XÂY DỰNG
TẠP CHÍ ĐIỆN TỬ CỦA BỘ XÂY DỰNG
JOURNAL OF CONSTRUCTION

TẠP CHÍ XÂY DỰNG - eISSN 3030-4482

Phát triển công cụ phân tích kết cấu dầm hỗ trợ giảng dạy đại học

Development of the "Beam Analysis Toolbox" for undergraduate education

Nguyễn Duy[1], Đào Chí Trung[2], Võ Xuân Chiến[1], TS Trần Vĩnh Lộc[1,3,*]
[1]Khoa Kỹ thuật công trình, Trường Đại học Tôn Đức Thắng
[2]Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội
[3]Nhóm nghiên cứu ACCSE, Khoa Kỹ thuật công trình, Trường Đại học Tôn Đức Thắng
[*]Email: tranvinhloc@tdtu.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO
Chuyên mục: Khoa học công nghệ
Ngày nhận bài: 08/7/2026
Ngày sửa bài: 16/7/2026
Ngày chấp nhận đăng: 24/7/2026
Ngày xuất bản Online: 27/7/2026
Tác giả liên hệ:
Email: tranvinhloc@tdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Thiết kế kết cấu an toàn và hiệu quả đòi hỏi kỹ sư phải xác định chính xác nội lực và định lượng được biến dạng của cấu kiện dưới tác động của tải trọng. Bài báo trình bày một công cụ "Beam Analysis Toolbox" - chương trình tính toán chuyên dụng, xây dựng trên nền tảng giao diện đồ họa do người dùng định nghĩa (GUI) của MATLAB nhằm tính toán và trực quan hóa biểu đồ lực cắt, mô-men uốn, cũng như đường đàn hồi của kết cấu dầm. Thay vì tiếp cận bài toán theo hướng rời rạc hóa kết cấu như phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH), công cụ đề xuất cung cấp lời giải giải tích của thành phần nội lực sử dụng phương pháp đồ họa, từ đó cho phép người dùng trực quan hóa sự phân bố của từng thành phần nội lực. Chuyển vị dầm được tính toán bổ sung thông qua phương pháp dầm liên hợp. Với định hướng phục vụ giảng dạy các học phần Sức bền vật liệu và Cơ học kết cấu, công cụ được tối ưu hóa theo hướng đơn giản và trực quan, giúp người dùng dễ dàng nhập dữ liệu và quan sát kết quả. Kết quả số thu được từ hai bài toán dầm đơn giản và dầm console cho thấy sự tương đồng chặt chẽ với phần mềm SAP2000, khẳng định độ tin cậy và tính ứng dụng thực tiễn của công cụ đề xuất.

Từ khóa: Kết cấu dầm; MATLAB GUI; biểu đồ lực cắt và mô-men; giải tích; chuyển vị.

ABSTRACT

Accurate determination of internal forces and quantification of structural deformations

under arbitrary applied loading are fundamental requirements in the safe and efficient design of structural systems. This paper presents "Beam Analysis Toolbox", a computational program developed on the MATLAB Graphical User Interface (GUI) platform for computing and visualizing shear force and bending moment diagrams, and also the elastic curve of beams. Be different from the conventional Finite Element Method (FEM), which discretizes the structure into finite elements, the proposed toolbox delivers analytical solutions for internal force resultants by directly solving the static equilibrium equations using the graphical method, thereby enabling users to intuitively visualize the distribution of each internal force component along the beam. Beam deflections are additionally evaluated using the conjugate-beam method. Oriented toward undergraduate education in Strength of Materials and Structural Mechanics courses, the toolbox is optimized for simplicity and clarity, providing a user-friendly interface that facilitates efficient data input and straightforward interpretation of computed results. Numerical examples involving a simply supported beam and a cantilever beam subjected to various combinations of loading demonstrate excellent agreement with results obtained from the commercial software SAP2000, confirming the accuracy, reliability, and practical applicability of the developed tool.

Keywords: Beam structure; MATLAB GUI; shear and moment diagrams; analytical solution; deflection.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh hiện nay, Chính phủ đang tập trung nguồn lực đầu tư phát triển các ngành khoa học cơ bản, kỹ thuật then chốt và công nghệ chiến lược [1]. Các ngành kỹ thuật như xây dựng, cơ khí, giao thông… được quan tâm và thu hút nhiều người học. Trong các ngành nghề này, những học phần chuyên ngành liên quan đến cơ học và kết cấu đóng vai trò nền tảng, giúp kết nối kiến thức toán học, vật lý được trang bị ở bậc phổ thông với tư duy phân tích, tính toán và ứng dụng trong kỹ thuật. Tuy nhiên, ở bậc đại học, sinh viên gặp nhiều khó khăn trong việc học tập và tiếp thu những môn học này. Khó khăn đến từ việc tiếp nhận các khái niệm mới, hiểu bản chất và ứng xử thực tế của kết cấu, cũng như mối quan hệ giữa sơ đồ tính và kết cấu thực tế. Chính vì vậy, nhu cầu phát triển các công cụ tính toán có giao diện trực quan, áp dụng trực tiếp các kiến thức được học ở giảng đường là rất cần thiết. Những công cụ này không chỉ hỗ trợ quá trình giảng dạy và học tập mà còn giúp sinh viên tăng cường khả năng tư duy, trực quan hóa và hiểu sâu hơn bản chất của các hiện tượng cơ học trong kết cấu.

Trong các dạng kết cấu, dầm là cấu kiện đơn giản nhất với dạng thanh mảnh, thường chịu tải trọng theo phương vuông góc với trục của nó. Dầm có thể được phân loại theo số nhịp, theo liên kết [2]. Khi chịu tác dụng của tải trọng ngoài tác dụng, dầm bị biến dạng trong mặt phẳng đang xét và phát sinh các thành phần nội lực để cân bằng với lực tác dụng, bao gồm lực cắt (V) và mô-men uốn (M) [3]. Trong một số trường hợp, lực dọc trục (*N*) cũng được ghi nhận, tuy nhiên đóng góp của thành phần này thường không đáng kể và bị bỏ qua trong tính toán thực tế. Với phạm vi ứng dụng trải rộng từ kết cấu nhà ở, công trình cầu đường đến các hệ thống kết cấu trong cơ khí chế tạo, dầm là cấu kiện nền tảng trong hầu hết các lĩnh vực kỹ thuật. Chính vì vậy, việc xác định và biểu diễn sự biến thiên của lực cắt V và mô-men uốn M dọc theo trục cấu kiện đóng vai trò then chốt, cho phép kỹ sư vị trí dầm bất lợi cũng như mặt cắt có giá trị nội lực cực đại. Kết quả phân tích này tạo nền tảng định lượng cho bài toán thiết kế kết cấu dầm, đảm bảo đồng thời hai tiêu chí an toàn chịu lực và tối ưu kinh tế.

Để phân tích ứng xử và xác định nội lực của kết cấu, cụ thể là kết cấu dầm, các phần mềm thương mại như SAP2000, ETABS hay Abaqus là những công cụ phân tích hiệu quả và được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, các phần mềm thương mại này chủ yếu

dựa trên phương pháp PTHH, đòi hỏi quy trình tính toán tương đối phức tạp và thường chỉ cung cấp kết quả cuối cùng [4]. Cụ thể, PTHH đòi hỏi rời rạc kết cấu, kỹ thuật ghép nối ma trận, kiến thức chuyên sâu về đại số ma trận [5]. Người dùng cần có kiến thức về Cơ học vật rắn biến dạng và Lý thuyết đàn hồi để xây dựng các phương trình vi phân chủ đạo [6]. Hơn nữa, trong phương pháp PTHH, thành phần nội lực (N, V, M) được tính gián tiếp từ kết quả chuyển vị thu được ở bước hậu xử lý (post-processing) [5-7]. Đây là trở ngại lớn đối với sinh viên ở cấp độ đại học do hạn chế về kiến thức nền tảng cũng như chuyên môn. Do vậy, trong nghiên cứu này, nhóm tác giả hướng tới đối tượng là sinh viên đại học với mục tiêu phát triển một công cụ tính toán nội lực và chuyển vị của dầm dựa vào kiến thức được trang bị trong các học phần Sức bền vật liệu và Cơ học kết cấu ở bậc đại học. Ngược lại, với phương pháp PTHH, có nhiều phương pháp khác có thể tính toán nội lực một cách trực tiếp từ hệ phương trình cân bằng. Trong đó, phương pháp mặt cắt (Method of Section) [8, 9] là phương pháp cơ bản nhất được trình bày nhiều trong các giáo trình cơ học lý thuyết và cơ học kết cấu. Theo đó, phương trình cân bằng được sử dụng để xác định thành phần lực và mô-men tại mỗi vị trí x bất kỳ. Quy trình này được lặp lại cho nhiều vị trí khác nhau để thiết lập hàm V(x) và M(x) và vẽ đồ thị. Phương pháp đồ họa (Graphical Method) [10] xác định nội lực dựa trên mối quan hệ vi phân giữa tải trọng, lực cắt và mô-men. Phương pháp này giảm đáng kể thời gian tính toán và hạn chế sai số đồng thời trực quan hơn so với phương pháp mặt cắt. Phương pháp tích phân (Method of Integration) được đề xuất bởi Goodno & Gere [11]. Theo đó, hàm lực cắt thu được từ tích phân hàm tải trọng w(x) và sau đó tiếp tục tích phân để có hàm M(x). Gần đây, Boedo [12] đề xuất phương pháp hàm kỳ dị (*Singularity Function*) trong đó tải trọng được biểu diễn bằng các hàm đa thức đặc biệt và tích phân liên tiếp để xác định biểu đồ nội lực.

Với đối tượng hướng đến là sinh viên đại học, nhóm tác giả trình bày trong bài báo này một công cụ tính toán có tên là “Beam Analysis Toolbox”. Công cụ này được phát triển trên nền tảng giao diện đồ họa do người dùng định nghĩa (GUI) của MATLAB [13-16]. Theo đó, nội lực của kết cấu dầm được xác định và trực quan hóa bằng phương pháp đồ thị. Thông qua biểu đồ mô-men uốn thu được, chuyển vị của dầm được tính toán bằng phương pháp dầm liên hợp [17, 18]. Giao diện chương trình được thiết kế bằng công cụ MATLAB GUI, cho phép người dùng dễ dàng nhập dữ liệu, tương tác với chương trình và quan sát trực quan các kết quả tính toán cũng như biểu đồ nội lực. Các kết quả tính toán của công cụ đề xuất được kiểm chứng thông qua việc so sánh với lời giải thu được từ phần mềm SAP2000 [19].

2. PHÁT TRIỂN MATLAB GUI CHO PHÂN TÍCH DẦM

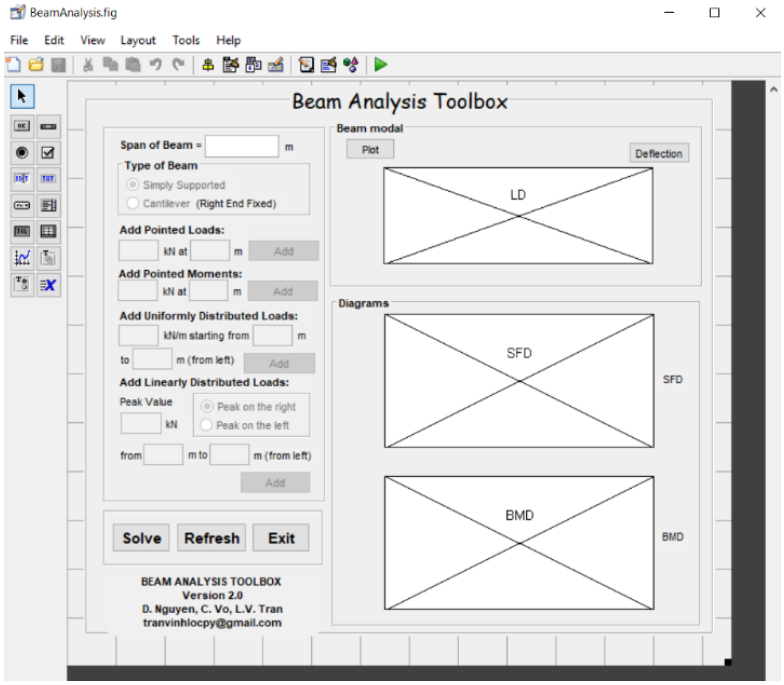
Giao diện đồ họa do người dùng định nghĩa MATLAB GUI là một môi trường tính toán trực quan, cho phép xây dựng các ứng dụng tính toán kỹ thuật với khả năng tương tác cao. Về mặt kiến trúc, mỗi đối tượng đồ họa trong GUI, bao gồm nút lệnh, ô nhập liệu, thanh trượt và vùng hiển thị đồ thị được lập trình thông qua các hàm riêng biệt (callback), đảm nhận việc xử lý sự kiện khi có tác động từ phía người dùng [16]. Đặc điểm nổi bật của MATLAB GUI là tách biệt hoàn toàn phần giao diện khỏi bước tính toán bên trong, qua đó cho phép người sử dụng tập trung vào việc khai thác kết quả mà không cần nắm bắt chi tiết về thuật toán hay cú pháp lập trình bên trong, phù hợp với người không chuyên về lập trình.

Kế thừa và phát triển từ công cụ “Beam Analysis Toolbox” phiên bản Version 1.0 [13, 14], chỉ mới dừng lại ở tính toán và vẽ biểu đồ nội lực, nghiên cứu này mở rộng công cụ cho phân tích kết cấu dầm, tích hợp đầy đủ 3 chức năng chính: (1) Tự động tính toán thành phần phản lực; (2) vẽ biểu đồ lực cắt và mô-men uốn và (3) xác định đường đàn hồi của dầm thông qua biểu diễn trường chuyển vị. Quá trình phát triển chương trình được thực hiện đồng thời qua hai nhiệm vụ chính: (1) Thiết kế giao diện GUI với đầy đủ

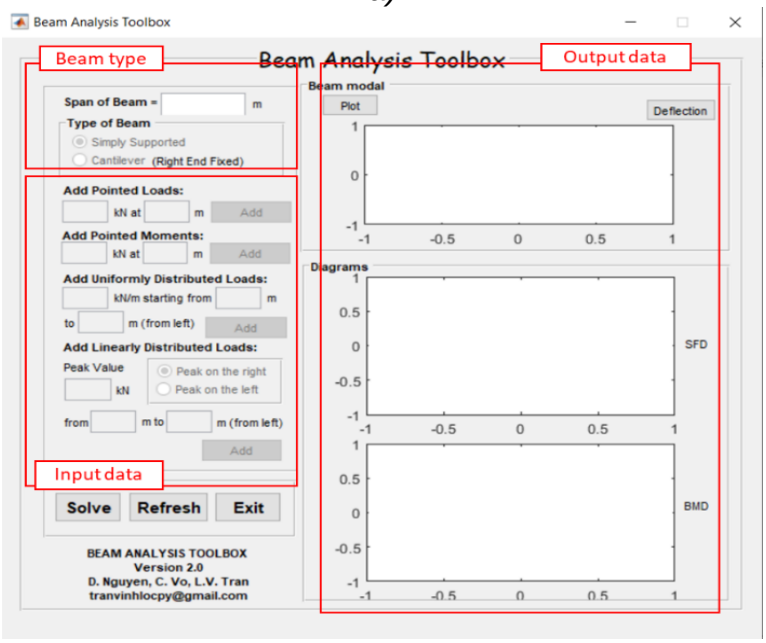
các thành phần chức năng cần thiết và (2) xây dựng mã lệnh trên nền tảng MATLAB nhằm định nghĩa chức năng cũng như cơ chế hoạt động của toàn bộ giao diện.

2.1. Thiết kế giao diện MATLAB GUI

Như minh họa trong Hình 1a, giao diện chương trình trước tiên được thiết kế và lưu dưới dạng tệp giao diện có tên *BeamAnalysis.fig*. Sau khi người dùng nhấn nút *Run* (▶), chương trình được khởi chạy và giao diện chính như thể hiện trong Hình 1b sẽ xuất hiện. Giao diện được bố trí thành hai khu vực chính, trong đó vùng nhập dữ liệu và vùng hiển thị kết quả được sắp xếp lần lượt ở bên trái và bên phải nhằm tạo thuận lợi cho việc nhập dữ liệu, thao tác và quan sát kết quả tính toán. Tiếp theo, một tệp mã lệnh thực thi có tên *BeamAnalysis.m* được xây dựng trên nền tảng MATLAB để định nghĩa các chức năng cũng như cơ chế hoạt động của toàn bộ giao diện GUI.



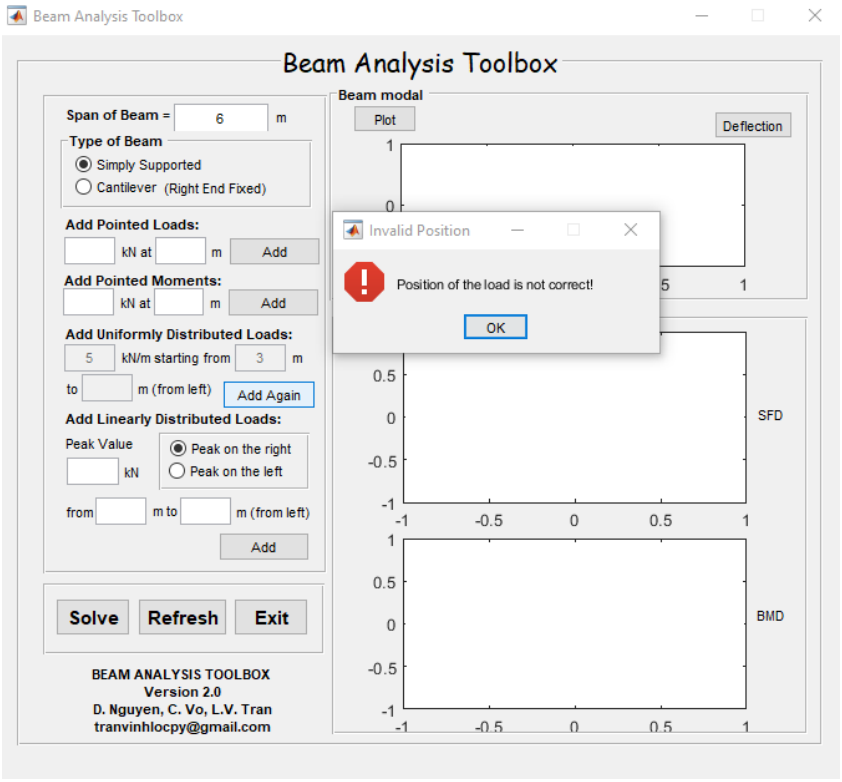
a)



b)

Hình 1. Giao diện của công cụ "Beam Analysis Toolbox" biểu diễn bằng MATLAB GUI

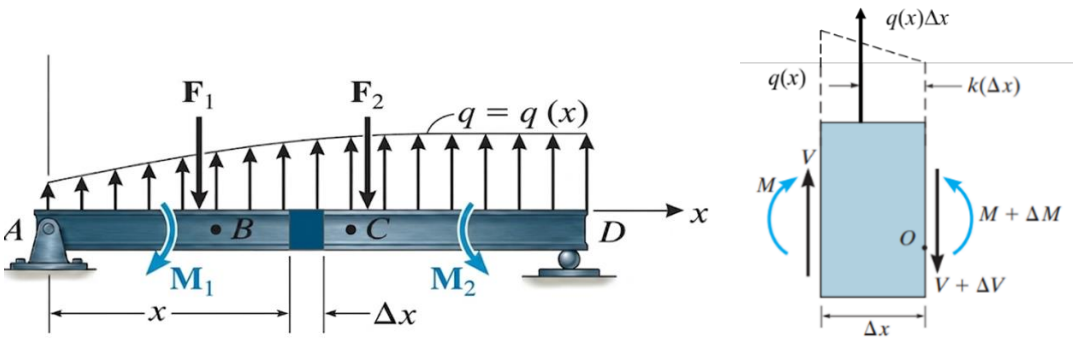
Để nâng cao tính ổn định và khả năng sử dụng của công cụ, nhiều quy trình kiểm tra lỗi và các hộp thoại cảnh báo đã được tích hợp vào giao diện GUI. Ví dụ, hộp thoại báo lỗi hiển thị trong Hình 2 sẽ được kích hoạt bất cứ khi nào phát hiện dữ liệu nhập vào không hợp lệ hoặc không đầy đủ. Ngay khi hộp thoại báo lỗi xuất hiện, chương trình sẽ thông báo cho người dùng về phần dữ liệu nhập sai đồng thời chấm dứt tiến trình thực thi hiện tại, từ đó ngăn chặn các tính toán sai sót và đảm bảo độ tin cậy của kết quả phân tích.



Hình 2. Thông báo lỗi do nhập sai vị trí của tải trọng khi khai báo tải trọng phân bố đều q = 5 kN/m tác dụng từ x = 3 m đến x = 7 m trong khi dầm dài L = 6 m (tải tác dụng bên ngoài dầm)

2.2. Tính toán lực cắt và mô-men uốn theo phương pháp đồ thị

Xét kết cấu dầm chịu tác dụng của tổ hợp nhiều dạng ngoại lực như ở Hình 3. Ở trạng thái cân bằng, hệ phương trình cân bằng thiết lập cho phân tố dầm có chiều dài Δx như sau:



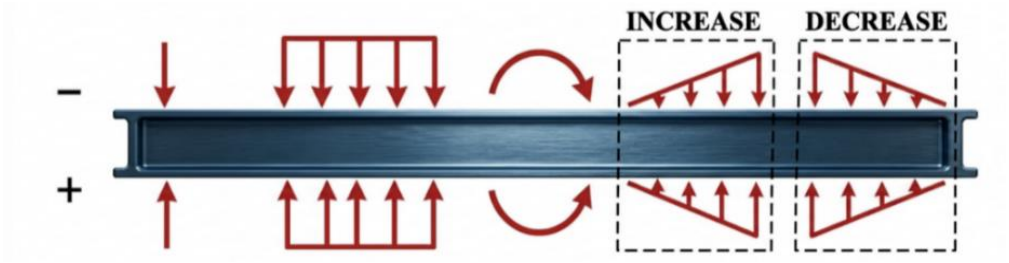
a) b)

Hình 3. Mô hình dầm dưới tải trọng bất kì (a) và phân tố dầm Δx (b)

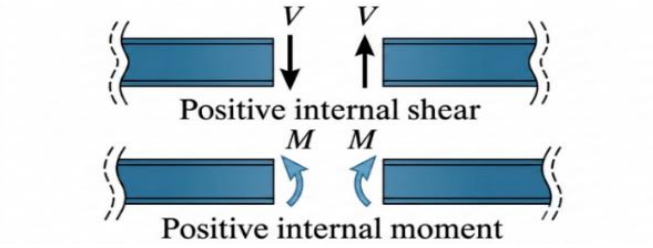
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow V + q\Delta x - (V + dV) = 0 \quad (1)$$

$$\sum M = 0 \Rightarrow -V\Delta x - M - q\Delta x(k\Delta x) + (M + dM) = 0 \quad (2)$$

Các kí hiệu V và M biểu diễn lần lượt cho giá trị lực cắt và mô-men uốn tại tiết diện đang khảo sát, trong khi $q(x)$ là hàm của tải trọng phân bố, tác dụng vuông góc với trục dầm. Xét về quy ước dấu, tất cả các đại lượng trên, ngoại và nội lực đều là những đại lượng có hướng, với chiều dương và chiều âm được quy ước như Hình 4.



a)



b)

Hình 4. Quy ước dấu của ngoại lực (a) và nội lực (b)

Xét trường hợp giới hạn, khi phân tố dầm có kích thước nhỏ, $\Delta x \rightarrow 0$, phương trình (1) và (2) suy giảm về phương trình vi phân như sau:

$$dV = q(x)dx \quad (3)$$

$$dM = V(x)dx \quad (4)$$

Tích phân 2 vế trong khoảng từ vị trí x_{k-1} đến vị trí x_k, hệ phương trình vi phân biến đổi:

$$V_k - V_{k-1} = \int_{x_{k-1}}^{x_k} q(x)dx = S_q \quad (5)$$

$$M_k - M_{k-1} = \int_{x_{k-1}}^{x_k} V(x)dx = S_V \quad (6)$$

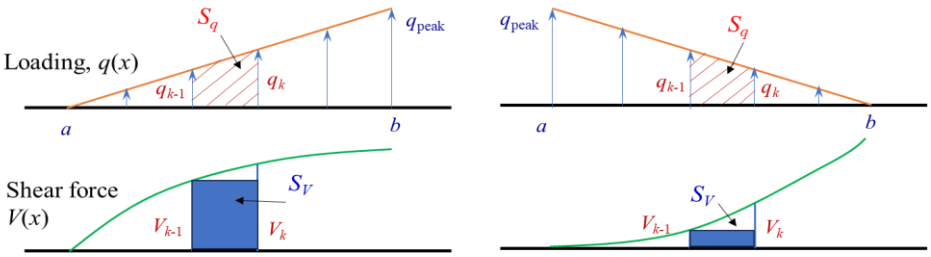
Phương trình (5) cho thấy sự biến thiên của lực cắt giữa hai mặt cắt tại x_{k-1} và x_k, được tính bằng diện tích giới hạn bởi đường cong tải trọng phân bố giữa hai điểm này, S_q. Tương tự, độ biến thiên của mô-men giữa hai mặt cắt trên cũng được xác định dựa vào diện tích giới hạn bởi biểu đồ lực cắt, S_V trong khoảng tính toán [x_{k-1} x_k,], theo như công thức (6).

Hình 5 minh họa việc áp dụng phương pháp đồ thị đối với trường hợp dầm chịu tải phân bố tam giác. Theo đó, mối quan hệ toán học ở công thức (5) và (6) được biểu diễn như sau:

$$V_k = V_{k-1} + \frac{\Delta L}{2}(q_{k-1} + q_k) \quad (7)$$

$$M_k = M_{k-1} + \begin{cases} \frac{2}{3}(V_k - V_{k-1})\Delta L & , peak\ on\ the\ right \\ \frac{1}{3}(V_k - V_{k-1})\Delta L & , peak\ on\ the\ left \end{cases} \quad (8)$$

Với là chiều dài của phần tử đang xét, $\Delta L = x_k - x_{k-1}$.



Hình 5. Phương pháp đồ thị đối với trường hợp dầm chịu tải phân bố tam giác

2.3. Tính toán chuyển vị của dầm bằng phương pháp dầm liên hợp

Theo phương pháp dầm liên hợp [17, 18], giả sử rằng dầm liên hợp có cùng chiều dài với dầm thực ban đầu và chịu tác dụng của tải trọng liên hợp, được xác định từ biểu đồ mô-men uốn của dầm thực theo công thức:

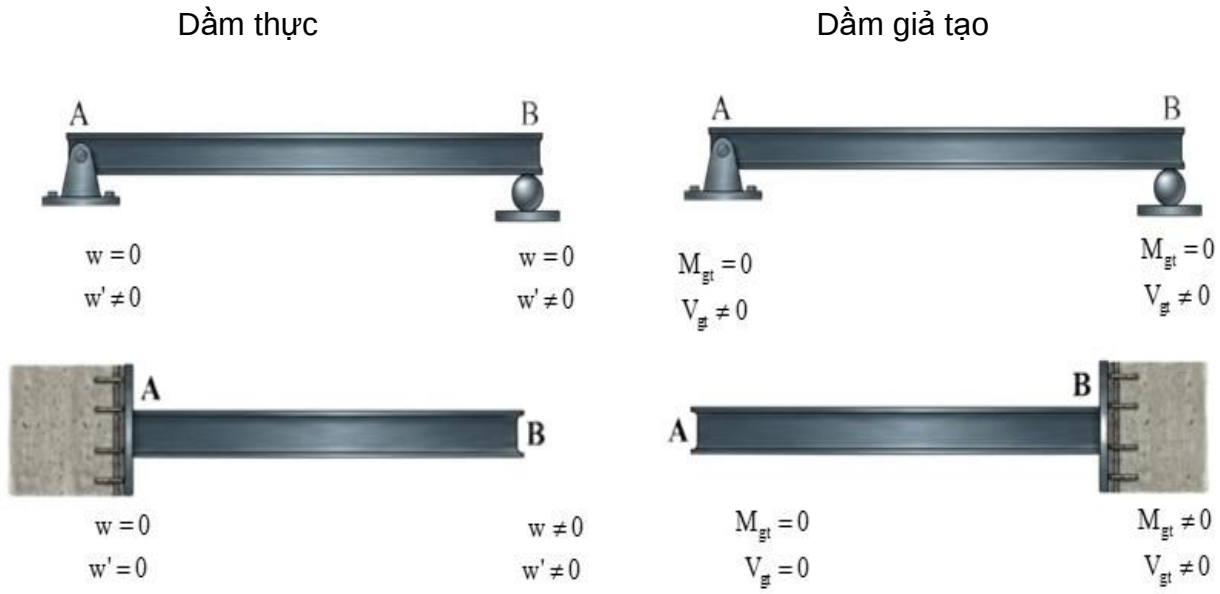
$$q_{gt}(x) = -\frac{M(x)}{EI} \tag{9}$$

Với EI là độ cứng của dầm thực. Theo đó, lực cắt trong dầm liên hợp biểu diễn góc xoay θ của dầm thực, trong khi mô-men uốn trong dầm liên hợp biểu diễn chuyển vị w của dầm thực như liệt kê trong Bảng 1. Do đó, bằng cách xác định biểu đồ lực cắt liên hợp V_{gt} và mô-men uốn liên hợp M_{gt} , chúng ta có thể trực tiếp xác định góc xoay và chuyển vị của dầm thực. Ngoài ra, các điều kiện biên của dầm liên hợp được thiết lập dựa trên điều kiện liên kết của dầm thực theo quy tắc chuyển đổi tương ứng, như minh họa trong Hình 6.

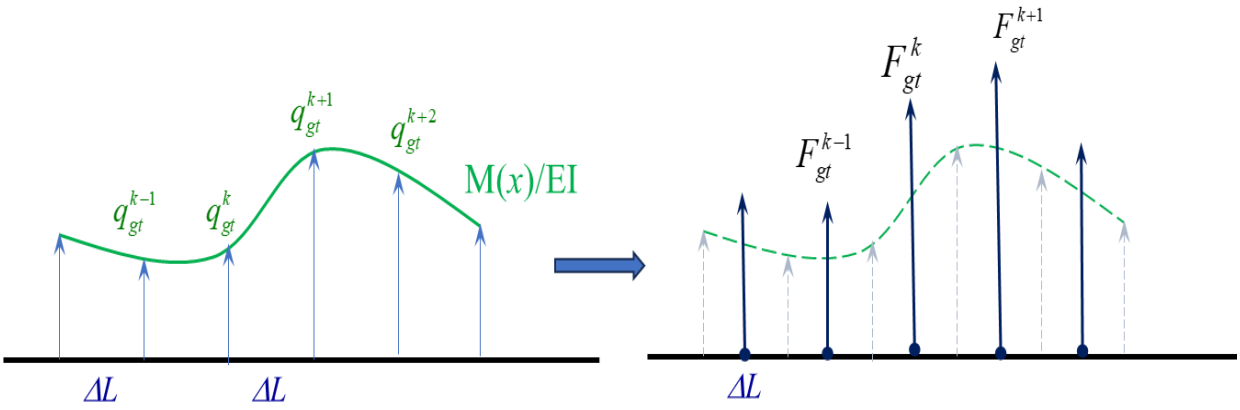
Theo công thức (9), tải trọng liên hợp là một hàm phi tuyến. Do đó, trong nghiên cứu này, tải trọng liên hợp được xấp xỉ bằng một hệ các lực tập trung tương đương như Hình 7, được xác định theo biểu thức:

$$F_{gt}^{k} = \left(q_{gt}^{k} + q_{gt}^{k+1}\right)\Delta L \tag{10}$$

Sau khi xây dựng hệ tải trọng tập trung tương đương, phương pháp đồ họa trình bày trong Mục 2.2 được áp dụng để xác định biểu đồ mô-men uốn của dầm liên hợp M_{gt}. Qua đó, chuyển vị của dầm thực được tính toán.



Hình 6. Mối tương quan giữa liên kết trong dầm thực và dầm giả tạo



Hình 7. Xấp xỉ tải phân bố bằng hệ lực tập trung tương đương

Bảng 1. Quan hệ giữa tải trọng-lực cắt-mô-men và độ cong-góc xoay-chuyển vị trong dầm

Dầm thực	Dầm giả tạo
$V(x) = \int q(x)dx$	$w''(x) = -M(x)/EI := q_{gt}(x)$
$M(x) = \iint q(x)dxdx$	$\theta(x) = w'(x) = \int q_{gt}(x)dx := V_{gt}(x)$
$w''(x) = -M(x)/EI$	$w(x) = \iint q_{gt}(x)dxdx := M_{gt}(x)$

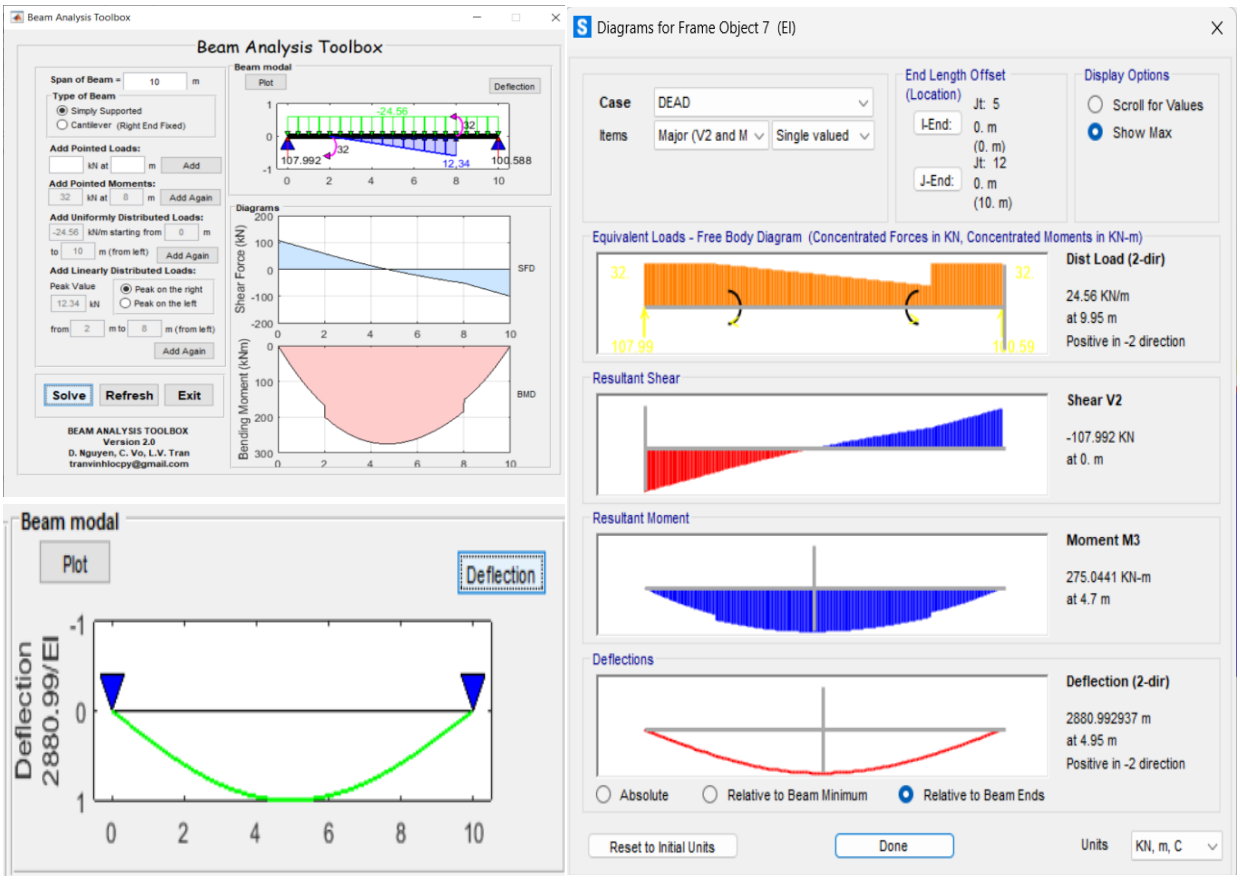
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong phần này, tác giả khảo sát hai ví dụ tính toán nội lực cho dầm tựa đơn và dầm console, chịu tác dụng đồng thời của nhiều dạng tải trọng khác nhau: Tải tập trung, tải phân bố và mô-men tập trung. Kết quả tính toán thu được được trình bày tương ứng ở Hình 8 và Hình 9, đồng thời lời giải từ phần mềm SAP2000 được cung cấp nhằm mục đích so sánh và đánh giá mức độ chính xác và độ tin cậy của phương pháp đề xuất.

3.1. Dầm hai gối tựa

Trước tiên, cấu kiện dầm đơn giản liên kết tựa hai đầu, được khảo sát và tính toán. Dầm có chiều dài nhịp tổng thể L = 10 m chịu tác dụng của tổ hợp tải trọng gồm đa dạng ngoại lực như Hình 8a: Mô-men tập trung M_1 = -32 kNm tại vị trí x = 2 m và M_2 = 32 kNm tại vị trí x = 8 m; tải phân bố đều có giá trị q_1 = -24,56 kN/m phân bố toàn dầm; và tải tuyến tính có giá trị đỉnh q_2=12,34 kN/m (lệch về bên phải) phân bố trong khoảng [2 m; 8 m]. Thông qua các phương trình cân bằng tĩnh học, các thành phần phản lực liên kết tại hai vị trí gối tựa được xác định chính xác trùng khớp với SAP2000 lần lượt là R_1=107,992 kN và R2=100,588 kN. Tiến hành phân tích sâu hơn, biểu đồ lực cắt (SFD) và mô-men uốn (BMD) được xuất từ giao diện Beam Analysis Toolbox như thể hiện ở Hình 8a cho thấy sự trùng khớp hoàn toàn với kết quả mô phỏng từ phần mềm SAP2000 (Hình 8b) từ dáng điệu đến giá trị của các thành phần nội lực. Như lý thuyết đã học, biểu đồ mô-men có bước nhảy với giá trị M = 32 kNm tại hai vị trí đặt mô-men x = 2 m và x = 8 m. Trong khi đó về mặt hiển thị, đồ thị lực cắt trong nghiên cứu này được thiết lập theo quy ước dấu được học ở học phần “Sức bền vật liệu” [8] (minh họa ở Hình 4), ngược với phương chiều như quy định trong phần mềm SAP2000.

Xét về độ võng, kết quả thu được có dạng tương tự với giá trị độ võng cực đại là 2880,99/EI, tương đương với giá trị 2.880,993 từ phần mềm SAP2000. Cần lưu ý rằng, trong mô hình SAP2000, độ cứng uốn của dầm được chọn, EI = 1.



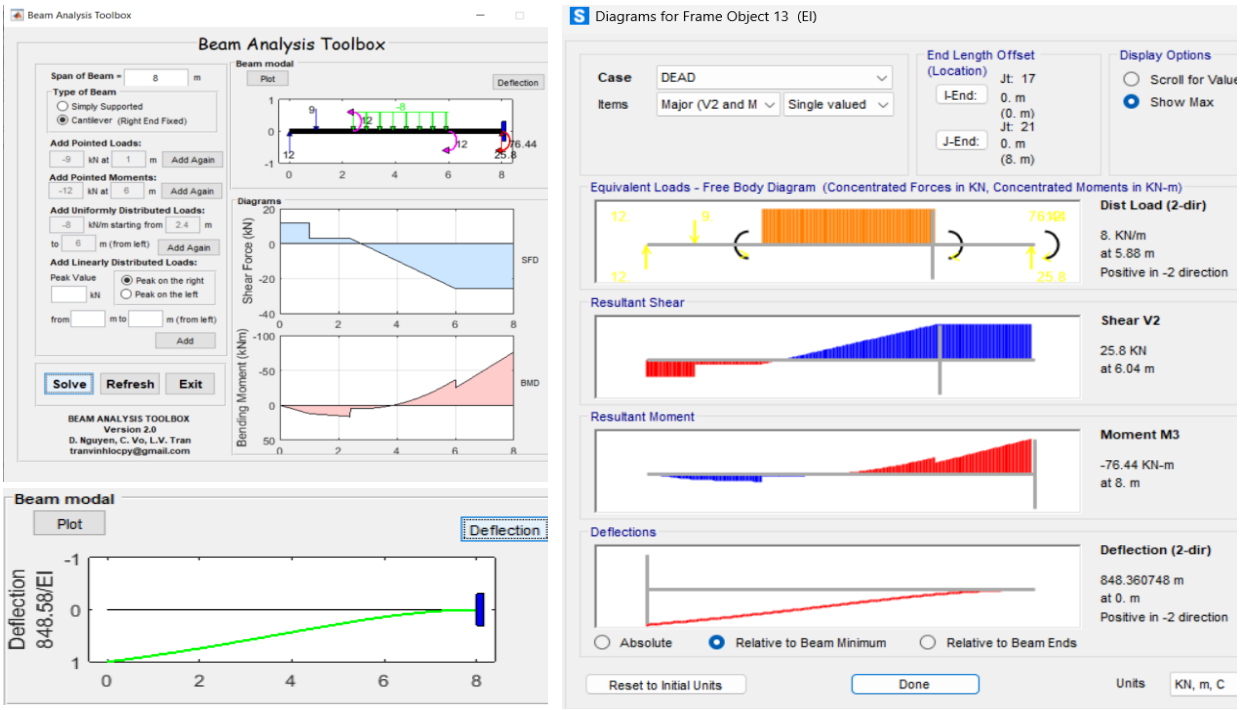
a) *b)*

Hình 8. Kết quả so sánh cho dầm tựa đơn giản - ví dụ 3.1: toolbox GUI (a) và SAP2000 (b)

3.2. Dầm công-xôn

Tiếp theo, công cụ tính toán Beam Analysis Toolbox được kiểm chứng với điều kiện biên khác, cụ thể là dầm công-xôn với chiều dài L = 8 m. Sơ đồ chất tải được thiết lập với mật độ tải trọng dày đặc, như minh hoạ ở Hình 9. Tổ hợp ngoại lực bao gồm hai lực tập trung F_1 = 12 kN và F_2 = -9 kN tại đầu tự do x = 0 và x = 1 m; cặp mô-men ngẫu lực M =12 kNm tại vị trí tương ứng x = 2,4 m và 6 m; tải phân bố đều q = -8 kN/m phân bố trong khoảng [2,4 m; 6 m]. Như tính toán trong Cơ học kết cấu, các thành phần phản lực liên kết thu được tại vị trí nút ngàm cứng (x = 8 m) lần lượt được xác định là phản lực lực cắt R = -25,80 kN và phản lực mô-men uốn M = -76,44 kNm. Khi tiến hành đối chiếu kết quả của nội lực, một lần nữa dữ liệu xuất ra từ giao diện đồ họa Beam Analysis Toolbox cho thấy sự trùng khớp hoàn toàn với các kết quả số thu được từ phần mềm tiêu chuẩn SAP2000 (Hình 9b). Ngoài ra, có sự tương thích cao của hình dạng đường cong đàn hồi với giá trị lớn nhất ở đầu tự do, đạt được là 848,36 (tương ứng với giá trị đơn vị của độ cứng chống uốn, EI = 1).

Việc cả hai bài toán khảo sát với các điều kiện biên và sơ đồ tải trọng bất kỳ đều cho ra kết quả tương đương khẳng định sự chính xác cũng như độ tin cậy cao của công cụ tính toán đề xuất.



a) *b)*

Hình 9. Kết quả so sánh cho dầm công-xôn - ví dụ 3.2: toolbox GUI (a) và SAP2000 (b)

4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Bài báo giới thiệu “Beam Analysis Toolbox” phiên bản 2.0, chuyên dụng trên nền tảng MATLAB GUI dùng để phân tích dầm một nhịp. Công cụ này giúp tự động hóa việc tính toán, vẽ biểu đồ lực cắt, mô-men uốn dưới tác động của tổ hợp nhiều dạng tải trọng phức tạp, đồng thời mô phỏng đường đàn hồi của dầm. Kết quả kiểm chứng cho thấy sự trùng khớp của công cụ đề xuất khi so sánh với phần mềm SAP2000, qua đó khẳng định độ chính xác cao của công cụ mà nhóm tác giả phát triển. Với cấu trúc gọn nhẹ và giao diện trực quan, đây có thể được xem là một công cụ kỹ thuật và giáo dục giá trị, hỗ trợ cả sinh viên và kỹ sư thực hành trong việc phân tích các kết cấu dầm đơn giản.

Mặc dù có hiệu quả thiết thực ở hiện tại, công cụ này hiện vẫn bị giới hạn trong phạm vi dầm một nhịp tĩnh định. Để mở rộng khả năng ứng dụng kỹ thuật, trong tương lai, nhóm cần tập trung nâng cấp chương trình để có thể tính toán, mô phỏng các hệ dầm nhiều nhịp với điều kiện biên phức tạp hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Chính phủ. Nghị định số 179/2026/NĐ-CP ngày 20/5/2026 quy định chính sách học bổng cho người học các ngành khoa học cơ bản, kỹ thuật then chốt và công nghệ chiến lược, Hà Nội, 2026.

[2] FL Singer. Strength of Materials. 4th ed. Harper Collins Publishers, 1994.

[3] RC Hibbeler. Structural Analysis. 9th ed. Pearson Education Inc., 2015.

[4] PI Kattan. MATLAB Guide to Finite Elements: An Interactive Approach. Springer Science & Business Media, 2010.

[5] YW Kwon, H Bang. The Finite Element Method Using MATLAB. CRC Press, 2018.

[6] Nguyễn Linh Trường, Trương Thuận Phát, Trần Quốc Toàn, Trần Vĩnh Lộc. Cải tiến lý thuyết dầm dựa vào biến dạng cắt bậc nhất. Hội nghị Cơ học toàn quốc kỷ niệm 45 năm thành lập Viện Cơ học, Hà Nội, 2024.

[7] Đỗ Lê Bình, Nguyễn Thiện Nhân. Thiết kế phần mềm tính toán nội lực khung phẳng theo phương pháp PTHH bằng ngôn ngữ lập trình MATLAB và ứng dụng MATLAB GUI. Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng, tập 20, số 7, 2022.

[8] Đỗ Kiến Quốc, Nguyễn Thị Hiền Lương, Bùi Công Thành, Lê Hoàng Tuấn, Trần Tấn Quốc. Sức bền vật liệu. NXB. Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh, 2011.

[9] RC Hibbeler. Mechanics of Materials. 8th ed. Pearson Education Inc., 2011.

[10] Husain, Ali. Improvement of the Graphical Method for Plotting the Shear and Moment Diagrams. International Journal of Applied Mechanics and Engineering, vol. 27, no. 1, pp. 46-66, 2022.

[11] BJ Goodno, JM Gere. Mechanics of Materials. 9th ed. Cengage Learning Inc., 2018.

[12] S Boedo. Singularity Functions Revisited: Clarifications and Extensions for Construction of Shear-Moment Diagrams in Beams. International Journal of Mechanical Engineering Education, vol. 48, no. 4, pp. 351-370, 2020.

[13] SM Tamjid Hossain, A Al-Faruk. Analysis of Simple and Cantilever Beams Using MATLAB Graphical User Interfaces. Proceedings of ICMERE 2017, Chittagong, Bangladesh, 2017.

[14] Nguyễn Duy, Võ Xuân Chiến, Trần Vĩnh Lộc. Phát triển công cụ tính toán nội lực trong dầm với MATLAB Graphical User Interface (GUI). Hội nghị ICATE 2026, Đắk Lắk, 2026.

[15] ST Smith. MATLAB: Advanced GUI Development. Dog Ear Publishing, 2006.

[16] MathWorks. MATLAB Creating Graphical User Interfaces. The MathWorks, Inc., Natick, 2007.

[17] HM Westergaard. Deflections of Beams by the Conjugate Beam Method. Journal of the Western Society of Engineers, vol. 26, no. 11, pp. 369-396, 1921.

[18] IC Jong. Determining Deflections of Elastic Beams: What Can the Conjugate Beam Method Do That All Others Cannot? International Journal of Engineering Education, vol. 26, no. 6, pp. 1422-1427, 2010.

[19] Computers and Structures, Inc. SAP2000: Structural and Earthquake Engineering Software. Version 23, 2021. Internet: https://www.csiamerica.com/products/sap2000 (truy cập: tháng 4/2026).