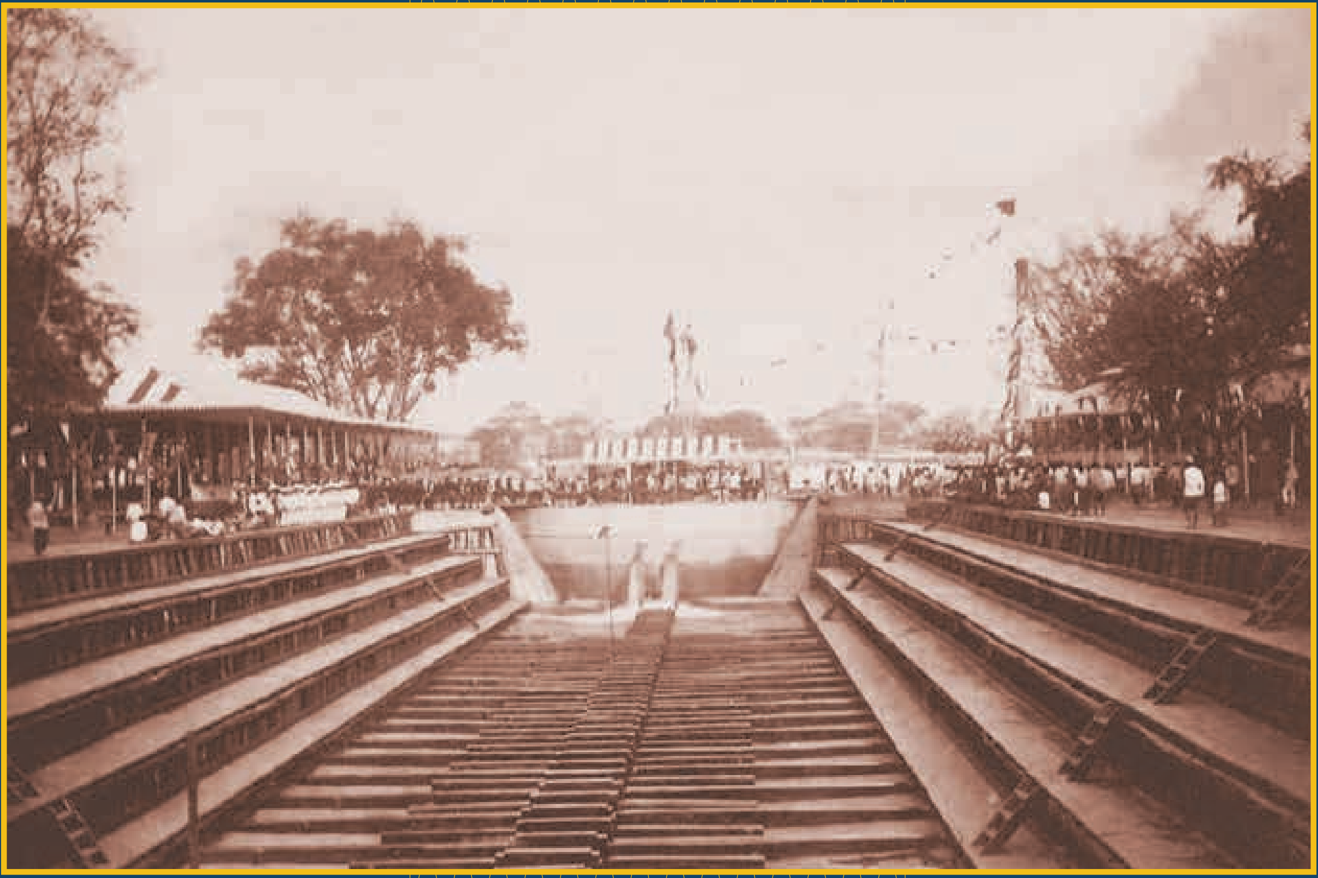
วารสารกรมอู่ทหารเรือ ประจำปี ๒๕๖๒

Royal Thai Naval Dockyard Journal 2019

สุดยอด ศาสตร์แห่งท้องทะเล กับความท้าทาย ทางวิศวกรรม

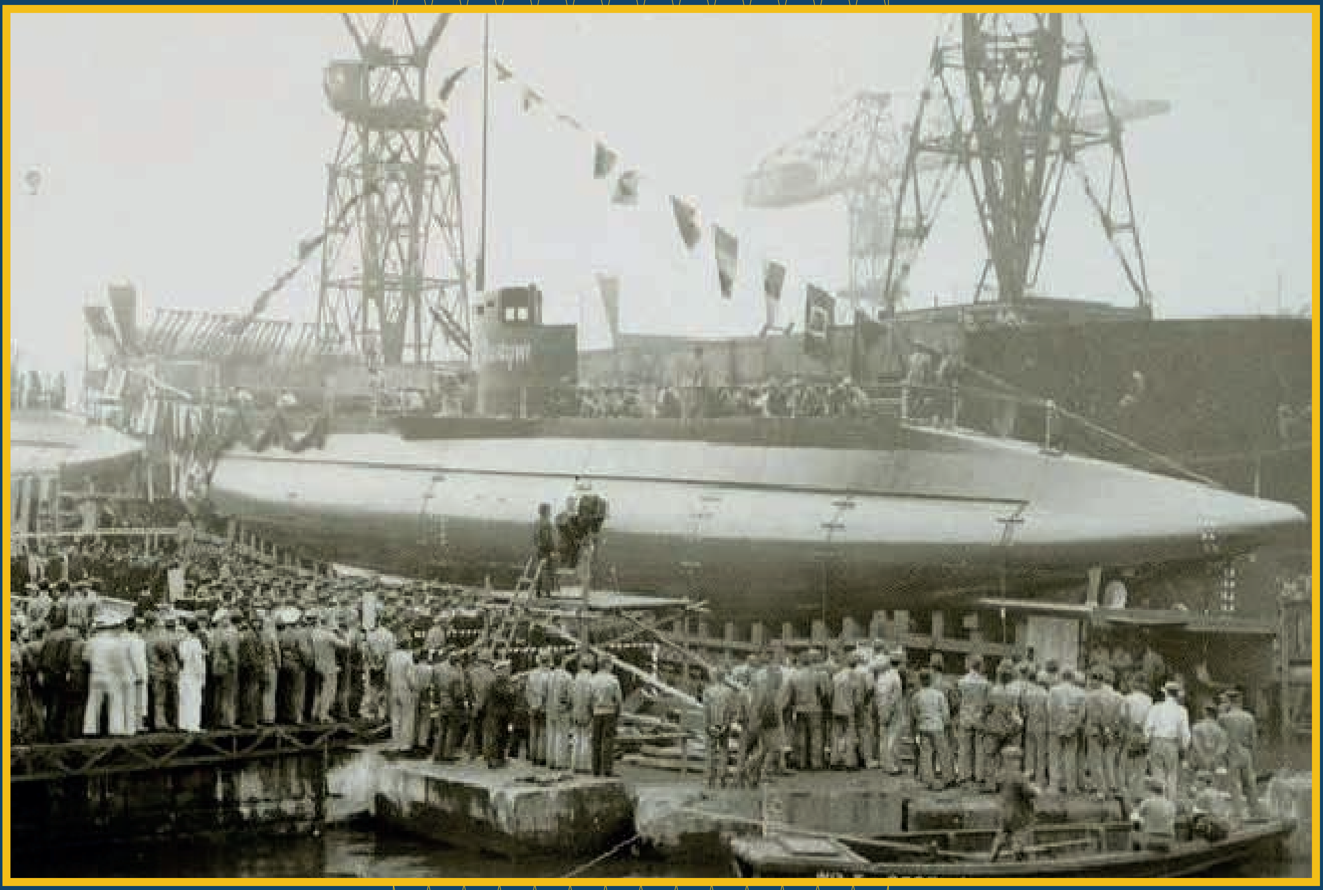
- เรือดำน้ำ สุดยอดศาสตร์แห่งท้องทะเลกับความท้าทายทางวิศวกรรมของกรมอู่ทหารเรือ
- บรรพบุรุษนักดำเรือดำน้ำพรรคคลื่นและบทบาทในการพัฒนาเรือดำน้ำไทย
- การเตรียมซ่อมบำรุงเรือดำน้ำให้พร้อมรบ
- ร.ล.ตรัง ความภาคภูมิใจของ กรมอู่ทหารเรือ กองทัพเรือและประเทศไทย

วารสารกรมอู่ทหารเรือ



วันที่ ๙ มกราคม พุทธศักราช ๒๔๓๓
พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เสด็จพระราชดำเนินมาทรงเปิดอู่เรือหลวง
ในปัจจุบันคือ กรมอู่ทหารเรือ ทางราชการได้ถือเอาวันที่ ๙ มกราคม ของทุกปี
เป็นวันคล้ายวันสถาปนากรมอู่ทหารเรือ
นับถึงปัจจุบันรวม ๑๒๙ ปี

สารบัญ



สายเลือด พรรคกลิน ลำดับที่ 3

งานกรมอู่ต้องเป็นไปตามหลักวิศวกรรม
เป็นเหตุ เป็นผล ชี้แจงได้
สิ่งนี้จะนำซึ่งความเชื่อมั่น
ในวิชาชีพของพวกเรา

"ผมปรารถนา ที่จะเห็นพวกเราทำงาน
อย่างมีความสุข บนความสามัคคี"

พลเรือโท กิตติพงศ์ ธุมาคม
เจ้ากรมอู่ทหารเรือ

การศึกษา

โรงเรียนนายเรือ เมื่อ 27 ม.ค.24

หลักสูตร MARINE ENGINEERING APPLICATION COURSE จาก ROYAL NAVAL ENGINEERING COLLEGE อังกฤษ เมื่อ 8 มิ.ย.29

หลักสูตร EN-A-SCH, PROPUL ENGRG BAS-EN, สหรัฐอเมริกา 25 พ.ย.31 หลักสูตร วิทยาลัยการทัพเรือ (วทร.) จาก วิทยาลัยการทัพเรือ เมื่อ 18 ก.ย.46

ตำแหน่งสำคัญ

1 ต.ค.57 ผช.ผอ.ฝ่ายผลิต อจปร.อร. , 1 ต.ค.58 รอง ผบ.ทรภ.๓ , 1 เม.ย.61 รอง ผบ.กร. , 1 ต.ค.61 จก.อร.

คำปรารภเจ้ากรมอู่ทหารเรือ

นับตั้งแต่พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เสด็จพระราชดำเนินมาทรงเปิดอู่เรือหลวง เมื่อวันที่ 9 มกราคม พุทธศักราช 2433 จวบจนถึงปัจจุบัน กรมอู่ทหารเรือได้สร้างผลงานการซ่อมและสร้างเรือ เพื่อสนับสนุนกองทัพเรือให้มีความพร้อมในการปกป้องอธิปไตยและรักษาผลประโยชน์ของชาติทางทะเล ตลอดจนงานช่างในสาขาต่าง ๆ เป็นที่ประจักษ์และสร้างเกียรติประวัติให้แก่กรมอู่ทหารเรือมาอย่างยาวนาน

ในปีที่ 129 แห่งการครบรอบการสถาปนากรมอู่ทหารเรือ พุทธศักราช 2562 นี้ กรมอู่ทหารเรือมีความมุ่งมั่นในการดำเนินงานต่าง ๆ อย่างเต็มกำลังความสามารถ เพื่อสนองพระราชปณิธานของสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมหาวชิราลงกรณ บดินทรเทพยวรางกูร ที่ทรงห่วงใยและทรงคำนึงถึงความอยู่ดีมีสุขของประชาชนเป็นสำคัญ และการปฏิบัติงานตามพระราชประสงค์ที่จะสืบสาน รักษา และต่อยอดโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริและแนวพระราชดำริต่าง ๆ ของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร ด้วยความจงรักภักดีและเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์อย่างหาที่สุดมิได้

กรมอู่ทหารเรือให้ความสำคัญกับการพัฒนาขีดความสามารถการสร้างเรือฟริเกตสมรรถนะสูง และเตรียมความพร้อมการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำที่จะมีใช้ในราชการกองทัพเรือในอนาคตอันใกล้นี้ ด้วยการเร่งพัฒนาองค์บุคคลควบคู่กับองค์วัตถุเพื่อให้ทันกับความก้าวหน้าของวิทยาการและเทคโนโลยีที่เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว การปฏิบัติงานการซ่อมและสร้างเรือ การศึกษาและวิจัยพัฒนาให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อขับเคลื่อนนโยบายของกองทัพเรือให้สัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายด้วยกลไกนานาประการ ตลอดจนการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์กรมอู่ทหารเรือ พุทธศักราช 2559–2567 ให้เป็นรูปธรรม รวมทั้ง ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือประชาชนเมื่อเกิดภัยพิบัติให้ทันกับสภาวการณ์ การดำเนินงานตามบริบททั้งมวลเหล่านี้เป็นการธำรงไว้ซึ่งเกียรติภูมิของกรมอู่ทหารเรือ ที่จะส่งต่อให้กำลังพลรุ่นหลังได้เรียนรู้ สืบสานและเสริมสร้างให้งอกงามยิ่งขึ้นในอนาคต

ขอขอบคุณกองบรรณาธิการวารสารกรมอู่ทหารเรือ เจ้าหน้าที่ ผู้เกี่ยวข้องและหน่วยงานต่าง ๆ ที่สนับสนุนและมีส่วนร่วมในการดำเนินงานสร้างสรรค์วารสารกรมอู่ทหารเรือประจำปี 2562 ให้เป็นวารสารที่มีคุณค่าและแสดงอัตลักษณ์ทางด้านวิชาการที่จะได้รับการสืบทอดต่อไป

พลเรือโท

(กิตติพงศ์ รุมาคม)

เจ้ากรมอู่ทหารเรือ

วารสารกรมอู่ทหารเรือ ประจำปี ๒๕๖๒

ISSN : 0857-4766

จัดพิมพ์ : บริษัท สำนักพิมพ์พยัญชนะ จำกัด เลขที่ 52/18 หมู่ 7 ถนนพุทธมณฑล สาย 3
แขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา กรุงเทพฯ 10170 โทร. 0 2447 1775 โทรสาร 0 2441 3461

บรรณาธิการแถลง

วารสารกรมอู่ทหารเรือจัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ความรู้ทางด้านวิศวกรรมเรือ เทคโนโลยี และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมและสร้างเรือ รวมทั้งประชาสัมพันธ์ผลงานและการดำเนินงานที่สำคัญในรอบปีที่ผ่านมา เพื่อเป็นสื่อกลางส่งต่อความรู้และข่าวสารให้กับหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษา ตลอดจนเป็นของที่ระลึกมอบให้ผู้ร่วมงานเนื่องในโอกาสวันคล้ายวันสถาปนากรมอู่ทหารเรือ 9 มกราคม พุทธศักราช 2562

การจัดทำวารสารกรมอู่ทหารเรือเป็นการธำรงไว้ซึ่งวัฒนธรรมของหน่วยเทคนิคในการส่งเสริมงานวิชาการของกำลังพลและถ่ายทอดองค์ความรู้สู่สังคม เพื่อการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าอย่างยั่งยืน โดยจัดทำเป็นสิ่งตีพิมพ์ท่ามกลางกระแสสื่อดิจิตอลที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง วารสารกรมอู่ทหารเรือจึงเป็นทางเลือกให้แก่ผู้สนใจได้อ่าน ศึกษา ค้นคว้า และใช้เป็นหลักฐานอ้างอิง ซึ่งสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานและนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างสะดวกเมื่อกาลเวลาผ่านไป

วารสารกรมอู่ทหารเรือ ประจำปี 2562 กล่าวถึงเรือดำน้ำซึ่งเป็นความท้าทายใหม่ของกรมอู่ทหารเรือในปัจจุบัน ประกอบด้วยบทความ *"บรรพบุรุษนักดำเรือดำน้ำพรรคกลินและบทบาทในการพัฒนาเรือดำน้ำไทย"* *"เรือดำน้ำสุดยอดศาสตร์แห่งท้องทะเลกับความท้าทายทางวิศวกรรมของกรมอู่ทหารเรือ"* *"การเตรียมซ่อมบำรุงเรือดำน้ำให้พร้อมรบ"* *"โครงการวิจัยและพัฒนาสร้างเรือดำน้ำขนาดเล็กของกองทัพเรือ (Midget Submarine)"* ซึ่งจะนำกรมอู่ทหารเรือมุ่งสู่ความพร้อมในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำของกองทัพเรือในอนาคตอันใกล้ นอกจากนี้ยังมีบทความทางวิชาการที่ให้ความรู้ทางวิศวกรรมอีกหลายเรื่อง

กองบรรณาธิการวารสารกรมอู่ทหารเรือขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาทั้งในอดีตและปัจจุบัน ผู้เขียนบทความ เจ้าหน้าที่ที่มีส่วนร่วมในการจัดทำวารสาร กำลังพลกรมอู่ทหารเรือหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ที่สนับสนุนการจัดทำวารสารกรมอู่ทหารเรือฉบับนี้ให้สำเร็จได้อย่างเรียบร้อย

พลเรือตรี

(สมัย ใจอินทร์)

เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหาเรือ

บรรณาธิการวารสารกรมอู่ทหารเรือ

๑

รอบปี
ที่ผ่านมา

กองบรรณาธิการวารสารกรมอู่ทหารเรือ

หลากหลายเรื่องราวและกิจกรรมของกรมอู่ทหารเรือ
ผ่านภาพถ่ายที่นำมาประมวลไว้ในบันทึกแห่งปี 2561

...คืนวัน ผันผ่านไปตามกาลเวลา แต่ภาระหน้าที่ไม่เคยหมดสิ้น...

กองบังคับการกรมอู่ทหารเรือ และอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช ตำบลสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

ในรอบปี 2561 กรมอู่ทหารเรือมีการดำเนินงานที่หลากหลายทั้งงานตามภารกิจหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย ได้แก่ งานเทิดทูนสถาบันชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ งานซ่อมและสร้างเรือ งานการศึกษา งานวิจัยและพัฒนา งานช่วยเหลือประชาชนเมื่อเกิดภัยพิบัติ ตลอดจนงานเสริมสร้างความสัมพันธ์และความเข้าใจอันดีระหว่างทหารกับประชาชน ซึ่งสามารถประมวลเป็นการดำเนินงานที่สำคัญได้ ดังต่อไปนี้

กิจกรรมเนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษาสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว 28 กรกฎาคม 2561

วันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 วันเฉลิมพระชนมพรรษา 66 พรรษา สมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมหาวชิราลงกรณ บดินทรเทพยวรางกูร กรมอู่ทหารเรือจัดกิจกรรมบำเพ็ญสาธารณประโยชน์ในพื้นที่ต่าง ๆ โดยกำลังพลแต่งกายด้วยเสื้อสีเหลืองอย่างพร้อมเพรียง

กองบังคับการกรมอู่ทหารเรือทำความสะอาดวัดคีรีภาวนาราม

อู่ราชนาวีมหิดลทำความสะอาดหาดนางรำ

- ผู้บังคับบัญชากรมอู่ทหารเรือ พร้อมด้วยกำลังพลกองบังคับการ กรมอู่ทหารเรือ ร่วมกันทำความสะอาด วัดคีรีภาวนาราม ตำบลสำนักท้อน อำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง เมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2561
- อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้าจัดกำลังพลทำความสะอาดและดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม ณ วัดเอี่ยมประชามิตร (วัดแหลมฟ้าผ่า) เมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 และจัดกิจกรรมปลูกต้นรวงผึ้ง ซึ่งเป็นต้นไม้ประจำรัชกาลที่ 10 บริเวณริมถนนจากประตูทางเข้าหมายเลข 3 เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2561
- อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดชจัดกำลังพลทำความสะอาดบริเวณหาดนางรำ และริมรั้วอู่ราชนาวีมหิดลอดุลเดช เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2561

การลงทะเบียนโครงการจิตอาสา "เราทำความ ดี ด้วยหัวใจ" และรับมอบสิ่งของพระราชทาน ณ อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช

กำลังพลกองทัพเรือลงทะเบียนสมัครเป็นจิตอาสาจำนวนมาก กองทัพเรือจึงจัดพิธีรับสิ่งของพระราชทานในพื้นที่ต่าง ๆ โดยหน่วยงานในพื้นที่สัตหีบจัดขึ้น ณ สโมสรสัญญาบัตรอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช จังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 11-13 กันยายน พ.ศ. 2561 กำลังพลทุกนายต่างปลื้มปีติและสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณเป็นล้นพ้น

อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า ร่วมกิจกรรมโครงการจิตอาสา "เราทำความ ดี ด้วยหัวใจ"

กำลังพลกรมอู่ทหารเรือได้เข้าร่วมทำกิจกรรมในโครงการจิตอาสา *"เราทำความ ดี ด้วยหัวใจ"* โดย อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้าเข้าร่วมกิจกรรมกับอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

วันมหิดล ณ อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช

วันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2561 อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช จัดพิธีบำเพ็ญกุศลและวางพวงมาลาสักการะพระราชานุสาวรีย์ จอมพลเรือ สมเด็จพระมหิตลาธิเบศร อดุลยเดชวิกรม พระบรมราชชนก เนื่องในวันมหิดล โดย พลเรือเอก รังสฤษฎ์ สัตยานุกูล ผู้บัญชาการกองเรือยุทธการ ผู้แทนผู้บัญชาการทหารเรือ เป็นประธาน มีผู้แทนจากหน่วยราชการภายในและภายนอกกองทัพเรือ รวมทั้งภาคเอกชนจำนวนมากเข้าร่วมในพิธี

พิธีบำเพ็ญกุศลและวางพวงมาลาสักการะพระราชานุสาวรีย์ จอมพลเรือ สมเด็จพระมหิตลาธิเบศร อดุลยเดชวิกรม พระบรมราชชนก เนื่องในวันมหิดล

การเสริมสร้างความร่วมมือกับมิตรประเทศด้านอุตสาหกรรมต่อเรือ

พลเรือเอก ชาติชาย ศรีวรขาน เสนาธิการทหารเรือ พลเรือโท กิตติพงศ์ รุมาคม เจ้ากรมอู่ทหารเรือ และพลเรือตรี ธนานพ สิรินิตย์ ผู้อำนวยการอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช ต้อนรับ นาย Ruwan Wijewardene ผู้ช่วยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหมศรีลังกาและคณะ ในโอกาสเยี่ยมชมอุตสาหกรรมต่อเรือ ณ อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช โดยรับฟังการบรรยายสรุปภารกิจของอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดชและความก้าวหน้าการสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 เมื่อวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2561

พลเรือเอก ชาติชาย ศรีวรขาน เสนาธิการทหารเรือ พลเรือโท กิตติพงศ์ รุมาคม เจ้ากรมอู่ทหารเรือ และพลเรือตรี ธนานพ สิรินิตย์ ผู้อำนวยการอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช ต้อนรับ นาย Ruwan Wijewardene ผู้ช่วยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหมศรีลังกาและคณะ

ประเทศไทยและประเทศศรีลังกามีความสัมพันธ์ทางการทูตมานานกว่า 60 ปี มีความใกล้ชิดทางด้านวัฒนธรรมและศาสนา เป็นมิตรประเทศที่ดีต่อกัน ประเทศไทยเคยให้ความช่วยเหลือศรีลังกาเมื่อครั้งประสบปัญหาภายในประเทศ การเยี่ยมชมอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดชและความก้าวหน้าการต่อเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งลำที่ 2 ในครั้งนี้ ถือว่าเป็นการเสริมสร้างความสัมพันธ์และขยายความร่วมมือระหว่างกองทัพของทั้งสองประเทศให้มีมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความร่วมมือทางทะเลและการพัฒนาศักยภาพอุตสาหกรรมต่อเรือร่วมกัน ซึ่งมีความคาดหวังว่าความร่วมมือระหว่างกองทัพของทั้งสองประเทศและความร่วมมือด้านอุตสาหกรรมป้องกันประเทศที่ผ่านมาจะพัฒนาไปสู่การเสริมสร้างศักยภาพทางด้านเศรษฐกิจและความมั่นคงร่วมกันต่อไป

พลเรือเอก ชาติชาย ศรีวรขาน เสนาธิการทหารเรือ
รับมอบของที่ระลึกจากนาย Ruwan Wijewardene
ผู้ช่วยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหมศรีลังกา

ความก้าวหน้าโครงการสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 (ร.ล.ตรัง)

การดำเนินโครงการสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 (ร.ล.ตรัง) มีระยะเวลาดำเนินการ 4 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2558-2561 แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 เป็นการจัดหาเฉพาะระบบตัวเรือ จำนวน 1 ลำ ประกอบด้วยแบบและพัสดุในการสร้างเรือ พร้อมระบบสนับสนุนการส่งกำลังบำรุงรวมและการบริการทางด้านเทคนิค ดำเนินการตั้งแต่ปีงบประมาณ 2558-2561 ระยะที่ 2 เป็นการจัดหาระบบควบคุมบังคับบัญชาและตรวจการณ์ และระบบอาวุธ ดำเนินการตั้งแต่ปีงบประมาณ 2559-2561

ในปีงบประมาณ 2561 อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช ดำเนินงานตามโครงการสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 จนแล้วเสร็จ พร้อมประกอบพิธีปล่อยเรือลงน้ำตั้งแต่ 30 มีนาคม 2562 เป็นต้นไป

พลเรือโท กิตติพงศ์ รุมาคม เจ้ากรมอู่ทหารเรือ กล่าวเปิดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ

การแถลงแผนปฏิบัติราชการงานซ่อมสร้างเรือประจำปีของกรมอู่ทหารเรือ

กรมพัฒนาการช่างจัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง *"การแถลงแผนปฏิบัติราชการงานซ่อมสร้างเรือประจำปีของกรมอู่ทหารเรือ"* โดย พลเรือโท กิตติพงศ์ รุมาคม เจ้ากรมอู่ทหารเรือ เป็นประธานเปิดการสัมมนา ซึ่งจัดขึ้นระหว่างวันที่ 7-9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ณ โรงแรมเลควิว รีสอร์ท แอนท์ กอล์ฟคลับ หัวหิน-ชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี การสัมมนามีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้บริหารระดับสูงและระดับกลางของกรมอู่ทหารเรือ ตั้งแต่ผู้อำนวยการกองและหัวหน้ากองขึ้นไป ได้รับทราบแผนปฏิบัติราชการงานซ่อมสร้างเรือประจำปีของกรมอู่ทหารเรือ ที่คำนึงถึงความต่อเนื่องในการบริหารงานซ่อมสร้างเรือควบคู่กับการขับเคลื่อนนโยบายของกองทัพเรือให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อให้หน่วยต่าง ๆ ในกรมอู่ทหารเรือใช้เป็นกรอบและแนวทางการดำเนินงานการซ่อมสร้างเรือให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด การสัมมนาครั้งนี้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์การปฏิบัติงานที่ผ่านมาด้วย

การสัมมนาผู้บริหารระดับสูงและระดับกลางของกรมอู่ทหารเรือ

อู่ทหารเรือธนบุรีซ่อมทำเรือที่เข้ารับการซ่อมบำรุงตามแผน ประจำปีงบประมาณ 2561

การซ่อมทำเรือของอู่ทหารเรือธนบุรี

อู่ทหารเรือธนบุรีซ่อมทำเรือที่เข้ารับการซ่อมบำรุงตามแผน ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนทั้งสิ้น 39 ลำ ซึ่งสามารถซ่อมทำแล้วเสร็จและส่งมอบได้ตามแผนกำหนด โดยแบ่งตามประเภทการซ่อมทำได้ ดังนี้

ซ่อมทำคืนสภาพ จำนวน 9 ลำ ได้แก่
เรือ ล.3130 เรือ ล.3133 เรือ ล.3134 เรือ ล.3137 เรือ ล.33 เรือ ล.324 เรือ ล.325 เรือ ล.343 และ เรือ ล.352

ซ่อมทำตามระยะเวลา จำนวน 4 ลำ ได้แก่
เรือ ขส.ทร.1103 เรือ ขส.ทร.1134 เรือ ขส.ทร.2101 และ เรือ ขส.ทร.3111

ซ่อมทำจำกัดประจำปี จำนวน 26 ลำ ได้แก่
เรือ ท.1 เรือ ท.3 เรือ ท.5 เรือ ล.142 เรือ ล.143 เรือ ล.145 เรือ ล.163 เรือ กร.912 เรือ ขส.ทร.1102 เรือ ขส.ทร.1106 เรือ ขส.ทร.1127 เรือ ขส.ทร.1135 เรือ ขส.ทร.1145 เรือ ขส.ทร.1147 เรือ ขส.ทร.1207 เรือ ขส.ทร.1214 เรือ ขส.ทร.2102 เรือ ขส.ทร.3102 เรือ ขส.ทร.3101 เรือ ฐท.กท.01 เรือ ฐท.กท.4 เรือ อร.31 เรือ ล.3141 เรือ ล.3142 เรือ ล.3143 และ เรือ ล.3144

การซ่อมทำฉุกเฉิน จำนวน 11 ลำ ได้แก่
เรือ ล.132 เรือ ล.143 เรือ ล.161 เรือ ขส.ทร.1107 เรือ ขส.ทร.1109 เรือ ขส.ทร.1110 เรือ ขส.ทร.1135 เรือ ขส.ทร.2104 เรือ ฐท.กท.02 เรือ ฐท.กท.04 และ เรือ อร.23

การซ่อมทำเรือของอู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า

ปีงบประมาณ 2561 อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้ามีเรือที่จัดเข้าแผนการซ่อมทำ จำนวนทั้งสิ้น 25 ลำ แบ่งเป็นเรือซ่อมทำคืนสภาพ 7 ลำ เรือซ่อมทำตามระยะเวลา 6 ลำ และเรือซ่อมทำจำกัดประจำปี 12 ลำ ซึ่งสามารถดำเนินการซ่อมทำแล้วเสร็จและส่งมอบได้ตามแผนที่กำหนด จำนวน 10 ลำ ประกอบด้วย เรือซ่อมทำคืนสภาพที่ดำเนินการต่อเนื่องมาจากปีงบประมาณ 2560 จำนวน 2 ลำ คือ เรือหลวงจุฬา และ เรือ อร.51 เรือซ่อมทำจำกัดประจำปี จำนวน 8 ลำ ได้แก่ เรือหลวงราชฤทธิ์ เรือหลวงเสม็ด เรือ ต.996 เรือหลวงมันนอก เรือหลวงมันกลาง เรือหลวงปรง เรือหลวงจันทร และ เรือหลวงริ้น

สำหรับเรือในแผนที่ยังไม่ได้เข้ารับการซ่อมทำ จำนวน 15 ลำ เนื่องจากยังอยู่ในระหว่างการใช้เรือของกองเรือยุทธการนั้น อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้าได้บรรจุเข้าแผนการซ่อมทำเรือในปีงบประมาณ 2562 เรียบร้อยแล้ว นอกจากนี้ ยังมีเรือที่เข้ารับการซ่อมทำจำกัดฉุกเฉิน ซึ่งได้ดำเนินการแล้วเสร็จและส่งมอบได้ทั้งหมด จำนวน 9 ลำ

อ่างจอดเรือ อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า

การขุดลอกเลนอ่างจอดเรือ อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า

อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้ามีอ่างจอดเรือ (basin) สำหรับเรือที่เข้ารับการซ่อมทำ อ่างจอดเรือนี้มีความกว้าง 172 เมตร ความยาว 320 เมตร ความลึก 11 เมตร ได้เกิดการสะสมของตะกอนดินโคลนภายในอ่าง มีระดับดินโคลนสูงขึ้นจากระดับดินโคลนปกติถึง 6 เมตร ทำให้อ่างจอดเรือตื้นเขินและความลึกของอ่างจอดเรือไม่อยู่ในระดับปลอดภัยของเรือที่เข้ารับการซ่อมทำ ส่งผลกระทบต่อภารกิจการซ่อมทำเรือ อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้าได้เสนอปัญหาสำคัญเร่งด่วนนี้ให้กรมจเรทหารเรือ ซึ่งมาตรวจราชการ เมื่อวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2561 รับทราบ โดยอู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้าผ่านการตรวจราชการในระดับ ดีมาก

กรมจเรทหารเรือได้รายงานผลการตรวจ รวมทั้งปัญหาอุปสรรคของหน่วยรับการตรวจให้กองทัพเรือทราบ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวกองทัพเรือได้สนับสนุนงบประมาณเพิ่มเติมประจำปีให้แก่อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า การนี้ อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้าดำเนินการว่าจ้างเอกชนขุดลอกเลนเสร็จเรียบร้อย ใช้งบประมาณเป็นเงินจำนวนทั้งสิ้น 37,000,000 บาท ผลการดำเนินงานทำให้อ่างจอดเรือมีความลึกอยู่ในระดับปลอดภัยสำหรับเรือทุกประเภทที่อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้ารับผิดชอบซ่อมทำ เพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่กองทัพเรือในการปฏิบัติงานต่าง ๆ

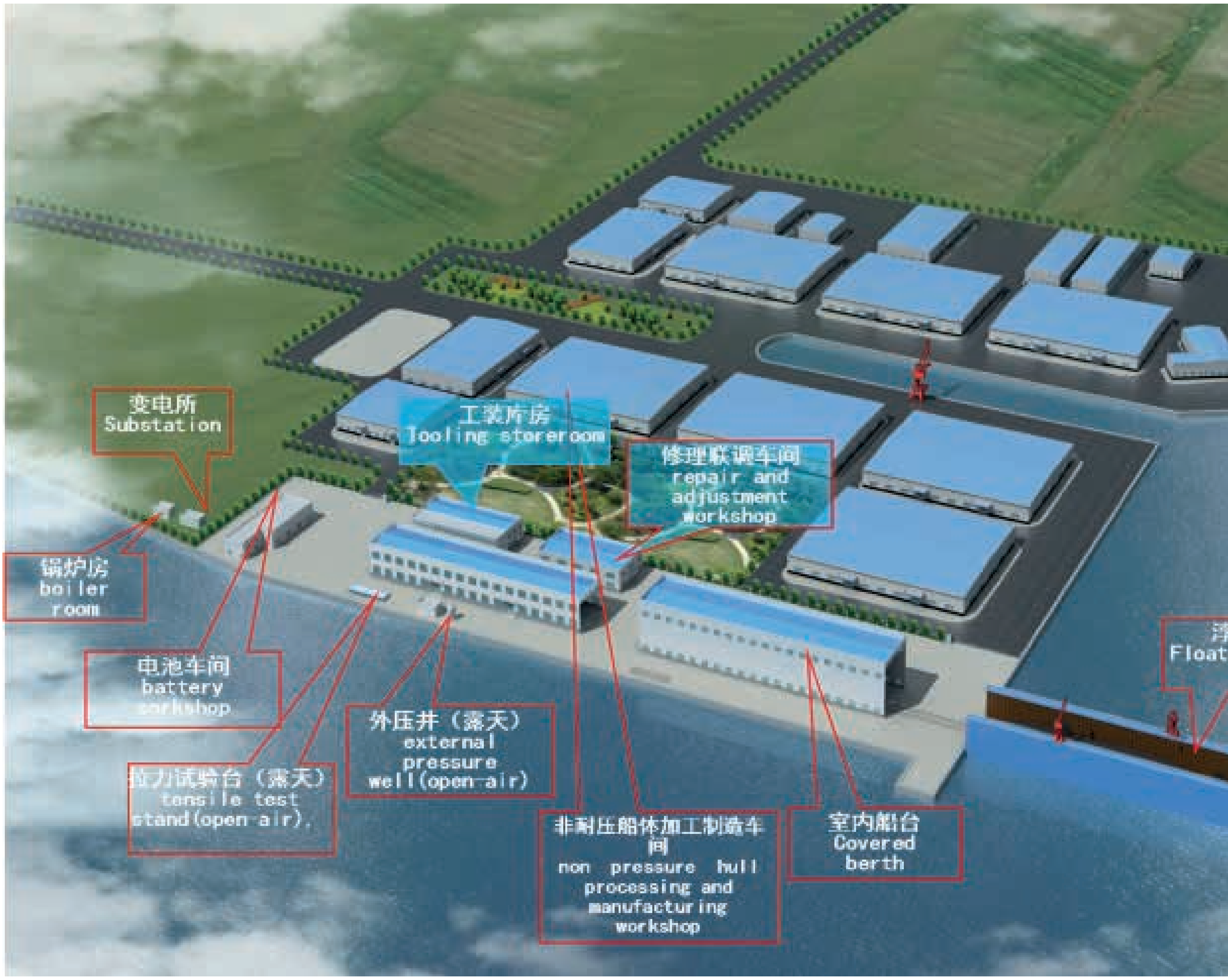
การซ่อมทำเรือของอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช

อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดชดำเนินการซ่อมทำเรือของกองทัพเรือ เพื่อเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงานตามภารกิจ ในปีงบประมาณ 2561 มีเรือเข้ารับการซ่อมทำตามแผนรวมทั้งสิ้น จำนวน 11 ลำ แบ่งเป็น

ซ่อมทำคืนสภาพ จำนวน 4 ลำ ได้แก่ เรือหลวงบางปะกง เรือหลวงรัตนโกสินทร์ เรือหลวงกระบุรี และเรือหลวงสายบุรี โดยซ่อมทำเครื่องจักรใหญ่ เครื่องไฟฟ้า เครื่องจักรช่วยต่าง ๆ ซ่อมทำตัวเรือตลอดลำ/สีตลอดลำ และซ่อมทำระบบไฟฟ้า

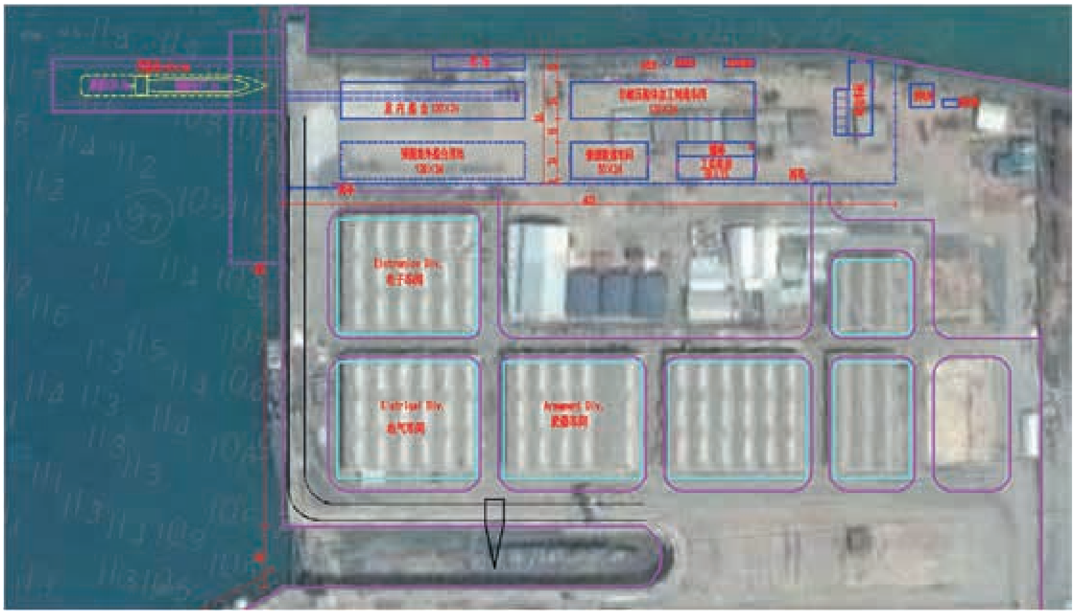
ซ่อมทำตามระยะเวลา จำนวน 2 ลำ ได้แก่ เรือหลวงทยานชล และเรือหลวงสุโขทัย เป็นการซ่อมทำเครื่องจักรใหญ่ เครื่องไฟฟ้า ซ่อมทำเกียร์ ซ่อมทำตัวเรือใต้แนวน้ำ/สีใต้แนวน้ำ

ซ่อมทำจำกัดประจำปี จำนวน 5 ลำ ได้แก่ เรือหลวงปัตตานี เรือหลวงคำรณสินธุ เรือหลวงจักรีนฤเบศร เรือหลวงนเรศวร และเรือหลวงสีชัง โดยซ่อมทำตัวเรือใต้แนวน้ำ/สีตัวเรือใต้แนวน้ำ ตรวจสอบเพลาใบจักร และซ่อมทำลิฟต์อากาศยานและระบบควบคุม



การสำรวจพื้นที่โครงการสร้างศูนย์ซ่อมบำรุงเรือดำน้ำของกองทัพเรือ

การดำเนินการตามนโยบายของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหม ในการเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างกระทรวงกลาโหมของไทยกับภาคเอกชนและกระทรวงกลาโหมมิตรประเทศ เพื่อนำไปสู่การพึ่งพาตนเองและเพื่อการพาณิชย์อย่างเต็มที่ รวมทั้งเพื่อสนับสนุนโครงการจัดหาเรือดำน้ำของกองทัพเรือ จึงได้มีโครงการสร้างศูนย์ซ่อมบำรุงเรือดำน้ำที่อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช ประกอบด้วย พื้นที่ระบบยกเรือทางดิ่ง (ship lift area) ขนาด 50 x 125 เมตร ยื่นไปในทะเลที่มีน้ำลึก 13.5 เมตร พื้นที่สำหรับซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ ขนาด 40.78 ไร่ และโรงซ่อมเรือดำน้ำขนาด 50 x 100 x 25 เมตร ทางเลื่อนเรือความยาว 340 เมตร เครน รถยกสำหรับซ่อมทำตัวเรือแนวใต้น้ำ เครื่องแล่นประสานท่อต่าง ๆ เครื่องมือทำความสะอาดและทาสีตัวเรือ อุปกรณ์เกี่ยวกับแบตเตอรี่ ฯลฯ ซึ่งคาดว่าจะใช้เวลาก่อสร้างศูนย์ซ่อมบำรุงนี้ประมาณ 3 ปี



ปี 2560 บริษัท China Shipbuilding & Offshore International Co., Ltd. (CSOC) ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนได้เดินทางมาสำรวจสถานที่ โดยตำบลที่ทางด้านทิศเหนือของอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดชเป็นบริเวณที่มีความเหมาะสม ปัจจุบันอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดชมีความพร้อมในการสนับสนุนพื้นที่สำหรับดำเนินการตามโครงการดังกล่าว

◆◆◆◆

กรมอู่ทหารเรือรับมอบน้ำมันปาล์มเพื่อใช้ในการผลิตไบโอดีเซล

จากแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร เกี่ยวกับการใช้น้ำมันไบโอดีเซล B100 ในเรืออังสนา ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาและทดลองใช้น้ำมันไบโอดีเซล B100 ที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มสำหรับใช้ในเรืออังสนาซึ่งเป็นเรือรับรองพิเศษของกองทัพเรือ โดยกรมอู่ทหารเรือร่วมกับ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ดำเนินการจนเป็นผลสำเร็จ และนำไปใช้ครั้งแรกเมื่อกองทัพเรือจัดเรืออังสนาเป็นเรือพระที่นั่งในการเสด็จพระราชดำเนินทางชลมารคไปทรงเปิดประตูระบายน้ำคลองลัดโพธิ์ จังหวัดสมุทรปราการ เมื่อวันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา กรมอู่ทหารเรือได้ผลิตน้ำมันไบโอดีเซล B100 มาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนน้ำมันปาล์มที่คดีถึงที่สุดแล้วจากกรมศุลกากรสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบ

ระหว่างวันที่ 29 ตุลาคม – 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 พลเรือตรี สมัย ใจอินทร์ เจ้ากรมพัฒนาการช่าง มอบหมายให้กำลังพลกองวิจัยและพัฒนาไปรับน้ำมันปาล์มที่คดีถึงที่สุดแล้ว จำนวน 20 แฟ้มคดี ปริมาณ 11,726 ลิตร จากด่านศุลกากรปาดังเบซาร์ สำนักงานศุลกากรภาคที่ 4 จังหวัดสงขลา โดย นายหาญ ด้วงเจ้ย เจ้าพนักงานศุลกากร ชำนาญงาน เป็นผู้ส่งมอบ เพื่อนำมาผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซลสนับสนุนเรืออังสนาและดำรงความสามารถการผลิตไบโอดีเซลของกรมอู่ทหารเรือ

พิธีพุทธมามกะ ณ กรมพัฒนาการช่าง

พุทธมามกะ แปลว่า ผู้รับเอาพระพุทธเจ้าเป็นของตน *การแสดงตนเป็นพุทธมามกะ* หมายถึง การประกาศตนของผู้แสดงว่าเป็นผู้รับนับถือพระพุทธเจ้าเป็นของตน พิธีพุทธมามกะแสดงถึงความภาคภูมิใจและมั่นใจในพระพุทธศาสนา ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างสำนึกทางจริยธรรมและคุณธรรมให้แข็งแกร่งแน่วแน่ยิ่งขึ้น เพราะผู้ที่ได้ประกาศตนเป็นพุทธมามกะแล้วเท่ากับได้ให้สัญญาต่อพระพุทธเจ้าในท่ามกลางสงฆ์ว่า จะเคารพนับถือพระพุทธศาสนาอย่างมั่นคงและดำรงตนอยู่ในศีลธรรมและคุณธรรมของพระพุทธศาสนา

ปี 2561 กองทัพเรือกำหนดให้กรมพัฒนาการช่างประกอบพิธีพุทธมามกะของกองทัพเรือ (พื้นที่กรุงเทพฯ) ในวันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2561 โดยกรมพัฒนาการช่างจัดพิธีที่โรงเรียนช่างกรมอู่ทหารเรือ มีกำลังพลจากหน่วยต่าง ๆ เข้าร่วมพิธี จำนวน 138 นาย ได้แก่ ฐานทัพเรือกรุงเทพ กรมพัฒนาการช่าง อู่ทหารเรือธนบุรี กรมช่างโยธาทหารเรือ สำนักงานจัดหายุทโธปกรณ์ทหารเรือ กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพเรือ และกรมยุทธศึกษาทหารเรือ

อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า ส่งเรือผลักดันน้ำ บรรเทาอุทกภัย

พลเรือตรี วัตรกิจ ยกสวัสดิ์ รองผู้อำนวยการอู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า
ตรวจเยี่ยมและให้กำลังใจกำลังพลหน่วยเฉพาะกิจเรือผลักดันน้ำ บริเวณสะพานวัดคุ้งตำหนัก จังหวัดนนทบุรี

ในปีงบประมาณ 2561 อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้าได้ร่วมปฏิบัติการบรรเทาสาธารณภัยด้วยการสนับสนุนกำลังพลของหน่วยเฉพาะกิจเรือผลักดันน้ำ ทำหน้าที่เป็นชุดปฏิบัติการผลักดันน้ำ โดยลำเลียงและติดตั้งเรือผลักดันน้ำ พร้อมอุปกรณ์เครื่องมือ เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศ ได้แก่

- จังหวัดสมุทรสาคร บริเวณสะพานข้ามแม่น้ำท่าจีน และบริเวณวัดบางปลา
  ตั้งแต่ 22 ตุลาคม – 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560
- บริเวณสวนสุขภาพคลองลัดโพธิ์ ตั้งแต่ 24 ตุลาคม – 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560
- บริเวณสะพานรวัชดินแดง ตำบลรวัชบุรี อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด
  ตั้งแต่ 28 ตุลาคม – 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560
- บริเวณสะพานวัดคุ้งตำหนัก ตำบลบางตะบูน อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี
  ตั้งแต่ 22 – 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560
- แม่น้ำตาปี อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี บริเวณสะพานพุนพิน ตำบลท่าข้าม และสะพานจุลจอมเกล้า
  ตำบลศรีวิชัย ตั้งแต่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2560 – 25 มกราคม พ.ศ. 2561
- แม่น้ำเพชรบุรี บริเวณสะพานวัดคุ้งตำหนัก ตำบลบางตะบูน อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี
  ตั้งแต่ 5 สิงหาคม – 30 กันยายน พ.ศ. 2561

ทั้งนี้ พลเรือตรี วัตรกิจ ยกสวัสดิ์ รองผู้อำนวยการอู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า ในฐานะหัวหน้าชุดเฉพาะกิจเรือผลักดันน้ำกองทัพเรือ อธิบายว่า เรือผลักดันน้ำใช้เครื่องยนต์ดีเซล ขนาด 329 แรงม้า สามารถผลักดันน้ำต่อเครื่องได้ 24.2 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที และสามารถดึงมวลน้ำที่อยู่รอบ ๆ ได้อีก 1 : 3 หรือ 72.7 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที หรือ 150,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งช่วยผลักดันน้ำให้ออกไปจากพื้นที่น้ำท่วมได้เร็วขึ้น

กรมอู่เปิดบ้านสานสัมพันธ์กับภาคประชาชน

ความงดงามของอุโบสถวัดวงศมูลวิหาร โบราณสถานที่สร้างขึ้นก่อน พ.ศ. 2400

อุโบสถวัดวงศมูลวิหาร โบราณสถาน

พลเรือตรี วิพันธุ์ ชมะโชติ รองเจ้ากรมอู่ทหารเรือ ต้อนรับและบรรยายภารกิจกรมอู่ทหารเรือ

พิพิธภัณฑ์อู่เรือหลวงเฉลิมพระเกียรติ 84 พรรษา และอู่ทหารเรือธนบุรีในวันนี้นับเป็นแหล่งเรียนรู้ทางประวัติศาสตร์และมรดกทางอุตสาหกรรมต่อเรือและวัฒนธรรมที่สำคัญในย่านฝั่งธนบุรี มีคณะบุคคลต่าง ๆ ให้ความสนใจขอเข้าเยี่ยมชมอย่างต่อเนื่อง

วันเสาร์ที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 คณะบ้านปาร์ค นายเลิศจัดกิจกรรมสมันเตาสัญจร ในหัวข้อ *"ล่องเจ้าพระยาตามรอยศิลปะเรือไทย"* เข้าศึกษาเยี่ยมชมอู่ทหารเรือธนบุรี โดยพลเรือตรี วิพันธุ์ ชมะโชติ รองเจ้ากรมอู่ทหารเรือ ต้อนรับและแนะนำภารกิจหน้าที่ของกรมอู่ทหารเรือ เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างสายสัมพันธ์อันดีกับภาคประชาชน

อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้าจัดกิจกรรมทางทหารเนื่องในวันเด็กแห่งชาติ

วันเด็กแห่งชาติประจำปี 2561 ตรงกับวันเสาร์ที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2561 อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้าจัดกิจกรรมอย่างหลากหลาย โดยมีหน่วยงานจากภาครัฐและเอกชนให้ความร่วมมือและสนับสนุนการจัดงานในครั้งนี้ กิจกรรมที่ได้รับความสนใจจากเด็ก ๆ ได้แก่ กิจกรรมกลางแจ้งเป็นการแสดงอาวุธยุทโธปกรณ์ของหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน หน่วยบัญชาการต่อสู้อากาศยานและรักษาฝั่ง หน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ การแสดงสุนัขทหารของกรมสรรพาวุธทหารเรือ กิจกรรมผจญภัย 7 สถานี ของโรงเรียนสาขลาสุทธีราอุปถัมภ์ กิจกรรมบนเวทีเป็นการแสดงรูปแบบต่าง ๆ ของนักเรียนในแต่ละช่วงอายุจากหลายโรงเรียนในพื้นที่ นิทรรศการเกี่ยวกับเรือรบของกองทัพเรือ นิทรรศการเสริมสร้างความรู้จากศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โรงพยาบาลพระสมุทรเจดีย์สวาทยานนท์ สำนักงานประปานครหลวงสาขาสุขสวัสดิ์ และไปรษณีย์สาขาพระสมุทรเจดีย์ นอกจากนี้ ยังมีกิจกรรมวาดภาพระบายสี การเล่นเกมบิงโก การถ่ายภาพกับมาสคอตการขึ้นชมเรือหลวงถลางและเรือหลวงสุรินทร์ ซึ่งตลอดงานมีการแจกรางวัล รวมทั้งบริการอาหาร ขนม และเครื่องดื่มนานาชนิด สร้างความประทับใจให้แก่เด็ก เยาวชนและครอบครัวเป็นอย่างมาก

กำลังพลกรมอู่ทหารเรือได้รับรางวัลเกียรติยศนาวี

กองทัพเรือกำหนดให้มีการมอบรางวัลเกียรติยศนาวีแก่บุคคลดีเด่นของกองทัพเรือ เป็นประจำทุกปี ซึ่งจัดขึ้นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2550 โดยพิจารณาคัดเลือกบุคคลที่มีความประพฤติดี ประกอบคุณงามความดี และมีผลงานดีเด่นเป็นประโยชน์ต่อกองทัพเรือและประเทศชาติ

บุคคลดีเด่นของกองทัพเรือ ประจำปี 2561 ที่ได้รับรางวัลเกียรติยศนาวี เป็นข้าราชการ จำนวน 4 นาย หนึ่งในสี่เป็นข้าราชการกรมอู่ทหารเรือที่มีผลการปฏิบัติงานและผลงานวิจัยดีเด่นเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อกรมอู่ทหารเรือ กองทัพเรือ และประเทศชาติ คือ ***นาวาโท ดร. บพิธ ทศเทพพิทักษ์ หัวหน้านายช่างโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ กองโรงงาน อู่ทหารเรือธนบุรี*** ซึ่งนอกจากเป็นเกียรติยศของ นาวาโท บพิธ ฯ และครอบครัวแล้ว ยังถือว่าเป็นเกียรติยศและความภาคภูมิใจของกรมอู่ทหารเรือด้วย ผลงานและรางวัลต่าง ๆ ของ นาวาโท บพิธ ฯ มีเป็นจำนวนมากซึ่งสรุปอย่างย่อได้ ดังนี้

นาวาโท ดร. บพิธ ทศเทพพิทักษ์
หัวหน้านายช่าง โรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ แผนกโรงงานเครื่องกล กองโรงงาน อู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ

ประวัติการศึกษา

ระดับอนุปริญญา	นักเรียนจ่า พรรคนาวิน เหล่าปืนใหญ่ โรงเรียนชุมพลทหารเรือ พ.ศ. 2531
ระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2539 (ทุนการศึกษาจากกองทัพเรือ)
ระดับปริญญาโท	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2544
ระดับปริญญาเอก	วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2552 (ทุนการศึกษาจากกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

รางวัลที่ได้รับ

พ.ศ.๒๕๕๙	- รางวัลชนะเลิศ ในการประกวดนวัตกรรมของกระทรวงกลาโหม ประจำปี 2559 โครงการ *"จัดสร้างต้นแบบเครื่องบินทะเล แบบ 2 ที่นั่ง"* - รางวัลชนะเลิศ ในการประกวดวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ของกรมอู่ทหารเรือ เรื่อง *"กระบวนการสวมกระบอกทองเหลือง (Sleeve) รัดเพลาใบจักรเหล็กไร้สนิมโดยไม่แตกร้าว"*
พ.ศ.๒๕๖๐	รางวัลชนะเลิศ ในการประกวดนวัตกรรมของกระทรวงกลาโหม ประจำปี 2560 โครงการ *"การผลิตแบริ่งรับเพลาเรือโดยใช้ยางสังเคราะห์"* ซึ่งได้รับรางวัลชนะเลิศกลุ่มยุทธภัณฑ์เพื่อสนับสนุนการปฏิบัติการรบและการช่วยรบ
พ.ศ.๒๕๖๑	รางวัลชนะเลิศ ในการประกวดวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ของกรมอู่ทหารเรือ เรื่อง "การซ่อมทำแบริ่งพลวงด้วยการหล่อแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Casting)"

ผลงานสิทธิบัตร

สิทธิบัตรการออกแบบ	- เตาอบชิ้นงานทดสอบแรงดึงด้วยเทคนิคการให้ความร้อนแบบขดลวดเหนี่ยวนำ (เลขที่คำขอ 1302001400)
สิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์	- เตาอบชิ้นงานทดสอบแรงดึงที่อุณหภูมิสูงด้วยระบบความร้อนเหนี่ยวนำแบบอินฟราเรดคู่ควบ (เลขที่คำขอ 1401000145)



เกียรติประวัติ

- ได้รับการจารึกชื่อและประวัติบนหอเกียรติยศโรงเรียนชุมพลทหารเรือ ในฐานะ *"ศิษย์เก่าดีเด่น"* เมื่อวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2561
- ได้รับเครื่องหมายสหัทยานาวีและประกาศนียบัตรกำกับเครื่องหมาย ประจำปี 2561 ซึ่งเป็นเครื่องหมายที่กองทัพเรือมอบให้แก่ผู้ทำคุณประโยชน์ต่อสาธารณชนและประเทศชาติร่วมกับกองทัพเรือ ด้วยความวิริยอุตสาหะและเสียสละ เมื่อวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2561

ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาและผลงานการวิจัยและพัฒนาของ นาวาโท บพิธ ฯ เป็นที่ประจักษ์ชัดในระดับประเทศ ถือว่าเป็นข้าราชการกรมอู่ทหารเรืออีกท่านหนึ่งที่จะเป็นแบบอย่างที่ดีให้กำลังพลรุ่นหลังได้เรียนรู้และดำเนินรอยตามเช่นเดียวกับกำลังพลกรมอู่ทหารเรือที่ได้รับรางวัลนี้มาแล้วหลายท่าน

อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช

สรุป

รอบปี 2561 ที่ผ่านมา กำลังพลกรมอู่ทหารเรือล้วนมุ่งมั่นปฏิบัติงานตามภาระหน้าที่รับผิดชอบและงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มกำลังความรู้ความสามารถเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของกรมอู่ทหารเรือ ปรากฏเป็นผลงานต่าง ๆ ตามที่ยกมานำเสนอ ซึ่งเป็นเพียงงานส่วนหนึ่งเท่านั้น แม้ว่าบางงานจะต้องปฏิบัติเป็นประจำทุกปี แต่รายละเอียดและบริบทของงานย่อมแตกต่างออกไปตามตัวบุคคล วัน เวลา และสถานที่ ดังนั้นกระบวนการ ขั้นตอนการปฏิบัติ และผลสัมฤทธิ์ของงานจึงเป็นบันทึกที่จะส่งต่อให้กำลังพลรุ่นหลังได้ใช้ประโยชน์เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนางานให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

งดงามในความเข้มแข็ง

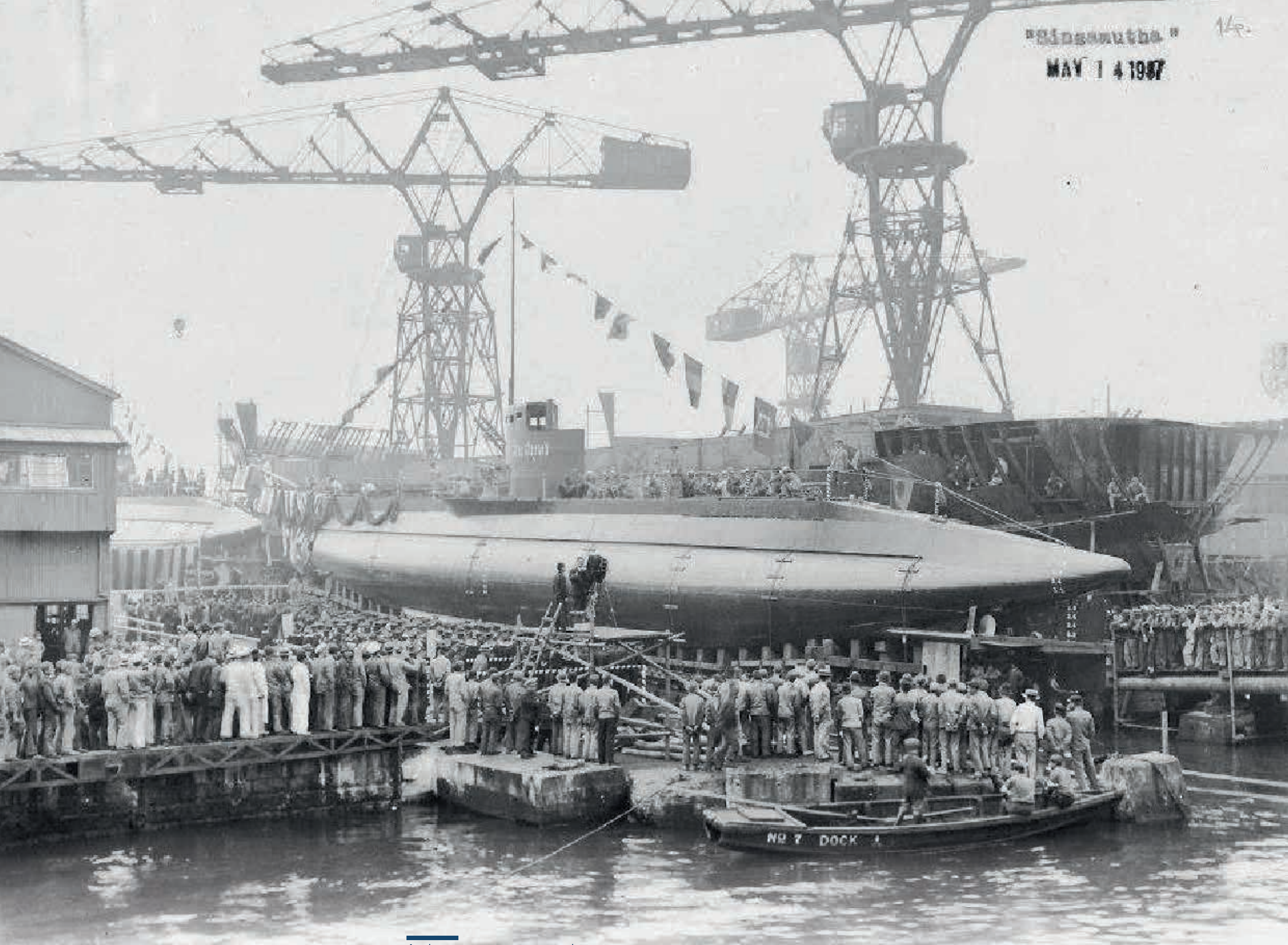
๒

บรรพบุรุษ **นักดำเรือดำน้ำพรรคกลิน** และบทบาทในการพัฒนาเรือดำน้ำไทย

ภิยะพรรณี วัฒนายากร

บทนำ

เมื่อ 80 ปีที่ผ่านมาคนไทยคงจะยังจำได้ว่าประเทศไทยมีหมวดเรือดำน้ำเป็นกำลังรบหลักสำคัญหนึ่งของกองทัพเรือไทย แม้ว่าอดีตนั้นจะเป็นภาพอันเลือนรางสำหรับคนยุคใหม่ที่ไม่เคยเห็นเรือดำน้ำปฏิบัติการในน่านน้ำไทยเลยก็ตาม เนื่องจากกองทัพเรือว่างเว้นจากการมีเรือดำน้ำมานานเกือบหนึ่งศตวรรษ ทำให้ลืมเลือนกันไปว่าบรรพบุรุษทหารเรือของไทยได้วิริยอุตสาหะต่อสู้อย่างยากลำบากเท่าใด ประเทศไทยจึงได้มีเรือดำน้ำประจำการ และฝึกหัดคนไทยให้สามารถควบคุมเรือดำน้ำ ปฏิบัติการรบป้องกันประเทศได้อย่างสมศักดิ์ศรี ซึ่งผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการวางรากฐานความเจริญมั่นคงให้กับการรบใต้น้ำของไทย คือ *บรรพบุรุษนักดำเรือดำน้ำพรรคกลิน*



ภาพการปล่อยเรือ ร.ล.สินสมุทร ลงน้ำที่ อู่มิตซูบิชิ เมือง โกเบ เมื่อ 14 พ.ค. 2480

เรือดำน้ำไทยในอดีต จำนวน 4 ลำ ประกอบด้วย เรือดำน้ำมัจฉาณุ เรือดำน้ำวิรุณ เรือดำน้ำสินสมุทร และเรือดำน้ำพลายชุมพล มีกำลังพลนักดำเรือดำน้ำกว่าร้อยนาย ซึ่งรับใช้ชาติที่กำลังประสบภาวะสงครามอินโดจีนและสงครามโลกครั้งที่สอง เรือดำน้ำเหล่านี้มีบทบาทสำคัญทำให้ฝรั่งเศสซึ่งเป็นคู่สงครามกับไทยในสงครามอินโดจีนและมีกำลังรบทางเรือเหนือกว่าไม่กล้าส่งเรือรบมารุกรานน่านน้ำไทยภายหลังยุทธนาวีที่เกาะช้าง นอกจากนี้ปูชนียบุคคลนักดำเรือดำน้ำไทย จำนวน 2 ท่าน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นลูกหม้อของหมวดเรือดำน้ำ เริ่มต้นการรับราชการในหมวดเรือดำน้ำ ได้ก้าวขึ้นสู่ตำแหน่งสูงสุดของกองทัพเรือ – ผู้บัญชาการทหารเรือ คือ พลเรือเอก จรูญ เฉลิมเตรียณ (ดำรงตำแหน่ง พ.ศ. 2509 – 2514) และ พลเรือเอก ถวิล รายนานนท์ (ดำรงตำแหน่ง พ.ศ. 2514 - 2515)

ในปฏิบัติการของเรือดำน้ำแต่ละครั้ง ความสำเร็จในภาพรวมมาจากผู้บังคับการเรือดำน้ำลำนั้น ๆ และการทำงานที่สอดคล้องประสานกันของกำลังพลภายในเรือ โดยมีทหารพรรคกลินอยู่เบื้องหลังความสำเร็จและความปลอดภัยของกำลังพลในเรือดำน้ำ ช่วยให้ระบบต่าง ๆ ของเรือทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นระบบลอย-จมของเรือ (ballast system) ระบบขับเคลื่อนเรือ (propulsion) ระบบไฟฟ้า เครื่องยนต์ดีเซล ระบบถ่ายเทอากาศภายในเรือ (ventilation system) และการดูแลระบบการทำงานส่วนต่าง ๆ ภายในเรือในภาพรวม รวมไปถึงการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับระบบเครื่องยนต์เรือให้กับทหารพรรค – เหล่าอื่นที่ปฏิบัติงานร่วมกันภายในเรือดำน้ำ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพราะหากเรือดำน้ำเกิดความเสียหายจากการสู้รบหรืออุบัติเหตุ คนในเรือที่มีสติและกำลังดีที่สุดในขณะนั้นจะต้องช่วยกันแก้ไขสถานการณ์เบื้องต้นให้เรือกลับมาใช้งานได้อีกครั้ง

แรงบันดาลใจในการเขียนบทความนี้ มาจากที่ผู้เขียนได้รับความกรุณาจากท่าน พลเรือตรี ดร.สมัย ใจอินทร์ เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ มอบหนังสือประวัติ นายทหารเรือไทยในอดีตให้อ่านศึกษา และกรุณาให้เข้าเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์อู่เรือหลวงเฉลิมพระเกียรติ กรมอู่ทหารเรือ ซึ่งผู้เขียนได้รับความรู้อย่างดียิ่งจาก นาวาเอกหญิง กาญจนา ทรงวรวิทย์ ภัณฑารักษ์ พิพิธภัณฑ์แห่งนี้ มีการจัดแสดง กล่องบรรจุแบตเตอรี่ (หรือเปลือกหุ้มแบตเตอรี่) เรือดำน้ำไทยในอดีต ซึ่งมีรูปทรงคล้ายกล่องสี่เหลี่ยมสีดำขนาดใหญ่ นับเป็นอนุสรณ์หนึ่งในไม่กี่ชิ้นของเรือดำน้ำไทยในอดีตที่เหลือให้อนุชนรุ่นหลังได้ศึกษา (หลังปลดระวางประจำการ เรือดำน้ำไทยทั้ง 4 ลำ ถูกทำลายเป็นเศษเหล็ก เหลือเพียงอุปกรณ์บางส่วนที่นำมาจัดแสดงตามพิพิธภัณฑ์ต่าง ๆ ในปัจจุบัน เช่น กล้องตาเรือดำน้ำ ใบจักรเรือ และปืนกล 75/25 ม.ม. จัดแสดงที่พิพิธภัณฑ์ทหารเรือ จังหวัดสมุทรปราการ กล้องตาเรือดำน้ำ จัดแสดงที่แผนกทัศนภัณฑ์ กองทดสอบสรรพาวุธ กรมสรรพาวุธทหารเรือ (สัตหีบ) และตอร์ปิโด ขนาด 450 ม.ม. จัดแสดงที่ กรมสรรพาวุธทหารเรือ (บางนา)) (กองเรือดำน้ำ, 2561: หน้า120) หากความหมายที่แฝงอยู่ในกล่องบรรจุแบตเตอรี่นี้ คือ *"หัวใจของเรือดำน้ำ"* – ความสามารถในการซ่อนพรางตัวใต้น้ำได้เป็นเวลานาน เพื่อลอบโจมตีศัตรู แบตเตอรี่ คือ อุปกรณ์สำคัญในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์ขับเคลื่อนใบพัดเรือขณะแล่นใต้น้ำ และจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ภายในเรือ สะท้อนให้เห็นถึงความเชี่ยวชาญของนายทหารพรรคกลินซึ่งเป็นผู้ควบคุมดูแลอุปกรณ์สำคัญนี้ ทำให้เรือดำน้ำไทยทั้ง 4 ลำ ที่ดำลาดตระเวนใต้น้ำ สร้างความหวาดเกรงให้กับศัตรูที่จะเข้ามารุกรานน่านน้ำไทย เป็นที่มาให้ผู้เขียนเกิดแรงบันดาลใจศึกษาเกี่ยวกับนายทหารพรรคกลินซึ่งเป็นผู้บุกเบิกวิชาการด้านเรือดำน้ำ และร่วมก่อตั้งหมวดเรือดำน้ำไทย ซึ่งจะขอนำประวัติมานำเสนอเพื่อเผยแพร่เกียรติคุณ 2 ท่าน คือ นาวาโท หลวงชำนิกลการ (ฉา โพธิทัต) นายทหารพรรคกลินคนแรกที่ไปศึกษาวิชาเกี่ยวกับเรือดำน้ำในต่างประเทศ และ พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ ผู้มีบทบาทในการบำรุงรักษาแบตเตอรี่เรือดำน้ำไทยในอดีต และพัฒนาการผลิตแบตเตอรี่ของไทย

ประวัติและเกียรติคุณของนาวาโท หลวงชำนิกลการ (ฉา โพธิทัต)

นาวาโท หลวงชำนิกลการ(ฉาโพธิทัต)(เกิดเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2436 เสียชีวิต วันที่ 29 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2499) กำเนิดที่จังหวัดธนบุรี (หรือเขตคลองสาน กรุงเทพมหานครในปัจจุบัน) เป็นผู้มีสติปัญญาฉลาดเฉลียว ใน พ.ศ. 2449 ได้เข้าศึกษาที่โรงเรียนสวนกุหลาบ สามารถสอบไล่ได้ที่สอง ได้รับพระราชทานทุนค่าเล่าเรียนหลวง (King's Scholarship) ของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 เพื่อศึกษาต่อที่โรงเรียนนายเรือ ใน พ.ศ. 2451 โดยในช่วงเวลานั้น พลเรือเอกพระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์ ทรงดำรงตำแหน่งผู้บังคับการกองโรงเรียนนายเรือ ปีถัดมา พ.ศ. 2452 นักเรียนนายเรือ ฉา โพธิทัต เดินทางไปยังประเทศอังกฤษเพื่อศึกษาวิชาช่างกลเรือที่ประเทศอังกฤษ ใช้เวลาในการเรียนในประเทศอังกฤษ 5 ปี โดยในช่วงสองปีแรก เข้าเรียนที่โรงเรียน Oundle มณฑล Northamptonshire จากนั้นเข้าศึกษาวิชาช่างกลเรือที่ Armstrong College มหาวิทยาลัย Durham ใน พ.ศ.2454 สำเร็จการศึกษาระดับเกียรตินิยมในสาขาวิชาช่างกลเรือ (Marine and Mechanical Engineering) ใน พ.ศ.2457 โดยขณะศึกษาอยู่จนกระทั่งสำเร็จการศึกษาแล้ว ท่านได้ฝึกหัดทำงานในโรงงานทำเครื่องกังหันไอน้ำที่เมือง Newcastle-upon-Tyne ต่อมาใน พ.ศ. 2458 เกิดสงครามโลกครั้งที่หนึ่ง อังกฤษประกาศสงครามกับเยอรมนี และรัฐบาลอังกฤษเข้าควบคุมโรงงานผลิตเครื่องจักรทั่วประเทศ ส่งผลให้ท่านต้องหยุดฝึกงาน กรมทหารเรือจึงมีคำสั่งให้เข้าศึกษาวิชาช่างต่อเรือ ณ วิทยาลัย Armstrong สำเร็จการศึกษาใน พ.ศ. 2458 ได้รับพระราชทานยศเรือตรี ใน พ.ศ. 2459 อย่างไรก็ตามแม้จะสำเร็จการศึกษาแล้ว ชีวิตของท่านยังคงโลดแล่นอยู่ในต่างแดน ท่ามกลางสภาวะสงครามในภาคพื้นยุโรปที่ร้อนระอุ และประเทศไทยประกาศเข้าร่วมรบกับฝ่ายสัมพันธมิตร ในช่วงนี้เองที่ เรือตรี ฉา โพธิทัต ได้รับประสบการณ์อันทรงคุณค่าในการเข้าร่วมรบกับราชนาวีอังกฤษ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2460 ซึ่งมาจากความสมัครใจของตัวท่านเอง ขอให้ผู้ดูแลนักเรียนไทยเจรจากับกระทรวงทหารเรืออังกฤษให้ท่านเข้าประจำการในราชนาวีอังกฤษ ในตำแหน่งเรือเอกฝ่ายช่างกล ประจำเรือประจัญบาน Dreadnought เรือธงของนายพลเรือ Douglas de Chair เพื่อศึกษาการทำงานภายในเรือ นอกจากนี้ท่านได้ศึกษาระดับปริญญาโท (Postgraduate) ที่วิทยาลัย Imperial College of Sciences ทำวิจัยเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิง ประกอบด้วยการกลั่นน้ำมันจากถ่านหิน Brown Coal และการผลิตน้ำมันจากแอลกอฮอล์ Spirit *"B"* ภายใต้การอำนวยการของศาสตราจารย์ (Professor) Boon ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาพประกอบ 1
พลเรือเอก กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์
ทรงฉายพระรูปร่วมกับ ว่าที่เรือเอก ฉา โพธิทัต
ในเครื่องแบบราชนาวีอังกฤษ เมื่อ พ.ศ.2463
(แหล่งที่มา: หนังสือประมวลความควรรู้
เกี่ยวกับการไปศึกษาวิชาในประเทศอังกฤษ
อนุสรณ์ในงานพระราชทานเพลิงศพ
นาวาโท หลวงชำนิกลการ)

และมีชื่อเสียงมากในยุคนั้น งานวิจัยของท่านเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการทหารในช่วงเวลาดังกล่าวที่ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างสูง (ประวัติ นาวาโท หลวงชำนิกลการและคำแปล, หน้า 1 – 3 และ พลเรือตรี ดร. สมัย ใจอินทร์, สัมภาษณ์ 26 ตุลาคม 2561 และ 23 พฤศจิกายน 2561) ซึ่งพลเรือตรี ดร.สมัย ใจอินทร์ กล่าวว่าผลงานการวิจัยของท่านในช่วงที่ศึกษา ณ Imperial College of Sciences มีความสำคัญต่อการส่งกำลังบำรุงของอังกฤษในช่วงสงครามเป็นอย่างมากและท่านเป็นหนึ่งในนักเรียนนายเรือไทยที่ได้รับทุนเล่าเรียนหลวงไปศึกษา ณ ประเทศอังกฤษ ซึ่งมีผลการเรียนดีเด่น ได้รับการจารึกชื่อไว้ในสามัคคีลอนดอน ซึ่งมีรายนามเช่น นักเรียนนายเรือ ฉา โพธิทัต จาก มหาวิทยาลัย Durham University, นักเรียนนายเรือ อำนาจ จันทนะมัฏฐะ จาก มหาวิทยาลัย Leeds และนักเรียนนายเรือ ไพบูลย์ นาคสกุล

ความสนใจในเรือดำน้ำและการพัฒนาระบบอุปกรณ์ต่าง ๆเกี่ยวกับเรือดำน้ำของนาวาโท หลวงชำนิกลการ(ฉาโพธิทัต) เกิดขึ้นในช่วงที่ท่านเข้าร่วมการรบในราชนาวีอังกฤษนี้เอง ซึ่งท่านได้วิเคราะห์ว่า แม้ในขณะนั้นเรือประจัญบานจะเป็นเรือรบขนาดใหญ่ที่สุดและทรงอานุภาพมากที่สุด ด้วยกำลังรบและปืนเรือขนาดใหญ่ได้รับสมญานามว่าราชาแห่งกองเรือ (King of the Fleet) แต่เรือดำน้ำอาจเป็นประโยชน์กว่าประเทศไทยมากกว่าเรือประจัญบาน (สอดคล้องกับคำกล่าวของพลเรือตรี พระยาหาญกลางสมุทร (2537: หน้า 66) ซึ่งไปเรียนวิชาเรือดำน้ำ (พรรคนาวิน) ในช่วงเวลาเดียวกับนายเรือเอก ฉาฯ ที่ระบุว่า *“เรือดำน้ำเท่านั้นเป็นอาวุธอันร้ายกาจ และดียิ่งสำหรับประเทศเล็กที่มีทุนน้อย”*) จึงขอย้ายไปประจำการในกองเรือดำน้ำของราชนาวีอังกฤษ และเริ่มปฏิบัติงานตั้งแต่เดือนกันยายนพ.ศ.2461 นายเรือเอก ฉา โพธิทัต ได้ปฏิบัติงานในกองเรือดำน้ำของประเทศอังกฤษ 4 แห่ง คือ

1. กองเรือดำน้ำที่ 5 เมือง Blyth, Northhum-berland ใน พ.ศ.2461 เรือดำน้ำประจำกองเรือดำน้ำที่ 5 ประกอบด้วย ชั้น M, ชั้น J และ ชั้น G รวม 12 ลำ ภารกิจหลักของกองเรือ คือ การลาดตระเวนตามแนวชายฝั่งประเทศนอร์เวย์ และช่อง Skagerack ซึ่งเป็นเส้นทางเดินเรือเข้าออกของเรือดำน้ำเยอรมนีในขณะนั้น โดยมีรายละเอียดของเรือดำน้ำทั้ง 3 ชั้น ดังนี้

เรือดำน้ำ ชั้น J เป็นเรือดำน้ำดีเซล-ไฟฟ้า ขนาดกลาง ระวางขับน้ำ 1,204 ตันเหนือน้ำ / 1,820 ตันใต้น้ำ ต่อขึ้นในช่วง พ.ศ. 2459 จำนวน 7 ลำ โดย นายพล Fisher สำหรับปฏิบัติภารกิจการลาดตระเวนระยะไกลในทะเล สามารถแล่นเหนือน้ำได้ 5,000 ไมล์ทะเลที่ความเร็ว 12.5 นอต สาเหตุของการต่อเรือดำน้ำความเร็วเหนือน้ำสูงเพื่อแล่นเหนือน้ำเป็นระยะทางไกลของราชนาวีอังกฤษ มาจากการพัฒนาของเรือดำน้ำเยอรมนีในช่วงเวลานั้น ที่สามารถแล่นเหนือน้ำได้เร็วถึง 22 นอต (David Miller, 2005: 62 – 63)

เรือดำน้ำ ชั้น G เป็นเรือดำน้ำโจมตี ขับเคลื่อนดีเซล – ไฟฟ้า มีขนาดเล็กกว่าชั้น J ครึ่งหนึ่ง ต่อขึ้นในช่วง พ.ศ. 2459-60 จำนวน 14 ลำ ผนังเรือแบบสองชั้น (double-hull) ลาดตระเวนเหนือน้ำได้ 2,400 ไมล์ทะเล ที่ความเร็ว 12.5 นอต (David Miller, 2005: 60 – 61)

เรือดำน้ำ ชั้น M เริ่มสร้างในช่วง พ.ศ. 2459 ถึง 2462 เป็นเรือดำน้ำขนาดไล่เลี่ยกับเรือดำน้ำ ชั้น J ระวางขับน้ำ 1,594 ตันเหนือน้ำ / 1,946 ตันใต้น้ำ ถูกสร้างขึ้นเพื่อทดแทนเรือดำน้ำขับเคลื่อนพลังงานไอน้ำ ชั้น K จำนวน 4 ลำ ที่ราชนาวีอังกฤษสั่งซื้อและถูกยกเลิกไป

การสร้างเรือดำน้ำประจำการจำนวนมากของราชนาวีอังกฤษ เริ่มในช่วงต้นสงครามโลกครั้งที่ 1 เมื่ออังกฤษได้รับข่าวลับเกี่ยวกับโปรแกรมการสร้างเรือดำน้ำแบบผนังเรือสองชั้นที่สามารถลาดตระเวนระยะทางไกลในทะเล จำนวนมาก ของประเทศเยอรมนี ใน พ.ศ. 2456

2. กองเรือดำน้ำ เมือง Gospost ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2461 โดยประจำการในเรือ Dolphin ปฏิบัติงานเป็นเวลา 1 ปี และได้เพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับเรือดำน้ำโดยศึกษาวิชาเกี่ยวกับโรงเรียนนายทหารเรือดำน้ำจนครบหลักสูตร และมีส่วนร่วมในการคำนวณออกแบบเครื่องกำบังเสียงใต้น้ำ (hydrophone guard)

3. กองเรือดำน้ำที่ 2 เมือง Dartmouth ในต้น พ.ศ. 2463 ถึง วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2463 โดยทำงานในเรือพี่เลี้ยงเรือดำน้ำ (submarine escort) ชื่อ Lucia เรือดำน้ำที่ประจำการในกองเรือดำน้ำที่ 2 คือ เรือดำน้ำ ชั้น L เรือดำน้ำชั้นนี้ สร้างขึ้นในช่วง พ.ศ. 2459-60 จำนวน 8 ลำ เป็นเรือดำน้ำโจมตี ขนาดระวางขับน้ำ 891 ตันเหนือน้ำ /1,074 ตันใต้น้ำ พัฒนาจากเรือดำน้ำชั้น E โดยปรับปรุงขนาดให้ใหญ่ขึ้น (David Miller, 2005: 66 – 67)

4. กองบัญชาการกองเรือฝึกหัดตอร์ปิโดของเรือดำน้ำอังกฤษ เมือง Plymouth ในช่วงปลาย พ.ศ. 2463 โดยศึกษากลไกตอร์ปิโดเรือดำน้ำ ควบคู่ไปกับการฝึกทางทะเลในเรือดำน้ำ (ประวัติ นาวาโท หลวงชำนิกลการ และคำแปล, 2499: หน้า 4 – 5)

นายเรือเอก ฉา โพธิซัต เดินทางกลับประเทศไทยในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2463 และได้เลื่อนยศเป็นนาวาตรี

จึงนับได้ว่า นาวาโท หลวงชำนิกลการ (ฉา โพธิทัต) เป็นนายทหารเรือพรรคกลิน ท่านแรก ๆ ของประเทศไทยในช่วงการปฏิรูปประเทศ (ซึ่งเริ่มต้นในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 จากพระราชดำริและวิสัยทัศน์ที่ยาวไกลของพระองค์ท่าน ในการส่งเสริมให้คนไทยที่มีความรู้ความสามารถ ได้ศึกษาวิชาการจากต่างประเทศ เพื่อนำมาพัฒนาประเทศให้มีความทันสมัย) ที่ได้รับทุนเล่าเรียนหลวงไปศึกษาวิชาการทหารเรือในต่างประเทศ และให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับเรือดำน้ำอย่างลึกซึ้ง ซึ่งสาเหตุสำคัญที่ทำให้นายทหารเรือไทยส่วนหนึ่งสนใจในเรือดำน้ำ มาจากแนวพระดำริและการจัดทำโครงการจัดหาเรือดำน้ำประจำการในกองทัพเรือไทยของนายพลเรือตรี พระเจ้าพี่ยาเธอ กรมหมื่นชุมพรเขตอุดมศักดิ์ (พระอิสริยยศในเวลานั้น พ.ศ. 2453) และนายเรือโท สมเด็จพระเจ้าน้องยาเธอ เจ้าฟ้ากรมขุนสงขลานครินทร์ (พระอิสริยยศในเวลานั้น พ.ศ. 2458) และบทบาทของเรือดำน้ำในสงครามที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะเรือดำน้ำเยอรมนีจนเป็นที่น่ากังวลของชาติคู่สงคราม จากกรณีเรือโดยสารลูซิทาเนีย สัญชาติอเมริกัน ถูกเรือดำน้ำเยอรมนียิงจมในน่านน้ำประเทศอังกฤษ เมื่อ พ.ศ. 2458 ส่งผลให้อเมริกาประกาศสงครามกับเยอรมนี โดย กองเรือดำน้ำ (2561: หน้า 53) ระบุว่าทหารเรือไทย ที่ไปศึกษาวิชาเกี่ยวกับเรือดำน้ำในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 มี 3 ท่าน คือ นายเรือเอก ฉา โพธิทัต (พรรคกลิน), นายเรือเอก หลวงหาญสมุทร (พรรคนาวิน) และ นาวาตรี หลวงศรเสนี (ประแส ประวาหะนาวิน) (พรรคนาวิน – ศึกษาเรื่องตอร์ปิโดและการเรือดำน้ำที่ประเทศฝรั่งเศส)

โดยใน พ.ศ. 2460 ช่วงเวลาเดียวกับที่นายเรือเอก ฉา โพธิทัต ปฏิบัติงานในกองเรือดำน้ำที่ 5 บรรพบุรุษทหารเรือไทยท่านสำคัญอีกท่านที่มีบทบาทในการพัฒนาเรือดำน้ำไทย ในพรรคนาวิน – นายเรือเอก หลวงหาญกลางสมุทร (ยศสุดท้าย คือ พลเรือตรี พระยาหาญกลางสมุทร) ได้รับพระราชทานพระราชทรัพย์ส่วนพระองค์ จากพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 6 ให้ไปศึกษาวิชาการเรือดำน้ำ ที่ราชนาวีอังกฤษ และปฏิบัติงานในเรือดำน้ำอังกฤษเช่นกันซึ่งนายเรือเอก หลวงหาญกลางสมุทรได้ทำงานในเรือดำน้ำอังกฤษยาวนานถึง พ.ศ. 2466 รวมเป็นเวลา 6 ปี ทำให้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรือดำน้ำอย่างช่ำชอง (พลเรือตรีพระยาหาญกลางสมุทร, 2537)

อย่างไรก็ตาม ในช่วงเวลาดังกล่าว แม้ว่ากองทัพเรือจะเสนอโครงการจัดหาเรือดำน้ำต่อรัฐบาล และมีนายทหารเรือที่ไปศึกษาวิชาการเรือดำน้ำจากต่างประเทศ เพื่อเตรียมเป็นกำลังหลักในการจัดตั้งกองเรือดำน้ำของไทย แต่โอกาสไม่อำนวย จึงยังคงไม่มีเรือดำน้ำประจำการ

นาวาโท หลวงชำนิกลการ ได้รับราชการอยู่ที่กรมอู่ทหารเรือหลายตำแหน่ง จนถึง พ.ศ. 2466 กระทรวงการต่างประเทศได้ขอโอนท่านไปเป็นเลขานุการเอก ที่สถานเอกอัครราชทูตไทย ณ กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ เมื่อกลับจากต่างประเทศ ท่านได้ร่วมก่อตั้งสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย ให้กับกรมไปรษณีย์โทรเลข ในตำแหน่งนายช่างใหญ่ประจำกรมไปรษณีย์โทรเลข มีบทบาทสำคัญในการก่อสร้างสถานีวิทยุกระจายเสียงที่จังหวัดนนทบุรี (พลเรือตรี ดร.สมัย ใจอินทร์, สัมภาษณ์ 23 พฤศจิกายน 2561)

ต่อมาท่านได้ดำรงตำแหน่งปลัดกระทรวงพาณิชย์ ในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง ซึ่งขณะนั้นประเทศไทยอยู่ในช่วงวิกฤตสงคราม มีสถานการณ์เร่งด่วนที่กระทรวงพาณิชย์ต้องแก้ไขอยู่ตลอดเวลา ท่านได้เป็นหนึ่งในคณะกรรมการผสมที่ผู้บัญชาการทหารสูงสุดตั้งขึ้น แก้ไขปัญหาด้านการพาณิชย์ให้ลุล่วงและรักษาผลประโยชน์ของชาติไว้ได้ (ประวัติ นาวาโท หลวงชำนิกลการ และคำแปล, หน้า 11 – 12)

แม้ว่า นาวาโท หลวงชำนิกลการ (ฉา โพธิทัต) จะไม่ได้มีบทบาทอย่างชัดเจนในหมวดเรือดำน้ำไทย ในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง เนื่องจากท่านดูแลงานของกระทรวงพาณิชย์เป็นหลัก แต่เกียรติคุณและแนวทางการทำงานของท่านได้สร้างแรงบันดาลใจให้กับทหารเรือ นักดำเรือดำน้ำรุ่นต่อๆ มา เช่น ผลงานการวิจัยเกี่ยวกับอุปกรณ์เรือดำน้ำและความสามารถทางด้านวิชาการ ที่ไม่เพียงศึกษาจากตำราแต่ใช้วิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เมื่อต้องการความรู้ในเรื่องเรือดำน้ำ ซึ่งเป็นวิทยาการใหม่ของชาติตะวันตกในขณะนั้น ท่านได้ติดต่อผู้รู้ เสนอตนเองเข้าไปทำงานในกองเรือดำน้ำ สัมผัสสถานการณ์จริง มีการปฏิบัติจริงจนเกิดความรู้ที่ลึกซึ้งแตกฉาน และนำความรู้นั้นมาสร้างสรรค์ผลงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อคนหมู่มาก

ประวัติและเกียรติคุณของพลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์

พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ เป็นหนึ่งในนายทหารเรือที่ไปเรียนวิชาเรือดำน้ำที่ประเทศญี่ปุ่น เพื่อรองรับการมีเรือดำน้ำประจำการของไทย ซึ่งเริ่มต้นในช่วง พ.ศ. 2478 – 2479 การคัดเลือกผู้ไปศึกษาวิชาเรือดำน้ำประกอบด้วยนายทหารสัญญาบัตร และนายทหารประทวนพรรคนาวิน และพรรคกลิน ในส่วนนายทหารสัญญาบัตรสันนิษฐานว่าคัดเลือกจากนายทหารที่พึ่งสำเร็จการศึกษาขั้นสูงจากโรงเรียนนายทหารเรือ และมียศเรือเอกขึ้นไป ในส่วนของนายทหารประทวนมีการรับสมัครสอบและคัดเลือก 2 ครั้ง ใน พ.ศ. 2479 (กองเรือดำน้ำ, 2561: หน้า 61 – 62) ท่านอาจารย์รำจวน นฎีตะภัฏ (สัมภาษณ์, 5 มกราคม 2550) ซึ่งเป็นหนึ่งในกำลังพลเรือหลวงธนบุรี และสนใจสมัครสอบคัดเลือกเป็นนักดำเรือดำน้ำ ได้กรุณาเล่าถึงเหตุการณ์ในช่วงนั้นว่า หลังมีการประกาศรับสมัครกำลังพลประจำเรือดำน้ำทหารเรือหนุ่มตื่นเต้นกันมาก ต่างก็อยากทำงานในเรือดำน้ำ ซึ่งเป็นวิทยาการใหม่สำหรับประเทศไทยในขณะนั้น ในการคัดเลือก มีการทดสอบเข้มงวด ที่รวมถึงการทดสอบสมรรถภาพร่างกายว่าสามารถทนอยู่ในสถานที่คับแคบ อากาศหมุนเวียนน้อย และความดันอากาศที่เปลี่ยนไปได้หรือไม่ เนื่องจากสภาพร่างกายของท่านไม่อำนวย และช่วงนั้นมีการประกาศรับสมัครเจ้าหน้าที่ประจำเครื่องบินส่งจดหมายของกองทัพอากาศ ท่านจึงเบนเข็มไปทำงานด้านการบินส่งผลให้ท่านมีประสบการณ์ทั้งด้านการเรือและการบิน และเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการบินในเวลาต่อมา

พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ อยู่ในชุดเดินทางชุด 1 ใน 5 ชุดที่ไปศึกษาวิชาเรือดำน้ำที่ประเทศญี่ปุ่น ในวันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2479 ซึ่งประกอบด้วยนายทหารสัญญาบัตร 8 นาย และนายทหารประทวน 34 นาย ซึ่ง นายทหารพรรคกลินที่ปฏิบัติงานในเรือดำน้ำชั้นมัจฉานุ มีจำนวนหลายท่าน ท่านที่สามารถสืบหาประวัติ ภาพถ่าย และญาติที่ให้ข้อมูลได้ (กองเรือดำน้ำ, 2561 และประวัติพลเรือตรี เฟื่อง ปัณยาชีวะ, 2541: หน้า 11) มีเช่น พลเรือตรี เฟื่อง ปัณยาชีวะ (ยศสุดท้าย) ตำแหน่งนายช่างกล เรือหลวงสินสมุทร และต้นกล เรือหลวงมัจฉานุ นาวาเอก เฉลียว หิรัณหาด (ยศสุดท้าย) ตำแหน่ง ทำการสรั่งช่างกล เรือหลวงพลายชุมพล, นาวาเอก สมนึก กาญจนหิรัญ (ยศสุดท้าย), เรือเอก จง ทังสุบุตร์ นายช่างกลเรือดำน้ำสินสมุทร, เรือเอก ช่วย วรมาลี (ยศสุดท้าย) ซึ่งเป็นนักดำเรือดำน้ำที่มีอายุมากที่สุดของประเทศไทย วัย 102 ปี ตำแหน่งจ่าช่างกล เรือหลวงมัจฉาณุ, พันจ่าตรี นิล (ก่อเกียรติ) สุขขำ (ยศสุดท้าย) และจ่าเอก สมศักดิ์ ตะกรุดแก้ว นายทหารพรรคกลินประจำการบนเรือหลวงวิรุณ

หลังจากสำเร็จการศึกษาวิชาเรือดำน้ำ พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ ได้ปฏิบัติงานในเรือดำน้ำสินสมุทร ตำแหน่งต้นกล จากนั้นใน พ.ศ. 2483 ท่านได้รับคัดเลือกให้เป็นหนึ่งในคณะทำงานในการเปลี่ยนแบตเตอรี่เรือดำน้ำไทย ซึ่งครบวงรอบการใช้งานจากบริษัท มิตซูบิชิ และบริษัท นิปปอนเด็นจิ กรุงโตเกียว ผู้ผลิตแบตเตอรี่ซึ่งเป็นความยากลำบากในระยะแรก ๆ สำหรับท่าน เพราะทหารพรรคกลินของไทยในขณะนั้น โดยเฉพาะกลุ่มช่างกล มีความรู้เกี่ยวกับแบตเตอรี่ไม่มากนัก ท่านได้แสวงหาความรู้อย่างมุ่งมั่นจริงจังนำประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับแบตเตอรี่เรือดำน้ำและวิธีการผลิตแบตเตอรี่จากญี่ปุ่นในครั้งนั้น มาสร้างโรงงานผลิตแบตเตอรี่ในประเทศไทยได้สำเร็จ ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้ได้

ถูกบอกเล่าผ่านบทความที่ท่านประพันธ์ไว้ในช่วง พ.ศ. 2501 ชื่อบทความ *"ครั้งหนึ่งในชีวิต"* ไว้อย่างน่าสนุกสนาน แฝงด้วยแง่คิดที่น่าสนใจ

ความท้าทายในการเป็นคณะกรรมการตรวจรับแบตเตอรี่ในครั้งนั้น มาจากที่บริษัท มิตซูบิชิไม่สามารถส่งแบตเตอรี่ทั้งชุดมายังประเทศไทย โดยทางเรือได้ เนื่องจากอาจเกิดการซัลเฟชั่น (sulphation) เกิดผลึกสีขาวเกาะบนแผ่นธาตุ ส่งผลต่อการไหลเวียนของกระแสไฟฟ้าภายในเรือดำน้ำ ส่งผลต่อระบบขับเคลื่อนเรือใต้น้ำ บริษัทจึงวางแผนส่งแบตเตอรี่แบบแยกชิ้นส่วน นำมาประกอบเป็นหม้อแบตเตอรี่ใหม่ในประเทศไทย ซึ่งกองทัพเรือมอบหมายให้นาวาตรี ประยูร พิณสวัสดิ์ (ยศในขณะนั้น) ขุนดำเนินวิศวการ (นาวาตรี เลื่อน อิศรางกูร ณ อยุธยา) และนายทหารชั้นประทวน6นายที่ประกอบด้วยทหารในเรือดำน้ำช่างไฟฟ้าและช่างฝีมือจากแผนกประสานและบัดกรี ทำหน้าที่กรรมการตรวจการสร้างแบตเตอรี่ และศึกษาการประกอบแบตเตอรี่เพื่อนำกลับมาต่อเองที่ประเทศไทย ซึ่งเป็นงานที่ท้าทายเป็นอย่างยิ่งสำหรับท่าน เนื่องจากขณะเป็นต้นกลเรือดำน้ำสินสมุทรดูแลเครื่องยนต์เรือดำน้ำเป็นหลัก แต่ไม่มีความรู้ลึกซึ้งในการสร้างและประกอบแบตเตอรี่

ซึ่งท่านได้กล่าวเกี่ยวกับการศึกษาระบบเครื่องยนต์และแบตเตอรี่เรือดำน้ำ ที่ประเทศญี่ปุ่น ไว้ว่า *"ในระหว่างที่ศึกษาศิลปศาสตร์ เป็นสินสมุทร สุดสาคร ในญี่ปุ่นนั้น ครูผู้สอนเป็นนายทหารเรือดำน้ำประจำการของราชนาวีญี่ปุ่นทุกท่าน ทางฝ่ายพรรคกลิน เขาก็จัดนายทหารพรรคกลินชั้นต้นกล และรองต้นกลเรือดำน้ำมาเป็นครูสอนวิชาเครื่องยนต์ดีเซลและแบตเตอรี่ให้กับพวกเรา วิชาทั้งสองแขนงนี้ ผู้เขียนซึ่งจบวิทยาการไปจากวัดแจ้ง มีความรู้น้อยเหลือประมาณ ในสมัยนั้นเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับเรือเดินทะเลนั้น เรายังไม่รู้จักหน้าค่าตาว่ามันมีลักษณะอย่างไร ... และในราชนาวีไทยก็ยังไม่เคยมีเรือหลวงลำใดใช้เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องจักรใหญ่ (เรือรบไทยในสมัยนั้นติดตั้งเครื่องจักรไอน้ำ – ผู้เขียน) แบตเตอรี่นั้นไม่ต้องพูดถึงกันก็ได้ ในเวลานั้นมีแบตเตอรี่ประจำการใช้ในเรือหลวงก็มีแต่เรือพระร่วงลำเดียวเท่านั้น ... เป็น แบตเตอรี่ขนาดแบตเตอรี่รถยนต์ ... นอกจากนี้ในเรือหลวงที่ต้องใช้วิทยุฯ ก็มีแบตเตอรี่ใช้การเหมือนกัน แบตเตอรี่นี้เป็นเรื่องของกองสัญญาณทหารเรือ และกรมสรรพาวุธทหารเรือ ช่างกลประจำเรือไม่เกี่ยว ธุระไม่ใช่..."*

เมื่อไม่เคยมีความรู้พื้นฐานเลย ท่านจึงต้องค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเข้มข้น จากตำราต่างประเทศ ซึ่งมีพอสมควรในช่วงเวลานั้น ทั้งนี้เพื่อนำมาถ่ายทอดให้กับผู้ร่วมงานด้วย *"...เมื่อต้องไปเรียนรู้ในสิ่งที่ไม่ได้เชี่ยวชาญไปจาก วัดแจ้ง... ด้วยความเกรงใจครูญี่ปุ่นจะหมิ่นศักดิ์ศรีเอาว่าเป็นนายทหารเรือไทยมาอย่างไร จึงต้องก้มหน้าก้มตาไปหาหนังสือมาอ่านเพื่อกันเหงื่อโง่ซึมออกมาทางปลายจมูก...การศึกษาเอาจากหนังสือนั้น ไม่ใช่เพื่อตัวเองคนเดียว ยังต้องคิดเผื่อแผ่เอาไว้ไปบอกเล่าชี้แจงอบรมพวกจ่าพรรคกลินในการปกครองอีกด้วย เพราะลำพังตัวเองคนเดียวสตาร์ทเครื่องยนต์ดีเซลไม่ได้ มันเป็นดังนี้ แบตเตอรี่ยิ่งร้ายหนักขึ้นไป บกพร่องเสียหาย หมายถึงต้องตายกันทั้งลำ..."* (พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์, 2514: หน้า 39 – 40)

ความยากลำบากในการดูแลและบำรุงรักษาแบตเตอรี่ซึ่งเป็นหัวใจหลักของการดำใต้น้ำของเรือดำน้ำในเงื่อนเวลาที่จำกัดและสภาพแวดล้อมที่ขัดสนจากภาวะสงคราม และความรับผิดชอบในการทำงานของทหารพรรคกลิน สะท้อนจากคำกล่าวของพลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ที่ว่า *"...การเปลี่ยนแบตเตอรี่เรือดำน้ำกว่าจะเสร็จหมดทั้ง 4 ลำ ก็ย่างเข้าปลายเดือนพฤศจิกายน 2485 นั่นเอง จ่าและช่างอู่เรือดำน้ำ สมทบด้วยทหารประจำเรือดำน้ำเข้าร่วมมือช่วยกันด้วย ทุกคนทำงานแข่งกับเวลา เพราะงานประจุไฟ หรือจะคายไฟ สำหรับแบตเตอรี่ขนาดใหญ่เช่นนี้มีเส้นตายจำกัดเวลาไว้ทุกระยะของการทดสอบ และชีวิตของนักดำเมื่อเวลาดำอยู่ใต้น้ำลึกตั้งสามสิบสี่สิบเมตร การนำเรือหรือการบังคับเรือ การให้เรือลอยลำขึ้นเหนือน้ำ ฯลฯ พึ่งอยู่กับคุณสมบัติของ แบตเตอรี่นี้เป็นปฐม แบตเตอรี่เลวให้กระแสไฟฟ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์เวลาเรืออยู่ใต้น้ำ เครื่องจักรทั้งหลายที่หมุนและทำงานด้วยกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่นี้ก็จะพลอยไม่ทำงานไปตามกำลัง ชีวิตของนักเรือดำเรือดำน้ำจึงแขวนอยู่กับคุณสมบัติดีเลวของแบตเตอรี่นี้เอง เจ้าหน้าที่จะมีความสะเพร่า ไม่ละเอียดถี่ถ้วนไม่ได้เป็นอันขาด..."*

กรณีศึกษาเกี่ยวกับการจมของเรือดำน้ำที่มีสาเหตุจากความบกพร่องของแบตเตอรี่เมื่อไม่นานนี้ คือ กรณีการจมของเรือดำน้ำอาร์เจนตินา ARA San Juan ซึ่งหายสาบสูญไประหว่างการลาดตระเวนในทะเล พร้อมกำลังพลในเรือ 44 นาย เมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 มีการค้นพบพิกัดซากเรือดำน้ำในต้นเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ก่อนถึงวันครบรอบ 1 ปี ของการหายสาบสูญไม่นาน รัฐบาลอาร์เจนติน่าระบุว่าพบเรือดำน้ำ San Juan จมอยู่ใต้ทะเลนอกชายฝั่ง Valdes Peninsular ที่ความลึก 2,625 ฟุต ซึ่งสาเหตุหลักของการจมมาจากเครื่องยนต์เรือ โดยเฉพาะ

นายทหารประจำเรือดำน้ำสินสมุทร ขณะเดินทางในทะเล ประกอบด้วย (ซ้าย - ขวา)
เรือเอก จง ทังสุบุตร์ นายช่างกล, เรือเอก ประยูร พิณสวัสดิ์, เรือเอก สนอง ธนาคม ผู้บังคับการเรือ, เรือเอก นิตย์ สุขุม และเรือโท ถวิล รายนานนท์
(แหล่งที่มา: หนังสือที่ระลึกในงานพระราชทานเพลิงศพ พลเรือเอก ถวิล รายนานนท์)

แบตเตอรี่ที่เป็นผลสืบเนื่องจากการปรับปรุง (refit) ระบบเครื่องยนต์ของเรือดำน้ำใหม่ เมื่อ 3 – 9 ปีก่อนหน้า โดยมีการนำเครื่องยนต์ดีเซลไฟฟ้า และแบตเตอรี่ของบริษัทอื่นที่ไม่ใช่บริษัทเดิมจากเยอรมนีผู้สร้างเรือดำน้ำชั้นนี้ มาใช้ (ARA San Juan เป็นเรือดำน้ำดีเซล – ไฟฟ้า ชั้น TR-1700 ต่อจากประเทศเยอรมนี) ทำให้วิเคราะห์กันว่าระบบการทำงานของเรือดำน้ำเดิมไม่สอดคล้องกับเครื่องยนต์และแบตเตอรี่ที่ติดตั้งใหม่ และอุปกรณ์ไม่ได้มาตรฐาน) ในวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ก่อนหน้าที่เรือดำน้ำ San Juan จะประสบอุบัติเหตุไม่นานนัก ขณะที่เรือแล่นใต้น้ำ ผู้บังคับการเรือได้แจ้งว่าน้ำทะเลได้ไหลเข้าไปในท่อ snorkel (ซึ่งเป็นท่อที่ใช้ระบายอากาศจากผิวน้ำเข้าไปภายในตัวเรือ ซึ่งโดยปรกติจะมีวาว์ลเปิดปิดอัตโนมัติหากสัมผัสกับน้ำทะเล) แล้วไหลซึมเข้าไปในแบตเตอรี่ตัวหนึ่ง ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (short-circuit) แต่กัปตันได้แจ้งเพิ่มเติมในเวลาต่อมาว่าสามารถควบคุมสถานการณ์ได้แล้ว จากนั้นอีกไม่กี่ชั่วโมงต่อมา มีพยานได้ยินเสียงระเบิดดังขึ้นในบริเวณใกล้กับจุดที่พบซากเรือดำน้ำ San Juan ซึ่งนักวิเคราะห์กล่าวว่าการระเบิดเป็นสาเหตุหลักให้เรือจมลง ซึ่งเป็นผลมาจากความหนาแน่นของก๊าซไฮโดรเจนภายในเรือ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร จากแบตเตอรี่ตัวดังกล่าว (Abc13: 18 November 2018)

ขณะอยู่ในประเทศญี่ปุ่นเพื่อตรวจรับแบตเตอรี่ พลเรือจัตวาประยูร พิณสวัสดิ์ และคณะ ได้รับการฝึกหัดการประจุแบตเตอรี่ควบคู่ไปกับการเรียนแบตเตอรี่จากตำราจนสำเร็จหลักสูตรของทางบริษัท จากที่โดยส่วนตัวท่านมีความฝันที่จะสร้างโรงงานอุตสาหกรรมหนักในประเทศ เพราะเล็งเห็นว่าไทยมีวัสดุที่มีคุณภาพ สามารถประกอบแบตเตอรี่ได้ และด้วยนโยบายทางการเมืองในช่วงนั้นที่ไทยเป็นพันธมิตรกับญี่ปุ่น ท่านได้มีโอกาสเข้าไปศึกษาการสร้างแบตเตอรี่ในห้องลับเฉพาะสำหรับเจ้าหน้าที่บริษัท โดยมีผู้ช่วยแนะนำชาวญี่ปุ่น ชื่อ วาตานาเบ้ ท่านได้ใช้วิธีการสังเกตแบบครูพักลักจำ จดจำวิธีการทำงานและสูตรต่าง ๆ ซึ่งโดยปรกติจะไม่มีการสอนหรือให้ทราบกันโดยง่าย ต้องสังเกตจากบริบทแวดล้อม เช่น กลิ่นของสารเคมีที่ใช้เพื่อมาตีความว่าเป็นสารอะไร แล้วนำมาทดลองทำจนได้ผลที่แน่นอนเมื่อท่านกลับมากรุงเทพฯได้เริ่มการค้นคว้าทดลองผลิตแผ่นแบตเตอรี่อย่างจริงจัง ท่ามกลางภาวะที่ยากลำบากจากสงคราม เนื่องจากสินค้าต่างประเทศส่งเข้ามาในประเทศไทยไม่ได้ ซึ่งท่านเปรียบเทียบไว้ว่า ถึงมีเงินก็เหมือนก้อนดิน แบตเตอรี่รถยนต์ขาดตลาด ประกอบกับมีการกักตุนสินค้า แม้แต่แบตเตอรี่ค้างสต็อคเกือบหมดคุณภาพก็ยังมีราคา

สูงถึงสามพัน – สี่พันบาท จนกระทั่งท่านและทีมงาน โดยความช่วยเหลือของพลเรือตรี ฉาด แสง-ชูโต หัวหน้ากองโรงงานการจักร สามารถผลิตเครื่องออกไซด์ มิลล์ (Oxide Mills) ได้สำเร็จ นำมาใช้ผลิตแผ่นแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยกว่า แบตเตอรี่ที่ทำด้วยเสนและด้วยตะกั่วเหลือง ซึ่งเสี่ยงเกิดอันตรายจากสารตะกั่ว โดยใน พ.ศ.2501 เครื่องออกไซด์ มิลล์ จัดตั้งแสดงที่องค์การแบตเตอรี่ บางนา และใช้งานได้ดี (พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์, 2514)

พลเรือตรี ดร.สมัย ใจอินทร์ (สัมภาษณ์, 26 ตุลาคม 2561) ระบุว่าพลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ ได้พัฒนาสายการผลิตแบตเตอรี่ขึ้นในกรมอู่ทหารเรือจนสำเร็จ จากนั้นท่านได้ร่วมก่อตั้งองค์การแบตเตอรี่ทหาร กรมอุตสาหกรรมการทหาร ซึ่งเป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงกลาโหม ซึ่งนาวาเอก แสวง บุญยัง อดีตข้าราชการกรมอู่ทหารเรือ กล่าวว่า พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ มีความมุ่งมั่นที่จะสร้างโรงงานแบตเตอรี่ในประเทศไทยให้สำเร็จ ท่านเริ่มต้นการทำงาน โดยไร้งบประมาณสนับสนุนจากทางราชการ มีเพียงโต๊ะทำงานและตำราเกี่ยวกับแบตเตอรี่เพียงไม่กี่เล่ม ด้วยความวิริยะอุตสาหะ ประดิษฐ์เครื่องมือที่ละเล็กละน้อย ร่วมกับพลเรือตรี ฉาด แสง-ชูโต หัวหน้ากองโรงงานการจักร หารายได้ด้วยการนำผงตะกั่วจากแผ่นแบตเตอรี่เรือดำน้ำเก่าที่ไม่ใช้แล้วไปขายแลกเครื่องจักร จนสามารถจัดตั้งโรงงานผลิตแบตเตอรี่ที่สมบูรณ์แบบในที่สุด สามารถผลิตแบตเตอรี่ใช้สำหรับรถยนต์ เกิดคุณประโยชน์ต่อกองทัพเรือและประเทศชาติอย่างมาก ทำให้ในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง แม้ว่าสินค้าจำเป็นหลายอย่างขาดแคลน แต่ตลอดช่วงสงครามกองทัพเรือมีแบตเตอรี่รถยนต์ใช้ไม่ขาดแคลน ทั้งยังได้ผลิตแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับองค์การโทรศัพท์และโรงพยาบาลหลายแห่ง ช่วยให้การทำงานของแพทย์พยาบาลในการช่วยเหลือผู้ป่วยสะดวกปลอดภัย


ภาพประกอบด้วย 3 และ 4 ซ้าย : อนุสรณ์พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ ณ ครงงานแบตเตอรี่ทหาร องค์การแบตเตอรี่ทหาร
ขวา : พลเรือตรี ดร.สมัย ใจอินทร์ สักการะอนุรณ์พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์
(ขอขอบคุณท่านพลเรือตรี ดร.สมัย ใจอินทร์ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อภาพค่ะ)

พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ ได้รับพระราชทานเหรียญดุษฎีมาลาเข็มศิลปวิทยา จากพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร เพื่อเชิดชูเกียรติที่ท่านสร้างโรงงานแบตเตอรี่และสี ให้กับกรมอู่ทหารเรือ และโรงงานแบตเตอรี่ทหาร ซึ่งยกขึ้นจัดตั้งเป็นรัฐวิสาหกิจในสังกัดกระทรวงกลาโหมในเวลาต่อมา (พลเรือตรี ดร.สมัย ใจอินทร์, สัมภาษณ์ 23 พฤศจิกายน 2561) ปัจจุบันมีการจัดทำอนุสรณ์ เพื่อรำลึกถึงคุณความดีของพลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ ณ โรงงานแบตเตอรี่ทหาร องค์การแบตเตอรี่ทหาร และอุปกรณ์จัดแสดง เช่น แผ่นกรีดแบตเตอรี่ และระฆังโรงงานแบตเตอรี่

บทสรุป

เรื่องราวของบรรพบุรุษนักดำเรือดำน้ำพรรคกลิน นาวาโท หลวงชำนิกลการ (ฉา โพธิทัต) และ พลเรือจัตวาประยูร พิณสวัสดิ์ สะท้อนให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในการพัฒนาการช่าง ที่รวมไปถึงการสร้าง ทำวิจัยและบำรุงรักษาอุปกรณ์เรือดำน้ำ ของทหารพรรคกลิน กองทัพเรือไทย ในช่วงที่บ้านเมืองไม่ปรกติ ประสบภาวะสงคราม การสู้รบ บรรพบุรุษพรรคกลินเป็นหนึ่งในทหารเรือกลุ่มแรก ๆ ที่มีแนวคิดยาวไกลเกี่ยวกับเรือดำน้ำ และอาสาเสนอตนเองเข้าไปศึกษาวิชาการเรือดำน้ำในกองเรือดำน้ำชาติมหาอำนาจจนเกิดความเชี่ยวชาญ นำความรู้มาสร้างสรรค์งานวิจัย อุปกรณ์ใหม่ ๆ เช่น แบตเตอรี่ ช่วยเหลือประเทศชาติในยามขาดแคลน เป็นผู้ปิดทองหลังพระที่มีวิธีการทำงานที่ละเอียดรอบคอบ มีความเป็นมืออาชีพ คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งานเป็นหลัก และเป็นแบบอย่างที่ทรงคุณค่าให้คนรุ่นหลังได้ศึกษาและดำเนินรอยตาม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กองเรือดำน้ำ กองเรือยุทธการ. <u>เริ่มดำ ครบรอบ ๘๐ ปี การขึ้นระวางประจำการเรือดำน้ำชุดเรือหลวงมัจฉานุ.</u> [ม.ป.ท.], ๒๕๖๑.

<u>ที่ระลึกในงานพระราชทางเพลิงศพ พลเรือเอกถวิล รายนานนท์.</u> กรุงเทพฯ : กรุงเทพการพิมพ์, ๒๕๒๗.

ประยูร พิณสวัสดิ์, พลเรือจัตวา. “ครั้งหนึ่งในชีวิต.” ใน <u>อนุสรณ์พลเรือจัตวาประยูร พิณสวัสดิ์</u>. ๑ – ๔๒. กรุงเทพฯ : ไทยมิตรการพิมพ์, ๒๕๑๔.

“ประวัติ นาวาโท หลวงชำนิกลการ และคำแปล.” ใน <u>อนุสรณ์ในงานพระราชทานเพลิงศพ นาวาโท หลวงชำนิกลการ (ฉา โพธิทัต) : ประมวลความรู้เกี่ยวกับการไปศึกษาวิชาในต่างประเทศอังกฤษ.</u> ๑ – ๓๐. [ม.ป.ท.], ๒๔๙๙.

รำจวน นฎีตะภัฎ. สัมภาษณ์, ๕ มกราคม ๒๕๕๐.

สมัย ใจอินทร์, พลเรือตรี. เจ้ากรมพัฒนาการช่าง. สัมภาษณ์, ๒๖ ตุลาคม ๒๕๖๑.

หาญกลางสมุทร, พลเรือตรี พระยา. “ประวัติโรงเรียนนายเรือ.” ใน <u>อนุสรณ์ในงานพระราชทานเพลิงศพ พลเรือตรีพระยาหาญกลางสมุทร (บุญมี พันธุมนาวิน).</u> ๑ – ๗๖. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กรมสารบรรณทหารเรือ, ๒๔๙๗.

ภาษาอังกฤษ

Abc 13. “Missing Argentine submarine : First images emerge of wreckage found at bottom of ocean after a year.” 2018. [Online] Available: http://abc13.com/first-images-show-missing-submarines-seafloor-wreckage/ Retrieved November 20, 2018.

David Miller. <u>The Illustrated Directory of Submarines of the World.</u> United Kingdom : Greenwich Editions, 2005.

Peter Lawrence. <u>A Century of Submarines</u>. United Kingdom : The History Press, 2009.

“Submarines are the most lethal and very effective weapons for nations with limited financial resources.”

“เรือดำน้ำเท่านั้น เป็นอาวุธอันร้ายกาจ และดียิ่งสำหรับประเทศเล็กที่มีทุนน้อย”

นาวาโท หลวงชำนิกลการ (ฉา โพธิทัต)

๓

เรือดำน้ำสุดยอดศาสตร์แห่งท้องทะเล
กับความท้าทายทางวิศวกรรมของกรมอู่ทหารเรือ

นาวาเอก สมศักดิ์ คงโชติ

ลักษณะทั่วไปและความสำคัญของเรือดำน้ำ

เรือดำน้ำมีความแตกต่างจากเรือผิวน้ำเป็นอย่างมาก ตั้งแต่แนวคิดการใช้เรือ พื้นที่ปฏิบัติการ รวมถึงความซับซ้อนของการสร้างเรือ เนื่องจากธรรมชาติของเรือดำน้ำจะต้องปฏิบัติการอยู่ในใต้น้ำ ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย และฝืนธรรมชาติของมนุษย์ทั่วไป เป็นยานพาหนะที่ขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองใต้น้ำ ซึ่งออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถปฏิบัติการใต้น้ำในระยะเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ในขณะที่เรือดำน้ำปฏิบัติการอยู่ใต้น้ำจะต้องสามารถดำรงชีวิตได้โดยลำพัง รวมทั้งต้องสามารถอยู่รอดได้หากเกิดกรณีฉุกเฉิน โดยไม่สามารถรับการสนับสนุนจากภายนอกได้

[1]รูปที่ 1 ลักษณะทั่วไปของเรือดำน้ำขณะลอยลำบนผิวน้ำ

การออกแบบเรือดำน้ำในส่วนผนังของเรือหรือที่เรียกว่าเปลือกเรือจึงเป็นส่วนที่มีความสำคัญมาก ซึ่งเปลือกเรือจะมีการออกแบบระบบเปลือกเรือชั้นเดียวหรือสองชั้นได้ นอกจากนั้นเรือดำน้ำยังมีระบบต่าง ๆ ที่ต้องใช้หลักการทางวิศวกรรมที่ค่อนข้างซับซ้อนที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติภารกิจใต้น้ำ

ความซับซ้อนของการสร้างเรือดำน้ำ มีสาเหตุมาจากหน้าที่หลัก 3 ประการของเรือดำน้ำ กล่าวคือ การดำรงชีวิตต่อเนื่องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตรายโดยไม่มีการสนับสนุนจากภายนอก การปฏิบัติการทางทหารโดยไม่ถูกตรวจจับโดยการซ่อนพราง ไม่ว่าจะเป็นทางคลื่นเสียง ทางคลื่นความดัน ทางคลื่นเรดาร์ ทางคลื่นอินฟราเรด หรือทางสายตา รวมทั้งต้องมีขีดความสามารถในการโจมตีเป้าหมายที่เป็นภัยคุกคาม และสามารถป้องกันตัวจากการถูกโจมตีได้เช่นกัน

เรือดำน้ำดีเซล-ไฟฟ้าขนาดกลาง ที่มีระวางขับน้ำประมาณ 1500-1800 ตัน ยาวประมาณ 60-70 เมตรซึ่งในขนาดมิติดังกล่าว จะต้องมีระบบย่อยต่างๆ มากกว่า 150 ระบบ มีท่อทางต่าง ๆ รวมความยาวกว่าหลายกิโลเมตร มีชิ้นส่วนประกอบกว่าหมื่นชิ้น ซึ่งชิ้นส่วนและระบบย่อยต่าง ๆ ต้องผ่านมาตรฐานความปลอดภัยสูงสุด และกลไกต่าง ๆ ต้องทำงานประสานสอดคล้องกันเป็นหนึ่งเดียว โดยเมื่อเปรียบเทียบกับเรือฟริเกตแล้ว เรือดำน้ำมีขนาดมิติประมาณครึ่งหนึ่งของเรือฟริเกต แต่มีจำนวนชิ้นส่วนมากกว่ากันถึง 2 เท่า และต้องใช้องค์ความรู้ทางวิศวกรรมขั้นสูง ตั้งแต่การออกแบบ การสร้าง การควบคุมและตรวจสอบคุณภาพในการสร้าง รวมถึงต้องใช้แรงงานและระยะเวลาในการสร้างมากกว่าเรือฟริเกต

นอกจากความซับซ้อนในการออกแบบและสร้างเรือแล้ว การใช้งานเรือดำน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องมีกำลังพลที่มีความรู้ ความเข้าใจ และได้รับการฝึกจนเกิดความชำนาญ จึงจะสามารถปฏิบัติงานเป็นหนึ่งเดียวกับเรือดำน้ำของตนได้ ด้วยเหตุนี้เรือดำน้ำจึงเป็นอาวุธที่มีความละเอียดซับซ้อน มีราคาสูง และใช้เวลาสร้างนานกว่าเรือผิวน้ำ ตลอดจนจะต้องมีการสนับสนุนการซ่อมบำรุงจากหน่วยเทคนิคต่างๆ อย่างมีมาตรฐาน ส่งผลให้กองทัพที่มีเรือดำน้ำประจำการ และสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาศักยภาพการซ่อมบำรุงทั้งด้านองค์บุคคลและด้านสถานที่ รวมถึงเครื่องมือและสิ่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงด้วยเช่นกัน

เรือดำน้ำยังสามารถนำไปใช้ในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ได้ เช่น การวิจัยใต้น้ำ การช่วยชีวิตใต้น้ำ โดยกองทัพเรือในประเทศต่าง ๆ นำไปใช้เป็นอาวุธทางยุทธศาสตร์ในการทำสงครามใต้น้ำกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งกองทัพเรือของไทยกำลังต่อเรือดำน้ำจากประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีน โดยจะเข้าประจำการในปี พ.ศ. 2566 เป็นเรือดำน้ำชั้น Yuan Class รุ่น S26T ขนาดระวางขับน้ำ 2,600 ตัน

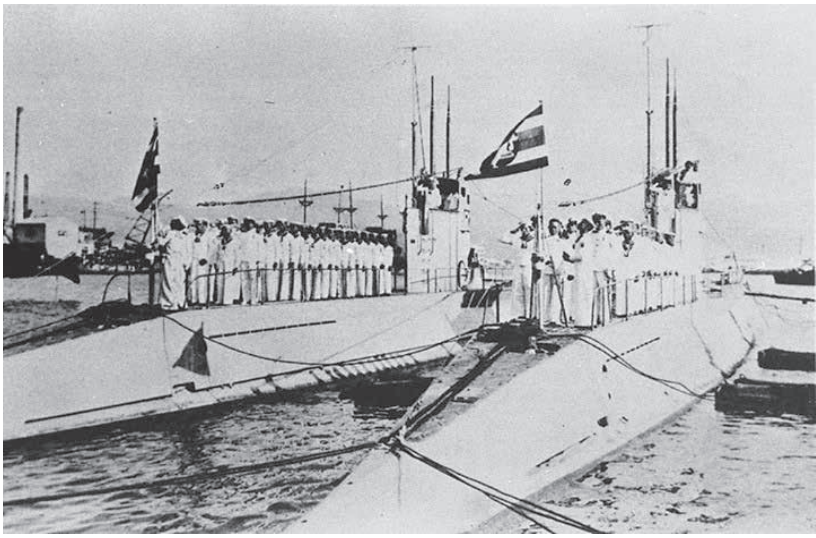
[1]รูปจาก Introduction to Submarine Design https://www.marineinsight.com/naval-architecture/introduction-to-submarine-design/

กรมอู่ทหารเรือกับการพัฒนาเรือดำน้ำของไทยในอดีต

[2]ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2478 กองทัพเรือได้เรียกประกวดราคาสร้างเรือดำน้ำ บริษัท มิตซุบิชิ ของญี่ปุ่น เสนอราคาต่ำที่สุดคือ เรือดำน้ำขนาด 370 ตัน มีปืนใหญ่และลูกปืน มีท่อตอร์ปิโด ไม่มีลูกตอร์ปิโด สร้าง 3 ลำ ราคาลำละ 820,000 บาท กองทัพเรือจึงตกลงสร้างที่ เมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น และได้ส่งนายทหารสัญญาบัตร และประทวน ไปศึกษาการใช้เรือดำน้ำในญี่ปุ่น โดยจักรพรรดินาวีญี่ปุ่นจัดครูและเรือฝึกให้ โดยที่กรมอู่ทหารเรือ ต้องเตรียมการการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำที่อู่ทหารเรือธนบุรีในทุกด้าน

เรือดำน้ำที่สั่งสร้างมีระวางขับน้ำเหนือน้ำ 370 ตัน ใต้น้ำ 430 ตัน ความเร็วสูงสุดเหนือน้ำ 15 นอต ใต้น้ำ 8 นอต ดำได้ลึก 60 เมตร ติดปืนใหญ่ขนาด 76/25 มม. 1 กระบอก มีตอร์ปิโดที่หัวเรือ 4 ท่อ ขนาด 45 ซม. ตอร์ปิโด 8 ลูก ใช้คนประจำเรือ 33 นาย ตอร์ปิโดที่ใช้เป็นตอร์ปิโดแบบเดียวกับที่ซื้อมาใช้ในเรือตอร์ปิโดและเรือสลุป เรือดำน้ำ 4 ลำ นี้ต่อมาได้รับพระราชทานชื่อว่า ร.ล.มัจฉาณุ ร.ล.วิรุณ ร.ล.สินสมุทร และร.ล.พลายชุมพล เรือสองลำแรกคือ ร.ล.มัจฉาณุ และ ร.ล.วิรุณ ได้สร้างเสร็จและส่งมอบให้กองทัพเรือในวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2480 นายทหารและทหารที่ศึกษาอยู่ในญี่ปุ่นได้ลงประจำเรือสองลำนี้จึงได้ถือเอาวันที่ 4 กันยายนของทุกปีเป็นวันเรือดำน้ำต่อมาจนทุกวันนี้ พลเรือตรี กนก นพคุณ (เมื่อครั้งมียศเป็นนาวาตรี) ได้เป็นผู้บังคับหมู่เรือนำเรือดำน้ำทั้ง 4 ลำ เดินทางจากญี่ปุ่นมาถึงกรุงเทพฯ ในวันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2481

กองทัพเรือได้ใช้เรือดำน้ำชุดนี้ ปฏิบัติภารกิจในกรณีพิพาทกับอินโดจีนของฝรั่งเศส และในสงครามมหาเอเชียบูรพา ตามขอบเขตที่ตกลงไว้กับฝ่ายญี่ปุ่น โดยระหว่างสงครามอินโดจีนของฝรั่งเศส เมื่อปี พ.ศ. 2484 หลังจากยุทธนาวีที่เกาะช้าง เรือดำน้ำทั้ง 4 ลำ ได้ทำการลาดตระเวนบริเวณหน้าฐานทัพเรือเรียม ซึ่งเป็นอินโดจีนของฝรั่งเศส สร้างความหวั่นเกรงให้กับฝ่ายฝรั่งเศสเป็นอย่างมาก ต่อมาในระหว่างสงครามมหาเอเชียบูรพา โรงไฟฟ้าสามเสนและวัดเลียบได้ถูกทิ้งระเบิดจนไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ กองทัพเรือได้รับการร้องขอให้นำเรือดำน้ำไปทำการจ่ายกระแสไฟฟ้า ทำให้รถรางในกรุงเทพฯ สามารถวิ่งได้ตามปกติ ต่อมาในระหว่างสงครามโลก ครั้งที่ 2 ในปี พ.ศ. 2484 กองทัพเรือได้ส่งทีมวิศวกรและหัวหน้าช่างที่เป็นนายทหารสัญญาบัตรรวมถึงช่างของกรมอู่ทหารเรือ นำโดย พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ (ยศนาวาเอกในขณะนั้น) อดีตนายช่างประจำกองสารวัตรช่าง เป็นหัวหน้าชุด และท่านขุนดำเนินวิศวการ เป็นผู้ช่วย รวมช่างฝีมือของกรมอู่ทหารเรืออีก 4 คน ไปศึกษาและฝึกงานการสร้างแบตเตอรี่ขึ้นใช้ราชการเอง โดยเฉพาะแบตเตอรี่ที่ใช้กับเรือดำน้ำ เมื่อคณะนายทหารและช่างชุดนี้กลับมาถึงกรุงเทพฯแล้ว และสามารถสร้างประกอบแบตเตอรี่เพื่อเปลี่ยนให้กับเรือดำน้ำทั้ง 4 ลำ ที่ป้อมพระจุลจอมเกล้า สำเร็จในปี 2485 จึงทำให้เรือดำน้ำของไทยสามารถปฏิบัติราชการได้อีกครั้งหหนึ่ง หลังจากต้องถูกปลดระวางชั่วคราวเนื่องจากแบตเตอรี่หมดอายุ ต่อมาจึงได้จัดตั้งกองโรงงานแบตเตอรี่และสีโดยการช่วยเหลือในการออกแบบอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ของพลเรือตรีฉาดแสงชูโตหัวหน้ากองโรงงานจักร กรมอู่ทหารเรือ ในสมัยนั้น ได้มีการทดสอบ



รูปที่ 2 เรือดำน้ำไทยในอดีต

ทดลองและพัฒนางานซ่อมบำรุงเรือดำน้ำนี้ จนได้รับโปรดเกล้าฯ สถาปนาเป็นกองโรงงานแบตเตอรี่และสีตั้งอยู่ในกรมอู่ทหารเรือ ต่อมาภายหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้ส่งนายทหารไปศึกษาต่อในต่างประเทศและได้พัฒนางานการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำต่อไป แต่เมื่อเกิดเหตุการณ์ร้ายแรงกรณีเรือขุดแมนฮัตตัน ในวันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2494 ทำให้หน่วยงานนี้ต้องย้ายไปสังกัดกระทรวงกลาโหม และแปรสภาพเป็นองค์การแบตเตอรี่ และในที่สุดถูกเปลี่ยนไปเป็นโรงงานแบตเตอรี่ทหาร กองโรงงานอุตสาหกรรม กรมการอุตสาหกรรมทหาร ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร สังกัดกระทรวงกลาโหมในปัจจุบัน ทำให้งานด้านการพัฒนาแบตเตอรี่และการเคลือบผิวเรือดำน้ำของกรมอู่ทหารเรือสิ้นสุดลง

[2]*หนังสือ อนุสรณ์ในงานพระราชทานเพลิงศพ พล.ร.อ.จริง จุลละสุขุม พิมพ์ พ.ศ.2539*

เมื่อสงครามโลกครั้งที่ 2 สิ้นสุดลง ญี่ปุ่นเป็นฝ่ายแพ้สงครามและไม่ได้รับอนุญาตให้ผลิตอาวุธยุทโธปกรณ์เพื่อจำหน่าย กองทัพเรือจึงเริ่มขาดแคลนชิ้นส่วนอะไหล่ของเรือดำน้ำ โดยเฉพาะแบตเตอรี่ประจำเรือซึ่งได้ใช้งานมาถึง 9 ปี โรงงานแบตเตอรี่และสีที่ตั้งขึ้นก็ยังไม่สามารถผลิตแบตเตอรี่ชนิดนี้ได้ ประกอบกับชาติพันธมิตรของไทย ไม่มีนโยบายที่จะช่วยเหลือประเทศไทยในเรื่องเรือดำน้ำ กองทัพเรือจึงจำเป็นต้องปลดระวางเรือดำน้ำทั้ง 4 ลำออกจากประจำการ ในวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2494 การมีเรือดำน้ำในกองทัพเรือไทยจึงสิ้นสุดลง ทำให้กองทัพเรือ สูญเสียขีดความสามารถอย่างสิ้นเชิง ทั้งองค์ความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ของกำลังพล โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ความรู้ด้านการซ่อมบำรุงแบตเตอรี่ การเคลือบผิวของเรือดำน้ำ ตั้งแต่วันนั้นเป็นต้นมา

กรมอู่ทหารเรือกับการพัฒนาเทคโนโลยีเรือดำน้ำสุดยอดศาสตร์แห่งท้องทะเลในปัจจุบัน

เมื่อวันที่ 18 เมษายน พ.ศ.2560 คณะรัฐมนตรีได้อนุมัติให้กองทัพเรือซื้อเรือดำน้ำโครงการจัดซื้อเรือดำน้ำ Yuan Class รุ่น S26T จากประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีนจำนวน 1 ลำ ต่อจากนั้น เมื่อวันที่ 5 พ.ค.60 ได้มีพิธีลงนามในสัญญาจัดซื้อเรือดำน้ำ S26T ระหว่างกองทัพเรือกับบริษัท China Shipbuilding & Offshore International หรือ CSOC ซึ่งเป็นรัฐวิสาหกิจในสังกัดกระทรวงกลาโหมของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีน ที่กรุงปักกิ่ง

รูปที่ 3 เรือดำน้ำชั้น Yuan Class รุ่น S26T

[4]เรือดำน้ำS26Tมีระวางขับน้ำ2600 ตันเป็นเรือดำน้ำไฟฟ้า-ดีเซล และมีระบบ AIP (Air-Independent Propulsion system) ระบบ AIP คือระบบการบรรจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ขณะที่เรือกำลังดำอยู่ใต้น้ำ โดยไม่ต้องลอยลำขึ้นมาติดเครื่องยนต์ดีเซลในการบรรจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ ระบบ AIP ในเรือดำน้ำดีเซล-ไฟฟ้า เป็นการเก็บออกซิเจนเหลวในเรือเพื่อไปใช้เผาไหม้หรือทำปฏิกริยาเคมีเพื่อสร้างกระแสไฟฟ้าใต้น้ำ แบ่งออกได้เป็นระบบ 3 ประเภทที่มีการใช้งานในปัจจุบัน ได้แก่ ระบบกังหันไอน้ำ, ระบบ Stirling Engine, และระบบ Fuel Cell

ระบบกังหันไอน้ำ มีใช้ในเรือดำน้ำที่สร้างโดยฝรั่งเศส ใช้ชื่อว่าระบบ MESMA (Module d'Energie Sous-Marine Autonome) ใช้กังหันไอน้ำในการสร้างกระแสไฟฟ้าคล้ายกับในเรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ของฝรั่งเศส ต่างกันตรงที่ใช้การเผาไหม้เชื้อเพลิงกับออกซิเจนจากถังออกซิเจนเหลวเพื่อสร้างไอน้ำแทนการใช้ความร้อนจากเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ระบบกังหันไอน้ำเป็นระบบที่ให้กำลังสูงเมื่อเทียบกับระบบ AIP แบบอื่น แต่มีประสิทธิภาพต่ำ (สิ้นเปลืองออกซิเจนมาก)

ระบบ Stirling Engine มีใช้ในเรือดำน้ำของสวีเดน, ญี่ปุ่น และจีน ใช้การเผาไหม้เชื้อเพลิงกับออกซิเจนจากถังออกซิเจนเหลวเพื่อสร้างความร้อนให้กับของเหลวในวงจร Stirling ซึ่งไปขับเคลื่อนลูกสูบเพื่อสร้างกระแสไฟฟ้า ระบบ Stirling Engine มีความซับซ้อนน้อยกว่าระบบกังหันไอน้ำ แต่ให้กำลังต่ำกว่า และมีความลึกปฏิบัติการที่จำกัด ซึ่งในเรือดำน้ำ S26T นี้ ใช้ระบบเครื่องยนต์ Sterling ที่มีความเงียบมาก จึงเป็นข้อดีของระบบนี้

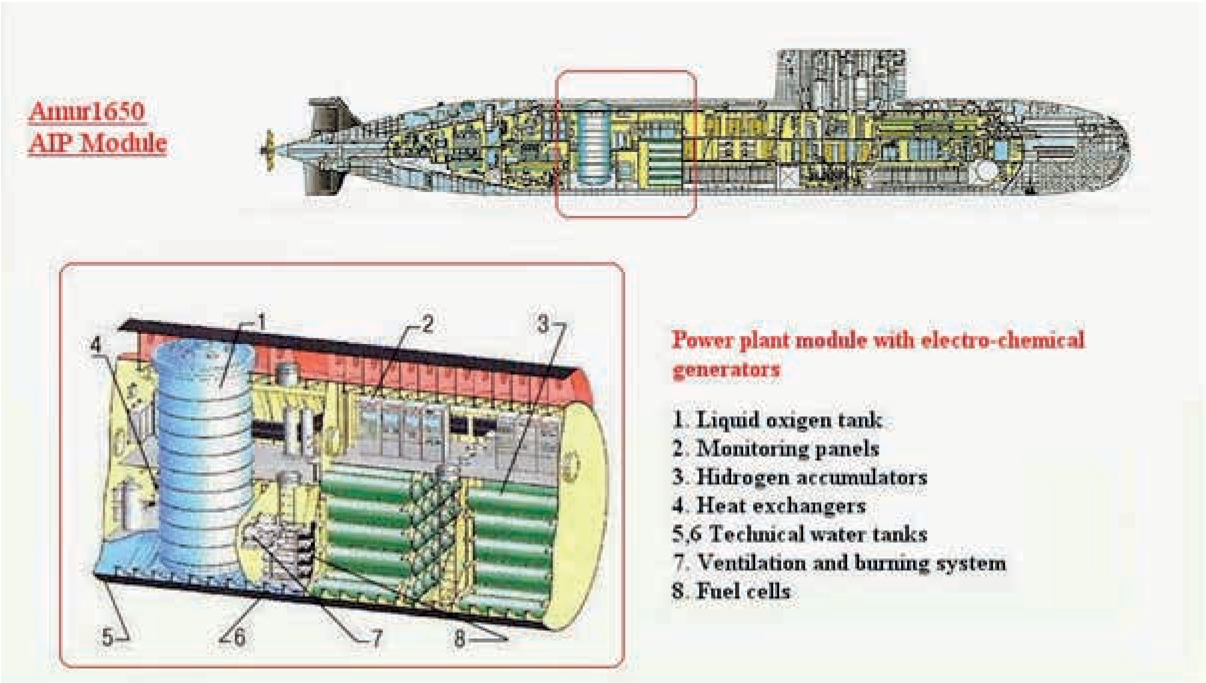
เรือดำน้ำชั้น Yuan Class S26T ใช้เทคโนโลยีการต่อเรือที่พัฒนามาจากเรือดำน้ำ Yuan Class Type 039A และชั้นกิโลของรัสเซีย มีความยาว 77.6 เมตร กว้าง 8.4 เมตร กินน้ำลึกที่ 6.7 เมตร ขนาดระวางขับน้ำ 2,600 ตัน ความเร็วผิวน้ำ 16 นอต ความเร็วใต้น้ำ 23 นอต ระยะปฏิบัติการ 8,000 ไมล์ทะเล เครื่องยนต์ดีเซลไฟฟ้า พรางตัวได้เมื่อน้ำลึก 20 เมตร บรรจุกำลังพล 60 นาย ผนังเปลือกตัวเรือของเรือดำน้ำ Yuan Class มีพื้นฐานโครงสร้างเรือแบบเดียวกับชั้นกิโล โดยมีเปลือกเรือแบบ 2 ชั้น เมื่อเกิดการกระแทกอย่างรุนแรง จะเสียหายแค่เปลือกเรือชั้นนอกเท่านั้น อีกทั้งเรือ Yuan Class จะแบ่งห้องน้ำบัลลาสข้างในเป็น 6 ห้อง ถ้ามีปัญหาเกิดความเสียหายที่เปลือกเรือภายนอกจนน้ำเข้าไปในห้องใดห้องหนึ่งหรือหลายห้อง จะสามารถปิดกั้นห้องใน

[3]หนังสืออนุสรณ์ ในงานพระราชทานเพลิงศพ พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์ 20 กันยายน 2514

[4]https://pantip.com/topic/34284105

ส่วนที่เสียหายได้ ติดตั้งขีปนาวุธ Anti-Ship missile (ASM) ติดอาวุธปล่อยรุ่น YJ-8X หรือ C-80X ไว้ยิงเป้าหมายที่เป็นเรือผิวน้ำและเป้าหมายบนพื้นดินได้ในระยะ 120 กิโลเมตร ด้วยความเร็วเกือบเท่าเสียง

ระบบ AIP หรือ Air Independent Propulsion system เป็นระบบขับเคลื่อนโดยไม่ต้องพึ่งอากาศจากผิวน้ำในการชาร์จไฟฟ้า ดังที่ได้กล่าวรายละเอียดไปแล้วข้างต้น เพื่อยืดอายุเวลาอยู่ใต้น้ำ เป็นอิสระต่อการเข้าฝั่ง เป็นเทคโนโลยีใหม่ล่าสุด อยู่ในน้ำได้นาน 21 วัน โดยไม่ต้องขึ้นสู่ผิวน้ำเพื่อชาร์จไฟ ซึ่งแตกต่างจากเรือดำน้ำดีเซลไฟฟ้าทั่วไปที่ดำน้ำได้เพียง 7-10 วัน



รูปที่ 4 แสดงระบบ AIP ของเรือดำน้ำรัสเซีย

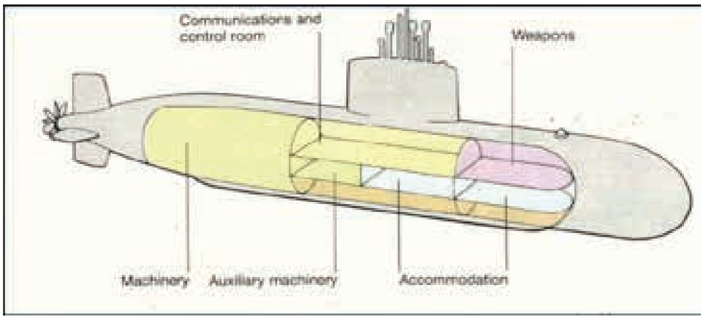
จะเห็นได้ว่าด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยของเรือดำน้ำที่กำลังจะเข้าประจำการในปี พ.ศ.2566 กรมอู่ทหารเรือต้องเริ่มต้นเตรียมความพร้อมในด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ และสถานที่การซ่อมบำรุงในพื้นที่อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ ซึ่งส่วนสำคัญอย่างยิ่งคือด้านองค์บุคคล ที่จะต้องเตรียมความพร้อมในความรู้ทางวิศวกรรมด้านต่าง ๆ ตั้งแต่ด้านวัสดุศาสตร์ โลหะวิทยา ด้านการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้าง ด้านระบบไฟฟ้าระบบขับเคลื่อน รวมถึงระบบต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบที่ทำให้เรือดำน้ำสามารถทำงานได้ในภารกิจของเรือดำน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบแบตเตอรี่ซึ่งเป็นระบบที่สำคัญที่สุดระบบหนึ่งนอกเหนือจากความแข็งแรงของโครงสร้างผนังรับความดัน ซึ่งในบทความนี้จะกล่าวถึงการศึกษาออกแบบและวิเคราะห์ด้านวิศวกรรมความแข็งแรงของโครงสร้างเรือดำน้ำในเบื้องต้น เพราะโครงสร้างของเรือดำน้ำนั้น นับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของเรือดำน้ำ ดังนั้นการสร้างความรู้ความเข้าใจในการออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างที่สำคัญนี้ จะทำให้วิศวกรผู้ออกแบบ ผู้สร้างและผู้ซ่อม มีความมั่นใจในความแข็งแรงของเรือดำน้ำซึ่งจะนับเป็นก้าวแรก ในการเริ่มต้นพัฒนาด้านองค์ความรู้ของกรมอู่ทหารเรือ ทางด้านวิศวกรรมของเรือดำน้ำที่เป็นสุดยอดศาสตร์แห่งท้องทะเล

การศึกษาออกแบบฟังก์ชั่นของเรือดำน้ำ

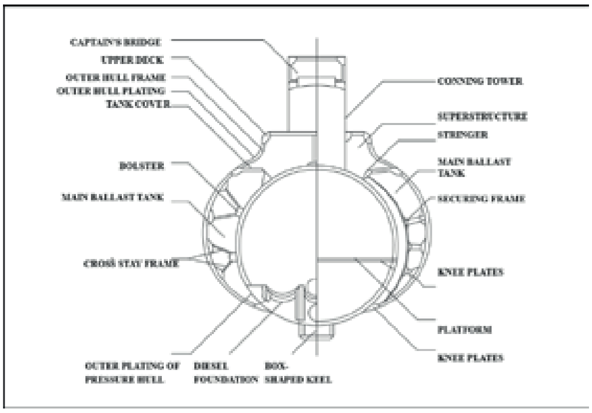
การออกแบบวิเคราะห์โครงสร้างและการจัดวางระบบของเรือดำน้ำ ระบบที่ใช้ในเรือดำน้ำ โดยจะต้องมีกระบวนการออกแบบเรือดำน้ำทั้งระบบอย่างละเอียด ซึ่งจริง ๆ แล้วกระบวนการออกแบบของกองทัพเรือแต่ละประเทศจะเป็นความลับและแตกต่างกัน แต่พื้นฐานของการออกแบบนั้นยังคงเหมือนกัน โดยในบทความนี้จะขอกล่าวเป็นตัวอย่างในการคำนวณและการวิเคราะห์ของโครงสร้างเรือดำน้ำเพื่อให้เข้าใจพอสังเขป

ส่วนประกอบของเรือดำน้ำโดยทั่วไปที่สำคัญ: ผนังเรือด้านนอกและผนังเรือรับความดัน

การออกแบบผนังเปลือกเรือดำน้ำส่วนใหญ่นั้นจะมีลักษณะผนังแบบสองชั้น โดยผนังด้านในจะเป็นห้องสำหรับระบบอาวุธ ระบบควบคุมอาวุธ ระบบการสื่อสาร และห้องควบคุมการขับเคลื่อน ห้องแบตเตอรี่ และห้องพักของลูกเรือ เป็นผนังที่เรียกว่าผนังรับความดันเนื่องจากจะต้องได้รับการออกแบบมาเพื่อให้สามารถทนต่อแรงดันของน้ำที่ความลึกสูงสุดที่สามารถทำงานได้ของเรือดำน้ำ ส่วนผนังเปลือกเรือด้านนอกนั้นจะเป็นผนังที่ทำหน้าที่เป็นผนังเปลือกเรือลักษณะเป็นห้องเก็บน้ำเพื่อใช้ในการดำน้ำหรือลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ

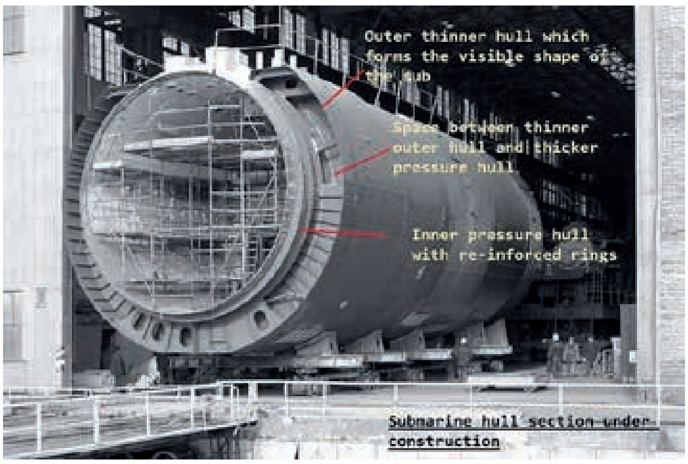


รูปที่ 5 การจัดแบ่งห้องในเรือดำน้ำ



รูปที่ 6 ผนังเปลือกเรือดำน้ำแบบ 2 ชั้น

เปลือกเรือที่อยู่ภายในตัวเรือด้านนอกจะไม่ได้รับความดันจากน้ำภายนอก เพราะเนื่องจากในสภาพที่เรือดำลงใต้น้ำ ช่องว่างระหว่างเปลือกนอกและด้านในจะมีน้ำเข้าไปอยู่เสมอ ดังนั้นความดันของน้ำที่กระทำต่อผนังเรือด้านนอกจะใกล้เคียงกันกับความดันของน้ำที่เข้าไปอยู่ภายในผนังด้านใน ทำให้ผนังด้านนอกของตัวเรือไม่ได้รับความดันของน้ำในระดับความลึกต่าง ๆ ที่เรือดำลงไป

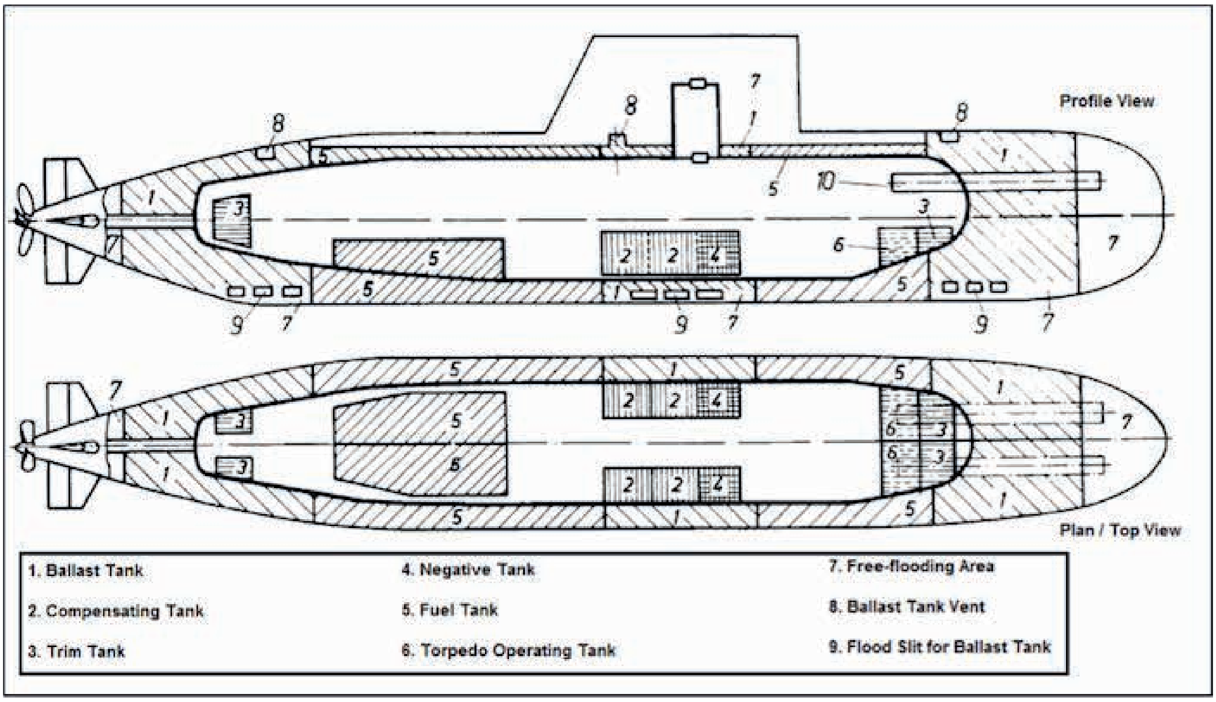


รูปที่ 7 การสร้างเรือดำน้ำมีผนังเปลือกเรือ 2 ชั้น

ผนังหรือเปลือกเรือดำน้ำจัดเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของการสร้างเรือดำน้ำ ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุที่จะนำมาเป็นผนังหรือเปลือกเรือ การคำนวณขนาดความหนาของผนัง รวมถึงลักษณะของการออกแบบโครงสร้างจำเป็นจะต้องได้รับการออกแบบวิเคราะห์ความแข็งแรงโดยละเอียด ซึ่งเราจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

ถังบัลลาสต์หลัก Main Ballast Tanks (MBTs)

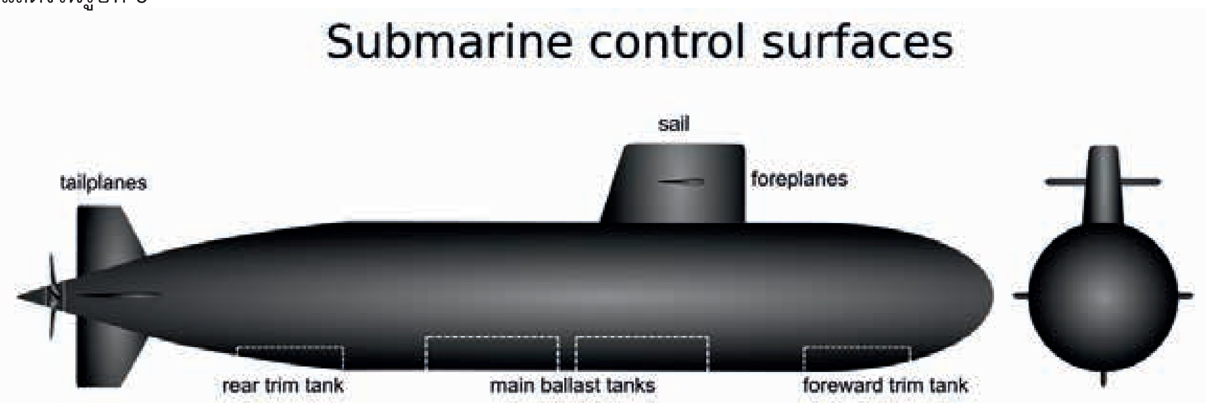
ตัวเรือดำน้ำจะถูกแบ่งออกเป็นถังซึ่งอยู่ในเรือดำน้ำที่เรียกว่า Main Ballast Tanks (MBTs) ตำแหน่งของถังบัลลาสต์หลักในเรือดำน้ำขึ้นอยู่กับรูปร่างและปฏิสัมพันธ์ของเปลือกผนังด้านนอกและเปลือกผนังความดัน การทำงานของถังบัลลาสต์หลัก จะใช้ในกระบวนการดำของเรือดำน้ำและความสมดุล ของเรือดำน้ำ บางรูปแบบของเรือจะมีถังบัลลาสต์หลัก เฉพาะที่บริเวณข้างหน้าและด้านหลัง การจัดวางถัง MBTs จะแสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 8 ตำแหน่งการจัดวางถังน้ำบัลลาสต์

Sail

เป็นส่วนของเรือที่มีผนังที่ทนความแรงดันสูง เป็นส่วนที่ใช้เป็นที่เก็บเสาสัญญาณต่าง ๆ สามารถเลื่อนเสาขึ้นจากสะพานได้ตอนที่เรือดำน้ำในระดับการซ่อนตัว และจะติดตั้งปีกที่ใช้ในการบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของเรือดำน้ำ แสดงในรูปที่ 9 รายละเอียดของ Sail ในการออกแบบเรือดำน้ำมีรูปร่างลักษณะเป็น aerofoil รูปร่างนี้จะช่วยลดแรงเสียดทาน และสิ่งสำคัญคือต้องไม่ให้เกิดกระแสน้ำหมุนวนรอบ ๆ Sail นี้เพื่อช่วยลดเสียงของเรือดำน้ำลงได้



รูปที่ 9 แสดงลักษณะของ sail

Hydroplanes หรือครีบ foreplanes

เมื่อเรือดำน้ำอยู่ในสภาพที่จมอยู่ใต้น้ำนั้น การเปลี่ยนทิศทางและความลึกจะกระทำโดยการใช้ hydroplanes ที่ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ รวมถึงระดับความลึกในการดำน้ำ เพื่อให้เข้าใจถึงการประยุกต์ใช้ hydroplanes เราจำเป็นต้องทราบลักษณะของการเคลื่อนที่ของเรือดำน้ำในสภาพที่จมอยู่ใต้น้ำ การเคลื่อนที่ของเรือดำน้ำจะแตกต่างจากเรือผิวน้ำ เรือดำน้ำจะเคลื่อนที่โดยขึ้นอยู่กับการยกขึ้นของ hydroplanes หรือครีบด้านหลังและด้านท้ายใช้ในการควบคุมการยกตัวเรือขึ้นสู่ผิวน้ำหรือดำลงสู่ใต้น้ำ hydroplanes หรือครีบ foreplanes ที่แสดงในรูปที่ 9

การควบคุมการเคลื่อนที่ของเรือดำน้ำ

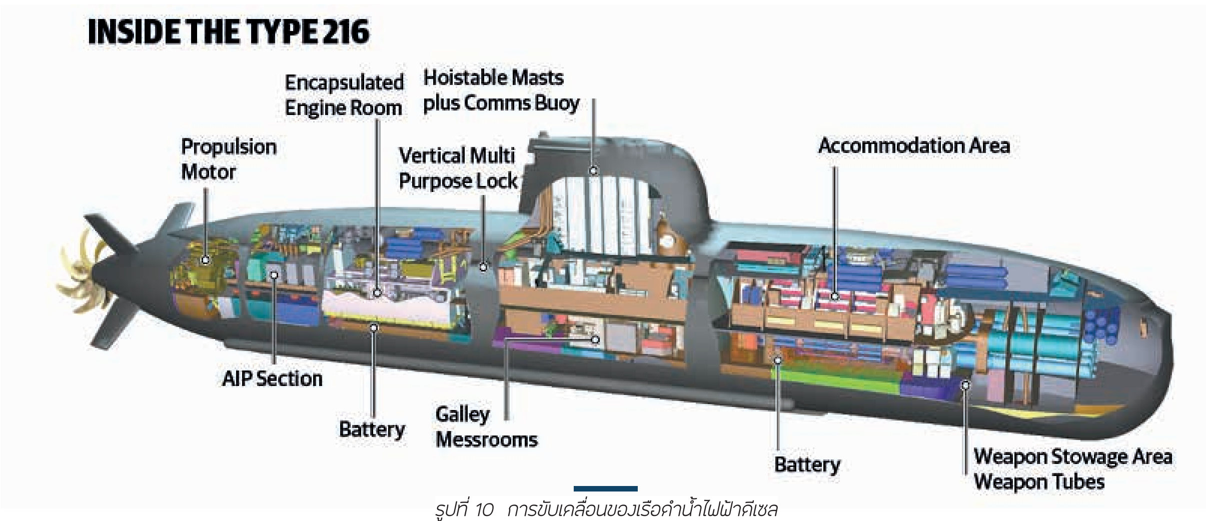
ส่วน hydroplanes ติดตั้งที่ท้ายเรือในระนาบแนวตั้งใช้เพื่อเปลี่ยนทิศทางด้านข้างของเรือดำน้ำเมื่ออยู่ในสภาวะเคลื่อนที่ หรือที่เรียกว่าหางเสือ จะสังเกตว่าความแตกต่างของหางเสือของเรือดำน้ำจะติดตั้งอยู่ด้านหน้าของใบจักรเรือ เรือดำน้ำทั้งลำจมอยู่ใต้น้ำ ดังนั้นการไหลของน้ำรอบลำเรือจะไม่รบกวนการไหลที่เกิดขึ้นบนพื้นหางเสือ หากหางเสือเรือดำน้ำถูกวางไว้ด้านท้ายของใบจักร การไหลของน้ำบริเวณหางเสือจะทำให้เกิดกระแสน้ำปั่นป่วนที่เรียกว่าเป็นการเกิด cavitation โดยเกิดสภาวะน้ำแตกตัวเป็นฟองอากาศเกิดเสียงดังและทำให้เกิดการชำรุดเสียหายกับใบจักรและหางเรือได้

ระบบต่าง ๆ ในเรือดำน้ำ

ระบบที่จำเป็นสำหรับการทำงานของเรือดำน้ำเพื่อให้สามารถปฏิบัติภารกิจได้อย่างสมบูรณ์ ระบบบางส่วนมีความคล้ายคลึงกันกับระบบที่ใช้ในเรือผิวน้ำ ซึ่งบางระบบจะได้รับการออกแบบเฉพาะสำหรับสภาพแวดล้อมที่เรือดำน้ำทำงานเท่านั้น เรือดำน้ำไฟฟ้าดีเซลทั่วไปมีระบบมากกว่า 150 ระบบ ซึ่งในที่นี้ จะกล่าวถึงระบบหลักที่ใช้บนเรือโดยสารเรือดำน้ำไฟฟ้าดีเซลทั่วไป โดยระบบหลัก ๆ ของเรือดำน้ำมีดังต่อไปนี้

ระบบขับเคลื่อนของเรือดำน้ำ

รูปแบบของระบบขับเคลื่อนของเรือดำน้ำไฟฟ้าดีเซลจะแสดงในรูปที่ 10 และส่วนประกอบหลัก



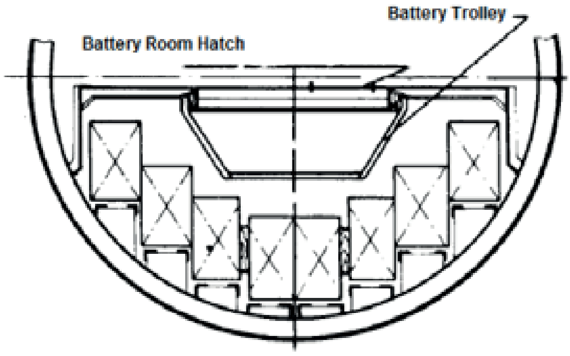
รูปที่ 10 การขับเคลื่อนของเรือดำน้ำไฟฟ้าดีเซล

ใบจักรเรือดำน้ำส่วนใหญ่จะใช้ใบจักรที่มีปีกใบจักรจำนวนห้าปีก โดยแต่ละปีกจะมีความลาดเอียงสูงเพื่อลดการเกิด cavitation และผลกระทบของแรงขับที่ไม่สมดุลซึ่งเป็นแรงกระตุ้นที่เกิดจากความสั่นสะเทือนตามแนวยาวของระบบเพลา จะทำให้เกิดเสียงขึ้นจากความสั่นสะเทือน ดังนั้นการหาศูนย์เพลาของเรือดำน้ำจะต้องแม่นยำและถูกต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่สุด

มอเตอร์ไฟฟ้าหลัก Main Electric Propulsion Motor (EPM) ระบบขับเคลื่อนถูกติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องจักรขับเคลื่อนที่มีระบบกันน้ำอย่างดี จำนวน 2 ห้อง เพื่อเป็นการสำรองในกรณีห้องหนึ่งห้องใดเสียหายมีน้ำท่วมในห้อง

ระบบผลิตและระบบส่งไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลักในเรือดำน้ำดีเซลไฟฟ้าคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล การออกแบบโดยทั่วไปจะมีชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 2 ชุด ติดตั้งอยู่กราบละ 1 ชุด เพื่อชาร์จแบตเตอรี่ตะกั่วที่ใช้หลังจากการที่เรือดำน้ำอยู่ใต้น้ำ พลังงานที่ต้องใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่จะขึ้นอยู่กับความจุของเซลล์กระแสไฟสูงสุดและกระแสไฟฟ้าสูงสุดของแบตเตอรี่



รูปที่ 11 การจัดแบตเตอรี่บนพื้นที่แบตเตอรี่ (Transverse View)

แบตเตอรี่นับเป็นแหล่งพลังงานหลักที่สำคัญที่สุดของเรือดำน้ำ โดยต้องจ่ายพลังงานกระแสไฟฟ้าไปยังระบบปรับอากาศ ในห้องต่าง ๆ ของเรือดำน้ำ รวมถึงจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบต่าง ๆ ของเรือทั้งลำอีกด้วย ระบบแบตเตอรี่จะถูกจัดวางอยู่เป็นชั้น ๆ โดยมีระบบการเคลื่อนย้ายแบตเตอรี่ให้สามารถเข้าถึงแบตเตอรี่ทั้งหมดเพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษาได้เป็นประจำ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล จะใช้เมื่อต้องการชาร์จแบตเตอรี่ โดยเรือดำน้ำต้องลอยลำขึ้นมาจากระดับความลึกในการดำ โดยระดับของหอบังคับการเรือจะอยู่ห่างจากระดับน้ำทะเลประมาณ 4 ถึง 5 เมตร เพื่อจะยกเสาอากาศและยกท่ออากาศของเรือออกมาจากสะพานสู่ผิวน้ำเพื่อให้อากาศเข้ามาใช้ในการติดเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเรียกว่า ระดับ snorting

ขณะนี้มีเรือดำน้ำไฟฟ้าดีเซลรุ่นใหม่ที่มีระบบ AIP ติดตั้งอากาศให้กับเครื่องยนต์ดีเซลจากอากาศเหลวที่เก็บในขวดอากาศภายในเรือดำน้ำ ช่วยลดความเสี่ยงในการตรวจจับขณะลอยลำขึ้นมาเพื่อทำการติดเครื่องยนต์ในการชาร์จแบตเตอรี่

ระบบอัดอากาศแรงดันสูง (High Pressure Air System)

เป็นระบบที่มีความสำคัญต่อเรือดำน้ำ ผลิตโดยเครื่องอัดลมความดันสูง อากาศถูกบีบอัดด้วยเครื่องอัดแบบห้าขั้นตอนและเก็บไว้ที่ความดัน 450 บาร์ ปรับความดันลดลงเหลือ 150 บาร์ และ 45 บาร์ สำหรับใช้งานในระบบต่าง ๆ เช่น ระบบฉุกเฉินในการช่วยชีวิตลูกเรือ ระบบถังบัลลาสต์ ใช้แรงดัน 450 บาร์ เพื่อลดระดับความลึกขึ้นสู่ผิวน้ำในกรณีฉุกเฉิน แต่ถ้าเป็นการขึ้นสู่ผิวน้ำตามปกติจะใช้อากาศอัดแรงดัน 15 บาร์ และยังใช้ในระบบอาวุธในการยิงตอร์ปิโด

การทรงตัวและการรักษาสมดุลของเรือดำน้ำ

การทรงตัวของเรือดำน้ำมีอยู่ใน 2 ลักษณะ คือ การทรงตัวเมื่อเรืออยู่ผิวน้ำ (เมื่อบางส่วนของเรือดำน้ำอยู่เหนือน้ำ) และการทรงตัวเมื่อเรือดำน้ำ (เมื่อเรือดำน้ำจมอยู่ใต้น้ำอย่างสมบูรณ์และไม่มีส่วนอื่นอยู่เหนือน้ำ)

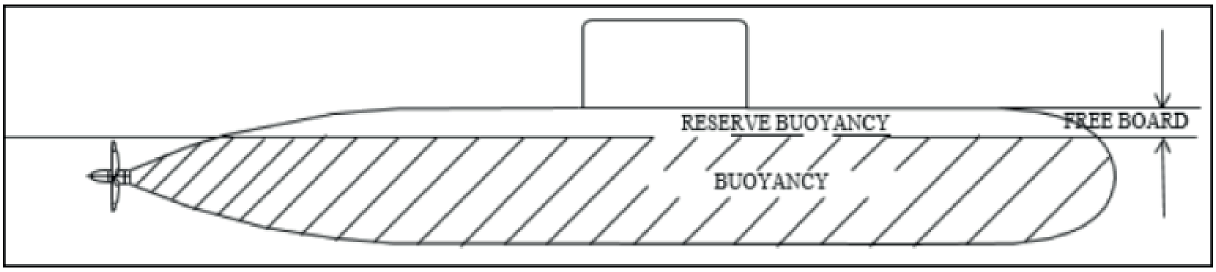
โดยใช้หลักการพื้นฐานของการลอยตัวและใช้หลักการของอาร์คิมีดีส ใช้เพื่อให้ได้สมการลอยตัวของเรือดำน้ำ นั่นคือในสภาวะที่จมนั้น น้ำหนักของเรือดำน้ำจะเท่ากับแรงลอยตัว นอกจากนี้ยังอนุมานได้ว่าเรือดำน้ำที่มีผิวโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำ ถ้าทำให้จมลงใต้น้ำนั้น น้ำหนักรวมของเรือดำน้ำต้องเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อต้องการให้เรือจมน้ำเพื่อการดำลงในระดับความลึกที่ต้องการ จึงต้องมีการเพิ่มน้ำหนักเรือเพื่อให้เกิดความสมดุล การเพิ่มน้ำหนักของเรือดำน้ำนั้นจะใช้วิธีการสูบน้ำทะเลเข้าถังน้ำ Main Ballast Tanks (MBTs) น้ำทะเลถูกนำเข้าไปในถังเหล่านี้จะเป็นการเพิ่มน้ำหนักของเรือดำน้ำซึ่งจะช่วยให้เรือดำน้ำมีความสมดุลพร้อมที่จะดำน้ำ

การดำน้ำและการขึ้นสู่ผิวน้ำของเรือดำน้ำ

เมื่อเรือดำน้ำมีความสมดุลจมลงแล้ว เรือดำน้ำจะใช้ระบบ hydroplanes ปรับระดับความลึกในขณะที่เรือใช้ความเร็วไปข้างหน้า ได้จนกว่าจะได้ระดับความลึกที่ต้องการ ในปัจจุบันความลึกในการปฏิบัติการของเรือดำน้ำที่ทันสมัยที่สุดคือ 300 ถึง 450 เมตร และเมื่อเรือดำน้ำต้องการลดระดับความลึกเพื่อขึ้นสู่ผิวน้ำก็จะใช้ hydroplanes เพื่อลดความลึกเช่นเดียวกับการดำลงไป แต่ใช้ทิศทางของ hydroplanes ในทิศทางตรงกันข้าม เมื่อระดับความลึกขึ้นมาถึง 3 ถึง 4 เมตรจากผิวน้ำ เรือจะใช้ระบบอากาศที่มีแรงดันสูงที่ประมาณ 15 บาร์ อัดอากาศเข้าสู่ถังน้ำ MBTs ผ่านทางวาล์วอากาศ อากาศจะดันน้ำออกจากถังผ่านทางระบายน้ำ เมื่อน้ำหนักของน้ำทะเลส่วนนี้สูญหายไป เรือดำน้ำจะลอยตัวและลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ

การทรงตัวของเรือดำน้ำเมื่อเรืออยู่ผิวน้ำ

ในขณะที่เรือลอยลำอยู่บนผิวน้ำจะใช้หลักการทรงตัวของเรือเช่นเดียวกับเรือเรือผิวน้ำ ความสามารถในการลอยลำอยู่บนผิวน้ำของเรือดำน้ำจะต้องมีสูงถึงแม้จะเกิดความเสียหายขึ้นกับตัวเรือ ซึ่งหมายความว่าจะต้องมีแรงสร้างให้เรืออยู่ในความสมดุลย์ ซึ่งเราเรียกว่าแรง Reserve of Buoyancy (ROB) การทำความเข้าใจแนวคิดของ ROB มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อนักออกแบบเรือดำน้ำ นักออกแบบจะต้องทราบค่าเบื้องต้นของปริมาณที่ต้องการของ ถัง MBTs ของเรือดำน้ำเพื่อการออกแบบเบื้องต้นปริมาณของ ROB ที่ต้องนำมารวมกันในการออกแบบขึ้นอยู่กับขนาดของเรือดำน้ำ เรือดำน้ำขนาดเล็กจะมี freeboard น้อย จึงต้องมีค่า ROB มาก ค่า ROB ในเรือดำน้ำมักอยู่ระหว่าง 10 ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ และค่าดังกล่าวจะสูงมากขึ้นในกรณีเรือดำน้ำที่มีเปลือก 2 ชั้น



รูปที่ 12 ปริมาตรของเรือที่มีส่วนช่วยให้เกิดแรง ROB ของเรือดำน้ำ

การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบโครงสร้างของเรือดำน้ำ

ความสำคัญในกระบวนการออกแบบเรือดำน้ำทั้งหมดประมาณ 40% จะเป็นการออกแบบโครงสร้างของเรือดำน้ำ ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างแบบเต็มรูปแบบนั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยของแรงที่กระทำกับโครงสร้างแล้ว ยังต้องรวมถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ อีกด้วย

การออกแบบโครงสร้างจะเริ่มต้นด้วยขั้นตอนการระบุภาระ Load ที่โครงสร้างจะได้รับ การรับน้ำหนักบรรทุกในเรือดำน้ำระหว่างปฏิบัติภารกิจ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้:

1. ภาระLoad เนื่องจากแรงความกดดันของน้ำ

ในการออกแบบตามปกติจะใช้ค่าความปลอดภัยที่ 1.5 และเรือดำน้ำควรออกแบบที่ความลึกสูงสุดต้องไม่ต่ำกว่าความลึกปฏิบัติการ ในการออกแบบให้มีความปลอดภัยสูง เช่น 2.5 เป็นการออกแบบการดำน้ำได้ลึกกว่าระดับความลึกของการปฏิบัติการได้ แต่เฉพาะในสภาวะฉุกเฉินเท่านั้น

2. แรงกระแทก

เรือดำน้ำต้องได้รับการออกแบบมาเพื่อรองรับแรงระเบิดที่เกิดจากการระเบิดใต้น้ำ ฟิสิกส์ของการระเบิดใต้น้ำเป็นเรื่องที่น่าสนใจมาก เช่นเดียวกับการระเบิดในอากาศ

นอกเหนือจากแรงกระแทกโดยตรงที่เกิดขึ้นจากการระเบิดแล้ว คลื่นกระแทกจากการระเบิดใต้น้ำ ทำให้เกิดคลื่นสั่นสะเทือนในการกระจายตัวไปตามผนังรับความดัน ความสั่นสะเทือนนี้ไม่เพียงแต่ลดอายุการใช้งานของของผนังเรือจากความล้าของโลหะเท่านั้น แต่อาจทำให้เกิดการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงเมื่อความสั่นสะเทือนมีความถี่เท่ากับความถี่ธรรมชาติของผนังเรือ ทำให้เกิดความวิบัติของโครงสร้างที่สำคัญได้

3. ภาระ Load อื่น ๆ

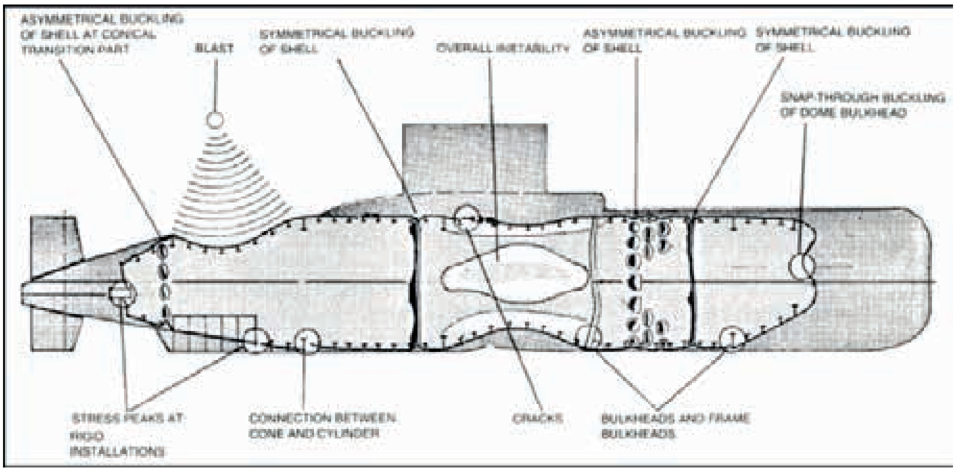
เรือดำน้ำในขณะที่ลอยอยู่ที่ผิวน้ำจะต้องรับแรงเค้นดัดตามแนวยาว แรงเฉือนตามขวางบนโครงสร้างแนวขวาง และแรงบิดที่เกิดจากการกระทำของคลื่น เช่นเดียวกับเรือผิวน้ำ Load ภายในเรือดำน้ำ เช่น การสั่นสะเทือนตามแนวยาวและแรงบิดที่เกิดจากการทำงานของเครื่องยนต์ โครงสร้างจะได้รับการออกแบบอย่างดี เพื่อให้ระดับการสั่นสะเทือนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ความแข็งแรงของผนังรับความดันของเรือดำน้ำ

เรือดำน้ำจะออกแบบผนังรับความดันแบบทรงกระบอก ในสภาวะการดำน้ำจะอยู่ภายใต้แรงกดอัดตามแนวยาว ความเค้นตามแนวยาวนี้มีขนาดครึ่งหนึ่งของความเค้นตามแนวรอบทรงกระบอก หรือความเค้นตามแนวเส้นรอบวง ความหนาต่ำสุดของผนังรับความดันที่จำเป็นสำหรับเรือดำน้ำ สามารถลดลงได้ โดยการใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงสูงขึ้น ความหนาของผนังที่น้อยลง จะเป็นประโยชน์ในการลดน้ำหนักของเรือ แต่ราคาอาจจะต้องสูงขึ้น

ประเภทของโครงสร้างของเรือดำน้ำเมื่อเกิดความเสียหาย

โครงสร้างเรือดำน้ำมีโอกาสเกิดความเสียหายและการยุบตัวได้ทุกส่วนของโครงสร้างตัวเรือเนื่องมาจากการออกแบบที่ไม่เหมาะสม โดยจะมีลักษณะความเสียหายตามจุดต่าง ๆ ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ลักษณะการยุบตัวทั้งหมดของตัวถังความดัน

การออกแบบโครงสร้างเรือดำน้ำ

การออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างของเรือดำน้ำเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนกว่าโครงสร้างของเรือผิวน้ำทั่วไป เนื่องจากเรือดำน้ำต้องต้องสามารถทนความดันของน้ำได้ในระดับความลึกที่ต้องการปฏิบัติงาน และอาจจะเกิดแรงกระแทกที่จะมีผลต่อตัวเรือโดยตรง ผู้ออกแบบเรือดำน้ำทุกแห่ง จึงต้องใช้การออกแบบ วิเคราะห์โครงสร้างอย่างละเอียด ซึ่งในปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านวิศวกรรมโครงสร้างและวิศวกรรมทางคอมพิวเตอร์ได้ก้าวล้ำไปอย่างมาก ทำให้มีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยทำการออกแบบและวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างต่าง ๆ ได้ดี และมีความแม่นยำสูง โดยทั่วไปการออกแบบแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับความต้องการของกองทัพเรือและข้อกำหนดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ทำให้ผู้ออกแบบต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาการออกแบบเพื่อให้เรือมีคุณภาพและความปลอดภัยที่ดีที่สุดตามมาตรฐานและตามความต้องการของผู้ใช้เรือ

การออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้างด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ finite element method (FEM) สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของโครงสร้างที่มีรูปทรงที่ซับซ้อนได้อย่างละเอียด มีความแม่นยำ ประหยัดเวลาในการออกแบบ เนื่องจากสามารถปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ทำการวิเคราะห์และจำลองผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งในปัจจุบันกรมอู่ทหารเรือ ได้จัดหาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ ชื่อว่า MSC Nastran หรือ MacNeal-Schwendler Corporation (MSC)

NASA STRucture ANalysis (Nastran) ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดย NASA เพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องบิน และยานอวกาศ ของสหรัฐอเมริกา เป็นโปรแกรมที่ได้รับการรับรองและมีความน่าเชื่อถือสูงในระดับโลก โดยการจัดหาให้กับแผนกวิเคราะห์งานช่าง กองควบคุมคุณภาพ กรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์งานช่างต่าง ๆ ที่ต้องการทราบความแข็งแรงตั้งแต่การออกแบบ และการใช้งาน เพื่อเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของกรมอู่ทหารเรือในการวิเคราะห์โครงสร้างของงานทางวิศวกรรมในการซ่อมและสร้างเรือ รวมทั้งเพิ่มศักยภาพในการพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับเทคโนโลยีของเรือฟริเกตและเรือดำน้ำรุ่นใหม่ที่มีความทันสมัย ซึ่งกำลังจะข้าประจำการในไม่ช้า

การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ finite element method (FEM)

ระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ (finite element method, finite element analysis) หรือที่เรียกย่อๆ ว่า FEM คือวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถูกนำมาประยุกต์เขียนเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อใช้คำนวณแก้ปัญหาทางวิศวกรรม เช่น คำนวณหาความแข็งแรงของวัสดุหรือชิ้นส่วนเครื่องกล ศึกษาพฤติกรรมการไหลของของไหล การถ่ายเทความร้อนในชิ้นส่วนเครื่องกล รูปแบบการกระจายของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า, คลื่นเสียง เป็นต้น

เหตุผลของการใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ นั้น คือ ในการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล จำเป็นต้องรู้ขีดความสามารถในการรับภาระของชิ้นส่วนนั้น ถ้าหากรูปทรงของชิ้นส่วนไม่ซับซ้อน ก็สามารถคำนวณหาคำตอบที่แน่แท้ได้ (analytical solution) แต่ถ้ารูปทรงของชิ้นส่วนซับซ้อนจึงจำเป็นต้องใช้วิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ เพื่อช่วยในการคำนวณหาค่าความเค้น (stress) ความเครียด (strain) หรือการเสียรูปทรง (deformation) ของชิ้นส่วนนั้นได้ หลักการของวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ กล่าวอย่างง่าย ๆ ก็คือ ต้องทำการปรับแต่งเพิ่มเติมรูปทรงของวัสดุที่ต้องการวิเคราะห์ ด้วยชิ้นส่วนเล็กๆ ที่มีรูปทรงเรขาคณิต เช่น สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ลูกบาศก์ เป็นต้น เนื่องจากจะสามารถคำนวณหาคำตอบที่แน่แท้ของชิ้นส่วนที่มีรูปทรงเรขาคณิตได้ ดังนั้นเมื่อได้เพิ่มเติมชิ้นส่วนเล็กๆ เหล่านี้ลงไปในชิ้นส่วนใหญ่ เราก็สามารถศึกษาพฤติกรรมโดยรวมของระบบได้

การวิเคราะห์โครงสร้างของเรือดำน้ำด้วย FEM

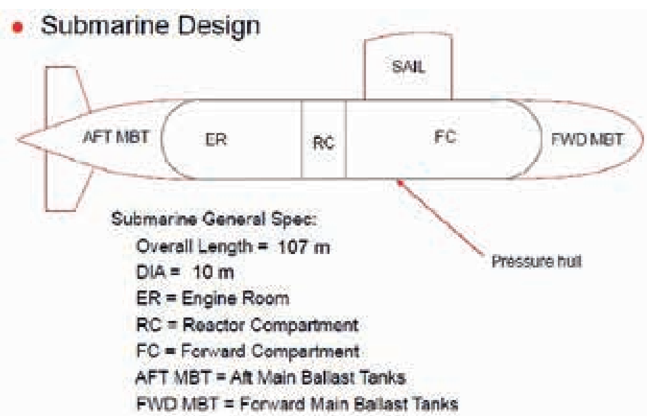
การวิเคราะห์แรงดันบนตัวเรือดำน้ำนั้น วิศวกรเครื่องกลด้านโครงสร้างได้ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากความซับซ้อนในการยุบตัว (Buckling) ของโครงสร้างแข็ง ในหลายกรณีการวิบัติของโครงสร้างเกิดจากการยุบแบบยืดหยุ่น (Elastic Buckling) แต่ในบางรูปทรงและบางวัตถุดิบนั้นโครงสร้างยังสามารถวิบัติแบบไม่ยืดหยุ่นได้ด้วย (Inelastic buckling) ซึ่งมีวิธีวิเคราะห์ไม่มากนัก โดยทั่วไปโครงสร้างของเรือดำน้ำจะเสริมความทนทานด้วยโครงสร้างวงแหวน (Ring Stiffened Submarine Pressure Hull) การออกแบบเรือดำน้ำด้วยการใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์นี้ ทำให้เรือดำน้ำมีแนวโน้มที่จะสามารถดำได้ลึกมากขึ้น มีการใช้วัสดุที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เรือดำน้ำมีประสิทธิภาพทางทหารมากขึ้น มีความปลอดภัย และมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นความท้าทายของนักออกแบบเรือดำน้ำในปัจจุบัน

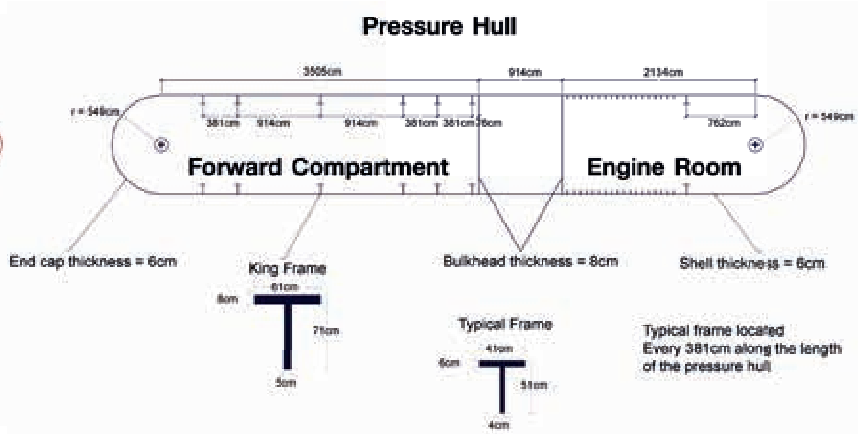
โดยทั่วไปโครงสร้างของเรือดำน้ำประกอบด้วยผนังเปลือกเรือรับความดันสองชั้น ตัวคือเปลือกด้านนอกและลำตัวด้านใน ผนังด้านนอกเรือทำหน้าที่ในการควบคุม hydrodynamic ที่เรียกว่า อุทกพลศาสตร์ ในทางตรงกันข้ามผนังรับความดันชั้นใน ทำหน้าที่ในการทนต่อแรงดันน้ำเมื่อเรือดำน้ำอยู่ในสภาพดำน้ำ ซึ่งการออกแบบตัวถังรับความดันนั้น คือการออกแบบทรงกระบอกที่มีลักษณะเป็นกรวยและโดมที่สร้างขึ้นเพื่อทนต่อความกดดันอันเป็นผลมาจากการดำน้ำที่ระดับความลึกสูงสุด ความดันที่เพิ่มขึ้นสำหรับความลึกเพิ่มขึ้น 10 เมตร แรงดันที่ผนังเรือดำน้ำจะเพิ่มขึ้น 1 บาร์ หรือ 1 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร สำหรับน้ำทะเลมาตรฐาน การพิจารณาความดันสูงสุดที่ใช้ออกแบบที่กระทำกับผนังเรือนั้น นอกจากพิจารณาความลึกสูงสุดที่เรือต้องดำลงปฏิบัติการแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการทนต่อแรงระเบิดใต้น้ำและต้องมีปัจจัยความปลอดภัยอยู่ระหว่าง 1.5–2 เท่า ของความดันออกแบบด้วย

ระดับความลึกที่ลำตัวของเรือดำน้ำเกิดการยุบตัวเป็นความลึกวิกฤต ที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ เพื่อพิจารณาความแข็งแรงของเรือดำน้ำ โดยพิจารณากับข้อเท็จจริงที่

ว่าเรือดำน้ำที่สร้างขึ้นถ้าแข็งแรงเกินไปจะต้องหนักมาก เคลื่อนตัวช้า และต้องเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้นแน่นอนเพราะใช้การสร้างที่มีขนาดใหญ่และมีผนังเรือหนามาก ในทางตรงกันข้าม เมื่อเรือดำน้ำผนังลำตัวอ่อนแอเกินไปจะมีความเสี่ยงสูงต่อโครงสร้างที่จะเกิดการยุบตัว ดังนั้นการออกแบบที่ดีจะทำให้ได้เรือดำน้ำที่มีขนาดที่เหมาะสม มีความปลอดภัยสูง มีราคาที่ยอมรับได้

การศึกษาวิเคราะห์ครั้งนี้กล่าวถึงตัวอย่างการออกแบบและวิเคราะห์ความแข็งแรงของผนังรับความดันด้านในของเรือดำน้ำที่สร้างโมเดลเป็นทรงกระบอก ยาว 70 เมตร (ความยาวตลอดลำ 106 เมตร) เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เมตร ที่มีการเสริมความทนทานด้วยโครงสร้างวงแหวน (Ring Stiffened Submarine Pressure Hull) ที่ระดับความลึก 300 เมตร โดยใช้ผนังเป็นแผ่นเหล็กหนา 65 มม. และมีตัวค้ำยัน Frame Pressure Hull ลักษณะเป็นตัว T แผ่นเหล็กที่ใช้ในการออกแบบเป็นเหล็กกล้าชนิด HY 80 มีความแข็งแรง 80 ksi (552 MPa) Young: Modulus 207 Gpa = 2.07 x 1011 N / m2 ความหนาแน่น: 7.85 Mg / m^3 = 7850 kg / m^3 อัตราส่วน Poisson Ratio:0.3





ตัวอย่างการคำนวณการยุบตัวของผนังความดันโดยใช้สมการดังนี้

The overall buckling strength is formulated with:

$$Pn = \left(\frac{Et}{R}\right)A_1 + \frac{EIA_2}{LR^3}$$

Where,

Pn = overall pressure of cylinder

Et = modulus elasticity

R = mean of radius

I = moment of inertia of the section composite consisting of a stiffener

L = distance between stiffeners

The result of pressure with cylindrical stiffener (swedge frame), including a circular pressure and bending stress arising from outside the circle, is calculated in compliance with the following equation:

$$\sigma y = \frac{Pt\sigma y}{Pyt} + \frac{3Ec\delta Pt}{(Pn - Pt)R^2}$$

Where, σy = yield point minimum

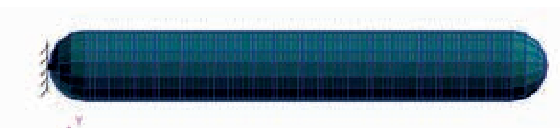
Pt = cylinder stiffner longitudinal yield stress pressure

Pyt = pressure in the middle of cylinder

E = modulus elasticity

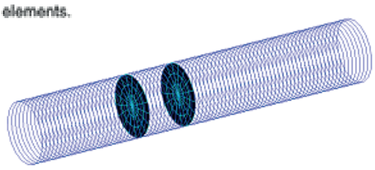
R = mean of radius

– Loads and Boundary Conditions
  – At 300 m the water pressure load is p = 440 psi
  – The pressure hull is fully fixed at one end point



– Perform a buckling analysis on the submarine pressure hull to determine the buckling load.
– The submarine pressure hull is a thick shell structure reinforced with ring frames.
  • The pressure hull shell structure is modeled with plate elements.
  • The ring frames (typical frames and King frames) are modeled with CBAR elements without offsets.
  • The two bulkheads are modeled with plate elements.

Pressure hull shell structure



Ring frames and bulkheads

การสรุปผลการวิเคราะห์ ความแข็งแรงของ ตัวอย่างโครงสร้างเรือดำน้ำด้วย FEM

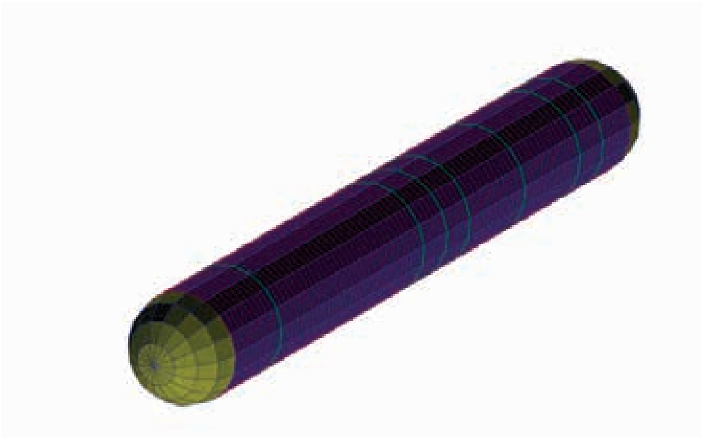
วิธีการที่ใช้ในการทำงานในการวิเคราะห์ คือ วิธีการสร้างแบบจำลองให้เป็นไปตามการออกแบบของโครงสร้าง (ตามรูปที่ 14 และรูปที่ 15 การจำลองโครงสร้างเปลือกเรือดำน้ำ) ใส่ค่าสมบัติทางฟิสิกส์ของวัสดุ ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมจะต้องมีความเข้าใจในทางวิศวกรรมความแข็งแรงของวัสดุ เนื่องจากการป้อนค่าทางวิศวกรรมจะต้องสอดคล้องกับหลักเกณฑ์และมาตรฐานทางการคำนวณ การวิเคราะห์องค์ประกอบวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ของโครงสร้าง โดยทั่วไปให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ ตามผลการวิเคราะห์ที่ได้จะแสดงให้เห็นว่า เมื่อโครงสร้างเรือดำน้ำรับแรงดันใต้น้ำ สามารถดูพฤติกรรมความเค้นสูงสุดขณะเกิดการเสียรูป และดูความเสียหายอันเป็นผลของการโก่งงอได้ทราบแรงเค้นที่เกิดขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของตัวเรือดำน้ำ(ตามรูปที่ 16 และรูปที่ 17) และทราบถึงแรงดันที่ทำให้เกิดการยุบตัวของโครงสร้างดังรูปที่ 18 ซึ่งจะทำให้การออกแบบสามารถปรับปรุงรูปแบบของโครงสร้างให้เหมาะสม โดยที่ยังคงมีความแข็งแรงเพียงพอที่ต้องการ

ผลการวิเคราะห์จากรูปที่ 18 แสดงให้เห็นว่า โครงสร้างของเรือดำน้ำมีแนวโน้มที่จะเสียรูปไปในส่วนที่แสดงให้เห็นเป็น กลุ่มสี จาก ฟ้า เขียว เหลือง ส้ม แดง แสดงการยุบตัวจากสีฟ้าจะน้อยไปหาสีแดงจะมากที่สุด และแรงที่จะเกิด การยุบตัวนั้น จากภาพ จะแสดงค่า Factor ของแรงที่จะเกิดการยุบตัว ที่ 2.9258 นั้นหมายถึง การยุบตัวจะเกิดขึ้นเมื่อมีแรงดันน้ำภายนอกตัวเรือมากระทำเท่ากับ 2.9258 เท่าของความดันที่ใช้ในการออกแบบ โดยในครั้งนี้ได้ใช้ค่าความดันออกแบบที่ 440 Psi หรือระดับความลึกประมาณ 300 เมตร ดังนั้น จากการวิเคราะห์ การยุบตัวของโครงสร้างโดยรวม จะเกิดที่ความดัน 440 X9.258 = 1287.352 Psi หรือที่ระดับความลึกประมาณ 878 เมตร หรือมีค่าความปลอดภัย ประมาณ 2.9 เท่าของการออกแบบ โดยจะมีลักษณะการเกิดยุบตัวของโครงสร้างเรือดำน้ำตามรูปที่ 19 จึงสามารถสรุปเบื้องต้นได้ว่า โครงสร้างลักษณะในตัวอย่างนี้ มีความปลอดภัย ในการใช้ปฏิบัติการดำน้ำในระดับ 300 เมตรใต้ผิวน้ำ แต่อย่างไรก็ดีในการออกแบบจริงจะต้องมีการปรับปรุงแบบเพื่อให้มีความคุ้มค่าเหมาะสมกับการปฏิบัติการ ขนาด ความคล่องตัว โดยใช้เกณฑ์ความปลอดภัยที่ยอมรับได้ ระหว่าง 1.5-2 เป็นแนวทางการพิจารณาในที่สุด

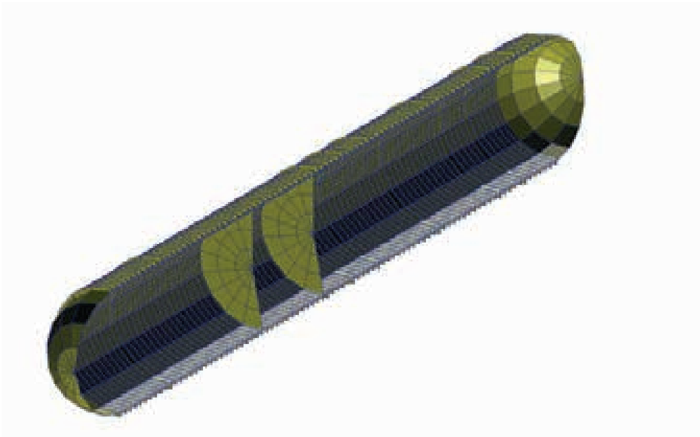
[5]ซึ่งจะเห็นได้ว่าการคำนวณความแข็งแรงด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์ จะไม่สามารถคำนวณในส่วนที่มีรูปทรงที่ซับซ้อนได้ และการคำนวณจะมีความยุ่งยาก หากมีการเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ เพื่อต้องการเปรียบเทียบผลการคำนวณ แต่หากใช้การคำนวณด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ จะทำให้การแก้ปัญหาทางโครงสร้าง มีประสิทธิภาพมาก ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากสมการระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นสำหรับการออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ ได้แสดงถึงประสิทธิภาพของระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ ที่สามารถช่วยให้นักวิเคราะห์ได้เข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในปัญหาเหล่านี้ อันจะนำไปสู่การปรับปรุงการออกแบบที่ดียิ่งขึ้น

การนำระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์ มาใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างเรือดำน้ำและเรือผิวน้ำ รวมถึงโครงสร้างของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ จะเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับความแข็งแรง รวมทั้งเพิ่มขีดความสามารถในการออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ ที่มีความซับซ้อน และมีปัจจัยต่าง ๆ เช่นความร้อน ความสั่นสะเทือนเข้ามาเกี่ยวข้อง จะเป็นเครื่องมือส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนกรมอู่ทหารเรือให้ก้าวไปข้างหน้าเพื่อรองรับเทคโนโลยีที่ทันสมัยอย่างมั่นคง

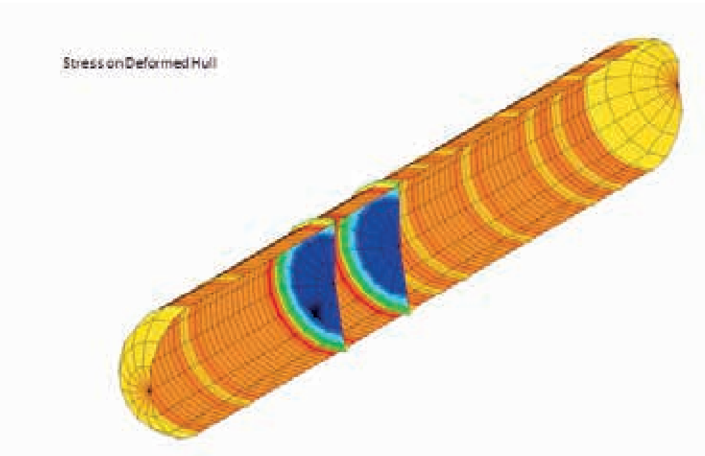
[5] *สัมภาษณ์ นายเสฏฐวรรธ สุจริตภวัตสกุล วิศวกรอาวุโส ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณทางวิศวกรรม หน่วยวิจัยการออกแบบและวิศวกรรม ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ*



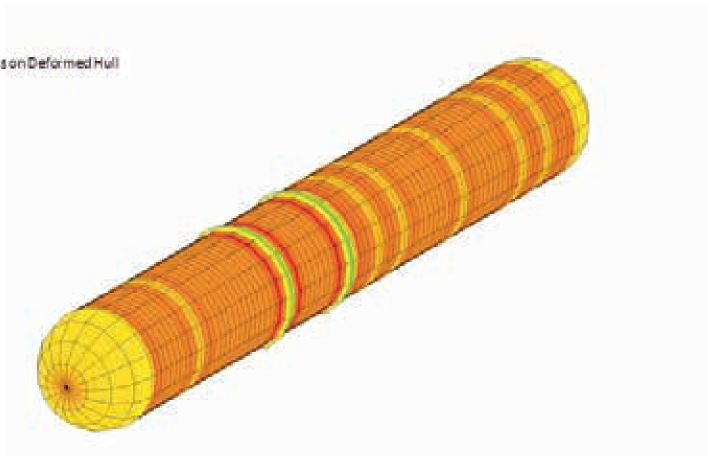
รูปที่ 14 การจำลองโครงสร้างเปลือกเรือดำน้ำ



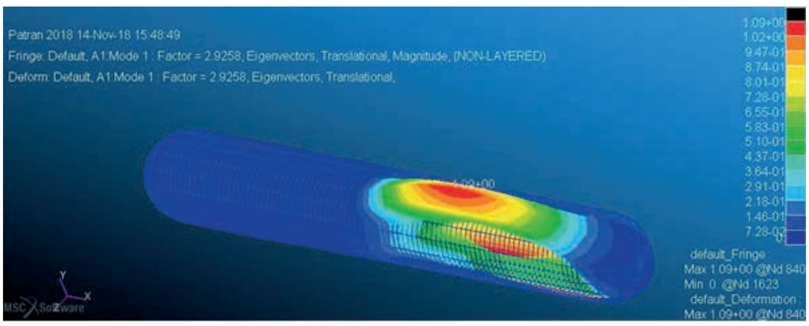
รูปที่ 15 การจำลองโครงสร้างเปลือกเรือดำน้ำ Rig Frame และ Bulkheads



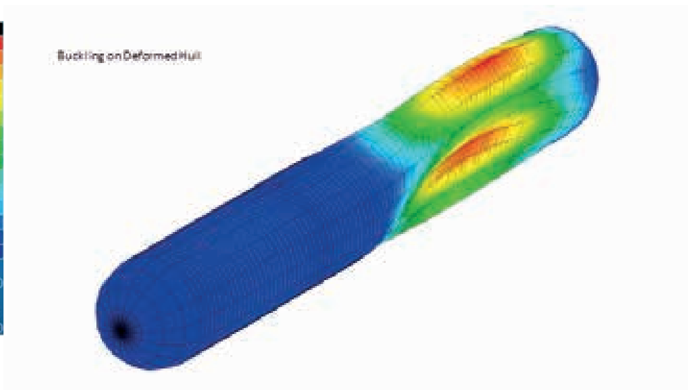
รูปที่ 16 ผลการวิเคราะห์ แรงที่กระทำต่อผนังเรือดำน้ำ Stress on Deformed Hull



รูปที่ 17 ผลการวิเคราะห์ แรงที่กระทำต่อผนังเรือดำน้ำ Stress on Deformed Hull



รูปที่ 18 ผลการวิเคราะห์ แนวโน้มที่จะเกิดการยุบตัวของโครงสร้างเรือดำน้ำ



รูปที่ 19 ผลการวิเคราะห์ ลักษณะการเกิดการยุบตัวของโครงสร้างเรือดำน้ำ

ความท้าทายทางวิศวกรรมของกรมอู่ทหารเรือ

ในวาระครบรอบ 130 ปี ของการสถาปนากรมอู่ทหารเรือ นับเป็นการย่างก้าวของกรมอู่ทหารเรือที่สำคัญในการที่จะใช้เทคโนโลยีช่วยในการออกแบบวิเคราะห์ เป็นการท้าทายความสามารถของกรมอู่ทหารเรือ ในการออกแบบและพัฒนาแบบเรือให้กับกองทัพเรือได้เอง อีกทั้งจะเป็นความท้าทาย ให้กรมอู่ทหารเรือก้าวไปข้างหน้า เพื่อพัฒนาศักยภาพ ในการรองรับเทคโนโลยีของเรือฟริเกตสมรรถนะสูงและเรือดำน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าแบตเตอรี่ของเรือดำน้ำที่ครั้งหนึ่งในอดีตกรมอู่ทหารเรือเคยมีองค์ความรู้ในเรื่องแบตเตอรี่ของเรือดำน้ำนี้เป็นอย่างดี เนื่องจากระบบแบตเตอรี่ มีความสำคัญที่สุดของการทำงานของเรือดำน้ำไม่น้อยไปกว่าโครงสร้างของตัวเรือเช่นกัน

ในอดีตที่เรือดำน้ำ ทั้ง 4 ลำของราชนาวีไทยต้องถูกปลดระวางลงชั่วคราวเพราะไม่สามารถซ่อมบำรุงและสร้างแบตเตอรี่ได้เอง จนในที่สุดด้วยความวิริยะอุตสาหะของคุณครูในอดีตของกรมอู่ทหารเรือ ทำให้สามารถไปเรียนรู้และนำองค์ความรู้มาพัฒนาการสร้างและซ่อมบำรุงแบตเตอรี่เรือดำน้ำเองได้ จนทำให้เรือดำน้ำของไทยทั้ง 4 ลำสามารถปฏิบัติการได้อีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะถูกปลดระวางอย่างถาวร เนื่องจากเหตุผลทางสงคราม ที่ทำให้ไม่ได้รับการสนับสนุนอะไหล่แบตเตอรี่ในที่สุด ซึ่งนับเป็นความท้าทายอีกครั้ง ที่กรมอู่ทหารเรือจะต้องพัฒนาการซ่อมบำรุงและดูแลระบบแบตเตอรี่ของเรือดำน้ำชุดใหม่ ที่กำลังจะเข้าประจำการให้มีความมั่นใจในการปฏิบัติงานตลอดอายุการใช้งานของตัวเรือดำน้ำที่จะต้องได้รับการบำรุงรักษาอย่างดีเช่นกันในอนาคต

ถึงแม้กรมอู่ทหารเรือจะประสบปัญหาและอุปสรรคในด้านต่าง ๆ แต่ยังเชื่อว่าขีดความสามารถของบุคคลากรในระดับวิศวกรของกรมอู่ทหารเรือ ยังเป็นจุดแข็งที่เป็นความท้าทาย ในการที่จะนำพากรมอู่ทหารเรือให้มีการพัฒนาเข้าสู่การเป็นองค์กรสมรรถนะสูง ที่จะสร้างความเชื่อมั่นและเป็นที่พึ่งในด้านวิศวกรรมทางเรือ ให้กับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง และเป็นที่พึ่งในการช่วยเหลือประเทศชาติและประชาชนไทยในด้านนี้ได้อย่างแท้จริง

บรรณานุกรม

ปราโมทย์ เตชะอำไพ , ไฟไนต์เอลิเมนต์ในงานวิศวกรรม พิมพ์ครั้งที่ 6
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Roy Burcher and Louis Rydill. CONCEPTS IN SUBMARINE DESIGN: First Edition
Department of Mechanical Engineering University College London
Cambridge University Press 1994

Soumya Chakraborty “Introduction to Submarine Design”[Marine Insight online]
เข้าถึงจาก https://www.marineinsight.com/naval-architecture/introduction-to-submarine-design/
สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2561

Soumya Chakraborty “Different Systems on a Naval Submarine” [Marine Insight online]
เข้าถึงจาก https://www.marineinsight.com/naval-architecture/introduction-to-submarine-design/
สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2561

Soumya Chakraborty “Understanding Structure Design of a Submarine” [Marine Insight online]
เข้าถึงจาก https://www.marineinsight.com/naval-architecture/introduction-to-submarine-design/
สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2561

"การศึกษาเอาจากหนังสือนั้น ไม่ใช่เพื่อตัวเองคนเดียว ยังต้องคิดเผื่อแผ่เอาไว้ไปบอกเล่า
ชี้แจงอบรมพวกจ่าพรรคกลินในการปกครองอีกด้วย เพราะลำพังตัวเองคนเดียวสตาร์ท
เครื่องยนต์ดีเซลไม่ได้ มันเป็นดังนี้ แบตเตอรี่ยิ่งร้ายหนักขึ้นไป...
บกพร่องเสียหาย หมายถึงต้องตายกันทั้งลำ..."

พลเรือจัตวา ประยูร พิณสวัสดิ์

๔

การเตรียมซ่อมบำรุงเรือดำน้ำให้พร้อมรบ

นาวาเอก สุรสินธุ์ สิงหทราเมศน์

พัสดุและอุปกรณ์สำคัญของเรือดำน้ำ

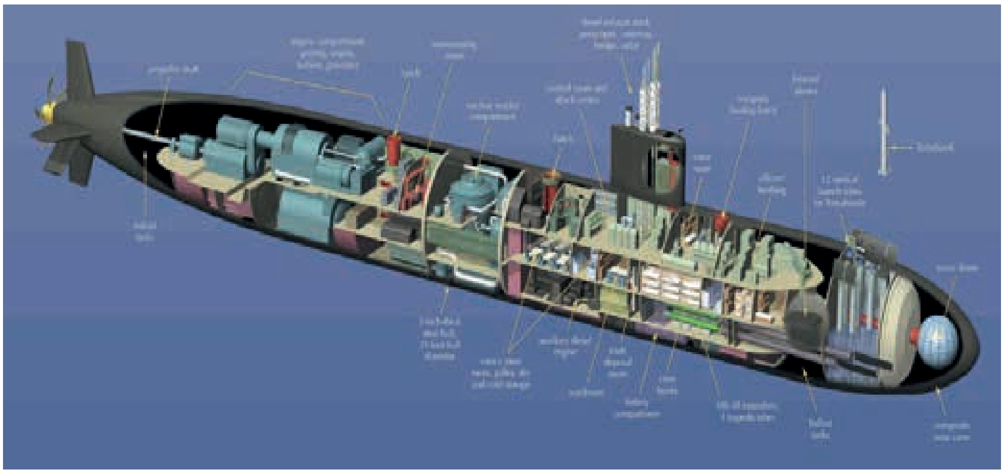
ในช่วงเวลาไม่นานจากนี้ กองทัพเรือจะมีเรือดำน้ำมาปฏิบัติการ แต่นับว่าเป็นช่วงเวลาที่ยาวนานตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่ 2 ที่กองทัพเรือจะมีขีดความสามารถในการปฏิบัติการสงครามทางเรือได้ครบทุกมิติทั้งการปฏิบัติการผิวน้ำโดยเรือผิวน้ำ การปฏิบัติการทางอากาศโดยอากาศยานในทะเล และการปฏิบัติการใต้น้ำโดยเรือดำน้ำอีกครั้ง เพื่อรักษาอธิปไตยและปกป้องผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล การคุ้มครองเส้นทางการเดินเรือ ซึ่งถือเป็นเส้นเลือดใหญ่ที่หล่อเลี้ยงประเทศในการขนส่งสินค้าเข้าออกประเทศมากกว่าร้อยละเก้าสิบ เรือดำน้ำเป็นยุทโธปกรณ์ทางยุทธศาสตร์ในทางลับที่มีอำนาจในการป้องปรามศัตรู


เรือดำน้ำเข้ารับการซ่อมทำในอู่แห้ง

ซึ่งเพียงแค่รู้ว่ามีเรือดำน้ำปฏิบัติการก็เป็นที่เกรงขามของผู้รุกราน แต่เรือดำน้ำก็เฉกเช่นเดียวกับเรือรบผิวน้ำและยุทโธปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องได้รับการซ่อมบำรุงเพื่อให้มีความพร้อมรบ สามารถปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัยและน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะสภาวะแวดล้อมการปฏิบัติการของเรือดำน้ำนั้นนับว่ามีความเสี่ยงอันตราย เนื่องจากต้องปฏิบัติการใต้ท้องทะเลลึกที่มีแรงกดดันอย่างมหาศาล และยากต่อการสนับสนุนการซ่อมบำรุง หากเกิดความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยจากการซ่อมบำรุง นั่นอาจหมายถึงหายนะของเรือดำน้ำที่จะไม่มีวันกลับคืนสู่ผิวน้ำ

1. การเตรียมซ่อมบำรุงเรือดำน้ำพร้อมรบ

การทำให้เรือดำน้ำพร้อมรบของกองทัพเรือ นับตั้งแต่การปลดเรือดำน้ำชุดเรือหลวงมัจฉานุก็เหลือเพียงขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงเรือผิวน้ำเท่านั้น ในขณะที่อู่เรือภาคเอกชนภายในประเทศไม่มีขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำได้เช่นเดียวกัน จึงเป็นความท้าทายในฐานะประเทศผู้ซื้อเรือดำน้ำที่ไม่สามารถผลิตได้เอง ดังนั้นการจัดหาเรือดำน้ำมาปฏิบัติการได้ถือว่ามีความยากยิ่งกว่าการได้รับการอนุมัติโครงการแต่การซ่อมบำรุงรักษาเรือดำน้ำให้มีความพร้อมรบนับว่ามีความยากยิ่งไม่ต่างกันและเป็นความท้าทายขีดความสามารถทางวิศวกรรมอีกครั้งหนึ่งของกองทัพเรือในการซ่อมบำรุงยุทโธปกรณ์ที่มีมูลค่าสูงและเป็นที่จับจ้องของสาธารณชนและประเทศต่าง ๆ เช่น เรือดำน้ำภายใต้สภาวะขีดจำกัดต่าง ๆ ทั้งด้านงบประมาณ เครื่องมือ และสิ่งอำนวยความสะดวก รวมทั้งองค์ความรู้ในเทคโนโลยีใหม่ซึ่งกองทัพเรือในหลายประเทศประสบมาแล้วกองทัพเรือไทยจะก้าวผ่านไปได้อย่างไร การซ่อมบำรุงเรือดำน้ำของกองทัพเรือ จำเป็นต้องบูรณาการหน่วยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งกรมอู่ทหารเรือ กรมสรรพาวุธทหารเรือ กรมอุทกศาสตร์ กรมการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศทหารเรือ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ รวมทั้งหน่วยผู้ใช้เรือ มาทำงานร่วมกันอย่างประสานสอดคล้องและมีประสิทธิภาพในการบริหารการซ่อมบำรุงสูงสุด



2. มารู้จักการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ

เรือดำน้ำทางทหารที่มีใช้ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก หากแบ่งประเภทตามระบบขับเคลื่อนแล้วมี 2 ประเภทหลัก คือ เรือดำน้ำพลังงานนิวเคลียร์ และเรือดำน้ำดีเซลไฟฟ้า สำหรับเรือดำน้ำดีเซลไฟฟ้าได้มีการพัฒนาระบบขับเคลื่อนชนิดไม่ใช้อากาศจากภายนอก สำหรับเรือดำน้ำดีเซล (Air Independent Propulsion : AIP) ซึ่งแบ่งเป็นหลายประเภทแล้วแต่เทคโนโลยีที่ประเทศผู้ผลิตพัฒนา เช่น ระบบ AIP แบบ Closed Cycle Diesel (CCD) ระบบ AIP แบบ Fuel Cell (FC) ระบบ AIP แบบ Stirling สำหรับเรือดำน้ำที่กองทัพเรือจัดหาเป็นเรือดำน้ำดีเซลไฟฟ้าชนิดระบบ AIP แบบ Stirling จากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ชั้น S26T โดยมีขนาดระวางขับน้ำประมาณ 2,600 ตัน ความยาวประมาณ 77 เมตร ดังนั้นการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำจึงจำเป็นต้องอ้างอิงแนวทางจากประเทศผู้ผลิตเป็นหลัก ทั้งนี้แนวทางการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำโดยทั่วไป มีการแบ่งระดับการซ่อมบำรุง (Maintenance Level) เป็น 3 ระดับ ได้แก่ การซ่อมบำรุงระดับผู้ใช้ (O level) การซ่อมบำรุงระดับกลาง (I level) และการซ่อมบำรุงระดับโรงงาน (D level)

การซ่อมจำกัดประจำปีและการซ่อมทำตามระยะเวลาสามารถปฏิบัติได้โดยกำลังพลของกองทัพเรือ โดยทั่วไปการบำรุงรักษาหรือการซ่อมทำอุปกรณ์และเครื่องมือสามารถกระทำได้โดยใช้เครื่องมือและอะไหล่ที่มีในรายการ ในกรณีที่มีอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ชำรุดหรือเสียหายโดยไม่ได้คาดหมายไว้ การแก้ไขปัญหาในช่วงแรกสามารถกระทำได โดยการช่วยเหลือของเจ้าหน้าที่ทางเทคนิคของผู้ผลิต ส่วนการซ่อมคืนสภาพซึ่งมีความซับซ้อนมากขึ้นนั้น การซ่อมบำรุงควรใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ได้รับการปรับปรุงอย่างเหมาะสมแล้วเท่านั้น

ระดับที่ 1 การซ่อมบำรุงโดยผู้ใช้ (O level)

การซ่อมบำรุงโดยผู้ใช้ ด้วยการใช้เครื่องมือและอะไหล่ที่จัดเตรียมไว้ให้ในเรือมาดำเนินการ ซึ่งมีการสำรองเครื่องมือและอะไหล่ไว้ในการซ่อมบำรุงแบบป้องกันและแบบแก้ไข เพื่อให้สามารถกลับมาใช้อุปกรณ์ได้อย่างต่อเนื่อง การซ่อมบำรุงแบบป้องกัน คือ การซ่อมบำรุงตามกำหนดเวลา เพื่อป้องกันความผิดพลาดในขณะที่ชิ้นส่วนอุปกรณ์นั้นทำงาน และเมื่อถึงกำหนดเวลาการใช้งานหรือการคาดหมายจากข้อมูลการใช้งาน การปฏิบัตินั้นจะเป็นการตรวจสอบการทำงานด้วยสายตาและขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ การทำความสะอาด การเปลี่ยนวัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ เช่น ไส้กรอง เป็นต้น การจัดตำแหน่งและการสอบเทียบต่าง ๆ ส่วนการซ่อมบำรุงแก้ไขเป็นการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่หรืออุปกรณ์ที่ชำรุดหลังจากมีการตรวจพบการชำรุดเสียหาย ซึ่งขึ้นอยู่กับทักษะ เครื่องมือ และอะไหล่

ระดับที่ 2 การซ่อมบำรุงระดับกลาง (I level)

การซ่อมบำรุงโดยกองช่าง เป็นการสนับสนุนการซ่อมทำระดับผู้ใช้ในการป้องกันและแก้ไขเมื่อการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำต้องการ เครื่องมือ อะไหล่ อุปกรณ์การทดสอบรวมทั้งทักษะการซ่อมบำรุงที่ไม่มีใช้งานในเรือดำน้ำ รายการเครื่องมือเครื่องใช้อื่น ๆ สามารถร้องขอการสนับสนุนจากโรงงานหรืออู่เรือได้

ระดับที่ 3 การซ่อมบำรุงระดับโรงงาน (D-level)

การซ่อมบำรุงโดยโรงงานหรืออู่เรือจะต้องสามารถสนับสนุนงานซ่อมบำรุงที่เหลือทั้งหมดซึ่งรวมถึงการซ่อมตามระยะเวลาและการซ่อมคืนสภาพ (ยกเว้นการซ่อมทำ PCB, Source Code และ Software)

กิจกรรมหลักของการซ่อมบำรุงระดับโรงงาน (D-level) ซึ่งมีการซ่อมบำรุงตามช่วงเวลาต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

ซ่อมจำกัดประจำปี (Dock Checks)

การซ่อมจำกัดประจำปีต้องดำเนินการในอู่แห้งหรือบนบก (โดยใช้ระบบการยกเรือ) งานหลักในการซ่อมบำรุง เช่น งานภายนอกตัวเรือประกอบด้วย การทำความสะอาด การล้างและขัดทำความสะอาดคราบสนิมเหล็ก และการทาสี ส่วนอุปกรณ์ที่อยู่ใต้แนวน้ำ เช่น ก้อนน้ำหนักถ่วงเรือ ลิ้นน้ำทะเล ใบจักร ใบหางเสือ Horizontal planes ท่อยิงตอร์ปิโด เซ็นเซอร์ของ echo sounder และ log รวมถึง the wet end of sonar เป็นต้น ให้ล้างทำความสะอาดและตรวจสอบบำรุงรักษา ซ่อมทำ หากพบการชำรุดเสียหาย ส่วนอุปกรณ์หรือระบบที่อยู่ในส่วนของตัวเรือเหนือแนวน้ำให้ทำความสะอาด บำรุงรักษา แก้ไขข้อขัดข้องและเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ที่หมดอายุการใช้งาน หากมีลิ้นน้ำทะเลรั่วไหลให้ทำการถอดออกเพื่อตรวจสอบและซ่อมบำรุง

ซ่อมตามระยะเวลา (Minor Overhauls)

การซ่อมตามระยะเวลาจะดำเนินการบำรุงรักษาในอู่เรือประกอบด้วย งานพื้นผิวตัวเรือที่ไม่ใช่ตัวเรือรับแรงกดและงานตัวเรือรับแรงกดด้านใน โดยเป็นการทำความสะอาด การล้างและขัดทำความสะอาดคราบสนิมเหล็ก การทาสี การตรวจสอบ การวัดความหนาของตัวเรือรับแรงกด (ถ้าจำเป็น) การเปลี่ยนแผ่นเหล็กตัวเรือภายนอก (ไม่ใช่ตัวเรือรับแรงกด) นอกจากนั้น ยังมีการตรวจสอบ การรื้อถอนและการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่อยู่ใต้แนวน้ำ เช่น ก้อนน้ำหนักถ่วงเรือ ตรวจสอบร่องรอยการสึกของ stern shaft rubber bearing ทดสอบการผนึกน้ำของท่อยิงตอร์ปิโด และ garbage ejector ส่วนอุปกรณ์ที่อยู่ภายในตัวเรือรับแรงกดให้ตรวจสอบระบบการทำงาน ดังนี้ ระบบหางเสือ ระบบเพลา ระบบ mast ปั๊มต่าง ๆ พัดลม เครื่องอัดอากาศ และ condenser เป็นต้น ทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ที่สภาพไม่ดีและที่หมดอายุการใช้งาน ทำการซ่อมบำรุง และแก้ไขปัญหาที่ตรวจพบ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าอุปกรณ์นั้น ๆ จะมีสถานะพร้อมใช้งานตรงตามคุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิคของอุปกรณ์นั้นเอง ส่วนแบตเตอรี่สามารถทำการรื้อถอนออกจากเรือได้ (ถ้าจำเป็น) ทำความสะอาดและบำรุงรักษาห้องแบตเตอรี่ นำแบตเตอรี่ไปที่โรงงานเพื่อทำการบำรุงรักษาหรือทำการเปลี่ยนชุดแบตเตอรี่ใหม่ (บางส่วน/ทั้งหมด)

ซ่อมคืนสภาพ (Intermediate Overhauls)

การซ่อมคืนสภาพดำเนินการได้ภายใต้การติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมจากอู่เรือที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว โดยการตรวจสอบให้ครอบคลุมและทดสอบตัวเรือ การซ่อมทำหรือการเปลี่ยนตัวเรือที่ไม่ได้รับแรงกด การเชื่อมประสานพื้นที่ที่มีการกัดกร่อนสูงให้มีความแข็งแรงมากขึ้น นำอุปกรณ์หลักขึ้นจากเรือ โดยบางส่วนของอุปกรณ์จะถูกส่งกลับไปที่โรงงานผู้ผลิตสำหรับการบำรุงรักษาโดยเฉพาะ หลังจากการซ่อมคืนสภาพแล้ว อุปกรณ์นั้น ๆ จะมีสถานะพร้อมใช้งานตรงตามคุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิคของอุปกรณ์นั้นเอง โดยอุปกรณ์ที่ไม่สามารถซ่อมบำรุงได้ด้วยราคาค่าใช้จ่ายที่สมเหตุสมผล ให้ดำเนินการเปลี่ยนด้วยอุปกรณ์ชุดใหม่ ทำการรื้อและตรวจสอบใบหางเสือและระบบเพลา ทำการเปลี่ยน rubber bearings และทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ที่สภาพไม่ดีและที่หมดอายุการใช้งาน โดยอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ทำการซ่อมบำรุงจะต้องผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ก่อนที่จะนำไปติดตั้งในเรือดำน้ำ และจะมีขั้นตอนการ HAT และ SAT ในการซ่อมคืนสภาพทุกครั้ง

3. สิ่งสนับสนุนเรือ การซ่อมบำรุง และที่จอดเรือดำน้ำ

เรือดำน้ำเป็นยุทโธปกรณ์ที่มีคุณค่าทางยุทธการสูง และใช้งบประมาณในการจัดหาจำนวนมาก นอกจากนี้ยังใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ในระดับสูง จึงมีความจำเป็นต้องได้รับการบำรุงรักษาและเตรียมความพร้อมของเรือ ตลอดจนกำลังพลประจำเพื่อการออกปฏิบัติภารกิจอย่างดี จึงจำเป็นต้องมีสิ่งอำนวยสะดวกและการสนับสนุนการซ่อมบำรุง ฐานทัพ และท่าจอดเรือ ที่มีคุณลักษณะเหมาะสม ดังนี้

3.1 ระบบสนับสนุนเรือดำน้ำ

3.1.1 ทั่วไป

ระบบสนับสนุนบนฝั่งต้องสามารถให้การสนับสนุนทุกอย่างที่จำเป็นสำหรับเรือดำน้ำและกำลังพลประจำเรือในระหว่างการจอดเทียบท่าและสามารถเตรียมการปฏิบัติภารกิจได้เป็นอย่างดี

3.1.2 ฐานทัพ

- การสร้างฐานทัพเรือดำน้ำและงบประมาณสนับสนุนต้องเพียงพอต่อการให้การสนับสนุนเรือดำน้ำและกำลังพลประจำเรือเมื่ออยู่ที่ท่าเรือ
- สามารถให้การสนับสนุนสิ่งจำเป็นก่อนการออกเรือได้ทั้งหมด เพื่อให้เรือสามารถปฏิบัติภารกิจได้
- เมื่อกลับจากการออกทะเล ฐานทัพต้องสามารถเผชิญต่อความต้องการทั้งหลายของเรือดำน้ำที่อาจเกิดขึ้นได้
- สามารถสนับสนุนการซ่อมบำรุงตามวงรอบและพัสดุถึงวงรอบการซ่อมทำระดับที่ 2
- ฐานทัพจำเป็นต้องมีความปลอดภัยทางด้านภูมิศาสตร์ มีการตรวจการณ์และควบคุมรอบพื้นที่ฐานทัพและเรือดำน้ำ

3.1.3 โครงสร้างระบบสนับสนุน

ฐานทัพเรือดำน้ำต้องสามารถสนับสนุนทั้งเรือดำน้ำและประจำเรือ ซึ่งมีงานหลักที่ต้องดำเนินการ ดังนี้

- การรักษาความปลอดภัยสำหรับระบบสนับสนุนและเรือดำน้ำ ทั้งในแง่ของสถานที่และการใช้กำลังทหาร
- ระบบสนับสนุนกำลังพลประจำเรือ
- ระบบสนับสนุนเรือดำน้ำ

3.1.4 การรักษาความปลอดภัยด้านสถานที่และกำลังทหาร

ฐานทัพต้องมีมาตรการการรักษาความปลอดภัยทั้งการจัดสร้างสถานที่และการใช้กำลังทหาร สำหรับอาคารสถานที่ พื้นที่น้ำใกล้เคียง และเรือดำน้ำตามภูมิศาสตร์ของฐานทัพ โดยอยู่บนพื้นฐานที่ว่าประจำเรือไม่สามารถรักษาความปลอดภัยได้ และเมื่อจอดเทียบท่า เรือดำน้ำจะมีความเสี่ยงต่อการถูกทำลายได้ ดังนั้นจะต้องจัดให้มีการรักษาความปลอดภัยที่เชื่อถือได้ รวมทั้งการควบคุมการผ่านเข้าออกที่มีประสิทธิภาพเพื่อหลีกเลี่ยงการโจมตีต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

3.1.5 ระบบสนับสนุนประจำเรือ

ระบบสนับสนุนกำลังพลประจำเรือต้องครอบคลุมสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้

3.1.5.1 บ้านพักและสิ่งบริการกำลังพล

- ที่พักอาศัยสำหรับกำลังพลประจำเรือ เจ้าหน้าที่ รวมทั้งบุคลากรของฐานทัพและโรงเรียน
- ห้องอาหาร ห้องครัว ห้องเตรียมอาหาร อุปกรณ์ทำความสะอาด ระบบกำจัดของเสีย
- สถานที่พักผ่อนและประชุม ห้องมัลติมีเดีย ห้องสมุด ฯลฯ
- สนามกีฬา สระว่ายน้ำ ห้องออกกำลังกาย สนามยิงปืน ฯลฯ
- บริการตัดผม บริการซักรีดและตัดเย็บเสื้อผ้า บริการซ่อมรองเท้า ฯลฯ

3.1.5.2 บริการทั่วไป

- สถานที่ทำงานและที่อยู่สำหรับกำลังพลประจำเรือเมื่อเรือจอดเทียบท่า
- ระบบสนับสนุนงานบริหารของเรือดำน้ำ (งานธุรการ บันทึกบุคลากร เป็นต้น)
- บริการด้านสุขภาพ โดยมีโรงพยาบาลที่สามารถรองรับการตรวจสุขภาพตามระยะเวลาของการปฏิบัติภารกิจในเรือดำน้ำได้
- การให้การปรึกษาและคำแนะนำด้านอาชีพและด้านกฎหมายแก่กำลังพลประจำเรือ
- ไปรษณีย์และโทรศัพท์ ตลาด ศาสนสถาน

3.1.6 ระบบสนับสนุนเรือดำน้ำ

ระบบสนับสนุนเรือดำน้ำต้องครอบคลุมสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

3.1.6.1 การนอนอู่และการบริการที่เกี่ยวข้อง

การนอนอู่สำหรับเรือดำน้ำ มีลักษณะเช่นเดียวกับเรือผิวน้ำ ได้แก่ การนอนอู่ในอู่แห้ง การนอนอู่ในอู่ลอย และการนอนอู่ด้วยระบบชานยกเรือ

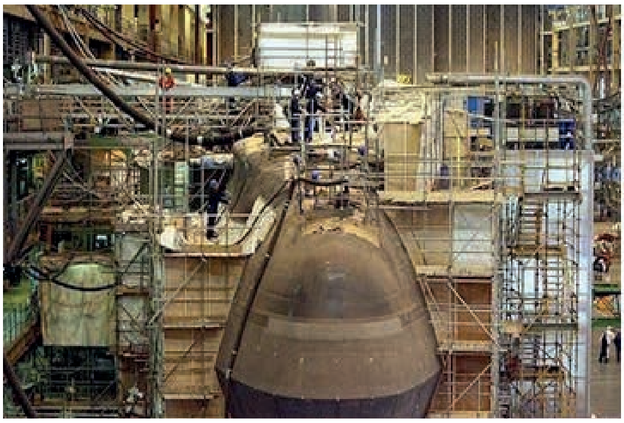
การนอนอู่ของเรือดำน้ำจำเป็นจะต้องมีสิ่งต่อไปนี้

- อู่ที่มีระดับน้ำลึกเพียงพอและมีโครงสร้างที่สามารถให้การสนับสนุนการปฏิบัติงาน เช่น การถ่ายถังอับเฉา การทดลองระบบขับเคลื่อน การทดสอบท่อตอร์ปิโด เป็นต้น
- ร่องน้ำสำหรับการนอนอู่และบันไดขึ้นลงเรือ
- ทุ่นลอยป้องกันการรั่วไหลของสารและวัสดุ
- พื้นที่สะดวกเหมาะสำหรับการทำงาน การจัดเก็บและขนย้ายวัสดุ
- เครนและยานพาหนะสำหรับการขนย้ายสิ่งของ ตลอดจนการขนส่งตอร์ปิโดและอุปกรณ์อื่น ๆ
- ช่องต่อ/ช่องทิ้ง สำหรับระบบบำรุงรักษาและประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ น้ำดื่ม น้ำกลั่น ลมกำลังดันสูง เชื้อเพลิง ไฟฟ้ากระแสสลับ และการสื่อสาร
- ช่องทางติดต่อไปยังสถานีควบคุมกลาง
- คลังสำหรับวัสดุจากที่นำขึ้นจากเรือเพื่อการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ
- อุปกรณ์พิเศษสำหรับการบรรจุตอร์ปิโดและทุ่นระเบิด
- นั่งร้านสำหรับการทำงานบนเสาและโครงสร้างเหนือแนวน้ำ
- ระบบอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับอู่ เช่น การควบคุมการเข้าออก การรักษาความปลอดภัย

3.1.6.2 ระบบสนับสนุนการซ่อมบำรุง

สำหรับการซ่อมบำรุงงานเฉพาะเรือดำน้ำ ต้องประกอบด้วยโรงงานต่อไปนี้

- โรงงานไฟฟ้าซึ่งมีขีดความสามารถรองรับการประจุไฟฟ้าและบำรุงรักษาแบตเตอรี่ การสอบเทียบเบรกเกอร์ วงจรไฟฟ้า การผลิตน้ำกลั่นสำหรับแบตเตอรี่ เป็นต้น
- โรงงาน Optics ที่มีขีดความสามารถรองรับการซ่อมบำรุงกล้อง periscopes และอุปกรณ์ EO
- โรงงานสำหรับอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์
- โรงงานสำหรับเซ็นเซอร์และ Actuator ใต้น้ำ พร้อมถังทดสอบกำลังดัน
- โรงงานอาวุธ รองรับการเตรียมตอร์ปิโดและทุ่นระเบิด สำหรับใช้ฝึกและใช้จริง ตลอดจนการศึกษาข้อมูลฝึก
- ศูนย์ซ่อมบำรุงรองรับการปฏิบัติภารกิจและการจัดการอื่น ๆ ตามจำเป็น




โรงงานและศูนย์อื่น ๆ สำหรับการซ่อมบำรุงเครื่องกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป อาวุธปล่อย อาวุธประจำกาย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ งานสี ฯลฯ สามารถใช้ร่วมกับโรงงานที่มีใช้สำหรับเรือผิวน้ำอยู่แล้วได้ อย่างไรก็ตามในกรณีที่ไม่มีโรงงานดังกล่าว ควรมีการสร้างโรงงานขึ้นใหม่

3.1.6.3 การเตรียมเสบียง

เสบียงต้องจัดหาให้เพียงพอต่อความจำเป็นของเรือดำน้ำ

- อาหาร การลาดตระเวนระยะยาวต้องใช้อาหารแบบกึ่งปรุงเสร็จ ง่ายต่อการเตรียมอาหาร ง่ายต่อการย่อย และไม่ทำให้เกิดขยะมาก นอกจากนี้ต้องจัดให้มีสถานที่สำหรับเตรียมอาหาร เก็บรักษา และขนย้าย
- เชื้อเพลิง น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น สารหัวเชื้อ สารเริ่มเดินเครื่อง สารทำความเย็น ฯลฯ
- อะไหล่และพัสดุ ครอบคลุมถึงพัสดุที่ต้องการทั้งหมดสำหรับการซ่อมบำรุง รวมทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ทำความสะอาด
- พัสดุอื่น ๆ เช่น อุปกรณ์ดูดซับก๊าซ CO_2 อุปกรณ์ผลิตก๊าซ O_2 อุปกรณ์ส่องสว่าง และสัญญาณเป้าลวงเรือดำน้ำ เป็นต้น

เนื่องจากลักษณะเฉพาะของเสบียงเหล่านี้ ฐานทัพเรือดำน้ำต้องเป็นทั้งจุดรับและกระจายเสบียง ในกรณีของเสบียงอื่น ๆ เช่น เชื้อเพลิง หรือเครื่องมือ อาจจะจัดส่งผ่านสายงานพัสดุปกติได้

3.1.7 ระบบสนับสนุนอื่น ๆ

- การเคลื่อนย้ายเรือดำน้ำต้องใช้เรือลากจูงสำหรับเรือดำน้ำโดยเฉพาะ
- ระบบนำเรือขึ้นลงอู่แห้ง
- เครื่องมือซ่อมบำรุง และควบคุมคุณภาพงานซ่อมบำรุง
- ILS การสำรองอะไหล่
- การตรวจสอบควบคุมฝีมือช่าง
- งบประมาณการซ่อมบำรุง
- ระบบสนับสนุนเรือในท่าเรือ (น้ำจืด ไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ น้ำดับเพลิง กำจัดของเสีย)

4. แนวทางการเตรียมซ่อมบำรุงเรือดำน้ำให้พร้อมรบ

การซ่อมบำรุงเรือดำน้ำของกองทัพเรือ โดยกรมอู่ทหารเรือจะเป็นหน่วยหลักในการซ่อมบำรุงเรือ ทั้งนี้กรมอู่ทหารเรือมีภารกิจหลักในการซ่อมและสร้างเรือสนับสนุนกองทัพเรือ โดยมีอู่ซ่อมเรือจำนวน 3 อู่ คือ อู่ทหารเรือธนบุรี (อธบ.อร.) อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า (อจปร.อร.) และอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช (อรม.อร.) ซึ่งมีขีดความสามารถ กำลังพล และเครื่องมือพร้อมสิ่งสนับสนุนในการซ่อมทำเรือผิวน้ำของกองทัพเรือขนาดต่าง ๆ จนถึงเรือบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ โดยอู่ซ่อมทำเรือทั้ง 3 อู่ ล้วนมีที่ตั้งอยู่ฝั่งด้านอ่าวไทย งานซ่อมบำรุงหลักต่าง ๆ จึงทำได้เฉพาะฝั่งอ่าวไทยเท่านั้น ส่วนฝั่งทะเลอันดามัน กองโรงงาน ฐานทัพเรือพังงา ทัพเรือภาคที่ 3 อยู่ระหว่างการพัฒนาให้สามารถซ่อมบำรุงเรือได้เพิ่มมากขึ้น เช่น โครงการสร้าง Slipway แต่หากกองทัพเรือมีนโยบายให้เรือดำน้ำไปปฏิบัติการในพื้นที่ดังกล่าวก็มีความจำเป็น

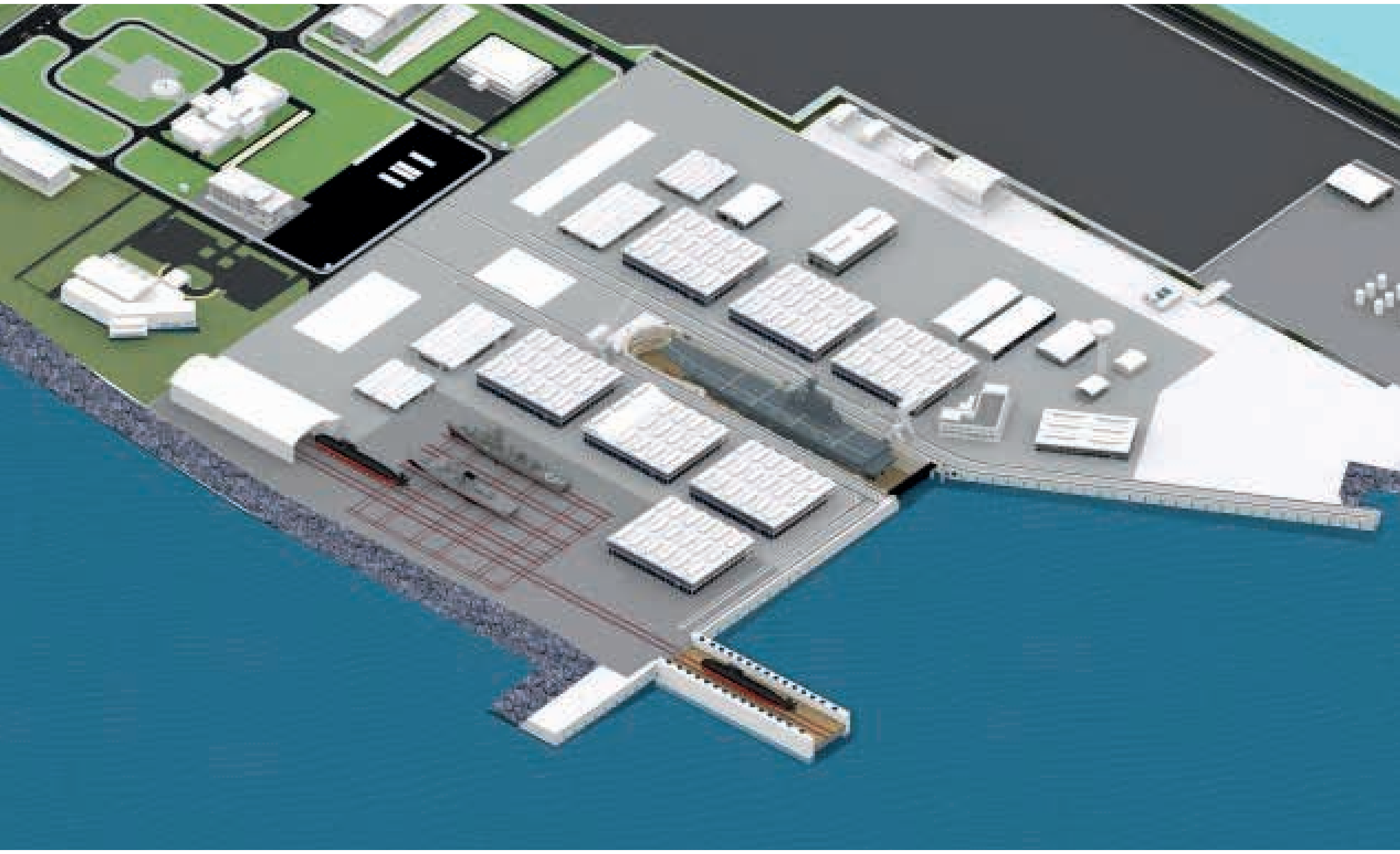
ต้องเพิ่มขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำใน ฝั่งทะเลอันดามัน ทั้งนี้ต้องพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสมมากกว่า ฐานทัพเรือพังงา เนื่องจากมีปัจจัยจำกัดหลายประการ สำหรับฝั่งอ่าวไทยเมื่อพิจารณาจากภูมิศาสตร์ สมุทรศาสตร์ และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ แล้ว อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช เป็นอู่แห่งเดียวของกรมอู่ทหารเรือที่มีที่ตั้งอยู่ติดทะเล มีร่องน้ำลึก มีการจราจรทางน้ำที่ไม่พลุกพล่าน ใกล้กับฐานทัพเรือหลักของกองทัพเรือ คือ ฐานทัพเรือสัตหีบเป็นที่ตั้งของกองเรือดำน้ำ ทำให้เรือดำน้ำสามารถเดินทางเข้ารับการซ่อมทำได้อย่างสะดวกและปลอดภัย นอกจากนี้แล้ว หากพิจารณาจากชื่ออู่ นับว่ามีความเหมาะสมอย่างยิ่ง ด้วยพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมพระราชทานชื่อ "อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช" จากพระนามของ จอมพลเรือ สมเด็จพระมหิตลาธิเบศร อดุลยเดชวิกรม พระบรมราชชนก เมื่อครั้งดำรงพระอิสริยยศเป็นสมเด็จเจ้าฟ้ามหิดลอดุลยเดช

จอมพลเรือ สมเด็จพระมหิตลาธิเบศร อดุลยเดชวิกรม พระบรมราชชนก ทรงสำเร็จการศึกษาวิชาการทหารเรือจากประเทศเยอรมนี ทรงมีความรู้เรื่องเรือดำน้ำเป็นอย่างดี และกล่าวได้ว่าทรงเป็นพระองค์เดียวในเมืองไทยสมัยนั้นที่มีความรู้เกี่ยวกับเรือดำน้ำ พระองค์ทรงสนพระทัยในวิชาการเรือดำน้ำเป็นพิเศษ ทรงได้รับรางวัลที่ 1 ในการออกแบบเรือดำน้ำ ระหว่างที่ทรงศึกษาอยู่ที่เยอรมนี และตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 หากใช้อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดชเป็นอู่ซ่อมเรือดำน้ำ จะเป็นการเทิดพระเกียรติในพระอัจฉริยภาพของพระองค์ท่านด้วย อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดชจึงมีความเหมาะสมในการซ่อมทำเรือดำน้ำของกองทัพเรือ การเตรียมการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำจำเป็นต้องเตรียมการให้พร้อม ซึ่งหากแบ่งการเตรียมความพร้อมทั่วไปตามแนวทางการทหาร คือ การเตรียมความพร้อมด้านองค์วัตถุ การเตรียมความพร้อมด้านองค์ยุทธวิธี เมื่อพิจารณาแล้วมีสิ่งต่าง ๆ ที่กองทัพเรือจำเป็นต้องเร่งดำเนินการ เพื่อให้มีความพร้อมในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำเมื่อเรือขึ้นระวางประจำการ อันจะส่งผลให้เรือมีขีดความสามารถในการปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่อง ปลอดภัย เพราะหากกองทัพเรือไปเริ่มดำเนินการเตรียมการซ่อมบำรุงเมื่อเรือดำน้ำขึ้นระวางประจำการแล้ว อาจไม่สามารถซ่อมบำรุงเรือดำน้ำได้ เนื่องจากเครื่องมือ สิ่งสนับสนุนต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้งบประมาณและระยะเวลาในการดำเนินการ ทั้งนี้มีสิ่งต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องได้รับการดำเนินการที่สำคัญ ดังนี้

การเตรียมความพร้อมด้านองค์วัตถุ

ระบบการนำเรือดำน้ำขึ้นนอนอู่

อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช มีเรือขนาดใหญ่ที่มีคุณค่าทางยุทธการสูงในความรับผิดชอบซ่อมทำมากกว่า 23 ลำ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมที่เริ่มเปิดอู่ที่มีเรือเพียง 18 ลำ โดยมีอู่แห้งเพียง 1 อู่ ที่ต้องรองรับเรือเฉลี่ยปีละมากกว่า 6 ลำ นอกจากนี้ในอนาคตอันใกล้เรือฟริเกตสมรรถนะสูงจะขึ้นระวางประจำการ และอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช ยังมีภารกิจสร้างเรือที่ต้องประกอบตัวเรือในอู่แห้ง จะเห็นได้ว่าปัจจุบันอู่แห้งของอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช มีความหนาแน่นในการรองรับเรือมาก และต้องซ่อมบำรุงตามสภาพตามอายุการใช้งาน นอกจากนี้อู่เรือเอกชนภายในประเทศยังไม่มีขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงระบบต่าง ๆ ในเรือขนาดใหญ่ของกองทัพเรือได้พร้อมกัน การซ่อมบำรุงเรือดำน้ำเป็นยุทโธปกรณ์ในทางลับจึงไม่ควรนำเข้าซ่อมในอู่เรือของเอกชน รวมทั้งการนำไปซ่อมทำยังประเทศผู้ผลิตทุกครั้งก็จะสิ้นเปลืองงบประมาณสูงและสูญเสียเวลาและโอกาสในการใช้เรืออีก ในอนาคตที่เรือดำน้ำต้องเข้ารับซ่อมทำที่อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช โดยใช้อู่แห้ง จะมีผลกระทบต่อแผนการซ่อมเรือของอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดชเป็นอย่างยิ่ง นั่นย่อมหมายถึงกระทบต่อแผนการใช้เรือขนาดใหญ่ที่มีคุณค่าทางยุทธการสูงในการปกป้องและรักษาผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเลของกองทัพเรืออย่างหลีกเลี่ยงมิได้



ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบการนอนอู่ของเรือดำน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งมีหลายรูปแบบที่ใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ ชานยกเรือ (shiplift) อู่ลอย (floating drydock) และ อู่แห้ง (graving Dock) รวมทั้งการสร้างโรงซ่อมบำรุงเรือดำน้ำและลานซ่อมบำรุงเรือผิวน้ำขนาดใหญ่ ที่ผ่านมากรมอู่ทหารเรือได้ศึกษาข้อมูลเปรียบเทียบ รวมทั้งรวบรวมข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิตเรือดำน้ำ การศึกษาข้อมูลด้านอุทกศาสตร์ ธรณีวิทยา ความปลอดภัยในการนำเรือนอนอู่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นให้มากที่สุด นอกจากนี้ยังควรพิจารณาให้ระบบการนอนอู่นี้ สามารถใช้ประโยชน์ในการซ่อมและสร้างเรือผิวน้ำได้ด้วย ก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อองค์รวมในการเตรียมความพร้อมกำลังทางเรือของกองทัพเรือและเสริมสมุททานุภาพให้ประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจให้ได้ข้อสรุปที่ดีที่สุดสำหรับการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ ซึ่งจะส่งผลในระยะยาวต่อการซ่อมบำรุงเรือของกรมอู่ทหารเรือและกองทัพเรือ ทั้งนี้การจัดหาระบบการนอนอู่ถือเป็นโครงการที่มีความสำคัญและมีมูลค่าสูง รวมทั้งส่งผลกระทบในระยะยาว เมื่อสร้างไปแล้วจะต้องใช้ไปอีกนานไม่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นแบบอื่นได้โดยง่าย จึงได้มีการศึกษาและพิจารณาเปรียบเทียบของระบบการนอนอู่ทั้ง 3 แบบ ในการใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจไว้ดังนี้

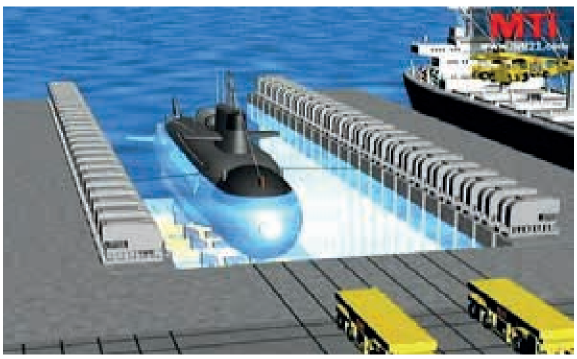
ชานยกเรือ (Shiplift)

ข้อดี

- ทำงานได้รวดเร็วมากเมื่อเทียบกับอู่เรือประเภทอื่น เมื่อมีข้อแก้ไขในการนั่งหมอนสามารถแก้ไขนำขึ้นลงได้อย่างรวดเร็ว
- สามารถเคลื่อนย้ายเรือไปบริเวณลานซ่อมเรือได้ง่าย
- สามารถปรับมุมเอียงให้เหมาะกับสภาพของเรือได้
- สามารถรับเรืออื่นขึ้นซ่อมบำรุงได้อีก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่บนลานซ่อมเรือบนบก
- บุคลากรในการควบคุมใช้งานน้อย

ข้อเสีย

- ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง
- ต้องการอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีสูง
- เป็นโครงสร้างถาวรไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้
- มีอุปสรรคในการขุดลอกบริเวณใต้แคร่ยกเรือ



อู่ลอย (Floating Drydock)

ข้อดี

- สามารถเคลื่อนย้ายได้
- การเคลื่อนย้ายเรือจากอู่แห้งมาบนบก หรือการนำเรือบนบกมาเข้าอู่ลอยสามารถทำได้ง่าย
- สามารถใช้กับเรือที่มีความยาวมากกว่าอู่ลอยได้
- สามารถเคลื่อนย้ายเพื่อทำการขุดลอกพื้นที่บริเวณอู่ลอยได้
- ใช้พื้นที่บนบกน้อย
- สามารถย้ายไปบริเวณน้ำลึก เพื่อยกเรือแล้วเคลื่อนย้ายมาบริเวณหน้าท่าที่น้ำตื้นได้
- สามารถขยายความยาวอู่ลอยได้ง่าย

ข้อเสีย

- มีค่าบำรุงรักษาสูงมาก ทั้งในระบบปั๊มน้ำและโครงสร้างของอู่ลอย
- ข้อจำกัดในการเคลื่อนย้ายวัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของเครนที่ติดตั้ง
- ได้รับผลกระทบจากคลื่นทะเล
- ต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการซ่อมบำรุงอู่ลอยซึ่งเปรียบเสมือนเรือขนาดใหญ่
- การใช้งานต้องใช้ความชำนาญสูงในการปรับแต่ง
- ต้องระมัดระวังหากมีน้ำรั่วไหลเข้าอาจจมได้ จึงต้องมีการเฝ้าระวังเช่นเดียวกับเรือผิวน้ำ
- มีอายุการใช้งาน เมื่อถึงกำหนดเช่นเดียวกับเรือผิวน้ำ

อู่แห้ง (Graving Dock)

ข้อดี

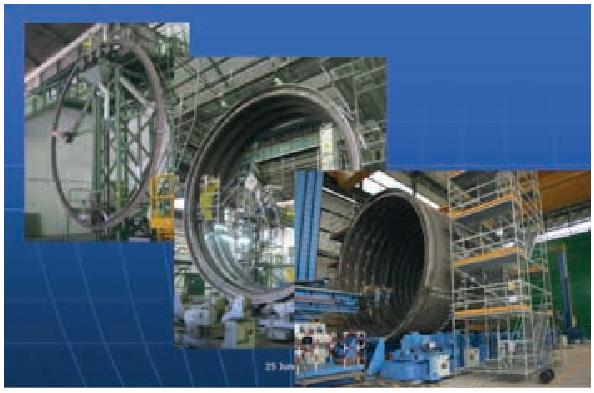
- อายุการใช้งานยาวนาน
- ค่าบำรุงรักษาตัวอู่แห้งต่ำ
- สามารถสร้างให้มีขนาดเท่าที่ต้องการได้โดยไม่มีข้อจำกัด
- ไม่มีผลกระทบจากคลื่น
- สามารถติดตั้งประตูกั้นอู่แห้งเพื่อแบ่งพื้นที่การทำงานได้

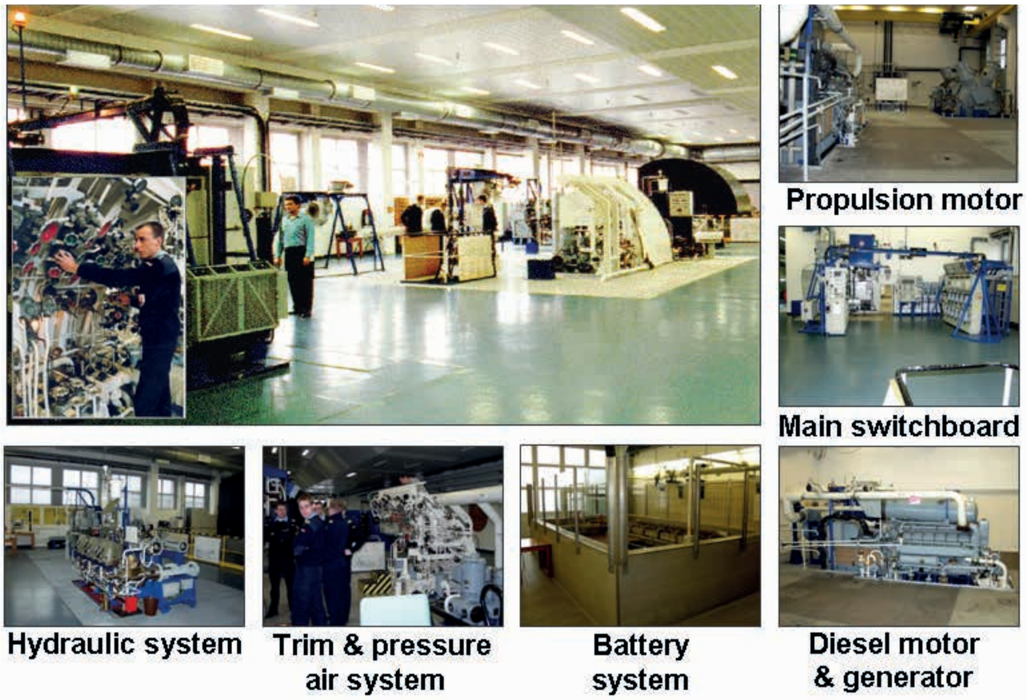
ข้อเสีย

- ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง
- ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้
- ยากแก่การนำวัสดุ อุปกรณ์ และแรงงาน เข้าไปทำงานเนื่องจากพื้นที่ทำงานอยู่ต่ำกว่าพื้นปกติ
- แสงและการระบายอากาศไม่ดี เนื่องจากเป็นการทำงานในพื้นที่ที่เป็นบ่อลึก
- การขยายขนาดของอู่ทำได้ยาก
- ไม่สามารถเคลื่อนย้ายเรือออกจากอู่แห้งมาบริเวณอื่น เช่น ลานซ่อมเรือได้
- ทำงานได้ช้าโดยเฉพาะเมื่ออู่มีขนาดใหญ่

เครื่องมือ อุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกสนับสนุนการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ

เครื่องมือ อุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวกสนับสนุนการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ ทางบริษัทผู้ผลิตจะส่งมอบให้พร้อมกับเรือ บางส่วนสามารถใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกสนับสนุนการซ่อมบำรุงเรือผิวน้ำที่มีอยู่แล้วได้ ทั้งนี้ยังมีบางส่วนที่บริษัทผู้ผลิตเรือดำน้ำได้สำรวจและเสนอให้กองทัพเรือต้องจัดหาเพิ่มเติม เพื่อให้กองทัพเรือมีขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำได้ สำหรับเครื่องมือขนาดใหญ่หรือใช้เทคโนโลยีและองค์ความรู้สูงที่บริษัทผู้ผลิตไม่เปิดเผยข้อมูลนั้นยังจำเป็นต้องนำเรือไปซ่อมบำรุงจากบริษัทผู้ผลิต





การเตรียมความพร้อมด้านองค์ยุทธวิธี

การเตรียมความพร้อมทางด้านยุทธวิธีในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ เริ่มตั้งแต่การกำหนดแนวความคิดในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำจำเป็นต้องได้รับการถ่ายทอดจากประเทศผู้ผลิตแล้วนำปรับให้เหมาะสมกับสภาวะของกองทัพเรือ แต่ต้องดำรงการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำให้เป็นไปตามวงรอบและมาตรฐานของประเทศผู้ผลิต ทั้งนี้เนื่องจากหน่วยงานและองค์กรในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำของกองทัพเรือแตกต่างจากประเทศผู้ผลิตที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยี กองทัพเรือจำเป็นต้องบูรณาการการปฏิบัติงานร่วมกันของหน่วยที่เกี่ยวข้องให้มีการปฏิบัติงานที่ประสานสอดคล้องกัน มีความเข้าใจในการปฏิบัติและการวางแผนการซ่อมบำรุง การบริหารงบประมาณและอะไหล่พัสดุ การส่งกำลังบำรุงที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้สามารถซ่อมบำรุงเรือได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว มีคุณภาพ ปลอดภัย และมีความน่าเชื่อถือในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้สิ่งที่ต้องเตรียมการ ได้แก่

- การแบ่งงานการซ่อมบำรุง ระดับที่ 2 การซ่อมบำรุงระดับกลาง (I level) ระดับที่ 3 การซ่อมบำรุงระดับโรงงาน (D-level) ระหว่างหน่วยผู้ใช้เรือ และหน่วยเทคนิคต่าง ๆ ให้มีความชัดเจนเพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์ทุกชิ้นในเรือดำน้ำได้รับการซ่อมบำรุงอย่างถูกวิธีและครอบคลุม

- การบริหารการวางแผนการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำร่วมกันระหว่างหน่วยเทคนิคและหน่วยผู้ใช้เรือ

- แนวทางการบริหารงบประมาณในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำประจำปีให้หน่วยเทคนิค และหน่วยผู้ใช้เรือได้อย่างครบถ้วนและมีประสิทธิภาพ

- การเสนอขอและปรับโครงสร้างหน่วย อัตรากำลังพล เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ

- การกำหนดมาตรฐานงานซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ

- การวางแผนการจัดการความรู้ (KM) การซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ

ระดับการซ่อมบำรุง	หน่วย : ซ่อมบำรุง
ระดับที่ 1 การซ่อมบำรุงโดยผู้ใช้ (O level)	หน่วยผู้ใช้เรือ
ระดับที่ 2 การซ่อมบำรุงระดับกลาง (I level)	หน่วยผู้ใช้เรือหรือหน่วยเทคนิค
ระดับที่ 3 การซ่อมบำรุงระดับโรงงาน (D-level) - ซ่อมจำกัดประจำปี (Dock Checks) - ซ่อมตามระยะเวลา (Minor Overhauls) - ซ่อมคืนสภาพ (Intermediate Overhauls)	หน่วยเทคนิค

การเตรียมความพร้อมด้านองค์บุคคล

องค์บุคคลนับเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่ามากที่สุด กองทัพเรือได้ว่างเว้นการมีเรือดำน้ำประจำการมานานในการจัดหาเรือดำน้ำครั้งนี้ กองทัพเรือได้วางแผนเตรียมกำลังพลรองรับเรือดำน้ำ โดยได้ส่งบุคลากรจากหน่วยงานต่าง ๆ ไปฝึกอบรมหลักสูตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรือดำน้ำ รวมทั้งที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ เช่น การฝึกอบรมเรือดำน้ำชั้น206จากประเทศสหพันสาธารณรัฐเยอรมนีซึ่งนับได้ว่าเป็นบุคลากรที่มีความรู้เกี่ยวกับเรือดำน้ำของกองทัพเรือ แต่กระนั้นการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำจากประเทศผู้ผลิตต่าง ๆ ก็มีความแตกต่างกันตามหลักนิยมและแนวความคิดในการออกแบบเรือดำน้ำ สำหรับเรือดำน้ำจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนก็เฉกเช่นกัน จึงได้มีการกำหนดให้กองทัพเรือส่งบุคลากรไปรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำในสาขาต่าง ๆ จากประเทศผู้ผลิตไว้แล้ว ดังนั้นหน่วยที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องเตรียมคัดเลือกบุคลากรและเตรียมพื้นฐานความรู้ในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำไว้ เพื่อส่งไปรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ ซึ่งจะเป็นบุคลากรที่จะกลับมาพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้ในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำให้แก่กองทัพเรือต่อไป และในระยะยาวกองทัพเรือจำเป็นต้องมีการพัฒนา สร้างและรักษาบุคลากรในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำให้มีความต่อเนื่อง ทั้งการส่งบุคลากรไปอบรมยังต่างประเทศ การเปิดหลักสูตรการอบรมภายในประเทศ การกำหนดหัวข้อเพิ่มเติมในหลักสูตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการกำหนดและทดสอบมาตรฐานความรู้ทักษะฝีมือช่างที่ซ่อมบำรุงเรือดำน้ำจะต้องผ่านการรับรองเพื่อให้เกิดความมั่นใจในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ การสร้างแรงจูงใจ และสิทธิกำลังพลที่เกี่ยวข้องในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำก็จำเป็นต้องนำมาพิจารณาเพื่อรักษาบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถไว้ในหน่วยงาน

"ธรรมดามีเรือแล้วต้องซ่อมได้เอง เป็นหลักของยุทธศาสตร์ ถ้าซ่อมไม่ได้เองก็ไม่ควรจะมี"

พระดำรัสของ
พลเรือเอก พระเจ้าบรมวงศ์เธอ พระองค์เจ้าอาภากรเกียรติวงศ์
กรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์
เจ้ากรมอู่ทหารเรือ ลำดับที่ 7

บทสรุป

การซ่อมบำรุงเรือดำน้ำหากกองทัพเรือไม่สามารถซ่อมทำเองได้แล้ว จะต้องว่าจ้างเอกชนซึ่งต้องเป็นบริษัทต่างประเทศ เพราะภาคเอกชนในประเทศไทยยังไม่มีขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงเรือประเภทนี้ ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาที่สูงมาก และยังไม่มีความมั่นคงทางยุทธศาสตร์ เนื่องจากเรือดำน้ำโดยทั่วไปถือว่าเป็นความลับสุดยอด ดังพระดำรัสข้างต้น เมื่อกองทัพเรือมีเรือดำน้ำประจำการแล้ว กรมอู่ทหารเรือจะต้องเป็นหน่วยเทคนิคหลักที่รับผิดชอบการซ่อมบำรุงเรือของกองทัพเรือ จะต้องมีขีดความสามารถในการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำให้ได้เองมากที่สุด รวมทั้งหน่วยเทคนิคที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจากการพิจารณาให้อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช เป็นหน่วยซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ กรมอู่ทหารเรือจะเตรียมการในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาโครงสร้างหน่วยงาน กำลังพล เครื่องมือ อุปกรณ์ และสิ่งสนับสนุนต่าง ๆ เพื่อรองรับการซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเรือดำน้ำ รวมทั้งการบูรณาการบริหารการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำร่วมกับหน่วยเทคนิคต่าง ๆ และหน่วยผู้ใช้เรือในระยะแรกที่กองทัพเรือยังไม่มีประสบการณ์หรือการเตรียมการยังไม่สมบูรณ์ จำเป็นต้องว่าจ้างต่างประเทศซ่อมทำไปก่อน แล้วจึงถ่ายทอดเทคโนโลยีการซ่อมทำให้ เพื่อดำเนินซ่อมทำเองให้ได้ นอกจากนี้การซ่อมบำรุงเรือดำน้ำต้องมุ่งเน้นการซ่อมบำรุงในระดับผู้ใช้ การซ่อมบำรุงตามวงรอบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจและความปลอดภัยในการปฏิบัติภารกิจและลดระยะเวลาในการซ่อมทำระดับโรงงาน

การเตรียมการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำให้พร้อมรบของกองทัพเรือ ให้มีประสิทธิภาพและประสบผลสำเร็จ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการสนับสนุนจากทุกภาคส่วนของกองทัพเรือ หรือทุกภาคส่วนในประเทศไทยจะต้องร่วมมือร่วมใจกัน รวมทั้งมีความภาคภูมิใจร่วมกันด้วย จึงจะสามารถดูแลรักษาเรือดำน้ำไว้เป็นพลังอำนาจแห่งชาติได้เช่นเดียวกับประเทศอื่น ๆ ที่มีเรือดำน้ำประจำการ

บรรณานุกรม

คณะทำงานศึกษาและเตรียมข้อมูลการจัดหาเรือดำน้ำกรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ. <u>รายงานผลการศึกษาและเตรียมข้อมูลการจัดหาเรือดำน้ำ</u>, [ม.ป.ท.], 2553.

คณะทำงานโครงการพัฒนาขีดความสามารถของกรมอู่ทหารเรือ ในการสร้างเรือฟริเกตและเตรียมการซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ. <u>รายงานผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาขีดความสามารถของกรมอู่ทหารเรือในการสร้างเรือฟริเกต และซ่อมบำรุงเรือดำน้ำ</u>, [ม.ป.ท.], 2560.

เรือดำน้ำก็เฉกเช่นเดียวกับเรือรบผิวน้ำและยุทโธปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องได้รับการซ่อมบำรุง เพื่อให้มีความพร้อมรบ สามารถปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัยและน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะสภาวะแวดล้อมการปฏิบัติการของเรือดำน้ำนั้นนับว่ามีความเสี่ยงอันตราย เนื่องจากต้องปฏิบัติการใต้ท้องทะเลลึกที่มีแรงกดดันอย่างมหาศาล และยากต่อการสนับสนุนการซ่อมบำรุง หากเกิดความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยจากการซ่อมบำรุงนั้นอาจหมายถึงหายนะของเรือดำน้ำที่จะไม่มีวันกลับคืนสู่ผิวน้ำ

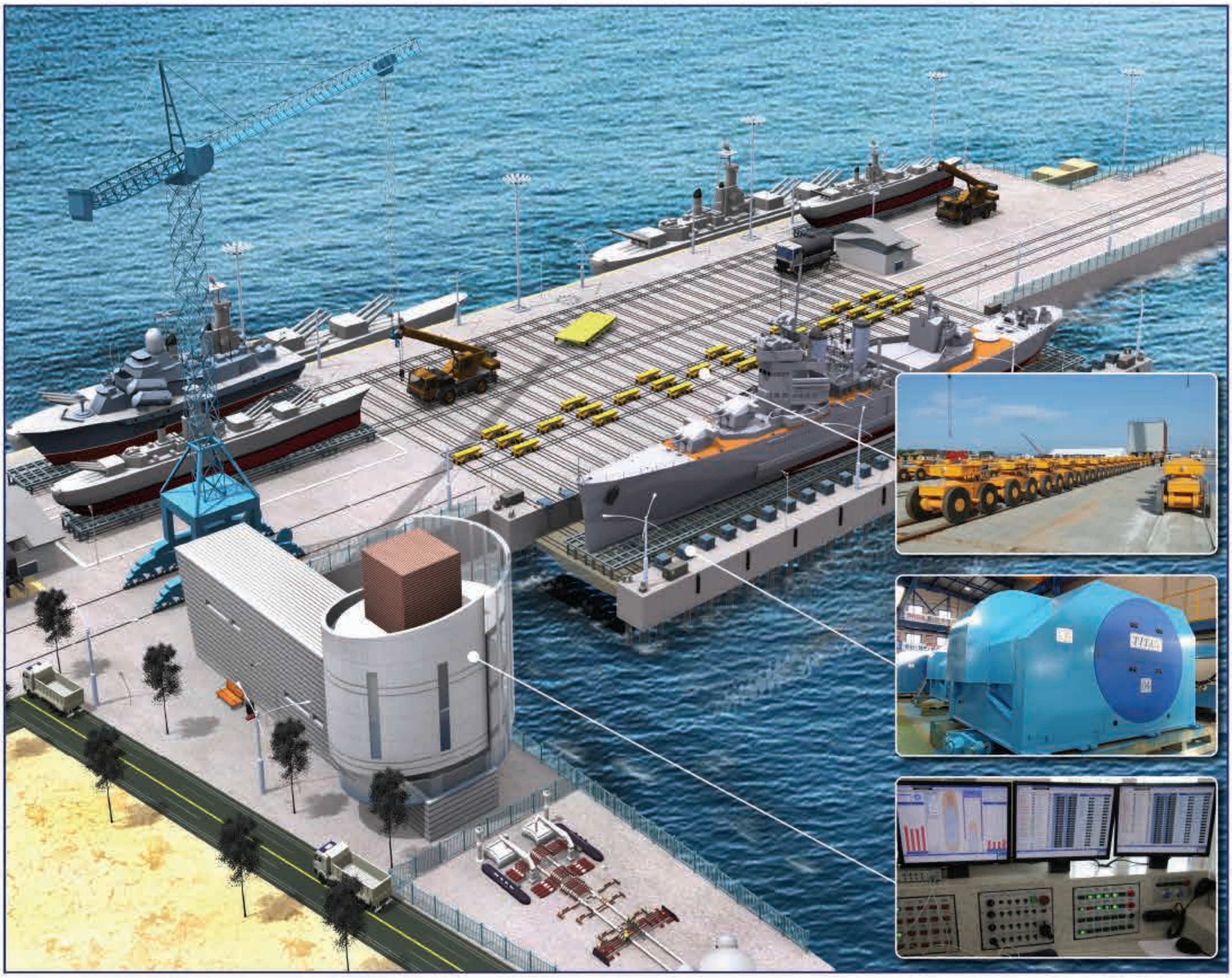
นาวาเอก สุรสินธุ์ สิงหทราเมศน์

PETE AND FRIEND CO.,LTD

Shiplift Jade GmbH

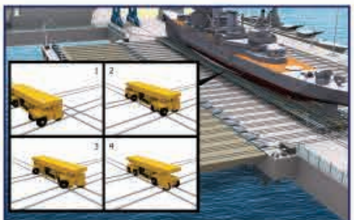
WORLD RECORD 54,000 TON Ra In Ho Co., Ltd.

SHIPLIFT & TRANSFER SYSTEM



Access to platform

Lifting



Turning

Transfer

PETE AND FRIEND CO., LTD. (HEAD OFFICE) THAILAND

WORKING DAYS : MONDAY TO FRIDAY 08.00 AM - 05.00 PM

MOBILE NUMBER : +66(0) 95-740-7404 PHONE NUMBER: +66(0) 2-880-9511 FAX : +66(0) 2-880-9512

E MAIL : T.WORAYUTTHAKARN_PETE_F@YAHOO.COM

๕

โครงการวิจัยและพัฒนาสร้างเรือดำน้ำขนาดเล็กของกองทัพเรือ (Midget Submarine)

คณะนักวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนา
สร้างเรือดำน้ำขนาดเล็ก

1. ที่มาของโครงการ

จากการประเมินสภาวะแวดล้อมด้านความมั่นคงทางทะเลเพื่อกำหนดยุทธศาสตร์กองทัพเรือ ในห้วง 10 ปีข้างหน้า (พ.ศ.2558 – 2567) พบว่าปัญหาความขัดแย้งในเรื่องการอ้างสิทธิพื้นที่ทับซ้อนในทะเลจีนใต้ที่มีประเทศในกลุ่มอาเซียนหลายประเทศเป็นคู่กรณีพิพาททวีความรุนแรงขึ้น และมีแนวโน้มการพัฒนากำลังทางเรือในภูมิภาคเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การพัฒนาขีดความสามารถสงครามใต้น้ำเพื่อใช้ปกป้องคุ้มครองรักษาผลประโยชน์ของชาติทางทะเลของกองทัพเรือยังคงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

BMT Defence and Security Services บริษัทที่ปรึกษาโครงการ จัดทำ workshop ให้แก่คณะวิจัย

ยุทธศาสตร์กองทัพเรือ จึงได้กำหนดความต้องการเรือดำน้ำ/ยานใต้น้ำขนาดเล็ก เพื่อใช้ในการปฏิบัติการหาข่าวทางลับ และการปฏิบัติการโจมตีใต้น้ำ เพื่อเพิ่มเติมขีดความสามารถในการทำสงครามใต้น้ำให้ได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากวิทยาการเรือดำน้ำเป็นองค์ความรู้ที่ประเทศผู้ผลิตจะเก็บรักษาเป็นความลับสูงสุด ในบางสถานการณ์อาจมีข้อจำกัดไม่สามารถขอรับการศึกษาและขอรับทราบข้อมูลได้แม้จะเป็นมิตรประเทศก็ตาม กองทัพเรือจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ในการสร้างเรือดำน้ำขึ้นเอง ประกอบกับกองทัพเรือเคยมีประสบการณ์วิจัยสร้างยานใต้น้ำขนาดเล็กระวางขับน้ำประมาณ 30 ตัน ที่ประสบผลสำเร็จมาแล้ว ซึ่งมี พลเรือโท รศ.(พิเศษ) ดร.พงศ์สรร ถวิลประวัติ เป็นผู้ริเริ่มและเป็นนายทหารโครงการท่านแรก และ พลเรือโท.ศ.ดร.มนต์ชัย กาทอง เป็นนายทหารโครงการท่านที่สอง แสดงให้เห็นว่ากองทัพเรือมีความพร้อมในการวิจัยและพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ในการสร้างเรือดำน้ำขนาดเล็กในขั้นที่สูงขึ้น และนำไปสู่การพึ่งพาตนเอง

การสร้างเรือดำน้ำขนาดเล็ก/ยานใต้น้ำเพื่อใช้ราชการของกองทัพเรือ มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงและการเตรียมการหลายขั้นตอน ตั้งแต่การเสริมสร้างองค์ความรู้ด้านการออกแบบเรือดำน้ำ การสร้าง การจัดหาวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์ การวางแผนใช้งบประมาณอย่างถูกต้องเหมาะสม การเลือกบริษัท/อู่ต่อเรือที่สามารถสนองตอบความต้องการทางยุทธการได้อย่างสมบูรณ์ ห้วงเวลาที่เหมาะสมในการสร้างเรือ การทดสอบทดลองทั้งในท่าเรือและในทะเล รวมถึงความพร้อมของหน่วยและเจ้าหน้าที่ผู้ใช้เรือ ซึ่งกองทัพเรือ เห็นสมควรดำเนินการในรูปของโครงการวิจัยและพัฒนาประยุกต์ เนื่องจากมีความอ่อนตัวในการบริหารงาน การปรับแผนใช้งบประมาณ รวมถึงความสามารถปรับเปลี่ยนและตอบสนองความต้องการเชิงนโยบายได้ทันที

จากเหตุผลความจำเป็นและที่มาข้างต้น ฯพณฯ พลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรี ได้มีดำริให้ กองทัพเรือพิจารณาสร้างเรือดำน้ำขนาดเล็กเพื่อใช้ราชการ โดยเป็นโครงการวิจัยต่อยอดองค์ความรู้จากการวิจัยและพัฒนาสร้างยานใต้น้ำของกองทัพเรือที่มีอยู่แล้ว กองทัพเรือ จึงได้มอบหมายให้ สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพเรือ (สวพ.ทร.) เป็นหน่วยเจ้าของโครงการ โดยมีนาวาเอก ดร.สัตยา จันทรประภา เป็นนายทหารโครงการฯ ตามคำสั่งกองทัพเรือ (เฉพาะ) ที่ 64/2560 เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานบริหารโครงการวิจัยและพัฒนาสร้างเรือดำน้ำขนาดเล็กของกองทัพเรือ (Midget Submarine) โดยแบ่งออกเป็น

1) คณะทำงานขับเคลื่อนโครงการฯ มีรองเสนาธิการทหารเรือด้านยุทธการเป็นประธานฯ ประกอบด้วยผู้บังคับบัญชาระดับ หน.นขต.ทร. ที่เกี่ยวข้องเป็นคณะทำงาน มีหน้าที่กำกับดูแลการดำเนินโครงการฯ พิจารณาให้ข้อเสนอแนะ และให้ความเห็นชอบ การดำเนินการของคณะนักวิจัยฯ ตามห้วงระยะเวลา เป็นต้น

2) คณะนักวิจัยฯ มีนายทหารโครงการฯ เป็นหัวหน้าคณะนักวิจัย ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญหลากหลายสาขาจากหลากหลายหน่วยงาน ได้แก่ กรมอู่ทหารเรือ (อร.) กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ (อล.ทร.) สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพเรือ (สวพ.ทร.) กองเรือยุทธการ (กร.) กรมสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศทหารเรือ (สสท.ทร.) กรมสรรพาวุธทหารเรือ (สพ.ทร.) เป็นต้น ร่วมเป็นคณะนักวิจัย และแบ่งออกเป็นกลุ่มงานวิจัยย่อย ๆ ได้แก่ กลุ่มงานตัวเรือ กลุ่มงานเครื่องจักรและเครื่องจักรช่วย กลุ่มงานไฟฟ้าและอิเลกทรอนิกส์ กลุ่มงานยุทธการและเดินเรือ กลุ่มงานสื่อสาร และผู้ช่วยนักวิจัย มีหน้าที่ดำเนินงานงานวิจัยให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และแผนการวิจัย

3) ที่ปรึกษาโครงการฯ มีหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่คณะทำงานขับเคลื่อนโครงการฯ และคณะนักวิจัยฯ

4) หน่วยงานสนับสนุนโครงการฯ มีหน้าที่ให้การสนับสนุนการดำเนินโครงการฯ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบต้นแบบเรือดำน้ำขนาดเล็กเพื่อใช้ในภารกิจของกองทัพเรือ

2.2 เพื่อสร้างเรือดำน้ำขนาดเล็ก สำหรับสนับสนุนการปฏิบัติการทางเรือ และการปฏิบัติการพิเศษ

ภาพการอบรมหลักสูตรการออกแบบเรือดำน้ำ

3. แนวความคิดและระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

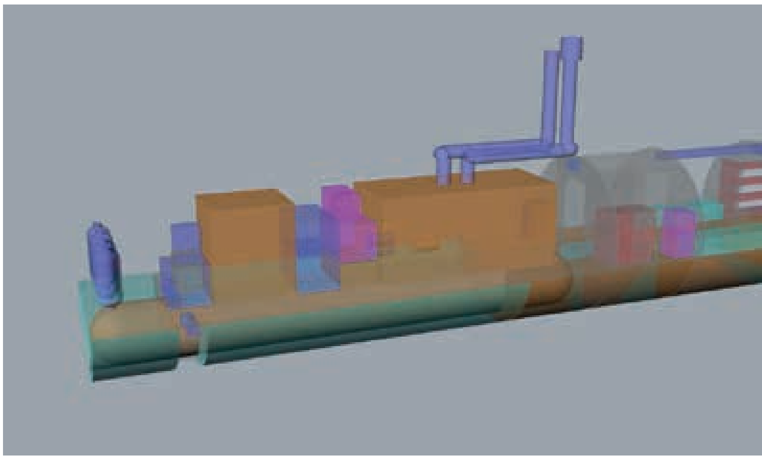
เนื่องจากการออกแบบและสร้างเรือดำน้ำเป็นองค์ความรู้ขั้นสูงและซับซ้อนมาก จึงต้องการการรวบรวมองค์ความรู้/เทคโนโลยีวิจัยที่สำคัญตลอดจนเครือข่ายความร่วมมือทั้งในและต่างประเทศ การวิจัยต้องดำเนินการไปตามลำดับขั้นตอน และมีความเชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องในแต่ละขั้นตอน ความต้องการในการศึกษาขั้นตอนของการสร้างเรือดำน้ำให้ถูกต้องครบถ้วนตามหลักการสร้างเรือ ประกอบด้วยการสร้างองค์ความรู้ การออกแบบสร้างเรือ การสร้างกรอบงาน การจัดหาครุภัณฑ์ พร้อมทั้งอาวุธ/อุปกรณ์ตามความต้องการของฝ่ายอำนวยการ งบประมาณในการดำเนินงานที่ถูกต้องเหมาะสม การเลือกอู่ต่อเรือที่มีขีดความสามารถสามารถสนองตอบความต้องการของนักวิจัยได้อย่างสมบูรณ์ และห้วงเวลาที่เหมาะสมในการสร้างเรือ การทดสอบทดลองทั้งในท่าและในทะเล รวมถึงความพร้อมของหน่วยและเจ้าหน้าที่ผู้ใช้เรือ ดังนั้นจึงกำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยเป็นลำดับขั้นตอน 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ขั้นการเตรียมการและการออกแบบเบื้องต้น (งป.60 – 63)

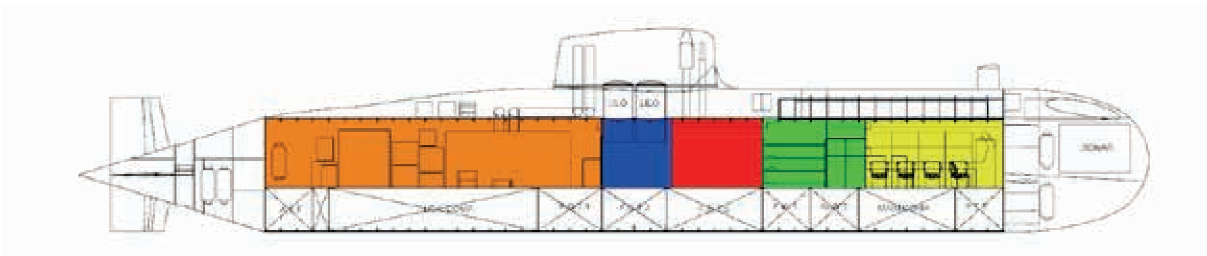
การดำเนินการในปีแรก (งป.60) ประกอบด้วยการเตรียมนักวิจัยให้มีความเชี่ยวชาญในวิทยาการออกแบบและสร้างเรือดำน้ำโดยการส่งนักวิจัยจำนวน 5 นาย เข้ารับการอบรมหลักสูตรการออกแบบเรือดำน้ำที่ University College London ประเทศสหราชอาณาจักร เป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ ลักษณะการอบรมเป็นการเรียนในห้องเรียน 3 สัปดาห์ และการทำ workshop ซึ่งเป็นการออกแบบเรือดำน้ำเบื้องต้นตามโจทย์ที่ได้รับอีก 6 สัปดาห์ การเข้าร่วมงานสัมมนา UDT Conference 2018 ซึ่งเป็นงานระดับนานาชาติ จัดขึ้นที่เมืองกลาสโกลว์ สกอตแลนด์ เป็นงานที่รวมผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเรือดำน้ำมาบรรยายให้ความรู้และการจัดแสดงเทคโนโลยีเรือดำน้ำจากบริษัทชั้นนำทั่วโลก

การดำเนินการวิจัยนี้ เน้นเรื่องความปลอดภัยเป็นอันดับแรก ซึ่งต้องคำนึงถึงในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การออกแบบการสร้างไปจนถึงการทดสอบทดลองเรือ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามหลักวิชาการและมีมาตรฐานสากล โครงการวิจัยจึงมีแผนการว่าจ้างที่ปรึกษาที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเรือดำน้ำให้เป็นที่ปรึกษาโครงการเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการออกแบบและการสร้างเรือดำน้ำให้แก่นักวิจัยฯ อีกทั้งมีแผนการว่าจ้างสมาคมจัดชั้นเรือ (Classification Society) ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการรับรองแบบเรือดำน้ำ เพื่อให้มีมาตรฐานความปลอดภัยในระดับสากล

การวิจัยในปีแรกเริ่มจากการประชุมหารือกับหน่วยผู้ใช้ ได้แก่ กองเรือดำน้ำ กร. (กดน.กร.) หน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ กร. (นสร.กร) กรมยุทธการทหารเรือ (ยก.ทร.) และกองเรือทุ่นระเบิด กร.(กทบ.กร.) เพื่อจัดทำแนวความคิดในการใช้เรือดำน้ำขนาดเล็ก (Concept of Operations) เพื่อทำการกำหนดความต้องการทางยุทธการ (Staff Requirement) ที่ชัดเจนนำไปสู่แบบเรือที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง จากนั้นจึงคำนวณและดำเนินการออกแบบเบื้องต้น ได้แก่ กำหนดมิติและรูปทรงตัวเรือ การจัดวางเบื้องต้น การประมาณน้ำหนักและจุดศูนย์ถ่วงของเรือ คำนวณการทรงตัวของเรือ คำนวณความแข็งแรงโครงสร้างตัวเรือ คำนวณความต้านทานและพลังขับเคลื่อนของเรือ ออกแบบเบื้องต้นของระบบต่าง ๆ ได้แก่ ระบบขับเคลื่อน ระบบไฟฟ้า ระบบบัลลาสท์ ระบบเดินเรือและสื่อสาร ระบบปรับอากาศและระบบอากาศช่วยหายใจ ระบบความปลอดภัยและเตือนภัย เป็นต้น จนได้เป็นแบบรายละเอียด รวมถึงการจัดทำแผนการสร้าง แผนการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างเรือดำน้ำ รวมทั้งประมาณการราคาสร้างเรือดำน้ำ เพื่อนำเสนอ ทร. ต่อไป



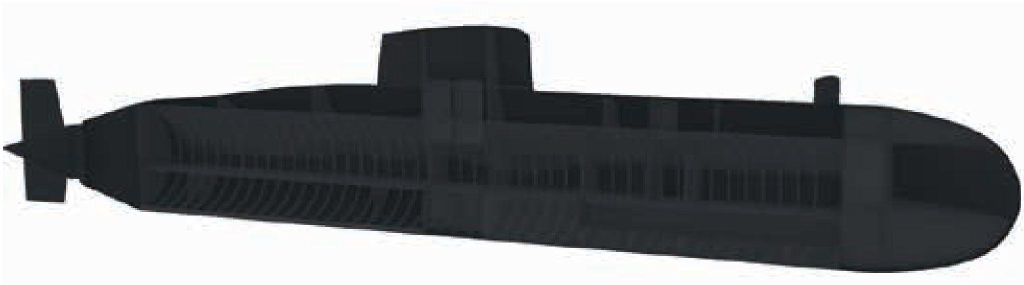
สิ่งที่ได้รับเมื่อสิ้นสุดขั้นนี้ ได้แก่ ผลการคำนวณและแบบเบื้องต้น โดยแบบจะได้รับการรับรอง (Approved) จากสมาคมจัดชั้นเรือ (Classification Society) ซึ่งได้แก่ DNV-GL หรือ LR หรือ ABS หรือ BV เป็นต้น แผนการสร้างเรือ แผนการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างเรือดำน้ำ และประมาณการราคาสร้างเรือดำน้ำ



ขั้นที่ 2 ขั้นการสร้างเรือดำน้ำ (งป.64-65)

การดำเนินการ ทำการสร้างเรือดำน้ำตามแบบที่ได้จากขั้นที่ 1 โดยการดำเนินการในขั้นนี้จะจัดทำแบบรายละเอียดเพื่อการสร้าง (Detail Drawings) จัดหาพัสดุและอุปกรณ์ของระบบต่าง ๆ การสร้างตัวเรือและติดตั้งอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ โดยมีแผนการว่าจ้างที่ปรึกษาซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเรือดำน้ำมาเป็นที่ปรึกษาโครงการฯ เพื่อให้คำแนะนำและถ่ายทอดเทคโนโลยีการสร้างเรือดำน้ำให้แก่นักวิจัยฯ รวมทั้งมีแผนการว่าจ้างสมาคมจัดชั้นเรือ (Classification Society) เพื่อควบคุมให้การสร้างเป็นไปตามมาตรฐาน นอกจากนี้จะทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ประจำเรือในระหว่างการสร้าง เพื่อให้กำลังพลรู้จักระบบและมีความชำนาญในการใช้และดูแลรักษาเรือต่อไป

สิ่งที่ได้รับเมื่อสิ้นสุดในขั้นนี้ คือ เรือดำน้ำขนาดเล็กต้นแบบ (Midget Submarine) ที่มีคุณลักษณะตามที่กำหนด แบบการสร้างเรือตามจริง(As-built Drawings) และแผนการทดสอบทดลองเรือ รวมทั้งประมาณการค่าใช้จ่ายการทดสอบทดลองเรือ

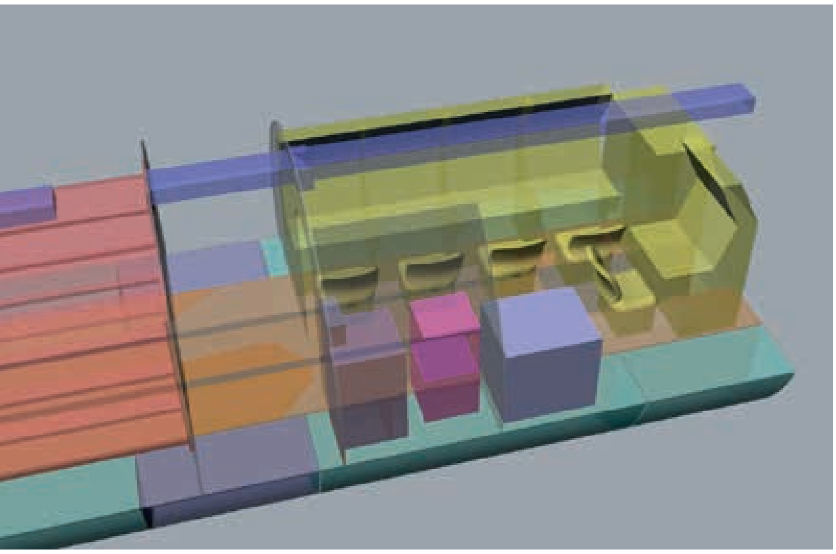


ขั้นที่ 3 ขั้นการทดสอบ/ทดลอง (งป.66)

เป็นการทดสอบทดลองเรือทั้งในท่า (HAT) และในทะเล (SAT) ดำเนินการทดสอบทดลองระบบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ขณะเรือจอดที่ท่าเรือ เป็นขั้นตอนการดำเนินการภายหลังการประกอบ/ติดตั้งอุปกรณ์กับตัวเรือฯ โดยจะทดสอบการทำงานของทุกระบบ เพื่อเตรียมความพร้อมที่จะทดลองในทะเลในขั้นต่อไป สำหรับการทดลองในทะเลเป็นการตรวจสอบสมรรถนะและขีดความสามารถของเรือฯขณะปฏิบัติการในทะเล ให้มีความสมบูรณ์ตรงตามความต้องการใช้งานที่กำหนดไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นการประกันความปลอดภัยในชีวิตของกำลังพลผู้ปฏิบัติงานรวมถึงการฝึกการใช้เรือและการปรับปรุงเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4. การจัดทำแนวคิดการใช้เรือดำน้ำขนาดเล็ก

การกำหนดแนวคิดการใช้เรือดำน้ำขนาดเล็ก สำหรับโครงการวิจัยและพัฒนาสร้างเรือดำน้ำขนาดเล็กของ ทร. ในครั้งนี้ คณะนักวิจัยได้ดำเนินการจัดทำร่วมกับหน่วยใช้ประโยชน์โครงการวิจัยทั้งในระดับยุทธศาสตร์ – ยุทธการ และระดับยุทธการ – ยุทธวิธี ประกอบด้วย ยก.ทร. กดน.กร. กทบ.กร. และ นสร.กร. เพื่อให้ผลงานวิจัยตอบสนองความต้องการของหน่วยใช้ประโยชน์และสามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้อย่างแท้จริง โดยมีรายละเอียดดังนี้



1 กิจหลัก (Primary Task)

1.1 ลาดตระเวนรวบรวมข่าวกรองทางเสียง (Acoustic Signature) และข่าวกรองทางอิเล็กทรอนิกส์ (Electromagnetic Signature)

1.2 การรับ–ส่งชุดปฏิบัติการพิเศษทางเรือแทรกซึมเข้าออกพื้นที่เป้าหมายสำคัญทางทหาร แหล่งเศรษฐกิจที่มีที่ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลและในทะเล

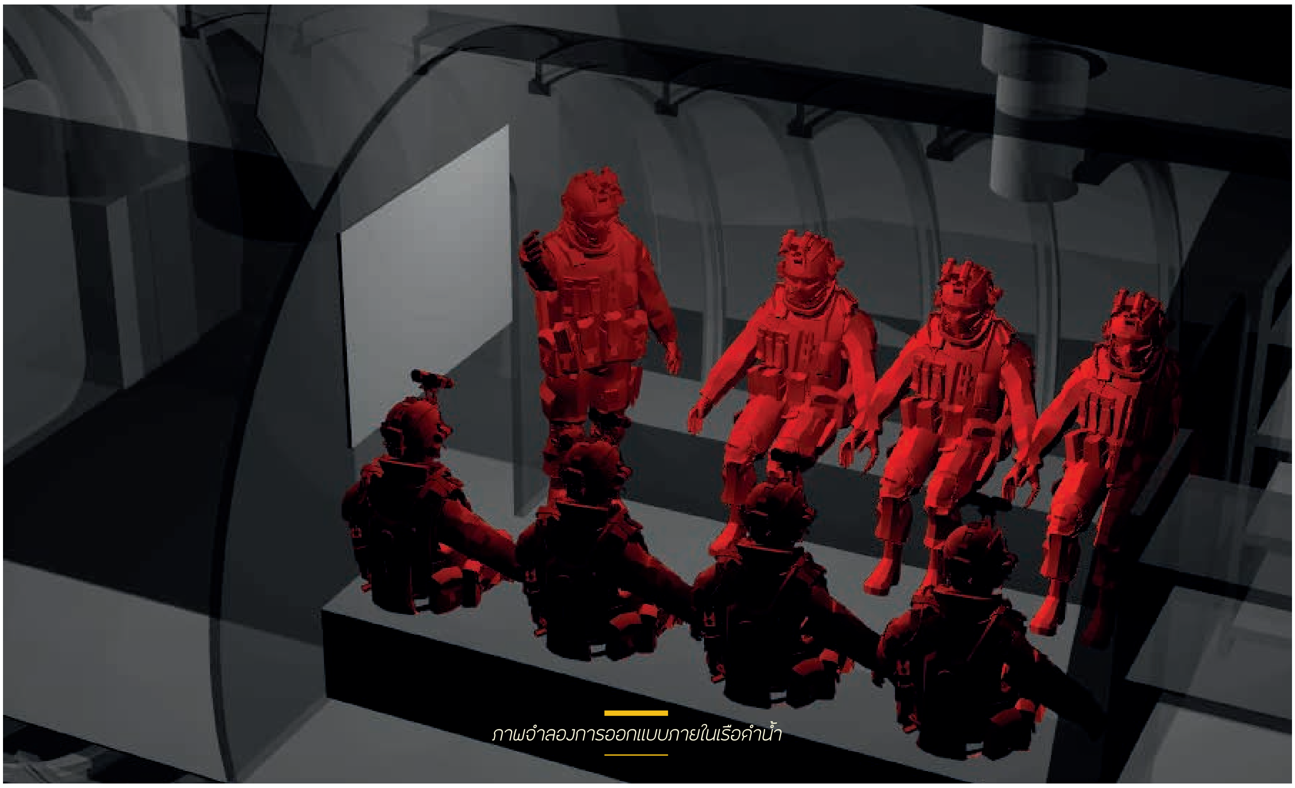
2. กิจรอง (Secondary Task)

2.1 สนับสนุนการฝึกยุทธวิธีเรือดำน้ำเบื้องต้น และการฝึกยุทธวิธีปราบเรือดำน้ำ

2.2 สนับสนุนการปราบปรามการกระทำผิดกฎหมายในทะเล

3. พื้นที่ปฏิบัติการ (Area of Operation)

ครอบคลุมพื้นที่ทางทะเลและชายฝั่งห่างจาก ฐท.สส. ฐท.สข. และ ฐท.พง. ภายในรัศมีไม่เกิน 300 ไมล์ทะเล



ภาพจำลองการออกแบบภายในเรือดำน้ำ

งานสัมมนา UDT Conference 2018

5. คุณลักษณะและขีดความสามารถทางยุทธการ (General Characteristics and Capabilities)

เมื่อพิจารณาจากภารกิจ พื้นที่ปฏิบัติการ ร่วมกับภาพสถานการณ์การปฏิบัติทางยุทธการในภารกิจการลาดตระเวนรวบรวมข่าวกรอง และภารกิจสนับสนุนการปฏิบัติการพิเศษแล้ว สามารถกำหนดร่างคุณลักษณะและขีดความสามารถตามความต้องการทางยุทธการได้ ดังนี้

ประเภท	เรือดำน้ำดีเซลไฟฟ้าขนาดเล็ก
ระวางขับน้ำ	ประมาณ 300 ตัน
ความลึกปฏิบัติการสูงสุด	100 เมตร
ความเร็วสูงสุด บนผิวน้ำ	ไม่ต่ำกว่า 8 นอต
ความเร็วสูงสุด ใต้น้ำ	ไม่ต่ำกว่า 151 นอต
ปฏิบัติการใต้น้ำต่อเนื่อง	ไม่ต่ำกว่า 14 ชั่วโมง ที่ความเร็ว 3 – 5 นอต
ระบบตรวจจับ	กล้องตาเรือ (Periscope) เรดาร์เดินเรือ (Navigation Radar) ฟาสซีฟโซนาร์ (Broadband Passive Sonar) อุปกรณ์ตรวจจับ วิเคราะห์ และ บันทึก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ELINT)
ระบบอาวุธ	ไม่มี
ระบบอื่น ๆ	ถังปรับความดันสำหรับรับ-ส่งชุดปฏิบัติการพิเศษ (LILO)

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 บุคลากรได้รับองค์ความรู้ และเทคโนโลยีด้านการออกแบบ การสร้างเรือดำน้ำขนาดเล็ก และงานด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในด้านความมั่นคง/การป้องกันประเทศ เนื่องจากเทคโนโลยีเรือดำน้ำเป็นความลับ และบางสถานการณ์ไม่สามารถจัดซื้อได้ จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนา/สร้างองค์ความรู้ด้านนี้ขึ้นภายในประเทศ เพื่อนำไปสู่การพึ่งพาตนเอง รวมทั้งจะเป็นประโยชน์มีองค์ความรู้ในการดำเนินโครงการจัดหาเรือดำน้ำของกองทัพเรือต่อไป

6.2 ได้แบบเรือดำน้ำขนาดเล็กสำหรับใช้สร้างต้นแบบเรือดำน้ำขนาดเล็ก ซึ่งเมื่อการวิจัยสำเร็จจะสามารถสร้างเรือดำน้ำในจำนวนเพิ่มขึ้นตามความต้องการใช้งาน

6.3 ได้ต้นแบบเรือดำน้ำขนาดเล็กที่มีขีดความสามารถทางยุทธการ และคุณลักษณะเบื้องต้นตามที่กำหนด

6.4 เป็นจุดเริ่มต้นวางรากฐานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเรือดำน้ำ ยานปฏิบัติการใต้น้ำต่าง ๆ อันจะสามารถขยายผลไปสู่อุตสาหกรรมในระดับประเทศต่อไป

MARSUN SHIP BUILDER & REPAIRER SINCE 1980


เรือตรวจการณ์ลำน้ำ ความยาว 10 ม.


เรือปฏิบัติการความเร็วสูง ชุดเรือ พ.51-พ.54 ความยาว 18 ม.


เรือตรวจการณ์ชายฝั่ง ชุดเรือ ต.228-ต.230 ความยาว 21 ม.


เรือตรวจการณ์ทางทะเล กรมศุลกากร ชุดเรือ 804-806 ความยาว 25 ม.


เรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง ชุดเรือ ต.111-ต.113 ความยาว 36 ม.


เรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง ชุดเรือ ต.994-ต.996 ความยาว 41.45 ม.
โดยความร่วมมือกับกรมอู่ทหารเรือ


เรือส่งกำลังบำรุงขนาดเล็ก ร.ล.มัตโพน-ราวี ความยาว 55 ม.


เรือตรวจการณ์ปืน ร.ล.แหลมสิงห์ ความยาว 58 ม.
โดยความร่วมมือกับกรมอู่ทหารเรือ

บริษัท มาร์ซัน จำกัด "อู่ต่อเรือของคนไทย เพื่อสังคมไทย"

บริษัท มาร์ซัน จำกัด 413 หมู่ 4 ซอยสิทธิไชย ถนนท้ายบ้าน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280
โทร : +66(0)2 173-8942-48 แฟกซ์ : +66(0)2 1738949 อีเมล์ : contact@marsun.th.com , marketing@marsun.th.com
WWW.MARSUN.TH.COM

๖

ร.ล.ตรัง ความภาคภูมิใจ

ของ กรมอู่ทหารเรือ กองทัพเรือ และประเทศไทย

นาวาตรี ธนกิจ ศรีแสง

การสร้าง ร.ล.ตรัง

กระทรวงกลาโหม อนุมัติโครงการจัดหาเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง จำนวน 2 ลำ โดยกองทัพเรือจะเป็นผู้ดำเนินการต่อเรือจากแบบที่ ทร. มีใช้ราชการ เพื่อเป็นการพึ่งพาตนเองและพัฒนาขีดความสามารถด้านการต่อเรือขนาดใหญ่ของกองทัพเรือให้เพิ่มสูงขึ้น กองทัพเรือได้แต่งตั้งคณะทำงานศึกษาแบบเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งที่กองทัพเรือมีใช้ในราชการโดยมีมติให้ใช้แบบเรือ ร.ล.กระบี่ เป็นแบบพื้นฐานในการสร้างเรือลำใหม่ พร้อมเสนอแนะให้ปรับปรุงข้อบกพร่องในส่วนต่าง ๆ ที่เคยเกิดขึ้นกับเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งเดิม เพื่อให้เรือลำใหม่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมมากขึ้นในการตอบสนองภารกิจของกองทัพเรือ

"...การป้องกันประเทศทางทะเลเป็นหน้าที่โดยตรงและสำคัญที่สุดของกองทัพเรือ หน้าที่นี้เป็นภาระ หน้าที่ต้องอาศัยทหารซึ่งมีความรู้ ความสามารถ และเรือรบอันมีคุณภาพดี ประกอบพร้อมกันไป บรรดาเรือรบที่ใช้ในราชการเป็นเรือที่สั่งทำจากต่างประเทศ การที่ทางราชการกองทัพเรือสามารถเริ่มต่อเรือยนต์รักษาฝั่งขึ้นใช้ในราชการได้เช่นนี้ จึงควรจะเป็นที่น่ายินดีและน่าสนับสนุนอย่างยิ่ง นับว่าเป็นความเจริญก้าวหน้าก้าวหนึ่งของกองทัพเรือ..."

ความตอนหนึ่งจากพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร
ในการเสด็จพระราชดำเนินไปทรงวางกระดูกงูเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง ต.91
เมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2510 ณ กรมอู่ทหารเรือ

กองทัพเรือ อนุมัติให้โครงการจัดหาเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งเป็นโครงการเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร โครงการจัดหาเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งเฉลิมพระเกียรติฯ เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนากำลังรบตามยุทธศาสตร์กองทัพเรือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของกองทัพเรือ ในการรักษาผลประโยชน์ของชาติทางทะเล การรักษากฎหมายทางทะเล และการปฏิบัติการรบผิวน้ำ รวมทั้งการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลและสนับสนุนการปฏิบัติการทางเรืออื่นๆ

คุณลักษณะทั่วไปของเรือ

ความยาวตลอดลำ	90.50 เมตร
ความกว้าง	13.50 เมตร
ความยาวที่แนวน้ำ	83.00 เมตร
กินน้ำลึก	3.70 เมตร
ระวางขับน้ำไม่น้อยกว่า	1,960 ตัน
ความเร็วสูงสุดไม่ต่ำกว่า	23 นอต (ที่ Full load)
ระยะปฏิบัติการไม่น้อยกว่า	3,500 ไมล์ทะเล (ที่ความเร็วเดินทางไม่ต่ำว่า 15 นอต)

ระบบอาวุธประจำเรือ

ปืนขนาด 76/62 มิลลิเมตร แบบอัตโนมัติ รุ่น Multi – Feeding Vulcano Super Rapid	จำนวน 1 ระบบ
ปืนกลขนาด 30 มิลลิเมตร แท่นเดี่ยว รุ่น Seahawk MSI-DS30M R	จำนวน 2 ระบบ
ปืนกลขนาด 0.50 นิ้ว M2	จำนวน 2 กระบอก
อาวุธปล่อยนำวิถีพื้นสู่พื้น Harpoon Block II แบบ Advanced Harpoon Weapon Control System ประกอบด้วย 2 แท่น แท่นละ 4 ท่อยิง	จำนวน 1 ระบบ
ระบบควบคุมบังคับบัญชาและตรวจการณ์ บริษัท Thales Nederland B.V.	จำนวน 1 ระบบ
เครื่องยิงเป้าลวง (Decoy Launcher)	จำนวน 2 แท่น

ขีดความสามารถ (Combat Capability)

สามารถออกปฏิบัติงานในทะเลอย่างต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 14 วัน โดยไม่ต้องรับการส่งกำลังบำรุงเพิ่มเติม

สามารถปฏิบัติการได้ถึงสภาวะทะเลระดับ 5 (Sea State 5)

สามารถตรวจการณ์ และพิสูจน์ทราบเป้าผิวน้ำและเป้าอากาศยานได้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน

สามารถโจมตีเป้าพื้นน้ำในระยะพ้นขอบฟ้าได้ด้วยอาวุธปล่อยนำวิถี

สามารถป้องกันภัยทางอากาศในระยะประชิดได้ตามสมรรถนะของอาวุธประจำเรือ

สามารถทำสงครามอิเล็กทรอนิกส์โดยติดตั้งอุปกรณ์ ESM และออกแบบให้รองรับการติดตั้งเชื่อมต่อการใช้งานระบบเป้าลวงได้

สามารถปฏิบัติงานร่วมกับเฮลิคอปเตอร์ขนาดไม่ต่ำกว่า 11.5 ตัน ได้ทั้งกลางวันและกลางคืน

สามารถรองรับกำลังพลได้ไม่น้อยกว่า 115 นาย (กำลังพลประจำเรือ 99 นาย และปฏิบัติการทางอากาศ 16 นาย)

ความเหมือนที่แตกต่างกันของครอบครัว River Class

ก่อนอื่นผู้เขียนขอเล่าประวัติความเป็นมาของการสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (Offshore Patrol Vessel : OPV) ชุด River Class ของ Royal Navy ซึ่งเป็นที่จุดกำเนิดเริ่มแรกของ ร.ล.กระบี่ และ ร.ล.ตรัง ในราชนาวีไทย ในปี ค.ศ.2001 กระทรวงกลาโหมสหราชอาณาจักร มีแผนในการต่อเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (OPV) ชั้น River Class Batch I (RCB1) โดยบริษัท Vosper Thornycroft Shipbuilding (VT Shipbuilding) เพื่อทดแทนเรือชั้น Island Class จำนวน 5 ลำ ซึ่งประจำการอยู่ในทะเลแอตแลนติกใต้และหมู่เกาะฟอกซ์แลนด์ โดยเรือลำแรกของชั้น RCB1 ที่เข้าประจำการใน Royal Navy คือ HMS Tyne (P281) ในเดือนมกราคม ค.ศ. 2003 ส่วนอีก 2 ลำคือ HMS Severn (P282) ในเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2003 และ HMS Mersey (P283)

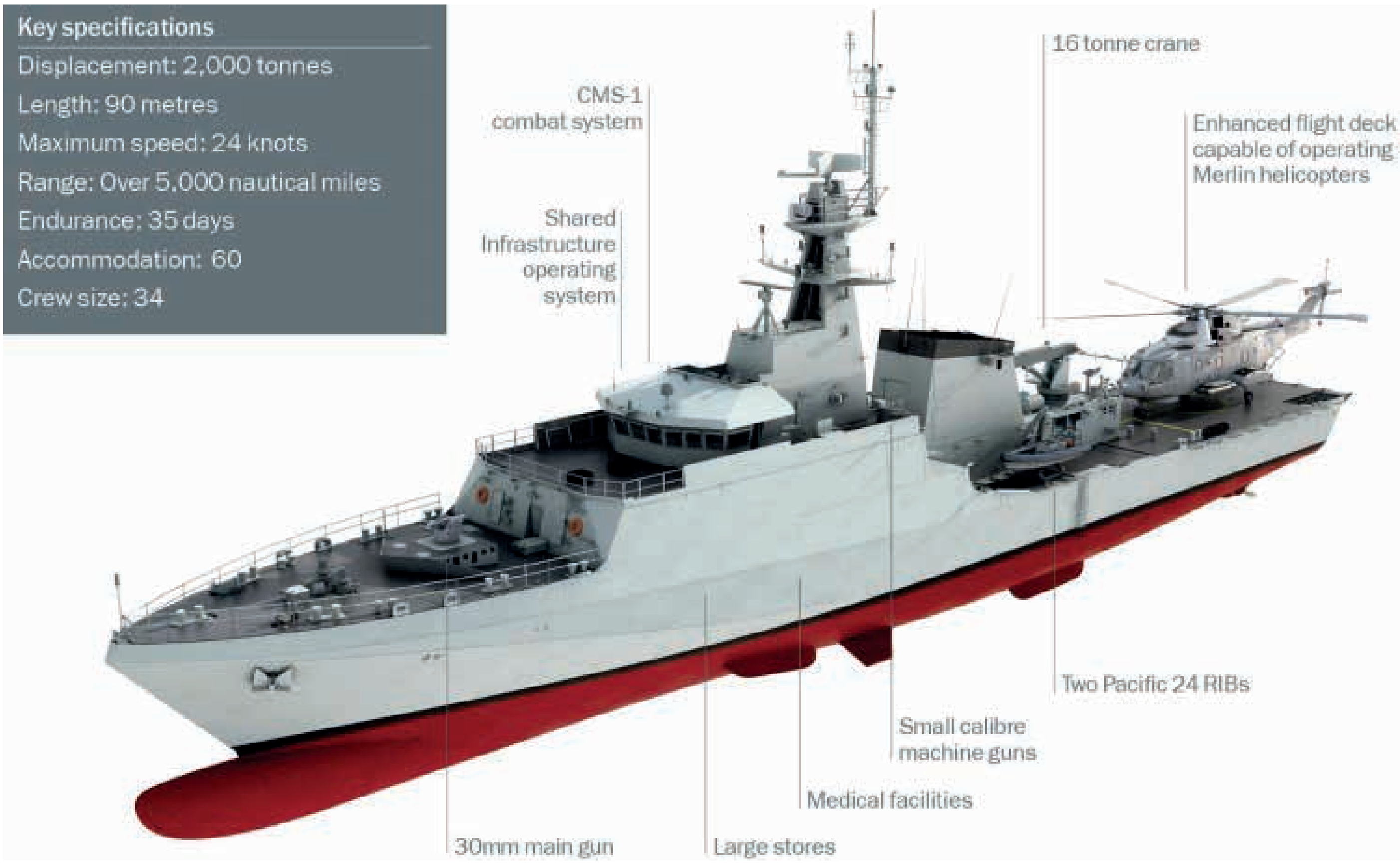
ในเดือนธันวาคม ค.ศ. 2003 ตามลำดับ โดยทั้ง 3 ลำนี้สร้างที่อู่ VT Shipbuilding, Southampton เรือตรวจการณ์ไกลฝั่งชุด RCB1 มีความยาว 79.5 ม. ระวางขับน้ำ 1,700 ตัน ความเร็วสูงสุด 20 นอต ระยะปฏิบัติการ 7,800 ไมล์ทะเล (ที่ความเร็ว 12 นอต) อาวุธประจำเรือ ปืน Oerlikon 20 มม 1 กระบอก ไม่มีดาดฟ้าจอดเฮลิคอปเตอร์ (แต่มีพื้นที่สำหรับวางตู้คอนเทนเนอร์อเนกประสงค์) กำลังพลประจำเรือ 30 นาย (สามารถรองรับได้ถึง 50 นาย) เพื่อใช้ในภารกิจคุ้มกันเรือประมงและลาดตระเวนในพื้นที่เขตเศรษฐกิจจำเพาะ สำหรับจุดเปลี่ยนของเรือในชุดนี้ก็คือ เรือ HMS Clyde (P257) ซึ่งเรียกได้ว่าเป็น RCB 1 Modify โดยเรือมีระวางขับน้ำ 2,000 ตัน ความเร็วสูงสุด 21 นอต อาวุธประจำเรือ ปืนกล 30 มม. 1 กระบอก ปืนกล 20 มม. 2 กระบอก มีสิ่งที่เปลี่ยนไปก็คือ มีดาดฟ้าที่สามารถรองรับเฮลิคอปเตอร์แบบ AW101(EH101) Merlin ถือได้ว่าเป็นต้นกำเนิดของเรือ River Class Batch II เลยก็ว่าได้ แต่การเข้าประจำการของเรือ HMS Clyde ก็เนิ่นนานไปจนถึงเดือนมกราคม ค.ศ. 2007

เรือ HMS Clyde ของ Royal Navy ขณะลาดตระเวน

แนวความคิดในการปรับปรุงเรือ OPV ชุด River Class Batch II

ปัญหาการขาดแคลนเรือ OPV ในการใช้งานนั่นคือ พื้นที่น่านน้ำสหราชอาณาจักร (UK Water) มีเรือ OPV ประจำการอยู่เพียง 1 ลำ (ที่เหลือประจำการในอาณานิคมโพ้นทะเล) อีกทั้งยังมีการเพิ่มบทบาทในภารกิจต่อต้านการก่อการร้ายและต่อต้านการหลบหนีเข้าเมืองโดยผิดกฎหมาย อีกทั้งเรือรบผิวน้ำและเรือดำน้ำของรัสเซียยังเข้ามาลาดตระเวนในน่านน้ำอยู่บ่อย ๆ ความต้องการการใช้เรือจึงเปลี่ยนไปตามนโยบายและภัยคุกคาม (ซึ่งเรือชุดนี้สามารถใช้ในภารกิจบรรเทาสาธารณภัยได้ดีอยู่แล้ว) การปรับปรุงเรือ OPV RCB II จึงเน้นไปยังการตรวจการณ์รวบรวมข่าวกรองและการใช้อากาศยานไร้คนขับ ดังนั้นระบบควบคุมบังคับบัญชาและตรวจการณ์จึงถูกติดตั้งในเรือชุดนี้ โดยเรือ OPV มีความต้องการทั้งหมดจำนวน 9 ลำ ภายในปี ค.ศ. 2018 (ลำสุดท้ายอาจล่าช้าไปจนถึง ค.ศ.2021) โดยเรือชุด RCB II ทั้งหมด 5 ลำ ถูกสร้างขึ้นที่อู่ต่อเรือ BAE System, Glassgow

ภาพแสดงเรือชุด River Class ทั้งหมดของ Royal Navy



ภาพกราฟฟิกโมเดลแสดงเรือชุด River Class

เรือลำแรกของเรือในชุดนี้ที่เข้าประจำการแล้ว คือ HMS Forth (P222) ในเดือนเมษายน ค.ศ. 2018 เรือชุด RCB II นี้ ยังได้ถูกรับเลือกและว่าจ้างต่อเรือชุดนี้จาก ทร.บราซิล อีกจำนวน 3 ลำ คือ Amazonas (P120), Apa (P121) ต่อขึ้นที่ BAE Systems, Portsmouth และ Araguari (P122) ต่อขึ้นที่ BAE Systems, Scotstoun โดยส่งมอบเรือในเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2012 เดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2012 และเดือนมิถุนายน ค.ศ. 2013 ตามลำดับ จนมาถึง ร.ล.กระบี่ จริง ๆ แล้ว แบบแรกเริ่มเดิมทีไม่ได้ทำมาเพื่อ ทร.ไทย แต่บริษัท BAE Systems สร้างแบบขึ้นเพื่อนำเสนอต่อ ทร. ทรินิแดดแอนโตเบโก แต่เนื่องด้วยการทำสัญญาที่มีปัญหาทำให้ไม่สามารถบรรลุข้อตกลงกันได้ เป็นช่วงเวลาเดียวกันที่ ทร.ไทยต้องการเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งพอดี บริษัท อู่กรุงเทพ จำกัด (บอท.) จึงได้ทำข้อตกลงกับบริษัท BAE Systems ในการซื้อแบบและการปรึกษาทางด้านเทคนิค บอท.ได้เซ็นสัญญากับ ทร.ไทย ในการสร้าง ร.ล.กระบี่ โดยเป็นการส่งแบบและพัสดุในการสร้างเรือ และสร้างโดยกรมอู่ทหารเรือ โดยราคาของเรือเมื่อเปรียบเทียบกับการสร้างที่บริษัท BAE Systems แล้วจะมีราคาถูกกว่าประมาณครึ่งหนึ่ง ขณะที่อาวุธหลักของเรือ คือ ปืน 76/62 ก็มีราคาแพงกว่าอีกด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับเรือ Royal Navy สิ่งนี้เองเป็นข้อได้เปรียบของการต่อเรือภายในประเทศไทย และยังได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้อีกด้วย

ภาพแสดงเรือ BNS_Araguari (P122)ของ ทร.บราซิล

ภาพแสดงเรือ HMS_Forth เข้าประจำการใน Royal Navy

ภาพแสดง ร.ล.กระบี่ เข้าประจำการใน ราชนาวีไทย

สำหรับความแตกต่างกันของ ร.ล.กระบี่ และ ร.ล.ตรัง หลังจากที่ บอท.ได้ซื้อลิขสิทธิ์ (License) แบบเรือชุด Trinidad and Tobago จากบริษัท BAE Systems โดยข้อมูลการออกแบบอยู่ใน Tribon Model (โปรแกรมการออกแบบเรือ) ได้มีการแก้ไขสำหรับ ร.ล.กระบี่ไว้ 4 รายการ คือ

1. ตัด Bow Thruster ออก
2. ออกแบบโครงสร้างลานจอดเฮลิคอปเตอร์ให้สามารถติดตั้ง Harpoon Grid (เอาไว้สำหรับช่วย ฮ.แบบ Super Lynx ในการลงจอดบนเรือ)
3. ตัด Main Crane ออก
4. ออกแบบโครงสร้างให้สามารถรองรับปืน 76/62 Oto Merala

สำหรับ ร.ล.ตรัง นี้ จะมีการแก้ไขแบบเพิ่มเติมโดยเฉพาะโครงสร้างตัวเรือจำนวน 3 รายการ คือ

1. ขยายลานจอดเฮลิคอปเตอร์ด้วยการลดขนาดความยาวของ Superstructure และออกแบบโครงสร้างให้สามารถรองรับ ฮ.แบบ Seahawk ได้
2. ออกแบบโครงสร้าง Superstructure (ด้านหลังปล่องควัน) ให้สามารถรองรับการติดตั้งอาวุธปล่อยพื้นสู่พื้น (SSM) Harpoon ได้
3. ปรับฐานแท่นเครื่องจักรใหญ่และระบบที่เกี่ยวข้องให้สามารถรองรับเครื่องจักรใหญ่ Man รุ่นใหม่ได้ (Man 16V28/33D STC 7,200 Kw)

จากความแตกต่างกันของเรือชั้น River Class ตั้งแต่ RCB I จนถึง ร.ล.ตรัง ครอบครัว River Class มีแผนการสร้างทั้งหมด 14 ลำ (กำลังสร้างอยู่ 5 ลำ) ทำให้สร้างความมั่นใจได้ว่าเรือชุดนี้ได้มีการปรับปรุงลักษณะของเรือให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นจากการที่ได้ปฏิบัติราชการมาเป็นระยะเวลานาน และได้รับความนิยมในการใช้งานของ 3 ประเทศ อีกทั้งยังเป็นเรืออเนกประสงค์ที่ใช้งานได้อย่างคล่องตัว สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามภารกิจของผู้ใช้งานต้องการ ร.ล.ตรัง ซึ่งถือได้ว่าเป็นเรือพี่เรือน้องของเรือในชุดนี้ลำล่าสุดที่มีการปรับปรุงเรือให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในด้านการรบยุทธวิธีเรือผิวน้ำ จะออกมารับใช้ประเทศชาติด้วยการรักษาผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล และอวดธงราชนาวีไทยไปในน่านน้ำมิตรประเทศด้วยความภาคภูมิใจในเอกราชและความสามารถของกองทัพเรือไทย รวมทั้งยังทำให้อุตสาหกรรมต่อเรือมีความเข้มแข็งเพิ่มขึ้น จากการสั่งสมประสบการณ์และทักษะจนถึงวันนี้ ร.ล.ตรัง จะเป็นสิ่งบ่งชี้ความก้าวหน้าของประเทศไทยในด้านสมุททานุภาพและพาณิชยนาวี จากวันนั้นจนถึงวันนี้ใครจะคิดว่า ทร. ไทยจะสามารถต่อเรือติดอาวุธปล่อยนำวิถีได้เอง ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ทำเองทั้งหมดแต่แน่นอนว่าการก้าวในครั้งนี้ไม่ใช่ก้าวแรกของ ทร. ไทย แต่จะเป็นก้าวสำคัญที่นำพา ทร. ไทย ไปสู่มาตรฐานใหม่อย่างยั่งยืน

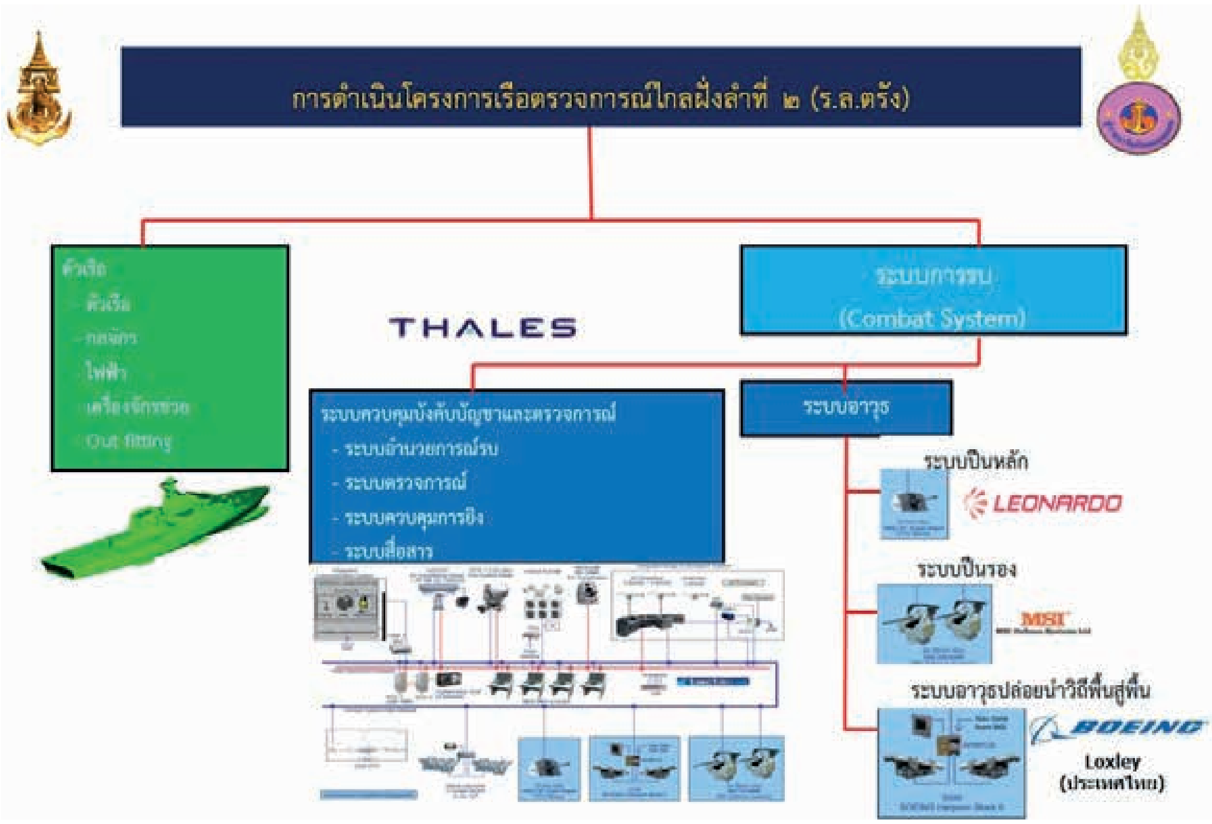
ภาพแสดงโมเดล ร.ล.ตรัง

โครงสร้างการบริหารโครงการและการดำเนินการ

โครงสร้างการบริหารโครงการ ประกอบด้วย คณะกรรมการบริหารโครงการจัดหาเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 (เสธ.ทร. เป็น ประธาน) แบ่งการบังคับบัญชาออกเป็น 2 คณะกรรมการ คือ

1. คณะกรรมการตรวจรับ 5 คณะ ประกอบด้วย
   1.1 แบบและพัสดุฯ
   1.2 ระบบควบคุมบังคับบัญชาและตรวจการณ์
   1.3 อาวุธปล่อยนำวิถีพื้นสู่พื้น
   1.4 ปืน 76/62 และ 1.5 ปืนกล 30 มม.
2. คณะกรรมการอำนวยการ (จก.อร.เป็นประธาน) โดยสายการบังคับบัญชาย่อยออกเป็น 2 คณะคือ
   2.1 คณะกรรมการสร้างเรือ (ผอ.อรม.อร. เป็นประธาน) ซึ่งมีคณะอนุกรรมย่อยอีก 4 คณะ ประกอบด้วย
      2.1.1 คณะอนุกรรมการฝ่ายตัวเรือ
      2.1.2 คณะอนุกรรมการฝ่ายกลจักร
      2.1.3 คณะอนุกรรมการฝ่ายไฟฟ้า
      2.1.4 คณะอนุกรรมการฝ่ายควบคุมคุณภาพ

   2.2 คณะกรรมการติดตั้งระบบการรบและบูรณาการระบบการรบ (จก.อล.อร.เป็นประธาน) ซึ่งมีคณะอนุกรรมการย่อยอีก 4 ระบบ คือ
      2.2.1 ระบบควบคุมบังคับบัญชาและตรวจการณ์
      2.2.2 ระบบควบคุมการยิง
      2.2.3 ระบบอาวุธปล่อยนำวิถีพื้นสู่พื้น
      2.2.4 ระบบปืน 76/62 และ ปืนกล 30 มม.



ภาพแสดงการดำเนินการในส่วนต่าง ๆ ของโครงการ

งบประมาณโครงการเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 นี้ใช้งบประมาณ ประมาณ 5,497.93 ล้านบาท(รายละเอียดย่อยตามภาพแสดง งบประมาณโครงการเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 โดยแบ่งการจัดหาออกเป็น 2 ระยะคือ ระยะที่ 3/1 จัดหาเฉพาะระบบตัวเรือ 2,847.93 ล้านบาท ระยะ 3/2 ระบบควบคุมบังคับบัญชาและตรวจการณ์ และระบบอาวุธ 2,650 ล้านบาท ซึ่งงบประมาณดังกล่าวอยู่ในแผนการจัดหาเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งของ ทร. โดยมีวัตถุประสงค์ในการจัดหา คือ จัดหาเรือ ตกก. ทดแทนเรือที่มีแผนปลดระวางประจำการ โดยมีขีดความสามารถในการใช้อาวุธปล่อยนำวิถีพื้นระยะขอบฟ้า พร้อมทั้งสามารถนำเฮลิคอปเตอร์ไปกับเรือได้ โดยแบ่งแผนการดำเนินการจัดหาเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 3 (3/1 และ 3/2) ปีงบประมาณ 2558–2561 จัดหา 1 ลำ ทดแทน ร.ล.ตาปี ระยะที่ 4 ปีงบประมาณ 2561–2564 จัดหา 1 ลำ ทดแทน ร.ล.คีรีรัฐ (ระยะที่ 4 ยังไม่มีการอนุมัติงบประมาณจาก ทร.)

สำนักงานสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 (สนง.ตกก.2) หัวใจหลักของการสร้างเรือลำนี้ จะปฏิเสธไปไม่ได้เลยว่าการประสานงานทั้งหมดของทั้งสัญญา 3/1 สัญญา 3/2 และสัญญาที่ ทร.ทำกับ บอท. ผู้เขียนมีโอกาสที่ดีมากที่ได้มีส่วนร่วมในโครงการนี้ ปฏิบัติหน้าที่ใน สนง.ตกก.2 และได้รับมอบหมายให้ดูแลในส่วนของการสร้างตัวเรือ (Hull Production) การควบคุมกระบวนการสร้างเรือ (Process Control) การรายงานความก้าวหน้าประจำเดือน (Progress Report) การติดต่อประสานงานกับฝ่ายต่าง ๆ เช่น ฝ่ายควบคุมคุณภาพ การติดตั้งระบบอาวุธ การติดตั้งระบบควบคุมบังคับบัญชาและตรวจการณ์ รวมถึงบริษัทเอกชนที่มีการว่าจ้างงานภายในโครงการ เป็นต้น ทุก ๆ ปัญหาของกระบวนการสร้างเรือฯ จะถูกส่งมายัง สนง.ตกก.2 เพื่อทำการแก้ไขปัญหาให้งานนั้น ๆ สามารถดำเนินการต่อไปได้โดยจะต้องไม่ทำให้เกิดการล่าช้าของแผนงานหลัก (Master Plan) ที่วางไว้สาเหตุใด ๆ ก็ตามที่ทำให้แผนงานหลักถูกปรับเปลี่ยนไป โดยอาจมีการขยายเวลาของแผนออกไปจะได้รับการอนุมัติจากประธานคณะกรรมการบริหารโครงการจัดหาเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 (เสธ.ทร.) นั่นหมายถึงเกิดจากการกลั่นกรองจากผู้บังคับบัญชาระดับสูงแล้ว ความล่าช้าเหล่านั้นเป็นสิ่งที่ ทร. ไม่ต้องการให้เกิดขึ้น แต่มีการปรับเปลี่ยนและเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับหลักการ เหตุผล และเวลา เพื่อให้งานแล้วเสร็จและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ภาพแสดงงบประมาณโครงการเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2

การดำเนินการของ บริษัท อู่กรุงเทพ จำกัด (บอท.) ในฐานะคู่สัญญาของกองทัพเรือ ได้ทำสัญญาเลขที่ SEA–5861–04 ณ บก.ทร. เมื่อวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2558 โดยมีข้อตกลงกับกองทัพเรือว่า บอท.เป็นผู้ส่งแบบและพัสดุสำหรับสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง จำนวน 1 ลำ พร้อมเครื่องจักร อุปกรณ์ อะไหล่ เครื่องมือ ส่วนสนับสนุน สายไฟและสายสัญญาณที่ใช้กับอุปกรณ์ที่ ทร.เป็นผู้จัดหา (Government Furnished Equipment : GFE) รวมถึงการบริการทางเทคนิคในการออกแบบติดตั้ง เชื่อมต่อ การตรวจรับ การทดสอบทดลองอุปกรณ์ การฝึกอบรม การสนับสนุนการส่งกำลังบำรุงรวมเป็นต้น โดยส่งมอบแบบแปลนรายละเอียดสำหรับการสร้างเรือและพัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเรือในลักษณะ Package Deal และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้ ทร.ดำเนินการสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งให้เพียงพอและสอดคล้องกับแผนงานสร้างเรือ (Ship Construction Plan) รวมทั้งส่งมอบแบบรายละเอียดที่ใช้ในการสร้างเรือจริง (As Built Drawing) โดยใช้แบบเรือ ร.ล.กระบี่ เป็นแบบพื้นฐานในการปรับเรือการส่งมอบแบบและพัสดุ โดยแบบเรือดังกล่าวมีต้นแบบมาจากแบบเรือของบริษัท BAE Systems Surface Ship จำกัด สหราชอาณาจักร ซึ่งเป็นผู้ขายได้ลิขสิทธิ์ในการใช้แบบเรือดังกล่าว โดย บอท. ระบุอีกว่าสิ่งของที่ขายตามสัญญาจะต้องเป็นของแท้ ของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน และไม่เป็นของเก่าเก็บ จนกระทั่งส่งมอบ ณ อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ (อรม.อร.) และในสัญญาดังกล่าวยังมีเอกสารแนบท้ายสัญญาซึ่งมีรายละเอียดในการสร้างเรือฯ มีทั้งสิ้น 31 ผนวก (Annex)

มาตรฐานงานสร้างเรือ

การออกแบบและการสร้างเรือฯ นั้น ต้องเป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมจัดชั้นเรือ (Classification Society) และ บริษัท BAE System โดยใช้สมาคมจัดชั้นเรือ Lloyd's register (LR) เข้ามาตรวจสอบไม่ต่ำกว่า 60 ครั้ง (Visits) แบบในการสร้างจะได้รับการอนุมัติจาก LR และ บริษัท BAE System ทั้งนี้จะเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้เรือโดย ทร.

ในข้อกำหนดตามมาตรฐานที่ LR ได้กำหนดไว้ นอกจากต้องมีการตรวจสอบในขั้นตอนสุดท้ายของแต่ละกระบวนการประกอบบล็อกตัวเรือ (Subordinate, Unit Assembly) และการต่อบล็อกตัวเรือเข้าด้วยกัน (Block Erection) แล้ว LR ยังบังคับให้ผู้ปฏิบัติงานต้องมีใบ Certificated ตามกระบวนการต่าง ๆ กล่าวคือ ช่างเชื่อมต้องผ่านการสอบ (WQT : Welder Qualification Test) โดยสถาบันที่ได้รับการยอมรับจาก LR และเจ้าหน้าที่จาก LR สามารถตรวจสอบการสอบและผลสอบได้ (Witness) เพื่อรับรองช่างเชื่อมในโครงการทั้งหมด ทั้งช่างเชื่อมของกองโรงงานเรือเหล็ก อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ (กรล.อรม.อร.) และบริษัทผู้รับเหมานอก ทร. รวมถึงการออกบัตรประจำตัวช่างเชื่อมหรือ Welder Card เพื่อระบุตัวตนผู้สอบผ่าน และวิธีการเชื่อมจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน Standard Welding Code Steel AWS D1.1M 2006 (ผนวก 19 แนวทางการสร้างเรือ หน้า 43) ได้รับการรับรองโดย LR ในส่วนของการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (NDT) ของ กองควบคุมคุณภาพ อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ (กคภ.อรม.อร.) เจ้าหน้าที่ต้องได้รับการอบรม Certificated ระดับ 2 ในทุกกระบวนการ MT PT VT RT และ UT ส่วนการตรวจสอบในขั้นตอนสุดท้ายที่ใช้กระบวนการ RT หรือ X–Ray นั้น ทางโครงการใช้บริษัทจากภายนอก (Third Party) เป็นผู้ตรวจสอบ ซึ่งมีใบ Certificated จากสถาบันที่น่าเชื่อถือเป็นผู้รับรองให้เท่านั้น

ภาพแสดงการประกอบบล็อกตัวเรือเข้าด้วยกันภายในอู่แห้ง (Erection)

ภาพแสดงการประกอบบล็อกตัวเรือเข้าด้วยกัน ภายในอู่แห้ง (Erection)

มีการรับรองกระบวนการเชื่อม WPS : Welding Procedure Specification ในโครงการ โดย WPS จะระบุวิธีการเชื่อม การใช้กระแสไฟในการเชื่อม การใช้ลวดเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม ระยะห่างและมุมบากในการรองรับการเชื่อมระหว่างแผ่นเหล็ก เป็นต้น ซึ่ง WPS นี้มีตราประทับจาก LR เพื่อเป็นหลักในการอ้างอิงการเชื่อม รวมถึงเป็นการรักษามาตรฐานการเชื่อมให้งานออกมาดีที่สุด บริเวณที่มีการเชื่อมจะต้องได้รับการจัดการชิ้นงานและอุปกรณ์ รวมถึงอุปกรณ์นิรภัยประจำตัวของผู้ปฏิบัติงานให้เป็นระเบียบและปลอดภัยอยู่เสมอ เพราะความปลอดภัยมีความสำคัญต่อชีวิตผู้ปฏิบัติงานมาก รวมถึงเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงมาตรฐานในการจัดการโครงการนี้ นอกจากนี้แล้วยังมีการติดป้ายประกาศที่ประกอบไปด้วย WPS และ แบบต่าง ๆ ของงานที่กำลังปฏิบัติอยู่ รวมถึงป้ายคำเตือนความปลอดภัย เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานระลึกถึงกระบวนการในสิ่งที่ทำอยู่ และความปลอดภัยที่ต้องมาเป็นอันดับแรก มีการติดบัตรช่างเชื่อมหรือ Welder Card ที่ผ่านการทดสอบตาม WQT ไว้อีกด้วยเพื่อป้องกันการนำช่างเชื่อมที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบมาปฏิบัติงาน อุปกรณ์ที่ใช้งานต้องได้รับการตรวจสอบให้มีมาตรฐาน กล่าวคือ ต้องมีการวัดเทียบหรือการ Calibration จะได้รับการตรวจสอบจาก กคภ.อรม.อร. เพื่อให้มั่นใจได้ว่าอุปกรณ์ทุกชิ้นได้มาตรฐาน เช่น ตู้เชื่อม ตลับเมตร กล้อง Total Station เป็นต้น ถ้าอุปกรณ์นั้น ๆ ผ่านเกณฑ์ก็ให้มีสติ๊กเกอร์รับรองติดที่อุปกรณ์นั้น ๆ

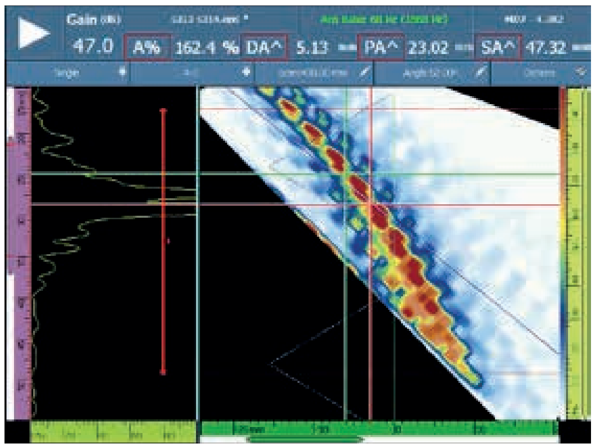
โครงการเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 ได้นำเทคโนโลยีที่มาใช้ในกระบวนการควบคุมคุณภาพ ทั้งการใช้การออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (Tribon) การตัดแผ่นเหล็กด้วยเครื่องตัด CNC การตรวจสอบกระบวนการประกอบ (Fit np)สามารถตรวจสอบกลับได้ง่าย การทดสอบแบบไม่ทำลาย (NDT) ด้วยวิธี VT MT PT RT และ UT ซึ่งนำมาใช้ทั้งหมดในโครงการนี้ ถือได้ว่าเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่ทั่วโลกให้การยอมรับ เนื่องจากการบังคับใช้มาตรฐานที่ LR กำหนด ส่วนเทคโนโลยีปัจจุบันที่จะนำมาใช้แพร่หลายในอนาคต ผู้เขียนคิดว่าเป็นการทดสอบแบบไม่ทำลายโดยวิธี Phased Array Ultrasonic Test : PAUT คลื่นเสียงความถี่สูงแบบจัดเรียงเฟส (PAUT) ถูกนำมาใช้ในโครงการนี้เพื่อตรวจหาความบกพร่อง (Flaw) ของส่วนประกอบในโครงสร้างและงานท่อ เช่น รอยแตก รอยร้าว การตรวจสอบความไม่ต่อเนื่อง (Discontinuity) ของงานเชื่อม การวัดความหนาการตรวจสอบการสึกกร่อนเป็นต้นระบบคลื่นเสียงความถี่สูงแบบจัดเรียงเฟสใช้หัวตรวจที่มีส่วนประกอบหลากหลาย ซึ่งถูกกระตุ้นโดยลำพังภายใต้การควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ หัวตรวจ PAUT ประกอบไปด้วยตัวแปรสัญญาณคลื่นความถี่สูงอันขนาดเล็กจำนวนมาก แต่ละอันสามารถสั่นได้เองโดยลำพังและสร้างลำแสงโฟกัสของคลื่นเสียงความถี่สูงโดยการกระตุ้นส่วนประกอบแต่ละชิ้นในลักษณะที่ถูกควบคุมลำแสงของคลื่นเสียงความถี่สูงสามารถใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์นำทางและใช้กวาดหาเหมือนเป็นไฟค้นหาผ่านโลหะหรือวัตถุที่ถูกตรวจสอบ วิธีการนี้จะสร้างมุมมองสองและสามมิติที่แสดงขนาดและตำแหน่งของรอยร้าวที่ตรวจพบในมุมมองแบบเป็นแผ่นบางผ่านวัตถุ เพราะเราสามารถควบคุมและบังคับมุมและโฟกัสของลำแสงได้ วิธีนี้จึงมีประสิทธิภาพมากในแง่ของความเร็วและการตรวจหารอยร้าว

การควบคุมคุณภาพมิติของเรือ (Accuracy Control) เรื่องนี้อาจเป็นใหม่สำหรับใครหลาย ๆ คน แต่การตรวจสอบมิติของตัวเรือได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยตรงจากโครงการเรือฟริเกตสมรรถนะสูง (ร.ล.ท่าจีน) ณ อู่ แดวู ชิปบิวดิ้ง แอนด์ มารีนเอ็นจิเนียริ่ง (Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering – DSME) สาธารณรัฐเกาหลี ถูกนำมาใช้ในโครงการนี้ในช่วงของการประกอบบล็อกตัวเรือเข้าด้วยกันในอู่แห้ง (Erection) และการติดตั้งระบบขับเคลื่อน (Shaft Alignment) โดยใช้กล้อง Total Station เป็นหลักในการตรวจสอบ (ซึ่งในอดีตใช้กล้อง Theodolite) ในการตรวจสอบ ซึ่งทำให้ได้มิติเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

งานควบคุมคุณภาพ โดย กคภ.อรม.อร. เป็นผู้ควบคุมการปฏิบัติ การดำเนินการทุกอย่างที่ได้กล่าวไปทั้งหมดจะต้องมีหลักฐานในการตรวจสอบ โดยเอกสารจะเรียกว่า ใบ Request For Inspection (RFI) ส่วนเจ้าหน้าที่จาก LR จะมาตรวจสอบท้ายที่สุดในส่วนของโครงสร้างตัวเรือ ระบบขับเคลื่อน และระบบไฟฟ้า ซึ่งใบ RFI นี้จะมีผลต่อการตรวจรับงานว่าจ้างในโครงการนี้ ทำให้มั่นใจได้ว่า ร.ล.ตรังจะเป็นเรือที่ได้รับการตรวจสอบคุณภาพที่เข้มข้น รัดกุมเพื่อประโยชน์สูงสุดของกองทัพเรือ

จากการที่ใช้มาตรฐานของ LR มากำหนดมาตรฐานในการสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 นี้จำเป็นจะต้องมีการ Shipyard Standard รวมถึง Facility ของอู่เรือ โดยกรมอู่ทหารเรือต้องพัฒนาศักยภาพให้ได้ตามมาตรฐาน Shipyard Standard ซึ่งประกอบด้วยสาขา ตัวเรือ กลจักร ไฟฟ้า และ การควบคุมคุณภาพ เมื่อมีการดำเนินการจัดทำ Shipyard Stand ขึ้นมาแล้วต้องมีการนำไปใช้งานในการต่อเรือลำต่อ ๆ ไป ที่ ทร. จะสร้างขึ้น รวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวก (Facility) ของอู่เรือ ที่ได้รับการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าที่เคยเป็น

มาตรฐานของบุคลากรที่เคยผ่านงานที่ได้รับการรับรองจาก LR สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เองจะทำให้บุคลากรในกรมอู่ทหารเรือมีประสบการณ์และเคยชินในการทำงานที่เป็นมาตรฐาน ในอนาคตต่อไปต้องบังคับใช้ให้ได้กับทุกหน่วยในกรมอู่ทหารเรือ สร้างมาตรฐานของกรมอู่ทหารเรือขึ้นมาเองให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับมาตรฐานสากลหรือดีกว่า แล้วนำข้อบกพร่องที่มีอยู่มาปรับแก้และบันทึกไว้เป็นแนวทางการแก้ไขในอนาคต การทำงานอย่างจริงจัง อนาคตของกรมอู่ทหารเรือก็จะเป็นองค์กรที่มีประสิทธิภาพได้มาตรฐานตามสากล



องค์ความรู้ใหม่ของศาสตร์การต่อเรือ

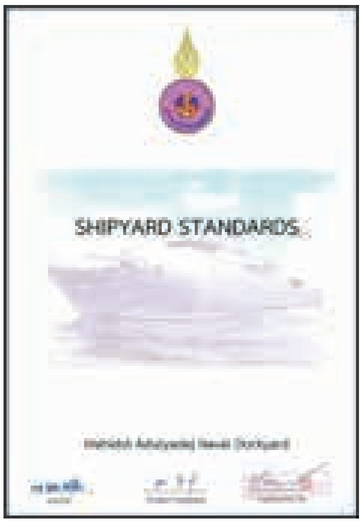
ร.ล.ท่าจีน ซึ่งเป็นเรือฟริเกตสมรรถนะสูงของกองทัพเรือไทยลำใหม่ล่าสุด ซึ่งขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างทดสอบทดลองเรือ ณ อู่ DSME หลาย ๆ ท่านกำลังใจจดใจจ่อกับการกลับมาเข้าประจำการของเรือรบไทยสัญชาติเกาหลี กล่าวคือ การต่อ ร.ล.ท่าจีน ในสัญญาได้ให้การถ่ายทอดเทคโนโลยีการต่อเรือมาด้วย โดย อร. ได้ทำการคัดเลือกผู้ที่มีคุณสมบัติตามที่ อร.กำหนด ส่งไปศึกษาตามสาขาวิชาต่าง ๆที่เรียกว่า On The Job Training (OJT) ณ อู่ DSME ซึ่งผู้เขียนเองได้มีโอกาสไปศึกษาในหัวข้อ Hull Production และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะเปรียบเสมือนที่ปรึกษาของโครงการต่อเรือ ตกก.2 ในทุก ๆ ด้านเพื่อเป็นข้อมูลในการประกอบการตัดสินใจของ สนง.ตกก.2 เพื่อให้ได้แนวทางที่ดีที่สุด ทั้งด้านเทคนิคและวัสดุ ตัวอย่างเช่น การเลือกใช้แผ่นเหล็กของโครงสร้างตัวเรือในโครงการต่อเรือ ตกก.2 นี้ มีที่มาเดียวกันกับ ร.ล.ท่าจีน คือ บริษัทพอสโค (POSCO) จากอุตสาหกรรมโพฮัง สาธารณรัฐเกาหลี เป็นต้น

สำหรับโครงการนี้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัท BAE System อันประกอบด้วย การศึกษาดูงาน ณ สหราชอาณาจักร ในส่วนของการออกแบบ กระบวนการสร้างเรือทั้งหมดจนถึงสาธิตเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างเรือ โดยบริษัท BAE System จัดให้มีการ On-Site Engineer มาเพื่อให้คำปรึกษาโครงการอย่างใกล้ชิด (เป็นระยะเวลา 36 เดือน) มีการจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับกิจกรรมที่สำคัญในกระบวนการสร้างเรือ รวมถึง OJT ทุกระบบที่ติดตั้งในเรือโดยวิศวกรของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ

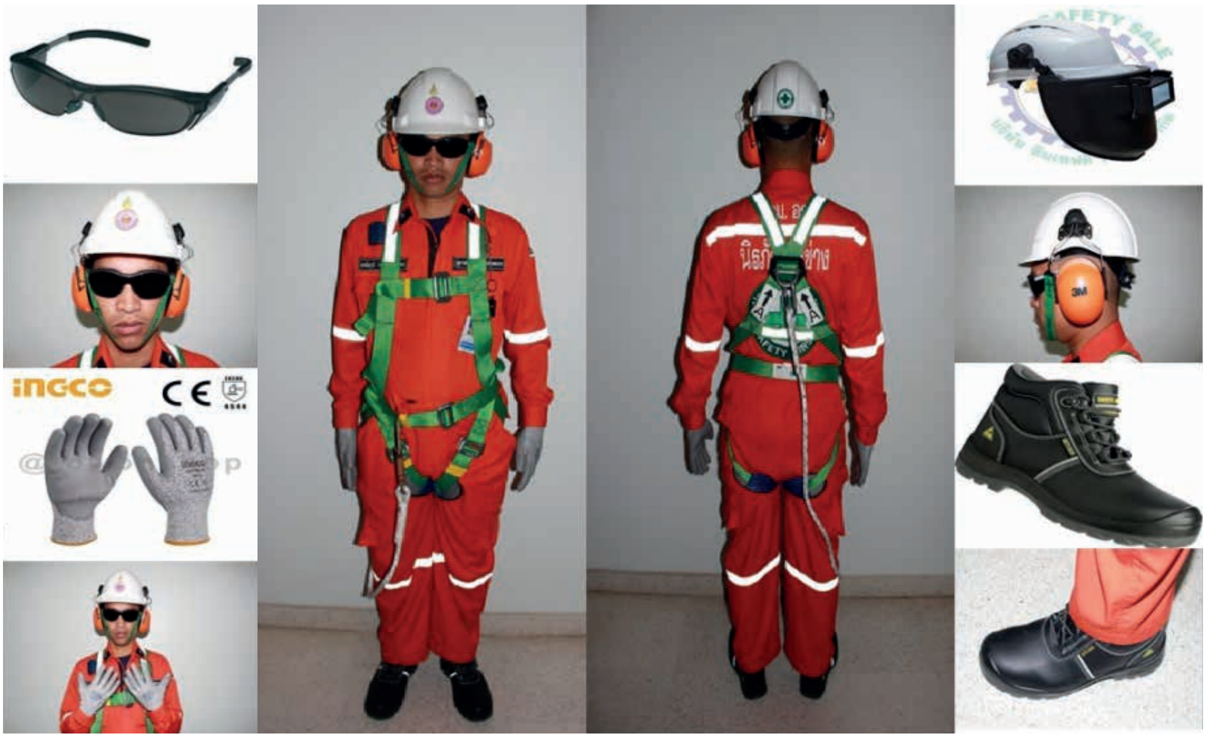
มาตรการรักษาความปลอดภัย

ความปลอดภัยในการทำงานต้องมาเป็นที่หนึ่งเสมอ (Safety First) หลังจากผู้เขียนกลับมาจาก OJT มีความคิดว่าถ้ามีโอกาสกลับมาต่อเรือจะสนับสนุนให้มีการเข้มงวดกวดขันเรื่องความปลอดภัย ซึ่งเมื่อโอกาสนั้นมาถึงกลับได้เห็นศักยภาพของ อรม.อร. ที่มีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยรวมทั้ง Security ได้เป็นอย่างดี ดังจะเห็นได้จากการที่ อรม.อร. ได้จัดทำคู่มือความปลอดภัยงานสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งขึ้นมาโดยเฉพาะ อีกทั้งยังได้กวดขันเรื่องอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล (PPE) เช่น หมวกนิรภัย แว่นนิรภัย ถุงมือนิรภัย รองเท้านิรภัย และอุปกรณ์เฉพาะทางของแต่ละสาขาที่มาปฏิบัติงาน เป็นต้น ซึ่งถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของความปลอดภัย จะไม่ได้รับอนุญาตให้ปฏิบัติงานนั้น ๆ ในส่วนของการปฏิบัติงานภายในเรือ (ช่วงระยะเวลา Erection จนถึงส่งมอบเรือ) ผู้ปฏิบัติงานทุกคน (ไม่ยกเว้นผู้เยี่ยมชมเรือ) จะต้องแลกบัตรก่อนลงไปปฏิบัติงานภายในเรือ ซึ่งจะถูกตรวจสอบอุปกรณ์ PPE ก่อนเมื่อปฏิบัติงานแล้วเสร็จจะต้องมาแลกบัตรคืน ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีผู้ใดติดอยู่ภายในเรือทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด เป็นการยกระดับมาตรฐานในด้านความปลอดภัยในการทำงานและจะเป็นบรรทัดฐานของ อร. ต่อไปในอนาคตอีกด้วย หน่วยงานที่รับผิดชอบในส่วนนี้คือ แผนกนิรภัยการช่างและความปลอดภัย กองจัดการ อรม.อร.

ภาพแสดงคู่มือความปลอดภัยงานสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง



ภาพแสดง Shipyard Standard ของ อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ Approved vy LR



ภาพแสดง การสวมใส่อุปกรณ์นิรภัยส่วนบุคคล (PPE) ของเจ้าหน้าที่แผนกนิรภัยการช่าง กองจัดการ อรมอร.

ภาพแสดง การสวมใส่อุปกรณ์นิรภัยส่วนบุคคล (PPE) ของผู้เขียนขณะศึกษาที่ อู่ DSME

การส่งเสริมอุตสาหกรรมพาณิชยนาวี (EEC)

เศรษฐกิจเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาประเทศไทย เพราะฉะนั้นการเติบโตภายใต้โครงสร้างการพัฒนาที่เข้มแข็ง ซึ่งในช่วงหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยห่างหายจากการลงทุนโครงการใหญ่ๆ มาหลายปี แต่วันนี้แนวโน้มอุตสาหกรรมทั่วโลกเริ่มเปลี่ยนทิศทางอีกครั้ง ซึ่งในแต่ละประเทศมีการแข่งขันทางอุตสาหกรรมกันสูงมาก จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้ประเทศไทยต้องยกระดับประเทศใหม่เพื่อความอยู่รอดและเพื่อเป็นการสร้างความเจริญครั้งใหม่ของประเทศ ซึ่งในปัจจุบันรัฐบาลได้วางนโยบายในการวาง โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (อีอีซี) ได้กลายเป็นการลงทุนขนาดใหญ่เพื่อยกระดับการพัฒนาประเทศไปสู่ยุค "ไทยแลนด์ 4.0" เพื่อให้ไปถึงจุดมุ่งหมายนั้น จึงต้องมีการกำหนดเป้าหมายพื้นฐานนำร่องใน 3 จังหวัด คือ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง อีกทั้งยังได้กำหนดอุตสาหกรรมเป้าหมายที่ได้รับการส่งเสริมเพื่อให้เกิดการลงทุนอย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้แผนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมอุตสาหกรรมพาณิชยนาวี คือ โครงการพัฒนาท่าเรือ แหลมฉบัง ระยะที่ 3 โครงการพัฒนาท่าเรืออุตสาหกรรม มาบตาพุด ระยะที่ 3 และการพัฒนาท่าเรือพาณิชย์สัตหีบ โดยเฉพาะท่าเรือพาณิชย์สัตหีบนั้นได้จะได้รับการส่งเสริมให้เป็นท่าเรือสำหรับจอดเรือสำราญที่ทันสมัย ได้มาตรฐานระดับโลก สามารถรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมต่อเรือและการประกอบแท่นขุดเจาะน้ำมัน ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ กองทัพเรือ แน่นอนว่าการขยายท่าเรือจะทำให้มีการขนส่งสินค้าทางทะเลเพิ่มมากขึ้น เรือพาณิชย์ที่จะเข้า-ออกประเทศไทย ก็จะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ผลพลอยได้ที่จะตามมาก็คือ การซ่อมและสร้างเรือ จะทำให้เกิดการจ้างงานเพิ่มมากขึ้น องค์ความรู้ทางด้านการต่อเรือและสร้างเรือจะมีการพัฒนาต่อยอดไปในอนาคต จะทำให้ประเทศไทยเป็นมีศักยภาพพร้อมรองรับอุตสาหกรรมพาณิชย์นาวีอย่างยั่งยืน ซึ่งโครงการต่อเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (ตกก.2) จะทำให้กองทัพเรือ โดย กรมอู่ทหารเรือ และภาคเอกชนที่เข้ามามีส่วนร่วมในโครงการ มีประสบการณ์ในการสร้างเรือรบขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนและรายละเอียดการสร้างซึ่งต้องใช้เทคนิคเฉพาะซึ่งมีความแตกต่างกับเรือสินค้าหรือเรือพาณิชย์มาก ทำให้ประเทศไทยมีขีดความสามารถในการต่อเรือรบเพิ่มขึ้น สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างสมบูรณ์ในอนาคตอันใกล้นี้

ภาพแสดง แผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับการลงทุนใน EEC
จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ความก้าวหน้าในการสร้างเรือในปัจจุบัน

ปัจจุบัน (15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2561) เรือ ตกก.2 ได้ดำเนินการนำเรือลอยน้ำ และนำออกไปเทียบท่าบริเวณปากอู่แห้งของ อรม.อร. เป็นที่เรียบร้อยแล้ว แต่ยังไม่ได้ประกอบพิธีปล่อยเรือลงน้ำ ซึ่งมีกำหนดการตั้งแต่วันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2562 เป็นต้นไป และส่งมอบเรือให้ ทร. ภายในวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2562 ตามแผนงานหลัก (Master Plan) ช่วงนี้อยู่ระหว่างการดำเนินการติดตั้งระบบอุปกรณ์ GFE งานติดตั้งระบบไฟฟ้า งานติดตั้งระบบกลจักร งานติดตั้งระบบอาวุธ งานติดตั้งอุปกรณ์ประกอบตัวเรือ (Outfitting) และการทดสอบทดลองระบบขับเคลื่อน ความก้าวหน้าของการสร้างเรือคืบหน้าไปมาก คิดเป็นร้อยละ 66 ของงานทั้งหมด (Overall Progress)

สิ่งที่คาดหวังเมื่อเรือขึ้นประจำการแล้ว ร.ล.ตรัง จะเป็นเรือที่มีสมบูรณ์แบบไม่เกิดปัญหาใหญ่ที่ต้องทำให้กลับเข้ามาแก้ไขกันอีก อย่างไรก็ตามการต่อเรือรบที่มีความต่อเนื่องทำให้เราได้เห็นความแตกต่างกันของมาตรฐานที่สูงขึ้นตามลำดับประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานที่สูงขึ้นจากการที่มีการต่อเรืออย่างต่อเนื่องจะสะท้อนการทำงานและผลลัพธ์ของโครงการนี้ได้เป็นอย่างดี ผู้เขียนมีข้อสังเกตว่าสื่อสังคมออนไลน์ที่มีการพูดถึงโครงการนี้ มีกระแสตอบรับที่ดีจากการสนทนาเกี่ยวโครงการนี้ อีกทั้งยังให้การสนับสนุน ติดตาม ประชาสัมพันธ์โครงการอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เนื่องมาจากความภาคภูมิใจที่มีร่วมกันในการสร้างเรือลำนี้ ที่คนไทยสามารถต่อเรือรบขนาดใหญ่ใช้เองได้ อีกทั้งยังทำให้เกิดการจ้างงานในวงกว้างอีกด้วย ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ร.ล.ตรัง จะได้รับเสียงตอบรับที่ดีจากผู้ใช้งานและประชาชนทั่วไปที่ติดตามข่าวสารของโครงการนี้ สำหรับผู้เขียนแล้วถือเป็นความภาคภูมิใจและเป็นเกียรติสูงสุดที่ได้มีโอกาสร่วมงานในโครงการนี้ และทุก ๆ ท่านที่ได้ร่วมงานด้วยกันคงจะมีความรู้สึกเช่นเดียวกันกับผู้เขียน เพื่อสืบสานพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร ฯ รัชกาลที่ 9 เรื่องการต่อเรือรบ ที่พระองค์ทรงมีต่อกองทัพเรือ นำมาสู่โครงการเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 ด้วยสายพระเนตรอันยาวไกลประกอบกับพระปรีชาสามารถในด้านการต่อเรือ และกิจการนาวีของพระองค์ท่านที่ทรงเล็งเห็นถึงการสร้างเรือรบใช้เองและซ่อมบำรุงได้เองอย่างมีประสิทธิภาพ นำมาสู่การพัฒนาตนเองอย่างยั่งยืนของกรมอู่ทหารเรือและกองทัพเรือ นับเป็นพระมหากรุณาธิคุณของข้าราชการกองทัพเรือและบุคลากรในอุตสาหกรรมต่อเรือในประเทศไทยเป็นล้นพ้น

ภาพเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 ขณะ Erection ในอู่แห้ง อรม.อร.
ซึ่งมีโรงคลุมขนาดใหญ่ เพื่อป้องกันแดดและฝนได้บางส่วน

**"อย่างไรก็ตามการต่อเรือรบที่มีความต่อเนื่อง
ทำให้เราได้เห็นความแตกต่างกันของมาตรฐานที่สูงขึ้นตามลำดับ
ประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานที่สูงขึ้นจากการที่มีการต่อเรืออย่างต่อเนื่อง"**

นาวาตรี ธนกิจ ศรีแสง

ภาพเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง ลำที่ 2 ขณะเปล่อยน้ำเข้าในอู่แห้ง อรม.อร.
เพื่อตรวจสอบการรั่วซึมของตัวเรือใต้แนวน้ำ

บรรณานุกรม

“การขึ้นระวางประจำการ HMS Forth” [ม.ป.ป.]. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.naval-technology.com/news/british-royal-navy-commissions-first-river-class-opv-hms-forth/ สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2561.

“การปรับปรุงเรือ RCB1” [ม.ป.ป.]. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.savetheroyalnavy.org/impro ving -the-capability-of-a-future-opv-squadron-part-2/ สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2561.

“การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน อีอีซี” [ม.ป.ป.]. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.eeco.or.th/โครงการ/การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2561.

“การพัฒนาท่าเรือพาณิชย์สัตหีบ” [ม.ป.ป.]. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.eeco.or.th/โครงการ/การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานท่าเรือพาณิชย์สัตหีบ สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2561.

“คุณสมบัติเรือชุด RCB1 และราคา” [ม.ป.ป.]. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://ukamedforcescommentary.blogspot.com/2014/10/opvs-that-come-with-lots-of-questions.html.

“จุดกำเนิดของเรือชุด River Class” [ม.ป.ป.]. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.naval-technology.com /projects/river_class/ สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2561.

“เรือชุด RB1” [ม.ป.ป.]. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.seaforces.org/marint/Royal-Navy/Patrol-Vessel/River-class.htm สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2561.

“เรือชุด River Class” [ม.ป.ป.]. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.baesystems.com/en/product/ offshore-patrol-vessels สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2561.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. “แผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานรองรับการลงทุนใน EEC.” [ม.ป.ป.]. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php? nid=6382 สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2561.

“HMS.Clyde.” [n.d.]. [online]. Available: http://seaforces.org/marint/Royal-Navy/Patrol-Vessel/P-257-HMS-Clyde.htm Retrieved November 15, 2018.

“HMS.Forth.” [n.d.]. [online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/HMS_Forth_(P222)#/media/ File:HMS_Forth_formally_gets_commis-sioned_into_the_Royal_Navy_13042018_MOD_45164104.jpg Retrieved November 15, 2018.

๗

การวิเคราะห์พลศาสตร์ทางเรือ

นาวาตรี ดร. ปริญญ์ กันอยู่

บทคัดย่อ

บทความทางวิชาการฉบับนี้นำเสนอแบบจำลองคณิตศาสตร์แบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear Mathematical Model) สำหรับใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์คุณสมบัติพลศาสตร์ทางเรือ และความคงทนทะเล (Ship Dynamics and Seakeeping) ของเรือเร็วเหินน้ำ (High Speed Planing Craft) โดยแบบจำลองนี้ ได้เริ่มต้นพัฒนาโดยใช้ต้นแบบจากแบบจำลองของ (Zarnick, 1978)

เรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (ร.ล.กระบี่)

ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐานมาจากการผสมผสานระหว่าง Strip Theory และ Wedge Water Entry การคำนวณโดยใช้หลักการดังกล่าวมีข้อได้เปรียบที่เห็นได้ชัดคือ ความต้องการของทรัพยากรในการคำนวณทั้งเครื่องมือและเวลาต่ำ สามารถใช้งานในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้ เหมาะสำหรับใช้งานในการออกแบบเรือเบื้องต้น เพื่อที่จะสามารถดัดแปลงให้เหมาะสม ก่อนที่จะถึงขั้นตอนการกำหนดรายละเอียดเชิงลึกต่อไป ในขั้นตอน Validation การคำนวณจะจำลองสถานการณ์การทดลองลากเรือของ (Fridsma, 1971) และใช้ผลที่ได้เปรียบเทียบกับการทดลองดังกล่าว รวมทั้งเปรียบเทียบกับผลการคำนวณของ (Zarnick, 1978) ด้วยเช่นกัน

ABSTRACT

A nonlinear mathematical model capable of predicting load and motions of high-speed planing craft in the longitudinal plane has been developed. The development of the model is based on the mathematical model presented by Zarnick (1978). Following the principle of 2D strip theory and wedge water entry. Solution of the motions of a planing craft based upon strip theory and wedge water impact is well known and offers fast computational times useful for simulation and design. The optimum model is finally validated against the original model of Zarnick (1978, 1979) and the experiments of Fridsma (1969, 1971).

KEYWORDS

Ship Dynamics, Ship Motions, Seakeeping, Planing Craft.

คำนำ (INTRODUCTION)

เรือเร็วเหินน้ำ (High Speed Planing Craft) ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการทำงานต่าง ๆ โดยเฉพาะทางการทหารในการปฏิบัติการในลำน้ำ ด้วยคุณสมบัติเฉพาะตัวที่สามารถเคลื่อนไปได้ด้วยความเร็วสูงโดยใช้พลังงานต่ำเมื่อปฏิบัติการในน้ำนิ่ง อย่างไรก็ตาม เมื่อเรือประเภทนี้ถูกนำมาใช้ปฏิบัติการในลำน้ำเปิด หรือทะเลเปิด นอกเหนือจากคุณสมบัติพื้นฐานอันได้แก่ มุมทริม (trim) ระยะการจม (sinkage) และแรงต้านทานการเคลื่อนที่ (resistance) แล้ว จำเป็นต้องมีการพิจารณาคุณสมบัติพลศาสตร์ทางเรือ และความคงทนทะเล (Ship Dynamics and Seakeeping) เพิ่มเข้าไปด้วย ซึ่งคุณสมบัติความคงทนทะเลในกรณีของเรือประเภทนี้จะแตกต่างไปจากเรือทั่วไป

ข้อแตกต่างหลักระหว่างเรือเร็วเหินน้ำ และเรือทั่วไป (Conventional Displacement Ships) คือแรงหลักที่รองรับการลอยตัวของเรือเร็วเหินน้ำเป็นแรงทางพลศาสตร์ (hydrodynamic force) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของน้ำรอบ ๆ ตัวเรือเมื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยความเร็วสูง แทนที่จะเป็นแรงทางสถิตยศาสตร์ (hydrostatic force หรือ buoyancy) ซึ่งมีค่าน้อยมากในกรณีของเรือประเภทนี้ นอกเหนือไปจากนี้

โดยทั่วไปแล้ว การคำนวณและวิเคราะห์คุณสมบัติพลศาสตร์ทางเรือและความคงทนทะเล สามารถทำได้สามวิธี ได้แก่ การทดลองลากเรือใน Towing Tank, การคำนวณโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บนพื้นฐานของ Strip Theory และการคำนวณโดยใช้ Computational Fluid Dynamics หรือ CFD ซึ่งวิธีแรกจะมีค่าใช้จ่ายและการเตรียมการที่สูงและซับซ้อน เหมาะสำหรับการออกแบบละเอียดในช่วงก่อนสร้างจริง และวิธีที่สามถึงแม้จะไม่มีการเตรียมการที่ยุ่งยาก แต่ยังคงต้องใช้คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่และซับซ้อน วิธีที่สองจึงเป็นวิธีที่ถูกพิจารณาคัดเลือกมาทำการปรับปรุง เพื่อสามารถนำมาใช้ได้สะดวกในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพื่อเป็นประโยชน์ในการออกแบบเบื้องต้น การคำนวณพลศาสตร์ทางเรือของเรือทั่วไปสามารถทำได้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชิงเส้น (Linear Mathematical Model) ซึ่งตั้งสมมุติฐานไว้ว่าการเคลื่อนที่ของเรือ (ship motions) มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับพลศาสตร์ของคลื่น แต่ในกรณีของเรือเร็วเหินน้ำ เมื่อคำนึงถึงความเร็วในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (forward speed) และมุมทริม (trim) ของเรือ น้ำหรือของไหลที่อยู่บริเวณรอบ ๆ และใต้ตัวเรือ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางและความเร็วในการไหลสัมพัทธ์กับการเคลื่อนที่ของตัวเรือ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัม และนำมาซึ่งการเกิดแรงตามกฎข้อที่สองของนิวตัน และในกรณีที่เรือเคลื่อนที่ไปในคลื่น องค์ประกอบของความเร็วสัมพัทธ์จะถูกเพิ่มเติมด้วยความเร็วของวงโคจรอนุภาคน้ำในคลื่น (Wave Orbital Velocities) ส่งผลให้แบบจำลองคณิตศาสตร์ไม่สามารถทำการคำนวณในลักษณะเชิงเส้นได้

ด้วยเหตุนี้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear Mathematical Model) บนพื้นฐานของการผสมผสานระหว่าง Strip Theory และ Wedge Water Entry Theory จึงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการคำนวณพลศาสตร์ทางเรือของเรือเร็วเหินน้ำ โดยต้นแบบของการพัฒนาแบบจำลองประเภท เกิดจากการดัดแปลงแบบจำลองเชิงเส้นของ (Martin, 1976) โดย (Zarnick, 1978) และถูกปรับปรุงมาตลอดระยะทศวรรษที่ผ่านมาโดยนักวิจัยหลายท่าน อาทิ (Keuning, 1994), (Akers, 1999) และ (Garme, 2004) เป็นต้น

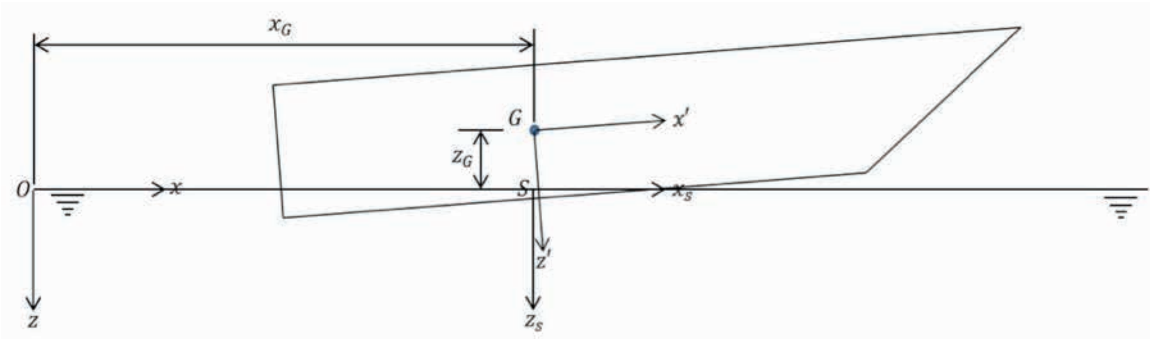
งานวิจัยในบทความปัจจุบัน ได้ทำการผสมผสาน ปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เหมาะสมกับเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ซึ่งสามารถใช้งานได้โดยที่ไม่ต้องจัดซื้อใบอนุญาตการใช้โปรแกรม โดยทำการศึกษาลงรายละเอียดไปในขั้นตอน Verification และ Validation ของแบบจำลอง โดยทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับการทดลองลากเรือของ (Fridsma, 1971) และการคำนวณโดย (Zarnick, 1978) เพื่อสามารถหาข้อสรุปถึงประสิทธิภาพของแบบจำลอง ก่อนจะนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเรือต่อไป

ระบบสมการควบคุมการเคลื่อนที่ (GLOBAL SYSTEM OF EQUATIONS OF MOTIONS)

ระบบสมการการเคลื่อนที่ (System of Equations of Motions) ถูกพัฒนาบนพื้นฐานของ Strip Theory โดยสามารถจำลองการเคลื่อนที่ของเรือในคลื่นได้สองพหุดีกรีอิสระ (2 Degrees of Freedom) คือ Heave และ Pitch ซึ่งการจำลองจะทำการลากเรือไปด้วยความเร็วคงที่ภายใต้สถานการณ์ที่ถูกลาก (Towed Condition)

ระบบพิกัด (Coordinate System)

โดยทั่วไป ระบบพิกัดที่ใช้ใน Strip Theory มีสามองค์ประกอบตาม รูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบพิกัด (Coordinate System)

- ระบบพิกัด Earth-Fixed $Oxyz$
- ระบบพิกัด Ship-Carried $Sx_sy_sz_s$
- ระบบพิกัด Body-Fixed $Gx'y'z'$

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการเคลื่อนที่ในทิศทาง Surge ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในแบบจำลองระบบพิกัด จึงสามารถถูกละออกจากแบบจำลองได้โดยไม่มีผลกระทบต่อการคำนวณ

ระบบสมการการเคลื่อนที่ (System of Equations of Motions)

ระบบสมการการเคลื่อนที่ถูกพัฒนามาจากกฎข้อที่สองของนิวตัน และเมื่อลดรูปลงเหลือเพียงสองพหุดีกรีอิสระ ระบบสมการจะสามารถเขียนได้ในรูปของ :

$$M\ddot{z}_G = -(F_h + F_{cfd})\cos\theta - F_b + D\sin\theta + W \quad (1)$$

$$I_{yy}\ddot{\theta} = M_h + M_{cfd} + M_b - Dx_D \quad (2)$$

โดยที่สมการ *(1)* และ *(2)* คือสมการการเคลื่อนที่ของ heave และ pitch $\ddot{z}_G$ และ $\ddot{\theta}$ คือความเร่งของ heave และ pitch F_h, F_{cfd}, M_h และ M_{cfd} คือ hydrodynamic และ cross-flow drag force และ moment ตามลำดับ D คือแรงต้านทานที่เกิดจากแรงเสียดทานที่เปลือกเรือ F_b และ M_b คือ hydrostatic หรือ buoyancy force และ moment ตามลำดับ และ W คือน้ำหนักของตัวเรือ

หลักการของ Strip Theory คือ แรงต่างๆ ที่กระทำกับตัวเรือ เกิดจากการปริพันธ์ (Integration) ตามแนวยาวของตัวเรือในระบบพิกัด $Gx'y'z'$ ของแรงสองมิติในแต่ละ section (2D Sectional Forces) ดังนั้น แรงแต่ละแรงใน (1) และ (2) เกิดจาก:

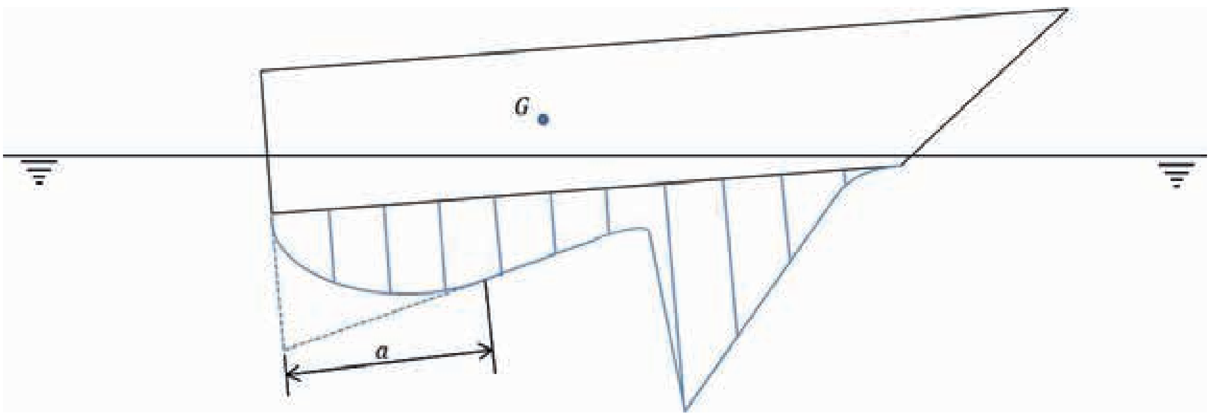
$$F_h = \int_L C_{tr} f_h dx' \qquad (3) \qquad F_{cfd} = \int_L C_{tr} f_{cfd} dx' \qquad (4) \qquad F_b = \int_L C_{tr} f_b dx' \qquad (5)$$

$$M_h = \int_L C_{tr} f_f x' dx' \qquad (6) \qquad M_{cfd} = \int_L C_{tr} f_{cfd} x' dx' \qquad (7) \qquad M_b = \int_L C_{tr} f_b x' dx' \qquad (8)$$

เนื่องจากปรากฏการณ์การแยกตัวของของไหล (Flow Separation Phenomena) ที่ท้ายตัดของเรือ (Transom) ตัวประกอบแก้ไข (Correction Factor) ที่เรียกว่า “Near-Transom Correction Factor” ที่ถูกเสนอโดย (Garme, 2005) ถูกนำมาประกอบเพิ่มเติมในระบบสมการ ในทุกๆ เทอมของ hydrostatic และ hydrodynamic forces เพื่อแก้ไขค่าของการกระจายตัวของแรงให้เป็นไปอย่างถูกต้อง ในบริเวณท้ายตัดของเรือตามรูปที่ 2 บนข้อเท็จจริงที่ว่า การกระจายตัวของแรงที่บริเวณนั้นควรมีค่าเท่ากับบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) เพราะท้ายตัดไม่มีของไหลมากระทำ ตัวประกอบดังกล่าวสามารถอธิบายได้ตาม:

$$C_{tr} = \tanh\left[\frac{2.5}{0.34 \cdot B_m \cdot C_v} \cdot (x' - x'_{tr})\right] \qquad (9)$$

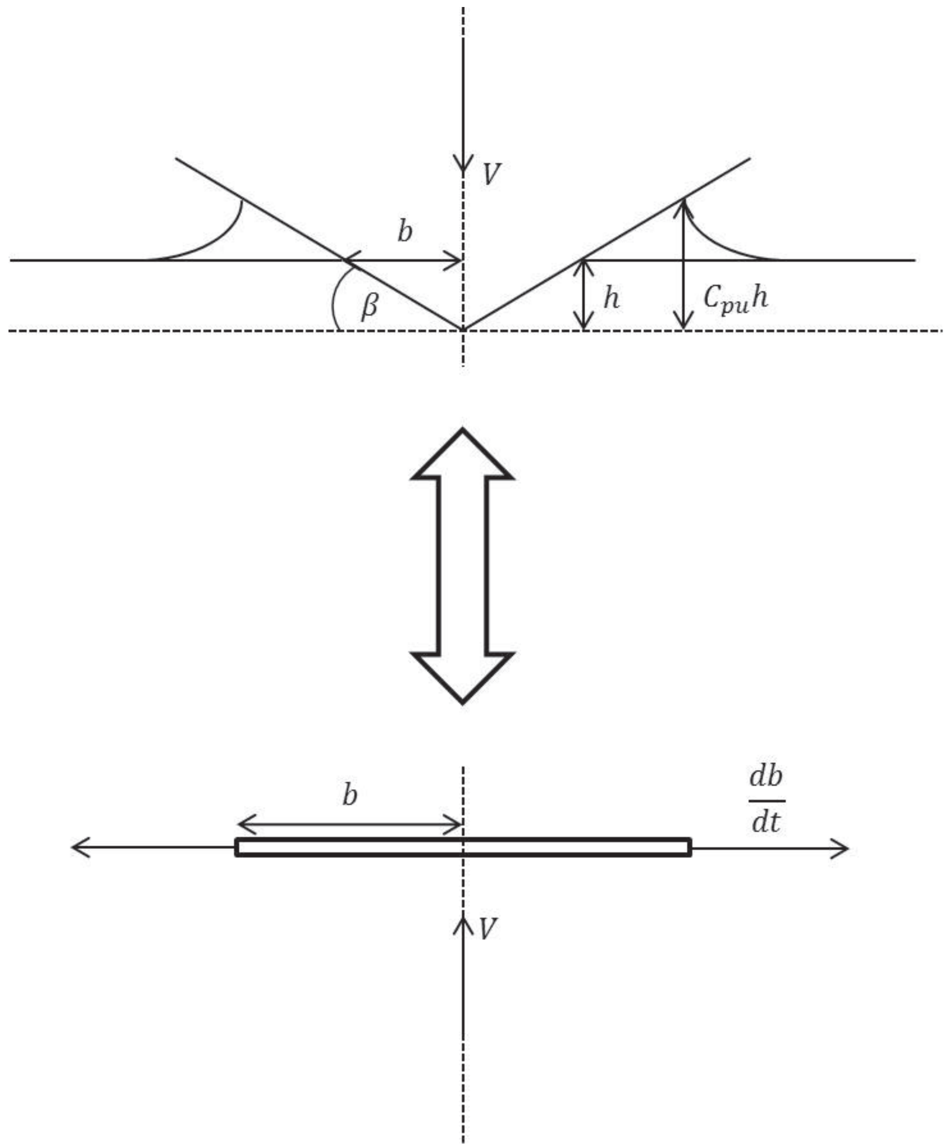
โดยที่ B_m ความกว้างของตัวเรือที่ main section C_v คือ breadth Froude number และ x'_{tr} คือพิกัดในระบบ body-fixedของท้ายตัด



รูปที่ 2 การกระจายตัวของแรงที่กระทำกับตัวเรือตลอดความยาวเรือ

จากการทดลองของ (Wagner, 1931) hydrodynamic forces ในสองมิติถูกกำหนดมาจากทฤษฎี Wedge Water Entry ว่าด้วยการคำนวณหาการกระจายตัวของแรงที่กระทำกับวัตถุทรงลิ่มตกลงในน้ำ โดยการสมมุติให้วัตถุทรงลิ่มตกน้ำ ถูกแทนที่ด้วยกระดานสองมิติขยายตัวที่ผิวน้ำ บนพื้นฐานว่าความเร่งของของไหลมีค่ามากกว่าความเร่ง gravity อัตราการขยายตัวของกระดานสองมิติต้องมีค่าเท่ากับอัตราการเพิ่มของจุดตัดระหว่างลิ่มกับผิวน้ำตามรูปที่ 3 การคำนวณทั้งหมดที่กล่าวมา อยู่บนพื้นฐานของ Potential Flow Theory และด้วยการแก้ปัญหาด้วย Boundary Value Problem สมการอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของของไหลในสองมิติ (2D Rate of Change of Fluid Momentum) หรือแรงในสองมิติ สามารถเขียนได้ในรูป:

$$f_h = \frac{D}{Dt}(m_a V) = \dot{m}_a V + m_a \dot{V} - U\frac{\partial}{\partial x'}(m_a V) \qquad (10)$$



รูปที่ 3 ทฤษฎี Wedge Water Entry

และ

$$U = \dot{x}_G \cos\theta - (\dot{z}_G - w_w)\sin\theta \qquad (11)$$

$$V = \dot{x}_G \sin\theta + (\dot{z}_G - w_w)\cos\theta - \dot{\theta}x' \qquad (12)$$

$$\dot{V} = \ddot{x}_G \sin\theta + (\ddot{z}_G - \dot{w}_w)\cos\theta + \dot{\theta}[\dot{x}_G \cos\theta - (\dot{z}_G - w_w)\sin\theta] - \ddot{\theta}x' \qquad (13)$$

โดยที่ m_a คือมวลเพิ่มในสองมิติ (Sectional Added Mass) U และ V คือความเร็วในทิศทางขนานและตั้งฉากกับกระดูกงูตามลำดับ $\dot{V}$ คืออัตราการเปลี่ยนแปลงของ V, w_w และ $\dot{w}_w$ คือความเร็วและความเร่งของอนุภาคน้ำในคลื่นตามลำดับ

(Wagner, 1931) แก้ปัญหาด้วย Boundary Value Problem และสรุปสมการของ sectional added mass และอัตราการเปลี่ยนแปลง ให้อยู่ในรูปของ

$$m_a = C_m \frac{\pi}{2}\rho b^2 \qquad (14)$$

$$\dot{m}_a = C_m \pi \rho \dot{b} b^2 \qquad (15)$$

โดยที่ C_m คือสัมประสิทธิ์ของมวลเพิ่ม (Sectional Added Mass Coefficient) ซึ่งเป็นไปแตกต่างไปตามรูปทรงของวัตถุ (Payne, 1994) แนะนำสมการของ C_m ที่เหมาะสมในรูปของ:

$$C_m = (1 - \beta/\pi)^2 \qquad (16)$$

แรงลอยตัวเพิ่มเติมที่เกิดจาก cross-flow drag สามารถคำนวณได้จาก:

$$C_{cfd} = C_{D,C} \cos\beta\, \rho b V^2 \qquad (17)$$

โดยที่ $C_{D,C}$ คือสัมประสิทธิ์ของ cross-flow drag ซึ่ง (Keuning, 1994) แนะนำให้ใช้ค่า 1.33

แรงลอยตัวสถิตย์ในสองมิติ (Sectional Buoyancy) สามารถคำนวณได้จาก:

$$f_b = a_{bf}\rho g A \qquad (18)$$

โดย a_{bf} มีค่าเท่ากับ 0.5 สำหรับกรณีที่เรือแล่นด้วยความเร็วสูง (High Froude Number) ซึ่งครอบคลุมทุก ๆ กรณีของเรือเร็วเหินน้ำ

และสุดท้าย แรงเสียดทานระหว่างน้ำกับตัวเรือสามารถคำนวณได้จาก:

$$D = \frac{1}{2}\rho C_F S_w U^2 \qquad (19)$$

แรงเสียดทานนี้เป็นตัวแปรที่ขึ้นอยู่สามตัวแปรไม่เชิงเส้นได้แก่ ความเร็วในแนวขนานกับกระดูกงู U, พื้นที่ผิวเปียกของตัวเรือ S_w และ สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน C_F โดยพื้นที่ผิวเปียกสามารถหาได้จากการทำปริพันธ์ของผิวนอกของเรือ สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานหาได้จาก ITTC Correlation Line

แทนค่า (3) – (8) ลงใน (1) – (2) จะได้:

$$M\ddot{z}_G = -\left(\int_L C_{tr} f_h \, dx' + \int_L C_{tr} f_{cfd} \, dx'\right)\cos\theta - \int_L C_{tr} f_b \, dx' + D\sin\theta + W \qquad (20)$$

$$I_{yy}\ddot{\theta} = \int_L C_{tr} f_h x' \, dx' + \int_L C_{tr} f_{cfd} x' \, dx' + \int_L C_{tr} f_b x' \, dx' - D x_D \qquad (21)$$

และเมื่อกระจายตัวแปลต่าง ๆ ออกจะได้:

$$\begin{aligned}
M\ddot{z}_G = & -\Bigg(\ddot{x}_G \sin\theta \int_L C_{tr} m_a \, dx' \\
& + \dot{x}_G \cos\theta\, \dot{\theta} \int_L C_{tr} m_a \, dx' \\
& + \ddot{z}_G \cos\theta \int_L C_{tr} m_a \, dx' \\
& - \dot{z}_G \sin\theta\, \dot{\theta} \int_L C_{tr} m_a \, dx' \\
& - \cos\theta \int_L C_{tr} m_a \dot{w}_w \, dx' \\
& + \sin\theta\, \dot{\theta} \int_L C_{tr} m_a w_w \, dx' \\
& - \ddot{\theta} \int_L C_{tr} m_a x' \, dx' \\
& + \int_L C_{tr} \dot{m}_a V \, dx' \\
& - \int_L C_{tr} U V \frac{\partial m_a}{\partial x'} \, dx' \\
& + \cos\theta \int_L C_{tr} U m_a \frac{\partial w_w}{\partial x'} \, dx' \\
& + \dot{\theta} \int_L C_{tr} U m_a \, dx' \\
& + \int_L C_{tr} C_{D,C} \cos\beta\, \rho b V^2 \, dx' \Bigg)\cos\theta \\
& - \int_L a_{bf} \rho g A \, dx' \\
& + D\sin\theta \\
& + W
\end{aligned} \qquad (22)$$

$$\begin{aligned}
I_{yy}\ddot{\theta} = & \ \ddot{x}_G \sin\theta \int_L C_{tr} m_a x' \, dx' \\
& + \dot{x}_G \cos\theta\, \dot{\theta} \int_L C_{tr} m_a x' \, dx' \\
& + \ddot{z}_G \cos\theta \int_L C_{tr} m_a x' \, dx' \\
& - \dot{z}_G \sin\theta\, \dot{\theta} \int_L C_{tr} m_a x' \, dx' \\
& - \cos\theta \int_L C_{tr} m_a \dot{w}_w x' \, dx' \\
& + \sin\theta\, \dot{\theta} \int_L C_{tr} m_a w_w x' \, dx' \\
& - \ddot{\theta} \int_L C_{tr} m_a x'^2 \, dx' \\
& + \int_L C_{tr} \dot{m}_a V x' \, dx' \\
& - \int_L C_{tr} U V \frac{\partial m_a}{\partial x'} x' \, dx' \\
& + \cos\theta \int_L C_{tr} U m_a \frac{\partial w_w}{\partial x'} x' \, dx' \\
& + \dot{\theta} \int_L C_{tr} U m_a x' \, dx' \\
& + \int_L C_{tr} C_{D,C} \cos\beta\, \rho b V^2 x' \, dx' \\
& + \int_L a_{bf} \rho g A x' \, dx' \\
& - D x_D
\end{aligned} \qquad (23)$$

การปริพันธ์ต่าง ๆ ใน (22) – (23) ถูกกำหนดให้อยู่ในรูปของตัวแปรต่อไปนี้:

$$C_A = \int_L C_{tr} m_a dx' \tag{24}$$

$$C_B = \int_L C_{tr} m_a \dot{w}_w dx' \tag{25}$$

$$C_C = \int_L C_{tr} m_a w_w dx' \tag{26}$$

$$C_D = \int_L C_{tr} m_a x' dx' \tag{27}$$

$$C_E = \int_L C_{tr} \dot{m}_a V dx' \tag{28}$$

$$C_F = \int_L C_{tr} \dot{U} V \frac{\partial m_a}{\partial x'} dx' \tag{29}$$

$$C_G = \int_L C_{tr} \dot{U} m_a \frac{\partial w_w}{\partial x'} dx' \tag{30}$$

$$C_H = \int_L C_{tr} \dot{U} m_a dx' \tag{31}$$

$$C_K = \int_L C_{tr} m_a \dot{w}_w x' dx' \tag{32}$$

$$C_M = \int_L C_{tr} m_a w_w x' dx' \tag{33}$$

$$C_N = \int_L C_{tr} m_a x'^2 dx' \tag{34}$$

$$C_O = \int_L C_{tr} \dot{m}_a V x' dx' \tag{35}$$

$$C_P = \int_L C_{tr} \dot{U} V \frac{\partial m_a}{\partial x'} x' dx' \tag{36}$$

$$C_Q = \int_L C_{tr} \dot{U} m_a \frac{\partial w_w}{\partial x'} dx' \tag{37}$$

$$C_R = \int_L C_{tr} \dot{U} m_a x' dx' \tag{38}$$

แทนค่า (24) – (38) ลงใน (22) – (23) สมการการเคลื่อนที่จะอยู่ในรูป:

$$\begin{aligned} M\ddot{z}_G = \; & -(\ddot{x}_G \sin\theta\, C_A + \dot{x}_G \cos\theta\, \dot{\theta} C_A + \ddot{z}_G \cos\theta\, C_A \\ & -\dot{z}_G \sin\theta\, \dot{\theta} C_A - \cos\theta\, C_B + \sin\theta\, \dot{\theta} C_C \\ & -\ddot{\theta} C_D + C_E - C_F + \cos\theta\, C_G + \dot{\theta} C_H \\ & + \int_L C_{tr} C_{D,C} \cos\beta\, \rho b V^2\, dx') \cos\theta \\ & - \int_L a_{bf} \rho g A dx' + D \sin\theta + W \end{aligned} \tag{39}$$

$$\begin{aligned} I_{yy}\ddot{\theta} = \; & \ddot{x}_G \sin\theta\, C_D + \dot{x}_G \cos\theta\, \dot{\theta} C_D + \ddot{z}_G \cos\theta\, C_D \\ & -\dot{z}_G \sin\theta\, \dot{\theta} C_D - \cos\theta\, C_K + \sin\theta\, \dot{\theta} C_M \\ & -\ddot{\theta} C_N + C_O - C_P + \cos\theta\, C_Q + \dot{\theta} C_R \\ & + \int_L C_{tr} C_{D,C} \cos\beta\, \rho b V^2\, dx') \cos\theta \\ & + \int_L a_{bf} \rho g A dx' - D x_D \end{aligned} \tag{40}$$

ย้ายข้างเทอมที่เกี่ยวกับความเร่งไปทางด้านซ้ายของระบบสมการ และตามสมมติฐานที่ $\ddot{x}_G = 0$:

$$M\ddot{z}_G + C_A\cos^2\theta\,\ddot{z}_G - C_D\cos\theta\,\ddot{\theta} = -(\dot{x}_G\cos\theta\,\dot{\theta}C_A + \dot{z}_G\cos\theta\,C_A - \dot{z}_G\sin\theta\,\dot{\theta}C_A - \cos\theta\,C_B + \sin\theta\,\dot{\theta}C_C + C_E - C_F$$
$$+\cos\theta\,C_G + \dot{\theta}C_H + \int_L C_{tr}C_{D,C}\cos\beta\,\rho bV^2\,dx')\cos\theta - \int_L a_{bf}\rho gAdx' + D\sin\theta + W \quad (41)$$

$$I_{yy}\ddot{\theta} - C_D\cos\theta\,\ddot{z}_G + C_N\ddot{\theta} = \dot{x}_G\cos\theta\,\dot{\theta}C_D - \dot{z}_G\sin\theta\,\dot{\theta}C_D - \cos\theta\,C_K + \sin\theta\,\dot{\theta}C_M + C_O - C_P + \cos\theta\,C_Q + \dot{\theta}C_R$$
$$+\int_L C_{tr}C_{D,C}\cos\beta\,\rho bV^2\,dx' + \int_L a_{bf}\rho gAdx' - Dx_D \quad (42)$$

(41) – (42) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของแมทริกซ์ได้ดังนี้

$$M \cdot \ddot{\bar{x}} = \sum F \quad (43)$$

และ:

$$\ddot{\bar{x}} = M^{-1} \cdot \sum F \quad (44)$$

โดยที่:

$$M = \begin{bmatrix} M + C_A\cos^2\theta & -C_D\cos\theta \\ -C_D\cos\theta & I_{yy} + C_N \end{bmatrix} \quad (45)$$

$$\ddot{\bar{x}} = \begin{bmatrix} \ddot{z}_G \\ \ddot{\theta} \end{bmatrix} \quad (46)$$

$$\sum F = \begin{bmatrix} F_z' + D\sin\theta + W \\ F_\theta' - Dx_d \end{bmatrix} \quad (47)$$

และ F_z และ F_θ คือเทอมของ hydrodynamic forces และ moments ที่ตัดเทอมที่เกี่ยวกับความเร่งออกไป ค่าของ $\ddot{\bar{x}}$ ที่คำนวณออกมาจะเป็นความเร่ง ณ เวลาปัจจุบัน ซึ่งหลังจากนำมาทำปริพันธ์กับเวลาแล้ว จะทำให้ได้ความเร็ว $\dot{\bar{x}}$ และการกระจัด $\bar{x}$ ในช่วงเวลาถัดไป จนกระทั่งได้รับข้อมูลอย่างเพียงพอใน time history

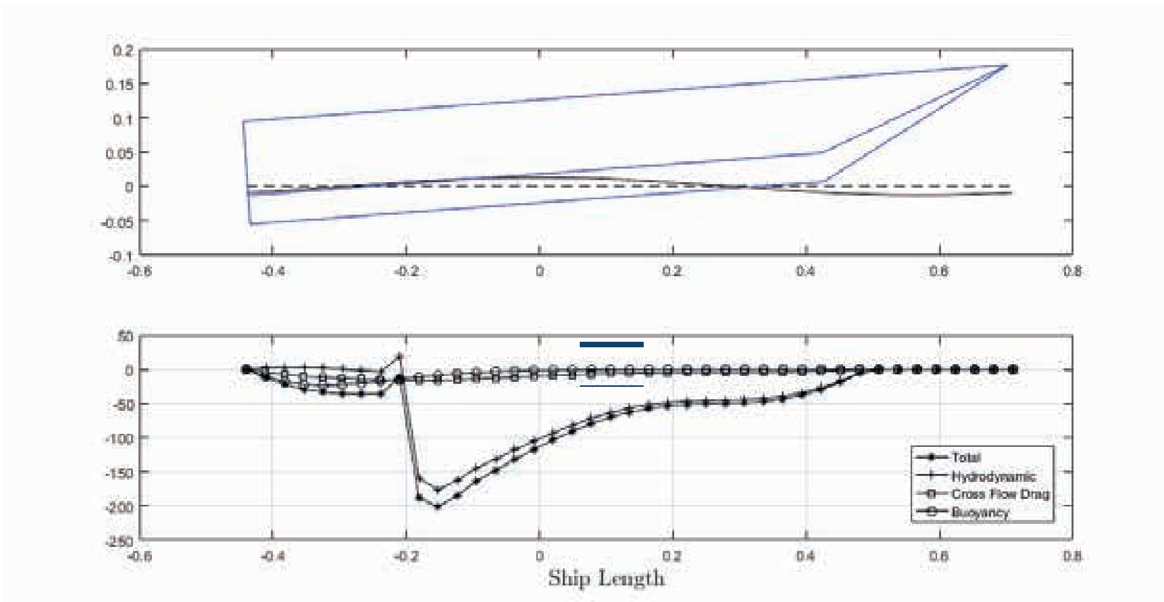
การจำลองการเคลื่อนที่ของเรือในคลื่นปกติ (SIMULATIONS IN REGULAR WAVES)

ในการจำลองการเคลื่อนที่ของเรือนี้ จะนำเอาระบบสมการการเคลื่อนที่ที่กล่าวไว้ข้างต้น มาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณ ลักษณะของการจำลองจะเป็นแบบ Time Domain ซึ่งสามารถให้ผลการคำนวณออกมาเป็น Time History ของทั้งความเร่ง ความเร็ว และการกระจัด รวมถึงการกระจายตัวของแรงตลอดความยาวเรือ (ดูรูปที่ 4)

คุณลักษณะของเรือและสภาพแวดล้อมทางทะเลที่จะทำการจำลอง จะเป็นไปตามการจำลองพื้นฐานของ (Fridsma, 1969) และ (Zarnick, 1978) ซึ่งจะครอบคลุมในเกือบทุกกรณีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์จริง โดยคุณลักษณะของตัวเรือที่นำมาจำลองจะประกอบไปด้วยมุมยกท้องเรือตามขวาง (Deadrise Angle) ตั้งแต่ 10 องศา จนถึง 30 องศา และรายละเอียดอื่น ๆ ตามตารางที่ 1

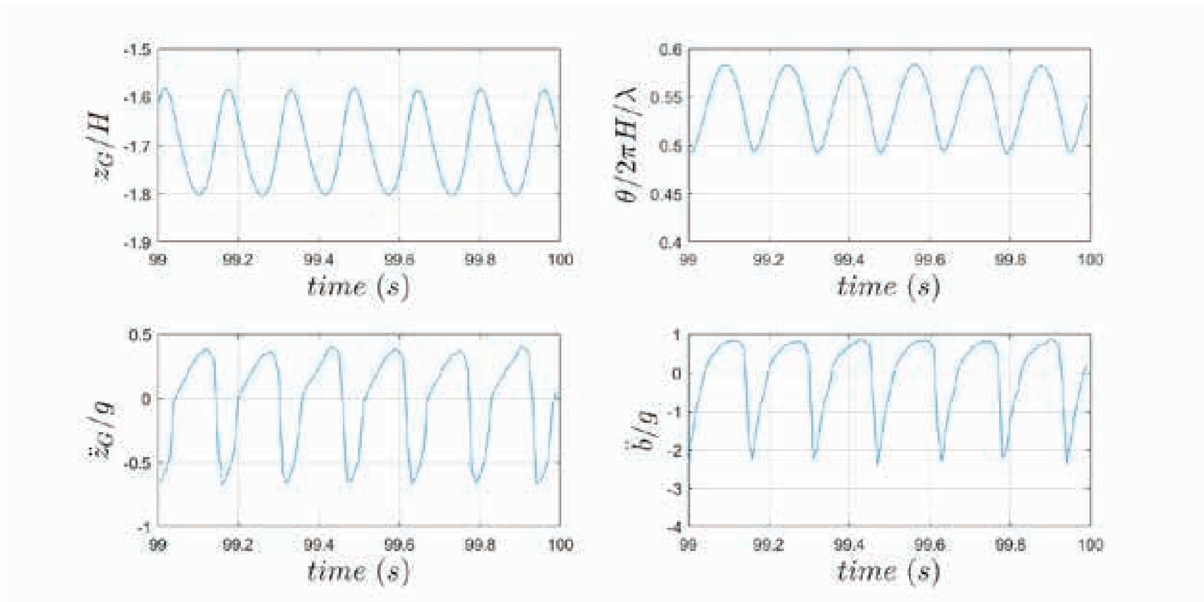
CONFIGURATIONS				
$\nabla = 0.074\ m^3,\ L_{OA} = 1.15\ m,\ VCG = 0.06\ m,\ B = 0.23\ m$				
Model	$V/\sqrt{L}$	**Deadrise (Deg)**	**LCG (m from transom)**	**Radius of Gyration (m)**
A	4.0	20	0.44	0.29
B	6.0	20	0.44	0.29
J	6.0	10	0.37	0.30
M	6.0	30	0.45	0.28

ตารางที่ 1: คุณลักษณะเฉพาะของโมเดลที่ใช้ในการจำลอง



รูปที่ 4 การกระจายตัวของแรงตลอดความยาวเรือ (Pressure distribution along the ship length)

คุณลักษณะของคลื่นในการจำลองนี้ จะนำเสนอเพียงคลื่นแบบปกติ (Regular Waves) เท่านั้น โดยจะใช้แอมปลิจูดของคลื่นที่ $H/B = 0.1$ และความยาวคลื่นตั้งแต่ $\lambda/L = 1.0$ ถึง $\lambda/L = 6.0$ ที่ความเร็วเรือระหว่าง $V/\sqrt{L} = 4.0$ – $V/\sqrt{L} = 6.0$ (ประมาณ 4 m/s – 6 m/s) ตัวอย่างของ Time Histories ของการจำลองถูกนำเสนอในรูปที่ 5 โดยนำเสนอตัวแปรไร้มิติ (Dimensionless Parameters) ของการกระจัดในแนวดิ่ง (heave motion) การกระจัดของมุมกระดกหัวท้าย (pitch motion) ความเร่งแนวดิ่งที่ CG และความเร่งแนวดิ่งที่หัวเรือ

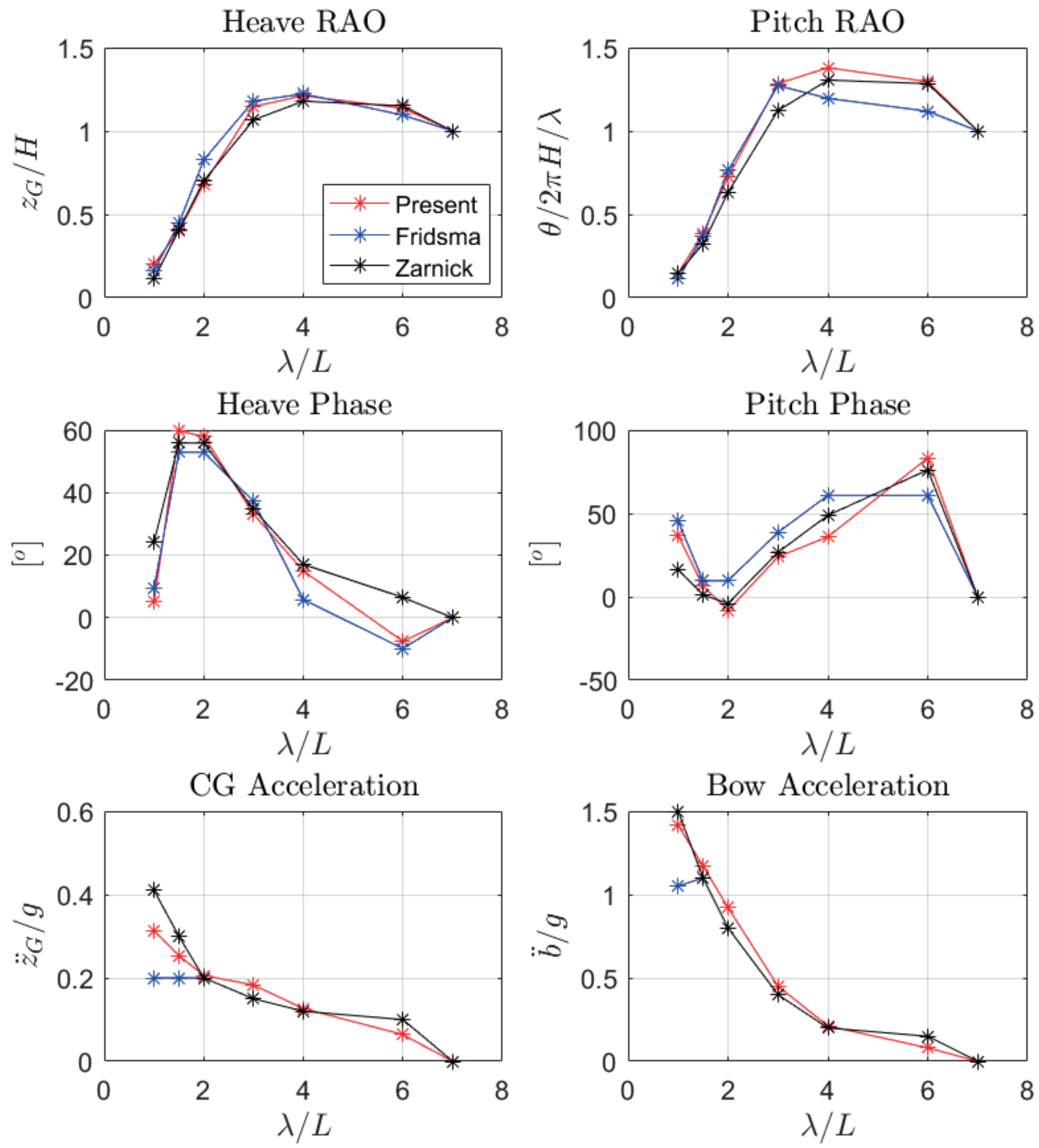


รูปที่ 5 ตัวอย่างของ Time Histories ของการจำลอง

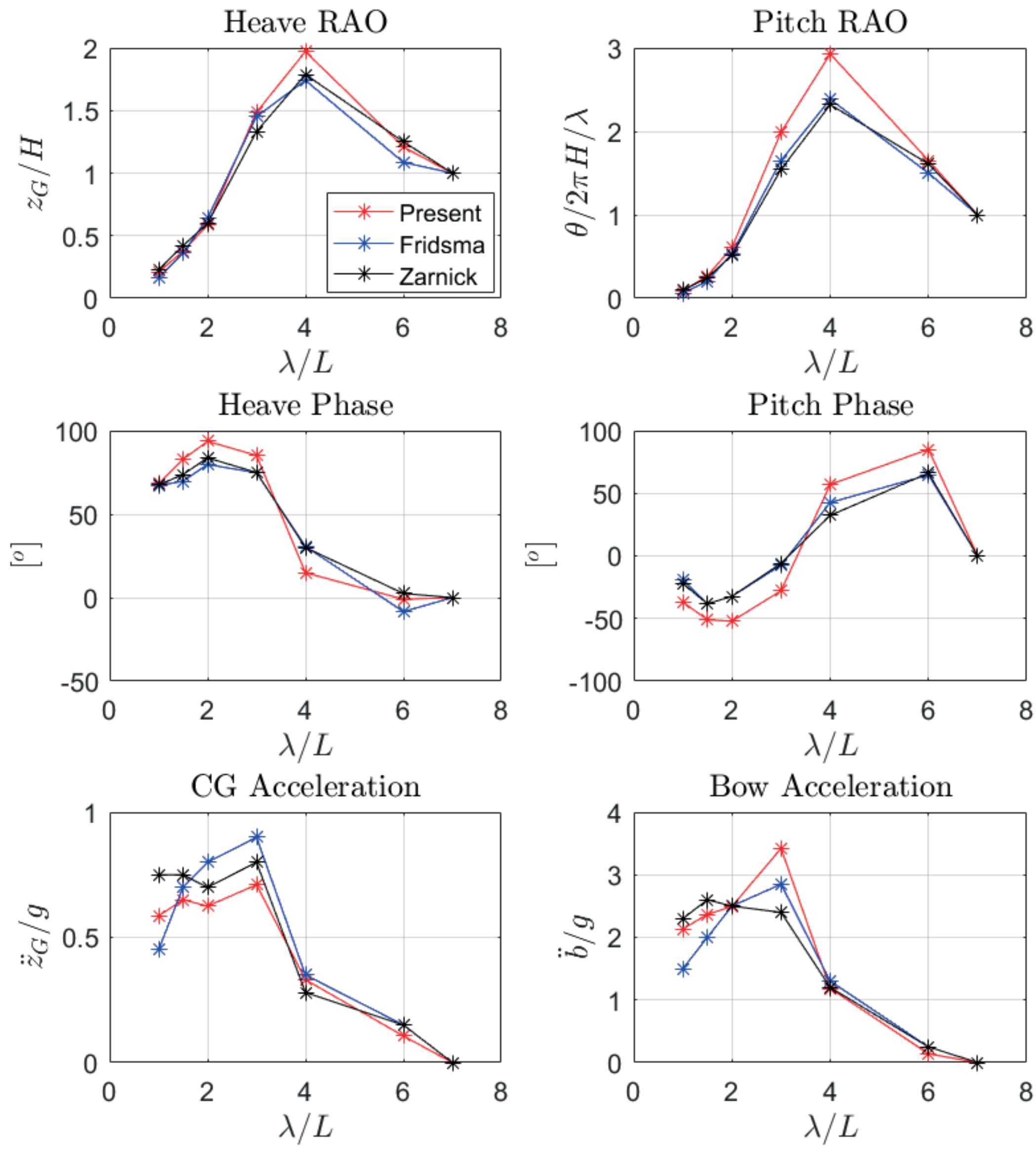
การวิเคราะห์พลศาสตร์ทางเรือและคุณลักษณะความคงทนทะเล (ANALYSIS OF SHIP DYNAMICS AND SEAKEEPING)

ผลของการจำลองเรือโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ภายใต้คุณลักษณะของเรือและทะเลที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่แล้ว จะถูกทำให้เป็นตัวแปรไร้มิติ โดยการกระจัดในแนวดิ่ง (heave) และมุมกระดก (pitch) จะถูกหารให้เป็นสัดส่วนกับความสูงของคลื่น z_G/H และ $\theta/2\pi H/\lambda$ ตามลำดับ และความเร่งทั้งสองตัวโดยการหารให้เป็นสัดส่วนกับความเร่งของแรงโน้มถ่วง $\ddot{z}_G/g$ และ $\ddot{b}/g$

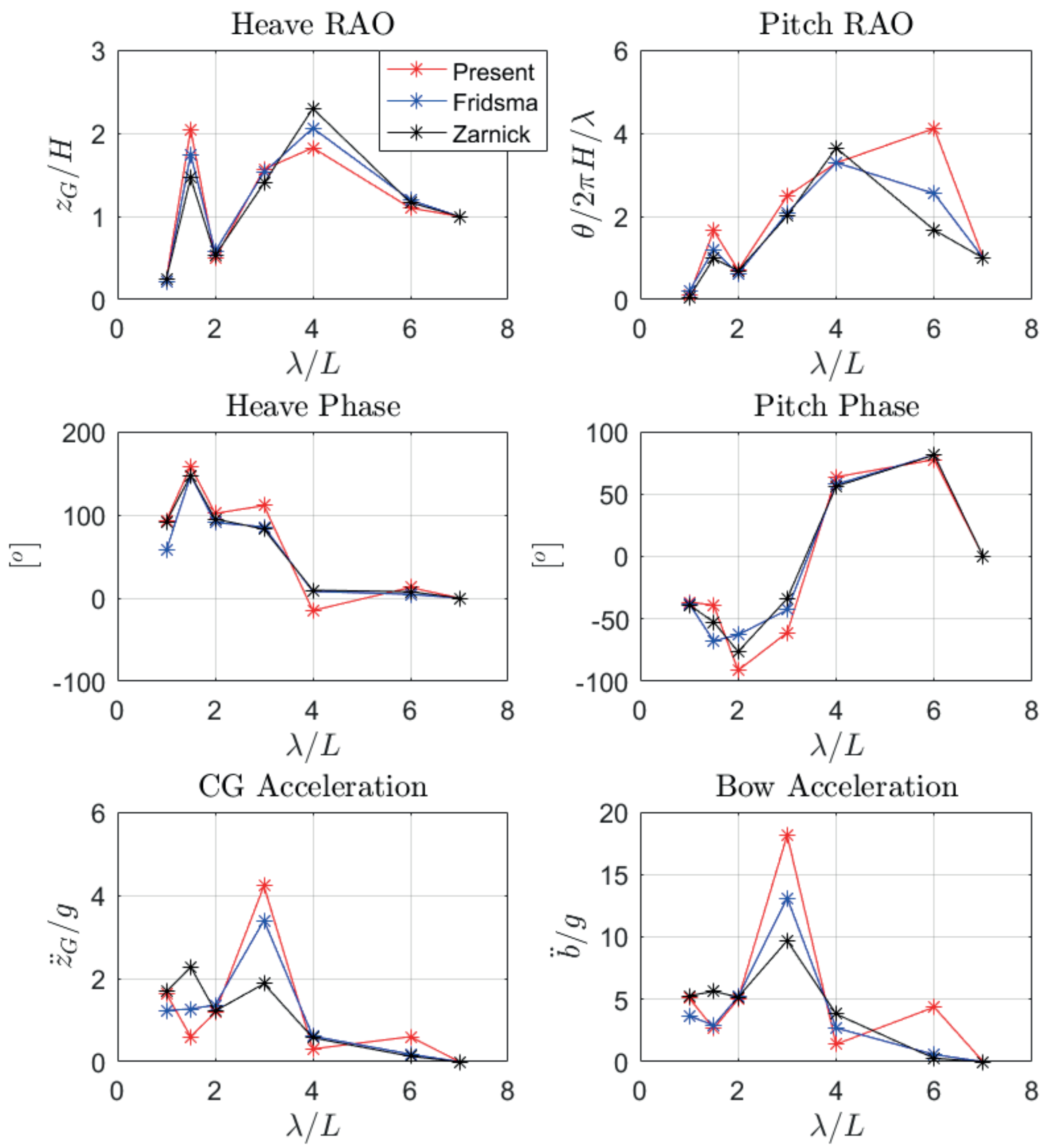
การนำเสนอข้อมูล จะทำในรูปแบบของ Response Amplitude Operator: RAO ซึ่งเป็นลักษณะการนำเสนอข้อมูลของพลศาสตร์ทางเรือและคุณสมบัติความคงทนทะเลที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ข้อมูลจากการจำลองที่ถูกแปลงเป็นตัวแปรไร้มิติแล้ว จะถูกนำมาพล็อตในเทอมของความถี่ปะทะกับคลื่น (Frequencies of Encounter) และเปรียบเทียบกับผลการทดลองลากเรือของ (Fridsma, 1969) และการจำลองของ (Zarnick, 1978) ตามรูปที่ 6 – 9



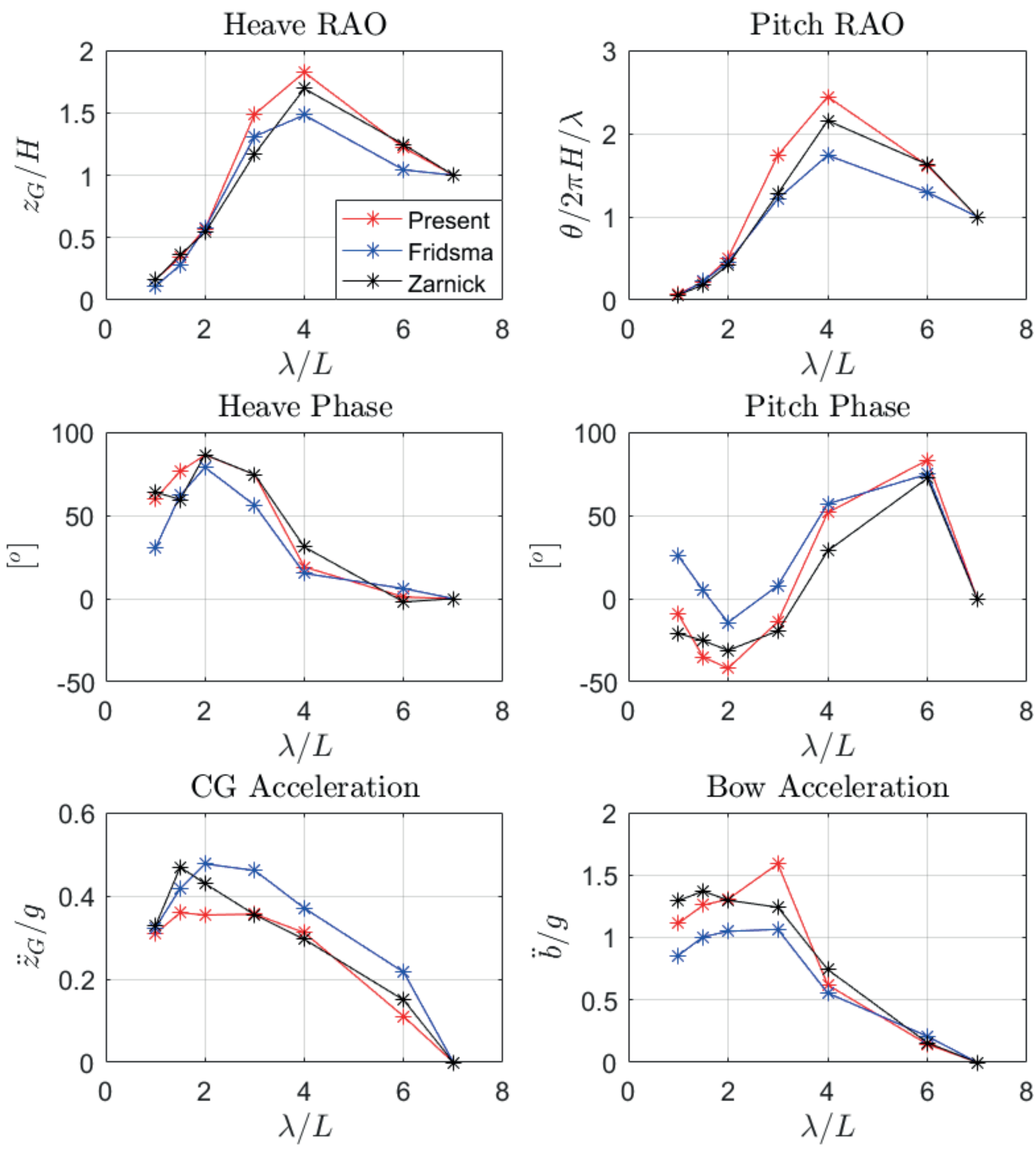
รูปที่ 6: Response motions and accelerations of planing hull model $\beta = 20^o, V/\sqrt{L} = 4.0, H/B = 0.1$.



รูปที่ 7: Response motions and accelerations of planing hull model $\beta = 20^o, V/\sqrt{L} = 6.0, H/B = 0.1$.



รูปที่ 8: Response motions and accelerations of planing hull model $\beta = 10^o$, $V/\sqrt{L} = 6.0$, $H/B = 0.1$.



รูปที่ 9: Response motions and accelerations of planing hull model $\beta = 30^o, V/\sqrt{L} = 6.0, H/B = 0.1$.

จากรูปที่ 6 – 9 จะเห็นได้ว่าผลการจำลองด้วยแบบจำลองปัจจุบัน มีค่าใกล้เคียงกับทั้งผลการทดลองของ (Fridsma, 1969) และ (Zarnick, 1978) ซึ่งเป็นการยืนยันประสิทธิภาพของระบบสมการและวิธีการที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้

การนำเสนอการกระจัด และความเร่งในรูปแบบของ RAO แสดงให้เห็นว่า การตอบสนองของเรือในคลื่นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ย่าน:

- ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequencies) การตอบสนองในย่านนี้ถูกควบคุมโดยเทอมที่เกี่ยวข้องกับการกระจัด (Terms associated to displacement or restoring force) เรือจะเคลื่อนที่ตอบสนองไปตามความถี่และแอมปลิจูดของคลื่น ค่าของ RAO จะลู่เข้า 1

- ย่านความถี่ธรรมชาติ (Natural Frequencies) การตอบสนองของคลื่นในย่านนี้ถูกควบคุมโดยเทอมที่เกี่ยวข้องกับความเร็ว (Terms associated to velocity or damping force) เรือจะมีแอมปลิจูดของการเคลื่อนที่ตอบสนองมากที่สุด (Peak RAO) โดยเฉพาะในกรณีเรือที่มีมุมยกท้องเรือตามขวางต่ำ (Low Deadrise) ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาของการ Slamming โดยการปรับมุมยกท้องเรือให้สูงขึ้นเป็นวิธีหนึ่งในการหลีกเลี่ยงของปัญหานี้ในกรณีที่เรือจะถูกนำไปใช้ในทะเลเปิด
- ย่านความถี่สูง (High Frequencies) การตอบสนองในย่านนี้ถูกควบคุมโดยเทอมที่เกี่ยวข้องกับความเร่ง (Terms associated to accelerations or mass force) อิทธิพลของคลื่นทะเลจะลดความสำคัญในการควบคุมการเคลื่อนที่ตอบสนอง และแอมปลิจูดของการตอบสนองจะลดต่ำลง

อย่างไรก็ตาม การตอบสนองของทั้งการกระจัดและความเร่งในย่านความถี่ธรรมชาติของกรณีเรือที่มีมุมยกท้องเรือต่ำที่คำนวณด้วยแบบจำลองปัจจุบัน มีค่าสูงกว่ากรณีเปรียบเทียบทั้งสองที่เหลือ สืบเนื่องมาจากการขาดแบบจำลองที่เหมาะสมของเทอมที่เกี่ยวข้องกับความเร็ว (damping) ซึ่งต้องได้รับการพัฒนาในโอกาสต่อไป เพื่อทำให้แบบจำลองปัจจุบันมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สรุป (CONCLUSION)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ปัจจุบัน แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการถูกนำมาใช้ในการคำนวณพลศาสตร์ทางเรือและความคงทนทะเลของเรือเร็วเหินน้ำ ซึ่งเป็นขั้นตอนและคุณลักษณะสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบเรือ เพื่อที่จะสามารถปรับปรุงให้เกิดความเหมาะสมทั้งในแง่ของความปลอดภัยเชิงโครงสร้าง และการปฏิบัติการของลูกเรือ อีกทั้งยังมีข้อได้เปรียบที่สามารถนำมาใช้ในการคำนวณโดยใช้เพียงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ลดความสิ้นเปลืองทางทรัพยากรและเวลาที่ใช้ในการคำนวณ ถึงแม้ว่าในบทความปัจจุบัน แบบจำลองนี้จะใช้ในการคำนวณในทะเลปกติเท่านั้น การดัดแปลงแบบจำลองให้สามารถคำนวณในทะเลเปิดสามารถทำได้ง่าย โดยจะต้องศึกษาประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ในโอกาสต่อไป

ท้ายที่สุดนี้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในงานออกแบบและวิเคราะห์ทาง Hydrodynamics and Seakeeping ของเรือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ จะถูกดัดแปลงและพัฒนาให้สามารถใช้กับกรณีของเรือทั่วไป ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต เพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการในการออกแบบและต่อเรือของกองทัพเรือ

บรรณานุกรม

Akers, R. H. “Dynamic Analysis of Planing Hulls in the Vertical Plane.” New England Section. [n.p.] : SNAME, 1999.

Fridsma, G. A Systematic Study of the Rough-Water Performance on Planing Boats (Part I: Regular Waves). New Jersey : Hoboken, 1969.

Fridsma, G. A Systematic Study of the Rough-Water Performance on Planing Boats (Part II: Irregular Waves). New Jersey : Hoboken, 1971.

Garme, K. Modeling of Planing Craft in Waves. Aeronautical and Vehicle Engineering. [n.p.] : Royal Institute of Technology KTH, 2004.

Garme, K. “Improved Time Domain Simulation of Planing Hulls in Waves by Correction of the Near-Transom Lift.” International Shipbuilding Progress 52(3), 2005 : 201-230.

Keuning, J. A. The Nonlinear Behaviour ofFast Monohulls in Head Waves. [n.p.] : Delft University of Technology, 1994.

Martin, M. Theoretical Determination of Porpoising Instability of High-Speed Planing Boats. MD : Bethesda, 1976.

Payne, P. R. “Recent Developments in “Added-Mass” Planing Theory.” Ocean Engineering 21(3), 1994 : 257-309.

Zarnick, E. E. A Nonlinear Mathematical Model of Motions of a Planing Boat in Regular Waves. MD : Bethesda, 1978.

Wagner, H. “Landing of seaplanes.” [n.d.]. [online]. Available: http://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19930094794.

๔

การพัฒนาระบบ ป้องกันเพรียง ในท่อน้ำทะเล สำหรับเรือในกองทัพเรือ

ว่าที่นาวาเอก ดร.เสวียง เถื่อนบุญ

1. ปัญหาการอุดตันของท่อนำน้ำทะเลจากการอุดตันของเพรียง

สำหรับเรือเดินสมุทรไม่ว่าจะเป็นเรือรบหรือเรือพาณิชย์ การเกาะตัวของเพรียงรอบตัวเรือ (Hull) จะทำให้ความเร็วเรือลดลง จึงต้องมีระบบการป้องกันเพรียง (Antifouling system) ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้การทาสีที่มีสารเคมีช่วยป้องกันการเกาะตัวของเพรียง เช่น Tributyltin (TBT) และทองแดง (Copper) นอกจากตัวเรือแล้ว ในระบบท่อ (Pipework) ที่ต้องนำน้ำทะเลเข้ามาใช้งาน เช่น การใช้น้ำทะเลระบายความร้อนน้ำจืดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) ของเครื่องจักรใหญ่ก็อาจจะเกิดการเกาะตัวของเพรียงตามท่อ และตัวกรองได้ง่าย

ภาพเรือรบที่ปฏิบัติการในทะเล

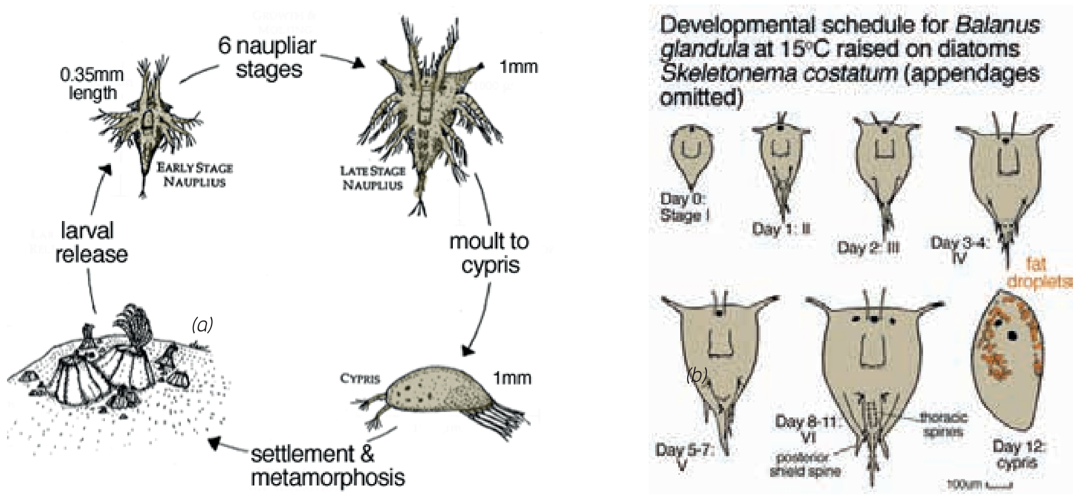
เมื่อการเกาะตัวของเพรียงมีจำนวนมากขึ้น อาจส่งผลให้ระบบต่าง ๆ หยุดทำงานได้ ดังนั้น เรือต่าง ๆ จึงจำเป็นต้องมีระบบป้องกันการเกาะตัวของเพรียงหรือวิธีกำจัดเพรียงที่เกาะตัว ซึ่งวิธีป้องกันนั้นทำได้ง่ายกว่าและมีต้นทุนถูกกว่า รูปที่ 1 แสดงการอุดตันของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งเกิดจากเพรียง ส่งผลให้ทางเดินของน้ำในท่อลดลงทำให้ต้องใช้พลังงานในการปั้มน้ำมากขึ้น นอกจากนี้สิ่งมีชีวิต เช่น เพรียงหิน (Acorn barnacle) และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ อื่น ๆ สามารถเร่งการกัดกร่อนของโลหะได้ เนื่องจากการเกิดความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนระหว่างบริเวณที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เกาะอยู่

(a) *(b)*

รูปที่ 1 การอุดตันของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งเกิดจากเพรียง

2. วงจรชีวิตของเพรียงหิน (Life cycle of barnacle)

เพรียงหินตัวเต็มวัยจะมีพูไข่ที่ฐานซึ่งเป็นส่วนช่องท้องของเพรียง โดยเรียกตัวอ่อนระยะแรกว่า นอเพลียส (Nauplius larvae) ตัวอ่อนระยะนี้มีลักษณะพิเศษคือ มีคาลาเปส (Calapace) เป็นรูปสามเหลี่ยมโดยมีฐานอยู่ด้านหน้า รยางค์ของตัวอ่อนระยะนอเพลียสมี 3 คู่ หนวดคู่ที่ 1 (Antennules) หนวดคู่ที่ 2 (Antennae) และกราม (Mandibler) ตัวอ่อนระยะนี้กินสารแขวนลอย แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ กลุ่มไดอะตอม เช่น คีโตเซอรอส (Chaetoceros sp.) และสกีลีโตนีมา (Skeletonema sp.) เป็นอาหาร นอเพลียสจะลอกคราบ 6 ครั้ง ก่อนเจริญเป็นตัวอ่อนระยะไซพริด (Cyprid larvae) ซึ่งมีคาลาเปส 2 ฝาหุ้มลำตัวจนมิด ซึ่งไซพริดจะไม่กินอาหารจนกระทั่งลงเกาะด้วยหนวดคู่ที่ 1 และจะมีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งประมาณ 1-2 เดือน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเพรียงและฤดูกาลที่เพรียงเจริญเติบโต (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 เพรียงหิน (a) วงชีวิตของเพรียงหิน (b) ระยะเวลาการพัฒนาจากระยะนอเพลียสถึงระยะไซพริด [1]

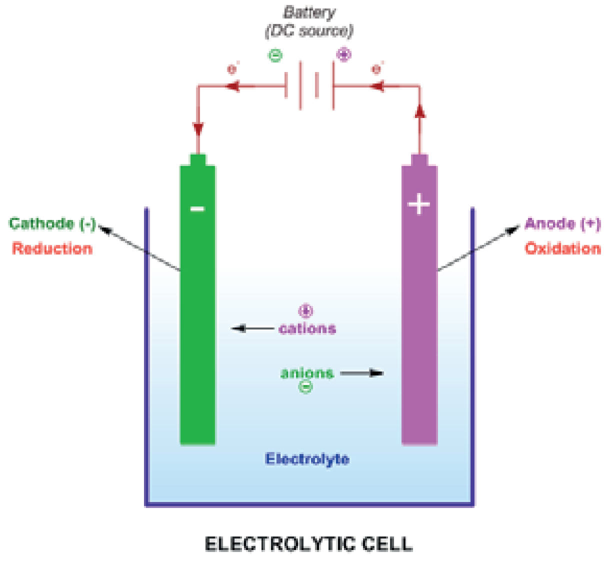
3. การป้องกันเพรียงในท่อนำน้ำทะเลโดยใช้อิออนทองแดง

วิธีป้องกันเพรียงในท่อมีหลายวิธี เช่น การผลิตอิออนทองแดง การปล่อยน้ำจืดเข้าไปในท่อทางน้ำทะเลซึ่งจะทำให้น้ำจืดแพร่เข้าไปในเซลล์ของเพรียง (Osmosis shock) การใช้คลื่นเสียงความถี่สูง เป็นต้น แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสีย และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่างกัน Clare Grandison และคณะ [2] ได้รวบรวมข้อมูลวิธีการป้องกันเพรียง เปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อเสนอเป็นแนวทางในการจัดหาระบบป้องกันเพรียงสำหรับเรือของกองทัพเรือออสเตรเลีย จากการศึกษาของ Clare Grandison และคณะพบว่า การป้องกันเพรียงโดยใช้อิออนทองแดงเป็นวิธีการที่ได้ผล แต่ต้องใช้ปริมาณอิออนทองแดงอย่างน้อย 10 ppb จึงจะสามารถกำจัดเพรียงได้ ซึ่งอิออนทองแดงอาจส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมในกรณีที่บริเวณใช้งานเป็นพื้นที่ปิดไม่มีการไหลเวียนของน้ำทะเล

Shi-De Ma และคณะ [3] ศึกษาอิทธิพลของทองแดงและโลหะทองแดงผสมต่อการป้องกันเพรียง โดยนำแผ่นทองแดงและโลหะทองแดงผสมจำนวน 15 ชนิด ซึ่งมีปริมาณทองแดงแตกต่างกัน ขนาด 100x100x2 มม. ไปแช่น้ำบริเวณอ่าว Qingdao ใช้เวลาการทดสอบ 8 ปี โดยตรวจสอบลักษณะการเกาะของเพรียงบนแผ่นทองแดงและอัตราการกัดกร่อนของแท่งทองแดง ผลการศึกษาพบว่า ความเป็นพิษของทองแดงเกิดจาก 2 ปัจจัย ได้แก่ ธาตุที่เจือปนอยู่ในทองแดง เช่น Be, Cr, Sn และปฏิกิริยาที่ผิวของแท่งทองแดงซึ่งสามารถสร้างสารพิษได้ ดังนั้นชิ้นงานทดสอบที่มีปริมาณทองแดงประมาณ 70-80% และธาตุอื่นเจือปนจึงสามารถป้องกันเพรียงได้ดีกว่าชิ้นงานทดสอบที่มีทองแดง 100%

สำหรับเรือของกองทัพเรือไทยมีการใช้ระบบป้องกันเพรียงในท่อระบบเดียว คือ การผลิตอิออนทองแดง โดยมีใช้ในเรือจำนวน 4 ลำ ได้แก่ ร.ล.นราธิวาส ร.ล.ปัตตานี ใช้ระบบป้องกันเพรียงของประเทศจีน [4] ร.ล.กระบี่ ใช้ระบบป้องกันเพรียงของบริษัท Cathelco ประเทศอังกฤษ และ ร.ล.ท่าจีน ใช้ระบบป้องกันเพรียงของบริษัท KC.

ประเทศเกาหลี [5] ระบบป้องกันเพรียงทุกตราอักษรใช้หลักการพื้นฐานเดียวกันคือการใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ซึ่งประกอบด้วย 1. อาโนด (แท่งทองแดง) 2. แคโทด (ตัวเรือ) 3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 4. สายไฟเชื่อมต่อระหว่างอาโนด แคโทดและแหล่งจ่าย หลักในการผลิตอิออนทองแดง ได้แก่ การใช้อาโนดทองแดงต่อเข้ากับขั้วบวก (+) ของแหล่งจ่าย และต่อขั้วลบกับตัวเรือ (–) เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกจ่ายไปยังแท่งทองแดงจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่แท่งทองแดง ทำให้ทองแดงสูญเสียอิเล็กตรอนและแตกตัวเป็นอิออนทองแดง อิเล็กตรอนจะไหลผ่านแหล่งจ่ายไปออกทางตัวเรือซึ่งต่อกับขั้วลบ อิเล็กตรอนจะไหลออกจากขั้วลบและทำปฏิกิริยากับน้ำกลายเป็นไฮโดรเจนแก๊ส รูปที่ 3 แสดงการทำงานของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ และสมการที่ 1 และ 2 แสดงปฏิกิริยา Anodic และ Cathodic ของเซลล์อิเล็กโทรไลต์



รูปที่ 3 การทำงานของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

Anodic reaction $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e$ สมการที่ 1

Cathodic reaction $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$ สมการที่ 2

3.1 ประเภทของอาโนด

หน้าที่ของอาโนดคือ กำจัดเพรียงและป้องกันการกัดกร่อนของระบบท่อทาง (รูปที่ 4) อาโนดสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทดังนี้

–ทองแดง (Copper) ติดตั้งเพื่อป้องกันเพรียง อิออนของทองแดงจะยับยั้งการเติบโตของเพรียง

–อะลูมิเนียม (Aluminium) ติดตั้งเพื่อป้องกันการกัดกร่อนภายในท่อที่ทำมาจากโลหะนอกกลุ่มเหล็ก

–เหล็ก (Soft iron) ติดตั้งเพื่อป้องกันการกัดกร่อนภายในท่อที่ทำมาจากโลหะนอกกลุ่มเหล็ก

รูปที่ 4 แสดงทองแดงและอะลูมิเนียมอาโนดสำหรับระบบป้องกันเพรียง ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า อาโนดจะมีปลอกยางหุ้มที่บริเวณส่วนบนเพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนบนของอาโนดแตกตัวเป็นอิออน เพราะส่วนบนของอาโนดเป็นส่วนที่ต่อกับสลักยึดระหว่างอาโนดและหน้าแปลน (รูปที่ 4 (B)) หากส่วนบนของอาโนดกัดกร่อนจะทำให้อาโนดหลุดออกจากหน้าแปลน

รูปที่ 4 ทองแดงและอะลูมิเนียมอาโนดสำหรับระบบป้องกันเพรียง A–สายเคเบิล B–หน้าแปลนและท่อร้อยสายไฟ C–ปลอกยางหุ้มอาโนด และ D–อาโนด

3.2 วิธีการทำงานของอาโนด

เมื่อไฟฟ้ากระแสตรงถูกจ่ายจากแหล่งจ่ายไปยังแท่งทองแดงทำให้ทองแดงสูญเสียอิเล็กตรอนและแตกตัวกลายเป็นอิออนทองแดงตามสมการที่ 1 หลังจากนั้นอิออนทองแดงจะถูกส่งเข้าไปในระบบน้ำทะเล ผ่านทางท่อดูดน้ำทะเลซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณช่องทางดูดน้ำทะเล (Seachests) สำหรับอะลูมิเนียมอาโนดเมื่อได้รับไฟฟ้ากระแสตรงจากแหล่งจ่ายจะสูญเสียอิเล็กตรอนและแตกตัวเป็นอิออนของอะลูมิเนียม ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับน้ำทะเลกลายเป็นอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (Aluminium hydroxide) และเข้าจับตัวกับอิออนของทองแดง ที่เกิดจากแท่งทองแดงกลายเป็น Copper aluminium floc (Al(OH)3Cu2O) [6] ซึ่งมีความเหนียว และการยึดเกาะสูง เมื่อ Copper aluminium floc ดังกล่าวถูกพัดพาเข้าไปในระบบน้ำทะเลบริเวณที่มีอัตราการไหลของน้ำทะเลต่ำ ซึ่งบริเวณดังกล่าวจะเป็นบริเวณที่มีเพรียงมาเกาะอาศัยอยู่ ทำให้เพรียงที่ผ่านเข้าไปในระบบน้ำทะเลไม่สามารถยึดเกาะกับพื้นผิวของท่อในบริเวณดังกล่าวได้และถูกพัดพาออกไปนอกตัวเรือในที่สุด ในขณะเดียวกันบนพื้นผิวท่อน้ำทะเลจะมี Copper–aluminium Film เกิดขึ้น ซึ่งฟิล์มดังกล่าวมีความเสถียรในน้ำทะเลสูง ทำให้บนพื้นผิวเหล็กมีฟิล์มเคลือบไว้ทำให้การกัดกร่อนที่เกิดขึ้นกับท่อน้ำทะเลที่ทำด้วยโลหะกลุ่มเหล็กลดลง สำหรับในกรณีที่ท่อน้ำทะเลทำจากโลหะนอกกลุ่มเหล็ก เช่น ท่อ Cupro–nickel แท่งเหล็ก (Soft iron) จะถูกนำมาใช้ป้องกันการกัดกร่อนของท่อน้ำทะเลแทนอะลูมิเนียม

4. ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัย

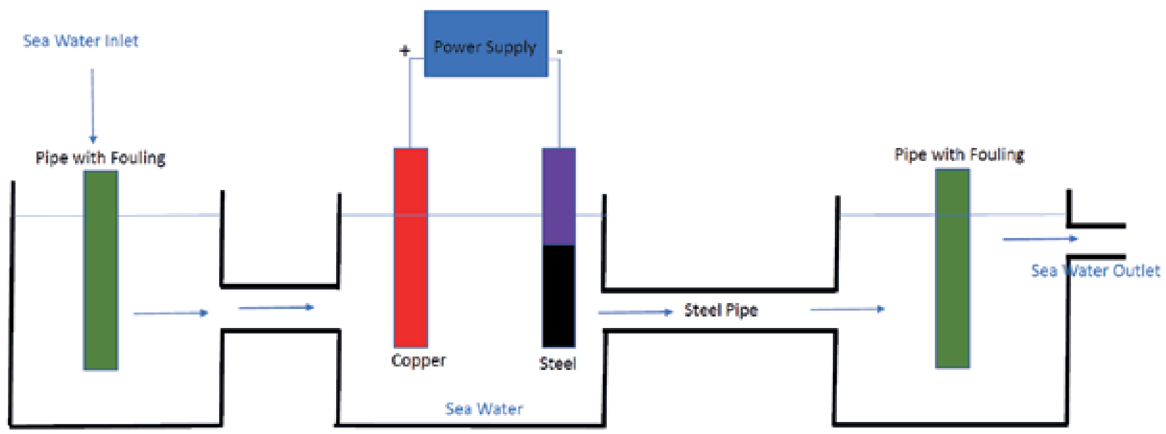
การสร้างระบบป้องกันเพรียงในระบบท่อโดยใช้อิออนทองแดงประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน ได้แก่ 1. อาโนด (แท่งทองแดง) 2. แคโทด (แท่งเหล็ก) 3. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง และ 4. สายไฟเชื่อมต่อระหว่างอาโนด แคโทด และแหล่งจ่าย คณะวิจัยจะทำการทดสอบแท่งทองแดงที่มีจำหน่ายทั่วไปได้แก่ เกรด C83600 และเกรด C3604 โดยใช้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบกระแสคงที่ (Constant current) ถูกออกแบบให้มีราคาถูกเมื่อเทียบกับราคาของเครื่องชนิดเดียวกันที่มีขาย และสามารถนำไปติดตั้งกับเรือของกองทัพเรือได้

แนวคิดการออกแบบการทดลองได้จากการศึกษาแนวทางการทดลองของ John Davenport และคณะ [6] ซึ่งใช้ปั๊มน้ำสูบผ่านท่อที่มีและไม่มีระบบป้องกันเพรียงแล้วตรวจสอบว่าเพรียง สามารถเกาะในท่อที่มีระบบป้องกันได้หรือไม่ แนวทางนี้ต้องใช้เวลาการทดลองอย่างน้อย 1 ปี และตรวจสอบได้ยากกว่า ระบบสามารถกำจัดเพรียงได้หรือไม่ เพราะตัวอ่อนของเพรียงในระยะนอเพลียสมีขนาดเล็กประมาณ 1 มม. ดังนั้นจึงปรับปรุงการทดลองโดยการนำท่อพีวีซีไปแช่น้ำเพื่อให้เพรียงเกาะซึ่งเป็นเพรียงในระยะตัวเต็มวัยแล้วนำเพรียงมาใส่กล่องทดลองซึ่งจะใช้เวลาในการทดสอบ 1 เดือน การสร้างกล่องทดลองจะใช้วัสดุอะคริลิกเพื่อให้สามารถสังเกตการทดลองได้ง่ายและไม่เป็นสนิมซึ่งจะส่งผลต่อการทดลอง กล่องทดลองในแต่ละชุดจะประกอบด้วยกล่องอะคริลิกจำนวน 3 กล่อง (รูปที่ 5) โดยแต่ละกล่องจะทำหน้าที่แตกต่างกันดังนี้

กล่องที่ 1 เป็นกล่องที่ไว้สำหรับนำน้ำทะเลเข้าสู่ระบบ และนำเพรียงมาวางไว้ เพื่อตรวจสอบว่า เพรียงตัวเต็มวัยซึ่งถูกเก็บตัวอย่างมาสามารถดำรงชีวิตและขยายพันธุ์ในกล่องทดลองได้หรือไม่ น้ำทะเลจะนำแพลงตอนซึ่งเป็นอาหารของเพรียงเข้าสู่ระบบ ถ้าเพรียงในกล่องที่ 1 ได้รับอาหารอย่างพอเพียง เพรียงจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้และสามารถขยายพันธุ์จากท่อพีวีซีมาสู่กล่องอะคริลิก

กล่องที่ 2 เป็นกล่องที่ใช้สำหรับนำแท่งเหล็กทรงกระบอกและแท่งทองแดงทรงกระบอก เพื่อต่อเข้ากับแหล่งจ่าย (Power Supply) โดยต่อแท่งทองแดงเข้ากับขั้วบวกและแท่งเหล็กเข้ากับขั้วลบ แล้วตั้งค่ากระแสให้สัมพันธ์กับอัตราการไหลของน้ำเพื่อให้ได้อิออนทองแดง 10 ppb กล่องที่ 2 จะทำหน้าที่สร้างอิออนทองแดง โดยกระแสน้ำจะทำให้อิออนทองแดงไหลจากกล่องที่ 2 ไปยังกล่องที่ 3 แท่งทองแดงและแท่งเหล็กโต 2 นิ้ว ยาว 15 ซม. เว้นระยะห่างระหว่างแท่งทองแดงและแท่งเหล็ก 20 ซม. การต่อสายไฟเข้ากับแท่งทองแดงและแท่งเหล็กจะใช้วิธีเจาะรูร้อยสลักที่ด้านบนของแท่งทองแดงและแท่งเหล็ก โดยจะทาสีบริเวณด้านบนของแท่งเหล็กซึ่งเป็นส่วนที่อยู่เหนือแนวน้ำและมีโอกาสเกิดสนิม น้ำสนิมอาจเจือปนกับน้ำทะเลทำให้ไม่สามารถระบุได้ว่าเพรียงตายเนื่องจากน้ำสนิมหรืออิออนทองแดง

กล่องที่ 3 นำเพรียงตัวเต็มวัยมาวางไว้ซึ่งจะเหมือนกับกล่องที่ 1 แต่เพรียงที่อยู่ในกล่องที่ 3 จะได้รับอิออนทองแดงจากกล่องที่ 2 ซึ่งถ้าอิออนทองแดงสามารถกำจัดเพรียงได้ เพรียงในกล่องที่ 3 จะตาย หากระบบสามารถกำจัดเพรียงในระยะตัวเต็มวัยได้ก็สามารถกำจัดเพรียงในระยะตัวตัวอ่อนได้เช่นกัน



รูปที่ 5 ระบบท่อทางจำลองสำหรับทดสอบระบบป้องกันเพรียง

5. ผลการทดลอง

5.1 ผลการตรวจสอบส่วนผสมทางเคมีของแท่งทองแดง

เมื่อนำแท่งทองแดงผสมทั้งสองชนิดไปตรวจสอบส่วนผสมทางเคมี โดยใช้เครื่อง Spectro ได้ส่วนผสมทางเคมีตามตารางแสดง ส่วนผสมทางเคมีของแท่งทองแดงเกรด C83600 และ เกรด C3604 มีส่วนผสมทางเคมี (%) ดังนี้

เมื่อพิจารณาส่วนผสมทางเคมีของทองแดงเกรด C83600 และ เกรด C3604 จะเห็นว่า มีปริมาณทองแดงแตกต่างกัน คือ ทองแดงเกรด C83600 มีส่วนผสมของทองแดง 85% ส่วนของทองแดงเกรด 3604 มีปริมาณทองแดงอยู่ประมาณ 57.6% ทองแดงเกรด C83600 จะมีส่วนผสมของสังกะสี ตะกั่ว และดีบุก อย่างละประมาณ 5% ส่วนทองแดงเกรด C3604 มีส่วนผสมของสังกะสีประมาณ 40%

ตารางแสดง ส่วนผสมทางเคมีของแท่งทองแดงเกรด C83600 และ เกรด C3604

แท่งทองแดง	ส่วนผสมทางเคมี (%)				
	Cu	Zn	Pb	Sn	Fe
เกรด C83600	85	5.18	4.82	4.65	0.0518
เกรด C3604	57.6	39.90	2.21	0.155	0.0526

5.2 ผลการทดลองระบบป้องกันเพรียงในระบบท่อจำลอง

จากการทดสอบระบบป้องกันเพรียงในท่อจำลอง จำนวน 2 ครั้ง ครั้งละ 2 สัปดาห์ พบว่า

กล่องที่ 1 เพรียงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้และเมื่อครบ 2 สัปดาห์พบว่า มีเพรียงเกาะบริเวณตัวกล่องที่ทำด้วยอะคริลิกซึ่งอาจเป็นเพรียงที่มากับน้ำทะเลหรือเพรียงที่เกิดจากการขยายพันธุ์จากท่อพีวีซี

กล่องที่ 2 มีทองแดงเกรด C83600 นั้น มีออกไซด์สีฟ้าซึ่งเกิดจากอิออนทองแดงทำปฏิกิริยากับน้ำทะเลเจืออยู่ในน้ำและเกาะอยู่ที่แท่งทองแดงเกรด C83600 ส่วนในกล่องของทองแดงเกรด 3604 ก็เกิดผลในลักษณะเดียวกันแต่เป็นออกไซด์สีเขียวปนเหลือง (รูปที่ 6)

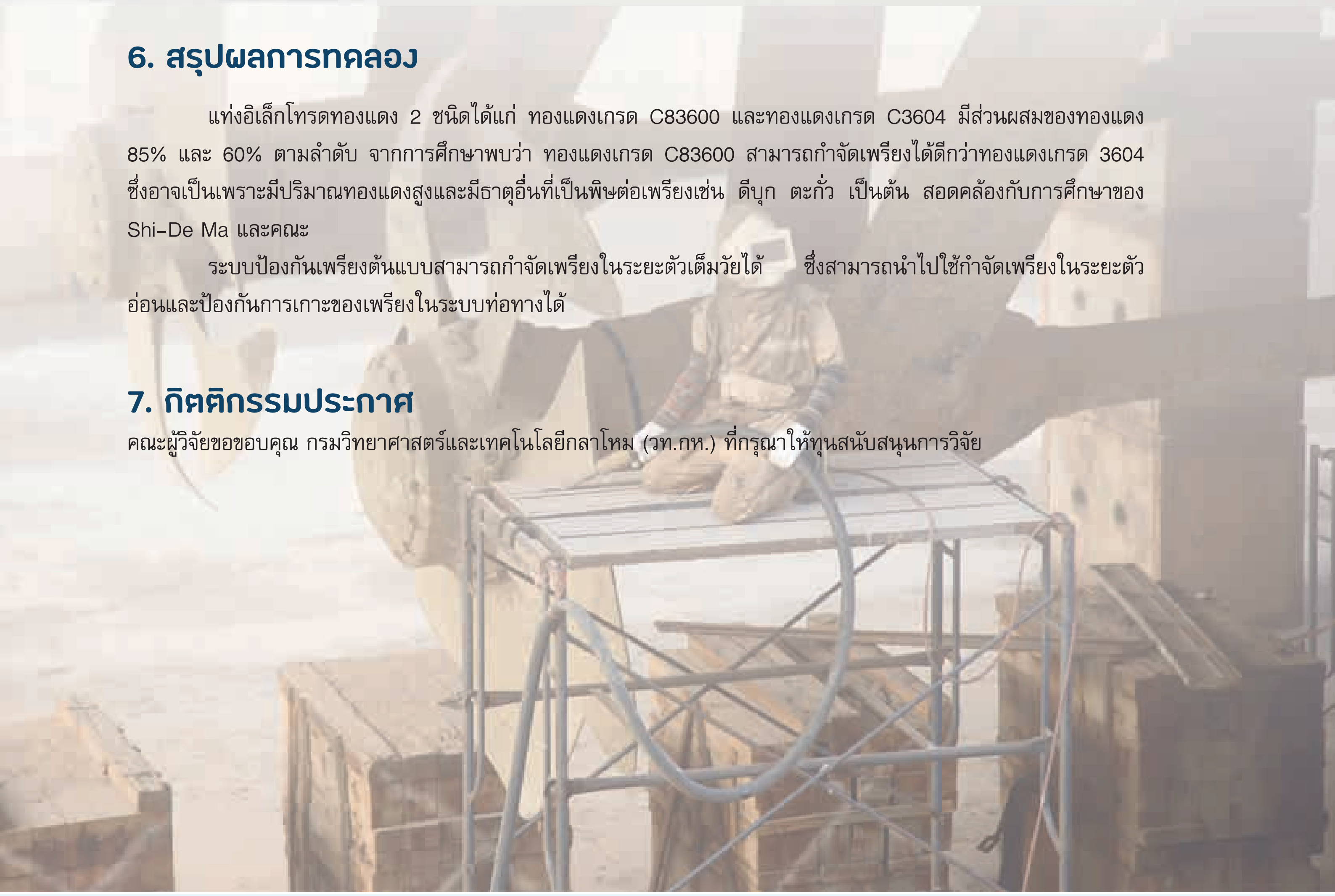
เพรียงในกล่องที่ 3 ค่อย ๆ ลดลง และเมื่อครบ 2 สัปดาห์ พบว่าเพรียงที่ได้รับอิออนทองแดงจากทองแดงเกรด C83600 ตายหมด ส่วนเพรียงที่ได้รับอิออนทองแดงจากทองแดงเกรด C3604 ยังเหลืออยู่ 1-2 ตัว (รูปที่ 7)

(a)

(b)

รูปที่ 6 ผลการทดลองระบบป้องกันเพรียงในท่อจำลอง (a) ระบบป้องกันเพรียงที่ใช้อาโนดทองแดงเกรด C83600 และ (b) ระบบป้องกันเพรียงที่ใช้อาโนดทองแดงเกรด C3604

รูปที่ 7 ลักษณะของเพรียงที่ตายเนื่องจากอิออนทองแดง



6. สรุปผลการทดลอง

แท่งอิเล็กโทรดทองแดง 2 ชนิดได้แก่ ทองแดงเกรด C83600 และทองแดงเกรด C3604 มีส่วนผสมของทองแดง 85% และ 60% ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า ทองแดงเกรด C83600 สามารถกำจัดเพรียงได้ดีกว่าทองแดงเกรด 3604 ซึ่งอาจเป็นเพราะมีปริมาณทองแดงสูงและมีธาตุอื่นที่เป็นพิษต่อเพรียงเช่น ดีบุก ตะกั่ว เป็นต้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Shi-De Ma และคณะ

ระบบป้องกันเพรียงต้นแบบสามารถกำจัดเพรียงในระยะตัวเต็มวัยได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้กำจัดเพรียงในระยะตัวอ่อนและป้องกันการเกาะของเพรียงในระบบท่อทางได้

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ กรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกลาโหม (วท.กห.) ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] "Learn about Acorn Barnacles." [n.d.]. [online]. Available: http://www.asnailsodyssey.com Retrieved June 6, 2018.

[2] Grandison, Clare,; Piola, Richard,; and Fletcher, Lyn. A Review of Marine Growth Protection System (MGPS) Options for the Royal Australian Navy. Defence Science and Technology Organisation : DS-TO-2631, 2011.

[3] Ma, S. D. et al. "Research on the Antifouling Mechanisms of Copper and its Alloys." Advanced Materials Research. 79-82, (2009) : 2179-2182.

[4] ประพันธ์ ศรีเหนี่ยง, นาวาเอก และ พินัย มุ่งสันติสุข, นาวาตรี. "ระบบป้องกันเพรียงและการกัดกร่อนของระบบท่อส่งน้ำทะเล ร.ล.ปัตตานี." วารสารกรมอู่ทหารเรือ. (2552).

[5] คู่มือการใช้งานระบบป้องกันเพรียงบริษัท K.C. LTD. Busan. [n.p., n.d.].

[6] Davenport, John,; Oxford, Peter,; and Awobamise, Akinlabi. "A study of the effectiveness of antifouling electrodes in the marine environment" Water Research. 20 : 6, (1986) : 703-708.

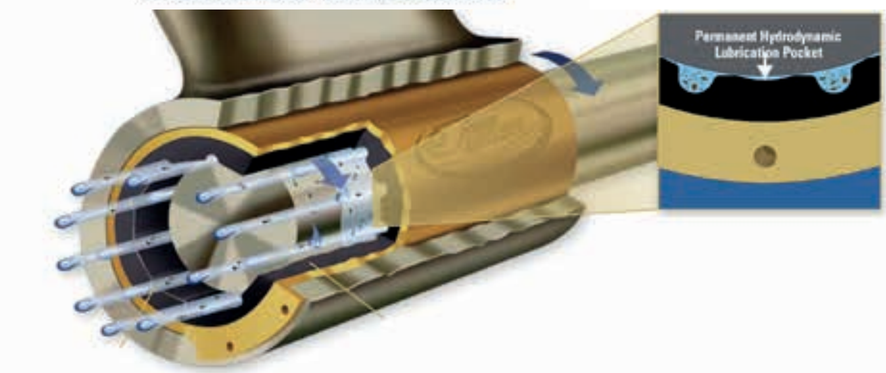
บริษัท วชิรธร จำกัด
VARCHIRADHORN CO., LTD

ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผู้แทนจำหน่ายอย่างเป็นทางการในประเทศไทย

SIMPLEX-COMPACT®

DURAMAX MARINE LLC

Johnson®
CUTLESS® BEARINGS



48/5-6 ชั้น 5 อาคารปรีชาคอมเพล็กซ์ กทม. 10310 Tel: 02-751-7986 Fax: 02-316-3374
มือถือ : 081-847-6745, 089-811-9627 E-mail: varchira@hotmail.com, ID Line : bmn2003

๙

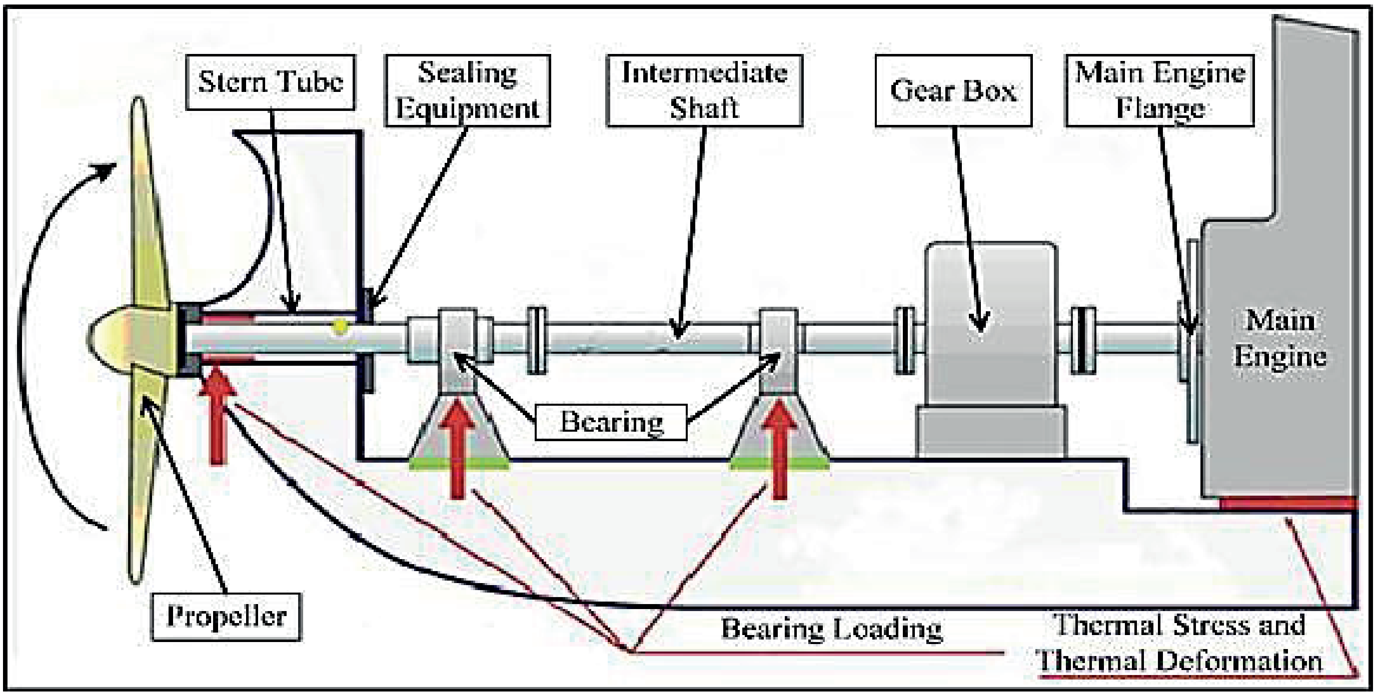
การปรับปรุงคุณภาพ งานหล่อแบริ่งรับเพลาใบจักร แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

นาวาโท ดร. บพิธ ทศเทพพิทักษ์

บทนำ

ระบบขับเคลื่อนเรือถือเป็นหัวใจสำคัญส่วนหนึ่งของเรือ ทำหน้าที่สำคัญคือการขับเคลื่อนเรือ โดยรับกำลังส่งจากเครื่องยนต์สู่การหมุนของใบจักร โดยทั่วไประบบขับเคลื่อนเรือจะมีส่วนประกอบสำคัญหลายอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 1 แสดงตัวอย่างให้เห็นระบบขับเคลื่อนเรือที่ประกอบด้วย เครื่องยนต์และระบบเพลาใบจักรที่ใช้ในเรือโดยทั่วไป ประกอบด้วย ใบจักร (propeller) ระบบเพลาใบจักร (marine propeller system) ซึ่งมีแบริ่ง (bearing) รับเพลาใบจักร เป็นส่วนประกอบหลัก

ภาพการเทหล่อโลหะ ณ โรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ
แผนกโรงงานเครื่องกล กองโรงงานอู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ

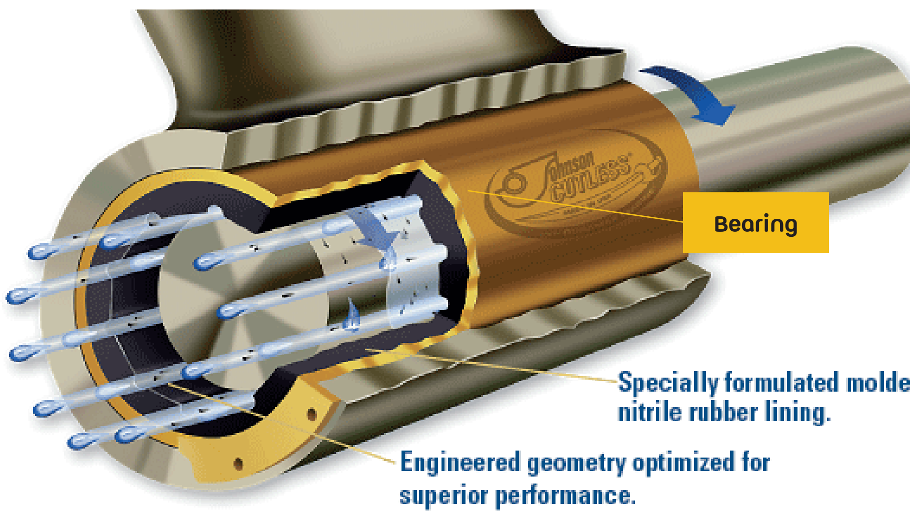


รูปที่ 1 แสดงระบบขับเคลื่อนเรือที่ประกอบด้วยใบจักร และระบบเพลาใบจักร [1]

แบริ่งรับเพลาใบจักรที่ใช้ในเรือรบของกองทัพเรือมี 2 ประเภท คือ แบริ่งรับเพลาที่อยู่ในเรือ จะพบได้ในเรือที่มีเพลาใบจักรด้านในตัวเรือยาวมาก จำเป็นที่จะต้องมีแบริ่งรองรับด้านในตัวเรือ และแบริ่งรับเพลาที่อยู่นอกเรือ ซึ่งแบริ่งรับเพลาประเภทนี้จะใช้ฟิล์มน้ำทะเลช่วยในการหล่อลื่น [2] ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแบริ่งรับเพลาเรือไม่ว่าจะเป็นประเภทใดก็ตามมีความจำเป็นต่อระบบการขับเคลื่อนเรือทั้งสิ้น โดยเฉพาะแบริ่งรับเพลาใบจักรที่อยู่นอกเรือ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งเป็นส่วนที่ต้องมีการเปลี่ยนและซ่อมบำรุงอยู่เสมอ เนื่องจากแบริ่งจะเป็นส่วนที่ต้องรับการเสียดสีกับเพลาใบจักรและเกิดการสึกหรอก่อน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสึกกร่อนของเพลาใบจักร ดังนั้นวัสดุที่ใช้ในการทำแบริ่งจะต้องเป็นวัสดุอ่อน ความแข็งแรงต่ำ อาทิ เทอร์โมเซ็ตเรซิ่นแบริ่ง (thermosetting resin bearing) แบริ่งยางสังเคราะห์ (rubber bearing) เป็นวัสดุประเภทยางเหนียว แบริ่งไม้ แบริ่งพลวง แบริ่งทองเหลือง เป็นต้น

โรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ แผนกโรงงานเครื่องกล กองโรงงาน อู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ เป็นโรงงานที่ทำหน้าที่ในการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ต่าง ๆ ตลอดจนสนับสนุนงานวิจัย เพื่อตอบสนองต่อนโยบายการเตรียมเรือให้พร้อมให้แก่กองทัพเรือ ซึ่งแบริ่งถือว่าเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญที่ต้องมีการผลิตอยู่เสมอ ในอดีตการหล่อแบริ่งใช้วิธีการหล่อทราย (sand casting) โดยวัสดุที่ใช้คือทองเหลือง ซึ่งมีอุณหภูมิหลอมเหลวประมาณ 1,080–1,130°C [4] แบริ่งที่ผลิตจากทองเหลืองโดยใช้วิธีหล่อแบบ Sand Casting จะให้เนื้อของงานหล่อไม่สมบูรณ์ มีรูพรุนเป็นบางส่วน ทำให้มีของเสียจำนวนไม่น้อยที่ต้องนำกลับไปหล่อใหม่ ส่งผลให้เสียเวลาและงบประมาณจำนวนมาก

รูปที่ 2 แสดงภาพส่วนประกอบของระบบแบริ่ง (bearing) รับเพลาที่อยู่นอกตัวเรือ [3]



ต่อมามีการพัฒนาเครื่องหล่อด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแนวนอน (centrifugal casting) โดย นาวาโท นพดล ตันวัฒนะ ดังแสดงในรูปที่ 3(ก) และได้มีการทดสอบใช้ในการหล่อเหวี่ยงแบริ่งรับเพลาเรือทองเหลือง พบว่าผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดีขึ้นรูพรุนลดน้อยลงของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตลดลงอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในรูปที่ 3(ข) และที่สำคัญคือ ผลการตรวจสอบสมบัติทางกลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นค่าแรงดึง (tensilestrength) การยืด (elongation) และจุดคราก (yield) ของชิ้นงานที่ได้จากการหล่อแบบ Centrifugal Casting พบว่ามีผลการทดสอบที่ดีกว่าการหล่อแบบ Sand Casting

นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา การหล่อแบริ่งรับเพลาเรือที่มีลักษณะทรงกระบอกของโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ ได้ใช้เทคนิคการหล่อแบบ Centrifugal Casting ดังแสดงในรูปที่ 4 ทำให้เห็นพัฒนาการของการผลิตแบริ่งรับเพลาใบจักร นับเป็นก้าวหนึ่งของพัฒนาการในการปรับปรุงคุณภาพงานหล่อของโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ แต่อย่างไรก็ดี การหล่อแบริ่งรับเพลาเรือ Centrifugal Casting ของโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบจะผลิตเฉพาะแบริ่งที่เป็นทองเหลืองเท่านั้น ถึงแม้ว่าแบริ่งที่ใช้ในเรือของกองทัพเรือจะมีใช้ทั้งแบริ่งทองเหลืองและพลวง แต่โรงงานหล่อหลอมและไม้แบบยังไม่เคยมีการผลิตแบริ่งพลวงแต่อย่างใด

(ก) (ข)

รูปที่ 3 ก) เครื่องหล่อด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแนวนอน
ข) ชิ้นงานสำเร็จแบริ่งรับเพลาทองเหลืองที่หล่อจากเครื่องหล่อด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแนวนอน

กระบวนการหล่อแบริ่งรับเพลาใบจักร

การหล่อแบบ Sand Casting

เป็นการเทหล่อในแบบหล่อทราย ซึ่งจะเป็นวิธีการในอดีต ที่ให้ผลผลิตแบริ่งมีรูพรุนจำนวนมาก ปัจจุบันโรงงานหล่อหลอม *ยกเลิก*การผลิตแบริ่งด้วยวิธีการเทหล่อในแบบหล่อทรายแล้ว

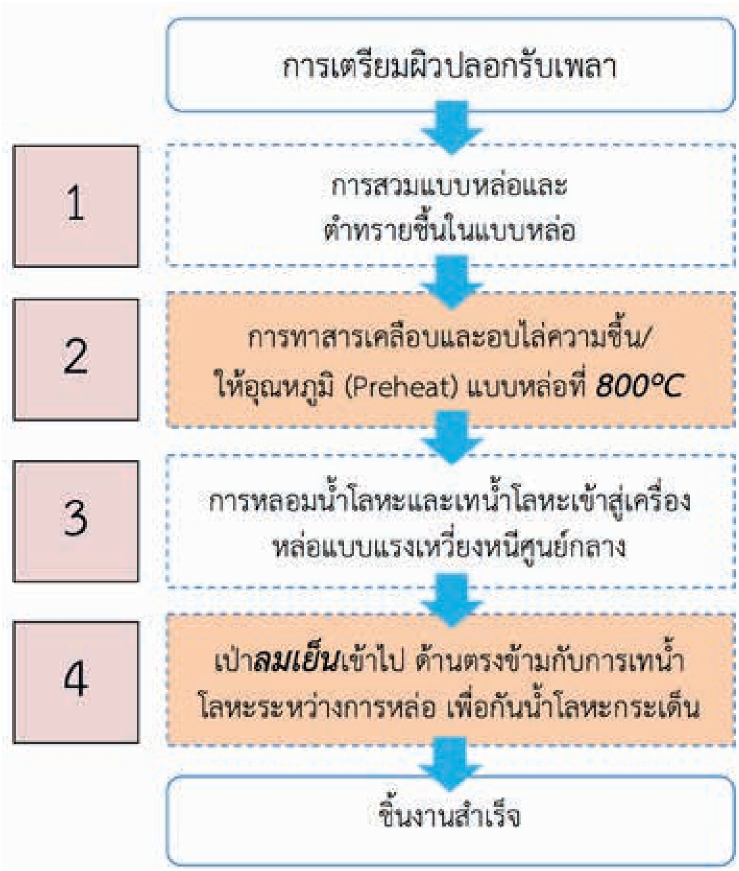
การหล่อแบบ Centrifugal Casting

เป็นการเทหล่อแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งจะให้ผลผลิตแบริ่งมีคุณภาพสูง เนื้อโลหะมีความสม่ำเสมอ รูพรุนมีจำนวนน้อย อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ปัจจุบันใช้วิธีการผลิตแบริ่งทองเหลืองด้วยวิธีนี้

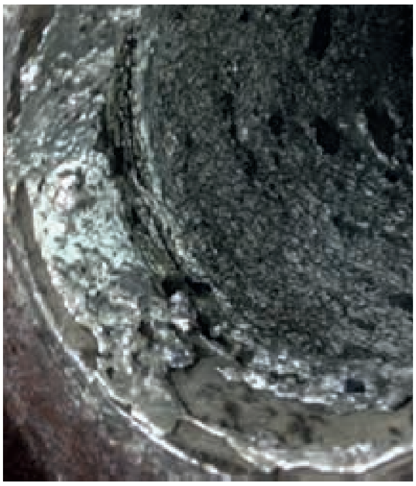
รูปที่ 4 แสดงพัฒนาการของการผลิตแบริ่งรับเพลาใบจักร

เมื่อวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2559 โรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ ได้รับมอบหมายให้ดำเนินการหล่อแบริ่งรับเพลาที่ใช้วัสดุคือ พลวง หรือที่เรียกกันว่า "แบริ่งพลวง" เพื่อส่งมอบให้แก่เรือรับรอง ขส.ทร.131 ซึ่งใช้แบริ่งพลวงรับเพลาเรือ สำหรับการหล่อแบริ่งพลวง ในอดีตโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบเคยใช้วิธีหล่อแบบ Sand Casting โดยช่างที่เชี่ยวชาญในการหล่อวัสดุพลวง แต่ปัจจุบันเกษียณอายุราชการไปนานหลายปี ทำให้องค์ความรู้ในการหล่อพลวงสูญหายไปด้วย โรงงานหล่อหลอมและไม้แบบจึงตกลงใจที่จะทดลองใช้วิธีการหล่อแบบ Centrifugal Casting โดยใช้กระบวนการ ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งเป็นวิธีการที่เคยดำเนินการในอดีตเนื่องจากเคยใช้เทคนิคนี้หล่อแบริ่งทองเหลืองสำเร็จมาแล้ว นับเป็นการหล่อแบริ่งพลวงครั้งแรก แต่ด้วยองค์ความรู้ทางด้านวัสดุพลวงยังมีไม่เพียงพอ การหล่อแบริ่งพลวงในครั้งแรกจึงยังไม่ประสบความสำเร็จ แบริ่งพลวงที่ได้มีรูพรุนจำนวนมาก และเนื้อพลวงไม่สม่ำเสมอ ซึ่งโอกาสที่เนื้อวัสดุจะเกิดรูพรุนอาจมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นการไล่แก๊สไม่ดีพอ การเทหล่อน้ำโลหะเข้าเครื่องหล่อเหวี่ยงไม่มีความต่อเนื่อง ทำให้เกิดปัญหาชิ้นงานไม่เต็ม ซึ่งอาจเกิดจากระยะเวลาการเทของน้ำโลหะและการเย็นตัวของน้ำโลหะไม่เหมาะสมดังแสดงในรูปที่ 6 "สรุปได้ว่าการใช้กระบวนการหล่อแบริ่งทองเหลือง มาหล่อแบริ่งพลวงในครั้งแรกไม่ประสบความสำเร็จ"

การหล่อแบริ่งทองเหลืองด้วยเครื่องหล่อแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง



รูปที่ 5 แสดงวิธีการดำเนินการในอดีตของการหล่อ
แบริ่งทองเหลืองแบบ Centrifugal Casting



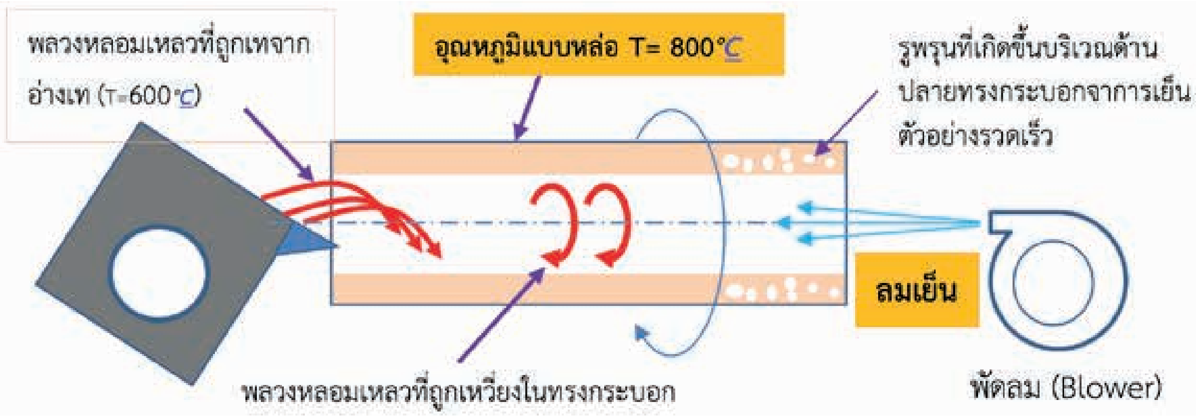
รูปที่ 6 รูพรุนและเนื้อโลหะไม่สม่ำเสมอของแบริ่งผลวง
จากการหล่อแบบ Centrifugal Casting ครั้งแรก

เหตุผลและความจำเป็น

ในแต่ละปีโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบมีภารกิจในการหล่อปลอกรัดเพลาและแบริ่งรับเพลาใบจักรจำนวนมาก การพัฒนากระบวนการผลิตจากการหล่อแบบเท หรือ Sand Casting เป็นการหล่อแบบ Centrifugal Casting ดังแสดงในรูปที่ 7 ถือเป็นการพัฒนาทั้งทางด้านเครื่องมือและการปรับปรุงคุณภาพของการผลิตปลอกรัดเพลา แบริ่งรับเพลาใบจักรที่มีใช้ในกองทัพเรือ โรงงานหล่อหลอมและไม้แบบจึงจำเป็นต้องพัฒนาการผลิตให้ได้คุณภาพและมาตรฐานสากล เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ส่งผลให้มีอายุการใช้งานในเรือยาวนานขึ้น ก่อให้เกิดความมั่นคงในการปฏิบัติงานตามภารกิจของกองทัพเรือ และยังเป็นการพึ่งพาตนเอง ประหยัดงบประมาณ ตลอดจนลดระยะเวลาการสั่งซื้อจากหน่วยงานภายนอก ลดความเสี่ยงในการเตรียมเรือให้พร้อมรบ รวมทั้งเกิดความมั่นคงทางยุทธการ นอกจากนั้นยังเป็นการสนับสนุนนโยบายอุตสาหกรรมป้องกันประเทศของกองทัพอีกด้วย

รูปที่ 7 การหล่อแบบ Centrifugal Casting

จากการใช้วิธีที่ดำเนินการในอดีตมาทดสอบการหล่อแบริ่งพลวงด้วยเครื่องหล่อเหวี่ยงในครั้งแรก ดังแสดงในรูปที่ 8 ผลที่ได้ยังไม่ประสบผลสำเร็จ ซึ่งจากการวิเคราะห์และศึกษาสมบัติทางด้านโลหะวิทยา ทราบว่าโลหะพลวงมีอุณหภูมิหลอมเหลว 630.63°C [5] ดังแสดงสมบัติทางกายภาพของพลวงในตารางที่ 1 การอุ่นแบบหล่อที่อุณหภูมิ 800°C ในขณะเทน้ำพลวงหลอมเหลวลงในปลายด้านหนึ่งของทรงกระบอกน้ำโลหะพลวงเหลวที่มีอุณหภูมิประมาณ 600°C ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิแบบหล่อมีผลให้น้ำหลอมโลหะพลวงไม่แข็งตัว เนื่องจากอุณหภูมิของแบบหล่อสูงกว่าอุณหภูมิหลอมเหลวของโลหะพลวงการแข็งตัวจะเกิดขึ้นหลังจากอุณหภูมิของแบบหล่อลดลงต่ำกว่า 630.63°C ทำให้เนื้อโลหะพลวงและเนื้อพลวงไม่สม่ำเสมอรวมทั้งการใช้ลมเย็นเป่าเข้าไปทางด้านตรงข้ามกับการเทน้ำโลหะในระหว่างการหล่อ เพื่อกันน้ำโลหะกระเด็น มีผลทำให้น้ำโลหะพลวงด้านฝั่งที่สัมผัสกับลมเย็น มีการเย็นตัวเร็วกว่าฝั่งด้านเทหล่อ ทำให้เกิดรูพรุนจำนวนมากทางฝั่งด้านสัมผัสลมเย็น จากการวิเคราะห์และศึกษาข้อมูลด้านโลหะวิทยา และการระดมแนวความคิดผสมผสานการปฏิบัติจากประสบการณ์ของช่าง เพื่อหาแนวทางในการหล่อพลวงใช้เทคนิคการหล่อด้วยเครื่องหล่อแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางแนวนอนให้เกิดผลสำเร็จ เป็นที่มาของการพัฒนากระบวนการปฏิบัติไปสู่วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ



รูปที่ 8 วิธีปฏิบัติในการหล่อแบริ่งพลวงในอดีตที่ยังไม่ประสบความสำเร็จ

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของพลวง [5]

สมบัติทางกายภาพ	
สถานะ	ของแข็ง
ความหนาแน่น (ใกล้ r.t.)	6.697 ก./ซม.³
ความหนาแน่นของของเหลวที่ m.p.	6.53 ก./ซม.³
จุดหลอมเหลว	903.78 K (630.63 °C)
จุดเดือด	1860 K (1587 °C)
ความร้อนของการหลอมเหลว	19.79 กิโลจูล/โมล
ความร้อนของการกลายเป็นไอ	193.43 กิโลจูล/โมล
ความร้อนจำเพาะ	(25 °C) 25.23 J/(mol·K)

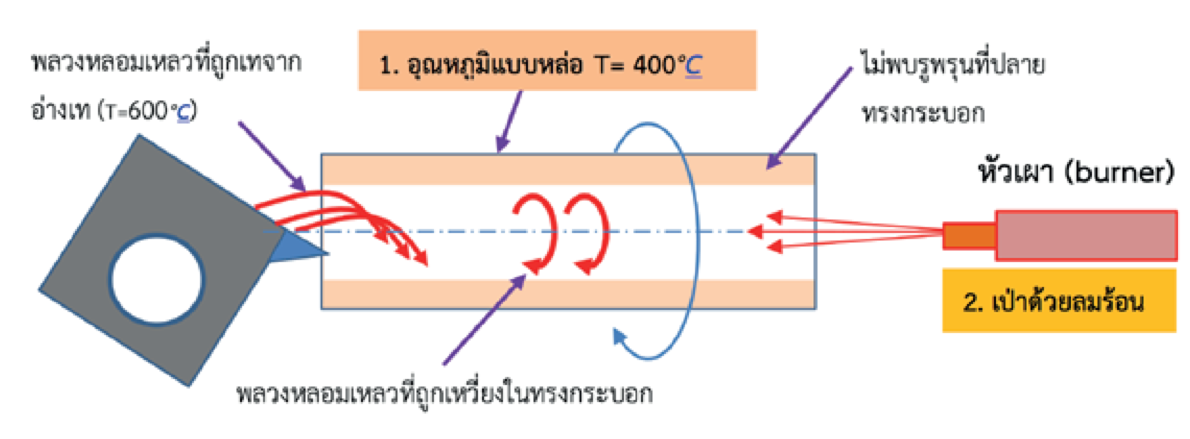
2. การแก้ปัญหาสู่วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ

จากการวิเคราะห์และระดมแนวความคิดผสมผสานการปฏิบัติจากประสบการณ์ของช่าง ทำให้ได้ข้อสรุปหนทางปฏิบัติโดยแบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

2.1 การปรับอุณหภูมิกระบวนการอุ่นแบบหล่อ จาก 800°C ให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 400-600°C คือไม่เกิน 630.63°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิหลอมเหลวของพลวง เพื่อให้โลหะพลวงแข็งตัวในเวลาที่เหมาะสม ป้องกันเนื้อโลหะพลวงไม่สม่ำเสมอ

2.2 การเปลี่ยนการเป่าลมเย็นจากพัดลม (blower) ด้านตรงข้ามกับการเทน้ำโลหะระหว่างการหล่อมาเป็นเป่าลมร้อนด้วยหัวเผา (burner) แทน เพื่อป้องกันการเย็นตัวที่ไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นสาเหตุของการก่อให้เกิดรูพรุน

ซึ่งทั้ง 2 วิธีเป็นวิธีการปฏิบัติที่เป็นเลิศ ดังแสดงในรูปที่ 9 ส่งผลให้การหล่อแบริ่งพลวงด้วยเครื่องหล่อเหวี่ยงประสบผลสำเร็จอย่างดี เนื้อพลวงที่ได้มีความสม่ำเสมอและไม่เกิดรูพรุน ดังแสดงในรูปที่ 10

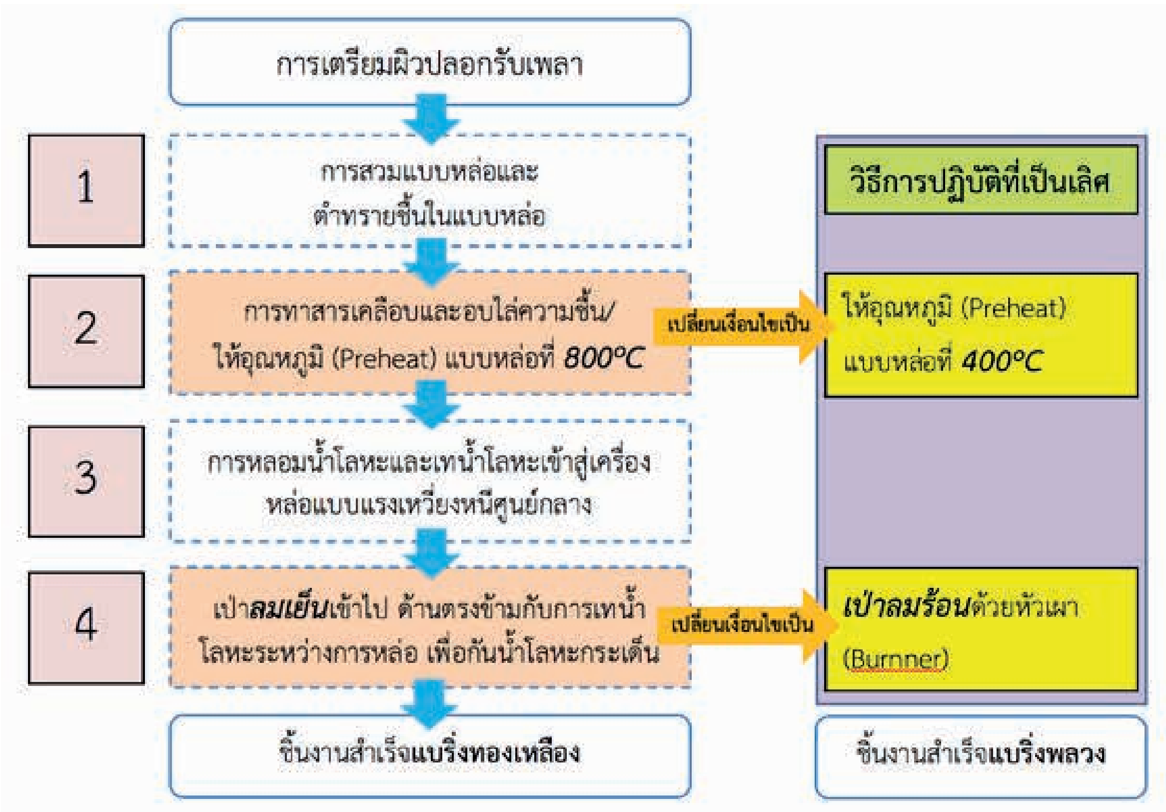


รูปที่ 9 วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศในการหล่อแบริ่งพลวงในปัจจุบัน

รูปที่ 10 ชิ้นงานหล่อแบริ่งพลวงและที่ผ่านการกลึงสำเร็จ

3. วิธีการปฏิบัติที่เป็นเลิศของสายการผลิตแบริ่งทองเหลืองและพลวง

ปัจจุบันโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบได้สร้างสายการผลิตแบริ่งรับเพลาใบจักรชนิดทองเหลืองและพลวง ด้วยเทคนิคการหล่อภายใต้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจากวิธีการปฏิบัติที่เป็นเลิศ ดังแสดงในรูปที่ 11 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการผลิตแบริ่งทองเหลืองซึ่งใช้กระบวนการเดิม (ไดอะแกรมทางด้านซ้าย) และกระบวนการผลิตแบริ่งพลวง ซึ่งจะใช้วิธีการปฏิบัติที่เป็นเลิศ (ไดอะแกรมทางด้านขวา) ทั้งสองกระบวนการดังกล่าว จะครอบคลุมการผลิตทั้งแบริ่งทองเหลืองและพลวงของโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ ที่เกิดจากการระดมความคิดเห็น ประสบการณ์ของคณะทำงานฯ ก่อให้เกิดผลสำเร็จของผลงานอย่างสมบูรณ์



รูปที่ 11 สายการผลิตแบริ่งรับเพลาใบจักรชนิดทองเหลืองและพลวง

4. ผลประโยชน์ที่กองทัพเรือได้รับ

จากข้อมูลการผลิตแบริ่งของโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบย้อนหลัง 2 ปี (พ.ศ. 2559–ปัจจุบัน) การหล่อแบริ่งรับเพลาเรือด้วยเทคนิคการหล่อแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางร่วมกับวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ มีการผลิตแบริ่งทองเหลือง มีน้ำหนักรวม 2,006 กก. (ต้นทุนการผลิต 500 บาท/กก.) คิดเป็นเงิน 1,003,000 บาท และแบริ่งพลวง มีน้ำหนักรวม 500 กก. (ต้นทุนการผลิต 700 บาท/กก.) คิดเป็นเงิน 350,000 บาท หากทั้งหมดนี้ต้องสั่งซื้อจากเอกชน คิดเป็นเงินรวม 1,960,100 บาท ประหยัดงบประมาณให้กองทัพเรือร้อยละ 50 คิดเป็นเงิน 980,300 บาท รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2 สรุปผลการดำเนินการ ดังนี้

ตารางที่ 2 สรุปผลการดำเนินการ

ชนิดแบริ่งที่ผลิต	หน่วยผู้ใช้	น้ำหนัก (กก.)	ต้นทุนผลิต (บาท/กก.)	ต้นทุนผลิต (บาท)	จัดซื้อจากเอกชน	ประหยัดงบประมาณ
แบริ่งทองเหลือง	ร.ล.ตากสิน (อรม.อร.)	70	500	38,500	77,000	38,500
	ร.ล.สัตหีบ (อจปร.อร.)	860	500	473,000	946,000	473,000
	ร.ล.บางปะกง (อรม.อร.)	1,076	500	118,800	237,600	118,800
แบริ่งพลวง	เรือ ขส.ทร.131	320	700	224,000	448,000	224,000
	ร.ล.ศุกร์ (อจปร.อร.)	180	700	126,000	252,000	126,000
วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศทำให้ประหยัดงบประมาณ ทร. (ปี 2559-2561) รวม						980,300

การระดมความคิดของทีมงานโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบจนนำไปสู่วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศดังกล่าว ส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ระดมความคิด และการแบ่งปันประสบการณ์ของทีมช่างหล่อโลหะที่สะสมมาอย่างยาวนานและเชี่ยวชาญชั้นสูงซึ่งผสมผสานกับความรู้ทางทฤษฎีด้านโลหะวิทยาของวิศวกรโรงงาน ถือว่าเป็นการประยุกต์การทำงานที่ลงตัวจนสามารถนำบทสรุปมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจนเป็นที่มาของแนวทางการแก้ปัญหาการการหล่อแบริ่งพลวงด้วยเทคนิคแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งองค์ความรู้ดังกล่าวไม่เคยมีการบริหารจัดการความรู้ (Knowledge Management : KM) ทางด้านนี้มาก่อน ทำให้สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปขยายผลสู่การปฏิบัติสำหรับการผลิตแบริ่งโลหะชนิดอื่นที่ไม่ใช่ทองเหลืองและพลวง ตลอดจนชิ้นงานอื่น ๆ ที่มีลักษณะรูปแบบทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 18 ซม. (ตามขีดความสามารถของเครื่องหล่อเหวี่ยงของโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ) อาทิ กระบอกรัดเพลา ท่อทรงกระบอก นอกจากนั้นยังเป็นการพัฒนากระบวนการหล่อแบริ่งโลหะของโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ ทำให้ได้ผลผลิตแบริ่งพลวงที่มีคุณภาพเทียบเท่าผลิตภัณฑ์จากการสั่งซื้อจากหน่วยงานภายนอก และสามารถควบคุมระยะเวลาการปฏิบัติงานได้ตรงตามเป้าหมายและเป็นไปตามแผนที่กำหนด กำหนดระยะเวลาการส่งมอบผลผลิตเข้าสู่แผนการซ่อมบำรุงเรือได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้นลดความเสี่ยงสำหรับแผนการส่งมอบเรือ เป็นการตอบสนองต่อแผนการเตรียมเรือให้พร้อมรบ ตามนโยบายของ พลเรือเอก ลือชัย รุดดิษฐ์ ผู้บัญชาการทหารเรือ ที่มีดำริแนวคิดระดับยุทธศาสตร์ว่า "สองฝั่งมหาสมุทรและสามพื้นที่ปฏิบัติการ" หรือ Two Oceans and Three Areas, (OOAAA/Double O Triple A)" [6] นำไปสู่การปฏิบัติของหน่วยระดับล่างและเพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์ดังกล่าว การนำปัญหาในการปฏิบัติงานไปสู่วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศและสามารถแก้ปัญหาด้านการผลิตได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่มีพื้นฐานด้านงานวิจัยและพัฒนายุทโธปกรณ์ที่มุ่งเน้นการพึ่งพาตนเอง ซึ่งสามารถขยายผลสู่การผลิตเพื่ออุตสาหกรรมป้องกันประเทศต่อไป

รูปที่ 12 การผลิตแบริ่งรับเพลาใบจักรชนิดทองเหลืองและพลวง

5. บทเรียนที่ได้รับ (Lesson Learned)

รูปที่ 12 แสดงให้เห็นวิธีปฏิบัติในการหล่อแบริ่งพลวง อาจใช้ประสบการณ์ของทีมช่างหล่อหลอมยังไม่เพียงพอ ถึงแม้ว่าแต่ละท่านมีประสบการณ์ในการทำงานหล่อหลอมมาอย่างยาวนาน แต่เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องรวมทั้งการเข้าถึงข้อมูลเชิงเทคนิคต่าง ๆ ในปัจจุบันสามารถกระทำได้โดยง่าย การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นต้องใช้ความรู้ทางทฤษฎีด้านโลหะวิทยานำมาเป็นส่วนร่วมในการคิดถึงเหตุของปัญหา และร่วมกันวิเคราะห์ถึงแนวทางการแก้ปัญหาโดยอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีควบคู่กันกับประสบการณ์ของช่างหล่อหลอมในโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ เป็นการเปิดโอกาสให้ทุกฝ่ายได้มีโอกาสนำเสนอข้อมูล แสดงความคิดเห็น ชี้แจง และซักถามต่อหนทางปฏิบัติต่าง ๆ สู่การระดมความคิดเห็นระหว่างผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้อง ก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้กลายเป็นวิธีการปฏิบัติในการแก้ปัญหาและผลที่ได้ในที่สุดนำไปสู่วิธีการปฏิบัติที่เป็นเลิศได้อย่างสมบูรณ์

6. ปัจจัยแห่งความสำเร็จ (Key Success) และการได้รับการยอมรับ

ปัจจัยแห่งความสำเร็จที่สำคัญ คือ ความร่วมมือกันจากหลาย ๆ ฝ่าย การเข้าถึงปัญหาซึ่งจำเป็นจะต้องระดมความคิดเห็นจากหลาย ๆ ส่วนที่เกี่ยวข้อง ทั้งระดับผู้บริหาร ผู้ควบคุม และผู้ปฏิบัติงาน ก่อให้เกิดการทำงานเป็นทีม ไม่มีช่องว่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานและผู้บริหารในโรงงาน ทำให้ทีมงานทุกคนกล้าที่จะนำเสนอและใช้ทักษะ ตลอดจนประสบการณ์ในการทำงานเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว อีกทั้งทีมงานทุกคนมีจิตสำนึกอย่างแรงกล้าและมีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดผลสำเร็จของทีม ตอบสนองต่อภารกิจของอู่ทหารเรือธนบุรี ในการส่งผลผลิตให้ทันต่อหน่วยที่ร้องขอ ซึ่งเป็นไปตามกำหนดของแผนการซ่อมทำเรือและที่สำคัญผู้บังคับบัญชาระดับสูงของอู่ทหารเรือธนบุรีให้ความสำคัญและสนับสนุนการบริหารจัดการความรู้ของแต่ละโรงงาน โดยกำหนดเป็นนโยบายในการดำเนินการได้อย่างชัดเจน

สำหรับการได้รับการยอมรับนั้น จากผลผลิตแบริ่งพลวงของ เรือ ขส.ทร.131 และ เรือหลวงศุกร์ที่หล่อด้วยเครื่องหล่อแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและใช้วิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศที่ส่งมอบให้แก่หน่วยผู้ใช้แล้วนั้น ได้รับการตอบรับอย่างดีจากหน่วยผู้ใช้ในด้านคุณภาพของเนื้อโลหะที่ไม่มีรูพรุน และมีความเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสมบูรณ์เทียบเท่าของที่จัดหาจากภายในประเทศหรือต่างประเทศ สามารถติดตั้งในเรือได้อย่างสมบูรณ์ และยังไม่พบปัญหาจากการใช้งานจริงตั้งแต่ติดตั้งแล้วเสร็จจนถึงปัจจุบัน ทำให้วิธีปฏิบัติงานที่เป็นเลิศดังกล่าวได้รับรางวัลชนะเลิศในงานการจัดการความรู้ด้วยวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ของกรมอู่ทหารเรือประจำปีงบประมาณ 2561 เมื่อวันที่ 2 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ดังแสดงในรูปที่ 13

(ก)

(ข)

รูปที่ 13 ก) การบรรยายวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ
ข) ได้รับรางวัลชนะเลิศในการประกวดวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศระดับกรมอู่ทหารเรือ เมื่อวันที่ 2 สิงหาคม พ.ศ.2561

7. บทสรุป

การระดมความคิดเห็นจากช่างผู้มีประสบการณ์ผนวกกับองค์ความรู้ทางทฤษฎีด้านโลหะวิทยาจากวิศวกรของโรงงาน ทำให้ได้ผลผลิตซึ่งตอบสนองต่อการผลิตชิ้นส่วนเพื่อทดแทนอะไหล่ในการซ่อมทำเรือของกรมอู่ทหารเรือได้อย่างเป็นรูปธรรมเป็นผลงานที่จับต้องได้ มีการนำไปใช้งานจริง และสามารถที่จะตอบคำถามได้ถึงความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่สามารถประหยัดงบประมาณให้กองทัพเรือ ความคุ้มค่าทางด้านยุทธการที่เป็นส่วนหนึ่งของการเตรียมความพร้อมให้แก่เรือรบของกองทัพเรือตลอดจนตอบสนองในด้านของการบริหารจัดการความรู้ หรือ KM (Knowledge Management) ไม่เพียงแต่ไม่ให้สูญหาย แต่หากยังคงมีแนวทางการพัฒนาให้อนุชนรุ่นหลังได้มีโอกาสใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาการผลิตในมิติอื่น ๆ ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด และปัจจุบันวิธีการปฏิบัติดังกล่าวได้กลายเป็นหนึ่งในกระบวนการผลิตที่ได้ถูกจัดทำเป็น KM ของโรงงานหล่อหลอมและไม้แบบเรียบร้อยแล้ว ถือได้ว่าวิธีการปฏิบัติที่เป็นเลิศในการหล่อแบริ่งรับเพลาใบจักรแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางจะสืบทอดจากรุ่นสู่รุ่นและองค์ความรู้นี้จะยังดำรงอยู่กับกรมอู่ทหารเรือตลอดไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Tran Van Ta. et al. “Marine Propulsion System Reliability Assesment by Fault Tree Analysis.” International Journal of Mechanical Engineering and Applications. Volume 5, Issue 4-1, July 2017, Pages: 1-7.

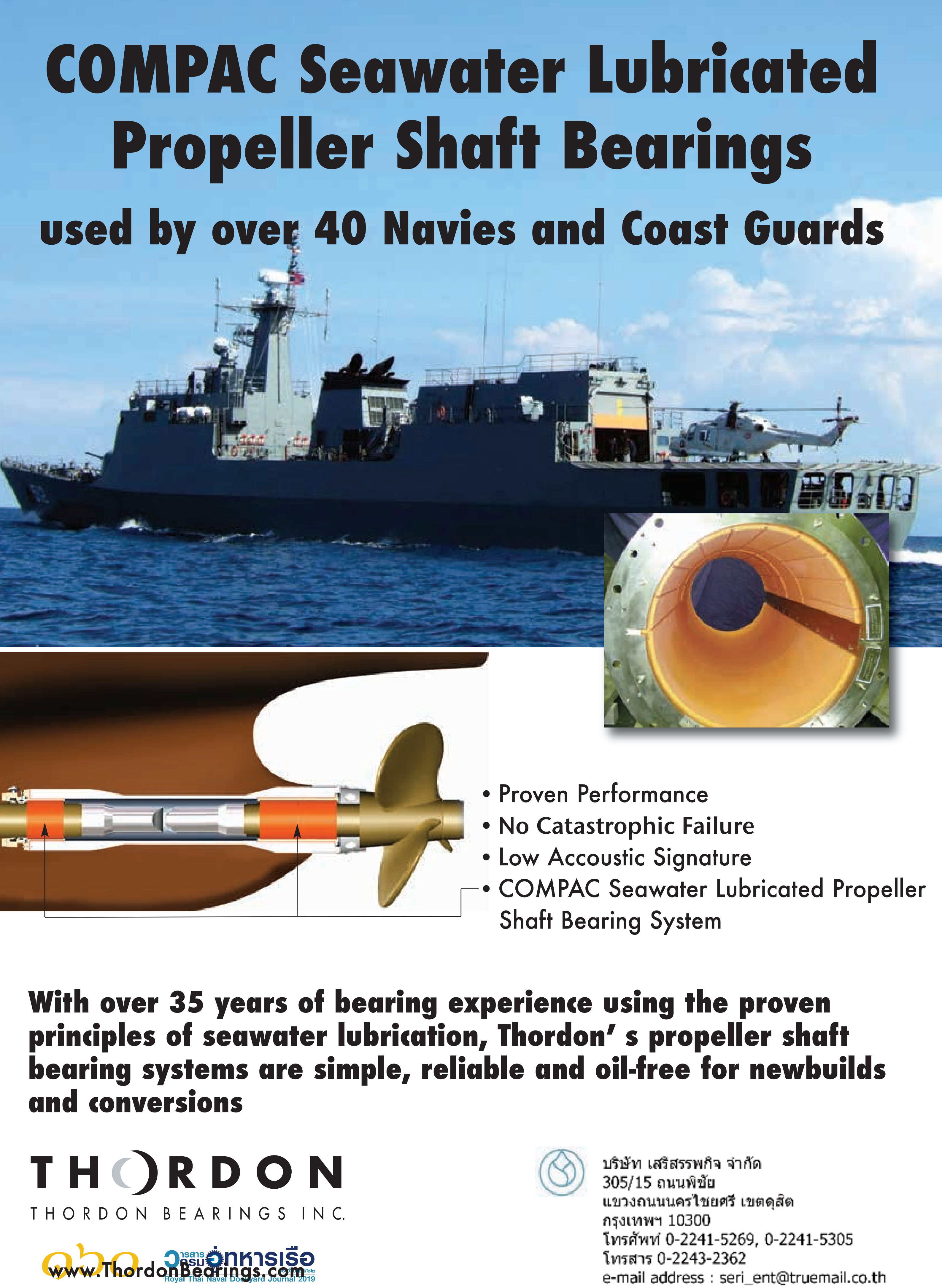
[2] โรงงานหล่อหลอมและไม้แบบ. “การพัฒนาการหล่อแบริ่งพลวงด้วยเทคนิคการหล่อแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Casting).” เอกสารการจัดการความรู้สู่วิธีการปฏิบัติที่เป็นเลิศ Best Practice. [ม.ป.ท.]: 2560.

[3] “STORM HALVORSEN KOMPONENTER TIL INDUSTRIEN.” [n.d.]. [online]. Available: https://www. stormhalvorsen.no/. Retrieved July 10, 2018.

[4] [n.d.]. [online]. Available: http://www.siamchemi.com/. Retrieved July 12, 2018.

[5] [n.d.]. [online]. Available: http://th.wikipedia.org/wiki/พลวง. Retrieved July 12, 2018.

[6] [n.d.]. [online]. Available: http://www.facebook.com/RoyalThaiNavyFanpage. Retrieved November 2, 2018.



COMPAC Seawater Lubricated Propeller Shaft Bearings
used by over 40 Navies and Coast Guards
• Proven Performance
• No Catastrophic Failure
• Low Accoustic Signature
• COMPAC Seawater Lubricated Propeller Shaft Bearing System
With over 35 years of bearing experience using the proven principles of seawater lubrication, Thordon' s propeller shaft bearing systems are simple, reliable and oil-free for newbuilds and conversions
THORDON
THORDON BEARINGS INC.
www.ThordonBearings.com
บริษัท เสริสรรพกิจ จำกัด
305/15 ถนนพิชัย
แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต
กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์ 0-2241-5269, 0-2241-5305
โทรสาร 0-2243-2362
e-mail address : seri_ent@truemail.co.th

๑๐

ส่งมอบผลงานอย่างมีคุณภาพด้วย

กระบวนการวัดประสิทธิภาพใบจักรและการทดสอบกำลังฉุดเรือ

(Bollard Pull)

นาวาโท กิตติ์ธนภูมิ ว่องวรานนท์

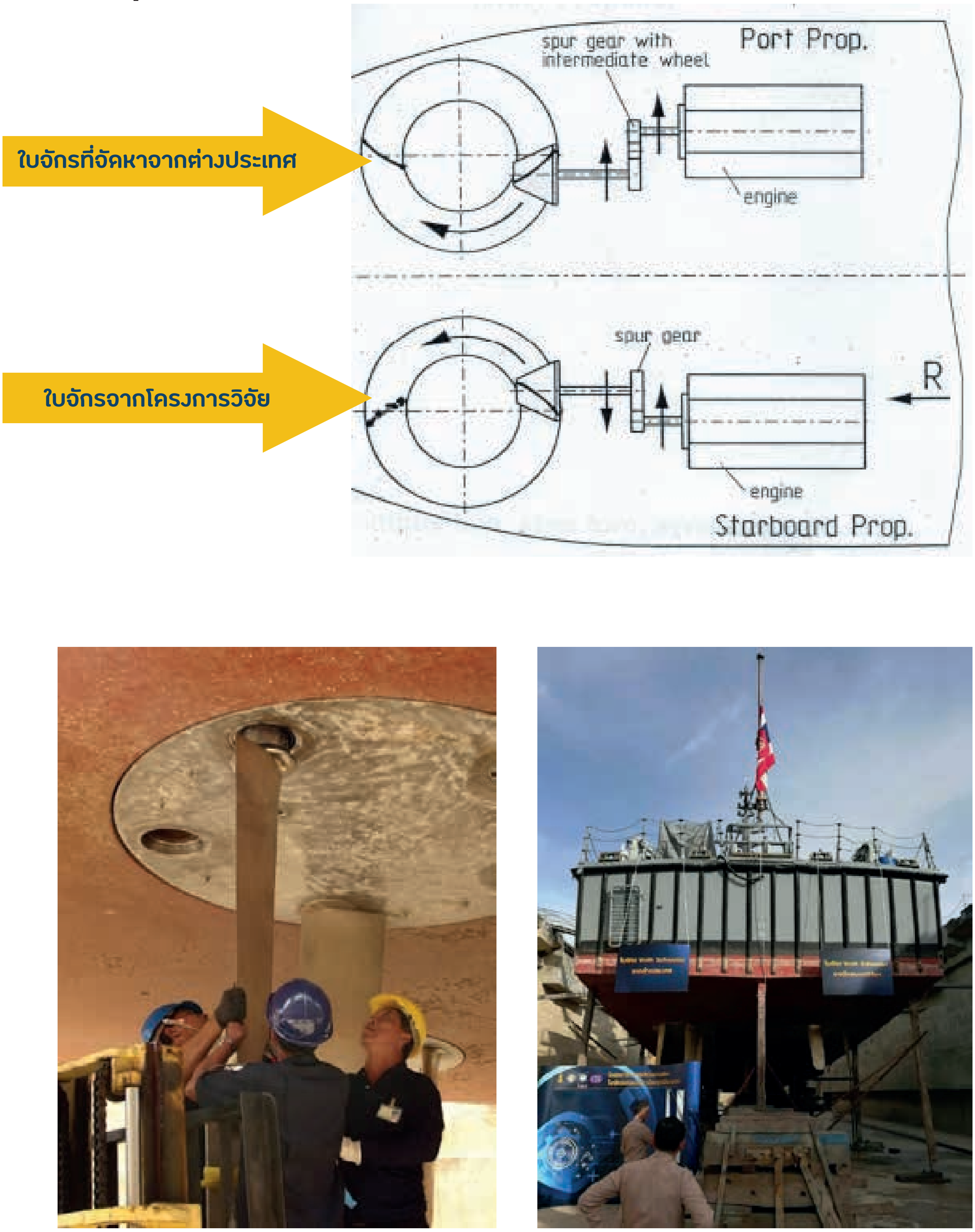
บทนำ

กรมอู่ทหารเรือเป็นหน่วยงานซ่อมและสร้างเรือของกองทัพเรือ ในอดีตเรือหลวงลาดหญ้าและเรือหลวงท่าดินแดงมีปัญหาการหักชำรุดของใบจักรบ่อยครั้ง ปัญหาดังกล่าว กรมอู่ทหารเรือได้ดำเนินการแก้ไขด้วยกระบวนการวิจัย จนสามารถพัฒนาผลิตใบจักร Voith Schneider Propeller (VSP) ขึ้นมาใช้งานเองได้

กระบวนการวัดกำลังฉุดเรือ ที่อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ

ทั้งนี้กระบวนการที่สร้างความเชื่อมั่นในผลงานวิจัยครั้งนี้ คือผลการทดสอบทดลองเชิงวิศวกรรมอันเป็นที่ยอมรับ นั้น คือ การวัดประสิทธิภาพใบจักร Voith Schneider Propeller (VSP) และการทดสอบกำลังฉุดเรือ (Bollard Pull)

โครงการวิจัยการผลิตและทดสอบใบจักรเรือแมงกานีสอะลูมิเนียมบรอนซ์ ได้ดำเนินการติดตั้งใบจักร VSP ที่ผลิตจากโครงการวิจัยฯ ในกราบด้านขวาของเรือหลวงลาดหญ้า ส่วนด้านซ้ายได้ทำการติดตั้งใบจักร VSP ใหม่ที่จัดหาจากต่างประเทศ ดังรูปที่ 1



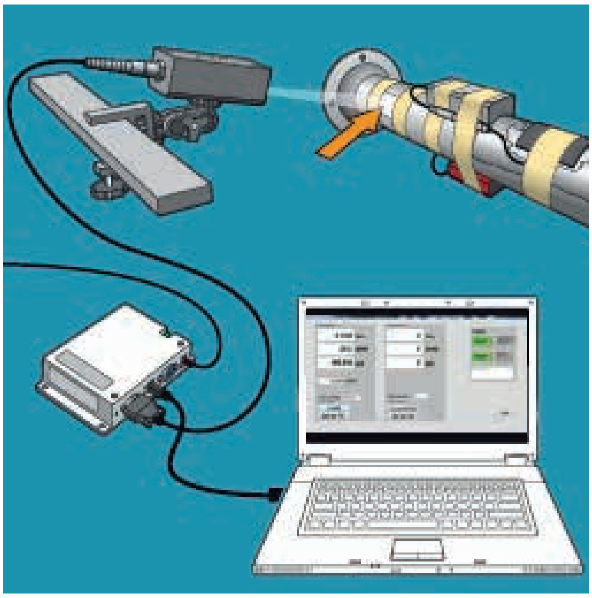
รูปที่ 1 การติดตั้งใบจักร VSP

การวัดประสิทธิภาพใบจักร Voith Schneider Propeller (VSP)

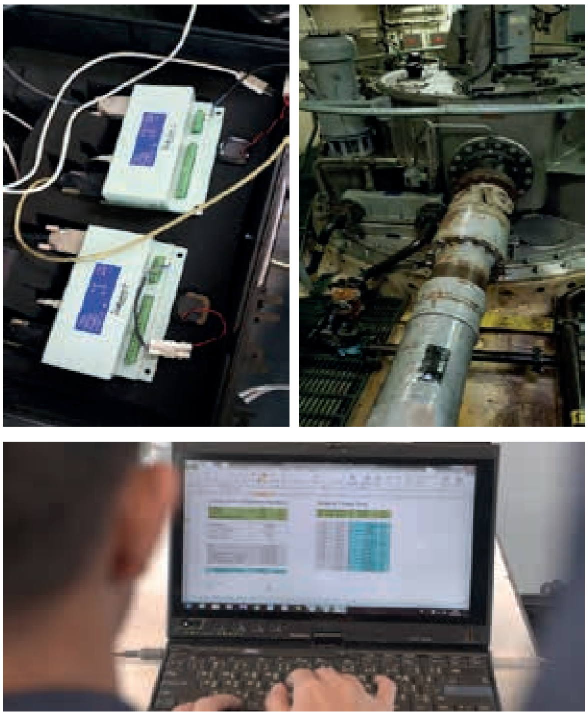
สิ่งหนึ่งที่จะตอบโจทย์ได้ว่าใบจักรจากโครงการวิจัยฯ มีประสิทธิภาพการทำงานเทียบเท่าใบจักรจากต่างประเทศนั้นได้ คือ ผลการวัดประสิทธิภาพการทำงานของใบจักรฯ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

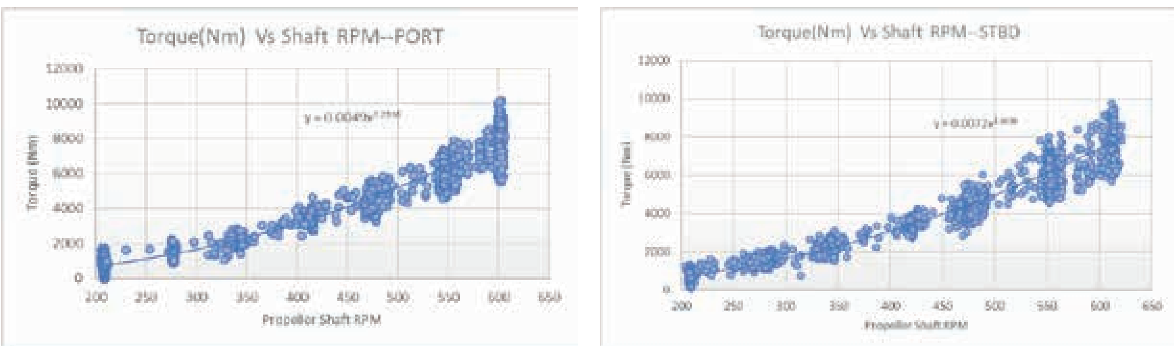
การวัดแรงบิด (Torque)

เครื่องมือวัดทอร์ก (Torque) (รูปที่ 2) ได้ถูกติดตั้งก่อนทำการทดลอง โดยได้ทำการติดตั้ง ณ ตำแหน่งเพลาส่งกำลังท่อนที่ติดอยู่กับระบบใบจักร โดยกำหนดให้ตำแหน่งติดตั้งของทั้งสองเพลาอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากแรงเสียดทานของแบริ่งรองรับเพลาและความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากการบิดต่อของเพลาส่งกำลังให้น้อยที่สุด เครื่องมือวัดทอร์กประกอบด้วยชุด stain gauge จำนวน 2 ชุด ซึ่งต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟและชุดส่งสัญญาณแบบไร้สาย โดยชุดส่งสัญญาณจะส่งข้อมูลแบบปัจจุบัน (Real time) ให้กับชุดควบคุมเพื่อแปลงเป็นค่าแรงบิดของเพลา ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดแรงบิดได้ถูกนำมาพล็อตกราฟ เพื่อสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและความเร็วรอบ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 2 การติดตั้งเครื่องวัดทอร์ก (Torque)



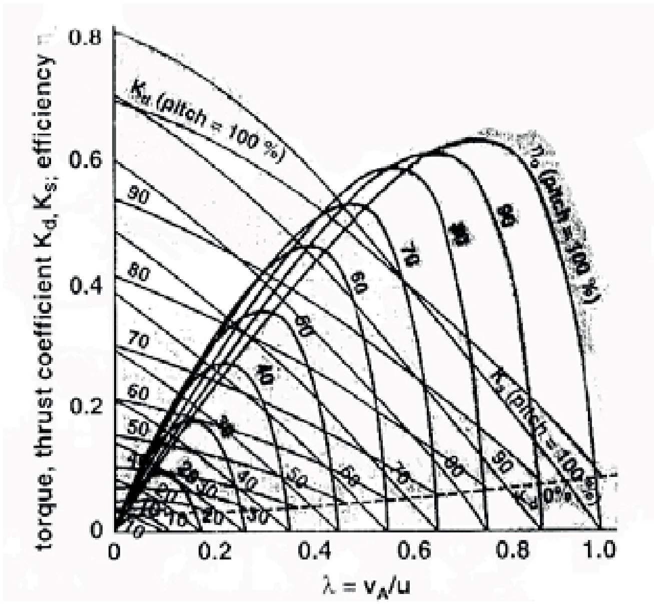


(a) (b)

รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและความเร็วรอบ (a) เพลาขวา (b) เพลาซ้าย

การวัดแรงบิด (Torque) เพื่อเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของใบจักรในขณะเรือเดิน

แนวคิดในการทดลองเพื่อทำการเปรียบเทียบการหาค่าประสิทธิภาพของใบจักรพวงขวาและซ้ายอาศัยข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตที่ให้มาเมื่อครั้งที่มีการสร้างใบจักรสำหรับการต่อเรือใหม่ ข้อมูลของประสิทธิภาพที่บริษัทผู้ผลิตให้มาคือแผนภาพประสิทธิภาพของใบจักรในลักษณะเรือเดิน (Free running characteristic) (รูปที่ 4) ทั้งนี้คณะวิจัยฯ ได้ตั้งสมมุติฐานที่ว่ารูปทรงใบจักรและตัวเรือเมื่อครั้งต่อใหม่กับ ณ วันที่ทำการทดลองไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงค่า Advance ratio of the propeller, λ ยังคงมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้พิจารณาว่าค่าแรงผลักของใบจักรทั้งสองพวงยังคงไม่เปลี่ยนแปลงไปจากครั้งเมื่อเรือต่อใหม่ทั้งนี้ด้วยเหตุผลที่เรือยังคงสามารถทำความเร็วที่สัมพันธ์กับรอบของใบจักรได้เท่าเดิม ดังนั้นในการทดลองในส่วนนี้คณะวิจัยฯ จะทำการวัดค่าแรงบิดของเพลาที่ส่งให้กับใบจักรทั้งพวงขวาและซ้าย จากนั้นก็จะทำการแทนค่าแรงบิดที่ได้นี้ตามความสัมพันธ์กับความเร็วรอบของใบจักรที่ได้ทำการทดลองลงในสมการของประสิทธิภาพของแรงบิด (Torque efficiency) ก่อนที่จะทำการพล็อตค่าเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของใบจักรต่อไป



รูปที่ 4 แผนภาพประสิทธิภาพของใบจักร ร.ล.ลาดหญ้า

สมการที่เกี่ยวข้องในการทดลองนี้ประกอบด้วยประสิทธิภาพแรงผลัก (Thrust efficiency) สมการที่ 1 ประสิทธิภาพของแรงบิด (Torque efficiency) สมการที่ 2 และประสิทธิภาพโดยรวมของใบจักร (Propeller efficiency) สมการที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

Thrust coefficient (K_s)	$= T/(\rho/2.D.L.U^2$	(สมการที่ 1)
Torque coefficient (K_d)	$= Q/\ \rho/2.D^2.L.U^2$	(สมการที่ 2)
Efficiency (η)	$= \lambda.\ K_s/\ K_d$	(สมการที่ 3)

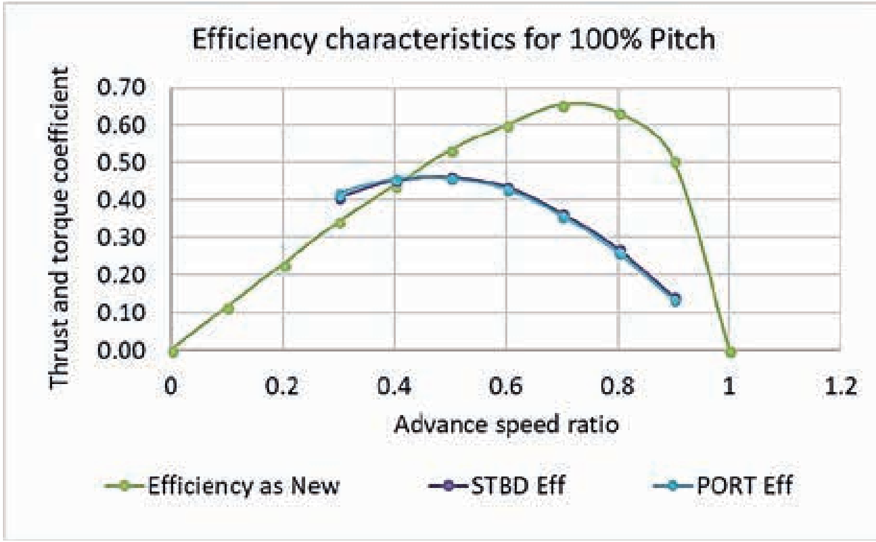
โดย

D	= diameter
L	= blade length
U	= blade peripheral speed
T	= thrust
Q	= torque
λ	= advance ratio of the propeller
ρ	= mass density

[1] DNV STANDARD , RULES FOR CLASSIFICATION OF SHIPS , PART 5 CHAPTER 7 TUGS, SUPPLY VESSELS AND OTHER OFFSHORE/HARBOUR VESSELS

ทั้งนี้จากการประมวลผลการวัดแรงบิดใบจักรขวาและซ้ายนำไปหาค่าประสิทธิภาพ และนำมาพล็อตในกราฟเดียวกันเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าให้ชัดเจน กราฟเส้นสีน้ำเงินเป็นข้อมูลของพวงซ้ายซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ ส่วนเส้นสีม่วงเป็นข้อมูลพวงขวาซึ่งเป็นใบจักรจากโครงการวิจัยฯ ส่วนเส้นสีเขียวเป็นข้อมูลของใบจักรใหม่ ดังรูปที่ 5

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของใบจักรจากต่างประเทศและจากโครงการวิจัยฯ มีประสิทธิภาพและคุณลักษณะการทำงานที่ใกล้เคียงกัน โดยจะเห็นได้ว่ากราฟของทั้งสองเส้นนั้นอยู่ในลักษณะที่ใกล้เคียงและเป็นไปในแนวทางเดียวกัน และกราฟประสิทธิภาพใบจักรใหม่ที่วัดได้ก็มีค่าลักษณะใกล้เคียงกับประสิทธิภาพใบจักรที่ได้จากบริษัทจัดทำขึ้นเมื่อครั้งต่อเรือใหม่



รูปที่ 5 ประสิทธิภาพของใบจักร (a) ใบจักรใหม่ (b) ใบจักรขวา (c) ใบจักรซ้าย

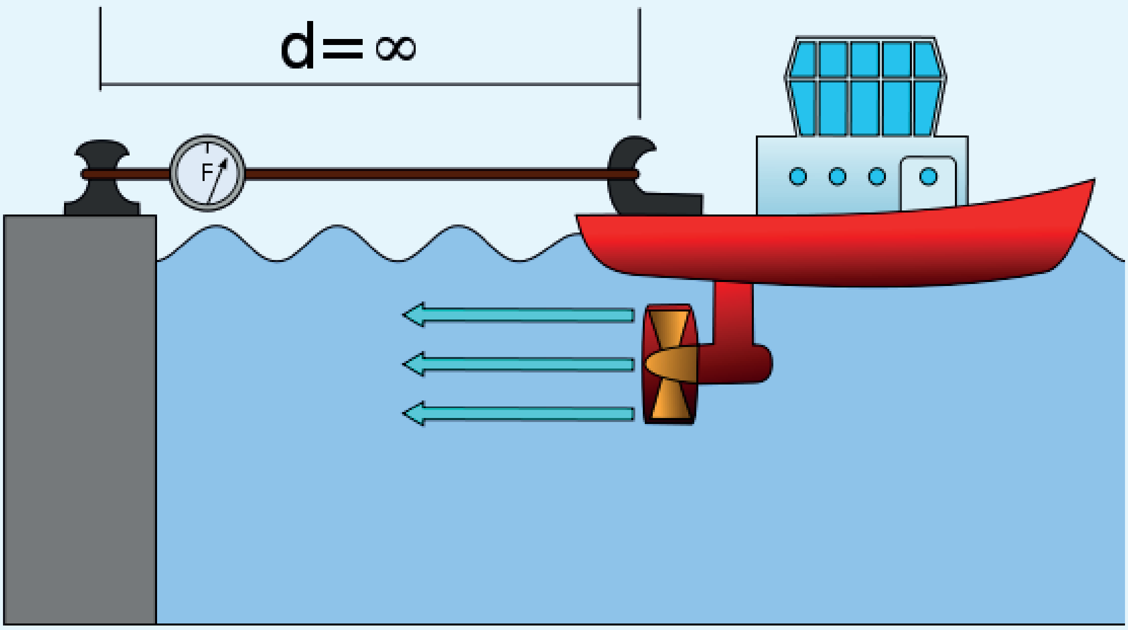
การทดสอบกำลังฉุดเรือ (Bollard Pull)

นับเป็นครั้งแรกของกรมอู่ทหารเรือที่ได้นำกระบวนการวัดกำลังฉุดของเรือหรือการทำ Bollard Pull มาเปรียบเทียบการทำงานของใบจักรเรือ การทดสอบนี้นับว่าเป็นส่วนสำคัญของ”โครงการวิจัยการผลิตและทดสอบใบจักรเรือแมงกานีสอะลูมิเนียมบรอนซ์” ซึ่งจะเป็นการศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของใบจักรที่ผลิตขึ้นจากโครงการวิจัยฯ และใบจักรที่จัดหาจากต่างประเทศ

ลักษณะทั่วไปของการทดสอบ Bollard Pull

การทดสอบ Bollard Pull เป็นการวัดการดึง (หรือลากจูง) ของเรือ โดยทั่วไปจะถูกกำหนดให้มีการทดสอบในเรือประเภทเรือลากจูง แรงดึงที่ได้วัดออกมาจะมีหน่วยเป็นตันหรือกิโลนิวตันขึ้นกับขนาดแรงขับเคลื่อนของเรือนั้น ๆ สามารถกระทำได้โดยติดตั้งสายพ่วงที่เรือเข้ากับ เครื่องวัดแรงดึง (Load cell) และพุกยึดบนฝั่งที่มั่นคง ดังรูปที่ 6 ในการทดสอบนั้นทำการวัดแรงดึงที่เรือสามารถทำได้ในสภาวะระดับภาระโหลดต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ (จะกำหนดในคู่มือการทำงานของระบบขับเคลื่อนของเรือ) ทั้งนี้จะต้องควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน[1] อาทิเช่น

- ความยาวของสายพ่วงจากเรือถึงพุกต้องไม่น้อยกว่า 300 เมตร
- ความลึกน้ำในพื้นที่รัศมีรอบเรือ 100 เมตร ต้องมีความลึกไม่น้อยกว่า 20 เมตร
- ระหว่างการทดสอบ เรือจะเกิดการเอียง (Trim and Even keel) ได้ไม่เกิน 2 องศา
- ความเร็วกระแสลมต้องไม่เกิน 5 เมตรต่อวินาที และกระแสน้ำในทุกทิศทางต้องไม่เกิน 1 นอต
- การเก็บค่าแรงดึงจะต้องวัดค่าเมื่อแรงดึงมีค่าคงที่เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 10 นาที



รูปที่ 6 ลักษณะการทดสอบ Bollard Pull [2]

การทดสอบเปรียบเทียบค่าแรงดึงพุก (Bollard Pull) ของใบจักร VSP

เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการนำไปใช้งานและการทำงานของใบจักร วิธีการที่เป็นที่ยอมรับคือการทดสอบแรงดึงพุก (Bollard Pull) ในการทดลองนั้นโครงการวิจัยฯ ได้ทำการติดตั้งสายพ่วงเรือเข้ากับ Load Cell และพุก เพื่อดำเนินการเก็บค่าแรงดึงของใบจักรแต่ละข้างที่ความเร็วเดินหน้าระดับ 5 (Load 50%) จำนวน 10 ครั้ง โดยกระบวนการเป็นไปตามมาตรฐานได้กล่าวไปแล้ว

[2] *https://en.wikipedia.org/wiki/Bollard_pull*

รูปที่ 7 การทดลองค่าแรงดึงพุก

เพื่อให้สามารถพิจารณาแรงดึงพุกร่วมกับกำลังที่ส่งไปยังใบจักรขวาและซ้ายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงได้มีการนำเสนอข้อมูลแรงดึงพุกและกำลังที่ส่งไปยังใบจักรในตารางเดียวกันดังตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาโดยรวมจะเห็นได้ว่าค่า Bollard Pull ของใบจักรจากโครงการวิจัย (พวงขวา, STBD) สามารถสร้างแรงผลักได้มากกว่าใบจักรจาก ต่างประเทศ (พวงซ้าย, PORT) ประมาณ 4.06 % ในขณะที่ต้องการกำลังที่ส่งผ่านมาที่ใบจักรน้อยกว่าใบจักรจากต่างประเทศประมาณ 1.12% ดังนั้นหากมองในมุมของ Input and Output ใบจักรที่ทำจากโครงการฯ มีคุณสมบัติที่ไม่ด้อยไปจากใบจักร VSP ที่ได้นำเข้าจากต่างประเทศ

No.	Bollard Pull (Ton)		Delivery Power			
			STBD		PORT	
	STBD	PORT	Shaft RPM	Power (kW)	Shaft RPM	Power (kW)
1	2.3	2.82	352	109.5	330	120
2	2.13	2.47	337	56.9	322	122.9
3	3.28	3.13	336	130.4	346	130.3
4	3.28	3.36	326	126.7	348	63.6
5	3.3	2.68	337	61.7	335	125
6	3.62	2.78	338	131.2	338	143
7	3.7	2.66	342	81.1	340	58.7
8	3.82	3.34	332	150.3	335	124.1
9	3.23	3.2	340	149.2	338	140.2
10	3.08	4.06	347	142.3	339	124.3
Average	3.174	3.05	338.7	113.93	337.1	115.21

INVINCIBLE CO., LTD.

347/10 Moo 6 Phaholyothin Road, Saimai, Saimai, Bangkok 10220 Thailand.

Tel. 02-5338501-3 Fax. 02-5319855

๑๑

การบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง Reliability Centered Maintenance (RCM)

ความสำคัญของหน้าที่ของเครื่องจักรและภารกิจที่ต้องทำ

นาวาเอก สมศักดิ์ คงโชติ
ว่าที่เรือโทหญิง สุธาสิน เสนานิกรม

ประวัติความเป็นมาและความสำคัญ

"การบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง Reliability-Centered Maintenance (RCM)" คือ กระบวนการในการกำหนดแผนงานล่วงหน้าของการบำรุงรักษา โดยคำนึงถึงความน่าเชื่อถือและขีดความสามารถของอุปกรณ์เป็นหลัก [1](Nowlan and Heap, 1978) การบำรุงรักษาประเภทนี้ ต้องมีความรู้เข้าใจถึงรูปแบบของการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ รวมทั้งการระบุกิจกรรมหรือรูปแบบการบำรุงรักษาที่สามารถช่วยลดความเสียหายให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด และการระบุการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอย่างมีประสิทธิผล และประสิทธิภาพในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์เป็นหลัก

---

[1] Nowlan, F.S and Heap, H.F.,(1978). Reliabilty-Centered Maintenance n.p.: Braun-Brumfield, Inc.
[2] Reliability-Centered Maintenance Handbook, Naval Sea System Command Revised: October 1983

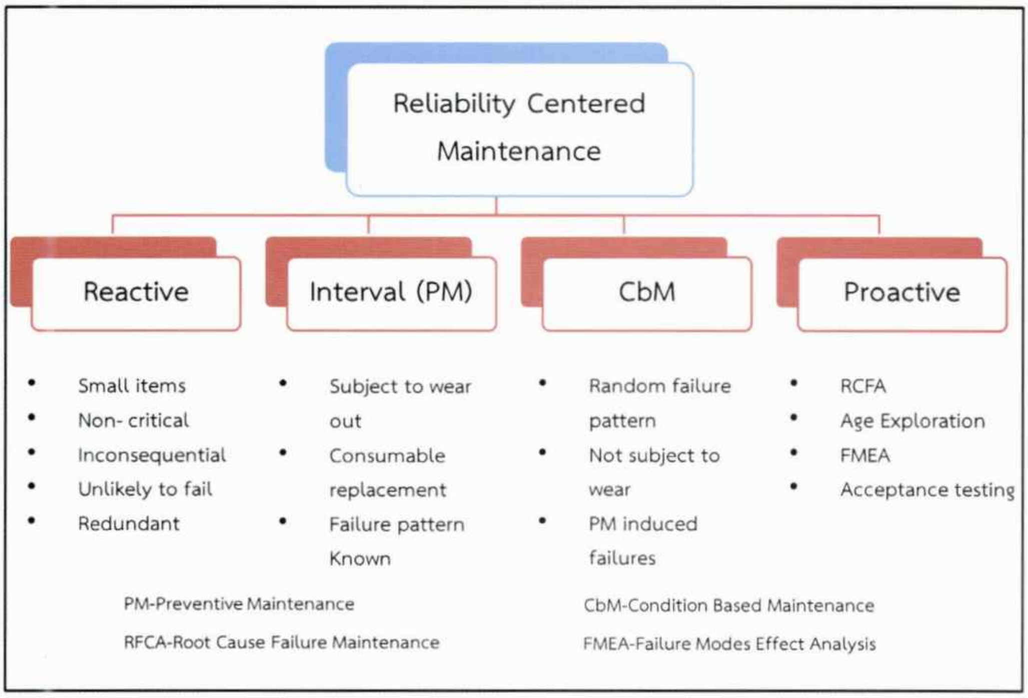
ภาพอู่แห้ง ณ อู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ

การบำรุงรักษาประเภทนี้ ถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1978 (ปี พ.ศ. 2521) โดย มร.สแตนเลย์ โนวแลน และ มร.โฮเวิร์ด ฮีพ นำไปใช้ครั้งแรกเพื่อแก้ปัญหาอัตราการตกของเครื่องบินค่อนข้างสูงของสายการบินยูไนเต็ดแอร์ไลน์ มีการแต่งตั้งคณะทำงานเพื่อทำการศึกษาวิจัยทางวิศวกรรมสำหรับการเสียหายของเครื่องบิน พร้อมทั้งกำหนดแผนการบำรุงรักษาเครื่องบินโดยใช้หลักการของการบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง จากผลการศึกษาวิจัยพบว่าสามารถลดอัตราการตกของเครื่องบินลงได้ถึง 20 เท่า จากผลของความสำเร็จดังกล่าว ในปี พ.ศ. 2520 กระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกา จึงนำการบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลางไปประยุกต์ใช้กับกองทัพเรือ กองทัพบกและกองทัพอากาศ ซึ่งการปฏิบัติการพบว่าประสบความสำเร็จเช่นกัน

จุดสำคัญ/จุดเด่นของการบำรุงรักษานี้ คือ การนำความรู้ทางความเชื่อถือได้ (Reliability) มาใช้ในการตัดสินใจเลือกงานบำรุงรักษาและจัดงานทั้งหมดตามความสำคัญของหน้าที่ของเครื่องจักรและภารกิจที่ต้องทำ

หลักการของ "การบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง Reliability-Centered Maintenance (RCM)"

หลักการของการบำรุงรักษาประเภทนี้ เป็นวิธีการผสมผสานเทคโนโลยีในการบำรุงรักษาหลากหลายประเภทมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน อาทิ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) การบำรุงรักษาตามสภาพ (CBM) และการบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance) เป็นต้น โดยต้องคำนึงว่าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นๆ เหมาะสมกับวิธีการบำรุงรักษาแบบใด การผสมผสานเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเหล่านี้จะทำให้ได้ระดับความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในระดับค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำที่สุด รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการบำรุงรักษาต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการบำรุงรักษาเน้นความน่าเชื่อถือได้

ขั้นตอนการดำเนินการของการบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง (RCM)

ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ

1. พิจารณาหน้าที่ (Function) การทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรตามขอบเขตที่กำหนด โดยดำเนินการจัดแบ่งเป็นระบบย่อย (Sub-Systems) เพื่อให้ผู้วิเคราะห์มุ่งเน้นความสำคัญเฉพาะส่วน หลีกเลี่ยงความสับสนกับองค์ประกอบ หรือระบบย่อยอื่น ๆ

2. พิจารณาเพื่อค้นหาเหตุการณ์ความสูญเสียที่จะส่งผลให้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ (Functional Failure)

3. พิจารณาปัจจัยหรือสาเหตุต่าง ๆ (Failure Mode) ที่จะส่งผลให้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรได้รับความเสียหายโดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ใช้การวิเคราะห์ผลกระทบและรูปแบบความเสียหาย (Failure Modes and Effect Analysis : FMEA) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายและผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์และคำนวณตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number: RPN) เพื่อจัดลำดับกระบวนการในมุมมองทางด้านสภาวะความผิดพลาดและการวิเคราะห์ผลกระทบ ในแต่ละสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาด ซึ่งประกอบด้วย อัตราผลกระทบของความรุนแรง (Severity : S) ความถี่ที่เกิดขึ้นของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิด (Occurrence : O) และความสามารถในการตรวจจับ (Detection : D) ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตร

RPN = (S) x (O) X (D)

หลังจากนั้น นำตัวเลขที่ได้ไปพิจารณากระบวนการของชิ้นส่วนที่มีค่าสูงสุดก่อน เนื่องจากมีความเสี่ยงสูงในการเกิดความผิดพลาดไม่ตรงกับการออกแบบ หลังจากนั้นควรมีการกำหนดแผนการปรับปรุง หากคำนวณแล้ว องค์ประกอบใดมีค่าสูงกว่าปกติควรจะมีการพิจารณาปรับปรุงเช่นเดียวกัน โดยสามารถแบ่งเกณฑ์การประเมินความเสี่ยง ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความสี่ยงเล็กน้อย ความเสี่ยงปานกลาง ความเสี่ยงสูง ความเสี่ยงวิกฤติ ตามลำดับ โดยดำเนินการจัดทำแผนการปรับปรุง ในกรณีที่มีค่าความรุนแรงสูงก่อน เนื่องจากค่าความรุนแรงเป็นตัวแปรที่สำคัญที่อาจสร้างผลกระทบไปสู่ค่าการเกิดความผิดพลาดเสียหายต่อเครื่องจักรทั้งระบบสูงสุด

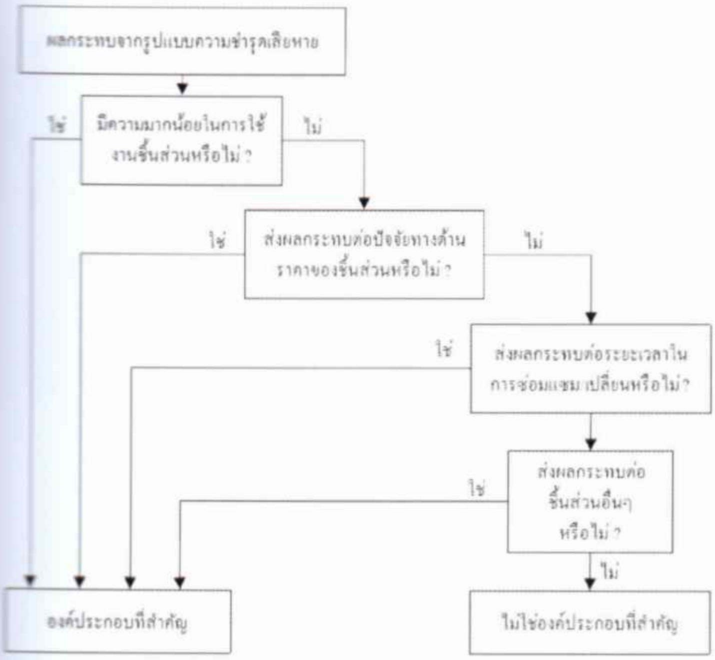
3.2 ใช้วิธีการคำนวณทางสถิติโดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลการเสีย (Failure Data Analysis) ของ Failure Mode ต่าง ๆ เป็นการนำเอาค่าที่ได้บันทึกเป็นประวัติการชำรุดมาทำการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติ คือ วิธีการกระจายแบบไวบูลล์ อย่างไรก็ตามการใช้วิธีการคำนวณทางสถิตินี้สามารถบ่งบอกได้ในระดับของรูปแบบการชำรุด ไม่สามารถวินิจฉัยถึงกลไกการชำรุดหรือกลไกการสึกหรอได้ จึงจำเป็นที่วิศวกรที่รับผิดชอบในการบำรุงรักษายังคงต้องมีความรู้ในภาพรวมของการวิเคราะห์การชำรุดทางกายภาพที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการวินิจฉัยถึงรากสาเหตุการชำรุดนั้นเอง (สุรพล, 2560)

4. ประเมินผลกระทบ (Effects) ต่ออุปกรณ์หรือเครื่องจักรในกรณีที่เกิดเหตุผิดปกติขึ้น รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 2

5. ประเมินผลกระทบที่ตามมา (Consequences) ซึ่งส่งผลให้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้

6. พิจารณาทางเลือกในการบำรุงรักษา (Maintenance Policy Selection) ที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงหรือป้องกันผลกระทบของความผิดปกติ รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3

7. สร้างและปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา



รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการประเมินผลกระทบ (Effects) ต่ออุปกรณ์หรือเครื่องจักรในกรณีที่เกิดเหตุผิดปกติขึ้น

รูปที่ 3 แสดงการบำรุงรักษาต่าง ๆ ที่เหมาะสมในแต่ละประเภทของเครื่องจักร

ตัวอย่างแผนงานแสดงขั้นตอนการดำเนินการของการบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลางของเครื่องสเต็นเตอร์ (เครื่องอบเพิ่มคุณภาพผ้า)ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ (ทวิช คำสัตย์, 2555)

S No.	ระบบย่อย(Sub-System)	C No.	ชิ้นส่วน (Component)	หน้าที่การใช้งาน (Function)	ความล้มเหลวในหน้าที่การใช้งาน (Function Failure)
1	ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)	1.1	มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง centering	สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้ง centering	ลูกกลิ้ง Centering ไม่หมุน
		1.2	ลูกปืน	รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือวิ่งไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ
		1.3	Centering Roller	ควบคุมหน้าผ้าให้อยู่ตรงกลางเมื่อผ้าวิ่งเข้าสู่เครื่องจักร	ผ้าวิ่งชิดขอบลูกกลิ้งทำให้ ริมผ้าเสีย
		1.4	สายพาน	ส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้ง	ไม่สามารถส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้งได้ลูกกลิ้งไม่หมุน
		1.5	Sensor	จับตำแหน่งของริมผ้าทั้ง 2 ข้าง และส่งสัญญาณให้ Centering Roller ทำงาน	ลูกกลิ้ง Centering ไม่ทำงาน ไม่สามารถควบคุมตำแหน่งของผ้าได้
		1.6	ลูกกลิ้งไกด์และลูกกลิ้งเกลียว	นำผ้าเข้าสู่เครื่องจักร	ผ้าไม่วิ่งเข้าสู่เครื่องจักร / ผ้ายับ ไม่คลี่ตัว
2	อ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.1	อ่างเคมี	อ่างบรรจุน้ำยาเคมี	น้ำยาเคมีรั่วไหล
		2.2	ไฮโดรลิคอ่างเคมี	เทน้ำยาเคมีตกแต่งสำเร็จออกจากอ่างเคมี	ไม่สามารถเทน้ำยาทิ้งได้
		2.3	Air Pressure Gauge and Valve	วัดและควบคุมแรงบีบอัดของลูกกลิ้งแพดเดอร์	แรงบีบอัดของลูกกลิ้งแพดเดอร์สูงหรือต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด
		2.4	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	บีดรัดน้ำยาเคมีตกแต่งสำเร็จส่วนเกินออกจากผ้า ให้ได้ % Pickup ตามมาตรฐาน	ไม่สามารถบีบน้ำยาเคมีให้ได้ตามมาตรฐาน
		2.5	มอเตอร์เกียร์	สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้งแพดเดอร์	ลูกกลิ้งแพดเดอร์ไม่หมุน
		2.6	ลูกกลิ้งไกด์	นำผ้าเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องจักร	ผ้าวิ่งชิดขอบลูกกลิ้งทำให้ ริมผ้าเสีย
		2.7	ลูกปืน	รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือวิ่งไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ
3	ชุดปรับลายผ้า/เกรนผ้าอัตโนมัติ	3.1	ชุดลูกกลิ้งปรับลายผ้า	ปรับลายผ้าให้ตรงแนวเกรนของผ้า ไม่ให้เอียงหรือเบี้ยว	เกรนผ้าเอียงหรือเบี้ยว
		3.2	ลูกปืน	รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือวิ่งไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ
		3.3	มอเตอร์	สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน
		3.4	สายพาน	ส่งกำลังขับจากมอเตอร์ไปยังลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน

ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 2

C No.	ชิ้นส่วน (Component)	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย (Failure Mode)	สาเหตุของความเสียหาย (Failure Cause)	ผลกระทบต่อระบบ (Failure Effect System)	ผลกระทบต่อโรงงาน (Failure Effect Plant)
1.1	มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง Centering	1.1.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ลูกกลิ้งไม่หมุน ไม่สามารถส่งผ้าเข้าเครื่องได้	ผลผลิตลดลง
		1.1.2	ชุดเกียร์ มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	ลูกกลิ้งหมุนได้ไม่เรียบ หมุนสะดุด	คุณภาพลดลง
1.2	ลูกปืน	1.2.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ลูกกลิ้งไม่หมุน ไม่สามารถหมุนได้ตามความเร็วที่กำหนด	ผลผลิตลดลง คุณภาพลดลง
		1.2.1	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือหมุนไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ	ผลผลิตลดลง คุณภาพลดลง
1.4	สายพาน	1.4.1	ขาด	สายพานเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ไม่สามารถส่งกำลังไปขับลูกกลิ้งรู้ได้ (ลูกกลิ้งไม่หมุน)	ผลผลิตลดลง
		1.4.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ	ลูกกลิ้งไม่สามารถได้ตามความเร็วที่กำหนด	คุณภาพลดลง
1.5	Sensor	1.5.1	หัวเซนเซอร์เสีย หัวเซนเซอร์ไม่ทำงาน	มีสิ่งสกปรก เคมีเกาะที่หัวเซนเซอร์	Centering Roller ไม่ทำงานทำให้ไม่สามารถควบคุมตำแหน่งของผ้าได้	ผลผลิตลดลง คุณภาพลดลง
2.4	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.4.1	ไม่หมุน หรือวิ่งสะดุด หรือสั่น	ลูกปืนแตก	ไม่สามารถบีบน้ำยาเคมีส่วนเกินให้ได้ % pickup ตามมาตรฐาน	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		2.4.2	ผิวลูกกลิ้งเป็นรอยแตก ผิวมีตำหนิ	ผิวลูกกลิ้งเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ไม่สามารถบีบน้ำยาเคมีส่วนเกินให้ได้ % pickup ตามมาตรฐาน เกิดรอยตำหนิบนผ้า	คุณภาพลดลง
		2.4.3	แรงดันบีบลูกกลิ้งไม่ได้ตามที่กำหนด	ชุดควบคุมแรงดันรั่ว	ไม่สามารถบีบน้ำยาเคมีส่วนเกินให้ได้ % pickup ตามมาตรฐาน	คุณภาพลดลง
		2.4.4	แรงดันบีบลูกกลิ้งไม่ได้ตามที่กำหนด	Gauge ควบคุมแรงดันเสีย	ไม่สามารถบีบน้ำยาเคมีส่วนเกินให้ได้ % pickup ตามมาตรฐาน	คุณภาพลดลง
2.5	มอเตอร์เกียร์	2.5.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ไม่มีกำลังขับไปขับลูกกลิ้งแพดเดอร์	ผลผลิตลดลง
		2.5.2	ชุดเกียร์ มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	ลูกกลิ้งแพดเดอร์วิ่งสะดุด ชุดเกียร์สึกหรือเร็ว	คุณภาพลดลง ไม่ปลอดภัย

ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 5

C No.	ชิ้นส่วน	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย	สาเหตุของความเสียหาย	ภารกิจการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	รูปแบบการบำรุงรักษา	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
1.1	มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง centering	1.1.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		1.1.2	ชุดเกียร์ มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	สังเกตุการสั่นไหว ฟังเสียง และเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
1.2	ลูกปืน	1.2.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		1.2.1	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
1.4	สายพาน	1.4.1	ขาด	เสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		1.4.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้เหมาะสม	TBM	2 สัปดาห์	ช่างซ่อมบำรุง
1.5	Sensor	1.5.1	หัวเซนเซอร์เสีย หัวเซนเซอร์ไม่ทำงาน	มีสิ่งสกปรก เคมี เกาะที่หัวเซนเซอร์	ทำความสะอาดหัว Sensor	TBM	ทุกวัน	พนักงาน
2.4	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.4.1	ไม่หมุน หรือวิ่งสะดุด หรือสั่น	ลูกปืนแตก	สังเกตุการหมุนด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		2.4.2	ผิวลูกกลิ้งเป็นรอยแตก ผิวมีตำหนิ	ผิวลูกกลิ้งเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ตรวจสอบผิวลูกกลิ้งด้วยสายตา และใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาด	TBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		2.4.3	แรงดันบีบลูกกลิ้งไม่ได้ตามที่กำหนด	ชุดควบคุมแรงดันรั่ว	ตรวจสอบการรั่วไหลของลมอัด และแรงดันลม	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		2.4.4	แรงดันบีบลูกกลิ้งไม่ได้ตามที่กำหนด	Gauge ควบคุมแรงดันเสีย	ตรวจสอบสภาพการทำงานของเกจจ์วัดแรงดันและแรงดันลม	CBM	ทุกวัน	พนักงาน
2.5	มอเตอร์เกียร์	2.5.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		2.5.2	ชุดเกียร์ มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	สังเกตุการสั่นไหว ฟังเสียง และเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง

ขั้นตอนที่ 6

ขั้นตอนที่ 7

แผนการบำรุงรักษาเครื่อง Stenter สำหรับพนักงานคุมเครื่อง ประจำเดือน : ....เครื่อง **Stenter No**.. หน้า 1/2

แผนการบำรุงรักษาประจำวัน ✓ = ปกติ ✗ = ผิดปกติ ■ = แก้ไขแล้วเสร็จ

#	ระบบการทำงาน	#	ชิ้นส่วนอุปกรณ์	วิธีการตรวจสอบและการบำรุงรักษา	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)	1.1	Sensor	ทำความสะอาดหัว Sensor																															
2	อ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.1	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	ตรวจสอบสภาพการทำงานของเกจจ์วัดแรงดัน และแรงดันลม																															
3	ชุดพินนิ่ง (Pinning Unit)	5.1	I.R. Sensor	เช็ดทำความสะอาด I.R Sensor																															
4	ชุดตู้อบ (Oven unit)	6.1	Heat Exchanger	ตรวจสอบการรั่วไหล																															
				ถอดตะแกรงกรองฝุ่น เช็ด ล้างทำความ																															
5	ส่วนออกผ้า (Exit Stand)	8.1	ลูกกลิ้งเย็น (Cooling Roller)	ตรวจสอบการทำงานของระบบทำความเย็น																															

แผนการบำรุงรักษารายสัปดาห์

#	ระบบการทำงาน	#	ชิ้นส่วนอุปกรณ์	วิธีการตรวจสอบและการบำรุงรักษา	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1	ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)	1.2	มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง centering	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
		1.3	สายพาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา				
2	อ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.1	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	ตรวจสอบผิวลูกกลิ้งด้วยสายตา และใช้ผ้าเช็ดทำความ				
				ตรวจสอบการรั่วไหลของลมอัด และแรงดันลม				
		2.2	มอเตอร์เกียร์	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและ				
3	ชุดปรับถ่างผ้าเกรนผ้าอัตโนมัติ	3.1	มอเตอร์	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด				
		3.2	สายพาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา				
4	ชุดโอเวอร์ฟีด (Overfeed Unit)	4.1	มอเตอร์ขับลูกกลิ้ง	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด				
		4.2	สายพาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา				
5	ชุดพินนิ่ง (Pinning Unit)	5.1	มอเตอร์ขับชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
		5.2	มอเตอร์ปรับตำแหน่งรางเข็ม	สังเกตุการสั่นไหวดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
		5.3	Pinning Roller	ตรวจสอบสภาพของแปรง และเปลี่ยนตามอายุการใช้งาน				
6	ชุดตู้อบ (Oven unit)	6.1	มอเตอร์พัดลม (Motor fan)	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด				

หลังจากการเขียนแผนงานแสดงขั้นตอนการดำเนินการของการบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลางได้อย่างถูกต้องแล้ว จะทำให้เราสามารถบำรุงรักษาเชิงป้องกันในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อย่างมีประสิทธิผล และประสิทธิภาพสูงสุด

การบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง (RCM) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการซ่อมบำรุงได้

ปัจจุบัน การบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลางประสบความสำเร็จเป็นอย่างยิ่ง มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมทั้งในประเทศและต่างประเทศ ตัวอย่างเช่น

- นำการบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลางไปประยุกต์ใช้อุปกรณ์หล่อเย็นของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนราชบุรี จากผลการดำเนินการพบว่า สามารถยืดเวลาการเดินเครื่องจักรจาก 1.5 เป็น 2 จำนวนที่หยุดเดินเครื่องจาก 191 วัน เป็น 159 วัน ซึ่งทำให้มีความพร้อมในการผลิตเพิ่มขึ้น จาก 84 เปอร์เซ็นต์ เป็น 95 เปอร์เซ็นต์ อีกด้วย (มัญชรี 2549)

- นำการบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์ไปประยุกต์ใช้ในเครื่องจักร (เครื่องสเต็นเตอร์) ในอุตสาหกรรมสิ่งทอจากผลการการดำเนินการพบว่าภายหลังจากการใช้การบำรุงรักษาดังกล่าว สามารถลดอัตราความเสียหายของเครื่องจักรจาก 9.22 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2.11 เปอร์เซ็นต์ และอัตราความพร้อมในการใช้งานของเครื่องสเต็นเตอร์ มีค่าเพิ่มขึ้น 5.77 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 81.64 เปอร์เซนต์ และอายุเฉลี่ยของการเดินเครื่องของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 6,284.50 นาทีต่อเครื่อง เป็น 10,031.10 นาทีต่อเครื่องอีกด้วย (ทวิช 2553)

- นำการบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลางไปประยุกต์ใช้กลุ่มอุปกรณ์ไฟฟ้าในอุตสาหกรรมเคมี จาการผลการดำเนินการพบว่า การบำรุงรักษาดังกล่าวช่วยลดปริมาณงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจาก 1,234 รายการ เป็น 336 รายการ ลดลงคิดเป็น 25.38 เปอร์เซนต์ และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาประจำปีของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ จาก 2,118,400 บาทต่อปี เป็น 537,600 บาทต่อปี อีกด้วย (พงศกร 2554)

ความสำคัญของหน้าที่ของเครื่องจักรและภารกิจที่ต้องทำ

การซ่อมบำรุงเรือของกรมอู่ทหารเรือได้มีรากฐานและพัฒนาการระบบการซ่อมทำมาอย่างต่อเนื่องเพื่อสนับสนุนให้เรือของกองทัพเรือมีความพร้อมใช้ปฏิบัติภารกิจ แต่จะเห็นได้ว่าในภาครวมของการซ่อมบำรุง ยังสามารถพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ เพื่อลดการชำรุดเสียหายที่ผิดปกติ เพื่อสามารถใช้งบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่สำคัญ คือ ยืดอายุการทำงานของเครื่องจักร ให้มีความพร้อมตามแผนที่วางไว้ได้อย่างใกล้เคียง

การเพิ่มประสิทธิภาพในการซ่อมบำรุงให้ดีขึ้นนั้นนอกจากจะเป็นหน้าที่ของกำลังพลที่ต้องเพิ่มความตั้งใจ ดูแลเอาใจใส่ในการซ่อมบำรุงทั้งระบบแล้วนั้น การพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงในขั้นที่สูงขึ้น โดยใช้ระบบการบำรุงรักษาโดยมุ่งเน้นความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง (RCM) ก็เป็นสิ่งจำเป็น แต่อย่างไรก็ตามการที่จะก้าวขึ้นสู่ระดับการซ่อมบำรุงที่สูงขึ้นนั้น จะต้องทบทวนและจัดการระบบการซ่อมบำรุงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันให้ดีที่สุด และมีความพร้อมที่จะก้าวไปสู่การพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงของกรมอู่ทหารเรือในขั้น 4.0 โดยใช้การบำรุงรักษาโดยมุ่งเน้นความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง (RCM) ซึ่งจะทำให้เข้าใจถึงความสำคัญของหน้าที่ของเครื่องจักรและภารกิจที่ต้องทำ

ตอนนี้เราควรนำการบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง มาใช้ในหน่วยงานกองทัพเรือแล้วหรือยัง

บรรณานุกรม

Nowlan, F.S and Heap, H.F.,(1978). Reliabilty-Centered Maintenance n.p.: Braun-Brumfield, Inc.

มัญชรี ปรีชานนท์ (2549), " การพัฒนาระบบรักษาของอุปกรณ์หล่อเย็น กรณีศึกษา โรงงานไฟฟ้าความร้อน ราชบุรี วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วอทยาลัยนวัตกรรมอุดมศึกษา มหาวิทยาลัย ธรรมสาตร์

พงศกร อัมพวันวงศ์ (2554), "การประยุกต์ใช้แนวคิดการบำรุงรักษามุ่งเน้าความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลางใน อุตสาหกรรมปิโตรเคมี" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทวิช คำสัตย์ (2555), "การบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือสำหรับเครื่องจักรด้านสิ่งทอ กรณีศึกษา: เครื่องสเต็นเตอร์ (Stenter)" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม อุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์ และดลดิษฐ์ เมืองแมน. (2553). การจัดการงานบำรุงรักษาด้วย Reliability. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

บริษัท อู่กรุงเทพ จำกัด






วิสัยทัศน์

"เป็นอู่เรือที่มีศักยภาพในการบริหารจัดการระดับสากล
เติบโตและเป็นกลไกลสำคัญ
ในอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ
และพาณิชย์นาวีของไทย สามารถพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน"

ภารกิจ

"ประกอบกิจการและให้บริการอู่เรือ สร้างและซ่อมเรือ ซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ให้บริการซ่อม สร้าง
และประกอบโครงสร้างเหล็กขนาดใหญ่ต่างๆ ในอุตสาหกรรมกับพาณิชย์นาวีทุกประเภทของ
หน่วยราชการ รัฐวิสาหกิจ และเอกชนให้เท่าเทียมมาตรฐานสากล
และให้บริการในการจัดยุทธภัณฑ์เพื่อสนับสนุนกองทัพไทย "

หลักธรรมภิบาล

บริษัทอู่กรุงเทพ
ยึดมั่นในคุณธรรม
และ
จริยธรรม

รัฐวิสาหกิจในความควบคุมดูแลของกองทัพเรือ สังกัดกระทรวงกลาโหม
State Enterprise, Controlled by Royal Thai Navy, Ministry of Defence
ที่อยู่ : 174/1 ถนนเจริญกรุง แขวงยานนาวา เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทร: 02-3078576 แฟกซ์ : 02-3078576


READY FOR THE FUTURE

๑๒

เทคโนโลยี H-FAME ทางเลือกใหม่สำหรับการเพิ่มสัดส่วนไบโอดีเซล

ดร. อุกฤษฏ์ สหพัฒน์สมบัติ, ดร. นุวงศ์ ชลคุป
ดร. ยุทธนา ฐานมงคล, ดร. ลลิตา อัตนโถ
และ Dr. Yuji Yoshimura

1. ที่มาและความสำคัญ

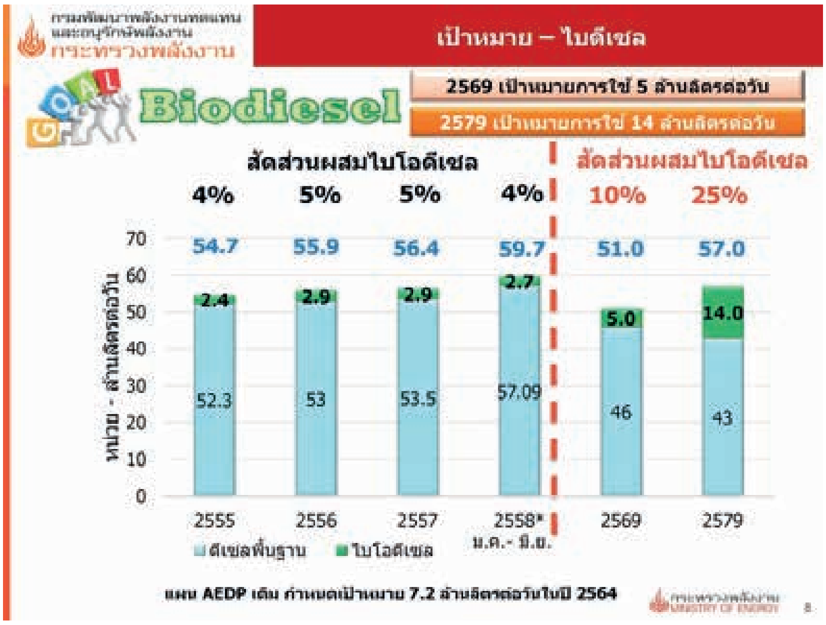
จากพลวัตของการเปลี่ยนแปลงความเจริญทางเศรษฐกิจของโลก พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของแต่ละประเทศ การใช้พลังงานจากปิโตรเลียมก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมหาศาลเข้าสู่ชั้นบรรยากาศของโลก และส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนหรือภาวะเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น เพื่อความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องของเศรษฐกิจไปพร้อม ๆ กับการรักษาสมดุลทางสิ่งแวดล้อม การสร้างความยั่งยืนทางด้านพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวภาพ จึงเป็นทางเลือกที่สำคัญในการช่วยลดสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพที่ใช้ในภาคการขนส่งและการใช้งานในยานยนต์ทั่วไปจึงได้ถือกำเนิดขึ้น

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เสด็จพระราชดำเนินทางชลมารค ทรงทำพิธีเปิดโครงการชลประทาน 5 แห่ง โดยเรืออังสนา ซึ่งใช้น้ำมันไบโอดีเซล จากการผลิตของกรมอู่ทหารเรือ

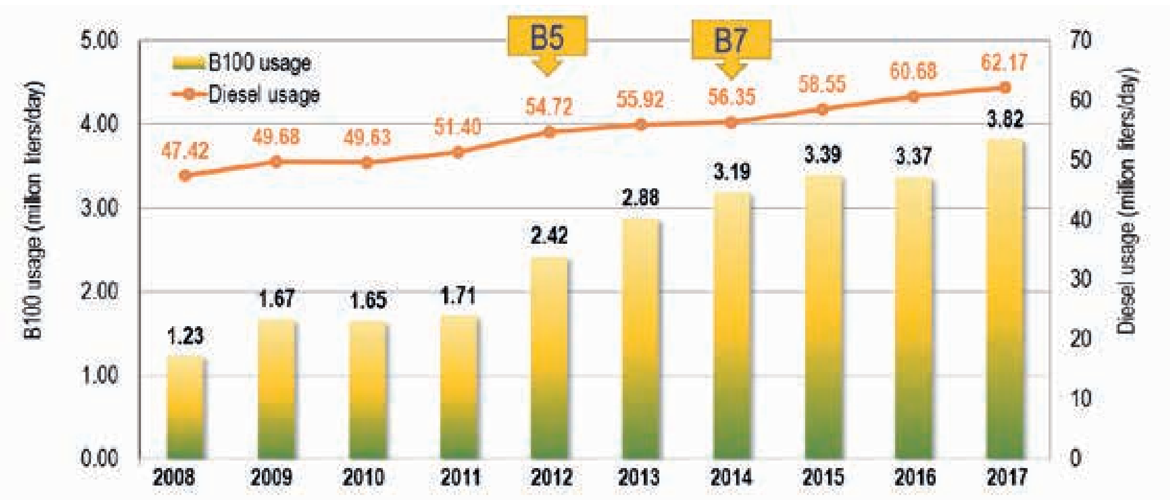
ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพ ที่มีการนำมาใช้งานเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลในภาคขนส่งในประเทศไทย โดยกระทรวงพลังงานได้กำหนดเป้าหมายภายใต้แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกระหว่างปี พ.ศ. 2558–2579 (Alternative Energy Development Plan, AEDP2015) ให้เพิ่มปริมาณการใช้งานไบโอดีเซลเป็น 5 และ 14 ล้านลิตรต่อวัน ในปี พ.ศ. 2569 และ พ.ศ. 2579 ตามลำดับ [1] ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีการส่งเสริมให้มีเชื้อเพลิงทางเลือก บี10 เริ่มในปี 2560 และบังคับใช้ทั่วประเทศในปี 2569 ตลอดจนมีการส่งเสริมเชื้อเพลิง บี20 ในปี 2579 เพื่อให้แผนปฏิบัติการไบโอดีเซลดังกล่าวบรรลุเป้าหมายอย่างเป็นรูปธรรม จึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มสัดส่วนการผสมไบโอดีเซลในน้ำมันดีเซลให้สูงกว่าร้อยละ 7 ซึ่งเป็นอัตราการผสมที่บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ยอมรับในปัจจุบัน

แต่อย่างไรก็ตามการขยายเพดานเพิ่มการผสมไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นจากสัดส่วนร้อยละ 5 (บี5) เป็นร้อยละ 7 (บี7) ก็ยังเป็นการเพิ่มปริมาณการใช้ไบโอดีเซลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าปริมาณการใช้งานไบโอดีเซลมีเพียง 3.82 ล้านลิตรต่อวันในปี พ.ศ. 2560 ซึ่งยังห่างไกลจากแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกระหว่างปี พ.ศ. 2558-2579 เป็นอย่างมากที่มีการกำหนดให้ใช้ไบโอดีเซลมากถึง 14 ล้านลิตรต่อวัน

ดังนั้นเพื่อให้แผนปฏิบัติการไบโอดีเซลมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และมีแนวทางการเพิ่มปริมาณการใช้งานไบโอดีเซล ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 1 นั้นจำเป็นต้องมีการเพิ่มสัดส่วนการผสมไบโอดีเซลลงในน้ำมันดีเซลให้สูงกว่าร้อยละ 7 ซึ่งเป็นเพดานที่บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ยอมรับในปัจจุบัน ตามมาตรฐานที่ประกาศโดยกรมธุรกิจพลังงาน จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงและยกระดับคุณภาพไบโอดีเซล



รูปที่ 1 แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกระหว่างปี พ.ศ. 2558-2579 สำหรับการใช้งานไบโอดีเซล



รูปที่ 2 แนวโน้มการใช้ไบโอดีเซลและดีเซลในภาคขนส่ง

2. ผลกระทบของการเพิ่มสัดส่วนการใช้งานไบโอดีเซลโดยไม่มีการยกระดับคุณภาพ

เนื่องจากไบโอดีเซลปัจจุบันมาจากการผลิตด้วยกระบวนการทรานเอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification) ซึ่งมีชื่อทั่วไปว่า Fatty acid methyl ester หรือเรียกโดยย่อว่า *"FAME"* นั้น ยังไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับการผสมในอัตราส่วนที่สูงเกินกว่าร้อยละ 7 ได้ ตามข้อมูลของ Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA) [4] เนื่องจากปริมาณสารสเตอริลกลูโคไซด์ (Sterol Glucosides, SG) และ โมโนกลีเซอไรด์ชนิดอิ่มตัว (Saturated monoglyceride, SMG) ที่มีอยู่ในน้ำมันพืช ซึ่งเมื่อถูกผลิตเป็นไบโอดีเซลแล้ว สารทั้งสองตัวนี้จะยังละลายปนอยู่ในไบโอดีเซล โดยไม่สามารถแยกออกมาได้ในขั้นตอนของการผลิตที่ใช้กันอยู่ทั่วไป และเมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น ๆ SG และ SMG จะสามารถก่อตัวเป็นตะกอน และจะส่งผลกระทบต่อเครื่องยนต์เมื่อถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยJAMAเสนอว่าควรจะต้องมีผลการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อรองรับการใช้งานไบโอดีเซลให้มีความปลอดภัยต่อเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไปมากขึ้น ในกรณีที่จะส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมที่สูงกว่าร้อยละ 7 ซึ่งนับว่าเป็นข้อจำกัดหนึ่งของการใช้งาน FAME ตามคุณสมบัติและมาตรฐานไบโอดีเซล ที่ประกาศใช้อยู่ในปัจจุบัน

ผลการศึกษาหนึ่งของ JAMA ต่อการใช้ไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมสูงกว่า บี7 คือการศึกษาการตกตะกอนของโมโนกลีเซอร์ไรด์ชนิดอิ่มตัว ซึ่งจะส่งผลต่อการสะสมตัวของตะกอนที่ท่อส่งและถังน้ำมัน การอุดตันที่ไส้กรอง และการสึกกร่อนของชิ้นส่วนต่าง ๆ ในเครื่องยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเป็นไบโอดีเซลของแต่ละประเทศก็เป็นปัจจัยหนึ่งของปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ดังแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าทาง JAMA กังวลเกี่ยวกับการใช้น้ำมันปาล์มมาผลิตเป็นไบโอดีเซล ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้มีปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในไบโอดีเซลเมื่อเพิ่มสัดส่วนการใช้งานไบโอดีเซลที่อัตราส่วนผสมสูงกว่า บี7

ดังนั้นการจะเพิ่มสัดส่วนการใช้งานไบโอดีเซลผสมน้ำมันดีเซลในประเทศไทยเพื่อให้ถึงเป้าหมายการใช้งานไบโอดีเซล14ล้านลิตรต่อวันภายในปีพ.ศ. 2579จึงจำเป็นต้องมีการยกระดับคุณภาพหรือปรับปรุงคุณสมบัติของไบโอดีเซลที่ผลิตในประเทศไทยให้ดียิ่งขึ้น ในบรรดาเทคโนโลยีการปรับปรุงคุณภาพไบโอดีเซลที่มีการพัฒนาขึ้นนั้น กระบวนการไฮโดรจีเนชันบางส่วนของไบโอดีเซล (Partially hydrogenated Fatty Acid Methyl Ester) หรือเรียกว่า *"H-FAME"* ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาไปสู่เป้าหมายดังกล่าว ตามแผนปฏิบัติการไบโอดีเซล ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 4 [2] โดยเทคโนโลยี H-FAME นี้ได้รับการพัฒนาจากโครงการวิจัยไทย-ญี่ปุ่น โดยมีหน่วยงานหลักฝ่ายไทย คือสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) ที่ได้ทำการทดสอบเชื้อเพลิง B20 ที่มีสัดส่วนผสมของไบโอดีเซลที่ได้ปรับปรุงคุณภาพด้วยเทคโนโลยี H-FAME จากน้ำมันปาล์มที่สัดส่วนร้อยละ 20 ในรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รถกระบะ) เครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรลที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วน จำนวน 1 คัน ที่ระยะทาง 50,000 กิโลเมตร และประเมินความเข้ากันได้ของเชื้อเพลิงบี20 กับบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ จนได้ข้อสรุปว่าน้ำมัน บี20 จาก H-FAME ที่ใช้น้ำมันปาล์ม สามารถใช้ได้กับรถยนต์ทดสอบโดยไม่มีผลกระทบแต่อย่างใด โดยโรงงานต้นแบบการผลิตแห่งแรกและเพียงแห่งเดียวในประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) มีขนาดกำลังการผลิต 100 ลิตรต่อครั้ง เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาคุณสมบัติด้านการตกตะกอนของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วที่มีไบโอดีเซลและน้ำมันไบโอดีเซลคุณภาพสูง (H-FAME) ผสมอยู่ในอัตราส่วนการผสมต่าง ๆ ในระดับห้องปฏิบัติการ และการใช้ไบโอดีเซลคุณภาพสูงในการศึกษาผลกระทบต่อเครื่องยนต์และรถยนต์ที่จะใช้ทดสอบภายใต้โครงการนี้ด้วย

(ก)

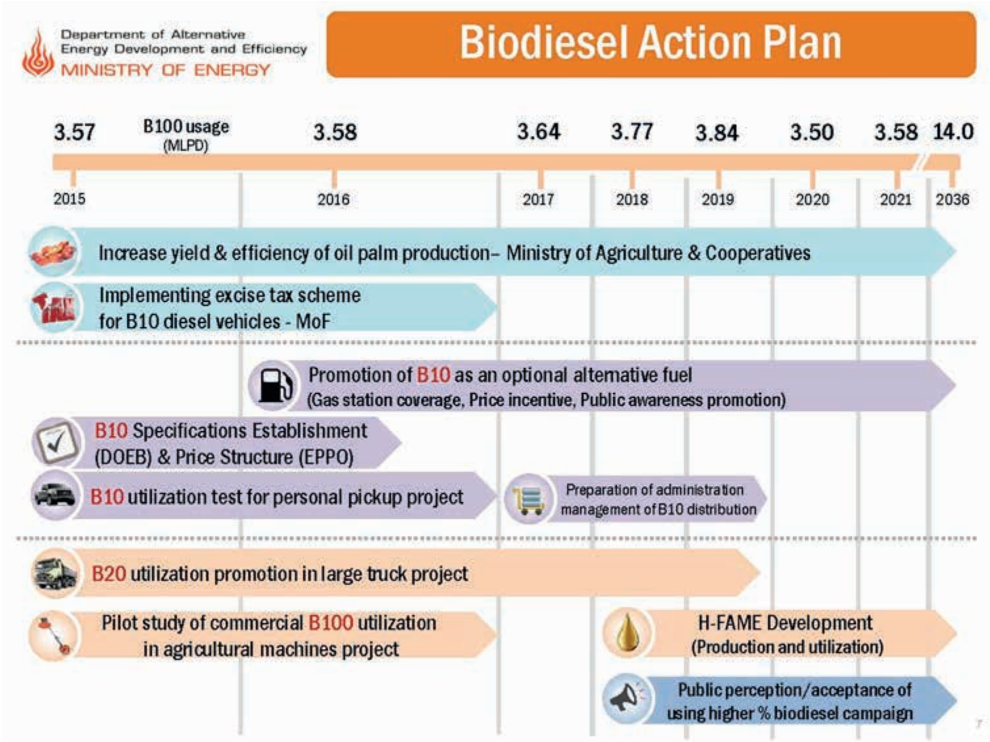
(ข)

รูปที่ 3 ผลกระทบของการใช้ไบโอดีเซลที่สัดส่วนผสมสูงกว่า บี7
(ก) ตะกอนที่เกิดขึ้นในไส้กรองรถยนต์เมื่อใช้ บี20 (ข) ตะกอนที่เกิดขึ้นจากไบโอดีเซลสัดส่วนผสม บี20

ตารางที่ 1 ชนิดของวัตถุดิบที่มีผลต่อคุณสมบัติบางประการของไบโอดีเซล

วัตถุดิบ	ค่าเสถียรภาพต่อการเกิดออกซิเดชัน	ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในไบโอดีเซล	ประเทศที่ใช้วัตถุดิบนี้ในการผลิตไบโอดีเซล
ปาล์มน้ำมัน	X	X X	มาเลเซีย **ประเทศไทย** อินโดนีเซีย
เมล็ดเรพซีด	X X	X	ประเทศในแถบยุโรป
ถั่วเหลือง	X X	X	อาร์เจนติน่า อเมริกา
มะพร้าว	X	X X	ฟิลิปปินส์

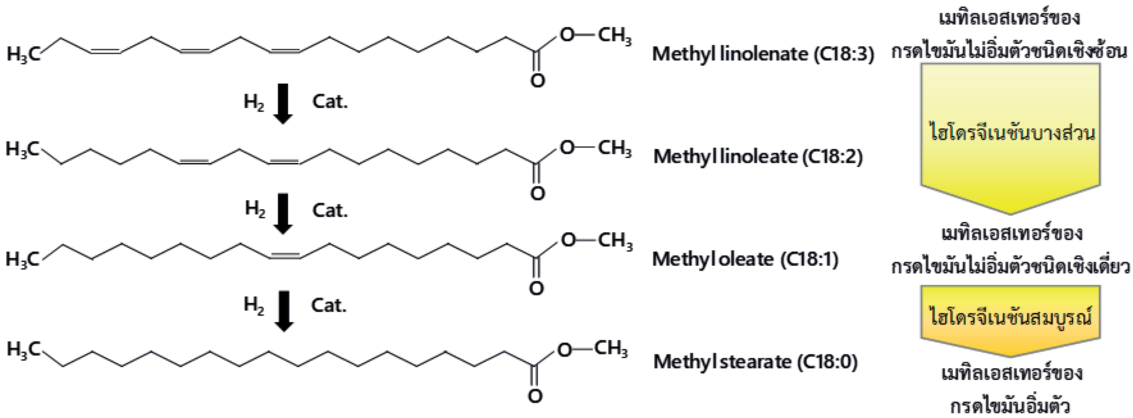
หมายเหตุ: X คือมีผลกระทบ XX คือมีผลกระทบมาก



รูปที่ 4 เทคโนโลยี H-FAME ที่ถูกระบุภายใต้แผนปฏิบัติงานไบโอดีเซล

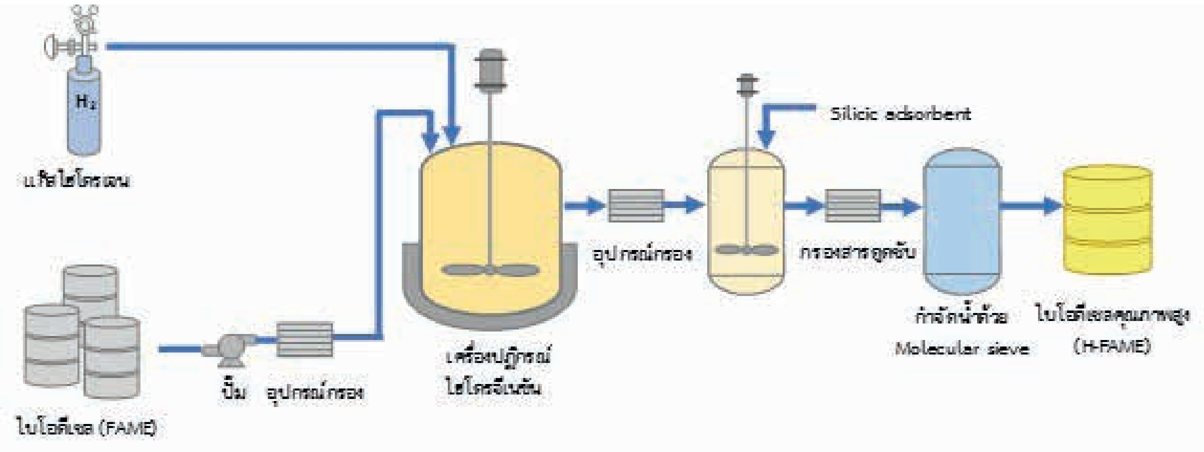
3. หลักการผลิตไบโอดีเซลคุณภาพสูงด้วยเทคโนโลยี H-FAME

การผลิตไบโอดีเซลคุณภาพสูง (H-FAME) ด้วยกระบวนการไฮโดรจีเนชันบางส่วน (Partial hydrogenation) เป็นการปรับปรุงคุณภาพของไบโอดีเซล (FAME) โดยการทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน เพื่อเปลี่ยนเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated FAME) ที่มีพันธะคู่มากกว่า 1 พันธะ (กรดลิโนเลอิก, C18:2 และกรดลิโนเลนิก, C18:3) ให้เป็นเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated FAME) ที่มีพันธะคู่ 1 พันธะ (กรดโอเลอิก, C18:1) กลไกการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของเมทิลเอสเทอร์ [3] ดังแสดงในรูปที่ 5 การผลิตไบโอดีเซลคุณภาพสูงยังทำให้โมโนกลีเซอไรด์ชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated monoglyceride, UMG) เปลี่ยนรูปเป็นโมโนกลีเซอไรด์ชนิดอิ่มตัว (Saturated monoglyceride, SMG) ด้วย และส่งผลให้โมโนกลีเซอไรด์เกิดการตกตะกอนและแยกออกจากไบโอดีเซลได้ดีขึ้นและง่ายขึ้น ดังนั้น ไบโอดีเซลคุณภาพสูง (H-FAME) ที่ผลิตได้ มีปริมาณโมโนกลีเซอไรด์และองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวลดลง มีเสถียรภาพต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันดีขึ้น และมีคุณภาพที่ดีกว่าไบโอดีเซลที่ผลิตในเชิงพาณิชย์โดยทั่วไป



รูปที่ 5 กลไกการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของเมทิลเอสเทอร์

โดยขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลคุณภาพสูงนั้น เริ่มจากนำไบโอดีเซลมาทำปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันบางส่วนด้วยเครื่องปฏิกรณ์แบบถังกวน ซึ่งดำเนินงานแบบกะ (Batch) โดยปริมาณไฮโดรเจนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยานั้นขึ้นอยู่กับปริมาณขององค์ประกอบกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในไบโอดีเซล ไบโอดีเซลที่ผ่านกระบวนการไฮโดรจีเนชันบางส่วนแล้วจะถูกส่งเข้าขั้นตอนการกำจัดโมโนกลีเซอไรด์ ด้วยกระบวนการดูดซับ โดยใช้สารดูดซับซิลิซิค (Silicic adsorbent) ปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก และกำจัดน้ำที่เจือปนในไบโอดีเซลออกโดยการดูดซับด้วยโมเลกูลาร์ซีฟ (Molecular sieve) ได้เป็นผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลคุณภาพสูงหรือเรียกว่า H-FAME โดยไบโอดีเซลคุณภาพสูงที่ผลิตได้นี้ จะถูกนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของไบโอดีเซลประเทศไทย ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลคุณภาพสูง ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซลคุณภาพสูง ด้วยกระบวนการไฮโดรจีเนชันบางส่วน

4. คุณสมบัติของไบโอดีเซคุณภาพสูงที่ผลิตด้วยเทคโนโลยี H-FAME

เนื่องจากในประเทศไทยวัตถุดิบสำหรับผลิตไบโอดีเซลส่วนใหญ่จะมาจากน้ำมันปาล์มเป็นหลัก ทำให้การผลิตไบโอดีเซลคุณภาพสูงหรือ H-FAME นั้นได้จากผู้ผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มเชิงพาณิชย์เป็นหลัก เมื่อไบโอดีเซลหรือ FAME ผ่านกระบวนการไฮโดรจีเนชันบางส่วนแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์หลักเป็น H-FAME ออกมาทำให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพระหว่าง FAME กับ H-FAME จากน้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบ

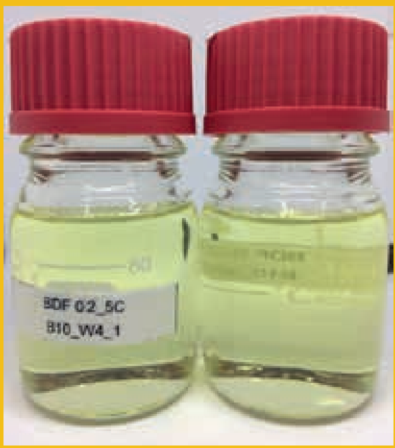
รูปที่ 7 ไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ (FAME) และไบโอดีเซลคุณภาพสูง (H-FAME)

นอกจากนี้ ยังทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีที่สำคัญของไบโอดีเซลคุณภาพสูง เช่น ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ ปริมาณน้ำ จุดขุ่น ปริมาณซัลเฟอร์ ค่าเสถียรภาพต่อการเกิดออกซิเดชัน เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบกับไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ ดังแสดงในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าไบโอดีเซลคุณภาพสูงมีโมโนกลีเซอไรด์ลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัดเจนจาก 0.58 ร้อยละโดยน้ำหนักในไบโอดีเซล (FAME) เป็น 0.13 ร้อยละโดยน้ำหนักในไบโอดีเซลคุณภาพสูง (H-FAME) และโมโนกลีเซอไรด์ชนิดอิ่มตัวก็ลดลงด้วย ซึ่งปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ที่มีมากในไบโอดีเซลนั้นส่งผลทำให้เกิดตะกอนในไบโอดีเซลผสมในสัดส่วนที่สูงขึ้นดังที่กล่าวมาแล้วหัวข้อที่ผ่านมา ตามประกาศของกรมธุรกิจพลังงานเรื่องข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน พ.ศ. 2556 ระบุว่า ปริมาณโมโนกลีเซอไรด์ไม่ควรเกิน 0.7 ร้อยละโดยน้ำหนัก ถึงแม้ไบโอดีเซลตามตารางที่ 2 ผ่านมาตรฐานของประกาศของกรมธุรกิจพลังงาน ตะกอนก็สามารถเกิดขึ้นได้เมื่อนำไบโอดีเซลนี้ไปผสมในสัดส่วนที่สูงขึ้นกว่า บี7 (ดังแสดงในรูปที่ 3) อย่างไรก็ตาม เมื่อนำไบโอดีเซลคุณภาพสูง (H-FAME) ไปผสมในสัดส่วนที่สูงขึ้นเป็น บี10 และ บี20 ไม่พบตะกอนเกิดขึ้นดังแสดงในรูปที่ 8 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการปรับปรุงคุณภาพไบโอดีเซลด้วยเทคโนโลยี H-FAME เป็นการช่วยลดปริมาณตะกอนที่อาจเกิดขึ้นในกรณีที่ประเทศไทยต้องมีการเพิ่มสัดส่วนการใช้งานไบโอดีเซลให้สูงกว่าสัดส่วนผสมปัจจุบันที่ บี7

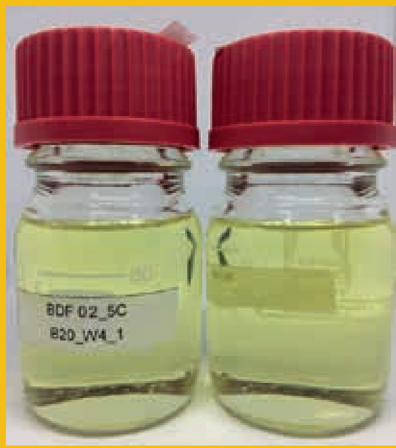
นอกจากนี้เทคโนโลยี H-FAME ยังช่วยเพิ่มคุณสมบัติของไบโอดีเซลด้านค่าเสถียรภาพต่อการเกิดออกซิเดชันให้ดีขึ้นจาก 10 ชั่วโมง เพิ่มเป็น 50 ชั่วโมง ทำให้ H-FAME นั้นมีความเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากปริมาณเมทิลเอสเทอร์ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวลดลง แต่อย่างไรก็ตามการทำ H-FAME นั้นมีผลทำให้ค่าจุดขุ่นเพิ่มขึ้น (จาก 13 องศาเซลเซียส เป็น 15 องศาเซลเซียส) ซึ่งอาจส่งผลต่อความสามารถในการไหลเทที่ด้อยลงในสภาวะการใช้งานไบโอดีเซลที่อุณหภูมิต่ำ ๆ เช่น บนยอดดอย

ตารางที่ 2 คุณสมบัติที่สำคัญของไบโอดีเซลที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยเทคโนโลยี H-FAME เปรียบเทียบกับ FAME

คุณสมบัติ	ไบโอดีเซล (FAME)	ไบโอดีเซลคุณภาพสูง (H-FAME)
โมโนกลีเซอไรด์, ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.58	0.13
โมโนกลีเซอไรด์ชนิดอิ่มตัว, ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.30	0.10
ไดกลีเซอไรด์, ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.09	0.09
ไตรกลีเซอไรด์, ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.06	0.06
กลีเซอรีนอิสระ, ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.01	0.00
กลีเซอรีนทั้งหมด, ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.18	0.05
สเตอริลกลูโคไซด์, ร้อยละโดยน้ำหนัก	28.2	9.7
องค์ประกอบเมทิลเอสเทอร์, ร้อยละโดยน้ำหนัก		
- เมทิลเอสเทอร์ชนิดอิ่มตัว	52.47	57.49
- เมทิลเอสเทอร์ชนิดไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว	37.91	41.16
- เมทิลเอสเทอร์ชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน	9.33	1.08
ปริมาณน้ำ, ร้อยละโดยน้ำหนัก	0.20	0.325
ค่าเสถียรภาพต่อการเกิดออกซิเดชัน, ชั่วโมง	>10	70
ค่าจุดขุ่น, องศาเซลเซียส	13	15
ค่าจุดวาบไฟ, องศาเซลเซียส	161	164
ปริมาณซัลเฟอร์, มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	<3	<3



(ก)



(ข)

รูปที่ 8 ไบโอดีเซลคุณภาพสูงที่สัดส่วนผสม (ก) บี10 และ (ข) บี20

5. สรุปเทคโนโลยี H-FAME

ตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกระหว่างปี พ.ศ. 2558-2579 (AEDP2015) ซึ่งมีเป้าหมายการใช้พลังงานทดแทน 30% ของการใช้พลังงานทั้งหมดของประเทศไทย ในส่วนของไบโอดีเซลนั้น ได้กำหนดเป้าหมายการใช้ไบโอดีเซลไว้ที่ 14 ล้านลิตรต่อวัน H-FAME จึงน่าจะเป็นเทคโนโลยีทางเลือกใหม่ที่สามารถใช้ในการเพิ่มสัดส่วนการใช้ไบโอดีเซลให้สูงขึ้นได้ ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นเหนือกว่าไบโอดีเซลทั่วไป และสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบที่หลากหลาย เพื่อตอบสนองการใช้งานในอัตราส่วนผสมที่สูงขึ้นในน้ำมันดีเซล นอกจากนี้ H-FAME ยังได้ถูกบรรจุเข้าไปเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีทางเลือกของแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกฉบับปัจจุบัน ผลงานวิจัยภายใต้โครงการนี้แสดงให้เห็นแล้วว่า H-FAME เป็นเทคโนโลยีทางเลือกใหม่สำหรับผลิตพลังงานชีวภาพ ที่จะเป็นส่วนหนึ่งในการนำพาประเทศให้ก้าวไปข้างหน้าได้อย่างยั่งยืนและมั่นคง

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. “แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558 – 2579” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.dede.go.th/download/files/AEDP2015_Final_version.pdf. สืบค้น 28 ธันวาคม 2558.

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. “Biofuel.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.dede.go.th /download/files/Focus%20group_Biofuel%20part.pdf. สืบค้น 28 ตุลาคม 2559.

[3] Pozdeev, V. A. et al. “Catalytic hydrogenation of fatty acid methyl esters.” Russian Journal of Applied Chemistry 85(2:2012) : 261–266.

[4] Tom KAKIHARA. “Suitable Biodiesel Properties for B10 Usage in Vehicle.” Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA) NAC2017 (March 30, 2017).