กรมอู่ทหารเรือ

SN : 0857-4677

วารสารกรมอู่ทหารเรือ

ประจำปี ๒๕๖๗

Royal Thai Naval Dockyard Journal 2024

การรับรองเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับใช้ในงานเรือดำน้ำ

แนวความคิดการจัดทำระบบฐานข้อมูลแบบรวมการ
เพื่อสนับสนุนงานซ่อม - สร้างเรือของกรมอู่ทหารเรือ

เรือหลวงตาชัย
มุมมองการวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อรองรับการลากจูงขนาดใหญ่


792

“

ธรรมดามีเรือแล้วต้องซ่อมได้เอง
เป็นหลักของยุทธศาสตร์ ถ้าซ่อมไม่ได้ก็ไม่ควรจะมี

”

พระราชดำรัสของพระเจ้าบรมวงศ์เธอกรมหลวงชุมพรเขตอุดมศักดิ์

๙ มกราคม พุทธศักราช ๒๔๓๓
พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เสด็จพระราชดำเนินมาทรงเปิดอู่เรือหลวง
ในปัจจุบันคือ กรมอู่ทหารเรือ ทางราชการได้ถือเอาวันที่ ๙ มกราคม ของทุกปี
เป็นวันคล้ายวันสถาปนากรมอู่ทหารเรือ
นับถึงปัจจุบันรวม ๑๓๔ ปี

ราชกิจจานุเบกษา

กรุงเทพมหานคร ในพระบรมมหาราชวัง

เล่ม ๗ แผ่นที่ ๔๒ วันที่ ๑๘ มกราคม รัตนโกสินทร์ศก ๑๐๙ นำเบอร์ ๓๖๗

สารบาน

เสด็จออกแขกเมือง
พระราชทานสัญญาบัตร
แลเครื่องราชอิศริยาภรณ์

วันที่ ๑๓ มกราคม รัตนโกสินทรศก ๑๐๙ เวลาย่ำค่ำ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เสด็จออก พระที่นั่งอมรินทรวินิจฉัย ประทับ พระที่นั่งไภรม น่าพระที่นั่งเสวตรฉัตร พร้อมด้วยพระบรมวงษานุวงษ์ ข้าทูลลอองธุลีพระบาท ฝ่ายทหารพลเรือนเฝ้าตามตำแหน่ง

เจ้าพนักงานประโคมมหรธึก แตรฝรั่ง แตรทหาร สุดเสียงลง

ธุลีพระบาททั้งปวง จะได้ความเจ็บไข้ แม้ว่ารับประทานน้ำกร่อย

การเปิดอู่เรือหลวง

กรมยุทธนาธิการ ตั้งแต่เริ่มจัดการในชั้นแรก ความเจริญเกิดขึ้นเปนหนักหนาแล้วก็ดี จนบัดนี้ความรุ่งเรืองก็ยังเดินขึ้นเรื่อยอยู่เสมอ เห็นพยานได้ว่ากรมทหารเรือ ซึ่งชื่อเสียงไม่สู้ปรากฎในหนังสือนี้ เหมือนกรมทหารบกนั้น บัดนี้พระวรวงษ์เธอ พระองค์เจ้าจรรัสวงษ์ เปนผู้บัญชาการทั่วไป ได้ทรงพระอุสาหะจัดการโดยสามารถ มีความเจริญเรียบร้อยเห็นได้ชัดแล้ว คือเรือรบเรือพระที่นั่งทุก ๆ ลำ ซึ่งรายชื่ออยู่ในแม่น้ำเจ้าพระยา น่าท่าราชวรดิฐ ล้วนเต็มไปด้วยความรักษาไม่หย่อนพร่อง ดูภายนอกก็เห็นสีขาวหมดจดจริง ๆ จะหารอยด่างควันไฟฤๅสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทำให้ด่างเปรอะก็ไม่มีแล้ว ทุกรุ่งเช้าพื้นกระดานเรือต้องถูขัด ถึงแม้ว่าความโสโครกจะไม่เห็นถนัดก็ดี เรือรบแล้วยิ่งประจำซ่องทุกซอก จะหาฝุ่นสักนิดเดียวเห็นจะไม่ได้ เรือพระที่นั่งจะหาผงแลใยอันใดในห้องหับเฟื้องฝาก็ไม่ใคร่เจอเปนแน่แท้ ความสอาดซึ่งตรงกับคำว่า " ใหม่ " มีอยู่ฉันใด เรือเหล่านี้ถึงแม้ว่าจะนานปีก็ดี ยังเรียบราวกะใหม่อยู่เสมอ เครื่องจักรกลไกอย่างใดก็มีผู้ตรวจจัดทำ ไม่ทิ้งให้ชำรุดมากลงได้ เจ้าพนักงานทุกตำแหน่ง ก็เลือกเอาแต่ผู้ที่มีความรู้ พอที่จะกระทำน่าที่ของตนให้เจริญได้ ที่สุดจนพลทหารก็ชำนาญในการเรือขึ้นเปนอันมาก

พยานของการนี้ มีอยู่ถึงจะไม่กล่าว ก็มีผู้เห็นโดยมากแล้ว คือบิสคินขึ้นตั้งแต่ไรมาได้ทำแล้วฤๅในเมืองไทย บัดนี้ที่โรงหล่อข้างวังสมเด็จพระเจ้าน้องยาเธอ พระองค์ใหญ่ ซึ่งเปนออฟฟิศกรมทหารเรือ ได้มีเวิกช็อบ คือที่ทำการช่างเหล็ก สำหรับทำเครื่องเรือกลไฟต่าง ๆ แลมีโรงหลังหนึ่งต่างหาก ทำบิสคินขึ้นใช้ได้เอง ไม่ต้องซื้อจากนอกแล้ว ใช้เครื่องสตีมทำเร็วอย่างยิ่ง วันหนึ่งทำได้ตั้งแสนทีเดียว

อู่เรือข้างโรงหล่อ ซึ่งยังไม่สำเร็จแต่เดิม เดี๋ยวนี้ก็เสร็จแล้ว

ได้เริ่มการเปิดอู่เรือนี้ เมื่อวันที่ ๘ มกราคม

วันที่ ๘ เวลาบ่ายพระสงฆ์ ๒๐ รูป ได้เจริญพระพุทธมนต์ที่พลับพลา ข้างอู่เรือใหม่นี้

วันที่ ๙ รุ่งขึ้น ฉันแลถวายไทยทานแล้ว เวลาบ่าย ๓ โมงครึ่ง พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เสด็จออกทางพระที่นั่งจักรกรีมหาปราสาท ทรงพระราชยานไปประทับพระที่นั่งราชกิจวินิจฉัย เสด็จพระราชดำเนินไปลงเรือพระที่นั่งกราบจรกรง พายไปเทียบตะพานน่าโรงหล่อ พระวรวงษ์เธอ พระองค์เจ้าจรรัสวงษ์คอยเฝ้าอยู่ เสด็จขึ้นจากเรือพระที่นั่ง ทรงพระราชยานไปประทับพลับพลาข้างอู่ สมเด็จพระเจ้าน้องยาเธอ เจ้าฟ้าภาณุรังษีสว่างวงษ์ กรมพระภาณุพันธุวงษ์วรเดช เจ้านายหลายพระองค์แลข้าราชการทั้งราชทูตกงสุล ผู้แทนคอเวอนเมนต์ต่างประเทศทั้งปวง ซึ่งกรมทหารเชิญมาในการนี้ ได้เฝ้าทูลลอองธุลีพระบาท มี

พระราชทานรัสปราไสครู่หนึ่ง เสด็จไปทรงเปิดน้ำเข้าอู่ ทหารทำเพลงแตรสรรเสริญพระบารมี แลมีประโคมแตรสังข์พิณพาทย์

แล้วเสด็จพระราชดำเนิน ไปทอดพระเนตรโรงทำขี้สคันแลโรงเวิกช๊อบ ทอดพระเนตรหลอมเหล็กกลึงขึ้น เลื่อยเหล็ก ทำเครื่องเรือกลไฟต่าง ๆ ทั่วทั้งสามหลัง ซึ่งอยู่ติด ๆ กัน เวลาเย็นประทับโต๊ะเสวย บนออฟฟิศทหารเรือ พร้อมด้วยเจ้านาย ส่วนข้าราชการ แลคนต่างประเทศทั้งปวงนั้น เจ้าพนักงานได้จัดการเลี้ยง ที่ห้องเกียสาตราวุธ มีแตรเป่าเมื่อเวลาเลี้ยงนี้ด้วย

ที่พลับพลา แลออฟฟิศโรงทหารเรือนั้น ได้ประดับธงเทียว ผูกใบไม้แลเวลาค่ำ จุดโคมยี่ปุ่น ซึ่งแขวนอยู่ตามต้นไม้ในโรงทหารนี้ แลจุดโคมห้อยตามช่องน่าต่าง โรงทหารแลงครึกไป ทั้งเรือรบเรือพระที่นั่งทุกลำ ก็จัดธงจุดโคมไฟสว่างเปนทิวแถว เปนต้นว่าเรือมกุฎราชกุมาร ก็ส่องแสงไฟฟ้ากระจ่างระยับตา

เสร็จการเลี้ยงแล้ว เสด็จไปทอดพระเนตรที่อู่ ซึ่งกำลังไขน้ำเข้าอยู่ ยังไม่เต็ม เวลา ๑ ทุ่ม เสด็จกลับสู่พระบรมมหาราชวัง

เมื่อน้ำเข้าอู่บริบูรณ์แล้ว ได้เลื่อนเรือหาญหักศัตรูเข้าอู่ จัดการซ่อมแซมให้ดีขึ้น

การทำบุญวันประสูตร สมเด็จพระเจ้าน้องยาเธอ

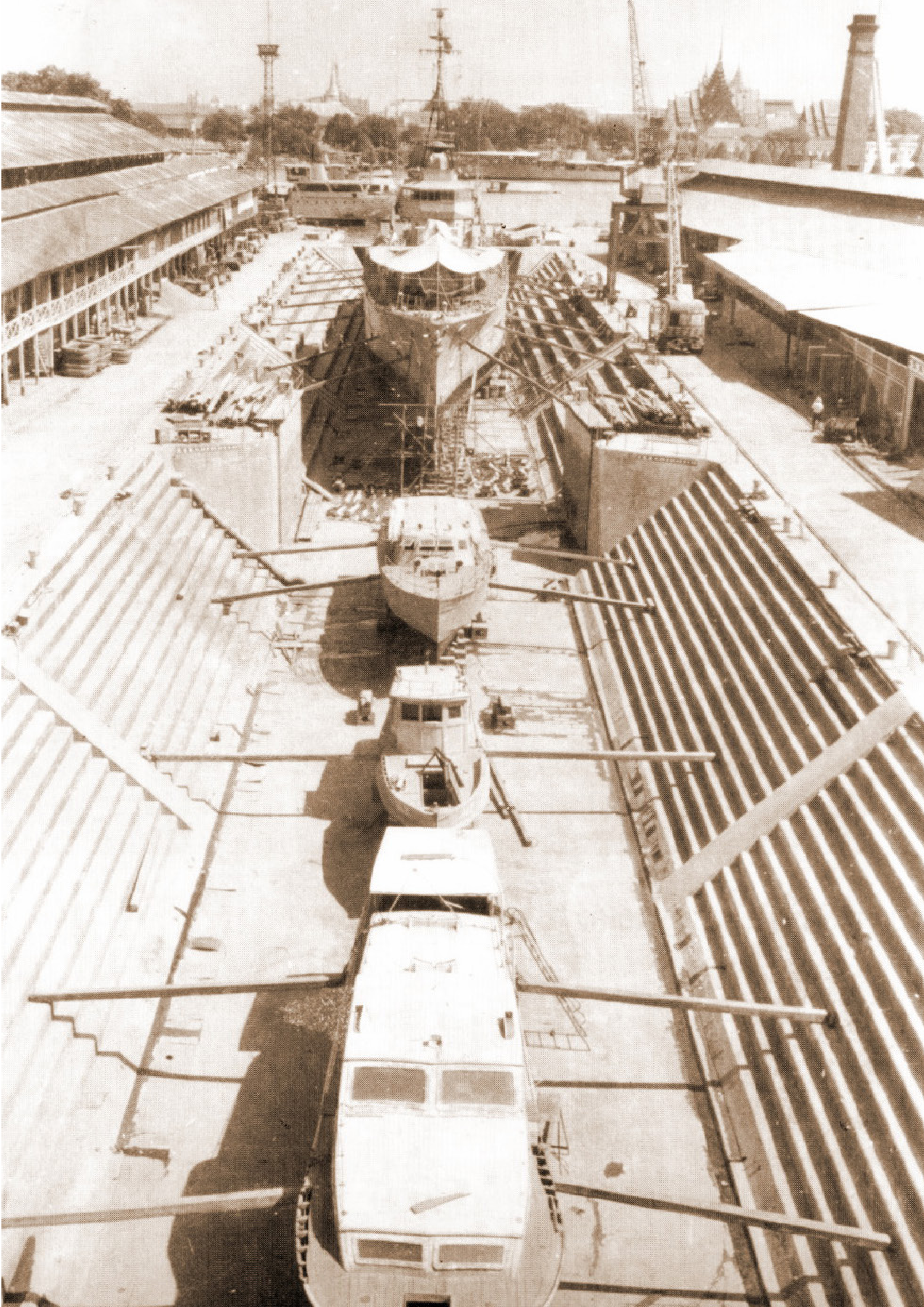
การบำเพ็ญพระกุศล ของสมเด็จพระเจ้าน้องยาเธอ เจ้าฟ้าภาณุรังษีสว่างวงศ์ กรมพระภาณุพันธุวงศ์วรเดช ซึ่งเคยทรงทำในวันประสูตรเสมอทุกปีนั้น ในปีนี้มีการครึกครื้นพิเศษ คือ ที่ท้องพระโรงตั้งโต๊ะเงินเปนถ่องแถวไปตามระยะ โดยที่พระบรมวงษานุวงษ์ ข้าราชการมีความยินดี ในความบำเพ็ญพระกุศลนี้ จึงพร้อมกันจัดโต๊ะมาตามแต่จะประกวดกันให้เอิกเกริก

วันที่ ๑๐ มกราคม เปนวันจัดตั้งโต๊ะ ยังไม่ถึงงาน พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้เสด็จพระราชดำเนิน ไปวังบูรพาภิรมย์ โดยรถพระที่นั่ง ในเวลา ๒ ทุ่ม กลับ ๒ ยาม มีการเลี้ยงโต๊ะอย่างจีน ในเวลา ๔ ทุ่ม ถ้วยชามของที่ใช้ในการเลี้ยง ล้วนเครื่องลายครามลางแปะทั้งนั้น ตั้งโต๊ะเต็มไปทั้งท้องพระโรงด้านใน พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ประทับเสวยด้วย

วันที่ ๑๑ ที่ ๑๒ เปนวันงาน ได้เสด็จพระราชดำเนินแต่วันที่ ๑๑ วันที่ ๑๒ โปรดเกล้า ฯ ให้สมเด็จพระบรมโอรสาธิราชเสด็จ

ประกาศเปลี่ยนชื่อพระอาราม

กรมหมื่นสมมตอมรพันธุ์ รับพระบรมราชโองการโปรดเกล้า ฯ ให้ประกาศแก่ชนทั้งปวงให้ทราบทั่วกันว่า วัดพระนามบัญญัติ เดิมพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้า ฯ ดำรัสสั่งไว้ว่า สืบไปภายน่าให้เรียกว่า วัดมกุฎกษัตริยาราม แลทรงพระราชดำริห์ว่าจะให้ทำพระเจดีย์ มีรูปมงกุฎเปนที่หมายนามวัดสืบไปภายน่า บัดนี้ได้โปรดเกล้า ฯ ให้ทำรูปมงกุฎสวมยอดพระเจดีย์เสร็จแล้ว จึ่ง



วารสารกรมอู่ทหารเรือ ประจำปี ๒๕๖๗
Royal Thai Naval Dockyard Journal 2024

สารบัญ

พลเรือโท ธิติ นาวานุเคราะห์
เจ้ากรมอู่ทหารเรือ

คำปรารภเจ้ากรมอู่ทหารเรือ

ในโอกาสวันคล้ายวันสถาปนากรมอู่ทหารเรือ ที่ได้เวียนมาบรรจบครบรอบอีกครั้ง ในวันที่ ๙ มกราคม ๒๕๖๗ นี้ ตลอดระยะเวลา ๑๓๔ ปีที่ผ่านมา กรมอู่ทหารเรือเป็นกำลังหลักของกองทัพเรือในการซ่อม สร้าง ดัดแปลง ทดสอบ วิจัยและพัฒนา เกี่ยวกับเรือ ยานรบของกองทัพเรือ ดำเนินงานส่งกำลังพัสดุสายช่าง ตลอดจนให้การฝึกและศึกษาวิชาทางช่าง ให้สามารถตอบสนองต่อภารกิจและสนับสนุนการปฏิบัติงานตามนโยบายของกองทัพเรือ จนผลงานเป็นที่ประจักษ์ เป็นที่เชื่อถือ และได้รับความไว้วางใจจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกกองทัพเรือ

เป้าหมายสำคัญของกองทัพเรือในปีงบประมาณนี้ คือ *“เทิดทูนสถาบัน ยึดมั่นระเบียบวินัย ประชาชนภูมิใจ ทะเลไทยมั่นคง – FIT for the FUTURE”* ซึ่งการขับเคลื่อนนโยบายผู้บัญชาการทหารเรือให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้นั้น ต้องได้รับความร่วมมือ ร่วมแรง ร่วมใจ จากกำลังพลของกรมอู่ทหารเรือทุกนาย และถือเป็นสิ่งที่พวกเราชาวกรมอู่ทหารเรือจักต้องจดจำและปฏิบัติงานให้สมกับการเป็นหน่วยเทคนิคที่สำคัญยิ่งของกองทัพเรือ ที่สามารถตอบสนองต่อภารกิจและวิสัยทัศน์ของกองทัพเรือได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในรอบปีที่ผ่านมา มีเหตุการณ์สำคัญมากมายที่ทำให้กรมอู่ทหารเรือต้องหันมาสำรวจตนเองอย่างรอบด้านทั้งในเรื่องกำลังพล งบประมาณ เครื่องมือเครื่องใช้ การบริหารจัดการ ตลอดจนมาตรฐานในการทำงานภายใต้ข้อจำกัดและแรงบังคับในด้านต่าง ๆ กรมอู่ทหารเรือจะสามารถปรนนิบัติบำรุงเรือของกองทัพเรือ *“ให้พร้อมรบ”* เป็นไปตามแผน การซ่อมทำเป็นไปตามมาตรฐานทางวิศวกรรม และเป็นองค์กรที่มีขีดสมรรถนะสูงเพื่อให้กองทัพเรือมีเรือที่พร้อมในการปฏิบัติภารกิจ ภายใต้วิสัยทัศน์ *“เป็นเลิศในงานซ่อมและสร้างเรือด้วยการบริหารจัดการที่มีคุณภาพ”*

ขอขอบคุณกองบรรณาธิการวารสารกรมอู่ทหารเรือ เจ้าหน้าที่ ผู้เกี่ยวข้อง และหน่วยงานต่าง ๆ ที่สนับสนุนและมีส่วนร่วมในการดำเนินงานสร้างสรรค์วารสารกรมอู่ทหารเรือ ประจำปี ๒๕๖๗ ให้เป็นวารสารที่มีคุณค่า แสดงอัตลักษณ์และดำรงเกียรติภูมิของกรมอู่ทหารเรือทางด้านวิชาการที่จะได้รับการสืบทอดต่อไป

พลเรือโท

(ธิติ นาวานุเคราะห์)
เจ้ากรมอู่ทหารเรือ

วารสารกรมอู่ทหารเรือ ประจำปี ๒๕๖๗
Royal Thai Naval Dockyard Journal 2024

ISSN : 0857-4766

ข้อคิดเห็นและบทความที่นำลงวารสารกรมอู่ทหารเรือเป็นของผู้เขียน
มิใช่ข้อคิดเห็นหรือนโยบายของหน่วยใดของรัฐ และมิได้ผูกพันต่อทางราชการแต่อย่างใด

บรรณาธิการแถลง

วารสารกรมอู่ทหารเรือ ประจำปี พ.ศ.๒๕๖๗ มีวัตถุประสงค์ในการเผยแพร่ความรู้ทางด้านวิศวกรรม เทคโนโลยีในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมและสร้างเรือ รวมทั้งประชาสัมพันธ์ผลงานและการดำเนินงานที่สำคัญในรอบปีที่ผ่านมา เนื่องในโอกาสวันคล้ายวันสถาปนากรมอู่ทหารเรือ ๙ มกราคมของทุกปี เพื่อเป็นการธำรงไว้ซึ่งวัฒนธรรมองค์กรของกรมอู่ทหารเรือในการส่งเสริมงานวิชาการของกำลังพลและถ่ายทอดองค์ความรู้สู่สังคม โดยจัดทำในรูปแบบของสื่อดิจิทัลที่สามารถเข้าถึงได้โดยง่ายผ่านการสแกนคิวอาร์โคด (QR Code) โดยสามารถเลือกอ่าน ศึกษา ค้นคว้า และใช้เป็นหลักฐานอ้างอิง ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

วารสารกรมอู่ทหารเรือ ประจำปี ๒๕๖๗ กล่าวถึงผลงานที่สำคัญในรอบปีที่ผ่านมาของกรมอู่ทหารเรือรวมถึงได้รวบรวมบทความอันทรงคุณค่าจากผู้ทรงคุณวุฒิของกรมอู่ทหารเรือหลากหลายสาขา ทั้งในรูปแบบองค์ความรู้ของการสร้างเรือ ได้แก่ *"โครงการสร้างเรืออเนกประสงค์ยกพลขึ้นบกขนาดใหญ่ ร.ล.ช้าง และ การวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อรองรับการลากจูงของ ร.ล.ตาชัย"* การรวบรวมองค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมสารสนเทศ และเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ในการสนับสนุนการซ่อมทำเรือของกรมอู่ทหารเรือ อาทิ *"การใช้ PLC ในการปรับปรุงระบบควบคุมอัตโนมัติ การยกระดับคุณภาพงานเชื่อมใน อร. การเก็บข้อมูลความผิดปกติของเครื่องยนต์มาประยุกต์ใช้ในงานซ่อมบำรุงตามสภาพ"* และ *"แนวความคิดการจัดทำระบบฐานข้อมูลแบบรวมการเพื่อสนับสนุนงานซ่อม-สร้างเรือ"* อีกทั้งบทความทางวิชาการเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรือดำน้ำให้มากขึ้น เช่น *"ความแข็งแรงของเรือดำน้ำแบบตัวเรือสองชั้น และแบบตัวเรือชั้นเดียว เครื่องยนต์ดีเซลสำหรับใช้งานในเรือดำน้ำมีการรับรองอย่างไร"* นอกจากนี้ยังมีบทความและผลงานวิจัยที่น่าสนใจ ได้แก่ *"การประยุกต์ใช้แนวทางการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนของกองทัพสหรัฐอเมริกากับงานของ อร."* และ *"การต่อยอดงานวิจัยเรือไร้คนขับสำหรับปฏิบัติการทางทะเล"*

กองบรรณาธิการวารสารกรมอู่ทหารเรือ ขอขอบคุณผู้บังคับบัญชา ผู้เขียนบทความ เจ้าหน้าที่ที่มีส่วนร่วมในการจัดทำวารสารกรมอู่ทหารเรือฉบับนี้ให้สำเร็จลงด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกประการ

พลเรือตรี

(สณชัยย์ สุขคง)

บรรณาธิการวารสารกรมอู่ทหารเรือ

รอบปีที่ผ่านมา

กองบรรณาธิการวารสาร กรมอู่ทหารเรือ

ในรอบปี 2566 กรมอู่ทหารเรือยังคงมุ่งมั่นและตั้งใจภายใต้งบประมาณที่จำกัดในการดำเนินการตามพันธกิจที่กำหนดไว้ในยุทธศาสตร์กรมอู่ทหารเรือ ซึ่งประกอบไปด้วย งานซ่อมบำรุงเรือของกองทัพเรือ ทั้งในด้านตัวเรือ กลจักร และงานด้านไฟฟ้า งานเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์ การส่งกำลังบำรุงพัสดุสายช่าง การวิจัยและพัฒนาบุคลากร ตลอดจนการพัฒนาบุคลากรสำหรับการซ่อมบำรุงเรือและการสร้างเรือ การสนับสนุนด้านการพัฒนาประเทศและการบรรเทาสาธารณภัยตามที่ได้รับมอบหมาย นอกเหนือจากการดำเนินการตามพันธกิจแล้ว กรมอู่ทหารเรือยังมุ่งมั่นและดำเนินการตามวิสัยทัศน์กรมอู่ทหารเรือที่ว่า *“เป็นเลิศในงานซ่อมและสร้างเรือด้วยการบริหารจัดการที่มีคุณภาพ”* ซึ่งในรอบปีที่ผ่านมาสามารถประมวลเป็นการดำเนินงานที่สำคัญได้ ดังต่อไปนี้

กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการสำรวจ ตรวจสอบสภาพเรือ การวางแผนงานการซ่อมบำรุงเรือ ตลอดจนการให้คำแนะนำและคำปรึกษาในงานวิศวกรรมในด้านตัวเรือ กลจักร และไฟฟ้า ซึ่งในรอบปีที่ผ่านมานั้น ได้ดำเนินการวางแผนซ่อมบำรุงเรือระยะยาว (20 ปี) และแผนซ่อมบำรุงเรือระยะปานกลาง ในวงรอบปีงบประมาณ 2567 - 2571 และแผนประจำปี เสนอต่อคณะกรรมการอำนวยการซ่อมบำรุงและปรับปรุงยุทโธปกรณ์ของกองทัพเรือ (อซป.) เพื่อใช้ในการจัดทำแผนซ่อมบำรุงยุทโธปกรณ์ของกองทัพเรือในภาพรวมต่อไป นอกเหนือจากการกำหนดแผนงานการซ่อมบำรุงเรือตามที่กล่าวมาแล้ว ในรอบปีที่ผ่านมา ยังให้การสนับสนุนการสำรวจเรือและวางแผนการปรับปรุงและการซ่อมบำรุง ร.ล.มกุฎราชกุมาร และเรือชุด ร.ล.ปัตตานี ตามนโยบาย ผบ.ทร. ตลอดจนสนับสนุนการวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเรือต่าง ๆ เช่น เครื่องไฟฟ้า ร.ล.รัตนโกสินทร์ และระบบ Prairie air ร.ล.ภูมิพลอดุลยเดช เป็นต้น

กรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

กรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ ยังคงมุ่งมั่นในการพัฒนาบุคลากรของกรมอู่ทหารเรือ เพื่อให้มีความพร้อมในการซ่อมบำรุงเรือและการควบคุมคุณภาพการซ่อมบำรุงเรืออย่างต่อเนื่อง โดยมีการอบรม ทั้งหลักสูตรระยะสั้น หลักสูตรระดับปริญญาโท เอก ทั้งในประเทศและต่างประเทศ การจัดบรรยายทางวิชาการเพื่อเป็นการให้ความรู้แก่กำลังพลในกรมอู่ทหารเรือในหัวข้อต่าง ๆ เช่น การบรรยายเรื่อง การสร้าง ร.ล.ช้าง การบรรยายเรื่อง แนวทางการตรวจสอบสภาพและการวิเคราะห์ความพร้อมรบของเรือ การจัดอบรมการดำรงชีพในทะเลเบื้องต้น เป็นต้น การฝึกอบรมการใช้เครื่องมือวัดสำหรับการบำรุงรักษาตามสภาพ Condition-Based Maintenance (CBM) เพื่อติดตามสภาพเครื่องจักรของ ร.ล.เจ้าพระยา โดยทำการวัดความสั่นสะเทือน และถ่ายภาพความร้อน 5 ระบบหลัก ประกอบด้วย เครื่องจักรใหญ่ เครื่องไฟฟ้า เครื่องอัดลม เครื่องปรับอากาศ และเครื่องสูบน้ำไฟร์เมน ณ ร.ล.เจ้าพระยา กฟก.2 กร. ต.สัตหีบ อ.สัตหีบ จว.ชลบุรี นอกจากนี้ได้ดำเนินการตรวจวัดความแข็งแรงของฐานแท่นปืนเรือตรวจการณ์ปราบเรือดำน้ำชุดเรือหลวงคำรณสินธุ ประกอบด้วย

1. การตรวจวัดความแข็งแรงโครงสร้างตัวเรือบริเวณฐานแท่นปืนขณะทำการยิงที่มุมการยิงต่าง ๆ ด้วยเครื่องวัด Strain gauge

2. การตรวจสอบรอยบกพร่องหรือความไม่ต่อเนื่องในชิ้นงานที่เปิดถึงผิว ด้วยสารแทรกซึม Liquid Penetrant testing (PT)

3. การวิเคราะห์ผลการทดสอบความแข็งแรงโครงสร้างตัวเรือ ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความเค้น Data Logger Utility


การตรวจวัดความแข็งแรงของฐานแท่นปืน
เรือตรวจการณ์ปราบเรือดำน้ำ ชุดเรือหลวงคำรณสินธุ
ณ อรม.อร. ต.สัตหีบ อ.สัตหีบ จว.ชลบุรี


อร. โดย กพช.อร. ให้การสนับสนุน จนท.กคภ.กพช.อร. ฝึกอบรมการใช้เครื่องมือวัด
สำหรับการบำรุงรักษาตามสภาพ Condition-Based Maintenance (CBM)
ณ ร.ล.เจ้าพระยา กฟก.๒ กร. ต.สัตหีบ อ.สัตหีบ จว.ชลบุรี
ร.ล.เจ้าพระยา
H.T.M.S. CHAOPHRAYA

พลเรือตรี สณชัยษ์ สุขคง เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ เป็นประธานในการจัดอบรมการดำรงชีพในทะเลเบื้องต้น พร้อมด้วยนายทหารชั้นผู้ใหญ่ และนักเรียนช่าง กรมอู่ทหารเรือ เข้าร่วมอบรม โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการดำรงชีพในทะเลเบื้องต้น เมื่อประสบภัยทางน้ำ การช่วยชีวิต รวมถึงการใช้แพชูชีพ สำหรับกำลังพลที่ต้องปฏิบัติงานในทะเล ให้มีความรู้ความเข้าใจ ในการช่วยเหลือตัวเอง หรือช่วยเหลือผู้ประสบภัย ณ สระว่ายน้ำอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ

อู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ

อู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ เป็นอู่เรือที่รับผิดชอบในการซ่อมทำเรือในสังกัด กลน.กร. ขส.ทร. ฐท.กท. อร. เรือพระราชพิธี และ เรือ ท. โดยในรอบปีที่ผ่านมา ได้ดำเนินการซ่อมบำรุงเรือตามแผน รวมทั้งสิ้น 45 ลำ โดยแบ่งประเภทการซ่อมทำได้ดังนี้

ประเภทการซ่อมจำกัดประจำปี จำนวน 26 ลำ ซึ่งประกอบไปด้วย เรือ ขส.ทร.1212 เรือ ขส.ทร. 1217 เรือ ขส.ทร.1149 เรือ ขส.ทร.3212 เรือ กร.113 เรือ ล.110 เรือ ล.177 เรือ ขส.ทร.1133 เรือ ขส.ทร. 1142 เรือ ขส.ทร.2202 เรือ อร.13 เรือ ล.163 เรือ ล.180 เรือ ขส.ทร.1215 เรือ ขส.ทร.2103 เรือ ขส.ทร.3105 เรือ ขส.ทร. 3201 เรือ ฐท.กท.01 เรือ ล.123 เรือ กร.913 เรือ ล.3125 เรือ ล.3126 เรือ ล.3127 เรือ ล.3132 เรือ ล.3135 และ เรือ ล.3146

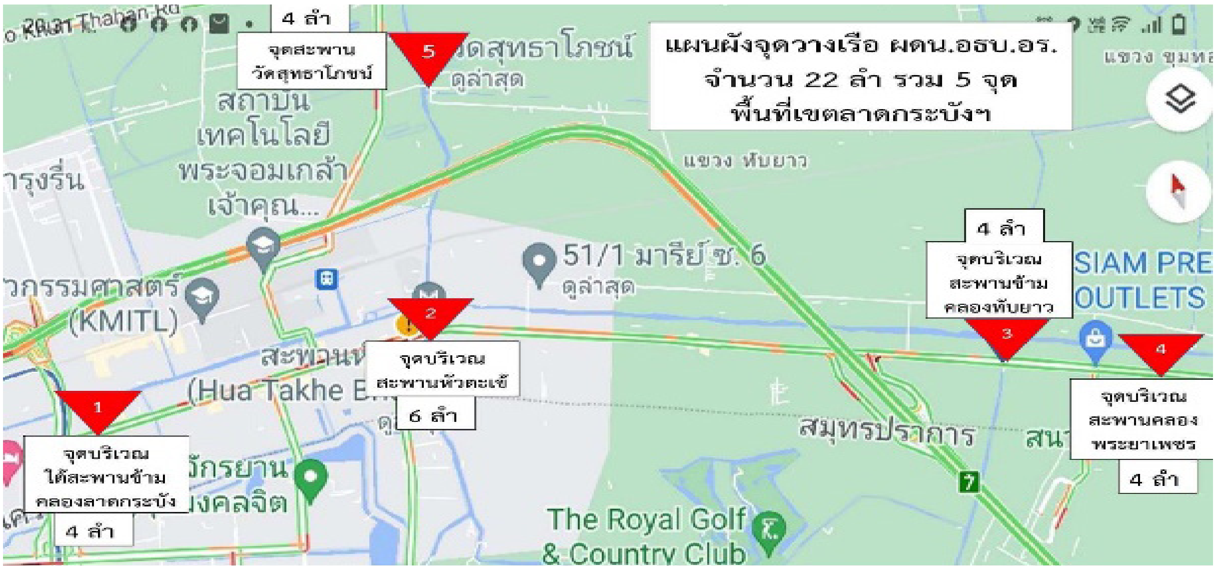
ประเภทซ่อมตามระยะเวลา จำนวน 5 ลำ ซึ่งประกอบไปด้วย เรือ ท.2 เรือ ขส.ทร.1128 เรือ ขส.ทร.1109 เรือ ท.4 และเรือ ขส.ทร.1104

ประเภทซ่อมคืนสภาพ จำนวน 14 ลำ ซึ่งประกอบไปด้วย เรือ ขส.ทร.1129 เรือ ขส.ทร.1105 เรือ ล.3151 เรือ ล.34 เรือ ล.3152 เรือ ล.37 เรือ ล.3153 เรือ ล.38 เรือ ล.3154 เรือ ล.321 เรือ ล.329 เรือ ล.354 เรือ ล.358 และ เรือ ล.3123

การดำเนินการซ่อมเรือโดยว่าจ้างบริษัทเอกชนในการดำเนินการ จำนวน 11 ลำ ประกอบไปด้วย เรือ ขส.ทร.1107 เรือรุ้งประสานสาย เรือเหลืองใหญ่ เรือ ขส.ทร.1138 เรือ ขส.ทร.1139 เรือ ขส.ทร.1143 เรือ ขส.ทร.1206 เรือ ขส.ทร.1218 เรือ ขส.ทร.2207 เรือ ขส.ทร.3106 และเรือ ขส.ทร.3204

นอกเหนือจากงานซ่อมเรือตามแผนซ่อมบำรุงเรือประจำปีแล้ว อู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ ได้จัดหน่วยเฉพาะกิจผลักดันน้ำ (ผดน.อธบ.อร.) และให้การสนับสนุนเรือผลักดันน้ำ จำนวน 22 ลำ ในการปฏิบัติภารกิจผลักดันน้ำ เพื่อเร่งระบายน้ำในเขตพื้นที่ลาดกระบัง กรุงเทพฯ โดยทำการติดตั้งเรือผลักดันน้ำ รวมทั้งหมด 5 จุด ดังนี้

1. บริเวณสะพานข้ามคลองลาดกระบัง จำนวน 4 ลำ
2. บริเวณสะพานหัวตะเข้ จำนวน 6 ลำ
3. บริเวณสะพานทับยาว จำนวน 4 ลำ
4. บริเวณสะพานพระยาเพชร จำนวน 4 ลำ
5. บริเวณสะพานข้ามคลองลำปลาทิว (หน้าวัดสุทธาโภชน์) จำนวน 4 ลำ



บทบาทของกรมอู่ทหารเรือมิได้จำกัดอยู่เฉพาะงานด้านการซ่อมเรือเท่านั้น การคำนึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจัยให้เกิดสภาวะโลกร้อน กรมอู่ทหารเรือให้ความสำคัญมาอย่างต่อเนื่องตามนโยบายด้าน Green Navy และ Green Dockyard เมื่อวันที่ 21 พ.ย.66 นาวาเอก อภิวัชร์ แสงทวีป รองผู้อำนวยการอู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ เป็นประธานในการประชุม แลกเปลี่ยนความรู้ด้านการจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นต์ (Carbon Footprint) ขององค์กร ด้วยเทคโนโลยีและพลังงานทางเลือกเพื่อความยั่งยืน โดยมีคณะผู้เชี่ยวชาญจากบริษัท ฟิวเจอร์ พาวเวอร์ โซลูชั่นส์ และ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ร่วมให้ข้อมูลโดยเป็นการนำเสนอข้อมูลเพื่อศึกษาความเป็นไปได้และเตรียมความพร้อมสู่การปฏิบัติ ให้สอดคล้องกับเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero) ภายในปี ค.ศ.2065 ของไทย

อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ

ในรอบปีที่ผ่านมา อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ ดำเนินการซ่อมทำเรือทั้งสิ้น 40 ลำ โดยแบ่งเป็นการซ่อมบำรุงเรือตามแผน จำนวน 24 ลำ และการซ่อมทำเรือประเภทอื่น ๆ 16 ลำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การซ่อมบำรุงเรือตามแผน จำนวน 24 ลำ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การซ่อมเรือประเภทคืนสภาพ จำนวน 5 ลำ ดำเนินการแล้วเสร็จ จำนวน 2 ลำ ได้แก่ ร.ล.หัวหิน และ ร.ล.มันใน และอยู่ระหว่างดำเนินการ 3 ลำ ได้แก่ ร.ล.จวง ร.ล.สีชัง และ ร.ล.พฤหัสบดี

1.2 การซ่อมทำประเภทตามระยะเวลา จำนวน 8 ลำ โดยดำเนินการซ่อมทำแล้วเสร็จ จำนวน 2 ลำ ได้แก่ ร.ล.ทองแก้ว ร.ล.สมุย และอยู่ระหว่างดำเนินการ 6 ลำ ได้แก่ ร.ล.สัตหีบ ร.ล.ถลาง ร.ล.ทองหลาง ร.ล.กระบี่ ร.ล.หนองสาหร่าย และ ร.ล.สงขลา

1.3 การซ่อมประเภทการซ่อมจำกัดประจำปี จำนวน 11 ลำ ดำเนินการแล้วเสร็จ จำนวน 6 ลำ ได้แก่ ร.ล.สุริยะ ร.ล.ปันหยี ร.ล.ศรีราชา ร.ล.หัวหิน เรือ อศ.3 และ เรือ ต.995 อยู่ระหว่างดำเนินการ จำนวน 5 ลำ ได้แก่ ร.ล.เปริด ร.ล.แหลมสิงห์ ร.ล.ท่าดินแดง ร.ล.ชลบุรี และ ร.ล.ตากใบ

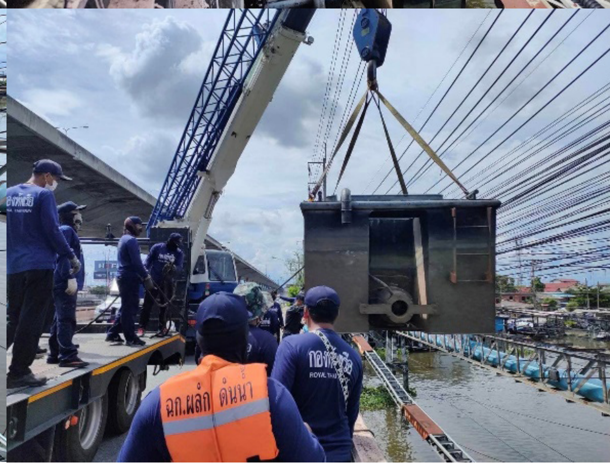
2. การซ่อมทำประเภทอื่น ๆ ในปีงบประมาณ 2566 จำนวน 16 ลำ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การซ่อมทำประเภทซ่อมจำกัด จำนวน 12 ลำ แล้วเสร็จ จำนวน 10 ลำ ได้แก่ ร.ล.ศุกร์ ร.ล.แสมสาร ร.ล.ลาดหญ้า ร.ล.สุริยะ ร.ล.เทพา ร.ล.ถลาง ร.ล.ท่าดินแดง ร.ล.จันทร ร.ล.ราชฤทธิ์ และ ร.ล.สุรินทร์ อยู่ระหว่างดำเนินการ จำนวน 2 ลำ ได้แก่ เรือ ต.993 และ เรือ ต.994

2.2 ประเภทเตรียมเรือไปราชการทัพเรือภาค จำนวน 1 ลำ ได้แก่ ร.ล.จุฬา

2.3 ประเภทสนับสนุนการซ่อมทำ จำนวน 3 ลำ ได้แก่ ร.ล.กระบุรี ร.ล.อ่างทอง และ เรือ ต.115

นอกเหนือจากการซ่อมบำรุงเรือตามแผนแล้ว อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ ยังให้การสนับสนุนเรือผลักดันน้ำตามที่ กองอำนวยการน้ำแห่งชาติ โดยคณะทำงานอำนวยการบริหารจัดการน้ำส่วนหน้าในพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยภาคกลาง ขอรับการสนับสนุนเครื่องผลักดันน้ำจากกองทัพเรือ เพื่อผลักดันน้ำบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันออก โดยจัดตั้งชุดเฉพาะกิจผลักดันน้ำ (ผดน.อจปร.อร.) สนับสนุน พื้นที่อำเภอองค์รักษ์ จังหวัดนครนายก และ พื้นที่อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ



หนึ่งในนโยบายที่สำคัญคือนโยบายด้าน Green Navy และ Green Dockyard พลเรือตรี สถาพร ไล้สุวรรณ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายผลิต อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ พร้อมด้วยนายทหารฝ่ายต่าง ๆ ของอู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ เข้าร่วมรับฟังการบรรยาย และสาธิตเทคโนโลยีการทำงานของเครื่องทำความสะอาดพื้นผิวตัวเรือโดยไม่ใช้ทรายพ่น ซึ่งจะช่วยลดมลภาวะทางอากาศ และลดระยะเวลาในการซ่อมทำเรือที่เข้ารับการซ่อมทำในอู่แห้ง/อู่ลอย จากบริษัทเอเชียน มารีน เซอร์วิสส์ จำกัด (มหาชน)

อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ

ในรอบปีที่ผ่านมา อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ ดำเนินการซ่อมทำเรือทั้งสิ้น 11 ลำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การซ่อมทำต่อเนื่องจากปีงบประมาณ 2565 จำนวน 4 ลำ ดังนี้
   - 1.1 ร.ล.ล่องลม เป็นการซ่อมทำประเภทซ่อมทำคืนสภาพ ดำเนินการซ่อมทำเรียบร้อย
   - 1.2 ร.ล.ปัตตานี เป็นการซ่อมทำประเภทซ่อมทำตามระยะเวลา ดำเนินการซ่อมทำเรียบร้อย
   - 1.3 ร.ล.ตากสิน เป็นการซ่อมทำประเภทซ่อมทำตามระยะเวลา ดำเนินการซ่อมทำเรียบร้อย
   - 1.4 ร.ล.มกุฎราชกุมาร เป็นการซ่อมทำประเภทซ่อมจำกัด ดำเนินการซ่อมทำเรียบร้อย
2. การซ่อมทำเรือตามแผนประจำปีงบประมาณ 2566 จำนวน 3 ลำ ได้แก่
   - 2.1 ร.ล.เจ้าพระยา เป็นการซ่อมทำประเภทซ่อมทำตามระยะเวลา อยู่ระหว่างดำเนินการ
   - 2.2 ร.ล.ทยานชล เป็นการซ่อมทำประเภทซ่อมทำคืนสภาพ อยู่ระหว่างดำเนินการ
   - 2.3 ร.ล.สิมิลัน เป็นการซ่อมทำประเภทซ่อมจำกัดประจำปี อยู่ระหว่างดำเนินการ
3. การซ่อมทำฉุกเฉิน จำนวน 4 ลำ ได้แก่
   - 3.1 ร.ล.บางปะกง ซ่อมทำระบบหางเสือ ดำเนินการซ่อมทำเรียบร้อย
   - 3.2 ร.ล.คำรณสินธุ ซ่อมทำระบบหางเสือ ดำเนินการซ่อมทำเรียบร้อย
   - 3.3 ร.ล.ภูมิพลอดุลยเดช ซ่อมทำระบบ Prairie air ดำเนินการซ่อมทำเรียบร้อย ผลการซ่อมทำสามารถใช้งานระบบ CPP ตามมาตรฐานกรมอู่ทหารเรือได้
   - 3.4 ร.ล.กระบุรี ซ่อมทำใบจักรเพลาซ้าย ดำเนินการซ่อมทำเรียบร้อย



นอกจากนี้ อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ ยังได้ติดตามความก้าวหน้าการดำเนินโครงการก่อสร้างโรงซ่อมบำรุงเรือดำน้ำของกองทัพเรือ ซึ่งถือเป็นโครงการที่สำคัญอีกโครงการหนึ่งของกองทัพเรือ เพื่อเตรียมความพร้อมในการรองรับเรือดำน้ำที่จะเป็นยุทโธปกรณ์สำคัญของกองทัพเรือในอนาคต โดยมีความคืบหน้า (ณ วันที่ 11 ธ.ค.66) ดังนี้

1. โรงซ่อมเรือดำน้ำ (Cover Bert) ขนาด 45 X 117 X 36 เมตร ปริมาณงานเทคอนกรีต ความก้าวหน้า 88.39% งานโครงสร้างเหล็ก ความก้าวหน้า 28%

2. โรงซ่อมชิ้นส่วนประกอบตัวเรือ (Non-pressure Ship Hull Processing Workshop) งานก่อผนังอิฐและงานโครงสร้างเหล็ก ความก้าวหน้า 98%

3. โรงงานแบตเตอรี่ (Battery Shop) งานก่อผนังอิฐ งานโครงสร้างเหล็ก ความก้าวหน้า 87%

4. อาคารเก็บเครื่องมือและชิ้นส่วนอะไหล่ (Stock Place) งานก่อผนังอิฐ งานโครงสร้างเหล็ก ความก้าวหน้า 91%

5. โรงจ่ายไฟฟ้า (Substation) งานกรีดสกัด ฝังท่อระบบไฟฟ้าชั้น 1 และงานติดตั้งท่อร้อยสายระบบไฟฟ้าแสงสว่างชั้น 2

6. โรงผลิตไอน้ำ (Boiler Room) เทคอนกรีตคานชั้น 2 แล้วเสร็จ อยู่ระหว่างถอดค้ำยันแบบท้องคาน

7. ลานสำรวจและตรวจสอบภายนอก (Docking Survey Zone) พื้นที่เคลื่อนย้ายเรือดำน้ำ (Transition Zone) ลานซ่อมเรือภายนอก (Outdoor Berth) และ พื้นที่เก็บกองวัสดุและอุปกรณ์ (Stock Area) งานผูกเหล็กเสริมคอนกรีต FS.2 ความก้าวหน้า 64.73%

8. อาคารทดสอบแรงดึง (Tension Test Rig) กำลังดำเนินการเทคอนกรีตฐานราก

9. อาคารทดสอบแรงดัน (External Pressure Well) กำลังดำเนินการเทคอนกรีตฐานราก

10. เครนสำหรับลานซ่อมเรือภายนอก (Outdoor Granty Crane) กำลังดำเนินการผูกเหล็กคานรับรางเครน งานเทคอนกรีตชั้นที่ 1 ความก้าวหน้า 65%


งานก่อสร้างโรงซ่อมบำรุงเรือดำน้ำพร้อมระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐาน
Submarine Maintenance Facility Project
แบบโครงสร้างเหล็ก
อาคารหลัก
1
2
3
4



ศูนย์พัสดุช่าง กรมอู่ทหารเรือ

ในรอบปีที่ผ่านมา ศูนย์พัสดุช่าง กรมอู่ทหารเรือ ดำเนินการตามแผนปฏิบัติราชการของหน่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามวิสัยทัศน์ของหน่วยที่กำหนดไว้ว่า *“ต้องให้การสนับสนุนพัสดุในการซ่อมทำเรือ ตลอดจนพัสดุสายช่างของ อร. ให้กับผู้ใช้ได้รับพัสดุอย่างถูกต้อง ครบถ้วน ทันตามความต้องการ โปร่งใสและประหยัดงบประมาณ เพื่อตอบสนองภารกิจของ อร. และหน่วยต่าง ๆ”* นอกเหนือจากงานตามแผนปฏิบัติราชการของหน่วยแล้ว ศูนย์พัสดุช่าง กรมอู่ทหารเรือ สามารถดำเนินงานตามแนวนโยบายของผู้บังคับบัญชา ทั้งหน่วยบังคับบัญชา (กรมอู่ทหารเรือ) และหน่วยสายวิทยาการ (กรมพลาธิการทหารเรือ) ได้บรรลุวัตถุประสงค์และเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

บทส่งท้ายรอบปีที่ผ่านมาเพื่อก้าวสู่รอบปีต่อไป

รอบปี 2566 เป็นอีกปีหนึ่งที่กำลังพลของกรมอู่ทหารเรือต้องทำงานอย่างหนักภายใต้งบประมาณที่จำกัดอย่างยิ่ง ความสำเร็จของงานในรอบปีที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงการทุ่มเทแรงกายแรงใจ ความอดทน ความเสียสละ และความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันของกำลังพลของกรมอู่ทหารเรือทุกคน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้สะท้อนวิสัยทัศน์ *“เป็นเลิศในงานซ่อมและสร้างเรือด้วยการบริหารจัดการที่มีคุณภาพ”* ให้เห็นเป็นภาพที่ชัดเจนขึ้น การก้าวเข้าสู่ปี 2567 กรมอู่ทหารเรือก็ยังคงได้รับผลกระทบจากงบประมาณที่จำกัดอยู่เช่นเดิม การซ่อมบำรุงเรือที่มีอายุเพิ่มขึ้นกับงบประมาณที่มีอยู่จำกัด ถือเป็นความท้าทายอันยิ่งใหญ่ที่กำลังพลทุกคนของกรมอู่ทหารเรือจะต้องร่วมแรงกาย แรงใจ และพลังสมอง เพื่อฝันฝ่าอุปสรรคต่าง ๆ นานา ที่รออยู่ตรงหน้าไปด้วยกัน เพราะทุกสิ่ง ทุกอย่างที่เราชาวกรมอู่ทหารเรือพร้อมใจร่วมกันทำนั้น *“เราทำให้พร้อมรบ”*

กิจกรรมและงานโครงการตามนโยบาย ทร.ที่สำคัญ

เจ้ากรมอู่ทหารเรือและคณะนายทหารชั้นผู้ใหญ่ ร่วมลงนามถวายพระพร ถวายแจกันดอกไม้และลงนามถวายพระพร สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าพัชรกิติยาภา นเรนทิราเทพยวดี กรมหลวงราชสาริณีสิริพัชร มหาวัชรราชธิดา ขอให้ทรงหายจากพระอาการประชวรโดยเร็ว ณ ชั้น 1 อาคารภูมิสิริมังคลานุสรณ์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

ข้าราชการ พนักงานราชการ และลูกจ้าง กรมอู่ทหารเรือ พร้อมใจถวายความจงรักภักดี โดยเข้าร่วมพิธีเจริญพระพุทธมนต์ ถวายพระพรชัยมงคลแด่ สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าพัชรกิติยาภา นเรนทิราเทพยวดี กรมหลวงราชสาริณีสิริพัชร มหาวัชรราชธิดา ให้ทรงหายจากพระอาการประชวรโดยเร็ว

ตามที่ ผู้บัญชาการทหารเรือ ได้กรุณามีดำริให้ พลเรือโท ธิติ นาวานุเคราะห์ เจ้ากรมอู่ทหารเรือ ร่วมให้การสนับสนุน Top Radio 93.5 จัดกิจกรรม “โครงการพาน้องตาบอดผู้พิการซ้ำซ้อนเที่ยวทะเล” จากโรงเรียนบ้านเด็กรามอินทรา เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ณ หาดน้ำใส หน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ระหว่างวันที่ 15 - 17 พฤศจิกายน 2566 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเสริมสร้างโอกาสให้แก่เด็กด้อยโอกาส และแบ่งปันน้ำใจ ได้รับประสบการณ์จากกิจกรรมการเรียนรู้และสันทนาการและในวันที่ 17 พฤศจิกายน 2566 เจ้ากรมอู่ทหารเรือ พร้อมด้วยนายทหารชั้นผู้ใหญ่ และกำลังพลกรมอู่ทหารเรือ ร่วมส่งน้อง ๆ และคณะครู เดินทางกลับโดยสวัสดิภาพ สร้างความประทับใจให้กับทุก ๆ คน ด้วยความสุขใจ

พลเรือโท ธิติ นาวานุเคราะห์ เจ้ากรมอู่ทหารเรือ เป็นประธานการจัดกิจกรรมบำเพ็ญสาธารณประโยชน์ การบริจาคโลหิต เนื่องในวันคล้ายวันสถาปนา กรมอู่ทหารเรือ และได้เดินทางมาตรวจเยี่ยมกำลังพลจิตอาสา และกำลังพลกรมอู่ทหารเรือ เพื่อเป็นขวัญและกำลังใจให้กับกำลังพล พร้อมด้วยผู้บังคับบัญชาระดับสูง นายทหารชั้นผู้ใหญ่ เข้าร่วมกิจกรรมบริจาคโลหิต ณ โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ กรมแพทย์ทหารเรือ ตำบลพลูตาหลวง อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

พลเรือโท ธิติ นาวานุเคราะห์ เจ้ากรมอู่ทหารเรือ เป็นประธานในการจัดอบรม การดำรงชีพในทะเลเบื้องต้น ของกรมอู่ทหารเรือ รุ่นที่ 1 ระหว่างเวลา 0830 - 1630 พร้อมด้วยผู้บังคับบัญชาระดับสูง นายทหารชั้นผู้ใหญ่ และกำลังพล กรมอู่ทหารเรือ เข้าร่วมอบรม โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มพูนทักษะในการดำรงชีพในทะเล สำหรับกำลังพลที่ต้องปฏิบัติงาน ในทะเล และใช้ในชีวิตประจำวัน ณ สระว่ายน้ำ อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ เมื่อ 25 ต.ค.66

กรมอู่ทหารเรือ ดำเนินการตามนโยบายผู้บัญชาการทหารเรือ ในการฝึกอบรมภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติให้แก่กำลังพลของกรมอู่ทหารเรือ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มทักษะและความรู้ในการกู้ฟื้นคืนชีพขั้นพื้นฐานและการปฐมพยาบาลสามารถปฏิบัติการช่วยชีวิตกำลังพลหรือประชาชนที่กำลังประสบเหตุในกรณีฉุกเฉินได้ เพื่อเพิ่มโอกาสรอดชีวิตให้แก่ผู้ประสบเหตุได้อย่างทันท่วงที








จิตอาสา เราทำความดีด้วยหัวใจ




พลเรือตรี ศักดิ์ชัย อนันตชัย ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายแผน อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ และ พลเรือตรี สถาพร ไล้สุวรรณ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายผลิต อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ ร่วมพิธีเปิดกิจกรรม โครงการจิตอาสาพระราชทาน "เราทำความ ดี ด้วยหัวใจ" เนื่องในวันนวมินทรมหาราช โดยมี พลเรือเอก อะดุง พันธุ์เอี่ยม ผู้บัญชาการทหารเรือ เป็นประธานในพิธีเปิดกิจกรรม บริเวณหน้าตึกกองบังคับการ กองทัพเรือ (พื้นที่วังนันทอุทยาน) วัดชิโนรสารามวรวิหาร และวัดครุฑ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร


พลเรือตรี สันติ มนต์วิเศษ ผู้อำนวยการอู่ทหารเรือธนบุรี กรมอู่ทหารเรือ พร้อมด้วยคณะทำงานจิตอาสา จัดกิจกรรมจิตอาสา บำเพ็ญสาธารณประโยชน์ เนื่องในวันคล้ายวันสวรรคต พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศรมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร

อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ จัดกิจกรรมบำเพ็ญสาธารณประโยชน์ เนื่องในวันนวมินทรมหาราช โดยการตัดแต่งต้นไม้เพื่อปรับปรุงภูมิทัศน์ รื้อถอนสิ่งปลูกสร้างที่ชำรุด ทำความสะอาดรอบบริเวณโรงเรียนบ้านขุนสมุทรไทย ตำบลนาเกลือ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ เข้าร่วมกิจกรรม เนื่องในวันคล้ายวันพระบรมราชสมภพ พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร วันชาติ และวันพ่อแห่งชาติ 5 ธันวาคม 2566 โดยร่วมกันทำความสะอาดบริเวณหน้าพระพุทธรูปแกะสลักหน้าผาเขาชีจรรย์ ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ พร้อมด้วยกำลังพลจิตอาสาและกำลังพลกรมอู่ทหารเรือ เข้าร่วมกิจกรรม “พัฒนาเมืองสะอาด จังหวัดชลบุรี” โดยร่วมกับส่วนราชการ นายกเทศมนตรี และประชาชนในพื้นที่ช่วยกันทำความสะอาด และจัดเก็บขยะ บริเวณโรงเรียนวัดนาจอมเทียน ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

กรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ พร้อมด้วยกำลังพลจิตอาสาและกำลังพลกรมอู่ทหารเรือเข้าร่วมกิจกรรมจิตอาสา “เราทำความ ดี ด้วยหัวใจ”เนื่องในวันคล้ายวันสวรรคตพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว โดยร่วมกับหน่วยงานราชการต่าง ๆ และประชาชนในพื้นที่ ร่วมกันปรับปรุงภูมิทัศน์ ทำความสะอาดโดยรอบลานจอดเฮลิคอปเตอร์ วัดญาณสังวรารามวรมหาวิหาร ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

การรับรองเครื่องยนต์ดีเซล
สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำ

นาวาเอก นพดล ตันวัฒนะ
รองผู้อำนวยการกองแผนและประมาณการช่าง
อู่ทหารเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอู่ทหารเรือ

บทคัดย่อ

เมื่อเปรียบเทียบเรือผิวน้ำกับเรือดำน้ำจะเห็นว่าเรือดำน้ำมีความเสี่ยงสูงในการออกปฏิบัติการในทุกมิติทั้งในด้านข้อจำกัดในการนำเรือ ข้อจำกัดด้านคุณสมบัติของวัสดุโครงสร้างตัวเรือที่ต้องอยู่ภายในสภาวะกำลังดันสูง และข้อจำกัดที่สภาพแวดล้อมเป็นแบบปิด ดังนั้นเครื่องจักรกล/อุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือดำน้ำ จึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการออกแบบและทดสอบที่เหมาะสม เพื่อให้มีความปลอดภัยในทุกมิติที่เรือดำน้ำต้องเผชิญ ที่ผ่านมาองค์ความรู้ในการออกแบบและตรวจสอบความปลอดภัยของเรือดำน้ำ จะอยู่กับประเทศหรือกลุ่มประเทศที่มีเรือดำน้ำใช้งานแล้วมาอย่างยาวนาน แต่ด้วยปัจจุบันการต่อเรือดำน้ำได้กลายเป็นอุตสาหกรรมทางทหาร ซึ่งมีการแข่งขันสูงขึ้น สมาคมจัดชั้นเรือ (Classification society) ซึ่งเป็นองค์กรที่มีบุคลากรทางด้านเทคนิคและมีความเชี่ยวชาญในการออกแบบเรือ และการตรวจสอบเพื่อให้การรับรองความปลอดภัยเรือ ได้มีการจัดทำมาตรฐานสำหรับเรือดำน้ำขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดทั้งในส่วนตัวเรือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเรือดำน้ำ ภายใต้มาตรฐานทั้งจากประเทศที่มีเทคโนโลยีในการต่อเรือดำน้ำมาอย่างยาวนาน รวมถึงมาตรฐานของสมาคมจัดชั้นเรือ การพัฒนาเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับใช้งานในเรือดำน้ำจะต้องได้รับรองว่าสามารถใช้งานในเรือดำน้ำได้ (Certificatedapproval) ก่อนจะนำสู่สายการผลิตต่อไป ขั้นตอนการรับรองเริ่มต้นจากพิจารณาการออกแบบให้มีความปลอดภัยและเหมาะสมกับการใช้งานในเรือดำน้ำ ที่ต้องอยู่ในสภาพขีดจำกัดในด้านต่าง ๆ (หมายรวมถึงการออกแบบเชิงวิศวกรรมของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ พร้อมขีดจำกัดของวัสดุที่เลือกใช้) ให้มีระบบการป้องกันอันตราย หากว่ามีความผิดปกติต่อเครื่องยนต์ดีเซล จากนั้นจึงเป็นขั้นตอนในส่วนของการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลบนแท่นทดสอบ (Type test) ซึ่งแท่นทดสอบสำหรับ Type test จะมีการออกแบบให้สามารถจำลองสภาวะการใช้งานของเครื่องยนต์ในเรือดำน้ำในสภาวะขีดจำกัดต่าง ๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน หากเครื่องยนต์ดีสามารถผ่านกระบวนทดสอบต่าง ๆ ก็จะได้รับการรับรองให้สามารถใช้งานในเรือดำน้ำได้ ในขั้นนี้ได้นำเสนอตัวอย่างการทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลบนแท่นทดสอบ ซึ่งเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการทดสอบ Type test จริง ของเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับใช้งานในเรือดำน้ำ โดยมีจุดประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นขั้นตอนการทดสอบและการจำลองสภาวะการใช้งานเครื่องยนต์ดีเซลในเรือดำน้ำ

บทนำ

ระบบขับเคลื่อนของเรือดำน้ำที่มีใช้งานอย่างแพร่หลาย คือ ระบบ Diesel electric propulsion ซึ่งเป็นระบบที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อชาร์จแบตเตอรี่เมื่อเรือดำน้ำอยู่ในลักษณะ Surface and snorkeling condition และในสภาวะนี้นอกจากชาร์จแบตเตอรี่แล้ว เครื่องไฟฟ้าทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ระบบขับเคลื่อนและอุปกรณ์อื่น ๆ (Hotel load) ในเรือด้วยเช่นกัน ส่วนแบตเตอรี่จะทำหน้าที่กักเก็บพลังงานไฟฟ้า เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ระบบขับเคลื่อนและอุปกรณ์อื่น ๆ ในเรือเมื่อเรือดำน้ำอยู่ในสภาวะการดำ [1] เครื่องยนต์ดีเซลขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในเรือดำน้ำมีสภาพแวดล้อมที่ต่างจากเรือผิวน้ำ ในสภาวะ Surface and snorkeling condition ของเรือดำน้ำ เครื่องยนต์ดีเซลต้องเดินในสภาพที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวน้ำทะเล โดยมีปลายท่ออากาศดีพ้นน้ำและ ปลายท่อแก๊สเสียอยู่ต่ำกว่าระดับผิวน้ำทะเล นอกจากนี้เรือดำน้ำยังมีโอกาสเกิดการเคลื่อนที่ในมุมเอียงต่าง ๆ ที่มากกว่าเรือผิวน้ำ ลักษณะเช่นนี้ จึงทำให้มีผลกระทบต่อขีดสมรรถนะและความทนทานของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำ จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบและทดสอบให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการใช้งาน ในส่วนนี้จึงได้นำเอาแนวคิดในการพัฒนาเครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำ มาตรฐานของ Bureau Veritas สำหรับการออกแบบและการทดสอบเพื่อรับรอง Type test เครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำมานำเสนอตามลำดับ

แนวคิดในการพัฒนาเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ที่มีใช้งานในเรือดำน้ำส่วนใหญ่แล้วเป็นเครื่องยนต์ที่ได้รับการพัฒนามาจากเครื่องยนต์ที่มีการใช้งานในเรือผิวน้ำ โดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องยนต์จะเลือกเครื่องยนต์ของเรือผิวน้ำที่ผ่านการใช้งานจนเป็นที่แพร่หลายและได้รับการยอมรับในด้านสมรรถนะและความปลอดภัย ตารางที่ 1 เป็นตัวอย่างของเครื่องยนต์ที่ใช้งานในเรือดำน้ำที่มีการพัฒนามาจากเครื่องยนต์เรือผิวน้ำ เครื่องยนต์ที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นเครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำ คือ เป็นเครื่องยนต์ดีเซลเพราะน้ำมันดีเซลมีความเสี่ยงต่อการลามไฟน้อยกว่าน้ำมันเบนซิน เป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ เพราะเงียบกว่าเครื่องยนต์ 2 จังหวะ เป็นเครื่องยนต์จัดเรียงสูบแบบวี (V-type) เพราะการจัดเรียงแบบวี ทำให้เครื่องยนต์มี power/weight ratio ที่สูงกว่าการจัดเรียงแบบ in-line เป็นเครื่องยนต์ที่มีระบบอัดอากาศแบบเทอร์โบชาร์จ (Turbo Charge) เพราะเป็นระบบที่รองรับขีดจำกัดกำลังดันด้านอากาศดีเข้าเครื่องได้ดี จากตารางจะเห็นว่าเครื่องยนต์หลังจากที่พัฒนาเพื่อใช้งานกับเรือดำน้ำแล้ว จะมีการลดกำลังใช้งานของเครื่องยนต์ (Rated power) เพื่อชดเชยขีดจำกัดกำลังดันของอากาศดีและแก๊สเสียที่เกิดขึ้น แม้ว่าเครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำจะได้รับการพัฒนาจากเครื่องยนต์เรือผิวน้ำที่ได้ผ่านการใช้งานมาอย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับแล้วก็ตาม แต่การพัฒนาและปรับระบบต่าง ๆ ของเครื่องทำให้พิจารณาว่าคุณลักษณะและวัตถุประสงค์การใช้งานต่างไปจากเดิม จึงจำเป็นที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์จะต้องขอรับรองเครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำใหม่ให้สอดคล้องกับการใช้งาน เทคโนโลยีเรือดำน้ำถูกจำกัด อยู่ในกลุ่มประเทศที่มีความก้าวหน้าทางทหาร มาตรฐานการรับรองเครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำ จึงมีใช้งานในประเทศที่มีประสบการณ์ต่อเรือดำน้ำมาอย่างยาวนานหรือกลุ่มประเทศที่มีข้อตกลงร่วมกัน ทั้งนี้ในส่วนของสมาคมจัดชั้นเรือ (Classification Society) ปัจจุบันมีการพัฒนามาตรฐานเพื่อตรวจสอบและรับรองเรือดำน้ำแล้ว โดยจะขอกล่าวต่อไปในส่วนของการทดสอบ Type test เครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำ

ตารางที่ 1 ตัวอย่างเครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำที่พัฒนาจากเครื่องยนต์เรือผิวน้ำ

ลำดับ	รหัสเครื่องยนต์เรือผิวน้ำ	รหัสเครื่องยนต์เรือดำน้ำ
1	MTU 16V396TE94 กำลัง 2,000kW	MTU 16V396SE84 กำลัง 1,000kW
2	Pielstick 12PA4-200 กำลัง 1,790kW	Pielstick 12PA4-200SM กำลัง 1,0930kW

การรับรองเครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำ

เรือเดินสมุทรโดยทั่วไปจะต้องมีการออกแบบและซ่อมบำรุงรักษาให้เป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมจัดชั้นเรือ เพื่อเป็นการรับรองว่าเรือมีความปลอดภัยและพร้อมใช้งานในทะเล (Seaworthiness) ซึ่งทางสมาคมจัดชั้นเรือที่เจ้าของเรือไปขึ้นทะเบียนไว้จะเป็นผู้ตรวจสอบและออกหนังสือรับรอง แต่สำหรับเรือรบ โดยหมายรวมถึงเรือดำน้ำด้วย มีข้อยกเว้นโดยไม่จำเป็นต้องขึ้นทะเบียนกับสมาคมจัดชั้นเรือ ประเทศหรือ กลุ่มประเทศที่มีความก้าวหน้าทางทหาร จะมีมาตรฐานในการควบคุมและตรวจสอบความปลอดภัยของเรือ/ยานรบเอง เช่น กลุ่ม NATO แต่ด้วยปัจจุบันที่การต่อเรือรบเป็นการแข่งขันด้านอุตสาหกรรมทางทหาร การต่อเรือรบจึงมีการออกแบบและปฏิบัติตามข้อกำหนดและมาตรฐานของสมาคมจัดชั้นเรือด้วยเช่นกัน ซึ่งในปัจจุบันก็มีสมาชิกของสมาคมจัดชั้นเรือในหลายประเทศที่จัดทำมาตรฐานเฉพาะสำหรับเรือรบ (NavalRule) ขึ้น โดยในส่วนของเรือดำน้ำจะขอนำตัวอย่างของ Bureau Veritas (BV) ที่ได้มีการจัดทำมาตรฐานสำหรับเรือดำน้ำ (Rules for the Classification of Naval Submarine)

1. มาตรฐานสำหรับเครื่องยนต์ใช้งานในเรือดำน้ำ ของ Bureau Veritas (BV)

BV กำหนดมาตรฐานของเครื่องยนต์ใช้งานในเรือดำน้ำใน Part D-System Section 2 Diesel Engines and Related Compressors [2] โดยการขอรับรองเครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำ สามารถดำเนินการได้ใน 2 ลักษณะ คือ 1. เครื่องยนต์ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Engines driving electric generators) 2. เครื่องยนต์ที่ใช้สำหรับงานอื่นในเรือดำน้ำ (Other engines installed on board will be reviewed on case by case basis) ซึ่งในการพิจารณาประเภท/รุ่นของเครื่องยนต์สำหรับใช้งานในเรือดำน้ำ BV มีเกณฑ์ ในการพิจารณาดังนี้

1.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ (Cylinder Diameter)

1.2 ระยะช่วงชักของลูกสูบ (Piston Stroke)

1.3 ลักษณะการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ (Direct or Indirect)

1.4 ประเภทของน้ำมันเชื้อเพลิง (Liquid, gaseous or dual-fuel)

1.5 ลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ (4-stroke, 2-stroke)

1.6 ระบบอากาศดี (Naturally aspirated or supercharged)

1.7 กำลังต่อเนื่องสูงสุดต่อสูบ (Maximum continuous power per cylinder)

1.8 ลักษณะของการอัดอากาศดี (Pulsating system or constant pressure system)

1.9 ระบบการดับความร้อนอากาศดี (Charging air cooling system)

1.10 การจัดเรียงสูบ (In-line or V-type)

ทั้งนี้การรับรองเครื่องยนต์ที่มีการพัฒนาปรับปรุงขึ้นจากรุ่น/ประเภทเดิม ที่เคยได้รับการรับรองไปแล้ว (Type approval certificate) ไว้แล้ว หากปรากฏว่าเครื่องยนต์ที่พัฒนานั้นไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุง จนทำให้รายละเอียดของรุ่น/ประเภทที่ได้กล่าวในข้างต้น เปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด BV จะยังคงให้การรับรองเครื่องยนต์นั้น แต่ผู้ผลิตต้องแสดงรายละเอียดส่วนที่มีการพัฒนาปรับปรุงให้ตรวจสอบ

ตามข้อกำหนดของ BV เครื่องยนต์ดีเซลใช้งานในเรือดำน้ำ (ต่อไปจะใช้คำว่า "เครื่องยนต์เรือดำน้ำ") จะต้องสามารถจ่ายภาระสูงสุด (Maximum Continuous Power) ได้ทั้งในสภาวะการใช้งานเครื่องยนต์เมื่อเรือดำน้ำใช้งานในลักษณะ Surface Condition และในลักษณะ Snorkel Condition ในลักษณะของ Surface Condition ตัวเรือด้านบนของเรือดำน้ำยังอยู่เหนือผิวน้ำ ท่ออากาศดีและท่อแก๊สเสียของเครื่องยนต์ยังอยู่เหนือผิวน้ำ ส่วนลักษณะ Snorkel Condition ตัวเรือของเรือดำน้ำ จะอยู่ใต้น้ำแต่จะมีท่อรับอากาศดี ยื่นพ้นจากผิวน้ำ ปลายท่อแก๊สเสียของเครื่องยนต์จะอยู่ใต้น้ำ ในลักษณะการใช้งานของเครื่องยนต์เรือดำน้ำ ทำให้มีกำลังดันด้านอากาศดีต่ำกว่ากำลังดันบรรยากาศ ส่วนกำลังดันของแก๊สเสียสูงกว่ากำลังดันบรรยากาศ ซึ่งด้วยขีดจำกัดนี้ BV จึงได้กำหนดมาตรฐานสภาวะแวดล้อมที่เครื่องยนต์เรือดำน้ำจะต้องสามารถใช้งานได้ ดังนี้

สภาวะ Surface Condition

กำลังดันด้านอากาศดี 950mbar (ณ ตำแหน่งก่อน Turbo charger หรือ Compressor)

กำลังดันด้านแก๊สเสีย 1,100mbar (ณ ตำแหน่งหลัง Turbo charger หรือ Turbine)

ความชื้นสัมพัทธ์ 80%

สภาวะ Snorkel Condition

กำลังดันด้านอากาศดี 900mbar (ณ ตำแหน่งก่อน Turbo charger หรือ Compressor)

กำลังดันด้านแก๊สเสีย 1,600mbar (ณ ตำแหน่งหลัง Turbo charger หรือ Turbine)

ความชื้นสัมพัทธ์ 80%

การกำหนดมาตรฐานสภาวะแวดล้อมสำหรับการใช้งานของเครื่องเรือดำน้ำ เพื่อให้มั่นใจว่าขีดสมรรถนะของเครื่องยนต์เรือดำน้ำสามารถตอบสนองการใช้งานในสภาวะของเรือดำน้ำได้ ซึ่งหากเป็นกรณีเครื่องยนต์เรือผิวน้ำกำลังดันด้านอากาศดีและแก๊สเสียจะพิจารณาที่กำลังดันบรรยากาศ (0.1Mpa) ความชื้นสัมพัทธ์ 60% [3]

2. ขั้นตอนการรับรองเครื่องยนต์ใช้งานในเรือดำน้ำของ BV

2.1 การตรวจสอบเอกสารด้านการออกแบบของเครื่องยนต์เรือดำน้ำ ครอบคลุมตั้งแต่รายการคำนวณความแข็งแรงของชิ้นส่วนต่าง ๆ คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ (คุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติทางกล) ขั้นตอนในการขึ้นรูป (Machining) และถ้าหากการออกแบบชิ้นส่วนมีการขึ้นรูปด้วยการเชื่อมประสาน จะต้องมีการตรวจสอบขั้นตอนเชื่อมประสาน (Welding) ด้วย การตรวจสอบระบบควบคุมเครื่องยนต์รวมถึงเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่กับเครื่องยนต์ การตรวจสอบคุณลักษณะการทำงานของระบบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ เช่น ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบน้ำมันหล่อลื่น ระบบเริ่มเดิน ระบบแก๊สเสีย โดยจะมีการตรวจสอบให้มั่นใจว่าระบบต่าง ๆ สามารถทำงานตอบสนองการใช้งานของเครื่องยนต์ใช้งานในเรือดำน้ำได้ ในส่วนนี้ขอนำเกณฑ์ที่สำคัญสำหรับการตรวจสอบรายละเอียดการออกแบบชิ้นส่วนรวมถึงระบบการทำงานของเครื่องยนต์เรือดำน้ำตามมาตรฐานของ BV รายละเอียดตามตารางที่ 2

ลำดับ	รายการ	การตรวจสอบ
1.	เพลาข้อเหวี่ยง	1. ต้องเป็นโลหะเหล็กขึ้นรูปด้วยการตีขึ้นรูป (Forged steels) 2. ต้องมีคุณสมบัติทางกล Tensile strength 2.1 Cast alloyed steel ต้องมีความแข็งแรง (tensile strength) 400-700N/mm^2 2.2 Cast carbon steel ต้องมีความแข็งแรง (tensile strength) 400-560N/mm^2
2.	เสื้อสูบ	1. ต้องออกแบบให้มีช่องตรวจ (Door) ที่มีความแข็งแรงและมีระบบล็อกที่แน่นหนา 2. กรณีที่เครื่องยนต์เรือดำน้ำมีระบบดูดอากาศภายในเสื้อสูบ (Extraction of gases) กำลังดันอากาศต้องมีกำลังสุญญากาศ (Vacuum) ไม่เกิน 2.5x10^{-4}MPa 3. กรณีที่มีเครื่องยนต์เรือดำน้ำมากกว่า 1 เครื่อง ติดตั้งในห้องเดียวกัน จะต้องทำการแยกท่อระบบระบายอากาศในเสื้อสูบให้อิสระต่อกัน 4. ต้องมีระบบการเตือนหากกรณีเกิดความร้อนสูงภายในเสื้อสูบ เพื่อป้องกันการเปิดช่องตรวจ (Door) ในขณะที่ภายในเสื้อสูบมีความร้อนสูง 5. กรณีที่เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบเกิน 200 mm หรือมีปริมาตรภายในเสื้อสูบเกิน 0.6 m^3 ต้องมีการติดตั้งลิ้นผ่อนกำลังภายในเสื้อสูบ (Crankcase explosion relief valves) 5.1 ลิ้นผ่อนกำลังดันต้องออกแบบให้สามารถเปิดสุด เพื่อระบายกำลังดันภายในเสื้อสูบเมื่อกำลังดันภายในสูงสุด 0.02MPa 5.2 ลิ้นผ่อนกำลังดันต้องมีคุณสมบัติในการดักเปลวไฟ (Flame arrester) สู่ภายนอก
3.	ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง	1. ต้องออกแบบให้มีลิ้นผ่อนกำลังดัน (Relief Valve) เพื่อระบายกำลังดันส่วนเกินจากช่องทางส่ง (Delivery side) กลับเข้าช่องทางดูด (Suction) 2. ระบบกรองต้องออกแบบให้สามารถทำความสะอาดได้โดยที่ไม่ต้องทำการเลิกเครื่องยนต์ (Uninterrupted Supply of filter fuel oil) 3. ท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงระหว่างปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูงกับหัวฉีดต้องเป็นท่อที่มีระบบป้องกันการรั่วไหล (Shielded piping system capable of containing fuel from a high pressure line failure) โดยต้องออกแบบให้มีส่วนรองรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่เกิดการรั่วไหลพร้อมระบบเตือนเมื่อมีการรั่วไหลเกิดขึ้น

ลำดับ	รายการ	การตรวจสอบ
		4. กรณีที่มีระบบท่อสำหรับระบายน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหลือ (Fuel oil return) โดยมีกำลังดันน้ำมันภายในท่อระบายเกิน 2MPa ระบบท่อระบายจะต้องได้รับการป้องกันเหมือนกับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังดันสูง
4.	ระบบ น้ำมันหล่อลื่น	1. ต้องออกแบบให้มีลิ้นผ่อนกำลังดัน (Relief Valve) เพื่อระบายกำลังดันส่วนเกินจากช่องทางส่ง (Delivery side) กลับเข้าช่องทางดูด (Suction) 2. ระบบกรองต้องออกแบบให้สามารถทำความสะอาดได้โดยที่ไม่ต้องทำการเลิกเครื่องยนต์ (Uninterrupted Supply of filter lubricating oil) 3. สำหรับเครื่องยนต์เรือดำน้ำที่มีกำลังตั้งแต่ 37kW ขึ้นไป ต้องมีการออกแบบระบบให้ทำการเตือนทั้งในระบบเสียงและแสง (Audible and visual warning) ในกรณีกำลังดันของระบบน้ำมันหล่อลื่นลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ทำงานของเครื่องยนต์
5.	ระบบเริ่มเดิน	1. ต้องออกแบบระบบกักเก็บลมอัดที่มีความจุ (Air supply storage capacity) เพียงพอต่อความต้องการดังต่อไปนี้โดยไม่ต้องมีการอัดลมเพิ่มเติม 1.1 สามารถทำการดำจากสภาวะ Surface condition สู่การดำแบบ Snorkel condition ได้ 2 วงรอบ โดยกำลังดันภายในถังเก็บต้องไม่ต่ำกว่า 10Mpa 1.2 กำลังดันที่เหลือตามข้อ 1.1 ต้องเพียงพอต่อการเริ่มเดินเครื่องยนต์เรือดำน้ำแต่ละเครื่องได้ไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง ต่อเนื่องกัน 2. กรณีที่มีเครื่องยนต์ติดตั้งมากกว่า 1 เครื่อง ในพื้นที่เดียวกัน จะต้องออกแบบให้อุปกรณ์ระบบเริ่มเดินของแต่ละเครื่องทำงานแยกอิสระต่อกัน 3. กรณีจะเริ่มเดินเป็นแบบใช้ลมอัดที่ลูกสูบโดยตรง จะต้องออกแบบให้สามารถป้องกันอันตรายจากการระเบิดย้อน (Backfire) หรือลักษณะการระเบิดอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในระบบท่อลมเริ่มเดิน (Internal explosion in the starting air pipes) โดยกำหนดให้ต้องมีการออกแบบ ดังนี้ 3.1 ติดตั้งลิ้นกันกลับ (Isolating non-return valve) ในท่อลมเริ่มเดินที่เชื่อมต่อกับเครื่องยนต์ทุกเครื่องในเรือ 3.2 กรณีเครื่องยนต์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบมากกว่า 230 มม. ให้ติดตั้งอุปกรณ์ดักเปลวไฟ (Bursting disc or flame arrester) ณ ตำแหน่งลิ้นลมเริ่มเดินของทุกสูบ

ลำดับ	รายการ	การตรวจสอบ
6.	ระบบควบคุมเครื่องจักร	1. ระบบควบคุมสำหรับเครื่องยนต์เรือดำน้ำกรณีขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องออกแบบให้สามารถควบคุมรอบเครื่องยนต์ไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน 10% (Transient speed variations) ของความเร็วรอบใช้งาน เมื่อมีการรับภาระหรือปลดภาระทันที (Suddenly thrown off or specific loads are suddenly thrown on) 2. ที่ทุกย่านของการรับภาระระหว่างภาระที่พิกัดทำงาน (Rated power) และไม่ได้รับภาระ (No load) ระบบควบคุมต้องสามารถควบคุมความเร็วรอบไม่เปลี่ยนแปลงให้เกิน 5% ของความเร็วรอบใช้งาน 3. กรณีที่ภาระถูกปลดออกอย่างกะทันหัน (Suddenly thrown off) จากสถานการณ์จ่ายภาระที่พิกัดทำงาน (Rated power) ระบบควบคุมต้องสามารถควบคุมให้รอบเครื่องยนต์กลับเข้าสู่สภาวะรอบคงที่ (Steady state) ภายในเวลา 5 วินาที 4. ต้องมีระบบเลิกเครื่องยนต์ฉุกเฉินด้วยมือ (Manual command) โดยต้องติดตั้งระบบเลิกเครื่องยนต์ฉุกเฉิน ณ บริเวณที่มีการควบคุมเครื่องยนต์ 5. กรณีที่เครื่องยนต์มีกำลังเกิน 220kW ต้องมีการติดตั้งระบบป้องกันความเร็วรอบเครื่องยนต์สูงเกินเกณฑ์ (Over speed) โดยต้องป้องกันไม่ให้เครื่องยนต์มีความเร็วรอบสูงเกิน 15% ของความเร็วรอบทำงาน โดยระบบป้องกันนี้จะต้องสั่งหยุดเครื่องแบบอัตโนมัติเมื่อความเร็วรอบสูงเกินเกณฑ์
7.	Decompression valve	1. ต้องออกแบบให้สามารถทำการปิด-เปิด จากระยะไกลได้ (Remotely open and close)
8.	ระบบแก๊สเสีย	1. ระบบแก๊สเสียต้องมีการลดอุณหภูมิ โดยต้องไม่ให้อุณหภูมิของท่อแก๊สเสียเกิน 220 °C

2.2 การทดสอบเครื่องยนต์เพื่อให้การรับรองเครื่องยนต์ (Type test)

การทดสอบเครื่องยนต์บนแท่นทดสอบหรือเรียกว่า "Type test" เพื่อประเมินขีดสมรรถนะของเครื่องยนต์และพิจารณาคุณสมบัติเฉพาะ (Specification) ของเครื่องยนต์ เช่น ประสิทธิภาพ อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราความสิ้นเปลืองน้ำมันหล่อลื่น ในกรณีที่ผู้ผลิตเครื่องยนต์เรือดำน้ำขอให้ BV รับรองในลักษณะของเครื่องยนต์เรือดำน้ำที่มีสายการผลิต (Mass produced engines) ซึ่งมีการควบคุมขั้นตอนการผลิตในลักษณะเดียวกัน ผู้ผลิตเครื่องยนต์สามารถทำการทดสอบเครื่องยนต์เรือดำน้ำเพียง 1 เครื่อง เพื่อขอให้ BV รับรองเครื่องยนต์เรือดำน้ำรุ่น/ประเภทนั้นได้ โดย BV สามารถทำการสุ่มเลือกเครื่องยนต์จากสายการผลิตเพื่อทำการทดสอบได้ทั้งนี้การให้ BV รับรองเครื่องยนต์ในลักษณะสายการผลิตนั้น BV กำหนดให้ผู้ผลิตต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านวัสดุและการเชื่อมประสาน (Material and welding) ของ BV ด้วย [4]

2.2.1 การทดสอบเครื่องยนต์เรือดำน้ำต่อหน้าเจ้าหน้าที่ของ BV (Type approval test) เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบขีดสมรรถนะของเครื่องยนต์เรือดำน้ำ โดยมีตารางการทดสอบ (Program of the type test) ดังนี้

1) ทำการทดสอบที่กำลังสูงสุด (Maximum continuous power) ที่ความเร็วรอบใช้งาน ระยะเวลา 80 ชม.

2) ทำการทดสอบที่ภาระ 110% (110% of Maximum continuous power) เป็นระยะเวลา 8 ชม.

3) ทำการทดสอบที่ภาระ 25% 50% 75% และ 90% ของกำลังสูงสุด (Maximum continuous power) เป็นระยะเวลา 10 ชม.

4) ทำการทดสอบแบบภาระกระชาก (at intermittent loads) เป็นระยะเวลา 2 ชม.

5) การทดสอบการเริ่มเดินในสภาวะต่าง ๆ (Start tests)

6) กรณีเครื่องยนต์เรือดำน้ำกลับทางหมุนได้ ให้ทำการทดสอบเดินกลับทางหมุน (Reverse running for direct reversing engines)

7) การทดสอบระบบควบคุมเครื่องยนต์ พร้อมกับทดสอบการทำงานระบบป้องกันอันตรายเมื่อกำลังดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าเกณฑ์ (Testing of speed governor, over speed device and lubricating oil system failure alarm device)

8) ทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์เรือดำน้ำเมื่อเทอร์โบชาร์จเจอร์ชำรุด 1 ตัว (one turbocharger out of action)

9) กรณีเครื่องยนต์เรือดำน้ำจะใช้เป็นเครื่องยนต์ขับเครื่องจักรช่วย ให้ทำการทดสอบการทำงานหาความเร็วรอบต่ำสุดเมื่อไม่มีการรับภาระของเครื่องยนต์ (Testing at the minimum speed with no brake load)

รูปแบบการทดสอบในข้างต้น (Program of the type test) ให้จัดกลุ่มเป็นวงรอบการทดสอบ (Cycle) โดยให้ทำซ้ำจนครบตามที่กำหนด ซึ่งโดยทั่วไปการทดสอบการทำงานเกินภาระสูงสุด (110%) ควรจัดให้เป็นการทดสอบท้ายสุดของแต่ละวงรอบการทดสอบ นอกจากนี้การทดสอบภาระที่เป็นขั้นตามข้อ ๓) กรณีที่เป็นเครื่องยนต์ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบคงที่ ในการทดสอบ Type test เจ้าหน้าที่ของ BV จะร่วมในการบันทึกผลการทดสอบ โดยกำหนดให้มีการทดสอบในแต่ละขั้นตอน 0.5 ชม. ทั้งนี้เพื่อให้ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเครื่องยนต์เข้าสู่สภาวะคงที่ ผลการทดสอบที่ได้ BV จะนำไปประเมินขีดสมรรถนะของเครื่องยนต์เรือดำน้ำ คุณลักษณะของเครื่องยนต์ (Specification) ความปลอดภัยของเครื่องยนต์เรือดำน้ำ พร้อมกับพิจารณาการทำงานของระบบต่าง ๆ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ BV กำหนด ทั้งนี้ในระหว่างการทดสอบต้องทำการบันทึกข้อมูลที่สำคัญ ดังนี้ ค่าอุณหภูมิและกำลังดันบรรยากาศ ณ สถานที่ทดสอบ อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นก่อนเข้าหม้อดับความร้อน คุณสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น ความเร็วรอบเครื่องยนต์ กำลังเบรกพร้อมแรงบิดของเครื่องยนต์ (Brake power and brake torque) กำลังดันจุดระเบิดสูงสุดในห้องเผาไหม้ (Maximum combustion pressure) ข้อมูลกราฟ indicated pressure diagrams ลักษณะของแก๊สเสีย (พิจารณาสี ลักษณะสารปนเปื้อน) อุณหภูมิและกำลังดันของน้ำมันหล่อลื่น อุณหภูมิและกำลังดันของน้ำหล่อเย็นภายในเครื่องยนต์ อุณหภูมิแก๊สเสียทั้งที่ท่อรวมและที่สูบทุกสูบ กำลังดันลมต่ำสุดที่ใช้ในการเริ่มเดินเครื่องยนต์ในสภาวะเครื่องเย็น (Cold start)

2.2.2 การตรวจสอบชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เรือดำน้ำภายหลังการทดสอบ Type test แล้วเสร็จ ในขั้นนี้เป็นการสุ่มถอดชิ้นส่วนของชุดลูกสูบของเครื่องยนต์เพื่อทำการตรวจสอบสภาพ BV มีข้อกำหนดให้ทำการสุ่มตรวจสอบโดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 3 ทั้งนี้รายการตามตารางเป็นเพียงชิ้นส่วนมาตรฐาน เจ้าหน้าที่ของ BV อาจมีการร้องขอให้ตรวจสอบชิ้นส่วนอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสม

ตารางที่ 3 รายการชิ้นส่วนที่กำหนดให้ต้องมีการถอดเพื่อตรวจสอบ

ลำดับ	รายการ	ลักษณะการดำเนินการ
1	Piston	ถอดแยกชิ้นส่วน
2	Crosshead bearing	ถอดแยกชิ้นส่วน
3	Crank and main bearing	ถอดแยกชิ้นส่วน
4	Cylinder liner	ตรวจสอบในการติดตั้ง
5	Cylinder heard and valves	ถอดแยกชิ้นส่วน
6	Control gear, camshaft and crankcase	เปิดฝาครอบหรือช่องตรวจ เพื่อตรวจสอบ

2.3 แท่นทดสอบเครื่องยนต์สำหรับการทดสอบ Type test ของเครื่องยนต์เรือดำน้ำ

จากประสบการณ์ของผู้เขียนในการร่วมทดสอบเครื่องยนต์เรือดำน้ำบนแท่นทดสอบในขั้นตอนการทดสอบ Type test เพื่อใช้ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พบว่าแท่นทดสอบเครื่องยนต์เรือดำน้ำในภาพรวมแล้วเหมือนกับแท่นทดสอบเครื่องยนต์แบบทั่วไป[1] แต่แท่นทดสอบสำหรับเครื่องยนต์เรือดำน้ำมีอุปกรณ์เพิ่มเติม เพื่อควบคุมกำลังดันอากาศดีและแก๊สเสียให้สามารถทำการทดสอบเครื่องยนต์เรือดำน้ำภายใต้การจำลองสภาพแวดล้อมให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ได้กล่าวในข้างต้น หรืออีกนัยหนึ่งก็เพื่อจำลองสภาพแวดล้อมของเครื่องยนต์เรือดำน้ำในสภาวะการดำ Surface condition และ Snorkeling condition โดยอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่มเติมสำหรับการทดสอบเครื่องยนต์เรือดำน้ำประกอบด้วย[2]

2.3.1 อุปกรณ์ควบคุมกำลังดันอากาศดีและแก๊สเสีย การควบคุมกำลังดันสามารถใช้ลิ้นอัตโนมัติ (Control valve) ที่ติดตั้งในระบบท่ออากาศดี (ก่อนเข้า Turbocharger) และท่อแก๊สเสีย (หลังอุปกรณ์ดับความร้อนและเก็บเสียง: Exhaust silencer)

2.3.2 ถังน้ำสำหรับการจำลองระดับน้ำที่อยู่สูงกว่าปลายท่อแก๊สเสียของเครื่องยนต์ ทั้งนี้การออกแบบระบบท่อแก๊สเสียและถังน้ำต้องออกแบบให้เสมือนกับระบบท่อแก๊สเสียที่ติดตั้งในเรือดำน้ำ เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อแก๊สเสีย ความยาว ข้อต่อ ข้องอต่าง ๆ และที่สำคัญคือ ระดับของน้ำในถังจนถึงตัวเครื่องยนต์บนแท่นทดสอบจะต้องมีระดับความสูงที่เทียบได้กับระยะจากเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในเรือดำน้ำถึงปลายท่อแก๊สเสียที่อยู่นอกตัวเรือ

[1] การจ่ายโหลดให้เครื่องยนต์สามารถใช้ระบบ water brake engine dynamometer และ eddy current engine dynamometer ส่วนอุปกรณ์จ่ายโหลดให้เจนเนอร์เรเตอร์ (generator load test) สามารถใช้โหลดน้ำเกลือ และโหลดเทียม (load bank)

[2] ในที่นี้ไม่ได้กล่าวถึงอุปกรณ์สำหรับการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศของผู้ผลิตเครื่องยนต์นั้น ๆ เช่น หากอยู่ในเขตหนาวเย็นอุณหภูมิอากาศดีอาจจำเป็นต้องมีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด น้ำระบายความร้อนของเครื่องยนต์ก็จำเป็นต้องมีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและควบคุมอุณหภูมิทางเข้าให้เป็นไปตามมาตรฐานเช่นกัน

2.4 ตัวอย่างการทดสอบเครื่องยนต์เรือดำน้ำในลักษณะของ genset บนแท่นทดสอบเครื่องยนต์ ซึ่งการทดสอบนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบ Type test ของเครื่องยนต์เรือดำน้ำ

2.4.1 ตัวอย่างที่ 1 การทดสอบระบบป้องกันอันตรายของเครื่องยนต์เรือดำน้ำต่อผู้ปฏิบัติงานในเรือดำน้ำ การทดสอบนี้เป็นการจำลองการป้องกันอันตรายหากเกิดกรณีกำลังดันอากาศภายในตัวเรือดำน้ำลดต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เช่น กรณีที่มีการดำโดยไม่ได้มีการเลิกเครื่องยนต์แต่ลิ้นของระบบท่ออากาศดีปิดตัดการรับอากาศผ่านท่อหายใจ (Snorkel) ระบบควบคุมเครื่องยนต์จะต้องมีการเตือนและเลิกเครื่องยนต์โดยอัตโนมัติตามค่ากำลังดันของอากาศภายในเรือที่ตั้งค่าไว้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายการขาดอากาศหายใจของผู้ปฏิบัติงานในเรือ การทดสอบนี้เป็นการจำลองค่าสัญญาณของ Pressure sensor ให้กับระบบควบคุมเครื่องยนต์เรือดำน้ำ ที่ค่ากำลังดัน 87kPa ระบบควบคุมต้องส่งสัญญาณเตือน และหากไม่มีการเลิกเครื่องจนทำให้กำลังดันลดลงถึง 83kPa ระบบควบคุมต้องสั่งเลิกเครื่องทันที

2.4.2 ตัวอย่างที่ 2 การทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบของเครื่องยนต์เรือดำน้ำต่ำสุดที่น้ำทะเลสามารถไหลย้อนเข้ามาในท่อแก๊สเสียได้โดยการทดสอบเดินเครื่องยนต์ภายใต้การจำลองกำลังดันอากาศดีและแก๊สเสียเสมือนการดำในสภาวะ Snorkeling แล้วปล่อยแก๊สเสียออกที่ปลายท่อในถังน้ำตามข้อ 2.3.2 ซึ่งมีน้ำท่วมอยู่ การทดสอบเป็นการลดความเร็วรอบเครื่องยนต์ลงช้า ๆ และสังเกตุว่ามีน้ำจากในถังไหลย้อนเข้ามาในท่อแก๊สเสีย ทันทีที่สังเกตเห็นว่ามีน้ำไหลเข้ามาในท่อแก๊สเสียให้ทำการบันทึกความเร็วรอบเครื่องยนต์ ณ ขณะนั้น ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าที่รอบเครื่องยนต์ต่ำสุดจนน้ำสามารถไหลย้อนท่อแก๊สเสียได้นั้น เป็นความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ต่ำจากความเร็วรอบใช้งานในการขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่มาก และไม่มีโอกาสที่เครื่องยนต์จะมีรอบที่เปลี่ยนแปลง (Speed range variation) ลดลงถึงรอบเครื่องที่น้ำสามารถไหลย้อนได้ การทดสอบนี้จึงแสดงให้เห็นว่าเครื่องยนต์เรือดำน้ำมีความปลอดภัยและไม่มีโอกาสที่น้ำทะเลจะไหลย้อนเข้าท่อแก๊สเสียในขณะที่รอบเครื่องยนต์อยู่ในสภาวะ unsteady เมื่อโหลดเปลี่ยนแปลง

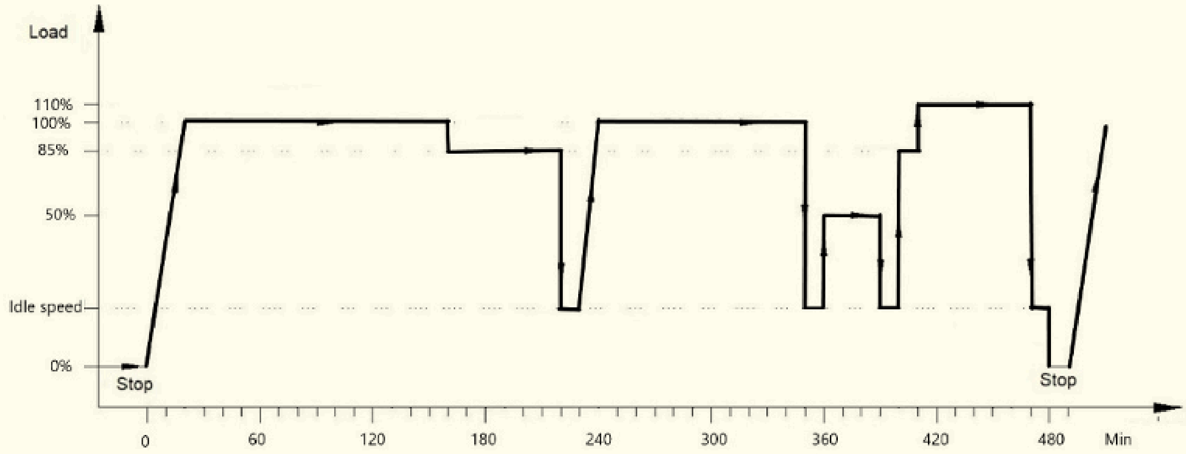
2.4.3 ตัวอย่างที่ 3 การทดสอบความทนทาน (Endurance test) การทดสอบความทนทานของเครื่องยนต์เรือดำน้ำเป็นการทดสอบที่แสดงขีดสมรรถนะของเครื่องยนต์ ในตัวอย่างนี้เป็นการทดสอบความทนทาน 200 ชม. ของเครื่องยนต์เรือดำน้ำที่มีการต่อชนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้ว (Genset) โดยทำการจ่ายภาระเป็นโหลดน้ำเกลือ การทดสอบได้ดำเนินการเป็นวงรอบ ๆ ละ 8 ชม. รายละเอียดตามรูปที่ 1 โดยได้ทำการทดสอบทั้งหมด 25 วงรอบต่อเนื่อง ตามมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ [5] หากมีเหตุการณ์ดังต่อไปนี้ให้พิจารณาว่าการทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ความทนทาน

1) มีชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบเสียหาย จนส่งผลให้ต้องเลิกเครื่องเพื่อซ่อมทำโดยใช้ระยะเวลาในการซ่อมทำเกินระยะเวลา 2 ชม.

2) มีชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบเดิมเสียหายซ้ำและส่งผลให้ต้องทำการเลิกเครื่อง

3) มีชิ้นส่วนที่เป็นส่วนเคลื่อนที่ภายในเครื่องยนต์ชำรุด เช่น ชุดเฟืองขับ เพลาลูกเบี้ยว ลูกสูบ ก้านสูบ

4) มีชิ้นส่วนที่ส่งผลต่อสมรรถนะของเครื่องยนต์เสียหาย/ชำรุด จนกระทั่งต้องทำการเปลี่ยนใหม่



รูปที่ 1 ตัวอย่างวงรอบการทดสอบความทนทาน 200h Genset [5]

การสุ่มตรวจสอบชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ตามข้อ 2.2.2 ก่อนการทดสอบได้มีการสุ่มถอดลูกสูบจำนวน 1 ชุด เพื่อตรวจวัดขนาด ตรวจสภาพการสึกหรอ และทำการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (การทดสอบใช้วิธี PT) ทำการประกอบชิ้นส่วนกลับแล้วทำการทดสอบความทนทาน และเมื่อทำการทดสอบจนครบวงรอบของการทดสอบ ได้ทำการถอดชุดลูกสูบชุดเดิมเพื่อทำการตรวจวัดอีกครั้ง ซึ่งผลการตรวจวัดพบว่าขนาดของชิ้นส่วนต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ไม่ตรวจพบความเสียหายใด

สรุป

ด้วยขีดจำกัดการใช้งานของเครื่องยนต์เรือดำน้ำและความต้องการใช้งานในปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์เรือผิวน้ำ ผู้ผลิตเครื่องยนต์เรือดำน้ำจึงเลือกที่จะนำเอาเครื่องยนต์เรือผิวน้ำที่มีการใช้งาน อย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับแล้วมาทำการพัฒนาเพื่อปรับปรุงส่วนประกอบและระบบการทำงานให้สามารถรองรับการใช้งานของเรือดำน้ำที่มีขีดจำกัดเรื่องอากาศดีและแก๊สเสีย รวมถึงสภาพการใช้งานที่ต่างไปจากเรือผิวน้ำอย่างสิ้นเชิง การดำเนินการเช่นนี้จะทำให้ผู้ผลิตเครื่องยนต์ประหยัดค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเครื่องยนต์ขึ้นมาใหม่เพื่อใช้งานกับเรือดำน้ำโดยเฉพาะ แต่เพื่อให้เกิดการยอมรับและเชื่อมั่นในความปลอดภัยและขีดสมรรถนะ เครื่องยนต์เรือดำน้ำที่มีการพัฒนาและปรับปรุงนั้นจำเป็นที่จะต้องทำการทดสอบตามมาตรฐานที่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นมาตรฐานของประเทศหรือกลุ่มประเทศที่มีความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีด้านต่อเรือดำน้ำ หรือมาตรฐานที่กำหนดขึ้นโดยสมาคมจัดชั้นเรือ เครื่องยนต์ที่ผ่านมาตรฐานสำหรับการทดสอบเครื่องยนต์เรือดำน้ำจะได้รับการรับรอง Type approve ว่าเป็นเครื่องยนต์เรือดำน้ำที่ปลอดภัยและมีขีดสมรรถนะเหมาะสมสำหรับใช้งานในเรือดำน้ำได้

เอกสารอ้างอิง

1. R. Rurcher and L.Rydill, Concepts in submarine design. Series 2, The press syndicate of the university of Cambridge, UK, 1998.

2. Bureau veritas, Rules for the calcification of naval submarines, NR 535 DT R00 E, Marine & Offshore Division, France, Sep, 2016.

3. Bureau veritas, Rules for the classification of steel ships, NR467 Part C Machinery, electricity , Automation and fire protection, France, July, 2023.

4. Bureau veritas, Rules on material and welding for the classification of marine units, NR 216 DT R14, France, July, 2023.

5. National military standards of people's republic of China, Bench test method for submarine diesel engine, GJB1094.2-91.

แนวความคิดการจัดทำระบบฐานข้อมูลแบบรวมการเพื่อสนับสนุน งานซ่อม - สร้างเรือของกรมอู่ทหารเรือ

นาวาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพปฎล ชะนะ
รองเจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ
นาวาเอก เกรียงไกร เพชรประไพ
รองเสนาธิการทัพเรือภาคที่ 1

บทคัดย่อ

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology : IT) เพื่อการประมวลผลให้ได้ ผลลัพธ์การเป็นสารสนเทศที่ดี (Good Information) สำหรับการตกลงใจในการบริหารงานซ่อมทำเรือทั้งในระยะเวลาอันสั้น เพื่อให้เกิดความแม่นยำ และลดข้อผิดพลาดในการซ่อมทำ รวมถึงในระยะยาว ที่จะต้องมีการพยากรณ์แนวโน้มในอนาคต ที่จะส่งผลให้ยุทโธปกรณ์ภายหลังการซ่อมทำไปแล้วนั้น มีความเชื่อถือได้ (Reliability) และมีความสามารถซ่อมทำได้ (Maintainability) หรือแม้แต่การส่งเรือภายหลังจากการซ่อมทำแล้วเสร็จให้หน่วยผู้ใช้นำไปใช้งานแล้ว ยังควรต้องมีระบบที่สามารถตรวจสอบและติดตาม (Monitoring) เพื่อประเมินสถานภาพความเชื่อถือได้ (Reliability) ของยุทโธปกรณ์/เครื่องจักร ภายหลังการซ่อมทำ ทั้งนี้หากเกิดความผิดปกติในขั้นเริ่มต้น (Potential Failure) สามารถส่งค่าเพื่อวางแผนการซ่อมบำรุงก่อนการชำรุดอย่างรุนแรง (Functional Failure) ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้ส่งผลกระทบต่อภารกิจด้านยุทธการในการใช้เรือ

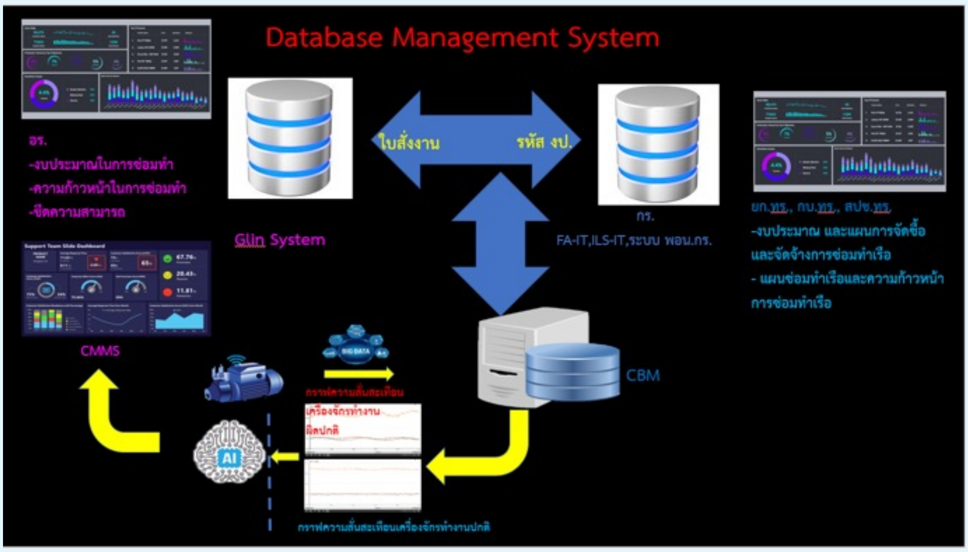
การจัดทำฐานข้อมูลแบบรวมการมีข้อดี คือ การนำข้อมูล (Data) ที่อยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมการปฏิบัติของหน่วยหรือผู้ใช้งาน และหน่วยซ่อมทำเรือ สามารถนำข้อมูล ด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกันมาบูรณาการร่วมกัน เพื่อให้เกิดเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการบริหารงาน (Information) อาทิเช่น การใช้เรือและการปรนนิบัติบำรุงระดับหน่วยผู้ใช้ขีดความสามารถของเรือ การบริหารงานการซ่อมทำ การวางแผนด้านงบประมาณ ตลอดจนการวางแผนและเตรียมการในการจัดหาอะไหล่เพื่อรองรับการซ่อมทำ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ในการจัดทำฐานข้อมูลแบบรวมการเพียงอย่างเดียวคงไม่ได้ทำให้การซ่อม – สร้างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแต่ยังต้องอาศัยซอฟต์แวร์ รวมทั้ง การบริหารจัดการที่ดีร่วมกันอย่างเป็นระบบ บทความนี้ผู้เขียนจึงต้องการนำเสนอแนวความคิดในการจัดทำเครื่องมือด้านสารสนเทศโดยการจัดทำระบบฐานข้อมูลแบบรวมการ (DBMS) ในรูปแบบ CMMS (Computerized Maintenance Management System) เพื่อใช้ในการบริหารงานซ่อมทำเรือได้อย่างมีประสิทธิภาพตั้งแต่การจัดทำฐานข้อมูลที่เป็นระบบและรูปแบบเดียวกันเพื่อเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ร่วมกัน รวมถึงการจัดทำซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการบริหารจัดการที่เป็นไปได้ในระยะเวลาอันสั้น เพื่อให้ได้งานการวางแผนการซ่อม – สร้าง ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงองค์ประกอบของซอฟต์แวร์สำหรับการตรวจเรือเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการวางแผนงานการซ่อม – สร้างภายใต้งบประมาณที่จำกัดและกรอบเวลาที่ถูกกำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้มีหน้าที่ตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเรือทำงานได้สะดวกและมีหลักการยึดถือปฏิบัติตามได้ในเบื้องต้น

1. บทนำ

การวางแผนการซ่อมเรือเพื่อส่งเรือให้หน่วยผู้ใช้ได้ตามกรอบเวลา โดยหน่วยผู้ใช้เรือมีความมั่นใจในยุทโธปกรณ์ที่ผ่านการซ่อมทำมาแล้วจะมีค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) สูงสุด โดยสามารถใช้งานได้ตามความต้องการในห้วงเวลาที่กำหนด ซึ่งจะต้องประกอบด้วยปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความใส่ใจในการดูแลรักษาอุปกรณ์ของคนประจำเรือ การจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสม ความใส่ใจในการซ่อมของช่างผู้รับผิดชอบ ความใส่ใจในการตรวจคุณภาพงานหลังซ่อม การตรวจสภาพเรือและยุทโธปกรณ์ก่อนเข้าซ่อม รวมถึงการเตรียมอะไหล่ให้พร้อมก่อนเข้าซ่อม และสิ่งสำคัญคือ การบริหารงานซ่อมทำโดยมีข้อมูลที่ถูกต้องมาช่วยในการวางแผนการซ่อม – สร้าง เริ่มตั้งแต่ การตรวจสภาพเรือมีรายการตรวจสอบทั้งด้าน ตัวเรือ กลจักร และไฟฟ้าครบถ้วนทุกอุปกรณ์มีคำแนะนำสำหรับผู้ตรวจสอบรายการอุปกรณ์ มีการตรวจวัดค่าความสั่นสะเทือนก่อนซ่อมทำ ซึ่งจะเห็นว่าเฉพาะการเตรียมการตรวจเรือ (Ship Check) เพื่อวางแผนการซ่อมทำเรือนั้นผู้ตรวจสอบต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก เพื่อใช้ในการบริหารจัดการให้เกิดผลสัมฤทธิ์ภายในกรอบระยะเวลาที่กำหนด ด้วยเหตุนี้ผู้เขียนบทความจึงมีแนวความคิดในการบริหารจัดการงานซ่อม – สร้างใหม่ ด้วยการนำเทคโนโลยีด้านสารสนเทศในรูปแบบ Computerized Maintenance Management System (CMMS) เข้ามาใช้ในการบริหารและการปฏิบัติงานเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของ “แนวความคิดการจัดทำระบบฐานข้อมูลแบบรวมการเพื่อสนับสนุน งานซ่อม – สร้างเรือของกรมอู่ทหารเรือ”

2. ฐานข้อมูลแบบรวมการ (DBMS) ในรูปแบบ CMMS

ระบบฐานข้อมูลแบบรวมการมักถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาสำหรับองค์กรที่ต้องการวิเคราะห์ข้อมูล ในระดับสูงที่มีความซับซ้อน เช่น การวิเคราะห์ความพร้อมใช้ของเรือ (Ship Readiness) ในการออกปฏิบัติภารกิจ การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการส่งกำลังบำรุง (LDA : Logistics Data Analysis) การวิเคราะห์ข้อมูลงบประมาณการซ่อมทำ หรือการวิเคราะห์ข้อมูลการเตรียมการจัดหาอะไหล่ เพื่อการตัดสินใจและวางแผนกิจกรรมทางยุทธการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพที่ 1 แสดงระบบฐานข้อมูลแบบรวมการที่จะดำเนินการในรูปแบบ CMMS

ตามภาพที่ 1 ผู้เขียนจึงได้ออกแบบระบบฐานข้อมูลแบบรวมการในรูปแบบ CMMS เพื่อใช้ในการบริหารงานซ่อมทำเรือทั้ง 3 ขั้น ได้แก่ 1.) ขั้นการสำรวจเรือ 2.) ขั้นการซ่อมทำเรือ และ 3.) ขั้นการติดตามสภาพเครื่องจักรภายหลังการส่งมอบเรือ ทั้งนี้เป็นการจัดระเบียบความสัมพันธ์องค์ประกอบของระบบสารสนเทศที่ ทร. ได้มีการใช้งานในปัจจุบันไว้แล้ว อาทิเช่น ระบบ ILS-IT ระบบ สสท.พอน.กร. และ ระบบ FA-IT ซึ่งระบบต่าง ๆ ตามที่กล่าวมานี้จะได้รับการส่งผ่านการกลั่นกรองเฉพาะสารสนเทศ (Information) ที่เป็นประโยชน์และสามารถตอบสนองตามกระบวนการของระบบ CMMS ซึ่งจะทำให้การบริหารงานซ่อมทำเรือทั้ง 3 ขั้น ดังที่กล่าวข้างต้น สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการบริหารและการตกลงใจได้

ฐานข้อมูลแบบรวมการที่รวมเป็นระบบ ตามแนวความคิดประกอบด้วย

2.1 ระบบสารสนเทศสนับสนุนการส่งกำลังบำรุงรวมของ ทร. (ระบบ ILS-IT)

ระบบสนับสนุนการส่งกำลังบำรุงรวม (Integrated Logistic Support หรือ ILS) เป็นระบบที่นำมาใช้ในการบริหารจัดการเกี่ยวกับการส่งกำลังบำรุงทั้งปวงสำหรับยุทโธปกรณ์ที่จัดหาเพื่อให้ยุทโธปกรณ์มีความพร้อมใช้ทางด้านยุทธการ (Operation Availability : Ao) ตลอดวงรอบอายุการใช้งาน (Life Cycle) โดยมีเจตนารมณ์ที่ต้องการให้เรือ มีความพร้อมสูงสุดตลอดการใช้งาน (Uptime Max) มีเวลาการดำเนินการทางด้านธุรการและการดำเนินการสนับสนุนการส่งกำลัง ในขณะที่ยุทโธปกรณ์นั้น ๆ อยู่ในช่วงเวลาของการซ่อมบำรุงน้อยที่สุด (Downtime Min) รวมทั้งมีค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานต่ำสุด (Life Cycle Cost Min) ทั้งนี้ การนำระบบ ILS มาใช้จะต้องพิจารณาหลักการของระบบที่สำคัญ 3 ประการ คือ 1.) การกำหนดให้มีกรรมวิธีการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการจัดหาตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดอายุการใช้งาน 2.) การวางแผนและพัฒนาแผนการซ่อมบำรุงให้สอดคล้องกับแผนการสนับสนุนในด้านอื่น ๆ และ 3.) การกำหนดให้แผนการสนับสนุนทั้งหมดในระบบ ILS มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน

ทร.ได้อนุมัติให้ใช้ระบบสารสนเทศสนับสนุนการส่งกำลังบำรุงรวมของ ทร.หรือระบบ ILS-IT เป็นระบบหลักให้กับเรือของ ทร. ที่ติดตั้งระบบสนับสนุนการส่งกำลังบำรุงรวม (ILS) อีกทั้งระบบ ILS-IT ที่ออกแบบไว้นั้นจะสามารถเชื่อมต่อฐานข้อมูลเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลของหน่วยเทคนิคและหน่วยจัดหาเพื่อใช้ประโยชน์ได้ร่วมกันตามหลักการและกระบวนการของระบบ ILS เพื่อให้หน่วยซึ่งมีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) ได้มีส่วนร่วมตั้งแต่ขั้นตอนการกำหนดความต้องการของระบบ (System Requirements) ไปจนถึงขั้นตอนการทดสอบ (System Validation) เพื่อให้สามารถตอบสนองกระบวนการตามหลักการของระบบ ILS องค์ประกอบข้อมูลของระบบสนับสนุนการส่งกำลังบำรุงรวม (ILS Elements) ประกอบด้วย

2.1.1 Configuration Management (CfM)

2.1.2 Maintenance Planning (MP)

2.1.3 Tool and Test Equipment (T&TE)

2.1.4 Supply Support (SS)

2.1.5 Packaging ,Handing ,Storage and Transportation (PHS&T)

2.1.6 Documentation

2.1.7 Support Facilities

2.1.8 Personnel and Training

ระบบ ILS-IT ได้มีการจัดทำฐานข้อมูลโครงสร้างยุทโธปกรณ์ (EXPANSION SHIP WORK BREAKDOWN STRUCTURE หรือ ESWBS) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดแยกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ติดตั้งมากับเรือจากระบบใหญ่ ระบบย่อย จนถึง EQUIPMENT หรือ COMPONENT เพื่อนำส่วนต่าง ๆ ที่แยกออกไปดำเนินการควบคุมรายการและจำนวน ในการนำมาพิจารณาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงและการจัดหา เพื่อการซ่อมบำรุงอย่างเป็นระบบ นับเป็นกระบวนการเริ่มต้นในการจัดทำแผนการซ่อมบำรุง ที่ต้องทราบว่ามีอุปกรณ์ใดติดตั้งภายในเรือ โดยในแต่ละรายการในองค์ประกอบ (Configuration) จะถูกกำหนดด้วยหมายเลขที่เรียกว่า Functional Code และการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญไว้ด้วย Functional Code เป็นตัวเลขที่ถูกกำหนดในลักษณะของ Hierarchy Breakdown คือ กำหนดจากส่วนใหญ่สุดเรียงลำดับลงมาตามส่วนย่อยของอุปกรณ์และระบบที่ติดตั้งบนเรือ การแยกหมายเลขของ Functional Code ถือหลักของ ESWBS ตามมาตรฐานกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา เอกสาร NAVSEA S9040-AA-IDX-010/SWBS 5D การจัดทำ ESWBS ได้จัดแบ่งโครงสร้างภายในเรือเป็นระบบต่าง ๆ ดังนี้

100 Hull Structure (โครงสร้างตัวเรือ)

200 Propulsion Plant (ระบบขับเคลื่อน)

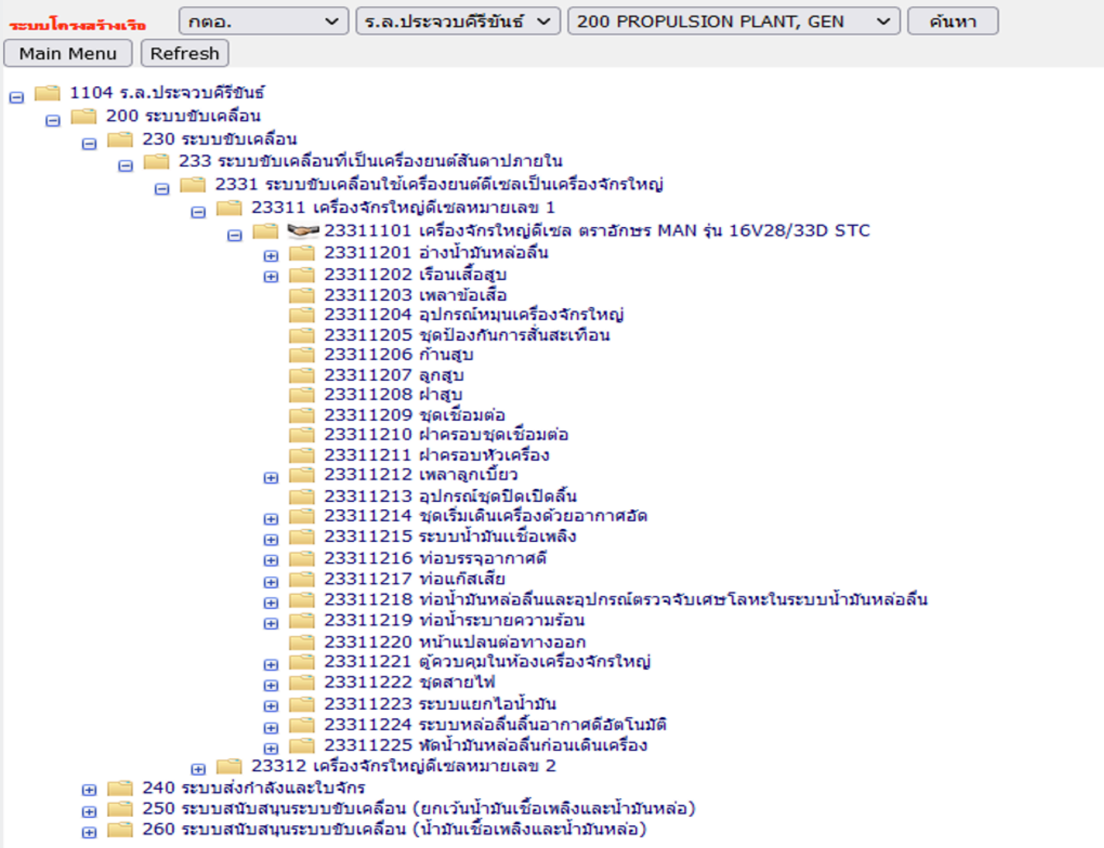
300 Electric Plant (ระบบไฟฟ้า)

400 Command and Surveillance (ระบบควบคุมสั่งการและตรวจการณ์)

500 Auxiliary System (ระบบเครื่องจักรช่วย)

600 Outfit and Furnishing (ระบบอุปกรณ์ประกอบตัวเรือ)

700 Armament (ระบบอาวุธ)



ภาพที่ 2 แสดงการ Breakdown โครงสร้างเรือในส่วนของระบบขับเคลื่อน ของ ร.ล.ประจวบคีรีขันธ์

จึงกล่าวได้ว่าในการจัดทำ ESWBS ของระบบ ILS-IT จะทำให้เรามองเห็นโครงสร้างของระบบต่าง ๆ ภายในเรือตั้งแต่ระดับบนสุด คือ ตัวระบบใหญ่ต่าง ๆ ตั้งแต่ระบบ 100 – 700 ไปจนถึงระดับชิ้นส่วนย่อย (Component) ภายในยุทโธปกรณ์/อุปกรณ์ (Equipment) นั้น ๆ ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการจัดทำข้อมูลด้านคุณลักษณะและข้อมูลทางเทคนิคต่าง ๆ (Data Configuration) ของตัวยุทโธปกรณ์/อุปกรณ์ ให้ละเอียดและครอบคลุมมากที่สุด เพื่อให้แน่ใจว่ายุทโธปกรณ์ต่างๆ ภายในเรือจะได้รับการส่งกำลังบำรุง การปรนนิบัติบำรุงอย่างทั่วถึง อันจะส่งผลต่อความพร้อมใช้ด้านยุทธการตลอดวงรอบอายุการใช้งานเรือ (Life Cycle)

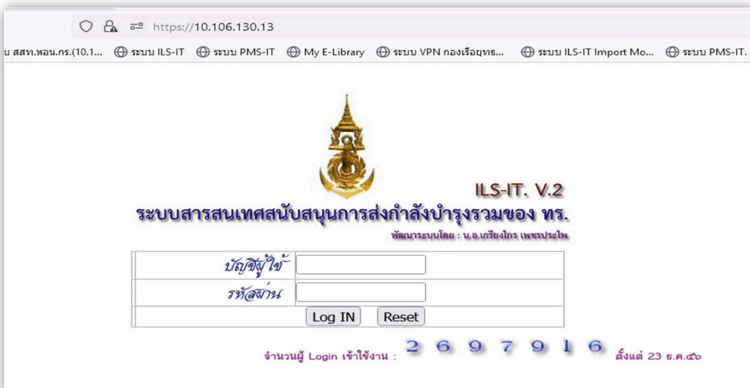
ค่าความสำคัญทางด้านยุทธการ (Mission Essentiality Code : MEC)

จัดทำขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดความสำคัญของยุทโธปกรณ์ ซึ่งจะนำไปพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการซ่อมบำรุง โดยระบุว่าภายในเรือนั้นมีอุปกรณ์ใดติดตั้งอยู่บ้างและนำมาพิจารณา ในระดับอุปกรณ์ (Functional Code 5 หลัก) เป็นรายอุปกรณ์เพื่อเปรียบเทียบกับการปฏิบัติภารกิจของเรือหากอุปกรณ์ดังกล่าวเกิดการชำรุดจนไม่สามารถใช้ราชการได้แล้ว จะส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติภารกิจของเรืออย่างไรบ้าง ซึ่งการชำรุดดังกล่าวนั้นจะต้องมีเหตุมาจากการใช้งานตามปกติ ไม่นับรวมความเสียหายจากอุบัติเหตุหรือการสู้รบ โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาตามตาราง

MEC	Description	รายละเอียด
1	No impact	ไม่มีผลกระทบกับภารกิจ
2	Desirable, not essential	มีผลกระทบต่อการทำงานหรือขั้นตอนในการปฏิบัติงานของเรือ แต่ไม่มีผลกระทบกับภารกิจ
3	Essential for one mission	มีผลกระทบต่อการปฏิบัติภารกิจของเรือหนึ่งภารกิจ
4	Essential for multiple missions	มีผลกระทบต่อการปฏิบัติภารกิจของเรือมากกว่าหนึ่งภารกิจ
5	Essential for the Ship security	มีผลกระทบกับความมั่นคงและปลอดภัยของเรือ

ภาพที่ 3 ตาราง ความหมายของค่า (Mission Essential Code หรือค่า MEC)

ดังนั้นความสำคัญของค่า MEC จะถูกนำไปใช้ในการระบุในสัญญาต่อเรือ (Annex : ILS) ว่ายุทโธปกรณ์รายการใดบ้างที่มีความสำคัญทางด้านยุทธการในระดับใด เพื่อพิจารณาจัดทำข้อมูลการส่งกำลังบำรุงและต้องได้รับการซ่อมบำรุงอย่างครอบคลุมและทั่วถึงทั้งระบบ เพื่อให้ระบบหรือยุทโธปกรณ์นั้น ๆ มีความพร้อมใช้ (Operation Availability : Ao) ตลอดวงรอบอายุการใช้งาน (Life Cycle)



ภาพที่ 4 แสดงหน้าจอ Login เข้าสู่ระบบ ILS-IT

โดยปัจจุบันระบบ ILS-IT มี URL : https://10.106.130.13 และมีจำนวนเรือที่ได้รับการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบและใช้งานระบบ ILS-IT แล้วจำนวน 106 ลำ ซึ่งเป็นเรือทั้งในสังกัดของ กร. และ อศ. และได้มีการจัดแบ่งหน้าจอของกลุ่มผู้ใช้งาน (User Group) ตามความรับผิดชอบต่อข้อมูลในระบบฯ จำนวน 6 กลุ่ม ได้แก่ 1.) เรือ 2.) กองเรือ 3.) กร.(ตส.กร.) 4.) หน่วยเทคนิค 5.) ผู้บริหาร/หน่วยจัดหาอะไหล่ และ 6.) คณะกรรมการตรวจรับโครงการต่อเรือ (กตร.)

2.2 ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารการซ่อมทำเรือกรมอู่ทหารเรือ (Glin System)

Glin System คือ ระบบสารสนเทศ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานให้กับกำลังพลของกรมอู่ทหารเรือ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานตามยุทธศาสตร์กรมอู่ทหารเรือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นกรอบในการดำเนินงานของกรมอู่ทหารเรือในระหว่าง พ.ศ.2559 - 2567 เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการให้บรรลุวิสัยทัศน์ พันธกิจ และเป้าหมายของกรมอู่ทหารเรือ รวมทั้งเป็นแนวทางในการถ่ายทอดไปสู่การจัดทำแผนปฏิบัติราชการ 4 ปี และแผนปฏิบัติราชการประจำปี ของกรมอู่ทหารเรือ รวมทั้งเป็นยุทธศาสตร์ที่ตอบสนองและรองรับยุทธศาสตร์กองทัพเรือ พ.ศ.2558 – 2567 แผนยุทธศาสตร์ด้านการบริหารจัดการกองทัพเรือ พ.ศ.2558 - 2567 แผนกลยุทธ์การบริหารทรัพยากรบุคคลกองทัพเรือ พ.ศ.2558 – 2567 และนโยบายที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยโมดูล

2.2.1 โมดูลใบสั่งงาน (JOB Order)
2.2.2 โมดูลจ่ายงาน (JOB Dispatching)
2.2.3 โมดูล การเบิกพัสดุจาก ระบบงาน Suppinv 1-3 V.4 ของ พธ.ทร.
2.2.4 โมดูลแผนซ่อมทำเรือ (สำหรับหน่วยซ่อม)
2.2.5 ระบบประวัติซ่อมทำเรือ
2.2.6 ระบบสถานภาพอู่เรือ (แผนการใช้อู่แห้ง / ลานซ่อมเรือ)
2.2.7 ระบบผังจอดเรือ
2.2.8 ระบบแบบประเมินความพึงพอใจ
2.2.9 คู่มือการใช้งานระบบบริหารจัดการกำลังพล
2.2.10 ระบบรายงาน (Report)

2.3 ฐานข้อมูลการบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition based maintenance) หรือ การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์

ซึ่งเป็นการเฝ้าตรวจสอบอาการต่าง ๆ ที่ปรากฏของเครื่องจักร เช่น ความร้อน การสั่นสะเทือน เสียง กลิ่น เป็นต้น โดยระบบที่ใช้ในการตรวจสอบเฝ้าระวังนี้อาจเป็นไปตั้งแต่ระดับง่ายที่สุดคือการใช้ประสาทสัมผัสของคน ไปจนถึงการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือพิเศษต่าง ๆ ซึ่งในปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) ซึ่งมีส่วนช่วยในการจำแนกแยกแยะปัญหาการขัดข้อง (Failure) ในเครื่องจักรได้สะดวกและรวดเร็วขึ้นแต่ต้องอาศัยข้อมูลในปริมาณมาก (Big data) โดยใช้เทคโนโลยีของอุปกรณ์ IoT ส่งข้อมูลมาเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล CBM และนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ เพื่อนำมาวางแผนในการผลิตและบำรุงรักษา ซึ่งเป็นส่วนที่มาช่วยปรับปรุงระบบงาน Condition Based Maintenance ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งทำให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักรสามารถรับทราบสถานะของเครื่องจักร ได้ตลอดเวลา มีการแจ้งเตือนสภาวะการผิดปกติของเครื่องจักรอย่างทันท่วงทีและข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บบันทึกไว้จะต้องถูกนำมาประมวลอย่างต่อเนื่อง เพื่อการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ถึงความเสียหายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

3. Computerized Maintenance Management System (CMMS)

3.1 CMMS หรือ Computerized Maintenance Management System คือ

ระบบบริหารและจัดการงานซ่อมบำรุงด้วยระบบคอมพิวเตอร์เป็นระบบ Software ที่ออกแบบมาเพื่อเก็บฐานข้อมูลงานซ่อมทั้งหมดในองค์กร ตั้งแต่ขั้นตอนการออกงานแจ้งซ่อม (Maintenance Notification หรือ MN) จากนั้นใบแจ้งซ่อม จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการวางแผนงานซ่อม (Planning) ว่าใช้คนเท่าไหร่ เวลาเท่าไหร่ เข้าไปซ่อมได้เมื่อไหร่ ใช้ของอะไรบ้าง จนออกเป็น ใบสั่งซ่อม (Maintenance Order หรือ MO) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญเป็นอย่างมากในการบริหารงานซ่อมทำ ระบบ CMMS ควรจะประกอบด้วย

3.1.1 ระบบบริหารการซ่อม (Work Order Management) ซึ่งรวมถึงระบบการตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนซ่อมทำ ระบบใบคำสั่งซ่อม ระบบการตรวจรับงานซ่อมและปิดงานซ่อม โดยระบบทั้งหมดควรที่จะสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงาน (Work Flow) แบบฟอร์ม คำแนะนำหรือการแก้ไขได้ตามประเภทของเครื่องจักรหรือปัญหา

3.1.2 ระบบการบริหารการบำรุงรักษา ***(Condition-based maintenance : CBM)*** จัดตั้งแผนการบำรุงรักษา (Master Plan) กับเครื่องจักรทั้งหมด เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดปัญหาน้อยที่สุด นอกจากนี้การทำการบำรุงรักษายังช่วยในเรื่องการยืดอายุของเครื่องจักรและความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาในอนาคตอีกด้วย

3.1.3 ระบบบริหารจัดการทรัพย์สิน (Asset Management) ระบบเก็บบันทึกข้อมูลของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรและ ช่วยลดปัญหาที่จะเกิดขึ้น เช่น การใช้อุปกรณ์ผิดวิธี สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ ระบบนี้ช่วยในการติดตามเครื่องจักรและประเมินค่าวัดผลประสิทธิภาพ

3.1.4 ระบบบริหารจัดการอะไหล่ (Inventory Management) ระบบเก็บบันทึกข้อมูลและติดตามอุปกรณ์อะไหล่ที่ใช้กับเครื่องจักร ซึ่งจะช่วยในการพิจารณาถึงต้นทุน จำนวน ที่จัดเก็บและอายุของอะไหล่ โดยระบบควรที่จะสามารถแจ้งเตือนอะไหล่ที่ขาดได้โดยอัตโนมัติ

3.1.5 ระบบรายงานและวิเคราะห์ข้อมูลการซ่อม รายงานพร้อมการวิเคราะห์ข้อมูลและคำแนะนำเพิ่มเติม เช่น รายงานแสดงความคุ้มค่าการใช้งานเครื่องจักร (Utilization) รายงานแสดงประสิทธิภาพความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Availability) รายงานแสดงสาเหตุหลักการเสียของเครื่องจักร (Root Cause Analysis)

3.1.6 ระบบการสั่งซื้อ (Purchasing) ระบบการสั่งซื้ออะไหล่และอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับระบบหลักเมื่ออะไหล่หรืออุปกรณ์ขาด

3.1.7 การรองรับกับระบบเสริมอื่น ๆ ระบบ CMMS ควรที่จะรองรับกับการทำงานเสริมกับระบบอื่น ๆ เช่น การรองรับ Web App, Mobile, Kiosk การรองรับกับ ERP, Scada, PLC หรือ รองรับการทำงานกับบาร์โคดหรือ RFID เป็นต้น

4. ซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาระบบ CMMS

ซอฟต์แวร์ที่ผู้เขียนพิจารณาแล้วมีทางเลือกเป็น 2 แนวทาง ที่จะสามารถทำระบบ CMMS ได้ด้วยขีดความสามารถของกำลังพล อร. คือ

4.1 Power Platform พัฒนาโปรแกรมบนพื้นฐานของการใช้งานง่ายไม่ต้องเขียน code มาก และสามารถทำงานบนโทรศัพท์มือถือได้ สามารถติดต่อฐานข้อมูลได้แต่จะมีค่าใช้จ่ายด้าน license ต่อการใช้งานรายบุคคล ประกอบด้วย

4.1.1 Power Apps คือโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้สร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันทั้งในรูปแบบ Mobile, Tablet และ Website ซึ่งโปรแกรม Power Apps จัดเป็นบริการประเภท Software as a Service (SaaS) ที่เป็นบริการให้เช่าใช้โปรแกรมโดยที่ไม่ต้องเขียนโปรแกรม

4.1.2 Power Automate จัดเป็นเครื่องมือทำงานด้าน Robotic Process Automation (RPA) คือเครื่องมือกลุ่มที่ใช้งานสำหรับควบคุม สั่งการ และกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานแบบอัตโนมัติตั้งแต่ต้นจนจบ ซึ่งช่วยให้การทำงานเป็นระบบตามที่กำหนดไว้

4.1.3 Power BI เป็นเครื่องมือที่นำข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาวิเคราะห์และนำเสนอได้ในรูปแบบ Interactive Dashboard ผ่านกราฟและตัวเลขที่มีความหมาย เพื่อที่เราจะได้มองเห็นภาพรวมของระบบเพื่อนำไปพัฒนา และแก้ปัญหาระบบงานของเราได้ต่อไป

4.2 เครื่องมือจาก Google Cloud ประกอบด้วย

4.2.1 Looker Studio คือ เครื่องมือฟรีจาก Google สำหรับใช้ดึงข้อมูลต่าง ๆ เพื่อมาสร้าง Dashboard ดูข้อมูลได้ในที่เดียว ทั้งข้อมูลเว็บไซต์ แพลตฟอร์ม หรือจากเครื่องมือต่าง ๆ ช่วยให้เราดูข้อมูลได้ง่าย เห็นภาพรวม โดย Data Source ที่ Looker Studio สามารถดึงมาไว้ได้ก็มีตั้งแต่แพลตฟอร์มและเครื่องของ Google เอง เช่น Google Ads, YouTube, Google Analytics, Google Search Console เป็นต้น

4.2.2 AppSheet เป็นแพลตฟอร์มที่ใช้สร้างแอปพลิเคชันโดยใช้ Google Sheets หรือ Microsoft Excel เป็นฐานข้อมูล โดยมีฟีเจอร์การสร้างแอปพลิเคชันแบบ no-code ที่ใช้งานง่าย และมีการสร้างแอปพลิเคชันแบบ real-time ที่สามารถเชื่อมต่อกับข้อมูลจากหลายแหล่งได้

5. กล่าวโดยสรุป

ในการจัดทำระบบฐานข้อมูลแบบรวมการในรูปแบบ CMMS เพื่อให้ได้ผลลัพธ์การนำไปใช้ประโยชน์ในการบริหารงานซ่อมทำเรือทั้ง 3 ขั้น ได้แก่ 1.) ขั้นการสำรวจเรือ 2.) ขั้นการซ่อมทำเรือ และ 3.) ขั้นการติดตามสภาพเครื่องจักรภายหลังการส่งมอบเรือ ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วนั้น ทั้งนี้ ในขั้นตอนขององค์ประกอบที่จะนำมาจัดทำนั้น พบว่ามีส่วนที่เกี่ยวข้องกับหลายระบบของแต่ละหน่วยงานซึ่งข้อมูลสารสนเทศจากระบบอื่น (นอกเหนือจากของ อร. เอง) จะถูกส่งผ่านและกลั่นกรอง เข้าสู่กระบวนการของระบบ CMMS อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ตามแนวความคิดของผู้เขียนนั้นได้ออกแบบให้ระบบ CMMS เป็นระบบหลักที่จะเป็นเครื่องมือให้แก่ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานเพื่อใช้ในการติดตาม รายงานตรวจสอบ และประเมินผลในภาพรวมจากแหล่งผลผลิตข้อมูลที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของ หน่วยต่าง ๆ ในระหว่างการซ่อมทำเรือ ตลอดจนจากแหล่งผลผลิตข้อมูลที่เกิดขึ้นภายหลังจากการซ่อมทำแล้วเสร็จและได้ส่งเรือให้แก่หน่วยผู้ใช้เรือนำไปใช้ราชการ

ในการจัดทำระบบฐานข้อมูลแบบรวมการในรูปแบบ CMMS เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามที่คาดหวังไว้นั้น ผู้เขียนขอใช้หลักการ 4M มาใช้เป็นกรอบแนวทางในการดำเนินการอันได้แก่ 1.) MAN หรือคน หมายถึงการผลิตบุคลากรโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้สามารถพัฒนาระบบ CMMS ได้โดยไม่ยุ่งยากและซับซ้อนหรือง่ายต่อการเรียนรู้ใหม่รวมทั้งสามารถต่อยอดได้ 2.) Money หรืองบประมาณ หมายถึง การใช้งบประมาณเพื่อการจัดทำระบบเท่าที่จำเป็นโดยเน้นการพึ่งพาตนเองเป็นหลัก ซึ่งจะเห็นได้ว่าในระหว่างการนำเสนอแอปพลิเคชันที่จะนำมาดำเนินการนั้น โดยส่วนใหญ่จะเน้นในรูปแบบที่ทำให้เกิดความประหยัด คุ้มค่า และมีค่าใช้จ่ายที่จำเป็นแก่การลงทุน 3.) Material หรือ วัสดุ หมายถึง การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่แล้วเข้ามาดำเนินการ 4.) Method หรือวิธีปฏิบัติงาน หมายถึง ในแต่ละขั้นตอนการจัดทำระบบ CMMS นั้น จะมีการวางแผนเพื่อให้ทราบถึงจุดเริ่มต้นของการไหลเวียนข้อมูล (Input) เข้าสู่กระบวนการ (Process) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ (Output) และกระบวนการย้อนกลับ (Feedback) ซึ่งจะทำให้ได้เป้าหมายตามที่ระบบ CMMS ได้คาดหวังไว้

อย่างไรก็ดีในการนำเสนอบทความแนวความคิดการจัดทำระบบฐานข้อมูลแบบรวมการเพื่อสนับสนุนงานซ่อม – สร้างเรือของกรมอู่ทหารเรือในรูปแบบ CMMS ในครั้งนี้ การที่จะก่อกำเนิดขึ้นเป็นระบบ CMMS ภายในองค์กรได้นั้น ผู้เขียนเห็นว่ามีความจำเป็นต้องเล็งเห็นประโยชน์ที่หน่วยงานจะได้รับ ซึ่งจะเป็นปัจจัยให้เกิดการขับเคลื่อนในการก่อกำเนิดระบบ CMMS ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. DBMS (Database Management System) สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2566 จากเว็บไซต์ http://www.techopedia.com/definition/24361/database-management-systems-dbms

2. นางสาวธัญญ์ชณัฐฏ์ ธรรมรัตน์ DEVELOPMENT OF A COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM (CMMS): CASE STUDYHARD DISK COMPONENT FACTORY บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2551

3. เกรียงไกร เพชรประไพ. คู่มือการใช้งานระบบสารสนเทศสนับสนุนการส่งกำลังบำรุงรวมของ ทร. (ระบบ ILS-IT). ชลบุรี : กองตรวจสอบสภาพยุทโธปกรณ์ กองบัญชาการ กองเรือยุทธการ, 2559.

4. Jame V. Jones. Integrated Logistic Support Hand Book. New York : McGraw-Hill, 2006.Naval Sea System Command. Expanded Ship Work Breakdown Structure. Washington D.C. : Department of Navy Sea System Command, 1985.

5. Predictive maintenance. (2019, 5 เมษายน). ใน วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2562, จากเว็บไซต์ https://en.m.wikipedia.org/wiki/Predictive_maintenance

การนำแนวทางการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนของกองทัพสหรัฐอเมริกา มาประยุกต์ใช้กับกรมอู่ทหารเรือ

นาวาเอก ชลัมพ์ โสมาภา
รองผู้อำนวยการ กองออกแบบกลจักร กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

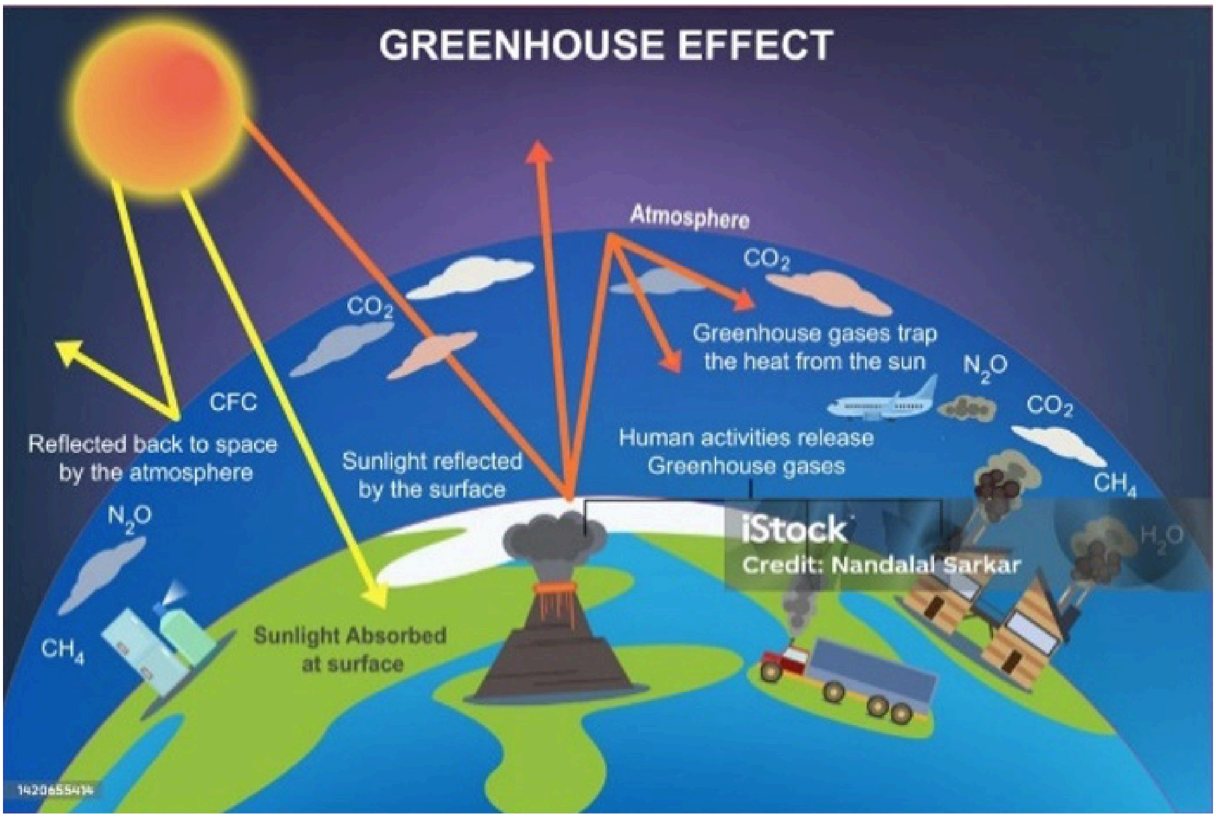
บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือการเกิดภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาที่หลายประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญและตระหนักแล้วว่าต้องรีบแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพราะปัจจุบันผลกระทบจากภาวะโลกร้อนได้ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนไปทั่วทุกประเทศในโลก เช่น การละลายของน้ำแข็งขั้วโลก อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่สูงขึ้นทุกปี ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น การกัดเซาะชายฝั่งทะเลที่กินพื้นที่ล้ำเข้ามาในแผ่นดิน การเกิดพายุที่รุนแรงบ่อยครั้ง เป็นต้น ล้วนมีสาเหตุจากภาวะโลกร้อนทั้งสิ้นนับเป็นภัยคุกคามจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ข้อตกลงปารีส (Paris Agreement) กำหนดให้ประเทศภาคีเสริมสร้างการตอบสนองต่อภัยคุกคามจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยการจำกัดการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ในศตวรรษนี้ไม่ให้เกิน 1.5 องศาเซลเซียส รัฐบาลไทยได้กำหนดประเด็นดังกล่าวไว้ในยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ.2561 – 2580 โดยมุ่งเน้นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นสำคัญและได้กำหนดเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net-zero Emissions) ภายในปี ค.ศ.2065 นอกจากนี้กองทัพเรือได้จัดตั้งโครงการ Green Navy ขึ้นตามหลัก BCG ที่ประกอบด้วยเศรษฐกิจชีวภาพ (Bio – Economy) เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) กรมอู่ทหารเรือซึ่งเป็นหนึ่งหน่วยงานที่ใช้พลังงานจากการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลโดยตรงในยานพาหนะและยุทโธปกรณ์ต่าง ๆ จำนวนมากในแต่ละปี จึงมีส่วนสำคัญในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศจึงควรมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนดังกล่าว

1. บทนำ

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) เป็นปัญหาที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นจากข้อมูลและงานวิจัยของนักวิชาการทั่วโลกแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญซึ่งก่อให้เกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงและบ่อยครั้งมากขึ้น เช่น พายุและคลื่นลมที่รุนแรง ภูมิอากาศแปรปรวน น้ำท่วม ภัยแล้ง ไฟป่า การยุบตัวของพื้นที่ชายฝั่ง ฯลฯ ผลกระทบเหล่านี้สร้างความเสียหายต่อเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิตของประชากรทั่วโลกอย่างกว้างขวาง ภาวะโลกร้อนเป็นผลลัพธ์จากการพัฒนาของเทคโนโลยีที่รวดเร็วและกิจกรรมของมนุษย์ในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมตั้งแต่ปี ค.ศ.1850 หลังการขุดพบแหล่งน้ำมันดิบจากฟอสซิลจำนวนมหาศาลที่ถูกเปลี่ยนเป็นพลังงาน เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรม การขนส่ง รวมถึงการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) สู่ชั้นบรรยากาศในปริมาณที่สูงเกินค่าสมดุลส่งผลให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) ปัจจุบันทุกประเทศทั่วโลกเริ่มตระหนักต่อภาวะโลกร้อนหลังจากหน่วยงานคณะกรรมการระหว่าง

รัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ได้เปิดเผยรายงานที่บ่งชี้ว่าโลกกำลังร้อนขึ้นในอัตราเร่งที่เพิ่มขึ้นและมนุษย์จะต้องเผชิญกับผลกระทบที่รุนแรง โดยมีเวลาในการเตรียมการรับมือน้อยลงเรื่อย ๆ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการปฏิบัติภารกิจของกองทัพเรือ อุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นส่งผลให้ทะเลมีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้เกิดความแปรปรวนของสภาพอากาศในทะเลจนเกิดพายุที่รุนแรงและบ่อยครั้งมากขึ้น สภาวะคลื่นลมแรงและระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นจากการละลายของน้ำแข็งขั้วโลกจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อฐานทัพเรือ อู่ซ่อมเรือ/สร้างเรือ ท่าเรือ รวมถึงสถานที่ติดกับทะเลทั้งด้านชายฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตก กรมอู่ทหารเรือในฐานะหน่วยงานที่มีภารกิจในการสนับสนุนการพัฒนาประเทศและช่วยเหลือประชาชนควรมีแนวทางป้องกันและลดผลกระทบรวมถึงเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมถึงสร้างความตระหนักรู้ถึงปัญหาภาวะโลกร้อนให้กับกำลังพลกรมอู่ทหารเรือ สร้างความร่วมมือกับหน่วยงานทุกภาคส่วนเพื่อลดปัจจัยเร่งการเกิดภาวะโลกร้อนเป็นการตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ชาติ เป็นไปตามโมเดล BCG Economy และนโยบาย Green Navy ของกองทัพเรือ



ภาพที่ 1 ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศเกิดจากการกระทำของมนุษย์
ที่มา : https://www.istockphoto.com/

2. การทบทวนวรรณกรรม

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าอุณหภูมิโลกจะยังคงสูงขึ้นต่อไปอีกหลายสิบปี สาเหตุมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ รายงานการประเมินครั้งที่ 6 ของ IPCC ที่ตีพิมพ์เมื่อ ค.ศ.2021 ระบุว่าก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทำให้สภาพอากาศร้อนขึ้นเกือบ 1.1 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ยุคก่อนอุตสาหกรรมโดยคาดว่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั่วโลกจะสูงขึ้นถึงหรือเกินกว่า 1.5 องศาเซลเซียส ภายในไม่กี่สิบปีข้างหน้า การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อทั่วทุกภูมิภาคของโลก การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มากขึ้นจะนำไปสู่สภาพอากาศที่รุนแรงขึ้นและส่งผลกระทบเสียหายในวงกว้างทั่วโลกอย่างไรก็ตามผลกระทบในอนาคตขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดที่เราปล่อยออกมา ดังนั้นหากมนุษย์สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ก็อาจหลีกเลี่ยงผลกระทบที่เลวร้ายที่สุดได้[1]

สาเหตุที่ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นเกิดจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก อันเนื่องมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยมีก๊าซเรือนกระจกเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านชั้นบรรยากาศมายังผิวโลก แต่ไม่สามารถสะท้อนกลับออกไปได้ ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น จากการลงนามในกฎบัตรนานาชาติเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (The United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) แบ่งแนวทางการแก้ไขปัญหานี้ออกเป็น 2 แนวทาง ได้แก่ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ด้วยการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้เพราะต้นไม้จะช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และผลผลิตที่ได้จะสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพ (Biomass) ดังนั้นป่าไม้จึงเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอน (Carbon Sink) ที่สำคัญ[2]

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ที่เกิดจากภาวะโลกร้อนสร้างผลกระทบและความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมในทะเลและมหาสมุทร รวมถึงเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเลอย่างมีนัยสำคัญ นักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวว่าพายุที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ผ่านมาทวีความรุนแรงได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (Rapid Intensification) โดยเชื่อว่าเป็นผลมาจากภาวะโลกร้อน เช่น พายุเฮอริเคนเอียนที่เข้าถล่มคิวบาและรัฐฟลอริดาของสหรัฐฯ ที่ยกระดับความรุนแรงถึงระดับ 4 ภายในเวลาไม่ถึง 72 ชม. ในอนาคตภารกิจในทะเลของกองทัพเรืออาจต้องประสบกับพายุคลื่นลมที่ทวีความรุนแรงได้รวดเร็วยิ่งขึ้นจากผลกระทบของภาวะโลกร้อน ตัวอย่างเหตุการณ์ความสูญเสียล่าสุดที่ไม่มีใครคาดคิดมาก่อน คือ เหตุการณ์เรือหลวงสุโขทัยอับปางกลางทะเลของบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อ 18 ธ.ค.65 สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากพายุและคลื่นลมที่รุนแรงผิดปกติ[3] นับเป็นความสูญเสียครั้งใหญ่ครั้งหนึ่งในประวัติศาสตร์ของกองทัพเรือ

---

[1] *"ทัพเรือภาคที่ 1 จัดกิจกรรมปลูกต้นไม้ยืนต้นเนื่องในวันต้นไม้ประจำปีของชาติพุทธศักราช 2565" กองทัพเรือ<https:// www2.navy.mi.th/82d7837f-f81e2ec2885ab44b73d3a191> (25 May 2022)*

[2] *"Sixth Assessment Report." The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://www.ipcc.ch/ assessment-report/ar6/> (20 March 2023)*

[3] *"รู้จัก "สภาวะทะเลคลั่ง" ต้นเหตุทำเรือหลวงสุโขทัยอับปาง" TNN Online <https://www.tnnthailand. com/news/local/ 133921/> (20 December 2022)*

ระดับน้ำทะเลจะเพิ่มสูงขึ้นซึ่งเป็นผลกระทบโดยตรงจากการละลายของน้ำแข็งขั้วโลก โดยงานวิจัยระบุว่าภายใน 100 ปี น้ำทะเลจะหนุนขึ้นมาบนแผ่นดินเป็นพื้นที่กว้างโดยเฉพาะชายฝั่งของประเทศที่มีระดับต่ำกว่าระดับน้ำทะเล จากการวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลโดยใช้แบบจำลองความสูงและภาพถ่ายดาวเทียมชี้ให้เห็นว่าภายในปี ค.ศ.2100 พื้นที่กว่าร้อยละ 10 ในอำเภอสัตหีบและพื้นที่ร้อยละ 30 ใน อ.แกลง มีความเสี่ยงต่อการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเล ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อฐานทัพเรือและสิ่งอำนวยความสะดวกรวมถึงแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติหลายแห่ง ภารกิจการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยทั้งในทะเลและตามชายฝั่งของกองทัพเรือจะเพิ่มมากขึ้น

มนนภา เทพสุด (2562) ได้เสนอ 3 แนวทาง เพื่อแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนให้ได้ผลดังนี้ (1) ลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลในทุกรูปแบบด้วยการนำผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วกลับมาผลิตใหม่ (Recycle) ลดการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เกินความจำเป็น (Reduce) การนำผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วมาหมุนเวียนใช้ใหม่ (Reuse) และซ่อมแซมเครื่องใช้ที่สึกหรอให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ (Repair) พร้อมส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ เพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (2) กำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศด้วยการเพิ่มแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น การเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ นักวิทยาศาสตร์พบว่าหากต้องการให้ป่าดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ถึงร้อยละ 10 จากทั่วโลก จำเป็นต้องปลูกป่าอย่างน้อย 700,000 ตารางกิโลเมตร (3) กำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งผลิตด้วยการเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้อยู่ในรูปของสารประกอบชนิดอื่นด้วยกระบวนการทางชีวภาพ เช่น การเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้อยู่ในรูปของแข็งคาร์บอเนต

นักวิทยาศาสตร์รายงานว่ากองทัพและการทหารทั่วโลกมีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเรียกร้องให้มีการควบคุมมลพิษจากภาคส่วนนี้ โดยนักวิทยาศาสตร์เตือนว่ากิจกรรมทางการทหารและการใช้อาวุธยุทโธปกรณ์ต่าง ๆ ของกองทัพเป็นหนึ่งในผู้ก่อมลพิษที่ใหญ่ที่สุดในโลก แต่ทั่วโลกกลับหลีกเลี่ยงการตรวจสอบข้อเท็จจริง หากรวมกิจกรรมทางทหารและการใช้อุปกรณ์ของกองทัพทั่วโลก และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องคาดว่ามีส่วนในการสร้างมลพิษถึงร้อยละ 6 ของการปล่อยมลพิษทั้งหมดทั่วโลก โดยระบุว่าในร้อยละ 6 นี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ มลพิษจากฐานทัพต่าง ๆ ร้อยละ 40 และมลพิษจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทหาร ร้อยละ 60

เอกสารของกองทัพเรือสหรัฐฯ “Climate Action 2030” ได้กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นภัยคุกคามที่จะส่งผลกระทบไม่เพียงแต่การปฏิบัติการและความพร้อมรบของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกาเท่านั้น (Operations and Readiness) หากยังส่งผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นฐานอีกด้วย ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น การเกิดน้ำท่วมรุนแรงและพายุเฮอริเคนที่เกิดบ่อยครั้งอันเป็นภัยคุกคามต่อฐานทัพเรือ อู่สร้างและซ่อมเรือตามชายฝั่งทะเล การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศโลกเป็นภัยคุกคามที่สามารถส่งผลกระทบข้ามพรมแดน เช่น โรคระบาด เป็นต้น โดยกองทัพเรือสหรัฐฯ จะต้องปรับตัวเพื่อรับมือกับความท้าทายเหล่านี้ ประธานาธิบดีสหรัฐฯ ได้เน้นย้ำถึงความตั้งใจของสหรัฐฯ ที่จะบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net-zero Emissions) ภายในปี ค.ศ.2050

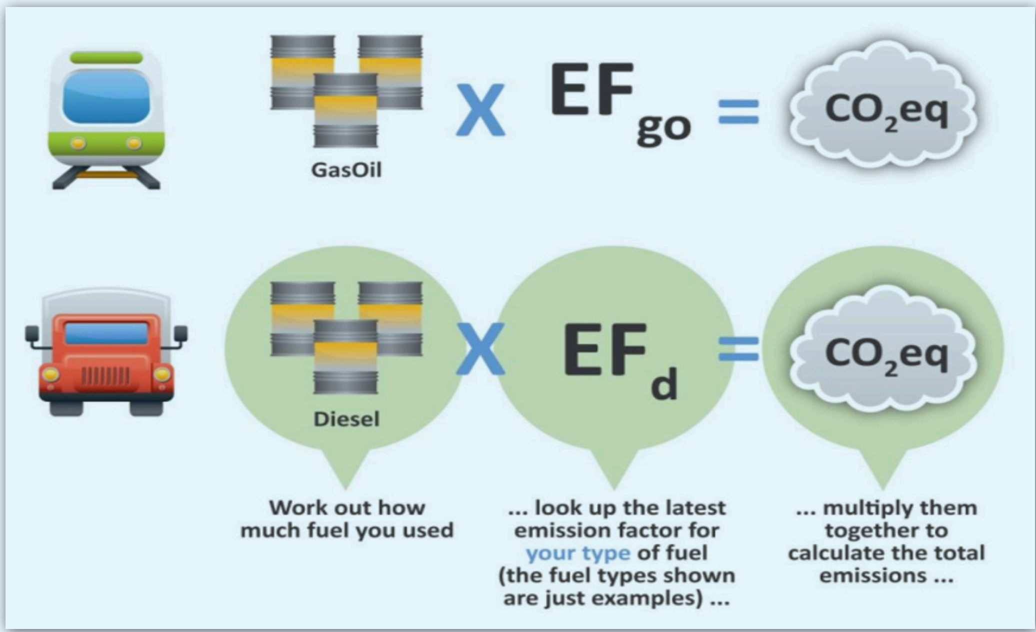
3. ปัจจัยสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อนโดยกองทัพเรือ

ปัจจัยสำคัญของการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน โดยกองทัพเรือนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล ซึ่งส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ สู่ชั้นบรรยากาศ น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยสำคัญในการปฏิบัติภารกิจในการรักษาผลประโยชน์ของชาติทางทะเลของกองทัพเรือน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงหลักทั้งในเรือรบและยุทโธปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงยานพาหนะขนส่งทั้งทางบกและทางน้ำ เช่น เรือฟริเกต เรือตรวจการณ์ระยะไกลฝั่ง เรืออเนกประสงค์ยกพลขึ้นบกขนาดใหญ่รถยนต์โดยสาร รถบรรทุกขนาดต่าง ๆ จากข้อมูลการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของกองทัพเรือในปีงบประมาณ พ.ศ.2565 จากบริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน) มีปริมาณสูงถึง 47 ล้านลิตร ซึ่งด้วยปริมาณเชื้อเพลิงดังกล่าวสามารถนำมาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นต์หรือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่กองทัพเรือปล่อยออกมาสู่ชั้นบรรยากาศคร่าว ๆ ได้ จากสูตรคำนวณดังนี้ (กำหนดให้ Emission Factor จากเชื้อเพลิงดีเซลมีค่าเท่ากับ 2.7 kgCO2e/L)

$$
\begin{aligned}
CO_2 \text{ Emission (Direct)} &= \text{Activity data} \times \text{Emission Factor} \\
&= 47 \times 10^6 \times 2.7 \text{ kgCO2e/L} \\
&= 126{,}900 \text{ tCO2e /year}
\end{aligned}
$$

หรือประมาณ 126,900 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (tCO2e/year) ซึ่งเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ค่อนข้างสูง ที่คำนวณจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับใช้ในยานพาหนะและยุทโธปกรณ์ของกองทัพเรือเพียงส่วนเดียว โดยไม่นับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากสาเหตุอื่น ๆ

นอกจากนี้ กองทัพเรือต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่างและกำลัง เช่น ระบบปรับอากาศ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในหน่วยงานภายในกองทัพเรือ สถานที่ทำงาน โรงงาน บ้านพักข้าราชการ ฯลฯ สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ส่วนใหญ่มาจากเชื้อเพลิงจากฟอสซิล การใช้พลังงานไฟฟ้าของกองทัพเรือจึงมีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยเช่นกัน จากรายงานข้อมูลไฟฟ้าของหน่วยงานภายใต้การบริหารของกระทรวงกลาโหม (ในส่วนกองทัพเรือ) ได้รายงานข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในแต่ละปีงบประมาณต่อสำนักงานนโยบายและแผน กระทรวงพลังงาน พบว่ากองทัพเรือใช้ไฟฟ้าในปีงบประมาณ พ.ศ.2565 เป็นจำนวนทั้งสิ้นประมาณ 168,843,396.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี (kWh/year) ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณคาร์บอนฟุตพรินต์ทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าดังกล่าวในลักษณะเดียวกัน โดยกำหนดให้ Emission Factor จากพลังงานไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 0.5 kgCO2e/kWh จากการคำนวณพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปีประมาณ 84,422 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (tCO2e /year) ซึ่งคิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงมากเช่นกัน แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นที่สำคัญจะรวมถึงการใช้ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากน้ำมันจากฟอสซิลด้วย เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติก ถุงพลาสติก ขวดน้ำพลาสติก ฯลฯ โดยหากไม่มีการนำพลาสติกเหล่านี้กลับมาใช้ซ้ำหรือรีไซเคิล (Reuse and recycle) ขยะพลาสติกเหล่านี้จะเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก การใช้สิ่งของที่ทำด้วยพลาสติกจึงเป็นการเพิ่มก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศด้วยอีกทางหนึ่ง หน่วยงานของกองทัพเรือใช้พลาสติกจำนวนมาก โดยหากไม่มีการนำกลับมาใช้ใหม่ก็จะเป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและมีส่วนทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2 สูตรการคำนวณหาปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นต์หรือปริมาณก๊าซเรือนกระจก
ที่มา : https://assets.publishing.service.gov.uk

4. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อกองทัพเรือและกรมอู่ทหารเรือ

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากภาวะโลกร้อนคาดว่าจะเพิ่มความต้องการของกองทัพเรือ ในการปฏิบัติหน้าที่เพื่อการช่วยเหลือเรือที่ประสบภัยและร้องขอความช่วยเหลือ ภัยธรรมชาติทางทะเลจะเกิดขึ้นบ่อยครั้งและมีความถี่สูงขึ้น ผลจากภาวะโลกร้อนทำให้สภาพภูมิอากาศในทะเลแปรปรวนมากขึ้นจนพยากรณ์ได้ยากลำบาก ดังนั้นเป็นความจำเป็นที่การพยากรณ์อากาศต้องมีความแม่นยำสูงขึ้น อุบัติภัยในทะเลจะเกิดขึ้นบ่อยครั้ง นอกจากนี้ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นเนื่องจากการละลายของน้ำแข็งขั้วโลกส่งผลกระทบโดยตรงต่อฐานทัพเรือ อู่ซ่อม/สร้างเรือ กองเรือ ท่าเรือ รวมถึงหน่วยงานและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่ติดกับชายฝั่งทะเลทั้งด้านชายฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของประเทศ กองทัพเรือ จึงต้องเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถในการฟื้นตัวหรือสร้างความยืดหยุ่น (Resilience) ของโครงสร้างพื้นฐานและห่วงโซ่อุปทานที่ให้การสนับสนุนด้านพลังงานแก่กองทัพเรือ แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ เช่น ป่าชายเลน ชายหาด และแหล่งท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติตามชายฝั่งทะเลจะได้รับความเสียหายอย่างรุนแรง การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวจากสภาวะสมดุลหนึ่งไปสู่สภาวะที่ร้อนขึ้น หากแต่เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องซึ่งจะมีอัตราเร่งที่สูงขึ้นตลอดเวลา หากไม่มีการดำเนินการตอบสนองใด ๆ เพื่อรับมือกับผลกระทบจากภาวะโลกร้อน กองทัพเรือจำเป็นต้องวางแผนรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงเชิงพลวัติมากขึ้นและเปลี่ยนแปลงในทุกมิติอย่างรวดเร็ว

ห้วงระยะเวลาผ่านมา กรมอู่ทหารเรือมีการดำเนินการเพื่อตอบสนองยุทธศาสตร์และนโยบายของชาติด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมาโดยตลอด เช่น การใช้น้ำมันไบโอดีเซลในยานพาหนะของกองทัพเรือ การจัดทำโครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ตามหน่วยงานภายในกรมอู่ทหารเรือ และการจัดกิจกรรมปลูกป่าไม้และไม้ป่าชายเลนเป็นประจำทุกปี ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้เป็นประโยชน์และส่วนช่วยในเรื่องการลดโลกร้อน อย่างไรก็ตามในการป้องกันและลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อนอย่างยั่งยืนและเกิดประสิทธิภาพนั้น กรมอู่ทหารเรือจำเป็นต้องมีแผนการดำเนินงานที่ชัดเจนที่มุ่งเน้นการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างจริงจัง สร้างความร่วมมือจากทุกหน่วยงานและมีแผนการดำเนินงานอย่างเป็นรูปธรรมในภาพรวมของทั้งองค์กร

5. แนวทางการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา

การแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน มีหลักการสำคัญ คือ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิให้ลดลงเหลือศูนย์ (Net-zero Emissions) แม้จะไม่สามารถหยุดปรากฏการณ์โลกร้อนลงได้โดยทันที แต่การชะลอตัวลงของภาวะโลกร้อนจะช่วยให้ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นลดความรุนแรงลงทำให้ มนุษย์ พืช และสัตว์ สามารถปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างเหมาะสม กองทัพเรือสหรัฐฯ มีการเตรียมการเพื่อปรับตัวและรับมือกับผลกระทบจากภาวะโลกร้อนมาระยะหนึ่งแล้ว และถือว่าเป็นความเร่งด่วนในการเตรียมให้มีความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate-ready Force) โดยต้องบรรลุเป้าหมายเชิงประสิทธิภาพ 2 ประการกล่าวคือ (1) การสร้างความสามารถในการฟื้นตัวต่อสภาพภูมิอากาศ (Build Climate Resilience) เพื่อทำให้เกิดความพร้อมของอาวุธยุทโธปกรณ์ ระบบสนับสนุนรวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ และบรรลุภารกิจในสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง (2) การลดภัยคุกคามจากสภาพอากาศ (Reduce Climate Threat) โดยต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศพร้อมกับการดูดซับก๊าซเรือนกระจกออกจากชั้นบรรยากาศ (Carbon Sequestration) เพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบนิเวศ ดังนี้

5.1 กระบวนการตัดสินใจโดยพิจารณาจากสภาพภูมิอากาศ (Climate-informed Decision-making)[5]

ทร.สหรัฐฯ พิจารณาถึงปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และติดตามการใช้งบประมาณการลงทุนที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการด้านการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ รวมถึง การวางแผนการดำเนินงาน การจัดสรรงบประมาณของ ทร.สหรัฐฯ ผลกระทบและภัยคุกคามจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ จะเป็นปัจจัยร่วมในการพิจารณาที่เกี่ยวข้องกับการฝึก Wargames และ การฝึกทางทหาร (Training Exercises) ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจะถูกนำไปใช้เพื่อการจัดการประสิทธิภาพการดำเนินงานของ ทร.สหรัฐฯ และสนับสนุนเป็นข้อมูลให้กับผู้บังคับบัญชาเข้าใจ เพื่อทราบความก้าวหน้าและความเสี่ยงต่อการบรรลุภารกิจในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ทร.สหรัฐฯ พัฒนาและปฏิบัติการตามแผนที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วเพื่อรับข้อมูล ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเพื่อตรวจสอบความเสี่ยงต่าง ๆ พร้อมแนวทางแก้ปัญหาในอนาคต นอกจากนี้ ทร.สหรัฐฯ จะนำหลักสูตรฝึกอบรมและการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศที่เชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ของภารกิจให้เกิดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ของกองทัพทั้งหมด ตั้งแต่ระดับพลทหารถึงระดับนายทหารสัญญาบัตรและครอบคลุมถึงระดับพลเรือน

5.2 การเตรียมพร้อมสำหรับการฟื้นตัวของการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ (Train and Equip for Climate Resilience)

พลังงานพื้นฐานหลักที่ใช้ขับเคลื่อนการปฏิบัติการของ ทร.สหรัฐฯ ได้แก่ เรือรบและอากาศยานซึ่งอาวุธยุทโธปกรณ์เหล่านี้มีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่สิ่งแวดล้อม ทร.สหรัฐฯ จะเน้นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการปฏิบัติการสนับสนุนภารกิจในด้านต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net-zero Emission) ภายในปี ค.ศ.2050 เพิ่มขีดความสามารถและลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ลดความต้องการของพลังงานและการปรับปรุงการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ผลกระทบจากการขยายตัวของโครงสร้างกำลังรบในอนาคต การผสมผสานทางเลือกและประเภทของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เพื่อรองรับความต้องการในการปฏิบัติการทางทหารในอนาคต (Transition)

---

[5]Office of the Assistant Secretary of the Navy for Energy, Installations and Environment, Department of the Navy, Department of the Navy Climate Action 2030, p.13 - 26

5.2.1 การใช้ยานพาหนะและยุทโธปกรณ์ทำงานด้วยระบบไฟฟ้า (Electrication of Tactical Ground Vehicles)

ทร.สหรัฐฯ จะเปลี่ยนรูปแบบยุทโธปกรณ์และยานพาหนะทางบกสำหรับใช้ในการรบเป็นแบบไฮบริดและไฟฟ้า (Hybridization and Electrification) เพื่อให้เกิดผลดีต่อสภาพภูมิอากาศและภารกิจทางทหาร จากการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลที่ลดลง ระยะการปฏิบัติการที่เพิ่มขึ้น ขีดความสามารถที่สูงขึ้น ข้อดีของการใช้ระบบแบบไฮบริดและพลังงานไฟฟ้า คือ Logistics Footprints ของยานพาหนะจะลดลง ระยะทางเพิ่มขึ้นและมีความทนทานสูงขึ้น สามารถลดการถูกตรวจจับ (Reduced Detectability) ความคล่องตัวสูงขึ้น ประหยัดค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน ลดความต้องการในการบำรุงรักษาและความสามารถในการอยู่รอดสูงขึ้น (Increased Survivability) และเพื่อความสอดคล้องกับภารกิจ ทร.สหรัฐฯ กำลังดำเนินการปรับปรุงคุณลักษณะเฉพาะของยานพาหนะทางยุทธวิธีที่ได้รับการพัฒนาให้มีความทันสมัยต่อการใช้งานให้สามารถใช้งานได้หลากหลาย นอกจากนี้ ทร.สหรัฐฯ จะเพิ่มประสิทธิภาพของกำลังรบด้วยการใช้ระบบไฮบริด (Hybridization) พลังงานไฟฟ้า (Electrification) เชื้อเพลิงทางเลือกที่มีคาร์บอนต่ำ (Alternative Lower-carbon Fuels) และระบบขับเคลื่อนเทคโนโลยีสูง (Advanced Propulsion Solutions) สำหรับแพลตฟอร์มทางยุทธวิธีที่มีการใช้งานอยู่และแพลตฟอร์มสำหรับอนาคตในทุกมิติทั้งทางบก ทางเรือ และทางอากาศ

ภาพที่ 3 ยานผิวน้ำไร้คนขับ Saildrone Explorer ของ ทร.สหรัฐฯ
ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานขับเคลื่อนขณะกำลังปฏิบัติการบริเวณอ่าวเปอร์เซีย
ที่มา : https://taskandpurpose.com/tech-tactics/navy-saildrones-persian-gulf

5.2.2 การผสมผสานและการปรับปรุงระบบขับเคลื่อนในเรือรบ (Integrated and Improved Propulsion for Navy Ships)

ปัจจุบัน ทร.สหรัฐฯ มีเรือรบ 5 ประเภท และเรือสนับสนุนอีก 8 ประเภท ที่มีความหลากหลายและต่างกันในด้านการปรับปรุงระบบขับเคลื่อนและระบบไฮบริด ซึ่ง ทร.สหรัฐฯ จะทำการจัดหาระบบขับเคลื่อนทางเลือกแบบไฮบริดและระบบขับเคลื่อนที่มีเทคโนโลยีขั้นสูง เพื่อใช้งานในเรือ ทร.สหรัฐฯ ทั้งหมด เช่น เรือฟริเกต เรือพิฆาต และเรือประเภทอื่น ๆ ด้วย ในอนาคตระบบขับเคลื่อนเรือที่ได้รับการพัฒนาและเป็นระบบไฮบริดแล้วจะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นต่อการใช้งานของเรือได้อย่างมีนัยสำคัญ ในการพัฒนาขีดความสามารถในอนาคต ทำให้สามารถบูรณาการใช้งานเข้าด้วยกันได้อย่างคุ้มค่าและทันต่อเหตุการณ์ยิ่งขึ้น

ภาพที่ 4 สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบ Mobile ในหน่วยนาวิกโยธินสหรัฐฯ
ที่มา : Department of the Navy Climate Action 2030, Department of the Navy, 2022.

5.3 การวางโครงสร้างพื้นฐานที่สร้างขึ้นอย่างยืดหยุ่นและเป็นธรรมชาติ (Resilient Built and Natural Infrastructure)

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ทร.สหรัฐฯ ต้องรับมือกับผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ เช่น การเกิดอุทกภัยหรือความแห้งแล้ง อันเป็นความท้าทายที่สำคัญจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทร.สหรัฐฯ จะพยายามฟื้นฟูระบบนิเวศขนาดใหญ่เพื่อพัฒนาความสามารถในการจัดการที่ดินและแนวชายฝั่งทะเล ให้สามารถรับมือต่อความท้าทายด้านสภาพภูมิอากาศอย่างเต็มรูปแบบตั้งแต่ภัยแล้ง ความไม่มั่นคงของทรัพยากรน้ำ ไฟป่า รวมถึงการกัดเซาะชายฝั่ง คลื่นพายุ และระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น ทร.สหรัฐฯ จะขยายการใช้โครงสร้างพื้นฐานทางธรรมชาติเพื่อสร้างความความสามารถในการฟื้นตัว การกักเก็บคาร์บอน (Carbon Sequester) และบรรลุการแก้ปัญหาสภาพอากาศในระดับท้องถิ่นและระดับภูมิภาค สาหร่าย (Algae) หญ้าทะเล (Sea Grass) ป่าชายเลน (Mangrove) และหนองน้ำเค็ม (Salt Marsh) ช่วยสร้างความสามารถในการฟื้นตัวของสภาพแวดล้อมชายฝั่งได้อย่างมีนัยสำคัญ โดย ทร.สหรัฐฯ จะปฏิบัติ

ตามนโยบายของกองทัพเพื่อปกป้องและฟื้นฟูระบบนิเวศในบริเวณที่ตั้งของหน่วยงาน รวมถึง แหล่งชุมชนในกองทัพ ทร.สหรัฐฯ ได้ทำการฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่งบริเวณพื้นที่ Naval Weapons Station Earle ในรัฐ New Jersey ที่รับผลกระทบจากพายุเฮอริเคนแซนดี้เกิดความเสียหายมูลค่ากว่า 50 ล้านดอลลาร์ฯ เมื่อได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกระทรวงกลาโหมสหรัฐฯ จำนวน 1.9 ล้านดอลลาร์ฯ รวมกับการสนับสนุนของกองทุนกว่า 61 ล้านดอลลาร์ฯ จากรัฐบาล จึงได้มีการฟื้นฟูสภาพชายหาดและสภาพแวดล้อมตามแนวชายฝั่ง เช่น หมู่ปะการังหอยนางรมเทียม (Artificial Oyster Reefs) และแหล่งหนองน้ำเค็ม (Salt Marsh) เพื่อสร้าง แนวป้องกันทางธรรมชาติจากพายุฉับพลัน โครงการดังกล่าวสร้างคุณประโยชน์ต่อสิ่งก่อสร้างบนพื้นที่กว่า 1.6 ล้านเอเคอร์ของ กห.สหรัฐฯ

5.4 การสร้างความสามารถในการฟื้นตัวของห่วงโซ่อุปทานและนวัตกรรม (Supply Chain Resilience and Innovation)

ทร.สหรัฐฯ ดำเนินการลงทุนทางเทคโนโลยีที่ทันสมัยในหลายด้าน เช่น เทคโนโลยีเชื้อเพลิงคาร์บอนต่ำ (Low-carbon Technologies) เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงานขั้นสูง (Advanced Energy Storage) และการผลิตไฟฟ้า เพื่อสนับสนุนความมั่นคงของชาติสร้างความได้เปรียบในการรบและการใช้ประโยชน์จากสภาพภูมิอากาศผ่านการสนับสนุนของสำนักงานวิจัย ทร.สหรัฐฯ (Office of Naval Research: ONR) ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขั้นสูง และพัฒนาขีดความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อคาดการณ์ บรรเทา และปรับตัวให้เข้ากับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ดีขึ้น งานวิจัยที่สำคัญบางส่วนที่ได้รับการสนับสนุนจาก ONR ได้แก่ การสร้างแบบจำลองและการคาดการณ์ทางสมุทรศาสตร์และอุตุนิยมวิทยาระบบไฟฟ้าในเรือที่มีประสิทธิภาพและเครือข่ายพลังงานที่ปลอดภัยในโลกไซเบอร์ ทร.สหรัฐฯ พิจารณาการนำแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนมาตรฐานสำหรับยานพาหนะรุ่น 6T มาใช้เป็นขั้นแรกของการใช้งานยานพาหนะทางบกแบบไฮบริดให้แพร่หลายมากขึ้น แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนชนิด 6T มีความจุของแบตเตอรี่สูงขึ้นมากกว่าแบตเตอรี่ Lead-acid แบบเดิม ทำให้การใช้งานมีความเงียบและเป็นแหล่งระบบพลังงานสำหรับภารกิจเสริม แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน 6T สามารถชาร์จไฟด้วยพลังงานแสงอาทิตย์หรือวิธีอื่น ๆ ได้เช่นกัน

ภาพที่ 5 The BOLT Lifesaver อุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานคลื่น สามารถสนับสนุนการจ่ายไฟฟ้าให้กับยานพาหนะไร้คนขับในทะเล

ที่มา : Department of the Navy Climate Action 2030, Department of the Navy, 2022.

5.5 การสร้างความร่วมมือในการเพิ่มประสิทธิภาพการลดผลกระทบและการปรับตัว (Enhance Mitigation and Adaptation Through Collaboration)

ทร.สหรัฐฯ จะร่วมมือกับหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถและแหล่งเงินทุน ขยายสเกลและขอบเขตในการการลดผลกระทบและการปรับตัวผ่านโครงการต่าง ๆ เช่น REPI Program (Readiness and Environmental Protection Integration), Sentinel Landscapes, Defense Community Infrastructure Program และกลไกความร่วมมืออื่น ๆ ทร.สหรัฐฯ จะยังคงทำงานร่วมกับหน่วยงานป้องกันประเทศ หน่วยงานรัฐบาลกลางอื่น ๆ NGO เพื่อช่วยกันหาแนวทางแก้ไขเพื่อการปรับตัวและการบรรเทาผลกระทบในระดับท้องถิ่น หรือระดับภูมิภาค นอกจากนี้ ทร.สหรัฐฯ จะทำงานอย่างใกล้ชิดกับพันธมิตรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ การตรวจจับ การติดตาม การวิจัยและการประเมินผล และจะทำงานร่วมกับพันธมิตรและพันธมิตรระหว่างประเทศ สร้างความสามารถในการฟื้นตัวต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ของโลกที่อ่อนไหวต่อสภาพอากาศ ภัยพิบัติด้านมนุษยธรรมหรือสภาพอากาศที่รับผลกระทบอย่างฉับพลัน

6. แนวทางการนำการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนของกองทัพสหรัฐฯ มาประยุกต์ใช้กับกรมอู่หารเรือ

ในการกำหนดแผนการปฏิบัติเพื่อการป้องกันและลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อน สามารถกำหนดแนวทางการปฏิบัติโดยมีเป้าหมายหลัก คือ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิให้เหลือศูนย์ โดยวางแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนในระดับหน่วยงานและระดับกำลังพลกรมอู่ทหารเรือให้มีขีดความสามารถในการฟื้นตัวต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง พร้อมบูรณาการหลักการสังคมคาร์บอนต่ำและแนวคิดในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมด้วย ดังนี้

6.1 การสร้างความตระหนักรู้และเตรียมพร้อมต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงของกรมอู่ทหารเรือ

กรมอู่ทหารเรือ ควรกำหนดยุทธศาสตร์และมีแผนรองรับการจัดการเกี่ยวกับภาวะโลกร้อนอย่างเป็นรูปธรรมให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของประเทศและจุดยืนของประเทศไทย ในการมีส่วนร่วมกับประชาคมโลก ในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จะก้าวสู่การบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี ค.ศ.2050 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ในปี ค.ศ.2065 โดยกรมอู่ทหารเรือ ควรกำหนดยุทธศาสตร์การลดก๊าซเรือนกระจกของหน่วยงานในกรมอู่ทหารเรือ ให้สอดคล้องกับเป้าหมายของประเทศมีรายละเอียดของแผนการดำเนินงานที่มีความชัดเจน รวมถึงส่งเสริมการสร้างความตระหนักรู้เรื่องภาวะโลกร้อนและสร้างจิตสำนึกในการมีส่วนร่วมในการลดโลกร้อน การคำนวณคาร์บอนฟุตพรินต์ (Carbon Footprint) ของหน่วยงานเป็นวิธีการหนึ่งในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานของหน่วยงาน ค่าที่คำนวณได้นั้นสามารถนำมาพิจารณาเพื่อการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ การคำนวณคาร์บอนฟุตพรินต์จากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรม เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในยานพาหนะและยุทโธปกรณ์ต่าง ๆ การใช้ไฟฟ้าในอาคารสถานที่ทำงาน เป็นต้น สามารถแปลงค่าออกมาในรูปตันของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งเป็นมาตรวัดสำคัญที่สามารถประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมา ช่วยระบุสาเหตุและแหล่งกำเนิดของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญ เพื่อหาแนวทางลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ภาพที่ 6 การวัดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ขององค์กร (Carbon Footprint of Organization : CFO)
ที่มา : https://petromat.org/home/carbon-footprint-of-organization

6.2 การส่งเสริมและสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบนพื้นฐานการพัฒนาที่ยั่งยืน

วิธีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้เกิดสัมฤทธิ์ผลนั้นจำเป็นต้องนำหลากหลายวิธีการมาบูรณาการร่วมกัน เพื่อเสริมประสิทธิภาพให้เกิดผลกระทบในเชิงบวกให้เกิดขึ้น โดยกรมอู่ทหารเรือจำเป็นต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากหน่วยงานภายในกรมอู่ทหารเรือจากการปฏิบัติภารกิจด้านต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net-zero Emissions) มีแนวทาง ดังนี้

6.2.1 การลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิลในยานพาหนะของกองทัพเรือ

วิธีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศที่ง่ายที่สุด ไม่มีค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการบริหารจัดการ และไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีทันสมัย คือ การลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลโดยตรง จากคำแนะนำของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้กำหนดมาตรการออกเป็น 3 กลุ่ม คือ "ลด – เปลี่ยน – พัฒนา" (Avoid, Shift, Improve) เป็นมาตรการที่กรมอู่ทหารเรือสามารถนำมาปรับใช้ได้เพื่อช่วยมุ่งเน้นการพัฒนาระบบ การขนส่ง ที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน ลดการใช้พลังงานในภาคขนส่ง ได้แก่ ส่งเสริมให้กำลังพลกรมอู่ทหารเรือเลี่ยงการเดินทางหรือลดระยะทางการเดินทางที่ไม่จำเป็น ส่งเสริมมาตรการทำงานที่บ้าน ส่งเสริมให้กำลังพลเปลี่ยนจากการใช้ยานพาหนะส่วนตัวมาใช้รูปแบบการเดินทางที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น ระบบขนส่งสาธารณะ การเดินทางด้วยจักรยาน เป็นต้น

6.2.2 การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากไบโอดีเซลและเอทานอลปริมาณสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อหลายสิบปีก่อนจากการที่รัฐบาลส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนมาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการบังคับให้น้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลทุกประเภทต้องมีส่วนผสมของเชื้อเพลิงชีวภาพตั้งแต่ปี พ.ศ.2550 เป็นต้นมา ปัจจุบันมีการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่หลากหลายเพื่อให้ผู้ใช้ยวดยานพาหนะสามารถเลือกใช้น้ำมันได้ตามความเหมาะสมของเครื่องยนต์ เช่น แก๊สโซฮอล์ 95/91 แก๊สโซฮอล์ E20 แก๊สโซฮอล์ E85 ดีเซล B7 และดีเซล B20 เป็นต้น เชื้อเพลิงชีวภาพเหล่านี้เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ใหม่เพื่อรองรับเชื้อเพลิงเหล่านี้ การใช้น้ำมันที่มีส่วนผสมของไบโอดีเซลในยานพาหนะและยุทโธปกรณ์ชนิดเครื่องยนต์ดีเซลของกรมอู่ทหารเรือนับว่าเป็นทางเลือกที่เหมาะสมอย่างยิ่ง ปัจจุบันน้ำมันไบโอดีเซลเป็นส่วนผสมอยู่ในน้ำมันดีเซลและมีการผลิตใช้แพร่หลายทั้งในยุโรปและสหรัฐอเมริกาสามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลทุกประเภท โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์และสามารถผลิตโดยใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศได้ เช่น น้ำมันพืช น้ำมันสัตว์ เป็นต้น

ภาพที่ 7 น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ที่มา : https://www.chemihouse.com/biodiesel

---

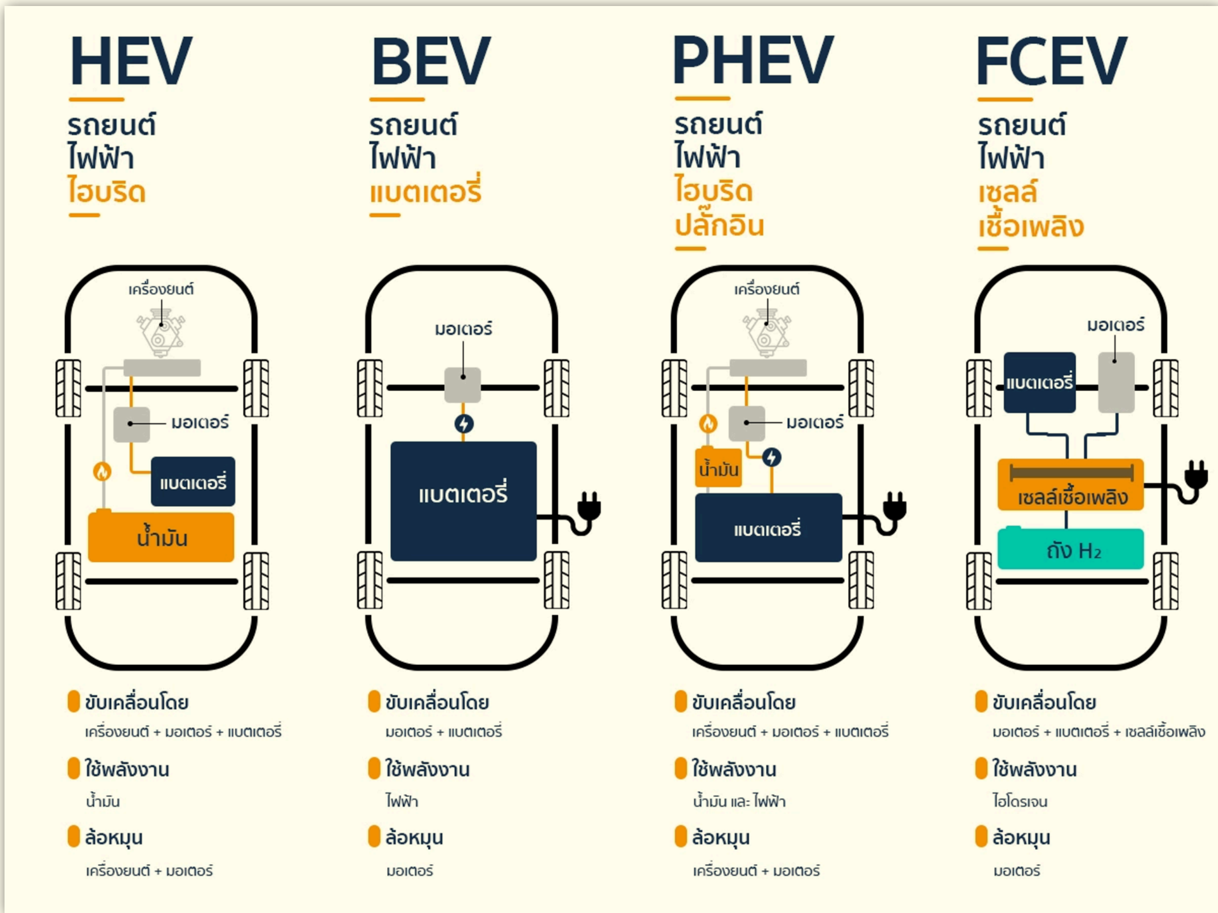
[6]สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, "แผนปฏิบัติการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปี พ.ศ.๒๕๖๔ – ๒๕๗๓ สาขาคมนาคมขนส่ง", หน้า ๑๒

แม้ว่าในอนาคตอันใกล้นี้กลุ่มรถยนต์ขนาดเล็ก และขนาดกลาง เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล เป็นต้น มีโอกาสที่จะถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้นแต่กลุ่มยานพาหนะขนาดใหญ่ (Heavy-duty Vehicle) และยานพาหนะสำหรับทางไกลยังคงต้องพึ่งพาเครื่องยนต์สันดาปภายในอยู่ ดังนั้นเชื้อเพลิงชีวภาพที่สามารถนำมาใช้ได้เลยจึงสามารถตอบโจทย์ความต้องการลดก๊าซเรือนกระจกและยังคงเป็นเทคโนโลยีสำคัญในการมุ่งสู่เป้าหมาย Net-zero Emissions และเชื้อเพลิงชีวภาพยังคงเป็นเชื้อเพลิงสำหรับช่วงเปลี่ยนผ่าน (Transition Fuel) ระหว่างรอ Clean Technology อย่างแบตเตอรี่ไฟฟ้าและเชื้อเพลิงไฮโดรเจน ในยานพาหนะทางบกและทางเรือขนาดใหญ่ สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวางในระยะยาว

6.2.3 การใช้ยานพาหนะขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า

ปัจจุบันรถยนต์ไฟฟ้าหรือรถ Electric Vehicle (EV) เริ่มได้รับความนิยมสูงขึ้นในหลายประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยมีการนำรถยนต์ไฟฟ้ามาใช้มากขึ้น ทั้งในภาคขนส่งสาธารณะและการใช้ในรถยนต์ส่วนบุคคล รถยนต์ไฟฟ้าไม่มีชิ้นส่วนหรือกลไกที่ซับซ้อนแบบยานพาหนะที่ขับเคลื่อนโดยเครื่องยนต์ประเภทสันดาป จึงไม่มีไอเสียหรือมลพิษจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ปัจจุบันรถพลังงานไฟฟ้ามีอยู่ 4 ประเภทด้วยกัน คือ (1) รถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV) เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ 100 เปอร์เซ็นต์ ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า โดยต้องเสียบปลั๊กเพื่อชาร์จไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานภายนอกและไม่มีเครื่องยนต์ที่ต้องเผาไหม้เชื้อเพลิง (2) รถยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle: HEV) เป็นรถยนต์ไฟฟ้าแบบผสมประกอบไปด้วยเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนเป็นหลักร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมแบตเตอรี่ แต่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่ำกว่ารถยนต์ทั่วไปไม่มีช่องเสียบปลั๊กเพื่อชาร์จไฟฟ้า (3) รถยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV) เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่พัฒนามาจากแบบไฮบริดแต่มีช่องเสียบปลั๊กเพื่อชาร์จไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานภายนอกได้ และ (4) รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle: FCEV) เป็นรถยนต์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากการติดตั้งเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) ที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้โดยตรงจากการใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงในการขับเคลื่อน รถยนต์ไฟฟ้าเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพราะไม่สร้างมลพิษทางอากาศ

[7] *“รถยนต์ไฟฟ้า” ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา <https://sciplanet.org/content/8804> (7 September 2021)*



ภาพที่ 8 ประเภทของรถยนต์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ

ที่มา : https://inno.co.th/รถยนต์ไฟฟ้าelectric-vehicle

ตลอดอายุการใช้งานตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการผลิตจนหมดอายุการใช้งานของรถยนต์ ชนิดที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 57 ตันต่อหนึ่งคัน ส่วนรถยนต์ไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 28 ตันต่อหนึ่งคัน รถยนต์ไฟฟ้าจึงปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่ารถยนต์ ชนิดที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงถึงร้อยละ 50 ดังนั้นเพื่อเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญ กรมอู่ทหารเรือควรเริ่มพิจารณาการเปลี่ยนรูปแบบยานพาหนะและยุทโธปกรณ์ต่าง ๆ ในภารกิจของกรมอู่ทหารเรือเป็นแบบไฮบริดและไฟฟ้า (Hybridization and Electrification) เพื่อให้เกิดผลดีต่อสภาพภูมิอากาศ ช่วยลด Logistics Footprints ของยานพาหนะลง

6.2.4 การใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า

พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) เป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) รูปแบบหนึ่งที่สามารถใช้ประโยชน์อย่างไม่จำกัด สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศในเขตร้อนที่ได้รับแสงแดดจำนวนมากตลอดทั้งปี นอกจากนี้ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาต้นทุนพลังงานแสงอาทิตย์ลดลงกว่าร้อยละ 85 ทำให้เกิดโอกาสใหม่สำหรับภาครัฐและเอกชนในการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์พร้อมแบตเตอรี่ที่จะทำให้สามารถอยู่ได้โดยไม่ต้องพึ่งพากริดสาธารณะอีกต่อไป การติดตั้งโซลาร์เซลล์เพื่อการประหยัดพลังงาน และช่วยลดโลกร้อนสามารถทำได้หลายแบบ โซลาร์เซลล์ส่วนใหญ่สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ การติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคา (Solar Rooftop) และโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Farm) กรมอู่ทหารเรือยังมีพื้นที่ว่างอีกจำนวนมาก ที่สามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งแบบโซลาร์ฟาร์ม (Solar Farm) และโซลาร์เซลล์บนหลังคา (Solar Rooftop) สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งวัน การดำเนินการติดตั้งโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) สามารถดำเนินการได้ง่าย สามารถติดตั้งบนหลังคาของอาคารสำนักงานหรือติดตั้งในเขตพื้นที่หน่วยทั้งในเขตกรุงเทพและในพื้นที่ต่างจังหวัดติดทะเล ซึ่งนอกจากจะสามารถช่วยลดคาร์บอนฟุตพรินต์ของกรมอู่ทหารเรือแล้วยังช่วยในด้านการลดการใช้พลังงานจากฟอสซิลด้วยโซลาเซลล์ขนาด 1 กิโลวัตต์ (จำนวน 10 แผง) สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 650 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี หากหน่วยงานในกรมอู่ทหารเรือติดตั้งโซลาเซลล์เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าได้ 100,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี จะสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศได้สูงถึงประมาณ $100{,}000 \times 0.5 = 50{,}000$ ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพที่ 9 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนผืนน้ำ (Floating Solar)
ที่มา : https://www.scg.com/innovation/floating-solar-farm

6.3 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางธรรมชาติเพื่อเพิ่มแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืน

กรมอู่ทหารเรือ สามารถเพิ่มแหล่งดูดซับเรือนกระจก (Carbon Sink) ที่ช่วยดูดซับคาร์บอนที่กองทัพเรือได้ปล่อยออกมา โดยอาศัยแหล่งดูดซับคาร์บอนตามธรรมชาติที่มีอยู่ เช่น ป่าไม้ ป่าชายเลน คลอง หนอง บึง ที่อยู่ในเขตพื้นที่ของกรมอู่ทหารเรือ ซึ่งมีส่วนช่วยในการลดก๊าซเรือนกระจกได้ สามารถเพิ่มแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกให้มีปริมาณสูงเพียงพอในการดูดซับคาร์บอนกลับเข้าสู่ระบบธรรมชาติอีกครั้ง การปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศซึ่งจะช่วยลดปัญหาโลกร้อนได้เป็นอย่างดี กรมอู่ทหารเรือ มีพื้นที่ว่างที่ยังสามารถเพิ่มจำนวนการปลูกต้นไม้ได้โดยเฉพาะในพื้นที่บนบก และชายฝั่งทะเล ส่วนใหญ่ในจังหวัดที่มีพื้นที่ติดชายทะเลที่สามารถปลูกต้นไม้ยืนต้นทั้งชนิดเติบโต บนบกและป่าชายเลนตามแนวชายฝั่งทะเล ต้นไม้ที่จะปลูกควรเป็นประเภทต้นไม้ยืนต้นอายุยืนยาวซึ่งปกติต้นไม้ยืนต้นส่วนใหญ่มีศักยภาพการดูดซับก๊าซเรือนกระจกสูง แต่มีต้นไม้บางชนิดที่สามารถนำปริมาณการ ดูดซับคาร์บอนมาคำนวณแลกเปลี่ยนเป็น “คาร์บอนเครดิต” และนำมาซื้อขายในตลาดได้ ซึ่งกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมกำหนดรายชื่อต้นไม้ไว้ จำนวน 58 ชนิด เช่น ตะเคียนทอง นางพญาเสือโคร่ง สัตบรรณ ตีนเป็ดทะเล ไม้สัก ประดู่ป่า มะค่าโมง ไผ่ทุกชนิด เป็นต้น ต้นไม้ยืนต้น 1 ต้น สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้เฉลี่ย 9 – 15 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี กรมอู่ทหารเรือควรเริ่มต้นปลูกต้นไม้ยืนต้นให้มากขึ้นในพื้นที่ โดยควรเน้นการเลือกปลูกต้นไม้จากจำนวน 58 ชนิด ที่แนะนำโดย กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมนี้ เพื่อโอกาสในการขายคาร์บอนเครดิตในอนาคตและมั่นใจได้ว่าต้นไม้ที่ปลูกทุกชนิดมีศักยภาพในการดูดซับคาร์บอนที่สูง นอกจากนี้ระบบนิเวศชายทะเลที่เป็นป่าชายเลนบึงน้ำเค็มที่ลุ่มชื้นแฉะริมทะเล หญ้าทะเล มีบทบาทอย่างมากในการกักเก็บและดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในผืนดินใต้ทะเล หรือดินเลนชายฝั่งสูงกว่าป่าไม้บนบก ไม้สกุลโกงกางสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิได้สูงถึง 9.4 ตันต่อไร่ต่อปี ความสมบูรณ์ของป่าชายเลนจึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนเนื่องจากป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีผลผลิตมวลชีวภาพสูง กรมอู่ทหารเรือควรเพิ่มพื้นที่การปลูกป่าชายเลนให้กระจายไปในหลายพื้นที่ตามชายฝั่งแม่น้ำและทะเล และสร้างให้เป็นแหล่งเรียนรู้เชิงนิเวศและเป็นเส้นทางศึกษาธรรมชาติป่าชายเลนสำหรับเดินชมพันธุ์ไม้ป่าชายเลน เช่น โกงกาง ฝาดทะเล ตะบูน แสมดำ และสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่พึ่งพาอาศัยป่าชายเลน และเป็นการช่วยป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง ช่วยลดปัญหาน้ำทะเลที่หนุนสูงขึ้นจากภาวะโลกร้อนและลดการความรุนแรงของคลื่นที่กระแทกเข้าฝั่งได้เป็นอย่างดี

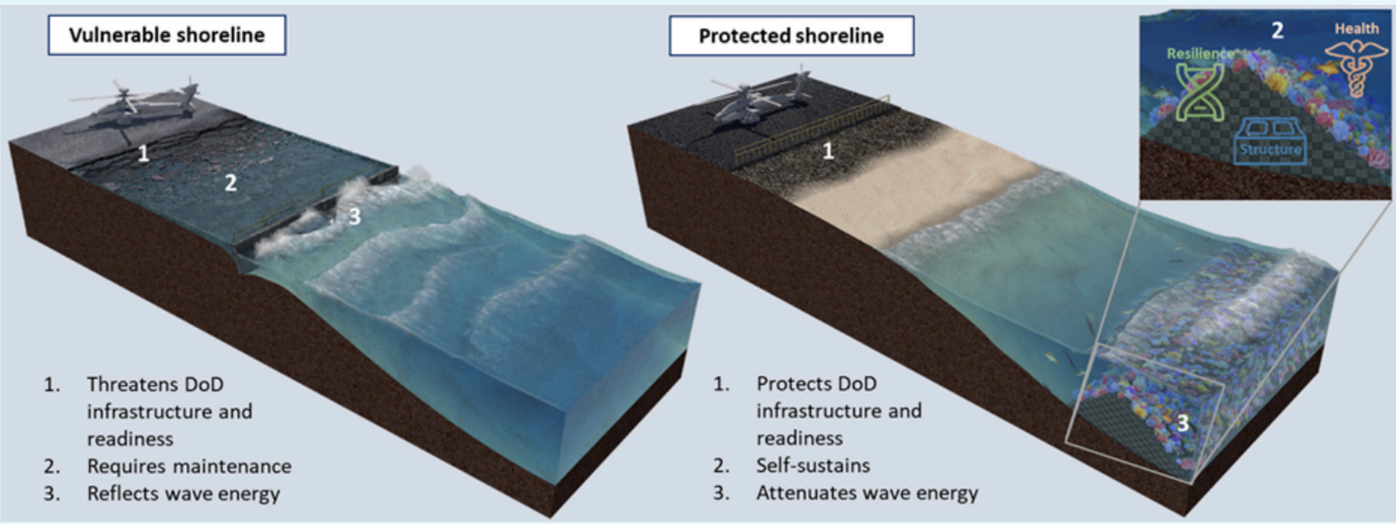
ภาพที่ 10 ป่าชายเลนหรือป่าโกงกาง (Mangrove Forest) เป็นแนวลดพลังงานคลื่นลม และกระแสน้ำสร้างเสถียรภาพของตะกอนชายฝั่ง และป้องกันชายฝั่งทะเลถูกกัดเซาะ

ที่มา : https://dmcrth.dmcr.go.th/manpro/detail/11679

6.4 การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาและการสร้างความร่วมมือเพื่อสรรค์สร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่เพื่อลดก๊าซเรือนกระจก

นอกจากการใช้แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น กรมอู่ทหารเรือเป็นหน่วยงานที่มีศักยภาพสูงในด้านการสร้างสรรค์เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อให้ได้นวัตกรรมใหม่หรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่จะช่วยส่งเสริมกระบวนการลดก๊าซเรือนกระจกให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นมีงานวิจัยที่สำคัญ ได้แก่ เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนประเภทต่าง ๆ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานคลื่น/กระแสน้ำ/ลม เทคโนโลยีการนำวัสดุพลาสติกกลับมาใช้ประโยชน์ (Recycle) เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพของยานพาหนะให้สูงขึ้น เทคโนโลยีเชื้อเพลิงคาร์บอนต่ำในยานพาหนะทั้งทางบก และทางเรือ (Low Carbon Technologies) เทคโนโลยีของแบตเตอรี่หรือการกักเก็บพลังงานขั้นสูง (Advanced Energy Storage) เป็นต้น โดยนำผลงานวิจัยที่ได้มาใช้งานจริงให้เกิดประโยชน์ต่อกองทัพเรืออีกทั้งเป็นการสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงาน ลดการพึ่งพาหรือการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

นอกจากนี้ กรมอู่ทหารเรือควรสร้างขีดความสามารถในการบรรเทาและปรับตัวให้เข้ากับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ในอนาคตระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นย่อมส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเลและในเขตพื้นที่ราบลุ่มมากขึ้น อุทกภัยจะเกิดขึ้นบ่อยครั้งยิ่งขึ้นและรุนแรงมากขึ้น พื้นที่ของกรมอู่ทหารเรือส่วนใหญ่อยู่ติดกับแม่น้ำและชายฝั่งทะเลจึงต้องรับผลกระทบจากระดับน้ำที่เพิ่มสูงขึ้นและส่งผลต่อการปฏิบัติภารกิจของกรมอู่ทหารเรือด้านการซ่อม/สร้างเรือ ดังนั้นจึงควรมีการเตรียมพร้อมรับมือกับผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเพื่อให้กรมอู่ทหารเรือสามารถดำรงความพร้อมการใช้งานของเรือรบของกองทัพเรือให้คงอยู่อย่างยั่งยืน งานวิจัยที่สำคัญจึงเกี่ยวกับด้านการสร้างแบบจำลองและการคาดการณ์ทางสมุทรศาสตร์ การแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง ที่มีความรุนแรงมากขึ้น การเสริมสร้างแหล่งพลังงานที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหน่วยงานได้อย่างมั่นใจแม้ในยามวิกฤติจากภัยพิบัติจากพายุไต้ฝุ่นหรืออุทกภัยที่รุนแรงเพื่อขีดความสามารถการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 11 ตัวอย่างโครงการวิจัยปะการังเทียม Reefense โดยสำนักโครงการวิจัยขั้นสูงด้านกลาโหม (DARPA) เพื่อแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งที่มีความรุนแรงมากขึ้นที่ส่งผลกระทบต่อหน่วยงานของ กห.สหรัฐฯ
ที่มา : https://www.darpa.mil/news-events/2022-06-15

การป้องกันและลดผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างมีประสิทธิภาพนั้นไม่สามารถปฏิบัติได้แต่เพียงลำพัง เพราะภาวะโลกร้อนเป็นเรื่องใหญ่ที่ส่งผลกระทบต่อทุกระดับทุกองค์กร กรมอู่ทหารเรือจึงต้องสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานอื่นด้วยทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อร่วมมือกันเพิ่มขีดความสามารถ เพิ่มศักยภาพ และแหล่งเงินทุน ขยายผลในด้านการลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อน และการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงและสร้างกลไกความร่วมมืออื่น ๆ กรมอู่ทหารเรือควรร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดการเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม หน่วยงานด้านพลังงาน เช่น กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น

7. สรุป

การป้องกันและลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อนของกรมอู่ทหารเรืออย่างยั่งยืนหลักสำคัญ คือ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการลดการใช้แหล่งพลังงานจากฟอสซิลและทดแทนด้วยแหล่งพลังงานที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำหรือไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเลย พร้อมกับการเพิ่มแหล่งดูดซับเรือนกระจกทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือจากการวิจัยพัฒนาเมื่อปฏิบัติตามสองแนวทางหลักดังกล่าวจะเกิดความสมดุลของการปล่อยและการดูดซับก๊าซเรือนกระจกกรมอู่ทหารเรือก็จะได้ค่าที่เรียกว่าNet-zero Emissions ตามที่ประเทศไทยและทั่วโลกตั้งเป้าหมายไว้ แต่ในการเข้าถึงเป้าหมายนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่กรมอู่ทหารเรือ ต้องมีการบริหารจัดการที่ดี ตามหลักการและแนวทางปฏิบัติเหมาะสม ได้แก่ การส่งเสริมการสร้างความตระหนักรู้เรื่องภาวะโลกร้อนและสร้างจิตสำนึกในการมีส่วนร่วมในการลดโลกร้อน การส่งเสริมและสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกบนพื้นฐานการพัฒนาที่ยั่งยืนโดยยึดหลักการสังคมคาร์บอนต่ำ เช่น การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชีวภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การใช้ยานพาหนะขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า รวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางธรรมชาติเพื่อเพิ่มแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืน และการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาและการสร้างความร่วมมือเพื่อสรรค์สร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่เพื่อลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนแบบองค์รวมอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

1. กองทัพเรือ. ยุทธศาสตร์กองทัพเรือ (พ.ศ.2560 – 2579). 2560.

2. คณะทำงานโครงการวิจัยและพัฒนาของกรมอู่ทหารเรือ, “โครงการวิจัยและพัฒนาน้ำมันเชื้อเพลิงไบโอดีเซลของกองทัพเรือ,” เอกสารวิจัยโดยกรมอู่ทหารเรือ กองทัพเรือ, 2548.

3. พุทธชาติ ทองเอม, ภาวะโลกร้อน: มหัตภัยใกล้ตัวมนุษย์, : สำนักการพิมพ์ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2551.

4. ศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. “ภาวะเรือนกระจก” <http://climate.tmd.go.th/content/article/10> (4 Jan 2023)

5. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, “แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ,” กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561.

6. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). “คาร์บอนฟุตพรินต์ขององค์กร” <http://thai carbonlabel.tgo.or.th> (11 March 2023)

7. G. Bill. How to avoid a Climate Disaster, United Kingdom: Penguin Books, 2022.

8. G. Albert Arnold Jr. An Inconvenient Truth, New York: Rodale Books, 14th edition, 2006.

9. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). “Sixth Assessment Report” <https:// www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/> (20 March 2023)

10. Office of the Assistant Secretary of the Navy for Energy, Installations and Environment. Department of the Navy Climate Action 2030, Department of the Navy, 2022.

11. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.O. Pörtner, An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C. IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change., Cambridge University Press, 2019.

เรือไร้คนขับสำหรับปฏิบัติการทางทะเล

Unmanned Surface Vessel for Marine Surveillance

นาวาเอก ธนพงษ์ สุริเย
รองผู้อำนวยการกองวิชาวิศวกรรม ฝ่ายวิชาการ กรมยุทธศึกษาทหารเรือ
Email: sthanapong@hotmail.com

บทคัดย่อ

เรือไร้คนขับสำหรับปฏิบัติการทางทะเล เป็นการประยุกต์องค์ความรู้ที่ได้รับจากการดำเนินโครงการวิจัยเกี่ยวกับเรือไร้คนขับที่สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพเรือ (สวพ.ทร.) ได้ดำเนินการผ่านมา นำมาพัฒนาต่อยอดให้ได้เรือไร้คนขับที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น เพื่อตอบสนองการปฏิบัติภารกิจทางทะเล เรือไร้คนขับสำหรับปฏิบัติการทางทะเล สามารถทำความเร็วเฉลี่ยได้สูงสุด 23.7 นอต (44 กิโลเมตร/ชั่วโมง) ระยะปฏิบัติการสามารถรับสัญญาณภาพได้ชัดเจนที่ระยะ 2.6 กิโลเมตร และสามารถรับสัญญาณควบคุมเรือจากระบบควบคุมเรืออัตโนมัติได้ที่ระยะ 4 กิโลเมตร ระบบตัดการทำงานของเครื่องยนต์ฉุกเฉินสามารถตัดการทำงานของเครื่องยนต์ได้ถึงระยะ 1.8 กิโลเมตร ปฏิบัติการได้ในทะเลที่มีความสูงของคลื่น Sea State 2 สามารถควบคุมเรือให้ปฏิบัติตามภารกิจระวังป้องกันพื้นที่ฐานทัพ ท่าเรือ พื้นที่ชายแดนทางทะเล และสามารถสนับสนุนภารกิจการลาดตระเวนตรวจการณ์ทางทะเลได้ โดยอาศัย Mode ควบคุมเรือรูปแบบต่าง ๆ และการรับสัญญาณภาพจากระบบกล้อง (Functional Failure) ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้ส่งผลกระทบต่อภารกิจด้านยุทธการในการใช้เรือ

บทนำ

การรักษาผลประโยชน์ และความมั่นคงของชาติทางทะเล ถือเป็นภารกิจหลักซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของกองทัพเรือ (ทร.) การเฝ้าตรวจ ลาดตระเวนทางทะเล การแทรกซึมทางทะเล ครอบคลุมอ่าวไทย และทะเลอันดามัน ในยามปกติ และยามสงคราม โดยเฉพาะพื้นที่ฐานทัพ ท่าเรือ และพื้นที่ชายแดนทางทะเล รวมทั้งพื้นที่สำคัญ เช่น ฐานขุดเจาะน้ำมัน ถือเป็นแนวทางการปฏิบัติการทางเรือตามแนวความคิดทางยุทธศาสตร์หลักของยุทธศาสตร์ ทร. พ.ศ.2560 – 2580 เพื่อตอบสนองภารกิจดังกล่าว โดยมุ่งเน้นในด้านการป้องปราม (Deterrence) การป้องกัน (Defense) และความร่วมมือด้านความมั่นคงกับนานาชาติ (Security Cooperation) เทคโนโลยีที่จะช่วยให้การปฏิบัติการทางเรือดังกล่าวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขีดความสามารถ

ในการปฏิบัติการทางเรือ ลดการสูญเสียของกำลังพล คือ การใช้เรือไร้คนขับ (Unmanned Surface Vessel) หรือ USV ร่วมกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจการณ์ทางทะเล ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวมีราคาสูงและยังคงต้องจัดซื้อจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ แต่ด้วยสภาวการณ์ด้านงบประมาณที่จำกัด จึงส่งผลกระทบให้ ทร. ไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์ดังกล่าว เพื่อนำมาใช้ตอบสนองต่อภารกิจของ ทร. ได้

เทคโนโลยีเรือไร้คนขับในปัจจุบันมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านระบบควบคุมบังคับ การระบุตำแหน่งของเรือ การรับ – ส่ง สัญญาณภาพ การติดต่อสื่อสาร เชื่อมต่อสัญญาณข้อมูลกับระบบ Data Link เป็นต้น ประกอบกับโครงการวิจัยและพัฒนาเรือไร้คนขับที่ สวพ.ทร. ได้ดำเนินการผ่านมา ยังไม่มีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติการทางทะเล ดังนั้น หากนำความรู้ต่าง ๆ จากโครงการวิจัยเหล่านั้น มาประยุกต์ใช้ และนำเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาในด้านต่าง ๆ มาบูรณาการประกอบกันได้อย่างลงตัว เหมาะสม จะส่งผลให้เกิดต้นแบบเรือไร้คนขับสำหรับปฏิบัติการทางทะเล ที่สามารถตอบสนอง และสนับสนุนภารกิจด้านการรักษาผลประโยชน์ และความมั่นคงของชาติทางทะเล ซึ่งเป็นภารกิจหลักของ ทร. ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวความคิด

ระบบยานไร้คนขับ (Unmanned Vehicle System : UVS) คือ อากาศยาน รถ เรือ หรือยานพาหนะต่าง ๆ ที่ไม่จำเป็นต้องมีมนุษย์ควบคุมอยู่ภายในยาน แต่จะใช้การควบคุมจากระยะไกล (Remote Control) หรือใช้หลักการทำงานของระบบอัตโนมัติในการเคลื่อนที่เพื่อการปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ (Autonomous Control) ระบบยานไร้คนขับซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย คือ อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle ; UAV) ซึ่งเป็นอากาศยานที่ไม่มีนักบินอยู่บนเครื่อง ดังนั้น ระบบยานไร้คนขับจึงเป็นยุทโธปกรณ์ที่ได้รับการขนานนามในยุคปัจจุบันว่าจะถูกนำไปใช้งานแทนอากาศยาน เรือ รถ หรือยานพาหนะอื่น ๆ ที่มีคนบังคับในบางภารกิจเพื่อลดความเสี่ยงในการสูญเสียชีวิตของกำลังพล ลดค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ และเพิ่มความอ่อนตัว โดยการเกื้อกูลให้การปฏิบัติการไม่จำเป็นต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของมนุษย์ เช่น ความต้องการอาหาร ความต้องการขับถ่าย หรือความต้องการพักผ่อน โดยเฉพาะกรณีภารกิจที่ยานไร้คนขับ ถูกนำไปใช้งานด้านการข่าวกรอง การเฝ้าตรวจ ค้นหาเป้าหมายและการลาดตระเวนในรูปแบบ ISTAR (Intelligence, Surveillance,Target Acquisition, Reconnaissance) หรือแม้กระทั่งการโจมตีเป้าหมายด้วยอาวุธชนิดต่าง ๆ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ยานไร้คนขับจัดเป็นเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้ต่อประเทศไทยในการที่จะพัฒนาขึ้นใช้งานเองเป็นการประหยัดงบประมาณจัดซื้อ จัดหา อีกทั้งหน่วยงานต่าง ๆ จากภาคพลเรือน ยังสามารถประยุกต์ใช้กับงานนอกเหนือจากภารกิจทางทหารเช่น การเฝ้าระวังไฟป่า การบินสำรวจ และอนุรักษ์ธรรมชาติ การตรวจสภาพการจราจร หรือการรวบรวมเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัย เป็นต้น

ยานผิวน้ำไร้คนขับ (Unmanned Surface Vessel : USV) หรือเรือไร้คนขับ คือ ยานบนผิวน้ำที่สามารถปฏิบัติการได้ด้วยตนเอง หรือถูกควบคุมจากระยะไกล หรืออีกความหมายหนึ่งคือ ยานที่ปฏิบัติการบนผิวน้ำได้โดยปราศจากลูกเรือ โดยทั่วไป USV จะมีขนาดความยาวประมาณ 5 – 50 ฟุต และมีน้ำหนักโดยรวมประมาณ 1,000 – 20,000 ปอนด์ การใช้งานยานไร้คนขับในภารกิจทางทะเลไม่ใช่เรื่องใหม่ USV ได้เริ่มมีการทดลองและพัฒนามาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยใช้ในภารกิจการกวาดทุ่นระเบิดและประเมินผลการโจมตีในยุทธบริเวณ USV ไม่เพียงแต่มีประสิทธิภาพสูงในการปฏิบัติภารกิจยามสงครามเท่านั้น แต่ยังสามารถนำมาใช้ปฏิบัติภารกิจในยามสงบได้อีกด้วย อาทิ การรักษาความสงบระหว่างประเทศ หรือเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการเฝ้าตรวจติดตามการปฏิบัติตามกฎหมาย หรือสนธิสัญญา

หรือการปราบปรามเครือข่ายของอาชญากรรมข้ามชาติ (โจรสลัด การลักลอบเข้าน่านน้ำ การลักลอบขนยาเสพติด สินค้ามีพิษ และสินค้าต้องห้าม) ตลอดจนการรักษาความมั่นคงทางทะเลเชิงรุกที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งรูปทรงของตัวเรือ และชนิดของยานไร้คนขับนั้นมีหลากหลาย ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมการของการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น Semi-submersible, Conventional Planning, Hull Semi planning, Hull Hydrofoils เป็นต้น

ประเภท และภารกิจของ USV

1. X-Class เป็น USV ขนาดเล็ก ความยาวประมาณ 3 เมตร มีศักยภาพขั้นพื้นฐานในการสนับสนุนภารกิจด้านการข่าวกรอง การเฝ้าตรวจการณ์ลาดตระเวน (ISR) ร่วมกับกำลังพลปกติ โดยสามารถปล่อยจากเรือยางที่มีคนขับได้ แต่มี Payload ที่จำกัด ระยะเวลาปฏิบัติการได้หลายชั่วโมง

2. Harbor Class เป็น USV ที่มีขนาดความยาว 7 เมตร ซึ่งเป็นไปตามความยาวมาตรฐานเรือยาง ของกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา มุ่งเน้นเพื่อภารกิจความมั่นคงทางท่าเทียบเรือ และทางทะเล โดยจะมีความสามารถด้าน ISR ที่ดี และอาจมีการติดตั้งอาวุธชนิดร้ายแรง และชนิดที่ไม่เป็นอันตรายถึงชีวิต (Non-Lethal Weapons, NLW) มีความเร็วประมาณ 35 นอต ระยะเวลาปฏิบัติการประมาณ 12 ชั่วโมง

3. Snorkeler Class มีขนาดความยาวประมาณ 7 เมตร และเป็น USV แบบกึ่งดำน้ำเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติภารกิจค้นหาทุ่นระเบิด ภารกิจความมั่นคงทางทะเล หรือภารกิจรบพิเศษ เป็น USV ที่มีคุณลักษณะเด่นด้านล่องหน มีความเร็วประมาณ 15 นอต ระยะเวลาปฏิบัติการได้ 24 ชั่วโมง

4. Fleet Class มีขนาดความยาวประมาณ 11 เมตร จัดเป็น USV ที่มีศักยภาพสูงในการปฏิบัติภารกิจได้เกือบทุกภารกิจข้างต้น มีความเร็วประมาณ 35 นอต มีระยะเวลาปฏิบัติการได้มากกว่า 48 ชั่วโมง

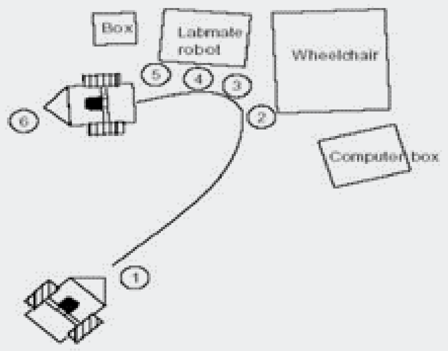
USV สามารถนำไปใช้เพื่อการปฏิบัติภารกิจที่หลากหลาย อาทิ ภารกิจต่อต้านทุ่นระเบิด ภารกิจการปราบเรือดำน้ำ ภารกิจความมั่นคงทางทะเล ภารกิจสงครามผิวน้ำ ภารกิจสนับสนุนหน่วยรบพิเศษ ภารกิจสงครามอิเล็กทรอนิกส์ หรือภารกิจสนับสนุนการป้องกันการกระทำผิดกฎหมายทางทะเล เป็นต้น

ความสามารถของ USV

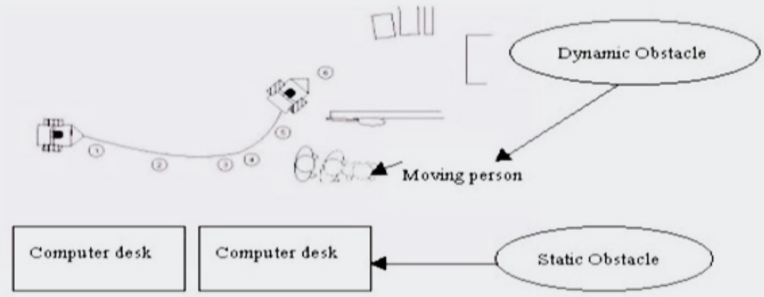
1. สภาวะอัตโนมัติ หรือ ความสามารถของ USV ในการปฏิบัติการได้ด้วยตัวเองนั้น (Autonomy) แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ Manual USV จะต้องมีการติดต่อสื่อสารกับศูนย์การควบคุมบังคับบัญชาตลอดเวลาเพื่อการควบคุม และตกลงใจที่ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ Semi-automatic USV จะติดต่อสื่อสารกับศูนย์การควบคุมบังคับบัญชาตามห้วงเวลาที่กำหนด มีฟังก์ชันปฏิบัติการด้วยตัวเองมากขึ้น เช่น การเดินทาง การหลบหลีกสิ่งกีดขวางป้องกันการชนกัน แต่ยังต้องอาศัยมนุษย์ในการตกลงใจในเรื่องที่สำคัญ อาทิ การติดตามเป้าหมายการปล่อยอาวุธ เป็นต้น และ Automatic USV จะติดต่อสื่อสารกับศูนย์การควบคุมบังคับบัญชาเฉพาะเท่าที่จำเป็นเท่านั้น โดยจะมีการกำหนดรูปแบบ และเงื่อนไข ที่เรียกว่า Profile ในการปฏิบัติภารกิจไว้แล้ว ซึ่ง USV มีอิสระอย่างสมบูรณ์ในการปฏิบัติการแบบอัตโนมัติเต็มตัว

2. การหลบหลีกสิ่งกีดขวางเพื่อป้องกันการชนกัน (Obstacle and Collision Avoidance) โดยทั่วไป USV จะต้องมีความสามารถในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ได้แก่ พื้นดิน เกาะ ยานผิวน้ำ สิ่งกีดขวางที่ห้อยแขวน เช่น (สะพาน กิ่งไม้) สิ่งกีดขวางใต้แนวน้ำตื้น (ซากเรือ ปะการัง สันดอนทราย) สิ่งกีดขวางผิวน้ำ (คนว่ายน้ำ ทุ่น ซากปรักหักพังลอยน้ำ USV หรือ สิ่งอื่น ๆ ที่ลากจูงผ่านไปมา) ดังแสดงในรูปที่ 1

3. การหลบหลีกภัยคุกคาม อันได้แก่ เรือ อากาศยาน หรือระบบเซนเซอร์ (เรดาร์) รวมทั้งระบบตรวจจับอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม จะต้องพิจารณาความสมดุลระหว่างความเสี่ยงต่อการถูกทำลายของ USV กับความซับซ้อนทันสมัยของระบบป้องกันตัวเองที่มีราคาสูงด้วยเช่นกัน

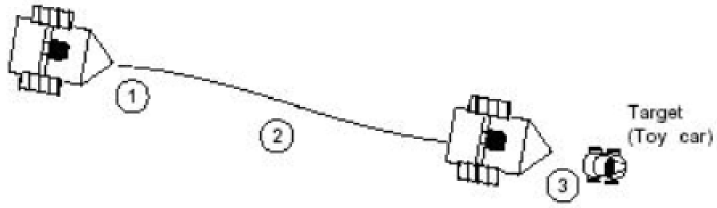


รูปที่ 1 Collision Avoidance



รูปที่ 2 Obstacle Avoidance

4. การแยกแยะเป้าหมายอัตโนมัติ (Goal Seeking) เป็นคุณสมบัติที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง/ภัยคุกคาม และมีประโยชน์ในเรื่องการประหยัดเวลาในการปฏิบัติการ และการตรวจพบเป้าหมายได้อย่างรวดเร็ว โดยจะต้องอาศัยระบบเซนเซอร์ที่มีคุณภาพ (โซนาร์ เรดาร์ อินฟราเรด) ร่วมกับการประมวลผลในการจัดกลุ่มแยกแยะเป้าหมาย และการติดตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 Goal Seeking

อนาคต และการพัฒนาเรือผิวน้ำไร้คนขับ

กองทัพเรือสหรัฐอเมริกาได้กำหนดแนวความคิดมูลฐานในการพัฒนา USV ยุคใหม่ไว้ ดังนี้

1. การติดต่อสื่อสารในระยะเกินสายตาที่ไม่แพงจนเกินไป (CostEffective Beyond Line of Sight Communications, CE BLOS) เพื่อเพิ่มระยะปฏิบัติการของ USV ให้ไกลขึ้นจากเรือแม่ (Mother Ship) หรือสถานีฐาน (Base Station)

2. การปล่อย USV ออกไปปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย เชื่อถือได้และสามารถกู้กลับ ได้จากตัวเรือแม่ (Launch and Recovery, L&R)

3. การควบคุมตัวเองที่ดีขึ้น (Self Dependency) โดยลดการพึ่งพาความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ทำให้เจ้าหน้าที่ควบคุมสามารถเฝ้าติดตาม USV ได้หลายลำพร้อมกันในเวลาเดียวกัน

4. ความทนทานในการใช้งาน (Sea Worthiness) นอกเหนือจากการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว USV จะต้องสามารถปฏิบัติการทางทะเลได้อย่างมีเสถียรภาพ (Stability) และมีความคงทนยาวนาน (Endurance) ยิ่งขึ้น สามารถบูรณาการระบบยานไร้คนขับในทุกมิติ (UAV, UGV, USV, UUV) ของทุกเหล่าทัพ และพลเรือน ให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารทั้งมวลผ่านเครือข่ายการสื่อสารร่วม เพื่อให้เกิดการรับรู้สถานการณ์ร่วมในทุกขณะ (Situation Awareness and Common Operating Picture, SA & COP)

ส่วนประกอบของเรือไร้คนขับสำหรับปฏิบัติการทางทะเล

ตัวเรือ และระบบขับเคลื่อน

ตัวเรือ ใช้เรือยางท้องแข็ง ความยาวตลอดลำ 5 เมตร ความกว้างตลอดลำ 2.15 เมตร น้ำหนักบรรทุกสูงสุด 1,100 กิโลกรัม ดังแสดงในรูปที่ 4 ระบบขับเคลื่อนเป็นแบบเครื่องยนต์ติดท้าย (Outboard Motor) 4 สูบ ชนิด 4 จังหวะ ผลิตแรงม้าสูงสุดที่ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 5,000 ซี.ซี. ขนาด 60 แรงม้า ดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 4 ตัวเรือ

รูปที่ 5 ระบบขับเคลื่อน

ระบบสื่อสาร

ประกอบด้วย โมดูลสื่อสาร Wireless Video Link จำนวน 2 โมดูล แบ่งออกเป็นโมดูลสื่อสาร Air Unit ติดตั้งบนเรืออยู่ภายในกล่อง Autopilot (AP Box) และโมดูลสื่อสาร Ground Unit ติดตั้งบริเวณสถานีภาคพื้น (Ground Station) ซึ่งอยู่ภายในกล่อง Ground Control Station (GCS Box) โดยสื่อสารผ่านคลื่นความถี่ 2.4 GHz ดังแสดงในรูปที่ 6 และเสาอากาศต่อขยายภายนอก กระจายสัญญาณได้รอบทิศทาง 360 องศาครอบคลุมพื้นที่ 500 เมตร ถึง 1.5 กิโลเมตร มีอัตราขยาย 15 dBi โดยใช้ย่านความถี่ 2.4 GHz จำนวน 4 ต้น (Air Unit 2 ต้น และ Ground Unit 2 ต้น) ดังแสดงในรูปที่ 7

รูปที่ 6 โมดูลสื่อสาร

รูปที่ 7 เสาอากาศต่อขยาย

ระบบกล้อง

แบ่งระบบกล้องออกเป็น 2 ระบบหลัก คือ ระบบกล้องตรวจการณ์ ใช้สำหรับภารกิจการถ่ายทอดภาพสีและภาพความร้อนจากเรือมายังสถานีควบคุมภาคพื้น โดยกล้องมีคุณสมบัติในการรักษาทิศทาง และมุมเดิม (stabilizer) ในขณะที่เรือเกิดอาการโคลงจากผลกระทบของคลื่นได้ โดยเป็นกล้องแบบดิจิทัลหมุนได้รอบทิศทาง ดังแสดงในรูปที่ 8 และ ระบบกล้อง หน้า – หลัง ใช้สำหรับการมองภาพด้าน หน้า – หลัง ของเรือ ระหว่างการบังคับเรือในระยะใกล้โดยแยกออกจากระบบกล้องตรวจการณ์ และที่สถานีควบคุมภาคพื้น ดังแสดงในรูปที่ 9

รูปที่ 8 ระบบกล้องตรวจการณ์

รูปที่ 9 ระบบกล้องหน้า - หลัง

ระบบเซนเซอร์นำทาง

ประกอบด้วยเซนเซอร์สำหรับวัดค่าต่าง ๆ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่มีความจำเป็นต่อการเดินเรือหรือควบคุมเรือ ได้แก่ เซนเซอร์วัดค่าความเร็วลม และทิศทางลม เซนเซอร์วัดค่าความเร็วเรือ และความลึกน้ำ Automatic Identification System Transponder หรือ AIS Transponder ดังแสดงในรูปที่ 10 – 12

รูปที่ 10 เซนเซอร์วัดค่าความเร็วลม

รูปที่ 11 เซนเซอร์วัดค่าความเร็วเรือ

รูปที่ 12 AIS Transponder

ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System, GPS)

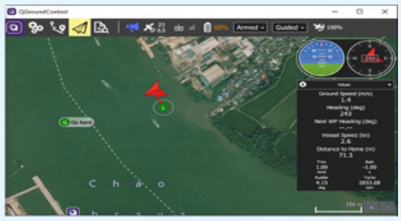
GPS ใช้สำหรับการระบุตำแหน่งตำบลที่และใช้สำหรับการนำทางในระบบอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 13

รูปที่ 13 ระบบ GPS

ระบบควบคุมเรือ

ระบบควบคุมเรือประกอบด้วยชุดควบคุมความเร็ว และควบคุมการหัน – เลี้ยว ทำการออกแบบให้สามารถควบคุมการทำงานได้ทั้งสถานีบนเรือ และจากสถานีควบคุมระยะไกล โดยแสดงค่าต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น ความเร็วเรือ และมุมหางเสือ ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก คือ Autopilot Hardware, Autopilot Software, Ground Station และ Remote Control ดังแสดงในรูปที่ 14 – 17

รูปที่ 14 Autopilot Hardware วัดค่าความเร็วลม



รูปที่ 15 Autopilot Software

รูปที่ 16 Ground Station

รูปที่ 17 Remote Control

ระบบตัดการทำงานของเครื่องยนต์ฉุกเฉิน (Emergency Stop/Kill Engine)

ระบบตัดการทำงานของเครื่องยนต์ฉุกเฉิน ใช้สำหรับตัดการทำงานของเครื่องยนต์ เมื่อมีการกดปุ่มตัดการทำงานของเครื่องยนต์ฉุกเฉิน กรณีไม่ได้รับสัญญาณการควบคุมเรือ ดังแสดงในรูปที่ 18

รูปที่ 18 Emergency Stop

ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมหางเสือ และคันเร่งของเรือ

ใช้สำหรับการควบคุมหางเสือ และคันเร่งของเรือด้วยระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 19

รูปที่ 19 ระบบควบคุมหางเสือ และคันเร่งของเรือ

ระบบสัญญาณไฟ

ใช้สำหรับแสดงสถานะ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของเรือ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตลอดจนใช้ในการอำนวยความสะดวกในการนำเรือ และการปฏิบัติภารกิจ ประกอบด้วยระบบสัญญาณไฟหลัก จำนวน 2 ระบบ ได้แก่ ระบบสัญญาณไฟแสดงสถานะของระบบอัตโนมัติ และระบบสัญญาณไฟแสดงสถานะอื่น ๆ อาทิ ไฟนำทาง ซ้าย – ขวา ของเรือ ไฟฉุกเฉิน ไฟชี้เป้า ซ้าย – ขวา และไฟสมอ เป็นต้น

ระบบกระจายเสียง

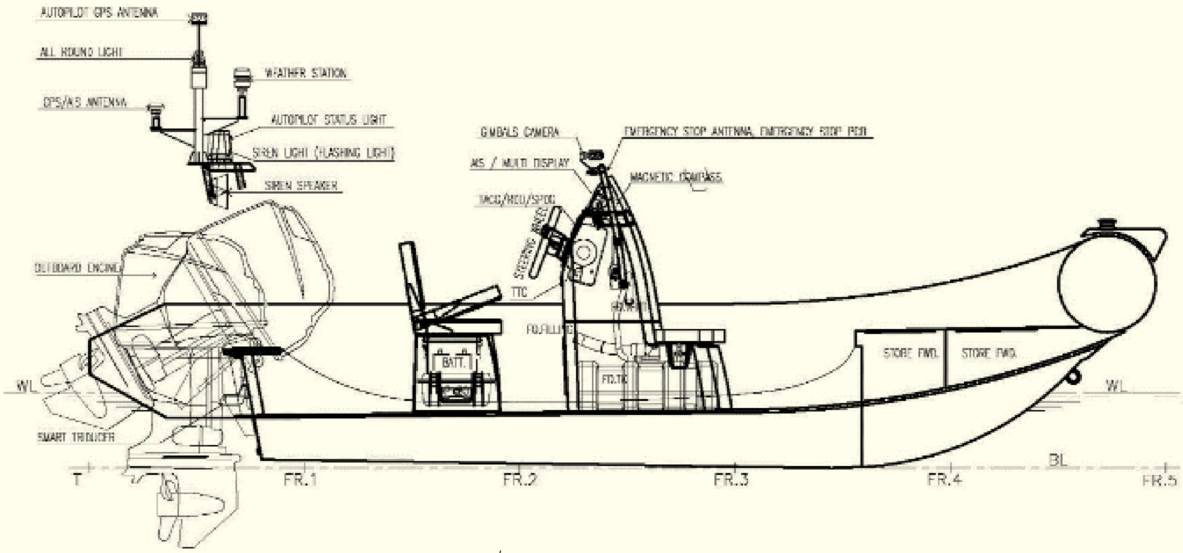
ใช้สำหรับการประกาศคำสั่งขณะเรือไร้คนขับปฏิบัติภารกิจ ดังแสดงในรูปที่ 20

รูปที่ 20 ระบบกระจายเสียง

การออกแบบ

แบบเรือไร้คนขับ

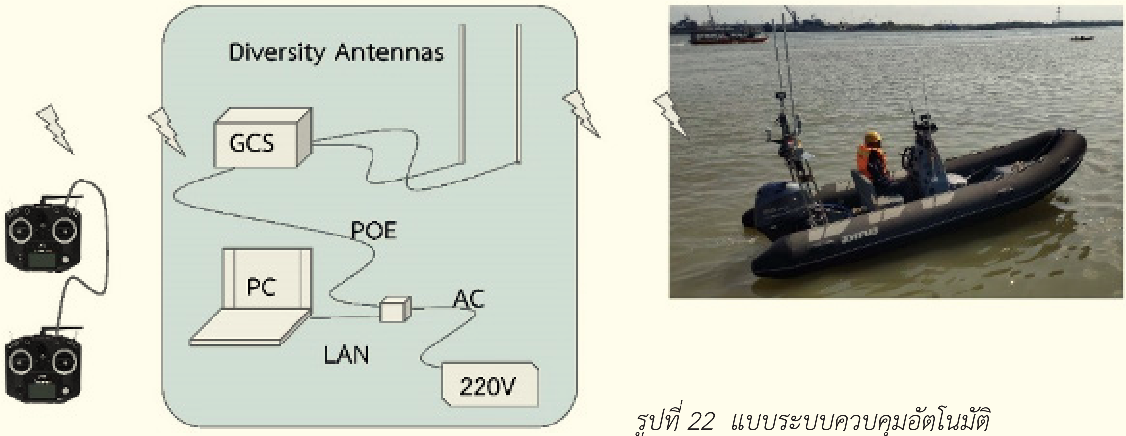
การออกแบบเรือไร้คนขับ ใช้หลักการพิจาณาถึงความเหมาะสม และเพิ่มเติมฟังก์ชันของการทำงานตลอดจนอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เรือไร้คนขับมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยกำหนดความต้องการพื้นฐานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามฟังก์ชันการใช้งานของเรือไร้คนขับ ก่อนที่จะนำมาประกอบเป็นเรือไร้คนขับ โดยอุปกรณ์หลักจะเป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ในการแสดงสถานะ สัญลักษณ์ การควบคุมเรือ และการปฏิบัติภารกิจของเรือ โดยมีตำแหน่งการติดตั้งบริเวณ Roll Bar เสาเรือ ใต้เบาะที่นั่งผู้ควบคุมเรือ และแผงคอนโซล ดังแสดงในรูปที่ 21



รูปที่ 21 แบบเรือไร้คนขับ

แบบระบบควบคุมอัตโนมัติ

ออกแบบให้มีฟังก์ชันการทำงานเป็นไปตามแนวคิดที่กำหนดไว้ อาทิ การใช้ Radio Remote Controller (RC) เป็นเครื่องมือสำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างภาครับ และภาคส่ง โดยใช้ RC สำหรับควบคุมเรือ และควบคุมระบบกล้อง หรือการประยุกต์ใช้ Ground Station Software ให้สามารถสั่งการปิด – เปิด ระบบไฟรอบตัวเรือได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 22



รูปที่ 22 แบบระบบควบคุมอัตโนมัติ

การทดสอบ ทดลอง

การทดสอบ ทดลอง ประกอบด้วย

1. การทดสอบคุณภาพของเสาอากาศ และโมดูลรับส่งสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 23

รูปที่ 23 การทดสอบคุณภาพของเสาอากาศ และโมดูลรับส่งสัญญาณ

2. การทดสอบระยะควบคุม และการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ 3 หลัก ได้แก่ ทดสอบการควบคุมเรือ และระบบกล้องนำทาง ทดสอบระยะการทำงานของระบบสื่อสาร และทดสอบการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ

3. การทดสอบในท่า (Harbour Acceptance Test : HAT) มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบ ทดลองระบบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในขณะที่เรือไร้คนขับจอดเทียบท่า เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนทำการทดสอบในทะเลต่อไป โดยทำการทดสอบตามหมวดหมู่ของ Ship Work Breakdown System ได้แก่ การทดสอบระบบขับเคลื่อนการทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า การทดสอบระบบตรวจการณ์ควบคุมบังคับบัญชา ระบบเดินเรือ การทดสอบอุปกรณ์การภาพ การทดสอบระบบควบคุมเรือ และการทดสอบระบบบังคับเลี้ยว

4. การทดสอบในทะเล (Sea Acceptance Test : SAT) มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบสมรรถนะและขีดความสามารถของเรือไร้คนขับให้มีความสมบูรณ์ตรงตามความต้องการใช้งานที่กำหนดไว้ ได้แก่ การทดสอบความเร็วสูงสุด การทดสอบวงหัน การทดสอบโมเมนตัม การทดสอบหยุดเรือฉุกเฉิน (Crash Stop) การทดสอบความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง การทดสอบระยะการควบคุมและการ รับ – ส่ง สัญญาณ และการทดสอบระบบควบคุมเรืออัตโนมัติ ตัวอย่างการทดสอบในทะเล ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 24

รูปที่ 24 ตัวอย่างการทดสอบในทะเล (การทดสอบความเร็วสูงสุด)

สรุป

ผลจากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความเรียบร้อย บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่กำหนดไว้ คือ ได้แบบเรือไร้คนขับสำหรับปฏิบัติการทางทะเล แบบระบบนำทาง และระบบควบคุมเรืออัตโนมัติ และมีเรือไร้คนขับสำหรับปฏิบัติการทางทะเล ดังแสดงในรูปที่ 25

รูปที่ 25 เรือไร้คนขับสำหรับปฏิบัติการทางทะเล

โดยเรือไร้คนขับดังกล่าว มีคุณสมบัติตามขอบเขตของการวิจัยที่กำหนดไว้เบื้องต้นกล่าวคือ สามารถทำความเร็วเฉลี่ยได้สูงสุด 23.7 นอต (44 กิโลเมตร/ชั่วโมง) ระยะปฏิบัติการของเรือไร้คนขับสามารถรับสัญญาณภาพได้ชัดเจนที่ระยะ 2.6 กิโลเมตร หลังจากนั้นสัญญาณภาพจะขาดหายเป็นบางช่วง และสามารถรับสัญญาณควบคุมเรือจากระบบควบคุมเรืออัตโนมัติได้ที่ระยะ 4 กิโลเมตร ระบบตัดการทำงานของเครื่องยนต์ฉุกเฉินสามารถตัดการทำงานของเครื่องยนต์ได้ถึงระยะ1.8กิโลเมตรปฏิบัติการได้ในทะเลที่มีความสูงของคลื่น Sea State 2 โดยการจำลองจากการทดสอบในแม่น้ำเจ้าพระยาขณะที่มีเรือใหญ่แล่นผ่าน และเกิดคลื่นกระทบจากเรือใหญ่ และการทดสอบ ทดลองในทะเล สามารถควบคุมเรือให้ปฏิบัติตามภารกิจระวังป้องกันพื้นที่ฐานทัพท่าเรือ พื้นที่ชายแดนทางทะเล และสามารถสนับสนุนภารกิจลาดตระเวนตรวจการณ์ทางทะเลได้ โดยอาศัย Mode ของการควบคุมเรือรูปแบบต่าง ๆ และการรับสัญญาณภาพจากระบบกล้อง

เอกสารอ้างอิง

1. เอกสารอ้างอิง

1.1 เศวตนันท์ ประยูรรัตน์, พล.ร.ต., “โครงการวิจัยและพัฒนาเป้าพื้นน้ำเคลื่อนที่” สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพเรือ, 2550

1.2 อนุสรณ์ ยังคุ้มญาติ, น.อ., “โครงการวิจัยและพัฒนาเรือไร้คนขับบังคับด้วยวิทยุสำหรับสนับสนุนภารกิจตรวจค้น” สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพเรือ, 2558

1.3 กตัญญู ศรีตังนันท์, พล.ร.ต., “โครงการวิจัยและพัฒนาเรือไร้คนขับสนับสนุนการปฏิบัติการในลำน้ำ” สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพเรือ, 2560

2. มาตรฐานอ้างอิง

S9086-TX-STM-010 NAVAL SHIPS’ TECHNICAL MANUAL CHAPTER 583 VOLUME 1 BOATS AND SMALL CRAFT

เรือดำน้ำแบบตัวเรือสองชั้น แข็งแรงกว่าแบบตัวเรือชั้นเดียวจริงหรือ?

นาวาเอก กิตติภูมิ ภูมิโคกรักษ์
รองผู้อำนวยการกองช่าง กองเรือดำน้ำ กองเรือยุทธการ

บทคัดย่อ

เรือดำน้ำสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างตัวเรือออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ เรือดำน้ำแบบตัวเรือชั้นเดียว (single hull) และเรือดำน้ำแบบตัวเรือสองชั้น (double hull)

เมื่อพิจารณาหลักการออกแบบเรือดำน้ำพบว่า ทั้งเรือดำน้ำแบบตัวเรือชั้นเดียว และตัวเรือสองชั้นต่างถูกออกแบบให้มีตัวเรือทนกำลังดัน (pressure hull) เป็นโครงสร้างหลักรับภาระวิกฤต (critical load) ที่ความลึกสูงสุดที่เรือดำน้ำสามารถปฏิบัติงานได้ โดยเปลือกเรือชั้นนอก (outer shell) ตลอดจนโครงสร้างที่เกี่ยวข้องไม่ได้ถูกออกแบบมาให้รับภาระวิกฤต เมื่อวิเคราะห์ความแข็งแรงของตัวเรือดำน้ำต่อภาระแรงระเบิดที่เกิดจากอาวุธใต้น้ำ มีการศึกษาแสดงให้เห็นว่าตัวเรือทนกำลังดันของเรือดำน้ำแบบตัวเรือสองชั้นได้รับความเสียหายน้อยกว่าแบบตัวเรือชั้นเดียว เนื่องจากน้ำในถังอับเฉา (main ballast tank) ที่อยู่ภายนอกตัวเรือทนกำลังดัน อย่างไรก็ตามในหลักการออกแบบเรือดำน้ำ ความทนทานของเรือดำน้ำต่อการถูกอาวุธ (survivability) จะพิจารณาผลกระทบจากการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้น เนื่องจากแรงระเบิดใต้น้ำที่มีต่อเครื่องจักรอุปกรณ์จนไม่สามารถใช้งานได้ (shock factor) ดังนั้นที่สภาวะการปฏิบัติงานเดียวกัน ตัวเรือดำน้ำแบบตัวเรือชั้นเดียว และตัวเรือสองชั้นต่างก็มีความแข็งแรงต่อภาระวิกฤตเทียบเท่ากัน

จากการเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างตัวเรือดำน้ำในบทความนี้ แสดงให้เห็นความสำคัญของการทำความเข้าใจในหลักการออกแบบของระบบทางวิศวกรรม เพื่อให้ทราบที่มาของการวิเคราะห์ในการออกแบบ ซึ่งจะทำให้สามารถเปรียบเทียบคุณลักษณะทางเทคนิคของระบบนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

บทนำ

ในปัจจุบันเรือดำน้ำที่ใช้ในการปฏิบัติการทางทหารนั้น สามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างตัวเรือ ออกได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ เรือดำน้ำแบบตัวเรือชั้นเดียว (single hull) ดังภาพประกอบที่ 1 และเรือดำน้ำแบบตัวเรือสองชั้น (double hull) ดังภาพประกอบที่ 2 โครงสร้างตัวเรือดำน้ำทั้งสองแบบมีจุดเด่นและจุดด้อยที่แตกต่างกัน โดยการจะเลือกออกแบบและต่อเรือดำน้ำแบบใดก็ขึ้นอยู่กับหลักนิยมการปฏิบัติการเรือดำน้ำและเทคโนโลยีในการต่อเรือของแต่ละประเทศ

ภาพประกอบที่ 1
เรือดำน้ำแบบตัวเรือชั้นเดียว
(ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Invincible-class_submarine)

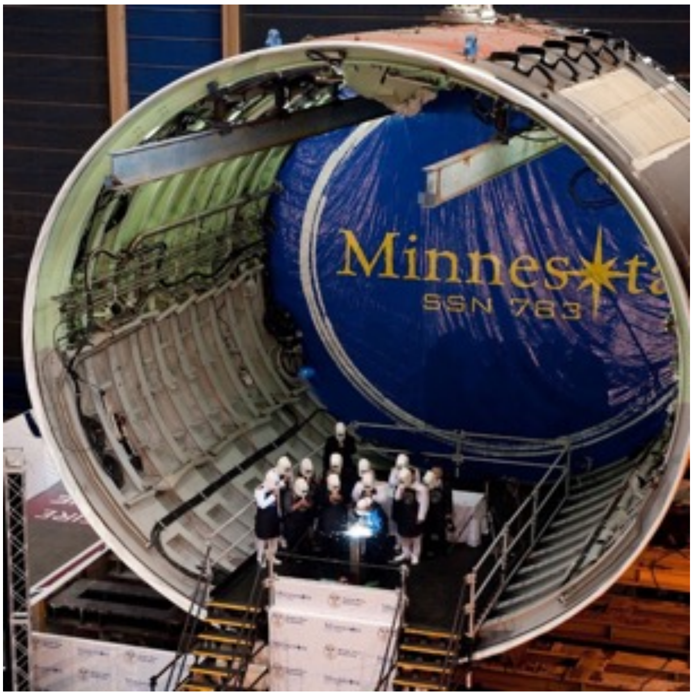
ภาพประกอบที่ 2 เรือดำน้ำแบบตัวเรือสองชั้น
(ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/Type_039A_submarine)

โดยปกติเวลาที่เรากล่าวถึงความแข็งแรงของโครงสร้างอะไรสักอย่าง ไม่แปลกเลยที่จะเข้าใจกันว่าโครงสร้างที่หนากว่าหรือมีจำนวนชั้นมากกว่าย่อมแข็งแรงกว่า ซึ่งก็เป็นการกล่าวที่ไม่เกินความจริง สำหรับการออกแบบโครงสร้างโดยทั่วไป เช่น เรือบรรทุกน้ำมันแบบตัวเรือสองชั้นถูกออกแบบมาให้มีความแข็งแรงและปลอดภัยกว่าแบบตัวเรือชั้นเดียว เป็นต้น อย่างไรก็ตามในกรณีของเรือดำน้ำ การเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างระหว่างตัวเรือชั้นเดียว และตัวเรือสองชั้นนั้น มีข้อพิจารณาที่แตกต่างจากโครงสร้างตัวเรือผิวน้ำ ในบทความนี้จะได้อธิบายถึงพื้นฐานทางวิศวกรรมโครงสร้าง (structure engineering) ที่เกี่ยวข้อง และหลักการออกแบบโครงสร้างเรือดำน้ำ ตลอดจนเปรียบเทียบความแข็งแรงของโครงสร้างตัวเรือดำน้ำทั้ง 2 แบบ โดยอ้างอิงจากข้อมูลทางวิชาการที่มีการเผยแพร่เป็นสาธารณะ

บทความนี้มุ่งเน้นการนำเสนอในรูปแบบที่จะทำให้ผู้อ่านทั่วไปสามารถเข้าใจได้โดยง่ายและพยายามที่จะหลีกเลี่ยงในการกล่าวเชิงลึกลงไปในรายละเอียดของทฤษฎีและหลักการทางวิศวกรรม ทั้งนี้ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้จากเอกสารอ้างอิงท้ายบทความนี้

มาทำความรู้จักโครงสร้างเรือดำน้ำแต่ละแบบ

จะสังเกตได้ว่ารูปลักษณ์ภายนอกของเรือดำน้ำแบบตัวเรือชั้นเดียว และแบบตัวเรือสองชั้นนั้นมีลักษณะคล้ายกันมาก ทำให้เราไม่สามารถแยกตัวเรือชั้นเดียวออกจากตัวเรือสองชั้นด้วยการพิจารณาเฉพาะโครงสร้างภายนอกได้ จำเป็นต้องดูโครงสร้างภายในจึงจะสามารถบอกความแตกต่างระหว่างโครงสร้างตัวเรือทั้ง 2 แบบได้ ดังภาพประกอบที่ 3 (ก) และ (ข)



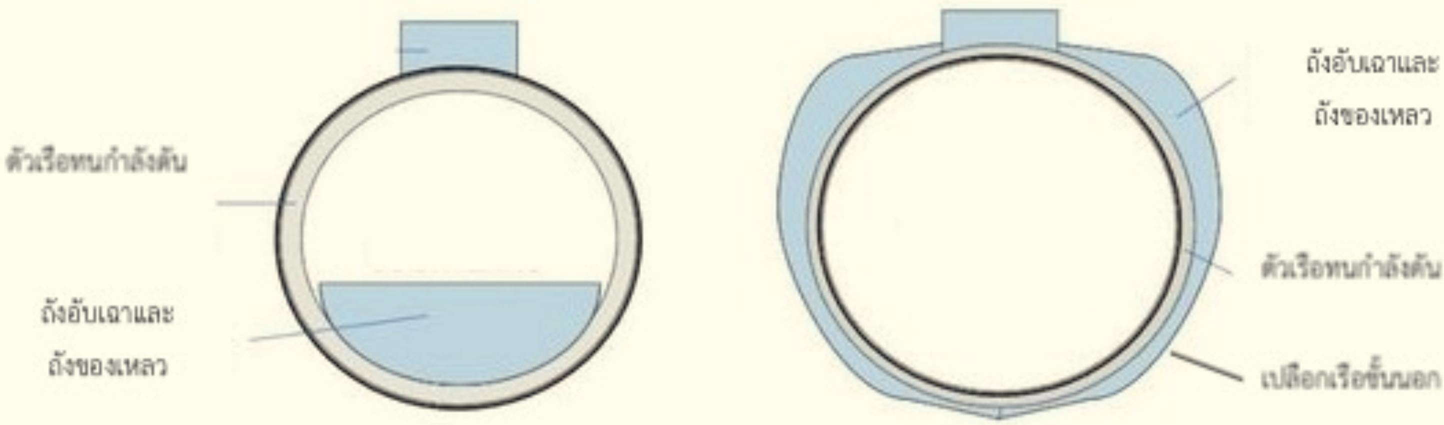
(ก) ตัวเรือชั้นเดียว

(ข) ตัวเรือสองชั้น

ภาพประกอบที่ 3 โครงสร้างภายในของเรือดำน้ำ (ที่มา http://www.hisutton.com

เรือดำน้ำทั้ง 2 แบบต่างก็มีตัวเรือทนกำลังดัน (pressure hull) เป็นโครงสร้างหลักรับแรงจากความดันน้ำทะเลที่ความลึกขณะที่เรือปฏิบัติงานอยู่ใต้น้ำ และมีถังอับเฉา (main ballast tank) ทำหน้าที่ในการสร้างและลดแรงลอยตัวเพื่อให้เรือสามารถลอยใต้น้ำและบนผิวน้ำได้เหมือนกัน

ความแตกต่างของเรือดำน้ำทั้ง 2 แบบอยู่ที่ตำแหน่งของถังอับเฉา โดยเรือดำน้ำแบบตัวเรือชั้นเดียว จะมีถังอับเฉาอยู่ภายในตัวเรือทนกำลังดัน ขณะที่แบบตัวเรือสองชั้นจะมีเปลือกเรือชั้นนอก (outer shell plate) เพิ่มขึ้นมาภายนอกตัวเรือทนกำลังดันและใช้พื้นที่ระหว่างเปลือกเรือชั้นนอกและตัวเรือทนกำลังดันเป็นถังอับเฉาและถังของเหลวอื่น ๆ เช่น ถังชดเชยน้ำหนัก (compensating tank) ดังภาพประกอบที่ 4 (ก) และ (ข)



(ก) ตัวเรือชั้นเดียว *(ข) ตัวเรือสองชั้น*

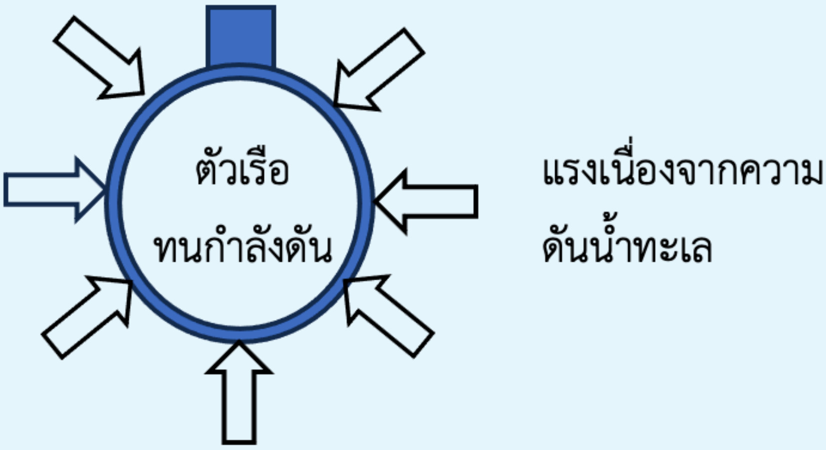
ภาพประกอบที่ 4 ตัวเรือทนกำลังดันและถังอับเฉาของเรือดำน้ำ

หลักการออกแบบโครงสร้างตัวเรือดำน้ำ

การออกแบบโครงสร้างตัวเรือมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ตัวเรือที่มีความแข็งแรงและปลอดภัย โดยไม่กระทบต่อการใช้เรือ มีเทคโนโลยีการต่อเรือรองรับ และมีค่าใช้จ่ายที่ยอมรับได้ การจะบอกว่าตัวเรือมีความแข็งแรงและปลอดภัยหรือไม่ สามารถวิเคราะห์ได้จากการที่โครงสร้างตัวเรือนั้น สามารถรองรับภาระวิกฤต (critical load) ระหว่างการใช้งานปกติได้ โดยไม่ก่อให้เกิดการวิบัติเชิงโครงสร้าง (structural failure) ทั้งนี้จากทฤษฎีพื้นฐานทางวัสดุศาสตร์ การวิบัติเชิงโครงสร้างจะเกิดขึ้นเมื่อค่าความเค้น (stress) ในโครงสร้างภายใต้แรงที่มากระทำมีค่ามากกว่าคุณสมบัติความแข็งแรงของวัสดุ (tensile หรือ compressive strength) โดยความเค้นนี้มีค่าแปรผันตามแรงที่มากระทำและแปรผกผันตามพื้นที่หน้าตัดที่แรงมากระทำ

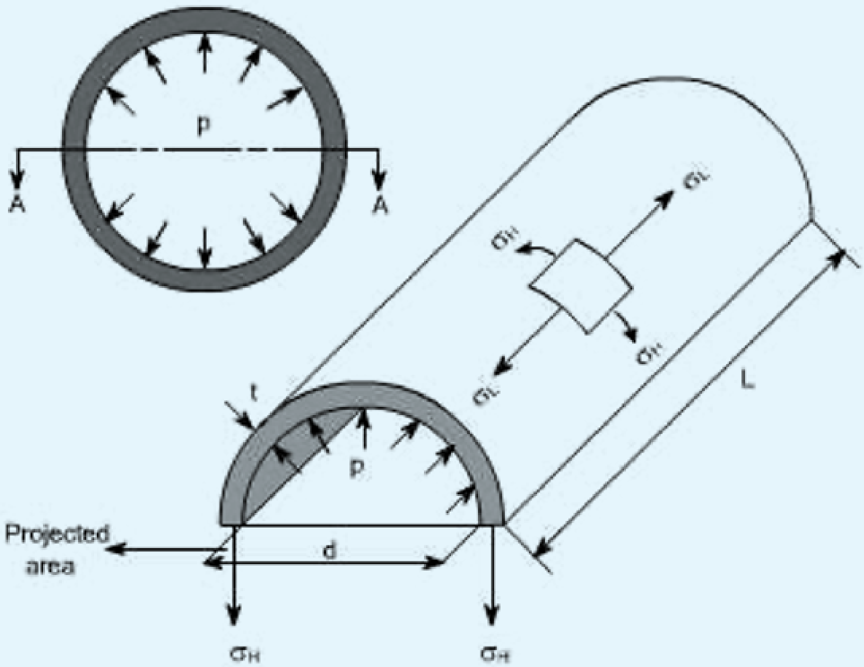
นอกเหนือจากการวิเคราะห์ความเค้นโดยตรงแล้ว วัสดุยังมีพฤติกรรมทางวัสดุศาสตร์ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเชิงเรขาคณิตของรูปร่างของวัสดุ โดยวัสดุจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงมากระทำ โดยรูปร่างที่เปลี่ยนแปลงไปนี้เป็นปัจจัยสำคัญทำให้โครงสร้างสามารถรับแรงได้น้อยกว่าค่าคุณสมบัติความแข็งแรงของวัสดุ ตัวอย่างพฤติกรรมทางวัสดุศาสตร์ที่สำคัญ เช่น การโก่งเดาะของโครงสร้าง (buckling) เป็นต้น ทั้งนี้ในการออกแบบทางวิศวกรรมโครงสร้างจำเป็นจะต้องถูกออกแบบเพื่อป้องกันการวิบัติเชิงโครงสร้างอันเนื่องมาจากพฤติกรรมของโครงสร้างในลักษณะดังกล่าว เช่น การประกอบกงเรือบนเปลือกเรือ เป็นต้น

ในกรณีของเรือดำน้ำภาระวิกฤต คือ แรงที่กระทำต่อตัวเรือเนื่องจากความดันน้ำทะเลที่ความลึกสูงสุดที่ถูกออกแบบมาให้สามารถปฏิบัติการได้ โดยมีตัวเรือทนกำลังดัน (pressure hull) เป็นโครงสร้างหลัก (primary structure) ทำหน้าที่รับภาระวิกฤตนี้ เมื่อออกแบบโครงสร้างหลักแล้ว ก็จะวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างรอง (secondary structure) เช่น ฝากั้นทนกำลังดัน (bulkhead) เป็นต้น และโครงสร้างย่อย (tertiary structure) เช่น โครงสร้างเสริมความแข็งแรงบนฝากั้นทนกำลังดัน เป็นต้น เพื่อป้องกันการวิบัติเชิงโครงสร้างจากพฤติกรรมทางวัสดุศาสตร์ต่อไป เช่น การออกแบบกงเรือบนตัวเรือทนกำลังดันเพื่อป้องกันการโก่งเดาะของโครงสร้าง เป็นต้น



ภาพประกอบที่ 5 ภาระวิกฤตของเรือดำน้ำ

เมื่อพิจารณาภาระวิกฤตของเรือดำน้ำ จะพบว่ารูปทรงตัวเรือที่เหมาะสมที่สุดในการออกแบบ คือ โครงสร้างที่มีภาคหน้าตัดเป็นวงกลม เนื่องจากสามารถกระจายความเค้นในโครงสร้างได้ดีที่สุด ซึ่งเมื่อวิเคราะห์พื้นที่หน้าตัดที่รับแรงจากความเค้นแล้ว จะพบว่ามีปัจจัยที่มีผลต่อความแข็งแรงของตัวเรือทนกำลังดันที่มีภาคหน้าตัดเป็นวงกลมเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งปัจจัย ได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวเรือทนกำลังดัน ซึ่งมีค่าแปรผันตรงกับความหนาของตัวเรือทนกำลังดัน ดังภาพประกอบที่ 6 ทั้งนี้ในการออกแบบเรือจำเป็นจะต้องคำนึงถึงแรงลอยตัวและพลังงานที่จะใช้ในการขับเคลื่อนเรือ รวมทั้งค่าใช้จ่าย ซึ่งต่างก็มีน้ำหนักเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งจำเป็นต้องควบคุมและเป็นข้อจำกัดในการเพิ่มความหนาของตัวเรือทนกำลังดัน



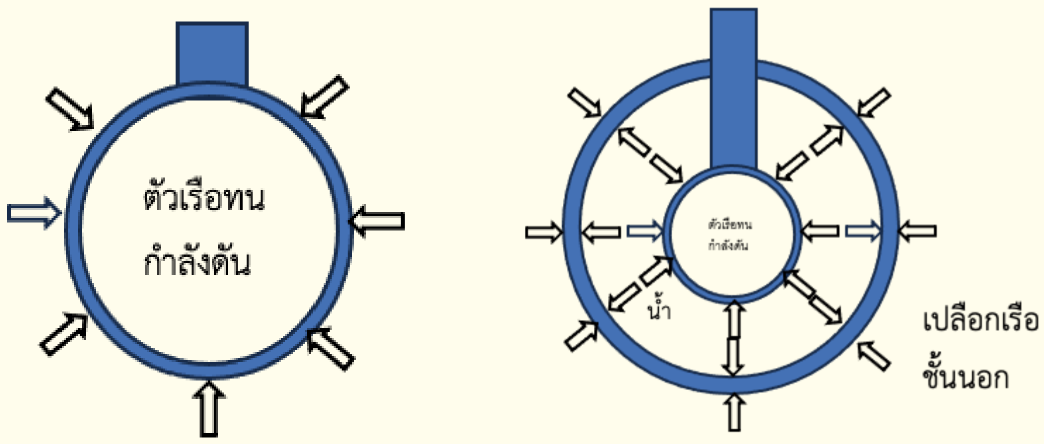
ภาพประกอบที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น เส้นผ่าศูนย์กลาง และความหนาของตัวเรือทนกำลังดัน (ที่มา: www.academia.edu)

โครงสร้างเรือดำน้ำเนื่องจากภาระวิกฤต

จากหลักการออกแบบโครงสร้างตัวเรือดำน้ำที่กล่าวมาแล้ว จะพบว่าเรือดำน้ำทั้งแบบตัวเรือชั้นเดียว และแบบตัวเรือสองชั้นต่างมีตัวเรือทนกำลังดันเป็นโครงสร้างหลักที่รับภาระวิกฤต ดังนั้นตัวเรือทนกำลังดันจึงเป็นโครงสร้างหลักสำหรับการพิจารณาความแข็งแรง ในบทความต่อไปนี้จะพิจารณาบนพื้นฐานที่เรือดำน้ำถูกสร้างจากวัสดุประเภทโลหะชนิดเดียวกันเพื่อเปรียบเทียบเฉพาะปัจจัยความแข็งแรงจากโครงสร้าง

ในกรณีตัวเรือชั้นเดียว แผ่นเหล็กตัวเรือทนกำลังดันทำหน้าที่เป็นเปลือกเรือ โดยมีโครงสร้างถังของเหลวต่าง ๆ รวมทั้งถังอับเฉาจะอยู่ในตัวเรือทนกำลังดันทั้งหมด ยกเว้นบางกรณีที่สามารถออกแบบให้มีถังอยู่ภายนอกบริเวณหัวเรือและท้ายเรือ เมื่อถูกออกแบบมาให้ถังของเหลวเกือบทั้งหมดอยู่ภายในตัวเรือทนกำลังดัน ทำให้ตัวเรือทนกำลังดันมีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่ขึ้นเมื่อเทียบกับแบบตัวเรือสองชั้น เมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ขึ้นก็จำเป็นจะต้องมีความหนาเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเพื่อให้สามารถรองรับภาระวิกฤตได้

ในกรณีตัวเรือสองชั้น เปลือกเรือชั้นนอกทำหน้าที่เป็นผนังถังภายนอกตัวเรือทนกำลังดันทั้งหมดในการออกแบบเรือดำน้ำจะใช้พื้นที่นี้สำหรับถังอับเฉาและถังชดเชยน้ำหนัก เมื่อเรือปฏิบัติการใต้น้ำภายในถังอับเฉาจะเต็มไปด้วยน้ำทำให้ไม่มีความแตกต่างระหว่างความดันน้ำทะเลและภายในถังอับเฉาดังภาพประกอบที่ 7 ส่วนถังชดเชยน้ำหนักจะต้องมีความสามารถในการรับภาระวิกฤตเช่นเดียวกับตัวเรือทนกำลังดันเนื่องจากถูกออกแบบมาให้สามารถปรับแต่งปริมาณน้ำในถังเพื่อชดเชยน้ำหนักเรือเพื่อดำรงสถานะการลอยตัวในน้ำ อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการออกแบบตัวเรือทนกำลังดันจะไม่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์หาความแข็งแรงของเรือ ในภาพรวมต่อภาระวิกฤตแต่อย่างใด เมื่อถูกออกแบบให้ถังของเหลวส่วนใหญ่อยู่ภายนอกตัวเรือทนกำลังดัน ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของตัวเรือทนกำลังดันมีขนาดเล็กกว่าแบบตัวเรือชั้นเดียวหากให้เรือมีขีดความสามารถในการปฏิบัติงานเท่ากัน



(ก) ตัวเรือชั้นเดียว *(ข) ตัวเรือสองชั้น*

ภาพประกอบที่ 7 แรงกระทำเนื่องจากความดันน้ำทะเลต่อโครงสร้างเรือดำน้ำ

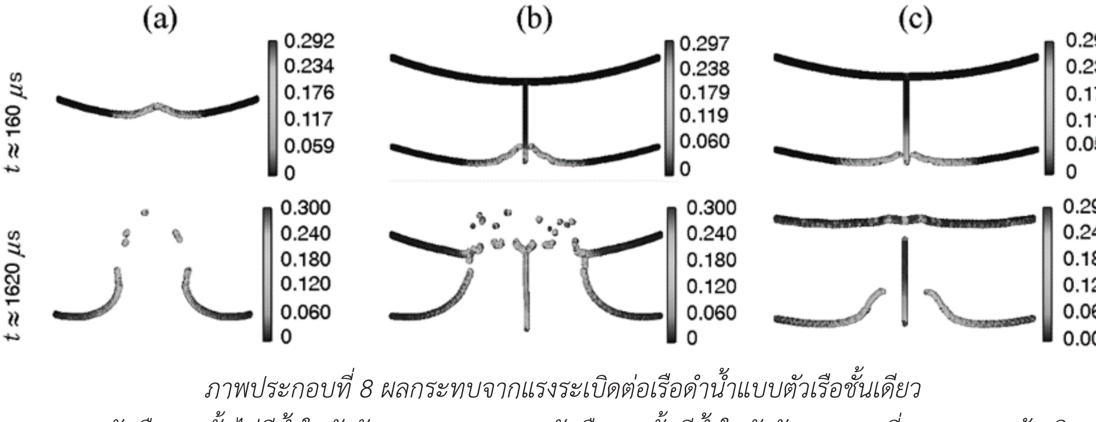
ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงความแข็งแรงของเรือดำน้ำที่ถูกออกแบบมาให้รับภาระวิกฤตจะพบว่า หากให้เรือดำน้ำทั้งแบบตัวเรือชั้นเดียวและตัวเรือสองชั้นมีขีดความสามารถในการปฏิบัติงานในน้ำลึกที่เท่ากันแล้ว เรือดำน้ำทั้งสองแบบย่อมต้องมีตัวเรือทนกำลังดันที่มีความแข็งแรงเทียบเท่ากันที่จะทนทานต่อความดันของน้ำที่ระดับความลึกนั้น ๆ ได้ โดยเปลือกเรือชั้นนอกของตัวเรือสองชั้นทำหน้าที่เป็นผนังของถังอับเฉาและถังของเหลวภายนอกเท่านั้น สำหรับโครงสร้างถังชดเชยน้ำหนักเสมือนเป็นการเสริมความแข็งแรงเฉพาะบริเวณ แต่ไม่ส่งผลต่อความแข็งแรงในภาพรวมของตัวเรือทนกำลังดัน ส่วนความหนาที่เพิ่มขึ้นของตัวเรือทนกำลังดันในเรือดำน้ำแบบตัวเรือชั้นเดียวก็ไม่ได้หมายความโดยตรงว่าจะทำให้มีความแข็งแรงมากกว่าแบบตัวเรือสองชั้น เนื่องจากความหนาที่เพิ่มขึ้นเป็นผลสืบเนื่องมาจากขนาดของตัวเรือทนกำลังดันที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่ขึ้น ทำให้ต้องออกแบบให้มีความหนาเพิ่มขึ้นตามทฤษฎีพื้นฐานด้านวัสดุศาสตร์

โครงสร้างเรือดำน้ำเนื่องจากแรงระเบิด

ด้วยความที่เรือดำน้ำทางทหารถูกออกแบบมาให้ใช้งานในสภาวะที่จะต้องประสบกับการถูกโจมตีด้วยอาวุธ อาจจะสงสัยได้ว่าทำไมภาระวิกฤตจึงไม่คิดจากแรงระเบิดจากอาวุธโดยเฉพาะอาวุธใต้น้ำ ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าอาวุธแต่ละประเภทถูกออกแบบมาให้มีอำนาจทำลายสูงกว่าความเค้นของวัสดุของโครงสร้างเป้าหมาย ประกอบกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบโครงสร้างตัวเรือที่ถูกจำกัดด้วยลักษณะการใช้งานของเรือทำให้ในทางปฏิบัติไม่สามารถออกแบบให้เรือดำน้ำทนทานต่ออำนาจทำลายของอาวุธใต้น้ำโดยตรงได้

จากเหตุผลข้างต้น ในการออกแบบเรือดำน้ำจึงจะพิจารณาผลกระทบที่เกิดจากการกระแทกจากแรงระเบิดจากอาวุธใต้น้ำที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ในเรือดำน้ำ หรือ shock factor เนื่องจากหากเครื่องจักรอุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้อย่างปกติ ภายหลังได้รับการกระแทกจากแรงระเบิดสามารถทำให้เรือสูญเสียความสามารถในการทำงานเป็นอันตรายร้ายแรง โดยที่ยังไม่เกิดการวิบัติเชิงโครงสร้างกับตัวเรือได้สำหรับวิธีการแก้ไขจะใช้หลักการลดการสั่นสะเทือนต่อเครื่องจักรอุปกรณ์โดยการติดตั้งอุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนบริเวณฐานแท่นของเครื่องจักรอุปกรณ์

อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาพบว่าเรือดำน้ำแบบตัวเรือสองชั้นจะมีการวิบัติเชิงโครงสร้างเกิดขึ้นกับตัวเรือทนกำลังดันจะมีความเสียหายน้อยกว่าแบบตัวเรือชั้นเดียวในระยะทางจากจุดระเบิดที่เท่ากัน ดังภาพประกอบที่ 8 แต่ทั้งนี้ไม่ได้เป็นผลมาจากเปลือกเรือชั้นนอกและโครงสร้างที่เกี่ยวข้องโดยตรงแต่อย่างใด ความเสียหายที่ลดลงนี้เป็นผลมาจากการที่มีน้ำในถังอับเฉานอกตัวเรือทนกำลังดัน อย่างไรก็ตามแรงระเบิดที่ศึกษามีขนาดเกินกว่าค่า shock factor ที่เครื่องจักรอุปกรณ์ในเรือดำน้ำจะดำรงการทำงานปกติไว้ได้



ภาพประกอบที่ 8 ผลกระทบจากแรงระเบิดต่อเรือดำน้ำแบบตัวเรือชั้นเดียว
(a) แบบตัวเรือสองชั้นไม่มีน้ำในถังอับเฉา (b) และแบบตัวเรือสองชั้นมีน้ำในถังอับเฉา (c) (ที่มา: เอกสารอ้างอิง 4)

บทสรุป

จากการที่กล่าวมาในบทความนี้จะเห็นได้ว่า หากพิจารณาจากแนวความคิดในการออกแบบเรือที่ใช้ความดันของน้ำทะเลที่ความลึกสูงสุดที่เรือดำน้ำสามารถปฏิบัติการได้เป็นภาระวิกฤตในการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างเรือดำน้ำแล้วนั้น เรือดำน้ำทั้งแบบตัวเรือชั้นเดียว และตัวเรือสองชั้นต่างก็มีความแข็งแรงเทียบเท่ากันเมื่อมีขีดความสามารถในการปฏิบัติงานที่ความลึกเท่ากัน

ขณะที่หากพิจารณาจากผลกระทบที่เกิดจากแรงระเบิดจากอาวุธใต้น้ำจะพบว่าเรือดำน้ำแบบตัวเรือสองชั้น จะมีความแข็งแรงมากกว่าแบบตัวเรือชั้นเดียว อย่างไรก็ตามการใช้ผลกระทบที่เกิดจากแรงระเบิดจะใช้ในขั้นตอนการออกแบบความทนทานของเรือดำน้ำ เมื่อได้รับแรงสั่นสะเทือนจากการแรงระเบิดว่าอุปกรณ์เครื่องจักรยังสามารถใช้งานได้หรือไม่ ซึ่งอาจจะส่งผลให้เรือดำน้ำสูญเสียความสามารถในการปฏิบัติงานและเป็นอันตรายก่อนที่โครงสร้างตัวเรือจะเกิดการวิบัติเชิงโครงสร้างจากแรงระเบิด

เช่นเดียวกับโครงสร้างตัวเรือดำน้ำ ระบบอื่น ๆ ในเรือดำน้ำหรือแม้กระทั่งงานทางวิศวกรรมใด ๆ แม้จะถูกออกแบบจากทฤษฎีพื้นฐานเดียวกัน แต่โดยทั่วไปการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นการใช้หลักวิชาการและประสบการณ์เพื่อหาแนวทางนำมาใช้แก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการ ทำให้สามารถมีแนวทางแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง เช่นเดียวกับโครงสร้างตัวเรือดำน้ำที่สามารถออกแบบให้เป็นตัวเรือชั้นเดียวหรือตัวเรือสองชั้นที่ต่างก็สามารถนำมาใช้งานตอบสนองความต้องการได้เทียบเท่ากัน ดังนั้นการจะเปรียบเทียบว่าสิ่งไหนดีกว่าหรือแย่กว่ากันอย่างไร จึงจำเป็นที่จะทำความเข้าใจถึงที่มาและแนวความคิดในการออกแบบเสียก่อนเพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบคุณลักษณะทางเทคนิคของระบบเหล่านั้นได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

1. นาวาโท กิตติภูมิ ภูมิโคกรักษ์. เขาออกแบบเรือดำน้ำกันอย่างไร. นาวิกศาสตร์. ปีที่ 99. เล่มที่ 1. มกราคม 2559. หน้าที่ 49 – 56.

2. Burcher, Roy & Rydill, Louis. Concepts in Submarine Design. Cambridge University Press. 1994.

3. 潜艇原理/苏玉民，庞永杰编——哈尔滨：哈尔滨工程大学出版社，2004 年.

4. Zhang Zhifen, Xueyang Chao and Xianglilang Yao, Smoothed Particle Hydro-dynamics Simulation of the Submarine Structure Subjected to a Contact Underwater Explosion, Combustion, Explosion, and Shock Waves, 2015, Vol. 51, No. 4, pp. 502–510. Pleiades Publishing, Ltd., 2015.

กฟฟ.อรม.อร.กับก้าวแรกของการเปลี่ยนแปลงเพื่อรองรับเทคโนโลยีระบบควบคุมที่เปลี่ยนไป (PLC-Programmable Logic Controller)

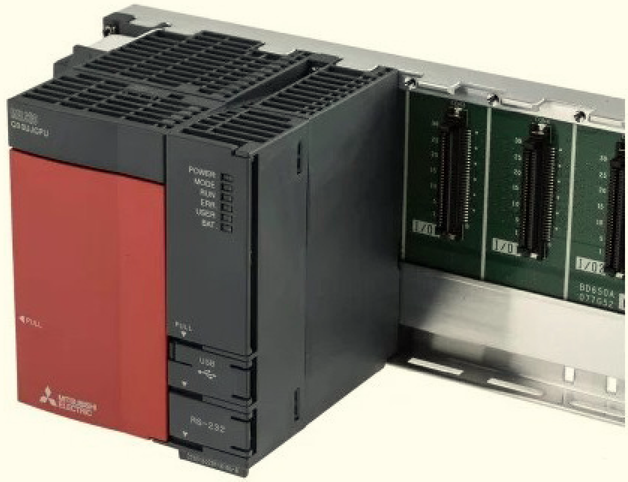
ว่าที่ นาวาเอก ธนพิสิษฐ์ ศรีดาวเรือง
หัวหน้านายช่าง โรงงานซ่อมเครื่องไฟฟ้า
กองโรงงานไฟฟ้า อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมมีระบบ Automation ซึ่งเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ ที่สามารถเริ่มต้นการทำงานได้เองผ่านการเขียนและรันโปรแกรมที่ออกแบบไว้ เพื่อช่วยในการควบคุม สั่งงาน หรือรับคำสั่งต่าง ๆ รวมทั้งกำหนดการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งระบบฯ นี้มีการทำงานที่ซับซ้อน แต่เพิ่มความสะดวกให้ผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก และสามารถช่วยลดทรัพยากรไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ หรืออุปกรณ์ ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำ และน่าเชื่อถือ

อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ (อรม.อร.) มีภารกิจหลักในการซ่อม สร้าง ดัดแปลงเรือและยุทโธปกรณ์ของกองทัพเรือให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรมที่เหมาะสม และเสร็จตามกำหนดเวลา โดยประกอบด้วย กองโรงงานเรือเหล็ก กองโรงงานเครื่องกล กองโรงงานไฟฟ้า กองสนับสนุน ฯลฯ ซึ่งทุก ๆ โรงงานมีเครื่องจักรช่วยประจำอยู่ ที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 20 ปี ทำให้ระบบควบคุมอัตโนมัติของเครื่องจักรช่วยเหล่านั้นชำรุด ไม่สามารถซ่อมทำได้ และนอกจากโรงงานต่าง ๆ ที่มีเครื่องจักรช่วยเหล่านี้ ในเรือรบของ กองทัพเรือไทยก็ใช้เครื่องจักรช่วยที่มีปัญหาลักษณะนี้เหมือนกัน โดยปัญหาหลัก ๆ คือขาดอะไหล่ในการซ่อมทำเพราะบริษัทผู้ผลิตยกเลิกการผลิตอะไหล่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับปรุงระบบควบคุมอัตโนมัติทั้งหมด และระบบควบคุมที่ปรับปรุงใหม่มีอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่น้อยกว่าของเดิมมาก เพราะระบบควบคุมอัตโนมัติแบบใหม่จะถูกเขียนและเก็บไว้ใน CENTRAL PROCESSING UNIT (CPU) ซึ่ง CPU ที่นิยมใช้เขียนโปรแกรมสำหรับเครื่องจักรช่วยในอุตสาหกรรมหรือในเรือรบจะอยู่ในอุปกรณ์ที่เรียกกันว่า Programmable Logic Controller (PLC) ตามรูปที่ 1 และ 2

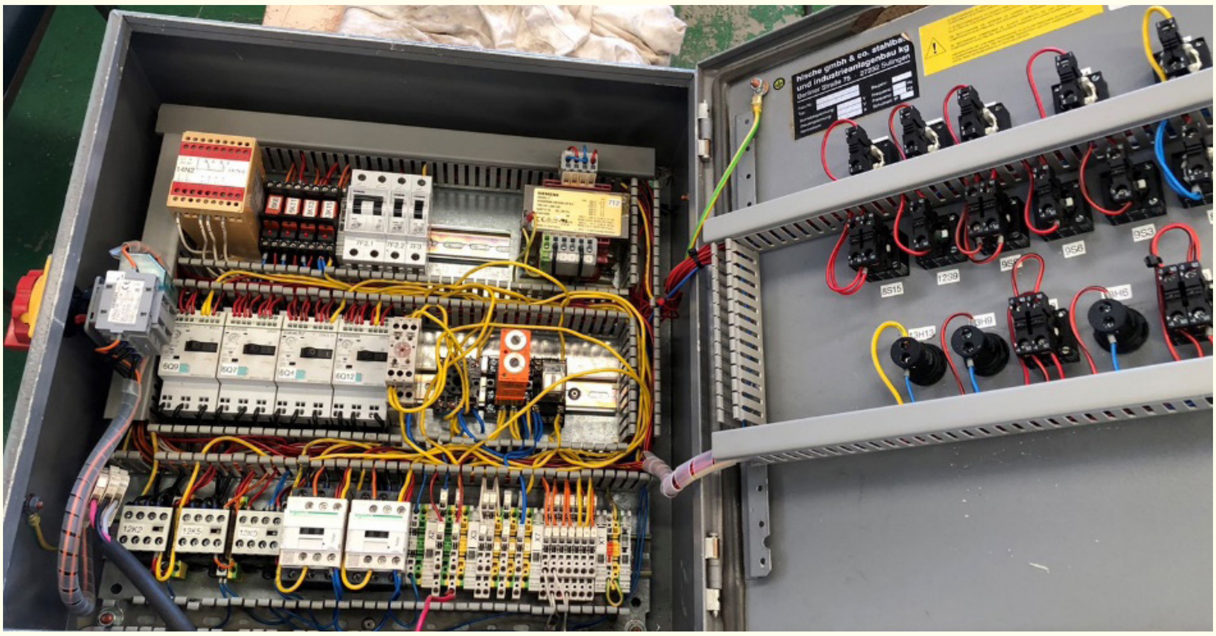
รูปที่ 1 PLC ตราอักษร SIEMENS รุ่น S7-1200



รูปที่ 2 PLC ตราอักษร MITSUBISHI Q SERIES

บทนำ

ระบบควบคุมอัตโนมัติที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบแต่ยังสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ ให้ทำงานได้เหมือนเดิม และสิ่งที่เลี่ยงไม่ได้เมื่อใช้งานไปประยะหนึ่ง คือ การซ่อมบำรุงและการซ่อมทำ ในอดีตการซ่อมทำระบบ PLC ยังไม่มีบุคลากรในหน่วยงานเทคนิคของกองทัพเรือที่สามารถซ่อมทำได้ จึงจำเป็นต้องว่าจ้างบริษัทเอกชนเข้ามาตรวจสอบ และระบบ PLC มีอยู่หลากหลายตราอักษร หลายรุ่น ซึ่งก็มีการเชื่อมต่อที่แตกต่างกัน แต่ทั้งหมดนั้นมาจากพื้นฐานวงจรควบคุมระบบอัตโนมัติแบบดั้งเดิม เช่น คอนโทรลรีเลย์ คอนโทรลแมคเนติก เป็นต้น ตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 วงจรควบคุมโดยใช้แมคเนติก

ประกอบกับ กฟฟ.อรม.อร. ซึ่งมีภารกิจหลัก คือ ซ่อม ดัดแปลง แก้ไข ติดตั้ง รื้อถอน เดินสาย ประกอบ ตรวจทดลองระบบเครื่องไฟฟ้า ระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง ตลอดจนอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเรือ และในปัจจุบัน ยังซ่อมทำระบบควบคุมอัตโนมัติ ของเครื่องจักรช่วยภายในเรือและภายในโรงงานต่าง ๆ ของ อรม.อร. ดังนั้น กฟฟ.อรม.อร. ได้มีแนวคิดเริ่มโครงการพัฒนากำลังพล เรียนรู้ เข้าใจ และพัฒนาการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักร หรือเรียกว่า ทีมงาน PLC กฟฟ.อรม.อร. ซึ่งโครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาบุคลากรภายใน กฟฟ.อรม.อร. ให้มีความรู้ทางเทคโนโลยี PLC โดยได้เริ่มโครงการตั้งแต่ เม.ย. 64 จนถึงปัจจุบัน เป็นระยะเวลา 2 ปี และได้รับ การสนับสนุนอุปกรณ์ชุดทดลอง PLC (Training Kit PLC) จาก อรม.อร. ทำให้ได้เห็นการทำงานของตัวโปรแกรม การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ เป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ส่งผลให้กับกำลังพลมีความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ตามรูปที่ 4 และ 5

รูปที่ 4 กำลังพลของ กฟฟ.อรม.อร. ฝึกหัดศึกษา เรียนรู้ PLC โดยใช้ชุด Training Kit PLC ของ Siemens และ Mitsubishi

รูปที่ 5 การใช้โปรแกรม PLC ที่เขียนขึ้นมาสำหรับใช้ควบคุมชุดเครนโมเดลจำลอง ก่อนพัฒนาไปใช้งานจริง กับเครน 75 ตัน ประจำ อรม.อร. โดยมี ว่าที่ น.อ.ธนพิสิษฐ์ ศรีดาวเรือง หน.นายช่าง รง.ซ่อมเครื่องไฟฟ้า กฟฟ.อรม.อร. เป็นที่ปรึกษา

เนื้อหา

สำหรับผลงานของทีมงาน PLC กฟฟ.อรม.อร. ได้ทำจนประสบความสำเร็จจะแบ่งออกเป็น 2 หน่วยงานใหญ่ คือ

1. งานที่อยู่ในโรงงานต่าง ๆ ของ อรม.อร.
2. งานที่อยู่ในเรือรบ

1. งานที่อยู่ในโรงงานต่าง ๆ ของ อรม.อร.

ผลงานชิ้นแรกของทีมงาน PLC กฟฟ.อรม.อร คือ การปรับปรุง พัฒนา ระบบตรวจจับแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ในอาคาร และควบคุมผ่านระบบ SCADA (Fire Detection & Alarm System control by SCADA) โดยเริ่มทำระบบฯ นี้ ในอาคาร กฟฟ.อรม.อร. ให้สามารถใช้ราชการได้ และเพิ่มความสามารถให้แจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line เมื่อเกิดสัญญาณเตือนเหตุเพลิงไหม้ ระบบฯ จะแจ้งเตือนเป็นภาษาไทย เพื่อแสดงให้ทราบถึงเวลาและบริเวณที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ ตามรูปที่ 6 – 8

รูปที่ 6 ระบบตรวจจับแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ในอาคาร และควบคุมผ่านระบบ SCADA (Fire Detection & Alarm System control by SCADA)

รูปที่ 7 กลุ่ม Line สำหรับแจ้งเตือนเพลิงไหม้

รูปที่ 8 ตู้ควบคุมที่ใช้ PLC ปรับปรุงระบบตรวจจับ แจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้ในอาคาร และควบคุมผ่านระบบ SCADA

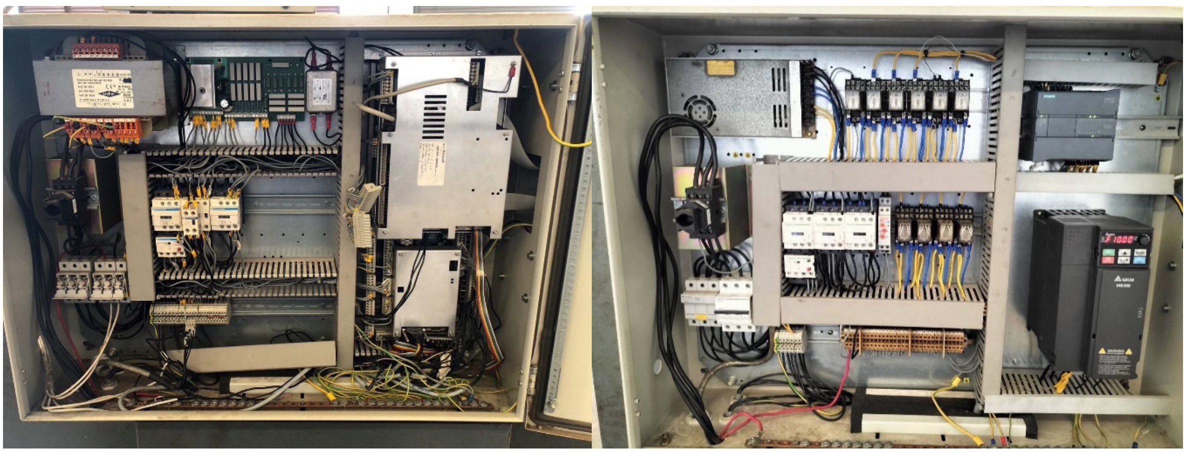
ปัจจุบัน กฟฟ.อรม.อร. ได้ใช้ระบบแจ้งเตือนเหตุเพลิงไหม้นี้ ควบคู่กับการฝึกซ้อมดับเพลิงของ กฟฟ.อรม.อร. และในอนาคตทาง กฟฟ.อรม.อร. จะจัดทำชุดแจ้งเตือนเพลิงไหม้แบบเคลื่อนที่ได้ (Mobile fire alarm) เพื่อนำไปใช้ในจุดที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ ภายในเรือที่เข้ารับการซ่อมทำในอู่แห้ง

ผลงานชิ้นที่ 2 การซ่อมทำระบบควบคุม เครื่องตัดแผ่นโลหะด้วยระบบไฮดรอลิก โรงงานโลหะแผ่น กรล.อรม.อร.

เมื่อทีมงาน PLC ของ กฟฟ.อรม.อร. มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น (ณ ปัจจุบันมี 7 คน) สามารถรับมอบหมายงานได้เพิ่มมากขึ้น ทั้งการซ่อมทำระบบ PLC เดิม และการปรับปรุงระบบควบคุมอัตโนมัติใหม่ทั้งหมด ซึ่งใน กรล.อรม.อร. มีปัญหาการชำรุดของระบบควบคุมเครื่องจักรหลายเครื่อง เช่น เครื่องตัดแผ่นโลหะด้วยระบบไฮดรอลิก โรงงานโลหะแผ่น (ตามรูปที่ 9) เครื่องตัดโลหะ Fiber Laser เครื่องตัดแผ่นเหล็กอัตโนมัติ CNC ซึ่งเครื่องตัด แผ่นโลหะด้วยระบบไฮดรอลิก มีปัญหาในส่วนระบบควบคุมฯ ชำรุด จึงได้ว่าจ้างบริษัทภายนอกมาซ่อมทำหลายครั้ง หลังจากซ่อมทำสามารถใช้งานได้ 2 เดือน เกิดการชำรุดอีก ส่งผลให้งานซ่อมทำเรือเกิดความล่าช้า จึงขอรับการสนับสนุนทีมงาน PLC ของ กฟฟ.อรม.อร. ปรับปรุงระบบควบคุมอัตโนมัติใหม่ทั้งหมด

รูปที่ 9 เครื่องตัดแผ่นโลหะด้วยระบบไฮดรอลิก

ทีมงานฯ ได้เข้าไปตรวจสอบระบบควบคุม และทำการเปลี่ยนระบบควบคุมใหม่ทั้งหมด โดยใช้ PLC เข้ามาทดแทนระบบเดิม และทำการออกแบบเขียนโปรแกรมใหม่ทั้งหมด ซึ่งในการเขียนโปรแกรมใหม่ต้องตรวจสอบสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่เป็นสัญญาณ input และ output ให้กับ PLC นอกจากนี้ทีมงานยังเพิ่มความสามารถให้กับระบบควบคุม ให้สามารถตรวจสอบเช็คสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบได้เองด้วย (ตามรูปที่ 10)



(ใหม่)

รูปที่ 10 เครื่องตัดแผ่นโลหะด้วยระบบไฮดรอลิก ตู้ควบคุมแบบเดิม (ซ้าย) ตู้ควบคุมแบบใหม่ที่ปรับปรุงใหม่ (ขวา)

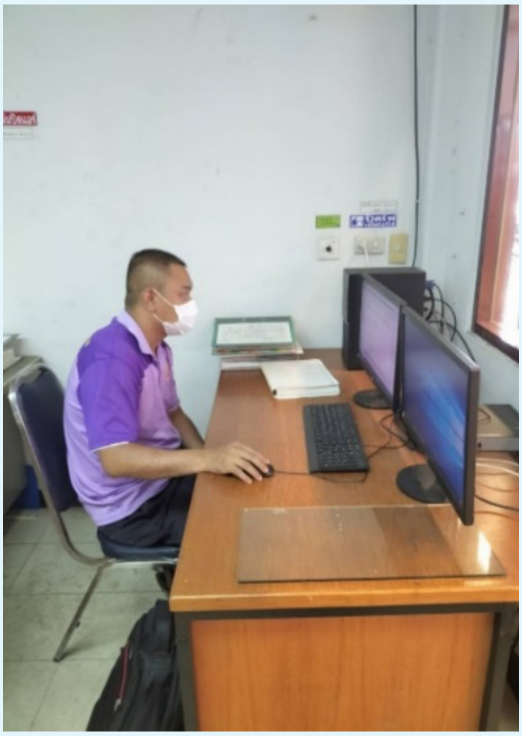
ผลงานชิ้นที่ 3 การซ่อมทำระบบควบคุมเครน 75 ตัน ประจำอู่แห้ง อรม.อร.

กฟฟ.อรม.อร. ได้นำงานซ่อมทำระบบควบคุมเครน 75 ตัน มาจัดทำเป็น Knowledge Management (KM) เครนดังกล่าวเป็นเครนประจำอู่แห้งของ อรม.อร. เป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญทั้งงานซ่อมทำเรือและงานต่อเรือ

รูปที่ 11 เครน 75 ตัน No. 1 ประจำอู่แห้ง ของ อรม.อร.

ปัจจุบันระบบเครน 75 ตันประจำอู่แห้งของอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ มีการทดสอบและการซ่อมบำรุงรักษามาเป็นระยะ แต่ปัจจุบันไม่สามารถใช้ราชการได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (ตามรูปที่ 11) หากจะทำการทดสอบหรือทำให้ระบบฯ กลับมาใช้งานได้ ต้องใช้วิธีการว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญหรือเจ้าของระบบฯ จากบริษัทเอกชนมาปรับปรุงระบบฯ ซึ่งต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก และระบบฯเดิม จะเป็นระบบ PLC ควบคุมผ่าน Scada ซึ่งปัญหาที่พบของระบบนี้ คือ อุปกรณ์คอนโทรลของระบบเครน 75 ตัน และโปรแกรมในการควบคุมระบบฯ มีปัญหาทำให้เครน 75 ตัน ไม่สามารถใช้ราชการได้ จึงทำให้เกิดโครงการการปรับปรุงและพัฒนาระบบเครน 75 ตัน ประจำ อู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ 2 สถานี ขึ้นมา โดยนำความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC มาพัฒนายกระดับความสามารถการปรับปรุงและพัฒนาระบบเครน 75 ตัน ประจำ อรม.อร. ให้สามารถใช้ราชการได้มีประสิทธิภาพ มีความน่าเชื่อถือ ทันสมัย ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน (รูปที่ 12 – 13)

รูปที่ 12 ตู้คอนโทรลมอเตอร์ ทำหน้าที่คอนโทรลมอเตอร์ทั้งหมดโดยมีหัวใจหลักในการควบคุม คือ PLC (Programmable logic Control) ไปควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนเครน มอเตอร์เก็บสายเมน มอเตอร์ Hoist 75 ton, มอเตอร์ Hoist 50 ton และมอเตอร์อื่นบนเครน

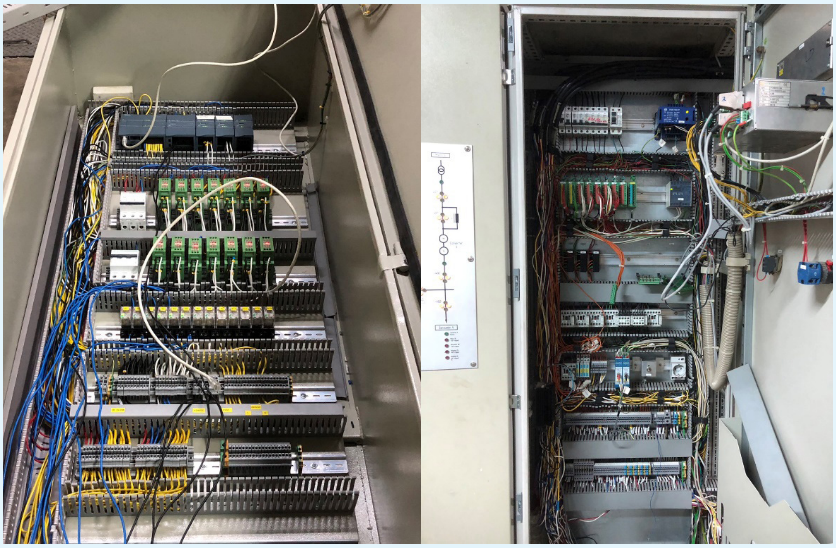


รูปที่ 13 Online Program Scada ดูการทำงานของอุปกรณ์และระบบคอนโทรล ระบบเดิมของเครน 75 ตัน ประจำอู่ราชนาวีมหิดลอดุลยเดช กรมอู่ทหารเรือ เพื่อหาอุปกรณ์ชำรุดเพื่อทำการแก้ไขพร้อมปรับแต่งโปรแกรม ให้เหมาะสมกับการทำงานของระบบควบคุมเครน 75 ตัน ทำการอัปโหลดโปรแกรมลงใน PLC แล้วทำการทดลองจนสำเร็จ

ผลงานชิ้นที่ 4 การปรับปรุงระบบควบคุมอัตโนมัติเครื่องแปลงความถี่ (MG SET) ประจำ อรม.อร.

เครื่องแปลงความถี่ (MG SET) ประจำ อรม.อร. มีทั้งหมด 4 เครื่อง (ตามรูปที่ 14.) และระบบควบคุมชำรุด ทั้ง 4 เครื่อง อะไหล่ที่เสียไม่สามารถหาทดแทนได้เนื่องจากเลิกผลิตไปแล้ว การซ่อมทำต้องเปลี่ยนใหม่ ทั้งระบบต้องใช้งบประมาณในการซ่อมทำเป็นจำนวนมาก และจากการที่เครื่องแปลงความถี่ (MG SET) ไม่สามารถเดินระบบได้ ไฟฟ้า 440 VAC 60 Hz ใน อรม.อร. จะไม่สามารถให้การสนับสนุนไฟกับเรือรบที่เข้ามาซ่อมทำได้ ทีมงาน PLC ของ กฟฟ.อรม.อร. จึงได้ทำการปรับปรุงระบบควบคุมใหม่ โดยให้ใช้ PLC ควบคุมแทนระบบเดิม (ตามรูปที่ 15) ซึ่งขอเรียนกับผู้อ่านตามตรงว่า นี่คือการปรับปรุงระบบใหม่ทั้งหมด และเป็นโปรเจกต์ใหญ่ที่สุดที่ทีม PLC กฟฟ.อรม.อร. ได้ทำ ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณ น.อ.ผศ.นพปฎล ชะนะ ผอ.กฟฟ.อรม.อร. ที่มอบโอกาสครั้งนี้ให้ ทั้งยังคอยเป็นที่ปรึกษาให้กับทีมงาน PLC มาตลอด เรามีการวางแผนเป็นขั้นตอน มีการทดลองโปรแกรมด้วยการ simulation ก่อนการใช้งานจริง เพื่อทดสอบระบบ Protection ของโปรแกรม (ตามรูปที่ 16) เนื่องจากเครื่องแปลงความถี่ (MG SET) 1000 kVA ใช้ไฟแรงสูงระดับ 3300 VAC ในการขับ Motor

รูปที่ 14 เครื่องแปลงความถี่ (MG SET) ประจำ อรม.อร.

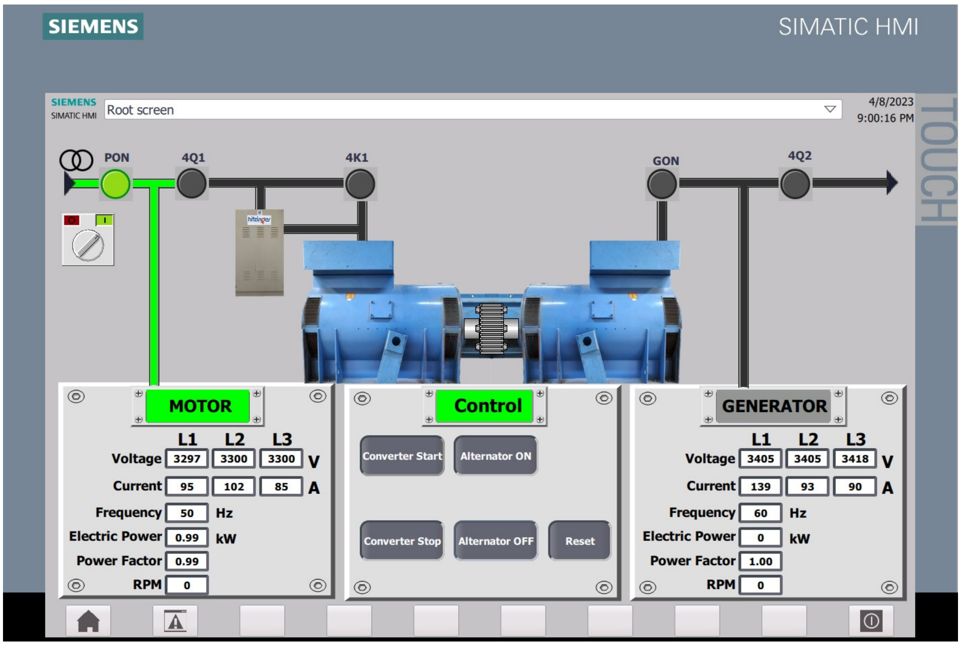


รูปที่ 15 ระบบควบคุมเดิม (ซ้าย) ระบบควบคุมที่ปรับปรุงใหม่ (ขวา)
(ยังติดตั้งตู้และเก็บสายไม่เสร็จเพราะต้องรีบเดินเครื่องใช้งาน)

รูปที่ 16 ทดลองโปรแกรมด้วยการ Simulation ก่อนการใช้งานจริง เพื่อทดสอบระบบ Protection ของโปรแกรม

รูปที่ 17 ทดลองจ่าย Load Bank และวัดค่า Vibration ก่อนทำการจ่าย Load ให้กับทางเรือ

รูปที่ 18 สอนการใช้งานที่หน้าจอให้กับผู้ที่เข้าเวรบริการ



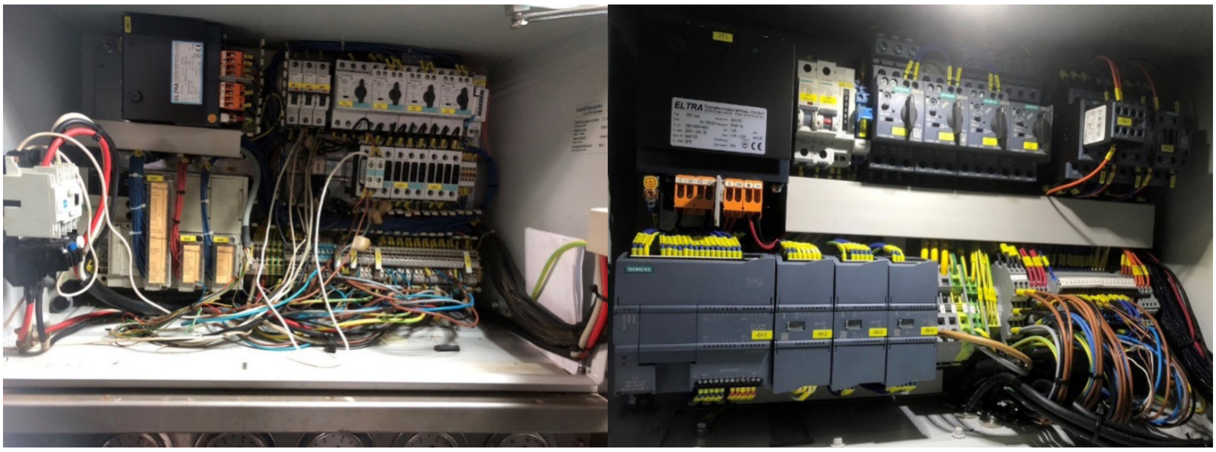
รูปที่ 19 หน้าจอควบคุมและแสดงผลของเครื่องแปลงความถี่ (MG SET)

ปัจจุบันสถานะเครื่องแปลงความถี่ (MG SET) ที่มีการปรับปรุงระบบควบคุมโดยทีมงาน PLC ของ กฟฟ.อรม.อร. สามารถใช้ราชการได้ (ตามรูปที่19) และตอนนี้เครื่องแปลงความถี่ (MG SET) ที่มีการปรับปรุงระบบควบคุม โดยทีมงาน PLC กฟฟ.อรม.อร. เดินเครื่องจ่ายโหลดตลอด 24 ชม. มาแล้ว 44 วัน 1,056 ชม. โดยประมาณ

2. งานที่อยู่ในเรือรบ

ผลงานชิ้นที่ 1 การซ่อมทำระบบควบคุมเครื่องผลิตน้ำจืด ด้วยระบบ Reverse Osmosis (RO)

เมื่อทีมงานฯ สามารถทำความเข้าใจกับระบบการทำงานของตัวโปรแกรมดีแล้ว ยังมีอีกหนึ่งความท้าทายให้กับทีม PLC กฟฟ.อรม.อร. นั่นคือ การเชื่อมต่อ PLC แต่ละรุ่น โดยเฉพาะ PLC รุ่นเก่า ที่มาพร้อมระบบเครื่องจักรช่วยที่ติดตั้งอยู่ในเรือรบ เช่น เครื่องผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเลด้วยระบบ RO (Reverse Osmosis) ของชุด ร.ล.สายบุรี และ ชุด ร.ล.นราธิวาส ระบบ PLC ของเรือชุดนี้ เมื่อ battery backup หมดเป็นเวลานาน จะส่งผลให้ตัวโปรแกรม ใน CPU ชำรุดเสียหายไปทั้งหมด ทีมงาน PLC ได้ทำการหาตัวโปรแกรมและทดลองติดตั้งในคอมพิวเตอร์ให้ได้ จากนั้นจึงทำการเชื่อมต่อกับตัว PLC ของเครื่องผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล เพื่อกู้คืนระบบควบคุมของเครื่องผลิตน้ำจืดให้กับเรือชุดนี้ (ตามรูปที่ 20) ผลการดำเนินการเครื่องผลิตน้ำจืดของเรือชุดนี้สามารถใช้ระบบควบคุม ได้ปกติ ทำให้เรือชุดนี้สามารถออกไปปฏิบัติภารกิจในทะเลได้



รูปที่ 20 ระบบควบคุมของเครื่องผลิตน้ำจืด ของ ชุด ร.ล.สายบุรี และ ชุด ร.ล.นราธิวาส ระบบเก่า (ซ้าย) ระบบว่าจ้างบริษัทภายนอกมาติดตั้งใหม่ (ขวา) PLC รุ่นเดิมที่มาพร้อมกับระบบควบคุมอัตโนมัติระบบผลิตน้ำจืด

ผลงานชิ้นที่ 2 การซ่อมทำระบบควบคุมปรับพิทช์ใบจักร ของ ร.ล.อ่างทอง

เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานเทคนิคใดของ ทร. ที่สามารถเข้าถึงโปรแกรมและเข้าใจการทำงานของ PLC เพื่อทำการซ่อมทำ เมื่อระบบเครื่องจักรที่ใช้ PLC ในการควบคุม เกิดปัญหา จึงมีการขอรับการสนับสนุนทีมงาน PLC ของ กฟฟ.อรม.อร. เพื่อช่วยในการตรวจสอบระบบอยู่เสมอ เช่น ระบบปรับพิทช์ใบจักรของ ร.ล.อ่างทอง ที่ทาง กอล.3 อล.ทร. ได้ขอรับการสนับสนุนทีมงาน PLC ของ กฟฟ.อรม.อร. เพื่อตรวจสอบ PLC จากการตรวจพบว่า CPU ของ PLC ชำรุด ต้องทำการเปลี่ยนใหม่ ซึ่ง CPU ดังกล่าวสามารถหาซื้อได้ทั่วไป ในราคาหลักหมื่นบาท แต่โปรแกรมมีราคาหลักล้านบาท และเนื่องจาก ร.ล.อ่างทอง มีภารกิจเร่งด่วน ทีมงานฯ จึงแนะนำให้ กผป.อรม.อร. จัดหา CPU ของ PLC รุ่นนี้มาทดแทน และทีมงานฯ ทำการเขียนโปรแกรมเข้าไปใหม่ ผลการดำเนินการคือ สามารถทำให้ระบบปรับพิทช์ใบจักรสามารถกลับมาใช้ราชการได้ทันกับภารกิจของเรือ ตามรูปที่ 21

รูปที่ 21 การตรวจสอบและซ่อมทำ PLC ระบบปรับพิทช์ใบจักร ร.ล.อ่างทอง

นอกจากการซ่อมทำระบบควบคุมให้กับโรงงานต่าง ๆ ใน อรม.อร.และเรือรบต่าง ๆ แล้ว ทีมงาน PLC กฟฟ.อรม.อร. ยังต้องการขยายความรู้และทักษะการเขียนโปรแกรม PLC ให้กับกำลังพลใน กฟฟ.อรม.อร. และกำลังพลของโรงงานอื่น ๆ ที่พร้อมที่จะเรียนรู้ รวมทั้งกำลังพลจาก กอล.3 อล.ทร. และกองเรือยุทธการ ถ้ามีคนสนใจเรียนและตั้งใจจริง ๆ ต่อให้มาแค่ 1-2 คน ก็สอน คือ คำพูดของ ผอ.กฟฟ.อรม.อร. ซึ่ง กฟฟ.อรม.อร. มีผู้เชี่ยวชาญและชุดการเรียนการสอนที่มีพร้อมสำหรับการเรียนรู้และฝึกหัดของ PLC ที่ผ่านมามีกำลังพล จากหน่วยต่าง ๆ เข้ามาเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา (ตามรูปที่ 22 - 25) แต่ปัญหาคือ ไม่มีการต่อยอดต่อเนื่อง และขาดการนำไปใช้จริง จึงส่งผลให้ ณ ปัจจุบัน ทีมงาน PLC ที่ทำงานได้อย่างเชี่ยวชาญมีจำนวนน้อยมาก

รูปที่ 22 แนะนำระบบ fire alarm ให้กับกองควบคุมคุณภาพ อรม.อร.

รูปที่ 23. ถ่ายทอดองค์ความรู้การตรวจสอบระบบฯ ให้กับเจ้าหน้าที่ของ กรล.อรม.อร. (ซ้าย) และ กอล.3 (ขวา)

รูปที่ 24 สอน PLC ให้กับกำลังพล กอง กสน.อรม.อร.

รูปที่ 25 อบรมการใช้งาน PLC เบื้องต้น ให้กับ นักเรียนหลักสูตรชุดควบคุมระบบขับเคลื่อนและระบบจ่ายโหลด เรือดำน้ำและเรือฟริเกตสมรรถนะสูง รร.อล.กวก.อล.ทร.

สรุป

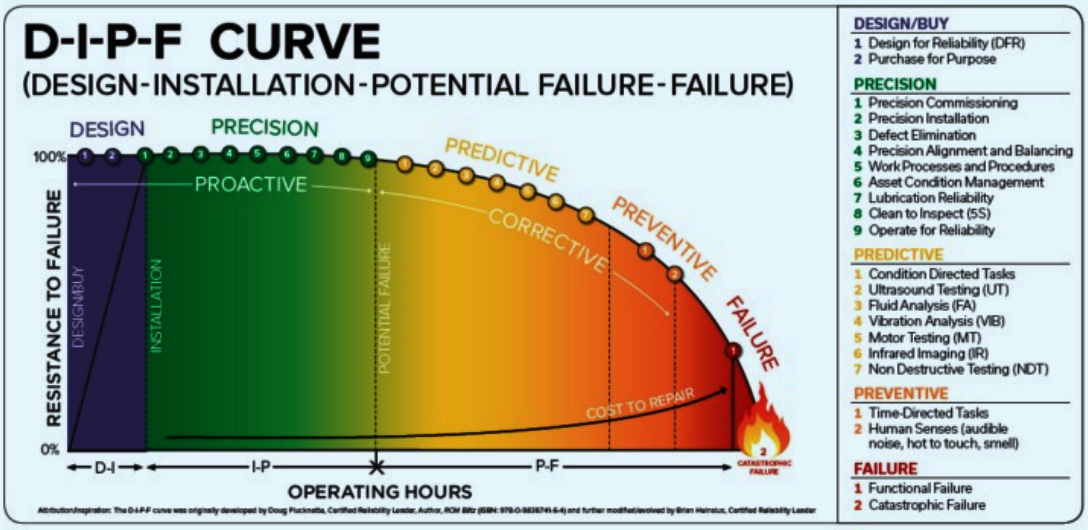
กฟฟ.อรม.อร.ยังพัฒนาในด้านอื่น ๆ ควบคู่ไปด้วย เช่น มีการสอน Control เบื้องต้น ให้กับเจ้าหน้าที่ประจำเรือที่เข้ารับการซ่อมทำ ต้องขอเรียนกับผู้อ่านตามตรงว่าทุกงานที่เกี่ยวข้องกับ PLC ไม่ใช่งานหลักของ กฟฟ.อรม.อร. เพียงแต่ทุกวันนี้เทคโนโลยีมันเปลี่ยนไป ถ้าเราก้าวทันจะไม่ต้องไปเป็นเมืองขึ้นทางเทคโนโลยีให้ใคร และถ้างานหลักเรายังไม่ดี งานเพิ่มเติมอย่าได้พูดถึง ซึ่งเป็น 2 ประโยคของ น.อ.ผศ.นพปฎล ชะนะ ผอ.กฟฟ.อรม.อร. ที่คอยย้ำเตือนถึงภารกิจหน้าที่ให้กับทีมงาน PLC อยู่เสมอ ฉะนั้น ในงานด้านสาย Control ทุกวันนี้ จะนั่งดูกล่องสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ (PLC) ที่รวมวงจรทุกอย่างไว้ข้างในหรือ อยากจะสร้างวงจรข้างในกล่องสี่เหลี่ยม (PLC) ให้แทนสำหรับผู้เขียนและทีมงาน PLC กฟฟ.อรม.อร. ขอก้าว เข้าไปดู เรียนรู้ไปกับมัน เพราะไม่อยากเป็นเมืองขึ้นทางเทคโนโลยีให้กับใคร

การซ่อมบำรุงตามสภาพเครื่องจักร
บนเรือรบไทย

นาวาเอก อรรถสิทธิ์ พงษ์เกษตร์กรรม์
หัวหน้าแผนกทดสอบวัสดุ กองควบคุมคุณภาพ
กรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

กรมอู่ทหารเรือ เป็นหน่วยงานหลักในการสร้างและซ่อมบำรุงเรือรบของราชนาวีไทย เรือที่ผ่านการสร้างหรือซ่อมทำจากกรมอู่ทหารเรือต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน กรมอู่ทหารเรือหรือมาตรฐานสากล จากหน่วยควบคุมคุณภาพ ของกรมอู่ทหารเรือ ซึ่งจะเห็นได้ว่า หลังจากการซ่อมทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว หน่วยเรือจะใช้เรือไปจนกว่าจะถึงเวลาการซ่อมทำครั้งต่อไป ในบางครั้ง เครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหายก่อนการซ่อมทำครั้งต่อไป ทำให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมทำสูงกว่าที่ได้จัดทำงบประมาณไว้ ซึ่งในช่วงระหว่างที่เรือได้ใช้งานเครื่องจักรอยู่นั้น หากมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับความผิดปกติของเครื่องจักร หน่วยซ่อมก็จะสามารถวางแผนการซ่อมได้หรือป้องกันการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรได้ ปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่สามารถตรวจจับความผิดปกติของเครื่องจักร เช่น การวัดค่าความสั่นสะเทือน ค่าความร้อน คุณสมบัติสารหล่อลื่น หรือค่าทางไฟฟ้า เป็นต้น และกรมอู่ทหารเรือได้นำหลักการตรวจจับความผิดปกติของเครื่องจักรมาประยุกต์ใช้ในงานซ่อมบำรุงตามสภาพ เพื่อช่วยในการติดตามสภาพเครื่องจักร ไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายก่อนถึงเวลาซ่อมทำครั้งต่อไป ซึ่งวิธีการดังกล่าวมานี้เรียกว่า การบำรุงรักษาเครื่องจักรตามสภาพ (Condition Based Maintenance : CBM) จะได้กล่าวหลักการและการดำเนินงานต่อไป

เครื่องจักรประเภทต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการติดตั้ง จะมีอายุการใช้งาน การซ่อมบำรุงตามวงรอบหรือตามคู่มือที่ต้องปฏิบัติ รูปที่ 1 D-I-P-F CURVE แสดงวงรอบของเครื่องจักรที่ได้รับการออกแบบ (Design) ติดตั้ง (Installation) การใช้งานต่อเนื่องก่อนการชำรุดเสียหาย (Potential Failure) และหากเครื่องจักรไม่ได้รับการบำรุงรักษาเครื่องจักรก็จะเกิดการชำรุดเสียหาย (Failure) ในที่สุด



รูปที่ 1 D-I-P-F CURVE (Design-Installation-Potential Failure-Failure)

จากกราฟ จะแบ่งการใช้งานออกเป็น 3 ช่วง ช่วง D-I Interval เป็นช่วงที่ทำการออกแบบให้เครื่องจักรมีขีดความสามารถตามที่ผู้ใช้ต้องการ รวมถึงความเชื่อมั่น (Reliability) เมื่อใช้งาน ช่วง I-P Interval เป็นช่วงที่เครื่องจักรได้รับการติดตั้ง การหาการผิดศูนย์และผิดสมดุล (Alignment and Balancing) การทดสอบ และการใช้งานเบื้องต้น ช่วง P-F Interval เป็นช่วงที่เครื่องจักรใช้งานจริงอย่างต่อเนื่อง หากเครื่องจักร ไม่ได้รับการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง เครื่องจักรก็จะชำรุดเสียหายในที่สุด ในช่วง P-F Interval ค่าใช้จ่ายในการซ่อมทำจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้งานเครื่องจักร

ประเภทของการซ่อมบำรุงในปัจจุบัน

1. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Breakdown maintenance) หรือการบำรุงรักษาแบบตามแก้ไข คือ การทำงานแบบ "เสียแล้วซ่อม" วิธีการนี้จะเหมาะสำหรับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ขนาดเล็ก หรือมีความซับซ้อนน้อย ใช้ระยะเวลาในการตรวจซ่อมน้อยมาก หรืออาจเป็นอุปกรณ์ที่มีตัวสำรองที่สามารถทำงานทดแทนได้ทันทีที่ตัวหลักเกิดการทำงานผิดปกติ หรือสามารถถอดเปลี่ยนใหม่ได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องซ่อมแซม

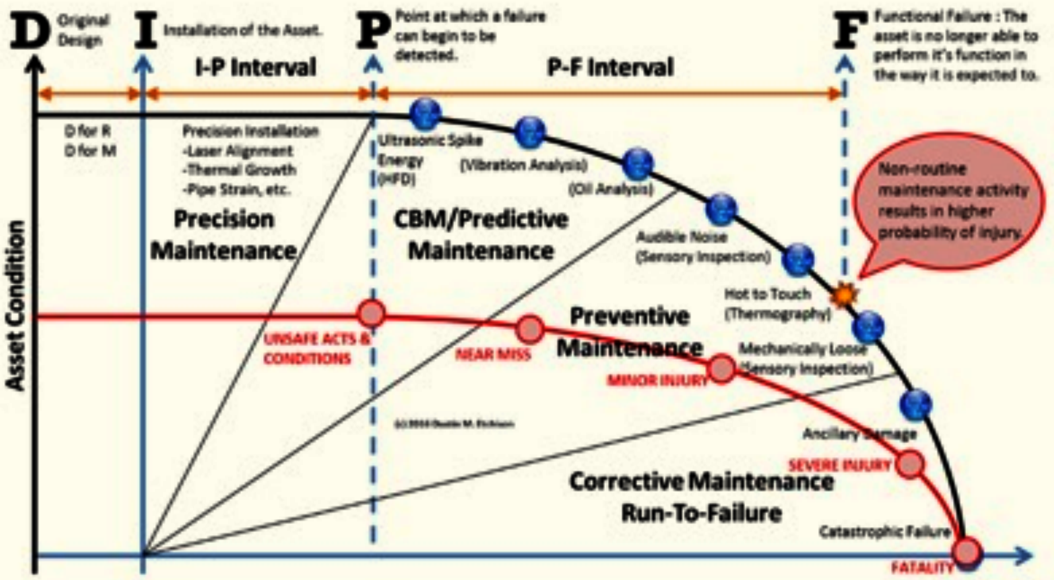
2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) คือ การบำรุงรักษาตามคำแนะนำหรือคู่มือของผู้ผลิตเครื่องจักรเป็นหลัก โดยจะต้องมีการวางแผนและกำหนดระยะเวลาการหยุดเครื่องจักรในการเปลี่ยนชิ้นส่วนเพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากชิ้นส่วนนั้น ๆ

3. การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition based maintenance : CBM) เป็นการเฝ้าตรวจสอบอาการต่าง ๆ ที่ปรากฏของเครื่องจักร เช่น ความร้อน การสั่นสะเทือน เสียง กลิ่น เป็นต้น โดยระบบที่ใช้ในการตรวจสอบเฝ้าระวังนี้ อาจเป็นไปตั้งแต่ระดับง่ายที่สุด คือ การใช้ประสาทสัมผัสของคน ไปจนถึงการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือพิเศษต่าง ๆ โดยจะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านความถี่ในการตรวจสอบเฝ้าระวัง ทักษะและประสบการณ์ในการพิจารณาข้อมูลของผู้ทำการบำรุงรักษา และความสามารถในการตอบสนองของระบบการเฝ้าระวัง ซึ่งหมายถึงต้นทุนของการบำรุงรักษาที่จะต้องเพิ่มสูงขึ้นตามความสามารถของระบบการเฝ้าระวัง การบำรุงรักษาตามสภาพที่มีประสิทธิภาพ จะสามารถช่วยลดต้นทุนการสำรองชิ้นส่วนอะไหล่ที่เกินความจำเป็น ช่วยยืดระยะเวลาการใช้งานเครื่องจักรออกไปได้ ช่วยให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรสามารถรับรู้สภาพการทำงานของเครื่องจักร สามารถคาดการณ์และมีเวลาเตรียมพร้อมในการหยุดเครื่องจักรโดยมีผลกระทบต่อประสิทธิผลในการผลิตน้อยลงกว่าการหยุดการผลิตแบบกระทันหัน (Unplanned breakdown)

4. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive maintenance, PdM) มักจะเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากการบำรุงรักษาตามสภาพหรือเชิงคาดการณ์ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากระบบการตรวจวัดและเฝ้าระวัง จะถูกเก็บสะสมและนำมาวิเคราะห์อย่างต่อเนื่องถึงความเป็นไปได้ที่จะเกิดอาการเสียหายของเครื่องจักรในอนาคต ชนิดและรูปแบบของข้อมูลอาจเปลี่ยนไปตามประเภท และการใช้งานเครื่องจักร ข้อดีของการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ คือ ความสามารถในการวางแผนการหยุดเครื่องจักรเพื่อซ่อมบำรุงได้ก่อนที่เครื่องจักร นั้นจะแสดงอาการเสียหายออกมา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการคงคุณลักษณะของชิ้นงานที่ถูกผลิตออกมาจากเครื่องจักร นั้นเป็นการลดความเสี่ยงของการถูกคัดออกของชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ช่วยลดต้นทุนของเสียของสายการผลิต ความสำเร็จของการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์เกิดจากการเก็บข้อมูลจากเครื่องจักรอย่างถูกต้องและเพียงพอ ต้องมีการนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ หรือโดยระบบเครื่องมือพิเศษ

CBM สามารถติดตามสภาพเครื่องจักรกลได้อย่างไร

เครื่องจักรที่ได้รับการติดตั้งใหม่หรือได้รับการซ่อมบำรุงตามระยะเวลา ทำปรับสมดุลและการผิดศูนย์ให้อยู่ในค่ามาตรฐานแล้วนั้น เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งอาจจะเริ่มเกิดการสึกหรอหรือเกิดรอยบกพร่องที่ผิว เช่น แบริ่งเม็ดหมุน (Ball Bearing) เราสามารถตรวจจับความถี่ที่เกิดจากรอยบกพร่องนั้นที่ความถี่สูงระดับอัลตราโซนิกส์ โดยใช้เทคนิค Ultrasonic Spike Energy ในการตรวจจับที่ High Frequency และ Low Amplitude ถ้ายังคงใช้งานต่อเนื่อง เครื่องจักรจะเริ่มมีค่าการสั่นสะเทือนที่สูงขึ้น สามารถตรวจสอบความผิดปกติของสารหล่อลื่น ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่น โลหะที่ปนเปื้อนในน้ำมันหล่อ ค่าความร้อนที่สูงขึ้น เมื่อเครื่องจักรใกล้จะเสียหาย สามารถได้ยินเสียง (Audible Noise) โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือ ได้กลิ่นไหม้ เกิดการสั่นสะเทือนที่สามารถสังเกตด้วยตาเปล่าได้



รูปที่ 2 แสดงลำดับอาการของเครื่องจักรที่สามารถตรวจจับได้โดยใช้อุปกรณ์ CBM

เพื่อให้การใช้งานเครื่องจักรได้อย่างต่อเนื่องและสามารถตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องจักรที่จะเกิดการชำรุดเสียหาย จึงได้มีการนำระบบเฝ้าระวังมาตรวจสอบความผิดปกติ ในปัจจุบันที่นิยมใช้กันได้แก่ การวัดความสั่นสะเทือน การตรวจสอบความร้อน การตรวจสอบคุณสมบัติสารหล่อลื่น เป็นต้น

Mechanical — Electrical

APPLICATIONS	Eddy Current Thickness	Vibration Monitoring	Lubricant Analysis/Fluid Analysis	Wear Particle Analysis	Bearing Temperature Analysis	Leakage Detection	Performance Monitoring	Ultrasonic Monitoring (Bearings	Ultrasonic Flow	Infrared Thermography	Precise Timing & Trending	Proximity Position	Visual Inspection	RF Monitoring	Insulation Resistance	Motor Current Signature Analysis	Motor Circuit Analysis	Polarization Index/Dissipation Factor	Cable Condition Monitoring	Transformer Oil and Gas
Generators		●	●	●	●		●	●		●		●	●	●	●		●	●		
Turbines		●	●	●	●	●	●	●		●		●	●							
Pumps		●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●							
Electric Motors		●	●	●	●		●	●		●		●	●		●	●	●	●		
Diesel Generator Engines		●	●	●	●		●	●					●							
Condensers	●					●	●	●	●	●			●							
Conveyors		●	●	●	●								●							
Heavy Equipment/Cranes			●	●	●					●			●							
Circuit Breakers										●	●		●		●		●			
Valves						●		●	●	●	●		●							
Heat Exchangers	●					●	●	●	●	●			●							
Electrical Systems										●			●		●		●	●	●	●

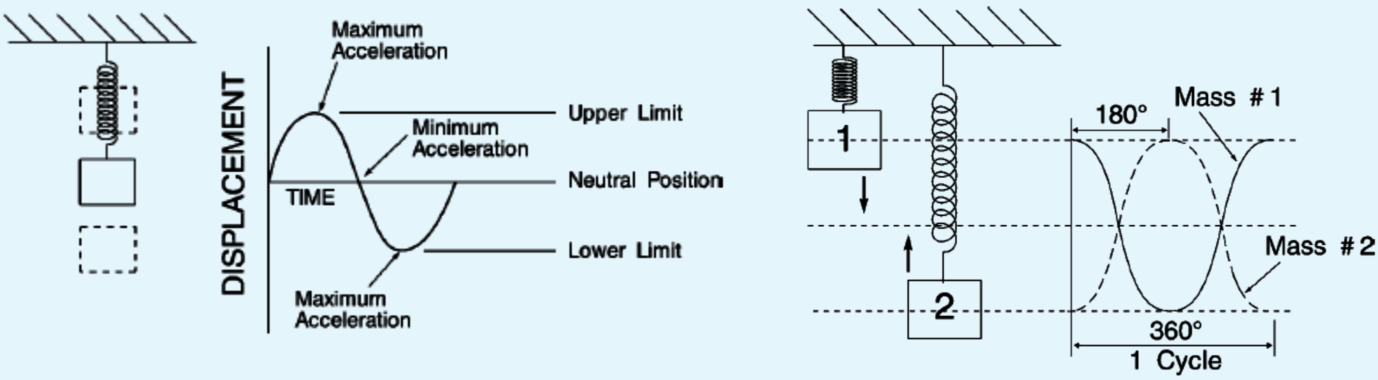
©PdMA Corporation Used by Permission

รูปที่ 3 การประยุกต์ใช้ ระบบเฝ้าระวังในเครื่องจักรแต่ละประเภท

จากรูปที่ 3 เป็นการประยุกต์ใช้ระบบเฝ้าระวังและติดตามสภาพเครื่องจักร ในระหว่างการใช้งาน ซึ่งเครื่องจักรแต่ละประเภทก็ใช้วิธีการเฝ้าระวังแตกต่างกัน เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถใช้เครื่องวัดความสั่นสะเทือน การวิเคราะห์น้ำหมันหล่อลื่น การตรวจสอบด้วยวิธีการถ่ายภาพด้วยความร้อน การตรวจค่าความเป็นฉนวน เป็นต้น ในที่นี้จะขอแนะนำวิธีการใช้เครื่องมือในการเฝ้าระวังและติดตามสภาพเครื่องจักรที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

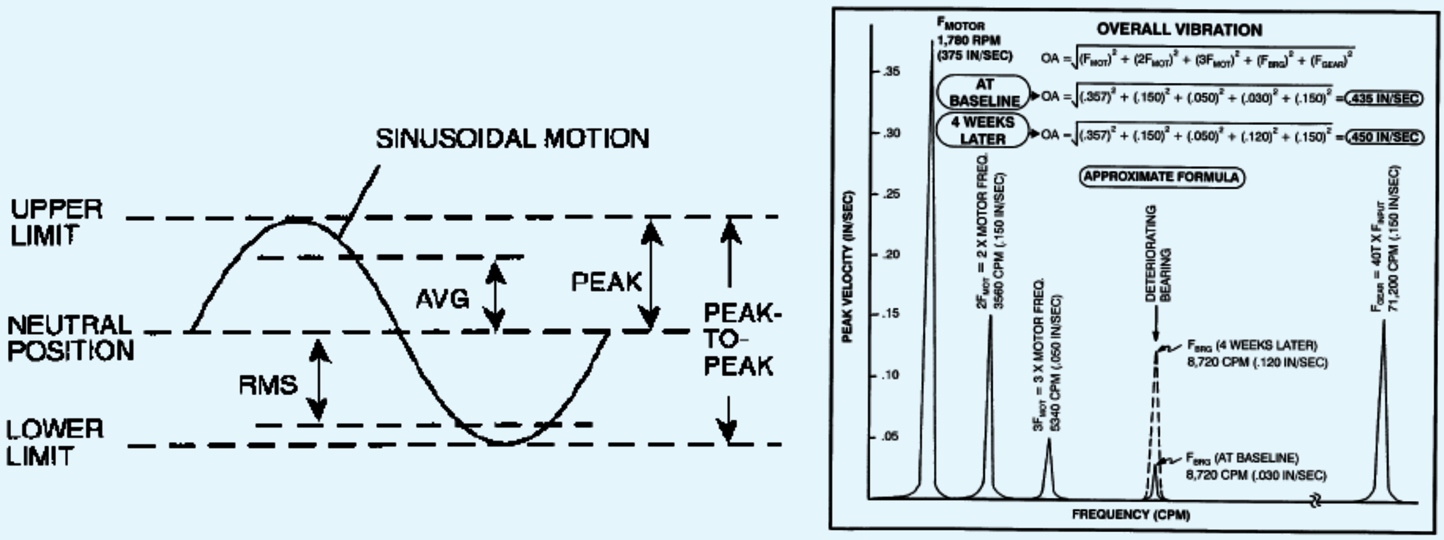
1. การวัดความสั่นสะเทือนเครื่องจักร

การสั่นสะเทือน (Vibration) หมายถึง การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของวัตถุเมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงที่อยู่นิ่ง โดยการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาของวัตถุอาจจะเป็นการเคลื่อนที่โดยอิสระ หรือมีแรงบังคับตลอดเวลาให้เคลื่อนที่ก็ได้ ค่าความสั่นสะเทือน จะมีพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ค่าความสั่นสะเทือน (Amplitude) เป็นค่าที่แสดงความรุนแรงของการสั่นสะเทือนของวัตถุโดยปกติแสดงในรูปการขจัด (Displacement,mm) ความเร็ว (Velocity, mm/s) ความเร่ง (Acceleration, mm/s2) ค่าความถี่ (Frequency,Hz) แสดงรอบที่วัตถุเกิดการสั่นสะเทือนต่อหน่วยเวลา และ เฟส (Phase) แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุเปรียบเทียบกันว่ามีมุมการเคลื่อนที่เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร รูปที่ 4 แสดงค่าพารามิเตอร์การสั่นสะเทือนและมุมเฟสของวัตถุที่เคลื่อนที่สวนทางกัน



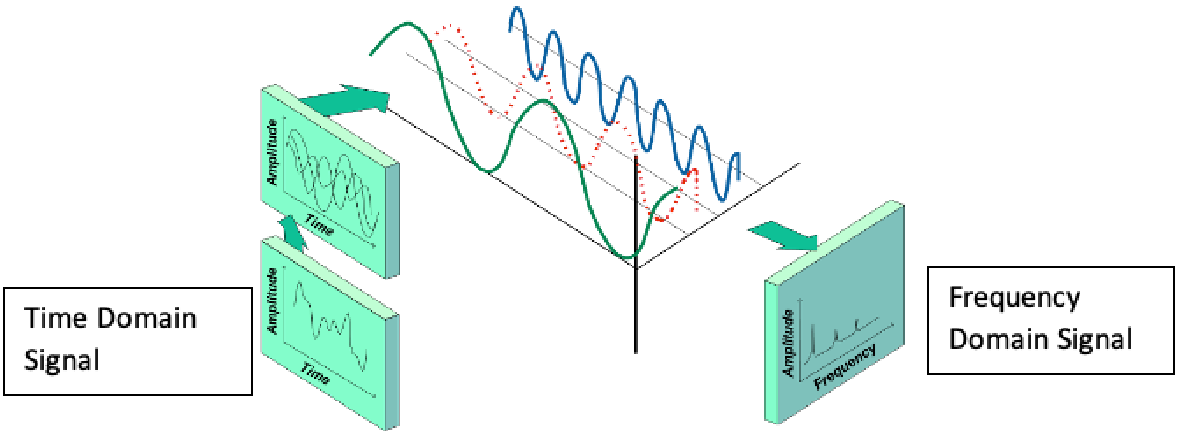
(ก) *(ข)*

รูป 4 แสดง (ก) ค่าพารามิเตอร์ของการเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมา (ข) การเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีเฟสต่างกัน (Out of Phase)



รูปที่ 5 หน่วยที่ใช้ในการวัดความสั่นสะเทือน Peak RMS และ Overall

ค่าการสั่นสะเทือน สามารถแสดงได้หลายรูปแบบ ที่นิยมใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ ค่าสูงสุด (Peak) RMS (Root mean square) และค่า Overall Vibration ค่าที่กล่าวมานี้จะใช้ในการวิเคราะห์เครื่องจักรติดตามความรุนแรง ที่จะทำให้เกิดการชำรุดเสียหายในอนาคต นอกจากนี้แล้ว การหาสาเหตุการชำรุดเครื่องจักรจำเป็นต้องมีเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectrum Analyzer) เพื่อใช้ในการแยกปัญหาเครื่องจักร โดยเครื่องจะแปลงค่ากันสั่นสะเทือนในรูปของเวลา (Time Domain) เป็นค่าความถี่ของการสั่น (Frequency Domain) หรือสามารถแสดงได้ทั้งค่าการสั่นสะเทือนแบบ Time Domain และ Frequency Domain ตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดง Time Domain และ Frequency Domain ของการสั่นสะเทือนของวัตถุ

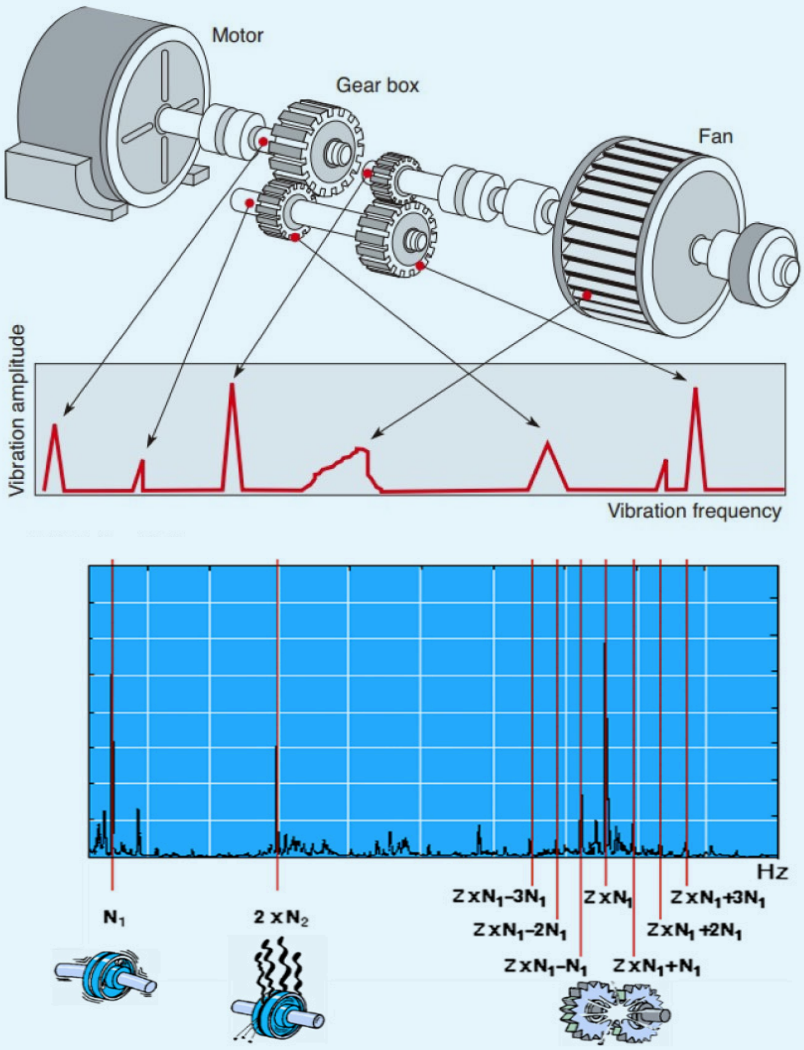
การวัดความสั่นสะเทือนจะแบ่งออกเป็น การวัดเพื่อติดตามสภาพเครื่องจักร (Trend Analysis) กับการวัดเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร โดยใช้อุปกรณ์ในการวัดเบื้องต้นตัวอย่างเช่น เครื่องวัดความสั่นสะเทือนแบบพกพา (รูปที่ 7 (ก)) เป็นการวัดค่า Overall Vibration เพื่อติดตามสภาพเครื่องจักรโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน ISO 10816-3 Part 3 Industrial machines with nominal power above 15 kW (รูปที่ 7(ค)) เป็นการวัดระดับความรุนแรงการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร โดยจะแบ่งเป็น 3 ระดับ เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อติดตามสภาพความชำรุดในช่วง P-F ได้โดยการบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่องไปจนกว่าจะถึงการซ่อมบำรุงครั้งต่อไป หรือ หากการสั่นสะเทือนเกินเกณฑ์กำหนด จะต้องทำการวิเคราะห์สเปกตรัม ด้วยเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม (รูปที่ 7 (ข)) เป็นการวิเคราะห์ความถี่ สามารถตรวจสอบได้ว่าเครื่องจักรที่มีค่าความสั่นสะเทือนเกินเกณฑ์ นั้น มีสาเหตุมาจากอะไร ซึ่งจะขอยกตัวอย่าง เช่น ชุดมอเตอร์ขับพัดลม ตามรูปที่ 8 มีการลดรอบด้วยเกียร์ จากรูปจะเห็นได้ว่าอุปกรณ์แต่ละชนิดจะผลิตความถี่ออกมาไม่เท่ากัน เมื่อเราใช้เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม ก็จะสามารถแยกได้ว่าแต่ละอุปกรณ์นั้นมีความถี่เท่าไรเกิดความผิดปกติของเครื่องจักร เช่น การผิดศูนย์ (Misalignment) การผิดสมดุล (Unbalance) เฟืองหัก เป็นต้น เมื่อทราบสาเหตุการชำรุดแล้วทำให้ฝ่ายซ่อมบำรุงสามารถวางแผน จะจัดหาอะไหล่ วางแผนซ่อมบำรุงต่อไป ซึ่งผู้ที่จะทำหน้าที่วิเคราะห์ได้นั้นจะต้องผ่านการฝึกอบรมอย่างน้อยระดับ 2 (Level II)

Table 2. Vibration Severity Chart ISO 10816-3.

ISO 10816-3		Machinery Groups 2 and 4		Machinery Groups 1 and 3	
Velocity		Rated Power			
CMVP 40 in/sec eq. Peak	CMVP 50 mm/sec RMS	15 kW – 300 kW		Group 1: 300 kW – 50 MW Group 3: Above 15 kW	
0.61	11.0	DAMAGE OCCURS	DAMAGE OCCURS	DAMAGE OCCURS	DAMAGE OCCURS
0.39	7.1	DAMAGE OCCURS	DAMAGE OCCURS	DAMAGE OCCURS	RESTRICTED OPERATION
0.25	4.5	DAMAGE OCCURS	RESTRICTED OPERATION	RESTRICTED OPERATION	UNRESTRICTED OPERATION
0.19	3.5	RESTRICTED OPERATION	UNRESTRICTED OPERATION	UNRESTRICTED OPERATION	UNRESTRICTED OPERATION
0.16	2.8	RESTRICTED OPERATION	UNRESTRICTED OPERATION	UNRESTRICTED OPERATION	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY
0.13	2.3	UNRESTRICTED OPERATION	UNRESTRICTED OPERATION	UNRESTRICTED OPERATION	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY
0.08	1.4	UNRESTRICTED OPERATION	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY
0.04	0.7	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY
0.00	0.0	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY	NEWLY COMMISSIONED MACHINERY
Foundation		Rigid	Flexible	Rigid	Flexible

(ก) (ข) (ค)

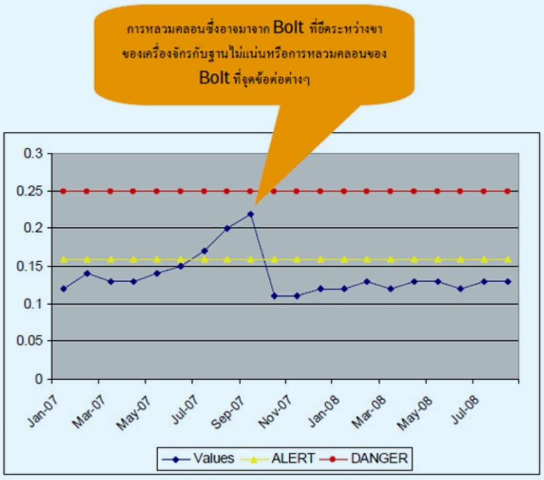
รูปที่ 7 (ก) เครื่องวัดความสั่นสะเทือนแบบพกพา (ข) เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม
(ค) มาตรฐาน ISO 10816-3 แสดงเกณฑ์ความสั่นสะเทือนและระดับความรุนแรงของการสั่นสะเทือน



รูปที่ 8 แสดงค่าความถี่ที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของชุดขับพัดลม

ตัวอย่างการวัดความสั่นสะเทือนของปั๊มน้ำ ตามรูปที่ 9 มีการเก็บค่าความสั่นสะเทือน เดือน Jan 07 ค่าการสั่นเริ่มสูงกว่าเกณฑ์การยอมรับเมื่อ Jul 07 ค่าการสั่นสะเทือนก็ยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนใกล้แตะเส้นแดง Sep 07 จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุการชำรุด เกิดจากฐานแท่นเกิดการคลายตัวของนอตยึดฐานแท่น จากนั้นได้ทำการแก้ไขเมื่อวัดค่าความสั่นสะเทือนกลับมาอยู่ในเกณฑ์ปกติ และใช้งานต่อเนื่องจนถึง Jul 08 ค่าความสั่นสะเทือนยังคงปกติ

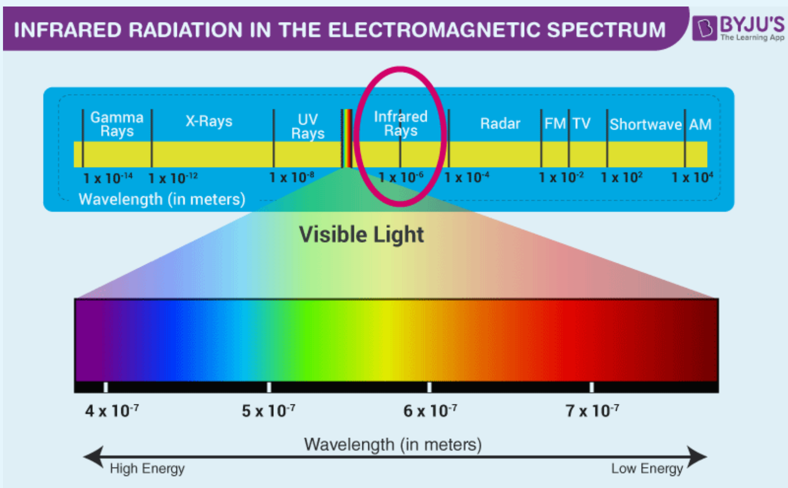
Date	Vel. Value
1/3/07	0.12
2/3/07	0.14
3/3/07	0.13
4/3/07	0.13
5/3/07	0.14
6/3/07	0.15
7/3/07	0.17
8/3/07	0.2
9/3/07	0.22
10/3/0	0.11
11/3/0	0.11
12/3/0	0.12



รูปที่ 9 แสดงการติดตามสภาพเครื่องจักรโดยการวัดค่าความสั่นสะเทือน

2. การถ่ายภาพความร้อนรังสีอินฟราเรด (Infrared Themography)

ภาพถ่ายความร้อนรังสีอินฟราเรด คือ การวิเคราะห์ความร้อนจากภาพถ่ายรังสีอินฟราเรดที่แผ่จากวัตถุด้วยกล้องถ่ายภาพอินฟราเรดหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Thermal Imaging วัตถุประสงค์ของการใช้ภาพถ่ายรังสีอินฟราเรด เพื่อตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ได้ก่อนที่อุปกรณ์เหล่านั้นจะเกิดการชำรุดแบบฉุกเฉิน (Breakdown) และสามารถนำข้อมูลที่เก็บได้ ไปวางแผนการบำรุงรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุง (Maintenance Cost) ได้ จากรูปที่ 10 นั้น จะเห็นได้ว่า ช่วงคลื่นที่มนุษย์มองเห็นได้ มีความยาวคลื่น 0.4 – 0.7 micrometers ช่วงคลื่นอินฟราเรดมีความยาวคลื่น 0.7 – 1000 micrometers



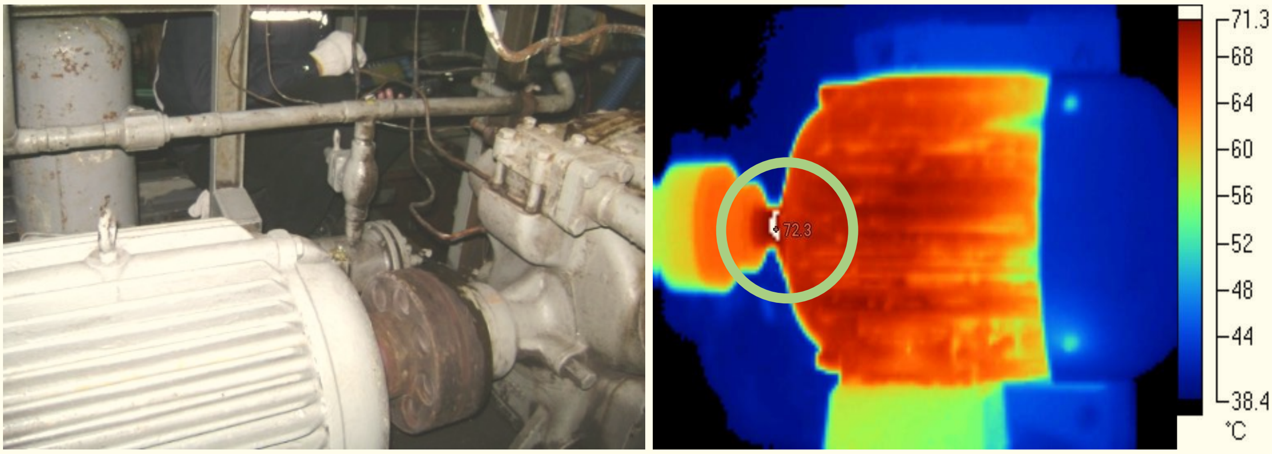
รูปที่ 10 แสดงช่วงความยาวคลื่นของรังสีและคลื่นประเภทต่าง ๆ

กล้องถ่ายภาพความร้อนฯ เหมาะสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในเรือ โดยหลักการใช้กล้องถ่ายภาพความร้อนฯ นั้น ใช้การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องจักรอุปกรณ์ชนิดเดียวกัน ทำงานในสภาวะเดียวกัน เมื่อมีส่วนประกอบหลายอย่างให้คำนึงถึงส่วนประกอบที่อุณหภูมิยอมรับต่ำสุด ตามคู่มือการใช้งาน หรือหากไม่มีในคู่มือสามารถใช้ ตารางที่ 1 ใช้เป็นข้อกำหนดเบื้องต้นในการตรวจสอบความผิดปกติทางความร้อนของอุปกรณ์ โดยการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่คล้ายกัน หรือเปรียบเทียบกับอุณหภูมิแวดล้อม โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ตามอุณหภูมิที่แตกต่าง ข้อควรระวังในการใช้กล้องถ่ายภาพความร้อน ควรตรวจสอบอุปกรณ์ว่ามีลมหรือเครื่องปรับอากาศ ที่อยู่บริเวณอุปกรณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจจะทำให้ค่าที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริงได้

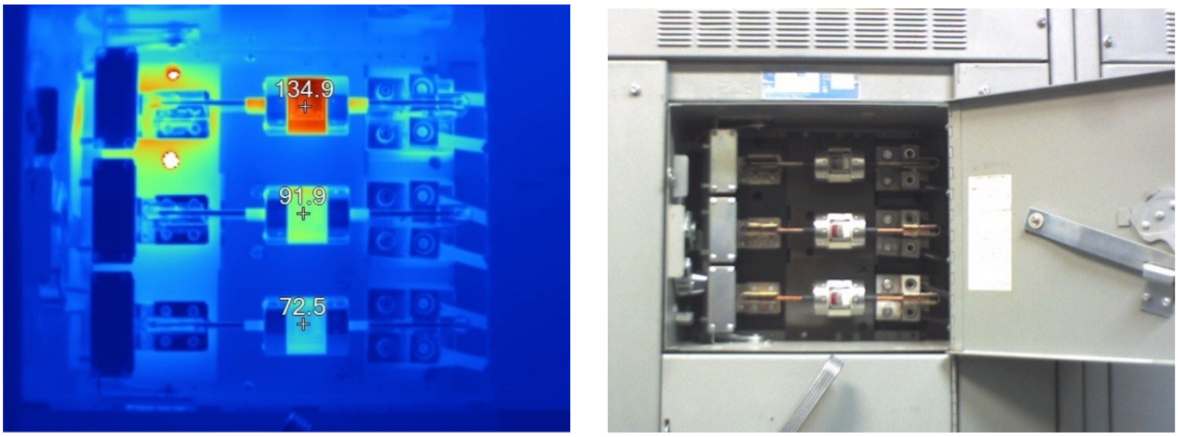
ตารางที่ 1 แสดงค่าความรุนแรงของอุณหภูมิโดยการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ที่คล้ายกันหรือเปรียบเทียบกับอุณหภูมิแวดล้อม

ระดับความรุนแรง	**ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอุปกรณ์ที่คล้ายกัน**	**ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเกินกว่าอุณหภูมิแวดล้อม**
ระดับต่ำ	1-3 องศาเซลเซียส	1-10 องศาเซลเซียส
ระดับปานกลาง	4-15 องศาเซลเซียส	11-20 องศาเซลเซียส
ระดับสูง	-	21-40 องศาเซลเซียส
ระดับสูงมาก	มากกว่า 15 องศาเซลเซียส	มากกว่า 40 องศาเซลเซียส

กล้องถ่ายภาพความร้อนจะแตกต่างจากกล้องถ่ายรูป เพราะเป็นการถ่ายภาพรังสีอินฟาเรดที่แผ่ออกมา ดังนั้นรูปที่ได้จะไม่คมชัดเหมือนกล้องถ่ายรูป จากรูปที่ 11 แสดงความร้อนที่ผิดปกติของบอลแบริ่งของมอเตอร์ และรูปที่ 12 แสดงความร้อนที่ผิดปกติของระบบจ่ายไฟฟ้า ซึ่งถ้ามองด้วยตาเปล่าจะไม่เห็นความผิดปกติ แต่เมื่อใช้กล้องถ่ายภาพความร้อนแล้ว มีค่าความร้อนสูงถึง 134.9 องศาเซลเซียส



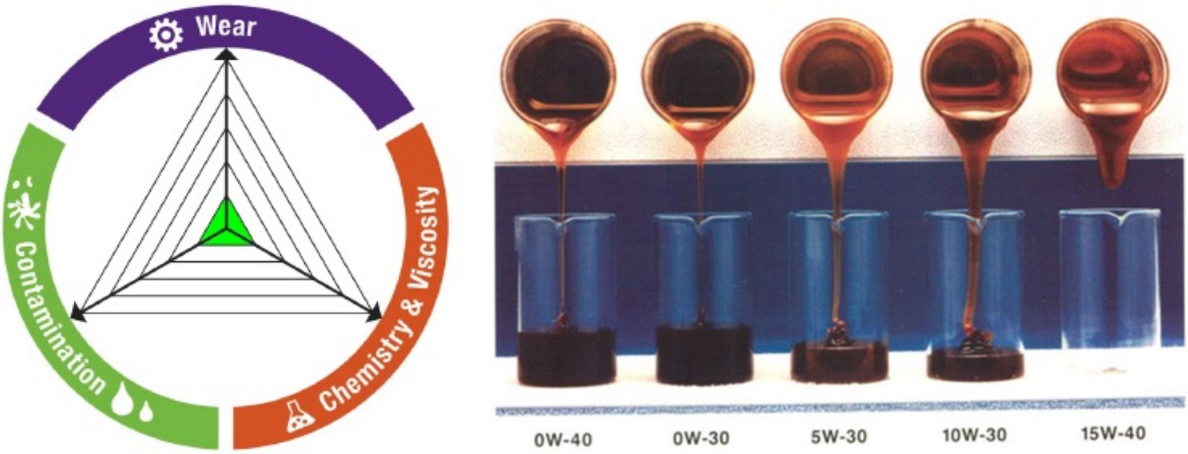
รูปที่ 11 แสดงถึงจุดที่ตรวจพบความร้อนสูงผิดปกติอย่างเห็นได้ชัด ได้แก่ บอลแบริ่ง



รูปที่ 12 แสดงถึงความผิดปกติของตู้จ่ายไฟฟ้าที่ถ่ายด้วยกล้องถ่ายภาพความร้อน

3. การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น (Lubrication Analysis)

น้ำมันหล่อลื่น ทำหน้าที่หล่อลื่นเครื่องจักรไม่ให้เกิดการชำรุด สึกหรอ องค์ประกอบของน้ำมันหล่อประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ น้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน (Base Oils) ทำจากน้ำมันพืชหรือสัตว์ น้ำมันแร่และน้ำมันสังเคราะห์ และสารเพิ่มคุณภาพ (Additives) เป็นสารที่นำมาปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นให้เป็นไปตามสภาพการใช้งาน เช่น สารป้องกันการสึกหรอ สารป้องกันสนิม สารรับแรงกดสูง สารเพิ่มดัชนีความหนืดสารชะล้าง เป็นต้น เครื่องจักรที่ใช้งาน ในช่วง P-F นั้น จะเกิดการสึกหรอเพิ่มมากขึ้นตามคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่น ที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพการใช้งานของเครื่องจักรนั้น ๆ การติดตามสภาพของสารหล่อลื่น ในระหว่างการใช้งานเครื่องจักร จะป้องกันการเกิดการเสียหายของเครื่องจักรโดยที่ไม่ทราบ/ไม่ได้วางแผนไว้ (Unplanned Shutdown) สามารถยืดอายุวงรอบการเปลี่ยนถ่ายสารหล่อลื่น ลดต้นทุนการบำรุงรักษาเครื่องจักร เป็นต้น การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นนั้นจะพิจารณาองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ สภาพของสารหล่อลื่น (Lubricant Condition) การปนเปื้อนของสารหล่อลื่น (Contamination) และสภาพการสึกหรอของเครื่องจักร (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 องค์ประกอบในการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นและค่าความหนืด

การตรวจสอบสภาพของสารหล่อลื่นและการปนเปื้อนของสารหล่อลื่น จะตรวจสอบค่าความหนืด จุดวาบไฟ ความเป็นด่าง ปริมาณน้ำปนเปื้อน กากและเขม่า เป็นต้น

การตรวจสอบค่าการสึกหรอ เป็นการวัดขนาดของโลหะที่ปนเปื้อนในน้ำมันหล่อลื่น เราสามารถแยกระดับการสึกหรอเป็น 3 ขั้น ง่าย ๆ จากขนาดของชิ้นส่วนที่สึกหรอ

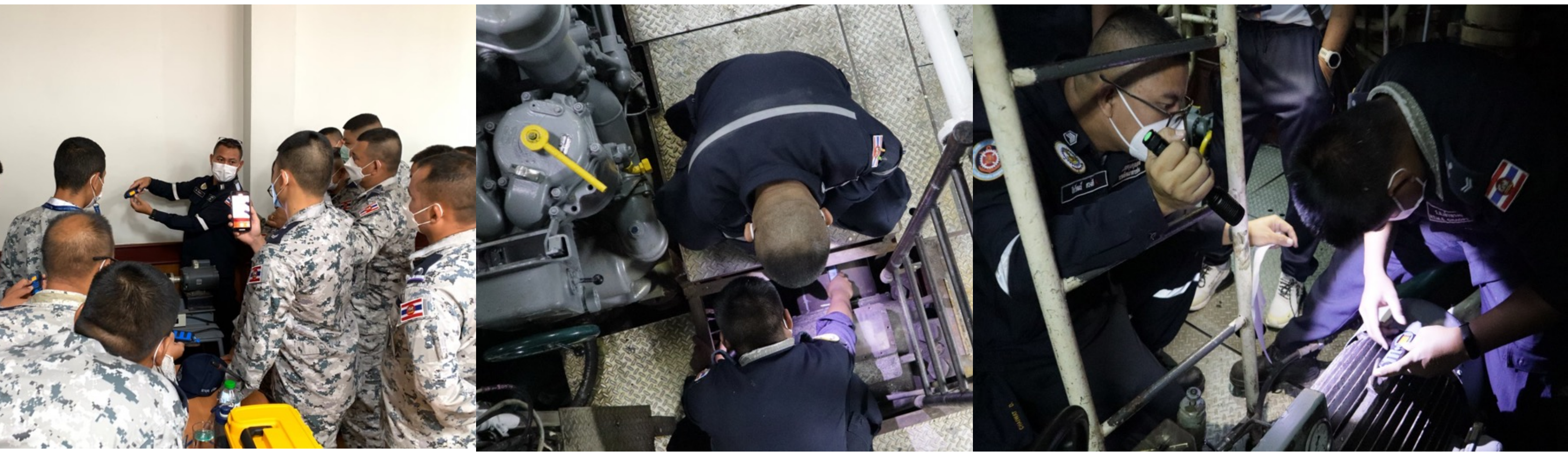
1.) Normal wear (0 – 3 µm)

2.) Abnormal wear (3 –15 µm)

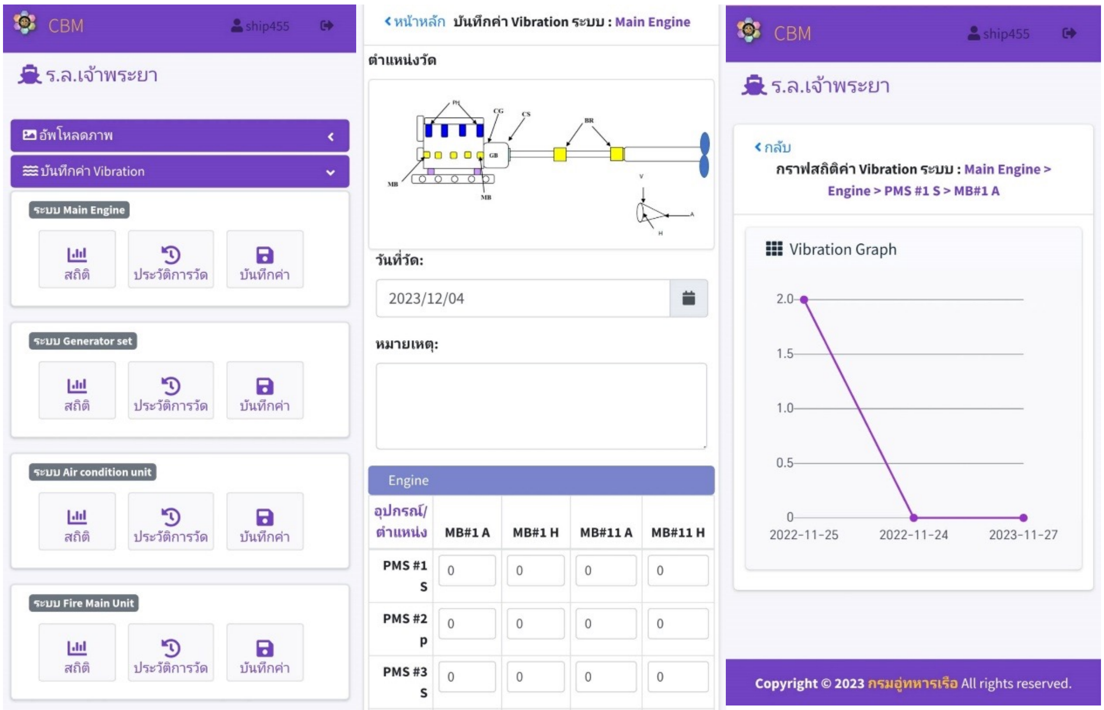
3.) Severe wear (15 µm ขึ้นไป)

การตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นทั้ง 3 วิธี นั้น จะช่วยป้องกันการชำรุดเสียหายเครื่องจักร จากคุณสมบัติของน้ำมันหล่อที่เปลี่ยนแปลงไป ค่าการสึกหรอที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะนำมาใช้ในการวางแผนในการซ่อมทำต่อไป

จากที่กล่าวมากองเรือยุทธการ(กร.)กรมอู่ทหารเรือ(อร.)และกรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ(วศ.ทร.) ได้รวมกันจัดทำระบบการซ่อมบำรุงตามสภาพ เพื่อติดตามเครื่องจักรที่สำคัญต่อความพร้อมรบ ได้แก่ เครื่องจักรใหญ่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ เครื่องอัดลม และปั๊มสูบน้ำไฟเมน เพื่อสร้างความพร้อมในการใช้งานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ติดตั้งบนเรือ สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ไม่เกิดการชำรุดเสียหายระหว่างการใช้งาน และสามารถป้องกันการชำรุดเสียหายโดยอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ง่ายไม่ซับซ้อน เจ้าหน้าที่ประจำเรือสามารถใช้งานอุปกรณ์เพื่อติดตามสภาพเครื่องจักร ซึ่งได้ดำเนินการมาตั้งแต่ปี 2564 จนถึงปัจจุบัน โดยได้เริ่มดำเนินการกับกองเรือฟริเกตที่ 2 ซึ่งมีความพร้อมของเครื่องมือที่กรมอู่ทหารเรือได้จัดหาให้ คณะทำงานได้ทำการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ เพื่อให้สามารถใช้งานอุปกรณ์การวัดความสั่นสะเทือน กล้องถ่ายภาพความร้อน ตามมาตรฐานกรมอู่ทหารเรือ (รูปที่ 14) และ อร. ได้จัดทำโปรแกรม Glin System เพื่อใช้กับงาน CBM ในการติดตามเครื่องจักร โปรแกรมสามารถบันทึกผ่านมือถือหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยให้เจ้าหน้าที่ที่ผ่านการฝึกอบรมทำการวัดค่าฯ และทำการบันทึกลงในระบบ Glin (รูปที่ 15) และกองควบคุมคุณภาพ จะทำการวิเคราะห์ค่าที่หน่วยเรือฯ ที่ได้ทำการบันทึกค่าไว้ หากตรวจพบความผิดปกติจะส่งเจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบหาสาเหตุความผิดปกติต่อไป



รูปที่ 14 การฝึกอบรมการใช้อุปกรณ์ในการทำ CBM



รูปที่ 15 โปรแกรม Glin System ที่ใช้ในงาน CBM

การซ่อมบำรุงตามสภาพ เป็นส่วนสำคัญในการติดตามสภาพเครื่องจักร เพื่อลดความเสียหาย ลดเวลาการหยุดเครื่อง ช่วยยืดอายุเครื่องจักร มีข้อมูลในการประกอบการตัดสินใจ วางแผนซ่อม จัดหาอะไหล่ได้ถูกต้อง ข้อสำคัญเครื่องจักรไม่เกิดการชำรุดเสียหาย ก่อนถึงการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันครั้งต่อไป โดยการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ได้แก่ การวัดความสั่นสะเทือน การถ่ายภาพความร้อนและการวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น โดยมีกองควบคุมคุณภาพกำกับดูแลและประเมินสภาพเครื่องจักร จากข้อมูลที่ กร. และ วศ.ทร. บันทึกลงในระบบ Glin System การฝึกบุคลากรให้มีความเข้าใจหลักการและวิธีการปฏิบัติจะช่วยให้การเฝ้าระวังหรือติดตามสภาพเครื่องจักรเป็นไปตามมาตรฐาน ในอนาคตเมื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ แบบ Online Monitoring ที่สามารถติดตามสภาพเครื่องจักรได้ตลอดเวลาในการใช้งาน มีระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติของเครื่อง มาช่วยในงาน CBM ก็จะช่วยให้ตรวจสอบสภาพเครื่องจักรได้รวดเร็วแม่นยำยิ่งขึ้น ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การใช้งานเครื่องจักรที่มีการทำ CBM จะมีการซ่อมเมื่อชำรุด (Fix when Fail) เป็นศูนย์

เอกสารอ้างอิง

1. https://www.oilservethai.com/

2. ISO 10816-3 Mechanical vibration Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts Part 3: Industrial machines with nominal power above 15 kW and nominal speeds between 120 r/min and 15 000 r/min

3. https://www.maintworld.com/Applications/Maximizing-the-P-F-Interval-Through-Condition-Based-Maintenance

4. https://www.reliabilityconnect.com/extending-the-proactive-domain-on-the-potential-failure-p-f-curve/

5. https://www.nectec.or.th/news/news-pr-news/smart-maintenance-definition.html

6. มอร. 200-0002-1148 การวิเคราะห์การสั่นสะเทือนในเรือ

7. Mr. James E. Berry P.E.of Technical Associates of Charlotte, Inc. ANALYSIS I How To Implement An Effective Condition Monitoring Program Using Vibration Analysis

จดหมายเหตุโครงการสร้างเรืออเนกประสงค์ยกพลขึ้นบกขนาดใหญ่ สนับสนุนการปฏิบัติการเรือดำน้ำ (ร.ล.ช้าง) ปีพุทธศักราช 2566

นาวาโท ณัฐวุฒิ เกตุทอง
ประจำกรมกำลังพลทหารเรือ ผู้ควบคุมงานด้านกลจักร

เพื่อดำรงรักษาอธิปไตยของประเทศ และผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล กองทัพเรือได้เสนอโครงการจัดหาเรือยกพลขึ้นบกขนาดใหญ่ สนับสนุนการปฏิบัติการเรือดำน้ำ เป็นเรือประเภท Landing Platform Dock (LPD) เพื่อใช้ในราชการกองทัพเรือ สังกัดกองเรือยกพลขึ้นบกและยุทธบริการ กองเรือยุทธการ ซึ่งรัฐบาลในขณะนั้นมี พลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา เป็นนายกรัฐมนตรี และรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหม ได้อนุมัติให้ดำเนินโครงการตามที่กองทัพเรือเสนอ มีกำหนดเริ่มต้นโครงการในปีงบประมาณ 2562

รัฐบาลสาธารณรัฐประชาชนจีน (สปจ.) ได้เสนอเรือ LPD Type 071 (Yuzhao Class) ซึ่งใช้ประจำการในกองทัพเรือของกองทัพปลดปล่อยประชาชน, People's Liberation Army, NAVY (PLA Navy) จำนวน 8 ลำ ให้กับทางกองทัพเรือไทยได้พิจารณาจัดหาเพื่อใช้ในราชการ โดยเรือชุดดังกล่าว ได้เริ่มเข้าระวางประจำการใน PLA Navy ครั้งแรกในปี ค.ศ. 2007 ผ่านการพัฒนาและได้รับความน่าเชื่อถือใน PLA Navy เป็นอย่างมาก จนได้รับการสร้างอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในขณะนั้นกองทัพเรือไทยได้มีโอกาสร่วมฝึกกับ PLA Navy ทำให้ได้เห็นขีดความสามารถ สมรรถนะ และคุณสมบัติที่ตอบสนองความต้องการของกองทัพเรือไทยตรงตามวัตถุประสงค์ อีกทั้งยังสามารถนำเรือ LPD มาใช้ในการสนับสนุนเรือดำน้ำ ที่มีโครงการจัดหาเริ่มต้นไปก่อนหน้านั้นแล้ว

ใน 9 กันยายน พ.ศ. 2562 พลเรือเอก ลือชัย รุดดิษฐ์ ผู้บัญชาการทหารเรือ ในขณะนั้น เป็นตัวแทนฝ่ายรัฐบาลไทย ได้ลงนามในข้อตกลงจ้างสร้างเรืออเนกประสงค์ฯ ร่วมกับ Mr. Ma Weihua, Deput Director General Department of Military Trade and Foreign Affair State of Administration of Science Technology and Industry for National Defence People's Republic of China (SASTIND) ตัวแทนฝ่ายรัฐบาลสาธารณรัฐประชาชนจีนดำเนินการสร้างโดยอู่ต่อเรือ Hudong Zhonghua Shipbuilding, Shanghai, China ภายใต้การดูแลของ China State Shipbuilding Cooperation (CSSC) เป็นเรือ LPD071-ET (Export to Thailand) ลำดับที่ 9 ที่จะถูกสร้างขึ้นมาโดยอู่ต่อเรือแห่งนี้ มีงบประมาณในการสร้าง วงเงิน 1,282,000,000 CNY คิดเป็นเงินไทยประมาณ 5,769 ล้านบาท (อัตราแลกเปลี่ยนในขณะนั้น 1 CNY = 4.50 บาท) และได้แต่งตั้ง พลเรือเอก ช่อฉัตร กระเทศ รองผู้บัญชาการทหารเรือ ในขณะนั้น เป็นประธานโครงการจัดหาเรืออเนกประสงค์ฯ จึงถือได้ว่าโครงการจัดหาเรืออเนกประสงค์ฯ ได้เริ่มต้นโครงการอย่างเป็นทางการ นับตั้งแต่วันที่มีการลงนามในข้อตกลงครั้งแรก โดยผู้บัญชาการทหารเรือ เมื่อวันที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2562 เป็นต้นมา มีระยะเวลาดำเนินโครงการทั้งหมด 42 เดือน

9 ก.ย.62 พล.ร.อ.ช่อฉัตร กระเทศ รอง ผบ.ทร. ประธานโครงการลงนามตกลงข้อตกลงโครงการฯ

กองทัพเรือได้แต่งตั้งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ โครงการสร้างเรือฯ (กตร.รพญ.) โดยมี นาวาเอก ชูเกียรติ เทพาลัย เป็นประธาน กตร.รพญ. ร่วมกับกรรมการ และผู้ควบคุมงานด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานสร้างเรือ ประกอบด้วย งานด้านตัวเรือ งานด้านกลจักร งานด้านไฟฟ้า งานด้านยุทธการและสื่อสาร งานด้านระบบอิเล็กทรอนิกส์ งานด้านระบบอาวุธ งานด้านส่งกำลังบำรุง งานด้านการแพทย์ และงานด้านการฝึก อบรม เพื่อกำกับ ดูแล ควบคุมและติดตามความเรียบร้อยของโครงการ ในทุกขั้นตอนของกระบวนการสร้าง ร่วมกับสมาคมจัดชั้นเรือ Lloyd's Register (LR) โดยทั้งหมดออกเดินทางไปยังเมืองเซียงไฮ้ สปจ. เมื่อวันที่ 25 เมษายน 2563 ภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ที่เริ่มระบาดอย่างรุนแรงทั่วทั้งโลก

เรือลำนี้ได้นำต้นแบบของเรือชุด LPD-071 ของ PLA Navy มาดัดแปลง ซึ่งการดัดแปลงที่สำคัญ คือ เพิ่มพื้นที่สำหรับลงจอดเฮลิคอปเตอร์ แบบ Z-8 จากเดิม 2 จุดลงจอด เป็น 3 จุด ทำให้ต้องปรับโครงสร้างตัวเรือให้มีความแข็งแรงเหมาะสม และการเพิ่มความสามารถด้านการสนับสนุนเรือดำน้ำ อุปกรณ์สำหรับประจำสถานีเทียบเรือดำน้ำ ห้องพักอาศัยกำลังพล จุดรับ - จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำจืด โดยการออกแบบเรือทางทหารของ PLA Navy ดำเนินการโดยสถาบันออกแบบและวิจัยชื่อว่า Marine Design & Research Institute of China (MARIC) และร่วมควบคุมงานสร้างครั้งนี้ควบคู่กับทางวิศกรจากอู่ต่อเรือ โดย 9 เดือนหลังจากลงนามตกลงว่าจ้างจะเป็นงานด้านการทบทวน ปรับปรุงแบบให้เป็นไปตามข้อตกลงให้ครบทุกด้าน และเนื่องจากเรือลำนี้ ที่ผ่านมา ผ่านการรับรองจาก China National Standard for Ship Building แต่ตามข้อตกลงกับ ทร. ต้องมีสมาคมจัดชั้นเรือ Lloyd's Register (LR) รับรองและตรวจสอบขั้นตอนงานสร้างจึงต้องใช้เวลาส่วนนี้ส่งแบบและข้อมูลที่สำคัญ ให้ LR ตรวจสอบและรับรองเพื่อให้ดำเนินการสร้างได้ต่อไป

31 ส.ค. 63 พล.ร.อ.ชุมศักดิ์ นาควิจิตร ผบ.กร. ประธานในพิธีตัดแผ่นเหล็กตัวเรือ ณ อู่ต่อเรือ ฯ สปจ.

ในวันที่ 31 สิงหาคม 2563 ได้มีพิธีตัดแผ่นเหล็กตัวเรือ เพื่อเป็นการเฉลิมฉลองการเริ่มต้นงานสร้างตัวเรืออย่างเป็นทางการ โดยมี พลเรือเอก ชุมศักดิ์ นาควิจิตร ผู้บัญชาการกองเรือยุทธการ ในขณะนั้นเดินทางไปเป็นประธานในพิธีดังกล่าว ที่อู่ต่อเรือ Hudong – Zhonghua Shipbuilding เมืองเซียงไฮ้ สปจ. ซึ่งวิธีการสร้างเรือแบบประกอบบล็อกตัวเรือ จะเริ่มจากการตัดแผ่นเหล็กตามแบบสร้าง การเชื่อมประสาน การปรับแต่งรูปทรง ติดตั้งโครงสร้างเพื่อประกอบ จาก 2 มิติ จนเป็นรูปร่างบล็อก 3 มิติ ติดตั้งงาน Outfitting บางส่วนและถูกส่งไปยังกระบวนการพ่นทราย ทำสี รอประกอบเป็นบล็อกขนาดใหญ่ต่อไป

ตามลักษณะเฉพาะของบล็อกตัวเรือที่จะประกอบไปด้วย บล็อกทรงเหลี่ยม และบล็อกส่วนโค้ง ทำให้เทคนิคที่นำมาใช้มีความแตกต่างกัน โดยที่อู่ต่อเรือแห่งนี้การต่อบล็อกตัวเรือทั้งหมดจะถูกสร้างบน JIG มีการทำไม้แบบมาวัดเทียบตามระยะที่กำหนด แล้วแต่งความสูง ส่วนโค้งเว้าของ JIG และเนื่องจากเรือลำนี้ผ่านการสร้างมาแล้วหลายลำ ทำให้ทางอู่เรือได้สร้าง JIG ถาวร สำหรับส่วนโครงสร้างที่สำคัญ คือ ส่วนทวนหัว ส่วนโครงสร้างรับเพลาใบจักร และมีเครนขนาดใหญ่ภายในโรงงาน ทำให้สามารถพลิกบล็อกกลับไปมาได้ตามความต้องการ โดยจะเน้นไปที่การทำงานของช่างเชื่อมประสานให้สะดวกที่สุด ซึ่งจะมีทั้งการเชื่อมแบบใช้แรงงานช่างฝีมือ เครื่องเชื่อมแบบ Semi – Auto และเครื่องเชื่อมอัตโนมัติขนาดใหญ่

การใช้ไม้แบบในการกำหนด JIG สำหรับสร้างบล็อกตัวเรือ

หน้าที่ของคณะกรรมการตรวจรับและผู้ควบคุมงานในส่วนของพรรคกลิน จะร่วมกันตรวจสอบร่วมกับสมาคมจัดชั้นเรือ LR ทุกกระบวนการสร้าง โดยเริ่มจากงานด้านออกแบบ ต้องตรวจสอบคุณลักษณะว่าเป็นไปตามข้อตกลงหรือไม่ ตรวจสอบรายการวัสดุที่ใช้ในการสร้าง ตรวจสอบมาตรฐานทางวิศกรรมที่นำมาใช้กำกับการออกแบบและสร้าง แผนการควบคุมคุณภาพ เครื่องมือ วิธีการ และบุคลากรที่มีส่วนร่วมในงานสร้างทั้งหมด นอกจากนี้ในกระบวนการสร้างจะมีวิศวกรจาก MARIC มากำกับการทำงานของฝ่ายวิศวกรของทางอู่ต่อเรืออีกชั้น เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพภายในของ PLA Navy อีกส่วน และยังนำข้อบกพร่องงานที่ต้องแก้ไข มาร่วมพัฒนา ปรับปรุงโครงการอยู่ตลอดเวลา

ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพงานสร้างบล็อกตัวเรือ จะตรวจสอบตั้งแต่คุณภาพของแผ่นเหล็กที่นำมาสร้าง โดยแต่ละแผ่นจะมีหมายเลขรหัส สำหรับตรวจค้นที่มา วันที่ผลิต บริษัทผู้ผลิต การทำความสะอาดการเตรียมพื้นที่ผิวสำหรับมาตัด ดัด ให้เข้ารูป ก่อนเชื่อมประกอบในแต่ละขั้น หลังจากนั้นจะตรวจสอบการวางบล็อกบนพื้นที่สร้าง การกำหนดแนวเส้นสำหรับประกอบ โดยมีวิศวกรดูแล ควบคุม การทำงานทุกขั้นตอน เมื่อนำบล็อกย่อยต่าง ๆ มาประกอบให้เป็นบล็อกขนาดใหญ่ จะต้องควบคุมวิธีการเชื่อมประสานให้เป็นไปตามที่ออกแบบ โดยหัวหน้างานจะใช้สัญลักษณ์เขียนลงไปตรงแนวรอยเชื่อม ว่าต้องการให้เชื่อมแบบไหน

ตัวอย่าง การทำสัญลักษณ์ สำหรับงานสร้างบล็อกตัวเรือ

จากรูป จะเห็นสัญลักษณ์เครื่องหมาย กากบาท (x) แสดงถึงการเชื่อมแบบ Complete Joint Welding เครื่องหมายขีด (/) หมายถึง Partial joint Welding การบอกหมายเลขเฟรม ความหนาแผ่นเหล็ก

การตรวจสอบคุณภาพแนวเชื่อมทาง LR แบ่งการตรวจเป็น 2 ระดับ คือ ในส่วนของการตรวจหน้างาน ความเรียบร้อยของแนวเชื่อมทั้งหมด ตรวจเบื้องต้นโดยหัวหน้าชุดช่างร่วมกับฝ่ายควบคุมคุณภาพของอู่ต่อเรือ และการตรวจโดยใช้ฝ่ายเทคนิคของอู่ต่อเรือมาตรวจสอบ โดยจะใช้วิธีการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย มีการกำหนดแผนการตรวจ วิธีการตรวจ โดยทั้งหมดต้องส่งให้ LR พิจารณาและร่วมตรวจสอบทุกครั้ง โดยวิธีการตรวจสอบ จะมีการตรวจสอบด้วยสายตา การตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม การตรวจสอบด้วยภาพถ่ายรังสี การตรวจสอบด้วยคลื่นเสียง และการตรวจสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก ขึ้นอยู่กับความสำคัญของแนวเชื่อมนั้น ๆ ว่าอยู่ส่วนใดของโครงสร้าง มีการรับภาระแรงมากน้อยเพียงใด รวมถึงการตรวจสอบเครื่องมือ เครื่องเชื่อม การจัดเก็บลวดเชื่อม การเตรียมลวดเชื่อม และคุณสมบัติของช่างเชื่อม

เมื่อบล็อกย่อยได้ถูกนำมาประกอบรวมกันเป็นบล็อกขนาดใหญ่ จะเริ่มเห็นเป็นส่วนของโครงสร้างเรือที่สำคัญ โครงสร้างตัวเรือใต้แนวน้ำ ส่วนถังบรรจุของเหลวในเรือ ห้องต่าง ๆ ในเรือ และจะเริ่มนำอุปกรณ์ Outfitting มาเริ่มประกอบลงบางส่วน ซึ่งการตรวจสอบที่สำคัญส่วนนี้ คือ แนวเชื่อมที่มีโอกาสรั่วซึมจาก น้ำทะเลภายนอก หรือการรั่วซึมจากของเหลวในเรือ ก็จะเน้นย้ำการตรวจสอบโดยละเอียด

โดยจะใช้วิธี Vacuum Leak Test แทนการตรวจสอบเบื้องต้นด้วยสายตาทั้งหมด และยังคงการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย ตามแผนการตรวจสอบที่ได้กำหนดไว้ หากพบจุดผิดพลาดจะทำการแก้ไขและตรวจสอบใหม่ทั้งหมดอีกครั้ง จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจจะนำบล็อกที่ตรววจสอบผ่าน เข้าสู่กระบวนการทำความสะอาด พ่นทราย ทำสีรองพื้น ยังโรงพ่นทรายขนาดใหญ่ที่สามารถ ควบคุมมลพิษ ที่จะเกิดสู่ชุมชนได้

ตัวอย่าง การตรวจสอบคุณภาพงานเชื่อมเปลือกเรือด้วย Vacuum Leak Test

เมื่อบล็อกต่าง ๆ ผ่านการพ่นทราย เตรียมพื้นผิวรอการทำสีเสร็จเรียบร้อย ก็จะต้องผ่านการตรวจสอบถึงความสะอาด ความเรียบร้อยทั้งหมด ทั้งผิวเหล็ก รอยเชื่อม จากนั้นจะส่งต่อไปโรงพ่นสี โดยขั้นตอนนี้ จะมีเจ้าหน้าที่จากบริษัทสี มาควบคุมการทำงาน ร่วมกับฝ่ายตรวจสอบทั้งหมด ทั้งนี้อู่ต่อเรือได้กำหนดช่วงเวลาให้ต่อเนื่องและทำให้เสร็จภายใน 1 – 2 วัน เพื่อให้ชิ้นงานสะอาด ปราศจากสนิม เป็นไปตามที่มาตรฐานของบริษัทสี คอยกำกับ ควบคุม

ในการวางแผนการสร้างตัวเรือให้สอดคล้องกับงานสร้างบล็อก สามารถจัดลำดับบล็อกที่จำเป็นต้องนำมาประกอบตัวเรือ ให้ถูกสร้างเป็นลำดับแรก ๆ หลักการสำคัญของการวางแผนนี้ต้องคิดจากข้อจำกัดของพื้นที่สร้างบล็อก การใช้งานพื้นที่อู่แห้งให้เหมาะสมและคุ้มค่าที่สุด ขนาดเครนที่สามารถใช้งานได้ โดยเครนคร่อมอู่แห้ง มีขนาดใหญ่ถึง 1,500 ตัน จากที่กล่าวขั้นต้น จำนวนบล็อกที่จัดสร้างครั้งนี้ จำนวน 235 บล็อก หลังจากผ่านการพ่นทรายทำสี จะถูกนำมาประกอบเป็นบล็อกขนาดใหญ่ มีขนาดใหญ่ที่สุดประมาณ 820 ตัน ถูกประกอบบริเวณรอบอู่แห้ง จำนวนทั้งหมดอีก 32 บล็อก โดยมีพิธีวางกระดูกงูก่อนเริ่มทำการยกบล็อกแรกลงประกอบในอู่แห้ง เมื่อวันที่ 20 ก.ค.64 โดยมี นายอรรถยุทธ ศรีสมุทร เอกอัครราชทูตไทย ประจำ สปจ. เป็นประธานในพิธีวางกระดูกงู ณ อู่ต่อเรือ มีระยะเวลาห่างจากพิธีตัดแผ่นเหล็กตัวเรือ ประมาณ 10 เดือน

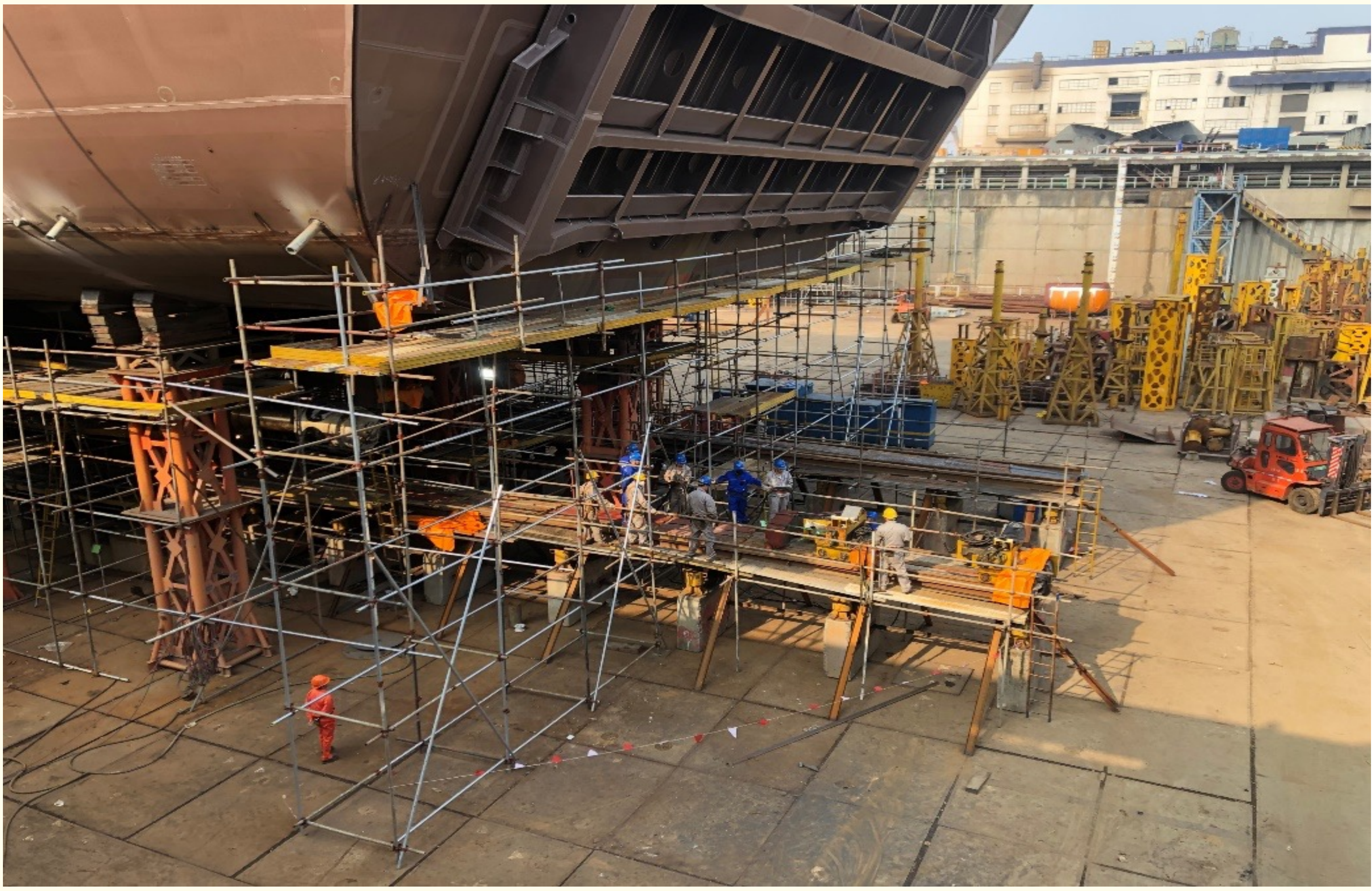
ภาพผู้ร่วมงานในพิธีวางกระดูกงู ณ อู่ต่อเรือ เมื่อ 20 ก.ค.64

การวางแผนการสร้างเรือในอู่แห้ง อู่ต่อเรือได้กำหนดแผนงานสร้างไว้ที่ 5 เดือน มีจำนวนครั้งที่ต้องยกบล็อกขนาดใหญ่ลงประกอบในอู่แห้ง ทั้งสิ้น 51 ครั้ง โดยงานสร้างในอู่แห้งนั้น จะมีฝ่ายสร้างที่ดูแลเฉพาะงานในอู่แห้งแยกโดยเฉพาะ มีงานที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก เช่น การประกอบบล็อกตัวเรือ งานติดตั้งท่อทาง งานเดินสายไฟ งานติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรกล งานติดตั้งระบบขับเคลื่อน และงานสี เป็นต้น โดยงานที่สำคัญที่เน้นย้ำมากในขั้นตอนนี้จะเป็นงานประกอบตัวเรือ โดยเฉพาะตัวเรือใต้แนวน้ำ เพื่อให้เรือสามารถลอยน้ำได้ และนำออกจากอู่แห้งตามเวลาที่กำหนด และงานติดตั้งระบบขับเคลื่อน ซึ่งเป็นงานที่ต้องทำเฉพาะในห้วงเวลาที่อยู่ในอู่แห้งเท่านั้น ฝ่ายสร้างจึงต้องควบคุมแผนงานอย่างเข้มงวดและสอดคล้องกันอย่างเต็มที่

ภาพงานประกอบบล็อกตัวเรือ ในอู่แห้ง

การติดตั้งระบบขับเคลื่อนเรือลำนี้ เป็นความรู้และประสบการณ์เฉพาะทางที่อู่ต่อเรือแห่งนี้ชำนาญเป็นพิเศษ เนื่องจากผ่านงานสร้างเรือขนาดใหญ่ โดยเฉพาะเรือชุดนี้ถึง 8 ลำ โดยการออกแบบจะเป็นระบบขับเคลื่อนโดยใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง ขนาดเครื่องยนต์ที่ 8,800 kW จำนวน 4 เครื่อง มีใบจักรแบบปรับพิทช์ได้ จำนวน 2 ชุด เพลาใบจักรขวาและซ้าย มีความยาวโดยรวมไม่เท่ากัน เนื่องจาก การออกแบบห้องติดตั้งเครื่องจักรใหญ่ แยกห้องหัวและห้องท้าย โดยเพลาขวามีจำนวน 8 ท่อน ยาวรวม 75 เมตร และเพลาซ้ายมีจำนวน 6 ท่อน ยาวรวม 55 เมตร โดยเพลาทั้งหมดอยู่ภายในตัวเรือ เพื่อใช้โครงสร้างเป็นจุดรับน้ำหนักของเพลา ใช้แบริ่ง 2 ประเภท คือ Compaq Thordon Bearing และ Intermediate Bearing

หลังจากที่ตัวเรือได้สร้างในส่วนที่ครอบคลุมพื้นที่ใต้แนวน้ำเกือบทั้งหมด จนได้รับการยืนยันขนาดมิติของตัวเรือที่ถูกต้อง จะทำการหาแนวในการวางเพลาใบจักร โดยทั้งหมดจะอ้างอิงจากระยะในการออกแบบ มีการกำหนดพื้นที่ ตำแหน่งที่ติดตั้งโดยคร่าว ตั้งแต่ขั้นประกอบบล็อกตัวเรือ ใช้จุดอ้างอิงหลัก 2 จุด คือ ตำแหน่งที่ติดตั้งชุดเกียร์ที่แท้จริงในเรือ และตำแหน่งอ้างอิงจากตำแหน่งหางเสือและโครงสร้างตัวเรือจริง ซึ่งการวางเพลาของเรือลำนี้ เพลาบางท่อนได้ถูกยกนำมาไว้ในพื้นที่ติดตั้ง ตั้งแต่ขั้นตอนการประกอบตัวเรือแล้ว รอประกอบหลังจากได้ตำแหน่งศูนย์กลางเพลาใบจักรที่แท้จริง โดยจะมีเพียงแค่เพลา จำนวน 2 ท่อนท้าย ในที่นี่ถูกเรียกว่า Propeller Shaft เป็นท่อนที่มี ระบบ Hydraulics สำหรับพิทช์ใบจักรอยู่ภายใน ถูกชักเข้าไปในตัวเรือลำดับสุดท้าย ซึ่งเพลาชุดนี้อยู่ภายในโครงสร้างตัวเรือส่วนท้ายสำหรับรองรับเพลาชุดนี้โดยเฉพาะ แต่จะใช้เป็นจุดแรกในการเชื่อมต่อเพลาท่อนอื่น ๆ ที่อยู่ในเรือ ตามลำดับจากท้ายเรือไปหัวเรือ โดยมี Hydraulics Coupling เป็นตัวเชื่อมยึดเพลาท่อนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน



การเตรียมพื้นที่บริเวณท้ายเรือเพื่อนำเพลาใบจักรประกอบติดตั้งในตัวเรือ
โดยจะยกเพลาวางลงบนรางเลื่อน แล้วดันเข้าไปในตัวเรือ

ภายหลังการประกอบเพลาใบจักรเสร็จสิ้น จะประกอบเข้ากับชุดเกียร์อีกครั้งหลังจากปล่อยเรือลงน้ำ ซึ่งงานประกอบเพลาใบจักรจะใช้เวลาส่วนใหญ่ทั้งหมดที่เรืออยู่ในอู่แห้งดำเนินการ และตรวจสอบจนเป็นที่มั่นใจ ระหว่างนั้นมีการยกเครื่องจักรใหญ่ ชุดเกียร์ เครื่องจักรกล อุปกรณ์ต่าง ๆ เกือบทั้งหมดลงไปติดตั้งตามลำดับ การประกอบตัวเรือตั้งแต่แรกและมีแผนการยกลงติดตั้งชัดเจน โดยในการติดตั้งอุปกรณ์ด้านกลจักรที่สำคัญ ๆ จะมีขั้นตอนการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิต หรือในห้องทดลอง ก่อนยกลงติดตั้งในเรือประกอบด้วย เครื่องจักรใหญ่ เกียร์ เครื่องไฟฟ้า ชุดไฮดรอลิกควบคุมหางเสือเรือ ระบบปรับพิทช์ใบจักรเครื่องปรับอากาศ มอเตอร์พัดน้ำสำหรับระบบดับเพลิงในเรือ เป็นต้น

ใน 22 ธ.ค.64 เรือได้ถูกปล่อยลงน้ำครั้งแรก โดยการเติมน้ำเข้าอู่แห้ง จากนั้นจะทำการตรวจสอบแนวรั่วในตัวเรือส่วนต่าง ๆ ใต้แนวน้ำ ความพร้อมของถังบรรจุของเหลวต่าง ๆ ในเรือ แล้วลากเรือออกไปจอดบริเวณท่าเรือด้านหน้าของอู่ต่อเรือ ใน 24 ธ.ค.64 มีการเฉลิมฉลองเพียงเล็กน้อยอย่างไม่เป็นทางการเนื่องจาก สปจ. ยังปิดประเทศภายใต้สถานการณ์ COVID-19 แต่ก็นับเป็นการลงน้ำครั้งแรกของเรือลำนี้ และเป็นจุดสิ้นสุดงานในส่วนของอู่แห้ง เริ่มงานส่วนบริเวณหน้าท่า โดยมีคณะทำงานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ระบบต่าง ๆ ในเรือเริ่มดำเนินการตั้งวันแรกที่เรือจอดหน้าท่า มีการกำหนดไว้ว่า ภายใน 3 เดือนหลังจากนี้จะต้องเริ่มทำการทดลองหน้าท่าของระบบ อุปกรณ์ต่าง ๆ ในเรือให้ได้

งานสร้างเรือในส่วนหน้าท่า จะเป็นงานติดตั้งระบบอุปกรณ์ทั้งหมดในเรือ งานระบบไฟฟ้างานตกแต่งภายใน รวมทั้งการทดสอบทดลอง กำหนดแผนงานไว้ทั้งหมด 10 เดือน ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมด จะถูกติดตั้ง ตรวจสอบโดยมีบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์นั้น ๆ เป็นผู้ควบคุมการทำงานตลอดห้วงเวลา จนพร้อมทดสอบอย่างเป็นทางการ งานสำคัญเริ่มจากการตรวจสอบตำแหน่งการติดตั้งเพลาใบจักร เนื่องจากการลงน้ำครั้งแรกภาระโหลด จะถูกกระจายไปตามโครงสร้างต่าง ๆ จึงต้องตรวจสอบระยะใหม่ทั้งหมด หากมีการต้องปรับระยะศูนย์เพลา จะปรับที่ตำแหน่งการติดตั้งแบริ่ง จากนั้นจะเริ่มเชื่อมระบบขับเคลื่อนทั้งหมดเข้าด้วยกัน คู่ขนานกับงานติดตั้งระบบสนับสนุนระบบขับเคลื่อน เช่น งานเดินท่อทางระบบน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบน้ำมันหล่อลื่นระบบลม ระบบควบคุมและสั่งการ ใช้เวลาประมาณ 6 เดือน จึงเริ่มเดินเครื่องจักรใหญ่ในเรือครั้งแรก

คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ร่วมออกทดลองเรือในทะเลครั้งแรก ใน 11 พ.ย.65

ในวันที่ 11 – 19 พ.ย.65 เรือได้ออกทดลองในทะเลครั้งแรก เต็มระบบ มีการทดสอบทดลองการทำงานทุกอุปกรณ์ ซึ่งทางอู่ต่อเรือ ได้จัดทำแผนทดลองเรือ มีการบรรยายสรุปผลการปฏิบัติและแผนการปฏิบัติ ร่วมกับ กตร.ฯ และ LR ในทุกวัน แต่ก่อนหน้าที่จะออกทดลองในทะเล มีการฝึกทดลองระบบที่สำคัญจนเป็นที่มั่นใจแล้ว โดยงานสำคัญคือการทดสอบสมรรถนะของเรือ การควบคุม สั่งการอุปกรณ์ในเรือ ระบบขับเคลื่อน ระบบป้องกันความเสียหาย ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร และระบบสนับสนุนอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มีการเตรียมพร้อมแก้ปัญหาเฉพาะหน้า อ้างอิงจากการทดลองเรือของเรือชุดนี้ที่ผ่านมา จึงทำให้ผลการทดลองเป็นไปอย่างราบรื่น สามารถทำความเร็วได้สูงสุดถึง 25.9 นอต และเตรียมการถ่ายทอดความรู้และฝึกให้กับกำลังพลชุดรับเรือ ที่กำลังจะเดินทางมาในห้วง ธ.ค.65

หลังจากที่เรือได้ผ่านการทดลองในทะเลเรียบร้อย ได้นำเรือเข้าอู่ลอยอีกครั้งเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อติดตั้ง Bow Thruster ที่บริเวณหัวเรือ และทำความสะอาด เก็บสีตัวเรือใต้แนวน้ำตลอดลำอีกครั้ง เพื่อให้เรือมีความพร้อมและสง่างามที่สุด รวมทั้งการแก้ไขข้อบกพร่องบางส่วนที่เกิดขึ้นและการตรวจสอบความเรียบร้อยของตัวเรือใต้แนวน้ำทั้งหมด รอรับพิธีการปล่อยเรือลงน้ำอย่างเป็นทางการ โดยกระทำพิธีเมื่อ 4 ม.ค.66 มี พลเรือเอก เถลิงศักดิ์ ศิริสวัสดิ์ รองผู้บัญชาการทหารเรือ ในขณะนั้น เป็นประธานในพิธีและ นางอรัญญา ศิริสวัสดิ์ ภริยารองผู้บัญชาการทหารเรือ เป็นสุภาพสตรีผู้ประกอบพิธีปล่อยเรือลงน้ำ จัดขึ้นที่ท่าเทียบเรือ หมายเลข 5 อู่ต่อเรือ Hudong Zhonghua Shipbuilding เมืองเซียงไฮ สปจ. โดยหลังจากนั้นจะเป็นงานเก็บรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ ร่วมกับการถ่ายทอดความรู้ การใช้งานเรือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ในเรือให้กับกำลังพลชุดรับเรือ ให้เรือสามารถพร้อมส่งมอบให้กับกองทัพเรือ มีกำหนดใน 9 เม.ย.66

นางอรัญญา ศิริสวัสดิ์ ภริยา รอง ผบ.ทร. เป็นสุภาพสตรีผู้ประกอบพิธีปล่อยเรือลงน้ำ เมื่อ 4 ม.ค.66

ตลอดห้วงเวลาในการดำเนินการโครงการนี้ จนถึงวันที่เรือพร้อมจะส่งมอบ ในวันที่ 9 เม.ย.66 เป็นการส่งมอบความสำเร็จของโครงการตามระยะเวลา 42 เดือน ที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ทุกนาย ได้ทุ่มเท แรงกาย แรงใจอย่างเต็มที่ ภายใต้สถานการณ์แพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 ที่ถูกควบคุมอย่างเข้มงวดของ สปจ. ด้วยเป้าหมายหลัก คือ การให้กองทัพเรือได้มีเรือที่พร้อมด้วยสมรรถนะ ความสง่างาม และความภาคภูมิใจ ตอบสนองภารกิจเพื่อความสงบร่มเย็น และความมั่นคงของชาติ ซึ่งงานสร้างเรือถือเป็นหน้าที่สำคัญ และความถนัดเฉพาะด้านของนายทหารพรรคกลิน อันจะคงไว้ซึ่งศักดิ์ศรีของทหารบ่าม่วง

การนี้ขอกราบขอบพระคุณและกล่าวยกย่องเกียรติคุณ นาวาเอก ชูเกียรติ เทพาลัย ประธานกรรมการตรวจรับพัสดุฯ ผู้ซึ่งเป็นทั้งผู้บังคับบัญชา ครู และพี่ใหญ่ ของคณะกรรมการและผู้ควบคุมงานทุกนาย ผู้ที่เป็นเสาหลักของคณะกรรมการ ให้ดำรงไว้ซึ่งความสามัคคีในหมู่คณะ ผู้คอยกระตุ้นและมอบความไว้วางใจให้กับผู้ใต้บังคับบัญชา และเป็นตัวอย่างที่ดีที่สอนให้เห็นถึงความเสียสละ การตระหนักรู้ในหน้าที่ โดยเฉพาะหน้าที่ของนายทหารพรรคกลิน จากวันแรกที่ออกเดินทาง จนถึงวันที่ ร.ล.ช้าง กลับสู่ประเทศไทย เรือลำนี้เดินทางกลับมาเต็มเปี่ยมไปด้วยความสามัคคี ความสุข และความปรารถนาดีอย่างหาที่สุดมิได้ เพื่อชาติและราชนาวีสืบไป

คุณลักษณะเรืออเนกประสงค์ยกพลขึ้นบกขนาดใหญ่ สนับสนุนการปฏิบัติการเรือดำน้ำ โดยสังเขป

ชื่อเรือ	ร.ล.ช้าง
หมายเลขเรือ	792
ชื่อเรือ	H.T.M.S. CHANG
สังกัด	กองเรือยกพลขึ้นบกและยุทธบริการ กร.
ประเภทเรือ	LANDING PLATFORM DOCK (LPD.)
บริษัทผู้สร้าง	Hudong Zhonghua Shipbuilding, Shanghai China (China Shipbuilding Trading Co. Ltd., CSTC)
รับรองโดยสมาคมจัดชั้นเรือ	Lloyds Register :Class Notification: 100A1 NS1, Amphibious Transport Do-ck, SA1 - LMC
พิธีวางกระดูกงู	20 ก.ค.64
ปล่อยเรือลงน้ำ	4 ม.ค.66
ขึ้นระวางประจำการ	9 เม.ย.66
ความยาวเรือตลอดลำ	213.0 เมตร
ความยาวเรือแนวน้ำ	196.0 เมตร
ความกว้างเรือ	28.0 เมตร
ความสูงตัวเรือถึงดาดฟ้า	17.4 เมตร
กินน้ำลึก	6.723 เมตร
ระวางขับน้ำปกติ	19,058 ตัน
ระวางขับน้ำสูงสุด	22,000 ตัน
ความเร็วเรือสูงสุด	23 นอต
ความเร็วเรือมัธยัสถ์	18 นอต
ระยะปฏิบัติการ	8,000 ไมล์ทะเล ที่ความเร็วเดินทาง 18 นอต

ภารกิจหลัก

1. ปฏิบัติการสะเทินน้ำสะเทินบก

2. การขนส่งลำเลียงทางทะเล

3. การสนับสนุนการปฏิบัติการพิเศษ

4. สนับสนุนการปฏิบัติการเรือดำน้ำ

ภารกิจรอง

1. การช่วยเหลือประชาชน

2. การบรรเทาสาธารณภัยหรือภัยพิบัติต่าง ๆ

3. การค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลและบริเวณชายฝั่ง

4. สนับสนุนการฝึกภาคทางทะเล

ขีดความสามารถ

1. สามารถปฏิบัติภารกิจได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องการรับการส่งกำลังบำรุงเพิ่มเติมประมาณ 45 วัน รวมทั้งสามารถปฏิบัติงานได้ในสภาพทะเลระดับ 9

2. ปฏิบัติการสะเทินน้ำสะเทินบกโดยการบรรทุกกำลังรบยกพลขึ้นบก ลำเลียงกำลังพลยกพลขึ้นบก และส่งกำลังรบยกพล ทางผิวพื้นด้วยเรือระบายพลและยานสะเทินน้ำสะเทินบก และทางอากาศยานด้วยเฮลิคอปเตอร์เข้าสู่พื้นที่เป้าหมาย

3. สามารถทำหน้าที่เป็นเรือบัญชาการในการปฏิบัติการสะเทินน้ำสะเทินบก และส่งกำลังบำรุงให้แก่กำลังรบยกพลขึ้นบก และกำลังทางเรืออื่น ๆ รวมทั้งทำหน้าที่เป็นเรือพยาบาลเบื้องต้น และการรับ/ส่งกลับทางสายแพทย์

4. ขนส่งและลำเลียงกำลังพล และสิ่งอุปกรณ์ทางทะเลระยะไกล

5. สนับสนุนการปฏิบัติการพิเศษ โดยทำหน้าที่เป็นฐานปฏิบัติการ/เรือบัญชาการของหน่วยปฏิบัติการพิเศษ บรรทุก ลำเลียง และส่งเรือปฏิบัติการความเร็วสูง และยานพาหนะของหน่วยปฏิบัติการพิเศษเข้าสู่พื้นที่ปฏิบัติการ

6. สนับสนุนการบรรเทาสาธารณภัยหรือภัยพิบัติต่าง ๆ และการค้นหา/ช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเล

7. สนับสนุนการฝึกภาคปฏิบัติการทางทะเลของกำลังพลกองทัพเรือในหลักสูตรต่าง ๆ

8. มีที่อยู่อาศัยสำหรับกำลังพลและยุทโธปกรณ์ประจำกายได้ถึง 600 นาย และที่พักสำหรับกำลังพลประจำเรือ ฝ่ายอำนวยการ หน่วยบิน และกำลังพลเรือดำน้ำไม่น้อยกว่า 196 นาย

9. ขีดความสามารถบรรทุกและการเชื่อมต่อ

9.1 ดาดฟ้า ฮ. (FLIGHT DECK) มีจุดรับ ฮ. สามารถรับ-ส่ง ฮ.แบบ Z-8 ได้ 3 เครื่อง ความยาว 80 เมตร

9.2 โรงเก็บ ฮ. (HANGAR/SHELTER) สามารถรองรับ ฮ.แบบ Z - 8 ได้อย่างน้อย 2 เครื่อง

9.3 ดาดฟ้าบรรทุก (VEHICE DECK) สามารถรองรับ รถถังแบบ MBT จำนวน 11 คัน หรือรถสะเทินน้ำสะเทินบก AAV (AMPHIBIOUS ASSAULT VEHICE) จำนวน 10 คัน

9.4 ดาดฟ้าอู่ลอย WELL DECK ขนาด ความยาว 130 เมตร กว้าง 16.6 เมตร สูง 8.2 เมตร น้ำลึกสูงสุด 2.2 เมตร สามารถรองรับและปล่อย เรือระบายพลขนาดกลาง LCM จำนวน 6 ลำ หรือเรือ LCVP จำนวน 12 ลำ

9.5 มี RAMP ท้าย เปิด-ปิด ในการรับ - ปล่อย ยานและยุทโธปกรณ์ในเรือ เรือเดิน - เรือจอด และยังสามารถเชื่อมต่อกับเรือระบายพลขนาดใหญ่ (LCU)

9.6 มีประตูข้างเรือ (SHELL DOOR) ด้านกราบขวา - ซ้าย สำหรับขนถ่ายยานพาหนะ A ROLL-ON A ROLL-OFF RAMP

9.7ลิฟท์ลำเลียงยานพาหนะ (VEHICLE ELEVATOR) ขนาดความกว้าง 4.00 เมตร ความยาว 8.5 เมตร สามารถยกน้ำหนักได้ 20 ตัน

ระบบขับเคลื่อน แยกระบบเพลาใบจักร ขวา - ซ้าย ทำงานแบบ Cooperate Diesel and Diesel (CODAD) รายการอุปกรณ์ที่สำคัญดังนี้

1. เครื่องจักรใหญ่ ตราอักษร HHM -Pielstick 16PC 2-6 จำนวน 4 ชุดเครื่อง กำลังขับ 8,800 KW สูงสุด 9,680 KW ความเร็วรอบ 520 r/min @ MCR, สูงสุด 537 r/min

2. Reduction Gearbox แบบ Multi-Disc Clutch ผลิตโดย Chongqing Gearbox Co.Ltd. China รุ่น H473 -700Z จำนวน 2 ชุดเครื่อง Ratio: 2.5 :1

3. Controllable Pitch Propeller, CPP ผลิตโดย Wuhan Marine Machinery Plant Co.Ltd. China

4. เพลาใบจักร ผลิตจากวัสดุ 34CrMO1 จำนวน 2 ชุด ขวา - ซ้าย โดยเพลาขวา มีจำนวน 8 ท่อน เพลาซ้าย จำนวน 6 ท่อน ขนาดโตเพลา 460 มม.

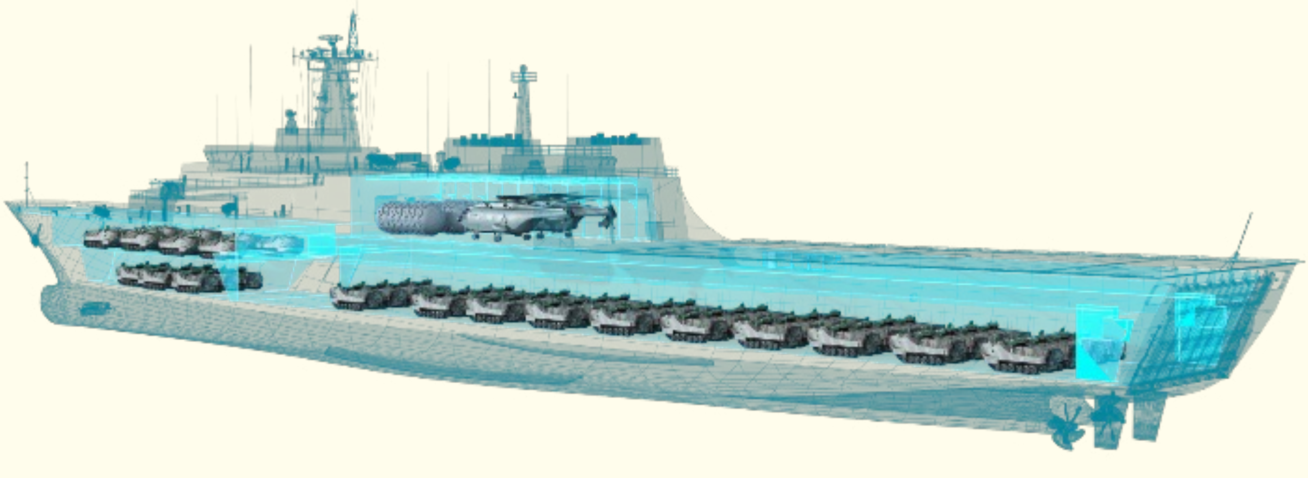
ระบบไฟฟ้า ประกอบด้วย

1. เครื่องขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตราอักษร Henan Diesel Engine รุ่น TBD620V12 จำนวน 6 ชุดเครื่อง 1050kW , 1500rpm , Rated Voltage 390V ,Rated Current 1943A ,Frequency: 50Hz

2. Alternator Model: 1FJ6 506-4SA42 จำนวน 6 ชุด

Type: Marine three-phase AC brushless synchronous generator

Rated Voltage: three-phase, AC390V, 50Hz



CWI กับการยกระดับคุณภาพงานเชื่อม ใน กรมอู่ทหารเรือ

นาวาโท ธนกิจ ศรีแสง
ประจำแผนกวิเคราะห์งานช่าง กองควบคุมคุณภาพ
กรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

อุตสาหกรรมต่อเรือ

อุตสาหกรรมการต่อเรือนั้นนับได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการเสริมสร้างสมุททานุภาพของประเทศ จะเห็นได้จากประเทศมหาอำนาจของโลกในปัจจุบันที่ได้ให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมการซ่อมเรือและต่อเรือ เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงให้กับประเทศและเป็นเครื่องยืนยันได้ว่าในภาวะสงครามนั้น จะมีขีดความสามารถในการซ่อมเรือและต่อเรือได้อย่างทันท่วงที กองทัพเรือในฐานะหน่วยงานผู้ดูแลความมั่นคงทางท้องทะเล ก็ได้ตระหนักและเห็นความสำคัญของการพัฒนาหน่วยงานเพื่อความมั่นคงนี้ จึงได้ผลักดันและพัฒนาเพื่อให้เกิดการต่อเรือรบขึ้นใช้เองภายในประเทศได้แทนการต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งหวังให้เกิดการพึ่งพาตนเองได้ภายในกองทัพและมีบทบาทนำในการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านงานต่อเรือในประเทศไทย โดยในระยะเริ่มแรกเป็นการดำเนินโครงการร่วมกับบริษัทเอกชน เพื่อเริ่มต้นบูรณาการและพัฒนาองค์ความรู้ของบุคลากรจนต่อมาสามารถใช้องค์ความรู้และบุคลากรภายในกองทัพในการดำเนินการในการต่อเรือรบขึ้นใช้เองได้ โดยมีกรมอู่ทหารเรือเป็นหน่วยงานหลักผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ นับเป็นความสำเร็จอีกก้าวหนึ่งของกองทัพเรือที่มีค่าในความทรงจำและพัฒนาให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไปในอนาคต ด้วยวิสัยทัศน์ที่มีกรอบแนวทางการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ กรมอู่ทหารเรือ ที่ว่า *"เป็นเลิศในงานซ่อมและสร้างเรือด้วยการบริหารการจัดการที่มีคุณภาพ"* โดยมีองค์ประกอบของแนวทางและการถ่ายทอดไปสู่การปฏิบัติ 2 ประการ ได้แก่ การเป็นหน่วยงานที่ทำให้กองทัพเรือมีเรือที่พร้อมในการปฏิบัติภารกิจเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ทางเรือของกองทัพเรือ รวมทั้งเป็นหน่วยงานสร้างเรือเพื่อเสริมสร้างกำลังรบให้กองทัพเรือ และเป็นองค์กรที่มีขีดสมรรถนะสูง มีการบริหารจัดการและพัฒนาองค์กรเพื่อเพิ่มคุณภาพประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการทำงานระบบงาน การปฏิบัติงานมีมาตรฐานและปฏิบัติงานด้วยความชำนาญ ความเชี่ยวชาญอย่างมืออาชีพอันตอบสนองและรองรับต่อยุทธศาสตร์กองทัพเรือ การเสริมสร้างกำลังรบทางเรือและสร้างความพร้อมรบให้กับเรือของกองทัพเรือ เพื่อบรรลุเป้าประสงค์ให้กองทัพเรือ มีกำลังรบทางเรือที่พร้อมรบตามยุทธศาสตร์กองทัพเรือ และกำหนดกลยุทธ์เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ไปสู่การปฏิบัติที่เน้นการพัฒนาทุกภาคส่วน และการควบคุมคุณภาพงานซ่อมและสร้างเรือทุกลำโดยละเอียดจริงจังทุกขั้นตอนของกระบวนการซ่อมและสร้างเรือตั้งแต่เริ่มต้น โดยมีคติพจน์หลักที่ยึดถือของเจ้ากรมอู่ทหารเรือตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ที่ว่า *"เราทำให้พร้อมรบ"*

AWS คืออะไร

ก่อนอื่นขอผู้เขียนทำความรู้จักกับ AWS ก่อน เพื่อให้เข้าใจถึงองค์กรที่ใช้ในการออกมาตรฐานให้งานเชื่อม American Welding Society (AWS) คือ สมาคมเชื่อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ก่อตั้งขึ้นเมื่อ ค.ศ.1919 มีสำนักงานใหญ่ตั้งอยู่ที่เมือง Miami รัฐ Florida เป็นมาตรฐาน (Code) ที่ออกโดยสมาคมเชื่อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นองค์กรที่มีภารกิจในการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การประยุกต์ใช้กระบวนการตัดและการเชื่อมเข้าด้วยกัน รวมถึง การเชื่อมประสาน การบัดกรี และการทำ Thermal Spraying เป็นศูนย์กลางการรับรองคุณภาพและการรับรองบุคลากร ด้านการเชื่อม โดยมีหลักสูตร Certified Welding Inspector (CWI) ซึ่งนำมาใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ.1976 มีผู้ตรวจสอบงานเชื่อมที่ผ่านการรับรองทั่วโลกมากกว่า 100,000 คน รวมถึงมีการทำงานอย่างมืออาชีพที่ได้รับการรับรองมาตรฐานประเภทอื่น ๆ (Code) มากกว่า 1,000 ประเภท เนื่องจากการตรวจสอบการเชื่อมและส่วนประกอบที่ถูกเชื่อมต้องอาศัยความรู้ที่หลากหลายเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพการเชื่อม ประกอบด้วยการตรวจสอบมิติ กระบวนการตรวจสอบโดยไม่ทำลาย โลหะวิทยาการเชื่อม การทดสอบแบบทำลายและการรับรองขั้นตอนการเชื่อมและบุคลากรในการเชื่อม รวมถึงการทดสอบและความต้องการในการทดสอบตามข้อบังคับ เกณฑ์การยอมรับ และมาตรฐานที่กำหนดในข้อตกลง นอกจากนี้สามารถนำมาอ้างอิงเป็นแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและหลักพื้นฐานในการตรวจสอบงานเชื่อมของผู้ตรวจสอบงานเชื่อม นอกจากนี้สามารถใช้เป็นคู่มือการฝึกสำหรับผู้ตรวจสอบวิศวกร และช่างเชื่อมได้เป็นอย่างดี

ทำไมถึงต้องนำเอามาตรฐาน AWS มาใช้ในกระบวนการเชื่อมของ อร.

ก่อนอื่นขอย้อนไปถึงการรับเรือหลวงชุด ร.ล.พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก นั้น กองทัพเรือไทยจัดหาเรือฟริเกตชั้น Knox มือสองจากกองทัพเรือสหรัฐฯ จำนวน 2 ลำ คือ ร.ล.พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก หรือเดิมคือ FF-1095 USS Truett ซึ่งเข้าประจำการเมื่อเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ.2537 (ขึ้นระวางประจำการที่สหรัฐฯ : พ.ค. 2517) และ ร.ล.พุทธเลิศหล้านภาลัย หรือเดิมคือ FF-1077 USS Ouellet ซึ่งเข้าประจำการเมื่อเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2539 (ขึ้นระวางประจำการที่สหรัฐฯ 12 ธ.ค.2513) ซึ่งเรือชุด ร.ล.พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก ทั้งสองลำนั้นเป็นเรือฟริเกตชั้น Knox ปัจจุบันปลดประจำการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จอดทอดสมออยู่ในอ่าวสัตหีบทั้ง 2 ลำ (อ้างอิงจาก เพจเฟสบุ๊ค เรือหลวงพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก) ได้มีการนำเอา MIL -STD 278E / 1976 มาใช้เป็นมาตรฐานสำหรับงานเชื่อมตัวเรือ และท่อทาง การตรวจสอบงานเชื่อม รวมถึงงานเชื่อมถังอัดกำลังดันที่ใช้งานในกองทัพเรือสหรัฐอเมริกา

MIL-STD ย่อมาจาก Military Standard แปลตรงตัวว่ามาตรฐานทหาร หรืออีกหนึ่งความหมายก็คือ เป็นมาตรฐานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติที่สามารถนำไปใช้เกี่ยวกับการทหารได้ โดยส่วนใหญ่แล้วจะเน้นไปในเรื่องของความทนทาน อาทิเช่น งานเชื่อม ตัวเรือ ท่อทางทนต่อการสั่นสะเทือน การกระแทก หรือการตก เพราะทางทหาร จะต้องเจอกับสภาพการใช้งานที่หลายรูปแบบ จึงต้องมีการกำหนดมาตรฐานออกมาเพื่อใช้ในการนี้

รูป ร.ล.พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก จอดผูกทุ่นอยู่ ณ อ่าวสัตหีบ จาก เพจเฟสบุ๊ค เรือหลวงพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก

เนื่องจากการปรับปรุงมาตรฐานกรมอู่ทหารเรือที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อม ที่ผ่านมายังมีการอ้างอิง MIL-STD อยู่ จะเห็นได้ว่ามาตรฐานนี้ถูกใช้งานมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1976 ซึ่งเป็นระยะเวลากว่า 47 ปี อร. จึงเห็นควรให้มีการอ้างอิงมาตรฐานเกี่ยวกับงานเชื่อมใหม่ ในโครงการสร้างเรือที่ต่อภายในประเทศ โดยกรมอู่ทหารเรือเป็นผู้ดำเนินการ สำหรับโครงการสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งลำที่ 1 (ร.ล.กระบี่) และ โครงการสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่งลำที่ 2 (ร.ล.ประจวบคีรีขันธ์) ในสัญญาการสร้างเรือทั้ง 2 ลำ ได้ระบุไว้ว่า วิธีการเชื่อมต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AWS D1.1[1] โดยต้องตรวจสอบตั้งแต่วัสดุที่ใช้ในการสร้างมีใบรับรองมาตรฐานถูกต้องหรือไม่ การดำเนินการทดสอบกระบวนการเชื่อม (PQR) และนำไปสู่ข้อกำหนดในกระบวนการเชื่อม(WPS) ทั้งหมดที่มีในโครงการ การทดสอบช่างเชื่อมให้ได้ตามมาตรฐาน การกำหนดให้มีผู้ตรวจสอบงานเชื่อมในกระบวนการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (NDT) ซึ่งประกอบด้วย VT MT PT UT และ RT ที่ใช้ในการตรวจสอบงานเชื่อมทั้งหมดในกระบวนการสร้างเรือ โดยมีองค์กรที่เป็นบุคคลที่ 3 หรือ ที่เรียกว่า Third Party จากสมาคมจัดชั้นเรือ Lloyd's Register (LR) ให้การตรวจสอบตั้งแต่การออกแบบเรือ กระบวนการสร้างเรือ และลงนามในเอกสารอนุมัติเรือที่ได้ตามมาตรฐานของ LR ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลและเป็นสมาชิกของ IACS (International Association of Classification Societies) โดย LR ต้นกำเนิดมาจาก สหราชอาณาจักร ซึ่งมีประวัติมายาวนานเป็นระยะเวลากว่า 263 ปี[2]

---

[1] *7.1 วิธีการเชื่อม ,สัญญาการสร้างเรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (ลำที่ 2) สัญญาเลขที่ SEA-5826-04 ผนวก 19*

[2] *History ,https://www.lr.org/en/about-us/who-we-are/our-history/*

Lloyd's Register (LR) สามารถตรวจสอบการสร้างตามมาตรฐานที่ลูกค้า (Owner) ต้องการ ซึ่งมาตรฐานของกระบวนการผลิต (Fabrication) ในระดับนานาชาติที่เกี่ยวกับกระบวนการเชื่อมจะมีหลากหลายองค์กร เช่น AWS สมาคมเชื่อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ASTM มาตรฐานการทดสอบและวัสดุอเมริกา ASME มาตรฐานสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งอเมริกา ISO องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจและอุตสาหกรรม DIN สถาบันเพื่อการรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศเยอรมัน JIS มาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น EN มาตรฐานที่พัฒนาและเผยแพร่โดย European Organization for Standardization (CEN) ซึ่งครอบคลุมผลิตภัณฑ์และบริการหลายสาขา รวมถึงการก่อสร้าง เครื่องจักร ไฟฟ้า การแพทย์ สิ่งแวดล้อม ฯลฯ แห่งยุโรป มาตรฐาน EN ได้ยอมรับอย่างกว้างขวางและยังมีบทบาทสำคัญในงานมาตรฐานขององค์การระหว่างประเทศเพื่อการมาตรฐาน (ISO)

กับคำถามที่ตั้งไว้แต่ขั้นต้นว่าทำไมจะต้องนำมาตรฐาน AWS มาบังคับใช้ เนื่องจากเป็นมาตรฐานสากล ที่ถูกใช้งานมาเป็นระยะเวลายาวนานและมีการปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ เป็นไปตามเทคโนโลยีที่ขับเคลื่อนด้วยพลวัตของโลกใบนี้ที่มีการพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง ถ้าใครศึกษาองค์กร AWS จะเห็นได้ว่ามีการพัฒนามาจาก Mil-STD Knowhow หรือองค์ความรู้หลาย ๆ อย่างก็ได้มาจากการพัฒนาในสงครามสิ่งนี้เองทำให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล โดยเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน คือ มาตรฐานที่ดีต้องถูกนำไปใช้มาเป็นระยะเวลานาน พิสูจน์ตัวเองที่จะทำให้ผู้นำไปใช้มั่นใจได้ว่า เมื่อสิ่งก่อสร้างที่ทำตามมาตรฐานนี้แล้วผู้ใช้งานต้องมีความปลอดภัยสูงสุด และนำไปสู่การประกันสินค้า (Product warranty) การประกันภัยในรูปแบบต่าง ๆ ที่บริษัทประกันกำหนด รวมไปถึงการประกันคุณภาพในการทำงาน (Quality Assurance) และการควบคุมคุณภาพ (Quality control) สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เน้นย้ำถึงความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานเป็นที่ตั้งและบริษัทประกันต่าง ๆ ก็ได้นำประโยชน์จากกระบวนการดังกล่าวใช้ในการตรวจสอบผู้ผลิตว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือ Code ที่กำหนดไว้ในสัญญาการสร้างฯ หรือ สัญญาที่ได้ทำไว้กับบริษัทประกันภัย

Certificate no: **BGK 1600006**
Page 1 of 1

HULL COMPLETION CERTIFICATE

Office: **Bangkok**

Date: **27 September 2019**

This Certificate is issued to The Bangkok Dock Company (1957) Limited.

The hull of the “HTMS Prachuap Khiri Khan” (Yard No.SEA-5861-04)

This is to certify that The hull of the “HTMS Prachuap Khiri Khan” IMO number 9803948 of The Royal Thai Navy, has been surveyed by the undersigned during construction by The Royal Thai Navy and Bangkok Dock Company (1957) Limited at Mahidol Adulyadej Naval Dockyard. Chonburi, Thailand. (yard number no.SEA-5861-04) and was found, on the above date, to be in accordance with the approved plans and Lloyd’s Register Rules, Regulation and requirements for assignment of the class notation.

✠ 100A1 SSC Patrol, Mono, HSC, G6

S Tanawat

Tanawat Sirisation
Bangkok Office
Lloyd’s Register International (Thailand) Limited

Lloyd's Register

Tanawat Sirisation
Surveyor to Lloyd’s Register International (Thailand) Limited

a member of the Lloyd’s Register group.

Lloyd's Register Group Limited, its affiliates and subsidiaries and their respective officers, employees or agents are, individually and collectively, referred to in this clause as 'Lloyd's Register'. Lloyd's Register assumes no responsibility and shall not be liable to any person for any loss, damage or expense caused by reliance on the information or advice in this document or howsoever provided, unless that person has signed a contract with the relevant Lloyd's Register entity for the provision of this information or advice and in that case any responsibility or liability is exclusively on the terms and conditions set out in that contract.

Form 1124 (2014.10)

รูปใบรับรองมาตรฐานการสร้าง ร.ล.ประจวบคีรีขันธ์ ที่ สมาคมจัดชั้นเรือ Lloyd’s Register (LR) รับรอง

AWS D1.1 คืออะไร รายละเอียดหลักสูตร

คำว่ามาตรฐานที่ใช้ในการสร้างอะไรบางอย่างที่ใช้ในการอ้างอิงสำหรับงานสร้างสิ่งของนั้น ๆ ในโครงการขนาดใหญ่ต้องถูกระบุในสัญญาการสร้างโดยละเอียดการซ่อมทำก็เหมือนกันจำเป็นต้องมีการอ้างอิงเพื่อให้เกิดมาตรฐานสำหรับงานนั้น ๆ เราจึงคุ้นเคยกับคำว่ามาตรฐานที่จะทำให้งาน Production ออกมามีมาตรฐาน ฟังดูแล้วเหมือนเป็นคำตอบที่กำปั้นทุบดิน กล่าวคือ มีมาตรฐานมากำหนดงานสร้างแล้วจะทำให้งานที่สร้างออกมามีมาตรฐาน เป็นสิ่งที่เราคิดกันแต่ในความเป็นจริงแล้ว เมื่อมีมาตรฐานมากำหนดจะเป็นเครื่องการันตีความแข็งแรงและความปลอดภัยของงานที่ทำออกมา กระบวนการสร้างที่ถูกควบคุมเป็นอย่างดี ในส่วนของผู้ปฏิบัติอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติวัสดุที่ใช้การตรวจสอบที่เข้มงวดเป็นต้นสิ่งนี้จะทำให้งานต่าง ๆ นั้น ออกมามีความแข็งแรงได้ตามการออกแบบของวิศวกรที่คำนวณไว้ตามมาตรฐานนั้น ๆ น้อยคนนักที่จะเคยได้ยินคำว่า Code ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดให้เกิดคำว่า มาตรฐาน (Standard) จากนั้นเราจะมากำหนดวัสดุ อุปกรณ์ หรือตัวบุคคล ให้เป็นไปตาม Specification โดยนิยามของคำว่า Code ยังไม่เด่นชัดในไทย แต่ผู้ที่ใช้งาน Code จะเรียกทับศัพท์ว่า “Code” ไปเลย ในที่นี้เราจะมาขยายความให้ทุกท่านได้รู้จักกับคำว่า Code , Standard และ Specification เพื่อให้เข้าใจในความหมายแต่ละบริบทของคำนั้น ๆ

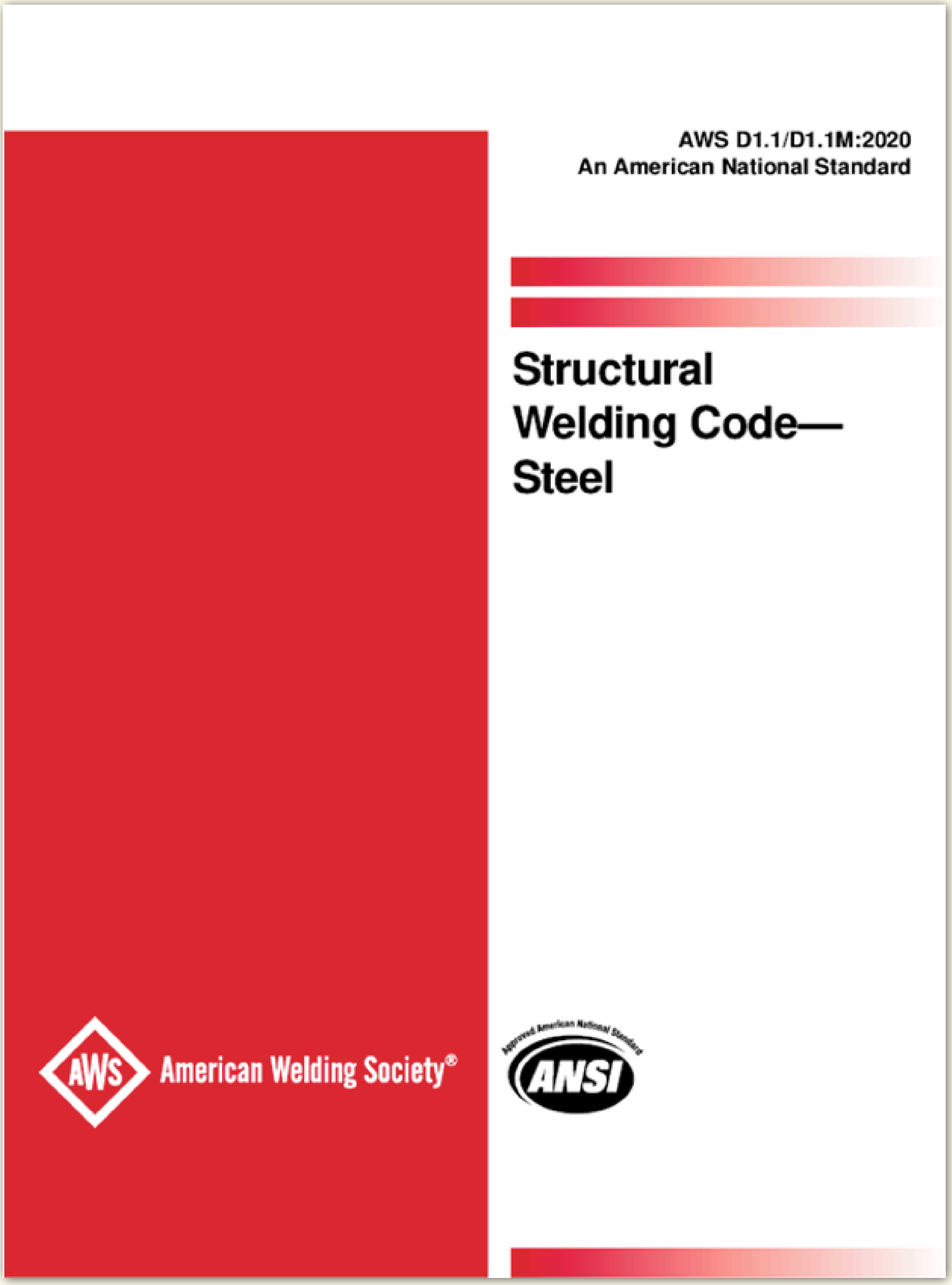
Code คือ มาตรฐานที่ประกอบด้วยชุดเงื่อนไขและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับวิชา/หัวข้อเฉพาะและการระบุที่เหมาะสม ขั้นตอนที่สามารถพิจารณาได้ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานที่เหมาะสม สำหรับการนำไปใช้โดยรวมหรือบางส่วน โดยหน่วยงานของรัฐซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกฎหมายหรือข้อบังคับหรือตามที่ระบุโดยเอกสารบังคับอื่น ๆ Code ในงานเชื่อมจึงหมายถึง เอกสารมาตรฐานในทางวิศวกรรม ที่เรายอมรับกันว่าเป็นกฎหมาย หรือเป็นส่วนหนึ่งของกฎหมาย ดังนั้นจะเห็นได้ว่า Code คือ สิ่งที่เราจำเป็นจะต้องทำตาม ถ้าไม่ทำตามผิดไหม คำตอบคือ ผิด คิดอย่างที่เข้าใจแบบง่าย นั่นคือ กฎหมายกำหนดมาแล้ว

Standard (มาตรฐาน) หมายถึง เอกสารที่จัดทำขึ้นจากการเห็นพ้องต้องกัน และได้รับความเห็นชอบจากองค์กรอันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป เอกสารดังกล่าววางกฎระเบียบแนวทางปฏิบัติหรือลักษณะเฉพาะแห่งกิจกรรม หรือผลที่เกิดขึ้นของกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อให้เป็นหลักเกณฑ์ใช้กันทั่วไปจนเป็นปกติวิสัย โดยมุ่งให้บรรลุถึงความสำเร็จสูงสุดตามข้อกำหนด ที่วางไว้ในทางอุตสาหกรรมมาตรฐานบางอย่างอ้างอิงตาม Code ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและเป็นไปตามการออกแบบ (Design)

Specification หมายถึง ข้อกำหนดที่เขียนขึ้นเพื่อระบุรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ที่ต้องการส่วนใหญ่จะอ้างอิงตามมาตรฐานที่ต้องการ

AWS D1.1[3] คือ Code หนึ่งของสมาคมเชื่อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ชื่อเต็ม ๆ คือ AWS D1 .1 /D1 .1M:2020 An American National Standard Structural Welding Code—Steel ซึ่งก็คือ มาตรฐานงานเชื่อมโครงสร้างด้วยเหล็กตีพิมพ์ฉบับแรกในปี ค.ศ.1928 โดยเป็น Code สำหรับงานเชื่อมและตัดแก๊สสำหรับงานก่อสร้าง (Code for Fusion Welding and Gas Cutting in Building Construction) ถูกเรียกว่า Code 1 Part A และถูกปรับปรุงในปี ค.ศ.1930 และ ค.ศ.1937 หลังจากนั้น ปรับปรุงอีกครั้งในปี ค.ศ.1941 ได้ถูกตั้งชื่อใหม่ คือ Code D1.0 หลังจากนั้นถูกปรับปรุงเรื่อยมาให้รวมกับงานเชื่อมสำหรับทางหลวง ทางรถไฟ และงานสะพาน ในปี ค.ศ.1971 ถูกตั้งชื่อใหม่เป็น D1.1 ตั้งแต่ ปี ค.ศ.1972 ถึง ค.ศ.1988 การใช้งานจะครอบคลุมการสร้างสะพานหลังจากนั้นก็มีการปรับปรุงเนื้อหามาตลอดจน ปี ค.ศ.2010 ถูกตีพิมพ์ครั้งที่ 2 และเผยแพร่สู่สาธารณะอย่างเป็นทางการในปี ค.ศ.2011 ชื่อจะแยกออกมาเป็นงานเชื่อมโครงสร้างด้วยเหล็กจนถึงปัจจุบันเวอร์ชั่นล่าสุดปี ค.ศ.2020 เป็นฉบับที่ 24

[3] *Foreword ,AWS D1.1 /D1.1M:2020, Structural Welding Code—Stee*



รูป เอกสาร Code AWS D1.1 ฉบับปี ค.ศ.2020 มาตรฐานสำหรับงานเชื่อมโครงสร้างด้วยเหล็ก

วิศวกร ผู้ตรวจสอบงานเชื่อม ช่างเชื่อม เกี่ยวเนื่องกันอย่างไร

กรมอู่ทหารเรือมีบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในหลากหลายสาขาที่สอดคล้องกับภารกิจที่ได้รับมอบหมายการมีบุคลากรที่จบการศึกษาระดับมหาบัณฑิตหรือดุษฎีบัณฑิตทำให้องค์กรมีความเข้มแข็งในการวางแผนการปฏิบัติงาน การออกแบบ เพื่อถ่ายทอดไปยังผู้ปฏิบัติงานของฝ่ายผลิต โดยมีการเชื่อมโยงนำเอามาตรฐานที่ อร. กำหนดมาใช้ในการออกแบบ คัดเลือกพัสดุ กระบวนการซ่อมและสร้างเรือ ในที่นี้จะขอกล่าวถึงงานเชื่อมโลหะของ อร. มีวิศวกรในการออกแบบสำหรับใช้ในงานซ่อมและสร้างเรือที่มีความรู้ความสามารถเป็นอย่างดี การถ่ายทอดแบบในการซ่อมทำไปยังผู้ปฏิบัติหรือช่างเชื่อม ช่างเชื่อมเองก็ตามต้องปฏิบัติตามแบบที่วิศวกรออกแบบไว้อย่างเคร่งครัด เพื่อรักษามาตรฐานหรือความแข็งแรงของงานที่ได้ออกแบบไว้ให้สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย เมื่อมีคำถามว่าผู้ตรวจสอบงานเชื่อม มีหน้าที่ตรวจงานให้เป็นไปตามอะไร คำตอบก็คือ ให้เป็นไปตามที่วิศวกรออกแบบ จึงมีความจำเป็นจะต้องมีผู้ตรวจสอบงานเชื่อมเพื่อรักษามาตรฐานของงานนั้น ๆ ให้เป็นไปตามวิศวกรที่ได้ออกแบบและคำนวณไว้เป็นอย่างดี เมื่อการออกแบบมีการนำเอามาตรฐานมาใช้อ้างอิง ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมและช่างเชื่อมจึงจำเป็นต้องได้รับการรับรองบุคลากรเช่นเดียวกัน เพื่อให้กระบวนการทั้งหมดเป็นไปตามมาตรฐาน สำหรับผู้ตรวจสอบงานเชื่อมตามมาตรฐาน AWS จะใช้ Code มาตรฐาน AWS QC1 2016 Specification for AWS Certification of Welding Inspectors ใน Code นี้ จะระบุถึงกระบวนการให้ได้รับการรับรองเป็น Certification of Welding Inspectors (CWI) บทบาท หน้าที่และฟังก์ชันการทำงานของ CWI ตามที่ Code กำหนดไว้ ซึ่งเอกสารฉบับนี้สามารถโหลดฟรีได้จากเว็บไซต์ของ AWS Bookstore[4]

CWI คืออะไร หน้าที่และบทบาท

วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบการเชื่อม คือ การตรวจสอบว่าการเชื่อมเป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับของ Code มาตรฐานหรือเอกสารอื่น ๆ ผู้ตรวจสอบการเชื่อมจะต้องมีความคุ้นเคยกับกระบวนการเชื่อม ขั้นตอนการเชื่อมคุณสมบัติช่างเชื่อม วัสดุ ข้อจำกัดในการทดสอบการเชื่อม สามารถอ่านแบบ จัดทำและเก็บบันทึก จัดทำและจัดทำรายงานและตัดสินอย่างรับผิดชอบ เพื่อให้ผู้ตรวจสอบการเชื่อมมีประสิทธิผลการปฏิบัติต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดและหลักการทางเทคนิคและจริยธรรม[5] โดยบุคลากรตรวจสอบงานเชื่อมสากลของ AWS มีชื่อว่า Certified Welding Inspector (CWI) โดยมีระดับอยู่ 3 ระดับคือ 1. Senior Certified Welding Inspector (SCWI) ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมอาวุโส เป็นผู้ที่ได้รับการรับรอง CWI ไม่น้อยกว่า 9 ปี ถึงจะมีสิทธิ์ในการสอบเลื่อนฐานะเป็น SCWI ตามข้อกำหนดใน QC1 มีการทดสอบ 2 ส่วน คือ Part A และ Part B ไม่น้อยกว่าร้อยละ 72 ทั้ง 2 ส่วน 2. Certified Welding Inspector (CWI) ผู้ตรวจสอบงานเชื่อมต้องผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดใน QC1 ที่มีการทดสอบ 3 ส่วน คือ Part A Part B และ Part C ต้องผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 72 ในทุก Part 3. Certified Associate Welding Inspector (CAWI) ผู้ช่วยผู้ตรวจสอบงานเชื่อม สอบผ่านเกณฑ์แต่ละ Part ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 แต่ไม่ถึงร้อยละ 72 ในทุก Part CAWI จำเป็นต้องทำงานภายใต้ CWI หรือ SCWI

---

[4] *Specification for AWS Certification of Welding Inspectors, https://pubs.aws.org › content › free_downloads*

[5] *Foreword , AWS QC1:2016, Specification for AWS Certification of Welding Inspectors*

บุคลากรตรวจสอบงานเชื่อมสากลตามมาตรฐาน AWS CWI ต้องทำการต่อใบอนุญาตทุก ๆ 3 ปี และ ปีที่ 9 ต้องสอบใหม่ในส่วนของ Part B ในปัจจุบันยังไม่แน่ชัดว่าในเมืองไทยมี SCWI แล้วหรือยัง ย้อนกลับไปเมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา บุคคลที่ต้องการเป็น CWI ต้องหาหนทางไปสอบด้วยตัวเองที่ประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ในภูมิภาคนี้จะมีศูนย์สอบที่ใกล้ที่สุด คือ ประเทศสิงค์โปร์ เมื่อมีบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถที่ได้รับใบรับรองจากการทดสอบที่ประเทศสิงค์โปร์ก็หาหนทางให้คนไทยได้มีโอกาสสอบภายในประเทศโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปสอบยังต่างประเทศ เมื่อมีการติดต่อผู้แทนของ AWS สามารถจัดสอบในประเทศไทยได้ โดยสถาบันแรกที่จัดสอบในประเทศไทย คือ DP Engineering And Training Limited Partnership โดย อ.พิทยา ต๊ะปัญญา ได้จัดสอบ CWI ในประเทศไทยเป็นครั้งแรกย้อนกลับไปเมื่อประมาณ 10 ปีที่แล้ว โดยประสานงานกับ AWS โดยตรงมาทำการทดสอบ การส่งข้อมูลส่วนบุคคลทั้งหมดไปยัง AWS ใครที่สอบผ่านเกณฑ์ จะได้รับใบรับรอง บัตรประจำตัว และ ตราประทับประจำตัว เมื่อไปตรวจสอบงานซึ่งมีศักดิ์และสิทธิ์เหมือนกับการที่ไปสอบที่ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งทำให้องค์ความรู้ของผู้ตรวจสอบงานเชื่อมในไทยเป็นไปตามมาตรฐานสากล หลายคนอาจสงสัยว่างานชนิดไหนที่ใช้ CWI ในการตรวจสอบและต้องไปตรวจสอบงานอะไรบ้าง คำตอบคือ งานที่ระบุในสัญญาการสร้างว่าต้องใช้มาตรฐาน AWS หรือ ระบุโดยตรงว่าต้องใช้ CWI ในการตรวจสอบ เช่น งานโมดูลแท่นขุดเจาะ งานสร้างโรงไฟฟ้า งานถังอัดกำลังดัน งานท่อทางงานโครงสร้างเหล็ก ฯลฯ มีหน้าที่ในการตรวจสอบในกระบวนการสร้างตั้งแต่การตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในงานเชื่อมการทดสอบฝีมือช่างเชื่อม (Welder Qualification Test. WQT[6]) การจัดทำกระบวนการเชื่อม (Welding Procedure Specification (WPS)) การตรวจสอบแนวเชื่อมด้วยสายตา (Visual Testing : VT) เป็นต้น แต่สิ่งสำคัญที่สุดของ CWI คือ การตีความตกผ่าน (Interpreted) จาก Code ได้ นั่นหมายถึงงานเชื่อมจากฝ่ายผลิตจะผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ต้องขึ้นอยู่กับการตรวจสอบของ CWI หรือผู้ที่ได้รับการรับรองตรวจสอบด้วยสายตา VT level II ที่ได้รับมอบหมายให้ทำการตรวจสอบแนวเชื่อม ตามเกณฑ์การยอมรับใน Code รวมไปถึงข้อกำหนดอื่น ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว งานในส่วนที่ CWI ต้องทำการตรวจสอบ ก็เพื่อที่จะให้งานที่ทำออกมาเป็นไปตามที่วิศวกรได้ออกแบบและคำนวณไว้ เพื่อสิ่งที่ก่อสร้างนั้นจะมีความแข็งแรงและปลอดภัยสำหรับผู้ใช้งาน สิ่งต่าง ๆ ที่จะปฏิบัตินอกเหนือไปจากที่ Code ระบุจะไม่สามารถกระทำได้หรือถ้ามีความจำเป็นจะต้องมีนอกเหนือจาก Code จำเป็นจะต้องมีวิศวกรรับรองทั้งหมด ป้องกันการใช้ความเคยชินในการทำงานหรือประสบการณ์งานที่ใช้การบอกเล่าไม่มีมาตรฐานมาอ้างอิง เมื่อมีการอ้างอิงมาตรฐานมาใช้ในโครงการใด ๆ การทำงานจะง่ายขึ้นเพราะทุกส่วนเข้าใจเหมือนกันตั้งแต่การออกแบบ ตรวจรับพัสดุ กระบวนการเชื่อม และการตรวจสอบการเชื่อม

บทบาทของ CWI ในกระบวนการเชื่อมได้รับการยอมรับหรือกำหนดไว้ใน Code ต่าง ๆ เช่น AWS D1.1 , AWS QC1 ,ASME Section IX เป็นต้น จำเป็นต้องมี CWI ในการตรวจสอบงานเชื่อมของโครงการนั้น ๆ ที่ระบุไว้ในสัญญาหรือใน Code บทบาทจะไม่ได้จำกัดแค่ในประเทศไทย แต่ยังสามารถทำงานได้ในหลาย ๆประเทศที่มีงานโครงการที่กำหนดให้ใช้ Code ของ AWS (หรือ Code อื่นๆ) หรือระบุจำเพาะเจาะจงว่าต้องใช้ CWI ในกระบวนการเชื่อม สิ่งนี้จะแสดงให้เห็นถึงความมั่นใจของผู้ผลิตที่มีผู้ตรวจสอบงานเชื่อมผ่านการรับรองจากองค์กรระดับนานาชาติที่มีประวัติมาอย่างยาวนาน การคัดสรรตัวบุคคลที่ได้ตามมาตรฐานมองอีกนัยหนึ่ง CWI เปรียบเสมือนบุคคลากรที่เป็นตัวแทนของ AWS ที่มีความจำเป็นต้องมีเมื่อองค์กรหรือบริษัทผู้ผลิตจำเพาะเจาะจงว่าจะใช้Code(AWS)ในโครงการนั้น ๆ หน้าที่และบทบาทของCWIที่ได้กล่าวมาแล้ว

[6] *4. Functions of Certified Personnel , 4.3 The SCWI and CWI shall be able to certify the qualification of welders to various codes or standards, AWS QC1: 2016 Specification for AWS Certification of Welding Inspectors*

ต้องสามารถปฏิบัติให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดด้วยความรับผิดชอบอันพึงมีจากองค์กรที่ได้มอบหมายให้ สิ่งนี้เองสามารถนำมาใช้ในกรมอู่ทหารเรือทั้งงานซ่อมและสร้างเรือได้อย่างลงตัว ถ้ามีการนำเอามาตรฐาน AWS มาอ้างอิงเป็นมาตรฐานของกรมอู่ทหารเรืออย่างเป็นรูปธรรม การดำเนินการซ่อมและสร้างเรือที่เป็นไปตาม Code ก็จะมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

รูปใบรับรองบุคลากรตรวจสอบงานเชื่อมของผู้เขียนจากสมาคมเชื่อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา

การดำเนินการซ่อมและสร้างเรือของกรมอู่ทหารเรือที่ผ่านมา ด้วยวิสัยทัศน์ที่มีกรอบแนวทางการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ ของกรมอู่ทหารเรือที่ว่า "เป็นเลิศในงานซ่อมและสร้างเรือด้วยการบริหารการจัดการที่มีคุณภาพ" การพัฒนาบุคลากรจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เป้าหมายที่ได้วางไว้ไปสู่จุดนั้นได้ บุคลากรภายใน อร. ระดับผู้บริหาร มีความรู้ความสามารถจากการศึกษาหลักสูตรพัฒนาบุคลากรตามสาขาที่ ทร. กำหนด รวมถึงประสบการณ์ที่ได้ถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นมาสู่หน่วยงานผู้ปฏิบัติได้เป็นอย่างดี มีการวางแผนที่ดีรวมไปถึงการแก้ปัญหา การทำงานภายใต้งบประมาณและเวลาที่จำกัด ถ่ายทอดไปยังผู้ปฏิบัติทำให้ภารกิจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยผู้ปฏิบัติเองก็มีความชำนาญ มีความรู้ความสามารถ มีประสบการณ์ทำให้ อร. บรรลุเป้าหมายได้เป็นอย่างดี

การมี CWI อยู่ในองค์กรเป็นตัวเชื่อมการสื่อความหมายและบังคับใช้มาตรฐาน จากผู้บริหารไปสู่ผู้ปฏิบัติ โดยยังคงรักษาคุณภาพของงานให้อยู่ภายใต้มาตรฐานที่กำหนดได้ อาจเป็นก้าวแรก ๆ สำหรับการมีส่วนร่วมในองค์กรและได้ถูกมอบหมายให้ปฏิบัติงานตามฟังก์ชันหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมาย ผู้เขียนเองในฐานะ CWI ใน อร. มีความหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะมีผู้ได้รับการรับรองจาก AWS ให้ได้เป็น CWI มีมากกว่า 1 คน เพื่อเป็นผู้ที่ผลักดันการตรวจสอบงานเชื่อมตามกระบวนการเชื่อมที่เป็นสากล ไม่ว่าจะเป็นการสนับสนุนจาก อร. หรือ เป็นการไปหาความรู้เพิ่มเติมด้วยงบประมาณของตนเองภายนอก ทร. เหมือนกันกับผู้เขียนก็ตาม ผู้เขียนมีคติพจน์อยู่ว่า “ใบเซอร์ก็ไม่สำคัญเท่ากับความรู้ที่มี” สุดท้ายนี้ ก้าวแรก ๆ ของ CWI ใน อร. จะเป็นก้าวที่ยิ่งใหญ่ต่อไปสำหรับงานเชื่อมโลหะต่อไปของกองทัพเรือ

ต้องสามารถปฏิบัติให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดด้วยความรับผิดชอบอันพึงมีจากองค์กรที่ได้มอบหมายให้ สิ่งนี้เองสามารถนำมาใช้ในกรมอู่ทหารเรือทั้งงานซ่อมและสร้างเรือได้อย่างลงตัว ถ้ามีการนำเอามาตรฐาน AWS มาอ้างอิงเป็นมาตรฐานของกรมอู่ทหารเรืออย่างเป็นรูปธรรม การดำเนินการซ่อมและสร้างเรือที่เป็นไปตาม Code ก็จะมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

รูป ผู้เขียนบรรยายความรู้ทั่วไปของ AWS D1.1 และ ข้อกำหนดการทดสอบฝีมือช่างเชื่อม ให้กับกำลังพลที่เข้ารับการทดสอบฝีมือช่างเชื่อม รง.เชื่อมประสาน ณ กรล.อรม.อร. ปี พ.ศ.2563

Welder Qualification Form (Multi-Process)
WELDER PERFORMANCE QUALIFICATION TEST RECORD

American Welding Society

Name	Mr.KANAT CAMKEAW		
ID Number	MND-WD-010		
Stamp No.	SW MND-009		
Company	Mahidol Adulyadej Naval Dockyard (MND)		
Division	MND Steelwork		

Test Date	28/8/2020	Rev.
Record No.	3GS08/4GS08/3GF08/4GF08	0
Std. Test No.	SW-009	0
WPS No.	BDC-LR01,BDC-LR02,BDC-LR04	0
Qualified To	AWS D1.1 / D1.1M:2015	

BASE METALS	Specification	Type or Grade	AWS Group No.	Size (NPS)	Schedule	Thickness	Diameter
Base Material	ASTM A131	EH36	II			10 mm.	
Welded To	ASTM A131	EH36	II			10 mm.	

VARIABLES	Actual Values	RANGE QUALIFIED
Type of Weld Joint	Plate - Groove (Figure 4.20) With Backing	Groove CJP &PJP,Fillet,Plug and Slot Welds (T-,K-,Y- PJP Only)
Base Metal	Group II to Group II	Any AWS D1.1 Qualified Base Metal

	Groove	Fillet	Groove	Fillet
Plate Thickness	10 mm.	-	3 mm to 20 mm	3 mm min.
Pipe/Tube Thickness	-	-	3 mm to 20 mm	Unlimited
Pipe Diameter	-	-	> 600 mm	Unlimited

Welding Process	SMAW	FCAW		SMAW	FCAW	
Type *(Manual, Semiautomatic, Mechanized, Automatic)*	Manual	Sami- Auto		Manual	Sami- Auto	
Backing	With Backing	With Backing		Backing,Backgouging	Backing,Backgouging	
Filler Metal (AWS Spec.)	A5.1	A5.20		A5.XX	A5.XX	
AWS Classification	E7018	E71T-1C		All	All	
F-Number	4	-		1 thru 4	-	
Position	3G/4G	3G/4G				
Groove – Plate and Pipe ≥ 24 in	-	-	-	All	All	
Groove – Pipe < 24 in	-	-	-			
Fillet – Plate and Pipe ≥ 24 in	-	-	-	All	All	
Fillet – Pipe < 24 in	-	-	-	All	All	
Progression	-	-		-	-	
GMAW Transfer Mode	-	-		-	-	
Single or Multiple Electrodes	-	Single			Single	
Gas/Flux Type		CO2			A5.xx Approved	

TEST RESULTS

Type of Test	Acceptance Criteria	Results	Remarks
Visual Examination per 4.9.1	4.9.1	Acceptable	VT Level II , CWI
Radiographic Examination per 4.22.3.2	4.22.3.2	Acceptable	Rajchapleuk Engineering Co,Ltd.

CERTIFICATION

Test Conducted by	
Laboratory	Rajchapleuk Engineering Co,Ltd.
Test Number	REC-263080069-RT-002 ,REC-263080069-RT-003, REC-263090035-RT-004
File Number	RT Report REC 263080069-001,RT Report REC 263090035-001

We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of Clause 4 of AWS D1.1/D1.1M (2015) *Structural Welding Code—Steel.*
(year)

Manufacturer or Contractor MND Steelwork Division

Authorized by RAdm. , RTN

Date 30/09/2020

Approved by

Thanakit Srisaeng
CWI 16122511
QC1 EXP. 12/1/2022

รูป ใบรับรองบุคลากรช่างเชื่อม (WQT) ที่ทำการทดสอบภายใต้มาตรฐาน AWS D1.1 ของ รง.เชื่อมประสาน กรล.อรม.อร. ที่รับรองโดยผู้เขียน ในปี ค.ศ.2020

รูป ผู้เขียนบรรยายข้อกำหนดการทดสอบฝีมือช่างเชื่อมภายใต้มาตรฐาน AWS D1.1 ให้กับกำลังพล ช่างเชื่อมของ อธบ.อร. และ อจปร.อร. ณ กรล.อจปร.อร. ปี พ.ศ.2566

เรือหลวงตาชัย

มุมมองการวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อรองรับการลากจูงขนาดใหญ่

นาวาตรี ศักรินทร์ สุริยงค์
นายช่างแผนกสำรวจและตรวจสอบ
กองแผนงานฝ่ายเรือ กรมแผนการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

บทคัดย่อ

ภารกิจหลักของเรือลากจูงเป็นไปตามชื่อของเรือประเภทนี้ คือการลากจูงเรือหรือวัตถุต่าง ๆ บนผิวน้ำให้ไปตามทิศทางที่ต้องการ องค์ประกอบหลักในการตอบสนองต่อภารกิจนอกจากเครื่องจักรใหญ่และระบบขับเคลื่อนที่เป็นต้นกำลังหลักในการลากจูงแล้ว ความแข็งแรงของโครงสร้างและส่วนประกอบต่าง ๆ ของอุปกรณ์ในการลากจูงที่ทำหน้าที่เป็นส่วนรับและถ่ายแรงลากจากเรือลากจูงจนถึงภาระโหลดที่ทำการลากจูง ยังเป็นสิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง บทความนี้จะกล่าวถึงมุมมองในการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างและส่วนประกอบการลากจูงในแง่มุมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัสดุ ลักษณะโครงสร้าง รูปแบบ และลักษณะการใช้งาน เพื่อเป็นการยืนยันความแข็งแรงให้ได้ถึงตามมาตรฐานของสมาคมจัดชั้นเรือและเป็นข้อมูลคุณสมบัติความสามารถในการรับภาระโหลดในการลากจูงของเรือในสถานการณ์ต่าง ๆ

1. บทนำ

ตามที่คณะรัฐมนตรีได้อนุมัติให้กองทัพเรือ จัดหาเรือลากจูงขนาดกลาง จำนวน 1 ลำ ทดแทนเรือลากจูงเดิมที่ปลดประจำการ และเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการสนับสนุนภารกิจต่าง ๆ ของกองทัพเรือและบรรเทาสาธารณภัยที่เกิดขึ้นกับพี่น้องประชาชน โดยมีรายละเอียดภารกิจ คือ

- เพื่อให้มีขีดความสามารถในการสนับสนุนเรือขนาดใหญ่ รวมทั้งเรือหลวงจักรีนฤเบศรและเรือดำน้ำของกองทัพเรือ ในการเข้า – ออกจากเทียบได้อย่างคล่องตัว ปลอดภัย สามารถเคลื่อนที่ไปทางข้างได้ โดยมีขีดความสามารถในการลากจูงและเรือมีกำลังดึง (Static Bollard Pull) ไม่น้อยกว่า 55 เมตริกตัน
- สามารถปฏิบัติงานในท่าเรือ และชายฝั่งได้ทั้งกลางวันและกลางคืน โดยเรือมีความคงทนทะเลได้ถึงสภาวะทะเลระดับ 3 (Sea State 3)
- สามารถดับเพลิงไหม้ในเรือ ทั้งในเขตฐานทัพ ท่าเรือต่าง ๆ ของ ทร. ตลอดชายฝั่งได้
- สามารถขจัดคราบน้ำมันในทะเลบริเวณท่าเรือและชายฝั่งได้
- สามารถสนับสนุนกิจอื่น ๆ ด้วยขีดความสามารถที่มีอยู่ได้หากมีความจำเป็น เช่น การลากเป้าในการฝึกยิงอาวุธ เป็นต้น และสนับสนุนภารกิจอื่น ๆ ตามที่ได้รับการร้องขอ

หลังจากผ่านกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างกองทัพเรือได้ลงนามสัญญาจ้างสร้างเรือลากจูงขนาดกลาง จำนวน 1 ลำ จาก บริษัท เอเชียน มารีน เซอร์วิสส์ จำกัด (มหาชน) ในวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ.2564 โดยสิ้นสุดสัญญาในวันที่ 16 พฤศจิกายน พ.ศ.2565 รวมระยะเวลาในการสร้างเรือ 540 วัน เพื่อให้เรือมีสมรรถนะที่สามารถตอบสนองต่อภารกิจของกองทัพเรือ บริษัท เอเชียน มารีน เซอร์วิสส์ จำกัด (มหาชน) ได้เสนอแบบเรือ RAmparts 3200 SD จาก บริษัท ROBERT ALLAN LTD ประเทศแคนาดา ซึ่งเป็นบริษัทที่มีประสบการณ์และความเป็นมาในการออกแบบเรือลากจูงมาอย่างยาวนานกว่า 75 ปี เป็นแบบสำหรับการสร้างเรือ โดยมีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญ คือ

- ความยาวเรือ 31.50 เมตร
- ความกว้างเรือ 12.60 เมตร
- ความลึก 5.40 เมตร
- อัตรากินน้ำลึก 4.50 เมตร

ด้วยการสนับสนุนการลากหรือจูงเรือในการเข้าและออกจากการเทียบท่า ของ ร.ล.ตาชัย ตามสัญญาการสร้างเรือได้กำหนดให้เรือต้องมีขีดความสามารถในการลากจูงและเรือมีกำลังดึง (Static Bollard Pull) ไม่น้อยกว่า 55 เมตริกตัน ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุดเท่าที่เรือลากจูงของกองทัพเรือไทยเคยมีมา ความแข็งแรงของโครงสร้างและส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการลากจูงจึงถูกให้ความสำคัญเป็นพิเศษในเชิงการออกแบบ ดังนั้นการศึกษามุมมองในการวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้างของบริษัทต่างประเทศที่มีความชำนาญ ในการสร้างเรือประเภทนี้ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการเรียนรู้

2. ภูมิหลัง

ข้อกำหนดเกี่ยวกับ Towing arrangements ของ Lloyd's Register (Lloyd's Register Rules and Regulations, 2020) กำหนดให้การออกแบบ Design load สำหรับฐานรับอุปกรณ์การลากจูง ขึ้นอยู่กับชนิดของเรือและขนาดกำลังดึง ดังแสดงใน ตาราง 1

Class Notation	Design Force or Bollard Pull as appropriate (kN)	Design Load (kN)
Tug protected waters service	$T_{BP} \leq 200$	$2 \cdot T_{BP}$
	$200 < T_{BP} < 800$	$\left(\frac{2600 - T_{BP}}{1200}\right) \cdot T_{BP}$
	$T_{BP} \geq 800$	$1.5 \cdot T_{BP}$
Tug	$T_{BP} \leq 400$	$2.5 \cdot T_{BP}$
	$400 < T_{BP} < 1000$	$\left(\frac{3400 - T_{BP}}{1200}\right) \cdot T_{BP}$
	$T_{BP} \geq 1000$	$2 \cdot T_{BP}$
Escort tug protected waters service	$T_{DF} \leq 500$	$2.4 \cdot T_{DF}$
	$500 < T_{DF} < 1000$	$\left(\frac{2000 - T_{DF}}{625}\right) \cdot T_{DF}$
	$T_{DF} \geq 1000$	$1.6 \cdot T_{DF}$
Escort tug	$T_{DF} \leq 500$	$3 \cdot T_{DF}$
	$500 < T_{DF} < 1000$	$\left(\frac{2000 - T_{DF}}{500}\right) \cdot T_{DF}$
	$T_{DF} \geq 1000$	$2 \cdot T_{DF}$
Where T_{BP} = Bollard pull of the tug as submitted by designer and represents the towline maximum continuous force (also called quasi-static towline force). T_{DF} – Design force as submitted by the designer and represents the towline maximum continuous force for escort operations (also called quasi-static towline force).		
Note 1 The design loads shown in this table include dynamic effects.		

ตารางที่ 1: Tug towing equipment design load

จากข้อกำหนดในสัญญา ร.ล.ตาชัย ที่ว่า ร.ล.ตาชัย ต้องมีขีดความสามารถในการลากจูงและมีกำลังดึง (Static Bollard Pull) ไม่น้อยกว่า 55 เมตริกตัน เพื่อให้ผลการปฏิบัติการลากจูงผ่านได้ตามสัญญา บริษัท ROBERT ALLAN LTD ได้กำหนดแรงดึงในการออกแบบเป็น 57 เมตริกตัน เพื่อเพิ่ม Safety factor ให้มากขึ้น

เมื่อพิจารณาตามแรงดึงในการออกแบบ ที่ 57 เมตริกตัน = 568 kN จะเข้าในเงื่อนไขข้อ 2 ในส่วนของ Tug คือ 400 < T_{BP} < 1000 ดังนั้น Design load ตามมาตรฐานของสมาคมจัดชั้นเรือที่ต้องนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความแข็งแรง สามารถหาได้จากสูตร

$$\text{Class required design load} = \left(\frac{3400-\mathbf{T_{BP}}}{1200}\right)\cdot \mathbf{T_{BP}} = 1324 \text{ kN} \approx 136 \text{ tonnes}$$

จากผลการคำนวณ Design load 136 ตัน จะถูกใช้เป็นแรงสมมุติที่กระทำต่อโครงสร้างรองรับและขอเกี่ยวลาก โดยความเค้นที่เกิดขึ้นในโครงสร้างและแผ่นดาดฟ้าที่รองรับขอเกี่ยวลากจะถูกคำนวณและเปรียบเทียบค่าความเค้นสูงสุดที่ยอมรับได้ (Allowable stress) ของสมาคมจัดชั้นเรือ โดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ใช้ในการทำนายความเค้นและการโก่งตัวของขอพ่วง (Tow hook) ท้ายเรือและโครงสร้างรองรับ

3. สมมุติฐาน

3.1 สมมุติฐานความเค้นในแผ่นเหล็ก (Plane Stress Assumption)

ในส่วนแผ่นเหล็กประกอบโครงสร้างที่บางเมื่อเทียบกับส่วนอื่น ๆ และไม่ได้รับภาระน้ำหนักที่มีนัยสำคัญในทิศทางตั้งฉากกับระนาบของแผ่น ให้ถือเป็นแผ่นเปลือกเรือบาง ส่วนขององค์ประกอบที่รองรับโครงสร้างและการดัดงอพิจารณาให้เป็นแผ่นเปลือกเรือ 2 มิติ (two-dimensional shell type)

3.2 Stiffeners และ Brackets รอง

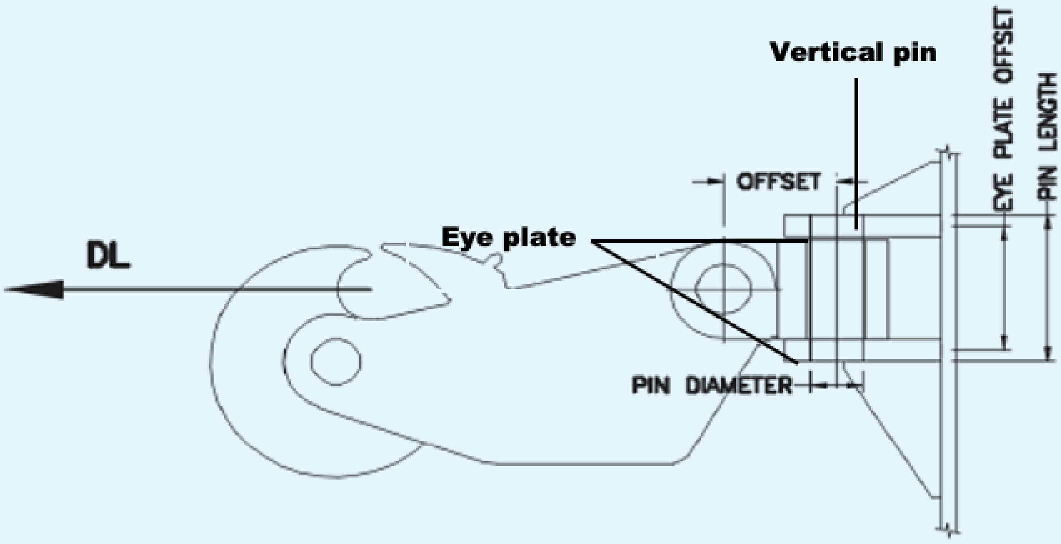
Stiffeners และ Brackets รอง ซึ่งได้รับผลจากความเค้นเพียงเล็กน้อยจะไม่นำมาคิดในการวิเคราะห์ ยกเว้น Stiffeners และ Brackets รอง ที่อยู่ในส่วนที่สำคัญของโมเดลจะถูกนำมารวมในการวิเคราะห์เพื่อยืนยันว่าความเค้นและเส้นทางการรับภาระโหลดนั้นถูกต้อง

3.3 แรงโน้มถ่วง

ภาระโหลดที่เกิดจากน้ำหนักของตัวโครงสร้างเองมีค่าน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับแรงที่ใส่ลงไปในระบบจึงไม่นำมาคิดในการวิเคราะห์

3.4 ภาระโหลด

Design load 136 ตัน ถูกใช้ในการจำลองเพื่อตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้าง ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่สมาคมจัดชั้นเรือกำหนด ภาระโหลดนี้ถูกนำไปจำลองในลักษณะของ คู่ Bearing loads บน Eye plates 2 ชิ้น (บนและล่าง) โดยภาระโหลดกระทำเริ่มจาก Vertical pin ไปจนถึง Eye plates ของ ขอพ่วง (Tow hook) ในกรณีที่ Design load มีมุมกระทำกับแนวระนาบ พิจารณาภาระโหลดกระทำบน Eye plate ด้านบนเท่านั้น โดยไม่มีภาระใดถูกถ่ายโอนไปยังแผ่นด้านล่างผ่าน Vertical pin



รูปที่ 1 : ส่วนประกอบของขอพ่วง

3.5 จุดเชื่อมต่อ

ความแข็งแรงของจุดเชื่อมต่อหรือสลักเกลียวจะไม่ถูกนำมารวมในการวิเคราะห์ ในโมเดลไฟไนต์เอลิเมนต์ ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะถูกเชื่อมเข้ากับชิ้นส่วนที่อยู่ติดกันโดยสมมุติให้ค่าความแข็งแรงอย่างน้อยเท่ากับส่วนประกอบที่อ่อนแอที่สุดในการเชื่อมต่อ

3.6 การวิเคราะห์เชิงเส้น

การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ในโครงการนี้จำลองให้คุณสมบัติของวัสดุมีความยืดหยุ่นเชิงเส้นไม่เกิดการเสียรูปถาวรแม้ว่าค่าความเค้นจะเกินจุดคราก (Yield strength) หรือ ความแข็งแรงแรงดึงสูงสุด (Ultimate strength) และเนื่องจากการวิเคราะห์เป็นการวิเคราะห์เชิงเส้น ดังนั้น ค่าผลลัพธ์ความสามารถของแบบจำลองในการรับแรงเค้น สามารถปรับไปจนถึงค่าความเค้นสูงสุดที่ยอมรับได้ (Allowable stress limits) โดยใช้การปรับมาตราส่วนเชิงเส้น

3.7 การเปลี่ยนแปลงขนาดเล็ก

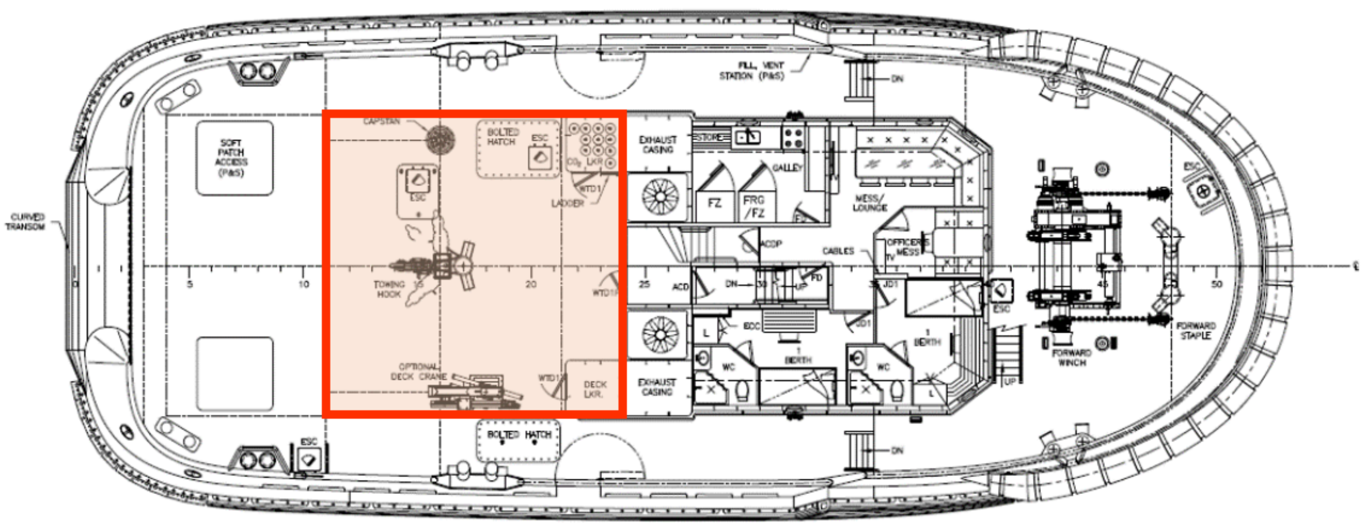
ในการวิเคราะห์สมมุติกำหนดให้การเสียรูปของโมเดลนั้นมีขนาดเพียงเล็กน้อยและการโก่งงอของส่วนประกอบต่าง ๆ ของโมเดลมีผลน้อยมากต่อความแข็งของวัสดุ

4. ขอบเขต

ขอบเขตของโมเดลถูกกำหนดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดพื้นที่ในการวิเคราะห์ความเค้นที่กระจายในพื้นที่เป้าหมาย โดยระยะต้องเพียงพอที่จะทำให้แน่ใจว่าครอบคลุมทุกองค์ประกอบที่จะได้รับความเค้นจากการลากจูงทั้งหมด ในที่นี้กำหนดขอบเขตของโมเดลตามตาราง 2

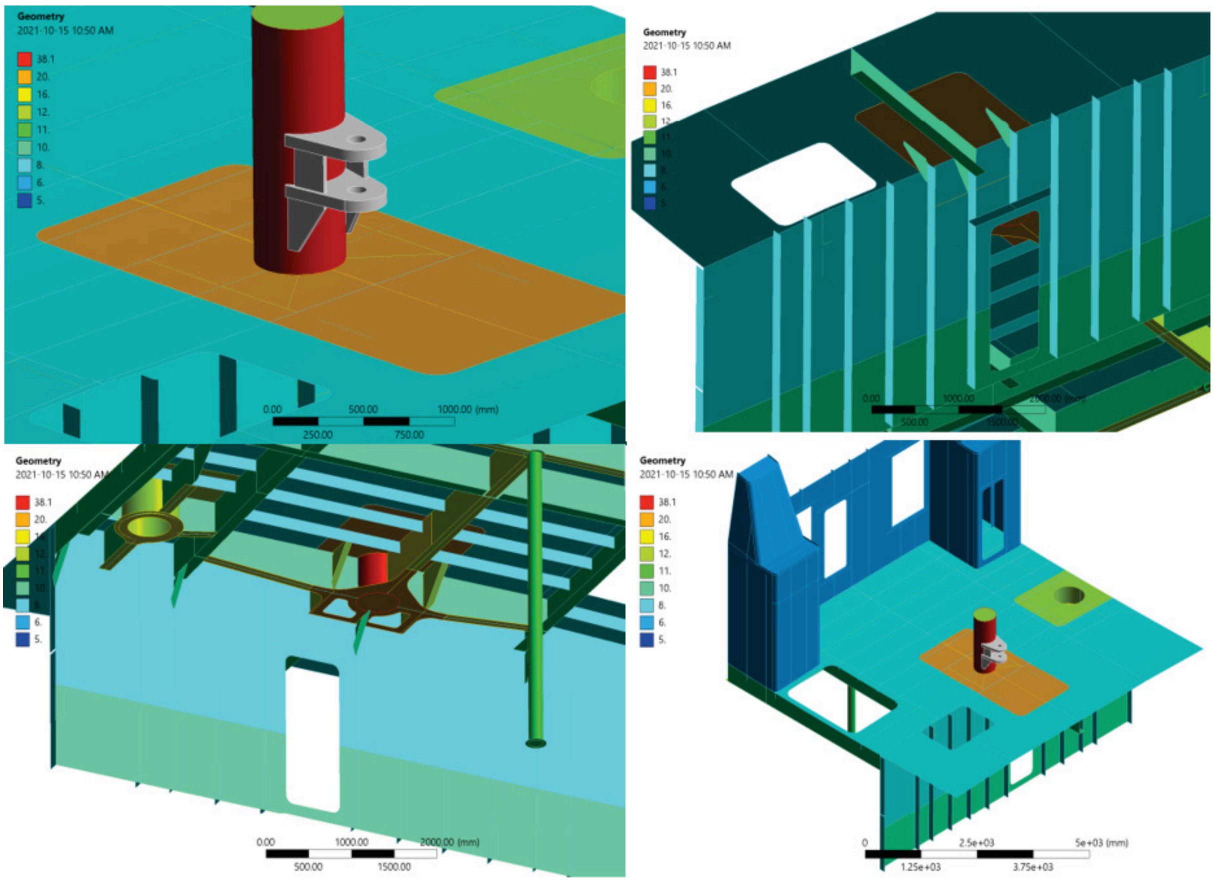
Longitudinal Boundaries	**Aft Boundaries**	**Forward Boundaries**
	Fr.24	Fr.11
Transverse Boundaries	**Port Boundaries**	**Starboard Boundaries**
	Girder at 3260 OCL	Girder at 3260 OCL
Vertical Boundaries	**Lower Boundaries**	**Upper Boundaries**
	Tank top at 1450mm ABL	Top of Deckhouse

ตารางที่ 2 : ขอบเขตโมเดลจำลอง



รูปที่ 2 : ขอบเขตโมลเดลจำลอง

โดยองค์ประกอบและโครงสร้างต่าง ๆ ของโมเดลถูกสร้างขึ้นโดยอ้างอิงแบบ ROBERT ALLAN project 211-037 drawing 23438 AFT TOW HOOK SEATING โดยสีแสดงถึงความหนา หน่วยเป็นมิลลิเมตรตามคำอธิบายที่มุมซ้ายบน ดังแสดงในรูป 3



รูปที่ 3 : ความหนาขององค์ประกอบในโมเดล

5. วัสดุ

วัสดุในโมเดลไฟไนต์เอลิเมนต์ถูกกำหนดให้เป็น Grade A Steel ทั้งหมดตามแบบ โดยมีคุณสมบัติที่ถูกกำหนดโดย ANSYS ดังนี้

Density	7850 $\mathbf{kg/m^3}$
Elastic Modulus	200 GPa
Poisson's Ratio	0.3
Yield Strength	235 MPa

ตารางที่ 3 : คุณสมบัติ Grade A Steel

6. ค่าความเค้นที่ยอมรับได้

การวิเคราะห์ความเค้นใช้เกณฑ์ Maximum-Distortion-Energy (von Mises Criterion) ในการประเมินโครงสร้าง โดยเกณฑ์นี้จะใช้ทั้งค่าความเค้นเฉือนและความเค้นปกติในการคำนวณหาค่า Equivalent stress จากสูตร

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\sigma_{xy}^2}$$

ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีการประเมินความเค้นเฉือนและความเค้นปกติแยกกันอีก

ค่าความเค้นที่วัสดุสามารถรับได้คำนวณได้จากสูตร $\sigma_{allowable}$ = D $\times\sigma_y$

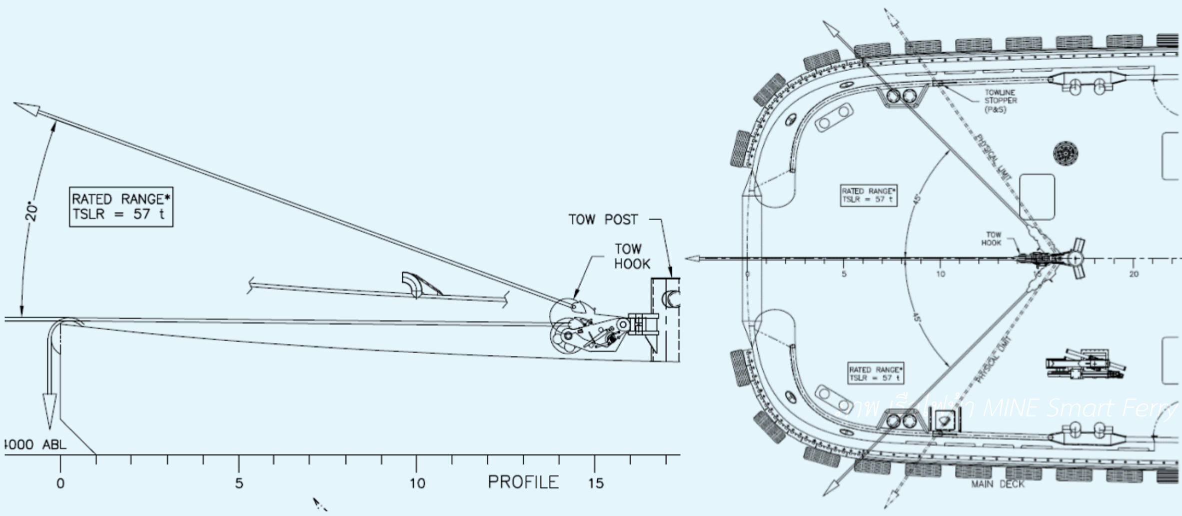
โดย D =Design factor จากสมาคมจัดชั้นเรือ และ σ_y = จุดคราก (Yield strength) ของวัสดุ

Material	Structure	Material Yield Strength	Class Design Factor	Allowable Equivalent stress
Grade A Steel	Supporting structure	235 MPa	0.85	200 MPa
Grade A Steel	Tow Hook Eye Plates and Brackets	235 MPa	0.8	188 MPa
Grade A Steel	Tow Post	235 MPa	0.8	188 MPa

ตารางที่ 4 : ค่าความเค้นที่ยอมรับได้

7. เงื่อนไขการวิเคราะห์

ROBERT ALLAN project 211-037 drawing 41500 Towing Arrangement กำหนดมุมในการลากจูงสามารถทำมุมในแนวระนาบจากเส้นกึ่งกลางลำไปยังกราบขวาและซ้ายเป็นมุม 45° และทำมุมกระดกจากแนวระนาบของ Eye plate เป็นมุมสูงสุด 20°



รูปที่ 4 : แนวการลากจูงตามการออกแบบ

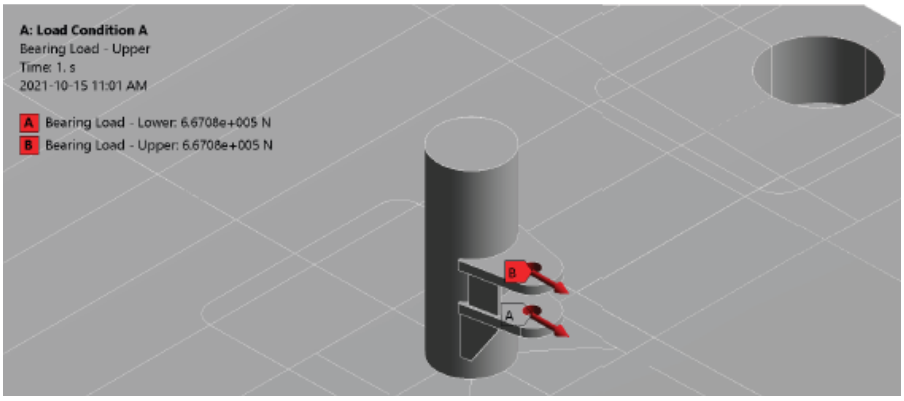
ดังนั้นเพื่อให้การวิเคราะห์ความเค้นของโมเดลครอบคลุมทุกลักษณะการใช้งาน จึงกำหนดเงื่อนไขขอบเขต เป็น 4 ลักษณะ ประกอบด้วย

1. Load condition A: แนวการลากจูงตรงและทำมุม 0° กับแนวระนาบ
2. Load condition B: แนวการลากจูงตรงท้ายเรือ ทำมุม 20° กับแนวระนาบ
3. Load condition C: แนวการลากเฉียงไปทางกราบขวา 45° และทำมุม 0° กับแนวระนาบ
4. Load condition D: แนวการลากเฉียงไปทางกราบขวา 45° และทำมุม 20° กับแนวระนาบ

8. ผลลัพธ์

8.1 Load condition A: แนวการลากจูงตรงและทำมุม 0˚ กับแนวระนาบ

เงื่อนไขการรับแรงนี้จำลองแนวการลากจูงที่วิ่งไปทางท้ายเรือโดยตรงจากขอเกี่ยวลาก ดังแสดงในรูป 5



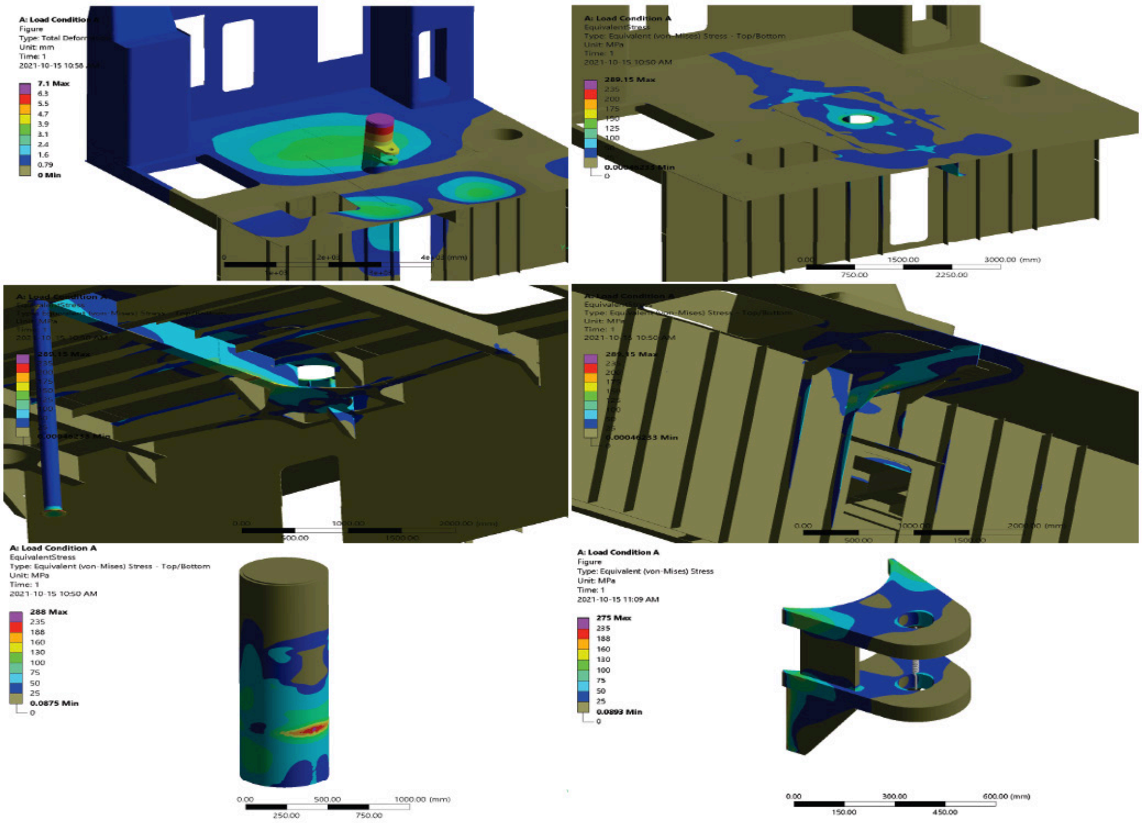
รูปที่ 5 : การจำลองการรับภาระโหลดในสถานการณ์ Load condition A

ผลลัพธ์ในตาราง 5 แสดง Equivalent stresses และการโก่งงอมากที่สุดของวัสดุเมื่อรับแรงที่เกิดจากภาระโหลดสมมุติตาม Design load (136 ตัน) ภายใต้เงื่อนไข Load condition A

Maximum Deflection	**7.1 mm**		
	Peak Equivalent Stress	Maximum Allowable Stress	Safety Factor over Allowable
Grade A Steel **Supporting structure**	180 MPa	200 MPa	1.11
Grade A Steel **Tow Hook Eye Plates and Brackets**	130 MPa	188 MPa	1.45
Grade A Steel **Tow Post**	180 MPa	188 MPa	1.04

ตารางที่ 5 : ผลลัพธ์ค่า Equivalent stresses และการโก่งงอภายใต้ Load condition A

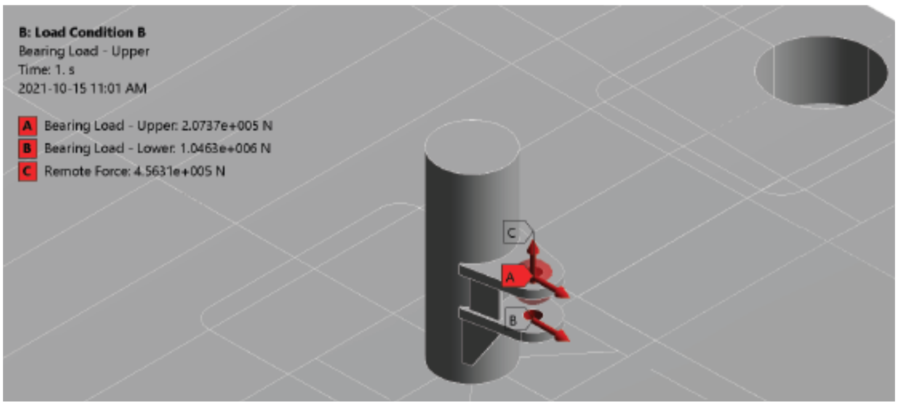
รูป 6 แสดงภาพรวมการโก่งงอของโครงสร้างเมื่อรับภาระโหลด ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานและ ความแข็งแรงของโครงสร้างและองค์ประกอบร่วมอื่น ๆ อีกทั้งยังมีค่า Safety factor มากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าตามเงื่อนไข Load condition A นอกจากโครงสร้างจะสามารถรองรับแรงได้ตาม Design load แล้ว ยังสามารถรับแรงที่มีขนาดสูงมากกว่า Design load ได้อีกจำนวนหนึ่ง



รูปที่ 6 : การโก่งงอของององค์ประกอบต่าง ๆ ภายหลังการรับภาระโหลดใน Load condition A

8.2. Load condition B: แนวการลากจูงตรงท้ายเรือ, ทำมุม 20˚ กับแนวระนาบ

สถานการณ์นี้สมมุติแนวการลากจูงเป็นเส้นตรงไปทางท้ายเรือขนานกับกระดูกงูและทำมุมเงย 20° กับแนวระนาบ แนวแรงจากการลากจูงส่งถ่ายไปยัง Eye plates ทั้ง 2 ดังแสดงในรูป 6 โดยตามสมมุติฐานแรง ในแนวดิ่งส่งถ่ายไปยังผิวสัมผัสด้านล่างของ Eye plate ชิ้นบน โดยมีรูกึ่งกลางของ Eye plate เป็นจุดสัมผัสระหว่าง ผิวด้านบนของขอลากจูงและ Eye plate ชิ้นบน ดังแสดงในรูป 7



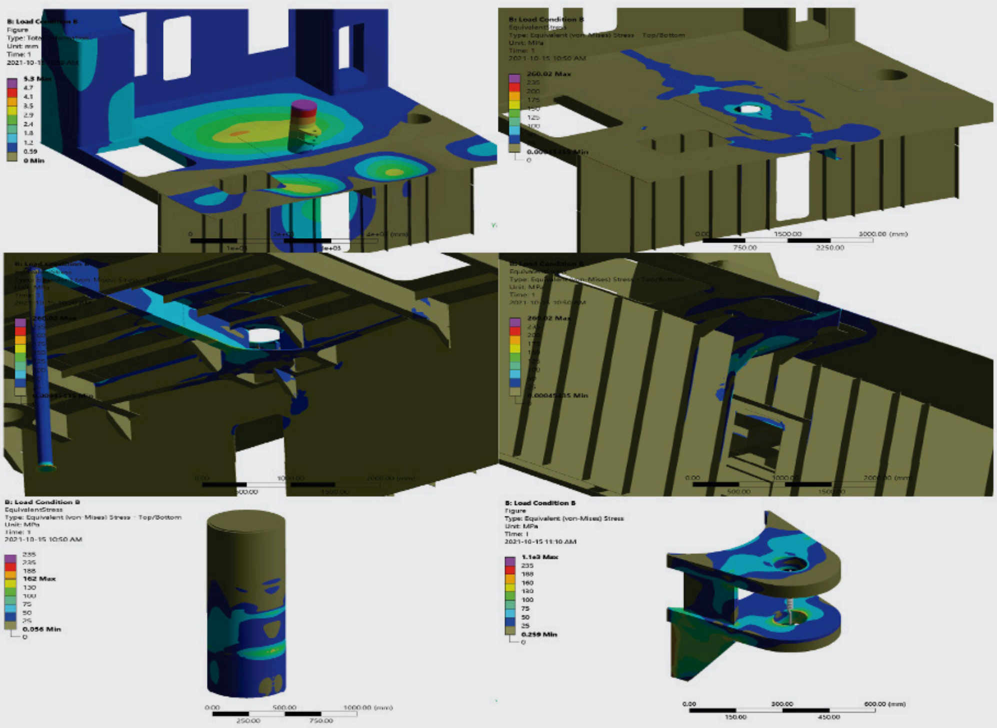
รูปที่ 7 : การจำลองการรับภาระโหลดในสถานการณ์ Load condition B

ผลลัพธ์ตามตาราง 6 แสดง Equivalent stresses และการโก่งงอมากที่สุดของวัสดุเมื่อรับแรงที่เกิดจากภาระโหลดสมมุติตาม Design load (136 ตัน) ภายใต้สถานการณ์ Load condition B

Maximum Deflection	**5.3 mm**		
	Peak Equivalent Stress	Maximum Allowable Stress	Safety Factor over Allowable
Grade A Steel **Supporting structure**	154 MPa	200 MPa	1.30
Grade A Steel **Tow Hook Eye Plates and Brackets**	180 MPa	188 MPa	1.04
Grade A Steel **Tow Post**	120 MPa	188 MPa	1.57

ตารางที่ 6 : ผลลัพธ์ค่า Equivalent stresses และการโก่งงอภายใต้ Load condition B

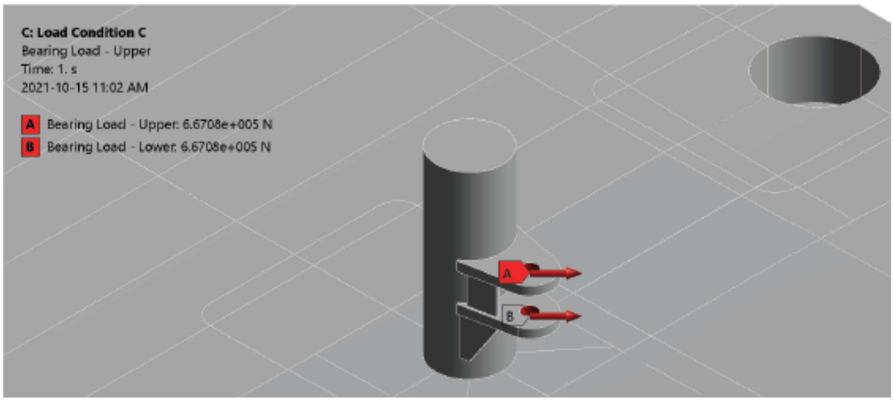
รูป 8 แสดงภาพรวมการโก่งงอของโครงสร้างเมื่อรับภาระโหลด ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานและความแข็งแรงของโครงสร้างและองค์ประกอบร่วมอื่น ๆ อีกทั้งยังมีค่า Safety factor มากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าตามเงื่อนไข Load condition B นอกจากโครงสร้างจะสามารถรองรับแรงได้ตาม Design load แล้ว ยังสามารถรับแรงที่มีขนาดสูงมากกว่า Design load ได้อีกจำนวนหนึ่ง เช่นเดียวกับ Load condition A



รูปที่ 8 : การโก่งงอขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายหลังการรับภาระโหลดใน Load condition B

8.3 Load condition C: แนวการลากเฉียงไปทางกราบขวา 45° และทำมุม 0° กับแนวระนาบ

สถานการณ์นี้สมมุติแนวการลากจูงในแนวระนาบทำมุม 45° กับแนวเส้นกึ่งกลางลำไปทางกราบขวา แนวแรงในการลากจูงส่งถ่ายไปยัง Eye plates ทั้ง 2 เป็นลักษณะเดียวกันกับ Condition A แต่เปลี่ยนการทำมุมจาก 0° เป็น 45° ดังแสดงในรูป 9



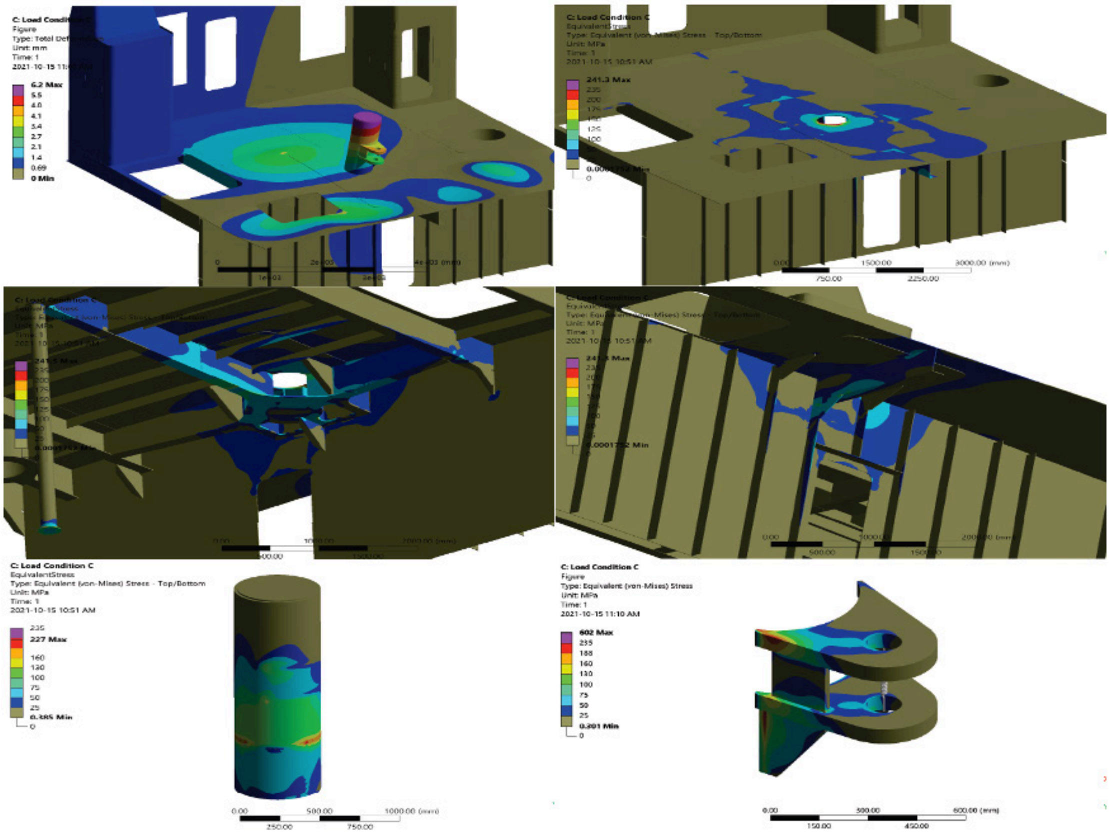
รูปที่ 9 : การจำลองการรับภาระโหลดในสถานการณ์ Load condition C

ผลลัพธ์ตามตาราง 6 แสดง Equivalent stresses และการโก่งงอมากที่สุดของวัสดุเมื่อรับแรงที่เกิดจากภาระโหลดสมมุติตาม Design load (136 ตัน) ภายใต้สถานการณ์ Load condition C

Maximum Deflection	**6.2 mm**		
	Peak Equivalent Stress	Maximum Allowable Stress	Safety Factor over Allowable
Grade A Steel **Supporting structure**	200 MPa	200 MPa	1
Grade A Steel **Tow Hook Eye Plates and Brackets**	165 MPa	188 MPa	1.14
Grade A Steel **Tow Post**	160 MPa	188 MPa	1.18

ตารางที่ 7 : ผลลัพธ์ค่า Equivalent stresses และการโก่งงอภายใต้ Load condition C

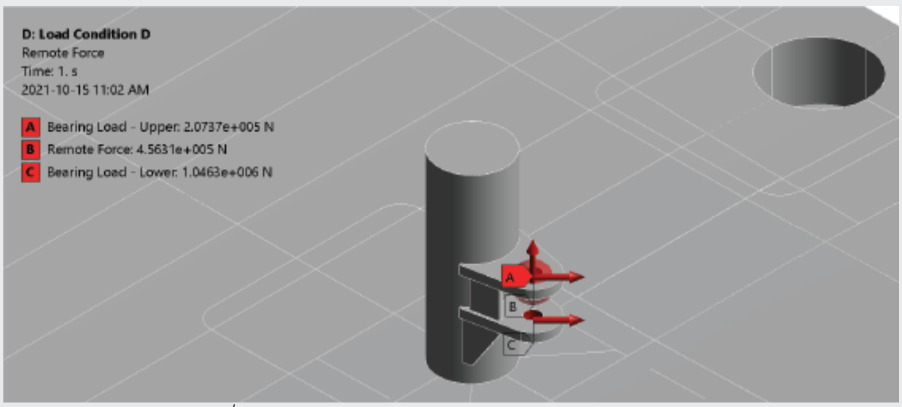
รูป 10 แสดงภาพรวมการโก่งงอของโครงสร้างเมื่อรับภาระโหลด ซึ่งทำให้เห็นว่าภาระโหลดที่เกิดขึ้นไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานและความแข็งแรงของโครงสร้างและองค์ประกอบร่วมอื่น ๆ อีกทั้งค่า Safety factor ยังมีค่ามากกว่า 1 ยกเว้นในส่วนของ Supporting Structure ที่ค่า Safety factor มีค่าเท่ากับ 1 แสดงให้เห็นว่าในส่วนนี้รับภาระโหลดที่ความสามารถสูงสุดของโครงสร้างแล้ว ไม่สามารถเพิ่มภาระโหลดได้อีก ดังนั้นตามเงื่อนไข Load condition C โครงสร้างสามารถรองรับแรงได้สูงสุดเท่ากับ Design load ไม่สามารถรับแรงที่สูงกว่า Design load ได้



รูปที่ 10 : การโก่งงอขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายหลังการรับภาระโหลดใน Load condition C

8.4 Load condition D: แนวการลากเฉียงไปทางกราบขวา 45˚ และ 20˚ กับแนวระนาบ

สถานการณ์นี้สมมุติแนวการลากจูงในแนวระนาบทำมุม 45° กับแนวเส้นกึ่งกลางลำไปทางกราบขวา แนวแรงจากการลากจูงส่งถ่ายไปยัง Eye plates ทั้ง 2 ในลักษณะเดียวกันกับ Condition A โดยเปลี่ยนการทำมุมจาก 0° เป็น 45° ดังแสดงในรูป 11



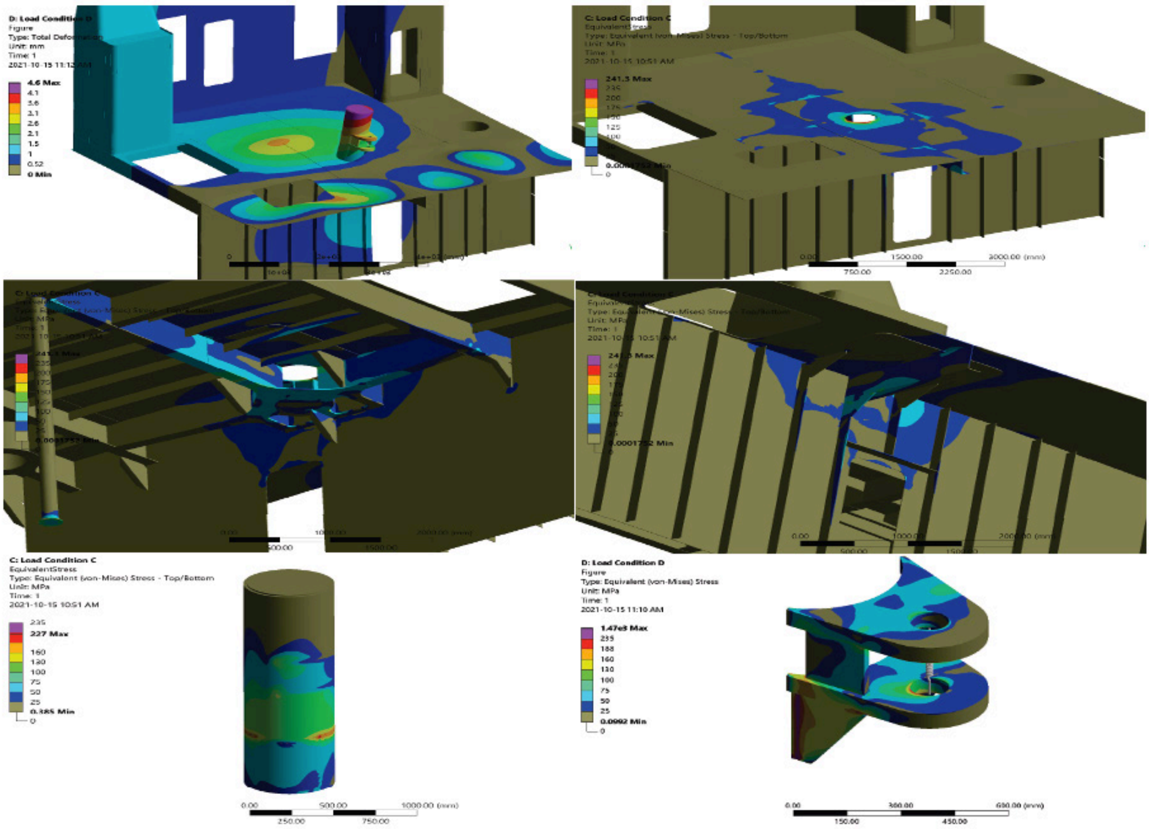
รูปที่ 11 : การจำลองการรับภาระโหลดในสถานการณ์ Load condition D

ผลลัพธ์ตามตาราง 8 แสดง Equivalent stresses และการโก่งงอมากที่สุดของวัสดุเมื่อรับแรงที่เกิดจากภาระโหลดสมมุติตาม Design load (136 ตัน) ภายใต้สถานการณ์ Load condition D

Maximum Deflection	**4.6 mm**		
	Peak Equivalent Stress	Maximum Allowable Stress	Safety Factor over Allowable
Grade A Steel **Supporting structure**	170 MPa	200 MPa	1.17
Grade A Steel **Tow Hook Eye Plates and Brackets**	188 MPa	188 MPa	1.00
Grade A Steel **Tow Post**	165 MPa	188 MPa	1.14

ตารางที่ 8 :: ผลลัพธ์ค่า Equivalent stresses และการโก่งงอภายใต้ Load condition D

รูป 12 แสดงภาพรวมการโก่งงอของโครงสร้างเมื่อรับภาระโหลด แสดงให้เห็นว่าภาระโหลดที่เกิดขึ้นไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานและความแข็งแรงของโครงสร้างและองค์ประกอบร่วมอื่น ๆ อีกทั้ง ค่า Safety factor ยังมีค่ามากกว่า 1 ยกเว้นในส่วนของ Tow Hook Eye Plates and Brackets ที่ค่า Safety factor มีค่าเท่ากับ 1 แสดงให้เห็นว่าในส่วนนี้รับภาระโหลดที่ความสามารถสูงสุดของโครงสร้างแล้วไม่สามารถเพิ่มภาระโหลดได้อีก ดังนั้นตามเงื่อนไข Load condition D โครงสร้างสามารถรองรับแรงได้สูงสุดเท่ากับ Design load แต่ไม่สามารถรับแรงที่สูงกว่า Design load ได้



รูปที่ 12 : การโก่งงอขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายหลังการรับภาระโหลดใน Load condition D

9. ความสามารถในการรับภาระโหลด

เนื่องจากผลลัพธ์ของแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์นี้ได้มาจากการวิเคราะห์เชิงเส้น ดังนั้น ผลลัพธ์ของ การวิเคราะห์จึงสามารถปรับได้โดยใช้มาตราส่วนเชิงเส้น เมื่อนำค่า Safety factor คูณเข้ากับค่า Design load จะได้ค่าความสามารถสูงสุดในการรับภาระโหลดของโครงสร้างในแต่ละเงื่อนไข ดังแสดงใน ตาราง 9

Load Case	Structure/Material	Peak Stress (MPa)	Applied Load (tonnes)	Load to Capacity (tonnes)
A	Supporting Structure / Grade A Steel	180	136	151
	Tow Hook Eye Plates and Brackets / Grade A Steel	130	136	197
	Tow Post / Grade A Steel	180	136	142
B	Supporting Structure / Grade A Steel	154	136	176
	Tow Hook Eye Plates and Brackets / Grade A Steel	180	136	142
	Tow Post / Grade A Steel	120	136	213
C	Supporting Structure / Grade A Steel	200	136	136
	Tow Hook Eye Plates and Brackets / Grade A Steel	165	136	155
	Tow Post / Grade A Steel	160	136	160
D	Supporting Structure / Grade A Steel	170	136	160
	Tow Hook Eye Plates and Brackets / Grade A Steel	188	136	136
	Tow Post / Grade A Steel	165	136	155

ตารางที่ 9 : ค่าสามารถการรับภาระโหลดสูงสุดของส่วนประกอบต่าง ๆ ของโมเดล

10. สรุป

การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์แสดงให้เห็นแรงเค้นที่เกิดจากการรองรับภาระ Design load 136 tonnes ที่เกิดขึ้นในขอลากและโครงสร้างภายใต้เงื่อนไข Load condition ต่าง ๆ และยังแสดงให้เห็น การโก่งตัว ที่เกิดขึ้นในองค์ประกอบต่าง ๆ ของโมเดล ซึ่งมีค่าน้อยมากจึงคาดได้ว่าไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพ และความปลอดภัยของโครงสร้าง ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าโครงสร้างมีความแข็งแรงเพียงพอสามารถรองรับ แรงดึงใช้งาน 56 ตันได้ โดยหากสามารถเลือกเงื่อนไขในการลากจูงได้ การลากให้แนวการลากอยู่ในลักษณะ ตรงไปทางท้ายเรือทิศทางเดียวกับเส้นกึ่งกลางลำในมุมตามการออกแบบที่ 0° จนถึง 20° จะมีความปลอดภัย สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

1. Lloyd’s Register Rules and Regulations – Rules and Regulations for the Classification of Ships, (2020), incorporating Notice No. 1 & 2 – Part 4 Ship Structures (Ship Types) – Chapter 3 Tugs – Section 7 Towing arrangements

2. Robert Allan Ltd. (2021) Structural Analysis for the Aft Tow Hook and Supporting Structure, Prepared for: Asian Marine Services PCL Thailand Project 221-037, Document No. RAL01751F-221-037-234

3. Robert Allan Ltd. (2021) Towing arrangement, Ramparts 3200-SD Tug for Royal Thai Navy, Asian Marine Services PCL

วารสารกรมอู่ทหารเรือ
ประจำปี ๒๕๖๗
Royal Thai Naval Dockyard Journal 2024

SN : 0857-4677