

# NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG THUẬT TOÁN VÀ CÔNG CỤ TÁCH RIÊNG CHI TIẾT KẾT CẤU TỪ TẬP TIN HẠ LIỆU CỎ SẴN

## A STUDY ON DEVELOPING AN ALGORITHM AND TOOL TO SEPARATE STRUCTURAL COMPONENTS FROM EXISTING NESTING FILES

VŨ VĂN TUYỀN<sup>1\*</sup>, LÊ QUANG CHÍNH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Đóng tàu, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

<sup>2</sup>Nghiên cứu sinh ngành Kỹ thuật Cơ khí - Động lực, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

\*Email liên hệ: tuyenvv.dt@vimaru.edu.vn

### Tóm tắt

Trong đóng tàu hiện nay, việc áp dụng các công cụ, phần mềm hỗ trợ triển khai thi công đóng mới đang ngày càng trở thành một yêu cầu tất yếu đối với tất cả cơ sở đóng tàu. Trong đó vấn đề bóc tách chi tiết kết cấu để phục vụ cho các mô đun hoặc phần mềm sắp xếp tôn tối ưu và xuất file cắt hạ liệu cho máy cắt tự động thực hiện cắt chi tiết là một vấn đề mang ý nghĩa lớn. Nó giúp cơ sở đóng tàu tăng năng suất lao động, quản lý vật tư và đóng tàu một cách hiệu quả, đặc biệt là giảm vật tư thừa trong đóng tàu. Thực tế cho thấy nhiều file cắt hạ liệu xuất ra từ các phần mềm chuyên dụng lại chưa phù hợp với tất cả dòng máy cắt CNC hoặc việc áp dụng đóng tàu hàng loạt, đóng cùng một chủng loại tàu tại nhiều cơ sở khác nhau thì việc tách riêng các chi tiết để phục vụ sắp xếp lại file cắt là một yêu cầu bắt buộc. Hiện nay, vấn đề này chỉ được thực hiện một cách thủ công bởi các kỹ sư đóng tàu. Do đó, bài báo này sẽ trình bày thuật toán và công cụ giúp tách các chi tiết kết cấu từ các file cắt có sẵn thành các chi tiết độc lập để phục vụ cho việc sắp xếp lại file cắt đáp ứng yêu cầu của cơ sở đóng tàu.

**Từ khóa:** Chi tiết kết cấu, file cắt hạ liệu, thuật toán, chương trình.

### Abstract

Temporarily, applying tools and specified software to support new ship construction is increasingly becoming an indispensable requirement for all shipbuilding facilities. In particular, the separating structural parts to supply the modules or software for creating and exporting nesting files for the automatic cutting machines is an issue of great significance. This issue helps shipbuilding facilities increase labor productivity, manage materials, and build ships effectively, especially reducing excess materials in

shipbuilding. Reality shows that many raw material cutting files exported from specialized software are unsuitable for all types of CNC cutting machines or the application of mass shipbuilding or building the same kind of ship at different facilities. Separating the structural parts separately to serve the purpose of rearranging the nesting files is a mandatory requirement. Nowadays, this problem is only done manually by shipbuilding engineers. Therefore, this article will present an algorithm and tool to help separate structural parts from existing cutting files into independent parts to serve the rearrangement of raw material cutting files to meet the requirements of the shipbuilding facilities.

**Keywords:** Structural parts, nesting files, algorithm, program.

### 1. Tổng quan

Lĩnh vực đóng tàu trên thế giới nói chung và hầu hết ở các cơ sở đóng tàu của Việt Nam nói riêng đã và đang sử dụng các phần mềm chuyên dụng trong việc triển khai thi công đóng mới, sửa chữa tàu thủy. Một số phần mềm lớn, chủ yếu được áp dụng tại Việt Nam như Aveva Marine, Tribon, Nupas Cadmatic, Shipconstructor,... Các phần mềm được sử dụng rộng rãi trong các cơ sở đóng tàu, các công ty thiết kế công nghệ đã đem lại hiệu quả to lớn như tiết kiệm thời gian đóng tàu, tăng năng suất lao động, nâng cao chất lượng sản phẩm, áp dụng được cơ khí hoá, tự động hoá, thiết bị và mặt bằng của nhà máy, giảm lãng phí vật liệu trong đóng tàu.

Trong đó, việc tạo các file cắt hạ liệu tự động từ các mô đun của các phần mềm triển khai công nghệ có vai trò và ý nghĩa cho cả chủ tàu và nhà máy đóng tàu [1]. Cụ thể, việc sắp xếp chi tiết kết cấu vào các file cắt với tỉ lệ điền đầy tấm tôn lớn (lên đến 95%) giúp giảm tối đa vật tư thừa do quá trình đóng tàu tạo ra, từ đó có thể giảm giá thành đóng tàu, giảm tiêu

hao vật tư phụ,... Bên cạnh đó, các file cắt hạ liệu sẽ giúp tận dụng trang thiết bị hiện đại trong ngành đóng tàu như các máy cắt hơi tự động dạng CNC hoặc DNC giúp tăng năng suất đóng tàu lên nhiều lần so với việc cắt hơi thủ công [2]. Các máy cắt hơi tự động ngoài tốc độ cắt nhanh thì chất lượng vết cắt cũng cao hơn đáng kể so với cắt thủ công do việc điều khiển mô cắt được thực hiện tự động, khoảng cách cắt và tốc độ cắt được ổn định và duy trì.

Các mô đun thực hiện việc sắp xếp chi tiết kết cấu thành file cắt hạ liệu như mô đun Aveva Plate Nesting của phần mềm Aveva Marine, mô đun Factory Automation của phần mềm Tribon, mô đun Nupas-Cadmatic Nesting - Autonest của phần mềm Nupas Cadmatic và mô đun Auto Nest của phần mềm Shipconstructor. Các mô đun này sau khi thực hiện việc sắp xếp chi tiết kết cấu vào các tờ tôn được định dạng sẵn sẽ xuất sang các file cắt dưới dạng tệp tin \*.tape hoặc \*.nc để áp dụng cho các ngôn ngữ của máy cắt CNC phổ biến như ESSI, ESAB, EIA, ISO,...[2] Tuy nhiên, một số định dạng của các phần mềm tạo file cắt hạ liệu lại không phù hợp với định dạng dữ liệu đầu vào của máy cắt CNC đang có của cơ sở đóng tàu. Mặt khác, tỉ lệ điền đầy của các file cắt hạ liệu do các mô đun kể trên tạo ra đôi khi là nhỏ, khó đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của chủ tàu về tỉ lệ phần trăm lượng tôn thừa trong quá trình gia công chế tạo thân tàu (dao động từ 3-10%). Thêm vào đó, các phần mềm sắp xếp tôn và xuất tệp file cắt dạng \*.nc độc lập cần dữ liệu đầu vào là tệp tin được định dạng \*.dwg hoặc \*.dxf có chứa các chi tiết kết cấu nằm rời rạc nhau (chi tiết có đường cắt kín và có thể chứa các chữ hiển thị, vị trí và tên chi tiết trong nó) [1].

Mô đun hoặc phần mềm độc lập với chức năng tự

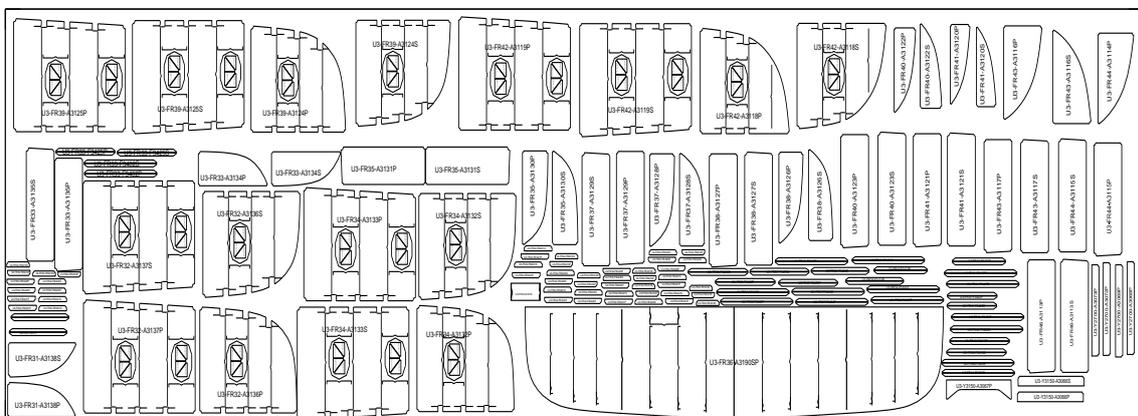
động sắp xếp chi tiết kết cấu vào tấm tôn hay thuật toán tự động sắp xếp chi tiết thành file cắt được nghiên cứu và giới thiệu cũng như đưa vào áp dụng rất nhiều [1]. Tuy nhiên, vấn đề tách chi tiết kết cấu từ file cắt hạ liệu có sẵn hoặc từ file tổng hợp chi tiết thành các chi tiết kết cấu độc lập thì chưa một cá nhân hay tổ chức nào thực hiện.

Xuất phát từ nhu cầu thực tế và các vướng mắc từ các cơ sở đóng tàu trong việc kết nối giữa các phần mềm triển khai công nghệ với các máy cắt CNC đang có hoặc dùng một phần mềm sắp xếp chi tiết kết cấu tự động độc lập thì vấn đề tách rời các chi tiết kết cấu từ file cắt hạ liệu có sẵn đang là nhu cầu thiết thực. Khi tách rời được các chi tiết kết cấu, việc triển khai công nghệ và thi công tại một cơ sở đóng tàu sẽ được thực hiện liền mạch, hoặc khi sắp xếp lại chi tiết vào file cắt sẽ giúp tăng tỉ lệ xếp đầy tấm tôn. Điều này có ý nghĩa to lớn đối với cơ sở đóng tàu và chủ tàu giúp cho việc triển khai đóng mới tàu thủy được liên tục, nhanh chóng, tăng chất lượng, tiết kiệm vật tư, tận dụng tối đa được các máy cắt CNC của nhà máy.

## 2. Tách rời các chi tiết kết cấu từ file cắt hạ liệu có sẵn

### 2.1. Cấu tạo của file cắt hạ liệu xuất ra từ các phần mềm công nghệ

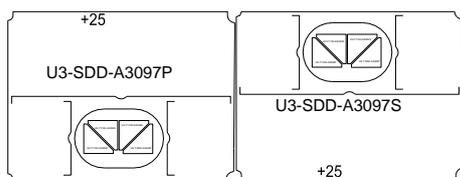
File cắt hạ liệu xuất ra từ các phần mềm triển khai công nghệ là bản vẽ sắp xếp các chi tiết kết cấu dạng tấm cùng với thông tin như tên chi tiết, hướng lắp ráp, vị trí lắp ghép, vật liệu,... vào cùng một tấm tôn với kích thước chuẩn (6x1,5m; 6x2,0m; 12x1,5m; 12x2,0m;...) và được cung cấp cho từng dự án đóng tàu [2]. Hình 1 minh họa một file cắt hạ liệu do mô đun Automated Plate Nesting thuộc phần mềm Aveva Marine xuất ra.



Hình 1. File cắt hạ liệu chi tiết kết cấu thân tàu

Quan sát các chi tiết kết cấu trong Hình 1, ta có thể thấy một số đặc tính của file cắt này như sau:

- Tất cả chi tiết đều có đường bao kín;
- Các chi tiết cắt không giao nhau;
- Một số chi tiết có chứa lỗ khoét (chi tiết có nhiều đường bao kín);
- Một số chi tiết nằm trong các lỗ khoét của chi tiết khác (chi tiết nằm trong chi tiết khác);
- Trong 1 vùng kín của chi tiết có nhiều dữ liệu phụ để nhận dạng chi tiết.



Hình 2. Chi tiết kết cấu thân tàu

## 2.2. Yêu cầu về tách riêng các chi tiết kết cấu từ file cắt hạ liệu có sẵn

Dựa vào những đặc điểm của chi tiết kết cấu thân tàu nằm trong file cắt hạ liệu như đã trình bày ở trên, việc tách các chi tiết kết cấu thành các file riêng lẻ cần đảm bảo một số yêu cầu sau:

- Tách được toàn bộ chi tiết trong file cắt ra thành các chi tiết độc lập;
- Tách được các chi tiết nằm trong lỗ khoét của các chi tiết khác;
- Tách được cả các thông tin của chi tiết và gắn vào chi tiết sau cắt (bao gồm tên chi tiết, đường vết kết cấu gắn lên tấm, các chữ (Text) hướng dẫn vị trí lắp ráp, vật liệu,...);
- Lấy tên chi tiết trong tấm ban đầu đặt tên cho file chứa chi tiết sau khi tách riêng.

## 3. Xây dựng thuật toán tách chi tiết kết cấu

### 3.1. Xây dựng thuật toán

Dựa vào yêu cầu của bài toán tách riêng chi tiết kết cấu thân tàu từ file hạ liệu có sẵn, sơ đồ quá trình đọc dữ liệu đầu vào và tiến hành tách riêng chi tiết như thể hiện trong Hình 3.

### 3.2. Xây dựng công cụ tách chi tiết kết cấu

Một số tính năng của công cụ tách chi tiết kết cấu như sau:

- + Đầu vào là đường dẫn vào 1 thư mục mẹ, phần mềm phải duyệt toàn bộ thư mục con, các files có phần mở rộng là “.dwg” và “.dxf”;
- + Tự động loại bỏ được chi tiết nằm ngoài khổ tôn (tự nhận chi tiết có diện tích lớn nhất làm thông

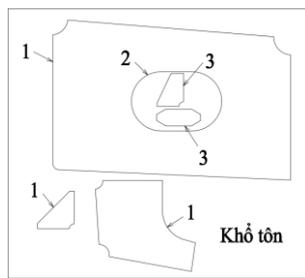


Hình 3. Sơ đồ thuật toán tách chi tiết

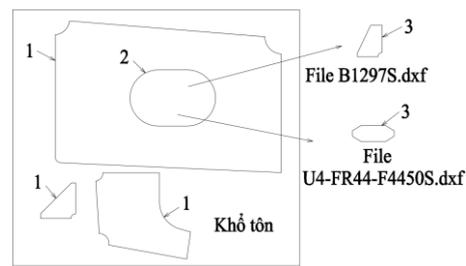
số kích thước khổ tôn);

- + Tự động nhận dạng các chi tiết, lỗ khoét, chi tiết nằm trong lỗ khoét;
- + Xuất toàn bộ các chi tiết có trong khổ tôn, bao gồm cả các thông tin trên chi tiết;
- + Tự động nối các chi tiết có khe hở nhỏ (sai số khe hở nhập bằng tay do người dùng định nghĩa);
- + Tự động đặt tên các chi tiết (với các chi tiết chỉ có 1 Text bên trong thì lấy luôn Text để đặt tên cho chi tiết, với chi tiết có nhiều Text thì ưu tiên chữ trong Text theo tiền tố người dùng định nghĩa, đối với các chi tiết có cùng tên thì thêm hậu tố “\_1”; “\_2”; “\_3”,... vào cuối tên);
- + Lập báo cáo toàn bộ các chi tiết đã xuất, kiểm tra xem có lỗi không;
- + Xuất các tên chi tiết và diện tích sang tệp tin Microsoft Excel để kiểm tra, tính toán khối lượng.

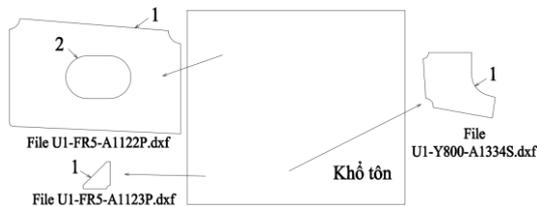
Dữ liệu đầu vào và kết quả đầu ra của bài toán tách chi tiết là các tệp tin dạng \*.dwg hoặc \*.dxf - một dạng tệp tin mở rộng của phần mềm AutoCAD. AutoCAD là một dạng phần mềm thiết kế có sự trợ giúp bằng máy tính (CAD) để vẽ bản vẽ kỹ thuật



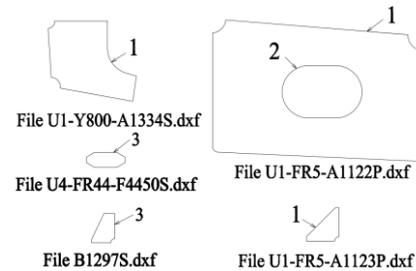
**Hình 4. Đếm số lần chi tiết nằm trong chi tiết khác**



**Hình 5. Tách chi tiết số lẻ lớn**



**Hình 6. Tách chi tiết số lẻ nhỏ**



**Hình 7. Kết quả sau khi tách riêng các chi tiết**

bằng Vectơ 2D hay bề mặt 3D, được phát triển bởi tập đoàn Autodesk. AutoDesk cung cấp cho người dùng các phần mở rộng để kiểm soát AutoCad từ các ngôn ngữ lập trình. Những phần mở rộng này được gọi là Object ARX. Đây là một phương pháp tiếp cận với CAD một cách chuyên nghiệp nhất, tuy nhiên nó lại quá phức tạp [3]. Người dùng phổ thông và các dự án nhỏ thường sử dụng một số ngôn ngữ lập trình để tạo các mô đun hoặc công cụ giúp khai thác và điều khiển AutoCAD một cách hiệu quả và triệt để như: AutoLisp, Python, VBScript, Rhino C/C++ Software Development Kit, Grasshopper, C#, C+,... Với mục đích nhanh chóng tạo được công cụ, quy mô của phần mềm không lớn và không cần mã hoá để thương mại hoá, nhóm tác giả lựa chọn ngôn ngữ lập trình VBScript. Đây là ngôn ngữ lập trình rất thông dụng, phổ biến do Microsoft phát triển và dễ sử dụng cũng như kết nối tốt với các phần mềm quản lý dữ liệu như Microsoft Excel, Microsoft Access và phần mềm đồ hoạ như Rhinoceros.

### 3.3. Ví dụ tách riêng các chi tiết kết cấu từ file hạ liệu có sẵn

Trong phần này sẽ trình bày ví dụ áp dụng sơ đồ thuật toán tách chi tiết cho một tờ tôn chứa năm chi tiết kết cấu trong đó có chi tiết nằm trong lỗ khoét của chi tiết khác. Trình tự việc tách chi tiết kết cấu thành file độc lập như sau:

**Bước 1**, tiến hành đếm số lần các chi tiết kín nằm trong bao nhiêu lần chi tiết kín khác. Như thể hiện trong Hình 4, có ba đường bao kín nằm trong một

đường bao kín là đường bao của tờ tôn, có một đường bao nằm trong hai đường bao kín và có hai đường bao kín nằm trong ba đường bao kín khác.

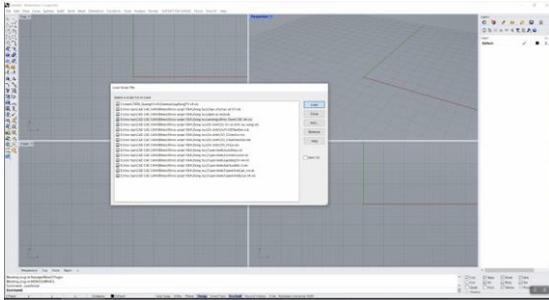
**Bước 2**, tiến hành tách các chi tiết có số lần nằm trong đường bao kín nhiều nhất và là số lẻ. Trong ví dụ này, hai chi tiết có ba lần nằm trong các đường bao kín khác được tách ra đầu tiên (các chi tiết được đặt tên: “B1297S” và “U4-FR44-F4450S”) (xem Hình 5).

**Bước 3**, tiến hành tách các chi tiết có số lần nằm trong đường bao kín là số nhỏ và cũng là số lẻ. Hình 6 thể hiện tách ba chi tiết với số lần nằm trong chi tiết khác là một lần. Trong các chi tiết này có chi tiết chứa lỗ khoét ở bên trong (lỗ khoét có số lần nằm trong chi tiết khác là hai nên được tách cùng chi tiết với số lần nằm trong chi tiết khác là 1 bao ngoài tương ứng). Các chi tiết được tách ra tại bước này có tên lần lượt là: “U1-FR5-A1122P”, “U1-FR5-A1123P” và “U1-Y800-A1334S”.

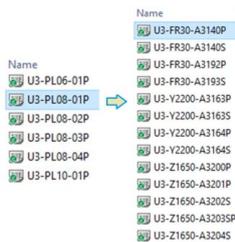
Hình 7 thể hiện kết quả tách riêng các chi tiết từ tệp tin hạ liệu ban đầu. Mỗi chi tiết sẽ được lưu thành 1 tệp tin riêng với định dạng \*.dxf. Tên của các tệp tin chính là tên các chi tiết được tách ra.

### 3.4. Kết quả chương trình tách riêng các chi tiết kết cấu từ file cắt hạ liệu có sẵn

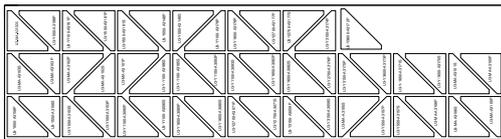
Với việc sử dụng ngôn ngữ lập trình VBScript áp dụng cho phần mềm đồ hoạ Rhinoceros, việc tách chi tiết kết cấu từ file hạ liệu ban đầu thành các tệp tin độc lập đã được thực hiện. Hình 8 và 9 thể hiện giao diện của phần mềm Rhinoceros đã nhúng đoạn



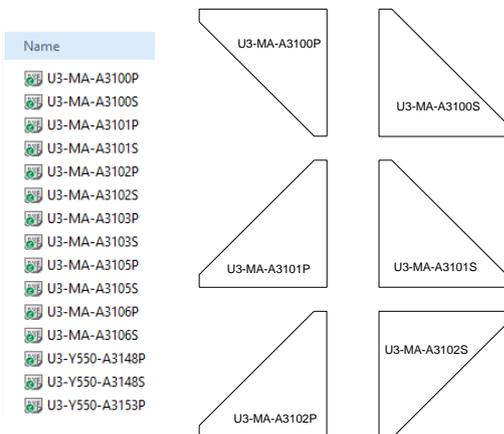
**Hình 8.** Giao diện phần mềm Rhinoceros khi mở code lập trình sẵn để mở thư mục chứa các tệp tin là



**Hình 10.** Tập hợp các tệp tin đầu vào (phía bên trái) và đầu ra (phía bên phải)



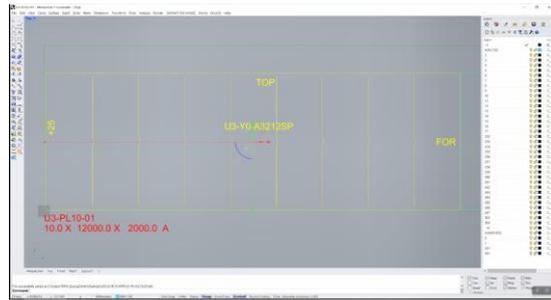
**Hình 11.** Tệp tin cắt đầu vào “U3-PL06-01P.dxf”



**Hình 12.** Các tệp tin chi tiết sau khi tách từ tệp tin đầu vào “U3-PL06-01P.dxf”

file hạ liệu đầu vào và xuất kết quả đầu ra là các chi tiết riêng biệt được lưu thành các tệp tin định dạng \*.dxf độc lập.

Hình 11 thể hiện một file cắt hạ liệu của tàu thực tế với các chi tiết được sắp xếp nằm trong khổ tôn tiêu chuẩn. Hình 12 thể hiện kết quả sau khi dùng công cụ do nhóm tác giả xây dựng. Theo đó, toàn bộ



**Hình 9.** Giao diện phần mềm Rhinoceros sau khi đã

chi tiết trong khổ tôn của Hình 11 đã được tách riêng thành từng chi tiết độc lập và được lưu vào thành các tệp tin riêng với tên của tệp tin chính là tên chi tiết có trong file cắt ban đầu.

#### 4. Kết luận

Bài báo đã thực hiện được mục tiêu đề ra, một số kết luận có thể được rút ra như sau:

Vấn đề nghiên cứu trong bài báo mang tính độ dao và thiết thực do nó giải quyết được vấn đề mà thực tế đóng tàu đang gặp phải;

Khi áp dụng công cụ tách chi tiết kết cấu thành các file chứa chi tiết độc lập, năng suất đóng tàu được cải thiện đáng kể, ví dụ để tách thủ công 1.000 chi tiết bởi một người có thể cần 1 ngày nhưng chỉ cần 1 phút khi áp dụng đoạn code lập trình sẵn do nhóm tác giả đề xuất;

Nghiên cứu trong bài báo sẽ khắc phục được việc không đồng bộ giữa đầu ra của các phần mềm triển khai công nghệ với các máy cắt hơi tự động. Điều này giúp nhà máy đóng tàu tận dụng tối đa trang thiết bị máy móc cho việc gia công chi tiết.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Gia Thắng, Vũ Văn Tuyên, Đào Văn Bảo (2012), *Nghiên cứu khả năng ứng dụng lý thuyết tối ưu trong bài toán sắp xếp file cắt trên tấm tôn*, Báo cáo khoa học, Khoa Đóng tàu, Trường Đại học Hàng hải.
- [2] Nguyễn Gia Thắng, Vũ Văn Tuyên, Đào Văn Bảo (2013), *Nghiên cứu xây dựng chương trình sắp xếp các chi tiết lên tấm tôn*, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.
- [3] Stephen Preton, *AutoCAD.NET Developer's Guide*, Autodesk Developer Technical Services Team.

Ngày nhận bài:	06/08/2024
Ngày nhận bản sửa:	19/08/2024
Ngày duyệt đăng:	26/08/2024