảm bảo phương án sinh ra gần với bối cảnh thực tế, đặc biệt phù hợp với cải tạo hoặc giai đoạn 2 của thiết kế khi mặt bằng đã chốt một phần.

Liên thông mô hình và phối hợp chuyên ngành: Việc tích hợp sâu giúp các bộ môn khác có thể tham gia sớm. Sau khi xuất mặt bằng từ Finch sang Revit, kỹ sư kết cấu có thể bố trí cột, kỹ sư MEP kiểm tra sơ bộ hệ thống kỹ thuật. Dù mô hình ở mức ý tưởng, nhưng chia sẻ sớm giúp phản hồi kịp thời, tránh tối ưu đơn ngành gây bất lợi cho bộ môn khác. Cách tiếp cận này phù hợp tinh thần ISO 19650, khuyến khích xây dựng “môi trường dữ liệu chung” để các bên cộng tác ngay từ đầu.

Tóm lại, Finch 3D không phải một “hộp đen” tách biệt mà được xây dựng để nhúng vào quy trình BIM của doanh nghiệp. Người dùng có thể an tâm rằng các đầu ra từ Finch (mặt bằng, thông số) đều theo định dạng chuẩn và đầu vào cho Finch có thể lấy ngay từ dữ liệu sẵn có. Điều này rất quan trọng trong việc triển khai thực tế tại Việt Nam, bởi đa số công ty đã đầu tư đáng kể vào hệ thống BIM (Revit) và cần một giải pháp cộng tác chứ không phải thay thế hoàn toàn.

3.6. Quy trình ứng dụng finch 3d trong thực tế

Bước 1: Chuẩn bị khối hình học và dữ liệu ban đầu

Kết quả thiết kế mặt bằng bắt đầu từ một khối hình học (massing) hoặc sơ đồ bố trí sơ bộ của công trình (ví dụ khối nhà ở đa tầng, cao ốc văn phòng). Thông thường, kiến trúc sư sử dụng phần mềm như Revit hoặc Rhino để xây dựng khối này rồi xuất hoặc kết nối với Finch 3D. Tại giao diện Finch, người dùng có thể tải khối, xác định vùng lõi giao thông, xác định vùng hành lang và xác định yêu cầu diện tích các căn hộ.

Bước 2: Đặt các ràng buộc thiết kế (Graph Rules) và thao tác đồ thị không gian (Finch Graph).

Sau khi khối hình học đã sẵn sàng, người dùng thiết lập *Đồ thị Finch (Finch Graph)* - trong đó mỗi đỉnh biểu diễn một không gian (phòng ngủ, sảnh đón, hành lang...) và mỗi cạnh biểu diễn quan hệ tiếp giáp giữa các không gian. Tiếp đó, thiết lập *Bộ quy tắc đồ thị (Graph Rules)*: ví dụ diện tích tối thiểu phòng ngủ $\geq 12 \text{ m}^2$, chiều rộng hành lang $\geq 1,4 \text{ m}$, phòng khách phải mở mặt thoáng. Finch 3D sử dụng thuật toán đồ thị để đảm bảo mọi phương án sinh ra đều thỏa mãn hoặc cảnh báo vi phạm liên tục khi chỉnh sửa phương án.

Bước 3: Sinh mặt bằng tầng bằng thuật toán (Generate Floor Plate 2.0).

Khi các ràng buộc đã được thiết lập, Finch 3D tiến hành sinh mặt bằng tầng tự động. Người dùng có thể chọn một trong ba phương án sinh: “Generate Around Existing Circulation” (khi lối và hành lang đã xác định), “Generate Cores” (khi muốn tự động phân bố lõi cho dạng tòa nhà dài/lệch), hoặc “Generate Corridors and Core” (khi bắt đầu từ tờ giấy trắng). Finch 3D phân tích khối hình học, phân phối lõi giao thông, đưa ra hành lang và bố trí căn hộ xung quanh. Đặc biệt, phiên bản 2.0 cho phép đặt **diện tích căn hộ đúng theo yêu cầu** (ví dụ 40 m^2 ra đúng 40 m^2) và hỗ trợ hình dạng mặt bằng phức tạp.

Bước 4: Đánh giá và lọc phương án bằng dữ liệu tức thời.

Mỗi phương án sinh ra sẽ ngay lập tức được Finch đánh giá bằng *Chỉ số tức thời (Instant Numbers)* như: diện tích thông thủy (NIA), tổng diện tích sàn (GFA), tỉ lệ giao thông, mức độ chiếu sáng tự nhiên, ước tính phát thải carbon... Kiến trúc sư có thể đồng thời sử dụng *Biểu đồ trục song song (Parallel Axis Diagram)* để so sánh nhiều phương án theo nhiều tiêu chí, lọc ra các phương án tối ưu Pareto. Quá trình này giúp rút ngắn thời gian so sánh thủ công, tăng tính lặp và khả năng lựa chọn nhanh.

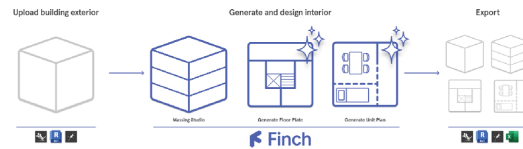
Bước 5: Xuất mô hình và bàn giao tích hợp BIM.

Khi phương án được chọn, Finch 3D hỗ trợ xuất trực tiếp mô hình sang Revit thông qua plug-in (Revit plug-in). Các tường, cửa, separator phòng và tag phòng được nhập sẵn, giúp kiến trúc sư không phải dựng lại từ đầu. Mô hình này có thể chuyển tiếp sang giai đoạn thiết kế triển khai, thay vì chỉ dùng để sơ bộ.

Bước 6: Chuẩn hóa và tái sử dụng thư viện mặt bằng thích ứng.

Cuối cùng, phương án đã chọn có thể được lưu vào *Thư viện mặt bằng thích ứng (Adaptive Plan Library)* – nơi lưu trữ các mặt bằng căn hộ mẫu đã kiểm chứng, có khả năng co giãn theo diện tích hoặc hình dạng. Nhờ đó, các dự án sau có thể tái sử dụng nhanh, tiết kiệm thời gian thiết kế sơ bộ cho các khối lặp lại như chung cư, cao tầng hành lang trung tâm.

Tóm tắt luồng ứng dụng.



Quy trình ứng dụng Finch 3D diễn ra theo thứ tự: chuẩn bị khối hình học → thiết lập đồ thị & ràng buộc → sinh tự động mặt bằng tầng → đánh giá & lọc bằng dữ liệu → xuất mô hình BIM → xây dựng/thực thi thư viện mặt bằng. Với việc tạo lập nhanh và kiểm soát dữ liệu tức thời, kiến trúc sư có thể chuyển từ giai đoạn ý tưởng sang phương án chọn một cách mạch lạc và hiệu quả hơn.

3.6 Đánh giá định lượng hiệu quả ứng dụng finch 3D

Mục tiêu và phương pháp. Đánh giá được thực hiện nhằm xác định hiệu quả của việc sử dụng Finch 3D so với quy trình thiết kế truyền thống trong giai đoạn thiết kế mặt bằng công năng. Hai luồng công việc được mô phỏng song song: (1) *Thiết kế thủ công theo quy trình truyền thống*; (2) *Thiết kế ứng dụng Finch 3D – Trợ lý thiết kế tạo sinh dựa trên đồ thị (Finch Graph)*. Các chỉ số so sánh gồm: *thời gian tạo một phương án (độ trễ)*, *số lượng phương án có thể duyệt trong một phiên làm việc*, *sai lệch diện tích căn hộ so với mục tiêu*, *tỷ lệ diện tích sử dụng thực (NIA)/diện tích sàn (GFA)*, *số lỗi quy chuẩn phát sinh và khả năng xuất mô hình BIM sang Revit*.

Nguồn dữ liệu và cách đo. Ở quy trình sử dụng Finch 3D, dữ liệu được lấy trực tiếp từ các công cụ nội tại của hệ thống gồm:

Chỉ số tức thời (Instant Numbers) và Bảng thông tin chính (Key Figures) – hiển thị liên tục các chỉ số NIA, GFA, UFA;

Biểu đồ trục song song (Parallel Axis Diagram) - công cụ trực quan hóa cho phép so sánh nhiều phương án thiết kế theo các tiêu chí khác nhau;

Bộ quy tắc đồ thị (Graph Rules) – đảm bảo mọi phương án đều tuân thủ quy chuẩn do người dùng đặt ra;

Bộ sinh mặt bằng tầng 2.0 (Generate Floor Plate 2.0) – thuật toán tạo sinh mặt bằng với khả năng đặt chính xác diện tích căn hộ theo yêu cầu, sai lệch bằng 0;

Phần mở rộng Revit (Revit plug-in) – cho phép xuất mô hình trực tiếp từ Finch sang Revit mà không cần dựng lại.

Theo dữ liệu công bố, Finch có thể tạo mặt bằng trong vài giây, đặt diện tích đúng yêu cầu và cho phép một mặt bằng căn hộ (Unit Plan) thích ứng với khoảng 1.000 hình dạng khác nhau thông qua Thư viện mặt bằng thích ứng (Adaptive Plan Library).

Bảng 1: So sánh định lượng giữa quy trình truyền thống và Finch 3D

Chỉ số	Quy trình truyền thống	Finch 3D (theo dữ liệu công bố)
Thời gian tạo một phương án sơ bộ	Trung bình vài giờ (dựng, kiểm tra, chỉnh sửa thủ công)	Trong vài giây – sinh mặt bằng tự động bằng Bộ sinh mặt bằng tầng 2.0
Số lượng phương án trong một phiên làm việc	3–5 phương án, so sánh thủ công	Hàng chục đến hàng trăm phương án (Variants), lọc trực quan bằng Biểu đồ trục song song
Khả năng tái sử dụng mặt bằng căn hộ	Không có, phải vẽ lại cho từng dự án	Một mặt bằng mẫu có thể thích ứng với ~1.000 hình dạng (nhờ Thư viện mặt bằng thích ứng)
Sai lệch diện tích căn hộ	±2–3% do thao tác thủ công	≈0%, nhờ Bộ sinh mặt bằng tầng 2.0 đảm bảo diện tích chính xác
Cập nhật chỉ số diện tích (NIA/GFA)	Tính thủ công, cập nhật chậm	Chỉ số tức thời (Instant Numbers) hiển thị tự động theo thời gian thực
Xuất mô hình BIM	Dựng lại thủ công, tốn thời gian	Phần mở rộng Revit: xuất mô hình trực tiếp Finch → Revit

Nhận xét tổng quát. Kết quả cho thấy Finch 3D giúp giảm đáng kể thời gian và công sức trong giai đoạn tiền thiết kế. Thời gian tạo phương án được rút ngắn từ hàng giờ xuống vài giây, sai lệch diện tích giảm từ 2–3% xuống gần 0%, đồng thời tăng mạnh khả năng tạo và đánh giá đa phương án trong cùng một phiên làm việc. Dữ liệu được cập nhật tức thời, giúp kiến trúc sư kiểm soát được chất lượng thiết kế mà không cần thao tác thủ công.

Bảng 2: Kết quả tham chiếu các công cụ tạo sinh tương tự

Công cụ / Tổ chức	Bối cảnh ứng dụng	Kết quả công bố
Patriarche – Autodesk Forma	Thiết kế sơ bộ khu đô thị	Thời gian giảm từ 2 ngày xuống 1,5 giờ
BSB Design – TestFit	Dự án quy hoạch khả thi	Giảm 75% thời gian thực hiện
TruSteel – TestFit	Thiết kế kho lưu trữ	Nhanh hơn 20 lần (1 tuần → 2 giờ)
AC Martin – TestFit	Thiết kế nhà ở đa tầng	6× nhanh hơn, 4× nhiều phương án/tuần

Tổng kết.

Các kết quả tham chiếu quốc tế cho thấy nhóm công cụ tạo sinh (Generative Design) thường giúp rút ngắn 50–75% thời gian thiết kế sơ bộ. Với tốc độ xử lý theo giây, khả năng kiểm soát quy chuẩn theo thời gian thực, và chức năng xuất BIM tự động, Finch 3D đạt được hiệu quả tương đương hoặc cao hơn mức trung bình này. Đây là minh chứng cho tiềm năng của việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo và đồ thị thiết kế trong việc tối ưu hóa quy trình kiến trúc hiện đại.

4. BÀI HỌC TỪ TRIỂN KHAI QUỐC TẾ

Mặc dù Finch 3D vẫn còn tương đối mới (đang trong giai đoạn thương mại hóa dần từ 2023 đến nay), một số bài học kinh nghiệm từ các đợt thử nghiệm và nâng cấp quốc tế có thể rút ra để định hướng triển khai tại Việt Nam.

Hiệu quả Floor Plate 2.0: Nâng cấp tháng 9/2024 khắc phục nhiều hạn chế trước đó. Trước kia KTS phải chỉ định số lõi thang cố định, đôi lúc dẫn đến hành lang dài bất hợp lý [62]. Phiên bản mới cho phép nhập *khoảng số lõi* (ví dụ 2–3), AI sẽ tự chọn cấu hình tối ưu để tránh hành lang quá dài [62]. Bên cạnh đó, tính năng giải thích lý do “không khả thi” cũng được đánh giá cao, giúp KTS nhanh chóng điều chỉnh yêu cầu thay vì thử các phương án bất khả thi [21]. Thực tế cho thấy số lần “AI cụt phương án” giảm hẳn khi có phản hồi minh bạch.

Sự cần thiết của thuật toán linh hoạt: Nhiều tình huống chứng minh nên để AI khám phá trong phạm vi biên độ thay vì ràng buộc cứng. Ví dụ, thay vì cố định lõi, KTS chỉ cần cố định vùng hành lang, còn Finch sẽ tối ưu vị trí lõi theo tiêu chí thoát hiểm và thông gió. Trong một dự án châu Âu, AI đề xuất 3 lõi nhỏ thay vì 2 lõi lớn, nhờ đó mọi căn hộ đều có 2 mặt thoáng; phương án này thắng thế sau khi so sánh bằng biểu đồ trục song song, dù chi phí xây dựng tăng nhẹ [63][64]. Bài học là: nên

coi Finch như công cụ khám phá hơn là ép theo khuôn định sẵn.

Trình bày trực quan để thuyết phục: Các công ty quốc tế nhấn mạnh vai trò của biểu đồ so sánh trong giao tiếp với khách hàng. Thay vì chỉ nộp một bản vẽ, họ trình cả biểu đồ trực song song và phương án đối sánh. Khách hàng ấn tượng khi thấy hàng trăm phương án đã được AI sàng lọc và phương án cuối là kết quả lựa chọn khoa học, có điểm số và chỉ tiêu minh bạch [6][57]. Tạp chí AEC Magazine ghi nhận: *“Khách hàng thích biểu đồ của Finch – nó cho họ cảm giác tham gia vào quyết định và hiểu rõ vì sao phương án cuối được chọn”*. Điều này rút ngắn quy trình phê duyệt và tăng tính đồng thuận.

Trường hợp điển hình: Theo thông tin công khai, Finch 3D đã được thử nghiệm tại một số công ty hàng đầu như White Arkitekter và Herzog & de Meuron [65][66]. Dù chi tiết dự án không được công bố, việc hai tên tuổi này chấp nhận tham gia cho thấy tiềm năng của Finch trong môi trường thực chiến. White Arkitekter (Thụy Điển) đặc biệt quan tâm tính năng Finch Basic - phiên bản dành cho thiết kế nhà ở tiêu chuẩn với chi phí thuê bao thấp – nhằm tăng tốc các dự án chung cư quy mô trung bình của họ [67][68]. Kết quả nội bộ cho thấy Finch Basic có thể tạo hàng ngàn biến thể phương án trong vài giờ, kèm theo đầy đủ số liệu NIA/GFA, giúp nhóm thiết kế đề xuất được nhiều lựa chọn phong phú cho chủ đầu tư trong thời gian ngắn[68]. Đây là minh chứng cho thấy nếu sử dụng đúng mục đích, Finch 3D có thể đem lại lợi thế cạnh tranh rõ rệt: công ty cung cấp dịch vụ nhanh hơn, phương án có cơ sở khoa học hơn, giảm được nhiều vòng sửa phương án sau này.

5. FINCH 3D CÓ PHÙ HỢP VỚI THỊ TRƯỜNG VIỆT NAM

Đánh giá mức độ phù hợp của Finch 3D với bối cảnh Việt Nam có thể xét theo bốn nhóm tiêu chí: (1) kỹ thuật - hình học - quy trình; (2) tích hợp quy chuẩn & kiểm soát chất lượng; (3) hỗ trợ ra quyết định & thuyết phục stakeholders; (4) tổ chức - công cụ - duy trì tri thức.

Kỹ thuật – Hình học – Quy trình làm việc. Bài toán bố trí mặt bằng tầng căn hộ tại Việt Nam nằm trong năng lực cốt lõi của Finch 3D, vốn hướng tới nhà ở nhiều căn (multi-family residential) [69]. Ba chế độ tạo sinh (Blank Slate, quanh lối tùy chỉnh, phân khu hành lang) cho phép áp dụng linh hoạt theo dự án. Thực tế, phương án thường đã có định

hướng lối giao thông từ giai đoạn quy hoạch; KTS có thể phác lối/hành lang trên Revit và dùng Generate around a custom core để Finch xếp căn quanh lõi đó[31]. Khi cần, chia mặt bằng theo cánh để sinh riêng từng phân đoạn - phù hợp các tòa chữ L, chữ U tại Việt Nam. Adaptive Plan Library giúp “đóng gói” căn mẫu dạng mô-đun thích ứng, thuận lợi chuẩn hóa catalogue căn hộ của chủ đầu tư. Về quy trình, Finch nhúng mượt vào BIM: tải tường biên/lối từ Revit sang Finch, sinh phương án rồi xuất ngược Revit để triển khai tiếp [60]. Nhìn chung, năng lực kỹ thuật và luồng làm việc của Finch 3D phù hợp cao với thực hành chung cư/NOXH trong nước.

Quy chuẩn - Kiểm soát chất lượng. Graph Rules có thể số hóa phần lớn yêu cầu định lượng của QCVN 04:2021/BXD và các chuẩn liên quan (diện tích tối thiểu, bề rộng thoát nạn, chiều dài hành lang, yêu cầu mặt thoáng...), giúp phương án sinh ra mặc định tuân thủ và giám sát kiểm tra thủ công. Với NOXH - nơi diện tích căn bị khống chế chặt - Floor Plate 2.0 hỗ trợ bám đúng diện tích mục tiêu [19]. Các quy tắc tiếp cận (bán kính xe lăn, v.v.) cũng có thể cấu hình linh hoạt. Continuous Compliance Checking đảm bảo kiểm soát thời gian thực trong suốt quá trình hiệu chỉnh, giảm rủi ro PCCC/pháp lý về sau. Ở cấp tổ chức, Graph Studio tạo một “nguồn sự thật” duy nhất cho ràng buộc thiết kế, giúp nhiều đơn vị tư vấn cùng tuân theo bộ quy tắc thống nhất - hữu hiệu với mô hình phối hợp Việt Nam - quốc tế.

Ra quyết định - Thuyết phục các bên liên quan. Bộ công cụ Instant Numbers + Scoring + Parallel Axis (mục 3.4) chuyển quy trình lựa chọn phương án từ cảm tính sang định lượng: so sánh NIA/GFA, cơ cấu căn, chiếu sáng, CO₂... và giải thích đánh đổi một cách minh bạch. Trong bối cảnh NOXH cần tối ưu chi phí nhưng giữ chất lượng, lập luận kiểu “A hơn B 5% NIA, tốt ánh sáng 10%, nhưng CO₂ cao hơn 8% - điểm tổng A = 8.5, B = 8.3” thuyết phục hơn hẳn. Parallel Axis giúp nhận diện nhanh tập Pareto để rút ngắn thời gian họp, tăng đồng thuận. Chế độ Presentation cho phép chia sẻ link tương tác để chủ đầu tư xem số liệu/so sánh trực tiếp trên trình duyệt - phù hợp xu hướng làm việc từ xa [70][71].

Tổ chức - Công cụ - Bảo trì tri thức. Finch 3D hỗ trợ thay vì thay thế công cụ hiện có, nên chuyển đổi ít xáo trộn: KTS vẫn dựng khối trên Revit/Rhino, còn Finch tối ưu bố trí. Graph Studio giúp xây dựng “bộ quy tắc chuẩn” cấp tổ chức, biến tri thức tích lũy thành tài sản số dùng lại để

dàng [16][17]. Ở bản Enterprise, thư viện/rules có thể lưu cục bộ, phân quyền theo vai trò - phù hợp yêu cầu bảo mật, nhất là dự án công. Khi thư viện và rule đầu tư đủ sâu, chi phí chuyển đổi sang nền tảng khác tăng [72]; điều này khuyến khích doanh nghiệp gắn bó và khai thác tối đa giá trị đã tích lũy.

Kết luận sơ bộ. Trên bốn nhóm tiêu chí, Finch 3D rất phù hợp để thí điểm tại Việt Nam, đặc biệt mảng nhà ở (NOXH, chung cư). Trọng tâm “tạo nhanh - kiểm tra tức thời - so sánh minh bạch - xuất Revit” đánh đúng điểm nghẽn thị trường. Mức độ phù hợp cuối cùng cần kiểm chứng qua kịch bản thí điểm và bộ chỉ số định lượng ở mục 6.

6. KỊCH BẢN THÍ ĐIỂM FINCH 3D TRONG 3 TUẦN

Để đánh giá hiệu quả Finch 3D, đề xuất thí điểm 3 tuần cho dự án chung cư quy mô nhỏ (2 - 3 block, ~15 tầng). Kịch bản gồm Chuẩn bị (Tuần 1), Thực hiện (Tuần 2) và Tổng kết (Tuần 3), như sau:

Tuần 1: Chuẩn bị

- Lựa chọn đối tượng thí điểm: Chọn 2-3 mặt bằng tầng điển hình - ví dụ: một tầng hình vuông, một tầng chữ L và một tầng bị vát theo lô đất. Đây là các trường hợp phổ biến ở Việt Nam; sự đa dạng hình dạng giúp đánh giá độ linh hoạt của Finch.

- Xây dựng thư viện căn hộ thích ứng: Dùng Adaptive Plan Library, tạo các mẫu căn hộ thích ứng cho dự án: 1PN, 2PN, 3PN. Mỗi mẫu được vẽ chi tiết trong Finch (hoặc import từ CAD có sẵn) rồi thiết lập ràng buộc Lock/Extendable phù hợp[42][73]. Ví dụ: khóa phòng tắm và logia; cho phép kéo giãn phòng ngủ, phòng khách. Lưu các mẫu vào thư viện công ty và gán tên dễ nhận biết (1PN-45m², 2PN-60m², 3PN-75m²...).

- Mã hóa bộ quy tắc đồ thị: Căn cứ QCVN 04:2021 và tiêu chuẩn nội bộ, soạn Graph Rules gồm ~5-7 nhóm: (1) Diện tích tối thiểu phòng (ngủ đơn $\geq 9\text{m}^2$, đôi $\geq 12\text{m}^2$; bếp $\geq 5\text{m}^2$; WC $\geq 3\text{m}^2$...); (2) Hành lang & thoát nạn (rộng $\geq 1,4\text{ m}$; khoảng cách căn xa nhất đến thang bộ $\leq 25\text{ m}$); (3) Thông gió/chiếu sáng (mỗi căn ≥ 1 mặt thoáng; phòng ngủ có cửa sổ trực tiếp); (4) Tiếp cận (căn ở tầng 1 đủ bán kính quay xe lăn trong WC); (5) Yêu cầu hệ thống (căn 3PN gần lối để rút ngắn ống MEP). Nhập các quy tắc vào Finch qua Graph Studio với tham số cụ thể[49] và áp dụng cho dự án thí điểm.

Tuần 2: Thực hiện

- Tạo phương án với các cấu hình khác nhau: Chạy tạo sinh cho các mặt bằng mẫu theo 2 chế độ: (a) Blank Slate - Finch đề xuất cả lõi và căn; (b) Custom Core - cố định lõi theo phương án KTS (lõi giữa/lệch góc). Đồng thời thiết lập 3 cấu hình trọng số trong Scoring: (I) Ưu tiên NIA (tối đa diện tích ở); (II) Ưu tiên giao thông (giảm diện tích hành lang & khoảng cách thoát nạn); (III) Cân bằng (trọng số đều). Tổng cộng ~6 kịch bản/mặt bằng (2 chế độ $\times$ 3 cấu hình). Mỗi kịch bản cho Finch chạy ~30 - 60 phút, tạo ra hàng trăm đến hàng nghìn biến thể.

- Phân tích và lọc kết quả: Dùng Parallel Axis Diagram để trực quan hóa toàn bộ tập phương án cho từng kịch bản. Áp dụng lọc Pareto: loại bỏ phương án vi phạm (lý tưởng = 0 nhờ Graph Rules) và phương án kém rõ rệt ở một tiêu chí (ví dụ NIA < 65% GFA hoặc mọi phòng ngủ đều không có mặt thoáng). Xác định nhóm Pareto tối ưu (thường 5 - 7 phương án/kịch bản). Ghi lại đại diện tiêu biểu (điểm Scoring cao nhất, sáng tốt nhất, NIA cao nhất, v.v.).

- Chọn phương án “tinh” và xuất BIM: Từ nhóm Pareto, KTS cùng chủ trì dự án chọn Top 2/mặt bằng (dựa dữ liệu + trực giác). Xuất sang Revit để kiểm tra chi tiết: Finch tạo tường, sàn, phòng của phương án vào file Revit gốc[61]. Nhóm BIM kiểm tra nhanh tương thích (ví dụ: căn auto có đè vào lỗ kỹ thuật/kết cấu dự kiến không). Nếu có vấn đề nhỏ, chỉnh ngay trên Revit. Mục tiêu: có 1 phương án tốt nhất/mặt bằng đưa vào giai đoạn thiết kế kỹ thuật.

Tuần 3: Tổng kết đánh giá

- So sánh với quy trình truyền thống: Lượng hóa hiệu quả giữa quy trình dùng Finch và cách làm trước đây (dựa trên dự án tương tự): (1) Thời gian thiết kế sơ bộ: số giờ công từ nhiệm vụ $\rightarrow$ chốt phương án (kỳ vọng giảm đáng kể; ghi con số thực đo); (2) Số phương án/giờ: Finch có thể sinh hàng trăm phương án/giờ; ghi giá trị thực đo (ví dụ ~200 phương án/giờ chạy máy, chưa tính chuẩn bị); (3) Sai lệch diện tích: |Diện tích thiết kế - mục tiêu|/mục tiêu cho từng căn; với Finch kỳ vọng ~0% nhờ Floor Plate 2.0[19]; (4) Tỷ lệ diện tích giao thông: so sánh NIA/GFA giữa phương án Finch tối ưu và benchmark nội bộ; (5) Số lỗi vi phạm quy chuẩn: kiểm đếm theo QCVN (lý tưởng = 0 nhờ Graph Rules; nếu >0, phân loại do diễn giải hay do thiếu rule); (6) Mức độ điều chỉnh sau xuất BIM: thời gian chỉnh sửa mô hình Revit (từ

Finch)/thời gian vẽ mới; $\leq 5\%$ coi là thành công. Tổng hợp các chỉ số vào báo cáo cuối kỳ.

- Định lượng ROI (lợi ích so với chi phí): Dựa số liệu thu thập, tính ROI sơ bộ: nếu thời gian sơ bộ giảm $\sim 20 - 50\%$ (tùy dự án), với quy mô 30.000 m² sàn $\rightarrow$ tiết kiệm $\sim X$ giờ công ($\approx \sim Y$ triệu đồng). Nếu số vòng họp giảm (ví dụ $5 \rightarrow 2$) nhờ dữ liệu thuyết phục, tiết kiệm thêm Z ngày. So sánh lợi ích với chi phí thuê bao Finch (hiện ~ 49 /tháng cho Finch Basic[68]) và thời gian đào tạo (~ 1 tuần ban đầu). Kết luận tính hiệu quả tài chính (dự kiến dương nếu tiết kiệm > 100 giờ công/dự án).

- Phỏng vấn phản hồi người dùng: Thu thập ý kiến KTS trực tiếp dùng Finch trong pilot: trải nghiệm học & dùng (dễ/khó), giao diện, rủi ro khi chuyển đổi, đề xuất cải thiện (tính năng, hỗ trợ tiếng Việt...). Phản hồi này định hướng triển khai rộng.

Bộ chỉ số khuyến nghị:

- Tỷ lệ sai số diện tích căn hộ: $= |\text{Diện tích thiết kế} - \text{Diện tích mục tiêu}| / \text{Diện tích mục tiêu}$ (đo độ bám yêu cầu).

- Tỷ lệ giao thông: $= \text{Diện tích giao thông} / \text{Tổng diện tích sàn}$ (hoặc $= 1 - \text{NIA/GFA}$); càng thấp càng tốt (thường $< 20\%$ với chung cư).

- Số phương án/giờ: $= \text{Tổng số phương án AI đã duyệt} / \text{Số giờ thiết kế sơ bộ}$ (đo năng suất sáng tạo).

- Thời gian từ nhiệm vụ $\rightarrow$ phương án chọn: tổng thời gian (tuần/ngày) đến khi chốt phương án trình CĐT.

- Tỷ lệ vi phạm quy chuẩn: $= \text{Số lỗi vi phạm QCVN/TCVN trong phương án cuối} / (\text{Tổng số quy định kiểm})$; kỳ vọng $= 0$ nếu Graph Rules đầy đủ (nếu $> 0 \rightarrow$ cải thiện rule).

- Mức độ chỉnh sửa sau xuất BIM: $= \text{Thời gian chỉnh sửa mô hình Revit (từ Finch)} / \text{Thời gian vẽ mới toàn bộ phương án}$; $< 10\%$ nghĩa là mô hình Finch rất đạt.

Những chỉ số này giúp định lượng tác động của Finch 3D so với quy trình truyền thống. Sau pilot 3 tuần, doanh nghiệp có cơ sở quyết định mở rộng triển khai Finch (nếu kết quả tích cực) hoặc điều chỉnh cho phù hợp quy trình nội bộ.

7. RỦI RO & ĐỀ XUẤT XỬ LÝ KHI TRIỂN KHAI

Bất kỳ công nghệ mới nào cũng đi kèm một số rủi ro và thách thức. Dưới đây là các rủi ro dự kiến khi ứng dụng Finch 3D tại Việt Nam, kèm theo cách xử lý giảm thiểu:

- Hình học dự án quá phức tạp hoặc “hữu cơ”: Một số công trình có hình dáng mặt bằng phi tiêu chuẩn (bo tròn, đa giác lõm phức tạp) có thể gây khó khăn cho thuật toán tạo sinh căn hộ của Finch. Mặc dù phiên bản Floor Plate 2.0 đã cải thiện hỗ trợ hình khối phức tạp[20], nhưng trường hợp “đặc dị” có thể vẫn gặp lỗi hoặc phương án kém tối ưu. Cách xử lý: chia mặt bằng thành các vùng đơn giản hơn để Finch sinh cục bộ từng vùng, sau đó ghép lại. Ngoài ra, chú ý lắng nghe các thông báo “không khả thi” của Finch [21] – chúng giúp nhận ra giới hạn đang vi phạm để điều chỉnh đầu vào (ví dụ nói diện tích căn nhỏ nhất, tăng số lõi) trước khi thử lại. Nhóm phát triển Finch gợi ý người dùng nên tinh chỉnh dần thông số thay vì cố ép một bài toán không lời giải ngay từ đầu.

- Diễn giải quy chuẩn chưa đầy đủ hoặc khác biệt: Mỗi công ty có thể hiểu và áp dụng quy chuẩn xây dựng hơi khác nhau (do quen cách diễn giải cũ, hoặc do tiêu chuẩn nội bộ cao hơn mức tối thiểu luật định). Nếu Graph Rules không thiết lập đủ hoặc không đúng ý, phương án tạo ra có thể vẫn vi phạm những “luật ngầm” mà kiến trúc sư quen tuân theo. Giải pháp: đầu tiên, dành thời gian soạn bộ Graph Rules thật kỹ (ưu tiên thừa hơn thiếu), có thể kiểm tra lại với một hai phương án mẫu. Thứ hai, sử dụng Graph Studio để duy trì bộ quy tắc chuẩn, trong đó ghi chú rõ các diễn giải đã thống nhất (ví dụ: “tính diện tích thông thủy phòng ở không bao gồm cột, hộp kỹ thuật” – điều này phải được mã hóa đúng). Việc dùng Graph Studio giúp các thành viên trong nhóm cùng hiểu một cách diễn giải, tránh sai khác. Nếu phát hiện phương án Finch vi phạm yêu cầu nào đó chưa có trong Graph Rules (dù đạt QCVN nhưng chưa đạt tiêu chuẩn nội bộ chẳng hạn), cần bổ sung ngay rule tương ứng rồi chạy lại để tránh lỗi lặp.

Thay đổi thói quen và tâm lý e ngại: Kiến trúc sư có thể phản ứng trái chiều với công cụ AI mới – một số hứng thú, nhưng một số lo ngại bị “mất việc” hoặc đơn giản ngại học cái mới. Điều này có thể cản trở việc áp dụng Finch nếu không được giải quyết. Cách xử lý: nhấn mạnh thông điệp Finch là “đồng hành AI” chứ không phải thay thế kiến trúc sư. Như lời CEO Finch: “Chúng tôi tin rằng kiến trúc sư cần cộng sự hơn là phi công tự động” [74]. Trong nội bộ, có thể tổ chức các buổi *demo nhanh* cho thấy Finch giúp công việc nhẹ nhàng hơn: ví dụ demo tính năng Parallel Axis + Instant Numbers để chứng minh việc đánh giá phương án trở nên khách quan và thú vị. Thường sau khi thấy kết quả

trực quan (như biểu đồ đẹp, số liệu chạy tự động), nhiều kiến trúc sư sẽ bị thuyết phục. Cũng nên chỉ ra rằng họ vẫn kiểm soát sáng tạo hoàn toàn (quyết định cuối cùng, điều chỉnh tham số) – AI không cướp mất “chất kiến trúc sư” của họ, mà chỉ giúp loại bỏ phần việc tẻ nhạt.

- Vấn đề hỗ trợ kỹ thuật và nội địa hóa: Vì Finch 3D là sản phẩm quốc tế, ban đầu có thể chưa có giao diện tiếng Việt hoặc hỗ trợ múi giờ, đơn vị đo theo Việt Nam. Người dùng có thể gặp khó trong quá trình học và khai thác. Giải pháp: tận dụng Finch Academy và tài liệu sẵn có (video, hướng dẫn) bằng tiếng Anh, đồng thời thiết lập kênh hỗ trợ nội bộ (cử một hai nhân sự rành tiếng Anh để trao đổi với support Finch khi cần). Về lâu dài, nếu pilot thành công, có thể đề xuất Finch bổ sung gói ngôn ngữ tiếng Việt và các tiêu chuẩn Việt Nam vào thư viện Graph Rules mẫu (dựa trên kinh nghiệm triển khai). Ngoài ra, duy trì cộng đồng người dùng Finch trong nước (nhóm chat, forum) để chia sẻ mẹo sử dụng và giúp nhau giải quyết sự cố nhanh chóng.

Tóm lại, các rủi ro trên đều có thể khắc phục bằng cách tiếp cận phù hợp và chuẩn bị kỹ. Quan trọng là doanh nghiệp cần nhận thức rõ chúng và có kế hoạch ứng phó trước khi triển khai rộng Finch 3D, để đảm bảo quá trình chuyển đổi công nghệ diễn ra suôn sẻ.

8. KẾT LUẬN

Tạo sinh nhanh - kiểm tra tự động - quyết định minh bạch - tích hợp BIM liền mạch - Finch 3D hội tụ những năng lực này để giải quyết các “điểm đau” cố hữu trong giai đoạn thiết kế sơ bộ chung cư, nhà ở. Thông qua việc áp dụng đồ thị thiết kế và AI, Finch cho phép kiến trúc sư vừa nâng cao tốc độ lẫn chất lượng phương án, đồng thời giảm rủi ro sai sót về quy chuẩn. Những tính năng đã được kiểm chứng trên thị trường quốc tế - như Generate Floor Plate 2.0 đảm bảo diện tích chính xác [19], Adaptive Plan Library tái sử dụng thiết kế thông minh [23], Parallel Axis Diagram hỗ trợ tìm phương án tối ưu Pareto – đều rất phù hợp với nhu cầu thiết kế nhà ở tại Việt Nam. Đặc biệt, báo cáo độc lập cho thấy Finch 3D có thể giúp rút ngắn tới 80% thời gian thiết kế sơ bộ cho dự án chung cư điển hình [1], một con số ấn tượng khó đạt được nếu chỉ cải tiến quy trình thông thường.

Tất nhiên, việc ứng dụng Finch 3D ở Việt Nam cần đi từng bước: bắt đầu từ thí điểm dự án nhỏ để đánh giá các chỉ số hiệu quả (đề xuất trong mục 6), sau đó điều chỉnh cho phù hợp thực tiễn nội địa.

Kết quả thí điểm - giả sử tích cực - sẽ là cơ sở định lượng thuyết phục các bên (công ty thiết kế, chủ đầu tư, thậm chí cơ quan thẩm định) tin tưởng hơn vào phương pháp tạo sinh và ra quyết định dựa trên dữ liệu. Từ những phân tích và minh chứng đã trình bày, có cơ sở để kỳ vọng Finch 3D sẽ trở thành “trợ lý kiến trúc sư” hữu ích trong lĩnh vực thiết kế nhà ở tại Việt Nam. Công nghệ này không thay thế con người, mà cho phép kiến trúc sư “thiết kế cùng AI” - tập trung vào sáng tạo giá trị gia tăng, trong khi AI hỗ trợ xử lý phân lặp và tối ưu kỹ thuật [74]. Đây chính là tương lai gần của ngành kiến trúc: sự kết hợp nhuần nhuyễn giữa kinh nghiệm con người và sức mạnh máy để tạo ra những công trình tối ưu hơn về mọi mặt.

Trong quá trình thực hiện nghiên cứu, tác giả không chỉ tổng hợp và phân tích dữ liệu từ các nguồn chính thức của Finch 3D, mà còn Việt hoá toàn bộ hệ thuật ngữ chuyên ngành liên quan đến nền tảng này. Các khái niệm như *Finch Graph* (Đồ thị Finch), *Graph Rules* (Bộ quy tắc đồ thị), *Adaptive Plan Library* (Thư viện mặt bằng thích ứng), hay *Instant Numbers* (Chỉ số tức thời) được hệ thống hoá và chuyển ngữ phù hợp với ngữ cảnh hành nghề kiến trúc tại Việt Nam. Việc chuẩn hoá này nhằm tạo cơ sở ngôn ngữ thống nhất cho các nhóm nghiên cứu và triển khai BIM - AI trong nước.

Bên cạnh đó, tác giả đề xuất quy trình thử nghiệm ứng dụng Finch 3D trong điều kiện thực tế Việt Nam, bao gồm các bước: chuẩn bị khối hình học - thiết lập đồ thị và ràng buộc quy chuẩn - tạo sinh mặt bằng - đánh giá tức thời - xuất mô hình BIM – chuẩn hoá thư viện mặt bằng thích ứng. Quy trình này được điều chỉnh từ tài liệu hướng dẫn quốc tế để phù hợp với QCVN 04:2021/BXD, đặc biệt trong các tham số về diện tích tối thiểu, bề rộng hành lang và tỷ lệ giao thông.

Ngoài ra, tác giả cũng xây dựng bảng so sánh định lượng giữa Finch 3D và phương pháp thiết kế truyền thống, trên cơ sở tổng hợp dữ liệu thực nghiệm, thông tin công bố của nhà phát triển và các nghiên cứu liên quan. Phần đánh giá này góp phần bổ sung khía cạnh khoa học cho đề tài, giúp định vị Finch 3D không chỉ như một công cụ mô phỏng mà còn là một nền tảng tạo sinh dữ liệu phục vụ ra quyết định thiết kế.

Cuối cùng, tác giả đã xây dựng sơ đồ tổng quan phương pháp nghiên cứu (input → AI generation → scoring → output BIM) minh họa mạch hoạt động của hệ thống, giúp người đọc dễ

hình dung toàn bộ luồng dữ liệu và vị trí tương tác của AI trong quy trình thiết kế. Đây cũng là phần được thiết kế riêng trong khuôn khổ nghiên cứu này nhằm làm rõ cách Finch 3D có thể tích hợp vào quy trình BIM hiện hành.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <https://aecomag.com/technology/finchuntethered/>
- [2] <https://en.vietnamplus.vn/vietnam-strives-to-build-995445-social-housing-units-by-2030-post310680.vnp>.
- [3] <https://www.archdaily.com/929300/can-a-machine-perform-the-work-of-an-architect-achat-with-jesper-wallgren-founder-at-finch-3d>
- [4] <https://blog.inventure.vc/backing-finch-to-add-data-collaboration-and-intelligence-to-building-design-5763d0d298f9>
- [5] <https://medium.com/finch3d/introducingfinchgraph-rules-revolutionizing-the-designprocess-for-architects-2082d7d127bb>
- [6] <https://www.finch3d.com/>
- [7] Báo cáo chi tiết Finch 3d
- [8] <https://docs.finch3d.com/overview/newfeature>
- [9] <https://docs.finch3d.com/unit-plan-studio/adaptive-plan-library>
- [10] <https://parametric-architecture.com/10-aitools-to-generate-interior-and-architecturalimages>
- [11] <https://docs.finch3d.com/floor-plate-studio/generate-unit-mix-and-corridors>
- [12] <https://docs.finch3d.com/unit-plan-studio/enterprise-generate-unit-plan>
- [13] Sydora, C., & Stroulia, E. (2020). Rulebased compliance checking and generative design for building interiors using BIM. *Journal of IT in Construction*, 25: 275–293.
- [14] Xu, Y., Zhang, J., & Li, X. (2025). Multiobjective optimization of daylighting performance and solar radiation for building geometry using a hybrid evolutionary algorithm. *Scientific Reports*, 15(1), Article 12165.
- [15] <https://architosh.com/2024/09/finch3dadvances-ai-based-floor-plan-generator/>
- [16] <https://docs.finch3d.com/>
- [17] <https://docs.finch3d.com/fundamentals/share-and-present>