ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

STUDY AND DESIGN SAILBOAT TYPE DINGHY

ศตวรรษ นาคศรีสุข

SATAWAT NAKSRISUK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2560

KMITL-2017-ED-M-222-032

ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

STUDY AND DESIGN SAILBOAT TYPE DINGHY

ศตวรรษ นาคศรีสุข
SATAWAT NAKSRISUK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2560
KMITL-2017-ED-M-222-032

STUDY AND DESIGN SAILBOAT TYPE DINGHY

SATAWAT NAKSRISUK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION
IN TECHNOLOGY OF INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2017
KMITL-2017-ED-M-222-032

COPYRIGHT 2017
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้
นักศึกษา	นายศตวรรษ นาคศรีสุข
รหัสประจำตัว	57603117
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.สมชาย เชะวิเศษ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ภิรมย์การ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษารูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ 2) เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้ 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินความคิดเห็น แบบประเมินประสิทธิภาพ และแบบประเมินความพึงพอใจ โดยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ร่วมกับกรอบแนวความคิดการศึกษาและพินิจพิเคราะห์, หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral), การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) ,การแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรม (Theory of Inventive Problem Solving) หลักการวิศวกรรมย้อนรอย, กรอบแนวความคิดด้านการตลาด, โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินผลการออกแบบและสร้างต้นแบบเรือใบประเภทดิงกี้ และประเมินระดับความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ โดยใช้วิธีทางสถิติ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อการสรุปผล ผลการวิจัยพบว่า 1) เรือใบประเภทดิงกี้ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีราคาที่สูง อีกทั้งยังไม่ปลอดภัยแก่ผู้หัดแล่น 2) ด้านการออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ เรือใบราคาถูก สมรรถนะสูงทุกสภาพอากาศ ควบคุมง่าย และเหมาะแก่ผู้แล่นเพื่อสันทนาการ ยาว 4.36 เมตร กว้าง 1.50 เมตร น้ำหนัก 300 กิโลกรัม 3) ด้านการประเมินประสิทธิภาพแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ 1 SIMULATION พบว่า เสาเรือและคานใบเรือไม่เกิดการเสียหายหรือผิดรูป และผลการหาค่าการไหลของอากาศผ่านตัวเรือการไหลอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและแบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบใช้วัสดุเป็นใยแก้วผสมไฟเบอร์กลาสโดยค่าการหาประกอบไป การรับน้ำหนัก ความยืดหยุ่น ความหนาแน่นมวล และ 2 ประเมินโดยผู้เชียวชาญทางด้านเรือพอว่ามีความพึงพอใจระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.42 , S.D. = 0.15) 4) ด้านประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ พบว่า มีความพึงพอใจระดับเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}$ = 4.03 , S.D. = 0.08)

Title	Study and design Sailboat type Dinghy
Student	Mr. Satawat Naksrisuk
Student ID.	57603117
Degree	Master of Industrial Education
Program	Technology of Industrial Product Design
Year	2017
Thesis Advisor	Dr.Somchai Seviset
Thesis Co-Advisor	Assistant professor Dr. Thanate Piromgarn

ABSTRACT

The Objectives of this research are 1) to study the form of Dinghy boat 2) to design a Dinghy boat 3) to evaluate the performance of the Dinghy boat 4) to evaluate the satisfaction of sailing experts on the developed Dinghy boat. The tools used were interview form, assessment form Performance evaluation form And Satisfaction Assessment Form The collected data is analyzed along with the conceptual framework, the study and the observation, Design Spiral, Quality Function Deployment, Theory of Inventive, Problem Solving. Principles of reverse engineering, conceptual framework for marketing, by experts and experts. Examine the design and construction of sailboats. And assess the satisfaction level of recreational sailors. The statistical methods used were percentage, mean ($\bar{x}$) and standard deviation (S.D.). The research found that: 1) Dinghy sailboats currently available at high prices are not safe for sailors. 2) Dinghy sailboat design. Cheap sailing High performance, all-weather, easy to control and suitable for recreational operators. Length 4.36 meters, width 1.50 meters, weight 300 kg. 3) The performance evaluation is divided into 2 ways: 1, SIMULATION. Damaged or deformed the results of the air flow through the hull, the flow is in the appropriate condition, and the strength model of the sail is made of fiberglass-fiberglass composite material. Weight, elasticity, mass density, and 2 assessed by boat experts were moderate enough ($\bar{x}$ = 3.42, SD = 0.15). 4) Satisfaction survey of sailors to Recreation. Very satisfactory level. Mean is ($\bar{x}$ = 4.03 S.D. = 0.08)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.สมชาย เชะวิเศษ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ภิรมย์การ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำในการการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ ที่ช่วยตรวจสอบแบบสอบถามทำให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์

ขอบขอบพระคุณ อาจารย์สุภิญโญ วงศ์เพม อาจารย์ศรศิลป์ โสภณสกุลวงศ์ ดร.ชอ มิยอง ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยอดชาย เตียเป็น อาจารย์ณรงค์ สมประสงค์ อาจารย์ชลิต หนูไข่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเรือใบ ได้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการออกแบบเรือใบ

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณและระลึกถึงครอบครัว ครูบาอาจารย์ เพื่อนๆ และบุคคลที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ เป็นกำลังใจที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้

คุณค่าและประโยชน์ใดๆที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่บิดาและมารดาด้วยความระลึกถึงในพระคุณอย่างยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ศตวรรษ นาคศรีสุข

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย 3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.5 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย 6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
2.1 เรือ 8
2.2 ประวัติความเป็นมาเรือใบ 10
2.3 รูปแบบของเรือใบ 11
2.4 ส่วนประกอบของเรือใบ 23
2.5 พื้นฐานของการแล่นใบ 24
2.6 ไม้สร้างเรือ 32
2.7 เหล็กสร้างเรือ 40
2.8 อลูมิเนียม 42
2.9 คอมโพสิตสร้างเรือ 43
2.10 ขั้นตอนการต่อเรือใบ 45
2.11 หลักการออกแบบเรือ 49
2.12 หลักการประยุกต์ใช้วัสดุ 51
2.13 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการออกแบบ 56
2.14 ข้อมูลด้านการยศาสตร์ 59
2.15 องค์ประกอบของ Total Resistance 68
2.16 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ 71
2.17 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 74

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนิน....77
3.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้....77
3.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้....78
3.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้ .81
3.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว....85

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....90
4.1 เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้....90
4.2 เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้....102
4.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้....144
4.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว....151

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....155
5.1 สรุปผลการวิจัย....155
5.2 อภิปรายผลการวิจัย....157
5.3 ข้อเสนอแนะ....159

บรรณานุกรม....160

ภาคผนวก....162
ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์....163
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย....184
ภาคผนวก ค ภาพถ่ายเก็บข้อมูลในการวิจัย....213
ภาคผนวก ง ผลการออกแบบ....222

ประวัติผู้เขียน....246bv

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตารางแสดงขนาดมาตรฐานเฉลี่ยขนาดสัดส่วนเพศชายไทย 67
2.2 ตารางแสดงขนาดมาตรฐานเฉลี่ยขนาดสัดส่วนเพศหญิงไทย 68
4.1 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลใบประเภทดิงกี้มีอยู่ในปัจจุบัน 90
4.2 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลด้านรูปทรงของเรือใบประเภทดิงกี้ 93
4.3 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลด้านวัสดุของเรือใบประเภทดิงกี้ 93
4.4 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเทคโนโลยีของเรือใบประเภทดิงกี้ 94
4.5 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลด้านกรรมวิธีการผลิตของเรือใบประเภทดิงกี้ 95
4.6 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ ลำตัวเรือ (Hull) 96
4.7 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ พังงา (Tiller) 96
4.8 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ หางเสือ (Rudder) 97
4.9 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ คัดแคง (Centerboard) 98
4.10 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ เสากระโดงเรือ (Mast) 99
4.11 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ เสาค้ำ (Sprit) 100
4.12 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบใบเรือ (Sail) 100
4.13 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ เชือกดึงใบเรือ (MailSheet) 101
4.14 สรุปความต้องการของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบดิงกี้ 102
4.15 หลักการเชิงประดิษฐ์คิดค้นจากทฤษฎี (TRIZ) 103
4.16 สรุปความต้องการของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่ประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบดิงกี้ 104
4.17 แมททริกซ์ความขัดแย้งทางเทคนิค 105
4.18 แสดงการวิเคราะห์ ลำตัวเรือ 111
4.19 แสดงการวิเคราะห์ พังงา 115
4.20 แสดงการวิเคราะห์ หางเสือ 118
4.21 แสดงการวิเคราะห์ คัดแคง 121
4.22 แสดงการวิเคราะห์ เสากระโดงเรือ เสาค้ำ ใบเรือ เชือกดึงใบเรือ 124
4.23 ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญภารกิจความต้องการในการใช้เรือ 126
4.24 ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญกำหนดขนาดและมิติของเรือ 128
4.25 ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ 129
4.26 รายการวัสดุในการสร้างเรือใบ 143
4.27 ผลและการวิเคราะห์แบบจำลองการหาค่าความแข็งแรง 148
4.28 ผลการประเมินประสิทธิภาพคุณสมบัติความปลอดภัยของเรือในการกำหนดตำแหน่ง 149
4.29 ผลการประเมินประสิทธิภาพกำหนดขนาดของโครงสร้างความแข็งแรง 149
4.30 ผลการประเมินประสิทธิภาพความปลอดภัยของเรือ 150
4.31 ผลการประเมินประสิทธิภาพโครงสร้างความแข็งแรง 151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.33 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบสันทนาการรูปแบบการผลิต (Product)..... 152
4.34 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบสันทนาการการส่งเสริมการตลาด..... 153
4.35 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบสันทนาการคุณค่าผู้บริโภค..... 153
4.36 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบสันทนาการต้นทุนต่อผู้บริโภค..... 154
4.37 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบสันทนาความสะดวกสบาย 154

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงประเภทของเรือแบ่งตามแรง 9
2.2 แสดงประเภทของเรือแบ่งตามหน้าที่การใช้งาน 9
2.3 แสดงเรือยอชท์ "อเมริกา" 10
2.4 แสดงสมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยอยู่ในพระบรมราชูปถัมภ์ 11
2.5 แสดงเรือใบ Optimist 12
2.6 แสดงเรือใบ 420 13
2.7 แสดงเรือใบ Byte 14
2.8 แสดงเรือใบ Fireball 15
2.9 แสดงเรือใบ Lark 16
2.10 แสดงเรือใบ Laser 17
2.11 แสดงเรือใบ OK 18
2.12 แสดงเรือใบประเภท Keel Boat 19
2.13 แสดงเรือใบ Platu 20
2.14 แสดงเรือใบ Catamaran 21
2.15 แสดงเรือใบ Hobbie 22
2.16 แสดงส่วนประกอบของเรือใบ 23
2.17 แสดงการนั่งแต่งเรือ 24
2.18 แสดงการนั่งแต่งเรือ 25
2.19 แสดงการนั่งแต่งเรือ 25
2.20 แสดงกราบขวา และกราบซ้าย 26
2.21 แสดงการถือท้าย และแต่งกราบเรือ 26
2.22 แสดงลักษณะของการแล่นใบ 27
2.23 แสดงการถือท้าย และแต่งกราบเรือ 28
2.24 แสดงการถือท้าย และแต่งกราบเรือ 29
2.25 แสดงการแล่นตามลม 29
2.26 แสดงการแล่นขวางลม (Reach) 30
2.27 แสดงการก้าวขึ้นเหนือลม (Beat) 30
2.28 แสดงแล่นก้าว (Beating) 31
2.29 แสดงการกลับใบ 31
2.30 แสดงไม้สัก 33
2.31 แสดงไม้ตะเคียนทอง 34
2.32 แสดงไม้หลุมพอ 35
2.33 แสดงไม้เคี่ยม 36
2.34 แสดงมะฮอกกานี 37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

2.35 แสดงไม้ยมหอม....38
2.36 แสดงไม้โอ๊ค....39
2.37 แสดงไม้อัด....40
2.38 แสดงเหล็กต่อเรือ (TMCP)....41
2.39 แสดงเรืออลูมิเนียม....43
2.40 แสดงคอมโพสิต....44
2.41 แสดงอเมริกาเรือไฟเบอร์คาร์บอนที่ใหญ่ที่สุด....44
2.42 แสดงการสร้างเรือใบ....45
2.43 แสดงแสดงการขั้นตอนการขัดโป๊ว....46
2.44 แสดงพ่นเจลโคต....46
2.45 แสดงโมลด์ตัวเรือและพื้นดาดฟ้า....47
2.46 แสดงฝากั้นใช้แมทไลท....47
2.47 แสดงตัวเรือและส่วนประกอบที่เป็นไม้....48
2.48 แสดงการทดลองเรือในทะเล....49
2.49 แสดงหลักการออกแบบ (Design Spiral)....49
2.50 แสดงระบบหน้าที่วัสดุที่จะนำไปประยุกต์ใช้....52
2.51 แสดงเงื่อนไขการประยุกต์วัสดุ....53
2.52 แสดงความสัมพันธ์คุณสมบัติ....54
2.53 แสดงการเคลื่อนไหวของศีรษะและคอ....61
2.54 แสดงการเคลื่อนไหวของส่วนลำตัว....62
2.55 แสดงการเคลื่อนไหวของหัวไหล่....62
2.56 แสดงการเคลื่อนไหวของแขนและข้อศอก....63
2.57 แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมือ....63
2.58 แสดงการเคลื่อนไหวของมือ....64
2.59 แสดงระยะวิกฤตการเคลื่อนไหวส่วนข้อมือในรูปแบบต่างๆ....64
2.60 แสดงระยะวิกฤติการเคลื่อนไหวข้อศอก....64
2.61 แสดงระยะวิกฤติการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ (Fingers)....65
2.62 แสดงการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ (Fingers)....65
2.63 แสดงการเคลื่อนไหวด้วยระยะสบาย....66
3.1 แสดงขั้นตอนศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงก์....89
4.1 แสดง ลำตัวเรือ (hull)....95
4.2 แสดง พังงา (Tiller)....96
4.3 แสดง หางเสือ (Rudder)....97
4.4 แสดงคัดแคง (Centerboard)....98

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.5 แสดง เสากระโดงเรือ (Mast) 99
4.6 แสดงเสาค้ำ (Sprit) 99
4.7 แสดงใบเรือ (Sail) 100
4.8 แสดงเชือกดึงใบเรือ (MailSheet) 101
4.9 แสดงแนวความคิดเพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ 105
4.10 แสดงแนวความคิดเพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ 106
4.11 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull) 107
4.12 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull) 108
4.13 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull) 109
4.14 แสดงแบบโมเดล 3D เรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull) 112
4.15 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ พังงา (Tiller) 113
4.16 แสดงแบบโมเดล 3D เรือใบประเภทดิงกี้ พังงา (Tiller) 116
4.17 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ หางเสือ (Rudder) 117
4.18 แสดงแบบ 3D เรือใบประเภทดิงกี้ หางเสือ (Rudder) 119
4.19 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ คัดแคง (Centerboard) 120
4.20 แสดงแบบ 3D เรือใบประเภทดิงกี้ คัดแคง (Centerboard) 122
4.21 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ เสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือ 125
4.22 แสดงแบบ 3D เรือใบใบประเภทดิงกี้ เสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือ 126
4.23 แสดงรูปสามมิติเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว 131
4.24 แสดงการประกอบโครงกระดูกเรือ 132
4.25 แสดงการติดกระดูกเรือและนำกาวผงชนิดผสมน้ำมาทารอบ 133
4.26 แสดงการปิดท้องเรือ 134
4.27 แสดงการเคลือบด้วยใยแล้วและไฟเบอร์กลาส 135
4.28 แสดงการดาดฟ้าเรือ 136
4.29 แสดงการด้วยสีโป้วรถยนต์และผงทัมคัม 137
4.30 แสดงการเคลือบด้วยใยแล้วและไฟเบอร์กลาส 138
4.31 แสดงการพ้นสีรองพื้น 139
4.32 แสดงการพ้นสีรองพื้น 139
4.33 แสดงการพ้นสี 140
4.34 แสดงนำเรือลงทะเล 141
4.35 แสดงนำเรือลงทะเล 142
4.36 แสดงแบบจำลองพลศาสตร์การไหลของน้ำ Flow Simulation water 145
4.37 แสดงแบบจำลองพลศาสตร์การไหลของน้ำ Flow Simulation water 145
4.38 แสดงแบบจำลองพลศาสตร์การไหลของอากาศ Flow Simulation Air 146
4.39 แสดงแบบจำลองพลศาสตร์การไหลของอากาศ Flow Simulation Air 146

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.40 แสดงแบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้ Body Stress 147
4.41 แสดงแบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้ Body Stress 147

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตเรือใบ (sailboat) เป็นการแล่นเพื่อการตรวจตราการท่องเที่ยว การติดต่อ และเพื่อการสู้รบที่สืบทอดกันมาเป็นเวลาหลายศตวรรษแล้ว จะมีการแข่งขันกันบ้างก็เป็นเพียงครั้งคราวเท่านั้นและต่อมาได้มีการพัฒนาเป็นกีฬาที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศฮอลแลนด์ ได้ถูกแนะนำขึ้นในประเทศอังกฤษโดยพระเจ้าชาร์ลส์ที่ 2 ประมาณปี พ.ศ. 2203 หลังจากที่พระองค์เสด็จกลับมาจากการถูกเนรเทศในประเทศฮอลแลนด์ สโมสรคอร์คฮาร์เบอร์ (Cork Harbor) ในไอร์แลนด์ (พ.ศ. 2263) เป็นสโมสรเรือใบแห่งแรก และมีสโมสรเรือใบที่เก่าแก่ที่สุดในสหรัฐอเมริกาคือ สโมสรเรือใบนิวยอร์ก (New York Yacht Club) ซึ่งตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2427 (การจัดสร้างเรือใบซูเปอร์มดด้วยไฟเบอร์กลาส. 2555)

ประเทศไทยนั่นเริ่มเล่นกันตั้งแต่ก่อน พ.ศ.2500 โดยเฉพาะชาวต่างประเทศพำนักอยู่ในประเทศไทย และมีการจัดตั้งสโมสรเรือใบราชวรุณขึ้นที่พัทยาต่อมา ม.จ.ภีศเดช รัชนี ซึ่งกลับจากการศึกษาต่างประเทศ ได้นำกีฬาเรือใบเข้ามาเผยแพร่ในประเทศไทยจนกีฬาเรือใบเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น โดยเฉพาะทหารเรือซึ่งถือเป็นกลุ่มแรกๆที่ได้สัมผัสกีฬาเรือใบนี้เนื่องจากหน่วยที่ตั้งของทหารเรือมีพื้นที่ติดทะเลเป็นจำนวนหลายหน่วย รวมทั้งจัดตั้งสโมสรเรือใบของหน่วยต่างๆ ขึ้นด้วย (เรือใบ. 2555:1)

ในการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก ครั้งที่ 16 ณ นครเมลเบิร์น ประเทศออสเตรเลีย ประเทศไทยได้เข้าร่วมแข่งขันเป็นครั้งแรก เรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน ในการแข่งขันกีฬาแหลมทอง ครั้งที่ 4 ที่ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพนั้นเหรียญทองเหรียญหนึ่งที่เราได้มานั้นนับเป็นเกียรติยศอันยิ่งใหญ่ เนื่องจากเป็นเหรียญที่เกิดจากฝีพระหัตถ์ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และเจ้าฟ้าอุบลรัตน์ในขณะนั้น ทั้งสองพระองค์ทำคะแนนในการแข่งขันเรือใบประเภท โอ.เค ได้เท่ากันจึงทรงครองเหรียญทองร่วมกัน โดยมีนักกีฬาจากพม่า และสิงคโปร์ได้เหรียญเงินและเหรียญทองแดงตามลำดับ (เอเชียนเกมส์. 2541 : 2)

การแข่งขันเรือใบในปัจจุบันเป็นกีฬาที่ต้องลงทุนกันมาก เรือที่ต่ออย่างดีจะมีราคาแพง ทั้งนี้เพราะวัสดุส่วนใหญ่ต้องสั่งมาจากต่างประเทศ เนื่องจากมีผู้ใช้น้อย พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงสร้างเรือใบแข่งขันประเภทซูเปอร์มด อันเป็นเรือที่เล็กที่สุด พระองค์ทรงต่อเรือด้วยฝีพระหัตถ์นับตั้งแต่การไสไม้ วางกระดูกงู ขึ้นโครง ไปจนถึงทรงทาสีและลงแลกเกอร์ด้วยพระองค์เอง (ประกาศชัยเรือใบ กีฬาตามรอบพระยุคลบาท. 2540 : 3)

ประเภทของเรือใบในปัจจุบันมีทั้งหมด 3 ประเภทใหญ่ด้วยกันคือ ดิงกี้ (Dinghy) จะเป็นเรือใบขนาดเล็กที่สังเกตง่ายๆ คือ Center board ไม่ได้เป็นชิ้นเดียวกับกระดูกงูเรือ แต่สามารถเลื่อน

ขึ้นเลื่อนลงได้เช่นเรือ 29er 420 OK แบบที่ 2 คือ คิวบอร์ด(Keel Boat) สังเกตได้จาก กระดูกงูเรือ (Keel) จะยื่น ยาวลงไปใต้แนวน้ำ และจะมีน้ำหนัก (Weight) ถ่วงเพื่อให้ เรือไม่ล่ม เมื่อถูกกระทำจากลมที่พัดปะทะใบ โดยจะคล้ายกับตุ๊กตาล้มลุก เช่นเรือ Platu แบบที่ 3 แคททะมาราน (Catamaran) เป็นเรือใบที่มีตัวเรือมากกว่า 1 ลำตัวหากมี 3 ลำตัว จะเรียกว่า เรือ ไทมาราน(Trimaran) เช่น Hobbie Cat Nacra โดยแต่ละลำจะใช้ลักษณะโครงสร้างที่คล้ายๆกันจะแตกต่างกันที่วัสดุเทคโนโลยีของแต่ละประเทศที่มีความสามารถในการผลิตและพัฒนาได้ (อนุกรรมการเรือใบ และวินเซิร์ฟ กองทัพเรือ. 2542:2)

เรือใบประเภทดิงกี้เป็นเรือใบที่แล่นง่าย แม้แต่เด็กเล็กๆ ก็แล่นได้ เรือใบ ประเภทนี้ถูกออกแบบมาสำหรับผู้ฝึกแล่นโดยเฉพาะเป็นเรือใบที่แล่นได้โดยไม่อันตราย สหพันธ์เรือใบนานาชาติ (ISAF) ให้การรับรองว่าเป็นเรือที่เหมาะสำหรับผู้หัดแล่นปลอดภัย และเรือใบประเภทนี้สามารถสร้างความตื่นเต้น ด้วยเทคนิคต่าง ๆ คาดว่า มีผู้คนเคยแล่นใบกับประเภทนี้ มากกว่า 150,000 คน โดยแชมป์โลก เรือใบ Olympic ล้วนแต่เคย แล่นใบกับประเภทนี้มาก่อน เนื่องจากมีความปลอดภัยและเหมาะแกผู้หัดแล่น (บันทึกเอเชียนเกมส์. 2541 : 16)

จากการลงพื้นที่สอบถามสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ พบว่าปัจจุบันกีฬาเรือใบเริ่มมีประชาชน ให้ความสนใจในการเรียนรู้หลักและพื้นฐานของการแล่นเรือใบ ในการใช้เวลาว่างและหาความรู้ใหม่ๆ ให้เกิดประโยชน์โดยกลุ่มที่เข้ามาอบรม เรียนรู้หลักของการเล่นเรือใบส่วนใหญ่คือกลุ่มเยาวชนมาเข้าอบรมตกปีละประมาณ 1,000 คนและเป็นประชาชนทั่วไปปีละประมาณ 200 คน โดยรูปแบบที่มีประชาชนนิยมเล่นมากที่สุดคือดิงกี้ ซึ่งเป็นเรือใบประเภทที่มีขนาดเล็กเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นหัดแล่น โดยเรือใบในปัจจุบันยังมี มีราคาที่สูงจึงทำให้เรือใบประเภทนี้ไม่เพียงพอต่อการใช้งานในปัจจุบัน

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ซึ่งเป็นเรือใบที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่หัดแล่นและเรือใบประเภทนี้เป็นเรือใบที่เป็นพื้นฐานของการแล่นได้โดยไม่อันตราย สหพันธ์เรือใบนานาชาติ (ISAF) ให้การรับรองเป็นเรือใบที่เยาวชนและและประชาชนทั่วไปให้ความสนใจที่สุดของประเภทเรือใบทั้งหมด แต่เรือใบประเภทนี้ยังมีราคาที่สูงจึงทำให้มีจำนวนที่ไม่เพียงพอต่อการแล่นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเรือใบประเภทนี้มาทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการออกแบบ ทั้งในด้านวัสดุรูปทรงและราคาเพื่อสามารถตอบสนองความต้องการของเยาวชนและประชาชนทั่วไป และผู้ที่สนใจได้นำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษางานวิจัยนี้นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้

1.2.2 เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

1.2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้

1.2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

การศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวความคิดด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์มาประยุกต์ใช้ร่วมกันกับการออกแบบเพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1.3.1 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการ ศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดด้านการศึกษาและพินิจพิเคราะห์ของ (ดนต์ รัตนทัศนีย์. มปป : 44-47)

1. ลักษณะทางกายภาพของวัสดุ
2. ประยุกต์เทคโนโลยี
3. ความงาม
4. กรรมวิธีการผลิต

1.3.2 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ผู้วิจัยใช้กรอบแนวความคิดทางด้าน การออกแบบเรือ Design Spiral ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก Iterative Process ของ (Ronald K. Kiss Ship)

1. การวิเคราะห์ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ (Mission Requirements)
2. การกำหนดขนาดและมิติของเรือ(Proportions & Preliminary Powering)
3. ลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ (Lines & Body Plan)

1.3.3 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้หลักการออกแบบเรือ Design Spiral ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก Iterative Process ของ (Ronald K. Kiss Ship)

1. คุณสมบัติความปลอด ภัยของเรือในการกำหนดตำแหน่ง (FloodableLength & Freeboard)
2. กำหนดขนาดของโครงสร้าง ความแข็งแรง (Structure)
3. การคำนวณตรวจสอบ ขีดความสามารถการทรงตัวของเรือ (Capacity Trim & Intact Stability)
4. การประมาณราคาของตัวเรือ (Cost Estimation)

1.3.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว ผู้วิจัยใช้กรอบแนวความคิดด้านการตลาด โดยพิจารณาในมุมของผู้ผลิตตามหลัก4P (ฟิลิป คอตเลอร์,2550 : 299) ดังนี้

1. รูปแบบการผลิต (Product)
2. การส่งเสริมการตลาด (Promotion)
3. คุณค่าผู้บริโภค (Customer Value)
4. ต้นทุนต่อผู้บริโภค (Cost to the Customer)
5. ความสะดวกสบาย (Convenience)
6. การสื่อสาร (Communication)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งขอบเขตของการวิจัยเพื่อให้ครอบคลุมถึงเนื้อหาที่จะทำการศึกษาดังต่อไปนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ข้อมูลด้านทุติยภูมิ ผู้วิจัยทำการจัดเก็บข้อมูลจากการศึกษาและเก็บข้อมูลจากหนังสือ บทความรวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง เพื่อที่จะนำมาประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ข้อมูลด้านปฐมภูมิ ผู้วิจัยทำการลงพื้นที่และเก็บข้อมูลของเรือใบประเภทดิงกี้ ได้แก่รูปแบบของเรือใบประเภทดิงกี้ วัสดุ เทคโนโลยี กระบวนการผลิต วิธีการขึ้นโครงและชิ้นส่วนต่างๆ ของเรือใบประเภทดิงกี้เพื่อนำมาพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้จากสถานที่จริง คือ สมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์

1.4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

ผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่ และเลือกกลุ่มเป้าหมายที่จะศึกษา คือ สมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

1.4.3 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ข้อ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้

เจ้าหน้าที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวนทั้งหมด 3 คน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ที่มีการกำหนดประเด็นให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัยในการศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องครอบคลุมประเด็นความมุ่งหมายของการศึกษารูปแบบของเรือใบประเภทดิงกี้ วัสดุ เทคโนโลยี กระบวนการผลิต วิธีการขึ้นโครงและชิ้นส่วนต่างๆ ของเรือใบประเภทดิงกี้ โดยใช้เทปบันทึกเสียง และจดบันทึก ภาพถ่าย

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ประกอบด้วย 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจำนวน 3 คน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

กลุ่มที่ 2 คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเรือใบจำนวน 3 คน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญการด้านการออกแบบเรือใบ เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ที่สามารถแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ให้สอดคล้องกับประเด็นที่ออกแบบได้อย่างเหมาะสมโดยแบบประเมินแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ การวิเคราะห์ภารกิจความต้องการในการใช้เรือใบประเภทดิงกี้ การกำหนดขนาดและมิติของเรือใบประเภทดิงกี้ และรูปทรงตัวเรือใบประเภทดิงกี้ โดยใช้แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้ ประกอบด้วย 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 คือ รูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและการพัฒนาแล้วโดยการ SIMULATION เข้ามาช่วยในการประเมินประสิทธิภาพ

กลุ่มที่ 2 คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการแล่นเรือใบ 3 คน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

แบบประเมินประสิทธิภาพกลุ่มที่ 1 รูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและการพัฒนาแล้วโดยการ SIMULATION เข้ามาช่วยในการประเมินประสิทธิภาพ

แบบประเมินประสิทธิภาพกลุ่มที่ 2 ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประเมินประสิทธิภาพเรือใบประเภทดิงกี้ โดยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเป็นคำถามแบบเลือกตอบเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยเป็นประเภทตรวจสอบรายการ (Check List)

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้ ที่ได้รับการออกแบบ ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว 4 ด้าน ได้แก่ ความปลอดภัยของเรือ ขนาดของโครงสร้างความแข็งแรง ขีดความสามารถการทรงตัวของเรือ และราคาของตัวเรือเป็นแบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

4. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบสันทนาการ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

คือ ผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการจำนวนทั้งหมด 30 คนซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยการใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้เป็นแบบประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่ได้ออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ รูปแบบการผลิต การส่งเสริมการตลาด คุณค่าผู้บริโภค ต้นทุนต่อผู้บริโภค ความสะดวกสบาย การสื่อสาร โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

1.4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ รูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว

ตัวแปรตาม คือ ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญการด้านการออกแบบเรือใบรวมทั้งความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว

1.5 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 เรือใบประเภทดิงกี้ (Dinghy) หมายถึง เรือใบ ขนาดเล็ก ที่สังเกตได้ง่าย คือ เซนเตอร์บอร์ด (Center board) ไม่ได้เป็นชิ้นเดียวกับกระดูกงูเรือ (Keel) สามารถ เลื่อนขึ้น – ลง โดยลำตัวเรือ (hull) มีรูปทรงเหลี่ยมและแบน มีความปลอดภัยสูงสามารถแล่นได้ทุกเพศทุกวัยและมีวิธีการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก โดยรูปทรงมีจุดศูนย์กลางการลอย และการเคลื่อนที่ซึ่งจะทำให้มีผลกระทบต่อลักษณะการลอยโดยใช้ไม้อัดเป็นวัสดุหลัก

1.5.2 ประเมินประสิทธิภาพ หมายถึง การพิจารณากระบวนการและการทำงานของเรือใบในบริบทของไทย โดยใช้หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)

1.5.3 แล่นเรือใบ หมายถึง การแล่นใบโดยให้ลมพัดเข้ามาทางท้ายเรือ, ในทิศทางเดียวกับลมที่พัดมา

1.5.4 ผู้เชียวชาญการแล่นเรือใบ หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการแล่นเรือใบในระดับที่สูงไม่ว่าจะเป็น นักกีฬา ครูฝึกเรือใบ

1.5.5 ผู้แล่นเรือใบ หมายถึง ผู้ที่มีความสนใจและผ่านการอบรมการแล่นเรือใบ ได้แก่ ผู้ฝึกแล่นเพื่อสันทนาการ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ทราบถึงรูปแบบเรือใบประเภทต่างๆ ตามประเภทของเรือใบโลก

1.6.2 ได้รูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว

1.6.3 ได้รูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ที่ผ่านการประเมินประสิทธิภาพ

1.6.4 ได้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้

1.6.5 ส่งเสริมให้การแล่นเรือใบมีความนิยมแพร่หลายขึ้น

1.6.6 นำเอาวัสดุภายในประเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์และลดต้นทุนการผลิต

1.6.7 เป็นแนวทางให้แก่ผู้ที่สนใจในกีฬาเรือใบ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานวิจัยการศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยโดยศึกษาข้อมูลจาก ภาคเอกสาร จากหนังสือ วารสาร งานวิจัยและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องและเพื่อนำมาประกอบงานวิจัย ดังนี้

2.1 เรือ
2.2 ประวัติความเป็นมาเรือใบ
2.3 รูปแบบของเรือใบ
2.4 ส่วนประกอบของเรือใบ
2.5 พื้นฐานของการแล่นใบ
2.6 ไม้สร้างเรือ
2.7 เหล็กสร้างเรือ
2.8 อลูมิเนียมสร้างเรือ
2.9 คอมโพสิตสร้างเรือ
2.10 ขั้นตอนการต่อเรือใบ
2.11 หลักการออกแบบเรือ
2.12 หลักการประยุกต์ใช้วัสดุ
2.13 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการออกแบบ
2.14 ข้อมูลด้านการยศาสตร์
2.15 องค์ประกอบของ Total Resistance
2.16 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
2.17 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เรือ

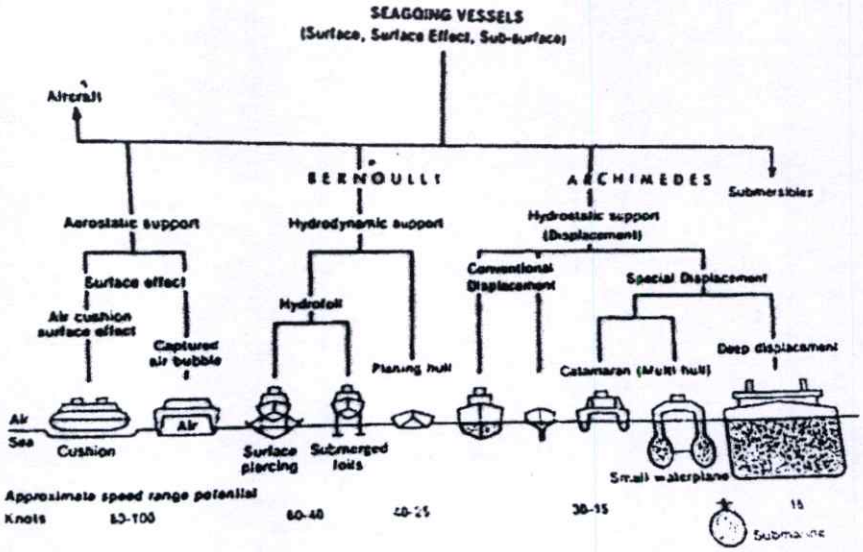
2.1.1 ประเภทของเรือ

การแบ่งประเภทของเรือตามชนิดของการ Support

Hydrostatic Support คือ แรงลอยตัวของเรือที่เกิดจากปฏิกิริยาของน้ำ ซึ่งเป็นไปตามหลักของ Archimedes นั่นเอง

Hydrodynamic Support คือ การใช้แรงเนื่องจากเรือเคลื่อนที่ในน้ำมาช่วยยกเรือ ซึ่งเป็นไปตามหลักของ Bernoulli

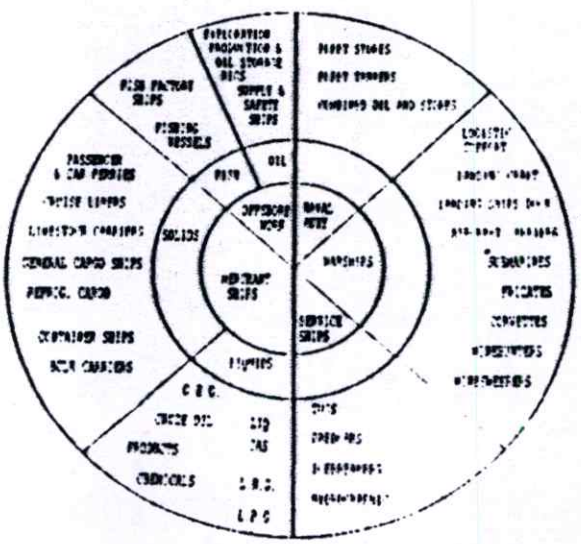
Aerodynamic Support คือ การใช้แรงจากอากาศช่วยยกเรือ



ภาพที่ 2.1 ประเภทของเรือแบ่งตามแรง
ที่มา : Support ([Online] 21 เมษายน พ.ศ.2560)

จากแผนภูมิวงกลมเราสามารถแข่งประเภทเรือตามการใช้งานได้อีกด้วย คือ

- offshore Work แบ่งเป็น Fish และ Oil
- Merchant Ships แบ่งเป็น Solid และ Liquids
- Service Ships
- Warships
- Naval Auxy



ภาพที่ 2.2 ประเภทของเรือแบ่งตามหน้าที่การใช้งาน
ที่มา : Support ([Online] 21 เมษายน พ.ศ.2560)

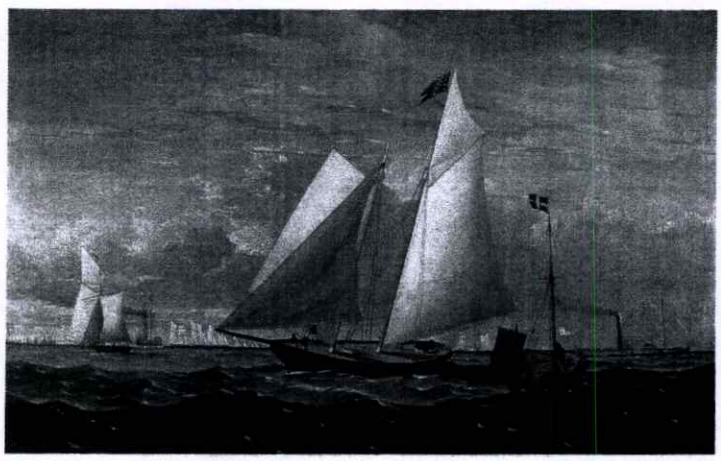
2.2 ประวัติความเป็นมาเรือใบ

2.2.1 ความเป็นมาของเรือใบ

เรือใบ (Yachting) เป็นกีฬาที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศฮอลแลนด์ ได้ถูกแนะนำขึ้นในประเทศอังกฤษ โดยพระเจ้าชาร์ลส์ที่ 2 ประมาณปี พ.ศ. 2203 หลังจากที่พระองค์เสด็จกลับมาจากการถูกเนรเทศในประเทศฮอลแลนด์ สโมสรคอร์คฮาร์เบอร์ (Cork Harbor) ในไอร์แลนด์ (พ.ศ. 2263) เป็นสโมสรเรือใบแห่งแรก และมีสโมสรเรือใบที่เก่าแก่ที่สุดในสหรัฐอเมริกาคือ สโมสรเรือใบนิวยอร์ก (New York Yacht Club) ซึ่งตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2427

กล่าวได้ว่าการเล่นเรือใบในสมัยอียิปต์และโรมันนั้น เป็นการเล่นเรือเพื่อการตรวจตราการท่องเที่ยว การติดต่อ และเพื่อการสู้รบที่สืบทอดกันมาเป็นเวลาหลายศตวรรษแล้ว จะมีการแข่งขันกันบ้างก็เป็นเพียงครั้งคราวเท่านั้น

การแข่งขันเรือใบแห่งชาติเริ่มมีขึ้นเป็นครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2394 จากสหรัฐอเมริกาไปยังประเทศอังกฤษ สมาชิกของสโมสรเรือใบแห่งนิวยอร์กได้สร้างเรือใบซึ่งมีความยาวทั้งสิ้น 101 ฟุต เป็นเรือที่มีชื่อเสียงมากของนิวยอร์คเพื่อส่งเข้าแข่งขัน และเป็นผู้ชนะเลิศได้ถ้วยรางวัลที่ชื่อว่า ฮันเดรด กีนเนีย คัพ (Hundred Guinea Cup) หลังจากที่ได้มีการแข่งขันเรือใบแห่งชาติขึ้นแล้ว ประเทศต่างๆ ในทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกา ได้มีการแข่งขันเรือใบเพื่อชิงชนะเลิศถ้วยต่างๆ เช่น อเมริกาคัพ (America's Cup) แคนาดาคัพ (Canada's Cup) สแกนดิเนเวียนโกล์คัพ (Scandinavian Gold Cup) การแข่งขันเรือใบจึงได้เริ่มตั้งแต่นั้นมา และได้บรรจุไว้ในการแข่งขันระหว่างชาติที่สำคัญๆ เช่น การแข่งขันกีฬาแหลมทอง (ซีเกมส์) เอเชียนเกมส์และการแข่งขันกีฬาโอลิมปิก



ภาพที่ 2.3 เรือยอชท์ "อเมริกา"
ที่มา : http://www.yrat.or.th/ ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.2.2 ความเป็นมาของเรือใบในประเทศไทย

การแล่นใบในประเทศไทย เริ่มเล่นตั้งแต่เมื่อใดไม่ปรากฏ เท่าที่ทราบมีการเล่นใบกันตั้งแต่ก่อน พ.ศ.2500 โดยเฉพาะชาวต่างประเทศที่พำนักอยู่ประเทศไทย และมีการจัดตั้งสโมสรเรือใบราชวรุณขึ้นที่พัทยา ต่อมา ม.จ.ภีศเดช รัชนี ซึ่งกลับมาจากการศึกษาต่างประเทศ ได้นำกีฬาเรือใบเข้ามา

เผยแพร่ในประเทศไทย โดยเฉพาะพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชทรงสนพระทัยเป็นอย่างยิ่งได้ทรงร่วมแล่นใบรวมทั้งทรงต่อเรือใบด้วยพระองค์เองหลายประเภทด้วยกันจนกีฬาเรือใบเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น โดยเฉพาะทหารเรือ ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มแรกๆ ที่ได้สัมผัสกีฬาเรือใบนี้ เนื่องจากหน่วยที่ตั้งของทหารเรือมีพื้นที่ติดทะเลเป็นจำนวนหลายหน่อย รวมทั้งจัดตั้งสโมสรเรือใบของหน่วยต่าง ๆ ขึ้นด้วย

จนกระทั่ง พ.ศ. 2507 พลเรือโท ศิริ กระจ่างเนตร และคณะบุคคลอีก 6 คน ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของกีฬาแล่นใบ จึงได้ร่วมกันก่อตั้งสมาคมแข่งเรือใบขึ้น และได้รับอนุญาตจากกระทรวงศึกษาธิการให้จดทะเบียนจัดตั้ง สมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย เมื่อวันที่ 25 กันยายน 2507 มีคณะผู้ก่อตั้งจำนวน 7 คน ทำหน้าที่เป็นคระกรรมการบริหารสมาคมแข่งเรือใบชุดแรกและอยู่ในตำแหน่งเป็นเวลา 2 ปีต่อมาในสมัย พลเรือโท อาคม ศรีคชา เป็นนายกสมาคมฯ ได้มีหนังสือกราบบังคมทูลขอพระราชทานพระมหากรุณาให้ สมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย อยู่ใยพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงพระราชทานพระมหากรุณาให้ สมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยอยู่ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่วันที่ 31 มีนาคม 2530 เป็นต้นมา

ภาพที่ 2.4 สมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยอยู่ในพระบรมราชูปถัมภ์
ที่มา : http://www.yrat.or.th/Site/home ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.3 รูปแบบของเรือใบ

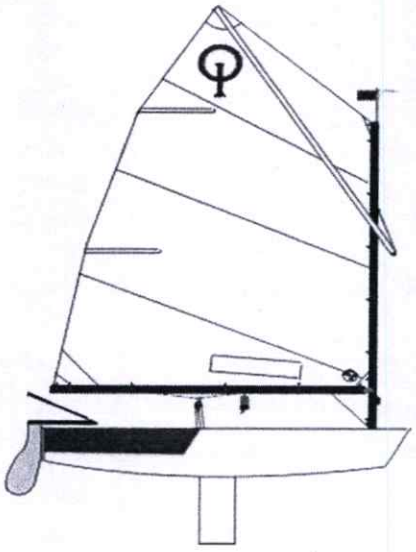
2.3.1 ประเภทของเรือใบ

เราอาจจะแบ่งประเภทของ เรือใบ ได้ 3 ประเภท ใหญ่ ๆ คือ

2.3.2 ประเภท Dinghy

เรือใบ ประเภท Dinghy นี้ มักจะเป็น เรือใบ ขนาดเล็ก ที่สังเกตได้ง่าย คือ กระดูกงูกลาง หรือ Center board หรือ Dragger board ไม่ได้เป็น ชิ้นเดียว กับกระดูกงูเรือ (Keel) แต่สามารถเลื่อนขึ้น - ลง ได้เช่น

ชื่อ	ขนาด (กว้างxยาว)เมตร	น้ำหนัก(กิโลกลัม)	สัญลักษณ์
Optimist	1.13x2.31	35	



ภาพที่ 2.5 เรือใบ Optimist
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

เรือใบ Optimist เป็นเรือใบ ประเภท Dinghy ที่แล่นง่าย แม้แต่ เด็กเล็ก ๆ ก็แล่นได้ เรือใบ Optimist ถูกออกแบบ มาสำหรับ เด็กโดยเฉพาะ เป็นเรือใบ ที่แล่น โดยไม่อันตราย สหพันธ์เรือใบนานาชาติ (ISAF) ให้การรับรองว่า เป็นเรือที่เหมาะสำหรับ เด็กที่มีอายุน้อยกว่า 16 ปี แต่ก็ยังปลอดภัย แม้แต่ เด็กที่มีอายุ 8 ขวบ แต่ก็สามารถ สร้างความ ตื่นเต้น ด้วยเทคนิคต่าง ๆ สำหรับเด็กที่อายุ 15 ขวบ คาดว่า มีผู้คนเคยแล่นใบกับ Optimist มากกว่า 150,000 คน จากประเทศมากกว่า 100 ประเทศ แชมป์โลก เรือใบ Olympic ล้วนแต่เคย แล่นใบกับ Optimist มาก่อน เนื่องจาก มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา จึงสามารถ ขนไปได้กับรถยนต์ประเภทต่าง ๆ

ชื่อ	ขนาด (กว้างxยาว)เมตร	น้ำหนัก(กิโลกลัม)	สัญลักษณ์
420	1.63.x4.2	95	

ภาพที่ 2.6 เรือใบ 420
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

เรือใบ 420 เป็นเรือใบ ประเภท dinghy ที่ใช้แข่ง มีใบ 3 ใบ ที่ใช้ผู้เล่น 2 คน โดยผู้เล่นจะต้อง โหนตัว (Trapeze) เพื่อถ่วงเรือ เป็นเรือใบ ที่ใช้แข่งขัน กันแพร่หลาย ทั่วโลก เหมะสมสำหรับผู้เล่นทุกระดับตัวเรือจะเป็นห้องลอยในตัว จึงมีความปลอดภัยมาก เมื่อเกิดการพลิกคว่ำ ปัจจุบัน มีเรือใบ 420 ทั่วโลก ประมาณ 56,000 ล

ชื่อ	ขนาด (กว้างxยาว) ฟุต	น้ำหนัก(ปอนด์)	สัญลักษณ์
Byte	4.3x12	100	

ภาพที่ 2.7 เรือใบ Byte
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

เรือใบ Byte เป็นเรือใบ ประเภท dinghy ออกแบบ โดย Ian Bruce ซึ่งคลุกคลี กับ เรือใบ Laser ซึ่ง มาเป็น เวลา 18 ปี รวมกับ ประสบการณ์ จาก เรือใบประเภทต่าง ๆ รวมทั้งเรือใบ Laser มาปรับปรุ เป็นเรือใบ Byte ที่มีน้ำหนักเบา และ สามารถ ถอดออก และ ประกอบ ได้ง่าย และ สะดวก ในการนำไปแล่น ในที่ต่าง ๆ สามารถ บรรทุกไว้บนหลังคารถได้ เรือใบ Byte เหมาะสำหรับ ผู้เล่น ที่มีน้ำหนัก ตั้งแต่ 90 ถึง 160 ปอนด์ ซึ่งเป็นน้ำหนักที่ สามารถ แล่นได้ที่ที่ และทุกสภาพ อากาศ เรือใบ โดย นักกีฬา เรือใบ Optimist ที่โตขึ้น เกินกว่า จะแล่นเรือ Optimist แต่ยังตัวเล็ก และมีน้ำหนักน้อยกว่า ที่จะแล่น เรือใบ Laser ได้ จนหลายราย เลิกเล่นเรือใบ ซึ่งเรือใบ Byte ถูก สร้าง ขึ้นเพื่อ อุดช่องว่าง ที่กล่าวมาแล้ว เรือใบ Byte เป็น เรือใบที่ แล่นได้ คนเดียว เหมาะสำหรับ ผู้หญิง หรือ เด็กที่อายุ ต่ำกว่า 18 ปี โดยปัจจุบัน ISAF เป็นผู้จัด การแข่งขัน ชิงแชมป์ เยาชนโลก ที่ ประเทศ ออสเตรเลีย เรือใบ Byte เป็นเรือที่ ควบคุมเรือ ได้ไม่ยากนัก โดยมีนำ vang , outhaul และ cunningham ให้สามารถใช้งาน ได้สะดวก จากทั้งสองกราบ รวมทั้ง ระบบทด และ รอกผ่อน แรง

ชื่อ	ขนาด (กว้างxยาว)ฟุต	น้ำหนัก(ปอนด์)	สัญลักษณ์
Fireball	4.6x16.2	175	●

ภาพที่ 2.8 เรือใบ Fireball
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

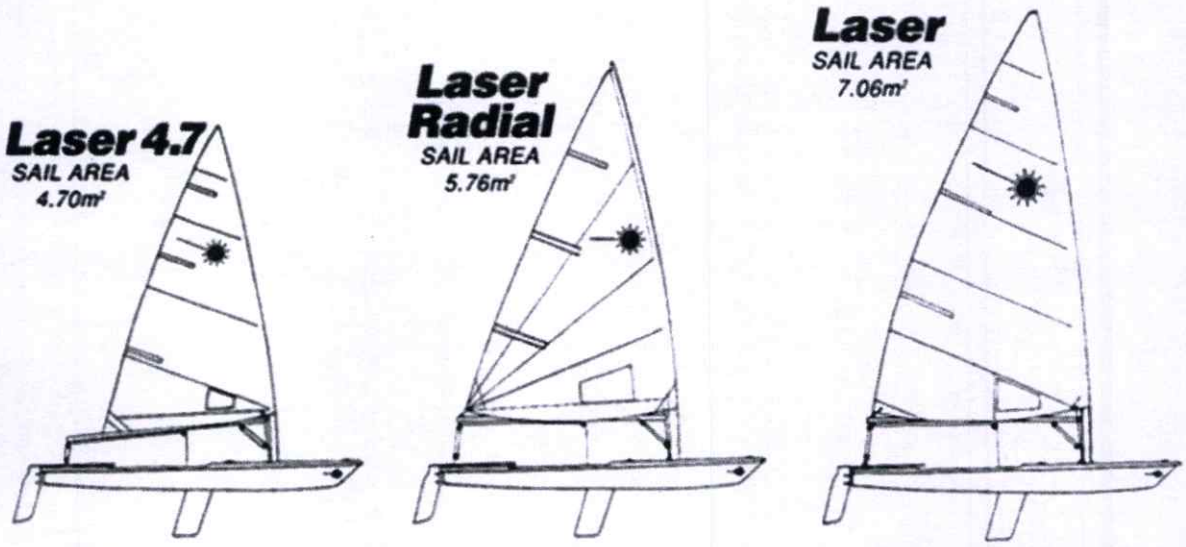
เรือใบ Fireball เป็นเรือ Dinghy ที่มีลูกเรือ 2 คน ที่ไม่แบ่งแยก อายุ หรือ เพศ สามารถเล่นได้แม้อายุจะเกิน 40 ปี ในการแข่งขัน เรือใบ Fireball การแพ้ชนะ ไม่ได้ขึ้นอยู่ว่า เป็นมือใหม่ หรือมืออาชีพ ตัวเรือเป็นไม้อัด หรือ ไฟเบอร์กลาส เรือเก่า หรือ เรือใหม่ แต่ขึ้นอยู่กับ ศิลปะในการปรับแต่งเรือ และ การแล่นให้ดีกว่าความสามารถ เรือใบ Fireball เหมาะสำหรับแล่นในลมแรง ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเรือ มีความแข็งแรง หากเรือล่ม เรือก็สามารถแล่นได้โดยไม่ต้องระบายน้ำออก ลูกเรือ ไม่เป็นต้องกังวลเกี่ยวกับ น้ำหนัก และความแข็งแรง นอกจาก การปรับแต่งเรือ การจัดการกับ อุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องการทักษะ มากกว่า ความแข็งแรงเรือใบ Fireball เป็นเรือชั้น International class มีการเล่นในส่วนต่าง ๆ ของโลก และมีสมาคมต่าง ๆ มากมาย เรือ International Fireball ออกแบบได้ตรงกับความต้องการ ออกแบบโดย Peter Milne ชาวอังกฤษ ในปี ค.ศ. 1962 โดยมีแรงจูงใจ ในด้านมีความถูก สร้างได้ง่าย

ชื่อ	ขนาด (กว้างxยาว)เมตร	น้ำหนัก(กิโลกลัม)	สัญลักษณ์
Lark	1.64x4.07	95	LARK

ภาพที่ 2.9 เรือใบ Lark
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

เรือใบ Lark ได้รับการออกแบบ ตั้งแต่ ค.ศ.1966 โดย Michael Jackson โดยมีต้นแบบ จาก เรือใบ National 12และ เรือใบ Merlin Rockets ตัวเรือทำจากวัสดุ G.R.P. เรือใบ Lark มีตัวเรือ ขนาดใหญ่ ใช้ผู้เล่น จำนวน 2 ถูกออกแบบเหมาะกับผู้เล่นหลากหลาย น้ำหนักตั้งแต่ 18 stone จนถึง 26 stone การแล่นเรือใบ Lark เมื่อเวลาคลื่นลมแรง ต้องนั่งแต่งเรือมาทางท้าย และต้องระวังมิให้น้ำ เข้าทางท้ายเรือ เนื่องจาก ท้ายเรือ อยู่ไม่สูง จาก แนวน้ำมากนักเนื่องจาก กราบเรือ มีขนาดไม่กว้าง มาก และอยู่ไม่สูงจากแนวน้ำ การทำ Low tack อาจทำให้น้ำเข้าเรือได้ง่าย

ชื่อ	พื้นที่ใบ (Sail area)ตร.ม	น้ำหนัก(กิโลกลัม)	สัญลักษณ์
Laser	4.7-7.06	35-60	



ภาพที่ 2.10 เรือใบ Laser
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

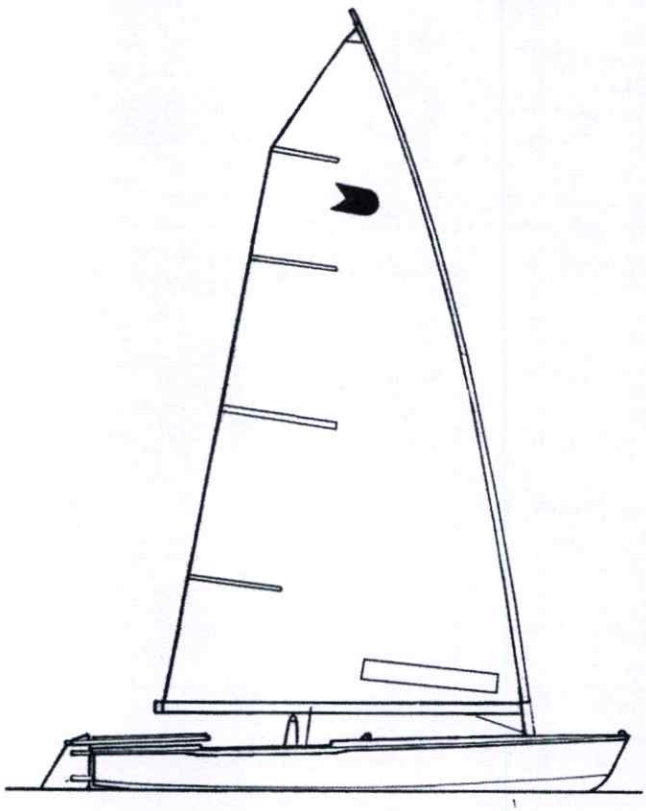
เรือใบ Laser เป็น เรือประเภท Dinghy ที่ มีผู้นิยมแล่น แพร่หลาย มากที่สุด เป็นเรือที่มีส่วนประกอบ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เหมาะสำหรับ นักแล่นใบมือใหม่ ทุกเพศ ทุกวัย แม้ผู้ที่มี น้ำหนักน้อย หรือ มีน้ำหนักมาก มีสภาพ ทนทะเลสูง ตัวเรือมีน้ำหนักเบา จึงสามารถ จะบรรทุก ไว้บน หลังคารถได้ รุ่น / แบบ ของเรือใบ Laser เช่น

เรือใบ Laser Standard มีพื้นที่ใบ (Sail area) 7.06 ตารางเมตร เหมาะสำหรับผู้แล่นที่มีน้ำหนัก 60 กิโลกรัม ขึ้นไป

เรือใบ Laser Radial มีพื้นที่ใบ (Sail area) 5.76 ตารางเมตร เหมาะสำหรับผู้แล่นที่มีน้ำหนัก 55 - 70 กิโลกรัม

เรือใบ Laser 4.7 มีพื้นที่ใบ (Sail area) 4.7 ตารางเมตร เหมาะสำหรับผู้แล่นที่มีน้ำหนัก 35 - 55 กิโลกรัมตามสถิติ ของ สหพันธ์เรือใบ Laser นานาชาติ ประเทศไทย มีเรือใบ Laser อยู่ประมาณ 126 ลำ และ ทั้งโลก มีประมาณ 2 แสนลำ

ชื่อ	ขนาด (กว้างxยาว)เมตร	น้ำหนัก(กิโลกลัม)	สัญลักษณ์
OK	1.50x4.92	72	



ภาพที่ 2.11 เรือใบ OK
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

เรือใบ OK เป็น เรือประเภท Dinghy ที่มีผู้ ชื่นชอบ และ นิยมเล่น ทั่วโลก เหมาะสำหรับ ผู้เล่นที่มี น้ำหนัก 60 ถึง 100 กิโลกรัม โดยผู้เล่น เรือใบ OK ถูกออกแบบ และสร้างมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1957 ณ เมือง Seattle ประเทศสหรัฐอเมริกา โดย นาย Axel Dangaard Olsen บอกให้ นาย Knud Olsen นักออกแบบเรือ Yacht ชาว เดนมาร์ก สร้างเรือใบ dinghy ที่ใช้ผู้เล่นคนเดียว จากไม้อัด ซึ่งชื่อ OK หมายถึง แบบที่ ออกมา ใช้ได้ เรือใบ OK เป็นที่นิยมอย่างสูงใน ทศวรรษที่ 60 - 70 จนกระทั่ง ทศวรรษ 80 เรือใบ Laser ก็เป็นที่นิยม ทำให้เรือใบ OK ได้รับ ความนิยม น้อยลง

2.3.3 ประเภท Keel Boat

เรือใบ ประเภท Keel Boat นี้ สังเกตได้จาก กระดูกงูเรือ (Keel) จะยื่น ยาวลงไปใต้แนวน้ำ และจะมีน้ำหนัก (Weight) ถ่วงเพื่อให้ เรือไม่ล่ม เมื่อถูก กระทำ จาก ลมที่ พัดปะทะใบ โดยจะคล้าย กับ ตุ๊กตาล้มลุก เป็นเรือที่เราเรียกว่า เรือ ยอร์ต (Yacht)

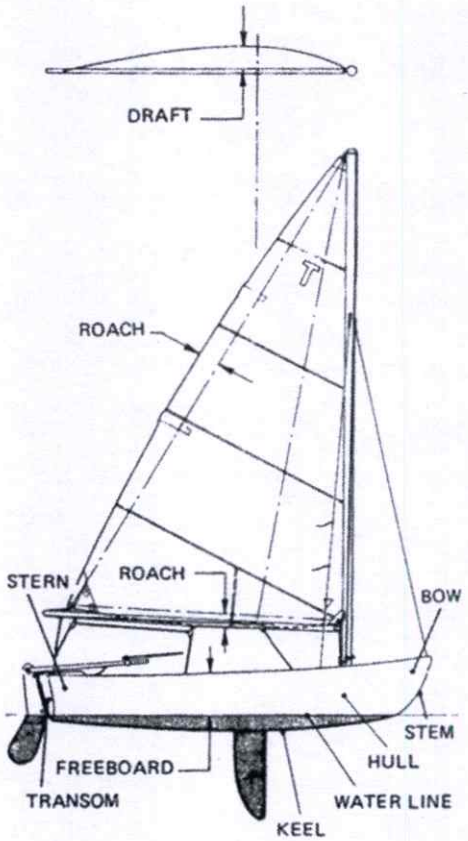
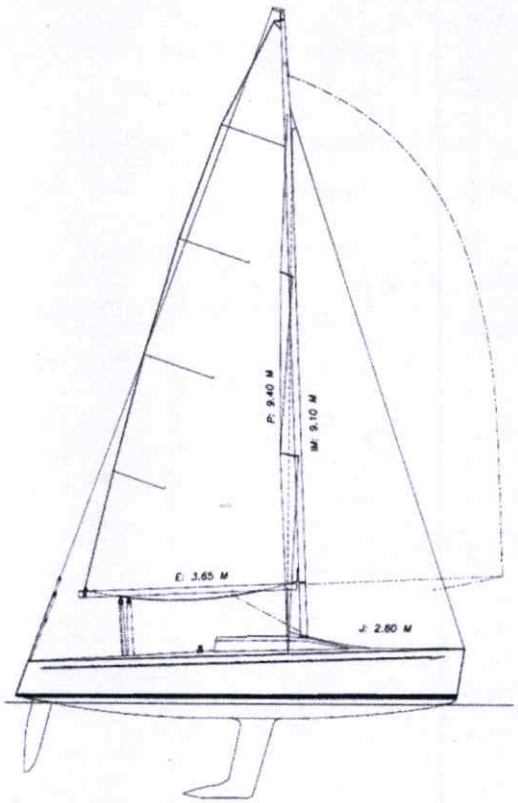


Figure 2.

ภาพที่ 2.12 เรือใบประเภท Keel Boat
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

ชื่อ	ขนาด (กว้างxยาว)เมตร	น้ำหนัก(กิโลกลัม)	สัญลักษณ์
Platu	2.55x7.50	150	

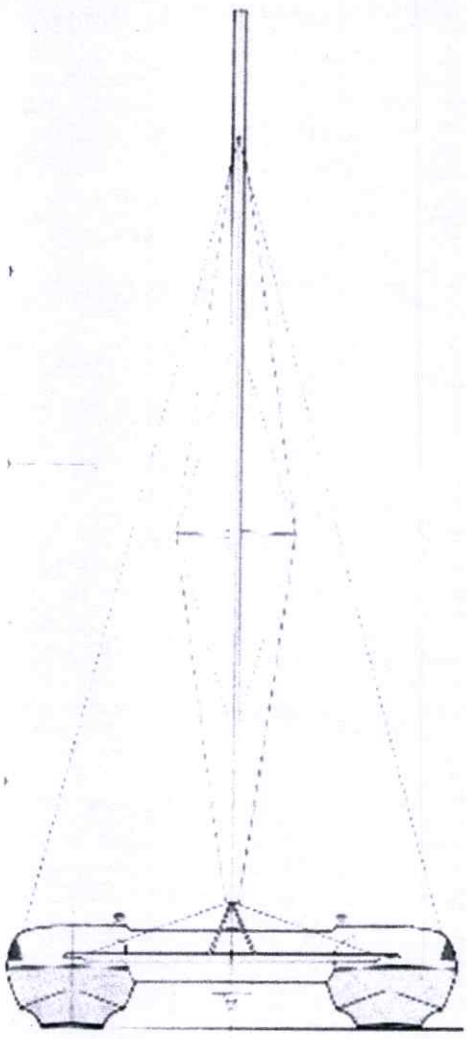


ภาพที่ 2.13 เรือใบ Platu
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

เรือใบ Platu หรือ เรือใบปลาทู หรือ เรือใบ Farr Platu 25 เป็นเรือใบประเภท Keel boat มีใบ จำนวน3 ใบ คือ ใบ Main , ใบ Genoa และ ใบ Spinnaker โดยกระดูกงูกลาง (Keel) เป็นชิ้นเดียวกัน ใช้ผู้เล่น จำนวน 4 - 5 คน เลข 25 คือ มีความยาว 25 ฟุต ที่ได้รับการออกแบบ ตามความต้องการ ของ ผู้ใช้งาน โดยคนไทย มีส่วนร่วม อย่างมาก กับ ชาวนิวซีแลนด์ โดยตั้งชื่อ ปลาทู ซึ่งเป็นปลาที่ พบได้ในอ่าวไทยเราเอง เรือใบ Platu เป็นเรือใบอีกประเภทหนึ่งของ การแข่งเรือใบประเภท Keel boat ของกีฬา SEA Games อย่างเป็นทางการ เรือใบ Platu ออกแบบมา เพื่อให้ใช้งาน อย่างง่าย แต่สามารถแล่นได้เร็ว จึงเหมาะสำหรับลูกเรือ ซึ่งมี ความชำนาญ ระดับต่าง ๆ เป็น เรือประเภท Dinghy ที่ มีผู้นิยมแล่น แพร่หลาย มากที่สุด เป็นเรือที่มีส่วนประกอบ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เหมาะสำหรับ นักแล่นใบมือใหม่ ทุกเพศ ทุกวัย แม้ผู้ที่มี น้ำหนักน้อย หรือ มีน้ำหนักมาก มีสภาพ ทนทะเลสูง ตัวเรือมีน้ำหนักเบา จึงสามารถ จะบรรทุก ไว้บน หลังคารถได้

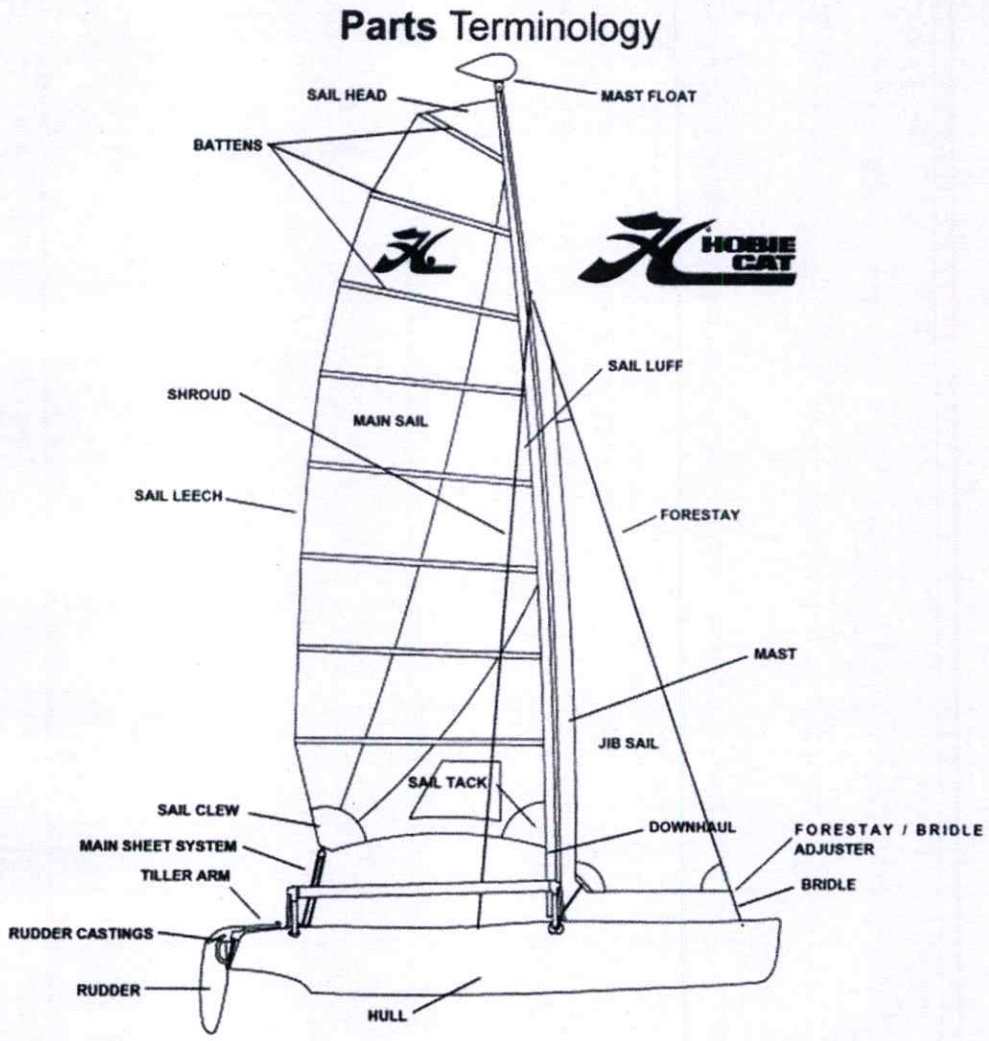
2.3.4 ประเภท Catamaran

เรือใบ ประเภท Catamaran เป็น เรือใบ ที่มีตัวเรือ (Hull) มากกว่า 1 ลำตัว หากมี 3 ลำตัว จะเรียกว่า เรือ Trimaran



ภาพที่ 2.14 เรือใบ Catamaran
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

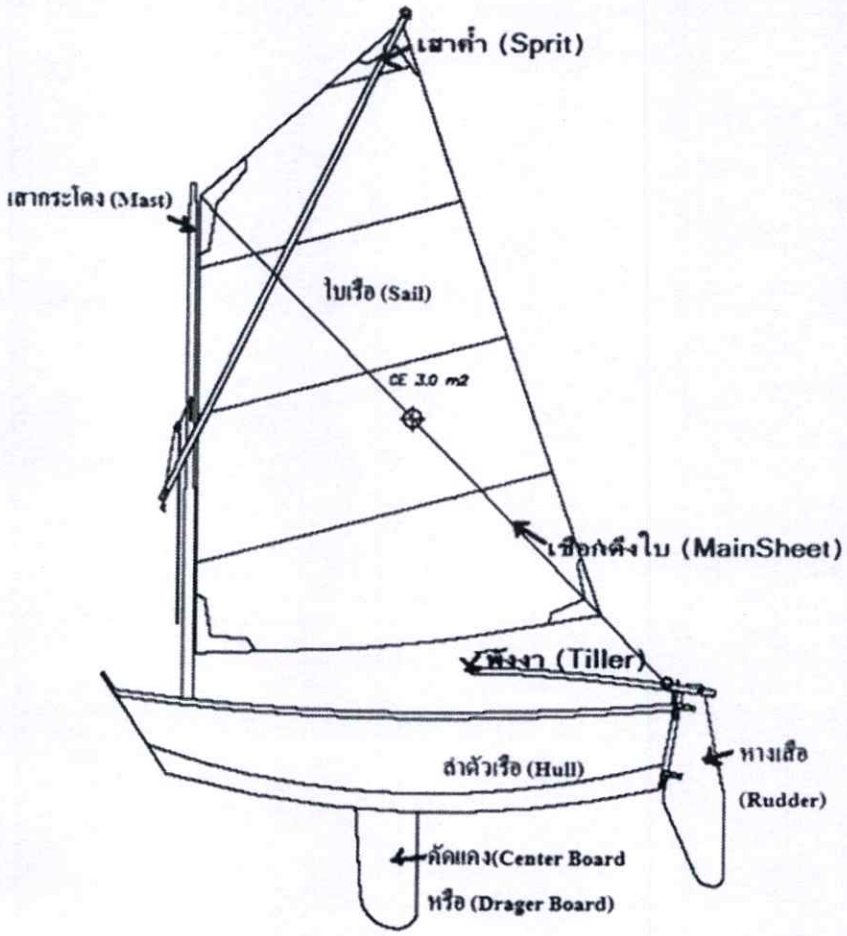
ชื่อ	ขนาด (กว้างxยาว)เมตร	น้ำหนัก(กิโลกลัม)	สัญลักษณ์
Hobbie	10x15.9	150	



ภาพที่ 2.15 เรือใบ Hobbie

ที่มา : http://www.navy.mi.thmaran ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.4 ส่วนประกอบของเรือใบ



ภาพที่ 2.16 ส่วนประกอบของเรือใบ
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

1. ลำตัวเรือ (Hull)
2. พังงา (Tiller)

ด้ามหางเสือ ใช้ควบคุมทิศทางเรือ โดยการโยกซ้ายขวา แล้วบังคับหางเสืออีกทีหนึ่ง

3. หางเสือ (Rudder)

ใช้ควบคุมทิศทางเรือ

4. คัดแคง (Centerboard หรือ Dragerboard)

เป็นแผ่นไม้ที่เสียบทะลุไปยังใต้ท้องเรือตรงกลางเรือ ใช้สำหรับป้องกันไม่ให้เรือเซออกทางข้าง เวลาแล่นขวางลม ทำหน้าที่ต้านไม่ให้เรือ เซออกข้าง

5. เสากระโดงเรือ (Mast)

เป็นเสาหลักสำหรับยึดใบเรือ

6. เสาค้ำ (Sprit)

เป็นเสาที่อยู่ส่วนยอด เพื่อช่วยสร้างรูปร่างของ ใบเรือ

7. ใบเรือ (Sail)

เป็นใบเรือที่ทำหน้าที่รับลม

8. เชือกดึงใบเรือ (MailSheet)

เป็นเชือกที่ใช้ควบคุมใบเรือ ให้กางออก หรือหุบเข้าเพื่อใช้เพิ่มหรือลดกำลังเรือ

2.5 พื้นฐานของการแล่นใบ

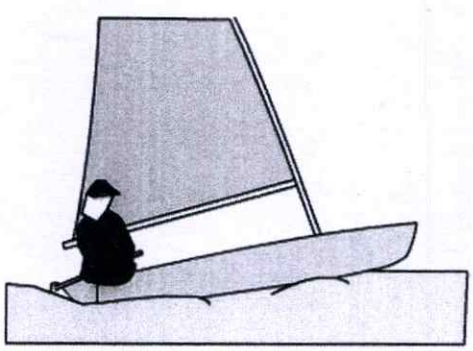
2.5.1 กฎว่าด้วยความปลอดภัยเกี่ยวกับตนเอง

1. ต้องว่ายน้ำ ได้อย่างน้อย 50 เมตร
2. ต้องสวมเสื้อชูชีพ อยู่ตลอดเวลา ขณะแล่น (ทดสอบปีละครั้ง)
3. เรือใบโอเค (OK) และ เลเซอร์ (Laser) เล่นได้ครั้งละ 1 คน เท่านั้น
4. จะได้เล่นเรือใบ เมื่อไร ที่ไหน
5. หากเรือล่ม (Capsize) ต้องอยู่กับเรือ
6. ห้องลอยต้องตรวจสอบให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย (ไม่มีรูรั่ว)
7. ในเรือจะต้องมีเชือกผูกเรือชนิดลอยน้ำได้ ยาวไม่ต่ำกว่า 4 เมตร
8. โพงวิดน้ำ จะต้องผูกติดกับเรือ
9. ต้องรักษาเรือให้ทนทะเล
10. ทดสอบกำลังลอยของเรือปีละครั้ง

2.5.2 การนั่งแต่งเรือ

1. นั่งตรงกึ่งกลางเรือเสมอ

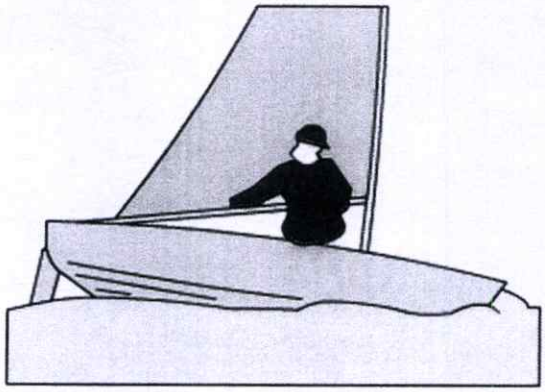
อย่านั่งไปทางท้ายเรือ จะทำให้หัวเรือลอย เกิด vaccum ระหว่างท้องเรือกับพื้นน้ำ



ภาพที่ 2.17 การนั่งแต่งเรือ

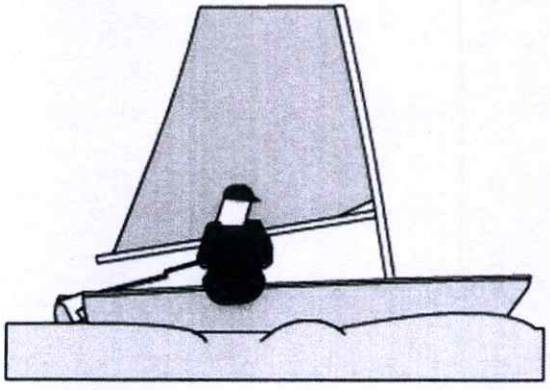
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

อย่านั่งค่อนไปทางหัวเรือ จะทำให้หัวเรือมุดน้ำ หางเสือพ้นน้ำ บังคับยาก



ภาพที่ 2.18 การนั่งแต่งเรือ
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

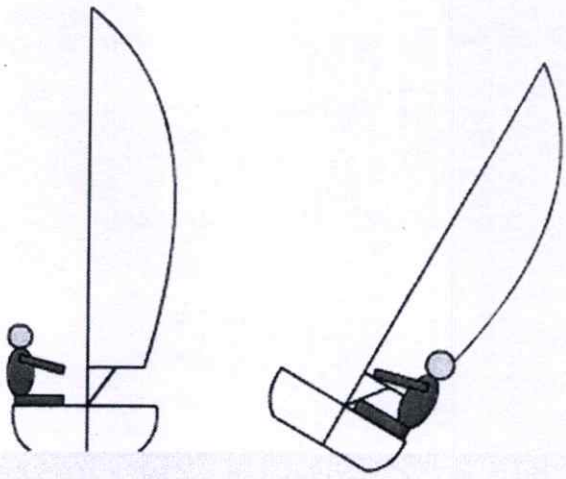
ให้นั่งประมาณกึ่งกลางลำเรือเสมอ พยายามนั่งให้หัวเรือ และท้ายเรือ กินน้ำเท่ากัน



ภาพที่ 2.19 การนั่งแต่งเรือ
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2. ให้นั่งกราบตรงข้ามกับใบเสมอ

เมื่อใบรับลม จะทำให้เรือเอียง จึงต้องนั่งกราบตรงข้ามกับใบ เพื่อถ่วงเรือไม่ให้เรือคว่ำ หากนั่งกราบเดียวกับใบ ในเวลาลมอ่อน ต้องคอยระวัง เพราะถ้าลมกระโชกมา จะคว่ำได้ง่าย ดังนั้น ให้นั่งกราบตรงข้ามกับใบเสมอ(ใบอยู่กราบขวา นั่งกราบซ้าย ใบอยู่กราบซ้ายนั่งกราบขวา)



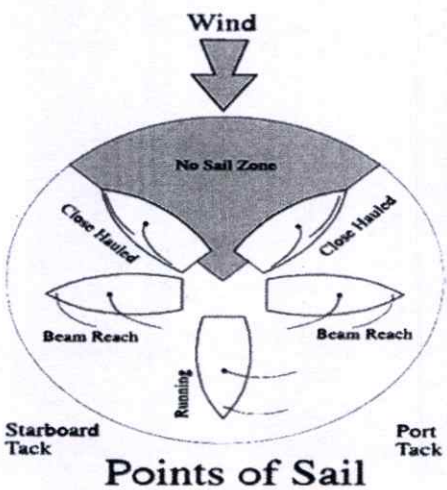
ภาพที่ 2.20 การนั่งแต่งเรือ
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.5.3 กราบขวา และกราบซ้าย

1. เมื่ออยู่ในเรือ เราจะใช้ใช้คำพูดว่า ขวา (Starboard) หรือ ซ้าย (Port) อย่างเดียว
2. เราถือว่า เราหันหน้าไปทางหัวเรือ

จะเรียกด้าน ขวา ของเรือ ว่า กราบขวา (Starboard Tack)
จะเรียกด้าน ซ้าย ของเรือ ว่า กราบซ้าย (Port Tack)

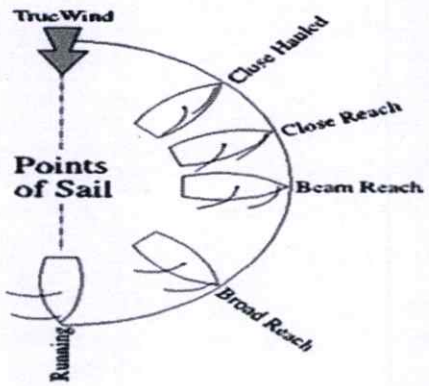
3. กราบขวา แทนด้วย สีเขียวกราบซ้ายแทนด้วย สีแดง
4. หัวเรือขวา หัวเรือซ้าย ท้ายเรือขวา ท้ายเรือซ้าย



ภาพที่ 2.21 กราบขวา และกราบซ้าย
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.5.4 ลักษณะของการแล่นใบ

1. ลมเข้าหัวเรือตรง : เรืออยู่ในตาลม (Eye of wind) เรือไม่แล่น
2. ลมเข้าหัวเรือ ขวา (หรือซ้าย) : เรือแล่นก้าว (Beating) และ Close reach
3. ลมเข้า กราบขวา (หรือซ้าย) ตรง : เรือแล่นขวางลม (Reaching)
4. ลมเข้าท้ายเรือ ขวา (หรือซ้าย) : เรือแล่น Broad reach
5. ลมเข้าท้ายเรือตรง : เรือแล่นตามลม (Running)



ภาพที่ 2.22 ลักษณะของการแล่นใบ
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.5.5 ตำแหน่งลม (Point of Sail)

ตำแหน่งของลม (Points of sail) เป็นตำแหน่งของเรือใบกับลม โดยจะอธิบายเป็น มุม (Angle) หรือ ทิศทาง (Heading) ซึ่งเป็นทิศทางของเรือใบที่กำลังแล่นไปที่สัมพันธ์กับลมการรู้ตำแหน่งของลม จะเป็นหลักในการควบคุม กำลังของลม เพื่อจะนำพาเรือใบ แล่นตามลม หรือ แล่นออก จากลม รวมทั้ง เพื่อจะได้แต่งใบ มี 3 ตำแหน่งหลัก

1. close hauled : เมื่อหัวเรือแล่นเข้าหาลม ก่อนที่จะเกิด luffing และเข้าสู่เขตแล่นเรือไม่ได้ (no sail zone) ใบจะต้องถูกดึงเพื่อป้องกันการเกิด luffing

2. close hauled : เมื่อหัวเรือแล่นเข้าหาลม ก่อนที่จะเกิด luffing และเข้าสู่เขตแล่นเรือไม่ได้ (no sail zone) ใบจะต้องถูกดึงเพื่อป้องกันการเกิด luffingเมื่อลมพัดตรงมาด้านข้างของเรือกราบเรือ หรือ ทำมุม 90 องศา จากหัวเรือ จะเรียกว่า ลมพัดกราบเรือ beam reach ใบของเราจะถูกปล่อยออกทำมุมครึ่งหนึ่ง

3. running เกิดขึ้นเมื่อลมเข้ามาจากด้านหลัง หรือ ท้ายเรือ ทั้งใช้เรียกว่า before the wind เมื่อลมพัดดันจากด้านหลัง เมื่อเราแล่นอยู่เหนือลม ใบเรือจะไม่เป็นอุ้งลม (airfoil) อีกแล้ว เมื่อ running พลังที่ได้ จะเกิดจาก ลมผลักไปบนพื้นผิวของใบ ตำแหน่งนี้ บูม และ ใบจะแปลกกว่าแบบอื่น คือจะทำมุม 90 องศา กับตัวเรือ

นอกจาก 3 ตำแหน่งหลัก ๆ แล้ว (close hauled, beam reach และ running) ยังมีอีก 2 ตำแหน่งของการแล่นใบ ที่อยู่ระหว่างตำแหน่งหลัก

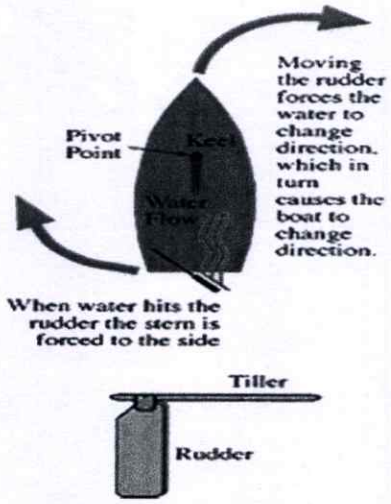
Close reach อยู่ระหว่าง close hauled และ beam reach บูม และใบ ก็อยู่กึ่งกลาง close hauled และ beam reach

Broad reach อยู่ระหว่าง beam reach และ running บูม และใบจะถูกปล่อยออกมากกว่า beam reach แต่ไม่เท่ากับ running

2.5.6 การถือท้าย และแต่งกราบเรือ

นอกจากจะใช้ หางเสือในการบังคับทิศทางแล้ว ยังจำเป็นจะต้องถือท้ายเรือด้วยการปรับแต่งใบด้วยการใช้ เชือกใบพังงาด้ามจะถูกต่อเข้ากับหากเสือที่ท้ายเรือ ใช้ในการบังคับทิศทางของเรือ เมื่อเราสั่งทางจะกระทำผ่านกระโหลกหางเสือการเลี้ยว พังงาด้าม ไม่เหมือนกับพวงมาลัยรถ หรือจักรยาน เมื่อเราใช้ พังงาด้าม เราดันหางเสือไปทางหนึ่งแล้ว เรือก็จะแล่นไปในทิศทางตรงข้าม เมื่อเราต้องการจะเลี้ยวซ้าย เราจะต้องผลักพังงาด้ามไปทางขวาเมื่อเราแล่นเข้าใกล้วัตถุ หรือ เรือลำอื่น เราจะต้องมีที่ว่างเพียงพอ สังเกตว่า ให้สังเกตท้ายเรือเมื่อเลี้ยว จะเห็นว่า มันจะแกว่งออกไปในทิศทางที่เลี้ยว นี่เป็นเพราะว่า เรือใบ มีจุดหมุนรอบ ๆ หัวเรือที่ปลายกระดูงู หรือ centerboard ไม่ใช่รอบ ๆ หางเสือ ดังนั้น หากใช้ท่า มากไปมันจะกระแทกกับท้ายเรือเรา

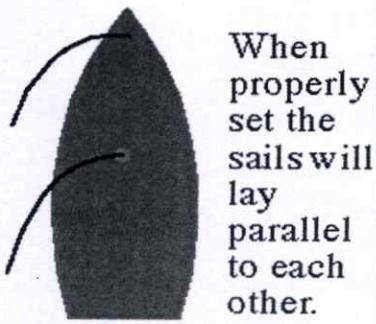
เมื่อออกจาก อู่ หรือ ออกจากจอด ให้แล่นตรงไปข้างหน้าสักระยะก่อนที่จะหันเลี้ยว ให้น้ำพัดผ่านหางเสือเพื่อเปลี่ยนเส้นทางของเรือ ขณะที่เรือ มี momentum ให้รักษาหางเสือตรงจนกระทั่งพ้นขอบแล้วจึงเลี้ยวขณะที่เราเลี้ยว เราต้องรักษาเส้นทางให้ตรง เราอาจจะต้องผลักนหางเสือไปข้างหน้า และหลังเพื่อรักษาเส้นทาง ทั้ง ลม และคลื่น อาจจะทำให้เรือเราเซออกนอกเส้นทาง ก็ให้ผลักหางเสือเพียงเล็กน้อย เราสามารถจะหันหางเสือเพื่อแก้อาการเซ เพียงอย่างเดียวที่จะหันหางเสื้อมาก ๆ ก็คือเมื่อทำการ jibing หรือ tackingกฎสำหรับการแล่นใบแบบใด ๆ ของ mainsail และ jib ให้เราแล่นจนกระทั่ง ใบเริ่มสั่นเป็นริ้ว ๆ (luff) ไปตามขอบด้านหน้าของใบ เมื่อเราเข้าสู่จุด luff ให้ดึงใบเพื่อให้หยดการเกิด Luffing แล้วใบจะถูกขับด้วยกำลังสูงสุด



ภาพที่ 2.23 การถือท้าย และแต่งกราบเรือ
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

ความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติในการแต่งใบ จะช่วยให้เราจัดการกับลมได้ ในการแข่งขันเรือใบมันไม่มีความชัดเจนระหว่าง การชนะ หรือ แพ้ในการแข่งขัน จะแนะนำถึง กฎ ที่ช่วยในการแต่ง trim ของเรือใบเราทั้งใบหลัก และใบยิบ ที่แล่นไป แล้วเกิดขอบด้านหน้าของใบเริ่มสั่นเป็นริ้ว (เกิด luffing)

ให้ดึงสายใบจนกระทั่งหยุด luffting หากไม่แน่ใจว่าใบถูกตั้งไว้ถูกต้อง ก็ต้องรอให้เกิดปัญหาก่อน แล้วค่อยดึงจนหยุด luffting ต้องคอยระมัดระวังใบของเรา และบอกกับตัวเองว่า ใบเรือเราจะออกจาก มุม luff ได้อย่างไรจงจัดการกับใบยิบก่อนแล้วจึงเป็นใบหลักเมื่อตั้งใบยิบ และใบหลักถูกต้องแล้ว ใบทั้งสองจะต้องอยู่ขนานกัน (ดังรูป)หากเราดึงใบมากเกินไปจะทำให้เรือช้าลง จะเรียกว่า stall จะเกิดขึ้นเมื่อขาดลมเพียงพอที่จะทำการ airfoil ให้แล่นไปข้างหน้าการ luffing จะเกิดได้ที่ขอบด้านหน้าของใบเท่านั้น หากมีการกระพือที่ส่วนอื่น ๆ ของใบ มักจะเป็นสาเหตุของการกระแทกของเรือกับน้ำที่แผ่ไปยังส่วนต่าง ๆ ของใบ ในการแต่งใบเราสนใจกับขอบหน้าของใบเท่านั้น



ภาพที่ 2.24 การถือท้าย และแต่งกราบเรือ
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.5.7 การแล่นขวางลม (Reach) และตามลม (Running)

1. การแล่นตามลม

การเรียก เรือแล่นตามลมเกิดเมื่อ ลมพัดเข้า ท้ายเรือ ความเร็ว ของเรือ จะช้ากว่า การแล่นทุก ๆ แบบ ในการแล่น ตามลม เราจะปล่อยใบจนสุด บูม จะตั้งฉาก กับเรือ (90 องศา) เมื่อแล่นตามลม หากปล่อย ให้ลม เข้าท้ายตรง เรือจะ กลับใบ เอง ได้ง่าย ซึ่งเป็น อันตราย แม้แต่ นักแล่นใบ ที่ชำนาญ ก็ให้ ลมเข้า เฉียงเล็กน้อย ในการ แล่นตามลม เราจะถือท้าย ตรงที่หมาย ปรับใบเข้ากับลม

เมื่อใบยิบ อยู่ กราบขวา ใบใหญ่ ต้องอยู่ กราบซ้าย

เมื่อใบยิบ อยู่ กราบซ้าย ใบใหญ่ ต้องอยู่ กราบขวา

ถือท้ายตรงที่หมายกรณี แล่น Board reach ลมเข้าค่อนข้างมาทางท้าย ข้างใดข้างหนึ่ง ให้นำ ใบยิบ และใบใหญ่ ไว้กราบเดียวกัน

นำ Centerboard ขึ้น แต่หาก ลมแรง ให้เอา Centerboard ลงครึ่งหนึ่ง (1/2) เพื่อป้องกันเรือโคลงหากทำมุมน้อยกว่า 90 องศา จะทำให้มี พื้นที่ รับลมน้อยลง และทำให้ลมตีที่ต้นใบ

ภาพที่ 2.25 การแล่นตามลม
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2. การแล่นขวางลม (Reach)

หากเราไม่ได้แล่นก้าว (Beating) หรือ แล่นตามลม (Running) เราจะเรียกว่า การแล่นขวางลม (Reaching) ในการแล่นขวางลม (Reach) เราจะต้องปรับใบให้เข้ากับลม มุมของ บูม จะอยู่ระหว่าง การาแล่นก้าว (Beating) กับ การแล่นตามลม (Running) ทำมุม 45 องศา กับตัวเรือ

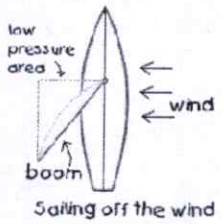
ถ้าลมเข้าค่อนข้างท้าย

ถ้าลมเข้า กราบซ้าย ให้ ใบยิบ ไปกราบซ้าย ใบใหญ่ ไปกราบขวา เพื่อป้องกัน บูม ตีกลับ

ถ้าลมเข้า กราบขวา ให้ใบยิบ ไปกราบขวา ใบใหญ่ ไปกราบซ้าย เพื่อป้องกัน บูม ตีกลับ

ถือท้ายให้หัวเรือตรงกับที่หมาย

กรณี แล่น Board reach ลมเข้าค่อนข้างมาทางท้าย ข้างใดข้างหนึ่ง ให้นำ ใบยิบ และใบใหญ่ ไว้กราบเดียวกัน

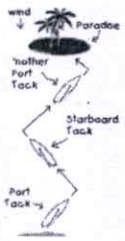


ภาพที่ 2.26 การแล่นขวางลม (Reach)
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.5.8 การแล่นก้าว (Beating)

1. การก้าวขึ้นเหนือลม (Beat)

เมื่อเราต้องการแล่นเรือจาก Home ไปยัง Paradise เราจะแล่นใบตรงจาก Home ไปยัง Paradise ไม่ได้ (เนื่องจาก เราไม่ สามารถ แล่นใบ ในตาลม [Eye of Wind] ได้) ดังนั้น เราจึงต้องแล่น สลับฟันปลา (Zigzag) ขึ้นไปเหนือลม เราเรียกว่า ก้าวขึ้นเหนือลม (Beat upwind หรือ Sailing upwind)

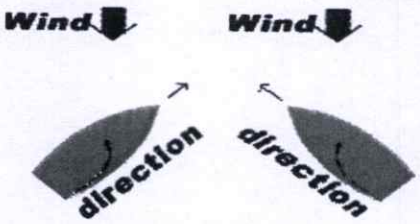


ภาพที่ 2.27 การก้าวขึ้นเหนือลม (Beat)
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2. แล่นก้าว (Beating)

เราจะเรียกว่า การแล่นก้าว (Beating) เมื่อเราแล่นเฉียดลม ให้มากที่สุด (Close hauled) และเก็บระยะขึ้นเหนือลมเมื่อต้องการ แล่นก้าว ให้ดึง บูม เข้าหาเรือ พร้อมกับ หันหัวเรือเข้าหาลม

ปรับแต่ง จนอยู่ใน ลักษณะที่ถูกต้อง ปลายบูม จะอยู่ตรง ท้ายเรือพอดี ใบตึง เรือจะมีความเร็วหาก เราหันหัวเรือ เข้าหาลมมากไป ที่ตรงโคนใบ จะหุบ ในการแล่นก้าว เราปรับหาเสือ ให้เรือเฉียดลม มากที่สุด



ภาพที่ 2.28 แล่นก้าว (Beating)
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.5.9 การกลับใบ

1. เมื่อเรืออยู่ในตาลม (Eye of wind)

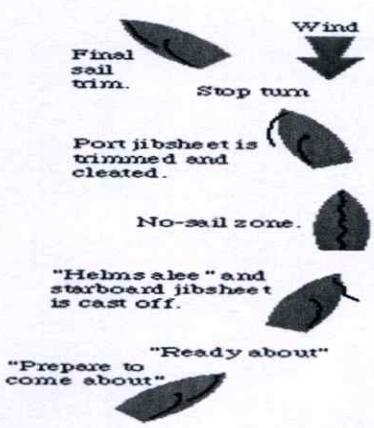
เมื่อหัวเรือหันเข้าสู้ลม แล้วหัวเรืออยู่ตรงลม เรียกว่า เรืออยู่ในตาลม (Eye of wind) เมื่อเรือ อยู่ในตาลม เรือจะไม่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า เพราะใบจะไม่รับลม และ ใบจะ สะบัด (Ripple) หากเรา ยังคงให้เรืออยู่ใน ตาลม ต่อไป เรือของเรา จะถอยหลัง จึงใช้เป็น เบรค (Break) วิธีให้เรืออยู่ในตาลม ให้ดัน บูม ออกจากตัว พร้อมกับ ดันหางเสือไปข้างเดียวกับใบ

2. การหันหัวเรือเข้าสู้ลม (Luff)

เมื่อเราพลักพังงาออกจากตัวเรา เรือจะหันหัวเรือเข้าสู้ลม ซึ่งเราเรียกว่า Luff เมื่อเรา ต้องการกลับใบทวนลม หรือต้องการ แล่นเฉียดลม มากขึ้น

3. การหันหัวเรือออกจากลม (Bearing away)

เมื่อเราดึงพังงาเข้าหาตัว เรือจะหันออกจากลม ซึ่งเราเรียก Bearing away เมื่อต้องการกลับ ใบตามลม หรือ ต้องการแล่นออกจาก ทางลม โดยจะทำให้ เรือเร็วขึ้น การ bearing away มี อันตราย หากผ่อนเรียวไม่ทัน และเรือจะคว่ำได้ง่าย ๆ



ภาพที่ 2.29 การกลับใบ
ที่มา : http://www.navy.mi.th ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

4. การกลับใบทวนลม

การกลับใบทวนลม (Coming about) เริ่มตั้งแต่ เรืออยู่ในตาลม จนกระทั่ง ใบรับลมอีกกราบหนึ่ง

การกลับใบทวนลม

ขณะที่เรือแล่น เรานั่งอยู่ด้านตรงข้ามกับใบ จะกลับใบทวนลม (Comming about) โดยผลักหางเสือ ออกจากตัว เบา ๆ หัวเรือจะหัน เข้าหาลม

ขณะที่ เรืออยู่ใน ตามลม ให้ก้มตัวรอด บูม ในทันทีที่ หัวเรือสู้ลม

เมื่อใบรับลมอีกกราบหนึ่งแล้ว เราจะนั่งถ่วงเรือได้พอดี และพร้อมที่จะแล่นกราบใหม่ได้การกลับใบทวนลม ใบต้องทำมุม 45 องศากับลม หากมากกว่าจะทำให้เสียระยะทางมากขึ้น นำ centerboard ลงหมด

5. การกลับใบตามลม

เราเรียก เรือกลับใบตามลม เมื่อลมเข้าทางท้ายเรือ ว่า การกลับใบตามลม (Jibing / Gybing) เริ่มตั้งแต่ เรือแล่นตามลม (Running) จนกระทั่งใบรับลมอีกกราบหนึ่ง

การกลับใบตามลม

ขณะที่เรือแล่น เรานั่งตรงข้ามกับใบ เราจะกลับใบตามลม โดยการ ดึงหาเสือเข้าหาตัว เบา ๆ หัวเรือจะหันออกจากลม

เมื่อลมเข้าท้ายเรือ (Running) ดึงบูมเข้าหาฐอ ผลักใบไปด้านกราบตรงข้ามโดยเร็ว พร้อมกับก้มตัวรอด บูม ไปยังกราบตรงข้ามกับใบ

เมื่อใบรับลมอีกกราบหนึ่งแล้ว เราจะนั่งถ่วงเรือได้พอดี และพร้อมที่จะแล่นกราบใหม่ต่อไป

2.6 ไม้

2.6.1 ไม้แผ่นที่ใช้ต่อเรือ

ส่วนมากจะใช้ไม้ที่มีน้ำหนักเบาแต่แข็งและเหนียวได้แก่ ไม้สัก, ไม้ตะเคียนทอง, ไม้หลุมพอ, ไม้เคี่ยม, ไม้มาฮ็อกกานี, ไม้ยมหอม, ไม้โอ๊ค, ไม้อัดกันน้ำ เป็นต้น

1. ไม้สัก มีชื่อในภาษาอังกฤษว่า Teak และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Tectona grandis อยู่ในวงศ์ Verbenaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในตอนใต้ของประเทศอินเดีย พม่า ไทย อินโดนีเซีย และหมู่เกาะอินเดียตะวันออก

ไม้สัก เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นหมู่ในป่าเบญจพรรณทางภาคเหนือ และบางส่วนของภาคกลางและตะวันตก คือ ในท้องที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ สำพูน เชียงราย สำปาง แพร่ น่าน ตาก กำแพงเพชร อุตรดิตถ์ พิษณุโลก สุโขทัย เพชรบูรณ์ และพิจิตรและมีบ้างเล็กน้อยในจังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี และกาญจนบุรี

ไม้สัก ชอบขึ้นตามพื้นที่ที่เป็นภูเขา แต่ในพื้นที่ราบที่น้ำไม่ขังไม้สักก็ขึ้นได้ดีเช่นเดียวกัน ในพื้นที่ที่เป็นดินปนทรายแต่น้ำไม่ขัง ไม้สักมักขึ้นเป็นหมู่ไม้สักล้วน ๆ และมีไม้ขนาดใหญ่ ไม้สักชอบพื้นที่ที่มีชั้นดินลึก การระบายน้ำดี ไม่ชอบดินแข็งและน้ำท่วมขัง

ไม้สัก ขึ้นได้ดีในดินที่เกิดจากหินหลายชนิด แต่ความเจริญงอกงามของไม้สักขึ้นอยู่กับความลึก การระบายน้ำ ความชื้น และความอุดมสมบูรณ์ ของดินนั้น ๆ โดยเฉพาะในดินที่เกิดจากหินปูนซึ่ง

แตกแยกผุผังจนกลายเป็นดินร่วนที่ลึก ไม้สักชอบมากและเจริญเติบโตดีมาก ไม้สักชอบดินที่มีความเป็นกลางและด่างเล็กน้อย ค่า pH ระหว่าง 6.5-7.5 ปริมาณน้ำฝน ระหว่าง 1,200-2,000 มม. ต่อปี ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 700 เมตร และมีฤดูแล้งแยกจากฤดูฝนชัดเจนจะทำให้ไม้สักมีลวดลายสวยงาม

ภาพที่ 2.30 ไม้สัก
ที่มา : องค์ความรู้ไม้สักไทย. (2536 : 3)

2. ไม้ตะเคียนทอง ตะเคียนทอง มีชื่อพื้นเมืองต่างๆ ดังนี้กะกี้โกกี้(กระเหรี่ยงแถบจังหวัดเชียงใหม่)แคน (ภาคเหนือ)จะเคียน (ภาคเหนือ) จูเค้โซเก(กระเหรี่ยงจังหวัดกาญจนบุรี) ตะเคียน ตะเคียนทอง ตะเคียนใหญ่ (ภาคกลาง) ไพร (ละว้า จังหวัดเชียงใหม่) และมีชื่อพื้นเมืองภาษาอังกฤษว่า Iron wood ส่วนชื่อ วิทยาศาสตร์คือ Hopea odorata Roxb. อยู่ในวงศ์Dipterocarpaceaeมีถิ่นกำเนิดในป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ขึ้นได้ดีบนที่ราบหรือค่อนข้างราบใกล้ริมน้ำ เป็นไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจและเป็นไม้เด่นของป่าดิบชื้น

ตะเคียนทองเป็นไม้ขนาดใหญ่สูง20-40เมตรไม่ผลัดใบ เรือนยอด เป็นพุ่มทึบกลมหรือรูปเจดีย์ต่ำๆเปลือกหนา สีน้ำตาลดำแตกเป็นสะเก็ด กระพี้สีน้ำตาลอ่อน แก่นสีน้ำตาลแดงใบ รูปไข่แกมรูปหอก หรือรูปดาบ ขนาด 3-6x10-14 เซนติเมตร เนื้อใบค่อนข้างหนาปลายใบเรียว โคนใบบนป้านและเบี้ยว หลังใบมีตุ่มเกลี้ยงๆ อยู่ตามง่ามแขนงใบ เส้นแขนงใบมี9-13 คู่ ปลายโค้ง แต่ไม่จรดกัน ดอก เล็ก ออกเป็นช่อยาวๆ สีขาวตามง่ามใบและปลายกิ่งกลิ่นหอม ก้านช่อดอก ก้านดอก และกลีบรองกลีบดอกมีขนนุ่ม กลีบดอก และกลีบรองกลีบดอกมีอย่างละ 5 กลีบโคนกลีบเชื่อมติดกัน ผล กลม หรือรูปไข่เกลี้ยง ปลายมนเป็นติ่งคล้ายหนามแหลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตรปีกยาว 1 คู่ รูปใบพาย ปลายปีกกว้างค่อย ๆ เรียวสวนมาทางโคนปีก เส้นปีกความยาวมี7 เส้นปีกสั้นมีความยาวไม่เกินความยาวตัวผล ดอกออกระหว่างเดือนมกราคมถึงมีนาคมดอกจะไม่ออกทุกปีช่วงดอกออกมากประมาณ 2-3 ปี/ครั้ง และจะแก่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน

ภาพที่ 2.31 ไม้ตะเคียนทอง

ที่มา : https://www.linkedin.com ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

3. ไม้หลุมพอ ไม้ต้นขนาดใหญ่ สูงถึง 40 เมตร ผลัดใบ มีพูพอนขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 7 เมตร ลำต้นเปลาตรง เปลือกเรียบหรือ ตกสะเก็ดเป็นแผ่นกลมบางๆมีสีต่างกัน สีชมพูอมน้ำตาลหรือเทาอม ชมพูใบประกอบแบบขนนกปลายคู่มีใบย่อย 4 คู่ แกนกลางใบประกอบ ยาว 10-15 เซนติเมตร ก้านใบประกอบยาว 1.5-2 เซนติเมตร ใบย่อย รูปไข่ เบี้ยวเล็กน้อย ยาวได้ประมาณ 9 เซนติเมตร ปลายใบแหลม เว้าเล็กน้อยตอนปลาย โคนใบกลม แผ่นใบเป็นมัน ก้านใบย่อยยาว 0.2-0.5 เซนติเมตร ช่อดอกยาว 5-10 เซนติเมตร ก้านช่อยาว 0.3-1 เซนติเมตร ฐานรองดอกสั้นกว่ากลีบเลี้ยง กลีบเลี้ยง 4 กลีบ สีเขียว รูปรียาว 0.4-0.8 เซนติเมตร กลีบดอกสีขาวอมเหลือง มี 1 กลีบ ยาว 0.6-0.9 เซนติเมตร รวมก้านกลีบแผ่นกลีบกลมกว้าง 0.3-0.4 เซนติเมตร เกสร เพศผู้ 3 อัน ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร รังไข่มีก้านสั้น ๆ มีขนยาวปกคลุม ก้านเกสรเพศเมียยาวประมาณ 2 เซนติเมตร ผลเป็นฝักรูปขอบขนานหรือรูปใบหอกกว้าง 6-8 เซนติเมตร ยาว 15-40 เซนติเมตร เมล็ดกลมแบน เส้นผ่านศูนย์กลางยาวประมาณ 3 เซนติเมตรลักษณะเด่น: ไม้ต้นขนาดใหญ่ มีพูพอนขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 7 เมตร ใบประกอบแบบขนนกปลายคู่ แผ่นใบเป็นมัน

ลักษณะเนื้อไม้สีแดงอมน้ำตาล เป็นมันเลื่อม เสี้ยนตรง เนื้อหยาบ แข็งเหนียวแข็งแรงและทนทานมาก เพรียงไม่ค่อยกิน ไสกบตกแต่ง ไม่ค่อยยาก ขัดชักเงาได้ดี ไม้หลุมพอเป็นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง ชนิดหนึ่งของประเทศไทย และเป็นไม้ที่ตลาดมีความต้องการมาก มีการ นำไม้หลุมพอมาใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ทำสะพาน เสาหมอนรางรถไฟ เกวียน เครื่องเรือน เป็นไม้ที่สวยงามดี เหมาะสำหรับ ทำเครื่องเรือน ทำพื้น รอด ตง ขื่อ อกไก่ ไม้บุผนังที่สวยงาม ทำลูกประสัก โครงเรือใบเดินทะเล แจว พาย กรรเชียง เสากระโดงเรือไถ คราด ครก สาก กระเดื่อง พันสีขาว ตัวถังรถ ด้ามเครื่องมือ ทำหูก ด้ามหอกไม้สำหรับกลึง แกะสลัก กั้นบ่อน้ำ ร่องน้ำและกังหันน้ำ ทำรางแร่ พานท้ายและรางปืน เนื้อไม้มีลักษณะคล้ายไม้มะค่าโมง ควรใช้แทนกันได้ (สวน พฤกษศาสตร์ ตามพระราชเสาวนีย์ฯ, 2556 ค)

ภาพที่ 2.32 ไม้หลุมพอ
ที่มา : http://www.pof.com ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

4. ไม้เคี่ยมเป็นไม้มีชื่อของเมืองตรังชนิดหนึ่ง ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Cotylelo bium melanoxylon Pierre, และมีชื่อพ้องว่า C.lanceolatum Craib เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ที่มีชุกชุมในป่าดิบทางภาคใต้ เนื้อละเอียด แข็ง เหนียว หนัก แข็งแรงมาก ใช้ในน้ำทนทานดี เลื่อยไส และตกแต่งได้ไม่สู้ยาก ใช้ทำบ้านเรือน เรือ แพ สะพาน เขื่อน ไม้หมอนรถไฟ และการก่อสร้างอื่นๆ ที่ต้องการความแข็งแรงทนทานมาก จากความแข็งแรงนี้เองทำให้มีสำนวนว่า หนักแน่นแก่นเคี่ยม

ในจังหวัดตรังนิยมใช้ไม้เคี่ยมใสในน้ำตาลจากเพื่อให้รสฝาดของไม้เคี่ยมรักษาน้ำตาลมิให้บูดเสียเร็ว ทั้งยังใช้ใส่น้ำตามเมาเพื่อให้รสกลมกล่อม

เปลือกไม้เคี่ยมใช้เป็นยากลางบ้าน หรับห้ามเลือดบาดแผลสด และใช้เป็นยาชะล้างบาดแผล นิยมใช้เคี่ยมดำมากกว่าเคี่ยมขาว ชันจากไม้เคี่ยมเป็นยาสมานแผลและแก้ท้องร่วง ยอด ราก ดอก ลำต้นตำพอกแผลแก้ฟกบวมเน่าเปื่อย หรือใช้ผสมกับเปลือกตานแดง (ขี้อาย) เปลือกหว้าต้มบ้วนปากแก้ปากเปื่อย

การตีมีดพร้านาป้อที่มีชื่อเสียงของเมืองตรังจะใช้ถ่านซึ่งทำจากไม้เคี่ยมเพราะประหยัดให้ความร้อนสูงไม่แพ้ถ่านหิน

ในสมัยพระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดีเป็นผู้ว่าราชการเมืองตรัง มีรายงานินค้ากล่าวถึงการส่งออกไม้เคี่ยมว่า ทำเป็นไม้ขนาด 8 x 2 นิ้ว สำหรับทำพื้น และ 8 x 6 นิ้ว สำหรับทำเป็นไม้หมอนทางรถไฟส่งไปเมืองเดลี และเมืองอื่นๆ ส่วนไม้เล็กขนาดกำนั้นทำเป็นเสาจากการส่งออกไม้นี้ทำให้พระยารัษฎาฯ ผู้มองการณ์ไกลได้ให้แนวคิดไว้ว่า ไม้เล็กไมควรตัดบรรทุกออกจากเมือง เกลือกว่านานไปจะไม่มีไม้ใหญ่ เพราะไม้เคี่ยมนี้เป็นไม้แข็งดีที่สุด ในหัวเมืองฝ่ายแหลมมลายูชั้นนอกนั้น มีอยู่ที่เมืองตรังกับกระบี่เท่านั้น ควรจะมีกำหนดให้ตัด

แม้ว่าพระยารัษฎาฯ จะดำริถึงการรักษาไม้เคี่ยมมานานปี แต่ในเมืองตรังวันนี้ไม้เคี่ยมคือไม้หายากชนิดหนึ่ง คนรุ่นหลังได้เห็นเพียงไม้เคี่ยมที่เป็นไม้กระดานปูพื้นหรือเสาสะพาน หรือตอเคี่ยมที่นักตกแต่งสวนไปเสาะหาขุดมาประดับสวน และอาจได้ยินชื่อคนบางคนที่ผิวคล้ำจัดว่า เคี่ยม ตามสำนวน ดำเหมือนตอเคี่ยม

ภาพที่ 2.33 ไม้เคี่ยม
ที่มา : https://medthai.com ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

5. ไม้มะฮอกกานี มะฮอกกานีเป็นไม้ยืนต้นชนิดหนึ่ง ที่ทรงพุ่มแผ่ ให้ร่มเงาดี ใบเขียวตลอดปี ไม่มีช่วงใบร่วงโกร๋น เหลือแต่กิ่งก้านโด่เด่ เลี้ยงง่าย นิยมนำไปปลูกให้เพิ่มร่มเงาให้กับบริเวณบ้าน ริมรั้วเพื่อบังสายตาจากคนภายนอก หรือตามริมถนน ในบ้านเรา มีมะฮอกกานี อยู่ 2 ชนิด คือ มะฮอกกานีใบใหญ่ กับมะฮอกกานีใบเล็ก ตามถนนในกรุงเทพฯ มีหลายถนนที่ใช้ปลูกต้นมะฮอกกานี ให้ร่มเงา แต่ส่วนมากแล้วจะเป็นมะฮอกกานีใบใหญ่ ชื่อวิทยาศาสตร์มะฮอกกานีใบใหญ่ swietenia macrophylla King ชื่อวงศ์ MELIACEAE ชื่อสามัญ Bay wood, Honduras mahogany

ชื่อวิทยาศาสตร์มะฮอกกานีใบเล็ก swietenia macrophylla (L.) Jacq. ชื่อวงศ์ MELIACEAE ชื่อสามัญ Dominican mahogany ลักษณะทรงพุ่มของมะฮอกกานีใบใหญ่จะเป็นทรงกระบอก ใช้เวลานานกว่าที่กิ่งก้านจะแผ่พุ่มกว้างออกไป โตเต็มที่จะสูงได้ถึง 15-20เมตร ขนาดของทรงพุ่มกว้างประมาณ 4-6 เมตร ลำต้น เป็นสีน้ำตาลเข้มปนดำ เปลือกลำต้นหยาบ ส่วนมะฮอกกานีใบเล็ก ทรงพุ่มเป็นวงรีหรือรูปไข่ สวยงามกว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงพุ่ม อยู่ที่ประมาณ 5-6เมตร ระยะห่างจากหลุมปลูกถึงตัวบ้านอย่างน้อยๆ ก็ควรจะมีถึง 7 เมตร ต้นมะฮอกกานีใบเล็กโตเต็ม 15-18เมตร เตี้ยกว่ามะฮอกกานีใบใหญ่เล็กน้อย ลำต้นเป็นสีน้ำตาลเข้มปนดำ แต่ผิวเปลือกจะละเอียด เนียนกว่ามะฮอกกานีใบใหญ่

ภาพที่ 2.34 มะฮอกกานี
ที่มา : http://www.skn.ac.th ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

6. ไม้ยมหอม ไม้ยมหอม เป็นไม้โตเร็ว เนื้อไม้มีลวดลายสวยงามคล้ายไม้สัก น้ำหนักเบา สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย ปัจจุบันถือเป็นไม้ขาดแคลน และมีไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาดไม้แปรรูป ไม้ยมหอม (Toona ciliata M. Roem.) หรือชื่ออื่น ยมฝักดาบ เล้ย สะเดาดง สีเสียด เป็นไม้โตเร็ว ลำต้นตรงสูงชะลูด มีกิ่งลำต้นน้อย มีความสูงได้มากกว่า 20 เมตร เปลือกมีลักษณะสีเทาปนดำ แตกเป็นร่องตามแนวยาวของลำต้น เรือนยอดมีลักษณะเป็นทรงพุ่มกลม ใบดกหนาสีเขียว ใบมีลักษณะเป็นรูปดาบ มนตรงต้นใบ และเรียวแหลมปลาย ดอกมีขนาดเล็กเป็นช่อ สีขาวหรือสีเหลืองอ่อน แทงออกตามตามง่ามใบ และปลายยอด เมล็ดเมื่อแก่ และแตกออกจะมีลักษณะมีปีก และเบาสามารถลอยตามลมได้

ไม้ยมหอมในประเทศไทยมักพบบริเวณป่าเขาใกล้แหล่งน้ำลำคลอง สามารถเติบโต และขึ้นได้ดีในทุกสภาพดิน เป็นพืชที่ต้องการความชื้นพอประมาณ แต่สามารถเจริญเติบโต และทนต่อภาวะแห้งแล้งได้

เนื้อไม้ไม้ยมหอมมีลักษณะเนื้อไม้เป็นลาย มีสีแดงอ่อนถึงสีน้ำตาล มีกลิ่นหอม มีความแข็งแรงทนทาน นิยมนำมาทำเป็นฝากระดาน ไม้วงกบ หน้าต่าง ไม้ฝ้าเพดาน ไม้บุผนัง ทำหีบใส่ของ เครื่องดนตรี อุปกรณ์กีฬา ต่อเรือ เป็นต้น ซึ่งไม้ยมหอมนี้ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้ทรงนำมาเป็นไม้ต่อเรือใบของพระองค์เอง

ภาพที่ 2.35 ไม้ยมหอม
ที่มา : http://puechkaset.com ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

7. ไม้โอ๊ค (Oak) ไม้ตระกูลโอ๊คนั้นจัดเป็นไม้เนื้อแข็ง และเป็นไม้อุตสาหกรรม ด้วยปริมาณที่มีอยู่มากมายทำให้มีระดับราคาที่ค่อนข้างคงที่ ต่างจากไม้ในประเทศบ้านเรา ที่ระดับราคาเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับปริมาณและความหายากของไม้แต่ละชนิด

ไม้โอ๊คเป็นไม้ที่มาจากทางฝั่งยุโรป อเมริกา จีน รัสเซีย ญี่ปุ่น แต่ไม้โอ๊คที่มีคุณภาพจะมาจากจีนและญี่ปุ่นเนื่องจากสภาพภูมิอากาศทำให้เติบโตช้า เนื้อไม้จึงมีความละเอียดมากกว่าทางฝั่งอเมริกา อย่างไรก็ตามไม้โอ๊คส่วนใหญ่ ในอเมริกาเป็นป่าปลูกที่ตัดจากป่าธรรมชาติซึ่งมีระบบการปลูกทดแทนอย่างเป็นระบบก็ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องจากมีปริมาณมากและราคาสมเหตุสมผล โดยสามารถแบ่งประเภทของไม้โอ๊คเป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ

ไม้โอ๊คแดง (Red Oak) ไม้โอ๊คแดงปลูกมาทางฝั่งตะวันออกของอเมริกาเนื้อไม้ออกสีน้ำตาลเข้มอมแดง มีเสี้ยนที่ลึกเห็นเด่นชัดสัมผัสไม้หยาบให้ความรู้สึกแน่น รก และหนัก ตามสไตล์บ้านฝรั่งที่เน้นการตกแต่งบ้านด้วยไม้ขนาดใหญ่โทนสีเข้ม ให้ความรู้สึกหนักและทึบตัน นิยมนำมาใช้ทำพื้น และเฟอร์นิเจอร์ไม้ ซึ่งไม่ค่อยเป็นที่นิยมในบ้านเรา เนื่องจากสไตล์การตกแต่งบ้านแบบไทย จะเน้นที่รูปแบบเรียบง่ายโปร่งเบาสบาย ซึ่งเป็นสิ่งที่ตรงกันข้ามกับรูปแบบและความรู้สึกที่ได้จากไม้โอ๊คอดงอย่างเห็นได้ชัด

ไม้โอ๊คขาว (White Oak) ไม้โอ๊คขาวพบเห็นมากทางฝั่งตะวันออกของอเมริกาเช่นกันเนื้อไม้ออกสีเหลืองอ่อน มีเสี้ยนที่ถี่ละเอียด ผิวไม้เรียบกว่าไม้โอ๊คแดง ด้วยการที่ไม้โอ๊คขาวนั้นมีสีที่เหลืองอ่อน และผิวเรียบ จึงทำให้เป็นที่นิยมในหมู่นักออกแบบในบ้านเราที่จะเลือกไม้ชนิดนี้มาใช้ในงานกันมาก และนวทางการแต่งบ้านสมัยนี้ก็นิยมชมชอบสไตล์โมเดิร์น ที่ให้ความสัมผัสเรียบง่ายและเบ่าสบายได้ดี

ภาพที่ 2.36 ไม้โอ๊ค
ที่มา : http://mr-woodexpert.blogspot.com ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

8. ไม้อัด มีความได้เปรียบแผ่นไม้ชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากสามารถนำไปประยุกต์กับการใช้งานได้เกือบทุกประเภท ด้วยคุณสมบัติที่มีความแข็งแรงสูงและความเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งแผ่น และถ้าแบ่งตามลักษณะคุณสมบัติ แบ่งได้ 3 ประเภท คือ

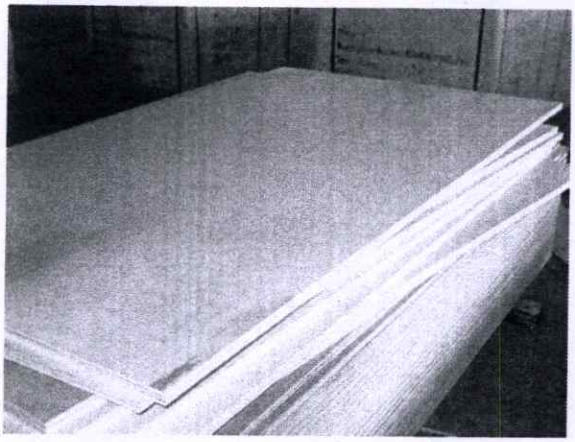
ชนิดความหนาแน่นสูง โดยมากนิยมใช้ทำพื้นอาคาร, บ้านเรือน, นำไปปิดผิว พ่นสี ให้ดูดียิ่งขึ้น

ชนิดความหนาแน่นปานกลาง นิยมใช้ในอุตสาหกรรมตกแต่ง และเฟอร์นิเจอร์ รวมทั้งงานแกะสลักได้เกือบทุกชนิด

ชนิดความหนาแน่นต่ำ ปัจจุบันเริ่มมีใช้แพร่หลายทางยุโรป และอเมริกา นิยมใช้สำหรับทำเฟอร์นิเจอร์ Knock-down

คุณสมบัติของไม้ MDF

มีผิวเนื้อในละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทั่วทั้งแผ่น มีความหนา ความแน่น และความเรียบสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น สามารถขูดแต่งเนื้อไม้ได้เรียบเนียบ งานที่ออกมาจึงดูเรียบร้อยไม่เป็นขุย สามารถนำมาพ่นสีในเนื้อไม้ได้สวยงาม เรื่องไม้ MDF (Medium Density Fiber Board) หรือเรียกว่าแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท Composite Panel ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำเส้นใยของไม้หรือพืชที่มีเส้นใย หรือเส้นใยของวัสดุลิกโนเซลลูโลส (Lignocelluloses Material) วัตถุดิบที่ใช้ ยูคาลิปตัส ยางพารา ฯลฯ นำมาผสมกับกาวสังเคราะห์ แล้วจึงอัดเป็นแผ่นโดยกรรมวิธีแห้ง คืออัดด้วยความร้อน(Dry Process)เพื่อให้เกิดความยึดเหนี่ยวระหว่างเส้นใยจนเป็นเนื้อเดียวกันโดยมี กาวเป็นตัวช่วยประสาน โดยมีความหนาแน่นสูง



ภาพที่ 2.37 ไม้อัด
ที่มา : http://hm-maerim.com ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

ไม้ที่เหมาะที่สุดในการต่อเรือคือ ไม้สัก (TEAK) ไม้สักมากมายเหลือเฟือ ไม้สักจึงเป็นไม้ที่ใช้งานการก่อสร้างทั่วไปไม่ว่าจะเป็นการสร้างบ้าน, สร้างเครื่องใช้ในครัวเรือน และรวมถึงเรือแม้แต่เรือเอี่ยมจุ๊น บรรทุกข้าว ก็ยังใช้ไม้สักต่อ ทั้งนี้เพราะคุณสมบัติอันโดดเด่นของไม้สักคือ มีน้ำหนักเบา, ปลวกแมลงไม่กัดกิน เพราะไม้สักมียางที่แมลงไม่ชอบและเนื้อไม้สักละเอียดสามารถตัด, เจาะ, ดัด และขึ้นรูปหรือเข้าไม้ได้ง่าย (EXELLENT JOINERY) อีกทั้งไม้สักมีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศโดยไม่ต้องการ การปกป้องผิวไม้สักด้วยการทาสีหรือน้ำยารักษาผิวใดๆ ปัจจุบันไม้สักของเราขนาดที่พอเหมาะในการต่อเรือไม่มีอีกแล้ว ส่วนมากที่ใช้งานทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ภายในเรือเป็นไม้สักที่มีอายุน้อยหรือ นำเข้าจากอินโดนีเซีย เป็นต้นไม้ที่ใช้ทำโครงสร้างเรือ เช่น กงเรือ, กระดูกงู, และส่วนที่รับแรงต่างๆ ได้แก่ไม้ตะเคียน, ไม้หลุมพอ, ไม้ยมหอม, ไม้เคี่ยม, ซึ่งเป็นไม้หาได้ในเมืองไทย แต่ก็ไม่เป็นไม้หายากราคาแพงทั้งหมด ส่วนไม้ที่ใช้ทำเรือของเมืองนอกก็มีไม้มาฮ็อกกานี, ไม้โอ๊ค, ไม้สน เป็นต้น ไม้อัดกันน้ำ เป็นไม้ที่ใช้ต่อเรือทั่วไปในขณะนี้ ร่วมกับไม้ตะเคียนที่ใช้เป็นโครงสร้างรับความแข็งแรง ส่วนไม้อัดใช้ทำเปลือกเรือภายนอก และผนังกั้นห้องภายในเรือ ส่วนมากภายนอกเราใช้ไฟเบอร์กล้าสหุ้มไม้อัดเพื่อเพิ่มความทนทาน

2.7 เหล็ก

2.7.1 เหล็ก TMCP

ความต้องการใช้งานเหล็กแผ่นหนาซึ่งมีคุณสมบัติที่มีความแข็งแรง แข็งแกร่ง และสามารถเชื่อมได้สูง ได้มีการเติบโตมากขึ้นในไม่กี่ปีที่ผ่านมาสำหรับอุตสาหกรรมการต่อเรือ เพราะเหตุนี้เหล็ก TMCP ซึ่งมีความแข็งแรงสูงเป็นพิเศษได้ถูกพัฒนาให้เป็นมิตรกับผู้บริโภคมากขึ้นกว่าเหล็กแบบเดิม

คุณสมบัติชั้นดีที่ขึ้นอยู่กับการแปรรูปโดยผ่านความร้อนซึ่งลดความต้องการใช้ธาตุอัลลอยเพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งของเหล็ก ซึ่งแผ่น TMCP ได้ถูกรีดแบบมีการควบคุมอุณหภูมิและด้วยความที่แผ่นเหล็กมีความหนาเพิ่มขึ้นจึงทำให้ต้องมีการเร่งให้เย็นหลังจากรีดด้วย

โดยทั่วไปนั้นเหล็ก TMCP ได้ถูกใช้เหมือนกับเหล็กแผ่นหนา เหล็กแผ่นหน้าเรียบ และเหล็กแผ่นผสม ด้วยความที่มีส่วนผสมคาร์บอนต่ำ เหล็กแผ่นTCMP สามารถใช้เชื่อมได้ง่ายโดยใช้รูปแบบตามปกติ นอกจากนี้ยังง่ายต่อการขึ้นรูป งอ และตัดขอบ

เหล็ก TMCP ให้ความคุ้มค่าแก่ผู้ประกอบการต่อเรือดังนี้

- ลดความหนาของเหล็กแผ่นลง
- ช่วยควบคุมน้ำหนักโครงสร้างชั้นสุดท้าย
- สามารถบรรทุกได้มีประสิทธิภาพมากกว่าในระหว่างที่มีการใช้งาน
- ประหยัดต้นทุนในการเชื่อมและการต่อเรือ

ความสำเร็จในการใช้งานเหล็ก TMCP ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ก่อให้เกิดการพัฒนาเหล็กแผ่นเกรด EH36, EH40 และ EH47 ธาตุอัลลอยอย่างเช่นโบรอน ทองแดง และนิกเกิ้ลได้ถูกเติมลงไป และในกระบวนการรีดและทำให้เย็นได้ถูกควบคุมอย่างแม่ยนำในการพัฒนาความแข็งแรงและความแข็งแกร่ง ในเวลาเดียวกัน เหล็กแผ่นเกรด EH 36 สำหรับใช้ในการเชื่อมชั้นสูงได้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาให้เกิดความแข็งที่เป็นที่พอใจและใน Heat Effect Zone (HAZ) โดยการเพิ่มความเสถียรกับอุณหภูมิของส่วนประกอบของ TIN ในความร้อนสูง

คุณภาพของเหล็กต่อเรือได้มีอิทธิพลสูงในด้านคุณภาพ ประสิทธิภาพ และต้นทุนของการต่อเรือโดยใช้เหล็กตามที่กล่าวมา ผู้ผลิตเหล็กหลายรายได้สร้างระบบที่ใช้ในกับเหล็กแผ่นกว้างและยาวในอุตสาหกรรมต่อเรือ ในการต่อเรือมีหลายเรื่องที่จำเป็นเช่นการลดชั่วโมงแรงงานในการเชื่อม ลดขั้นตอนการเชื่อมลง กำจัดขั้นตอนในการตัดทิ้ง การทำให้คุณภาพการผลิตชิ้นส่วนเสถียรและการลดต้นทุนในการควบคุม เหล่านี้ล้วนสามารถทำได้โดยการพัฒนาเหล็ก TMCP ความแข็งแรงพิเศษที่ต้องต้องการการอุ่นให้ร้อนสำหรับการเชื่อม เหล็กเซคชั่นแบบพิเศษและเหล็กที่มีค่า Close Dimensional Tolerance หลายค่า และโดยการเพิ่มค่าความเคร่งครัดในการควบคุมคุณภาพเหล็กก่อนการขนส่ง.

ภาพที่ 2.38 เหล็กต่อเรือ (TMCP)
ที่มา : http://www.vrsteel.com1 ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.8 อลูมิเนียม

อลูมิเนียม (Aluminium) ถือเป็นโลหะที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน สำหรับภาคอุตสาหกรรมใช้ในการผลิตอลูมิเนียมผสม และผลิตภัณฑ์อลูมิเนียม ส่วนภาคครัวเรือนมีใช้มากในการก่อสร้าง และตกแต่งบ้าน ทดแทนไม้ และเหล็ก เนื่องจากเป็นโลหะที่มีคุณสมบัติคงทนต่อการหัก ความร้อน การกัดกร่อน น้ำหนักเบา และมีความสามารถในการสะท้อนแสง และความร้อนได้ดี มักใช้ในงานก่อสร้าง งานตกแต่ง เช่น การทำประตู หน้าต่าง ฝ้า ราวกั้น และโครงสร้างต่างๆ

2.8.1 คุณสมบัติอลูมิเนียม

อลูมิเนียมมีจุดหลอมละลายที่ 660 องศาเซลเซียส เป็นโลหะที่มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา รับภาระน้ำหนักได้สูง สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ไม่เสี่ยงต่อรอยร้าว และการแตกหัก ไม่เป็นสนิม ทนต่อการกัดกร่อน และไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ โดยเฉพาะการนำมาผสมกับโลหะอื่นๆแล้วจะทำให้คุณสมบัติต่างๆเพิ่มมากขึ้น เช่น จุกหลอมเหลวของอลูมิเนียมผสมจะอยู่ที่ 1140-1205 องศาเซลเซียส จึงนิยมนำมาผลิตเป็นชิ้นส่วนต่างๆ รวมถึงวัสดุหรือภาชนะที่เกี่ยวข้องกับอาหาร นอกจากนั้น ยังมีคุณสมบัติทางเคมีของอลูมิเนียมในลักษณะต่างๆ ได้แก่

1. เมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะทำให้เกิดชั้นฟิล์มบางๆ เรียกว่า อลูมิเนียมออกไซด์เคลือบบนชั้นผิวอลูมิเนียมป้องกันการเกิดปฏิกิริยาอื่นๆได้ดี
2. การทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนจะทำให้เกิดไนไตรด์ที่อุณหภูมิสูง
3. ไม่ทำปฏิกิริยากับกำมะถัน
4. เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน ไฮโดรเจนจะแทรกซึมเข้าสู่ชั้นในของอลูมิเนียม จึงจำเป็นต้องกำจัดออก
5. สามารถทนต่อกรดอนินทรีย์เข้มข้นได้ปานกลาง
6. ทนต่อปฏิกิริยาของด่างได้เล็กน้อย สามารถละลายได้ในสภาวะที่เป็นด่างเข้มข้น
7. เกิดปฏิกิริยากับเกลือได้ ทำให้เกิดการกัดกร่อน

2.8.2 ประโยชน์อลูมิเนียม

1. ด้านการก่อสร้าง

มักใช้เป็นโครงสร้าง และวัสดุตกแต่งในงานต่างๆ โครงสร้างเสา กอบประตู หน้าต่าง รั้ว ราวกั้น บันได เนื่องจากมีคุณสมบัติคงทน น้ำหนักเบา และอื่นๆ ซึ่งสามารถทดแทนไม้ และเหล็กได้เป็นอย่างดี

2. ด้านการขนส่ง

มักใช้เป็นวัสดุโครงสร้างในอุตสาหกรรมรถยนต์ เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม มีอายุการใช้งานมากกว่าวัสดุอื่นๆ และสามารถรับแรงกด แรงกระแทกได้มาก จึงนิยมนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนรถยนต์ เครื่องบิน รถไฟ และยานพาหนะอื่นๆ

3. ด้านบรรจุภัณฑ์

อลูมิเนียมนิยมนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหาร และเป็นภาชนะสำหรับประกอบอาหาร เช่น ฟอยล์ครอบอาหาร กระป๋องบรรจุอาหาร จาน ชาม หม้อ กระทะ เป็นต้น เนื่อง

จากเป็นโลหะที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารหรือสารเคมีอื่นง่าย ไม่เกิดสนิม และทนต่อความร้อน การกัดกร่อนได้ดี

4. อุตสาหกรรมไฟฟ้า

มักใช้อลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สายไฟฟ้า เนื่องจากเป็นสื่อนำไฟฟ้าได้ดี มีน้ำหนักเบา มีความคงทน และไม่เกิดสนิม

ภาพที่ 2.39 เรืออลูมิเนียม
ที่มา : http://www.weekendhobby.com ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.9 คอมโพสิต

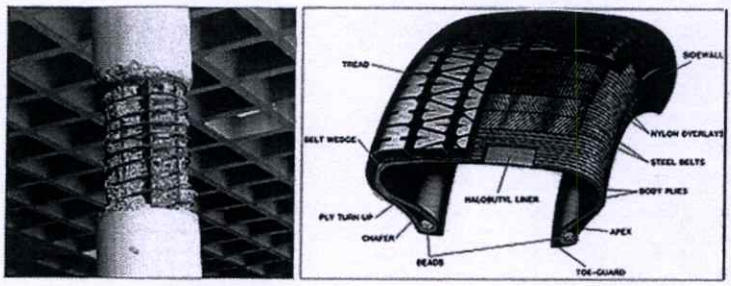
2.9.1 คอมโพสิต

คอม โพสิต เป็นวัสดุที่ประกอบด้วยการรวมวัสดุมากกว่า 2 ประเภทเข้าด้วยกัน โดยทั่วไป คอมโพสิตจะมีวัสดุที่เป็นเนื้อหลัก (matrix) และวัสดุเสริมแรง (reinforcement materials) ที่กระจายตัวอยู่ในเนื้อหลักนั้น วัสดุที่เป็นเนื้อหลัก จะรองรับวัสดุเสริมแรงให้อยู่ในรูปร่างที่กำหนด ขณะที่วัสดุเสริมแรงจะช่วยเพิ่ม หรือปรับปรุงสมบัติเชิงกลของวัสดุเนื้อหลัก ให้สูงขึ้น ซึ่งวัสดุเสริมแรงอาจมีลักษณะเป็นเส้น ก้อน อนุภาค หรือเกล็ดก็ได้ แทรกอยู่ในวัสดุเนื้อหลัก (base materials) อย่าง โลหะ เซรามิกส์ หรือโพลิเมอร์ ผลของการรวมวัสดุต่างกัน 2 ประเภทเข้าด้วยกันทำให้คอมโพสิตมีความแข็งแรง โดยรวมมากกว่าเมื่อเทียบกับ ความแข็งแรงของวัสดุแต่ละประเภทโดยลำพัง ปัจจุบัน วัสดุคอมโพสิตแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. โพลิเมอร์คอมโพสิต (polymer matrix composites- PMC?s) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พบเห็นได้ง่ายของคอมโพสิตกลุ่มนี้คือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจาก ?ไฟเบอร์กลาส? ต่าง ๆ โพลิเมอร์คอมโพสิตมีโพลิเมอร์ซึ่งอาจจะเป็นพลาสติก หรือยางเป็นเนื้อหลัก และใช้วัสดุเสริมแรงได้หลายชนิด เช่น เส้นใยแก้ว เส้นใยคาร์บอน เส้นลวดโลหะ เป็นต้น

2. เซรามิกคอมโพสิต (ceramic matrix composites- CMC?s) เรารู้จักและคุ้นเคยกับคอมโพสิตกลุ่มนี้ดี คอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก (ปูน กรวด ทราย เหล็กเส้น) เป็นตัวแทนที่พบเห็นได้ทั่วไปของวัสดุกลุ่มนี้ ขณะที่วัสดุเซรามิกคอมโพสิตรุดหน้า (advanced composite) มีเนื้อหลักเป็นเซรามิก และใช้วัสดุเสริมแรงเป็นเส้นใย คอมโพสิตกลุ่มนี้มักนำมาใช้งานในสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง เช่น กังหันใบพัดของเครื่องยนต์ไอพ่น เป็นต้น

3. เมทัลคอมโพสิต (metal matrix composites- MMC?s) คอมโพสิตกลุ่มนี้พบมากในผลิตภัณฑ์กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ เมทัลคอมโพสิตมีโลหะเป็นเนื้อหลัก เช่น อะลูมิเนียม เป็นต้น สำหรับวัสดุเสริมแรงของคอมโพสิตกลุ่มนี้เป็นวัสดุเซรามิกส์ เช่น กลุ่มคาร์ไบด์ กลุ่มไนไตรด์ เป็นต้น



ภาพที่ 2.40 คอมโพสิต
ที่มา : https://www.mtec.or.th ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

2.9.2 คอมโพสิตในอุตสาหกรรมเรืออาคาร

เรือทะเลที่มีมานานหลายปีต้องถูกทำจากเหล็ก จนถึงน้อยกว่าทศวรรษที่ผ่านมาวัสดุผสมมีการพิจารณาที่เป็นอันตรายในอุตสาหกรรมการสร้างเรือ เพราะการแต่งหน้าทางเคมีของสารเคมีที่ใช้, ความกังวลเกี่ยวกับควันพิษในกรณีที่เกิดไฟไหม้บนเรือเจ้าหน้าที่กังวลในความดูแลของผู้กำกับดูแลมาตรฐานความปลอดภัยของเรือ ในที่สุด วัสดุที่ถูกสร้างขึ้น ในการทนต่อความโหดร้ายของมหาสมุทร และในเวลาเดียวกันสารหน่วงเป็นไฟได้รับการอนุมัติโดย SOLAS (ความปลอดภัยของชีวิตในทะเล) ข่าวดีสำหรับอุตสาหกรรมการสร้างเรือ การอนุมัติของการใช้วัสดุผสมในเรืออนุญาตให้ บริษัท ต่อเรือในการประหยัดเงินที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเรือที่มีอำนาจเหนือกว่าเหล็กที่โดดเด่นเป็นวัสดุก่อสร้างอุตสาหกรรมการขนส่งตัวเองเห็นผลประโยชน์ที่สำคัญบางอย่างเช่นกัน คอมโพสิตมีราคาถูกกว่าการสร้างแล้วเหล็กและธรรมชาติที่มีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงของพวกเขาได้รับอนุญาตสำหรับการบำรุงรักษาลดลง นอกจากนี้เนื่องจากคอมโพสิทมีน้ำหนักเบาเพื่อให้ความสามารถในการลดการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นประโยชน์อย่างมาก เมื่อมันได้กลายเป็นความมุ่งมั่นที่ผสมไฟเบอร์กลาสสามารถนำมาใช้อย่างปลอดภัยในการก่อสร้างของเรือพยายามต่อไปที่จะใช้วัสดุเช่นคาร์บอนและอลูมิเนียมถูก sought.To วันนี้โฟโต้ชอปยังคงทดลองกับวิธีที่จะใช้วัสดุผสมและปรับปรุงคะแนนไฟและ ความปลอดภัยของวัสดุเหล่านี้

ภาพที่ 2.41 อเมริกาเรือไฟเบอร์คาร์บอนที่ใหญ่ที่สุด
ที่มา : http://www.3mb.asia ([Online] 10 ตุลาคม พ.ศ.2559)

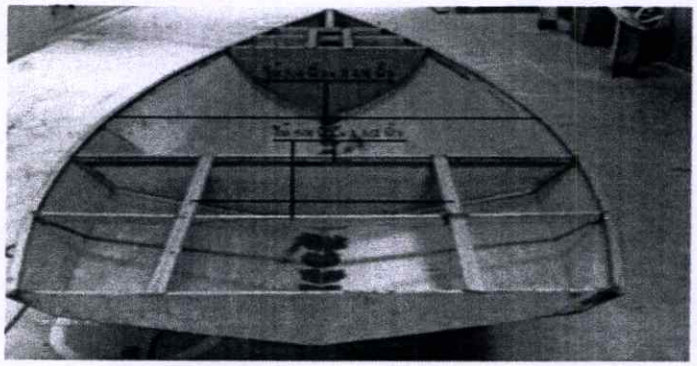
2.9.2 คอมโพสิตในอุตสาหกรรมเรือ

ในขณะที่กฎระเบียบสำหรับการใช้วัสดุผสมในภาชนะขนาดใหญ่ (เรือ) ก็เปลี่ยนในปี 2002 วัสดุคอมโพสิตที่มีการใช้มากในขณะที่ในอุตสาหกรรมเรือไฟเบอร์กลาส, การรวมกันของวัสดุผ้า weaved และเส้นใยแก้วถูกรวมเข้าไปในอาคารของเรือรอบแรก 1950's ตัวเร่งปฏิกิริยาในการสร้างออกมาประกอบของวัสดุเหล่านี้เป็นเรซินซึ่งเมื่อผสมไฟเบอร์กลาสที่สร้างขึ้นหลังจากที่มันถูกตั้งค่าและแห้งนอกจากนี้คุณยังเห็นประกอบจากไฟเบอร์กลาสที่ใช้เมื่อมีการกระดานโต้คลื่น

2.10 ขั้นตอนการต่อเรือใบ

2.10.1 การจัดสร้างเรือใบซูเปอร์มดด้วยไฟเบอร์กลาส

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระ ราชประสงค์ให้ทดลองสร้างเรือใบซูเปอร์มดด้วยวัสดุไฟเบอร์กลาสเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบ ระหว่างวิธีการสร้างแบบเดิมที่สร้างด้วยไม้มะยมหอมซึ่งน้ำหนักเบาตัวเรือมีน้ำหนักไม่เกิน 35 กิโลกรัมส่วนเรือใบที่ได้จัดสร้างเพื่อการแข่งขันหรือเฉลิมพระเกียรติในวาระต่างๆ โดยกรมอู่ทหารเรือร่วมกับสมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ก็ใช้วัสดุ ผสมระหว่างไม้มะยมหอมและไม้อัดแปรรูปเพื่อ เป็นการประหยัดงบประมาณซึ่งมีน้ำหนัก ประมาณ 52-56 กิโลกรัม ดังนั้นทางแผนก โรงงานเบ็ดเตล็ด อู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือจึงได้วางแผนในการสร้างเรือใบซูเปอร์มดโดยใช้วัสดุ ไฟเบอร์กลาสโดยจะต้องควบคุมน้ำหนักให้ไม่เกิน 56 กิโลกรัมรวมทั้งงบประมาณในการจัดสร้าง ควรมีราคาที่ต่ำกว่าการสร้างด้วยไม้สามารถผลิตได้รวดเร็วกว่ามีความแข็งแรงกว่า



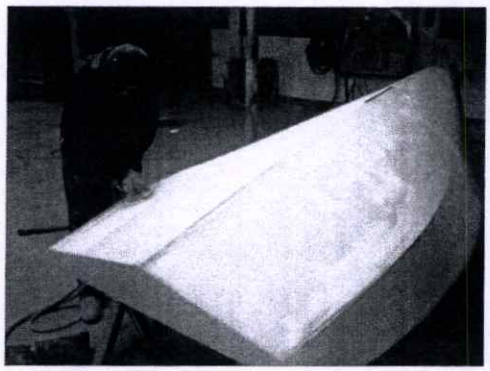
ภาพที่ 2.42 การสร้างเรือใบด้วยวัสดุผสมระหว่างไม้ มะยมหอมและไม้อัดแปรรูป
ที่มา : จอมทัพไทย กับ ราชนาวี กองทัพเรือ. (2539 : 1)

การสร้างเรือใบซูเปอร์มดโดยโครงสร้าง ใช้ไม้มะยมส่วนเปลือกและฝากั้นใช้ไม้อัดแปรรูป จากภาพจะเห็นว่าการสร้างเรือใบ ด้วยวัสดุผสมระหว่างไม้มะยมหอมและไม้อัด แปรรูปน้ำหนักของเรือที่มากเกิดจากไม้อัด แปรรูปที่ใช้ในการทำเปลือกและฝากั้นรวมทั้งพื้น ดาดฟ้าด้วยและข้อจำกัดอีกเรื่องก็คือในการสร้าง เรือเป็นจำนวนมากลายเส้นรูปทรงของเรือแต่ล ลำไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความละเอียดของช่างไม้ที่สร้างเรือซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับวิธีการสร้างเรื ด้วยวัสดุไฟเบอร์กลาสปัญหาในเรื่องรูปทรงที่ไม่เท่ากันจะหมดไป เนื่องจากเรือทุกลำที่สร้างจะมาจากโมลด์เดียวกันแต่ในขั้นตอนหล่อเปลือกเรือปัญหาจะไปอยู่ที่น้ำหนักของเรือเนื่องจากในขั้นตอน การลามิเนทใยแก้วหรือใยสานด้วยเร

ชิ่นก็ต้องมีการควบคุมน้ำหนักด้วย เช่นกัน ถ้าในกระบวนการควบคุมไม่ดีก็จะทำให้ น้ำหนักของเรือมากเกินไปเนื่องจากปริมาณของน้ำยาเรซิ่นมากเกินไม่สัมพันธ์กับใยแก้วและใยสานก็จะส่งผลให้เปลือกเรือไม่แข็งแรงเปลือกเรือแข็งแต่เปราะ

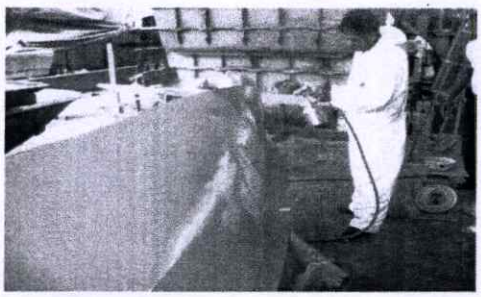
2.10.2 ขั้นตอนการเตรียมการสร้างปลั๊กโมลด์

ทางแผนกโรงงานเบ็ดเตล็ดอู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ ได้วางแผนงานโดยนำ เรือใบชูเปอร์มดที่สร้างด้วยไม้เสร็จสมบูรณ์ที่มีเหลืออยู่ในโรงงานช่างต่อเรือไม้อู่ทหารเรือธนบุรีกรมอู่ทหารเรือแล้วนำมาสร้างปลั๊กโมลด์โดยต้องขัดปรับผิวตัวเรือไม้ รวมทั้ง ต้องหาแนวเซ็นเตอร์ไลน์ของตัวเรือใหม่เนื่องจาก การตรวจสอบตัวเรือแล้วไม่สมมาตรต้องทำการ โป๊วขัดปรับแต่งตัวเรือใหม่ทั้งหมดโดยในขั้นตอน นี้เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลามากที่สุด ถ้าปรับผิวรูป ทรงของปลั๊กโมลด์เรือไม่ถูกต้องโมลด์สำหรับเป็น แบบสร้างตัวเรือก็จะไม่ถูกต้องตามไปด้วย



ภาพที่ 2.43 แสดงการขั้นตอนการขัดโป๊ว ปรับแต่งผิวปลั๊กโมลด์
ที่มา : จอมทัพไทย กับ ราชนาวี กองทัพเรือ. (2539 : 1)

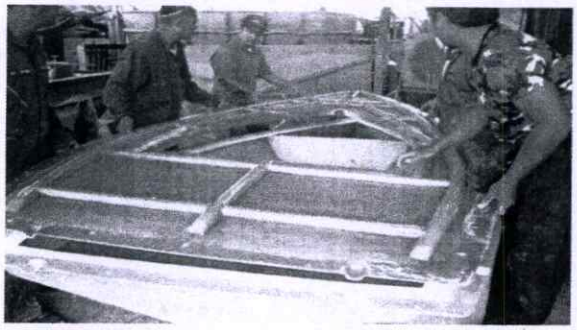
จากนั้นเมื่อได้ปลั๊กโมลด์ที่รูปทรงมีความถูกต้องจึงจะเริ่มขั้นตอนการเตรียมผิวของปลั๊กโมลด์เพื่อพร้อมที่จะถอดเป็นโมลด์ได้โดยในขั้นตอนนี้ผิวของปลั๊กโมลด์จะต้องเรียบและมันเพื่อเวลา สร้างโมลด์แล้วจะได้ผิวของโมลด์ที่มีความเรียบเมื่อเวลานำไปถอดเป็นเปลือกเรือในขั้นตอนการสร้างแล้วจะได้เรือใบชูเปอรมดที่มีความ สวยงามประณีตเรียบร้อย



ภาพที่ 2.44 พ่นเจลโคต
ที่มา : จอมทัพไทย กับ ราชนาวี กองทัพเรือ. (2539 : 1)

2.10.3 ขั้นตอนการสร้างโมลด์เรือ

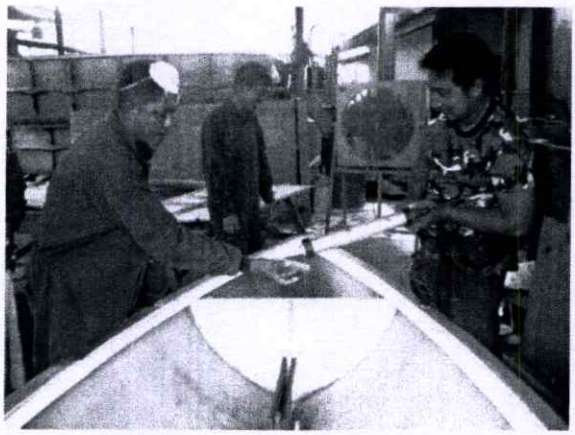
หลังจากที่ได้ปล๊กโมลด์แล้วก็เป็นขั้นตอนการสร้างโมลด์เรือ



ภาพที่ 2.45 โมลด์ตัวเรือและพื้นดาดฟ้า
ที่มา : จอมทัพไทย กับ ราชนาวี กองทัพเรือ. (2539 : 1)

2.10.4 ขั้นตอนการสร้างและประกอบตัวเรือ

ในขั้นตอนนี้ทางโรงงานได้คำนึงถึงเรื่อง น้ำหนักตัวเรือมากที่สุดโดยพยายามเลือกวัสดุที่มีความแข็งแรงแต่น้ำหนักเบาที่สุด เช่น ฝากั้นเดิม เป็นไม้อัดก็เลือกใช้แมทไลน์มาทำเป็นฝากั้นการใช้ใยสานก็เป็นชนิดโครงสร้างไม่กดรัดแบบ 4 แกนน้ำหนักของใยสานไม่เกิน 600 กรัมต่อตารางเมตร รวมทั้งการประกอบพื้นดาดฟ้า เข้ากับตัวเรือก็ใช้กาว SIKAFLEX แทนการยึดด้วย ทัลคัมซึ่งทำให้การยึดเกาะระหว่างพื้นดาดฟ้า และตัวเรือมีความแข็งแรงและยืดหยุ่น ส่วนใน ขั้นตอนการประกอบตัวเรือและตกแต่งก็ได้มีการใช้ไม้เป็นส่วนประกอบเพื่อความสวยงาม และลดความแข็งกระด้างจากการที่เป็นเรือไฟเบอร์กลาส



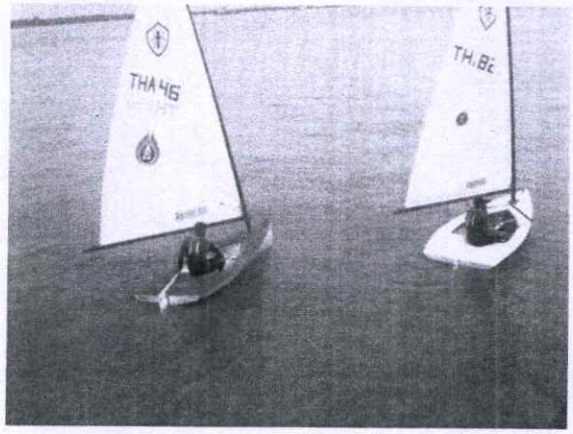
ภาพที่ 2.46 แสดงฝากั้นใช้แมทไลท
ที่มา : จอมทัพไทย กับ ราชนาวี กองทัพเรือ. (2539 : 1)

ภาพที่ 2.47 แสดงตัวเรือและส่วนประกอบที่เป็นไม้
ที่มา : จอมทัพไทย กับ ราชนาวี กองทัพเรือ. (2539 : 1)

2.10.5 ขั้นการทดลองเรือในทะเล

ก่อนทดลองเรือได้เชิญเจ้าหน้าที่ของสมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์มาตรวจ สอบความเรียบร้อยและความแข็งแรงของตัวเรือซึ่งทางเจ้าหน้าที่ของสมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยใน พระบรมราชูปถัมภ์มีความพอใจ ในเรื่องความแข็งแรงของโครงสร้างตัวเรือที่สร้างด้วยวัสดุไฟเบอร์กลาสและในขั้นตอนการทดลอง เรือในทะเลทางสมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ได้นำเรือใบชูเปอร์มดที่สร้างด้วยไม้มะยมหอมมาทำการแล้นเปรียบเทียบบริเวณหน้าอู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้ากรมอู่ทหารเรือ ซึ่งผลการทดลองแล่นเรือเป็นที่น่า พอใจของทุกฝ่ายแต่ในส่วนของโรงงานที่เป็นฝ่าย สร้างก็ได้สอบถามเก็บข้อมูลรายละเอียดจาก เจ้าหน้าที่ของสมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์เกี่ยวกับข้อบกพร่องของ เรือต้นแบบเพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขโดยเฉพาะ ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการแล่นใบ ให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานแต่ในส่วนของ โรงงานในฐานะฝ่ายสร้างเราจะต้องมีการแก้ไขคือ จะต้องลดน้ำหนักส่วนบนลงอีกเพื่อให้การทรงตัวของเรือดีขึ้น เช่น การลดจำนวนชั้นใยแก้วเปลือกเรือส่วนเหนือแนวน้ำสวนเปลือกเรือใต้แนวน้ำยังคงจำนวนชั้นของใยแก้วเหมือนเดิม เพื่อความแข็งแรงของเปลือกเรือ

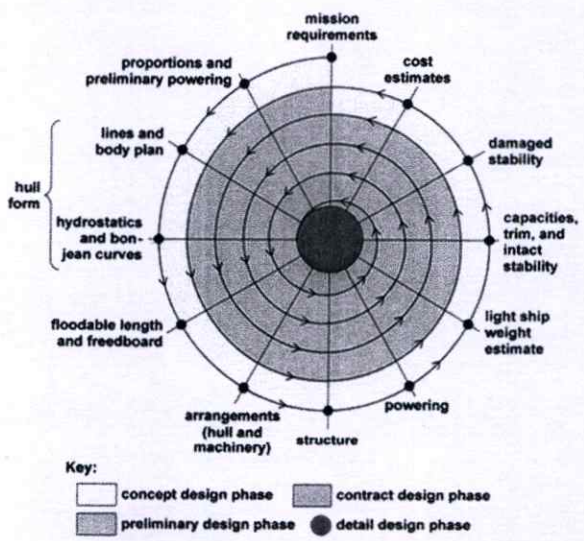
จากพระราชประสงค์ในการทดลองสร้างเรือใบชูเปอร์มดด้วยวัสดุไฟเบอร์กลาส ทำให้กรมอู่ทหารเรือมีการพัฒนาเทคนิคในการ สร้างเรือด้วยวัสดุและเทคนิคใหม่ๆซึ่งประโยชน์ ที่ได้รับคือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้าง เรือไฟเบอร์กลาสแบบอื่นๆของกองทัพเรือได้ โดยยึดหลักความแข็งแรงลดระยะเวลาในการสร้าง และสิ่งสุดท้ายคือต้องคำนึงถึงประหยัดราคาค่าวัสดุในการสร้างเรือ



ภาพที่ 2.48 การทดลองเรือในทะเล
ที่มา : จอมทัพไทย กับ ราชนาวี กองทัพเรือ. (2539 : 1)

2.11 หลักการออกแบบเรือ

การออกแบบเรือใช้หลักการออกแบบ (Design Spiral) ซึ่งเป็น กรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) จากความต้องการตามภารกิจ จนถึงการออกแบบรายละเอียดมีปัจจัยของการดำเนินงาน เพื่อให้ได้เรือ ตามที่ต้องการจะต้องเริ่มต้นจากการออกแบบขั้นพื้นฐาน (Basic Design) ซึ่งประกอบด้วยแนวทางการออกแบบ (Concept Design) และการออก แบบเบื้องต้น (Preliminary Design) ที่จะนำไปสู่การออกแบบสำหรับทำสัญญา (Contract Design) และ การออกแบบสำหรับการต่อเรือ (Detail Design) มีลักษณะการทำงานตาม รูป Ship Design Spiral



ภาพที่ 2.49 หลักการออกแบบ (Design Spiral)
ที่มา : http://www.yrat.or.th/ ([Online] 23 ตุลาคม พ.ศ.2559)

การดำเนินงานมีขั้นตอนหลักของการออกแบบเรือประกอบด้วย ๔ ขั้น Concept Design, Preliminary Design, Contract Design, และ Detail Design ซึ่งแต่ละขั้นตอนเป็นการกำหนดรูปแบบและลักษณะของเรือ ตลอดจนอุปกรณ์เครื่องจักรที่ต้องใช้ติดตั้งตามภารกิจของเรือนั้น ๆ จะมีแนวทางของการออกแบบในแต่ละขั้นตอนที่จะต้องสอดคล้องต่อเนื่องกัน แตกต่างกันที่รายละเอียดและความถูกต้องซึ่งจะมีความถูกต้องใกล้ความ เป็นจริงมากยิ่งขึ้นเป็นลำดับ โดยจะต้องทำการตรวจสอบข้อมูลและราย ละเอียดที่ได้ดำเนินการในหัวข้อต่าง ๆทั้ง 12 หัวข้อที่จะกล่าวถึงเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการเพื่อให้การออกแบบเรือมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพได้เรือที่มีคุณสมบัติตามความ ต้องการ มีหัวข้อที่จะกล่าวพอสังเขปได้ดังนี้

2.11.1 Mission Requirements

เป็นการวิเคราะห์ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ ซึ่งกำหนดโดยเจ้าของเรือหรือหน่วยงานที่มีความต้องการเรือ เพื่อใช้งาน เช่น การขนส่งสินค้าหรือผู้โดยสาร การประมง หรือใช้งานทางทหาร โดยจะต้องคำนึงถึงพื้นที่ปฏิบัติการ ความเร็ว ระยะปฏิบัติการ ระวางสินค้า ที่พักอาศัย และเครื่องจักรต่าง ๆ ตลอดจนอาวุธยุทโธปกรณ์สำหรับภารกิจเรือทางทหาร

2.11.2 Proportions & Preliminary Powering

การกำหนดขนาดและมิติของเรือที่จะต้องตอบสนองความต้องการได้อย่างครบถ้วน ลักษณะของระบบขับเคลื่อนที่จะใช้ เช่น ดีเซล แก๊สเทอร์ไบน์ ไฟฟ้าดีเซล หรือ ไอน้ำ

2.11.3 Lines & Body Plan

ลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ที่จะเป็นตัวกำหนดความต้านทานและความต้องการพลังขับเคลื่อนของเรือ รวมถึงความปลอดภัยด้านความทนทะเลและการทรงตัวของเรือในกรณีถูกคลื่นลม โดยจะมุ่งเน้นส่วนที่อยู่ใต้แนวน้ำเป็นสำคัญ

2.11.4 Hydrostatics & Bonjeans

เป็นคุณสมบัติของวัตถุที่ลอยน้ำที่จะแสดงถึงความสัมพันธ์ตำแหน่งของแรงกระทำที่เกิดจากการลอยตัว ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของการลอย และคุณสมบัติที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการลอยตัว

2.11.5 Floodable Length & Freeboard

เป็นคุณสมบัติความปลอดภัยของเรือในการกำหนดตำแหน่งผนังผนึกน้ำ และระดับความสูงของกราบเรือ เพื่อป้องกันและจำกัดความเสียหายในกรณีที่เกิดเหตุน้ำเข้าเรือ

2.11.6 Floodable Length & Freeboard

เป็นการจัดส่วนต่าง ๆ ภายในเรือ ซึ่งจะกำหนดพื้นที่ปฏิบัติการ พื้นที่พักอาศัย พื้นที่ใช้สอย พื้นที่ติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ ระหว่างบรรทุกของเรือสินค้า คลัง ถังเก็บ และอื่น ๆ ตามประเภทและการใช้งานของเรือ

2.11.7 Structure

เป็นการจัดวางและกำหนดขนาดของโครงสร้างความแข็งแรง ให้สามารถรับภาระที่เกิดจากน้ำหนักที่มีอยู่ภายในเรือ และแรงกระทำที่จะเกิดขึ้นจากภายนอก เช่น คลื่นลม หรือแรงกระแทกที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งเหล่านี้จะต้องสัมพันธ์กับการจัดวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ ตัวเรือ

2.11.8 Powering

เป็นการคำนวณหาความต้านทานของเรือ (Ship Resistance) ที่จะเป็นตัวกำหนดความต้องการกำลังขับของระบบขับเคลื่อนเรือที่จะสามารถทำให้เรือมีความเร็วและรัศมีปฏิบัติการตามที่กำหนด โดยจะมีขั้นตอนการทดสอบแบบจำลองเรือ (Tank Test) ต่อไป

2.11.9 Lightship & Weight Estimation

เป็นการรวบรวมข้อมูลน้ำหนักของตัวเรือ อุปกรณ์ประกอบตัวเรือ เครื่องจักร ไฟฟ้า และส่วนประกอบต่าง ๆ ทุกชิ้นส่วนตลอดลำ เพื่อทราบระวางขับน้ำและจุดศูนย์กลางน้ำหนักที่จะมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง และความปลอดภัยในการทรงตัวของเรือ

2.11.10 Capacity Trim & Intact Stability

เป็นการคำนวณตรวจสอบขีดความสามารถการทรงตัวของเรือ ที่จะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอในการปฏิบัติการในทะเล

2.1111 Damage Stability

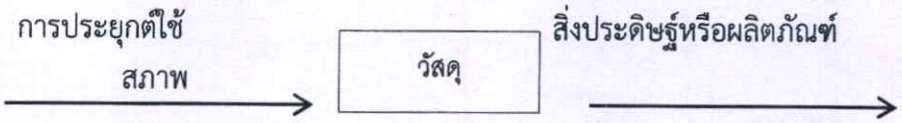
เป็นการคำนวณขีดความสามารถการทรงตัวของเรือในกรณีเกิดความเสียหายเนื่องจากน้ำเข้าเรือ

2.11.12 Cost Estimation

เป็นการประมาณราคาของตัวเรือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ติดตั้งบนเรือตลอดจนค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น เช่น การทดสอบทดลอง การตรวจสอบคุณภาพระหว่างการสร้าง และอื่น ๆ

2.12 หลักการประยุกต์ใช้วัสดุ

วัสดุที่จะนำไปประยุกต์ใช้สามารถพิจารณาจากระบบของหน้าที่ใช้สอยของ ผลิตภัณฑ์ กล่าวคือต้องมีการกำหนดสภาพการประยุกต์ใช้งานของวัสดุในชิ้นส่วนของ ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ตั้งแต่สภาพของวัสดุที่จะนำไปใช้ผลิตจนกระทั่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป



ภาพที่ 2.50 แสดงระบบหน้าที่วัสดุที่จะนำไปประยุกต์ใช้
ที่มา : หลักการใช้วัสดุ. (2540 : 3)

2.12.1 การวิเคราะห์การประยุกต์ใช้วัสดุ

ตามความต้องการของผลิตภัณฑ์ วัสดุที่จะทำเป็นผลิตภัณฑ์นั้นมีสิ่งที่สำคัญอยู่ 2 อย่าง ด้วยกันคือ ความสัมพันธ์กับหน้าที่ใช้สอยของชิ้นส่วนหรือตัวผลิตภัณฑ์และความสัมพันธ์ของ ชิ้นส่วนตามวัตถุประสงค์ทางกายภาพ

หน้าที่ใช้สอย ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่จะทำการผลิตนั้นจะต้องมีการวางแผน การออกแบบและผลิต เพื่อที่จะได้ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนมีหน้าที่ใช้สอยตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ตัวอย่างเครื่องรถยนต์จะถูกออกแบบให้มีการทำงานโดยเครื่องยนต์จะประกอบด้วยลูกสูบแต่ละอัน ซึ่งลูกสูบจะได้รับพลังงานจากการสันดาปในการสูบ ส่งกำลังไปยังข้อเหวี่ยงเพื่อให้เครื่องยนต์ทำงานวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนถูกผลิตขึ้นให้มีรูปร่างและหน้าที่ในการทำงาน เช่น ลูกสูบจะต้องทำจากวัสดุที่ทนทานต่อการต้านทานการสันดาปในกระบอกสูบและสามารถส่งกำลังไปยังข้อเหวี่ยงได้ ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุขึ้นอยู่กับหน้าที่ของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนนั้นๆ

วัสดุไม่เพียงแต่สามารถทำหน้าที่ใช้สอยตามความต้องการในการออกแบบเท่านั้น แต่จะต้องมีความคงทนในการทำหน้าที่ของมันในช่วงระยะเวลาหนึ่งวัสดุทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นโลหะ หรืออโลหะจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เช่น โลหะหลายชนิดจะถูกทำลายโดยการกัดกร่อนด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งได้การหาค่าการใช้งานของวัสดุนี้ทำได้ยากและมีวิธีการทดสอบ มาตรฐานสองถึงสามวิธีที่เสนอแนะขึ้นปกติการหาค่าการใช้งานจะต้องอาศัยระยะเวลาและประสบการณ์ที่ผ่านมา

วัสดุที่เรานำมาใช้ผลิตผลิตภัณฑ์จะต้องไม่เกิดความเสียหายได้ง่าย ดังนั้นเมื่อผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์แล้วให้ความเชื่อมั่นได้สูง การที่มีความเชื่อมั่นเกี่ยวกับเรื่องวัสดุนั้นเป็นเรื่องยากเพราะระดับความเชื่อมั่นนั้นไม่ใช่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและธรรมชาติของวัสดุเท่านั้นแต่ยังมีสิ่งที่สลับซับซ้อนเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและวิธีการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งานประกอบด้วยถ้าใช้วิธีการทางเทคโนโลยีอย่างเดียวกัน วัสดุที่ไม่ได้มาตรฐานจะมีความเชื่อมั่นได้ต่ำกว่าวัสดุที่มีมาตรฐานวัสดุที่จะนำมาประยุกต์ใช้จะต้องมีความปลอดภัยเมื่อทำหน้าที่ของมัน ความปลอดภัยนั้นมีหลายอย่างเกี่ยวกับการใช้วัสดุอันแรกเกี่ยวกับความเชื่อถือของวัสดุที่ทำหน้าที่ของมันได้โดยที่ไม่เกิดความเสียหายตัวอย่างวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องบินนั้นจะต้องมีระดับความเชื่อถือเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้งานของวัสดุสูงกว่าผลิตภัณฑ์ทั่ว ๆ ไปอีกอย่างหนึ่งความปลอดภัยเกี่ยวกับธรรมชาติของวัสดุนั้น ๆ และท้ายสุดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการนำวัสดุนั้นไปใช้ตัวอย่างวัสดุพวกที่ทำให้เกิดประกายไฟเมื่อมีการเสียดสี

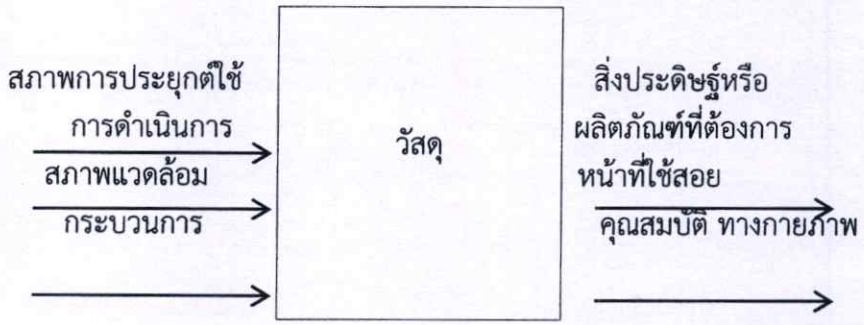
คุณสมบัติทางกายภาพคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์นั้น เช่น รูปทรงภายนอกขนาดน้ำหนักและลักษณะที่ปรากฏแก่สายตา เป็นต้น เป็นตัวกำหนดหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่ใช้กับเครื่องบินจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัสดุที่ใช้โดยตรง

2.12.2 เงื่อนไขในการประยุกต์ใช้วัสดุ เงื่อนไขในการประยุกต์ใช้วัสดุขึ้นกับสิ่งสำคัญ 3 ประการ คือ การดำเนินการ สภาพแวดล้อมและกระบวนการผลิต การดำเนินการจะสัมพันธ์กับ

หน้าที่ของชิ้นส่วนและจะเปลี่ยนจากอย่างหนึ่งไปเป็นอีกอย่างหนึ่งได้จากขั้นตอนที่ง่ายจนถึงขั้นตอนที่ซับซ้อนตัวอย่างเช่น ในการบรรจุการดำเนินการจะต้องมีการกำหนดสภาพความดันภายในในกรณีของลูกสูบรถยนต์และฝาครอบเบริ่งเงื่อนไขที่กำหนดจะรวมถึงการระเบิดของแก๊สผลที่มากระทบการสึกหรอและอื่นๆ

สภาพแวดล้อมจะมีผลต่อผลิตภัณฑ์อย่างมากเกี่ยวกับการทำงานของผลิตภัณฑ์ความชื้นน้ำปฏิบัติกิริยาทางเคมีเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อม เช่น อุณหภูมิสูงหรือต่ำ เป็นต้น

กระบวนการผลิต เป็นสิ่งที่สำคัญที่จะทำให้ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติทางกายภาพตามที่ต้องการ เช่น รูปร่าง รูปทรงภายนอกและความทนทานต่อการใช้งาน



ภาพที่ 2.51 แสดงเงื่อนไขการประยุกต์วัสดุ
ที่มา : หลักการใช้วัสดุ. (2540 : 3)

2.12.3 คุณสมบัติ การที่จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ จะต้องมีการป้อนพลังงานเข้า ไปในรูปแบบที่ต่างๆ กัน เพื่อกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของพลังงาน และสภาพของวัสดุเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ รูปแบบของพลังงานที่ใช้อาจเป็นพลังงาน ความร้อน พลังงานกล พลังงานเคมี พลังงานไฟฟ้า และรังสี ซึ่งพอที่จะจำแนกให้เห็นเด่นชัดได้ ดังนี้

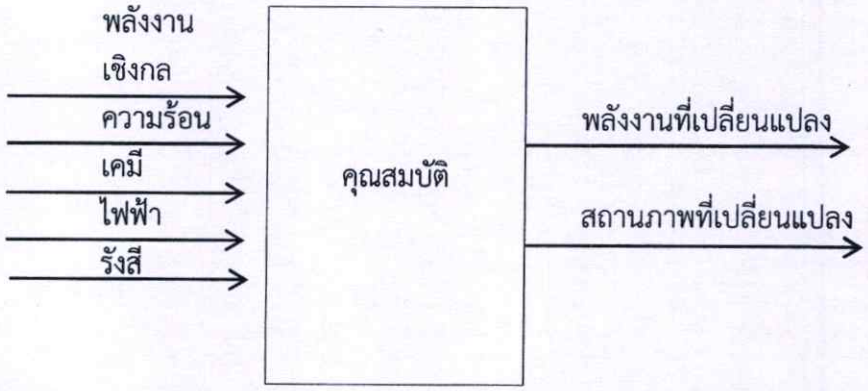
พลังงานความร้อน	เช่น	ความร้อน	ความเย็น	เป็นต้น
พลังงานกล	เช่น	น้ำหนัก	ความเค้น	เป็นต้น
พลังงานเคมี	เช่น	บรรยากาศ น้ำ	เคมี	เป็นต้น
พลังงานไฟฟ้า	เช่น	ไฟฟ้ากำลัง	กระแสไฟ	เป็นต้น
พลังงานรังสี	เช่น	แสงแสงอุลตร้าไวโอเลต	นิวเคลียร์	เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงพลังงานสามารถแยกออกได้เป็นแบบคุณภาพหรือปริมาณก็ได้หรือทั้งสองอย่างการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของพลังงานจากรูปหนึ่งเป็นอีกรูปหนึ่งส่วนการเปลี่ยนแปลงทางปริมาณเกี่ยวกับความแตกต่างของปริมาณพลังงานที่ป้อนเข้าไปกับพลังงานที่ได้ออกมาตัวอย่าง เช่น กระแสไฟฟ้าเมื่อผ่านเข้าไปในวัสดุชิ้นหนึ่งจะมีพลังงานไฟฟ้าส่วนหนึ่งเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนซึ่งเป็นแบบคุณภาพขณะเดียวกับความต่างศักย์จะลดลงจากเมื่อเริ่มแรกที่เข้าสู่วัสดุและที่ออกมา ซึ่งเป็นแบบปริมาณ

การเปลี่ยนแปลงทางสถานะหรือทางสภาพจะเกิดขึ้นเมื่อวัสดุสัมผัสกับพลังงานที่ระดับน้อยและระดับมาก ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเล็กน้อยคุณสมบัติทางเคมีและโครงสร้างของวัสดุจะ

สัมพันธ์กันสามารถคงสภาพไว้ได้แต่หากพลังงานมากจะทำให้สถานภาพเปลี่ยนไปจากปรากฏการณ์เหล่านี้จะทำให้การเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านรูปร่าง ขนาด ความหนาแน่นและลักษณะที่ปรากฏแก่สายตาเปลี่ยนไป ซึ่งอาจจะทำให้วัสดุมีรอยแตกและคุณภาพเสื่อมลง

ในการประยุกต์ใช้วัสดุทางปฏิบัตินั้นจะมีการดูคุณค่าของวัสดุว่ามีแนวโน้มที่จะใช้อย่างไรในทางวิศวกรรมหรือตามคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับหน้าที่ของวัสดุที่จะนำไปใช้งาน โดยมีการป้อนพลังงานเข้าไป ดังนั้นเมื่อเรานำวัสดุไปใช้ตามหน้าที่ใช้สอยเราสามารถดูจากความสามารถระหว่างสภาพของการใช้งานและหน้าที่การใช้สอยของวัสดุตัวอย่างเช่น คุณสมบัติที่แสดงออกมาเมื่อเราป้อนพลังงานเข้าไปเพื่อทำให้สถานภาพเปลี่ยนไปในกรณีของความแข็งแรงของแรงดึงเป็นผลทำให้พลังงานที่ออกมาเปลี่ยนไปโดยการเปลี่ยนแปลงในรูปของการถ่ายเทความร้อนหรืออัตราระหว่างพลังงานที่เปลี่ยนแปลงในกรณีของ modulus ของความยืดหยุ่น



ภาพที่ 2.52 แสดงความสัมพันธ์คุณสมบัติของวัสดุที่ป้อนพลังงานเข้าไปและผลที่ได้ออกมา

ที่มา : หลักการใช้วัสดุ. (2540 : 3)

2.12.4 ขีดจำกัด วัสดุทุกชนิดที่จะนำมาใช้งานจะมีปัจจัยภายนอก ซึ่งเป็นขีดจำกัดของการใช้วัสดุในที่นี้จะกล่าวขีดจำกัดในการนำวัสดุไปใช้งานพอสรุปเป็นข้อ ๆ ดังนี้

2.12.4.1 Existing facilities ซื้อชิ้นส่วนจากภายนอกประเภทของ กระบวนการผลิตอุปกรณ์จะแตกต่างกันตามบริษัทหรือโรงงานมักปรากฏเสมอว่ามีข้อให้เลือกใช้วัสดุเฉพาะอย่าง ซึ่งสามารถจะทำผลิตได้โดย Existing facilities แต่เราสามารถซื้อชิ้นส่วนอุปกรณ์ ภายนอกได้

2.12.4.2 สามารถเข้ากันได้ (Compatibility) เมื่อไรก็ตามมีวัสดุมากกว่าหนึ่งชนิดมาเกี่ยวข้องในการใช้งาน ก็จะเป็นขีดจำกัดในการใช้มันก็คือ วัสดุที่นำมาเข้าวิธีการดำเนินงานร่วมกันเพื่อการใช้งานไม่ได้เป็นสาเหตุที่ทำลายปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นความร้อนตัวอย่าง เช่น เมื่อวัสดุทุกชนิดได้รับความร้อนจะมีการขยายตัวคล้าย ๆ กัน ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องหลีกเลี่ยงเรื่องความเค้นของสิ่งก่อสร้างในน้ำหรือสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงวัสดุที่จะใช้ต้องมีการเลือกใช้อย่างระมัดระวังเพื่อหลีกเลี่ยงการกัดกร่อนในการผลิตผลิตภัณฑ์หรือออกแบบเรื่องสีและลักษณะที่ปรากฏแก่สายตาเมื่อนำมาใช้ผสมกันกับสิ่งที่สำคัญเช่นเดียวกับการรวมกันของวัสดุใหม่ ๆ เพื่อทำให้เกิดวัสดุที่จะใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณา

2.12.4.3 ความสามารถด้านการตลาดในกรณีของผลิตภัณฑ์บริโภคขีดจำกัดเป็นปัญหาใหญ่ที่จะมาจำกัดการเลือกใช้วัสดุตัวอย่างในกรณีของความรู้สึกอ่อนนุ่มหรือแข็งของผลิตภัณฑ์แต่ก็สามารถหลีกเลี่ยงได้เช่นกันตัวอย่างการใช้พลาสติกเลียนแบบไม้ในการทำเครื่องเรือน เป็นต้น

2.12.4.4 การเปลี่ยนแปลงความสามารถจะเปลี่ยนแปลงวัสดุที่ใช้แทนกันได้ เพราะในการใช้งานมีบางช่วงอาจมีแนวโน้มการขาดแคลนวัสดุนั้นๆ และในอนาคตจะต้องมีโครงการ หาแหล่งวัสดุต่าง ๆ มาใช้งาน

2.12.4.5 การจัดการและการนำวัสดุมาใช้ใหม่ขีดจำกัดใหม่ที่สุดและปัจจัยที่สำคัญในการเลือกใช้วัสดุ

2.12.5 ปัจจัยทางเศรษฐกิจ

เมื่อพูดถึงราคาแล้วบ่อยครั้งที่ราคาจะมาเป็นตัวกำหนดในการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบและผลิตภัณฑ์นั้นถ้าใช้วัสดุที่มีราคาแพงมากเกินไปก็จะเป็นขีดจำกัดในการเลือกใช้วัสดุ คือการออกแบบจะต้องคำนึงถึงและต้องมีความสัมพันธ์กับราคาด้วยราคาต้นทุนของวัสดุสำหรับนำไปผลิตผลิตภัณฑ์จะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ราคาของวัสดุเองและราคาของกระบวนการผลิตวัสดุให้เป็นผลิตภัณฑ์

ราคาวัสดุเป็นธรรมดาที่จะแสดงราคาของวัสดุโดยหน่วยน้ำหนักความหนาแน่นของวัสดุแตกต่างกันมากราคาต่อหน่วยปริมาตรก็เป็นสิ่งสำคัญและขึ้นอยู่กับการนำไปใช้การคิดราคาต่อหน่วยปริมาตรอาจจะมีข้อผิดพลาดได้เพราะเป็นการยากในการออกแบบที่จะกำหนดการใช้วัสดุหนึ่งเมื่อใช้วัสดุอื่น ๆ จะมีปริมาตรเท่ากันความจริงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการออกแบบอย่างน้อยที่สุดจะต้องใช้วัสดุแต่ละอย่างภายใต้เงื่อนไขราคาสำหรับวัสดุชนิดหนึ่งที่ต้องการใช้งานอาจจะเปรียบเทียบลำดับตามความถูกต้องกับวัสดุอื่นที่สามารถใช้งานประเภทเดียวกันและต้องคำนึงถึงปริมาณที่ใช้ประกอบด้วย

ราคาการผลิตมีวิธีการต่าง ๆ ในการผลิตอาจจะเป็นราคาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตความแตกต่างของราคาการผลิตจะแตกต่างตามชนิดของวัสดุและขั้นตอนการผลิตและการประกอบการผลิตที่แตกต่างกันเป็นผลต่อราคาวัสดุชนิดหนึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายมากเพราะว่าการผลิตนั้นยากหรือบางครั้งต้องใช้วิธีการผลิตโดยเฉพาะบางกรณีเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในขณะทำการผลิตด้วยสิ่งเหล่านี้ต้องนำมาพิจารณาในการคิดราคาทั้งหมดการเลือกใช้วัสดุสิ่งที่สำคัญที่สุดในการพัฒนากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์คือทำอย่างไรที่จะมีวิธีการนั้นใช้ต้นทุนต่ำที่สุดคือการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมนั่นเอง

2.12.6 กระบวนการคัดเลือก กระบวนการนี้จะเกี่ยวข้องกับวิธีการดำเนินการหลัก ๆ คือ

2.12.6.1 วิเคราะห์ปัญหาการใช้งานของวัสดุจะต้องทำการศึกษาถึงตัว ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิตนั้น เช่น หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติทางกายภาพและการนำผลิตภัณฑ์นั้นไปใช้งาน

2.12.6.2 การแปลงวัสดุให้มีคุณสมบัติตามความต้องการที่จะนำไปใช้งาน เช่น เกี่ยวกับความแข็งแรงเชิงกล แรงอัด ซึ่งสามารถหาได้จากการทดสอบวัสดุ

2.12.6.3 การเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติคล้าย ๆ กันการเลือกกระบวนการที่เกี่ยวข้องในการค้นหาวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีและเหมาะสมจุดเริ่มแรกสำหรับการคัดเลือกวัสดุที่จะนำไปใช้ควรจะเป็นวัสดุที่ใช้ได้อย่างกว้างขวางแต่ละการสำรวจหาวัสดุเป็นจำนวนมากเป็นสิ่งที่ไม่ค่อยจะทำกันในทางปฏิบัติประสบการณ์ที่ผ่านมาและตัวอย่างและการสำรวจอย่างคร่าว ๆ จะช่วยได้มากในการคัดเลือก

2.12.6.4 การตีราคาวัสดุวัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้เพื่อดูว่าวัสดุที่เลือกใช้มีคุณสมบัติเฉพาะที่ดีที่สุดสำหรับการใช้งานหรือไม่ในหลักการของขั้นตอนนี้จะทำก่อนเพื่อจะได้กำหนดการเลือกวิธีการดำเนินการ

2.12.7 การประเมินราคาโดยทั่วไปสำหรับการตีราคาของการดำเนินงานมี 3 ช่วง คือ

(1) การกรอง (Screening)

(2) การคัดเลือก (Selection)

(3) ข้อมูลการออกแบบ (Design data)

ช่วงของการกรองเริ่มต้นจะมีวัสดุที่สามารถนำมาใช้ได้หลายชนิด และดำเนินการ ให้มีจำนวนวัสดุน้อยลงโดยคัดเลือกให้เหลือ 2-3 ชนิด เพื่อที่จะมาคัดเลือกใช้อีกทีหนึ่งในช่วงของการคัดเลือกจะมีการประเมินค่าอย่างละเอียดของวัสดุที่จะนำไปใช้ ซึ่งรวมทั้งคุณสมบัติและลักษณะของวัสดุต่าง ๆ จะต้องให้มีความสัมพันธ์และเหมาะสมกับการใช้งาน ในการออกแบบนั้นคุณสมบัติของวัสดุที่จะเลือกใช้ต้องตรงกับหน้าที่การใช้งานและเหมาะสมในการทำงานคุณสมบัติของข้อมูลที่ทำการออกแบบและลักษณะข้อมูลจะเป็นตัวเลือกวัสดุ

2.12.8 ระเบียบวิธีการคัดเลือก กระบวนการใช้วัสดุจะแบ่งเป็น 2 ช่วงที่สำคัญ คือ

(1) การกำหนดปัญหาและคุณสมบัติที่ต้องการของผลิตภัณฑ์

(2) ค้นหาวัสดุที่ดีที่สุดเพื่อนำเอามาใช้

(3) การขนส่งวัตถุดิบมีวิธีอื่นหรือไม่

(4) มีแหล่งวัตถุดิบหรือแหล่งสั่งซื้อวัสดุและชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่อื่นหรือไม่

(5) ราคา

(6) อื่น ๆ

ในการประยุกต์ใช้วัสดุให้เลือกใช้มากมายหลายประเภท วัสดุที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภทในปัจจุบัน จะมีการกำหนดคุณสมบัติเป็นมาตรฐาน ซึ่งจุดประสงค์ของมาตรฐานที่กำหนดขึ้นนั้นเป็นสิ่งที่ช่วยในการพิจารณาประยุกต์ใช้วัสดุ ซึ่งจะช่วยลดราคาต้นทุนการผลิต การเปลี่ยนชิ้นส่วนสามารถทำได้ง่ายและสะดวก ตลอดจนการเก็บวัสดุหรือชิ้นส่วนทำได้สะดวกมีระเบียบเรียบร้อย (สาคร คันธโชติ. 2529)

2.13 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการออกแบบ

2.13.1 หลักการออกแบบ

การออกแบบคือการใช้ความคิดในการเลือกใช้วัสดุเพื่อสร้างสรรค์ งานศิลปะให้มีหน้าที่ใช้สอยตามความต้องการทั้งในด้านอัตถะประโยชน์และความงามในรูปร่างลักษณะตลอดทั้งรูปทรงในทางศิลปะให้คำจำกัดความการออกแบบว่า “การรวมมูลฐานของทางศิลปะทั้งหลายเข้าด้วยกันด้วยการเลือกหรือจัดไม่ว่าจะจัดด้วยวัสดุอะไรผู้ออกแบบจะต้องนำเอาสิ่งนั้นไปใช้คือเส้นรูปร่างรูปทรงสีช่องว่างและความงามของพื้นผิว

2.13.1.1 ความหมายของการออกแบบ

การออกแบบคือการใช้ความคิดในการเลือกใช้วัสดุเพื่อสร้างสรรค์งานศิลปะให้มีหน้าที่ใช้สอยตามความต้องการทั้งในด้านอัตถะประโยชน์และความงามในรูปร่างลักษณะตลอดทั้งรูปทรง ในทาง

ศิลปะให้คำจำกัดความการออกแบบว่า “การรวมมูลฐานของทางศิลปะทั้งหลายเข้าด้วยกันด้วยการเลือกหรือจัดไม่ว่าจะจัดด้วยวัสดุอะไรผู้ออกแบบจะต้องนำเอาสิ่งนั้นไปใช้คือเส้นรูปร่างรูปทรงสีช่องว่างและความงามของพื้นผิว”

2.13.1.2 ความจำเป็นที่ต้องมีในการออกแบบ

2.13.1.2.1 เป็นเครื่องช่วยในการถ่ายทอดทางความคิดและความรู้สึกของตนให้ผู้อื่นทราบและเข้าใจโดยการใช้เส้นสีรูปทรงนำมาประกอบกันเข้าให้เป็นรูปร่างโดยให้ผู้อื่นมีความเข้าใจในสิ่งนั้นด้วย

2.13.1.2.2 เป็นการช่วยในการวางรูปหรือโครงสร้างนั้นๆให้เหมาะสมกับหน้าที่และตลอดจนการใช้สอยด้วย

2.13.1.2.3 ช่วยให้ผู้พบเห็นเกิดความรู้สึกคล้อยตามในด้านความงามและคุณค่า

2.13.1.2.4 เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดการค้นคว้าทดลองทั้งในด้านวัสดุและวิธีการใหม่ๆ

2.13.1.2.3 คุณสมบัติของผู้ออกแบบที่ดี

2.13.1.3. ต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์มามากๆและหลักการต่างๆที่จะนำมาใช้นั้นควรตั้งอยู่บนประสบการณ์ที่ได้พบเห็นมาในชีวิต

2.13.1.3.2 ศึกษาความต้องการของคนเพราะการออกแบบที่ดีนั้นต้องมาจากความเป็นจริงและสามารถสนองความต้องการของคนในขณะนั้นได้

2.13.1.3.3 มีความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์สามารถที่จะสร้างสร้างสรรค์งานออกมาด้วยความสามารถของตน

2.13.1.3.4 สามารถถ่ายทอดความคิดของตนออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้โดยการเขียนเป็นรูปร่างหรือหุ่นจำลอง

2.13.1.3.5 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องวัสดุต่างๆและกระบวนการทำงานเป็นอย่างดี

2.13.1.4 หลักเกณฑ์การพิจารณาการออกแบบ

ได้กล่าวไว้อีกว่า งานออกแบบเป็นผลรวมขั้นสุดท้ายจากกระบวนการของฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมกันพัฒนาแบบ ดังนั้น งานออกแบบที่ดีจึงเกิดขึ้นจากการทำงานประสากันอย่างรอบคอบในการรวบรวมข้อมูล การแยกแยะ และการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้อย่างถูกต้องตลอดจนความสามารถในการเชื่อมโยง องค์ประกอบต่างๆในงานออกแบบเข้าด้วยกันเป็นอย่างดี จนทำให้เหลือปัญหาตกค้างอยู่น้อยที่สุด

2.13.1.5 ประโยชน์ใช้สอย

ประโยชน์ใช้สอยเป็นศูนย์กลางของการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงประการแรก เพราะถ้ารออกแบบที่นำมาพิจารณาขาดความเหมาะสมทางการใช้สอย ตลอดจนไม่ให้ความสะดวกสบาย และความปลอดภัย ก็นับว่าเป็นความสิ้นเปลืองและความสูญเปล่า ประโยชน์ใช้สอยมีผลต่อการเลือกใช้ลักษณะรูปทรง วัสดุและกรรมวิธีการผลิต งานออกแบบที่ดีอย่างแท้จริงจึงเป็นงานที่มีประโยชน์ครอบคลุมตั้งแต่ก่อนการใช้งาน ขณะการใช้งานและภายหลังการใช้งานเสร็จแล้ว ลักษณะถูกต้องสอดคล้องกับสรีระส่วนที่ใช้งาน จึงไม่ก่อให้เกิดการขัดข้องเมื่อล้า อันเป็นการบั่นทอนประสิทธิภาพในการทำงาน

2.13.1.6 ความงาม

ความงามมักเกิดขึ้นจากลักษณะโดยรวมของรูปทรงตลอดจนการตกแต่งหน้าตาของงานออกแบบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าด้านประโยชน์ใช้สอยลักษณะความงามของงานออกแบบควรพิจารณาตามประเภทหรือธรรมชาติเฉพาะอย่าง และทำขึ้นให้เหมาะสมกับผู้ใช้งาน

เฉพาะกลุ่ม ดังนั้นลักษณะของหน้าตาที่ปรากฏจึงควรสามารถสื่อถึงลักษณะการใช้งานและอยู่ในแนวทางที่เหมาะสมกับผู้ใช้ จึงเรียกได้ว่าเป็นงานออกแบบ ที่มีความสวยงามอย่างถูกต้อง นอกจากนี้มีลักษณะหน้าตาที่สื่อได้เหมาะสมดังกล่าวแล้ว งานออกแบบที่ดียังต้องมีลักษณะเฉพาะซึ่งสามารถสร้างความสนใจต่อผู้พบเห็นมีความใหม่และมีเอกลักษณ์แตกต่างจากงานออกแบบที่มีอยู่ทั่วไป

2.13.1.7 การเลือกใช้วัสดุและคุณภาพการผลิต

ในปัจจุบันนักออกแบบมีทางเลือกอย่างกว้างขวาง สำหรับการนำวัสดุต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี ทางการผลิตที่มีความก้าวหน้า มาใช้กับงานออกแบบ ลักษณะของการออกแบบที่ดี ควรมีการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอย ในด้านความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน ผลิตได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดความสูญเสียระหว่างการผลิต และเป็นกรรมวิธีที่ทำให้งานออกแบบมีความประณีตเรียบร้อยปราศจากตำหนิ แม้ในส่วนรายละเอียดให้สังเกตเห็นได้ ลักษะโดยรวมที่เกิดจากการรู้จักเลือกใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิตอย่างถูกต้องช่วยให้งานออกแบบมีคุณภาพดี อันเป็นคุณค่าที่สำคัญสำหรับงานออกแบบในปัจจุบัน ซึ่งผู้บริโภคมีมาตรฐานการดำรงชีวิตที่ดีขึ้นและต้องการงานออกแบบที่มีคุณภาพสูงและมีความต้องการของตลาด ดังนั้นในการกำหนดกฎเกณฑ์ การทำประเมินผลมักมาจาก หัวข้อหลักๆ ดังกล่าว โดยมีรายละเอียดโดยเน้นความสำคัญแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของงานออกแบบแต่ละประเภท ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางการพิจารณาการสร้างหลักเกณฑ์การประเมินผลสำหรับงานออกแบบ ในที่นี้จึงได้รวบรวมหลักเกณฑ์ที่ใช้ทั่วไป ซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อหลักๆ ดังต่อไปนี้

(1) หลักเกณฑ์ทางด้านการออกแบบ (DESIGN ASPECT)
- (1.1) ประโยชน์ใช้สอยทางกายภาพ (Practical Function
  - (1.1.1) ความสะดวกง่ายดายต่อการใช้งาน
  - (1.1.2) ความเหมาะถูกต้องตามสรีระของผู้ใช้
  - (1.1.3) ความปลอดภัย
  - (1.1.4) การบำรุงรักษา
  - (1.1.5) ความเข้มแข็งทนทาน
- (1.2) ความงาม (Aesthetic Function)
  - (1.2.1) ความงามจากการจัดองค์ประกอบ
  - (1.2.2) ความงามอย่างเหมาะสมกับประเภทของงานออกแบบ
  - (1.2.3) ความมีคุณค่า มีราคา
  - (1.2.4) ความมีเอกลักษณ์ที่น่าสนใจ

(2) หลักเกณฑ์ทางด้านการผลิต (Production Aspect)
- (2.1) การเลือกใช้วัสดุที่มีราคาที่เหมาะสม
- (2.2) การเลือกใช้วัสดุที่มีในท้องตลาด
- (2.3) การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานและการผลิต

(3) หลักเกณฑ์ทางด้านการตลาด (Marketing Aspect)
- (3.1) ราคาและลักษณะตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย
- (3.2) การสื่อให้เกดความมั่นใจในตัวสินค้า
- (3.3) การแสดงภาพพจน์และความน่าเชื่อถือของผู้ผลิต
- (3.4) การคำนึงถึงปัญหาต่อสภาพแวดล้อม

2.14 ข้อมูลด้านการยศาสตร์

2.14.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกล

2.14.1.1 ที่มาและความหมาย

เออร์กอนอมิกส์ เป็นคำใหม่ที่เพิ่งนำมาใช้ในประเทศไทยแต่เป็นคำนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในแถบยุโรปและภูมิภาคอื่นๆของโลกมาก่อนเมื่อประมาณร้อยปี การศึกษาทางด้านเออร์กอนอมิกส์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสภาพการทำงานผู้ที่นำคำศัพท์นี้มาใช้เป็นคนแรกคือศาสตราจารย์วอยส์ไช เอช จาสท์รเซโบรว์สกี้ นักการศึกษาและวิทยาศาสตร์ชาวโปแลนด์ซึ่งมีชีวิตอยู่ในช่วงปี ค.ศ.1799-1882

หลังจากนั้นในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง การศึกษาทางด้านเออกอร์นอมิกส์ได้ถูกนำมาเพื่อใช้เพื่อการออกแบบเครื่องบิน เรดาร์ และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างวิศวกร นักสรีระวิทยานักมานุษยวิทยา และนักจิตวิทยา ต่อมาศาสตร์ทางด้านนี้ได้รับความสนใจจากกลุ่มวิศวกรมากขึ้น จึงได้ช่วยกันบัญญัติศัพท์ขึ้นมาอีกและเรียกแตกต่างกันไป เช่น วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย วิศวกรรมมนุษย์ องค์ประกอบมนุษย์หรือมนุษย์ปัจจัย วิศวกรรมชีวภาพ จิตวิทยาวิศวกรรม วิศวกรรมชีวศาสตร์การแพทย์ และในประเทศไทยเรียกว่า การยศาสตร์ ซึ่งเป็นคำที่บัญญัติขึ้นมาใหม่จากคำว่า Ergonomics เช่นกัน

อย่างไรก็ตาม แม้จะเรียกแตกต่างกันไป แต่การศึกษายังเป็นแนวทางเดียวกันทั้งหมดซึ่งเป็นการศึกษาที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์กันระหว่างมนุษย์กับงาน เครื่องมือผลิตภัณฑ์ เครื่องจักรกล และสภาพสิ่งแวดล้อมต่างๆเป็นต้น โดยการนำเอาเรื่องของความสามารถของมนุษย์ในแง่มุมของลักษณะทางกายภาพ กลศาสตร์ชีวภาพ สรีรวิทยา และจิตวิทยา มาเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาออกแบบเพื่อผลในการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในระบบงาน ในขณะเดียวกัน การออกแบบนั้นก็ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย สุขภาพอนามัยและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ปฏิบัติงานนั้นๆ พร้อมกันไปในเวลาเดียวกันด้วย

กลศาสตร์ชีวภาพ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของร่างกาย ในเชิงการใช้พละกำลัง เช่น การยกย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักโดยแรงคน รวมทั้งแรงทางกลศาสตร์ที่ใช้ในการทำงานหรือเคลื่อนไหว โมเมนต์ของข้อต่อกระดูก พิสัยการเคลื่อนไหวร่างกาย การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ เพื่อใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การออกแบบตกแต่งภายใน เครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่ทำงานต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับขีดความสามารถ และขีดจำกัดในการปฏิบัติงานในด้านต่างๆ

สรีรวิทยา เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบกลไกของมนุษย์ เช่น ระบบการทำงานของหัวใจ ปอด และระบบประสาท เป็นต้น ซึ่งเป็นการศึกษาถึงการประเมินความสามารถของข้อจำกัดของผู้ปฏิบัติการ ต่อการรับออกซิเจน การใช้พลังงานแคลอรี่ ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมในทางกายภาพ เช่น แสง เสียง ความร้อน ความเย็น สารเคมี ความสั่นสะเทือน และแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นต้น

จิตวิทยา เป็นศาสตร์ที่ศึกษามนุษย์ในแง่มุมของสภาพจิตใจ และพฤติกรรมการแสดงออกการวิเคราะห์และประเมินถึงความรู้สึกนึกคิดของมนุษย์ในสภาพแวดล้อมที่กำหนดให้ในการทำงานทั้งนี้เพื่อน ผลการศึกษาไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสม

คำว่า เออร์กอนอมิกส์ มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก 2 ค า คือ ergon แปลว่างาน nomos แปลว่า กฎเกณฑ์ทางธรรมชาติ ดังนั้น เออร์กอนอมิกส์ จึงหมายถึงกฎเกณฑ์หรือศาสตร์ที่ว่าด้วยพฤติกรรมการปฏิบัติงานและสุขภาพของบุคคลในเชิงความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมในการทำงาน

คำว่า การยศาสตร์ เป็นคำศัพท์ภาษาไทยที่บัญญัติมาจากคำ 2 คำคือ การย์ กับศาสตร์ ซึ่งพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 นิยามว่า การย์ หมายถึง หน้าที่,กิจ,ธุระ ศาสตร์หมายถึง ระบบวิชาความรู้ มักใช้ประกอบหลังคำอื่น เช่น วิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ เมื่อนำเอาทั้งสองคำมารวมกันเข้าเป็น การยศาสตร์ ซึ่งก็หมายความว่า ระบบวิชาความฐที่เกี่ยวกับการท างานของมนุษย์ ที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งหมด

ส่วนคำว่า กายวิภาคเชิงกล นั้น เป็นคำที่ใช้ในการเรียนการสอนทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ สถาปัตยกรรมภายใน และช่างอุตสาหกรรมมาก่อน และมีความหมายใกล์เคียงกันกับการยศาสตร์ ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างร่างกายของมนุษย์ เพื่อการออกแบบให้สอดคล้องเหมาะสม ให้ความสะดวกสบายถูกต้องกับสภาพธรรมชาติของมนุษย์ เพื่อให้มนุษย์ได้ใช้ความสามารถของตนเองได้อย่างปกติธรรมชาติกับเครื่องมือเครื่องใช้นั้นๆ ได้อย่างเต็มที่ วิชานี้ยังคุมไปถึงด้านความประหยัดและความปลอดภัยอีกด้วย

นอกจากคำว่า การยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกลที่มาจากคำว่า Ergonomics แล้วมีผู้นำคำต่างๆ ที่มีความหมายเช่นเดียวกันมาเกี่ยวกับการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ในประเทศไทย เช่น วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย และ วิทยาการจัดสภาพงาน เป็นต้น

วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย ซึ่งนิยมใช้กันในประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับศาสตร์ที่ว่าด้วยการออกแบบสถานที่ทำงาน อุปกรณ์ เครื่องจักรกล เครื่องมือ ผลิตภัณฑ์ สิ่งแวดล้อม และระบบ โดยการนำเอาเรื่องความสามารถของมนุษย์ในแง่มุมของลักษณะทางกายภาพ สรีรวิทยา กลศาสตร์ชีวภาพ และจิตวิทยา

ส่วนคำว่า วิทยาการจัดสภาพงาน ก็มีความหมายใกล้เคียงกัน คือ วิทยากาจัดสภาพงาน เป็นแนวความรู้ที่ศึกษาถึงกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ วิทยาการนี้ต้องอาศัยหลักการและข้อมูลจากศาสตร์สาขาต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สรีรวิทยา กายวิภาคศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์

2.14.1.2 วัตถุประสงค์ของการยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกล

การศึกษาวิชานี้ มีจุดประสงค์หลักที่จะศึกษาเกี่ยวกับระบบโครงสร้างร่างกายของ มนุษย์ ขนาดสัดส่วนมาตรฐาน การทำงานของกระดูกและกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหวลักษณะและข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวร่างกายของมนุษย์ ความสามารถในการมองเห็นและได้ยิน จิตวิทยาการรับรู้ ความปลอดภัย และสาเหตุที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการทำงานของมนุษย์ ตลอดจนการนำเอาผลการศึกษามาเป็นพื้นฐานเพื่อปรับปรุงงานออกแบบผลิตภัณฑ์หรือการเขียนแบบตกแต่งให้เหมาะสมกับการใช้งานของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ

การยศาสตร์ให้ความสำคัญในเรื่องพฤติกรรมของมนุษย์และปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ ที่มีต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกและสิ่งแวดล้อมตลอดจนกระบวนการที่มนุษย์ใช้ในการทำงานและใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือสมรรถนะให้กับการทำงานตามที่กำ หนด ลดข้อผิดพลาด ลดความเครียด ลดความเมื่อยล่า เพิ่มความปลอดภัยและความพึงพอใจในการทำงานของมนุษย์ เป็นต้น

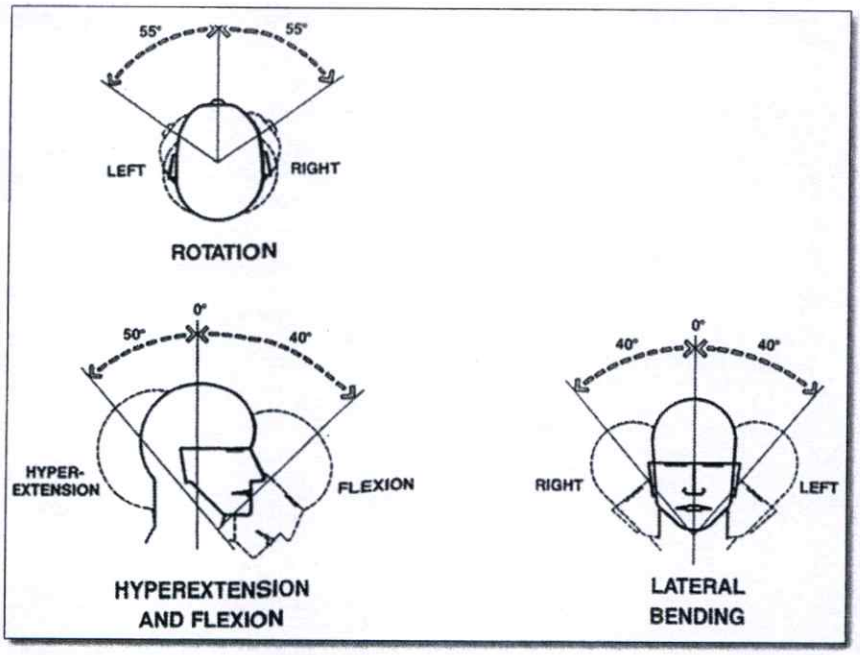
2.14.1.3 ความสำคัญของการยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกล

การยศาสตร์และกายวิภาคเชิงกลเป็นชื่อวิชาหนึ่งที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา โดยเฉพาะสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมออกแบบเซรามิกออกแบบแบบบรรจุภัณฑ์ออกแบบเครื่องเรือน ออกแบบสิ่งทอ ออกแบบตกแต่งภายในสถาปัตยกรรมภายในและสาขาอื่นๆ การศึกษาวิชานี้แม้จะเป็นศาสตร์ที่ค่อนข้างใหม่สำหรับประเทศไทยแต่ด้วยความสำคัญและบทบาท ของการยศาสตร์หรือกายวิภาคเชิงกลที่มีต่อวงการออกแบบและอุตสาหกรรมคงจะทำให้ศาสตร์ด้านนี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตมากขึ้น เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์โตะเก้าอี้ เฟอร์นิเจอร์ เครื่องประดับ เสื้อผ้า เครื่องใช้ในครัวเรือน งานหัตถกรรม การตกแต่งภายใน การออกแบบเครื่องมือสื่อสาร ยานพาหนะ เครื่องมือ เครื่องจักรกล และเทคโนโลยีใหม่ๆ เป็นต้น ทั้งนี้ก็เพื่อให้การออกแบบเหมาะสมกับสภาพร่างกายและขีดความสามารถของมนุษย์รวมทั้งสภาพแวดล้อมอีกด้วย

2.14.2 ลักษณะและข้อจำกัดของการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกาย

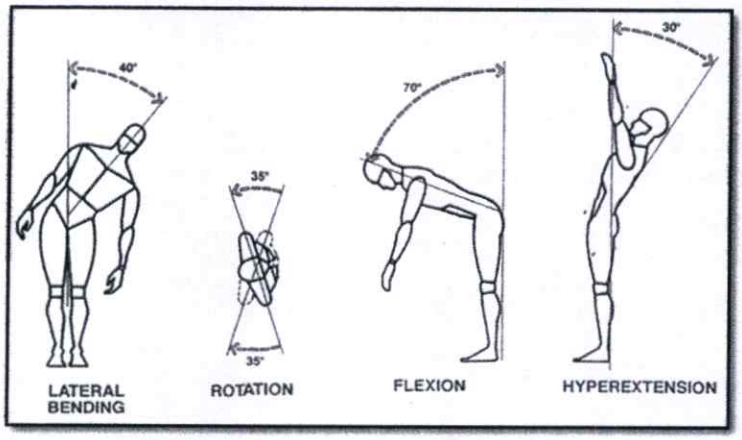
2.14.2.1 การเคลื่อนไหวของศีรษะและคอ สามารถเคลื่อนไหวได้หลายแบบ เช่น การเคลื่อนไหวที่ข้อต่อระหว่างกะโหลกศีรษะและกระดูกสันหลังส่วนคอชิ้นที่ 1 และสามารถเคลื่อนไหวได้ทั้งการงอ การเหยียด การเหยียดที่เกินตำแหน่งปกติ การกางออกและการหุบหรือการงอไปทางด้านข้าง

การเคลื่อนไหวของข้อต่อระหว่างกระดูกสันหลังชิ้นที่ 1 กับชิ้นที่ 2เป็นข้อต่อช่วยใน การหมุนคอ และมีข้อต่อที่ช่วยในการเคลื่อนไหวฟันของกรามบนและกรามล่างเป็นการเคลื่อนไหว ที่ เหมือกับการพับ



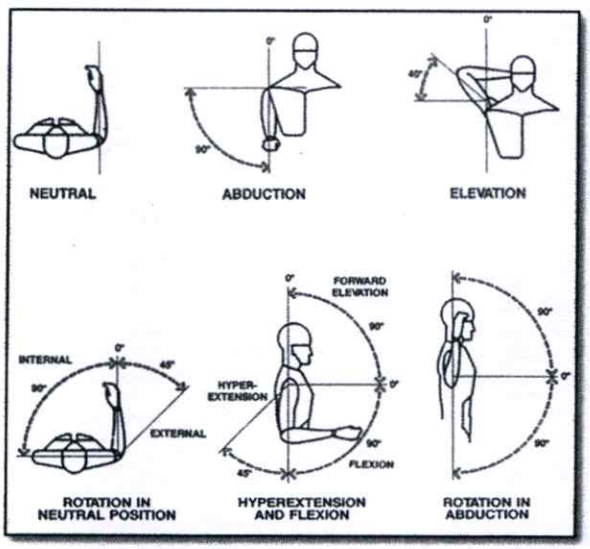
ภาพที่ 2.53 การเคลื่อนไหวของศีรษะและคอ
ที่มา : ธวัชชานนท์ สิปปภากลุ.(2548 : 86)

2.14.2.2 การเคลื่อนไหวของส่วนลำตัว เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดบริเวณกระดูกสัน หลัง สามารถเคลื่อนไหวได้หลายแบบ คือ การงอ การงอที่เกินตำแหน่งปกติ การเหยียด การเหยียดที่ เกินตำแหน่งปกติ การเอียงลำตัวไปด้านข้าง และการบิดลำตัวไปทางซ้ายหรือทางขวา



ภาพที่ 2.54 การเคลื่อนไหวของส่วนลำตัว
ที่มา : ธวัชชานนท์ สิปปภากลุ.(2548 : 87)

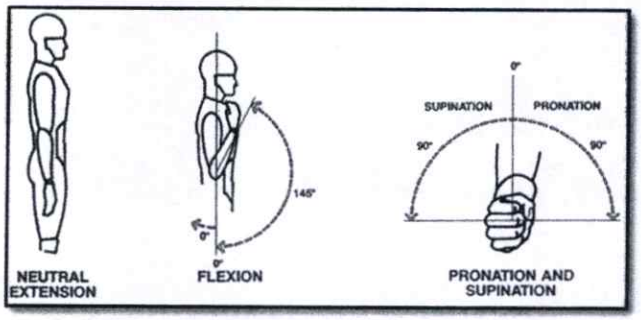
2.14.2.3 การเคลื่อนไหวของหัวไหล่ สามารถเคลื่อนไหวได้อิสระรอบๆ แกนการ เคลื่อนไหว ทั้ง 3 แกน เช่น การงอ การเหยียด การกางหรือบิดเข้าด้านใน การบิดออกข้างนอก การยก ไหล่ขึ้น การยกไหล่ลง การหมุนควง การหมุนและเอียงไหล่ขึ้น



ภาพที่ 2.55 การเคลื่อนไหวของหัวไหล่
ที่มา : ธวัชชานนท์ สิปปภากลุ.(2548 : 87)

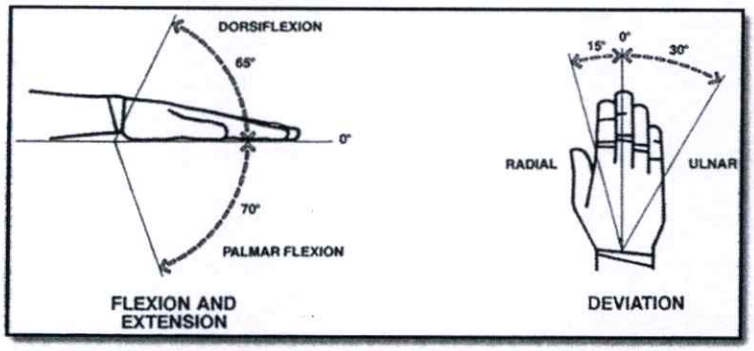
2.14.2.4 การเคลื่อนไหวของข้อศอก การเคลื่อนไหวของข้อศอกและหัวเข่า เป็นการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะเหมือนกันคือ การงอและการเหยียดเท่านั้น

2.14.2.5 การเคลื่อนไหวของส่วนปลายแขน เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นกับข้อต่อ ที่สามารถเคลื่อนไหวเป็นการหมุนของแขนท่อนล่างเข้าด้านในโดยฝ่ามือจะคว่ำลง และสามารถเคลื่อนไหวได้ตรงกันข้ามคือ หมุนออกด้านนอกโดยฝ่ามือจะหงายขึ้น

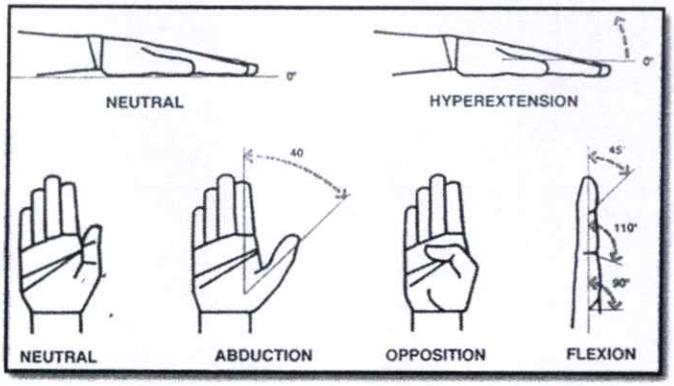


ภาพที่ 2.56 การเคลื่อนไหวของแขนและข้อศอก
ที่มา : ธวัชชานนท์ สิปปภากลุ.(2548 : 87)

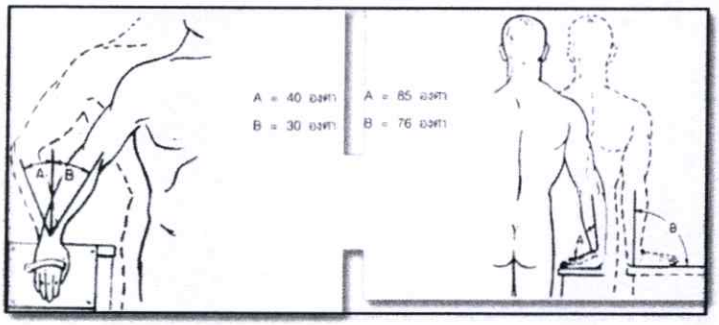
2.14.2.6 การเคลื่อนไหวของมือและข้อมือ การเคลื่อนไหวที่ข้อมือ มีการงอ การเหยียด การกางออก และการหุบเข่า



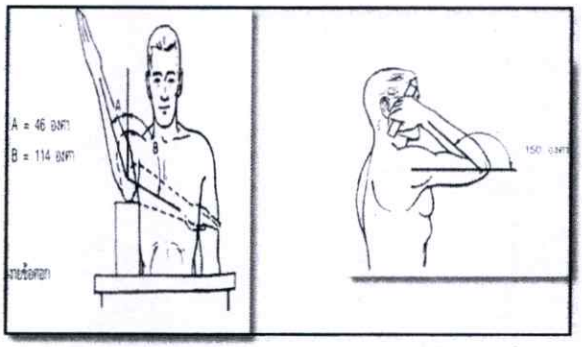
ภาพที่ 2.57 การเคลื่อนไหวของข้อมือ
ที่มา : ธวัชชานนท์ สิปปภากลุ.(2548 : 87)



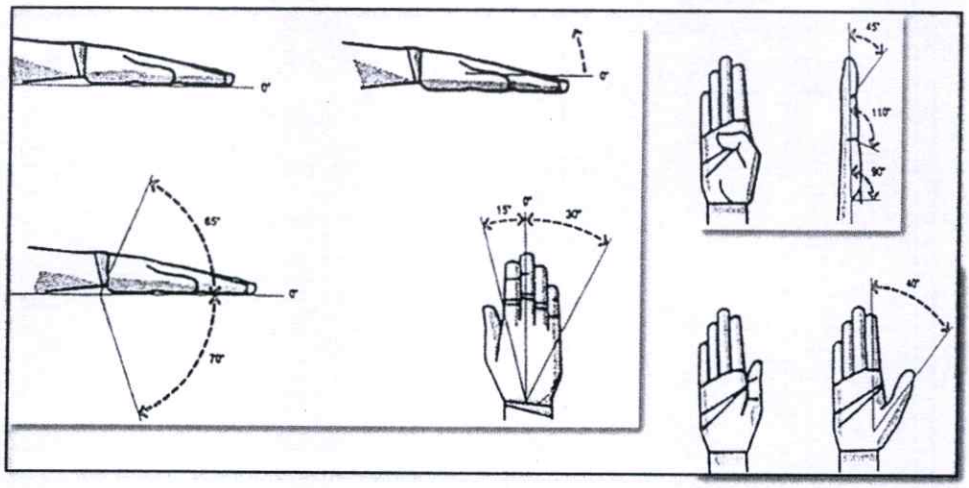
ภาพที่ 2.58 การเคลื่อนไหวของมือ
ที่มา : ธวัชชานนท์ สิปปภากลุ.(2548 : 87)



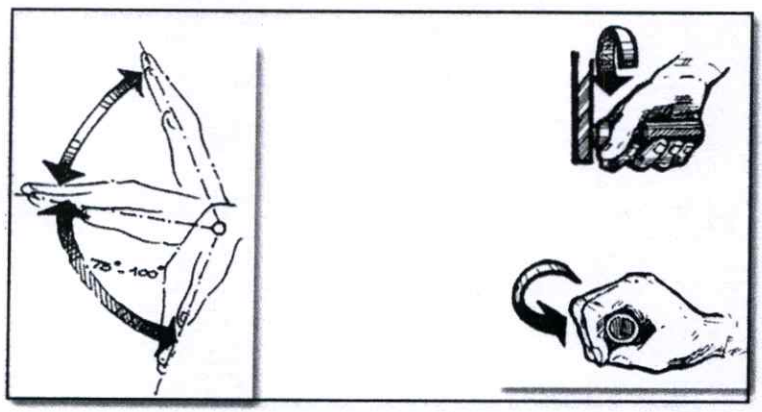
ภาพที่ 2.59 ระยะวิกฤตการเคลื่อนไหวส่วนข้อมือในรูปแบบต่างๆ
ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. (2549 : 42)



ภาพที่ 2.60 ระยะวิกฤติการเคลื่อนไหวข้อศอก
ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. (2549 : 42)

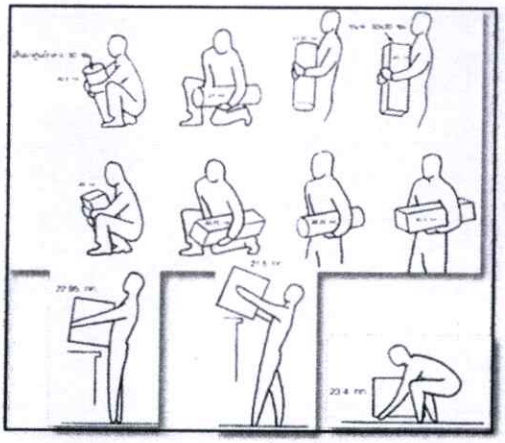


ภาพที่ 2.61 ระยะวิกฤติการเคลื่อนไหวของนิ้วมือ (Fingers)
ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. (2549 : 42)



ภาพที่ 2.62 การเคลื่อนไหวของนิ้วมือ (Fingers) และการเคลื่อนไหวของข้อมือ (wrist)
ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. (2549 : 41)

2.14.3 การวิเคราะห์ด้วยระยะสบายและสุขภาพของมนุษย์ ในที่นี้จะเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ที่เน้นความสบายและสุขภาพของมนุษย์เมื่อมีการสัมผัสใช้งานชิ้นผลิตภัณฑ์ในท่าทางต่างๆ ซึ่งโดยมากจะเป็นการกำ หนดระยะที่คาดว่ามนุษย์นั้นจะมีความสบายและส่งผลต่อสุขภาพมนุษย์ในทางที่ดี เช่น ระยะมุมของพนักพิงเก้าอี้ควรที่จะมีระยะเอียงที่ 5 องศา เพราะจะเป็นมุมที่หลังมนุษย์สามารถนั่งแล้วผ่อนคลายมีการกดทับของน้ำหนักไม่มาก ฯลฯ สำหรับการวิเคราะห์ในลักษณะระยะสบายและสุขภาพนี้จะเป็นการนำเสนอในลักษณะค่าเฉลี่ยที่กำหนดโดยอาศัยการอ้างอิงจากหลักการแพทย์ เนื่องจากจะต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวเนื่องกับมุมระยะหรือองศาที่มีความเหมาะสมกับสรีระ เช่น กระดูก , ไขสันหลัง , กล้ามเนื้อ , เส้นเอ็น , การกดทับ , การบิด เข้ามาเป็นตัวกำหนดค่าต่างๆที่นักออกแบบควรจะนำมาพิจารณาประกอบการออกแบบพัฒนา



ภาพที่ 2.63 การเคลื่อนไหวด้วยระยะสบาย
ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. (2549 : 32)

2.14.4 สัดส่วนร่างกายมนุษย์

คำว่า สัดส่วน นั้น คำนี้หมายถึง ความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ของส่วนต่างๆ ที่มีต่อกันและมีต่อสัดส่วนโดยรวม ที่จริงแล้วคำนี้มีความหมายเฉพาะถึงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์และเรขาคณิตของส่วนต่างๆ บนร่างกายมนุษย์ และอัตราส่วนของแต่ละส่วนหรือแต่ละหน่วยที่มีต่อส่วนอื่นๆ หรือส่วนรวมทั้งหมดของรูปทรงหรือมวล สัดส่วนของร่างกายมนุษย์โดยเฉลี่ยแล้วมีความสูงระหว่าง 7 เท่า หรือ 7 เท่าครึ่งของความยาวส่วนศีรษะและถ้ากางแขนออกทั้งสองข้างจะมีความยาวประมาณความสูงของร่างกายมนุษย์

การกำหนดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ โดยทั่วไปแล้วจะแบ่งตามแนวขวาง โดยถือเอาส่วนศีรษะจากกะโหลกจรดปลายคางเป็นเกณฑ์ในการแบ่งเท่ากับ 1 ส่วน สัดส่วนร่างกายของคนทั่วไปซึ่งถือเป็นมาตรฐานนั้นเท่ากับ 7 1/2 ส่วน โดยวัดจากศีรษะจรดปลายเท่า นอกจากนั้นการวัดสัดส่วนอาจวัดจากระยะห่างจากเท่าถึงเข่าจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของส่วนขาทั้งหมดและส่วนของขาทั้งหมดจะมีสัดส่วนเท่ากับครึ่งหนึ่งของส่วนขาทั้งหมดและส่วนของขาทั้งหมดจะมีสัดส่วนเท่ากับครึ่งหนึ่งของส่วนสูงทั้งหมดของร่างกาย

2.14.4.1 การนำข้อมูลการวัดสัดส่วนไปใช้ในงานออกแบบ

ในการเลือกข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ไปใช้เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นข้อมูลดังกล่าวควรจะเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด ที่จะเป็นผู้ใช้สิ่งของที่ได้รับการออกแบบนั้นๆ โดยมีหลักการออกแบบเพื่อให้รับกับสัดส่วนขนาดร่างกายของมนุษย์อยู่ 2 ประเภท คือ การออกแบบเพื่อประชากรทั่วไป โดยไม่จำกัดวัยและเพศ และการออกแบบเพื่อกลุ่มคนเฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เช่น กลุ่มวัยรุ่น เด็ก ผู้ใหญ่ คนชรา คนพิการ นักกีฬา นักดนตรี และกลุ่มชาวต่างชาติ เป็นต้น

ความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลของส่วนร่างกายที่สัมพันธ์กันมาประกอบมากกว่า 1 ส่วน ในการออกแบบแต่ละครั้ง อาจใช้วิธีนำหุ่นจำลอง มาช่วยในการออกแบบก็ได้ ซึ่งหุ่นจำลองนี้สามารถที่จะยืดหรือหดความยาวของแต่ละส่วนร่างกายให้สอดคล้องกับขนาดสัดส่วนของกลุ่มเป้าหมายได้ อาจจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรม AutoCAD เป็นต้น ส่วนแนวทางและลำดับขั้นตอนในการนำข้อมูลการวัดสัดส่วนร่างกายไปใช้ในการออกแบบนั้น มีหลายแนวทาง เช่น

2.14.4.1.1 กำหนดส่วนของร่างกายส่วนที่สำคัญมากที่สุดต่อการออกแบบนั้น เช่น การออกแบบวัสดุหรือสิ่งของประเภทที่มีด้ามจับ ส่วนที่สำคัญที่สุดก็คือ ความยามของมือที่ต้องสอดคล้องกับด้ามจับนั้น

2.14.4.1.2 เลือกใช้ข้อมูลหรือตารางค่าที่เหมาะสมได้มาตรฐานและครอบคลุมกลุ่มประชากรหรือกลุ่มเป้าหมายมากที่สุด

2.14.1.3 กำหนดกลุ่มประชากรหรือกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้เป็นฐานในการออกแบบสิ่งนั้น โดยการแยกกลุ่มให้ชัดเจน เช่น กลุ่มผู้ใช้แรงงาน กลุ่มเด็ก สตรี และคนชรา เป็นต้น

2.14.4.1.4 อาจสร้างต้นแบบ หรือหุ่นจำลองของสิ่งที่ได้รับการออกแบบไว้ เพื่อนำ ไปให้กลุ่มประชากรหรือกลุ่มเป้าหมายได้ทดลองใช้ และนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์หาทางแก้ไข ปรับปรุงก่อนนำไปสร้างแบบที่ใช้งานจริงต่อไป

จากรายงานวิจัยของฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่ง ประเทศไทยได้ทำการรวบรวมข้อมูลขนาดสัดส่วนของคนไทยในระยะท่าทางการยืนทั้งเพศชายและ หญิง ตั้งแต่อายุ 3-60 ปี ทั่วประเทศไทย ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ระยะการยืนของร่างกายเพศชายไทย

อายุ (ปี)	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	ความสูงสูงสุด (ซม.)	ความสูง ต่ำสุด (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กก.)
25	166.51	185.00	142.00	55.69
26	166.33	188.00	150.00	57.12
27	166.20	183.00	146.00	56.26
28	166.48	183.00	154.00	58.26
29	166.14	180.00	135.00	57.79
30	165.67	181.00	150.00	58.02
31	165.99	180.00	145.00	58.65
32	165.76	180.00	151.00	58.53
33	165.65	180.00	144.00	58.67
34	165.63	184.00	146.00	58.47
35	166.20	182.00	149.00	59.98
36	165.49	186.00	149.00	59.55
37	165.35	184.00	150.00	60.10
38	165.74	182.00	150.00	60.95
39	164.95	186.00	141.00	60.80
40	164.73	184.00	146.00	60.31

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.(ม.ป.ป. : 3)

จากตารางสรุปมาตรฐานเบื้องต้นสำหรับขนาดสัดส่วนเฉลี่ยชายไทยช่วงวัน 25-40 ปี ตารางด้านล่างแสดงขนาดมาตรฐานเฉลี่ยขนาดสัดส่วนเพศหญิงไทย

ตารางที่ 2.2 ตารางด้านล่างแสดงขนาดมาตรฐานเฉลี่ยขนาดสัดส่วนเพศหญิงไทย

อายุ (ปี)	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	ความสูงสูงสุด (ซม.)	ความสูง ต่ำสุด (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กก.)
24	155.13	178.00	143.00	46.35
25	154.87	172.00	145.00	46.48
26	155.29	173.00	140.00	46.99
27	155.21	168.00	138.00	47.01
28	155.42	174.00	144.50	47.57
29	155.34	168.00	140.00	48.44
30	154.76	170.00	142.00	48.50
31	155.03	168.00	139.00	48.84
32	154.45	168.00	141.00	49.01
33	154.80	168.00	141.00	49.78
34	154.92	170.00	140.06	50.52
35	154.32	167.00	135.00	50.08
35	154.32	167.00	135.00	50.08
36	154.59	169.00	137.00	50.38
37	154.85	168.00	140.00	50.26
38	155.10	170.00	144.00	50.96
39	154.48	167.50	145.00	51.80
40	154.88	175.00	144.50	51.91

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย.(ม.ป.ป. : 3)

2.15 องค์ประกอบของ Total Resistance

องค์ประกอบของ Total Resistance (R_T) ประกอบด้วย

$R_T = R_V + R_W + R_A$

R_V = Viscous Resistance

R_W = Wave-Making Resistance

R_A = Air Resistance

Viscous Resistance (R_V) คือความต้านทานที่กระทำกับผิวตัวเรือที่เคลื่อนที่ของไหลซึ่งมีความหนืด โดยความเร็วและพื้นที่ผิวเปียกเรือ มีผลต่อ Viscous Resistance

Wave-Making Resistance (R_W) คือความต้านทานจากคลื่นที่เรือสร้างขึ้นขณะที่เรือเคลื่อนที่ขึ้นกับอัตราส่วน B/L, ระหว่างขับน้ำ,รูปร่างตัวเรือ, ค่า Froud Number

Air Resistance (R_A) คือความต้านทานจากอากาศที่ไหลผ่านเรือขณะเคลื่อนที่ (ไม่มีลมอื่นมากระทำ) ขึ้นกับขนาดและลักษณะของพื้นที่ระนาบรับลม (Projected Area), รูปร่างตัวเรือเหนือแนวน้ำ , ความเร็วและทิศทางของลมปกติเกิดขึ้นประมาณ 4 – 8 % ของ Total Resistance เรือแล่นช้า : อาจเกิดจากความต้านทานความฝืดจากผลความหนืดอย่างเดียว (Viscous) เรือแล่นเร็วขึ้น : มักมีความต้านทานจากคลื่นที่เรือสร้างขึ้น (Wave-Making) และจากอากาศที่ไหลผ่านเรือ (Air Resistance) ตำแหน่งที่เกิด Hump และ Hollow บนเส้นโค้งความต้านทาน ขึ้นกับความเร็วและความยาวเรือ

Coefficient of Viscous Resistance (C_V) เรือจริง : Turbulent Flow เกิดใกล้หัวเรือทำให้การไหลโดยรอบเรือเป็นแบบ Turbulent เกือบตลอดความยาวเรือ เรือจำลอง : เมื่อเทียบตำแหน่งแล้ว Turbulent Flow เกิดค่อนไปทางท้ายมากกว่า แก้ไขโดยการติดตั้งตัวกระตุ้น (Stimulator) เช่นหมุด หรือแถบทราย ที่บริเวณหัวเรือเพื่อกระตุ้นให้เกิดการไหลแบบ Turbulent Flow เร็วขึ้น

2.15.1 สัมประสิทธิ์ของ Viscous Resistance (C_V)

ประกอบด้วยสัมประสิทธิ์จาก 2 แรงลัพธ์ คือ

1. Tangential Component Coefficient คือสัมประสิทธิ์ ความต้านทานความฝืดที่กระทำสัมผัสกับผิวตัวเรือ

2. Normal Component Coefficient คือสัมประสิทธิ์ความต้านทานความฝืดที่กระทำตั้งฉากกับผิวเรือ

2.15.2 สัมประสิทธิ์ Tangential Component (C_F) ส่วนใหญ่เกิดจากความฝืด (Frictional) ระหว่างตัวเรือกับการไหล ทำให้เกิดแรงต้านทานกับผิวเรือในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของเรือ

2.15.3 สัมประสิทธิ์ Normal Component (kC_F) คือสัมประสิทธิ์ความต้านทานความฝืดในทิศตั้งฉากกับพื้นผิวแรงจากความฝืดในทิศทางตั้งฉากกับพื้นผิวทำให้กำลังดันตลอดตัวเรือใต้แนวน้ำมีค่าไม่เท่ากันบริเวณหัวเรือ จะมีแรงในทิศทางตั้งฉาก มากกว่าทางท้ายเรือ ทำให้เกิดกระแสน้ำวน (Eddy Current) ขึ้นทางท้ายขนาดของ Eddy Current ที่เกิดบนเรือรูปร่างค่อนข้างอ้วน (Full Ship) จะมีขนาดใหญ่กว่าบนเรือรูปร่างเพรียว (Slender Ship) องค์ประกอบความต้านทานจากความฝืดในทิศตั้งฉากกับพื้นผิวเรือทั้งหมดคำนวณได้จากแฟกเตอร์รูปร่าง (Form Factor) และความฝืดของผิวเปลือกเรือ (Skin Friction)

2.15.4 การลดสัมประสิทธิ์

วิธีหลักการ คือ เพิ่มความยาวเรือโดยคงขนาดปริมาตรระวางขับน้ำไว้ หมายถึง ลดความกว้าง หรือ ระดับกินน้ำลึก แต่ส่วนใหญ่จะลดความกว้างลง ทำให้เรือมีลักษณะเพรียวขึ้น การกระทำดังกล่าวเป็นผลให้

(1) ค่า k ลดลง ทำให้องค์ประกอบความต้านทานความฝืดในทิศตั้งฉากกับผิว (Normal Component Coefficient ; kC_F) ลดลงเพราะเรือที่เพรียวขึนจะเกิดความรุนแรงของกระแสน้ำวน (Eddy Current) ทางท้ายเรือน้อยกว่า

(2) เพิ่มค่า Reynolds Number ของเรือขึ้น ทำให้สัมประสิทธิ์ความฝืด (C_F) ลดลงทั้งนี้วิเคราะห์ได้จาก ITTC-57 Model-Ship Correlation

Wave-Making Resistance

Transverse Wave คือ คลื่นทางขวางเรือ

Divergent Wave คือ คลื่นที่ทำมุมกับเรือและวิ่งเข้าหา Transverse Wave แบ่งเป็น Bow Divergent Wave , Stern Divergent Wave

2.15.5 ระบบคลื่นทางขวาง (Transverse Wave System)

เคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณเท่ากับเรือที่ความเร็วเรือต่ำ ๆ ยอดคลื่นจะกระทำช่วงลำเรือ 2-3 ยอด เพราะความยาวคลื่นที่เรือสร้างขึ้นมาสั้นกว่าความยาวเรือเมื่อความเร็วเรือสูงขึ้น Transverse Wave ที่เรือสร้างขึ้นมาจะยาวขึ้นเมื่อความยาวของ Transverse Wave ใกล้เคียงกับความยาวเรือ Wave-Making Resistance จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นเหตุสำคัญที่อธิบายว่าทำไมเรือต้องการกำลังมหาศาลในการเร่งให้เร็วขึ้น ความเร็วของเรือ ขณะที่ Transverse Wave ยาวใกล้เคียงกับความยาวเรือ เรียวเฉพาดว่าเป็น "Hull speed"

2.15.6 ระบบคลื่น Divergent

การรบกวนกันของ Bow และ Sterm Divergent Waves ทำให้เกิดบริเวณบริเวณที่เป็น Hollow และ Hump บนเส้นโค้งความต้านทาน (Resistance Curve)Hump เกิดขึ้นเมื่อคลื่น Bow และ Sterm Divergent Waves เฟสตรงกัน (In Phase) ยอดคลื่นจะรวมกันเป็น Divergent Waves ที่ใหญ่ขึ้น Hollow เกิดขึ้นเมื่อคลื่น Bow และ Sterm Divergent Waves เฟสตรงข้ามกัน (Out of Phase) ยอดคลื่นจะหักล้างกันเป็น Divergent Waves ที่เล็กลง

2.15.7 การคำนวณสัมประสิทธิ์ความต้าน Wave-Making Resistance

ความต้านทานจากคลื่นที่เรือสร้างขึ้นมา ขึ้นอยู่กับ

- อัตราส่วนความกว้างต่อความยาว (Beam to Length Ratio)
- ระหว่างขับน้ำ (Displacement)
- รูปร่างตัวเรือ (Hull Shape)
- ค่า Froude Number

ไม่ว่าจะใช้ทฤษฎี หรือหลักสูตรใดๆ การคำนวณยังขาดความแน่นอนอยู่มาก เพราะแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการไหลรอบเรือค่อนข้างซับซ้อน โดยเฉพาะบริเวณต่อเนื่องระหว่างของเหลวกับอากาศ (Fluid-Air Boundary)

ดังนั้นยังคงต้องการคำนวณหาสัมประสิทธิ์ Cw ของเรือจริง จากข้อมูลการทดลองด้วยเรือจำลองในถังลากและขยายคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น Froude Method เป็นต้น

2.15.8 การลด Wave-Making Resistance

เพิ่มความยาวเรือ เพื่อลด Transverse Wave ซึ่งทำให้ความเร็ว Hull Speed เพิ่มขึ้น ดังนั้น Wave-Making Resistance ของเรือที่ยาวมากจะยังคงน้อยอยู่เสมอจนกว่าเรือจะแล่นถึงความเร็ว Hull Speed ขึ้นไป

ติดตั้ง Bulbous Bow เพื่อลด Bow Divergent Bulbous Bow จะสร้างคลื่นหัวเรืออีกชนิดขึ้นมา (Second Bow Waves) เพื่อรบกวน Bow Waves ที่เรือสร้างให้ผลลัพธ์ออกมาหักล้างกัน

2.15.9 Coefficient of Total Resistance

สัมประสิทธิ์ความต้านทานของตัวเรือทั้งหมด (Coefficient of Total HullResistance)

$C_T = C_V + C_W + C_A = C_F(1+k) + C_W + C_A$

C_V = สัมประสิทธิ์ความต้านทานจากผลความหนืด

C_W = สัมประสิทธิ์ความต้านทานจาก Wave-Making Resistance

C_A = Correlation Allowance ใช้เฉพาะเมื่อทำนาย BHP ของเรือ จากข้อมูลทดลองเรือจำลองเท่านั้น ค่านี้ได้รมความหยาบของผิวเรือ, สี, การผุกร่อนและเพรียงที่เกาะใต้แนวน้ำเข้าไว้ด้วย เรือจำลองมีค่า $C_A = 0$ เพราะมักสร้างเรือจำลองที่มีผิวเรียบ (Smooth) ค่าของเรือจริงอาจหาได้จากสูตรประมาณใดๆ ถังทดลองส่วนใหญ่ใช้ค่า $C_A = 0.4x10\text{-}3$ กับเรือทุกขนาด

2.15.10 ความต้านทานชนิดอื่น ๆ

ความต้านทานจากส่วนใต้แนวน้ำใด ๆ (Appendage Resistance) เช่น หางเสือ,เพลาใบจักร,Bilge Keel และ Struts (โยงโย่รับเพลาใบจักร) เรือทั่วไปมีความต้านทานจากส่วนยื่นไม่มาก คือ ประมาณ 2% ของความต้านทานทั้งหมดแต่ถ้าเป็นเรือที่มีส่วนยื่นมาก ๆ เช่น มีเพลาใบจักรมากกว่า 1 ท่อน หรือมีอุปกรณ์พิเศษอื่น ๆ อยู่ใต้น้ำ เช่น เรือรบ อาจมีความต้านทานส่วนนี้สูงถึง 24%

ความต้านทานจากระบบหัวเลี้ยว (Steering Resistance)

คือ ความต้านทานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวขณะเลี้ยว เรือทั่วไปและเรือรบมีความต้านทานส่วนนี้ไม่มากนัก แต่จะมีมากในเรือใบ (Sailboats) ความต้านทานส่วนเพิ่ม (Added Resestance) คือความต้านทานที่เกิดจากคลื่นในน้ำ แล้วทำให้เรือตอบสนองการเคลื่อนที่ Pitching, Rolling, Yawing, Heaving, Swaying หรือ Surging

ความต้านทานที่เพิ่มขึ้นเมื่อเรือแล่นในน้ำตื้น (Increased Resistance in Shallow Water)

ความต้านทานเพิ่มขึ้นเนื่องจากความเร็วอนุภาคน้ำใต้ท้องเรือเร็วขึ้นในน้ำตื้น เป็นผลให้แรงดันกระทำกับผิวเรือลดลง เรือจะกินน้ำลึกเพิ่มขึ้นทำมีพื้นที่ผิวเปียก (Wetted Surface) เพิ่มขึ้นเท่ากับเป็นการเพิ่มความต้านทานความฝืดโดยตรง เรือต้องใช้พลังงานสร้างคลื่นในน้ำตื้นมากกว่าในน้ำลึก ทำให้ Wave-Making Resistance เพิ่มขึ้น

2.16 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

2.16.1 ความเป็นมาและความหมาย

แนวคิดทางการตลาดของ ฟิลลิป คอตเลอร ความสำคัญของฟิลลิป คอตเลอร์ในศาสตร์การตลาดฟิลลิป คอตเลอร์ (Philip Kotler) เกิดเมื่อปีค.ศ.1931 จบการศึกษาระดับปริญญาโทจากมหาวิทยาแห่งชิคาโก (University of Chicago) และปริญญาเอกจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งรัฐแมทซาจูเซทท์ (MIT) ทางด้านเศรษฐศาสตร์และการศึกษาขั้นสูงกว่าปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยฮาวาร์ด และทางด้านวิทยาศาสตร์ทางพฤติกรรม (Behavioural Science) ที่มหาวิทยาลัยแห่งรัฐชิคาโกขณะนี้เป็นอาจารย์ประจำที่มหาวิทยาลัยนอร์ธเวสเทิร์น (Kellogg Graduate School of Management) ฟิลลิป คอตเลอร์ (Philip Kotler) ได้นำเสนอการนำหลักการตลาดทั้งหลายไปประยุกต์ใช้ในโลกปัจจุบัน ทั้งทางด้านธุรกิจทางระบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-Business) รูปแบบทางการตลาดขององค์กรและคุณค่าต่อลูกค้าและเป็นที่ปรึกษาในด้านของการวางแผนและกลยุทธ์ทางการตลาด การวางผังองค์กรทางด้านการตลาดและการตลาดระหว่างประเทศ ให้กับบริษัทเช้น ไอบีเอ็ม (IBM) เจนเนอรัลอิเล็กทริก(General Electric) เอทีแอนด์ที (AT&T) ฮันนีเวลล์

(Honeywell) ธนาคารแห่งชาติอเมริกา (Bankof America) สายการบินสวิสแอร์ (SAS Airlines) บริษัทมิชลิน (Michelin) โมโตโรลลา (Motorola)และบริษัทรถยนต์ฟอร์ด (Ford)

2.16.1.1 แนวคิดการผลิต (The Production Concept) นับเป็นแนวคิดที่เก่าแก่ที่สุดในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งใช้ได้ดีเมื่อมีความต้องการซื้อ มากกว่าความต้องการขาย และเน้นการปรับปรุงคุณภาพการผลิตให้ต้นทุนต่ำลง เพื่อขายสินค้าในราคาต่ำกว่าคู่แข่ง แนวคิดนี้ถือว่า ผู้บริโภคนิยมสินค้าที่หาซื้อได้แพร่หลายทั่วไป และราคาถูก แนวคิดเช่นนี้มักถูกนำไปใช้ในประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งผู้บริโภคมักจะสนใจตัวสินค้ามากกว่ารูปแบบ

2.16.1.2 แนวคิดผลิตภัณฑ์ (The Product Concept) ผู้บริโภคจะให้ความสำคัญต่อคุณภาพมากกว่าราคา และในขณะเดียวกัน ผู้ผลิตเองก็เน้นไปที่การปรับปรุงพัฒนา ผลิตภัณฑ์อยู่เสมอแนวคิดนี้ถือว่าผู้บริโภคชอบสินค่าที่มีคุณภาพดีที่สุด อย่างไรก็ตามผู้ผลิตสินค้า หรือ บริการที่ใช้แนวความคิดนี้มักจะหลงใหลไปกับสินค้าของตน จนอาจมองข้ามความต้องการที่แท้จริงของผู้บริโภค

2.16.1.3 แนวคิดการขาย (The Selling Concept) ต้องมีการกระตุ้นการขายด้วยวิธีการในลักษณะต่างๆ เช่น ลดแลกแจกแถม เพื่อให้ซื้อมากขึ้น ปัจจุบันแนวคิดเช่นนี้มักจะถูกใช้ในสินค้าที่ขายยาก หรือไม่ได้อยู่ในความคิดที่จะซื้อเลย (unsought goods) ดังนั้นแนวความคิดนี้จึงมุ่งไปที่การขายเชิงรุก และความพยายามในการส่งเสริมการตลาด แนวความคิดนี้ตั้งข้อสันนิฐานว่า ลูกค้ามีความเฉื่อยในการซื้อ หรือบางครั้งอาจรู้สึกต่อต้านการซื้อ ดังนั้นฝ่ายการตลาดจึงมีหน้าที่ต้องเกลี้ยงกล่อมให้ซื้อ และเชื่อว่าบริษัท มีเครื่องมือการส่งเสริมการตลาดที่สามารถใช้กระตุ้นให้เกิดการซื้อ บริษัทที่ใช้แนวความคิดนี้ยกตัวอย่างเช่น บริษัท coca-cola โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้ขายสินค้าได้มากขึ้น ขายให้ผู้คนจำนวนมากขึ้น ให้บ่อยขึ้น และให้ได้เงินมากขึ้น เพื่อให้ได้กำไรมากขึ้น

2.16.1.4 แนวคิดมุ่งตลาด (The Marketing concept) แนวคิดนี้เกิดขึ้นเมื่อกลางปี 1950 ซึ่งแนวคิดต่างๆที่ผ่านมานั้นจะเป็นการผลิตแล้วขาย แต่แนวคิดมุ่งตลาดนี้ยึดหลัก มุ่งเน้นลูกค้าและแสวงหากำไรจากความพึงพอใจของลูกค้า มิใช่เป็นการตามล้าหาลูกคา หรือการหาลูกค้าให้เหมาะกับผลิตภัณฑ์แนวคิดการผลิตแนวคิดผลิตภัณฑ์และ แนวคิดการขาย นั้น มีข้อจำกัดสำหรับการใช้ ในปัจจุบัน กล่าวคือ แนวคิดการตลาดใช้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายองค์กร เริ่มต้นจากการตรวจสอบความจำเป็น และความตองการต่างๆของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และนำเสนอสิ่งที่ต้องการนั้น โดยพยายามสร้างความพึงพอใจให้กลุ่มลูกค้าเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพกว่าคู่แข่ง ประสานกิจกรรมต่างๆที่จะกระทบต่อลูกค้ากลุ่มนั้นเพื่อสร้างความพึงพอใจสูงสุด

2.16.2 แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาด

2.16.2.1 ผลิตภัณฑ์ (Products) ที่ต้องมีคุณภาพและรูปแบบดีไซน์ตรงตามความต้องการของลูกค้า หรือสินค้าหรือบริการที่บุคคลและองค์กรซื้อไปเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าอื่นๆ หรือในแนวทางการประกอบธุรกิจ หรือหมายถึงสินค้าหรือบริการที่ผู้ซื้อสินค้าหรือบริการที่ผู้ซื้อไปเพื่อใช้ในการผลิต การให้บริการ หรือดำเนินงานของกิจการ(ณัฐ อิรนพไพบูลย์ 2554)หรือ แม้ผลิตภัณฑ์จะเป็นองประกอบตัวเดียวในส่วนประสมของการตลาดก็ตาม แต่เป็นตัวสำคัญที่มีรายละเอียดที่จะต้องพิจารณาอีกมากมาย ดังนี้ เช่นความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ (Produce Variety) ชื่อตราสินค้าของผลิตภัณฑ์ (Brand Name) คุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ (Quality) การรับระกันผลิตภัณฑ์ (Warranties) และการรับคืนผลิตภัณฑ์ (Returns) (ชีวรรณ เจริญสุข.2547)

2.16.2.2 ราคา (Pricing) ต้องเหมาะสมกับตำแหน่งทางการแข่งขันของสินค้าและสร้างกำไรในอัตราที่เหมาะสมสู่กิจการหรือจำนวนเงินที่ถูกเรียกเก็บเป็นค่าสินค้าหรือบริการหรือผลรวมของมูล

ค่าที่ผู้ซื้อทำการแลกเปลี่ยนเพื่อให้ได้มาซึ่งผลประโยชน์จากการมีหรือการใช้ผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการหรือนโยบายการตั้งราคา (Pricing Policies)(ณัฐ อิรนพไพบูลย์.2554)หรือมูลค่าของสินค้าและบริการที่วัดออกมาเป็นตัวเงิน การกำหนดรามีความสำคัญต่อกิจการมาก กิจการไม่สามารถกำหนดราคาสินค้าเองได้ตามใจชอบ การพิจารณาราคาจะต้องกำหนดต้นทุนการผลิต สภาพการแข่งขัน กำไรที่คาดหมาย ราคาของคู่แข่งขัน ดังนั้นกิจการจะต้องเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสมในการกำกำหนดราคาสินค้าและบริการ ประเด็นสำคัญจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับราคาได้แก่ ราคาสินค้าที่ระบุในรายการหรือราคาที่ระบุ (List Price) ราคาที่ให้ส่วนลด (Discounts) ราคาที่มีส่วนยอมให้ (Allowances) ราคาที่มีช่วงระยะเวลาที่การชำระเงิน (Payment Period) และราคาเงื่อนไขให้สินเชื่อ (Credit Terms) (ชีวรรณ เจริญสุข.2547)

2.16.2.3 ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) ก็เน้นช่องทางการกระจายสินค้าที่ครอบคลุมและทั่วถึง สามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้าเป้าหมายทุกส่วนได้เป็นอย่างดีหรือเป็นช่องทางการจัดจำหน่ายเป็นเส้นทางเคลื่อนย้ายจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคหรือลูกค้า ซึ่งอาจผ่านคนกลางหรือไม่ผ่านก็ได้ ในช่องทางการจัดจำหน่ายประกอบด้วย ผู้ผลิต ผู้บริโภค หรือผู้ใช้ทางอุตสาหกรรม (Industrial User) หรือลูกค้าทางอุตสาหกรรม (Industrial Consumer) และคนกลาง (Middleman) โลจิสติกส์ทางการตลาด เป็นการวางแผนการปฏิบัติตามแผนและการควบคุมการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดเริ่มต้นไปยงจุดที่ต้องการ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าโดยมุ่งผลกำไร (ณัฐ อิรนพไพบูลย์.2554) หรือกลยุทธ์ทางการตลาดในการทำให้มีผลิตภัณฑ์ไว้พร้อมจำหน่าย สามารถก่ออิทธิพลต่อการพบผลิตภัณฑ์ แน่นอนว่าสินค้าที่มีจำหน่ายแพร่หลายและง่ายที่จะซื้อก็จะทำให้ผู้บริโภคนำไปประเมินประเภทของช่องทางที่นำเสนอก็อาจก่ออิทธิพลต่อการรับรู้ภาพพจน์ของผลิตภัณฑ์ (ชีวรรณ เจริญสุข .2547)หรือ ช่องทางการจัดจำหน่ายที่เกี่ยวข้องกับ หน่วยเศรษฐกิจต่างๆ ที่มีส่วนร่วมในกระบวนการนำพาสินค้าจากผู้ผลิตไปสู่มือผู้บริโภค ซึ่งการตัดสินใจเลือกช่องทางการจัดจำหน่ายที่เหมาะสม มีความ สำคัญต่อกำไรของหน่วยธุรกิจ รวมทั้งมีผลกระทบต่อการกำหนดส่วนผสมทางการตลาดที่เกี่ยวข้องอื่นๆเช่น การตั้งราคา การโฆษณา เกรดสินค้า (ภูดินันท์ อดิทิพยางกูร.2555) หรือ การกระจายสินค้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายตัวสินค้าจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคหรือผู้ใช้ทางอุตสาหกรรมการขนส่งและการเก็บรักษาตัวสินค้า ภายในธุรกิจใดธุรกิจหนึ่งและระบบช่องทางการจัดจำหน่ายของธุรกิจนั้น (ชานนท์ รุ่งเรือง.2555)

2.16.2.4 การส่งเสริมการตลาด (Promotion) ที่เน้นทั้งการโฆษณา ประชาสัมพันธ์ส่งเสริมการขายและการตลาดโดยตรง ซึ่งสามารถเรียกว่า 4P ซึ่งนำไปสู่การได้ครอบครองส่วนแบ่งทางการตลาดที่เพิ่มขึ้นตามเป้าหมายของกิจการนั่นเองระดับที่สองคือการตลาดที่มุ่งเน้นทางด้านของการสร้างประสบการณ์ที่ดีน่าประทับใจให้กับลูกค้าก็จะนำไปสู่การสร้างความผูกพันทางด้านอารมณ์ที่แนบแน่นต่อผู้บริโภคแบบสนิทแนบแน่น โดยผลลัพธ์ที่คาดหวังจากกิจการในการดำเนินกลยุทธ์ทางการตลาดระดับที่สองนี้ คือกิจการจะสามารถมีส่วนแบ่งการตลาดในจิตใจของลูกค้าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับคู่แข่งขัน(ณัฐ อิรนพไพบูลย์.2554)หรือ เป็นกิจกรรมติต่อสื่อสารไปยังตลาดเป้าหมายเพื่อเป็นการให้คามรู้ ชักจูง หรือเป็นการเตือน ความจำเป็นของตลาดเป้าหมายที่มีต่อตราสินค้าและผลิตภัณฑ์สินคาหรือบริการ การโฆษณา การส่งเสริมการขาย (ชานนท์ รุ่งเรือง.2555) หรือเป็นเครื่องมือการสื่อสารเพื่อสร้างความพึงพอใจต่อตราสินค้าหรือบริการความคิด ต่อบุคคลโดยใช้เพื่อจูงใจ ให้เกิดความต้องการเพื่อเตือนความทรงจำ ในผลิตภัณฑ์โดยคาดว่าจะมีอิทธิพลต่อความรู้สึก ความเชื่อ และพฤติกรรมการซื้อ(ชีวรรณ เจริญสุข.2547)

2.17 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.17.1 อมรเดช กานต์นฤนิมิต และ มนต์ศักดิ์ พิมสาร ปี 2554 ศึกษาเรื่อง การศึกษาหาค่าแรงต้านทานคลื่นของเรือไตรมารานโดยการคำนวณพลศาสตร์ของไหล

ตัวเรือไตรมาราน (Trimaran hull) เป็นตัวเรือ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นเรือที่มีตัวเรือ 3 ท้อง การ ออกแบบเรือไตรมาราน โดยทั่วไปจะออกแบบให้ รูปทรงตัวเรือเพรียว ตัวเรือหลัก (Main hull) 1 ลำมี ขนาดยาวและ ตัวเรือด้านข้าง (Outrigger) 2 ลำมี ขนาดสั้น ตัวเรือด้านข้างได้ถูกยึดเข้ากับตัวเรือหลักของแต่ละข้าง ซึ่งทำให้ตัวเรือไตรมารานมี คุณลักษณะความคงทนทะเล (Sea-keeping) และการ ทรงตัว (Stability) ที่ดีเยี่ยม (Kang, et. al. 2001) [3] ด้วยคุณสมบัติที่พิเศษเหล่านี้ ทำให้เรือไตรมารานได้ ถูกนำมาใช้เป็นเรือความเร็วสูง

งานวิจัยที่ผ่านมาศึกษาถึงคุณสมบัติต่างๆ ที่ สัมพันธ์กับความเร็วของเรือไตรมาราน เช่น Armstrong [4] พบว่าการออกแบบตัวเรือที่เพรียวของ เรือไตรมาราน (อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวตัว เรือ (Beam to Length ratio)) ที่น้อยมาก มีผลทำให้ สามารถลดแรงต้านทานคลื่น (Wave making resistance) ได้ และ Harvald สามารถหาแรง ต้านทานคลื่นได้จากแรงต้านทาน จากการสูญเสีย พลังงานในรูปแบบคลื่น ต่อมาในงานวิจัยของ Xu และ Zou และ Kang et. al ได้แสดงให้เห็นว่า แรงต้านทานคลื่นลดลงได้จากตำแหน่งที่เหมาะสมของ ตัวเรือด้านข้างกับตัวเรือหลัก จากที่กล่าวมาข้างต้น แรงต้านทานคลื่นมีอิทธิพลสูงมากในเรือความเร็วสูงน้ำและอากาศ และการเกิดคลื่นซึ่งทำให้ไม่เกิดแรงฉุด จากแรงต้านทานคลื่น พบว่ามีความคลาดเคลื่อนที่สูง เนื่องมาจากการสร้างตัวเรือจำลองในโปรแกรมให้ค่า พื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างตัวเรือกับน้ำมีความ คลาดเคลื่อน ความผิดพลาดในการกำหนดเงื่อนไข ขอบเขต และไฟไนต์อิเลเมนต์เมช ไม่เพียงพอ

ในการทดลองในน้ำนิ่งกับเรือใหม่พบว่า แรง ต้านทานแรงเสียดทานเท่ากับ ร้อยละ80-85 ของแรง ต้านทานรวมในเรือความเร็วต่ำ และเท่ากับร้อยละ 50 ใน เรือความเร็วสูง โดยที่แรงต้านทานแรงเสียดทาน สามารถหาได้จากสมการของ ITTC 1957 Model – Ship Correlation Line [8] ซึ่งแรงต้านทานแรงเสียด ทานจะมีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับความเร็วของเรือ โดยที่มีค่าพื้นที่ผิวสัมผัสตัวเรือและน้ำเป็นตัวแปรที่คงที่ ทำให้แรงต้านทานคลื่นเป็นเป้าหมายหลักในการ ลดแรงต้านทานในเรือไตรมารานที่มีความเร็วสูง การ ออกแบบเรือ ให้สามารถทำความเร็วสูงสุดได้ตามความต้องการ จำเป็นที่จะต้องทราบค่าแรงต้านทาน รวม (Total resistance, RT) เพื่อใช้หาขนาดของ เครื่องยนต์ที่เหมาะสมสำหรับน้ำหนักของเรือและ ปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการเดินทาง

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์ สัมประสิทธิ์แรงต้านทานคลื่น ด้วยวิธีการคำนวณพลศาสตร์ของไหลแบบไม่มีความหนืด เรือท้องเดียว เรือท้องคู่และเรือไตรมาราน โดยผลลัพธ์ที่ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลอง จากผลการ เปรียบเทียบพบว่า ค่าที่ได้จากผลวิเคราะห์ให้ความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์แรงต้านทานคลื่นกับ เลขฟรุดไปในทิศทางเดียวกับค่าที่ได้จากการทดลอง แต่ค่าที่ได้มีความแตกต่างกันสูงสุดอยู่ร้อยละ 33 และค่าที่ ได้จากการทดลองจะมีค่าสูงกว่า ดังนั้นวิธีการคำนวณ พลศาสตร์ของไหลแบบไม่มีความหนืด จึงถือว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิผลที่จะนำมาใช้ออกแบบตัวเรือ ไตรมารานในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น (Preliminary design) ต่อไป

2.17.2 ศราวุธ วงศ์เงินยวง ณัฐกร สุพัฒนะกรกิจและคณะ ปี 2547 ศึกษาเรื่อง นวัตกรรมการออกแบบเรือ

การออกแบบเรือที่มีความเหมาะสมกับความต้องการใช้เรือ จะต้องมีหลักการและวิธีดำเนินการตามขั้นตอนที่ถูกต้องสถาปนิกผู้ทำงานออกแบบเรือในต่างประเทศเรียกว่า Naval Architect หรือแปล เป็นไทยว่า นาวาสถาปนิก จะได้รับการศึกษาในขั้นพื้นฐานในระดับ ปริญญาตรี โดยจะได้รับความรู้ควบคู่ร่วมกันกับสาขาวิศวกรรมเครื่อง กลเรือหรือภาษาอังกฤษเรียกว่า Marine Engineering ในต่างประเทศจะจัดเป็นNaval Architecture and Marine Engineering Department เช่นนเดียวกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชาได้จัดตั้งสาขาวิชาวิศวกรรมต่อเรือและเครื่องกลเรือสำหรับการ ผลิตบุคลากรในสายงานการพัฒนาอุตสาหกรรมการ ต่อเรือและการ พาณิชย์นาวีในประเทศ การออกแบบเรือที่ใช้งานอยู่ในทะเล แม่น้ำ และคลองต่างๆของประเทศไทย เกือบทั้งหมดเป็นการพัฒนาจากภูมิปัญญาและประสบการณ์ที่สืบเนื่องต่อกันมาจากบรรพบุรุษ หาก สามารถนำทฤษฎีตามหลักวิชาการมาประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง จะ สามารถทำให้เรือมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้ดีขึ้น เนื่องจากการ ออกแบบเรือที่ถูกต้องจะคำนึงถึงการตอบสนองภารกิจ ความปลอด ภัย ความแข็งแรง ความทนทะเล การใช้พลังงานอย่างประหยัด และ สะดวกในการซ่อมบำรุง ซึ่งในปัจจุบันการออกแบบเรือที่มีความยุ่ง ยากและมีรายละเอียดในการดำเนินการหลายขั้นตอน ซึ่งมีลักษณะที่ แตกต่างจากการออกแบบทางสถาปัตยกรรมสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีขีดความสามารถรองรับใช้งานการ ออกแบบเรือได้อย่างมีประสิทธิภาพการออกแบบเรือตามหัวข้อที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมีความเกี่ยวเนื่องระหว่างกันเป็นอย่างมาก ไม่ว่านาวาสถาปนิกจะทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไข ข้อมูลใด ๆ เช่น รูปทรงของตัวเรือ การจัดวางอุปกรณ์ หรืออื่นใดบนเรือนั้น หมายถึง หนักและมิติที่เปลี่ยนแปลงเป็นผลทำให้จุดศูนย์กลางการลอย และจุดศูนย์กลางน้ำหนักเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเดิมที่ได้ในการคำนวณ ครั้งก่อนซึ่งจะทำให้มีผลกระทบต่อลักษณะการลอยที่อาจทำให้เรือเอียง ไปด้านใดด้านหนึ่งหรือทริมเรือเปลี่ยนไป

การคำนวณผลกระทบหรือแรงกระทำต่าง ๆ เหล่านี้ ใน ปัจจุบันได้มีการพัฒนาใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ สามารถอำนวยความสะดวกให้แก่นาวาสถาปนิก ทำให้ลดเวลาและ ได้ความถูกต้องของข้อมูลการออกแบบเพื่อนำไปใช้ในการต่อเรือ ซึ่ง ขีดความสามารถของโปแกรมคอมพิวเตอร์มีหลากหลายระดับ และ เป็นที่แพร่หลายในการใช้งานในประเทศต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาอุสาห กรรมการต่อเรือ ในบทความนี้ได้ทำการยกตัวอย่างเป็นรูปประกอบ แสดงผลจากการใช้เครื่องมือช่วยการออกแบบเรือ เพื่อให้สามารถ มองเห็นภาพของการดำเนินการออกแบบต่อเรือ

การออกแบบต่อเรือเป็นศาสตร์ของสถาปัตยกรรมและ วิศวกรรมที่ประสานกันอย่างใกล้ชิดมีผลกระทบต่อเนื่องระหว่างกัน การดำเนินตามขั้นตอนของการออกแบบเรือโดยนาวาสถาปนิกสมัยใหม่จะต้องมีความรู้พื้นฐานทางนาวาสถาปัตย์และวิศวกรรม เครื่องกลเรือเป็นอย่างดีเพื่อนำมาประยุกต์ใช้เครื่องมือออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถที่เหมาะสมกับงานสามารถลดขั้นตอนและเวลาในการออกแบบเรือได้เป็นอย่างมากและให้ผลงานที่มีความแม่นยำถูกต้องได้เรือที่สมรรถนะตามความต้องการที่กล่วมานี้เป็นเพียงส่วนของการออกแบบขั้นต้นยังมีขั้นตอนการออกแบบในรายละเอียดของระบบต่างๆ อีกมากสำหรับงานการต่อเรือ ซึ่งยังไม่เป็นที่ยอมรับให้เป็นวิชาชีพควบคุม

2.17.3 เอกสิทธิ์ ชนินทรภมิ เดชา สุขมา สมบัติ มุกดาและคณะ ปี 2547 ศึกษาเรื่องการออกแบบเรือท้องแบนสำหรับช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม

อุทกภัยที่เกิดขึ้นในประเทศไทย พ.ศ. 2554 เป็นอุทกภัยที่รุนแรงเกิดขึ้นช่วงฤดูมรสุมในประเทศไทย พ.ศ. 2554 ซึ่งได้รับอิทธิพลจากพายุเกิดขึ้นทั้ง 5 ลูกได้แก่ พายุโซนร้อนไหหม่า

(Haima),พายุโซนร้อน นกเต้น (Nok-Ten),พายุโซนร้อนไห่ถาง (Haitang), พายุไต้ฝุ่นเนสาด (Nesat) และพายุโซนร้อนนาแก (Nalgae) ส่งผลทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้างตั้งภาคเหนือจนมาจนถึงภาคกลาง เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนมิถุนายนและสิ้นสุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 มีราษฎรได้รับผลกระทบแล้วมากกว่า 12.8 ล้านคน ธนาคารโลกประเมินมูลค่าความเสียหายสูงถึง 1.44 ล้านล้านบาทอุทกภัยดังกล่าวทำให้พื้นดินกว่า 150 ล้านไร่ ซึ่งในจำนวนนี้เป็น พื้นที่เขตที่พักอาศัยพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เขตอุตสาหกรรม เป็นต้น ระยะเวลาที่น้ำท่วมขังในพื้นที่เป็นระยะเวลาที่นานถนนหลายสายถูกตัดขาดการเดินทางสัญจรทำได้ลำบากทำให้ส่วนใหญ่ต้องใช้เรือในการเดินทางสัญจรแทนจำนวนเรือที่ผลิตขายขาดแคลน เรือที่ขายมีราคาแพงเนื่องจากความต้องการใช้เรือของผู้ประสบอุทกภัยมีจำนวนมากคณะผู้วิจัยได้กระหนักถึงความเดือนร้อนดังกล่าวที่จะช่วยบรรเทาความทุกข์ยากจากภัยพิบัติน้ำท่วมจึงได้ออกแบบและสร้างเรือท้องแบนสำหรับช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม

ในการทดสอบการลอยตัวของเรือทั้ง 3 แบบ ด้วยการบรรทุกน้ำหนักขนาดต่างๆ เพื่อตรวจสอบระยะจมและระยะการลอยตัวของเรือโดยการนำเรือที่จะทดสอบลอยในอ่างน้ำจากนั้นทำการวัดค่าและบันทึกผลระยะจมและระยะการลอยตัวของเรือจากนั้นทำการเพิ่มโหลดโดยการเพิ่มน้ำหนักครั้งละ 20 กิโลกรัม จนถึง 300 กิโลกรัม ทำการวัดค่าและบันทึกผลระยะจมและระยะการลอยตัวของเรือในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบซึ่งได้ผลการทดสอบดังต่อไปนี้

จากการทดสอบเรือด้วยการบรรทุกด้วยน้ำหนักต่างๆ เพื่อตรวจสอบระยะจมและระยะลอยตัวของเรือซึ่งได้ผลการทดสอบในการทดสอบเรือเปล่าที่มีน้ำหนักเบาเพียง 14.30 กิโลกรัม ซึ่งพบว่าเรือมีระยะจม ที่ 2.5 เซนติเมตรและมีระยะลอยเหนือผิวน้ำที่ 27.5 เซนติเมตร เมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกที่ 200 กิโลกรัม ซึ่งพบว่าเรือมีระยะจมที่ 16.5 เซนติเมตรและมีระยะลอยเหนือผิวน้ำที่ 13.5 เซนติเมตร ซึ่งจะนำไปใช้ในการเขียนเส้นแสดงความปลอดภัย(Safety Line) รอบลำเรือเพื่อให้ผู้ใช้งานมีความปลอดภัยในการใช้งานเมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกที่ 300 กิโลกรัม ซึ่งพบว่าเรือมีระยะจมที่ 23.5 เซนติเมตรและมีระยะลอยเหนือผิวน้ำที่ 6.5 เซนติเมตร

จากการออกแบบเรือและสร้างเรือท้องแบนสำหรับช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยทั้ง 3 แบบ สามารถสรุปข้อดีและข้อด้อยในของเรือในแต่ละแบบดังนี้หากพิจารณาด้านน้ำหนักของเรือเปล่าพบว่าเรือแบบที่ 1 น้ำหนักเบาที่สุดที่ 14.30 กิโลกรัม เรือแบบที่ 2 น้ำหนักที่ 15.60 กิโลกรัมและเรือแบบที่ 3 น้ำหนักที่ 20.40 กิโลกรัม ทั้งนี้ ผู้ใช้งานสามารถยกเรือได้ด้วยตนเองได้ง่าย เช่น การยกเรือขึ้นรถยนต์หรือการยกเรือขึ้นเก็บหากพิจารณาด้านการลอยตัวขณะบรรทุกด้วยน้ำหนักที่ 200 กิโลกรัม เท่ากันพบว่าเรือทั้ง 3 แบบมีระยะการลอยตัวที่ใกล้เคียงกันประมาณ 12-14 เซนติเมตร หากพิจารณาด้านความรวดเร็วในการสร้างเรือแบบที่ 1 และเรือแบบที่ 2 ใช้ระยะเวลาในการสร้างน้อยกว่าเรือแบบที่ 3 หากพิจารณาด้านต้นทุนการผลิตพบว่ามีค่าใช้จ่ายที่ใกล้เคียงกันโดยมีราคาละ 1200 บาท โดยเรือที่ออกแบบเหมาะสำหรับการใช้งานระดับน้ำลึกไม่เกิน 2 เมตรและกระแสน้ำไหลไม่เชี่ยวทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากภาคสนาม ภาคปฐมภูมิ และภาคทุติยภูมิที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ

(3.1) เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้

(3.2) เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

(3.3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้

(3.4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

ซึ่งผู้วิจัยได้ลำดับขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวนทั้งหมด 3 คน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125) ได้แก่

1. ร.อ.ดำรงศักดิ์ วงศ์ทิม
ผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ นักกีฬาแล่นใบทีมชาติไทยแชมป์โฮบี้เอเชีย 6 สมัย
2. ร.ต.สุธน ธรรมสุนทร
ผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ครูฝึกเรือใบทีมชาติไทย
3. จ.อ.ธรรมศักดิ์ มีอยู่สามเสน
ผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบครูฝึกเรือใบทีมชาติไทย

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ที่มีการกำหนดประเด็นให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การวิจัยในการศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องครอบคลุมประเด็นความมุ่งหมายของการศึกษารูปแบบของเรือใบประเภทดิงกี้ วัสดุ เทคโนโลยี กระบวนการผลิต วิธีการขึ้นโครงและชิ้นส่วนต่างๆ ของเรือใบประเภทดิงกี้ โดยใช้เทปบันทึกเสียง และจดบันทึก ภาพถ่าย

3.1.3 การสร้างเครื่องมือ

มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวกับเรือใบประเภทดิงกี้ เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ เพื่อสรุปประเด็นการสัมภาษณ์และรูปแบบตาราง

2. กำหนดรูปแบบในการสัมภาษณ์เพื่อให้คำถามมีความชัดเจน ตอบง่าย มีความกระชับรัดกุม โดยให้มีจำนวนคำถามไม่มากนักตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแรงจูงใจ ในการตอบและคำนึงถึงข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ร่างแบบสัมภาษณ์และรูปแบบตาราง โดยการนำประเด็นในการ สัมภาษณ์ที่สรุปแล้วมาประมวลสร้างเป็นคำถาม โดยเริ่มจากคำถามที่เป็นข้อมูลทั่วไปก่อน แล้วจึงนำคำถามในประเด็นที่ต้องการศึกษาตามวัตถุประสงค์ในเชิงลึก

3.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการสัมภาษณ์ บันทึกด้วยการจดบันทึก และ ถ่ายภาพ แล้วนำผลที่ได้มาทำการสรุปเพื่อจะไปวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ เจ้าหน้าที่ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ จากการสัมภาษณ์ จดบันทึก และภาพถ่าย นำมาจัดหมวดหมู่และนำไปวิเคราะห์เชิงตรรกวิทยาเพื่อสังเคราะห์เป็นแนวทางในการออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

3.1.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลแบบวิเคราะห์และสังเคราะห์พรรณนา

3.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ผู้วิจัยได้ทำงานแบ่งประชากรและกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจำนวน 3 คน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)ได้แก่

1. อาจารย์สุภิญโญ วงศ์เพม

อาจารย์ประจำสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2. อาจารย์ศรศิลป์ โสภณสกุลวงศ์

อาจารย์สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)

3. ดร.ชอ มิยอง

อาจารย์ประจำสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กลุ่มที่ 2 คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเรือใบจำนวน 3 คน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

1. ผศ.ดร.ยอดชาย เตียเปิ้น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมต่อเรือและเครื่องกลเรือ วิทยาลัยพาณิชยนาวีนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา)

2. อาจารย์ณรงค์ สมประสงค์

อาจารย์สาขางานต่อเรือไม้และไฟเบอร์กลาส วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือพระนครศรีอยุธยา

3. อาจารย์ชลิต หนูไข่

อาจารย์พิเศษชำนาญการ โรงเรียนสุเหร่ากองดิน

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คือ แบบประเมินความคิดเห็นของของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมโดยแบบประเมินแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ การวิเคราะห์ภารกิจความต้องการในการใชเรือใบประเภทดิงกี้ การกำหนดขนาดและมิติของเรือใบประเภทดิงกี้ และรูปทรงตัวของเรือใบประเภทดิงกี้ โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

3.2.3 การสร้างเครื่องมือ

มีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวกับเรือใบประเภทดิงกี้ เพื่อสรุปประเด็นการประเมินและรูปแบบตาราง

2. กำหนดรูปแบบในการประเมินเพื่อให้คำถามมีความชัดเจน ตอบง่าย มีความกระชับรัดกุม โดยให้มีจำนวนคำถามไม่มากนักตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแรงจูงใจ ในการตอบและคำนึงถึงข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ร่างแบบประเมินและรูปแบบตาราง โดยการนำประเด็นในการ สัมภาษณ์ที่สรุปแล้วมาประมวลสร้างเป็นคำถาม โดยเริ่มจากคำถามที่เป็นข้อมูลทั่วไปก่อน แล้วจึงนำคำถามในประเด็นที่ต้องการศึกษาตามวัตถุประสงค์ในเชิงลึก

3.2.4 การตรวจสอบเครื่องมือ

1. นำแบบการประเมินที่สร้างเสร็จแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบถูกต้องและหลังจากนั่นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา(Validity) IOC (Index Of Item Objective Congruence) โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำหลักสูตรภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2 รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3 ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์

อาจารย์ประจำหลักสูตรภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. วิธีตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับสิ่งที่ต้องการวัด (IndexItem of Congruent : IOC) โดยมีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง

R หมายถึง คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ

N หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อคำถาม IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นคำถามที่ใช้ได้ ถ้าไม่ถึง 0.5 ต้องแก้ไขหรือตัดทิ้ง

3. นำแบบประเมินและแบบตารางที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ดำเนินการ เก็บข้อมูลกับผู้ให้ข้อมูลต่อไป

3.2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบประเมินด้านการออกแบบ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวบ ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยด้านการออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ โดยเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 แบบประเมินเป็นคำถามแบบเลือกตอบเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยเป็นประเภทตรวจสอบรายการ (Check List)

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินแบบประเมินด้านการออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว 4 ด้าน ได้แก่ ความปลอดภัยของเรือใบประเภทดิงกี้ ขนาดของโครงสร้างความแข็งแรงของเรือใบประเภทดิงกี้ขีดความสามารถการทรงตัวของเรือใบประเภทดิงกี้และราคาของเรือใบประเภทดิงกี้เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งมีค่าการวัดดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับในมาก
2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

1. ตรวจสอบจำนวนแบบประเมินที่ผ่านการกรอกให้ครบถ้วนสมบูรณ์
2. วิเคราะห์ข้อมูล

แบบประเมินความคิดเห็นด้านการออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้โดย และกระบวนการออกแบบเพื่อการออกแบบวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระดับความเหมาะสมของโดยทำเป็น รายด้านและตัวจริง นำเสนอในรูปแบบตารางและคำบรรยาย

3.2.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือหาค่าเฉลี่ย(Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)

3.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้

3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มที่ 1 คือ รูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและการพัฒนาแล้วโดยการ SIMULATION เข้ามาช่วยในการประเมินประสิทธิภาพ

กลุ่มที่ 2 คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการแล่นเรือใบ 3 คน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

(1) สุธน ธรรมสุนทร

ผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ครูฝึกเรือใบทีมชาติไทย

(2) จ.อ.ชารี อิทธิพร

ผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ครูฝึกเรือใบทีมชาติไทย

(3) พ.จ.อ.สุธี พุนพัฒน์

ผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ครูฝึกเรือใบทีมชาติไทย

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การ SIMULATION เข้ามาช่วยในการประเมินประสิทธิภาพ

แบบประเมินประสิทธิภาพ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประเมินประสิทธิภาพเรือใบประเภทดิงกี้โดยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเป็นคำถามแบบเลือกตอบเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยเป็นประเภทตรวจสอบรายการ (Check List)

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้ ที่ได้รับการออกแบบ และพัฒนาแล้ว 4 ด้าน ได้แก่ ความปลอดภัยของเรือ ขนาดของโครงสร้างความแข็งแรง ขีดความสามารถการทรงตัวของเรือ และราคาของตัวเรือเป็นแบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งมีค่าการวัดดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับในมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.3.3 การสร้างเครื่องมือ

ในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย ผู้วิจัยมีลำดับ ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. กำหนดกรอบของคำถามเกี่ยวกับ รูปแบบเรือใบ

1.1 ความปลอดภัยของเรือ

1.2 โครงสร้างความแข็งแรง

1.3 ความสามารถการทรงตัวของเรือ

1.4 การประมาณราคาของตัวเรือ

เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นที่จะถามเพื่อให้ตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์ และกลุ่มตัวอย่าง

2. กำหนดรูปแบบของแบบประเมินเพื่อให้คำถามมีความชัดเจน ตอบ ง่าย มีความกระชับรัดกุม โดยให้มีจำนวนคำถามไม่มากนักตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์เพื่อคำนึงถึงข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3. สร้างแบบสอบถามสำหรับใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ

4. นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้ว สอบถามกับกลุ่มตัวอย่างตามที่กำหนดไว้

5. สรุปการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบเรือใบ

3.3.4 การตรวจสอบเครื่องมือ

1. นำแบบการประเมินที่สร้างเสร็จแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบถูกต้องและหลังจากนั่นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา(Validity) IOC (Index Of Item Objective Congruence) โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำหลักสูตรภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2 รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3 ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์

อาจารย์ประจำหลักสูตรภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. วิธีตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับสิ่งที่ต้องการวัด (Index Item of Congruent : IOC) โดยมีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\Sigma R}{\quad}$$

N

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง

R หมายถึง คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ

N หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อคำถาม IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นคำถามที่ใช้ได้ ถ้าไม่ถึง 0.5 ต้องแก้ไขหรือตัดทิ้ง

(3).นำแบบประเมินและแบบตารางที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ดำเนินการ เก็บข้อมูลกับผู้ให้ข้อมูลต่อไป

3.3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบประเมินประสิทธิภาพ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวบ ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประเมินประสิทธิภาพเรือใบประเภทดิงกี้โดยเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 แบบประเมินประสิทธิภาพ เป็นคำถามแบบเลือกตอบเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ แบบสอบถาม โดยเป็นประเภทตรวจสอบรายการ (Check List)

ตอนที่ 2 แบบประเมินประสิทธิภาพ เรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบ ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว 4 ด้าน ได้แก่ ความปลอดภัยของเรือ โครงสร้างความแข็งแรงความสามารถการทรงตัวของเรือ การประมาณราคาของตัวเรือประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งมีค่าการวัดดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับในมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

1. ตรวจสอบจำนวนแบบประเมินที่ผ่านการกรอกให้ครบถ้วนสมบูรณ์

2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปด้วยคอมพิวเตอร์

ตอนที่1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)

ตอนที่ 2 แบบประเมินประสิทธิภาพวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

หาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระดับ ความเหมาะสมต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยทำเป็นรายด้าน และภาพนำเสนอในรูปแบบตารางและคำบรรยาย

3.3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้ความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage)

ตอนที่ 2 แบบประเมินประสิทธิภาพ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระดับ ความเหมาะสมต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยทำเป็นรายด้าน และภาพนำ เสนอในรูปแบบตารางและคำบรรยาย

3.4. วัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

3.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการจำนวนทั้งหมด 30 คนซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125)

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยการใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้เป็นแบบประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่ได้ออกแบบและพัฒนาแล้ว โดยแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ รูปแบบการผลิต การส่งเสริมการตลาด คุณค่าผู้บริโภค ต้นทุนต่อผู้บริโภค ความสะดวกสบาย การสื่อสาร โดยออกแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ

เป็นแบบประเมินถามความพึงพอใจที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว 6 ด้านได้แก่ รูปแบบการผลิต การส่งเสริมการตลาด คุณค่าผู้บริโภค ต้นทุนต่อผู้บริโภค ความสะดวกสบาย และการสื่อสาร โดยเป็นแบบประเมินแบบ ประเภทตรวจสอบรายการ(Check List)โดยเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งมีค่าการวัดดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับในมาก
2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.4.3 การสร้างเครื่องมือ

ในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย ผู้วิจัยมีลำดับ ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ เพื่อใช้ในการประเมินความพึงพอใจ ดังนี้

1. กำหนดกรอบของคำถามเกี่ยวกับการประเมินความพึงพอใจในรูปแบบของเรือใบในบริบทของไทย

1.1 รูปแบบการผลิต (Product)

1.2 การส่งเสริมการตลาด (Promotion)

1.3 คุณค่าผู้บริโภค (Customer Value)

1.4 ต้นทุนต่อผู้บริโภค (Cost to the Customer)

1.5 ความสะดวกสบาย (Convenience)

1.6 การสื่อสาร (Communication)

เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นคำถามที่จะใช้ประเมินความพึงพอใจเพื่อให้ตรงประเด็นตาม วัตถุประสงค์ และกลุ่มตัวอย่าง

2. กำหนดรูปแบบของแบบของการประเมินความพึงพอใจเพื่อให้คำถามมีความชัดเจน ตอบง่าย มีความกระชับรัดกุม โดยให้มีจำนวนคำถามไม่มากนักตรงประเด็นตามวัตถุประสงค์เพื่อคำนึงถึงข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

3. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจสำหรับใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับเจ้าหน้าที่และสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้

4. นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างเสร็จแล้ว ไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างตามที่ กำหนดไว้

5. สรุปการประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

3.4.4 การตรวจสอบเครื่องมือ

1. นำแบบการประเมินที่สร้างเสร็จแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบถูกต้องและหลังจากนั่นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา(Validity) IOC (Index Of Item Objective Congruence) โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิดังนี้

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี

1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำหลักสูตรภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์

อาจารย์ประจำหลักสูตรภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. วิธีตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้ทรงคุณวุฒิทำการตรวจสอบหาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับสิ่งที่ต้องการวัด (Index Item of Congruent : IOC) โดยมีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \Sigma \frac{R}{N}$$

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้อง

R หมายถึง คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ

N หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อคำถาม IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นคำถามที่ใช้ได้ ถ้าไม่ถึง 0.5 ต้องแก้ไขหรือตัดทิ้ง

3. นำแบบประเมินและแบบตารางที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ดำเนินการ เก็บข้อมูลกับผู้ให้ข้อมูลต่อไป

3.4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการใช้แบบประเมินความพึงพอใจที่เก็บจากผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวบ ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อประเมินความพึงพอใจในเรือใบประเภทดิงกี้โดยเป็นแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ประเมินความพึงพอใจ เป็นคำถามแบบเลือกตอบเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ โดยเป็นประเภทตรวจสอบรายการ (Check List)

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบ และพัฒนาแล้ว 8 ด้าน ได้แก่ รูปแบบการผลิต ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย การส่งเสริมการตลาด คุณค่าผู้บริโภค ต้นทุนต่อผู้บริโภค ความสะดวกสบาย การสื่อสาร (Rating Scale) 5 ระดับ ซึ่งมีค่าการวัดดังนี้

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับในมาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

1. ตรวจสอบจำนวนแบบประเมินที่ผ่านการกรอกให้ครบถ้วนสมบูรณ์

2. วิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่1 แบบประเมินความพึงพอใจ เรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบ และพัฒนาแล้ว โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระดับความเหมาะสมของโดยทำเป็น รายด้านและตัวจริง นำเสนอในรูปแบบตารางและคำบรรยาย

3.4.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดย หาค่าเฉลี่ย(Mean) และค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระดับความเหมาะสมของเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว โดยทำเป็นภาพด้านและตัวผลิตภัณฑ์จริง นำเสนอในรูปแบบตารางและ คำบรรยาย

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้นำข้อมูลจากการศึกษารวบรวมเอกสาร จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ผู้เชียวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านรูปแบบเรือใบ แบบประเมินประสิทธิภาพที่มีเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้วแบบประเมินถามความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบมีต่อ การศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ นำมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ การวิจัย 4 วัตถุประสงค์ ดังนี้

4.1 เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้

4.2 เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

4.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้

4.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

4.1 เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรือใบประเภทดิงกี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการบันทึกเสียง จดบันทึก ภาพถ่าย และการสังเกต โดยการลงพื้นที่ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งมีผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลใบประเภทดิงกี้มีอยู่ในปัจจุบัน

ลำดับ	ชื่อ	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	น้ำหนัก (กก.)	วัสดุ	ภาระกิจ
1	29er	1.7	4.4	70	ไฟเบอร์กลาส	เรือความเร็วสูง เป็นเรือใช้แข่งขันสำหรับเด็กและเยาวชน แล่นได้ 2 คน
2	420	1.63	4.2	80	ไฟเบอร์กลาส	เป็นเรือที่ต้องแล่นเป็นทีม และมีความเร็วสูง

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	น้ำหนัก (กก.)	วัสดุ	ภาระกิจ
3	470	1.69	4.7	120	ไฟเบอร์กลาส	เป็นเรือที่ต้องแล่นเป็นทีมเป็นเรือที่ต้องมีพื้นฐานมากจาก 470
4	49er	1.7	4.8	94	ไฟเบอร์กลาส	เรือขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพสูง
5	505	1.88	5.05	127.4	ไฟเบอร์กลาส	เรือสำหรับการโหนมีความเร็วและผู้เล่นที่มีความสามรถที่สูง
6	Byte	1.3	3.7	45	โพลีเอสเตอร์และแซนวิชโฟม	แล่นได้ 1 คน ผู้แล่นต้องมีน้ำหนักอยู่ที่ 45 -60 กก
7	Cadet	1.38	3.2	54	ไฟเบอร์กลาส,ไม้	สำหรับแล่น 2 คนสำหรับเยาวชน
8	Contender	1.5	4.87	83	ไม้	สำหรับแล่นคนเดียวยืนแล่นสำหรับผู้ที่มีนำหนักตัว 60-90 กก.
9	Enterprise	1.6	4.04	64	ไม้	เรือที่มีน้ำหนักเบา
10	Europe	1.38	3.35	45	ใยแก้ว,ไม้	เหมาะสำหรับคนนำหนักตัว 50-75 กก.
11	Finn	1.47	4.5	107	ไม้ ,อลูมิเนียม	สำหรับผู้ชายและเป็นเรือที่ยาวที่สุด
12	Fireball	1.37	4.93	79	ไม้,ไฟเบอร์กลาส	แล่น 2 คนผู้แล่นต้องมีพื้นฐานที่ดี

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	น้ำหนัก (กก.)	วัสดุ	ภาระกิจ
13	Flying Junior	1.5	4.04	95	ไม้,ไฟเบอร์กลาส	เรือสำหรับนักแล่นเรือใบที่เตรียมตัวในการแข่งขัน
14	Gp14	1.54	4.27	132.9	ไม้,ไฟเบอร์กลาส	เรือที่มีน้ำหนักค่อนข้างหนักเรือแล่นได้ดีและเป็นเรือสำหรับครอบครัว
15	Optimist	1.12	2.36	35	ไม้,ไฟเบอร์กลาส	เรือขนาดเล็กแล่นเพียงคนเดียวและมีความปลอดภัยสูง
16	Laser	1.39	4.2	58.97	ไฟเบอร์กลาส	เรือขนาดเล็กแล่นได้ 1-2 คน เน้นความเรียบง่ายและมีประสิทธิภาพสูง
17	Moth	1.42	3.4	72	ฟอย	เรือความเร็วสูงผลิตด้วยวัสดุขั้นสูงเหมาะแกผู้แล่นระดับสูง
18	OK	1.42	4.00	72	ไม้,ไฟเบอร์กลาส	เรือขนาดเล็กแล่นได้ 1-2 คน

จากตารางที่ 4.1 พบว่าเรือใบประเภทดิงกี้ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีทั้งหมด 18 รูปแบบซึ่งแต่ละรูปแบบมีขนาดและชื่อที่แตกต่างกันส่วนใหญ่ชื่อของเรือจะกำหนดจากความยาวของเรือ โดยลักษณะของตัวเรือจะมี Center board ไม่ได้เป็นชิ้นเดียวกับกระดูกงูเรือ ทำให้สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ โดยปัจจุบันมีความยาวสูงสุดอยู่ที่ 5.05 เมตร ความกว้างสูงสุดอยู่ที่ 1.88 เมตร คือเรือชื่อว่า 505 และมีน้ำหนักสูงสุด 127.4 กิโลกรัม คือเรือชื่อว่า Gp14 โดยเรือใบประเภทนี้ ผลิตด้วยวัสดุ ไฟเบอร์กลาส มีภารกิจเป็นเรือสำหรับการโหนมีความเร็วและผู้เล่นที่มีความสามารถที่สูงซึ่งเรือใบ 505 นี้ไม่นิยมมากนักเพราะเป็นเรือที่ มีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเรืออื่นๆ มีภารกิจแล่น 2 คนผู้แล่นต้องมีพื้นฐานที่ดี

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้

ตารางที่ 4.2 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลด้านรูปทรงของเรือใบประเภทดิงกี้

ลำดับที่	ส่วนประกอบของเรือใบ	รูปทรง
1	ลำตัวเรือ (Hull)	แล้วแต่ละประเภทกำหนด
2	พังงา (Tiller)	ไม้แบน,หัวตัวปลายเรียว
3	หางเสือ (Rudder)	แบนรี
4	คัดแคง (Centerboard)	สี่เหลี่ยมข้างมน ปลายเรียว
5	เสากระโดงเรือ (Mast)	อลูมิเนียม, ไฟเบอร์
6	เสาค้ำ (Sprit)	อลูมิเนียม, ไฟเบอร์
7	ใบเรือ (Sail)	ใยคาร์บอน
8	เชือกดึงใบเรือ (MailSheet)	รอกทด,ตัวผ่อนแรง

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านรูปทรงเกี่ยวกับเรือใบประเภทดิงกี้ พบว่า รูปทรงของเรือใบแบ่งส่วนประกอบออกเป็นดังนี้ ลำตัวเรือ (Hull) รูปทรงของลำตัวเรือจะขึ้นอยู่กับเรือแต่ละประเภทว่ารูปทรงจีมีลักษณะแบบไหน โดยเรือใบประเภทดิงกี้ รูปทรงจะมีขนาดเล็กมนมีส่วนโค้งค่อนข้างน้อย พังงา (Tiller) รูปทรงแบนหัวตัวปลายเรียวเสียบใส่กับหางเสือ หางเสือ (Rudder) รูปทรงแบนรีอยู่ใต้น้ำ 3 ส่วนอยู่ด้านบน 1 ส่วน คัดแคง (Centerboard) รูปทรงหน้ามนปลายเรียวบาน เสากระโดงเรือ (Mast) รูปทรงของเสากระโดงเรือจะมีลักษณะกลมยาวและปลายเรียวร่องเพื่อที่จะใช้เสียบใบเรือและรับแรงลมที่จะมากระทบเพื่อเป็นการกระจายแรงต้านของลม เสาค้ำ (Sprit) รูปทรงโพค้ำใบเสาค้ำใบขนาดขึ้นอยู่กับขนาดของเรือ ใบเรือ (Sail) รูปทรงใบหน้าเรียกใบจิบใบหลังเรียกใหญ่แตกต่างกันที่รูปทรงและขนาด เชือกดึงใบเรือ (MailSheet) รูปทรงเชือกกลมทั่วไป

ตารางที่ 4.3 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลด้านวัสดุของเรือใบประเภทดิงกี้

ลำดับที่	ส่วนประกอบของเรือใบ	วัสดุ
1	ลำตัวเรือ (Hull)	ไฟเบอร์,ไม้อัดกันน้ำ,ไม้ยมหอม,
2	พังงา (Tiller)	คาร์บอน,ไม้เนื้อแข็ง,ไม้ยมหอม,อลูมิเนียมเคลือบยูนิโทน
3	หางเสือ (Rudder)	คาร์บอน,ไม้เนื้อแข็ง,ไม้ยมหอม,อลูมิเนียมเคลือบยูนิโทน
4	คัดแคง (Centerboard)	คาร์บอน,ไม้เนื้อแข็ง,ไม้ยมหอม,อลูมิเนียมเคลือบยูนิโทน
5	เสากระโดงเรือ (Mast)	ไม้ยมหอม,ไฟเบอร์,ไม้สน,อลูมิเนียม,ไม้สัก
6	เสาค้ำ (Sprit)	ไม้ยมหอม,ไฟเบอร์,ไม้สน,อลูมิเนียม,ไม้สัก
7	ใบเรือ (Sail)	เมล่าใบครอบล่า,ผ้าพิเศษตัดใบเรือ
8	เชือกดึงใบเรือ (MailSheet)	เชือกในล่อน,เครปต้า,เชือกดิบ

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านวัสดุเกี่ยวกับเรือใบประเภทดิงกี้ พบว่าวัสดุที่ใช้ในการผลิตเรือใบแบ่งส่วนประกอบออกเป็นดังนี้ ลำตัวเรือ (Hull) วัสดุที่ใช้คือ ไฟเบอร์กลาสเป็นวัสดุที่ทนต่อการกัดกล่อนของน้ำทะเลง่ายต่อการเก็บรักษาแต่มีราคาที่แพง ส่วนไม้อัดกันน้ำ และไม้ยมหอมนิยมใช้ในอดีตเพราะหาง่ายและมีราคาที่ไม่แพงแต่การดูแลรักษายากและอายุการใช้งานไม่มาก ซึ่งปัจจุบันนิยมไม้อัดเป็นวัสดุหลักและไฟเบอร์กลาสเป็นตัวเคลือบภายนอก พังงา (Tiller) หางเสือ (Rudder) และคัดแคง (Centerboard) วัสดุที่ใช้คือ คาร์บอนและอลูมิเนียมเคลือบยูนิโทนมีน้ำหนักที่เบาและแข็งแรงแต่มีราคาสูง ส่วนไม้เนื้อแข็ง,ไม้ยมหอม,ในอดีตนิยมใช้เพราะมีราคาถูก เสากระโดงเรือ (Mast)และเสาค้ำ (Sprit) วัสดุที่ใช้คือ คาร์บอนและอลูมิเนียมเคลือบยูนิโทนมีน้ำหนักที่เบาและแข็งแรงแต่มีราคาสูง ส่วนไม้เนื้อแข็ง,ไม้ยมหอม,ในอดีตนิยมใช้เพราะมีราคาถูก ใบเรือ (Sail) วัสดุที่ใช้คือ เมล่าใบครอบล่า,ผ้าพิเศษตัดใบเรือ โดยเป็นวัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศเพราะในเมืองไทยยังมีราคาที่สูงในการสั่งผลิตโดยเฉพาะเชือกดึงใบเรือ (MailSheet) วัสดุที่ใช้คือ เชือกในล่อนมีความแข็งแรงทนทานและมีราคาที่ไม่สูงเมื่อเทียบกันเครปต้า, เชือกดิบ มีราคาที่ถูกกว่าแต่ระยะเวลาการใช้งานไม่ทนทานและไม่แข็งแรงเท่า

ตารางที่ 4.4 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเทคโนโลยีของเรือใบประเภทดิงกี้

ลำดับที่	ส่วนประกอบของเรือใบ	เทคโนโลยี
1	ลำตัวเรือ (Hull)	ไฟเบอร์
2	พังงา (Tiller)	ไฟเบอร์
3	หางเสือ (Rudder)	ไฟเบอร์
4	คัดแคง (Centerboard)	ไฟเบอร์
5	เสากระโดงเรือ (Mast)	อลูมิเนียม, ไฟเบอร์
6	เสาค้ำ (Sprit)	อลูมิเนียม, ไฟเบอร์
7	ใบเรือ (Sail)	ใยคาร์บอน
8	เชือกดึงใบเรือ (MailSheet)	รอกทด,ตัวผ่อนแรง

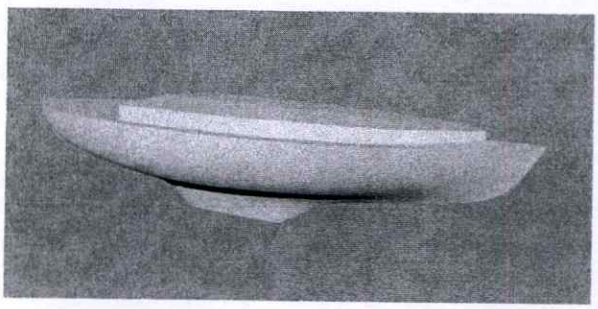
จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเทคโนโลยีเกี่ยวกับเรือใบประเภทดิงกี้ พบว่าเทคโนโลยีของเรือใบแบ่งส่วนประกอบออกเป็นดังนี้ ลำตัวเรือ (Hull) พังงา (Tiller) หางเสือ (Rudder) และคัดแคง (Centerboard) ใช้เทคโนโลยีของการสร้างโมเดลเรือและหล่อด้วยไฟเบอร์ทำให้เรือคงทนและใช้เวลาในการสร้างไม่นานและสามารถสร้างได้หลายลำจากโมเดล 1 ชิ้น เสากระโดงเรือ (Mast) เสาค้ำ (Sprit) ใช้เทคโนโลยี อลูมิเนียมและไฟเบอร์เพราะทั้ง 2 อย่างนี้มีความแข็งแรงทนทานและมีการยืดหยุดตัวที่ดีและไม่หนัก ใบเรือ (Sail) ใช้เทคโนโลยี ใยคาร์บอน มีความแข็งแรงสูง ต้านทานแรงดึงสูง น้ำหนักเบา ทนต่อสารเคมีสูง ทนต่ออุณหภูมิสูง และอัตราการขยายตัวต่อความร้อนต่ำ เส้นใยคาร์บอนจึงเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมมาก เชือกดึงใบเรือ (MailSheet) ใช้เทคโนโลยี รอกทด,ตัวผ่อนแรง อุปกรณ์ผ่อนแรงในการบังคับเรือให้สามารถไปในทางที่ตรงและแม่นยำยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.5 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลด้านกรรมวิธีการผลิตของเรือใบประเภทดิงกี้

ลำดับที่	ส่วนประกอบของเรือใบ	กรรมวิธีการผลิต
1	ลำตัวเรือ (Hull)	ทำโมจากไฟเบอร์ใช้ใยแก้วกับเรซิ่นหล่อตามโม และนำมาตัดแบบรูปทรงและประกอบให้เป็นรูปลำเรือ นำมาขัดเงา
2	พังงา (Tiller)	ทำโมจากไฟเบอร์ใช้ใยแก้วกับเรซิ่นหล่อตามโม และนำมาตัดแบบรูปทรง
3	หางเสือ (Rudder)	ทำโมจากไฟเบอร์ใช้ใยแก้วกับเรซิ่นหล่อตามโม และนำมาตัดแบบรูปทรง
4	คัดแคง (Centerboard)	ทำโมจากไฟเบอร์ใช้ใยแก้วกับเรซิ่นหล่อตามโม และนำมาตัดแบบรูปทรง
5	เสากระโดงเรือ (Mast)	อลูมิเนียมนำเข้า
6	เสาค้ำ (Sprit)	อลูมิเนียมนำเข้า
7	ใบเรือ (Sail)	ตัดเย็บตามรูปแบบ
8	เชือกดึงใบเรือ (MailSheet)	เชือกเครปล่า

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านกรรมวิธีการผลิตเกี่ยวกับเรือใบประเภทดิงกี้ พบว่ากรรมวิธีการผลิตของเรือใบแบ่งส่วนประกอบออกเป็นดังนี้ ลำตัวเรือ (Hull) พังงา (Tiller) หางเสือ (Rudder) และคัดแคง (Centerboard) มีกรรมวิธีการผลิตที่เหมือนกัน ขึ้นโครงโดยทำจิกและเอาไม้อัดมาต่อและใช้ยูนิเทนทาหลังนำกระดาษทรายมาขัดและพ้นสี แต่ปัจจุบันทำโมเดลจากไฟเบอร์และใช้ใยแก้วกับเรซินหล่อตามโมเดลแล้วนำมาตัดแบบรูปทรงและประกอบให้เป็นรูปลำเรือนำมาขัดสวยงาม เสากระโดงเรือ (Mast) เสาค้ำ (Sprit) อลูมิเนียมนำเข้าจากต่างประเทศตามรูปแบบของเรือใบแต่ละประเภท ใบเรือ (Sail) เย็บตามรูปทรงแบบของเรือใบ เชือกดึงใบเรือ (MailSheet) วัสดุเชือกเครปล่านำมาร้อยตามลักษณะของใบเรือเพื่อยึดติดกับเสาเรือ

4.1.3 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบของเรือใบประเภทดิงกี้

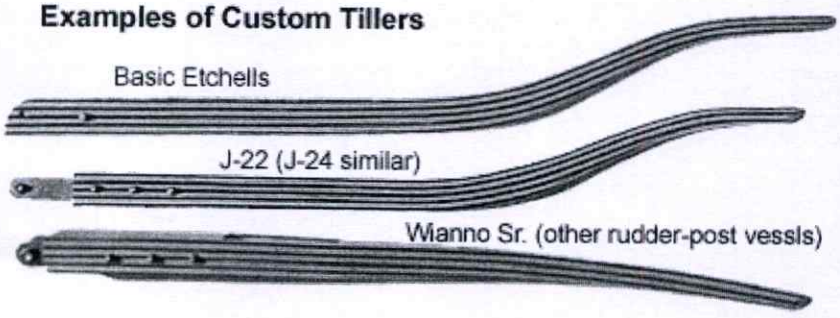


ภาพที่ 4.1 ภาพแสดง ลำตัวเรือ (hull)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

ตารางที่ 4.6 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ ลำตัวเรือ (Hull)

S : Strengths (จุดแข็ง)	W : Weaknesses (จุดอ่อน)	O: Opportunities (โอกาส)	T : Threats (อุปสรรค)
- สามารถใช้วัสดุหลายแบบ - วัสดุหาได้ในประเทศ - สามารถผลิตได้ครั้งละมาก ๆ	- ราคาค่อนข้างสูง - การดูแลรักษา - น้ำหนักค่อนข้างเยอะ - ขนย้ายลำบาก	- สามารถปรับวัสดุได้ - ผลิตได้ครั้งละมาก ๆ โดยใช้โมเดล - หาวัสดุภายในประเทศ	- ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตมีจำนวนน้อย - ราคาในการผลิตที่ค่อนข้างสูง

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบของเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (Hull) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย SWOT Analysis พบว่า จุดแข็ง (Strengths) สามารถใช้วัสดุหลายแบบ หาได้ในประเทศ สามารถผลิตได้ครั้งละมาก ๆ จุดอ่อน (Weaknesses) กล่าวคือ ราคาค่อนข้างสูง การดูแลรักษา น้ำหนักค่อนข้างเยอะ ขนย้ายลำบาก โอกาส (Opportunities) กล่าวคือ สามารถปรับวัสดุได้ ผลิตได้ครั้งละมาก ๆโดยใช้โมเดล หาวัสดุภายในประเทศ และอุปสรรค (Threats) กล่าวคือ ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตมีจำนวนน้อย ราคาในการผลิตที่ค่อนข้างสูง

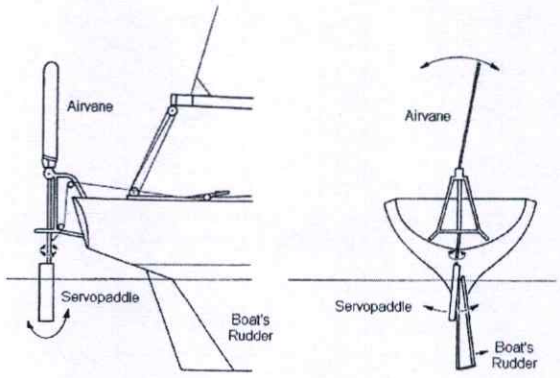


ภาพที่ 4.2 แสดง พังงา (Tiller)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

ตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ พังงา (Tiller)

S : Strengths (จุดแข็ง)	W : Weaknesses (จุดอ่อน)	O: Opportunities (โอกาส)	T : Threats (อุปสรรค)
- สามารถใช้วัสดุหลายแบบ - วัสดุหาได้ในประเทศ - สามารถผลิตได้ครั้งละมาก ๆ	- ราคาค่อนข้างสูง - การดูแลรักษา	- สามารถปรับวัสดุได้ - ผลิตได้ครั้งละมาก ๆ โดยใช้โม - หาวัสดุที่มีราคาที่ถูกได้	- ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตมีจำนวนน้อย - กรรมวิธีการผลิต

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบของเรือใบประเภทดิงกี้ พังงา (Tiller) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย SWOT Analysis พบว่า จุดแข็ง (Strengths) สามารถใช้วัสดุหลายแบบ วัสดุหาได้ในประเทศ สามารถผลิตได้ครั้งละมาก ๆ จุดอ่อน (Weaknesses) กล่าวคือ ราคาค่อนข้างสูง การเก็บรักษา โอกาส (Opportunities) กล่าวคือ สามารถปรับวัสดุได้ ผลิตได้ครั้งละมาก ๆโดยใช้โม หาวัสดุที่มีราคาที่ถูกได้และอุปสรรค (Threats) กล่าวคือ ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตมีจำนวนกรรมวิธีการผลิต

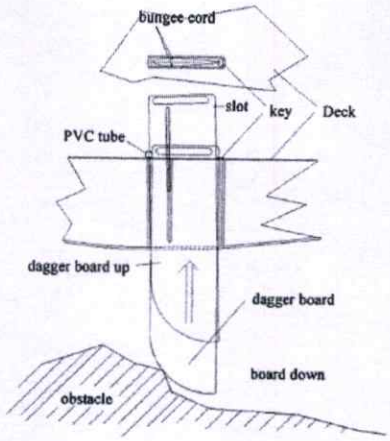


ภาพที่ 4.3 แสดง หางเสือ (Rudder)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

ตารางที่ 4.8 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ หางเสือ (Rudder)

S : Strengths (จุดแข็ง)	W : Weaknesses (จุดอ่อน)	O: Opportunities (โอกาส)	T : Threats (อุปสรรค)
- สามารถใช้วัสดุหลายแบบ - วัสดุหาได้ในประเทศ - สามารถผลิตได้ครั้งละมาก ๆ	- ราคาค่อนข้างสูง - การดูแลรักษา	- สามารถปรับวัสดุได้ - ผลิตได้ครั้งละมาก ๆ โดยใช้โม - หาวัสดุที่มีราคาที่ถูกได้	- ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตมีจำนวนน้อย - กรรมวิธีการผลิต

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบของเรือใบประเภทดิงกี้ หางเสือ (Rudder) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย SWOT Analysis พบว่า จุดแข็ง (Strengths) สามารถใช้วัสดุหลายแบบ วัสดุหาได้ในประเทศ สามารถผลิตได้ครั้งละมาก ๆ จุดอ่อน (Weaknesses) กล่าวคือ ราคาค่อนข้างสูง การเก็บรักษา โอกาส (Opportunities) กล่าวคือ สามารถปรับวัสดุได้ ผลิตได้ครั้งละมาก ๆโดยใช้โม หาวัสดุที่มีราคาที่ถูกได้และอุปสรรค (Threats) กล่าวคือ ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตมีจำนวนกรรมวิธีการผลิต

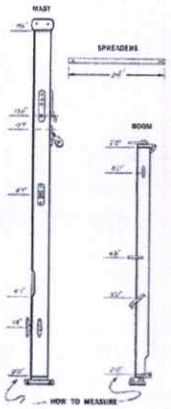


ภาพที่ 4.4 แสดงคัดแคง (Centerboard)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

ตารางที่ 4.9 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ คัดแคง (Centerboard)

S : Strengths (จุดแข็ง)	W : Weaknesses (จุดอ่อน)	O: Opportunities (โอกาส)	T : Threats (อุปสรรค)
- สามารถใช้วัสดุหลายแบบ - วัสดุหาได้ในประเทศ - สามารถผลิตได้ครั้งละมาก ๆ	- ราคาค่อนข้างสูง - การดูแลรักษา	- สามารถปรับวัสดุได้ - ผลิตได้ครั้งละมาก ๆ โดยใช้โม - หาวัสดุที่มีราคาที่ถูกได้	- ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตมีจำนวนน้อย - กรรมวิธีการผลิต

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบของเรือใบประเภทดิงกี้ คัดแคง (Centerboard) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย SWOT Analysis พบว่า จุดแข็ง (Strengths) สามารถใช้วัสดุหลายแบบ วัสดุหาได้ในประเทศ สามารถผลิตได้ครั้งละมาก ๆ จุดอ่อน (Weaknesses) กล่าวคือ ราคาค่อนข้างสูง การเก็บรักษา โอกาส (Opportunities) กล่าวคือ สามารถปรับวัสดุได้ ผลิตได้ครั้งละมาก ๆ โดยใช้โมหาวัสดุที่มีราคาที่ถูกได้และอุปสรรค (Threats) กล่าวคือ ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตมีจำนวนกรรมวิธีการผลิต

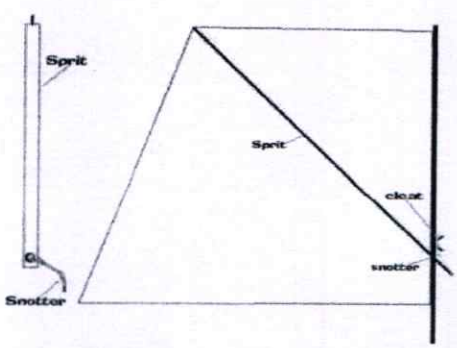


ภาพที่ 4.5 แสดง เสากระโดงเรือ (Mast)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

ตารางที่ 4.10 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ เสากระโดงเรือ (Mast)

S : Strengths (จุดแข็ง)	W : Weaknesses (จุดอ่อน)	O: Opportunities (โอกาส)	T : Threats (อุปสรรค)
- สามรถเลือกวัสดุได้ - แข็งแรง	- ราคาค่อนข้างสูง - นำเข้าจากต่างประเทศ - การเก็บรักษา	- ใช้วัสดุเป็นของไทย - ทำให้เก็บรักษาได้ง่าย	- กรรมวิธีการผลิต - มีการผลิตน้อยชิ้นทำให้ราคาสูง

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบของเรือใบประเภทดิงกี้ เสากระโดงเรือ (Mast) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย SWOT Analysis พบว่า จุดแข็ง (Strengths) สามรถเลือกวัสดุได้ แข็งแรง จุดอ่อน (Weaknesses) กล่าวคือ ราคาค่อนข้างสูง นำเข้าจากต่างประเทศการเก็บรักษา (Opportunities) กล่าวคือ ใช้วัสดุเป็นของไทย ทำให้เก็บรักษาได้ง่าย และอุปสรรค (Threats) กล่าวคือ กรรมวิธีการผลิต มีการผลิตน้อยชิ้นทำให้ราคาสูง

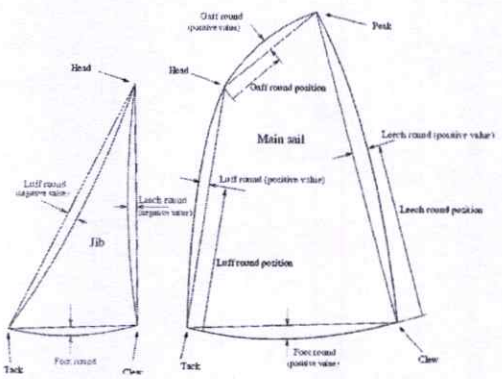


ภาพที่ 4.6 แสดงเสาค้ำ (Sprit)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

ตารางที่ 4.11 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ เสาค้ำ (Sprit)

S : Strengths (จุดแข็ง)	W : Weaknesses (จุดอ่อน)	O: Opportunities (โอกาส)	T : Threats (อุปสรรค)
- สามรถเลือกวัสดุได้ - แข็งแรง	- ราคาค่อนข้างสูง - นำเข้าจากต่าง ประเทศ - การเก็บรักษา	- ใช้วัสดุเป็นของไทย - ทำให้เก็บรักษาได้ ง่าย	- กรรมวิธีการผลิต - มีการผลิตน้อยชิ้นทำ ให้ราคาสูง

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบของเรือใบประเภทดิงกี้ เสาค้ำ (Sprit) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย SWOT Analysis พบว่า จุดแข็ง (Strengths) สามรถเลือกวัสดุได้แข็งแรง จุดอ่อน (Weaknesses) กล่าวคือ ราคาค่อนข้างสูง นำเข้าจากต่าง ประเทศการ เก็บรักษา (Opportunities) กล่าวคือ ใช้วัสดุเป็นของไทย ทำให้เก็บรักษาได้ง่าย และอุปสรรค (Threats) กล่าวคือ กรรมวิธีการผลิต มีการผลิตน้อยชิ้นทำให้ราคาสูง



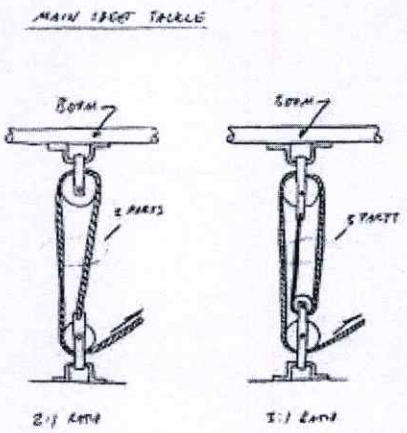
ภาพที่ 4.7 แสดงใบเรือ (Sail)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

ตารางที่ 4.12 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ ใบเรือ (Sail)

S : Strengths (จุดแข็ง)	W : Weaknesses (จุดอ่อน)	O: Opportunities (โอกาส)	T : Threats (อุปสรรค)
- สามารถใช้วัสดุได้ หลายชนิด - น้ำหนักเบา	- การดูแลรักษา - ต้องสั่งผลิต - ราคาสูง	- สามรถเลือกใช้วัสดุ ได้หลายประเภท - สั่งผลิตตามที่ ต้องการ	- กรรมวิธีการผลิต - ราคาเรือสูง - การดูแลรักษา

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบของเรือใบประเภทดิงกี้ ใบเรือ (Sail) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย SWOT Analysis พบว่า จุดแข็ง (Strengths) สามรถเลือกวัสดุได้น้ำหนักเบา จุดอ่อน (Weaknesses) กล่าวคือ การดูแลรักษา ต้องสั่งผลิตประเทศการ ราคาสูง

(โอกาส) (Opportunities) กล่าวคือ สามรถเลือกใช้วัสดุได้หลายประเภท สั่งผลิตตามที่ต้องการและอุปสรรค (Threats) กล่าวคือ กรรมวิธีการผลิต ราคาสูง การดูแลรักษา



ภาพที่ 4.8 แสดงเชือกดึงใบเรือ (MailSheet)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

ตารางที่ 4.13 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบ เชือกดึงใบเรือ (MailSheet)

S : Strengths (จุดแข็ง)	W : Weaknesses (จุดอ่อน)	O: Opportunities (โอกาส)	T : Threats (อุปสรรค)
- สามารถใช้วัสดุหลายแบบ - มีวัสดุในประเทศ - แข็งแรง	- การผลิต - การเก็บรักษา - ราคาสูง	- ปรับวัสดุได้ - ใช้อุปกรณ์เสริมได้หลายแบบ	-การเก็บรักษา - ราคาค่อนข้างสูง

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ส่วนประกอบของเรือใบประเภทดิงกี้ เชือกดึงใบเรือ (MailSheet) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย SWOT Analysis พบว่า จุดแข็ง (Strengths) สามรถเลือกวัสดุได้ มีวัสดุในประเทศ แข็งแรง จุดอ่อน (Weaknesses) กล่าวคือ การผลิต การเก็บรักษา ราคาสูง (โอกาส) (Opportunities) กล่าวคือ ปรับวัสดุได้ ใช้อุปกรณ์เสริมได้หลายแบบและอุปสรรค (Threats) กล่าวคือ การเก็บรักษา ราคาสูง

สรุป จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบลำตัวเรือ (Hull) ที่มีขนาดความยาว 4.23 เมตร กว้าง 1.09 เมตร น้ำหนักไม่เกิน 300 กิโลกรัมรวมทั้งส่วนประกอบอื่นๆเช่น พังงา (Tiller) หางเสือ (Rudder) และคัดแคง (Centerboard) โดยจะตั้งชื่อว่า นาวาทิชากร 423 ผลิตด้วยวัสดุ ไม้อัดเป็นวัสดุหลัก และเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาส มีภารกิจคือ เพื่อสันทนาการมีความเร็วไม่มากนักมีความปลอดภัยสูงและราคาไม่แพง

4.2 เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment: QFD)

ตารางที่ 4.14 สรุปข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบดิงกี้

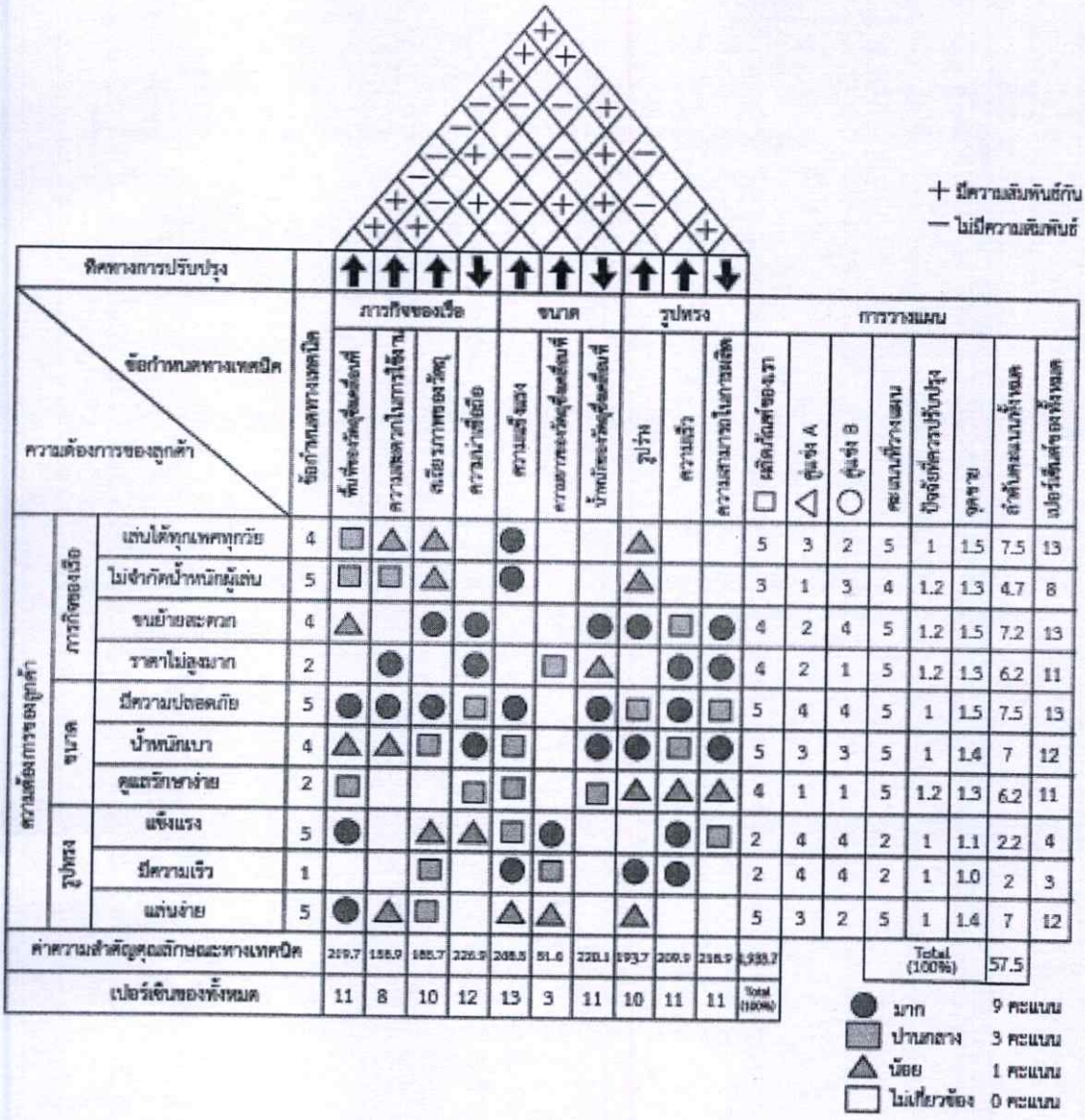
ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	คะแนน (คะแนนเต็ม 10)	ลำดับ
1. มีความเร็ว	3.5	9
2. เล่นได้ทุกเพศทุกวัย	8.5	5
3. แข็งแรง	9.5	2
4. น้ำหนักเบา	2	10
5. แล่นง่าย	9.5	3
6. มีความปลอดภัย	10	1
7. ราคาไม่สูงมาก	7.5	7
8. ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น	8	6
9. ดูแลรักษาง่าย	6	8
10. ขนย้ายสะดวกสบาย	9	4

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ลำดับคะแนนความต้องการของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบดิงกี้ เรียงลำดับจากมากไปน้อยที่สุด มีความปลอดภัย,แข็งแรง, แล่นง่าย, ขนย้ายสะดวกสบาย, เล่นได้ทุกเพศทุกวัย, ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น, ราคาไม่สูงมาก, ดูแลรักษาง่าย, มีความเร็ว, น้ำหนักเบา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบทดสอบหลักการเชิงประดิษฐ์คิดค้นจากทฤษฎี (TRIZ)

ผู้วิจัยได้ศึกษาด้านทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางในการออกแบบเรือใบดิงกี้ โดยหลักการเชิงประดิษฐ์คิดค้นจากทฤษฎี (TRIZ) จะช่วยสร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหาของเรือใบ

ตารางที่ 4.15 หลักการเชิงประดิษฐ์คิดค้นจากทฤษฎี (TRIZ)



ความต้องการของลูกค้า			ข้อกำหนดทางเทคนิค	พื้นที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่	ความสะดวกในการใช้งาน	ความเที่ยงตรงของวัตถุ	ความน่าเชื่อถือ	ความแข็งแรง	ความยาวของวัตถุที่เคลื่อนที่	น้ำหนักของวัตถุที่เคลื่อนที่	รูปร่าง	ความเร็ว	ความสามารถในการผลิต	ผลิตภัณฑ์ของเรา	คู่แข่ง A	คู่แข่ง B	คะแนนที่วางแผน	ปัจจัยที่ควรปรับปรุง	จุดขาย	คำสั่งคะแนนทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์ทั้งหมด
ภาวะของเรือ		แล่นได้ทุกเทศทุกวัย	4	□	△	△		●			△			5	3	2	5	1	1.5	7.5	13
		ไม่จำกัดน้ำหนักผู้แล่น	5	□	□	△		●			△			3	1	3	4	1.2	1.3	4.7	8
		ขนย้ายสะดวก	4	△		●	●			●	●	□	●	4	2	4	5	1.2	1.5	7.2	13
		ราคาไม่สูงมาก	2		●		●		□	△		●	●	4	2	1	5	1.2	1.5	6.2	11
ขนาด		มีความปลอดภัย	5	●	●	●	□	●		●	□	●	□	5	4	4	5	1	1.5	7.5	13
		น้ำหนักเบา	4	△	△	□	●	□		●	●	□	●	5	3	3	5	1	1.4	7	12
		คุณสมบัติเหมาะสม	2	□			□	□		□	△	△	△	4	1	1	5	1.2	1.3	6.2	11
รูปทรง		แข็งแรง	5	●		△	△	□	●			●	□	2	4	4	2	1	1.1	2.2	4
		มีความเร็ว	1			□		●	□		●	●		2	4	4	2	1	1.0	2	3
		แล่นง่าย	5	●	△	□		△	△		△			5	3	2	5	1	1.4	7	12
ค่าความสำคัญคุณลักษณะทางเทคนิค				219.7	158.9	185.7	226.9	268.8	51.6	220.1	193.7	209.9	216.9	1,933.2				Total (100%)		57.5	
เปอร์เซ็นของทั้งหมด				11	8	10	12	13	3	11	10	11	11	Total (100%)							

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ความต้องการของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบดิงกี้ คือ ความแข็งแรง ความน่าเชื่อถือ น้ำหนักของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ ความเร็วและความสามารถในการผลิต ตามลำดับ

ตารางที่ 4.16 สรุปความต้องการของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบดิงกี้

ความต้องการของลูกค้า	ข้อกำหนดทางเทคนิค ✳ ความแข็งแรง	ความสะดวกในการใช้งาน	น้ำหนักของวัตถุชิ้นเคลื่อนที่	พื้นที่ของวัตถุชิ้นเคลื่อนที่	ความเร็ว	ความสามารถในการผลิต
1. เล่นได้ทุกเพศทุกวัย	◉		○			
2. ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น	◉					
3. ขนย้ายสะดวก		◉		◉		○
4. ราคาไม่สูงมาก		◉		○		◉
5. มีความปลอดภัย	◉		○		○	○
6. น้ำหนักเบา		◉		◉		○
7. ดูแลรักษาง่าย	◉	○				◉
8. แข็งแรง	◉		◉			○
9. มีความเร็ว	○		◉			○
10. แล่นง่าย		○			◉	

จากตารางที่ 4.16 พบว่าข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความสอดคล้องกับความต้องการของของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบดิงกี้ มากที่สุด คือ ป้องกันไว้ก่อน รองลงมาคือ วัสดุผสม ใช้วัสดุที่ง่าย และใช้ประโยชน์จากอันตราย โดยจะนำข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความสอดคล้องมากที่สุดมาวิเคราะห์ความขัดแย้งทางเทคนิคตามหลักการของทฤษฎี (TRIZ) ต่อไป

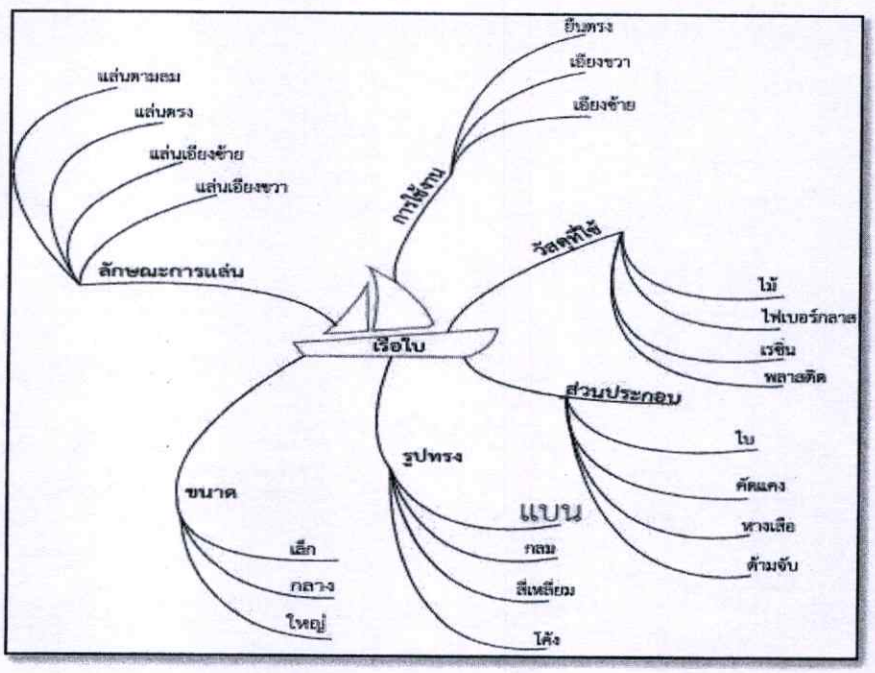
ตารางที่ 4.17 แมททริกซ์ความขัดแย้งทางเทคนิค

ความแข็งแรง	ความขัดแย้งทางเทคนิค	ความเร็ว		การนำทฤษฎี TRIZ มาใช้แก้ปัญหา			
รูปร่าง (12)		35	→	35	15	34	18
ความทนทานของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ (15)		35	→	3	-	35	5
ความสามารถในการผลิต (32)		35	→	35	13	8	1
ความสะดวกในการใช้งาน (33)			→	18	13	34	-

จากตารางที่ 4.17 พบว่า หลักการที่สัมพันธ์กับความแข็งแรงประกอบด้วย รูปร่าง ความทนทานของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่ ความสามารถในการผลิต และความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งหลักการในเชิงประดิษฐ์คิดค้นที่ได้จากทฤษฎี (TRIZ) คือ หลักการที่ (35) เปลี่ยนลักษณะสมบัติ

4.2.2แรงบัลดาลใจเพื่อใช้ในการออกแบบ

ผู้วิจัยได้ใช้แนวความคิดสืบเนื่องจากใบไม้ เพื่อใช้ในการออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ในการสร้างแรงบัลดาลใจเพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ จากแนวความคิดเรือใบ ผู้วิจัยได้หาแรงบันดาลใจในการออกแบบโดยทำแผนภูมิแนวคิดเบื้องต้นที่สืบเนื่องจากใบไม้ และนำแรงบันดาลใจที่สนใจนำไปออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ จากแนวคิดใบไม้ ผลการทำแผนภูมิแนวคิดเบื้องต้นการออกแบบที่สืบจากใบไม้ มีดังนี้

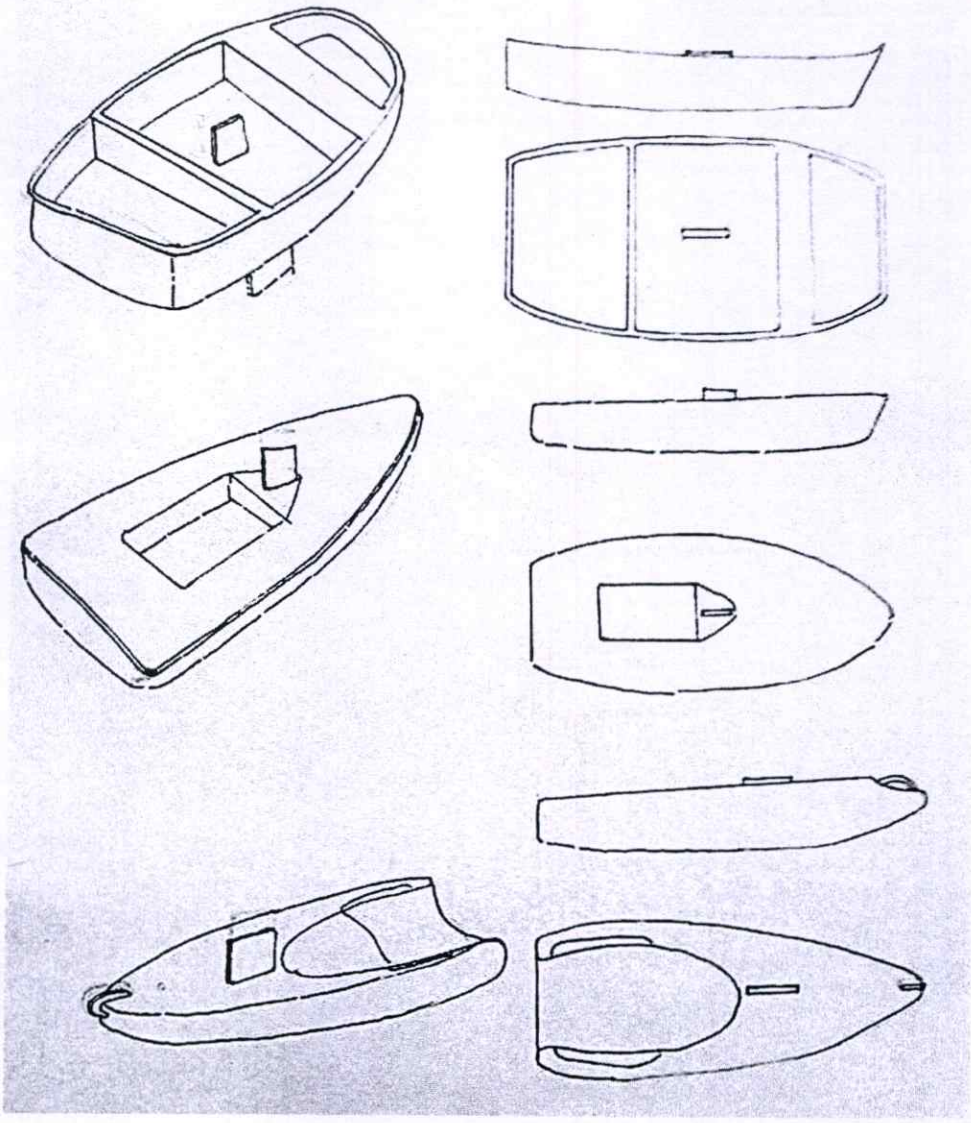


ภาพที่ 4.9 แสดงแนวความคิดเพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

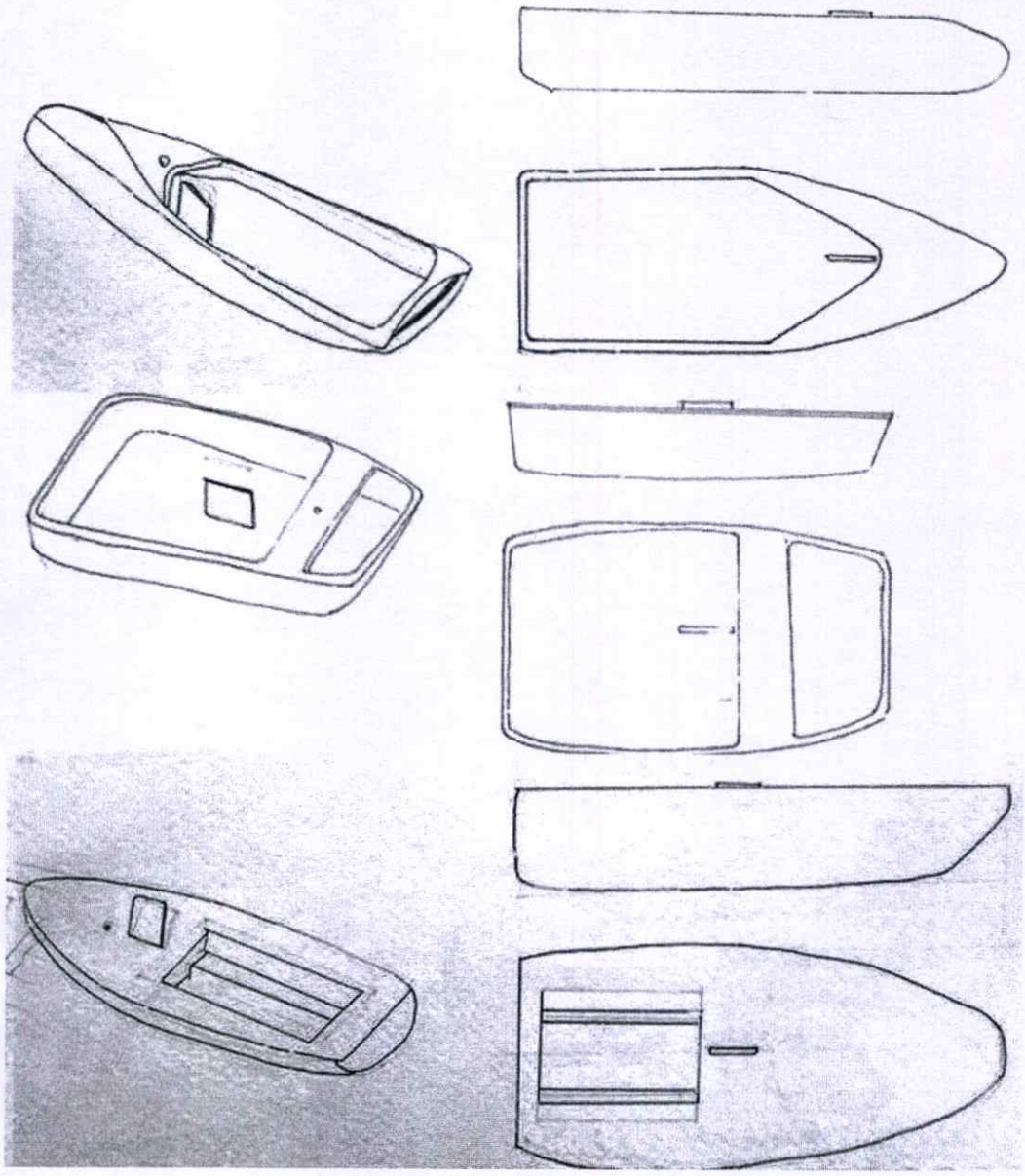
ภาพที่ 4.10 แสดงแนวความคิดเพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตารางการกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาด้านทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อหาแนวทางในการศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ โดยตารางการกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ จะช่วยสร้างแนวทางการแก้ไขปัญหาของเรือใบประเภทดิงกี้ พร้อมกับช่วยคัดเลือกรูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ที่มีความเหมาะสมตามหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์และกรอบแนวความคิดหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral)

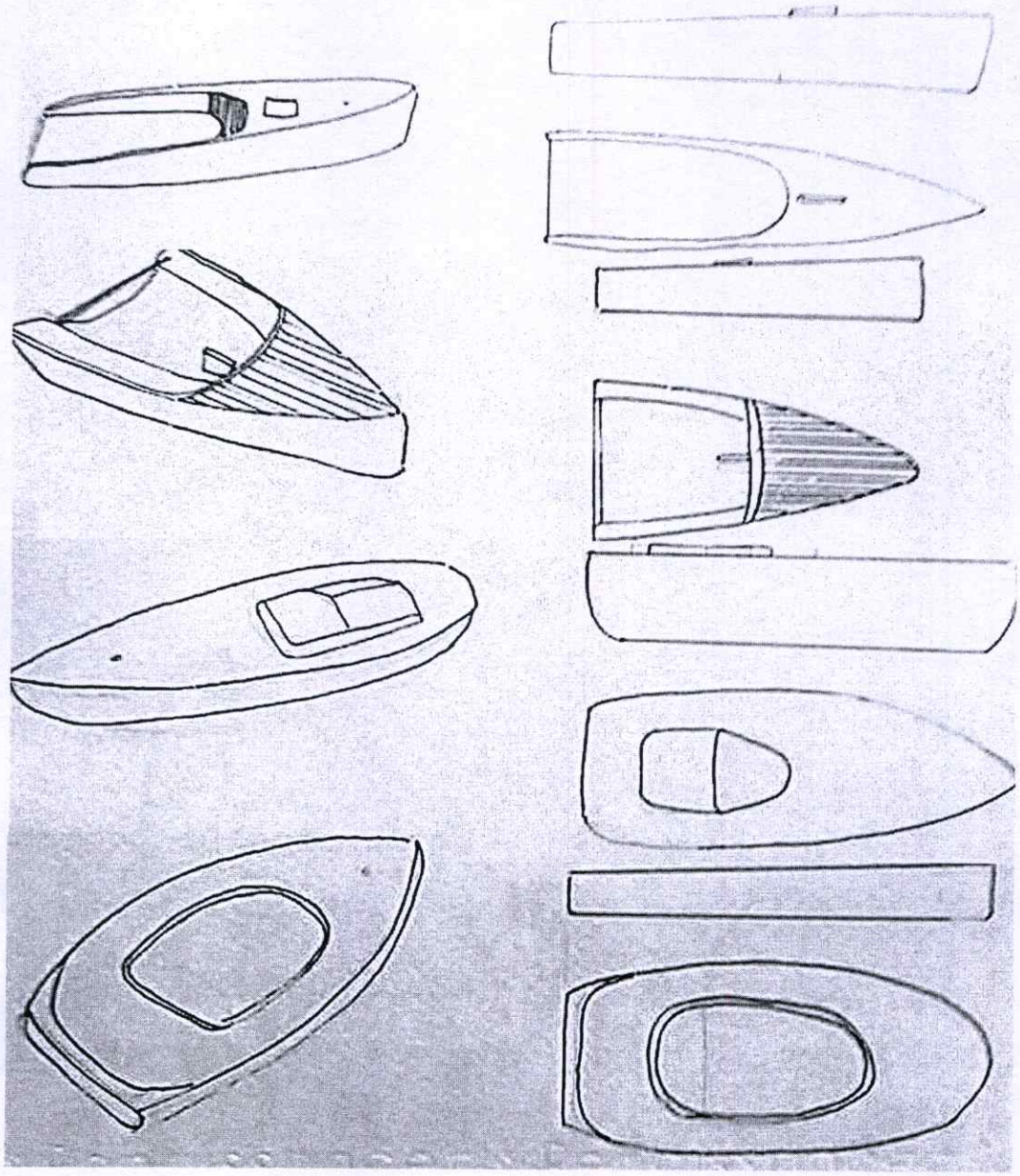
(1) ลำตัวเรือ (hull)



ภาพที่ 4.11 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)



ภาพที่ 4.12 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)



ภาพที่ 4.13 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

โดยแบบร่างจะใช้แนวคิด มาจากหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) เนื่องจากการลงพื้นที่สอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นใบ ในสมาคมกีฬาเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยลำตัวเรือ (hull) ที่มีรูปทรงเหลี่ยมและแบนจะมีความปลอดภัยที่สูงและสามารถแล่นได้ทุกเพศทุกวัย และมีวิธีการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก โดยรูปทรงมีจุดศูนย์กลางการลอยและจุดกลางเคลื่อนซึ่งจะทำให้มีผลกระทบต่อลักษณะการลอยที่อาจทำให้เรือเอียงมีความตรงปลอดภัยสูงและใช้ไม้อัดเป็นวัสดุหลักและไฟเบอร์กลาส เพื่อง่ายต่อการดูแลรักษา ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิค เพื่อเข้าสู่การตัดทอนลดรูปแบบลง เพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดจากการออกแบบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยทฤษฎีการกระจาย หน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย ของ (มณฑลี ศาสนนันทน์. 2550 : 71)

รูปแบบที่ 1 รูปทรงแบนและเล็กขนาดยาว 2.51 เมตร รูปทรงแบนทำให้มีความปลอดภัยสูง ไม่พลิกคว่ำง่าย ส่วนวัสดุใช้ไม้อัดกันน้ำเพื่อลดต้นทุนในการเคลือบไฟเบอร์กลาส กรรมวิธีการผลิต ตัดไม้อัดตามรูปทรงที่ได้ออกแบบไว้ของตัวเรือแล้วนำไม้อัดที่ตัดมาประกอบและทาผงทัมคัมเพื่อไม่ให้น้ำเข้าไปภายในเรือ

รูปแบบที่ 2 รูปทรงแบนข้างหน้าตัวเรือแหลมเพื่อให้มีความเร็วท้ายเรือแบนเพื่อให้มีความปลอดภัยเมื่อเจอลมแรงๆไม่ให้พลิกคว่ำตัวเรือมีความยาว 3.50 เมตร วัสดุใช้ไม้อัดกันน้ำและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

รูปแบบที่ 3 รูปทรงแบนข้างหน้าตัวเรือแหลมเพื่อให้มีความเร็วท้ายเรือแบนเพื่อให้มีความปลอดภัยเมื่อเจอลมแรงๆและด้านหลังตัวเรือเปิดออกเพื่อการไหลของน้ำเมื่อน้ำเข้าสู่ภายในตัวเรือไม่ให้พลิกคว้ำตัวเรือมีความยาว 3.25 เมตร วัสดุใช้ไม้อัดกันน้ำและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

รูปแบบที่ 4 รูปทรงแบนข้างหน้าตัวเรือแหลมเพื่อให้มีความเร็วท้ายเรือแบนส่วนตัวเรือมีความแหลมแคบเพื่อให้เรือแล่นได้เร็วตัวเรือมีความยาว 2.90 เมตร วัสดุใช้ไม้อัดกันน้ำและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

รูปแบบที่ 5 รูปทรงแบนและเล็กขนาดยาว 2.90 เมตร รูปทรงแบนทำให้มีความปลอดภัยสูง ไม่พลิกคว่ำง่าย วัสดุใช้ไม้อัดกันน้ำเพื่อลดต้นทุนในการเคลือบไฟเบอร์กลาส กรรมวิธีการผลิต ตัดไม้อัดตามรูปทรงของตัวเรือแล้วนำไม้อัดที่ตัดมาประกอบและทาผงทัมคัมเพื่อไม่ให้น้ำเข้าไปภายในเรือ

รูปแบบที่ 6 รูปทรงแบนข้างหน้าตัวเรือแหลมเพื่อให้มีความเร็วท้ายเรือแบนเพื่อให้มีความปลอดภัยเมื่อเจอลมแรงๆและด้านหลังตัวเรือเปิดออกเพื่อการไหลของน้ำเมื่อน้ำเข้าสู่ภายในตัวเรือไม่ให้พลิกคว้ำตัวเรือมีความยาว 3.75 เมตร วัสดุใช้ไม้อัดกันน้ำและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

รูปแบบที่ 7 รูปทรงแบนข้างหน้าตัวเรือแหลมเพื่อให้มีความเร็วท้ายเรือแบนเพื่อให้มีความปลอดภัยเมื่อเจอลมแรงๆและด้านหลังตัวเรือเปิดออกเพื่อการไหลของน้ำเมื่อน้ำเข้าสู่ภายในตัวเรือไม่ให้พลิกคว้ำตัวเรือมีความยาว 4.25 เมตร วัสดุใช้ไม้อัดกันน้ำและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

รูปแบบที่ 8 รูปทรงแบนข้างหน้าตัวเรือแหลมเพื่อให้มีความเร็วท้ายเรือแบนเพื่อให้มีความปลอดภัยเมื่อเจอลมแรงๆและด้านหลังตัวเรือเปิดออกเพื่อการไหลของน้ำเมื่อน้ำเข้าสู่ภายในตัวเรือไม่ให้พลิกคว้ำตัวเรือมีความยาว 3.10 เมตร วัสดุใช้ไม้อัดกันน้ำและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

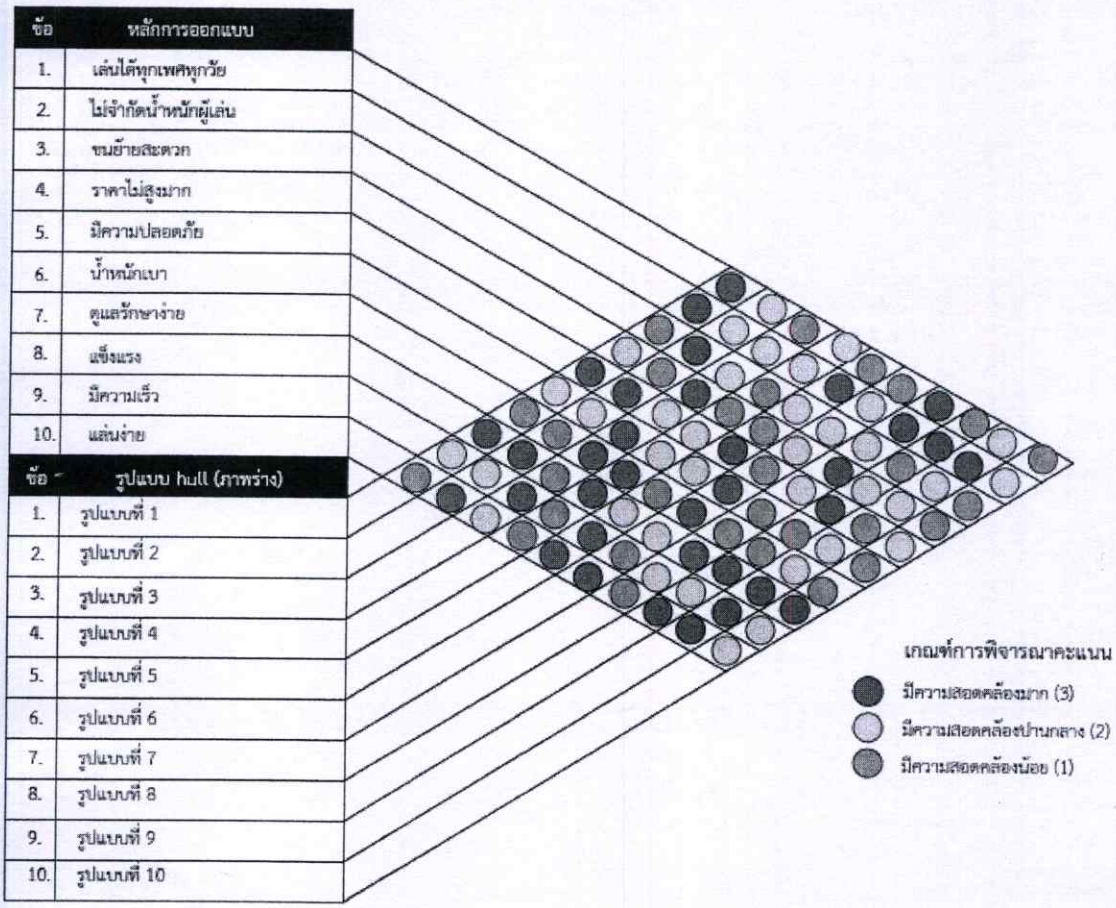
รูปแบบที่ 9 รูปทรงแบนข้างหน้าตัวเรือแหลมเพื่อให้มีความเร็วท้ายเรือแบนเพื่อให้มีความปลอดภัยเมื่อเจอลมแรงๆและด้านหลังตัวเรือเปิดออกเพื่อการไหลของน้ำเมื่อน้ำเข้าสู่ภายในตัวเรือไม่ให้พลิกคว้ำตัวเรือมีความยาว 3.60 เมตร วัสดุใช้ไม้อัดกันน้ำและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

รูปแบบที่ 10 รูปทรงแบนข้างหน้าตัวเรือแหลมเพื่อให้มีความเร็วท้ายเรือแบนเพื่อให้มีความปลอดภัยเมื่อเจอลมแรงๆและด้านหลังตัวเรือเปิดออกเพื่อการไหลของน้ำเมื่อน้ำเข้าสู่ภายในตัวเรือ

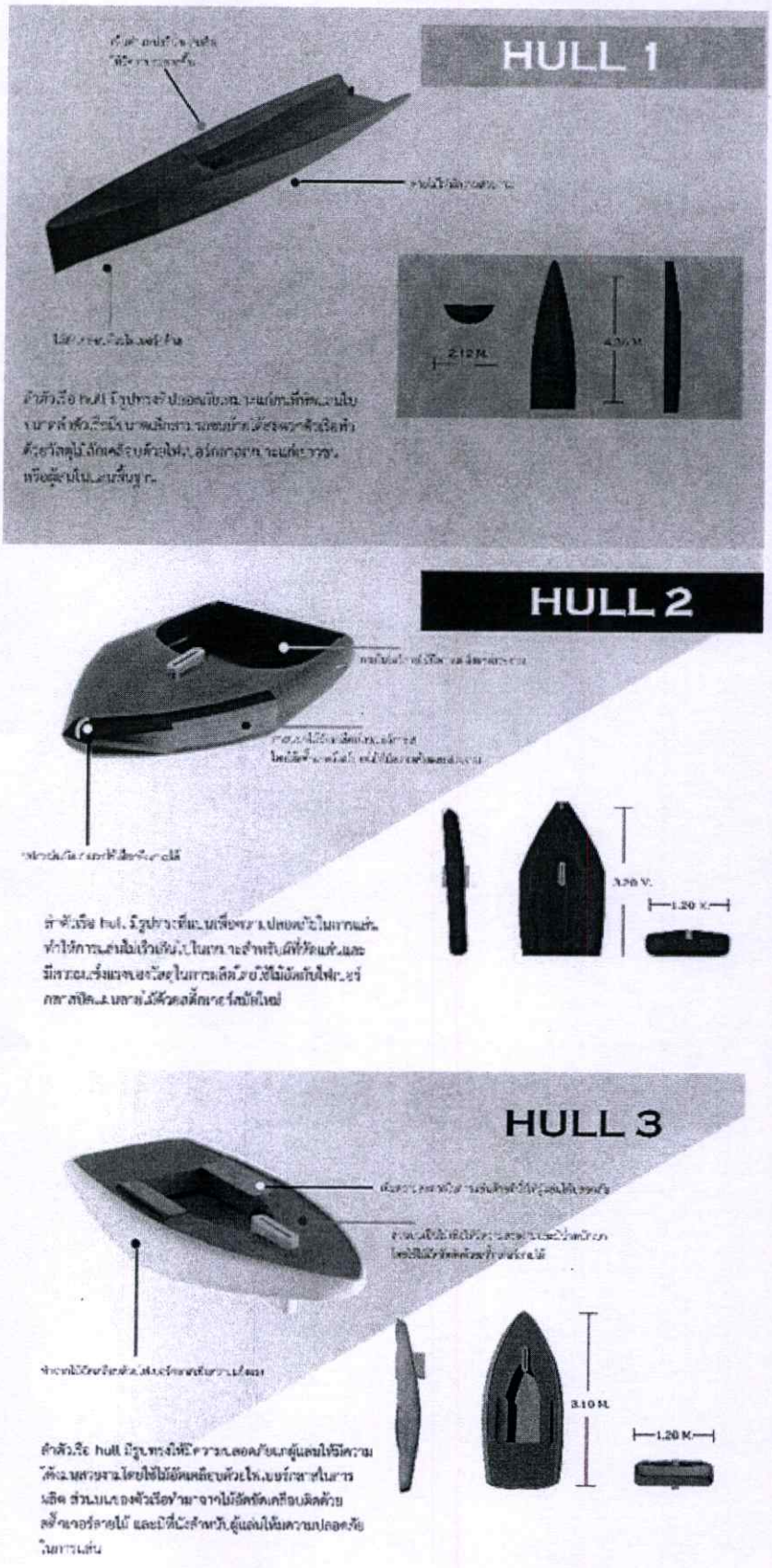
ตารางที่ 4.18 แสดงการวิเคราะห์ ลำตัวเรือ (hull) 10 รูปแบบโดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพวิศวกรรมย้อนรอย

ข้อ	หลักการออกแบบ
1.	เล่นได้ทุกเพศทุกวัย
2.	ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น
3.	ขนย้ายสะดวก
4.	ราคาไม่สูงมาก
5.	มีความปลอดภัย
6.	น้ำหนักเบา
7.	ดูแลรักษาง่าย
8.	แข็งแรง
9.	มีความเร็ว
10.	แล่นง่าย

ข้อ	รูปแบบ hull (ภาพร่าง)
1.	รูปแบบที่ 1
2.	รูปแบบที่ 2
3.	รูปแบบที่ 3
4.	รูปแบบที่ 4
5.	รูปแบบที่ 5
6.	รูปแบบที่ 6
7.	รูปแบบที่ 7
8.	รูปแบบที่ 8
9.	รูปแบบที่ 9
10.	รูปแบบที่ 10

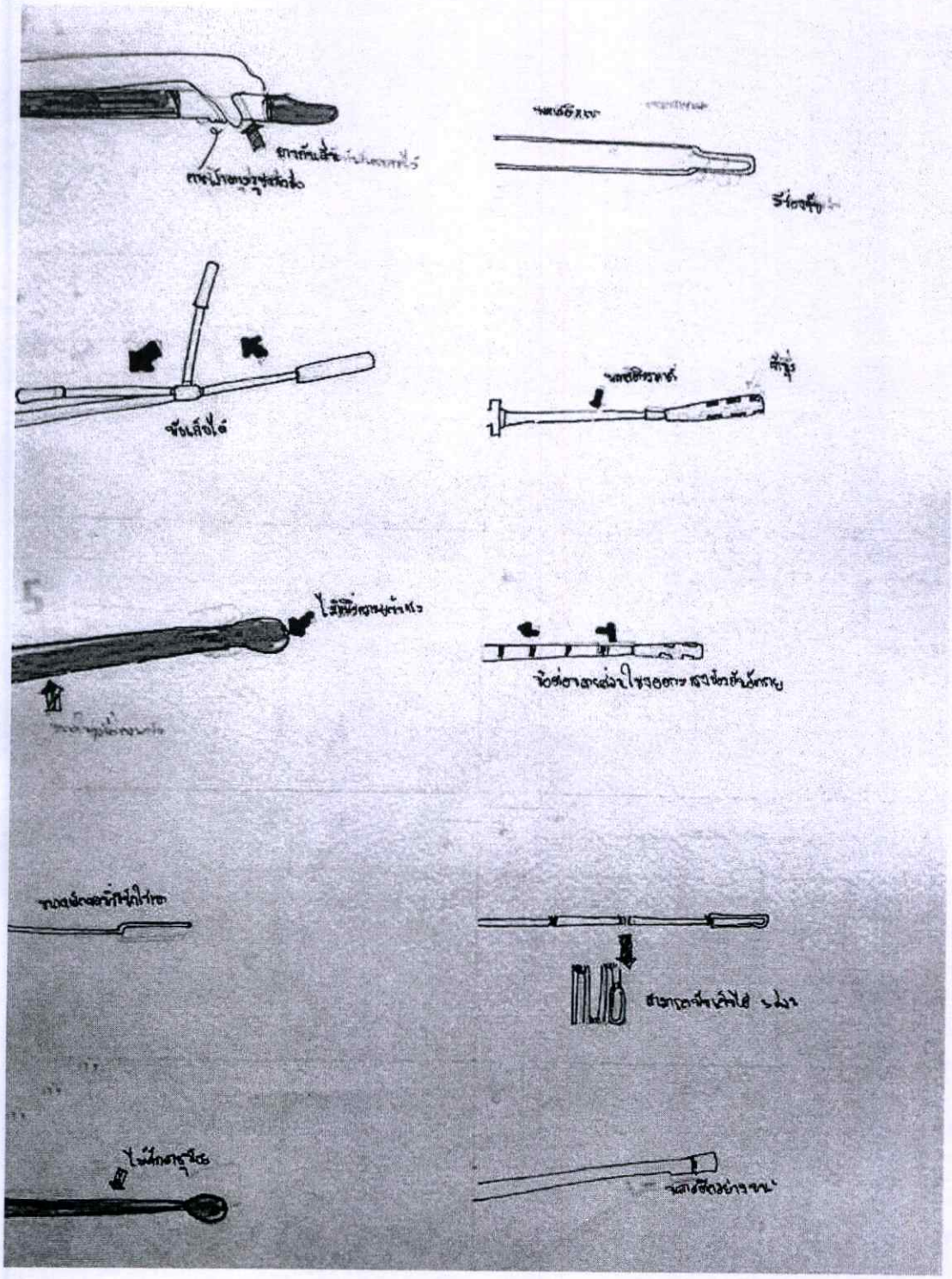


จากตารางที่ 4.18 พบว่า รูปแบบลำตัวเรือ (hull) ที่มีคะแนนมากที่สุดโดยอาศัยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ประกอบไปด้วยรูปแบบที่ 3,9,2 ซึ่งรูปแบบที่ได้จะนำผ่านการวิเคราะห์ และประเมินประสิทธิภาพ และความพึงพอใจต่อไป



ภาพที่ 4.14 แสดงแบบโมเดล 3D เรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

(2) พังงา (Tiller)



ภาพที่ 4.15 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ พังงา (Tiller)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

โดยแบบร่างจะใช้แนวคิด หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) เนื่องจากการลงพื้นที่สอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

การแล่นใบ ในสมาคมกีฬาเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยพังงา (Tiller) ที่มีรูปทรงที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับการบังคับตัวเรือ วัสดุที่ใช้จะใช้วัสดุที่มีในประเทศที่หาได้ง่าย ประหยัดเพื่อเข้าสู่การตัดทอนลดรูปแบบลง เพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดจากการออกแบบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยทฤษฎีการกระจาย หน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย ของ (มณฑลี ศาสนนันทน์. 2550 : 71)

รูปแบบที่ 1 รูปทรงยาวขนาดเหมาะกับมือเพื่อให้ผู้จับมีความสะดวกสบาย ผลิตด้วยวัสดุเป็นไม้มีราคาถูกเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความทนต่อการกัดของน้ำทะเล

รูปแบบที่ 2 รูปทรงขนาดเล็กผลิตด้วยอลูมิเนียมคาบอนมีความเบาและคงทนด้ามจับสามารถขยับได้เพื่อความสะดวกสบายแก่ผู้แล่น

รูปแบบที่ 3 รูปทรงยาวขนาดใหญ่กว่ามือเพื่อให้ผู้จับสามารถจับได้ทั้ง 2 มือมีความปลอดภัย ผลิตด้วยวัสดุเป็นไม้มีราคาถูกเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความทนต่อการกัดของน้ำทะเล

รูปแบบที่ 4 รูปทรงขนาดเล็กเพื่อให้ผู้จับโยกได้ง่านผลิตด้วยอลูมิเนียมคาบอนมีความเบาและคงทนด้ามจับสามารถขยับได้เพื่อความสะดวกสบายแก่ผู้แล่น

รูปแบบที่ 5 รูปทรงยาวขนาดเหมาะกับมือเพื่อให้ผู้จับมีความสะดวกสบาย ผลิตด้วยวัสดุเป็นไม้มีราคาถูกเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความทนต่อการกัดของน้ำทะเล

รูปแบบที่ 6 รูปทรงขนาดเล็กเพื่อให้ผู้จับโยกได้ง่านผลิตด้วยอลูมิเนียมคาบอนมีความเบาและคงทนด้ามจับสามารถขยับได้เพื่อความสะดวกสบายแก่ผู้แล่น

รูปแบบที่ 7 รูปทรงมีขนาดใหญ่ของด้ามจับเพื่อให้ผู้แล่นจับได้ถนัดมืออีกทั้งยังมีผ้านุ่มรองมือเพื่อป้องกันอันตรายจากด้ามจับผลิตด้วยอลูมิเนียมคาบอนมีความเบาและคงทนด้ามจับสามารถขยับได้เพื่อความสะดวกสบายแก่ผู้แล่น

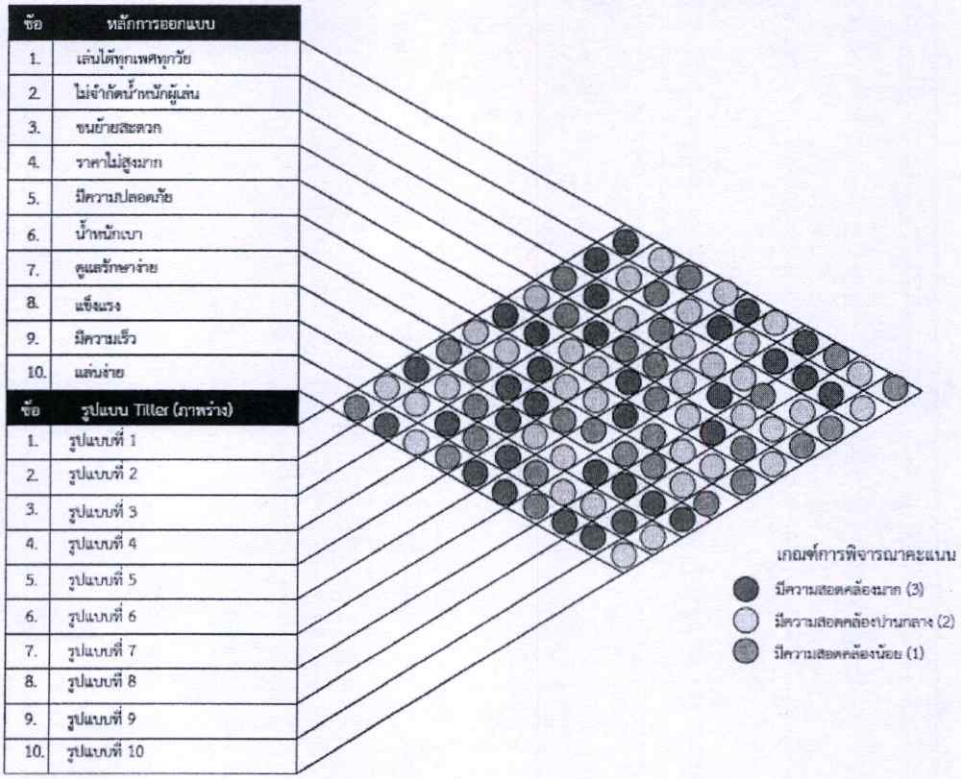
รูปแบบที่ 8 รูปทรงเล็กมีด้ามจับที่ใหญ่ถนัดมือเหมาะสมกับมือคนไทยอีกทั้งยังมีผ้านุ่มรองมือเพื่อป้องกันอันตรายจากด้ามจับผลิตด้วยอลูมิเนียมคาบอนมีความเบาและคงทนด้ามจับสามารถขยับ

รูปแบบที่ 9 รูปทรงเล็กมีด้ามจับที่ใหญ่ถนัดมือและสามารถพับเก็บเป็นส่วนๆได้อีกทั้งยังมีผ้านุ่มรองมือเพื่อป้องกันอันตรายจากด้ามจับผลิตด้วยอลูมิเนียมคาบอนมีความเบาและคงทนด้ามจับสามารถขยับ

รูปแบบที่ 10 รูปทรงขนาดเล็กผลิตด้วยอลูมิเนียมคาบอนมีความเบาและคงทนด้ามจับสามารถขยับได้เพื่อความสะดวกสบายแก่ผู้แล่น

ตารางที่ 4.19 แสดงการวิเคราะห์ พังงา (Tiller) 10 รูปแบบโดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย

ข้อ	หลักการออกแบบ
1.	เล่นได้ทุกเพศทุกวัย
2.	ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น
3.	ขนย้ายสะดวก
4.	ราคาไม่สูงมาก
5.	มีความปลอดภัย
6.	น้ำหนักเบา
7.	ดูแลรักษาง่าย
8.	แข็งแรง
9.	มีความเร็ว
10.	แต่งง่าย
ข้อ	**รูปแบบ Tiller (ภาพร่าง)**
1.	รูปแบบที่ 1
2.	รูปแบบที่ 2
3.	รูปแบบที่ 3
4.	รูปแบบที่ 4
5.	รูปแบบที่ 5
6.	รูปแบบที่ 6
7.	รูปแบบที่ 7
8.	รูปแบบที่ 8
9.	รูปแบบที่ 9
10.	รูปแบบที่ 10



จากตารางที่ 4.19 พบว่า รูปแบบพังงา (Tiller) ที่มีคะแนนมากที่สุดโดยอาศัยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ประกอบไปด้วยรูปแบบที่ 1,3,9 ซึ่งรูปแบบที่ได้จะนำผ่านการวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพ และความพึงพอใจต่อไป

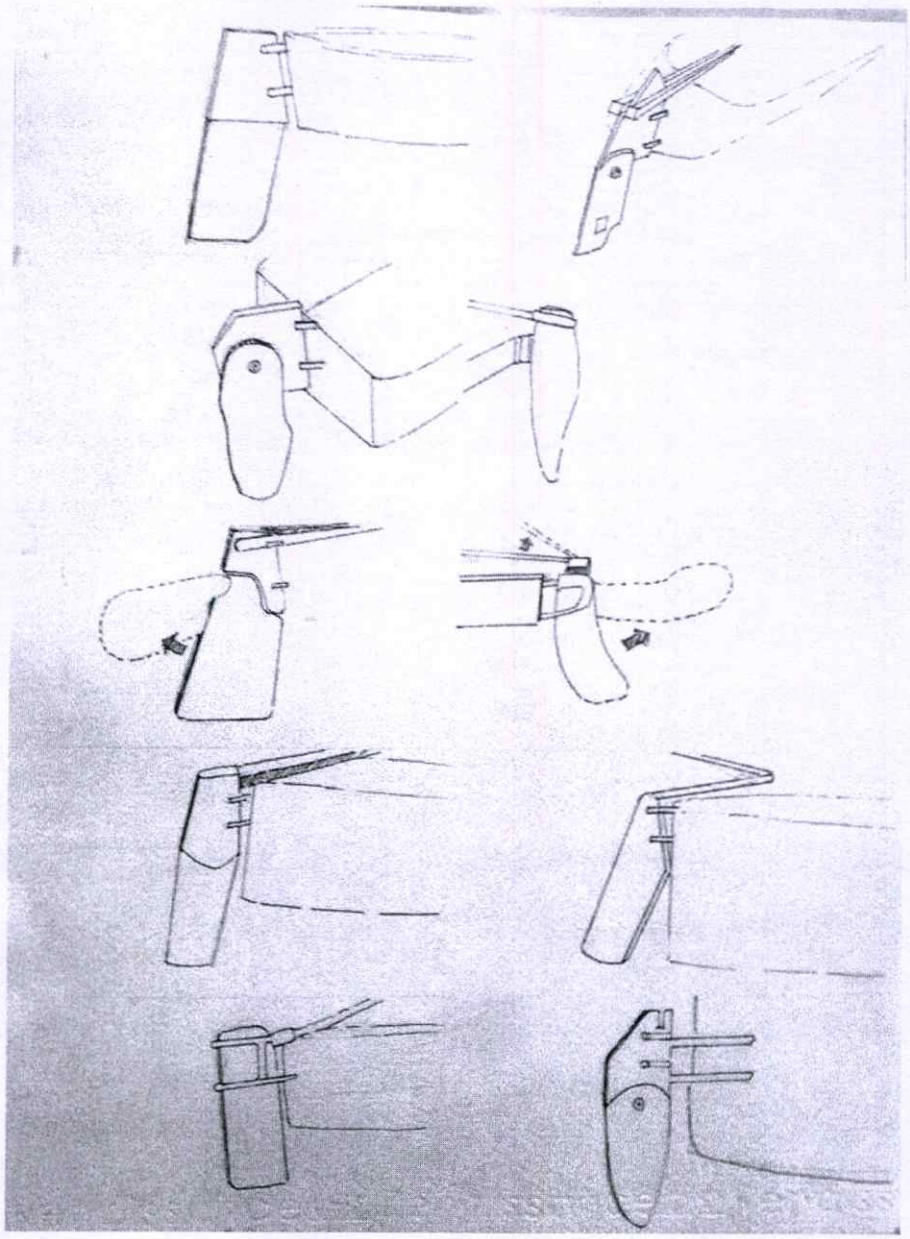
1. TILLEER ใช้วัสดุอลูมิเนียมเป็นวัสดุหลักที่มีน้ำหนักเบาและทำให้รูปทรงดูเรียวเล็ก เพื่อการขนย้ายที่สะดวก และขนาดที่เหมาะสมต่อรูปร่างของคนไทย

2. TILLEER ใช้วัสดุอลูมิเนียมเป็นวัสดุหลักที่มีน้ำหนักเบาและทำให้รูปทรงดูเรียวเล็ก เพื่อการขนย้ายที่สะดวก และขนาดที่เหมาะสมต่อรูปร่างของคนไทย และมีข้อต่อสามารถดึงออกและเก็บได้

3. TILLEER ใช้วัสดุไม้สักมีความแข็งแรงและสวยงามและมีรูปทรงปลายที่เป็นวงกลมเพื่อให้ล็อคกับมือผู้แล่น

ภาพที่ 4.16 แสดงแบบโมเดล 3D เรือใบประเภทดิงกี้ พังงา (Tiller)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

(3) หางเสือ (Rudder)



ภาพที่ 4.17 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ หางเสือ (Rudder)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

โดยแบบร่างจะใช้แนวคิด หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) จากการลงพื้นที่สอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นใบ ในสมาคมกีฬาเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยหางเสือ (Rudder) ควรมีรูปแบบที่เบาและเก็บรักษาง่ายเพื่อสะดวกในการใช้งานอีกทั้งวัสดุควรหาได้ง่ายเพื่อประหยัดงบประมาณ เพื่อเข้าสู่การตัดทอนลดรูปแบบลง เพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดจากการออกแบบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยทฤษฎีการกระจาย หน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย ของ (มณฑลี ศาสนนันทน์. 2550 : 71)

รูปแบบที่ 1 แยกเป็น 2 ชิ้น ชิ้นที่ 1 ตัวติดกับลำตัวเรือส่วนชิ้นที่ 2 เป็นตัวยื่นลงทะเลโดยลักษณะแบนและบางเพื่อให้มีน้ำหนักที่เบาและสามารถเคลื่อนที่ในทะเลได้วัสดุผลิตด้วยไม้อัดนำมาเพาะและเคลือบด้วยเรซิ่นเพื่อให้มีความแข็งแรงของวัสดุ

รูปแบบที่ 2 แยกเป็น 2 ชิ้น ชิ้นที่ 1 ตัวติดกับลำตัวเรือส่วนชิ้นที่ 2 เป็นตัวยื่นลงทะเลโดยรูปทรงกลมยาวแบนเพื่อลดขนาดให้มีน้ำหนักที่เบาเพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายผลิตด้วยไม้อัดนำมาเพาะและเคลือบด้วยเรซิ่นเพื่อให้มีความแข็งแรงของวัสดุ

รูปแบบที่ 3 รูปทรงแยกจากตัวบนที่ติดกับลำตัวเรือเพื่อสะดวกในการขนย้ายและตัวที่ยื่นลงทะเลสามารถขยับขึ้นลงได้เมื่อต้องการให้เรือหยุด วัสดุผลิตด้วยคาร์บอนมีความคงทนต่อน้ำทะเลที่สูง

รูปแบบที่ 4 แยกเป็น 2 ชิ้น ชิ้นที่ 1 ตัวติดกับลำตัวเรือส่วนชิ้นที่ 2 เป็นตัวยื่นลงทะเลโดยลักษณะแบนและบางเพื่อให้มีน้ำหนักที่เบาและสามารถเคลื่อนที่ในทะเลได้วัสดุผลิตด้วยไม้อัดนำมาเพาะและเคลือบด้วยเรซิ่นเพื่อให้มีความแข็งแรงของวัสดุ

รูปแบบที่ 5 มีขนาดที่เล็กเรียวสามารถถอดประกอบได้วัสดุทำมาจากพลาสติกขึ้นรูปทำให้มีน้ำหนักเบา

รูปแบบที่ 6 รูปทรงขนาดเล็กเพื่อให้ผู้จับโยกได้ง่านผลิตด้วยไม้เพื่อง่ายทำให้ราคาที่ถูกลง

รูปแบบที่ 7 ขนาดที่เล็กเรียวสามารถถอดประกอบได้วัสดุทำมาจากพลาสติกขึ้นรูปทำให้มีน้ำหนักเบา

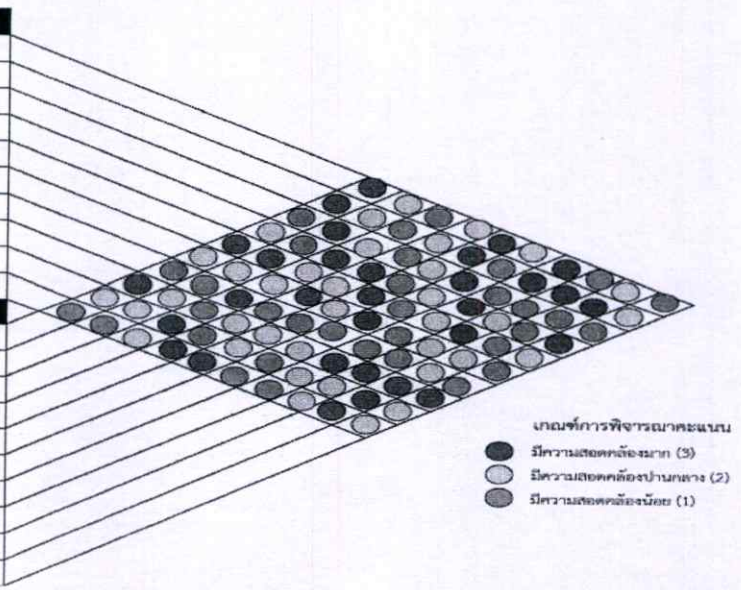
รูปแบบที่ 8 รูปทรงเรียวเล็กขนาดเบาผลิตด้วยวัสดุพลาสติก

รูปแบบที่ 9 แยกเป็น 2 ชิ้น ชิ้นที่ 1 ตัวติดกับลำตัวเรือส่วนชิ้นที่ 2 เป็นตัวยื่นลงทะเลโดยรูปทรงกลมบาวแบนเพื่อลดขนาดให้มีน้ำหนักที่เบาเพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายผลิตด้วยไม้อัดนำมาเพาะและเคลือบด้วยเรซิ่นเพื่อให้มีความแข็งแรงของวัสดุ

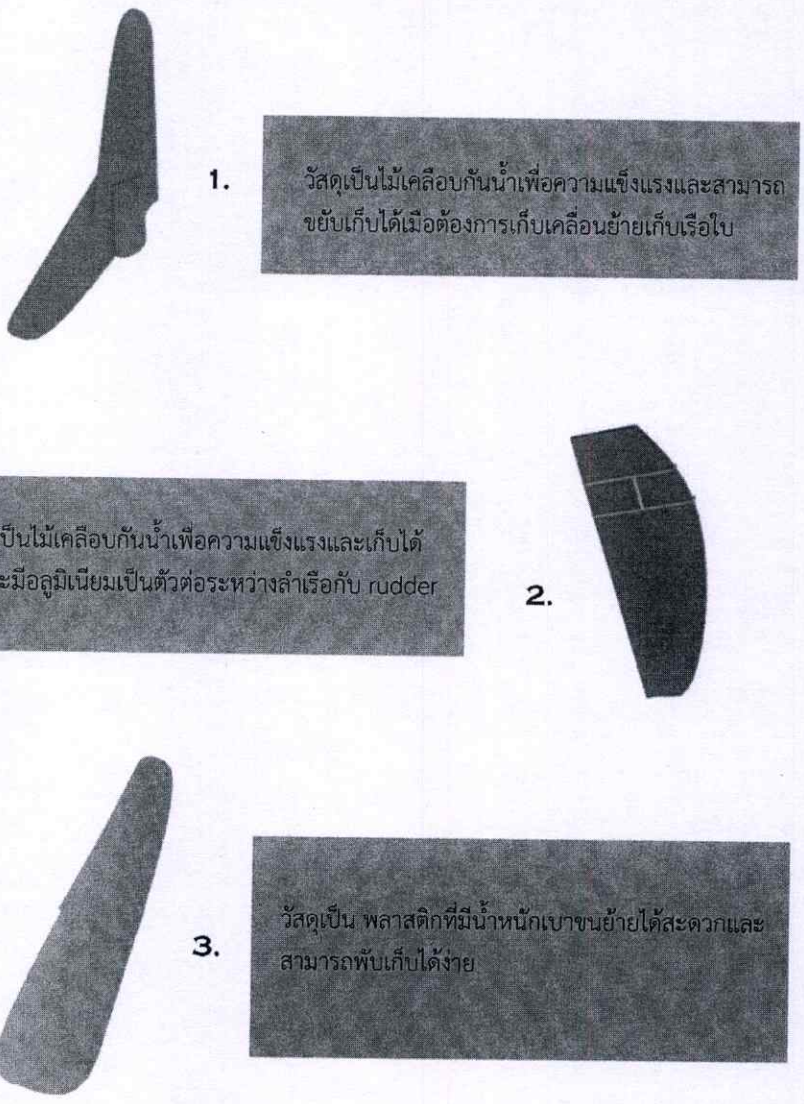
รูปแบบที่ 10 รูปทรงเรียวเล็กมีผลิตด้วยวัสดุผสมระหว่างพลาสติกกับไม้อัดเพื่อให้มีความทนแข็งแรง

ตารางที่ 4.20 แสดงการวิเคราะห์ หางเสือ (Rudder) 10 รูปแบบโดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย

ข้อ	หลักการออกแบบ
1.	เล่นได้ทุกเพศทุกวัย
2.	ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น
3.	ขนย้ายสะดวก
4.	ราคาไม่สูงมาก
5.	มีความปลอดภัย
6.	น้ำหนักเบา
7.	ดูแลรักษาง่าย
8.	แข็งแรง
9.	มีความเร็ว
10.	แล่นง่าย
ข้อ	รูปแบบ Rudder (ภาพร่าง)
1.	รูปแบบที่ 1
2.	รูปแบบที่ 2
3.	รูปแบบที่ 3
4.	รูปแบบที่ 4
5.	รูปแบบที่ 5
6.	รูปแบบที่ 6
7.	รูปแบบที่ 7
8.	รูปแบบที่ 8
9.	รูปแบบที่ 9
10.	รูปแบบที่ 10

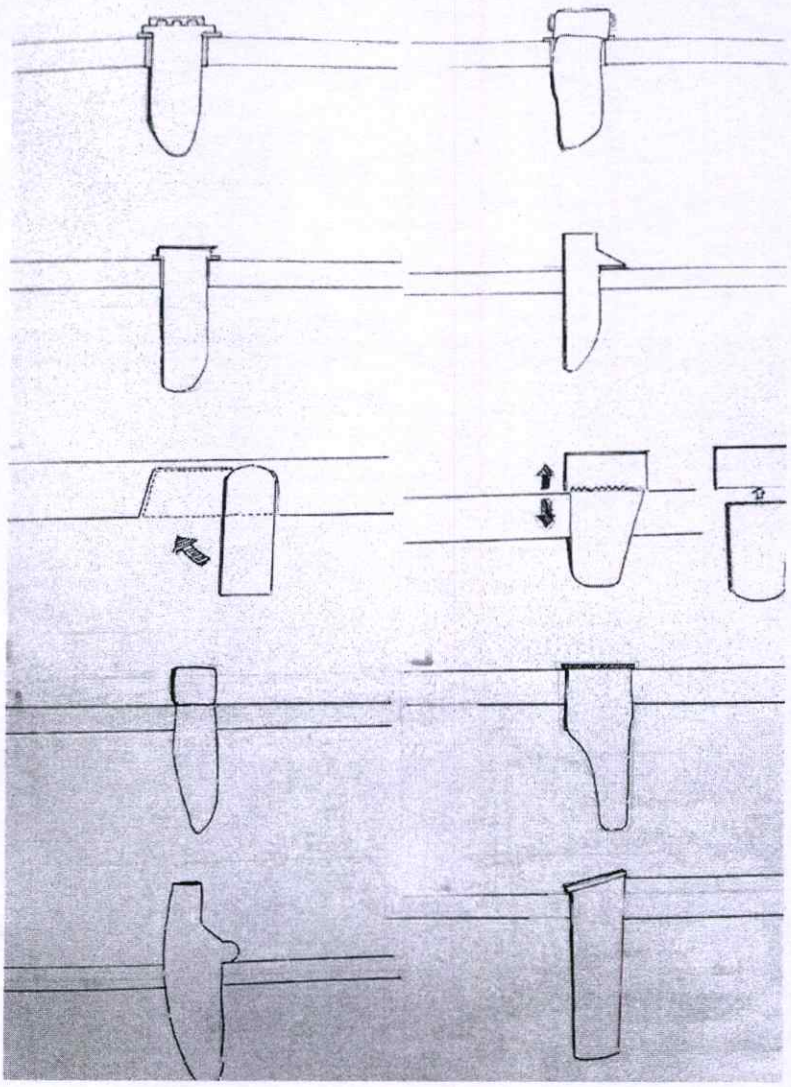


จากตารางที่ 4.20 พบว่า หางเสือ (Rudder) ที่มีคะแนนมากที่สุดโดยอาศัยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ประกอบไปด้วยรูปแบบที่ 1,4,9 ซึ่งรูปแบบที่ได้จะนำผ่านการวิเคราะห์ และประเมินประสิทธิภาพ และความพึงพอใจต่อไป



ภาพที่ 4.18 แสดงแบบ 3D เรือใบประเภทดิงกี้ หางเสือ (Rudder)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

(4) คัดแคง (Centerboard)



ภาพที่ 4.19 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ คัดแคง (Centerboard)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

โดยแบบร่างจะใช้แนวคิด หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) จากการลงพื้นที่สอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นใบ ในสมาคมกีฬาเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยคัดแคง (Centerboard)ควรมีรูปแบบที่เบาและเก็บรักษาง่ายเพื่อสะดวกในการใช้งานและอีกทั้งวัสดุควรหาได้ง่ายเพื่อประหยัดงบประมาณ เพื่อเข้าสู่การตัดทอนลดรูปแบบลง เพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดจากการออกแบบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยทฤษฎีการกระจาย หน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย ของ (มณฑลี ศาสนนันทน์. 2550 : 71)

รูปแบบที่ 1 รูปทรงสี่เหลี่ยมเรียวเพื่อที่จะรับแรงกระแทกจากน้ำทะเลและมีรูเพื่อที่จะให้นิ่วสอดไปสำหรับดึงขึ้นได้ง่ายผลิตด้วยวัสดุไม้อัดและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

รูปแบบที่ 2 รูปทรงเหลี่ยมแบนเพื่อให้เรือต้านน้ำได้ดีผลิตด้วยวัสดุไม้อัดและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

รูปแบบที่ 3 รูปทรงเหลี่ยมแบนเพื่อให้เรือต้านน้ำได้ดีสามารถเก็บได้อัตโนมัติผลิตด้วยวัสดุพลาสติก

รูปแบบที่ 4 รูปทรงเหลี่ยมแบนเพื่อให้เรือต้านน้ำได้ดีผลิตด้วยวัสดุไม้อัดและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

รูปแบบที่ 5 รูปทรงปลายเลียวบนเล็กเพื่อให้มีน้ำหนักเบาผลิตด้วยวัสดุไฟเบอร์กลาส

รูปแบบที่ 6 รูปทรงสี่เหลี่ยมเรียวเพื่อที่จะรับแรงกระแทกจากน้ำทะเลและมีรูเพื่อที่จะให้นิ่วสอดไปสำหรับดึงขึ้นได้ง่ายผลิตด้วยวัสดุไม้อัดและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

รูปแบบที่ 7 รูปทรงปลายเลียวบนเล็กเพื่อให้มีน้ำหนักเบาผลิตด้วยวัสดุไฟเบอร์กลาส

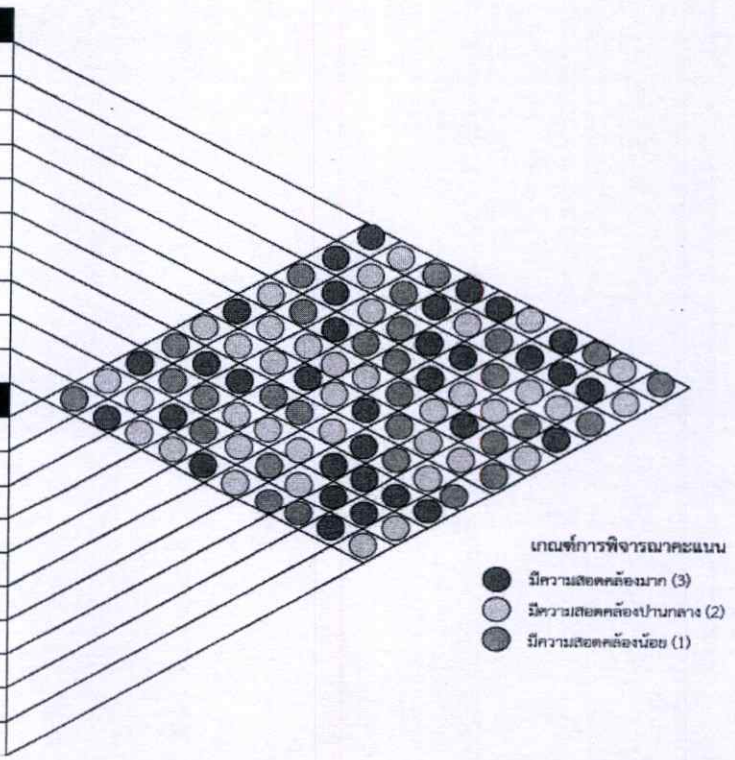
รูปแบบที่ 8 รูปทรงเหลี่ยมแบนเพื่อให้เรือต้านน้ำได้ดีสามารถเก็บได้อัตโนมัติผลิตด้วยวัสดุพลาสติก

รูปแบบที่ 9 รูปทรงเหลี่ยมแบนเพื่อให้เรือต้านน้ำได้ดีผลิตด้วยวัสดุไม้อัดและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

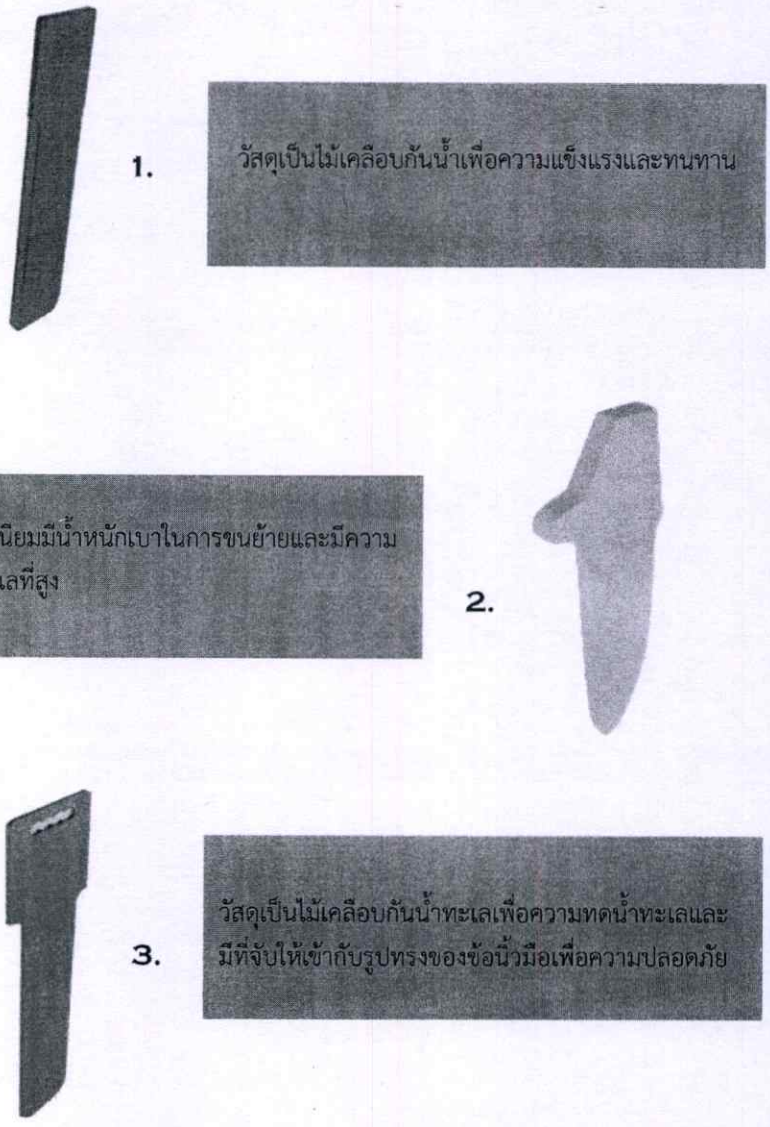
รูปแบบที่ 10 รูปทรงสี่เหลี่ยมเรียวเพื่อที่จะรับแรงกระแทกจากน้ำทะเลและมีรูเพื่อที่จะให้นิ่วสอดไปสำหรับดึงขึ้นได้ง่ายผลิตด้วยวัสดุไม้อัดและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

ตารางที่ 4.21 แสดงการวิเคราะห์คัดแคง(Centerboard) 10 รูปแบบโดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย

ข้อ	หลักการออกแบบ
1.	เล่นได้ทุกเพศทุกวัย
2.	ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น
3.	ขนย้ายสะดวก
4.	ราคาไม่สูงมาก
5.	มีความปลอดภัย
6.	น้ำหนักเบา
7.	ดูแลรักษาง่าย
8.	แข็งแรง
9.	มีความเร็ว
10.	แล่นง่าย
ข้อ	รูปแบบ Centerboard (ภาพร่าง)
1.	รูปแบบที่ 1
2.	รูปแบบที่ 2
3.	รูปแบบที่ 3
4.	รูปแบบที่ 4
5.	รูปแบบที่ 5
6.	รูปแบบที่ 6
7.	รูปแบบที่ 7
8.	รูปแบบที่ 8
9.	รูปแบบที่ 9
10.	รูปแบบที่ 10

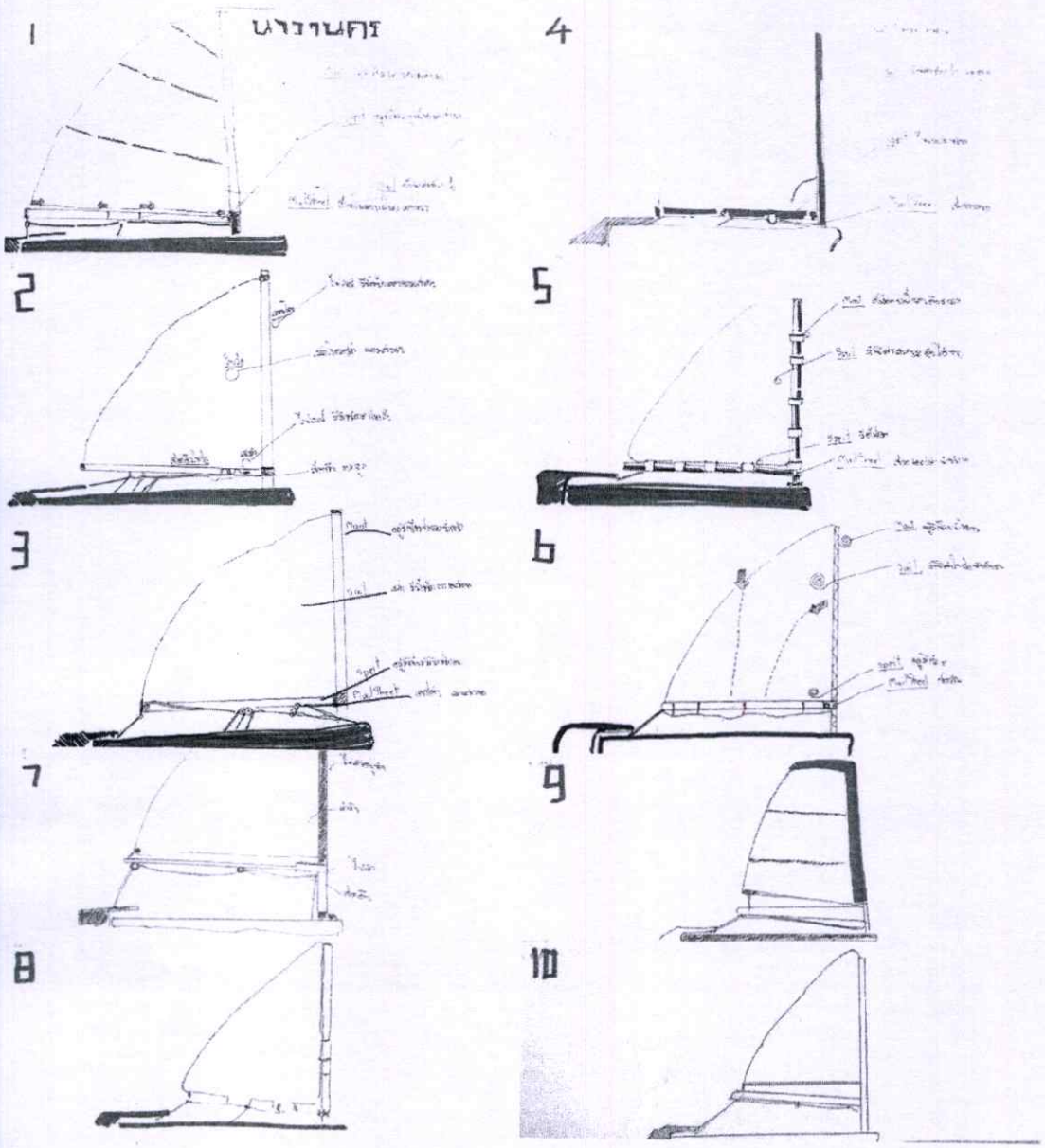


จากตารางที่ 4.21 พบว่า คัดแคง (Centerboard) ที่มีคะแนนมากที่สุดโดยอาศัยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ประกอบไปด้วยรูปแบบที่ 1,7,8 ซึ่งรูปแบบที่ได้จะนำผ่านการวิเคราะห์ และประเมินประสิทธิภาพ และความพึงพอใจต่อไป



ภาพที่ 4.20 แสดงแบบ 3D เรือใบประเภทดิงกี้ คัดแคง (Centerboard)
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

(5) เสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือ



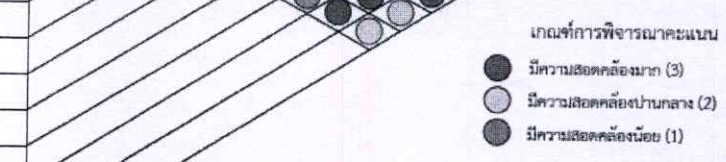
ภาพที่ 4.21 แสดงแบบร่างเรือใบประเภทดิงกี้ เสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือ
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

โดยแบบร่างจะใช้แนวคิด หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) จากการลงพื้นที่สอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นใบ ในสมาคมกีฬาเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ควรมีรูปแบบที่เบาและเก็บรักษาง่ายเพื่อสะดวกในการใช้งานและเดินทางอีกทั้งวัสดุควรหาได้ง่ายเพื่อประหยัดงบประมาณ เพื่อเข้าสู่การตัดทอนลดรูปแบบลง เพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดจากการออกแบบ โดยใช้วิธีวิเคราะห์โดยทฤษฎีการกระจาย หน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย ของ (มณฑลี ศาสนนันทน์. 2550 : 71)

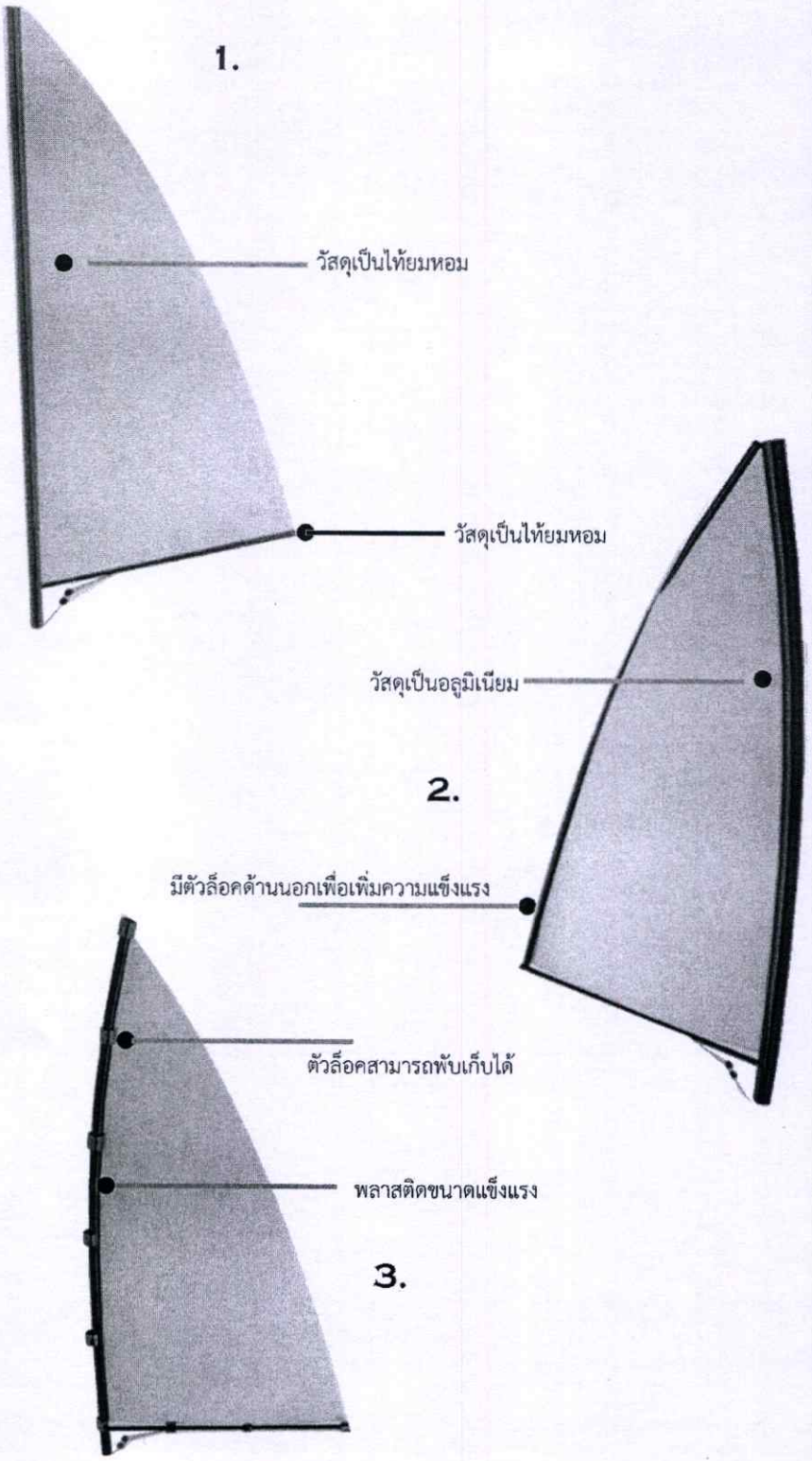
โดย เสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือ รูปทรงจะไม่มีความแตกต่างกันจะแตกตั้งกันที่ใบจิบและใบคู่โดยวัสดุหลักคืออลูมิเนียมอย่างดีที่มีความแข็งแรงและยืดหยุ่นที่สูงแต่ในประเทศไทยวัสดุชนิดนี้หาได้ยากโดยต้องทำการสั่งวัสดุหลักจากต่างประเทศ ทั้งผ้าตัดใบพิเศษเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานของเรือใบ

ตารางที่ 4.22 แสดงการวิเคราะห์เสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือ 10 รูปแบบโดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ วิศวกรรมย้อนรอย

ข้อ	หลักการออกแบบ
1.	เล่นได้ทุกเพศทุกวัย
2.	ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น
3.	ขนย้ายสะดวก
4.	ราคาไม่สูงมาก
5.	มีความปลอดภัย
6.	น้ำหนักเบา
7.	ดูแลรักษาง่าย
8.	แข็งแรง
9.	มีความเร็ว
10.	แล่นง่าย
ข้อ	**รูปแบบ ภาพร่าง**
1.	รูปแบบที่ 1
2.	รูปแบบที่ 2
3.	รูปแบบที่ 3
4.	รูปแบบที่ 4
5.	รูปแบบที่ 5
6.	รูปแบบที่ 6
7.	รูปแบบที่ 7
8.	รูปแบบที่ 8
9.	รูปแบบที่ 9
10.	รูปแบบที่ 10



จากตารางที่ 4.22 พบว่า เสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือที่มีคะแนนมากที่สุดโดยอาศัยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ประกอบไปด้วยรูปแบบที่ 3,5,9 ซึ่งรูปแบบที่ได้จะนำผ่านการวิเคราะห์ และประเมินประสิทธิภาพ และความพึงพอใจต่อไป



ภาพที่ 4.22 แสดงแบบ 3D เรือใบใบประเภทดิงกี้ เสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือ
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (3 มกราคม พ.ศ.2560)

นำรูปแบบที่ได้ผ่านการคัดเลือกจากการกระจายหน้าที่การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์ทำการพัฒนารูปแบบ Sketch Design ในรูปแบบของ 3D จำนวน 3 รูปแบบ โดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) มาใช้เป็นแนวคิด คือการวิเคราะห์ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ (Mission Requirements) การกำหนดขนาดและมิติของเรือ(Proportions & Preliminary Powering) และลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ (Lines & Body Plan) ผู้วิจัยจึงใช้แนวความคิดนี้มาประยุกต์ใช้การออกแบบ

4.2.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือใบที่มีต่อรูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้

ผลการวิเคราะห์รูปแบบของเรือใบประเภทดิงกี้ โดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) มาใช้เป็นแนวคิด จำนวน 3 รูปแบบ จากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือใบ จำนวน 6 คน โดยแบ่งเกณฑ์การพิจารณาออกเป็น 3 ด้านประกอบด้วย ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ การกำหนดขนาดและมิติของเรือ และลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พร้อมกับแปลผลข้อมูลด้วยการจัดลาดับค่าคะแนน

ตารางที่ 4.23 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือที่มีต่อรูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาตามหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ

รูปแบบที่ 1

ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ	(n = 6)		ระดับความคิดเห็น
	($\bar{x}$)	S.D.	
1.สามารถเล่นได้ทุกเพศทุกวัย	4.50	0.54	เหมาะสมระดับมาก
2.ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น	5.00	0.00	เหมาะสมระดับมากที่สุด
3.สามารถขนย้ายสะดวก	4.33	0.51	เหมาะสมระดับมาก
4.ราคาไม่สูง	2.66	0.51	เหมาะสมระดับน้อย
5.มีความปลอดภัย	4.33.	0.51	เหมาะสมระดับมาก
6.มีน้ำหนักเบา	2.50	1.04	เหมาะสมระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	**3.88**	**0.33**	**เหมาะสมระดับปานกลาง**

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ	(n = 6)		ระดับความคิดเห็น
	($\bar{x}$)	S.D.	
รูปแบบที่ 2			
ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ	**(n = 6)**		**ระดับความคิดเห็น**
	($\bar{x}$)	S.D.	
1.สามารถเล่นได้ทุกเพศทุกวัย	3.50	0.54	เหมาะสมระดับปานกลาง
2.ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น	2.66	0.81	เหมาะสมระดับน้อย
3.สามารถขนย้ายสะดวก	4.33	0.51	เหมาะสมระดับมาก
4.ราคาไม่สูง	2.33	0.51	เหมาะสมระดับน้อย
5.มีความปลอดภัย	3.33	0.51	เหมาะสมระดับปานกลาง
6.มีน้ำหนักเบา	3.33	0.51	เหมาะสมระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.41**	**0.12**	**เหมาะสมระดับปานกลาง**
รูปแบบที่ 3			
ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ	**(n = 6)**		**ระดับความคิดเห็น**
	($\bar{x}$)	S.D.	
1.สามารถเล่นได้ทุกเพศทุกวัย	3.33	0.51	เหมาะสมระดับปานกลาง
2.ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น	3.16	0.75	เหมาะสมระดับปานกลาง
3.สามารถขนย้ายสะดวก	3.16	1.32	เหมาะสมระดับปานกลาง
4.ราคาไม่สูง	3.83	0.98	เหมาะสมระดับปานกลาง
5.มีความปลอดภัย	3.83	0.98	เหมาะสมระดับปานกลาง
6.มีน้ำหนักเบา	3.33	0.51	เหมาะสมระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.44**	**0.31**	**เหมาะสมระดับปานกลาง**

จากตารางการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาตามหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือที่มีต่อรูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ พบว่ารูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ รูปแบบที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญให้ระดับความคิดเห็นเหมาะสมมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.88, S.D. = 0.33) ลำดับต่อมาคือรูปแบบที่ 3 ได้ระดับความคิดเห็นเหมาะสมมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.44, S.D. = 0.31) ลำดับต่อมารูปแบบที่ 2 ได้ระดับความคิดเห็นเหมาะสมมากมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 3.41 , S.D. = 0.12)

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือที่มีต่อรูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาตามหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) กำหนดขนาดและมิติของเรือ

รูปแบบที่ 1

กำหนดขนาดและมิติของเรือ	(n = 6)		ระดับความคิดเห็น
	$(\bar{x})$	S.D.	
1.มีขนาดที่เหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย	4.00	0.00	เหมาะสมระดับมาก
2.รับน้ำหนักได้ทุกขนาด	4.16	0.75	เหมาะสมระดับมาก
3.ขนาดที่สามรถขนย้ายได้	3.66	1.03	เหมาะสมระดับปานกลาง
4.ใช้วัสดุที่เหมาะสม	4.50	0.54	เหมาะสมระดับมาก
5.วัสดุมีความปลอดภัย	4.50	0.54	เหมาะสมระดับมาก
6.น้ำหนักของตัวเรือ	4.00	0.63	เหมาะสมระดับมาก
ค่าเฉลี่ย	**4.13**	**0.33**	**เหมาะสมระดับมาก**

รูปแบบที่ 2

กำหนดขนาดและมิติของเรือ	(n = 6)		ระดับความคิดเห็น
	$(\bar{x})$	S.D.	
1.มีขนาดที่เหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย	3.50	0.54	เหมาะสมระดับปานกลาง
2.รับน้ำหนักได้ทุกขนาด	3.50	1.37	เหมาะสมระดับปานกลาง
3.ขนาดที่สามรถขนย้ายได้	2.66	0.51	เหมาะสมระดับน้อย
4.ใช้วัสดุที่เหมาะสม	2.33	1.03	เหมาะสมระดับน้อย
5.วัสดุมีความปลอดภัย	2.50	1.04	เหมาะสมระดับน้อย
6.น้ำหนักของตัวเรือ	2.50	1.37	เหมาะสมระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	**2.83**	**0.38**	**เหมาะสมระดับน้อย**

รูปแบบที่ 3

กำหนดขนาดและมิติของเรือ	(n = 6)		ระดับความคิดเห็น
	$(\bar{x})$	S.D.	
1.มีขนาดที่เหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย	3.16	0.40	เหมาะสมระดับปานกลาง
2.รับน้ำหนักได้ทุกขนาด	2.83	1.47	เหมาะสมระดับน้อย
3.ขนาดที่สามรถขนย้ายได้	3.16	0.75	เหมาะสมระดับปานกลาง
4.ใช้วัสดุที่เหมาะสม	3.33	1.03	เหมาะสมระดับปานกลาง
5.วัสดุมีความปลอดภัย	2.83	0.75	เหมาะสมระดับน้อย
6.น้ำหนักของตัวเรือ	2.66	0.81	เหมาะสมระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	**3.00**	**0.35**	**เหมาะสมระดับปานกลาง**

จากตารางการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาตามหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) กำหนดขนาดและมิติของเรือ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือที่มีต่อรูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ พบว่ารูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ รูปแบบที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญให้ระดับความคิดเห็นเหมาะสมมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 4.13, S.D. = 0.33) ลำดับต่อมาคือรูปแบบที่ 3 ได้ระดับความคิดเห็นเหมาะสมมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.00, S.D. = 0.35) ลำดับต่อมารูปแบบที่ 2 ได้ระดับความคิดเห็นเหมาะสมมากมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 2.83 , S.D. = 0.38)

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือที่มีต่อรูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาตามหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) ลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ

รูปแบบที่ 1

ลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ	(n = 6)		ระดับความคิดเห็น
	($\bar{x}$)	S.D.	
1.รูปทรงที่เหมาะสม	3.16	0.40	เหมาะสมระดับปานกลาง
2.น้ำหนักที่เหมาะสม	3.66	0.51	เหมาะสมระดับปานกลาง
3.การต้านลมของตัวเรือ	3.83	0.75	เหมาะสมระดับปานกลาง
4.วัสดุที่ใช้	3.33	0.81	เหมาะสมระดับปานกลาง
5.ลักษณะการรับลม	3.83	0.40	เหมาะสมระดับปานกลาง
6.ลักษณะการบังคับ	3.16	0.98	เหมาะสมระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.50**	**0.23**	**เหมาะสมระดับปานกลาง**

รูปแบบที่ 2

ลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ	(n = 6)		ระดับความคิดเห็น
	($\bar{x}$)	S.D.	
1.รูปทรงที่เหมาะสม	2.50	0.83	เหมาะสมระดับน้อย
2.น้ำหนักที่เหมาะสม	2.50	0.54	เหมาะสมระดับน้อย
3.การต้านลมของตัวเรือ	2.50	0.83	เหมาะสมระดับน้อย
4.วัสดุที่ใช้	2.00	0.63	เหมาะสมระดับน้อย
5.ลักษณะการรับลม	2.50	0.83	เหมาะสมระดับน้อย
6.ลักษณะการบังคับ	2.50	0.54	เหมาะสมระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	**2.41**	**0.14**	**เหมาะสมระดับน้อย**

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

รูปแบบที่ 3

ลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ	(n = 6)		ระดับความคิดเห็น
	($\bar{x}$)	S.D.	
1.รูปทรงที่เหมาะสม	2.50	1.04	เหมาะสมระดับน้อย
2.น้ำหนักที่เหมาะสม	2.83	1.47	เหมาะสมระดับน้อย
3.การต้านลมของตัวเรือ	3.00	1.26	เหมาะสมระดับปานกลาง
4.วัสดุที่ใช้	3.00	1.09	เหมาะสมระดับปานกลาง
5.ลักษณะการรับลม	2.00	1.26	เหมาะสมระดับน้อย
6.ลักษณะการบังคับ	2.50	0.83	เหมาะสมระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	**2.63**	**0.21**	**เหมาะสมระดับน้อย**

จากตารางการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นโดยใช้เกณฑ์การพิจารณาตามหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) ลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือที่มีต่อรูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ พบว่ารูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ รูปแบบที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญให้ระดับความคิดเห็นเหมาะสมมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.50, S.D. = 0.23) ลำดับต่อมาคือรูปแบบที่ 3 ได้ระดับความคิดเห็นเหมาะสมมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 2.63, S.D. = 0.21) ลำดับต่อมารูปแบบที่ 2 ได้ระดับความคิดเห็นเหมาะสมมากมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 2.41 , S.D. = 0.14)

โดยเรือใบประเภทดิงกี้ที่ผู้วิจัยได้สรุปจากการสอบถามและเลือกแบบจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญเลือกคือรูปแบบที่ 1

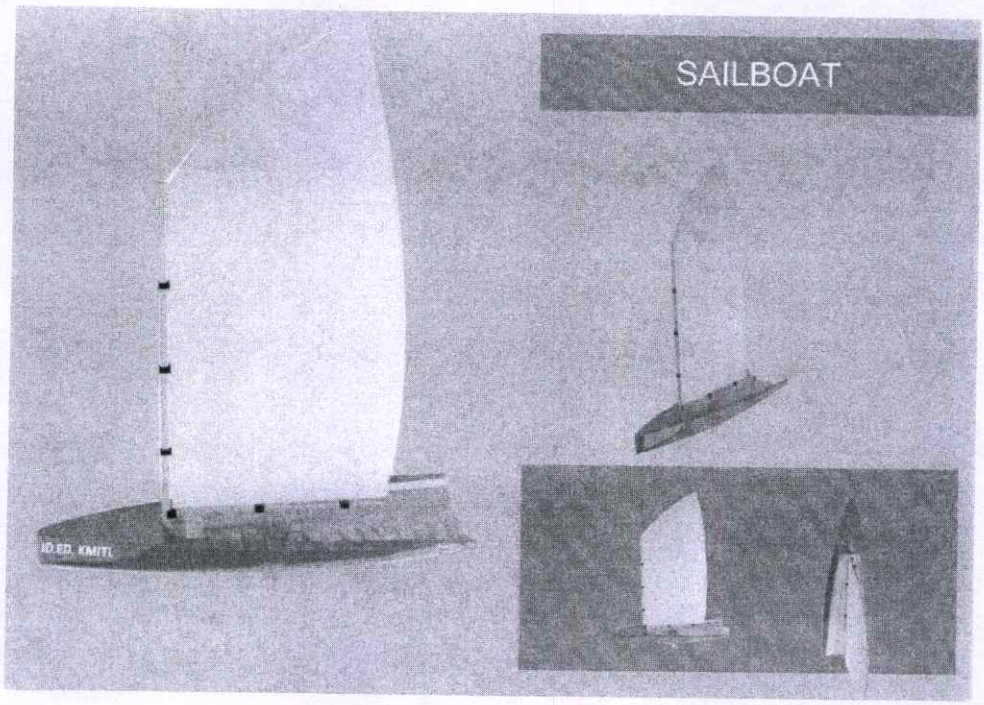
ลำตัวเรือ (hull) รูปทรงลำตัวเรือที่แบนในส่วนของท้ายเรือและมีความแหลมในส่วนของหัวเรือโดยท้ายเรือแบนเพื่อให้ตัวเรือทรงตัวได้ดีมีความปลอดภัยสูงเมื่อโดยกระทำโดยคลื่นทะเลและหัวเหลียวแหลมเพื่อให้มีความเร็วเมื่ออยู่ในท้องทะเล และวัสดุที่ใช้ไม้คืออัดวัสดุหลักและเคลือด้วยไฟเบอร์กลาสซึ่งมีราคาที่ถูกและสามารถหาได้ภายในประเทศ

พังงา (Tiller) รูปทรง รูปทรงยาวขนาดใหญ่กว่ามือเพื่อให้ผู้จับสามารถจับได้ทั้ง 2 มือมีความปลอดภัย ผลิตด้วยวัสดุเป็นไม้มีราคาถูกเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความทนต่อการกัดของน้ำทะเล

หางเสือ (Rudder) แยกเป็น 2 ชิ้น ชิ้นที่ 1 ตัวติดกับลำตัวเรือส่วนชิ้นที่ 2 เป็นตัวยื่นลงทะเลโดยลักษณะแบนและบางเพื่อให้มีน้ำหนักที่เบาและสามารถเคลื่อนที่ในทะเลได้วัสดุผลิตด้วยไม้อัดนำมาเพาะและเคลือบด้วยเรซิ่นเพื่อให้มีความแข็งแรงของวัสดุ

คัดแคง (Centerboard) รูปทรงสี่เหลี่ยมเรียวเพื่อที่จะรับแรงกระแทกจากน้ำทะเลและมีรูเพื่อที่จะล็อคไม้ให้เคลื่อนที่สำหรับดึงขึ้นได้ง่ายผลิตด้วยวัสดุไม้อัดและเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อให้มีความแข็งแรง

4.2.2. อุปกรณ์และวิธีการ



ภาพที่ 4.23 รูปสามมิติเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (20 มกราคม พ.ศ.2560)

4.2.2.1 รายละเอียดเรือใบประเภทดิงกี้

4.2.2.1.1 เรือใบดิงกี้

เรือใบราคาถูก สมรรถนะสูงทุกสภาพอากาศ, ควบคุมง่าย,และเหมาะแก่ผู้แล่นทุกเพศทุกวัย และเพื่อสันทนาการ

- ความยาว 4.36 เมตร
- ความกว้าง 1.50 เมตร
- น้ำหนัก 300 กิโลกรัม (โดยประมาณ)

4.2.2.1.2 โครงสร้าง

- ไม้อัดขนาด 6 และ 10 มม. เสริมความแข็งแรงด้วยใยแก้วและไฟเบอร์กลาส
- Dagger board ความกว้าง 40 มม.ยาว 90 มม.

4.2.2.1.3 วัสดุที่ใช้สร้างเรือใบดิงกี้

1. ไม้เปลือกเรือ ใช้ไม้อัดไทยบางหนา ขนาด 6 – 10 มม.
2. ไม้ฝากั้นหัว,หัวกลาง, ฝากั้นท้าย ใช้ไม้อัดขนาด 6 มม. เสริมความแข็งแรงด้วยใยแก้วและไฟเบอร์กลาส
3. แดกเกอร์บอร์ด ใบหางเสือ กะโหลกหางเสือ ใช้ไม้อัดขนาด 10 มม. เสริมความแข็งแรงด้วยใยแก้วและไฟไฟเบอร์กลาส
4. ก้านหางเสือ ใช้ไม้สักแปรรูป
5. เต้าสามมุมล่าง ใช้ไม้อัดขนาด 10 มม.เสริมความแข็งแรงด้วยใยแก้วและไฟไฟเบอร์กลาส

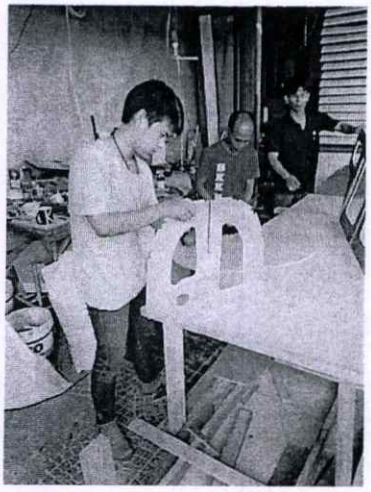
6. บูมและเสา ใช้อลูมิเนียมพิเศษ

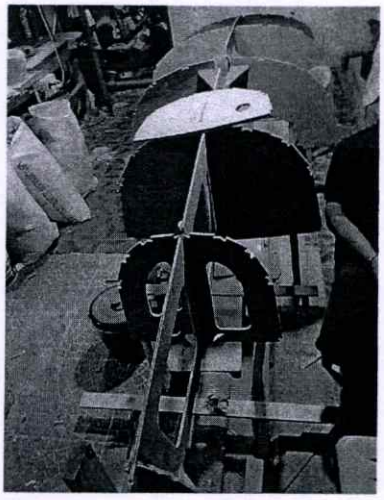
7. ไม้ดาดฟ้า ไม้เคร่าหัวเสา - ท้ายเรือ ใช้ไม้อัดขนาด 10 มม.เสริมความแข็งแรงด้วยใยแก้วและไฟไฟเบอร์กลาส

4.2.2.2 ขั้นตอนการสร้างเรือใบประเภทดิงกี้

นำไม้อัดขนาด 6 มม. จำนวน 6 แผ่น และ 10 มม. จำนวน 4 แผ่น มาตัดเครื่อง CNC หรือตัดโดยเลื่อยจิ๊กซอว์ (Jigsaw) ตัดขนากตามรูปทรงที่กำหนดไว้

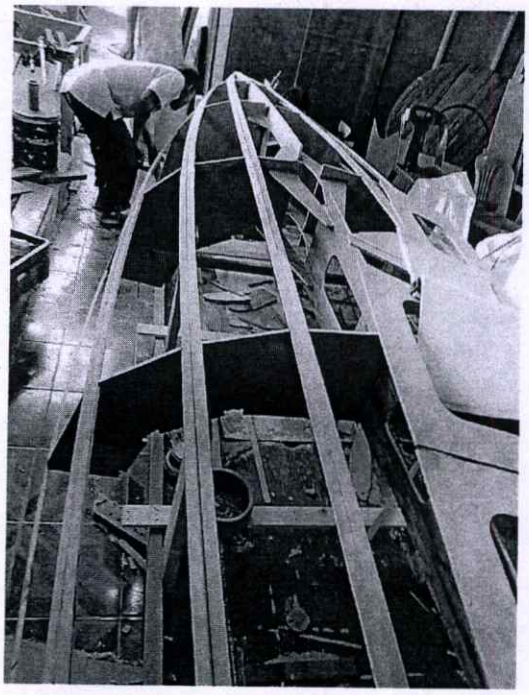
ประกอบ โครงกระดูกเรือใบที่ทำการตัด CNC โดยในส่วนของโครงกระดูกใช้ไม้อัดขนาด 10 มม. เพื่อความแข็งแรงของเรือใบ





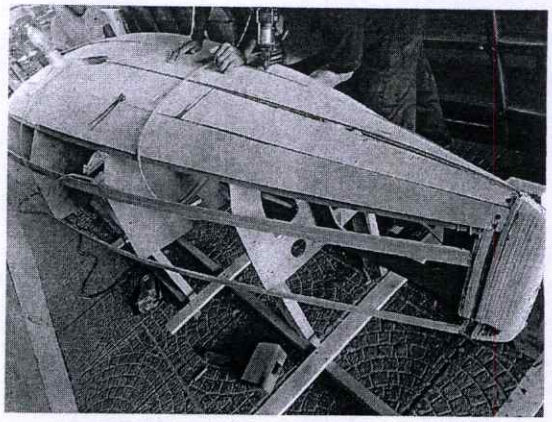
ภาพที่ 4.24 แสดงการประกอบโครงกระดูกเรือ
โดย : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)

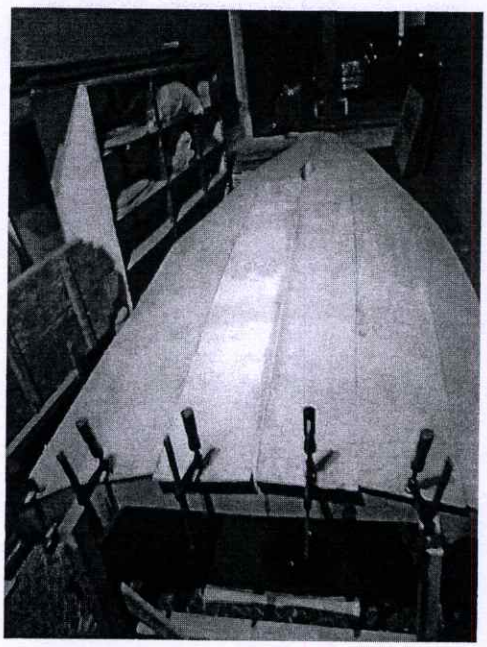
นำไม้อัดขนาด 10 มม. ตัดขนาดความยาวเท่าตัวเรือมาประกอบระหว่างส่วนเรือและโครงกระดูกเรือและนำกาวผงชนิดผสมน้ำมาทารอบตัวโครงเรือเพื่อให้ตัวเรือมีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4.25 แสดงการติดกระดูกเรือและนำกาวผงชนิดผสมน้ำมาทารอบ
โดย : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)

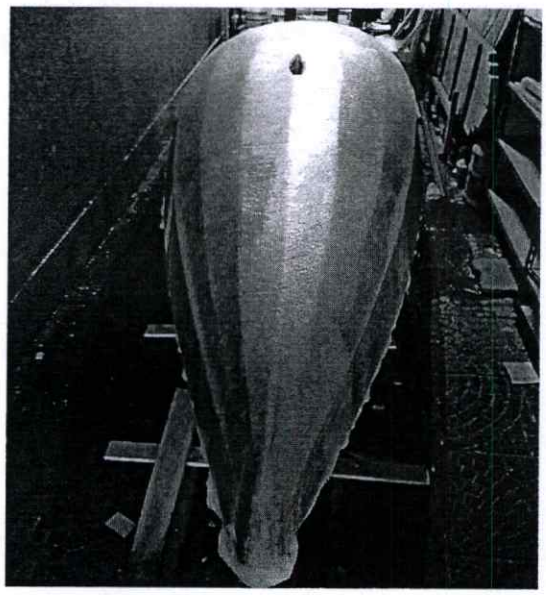
เมื่อยึดโครงสร้างเรือและติดกาวจนแข็งแรงแล้วนำไม้อัด ขนาด 6 มม.ที่ทำการตัดตามขนาดมาปิดท้องเรือและยึดด้วยตะปูลมและทาผงทัมคัมผสมเรซิ่นตัวทำแข็งลงไปอุดช่องว่างเพื่อความแข่งแรง





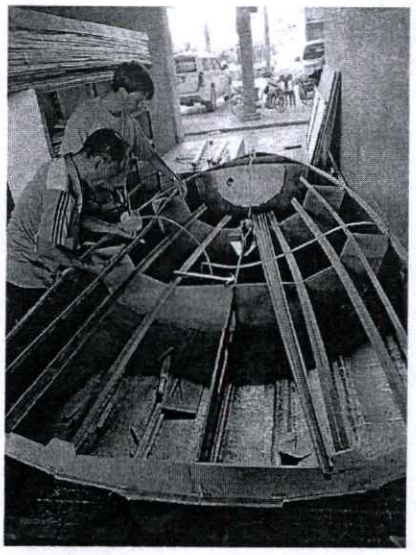
ภาพที่ 4.26 แสดงการปิดท้องเรือ
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)

เมื่อทำการปิดท้องเรือเสร็จแล้วก็ทำการเคลือบด้วยใยแล้วและไฟเบอร์กลาสเพื่อเป็นการปิดผิวเมือเพื่อป้องกันท้องเรือเสียหายเวลาไปลงแล่นในน้ำ



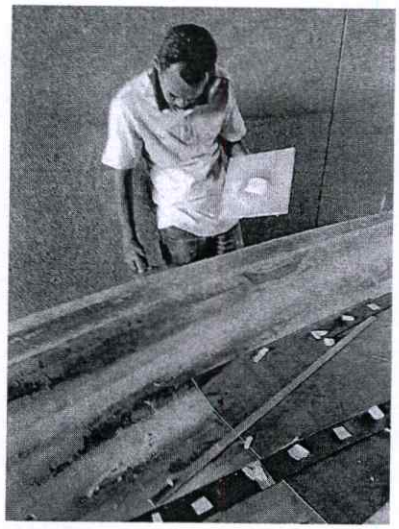
ภาพที่ 4.27 แสดงการเคลือบด้วยใยแล้วและไฟเบอร์กลาส
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)

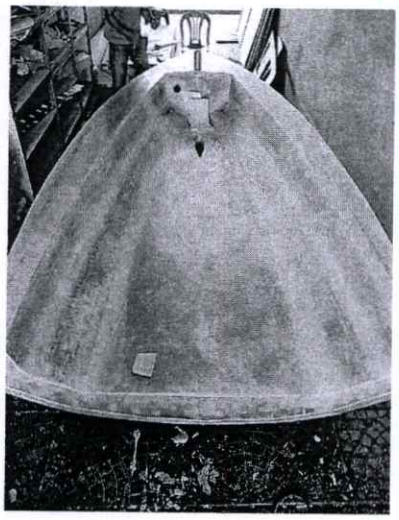
ทำการหงายเรือขึ้นเพื่อมาทำในส่วนของดาดฟ้าเรือด้วยการยิงไม้อัดขนาด 10 มม. และปิดดาฟ้าเรือด้วยไม้อัดขนาด 6 มม.และลงกาวใยแล้วและไฟเบอร์กลาสเพื่อเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้าในตัวเรือ



ภาพที่ 4.28 แสดงการดาดฟ้าเรือ
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)

เมื่อทำการปิดดาดฟ้าเรือเสร็จแล้วก็ทำการเก็บขอบและและรอบต่างๆด้วยสีโป้วรถยนต์และผงทัมคัมเพื่อให้เรือมีความสวยงาม

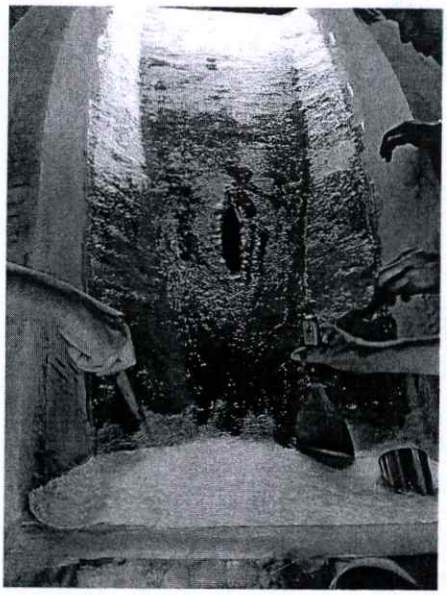




ภาพที่ 4.29 แสดงการด้วยสีโป้วรถยนต์และผงทัมคัมเพื่อให้เรือมีความสวยงาม

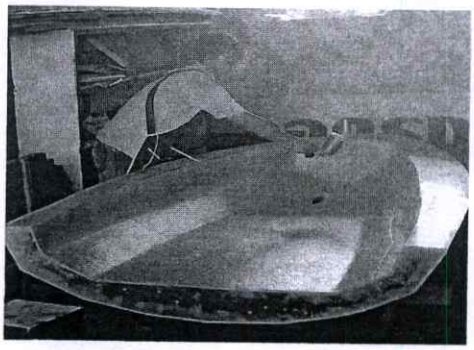
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)

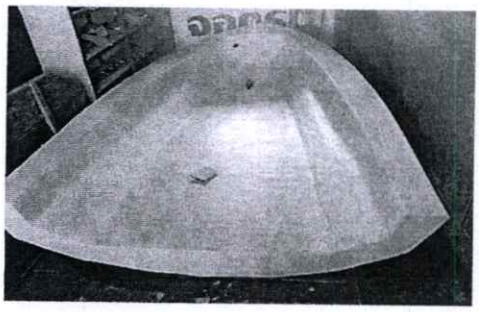
เมื่อทำการปิดดาดฟ้าเรือเสร็จแล้วก็ทำการเคลือบด้วยใยแล้วและไฟเบอร์กลาสเพื่อเป็นการปิดผิวเมือเพื่อป้องกันเรือเสียหายเวลาไปลงแล่นในน้ำ



ภาพที่ 4.30 แสดงการเคลือบด้วยใยแล้วและไฟเบอร์กลาส
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)

ทำการขัดเรือด้วยกระดาษทรายน้ำเพื่อให้พื้นของดาดฟ้าเรือมีความเรียบมันดูสวยงามและพ้นสีรองพื้นด้วยสีขาว

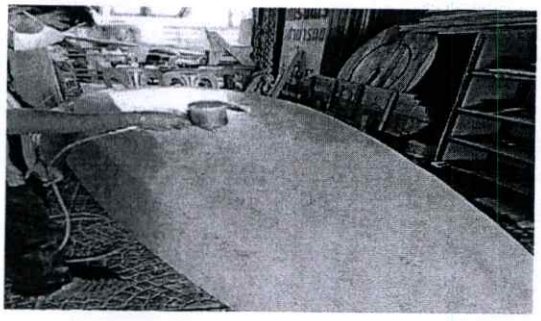




ภาพที่ 4.31 แสดงการพ้นสีรองพื้น

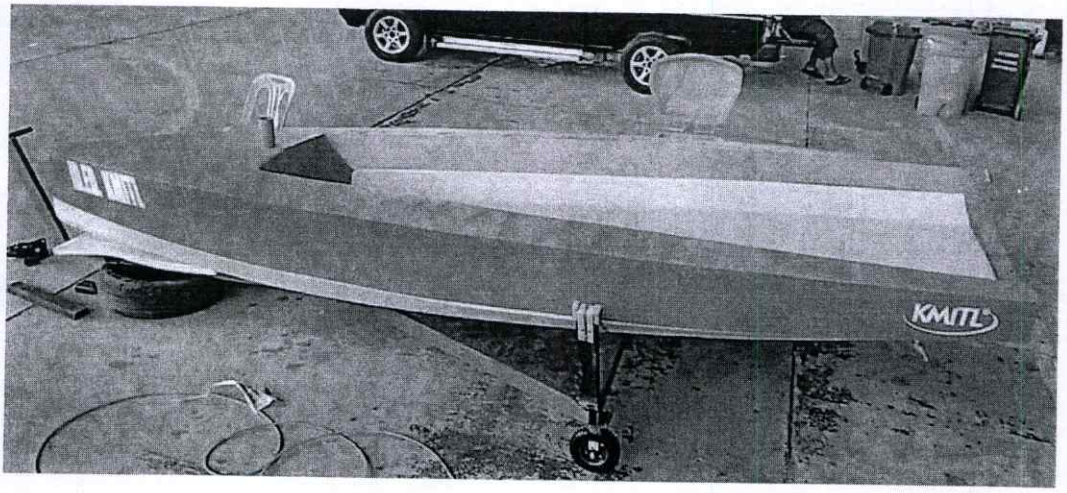
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)

ทำการคว่ำตัวเรือเพื่อโป้วและพ้นสีใต้ท้องเรือเพื่อให้มีความสวยงามและปลอดภัย



ภาพที่ 4.32 แสดงการพ้นสีรองพื้น

โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)

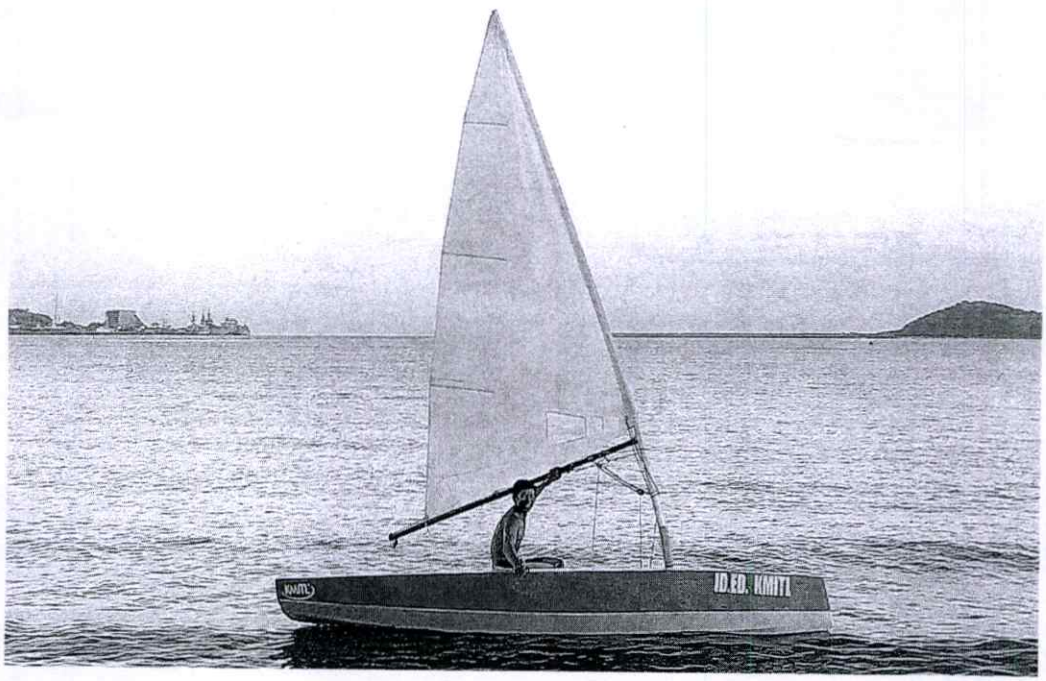


ภาพที่ 4.33 แสดงการพ้นสี

โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)

ภาพที่ 4.34 นำเรือลงทะเล

โดย : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (6 พฤษภาคม พ.ศ.2560)



ภาพที่ 4.35 นำเรือลงทะเล

โดย : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (6 พฤษภาคม พ.ศ.2560)

4.2.2.3 รายการวัสดุในการสร้างเรือใบประเภทดิงกี้ จำนวน 1 ลำ

ตารางที่ 4.26 รายการวัสดุในการสร้างเรือใบ

ลำดับที่	รายการ	หน่วยนับ	จำนวน	ราคา (บาท)
1	ไม้อัดขนาด 6 มม.	แผ่น	6	340
2	ไม้อัดขนาด 10 มม.	แผ่น	10	370
3	วานิช EPOXY	ชุด/แกลลอน	2	1200
4	สีเพนการ์ด EPOXY	ชุด/แกลลอน	2	1500
5	สีรองพื้น HB	ชุด	3	950
6	สีโป้วเหลือง	ชุด/แกลลอน	2	150
7	ทินเนอร์ NO.17	แกลลอน	2	741
8	ทินเนอร์แลกเกอร์	แกลลอน	4	390
9	ผ้าทราย NO.1	โหล	3	360
10	ผ้าทราย NO.2	โหล	3	440
11	กระดาษทรายน้ำ NO.220	โหล	1	192
12	กระดาษทรายน้ำ NO.320	โหล	1	120
13	กระดาษกาวนิโต้	ห่อ	2	200
14	ยูนิเทน B52 ภายนอก	แกลลอน	1	820
15	น้ำมันผสมนูนิเทน	แกลลอน	1	480
16	แชลแลกเกล็ดเหลือง	กิโลกลัม	1	189
17	แอลกกอฮอล์	ปี๊ป	0.5	450
18	กระดาษทราย NO.1	โหล	1	120
19	กระดาษทราย NO.2	โหล	1	150
20	กาวอาราไดท์ 3-5 กก.	ชุด/แกลลอน	0.5	225
21	กระดาษทรายกลม	แผ่น	2	10
22	ตะปูบอล	กล่อง	2	100
23	โพลีเอสเตอร์เรซิ่น 220 อี	กิโลกลัม	15	95
24	เอ็กเซเลอเรเตอร์	กิโลกลัม	1	150
25	แคททาลีสต์	กิโลกลัม	1	100
26	โมโนสไตรีน	กิโลกลัม	2	100
27	อาซีโตน	กิโลกลัม	10	100
28	ผงทัมคัม	กิโลกลัม	2	100

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	หน่วยนับ	จำนวน	ราคา
29	ผ้าใยแก้ว เบอร์ 120	เมตร	10	120
30	แปลงทาสีงานไฟเบอร์	อัน	2	250
31	ลูกกลิ้งงานไฟเบอร์	ชุด	1	250
32	กระดาษทรายกลม	แผ่น	1	15
33	กระดาษทรายม้วน	เมตร	6	15
34	น๊อตสเตนเลสขนาด 3 นิ้ว	ชุด	20	150
35	ตะปูใส่เครื่องยิงลม	กล่อง	5	200
36	กาวผง ROCKWOOD	กิโลกลัม	10	650
รวมราคาค่าวัสดุทั้งหมด				38,608.0

4.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้

4.3.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้

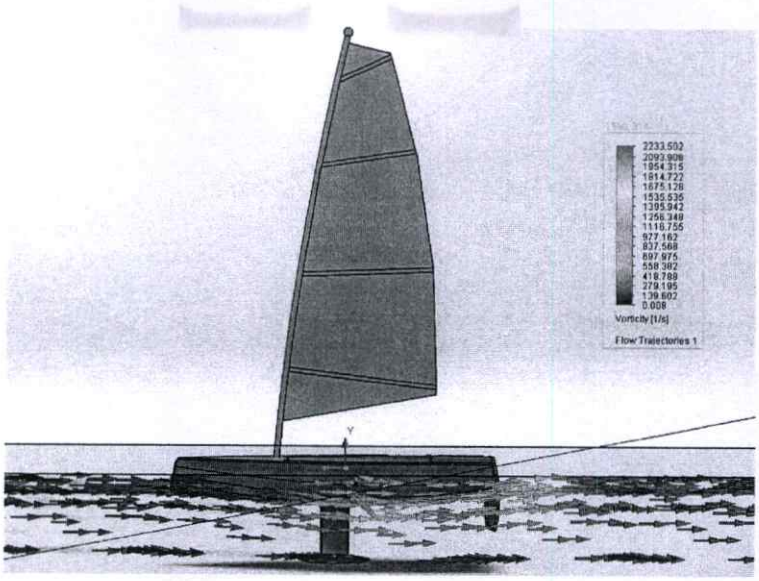
ผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินประสิทธิภาพออกเป็น 2 วิธี

วิธีที่ 1 ใช้ SIMULATION เข้ามาช่วยในการประเมินประสิทธิภาพ

4.3.1.1 การคำนวณคุณลักษณะของเรือใบโดยอาศัยการจำลองทางพลศาสตร์

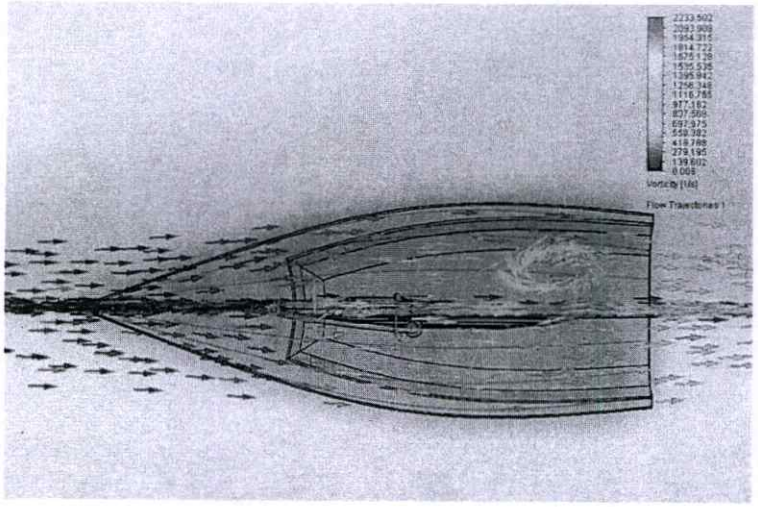
ลักษณะการกางใบที่ดีของเรือใบขึ้นอยู่กับความสมดุลของแรงทางพลศาสตร์อากาศและแรงทางพลศาสตร์ทางน้ำที่กระทำกับตัวเรือและใบเรือการตั้งใบเรือนั่นคือการกำหนดทิศทางของใบรูปร่างของใบและระยะห่างระหว่างปีกหรือใบเรือทั้งสองควรจะปรับมุมตั้งรับลมที่พัดเข้ามาเพื่อพลักให้เรือใบไปถึงจุดหมายปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด โดยได้นำเสนอผลการคำนวณแรงทางพลศาสตร์อากาศ, คุณลักษณะของอากาศที่ไหลรอบ ๆ ใบเรือทั้งสองและแรงปฏิกิริยาทางพลศาสตร์อากาศระหว่างใบเรือทั้งสองด้วยการใช้ SIMULATION เข้ามาช่วยในการคำนวณ

4.3.1.1.1 แบบจำลองพลศาสตร์การไหลของน้ำ Flow Simulation water



ภาพที่ 4.36 แบบจำลองพลศาสตร์การไหลของน้ำ Flow Simulation water
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (10 มีนาคม พ.ศ.2560)

เสาเรือและคานใบเรือไม่เกิดการเสียรูปหรือผิด เรือและระบบใบเรือไม่ลาดเอียงแต่ตั้งตรงขึ้น พื้นผิวของใบเรือไม่ผิดรูป



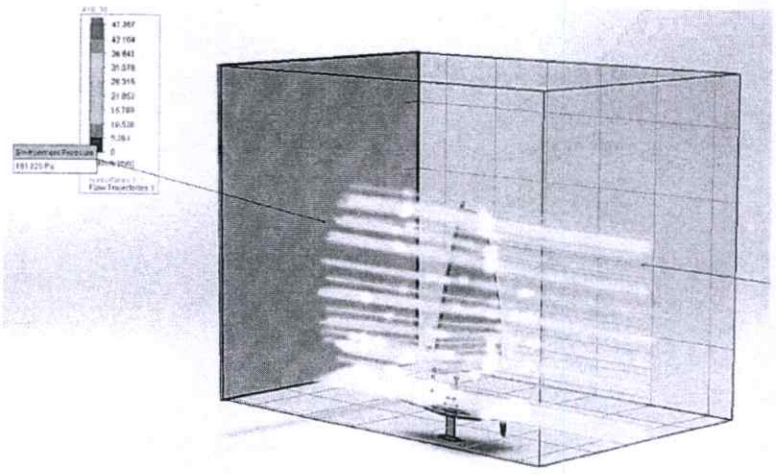
ภาพที่ 4.37 แบบจำลองพลศาสตร์การไหลของน้ำ Flow Simulation water
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (10 มีนาคม พ.ศ.2560

4.3.1.1.1.2 ผลและการวิเคราะห์ผลพลศาสตร์การไหลของน้ำ Flow Simulation water

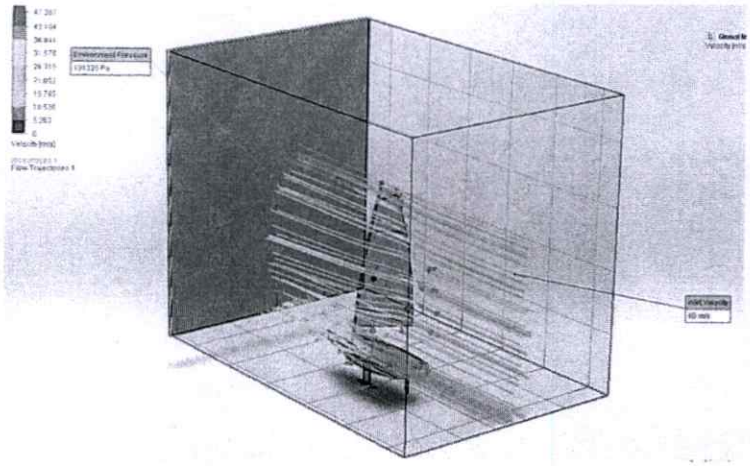
จากผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรม SIMULATION และผลการหาค่าความเครียด (strain) และความเค้น (stress) โดยคำตอบจะใช้วิเคราะห์ การหาความเค้นสูงสุด โดยพิจารณาเกณฑ์ความ

เสียหาย โดยเปรียบค่า Velocity เป็นค่าความเสียหายของตัวเรือโดยการคำนวณแล้วพบว่า เรือใบดิงกี้ที่ได้ทำการทดสอบพลศาสตร์การไหลของน้ำนั่นอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อความเสียหายที่เกิดจากแรงของน้ำได้ดี

4.3.1.1.2 แบบจำลองพลศาสตร์การไหลของอากาศ Flow Simulation Air



ภาพที่ 4.38 แบบจำลองพลศาสตร์การไหลของอากาศ Flow Simulation Air
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (10 มีนาคม พ.ศ.2560)



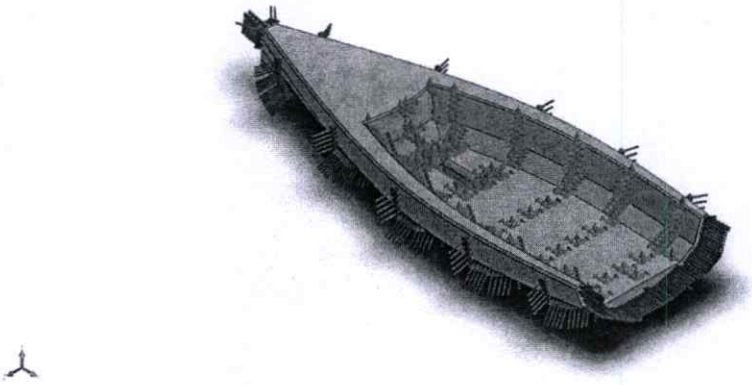
ภาพที่ 4.39 แบบจำลองพลศาสตร์การไหลของอากาศ Flow Simulation Air
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (10 มีนาคม พ.ศ.2560)

4.3.1.1.2.1 ผลและการวิเคราะห์ผลพลศาสตร์ไหลของอากาศ Flow Simulation Air

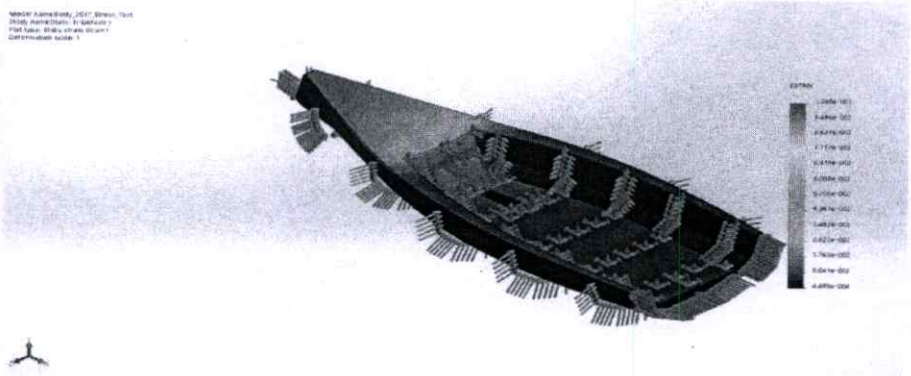
จากผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Simulation Air และผลการหาค่าการไหลของอากาศผ่านตัวเรือโดยกำหนดค่าความเร็วของลมอยู่ที่ 11 – 21 นอต หรือ 20.8 -28.8 กม/ชม. ลมปานกลาง 4 มาตราโบฟอร์ด คลื่นขนาดเล็กใหญ่ขึ้น และเป็นฟองขาวมากขึ้น ซึ่งจากการทดสอบลักษณะของตัว

เรือไม่ได้รับความอันตรายเรือยังคงที่และไม่เกิดการพลิกคว่ำดังนั่นจึงแสดงให้เห็นว่าเรือมีคามปลอดภัย

4.3.1.1.3 แบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้ Body Stress



ภาพที่ 4.40 แบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้ Body Stress
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (10 มีนาคม พ.ศ.2560)



ภาพที่ 4.41 แบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้ Body Stress
โดย : ศตวรรษ นาคศรีสุข (10 มีนาคม พ.ศ.2560)

4.3.1.1.4 ผลและการวิเคราะห์แบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้ Body Stress

ตารางที่ 4.27 ผลและการวิเคราะห์แบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้ Body Stress

Model Reference	Properties
	Name: TORZEN U4820L NC01 Resin **Model type**:Linear Elastic Isotropic **Default failure criterion**: Max von Mises Stress **Yield strength**:8.2e+007 N/m^2 **Elastic modulus**:3.2e+009 N/m^2 **Poisson's ratio**:0.39 **Mass density**: 1140 kg/m^3 **Shear modulus**:1.15108e+009 N/m^3

จากผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรม SIMULATION โดยแบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้วัสดุไม้อัดเป็นวัสดุหลักและมีใยแก้วไฟเบอร์กลาสโดยค่าการหาประกอบ การรับน้ำหนัก ความยืดหยุ่น ความหนาแน่นมวล อยู่ที่ การรับน้ำหนักอยู่ที่ :8.2e+007 N/m2 ความยืดหยุ่น อยู่ที่ 3.2e+009 N/m2 ความหนาแน่นอยู่ที่ 0.39 ความหนาแน่นมวลอยู่ที่ 1140 kg/m3

วิธีที่ 2 ประเมินประสิทธิภาพของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือโดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process)ของ (Ronald K. Kiss Ship) จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ จำนวน 3 คน

4.3.2 ผลการวิเคราะห์เพื่อประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ

ผลการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือโดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ จำนวน 3 คน โดยแบ่งเกณฑ์การพิจารณาออกเป็น 4 นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พร้อมกับแปลผลข้อมูลด้วยการจัดลาดับค่าคะแนน

ตารางที่ 4.28 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือโดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) คุณสมบัติความปลอดภัยของเรือในการกำหนดตำแหน่ง (FloodableLength & Freeboard)

ความปลอดภัยของเรือ	(n = 3)		ระดับความคิดเห็น
	$(\bar{x})$	S.D.	
1. ตำแหน่งผนังเรือ	3.33	0.57	เหมาะสมปานกลาง
2. ระดับความสูงของผนังเรือ	3.00	0.00	เหมาะสมปานกลาง
3. ตำแหน่งของกราบเรือ	3.00	1.00	เหมาะสมปานกลาง
4. ระดับความสูงของกราบเรือ	3.00	1.00	เหมาะสมปานกลาง
5. การป้องกันน้ำเข้าตัวเรือ	4.33	0.57	เหมาะสมมาก
6. ความเสียหายเมื่อน้ำเข้าตัวเรือ	3.00	1.00	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.27**	**0.39**	**เหมาะสมปานกลาง**

จากตารางวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือโดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) คุณสมบัติความปลอดภัยของเรือในการกำหนดตำแหน่ง (FloodableLength & Freeboard) พบว่ามีมีความพึงพอใจระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.27 , S.D. = 0.39)

ตารางที่ 4.29 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือโดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) กำหนดขนาดของโครงสร้าง ความแข็งแรง (Structure)

โครงสร้างความแข็งแรง	(n = 3)		ระดับความคิดเห็น
	$(\bar{x})$	S.D.	
1. โครงสร้างของเรือรับคลื่นลมได้	3.66	0.57	เหมาะสมปานกลาง
2. โครงสร้างของเรือรับแรงกระแทก	2.66	1.15	เหมาะสมน้อย
3. โครงสร้างของเรือสามารถรับน้ำหนักได้	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
4. โครงสร้างของเรือมีขนาดที่เหมาะสม	3.00	0.00	เหมาะสมปานกลาง
5. โครงสร้างของอุปกรณ์เรือ	4.66	0.57	เหมาะสมมาก
6. โครงสร้างของวัสดุที่ใช้	3.66	1.52	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.61**	**0.61**	**เหมาะสมปานกลาง**

จากตารางผลการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือโดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) กำหนดขนาดของโครงสร้าง ความแข็งแรง (Structure) พบว่ามีความพึงพอใจระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.61 , S.D. = 0.61)

ตารางที่ 4.30 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือโดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) การคำนวณตรวจสอบ ขีดความสามารถการทรงตัวของเรือ (Capacity Trim & Intact Stability)

ความสามารถการทรงตัวของเรือ	(n = 3)		ระดับความคิดเห็น
	($\bar{x}$)	S.D.	
1. โครงสร้างของเรือรับคลื่นลมได้	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
2. โครงสร้างของเรือรับแรงกระแทก	3.33	0.57	เหมาะสมปานกลาง
3. โครงสร้างของเรือสามารถรับน้ำหนักได้	2.66	1.15	เหมาะสมน้อย
4. โครงสร้างของเรือมีขนาดที่เหมาะสม	3.00	1.00	เหมาะสมปานกลาง
5. โครงสร้างของอุปกรณ์เรือ	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
6. โครงสร้างของวัสดุที่ใช้	3.00	1.00	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.33**	**0.57**	**เหมาะสมปานกลาง**

จากตารางผลการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือโดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) การคำนวณตรวจสอบ ขีดความสามารถการทรงตัวของเรือ (Capacity Trim & Intact Stability) พบว่ามีความพึงพอใจระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.33 , S.D. = 0.57)

ตารางที่ 4.31 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือโดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) การประมาณราคาของตัวเรือ (Cost Estimation)

การประมาณราคาของตัวเรือ	(n = 3)		ระดับความคิดเห็น
	($\bar{x}$)	S.D.	
1. ลำตัวเรือ	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
2. อุปกรณ์เรือ	2.00	0.00	เหมาะสมระดับน้อย
3. การขนย้ายเรือ	2.33	0.57	เหมาะสมระดับน้อย
4. วัสดุที่ใช้	4.66	0.57	เหมาะสมมาก
5. การทดสอบและทดลอง	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
6. การตรวจสอบคุณภาพ	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	**3.50**	**0.29**	**เหมาะสมปานกลาง**

จากตารางผลการประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือโดยนำหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) ประมาณราคาของตัวเรือ (Cost Estimation) พบว่ามีความพึงพอใจระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.50 , S.D. = 0.29)

4.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

4.4.1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว จำนวน 30 คน โดยแบ่งเกณฑ์การพิจารณาออกเป็น 6 ด้านประกอบด้วย รูปแบบการผลิต การส่งเสริมการตลาด คุณค่าผู้บริโภค ต้นทุนต่อผู้บริโภค ความสะดวกสบาย การสื่อสารนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พร้อมกับแปลผลข้อมูลด้วยการจัดลาดับค่าคะแนน

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว รูปแบบการผลิต (Product)

รูปแบบการผลิตเรือใบ	(n = 30)		ระดับความคิดเห็น
	$(\bar{x})$	S.D.	
1. ด้านความเหมาะสมในการแล่น	3.33	1.15	เหมาะสมปานกลาง
2. ด้านการประยุกต์ใช้วัสดุในการออกแบบ	3.30	1.08	เหมาะสมปานกลาง
3. ด้านความเหมาะสมในกระบวนการผลิต	4..56	0.56	เหมาะสมมาก
4. ด้านความสวยงาม	4.10	0.71	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	**3.82**	**0.28**	**เหมาะสมปานกลาง**

จากตารางผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว รูปแบบการผลิต (Product) พบว่ามีความพึงพอใจระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.82 , S.D. = 0.28)

ตารางที่ 4.33 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้วจากผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ การส่งเสริมการตลาด (Promotion)

การส่งเสริมการตลาด	(n = 30)		ระดับความคิดเห็น
	$(\bar{x})$	S.D.	
1. ด้านความเหมาะสมในการแล่น	3.96	0.66	เหมาะสมปานกลาง
2. ด้านการประยุกต์ใช้วัสดุในการออกแบบ	4.13	0.81	เหมาะสมมาก
3. ด้านความเหมาะสมในกระบวนการผลิต	4.40	0.77	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	**4.16**	**0.07**	**เหมาะสมมาก**

จากตารางผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว จากผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ การส่งเสริมการตลาด (Promotion) พบว่าความพึงพอใจระดับมาก ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 4.16 , S.D. = 0.07)

ตารางที่ 4.34 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว คุณค่าผู้บริโภค (Customer Value)

คุณค่าผู้แล่นเรือใบ	(n = 30)		ระดับความคิดเห็น
	($\bar{x}$)	S.D.	
1. ด้านความสวยงามของเรือใบ	3.90	0.60	เหมาะสมปานกลาง
2. ด้านคุณค่าของการใช้วัสดุ ของเรือใบ	3.83	0.98	เหมาะสมปานกลาง
3. ภาพลักษณ์เรือใบเหมาะสมกับผู้แล่นทุกเพศทุกวัย	4.26	0.86	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	**4.00**	**0.19**	**เหมาะสมมาก**

จากตารางผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว คุณค่าผู้บริโภค (Customer Value) พบว่าความพึงพอใจอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 4.00, S.D. = 0.19)

ตารางที่ 4.35 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว ต้นทุนต่อผู้บริโภค (Cost to the Customer)

ต้นทุนต่อผู้แล่นเรือใบ	(n = 30)		ระดับความคิดเห็น
	($\bar{x}$)	S.D.	
1. ความเหมาะสมของราคาเรือใบ	3.63	1.06	เหมาะสมปานกลาง
2. ความเหมาะสมของราคาวัสดุที่ใช้	4.00	0.78	เหมาะสมมาก
3. ความเหมาะสมของการเคลื่อนย้าย	4.13	0.89	เหมาะสมมาก
4. ความเหมาะสมของการบำรุงรักษา	4.06	0.63	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	**3.95**	**0.18**	**เหมาะสมปานกลาง**

จากตารางผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว จาก ต้นทุนต่อผู้บริโภค (Cost to the Customer) พบว่า มีความพึงพอใจระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.95, S.D. = 0.18)

ตารางที่ 4.36 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้วความสะดวกสบาย (Convenience)

ความสะดวกสบาย	(n = 30)		ระดับความคิดเห็น
	$(\bar{x})$	S.D.	
1. ด้านความสะดวกสบายในการแล่น	4.00	0.58	เหมาะสมมาก
2. ด้านความสะดวกสบายของพื้นที่โครงสร้างเรือ	4.10	0.71	เหมาะสมมาก
3. ด้านความเหมาะสมในการเคลื่อนย้าย	4.20	0.76	เหมาะสมมาก
4. ด้านความเหมาะสมในการบำรุงรักษา	3.96	0.71	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**4.05**	**0.07**	**เหมาะสมมาก**

จากตารางผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว ความสะดวกสบาย (Convenience) พบว่า มีความพึงพอใจระดับมาก ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 4.05, S.D. = 0.07)

ตารางที่ 4.37 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้วการสื่อสาร (Communication)

การสื่อสาร	(n = 30)		ระดับความคิดเห็น
	$(\bar{x})$	S.D.	
1. เรือใบมีความแปลกใหม่	3.96	0.66	เหมาะสมปานกลาง
2. เรือใบแสดงถึงการใช้วัสดุที่หาได้ในประเทศ	4.13	0.81	เหมาะสมมาก
3. เรือใบบ่งบอกถึงการแล่นได้ทุกเพศทุกวัย	4.40	0.77	เหมาะสมมาก
4. เรือใบมีความแปลกใหม่	4.30	0.66	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	**4.20**	**0.07**	**เหมาะสมมาก**

จากตารางผลการประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว การสื่อสาร (Communication) พบว่ามีความพึงพอใจระดับมาก ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 4.20 , S.D. = 0.07)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลในด้านต่างๆ ทั้งด้านศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน วัสดุ เทคโนโลยี รูปทรง และ กรรมวิธีการผลิตเกี่ยวกับเรือใบดิงกี้ ออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ และการประเมินประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้ ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะและข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการทำวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 สรุปผลการศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้

5.1.1.1 เรือใบประเภทดิงกี้ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีทั้งหมด 18 รูปแบบซึ่งแต่ละรูปแบบมีขนาดและชื่อที่แตกต่างกันส่วนใหญ่ชื่อของเรือจะกำหนดจากความยาวของเรือ โดยลักษณะของตัวเรือจะมี Center board ไม่ได้เป็นชิ้นเดียวกับกระดูกงูเรือ ทำให้สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ โดยปัจจุบันมีความยาวสูงสุดอยู่ที่ 5.05 เมตร ความกว้างสูงสุดอยู่ที่ 1.88 เมตร คือเรือชื่อว่า 505 และมีน้ำหนักสูงสุด 127.4 กิโลกรัม คือเรือชื่อว่า Gp14 โดยเรือใบประเภทนี้ ผลิตด้วยวัสดุ ไฟเบอร์กลาส

5.1.1.2 ในส่วนของรูปทรงส่วนต่างๆของเรือใบ ลำตัวเรือ (Hull) รูปทรงของลำตัวเรือจะขึ้นอยู่กับเรือแต่ละประเภทว่ารูปทรงมีลักษณะแบบไหน โดยเรือใบประเภทดิงกี้ รูปทรงจะมีขนาดเล็กมนมีส่วนโค้งค่อนข้างน้อย พังงา (Tiller) รูปทรงแบนหัวตัวปลายเรียวเสียบใส่กับหางเสือ หางเสือ (Rudder) รูปทรงแบนรีอยู่ใต้น้ำ 3 ส่วนอยู่ด้านบน 1 ส่วน คัดแคง (Centerboard) รูปทรงหน้ามนปลายเรียวบานเสากระโดงเรือ (Mast) รูปทรงของเสากระโดงเรือจะมีลักษณะกลมยาวและปลายเรียวร่องเพื่อที่จะใช้เสียบใบเรือและรับแรงลมที่จะมากระทบเพื่อเป็นการกระจายแรงต้านของลม เสาค้ำ (Sprit) รูปทรงโพค้ำใบเสาค้ำใบขนาดขึ้นอยู่กับขนาดของเรือ ใบเรือ (Sail) รูปทรงใบหน้าเรียกใบจิบใบหลังเรียกใหญ่แตกต่างกันที่รูปทรงและขนาด เชือกดึงใบเรือ (MailSheet) รูปทรงเชือกกลมทั่วไป

5.1.1.3 เรือใบในปัจจุบันมีการใช้วัสดุในการผลิตที่มีความหลายหลายโดย ลำตัวเรือ (Hull) ใช้วัสดุเป็นไฟเบอร์,ไม่อัดกันน้ำและไม้ยมหอมพังงา(Tiller)หางเสือ(Rudder)และคัดแคง (Centerboard) วัสดุที่ใช้คือ คาร์บอน,ไม้เนื้อแข็ง,ไม้ยมหอม,อลูมิเนียมเคลือบยูนิโทน ในอดีตใช้วัสดุที่ไม้แต่เพราะไม้มีการทดการกัดกล่อนของน้ำทะเลที่ต่ำในปัจจุบันจึงหันมาให้ในส่วนของ คาร์บอนและอลูมิเนียมเพราะน้ำหนักที่เบาและแข็งแรงเสากระโดงเรือ (Mast)และเสาค้ำ (Sprit) วัสดุที่ใช้คือไม้ยมหอม,ไฟเบอร์,ไม้สน,อลูมิเนียม,ไม้สัก ในอดีตจะใช้ไม้ในการผลิต ไม้ยมหอม ไม้สน ไม้สัก เพราะมีคุณสมบัติที่เหนียวและแข็งแรงและคงรูป แต่ปัจจุบันจะใช้ ไฟเบอร์ และอลูมิเนียมนำเข้าเพราะปัจจุบันไม้ที่มีคุณภาพที่ดีราคาแพง ใบเรือ (Sail) วัสดุที่ใช้คือ เมล่าใบครอบล่า,ผ้าพิเศษตัดใบเรือ โดยเป็นวัสดุที่นำเข้าจากต่างประเทศเพราะในเมืองไทยยังมีราคาที่สูงในการสั่งผลิตโดยเฉพาะ เชือกดึงใบเรือ (MailSheet) วัสดุที่ใช้คือ เชือกในล่อนมีความแข็งแรงทนทานและมีราคาที่ไม่สูงเมื่อเทียบกันเครปต้า,เชือกดิบมีราคาที่ถูกกว่าแต่ระยะเวลาการใช้งานไม่ทนทานและไม่แข็งแรงเท่า

5.1.1.4 ด้านกรรมวิธีการผลิตเกี่ยวกับเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (Hull) พังงา (Tiller) หางเสือ (Rudder) และคัดแคง (Centerboard) มีกรรมวิธีการผลิตที่เหมือนกัน ขึ้นโครงโดยทำจิกและเอาไม้อัดมาต่อและใช้ยูนิเทนทาหลังนำกระดาษทรายมาขัดและพ้นสี แต่ปัจจุบันทำโมเดลจากไฟเบอร์และใช้ใยแก้วกับเรซินหล่อตามโมเดลแล้วนำมาตัดแบบรูปทรงและประกอบให้เป็นรูปลำเรือนำมาขัดสวยงาม เสากระโดงเรือ (Mast) เสาค้ำ (Sprit) อลูมิเนียมนำเข้าจากต่างประเทศตามรูปแบบของเรือใบแต่ละประเภท ใบเรือ (Sail) เย็บตามรูปทรงแบบของเรือใบ เชือกดึงใบเรือ (MailSheet) วัสดุเชือกเครปล่านำมาร้อยตามลักษณะของใบเรือเพื่อยึดติดกับเสาเรือ

5.1.1.5 ปัญหาของเรือใบประเภทดิงกี้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เรือมีความไม่ปลอดภัยสำหรับผู้หัดแล่นเพราะตัวเรือมีความเร็วและไม่เหมาะแก่ผู้หัดแล่นไม่สามารถแล่นได้คนเดียว จึงทำให้ยากต่อผู้ที่ฝึกหัดแล่นเบื้องต้น และวัสดุบางอย่างมีราคาที่สูงจึงทำให้เรือใบไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร

5.1.1.6 จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบลำตัวเรือ (Hull) ที่มีขนาดความยาว 4.23 เมตร กว้าง 1.09 เมตร น้ำหนักไม่เกิน 300 กิโลกรัมรวมทั้งส่วนประกอบอื่นๆเช่น พังงา (Tiller) หางเสือ (Rudder) และคัดแคง (Centerboard) โดยจะตั้งชื่อว่า นาวาทิชากร 423 ผลิตด้วยวัสดุ ไม้อัดเป็นวัสดุหลัก และเคลือบด้วยไฟเบอร์กลาส มีภารกิจคือ เพื่อสันทนาการมีความเร็วไม่มากนักมีความปลอดภัยสูงและราคาไม่แพง

5.1.2 สรุปผลการออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

5.1.2.1 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญในการแล่นเรือใบในปัจจุบันต้องการให้ ราคาไม่สูงมาก ไม่จำกัดน้ำหนักผู้แล่น แล่นง่าย เรือใบมีความปลอดภัยและมีความแข็งแรงเหมาะสำหรับสภาพอากาศในเมืองไทยที่มีอากาศที่ร้อน และใช้วัสดุในการผลิตใช้ภายในประเทศเพื่อให้ราคาของเรือใบมีราคาที่ไม่แพง

5.1.2.1 ด้านการออกแบบผู้วิจัยได้ทำการออกแบบลำตัวเรือโดยรูปทรงมีจุดศูนย์กลางการลอยและจุดกลางเคลื่อนซึ่งจะทำให้มีผลกระทบต่อลักษณะการลอยที่อาจทำให้เรือเอียงมีความตรงปลอดภัยสูง และได้ใช้วัสดุในประเทศไทยโดยใช้ไม้อัดขนาด 6 มม.และ 10 มม.ซึ่งมีราคาที่ไม่สูงมากนักถ้าเทียบกับวัสดุอื่นๆและไฟเบอร์กลาสเป็นส่วนประกอบในการสร้างซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความสอดคล้องกับความต้องการของของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบดิงกี้ โดยแบบร่างจะใช้แนวคิด มาจากหลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship) เนื่องจากการลงพื้นที่สอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นใบ ในสมาคมกีฬาเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยลำตัวเรือ (hull) ที่มีรูปทรงเหลี่ยมและแบนจะมีความปลอดภัยที่สูงและสามารถแล่นได้ทุกเพศทุกวัยและวิธีการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนักเพื่อเข้าสู่การตัดทอนลดรูปแบบลงเพื่อให้ได้รูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดจากการออกแบบ

5.1.2.2 รูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ลำตัวเรือ (hull)รูปแบบที่ 3,9,5. พังงา (Tiller) 1,3,9 หางเสือ (Rudder) 1,4,9 คัดแคง (Centerboard) 1,7,8 และเสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือ3,5,9 มีผลคะแนนความสอดคล้องการหลักการออกแบบมากที่สุด

5.1.2.3 ผลการประเมินด้านการออกแบบรูปแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ทั้ง 3 รูปแบบ โดยเรือใบประเภทดิงกี้ รูปแบบที่ 1 ได้รับผลการประเมินมากที่สุด ($\bar{x}$ = 3.96, S.D. = 0.00)

5.1.3 สรุปผลประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้

5.1.3.1 ลักษณะการกางใบที่ดีของเรือใบขึ้นอยู่กับความสมดุลของแรงทางพลศาสตร์อากาศและแรงทางพลศาสตร์ทางน้ำที่กระทำกับตัวเรือและใบเรือ การตั้งใบเรือนั่นคือการกำหนดทิศทางของใบ รูปร่างของใบและระยะห่างระหว่างปีกหรือใบเรือทั้งสองควรจะปรับมุมตั้งรับลมที่พัดเข้ามาเพื่อพลักให้เรือใบไปถึงจุดหมายปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด บทความนี้ได้นำเสนอผลการคำนวณแรงทางพลศาสตร์อากาศ, คุณลักษณะของอากาศที่ไหลรอบ ๆ ใบเรือทั้งสองและแรงปฏิกิริยาทางพลศาสตร์อากาศระหว่างใบเรือทั้งสองการใช้โปรแกรม SIMULATION เข้ามาช่วยในการคำนวณการไหล

5.1.3.2 จากผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรม SIMULATION และผลจากผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรม SIMULATION และผลการหาค่าความเครียด (strain) และความเค้น (stress) โดยคำตอบจะใช้วิเคราะห์ การหาความเค้นสูงสุด โดยพิจารณาเกณฑ์ความเสียหาย โดยเปรียบค่า Velocity เป็นค่าความเสียหายของตัวเรือโดยการคำนวณแล้วพบว่า เรือใบดิงกี้ที่ได้ทำการทดสอบพลศาสตร์การไหลของน้ำนั่นอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อความเสียหายที่เกิดจากแรงของน้ำได้ดี

5.1.3.3. จากผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Flow Simulation Air และผลการหาค่าการไหลของอากาศผ่านตัวเรือโดยกำหนดค่าความเร็วของลมอยู่ที่ 11 – 21 นอต หรือ 20.8 -28.8 กม/ชม. ลมปานกลาง 4 มาตราโบฟอร์ด คลื่นขนาดเล็กใหญ่ขึ้น และเป็นฟองขาวมากขึ้น ซึ่งจากการทดสอบลักษณะของตัวเรือไม่ได้รับความอันตรายเรือยังคงที่และไม่เกิดการพลิกคว่ำดังนั่นจึงแสดงให้เห็นว่าเรือมีคามปลอดภัย

5.1.3.4 จากผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรม FLOW SIMULATION โดยแบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้วัสดุไม้อัดเป็นวัสดุหลักและมีใยแก้วไฟเบอร์กลาสโดยค่าการหาประกอบ การรับน้ำหนัก ความยืดหยุ่น ความหนาแน่นมวล อยู่ที่ การรับน้ำหนักอยู่ที่ :8.2e+007 N/m2 ความยืดหยุ่น อยู่ที่ 3.2e+009 N/m2 ความหนาแน่นอยู่ที่ 0.39 ความหนาแน่นมวลอยู่ที่ 1140 kg/m3

5.1.3.5 สรุปผลประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือมีความพึงพอใจระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 3.42 , S.D. = 0.15)

5.1.4 สรุปผลประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

การประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว มีความพึงพอใจระดับเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ยที่ ($\bar{x}$ = 4.03 , S.D. = 0.08)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลการวิจัย โดยแบ่งเป็น 4 ส่วน ตามหัวข้อวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

5.2.1 อภิปรายผลขั้นตอนการศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้

เรือใบประเภทดิงกี้ ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีด้วยกันทั้งหมด 20 รูปแบบ สหพันธ์เรือใบนานาชาติ (ISAF) ให้การรับรอง ในปัจจุบันมีการใช้วัสดุในการผลิตที่มีความหลากหลายโดย ไม้อัดกันน้ำเคลือบด้วยไฟเบอร์ สอดคล้องกับกรอบแนวความคิดของ (ดนต์ รัตนทัศนีย์. มปป : 44-47)เรื่องการศึกษา

และพินิจพิเคราะห์ เรือใบประเภทดิงกี้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เป็นเรือใบประเภทที่มีผู้นิยมแล่นมากที่สุด ปัญหาของเรือใบประเภทดิงกี้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เรือมีความไม่ปลอดภัยสำหรับผู้หัดแล่นเพราะตัวเรือมีความเร็วและไม่เหมาะแกผู้หัดแล่นไม่สามารถแล่นได้คนเดียว จึงทำให้ยากต่อผู้ที่ฝึกหัดแล่นเบื้องต้น และตัวเรือมีการขนย้ายที่ลำบากเพราะเรือมีน้ำหนักที่เยอะอีกทั้งวัสดุบางอย่างมีราคาที่สูงจึงทำให้เรือใบไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร จากการลงพื้นที่สอบถามความต้องการของผู้เชี่ยวชาญในการแล่นเรือใบในปัจจุบันต้องการให้ เรือใบมีความปลอดภัยแก่ผู้หัดแล่นและมีความแข็งแรงอีกทั้งยังแล่นง่ายเหมาะสำหรับสภาพอากาศในเมืองไทยที่มีอากาศที่ร้อน อีกทั้งยังต้องการใช้วัสดุในการผลิตใชภายในประเทศเพื่อให้ราคาของเรือใบมีราคาที่ไม่แพงและดูและรักษาง่าย

5.2.2 อภิปรายผลขั้นตอนการออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

ด้านการออกแบบลำตัวเรือโดยรูปทรงมีจุดศูนย์กลางการลอยและจุดกลางเคลื่อนซึ่งจะทำให้มีผลกระทบต่อลักษณะการลอยที่ทำให้เรือเอียงมีความตรงปลอดภัยสูง ขนาดยาว 4.36 ม. กว้าง1.08 โดยใช้ไม้อัดขนาด 6 มม.และ 10 มม.ซึ่งเป็นวัสดุที่ได้มาตรฐานในประเทศไทย มีราคาที่ถูกซึ่งมีจำหน่ายทั่วไปในประเทศและไฟเบอร์กลาสเป็นส่วนประกอบในการสร้างซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีซึ่งเป็นไปตามความต้องการของของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ ซึ่งการออกแบบที่ผู้วิจัยได้ออกแบบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การศึกษาหาค่าแรงต้านทานคลื่นของเรือไตรมารานโดยการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (อมรเดช กานต์นฤนิมิตและ มนต์ศักดิ์ พิมสาร)

5.2.3 ประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้

ส่วนประสิทธิภาพของเรือที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบนั่นผู้วิจัยใช้วิธีการทดสอบประสิทธิภาพ 2 วิธีโดยวิธีที่ 1 ใช้โปรแกรม SIMULATION พลศาสตร์การไหลของน้ำ ลมและความแข็งแรงซึ่งแบบจำลองพลศาสตร์การไหลของน้ำ เสาเรือและคานใบเรือไม่เกิดการเสียหายหรือผิดรูปและระบบใบเรือไม่ลาดเอียงแต่ตรงขึ้นพื้นผิวของใบเรือไม่ผิดรูป rigid แบบบางและผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Flow Simulation Air และผลการหาค่าการไหลของอากาศผ่านตัวเรือการไหลอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและแบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้วัสดุเป็นใยแก้วผสมไฟเบอร์กลาสโดยค่าการหาประกอบไป การรับน้ำหนัก ความยืดหยุ่น ความหนาแน่นมวล Yield strength : 8.2e+007 N/m^2 ซึ่งได้สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมการออกแบบเรือ (ศราวุธ วงศเงินยวง ณัฐกร สุพัฒนะกรกิจและคณะ)

5.2.4 ประเมินความพึงพอใจของผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

ในส่วนของการประเมินความพึงพอใจจากผู้แล่นเรือใบเพื่อสันทนาการ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้วกำหนดทิศทางในการประเมินคือ รูปแบบการผลิต การส่งเสริมการตลาด คุณค่าของผู้แล่นเรือใบ ต้นทุนต่อผู้แล่นเรือใบ ความสะดวกสบายและด้านดารสื่อสารซึ่งได้ทำการประเมินราคาวัสดุในการผลิตเรือใบครั้งนี้ทั้งหมด 36 อย่าง ด้วยการบอกราคา จำวนทั้งหมดซึ่งได้สอดคล้องกับกรอบแนวความคิดด้านการตลาด โดยพิจารณาในมุมของผู้ผลิตตามหลัก4P (ฟิลิป คอตเลอร์)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ข้อมูลของเรือใบในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อยเนื้อหาและข้อมูลส่วนมากจะอยู่ในหนังสือต่างประเทศซึ่งมีราคาที่สูง

2. ควรที่จะศึกษาข้อมูลเรื่องเทคโนโลยีให้ครอบคลุมจะทำให้มองเห็นระบบกลไกลของเรือได้เป็นอย่างดีเพื่อพัฒนางานวิจัยต่อไป

3. การศึกษาข้อมูลจากการสัมภาษณ์อาจทำให้มีการคลาดเคลื่อนจากข้อมูลที่แท้จริงจากแหล่งต่างๆ

4. การออกแบบเรือเป็นศาสตร์ของสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมผู้วิจัยควรศึกษาหลักการออกแบบจากต่างๆประเทศประกอบ

5. SIMULATION พลศาสตร์ ควรที่จะศึกษาและวิเคราะห์โดยผู้เชียวชาญทางด้าน SIMULATION เพื่อความแม่นยำในการอ่านค่า

6. การสร้างเรือใบควรที่จะให้ผู้เชียวชาญทางด้านการต่อเรือมีความรู้ในด้านการผลิตเรือสร้างขึ้นมา

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. วัสดุที่ใช้ผลิตเรือใบควรที่จะเป็นวัสดุที่มีความทนทานสูงและการดูแลรักษาที่ง่าย
2. ควรที่จะศึกษาและทดสอบเรือที่มีลักษณะที่ดีมาใช้ในการเปรียบเทียบผลการทดสอบ
3. คุณภาพของไม้อัดควรที่จะมีคุณภาพที่ได้มาตรฐานที่แท้จริง
4. ควรที่จะบอกรายละเอียดขบวนการผลิตได้ง่ายต่อผู้ที่สนใจผลิตเองได้
5. ควรที่จะศึกษาและค้นหาวัสดุทดแทนไฟเบอร์กลาส
6. ควรจะสร้างเทคนิคหรือวิธีการทดสอบเรือใบจากผู้ผลิต

บรรณานุกรม

กองทัพเรือไทย. 2539. **จอมทัพไทย กับ ราชนาวี กองทัพเรือ**. กองบัญชาการกองทัพไทย กระทรวงกลาโหม.

กองทัพเรือ. 2542. **อนุกรรมการเรือใบ และวินเซิร์ฟ กองทัพเรือ**. กองทัพเรือ.

กิตติภูมิ ภูมิโคกรักษ์ และคณะ (2553). **การวิเคราะห์ความต้านทานและรูปแบบคลื่นของเรือ ด้วยวิธีคำนวณทางพลศาสตร์ของไหล**, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24, จังหวัดอุบลราชธานี

กองฝึกปฏิบัติการผิวน้ำ. 2552. **หลักการทั่วไปในการบังคับเรือ**. กองเรือยุทธการ

นาวาเอก วิพันธุ์ ชมะโชติ. 2540. **ประกาศชัยเรือใบ กีฬาตามรอบพระยุคลบาท.** บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).

นาวาเอก ยุทธนา ดวงจันทร์. 2555. **การจัดสร้างเรือใบซูเปอร์มดด้วยไฟเบอร์กลาส.** วารสาร: กรมอู่ทหารเรือ.

นวรัตน์ เหลืองไตรรัตน์. 2554. **การศึกษาหาค่าแรงต้านทานคลื่นของเรือไตรมารานโดยการคำนวณพลศาสตร์ของไหล**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประดิษฐ์ วิสุทธินันท์. 2551. **วิชาการนำเรือ.** อักษรวิทยา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ฝึกพาณิชย์นาวีฯ.

นาวาเอกศราวุธ วงศ์เงินยวง. 2547. **การออกแบบเรือตรวจใกล้ฝั่ง.** วารสาร: กรมอู่ทหารเรือ.

ศราวุธ วงศ์เงินยวง ณัฐกร สุพัฒนะกรกิจ พงศ์สรร ถวิลประวัติ. 2547. **นวัตกรรมการออกแบบเรือ.** กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ 2

สมาคมกีฬาแห่งประเทศไทย. 2541. **บันทึกเอเชียนเกมส์.** กรุงเทพฯ : โฮเดียนสโตร์.

สมาคมแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. **คู่มือการแล่นใบเบื้องต้น.** นักเรียนในพื้นที่สัตหีบ

สำนักพัฒนาและบำรุงรักษาทางน้ำ. 2541. **คู่มือการนำเรือ**. กรมเจ้าท่า : กระทรวงคมนาคม

เอกสิทธิ์ ชนินทรภมู เดชา สุขมา สมบัติ มุกดา ศิวะพงษ์ ลัมพาภิวัฒน์. 2555. **การออกแบบเรือท้องแบนสำหรับช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม**. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

อมรเดช กานต์นฤนิมิต และ มนต์ศักดิ์ พิมสาร. 2551. **การออกแบบเรือ และอุปกรณ์ประจำเรือ.** สำนักมาตรฐาน เรือ : กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี.

อภิชาติ อ่อนสร้อย. 2555. **เรือใบ**. ปทุมธานี : รัน ทู วิชั่นส์.

ANSYS FLUENT 12.0 Theory Guide (2009). **ANSYS FLUENT 12.0 Documentation, Theory Guide**, Chapter 16 Multiphase Flows. Release 12.0 © ANSYS. Inc. 2009- 01-23.

Armstrong, NA. (2004) **Coming Soon to a Port Near You – The 126 Metre Austral**, International Conference: Design and Operation of Trimaran Ships, London, U.K. 2004.

Battistin, D. (2000). **Analytical, Numerical and Experimental Investigation on the Wave Interference Phenomenon of Trimaran Configurations**, NAV, Venice, 2000.

Gray, Alexander (2007). **Preliminary Study on the Use of Computational Fluid Dynamics to Determine the Friction Resistance of a Ship. Major of Mechanical and Aerospace Engineering**, West Virginia University, WV, 2007.

Harvald, SV. AA. (1983) **Resistance and Propulsion of Ships**, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 1983.

Kang, K., et al. (2001). **Seakeeping and Maneuvering Performance of the 2,500** Tons Class. Proceedings of IWSH'2001 The Second International Workshop on Ship Hydrodynamics, Wuhan, China, pp. 38-44

Kang, Kun-Jin, Lee, Chun-Ju, et. Al., U.K. 2004 **Design and Hydrodynamic Performance of a Frigate Class**, International Conference: Design and Operation of Trimaran Ships, April 2004, London, pp. 184-194

Munro-Smith, R. (1973) **Ships and Naval Architecture**. Institute of Marine Engineers, St. Stephen's Bristol Press Ltd., Filton, Bristol, 1973.

Peng, H. (2001) **Numerical Computation of Multi-Hull Ship Resistance and Motion**. Major Subject: Naval Architecture at Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, 2001.

Van Manen, J. D., and Van Oossanen, P. (1988). **Chapter V Resistance. Principles of Naval Architecture**, Volume II. Lewis, E.V., editor. 1st printing. The Society of Naval Architects and Marine Engineers. USA. pp. 1-125

Xu, H. and Zou, Z. (2001) **Numerical Prediction of Wave Making Resistance**, Proceedings of IWSH'2001 The Second International Workshop on Ship Hydrodynamics, Wuhan, China, pp. 105-109.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ภาคผนวก ค ภาพถ่ายเก็บข้อมูลในการวิจัย

ภาคผนวก ง ผลการออกแบบ

ภาคผนวก ก

หนังสือขอความอนุเคราะห์

1. หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชียวชาญการแล่นเรือใบ
2. หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชียวชาญ
3. หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามงานวิจัย
4. หนังสือตอบรับการตีพิมพ์บทความ
5. บทความงานวิจัย

ที่ ศธ 0524.04/ 0115

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

12 มกราคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเรือ

เรียน นายปน ลอยวัฒ

ด้วย นายศตวรรษ นาคศรีสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้" โดยมี ดร.สมชาย เซะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเรือ ของ นายศตวรรษ นาคศรีสุข

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 095-252-5428

ที่ ศธ 0524.04/ 0115

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

12 มกราคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

เรียน จ.อ.ธรรมศักดิ์ มีอยู่สามเสน

ด้วย นายศตวรรษ นาคศรีสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้" โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ของ นายศตวรรษ นาคศรีสุข

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 095-252-5428

ที่ ศธ 0524.04/ 0115

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

22 มกราคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

เรียน ร.ต.สุธน ธรรมสุนทร

ด้วย นายศตวรรษ นาคศรีสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้" โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ของ นายศตวรรษ นาคศรีสุข

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 095-252-5428

ที่ ศธ 0524.04/ 0115

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

/๕ มกราคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

เรียน ร.อ.ดำรงศักดิ์ วงศ์ทิม

ด้วย นายศตวรรษ นาคศรีสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้" โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ของ นายศตวรรษ นาคศรีสุข

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 095-252-5428

ที่ ศธ 0524.04/ 0115

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

12 มกราคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเรือ

เรียน อาจารย์ณรงค์ สมประสงค์

ด้วย นายศตวรรษ นาคศรีสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้" โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเรือ ของ นายศตวรรษ นาคศรีสุข

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 095-252-5428

(เชิดชัย ล้มปะลาส)

ที่ ศธ 0524.04/0115

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

12 มกราคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเรือ

เรียน ดร.ยอดชาย เตียเปิ้น

ด้วย นายศตวรรษ นาคศรีสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้" โดยมี ดร.สมชาย เซะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเรือ ของ นายศตวรรษ นาคศรีสุข

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 095-252-5428

28 ม.ค. 60

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 0115 วันที่ 12 มกราคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม

เรียน ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ / ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี / รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

ด้วย นายศตวรรษ นาคศรีสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้" โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายศตวรรษ นาคศรีสุข มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 0115 วันที่ 4 มกราคม 2560

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม

เรียน รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

ด้วย นายศตวรรษ นาคศรีสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้" โดยมี ดร.สมชาย เซะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายศตวรรษ นาคศรีสุข มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ **1160**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

21 มีนาคม 2560

เรื่อง ขอแต่งตั้งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการประกอบต่อเรือใบไม้

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุเหร่าทรายกองดิน

ด้วย นายศตวรรษ นาคศรีสุข นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิ้งกี้" โดยมี ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ ภู่พัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

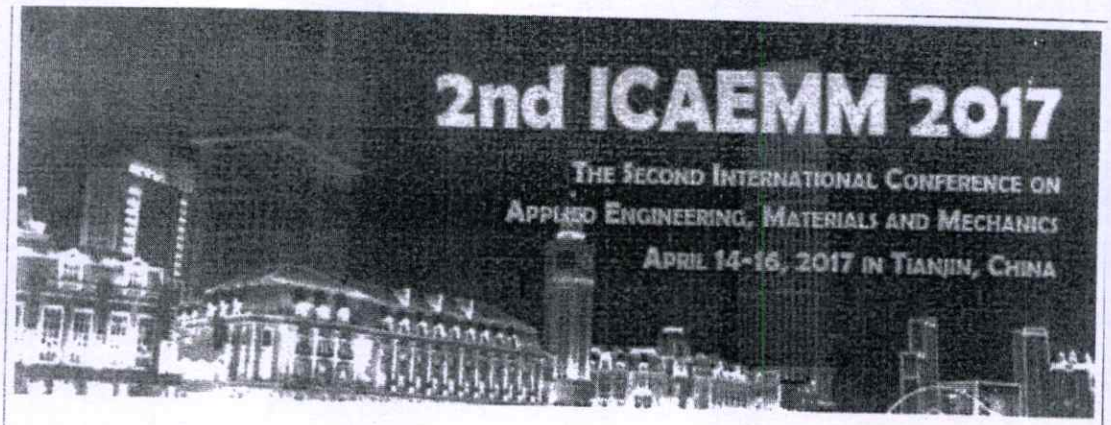
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่า นายชลิต หนูไข่ เป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญ นายชลิต หนูไข่ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการประกอบต่อเรือใบไม้ ของ นายศตวรรษ นาคศรีสุข

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร.095-252-5428



Notification of Acceptance

Dear Dr. **Somchai Seviset**,

We are pleased to inform you that your paper entitled

"***Study and Design Sailboat type Dinghy***"

written by ***Satawat naksrisuk, Somchai Seviset & Thanate Piromgarn*** has been accepted for **ICAEMM 2017** — The Second International Conference on Applied Engineering, Materials and Mechanics (2nd ICAEMM 2017) will be held in Tianjin, China during April 14-16, 2017. The conference program covers invited, oral, and poster presentations from scientists working in similar areas to establish platforms for collaborative research projects in this field.

Conference venue can be changed depending on the number of participants. Registration will be completed with payment. All participants of our conference are responsible for their own registration, travel and accommodation arrangements.

Conference Date | April 14-16, 2017
Conference Place | Tianjin, China
Conference Organizer | Committee of ICAEMM 2017
E-mail Address | icaemm2017@icaemm.org

We look forward to meeting you at the conference.

Best Regards,

2nd ICAEM

April 03, 20

Study and Design Sailboat type Dinghy

Satawat naksrisuk[1,a], Somchai Seviset[1,b]* and Thanate Piromgarn[1,c]

[1]Program in Technology of Industrial Product Design, Department of Architectural Education and

Design, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's

Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

[a]tle_boy2@hotmail.co.th, [b]kssomcha@yahoo.com, [c]thanate.pirom@gmail.com

*kssomcha@yahoo.com

Keywords: Dinghy, Boat designing principles, Sailing.

Abstract. The Objectives of this research are 1) to study the form of Dinghy boat 2) to design a Dinghy boat by using D Ronald K. Kiss Ship's Iterative Process on Design Spiral, by studying the model's data of Dinghy sailboats, including related Ideas, theories, and interviews with the yacht racing association of Thailand's officers. The Purposive Sampling Method as used. After studied the form of the Dinghy boat, the designing process then started by using collected data, through analytical processes with conceptual framework for product design; The Quality Function Deployment, the Theory of Inventive Problem Solving, the Design Spiral which is an iterative Process, and the Reverse Engineering Principle. The experts from both the fields of Industrial Product Design and Sailing Boat, whom concern Dinghy Boat format, were included to evaluate the designing and model constructing process. The statistical methods used were Percentage, Median and Standard Deviation (SD.).

The research found that 1) the current type of Dinghy sailboat is still unsafe for novice sailors; It is difficult for practicing, limited on sailor's weight, very difficult to relocate and take care of, it also were built from the expensive materials 2) In designing, the researcher designed the boat's hull by concentrate on its floating center The middle movement, which would have an effect on its floating aspect, which might tilt the boat, to be straight and highly secure. Researcher designed the parts to be able to disassemble and redesign shapes, and use wood as a material for maintenance purpose in accordance with the technical requirements that expected for Dinghy boat, from the Sailing Boat experts under Yacht racing association of Thailand. In the opinions of the honorable experts, the Dinghy Boat type 1 was scored following these factors; Meet the usage demand of the boat (Mean = 3.88, SD. = 0.33) The determination of size and dimension of the boat (Mean = 4.13, SD. = 0.33) The line pattern and shape of the boat (Mean = 3.88, SD. = 0.33).

1. Introduction

In the past, sailboats have been using for the surveillance, traveling, contacting and battling purpose for many centuries. While it might be some sailing competition from time to time, it finally had developed into a sport, originating in Holland. Sailing was introduced in England by Charles II, around 1660A.D after his return from exile in Holland. Cork Harbor in Ireland ((1720was the first sailing club. And then there is the oldest sailing club in the United States which is the New York Yacht Club, founded in .1884

There are three types of sailboats nowadays: First, Dinghy, is a small sailboat and is very easy to notice by its Center board, which is not in the same piece as its keel. However, it can be moved up and down as the 29 er 420 OK Boat's. The second type is Keel Boat, is able to notice from its Keel, which extend down the waterline and it will be weighted so that the boat does not sink when its sail got struck by the wind, just like a rocking doll, an example of this type is Pluto boat. And the third type, Catamaran, is a sailboat with more than one hull. There are three hulls which called Trimaran, e.g. Hobbie Cat Nacra, Each boat's structures will be similar but will be using different materials in each country due to the capability of producing and developing[1].

Dinghy sailboat is a small sailboat that is easily to adapted to, even small children can sail. This type of sailboat is designed for children, especially to be able to sail without any danger. The International Sailing Federation (ISAF) certifies that it is suitable for children under the age of 16 but still safe for children aged 8 and up. This boat could create the excitement with all techniques that 15-year-olds can do. Estimating that from over 100 countries, more than 150,000 people used to sail to this sailboat before. All the Olympic sailing world champions have all been sailing with this boat, and because it is small and lightweight, it can be transferred by any type of cars.

From the survey at Yacht Racing Association of Thailand. It is found that sailing sport currently began to gain more attention from many people, to learn the basics and fundamentals of sailing for their spare time and as new knowledges. The groups who attend the training and learn about the principles of sailing are mostly the young-adults; around 1,000 people per year and general adults around 200 people per year. The most popular course is Dinghy sailboat.

From the history and the significance of the problem, researchers appreciated and aware of the importance of studying and designing Dinghy sailboats to be suitable for young generations and Thais whom naturally in smaller features, and that this type of sailboats are the basic sailing vessel with no danger. The International Sailing Federation (ISAF) certifies that Dinghy is the sailing boat that the youths and public

pay the utmost attention to, comparing with other type of sails. However, it is still costly, so there is lack in quantity. Therefor Researchers are interested in bringing this type of sailing boat into the design. In terms of materials, shapes and prices to meet the needs of the youth and the public. And for those who are interested in bringing the knowledge gained from this study and to continuingly develop its advantages.

2. Objectives

1. To study the Dinghy sailboat.

2. To design a Dinghy sailboat using Design Spiral Principle which is an Iterative Process of Ronald K. Kiss Ship's.

3. Framework used in Research.

1. Dinghy sail study is by the study and observation process of Dent Rattanatasanee [2].

2. Dinghy sail design is by Design Spiral Principle which is an Iterative Process of Ronald K. Kiss Ship's [3].

3. Quality Function Deployment is the transfer of the customer needs in to design's goals of Mizuno [4].

4. Theory of Inventive Problem Solving is a technical conflict in engineering problem solving by Trisik Benjabunyasith [5].

5. Analyzing the reverse engineering principle is the evaluation of the redesigned product using the "reverse engineering principle" of Mantalee Sassananan [6].

4. Scope of Research

4.1 Independent variable is a designed and developed Dinghy sailboat.

4.2 Dependent variable is the speculation of the experts in industrial product design and in Thai Sailing boat field, as well as the satisfaction of sailing experts on the designed and developed Dinghy Boat.

4.3 Population and sample.

Objective 1 :the Study of Dinghy Sailboat.

Population is the group of sailing experts under Yacht Racing Association of Thailand Sample consisted of 3 sailing experts from Yacht Racing Association of Thailand, selected by the Purposive Sampling Method.

Objective 2: Dinghy sailboat design.

Population is the highly qualified experts in the industrial product design and sailing boat field.

Sample group consisted of 3 experts in industrial product design and another 3 experts from sailing boat field, selected by the Purposive Sampling Method.

5 .Research Methods

5.1 To study Dinghy sailboat.

1 (Research tools

Structured interview on group of sailing experts under Yacht Racing Association of Thailand, Royal Thai Navy.

2 (Data Collecting

The researcher studied the documents, textbooks, statistics, and applied official documents to government sector for cooperation to process the surveys, and interviews with the experts to collect data.

3 (Data analysis

The researcher analyzed the data from the interviews with a group of sailing experts of Yacht Racing Association of Thailand, and logically analyzing process for synthesis.

5.2 To design Dinghy Sailboat

1) Analyze data for designing.

The researcher collect the Dinghy sailboat data for the analyzing process using analytical thinking for design framework] 4]. Quality Function Deployment framework]5[. Theory of Inventive Problem Solving frameworks]6[. Design Spiral framework]7[, to analyzed and build 50 drafts and selected the drafts by using the reverse engineering principle framework] 8[, Design Spiral Principle which is an Iterative Process to analyzed by choosing the three highest scores draft .Then the researcher has created the research tools for collecting data from the experts on industrial product design and sailing boat field, to pick out the best format of Dinghy Boat.

2) Research tools.

The Evaluation form on Dinghy boat designing.

3) Creating research tools.

Created the questionnaire form to evaluating the Index of Item-Objective Congruence) IOC (by using 3 experts, found that the point is 0.85 to be assessed.

4) Data collection.

Researcher collected the data by taking the questionnaire form to evaluate .There are 3 industrial product design experts and another 3 boat experts.

5) Data analysis.

Researcher use assessment tables on boat designing .To find median)$\bar{x}$ (and standard deviation)SD (.for determining the format of Dinghy boat.

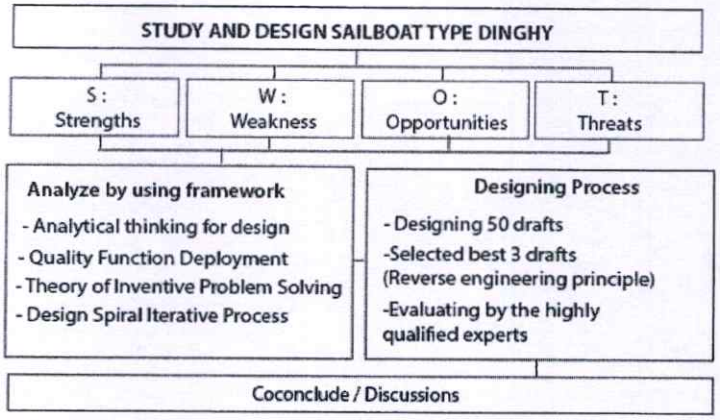


Fig. 1 shows the process of application to the boat design

Source : Satawat naksrisuk Somchai Seviset and Thanate Piromgarn

6 .Research's Result

6.1 Result of study the Dinghy boat.

1 (The result from the study and analysis of the current Dinghy boat by using SWOT analysis, is found that the strengths of this boat are; its high of speed, suitable for young-adults, strong component, well float, lightweight, high efficiency, easy to operate, not dangerous, and could be well adapted for all ages, low prices, could be sail in all weathers .Weaknesses are; it is dangerous for big feature sailors, not suitable for very strong-wind location, very weighty, Equipment's prices are high . Opportunities are that; Sailing boat does not need to be the weighty boat, has to develop the sailing equipment and sailing procedure to be in high security .And apply and adapt to cheaper Thai materials, which would be more suitable for beginners .Threats are; that there are obstacles in producing the materials in Thailand .The sailors have to import the equipment from abroad, causing the high price .There is also still lack of skilled technicians who expert in sailing boat in Thailand.

2 (The results of analyzing the Dinghy boat's material data, found that the materials used in the sailing industry are as the following components.

Boat hull, the material used is Fiberglass, which is a material that resist to fogging of sea water, easy to maintain but expensive .The waterproof plywood and cedar wood were used in the past because it is easy to find and inexpensive, but require a lot of maintenance and has a shorter lifetime.

Mast and Sprit, the materials used are Cedar wood, Fiber, Pine, Aluminum, and Teak wood. In the past, wood was used for the production .Cedar wood, pinewood, and teakwood, were most famous because of its toughness, strength and stable appearance .But on nowadays, the imported fiber and aluminum are used instead, because the high quality wood is more expensive.

Sail, Materials used is special fabric processed in to sails .The material is imported from abroad, because in Thailand, the price is still high in order to produce.

MailSheet, material used is the Nylon rope, which is strong and durable, with an acceptable price compared to raw rope, which is cheaper, but with the shorter lifetime and not as strong.

Tiller, Rudder, and Centerboard materials used are Carbon, hardwood, Cedar wood, coated aluminum .In the past wood was famous to used, but because of the low resistance of the sea water, so nowadays we turned to Carbon and aluminum because of its light weight and strength.

3 (The study and analysis of the components of Dinghy Boat by using SWOT analysis, found that the strengths of Dinghy sailboat parts is to use multiple materials that are available within the country .Weaknesses are; a relatively high price, the maintenance, the production. Opportunities are; able to adjust with several materials .Enhance the production quantity by using model and low cost materials . Threats are; the limit number of experienced mechanics in Thailand, the maintenance and storing, the production of sailboat components in Thailand is still relatively low, most of them are imported from abroad which caused a higher cost material.

6.2 The Results of data analysis to design Dinghy sailboat by using Design Spiral framework which is Iterative Process of Ronald K .Kiss Ship.

6.2.1 From using SWOT analysis, the design constraints of Dinghy sailboats are: It is safe, strong and easy to be sail and transport, Suitable for any ages, on limited on sailor's weight, Price is not very high, easy for maintenance, speedy, and light weight.

6.2.2 From Quality Function Deployment framework, the researcher had studied the theory, relevant research papers to find out a Dinghy sailboat designing method and found that the expectation of sailing experts toward the Dinghy boat is, Its strength, reliability, Weight of moving object, the speed and the production capability as shown in Figure 2.

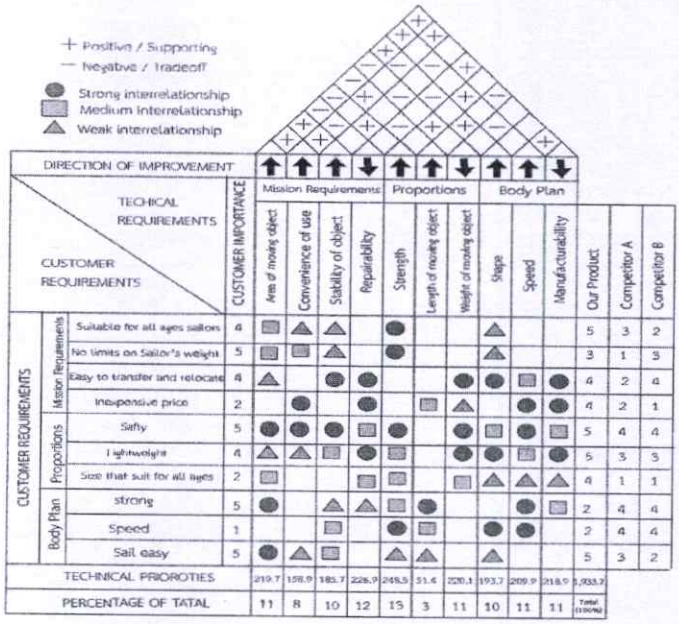


Fig. 2 shows the thinking process of Quality Function Deployment framework.
Source : Satawat naksrisuk Somchai Seviset and Thanate Piromgarn

6.2.3 From the Theory of Inventive Problem Solving framework, the "strength "is a technical conflict .According to the 40 principles of TRIZ, the 35th principle is "Changing features, changing qualifications", the researcher therefor has determined that materials must be easy to maintain and found in the country as shown in Table 1.

Table 1. Theory of Inventive Problem Solving.

Strength		Speed	Triz's Priciples shape (To solve the problems)			
shape (12)		35	35	15	34	18
Durable of the moving object(15)	Technical conflict	35	3	-	35	5
Producing Capability (32)		35	35	13	8	1
Conveniences to equip (7)			18	13	34	-

6.2.4 From Ronald K .Kiss Ship's Design Spiral by using Iterative Process, the researcher defines that the hull with square and flat shapes are high in safety and can be equipted by any ages of sailor, And the production method is not very complicated.

6.2.5 Researchers have drafted 50 models of Sketch Design and by using "Reverse engineering "to analyze, the best 3 forms were selected and assessed by experts.

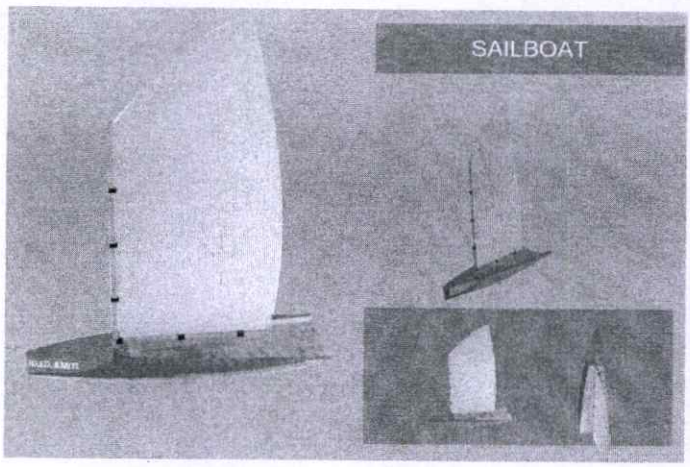


Fig. 3 shows the first model of Dinghy Sailboat.

Source : Satawat naksrisuk Somchai Seviset Thanate Piromgarn

Table 2. shows the opinions of the experts from industrial product design and sailing boat the fields, on the Dinghy boat formats pattern 1.

The Demand on using the boat	N = 30		Satisfaction
	$\bar{x}$	SD.	
1.Suitable for all ages sailors	4.50	0.54	High
2 .No limits on Sailor's weight	5.00	0.00	Very High
3.Easy to transfer and relocate	4.33	0.51	High
4.Inexpensive price	2.66	0.51	Low
5.Safety	4.33	0.51	High
6.Lightweight	2.50	1.04	Low
Average	**3.88**	**0.33**	**Normal**
Sailboat's Size and dimension	**N =30**		**Satisfaction**
	$\bar{x}$	SD.	
1.Size that suit for all ages	00.4	0.00	High
2.Weight handling	4.16	0.75	High
3.Size that easy to relocate	3.66	1.03	Normal
4.Appropriate material use	4.50	0.54	High
5.Safety material use	4.50	0.54	High
6.The boat's weight	4.00	0.63	High

Average	4.13	0.33	High
Line Pattern and Format of the Boat	N = 30		Satisfactory
	$\bar{X}$	SD.	
1.Suitable for all ages	4.50	0.54	High
2.No limits on Sailor's weight	5.00	0.00	Very High
3.Easy to relocate	4.33	0.51	High
4.Inexpensive price	2.66	0.51	Low
5.Safety	4.33	0.51	High
6.Lightweight	2.50	1.04	Low
Average	**3.88**	**0.33**	**Normal**

Table 2. summarizes the opinions of experts in industrial design and sailing boat field on Dinghy Boat. patterns 1. The Demand on using the boat ($\bar{X}$= 3.88,SD. = 0.33) Determine the size and dimensions of the boat($\bar{X}$= 4.13,SD. = 0.33) Line pattern and shape of the boat($\bar{X}$ = 3.88,SD. = 0.33)

7. Discuss and summarize

According to the study on Dinghy boat, found that on the current type of Dinghy sailboat. There is still insecurity for sailors. The Boat is difficult to practice for novice sailor. There is also the limited on the sailor's weight, difficult to relocate or transfer, difficult to maintain and restore, and using expensive materials according to the Study and observation framework of Dent Rattanatasanee [3].

From the design of Dinghy Sailboat, The researcher has designed the boat's hull, with its floating center and center point, concentrate on its floating center and The middle movement, which would have an effect on its floating aspect, which might tilt the boat, to be straight and highly secure. Researcher designed the parts to be able to disassemble and redesign shapes, and use wood as a material for maintenance purpose in accordance with the technical requirements that expected for Dinghy boat, from the Sailing Boat experts under Yacht Racing Association of Thailand. According to the conceptual framework on designing this Dinghy, Design Spiral Principle which is the iterative process of Ronald K. Kiss Ship [4] has implied that the designing approach in each step must be consistent and continuous. The difference in details and accuracy, which will be more accurate according to each evaluation and assessment on information and details that have been carried out on various topics.

8. Suggestions

1. This research can be used to enhance the study on producing own individual's sailing, using the available materials in the country to reduce the cost of importing sailboat from abroad.

2. This research can be extended on usage function supplementing study, In addition to this research, to develop various functions for the Dinghy sailboat.

References

[1] Sailing Subcommittee 1999: 1. Royal Thai Navy windsurfing.

[2] Dent Rattanatasanee 1982. study and observation process.

[3] Ronald K. Kiss. 1993. Ship Design and Construction. Chapter 1, pp 1-15.

[4] Mizuno, S. and Akao, Y. 1994. QFD The Customer Driven Approach to Quality Planning and

Deployment. Tokyo : Asian Productivity Organization.

[5] Trisik Benjabunyasith 1990 .Theory of Inventive Problem Solving is a technical conflict in engineering problem solving.

[6] Mantalee Sassananan 2010 the reverse engineering principle is the evaluation of the redesigned

product using the reverse engineering principle.

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่ง เรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์"

2. แบบประเมินความคิดเห็นของของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ

3. แบบประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือใบ

4. แบบประเมินถามความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว

5. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ

6. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ แบบประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือใบ

7. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ แบบประเมินถามความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว

แบบสัมภาษณ์

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท : ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อนักศึกษา : นายศตวรรษ นาคศรีสุข

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้
2. เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้ หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ้งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้ หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

วัตถุประสงค์ของการสอบถามในครั้งนี้

1. เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้

<u>คำชี้แจง</u> แบบสัมภาษณ์นี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนและมีจำนวน 3 แผ่น

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้

ส่วนที่ 3 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย

ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว)..... นามสกุล.....
ตำแหน่ง.....
สถานที่สัมภาษณ์.....
วันที่สัมภาษณ์.....เวลา.....

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้

<u>ลักษณะทางกายภาพของวัสดุ</u>

1. วัสดุที่ใช้ผลิตลำตัวเรือ (Hull) มีอะไรบ้าง.....
.....
2. วัสดุที่ใช้ผลิตเสากระโดงเรือ (Mast) มีอะไรบ้าง.....
.....
3. วัสดุที่ใช้ผลิตเสาค้ำ (Sprit) มีอะไรบ้าง.....
.....
4. วัสดุที่ใช้ผลิตใบเรือ (Sail) มีอะไรบ้าง.....
.....
5. วัสดุที่ใช้ผลิตเชือกดึงใบเรือ (MailSheet) มีอะไรบ้าง.....
.....
6.วัสดุที่ใช้ผลิตพังงา (Tiller) มีอะไรบ้าง.....
.....
7. วัสดุที่ใช้ผลิตหางเสือ (Rudder) มีอะไรบ้าง.....
.....
8. วัสดุที่ใช้ผลิตคัดแคง (Centerboard) มีอะไรบ้าง.....
.....

<u>ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี</u>

1. เทคโนโลยีของลำตัวเรือ (Hull) มีอะไรบ้าง.....
.....
2. เทคโนโลยีของเสากระโดงเรือ (Mast) มีอะไรบ้าง.....
.....
3. เทคโนโลยีของเสาค้ำ (Sprit) มีอะไรบ้าง.....
.....

4. เทคโนโลยีของใบเรือ (Sail) มีอะไรบ้าง.....

.....

5. เทคโนโลยีของเชือกดึงใบเรือ (MailSheet) มีอะไรบ้าง.....

.....

6. เทคโนโลยีของพังงา (Tiller) มีอะไรบ้าง.....

.....

7. เทคโนโลยีของหางเสือ (Rudder) มีอะไรบ้าง.....

.....

8. เทคโนโลยีของคัดแคง (Centerboard) มีอะไรบ้าง.....

.....

ความงาม

1. รูปทรงของของลำตัวเรือ (Hull).....

.....

2. รูปทรงของของเสากระโดงเรือ (Mast).....

.....

3. รูปทรงของเสาค้ำ (Sprit) .....

.....

4. รูปทรงของใบเรือ (Sail) .....

.....

5. รูปทรงของเชือกดึงใบเรือ (MailSheet).....

.....

6. รูปทรงของพังงา (Tiller).....

.....

7. รูปทรงของหางเสือ (Rudder).....

.....

8. รูปทรงของคัดแคง (Centerboard).....

.....

กรรมวิธีการผลิต

1. กรรมวิธีการผลิตของลำตัวเรือ (Hull).....

.....

2. กรรมวิธีการผลิตของเสากระโดงเรือ (Mast).....

.....

3. กรรมวิธีการผลิตของเสาค้ำ (Sprit) .....

.....

4. กรรมวิธีการผลิตของใบเรือ (Sail) .....

.....

5. กรรมวิธีการผลิตของเชือกดึงใบเรือ (MailSheet).....

.....

6. กรรมวิธีการผลิตของพังงา (Tiller).....

.....

7. กรรมวิธีการผลิตของหางเสือ (Rudder).....

.....

8. กรรมวิธีการผลิตของคัดแคง (Centerboard).....

.....

ส่วนที่ 3 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถาม

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท : ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อนักศึกษา : นายศตวรรษ นาคศรีสุข

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้
2. เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้ หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral)ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้ หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

วัตถุประสงค์ของการสอบถามในครั้งนี้

1. เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้ หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral)ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)

<u>คำชี้แจง</u> แบบสัมภาษณ์นี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนและมีจำนวน 3 แผ่น

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ส่วนที่ 2 :ข้อมูลแบบประเมินความคิดเห็นของของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านรูปแบบเรือ

ส่วนที่ 3 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้ใช้เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านรูปแบบเรือ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการ ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ฉะนั่นจึงใคร่ขอความกรุณาท่านได้ตอบแบบสอบถามนี้ตามความเป็นจริงและตอบให้ครบทุกข้อโดยทำเครื่องหมาย (√) ลงใน □ หรือเติมคำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน 5 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับมาก

คะแนน 3 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับน้อย

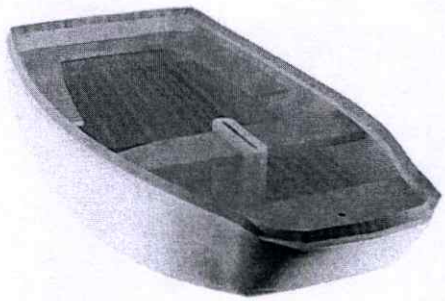
คะแนน 1 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

โดยแบบสอบถามชุดนี้แบ่งเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว)..... นามสกุล.....
ตำแหน่ง.....
สถานที่สัมภาษณ์.....
วันที่สัมภาษณ์.....เวลา.....

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลแบบประเมินความคิดเห็นของของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านรูปแบบเรือ
คำชี้แจง : พิจารณาผลงานการศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

รูปแบบที่ 1
ลำตัวเรือ (Hull)

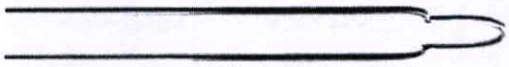


เสากระโดงเรือ (Mast)

คัดแคง (Centerboard)

หางเสือ (Rudder)

พังงา (Tiller)



เกณฑ์การพิจารณาตามภารกิจความต้องการในการใช้เรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	สามารถเล่นได้ทุกเพศทุกวัย					
2	ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น					
3	สามารถขนย้ายสะดวก					
4	ราคาไม่สูง					
5	มีความปลอดภัย					
6	มีน้ำหนักเบา					

เกณฑ์การพิจารณาตามขนาดและมิติของเรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	มีขนาดที่เหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย					
2	รับน้ำหนักได้ทุกขนาด					
3	ขนาดที่สามรถขนย้ายได้					
4	ใช้วัสดุที่เหมาะสม					
5	วัสดุมีความปลอดภัย					
6	น้ำหนักของตัวเรือ					

เกณฑ์การพิจารณาตามลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	รูปทรงที่เหมาะสม					
2	น้ำหนักที่เหมาะสม					
3	การต้านลมของตัวเรือ					
4	วัสดุที่ใช้					
5	ลักษณะการรับลม					
6	ลักษณะการบังคับ					

รูปแบบที่ 2

ลำตัวเรือ (Hull)

เสากระโดงเรือ (Mast)

คัดแคง (Centerboard)

หางเสือ (Rudder)

พังงา (Tiller)

เกณฑ์การพิจารณาตามภารกิจความต้องการในการใช้เรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	สามารถเล่นได้ทุกเพศทุกวัย					
2	ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น					
3	สามารถขนย้ายสะดวก					
4	ราคาไม่สูง					
5	มีความปลอดภัย					
6	มีน้ำหนักเบา					

เกณฑ์การพิจารณาตามขนาดและมิติของเรือ

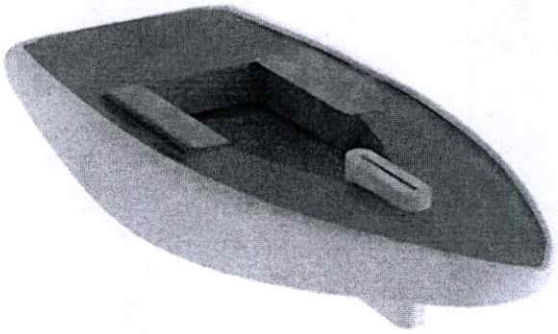
ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	มีขนาดที่เหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย					
2	รับน้ำหนักได้ทุกขนาด					
3	ขนาดที่สามรถขนย้ายได้					
4	ใช้วัสดุที่เหมาะสม					
5	วัสดุมีความปลอดภัย					
6	น้ำหนักของตัวเรือ					

เกณฑ์การพิจารณาตามลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	รูปทรงที่เหมาะสม					
2	น้ำหนักที่เหมาะสม					
3	การต้านลมของตัวเรือ					
4	วัสดุที่ใช้					
5	ลักษณะการรับลม					
6	ลักษณะการบังคับ					

รูปแบบที่ 3

ลำตัวเรือ (Hull)



เสากระโดงเรือ (Mast)

คัดแคง (Centerboard)

หางเสือ (Rudder)

พังงา (Tiller)

เกณฑ์การพิจารณาตามภารกิจความต้องการในการใช้เรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	สามารถเล่นได้ทุกเพศทุกวัย					
2	ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น					
3	สามารถขนย้ายสะดวก					
4	ราคาไม่สูง					
5	มีความปลอดภัย					
6	มีน้ำหนักเบา					

เกณฑ์การพิจารณาตามขนาดและมิติของเรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	มีขนาดที่เหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย					
2	รับน้ำหนักได้ทุกขนาด					
3	ขนาดที่สามรถขนย้ายได้					
4	ใช้วัสดุที่เหมาะสม					
5	วัสดุมีความปลอดภัย					
6	น้ำหนักของตัวเรือ					

เกณฑ์การพิจารณาตามลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	รูปทรงที่เหมาะสม					
2	น้ำหนักที่เหมาะสม					
3	การต้านลมของตัวเรือ					
4	วัสดุที่ใช้					
5	ลักษณะการรับลม					
6	ลักษณะการบังคับ					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

(นายศตวรรษ นาคศรีสุข)

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบสอบถาม

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท : ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อนักศึกษา : นายศตวรรษ นาคศรีสุข

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้
2. เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้ หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral)ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้ หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

วัตถุประสงค์ของการสอบถามในครั้งนี้

1. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้ หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)

<u>คำชี้แจง</u> แบบประเมินประสิทธิภาพนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน และมีจำนวน 3 แผ่น

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ส่วนที่ 2 : แบบประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ

ส่วนที่ 3 : ข้อเสนอแนะ

คำชี้แจง

แบบประเมินประสิทธิภาพนี้ใช้เพื่อรวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการ ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ฉะนั่นจึงใคร่ขอความกรุณาท่านได้ตอบแบบสอบถามนี้ตามความเป็นจริง และตอบให้ครบทุกข้อโดยทำเครื่องหมาย ($\sqrt{}$) ลงใน หรือเติมคำลงในช่องว่างที่กำหนดให้ □

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน 5 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับมาก

คะแนน 3 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับน้อย

คะแนน 1 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

โดยแบบสอบถามชุดนี้แบ่งเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

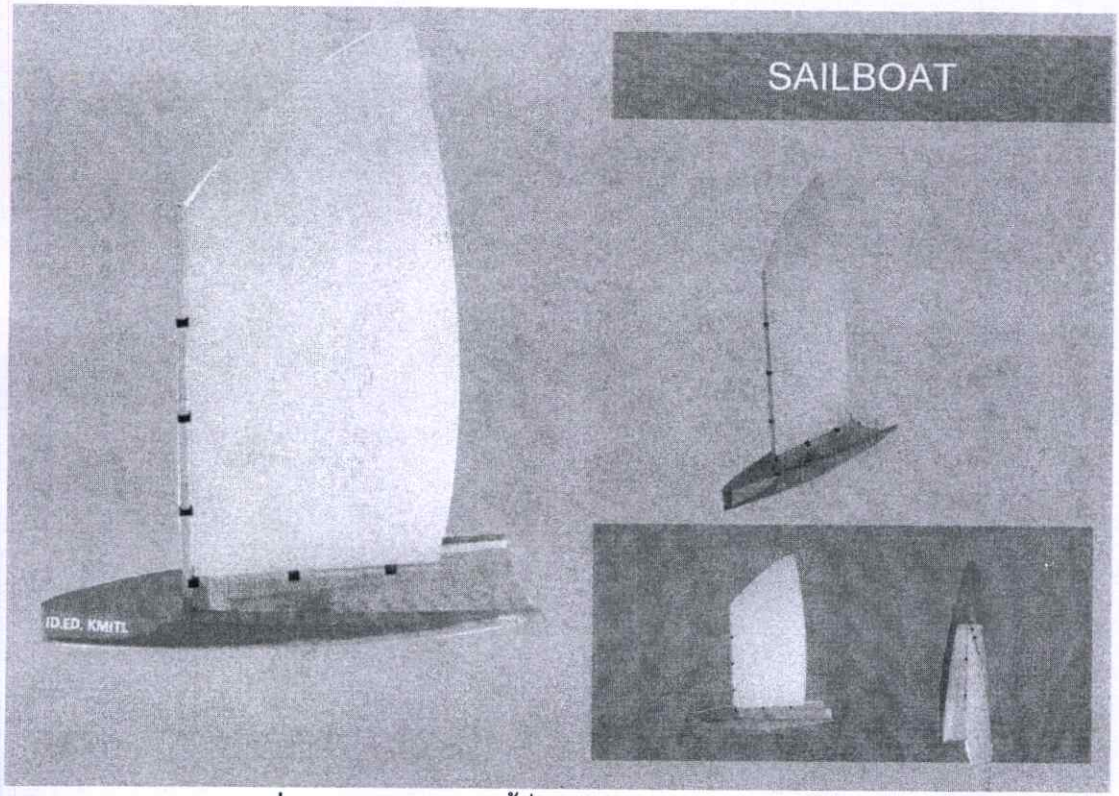
ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว)..... นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

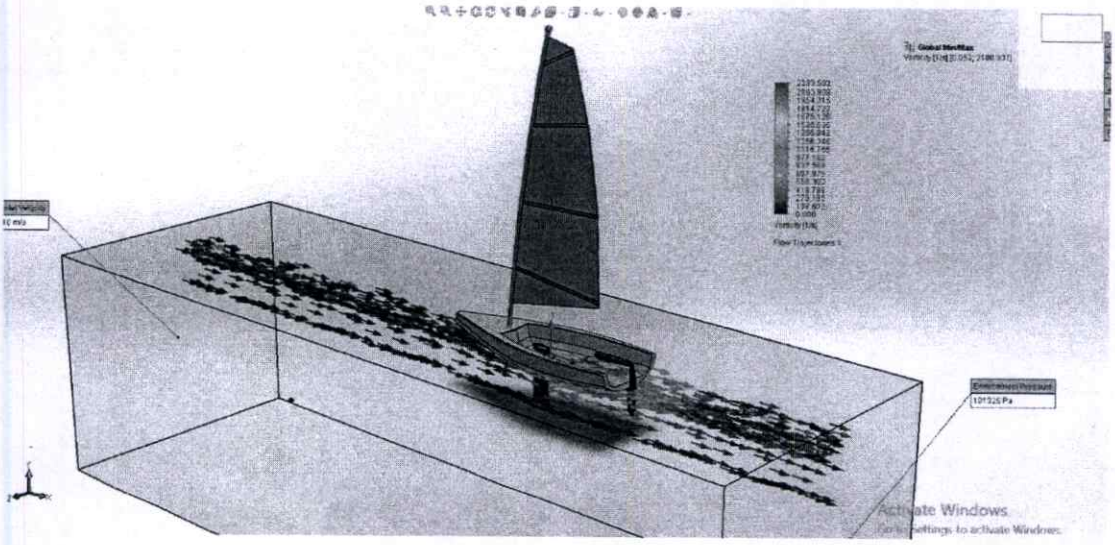
สถานที่.....

วันที่.....เวลา.....

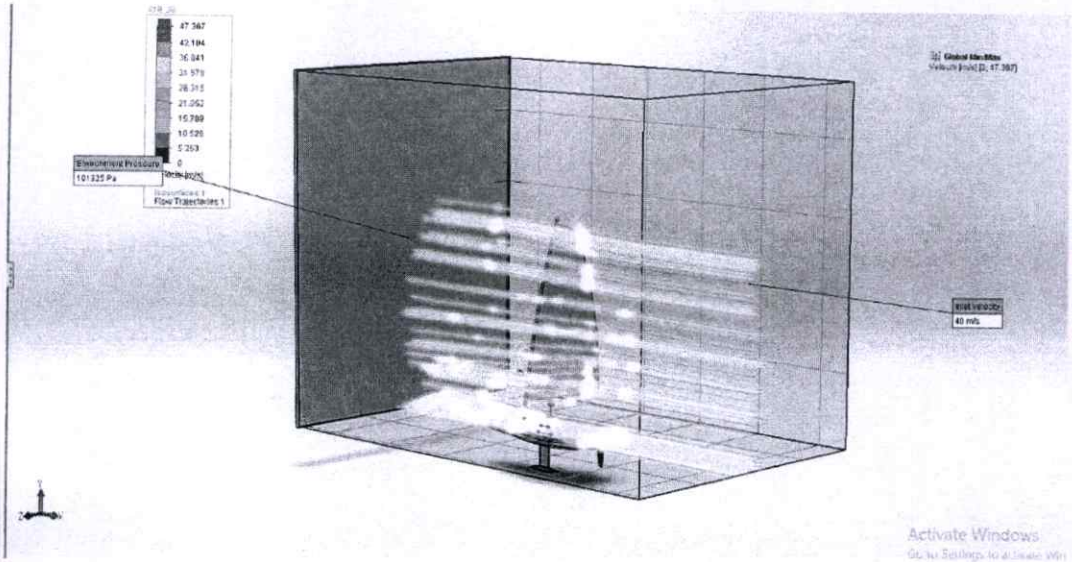
ส่วนที่ 2 : ข้อมูลแบบประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว
คำชี้แจง : แบบประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว



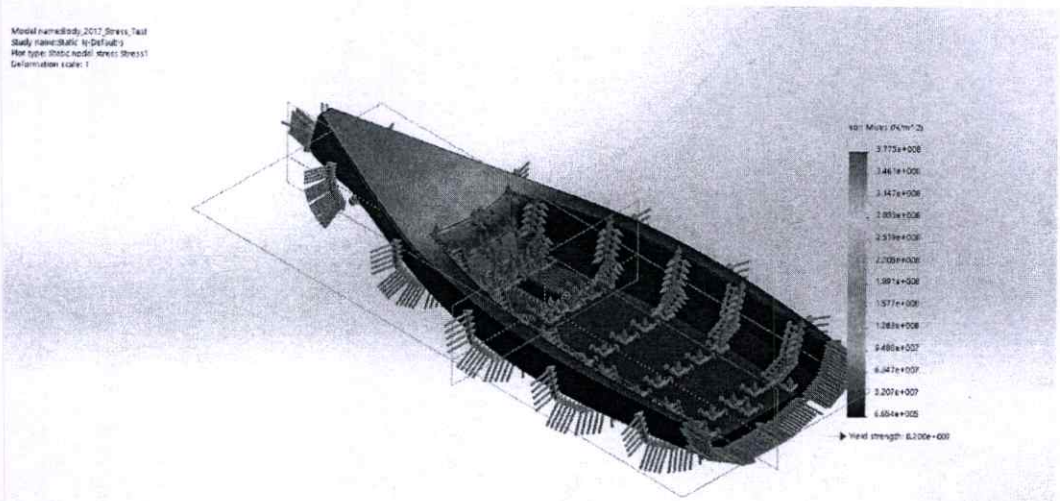
ภาพที่ 1 รูป 3D เรือใบดิงกี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว



ภาพที่ 1 แบบจำลองพลศาสตร์การไหลของน้ำ Flow Simulation water



ภาพที่ 2 แบบจำลองพลศาสตร์การไหลของอากาศ Flow Simulation Air



ภาพที่ 3 แบบจำลองการหาค่าความแข็งแรงของตัวเรือใบประเภทดิงกี้ Body Stress

เกณฑ์การประเมินตามความปลอดภัยของเรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ตำแหน่งผนังเรือ					
2	ระดับความสูงของผนังเรือ					
3	ตำแหน่งของกราบเรือ					
4	ระดับความสูงของกราบเรือ					
5	การป้องกันน้ำเข้าตัวเรือ					
6	ความเสียหายเมื่อน้ำเข้าตัวเรือ					

เกณฑ์การประเมินตามโครงสร้างความแข็งแรง

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	โครงสร้างของเรือรับคลื่นลมได้					
2	โครงสร้างของเรือรับแรงกระแทก					
3	โครงสร้างของเรือสามารถรับน้ำหนักได้					
4	โครงสร้างของเรือมีขนาดที่เหมาะสม					
5	โครงสร้างของอุปกรณ์เรือ					
6	โครงสร้างของวัสดุที่ใช้					

เกณฑ์การพิจารณาตามความสามารถการทรงตัวของเรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	รูปทรงที่เหมาะสม					
2	น้ำหนักที่เหมาะสม					
3	การต้านลมของตัวเรือ					
4	วัสดุที่ใช้					
5	ลักษณะการรับลม					
6	ลักษณะการบังคับ					

เกณฑ์การพิจารณาตามการประมาณราคาของตัวเรือ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ลำตัวเรือ					
2	อุปกรณ์เรือ					
3	การขนย้ายเรือ					
4	วัสดุที่ใช้					
5	การทดสอบและทดลอง					
6	การตรวจสอบคุณภาพ					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

(นายศตวรรษ นาคศรีสุข)

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบสอบถาม

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท : ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้

สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อนักศึกษา : นายศตวรรษ นาคศรีสุข

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเรือใบประเภทดิงกี้
2. เพื่อออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้ หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral)ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเรือใบประเภทดิงกี้โดยใช้ หลักการออกแบบเรือ (Design Spiral) ซึ่งเป็นกรรมวิธีซ้ำแล้วซ้ำอีก (Iterative Process) ของ (Ronald K. Kiss Ship)
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

วัตถุประสงค์ของการสอบถามในครั้งนี้

1. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้พัฒนาแล้ว

<u>คำชี้แจง</u> แบบประเมินความพึงพอใจนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน และมีจำนวน 3 แผ่น

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

ส่วนที่ 2 : แบบประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบใน สมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว

ส่วนที่ 3 : ข้อเสนอแนะ

คำชี้แจง

แบบประเมินความพึงพอใจนี้ใช้เพื่อรวบรวมความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการ ศึกษาและออกแบบเรือใบประเภทดิงกี้ฉะนั่นจึงใคร่ขอความกรุณาท่านได้ตอบแบบสอบถามนี้ตามความเป็นจริง และตอบให้ครบทุกข้อ โดยทำเครื่องหมาย ($\surd$) ลงใน หรือเติมคำลงในช่องว่างที่กำหนดให้

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน 5 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับมาก

คะแนน 3 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับน้อย

คะแนน 1 หมายถึง มีความเห็นว่าเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

โดยแบบสอบถามชุดนี้แบ่งเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมินความพึงพอใจ

ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว)..... นามสกุล.....

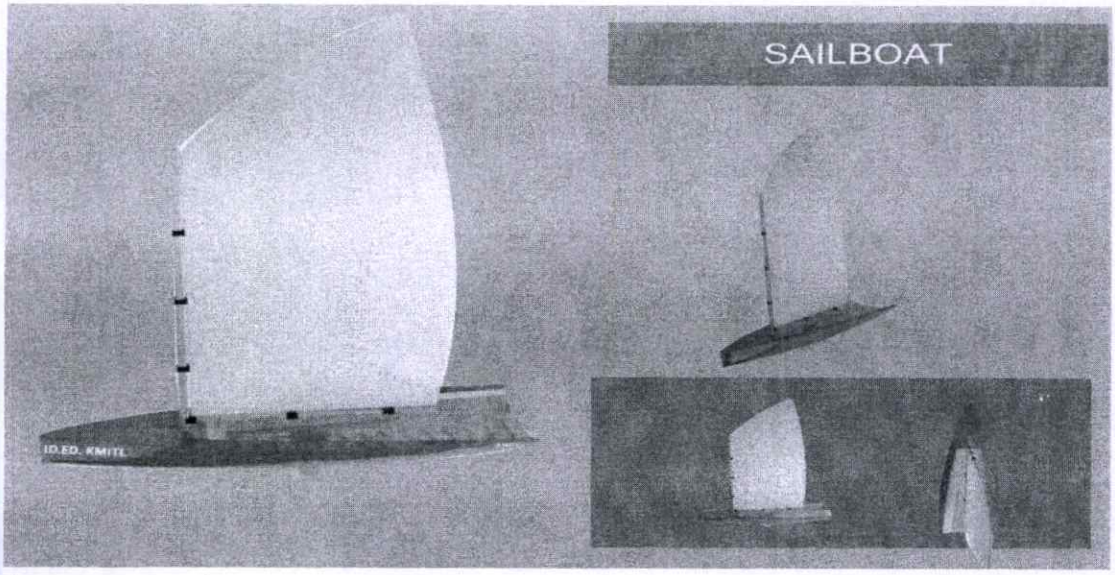
ตำแหน่ง.....

สถานที่.....

วันที่.....เวลา.....

ส่วนที่ 2 : : แสดงข้อมูลแบบประเมินถามความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว

คำชี้แจง : แบบประเมินถามความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว



รายการวัสดุในการสร้างเรือใบ

ลำดับที่	รายการ	หน่วยนับ	จำนวน	ราคา
1	ไม้อัดขนาด 6 มม.	แผ่น	6	330
2	ไม้อัดขนาด 10 มม.	แผ่น	10	370
3	วานิช EPOXY	ชุด/แกลลอน	2	1200
4	สีเพนการ์ด EPOXY	ชุด/แกลลอน	2	1500
5	สีรองพื้น HB	ชุด	3	950
6	สีโป้วเหลือง	ชุด/แกลลอน	2	150
7	ทินเนอร์ NO.17	แกลลอน	2	741
8	ทินเนอร์แลกเกอร์	แกลลอน	4	390
9	ผ้าทราย NO.1	โหล	3	360
10	ผ้าทราย NO.2	โหล	3	440
11	กระดาษทรายน้ำ NO.220	โหล	1	192
12	กระดาษทรายน้ำ NO.320	โหล	1	120
13	กระดาษกาวนิโต้	ห่อ	2	200
14	ยูนิเทน B52 ภายนอก	แกลลอน	1	820
15	น้ำมันผสมนูนิเทน	แกลลอน	1	480
16	แชลแลกเกล็ดเหลือง	กิโลกลัม	1	189
17	แอลกกอฮอล์	ปี๊ป	0.5	450
18	กระดาษทราย NO.1	โหล	1	120
19	กระดาษทราย NO.2	โหล	1	150
20	กาวอาราไดท์ 3-5 กก.	ชุด/แกลลอน	0.5	225
21	กระดาษทรายกลม	แผ่น	2	10
22	ตะปูบอล	กล่อง	2	100
23	โพลีเอสเตอร์เรซิ่น 220 อี	กิโลกลัม	15	95
24	เอ็กเซเลอเรเตอร์	กิโลกลัม	1	150
25	แคททาลีสต์	กิโลกลัม	1	100
26	โมโนสไตรีน	กิโลกลัม	2	100
27	อาซีโตน	กิโลกลัม	10	100
28	ผงทัมคัม	กิโลกลัม	2	100

รายการวัสดุในการสร้างเรือใบ (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	หน่วยนับ	จำนวน	ราคา
29	ผ้าใยแก้ว เบอร์ 120	เมตร	10	120
30	แปลงทาสีงานไฟเบอร์	อัน	2	250
31	ลูกกลิ้งงานไฟเบอร์	ชุด	1	250
32	กระดาษทรายกลม	แผ่น	1	15
33	กระดาษทรายม้วน	เมตร	6	15
34	น๊อตสเตนเลสขนาด 3 นิ้ว	ชุด	20	150
35	ตะปูใส่เครื่องยิงลม	กล่อง	5	200
36	กาวผง ROCKWOOD	กิโลกลัม	10	650
รวมราคาค่าวัสดุทั้งหมด				**38,608.0**

เกณฑ์การประเมินตามความพึงพอใจในรูปแบบการผลิตเรือใบ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ด้านความเหมาะสมในการแล่น					
2	ด้านการประยุกต์ใช้วัสดุในการออกแบบ					
3	ด้านความเหมาะสมในกระบวนการผลิต					
4	ด้านความสวยงาม					

เกณฑ์การพิจารณาตามการส่งเสริมการตลาด

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ด้านความเหมาะสมในการแล่น					
2	ด้านการประยุกต์ใช้วัสดุในการออกแบบ					
3	ด้านความเหมาะสมในกระบวนการผลิต					

เกณฑ์การพิจารณาตามคุณค่าผู้แล่นเรือใบ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ด้านความสวยงามของเรือใบ					
2	ด้านคุณค่าของการใช้วัสดุ ของเรือใบ					
3	ภาพลักษณ์เรือใบเหมาะสมกับผู้แล่นทุกเพศทุกวัย					

เกณฑ์การพิจารณาตามต้นทุนต่อผู้แล่นเรือใบ

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ความเหมาะสมของราคาเรือใบ					
2	ความเหมาะสมของราคาวัสดุที่ใช้					
3	ความเหมาะสมของการเคลื่อนย้าย					
4	ความเหมาะสมของการบำรุงรักษา					

เกณฑ์การพิจารณาตามความสะดวกสบาย

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ด้านความสะดวกสบายในการแล่น					
2	ด้านความสะดวกสบายของพื้นที่โครงสร้างเรือ					
3	ด้านความเหมาะสมในการเคลื่อนย้าย					
4	ด้านความเหมาะสมในการบำรุงรักษา					

เกณฑ์การพิจารณาตามการสื่อสาร

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ระดับความเห็น				
		1	2	3	4	5
1	เรือใบมีความแปลกใหม่					
2	เรือใบแสดงถึงการใช้วัสดุที่หาได้ในประเทศ					
3	เรือใบบ่งบอกถึงการแล่นได้ทุกเพศทุกวัย					
4	เรือใบมีความแปลกใหม่					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

(นายศตวรรษ นาคศรีสุข)

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ

(ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ)

รายการความคิดเห็น	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ภารกิจความต้องการในการใช้เรือ					
1.1 สามารถเล่นได้ทุกเพศทุกวัย	1	1	1	1	ใช้ได้
1.2 ไม่จำกัดน้ำหนักผู้เล่น	1	1	1	1	ใช้ได้
1.3 สามารถขนย้ายสะดวก	1	1	1	1	ใช้ได้
1.4 ราคาไม่สูง	1	1	1	1	ใช้ได้
1.5 มีความปลอดภัย	1	1	1	1	ใช้ได้
1.6 มีน้ำหนักเบา	1	1	1	1	ใช้ได้
2. กำหนดขนาดและมิติของเรือ					
2.1 มีขนาดที่เหมาะสมกับทุกเพศทุกวัย	1	1	1	1	ใช้ได้
2.2 รับน้ำหนักได้ทุกขนาด	1	1	1	1	ใช้ได้
2.3 ขนาดที่สามรถขนย้ายได้	1	1	1	1	ใช้ได้
2.4 ใช้วัสดุที่เหมาะสม	1	1	1	1	ใช้ได้
2.5 วัสดุมีความปลอดภัย	1	1	1	1	ใช้ได้
2.6 น้ำหนักของตัวเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
3. ลายเส้นตัวเรือหรือรูปทรงตัวเรือ					
3.1 รูปทรงที่เหมาะสม	1	1	1	1	ใช้ได้
3.2 น้ำหนักที่เหมาะสม	1	1	1	1	ใช้ได้
3.3 การต้านลมของตัวเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
3.4 วัสดุที่ใช้	1	1	1	1	ใช้ได้
3.5 ลักษณะการรับลม	1	1	1	1	ใช้ได้
3.6 ลักษณะการบังคับ	1	1	1	1	ใช้ได้

วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินประสิทธิภาพที่มีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ที่ได้รับการพัฒนาแล้วของ
ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ
(ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ)

รายการความคิดเห็น	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. ความปลอดภัยของเรือ					
1.1 ตำแหน่งผนังเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
1.2 ระดับความสูงของผนังเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
1.3 ตำแหน่งของกราบเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
1.4 ระดับความสูงของกราบเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
1.5 การป้องกันน้ำเข้าตัวเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
1.6 ความเสียหายเมื่อน้ำเข้าตัวเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
2. โครงสร้างความแข็งแรง					
2.1 โครงสร้างของเรือรับคลื่นลมได้	1	1	1	1	ใช้ได้
2.2 โครงสร้างของเรือรับแรงกระแทก	1	1	1	1	ใช้ได้
2.3 โครงสร้างของเรือสามารถรับน้ำหนักได้	1	1	1	1	ใช้ได้
2.4 โครงสร้างของเรือมีขนาดที่เหมาะสม	1	1	1	1	ใช้ได้
2.5 โครงสร้างของอุปกรณ์เรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
2.6 โครงสร้างของวัสดุที่ใช้	1	1	1	1	ใช้ได้
3. ความสามารถการทรงตัวของเรือ					
3.1 รูปทรงที่เหมาะสม	1	1	1	1	ใช้ได้
3.2 น้ำหนักที่เหมาะสม	1	1	1	1	ใช้ได้
3.3 การต้านลมของตัวเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
3.4 วัสดุที่ใช้	1	1	1	1	ใช้ได้
3.5 ลักษณะการรับลม	1	1	1	1	ใช้ได้
3.6 ลักษณะการบังคับ	1	1	1	1	ใช้ได้
4. การประมาณราคาของตัวเรือ					
4.1 ลำตัวเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
4.2 อุปกรณ์เรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
4.3 การขนย้ายเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
4.4 วัสดุที่ใช้	1	1	1	1	ใช้ได้
4.5 การทดสอบและทดลอง	1	1	1	1	ใช้ได้
4.6 การตรวจสอบคุณภาพ	1	1	1	1	ใช้ได้

วิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินถามความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่และสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบมีต่อเรือใบประเภทดิงกี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว(ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ)

รายการความคิดเห็น	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. เกณฑ์การประเมินตามความพึงพอใจ					
1.1 ด้านความเหมาะสมในการแล่น	1	1	1	1	ใช้ได้
1.2 ด้านการประยุกต์ใช้วัสดุในการออกแบบ	1	1	1	1	ใช้ได้
1.3 ด้านความเหมาะสมในกระบวนการผลิต	1	1	1	1	ใช้ได้
1.4 ด้านความสวยงาม	1	1	1	1	ใช้ได้
2. เกณฑ์การพิจารณาตามการส่งเสริมการตลาด					
2.1 ด้านความเหมาะสมในการแล่น	1	1	1	1	ใช้ได้
2.2 ด้านการประยุกต์ใช้วัสดุในการออกแบบ	1	1	1	1	ใช้ได้
2.3 ด้านความเหมาะสมในกระบวนการผลิต	1	1	1	1	ใช้ได้
3. เกณฑ์การพิจารณาตามคุณค่าผู้แล่นเรือใบ					
3.1 ด้านความสวยงามของเรือใบ	1	1	1	1	ใช้ได้
3.2 ด้านคุณค่าของการใช้วัสดุ ของเรือใบ	1	1	1	1	ใช้ได้
3.3 ภาพลักษณ์เรือใบเหมาะสมกับผู้แล่นทุกเพศทุกวัย	1	1	1	1	ใช้ได้
4. เกณฑ์การพิจารณาตามต้นทุนต่อผู้แล่นเรือใบ					
4.1 ความเหมาะสมของราคาเรือใบ	1	1	1	1	ใช้ได้
4.2 ความเหมาะสมของราคาวัสดุที่ใช้	1	1	1	1	ใช้ได้
4.3 ความเหมาะสมของการเคลื่อนย้าย	1	1	1	1	ใช้ได้
4.4 ความเหมาะสมของการบำรุงรักษา	1	1	1	1	ใช้ได้
5. เกณฑ์การพิจารณาตามความสะดวกสบาย					
5.1 ด้านความสะดวกสบายในการแล่น	1	1	1	1	ใช้ได้
5.2 ด้านความสะดวกสบายของพื้นที่โครงสร้างเรือ	1	1	1	1	ใช้ได้
5.3 ด้านความเหมาะสมในการเคลื่อนย้าย	1	1	1	1	ใช้ได้
5.4 ด้านความเหมาะสมในการบำรุงรักษา	1	1	1	1	ใช้ได้
6. เกณฑ์การพิจารณาตามการสื่อสาร					
6.1 เรือใบมีความแปลกใหม่	1	1	1	1	ใช้ได้
6.2 เรือใบแสดงถึงการใช้วัสดุที่หาได้ในประเทศ	1	1	1	1	ใช้ได้
6.3 เรือใบบ่งบอกถึงการแล่นได้ทุกเพศทุกวัย	1	1	1	1	ใช้ได้
6.4 เรือใบมีความแปลกใหม่	1	1	1	1	ใช้ได้

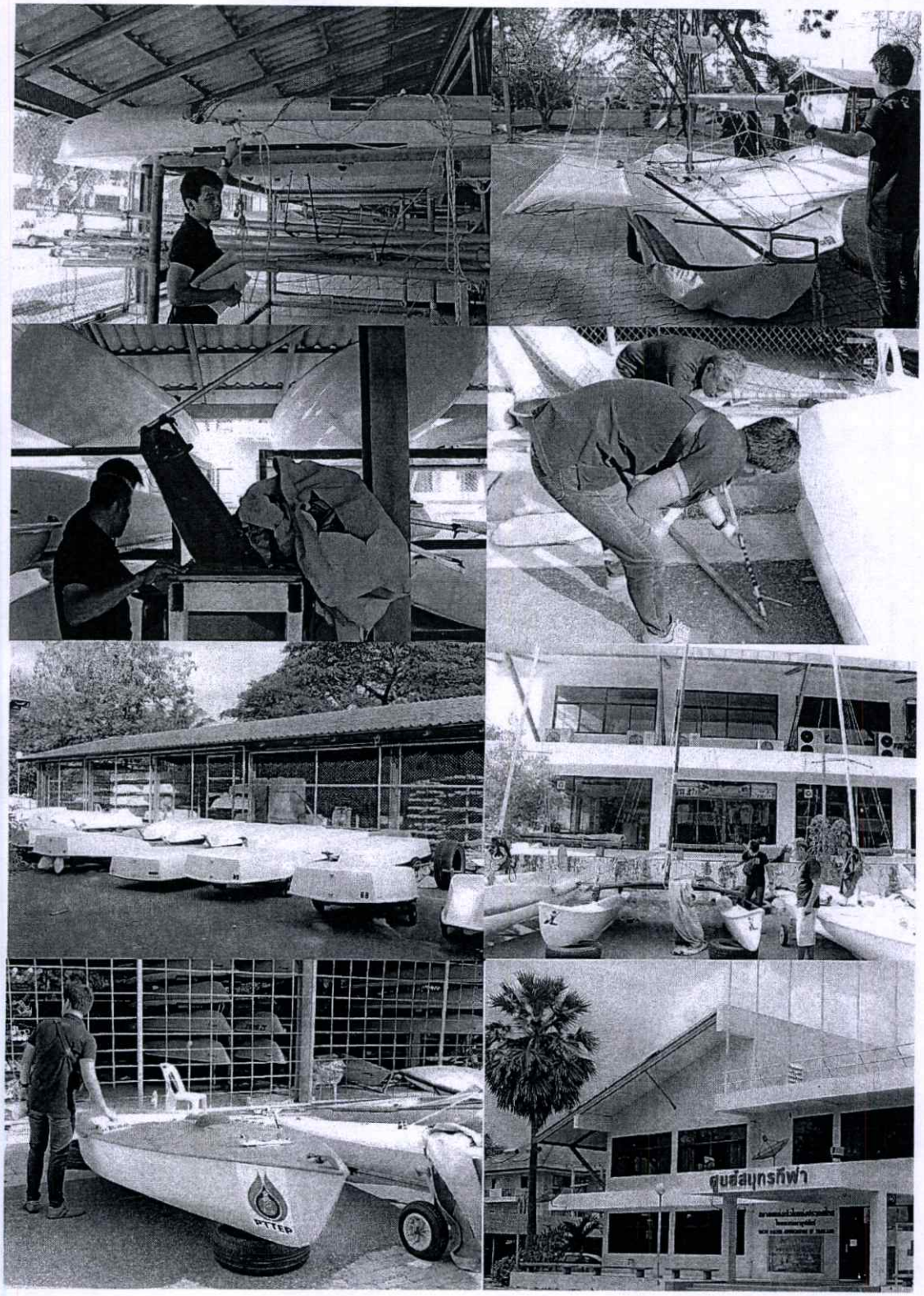
ภาคผนวก ค

ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลในการวิจัย

1. ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลในการวิจัย ณ สมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์" อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี

2. ภาพถ่ายการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ จากผู้ทรงคุณวุฒิ

3. ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลในการวิจัย จากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ



ภาพที่ ค.1 : ภาพแสดงการเก็บข้อมูลในการวิจัย ณ สมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์" อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี

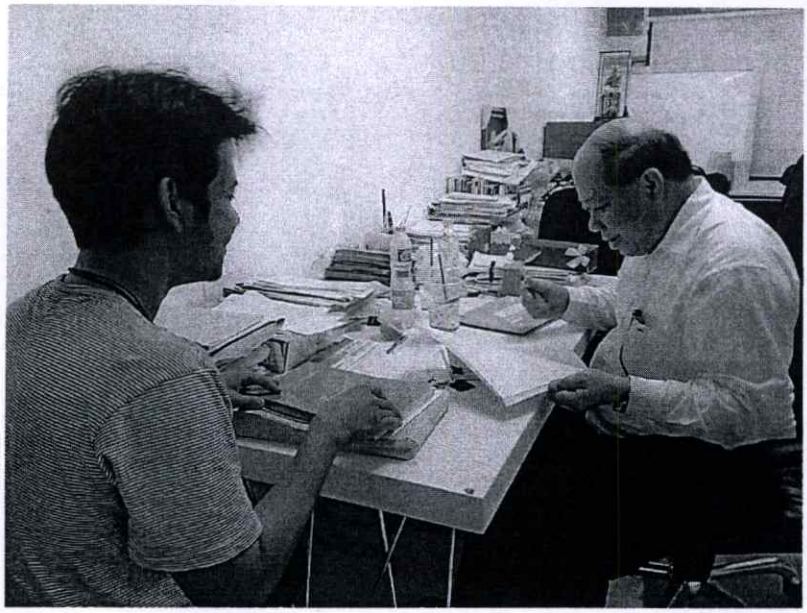
ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 20 ธันวาคม พ.ศ.2559)

ภาพที่ ค.2 : ภาพแสดงการเก็บข้อมูลในการวิจัย ณ สมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์" อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี

ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 20 ธันวาคม พ.ศ.2559)

ภาพที่ ค.3 : ร.ต.สุธน ธรรมสุนทร เจ้าหน้าที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือใบแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 20 ธันวาคม พ.ศ.2559)

ภาพที่ ค.4 : ร.อ.ดำรงศักดิ์ วงศ์ทิม เจ้าหน้าที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญการแล่นเรือใบ ในสมาคมกีฬาแข่งเรือแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 25 ธันวาคม พ.ศ.2559)

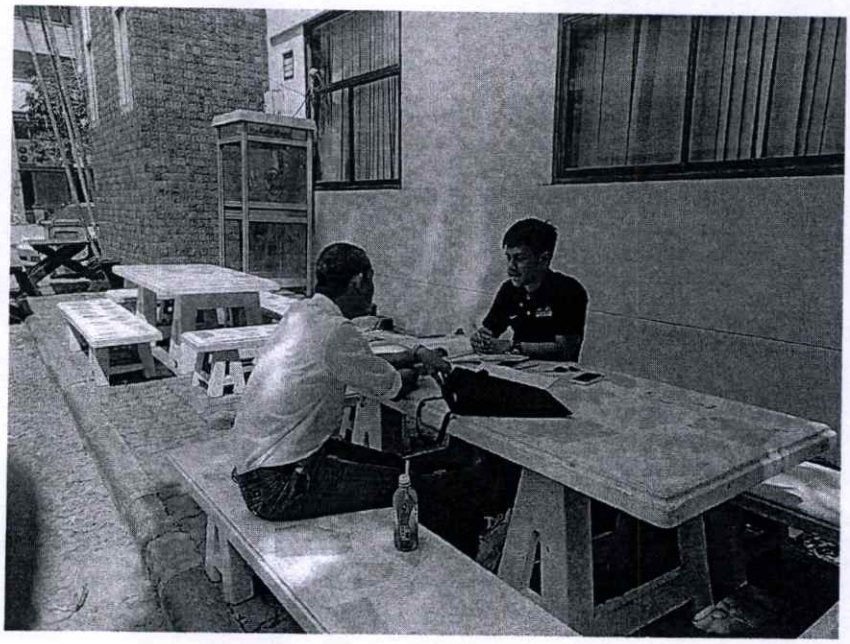


ภาพที่ ค.5 : ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์ อาจารย์ประจำหลักสูตรภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา)

ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 16 มกราคม พ.ศ.2560)

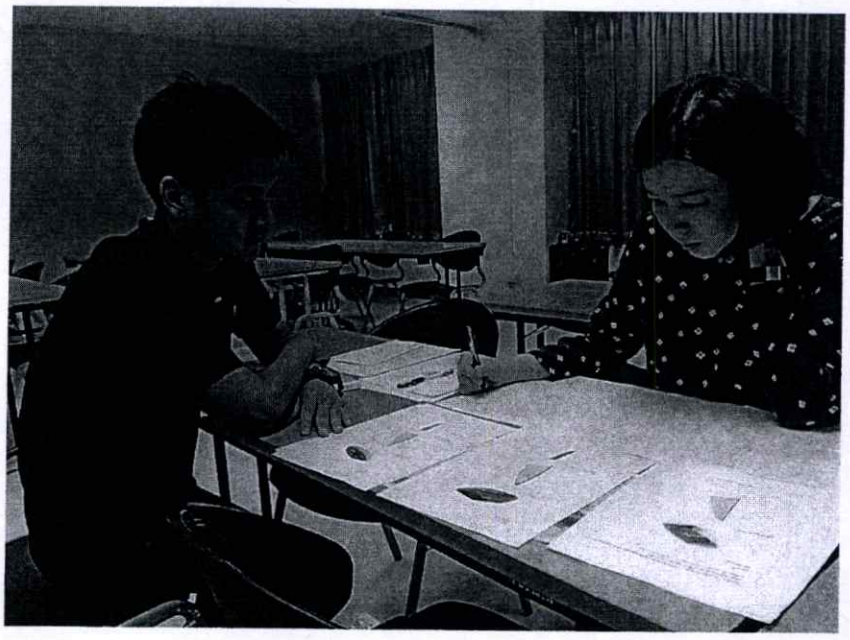
ภาพที่ ค.6 : อาจารย์สุภิญโญ วงศ์เพม อาจารย์ประจำสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร (ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (ถ่ายเมื่อ 25 มกราคม พ.ศ.2560)



ภาพที่ ค.7 : อาจารย์ศรศิลป์ โสภณสกุลวงศ์ อาจารย์สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)

ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 27 มกราคม พ.ศ.2560)



ภาพที่ ค.8 : อาจารย์ซอ มิยอง อาจาร์ประจำสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรม กรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา (ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)

ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2560)

ภาพที่ ค.9 : ดร.ยอดชาย เตียเปี้น อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมต่อเรือและเครื่องกลเรือวิทยาลัยพาณิชยนาวีนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ)

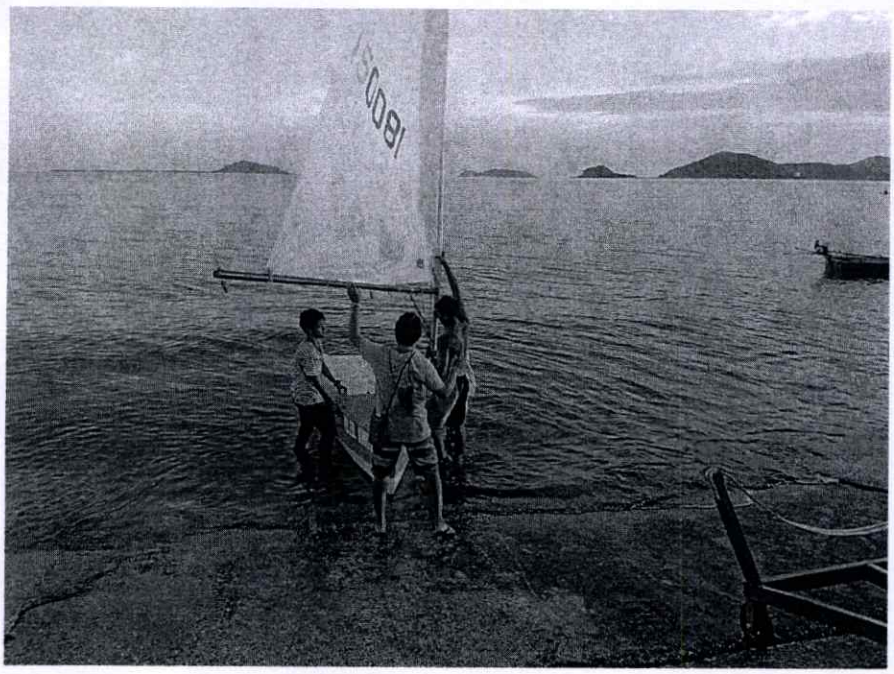
ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 30 มกราคม พ.ศ.2560)

ภาพที่ ค.10 : อาจารย์ณรงค์ สมประสงค์ อาจารย์สาขางานต่อเรือไม้และไฟเบอร์กลาสวิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือพระนครศรีอยุธยา (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือ)

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (ถ่ายเมื่อ 31 มกราคม พ.ศ.2560)

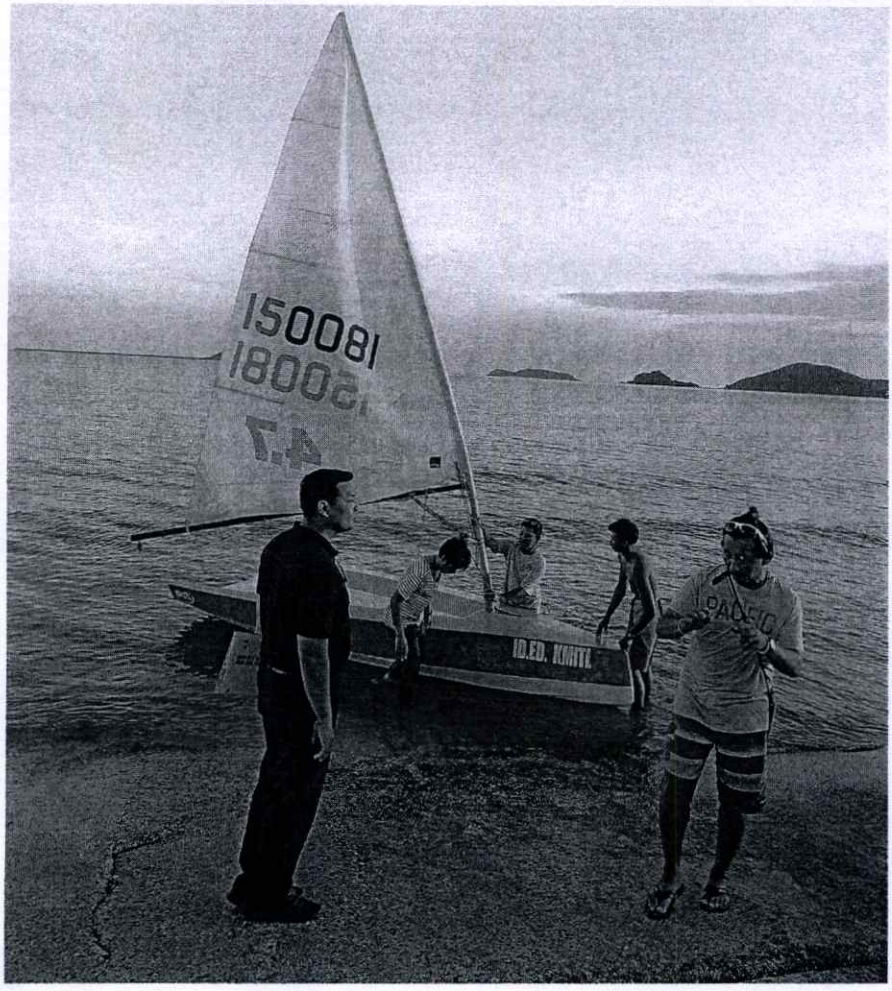
ภาพที่ ค.11 : อาจารย์ชลิต หนูไข่ อาจารย์พิเศษชำนาญการ โรงเรียนสุเหร่ากองดิน (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเรือและการต่อเรือไม้)

ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560)



ภาพที่ ค.12 : ผู้เชี่ยวชาญด้านการแล่นเรือใบ

ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 2 พฤษภาคม พ.ศ.2560)

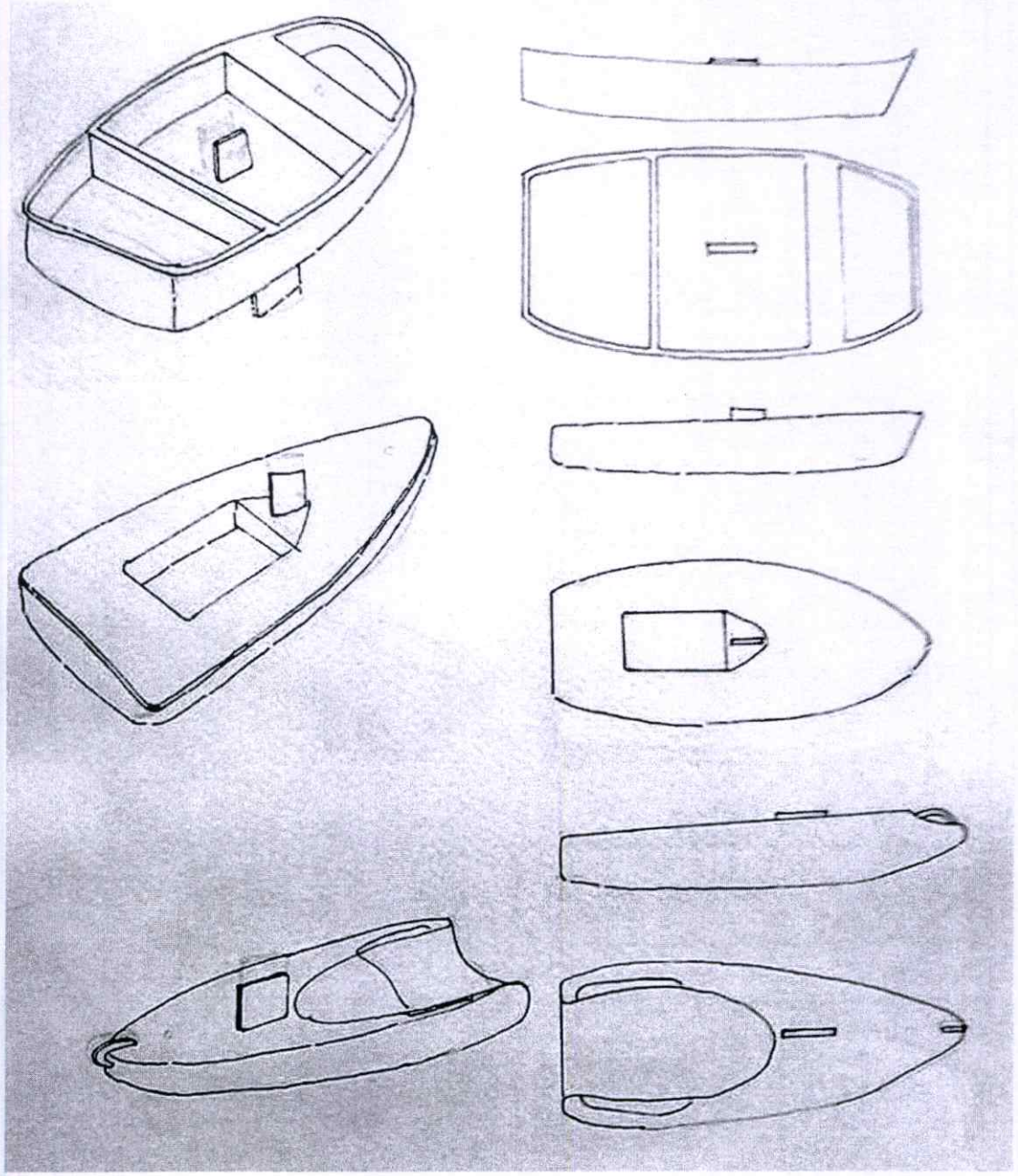


ภาพที่ ค.13 : ผู้เชี่ยวชาญด้านการแล่นเรือใบ

ที่มา : กฤติมา กลิ่นสุมาลย์ (ถ่ายเมื่อ 2 พฤษภาคม พ.ศ.2560)

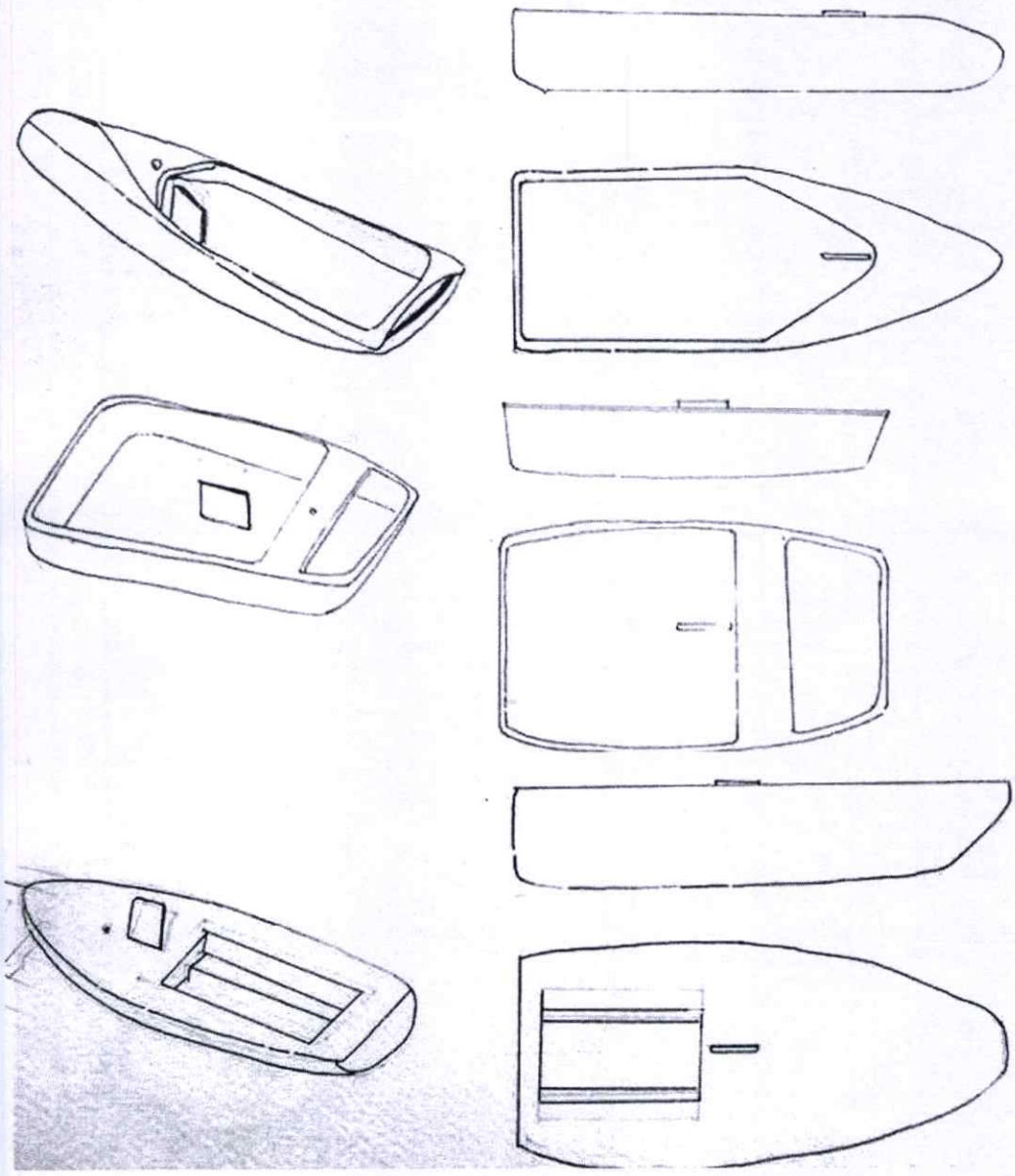
ภาคผนวก ง

ผลการออกแบบ



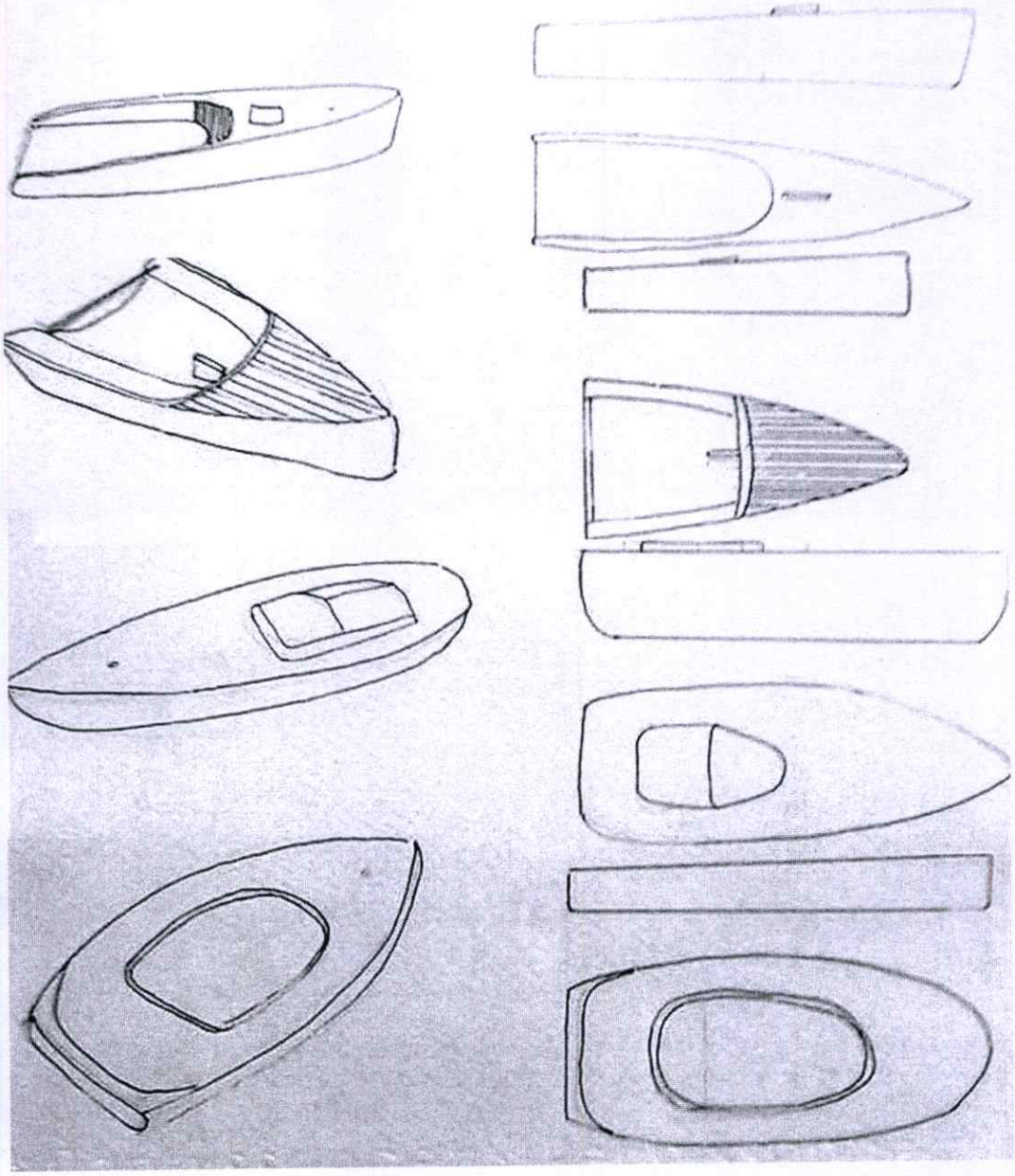
ภาพที่ ง.1 จากภาพร่างเบื้องต้นของเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull) ก

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



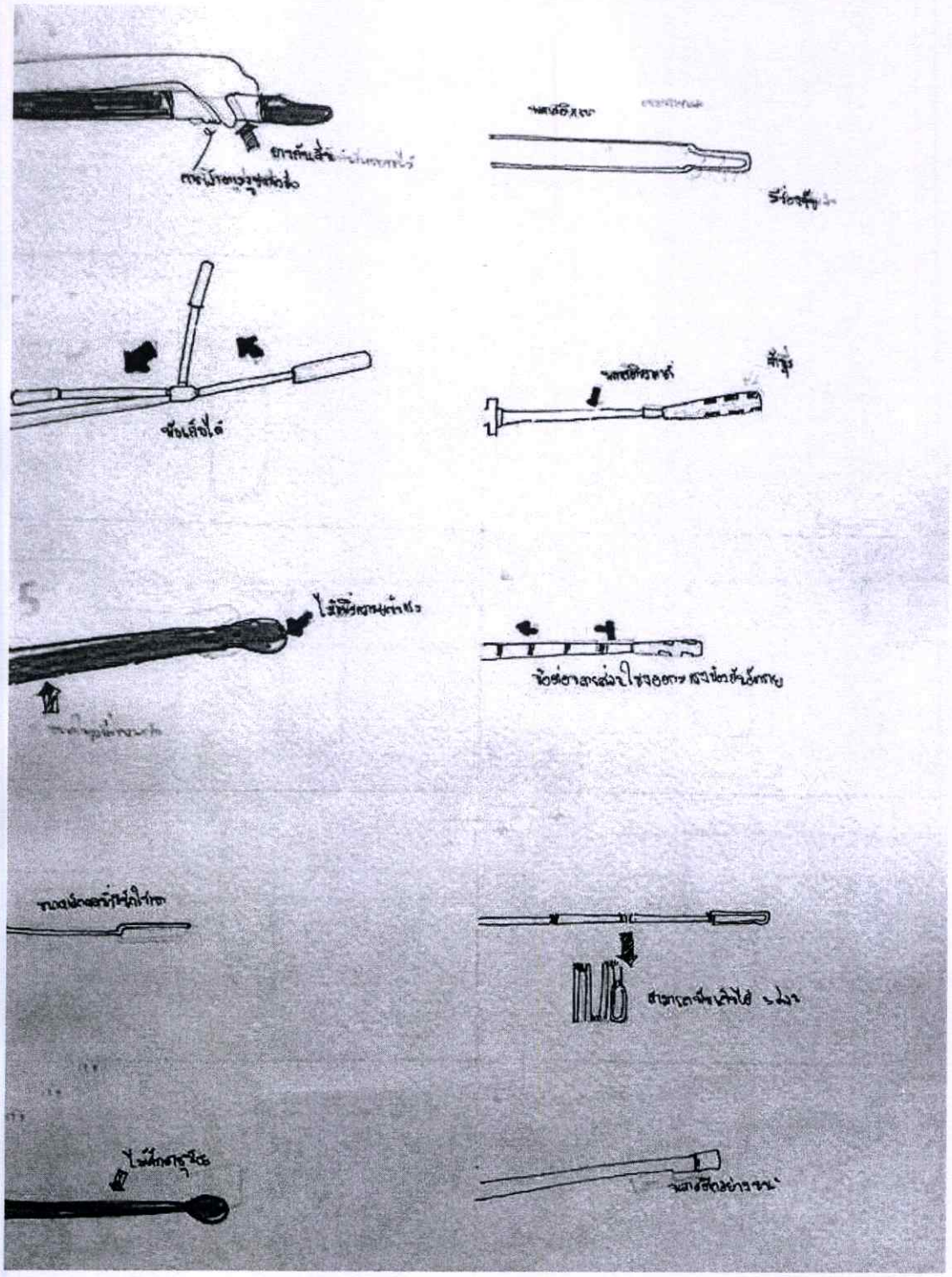
ภาพที่ ง.2 จากภาพร่างเบื้องต้นของเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull) ข

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



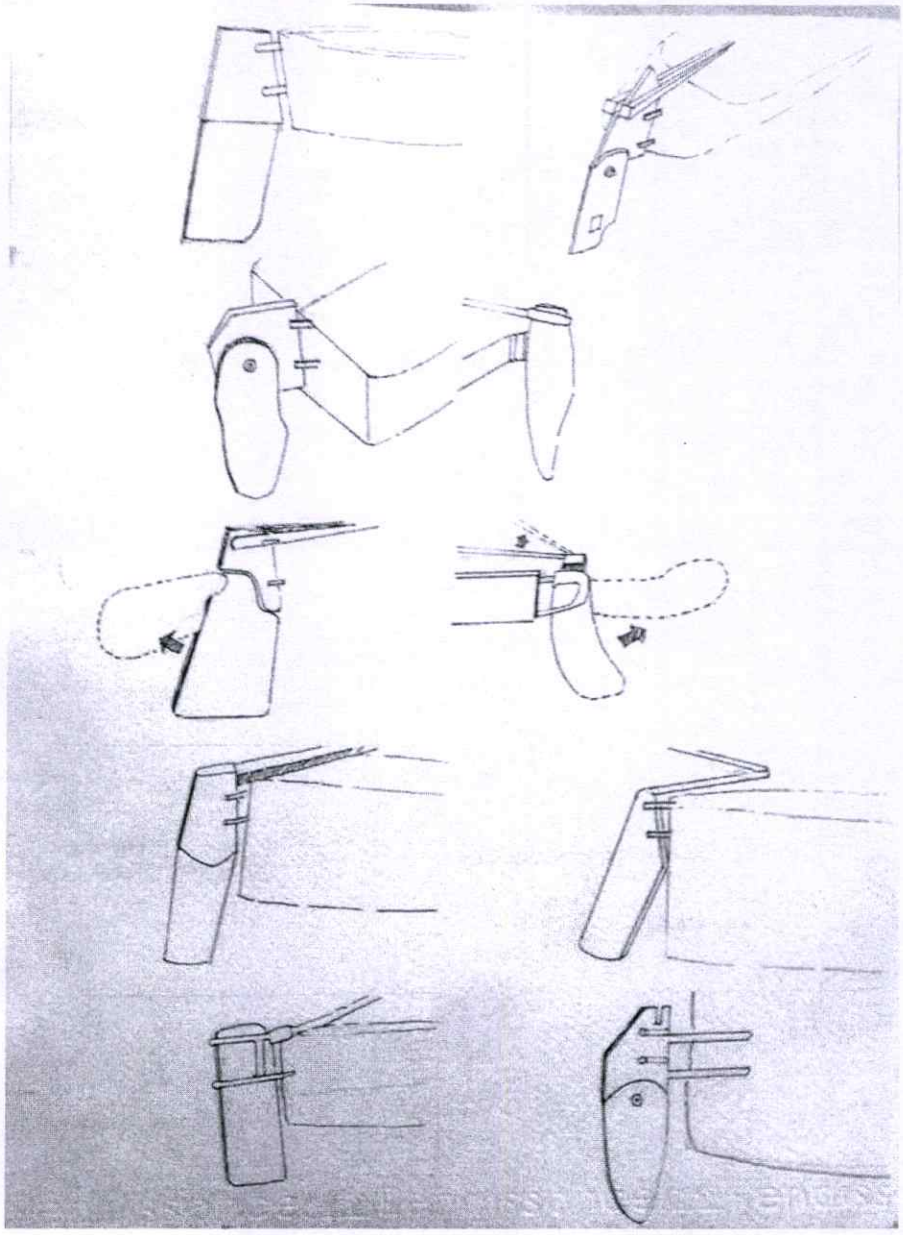
ภาพที่ ง.3 จากภาพร่างเบื้องต้นของเรือใบประเภทดิงกี้ ลำตัวเรือ (hull) ข

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



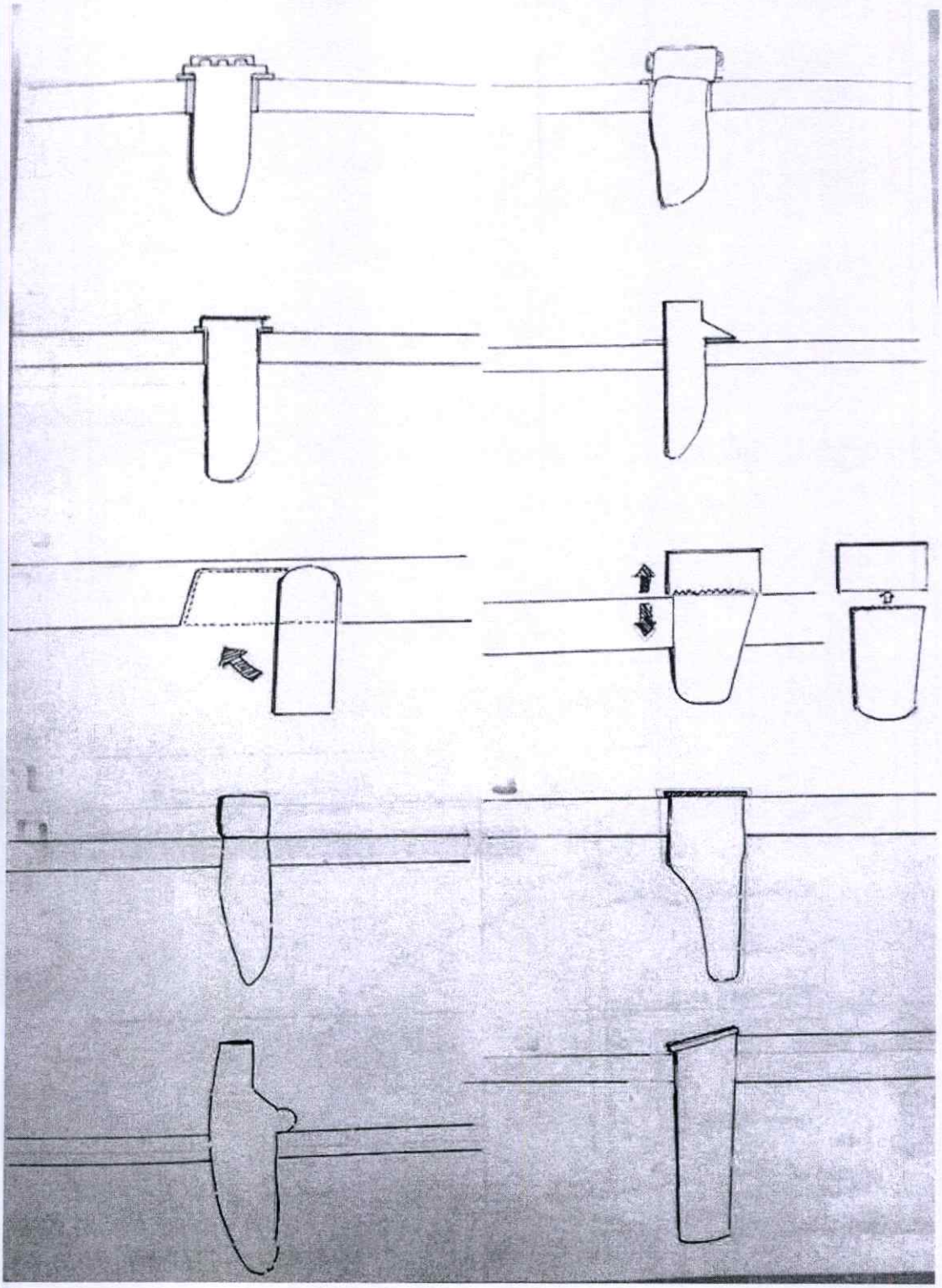
ภาพที่ ง.4 จากภาพร่างเบื้องต้นของเรือใบประเภทดิงกี้ พังงา (Tiller) ค

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



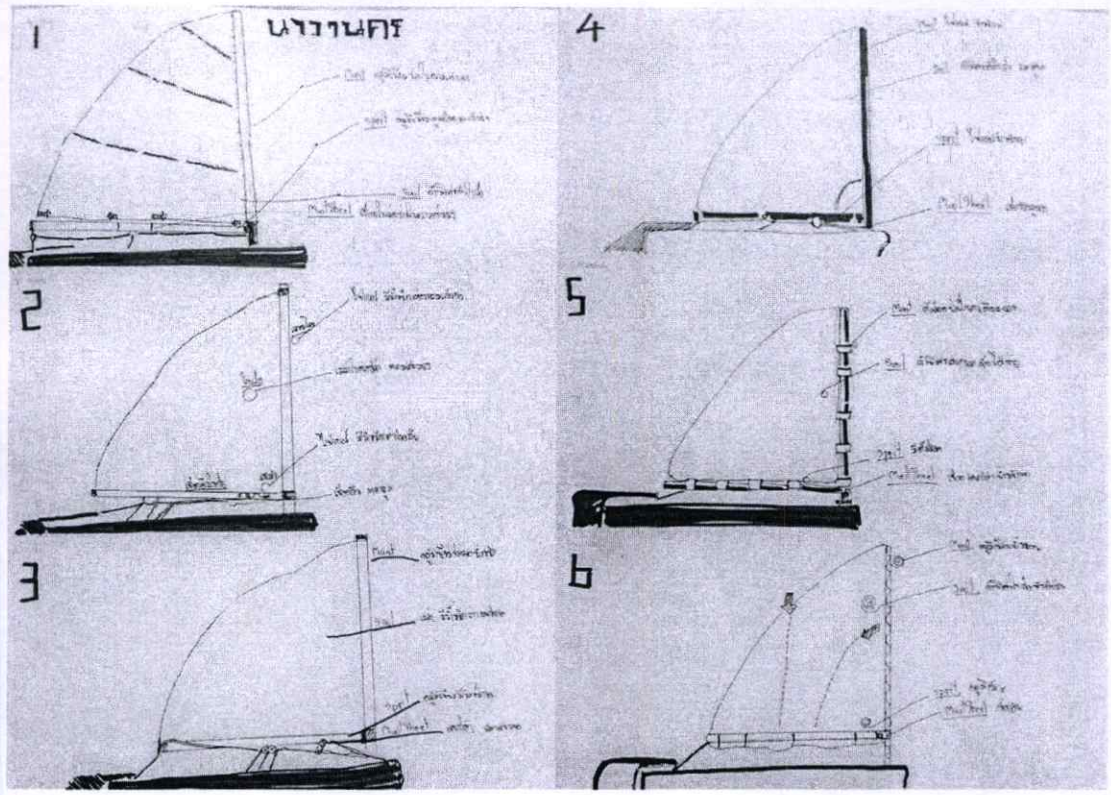
ภาพที่ ง.5 จากภาพร่างเบื้องต้นของเรือใบประเภทดิงกี้ หางเสือ (Rudder) ศ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



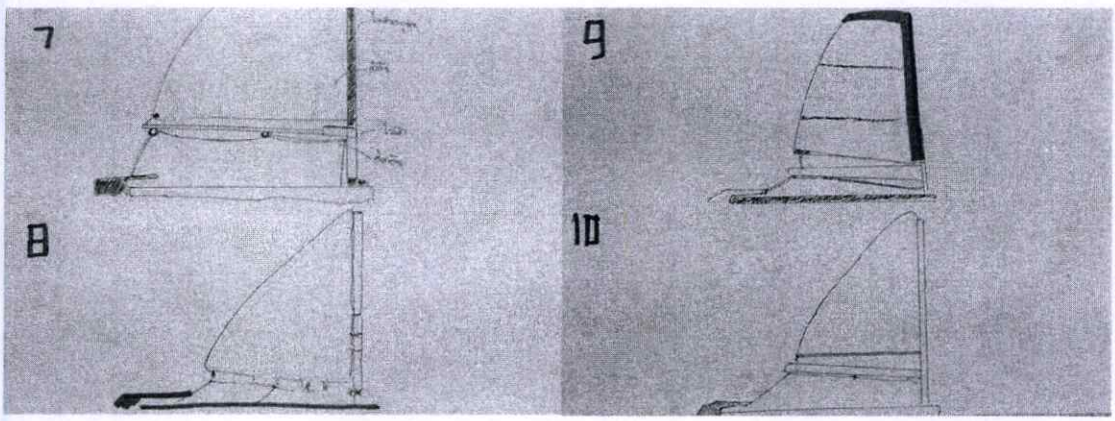
ภาพที่ ง.6 จากภาพร่างเบื้องต้นของเรือใบประเภทดิงกี้ พังงา (Tiller) ฆ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



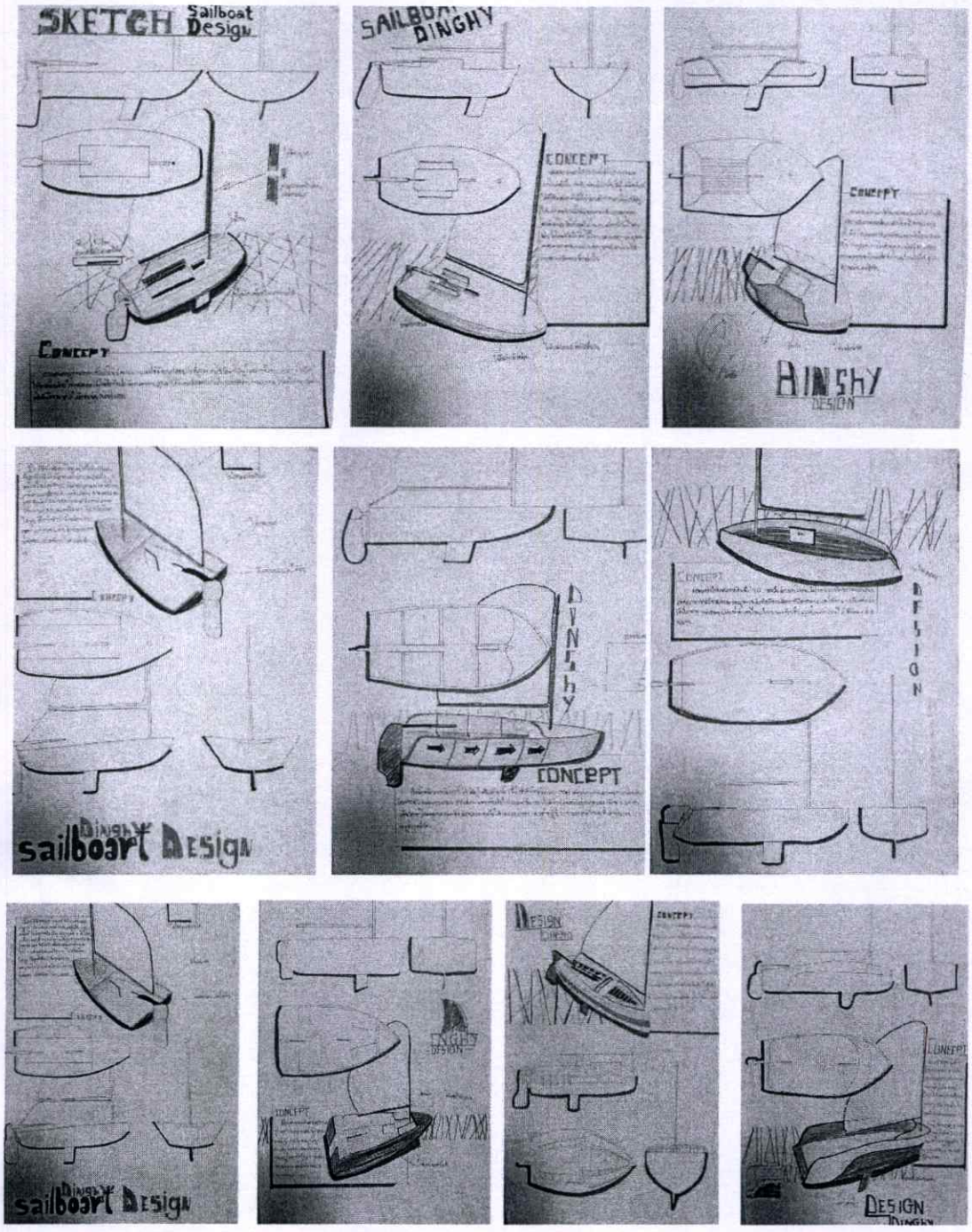
ภาพที่ ง.7 จากภาพร่างเบื้องต้นของเรือใบประเภทดิงกี้ เสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือ ง

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



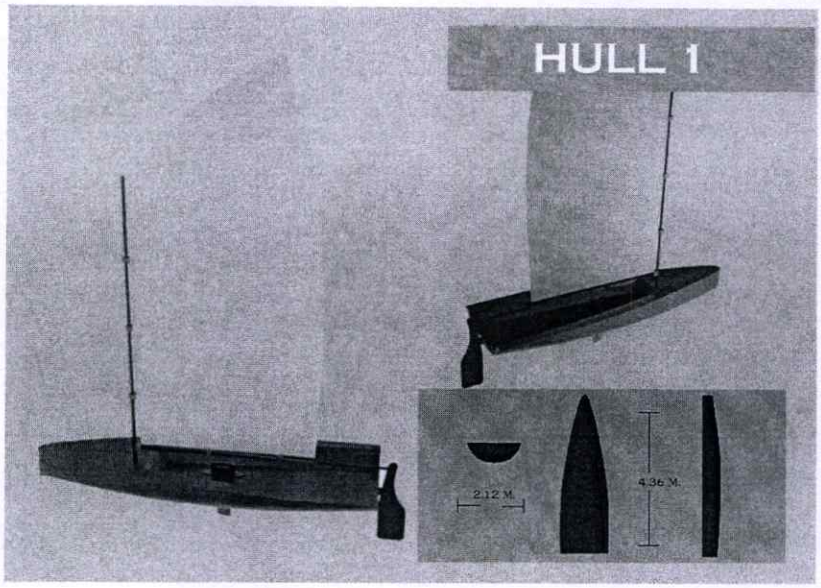
ภาพที่ ง.8 จากภาพร่างเบื้องต้นของเรือใบประเภทดิงกี้ เสากระโดง,เสาค้ำ,ใบเรือ,เชือกดึงใบเรือ จ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



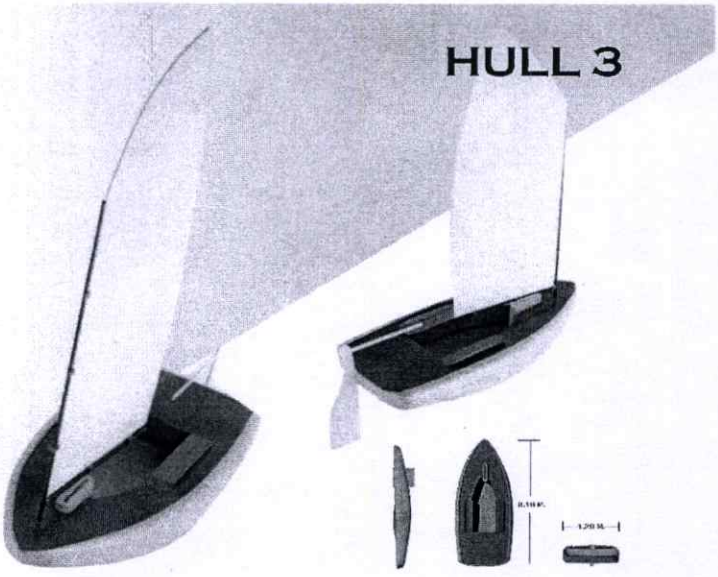
ภาพที่ ง.9 จากภาพร่างเรือใบประเภทดิงกี้ 10 รูปแบบ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



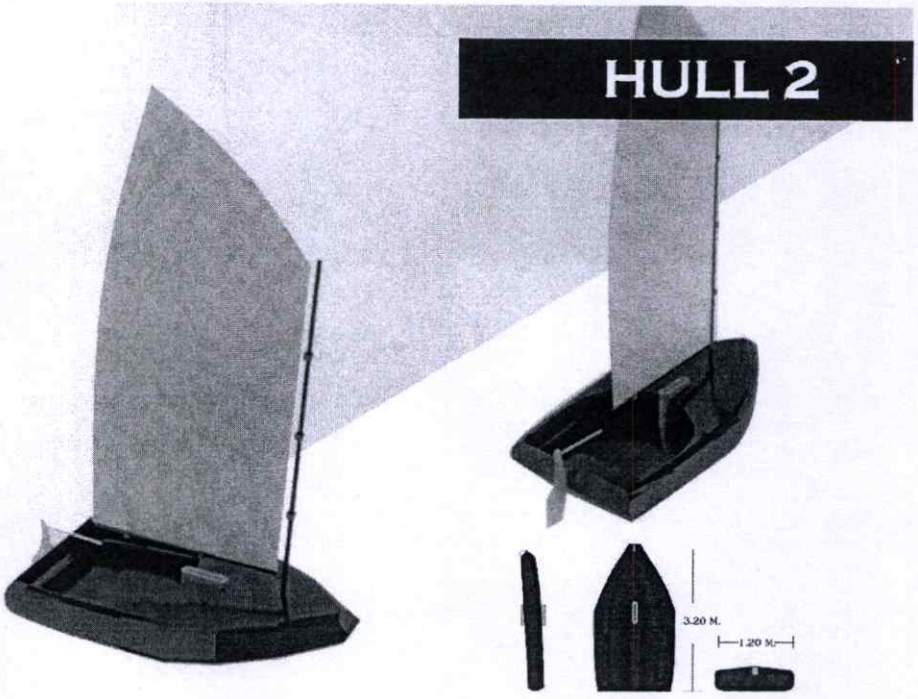
ภาพที่ ง.10 จากขึ้นต้นแบบสามมิติเรือใบประเภทดิงกี้

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



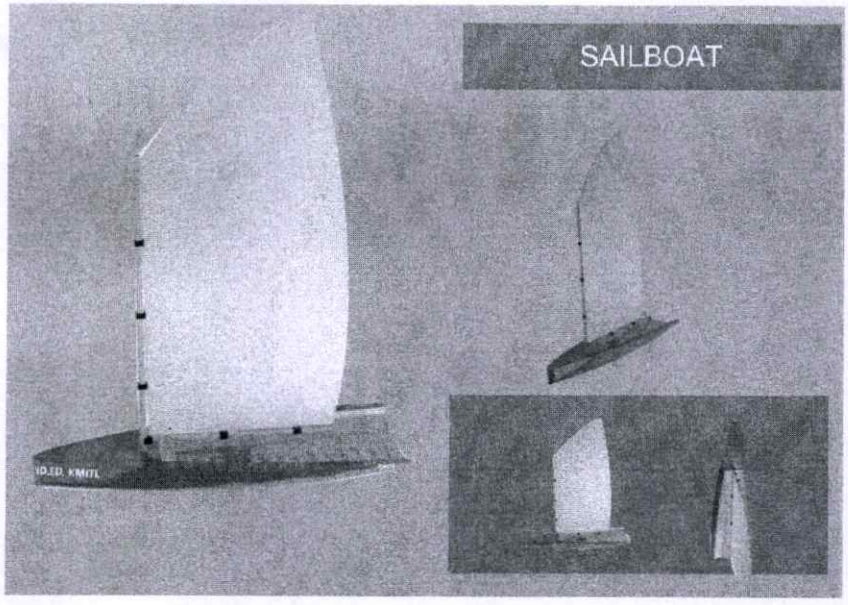
ภาพที่ ง.11 จากขึ้นต้นแบบสามมิติเรือใบประเภทดิงกี้

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



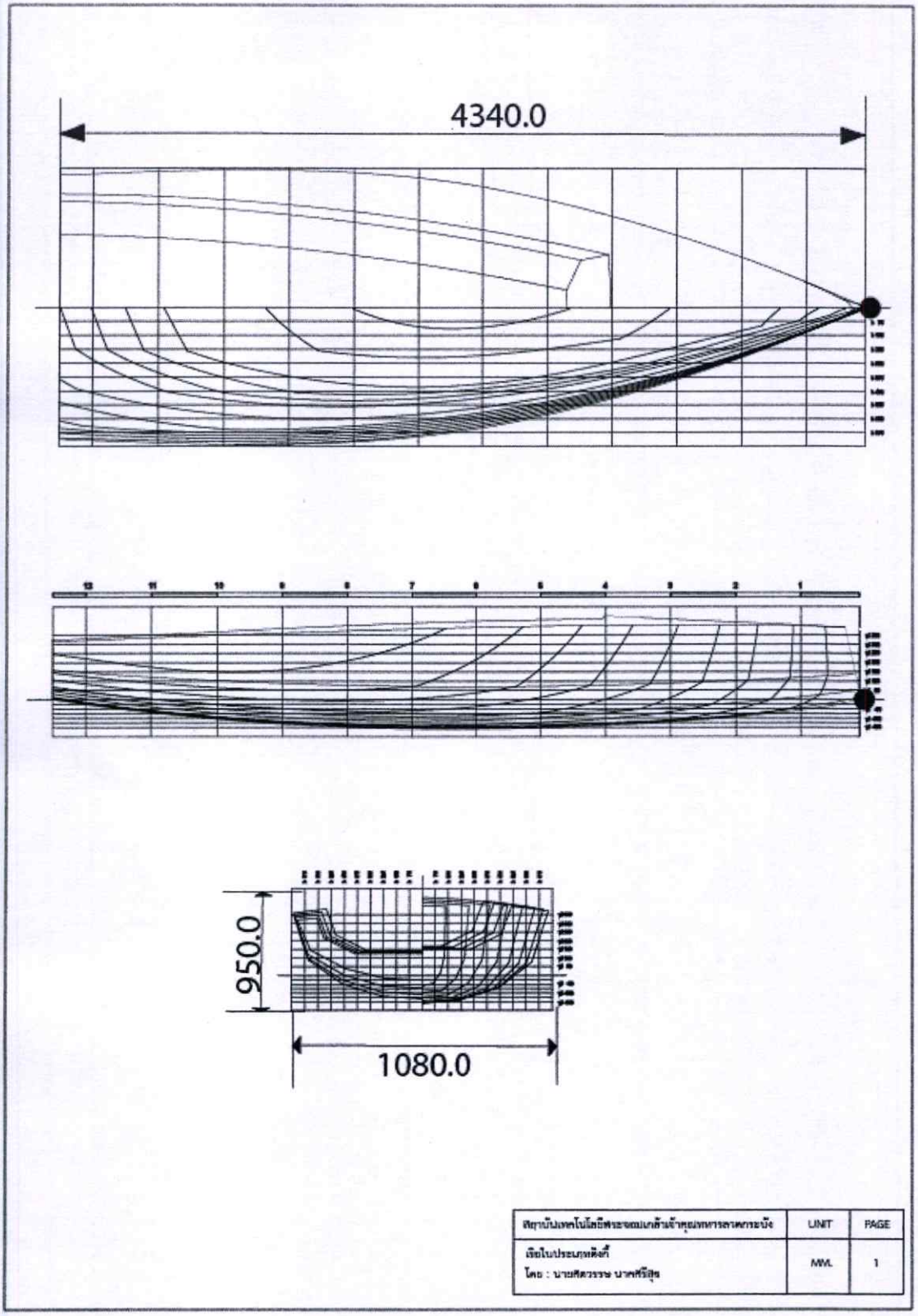
ภาพที่ ง.12จากขึ้นต้นแบบสามมิติเรือใบประเภทดิงกี้

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



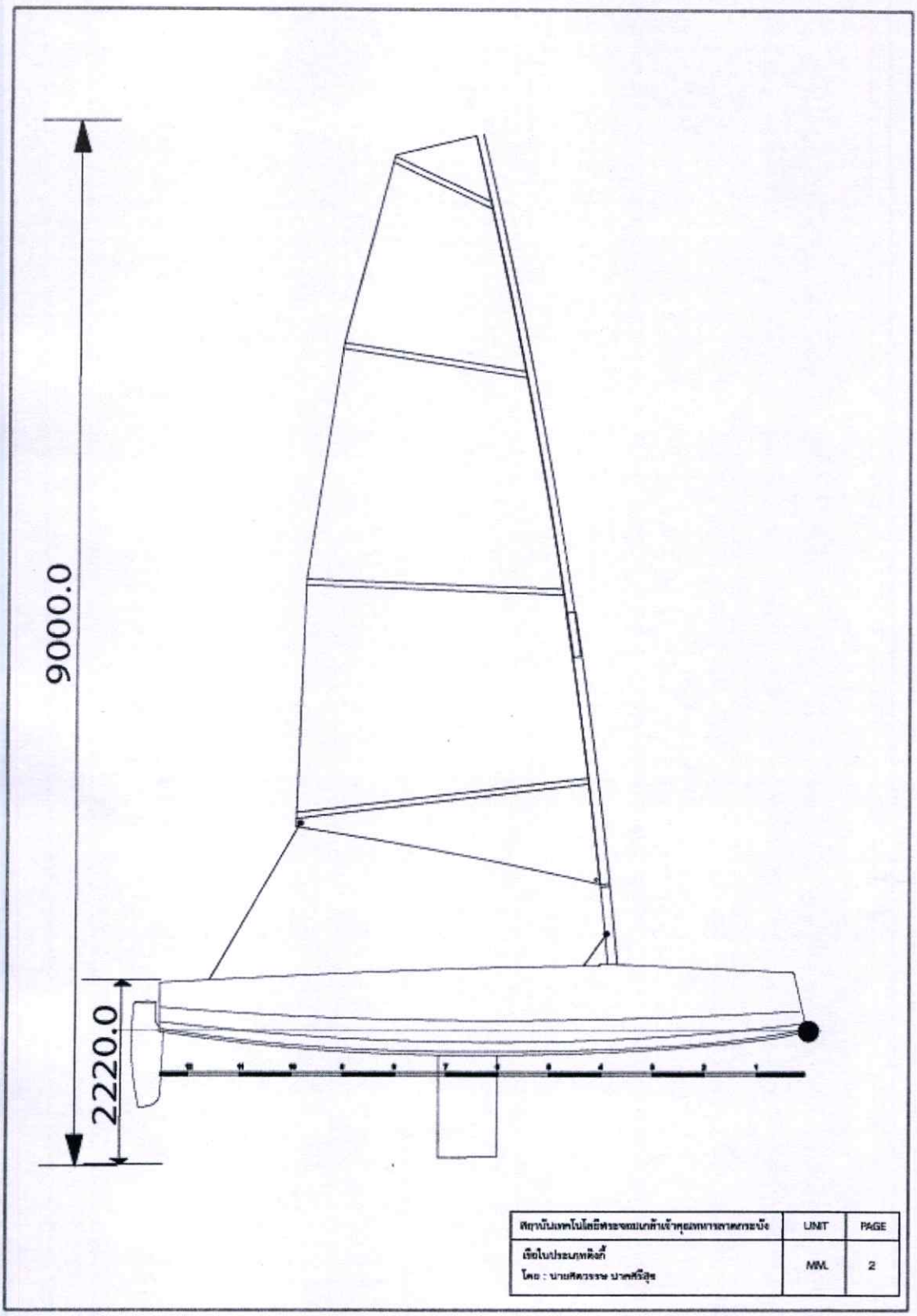
ภาพที่ ง.13 จากขึ้นต้นแบบสามมิติเรือใบประเภทดิงกี้ที่ผลิตจริง

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



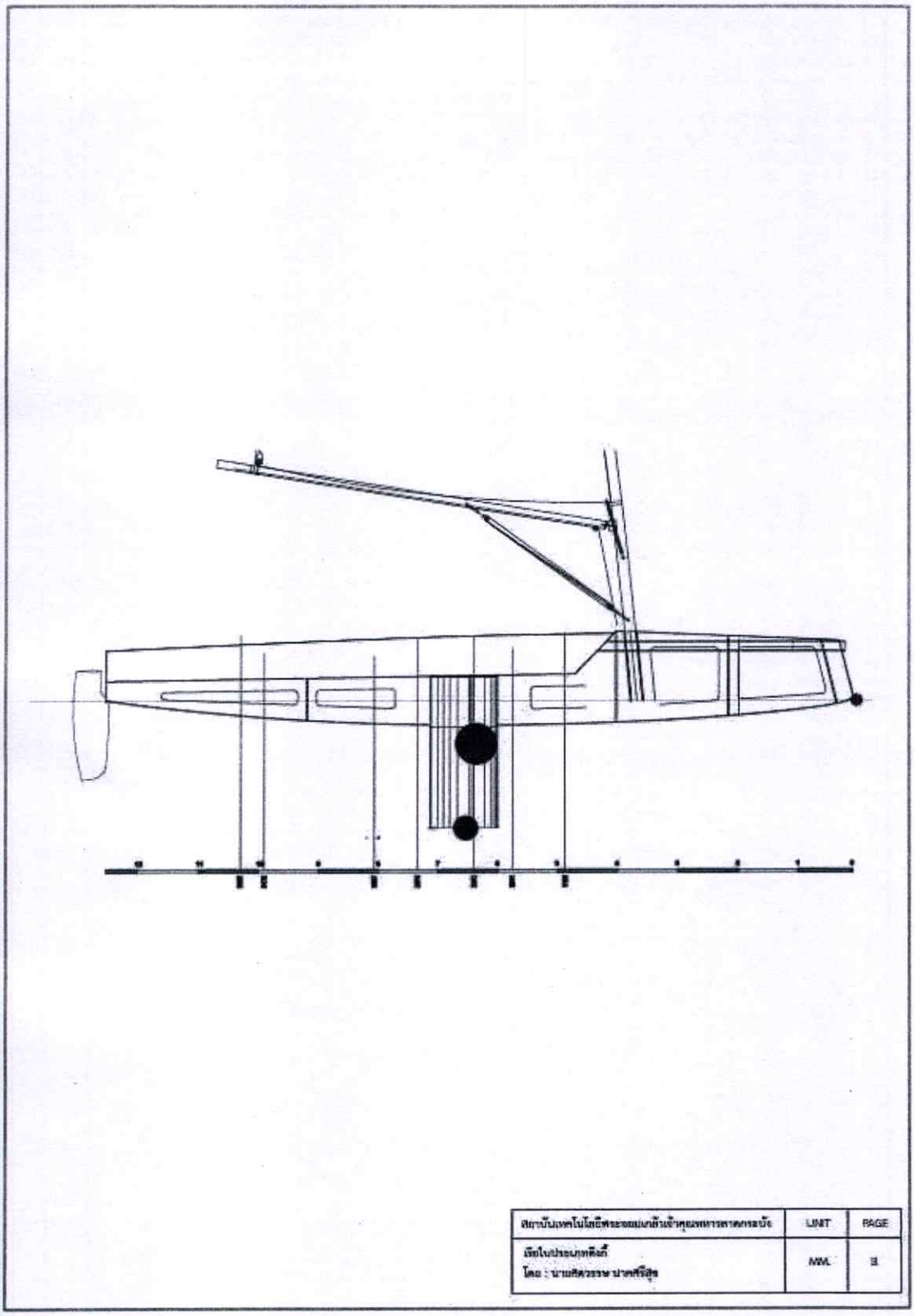
ภาพที่ ง.14 ภาพการเขียนแบบเพื่อผลิตเรือใบประเภทดิงกี้

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



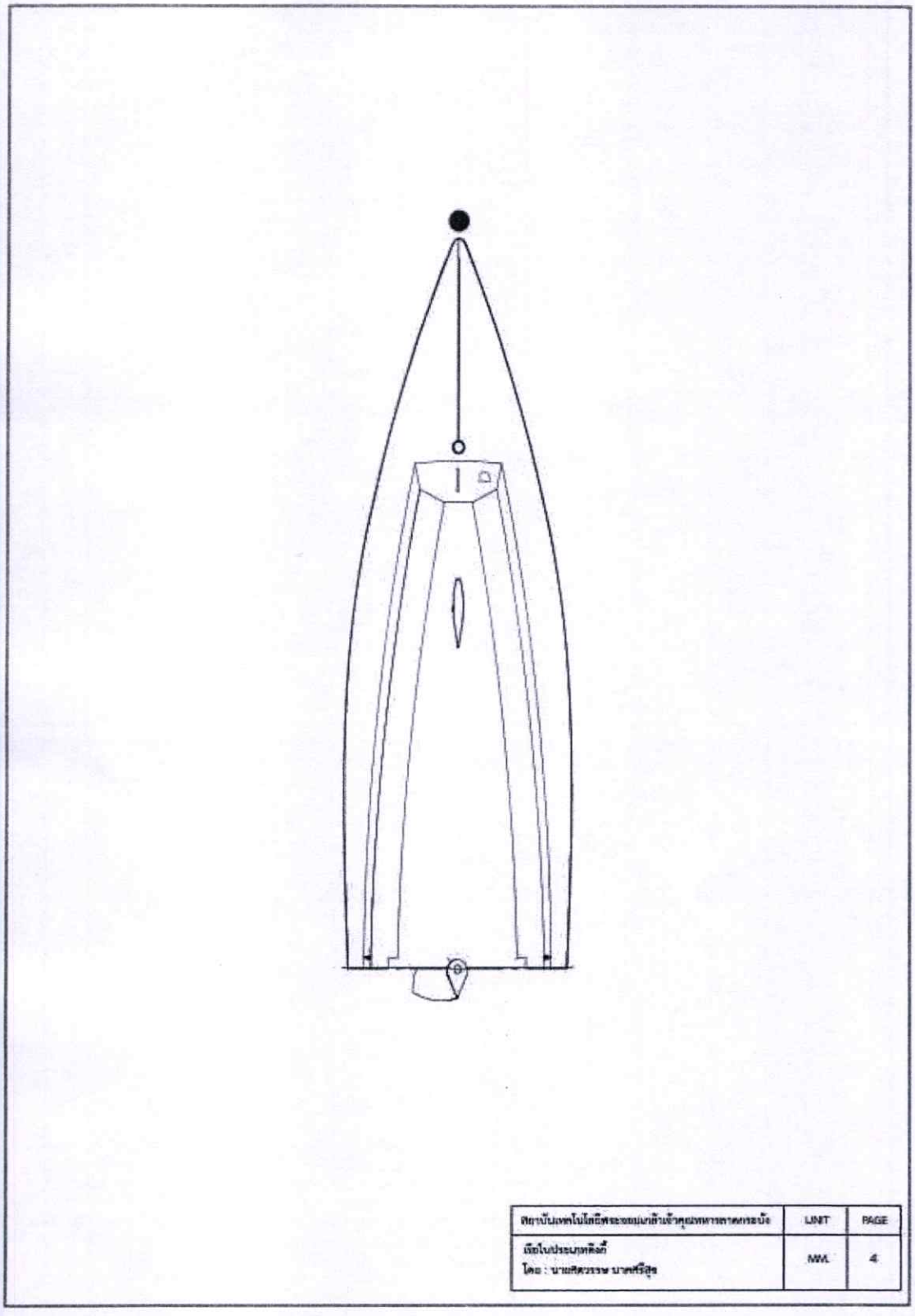
ภาพที่ ง.15 ภาพการเขียนแบบเพื่อผลิตเรือใบประเภทดิงกี้

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



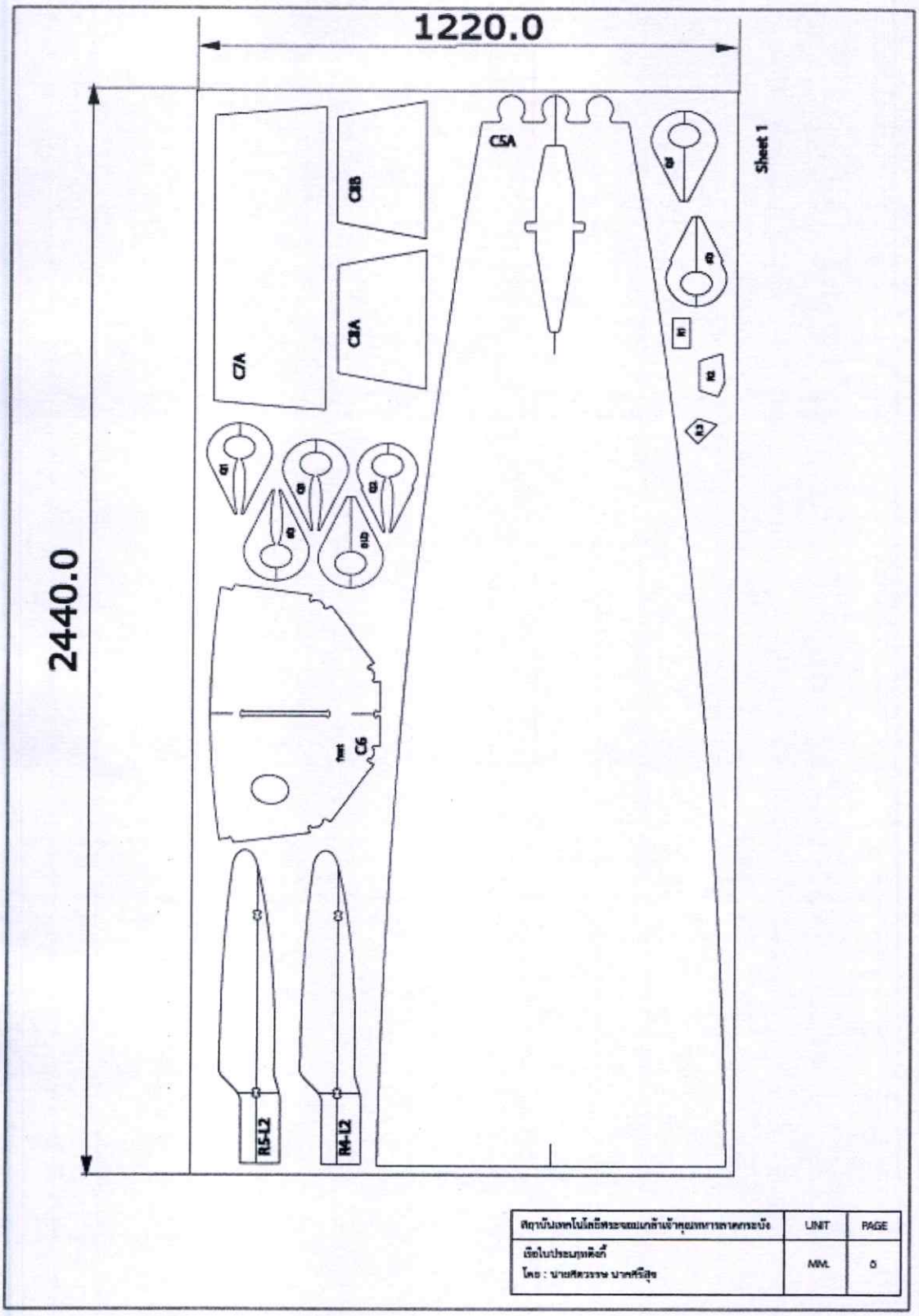
ภาพที่ ง.16 ภาพการเขียนแบบเพื่อผลิตเรือใบประเภทดิงกี้

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



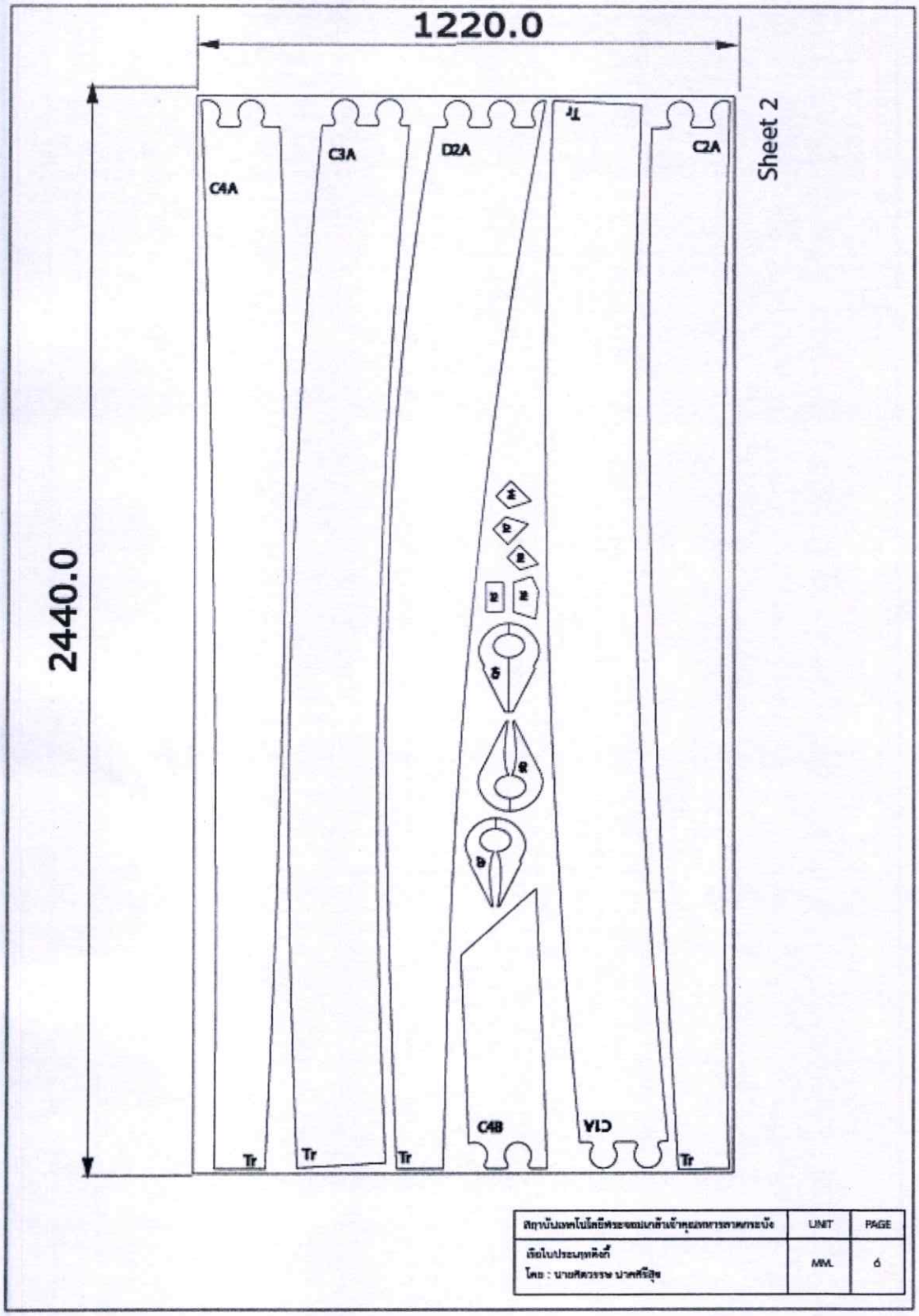
ภาพที่ ง.17 ภาพการเขียนแบบเพื่อผลิตเรือใบประเภทดิงกี้

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



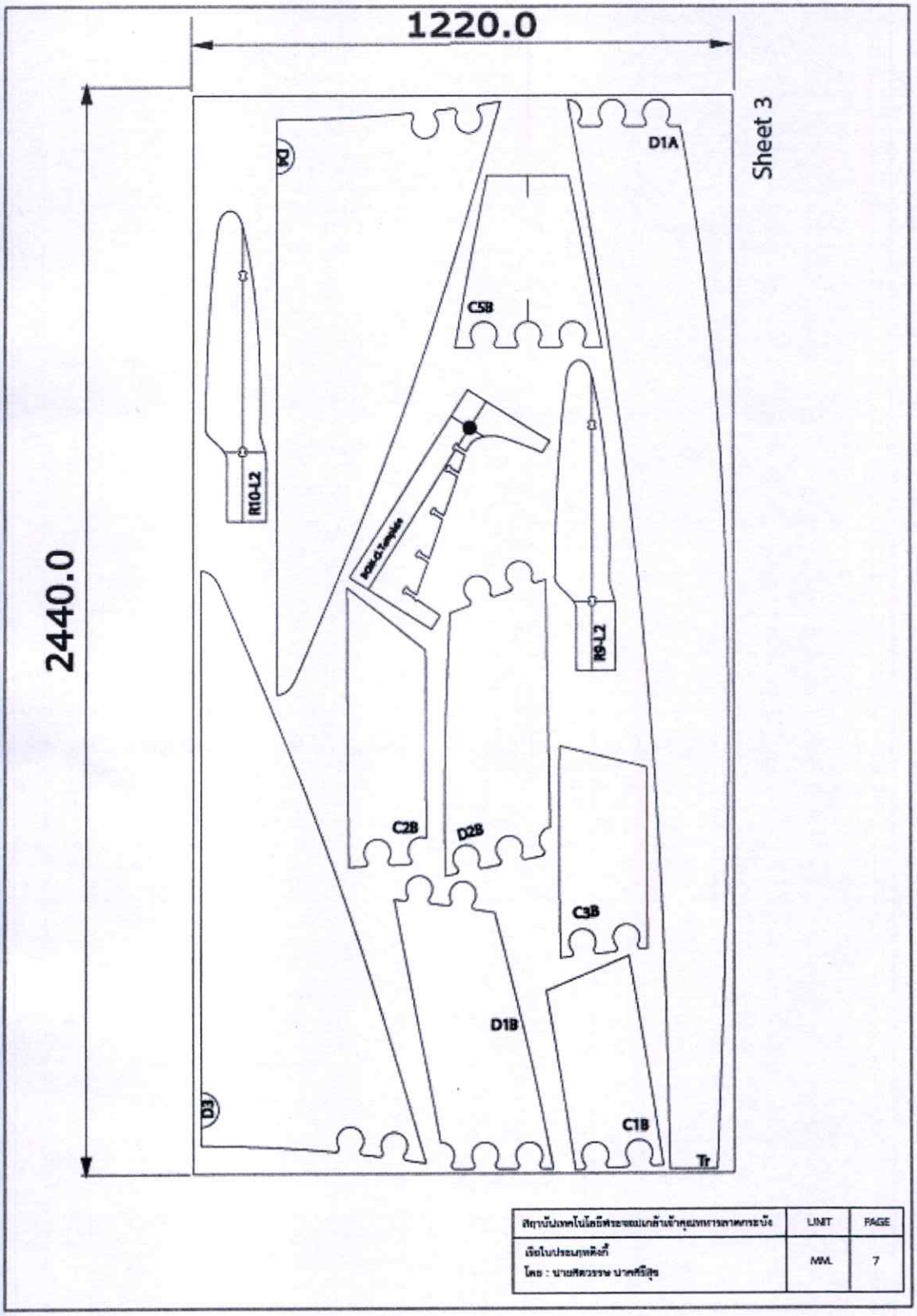
ภาพที่ ง.18 ภาพการเขียนแบบเพื่อตัดชิ้นส่วนของเรือ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



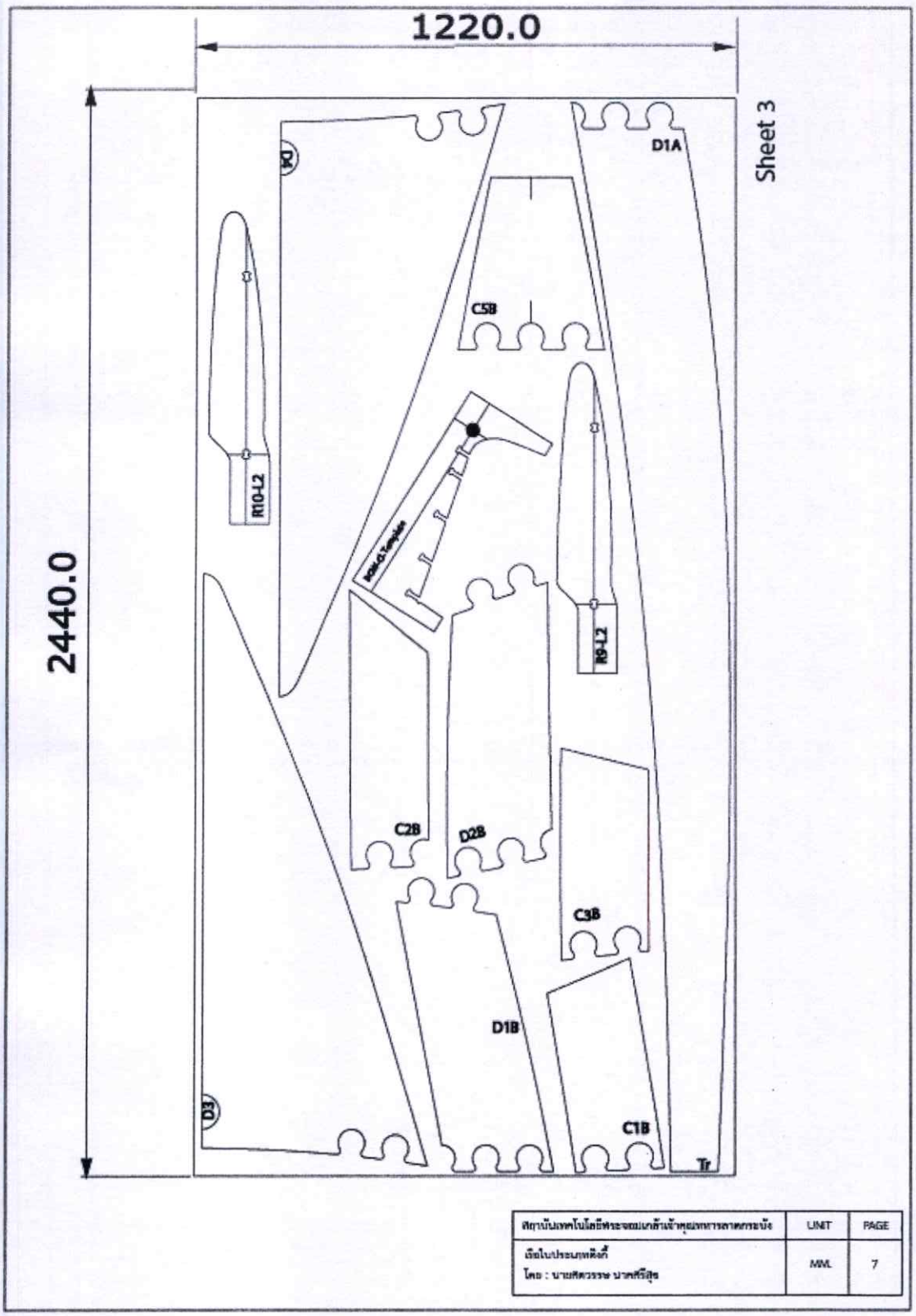
ภาพที่ ง.19 ภาพการเขียนแบบเพื่อตัดชิ้นส่วนของเรือ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



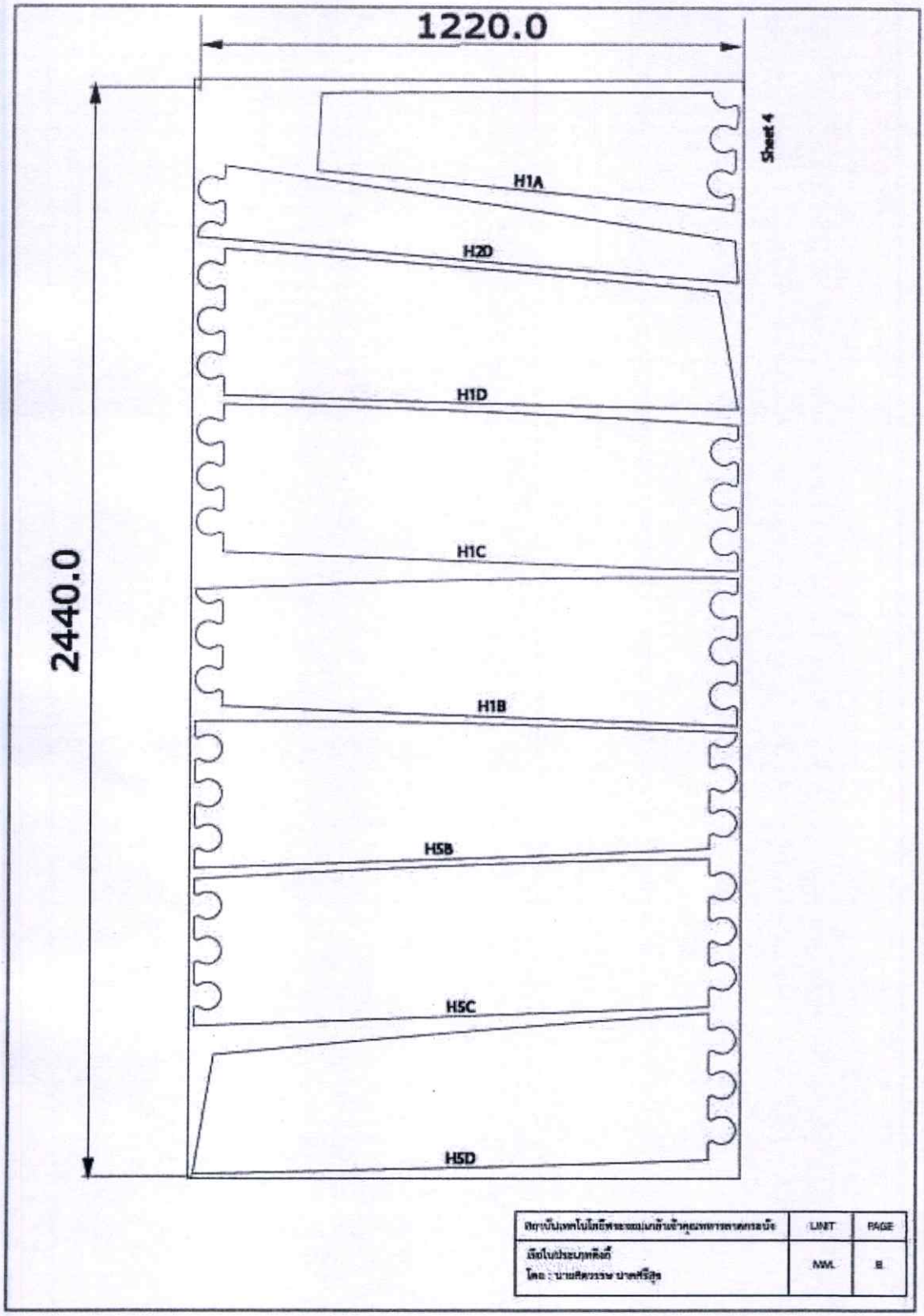
ภาพที่ ง.20 ภาพการเขียนแบบเพื่อตัดชิ้นส่วนของเรือ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



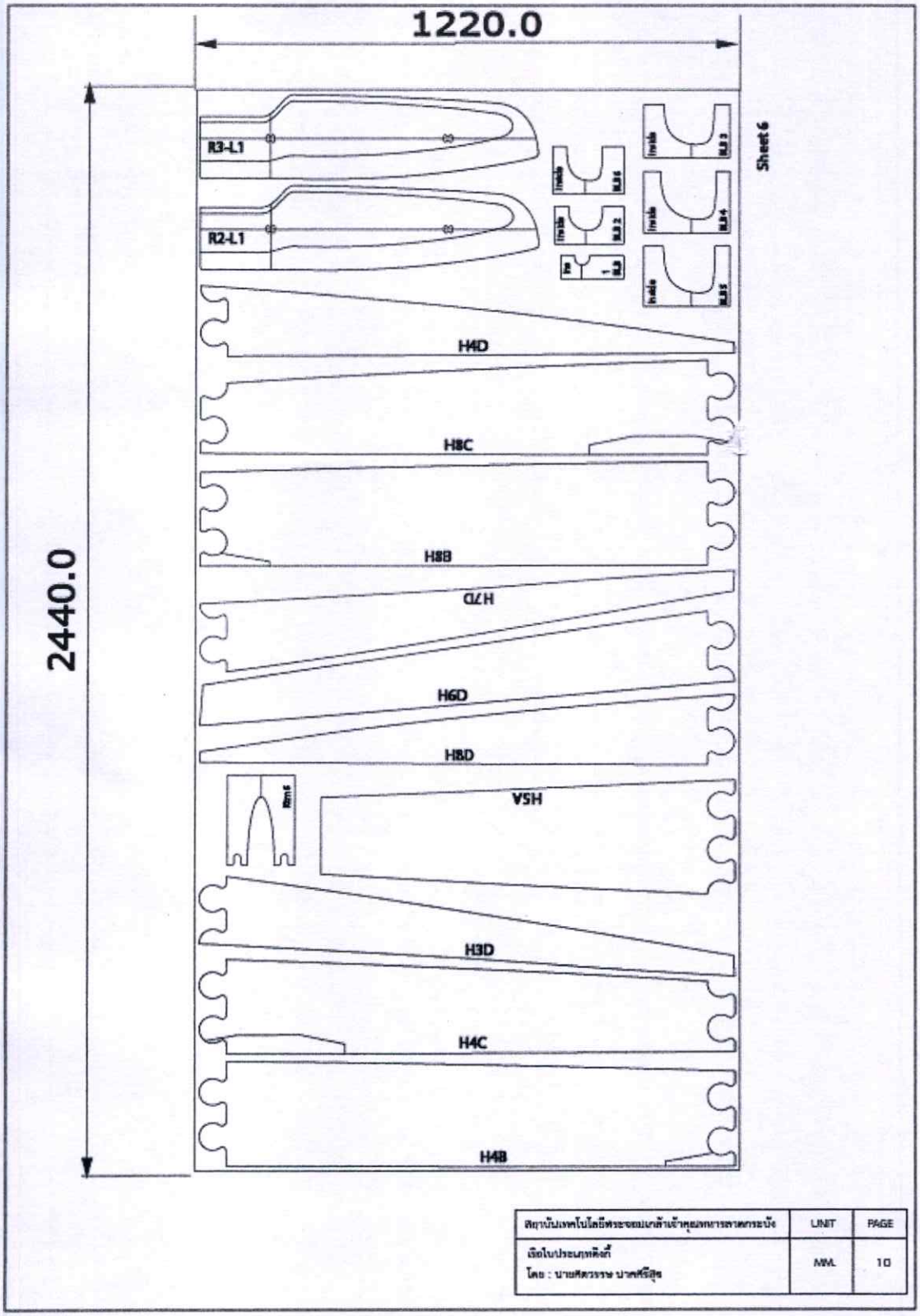
ภาพที่ ง.21 ภาพการเขียนแบบเพื่อตัดชิ้นส่วนของเรือ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



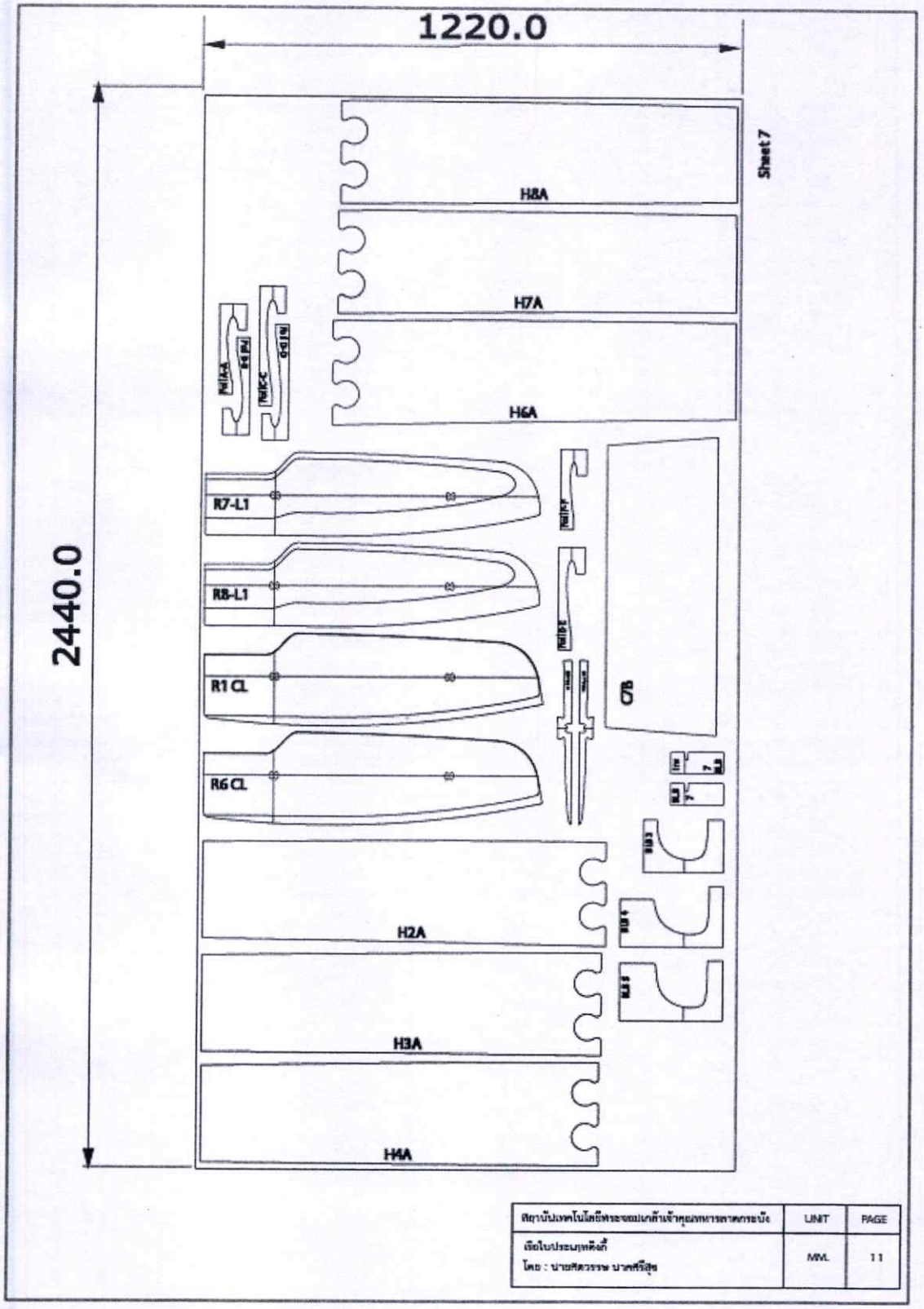
ภาพที่ ง.22 ภาพการเขียนแบบเพื่อตัดชิ้นส่วนของเรือ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



ภาพที่ ง.23 ภาพการเขียนแบบเพื่อตัดชิ้นส่วนของเรือ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



ภาพที่ ง.24 ภาพการเขียนแบบเพื่อตัดชิ้นส่วนของเรือ

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)

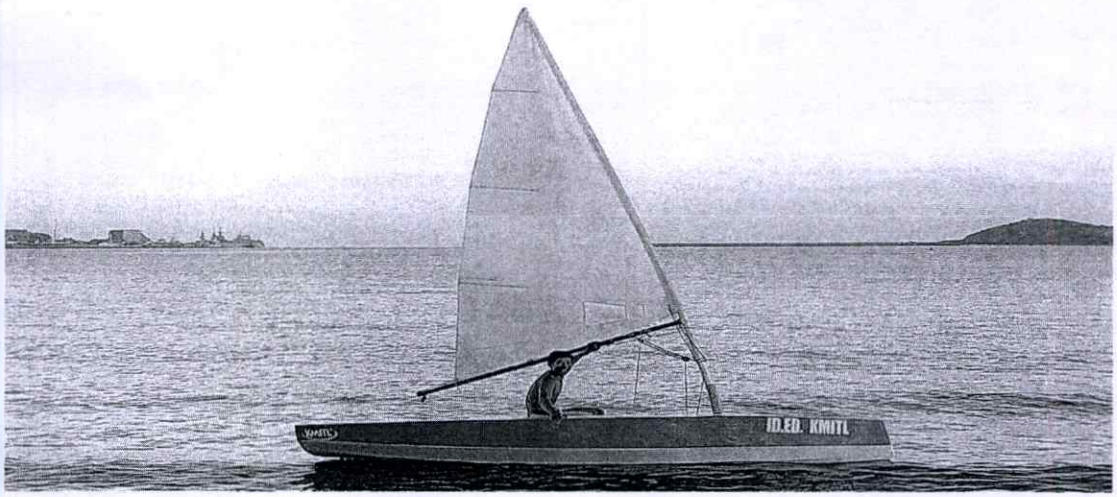
ตารางที่ ง.1 รายการวัสดุในการสร้างเรือใบ

ลำดับที่	รายการ	หน่วยนับ	จำนวน	ราคา(บาท)
1	ไม้อัดขนาด 6 มม.	แผ่น	6	330
2	ไม้อัดขนาด 10 มม.	แผ่น	10	370
3	วานิช EPOXY	ชุด/แกลลอน	2	1200
4	สีเพนการ์ด EPOXY	ชุด/แกลลอน	2	1500
5	สีรองพื้น HB	ชุด	3	950
6	สีโป้วเหลือง	ชุด/แกลลอน	2	150
7	ทินเนอร์ NO.17	แกลลอน	2	741
8	ทินเนอร์แลกเกอร์	แกลลอน	4	390
9	ผ้าทราย NO.1	โหล	3	360
10	ผ้าทราย NO.2	โหล	3	440
11	กระดาษทรายน้ำ NO.220	โหล	1	192
12	กระดาษทรายน้ำ NO.320	โหล	1	120
13	กระดาษกาวนิโต้	ห่อ	2	200
14	ยูนิเทน B52 ภายนอก	แกลลอน	1	820
15	น้ำมันผสมนูนิเทน	แกลลอน	1	480
16	แชลแลกเกล็ดเหลือง	กิโลกลัม	1	189
17	แอลกอฮอล์	ปี๊ป	0.5	450
18	กระดาษทราย NO.1	โหล	1	120
19	กระดาษทราย NO.2	โหล	1	150
20	กาวอาราไดท์ 3-5 กก.	ชุด/แกลลอน	0.5	225
21	กระดาษทรายกลม	แผ่น	2	10
22	ตะปูบอล	กล่อง	2	100
23	โพลีเอสเตอร์เรซิ่น 220 อี	กิโลกลัม	15	95
24	เอ็กเซเลอเรเตอร์	กิโลกลัม	1	150
25	แคททาลีสต์	กิโลกลัม	1	100
26	โมโนสไตรีน	กิโลกลัม	2	100
27	อาซีโตน	กิโลกลัม	10	100
28	ผงทัมคัม	กิโลกลัม	2	100

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	หน่วยนับ	จำนวน	ราคา
29	ผ้าใยแก้ว เบอร์ 120	เมตร	10	120
30	แปลงทาสีงานไฟเบอร์	อัน	2	250
31	ลูกกลิ้งงานไฟเบอร์	ชุด	1	250
32	กระดาษทรายกลม	แผ่น	1	15
33	กระดาษทรายม้วน	เมตร	6	15
34	น๊อตสเตนเลสขนาด 3 นิ้ว	ชุด	20	150
35	ตะปูใส่เครืองยิงลม	กล่อง	5	200
36	กาวผง ROCKWOOD	กิโลกลัม	10	650
รวมราคาค่าวัสดุทั้งหมด				**38,608.0**

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)



ภาพที่ ง.25 ภาพเรือใบที่ได้ออกแบบและพัฒนาแล้ว

ที่มา : ศตวรรษ นาคศรีสุข (2559)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล		ศตวรรษ นาคศรีสุข
วัน - เดือน - ปีเกิด		1 กรกฎาคม พ.ศ.2534
ที่อยู่ปัจจุบัน		642/40 หมู่ 3 ถนนเจนจบทิศ ซอยแก้วทรานี ตำบลในเมือง อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น 40110
ประวัติการศึกษา	2549	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย
	2552	สำเร็จการศึกษาระดับใบประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น
	2556	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาการออกแบบอุตสาหกรรมรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	2559	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	2559	อีสานดีไซร์
	2559	ตำแหน่ง ครูทวิภาคี วิทยาลัยการอาชีพบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น