

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM



NGUYỄN XUÂN THỊNH

TÊN ĐỀ TÀI LUẬN ÁN TIẾN SĨ

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH ĐỘ LỆCH TÀU DO NGƯỜI ĐIỀU KHIỂN
PHỤC VỤ THIẾT KẾ LUỒNG HÀNG HẢI**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HẢI PHÒNG – 9/2019

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM



NGUYỄN XUÂN THỊNH

TÊN ĐỀ TÀI LUẬN ÁN TIẾN SĨ

**NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH ĐỘ LỆCH TÀU DO NGƯỜI ĐIỀU KHIỂN
PHỤC VỤ THIẾT KẾ LUỒNG HÀNG HẢI**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Ngành: Khoa học Hàng hải

Mã số: 9840106

Chuyên ngành: Khoa học Hàng hải

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS Phạm Văn Thuận

HẢI PHÒNG – 9/2019

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là Nguyễn Xuân Thịnh, tác giả của luận án tiến sĩ “NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH ĐỘ LỆCH TÀU DO NGƯỜI ĐIỀU KHIỂN PHỤC VỤ THIẾT KẾ LUỒNG HÀNG HẢI” Bằng danh dự của mình, tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, và chưa được sử dụng trong các công trình khoa học đã công bố trước đó trừ những công trình khoa học có liên quan một phần mà được chính tác giả làm chủ nhiệm hoặc là tác giả có tham gia cùng nghiên cứu. Ngoài ra trong nội dung không có phần nội dung nào được sao chép một cách bất hợp pháp từ công trình nghiên cứu của tác giả khác.

Kết quả nghiên cứu, nguồn số liệu trích dẫn, tài liệu tham khảo nêu trong luận án hoàn toàn chính xác và trung thực.

Hải phòng ngày 09/09/2019

Tác giả luận án tiến sĩ

Nguyễn Xuân Thịnh

LỜI CẢM ƠN

Tên tôi là Nguyễn Xuân Thịnh, trong quá trình thực hiện đề tài “NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH ĐỘ LỆCH TÀU DO NGƯỜI ĐIỀU KHIỂN PHỤC VỤ THIẾT KẾ LUỒNG HÀNG HẢI” nhận được rất nhiều sự giúp đỡ, tạo điều kiện của tập thể Ban Giám hiệu, Khoa Sau Đại học, Khoa Hàng hải, Khoa Công trình, giảng viên, cán bộ các phòng ban, ban chức năng Trường Đại học hàng hải Việt Nam. Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới PGS Phạm Văn Thuận – thầy giáo trực tiếp hướng dẫn và chỉ bảo cho Tôi hoàn thành luận án này.

Tôi xin chân thành cảm ơn bạn bè, đồng nghiệp của Tôi đang công tác tại Trường Đại học hàng hải Việt Nam và gia đình đã động viên, khích lệ, tạo điều kiện và giúp đỡ Tôi trong suốt quá trình thực hiện và hoàn thành luận án này

Hải phòng ngày 09/09/2019

Tác giả luận án tiến sỹ

Nguyễn Xuân Thịnh

MỤC LỤC

Danh mục các chữ viết tắt và ký hiệu	v
Danh mục các hình.....	vi
Danh mục các bảng.....	xi
Mở đầu.....	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Mục đích nghiên cứu đề tài	5
3. Phương pháp nghiên cứu đề tài	6
4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài	7
5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	8
Chương 1. Cơ sở lý luận.....	9
1.1 Tổng quan về nghiên cứu số gia dự phòng bề rộng luồng hàng hải	9
1.2 Nghiên cứu xác định độ lệch do người điều khiển tàu khi chạy trên luồng.....	19
Chương 2. Điều kiện giao thông trên các tuyến luồng hàng hải tại Việt Nam.....	24
2.1 Đánh giá về hình dáng các tuyến luồng hàng hải Việt nam.....	24
2.2 Đánh giá về tình hình gió trên một số trạm quan trắc dọc theo bờ biển Việt Nam	29
2.3 Đánh giá về chủng loại tàu trên các các tuyến luồng hàng hải Việt Nam..	51
Chương 3 Nghiên cứu mô phỏng chuyển động của tàu khi không có tác động của ngoại cảnh và con người.....	58
3.1 Hệ thống mô phỏng tại Trường Đại học Hàng hải Việt Nam	58
3.2 Chế tạo thiết bị và xây dựng phần mềm ghi lại số liệu thực nghiệm.....	62
3.3 Nghiên cứu xây dựng mô hình toán chuyển động tàu	70
3.4 Tính toán các hệ số điều khiển	73
3.5 Thực nghiệm xác định các hệ số mô hình toán tàu	74

3.6 Mô phỏng số chuyển động của tàu	84
3.7 Mô phỏng số chuyển động của tàu theo đường đi khi không có ảnh hưởng của con người và ngoại cảnh gió.....	90
Chương 4 Nghiên cứu thực nghiệm xác định ảnh hưởng của con người đến độ lệch tàu.....	103
4.1 Tính toán xác định các điều kiện nghiên cứu chuyển động của tàu	103
4.2 Thực nghiệm xác định yếu tố con người trong điều khiển tàu	108
4.3 Đánh giá ảnh hưởng của yếu tố con người trong điều khiển tàu trong điều kiện không có ảnh hưởng của gió	112
4.4 Đánh giá ảnh hưởng của yếu tố con người trong điều khiển tàu trong điều kiện có ảnh hưởng của gió	118
4.5 Khuyến cáo độ lệch tàu phục vụ thiết kế luồng hàng hải Việt Nam.....	134
Kết luận kiến nghị	142
Danh mục các công trình khoa học công bố kết quả nghiên cứu của đề tài luận án	144
Tài liệu tham khảo	146
Phụ lục 1 Code lập trình mô phỏng chuyển động quay trở tàu	152
Phụ lục 2 Code lập trình mô phỏng chuyển động tàu chạy theo đường.....	156

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT VÀ KÝ HIỆU

Chữ viết tắt	Giải thích
B_C	Bề rộng chạy tàu kênh 1 chiều
B_{hd}	Chiều rộng dải hoạt động của tàu
C_1	Dự phòng chiều rộng giữa dải hoạt động của tàu và mái dốc kênh
ΔB	Dự phòng chiều rộng cho sa bồi trên kênh
α_1	Góc chệch do dòng chảy
α_2	Góc chệch do gió
W_{BM}	Chiều rộng cần thiết để điều động tàu
W_{Br}	Dự phòng chiều rộng bên phải
W_{Bg}	Dự phòng chiều rộng bên phải
B	Chiều rộng tàu tính toán
L_{pp}	Chiều dài giữa hai đường thủy trực tàu
δ	Góc bẻ lái (độ)
$\dot{\psi}$	Vận tốc quay trở của tàu (rad/s)
$\ddot{\psi}$	Gia tốc quay trở của tàu (rad/s ²)
v	Tốc độ tàu (m/s)
r	Tốc độ quay của tàu (rad/s)
K, T	Chỉ số tính năng điều động tàu
K', T'	Giá trị không thứ nguyên chỉ số tính năng điều động tàu
$C++$	Phần mềm lập trình C ++
C	Ngôn ngữ lập trình C

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1 Mở rộng đoạn cong bằng phương pháp đỉnh tam giác.....	11
Hình 1.2 Mở rộng đoạn cong bằng phương pháp ngũ giác.....	11
Hình 1.3 Mở rộng đoạn cong bằng phương pháp hình thang có mở rộng.....	12
Hình 2.1 Giá trị góc ngoặt trên các tuyến luồng Hàng hải.....	26
Hình 2.3 Đoạn luồng hàng hải đặc trưng	27
Hình 2.3 Giá trị góc chuyển hướng trên các tuyến luồng Hàng hải.....	28
Hình 2.4 Biểu đồ hoa gió trạm quan trắc khí tượng Hòn Dấu	40
Hình 2.5 Biểu đồ hoa gió trạm quan trắc khí tượng Huế	43
Hình 2.6 Biểu đồ hoa gió trạm quan trắc khí tượng Lý Sơn	45
Hình 2.7 Biểu đồ hoa gió trạm quan trắc khí tượng Vũng Tàu	48
Hình 2.8 Tàu chở hàng rời.....	52
Hình 2.9 Tàu Container.....	53
Hình 2.10 Tàu dầu	53
Hình 2.11 Tàu khí hóa lỏng.....	53
Hình 2.12 Tàu RO RO.....	54
Hình 2.13 Phà	54
Hình 2.14 Tàu du lịch	55
Hình 3.1 Các loại tàu chủ	59
Hình 3.2 Phòng mô phỏng điều khiển tàu biển	63
Hình 3.3 Hệ thống mô phỏng lái tàu	63
Hình 3.4 Hệ thống mô phỏng rada	64
Hình 3.5 Hệ thống mô phỏng chỉ thị thông tin tàu	64
Hình 3.6 Cấu trúc của hệ thống thu thập dữ liệu điều khiển tàu	65
Hình 3.7 Cấu trúc mạch đọc tín hiệu góc bẻ lái và tốc độ quay trở	67
Hình 3.8 Sơ đồ mạch chuyển đổi A/D và gửi tín hiệu về máy tính	67

Hình 3.9 Thuật toán vi điều khiển mạch đọc tín hiệu Analog và truyền về máy tính	68
Hình 3.10 PCI EX to RS232 card	69
Hình 3.11 Giao diện vận hành hệ thống thu thập dữ liệu tàu.....	69
Hình 3.12 Thông tin thu thập của tàu với file excel.....	70
Hình 3.13 Vòng quay trở của tàu.....	71
Hình 3.14 vòng quay trở thực nghiệm tàu 10.000 DWT	74
Hình 3.15 vòng quay trở thực nghiệm tàu 28.000 DWT	79
Hình 3.16 Lưu đồ thuật toán mô phỏng quay trở tàu	85
Hình 3.17 Mô phỏng số chuyển động tàu 10.000 DWT	86
Hình 3.18 Mô phỏng số chuyển động tàu 28.000 DWT	87
Hình 3.19 So sánh kết quả thực nghiệm và mô phỏng chuyển động tàu 10.000 DWT	88
Hình 3.20 So sánh kết quả thực nghiệm và mô phỏng chuyển động tàu 28.000 DWT.....	89
Hình 3.21 Độ lệch trong điều khiển tàu theo đường đi đã định	90
Hình 3.22 Độ lệch trong điều khiển tàu đi theo đường đi đã định	91
Hình 3.23 Chuyển hướng khi đến điểm chuyển hướng	92
Hình 3.24 Lưu đồ thuật toán mô phỏng tàu đi theo đường	94
Hình 3.25 Mô phỏng chuyển động của tàu 10.000 DWT, khi thay đổi hướng 20°.....	95
Hình 3.26 Mô phỏng chuyển động của tàu 10.000 DWT, khi thay đổi hướng 40°.....	95
Hình 3.27 Mô phỏng chuyển động của tàu 10.000 DWT, khi thay đổi hướng 60°.....	96
Hình 3.28 Mô phỏng chuyển động của tàu 28.000 DWT, khi thay đổi hướng 20°.....	96

Hình 3.29 Mô phỏng chuyển động của tàu 28.000 DWT, khi thay đổi hướng 40°.....	97
Hình 3.30 Mô phỏng chuyển động của tàu 28.000 DWT, khi thay đổi hướng 60°.....	97
Hình 3.31 Độ dạt ngang tàu 10.000 DWT khi không có ảnh hưởng của gió và người.....	99
Hình 3.32 Độ lệch ngang tàu 28.000 DWT khi không có ảnh hưởng của gió và người.....	99
Hình 3.33 Độ lệch ngang khi đổi hướng tại điểm chuyển hướng	100
Hình 4.1 Hình dáng luồng phục vụ thực nghiệm	104
Hình 4.2. Cấu trúc các dữ liệu thực nghiệm được ghi lại tự động	108
Hình 4.3 Kết quả thực nghiệm tàu hàng	113
Hình 4.4 Kết quả thực nghiệm tàu container	113
Hình 4.5 So sánh kết quả thực nghiệm giữa các loại tàu có tính năng điều động khác nhau.....	114
Hình 4.6 So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 10.000DWT	115
Hình 4.7 Kết quả độ lệch tàu max do người điều khiển dẫn tàu 10.000 DWT trong điều kiện không gió	116
Hình 4.8 So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 28.000DWT.....	116
Hình 4.9 Kết quả độ lệch tàu max do người điều khiển dẫn tàu 28.000 DWT trong điều kiện không gió	117
Hình 4.10 So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 10.000DWT khi thay đổi hướng 20°.....	119
Hình 4.11 So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 10.000DWT khi thay đổi hướng 40°.....	120

Hình 4.12 So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 10.000DWT khi thay đổi hướng 60^0	120
Hình 4.13 So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 28.000DWT khi thay đổi hướng 20^0	121
Hình 4.14 So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 28.000DWT khi thay đổi hướng 40^0	122
Hình 4.15 So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 28.000DWT khi thay đổi hướng 60^0	122
Hình 4.16 So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 10.000DWT khi hướng gió 30^0	123
Hình 4.17 So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 10.000DWT khi hướng gió 60^0	124
Hình 4.18 So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 10.000DWT khi hướng gió 90^0	124
Hình 4.19 So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 28.000DWT khi hướng gió 30^0	125
Hình 4.20 So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 28.000DWT khi hướng gió 60^0	126
Hình 4.21 So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 28.000DWT khi hướng gió 90^0	126
Hình 4.22 So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 10.000 DWT với hướng gió 30^0	127
Hình 4.23 So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 10.000 DWT với hướng gió 60^0	128
Hình 4.24 So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 10.000 DWT với hướng gió 90^0	128

Hình 4.25 Độ lệch tàu 10.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 30 ⁰	129
Hình 4.26 Độ lệch tàu 10.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 60 ⁰	129
Hình 4.27 Độ lệch tàu 10.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 90 ⁰	130
Hình 4.28 So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 28.000 DWT với hướng gió 30 ⁰	130
Hình 4.29 So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 28.000 DWT với hướng gió 60 ⁰	131
Hình 4.30 so sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 28.000 DWT với hướng gió 90 ⁰	131
Hình 4.31 Độ lệch tàu 28.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 30 ⁰	132
Hình 4.32 Độ lệch tàu 28.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 60 ⁰	132
Hình 4.33 Độ lệch tàu 28.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 90 ⁰	133

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1 Chiều rộng dải điều động cơ bản (B: Chiều rộng tàu)	13
Bảng 1.2 Dự phòng chiều rộng theo hướng dẫn PIANC	13
Bảng 1.3 Chiều rộng dự phòng do tác động của bờ kênh	16
Bảng 1.4 Chiều rộng dự phòng cho 2 tàu vượt nhau - luồng 2 chiều	17
Bảng 1.5 Dự phòng chiều rộng theo mật độ giao thông	17
Bảng 2.1 Thống kê giá trị góc ngoặt	27
Bảng 2.2 giá trị góc phương vị đoạn luồng.....	27
Bảng 2.3 Mẫu file phân cấp	30
Bảng 2.4 Mẫu file số liệu gió dạng 1.....	31
Bảng 2.5 Thông số gió thịnh hành và lớn nhất trung bình tại các trạm quan trắc.....	50
Bảng 2.6 Hướng gió chủ đạo trung bình lớn nhất với hướng luồng đặc trưng.....	51
Bảng 3.1 Thông tin về tàu hàng bách hóa 10000DWT	74
Bảng 3.2 Kết quả thử quay trở của tàu 10.000DWT.....	75
Bảng 3.3 Kết quả thử chạy thẳng sau stop máy của tàu 10000DWT	76
Bảng 3.4 Tàu 10000DWT chạy thẳng ổn định tại 2 chế độ máy khác nhau.....	78
Bảng 3.5 Thông số cơ bản tàu 28.000 DWT	79
Bảng 3.6 Kết quả thử quay trở của tàu 28.000DWT	80
Bảng 3.7 Kết quả thử dừng máy của tàu 28000DWT	81
Bảng 3.8 Tàu 28000DWT chạy thẳng ổn định tại 2 chế độ máy khác nhau.....	82
Bảng 4.1 Tọa độ tìm luồng trong trường hợp luồng rộng 200m, góc chuyển hướng 20 ⁰	104

Bảng 4.2 Tọa độ phao trong trường hợp luồng rộng 200m, góc chuyển hướng 20^0	105
Bảng 4.3 Tọa độ tim luồng trong trường hợp luồng rộng 200m, góc chuyển hướng 40^0	105
Bảng 4.4 Tọa độ phao trong trường hợp luồng rộng 200m, góc chuyển hướng 40^0	106
Bảng 4.5. Tọa độ tim luồng trong trường hợp luồng rộng 200m, góc chuyển hướng 60^0	106
Bảng 4.6 Tọa độ phao trong trường hợp luồng rộng 200m, góc chuyển hướng 60^0	107
Bảng 4.7 Giá trị độ lệch khuyến cáo của tàu 10.000 DWT	135
Bảng 4.8 Giá trị độ lệch tàu khuyến cáo của tàu 10.000 DWT do ảnh hưởng của người, gió	136
Bảng 4.9 Giá trị độ lệch khuyến cáo của tàu 10.000 DWT do ảnh hưởng của người khi gió lặng	137
Bảng 4.10 Giá trị độ lệch khuyến cáo của tàu 28.000 DWT	137
Bảng 4.11 Giá trị độ lệch khuyến cáo của tàu 28.000 DWT do ảnh hưởng của người, gió	138
Bảng 4.12 Giá trị độ lệch khuyến cáo của tàu 28.000 DWT do ảnh hưởng của người khi gió lặng	139

ĐỀ TÀI

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH ĐỘ LỆCH TÀU DO NGƯỜI ĐIỀU KHIỂN PHỤC VỤ THIẾT KẾ LUỒNG HÀNG HẢI

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Việt Nam là quốc gia có hệ thống sông ngòi đa dạng và phong phú và đặc biệt là dọc theo bờ biển Việt Nam có hơn 100 cảng biển lớn nhỏ phục vụ cho các tàu nội địa và quốc tế, ngoài ra có khoảng 48 vịnh, vịnh, trên 112 cửa sông, cửa lạch đổ ra biển. Và đặc biệt là dọc theo chiều dài hơn 3000 km bờ biển thì ở Việt Nam hiện tại có khoảng 39 cảng biển lớn và 73 khu bến với hơn 40 tuyến luồng hàng chính có tổng chiều dài gần 800km. Trong đó luồng Định An – Cần Thơ là tuyến luồng dài nhất với 120km, tuyến luồng ngắn nhất là 0,65km là luồng vào cảng Sa Đéc Đồng Tháp. Có 07 tuyến luồng hai chiều chạy cả ban ngày và ban đêm với tổng chiều dài gần 200km, 23 tuyến luồng một chiều chạy cả ban ngày lẫn ban đêm với tổng chiều dài gần 500km, 08 tuyến luồng chạy ban ngày với tổng chiều dài khoảng 120km.[1]

Các tuyến luồng hàng hải luôn được đầu tư thiết kế, tính toán song hành cùng với sự phát triển các bến cảng. Hiện nay sự tính toán thiết kế luồng phần lớn vẫn dựa vào việc lựa chọn độ sâu luồng, mực nước chạy tàu một cách hợp lý, hiệu quả phù hợp với từng giai đoạn phát triển cảng.[31].

Các tuyến luồng hàng hải chính thường ở trong khu vực sâu trong đất liền ví dụ như luồng Hải Phòng, luồng Sài Gòn chưa có sự kết nối với hệ thống giao thông đường bộ, đường sắt tương xứng và đặc biệt là mặt bằng luồng còn chật hẹp và nhìn chung các dạng địa hình luồng ở Việt Nam thì đa số các tuyến luồng có những đoạn cong, đặc biệt là những đoạn cong có bán kính nhỏ làm ảnh hưởng lớn việc di chuyển tàu thuyền trên luồng ví dụ luồng Sài Gòn – Vũng Tàu và luồng Quy Nhơn có bán kính cong nhỏ nhất là 500m. Do vậy, hàng năm

chính phủ Việt Nam vẫn phải đầu tư nạo vét vào khoảng 6, 5 triệu m³ bùn cát sa bồi nhưng do hạn chế kinh phí nên hàng năm mới thực hiện được khoảng 30% khối lượng trên. Hiện nay vẫn còn một số tuyến luồng còn tồn tại những đoạn cong chưa được cải tạo, không được nạo vét duy tu đủ theo chuẩn tắc thiết kế đã làm hạn chế rất nhiều đến việc khai thác các cảng biển ở Việt Nam [1]. Theo quy hoạch các nhóm cảng biển [2] hiện còn một số luồng chưa đáp ứng quy mô của các cảng biển. Còn một số chướng ngại vật trong vùng nước hàng hải ảnh hưởng đến hoạt động của tàu thuyền, trong khi xu thế vận tải hiện nay là sử dụng tàu có trọng tải lớn, áp dụng các công nghệ vận tải tiên tiến, đặc biệt là vận tải đa phương thức.

Việc khai thác các tuyến luồng hàng hải hiện nay phụ thuộc rất lớn vào hai thông số chính là chiều rộng và độ sâu chạy tàu. Tuy nhiên để đưa ra được thông số chính này cần dựa vào đặc điểm thông số tàu, các yếu tố các ngoại cảnh ảnh hưởng đến độ lệch tàu như là yếu tố khí tượng, thủy hải văn, thủy triều do vậy mà hàng năm các đơn vị thiết kế vẫn luôn thu thập số liệu khí tượng thủy hải văn, thủy triều trên các khu vực luồng để từ đó đưa ra các khuyến cáo cũng như những nghiên cứu điều chỉnh tuyến luồng cho phù hợp với tình hình hiện tại. Tuy nhiên, việc nghiên cứu đánh giá các ảnh hưởng tới độ lệch tàu chạy trên luồng thì các nghiên cứu tại Việt Nam còn chưa đưa ra được số gia ảnh hưởng độ lệch tàu do người điều khiển dẫn tàu trên luồng là như thế nào. Do vậy, việc nghiên cứu đưa thêm ảnh hưởng của con người gây ra độ lệch tàu trong những điều kiện dẫn tàu khác nhau sẽ đóng góp rất hữu ích cho việc hỗ trợ nghiên cứu nâng cấp các tuyến luồng hàng hải Việt Nam hiện nay.

Con người là một chủ thể quan trọng trong tham gia giao thông nói chung và giao thông hàng hải nói riêng. Con người là đối tượng trực tiếp điều khiển các phương tiện tham gia giao thông, mỗi quyết định hay hành vi của con người đều có thể đem lại những hệ quả nhất định làm thay đổi tình trạng giao thông và trong đó có thể dẫn tới tai nạn giao thông. Có nghiên cứu của nước ngoài đã

chỉ ra rằng, 80% tai nạn hàng hải là do yếu tố con người gây ra. Vì vậy, không thể bỏ qua yếu tố con người khi thiết kế, xây dựng các tuyến luồng giao thông hàng hải.

Con người là một thực thể phức tạp. Mọi người luôn đưa ra những hành động khác nhau và ngay trong bản thân mỗi người, họ cũng không thể lặp lại giống y nguyên hành động đã từng làm trong những tình huống tương tự. Tuy nhiên, trong những điều kiện cụ thể, con người luôn thực hiện những hành động theo xu thế chung nhất định. Căn cứ vào đặc điểm này chúng ta có thể nghiên cứu tác động của yếu tố con người.

Vấn đề quan trọng khi tham gia giao thông là không gian giao thông có đủ để đảm bảo cho sự đi lại an toàn của các phương tiện hay không. Dưới tác động của người điều khiển và các yếu tố ngoại cảnh, con tàu có thể dao động quanh đường đi đã định. Từng con tàu khác nhau sẽ có khả năng chuyển động khác nhau. Khi tính toán thiết kế một tuyến luồng giao thông nào đó thì cần thiết đánh giá các khả năng dao động này bên cạnh các yếu tố thiết kế truyền thống khác. Hiện nay, các phương pháp thiết kế luồng truyền thống, chưa có những đánh giá một cách khoa học về các ảnh hưởng của yếu tố con người đối với sự di chuyển của phương tiện trên luồng. [17],[18],[19],[20].

Tại Việt Nam để thiết kế các luồng chạy tàu, chúng ta sử dụng Quy trình thiết kế kênh biển do Viện Thiết kế Giao thông, nay là Tổng công ty Tư vấn thiết kế Giao thông vận tải biên dịch từ năm 1973. Quy trình này được dịch dựa trên hai quy trình thiết kế của Liên Xô (cũ) có tên BCH-19-70/MMQ và BCH-24-71/MMQ được áp dụng chính thức như là một tiêu chuẩn thiết kế luồng ở Việt Nam. Quy trình được áp dụng cho cả hai giai đoạn thiết kế sơ bộ và thiết kế chi tiết. Trong phương pháp thiết kế này thì các thông số cơ bản của luồng tàu là bề rộng và chiều sâu chủ yếu được tính toán dựa vào các thông số kỹ thuật của tàu như chiều rộng, chiều dài và các yếu tố khí tượng thủy hải văn sóng gió dòng chảy, địa hình tuyến luồng.[3]

Ở các nước có ngành hàng hải phát triển trên thế giới như Anh, Pháp, Mỹ, Hà Lan, Bỉ, Nhật,[38],[39],[40], [46] thì việc thiết kế tuyến luồng đã luôn được quan tâm trú trọng tính đến hiệu quả của mỗi tuyến luồng sao cho kinh tế và an toàn nhất từ nhiều năm nay, và hiện tại ở những nước phát triển thì phần lớn dựa vào các phương pháp thiết kế luồng là Hướng dẫn Thiết kế luồng của USACE, Hướng dẫn Thiết kế của Thoresen 2005 và Hướng dẫn Thiết kế luồng của PIANC. Trong đó phổ biến nhất hiện nay chính là PIANC [32] (Permanent International Association of Navigation Congresses) có trụ sở chính ở Brussels, thủ đô của Vương quốc Bỉ. PIANC là hiệp hội lớn nhất thế giới liên quan đến tất cả các lĩnh vực về an toàn hàng hải, công trình cảng và đường thủy.[25],[26], [28].[29].

Tuy áp dụng nhiều phương pháp, quy trình khác nhau, tuy nhiên, việc thiết kế luồng tàu biển còn chưa đánh giá được hết đặc điểm tình hình của từng tuyến luồng cụ thể như đánh giá tới mật độ giao thông hàng hải từng tuyến luồng để có thể đưa ra các dự phòng cho bề rộng luồng tàu và đặc biệt là các nghiên cứu chưa đi vào phân tích được quỹ đạo chuyển động của tàu trên luồng hành hải để tính đến yếu tố dự phòng do độ lệch tàu gây ra bởi người điều khiển. Đây là một thiếu sót lớn cần được nghiên cứu bổ sung. [41],[42].

Bên cạnh hoạt động thiết kế luồng chạy tàu, vấn đề điều khiển giao thông hàng hải hiện nay cũng bộc lộ nhiều hạn chế. Hiện nay, tại Việt Nam đã xây dựng hệ thống quản lý giao thông Sài Gòn – Vũng Tàu do cảng vụ hàng hải quản lý. Một số địa phương khác cũng đang xây dựng các hệ thống quản lý giao thông hàng hải. Đây là một bước đi quan trọng nhằm giảm thiểu tai nạn giao thông. Không giống với giao thông đường bộ, các phương tiện tham gia giao thông đường thủy vận động khó khăn hơn và chịu nhiều yếu tố tác động của luồng lạch, dòng chảy, điều kiện thời tiết, con người điều khiển và cả khả năng điều động của bản thân từng phương tiện. Do đó, người sỹ quan quản lý giao thông phải hiểu rõ không những chỉ điều kiện luồng lạch mà còn cả khả năng

điều động của các con tàu, tình hình giao thông và các tác động của con người trong tham gia giao thông ... thì họ mới có khả năng quản lý an toàn giao thông đường thủy tốt được. Tuy nhiên, trong cả các chương trình đào tạo của Tổ chức Hàng hải quốc tế (IMO) và các chương trình đào tạo huấn luyện của Việt Nam đều chưa chú trọng đến yếu tố con người. Đây là một hạn chế lớn đối với nghiệp vụ điều khiển giao thông hàng hải. Hiện nay, chỉ có một số ít công trình nghiên cứu về yếu tố con người trong điều khiển tàu nhằm đưa ra các khuyến cáo cho người điều khiển phương tiện, chưa có công trình nào nghiên cứu yếu tố con người trong giao thông hàng hải phục vụ quản lý an toàn giao thông.

Với các tồn tại kể trên, có thể khẳng định, đề tài " Nghiên cứu xác định độ lệch tàu do người điều khiển phục vụ thiết kế luồng hàng hải " là một công trình nghiên cứu cần thiết và mang ý nghĩa thiết thực hiện nay.

2. Mục đích nghiên cứu đề tài

Chuyển động của con tàu trên luồng là tổng hợp của các chuyển động trên đoạn thẳng và cong. Đề tài đi sâu nghiên cứu độ lệch tàu lớn nhất được tạo ra khi tàu được điều động trên các đoạn này bởi người điều khiển khi có ảnh hưởng của ngoại cảnh và không có ảnh hưởng của ngoại cảnh.

Nghiên cứu phương pháp đánh giá ảnh hưởng của từng yếu tố: kết quả di chuyển của con tàu chịu sự tác động tổng hợp của nhiều yếu tố trong đó có yếu tố con người. Để có thể đánh giá được yếu tố tác động do con người gây ra, cần phân tách được tác động của từng yếu tố khác nhau. Khi con tàu di chuyển trên tuyến luồng, nó chịu tác động độc lập cũng như tương hỗ của cả 3 yếu tố: con người điều khiển, khả năng chuyển động của con tàu và yếu tố môi trường: sóng, gió, dòng chảy, điều kiện địa lý, địa hình... ngoài ra còn có các yếu tố giao thông khác. Để phân tách tác động của từng yếu tố, cần lựa chọn để các yếu tố này có thể xuất hiện đơn lẻ hay theo tổ hợp nhất định. Việc làm này có thể thực hiện được bằng cách sử dụng các phương pháp mô phỏng số và sử dụng mô phỏng buồng lái con tàu.[35],[36],[37].

Xây dựng được cơ sở dữ liệu của tàu phục vụ mô phỏng. Có dữ liệu về các loại tàu thuyền cũng như các điều kiện môi trường khác nhau mới có thể thực hiện công tác mô phỏng nhằm đánh giá tác động của các yếu tố tới chuyển động của con tàu.

Thực nghiệm xác định yếu tố con người trong điều khiển tàu thuyền và đánh giá ảnh hưởng của yếu tố này đến công tác thiết kế luồng hàng hải, đến công tác quản lý giao thông, hướng dẫn điều khiển phương tiện thủy tham gia giao thông.

Nghiên cứu xác định số gia về bề rộng luồng Δ_B cần thiết để có thể dẫn tàu an toàn hành hải trên luồng dưới ảnh hưởng của yếu tố con người

3. Phương pháp nghiên cứu đề tài

Phương pháp cụ thể như sau:

Sử dụng phương pháp khảo sát thực tiễn xác định các đặc điểm của hệ thống luồng chạy tàu tại Việt Nam. Từ các đặc điểm chung của hệ thống luồng chạy tàu Việt Nam, các tình huống chạy tàu trên luồng được xác định để tiến hành nghiên cứu tác động của yếu tố con người trong điều khiển tàu.

Sử dụng phương pháp tổng hợp, phân tích dữ liệu. Dữ liệu phục vụ mô phỏng số của các con tàu không sẵn có, để có được các mô hình tàu làm mô phỏng số phục vụ nghiên cứu, các thử nghiệm được tiến hành để lấy số liệu phân tích ra mô hình tàu khác nhau.

Sử dụng phương pháp mô phỏng số để mô phỏng chuyển động của tàu khi không có yếu tố con người. Dữ liệu mô phỏng số không có tác động của con người mà cho biết khả năng chuyển động của con tàu. Khi kết hợp với dữ liệu thực nghiệm có tác động của yếu tố con người, con tàu, môi trường, chúng ta có thể phân tách ra và đánh giá tác động của yếu tố con người trong điều khiển tàu.

Sử dụng phương pháp thực nghiệm để lấy dữ liệu đánh giá ảnh hưởng của yếu tố con người.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của đề tài

Do tác động của yếu tố ngoại cảnh đến bản thân con tàu có rất nhiều, căn cứ vào điều kiện thực tiễn của cơ sở nghiên cứu và quỹ thời gian thực hiện công trình nghiên cứu tác giả đi vào nghiên cứu một số loại tàu đặc trưng và lựa chọn một yếu tố môi trường đó là tác động của gió.

Để tiến hành mô phỏng chuyển động của tàu trên hệ thống luồng lạch, dưới tác động của gió tác giả cần nghiên cứu một số đặc trưng của hệ thống luồng và gió tại Việt Nam để xác định các đặc trưng của các yếu tố này.

Nghiên cứu đánh giá các thông số cơ bản của các tuyến luồng hàng hải Việt Nam để có thể đưa ra những thông số đặc trưng trên các tuyến luồng hàng hải Việt Nam

Nghiên cứu đánh giá yếu tố gió trên 4 trạm quan trắc khí tượng, dựa trên việc đánh giá yếu tố gió sẽ đưa ra được những kết quả gió phổ biến thường ảnh hưởng lên các tuyến luồng hàng hải Việt Nam để từ đó sẽ sử dụng những kết quả đánh giá này làm cơ sở thiết lập chương trình mô phỏng số và nghiên cứu thực nghiệm của đề tài.

Các chuyển động cơ bản của con tàu: với đối tượng này, các chuyển động của tàu được xem xét là tổng hợp từ các loại chuyển động cơ bản nhất định. Khi tiến hành nghiên cứu, ảnh hưởng của yếu tố con người được đánh giá từ các chuyển động cơ bản này.

Nghiên cứu đánh giá mô hình toán mô phỏng chuyển động của tàu, từ những kết quả mô phỏng được sẽ là nền tảng để tìm ra kế quả so sánh đánh giá với phương pháp nghiên cứu thực nghiệm.

Nghiên cứu đánh giá các thực nghiệm được tiến hành để xác định độ lệch tàu khi người điều khiển dẫn tàu chịu ảnh hưởng của gió và trường hợp không chịu ảnh hưởng của ngoại cảnh nào. kết quả điều khiển tàu dưới tác động của yếu tố con người.

So sánh kết quả mô phỏng và kết quả thực nghiệm để đánh giá độ lệch tàu do người điều khiển gây ra khi có tác động của gió và khi không có ảnh hưởng của yếu tố ngoại cảnh nào.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Kết quả nghiên cứu của đề tài là cơ sở để xem xét đưa ảnh hưởng của yếu tố con người vào trong các hướng dẫn tính toán thiết kế chuẩn tắc luồng hàng hải hiện tại.

Kết quả nghiên cứu cũng có thể được sử dụng trong các nghiên cứu về an toàn trong dẫn tàu trên luồng.

Dựa trên kết quả nghiên cứu sẽ rất hữu ích trong việc kiểm tra đánh giá an toàn hàng hải trên các tuyến luồng Việt Nam đã và đang được đưa vào sử dụng, nhằm ngăn ngừa tối đa các tai nạn hàng hải có thể xảy ra.

Kết quả nghiên cứu của đề tài là cơ sở giúp người điều khiển tàu hay các nhà thiết kế luồng tàu biển biết được mức độ dao động tàu như thế nào.

Như vậy, kết quả nghiên cứu của đề tài sẽ là rất phù hợp với định hướng quy hoạch phát triển các tuyến luồng hàng hải Việt Nam hiện tại và trong tương lai.

Phương pháp nghiên cứu của đề tài có thể được áp dụng cho các công trình nghiên cứu tương tự về yếu tố con người khi mong muốn đánh giá từng khía cạnh chi tiết của các tác động đến khả năng điều khiển của con tàu.

Kết quả nghiên cứu của đề tài có thể được sử dụng như một khuyến cáo về các tác động của yếu tố con người trong xây dựng và thiết kế các tuyến luồng hàng hải (yếu tố chưa được xem xét một cách đầy đủ trong thiết kế luồng hiện nay) nhằm đảm bảo các tuyến luồng có thể được khai thác vận hành an toàn hơn.

CHƯƠNG 1. CƠ SỞ LÝ LUẬN

1.1 Tổng quan về nghiên cứu số gia dự phòng bề rộng luồng hàng hải

Các số gia hay các dự phòng bề rộng cho tàu chạy trên luồng luôn đóng một vai trò quan trọng trong các công tác thiết kế luồng, và việc tính toán áp dụng các loại dự phòng chiều rộng luồng này được tham khảo chính trong các hướng dẫn thiết kế luồng theo quy trình thiết kế kênh biển 1976 và hướng dẫn của PIANC.

Trong các phương pháp nghiên cứu tính toán trên thì nội dung tính toán bề rộng luồng hàng hải hiện nay tại Việt Nam được tính theo Quy trình thiết kế kênh biển 1976 [3],[9] đây là phương pháp tương ứng với phương pháp tắt định mà các đơn vị thiết kế luồng tại Việt Nam vẫn vận dụng để tính toán thiết kế luồng, nội dung chính để tính bề rộng luồng của phương pháp này như sau:

Đối với kênh chạy tàu một chiều thì chiều rộng chạy tàu B_C tính bằng m xác định theo công thức:

$$B_C = B_{hd} + 2.C_1 + \Delta B$$

Trong đó:

B_{hd} : Chiều rộng dải hoạt động của tàu ở cao độ chiều sâu chạy tàu.

C_1 : Dự phòng chiều rộng giữa dải hoạt động của tàu và mái dốc kênh.

ΔB : Dự phòng chiều rộng cho sa bồi trên kênh.

Chiều rộng dải hoạt động đối với tàu tính toán. Tính bằng m, xác định theo công thức:

$$B_{hd} = L.\sin(\alpha_1 + \alpha_2) + B.\cos(\alpha_1 + \alpha_2) + t.\sin \beta.V_{\max}$$

Trong đó trị số $t.\sin \beta$ (t là thời gian tàu chệch hướng luồng, β là góc lệch), lấy không đổi và bằng 3m. Cũng có thể xác định B_{hd} theo bảng 2 Quy

trình thiết kế kênh biển, căn cứ vào tổng số góc chênh do dòng chảy và do gió, tốc độ chạy tàu và chiều rộng tàu.

B_{hd} được xác định đối với tàu có hàng và tàu chạy balát, chiều rộng tính toán B_{hd} là chiều rộng lớn nhất quyết định các kích thước ngang của luồng đào tương ứng với chiều sâu H_0 và các mái dốc cho trước.[3],[9].

Góc chệch do dòng chảy α_1 và góc chệch do gió α_2

Trong đó việc mở rộng số gia bề rộng luồng tại những đoạn cong được áp dụng tính toán theo điều 7.6 "Qui trình thiết kế kênh biển". Các đoạn cong của luồng đào được nắn thẳng bằng 1 trong các phương pháp sau để đảm bảo việc tăng chiều rộng kênh và khối lượng nạo vét là ít nhất mà vẫn đảm bảo an toàn giao thông cho tàu bè qua lại.

Nếu góc ngoặt của tuyến $\delta < 10^0$ thì được phép giao cắt trực mép các đường biên của luồng đào như đoạn kênh thẳng.

Nếu góc ngoặt của tuyến $\delta = 10^0 \div 25^0$ thì sử dụng phương pháp đỉnh tam giác.

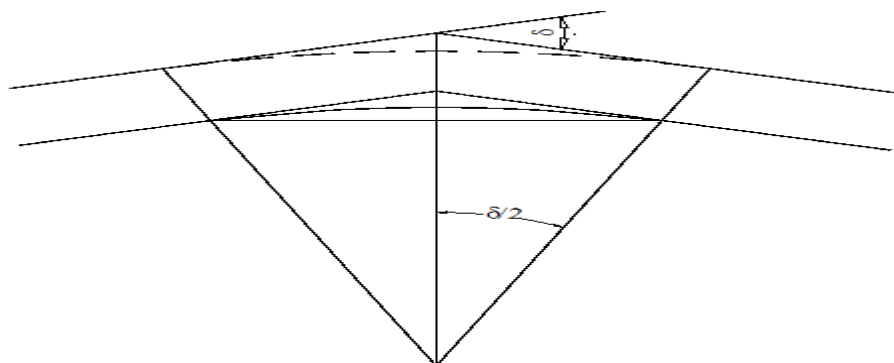
Nếu góc ngoặt của tuyến $\delta = 25^0 \div 35^0$ thì sử dụng phương pháp đỉnh ngũ giác.

Nếu góc ngoặt của tuyến $\delta > 35^0$ thì sử dụng phương pháp hình thang mở rộng.

Trị số mở rộng kênh được thêm vào phía ngoài (bên lõm) của luồng đào lý thuyết sau đó tiến hành nắn thẳng luồng đào theo như các sơ đồ nói trên. Đầu phần mở rộng kênh phải được đặt cách diện tiếp xúc với đoạn cong một khoảng cách bằng chiều dài tàu tính toán xem hình 1.1 đến 1.3.

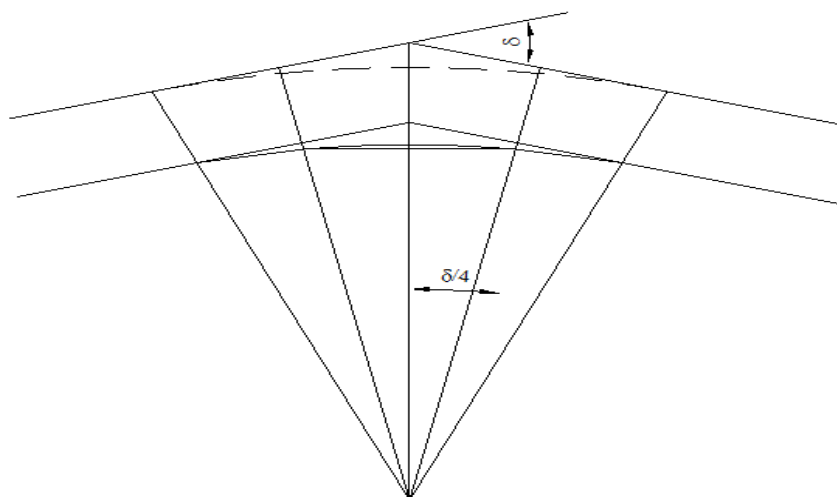
Đoạn cong giữa đoạn I-II có góc ngoặt là $40^0 > 35^0$ nên ta tiến hành mở rộng đoạn cong theo phương pháp hình thang mở rộng. Đối với đoạn cong chuyển tiếp từ đoạn II-II và IV-V có góc ngoặt trong khoảng $10^0 \div 25^0$ nên ta sử dụng phương pháp đỉnh tam giác. Đoạn cong giữa đoạn III-IV có góc ngoặt

trong khoảng $25^0 \div 35^0$ thì sử dụng phương pháp đỉnh ngũ giác. Ngoài ra đối với trường hợp này chúng ta có thể mở rộng đoạn cong bằng phương pháp hình thang không mở rộng. Tuy nhiên trong trường hợp việc sử dụng phương pháp hình thang mở rộng không làm tăng nhiều khối lượng nạo vét. Mặt khác tăng khả năng thông tàu.



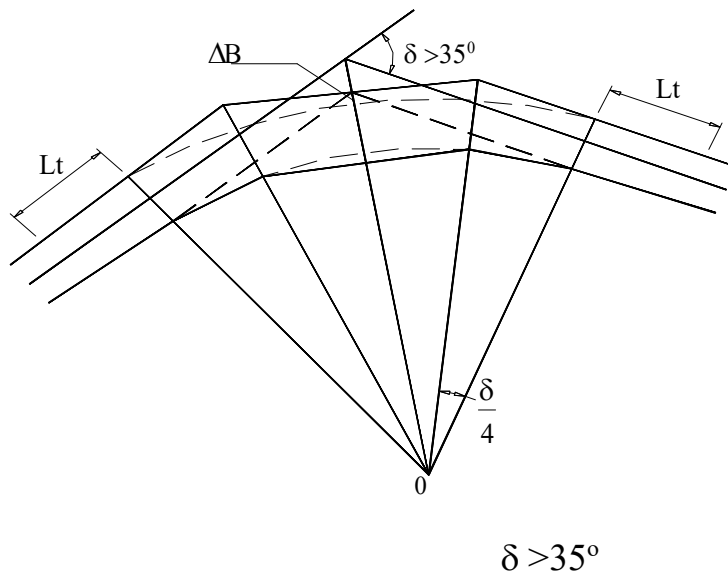
$$\delta = 10^0-25^0$$

Hình 1.1: Mở rộng đoạn cong bằng phương pháp đỉnh tam giác



$$\delta = 25^0-35^0$$

Hình 1.2: Mở rộng đoạn cong bằng phương pháp ngũ giác



Hình 1.3 Mở rộng đoạn cong bằng phương pháp hình thang có mở rộng

Đối với chiều rộng dự phòng C1 là dự phòng chiều rộng giữa dải hoạt động của tàu và mái dốc kênh thường được xác định bằng $0,5B$ hoặc nhỏ hơn $0,5B$ khi chiều sâu luồng đào nhỏ.

Đối với dự phòng chiều rộng cho sa bồi trên kênh ΔB được xác định theo công thức $\Delta B = h_o(m_1 - m_0)$

Như vậy trong quy trình thiết kế kênh biển chỉ xét đến hai dự phòng chính ở đây là dự phòng chiều rộng giữa dải hoạt động của tàu và mái dốc kênh và dự phòng chiều rộng do sa bồi, và nếu xét một cách đầy đủ thì hai dự phòng này còn chưa thật sự đầy đủ. Do vậy, để giải quyết vấn đề này thì song song với nội dung tính toán theo quy trình thiết kế kênh biển 1976 thì tại Việt Nam và ở các nước trên thế giới thường áp dụng cách tính bề rộng luồng theo hướng dẫn PIANC-IAPH như sau:[9].

Chiều rộng luồng tàu được định nghĩa là tổng của chiều rộng dải điều động tàu cơ bản và các chiều rộng dự phòng tính đến gió, dòng chảy, sóng, mức độ nguy hiểm của hàng hoá .

Đối với luồng 1 chiều, chiều rộng đáy luồng W được tính như sau:

$$W = W_{BM} + \sum_{i=1}^n W_i + W_{Br} + W_{Bg}$$

Và đối với luồng 2 chiều:

$$W = 2W_{BM} + 2\sum_{i=1}^n W_i + W_{Br} + W_{Bg} + \sum W_P$$

Trong đó:

W_{BM} : Chiều rộng cần thiết để điều động tàu, là bội số của chiều rộng B của tàu, được tính toán dựa vào dự phòng do khả năng điều động tàu

W_i : Các chiều rộng dự phòng cho tốc độ tàu, gió, dòng chảy, sóng, báo hiệu hàng hải, địa chất đáy, mức độ nguy hiểm hàng hóa.

W_{Br} , W_{Bg} : Dự phòng chiều rộng bên phải và bên trái luồng

$\sum W_P$: Khoảng cách vượt nhau giữa các tàu.

Và đặc biệt trong hướng dẫn PIANC có hướng dẫn tính các dự phòng số gia chiều rộng chạy tàu theo bảng sau:

Bảng 1.1 Chiều rộng dải điều động cơ bản (B : Chiều rộng tàu)

Khả năng điều động của tàu	Tốt	Trung bình	Kém
W_{BM}	1.3B	1.5B	1.8B

Bảng 1.2 Dự phòng chiều rộng theo hướng dẫn PIANC

W_i	Tốc độ tàu	Độ rộng luồng không được che chắn	Độ rộng luồng trong vùng nước được bảo vệ
Tốc độ tàu [knots]	Nhanh > 12	0.1B	0.1B
	Trung bình > 8-12	0	0

Wi	Tốc độ tàu	Độ rộng luồng không được che chắn	Độ rộng luồng trong vùng nước được bảo vệ
	Chậm 5-8	0	0
Gió mạn [knots]			
Yếu ≤15	Tất cả	0.0	0.0
Trung bình >15-33	Nhanh	0.3B	-
(> Beaufort 4 – Beaufort 7)	Trung bình	0.4B	0.4B
	Chậm	0.5B	0.5B
Mạnh > 33-48	Nhanh	0.6B	-
(> Beaufort 7 – Beaufort 9)	Trung bình	0.8B	0.8B
	Chậm	1.0B	1.0B
Dòng chảy ngang [knots]			
Không đáng kể < 0.2	Tất cả	0.0	0.0
Yếu > 0.2-0.5	Nhanh	0.1B	-
	Trung bình	0.2B	0.1B
	Chậm	0.3B	0.2B
Trung bình > 0.5-1.5	Nhanh	0.5B	-
	Trung bình	0.7B	0.5B
	Chậm	1.0B	0.8B
Mạnh >1.5-2.0	Nhanh	0.7B	-
	Trung bình	1.0B	-
	Chậm	1.3B	-
Dòng chảy dọc [knots]			
Yếu ≤1.5	Tất cả	0.0	0.0

Wi	Tốc độ tàu	Độ rộng luồng không được che chắn	Độ rộng luồng trong vùng nước được bảo vệ
Trung bình > 1.5-3	Nhanh	0.0	-
	Trung bình	0.1B	0.1B
	Chậm	0.2B	0.2B
Mạnh > 3	Nhanh	0.1B	-
	Trung bình	0.2B	0.2B
	Chậm	0.4B	0.4B
Chiều cao sóng H_s và bước sóng λ (m)			
$H_s \leq 1$ và $\lambda \leq L$	Tất cả	0.0	0.0
$1 < H_s < 3$ và $\lambda = L$	Nhanh	$\approx 2.0B$	
	Trung bình	$\approx 1.0B$	
	Chậm	$\approx 0.5B$	
$H_s > 1$ và $\lambda > L$	Nhanh	$\approx 3.0B$	
	Trung bình	$\approx 2.2B$	
	Chậm	$\approx 1.5B$	
Thiết bị bảo đảm an toàn hàng hải			
Rất tốt với các trạm VTS		0.0	0.0
Tốt		0.1B	0.1B
Trung bình với tầm nhìn đảm bảo		0.2B	0.2B
Trung bình với tầm nhìn kém		$\geq 0.5B$	$\geq 0.5B$
Chất đáy			

Wi	Tốc độ tàu	Độ rộng luồng không được che chắn	Độ rộng luồng trong vùng nước được bảo vệ
Độ sâu luồng $\geq 1.5T$ (T món nước)		0.0	0.0
Độ sâu luồng $< 1.5T$:			
Bằng phẳng và nền đất mềm		0.1B	0.1B
Phẳng, nghiêng và nền đất cứng		0.1B	0.1B
Ghồ ghề và nền cứng		0.2B	0.2B
Độ sâu luồng			
$\geq 1.5T$		0.0	$\geq 1.5T$ 0.0
$1.5T - 1.25T$		0.1B	$< 1.5T - 1.15T$ 0.2B
$< 1.25T$		0.2B	$< 1.15T$ 0.4B
Mức độ nguy hiểm của hàng hoá			
Thấp		0.0	
Trung bình		$\approx 0.5B$	$\approx 0.4B$
Cao		$\approx 1.0B$	$\approx 0.8B$

Bảng 1.3 Chiều rộng dự phòng do tác động của bờ kênh

W_{Br} hoặc W_{Bg}	Tốc độ tàu	Độ rộng luồng không được che chắn	Độ rộng luồng trong vùng nước được bảo vệ
Kênh có mái dốc mềm	Nhanh	0.7B	-
	Trung bình	0.5B	0.5B
	Chậm	0.3B	0.3B

Bờ có các kết cấu cứng	Nhanh	1.3B	0.0
	Trung bình	1.0B	1.0B
	Chậm	0.5B	0.5B

Bảng 1.4 Chiều rộng dự phòng cho 2 tàu vượt nhau - luồng 2 chiều

W_p	Độ rộng luồng không được che chắn	Độ rộng luồng trong vùng nước được bảo vệ
Tốc độ tàu (knots)		
- Nhanh > 12	2.0B	-
- Trung bình > 8-12	1.6B	1.4B
- Chậm 5-8	1.2B	1.0B
Mật độ giao thông		
Thưa thớt	0.0	0.0
Trung bình	0.2B	0.2B
Dầy đặc	0.5B	0.4B

Bảng 1.5 Dự phòng chiều rộng theo mật độ giao thông

Phân loại	Mật độ giao thông (tàu/giờ)
Thưa thớt	0-1.0
Trung bình	> 1.0 -3.0
Dầy đặc	> 3.0

Như vậy, căn cứ vào nội dung tính toán chính của các phương pháp tính toán bề rộng luồng có thể thấy rằng:

Trong quy trình thiết kế kênh biển việc tính toán bề rộng luồng chủ yếu dựa vào các thông số bề rộng tàu, các ảnh hưởng góc dạt do gió, dòng chảy và có tính đến dự phòng điều động $t.\sin\beta.V_{\max}$, trong đó giá trị $t.\sin\beta$ được lấy không đổi bằng 3m (ba mét), điều này chỉ mang tính chất tương đối khi điều

động tàu trên kênh vì để điều động tàu về đúng với hành trình thực tế là rất khó cho người điều khiển thực. Ngoài ra trong nội dung thiết kế này cũng chưa tính đến yếu tố con người điều khiển với từng trường hợp chạy tàu trên đoạn thẳng và đoạn cong như thế nào, mà với những đoạn luồng cong thì chỉ được mở rộng một cách tương đối theo ba nguyên lý chung như trên hình 1.1, hình 1.2 và hình 1.3.

Trong nội dung hướng dẫn của PIANC thì có tính đến khá nhiều các dự phòng bao gồm dự phòng cho tốc độ tàu, gió, dòng chảy, sóng, báo hiệu hàng hải, địa chất đáy, mức độ nguy hiểm hàng hóa, dự phòng chiều rộng bên phải và bên trái luồng, dự phòng khoảng cách vượt nhau giữa các tàu và dự phòng chiều rộng cần thiết để điều động tàu. Như vậy trong hướng dẫn PIANC có tính toán đến các dự phòng cần thiết để điều động của một con tàu mà cũng chưa đề cập đến dự phòng về yếu tố con người trong điều động tàu vì như chúng ta biết thì mỗi nhóm người điều khiển đều có những cách xử lý tình huống chạy tàu riêng, còn khả năng điều động của con tàu chỉ mới đề cập đến khả năng con tàu đó có thể điều động được như thế nào khi đi trên kênh. Mặt khác trong hướng dẫn tính bề rộng luồng của PIANC cũng chưa đưa ra những hướng dẫn cụ thể cho những đoạn cong cần mở rộng.

Do vậy, mặc dù trong cả phương pháp áp dụng quy trình thiết kế kênh biển và phương pháp PIANC,[10], [33] cũng như là các nghiên cứu liên quan đến luồng hàng hải, chuyển động tàu [53], [56] đều có những ưu điểm và đã được áp dụng khá phổ biến thì mặt hạn chế của các phương pháp này là chưa đưa đề cập cụ thể đến cảnh báo độ lệch ngang của tàu do người điều khiển dẫn tàu trong các điều kiện có và không có tác ảnh hưởng của các yếu tố ngoại cảnh là như thế nào, ví dụ như khi dẫn tàu trong điều kiện không có ảnh hưởng của gió, dòng chảy, hay trong điều kiện có gió và dòng chảy thì người điều khiển sẽ thường thường làm độ lệch tàu là bao nhiêu so với tuyến tàu đã định, điều này thực sự rất quan trọng. Trong khi các công trình khoa học nghiên cứu tại

Việt Nam liên quan đến luồng chủ yếu các đề tài tập trung vào nghiên cứu đánh giá bồi lắng, nghiên cứu ứng dụng mô phỏng thiết kế luồng, hay các nghiên cứu lực tương tác sóng giữa bờ và tàu, nghiên cứu ứng dụng GIS xây dựng dữ liệu luồng tàu ... nhìn chung các nghiên cứu chưa có nghiên cứu nào về số gia mở rộng đoạn luồng có tính đến yếu tố con người, các yếu tố con người chủ yếu tập trung trong các nghiên cứu về quản lý. Trong khi trên thế giới thì công tác nghiên cứu luồng tàu họ chủ yếu tập trung vào các nghiên cứu chuyển động tàu trong vùng nước nông, các nghiên cứu về tương tác lực giữa tàu và tàu, tàu và bờ, hay các nghiên cứu mô phỏng đến vị trí nguy hiểm tàu thường gặp khi chạy trên luồng.

Do đó, việc nghiên cứu ảnh hưởng của độ lệch tàu do người điều khiển gây ra thực sự là một hướng nghiên cứu mới và kết quả của nghiên cứu này sẽ tìm ra giá trị khuyến cáo dự phòng bề rộng luồng Δ_B do sự điều khiển của con người sẽ đóng vai trò quan trọng cho việc tham khảo các tham số tính toán dự phòng bề rộng luồng Δ_B cho việc thiết kế luồng hàng hải Việt Nam hiện nay.

Để phân tích đánh giá được độ lệch tàu chạy trên luồng thì phương pháp mô phỏng số để mô phỏng chuyển động của tàu tìm ra độ lệch tàu do chính bản thân còn tàu tạo ra khi chạy trên luồng. Với kết quả này kết hợp với phương pháp mô phỏng thực mô phỏng ảnh hưởng của người điều khiển dẫn tàu trong các tình huống khác nhau sẽ giúp so sánh đánh giá với kết quả của phần mô phỏng số để tìm ra được độ lệch tàu do người điều khiển dẫn tàu chạy trên luồng [27].

1.2 Nghiên cứu xác định độ lệch do người điều khiển tàu khi chạy trên luồng

Để xác định được độ lệch tàu đầu tiên chúng ta phải nghiên cứu chuyển động tàu, và một trong những phương pháp mô phỏng chuyển động tàu khá tin cậy trên thế giới hiện nay chính là sử dụng mô phỏng số. Muốn sử dụng được mô phỏng số có hiệu quả cần thiết phải tìm được mô hình toán của tàu dựa trên

các thực nghiệm chuyển động với mỗi loại tàu khác nhau. Thực vậy, phòng mô phỏng hàng hải tại nhà A4 Trường Đại học hàng hải Việt Nam hoàn toàn có thể giúp thực hiện các mô phỏng thực nghiệm cho mỗi loại tàu và từ kết quả đó sẽ là cơ sở để đánh giá độ tin cậy trong việc mô phỏng chuyển động của mỗi chủng loại tàu.

Như chúng ta đều biết, con tàu chuyển động trong điều kiện thực tế chịu tác động của 3 yếu tố chính: khả năng điều động của bản thân con tàu, tác động của điều kiện môi trường và tác động của người điều khiển. Để thực hiện các đánh giá tác động của yếu tố con người một cách độc lập, trước tiên, chúng ta cần xem đánh giá tác động của các yếu tố con tàu. Việc làm này có thể thực hiện thông qua mô phỏng số.

Muốn thực hiện được mô phỏng số học chúng ta cần có mô hình toán để có thể làm căn cứ thực hiện các tính toán mô phỏng. Một trong các phương pháp nghiên cứu hiện nay đó là xây dựng các mô hình toán học của các con tàu khác nhau và sử dụng chúng trong từng nghiên cứu cụ thể. Tuy nhiên, việc sử dụng các mô hình phục vụ nghiên cứu khoa học hiện nay chủ yếu dựa vào các mô hình sẵn có. Nguồn dữ liệu này cũng không dồi dào. Mặt khác, mỗi con tàu lại có một tính năng điều động khác nhau. Chính vì thế mà chỉ sử dụng một số mô hình tàu hạn chế khó có thể đánh giá đầy đủ khả năng điều động của tất cả các loại tàu và cũng không thể dự đoán tính năng điều động của một con tàu cụ thể. Do đó, không cung cấp được nhiều các thông tin hữu ích cho người điều khiển phương tiện cũng như các nhà nghiên cứu khác.

Xây dựng mô hình toán của một con tàu tốn nhiều thời gian cũng như tiền bạc. Hiện nay, có nhiều phương pháp xác định mô hình toán của con tàu nhằm mô tả lại khả năng chuyển động của con tàu trong các điều kiện khác nhau có thể dùng được trong mô phỏng số. Tùy thuộc vào các phương pháp khác nhau mà độ chính xác, độ phức tạp trong xác định các mô hình toán của tàu cũng khác nhau. Để mô phỏng chuyển động của tàu hiện có một số phương

pháp sử dụng điều khiển mờ, điều khiển mạng nơ-ron, dùng mô hình MMG (Mathemated Modelling Group), dùng mô hình K-T, [10],[11],[12]. Như đã đề cập ở trên, mô hình toán không có sẵn cho tất cả các loại tàu và cũng chưa chắc tương thích với các hệ thống mô phỏng sẵn có tại các cơ sở nghiên cứu. Muốn có mô hình toán để thực hiện mô phỏng số, cần phải xây dựng. Nếu như xây dựng mô hình K-T tương đối đơn giản với một số thực nghiệm của tàu thì việc xác định các mô hình MMG cần phải nghiên cứu với mô hình thu nhỏ của tàu trong bể thử. Các mô hình toán khác muốn xác định cũng gặp những khó khăn nhất định. Do vậy, việc sử dụng mô hình K – T để mô phỏng chuyển động của tàu là rất phù hợp với yêu cầu nghiên cứu.[6],[8],[14].

Để có thể thực hiện các bước tiếp theo của quá trình nghiên cứu với trọng tâm là thực hiện mô phỏng số để đánh giá khả năng chuyển động của tàu khi không có tác động của yếu tố con người trong điều kiện không có mô hình toán có sẵn, tác giả xác định sử dụng mô hình K-T để tiến hành mô phỏng số vì có thể xây dựng được các mô hình tàu từ điều kiện hiện có.

Một con tàu chuyển động được trong nước là do tác động của bánh lái, chân vịt và các thành phần lực cản của nước tác động lên thân tàu.

Bánh lái giúp tàu giữ ổn định cũng như thay đổi hướng đi. Ngoài ra, nó cũng tạo ra lực cản khi phương của lực bẻ lái không trùng với phương chuyển động của tàu. Để mô tả ảnh hưởng của bánh lái đối với sự thay đổi hướng đi của con tàu ta có thể sử dụng mô hình K – T bậc nhất (mô hình Nomoto bậc nhất):[13],[14]

$$T.\ddot{\psi} + \dot{\psi} = K.\delta \quad (1.1)$$

Mô hình toán sử dụng mô phỏng để mô tả chuyển động của tàu và là cơ sở để thực hiện mô phỏng số chuyển động của con tàu. Chúng ta cần phải xác định các hệ số K, T này hoặc giá trị không thứ nguyên K' và T' của chúng.

Ta có, lực bẻ lái tùy thuộc vào tốc độ dòng nước đến mặt bánh lái, nên ta sẽ có các hệ số K và T khác nhau ở các tốc độ khác nhau. Để có thể sử dụng cho mọi tốc độ tàu, người ta sử dụng các hệ số không thứ nguyên của K và T: K' và T'.

$$K' = K \cdot \frac{L_{PP}}{v} \quad (1.2)$$

$$T' = T \cdot \frac{v}{L_{PP}} \quad (1.3)$$

Trong đó:

K và T được gọi là chỉ số tính năng điều động tàu

δ - góc bẻ lái (độ)

$\dot{\Psi}$ - vận tốc quay trở của tàu (rad/s)

$\ddot{\Psi}$ - gia tốc quay trở của tàu (rad/s²)

L_{pp} : chiều dài giữa hai đường thủy trực của tàu (m)

v : tốc độ tàu (m/s)

Cơ sở nghiên cứu chuyển động tàu dựa trên mô hình toán K – T theo các phương trình quan hệ từ các công thức 1.1, 1.2 và 1.3 thì chúng ta biết rằng trong quá trình chuyển động, tốc độ của tàu luôn thay đổi do ảnh hưởng của chân vịt và lực tác động của dòng nước [16]. Vì vậy, để xác định tốc độ của tàu tại các thời điểm ta sử dụng phương trình sau:

$$\dot{v} + a_{vv} \cdot v^2 + a_{rr} \cdot r^2 = a_{nn} \cdot n^2 + a_{nv} \cdot n \cdot v \quad (1.4)$$

Trong đó:

r : tốc độ quay của tàu (rad/s)

L_{pp} : chiều dài giữa hai đường thủy trực của tàu (m)

v : tốc độ tàu (m/s)

n : vòng quay của chân vịt (vòng/giây)

$a_{vv}, a_{rr}, a_{nn}, a_{nv}$: các hệ số thực nghiệm

$K', T', a_{vv}, a_{rr}, a_{nn}, a_{nv}$ là các hệ số đặc trưng cho chuyển động của từng con tàu. Mỗi con tàu sẽ có các tính năng điều động khác nhau nên các hệ số cũng khác nhau. Trong cùng một con tàu các hệ số là cố định, không thay đổi.

Kết luận Chương 1. Trong nội dung chương, tác giả đã đánh giá tổng quan các phương pháp thiết kế luồng hiện nay và đưa ra được phương hướng lý luận xác định độ lệch tàu thông qua mô hình toán và các thực nghiệm mô phỏng. Do vậy, trong phần này đã xác định được nội dung cần phải nghiên cứu đồng thời cũng làm rõ các hoạt động nghiên cứu của đề tài, và đây là những cơ sở để xây dựng cơ sở các yêu cầu cần nghiên cứu của đề tài.

CHƯƠNG 2. ĐIỀU KIỆN GIAO THÔNG TRÊN CÁC TUYẾN LUỒNG HÀNG HẢI VIỆT NAM

2.1 Đánh giá về hình dáng các tuyến luồng hàng hải Việt Nam

Dọc theo bờ biển Việt Nam Tổng công ty bảo đảm an toàn Hàng hải chia ra làm 6 khu vực bao gồm các tuyến luồng hàng hải Việt Nam là khu vực Bắc trung bộ, Đông bắc bộ, Trung bộ, Nam trung bộ, Đông nam bộ, Tây nam bộ, bao gồm 45 tuyến luồng hàng hải đã và đang được đưa vào sử dụng khai thác.[4]

Trong đó:

Khu vực Đông Bắc bộ bao gồm 11 tuyến luồng hàng hải chính là Cẩm Phả, Diêm Điền, Hải Phòng – Bạch Đằng, Hải Phòng – Hà Nam, Hải Phòng – Lạch Huyện, Hải Phòng – Sông Cấm, Cái Tráp, Nam Triệu, Phà Rừng, Sông Chanh, Vạ Gia.

Khu vực Bắc trung bộ bao gồm 9 tuyến luồng Hàng hải chính là Cửa Danh, Cửa Hội, Cửa Lò, Cửa Việt, Hải Thịnh, Hòn La, Lệ Môn, Nghi Sơn và Vũng Áng

Khu vực Trung Bộ bao gồm 6 tuyến luồng Hàng hải chính là Chân Mây, Đà Nẵng, Dung Quất, Kỳ Hà, Sa Kỳ và Thuận An

Khu vực Nam Trung Bộ bao gồm 5 tuyến luồng hàng hải chính là Ba Ngòi, Đàm Môn, Nha Trang, Quy Nhơn và Vũng Rô.

Khu vực Đông Nam Bộ bao gồm 8 tuyến luồng hàng hải chính là Côn Đảo, Đồng Nai, Đồng Tranh – Tác Bãi, Gò Gia, Sài Gòn Vũng Tàu, Soài Rạp Hiệp Phước, Sông Dinh, Sông Dừa, Vũng Tàu Thị Vải

Khu vực Tây Nam Bộ bao gồm 8 tuyến luồng hàng hải chính là An Thới, Cửa Tiểu – Sông Tiền, Định An – Cần Thơ, Hà Tiên, Nam Căn, Phan Thiết, Phú Quý, Sa Đéc.

Căn cứ vào số liệu thống kê về góc ngoặt, bề rộng và chiều dài các tuyến luồng Hàng hải Việt Nam hiện nay ta thấy rằng: Chiều dài đoạn luồng trung

bình vào khoảng 1856 m trước khi tàu chuyển sang góc ngoặt sang đoạn tiếp theo với bề rộng trung bình là 121 m, góc ngoặt trung bình cho mỗi đoạn làm tròn đến độ là $154^00'00''$.

Tuy nhiên nhìn vào biểu đồ mô tả toàn bộ góc ngoặt đoạn luồng ta thấy rằng tại các tuyến luồng hàng hải Việt Nam hiện nay thì tuyến luồng Sài Gòn – Vũng Tàu là tuyến luồng tồn tại góc ngoặt gây khó khăn nhất cho người hành hải là $37^013'00''$ với chiều dài hai đoạn luồng liên tiếp là 3289.45 m sang đoạn có chiều dài 452,28m với bề rộng kênh là 152m, tiếp sau là tuyến luồng Vũng Tàu – Thị Vải với hai đoạn có góc ngoặt khó là $57^02'00''$ với chiều dài đoạn chuyển từ 2209.79m sang đoạn 683.80m, và $69^037'00''$ với chiều dài đoạn chuyển từ 243.55 m sang đoạn 290.77m. Còn lại phần lớn các tuyến luồng Hàng hải Việt Nam đều có những góc ngoặt luồng tương đối rộng và thoải mái cho người điều khiển tàu.

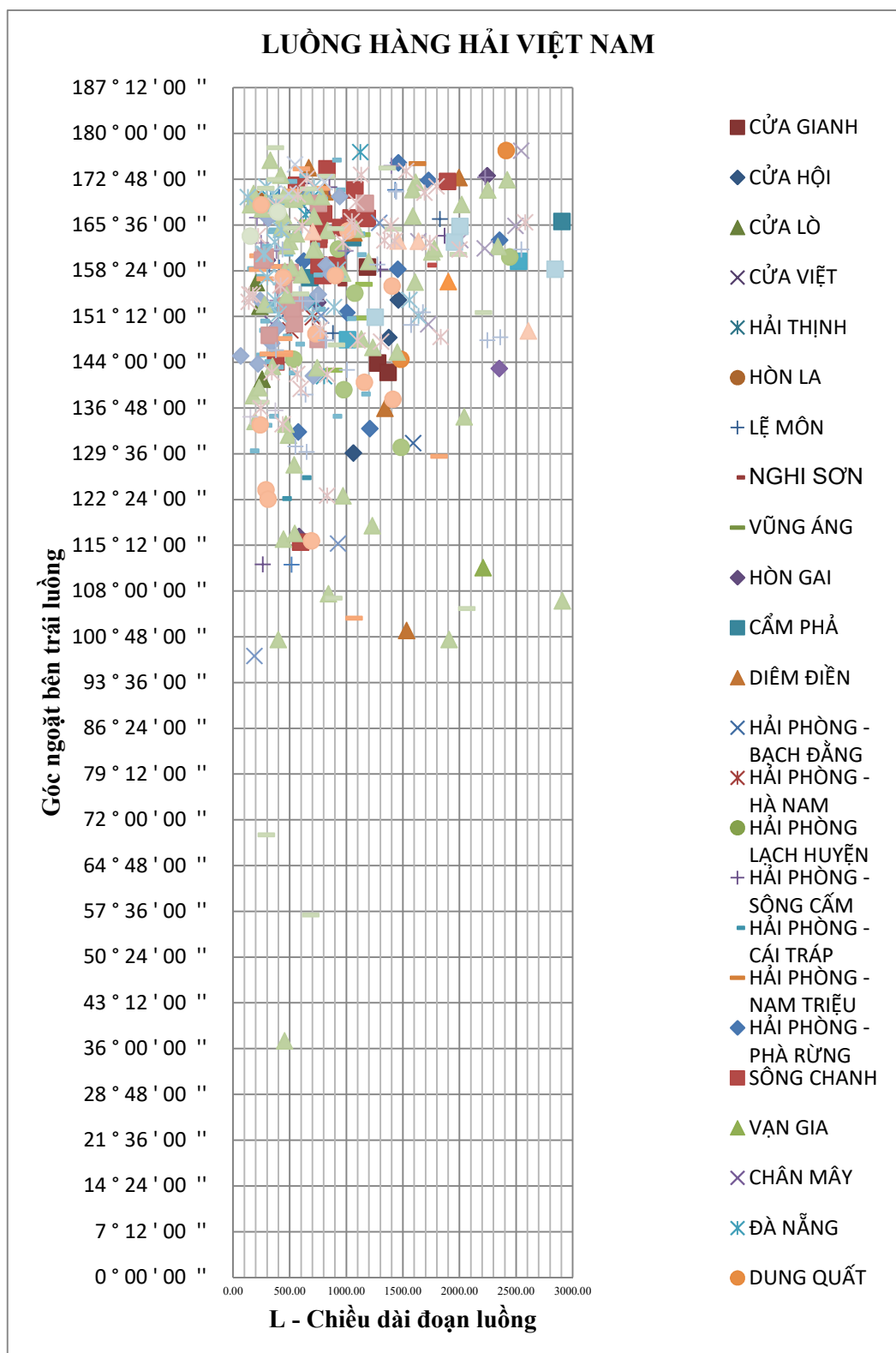
Căn cứ vào kết quả phân tích trên có thể thấy đoạn luồng khó nhất cho người hành hải trên các tuyến luồng hàng hải Việt Nam hiện nay là dẫn tàu qua là đoạn luồng có góc ngoặt tàu $37^013'00''$ với bề rộng là 150m.

Tuy nhiên nếu coi các số liệu thống kê được về bề rộng và góc ngoặt là những đại lượng ngẫu nhiên, ta có thể xây dựng một kỳ vọng toán xem đại lượng ngẫu nhiên nào sẽ là đại lượng được coi là đặc trưng nhất cho bộ số liệu này thì ta có bảng thống kê như sau:

Bảng 2.1 Thống kê giá trị góc ngoặt

X	90 - 100	100 - 110	110 - 120	120 - 130	130 - 140	140 - 150	150 - 160	160 - 170	170 - 180
X_{tb}	95	105	115	125	135	145	155	165	175
N	4	9	14	12	30	65	102	142	73

Như vậy kỳ vọng cho số lần xuất hiện là X_{tb}/N là $155^00'00''$.



Hình 2.1 Giá trị góc ngoặt trên các tuyến luồng Hàng hải

Gọi X là khoảng giá trị góc ngoặt cần thống kê

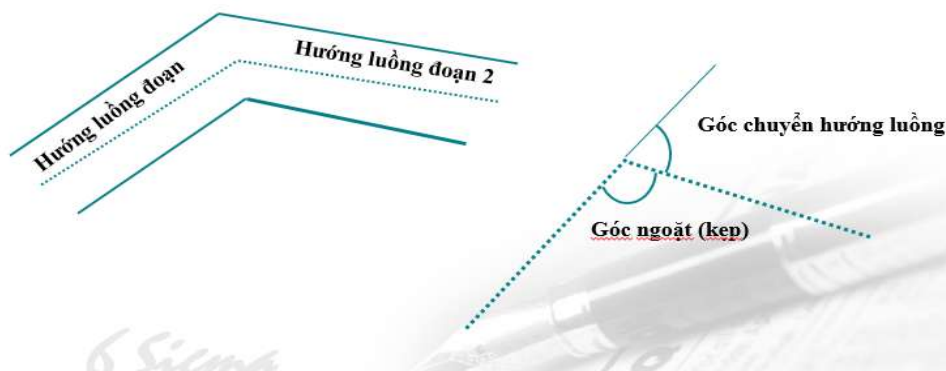
N số lần xuất hiện giá trị góc ngoặt

Do vậy, giá trị góc ngoặt được chọn đại diện cho các số liệu góc kẹp ngẫu nhiên trên toàn bộ các tuyến luồng Hàng hải Việt Nam là $155^{\circ}0'0''$ tương ứng với góc chuyển hướng luồng đặc trưng là 25°

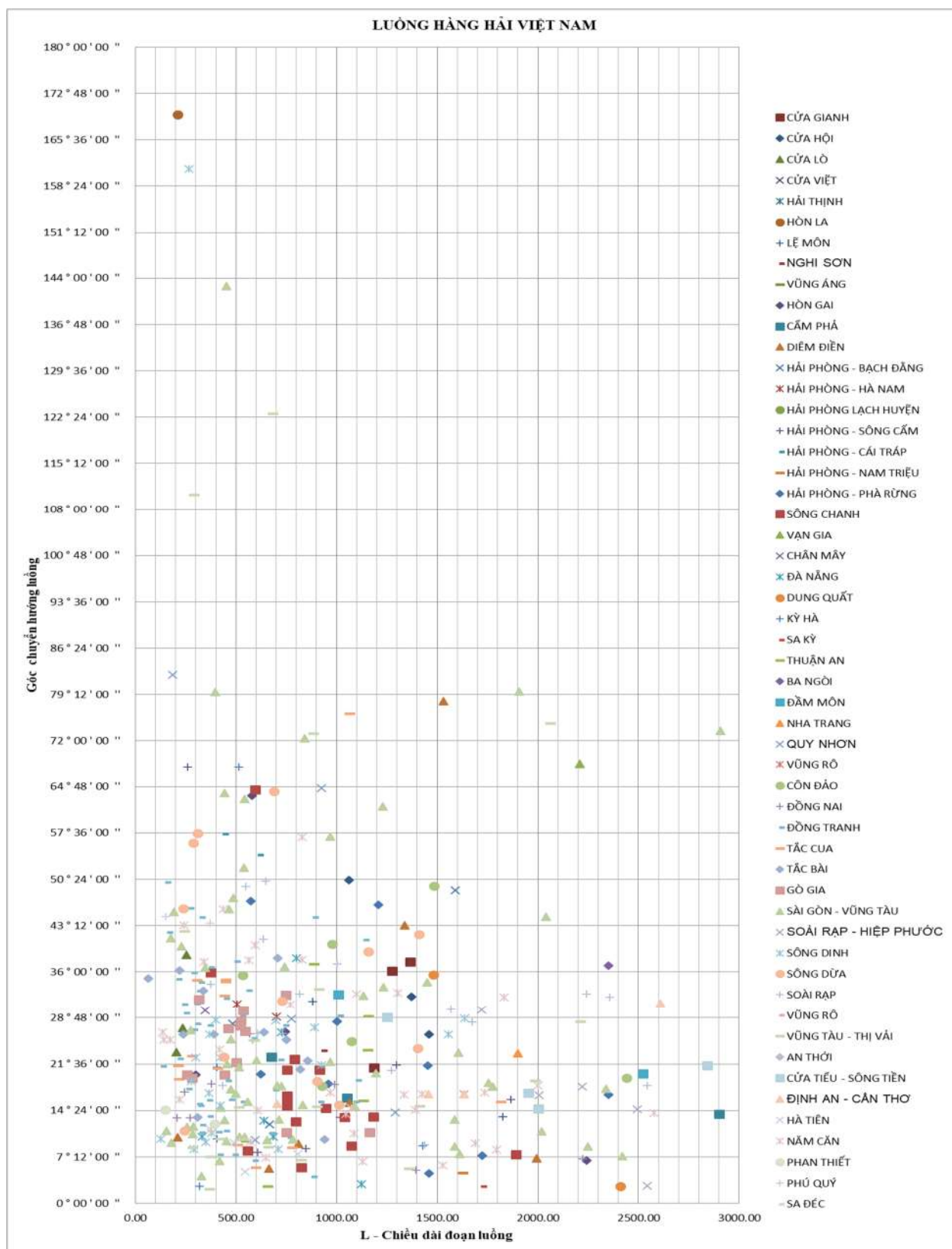
Bảng 2.2 giá trị các góc phương vị đoạn luồng

Tên khu vực	Hướng phương vị luồng nhỏ nhất	Hướng phương vị đoạn luồng lớn nhất	Hướng phương vị đoạn luồng đặc trưng
Đông bắc	$51^{\circ}42'00''$	$239^{\circ}16'00''$	$144^{\circ}00'00''$
Bắc Trung bộ - Trung bộ	$1^{\circ}30'00''$	$356^{\circ}52'00''$	$86^{\circ}0'00''$
Nam trung bộ	$97^{\circ}46'00''$	$170^{\circ}12'00''$	$151^{\circ}00'00''$
Đông Nam bộ - Tây Nam bộ	$37^{\circ}13'00''$	$177^{\circ}46'00''$	$157^{\circ}00'00''$

Căn cứ vào vào kết quả đánh giá phân tích về ngóc ngoặt luồng ở trên để thuận tiện cho việc lựa chọn giá trị góc chuyển hướng luồng như hình 2.3



Hình 2.2 đoạn luồng hàng hải đặc trưng



Hình 2.3 Giá trị góc chuyển hướng trên các tuyến luồng hàng hải

Căn cứ vào số liệu thống kê về hướng và chiều dài các tuyến luồng Hàng hải Việt Nam hiện nay ta thấy rằng:

Đoạn có góc phương vị luồng nhỏ nhất là $1^{\circ}30'00''$ tại tuyến luồng Cửa Hội, và đoạn luồng có góc phương vị luồng lớn nhất là $356^{\circ}52'00''$ tại đoạn luồng Đà Nẵng.

Xét trên toàn bộ các tuyến luồng hàng hải hiện nay thì chiều dài đoạn luồng trung bình vào khoảng 1856m trước khi đoạn luồng đoạn tiếp theo với bề rộng trung bình là 121 m, góc phương vị đặc trưng trên toàn bộ các tuyến luồng tập trung ở các góc $310^{\circ}00'00''$, $150^{\circ}00'00''$, và $50^{\circ}00'00''$,.

Để lựa chọn chiều dài và góc chuyển hướng luồng đặc trưng cho các đoạn dùng trong mô hình toán, căn cứ vào góc các góc chuyển hướng luồng trên các tuyến luồng hàng hải tác giả sẽ lựa chọn góc chuyển hướng luồng cho ba trường hợp là $20^{\circ}00'00''$, $40^{\circ}00'00''$ và $60^{\circ}00'00''$ với chiều dài hai đoạn luồng tương ứng là 3 hải lý.

2.2 Đánh giá về tình hình gió trên một số trạm quan trắc dọc theo bờ biển Việt Nam

2.2.1 Xây dựng chương trình vẽ biểu đồ hoa gió để phân tích số liệu gió thu thập được tại các trạm quan trắc.

Căn cứ vào số liệu thu thập được về gió tại một số trạm quan trắc khí tượng tại các khu vực Hòn dáu, Huế, Lý Sơn và Vũng Tàu, dựa vào chương trình vẽ biểu đồ hoa gió để tiện cho việc phân tích đánh giá số liệu quan trắc như sau:[7]

Các phần mềm ứng dụng

Biểu đồ hoa gió có thể được biểu diễn dưới nhiều phần mềm khác nhau. Tuy nhiên, trong đề tài sẽ giới thiệu một phương pháp vẽ hoa gió được viết trên VBA (trong bộ Visual studio 2010) cho ứng dụng trên Correl X6, X7.

Để kết hợp chạy được ngôn ngữ VBA kết hợp Correl thì các máy tính cần đã cài các phần mềm phụ trợ sau:

- Visual studio 2010 và NetFramwork 4.0
- Correl X6 hoặc X7 và NetFramwork 4.5
- Office 2010

Số liệu đầu vào:

* File phân cấp

File này được tạo trên Excel:

- 2 con số trên cùng của cột đầu tiên chỉ số phân cấp và số hướng ($3 \leq \text{số cấp} \leq 12$, số hướng = 8 hoặc = 16).

- Hàng thứ 3 là hàng tiêu đề cho các cột trong bảng phân cấp

- Các hàng tiếp theo là số liệu của bảng phân cấp. Trên mỗi hàng có 4 cột: Cột 1 chỉ số thứ tự cấp, Cột 2 là giá trị cận dưới (m/s), Cột 3 là giá trị cận trên (m/s), Cột 4 là tên chú giải của phân cấp sẽ được thể hiện trên chú giải cánh hoa gió. Chương trình sẽ nhận dạng cấp của số liệu dựa vào khoảng giá trị cận dưới, cận trên của cấp. Ví dụ: tốc độ gió đo ở một thời điểm là 4.5 m/s, $0 \leq 4.5 \leq 5.4$, được xếp vào cấp 1 theo thang phân cấp dưới đây.

Bảng 2.3. Mẫu file phân cấp

	Số cấp	7	
	Số hướng	8	
Cấp	Cận dưới	Cận trên	Tên cấp
1	0	5.4	0-5.4
2	5.5	10.7	5.5-10.7
3	10.8	17.1	10.8-17.1
4	17.2	24.4	17.2-24.4
5	24.5	32.6	24.5-32.6
6	32.7	46.1	32.7-46.1
7	46.2	65	46.2-65

*** File số liệu gió dạng hướng (độ) và tốc độ (m/s)**

File số liệu gió cũng được tạo trên Excel theo mẫu sẵn có, gồm:

- Hàng đầu tiên chỉ tổng số số liệu gió;
- Hàng thứ 2 là hàng tiêu đề của bảng số liệu gió
- Hàng thứ 3 là đơn vị của hướng và tốc độ, riêng đơn vị của tốc độ sẽ được lấy vào chú giải.

- Các hàng tiếp theo sẽ lần lượt là các giá trị về hướng và tốc độ gió, nếu hướng không được đo bằng độ mà thể hiện bằng chữ thì phải chú ý xem số liệu được phân thành 8 hay 16 hướng để chỉ định số hướng trong file phân cấp và khi chạy chương trình. Trong file mẫu đưa ra 2 dạng số liệu gió:

1. Hướng (độ) và tốc độ (m/s) (ký hiệu dạng này là 1. Hướng 0 & Cấp)
2. Hướng (thể hiện dạng ký hiệu chữ) và tốc độ (m/s) (ký hiệu dạng này là 2. Hướng N & Cấp)

Bảng 2.4 Mẫu file số liệu gió dạng 1

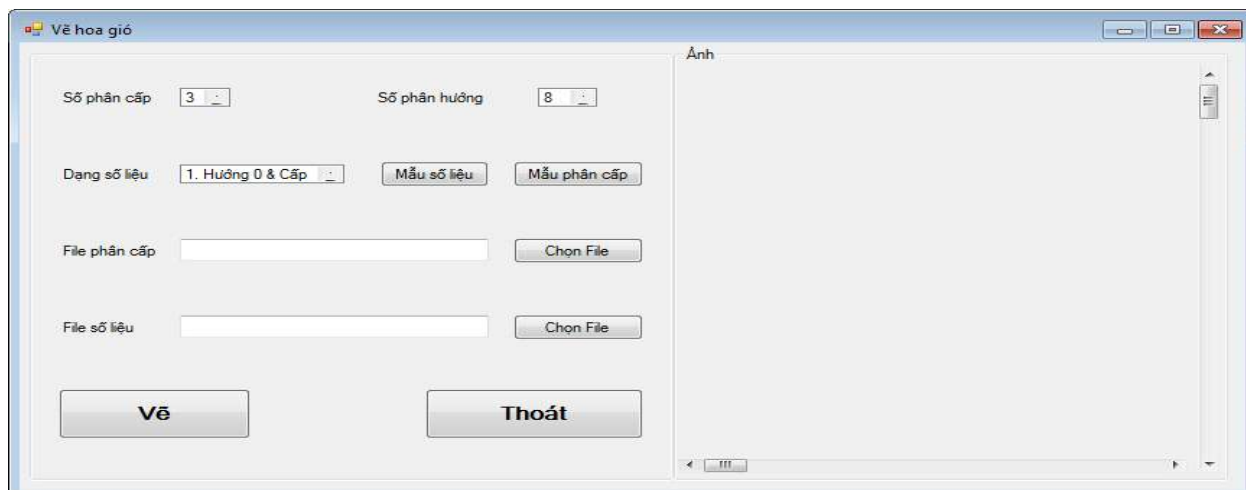
25	
Hướng	Tốc độ
(độ)	(m/s)
270	7.0
230	6.0
270	9.0
270	20.0
270	6.0
270	6.0
260	16.0
270	7.0
270	7.0
260	7.0
230	10.0

25	
Hướng	Tốc độ
270	7.0
270	15.0
270	10.0
270	7.0
270	6.0
270	13.0
310	11.0
270	14.0
280	10.0
280	8.0
260	5.0
230	5.0
210	5.0

Hướng dẫn sử dụng chương trình

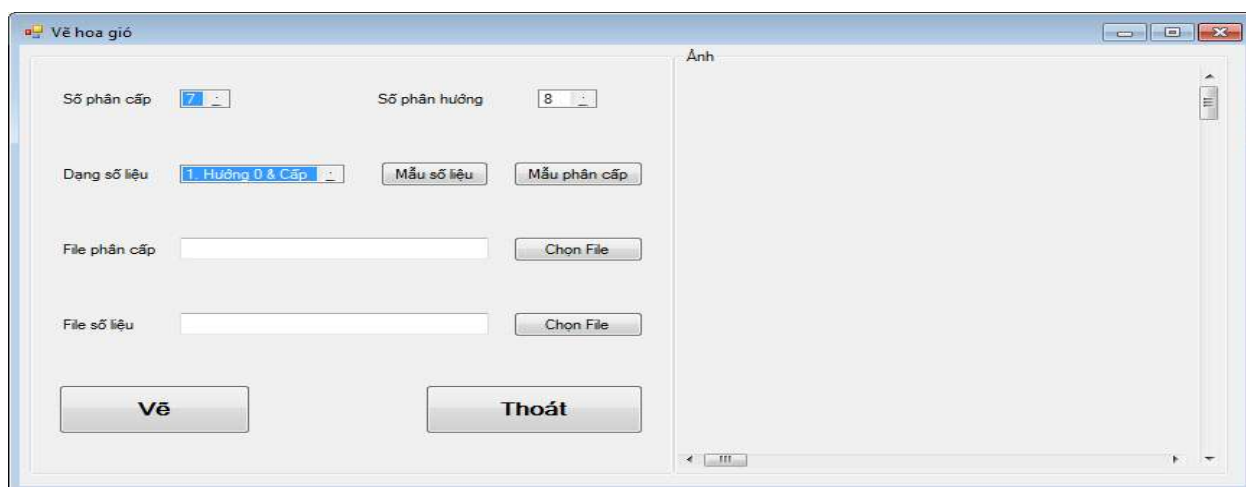
Kiểm tra trong thư mục của chương trình đã có file chạy VeHoaGio.exe, file phân cấp và file số liệu. Xác định số phân cấp, số phân hướng, dạng số liệu

Bước 1. Chạy chương trình VeHoaGio.exe (kích đúp chuột trái), giao diện của chương trình hiện ra như sau:[4]

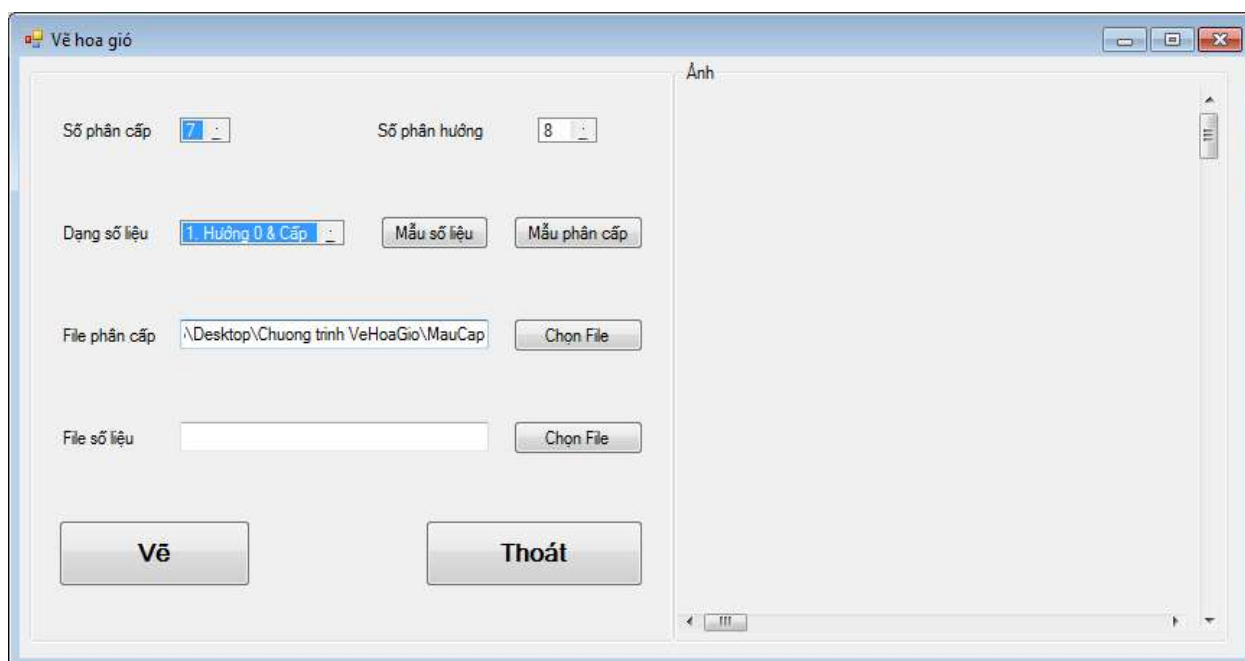
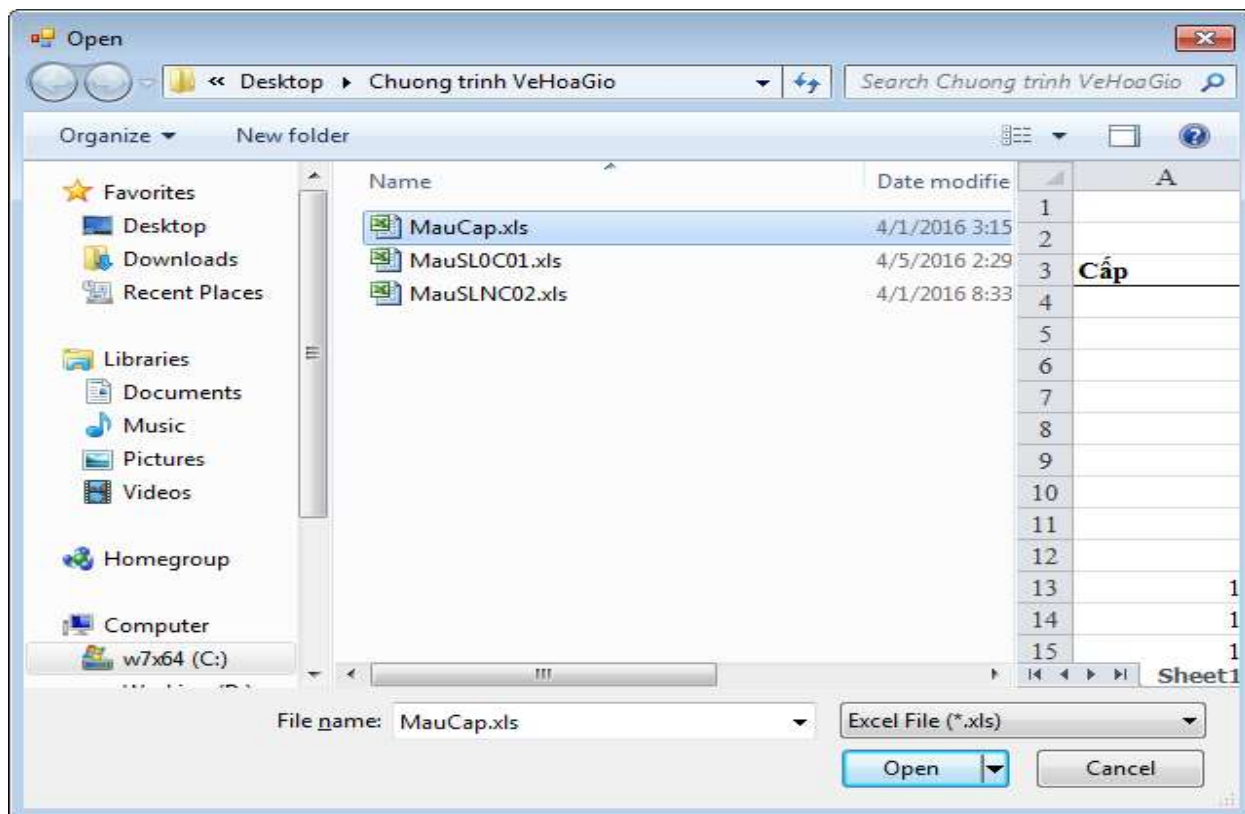


Bước 2. Nhập 2 con số cho số phân cấp và số phân hướng bằng cách nhập số trực tiếp từ bàn phím vào các ô tương ứng hoặc chọn trong listbox sổ xuống dưới.

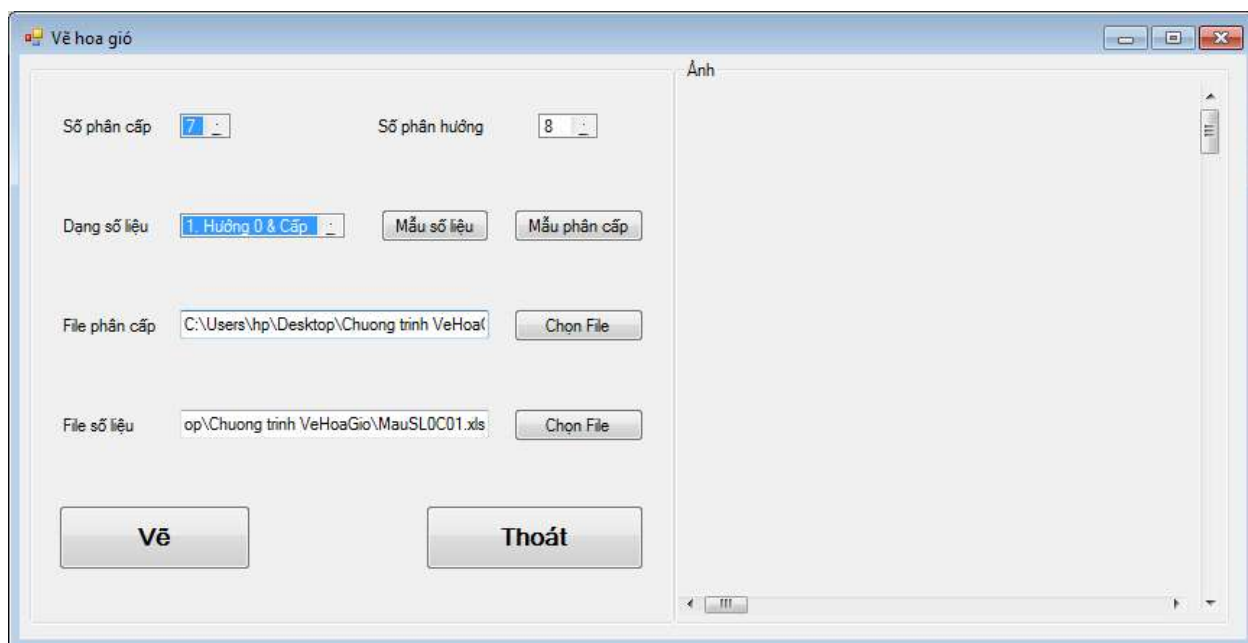
Bước 3. Chọn 1 trong 2 dạng số liệu ở Listbox Dạng số liệu, nếu không click chuột vào ô này thì chương trình sẽ coi như chưa chọn và nhắc người dùng phải chọn dạng số liệu trước khi tiếp tục.



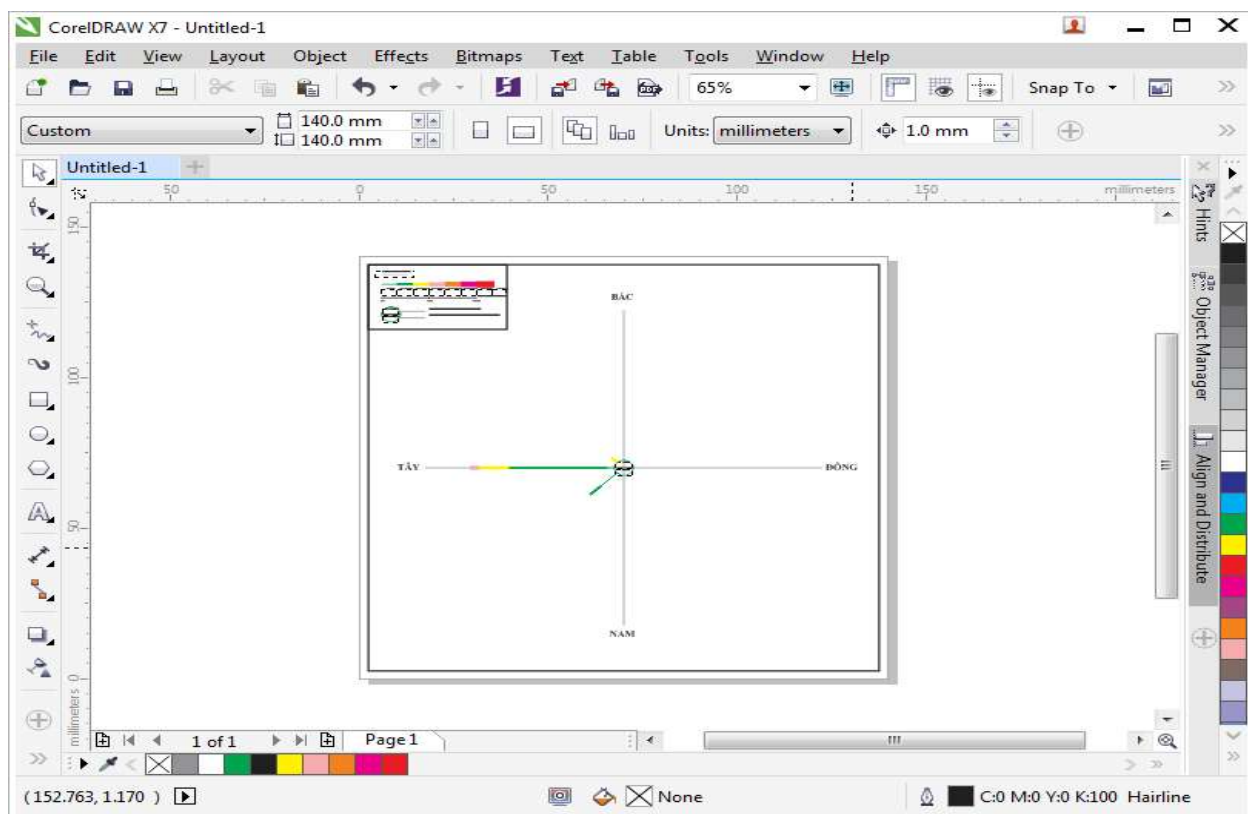
Bước 4. Chọn file phân cấp bằng cách nhấp nút Chọn File cùng hàng với nhãn File phân cấp. Chương trình sẽ hiện ra cửa sổ mở file theo đường dẫn mặc định cùng đường dẫn với file chạy của chương trình. Nhấn nút Open. Đường dẫn đến file phân cấp này sẽ được đưa vào Textbox cùng hàng với nhãn File phân cấp.[5]



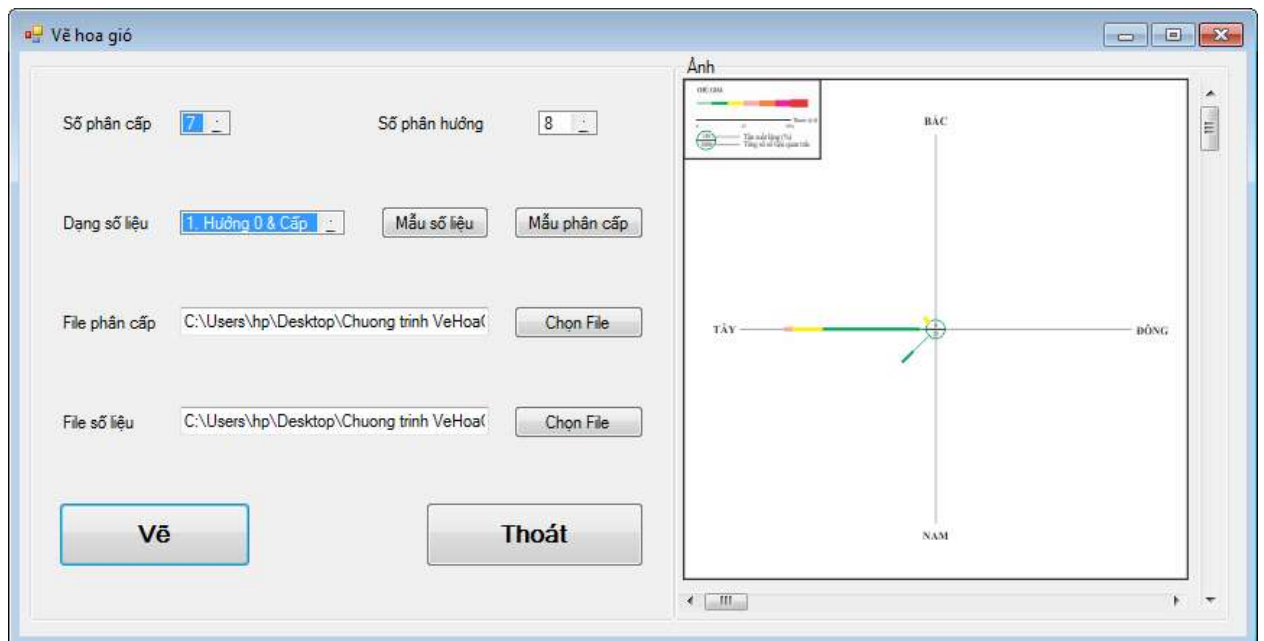
Bước 5. Chọn file số liệu gió (làm hoàn toàn tương tự cách chọn file phân cấp ở Bước 4)



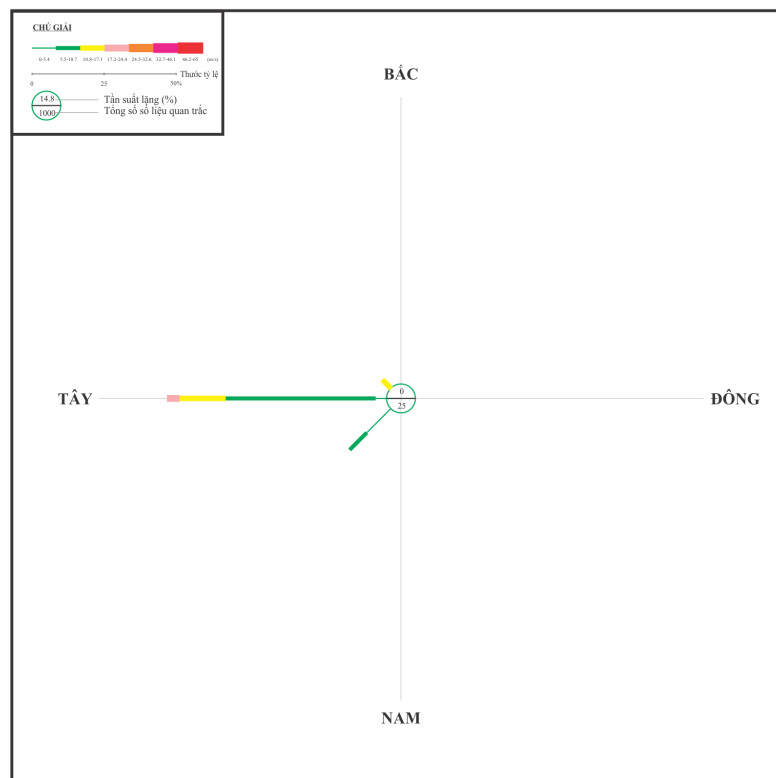
Bước 6. Nhấn nút Vẽ, chương trình sẽ khởi động ứng dụng Correl X7, vẽ hoa gió trên đó với kích thước trang mặc định là 140 x 140 mm. Sau khi vẽ xong, Correl sẽ nhắc người dùng lưu tên cho File Correl này để sử dụng vào các mục đích khác nư. Nên xuất ảnh hoa gió từ Correl sẽ cho chất lượng ảnh tốt, sắc nét.



Chương trình tự động tạo ra file ảnh hoa gió (Hoa 1.png) và load vào khung Picture trên giao diện của chương trình.

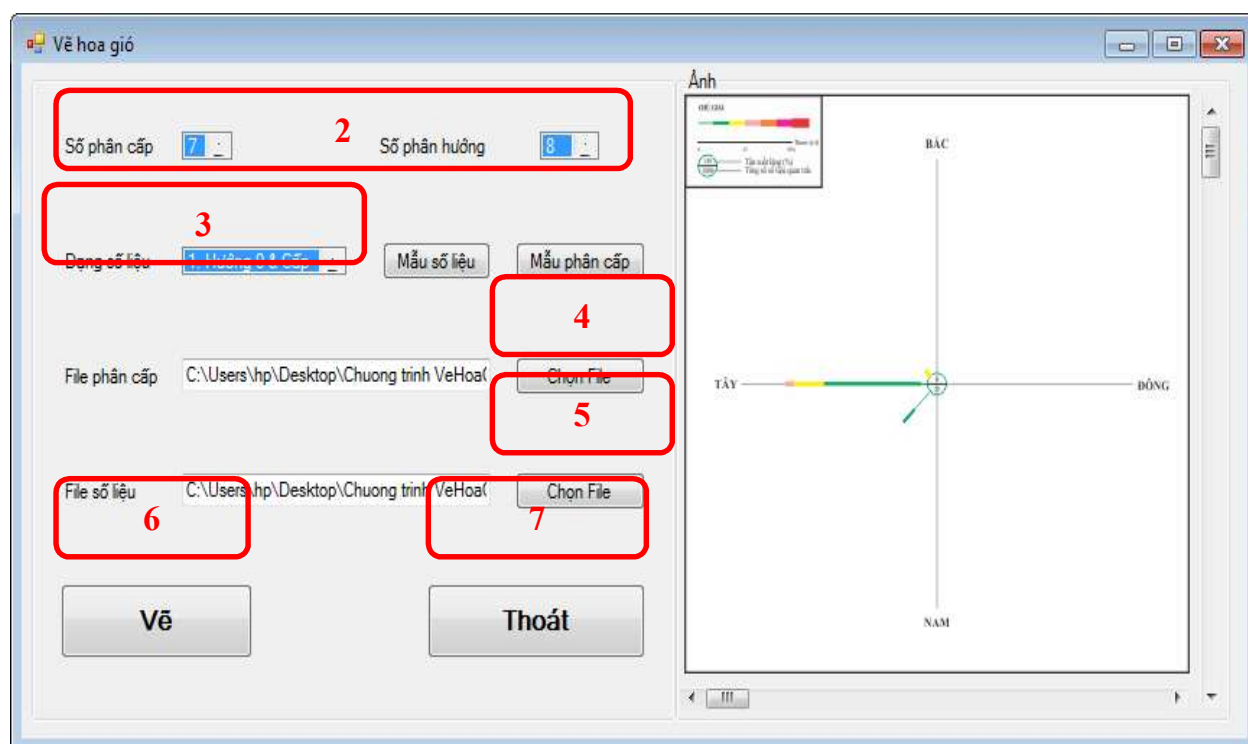


Tuy nhiên độ phân giải của file ảnh này kém hơn nhiều so với trực tiếp xuất ảnh từ Correl được thể hiện ở hình dưới đây.



Bước 7. Thoát khỏi chương trình. Nhấn nút thoát trên giao diện của chương trình. Tắt ứng dụng Correl nếu cần.

Các bước thực hiện trên giao diện của chương trình được tóm tắt trên hình dưới.



2.2.2 Lựa chọn điều kiện gió

- **Xây dựng biểu đồ hoa gió cho các trạm đặc trưng (Hòn dáu, Huế, Lý Sơn, Vũng Tàu)**

Căn cứ vào bảng các trạm khí tượng trên toàn quốc, đề tài đã thu thập được số liệu quan trắc khí tượng trong 5 năm từ 2010 – 2015 để nghiên cứu đánh giá yếu tố khí tượng đặc trưng trên các tuyến luồng hàng hải Việt Nam. Với các tuyến luồng hàng hải thuộc khu vực Đông Bắc Bộ thì được thu thập dữ liệu tại trạm quan trắc khí tượng tại trạm quan trắc khí tượng Hòn Dấu. Các tuyến luồng thuộc khu vực Bắc Trung Bộ sẽ được phân tích các số liệu khí tượng tại trạm quan trắc khí tượng Huế. Khu vực Trung Bộ và Đông Nam Bộ được thu thập số liệu tại trạm quan trắc khí tượng Lý Sơn. Khu vực Tây Nam Bộ và Nam

Trung Bộ được thu thập số liệu tại trạm quan trắc khí tượng Vũng Tàu. Sở dĩ đề tài chọn 4 trạm quan trắc trên vì chúng được trải dài dọc theo đất nước và gần với các tuyến luồng hàng hải chính của Việt Nam.[5]

- **Chế độ gió khu vực ven biển Hòn Dấu:**

Căn cứ vào số liệu thu thập được trong giai đoạn 5 năm 2010 – 2015 ta vẽ được biểu đồ hoa gió chung cho 5 năm như trên hình 2.4 và có thể phân tích cụ thể theo từng tháng như sau:

- **Tháng 1:** Gió thịnh hành là Đông đến Đông bắc. Tốc độ gió trung bình cấp 2 (2,0m/s), tốc độ gió thịnh hành trung bình cấp 3 (3,0m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 7 (14m/s), trong đó gió đạt cấp 6-7 chủ yếu là gió Bắc, Bắc đông bắc và Đông bắc.

- **Tháng 2:** Gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình cấp 2 (2,6m/s), tốc độ gió thịnh hành trung bình cấp 3 (3,5m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 5 (10m/s), trong đó gió đạt cấp 5 chủ yếu là gió Bắc, Bắc đông bắc và Đông.

- **Tháng 3:** Gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình cấp 2 (2,9m/s), tốc độ gió thịnh hành trung bình cấp 3 (3,7m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 5 (10m/s), trong đó gió đạt cấp 5 chủ yếu là gió Bắc, Đông đông bắc và Đông.

- **Tháng 4:** Gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình cấp 2 (3,2m/s), tốc độ gió thịnh hành trung bình cấp 3 (3,7m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 5 (10m/s), trong đó gió đạt cấp 5 chủ yếu là gió Nam và Đông.

Trong 5 năm có 01 lần gió giật cấp 8 (18m/s).

- **Tháng 5:** Gió thịnh hành là Đông và Đông nam. Tốc độ gió trung bình cấp 3 (3,6) m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình cấp 3 (3,7m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 6 (13 m/s), trong đó gió đạt cấp 5-6 chủ yếu là gió Đông, Đông đông nam, Đông nam, Nam đông nam và Nam.

Trong 5 năm có 04 lần gió giật cấp 7-8 (16-18m/s)

- **Tháng 6:** Gió thịnh hành là Nam. Tốc độ gió trung bình cấp 3 (3,4) m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình cấp 3 (4,7m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt

cấp 7 (15m/s), trong đó gió đạt cấp 5-7 chủ yếu là gió Đông, Đông đông nam, Đông nam, Nam đông nam, Nam và Nam tây nam.

Trong 5 năm có 06 lần gió giạt cấp 7-8 (14-19m/s) và 01 lần giạt cấp 10 (26m/s).

- **Tháng 7:** Gió thịnh hành là Đông nam và Nam đông nam. Tốc độ gió trung bình cấp 3 (4,0) m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình cấp 4 (5,6m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 7 (15m/s), trong đó gió đạt cấp 5-7 chủ yếu là gió Đông, Đông đông nam, Đông nam, Nam đông nam, Nam và Tây nam.

Trong 5 năm có 04 lần gió giạt cấp 7-8 (14-19m/s) và 03 lần giạt cấp 9 (21-23m/s).

- **Tháng 8:** Gió thịnh hành là Đông nam và Nam đông nam. Tốc độ gió trung bình cấp 2 (2,5) m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình cấp 3 (4,0m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 6 (13m/s), trong đó gió đạt cấp 5-6 chủ yếu là gió Đông, Đông đông nam, Đông nam, Nam đông nam, Nam và Tây nam.

Trong 5 năm có 01 lần gió giạt cấp 6 (11m/s), 06 lần gió giạt cấp 8-9 (18-22m/s) và 03 lần giạt cấp 10-11 (25-29m/s).

- **Tháng 9:** Gió thịnh hành là Đông, đông nam. Tốc độ gió trung bình cấp 2 (2,4) m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình cấp 2 (3,3m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 7 (17m/s), trong đó gió đạt cấp 5-7 chủ yếu là gió Đông, Đông nam, Nam đông nam, Nam, Nam tây nam và Tây bắc.

Trong 5 năm có 03 lần gió giạt cấp 7-8 (17-20m/s) và 04 lần giạt cấp 9 (21-23m/s).

- **Tháng 10:** Gió thịnh hành là Đông, Đông bắc. Tốc độ gió trung bình cấp 2 (2,3) m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình cấp 2 (3,0m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 7 (14m/s), trong đó gió đạt cấp 5 chủ yếu là gió Đông, Đông nam và có 01 trường hợp gió Bắc đông bắc cấp 7.

Trong 5 năm có 01 lần gió giạt mạnh cấp 9 (22m/s) và 02 lần giạt cấp 13 (38-40m/s), trường hợp này do có bão đi qua năm 2012.

- **Tháng 11:** Hướng gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình đạt 2,3m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,8m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 5 (8 m/s). Trong 5 năm có 02 lần có gió giật mạnh cấp 8-10 (18-25 m/s).

- **Tháng 12:** Gió thịnh hành là Bắc và Bắc đông bắc. Tốc độ gió trung bình đạt cấp 2 (2,3m/s), tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt cấp 2 (2,5m/s). Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 6 (12 m/s). Trong 5 năm có 01 lần có gió giật mạnh cấp 8 (18m/s).

Nếu chia hai mùa gió thì hướng thịnh hành là Đông Bắc tháng 11 đến tháng 1 trọng tâm là tháng 12 và tháng 1 khoảng 2.5 m/s và Tây Nam trọng tâm là tháng 7 trung bình khoảng 5.6 m/s.

- **Chế độ gió khu vực ven biển Huế:**

Căn cứ vào số liệu thu thập được trong giai đoạn 5 năm 2010 – 2015 ta vẽ được biểu đồ hoa gió chung cho 5 năm như trên hình 2.5 và có thể phân tích cụ thể theo từng tháng như sau:[5],[7]

- **Tháng 1:** Gió thịnh hành là Tây bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 1,0 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 1,5 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 6 (12m/s). Không có gió giật mạnh từ cấp 7 trở lên.

- **Tháng 2:** Gió thịnh hành là Tây bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 1,0m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 1,7 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 5 (9m/s). Không có gió giật mạnh từ cấp 7 trở lên.

- **Tháng 3:** Gió dàn trải theo nhiều hướng, hướng có số lần xuất hiện nhiều hơn chút ít là Tây tây bắc và Tây bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 1,0 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 1,7 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 3 (4m/s). Không có gió giật mạnh từ cấp 7 trở lên.

- **Tháng 4:** Gió dàn trải theo nhiều hướng, hướng có số lần xuất hiện nhiều hơn chút ít là Bắc và Đông đông bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 1,0 m/s,

tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,4 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 4 (6m/s). Không có gió giật mạnh từ cấp 7 trở lên.

- **Tháng 5:** Gió thịnh hành là Đông đông bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 1,0m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,6 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 3 (5 m/s). Không có gió giật mạnh từ cấp 7 trở lên.

- **Tháng 6:** Gió thịnh hành là Nam đông nam. Tốc độ gió trung bình đạt 1,1m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 1,3 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 4 (6 m/s). Không có gió giật mạnh từ cấp 7 trở lên.

- **Tháng 7:** Gió thịnh hành là Nam đông nam. Tốc độ gió trung bình đạt 1,1m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 1,4 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 5 (10 m/s). Không có gió giật mạnh từ cấp 7 trở lên.

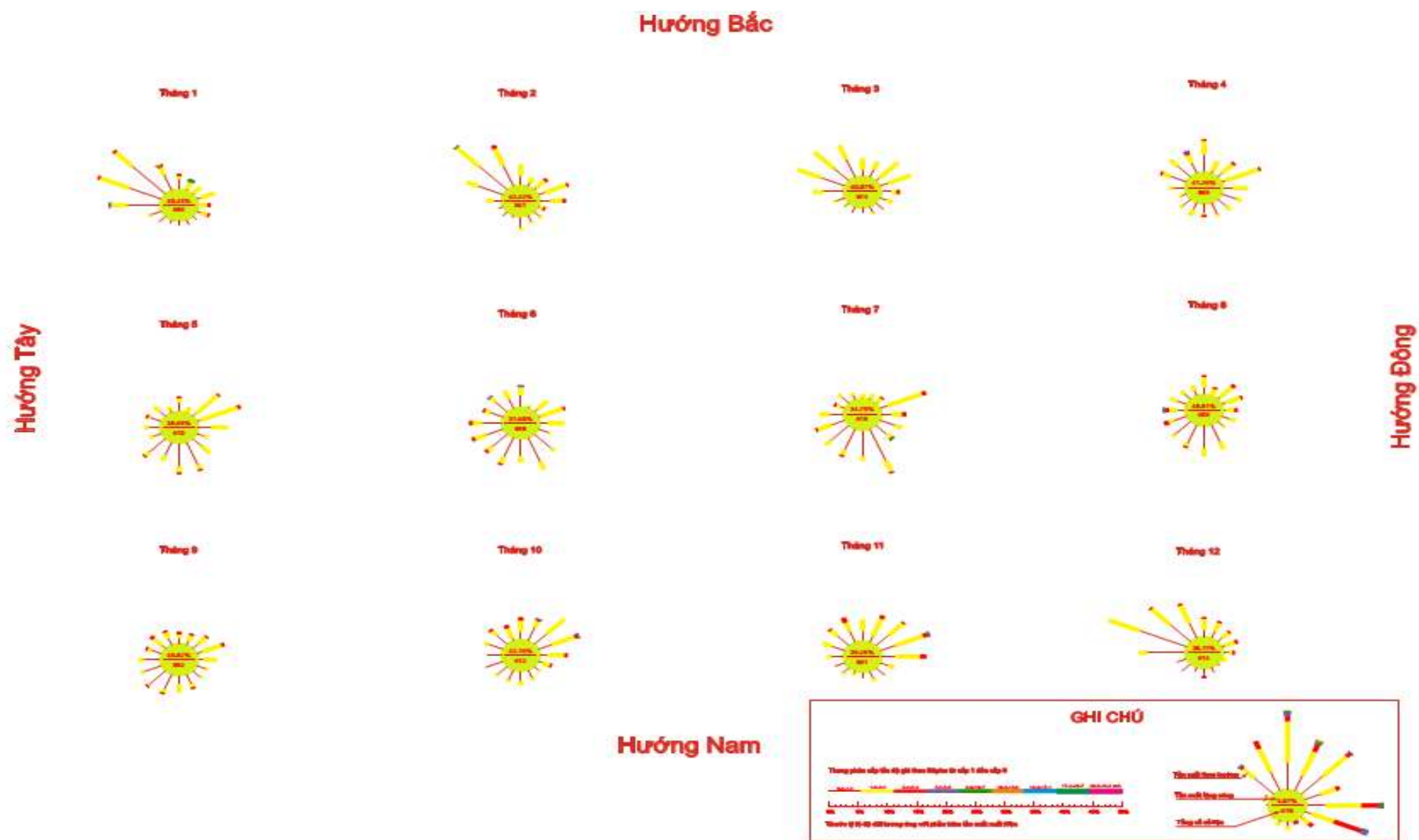
- **Tháng 8:** Gió thịnh hành là Nam tây nam. Tốc độ gió trung bình đạt 1,0m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 1,3 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 4 (6 m/s). Không có gió giật mạnh từ cấp 7 trở lên.

- **Tháng 9:** Gió dàn chải theo nhiều hướng, hướng có số lần xuất hiện nhiều hơn chút ít là Đông đông bắc và Tây nam. Tốc độ gió trung bình đạt 1,0 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,2 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 3 (5m/s). Không có gió giật mạnh từ cấp 7 trở lên.

- **Tháng 10:** Gió thịnh hành là Đông bắc, Đông đông bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 1,0m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,1m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 4 (7 m/s).

Trong 5 năm có 02 lần có gió giật mạnh cấp 7-8 (17-18 m/s).

- **Tháng 11:** Gió thịnh hành là Đông đông bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 1,1 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,2 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 4 (6 m/s). Không có gió giật mạnh từ cấp 7 trở lên.



Hình 2.5 Biểu đồ hoa gió trạm trắc khí tượng Huế

- **Tháng 12:** Gió thịnh hành là Bắc đông bắc và Đông bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 1,0m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 1,5m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 3 (5m/s). Không có gió giạt mạnh từ cấp 7 trở lên.

Nếu chia hai mùa gió, mùa gió đông bắc và tây nam, nhưng trạm Huế thì hướng thịnh hành là Tây Bắc tháng 1 đến tháng 3 trọng tâm là tháng 2 khoảng 1.5 m/s và Đông Nam trọng tâm là tháng 7 trung bình khoảng 1.3 m/s.

- **Chế độ gió khu vực ven biển Lý Sơn:**

Căn cứ vào số liệu thu thập được trong giai đoạn 5 năm 2010 – 2015 ta vẽ được biểu đồ hoa gió chung cho 5 năm như trên hình 2.6 và có thể phân tích cụ thể theo từng tháng như sau:[5],[7].

- **Tháng 1:** Gió thịnh hành là Đông bắc và Bắc đông bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 6,0m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 7,0m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 6 (13m/s). Trong 5 năm có 07 lần có gió giạt mạnh cấp 7 (16-17 m/s).

- **Tháng 2:** Gió thịnh hành là Bắc tây bắc và Nam đông nam. Tốc độ gió trung bình đạt 5,0 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 7,0 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 7 (15m/s). Trong 5 năm có 17 lần có gió giạt mạnh cấp 7-8 (16-20 m/s) và 01 lần gió giạt mạnh cấp 9 (21m/s).

- **Tháng 3:** Gió thịnh hành là Nam đông nam và Bắc tây bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 5,6m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 4,8m/s và 8,8m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 8 (19m/s).

Trong 5 năm có 34 lần có gió giạt mạnh cấp 7-8 (16-20m/s) và 03 lần gió giạt cấp 9 (22-23m/s).

- **Tháng 4:** Gió thịnh hành là Nam và Nam đông nam. Tốc độ gió trung bình đạt 4,1 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 5,0 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 6 (13 m/s).

Trong 5 năm có 03 lần có gió giạt cấp 7-8 (16-19m/s) và 01 lần cấp 9 (23m/s).

- **Tháng 5:** Gió thịnh hành là Nam và Nam Đông Nam. Tốc độ gió trung bình đạt 3,6 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 4,4 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 6 (12 m/s). Không có gió giạt mạnh cấp 7 trở lên.

- **Tháng 6:** Gió thịnh hành là Nam. Tốc độ gió trung bình đạt 3,1m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 4,1m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 6 (11m/s).

Trong 5 năm có 02 lần có gió giạt mạnh cấp 7 (16 m/s).

- **Tháng 7:** Gió thịnh hành là Nam. Tốc độ gió trung bình đạt 3,0 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 4,2 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 5 (9m/s).

Trong 5 năm có 02 lần có gió giạt mạnh cấp 7 (16, 17 m/s).

- **Tháng 8:** Gió thịnh hành là Nam đến Nam đông nam. Tốc độ gió trung bình đạt 2,9 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 4,2 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 6 (13 m/s).

Trong 5 năm có 05 lần có gió giạt mạnh cấp 7-5 (15-20 m/s).

- **Tháng 9:** Gió thịnh hành là Tây bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 3,6 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 5,7 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 7 (15 m/s).

Trong 5 năm có 14 lần có gió giạt mạnh cấp 7-8 (16-20 m/s) và 08 lần giạt cấp 9 (21-22).

- **Tháng 10:** Gió thịnh hành là Đông bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 5,6 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 6,0 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 7 (17m/s).

Trong 5 năm có 28 lần có gió giạt mạnh cấp 7-8 (16-20 m/s), 09 lần giạt cấp 9-10 (21-28m/s) và 02 lần giạt cấp 11 (29-31m/s).

- **Tháng 11:** Gió thịnh hành là Đông bắc và Bắc đông bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 6,3 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 7,0 – 7,8m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 7 (17 m/s).

Trong 5 năm có 34 lần có gió giạt mạnh cấp 7-8 (16-20 m/s), và 07 lần gió giạt cấp 9-10 (21-25m/s).

- **Tháng 12:** Gió thịnh hành là Bắc đông bắc và Đông bắc. Tốc độ gió trung bình đạt 7,1 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 8,1 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 7 (14 m/s).

Trong 5 năm có 66 lần có gió giật mạnh cấp 7-8 (16-20 m/s) và 01 lần gió giật cấp 9 (21m/s).

Nếu chia hai mùa gió thì hướng thịnh hành là Đông Bắc tháng 11 đến tháng 1 trọng tâm là tháng 12 và tháng 1 khoảng 8.0 m/s và hướng Nam trọng tâm là tháng 7 trung bình khoảng 4-5 m/s.

- **Chế độ gió khu vực ven biển Vũng Tàu:**

Căn cứ vào số liệu thu thập được trong giai đoạn 5 năm 2010 – 2015 ta vẽ được biểu đồ hoa gió chung cho 5 năm như trên hình 2.7 và có thể phân tích cụ thể theo từng tháng như sau:[5],[7].

- **Tháng 1:** Gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình đạt 1,5m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,1m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 5 (9m/s).

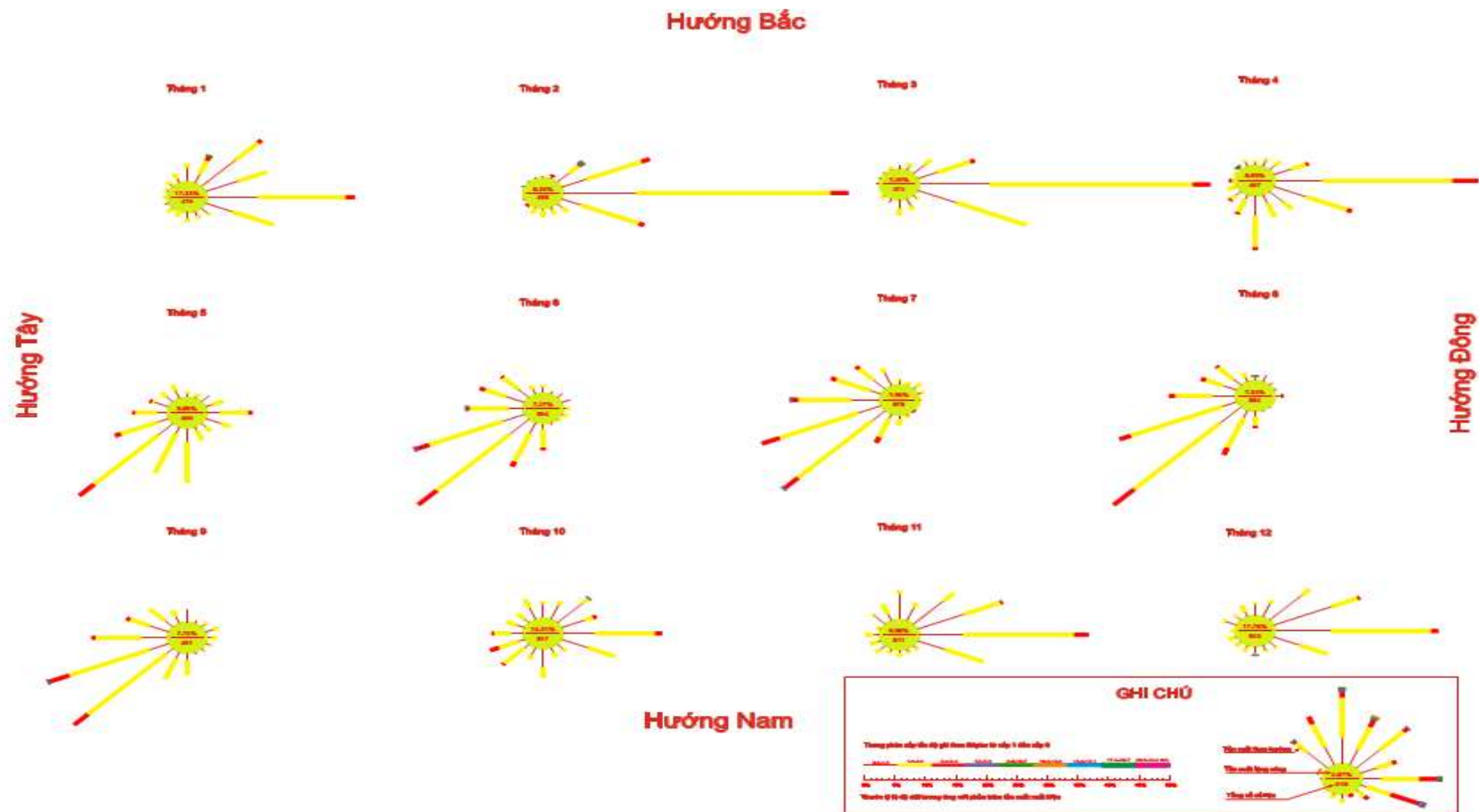
Trong 5 năm có 01 lần có gió giật mạnh cấp 7 (17 m/s).

- **Tháng 2:** Gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình đạt 1,9m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,1m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 5 (10m/s). Không có gió giật mạnh 16 m/s trở lên.

- **Tháng 3:** Gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình đạt 1.8m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,2m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 3 (5m/s). Không có gió giật mạnh 16 m/s trở lên.

- **Tháng 4:** Gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình đạt 1,8m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,3 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 5 (8 m/s).

Trong 5 năm có 01 lần có gió giật mạnh cấp 7 (18 m/s).



Hình 2.7 Biểu đồ hoa gió trạm quan trắc khí tượng Vũng Tàu

- **Tháng 5:** Gió thịnh hành là Tây nam. Tốc độ gió trung bình đạt 1,8 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,4 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 3 (5 m/s). Không có gió giạt mạnh 16 m/s trở lên.

- **Tháng 6:** Gió thịnh hành là Tây nam. Tốc độ gió trung bình đạt 2,0 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,5 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 4 (7 m/s). Trong 5 năm có 02 lần có gió giạt mạnh cấp 7 (16 m/s).

- **Tháng 7:** Gió thịnh hành là Tây nam và Tây tay nam. Tốc độ gió trung bình đạt 2,0 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,5 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 4 (7 m/s).

Trong 5 năm có 04 lần có gió giạt mạnh cấp 7-8 (16-20 m/s).

- **Tháng 8:** Gió thịnh hành là Tây nam. Tốc độ gió trung bình đạt 2,1 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,5 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 3 (6 m/s). Trong 5 năm có 02 lần có gió giạt mạnh cấp 7 (17,18 m/s).

- **Tháng 9:** Gió thịnh hành là Tây nam và Tây tây nam. Tốc độ gió trung bình đạt 2,0m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,6m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 4 (6 m/s).

Trong 5 năm có 02 lần có gió giạt mạnh cấp 7 (16 m/s).

- **Tháng 10:** Gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình đạt 1,4 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,0 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 4 (6 m/s). Không có gió giạt mạnh 16 m/s trở lên.

- **Tháng 11:** Gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình đạt 1,5 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,2 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 3 (5 m/s). Không có gió giạt mạnh 16 m/s trở lên.

- **Tháng 12:** Gió thịnh hành là Đông. Tốc độ gió trung bình đạt 1,3 m/s, tốc độ gió thịnh hành trung bình đạt 2,0 m/s. Tốc độ gió mạnh nhất đạt cấp 6 (12 m/s). Không có gió giạt mạnh 16 m/s trở lên. Nếu chia hai mùa gió thì

hướng thịnh hành là Đông tháng 1 đến tháng 4 trọng tâm là tháng 2-3 khoảng 2.2 m/s và Tây Nam trọng tâm là tháng 7 trung bình khoảng 2.6 m/s.

Đánh giá lựa chọn vận tốc gió thịnh hành trên các hướng ảnh hưởng đến các tuyến luồng Hàng hải Việt Nam

Căn cứ vào kết quả phân tích ta có thể thông kê các giá trị gió theo bảng sau:

Bảng 2.5 Thông số gió thịnh hành và lớn nhất trung bình tại các trạm quan trắc

Khu vực	V _{thịnh hành} [m/s]	Hướng	V _{max_trung bình} [m/s]	Hướng chủ đạo
Hòn Dấu	2.5 – 5.6	Đông Bắc – Tây Nam	12.6	Tây Nam
Huế	1.5 – 1.3	Tây Bắc – Đông Nam	6.8	Đông Nam
Lý Sơn	8 - 5	Đông Bắc – Nam	14	Nam
Vũng Tàu	2.2 – 2.6	Đông – Tây Nam	7.2	Tây Nam

Để lựa chọn hướng gió vận tốc gió đưa vào thực nghiệm mô phỏng buồng lái, dựa vào kết quả phân tích hình dáng luồng đặc trưng và hướng gió chủ đạo ta xác định hướng gió so với hướng chạy tàu.

Kết hợp với kết quả đánh giá hướng luồng đặc trưng trên toàn miền và hướng gió chủ đạo ta có kết quả tổng hợp như bảng 2.6 Hướng gió chủ đạo trung bình lớn nhất với hướng luồng đặc trưng.

Bảng 2.6 Hướng gió chủ đạo trung bình lớn nhất với hướng luồng đặc trung

Khu vực		Hướng luồng đặc trung	Vmax_trung bình[m/s]	Hướng gió chủ đạo	Hướng gió so với hướng chạy tàu
Hòn Dấu	Đông bắc	144 ⁰ 20'00''	12.6	Tây Nam	9 ⁰ 0'0''
Huế	Bắc Trung bộ - Trung bộ	86 ⁰ 40'00''	6.8	Đông Nam	50 ⁰ 0'0''
Lý Sơn	Nam Trung bộ	151 ⁰ 35'00''	14	Nam	30 ⁰ 0'0''
Vũng Tàu	Đông Nam bộ - Tây Nam bộ	157 ⁰ 10'00''	7.2	Tây Nam	68 ⁰ 0'0''

Như vậy có thể thấy hướng gió chủ đạo đều đến từ góc phần tư thứ nhất bên mạn phải của tàu. Do đó, trong thực nghiệm sẽ tập trung vào các loại gió thuộc miền này.

Để đánh giá ảnh hưởng của gió trên toàn miền, trong đề tài, tác giả lựa chọn gió có các hướng 30⁰, 60⁰, 90⁰.

2.3 Đánh giá về chủng loại tàu trên các các tuyến luồng hàng hải Việt Nam

Đối với Việt Nam - quốc gia có vùng biển rộng, bờ biển dài, với nhiều eo, vũng, vịnh sâu nằm gần các đô thị lớn, trung tâm du lịch biển, đảo và các khu vực sản xuất hàng hóa,... lại án ngữ con đường hàng hải nhộn nhịp bậc nhất trên thế giới, thì phát triển hệ thống cảng biển càng có ý nghĩa quan trọng. Nhận thức rõ điều đó, những năm qua, Đảng và Nhà nước ta đã tập trung đầu tư cải tạo, nâng cấp, xây mới nhiều hải cảng quy mô quốc gia và quốc tế trên phạm vi cả nước, tạo chuyển biến tích cực trong phát triển kinh tế biển. Đến nay, đã có 160 bến cảng đưa vào sử dụng, được phân bố trên từng khu vực, địa bàn cả nước, với năng lực thông quan hàng hóa ngày càng tăng. Năm 2018, sản lượng thông quan hàng hóa của toàn hệ thống cảng biển Việt Nam ước đạt trên 600 triệu tấn. Trong đó, riêng ngành Hàng hải đang quản lý, khai thác 35 luồng vào các cảng quốc gia, hàng chục luồng vào các cảng chuyên dụng và trên 330 cầu bến,... với tổng chiều dài lên tới 39.950 m, tăng gấp hai lần so với năm 1999, góp phần đưa năng suất xếp dỡ, thông quan hàng hóa các loại của hệ thống cảng biển Việt Nam lên ngang hàng các nước trong khu vực.

Để đảm bảo hoạt động thương mại trên biển, việc quan tâm, chú ý đến an toàn hàng hải làm một trong những mục tiêu quan trọng hàng đầu. Nhằm đảm bảo an toàn hàng hải, nhiều công trình nghiên cứu đã được thực hiện, nhiều khía cạnh đã được nghiên cứu, đánh giá. Tuy nhiên, trước tiên cần xem xét đến các đối tượng tham gia giao thông – đó là các tàu biển mà chủ yếu là các tàu buôn.[1], tàu buôn hoạt động trên vùng biển Việt Nam có các loại sau:

Tàu chở hàng rời, là các tàu chở hàng dùng để vận chuyển các khoản hàng rời với số lượng lớn như quặng hoặc thực phẩm chủ lực (gạo, ngũ cốc v.v) và hàng hóa tương tự. Nó được nhận dạng bởi các cửa hầm hàng dạng hộp trên

boong, được thiết kế để trượt hàng hóa ra phía ngoài. Một tàu chở hàng rời có thể là hàng khô hoặc ướt.

Tàu container là tàu hàng chứa toàn bộ tải trọng trong thùng chuyên dụng. Chúng tạo thành một phương thức chung cho việc vận tải hàng hóa đa phương thức mang tính thương mại. Thường được biết đến như các thuyền chở các thùng hàng dạng khối, chúng vận chuyển phần lớn hàng khô của thế giới.

Tàu chở dầu là tàu để vận chuyển chất lỏng, như dầu thô, sản phẩm dầu mỏ, khí dầu mỏ hóa lỏng, khí tự nhiên hóa lỏng, hóa chất, cũng như dầu thực vật, rượu và thức ăn khác; khu vực tàu chở dầu chiếm một phần ba trọng tải thế giới.



Hình 2.8. Tàu chở hàng rời



Hình 2.9. Tàu container



Hình 2.10. Tàu dầu



Hình 2.11. Tàu chở khí hóa lỏng

Tàu RORO – Roll-on/roll-off, là tàu chở hàng được thiết kế để vận chuyển hàng hóa có bánh như xe ô tô, rơ moóc hoặc toa xe đường sắt. Tàu RORO (hay ro/ro) có cầu dẫn dốc cho phép vận chuyển hàng hóa lăn vào và lăn ra tàu khi vào cảng một cách hiệu quả.



Hình 2.12. Tàu Ro-Ro

Phà là một hình thức vận chuyển, thường như một chiếc thuyền hoặc tàu, mà đôi khi còn một hình thức khác, chúng chở hàng khách và cả phương tiện của họ. Phà cũng được sử dụng để vận chuyển hàng hoá (trong xe tải và đôi khi vận chuyển các container hàng hoá phi năng lượng) và thậm chí cả xe lửa. Hầu hết các hoạt động ở bến phà diễn ra thường xuyên, phổ biến và lặp lại.



Hình 2.13. Phà

Tàu du lịch là loại tàu chở khách được dùng cho những chuyến đi vui chơi, nơi mà bản thân những chuyến đi và những tiện nghi trên tàu được quan tâm và là một phần trải nghiệm thiết yếu. Việc du lịch bằng tàu ngày càng trở thành bộ phận chính của nền công nghiệp du lịch, với hàng triệu hành khách vào mỗi năm



Hình 2.14. Tàu du lịch

Ngoài ra, còn có nhiều phương tiện nhỏ tham gia giao thông trên các tuyến đường biển Việt Nam.

Đối với các tàu tham gia giao thông, trình độ của người điều khiển phương tiện tại Việt Nam không đồng nhất. Trong khi thuyền viên trên các tàu biển Việt Nam cũng như tàu quốc tế qua lại trên các vùng biển Việt Nam nắm tốt các quy tắc điều khiển tàu cũng như phòng ngừa đâm va trên biển thì các thuyền viên trên các tàu nhỏ, chạy nội địa còn có những hạn chế nhất định. Chính vì thế, nhiều tai nạn tàu thuyền đã xảy ra liên quan đến trình độ của người điều khiển phương tiện. Đây là một nội dung cần lưu ý trong khi triển khai đề tài.[2].

Khi tác giả sử dụng phòng mô phỏng của Trường Đại học Hàng hải Việt Nam để là phòng mô phỏng thực hiện đề tài, và hệ thống mô phỏng hiện nay có sẵn các loại tàu mô phỏng là tàu 5000 DWT, 10.000 DWT, 28.000 DWT, 40.000 DWT, 50.000 DWT, 100.000 DWT, 200.000 DWT. Như vậy, căn cứ vào tình hình phân tích trên tác giả sẽ lựa chọn đi sâu vào nghiên cứu trên tàu chở hàng rời 10.000 DWT và tàu Container 28.000 DWT.

Kết luận chương 2.

Như đã phân tích ở các mục 2.1, 2.2 và 2.3 nội dung chương đã đánh giá được các yếu tố: Đặc điểm luồng, đặc điểm gió và đặc điểm tàu trên các tuyến luồng hàng hải Việt Nam hiện nay và đây chính là những cơ sở cần thiết mà đã được phân tích để đưa vào điều kiện thực nghiệm mô phỏng chuyển động tàu tìm ra độ lệch ngang của tàu do người điều khiển dẫn tàu trong các tình huống khác nhau.

Trong phần nội dung phân tích hình dáng, và kích thước các tuyến luồng hàng hải đặc trưng hiện nay, tác giả đã cập nhật toàn bộ các góc ngoặt, góc chuyển hướng luồng của các tuyến luồng hàng hải, và đưa ra lựa chọn kích

thước góc chuyển hướng luồng và đoạn luồng hợp lý để đưa vào mô phỏng mô hình toán và thực nghiệm được thực hiện trong chương 3 và chương 4.

Ngoài ra nội dung chương đã được thu thập đầy đủ số liệu quan trắc khí tượng tại các trạm quan trắc dọc bờ biển Việt Nam trong những năm gần đây.

Tác giả đã viết coding dựa trên ngôn ngữ lập trình C trên phần mềm C++ để đưa chương trình vẽ biểu đồ hoa gió để phục vụ công tác vẽ biểu đồ, phân tích số liệu khí tượng một cách dễ dàng. Điều này giúp việc phân tích không bị phụ thuộc vào các chương trình vẽ biểu đồ thường được viết sẵn bằng excel hay các phần mềm tương tự khác. Dựa vào chương này nội dung chương đã đưa ra được thông số gió thịnh hành tại các trạm quan trắc Hòn Dấu, Huế, Lý Sơn và Vũng Tàu, từ kết quả nghiên cứu này có thể sử dụng vào trong các lĩnh vực nghiên cứu về thiết kế luồng hàng hải, quy hoạch phát triển các công trình xây dựng dọc bờ biển Việt Nam. Và đặc biệt là giúp tác giả lựa chọn được các thông số gió hợp lý đưa vào chương trình mô phỏng thực nghiệm được thực hiện trong chương 4.

Tàu hàng 10.000 DWT và tàu Container 28.000 DWT là những loại tàu phổ biến trên các tuyến luồng hàng hải Việt Nam mà chúng có mô hình tàu trên phòng mô phỏng của Trường Đại học Hàng hải Việt Nam, cho nên đây sẽ là hai loại tàu chính được lựa chọn để phân tích và thực nghiệm trong các chương sau.

CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG CHUYỂN ĐỘNG CỦA TÀU KHI KHÔNG CÓ TÁC ĐỘNG CỦA GIÓ VÀ CON NGƯỜI

3.1 Hệ thống mô phỏng tại Trường đại học hàng hải Việt Nam

Như chúng ta biết từ khi ra đời đến nay thì hệ thống mô phỏng hàng hải ngày càng thể hiện rõ vai trò quan trọng của nó trong công tác huấn luyện, nghiên cứu khoa học. Với khả năng có thể mô phỏng toàn bộ hoặc một phần sự hoạt động của thiết bị thật và mô phỏng các tác động của môi trường, các hệ thống mô phỏng hàng hải có thể cho phép tái hiện lại các điều kiện hoạt động thực tế của các tàu thuyền hay lập ra các tình huống mà thực tế tàu thuyền có thể gặp phải. Nhờ có khả năng này mà các hệ thống mô phỏng hàng hải có thể thay thế các thiết bị thực tế trong huấn luyện và nghiên cứu. Bên cạnh đó thì tính hiệu quả cũng như tầm quan trọng của các hệ thống mô phỏng huấn luyện hàng hải đã được thế giới công nhận.

Do vậy, căn cứ vào mục tiêu của đề tài là xác định độ lệch của tàu do người điều khiển gây ra để phục vụ thiết kế luồng hàng hải, đề tài đã sử dụng phòng mô phỏng chuyển động tàu được lắp đặt nhà A4 của Trường để nghiên cứu thực nghiệm chuyển động tàu.

Phòng mô phỏng này được lắp đặt và bàn giao cho trường Đại học Hàng Hải từ tháng 10 năm 2002, thiết bị mô phỏng huấn luyện Radar/ARPA đã từng bước được sử dụng trong công tác huấn luyện thực hành cho sinh viên khoa Điều Khiển Tàu Biển. Trong thời gian qua, hệ thống mô phỏng này đã được sử dụng để huấn luyện sinh viên thực hành một số môn chuyên môn và thực hành tốt nghiệp. Ngoài ra nó còn được sử dụng trong công tác nghiên cứu khoa học của giảng viên và sinh viên khoa Điều Khiển Tàu Biển.

Hệ thống bao gồm mô phỏng trang thiết bị của 3 tàu chủ A, B, C. Với mỗi tàu được trang bị hệ thống máy lái tự động, la bàn, tay chuông truyền lệnh, Radar/ARPA, VHF, điện thoại liên lạc nội bộ, các thiết bị chỉ báo (hướng gió, tốc độ gió, góc bề bánh lái, tốc độ quay trở, tốc độ tàu, vòng tua máy chính, thời gian và hướng đi). Ngoài ra thì riêng tàu A được trang bị 3 màn hình plasma để cung cấp các thông tin về hình ảnh khung cảnh bên ngoài buồng lái. Chính nhờ tín hiệu hình ảnh này mà hiện nay tàu A đã được nâng cấp lên thành mô phỏng buồng lái.



Loai 01: 5,000 DWT Tàu hàng



Loai 02: 10,000 DWT Tàu hàng



Loai 03: 28,000 DWT Container



Loai 04: 50,000 DWT Container



Loai 05: 100,000 DWT Tàu dầu



Loai 06: 200,000 DWT Tàu dầu



Loai 07: 40,000 GT Tàu chở ô tô

Hình 3.1 Các loại tàu chủ

Về phần mềm mô phỏng thì hệ thống có thể mô phỏng được các loại tàu chủ sau: 5000 DWT tàu hàng, 10000 DWT tàu hàng, 28000 DWT container, 50000 DWT container, 100000 DWT Tàu dầu, 200000 DWT Tàu dầu, 40000 DWT Tàu chở ô tô (xem hình 3.1: Hình các loại tàu chủ)

Hệ thống mô phỏng được 10 loại tàu mục tiêu như sau: Tàu cá loại A (A-Type Boat (19DWT), Tàu cá (Fishhing bout (100 DWT), Tàu cao tốc (Hi-speed ship (200 DWT), Tàu thực tập đánh bắt thủy sản (Drill ship (500t), Phà biển (Ferry (2000 DWT), Tàu chở ô tô (10000 DWT), Tàu Container (50000 DWT), Tàu dầu (200000 DWT), Thuyền buồm (Yotto (8 DWT), Tàu hàng (10000 DWT).

Về khu vực mô phỏng, hệ thống có các hải đồ sau:

Vịnh Tokyo ban ngày (Tokyo Wan Day).

Vịnh Tokyo ban đêm (Tokyo Wan Night).

Vịnh Tokyo lúc bình minh, hoàng hôn (Tokyo Wan Twilight).

Vịnh Tokyo khi biển động (Tokyo Wan Rough).

Vịnh Osaka (Osaka Wan).

Luồng Kanmon (Kanmon).

Khu vực Hải phòng.

Khu vực Vũng tàu vào Hồ Chí Minh.

Luồng Singapore.

Khu vực Hongkong.

Khu vực ảo 1 ban ngày (Virtual 1 Day).

Khu vực ảo 1 ban đêm (Virtual 1 Night).

Khu vực ảo 1 lúc bình minh, hoàng hôn (Virtual 1 Twilight).

Khu vực ảo 1 khi biển động (Virtual 1 Rough).

Khu vực ảo 2 ban ngày (Virtual 2 Day).

Khu vực biển rộng ban ngày (Open Sea Day).

Khu vực biển rộng ban đêm (Open Sea Night).

Khu vực biển rộng vào lúc bình minh, hoàng hôn (Open Sea Twilight).

Khu vực biển rộng khi biển động (Open Sea Rough).

Trong đó có những vùng có dữ liệu về hình ảnh quang cảnh bờ và có thể đo được phương vị la bàn tới các mục tiêu bờ để xác định vị trí, còn các vùng khác thì không có các dữ liệu về hình ảnh.

Ngoài ra hệ thống còn mô phỏng được tác động của các loại môi trường như trời dạt, mưa, sương mù, gió, dòng chảy. Đối với hệ thống Radar/ARPA thì có mô phỏng nhiễu biển, nhiễu mưa, nhiễu giao thoa Radar và mô phỏng tương tự hệ thống thật.

Sau khi tác giả cùng cùng giáo viên hướng dẫn trực tiếp đi khảo sát thực tế tại hai phòng mô phỏng này thấy rằng, phòng mô phỏng đặt tại nhà A4 khi mô phỏng tàu thấy ổn định cho kết quả khả quan đáng tin cậy. Do đó, đề tài đã sử dụng phòng mô phỏng tại Trường Đại học hàng hải Việt Nam đặt tại nhà A4 để mô phỏng chuyển động của tàu và dựa vào kết quả đạt được tác giả đã sử dụng mô hình toán K – T để mô phỏng lại chuyển động tàu và tìm ra các giá trị điều khiển tàu.

Việc thực nghiệm mô phỏng chuyển động tàu sẽ được triển khai trong hai giai đoạn chính là:

Giai đoạn 1: Thực nghiệm xác định các hệ số điều khiển tàu phục vụ xác định mô hình toán, trong lần thực nghiệm này toàn bộ số liệu như vị trí, hướng đi, tốc độ quay trở tàu.v.v. được ghi lại ít nhất từ 5s đến 10s một lần trong khi một lần thử tối thiểu mất khoảng từ 20 phút đến 30 phút. [30].

Giai đoạn 2: Thực nghiệm mô phỏng chuyển động tàu khi người điều khiển dẫn tàu trong hoàn cảnh khi không có ảnh hưởng của gió và khi có ảnh hưởng của gió, trong lần thực nghiệm này toàn bộ số liệu như vị trí, hướng đi, tốc độ quay trở tàu.v.v. được ghi lại 3s một lần ghi trong khi một lần thực nghiệm tối thiểu mất khoảng từ 20 phút đến 30 phút.

Như vậy, để ghi lại được toàn bộ số liệu thực nghiệm như vị trí, hướng đi, góc bẻ lái, vận tốc góc tàu cũng như tất cả các thông số khác để phục vụ nghiên cứu độ lệch tàu là rất khó khăn nếu làm bằng biện pháp thủ công ghi tay hay quay camera lại mỗi lần thử nghiệm tại cùng một thời điểm. Do đó tác giả đã tập chung vào xây dựng thêm phần mềm và chế tạo thêm thiết bị để ghi lại toàn bộ số liệu thực nghiệm như trình bày trong mục 3.2.

3.2 Chế tạo thiết bị và xây dựng phần mềm ghi lại số liệu thực nghiệm

3.2.1 Cấu trúc của hệ thống thu thập dữ liệu điều khiển tàu

Việc cần thiết phải thu thập được dữ liệu điều khiển tàu của các thuyền trưởng, sỹ quan khi họ điều động tàu trên phòng mô phỏng buồng lái trong các điều kiện khác nhau thông qua một hệ thống mô phỏng như hình 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 và 3.6 với các thiết bị cho phép mô phỏng hoạt động lái tàu của thuyền trưởng, sỹ quan trên các tác động của con tàu. Vị trí tàu được mô phỏng qua một hệ thống rada. Các tham số về kích thước tàu và các thông tin về sóng biển, gió, thời tiết được mô phỏng và thiết lập trên máy tính.



Hình 3.2. Phòng mô phỏng điều khiển tàu biển



Hình 3.3. Hệ thống mô phỏng lái tàu

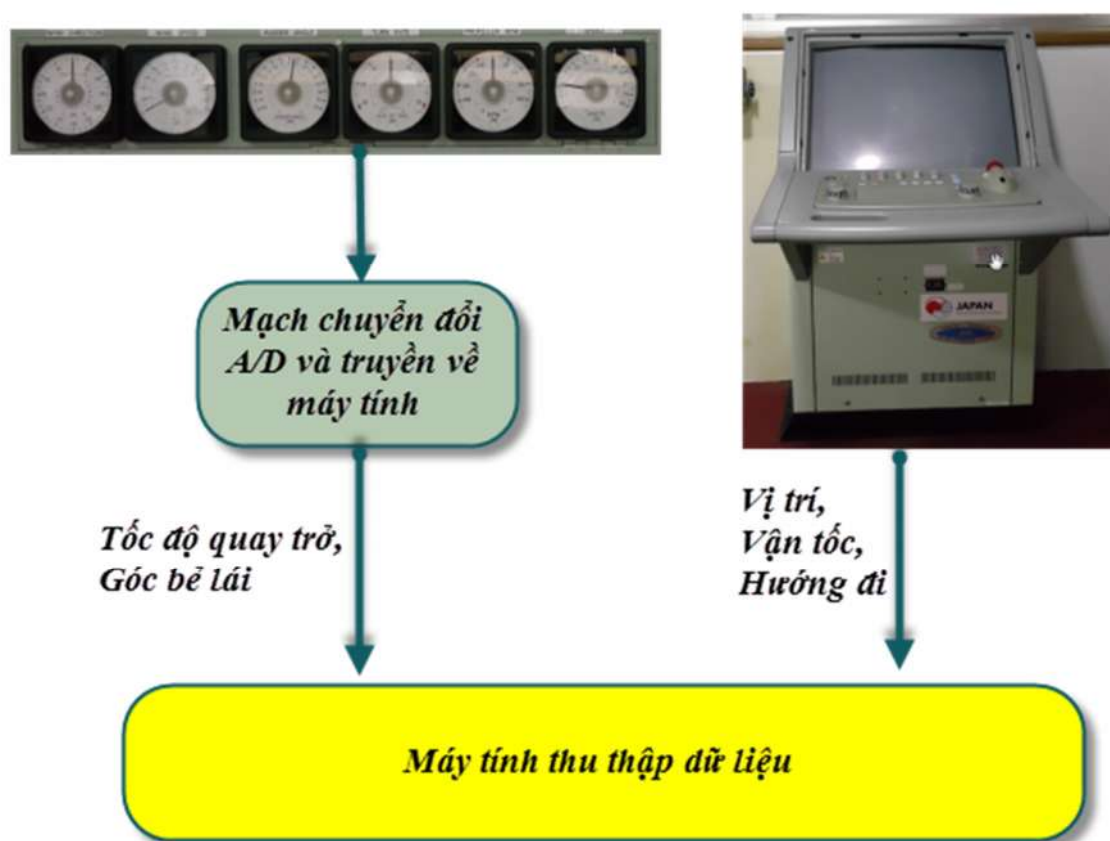


Hình 3.4. Hệ thống mô phỏng radar



Hình 3.5. Hệ thống mô phỏng chỉ thị thông tin tàu

Do các thông tin về tàu, thời tiết, sóng biển đặt được đặt trước từ máy tính nên các tham số này chỉ cần ghi lại bởi người vận hành hệ thống mô phỏng là có thể thu thập được. Một lượng lớn thông tin về hành trình của tàu và hoạt động lái tàu cần thu thập liên tục trong quá trình điều khiển để phân tích hoạt động lái tàu của thuyền trưởng được thực hiện với cấu trúc như sau:



Hình 3.6. Cấu trúc của hệ thống thu thập dữ liệu điều khiển tàu

Trong hệ thống này, các thông tin sẽ được thu thập như sau:

- + Thông tin về vị trí tàu: lấy từ mô phỏng rada qua bản tin truyền thông
- + Thông tin về tốc độ tàu: Lấy từ mô phỏng rada qua bản tin truyền thông
- + Thông tin hướng đi của tàu: Lấy từ mô phỏng rada qua bản tin truyền thông

+ Thông tin về góc bề lái: Lấy từ đồng hồ hiển thị góc bề lái qua tín hiệu analog

+ Thông tin về tốc độ quay trở của tàu: Lấy từ đồng hồ hiển thị góc bề lái qua tín hiệu analog

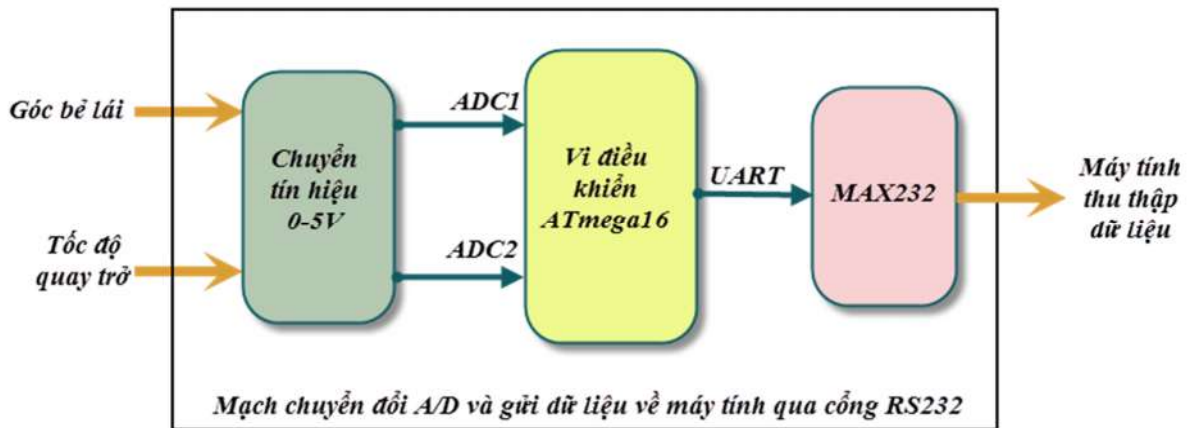
Như vậy, các thông tin về tàu sẽ được thu thập về một máy tính thu thập dữ liệu để xử lý và lưu trữ. Các thông tin về vị trí tàu, tốc độ tàu và hướng đi của tàu được lấy thông qua các bản tin truyền thông nên có thể nối trực tiếp vào máy tính thông qua các cổng truyền thông. Riêng các tín hiệu về góc bề lái và tốc độ quay trở là tín hiệu tương tự, vì vậy để thu thập được các thông tin này ra cần một thiết bị chuyển đổi tín hiệu từ tương tự sang tín hiệu số và gửi về máy tính qua cổng truyền thông RS232.

Sau khi thu thập được dữ liệu tàu, máy tính sẽ thực hiện xử lý các thông tin thu được để vẽ lại vị trí tàu, vẽ lại các phap và tuyến đường, lưu lại các thông tin và hoạt động của tàu dưới dạng file excels.

3.2.2 Xây dựng thiết bị thu thập dữ liệu

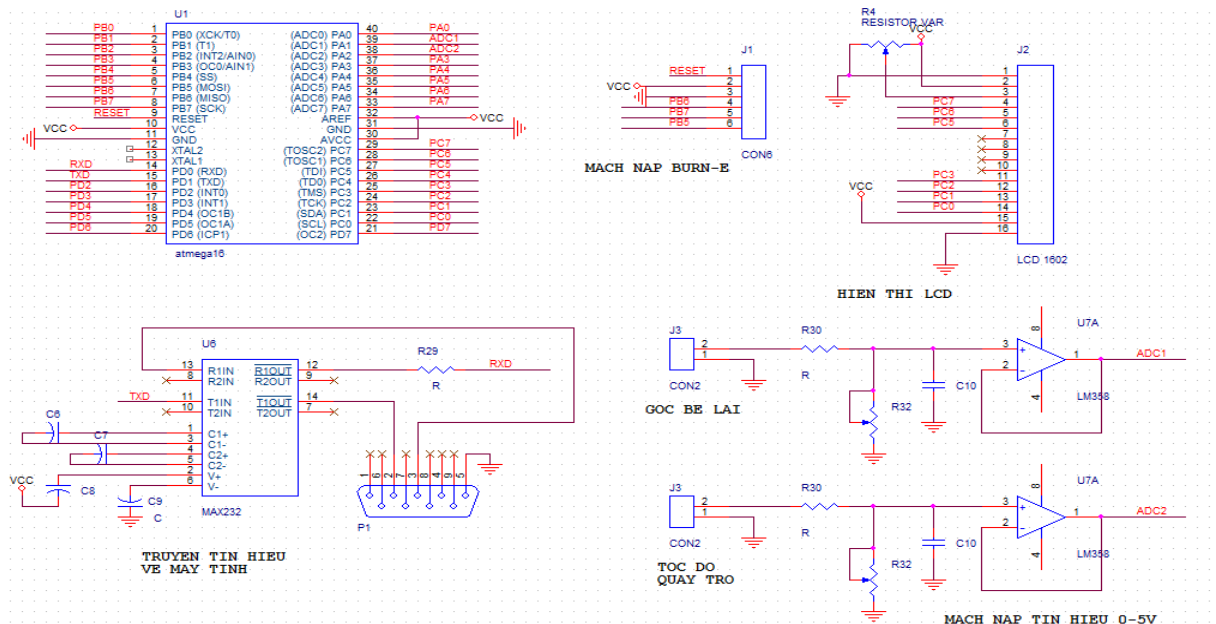
Mạch chuyển đổi A/D và gửi dữ liệu về máy tính qua cổng RS232

Từ các yêu cầu về thông tin thu thập như đã phân tích ở trên, ta thấy rằng mạch chuyển đổi A/D cần đọc tín hiệu của 02 đầu analog để lấy thông tin về góc bề lái và tốc độ quay trở của tàu. Để thực hiện điều khiển hoạt động, mạch sử dụng một vi điều khiển Atmega16. Vi điều khiển này có nhiệm vụ đọc các tín hiệu tương tự qua các đầu chuyển đổi ADC sau đó đóng gói thông tin và gửi về máy tính qua cổng RS232.



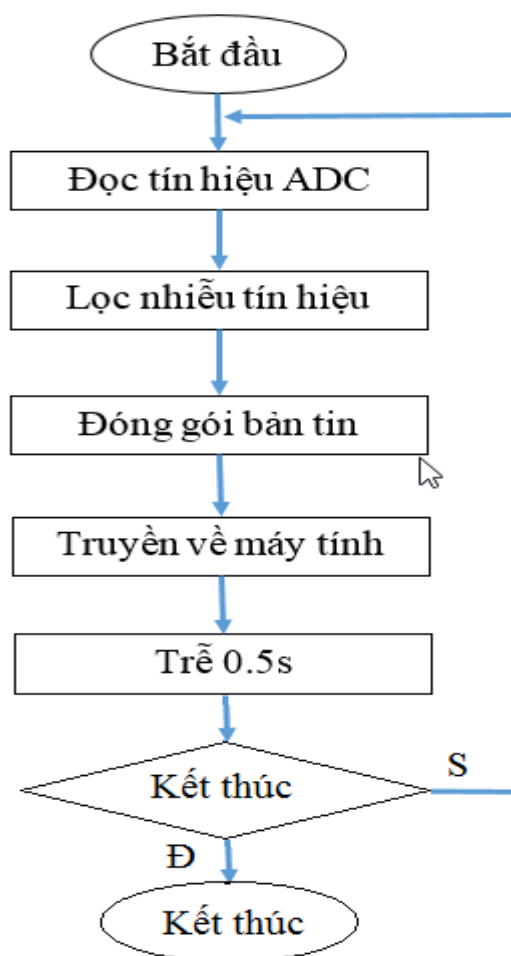
Hình 3.7. Cấu trúc mạch đọc tín hiệu góc bề lái và tốc độ quay trở

Do các tín hiệu ADC từ thiết bị là các tín hiệu với chuẩn giá trị điện áp từ $-10V \div 10V$ nên cần chuyển đổi về tín với đầu ra $0-10V$ thông qua mạch chuyển đổi tín hiệu. Tín hiệu sau chuyển đổi được gửi về các chân ADC của vi điều khiển Atmega16. Sau khi đọc các tín hiệu đầu vào, vi điều khiển đóng gói các thông tin đọc được thành các bản tin và truyền đi qua cổng truyền nối tiếp UART. Tín hiệu này qua IC MAX232 chuyển thành chuẩn tín hiệu RS232 gửi tới máy tính. Sơ đồ mạch thực hiện được mô tả như hình 3.8.



Hình 3.8. Sơ đồ mạch chuyển đổi A/D và gửi tín hiệu về máy tính

Thuật toán thực hiện trên vi điều khiển Atmega16 được mô tả như hình 3.9. Vi điều khiển thực hiện công việc đọc tín hiệu analog từ các ngõ vào analog ADC1 và ADC2 để lấy thông tin về góc bề lái và tốc độ quay trở. Sau khi đọc xong vi điều khiển thực hiện xử lý loại bỏ nhiễu tín hiệu đã đọc được. Tiếp đó, nó đóng gói thông tin thành dạng bản tin và gửi về máy tính thu thập dữ liệu. Quy trình này được thực hiện lặp lại mỗi 0.5s để đảm bảo thông tin gửi về máy tính sẽ đủ chính xác để giám sát các hoạt động của tàu.



Hình 3.9. Thuật toán vi điều khiển mạch đọc tín hiệu Analog và truyền về máy tính

Chương trình vi điều khiển Atmega16 được code thông qua lập trình C++

Máy tính thu thập dữ liệu

Hình 3.10. PCI EX to RS232 card

Tham số góc lái		Thông tin tàu		File Name	
angle		N		Ship heading degree	
angle SP		E		Ship course	
Angle Max		Heading Degree		Speed	
		Rudder angle		Turn Rate	
		Speed			

Tính góc lái		Tham số	
K1		Điểm bắt đầu	
K2		Khoảng cách bắt đầu chuyển hướng	
K3		Thời gian ghi dữ liệu (s)	
		Calculate	

Frame 3		Cung đường hình tròn	
Stop		Điểm đầu	Điểm cuối
Run	Stop	N	N
Set angle	Angle SP	E	E
Delta			

Hình 3.11. Giao diện vận hành hệ thống thu thập dữ liệu tàu

hành tiêu khiển thông qua người điều khiển hay chạy tự động như hình bên dưới.

	A	B	D	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1							SHIP COURSE						
2													
3		Ship's name	EASTERN DRAGON			Call Sign	XV3G1		COURSE:	WAYPOINT1			
4													
5						THÔNG TIN ĐIỀU KHIỂN TÀU							
6						K1	0.33						
7						K2	2.93						
8						K3	282.9						
9						GBL max	20						
10						KC chuyển h	300						
11													
12	STT	Time	N tau	E tau	X tau	Y tau	Tốc độ	Hướng đi	Hướng mũi tàu	Độ dạt ngang	GLH mũi tàu	TD quay trở	Góc bề lái
105	93	5:53:02 PM	35o38.00	135o25.65	-527	0	14.1	270	269.94	0	-0.05	-0.009979248	0
106	94	5:53:03 PM	35o38.00	135o25.64	-542	0	14.1	270	269.93	0	-0.07	-0.020019531	0
107	95	5:53:04 PM	35o38.00	135o25.64	-542	0	14.1	270	269.91	0	-0.08	-0.009979248	1
108	96	5:53:05 PM	35o38.00	135o25.63	-557	0	14.1	270	269.90	0	-0.1	-0.020019531	0
109	97	5:53:06 PM	35o38.00	135o25.63	-557	0	14.1	270	269.88	0	-0.11	-0.009979248	1
110	98	5:53:07 PM	35o38.00	135o25.62	-572	0	14.1	270	269.87	0	-0.13	-0.020019531	1
111	99	5:53:08 PM	35o38.00	135o25.62	-572	0	14.1	270	269.85	0	-0.14	-0.010009766	1
112	100	5:53:09 PM	35o38.00	135o25.61	-587	0	14.2	270	269.84	0	-0.15	-0.009979248	1
113	101	5:53:10 PM	35o38.00	135o25.61	-587	0	14.2	270	269.83	0	-0.17	-0.020019531	1
114	102	5:53:11 PM	35o38.00	135o25.61	-587	0	14.2	270	269.83	0	-0.17	0	1
115	103	5:53:12 PM	35o38.00	135o25.60	-602	0	14.2	270	269.82	0	-0.18	-0.009979248	0

Hình 3.12. Thông tin thu thập của tàu với file excel

3.3 Nghiên cứu xây dựng mô hình toán chuyển động tàu

Như đã phân tích trong chương 1, chuyển động của tàu được quyết định bởi hai phương trình là $K - T$ và vận tốc. Để xác định được các phương trình này ta cần xác định được các hệ số a_{vv} , a_{rr} , a_{nn} , a_{nv} cần dựa vào các điều kiện chuyển động của tàu như sau:

Xác định hệ số a_{vv} , a_{rr} , a_{nn} và a_{nv}

Các hệ số này được xác định từ các lần thử chạy thẳng, quay với hoạt động của chân vịt như sau:

Khi tàu đang chạy thẳng ổn định, ta cho máy dừng:

Ta có tốc độ quay trở (r) bằng không. Đến khi vòng tua chân vịt (n) bằng không thì phương trình (3.1) có dạng:

$$\dot{v}_1 + a_{vv} \cdot v_1^2 = 0 \quad (3.1)$$

Từ giá trị $\dot{v}_1$ và v_1 đo được ta tính được hệ số $a_{vv} = \frac{-\dot{v}_1}{v_1^2}$

Cho tàu chạy thẳng ổn định:

Ta cho tàu chạy thẳng ổn định ở 2 chế độ tay chuông khác nhau, có thể là Full Ahead, Half Ahead, Slow Ahead hay Deadslow Ahead, thì tốc độ quay trở (r) và gia tốc thẳng ($\dot{v}$) sẽ bằng không, phương trình (3.1) có dạng:

$$a_{vv} \cdot v_2^2 = a_{nn} \cdot n_2^2 + a_{nv} \cdot n_2 \cdot v_2 \quad (3.2)$$

$$a_{vv} \cdot v_3^2 = a_{nn} \cdot n_3^2 + a_{nv} \cdot n_3 \cdot v_3 \quad (3.3)$$

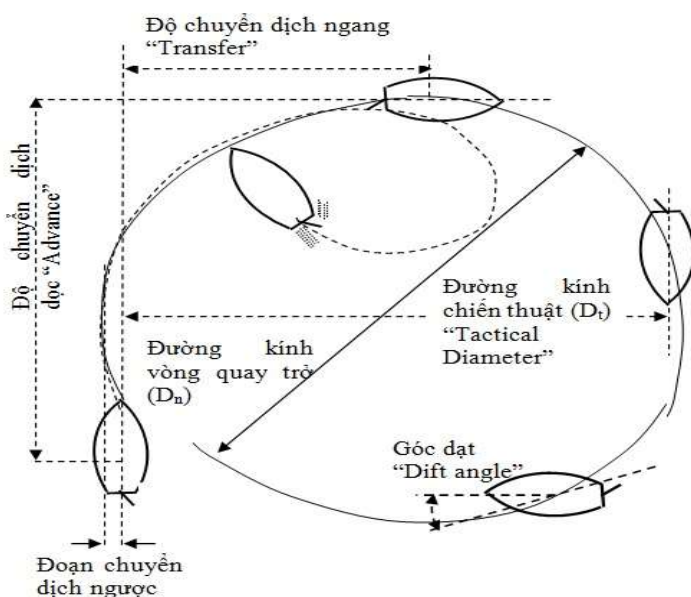
Từ giá trị n_2, v_2, n_3, v_3 đo được cùng với giá trị a_{vv} tính được ở bên trên, giải hệ phương trình 2 ẩn ta sẽ tìm được a_{nn} và a_{nv}

Cho tàu quay trở ổn định:

Khi tàu chuyển sang giai đoạn quay trở ổn định thì gia tốc thẳng ($\dot{v}$) sẽ bằng không, phương trình (3.1) có dạng:

$$a_{vv} \cdot v_4^2 + a_{rr} \cdot r^2 = a_{nn} \cdot n_4^2 + a_{nv} \cdot n_4 \cdot v_4 \quad (3.4)$$

Từ giá trị n_4, v_4 đo được cùng với giá trị a_{vv} , a_{nn} và a_{nv} tính được ở bên trên, ta sẽ tìm được hệ số cuối cùng a_{rr}



Hình 3.13. Vòng quay trở của tàu

Để xây dựng được mô hình toán chuyển động tàu cần tính toán các hệ số K' và T' của các con tàu, và việc này có thể được tiến hành dựa vào một số kết

quả kết quả thử zigzag và thử quay trở có được trong trường thử của con tàu. Tuy nhiên, có thể xác định giá trị của K khi tàu quay trở ổn định và được xác định như sau:

Khi tàu đang chuyển động tới, ta bẻ lái về một bên mạn với một góc bẻ lái nào đó so với vị trí số không, con tàu sẽ vẽ lên một quỹ đạo cong, đó chính là vòng quay trở.

Quá trình quay trở của gồm có 3 giai đoạn:

- Giai đoạn 1: Là giai đoạn cần thiết bẻ bánh lái từ số không (0°) đến góc lái δ_0 nào đó (từ khi bắt đầu bẻ lái cho đến khi bẻ lái xong). Lúc đó tàu vừa chuyển động tiến lên, vừa dịch chuyển ngược với phía bẻ lái và nghiêng về phía bẻ lái một góc khoảng $2 \div 3^\circ$. Sự dịch chuyển này sẽ giảm dần và mất hẳn khi bắt đầu xuất hiện góc quay, lúc này tàu có xu hướng ngả mũi về phía bẻ lái. Giai đoạn này còn gọi là giai đoạn chết vì tàu chưa nghe lái.[21]

- Giai đoạn 2: Còn gọi là giai đoạn tiến triển, tính từ khi bẻ lái xong cho đến khi tàu bắt đầu có sự chuyển động tròn đều, lúc này vận tốc góc quay trở đạt giá trị cố định (tàu đã quay được $90^\circ \div 100^\circ$) so với hướng đi ban đầu và lực cản đã cân bằng. Ở giai đoạn này xuất hiện góc nghiêng ngang θ cùng hướng với mạn bẻ lái.

- Giai đoạn 3: Gọi là giai đoạn lượn ổn định hay là giai đoạn quay trở ổn định. Giai đoạn này được tính từ lúc vận tốc góc bằng hằng số, nếu không thay đổi góc bẻ lái, không có ảnh hưởng từ môi trường bên ngoài.

Chính vì thế nên khi tàu quay trở sang giai đoạn 3 (giai đoạn có tốc độ quay trở ổn định), thì gia tốc quay trở bằng không, lúc này phương trình (1.1) sẽ có dạng: $\dot{\Psi} = K \cdot \delta$. Khi đó dựa vào giá trị của góc bẻ lái (δ) và tốc độ quay trở ổn định trong thử quay ($\dot{\Psi}$) ta sẽ xác định được giá trị của K và từ giá trị K tìm được ta sẽ tính ngược lại được giá trị T .

3.4 Tính toán các hệ số điều khiển

Để đánh giá được chuyển động của tàu chạy trên luồng khi không có ảnh hưởng của yếu tố con người, cần thiết phải thực hiện mô phỏng chuyển động của tàu. Như đã đề cập ở các phần trên, chuyển động của tàu được phân thành chuyển động trên các đoạn thẳng và cong. Hay nói cách khác là chuyển động của tàu đi theo các tuyến đường giữa các điểm chuyển hướng và thực hiện đổi hướng tại các điểm chuyển hướng.

Để tàu có thể tự động chuyển hướng đi khi đến điểm chuyển hướng, trong thuật toán điều khiển, tùy theo khả năng điều động tàu, tùy theo góc chuyển hướng lớn hay nhỏ mà ta có thể đặt khoảng cách từ tàu đến điểm chuyển hướng cần thiết để bắt đầu bẻ lái, điều khiển tàu chuyển sang hướng đi mới.

Khi bắt đầu chuyển sang hướng đi mới thì coi như tàu đang đi theo hướng đi mới đó và tính toán các độ lệch so với đường đi mới, điểm chuyển hướng mới để làm cơ sở điều khiển bánh lái của tàu.

Con tàu được điều khiển theo đường đi theo phương trình

$$\delta = K_1 \cdot y_\varepsilon + K_2 \cdot \Psi_\varepsilon + K_3 \cdot \frac{\dot{\Psi}_\varepsilon}{v} \quad (3.5)$$

Giá trị góc bẻ lái được tính toán theo các hệ số điều khiển K_1 , K_2 , K_3 . Theo nghiên cứu của Dr. Senda [33],[34] các hệ số này được tính như sau

$$K_1 = 10.5 T' / K' L \quad (3.6)$$

$$K_2 = 0.7 T' / K' \quad (3.7)$$

$$K_3 = 0.5 L T' / K' \quad (3.8)$$

Từ các công thức trên chúng ta có thể tính được sơ bộ các hệ số điều khiển. Căn cứ vào kết quả mô phỏng, kết quả thực nghiệm chúng ta có thể hiệu chỉnh các hệ số này để đạt được chất lượng điều khiển tốt nhất.

Để tính toán các thông số về độ dạt ngang, độ chệch hướng của tàu ta sử dụng các phép toán hình học thông thường. Căn cứ theo sự thay đổi hướng đi,

chúng ta tính được tốc độ quay trở của tàu. Lấy các thông số này đưa vào công thức 3.6 ta sẽ tính được góc bẻ lái cần thiết để điều khiển tàu

3.5 Thực nghiệm xác định các hệ số mô hình toán tàu

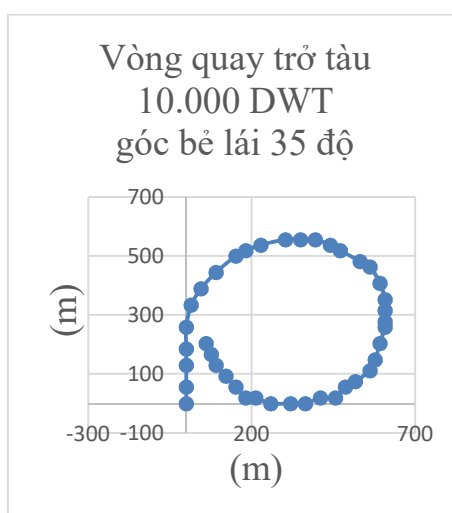
3.5.1 Thực nghiệm xác định mô hình toán tàu 10.000 DWT

Để xác định các hệ số của mô hình toán của tàu với các thực nghiệm thử quay trở, thử chạy thẳng sau đó ngừng máy, tàu chạy thẳng ổn định và tàu quay trở ổn định.

Bảng 3.1 Thông tin về tàu hàng bách hóa 10000DWT

LOẠI TÀU	10.000 DWT CARGO		
Lpp - Chiều dài hai đường thủy trực tàu	145 m	Chiều rộng tàu	22 m
Vận tốc tàu max	19.6 KT	MAX PROP.	119 RPM

Thử quay trở: Tàu đang chạy thẳng ổn định với chế độ tay chuông Máy tới hết (Full Ahead), thì tiến hành bẻ lái sang trái với giá trị góc bẻ lái là 35^0 . Tiến hành ghi lại các giá trị tốc độ tàu, ROT, vị trí,.. 10 giây một lần. Kết quả như trong bảng 3.2.



Hình 3.14 vòng quay trở thực nghiệm tàu 10.000 DWT

Bảng 3.2. Kết quả thử quay trở của tàu 10.000DWT

TIME	LAT	LONG	Course	ROT	X(m)	Y(m)	S	SPEED	
s	Vĩ độ (phút)	Kinh độ (phút)	Độ		Theo kinh độ	Theo vĩ độ	m	m/s	Kts
0	50.12	37.02	0	0	0	0	55.56	5.556	10.8
10	50.15	37.02	359.9	0.6	0	55.56	74.08	7.408	14.4
20	50.19	37.02	0.6	4.2	0	129.64	55.56	5.556	10.8
30	50.22	37.02	5.6	30	0	185.2	74.08	7.408	14.4
40	50.26	37.02	13.6	48	0	259.28	75.62344	7.562344	14.70002
50	50.30	37.03	23.933	62	15.20061386	333.36	63.33349	6.333349	12.31105
60	50.33	37.05	35.933	72	45.60156459	388.92	71.87744	7.187744	13.97186
70	50.36	37.08	48.767	77	91.20257522	444.48	82.36292	8.236292	16.01007
80	50.39	37.12	61.6	77	152.0033687	500.04	35.59732	3.559732	6.919565
90	50.40	37.14	73.933	74	182.4036732	518.56	49.2178	4.92178	9.567175
100	50.41	37.17	85.933	72	228.0041298	537.08	78.22472	7.822472	15.20567
110	50.42	37.22	97.798	71.19	304.0048909	555.6	45.60073	4.560073	8.864073
120	50.42	37.25	109.66	71.19	349.6056245	555.6	45.60073	4.560073	8.864073
130	50.42	37.28	121.53	71.19	395.2063582	555.6	49.21889	4.921889	9.567386
140	50.41	37.31	133.39	71.19	440.8079843	537.08	35.59834	3.559834	6.919764
150	50.40	37.33	145.26	71.19	471.2094891	518.56	71.197	7.1197	13.83959
160	50.38	37.37	157.12	71.19	532.0128678	481.52	35.59866	3.559866	6.919825
170	50.37	37.39	168.99	71.19	562.4147418	463	63.33515	6.333515	12.31137
180	50.34	37.41	180.85	71.19	592.8191395	407.44	57.60278	5.760278	11.19709
190	50.31	37.42	192.72	71.19	608.0233233	351.88	37.04	3.704	7.2
200	50.29	37.42	204.58	71.19	608.0257853	314.84	37.04	3.704	7.2
210	50.27	37.42	216.45	71.19	608.0282473	277.8	18.52	1.852	3.6
220	50.26	37.42	228.31	71.19	608.0294783	259.28	57.60092	5.760092	11.19672
230	50.23	37.41	240.18	71.19	592.832342	203.72	57.60097	5.760097	11.19673
240	50.20	37.40	252.04	71.19	577.635021	148.16	40.03699	4.003699	7.782568
250	50.18	37.39	263.91	71.19	562.4363766	111.12	58.74861	5.874861	11.41982
260	50.16	37.36	275.77	71.19	516.8355198	74.08	35.598	3.5598	6.919698
270	50.15	37.34	287.64	71.19	486.4344151	55.56	47.91806	4.791806	9.314525
280	50.13	37.32	299.5	71.19	456.0341106	18.52	45.60341	4.560341	8.864594
290	50.13	37.29	311.37	71.19	410.4306995	18.52	49.21986	4.921986	9.567574
300	50.12	37.26	323.23	71.19	364.828027	0	45.6035	4.56035	8.864612
310	50.12	37.23	335.1	71.19	319.2245236	0	60.80467	6.080467	11.81948
320	50.12	37.19	346.96	71.19	258.4198525	0	49.22102	4.922102	9.567802
330	50.13	37.16	358.83	71.19	212.8159183	18.52	30.40227	3.040227	5.909729
340	50.13	37.14	10.693	71.19	182.4136442	18.52	47.9197	4.79197	9.314844
350	50.15	37.12	22.558	71.19	152.0107547	55.56	47.91954	4.791954	9.314813
360	50.17	37.10	34.423	71.19	121.6081114	92.6	47.91938	4.791938	9.314783
370	50.19	37.08	46.288	71.19	91.20571427	129.64	40.03798	4.003798	7.782761
380	50.21	37.07	58.153	71.19	76.00445415	166.68	40.03793	4.003793	7.782752
390	50.23	37.06	70.018	71.19	60.80331713	203.72	37.04	3.704	7.2

Thử chạy thẳng sau đó ngừng máy

Tàu đang chạy thẳng ổn định với chế độ tay chuông Máy tới thật chậm (Dead Slow Ahead), thì tiến hành stop. Tiến hành ghi lại các giá trị tốc độ tàu theo thời gian (10 giây một lần). Có thể thực hiện các với các chế độ máy cao hơn. Chi tiết kết quả tàu chạy thẳng ổn định ở Dead Slow Ahead sau stop máy như trong bảng 3.3.

Bảng 3.3. Kết quả thử chạy thẳng sau stop máy của tàu 10000DWT

Thời gian (s)	Tốc độ (kts)	Vòng quay (rpm)	Thời gian (s)	Tốc độ (kts)	Vòng quay (rpm)	Thời gian (s)	Tốc độ (kts)	Vòng quay (rpm)
0	4.8	20.00	370	2.1	0.00	740	0.9	0.00
10	4.7	10.00	380	2.0	0.00	750	0.9	0.00
20	4.6	0.00	390	2.0	0.00	760	0.8	0.00
30	4.5	0.00	400	2.0	0.00	770	0.8	0.00
40	4.4	0.00	410	1.9	0.00	780	0.8	0.00
50	4.3	0.00	420	1.9	0.00	790	0.8	0.00
60	4.2	0.00	430	1.9	0.00	800	0.7	0.00
70	4.1	0.00	440	1.8	0.00	810	0.7	0.00
80	4.0	0.00	450	1.8	0.00	820	0.7	0.00
90	3.9	0.00	460	1.8	0.00	830	0.7	0.00
100	3.8	0.00	470	1.7	0.00	840	0.6	0.00
110	3.7	0.00	480	1.7	0.00	850	0.6	0.00
120	3.6	0.00	490	1.7	0.00	860	0.6	0.00
130	3.5	0.00	500	1.6	0.00	870	0.6	0.00
140	3.4	0.00	510	1.6	0.00	880	0.5	0.00
150	3.3	0.00	520	1.6	0.00	890	0.5	0.00
160	3.2	0.00	530	1.5	0.00	900	0.5	0.00

Thời gian	Tốc độ	Vòng quay	Thời gian	Tốc độ	Vòng quay	Thời gian	Tốc độ	Vòng quay
170	3.1	0.00	540	1.5	0.00	910	0.5	0.00
180	3.0	0.00	550	1.5	0.00	920	0.4	0.00
190	3.0	0.00	560	1.4	0.00	930	0.4	0.00
200	2.9	0.00	570	1.4	0.00	940	0.4	0.00
210	2.9	0.00	580	1.4	0.00	950	0.4	0.00
220	2.8	0.00	590	1.3	0.00	960	0.3	0.00
230	2.8	0.00	600	1.3	0.00	970	0.3	0.00
240	2.7	0.00	610	1.3	0.00	980	0.3	0.00
250	2.7	0.00	620	1.2	0.00	990	0.3	0.00
260	2.6	0.00	630	1.2	0.00	1000	0.2	0.00
270	2.6	0.00	640	1.2	0.00	1010	0.2	0.00
280	2.5	0.00	650	1.1	0.00	1020	0.2	0.00
290	2.5	0.00	660	1.1	0.00	1030	0.2	0.00
300	2.4	0.00	670	1.1	0.00	1040	0.1	0.00
310	2.4	0.00	680	1.0	0.00	1050	0.1	0.00
320	2.3	0.00	690	1.0	0.00	1060	0.1	0.00
330	2.3	0.00	700	1.0	0.00	1070	0.1	0.00
340	2.2	0.00	710	1.0	0.00	1080	0.0	0.00
350	2.2	0.00	720	0.9	0.00			
360	2.1	0.00	730	0.9	0.00			

Thử chạy thẳng ổn định

Tàu đang chạy thẳng ổn định với 2 chế độ tay chuông Navigation Full và Half Ahead. Khi tàu chạy ổn định tiến hành ghi lại giá trị tốc độ và vòng tua chân vịt, được kết quả như sau:

Bảng 3.4. Tàu 10000DWT chạy thẳng ổn định tại 2 chế độ máy khác nhau

TT	Chế độ lái	Vòng tua chân vịt		Tốc độ của tàu	
1	Máy tới hết	110 rpm	1.833 rps	16.0 kts	8.231 m/s
2	Máy tới một nửa	85 rpm	1.416 rps	12.0 kts	6.173 m/s

Thử quay trở ổn định

Tàu đang chạy thẳng ổn định với chế độ tay chuông Máy tới hết (Full Ahead), thì tiến hành bẻ lái sang trái với giá trị các góc bẻ lái là 10° . Tiến hành ghi lại các giá trị tốc độ tàu, ROT, vòng tua chân vịt khi tàu quay trở ổn định (lấy dữ liệu đo được thì lần thử quay trở được đề cập ở bên trên ta có:

Vòng tua chân vịt: $n = 110 \text{ rpm}$

Tốc độ của tàu: $v = 7.202 \text{ m/s}$

ROT = 32 độ/phút

Từ các công thức trong mục 3.3 ta xác định được các hệ số đặc trưng cho chuyển động của con tàu 10.000 DWT là:

Vòng tua chân vịt: $n = 110 \text{ rpm} = 1.833 \text{ rps}$

Tốc độ của tàu: $V = 7.202 \text{ m/s}$

- $K' = 1.073$

- $T' = 4.2$

ROT = 32 độ/phút

$a_{vv} = 0.001419901;$

$a_{nv} = 0.012562353;$

$a_{nn} = - 0.027779674;$

$$a_{rr} = -13.26593907;$$

$$K_1 = 0.325962848$$

$$K_2 = 2.933665629$$

$$K_3 = 282.8891857$$

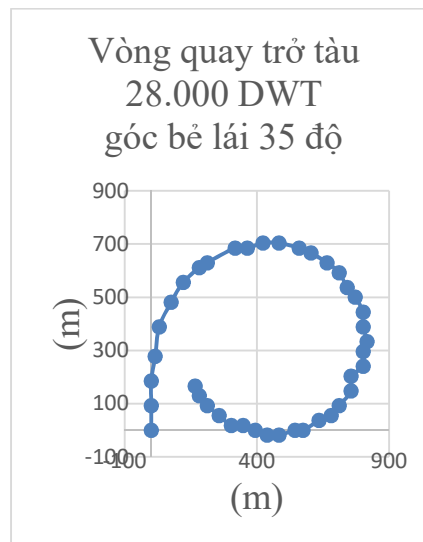
3.5.2 Thực nghiệm xác định mô hình toán tàu 28.000 DWT

Bảng 3.5 Thông số cơ bản tàu 28.000 DWT

LOẠI TÀU	28,000 DWT CARGO		
Lpp – Chiều dài hai đường thủy trực tàu	202 m	Chiều rộng tàu	31 m
Vận tốc tàu max	24.5 KT	MAX PROP.	114 RPM

Tàu đang chạy thẳng ổn định với chế độ tay chuông Máy tới hết (Full Ahead), thì tiến hành bẻ lái sang trái với giá trị góc bẻ lái là 35^0 . Tiến hành ghi lại các giá trị tốc độ tàu, ROT, vị trí v.v với thời gian ghi là 10 giây một lần. Kết quả như trong bảng 3.6.

Thử quay trở



Hình 3.15 vòng quay trở thực nghiệm tàu 28.000 DWT

Bảng 3.6. Kết quả thử quay trở của tàu 28.000DWT

TIME	LAT	LONG	Course	ROT	X(m)	Y(m)	S	SPEED	
s	Vĩ độ (phút)	Kinh độ (phút)	Độ		Theo kinh độ	Theo vĩ độ	m	m/s	Kts
0	15.00	52.00	0.7	31.2	0	0	92.6	9.26	18
10	15.05	52.00	5.9	58.8	0	92.6	92.6	9.26	18
20	15.10	52.00	15.7	60.6	0	185.2	93.8269	9.38269	18.23849
30	15.15	52.01	25.8	70.2	15.1237352	277.8	112.1444	11.21444	21.79913
40	15.21	52.02	37.5	63	30.24709727	388.92	103.1173	10.31173	20.04441
50	15.26	52.05	48	66.6	75.6169658	481.52	86.86892	8.686892	16.88597
60	15.30	52.08	59.1	60.6	120.9861502	555.6	82.1352	8.21352	15.9658
70	15.33	52.12	69.2	66	181.4781059	611.16	35.46556	3.546556	6.893953
80	15.34	52.14	80.2	59.4	211.7240215	629.68	119.5544	11.95544	23.23952
90	15.37	52.21	90.1	57.6	317.5840731	685.24	45.36915	4.536915	8.819058
100	15.37	52.24	99.7	55.8	362.9532264	685.24	63.26288	6.326288	12.29732
110	15.38	52.28	109	237.6	423.4445601	703.76	60.49208	6.049208	11.75872
120	15.38	52.32	148.6	-123	483.9366401	703.76	77.85119	7.785119	15.13306
130	15.37	52.37	128.1	55.2	559.5528907	685.24	49.00473	4.900473	9.525757
140	15.36	52.40	137.3	54.6	604.9232879	666.72	70.93387	7.093387	13.78844
150	15.34	52.44	146.4	55.2	665.4183532	629.68	58.57143	5.857143	11.38537
160	15.32	52.47	155.6	54.6	710.7907094	592.64	63.26164	6.326164	12.29708
170	15.29	52.49	164.7	54.6	741.0416938	537.08	47.8227	4.78227	9.295988
180	15.27	52.51	173.8	50.4	771.2914653	500.04	63.26197	6.326197	12.29714
190	15.24	52.53	182.2	52.2	801.5431336	444.48	55.56	5.556	10.8
200	15.21	52.53	190.9	-429	801.5480777	388.92	57.58288	5.758288	11.19322
210	15.18	52.54	119.4	534	816.6766637	333.36	40.00733	4.000733	7.776803
220	15.16	52.53	208.4	50.4	801.5563178	296.32	55.56	5.556	10.8
230	15.13	52.53	216.8	55.8	801.5612617	240.76	58.56827	5.856827	11.38476
240	15.11	52.50	226.1	49.8	756.192979	203.72	55.56	5.556	10.8
250	15.08	52.50	234.4	52.2	756.197643	148.16	71.7295	7.17295	13.9431
260	15.05	52.47	243.1	52.2	710.8301685	92.6	47.81986	4.781986	9.295438
270	15.03	52.45	251.8	50.4	680.5848746	55.56	49.0053	4.90053	9.525869
280	15.02	52.42	260.2	51	635.2138555	37.04	70.93313	7.093313	13.7883
290	15.00	52.38	268.7	50.4	574.7196609	0	30.2484	3.02484	5.879819
300	15.00	52.36	277.1	56.4	544.4712577	0	63.26716	6.326716	12.29815
310	14.99	52.32	286.5	46.8	483.9754462	-18.52	45.3727	4.53727	8.819747
320	14.99	52.29	294.3	50.4	438.6027481	-18.52	49.00761	4.900761	9.526317
330	15.00	52.26	302.7	54.6	393.2292416	0	49.00743	4.900743	9.526283
340	15.01	52.23	311.8	47.4	347.8559217	18.52	45.37251	4.537251	8.819711
350	15.01	52.20	319.7	52.2	302.4834102	18.52	58.57237	5.857237	11.38556
360	15.03	52.17	328.4	49.2	257.1098415	55.56	58.57208	5.857208	11.3855
370	15.05	52.14	336.6	51	211.7366459	92.6	47.82211	4.782211	9.295874
380	15.07	52.12	345.1	48.6	181.4878074	129.64	40.00896	4.000896	7.77712
390	15.09	52.11	353.2		166.3631394	166.68	235.4972	23.54972	45.77699

Thử dừng máy

Bảng 3.7. Kết quả thử dừng máy của tàu 28000DWT

Thời gian (s)	Vĩ độ (phút)	Kinh độ (phút)	Tốc độ (kts)
0	15.32	52.00	21.9
10	15.37	52.00	20.5
20	15.43	52.00	19.3
30	15.48	52.00	18.4
40	15.53	52.00	17.3
50	15.59	52.00	16.2
60	15.62	51.99	15.7
70	15.66	51.99	14.8
80	15.71	51.99	14.2
90	15.75	51.98	13.8
100	15.78	51.98	13.4
110	15.81	51.98	13
120	15.86	51.97	12.5
130	15.90	51.96	12.2
140	15.92	51.96	11.8
150	15.96	51.95	11.4
160	15.99	51.95	11.3
170	16.01	51.94	11
180	16.04	51.93	10.7
190	16.07	51.93	10.5
200	16.10	51.92	10.3
210	16.13	51.91	10
220	16.15	51.90	9.8

Thời gian (s)	Vĩ độ (phút)	Kinh độ (phút)	Tốc độ (kts)
230	16.18	51.90	9.7
240	16.20	51.89	9.4
250	16.23	51.88	9.4
260	16.25	51.87	9.1
270	16.28	51.86	8.9
280	16.30	51.85	8.8
290	16.32	51.84	8.6
300	16.35	51.84	8.5
310	16.36	51.83	8.3
320	13.39	51.81	8.2
330	16.41	51.80	8.2
340	16.43	51.79	7.9
350	16.45	51.78	7.8
360	16.47	51.77	7.7
370	16.48	51.76	7.6
380	16.50	51.75	7.5
390	16.52	51.74	7.3

Thử chạy thẳng ổn định

Bảng 3.8. Tàu 28000DWT chạy thẳng ổn định tại 2 chế độ máy khác nhau

TT	Chế độ lái	Vòng tua chân vịt		Tốc độ của tàu	
1	Navigation full	114 rpm	1.9 rps	24.5 kts	6.81 m/s
2	Half Ahead	80 rpm	1.333 rps	15.4 kts	4.28 m/s

Thử quay trở ổn định

Tàu đang chạy thẳng ổn định với chế độ tay chuông Máy tới hết (Full Ahead), thì tiến hành bẻ lái sang trái với giá trị các góc bẻ lái là 10^0 . Tiến hành ghi lại các giá trị tốc độ tàu, ROT, vòng tua chân vịt khi tàu quay trở ổn định (lấy dữ liệu đo được thì lần thử quay trở được đề cập ở bên trên ta có:

Vòng tua chân vịt: $n = 110 \text{ rpm}$

Tốc độ của tàu: $v = 5.62 \text{ m/s}$

ROT = 53 độ/phút

Từ các công thức trong mục 3.3 ta xác định được các hệ số đặc trưng cho chuyển động của con tàu 28.000 DWT là:

Vòng tua khi quay trở ổn định: $n = 110 \text{ rpm}$

Tốc độ tàu: $V = 5.62 \text{ m/s}$

ROT = 53 độ/phút

- $K' = 0.91$

- $T' = 2.2$

$a_{vv} = 0.0001344518$

$a_{nv} = 0.001538687$

$a_{nn} = -0.0043957491$

$a_{rr} = -0.004009891$

$K_1 = 0.1256664$

$K_2 = 1.69230$

$K_3 = 244.175$

3.6 Mô phỏng số chuyển động của tàu

Lập trình C++ mô phỏng số chuyển động tàu [phụ lục 1]

Dựa trên kết quả thực nghiệm của tàu 10.000 DWT và 28.000 DWT ta đã xác định được các hệ số điều khiển tàu K , T , a_{vv} , a_{rr} , a_{nn} và a_{nv} như mục 3.3 và các hệ số thực nghiệm này sẽ được đưa vào phương trình chuyển động tàu để mô phỏng lại thông qua việc coding trên ngôn ngữ lập trình C++ dựa trên phương trình 1.1 và 1.3

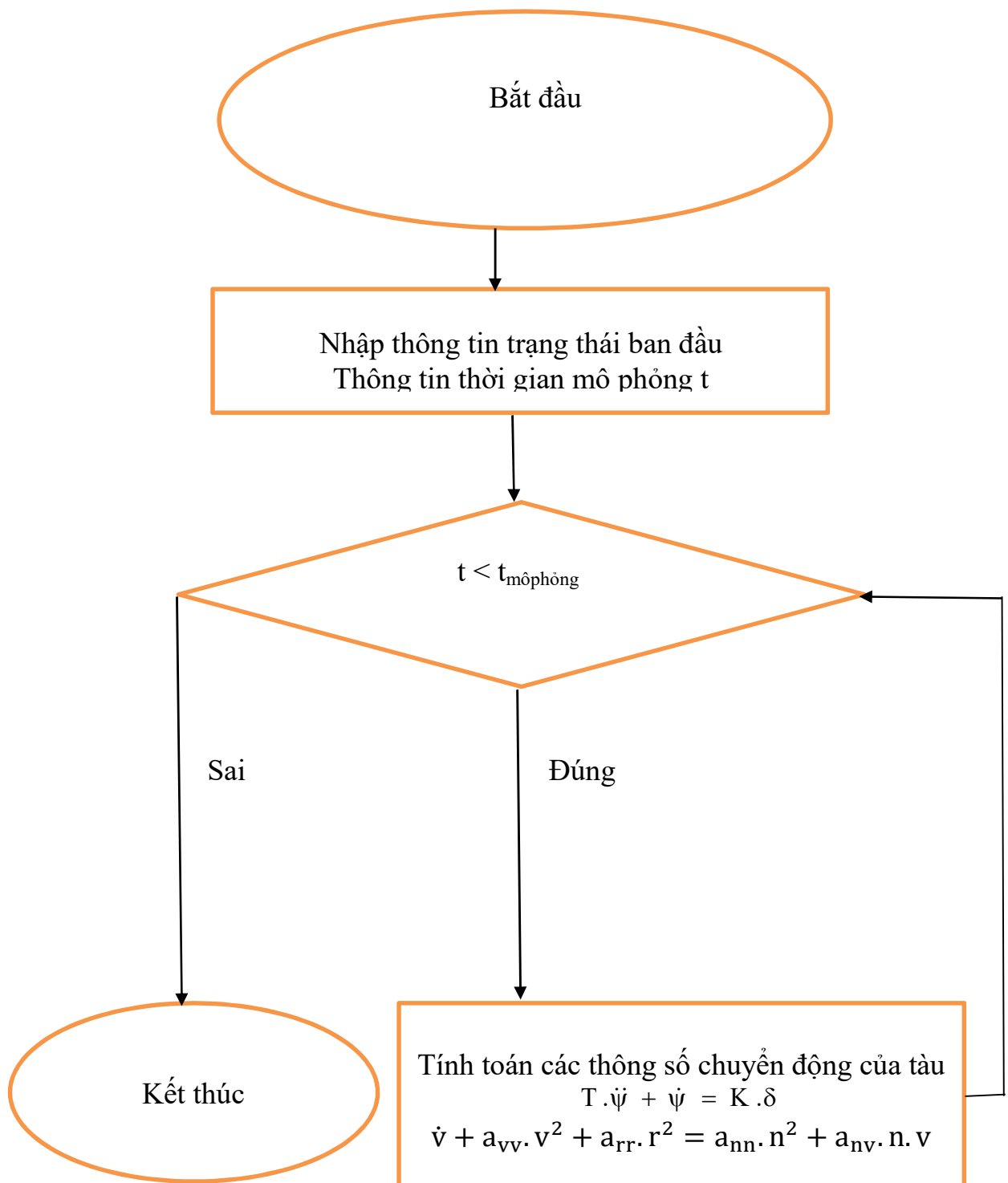
Cho tàu chạy với chế độ máy Full Ahead.

Tiến hành nhập số vòng quay chân vịt (110 vòng/phút = 1.8333 vòng/ giây), giá trị tốc độ ban đầu của tàu ($U_0 = 8.2311$ m/s), góc bẻ lái $+35^\circ$, hướng đi ban đầu $\psi_0 = 0^\circ$, gió và dòng không có, vào trong cửa sổ thuật toán. Chạy chương trình ta sẽ được một file text (*.txt), ta chuyển file đó sang excel (*.xls) sẽ được một bảng dữ liệu. Từ bảng dữ liệu trong excel ta sẽ vẽ được biểu đồ vòng quay trở như hình bên dưới.

Đoạn mã coding có dạng như sau:

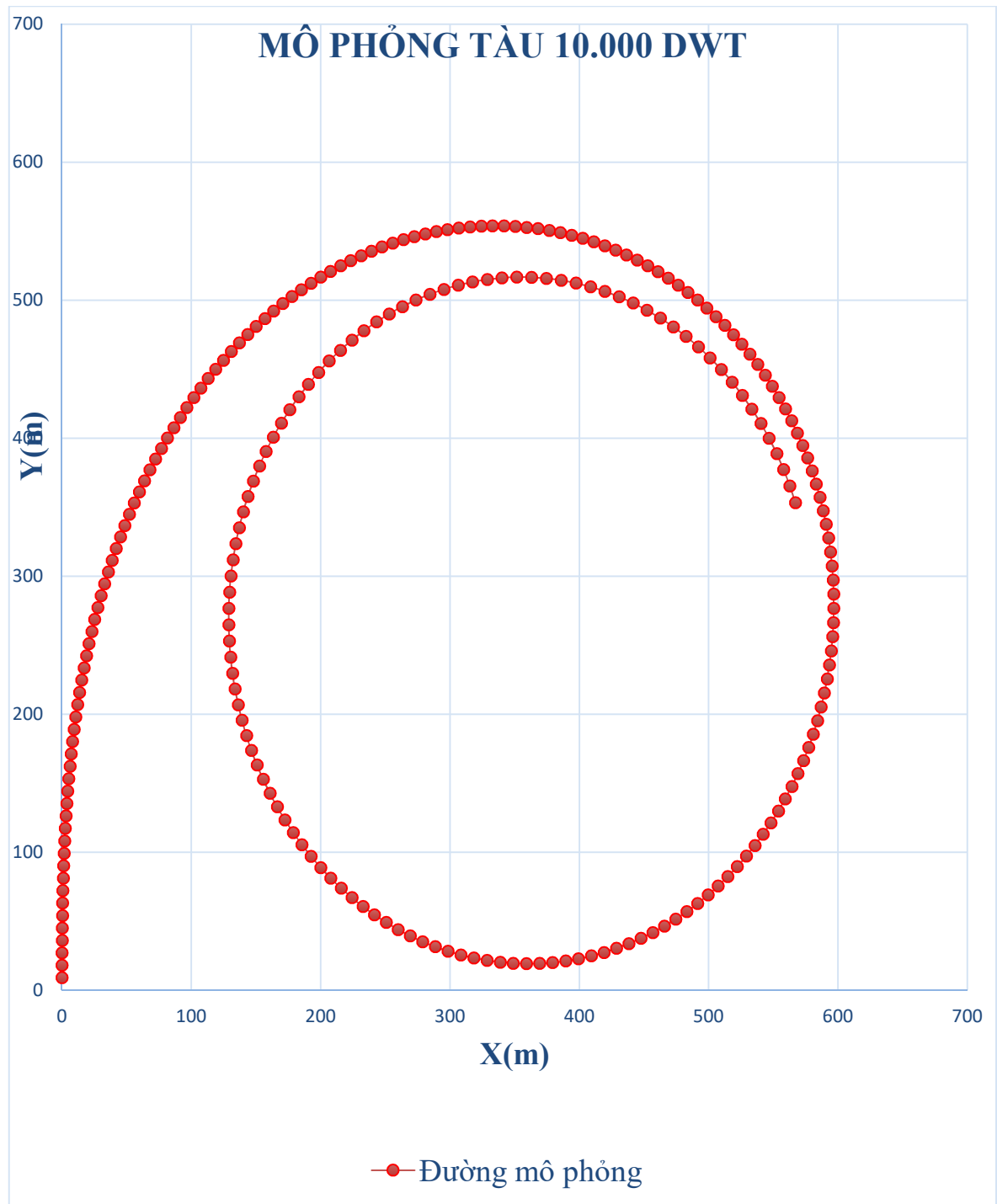
```
/* Turning test */  
  
#include <iostream.h>  
  
#include <math.h>  
  
#include <iomanip.h>  
  
#include <stdlib.h>  
  
#include <stdio.h>  
  
#include <fstream.h>
```

Xem thêm trong phụ lục 1 và lưu đồ thuật toán như hình 3.16

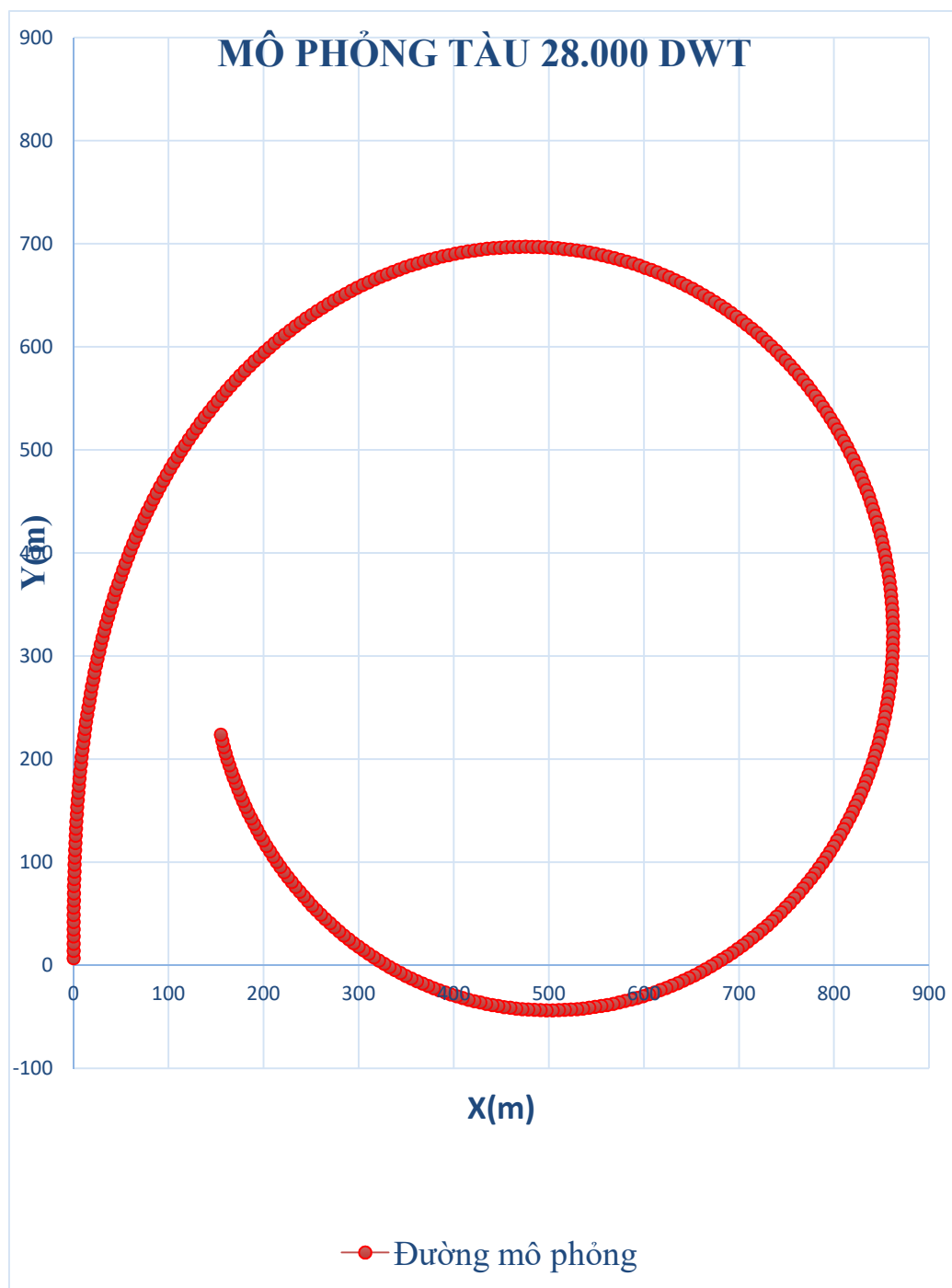


Hình 3.16 Lưu đồ thuật toán mô phỏng quay trở tàu

Kết quả mô phỏng số chuyển động tàu

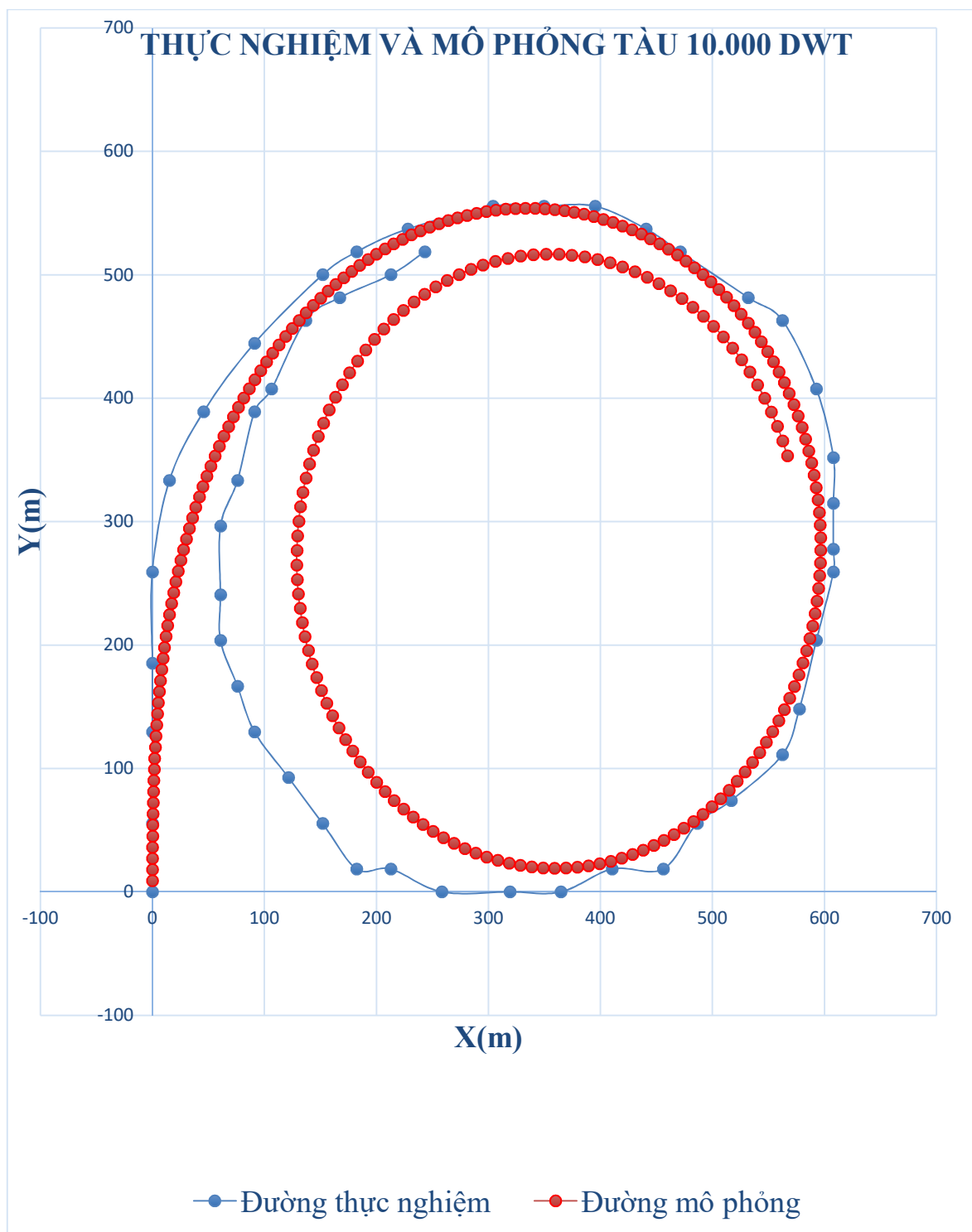


Hình 3.17 Mô phỏng số chuyển động tàu 10.000 DWT

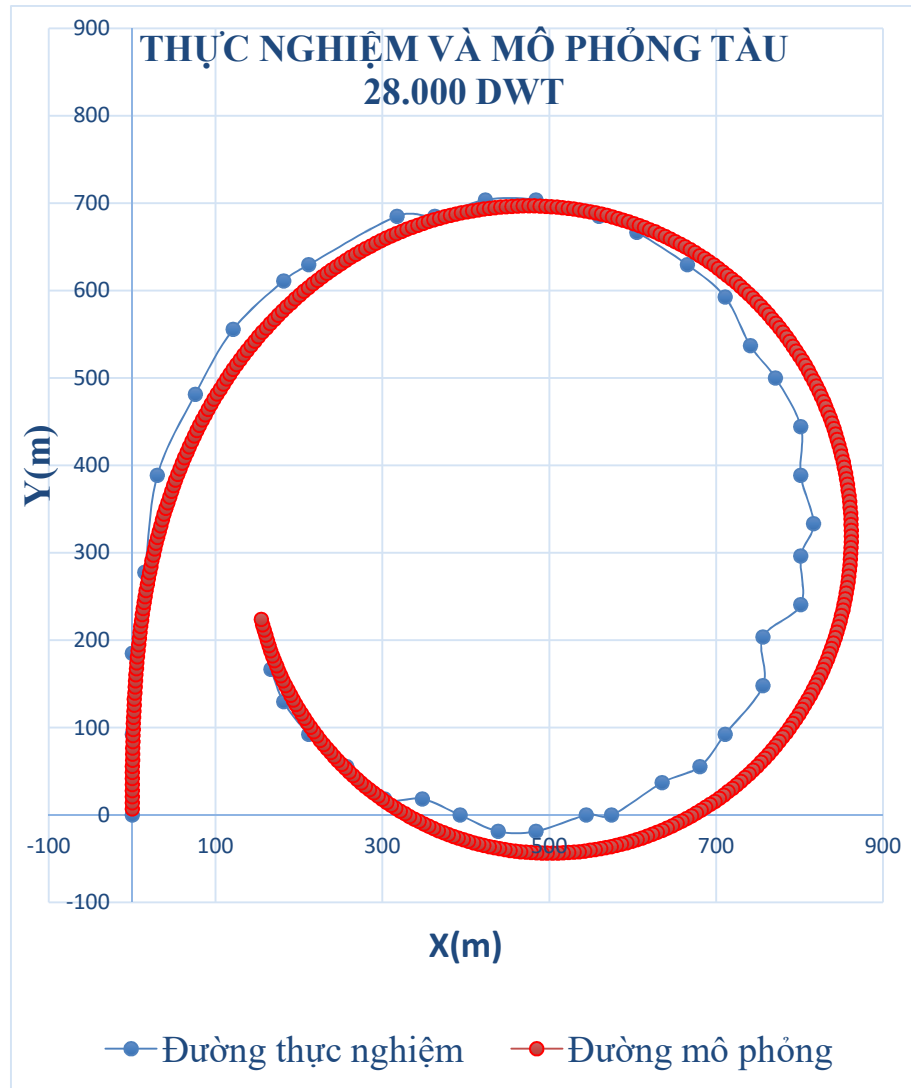


Hình 3.18 Mô phỏng số chuyển động tàu 28.000 DWT

So sánh kết quả thực nghiệm và mô phỏng số chuyển động tàu



Hình 3.19 So sánh kết quả thực nghiệm và mô phỏng chuyển động tàu 10.000 DWT



Hình 3.20 So sánh kết quả thực nghiệm và mô phỏng chuyển động tàu
28.000 DWT

Dựa vào kết quả thực nghiệm và mô phỏng số ta có thể thấy rằng hai đường chuyển động tàu có cùng xu hướng gần tương tự nhau ngoài ra đường chuyển động quay trở của tàu tại giai đoạn từ khi tàu bắt đầu bẻ lái đến khi quay được 90° so với hướng đi ban đầu, vì đây là giai đoạn có ảnh hưởng nhất đối với con tàu khi chuyển bẻ lái chuyển hướng đi, cũng như khi bẻ lái về đường đi ban đầu.

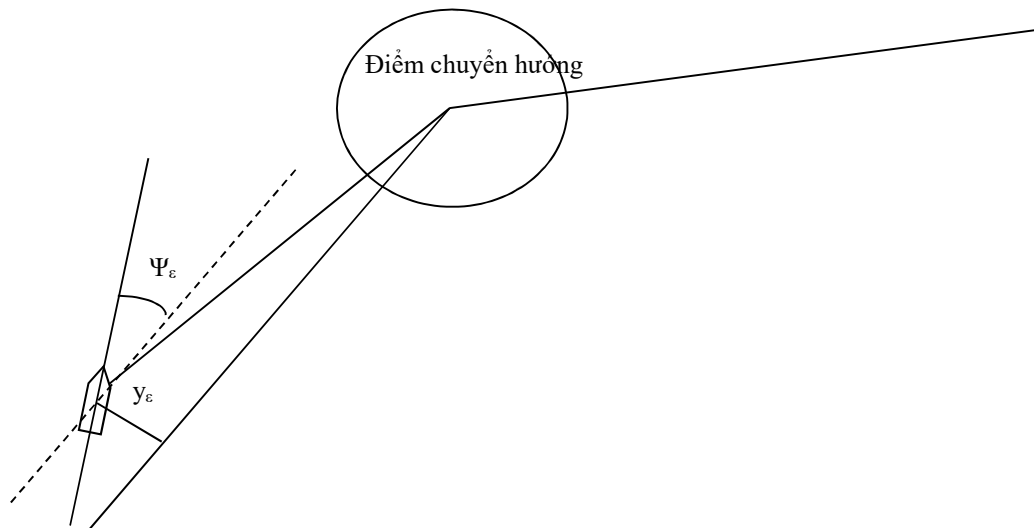
Như vậy, việc coding lập lên chương trình mô phỏng này đã mô phỏng gần như chính xác chuyển động quay trở của con tàu trong giai đoạn đầu (giai đoạn chưa quay trở ổn định). Do đó nó có thể được sử dụng làm mô hình toán học cho con tàu 10.000 DWT và 28.000 DWT để điều khiển tự động đi theo các tuyến hành trình khác nhau. Mà như ở phần chương 2 đã phân tích lựa chọn tàu sẽ hành trình trên hai đoạn có chiều dài 3 hải lý với các góc chuyển hướng luồng là 20^0 , 40^0 và 60^0

3.7 Mô phỏng số chuyển động của tàu theo đường đi khi không có ảnh hưởng của con người và ngoại cảnh gió

3.7.1 Xây dựng công thức toán tàu chạy theo đường

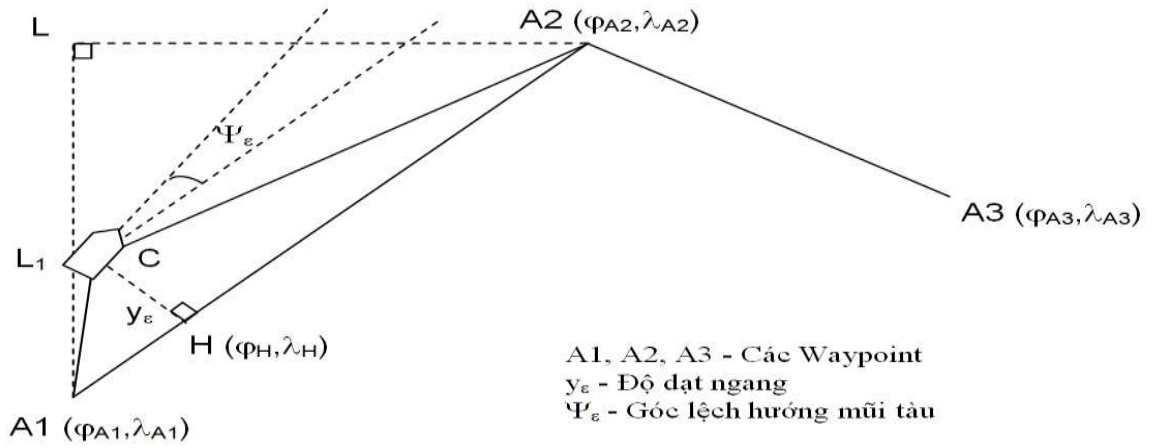
Tàu chạy theo đường

Trên một hướng đi nhất định đã định sẵn, trường hợp tàu đi chệch khỏi đường đi, thì cần phải điều chỉnh bánh lái để đưa nó trở về đường đi dựa trên các yếu tố về độ lệch hướng đi hiện thời so với hướng đi thực. Trong đó, để đảm bảo ổn định phương hướng cho tàu, tổ tốc độ quay trở cũng được tính đến. Hành động này chính là để bù lại độ lệch trong quá trình chuyển động của tàu gây ra như trong hình 3.21 [21],[34].



Hình 3.21 Độ lệch trong điều khiển tàu theo đường đi đã định

- Độ lệch khỏi đường đi (Độ dạt ngang - y_ε);
- Độ lệch hướng mũi tàu so hướng đi đã định (Góc lệch hướng - Ψ_ε);



Hình 3.22. Độ lệch trong điều khiển tàu đi theo đường đi đã định

Xét chuyển động từ điểm A1 đến A2 và A3 như hình 3.22, ta thấy tàu đang di chuyển lệch đi một độ dạt ngang y_ε tại vị trí điểm C, ta có:

Quãng đường A_1A_2 và A_2A_3 được tính theo công thức:

$$A_1A_2 = \sqrt{(x_{A2} - x_{A1})^2 + (y_{A2} - y_{A1})^2} \quad (4.9)$$

$$A_2A_3 = \sqrt{(x_{A3} - x_{A2})^2 + (y_{A3} - y_{A2})^2} \quad (4.10)$$

Hướng đi trên đoạn A_1A_2 và A_2A_3 được tính theo công thức:

$$\Psi_{A_1A_2} = \arcsin((x_{A2} - x_{A1})/A_1A_2) \quad (4.11)$$

$$\Psi_{A_2A_3} = \arcsin((x_{A3} - x_{A2})/A_2A_3) \quad (4.12)$$

Tương tự ta cũng tính được Quãng đường A_1C , Hướng đi trên đoạn A_1C (Ψ_{A_1C}), Quãng đường CA_2 và Hướng đi trên đoạn CA_2 (Ψ_{CA_2}).

Độ lệch điều chỉnh góc bẻ lái δ được tính theo công thức 3.6

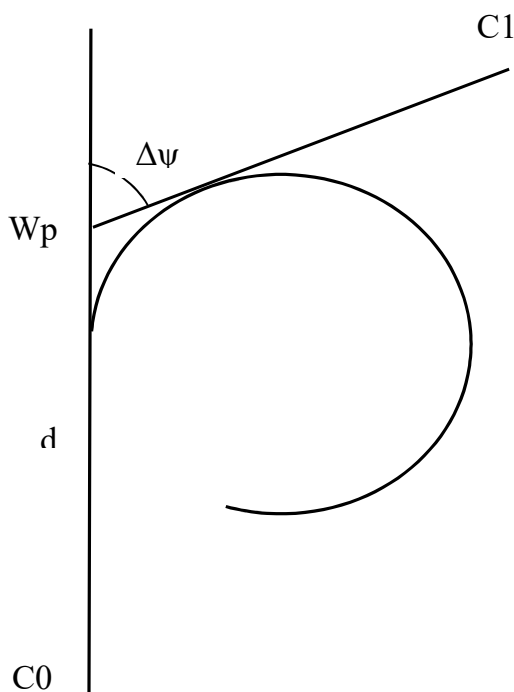
$$y_\varepsilon = CH = CA_2 \times \sin(\Psi_{A_1A_2} - \Psi_{CA_2})$$

$$\Psi_\varepsilon = \Psi_{A_1A_2} - \text{Heading}$$

$$\dot{\psi}_{\varepsilon} = \frac{\psi_{\varepsilon i} - \psi_{\varepsilon i-1}}{\Delta t}$$

Để điều khiển được, các giá trị về độ lệch đường đi, độ lệch hướng cũng như tốc độ quay trở của tàu phải thường xuyên được xác định căn cứ vào vị trí, hướng đi hiện tại so với đường đi và điểm chuyển hướng tiếp theo. Với công thức (3.6) ta có thể tính được góc bẻ lái cần thiết để đưa tàu về đường đi. Để tàu có thể tự động chuyển hướng đi khi đến điểm chuyển hướng, căn cứ theo khả năng điều động của con tàu mà có thể xác định chuyển hướng sớm hay muộn. Như vậy, trong thuật toán điều khiển, tùy theo khả năng điều động tàu, tùy theo góc chuyển hướng lớn hay nhỏ mà ta có thể đặt khoảng cách từ tàu đến điểm chuyển hướng cần thiết để bắt đầu điều khiển tàu chuyển sang hướng đi mới. Khi bắt đầu chuyển sang hướng đi mới thì coi như tàu đang đi theo hướng đi mới đó và tính toán các độ lệch so với đường đi mới, điểm chuyển hướng mới để làm cơ sở điều khiển bánh lái của tàu.

Thay đổi hướng khi đến điểm chuyển hướng



Hình 3.23 Chuyển hướng khi đến điểm chuyển hướng

Để tàu có thể tự động chuyển hướng đi khi đến điểm chuyển hướng, trong thuật toán điều khiển, tùy theo khả năng điều động tàu, tùy theo góc chuyển hướng lớn hay nhỏ mà ta có thể đặt khoảng cách từ tàu đến điểm chuyển hướng cần thiết để bắt đầu bẻ lái, điều khiển tàu chuyển sang hướng đi mới.

Gọi C_0 là hướng đi ban đầu và $C_1 = C_0 + \Delta\psi$ là hướng cần chuyển như trên hình 3.22, ta vẽ được giao của hai tiếp tuyến lại giao điểm W_p .

Gọi d là khoảng cách bắt đầu chuyển hướng.

3.7.2 Mô phỏng chuyển động của tàu theo đường đi

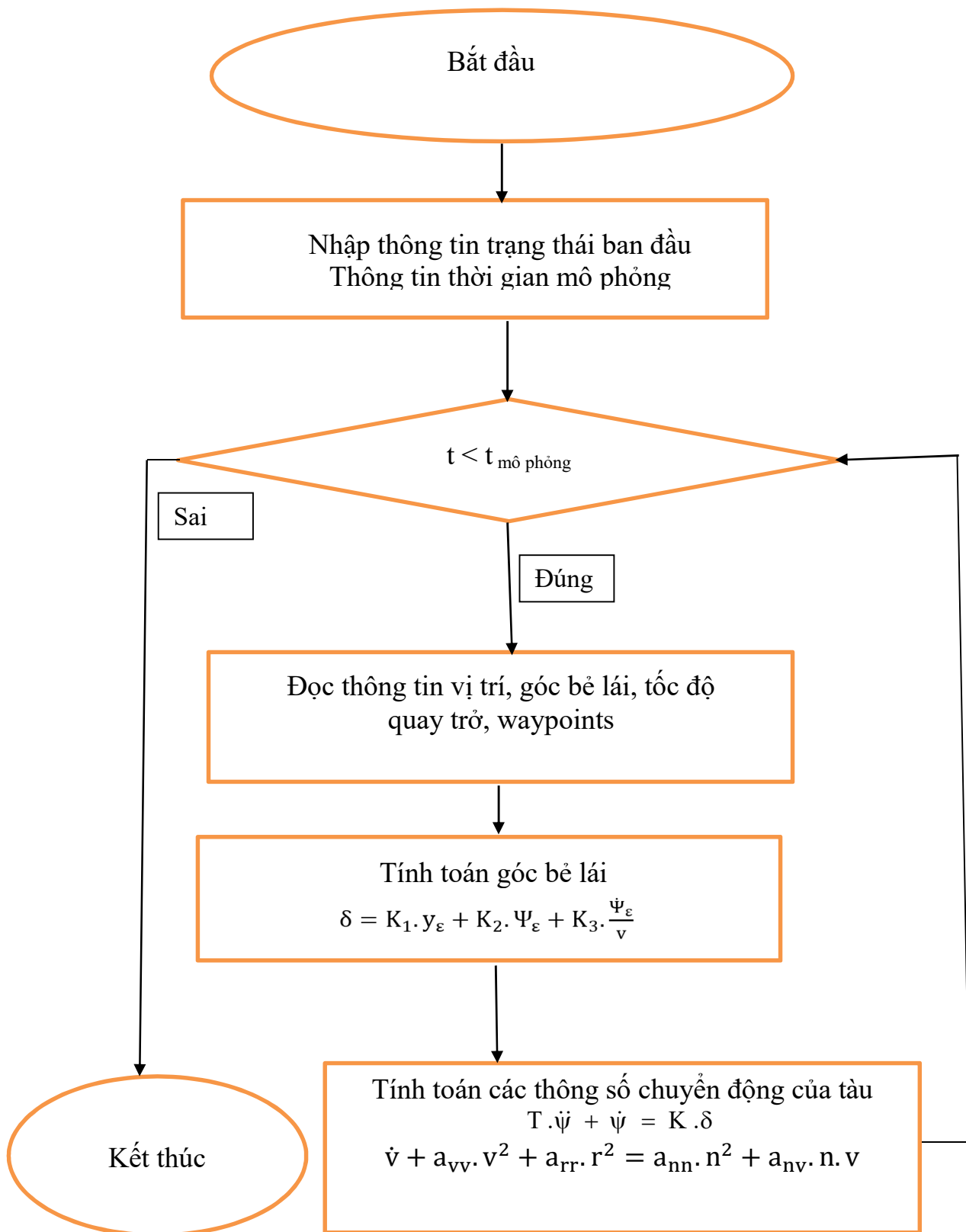
Căn cứ các hệ số điều khiển tính toán được ở mục 3.3 kết hợp các công thức toán học xác định vị trí tàu chạy như mục 3.6.1 sẽ đánh giá kiểm tra khả năng điều khiển tàu theo đường đi được tiến hành trên mô phỏng số học trong điều kiện không có tác động ngoại cảnh.

Để thực hiện được việc mô phỏng tàu chạy theo trên hai đoạn có chiều dài 3 hải lý với các góc chuyển hướng luồng là 20° , 40° và 60° sẽ thực hiện thông qua việc coding bằng ngôn ngữ lập trình C++ dựa trên phương trình tàu chạy theo đường công thức 3.5 có dạng như trong [Phụ lục 2]

Đoạn mã coding có dạng như sau:

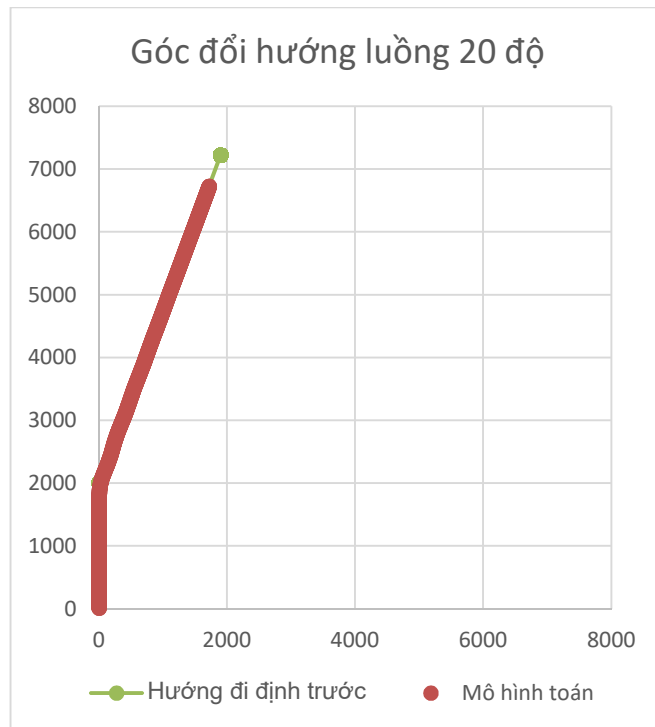
```
double hammu, course, r, vd; /* ship's position */
int i, n, k, i1, i2, i3, q, x, l;
double t, t1, t2, t3, m, v, vi, vf, vd, del, p, delta, delta0, c, time, Rev,
Speed1, Speed2, av, bv;
double bsidd, bsid, bsi, asidd, asid, asi;
double dx, dy;
```

Xem thêm trong phụ lục 2 và lưu đồ thuật toán như hình 3.24

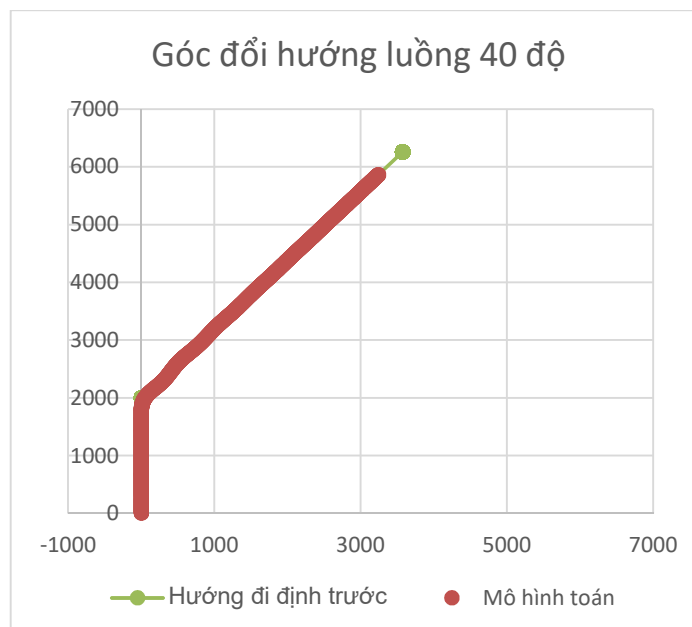


Hình 3.24 Lưu đồ thuật toán mô phỏng tàu đi theo đường

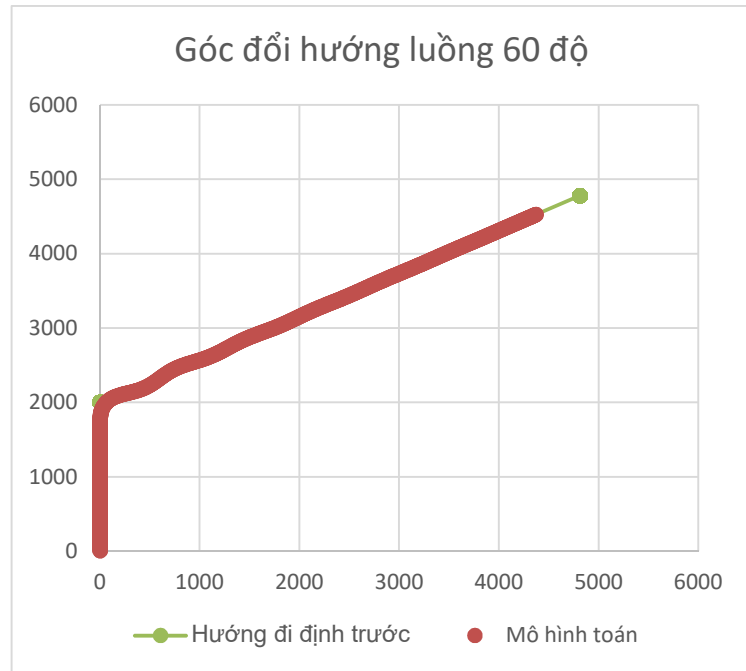
Tàu 10.000 DWT



Hình 3.25 Mô phỏng chuyển động của tàu 10.000 DWT, khi thay đổi hướng 20°



Hình 3.26 Mô phỏng chuyển động của tàu 10.000 DWT, khi thay đổi hướng 40°

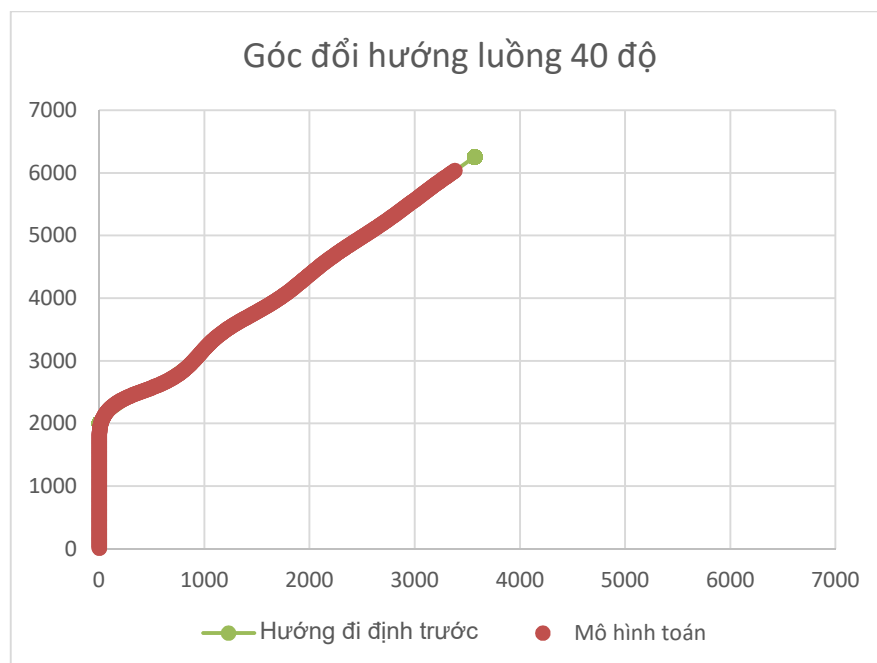


Hình 3.27 Mô phỏng chuyển động của tàu 10.000 DWT, khi thay đổi hướng 60°

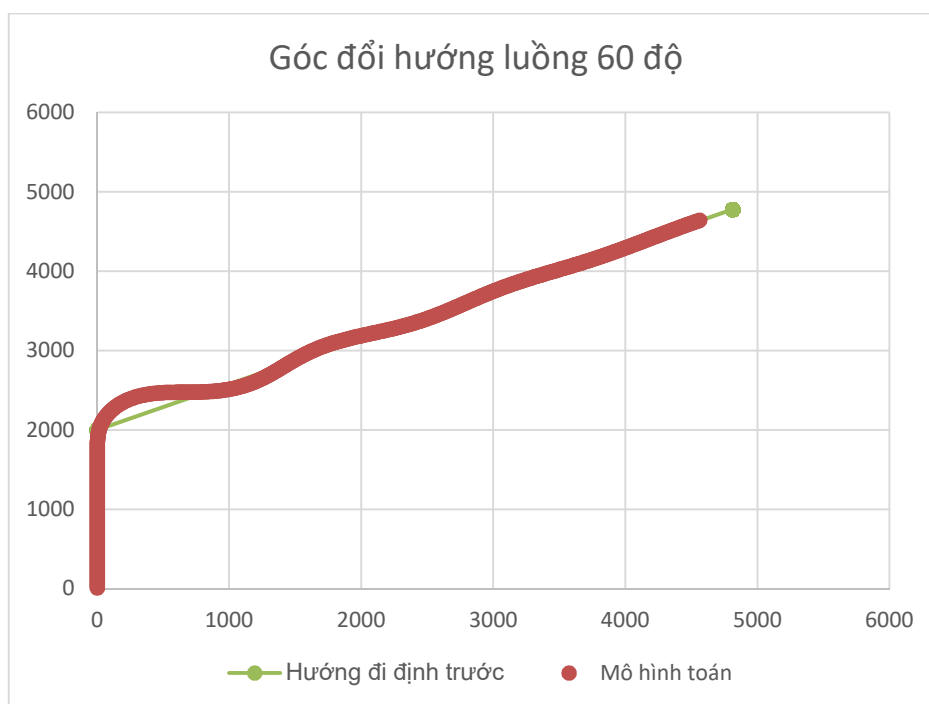
Tàu 28.000 DWT



Hình 3.28 Mô phỏng chuyển động của tàu 28.000 DWT, khi thay đổi hướng 20°



Hình 3.29 Mô phỏng chuyển động của tàu 28.000 DWT, khi thay đổi hướng 40°



Hình 3.30 Mô phỏng chuyển động của tàu 28.000 DWT, khi thay đổi hướng 60°

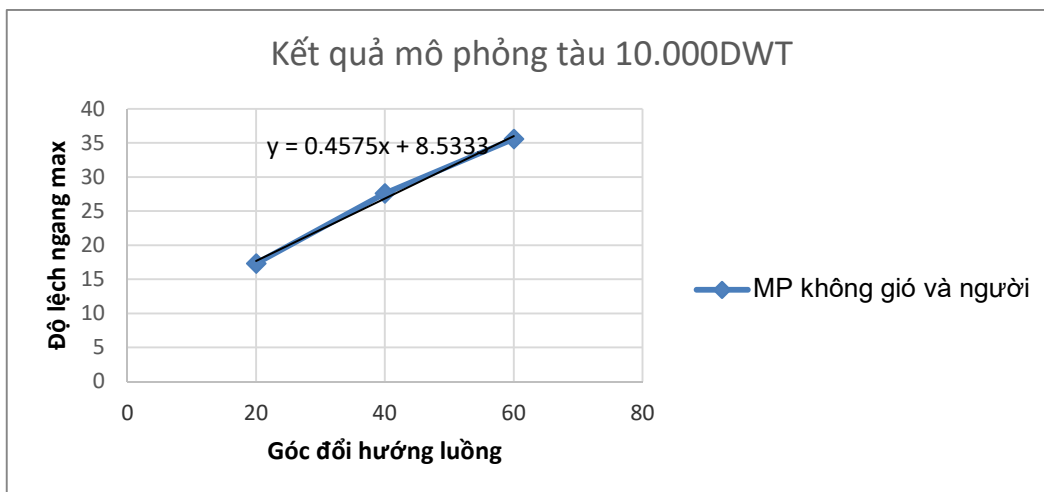
3.7.3 Kết quả độ lệch chuyển động tàu 10.000 DWT và 28.000 DWT theo hướng khi không có người điều khiển và yếu tố ngoại cảnh

Đánh giá tác động của yếu tố con người trong điều kiện không có tác động của điều kiện ngoại cảnh ta so sánh khả năng dẫn tàu bám theo đường đi đã định trên hệ thống luồng hàng hải hay nói cách khác chúng ta xem xét đến không gian cần thiết để con tàu hoạt động khi chạy trên hệ thống luồng giao thông. Để đánh giá yếu tố tác động của con người ta tiến hành so sánh, đối chiếu khả năng di chuyển của con tàu theo đường đi thông qua mô phỏng số (không có tác động của yếu tố con người) và khả năng di chuyển của con tàu khi có sự điều khiển của người hải viên thu nhận được từ kết quả thực nghiệm.

Với mục tiêu phục vụ thiết kế các tuyến luồng hàng hải, liên quan đến chuyển động của tàu, trong đề tài chúng ta đánh giá khả năng di chuyển của con tàu trên hệ thống luồng giao thông thông qua thông số là độ dạt ngang của vị trí tàu. Đây cũng là một giá trị cần xem xét khi thực hiện thiết kế tuyến luồng giao thông. Như vậy, chúng ta sẽ đi so sánh giá trị độ dạt ngang của tàu trong 2 điều kiện có và không có tác động của yếu tố con người.

Kết quả mô phỏng số cho thấy giá trị mô phỏng ở 1 điều kiện chạy tàu cho ra cùng một giá trị độ lệch. Kết quả mô phỏng chuyển động của các tàu bách hóa 10.000DWT, container 28.000DWT như hình 3.23 đến 3.28.

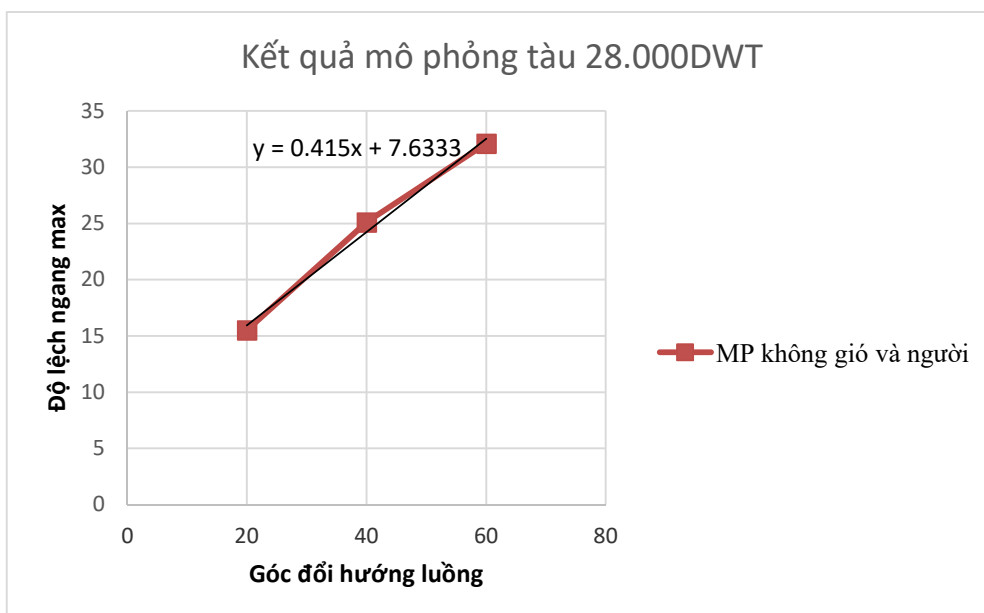
Từ các hình vừa nêu, ta có thể đánh giá sơ bộ thấy rằng vận chuyển động của các con tàu có ảnh hưởng của góc đổi hướng và loại tàu. Góc đổi hướng càng lớn thì giao động trên hướng đi tiếp theo càng nhiều; con tàu càng khó điều khiển (mức độ khó dần từ tàu bách hóa – container) thì khả năng kiểm soát hướng càng hạn chế, tàu càng dao động quanh đường đi nhiều sau khi chuyển hướng. Nếu như con tàu hàng bách hóa có thể bám tương đối sát đường đi ở góc đổi hướng 20^0 thì con tàu container lại cho ta thấy sự dao động quanh đường đi là lớn nhất đối với góc 60^0 .



Hình 3.31 Độ dạt ngang tàu 10.000 DWT khi không có ảnh hưởng của gió và người

Nhận xét: Khi không có người điều khiển tàu và ảnh hưởng của yếu tố ngoại cảnh gió thì độ dạt ngang lớn nhất của tàu khoảng từ 15.9m đến 35m so với đường tim luồng.

Độ lệch tàu có xu hướng tăng khi góc chuyển hướng luồng tăng và có mối quan hệ bậc nhất.

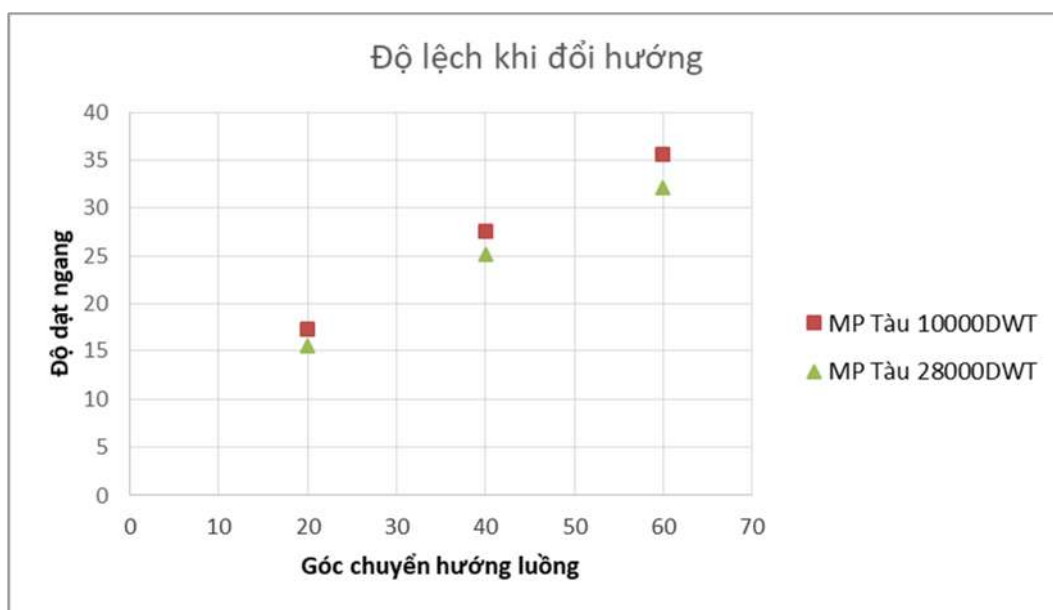


Hình 3.32 Độ lệch ngang tàu 28.000 DWT khi không có ảnh hưởng của gió và người

Nhận xét: So với tàu 10000 DWT thì có vẻ như tàu container ăn lái tốt hơn và độ dạt ngang so với tim luồng cũng nhỏ hơn độ dạt ngang tàu 10.000 DWT là khoảng 2m

Trong đó: X là góc chuyển hướng luồng

Y là độ lệch tàu lớn nhất



Hình 3.33. Độ lệch ngang khi đổi hướng tại điểm chuyển hướng

Khi tàu chạy thẳng, con tàu hoàn toàn di chuyển nằm trên tuyến đường đi mong muốn. Khi tàu thay đổi hướng, vị trí tàu lệch khỏi đường đi đã định, con tàu cần di chuyển về đường đi vạch trước. Thông số điều khiển tàu được tính theo độ dạt ngang, độ lệch hướng và tốc độ thay đổi hướng đi. Do con tàu vận động khó khăn, nó không thể ngay lập tức quay về đường đi mà thông thường chuyển động theo dạng dao động tắt dần để trở về trên đường đi.

Độ dao động của các con tàu khi đi trên các đoạn thẳng thay đổi theo hướng tăng dần theo thứ tự từ tàu bách hóa đến tàu container do khả năng nghe lái của các tàu này khác nhau. Con tàu càng khó điều khiển thì khả năng dao động càng nhiều. Tuy nhiên, do khả năng chuyển hướng tốt, khi chuyển hướng sớm thì tàu hàng bách hóa lại thể hiện độ lệch ngang lớn hơn (hình 3.31).

Đối với độ lệch ngang gây ra do việc thay đổi hướng đi của tàu, chúng ta thấy rõ ràng xu thế độ lệch ngang thay đổi tỷ lệ với góc chuyển hướng. Khi hướng đi thay đổi càng lớn thì độ lệch thay đổi càng nhiều.

Các giá trị nêu trên thể hiện khả năng di chuyển của các tàu thuyền khi không có ảnh hưởng của yếu tố con người

Kết luận chương 3

Trong nội dung chương 3 này Tác giả giải quyết được các vấn đề sau:

Nội dung chương đã xây dựng được một biết bị chuyển đổi giữ liệu từ mô phỏng buồng lái sang các file giữ liệu, đồng thời viết coding trên ngôn ngữ lập trình C trên phần mềm C ++ để chương trình tự động đưa ra các vị trí vệt chạy tàu, góc bẻ lái, độ lệch tàu vv. Ngoài ra trong phần này viết lập trình C để mô phỏng chuyển động tàu.

Có thể thấy nội dung đã đánh giá và chọn được mô hình toán phù hợp để nghiên cứu, xây dựng các phương pháp xác định mô hình toán, hệ số điều khiển cho các tàu, xác định được các mô hình toán của các tàu, hệ số điều khiển các tàu và thực hiện mô phỏng để kiểm tra mô hình toán của con tàu.

Thực hiện mô phỏng để xác định khả năng điều khiển bám theo đường đi đã định

Từ kết quả mô phỏng bằng mô hình toán ở trên ta thấy rằng:

Tàu được điều khiển bám sát tuyến đường đã định, các giá trị độ dạt ngang, góc lệch hướng đều giảm dần và ổn định theo thời gian tàu chạy thẳng trên tuyến.

Dao động của tàu là dao động tắt dần và nhanh chóng trở về trạng thái cân bằng trong quá trình hành trình theo hướng giữa hai điểm chuyển hướng.

Góc bẻ lái tương đối lớn nhưng đáp ứng tốt khả năng thay đổi hướng tại điểm chuyển hướng cũng như giữ tàu ổn định khi chạy thẳng.

Nội dung chương đã mô phỏng số được độ dạt ngang do tàu gây ra khi chạy trên các đoạn thẳng và tại các điểm chuyển hướng 20° , 40° và 60° khi không có ảnh hưởng của ngoại cảnh và con người. Đây là phần quan trọng trong việc so sánh độ lệch của tàu trong mô phỏng thực nghiệm khi có tác động của con người và ngoại cảnh gió được thực hiện trong chương 4.

CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH ẢNH HƯỞNG CỦA CON NGƯỜI ĐẾN ĐỘ LỆCH TÀU

4.1 Tính toán xác định các điều kiện nghiên cứu chuyển động của tàu

Căn cứ vào điều kiện thực tiễn về loại tàu tham gia giao thông trên tuyến đường biển Việt Nam đã phân tích mục 2.3, có thể xác định các loại tàu nghiên cứu thực nghiệm đó là:

- Tàu container: 28.000 DWT
- Tàu chở hàng bách hóa: 10.000 DWT

Các loại tàu khách, tàu chở ô tô, tàu du lịch mang tính chất không phổ biến, hoặc không có dữ liệu nghiên cứu cho nên trong phạm vi đề tài không nghiên cứu về các loại tàu này.

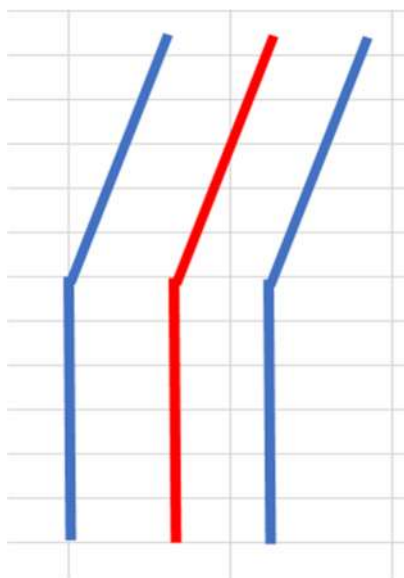
Đối với các chuyển động cơ bản của tàu, đề tài tập trung đi vào nghiên cứu thực nghiệm trên 2 loại chuyển động thẳng và chuyển động thay đổi hướng đi. Căn cứ vào phân tích về điều kiện hệ thống luồng lạch tại Việt Nam và chế độ gió tại các khu vực đặc trưng, đề tài đi vào nghiên cứu thực nghiệm trên các đoạn luồng như sau:

Chạy thẳng trên các đoạn 3NM.

Thay đổi hướng đi trên các hướng đặc trưng: 20^0 , 40^0 , 60^0

Hướng gió và tốc độ gió theo gió đặc trưng tại từng miền trên cơ sở đối chiếu với hướng luồng.

Để có thể trợ giúp các sỹ quan hàng hải đưa tàu theo luồng, cần thiết kế hệ thống phap dẫn luồng. Sử dụng hải đồ đặc biệt có điểm xuất phát thử nghiệm ở tọa độ (0, 0). Hệ thống phao được bố trí 2 bên tim luồng và vị trí được tính toán như sau:



Hình 4.1. Hình dáng luồng phục vụ thực nghiệm

Trường hợp luồng rộng 200m, góc chuyển hướng 20°

Bảng 4.1. Tọa độ tìm luồng trong trường hợp luồng rộng 200m, góc chuyển hướng 20°

Kinh độ (phút)	Vĩ độ (phút)
0.000	0.000
0.000	1.000
0.000	2.000
0.000	3.000
0.342	3.940
0.684	4.879
1.026	5.819
1.368	6.759
1.710	7.698

Bảng 4.2. Tọa độ phao trong trường hợp luồng rộng 200m,
góc chuyển hướng 20^0

Phao bên trái luồng		Phao bên phải luồng	
Kinh độ (phút)	Vĩ độ (phút)	Kinh độ (phút)	Vĩ độ (phút)
-0.108	0.000	0.108	0.000
-0.108	1.000	0.108	1.000
-0.108	2.000	0.108	2.000
-0.108	3.000	0.108	3.000
0.291	3.958	0.393	3.921
0.633	4.898	0.735	4.861
0.975	5.838	1.077	5.801
1.317	6.777	1.419	6.740
1.659	7.717	1.761	7.680

Trường hợp luồng rộng 200m, góc chuyển hướng 40^0

Bảng 4.3 Tọa độ tim luồng trong trường hợp luồng rộng 200m,
góc chuyển hướng 40^0

Kinh độ (phút)	Vĩ độ (phút)
0.000	0.000
0.000	1.000
0.000	2.000
0.000	3.000
0.342	3.766
0.684	4.532
1.026	5.298
1.368	6.064
1.710	6.830

Bảng 4.4. Tọa độ phao trong trường hợp luồng rộng 200m,
góc chuyển hướng 40^0

Phao bên trái luồng		Phao bên phải luồng	
Kinh độ (phút)	Vĩ độ (phút)	Kinh độ (phút)	Vĩ độ (phút)
-0.108	0.000	0.108	0.000
-0.108	1.000	0.108	1.000
-0.108	2.000	0.108	2.000
-0.108	3.000	0.108	3.000
0.301	3.801	0.383	3.731
0.643	4.567	0.725	4.497
0.985	5.333	1.067	5.263
1.327	6.099	1.409	6.029
1.669	6.865	1.751	6.796

Trường hợp luồng rộng 200m, góc chuyển hướng 60^0

Bảng 4.5. Tọa độ tim luồng trong trường hợp luồng rộng 200m,
góc chuyển hướng 60^0

Kinh độ (phút)	Vĩ độ (phút)
0.000	0.000
0.000	1.000
0.000	2.000
0.000	3.000
0.342	3.500
0.684	4.000
1.026	4.500
1.368	5.000
1.710	5.500

Bảng 4.6. Tọa độ phao trong trường hợp luồng rộng 200m,
góc chuyển hướng 60^0

Phao bên trái luồng		Phao bên phải luồng	
Kinh độ (phút)	Vĩ độ (phút)	Kinh độ (phút)	Vĩ độ (phút)
-0.108	0.000	0.108	0.000
-0.108	1.000	0.108	1.000
-0.108	2.000	0.108	2.000
-0.108	3.000	0.108	3.000
0.315	3.547	0.369	3.453
0.657	4.047	0.711	3.953
0.999	4.547	1.053	4.453
1.341	5.047	1.395	4.953
1.683	5.547	1.737	5.453

Trong các điều kiện khác nhau, thông số về gió, dòng chảy sẽ được đưa vào để phục vụ lấy số liệu thực nghiệm.

Do dữ liệu cần ghi lại nhiều, trong quá trình nghiên cứu, nhóm nghiên cứu đã xây dựng thiết bị ghi lại dữ liệu tự động. Thông tin các kết quả thực nghiệm được ghi thành file excell để phục vụ phân tích dữ liệu. Cấu trúc dữ liệu ghi lại như hình 4.2

Qua quá trình khảo sát hệ thống mô phỏng, các thông tin về hệ thống phao dẫn luồng phục vụ cho dẫn tàu không hiển thị ở thang tầm xa dưới 1.5NM. Đây là một bất tiện cho các người điều khiển tàu tham gia thực nghiệm. Để khắc phục tình trạng này, đề tài đã xây dựng một phần mềm hỗ trợ thông tin về hệ thống phân luồng cũng như định vị vị trí tàu trên hệ thống đó tương tự như các hải đồ điện tử sẵn có trên các tàu thuyền hiện nay. Qua đó, người điều khiển có thể nhanh chóng phát hiện ra sự thay đổi của vị trí tàu so với tuyến đường đi

mong muốn để có các biện pháp điều chỉnh kịp thời. Người điều khiển có thể thay đổi khu vực hiện thị để phóng to, thu nhỏ khu vực hiện thị qua đó có thể phát hiện sớm các sai lệch về vị trí tàu trên đường đi.

SHIP COURSE												
Ship's name			Call Sign			COURSE: waypoit20						

Hình 4.2. Cấu trúc các dữ liệu thực nghiệm được ghi lại tự động

4.2 Thực nghiệm xác định yếu tố con người trong điều khiển tàu

4.2.1 Thực nghiệm dẫn tàu theo các chuyển động cơ bản trong điều kiện không có tác động của gió

Tác giả nhờ các chuyên gia về điều khiển tàu biển thực nghiệm dẫn tàu chạy trên luồng trong điều kiện không có tác động của ngoại cảnh trong các tình huống sau:

- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đổi hướng 020^0
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đổi hướng 040^0
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đổi hướng 060^0
- Tàu container 28.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đổi hướng 020^0

- Tàu container 28.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 ;
- Tàu container 28.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 090^0

Đối với mỗi tình huống, để có số liệu đánh giá tác động của yếu tố con người, nhóm nghiên cứu mời các sỹ quan, thuyền trưởng đến thực hiện hoạt động điều khiển tàu theo tuyến đường mong muốn. Kết quả thực nghiệm được ghi lại thành các file excell cho mỗi lần thực nghiệm. Từ dữ liệu thực nghiệm là cơ sở để thực hiện các phân tích đánh giá tác động của yếu tố con người đến khả năng dẫn tàu trong trường hợp không có tác động của yếu tố ngoại cảnh.

4.2.2 Thực nghiệm dẫn tàu theo các chuyển động cơ bản trong điều kiện có tác động của gió

Tác giả mời các chuyên gia về điều khiển tàu biển thực nghiệm dẫn tàu chạy trên luồng trong điều kiện có tác động của gió trong các tình huống sau:

- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 090^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 090^0 ;

- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 090^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 090^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 060^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 060^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 060^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 090^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 060^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 060^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu bách hóa 10.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 060^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 090^0 ;
- Tàu container 28.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 030^0 ;

- Tàu container 28.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu container 28.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 090^0 ;
- Tàu container 28.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu container 28.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu container 28.000DWT chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 020^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 090^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 090^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 040^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 090^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 060^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đối hướng 060^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 060^0 ;

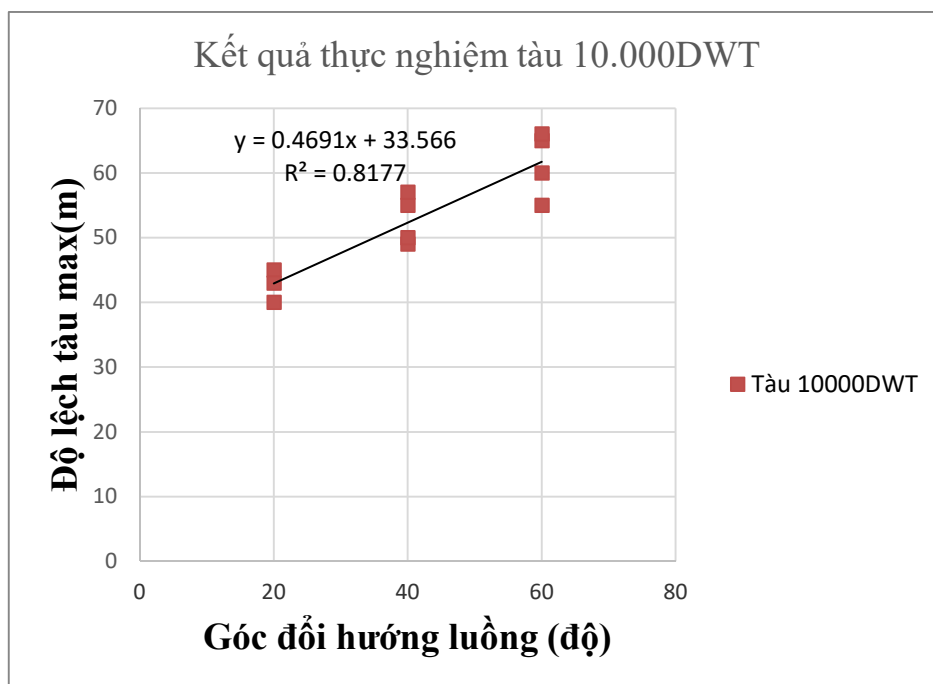
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đổi hướng 060^0 trong điều kiện gió 10m/s, hướng gió 090^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đổi hướng 060^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 030^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đổi hướng 060^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 060^0 ;
- Tàu container 28.000DWTr chạy thẳng theo hướng 000^0 và đổi hướng 060^0 trong điều kiện gió 15m/s, hướng gió 090^0 ;

Đối với mỗi tình huống, để có số liệu đánh giá tác động của yếu tố con người, các sỹ quan, thuyền trưởng được mời đến thực hiện hoạt động điều khiển tàu theo tuyến đường mong muốn. Kết quả thực nghiệm được ghi lại thành các file excell cho mỗi lần thực nghiệm. Từ dữ liệu thực nghiệm giúp thực hiện các phân tích đánh giá tác động của yếu tố con người đến khả năng dẫn tàu trong các điều kiện gió khác nhau.

4.3 Đánh giá ảnh hưởng của yếu tố con người trong điều khiển tàu trong điều kiện không có ảnh hưởng của gió

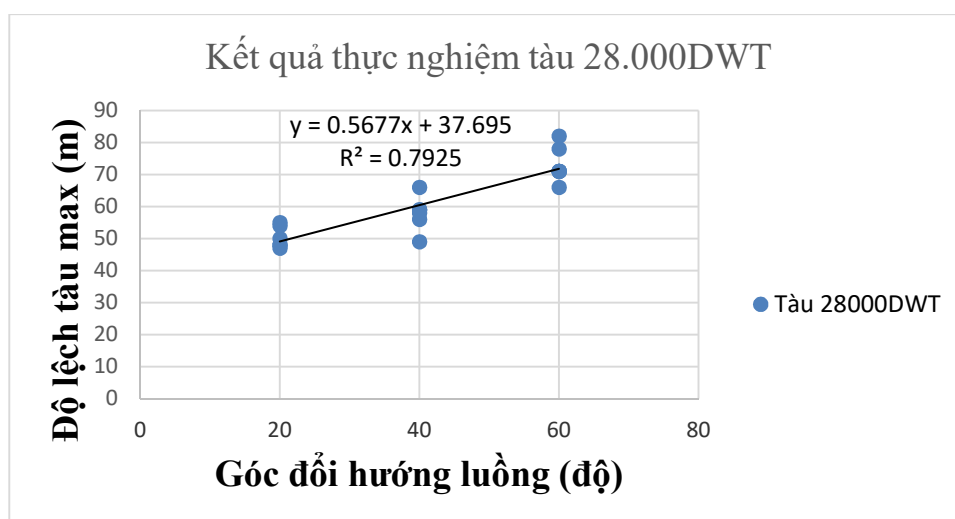
4.3.1 Thực nghiệm mô phỏng tàu 10.000 DWT và 28.000 DWT theo hướng khi có người điều khiển và không có yếu tố ngoại cảnh gió

Với các điều kiện dẫn tàu như mục 4.2.1 sau khi người điều khiển dẫn tàu trong các điều kiện góc chuyển hướng khác nhau khi không có ảnh hưởng nào từ gió ta thu được kết quả độ dạt ngang thông qua chương trình coding trên C++ để xây dựng thiết bị thu thập dữ liệu như mục 3.1.2 đã trình bày ta thu được kết quả thực nghiệm của việc dẫn tàu 10.000 DWT và tàu 28.000 DWT như sau:



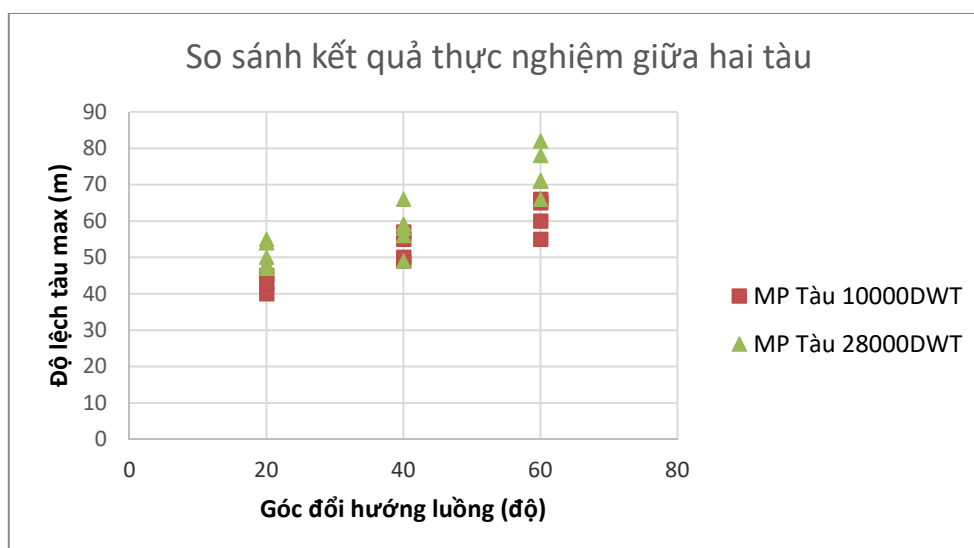
Hình 4.3. Kết quả thực nghiệm tàu hàng

Xu thế của kết quả thực nghiệm cho thấy tác động chung của các người điều khiển tàu khi tham gia giao thông trên hệ thống luồng lạch. Với số lượng thực nghiệm càng nhiều, chúng ta sẽ thấy xu thế này càng rõ. Đối với việc thực hiện ít dữ liệu thực nghiệm, chúng ta có thể thu nhận được xu thế với giá trị sai số bình phương trung bình nhỏ.



Hình 4.4. Kết quả thực nghiệm tàu container

So sánh kết quả thực nghiệm 2 loại tàu (hình 4.5) chúng ta thấy rõ yêu cầu về không gian vận động của chúng là khác nhau. Tàu Container có tính năng điều động kém hơn yêu cầu không gian lớn hơn; tàu hàng bách hóa nhỏ hơn, linh hoạt hơn yêu cầu không gian vận động nhỏ nhất. Khả năng điều khiển của con người cũng tùy thuộc vào tính năng điều động của các con tàu.



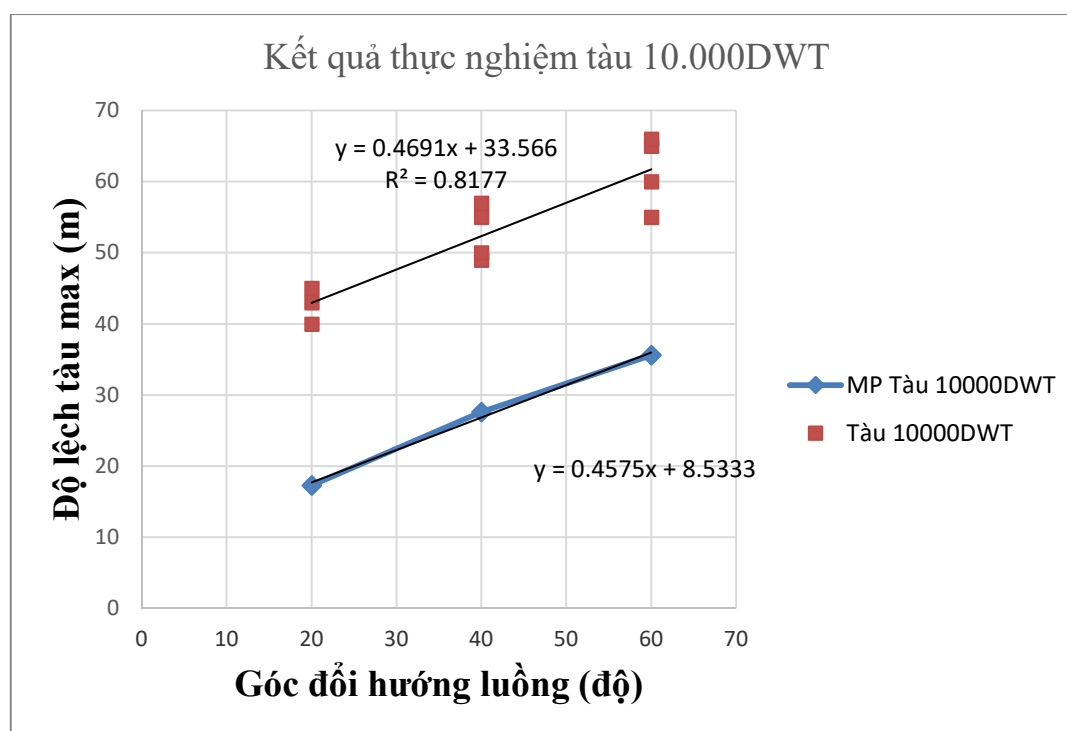
Hình 4.5. So sánh kết quả thực nghiệm giữa các loại tàu có tính năng điều động khác nhau

Khi con người điều khiển con tàu, họ không thể giữ con tàu luôn luôn nằm trên đường đi mong muốn. Dưới tác động của nhiều yếu tố, con tàu luôn bị lệch khỏi đường, khó có khả năng luôn giữ chạy thẳng. Khi con tàu chạy theo tuyến đường thẳng, mỗi khi phát hiện vị trí tàu lệch khỏi đường đi, người điều khiển phương tiện luôn điều chỉnh hướng đi của tàu để đưa tàu về đường đi cố định. Chính vì lý do này, trong quá trình thực nghiệm của đề tài, các thuyền viên luôn giữ con tàu chạy đúng đường. Độ dạt ngang hay mức độ dao động của tàu là có nhưng thường nằm trong giới hạn dưới 40m. Trong điều kiện như vậy, độ dạt ngang khi chạy thẳng không có ảnh hưởng nhiều đến thiết kế các tuyến luồng hàng hải hiện nay. Liên quan đến việc này chúng ta cần quan tâm, chú ý hơn khi tàu di chuyển đến các điểm mà tại đó con tàu sẽ phải thay đổi hướng đi, lúc

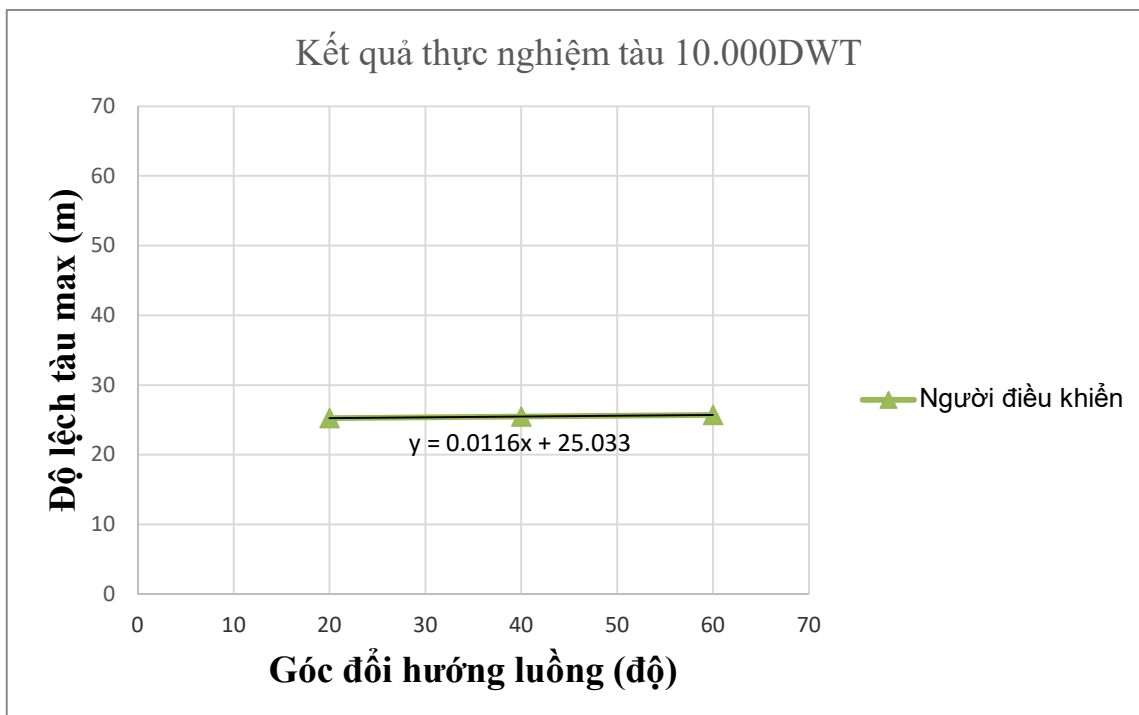
đó, độ dạt ngang của tàu sẽ lớn hơn. Nếu bề rộng của tuyến luồng không đủ hoặc không sử dụng các biện pháp hỗ trợ hành hải thì rất dễ có nguy cơ tai nạn xảy ra.

4.3.2 So sánh độ dạt ngang khi người điều khiển dẫn tàu tàu 10.000 DWT và 28.000 DWT theo hướng không có yếu tố ngoại cảnh gió

Với kết quả thực nghiệm người dẫn tàu trong trường hợp không chịu tác động của ngoại cảnh nào như mục 4.3.2 ta so sánh với kết quả tàu chuyển động theo hướng không có sự điều khiển của con người cũng như không chịu tác động của ngoại cảnh nào khác như đã phân tích trong chương 2 ta có kết quả so sánh của các tàu 10.000 DWT và tàu 28.000 DWT như sau:



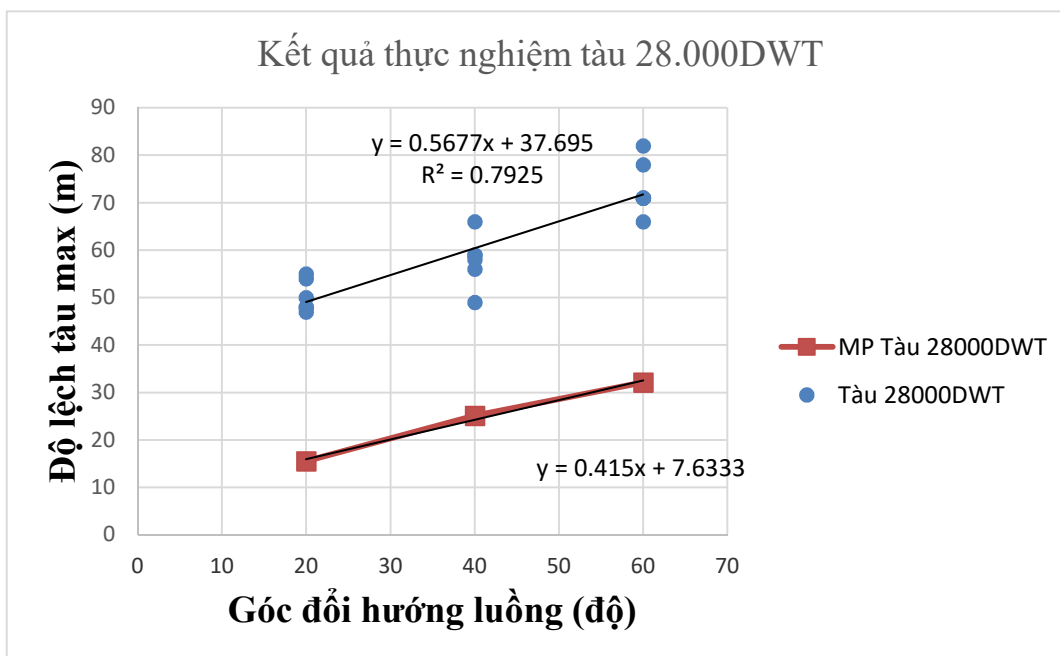
Hình 4.6. So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 10.000DWT



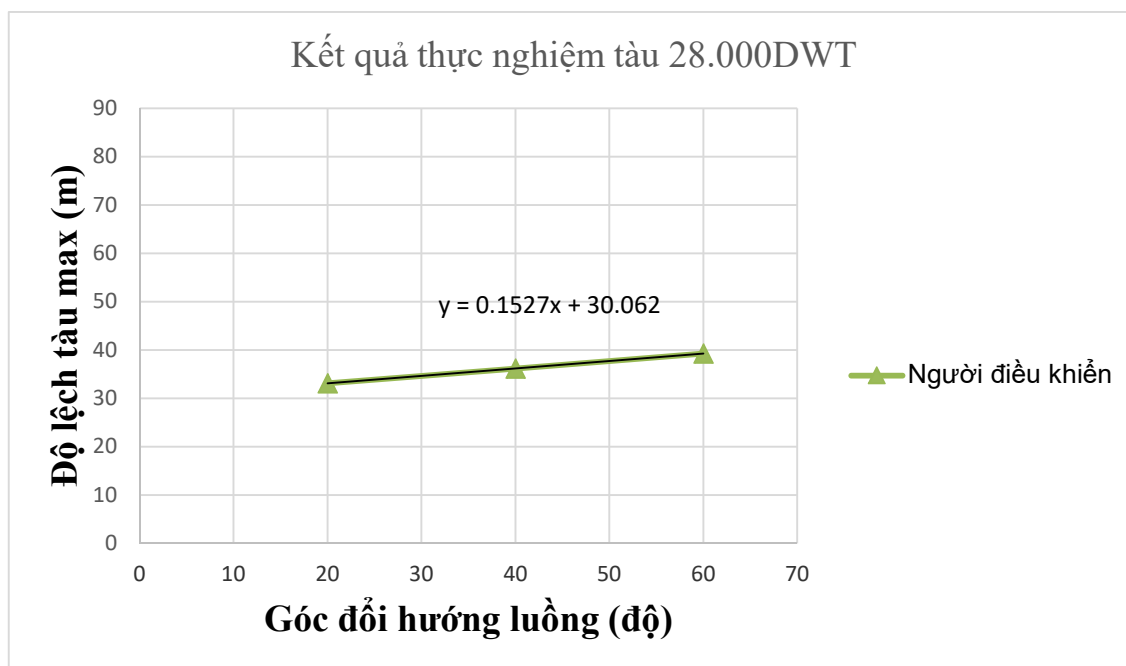
Hình 4.7. Kết quả độ lệch tàu max do người điều khiển dẫn tàu 10.000

DWT trong điều kiện không gió

Nhận xét: Độ tàu do con người tạo ra sắp xỉ 25m



Hình 4.8. So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 28.000DWT



Hình 4.9. Kết quả độ lệch tàu max do người điều khiển dẫn tàu 28.000 DWT trong điều kiện không gió

Nhận xét: Độ lệch tàu do người điều khiển dao động từ khoảng 35m đến 40m khi góc chuyển hướng luồng thay đổi từ 20° đến 60°

Các giá trị nêu trên thể hiện khả năng di chuyển của các tàu thuyền khi không có ảnh hưởng của yếu tố con người. Để đánh giá ảnh hưởng của con người, trước tiên ta loại trừ các yếu tố ngoại cảnh khác. Kết quả thực nghiệm dẫn tàu khi không chịu tác động của điều kiện ngoại cảnh như trong hình 4.3, 4.4

Trong các hình trên, đường thẳng hiển thị kết quả mô phỏng, các điểm thể hiện kết quả xác định độ lệch ngang khi tàu thực hiện việc chuyển hướng. Đối sánh giữa kết quả mô phỏng số và kết quả thực nghiệm chúng ta thấy, dưới sự tác động của con người, con tàu cần không gian lớn hơn để vận động so với khả năng vốn có của nó. Khoảng cách giữa kết quả thực nghiệm với kết quả mô phỏng cho chúng ta thấy tác động của yếu tố con người trong điều khiển tàu.

Chúng ta cũng nhận thấy, với 2 con tàu khác nhau, khả năng điều khiển khác nhau thì tác động của yếu tố con người cũng khác nhau. Hành động của con người không lặp lại, mỗi lần hành động đều không lặp lại các thao tác trước đó. Do đó, số liệu thực nghiệm thường không tập trung. Dữ liệu thực nghiệm tuy có độ phân tán nhất định nhưng tổng hợp tất cả các kết quả phân tích ta thấy giữa chúng có thể hiện một xu thế nhất định là độ dạt ngang tàu tăng tỷ lệ thuận với góc chuyển hướng luồng.

4.4 Đánh giá ảnh hưởng của yếu tố con người trong điều khiển tàu trong điều kiện có ảnh hưởng của gió

4.4.1 Thực nghiệm mô phỏng tàu 10.000 DWT và 28.000 DWT theo hướng khi có người điều khiển và có yếu tố ngoại cảnh gió

Ở mục trên, chúng ta đã đánh giá tác động của yếu tố con người khi không có ảnh hưởng của điều kiện ngoại cảnh. Trong thực tế, con tàu luôn luôn vận động dưới sự tác động của các yếu tố khí tượng, thủy, hải văn. Tác động của ngoại cảnh là không tránh khỏi khi điều khiển con tàu. Việc nghiên cứu đánh giá tác động của yếu tố con người trong các điều kiện ngoại cảnh là một việc làm cần thiết. Trong phần này, do điều kiện có hạn, đề tài chỉ thực hiện nghiên cứu đánh giá điều kiện ngoại cảnh dưới tác động của gió cho 2 loại tàu: tàu bách hóa và tàu container. Đây là 2 loại tàu có tính năng điều động cũng như khả năng chịu ảnh hưởng của gió tương đối khác biệt.

Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của gió không được tiến hành với các tốc độ gió thấp khi mà ảnh hưởng của gió là không đáng kể; cũng không nghiên cứu với tốc độ gió quá cao vì gió quá cao thường ít xuất hiện và trong các điều kiện thời tiết khắc nghiệt, các tàu thuyền thường được yêu cầu di chuyển tránh trú. Trong đề tài, 2 tốc độ gió được sử dụng để nghiên cứu đó là 10m/s và 15m/s. Các hướng gió dự kiến thực hiện ở 1 cung phân tư với 3 hướng chính 30^0 , 60^0

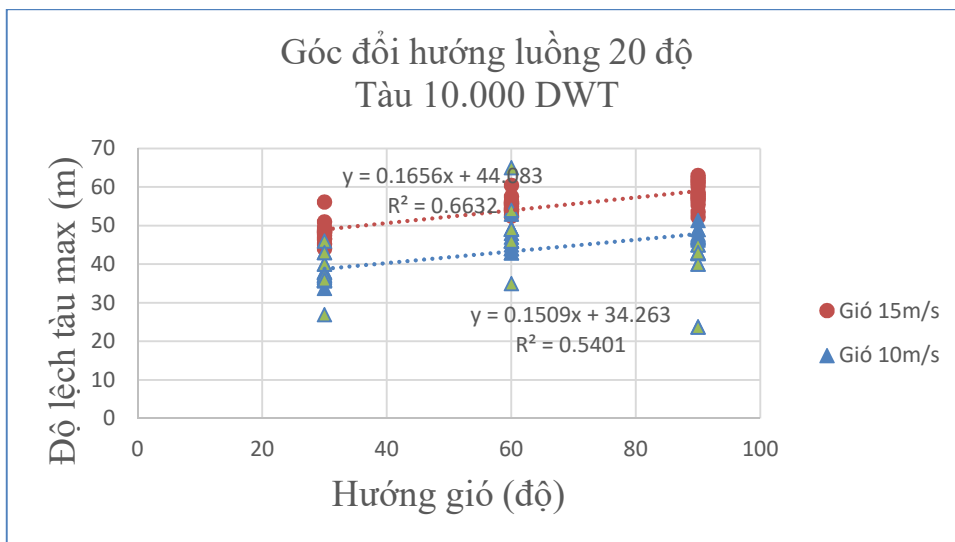
và 90^0 , con tàu vẫn di chuyển trên tuyến đường thẳng và sau đó đổi sang các hướng 20^0 , 40^0 và 60^0 như đã phân tích trong chương 2 và các điều kiện thực nghiệm trong mục 4.2. Kết quả thực nghiệm vẫn được lấy ra thông qua chương trình coding viết trên ngôn ngữ lập trình C++ như mục 3.1.2 sau khi có kết quả thu được tác giả tiến hành phân tích, đánh giá và thu được các kết quả như sau:

Đánh giá ảnh hưởng của tốc độ gió

Ảnh hưởng của gió được quyết định bởi 2 yếu tố: hướng gió và tốc độ gió. Để đánh giá ảnh hưởng trước tiên ta tìm mối liên hệ giữa tốc độ gió với độ dạt ngang của con tàu trong khi chuyển hướng trên luồng giao thông hàng hải. Các hình vẽ sau thể hiện mối tương quan về ảnh hưởng của gió đến các loại tàu khác nhau theo từng hướng, tốc độ gió với các loại tàu chuyên biệt.

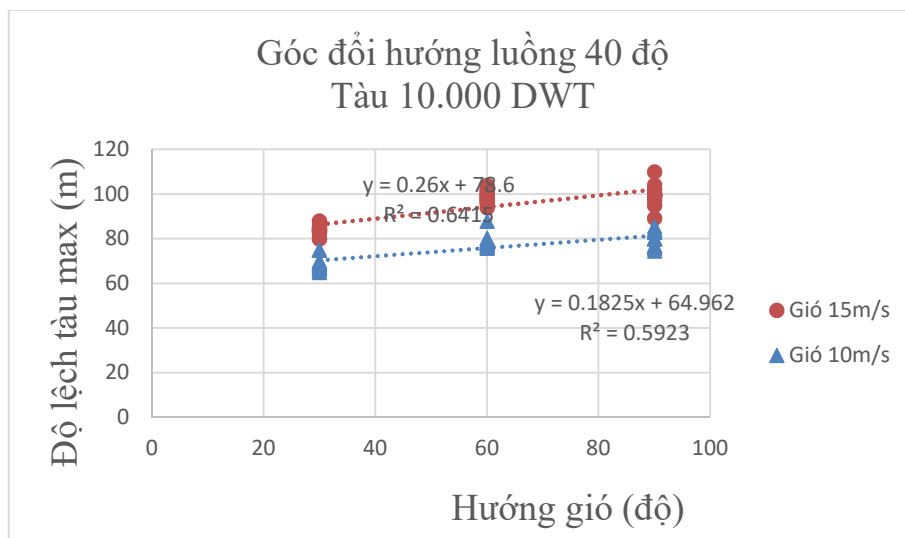
Trong phần xét ảnh hưởng tốc độ gió với mối quan hệ giữa hướng gió và độ lệch tàu lớn nhất Y thì X là giá trị hướng gió thay đổi.

- Tàu 10.000 DWT

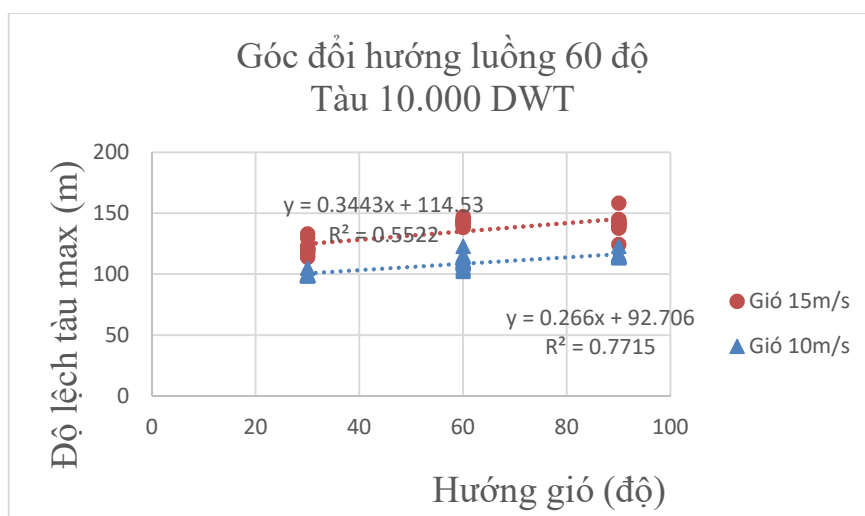


Hình 4.10 So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 10.000DWT khi thay đổi hướng 20^0

Nhận xét: Có thể thấy độ dạt tàu khi gió tăng từ 10m/s đến 15m/s là khá rõ nhưng giá trị này là không thực sự lớn chỉ lệch nhau khoảng 10m, và về cơ bản độ dạt cũng có tỷ lệ tăng nhẹ theo hướng gió thay đổi.



Hình 4.11. So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 10.000DWT khi thay đổi hướng 40⁰

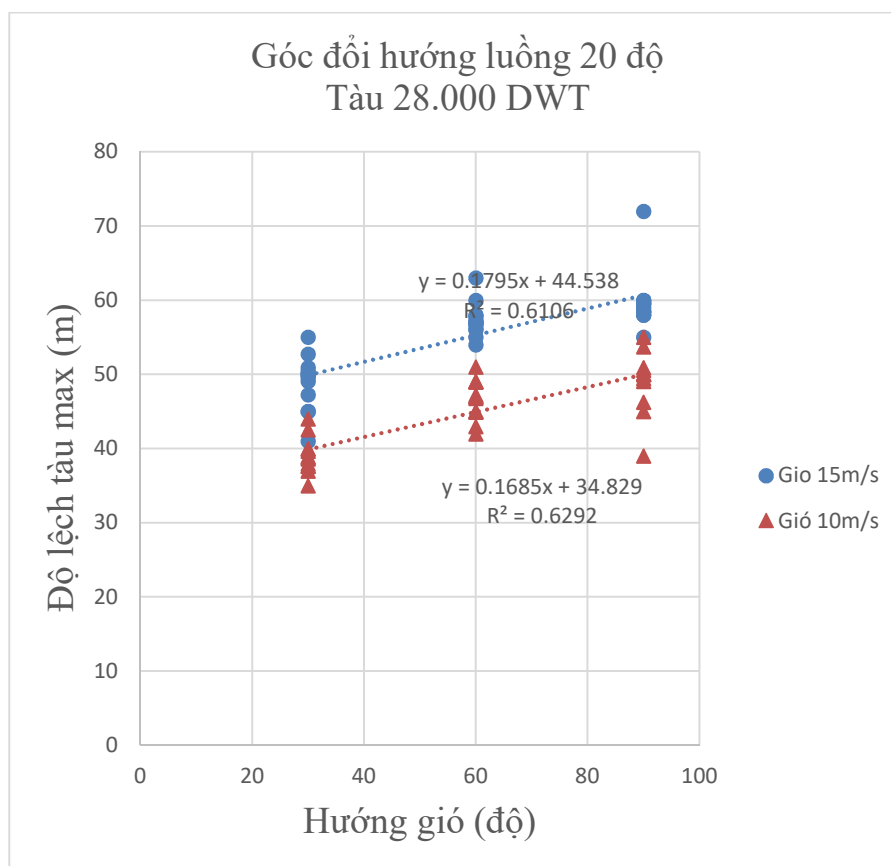


Hình 4.12. So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 10.000DWT khi thay đổi hướng 60⁰

Nhận xét: So với trường hợp hướng luồng 20⁰ thì khi đoạn luồng chuyển sang hướng 40⁰ và 60⁰ thấy rằng: xu hướng độ dạt tàu dường như có sự tăng

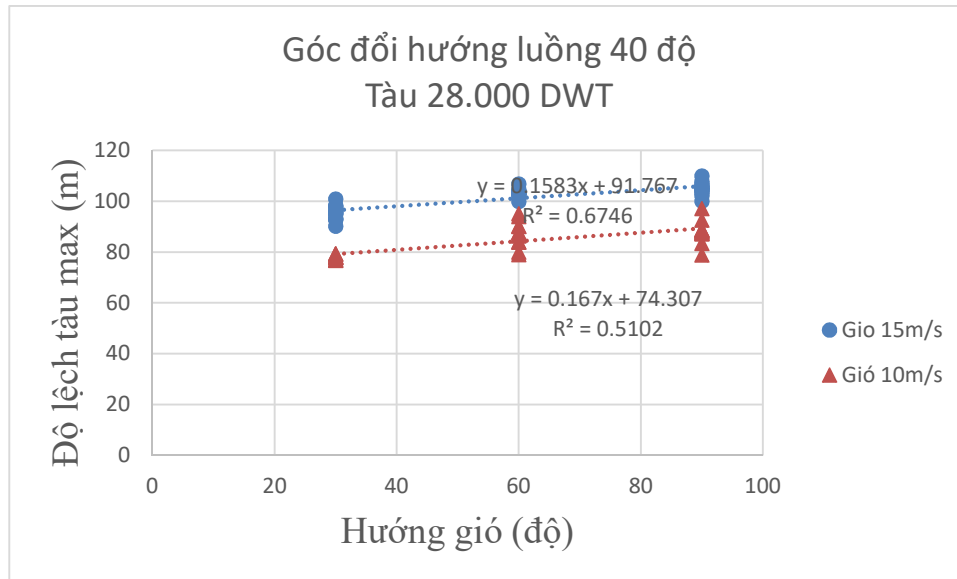
đột ngột khi gió thổi hướng 90^0 với vận tốc gió 15m/s. Nhưng độ chênh độ dạt tàu khi hướng gió tăng từ 30^0 , 60^0 , 90^0 với cùng một vận tốc gió là không lớn

- Tàu 28.000 DWT

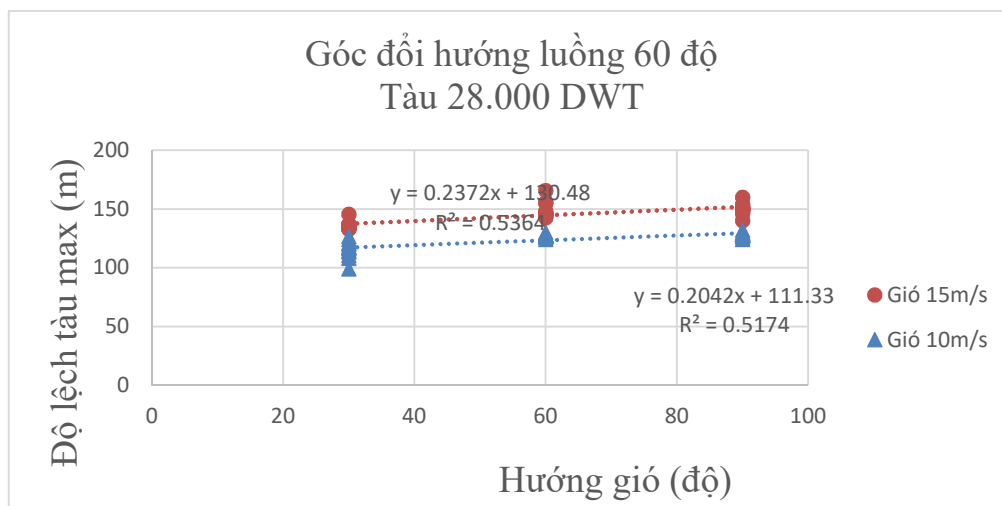


Hình 4.13. So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 28.000DWT khi thay đổi hướng 20^0

Nhận xét: Khi tàu chạy chịu ảnh hưởng của vận tốc gió 10m/s có lúc độ lệch tàu gần như bằng nhau trên các hướng 30^0 , 60^0 và 90^0 và tổng thể thì độ lệch này có sự tăng nhẹ khi tiến hành hiệu lần thực nghiệm khác nhau. Tương tự khi gió tăng lên 15m/s thì mặc dù độ dạt có tăng so với vận tốc gió 10m/s. Tuy nhiên, có những lúc giá trị độ dạt trên cùng các hướng gió gần như bằng nhau, và chúng đều có xu hướng tăng nhẹ khi hướng gió và vận tốc gió tăng.



Hình 4.14. So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 28.000DWT khi thay đổi hướng 40°

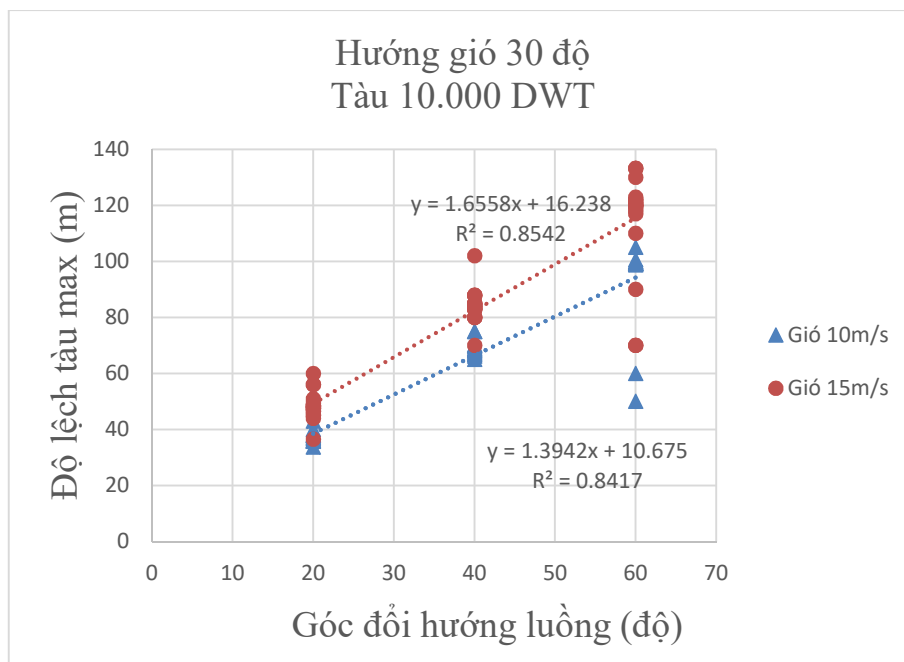


Hình 4.15. So sánh ảnh hưởng của tốc độ gió đối với tàu 28.000DWT khi thay đổi hướng 60°

Nhận xét: Với góc đổi hướng 20 độ cũng giống như tàu 10.000 DWT thì độ dạt tàu Container 28.000 DWT khi gió tăng cường độ từ 10m/s lên 15m/s là khá rõ ràng, và độ dạt tàu khi hướng gió tăng cũng có sự tăng theo. Tuy nhiên, như trên hình vẽ có thể thấy giá trị chênh lệch cũng không thực sự lớn. Khi hướng gió tăng từ 30 độ lên 90 độ thì với vận tốc gió là 10m/s và 20m/s thì giá trị chênh chỉ khoảng 7m đến 10m.

Đánh giá ảnh hưởng của hướng luồng

- Tàu 10.000 DWT



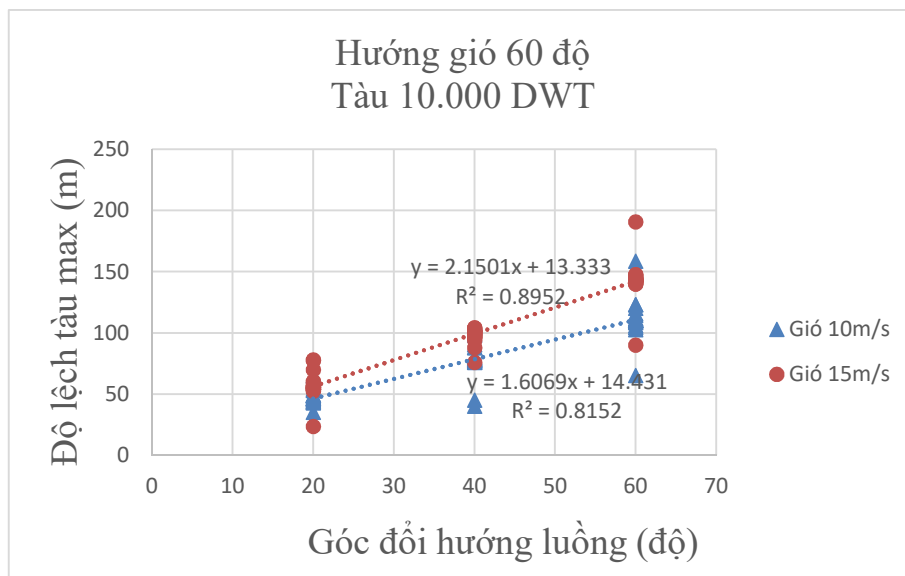
Hình 4.16. So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 10.000DWT khi hướng gió 30°

Nhận xét: Khi tàu chạy với hướng gió 30° thì rõ ràng độ dạt tàu thay đổi lớn. Với giá trị R bình phương = 0.8417 với vận tốc gió 10m/s thì độ dạt tàu trị số tăng trung bình vào khoảng 30m khi hướng luồng thay đổi từ 20°, 40° và 60° và có thể hiểu thị qua mối quan hệ : $Y = 1.3942X + 10.675$

Với R bình phương = 0.8542 khi vận tốc gió tăng lên 15m/s thì độ dạt tàu tăng trung bình vào khoảng 33m khi hướng luồng thay đổi và có thể biểu thị qua mối quan hệ $Y = 1.6558X + 16.238$

Trong đó Y là giá trị độ dạt và X là giá trị hướng luồng.

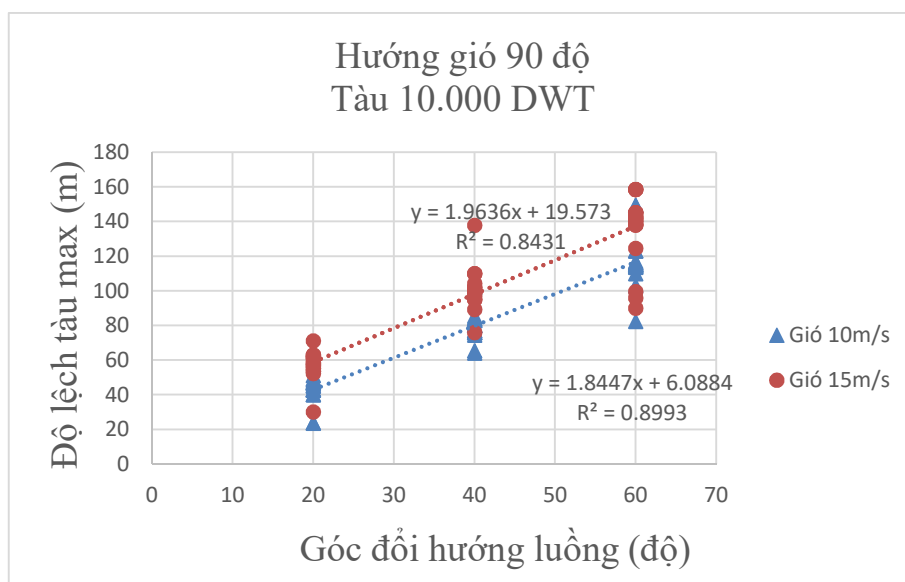
Như vậy mặc dù khi vận tốc gió tăng thì tại cùng một hướng luồng độ lệch của tàu có tăng nhẹ nhưng khi góc chuyển hướng luồng thay đổi thì giá trị độ lệch tàu thay đổi khá đáng kể.



Hình 4.17 So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 10.000DWT khi hướng gió 60⁰

Khi vận tốc gió là 10m/s, với $R = 0.8152$ thì mối quan hệ giữa độ dạt và hướng luồng là $Y = 1.6069X + 14.431$

Khi vận tốc gió là 15m/s, $R = 0.8952$ thì mối quan hệ giữa độ dạt và hướng luồng là $Y = 2.1501X + 13.333$



Hình 4.18. So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 10.000DWT khi hướng gió 90⁰

Khi hướng luồng là 20 độ, hướng gió 60 độ thì giá trị độ lệch tàu khi vận tốc gió là 10m/s và 15m/s có xu hướng không cách xa nhau mấy thậm trí có lúc độ lệch này là bằng nhau. Tuy nhiên khi hướng luồng là 60 độ thì giá trị chênh lệch độ lệch này là khá rõ ràng và có xu hướng xa nhau hơn.

Khi hướng gió là 90 độ thì mối quan hệ giữa độ lệch tàu và hướng luồng như sau:

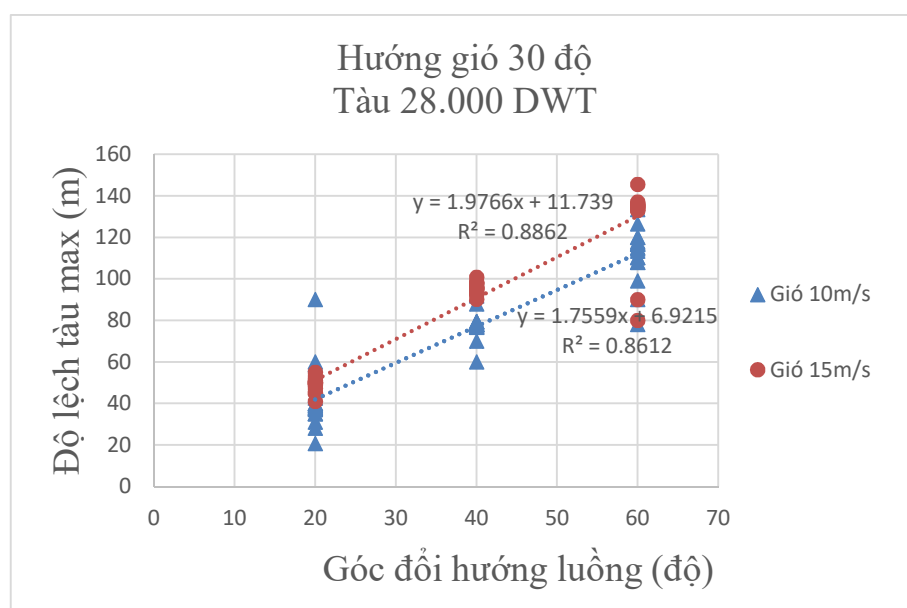
Vận tốc gió 10m/s: $Y = 1.8447X + 6.0884$

Vận tốc gió 15m/s: $Y = 1.9636X + 19.573$

Trong đó Y là độ lệch tàu lớn nhất

X là góc chuyển hướng luồng

- Tàu 28.000 DWT

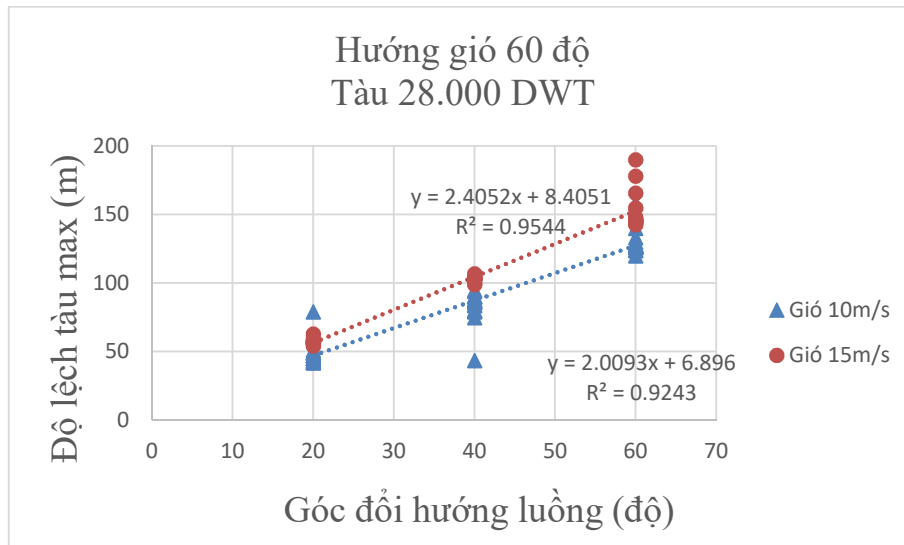


Hình 4.19. So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 28.000DWT khi hướng gió 30°

Mối quan hệ độ lệch tàu và hướng luồng:

$Y = 1.7559X + 6.9215$ với vận tốc gió 10m/s

$Y = 1.9766X + 11.739$ với vận tốc gió 15m/s

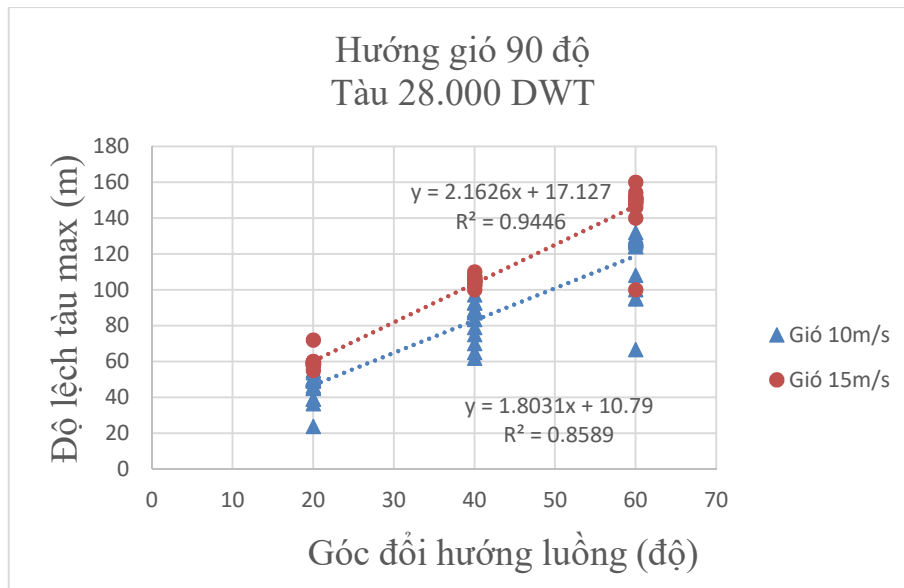


Hình 4.20. So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 28.000DWT khi hướng gió 60°

Mối quan hệ độ lệch tàu và hướng luồng:

$Y = 2.0093X + 6.896$ với vận tốc gió 10m/s

$Y = 2.4052X + 8.4051$ với vận tốc gió 15m/s



Hình 4.21. So sánh ảnh hưởng của góc đổi hướng luồng đối với tàu 28.000DWT khi hướng gió 90°

Mối quan hệ độ lệch tàu và hướng luồng:

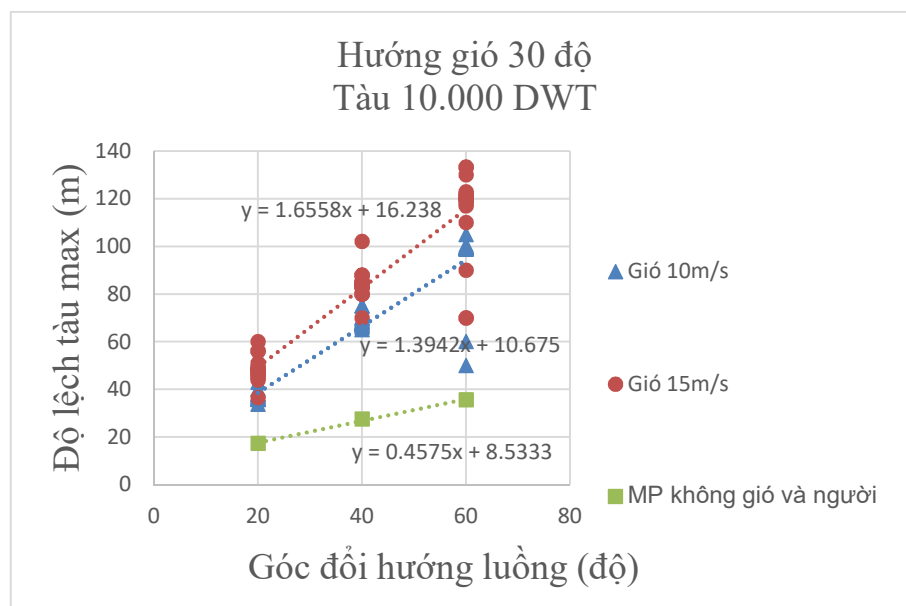
$$Y = 1.8031X + 10.79 \text{ với vận tốc gió } 10\text{m/s}$$

$$Y = 2.1626X + 17.127 \text{ với vận tốc gió } 15\text{m/s}$$

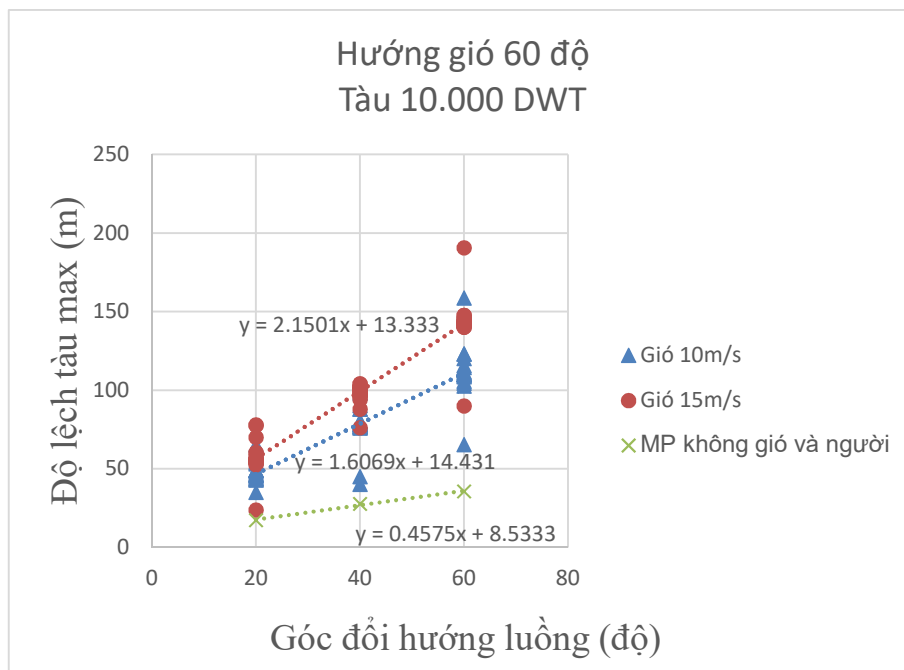
Nhận xét: Có thể thấy rằng với tàu Container 28.000 DWT thì giá trị thay đổi về độ lệch tàu rõ ràng hơn đối với tàu 10.000 DWT và chúng đều có xu hướng tăng mạnh khi hướng luồng thay đổi từ 20 độ, 40 độ và 60 độ. Giá trị số độ lệch tàu giữa hướng 20 độ và 60 độ có thể lên đến 60m

4.4.2 So sánh kết quả độ dạt ngang của tàu khi người điều khiển dẫn tàu 10.000 DWT và 28.000 DWT khi chịu ảnh hưởng của gió với trường hợp không gió không người điều khiển

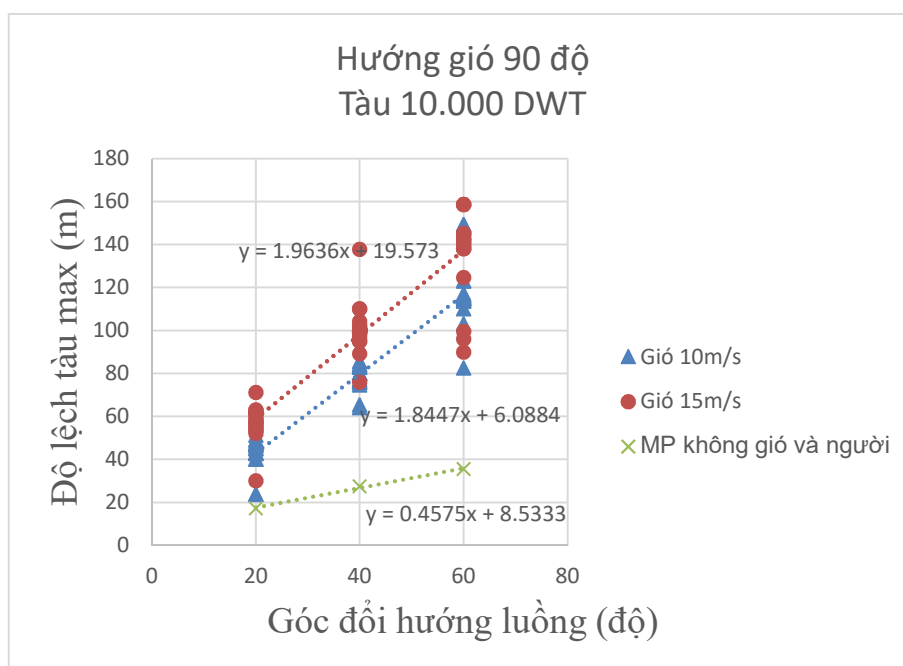
So sánh độ dạt ngang khi người điều khiển dẫn tàu tàu 10.000 DWT và 28.000 DWT theo hướng không có yếu tố ngoại cảnh gió



Hình 4.22. So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 10.000 DWT với hướng gió 30°

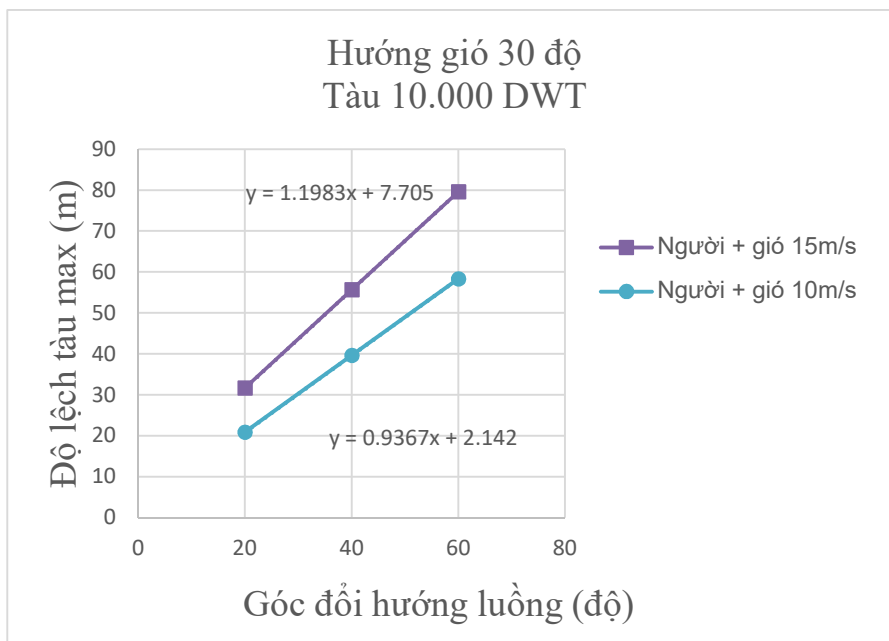


Hình 4.23. So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 10.000 DWT với hướng gió 60°

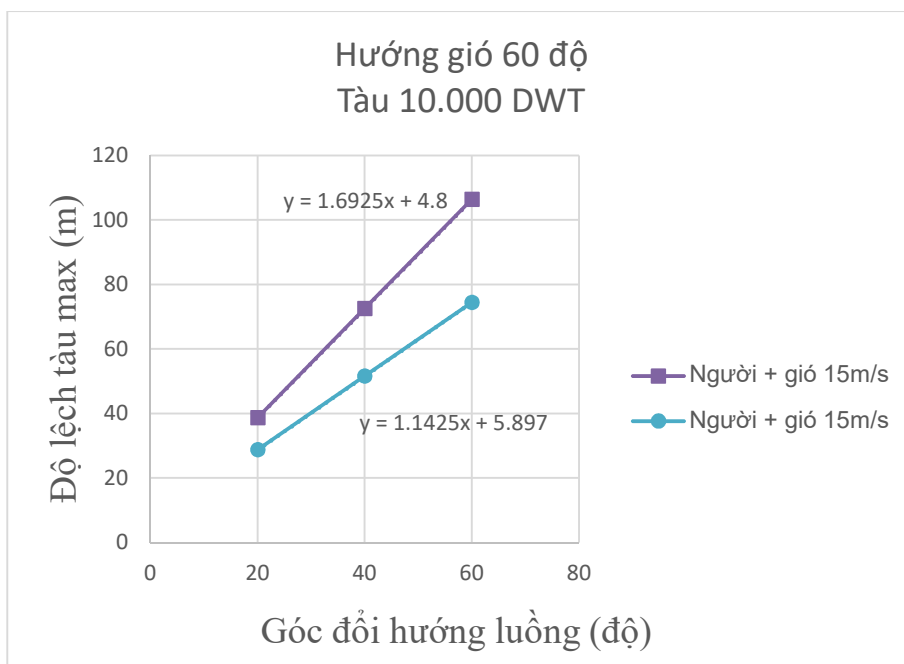


Hình 4.24. So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 10.000 DWT với hướng gió 90°

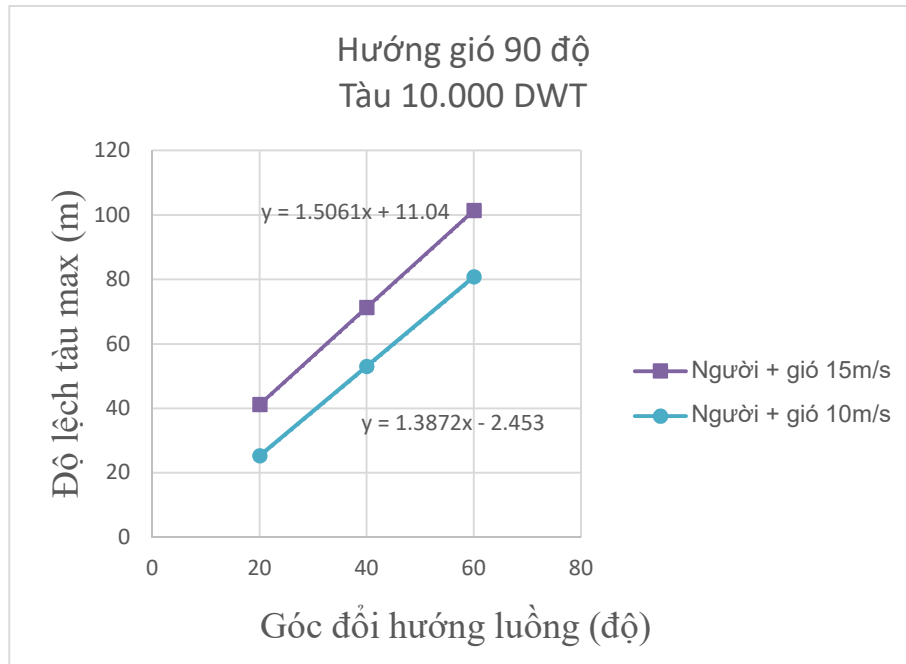
Từ các đồ thị hình 4.20, 4.21 và 4.22 ta có thể tách riêng ảnh hưởng của người và gió theo các biểu đồ sau:



Hình 4.25 Độ lệch tàu 10.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 30⁰

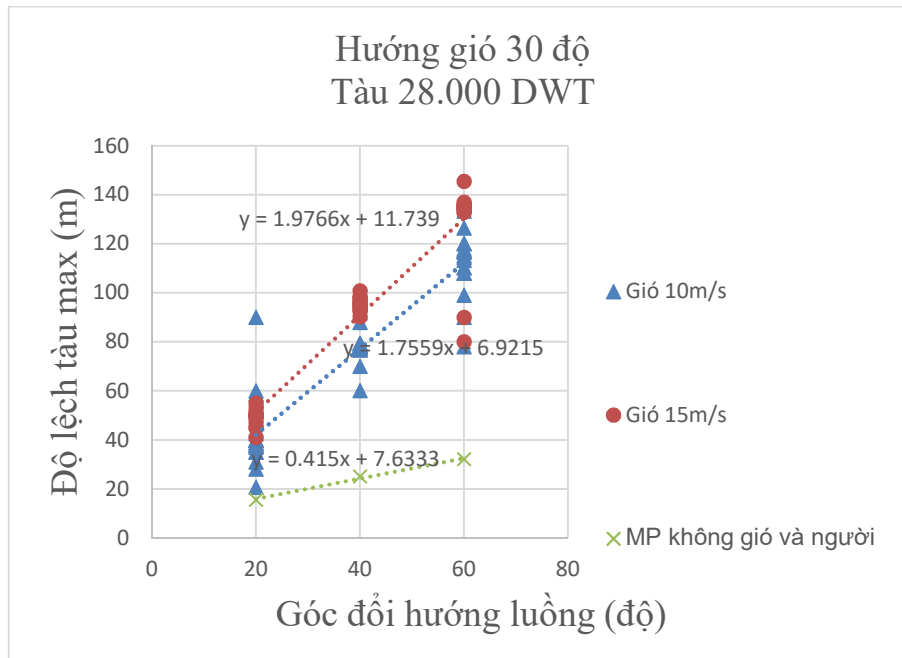


Hình 4.26 Độ lệch tàu 10.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 60⁰

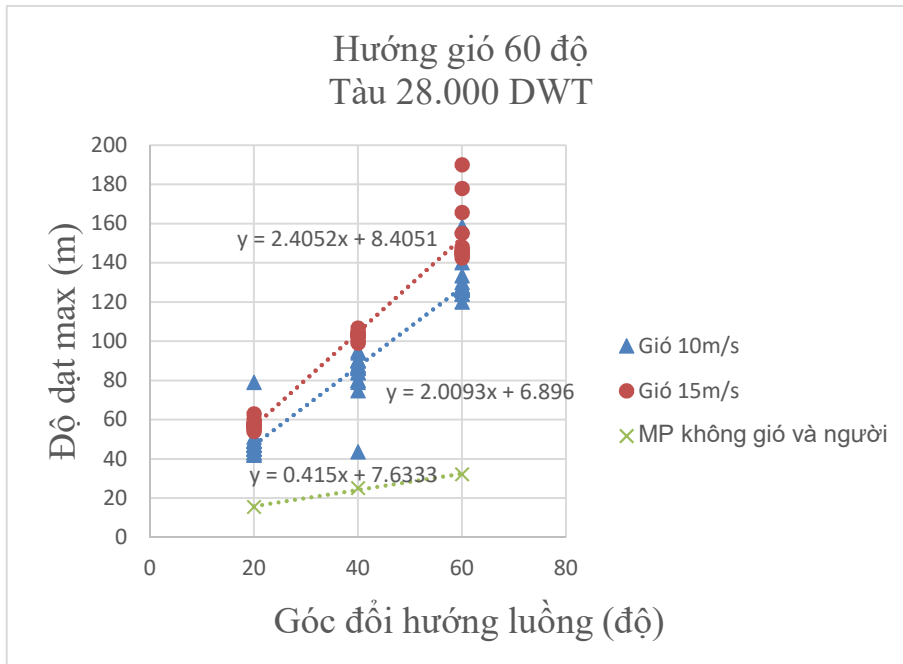


Hình 4.27 Độ lệch tàu 10.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 90⁰

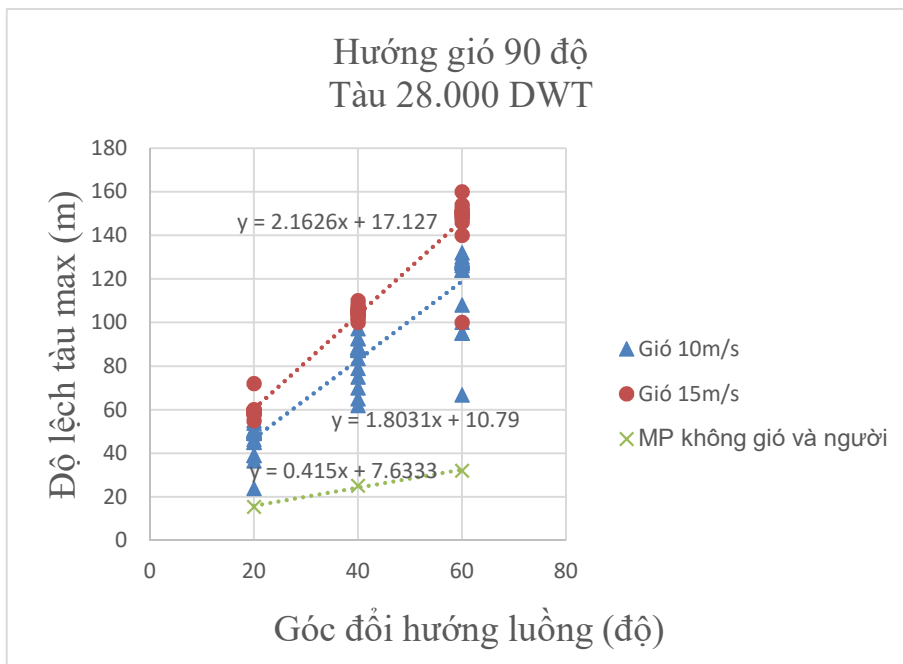
- Tàu 28.000 DWT



Hình 4.28. So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 28.000 DWT với hướng gió 30⁰

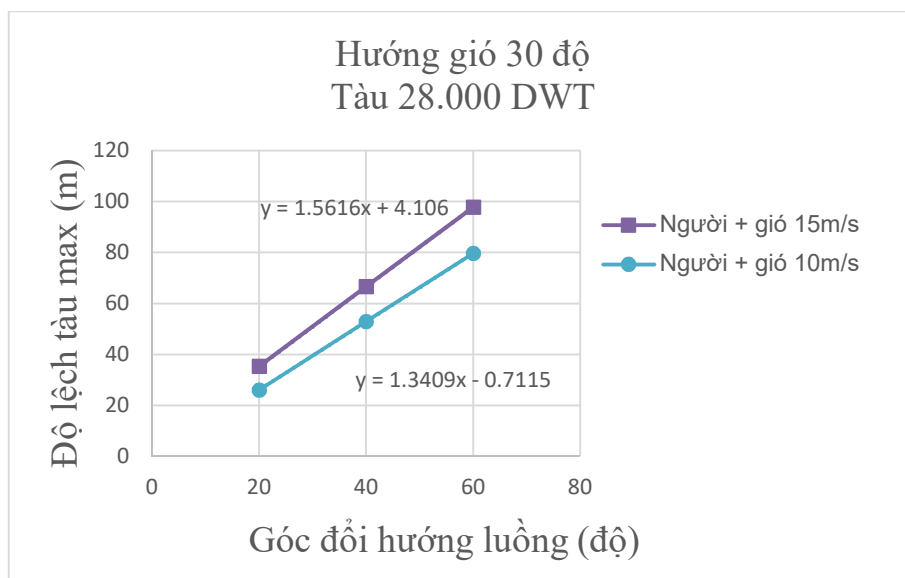


Hình 4.29. So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 28.000 DWT với hướng gió 60⁰

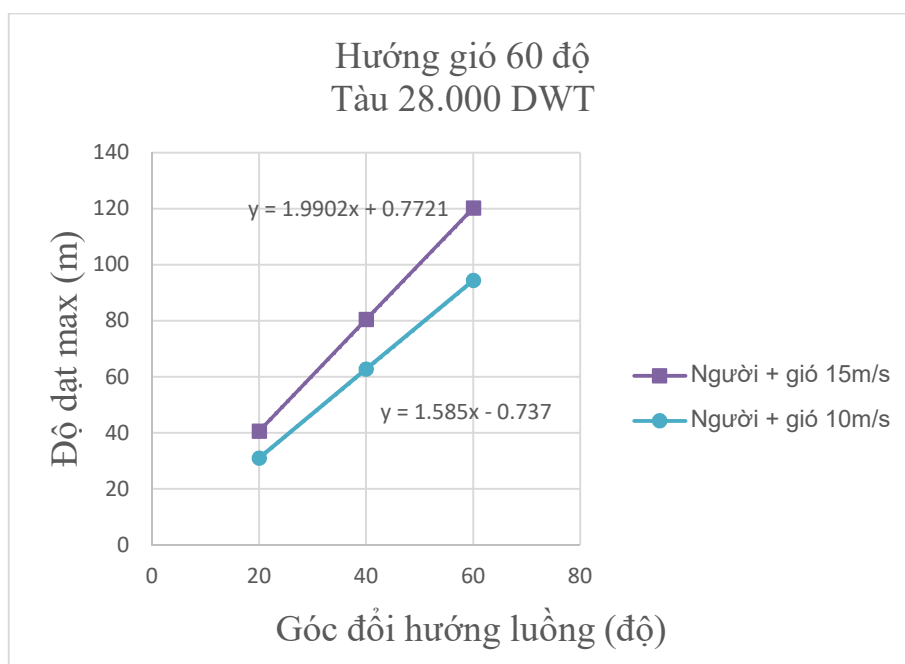


Hình 4.30 so sánh kết quả thực nghiệm và kết quả mô phỏng tàu 28.000 DWT với hướng gió 90⁰

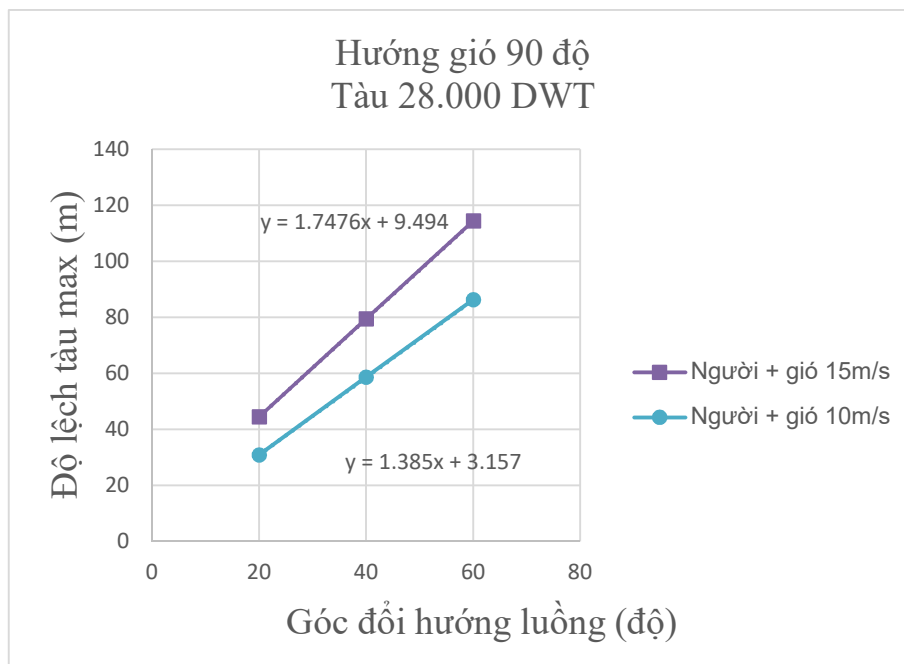
Từ các đồ thị hình 4.23, 4.24 và 4.25 ta có thể tách riêng ảnh hưởng của người và gió theo các biểu đồ sau:



Hình 4.31 Độ lệch tàu 28.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 30⁰



Hình 4.32 Độ lệch tàu 28.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 60⁰



Hình 4.33 Độ lệch tàu 28.000 DWT do người và gió khi gió thay đổi và giữ hướng 90⁰

Căn cứ các hình trên có thể thấy rằng với tàu 10.000 DWT khi có sự tham gia điều động của con người dưới tác động của yếu tố ngoại cảnh gió thì gây ra độ lệch tàu rất lớn so với trường hợp không có tác động của con người và yếu tố ngoại cảnh gió. Sự chênh lệch này có thể trung bình từ 40m đến 100m khi vận tốc gió đạt 15m/s khi góc chuyển hướng luồng tăng từ 20 độ lên 60 độ. Đối với tàu 28000 DWT thì giá trị này có tăng lên đáng kể do việc điều động tàu container có phần ổn định kém hơn tàu bách hóa

Các hình trên cho ta các thông tin về ảnh hưởng của gió đến các tàu khác nhau, ở các hướng khác nhau với tốc độ gió khác nhau. Chúng ta có thể nhận thấy sự phân tán của số liệu thực nghiệm do tác động của yếu tố con người mặc dù xu thế ảnh hưởng được xác nhận. Từ các hình nêu trên, ta có thể đưa ra một số đánh giá sau đây:

Dưới tác động của gió và yếu tố con người, con tàu cần không gian lớn hơn để có thể vận động an toàn. Khi có ảnh hưởng của gió, khả năng điều khiển

con tàu của con người trở nên khó khăn hơn, khả năng bám theo đường đi, chống lại ảnh hưởng trôi dạt do gió gây ra bị hạn chế làm con tàu trôi dạt mạnh hơn khỏi đường đi mong muốn.

Khi tốc độ gió tăng lên thì độ dạt của con tàu cũng tăng lên.

Trong khi chịu ảnh hưởng của gió, con tàu chuyển hướng càng lớn thì ảnh hưởng của gió càng lớn. Ta có thể thấy được độ dạt ngang trong các trường hợp tốc độ gió khác nhau có xu hướng hội tụ về các trường hợp hành trình có góc đổi hướng nhỏ hơn.

Đối với nhiều trường hợp, độ dạt ngang vượt quá 100m, khoảng cách này tương ứng với chiều rộng của đa số các tuyến luồng tại Việt Nam. Điều này chứng tỏ con tàu không có khả năng đi lại an toàn trong các điều kiện như vậy, cần có sự hỗ trợ của các tàu lai hoặc thay đổi biện pháp hành trình một cách thận trọng hơn để tránh nguy cơ trước mắt. Hoặc cơ quan quản lý giao thông phải ngăn ngừa không cho phép các phương tiện tham gia giao thông trong điều kiện như vậy.

4.5 Khuyến cáo độ lệch tàu phục vụ thiết kế luồng hàng hải Việt Nam

Như vậy ta có thể thấy rằng với những góc chuyển hướng luồng khác nhau thì bản thân con tàu chuyển động đã gây ra những độ lệch khác nhau như kết quả trong chương 2 đã phân tích, và bên cạnh đó khi có người điều khiển dẫn tàu trên các hướng khác nhau trong điều kiện chịu ảnh hưởng của gió và khi không chịu ảnh hưởng của yếu tố ngoại cảnh nào cũng càng tạo ra các độ lệch tàu lớn. Thực vậy, kết quả độ lệch này sẽ đóng một vai trò hết sức quan trọng vào việc khuyến cáo thêm về bề rộng thiết kế luồng trong việc thiết kế mới cũng như là điều chỉnh nâng cấp các tuyến luồng hàng hải hiện tại và trong tương lai. Trên cơ sở kết quả phân tích ở trên ta có bảng khuyến cáo độ lệch tàu lớn nhất trên luồng với các trường hợp như sau:

Trường hợp với tàu hàng bách hóa như trong bảng 4.7 đến bảng 4.9

Trường hợp với tàu container như trong bảng 4.10 đến bảng 4.12

Theo kết quả phân tích về đặc điểm hình dáng các tuyến luồng hàng hải Việt Nam hiện nay ở chương 2, phần lớn góc chuyển hướng luồng tập trung ở góc chuyển hướng 25 độ, với ảnh hưởng gió vào khoảng 10 m/s đến 15m/s thì việc dự phòng độ lệch tàu khuyến cáo trên các tuyến luồng này vào khoảng 40m đến 50m với cỡ tàu 10.000 DWT và 28.000 DWT. Tuy nhiên, với các đoạn luồng có góc chuyển hướng lớn đến 600 thì rõ ràng là sẽ không phù hợp để cho người điều khiển dẫn những chủng loại tàu này chạy trên các tuyến luồng này.

- **Tàu 10.000 DWT**

Bảng 4.7 Giá trị độ lệch tàu khuyến của tàu 10.000 DWT do ảnh hưởng của tàu, người, gió

Stt	Hướng gió	Gió	Hướng luồng	Độ lệch tàu khuyến cáo [m]	Độ lệch tàu so với bề rộng B tàu	Mối quan hệ
1	30 ⁰	10 m/s	20 ⁰	38	1.7 B	$Y = 1.394 X + 10.675$
			40 ⁰	66	3 B	
			60 ⁰	94	4.2 B	
		15 m/s	20 ⁰	49	2.2 B	$Y = 1.655 X + 16.238$
			40 ⁰	82	3.7 B	
			60 ⁰	115	5.2 B	
2	60 ⁰	10 m/s	20 ⁰	46	2.0 B	$Y = 1.607 X + 14.431$
			40 ⁰	78	3.5 B	
			60 ⁰	110	5.0 B	
		15 m/s	20 ⁰	56	2.5 B	$Y = 2.15 X + 13.333$
			40 ⁰	99	4.5 B	
			60 ⁰	142	6.4 B	

2	90 ⁰	10 m/s	20 ⁰	43	1.9 B	Y = 1.846 X + 6.088
			40 ⁰	79	3.5 B	
			60 ⁰	116	5.3 B	
		15 m/s	20 ⁰	58	2.6 B	Y = 1.963 X + 19.573
			40 ⁰	98	4.4 B	
			60 ⁰	137	6.2 B	

Bảng 4.8 Giá trị độ lệch tàu khuyến cáo của tàu 10.000 DWT do ảnh hưởng của người, gió

Stt	Hướng gió	Gió	Hướng luồng	Độ lệch tàu khuyến cáo [m]	Độ lệch tàu so với bề rộng B tàu	Mối quan hệ
1	30 ⁰	10 m/s	20 ⁰	20	0.9 B	Y = 0.9367 X + 2.142
			40 ⁰	39	1.7 B	
			60 ⁰	58	2.6 B	
		15 m/s	20 ⁰	31	1.4 B	Y = 1.198 X + 7.07
			40 ⁰	56	2.5 B	
			60 ⁰	79	3.6 B	
2	60 ⁰	10 m/s	20 ⁰	28	1.2 B	Y = 1.142 X + 5.897
			40 ⁰	51	2.3 B	
			60 ⁰	74	3.4 B	
		15 m/s	20 ⁰	38	1.7 B	Y = 1.692 X + 4.8
			40 ⁰	72	3.2 B	
			60 ⁰	106	4.8 B	

2	90 ⁰	10 m/s	20 ⁰	25	1.1 B	Y = 1.387 X + 0.029
			40 ⁰	53	2.4 B	
			60 ⁰	80	3.6 B	
		15 m/s	20 ⁰	41	1.8 B	Y = 1.506 X + 11.04
			40 ⁰	71	3.2 B	
			60 ⁰	101	4.6 B	

Bảng 4.9 Giá trị độ lệch khuyến cáo của tàu 10.000 DWT do ảnh hưởng của người khi gió lộng

Gió	Hướng luồng	Độ lệch tàu khuyến cáo [m]	Độ lệch tàu so với bề rộng B tàu	Mối quan hệ
0 m/s	20 ⁰	25	1.1 B	Y = 0.011 X + 25.033
	40 ⁰	25	1.1 B	
	60 ⁰	25	1.1 B	

- **Tàu 28.000 DWT**

Bảng 4.10 Giá trị độ lệch khuyến cáo của tàu 28.000 DWT do ảnh hưởng của tàu, người, gió

Stt	Hướng gió	Gió	Hướng luồng	Độ lệch tàu khuyến cáo [m]	Độ lệch tàu so với bề rộng B tàu	Mối quan hệ
1	30 ⁰	10 m/s	20 ⁰	42	1.3 B	Y = 1.756 X +6.921
			40 ⁰	77	2.4 B	
			60 ⁰	112	3.6 B	
			20 ⁰	51	1.6 B	

Stt	Hướng gió	Gió	Hướng luồng	Độ lệch tàu khuyến cáo [m]	Độ lệch tàu so với bề rộng B tàu	Mối quan hệ
		15 m/s	40 ⁰	90	2.9 B	$Y = 1.976 X + 11.739$
			60 ⁰	130	4 B	
2	60 ⁰	10 m/s	20 ⁰	47	1.5 B	$Y = 2.009 X + 6.896$
			40 ⁰	87	2.8 B	
			60 ⁰	127	4 B	
		15 m/s	20 ⁰	57	1.8 B	$Y = 2.405 X + 8.405$
			40 ⁰	104	3.3 B	
			60 ⁰	152	4.9 B	
3	90 ⁰	10 m/s	20 ⁰	47	1.5 B	$Y = 1.803 X + 10.79$
			40 ⁰	82	2.6 B	
			60 ⁰	118	3.8 B	
		15 m/s	20 ⁰	60	1.9 B	$Y = 2.162 X + 17.127$
			40 ⁰	103	3.3 B	
			60 ⁰	146	4.7 B	

Bảng 4.11 Giá trị độ lệch khuyến cáo của tàu 28.000 DWT do ảnh hưởng của người, gió

Stt	Hướng gió	Gió	Hướng luồng	Độ lệch tàu khuyến cáo [m]	Độ lệch tàu so với bề rộng B tàu	Mối quan hệ
1	30 ⁰	10 m/s	20 ⁰	26	0.8 B	$Y = 1.305 X + 0.22$
			40 ⁰	52	1.6 B	
			60 ⁰	78	2.5 B	
			20 ⁰	35	1.1 B	

Stt	Hướng gió	Gió	Hướng luồng	Độ lệch tàu khuyến cáo [m]	Độ lệch tàu so với bề rộng B tàu	Mối quan hệ
2		15 m/s	40 ⁰	66	2.1 B	Y = 1.561
			60 ⁰	97	3.1 B	X + 4.106
	60 ⁰	10 m/s	20 ⁰	30	0.9 B	Y = 1.553 X + 0.102
			40 ⁰	62	2 B	
			60 ⁰	93	3 B	
		15 m/s	20 ⁰	40	1.3 B	Y = 1.99 X + 0.772
			40 ⁰	80	2.6 B	
			60 ⁰	120	3.8 B	
	90 ⁰	10 m/s	20 ⁰	30	1 B	Y = 1.385 X + 3.157
			40 ⁰	58	1.8 B	
			60 ⁰	86	2.7 B	
		15 m/s	20 ⁰	44	1.4 B	Y = 1.747 X + 6.494
			40 ⁰	79	2.5 B	
			60 ⁰	114	3.6 B	

Bảng 4.12 Giá trị độ lệch khuyến cáo của tàu 28.000 DWT do ảnh hưởng của người khi gió lộng

Gió	Hướng luồng	Độ lệch tàu khuyến cáo [m]	Độ lệch tàu so với bề rộng B tàu	Mối quan hệ
0 m/s	20 ⁰	33	1.0 B	Y = 0.152 X + 30.062
	40 ⁰	36	1.1 B	
	60 ⁰	39	1.2 B	

Trong đó:

Y: Giá trị thứ nguyên độ lệch tàu lớn nhất (m).

X: Giá trị thứ nguyên góc chuyển hướng luồng (độ).

Căn cứ bảng khuyến cáo độ lệch tàu trong các bảng 4.7 đến 4.12 có thể thấy rằng với góc chuyển hướng luồng không quá lớn ở khoảng 20^0 thì việc điều chỉnh đối với các tuyến luồng hàng hải Việt Nam với các góc chuyển hướng luồng phổ biến ở 25^0 cho tàu hàng 10.000 DWT hay tàu Container 28.000 DWT là vào khoảng từ 40 m đến 50m khi vận tốc gió từ 10m/s đến 15m/s là có thể thực hiện được với bề rộng luồng tự nhiên như hiện nay. Tuy nhiên với trường hợp có góc chuyển hướng luồng lớn đến 60^0 với độ lệch tàu lên đến từ 120 m đến 140m thì rõ ràng với cả tàu hàng cỡ 10.000 DWT hay tàu Container 28.000 DWT đều cần khoảng trống rất lớn và điều này rất nguy hiểm khi hành hải trên các tuyến luồng có bề rộng tự nhiên không thực sự lớn.

Ngoài ra có thể thấy rằng với các hướng gió thay đổi từ 30^0 , 60^0 , 90^0 với cùng một vận tốc gió thì sự ảnh hưởng tới độ lệch tàu là không đáng kể thậm trí không thực sự rõ ràng do độ chênh lệch trung bình chỉ khoảng 10m, cũng tương tự khi vận tốc gió tăng từ 10m/s lên 15m/s thì với cả tàu 10.000 DWT hay tàu Container 28.000 DWT đều có sự tăng nhẹ về độ dạt. Tuy nhiên, sự tăng độ lệch ngang này trung bình nằm trong khoảng 15m đến 20m là không đáng kể.

Do đó, với nghiên cứu đạt được ở trên có thể thấy khi hướng luồng thay đổi có ảnh hưởng rất lớn tới độ lệch ngang của tàu. Và với những trường hợp góc chuyển hướng luồng trên các tuyến luồng hàng hải Việt Nam hiện nay phần lớn ở khoảng 25^0 thì bảng khuyến cáo độ lệch tàu như bảng 4.7 đến 4.12 là thực sự cần thiết và hữu ích cho việc nâng cấp các tuyến luồng hàng hải hiện tại và trong tương lai.

Kết luận chương 4

Trong nội dung chương này tác giả đã xây dựng được các bài thực nghiệm và từ đó thực hiện được việc mô phỏng thực nghiệm chuyển động tàu khi có người điều khiển trong điều kiện có ảnh hưởng của gió và khi không có ảnh hưởng của gió.

Với các kết quả đạt được, nội dung chương đã so sánh đánh giá được độ lệch tàu do con người tạo ra trong trường hợp dẫn tàu không chịu bất kỳ ảnh hưởng ngoại cảnh nào và trong tình huống dẫn tàu chịu ảnh hưởng bởi các điều kiện gió khác nhau.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Nghiên cứu tác động của yếu tố con người trong điều khiển phương tiện giao thông hàng hải là một tiền đề để giải quyết các vấn đề liên quan trực tiếp đến an toàn giao thông hàng hải. Trong đề tài, tác giả đã thực hiện được các nhiệm vụ sau đây:

Xây dựng được cơ sở khoa học nghiên cứu, đánh giá được hình dáng các tuyến luồng hàng hải Việt Nam và đánh giá được đặc điểm gió trên các trạm quan trắc dọc bờ biển Việt Nam.

Xác định tác động của yếu tố con người trong điều khiển tàu tập trung vào việc xác định khả năng dẫn tàu bám theo đường đi đã định. Đánh giá được các khả năng này và đối chiếu với các quy định hiện hành về thiết kế luồng hàng hải, đề tài đã đưa ra được khuyến cáo cần xem xét đến yếu tố con người khi thiết kế, xây dựng các tuyến luồng hàng hải.

Xây dựng được thiết bị chuyển đổi giữ liệu từ phòng mô phỏng buồng lái sang dạng file số liệu chạy trên ứng dụng excel.

Đề tài đã viết coding được chương trình vẽ biểu đồ hoa gió, mô phỏng số chuyển động tàu, mô phỏng số tàu chạy theo đường đi đã định trên ngôn ngữ lập trình C++.

Hoàn thành xây dựng các mô hình toán của các tàu hàng bách hóa, tàu container, là hai loại tàu thường hoạt động trên các vùng biển Việt Nam để sử dụng trong mô phỏng số phục vụ đánh giá tác động của yếu tố con người trong điều khiển tàu.

Thực hiện đánh giá yếu tố con người từ các số liệu thực nghiệm, đánh giá tác động tổng hợp giữa 3 yếu tố : con tàu, con người và điều kiện ngoại cảnh tác động của gió.

Có thể thấy rằng khi có tác động của yếu tố con người và ngoại cảnh gió tác động thì độ lệch tàu thay đổi khá lớn và có xu hướng tăng tỉ lệ thuận khi hướng luồng thay đổi từ $20^0, 40^0, 60^0$ và chúng có quan hệ với nhau qua những mối quan hệ bậc nhất. Mặt khác khi hướng gió thay đổi thì độ lệch tàu có sự thay đổi nhẹ và có những lúc thực nghiệm sự thay đổi này là không rõ ràng và nhìn chung độ lệch tàu cũng có xu hướng tăng nhẹ khi hướng gió tăng.

Trường hợp vận tốc gió tăng từ 10m/s lên 15m/s thì độ lệch tàu thay đổi khá rõ ràng mặc dù không thực sự lớn.

Đề tài đã đưa ra được giá trị khuyến cáo về độ lệch tàu khi người điều khiển dẫn tàu trên các hướng luồng thay đổi $20^0, 40^0, 60^0$ khi có ảnh hưởng của gió với các giá trị hướng gió thay đổi $30^0, 60^0, 90^0$ và cường độ gió 10m/s và 15m/s. Điều này thực sự rất hữu ích cho các nhà thiết kế luồng hiện nay và trong tương lai để có thể kết hợp với các hướng dẫn thiết kế luồng hiện tại để đưa ra những giá trị thiết kế tối ưu và đầy đủ nhất.

2. Kiến nghị

Xem xét sử dụng các kết quả thực nghiệm để dự đoán độ lệch tàu do con người gây ra phục vụ thiết kế luồng hàng hải nhằm đảm bảo an toàn hàng hải.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CÔNG BỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI LUẬN ÁN

1. Nguyễn Xuân Thịnh - Tạp chí giao thông vận tải số đặc biệt năm 2015
“ Đề xuất phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của độ lệch tàu trên luồng phục vụ công tác thiết kế đường thủy nội địa”.
2. Nguyễn Xuân Thịnh - Báo cáo “Phương pháp nghiên cứu ảnh hưởng của độ lệch tàu trên luồng phục vụ công tác thiết kế luồng” tại hội nghị an toàn giao thông Việt Nam năm 2015.
3. Nguyễn Xuân Thịnh - Tạp chí giao thông vận tải số tháng 5/2018
“Nghiên cứu đánh giá độ dạt ngang do chuyển động của tàu gây ra khi chạy trên luồng hàng hải”.
4. Nguyễn Xuân Thịnh - Tạp chí giao thông vận tải số tháng 6/2018
“Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán mô phỏng chuyển động một số loại tàu trên luồng hàng hải”.
5. Nguyễn Xuân Thịnh - Tạp chí giao thông vận tải số tháng 3/2019
“Nghiên cứu đánh giá độ lệch tàu 28.000 DWT do người điều khiển dẫn tàu khi không có tác động của ngoại cảnh”.
6. Nguyễn Xuân Thịnh - Tạp chí giao thông vận tải số tháng 5/2019
“Nghiên cứu so sánh đánh giá độ lệch tàu chở hàng rời và tàu container khi người điều khiển dẫn tàu trong trường hợp không có tác động của ngoại cảnh”.
7. Nguyễn Xuân Thịnh – Tạp chí Khoa học và kinh tế Hải Phòng số tháng 6/2019 “Nghiên cứu so sánh đánh giá độ lệch tàu chở hàng rời và tàu container khi người điều khiển dẫn tàu trong trường hợp không có tác động của ngoại cảnh”.

8. Nguyễn Xuân Thịnh - Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường năm 2016
“Phân tích yếu tố khí tượng dọc bờ biển Việt Nam từ năm 2010 đến 2014 để phục vụ việc nghiên cứu yếu tố gió trong việc thiết kế các tuyến luồng hàng hải Việt Nam” .
9. Nguyễn Xuân Thịnh - Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường năm 2018
“Nghiên cứu đánh giá kết quả mô phỏng thực nghiệm của một số loại tàu hàng hải”.
10. Nguyễn Xuân Thịnh - Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường năm 2019
“Nghiên cứu mô phỏng độ dạt ngang của tàu container 28.000 DWT trên luồng do người điều khiển tạo ra dưới ảnh hưởng của yếu tố gió”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đề án phát triển Bảo đảm Hàng hải 2020 định hướng phát triển 2030 , phê duyệt của thủ tướng chính phủ ngày 14 tháng 7 năm 2011.
- [2] Quy hoạch phát triển hệ thống cảng biển Việt Nam đến năm 2020, định hướng đến năm 2030, phê duyệt của thủ tướng chính phủ ngày 24/12/2009, quyết định số 2190/QĐ-TTg.
- [3] Quy trình thiết kế kênh biển 1976
- [4] Số liệu thu thập bình đồ toàn bộ các tuyến luồng Hàng hải Việt Nam tại Xí nghiệp Khảo sát – Tổng Công ty Bảo đảm an toàn Hàng hải Phía Bắc và phía Nam năm (2015)
- [5] Số liệu thu thập về khí tượng tại các trạm quan trắc từ trạm khí tượng Hải văn Quốc gia (2015).
- [6] PGS.TS Phạm Văn Thuận – Tạp chí khoa học công nghệ hàng hải, 2012 “Dự đoán tính năng điều động tàu sử dụng K –T model”
- [7] Ths Nguyễn Xuân Thịnh - Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường năm 2016 “Phân tích yếu tố khí tượng dọc bờ biển Việt Nam từ năm 2010 đến 2014 để phục vụ việc nghiên cứu yếu tố gió trong việc thiết kế các tuyến luồng hàng hải Việt Nam”, Trường Đại học hàng hải Việt Nam, 2016
- [8] Ths Nguyễn Xuân Thịnh - Đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường năm 2018 “Nghiên cứu đánh giá kết quả mô phỏng thực nghiệm của một số loại tàu hàng hải” , Trường Đại học hàng hải Việt Nam, 2018
- [9] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11419:2016 Luồng tàu biển – yêu cầu thiết kế
- [10] Approach Channels - A Guide for Design,” PTC II-30 Final Report of the Joint Working Group PIANC and IAPH in cooperation with IMPA and IALA, Supplement to Bulletin No 95, June 1997.
- [11] Spyrou, K. (1994) “A New Approach for Assessing ship Maneuverability Based on Decisions’.

- [12] Hideki Hagiwara “Weather routing of (sail – assisted) motor vessels”
- [13] “IALA Recommendation for a definition of the nominal daytime range of maritime signal lights intended for the guidance of shipping by day”, April 1974.
- [14] Hiroaki KOBAYASHI, “Human factor in ship handling”.
- [15] PHAM Van Thuan, KOBAYASHI Hiroaki, “The influences of environment”, Proceeding of 6th Asian Conference on Marine Simulator and Simulation Research, p29-36, 2006.
- [16] PHAM Van Thuan, KOBAYASHI Hiroaki, “Evaluation of container ship maneuvering characteristics from view point of ship handling ability”; Journal of Japan Institute of Navigation, Vol.118, p283-289, 2008.
- [17] The Research Committee of Dynamic Performance Manoeuvring and Control Section, “Prediction of maneuverability of a ship”, Bulletin of the Society of Naval Architects of Japan No. 668, February 1985 (Translated from Japanese by Takako Bundgaard, edited by M.S. Chislett for Danish Maritime Institute, 1986).
- [18] International Towing Tank Conference, “7.5-02-06-02 Procedure for Captive model test”, website http://ittc.sname.org/2006_recomm_proc/7.5-02-06-02.pdf, 2005.
- [19] Paramore, B and P, King, “Study of task performance Problem in Report of Collision, Rammings and Grounding and Entrances”, Operation Research, 1979.
- [20] International Maritime Organization, “Standards for ship manoeuvrability”, Annex 6, Resolution MSC.137(76), 2002.
- [21] Kijima, K., Katsuno, T., Nakiri, Y, and Furukawa, Y. "On the Manoeuvring Performance of a Ship with the Parameter of Loading Condition", Journal of the Society of Naval Architects of Japan, Vol.168, 1990.

- [22] The specialist Committee on Esso Osaka, “Final report and Recommendation to the 23rd ITTC”, Proceedings of the 23rd ITTC, Volume II, 2002.
- [23] De Bruin, D. , Course on Inland Navigation, International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering, Delft 1983.
- [24] Introduction Course on Inland Water Transport Ganga River India, Pilot Project, Lecture Notes Delft, Nedoco/ DELFT HYDRAULICS, February 1989.
- [25] Proceedings of Asian Navids 86, Congress 11 – 14 February 1986, Madras India Paris, IALA, 1986.
- [26] Recommendation for Leading Lights, Extract from IALA Bulletin, no 71 – 1997 – 3, Paris, IALA, May 1977.
- [27] Navigability of the River Niger, vol III, Report on Investigations, studies and dredging operations downstream of Lokoja 1977 – 1980. The Hague Nedeco, 1983
- [28]. NGUYEN MINH QUY (2008). "Risk and Simulation - Based Design of Approach Channel". Delft University of Technology, the Netherlands.
- [29]. THORESEN, C. A. (2003). Port Designer's Handbook: Recommendations and Guidelines, Thomas Telford Publishing Ltd, Heron Quay, London E14 4JD.
- [30]. USACE. (2006). "Hydraulic Design Guidance for Deep-Draft Navigation Projects" U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC.
- [31]. WEBSTER, C. (1992). Shiphandling simulation application to waterway design, National Academy of Sciences, United States of America
- [32] <http://www.vinamarine.mt.gov.vn/>
- [33] <http://www.pianc.org.uk>
- [34] 野本謙作, 「船の操縦性」, 造船協会学会誌第424号 pp8-11, 1965

- [35] 仙田晶一, 東京商船大学 学位論文 「制限された状況における 船体 運動制御の操船者特性に関する研究」, 2000.
- [36] Aubourg, D., Lawson, & Treloar. (2002). The use of ship simulators in projects around Australia. PIANC 2002, 30th International Navigation Congress, Sydney.
- [37] PIANC. (1997). Approach channels - A guide for design: International Association of Ports and Harbors.
- [38] Quay, N.M., Vrijling, J.K., Gelder, P.H.A.J.M, Groenveld, R., and Gucma, L. (2006). On the probabilistic analysis of non-stationary ship maneuvering results for waterway design. 31st PIANC Congress, Estoril, Portugal.
- [39] Webster, C. (1992). Shiphandling simulation application to waterway design: National Academy of Sciences, United States of America.
- [40] Abkowitz, M., 1981, "System Identification in Ship Maneuvering Trials : Analysis of the ESSO OSAKA Trials Data, MIT Dept. of Ocean Engineering Report 81-9.
- [41] Agdrup, K., Jensen, A.G., Aage, C., 1998, "Wind Tunnel Assessment of Ship Manoeuvrability using PMM Technique", MAN'98, Val de Reuil, France, pp. 1-9F.
- [42] Alessandrini, B., Delhommeau, G., 1998, "Viscous Free Surface Flow Past a Ship in Drift and Rotating Motion", 22nd Symposium on Naval Hydrodynamics, Washington, D.C., USA.
- [43] Ando, J., Yamamoto, T., Maita, S., Nakatake, K., 1997, "An Estimation of Hydrodynamic Forces Acting on a Ship in Oblique Towing by a Simple Surface Panel Method (SQCM)", (in Japanese), TWCNA, No. 94, pp. 13-20.
- [44] Ankudinov, V., and Miller, E., 1979, "Predicted Maneuvering Characteristics of the Tanker Esso Osaka in Deep and Shallow Water," Hydronautics Report 778-1.

- [45] Ankudinov, V., Daggett, L., et al, 1996, "Squat Predictions for Manoeuvring Applications", MARSIM'96, Copenhagen, Denmark, Vol.1, pp. 467-495.
- [46] Ankudinov, V.K., Jakobsen, B.K., 1999, "Squat Predictions at an Early Stage of Design", Workshop on Ship Squat in Restricted Waters, SNAME Technical and Research Bulletin.
- [47] Bailey, P. A., Price, W.G., Temarel, P., 1995, "The Dynamic Stability and Manoeuvring of a Ship in a Sea-way", PRADS'95, Seoul, Korea, pp. 1.479-1.493.
- [48] Vantorre, M., 1999a, "A review of practical methods for prediction of squat", Workshop on Ship Squat in Restricted Waters. SNAME Technical and Research Bulletin.
- [49] Vantorre, M., 1999b, "Influence of fluid mud layers on squat effects", Workshop on Ship Squat in Restricted Waters. SNAME Technical and Research Bulletin
- [50] Chen, HC, Chen, M, and Huang, ET (1996), "Chimera RANS Simulations of Unsteady 3D Flows Induced by Ship and Structure Interactions," Flow Modeling and Turbulence Measurements VI, edited by C.J. Chen, C. Shih, J. Lienau and R.J. Kung, Balkema, Rotterdam, pp 373-380.
- [51] Chen, H.C., Chen, M. and Davis, D.A (1997), "Numerical Simulation of Transient Flows Induced by a Berthing Ship," International Journal of Offshore and Polar Engineering, Vol. 7, No. 4, pp. 277-284.
- [52] Chen, H.C., Liu, T., Huang, E.T., and Davis, D.A (2000), "Chimera RANS Simulation of Ship and Fender Coupling for Berth Operations," International Journal of Offshore and Polar Engineering, Vol. 10, No. 2, pp. 112-122.

- [53] Chen, HC and Patel, VC (1988), "Near-Wall Turbulence Models for Complex Flows Including Separation," AIAA Journal, Vol 26, No 6, pp. 641-648.
- [54] Suhs, NE and Tramel RW (1991), "PEGSUS 4.0 Users Manual," Arnold Engineering Development Center Report AEDC-TR-91-8, Arnold Air Force Station, TN.
- [55] Huang, T.S. (1990), "Interaction of Ships with Berth at Floating Terminals," TM-65-90-03, Naval Civil Engineering Laboratory, Port Hueneme, California.
- [56] Huang, E.T. and Chen, H.C. (2003), "Ship Berthing at a Floating Pier," Proceedings, 13th International Offshore and Polar Engineering Conference, Vol. III, pp. 683-690, Honolulu, Hawaii, May 25-30.
- [57] Shigehiro, R., Ueda, K., Arii, T., 1996, "Course Stability of the High-Speed-Towed Fish Preserve" (in Japanese), JKSNA, No. 227, pp. 79-87.
- Shigehiro, R., Ueda, K., Arii, T., Nakayama, H., 1997, "Course Stability of the HighSpeed-Towed Fish Preserve with Wind Effect" (in Japanese), JKSNA, No. 228, pp 167-174.

PHỤ LỤC 1

Code lập trình mô phỏng chuyển động quay trở tàu

```
/* Turning test */  
  
#include <iostream.h>  
#include <math.h>  
#include <iomanip.h>  
#include <stdlib.h>  
#include <stdio.h>  
#include <fstream.h>  
#include <string.h>  
#include <conio.h>  
#include <stdlib.h>  
  
  
double Lat, Long, hammu, course, r, vd; /* ship's position */  
int i, n, k, i1, i2, i3, q, x;  
double t, t1, t2, t3, m, v, vi, vf, vd, del, p, delta, delta0, c, time, Rev, Speed1,  
Speed2, av, bv;  
double bsidd, bsid, bsi, asidd, asid, asi;  
double Kd=1;  
double Td=0.173475;  
double K;  
double T;  
double L=145;  
double Avv=0.001419901  
double Arr=-13.26593907;  
double Ann=-0.027779674
```



```

printf("\nPlease enter initial speed of vessel? : "); scanf("%lf", &vi);

printf("\nPlease enter engine revolution : "); scanf("%lf", &Rev);
av=vi;
del=1; // interval of calculation
t=0;
Lat=0;
Long=0;
n=(int)(t1/del);
course=0;
r=0;
    asi=0;
    asid=0;
    asidd=0;
for (i=1; i<=n; i++)
    {
        t=t+del;
////////////////////////////////////
        //Calculation of Speed

        vd=Ann*Rev*Rev+Anv*Rev*av-Avv*av*av-Arr*asid*asid;

        bv=vd*del+av;

////////////////////////////////////

        K=Kd*av/L;

```



```

T=Td*L/av;
m=delta*3.14159/180;
bsidd=(K*m-asid)/T;
bsid=bsidd*del+asid;
bsi=bsid*del+asi;
k=(int)(bsi*180/3.14159)/360;
c=course=bsi*180/3.14159-360*k;
//c=int(bsi*180/3.14159)%360;
    r=bsid;
    Lat=Lat+bv*del*cos(bsi);
    Long=Long+bv*del*sin(bsi);
    fprintf(fp1, "\n%lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t
%lf\t\t %lf\t\t ", t, c, bsid*L/vi, Long, Lat, delta, bv/vi, Rev, K);
    asi=bsi;
    asid=bsid;
    asidd=bsidd;
    av=bv;
    }
    fclose(fp1);
printf("Do you want to continue? [Y or N?]"); scanf("%s", &a);

if (a=='y' || a=='Y') {goto B;} else {goto E;}
E:
{printf("Thank you for using my program! Have a nice day!\n");}

return(0);
}

```

PHỤ LỤC 2

Code lập trình mô phỏng chuyển động tàu chạy theo đường

```
/* Tracking test */
#include <iostream.h>
#include <math.h>
#include <iomanip.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <fstream.h>
#include <string.h>
#include <conio.h>
#include <stdlib.h>

double hammu, course, r, vd; /* ship's position */
int i, n, k, i1, i2, i3, q, x, l;
double t, t1, t2, t3, m, v, vi, vf, vd, del, p, delta, delta0, c, time, Rev,
Speed1, Speed2, av, bv;
double bsidd, bsid, bsi, asidd, asid, asi;
double dx, dy;
double sign1, k1;
double deltaR, lat11, long11;
//control rudder variables
double Te=2.5;
double deltaC=7.5;
double deltaMax=3;
double deltaS;
```

```

double deltaD;
double SS, sign;
double Kd=1.073742;//1.56; //0.78; //0.93; //1.565971;
double Td=4.5;//3.5; //4.2; //3.7; //1.7; //2.17; //0.173475;
double K;
double T;
double L=135;//325;
double Avv=0.001419901; //0.000398656; //0.00012112;
double Arr=-13.26593907; //0.003527043; //290.00757;
double Ann=-0.027779674;//0.007799503; //0.00706027;
double Anv=0.012562353; //-3.724583796; //-0.00102494;
double nP[7];      //engine revolution
double Sp[7];      //speed
//control rudder
double Ce1, Ce2, C1, C2, D1, D2, De1, De2, ye1, ye2, psi1, psi2, delta1,
delta2, dk, D;
double K1=0.32; //0.776; //0.98; //0.776; //0.189; // - gia tri tinh toan;
0.04725
double K2=2.93; //4.9494; //2.4747; // - gia tri tinh toan; 0.618675
double K3=-282; //400; //346.46; // - gia tri tinh toan; 86.615 86.615; //
double A1=0.515; //0.04795; //0.515;
double A2=0.0821; //0.772;
double A3=0.72; //1.16;
double nP1, AA1, AA2, dye1, AA, AA3, Pi;
double Lat[10], Long[10];
double Lat1, Lat2, Lat3, Long1, Long2, Long3;
double deltaW, deltaW1;

```



```

        }
    else
    {

        for (i2=1; i2<=11; i2++)
        {
            if(fscanf(fp3, "%lf %lf", &Lat[i2], &Long[i2])!=EOF)
            {
                printf("-");
            }

            else break;
        }
    }

    av=vi;
    del=1; // interval of calculation
    t=0;
    Lat0=0;
    Long0=20;
    dx=Lat0;
    dy=Long0;
    Pi=3.14159;
    n=(int)(t1/del);
    course=0;
    r=0;
    asi=0;
    asid=0;
    asidd=0;

```

```

    q=1;
for (i=1; i<=n; i++)
{
    t=t+del;
    //////////////////////////////////////
    //Calculation of Speed
    vd=Ann*Rev*Rev+Anv*Rev*av-Avv*av*av-Arr*asid*asid;
    bv=vd*del+av;
    //////////////////////////////////////
    //////////////////////////////////////

    // Calculation of rudder angle
    for(l=1; l<10; l++)
    {
        //    q=1;
        Lat1=Lat[q];
        Long1=Long[q];
        Lat2=Lat[q+1];
        Long2=Long[q+1];
        Lat3=Lat[q+2];
        Long3=Long[q+2];
        De1=sqrt((Lat2-Lat1)*(Lat2-Lat1)+(Long2-
Long1)*(Long2-Long1));
        De2=sqrt((Lat3-Lat2)*(Lat3-Lat2)+(Long3-
Long2)*(Long3-Long2));
        D1=sqrt((Lat2-dx)*(Lat2-dx)+(Long2-dy)*(Long2-dy));
        D2=sqrt((Lat3-dx)*(Lat3-dx)+(Long3-dy)*(Long3-dy));

```

```

Ce1=asin((Long2-Long1)/(De1));
Ce2=asin((Long3-Long2)/(De2));
C1=asin((Long2-dy)/(D1));
C2=asin((Long3-dy)/(D2));
ye1=D1*sin(C1-Ce1);
ye2=D2*sin(C2-Ce2);
psi1=(Ce1-asi)*180/Pi;
    }
    if (D1>300)
        {
            q=q;
        }
        else
        {
            q=q+1;
        }
delta1=((K1*ye1+K2*psi1+K3*(asid*180/Pi)/bv));
if (delta1>=35)
{
    deltaS=35;
}
else
{
    if (delta1<=-35) {deltaS=-35;} else {deltaS=delta1;}

}
// Mays lai

```

```

        if(deltaS>delta)
        {
            SS=deltaS-delta;
            sign=1;
        }
        else
        {
            SS=delta-deltaS;
            sign=-1;
        }
        if (SS>deltaC)
        {
            deltaD=sign*deltaMax;
            delta=delta+deltaD*del;
        }
        else
        {
            deltaD=(deltaS-delta)/Te;
            delta=delta+deltaD*del;
        }
        if (delta>35) {delta=35;} else {
if(delta<-35) {delta=-35;} else {delta=delta;}}
        K=Kd*av/L;
        T=Td*L/av;
        m=delta*3.14159/180;

        bsidd=(K*m-asid)/T;

```



```

    bsid=bsidd*del+asid;
    bsi=bsid*del+asi;
    k=(int)(bsi*180/3.14159)/360;
    c=course=bsi*180/3.14159-360*k;
    r=bsid;
    dx=dx+bv*del*cos(bsi);
    dy=dy+bv*del*sin(bsi);
    fprintf(fp1, "\n%lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t
%lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t ", t, c, bsid*L/vi, dy, dx, delta, bv, Rev, D1,
ye1, psi1, Lat2, Long2 );
    //      fprintf(fp1, "\n%lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t %lf\t\t
%lf\t\t %lf\t\t ", t, c, bsid*L/vi, Long1, Lat1, delta, bv/vi, Rev, K);
    asi=bsi;
    asid=bsid;
    asidd=bsidd;
    av=bv;
    }
    fclose(fp1);
    printf("Do you want to continue? [Y or N?]"); scanf("%s", &a);
    if (a=='y'||a=='Y') {goto B;} else {goto E;}
E:
    {printf("Thank you for using my program! Have a nice day!\n");}
    return(0);
}

```