

## **Đề tài: XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN THIẾT KẾ DÂM BÊ TÔNG CỐT THÉP DỰ ỨNG LỰC THEO 22TCN 272 - 01 BẰNG PHẦN MỀM MATHCAD.**

✓ **Sinh viên thực hiện:** - ĐỖ NGỌC QUỲNH; CHU VIỆT QUẾ;

HOÀNG THẾ THẠCH; VŨ VIỆT BÌNH.

**Lớp:** CTGTTP A – K44

- NGÔ VĂN QUÂN

**Lớp:** Đường ô tô và SB - K44

- NGUYỄN DUY HUÂN; NGUYỄN THANH TRƯỜNG

**Lớp:** CTGTCC – K42

✓ **Giảng viên hướng dẫn:** Th.s ĐÀO DUY LÂM

**Bộ môn:** CT GTTP

Đối với các công ty tư vấn thiết kế Cầu Đường việc lập thư viện các bản vẽ mẫu, các bản tính mẫu như các bản tính dầm I, dầm T, super – T, mố trụ... với các thông số đầu vào có thể thay đổi để linh hoạt áp dụng cho nhiều công trình là nhu cầu cấp bách nhằm mục đích công nghiệp hoá, tự động hoá quá trình thiết kế, giảm bớt thời gian và khối lượng thiết kế. Cho đến nay số lượng bản tính được lập đã tương đối nhiều tuy nhiên chúng có đặc điểm chung là còn chưa được chuẩn hoá, thiếu tính đồng bộ, thống nhất hơn nữa phần lớn được xây dựng trên cơ sở quy trình cũ 22 TCN 18 – 79.

Tiêu chuẩn 22 TCN 272 – 01 biên soạn dựa trên cơ sở tiêu chuẩn AASHTO LRFD – 1998 của Hoa Kỳ xuất phát từ yêu cầu thống nhất hoá hệ thống tiêu chuẩn, qui trình của ngành Giao thông Vận tải và đáp ứng nhu cầu phù hợp quốc tế, được ban hành từ năm 2001 và chính thức áp dụng trên toàn quốc từ năm 2005 tuy nhiên do nội dung có rất nhiều điểm mới nên số lượng kỹ sư có thể nắm vững để tính toán thiết kế theo tiêu chuẩn này là chưa nhiều, đặc biệt là số lượng bản tính xây dựng trên cơ sở tiêu chuẩn mới này còn rất ít. Việc nghiên cứu nắm bắt tiêu chuẩn mới 22TCN 272 – 01 và lập hệ thống các bản tính theo tiêu chuẩn này là yêu cầu cấp thiết đối với các kỹ sư thiết kế cũng như các sinh viên chuyên ngành Cầu Đường.

Về chương trình tính toán, phần lớn các bản tính trước đây được xây dựng trên nền chương trình Excel. Tuy nhiên gần đây tại nhiều nước trên thế giới như Hoa Kỳ, Nhật, Anh... các kỹ sư đã chuyển sang sử dụng rộng rãi chương trình Math Cad để tính toán thiết kế các bài toán kỹ thuật. Với nhiều công cụ mạnh, chương trình này thể hiện ưu điểm vượt trội so với các chương trình thông dụng khác ở khả năng tính toán trình bày, nó hỗ trợ tối đa cho việc sử dụng máy tính làm công cụ thiết kế, xuất ra các văn bản mà người đọc hiểu được các bản tính cũng như các công thức tính một cách tường minh nhất.

Xuất phát từ yêu cầu thực tế kể trên, Đề tài được thực hiện với mục đích nghiên cứu về lý thuyết tính toán cầu bê tông cốt thép (BTCT) dự ứng lực (DƯL) nhịp giản đơn theo 22TCN 272 – 01 từ đó hoàn thiện các sơ đồ tính toán đồng thời tìm hiểu, sử dụng phần mềm MathCAD để lập một bản tính mẫu dầm I liên hợp BTCT DƯL.

## I. ỨNG DỤNG MATHCAD TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CẦU

MathCAD là một loại chương trình xử lý toán học được áp dụng rất rộng rãi trên thế giới hiện nay. Với MathCAD bạn có thể khám phá các vấn đề về định hình ý tưởng, phân tích dữ liệu, hình dung các nét cơ bản của một bài kiểm duyệt và lựa chọn phương án tối ưu và sau đó thì chứng minh, trình bày gắn liền với kết quả.

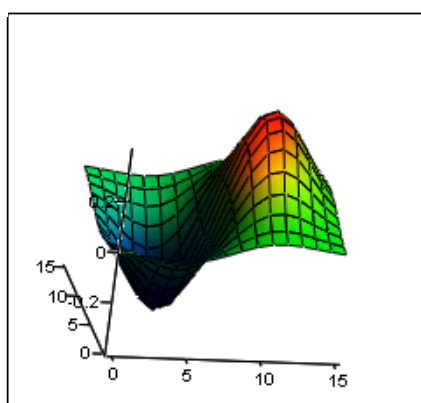
MathCAD có thể thay thế bảng tính Excel trong việc diễn đạt các bản tính toán thiết kế đối tượng cơ khí hay xây dựng cầu đường. Cho đến nay ở Việt Nam đã có nhiều kỹ sư sử dụng các bảng tính Excel một cách thành thạo và hữu ích trong các tính toán thiết kế của mình, ví dụ điển hình là các bảng tính thiết kế cầu đường, kết cấu cơ khí, kết cấu nhà ... Tuy nhiên phần diễn đạt công thức phải nhờ đến công cụ Equation của Microsoft Word để đánh một văn bản rồi sau đó chèn vào bảng tính Excel. Việc kiểm tra tính đúng đắn trong bảng tính Excel cũng khá phức tạp vì phải dùng các ký hiệu và tên gọi không quen thuộc, không giống như ở các tài liệu kỹ thuật thông thường.

Do MathCAD thực sự sử dụng các ký hiệu toán học để biểu diễn các công thức và kết quả tính toán nên người kỹ sư luôn kiểm soát được bảng tính của mình. Hơn nữa đặc tính rõ ràng, tường minh của các công thức được áp dụng, sẽ rất thuận lợi cho công tác thẩm định kiểm tra bảng tính. Mặt khác phần đồ họa thể hiện rõ ràng đa dạng hơn. Đặc biệt những tính toán phức tạp như giải phương trình vi phân, giải các phép toán ma trận, giải các bài toán số phức, các bài toán tối ưu hoá.... đều trở nên tường tận nhanh chóng để kiểm tra lại quá trình tính toán cũng như kết quả.

MathCAD đang thay thế cho việc sử dụng phổ biến viết bằng tay và tính tay và nó đang thay thế một số cách sử dụng Word trong việc chuẩn bị báo cáo. MathCAD là tổ hợp văn bản giao diện của bảng tính Excel với những cái mà ta muốn nhìn thấy ở Word. Nó giúp cho các kỹ sư khả năng thấy được kiểu công thức trên màn hình chính xác giống hệt như trên một văn bản. Kiểu công thức MathCAD có thể sử dụng như là phép toán trên giấy.

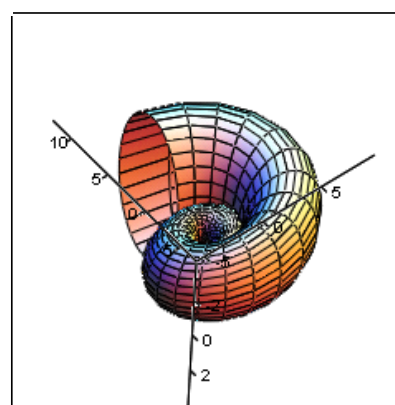
Ngoài kết quả tính toán thu được thì MathCAD còn có thể cho phép biểu diễn các kết quả này trên hình vẽ, biểu đồ, đồ thị một cách chính xác. Nếu như tính toán thiết kế thay đổi số liệu thì kết quả cũng như biểu đồ, hình vẽ tự động thay đổi theo tương ứng.

### *Ví dụ:*



A

*Xây dựng đồ thị ở dạng mặt không gian 3 chiều (dùng công cụ Surface Plot đặt ký hiệu A vào hệ trục)*



(x, y, z)

*Xây dựng mặt xuyên (Đồ thị không gian 3 chiều ở dạng vỏ khi cho hàm số qua đối số)*

Trong MathCAD bạn có thể lập các chương trình để tính toán. Khác với các chương trình lập bằng các ngôn ngữ khác, trong khi lập trình bạn ít khi dùng tới các từ chìa khoá và có

thể dùng các công thức toán học thông thường. Ngoài ra bạn không phải mã hoá các file exe để chạy, mà những đoạn chương trình bạn viết trên văn bản MathCAD lập tức cho ra các kết quả tương ứng trên đó và bạn hoàn toàn có thể kiểm soát được nội dung của chúng.

**Ví dụ:**

Kiểm tra hệ số phân bố cho mô men dầm BTCT I liên hợp thỏa mãn tiêu chuẩn 22 TCN-272-01 đối với phạm vi áp dụng:

$$g_{mg} := \begin{cases} S \leftarrow (S \geq 1100\text{mm}) \cdot (S \leq 4900\text{mm}) \\ t_s \leftarrow (t_s \geq 110\text{mm}) \cdot (t_s \leq 300\text{mm}) \\ L \leftarrow (L \geq 6000\text{mm}) \cdot (L \leq 73000\text{mm}) \\ N_b \leftarrow N_b \geq 4 \\ g_{mg} \text{ if } S \cdot t_s \cdot L \cdot N_b \\ \text{" Không nằm trong phạm vi áp dụng" otherwise} \end{cases} \quad g_{mg} = 0.631$$

## II. THIẾT KẾ CẦU BÊ TÔNG CỐT THÉP NHỊP GIẢN ĐƠN THEO TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ CẦU 22TCN 272 - 01

### II.1. Giới thiệu tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272 – 01

✓ **Triết lý thiết kế của Tiêu chuẩn này được cụ thể hoá bằng hai khái niệm:**

+ **Trạng thái giới hạn:** tình huống nguy hiểm đặc trưng dự kiến có thể xảy ra cho kết cấu.

Khi vượt qua trạng thái giới hạn ngừng thỏa mãn các yêu cầu thiết kế.

*Các trạng thái giới hạn được coi ngang nhau.* Cần xét đến 6 TTGH sau:

- **Trạng thái giới hạn về cường độ I, II, III**
- **Trạng thái giới hạn đặc biệt**
- **Trạng thái giới hạn sử dụng**
- **Trạng thái giới hạn mỏi**

+ **Điều kiện đảm bảo an toàn:**

Nguyên lý chung để tính toán kết cấu cầu là: sức kháng của cầu tùy theo vật liệu và cấu tạo phải lớn hơn hiệu ứng của tải trọng tác dụng lên cầu, đó là:

$$\text{Sức kháng} \geq \text{hiệu ứng của tải trọng}$$

Cụ thể hoá, đối với mọi trạng thái giới hạn phải thỏa mãn bất phương trình sau:

$$\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \Phi R_n = R_r \quad (1.3.2.1-1)$$

với ý nghĩa tổng các tác động có thể xảy ra trong tình huống cụ thể đều phải nhỏ hơn sức kháng của kết cấu được thiết kế. Đây chính là yếu tố cơ bản của phương pháp thiết kế cầu theo hệ số tải trọng và hệ số sức kháng (*Load and Resistance Factor Design*).

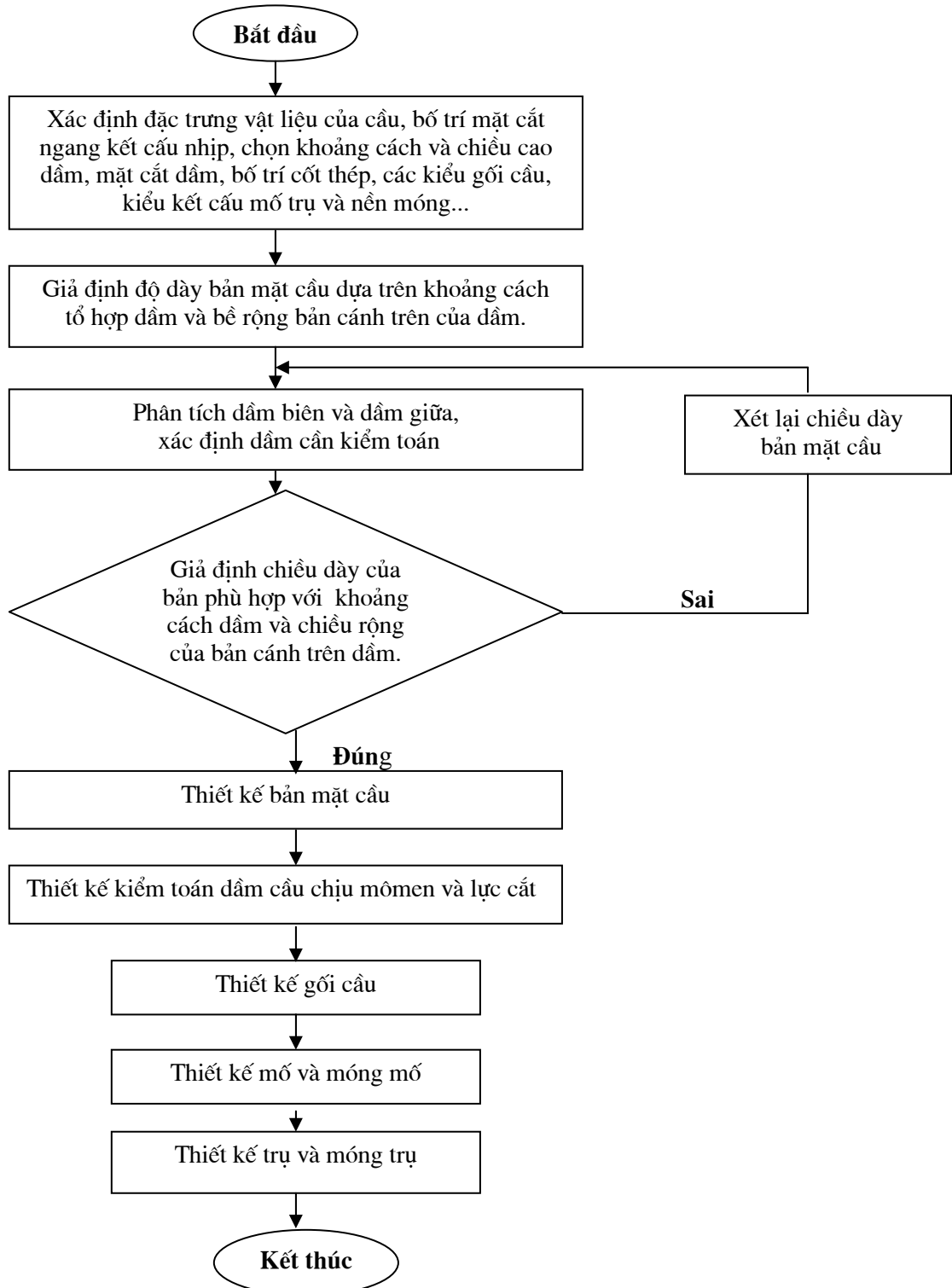
### II.2. Sơ đồ tính toán thiết kế theo 22TCN 272 – 01

Sau khi nghiên cứu lý thuyết tính toán cầu BTCT DUL. Chúng tôi đã hệ thống hoá quá trình tính toán thiết kế một cầu BTCT DUL nhịp giản đơn theo 8 sơ đồ sau:

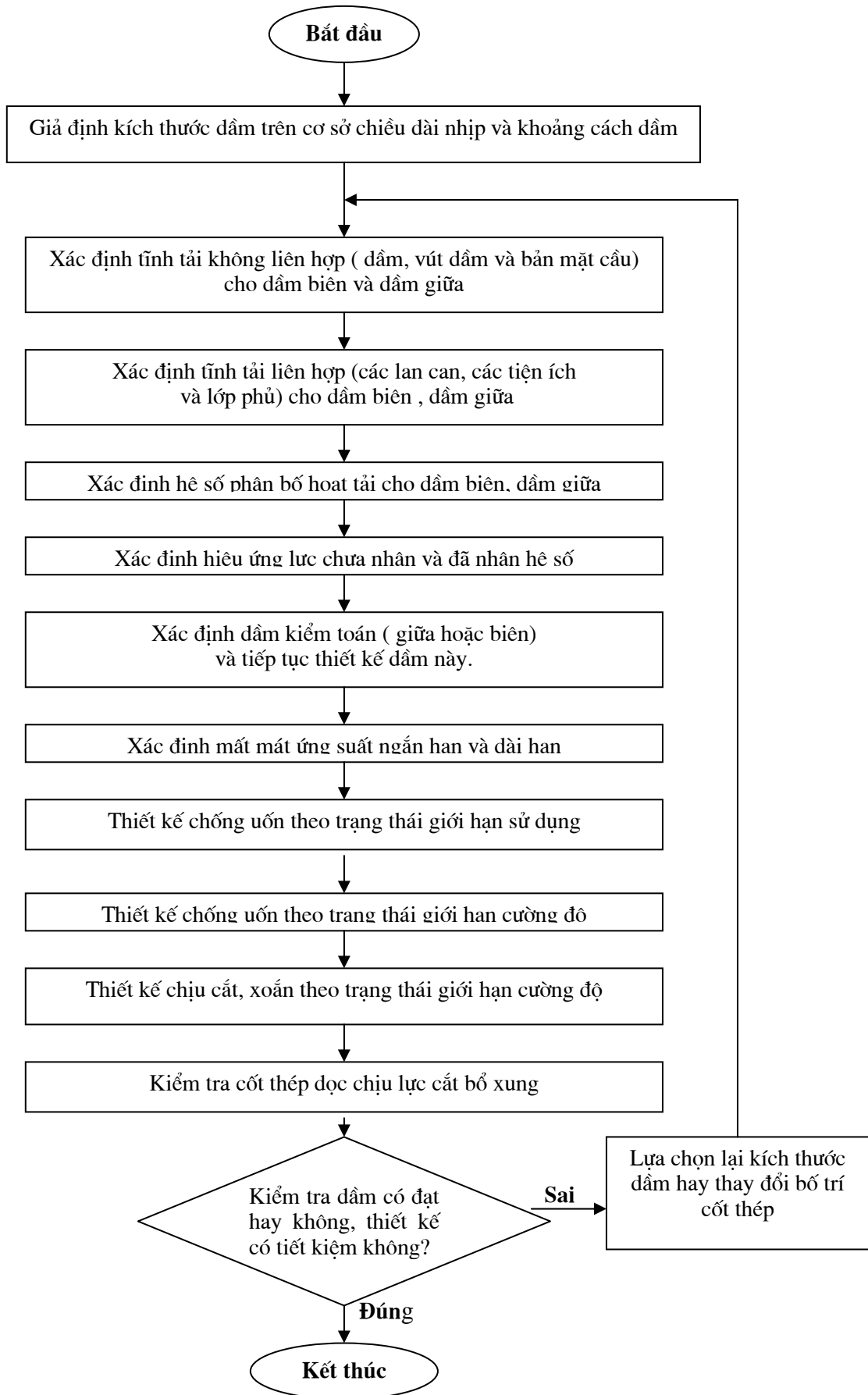
- ✓ Sơ đồ các bước thiết kế chính
- ✓ Sơ đồ tính toán mất mát ứng suất trước
- ✓ Sơ đồ tổng quan thiết kế kết cấu nhịp
- ✓ Sơ đồ tính co ngót, từ biến
- ✓ Sơ đồ thiết kế bản mặt cầu
- ✓ Sơ đồ thiết kế chống uốn
- ✓ Sơ đồ tính hệ số phân bố hoạt tải
- ✓ Sơ đồ thiết kế chống cắt

Trong phần tóm tắt này chúng ta chỉ xem xét hai sơ đồ cơ bản:

- ✓ **Sơ đồ các bước thiết kế chính**



✓ Sơ đồ tổng quan thiết kế kết cấu nhịp



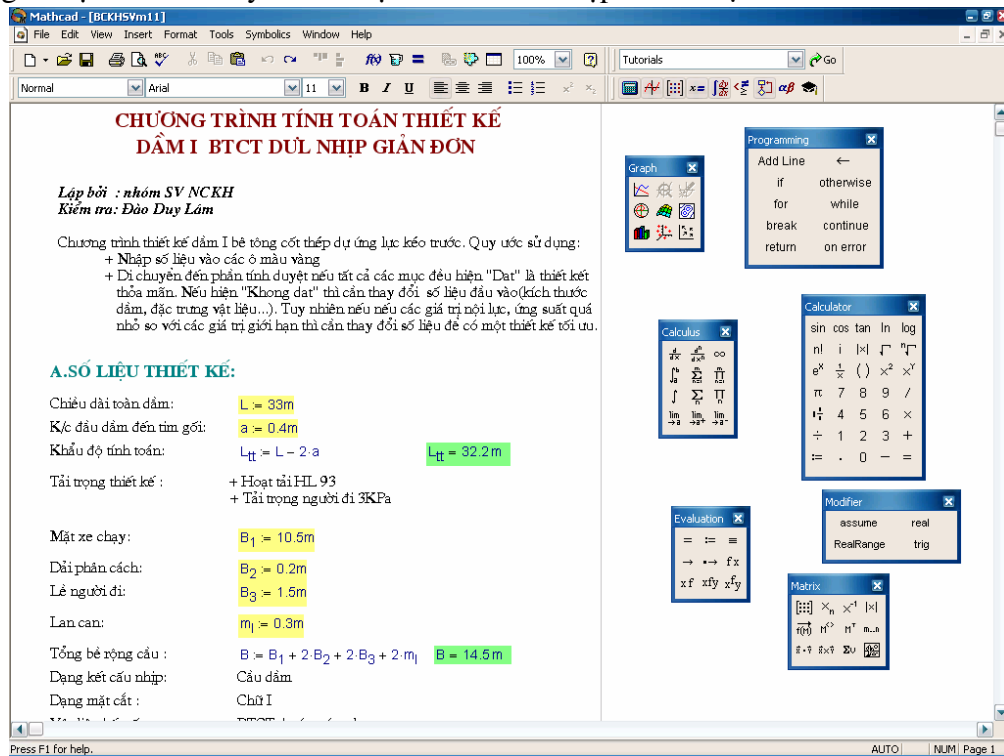
III. GIỚI THIỆU CHƯƠNG TRÌNH TÍNH DÂM I BTCT DƯL KÉO TRƯỚC.

Chương trình được lập để tính toán kết cấu nhịp dâm I BTCT DƯL kéo trước theo các hệ thống sơ đồ tính toán như đã trình bày ở phần trên.

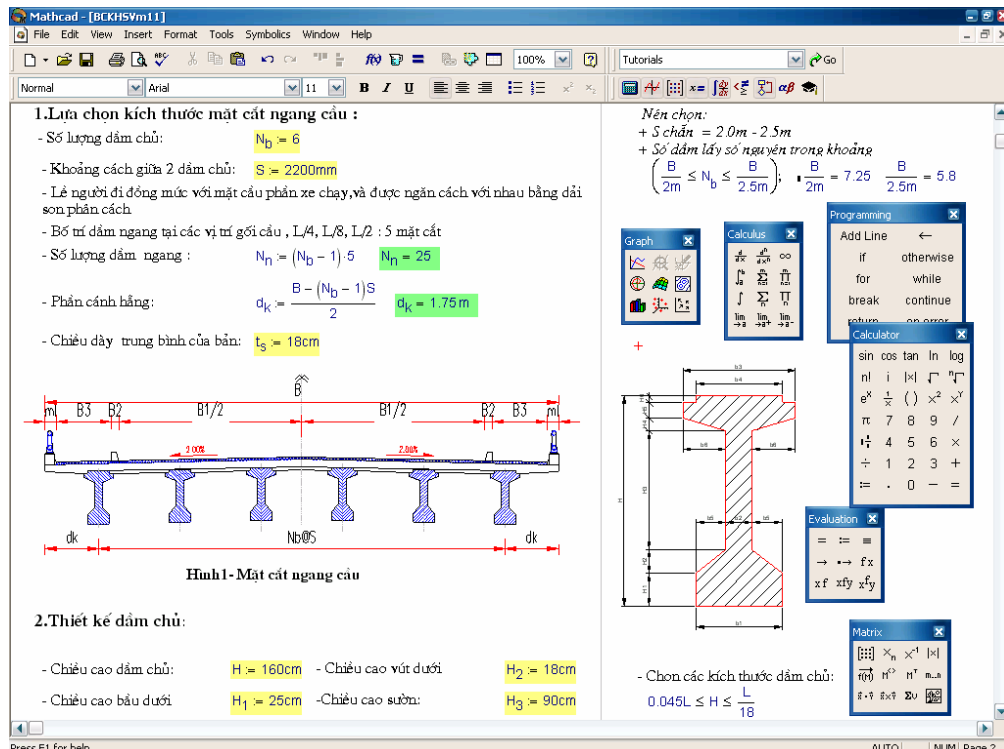
Quy ước sử dụng:

+ Nhập số liệu vào các ô màu vàng

+ Di chuyển đến phần tính duyệt nếu tất cả các mục đều hiện "Dat" là thiết kế thỏa mãn. Nếu hiện "Không dat" thì cần thay đổi số liệu đầu vào(kích thước dâm, đặc trưng vật liệu...). Tuy nhiên nếu các giá trị nội lực, ứng suất quá nhỏ so với các giá trị giới hạn thì cần thay đổi số liệu thiết kế đã nhập để có một thiết kế tối ưu.



Nhập số liệu thiết kế



**6. KIỂM TOÁN THEO TTGH VỀ CƯỜNG ĐỘ:**

**6.1. Sức kháng uốn:**

Sức kháng uốn  $M_r$  được tính như sau:  $M_r = \psi \cdot M_n$

Trong đó:  $M_n$  = sức kháng danh định  
 $\psi$  = hệ số sức kháng

Theo quy định của điều 5.5.4.2 ta có:  $\psi = 0.9$

Với mặt cắt hình chữ T sức kháng danh định  $M_n$  được tính như sau:

$$M_n = \left[ A_{ps} \cdot f_{ps} \left( d_p - \frac{a}{2} \right) \right] + 0.85 \cdot f_{c1} \cdot \beta_1 \cdot (b - b_w) \cdot \left( \frac{a}{2} - \frac{h_f}{2} \right)$$

Trong công thức trên:

$A_{ps}$  = diện tích thép dự ứng lực:  $A_{ps} = 6.349 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

$d_p$  = khoảng cách từ thớ nén ngoài cùng đến trọng tâm cốt thép dự:  $d_p = 1.451 \text{ m}$

$b$  = bề rộng mặt cắt chịu nén của cấu kiện:  $b = 0.85 \text{ m}$

$b_w$  = bề dày bản bụng:  $b_w = 0.2 \text{ m}$

$h_f$  = chiều dày cánh chịu nén  $h_f = 0.205 \text{ m}$

$\beta_1$  = hệ số chuyển đổi biểu đồ ứng suất quy định trong điều 5.7.2.2:

$$\beta_1 := \begin{cases} 0.85 & \text{if } f_{c1} \leq 28 \cdot 10^6 \text{ Pa} \\ 0.85 - 0.05 \cdot \frac{f_{c1} - 28 \cdot 10^6 \text{ Pa}}{7 \cdot 10^6 \text{ Pa}} & \text{if } (28 \cdot 10^6 \text{ Pa}) < f_{c1} < (56 \cdot 10^6 \text{ Pa}) \end{cases}$$

**Tính duyệt theo các TTGH**

**KẾT LUẬN KIẾN NGHỊ**

Đề tài đã xây dựng được hệ thống sơ đồ tính và bản tính khá đầy đủ, hoàn chỉnh. Tuy nhiên do thực hiện bởi những sinh viên bước đầu tham gia nghiên cứu khoa học lại trong một thời gian hạn chế nên chương trình tính toán thiết kế này không tránh khỏi một vài thiếu sót, trong thời gian tới nhóm NCKH sẽ cố gắng hoàn thiện hơn nữa một số hạng mục của chương trình thiết kế như tính duyệt cắt xoắn kết hợp, tính co ngót từ biến... Ngoài ra nhóm cũng tiếp tục xây dựng các chương trình tính toán cho một số dạng dầm khác như dầm T, Super T, dầm hộp, dầm bản nhịp giản đơn ... để góp phần hình thành bộ chương trình thiết kế mẫu theo **22TCN 272-01** trên nền phần mềm **MathCAD**.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. *Tiêu chuẩn thiết kế cầu 22TCN 272-01*. Bộ Giao thông vận tải.
2. *Sức bền vật liệu* - Vũ Đình Lai - NXB Giao thông vận tải
3. *Cơ học kết cấu* - Lê Văn Quý - NXB Giao thông vận tải
4. *Cầu Bê tông cốt thép nhịp giản đơn*. PGS.TS. Nguyễn Viết Trung, TS. Hoàng Hà. NXB Giao thông vận tải, 2003.
5. *Các ví dụ tính toán Cầu Bê tông cốt thép nhịp giản đơn theo Tiêu chuẩn mới 22TCN 272-01*. PGS.TS. Nguyễn Viết Trung, TS. Hoàng Hà, Ths. Đào Duy Lâm. NXB Xây Dựng, 2004.
6. *Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép hiện đại theo Tiêu chuẩn ACI*. PGS.TS Nguyễn Viết Trung. NXB Giao thông vận tải, 2000.
7. *Load and Resistance Factor Design*. American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTO, Washington, D.C., 1998.
8. *Tính toán kỹ thuật xây dựng trên MathCAD*, PGS.TS. Nguyễn Viết Trung, Ths. Vũ Văn Toàn, KS Trần Thu Hằng. NXB Xây Dựng, 2004.