

THIẾT KẾ THI CÔNG KẾT CẤU TÀU THEO HƯỚNG SỐ HÓA

Đoàn Minh Thiện⁽¹⁾, Trần Nguyễn Nguyên Khôi⁽¹⁾, Lê Đình Tuân⁽¹⁾,
Võ Trọng Cang⁽¹⁾, Đinh Quang Chung⁽²⁾

(1) Đại học Bách khoa Tp.HCM

(2) Tổng Công ty cổ phần Vận tải Dầu khí

(Bài nhận ngày 16 tháng 05 năm 2011, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 31 tháng 01 năm 2012)

TÓM TẮT: Từ khi Việt Nam bắt đầu mở cửa ra thế giới bên ngoài vào những năm 90, nền công nghiệp đóng tàu quốc gia đã chứng kiến một sự phát triển vô cùng mạnh mẽ. Hơn thế nữa, chúng ta còn bắt đầu chia sẻ với thị trường đóng tàu thế giới. Có thể nói rằng so với đóng tàu cho thị trường nội địa, đóng tàu xuất khẩu ra nước ngoài đòi hỏi các tiêu chuẩn vô cùng khắt khe và phức tạp hơn rất nhiều lần. Không những vậy, ngày nay, công nghệ máy tính đang phát triển rất nhanh. Vì vậy để cạnh tranh với các thiết kế nước ngoài, chúng ta phải có các chiến lược phát triển kỹ thuật và công nghệ bằng việc đầu tư sử dụng những phần mềm mới nhất từ các quốc gia có nền công nghiệp đóng tàu tiên tiến như Hàn Quốc, Nhật Bản, Trung Quốc, Châu Âu, ... Trong đó, phần mềm thiết kế thi công chuyên ngành – Plant Design Management Systems (PDMS) là xu hướng mới nhất của ngành công nghiệp đóng tàu thế giới. Với phần mềm này, các kỹ sư hàng hải có thể thiết kế, xử lý, quản lý dữ liệu kết cấu thân vỏ và lắp đặt hệ thống động lực thông qua các đối tượng 3D trực quan ... sau đó chuyển dữ liệu trực tiếp tới các máy CNC. Thực sự, chúng ta có rất ít thời gian để nắm bắt công nghệ thi công tiên tiến này của thế giới. Điều này vừa là thách thức vừa là cơ hội cho ngành công nghiệp đóng tàu nước nhà.

1. TRIỂN KHAI ỨNG DỤNG SỐ HÓA TRONG THIẾT KẾ THI CÔNG TÀU THỦY CỐ TRỌNG TẢI LỚN

1.1. Mở đầu

Do kích thước của các con tàu được đóng ngày càng lớn kết cấu thân tàu không thể đóng liên khớp thành một khối, cũng như việc thi công lắp đặt hệ thống động lực không thể làm từng bước dò dẫm như trước kia mà phải phân chia thành vài chục hoặc vài trăm phân tổng đoạn.

Với khối lượng thiết bị đồ sộ và yêu cầu kỹ thuật công nghệ đóng mới đòi hỏi độ chính xác

rất cao nên việc hạ liệu chi tiết bằng phương pháp thủ công, việc cắt tay và phóng dạng trên sàn ngày càng lỗi thời, không thể đạt được độ chính xác cần thiết. Đặc biệt việc đóng những con tàu lớn được phân chia ra hàng trăm tổng đoạn và được đóng cùng lúc tại nhiều phân xưởng hay nhà máy sau đó chuyển về một nhà máy lắp ráp tổng thành. Do vậy nếu không ứng dụng công nghệ đóng mới hiện đại theo phương pháp số hóa bằng các phần mềm thiết kế thi công chuyên ngành thì không thể đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật khắt khe và chất lượng sau khi đóng không thể đạt được tiêu chuẩn quốc tế.

Trong giai đoạn đầu, để đạt được yêu cầu trên nhiều nhà máy đóng tàu trong nước đều phải mua toàn bộ công nghệ và thuê chuyên gia nước ngoài tư vấn. Công việc này bị động và đội giá thành đóng mới lên cao, khó lòng cạnh tranh với các nước trong khu vực.

Nhóm nghiên cứu đã thấy được tính cấp thiết của việc ứng dụng số hóa trong thiết kế thi công các tàu hàng có trọng tải lớn nên đã mạnh dạn ứng dụng kiểm nghiệm trên phần mềm chuyên ngành Plant Design Management System (PDMS) và được áp dụng cụ thể cho tàu hàng 6800 DWT.

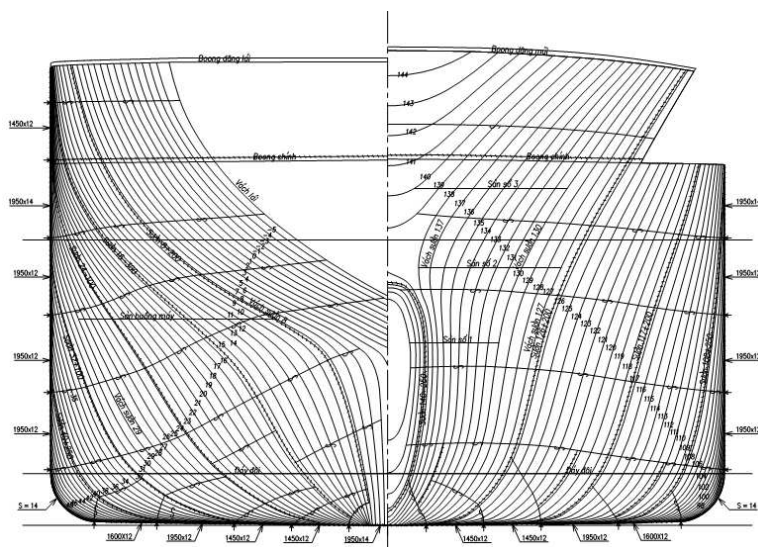
2. QUY TRÌNH THIẾT KẾ THI CÔNG KẾT CẤU TÀU

2.1. Phóng dạng tuyến hình

Dùng modul NAPA trong TRIBON của AVEVA VANTAGE MARINE 12 phóng dạng lại sườn thực theo tuyến hình của bản vẽ thiết kế kỹ thuật.

Khi sử dụng modul NAPA để phóng dạng tuyến hình, thân tàu được mô phỏng hoàn toàn trong không gian ba chiều trên máy tính giúp xác định được hình dạng tổng thể thân tàu với độ trơn và độ chính xác cao, không bị giới hạn bởi kích thước thân tàu. Điều này cho phép phóng dạng tuyến hình với những con tàu có kích thước lớn tùy ý.

Trị số tuyến hình sườn thực sau khi phóng dạng với độ trơn và chính xác cần thiết sẽ được xuất sang AutoCAD để tiến hành khai triển công nghệ.



Hình 1. Tuyến hình sườn thực sau khi được phóng dạng và xuất sang CAD

2.2. Phân chia phân tổng đoạn

Dựa vào tuyến hình đã được tạo ra, tiến hành phân chia tổng đoạn toàn tàu, việc phân

chia này dựa trên bản vẽ kết cấu, khổ tôn hiện có và khả năng trang thiết bị của nhà máy.

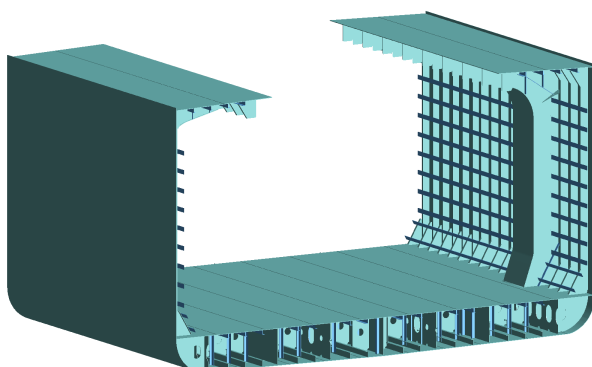
2.3. Triển khai các bản vẽ thiết kế công nghệ

Các bản vẽ thiết kế công nghệ được khai triển dựa theo thiết kế kỹ thuật ban đầu tương ứng với từng tổng đoạn đã được phân chia trước đó.

2.4. Xây dựng và quản lý các chi tiết kết cấu thân tàu trong PDMS

Tiến hành mô phỏng số hóa trong không gian 3D các chi tiết kết cấu theo từng phân tổng đoạn với tỉ lệ 1:1 tương ứng với khả năng lắp ráp công nghệ hoàn toàn chính xác tại mặt bằng sản xuất và đóng mới của nhà máy.

Các chi tiết kết cấu sau khi mô phỏng đều được quản lý tối ưu bởi hệ thống dữ liệu thứ bậc trong PDMS.



Hình 2. Tổng đoạn khoang hàng số 7

2.5. Tiến hành trang trí động lực bằng các modul hỗ trợ khác trong PDMS

Sau khi kết cấu thân tàu được xác lập hoàn thiện ta tiếp tục tiến hành mô phỏng các thiết kế thi công còn lại như bố trí thiết bị động lực, hệ thống đường ống, HVAC, ... bằng các modul hỗ trợ khác của PDMS.

Equipment – mô phỏng nhanh thiết bị, máy móc, cung cấp nhiều macro tạo các thiết bị tiêu

chuẩn, hỗ trợ thư viện các hình khối cơ bản, tạo điểm định vị chính xác.

Pipework – mô phỏng, hiệu chỉnh hệ thống đường ống với độ chính xác tuyệt đối trong không gian 3D như thực tế thi công, cung cấp các specification về ống/ phụ tùng/ van ..., thống kê vật tư tự động, kiểm tra sự đồng nhất.

HVAC – thiết kế thi công hệ thống thông gió. Cabletrays - thiết kế thi công hệ thống máng cáp điện.

2.6. Xuất dữ liệu từ thư viện quản lý trong PDMS ra thực tế thi công

PDMS hỗ trợ modul Draft xuất dữ liệu các chi tiết kết cấu/ spec. hệ thống đường ống thông qua chuẩn giao tiếp DXF ra các bản vẽ thi công 2D hoặc trao đổi hạ liệu trực tiếp trên máy CNC. Tự động hỗ trợ chia các spool ống, mã hóa các chi tiết kết cấu, thống kê vật tư, ...

3. MÔ PHỎNG SỐ HÓA 3D TRONG PDMS

3.1. Cách thức tổ chức dữ liệu trong PDMS

3.1.1. Cấu trúc dữ liệu

PDMS là một phần mềm thiết kế 3D và quản lý dữ liệu với số lượng lớn, nên được chia ra thành tám modul chức năng. Mỗi modul phục vụ cho một mục đích quản lý dữ liệu khác nhau. Bao gồm các modul sau:

DESIGN	Thiết kế 3D
DRAFT	Xuất ra dưới dạng 2D
ISODRAFT	Xuất ra dạng tiêu chuẩn
ADMIN	Người sử dụng quản lý
PARAGON	Thư viện dữ liệu

SPECON	Tính toán phần tử hữu hạn
PROCON	Đặc tính dữ liệu
LEXICON	Thuộc tính được định nghĩa

3.1.2. Sơ đồ tổ chức dữ liệu

Dữ liệu trong PDMS được tổ chức quản lý một cách hết sức đơn giản và khoa học. Hệ thống dữ liệu được quản lý theo cấp thứ bậc dưới dạng sơ đồ cây

3.2. Phương cách khởi tạo dữ liệu trong PDMS

Vào modul Design, chọn các modul hỗ trợ Structure/ Pipework/ Equipment/ HVAC/ ..., tùy chọn theo mục đích thiết kế.

Xây dựng các Draw List để quản lý dữ liệu thông qua World/ Site/ Zone.

Tiến hành mô phỏng chi tiết cụ thể.

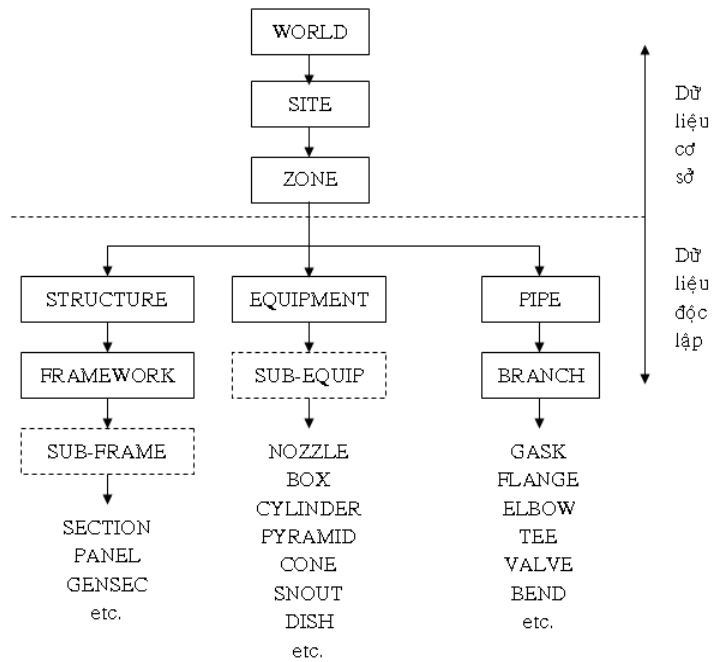
3.3. Xây dựng macro cho các chi tiết kết cấu

Thiết lập Site → Zone → Structure → Frame → Sub-frame cho chi tiết cần mô phỏng.

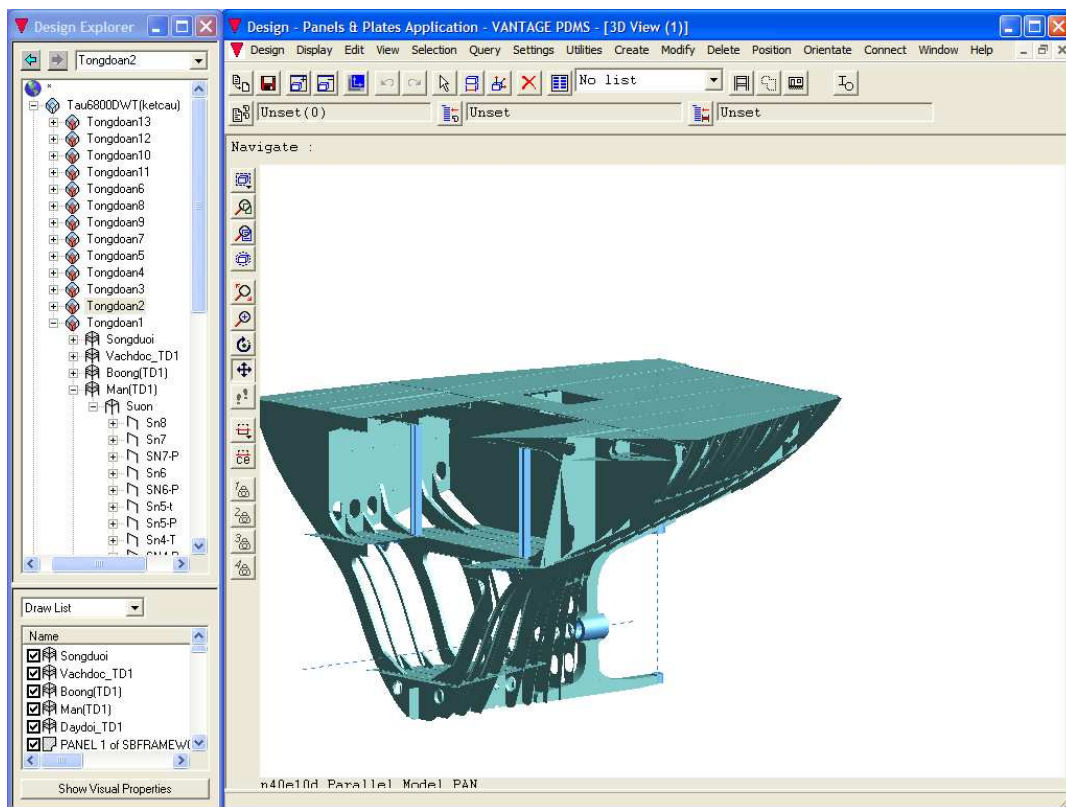
Thiết lập macro chung cho các section, panel, sau đó ứng với từng chi tiết cụ thể ta chỉ cần thay đổi biến điều khiển. Lần lượt tham số hóa toàn bộ kết cấu thân tàu theo từng tổng đoạn (công việc này có thể tiến hành đồng thời với nhiều tổng đoạn khác nhau trên nhiều users của hệ thống, sau đó dữ liệu được chuyển về cho sever của máy chủ quản lý). Điều này giúp tiến trình mô phỏng được rút ngắn đáng kể tiết kiệm thời gian, công lao động và tăng năng suất gấp nhiều lần so với trước đây.

Tiến hành khoét lỗ trên chi tiết kết cấu bằng Negative Extrusion theo bản vẽ công nghệ. Sau đó cập nhật lại các lỗ khoét lần nữa khi thiết kế thi công xong hệ thống đường ống và bố trí thiết bị.

Trong thư viện của PDMS hỗ trợ tối đa các chuẩn thép hình với tiêu chuẩn quốc tế như DIN, JIS, GOST, ... Điều này giúp cho việc thiết kế thi công trở nên dễ dàng hơn rất nhiều. Không những vậy, PDMS còn có modul Paragon hỗ trợ việc cập nhật và xây dựng thư viện dữ liệu.



Hình 3. Sơ đồ tổ chức dữ liệu trong PDMS



Hình 4. Hệ thống cấp bậc dữ liệu được quản lý trong PDMS khi tiến hành thiết kế thi công

Một đoạn macro điền hình khi số hóa chi tiết kết cấu – đà ngang đáy (panel 2) sườn 18 thuộc tổng đoạn số 2 khu vực buồng máy:

```

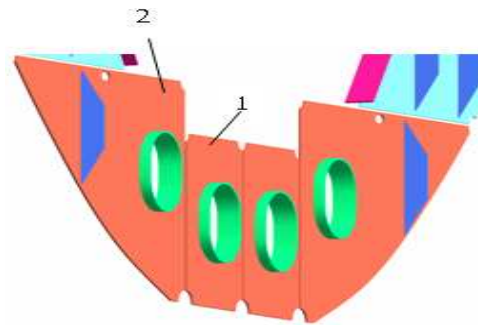
$P Product of Nguyen Khoi
'Gioi thieu ten nguoi thiet ke'
$P then a Sn18 with PDMS !!
'Gioi thieu vi tri chi tiet'
/*
new site      'Tao Site'
new zone      'Tao Zone'
new stru      'Tao Structure'
new frmw      'Tao Framework'
new sbfrmw    'Tao Sub-frame'
new PNODE at
X -670.0000 Y 2.1251000 Z 0.0000
new PNODE at
X -670.0000 Y 1300.0000 Z 0.0000
new PNODE at
X -2662.211 Y 1300.0000 Z 0.0000
new PNODE at
X -2509.408 Y 1144.8550 Z 0.0000
new PNODE at
X -2366.879 Y 1009.0080 Z 0.0000
new PNODE at
X -2133.518 Y 800.07960 Z 0.0000
new PNODE at
X -1852.832 Y 566.05640 Z 0.0000
new PNODE at
X -1601.878 Y 384.17120 Z 0.0000
new PNODE at
X -1274.959 Y 198.64330 Z 0.0000
new PNODE at

```

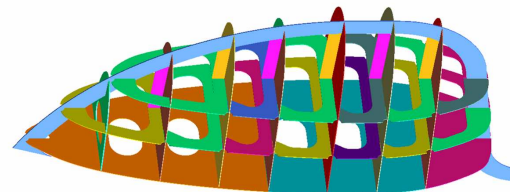
```

X -901.6464 Y 36.223400 Z 0.0000
new PNODE at
X -822.1280 Y 4.0267000 Z 0.0000
new PNODE at
X -714.7520 Y 2.6845000 Z 0.0000
new PNODE at
X -670.0000 Y 1.8751000 Z 0.0000
'Tao nut'

```



Hình 5. Đà ngang đáy



Hình 6. Kết cấu mũi quả lê

```

new panel    'Tao Panel'
$*Orientation Y is u and X is n
'Dinh nghĩa huong'
new ploos    'Tao bien dang Panel'
Sjustification dtop
'Xac dinh vi tri dat Panel'

```

hei 12 'Chieu day Panel'

new pave at PNODE1

new pave at PNODE2

new pave at PNODE3

new pave at PNODE4

new pave at PNODE5

new pave at PNODE6

new pave at PNODE7

new pave at PNODE8

new pave at PNODE9

new pave at PNODE10

new pave at PNODE11

new pave at PNODE12

new pave at PNODE13

'Tao Panel vertex'

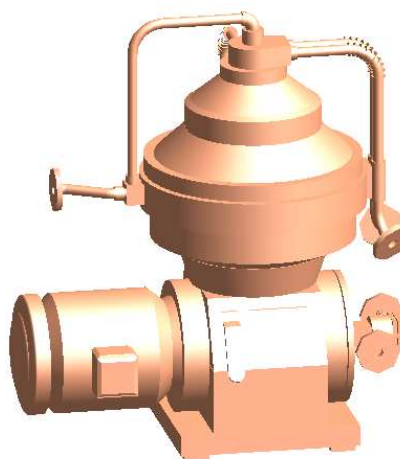
3.4. Mô phỏng trang trí động lực

Cũng với quy trình thiết lập tương tự trong các modul hỗ trợ thiết kế khác của PDMS ta tiếp tục hoàn thiện công việc thiết kế thi công phần hệ thống động lực và bố trí trang thiết bị cho toàn tàu.

Việc xây dựng macro để mô phỏng cho các trang thiết bị trên tàu được thực hiện theo catalogue dữ liệu của nhà sản xuất cung cấp bằng các hình khối soild đơn giản nhưng vẫn đảm bảo chính xác các kích thước phủ bì.



Hình 7. Thiết bị lọc lắp đặt thực tế.



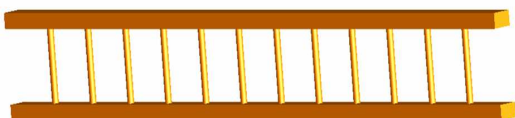
Hình 8. Thiết bị lọc được mô phỏng bằng macro sử dụng ngôn ngữ PML

Một đoạn macro điển hình khi mô phỏng thang lên xuống khu vực buồng máy:

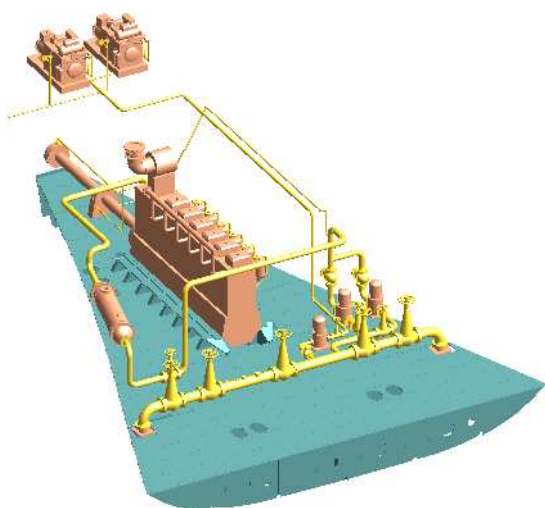
```
define function !!cauthang(!n is STRING,
!h is REAL)
!width = 350
!rungs = !h / 230
!number = !rungs.int()
!pitch = !h / !number
new equip /$!n
new box xlen 60 ylen 100 zlen !$!h
```

```

by u($!h / 2) w($!width / 2)
new box copy prev
by e $!width
do !count from 1 to (!number - 1)
new cyl hei ($!width - 60) dia 30
ori p1 is e
at u($!pitch * $!count)
enddo
end
    
```



Hình 9. Thang bộ



Hình 10. Hệ thống làm mát bằng nước biển

3. KẾT LUẬN

3.1. Kết quả thu được khi áp dụng phương pháp số hóa trong thiết kế thi công

Áp dụng phương pháp số hóa trong thiết kế kết cấu tàu từ giai đoạn thiết kế kỹ thuật giúp cho nhà máy tính toán chính xác được khối

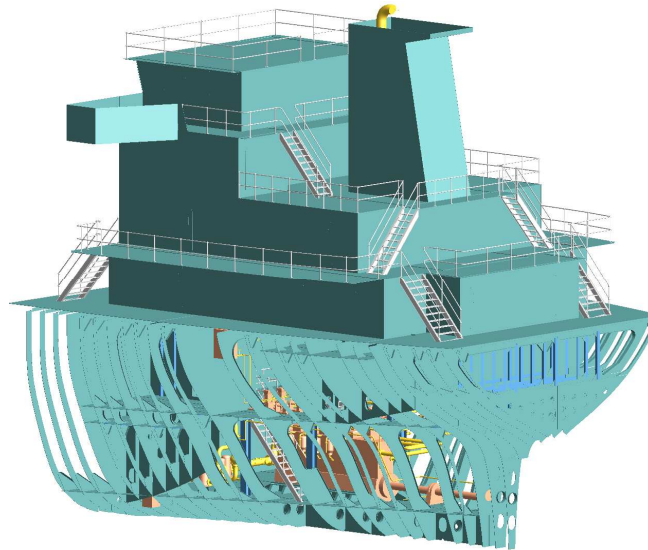
lượng kết cấu tàu (một bước tính quan trọng trong thiết kế tàu thủy), tính toán được khối lượng vật tư nguyên vật liệu, khối lượng công việc thi công, giúp triển khai và quản lý hiệu quả tiến độ thi công giúp giảm đáng kể thời gian thi công.

Việc triển khai thi công bằng phương pháp truyền thống gặp nhiều hạn chế do số lượng chi tiết quá lớn, chồng chất đan xen lẫn nhau, hệ thống ký hiệu phức tạp dễ gây nhầm lẫn và thiếu sót cho công tác thống kê, quản lý và kiểm soát trong quá trình thi công, khó đảm bảo chất lượng và tiến độ bàn giao tàu, nhất là khi thi công các tàu biển với trọng tải ngày càng lớn có số lượng chi tiết lên đến hàng trăm triệu.

Từ đó nhu cầu thực tế là cần thiết phải có một phương pháp thiết kế thi công mới để khắc phục những khuyết điểm trên và đưa ra hướng đi mới cho ngành công nghiệp đóng tàu quốc gia nhằm theo kịp với phương pháp thi công hiện đại của các nước tiên tiến.

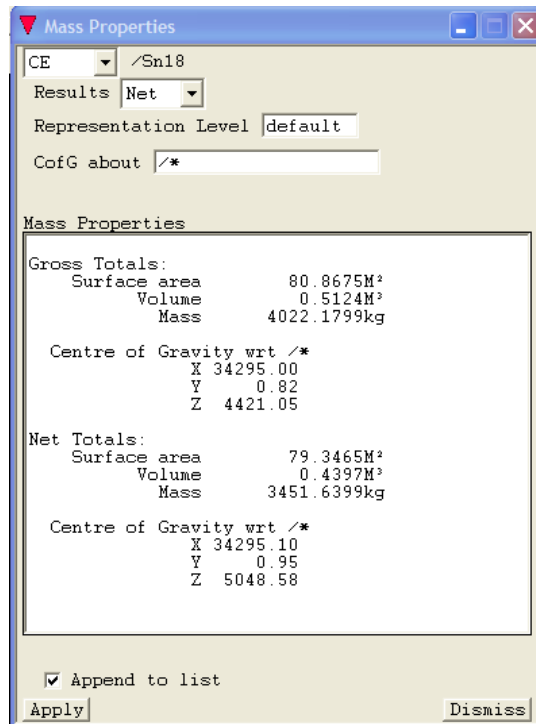
Phần mềm mô phỏng và thiết kế thi công 3D chuyên ngành - Plant Design Management Systems (PDMS) là một sự chọn lựa hữu hiệu cho việc tham số hóa những sản phẩm của tàu thủy nói riêng và mọi lĩnh vực công nghiệp nói chung.

Công việc mô phỏng số hóa kết cấu thân tàu và hệ thống động lực áp dụng cụ thể trên tàu hàng 6800 DWT bằng PDMS được thực hiện cũng không nằm ngoài mục đích tiếp cận công nghệ thiết kế thi công tiên tiến nhất của thế giới.

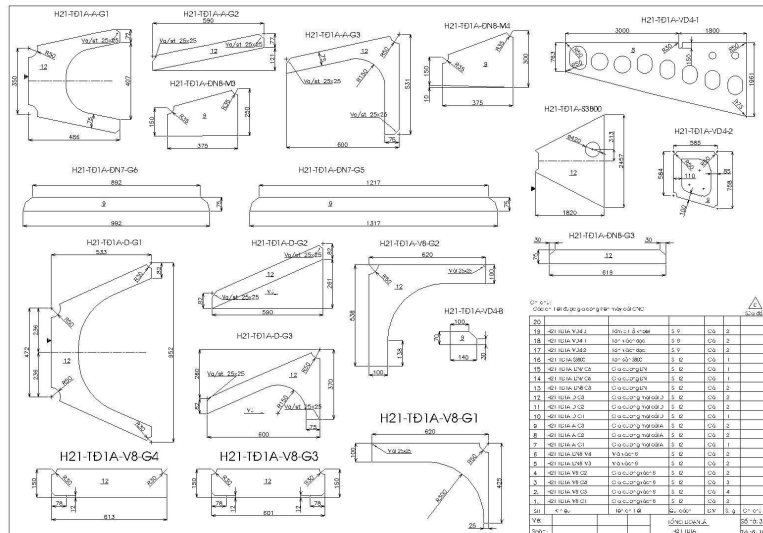


Hình 11. Hệ thống kết cấu và động lực khu vực buồng máy

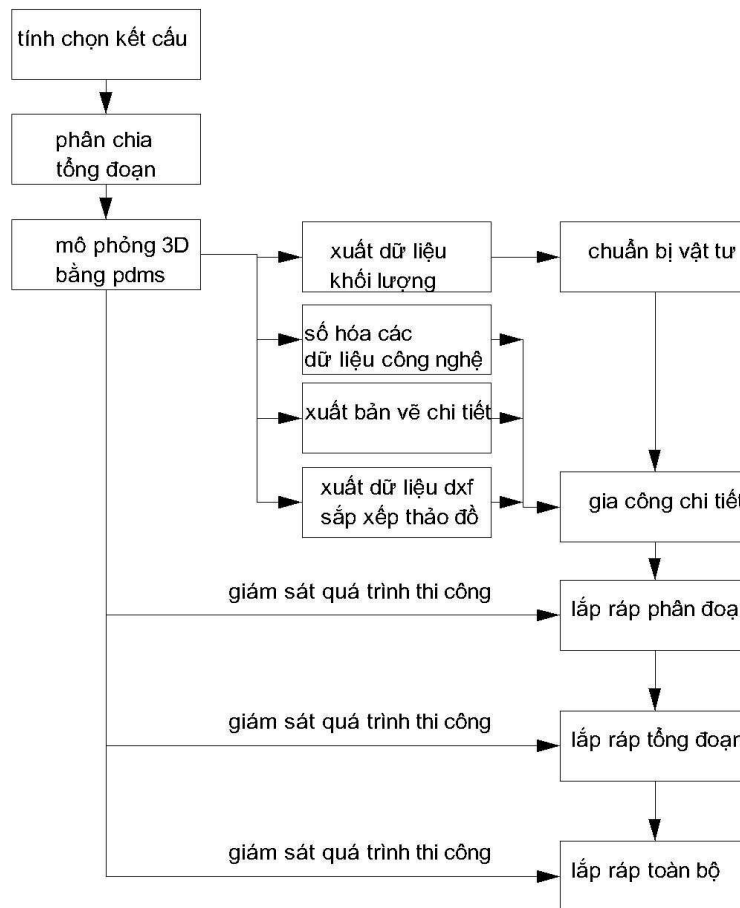
3.2. Khả năng ứng dụng và hướng phát triển



Hình 12. Tính toán thống kê khối lượng – trọng tâm kết cấu thép



Hình 13. Xuất bản vẽ chi tiết kết cấu thép



Hình 14. Ứng dụng số hóa kết cấu tàu trong thiết kế & thi công

Đây là ứng dụng thiết kế thi công theo hướng số hóa khai triển thành công lần đầu tiên tại Việt Nam. Thực hiện thành công việc triển khai số hóa trong thiết kế thi công tàu hàng 6800 DWT mở ra một khả năng ứng dụng rất cao cho công nghiệp tàu thủy nước nhà.

Sản phẩm mô phỏng số hóa 3D này giúp nâng cao hiệu quả công tác đóng mới tại nhà máy. Ngoài ra, công việc quản lý thiết bị, bảo trì và sửa chữa sau này khi tàu đã được đưa vào khai thác cũng hết sức dễ dàng thuận tiện, bởi tất cả các chi tiết đã được mã hóa cụ thể, riêng

biệt, lúc cần thiết chỉ việc lấy ra sử dụng. Do đó thời gian lên ụ bảo trì tàu được rút ngắn đáng kể.

Thiết kế thi công tàu thủy có trọng tải lớn theo hướng số hóa sẽ tạo tiền đề cơ sở cho việc ứng dụng và khai thác công nghệ 3D tại các nhà máy đóng tàu Việt Nam, mở ra điều kiện thuận lợi để ngành công nghiệp tàu thủy phát triển vượt bậc trong tương lai.

SHIP ASSEMBLY DESIGN BY 3D MODELING

**Doan Minh Thien⁽¹⁾, Tran Nguyen Nguyen Khoi⁽¹⁾, Le Dinh Tuan⁽¹⁾,
Vo Trong Cang⁽¹⁾, Dinh Quang Chung⁽²⁾**

(1) University of Technology, VNU-HCM

(2) PetroVietnam Transportation Coporation

***ABSTRACT:** Since Vietnam began to open up to the outside world in the 1990s, its national shipbuilding industry has witnessed great development. So far it has assumed a share of the international shipbuilding market. To build ships for foreign customers is obviously more complicated than for domestic shipowners. Nowadays, the computer technology has been advancing greatly. So, to compete with foreign designs, we have also devised a strategy to develop its techniques and technology by acquiring the latest software from advanced shipbuilding countries like United States, Europe, Korea, Japan, China, ... Among the special modern softwares – Plant Design Management Systems (PDMS) is a new trend in the shipbuilding industry. Indeed, the naval architects and marine engineers can design, modify, manage hull construction and outfitting their database on the 3D object with its ... and their drawing travelled directly to CNC machines. All in all, we have little time to catch this new techniques of the global. This is both a challenge and an opportunity to the national shipbuilding industry.*

***Keywords:** Plant Design Management Systems (PDMS), Tribon, Napa, outfitting, hull construction*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] TCVN 6259, *Quy phạm phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép - Phần 2A Kết cấu thân tàu và trang thiết bị* (2003).
- [2] Trần Công Nghị, *Kết cấu thân tàu*, NXB Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh (2003).
- [3] Đảng kiểm Việt Nam, *Hướng dẫn giám sát đóng mới tàu biển*, Phần NB-04 Hướng dẫn kiểm tra hiện trường phần thân tàu.
- [4] Đảng kiểm Việt Nam, *Hướng dẫn giám sát đóng mới tàu biển*, Phần NB-05 Hướng dẫn kiểm tra hiện trường phần hệ thống động lực.
- [5] AVEVA, *Plant Design Management System Basic Course Training Manual* – Version 11.6.
- [6] AVEVA, *Structure and Design Using VANTAGE PDMS* – Version 11.6.
- [7] AVEVA, *Pipework - Equipment Design Using VANTAGE PDMS* – Version 11.6.
- [8] SSTC, *Bản vẽ thiết kế kỹ thuật tàu hàng 6800DWT*, Viện KH&CN tàu thủy VN (2005).
- [9] Lê Đình Tuân, Trần Nguyễn Nguyên Khôi, Đinh Quang Chung, *Thiết kế thi công tàu hàng 6800 DWT theo hướng số hóa*, Hội Nghị KH&CN-10, Trường ĐH Bách Khoa - ĐHQG HCM (2007).
- [10] Đoàn Minh Thiện, và các cộng sự. Báo cáo tổng hợp đề tài NCKH cấp cơ sở, *Thiết kế thi công kết cấu tàu thủy theo hướng số hóa* (T-KTGT-2008-24), Trường ĐH Bách Khoa - ĐHQG HCM (2010).