

## XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN SILO DÙNG APDL VÀ VISUAL BASIC

Nguyễn Tường Long, Trần Thái Dương, Cao Nhân Tiến, Nguyễn Công Đạt, Nguyễn Thái Hiền

Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 28 tháng 06 năm 2010, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 01 tháng 11 năm 2010)

**TÓM TẮT:** Nhằm giúp quy trình thiết kế các silo chứa lúa, gạo hiệu quả hơn, bài báo này xây dựng một chương trình tính toán, kiểm tra bền, hướng đến việc tối ưu cho các bản thiết kế silo. Chương trình này kết hợp khả năng tính toán kết cấu bằng phương pháp phần tử hữu hạn của ANSYS thông qua ngôn ngữ APDL và khả năng thiết kế giao diện của VISUAL BASIC. Các tác giả đã đề xuất một quy trình tính toán cho các silo dạng tròn và dạng vuông của Công Ty Cổ Phần Cơ Khí Chế Tạo Máy Long An (LAMICO) và hiện thực hóa bằng phần mềm tính toán silo CCMSilo.

**Từ khóa:** Silo, ANSYS, APDL, Visual Basic, phương pháp phần tử hữu hạn.

### 1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, Việt Nam nằm trong nhóm 3 nước xuất khẩu gạo lớn nhất thế giới. Theo các báo cáo, sản lượng gạo của Việt Nam khoảng 39 triệu tấn/năm, và hàng năm xuất khẩu 3 – 5 triệu tấn gạo.

Tuy nhiên, hệ thống kho lưu trữ chỉ đáp ứng được 2 triệu tấn. Chính phủ đang có kế hoạch tăng gấp đôi khả năng dự trữ để đảm bảo an ninh lương thực và tăng giá trị xuất khẩu [1].

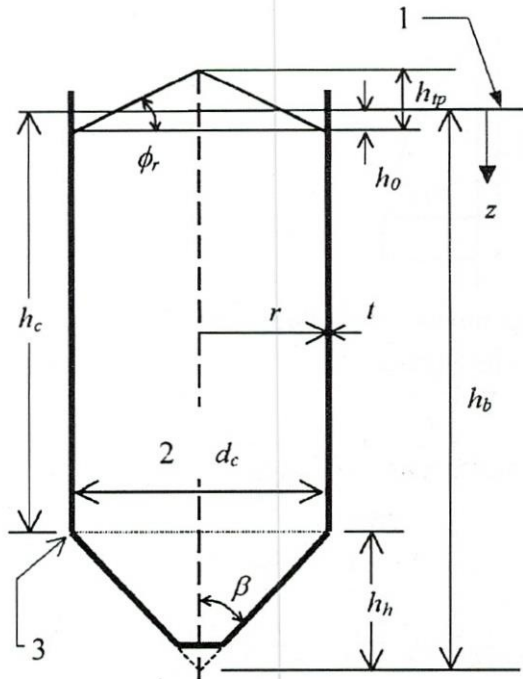
Một trong những vấn đề khó khăn của việc lưu trữ là đảm bảo chất lượng của lúa, gạo trong thời gian dài. Các nhà khoa học Việt Nam đã nghiên cứu, chế tạo trong nước mẫu Silo mới có khả năng khắc phục những nhược điểm của nhiều phương pháp bảo quản hiện

nay. Các nghiên cứu từ Trung tâm nghiên cứu công nghệ và thiết bị công nghiệp trường đại học Bách khoa TP.HCM cho thấy quá trình bảo quản nông sản đòi hỏi phải xử lý được những nhược điểm về thời tiết và khí hậu của Việt Nam [2].

Trong một luận văn thạc sĩ thuộc chương trình EMMC, Nguyễn Hữu Liêm đã trình bày các nghiên cứu về sử dụng tấm gợn sóng để chế tạo silo. Tuy nhiên luận văn này chỉ dừng lại ở việc tính toán các trường hợp chịu tải của tấm gợn sóng [3].

Các nghiên cứu trên đều chưa đáp ứng được nhu cầu sản xuất hàng loạt các silo, đặc biệt là các silo được sản xuất theo kiểu lắp ghép- cho phép lựa chọn đa dạng về sức chứa cũng như kết cấu.

2. THIẾT KẾ SILO THEO EUROCODE 1



- 1: Mặt phẳng tương đương
- 3: Vị trí chuyển tiếp giữa vách thân và đáy
- t: Bề dày vách.
- hh: Chiều cao đáy.
- hc: Chiều cao thân.
- hb: Chiều cao tổng.
- dc: Đường kính đường tròn nội tiếp tiết diện ngang của silo.
- β: Góc nghiêng của đáy.
- φr: Góc ma sát nghỉ của vật liệu.

Các kí hiệu khác có thể được tra cứu trong [6]

Hình 1. Các đặc trưng hình học tiêu biểu của silo

2.1. Những tải trọng trên các vách đứng của Silo

Các giá trị áp lực nằm ngang  $p_{hf}$  và lực ma sát  $p_{wf}$  lên vách tại độ cao bất kỳ được xác định như sau:

$$p_{hf} = p_{ho} Y_R \quad (1)$$

$$p_{wf} = \mu p_{ho} Y_R \quad (2)$$

Trong đó:

$$p_{ho} = \gamma K z_o = \gamma \frac{1}{\mu} \frac{A}{U} \quad (3)$$

$$Y_R = \left[ 1 - \left\{ \left( \frac{z - h_o}{z_o - h_o} \right) + 1 \right\}^n \right] \quad (4)$$

$$z_o = \frac{1}{K \mu} \frac{A}{U} \quad (5)$$

$$n = -(1 + \tan \phi_r) (1 - h_o / z_o) \quad (6)$$

$h_o$  : Giá trị của z tại mức cao nhất mà vật liệu tiếp xúc với vách (xem Hình 1).

$\gamma$ : Trọng lượng riêng của lúa, gạo.

$\mu$ : Hệ số ma sát trên vách đứng.

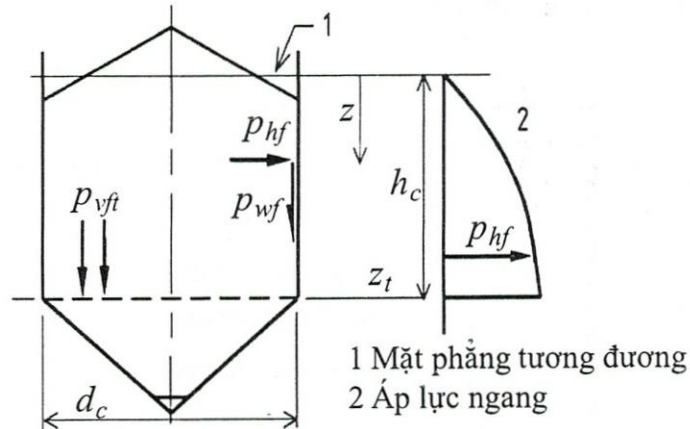
K: Hệ số áp lực ngang.

z : Độ sâu dưới mặt phẳng tương đương của vật liệu.

A: Diện tích tiết diện.

U: Nội chu vi của tiết diện.

φr: Góc ma sát nghỉ của vật liệu.



Hình 2. Lực tác động lên vách silo

Giá trị áp lực đứng  $p_{vf}$  tại độ cao bất kỳ được xác định như sau:

$$p_{vf} = \gamma z_v \quad (7)$$

$$z_v = h_o - \frac{1}{(n+1)} \left( z_o - h_o - \frac{(z + z_o - 2h_o)^{n+1}}{(z_o - h_o)^n} \right) \quad (8)$$

### 2.2. Những tải trọng trên phễu và đáy Silo

Khi độ dốc của vách phễu nằm ngang một góc lớn hơn  $20^\circ$  (như Hình 3.) thì áp lực pháp lên vách nghiêng phễu  $p_n$  tại bất kỳ mức độ sẽ được tính toán như sau:

$$p_n = p_{n3} + p_{n2} + (p_{n1} - p_{n2}) \frac{x}{l_h} \quad (9)$$

Trong đó:

$$p_{n1} = p_{vf} (C_b \sin^2 \beta + \cos^2 \beta) \quad (10)$$

$$p_{n2} = p_{vf} C_b \sin^2 \beta \quad (11)$$

$$p_{n3} = 3,0 \frac{A}{U} \frac{\gamma K}{\sqrt{\mu_h}} \cos^2 \beta \quad (12)$$

$\beta$ : Góc nghiêng phần phễu của silo.

$x$ : Độ dài giữa 0 và  $l_h$  (xem Hình 3).

$p_{vf}$ : Giá trị của áp lực đứng  $p_{vf}$  tại vị trí chuyển tiếp, tính theo (7) với  $z=z_t$  (xem Hình 2).

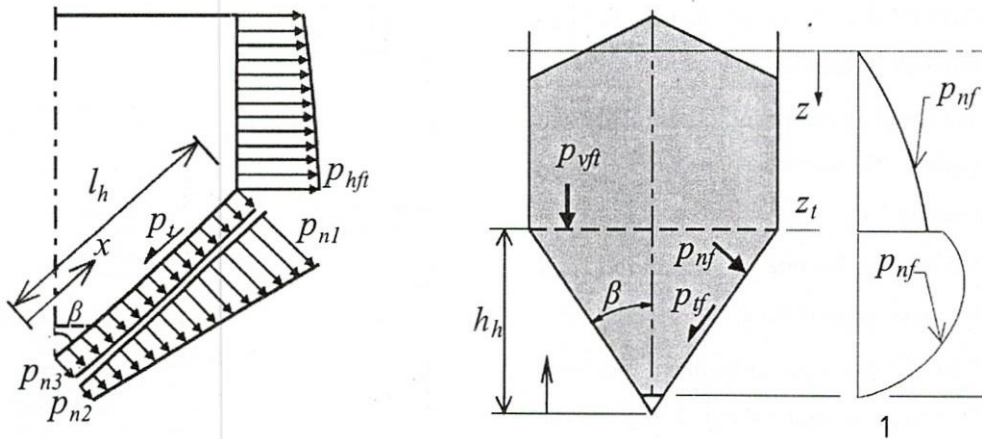
$\mu_h$ : Hệ số ma sát trên đáy (giá trị cận dưới).

$C_b$ : Hệ số khuếch đại lực tại đáy.

$l_h$ : Chiều dài phần phễu.

Giá trị lực ma sát lên vách  $p_t$  tính bởi:

$$p_t = p_n \mu_h \quad (13)$$



Hình 3. Các lực tác dụng lên phân tử

### 3. NGÔN NGỮ APDL (ANSYS Parametric Design Language)

APDL là ngôn ngữ lập trình của ANSYS, dựa trên nền FORTRAN. Mặc dù ADPL không bao quát và mạnh mẽ bằng FORTRAN nhưng nó giúp chúng ta sử dụng ANSYS linh hoạt hơn rất nhiều.

APDL giúp người sử dụng mở rộng khả năng của ANSYS mà không cần đến các hiểu biết phức tạp về cấu trúc dữ liệu của bản thân ANSYS. Về bản chất, APDL là ngôn ngữ thông dịch, do đó, hạn chế lớn nhất của nó là tốc độ thực thi, điều này có thể kéo dài thời gian chạy chương trình hơn bình thường.

Điểm đặc sắc nhất của APDL là giúp ta tính toán theo các *thông số*. Chúng ta có thể chạy nhiều lần, với các thông số có giá trị khác nhau mà không cần phải mô hình lại từ đầu. Điều này đặc biệt có ý nghĩa trong việc thiết kế, khi mà các kích thước hình học và dữ liệu liên quan liên tục thay đổi. Bằng cách dùng APDL, ta có thể xây dựng một mô hình tổng

quát, sau đó tiến hành hàng loạt phân tích với các giá trị thông số cho sẵn để chọn ra thiết kế tốt nhất.

### 4. KẾT HỢP APDL VÀ VISUAL BASIC

Công việc kiểm tra thiết kế trên ANSYS đòi hỏi những hiểu biết chuyên sâu về cách sử dụng phần mềm. Điều này đôi lúc gây ra những trở ngại không nhỏ. Thậm chí đối với những người thường xuyên sử dụng ANSYS thì việc lập đi lập lại thường xuyên các phân tích với rất nhiều số liệu cũng là công việc đơn điệu và có thể gây ra những sai lầm.

Việc kết hợp ANSYS và VISUAL BASIC cho phép tạo ra một phần mềm trực quan chuyên giải quyết cho một loạt bài toán thuộc cùng nhóm, chẳng hạn việc tính toán- thiết kế- kiểm tra bền- tối ưu kết cấu cho silo

#### 4.1. Tóm tắt giao tiếp giữa người sử dụng- VB và ANSYS

- Người dùng nhập dữ liệu thông qua GUI.
- VB tạo các cơ sở dữ liệu chuẩn bị cho ANSYS và gọi ANSYS thực thi (Batch mode).

- ANSYS đọc các cơ sở dữ liệu, thực thi các module được thiết kế trước.

- Sau khi chạy các phân tích, ANSYS xuất các kết quả ra các file ảnh \*.bmp hoặc các báo cáo dưới dạng \*.txt.

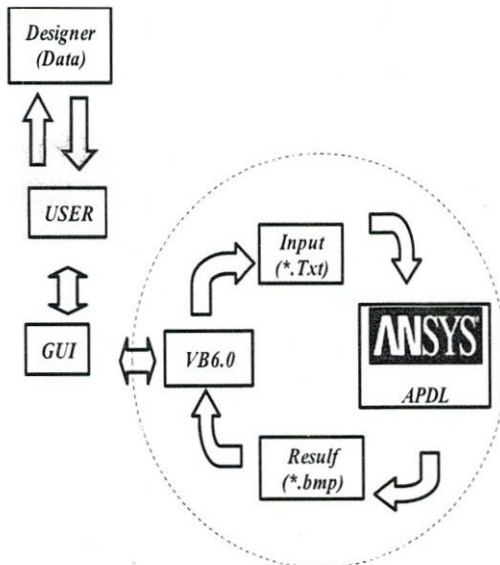
- VB đọc các kết quả và hiển thị trên GUI theo yêu cầu của người dùng.

- Nếu kết quả được chấp nhận, quy trình kết thúc. Ngược lại, người dùng sẽ thay đổi các thông số thiết kế và quy trình được lặp lại.

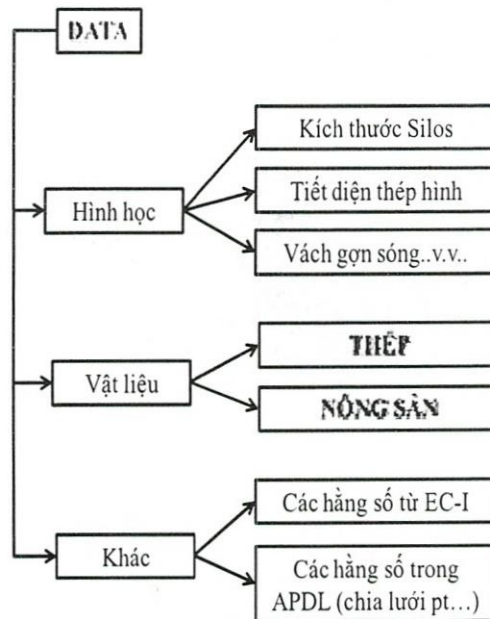
#### 4.2. Các loại dữ liệu sử dụng trong quá trình thiết kế Silo

Quy trình thiết kế Silo được ghi rõ trong tiêu chuẩn Eurocode 1. Việc thiết kế đòi hỏi rất nhiều dữ liệu, có thể phân ra 3 nhóm chính:

- Hình học.
- Vật liệu: Thép, Nông sản...
- Khác



Hình 4. Giao tiếp giữa người dùng- VB- ANSYS

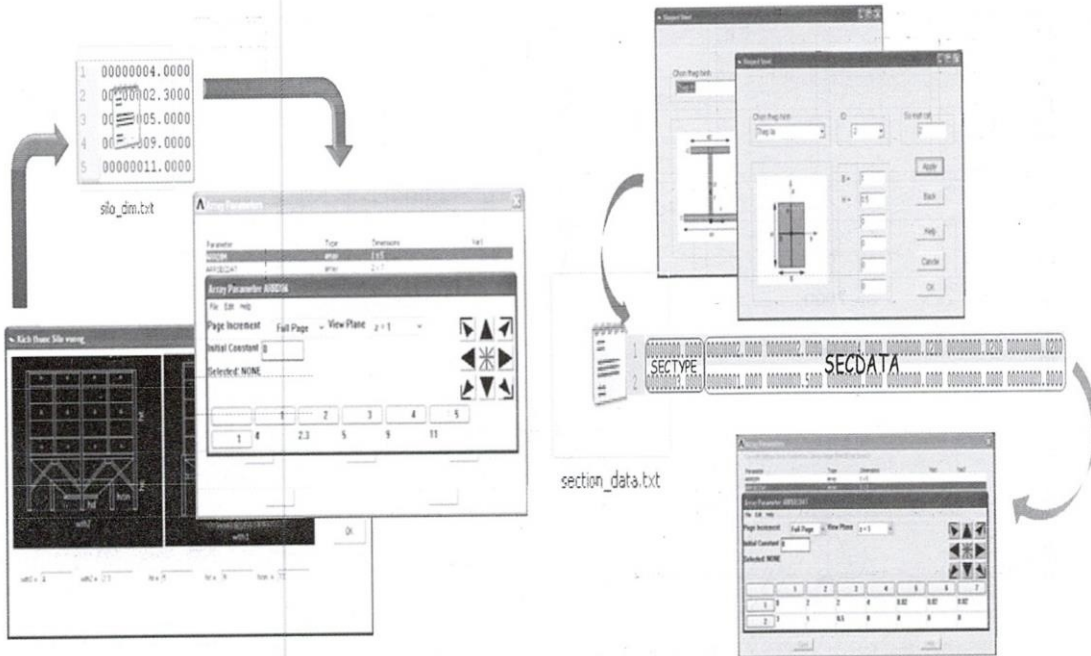


Hình 5. Các loại dữ liệu

#### 4.3. Tổ chức và trao đổi dữ liệu giữa VB và ANSYS

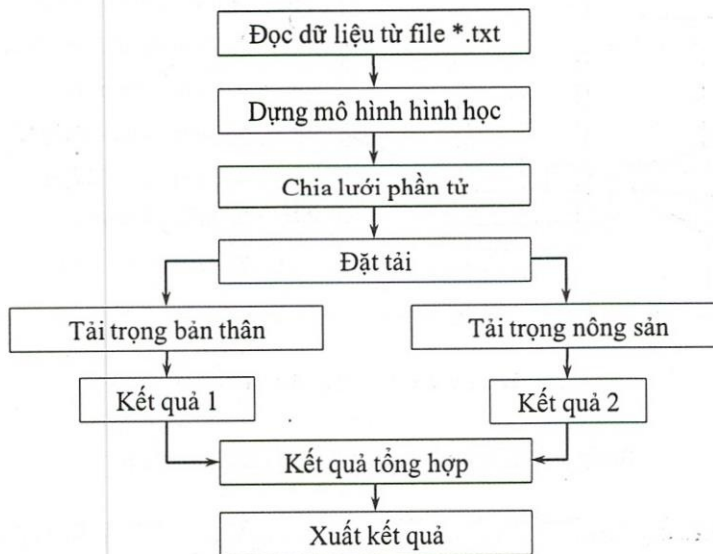
Dữ liệu được VB ghi ra các file text \*.txt theo một định dạng nhất định. Sau đó ANSYS sẽ đọc các file này vào một mảng và gán các giá trị từ mảng này cho các biến thông số.

Các định dạng xác định chiều rộng trường trong từng bản ghi cho mỗi số. Các định dạng này nhằm đảm bảo cho ANSYS có thể đọc vào đúng dữ liệu. Bất kỳ định dạng FORTRAN tiêu chuẩn nào cho số thực (như (4F6.0), (E10.3, 2X, D8.2), vv) hoặc định dạng chữ (A) đều có thể được sử dụng.



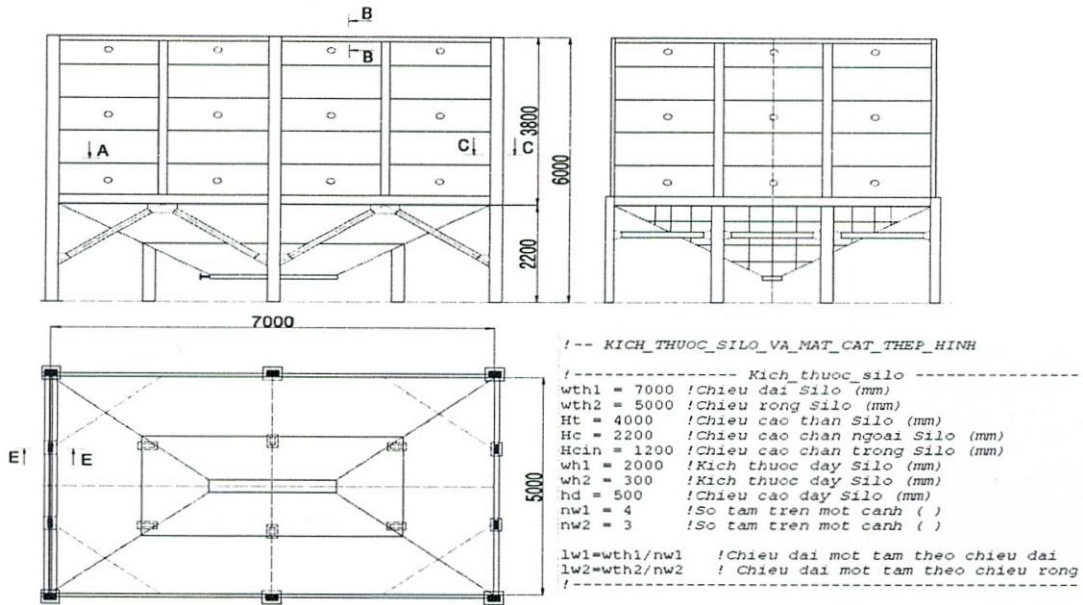
Hình 6. Trao đổi dữ liệu giữa VB và ANSYS

#### 4.4. Tóm tắt quá trình tính toán

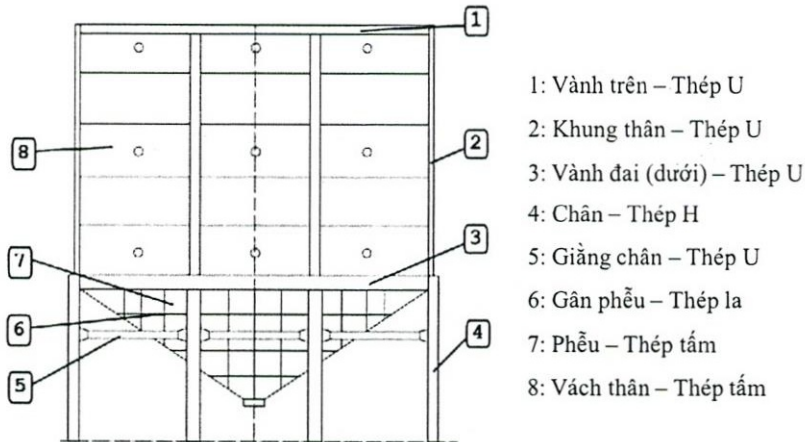


Hình 7. Tóm tắt quá trình tính toán

Dữ liệu đầu vào:



Hình 8. Bản vẽ và kích thước silo



Hình 9. Phân bố thép cho silo

Bảng 1. Các trường hợp tính toán (thay đổi thép)

Chiều dày (mm)	Trường hợp 1	Trường hợp 2	Trường hợp 3
Vách 1	1	1	1
Vách 2	1.5	1.2	1.2
Vách 3	1.5	1.2	1.2
Vách 4	2	1.5	1.5
Đáy 1	3	2.5	2.5

Đáy 2	5	3.5	3.5
Số hiệu mặt cắt thép hình			
Thép U	14	14	10
Thép H	14	14	10

Tính toán các trường hợp tải trọng cho kết cấu.

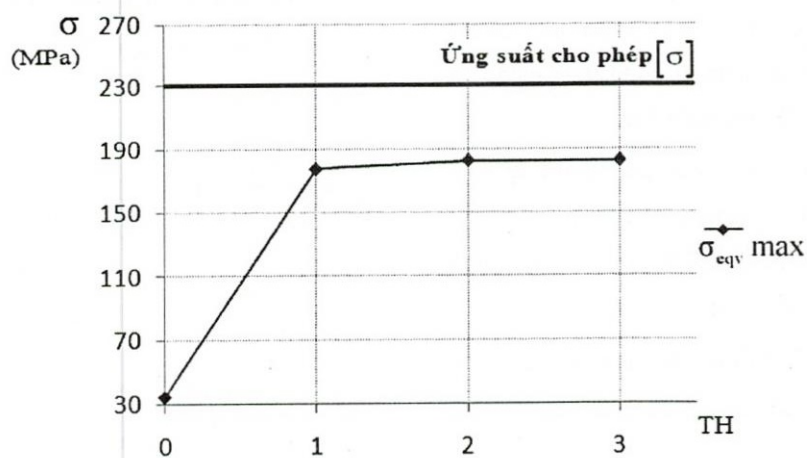
- Áp lực lên vách thân là lớn nhất.
- Lực kéo (ma sát) trên vách thân là lớn nhất.
- Lực theo phương đứng lên phễu là lớn nhất.
- Áp lực lên phễu là lớn nhất.

Các kết quả sau khi tính toán:

Bảng 2. Kết quả tính các TH thay đổi thép hình

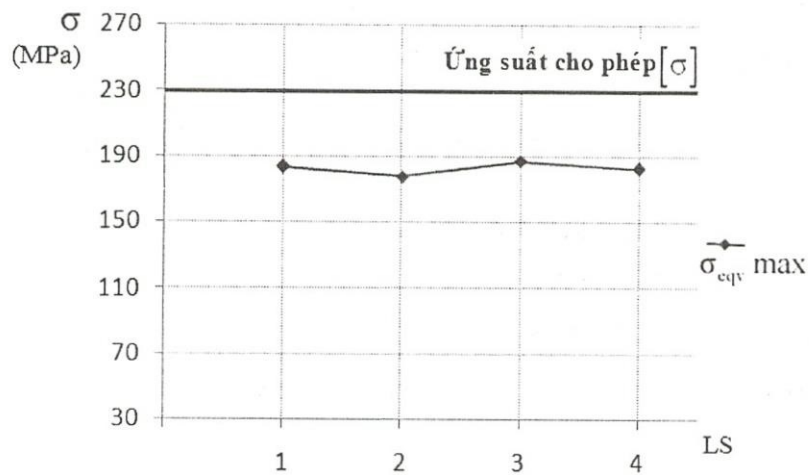
	Chuyển vị Max (mm)	Ứng suất Max (von Mises, Mpa)	Thỏa bên? ([ $\sigma$ ]=230Mpa)
Trường hợp 0(*)	10.7	34.7	Có
Trường hợp 1	11.71	177.63	Có
Trường hợp 2	11.71	182.63	Có
Trường hợp 3	12.7	182.61	Có

(\*) Chi chịu tải trọng bản thân, số liệu giống Trường hợp 1.



Hình 10. Biểu đồ so sánh kết quả tính (TH thay đổi thép)

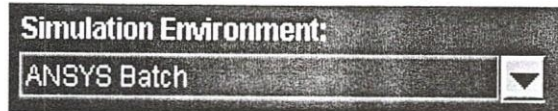




Hình 11. Biểu đồ so sánh kết quả cho các trường hợp tải trọng

#### 4.5. Sự thực thi của chương trình

Chương trình CCMSilo sẽ gọi ANSYS dưới chế độ Batch:



để thực thi file CCMS.mac.

File CCMS.mac bao gồm nhiều đoạn code APDL (có thể trích xuất thành các macro chuyên biệt) hoàn toàn tự động thực hiện quy trình tính toán đã giới thiệu ở trên.

Các macro được viết hướng tới sự linh hoạt cao nhằm đạt được mục tiêu hỗ trợ người dùng thay đổi thiết kế về KẾT CẤU ngay trên CCMSilo (version sau).

Hiện tại CCMSilo cho phép người dùng thay đổi các loại thép hình (mac thép; hình

dạng H,U,I,O,thép hộp, thép la), cách bố trí các loại thép, vật liệu chứa, tải trọng...

CCMSilo giúp chúng ta có thể nhanh chóng kiểm tra xem silo có đủ bền hay không và có những thay đổi cần thiết để có một kết cấu hợp lý nhất.

### 5. GIỚI THIỆU CHƯƠNG TRÌNH CCMS

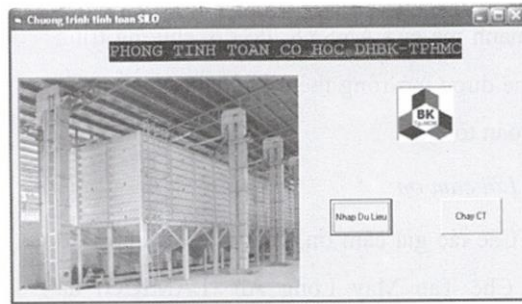
#### 5.1. Giao diện chương trình

Thông qua giao diện của chương trình, người dùng có thể:

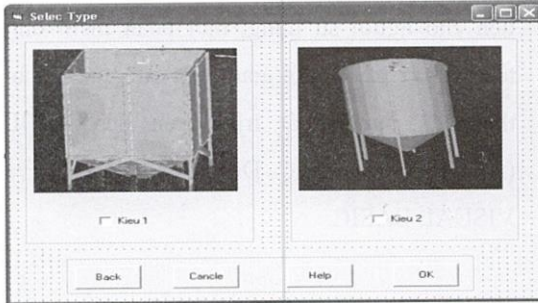
- Lựa chọn kiểu silo (dạng chữ nhật, vuông hay dạng tròn).
- Thay đổi sức chứa của silo.
- Thông số vật liệu của thép và vật liệu chứa (lúa, gạo, ...).
- Bố trí thép cho kết cấu.
- Thay đổi các mặt cắt thép hình.



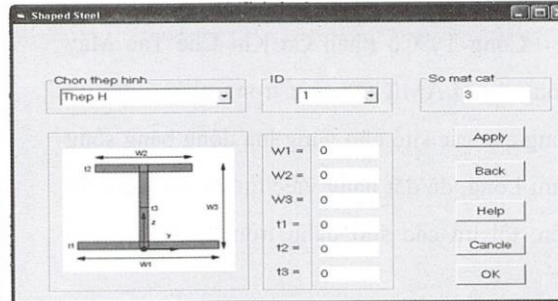
Hình 12. Màn hình chào



Hình 13. Giao diện chính

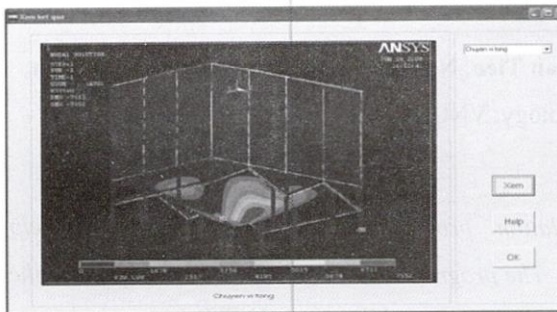


Hình 14. Lựa chọn kiểu Silo

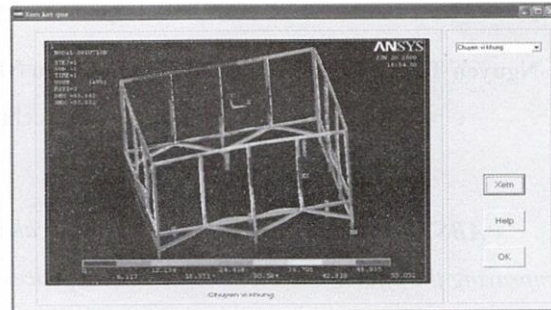


Hình 15. Lựa chọn mặt cắt

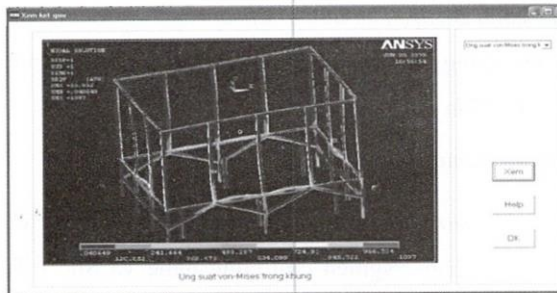
## 5.2. Một số kết quả



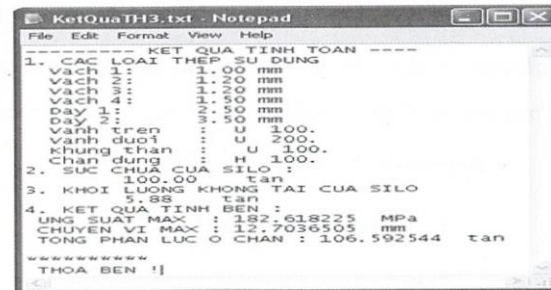
Hình 16. Chuyển vị tổng



Hình 17. Chuyển vị khung đế Silo



Hình 18. Ứng suất von Mises khung đế Silo



Hình 19. File .txt thể hiện kết quả tính toán

## 6. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày những điểm cơ bản nhất trong việc kết hợp ANSYS và VISUAL BASIC để tạo ra một chương trình thiết kế- tính toán mạnh mẽ và thân thiện với người dùng. Khả

năng kết hợp này mở ra một hướng đi mới cho việc áp dụng các nghiên cứu trên ANSYS vào thực tế sản xuất.

CCMSilo được viết trên nền tảng APDL- một công cụ phục vụ cho module tính toán tối

ưu mạnh mẽ của ANSYS, do đó, chương trình có thể được mở rộng thêm khả năng giải quyết bài toán tối ưu.

*Lời cảm ơn:*

Các tác giả cảm ơn Công Ty Cổ Phần Cơ Khí Chế Tạo Máy Long An (LAMICO) đã cung cấp số liệu của các silo 150 tấn.

Công Ty Cổ Phần Cơ Khí Chế Tạo Máy Long An (LAMICO), một trong những đơn vị cung cấp các silo cho vùng lúa đồng bằng sông Cửu Long, đã đặt hàng việc tính toán, kiểm tra bền, tối ưu các silo dạng tròn và vuông cho

Phòng Tính toán cơ học thuộc Bộ môn Cơ kỹ thuật, ĐH Bách Khoa Tp HCM.

Theo yêu cầu từ Công Ty Cổ Phần Cơ Khí Chế Tạo Máy Long An (LAMICO), Phòng Tính toán cơ học đã xây dựng một quy trình tính toán silo bằng phương pháp phần tử hữu hạn (dùng chương trình ANSYS). Để thuận tiện cho người sử dụng, một phần mềm tính toán silo (CCMS) với giao diện trực quan, thân thiện đã được phát triển trên nền APDL (ANSYS Parametric Design Language) và VISUAL BASIC.

## A SILO COMPUTING PROGRAM BASED ON APDL AND VISUAL BASIC

Nguyen Tuong Long, Tran Thai Duong, Cao Nhan Tien, Nguyen Cong Dat, Nguyen Thai Hien  
University of Technology, VNU-HCM

**ABSTRACT:** *In this research, a new calculation program is developed in order to help improving the effectiveness of silo designing process. The program can calculate, test, and optimize the design of silo. This program combines powerful computing capabilities of ANSYS in finite element method and the ability to design intuitive interface of Visual Basic. The authors proposed a process for calculating the silo as round and square form of the Long An Machinery Industry Joint - Stock Company (LAMICO) and used silo calculate software CCMSilo for the realization.*

**Keywords:** *Silo, ANSYS, APDL, Visual Basic, finite element method.*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Dữ liệu thị trường nông sản AGRODATA, Trung tâm Thông tin Phát triển Nông nghiệp Nông thôn, Viện Chính sách và Chiến lược Phát triển Nông nghiệp Nông thôn.
- [2]. Bùi Song Cầu, *Nghiên cứu thiết kế, chế tạo hệ thống Silô bảo quản các hạt nông*

*sản xuất khẩu qui mô 200- 300 tấn*, Hội thảo "Nghiên cứu công nghệ và Silô bảo quản các nông sản xuất khẩu", HCMUT (2003).

- [3]. Nguyễn Hữu Liêm, *L luận văn Thạc sĩ*, ĐH Bách Khoa Tp HCM (2005).
- [4]. GS. TS. Nguyễn Văn Phái, GVC. TS. Trương Tích Thiện, Ths. Nguyễn Tường

Long, Ths. Nguyễn Đình Giang, *Giải bài toán cơ kỹ thuật bằng chương trình ANSYS*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Thành Phố Hồ Chí Minh (2003).

[5]. Nguyễn Lương Dũng, *Giáo trình Phương Pháp Phần Tử Hữu Hạn Trong Cơ Học*,

Trường Đại Học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh (1993).

[6]. *Eurocode 1- Actions on structures- Part 4: Silo and tanks.*

[7]. *ANSYS user's manual.*

[8]. Các bản vẽ silo của LAMICO.