

แนวทางการทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์  
กรณีศึกษาการอำนวยความสะดวกบนเรือ

โดย

พลเรือตรี มิ่ง อิมวิทยา  
เจ้ากรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ  
กองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม

นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร  
หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักรภาครัฐ เอกชน และการเมืองรุ่นที่ ๗  
ปีการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๕๖ – ๒๕๕๗



## คำนำ

เอกสารวิจัยฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร ประจำปีการศึกษา ๒๕๕๖-๒๕๕๗ โดยเป็นการศึกษาเรื่องแนวทางการทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษาระบบอำนวยการรบบนเรือ เนื่องจากการจัดหาระบบอาวุธสมัยใหม่ มีการต่อเชื่อมระบบอิเล็กทรอนิกส์หลายๆส่วนเข้าด้วยกัน เช่นระบบควบคุมและสั่งการ ระบบตรวจจับ ระบบอาวุธ และระบบสื่อสาร การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถทำงานได้เป็นระบบ จำเป็นจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเรียกว่าเป็น System Integrator ทำการเชื่อมต่อระบบเข้าด้วยกัน ในปัจจุบันการ Integrated System นั้นมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและมีการดำเนินการโดยบริษัทต่างชาติเกือบทั้งสิ้น ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของระบบ (System Specification) ซึ่งในอนาคตภายหน้าการปรับปรุงระบบหรือการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อย่างอื่นอาจจะมีปัญหาเกิดขึ้นได้ ในด้านของการวิจัยและการพึ่งพาตนเอง หากกองทัพต้องการเพิ่มขีดความสามารถของระบบโดยการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้เพิ่มขึ้นก็ดี ก็ย่อมมีความเสี่ยงในการมาเชื่อมต่อกับระบบ ซึ่งอาจจะทำให้ระบบหยุดทำงานหรือขัดข้องได้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียในด้านยุทธการ ดังนั้นการมีเครื่องมือทดสอบทดลองที่เหมาะสมสำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในกองทัพนั้นจะช่วยลดความเสี่ยงในด้านยุทธการ ลดปัญหาด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของระบบ และเพิ่มขีดความสามารถในด้านการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งสามารถลดปัญหาของการซ่อมบำรุงระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในกองทัพได้อีกด้วย

ในการจัดทำเอกสารวิจัยฉบับนี้ ผู้เขียนต้องขอขอบคุณ ข้าราชการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อันได้แก่กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ กรมสรรพาวุธทหารเรือ กรมการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศทหารเรือ และกรมอู่ทหารเรือ ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆ แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักวิชาการ ที่เป็นประโยชน์ต่อการนำข้อมูลดังกล่าว มาใช้ในการวิจัย จนในที่สุดทำให้สามารถจัดทำเอกสารฉบับนี้ให้เสร็จสิ้นลงได้ด้วยความเรียบร้อย อย่างไรก็ตามหากมีข้อบกพร่องประการใดจากการจัดทำครั้งนี้ ผู้เขียนขอน้อมรับ ณ โอกาสนี้

พลเรือตรี

(มิ่ง อิ่มวิทยา)

นักศึกษาวินิจฉัยวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร

หลักสูตร วปม. รุ่นที่ ๗

ผู้วิจัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญแผนภาพ	จ
คำอธิบายคำย่อ	ฉ
<b>บทที่ ๑ บทนำ</b>	<b>๑</b>
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	๑
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	๓
ขอบเขตของการวิจัย	๓
วิธีดำเนินการวิจัย	๓
ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย	๓
คำจำกัดความ	๔
<b>บทที่ ๒ คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์</b>	<b>๕</b>
การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	๕
การใช้โปรแกรมสำหรับอธิบายคุณลักษณะเฉพาะทางอิเล็กทรอนิกส์	๖
การทดสอบและจำลองการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	๑๑
แนวคิดในการวิจัยและพัฒนาระบบอิเล็กทรอนิกส์แบบต่อยอด	๑๓
แนวคิดและการดำเนินการในการจัดหาชุดชิปของหน่วยงานอื่น	๑๘
สรุป	๑๘
<b>บทที่ ๓ องค์ประกอบของชุดชิปที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกองทัพเรือ</b>	<b>๑๕</b>
ชุดชิปในระบบที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์	๒๐
การคัดเลือกแบบชุดชิป	๒๒
การซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	๓๔
ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องในการซ่อมบำรุงระบบอำนาจการรบของกองทัพเรือ	๔๓
สรุป	๔๘

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ ๔</b>	
<b>แนวทางการทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์</b>	<b>๔๕</b>
วิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องการจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับ	
ยุทโธปกรณ์หลัก	๔๕
วิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงการจัดหายุทโธปกรณ์หลักที่เหมาะสม	๕๐
วิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงการซ่อมบำรุงยุทโธปกรณ์หลักที่เหมาะสม	๕๐
วิเคราะห์แนวทางการทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์	๕๑
สรุป	๕๒
<b>บทที่ ๕</b>	
<b>สรุปและข้อเสนอแนะ</b>	<b>๕๔</b>
สรุป	๕๔
ข้อเสนอแนะ	๕๔
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>๕๖</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>๕๕</b>
ผนวก ก กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ	๖๐
ผนวก ข กรมสรรพาวุธทหารเรือ	๖๒
ผนวก ค กรมการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศทหารเรือ	๖๕
ผนวก ง กรมอู่ทหารเรือ	๖๗
<b>ประวัติย่อผู้วิจัย</b>	<b>๖๕</b>

## สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
๒-๑	๖
๒-๒	๗
๒-๓	๑๒
๒-๔	๑๔
๒-๕	๑๔
๒-๖	๑๖
๓-๑	๑๕
๓-๒	๒๑
๓-๓	๓๓
๓-๔	๓๔
๔-๑	๕๒

# บทที่ ๑

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานในกองทัพ มีการทำงานร่วมกันของชุดชิปที่ประกอบขึ้นเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายๆส่วน ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้มีการสั่งการควบคุมได้ทั้งในตัวเองหรือการควบคุมผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ การควบคุมเหล่านี้มีทั้งการใช้โปรแกรมเฉพาะควบคุมหรือมีการใช้โปรแกรมควบคุมแบบเปลี่ยนแปลงได้ และอาจมีการผลิตวงจรรวม (Integrated Circuit, IC) โดยการแปลงโปรแกรมควบคุมให้อยู่ในสภาพวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ (Very Large Scale Integrated Circuit, VLSI)

การจัดการระบบอาวุธสมัยใหม่ มีการต่อเชื่อมระบบอิเล็กทรอนิกส์หลายๆ ส่วนเข้าด้วยกัน เช่นระบบควบคุมและสั่งการ ระบบตรวจจับ ระบบอาวุธ และระบบสื่อสาร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายอย่างในระบบถูกผลิตจากบริษัทแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละบริษัทมีเทคโนโลยีเป็นของตัวเอง การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถทำงานได้เป็นระบบ จำเป็นจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเรียกว่าเป็น System Integrator ทำการเชื่อมต่อระบบเข้าด้วยกัน ในปัจจุบันการ Integrated System นั้นมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและมีการดำเนินการโดยบริษัทต่างชาติเกือบทั้งสิ้น ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของระบบ (System Specification) ไม่ว่าจะเป็นต่อผู้ใช้กับบริษัท หรือระหว่างบริษัทต่างๆด้วยตนเอง โดยที่ผู้ใช้ไม่สามารถทราบได้เลยว่าอุปกรณ์ที่จัดหามา นั้น จัดหามาใหม่หรือจัดหาเพิ่มเติมในการปรับปรุง สามารถใช้ร่วมกับระบบเดิมได้หรือไม่ โดยที่ข้อมูลต่าง ๆ นั้นผู้ใช้มีโอกาสเป็นแค่ผู้รับเพียงอย่างเดียว ส่วนการทดสอบการทำงานนั้นเป็นหน้าที่ของบริษัทผู้จำหน่ายในการทดลองให้เห็นว่าอุปกรณ์นั้นๆ มีการทำงานในระบบได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นจึงมีโอกาสเสี่ยงที่ความปลอดภัยของระบบจะถูกคุกคาม ทั้งในด้านเสถียรภาพของระบบที่ดี หรือในด้านความปลอดภัยของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของระบบที่ดี โดยที่ผู้ใช้ไม่มีโอกาสทราบได้เลยว่าบริษัทที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆในระบบนั้น ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลและพารามิเตอร์ต่างๆ ในระบบอย่างไรบ้างเพื่อให้อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งทำงานได้ ซึ่งในอนาคตภายหน้า การปรับปรุงระบบหรือการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อย่างอื่นอาจจะมีปัญหาเกิดขึ้นได้ และในแง่ของการปกปิดข้อมูลของระบบอาวุธ ตัวอย่างเช่น ระบบจรวดนำวิถี Harpoon ซึ่งได้รับ

การติดตั้งบนเรือรบหรือเครื่องบินก็ดี มีข้อตกลงระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลสหรัฐอเมริกาว่า ห้ามทำการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก ยกเว้นจะได้รับการยินยอมจากรัฐบาลสหรัฐ และเมื่อจะทำการเชื่อมต่อกับระบบใดๆก็ตาม จะต้องมีการเจ้าหน้าที่สหรัฐร่วมตรวจสอบด้วย หรือการเชื่อมต่อบริษัท SABB(สวีเดน) ไม่สามารถกระทำได้โดยตรงกับระบบจรวด MK-41(สหรัฐ) หากต้องการเชื่อมต่อก็ต้องมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการขอลิขสิทธิ์(License)และข้อมูลทางเทคนิคต่างๆ ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นภาระของกองทัพในด้านงบประมาณทั้งสิ้น ถึงแม้ว่าจะรวมอยู่ในราคาของอุปกรณ์ที่จัดหาก็ตาม

ในด้านของการวิจัยและการพึ่งพาตนเอง หากกองทัพต้องการเพิ่มขีดความสามารถของระบบ โดยการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้เพิ่มขึ้นก็ดี ก็ย่อมมีความเสี่ยงในการมาเชื่อมต่อกับระบบ ซึ่งอาจจะทำให้ระบบหยุดทำงานหรือขัดข้องได้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียในด้านยุทธการหรือต่อตัวผู้วิจัยเอง ทำให้การวิจัยไม่สามารถพัฒนาได้อย่างคล่องตัวและก้าวหน้าเท่าที่ควร ดังนั้นการมีเครื่องมือทดสอบทดลองที่เหมาะสมสำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในกองทัพนั้นจะช่วยลดความเสี่ยงในด้านยุทธการ ลดปัญหาด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของระบบ และเพิ่มขีดความสามารถในด้านการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งสามารถลดปัญหาของการซ่อมบำรุงระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในกองทัพได้อีกด้วย

ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันมีการใช้และศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ ในการจำลองการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โดยการกำหนดเป็นการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Hardware Description Language (HDL) ซึ่งตามโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หรือโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์วงจรรวม (Integrated Circuit, IC) ในระดับวงจรรวมขนาดใหญ่ (Very Large Scale Integrated Circuit, VLSI) จะมีการใช้ภาษา HDL เพื่อจำลองการทำงานของ VLSI ก่อนที่จะทำการผลิต เพื่อลดความสูญเสียของการผลิตอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งเมื่อมีการทดลองการทำงานจนเป็นที่แน่ใจในความถูกต้องแล้วจึงทำการผลิตจริงในขั้นโรงงาน(Wafer Fabrication)ต่อไป และการใช้ HDL นี้ยังสามารถกำหนดระดับชั้น (Layers) ของอุปกรณ์ในระดับสูงๆขึ้นไปได้อีกด้วย โดยเริ่มจากระดับ IC, VLSI, Circuit, Equipment, และ System of Equipment ซึ่งเป็นการเปิดให้ระบบมีการพัฒนาอย่างไม่มีขีดจำกัด ทั้งนี้โดยขึ้นกับระดับของการจำลองการทำงานของผู้ใช้นั่นเอง

ปัจจุบันในประเทศไทยมีการศึกษาในด้านภาษา HDL กันในระดับอุดมศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาในขั้นพื้นฐานเพื่อให้รู้จักและคุ้นเคยเท่านั้น หน่วยงานที่ผลักดันให้มีการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่องคือศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ หรือ NECTEC ซึ่งมีอุปกรณ์และบุคลากรที่มีความสามารถอยู่มาก ในขณะที่กองทัพก็มีบุคลากรที่ศึกษามาในด้านนี้อยู่



หลายท่าน แต่เนื่องจากการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาในด้าน HDL ยังไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเพียงพอ จึงทำให้ระดับการพัฒนาให้เป็นระบบยังไม่ได้มีการดำเนินการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การจัดทำระบบ Library สำหรับ HDL ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ยังไม่ได้มีการริเริ่มขึ้นมา ซึ่งหากได้รับการส่งเสริม จะมีประโยชน์เป็นอย่างมาก ทั้งในส่วนของกองทัพและภาคการศึกษา ตลอดจนภาคเอกชน ซึ่งจะเป็นการรวมศูนย์ของ HDL สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ทันทีและยังลดการซ้ำซ้อนของการพัฒนา HDL ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ อีกด้วย.

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาการกำหนดมาตรฐานคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในกองทัพเรือ
๒. เพื่อเสนอแนวทางการทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับระบบอำนาจการรบบนเรือ

## ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในเรือรบที่มีคุณค่าทางยุทธการสูง โดยมุ่งเน้นระบบอำนาจการรบบนเรือ

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผลการดำเนินการที่ผ่านมา ข้อคิดเห็นที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติ เปรียบเทียบกับ การดำเนินการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่ผลการวิจัยอันจะได้มาซึ่งข้อยุติและเหตุผล ตลอดจนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

๑. ได้ทราบถึงการกำหนดมาตรฐานคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในกองทัพเรือ
๒. ได้แนวทางการทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับระบบอำนาจการรบบนเรือ

## คำจำกัดความ

- ระบบอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง ยุทโธปกรณ์ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างชนิดกัน  
นำมาเชื่อมต่อกันเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้
- คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์  
หมายถึง ลักษณะทางไฟฟ้าและสัญญาณของอุปกรณ์นั้นๆ
- ระบบอำนาจการรบ หมายถึง ระบบอิเล็กทรอนิกส์หลายระบบเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อให้มีการ  
สั่งการใช้อาวุธได้อย่างเหมาะสม
- เรือรบที่มีคุณค่าทางยุทธการสูง  
หมายถึง เรือรบที่มีระบบตรวจจับ ระบบอาวุธ และระบบสั่งการที่ทันสมัย  
และอัตโนมัติ ซึ่งสามารถใช้ในการป้องกัน หรือคุ้มกันให้กับ  
กองเรือได้
- Wafer Fabrication หมายถึง กระบวนการในการสร้างวงจรรวมบนแผ่นเวเฟอร์

## บทที่ ๒

### คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด ต้องมีการอธิบายถึงลักษณะของอุปกรณ์เอง เพื่อที่จะได้ทราบถึง การทำงานของอุปกรณ์และการที่จะไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นการแสดงค่าทางไฟฟ้าตามมาตรฐานสากล จะบอกถึงลักษณะของสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อ (Interface) ลักษณะของสัญญาณที่ใช้ในการควบคุม (Control) และลักษณะของสัญญาณของข้อมูล (Data) ที่รับ-ส่งกับอุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งจะต้องมีมาตรฐานเดียวกันถึงจะทำงานร่วมกันได้ เช่น คุณลักษณะของลำโพงคือ ผลิตคลื่นความถี่ 30Hz-300KHz มีค่า Impedance 8 Ohms มีกำลังขับหรือความสิ้นเปลืองพลังงานที่ 10 Watts มีค่า Input ของสัญญาณได้ไม่เกิน 12 Volts เป็นต้น

### การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เมื่อมีการสร้างหรือออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมา วิศวกรหรือผู้ออกแบบย่อมสามารถคำนวณและกำหนดค่าคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์นั้น ๆ ได้ เพื่อควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล และเป็นการอธิบายถึงการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ เพื่อที่จะให้ผู้ใช้จะได้พิจารณาความเหมาะสมในการนำอุปกรณ์ไปใช้ การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในทางการค้าและอุตสาหกรรมจะกำหนดในรายละเอียดในระดับของสัญญาณและการควบคุม ยิ่งมีความละเอียดมากก็ยิ่งทราบถึงการทำงาน ของอุปกรณ์ได้ดียิ่งขึ้น

คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีการกำหนดได้ 2 ลักษณะคือ คุณลักษณะเฉพาะทางการใช้งาน (Operational Specification) และคุณลักษณะเฉพาะทางกายภาพ (Physical Specification) คุณลักษณะเฉพาะทางการใช้งาน หมายถึงขีดความสามารถของอุปกรณ์ที่จะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้เช่น อุปกรณ์เรดาร์ ก็จะกำหนดเป็นระยะตรวจจับ ขนาด น้ำหนัก การแสดงภาพ การตรวจจับ ฯลฯ ในส่วนของคุณลักษณะเฉพาะทางกายภาพ หมายถึงค่าระดับสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการทำงานของเครื่อง เช่น การใช้พลังงาน ความไวของการตรวจจับ การรับ-ส่งข้อมูล และการควบคุม การวิจัยในครั้งนี้ จะมุ่งถึงเฉพาะคุณลักษณะเฉพาะทาง

ภาพถ่าย เท่านั้น เพื่อใช้ในการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสัมพันธ์กับ  
อุปกรณ์อื่น ๆ ตัวอย่างการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์นี้ ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๑

แผนภาพที่ ๒-๑ การกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์เรดาร์

### Typical technical data

<u>Antenna</u>	
Type	3D phased array
Gain, transmit beam	25 to 31 dBi
Gain, reception	33 dBi
Polarization	Vertical
Azimuth beam	2°
Elevation coverage	70°
Rotation rate	30 or 60 rpm
<u>Transmitter</u>	
Frequency:	5.4 - 5.9 GHz
Peak power:	25 kW or LPI
Pulse length:	0.32 μs to 20.5 μs
<u>Receiver</u>	
Noise figure	3 dB
<u>Signal processing</u>	
Instrumented range	40/60/100/180 km
MTI improvement factor	
In low PRF modes	55 dB
In MPD	65 dB
<u>Track Processing</u>	
Capacity:	200 air tracks 400 surface tracks 50 jammer tracks
<u>Electronic stabilization</u>	
Any combination of	
Roll	±25°
Pitch	±10°
<u>Reliability</u>	
MTBF	> 1000 hours
MTBF between critical failures	> 2000 hours
<u>Option: Mortar and rocket warning &amp; weapon location</u>	
Coverage	360°
Mortar/rocket firing position	<50 m CEP <sub>50</sub>

ที่มา : REF36-UAZM 2010001 Sea Giraffe AMB Technical Description PB3, Saab, 2010 (P14)

## การใช้โปรแกรมสำหรับอธิบายคุณลักษณะเฉพาะทางอิเล็กทรอนิกส์

คุณลักษณะเฉพาะทางอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ คือ การแสดงค่าทางฟิสิกส์ของอุปกรณ์นั้น ๆ มีการแสดงค่าระดับของสัญญาณลักษณะของข้อมูล ตลอดจนสัญญาณในการใช้ควบคุม ตามปกติค่าต่างๆ เหล่านี้จะถูกแสดงไว้ในคู่มือประจำอุปกรณ์ซึ่งบริษัทผู้ผลิตเป็นผู้จัดทำขึ้น การแสดงค่าเหล่านี้จะอยู่ในรูปแบบของเอกสารทั้งสิ้น ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลเหล่านี้ในเชิง Active ได้ ด้วยเหตุนี้เองทำให้มีการพัฒนาการเขียนโปรแกรมเพื่อที่จะใช้อธิบายคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาเรียกว่า Hardware Description Language (HDL) เพื่อให้สามารถจำลองการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ เพื่อการตรวจสอบและยังสามารถจำลองการทำงานร่วมกับระบบหรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีการเขียนด้วยโปรแกรมเดียวกัน ได้อีกด้วย ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๒

แผนภาพที่ ๒-๒ การใช้โปรแกรมสำหรับกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์

```

ENTITY component_name IS
    Input and output ports
    Physical and other parameters
END [component_name] ;

ARCHITECTURE identifier OF component_name IS
    [declaration]
BEGIN
    specification of the functionality of the component
    in terms of its input lines and as influenced
    by physical and other parameters
END [identifier];
  
```

ที่มา : VDHL, abacus.ee.psu.ac.th/210-292/vhdl/vhdl2.htm

ความซับซ้อนและขนาดของระบบดิจิทัลในปัจจุบันได้เพิ่มมากขึ้นทุกขณะ ส่งผลให้มีการนำคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบหรือ CAD (Computer Aided Design) มาใช้ในขบวนการออกแบบฮาร์ดแวร์เพิ่มขึ้นเช่นกัน อีกทั้งอุปกรณ์และวิธีการ ออกแบบใหม่ๆ ก็ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้กับนักออกแบบมากขึ้นด้วย สำหรับภาษาบรรยายอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ HDL (Hardware Description Language) ก็เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยในการปรับปรุงขบวนการออกแบบระบบดิจิทัลเป็นไปอย่างมี

ประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้การใช้จึงมีการใช้ภาษา VHDL มาช่วย โดย VHDL ย่อมาจากคำว่า VHSIC Hardware Description Language (VHSIC : Very High Speed Integrated Circuit) เป็นภาษาโปรแกรมระดับสูง (High Level Language) ที่ใช้สำหรับการออกแบบฮาร์ดแวร์ในระบบดิจิทัล ตัวของภาษาสามารถบรรยายพฤติกรรมการทำงานในรูปของลำดับชั้น (Hierarchy) และสามารถเขียนได้หลายรูปแบบ ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้ภาษา VHDL เป็นเครื่องมือที่ใช้ออกแบบตั้งแต่ขั้นตอนบนสุดคือ แนวความคิดที่จะแก้ปัญหา ลงไปที่ละขั้นจนถึงขั้นตอนของการสร้างวงจรจริง และตัวภาษาก็เปิดโอกาสให้วิศวกร ได้พัฒนาและจำลองการทำงานของรูปแบบฟังก์ชันการทำงานของวงจรอย่างถึงเขป โดยยังไม่ต้องคำนึงถึงรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างวงจรจริง นอกจากนี้ VHDL ยังเป็นภาษาที่สนับสนุนลักษณะต่างๆ ของระบบดิจิทัลที่มีความซับซ้อนได้ทั้งหมด ดังนั้น VHDL จึงเป็นภาษาที่น่าสนใจในการศึกษาและนำไปใช้งานเป็นอย่างยิ่ง วิศวกรรมการของภาษา VHDL เริ่มต้นประมาณปี ค.ศ. 1981 เมื่อกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา หรือ DoD (Department of Defense) ได้พยายามปรับปรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในกิจการทางทหาร ให้มีความทันสมัยมากขึ้น ประกอบกับเทคโนโลยีทางด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ดังจะเห็นได้ จากการนำวงจรดิจิทัลหลายๆ วงจร มาทำการผลิตอยู่บนแผ่นซิลิกอนที่มีพื้นที่เพียง 1 - 2 ตารางเซนติเมตรเท่านั้น ซึ่งเป็นผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของวงจรสูงขึ้น ตลอดจนความน่าเชื่อถือ ในการทำงานและความคงทนต่อสภาพ แวกต์อมสูง แต่เนื่องจากในขณะนั้นขั้นตอนของการออกแบบ การผลิต และการตรวจสอบวงจรต้นแบบ เป็นขบวนการที่ต้องใช้วิศวกร และเวลาในดำเนินการมาก ฉะนั้นทาง DoD จึงจัดตั้งโครงการขึ้นมาเพื่อศึกษาวิธีการที่ช่วยในการพัฒนา วงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวงจรรระบบดิจิทัล ให้สามารถนำไปผลิตได้เร็วขึ้น ซึ่งโครงการดังกล่าวมีชื่อว่า "Very High Speed Integrated Circuits" หรือ VHSIC โดยในระยะแรกนั้น โครงการนี้ถือเป็นความลับทาง ด้านความมั่นคงของประเทศ และอยู่ภายใต้ความควบคุมดูแลของ United States International Traffic and Arms Regulations (ITAR) สำหรับมาตรฐานของภาษาที่ใช้บรรยาย พฤติกรรมวงจรหรือฮาร์ดแวร์ของระบบ สำหรับโครงการ VHSIC ที่ DoD ได้ให้ไว้สามารถสรุปได้ดังนี้

๑. ต้องเป็นภาษาที่นำไปเขียนรูปแบบระบบดิจิทัล และมีคุณสมบัติที่สามารถเข้าใจได้ทั้งมนุษย์และเครื่องคอมพิวเตอร์โดยไม่ต้องมีการแปลหรือเปลี่ยนแปลงอีก

๒. สามารถนำไปใช้เป็นเอกสารประกอบโครงการได้

๓. ต้องเป็นภาษาที่เขียนขึ้นสำหรับใช้จำลองการทำงานของวงจร

ฉะนั้นภาษาดังกล่าวนี้จึงจัดเป็นภาษาโปรแกรมระดับสูง เช่นเดียวกับภาษาปาสคาล หรือภาษาซี ซึ่งในทางวิศวกรรม ภาษาที่ใช้ในการออกแบบฮาร์ดแวร์นี้เรียกว่า "Hardware Description Language"

หรือ HDL ในตอนเริ่มแรกนั้น DoD ได้มอบหมายให้บริษัทไอบีเอ็ม เท็กซัสอินสตุเมนต์ และ อินเตอร์เมทริกซ์ เป็นผู้ศึกษาและพัฒนาโครงการ ซึ่งการดำเนินงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่ง ในปี ค.ศ.1985 ทาง ITAR ได้ยกเลิกข้อจำกัดในการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางทหารออกจากโครงการ นี้ ดังนั้นภาษา VHDL จึงเริ่มเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป และประมาณปี ค.ศ. 1987 Institute of Electrical and Electronics Engineers(IEEE) ได้ทำการกำหนดมาตรฐานของภาษานี้เป็น IEEE 1076-1987 และมีชื่อเรียกว่า VHDL ซึ่งมาตรฐานนี้ได้รับการปรับปรุงจนเป็นมาตรฐาน IEEE 1076-1993 หรือ VHDL 1993 เนื่องจากในขณะนั้น DoD เป็นลูกค้ารายใหญ่ ของอุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ดังนั้นจึงมีผู้รับโครงการต่างๆ จาก DoD ไปดำเนินการวิจัยและ พัฒนา เป็นจำนวนมาก และเพื่อให้ทุกโครงการอยู่ในมาตรฐานเดียวกันหมด ดังนั้นทาง DoD จึงได้ กำหนดว่า ทุกๆ โครงการต้อง เขียนอยู่ในรูปของภาษา VHDL เท่านั้น ซึ่งทำให้ DoD สามารถนำ โครงการเหล่านี้ไปจำลองกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ หลากๆระบบ

DoD ได้ตั้งข้อกำหนดสำหรับภาษา VHDL ในเดือนมกราคม ปี ค.ศ.1983 ไว้ดังนี้

#### ๑. ลักษณะทั่วไป

DoD ได้กำหนดให้ VHDL เป็นภาษาสำหรับการออกแบบและบรรยายของ ฮาร์ดแวร์ ซึ่งหมายถึงความสามารถ ในการอธิบายและออกแบบในระดับสูง การจำลอง (Simulation) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการทดสอบ (Testing) นอกจากนี้ VHDL ยังถูก กำหนดไว้สำหรับการบรรยายฮาร์ดแวร์ตั้งแต่ระดับบนซึ่งก็คือระบบจนถึง ระดับเกทอีกด้วย เนื่องจากในการทำงานของระบบดิจิทัลนั้น ทุกๆ องค์ประกอบภายในระบบไม่ว่าเล็กหรือใหญ่ จะทำงานไปพร้อมๆ กัน ซึ่งในเรื่องของความพร้อมเพียงในการทำงานนี้ก็ถือเป็นข้อกำหนดที่ สำคัญอย่างหนึ่งของ VHDL ด้วยเช่นกัน (สำหรับในภาษาที่ใช้ในการบรรยายฮาร์ดแวร์นั้นความ พร้อมเพียงจะหมายถึงทุกๆ คำสั่ง องค์ประกอบ เกทหรือวงจรถลอจิกจะถูกนำมาปฏิบัติทั้งหมด ดังนั้นในที่สุดแล้วก็จะดูเหมือนว่าได้มีการปฏิบัติไป พร้อมๆ กัน)

#### ๒. สนับสนุนการออกแบบแบบลำดับชั้น

การออกแบบแบบลำดับชั้นเป็นลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการออกแบบ ระบบที่มีหลายๆ ระดับ โดยในการออกแบบจะประกอบด้วยส่วนการบรรยายการเชื่อมต่อ และส่วน การบรรยายหน้าที่การทำงาน ซึ่งหน้าที่การทำงาน ของระบบสามารถกำหนดได้ด้วยตัวเอง หรืออาจ ถูกกำหนดโดยโครงสร้างที่ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยๆ ลง ไปได้เช่นกัน แต่ที่ระดับล่างสุด องค์ประกอบต้องถูกบรรยายหน้าที่การทำงานด้วยตัวมันเอง และไม่สามารถกำหนด การทำงานโดย ลักษณะแบบโครงสร้างได้

### ๓. ไลบรารี

VHDL ได้สนับสนุนการมีไลบรารีเพื่อระบบการจัดการที่ดี ผู้ออกแบบสามารถกำหนดลักษณะและการทำงานของ อุปกรณ์พื้นฐานไว้ในระบบไลบรารี หรือจะใช้ไลบรารีที่ระบบได้จัดเตรียมไว้แล้วก็ได้ โมเดลและการบรรยายที่ถูกต้อง ควรจัดเก็บไว้ในไลบรารีหลังจากที่ได้ผ่านการคอมไพล์เรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ผู้ออกแบบคนอื่นๆ สามารถนำไป ใช้ได้ด้วย

### ๔. ลำดับคำสั่ง

แม้ว่าการปฏิบัติคำสั่งหรือกระบวนการ โดยพร้อมเพรียงกันจะเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของ VHDL ก็ตาม ตัวภาษาเองก็ยังมี การจัดเตรียมลักษณะการควบคุมแบบลำดับคำสั่งไว้ให้ด้วย เมื่อผู้ออกแบบได้กำหนดหน้าที่และองค์ประกอบ ที่ทำงานพร้อมกันของระบบไว้เรียบร้อยแล้ว ผู้ออกแบบยังสามารถบรรยายหน้าที่การทำงานซึ่งเป็นรายละเอียดภายใน ของแต่ละองค์ประกอบได้ในลักษณะเดียวกับการเขียนโปรแกรมที่ประกอบด้วย โครงสร้างแบบ case, if - then - else และ loop ทั่วๆ ไปได้ การบรรยายแบบลำดับคำสั่งทำให้การออกแบบหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์กระทำได้ สะดวกและง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามโครงสร้างทั้งหมดของ VHDL ก็ยังคงเป็นการทำงานแบบพร้อมเพรียงกันเช่นเดิม

### ๕. การกำหนดคุณสมบัติ

นอกจากการกำหนดอินพุตและเอาต์พุตแล้ว เงื่อนไขอื่นๆ ก็มีผลต่อการปฏิบัติหน้าที่ของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ด้วยเช่นกัน โดยสิ่งนี้รวมถึงสภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพของอุปกรณ์นั้นๆ ด้วย ซึ่งภาษาสำหรับการออกแบบที่ดีควร ให้ผู้ออกแบบกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ได้ด้วย เช่น สามารถกำหนดขนาด ลักษณะทางกายภาพเวลา โหลด และเงื่อนไขทางสภาพแวดล้อมอื่นๆ ซึ่งความสามารถในการกำหนดคุณสมบัตินี้ก็เป็นส่วนหนึ่งที่มีอยู่ในภาษา VHDL ด้วยเช่นกัน

### ๖. ชนิดของข้อมูล

VHDL สามารถกำหนดชนิดของข้อมูลไม่เพียงแต่ชนิด BIT และ BOOLEAN เท่านั้น แต่ยังสามารถกำหนดชนิด ของข้อมูลเป็นจำนวนเต็ม จำนวนจริง จุดทศนิยม และชนิดลำดับการนับ (Enumerate Type) หรือแม้แต่ชนิดของ ข้อมูลที่ผู้ออกแบบกำหนดขึ้นมาเองก็ได้

### ๗. โปรแกรมย่อย

ความสามารถในการใช้ฟังก์ชันและโปรซีเจอร์ (Procedure) ก็เป็นข้อกำหนดอีกอย่างหนึ่งใน VHDL ซึ่งผู้ออกแบบ สามารถนำโปรแกรมย่อยมาใช้ในการเปลี่ยนแปลงชนิดของข้อมูล การกำหนดหน่วยของลอจิก การกำหนดตัวกระทำต่างๆ หรือหน้าที่อื่นๆ ตามที่ต้องการได้ เช่นเดียวกับการเขียนโปรแกรมทั่วไป



## ๘. การควบคุมเวลา

VHDL อนุญาตให้ผู้ออกแบบสามารถกำหนดเวลาในการส่งผ่านข้อมูลหรือสัญญาณได้ตามต้องการ การตรวจสอบ การออกแบบเกตหรือการหน่วงเวลาที่สามารถกระทำได้ โดยการกำหนดช่วงเวลาที่แน่นอนหรือกำหนดให้มีการรอคอย เหตุการณ์ (Event) นอกจากนี้ก็ยังสามารถกำหนดรูปแบบของสัญญาณนาฬิกาได้อีกด้วย

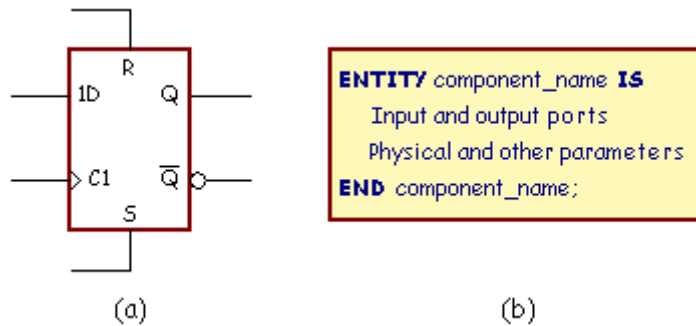
## ๙. การกำหนดแบบโครงสร้าง

การกำหนดโครงสร้างขององค์ประกอบต่างๆ สามารถกระทำได้ในทุกระดับของการออกแบบ โดยการกำหนดโครงสร้างขององค์ประกอบรวมที่เกิดจากองค์ประกอบย่อยซึ่งแตกต่างกันหรือ เหมือนกันก็เป็นข้อกำหนดอย่างหนึ่งของ VHDL เช่นกัน

## การทดสอบและจำลองการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ด้วยการใช้โปรแกรมภาษา VHDL สำหรับอธิบายคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวทำให้สามารถทดสอบและจำลองการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบได้ ด้วยการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในการจำลองการทำงานตามโปรแกรมที่เขียนไว้สำหรับอุปกรณ์นั้น ๆ การจำลองการทำงานนั้น จะทำให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานของแต่ละอุปกรณ์ ตลอดจนลักษณะของข้อมูลและการควบคุมที่อุปกรณ์ต่าง ๆ นั้นติดต่อสื่อสารกัน ด้วยเหตุที่โปรแกรมที่ใช้เป็นภาษาชั้นสูงเหมือน ภาษา C หรือ ภาษา Pascal ทำให้สามารถทำความเข้าใจและตรวจสอบได้ง่าย การทดสอบนั้นสามารถทำการทดลองสำหรับอุปกรณ์แต่ละชนิด หรือทำการทดสอบในลักษณะของระบบที่นำอุปกรณ์แต่ละชนิดมาเชื่อมต่อกันได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถในการเขียนโปรแกรมและขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง ค่าที่ได้จากการทดสอบสามารถนำมาเปรียบเทียบกับค่าตามที่แจ้งมาในคู่มือของอุปกรณ์ว่า ถูกต้องตามคุณลักษณะของอุปกรณ์หรือไม่ ดังแสดงในแผนภาพที่ ๒-๓

แผนภาพที่ ๒-๓ การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์



```

ARCHITECTURE behavioral OF d_sr_flipflop IS
  SIGNAL state : BIT := '0';
BEGIN
  dff : PROCESS (rst, set, clk)
    BEGIN
    IF set = '1' THEN
      state <= '1' AFTER sq_delay;
    ELSIF rst = '1' THEN
      state <= '0' AFTER rq_delay;
    ELSIF clk = '1' AND clk ' EVENT THEN
      state <= d AFTER cq_delay;
    END IF;
  END PROCESS dff;
  q <= state;
  qb <= NOT state;
END behavioral;

```

(a)

ที่มา : VDHL, [abacus.ee.psu.ac.th/210-292/vhdl/vhdl2.htm](http://abacus.ee.psu.ac.th/210-292/vhdl/vhdl2.htm)

แผนภาพที่ ๒-๓ การเปรียบเทียบคุณลักษณะทางอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ (ต่อ)

```

ARCHITECTURE average_delay_behavioral OF d_sr_flipflop IS
BEGIN
  dff : PROCESS (rst, set, clk)
    VARIABLE state : BIT := '0';
    BEGIN
      IF set= '1' THEN
        state <= '1';
      ELSIF rst = '1' THEN
        state <= '0';
      ELSIF clk = '1' AND clk ' EVENT THEN
        state <= d;
      END IF;
      q <= state AFTER (sq_delay + rq_delay + cq_delay)/3;
      qb <= NOT state AFTER(sq_delay + rq_delay + cq_delay)/3;
    END PROCESS dff;
END behavioral;

```

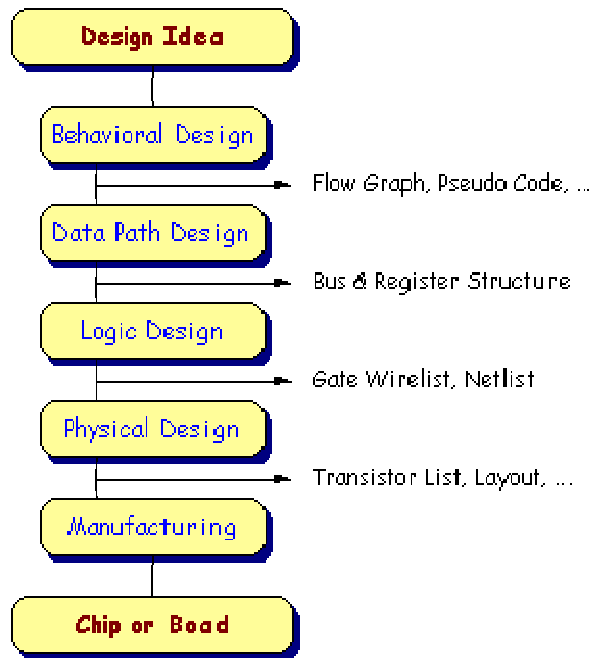
(b)

ที่มา : VDHL, abacus.ee.psu.ac.th/210-292/vhdl/vhdl2.htm

## แนวคิดในการวิจัยและพัฒนาระบบอิเล็กทรอนิกส์แบบต่อยอด

ในการออกแบบระบบดิจิทัล เริ่มตั้งแต่การกำหนดแนวความคิดเบื้องต้นจนกระทั่งได้ออกมาเป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ที่ใช้งานได้จะต้องผ่านขั้นตอนต่างๆ มากมาย และในแต่ละขั้นตอนผู้ออกแบบจะต้องตรวจสอบผลลัพธ์ในแต่ละขั้น ก่อนเข้าสู่กระบวนการออกแบบในขั้นต่อไป แผนภาพที่ ๒-๔ แสดงขั้นตอนปกติที่ใช้ในการออกแบบระบบดิจิทัลทั่วไป ขั้นแรกผู้ออกแบบจะกำหนดแนวความคิดในการออกแบบแล้วทำการพัฒนาให้สามารถนำมาใช้ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งภายในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจำเป็นต้องสร้างรูปแบบระบบในเชิงพฤติกรรมขึ้นมาตรวจสอบ ซึ่งอาจจะเป็นผังงานแสดงแบบหรือ รหัสคำสั่งเทียม (Pseudo code) ก็ได้

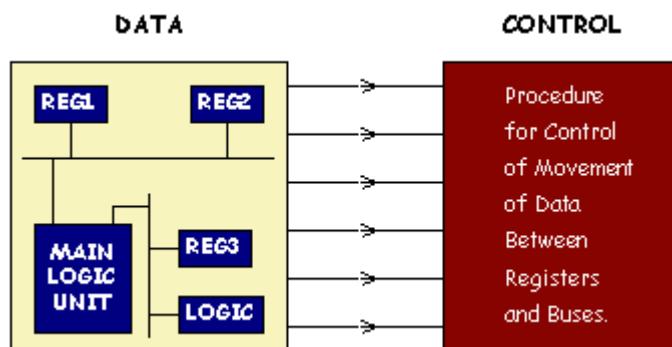
แผนภาพที่ ๒-๔ แสดงขั้นตอนการออกแบบระบบดิจิทัล



ที่มา : VDHL, abacus.ee.psu.ac.th/210-292/vhdl/vhdl2.htm

ขั้นตอนต่อไปเป็นการออกแบบระบบเส้นทางของข้อมูล ผู้ออกแบบจะกำหนดส่วนประกอบของ รีจิสเตอร์และวงจรถลอจิก ที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อนำมาประกอบเป็นระบบที่สมบูรณ์ โดยแต่ละ องค์ประกอบสามารถเชื่อมต่อกันด้วยบัสหนึ่งหรือสอง ทิศทาง (Unidirectional or Bidirectional Bus) ส่วนกระบวนการในการควบคุมการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่าง รีจิสเตอร์และวงจรถลอจิก จะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมของระบบที่กำหนดไว้ดังแผนภาพที่ ๒-๕

แผนภาพที่ ๒-๕ การออกแบบระบบเส้นทางของข้อมูล



ที่มา : abacus.cc.psu.ac.th/210-292/vhdl/vhdl/htm

ขั้นตอนถัดมาเป็นการออกแบบวงจรลอจิก ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการนำเกทดิจิทัลพื้นฐาน และ ฟลิปฟลอป (Flip-flop) มาประกอบเป็นอุปกรณ์ย่อยต่างๆ เช่น รีจิสเตอร์เก็บข้อมูล บัสวงจรลอจิก และส่วนควบคุมฮาร์ดแวร์ ซึ่งผลลัพธ์ ที่ได้ในขั้นตอนนี้จะเป็นเครือข่ายของการโยงใยระหว่างเกท และ ฟลิปฟลอปนั่นเองการออกแบบในขั้นตอนนี้ไป เป็นการเปลี่ยนเครือข่ายการ โยงใยที่ได้จาก ขั้นตอนที่แล้วให้เป็นลำดับของ ทรานซิสเตอร์ (Transistor List) และ Layout ซึ่งขั้นตอนนี้จะ เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดวางทรานซิสเตอร์หรือไลบรารีเซลล์ เพื่อ แทนเกทและฟลิปฟลอปต่างๆ และในขั้นตอนนี้สุดท้ายจะเป็นการส่งระบบที่ออกแบบไว้ไป ทำการสื่อสารที่โรงงานเพื่อผลิต ออกมาเป็นวงจรรวมในที่สุด

จากที่กล่าวมาข้างต้นในการเขียน โปรแกรมสำหรับอธิบายคุณลักษณะเฉพาะของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น หากเราสามารถเขียน โปรแกรมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในระดับต่าง ๆ กัน โดยเริ่มจากระดับต่ำสุด

๑. ในระดับ Component Level ประกอบไปด้วย Gate หรือ Transistor

๒. ในระดับ Integrated Circuit Level ประกอบด้วย IC ชนิดต่าง ๆ ซึ่งนำมาจากการ เขียนโปรแกรมระดับ Component Level

๓. ในระดับ VLSI ประกอบด้วย IC Level และ IC เฉพาะ

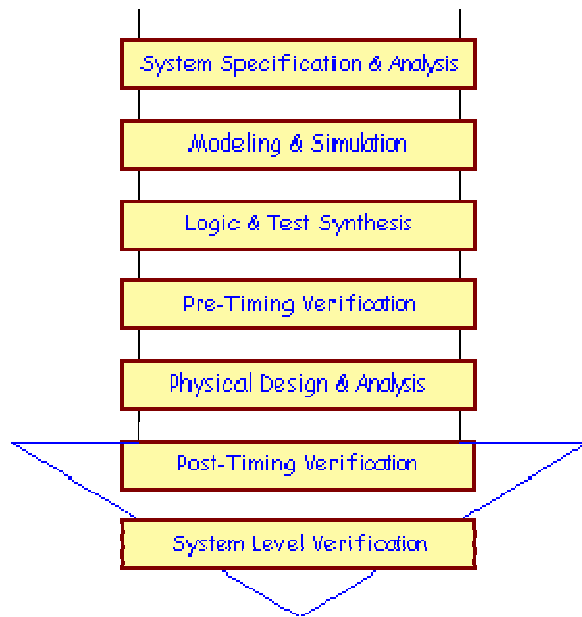
๔. ในระดับ Circuit Boards

๕. ในระดับ Equipments

๖. ในระดับ System Level

โดยที่โปรแกรมระดับสูงขึ้นไปจะประกอบด้วยโปรแกรมของอุปกรณ์แต่ละชนิด ประกอบเข้าด้วยกัน หากคิดในด้านการวิจัย ก็คือในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับอุปกรณ์ใหม่ ๆ สามารถใช้โปรแกรมของอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วได้เลย โดยที่ไม่ต้องเสียเวลาในการพัฒนาเขียน โปรแกรมของเดิมเพราะโปรแกรมของอุปกรณ์เดิมที่พัฒนาและจะถูกเก็บไว้ใน Library ของระบบ การจะนำมาใช้เพียงแต่อ้างอิง Library นั้น ๆ พร้อมกับใส่ข้อมูลของ Parameter ที่เกี่ยวข้องกับ อุปกรณ์ให้ถูกต้องดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในแผนภาพที่ ๒-๖

แผนภาพที่ ๒-๖ การพัฒนาโปรแกรมแบบต่อยอด



ที่มา : VDHL, [abacus.ee.psu.ac.th/210-292/vhdl/vhdl2.htm](http://abacus.ee.psu.ac.th/210-292/vhdl/vhdl2.htm)

## การออกแบบจากบนลงล่าง

ในการพัฒนางจรรวมดิจิทัลขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อน วิศวกรหรือผู้ออกแบบมักจะมองการออกแบบให้อยู่ในรูปของ บล็อกไดอะแกรมก่อนที่ทำวิเคราะห์ให้ลึกถึงรายละเอียดต่อไป ซึ่งภาษา VHDL นั้นอนุญาตให้อธิบายและวิเคราะห์การทำงานของแต่ละบล็อก รวมถึงการปรับปรุงการทำงานจากผลที่วิเคราะห์เพื่อให้ได้การทำงานตามต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มเติมในรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนได้ ซึ่งหลักการนี้สอดคล้องกับหลักการออกแบบจากบนลงล่าง (Top - Down Design) นั่นเอง ถ้าทดลองเปรียบเทียบกับกรออกแบบจากล่างขึ้นบน (Bottom - Up Design) จะเห็นได้ว่า การออกแบบจากล่างขึ้นบนจะใช้เวลาการออกแบบมากกว่า 90% เนื่องจากการวาดวงจรด้วยอุปกรณ์ต่างๆ (Schematic capture ) ที่ประกอบกันเข้าเป็นวงจรที่ต้องการออกแบบ ก่อนแล้วจึงทำการจำลองการทำงาน และตรวจ สอบความถูกต้อง ดังนั้นการใช้ภาษา VHDL กับหลักการออกแบบจากบนลงล่างจึงเป็นทางเลือกให้กับวิศวกรที่สามารถ ออกแบบและพัฒนางจรรวมที่มีความซับซ้อนได้มากขึ้น ทั้งยังช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการออกแบบด้วย จาก แผนภาพที่ 5.18 แสดงถึงขั้นตอนของการออกแบบจากบนลงล่าง ทั้งนี้ในทางปฏิบัติอาจมี ข้อแตกต่างไปจากนี้บ้าง เล็กน้อยเนื่องจากขั้นตอนของการผลิต (Implementation) สามารถกระทำได้หลายเทคโนโลยี สำหรับรายละเอียดของขั้นตอนการออกแบบจากบนลงล่างในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

๑. สร้างข้อกำหนดของความต้องการ และวิเคราะห์ระบบ เพื่อหาแนวความคิดและหลักการ (Idea and Concept) ในการแก้ปัญหา

๒. เขียนรูปแบบของระบบที่ต้องการออกแบบโดยใช้ภาษา VHDL หรือ ภาษา HDL อื่น ๆ สำหรับบรรยายพฤติกรรมการทำงาน พร้อมทั้งจำลองการทำงาน เพื่อเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องกับข้อกำหนด

๓. หลังจากที่ได้หลักการขั้นต้นพร้อมแนวความคิดที่ผ่านการตรวจสอบแล้วหลักการนี้จะถูกเพิ่ม เติมในรายละเอียดลงมา เป็นลำดับขั้นที่สอง จนกระทั่งอยู่ในระดับที่จะนำไปผลิตวงจรจริง หรือสังเคราะห์ในขั้นตอนนี้อะเทคโนโลยีที่จะมารองรับ วงจรออกแบบจะถูกกำหนดขึ้น และระบบช่วยการออกแบบจะสังเคราะห์วงจรที่ได้ จากรูปแบบที่เขียนขึ้นให้อยู่ในรูปของวงจรที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือวงจรในระดับเกท และการเชื่อมต่อระหว่างกันของอุปกรณ์เหล่านั้นหรือ ไม่ก็อยู่ในรูปของ Netlist ที่สามารถนำไปผลิตในอุปกรณ์อื่นได้

๔. หลังจากการสังเคราะห์ วงจรให้อยู่ในระดับเกทหรือ Netlist แล้ว ข้อมูลนี้จะถูกใช้สำหรับจำลองการทำงานในเรื่อง ความถูกต้องของฟังก์ชัน พร้อมกับนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเวลาเข้ามาประกอบการพิจารณาด้วย ซึ่งตามปกติแล้วอุปกรณ์ ทางอิเล็กทรอนิกส์ทุกชิ้นจะมีเวลาหน่วงของการแพร่กระจาย (Propagation Delay Time) เสมอ ถึงแม้ว่าจะเป็น เวลาที่น้อยมากในระดับนาโนวินาทีก็ตาม แต่ถ้าภายในวงจรหนึ่งประกอบด้วยเกทของฟังก์ชันต่างๆ จำนวน 10,000 เกท ขึ้นไป เวลาดังกล่าวนี้จะสะสมกันมากขึ้น จนอาจทำให้การทำงานของวงจรรวมทั้งหมดผิดพลาดไปหรือไม่สามารถทำงานในย่านความถี่สัญญาณนาฬิกาที่สูงได้

๕. ผลิตเป็นวงจรจริง (Technology and device mapping) โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์มาผลิต ซึ่งอาจ จะอยู่ในรูปของแผงวงจรไฟฟ้า ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์หลายๆ ชิ้นหรืออยู่ในรูปของวงจรรวม ASIC (Application Specific Integrated Circuit)

๖. ทำการตรวจสอบการทำงานและตัวแปร ทางด้านเวลาทั้งหมด เพื่อความถูกต้องของวงจรเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปรวมเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆ ให้เป็นระบบดิจิทัล เนื่องจากในขั้นตอนนี้ วงจรที่ออกแบบ จะประกอบด้วยจุดต่อทางอินพุตและเอาต์พุต ซึ่งเป็นจุดต่อสำหรับการรับและส่งสัญญาณกับภายนอก

๗. นำวงจรที่ออกแบบ ไว้ประกอบเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆ ให้เป็นระบบที่สมบูรณ์ แล้วทำการทดสอบการทำงานทั้งระบบร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีกครั้งเพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์

## แนวคิดและการดำเนินการในการจัดหาอุปกรณ์ของหน่วยงานอื่น

จากการที่สามารถเขียน โปรแกรมแสดงค่าคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ จึงเกิดแนวคิดและวิธีดำเนินการในการจัดหาอุปกรณ์ได้ดังนี้

๑. หน่วยงานผู้ใช้เป็นผู้กำหนดความต้องการของอุปกรณ์ในขั้นต้น โดยที่กำหนดเป็นความต้องการในด้านยุทธการ หรือ เป็นความต้องการในลักษณะการใช้งาน

๒. หน่วยงานที่มีหน้าที่จัดหาอุปกรณ์ทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับบริษัทผู้จำหน่ายเพื่อขอทราบคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ในรูปแบบของเอกสารหรือในรูปแบบของโปรแกรมคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ (ถ้ามี)

๓. หน่วยเทคนิคดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ โดยตรวจสอบทางเอกสารหรือใช้คอมพิวเตอร์ในการตรวจสอบ โปรแกรมคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ สำหรับอุปกรณ์ที่มีโปรแกรมคุณลักษณะเฉพาะมาใช้ทดสอบ สามารถได้รับการรับรองจากหน่วยเทคนิคว่าสามารถนำไปใช้ร่วมกับระบบอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ในส่วนที่เกี่ยวข้องได้

๔. ดำเนินวิธีการจัดหาอุปกรณ์ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี

ด้วยแนวคิดและวิธีการดำเนินการดังกล่าว ทำให้หน่วยเทคนิคมีข้อมูลของ โปรแกรมคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ที่สามารถเก็บรวบรวมไว้เพื่อการพัฒนา และการซ่อมบำรุงในอนาคต

## สรุป

ด้วยวิธีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยการใช้โปรแกรมภาษา VHDL ทำให้สามารถตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์โดยใช้คอมพิวเตอร์ก่อนนำไปใช้ในระบบจริง รวมทั้งสามารถทำให้เกิดการวิจัย และพัฒนาแบบต่อยอดโดยมีพื้นฐานเดิมจากโปรแกรมที่มีอยู่ เพื่อนำมาเขียนโปรแกรมสำหรับอุปกรณ์ใหม่ ๆ ซึ่งจะเอื้อประโยชน์ในการจัดหาอุปกรณ์ใหม่ ๆ ในอนาคต โดยการกำหนดขั้นตอนเพิ่มขึ้นในการจัดหาอุปกรณ์ เพื่อให้หน่วยเทคนิคได้ทำการตรวจสอบด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองการทำงาน



## บทที่ ๓

### องค์ประกอบของยุทธโศปกรณ์ที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกองทัพเรือ

ในปัจจุบันนี้ ระบบอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนสำคัญ ในส่วนต่าง ๆ ของยุทธโศปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้งาน (ตามแผนภาพที่ ๓-๑) อุปกรณ์สมัยใหม่ล้วนแต่มีพื้นฐานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ เข้ามาควบคุมการทำงานด้วยกันทั้งสิ้น ทั้งนี้เพื่อความรวดเร็วและแม่นยำ ในการใช้อุปกรณ์รวมทั้งการส่งข้อมูลที่มีความละเอียดและถูกต้อง ให้กับอุปกรณ์อื่น เพื่อให้มีการทำงานร่วมกันและเป็นมาตรฐานเดียวกัน และยังสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์เพิ่มเติมในอนาคต สำหรับในกองทัพเรือ ยุทธโศปกรณ์ส่วนใหญ่จะอยู่บนเรือรบ จะต้องมีความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นระบบ เพื่อความได้เปรียบทางยุทธวิธี และทางยุทธการซึ่งจะเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจของบุคคลากรได้ทันเวลา

แผนภาพที่ ๓-๑ ยุทธโศปกรณ์บนเรือรบที่เกี่ยวข้องกับระบบอิเล็กทรอนิกส์



ที่มา : REF18PM393797 Naresuan Frigate Modernisation ss quenvies, Saab,2010

## ยุทธศาสตร์ในเรือรบที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์

เรือรบที่มีคุณค่าทางยุทธการสูง มีความสำคัญสำหรับภารกิจในการรักษาผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล ซึ่งประกอบด้วย การลาดตระเวน การคุ้มกัน และการโจมตี ยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ในเรือรบที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์จะต้องมีการทำงานร่วมกัน ซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ (ดังแสดงในแผนภาพที่ ๓-๒) ได้ดังนี้

๑. ระบบอุปกรณ์ตรวจจับ เป็นอุปกรณ์ที่มีขีดความสามารถสูงในการตรวจจับภัยคุกคามชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปฏิบัติการ ซึ่งหากตรวจจับได้ก็จะมีการแจ้งเตือนและส่งข้อมูลให้กับระบบอื่น ๆ เพื่อปฏิบัติการต่อไป อุปกรณ์ชนิดนี้ได้แก่ ระบบเรดาร์ ระบบโซนาร์ ระบบ Optical ระบบ EMI/EMC ระบบ IFF

๒. ระบบต่อต้าน และทำลาย เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำลาย ภัยคุกคามที่จะเข้ามาทำอันตรายต่อตัวเรือ และกองเรือ ได้แก่ ระบบอาวุธชนิดต่าง ๆ เช่น ระบบจรวดนำวิถี ระบบปืน ระบบอาวุธต่อต้านปราบเรือดำน้ำ ทั้งนี้ รวมถึงระบบเป่าลวง เพื่อใช้ในการต่อต้านอาวุธนำวิถีของข้าศึกอีกด้วย

๓. ระบบสื่อสาร เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นในการติดต่อและรับส่งข้อมูลให้กับระบบต่าง ๆ ทั้งภายในตัวเรือ และให้กับกองเรือ เพื่อเป็นข้อมูลร่วมสำหรับการปฏิบัติงานทางยุทธวิธี อุปกรณ์ที่จำเป็นได้แก่ระบบวิทยุ VHF/UHF ระบบ Data Link และระบบการสื่อสารดาวเทียม เป็นต้น

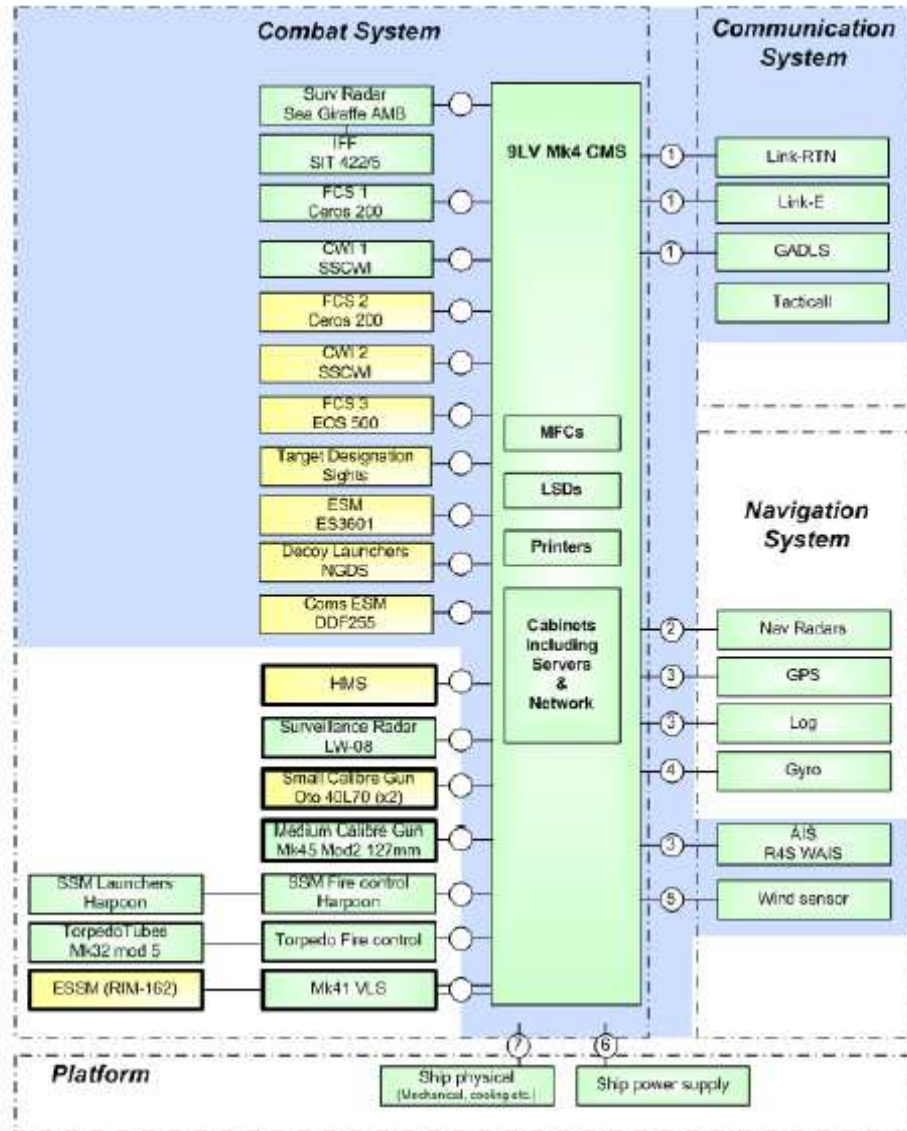
๔. ระบบอุปกรณ์เดินเรือ เป็นอุปกรณ์ที่บ่งถึงสถานะของเรือในปัจจุบัน ซึ่งหมายถึงค่าบลที่ ความเชื่อถือ กระแสน้ำ ความเร็วของลม อุณหภูมิ ความลึกของน้ำ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับระบบอาวุธเพื่อการคำนวณในการทำลายเป้าหมาย

๕. ระบบควบคุมการขับเคลื่อน เป็นระบบที่ใช้ในการสั่งการเครื่องจักร รวมถึงการบังคับควบคุมเรือ เพื่อให้ได้ความเร็วและทิศทางที่กำหนด

๖. ระบบป้องกันความเสียหาย เป็นระบบที่ควบคุมการดำเนินการด้านการดับเพลิง การสูบน้ำอัตโนมัติ ตลอดจนปรับแต่งความเอียงของตัวเรือ

๗. ระบบอำนวยความสะดวก เป็นระบบ ที่รวบรวมข้อมูลจากระบบข้างต้นที่กล่าวมาเพื่อนำมาประมวลผล สำหรับการเลือกใช้อาวุธ และการใช้เป่าลวง โดยจะทำการส่งข้อมูลไปยังระบบต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้อาวุธและเป่าลวงในสถานะที่เหมาะสม

แผนภาพที่ ๑-๒ การแบ่งกลุ่มอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนเรือ



ที่มา : REF19 PM393748 Combat System Overview 1.0, Sabb, 2010(P7)

การคัดเลือกแบบยุทธโศปกรณ์(ที่มา กองทัพเรือ, ๒๕๕๒, เรื่องขออนุมัติแก้ไข  
แนวทางการจัดหายุทธโศปกรณ์หลักของ ทร.)

ในการดำเนินการจัดหายุทธโศปกรณ์หลักของ ทร. ที่ผ่านมา ได้มีการทบทวนแนว  
ทางการจัดหายุทธโศปกรณ์หลัก เพื่อให้การปฏิบัติเป็นไปอย่างมีถูกต้องตามระเบียบที่ทางราชการ  
กำหนดและสอดคล้องสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งในปัจจุบัน ได้กำหนดแนวทางการจัดหาฯ  
ไว้อย่างชัดเจน ๖ ขั้นตอน ได้แก่

๑. การเสนอความต้องการ โครงการและงบประมาณ
๒. การกำหนดความต้องการ(การกำหนดความคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ)
  ๓. การคัดเลือกแบบยุทธโศปกรณ์
  ๔. การขอความเห็นชอบตามระเบียบข้อ๒๗
  ๕. การขออนุมัติชื่อและลงนามในสัญญา(รวมถึงการร่างสัญญาด้วย)
  ๖. การบริหารสัญญาและการตรวจรับ/ตรวจการจ้าง

โดยมีรายละเอียดดังนี้

### ขั้นตอนที่ ๑ การเสนอความต้องการโครงการและงบประมาณ

๑. หน่วยเจ้าของโครงการจัดทำเอกสารขออนุมัติโครงการตามแบบ งบ. ๐๕ สำหรับการจัดหา/ปรับปรุงยุทธโศปกรณ์หลักตามโครงสร้างกำลังรบที่กำหนดในยุทธศาสตร์ ทร. เสนอ ทร. พร้อมขออนุมัติโครงการ
๒. กรมยุทธการทหารเรือ (ยก.ทร.) และ สำนักงานปลัดบัญชาทหารเรือ (สพช.ทร.) พิจารณาความเหมาะสมด้านยุทธการและงบประมาณตามลำดับ (โดยเชิญหน่วยเจ้าของโครงการ/หน่วยผู้ใช้ กรมฝ่ายอำนวยการและหน่วยเทคนิคที่เกี่ยวข้องร่วมพิจารณาและกำหนด/ปรับรายละเอียดของโครงการให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของ ทร. นโยบาย ทร. และเทคโนโลยี โดยให้พิจารณาแนวทางในการส่งกำลังบำรุงและซ่อมทำด้วย)
  ๓. คณะกรรมการพิจารณาโครงการจัดลำดับโครงการเสนอขออนุมัติ ทร.
  ๔. สพช.ทร. พิจารณาความต้องการงบประมาณของโครงการตามขั้นตอน
  ๕. ทร. ให้ความเห็นชอบและเสนอขออนุมัติโครงการ
  ๖. กองทัพอากาศ (ทอ.) ให้ความเห็นชอบและเสนอ กระทรวงกลาโหม (กท.) อนุมัติ

### ขั้นตอนที่ ๒ การกำหนดความต้องการ(การกำหนดความคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ)

๑. ยก.ทร. จัดทำความต้องการเบื้องต้น (STAFF TARGET: ST) และ สำนักงานจัดหายุทธโศปกรณ์ทหารเรือ (สยป.ทร.) เสนอแต่งตั้งกรรมการบริหารโครงการ เสนอขออนุมัติ ทร. (ผ่านกรมฝ่ายอำนวยการที่เกี่ยวข้อง) เมื่อได้รับจัดสรรงบประมาณเรียบร้อยแล้ว ให้ สยป.ทร. จัดทำแผนการจัดซื้อจัดจ้างประจำปีงบประมาณ เสนอ ทร. ขออนุมัติต่อไป

๒. คณะกรรมการบริหารโครงการ แต่งตั้งคณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ (STAFF REQUIREMENT: SR) คณะกรรมการคัดเลือกแบบยุทธโศปกรณ์ เจ้าหน้าที่พัสดุและคณะกรรมการร่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง

๓. คณะกรรมการ SR จัดทำ SR พร้อมประมาณการราคา ให้เป็นไปตาม ST ที่ ทร. อนุมัติไว้แล้วเสนอ ทร. (ผ่านคณะกรรมการบริหารโครงการ) เพื่ออนุมัติ

### ขั้นตอนที่ ๓ การคัดเลือกแบบยุทธโศปกรณ์

๑. คณะกรรมการคัดเลือกแบบ จัดทำเอกสารเชิญชวนให้เสนอแบบ โดยให้สอดคล้องกับ SR ที่ ทร. อนุมัติไว้ตามข้อ ๒ และเสนอขออนุมัติคณะกรรมการบริหารโครงการ

๒. ออกประกาศเชิญชวนไปยังผู้ผลิตและแหล่งขายต่างๆทั้งในและต่างประเทศ

๓. พิจารณาคัดเลือกแบบแล้วเสนอผลไปยังคณะกรรมการบริหารโครงการ เพื่ออนุมัติและประกาศผลการคัดเลือกแบบ

### ขั้นตอนที่ ๔ การขอความเห็นชอบตามระเบียบข้อ ๒๗

๑. เจ้าหน้าที่พัสดุ จัดทำเอกสารเชิญชวนเสนอราคา/เอกสารประกวดราคา และเอกสารที่เกี่ยวข้องการจัดซื้อ/จ้าง (แบบใบเสนอราคา แบบหลักประกันของ แบบหลักประกันการรับเงินล่วงหน้า แบบหลักประกันสัญญา)

๒. คณะกรรมการร่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อ/จ้าง จัดทำร่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อ/จ้าง เพื่อประกอบหนังสือเชิญชวนให้เสนอราคาและเสนอขออนุมัติคณะกรรมการบริหารโครงการ(ผ่านเจ้าหน้าที่พัสดุ)

๓. เจ้าหน้าที่พัสดุนำร่างงานขอจัดซื้อ/จ้าง เสนอขอความเห็นชอบจัดซื้อ/จ้างพร้อมแต่งตั้งคณะกรรมการจัดซื้อ/จ้างไปยังคณะกรรมการบริหารโครงการ เพื่อเห็นชอบและอนุมัติแต่งตั้งคณะกรรมการดังกล่าว

๔. ประธานคณะกรรมการบริหารโครงการออกหนังสือเชิญชวนเสนอราคาไปยังผู้เสนอราคาที่ผ่านการคัดเลือกแบบ

### ขั้นตอนที่ ๕ การขออนุมัติซื้อและลงนามในสัญญา (รวมถึงการร่างสัญญาด้วย)

๑. คณะกรรมการจัดซื้อ/จ้าง คัดเลือกผู้เสนอราคาที่เหมาะสมถูกต้องตรงตามเงื่อนไข และเกิดประโยชน์สูงสุดแก่ทางราชการ แล้วเสนอ คณะกรรมการบริหารโครงการ (ผ่านเจ้าหน้าที่พัสดุ) เพื่อเสนอขออนุมัติซื้อ/จ้าง

๒. คณะกรรมการบริหารโครงการ เสนอ ทร. (ผ่าน กบ.ทร.) เพื่อขออนุมัติซื้อ/จ้าง

๓. กรมส่งกำลังบำรุงทหารเรือ (กบ.ทร.) เสนอ ทร. (ผ่านสปช.ทร.) เพื่อขออนุมัติซื้อ/จ้าง

๔. สปช.ทร. เสนอ ทร. พร้อมขอความเห็นชอบความเหมาะสมของราคาจาก สำนักงบประมาณ ในกรณีเป็นงบประมาณผูกพันงบประมาณข้ามปี

๕. ทร. ให้ความเห็นชอบการจัดซื้อ/จ้าง (กรณีเกินอำนาจอนุมัติของทร.) และเสนอ ทท. เพื่อเสนอขออนุมัติซื้อ/จ้าง จนถึงผู้มีอำนาจอนุมัติซื้อ/จ้าง

๖. คณะกรรมการบริหารโครงการ (โดยคณะกรรมการร่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อ/จ้าง) จัดทำร่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อ/จ้างเสนอ ทร. เพื่อลงนามต่อไป

๗. ลงนามในสัญญา/ข้อตกลงซื้อ/จ้าง (ผบ.ทร. ลงนามหรือมอบอำนาจในการลงนาม แทน)

### ขั้นตอนที่ ๖ การบริหารสัญญาและการตรวจรับ/ตรวจการจ้าง

๑. สปช.ทร. เสนอคณะกรรมการบริหารโครงการ (ผ่านเจ้าหน้าที่พัสดุ) ขออนุมัติ แต่งตั้งคณะกรรมการตรวจรับ/ตรวจการจ้างในโอกาสแรก ภายหลังจากลงนามในสัญญา และในกรณีที่ คณะกรรมการตรวจการจ้าง ผู้ควบคุมงานและเจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานที่ต้องปฏิบัติราชการ ประจำ ณ ต่างประเทศ จะต้องเสนอขออนุมัติ ครม. (ผ่าน สปช.ทร.)

๒. สปช.ทร. บริหารสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ที่กำหนดไว้ในสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง และติดตามการดำเนินงานของผู้ขายหรือผู้รับจ้างในแต่ละงวดงานหรือการชำระเงิน จนกว่าผู้ขาย/ผู้รับจ้างจะพ้นภาระผูกพันตามสัญญา/ข้อตกลงซื้อ หรือจ้างและทร.คืนเงินค้ำประกันให้ผู้ขาย/ผู้รับจ้างเรียบร้อยแล้ว

๓. สปช.ทร. รายงานความก้าวหน้าและผลการตรวจรับ/ตรวจการจ้างของคณะกรรมการ ตรวจรับ/ตรวจการจ้างให้ ทร. (ผ่านคณะกรรมการบริหารโครงการ) ทราบ

นอกจากนั้น ในแนวทางการจัดหายุทธโศปกรณ์หลัก มีการกำหนดโครงสร้าง,หน้าที่ ของคณะกรรมการต่างๆและเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องไว้อย่างชัดเจน เช่น คณะกรรมการบริหาร โครงการจัดหายุทธโศปกรณ์หลักของกองทัพเรือ, คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะตามความ ต้องการของฝ่ายเสนาธิการ, คณะกรรมการคัดเลือกแบบยุทธโศปกรณ์, คณะกรรมการร่างสัญญา, หัวหน้าเจ้าหน้าที่พัสดุ/เจ้าหน้าที่พัสดุ, คณะกรรมการจัดซื้อ/จ้าง และคณะกรรมการตรวจรับ/ตรวจ การจ้าง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย ดังนี้

**คณะกรรมการบริหารโครงการจัดหายุทธโศปกรณ์หลักของ ทร.** อย่างน้อยประกอบด้วยผู้ ดำรงตำแหน่งดังต่อไปนี้

- |   |               |
|---|---------------|
| ๑. รอง เสธ.ทร. หรือ ผู้ที่ ทร.จะพิจารณาแต่งตั้ง | ประธานกรรมการ |
| ๒. ผช.เสธ.ทร.ผยก.                               | กรรมการ       |
| ๓. ผช.เสธ.ทร.ผยบ.                               | กรรมการ       |

๔. จก.ยก.ทร.	กรรมการ
๕. จก.กบ.ทร.	กรรมการ
๖. หน.หน่วยกรมฝ่ายอำนาจการที่เกี่ยวข้อง	กรรมการ หรือผู้แทน (ระดับนายพลเรือ)
๗. หน.หน่วยเทคนิคที่เกี่ยวข้องหรือผู้แทน	กรรมการ (ระดับนายพลเรือ)
๘. หน.หน่วยผู้ใช้ยุทธโปกรณ์ ฯ หรือผู้แทน	กรรมการ (ระดับนายพลเรือ)
๙. ผอ.สวพ.ทร.	กรรมการ
๑๐. ผอ.สยป.ทร.	กรรมการและเลขานุการ

#### มีหน้าที่ ดังนี้

๑. กำหนดกรอบนโยบาย แผนงานและวิธีดำเนินงาน และแนวปฏิบัติในการบริหารจัดการโครงการจัดหายุทธโปกรณ์หลักของ ทร. ให้ชัดเจน รัดกุม โปร่งใสและเป็นธรรม สามารถตรวจสอบได้ และมีผู้รับผิดชอบทุกขั้นตอน

๒. อำนาจการและประสานงาน ควบคุม กำกับดูแล และติดตามการดำเนินงานให้เป็นไป ด้วยความเรียบร้อยทุกขั้นตอนของการจัดซื้อหรือการจ้าง ตั้งแต่ขึ้นการดำเนินการซื้อ หรือจ้าง การอนุมัติสั่งซื้อหรือสั่งจ้าง การทำสัญญา และการบริหารสัญญา ตลอดจนการดำเนินการในส่วนของ ทร. ตามสัญญา ฯจนถึงการส่งมอบและรับมอบยุทธโปกรณ์หลักของ ทร. ไว้ใช้ในราชการ และผู้ขายพ้นภาระผูกพันตามสัญญา ฯ

๓. แต่งตั้งคณะกรรมการ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการซื้อหรือจ้าง ตามที่เห็นสมควรอย่างน้อยประกอบด้วย คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ (SR) คณะกรรมการร่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง หัวหน้าเจ้าหน้าที่พัสดุ/เจ้าหน้าที่พัสดुकณะกรรการจัดซื้อ/จ้างคณะกรรมการตรวจรับ/ตรวจการจ้าง ผู้ควบคุมงาน และคณะกรรมการคัดเลือกแบบยุทธโปกรณ์ (ถ้ามี) ตลอดจนคณะกรรมการ / คณะทำงาน / เจ้าหน้าที่ในการดำเนินการ/สนับสนุนการดำเนินการตามสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง

๔. ให้ความเห็นชอบคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ ตามที่คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ เสนอ

๕. อนุมัติการประมาณราคายุทธโปกรณ์ตามที่คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการเสนอ และอนุมัติแบบยุทธโปกรณ์ที่ผ่านการคัดเลือกของคณะกรรมการคัดเลือกแบบยุทธโปกรณ์แล้ว (ถ้ามี)

๖. ให้ความเห็นชอบรายงานขอซื้อหรือขอจ้างตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๓๕ และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม ข้อ ๒๗ กรณีเป็นการขอซื้อหรือขอจ้างโดยวิธี

ประกวดราคา หรือวิธีพิเศษ การซื้อหรือขอจ้างโดยวิธีพิเศษ กรณีเป็นการจัดหาชุดโพรแกรมทางทหารจากมิตรประเทศในลักษณะรัฐบาลต่อรัฐบาล ตามมติคณะรัฐมนตรี ลง ๑๓ ม.ค.๓๐ ตามหนังสือสำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี ที่ นร. ๐๒๐๒/๕๔๕ ลง ๑๓ ม.ค.๓๐ ให้จัดทำรายงานขอซื้อหรือขอจ้างตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุฯ ข้อ ๒๗ และแนวทางปฏิบัติตามมติคณะรัฐมนตรีดังกล่าวโดยอนุโลม

๙. ออกประกาศประกวดราคา หรือหนังสือเชิญชวนเสนอราคาแล้วแต่กรณี โดยเปิดเผยไปยังผู้มีอาชีพขายหรือผู้มีอาชีพรับจ้างผลิตชุดโพรแกรมนั้นๆ

๑๐. รายงานผลการดำเนินการจัดซื้อหรือจัดจ้าง พร้อมขออนุมัติ/ขอความเห็นชอบตั้งชื่อหรือตั้งจ้างจาก ทร. หรือผู้มีอำนาจตั้งชื่อหรือตั้งจ้าง

๑๑. ดำเนินการบริหารสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง ผ่าน สยป.ทร.ให้เป็นไปตามข้อกำหนด และเงื่อนไขของสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้างนั้นๆ และตามระเบียบปฏิบัติที่ทางราชการกำหนด

๑๒. รายงานผลการดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ ของการจัดหาชุดโพรแกรมหลักของทร.ให้ ทร.ทราบ ตามระยะเวลาที่เห็นสมควร

๑๓. ดำเนินการอื่นใดตามที่คณะกรรมการ ฯ เห็นสมควร เพื่อให้การซื้อหรือจ้างสัมฤทธิ์ผล รวมทั้งการดำเนินการตามสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง และการสนับสนุนต่างๆ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย หรือตามที่ ทร. มอบหมาย

๑๔. คณะกรรมการ ฯ พิจารณาที่ เมื่อผู้ขายหรือผู้รับจ้างพ้นภาระผูกพันตามสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้างเรียบร้อยแล้ว หรือตามที่ ทร.สั่งการ

**คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ (คณะกรรมการ SR) อย่างน้อยประกอบด้วย ผู้ดำรงตำแหน่งดังต่อไปนี้**

- |  |                     |
|--|---------------------|
| ๑. จก.ยก.ทร. หรือผู้ที่คณะกรรมการบริหารโครงการ ฯ จะพิจารณาแต่งตั้ง | ประธานกรรมการ       |
| ๒. หน.หน่วยผู้ใช้ชุดโพรแกรม ฯ หรือผู้แทน                           | กรรมการ             |
| ๓. หน.หน่วยเทคนิคที่เกี่ยวข้อง หรือผู้แทน                          | กรรมการ             |
| ๔. หน.กรมฝ่ายอำนวยการที่เกี่ยวข้อง หรือผู้แทน                      | กรรมการ             |
| ๕. ผู้แทน สยป.ทร.  | กรรมการ             |
| ๖. ผู้แทน สวพ.ทร.  | กรรมการ             |
| ๗. ผอ.กองพัฒนากำลังรบ ยก.ทร.                                       | กรรมการและเลขานุการ |



### มีหน้าที่ ดังนี้

๑. มีหนังสือเพื่อติดต่อประสานงานผู้มีอาชีพขายหรือผู้มีอาชีพรับจ้างทำ ยุทโธปกรณ์หลักเพื่อขอข้อมูล จัดบรรยายหรือดำเนินการอื่นใดเพื่อให้การจัดทำคุณลักษณะเฉพาะ ฯ แล้วเสร็จสมบูรณ์

๒. จัดทำร่างคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ (SR) ให้ สอดคล้องกับความต้องการเบื้องต้น (ST) ที่ ทร.อนุมัติ ทั้งนี้ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติและมาตรฐานของระบบ และการเชื่อมต่อระบบตลอดจนเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการผลิต ดัดตั้ง และทดสอบทดลองจะต้องมีความชัดเจน รัดกุม และถูกต้องตามหลัก วิชาการ มาตรฐาน และเทคนิคที่เกี่ยวข้อง

๓. ประมาณราคายุทโธปกรณ์หลักที่จะจัดซื้อหรือจ้าง อย่างน้อยควรมีการจำแนก ราคาตามระบบหลักของยุทโธปกรณ์นั้นๆ โดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่หรือจากการสืบราคาจากผู้มีอาชีพ ขาย หรือผู้มีอาชีพรับจ้างทำยุทโธปกรณ์นั้นๆ

๔. เสนอขออนุมัติร่างคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ และ ประมาณราคายุทโธปกรณ์ต่อ ทร.(ผ่าน คณะกรรมการบริหาร โครงการฯ)

๕. เชิญผู้ทรงคุณวุฒิ เจ้าหน้าที่พัสดุ และคณะกรรมการร่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อ หรือ จ้างและผู้เกี่ยวข้อง เข้าร่วมพิจารณาและเสนอแนะได้ตามความจำเป็น

๖. คณะกรรมการ ฯ พิจารณาที่เมื่อผู้ขายหรือผู้รับจ้าง พิจารณาผูกพันตามสัญญา/ ข้อตกลงซื้อหรือจ้างเรียบร้อยแล้ว หรือตามที่คณะกรรมการบริหาร โครงการฯ สั่งการ

**คณะกรรมการคัดเลือกแบบยุทโธปกรณ์ (ถ้ามี) อย่างน้อยประกอบด้วย ผู้ดำรง ตำแหน่งดังต่อไปนี้**

๑. หน.หน่วยเทคนิคที่รับผิดชอบยุทโธปกรณ์ฯ/ หน.หน่วยผู้ใช้อยุทโธปกรณ์ฯ หรือ ผู้ที่คณะกรรมการบริหาร โครงการ ฯ จะพิจารณาแต่งตั้ง

ประธานกรรมการ

๒. ผู้แทนกรมฝ่ายอำนวยการที่เกี่ยวข้อง

กรรมการ

๓. ผู้แทนหน่วยเทคนิคที่เกี่ยวข้อง

กรรมการ

๔. ผู้แทนหน่วยผู้ใช้อยุทโธปกรณ์ ฯ

กรรมการ

๕. ผู้แทน สขป.ทร.

กรรมการ

๖. ผู้แทน สวพ.ทร.

กรรมการ

๗. ผู้แทนหน่วยเทคนิคที่รับผิดชอบยุทโธปกรณ์ฯ

กรรมการหน่วย ผู้ใช้

ยุทโธปกรณ์ฯ และเลขานุการ

### มีหน้าที่ ดังนี้

๑. จัดทำเอกสารเชิญชวนให้เสนอแบบยุทธโรปกรณ์หลักของ ทร. โดยให้สอดคล้องกับ คุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ หลักเกณฑ์ เงื่อนไขและวิธีการคัดเลือกตามที่ ทร.อนุมัติไว้ ให้มีความชัดเจน โปร่งใสและรัดกุม เกิดความเป็นธรรมแก่ผู้เสนอแบบยุทธโรปกรณ์ทุกราย และ ขออนุมัติคณะกรรมการบริหารโครงการ ฯ

๒. มีหนังสือเชิญชวนให้ผู้มีอาชีพขายหรือผู้มีอาชีพรับจ้างทำยุทธโรปกรณ์เข้าร่วมเสนอแบบยุทธโรปกรณ์

๓. รายงานผลการพิจารณาและความเห็นพร้อมด้วยเอกสารที่ได้รับไว้ทั้งหมดต่อคณะกรรมการบริหารโครงการ ฯ เพื่อพิจารณา

๔. ดำเนินการอื่นใดตามที่เห็นสมควรเพื่อให้การคัดเลือกแบบยุทธโรปกรณ์สัมฤทธิ์ผล รวมทั้งเชิญผู้แทนสำนักงานพระธรรมนูญทหารเรือ (สธน.ทร.) (ผู้เชี่ยวชาญด้านสัญญา) ร่วมพิจารณาและให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติเอกสารและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกแบบฯ

๕. คณะกรรมการ ฯ พิจารณาที่ เมื่อผู้มีอำนาจอนุมัติสั่งซื้อหรือสั่งจ้างแล้ว

คณะกรรมการร่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง อย่างน้อยประกอบด้วย ผู้ดำรงตำแหน่งดังต่อไปนี้

๑. หน.หน่วยผู้ใช้อยุทธโรปกรณ์ ฯ /หน.หน่วยเทคนิค ที่รับผิดชอบยุทธโรปกรณ์ฯ หรือผู้ที่คณะกรรมการบริหารโครงการ ฯ จะพิจารณาแต่งตั้ง

ประธานกรรมการ

๒. รอง ผอ.สยป.ทร.

กรรมการ

๓. ผอ.สธน.ทร.

กรรมการ

๔. ผู้แทน กง.ทร.

กรรมการ

๕. ผู้แทนหน่วยผู้ใช้อยุทธโรปกรณ์ ฯ

กรรมการ

๖. ผู้แทนกรมฝ่ายอำนวยการที่เกี่ยวข้อง

กรรมการ

๗. ผู้แทนหน่วยเทคนิคที่เกี่ยวข้อง

กรรมการ

๘. ผู้แทนคณะกรรมการจัดซื้อ/จ้าง

กรรมการ

๙. ผู้แทน สยป.ทร.

กรรมการและเลขานุการ

๑๐. ผู้แทน สธน.ทร.

กรรมการ และผช.เลขานุการ

### มีหน้าที่ ดังนี้

๑. จัดทำร่างตัวอย่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง ตามแบบตัวอย่างสัญญาท้ายระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๓๕ และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม หรือแบบตัวอย่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้างที่ผ่านการตรวจร่างจากสำนักงานอัยการสูงสุด หรือแบบตัวอย่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้างที่ ทร.เคยใช้และที่ผ่านมาไม่ปรากฏข้อเสียเปรียบหรือเสียประโยชน์

๒. จัดทำร่างตัวอย่างหนังสือค้ำประกันของ หนังสือค้ำประกันการปฏิบัติตามสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง หนังสือค้ำประกันการจ่ายเงินล่วงหน้า ตามแบบที่ทางราชการกำหนด

๓. เสนอขออนุมัติร่างตัวอย่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง และหนังสือค้ำประกันตามข้อ ๑. และ ๒. ต่อคณะกรรมการบริหารโครงการจัดหาวิทยุโทรศัพย์หลักของ ทร.

๔. เชิญผู้แทนคณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะตามความต้องการของฝ่ายเสนาธิการ และเจ้าหน้าที่พัสดุเข้าร่วมพิจารณาและเสนอแนะการจัดทำร่างตัวอย่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้างได้ตามความจำเป็น

๕. ดำเนินการร่วมกับผู้ขายหรือผู้รับจ้างยกร่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้างแล้วแต่กรณี โดยเชิญคณะกรรมการจัดซื้อ/คณะกรรมการจัดจ้าง คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะฯ และเจ้าหน้าที่พัสดุ เข้าร่วมพิจารณาและเสนอแนะด้วย

๖. จัดทำรายงานเสนอ ทร. เพื่อขออนุมัติร่างสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้างพร้อมกับกำหนดผู้ลงนามในสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง

๗. คณะกรรมการ ฯ พ้นหน้าที่ เมื่อมีการลงนามในสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้างเรียบร้อยแล้ว หรือตามที่คณะกรรมการบริหารโครงการ ฯ สั่งการ

หัวหน้าเจ้าหน้าที่พัสดุ/เจ้าหน้าที่พัสดุ อย่างน้อยประกอบด้วย ผู้ดำรงตำแหน่งดังต่อไปนี้

๑. รอง จก.พช.ทร.หรือผู้ที่คณะกรรมการบริหารโครงการฯจะพิจารณาแต่งตั้ง

หัวหน้าเจ้าหน้าที่พัสดุ

๒. รอง ผอ.สยป.ทร.

เจ้าหน้าที่พัสดุ

๓. ผู้แทน สรณ.ทร.

เจ้าหน้าที่พัสดุ

๔. ผู้แทน กงต.กง.ทร./กงบ.กง.ทร. (แล้วแต่กรณีของการจ่ายเงิน)

เจ้าหน้าที่พัสดุ

๕. ผอ.กลบ.กบ.ทร.

เจ้าหน้าที่พัสดุ

๖. ผอ.กงป.สปช.ทร.

เจ้าหน้าที่พัสดุ

๗. ผู้แทน พธ.ทร.

เจ้าหน้าที่พัสดุ และเลขานุการ

๘. ผู้แทน สยป.ทร.

เจ้าหน้าที่พัสดุ และ ผช.เลขานุการ

มีหน้าที่ ดังนี้

๑. จัดทำรายงานขอซื้อหรือขอจ้างเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหารโครงการจัดหายุทธโปกรณ์หลักของ ทร. โดยถือปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๓๕ และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม ข้อ ๒๗ พร้อมกับการขออนุมัติแต่งตั้งคณะกรรมการจัดซื้อหรือคณะกรรมการจัดจ้าง คณะกรรมการและเจ้าหน้าที่อื่นๆ ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับการซื้อหรือจ้างครั้งนั้นๆ

๒. จัดทำประกาศประกวดราคา เอกสารประกวดราคา หรือจัดทำเอกสารเชิญชวนเสนอราคา กรณีเป็นการซื้อหรือจ้าง โดยวิธีประกวดราคาหรือวิธีพิเศษ ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๓๕ และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม แล้วแต่กรณี จัดทำเอกสารเชิญชวนเสนอราคากรณีเป็นการซื้อหรือจ้างโดยวิธีพิเศษ กรณีเป็นการจัดหายุทธโปกรณ์ทางทหารจากมิตรประเทศในลักษณะรัฐบาลต่อรัฐบาล

๓. จัดทำรายงานขออนุมัติสั่งซื้อหรือสั่งจ้าง พร้อมกับความเห็นของคณะกรรมการจัดซื้อหรือคณะกรรมการจัดจ้าง คณะกรรมการและเจ้าหน้าที่อื่นๆ ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับการซื้อหรือจ้างครั้งนั้นๆ

๔. เสนอขออนุมัติแต่งตั้งคณะกรรมการตรวจรับ หรือคณะกรรมการตรวจการจ้าง และผู้ควบคุมงาน (ถ้ามี) ตามที่ สยป.ทร.เสนอ โดยสอดคล้องกับข้อกำหนดและเงื่อนไขของสัญญา/ข้อตกลง ซื้อหรือจ้าง

๕. ดำเนินการร่วมกับ สยป.ทร. เพื่อให้ สยป.ทร.บริหารสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้างให้เป็นไปตามข้อกำหนดและเงื่อนไขของสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง

๖. ดำเนินการอื่นใดตามที่เห็นสมควร หรือตามที่คณะกรรมการบริหารโครงการจัดหายุทธโปกรณ์หลักของ ทร. มอบหมายโดยให้ถือปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๓๕ และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม มติคณะรัฐมนตรี และระเบียบปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

๗. หัวหน้าเจ้าหน้าที่พัสดุ/เจ้าหน้าที่พัสดุ พนักงานที่เมื่อผู้ขายหรือผู้รับจ้างพ้นภาระผูกพันตามสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง หรือตามที่คณะกรรมการบริหารโครงการ ฯ สั่งการ

คณะกรรมการจัดซื้อ/จ้าง อย่างน้อยประกอบด้วย ผู้ดำรงตำแหน่งดังต่อไปนี้

๑. หน.หน่วยผู้ใช้ยุทธโปกรณ์ ฯ /หน.หน่วยเทคนิค ที่รับผิดชอบ ยุทธโปกรณ์ ฯ/  
ประธานกรรมการร่าง สัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง หรือผู้ที่คณะกรรมการ  
บริหารโครงการฯ จะพิจารณาแต่งตั้ง ประธานกรรมการ
๒. ผู้แทน สยป.ทร. กรรมการ
๓. ผู้แทน กบ.ทร. กรรมการ
๔. ผู้แทนกรมฝ่ายอำนวยการที่เกี่ยวข้อง กรรมการ
๕. ผู้แทนหน่วยเทคนิคที่เกี่ยวข้อง กรรมการ
๖. ผู้แทนหน่วยผู้ใช้ยุทธโปกรณ์ ฯ กรรมการ และหน่วยเทคนิคที่  
รับผิดชอบยุทธโปกรณ์ ฯ เลขานุการ

มีหน้าที่ ดังนี้

๑. ดำเนินการคัดเลือกผู้เสนอราคาตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดไว้ใน  
เอกสารประกวดราคา เอกสารเชิญชวนเสนอราคา แล้วแต่กรณี ในกรณีจำเป็นเพื่อประโยชน์ของ  
ทางราชการ คณะกรรมการฯ อาจเรียกผู้เสนอราคามาชี้แจงในรายละเอียดของข้อเสนอเป็นการ  
เพิ่มเติม ก็ได้

๒. รายงานผลการพิจารณา และความเห็นพร้อมด้วยเอกสารที่ได้รับไว้ทั้งหมดต่อ  
คณะกรรมการบริหารโครงการฯ โดยเสนอผ่านเจ้าหน้าที่พัสดุ

๓. ดำเนินการอื่นใดตามที่เห็นสมควร โดยถือปฏิบัติตามระเบียบสำนัก  
นายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๓๕ และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม มติคณะรัฐมนตรี และ  
ระเบียบปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

๔. คณะกรรมการฯ พ้นหน้าที่ เมื่อมีการลงนามในสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง  
เรียบร้อยแล้ว

คณะกรรมการตรวจรับ/ตรวจการจ้าง แต่งตั้งโดยคณะกรรมการบริหารโครงการฯ  
(สยป.ทร. เสนอขออนุมัติแต่งตั้ง ผ่านเจ้าหน้าที่พัสดุ)

มีหน้าที่ ดังนี้

๑. ดำเนินการทดสอบทดลองและตรวจรับยุทธโปกรณ์ ฯ หรืองานจ้างทำ/ซ่อม/  
ปรับปรุงยุทธโปกรณ์ ฯ ให้เป็นไปตามข้อกำหนด ในสัญญา/ข้อตกลงซื้อหรือจ้าง แล้วแต่กรณี

๒. ดำเนินการอื่นใดตามที่เห็นสมควร โดยถือปฏิบัติตามระเบียบสำนัก  
นายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๓๕ และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม มติคณะรัฐมนตรี และ  
ระเบียบปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

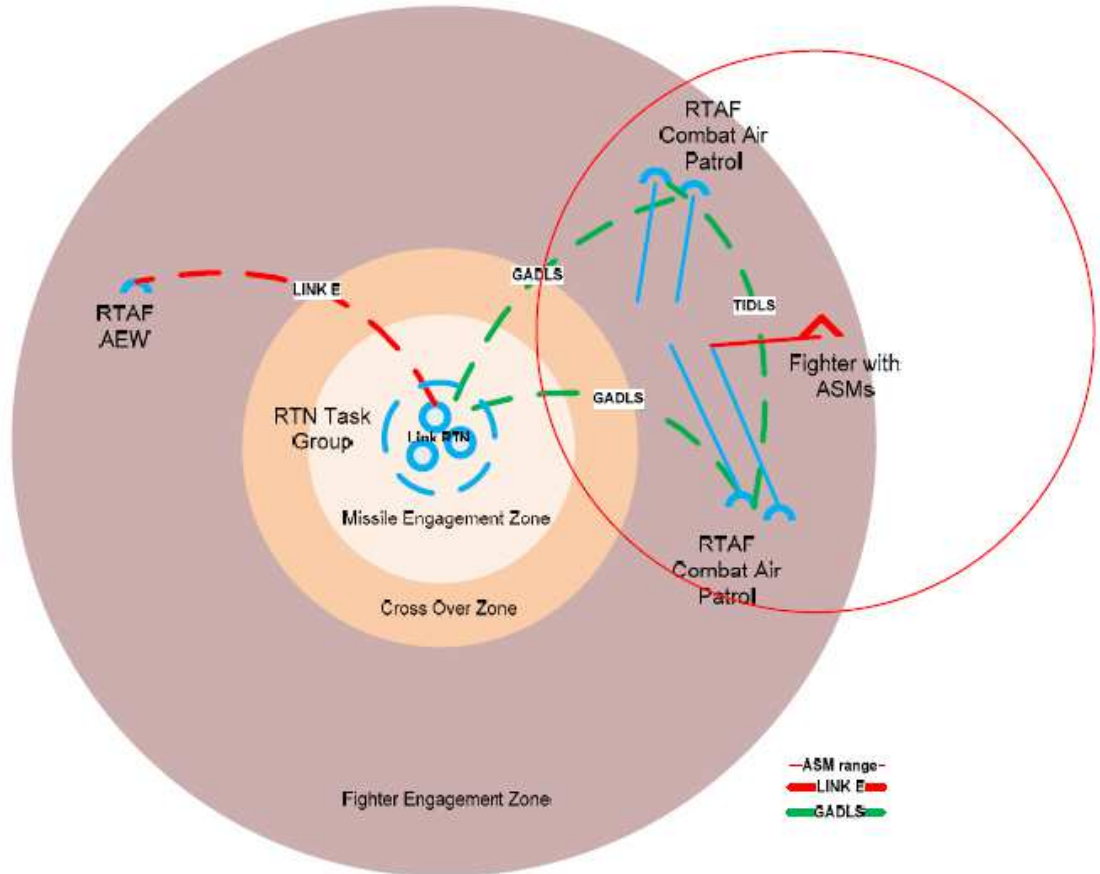
๓. รายงานความก้าวหน้าเสนอคณะกรรมการบริหารโครงการ ฯ (ผ่าน สขป.ทร.)

๔. คณะกรรมการ ฯ พิจารณาที่ เมื่อผู้ขายหรือผู้รับจ้าง พิจารณาระผูกพันตามสัญญา/  
ข้อตกลงซื้อหรือจ้างแล้ว

ในการจัดหายุทธโปกรณ์ของกองทัพเรือ นั้น ปฏิบัติตามระเบียบการจัดหาพัสดุของ  
สำนักนายกรัฐมนตรียุ่ อย่างเคร่งครัด โดยที่แบ่งวิธีการจัดหา ออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้

๑. การกำหนดความต้องการทางยุทธการ เป็นการเสนอความต้องการในเบื้องต้น  
เพื่อให้สอดคล้องกับภารกิจและยุทธศาสตร์ โดยจะกำหนดเป็นลักษณะความต้องการในการใช้งาน  
เช่น ความต้องการทางอาวุธที่สามารถป้องกันภัยจากการโจมตี ภัยทางอากาศ ให้กับกองเรือบรรทุก  
เฮลิคอปเตอร์ ในระยะ ๓๐ ไมล์ทะเล (ตามที่แสดงในแผนภาพที่ ๓-๓)

แผนภาพที่ ๓-๓ การกำหนดความต้องการทางยุทธการ

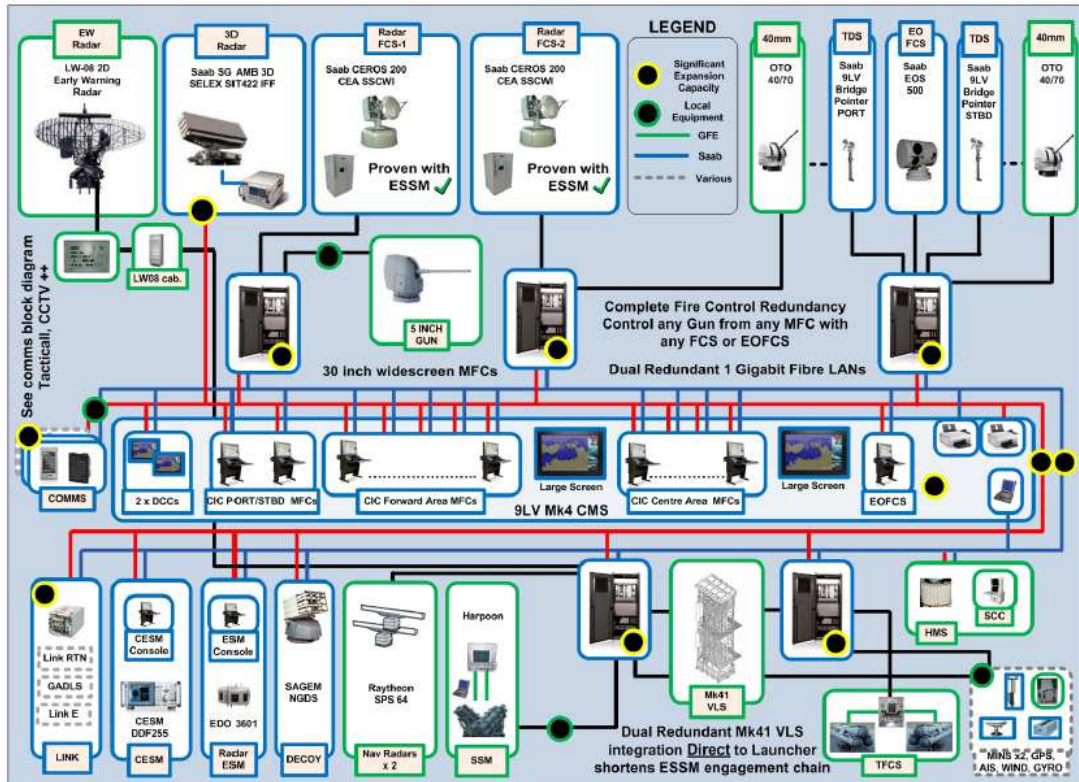


ที่มา : REF18PM393797 Narasuan Frigate Modernisation-ss overview, Saab, 2010

๒. การพิจารณาเลือกยุทธโศปกรณ์จากบริษัทผู้จำหน่าย เป็นการสอบถามการติดต่อประสานงานระหว่างกองทัพเรือ กับบริษัทที่จำหน่ายหรือผลิตยุทธโศปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยกองทัพเรืออาจสอบให้หน่วยเทคนิคที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ หรือกรมสรรพาวุธทหารเรือ ดำเนินการพิจารณาตรวจสอบคุณลักษณะของยุทธโศปกรณ์ของแต่ละบริษัทที่เสนอมานำมาใช้ในเรือรบได้หรือไม่ (ดังแสดงตามรูปที่ ๓-๔) ทั้งนี้ถ้าเป็นระบบขนาดใหญ่ที่มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ของหน่วยเทคนิคหลายหน่วย ก็จะทำให้สำนักงานจัดหายุทธโศปกรณ์กองทัพเรือเป็นผู้จัดการในการดำเนินการจัดหา

๓. การติดตั้งและตรวจรับ ในขั้นตอนนี้ บริษัทที่ได้รับการคัดเลือกจะต้องดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ที่จัดหาให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ในสัญญา โดยที่การตรวจสอบการติดตั้งและตรวจรับ จะดำเนินการโดยกรรมการที่กองทัพเรือแต่งตั้งขึ้น เพื่อกำกับการดำเนินการให้เป็นไปตามคุณลักษณะของอุปกรณ์และตรงตามความต้องการในด้านยุทธการ

แผนภาพที่ ๓-๔ การพิจารณาคัดเลือกเล็กระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในเรือรบ



ที่มา : REF19PM393798 Combat System Overview 1.0, Saab, 2010 (P8)

การซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์(ที่มา ระเบียบกองทัพเรือว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๕๓)

- ตามระเบียบกองทัพเรือว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๕๓ มีรายละเอียดดังนี้
- ข้อ ๑ ระเบียบนี้เรียกว่า “ระเบียบกองทัพเรือว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๕๓”
  - ข้อ ๒ ระเบียบนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันนี้เป็นต้นไป
  - ข้อ ๓ ให้ยกเลิก

- ๓.๑ ระเบียบกองทัพเรือว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ.๒๕๒๘
- ๓.๒ ระเบียบกองทัพเรือว่าด้วยการพัสดุ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ.๒๕๓๑
- ๓.๓ ระเบียบกองทัพเรือว่าด้วยการพัสดุ (ฉบับที่ ๓) พ.ศ.๒๕๓๒
- ๓.๔ ระเบียบกองทัพเรือว่าด้วยการพัสดุ (ฉบับที่ ๔) พ.ศ.๒๕๓๖

บรรดาระเบียบ ข้อบังคับ และคำสั่งอื่นใดที่กำหนดไว้แล้วในระเบียบนี้ หรือ ซึ่งขัดหรือแย้งกับ ระเบียบนี้ให้ใช้ระเบียบนี้แทน



ข้อ ๔ ให้เจ้ากรมส่งกำลังบำรุงทหารเรือ เป็นผู้รักษาการตามระเบียบนี้

#### หมวด ๑ นิยาม

ข้อ ๕ ในระเบียบนี้

๕.๑ “การพัสดุ” หมายความว่า การจัดทำเอง การซื้อ การจ้าง การโอน การแลกเปลี่ยน การเช่า การควบคุม การจำหน่าย และการดำเนินการอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ในระเบียบนี้

๕.๒ “พัสดุ” หมายความว่า วัสดุ ครุภัณฑ์ สำหรับใช้ในราชการกองทัพเรือ ตามที่กำหนดไว้ในข้อ ๑๒ แห่งระเบียบนี้

๕.๓ “วัสดุ” หมายความว่า สิ่งของซึ่งโดยสภาพเมื่อใช้แล้วย่อมสิ้นเปลืองหมดไปเอง แปรสภาพ หรือไม่คงสภาพเดิม รวมทั้งสิ่งของที่ทางราชการจัดหามา เพื่อซ่อมแซมหรือบำรุงรักษาทรัพย์สิน ตามการจำแนกประเภทรายจ่ายตามงบประมาณของสำนักงานงบประมาณ

๕.๔ “ครุภัณฑ์” หมายความว่า สิ่งของซึ่งมีลักษณะคงทนถาวร ตามการจำแนกประเภท รายจ่ายตามงบประมาณของสำนักงานงบประมาณ

๕.๕ “สิ่งอุปกรณ์” หมายความว่า สิ่งของที่เป็นทั้งมวลสำหรับหน่วยทหาร รวมทั้ง ที่มีไว้เพื่อการดำรงอยู่ และการปฏิบัติของหน่วยทหารด้วย

๕.๖ “ยุทธโศปกรณ์” หมายความว่า สิ่งทั้งมวล (รวมถึงเรือ อากาศยาน ยานพาหนะทางบก รถรบ รถช่วยรบ เครื่องทุ่นแรงและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอุปกรณ์สนับสนุน แต่ไม่รวมถึงอาคาร สถานที่ตั้ง และสาธารณูปโภค) ที่จำเป็นนำมาใช้ปฏิบัติการ เพื่อดำรงและสนับสนุนกิจกรรมทางการทหาร โดยไม่คำนึงถึงว่า การใช้ยุทธโศกรณ์นั้น กระทำเพื่อมุ่งหมายทางธุรการและการรบ

๕.๗ “พัสดुकงคลัง” หมายความว่า พักุที่จะต้องจัดหาเตรียมการไว้ตามเกณฑ์ที่ได้ กำหนดไว้ ในข้อ ๓๔ แห่งระเบียบนี้

๕.๘ “หน่วยเทคนิค” หมายความว่า หน่วยที่กองทัพเรือกำหนดไว้ตามระเบียบนี้

๕.๙ “คลังใหญ่” หมายความว่า คลังพัสดุของหน่วยเทคนิค

๕.๑๐ “คลังสาขา” หมายความว่า คลังพัสดุตามพื้นที่ต่าง ๆ ที่กองทัพเรือกำหนด

๕.๑๑ “คลังย่อย” หมายความว่า คลังพัสดุประจำหน่วยต่าง ๆ ที่มีเจ้าหน้าที่คลังพัสดุ ยกเว้นคลังใหญ่และคลังสาขา

## หมวด ๒ หน่วยเทคนิค อำนาจหน้าที่ และความรับผิดชอบ

### ข้อ ๖ หน่วยเทคนิค ได้แก่ หน่วยดังต่อไปนี้

- ๖.๑ กรมอุทกหารเรือ
- ๖.๒ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ
- ๖.๓ กรมช่างโยธาทหารเรือ
- ๖.๔ กรมสรรพาวุธทหารเรือ
- ๖.๕ กรมพลธิการทหารเรือ
- ๖.๖ กรมแพทย์ทหารเรือ
- ๖.๗ กรมการขนส่งทหารเรือ
- ๖.๘ กรมอุทกศาสตร์
- ๖.๙ กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ
- ๖.๑๐ กรมยุทธศึกษาทหารเรือ

ข้อ ๗ หน่วยเทคนิคมีหน้าที่และความรับผิดชอบในพัสดุประเภทที่อยู่ในภารกิจของคลังใหญ่ที่ขึ้นตรงตามที่กำหนดไว้ในข้อ ๓๒ วรรคสอง แห่งระเบียบนี้ ดังนี้

- ๗.๑ การวิจัยและพัฒนา
- ๗.๒ การจัดทำรายการพัสดุและเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการแก้ไขและปรับปรุงให้เหมาะสม
  - ๗.๓ การออกแบบ กำหนดมาตรฐานและคุณลักษณะ
  - ๗.๔ การวางแผน พิจารณา ตกลงใจในความต้องการและเสนองบประมาณ
  - ๗.๕ กำหนดอัตราและเกณฑ์การจ่าย ตลอดจนสิ่งจ่ายที่เกินอำนาจของคลังใหญ่
  - ๗.๖ การกำหนดความต้องการ การจัดหา การแจกจ่าย การควบคุม และจำหน่ายพัสดุ
  - ๗.๗ กำหนดหลักการ ออกคำแนะนำ และจัดทำคู่มือเกี่ยวกับการพ การเก็บรักษาและปรนนิบัติบำรุงพัสดุ
  - ๗.๘ อำนวยการ ประสานงาน แนะนำ กำกับดูแลและดำเนินการเกี่ยวกับการซ่อมบำรุง พัสดุในความรับผิดชอบ
  - ๗.๙ จัดทำและเผยแพร่ข้อมูลพัสดุในความรับผิดชอบ ให้หน่วยเกี่ยวข้องสามารถ ติดตามข้อมูลได้ตลอดเวลา จนถึงระดับคลังย่อย
  - ๗.๑๐ การตรวจสภาพคลังต่าง ๆ เพื่อนำผลมาปรับปรุงการดำเนินการให้เหมาะสม

๗.๑๑ การกำหนดภารกิจเพิ่มเติมให้คลังต่าง ๆ

ข้อ ๘ หน่วยเทคนิคมีอำนาจในการดำเนินการตามหน้าที่และความรับผิดชอบที่กล่าวในข้อ ๗ แห่งระเบียบนี้ ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ ตลอดจนข้อบังคับระเบียบปฏิบัติและคำสั่ง ของทางราชการที่เกี่ยวข้อง

ข้อ ๙ กรมพลธิการทหารเรือ นอกจากมีอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบในการดำเนินการ ตามข้อ ๗ และข้อ ๘ แห่งระเบียบนี้ในฐานะเป็นหน่วยเทคนิคแล้ว ให้มีอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ ในการดำเนินการ ดังนี้

๙.๑ การดำเนินการจัดหาพัสดุตามโครงการช่วยเหลือของต่างประเทศที่กองทัพเรือมอบหมาย

๙.๒ เป็นศูนย์กลางควบคุมการจัดทำระบบสมุดรายการพัสดุของกองทัพเรือ

๙.๓ เป็นศูนย์กลางข้อมูลพัสดुकคลังของกองทัพเรือ

๙.๔ เป็นศูนย์รวบรวมและบริการข่าวสารการพัสดุ

๙.๕ การประสานงานและเสนอแนะวิธีการจัดทำบัญชีพัสดุ การตรวจสอบพัสดุให้ตรง ตามบัญชีและแบบพิมพ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัสดุ

๙.๖ การดำเนินงานทางพิธีศุลกากรเกี่ยวกับพัสดุของกองทัพเรือ ที่รับจากต่างประเทศ หรือส่งออกนอกประเทศ รวมทั้งค่าธรรมเนียมที่เกี่ยวข้อง

ข้อ ๑๐ ให้กรมส่งกำลังบำรุงทหารเรือ มีหน้าที่ในการกำหนดนโยบายด้านการพัสดุของกองทัพเรือ และมีอำนาจในการติดตามข้อมูลพัสดุของคลังพัสดุทุกระดับของกองทัพเรือ รวมทั้งออกประกาศและแก้ไข เพิ่มเติมข้อความในคู่มือการจำแนกพัสดุและหน่วยรับผิดชอบพัสดุของกองทัพเรือ

#### หมวด ๓ พักและหน่วยรับผิดชอบ

ข้อ ๑๑ สิ่งอุปกรณ์ของกองทัพเรือ ถูกกำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการวางแผนการส่งกำลังและมีการ จัดแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในคู่มือการจำแนกพัสดุ และหน่วยรับผิดชอบพัสดุของกองทัพเรือ

ข้อ ๑๒ พักที่ใช้ในกองทัพเรือ มีการจัดแบ่งเป็นหมวดและประเภทของพัสดุ ตามที่กำหนดไว้ในคู่มือการจำแนกพัสดุและหน่วยรับผิดชอบพัสดุของกองทัพเรือ

ข้อ ๑๓ พักตามข้อ ๑๒ แบ่งออกเป็นรายการต่าง ๆ ตามที่หน่วยเทคนิครับผิดชอบกำหนด

ข้อ ๑๔ เพื่อให้การเรียกหน่วยนับของพัสดุต่าง ๆ เป็นไปในแนวทางเดียวกัน และสะดวกในการ ตรวจสอบ เบิก จ่าย และจัดหา ให้หน่วยเทคนิคที่รับผิดชอบในพัสดุประเภท

ใด กำหนดเรียกหน่วยนับแต่ละรายการ ของพัสดุประเภทนั้น ๆ ตามที่กำหนดไว้ในคู่มือการ  
จำแนกพัสดุและหน่วยรับผิดชอบพัสดุของกองทัพเรือ

#### หมวด ๔ การกำหนดความต้องการ

ข้อ ๑๕ ในการกำหนดความต้องการพัสดุ ให้หน่วยยึดถือแผน โครงการ  
นโยบาย และคำสั่งที่เกี่ยวข้องเป็นหลัก

ข้อ ๑๖ ให้หน่วยกำหนดความต้องการพัสดุ จากข้อมูลความต้องการของหน่วย  
ผู้ใช้ ตามอัตราและ/หรือสถิติการใช้งาน รวมทั้งคู่มือที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐาน โดยคำนึงถึงความ  
เพียงพอและความประหยัด ตลอดจนมาตรฐานยุทธโศปกรณ์ที่กำหนด ซึ่งจะต้องใช้ประโยชน์  
ให้เต็มที่ ก่อนหน่วยหรือยุทธโศปกรณ์จะยุบหรือปลดประจำการ

#### หมวด ๕ การจัดหา

ข้อ ๑๗ การจัดหา เป็นการดำเนินการที่จะให้ได้มา ซึ่งพัสดุตามความต้องการ  
ของหน่วยในระดับต่าง ๆ ตามแผนการจัดหา โดยการจัดหากระทำได้ตามลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

๑๗.๑ การซื้อ การจ้าง ให้ปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วย  
การพัสดุ ตลอดจน ข้อบังคับ ระเบียบปฏิบัติและคำสั่งของทางราชการที่เกี่ยวข้อง

๑๗.๒ การจัดทำเอง ให้ปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วย  
การพัสดุ พักดูใด ที่กองทัพเรือจัดทำขึ้นเองได้ ให้พิจารณาใช้พัสดุนั้นก่อนที่จะดำเนินการซื้อ  
หรือจ้างหรือเช่า

๑๗.๓ การโอนหรือการแลกเปลี่ยน ให้ปฏิบัติตามระเบียบสำนัก  
นายกรัฐมนตรีว่าด้วย การพัสดุ ตลอดจนข้อบังคับ ระเบียบปฏิบัติ และคำสั่งของทางราชการที่  
เกี่ยวข้อง

๑๗.๔ การเช่า ให้ปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการ  
พัสดุ ตลอดจน ข้อบังคับ ระเบียบปฏิบัติ และคำสั่งของทางราชการที่เกี่ยวข้อง

๑๗.๕ การดัดแปลงพัสดุที่เหลือใช้ เกินความต้องการ ถ้าสมมุย  
เสื่อมสภาพ หรือชำรุดจน ใช้ราชการไม่ได้ และได้จำหน่ายบัญชีแล้ว แต่อาจดัดแปลงเป็นพัสดุ  
ที่ใช้กิจการอื่น ๆ ได้ ให้ดำเนินการขออนุมัติ ดัดแปลงเพื่อจ่ายใช้ราชการต่อไป

๑๗.๖ การได้รับความช่วยเหลือ ให้ปฏิบัติตามข้อตกลงในการช่วยเหลือนั้น

#### หมวด ๖ การควบคุมพัสดุ

ข้อ ๑๘ พักดูไม่ว่าจะได้มาด้วยประการใด จะต้องจัดให้มีหลักฐานเอกสารควบคุม  
พัสดุ ได้แก่ การรับการตรวจ การขึ้นบัญชีคุม การเก็บรักษา การจ่าย การสำรวจ การรายงาน ความ  
สิ้นเปลืองพัสดุ และการ ตรวจสอบการปฏิบัติด้านการพัสดุ

ข้อ ๑๙ ให้คลังทุกคลังจัดทำบัญชีหรือทะเบียนเกี่ยวกับพัสดุ ที่อยู่ในความรับผิดชอบ ให้ถูกต้อง และทันสมัยอยู่เสมอ โดยให้ถือปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ ตลอดจนข้อบังคับ ระเบียบปฏิบัติและคำสั่งของทางราชการที่เกี่ยวข้อง

สำหรับพัสดุที่เป็นเครื่องสรรพาวุธนั้น นอกจากปฏิบัติตามที่กล่าวมาแล้ว ให้ปฏิบัติตามข้อบังคับ ทหารเรือว่าด้วยการสรรพาวุธด้วย

ข้อ ๒๐ การตรวจสอบพัสดุ ให้ปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ ตลอดจน ข้อบังคับ ระเบียบปฏิบัติและคำสั่งของทางราชการที่เกี่ยวข้อง

ข้อ ๒๑ การฝากและการรับฝากพัสดุ ให้ปฏิบัติดังนี้

๒๑.๑ คลังใดที่มีพัสดุอันจำเป็นต้องใช้ราชการอยู่เป็นจำนวนมาก และไม่สะดวกแก่การจัดเก็บรักษา หรือไม่เหมาะสมกับสภาพของสถานที่ ให้นำฝากพัสดุนั้นไว้ที่คลังอื่นได้ โดยให้ทำบัญชีคุม ไว้ให้เรียบร้อย

๒๑.๒ พักที่จะนำมาฝากจะต้องมีสภาพเรียบร้อย และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้รับฝาก

๒๑.๓ พักที่ฝากไว้ ผู้รับฝากจะนำไปใช้ราชการอย่างหนึ่งอย่างใด หรือจ่ายให้แก่ผู้อื่น ไม่ได้ นอกจากผู้ที่มีเอกสารสั่งจ่ายจากผู้ฝากมาแสดง

๒๑.๔ การรับฝากพัสดุที่ได้มาจากการจัดหา ให้ผู้ที่มีหน้าที่หรือหน่วยที่รับฝากพัสดุส่งพัสดุไปยังที่เก็บพัสดุ เมื่อการตรวจรับพัสดุสมบูรณ์แล้ว

ข้อ ๒๒ การส่งคืนและรับคืนพัสดุ

๒๒.๑ พักในความครอบครองของหน่วยผู้ใช้ คลังย่อยหรือคลังสาขา จะต้องนำส่งคืนคลังที่จ่ายพัสดุนั้นมา ดังนี้

๒๒.๑.๑ พักที่ยังใช้ราชการได้ แต่พัสดุนั้นเป็นพัสดุที่เบิกมาผิดเหลือใช้เกิน ความต้องการ ไม่มีเกณฑ์สะสม หรือได้รับคำสั่งให้ส่งคืน

๒๒.๑.๒ พักที่ล้าสมัย หมดประโยชน์ หมดอายุ หรือเสื่อมสภาพที่ได้รับอนุมัติให้จำหน่ายบัญชีแล้ว

๒๒.๒ คลังใหญ่ใดที่ได้รับคืนพัสดุ สำหรับพัสดุที่ยังใช้ราชการได้ ให้เก็บไว้เพื่อจ่ายให้แก่ หน่วยที่ต้องการ ส่วนพัสดุดตามข้อ ๒๒.๑.๒ ให้ดำเนินการตามข้อ ๓๐

ข้อ ๒๓ การยืมพัสดุ ให้ถือปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ ตลอดจน ข้อบังคับ ระเบียบปฏิบัติและคำสั่งของทางราชการที่เกี่ยวข้อง ในกรณีที่หน่วยมีความจำเป็นต้องยืมพัสดุจากคลัง เมื่อคลังให้ยืมไปแล้ว หน่วยที่ยืมอาจเบิกผลักใช้แทนการส่งคืนพัสดุนั้นก็ได้

### หมวด ๗ การเบิกจ่ายพัสดุ

ข้อ ๒๔ การเบิกจ่ายพัสดุให้ปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ ตลอดจน ข้อบังคับ ระเบียบปฏิบัติและคำสั่งของทางราชการที่เกี่ยวข้อง

ข้อ ๒๕ การเบิกพัสดุ นอกจากปฏิบัติ ตามข้อ ๒๔ แล้ว ให้ปฏิบัติดังนี้

๒๕.๑ ผู้ใช้พัสดุเบิกจากคลังย่อยหรือคลังที่กำหนดและเบิกได้เท่าจำนวนที่จำเป็นต้องใช้

๒๕.๒ คลังย่อยเบิกจากคลังสาขา หากไม่มีคลังสาขา ก็ให้เบิกจากคลังใหญ่ และให้เบิกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หากมีความจำเป็นก็ให้เบิกนอกเหนือจากเกณฑ์ได้ แต่ต้องชี้แจง และให้เหตุผลอย่างชัดเจน

๒๕.๓ คลังสาขาเบิกจากคลังใหญ่และเบิกได้ตามเกณฑ์ปริมาณสูงสุด และต่ำสุดในระยะเวลาที่กำหนด

๒๕.๔ หน่วยหรือกิจการใดๆ ที่ได้รับอนุมัติอัตราตามโครงการ หรือตามกรณีพิเศษให้เบิกจากคลังที่กำหนด ถ้าไม่พอกับความต้องการให้ขออนุมัติเพิ่มเติม

ข้อ ๒๖ การจ่ายพัสดุ นอกจากปฏิบัติตามข้อ ๒๔ แล้ว ให้ปฏิบัติดังนี้

๒๖.๑ คลังใดได้รับใบเบิกพัสดุที่ส่งจ่ายแล้ว ให้จ่ายพัสดุนั้นให้กับผู้เบิก หรือผู้ได้รับมอบฉันทะ

๒๖.๒ การจ่ายพัสดุที่ขอเบิกเปลี่ยน ผู้เบิกต้องนำพัสดุเดิมส่งคลังก่อนรับพัสดุใหม่ที่ขอเบิกเว้นแต่กรณีที่เป็น

ข้อ ๒๗ ในกรณีที่ต้องมีการจัดส่งพัสดุ ให้เจ้าหน้าที่จัดส่งพัสดุประจำคลังพัสดุเป็นผู้ดำเนินการ จัดส่งพัสดุนั้น หรือว่าจ้างดำเนินการจัดส่งจากหน่วยงานภายนอกกองทัพเรือ

### หมวด ๘ การซ่อมบำรุง

ข้อ ๒๘ เพื่อให้พัสดุหรือสิ่งอุปกรณ์ที่มีอยู่ในกองทัพเรืออยู่ในสภาพใช้งานได้ยืนนาน จึงได้ กำหนดให้มีการซ่อมบำรุงเป็น ๓ ระดับ ดังนี้

๒๘.๑ การซ่อมบำรุงระดับหน่วยผู้ใช้ เป็นการซ่อมบำรุง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของ หน่วยผู้ใช้ และดำเนินการโดยหน่วยผู้ใช้ต่อยุทธโปกรณ์ที่หน่วยได้รับ ขั้นตอนการซ่อมบำรุงระดับนี้ ประกอบด้วย การตรวจ การบริการ การหล่อลื่น การปรับแต่ง การเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องประกอบรองและ เครื่องประกอบย่อยต่าง ๆ

๒๘.๒ การซ่อมบำรุงระดับหน่วยสนับสนุนระดับสนามหรือระดับกลาง เป็นการซ่อมบำรุง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยซ่อมบำรุงที่กำหนดให้สนับสนุนโดยตรงแก่หน่วยผู้ใช้ โดยปกติประกอบด้วย การปรับเทียบ การซ่อมแก้หรือการเปลี่ยนชิ้นส่วน

ส่วนประกอบ หรือเครื่องประกอบ ที่เสียหายหรือใช้การไม่ได้ การทำชิ้นส่วนที่ไม่มีอยู่เดิมขึ้นใน ยามฉุกเฉิน การให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคแก่หน่วยผู้ใช้

๒๘.๓ การซ่อมบำรุงระดับโรงงาน เป็นการซ่อมบำรุงซึ่งอยู่ในความ รับผิดชอบของ หน่วยเทคนิค หรือหน่วยซ่อมบำรุง ระดับโรงงานของยุทธโศปกรณ์ตามที่กำหนดไว้ การซ่อมบำรุงระดับนี้ จะกระทำต่อยุทธโศปกรณ์ที่ต้องซ่อมใหญ่หรือซ่อมสร้างอย่างสมบูรณ์แก่ ชิ้นส่วน เครื่องประกอบ เครื่องประกอบรอง และยุทธโศปกรณ์ครบชุด รวมทั้งการสร้างชิ้นส่วน การดัดแปลง การทดสอบ และการแก้ไขให้ใช้ได้ตามความต้องการ สนับสนุนการซ่อมบำรุงระดับ ที่ต่ำกว่า ด้วยการให้ความช่วยเหลือทางเทคนิค และการซ่อมบำรุงในรายการที่ เหนือความรับผิดชอบ ของระดับที่ต่ำกว่า การซ่อมบำรุงระดับ โรงงานนี้ จะจัดให้มีการสะสมเครื่องมือและเครื่องใช้ โดยการใช้งั้สิ่งอำนวยความสะดวกในการซ่อมทำที่ใหญ่โตเกินกว่าที่หน่วยซ่อมบำรุงระดับต่ำกว่า จะมีใช้

ข้อ ๒๘ วิธีดำเนินการซ่อมบำรุงโดยหน่วยซ่อมบำรุงของกองทัพเรือ ให้เป็นไป ตามที่หน่วยเทคนิค กำหนด ส่วนการดำเนินการซ่อมบำรุงโดยการจ้างซ่อมให้ถือปฏิบัติตาม ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ ตลอดจนข้อบังคับ ระเบียบปฏิบัติและคำสั่งของทาง ราชการที่เกี่ยวข้อง

#### หมวด ๘ การจำหน่ายพัสดุ

ข้อ ๓๐ การจำหน่ายพัสดุ ให้ถือปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการ พักดู ตลอดจน ข้อบังคับ ระเบียบปฏิบัติและคำสั่งของทางราชการที่เกี่ยวข้อง ส่วนพัสดุที่ได้รับความช่วยเหลือ ให้ปฏิบัติตาม ข้อตกลงในการช่วยเหลือนั้นๆ

#### หมวด ๑๐ คลังพัสดุของกองทัพเรือ

ข้อ ๓๑ คลังพัสดุของกองทัพเรือแบ่งออกเป็น ๓ ระดับ คือ

๓๑.๑ คลังใหญ่ ได้แก่ คลังพัสดุดังต่อไปนี้

๓๑.๑.๑ คลังพัสดุการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

๓๑.๑.๒ คลังอิเล็กทรอนิกส์ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ

๓๑.๑.๓ คลังพัสดุช่างโยธา กรมช่างโยธาทหารเรือ

๓๑.๑.๔ คลังเครื่องสรรพาวุธ กรมสรรพาวุธทหารเรือ

๓๑.๑.๕ คลังพลาธิการ กรมพลาธิการทหารเรือ

๓๑.๑.๖ คลังเวชบริภัณฑ์ กรมแพทย์ทหารเรือ

๓๑.๑.๗ คลังพัสดุการขนส่ง กรมการขนส่งทหารเรือ

๓๑.๑.๘ คลังเครื่องมือเดินเรือและอุตุนิยมิวิทยา กรมอุทก  
ศาสตร์

๓๑.๑.๙ คลังวิทยาศาสตร์ กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ  
๓๑.๑.๑๐ คลังเครื่องช่วยการศึกษาและตำรา กรมยุทธศึกษา  
ทหารเรือ

๓๑.๒ คลังสาขา ได้แก่ คลังพัสดุดังต่อไปนี้  
๓๑.๒.๑ คลังศูนย์ส่งกำลัง กรมพลธิการทหารเรือ  
๓๑.๒.๒ คลังเวชบริภัณฑ์ โรงพยาบาลอาภากรเกียรติวงศ์  
ฐานทัพเรือสัตหีบ

๓๑.๒.๓ คลังฐานส่งกำลังบำรุงทหารเรือตราด ทัพเรือภาคที่ ๑  
๓๑.๒.๔ คลังฐานทัพเรือสงขลา ทัพเรือภาคที่ ๒  
๓๑.๒.๕ คลังฐานทัพเรือพังงา ทัพเรือภาคที่ ๓  
๓๑.๒.๖ คลังพัสดุ อุทการเรือพระจุลจอมเกล้า กรมอุทการเรือ  
๓๑.๒.๗ คลังอื่น ๆ ตามที่กองทัพอเรือจะกำหนด  
๓๑.๓ คลังย่อย ได้แก่ คลังประจำหน่วยต่าง ๆ ที่มีเจ้าหน้าที่คลังพัสดุ  
ยกเว้นคลังที่ กล่าวไว้ในข้อ ๓๑.๑ และ ๓๑.๒

ข้อ ๓๒ คลังพัสดุทุกระดับ มีภารกิจในการสะสม เก็บรักษา เบิกจ่าย จัดส่ง จำหน่าย ยืม ให้ยืม ฝาก รับฝาก คืนและรับคืน อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างตามอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบในประเภท พักตร์ที่ได้รับมอบหมาย รวมทั้งต้องควบคุมบัญชีพัสดุ ตลอดจนจัดระเบียบในการจัดเก็บพัสดุภายในคลัง ตรวจสอบพัสดุให้ตรงตามบัญชี และดูแลรักษาพัสดุให้คงสภาพอยู่เสมอ กับให้มีจำนวนเพียงพอแก่การใช้ราชการ ตามความจำเป็นและประหยัด

คลังใหญ่แต่ละแห่ง ให้มีภารกิจตามข้างต้น และตามประเภทพัสดุที่กำหนดไว้ในคู่มือการจำแนก พักตร์และหน่วยรับผิดชอบพัสดุของกองทัพอเรือ ตามข้อ ๑๒ ส่วนคลังสาขาและคลังย่อย ให้มีภารกิจข้างต้น ตามพัสดุ ประเภทที่จำเป็นต้องจ่าย สำหรับคลังศูนย์ส่งกำลัง กรมพลธิการทหารเรือ ให้มีภารกิจในฐานะคลังสาขาของพัสดุ ทุกประเภท เว้นเครื่องสรรพาวุธและเครื่องเวชบริภัณฑ์

ข้อ ๓๓ คลังใหญ่ มีหน้าที่และความรับผิดชอบในพัสดุประเภทที่อยู่ในภารกิจของคลัง ตามที่ กำหนดไว้ในข้อ ๓๒ แห่งระเบียบนี้ ดังนี้

๓๓.๑ ปฏิบัติงานให้เป็นที่ไปอย่างถูกต้องและครบถ้วนตามภารกิจที่กำหนด



๓๓.๒ เสนอหน่วยเทคนิคให้จัดหาพัสดุตามรายการที่หน่วยต้องการ เนื่องจากคลังไม่มีจ่ายหรือมีไม่พอจ่าย

๓๓.๓ เสนอแนะความต้องการเพื่อให้มีปริมาณพัสดุกงคลังเพียงพอ

๓๓.๔ เสนอแนะเกณฑ์การจ่าย

๓๓.๕ พิจารณาจำนวนสั่งจ่าย

๓๓.๖ จ่ายยืมและรับฝาก

๓๓.๗ จัดทำหีบห่อและการรับส่งพัสดุ

๓๓.๘ จัดทำแผนผังการเก็บพัสดุภายในคลัง

๓๓.๙ จัดเก็บและระวังรักษาพัสดุให้คงสภาพและพร้อมที่จะจ่ายเสมอ

๓๓.๑๐ เสนอแนะพัสดุที่ควรจำหน่าย

๓๓.๑๑ รายงานข้อขัดข้องในการดำเนินการเกี่ยวกับการพัสดุตามวิธีปฏิบัติที่กำหนด พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการแก้ไขและปรับปรุง

ข้อ ๓๔ คลังสาขา มีหน้าที่และความรับผิดชอบในพัสดุที่อยู่ในครอบครอง ดังนี้

๓๔.๑ ปฏิบัติงานของคลังตามภารกิจที่หน่วยเทคนิคกำหนด

๓๔.๒ รักษาปริมาณพัสดุกงคลังให้มีจำนวนตามระยะเวลาที่กำหนด และเสนอแนะ ความต้องการ เพื่อให้มีปริมาณพัสดุกงคลังที่เหมาะสม

๓๔.๓ จัดเก็บและระวังรักษาพัสดุให้คงสภาพและพร้อมที่จะจ่ายเสมอ

๓๔.๔ จัดทำแผนผังการเก็บพัสดุภายในคลัง

๓๔.๕ พิจารณาจำนวนสั่งจ่าย

๓๔.๖ เสนอแนะเกณฑ์การจ่าย

๓๔.๗ จ่ายยืมและรับฝาก

๓๔.๘ จัดทำหีบห่อและการรับส่งพัสดุ

๓๔.๙ เสนอแนะพัสดุที่ควรจำหน่าย

๓๔.๑๐ รายงานข้อขัดข้องในการดำเนินการเกี่ยวกับการพัสดุตามวิธีปฏิบัติที่กำหนด พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการแก้ไขและปรับปรุง

๓๔.๑๑ ส่งสำเนารายงานการตรวจสอบพัสดุ ตามข้อ ๒๐ ให้คลังใหญ่ทราบ

ข้อ ๓๕ คลังย่อย มีหน้าที่และความรับผิดชอบในพัสดุที่อยู่ในครอบครอง ดังนี้

๓๕.๑ ปฏิบัติงานของคลังให้ดำเนินไปอย่างถูกต้องและครบถ้วนตามภารกิจที่กำหนด

๓๕.๒ เก็บรับพัสดุตามเกณฑ์ที่หน่วยเทคนิคกำหนด

๓๕.๓ จ่ายพัสดุตามความเหมาะสมที่หน่วยผู้ซื้อเบิก

๓๕.๔ เสนอแนะการปรับปรุงอัตรา หรือเกณฑ์การจ่ายให้มีจำนวนเพียงพอในการใช้ราชการ

๓๕.๕ เก็บรักษาพัสดุและจัดทำบัญชีพัสดุให้ถูกต้องอยู่เสมอ

๓๕.๖ รายงานข้อขัดข้องในการดำเนินการเกี่ยวกับการพัสดุ ตามวิธีปฏิบัติที่กำหนด พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการแก้ไขและปรับปรุง

๓๕.๗ ส่งสำเนารายงานการตรวจสอบพัสดุ ตามข้อ ๒๐ ให้คลังสาขาหรือคลังใหญ่ทราบ

ข้อ ๓๖ พักคองคลัง ได้แก่พัสดุดังต่อไปนี้

๓๖.๑ พักคองที่มีความสำคัญต่อการปฏิบัติการกิจของกองทัพเรือโดยตรง เป็นพัสดุที่ จัดหาได้ยาก และ/หรือมีราคาสูง

๓๖.๒ พักคองที่ใช้ในการบำรุงรักษา ซ่อม สร้าง

๓๖.๓ พักคองที่ใช้เป็นประจำในราชการกองทัพเรือ

๓๖.๔ พักคองประจำกาย

ข้อ ๓๗ ปริมาณพัสดुकองคลัง ให้คลังต่าง ๆ ถือเกณฑ์ดังต่อไปนี้

๓๗.๑ คลังใหญ่ ในยามปกติโดยทั่วไป ให้ถือเกณฑ์ว่าให้มีพอจ่ายได้อย่างต่อเนื่อง ตลอดเวลา ส่วนการพิจารณาปริมาณแต่ละรายการ ให้อยู่ในดุลยพินิจของหน่วยเทคนิคที่คลังใหญ่นั้นขึ้นตรง ในกรณีที่มีเหตุการณ์ไม่ปกติเกิดขึ้น ให้มีพัสดุพอใช้ได้ตลอดการปฏิบัติการตามแผน

๓๗.๒ คลังสาขา ให้ถือเกณฑ์ตามปริมาณสูงสุดและต่ำสุด ในระยะเวลาที่กำหนดโดยหน่วยเทคนิค

๓๗.๓ คลังย่อย ให้ถือเกณฑ์มีพอใช้ราชการตามที่หน่วยเทคนิคกำหนด

ข้อ ๓๘ การกำหนดปริมาณการเบิกจ่ายพัสดुकองคลัง แบ่งออกเป็น ๓ ลักษณะ ดังนี้

๓๘.๑ ตามอัตรา เป็นการกำหนดปริมาณการเบิกจ่ายพัสดุ โดยใช้จำนวนพัสดุตาม เกณฑ์ที่กองทัพเรืออนุมัติ หรือหน่วยเทคนิคกำหนด ให้แต่ละหน่วยเบิกใช้ในงานประจำ

๓๘.๒ ตามโครงการ เป็นการกำหนดปริมาณการเบิกจ่ายพัสดุ โดยใช้จำนวนพัสดุที่ กองทัพเรืออนุมัติให้หน่วย หรือกิจการใด ๆ เบิกใช้ตามโครงการหรือแผน

๓๘.๓ กรณีพิเศษ เป็นการกำหนดปริมาณการเบิกจ่ายพัสดุ โดยใช้จำนวนพัสดุที่ กองทัพเรืออนุมัติให้หน่วย หรือกิจการใด ๆ เบิกใช้ในงานที่จำเป็นและเกิดขึ้นโดยมิได้คาดการณ์มาก่อน

ข้อ ๓๕ การเก็บรักษา ให้เจ้าหน้าที่คลังพัสดุดูแล และเก็บรักษาพัสดุในคลังพัสดุให้คงสภาพ เรียบร้อย สะอาด ปลอดภัย มีความเป็นระเบียบถูกต้องตามวิธีการเก็บรักษาพัสดุและครบถ้วน ทั้งนี้ให้คลังพัสดุ จัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวก และอุปกรณ์นิรภัยในการเก็บรักษาพัสดุได้ตามความจำเป็นและประหยัด

ในกรณีพัสดุที่เก็บรักษาไว้ในคลังพัสดุ มีการเสียหาย หรือสูญหาย หรือเสื่อมสภาพก่อนเวลาอันควร เนื่องจากความบกพร่องในการเก็บรักษา ให้ผู้บังคับบัญชาและผู้รับผิดชอบคลังพัสดุนี้ ดำเนินการตามข้อ ๓๐

#### บทเฉพาะกาล

ข้อ ๔๐ เพื่อให้การบริหารงานพัสดุสายอากาศยานและการบริหารงานซ่อมบำรุง รวมทั้งเทคนิคต่างๆ ในด้านอากาศยานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยจนกว่าจะได้มีการจัดตั้งหน่วยเทคนิคขึ้น รับผิดชอบพัสดุ สายอากาศยานโดยตรง จึงให้ปฏิบัติดังนี้

๔๐.๑ ให้ศูนย์ส่งกำลัง กรมพลาธิการทหารเรือ มีอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบ ตลอดจนบริหารงานพัสดุสายอากาศยาน ตามอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบในฐานะหน่วยเทคนิค ดังนี้

๔๐.๑.๑ พิจารณาคงใจในความต้องการและเสนองบประมาณ

๔๐.๑.๒ การจัดหา การควบคุม และการแจกจ่าย

๔๐.๑.๓ กำหนดหลักการ ออกคำแนะนำเกี่ยวกับการเก็บรักษาและ  
ปรนนิบัติบำรุงพัสดุ

๔๐.๑.๔ การตรวจสภาพคลังต่าง ๆ เพื่อนำผลมาปรับปรุงการ  
ดำเนินการให้เหมาะสม

๔๐.๑.๕ การกำหนดภารกิจเพิ่มเติมให้คลังต่าง ๆ นอกจากนี้ให้มี  
หน้าที่และความรับผิดชอบตามหน้าที่คลังใหญ่ ในข้อ ๓๓ แห่งระเบียบนี้

๔๐.๒ ให้ศูนย์ซ่อมอากาศยาน กองการบินทหารเรือ กองเรือยุทธการ มี  
อำนาจหน้าที่ รับผิดชอบบริหารงานซ่อมบำรุง รวมทั้งเทคนิคต่าง ๆ ด้านอากาศยานของกองทัพเรือ โดยให้มีอำนาจหน้าที่ และความรับผิดชอบในฐานะหน่วยเทคนิค ดังนี้

๔๐.๒.๑ กำหนดอัตราและเกณฑ์การจ่าย

๔๐.๒.๒ การวิจัยและพัฒนา

๔๐.๒.๓ การออกแบบ กำหนดมาตรฐานและคุณลักษณะ

๔๐.๒.๔ การจัดทำรายการพัสดุและเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการ  
แก้ไขและปรับปรุงให้เหมาะสม

๔๐.๒.๕ การกำหนดความต้องการ การจัดหา การควบคุม และการ  
จำหน่ายพัสดุ

๔๐.๒.๖ กำหนดหลักการ ออกคำแนะนำและจัดทำคู่มือเกี่ยวกับการ  
การใช้พัสดุ

๔๐.๒.๗ อำนวยความสะดวก ประสานงาน แนะนำ กำกับดูแล และ  
ดำเนินการเกี่ยวกับ การซ่อมบำรุงพัสดุในความรับผิดชอบ

๔๐.๒.๘ การตรวจสอบสภาพคลังต่าง ๆ เพื่อนำผลมาปรับปรุงการ  
ดำเนินการให้เหมาะสม

๔๐.๒.๙ จัดทำและเผยแพร่ข้อมูลพัสดุในความรับผิดชอบให้  
หน่วยเกี่ยวข้อง สามารถติดตามข้อมูลได้ตลอดเวลา จนถึงระดับคลังย่อย

๔๐.๒.๑๐ การกำหนดภารกิจเพิ่มเติม ให้คลังต่าง ๆ นอกจากนี้ให้  
มีฐานะเป็นคลังสาขาของคลังพัสดุสายอากาศยานกับให้มีหน้าที่และ ความรับผิดชอบตามหน้าที่  
คลังสาขาในข้อ ๓๔ แห่งระเบียบนี้

ข้อ ๔๑ เพื่อให้การบริหารงานพัสดุสายสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นไป  
ด้วยความ เรียบร้อย จึงให้กรมการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ ทหารเรือ มีอำนาจหน้าที่และ  
ความรับผิดชอบในพัสดุ สายสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ ในฐานะหน่วยเทคนิค ตามข้อ ๗  
และข้อ ๘ แห่งระเบียบนี้ และให้มี หน้าที่และความรับผิดชอบตามหน้าที่คลังใหญ่ ในข้อ ๓๓ แห่ง  
ระเบียบนี้

ข้อ ๔๒ เนื่องจากหน่วยเทคนิคบางหน่วยยังไม่พร้อมที่จะดำเนินการตามอำนาจ  
หน้าที่และ ความรับผิดชอบที่กำหนดตามระเบียบนี้ รวมทั้งพัสดุในบางรายการมีความซับซ้อน  
และจำเป็นต้องร่วมมือกัน ปฏิบัติงานในขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การกำหนดความต้องการ การจัดหา  
การซ่อมบำรุง เป็นต้น ดังนั้น จึงให้ ปฏิบัติตามข้อ ๖ ของคู่มือการจําแนกพัสดุและหน่วยรับผิดชอบ  
พัสดุของกองทัพเรือ

ข้อ ๔๓ การบังคับใช้ให้มีผลในการเตรียมการตั้งแต่วันที่ประกาศใช้ระเบียบฉบับนี้  
และมีผล ในการบริหารจัดการพัสดุ ตั้งแต่วันที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๔๔ เป็นต้นไป

กองทัพเรือได้มอบหมายภารกิจในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิดที่ใช้  
ในกองทัพเรือ ให้กับกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ (ตามผนวก ก.) เป็นผู้ดำเนินการ โดยที่กรม  
อิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ นอกจากมีภารกิจในการซ่อมบำรุงแล้วยังมีหน้าที่ในการผลิตกำลังพลใน  
สายวิทยาการอิเล็กทรอนิกส์ ให้กับหน่วยเทคนิคอื่น ๆ ที่มีการใช้ยุทธโศปกรณ์ที่เป็นระบบ  
อิเล็กทรอนิกส์ เช่น กรมสรรพาวุธทหารเรือ กรมอู่ทหารเรือ กรมการสื่อสารและเทคโนโลยี

สารสนเทศทหารเรือ เป็นต้น ซึ่งแต่ละหน่วยก็จะเป็นการซ่อมทำในระบบที่รับผิดชอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของระบบที่ไม่เหมือนกัน เช่น กรมสรรพาวุธทหารเรือทำการซ่อมบำรุงระบบอาวุธ (ตามผนวก ข.) กรมการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศทหารเรือซ่อมบำรุงระบบสื่อสารและเครือข่ายข้อมูล (ตามผนวก ค.) และกรมอุททหารเรือรับผิดชอบในการซ่อมบำรุงระบบควบคุมเครื่องจักรของเรือ (ตามผนวก ง.) ในส่วนของกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือเน้นซ่อมบำรุงระบบอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นที่อยู่นอกเหนือความรับผิดชอบของหน่วยที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นการซ่อมบำรุงของกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ จะเกี่ยวข้องกับระบบต่าง ๆ ที่หน่วยอื่นรับผิดชอบอยู่ จึงต้องมีข้อตกลงสำหรับขอบเขตความรับผิดชอบในการซ่อมบำรุงสำหรับระบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน ตลอดจนการทดสอบทดลองยุทธโศปกรณ์จะต้องอาศัยความร่วมมือและการประสานงานกันในระดับเจ้าหน้าที่ ระหว่างหน่วยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งบางครั้งก็อาจจะเกิดข้อขัดแย้งในการหาข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของระบบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเรือ

## ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในการซ่อมบำรุงระบบอำนวยความสะดวกของกองทัพเรือ

ระบบอำนวยความสะดวกของกองทัพเรือที่ใช้ในเรือรบ เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณการต่อต้าน และการใช้อาวุธต่างๆ บนเรือรบ ดังนั้น หน่วยที่รับผิดชอบในการซ่อมบำรุงก็คือ กองโรงงาน กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ และกองโรงงานไฟฟ้าอาวุธ กรมสรรพาวุธทหารเรือ ซึ่งจากการสัมภาษณ์ น.อ.ชวัช นวลปลอดภัย ผู้อำนวยการกองโรงงาน กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ และ น.อ.ทวิ ทองประยูร ผู้อำนวยการกองโรงงานไฟฟ้าอาวุธ กรมสรรพาวุธทหารเรือ และจากประสบการณ์จากผู้วิจัยซึ่งเคยปฏิบัติงานในหน่วยงานทั้งสองแห่งนี้ ทำให้สามารถแยกประเด็นการซ่อมบำรุงได้ดังนี้

๑. ข้อมูลของระบบมีไม่ครบถ้วนในกรณีที่ระบบใช้ราชการมานานทำให้การทำเอกสารสำหรับอุปกรณ์ได้ไม่ละเอียดเท่าที่ควร

๒. บุคลากรที่ปฏิบัติงานซ่อมบำรุงจะต้องได้รับการฝึกฝนเฉพาะทางจนเกิดความชำนาญสำหรับอุปกรณ์แต่ละชนิด การโยกย้ายตำแหน่งของบุคลากรตามแนวทางรับราชการ จะก่อให้เกิดปัญหาในการหาบุคลากรทดแทน

๓. การจัดหาอะไหล่ในการซ่อมทำจำเป็นจะต้องจัดหาจากผู้ผลิตโดยตรงซึ่งมีราคาสูง การจัดหาอะไหล่ทดแทนหรือทางวิจัยและพัฒนา อุปกรณ์ทดแทนไม่สามารถกระทำได้หากไม่ทราบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์นั้น ๆ

๔. การทดสอบ ทดลอง หรือตรวจรับอะไหล่จะกระทำในระบบจริง ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายกับระบบในส่วนรวม ในบางระบบจะมีชุดทดสอบเฉพาะ (Test Bench) สำหรับอุปกรณ์แต่ละชนิด แต่จะมีจำนวนน้อยที่ไม่ตรงกับระบบชุดอุปกรณ์ที่มีอยู่

๕. การขยายระบบหรือติดตั้งระบบเพิ่มเติม กระทำได้ยาก เนื่องจากจะต้องมีการเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบอำนาจการรบ ซึ่งจะต้องอาศัยผู้ผลิต ระบบอำนาจการรบทำการปรับแต่งโปรแกรมให้เหมาะสมสำหรับระบบที่ติดตั้งเพิ่มเติม

## สรุป

ระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้องกับชุดอุปกรณ์ของกองทัพเรือเป็นระบบที่มีความซับซ้อนซึ่งการทำงานจะต้องมีการรับ-ส่ง ข้อมูลให้กันและกัน การจัดหาชุดอุปกรณ์จะต้องพิจารณาครบวงจร นับตั้งแต่การคัดเลือกแบบ การทดสอบ ทดลอง และการซ่อมบำรุง ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับหน่วยที่รับผิดชอบต่าง ๆ จะต้องทำงานร่วมกันในการทดสอบ ทดลอง ดังเช่น ระบบอำนาจการการรบบนเรือ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหน่วยที่รับผิดชอบคือ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ และ กรมสรรพาวุธทหารเรือ

## บทที่ ๔

### แนวทางการทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์

การซ่อมบำรุงระบบอิเล็กทรอนิกส์ในเรือรบ จะต้องมีการทดสอบการทำงานของระบบตามระยะเวลา หากอุปกรณ์มีการชำรุดระบบจะมีการแจ้งเตือนด้วยระบบทดสอบตัวเองของระบบหรือเจ้าหน้าที่ที่จะตรวจพบโดยอาศัยความชำนาญและความคุ้นเคย ด้วยเหตุนี้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานมานาน ๆ จะไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าว่าจะมีการเสียที่จุดใด โดยเฉพาะในขณะที่มีการปฏิบัติการหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น อาจทำให้ภารกิจล้มเหลวได้ ด้วยเหตุนี้การที่มีอะไหล่ที่จำเป็นพร้อมใช้ในขณะที่ยกปฏิบัติการจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นการจัดหาอะไหล่ที่มีราคาสูงเพื่อเตรียมสำรองไว้ในระบบจะต้องมีการทดสอบและตรวจสอบว่าสามารถใช้ร่วมกับระบบเดิมได้หรือไม่ ในบทนี้จะวิเคราะห์ถึงประเด็นต่าง ๆ ในการซ่อมบำรุงระบบอิเล็กทรอนิกส์ และเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

### วิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับยุทโธปกรณ์หลัก

ในการจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น หน่วยเทคนิคจะเป็นผู้วิเคราะห์และตรวจสอบคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ที่จัดหา และเป็นผู้รับรองว่าอุปกรณ์นั้น ๆ สามารถใช้ร่วมในระบบของยุทโธปกรณ์อื่น ๆ บนเรือได้ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว บริษัทผู้จำหน่ายจะต้องให้คำรับรองไว้ในสัญญาจัดซื้อ/จ้าง และเป็นหน้าที่ของคณะกรรมการตรวจรับหรือตรวจการจ้าง ในการทดสอบให้เป็นไปตามสัญญา โดยสามารถแยกเป็นกรณีได้ดังนี้

๑. ในกรณีที่เป็นระบบ จะต้องมีการทดสอบในการเชื่อมต่อกับระบบอื่น ๆ ในเรือเพื่อทดสอบการปฏิบัติงานร่วมกัน ลักษณะของการเชื่อมต่อทางกายภาพจะต้องไม่เป็นอันตรายกับระบบอื่น ๆ ข้อมูลจะต้องถูกต้องและทันเวลา

๒. ในกรณีที่เป็นการจัดหาอะไหล่ในรูปแบบแผงวงจร การทดสอบการทำงานเพื่อการตรวจรับจะต้องทดลองใช้ในระบบจริงในกรณีที่ไม่มียูนิททดสอบเฉพาะ (Test Bench)

๓. ในกรณีที่เป็นการซ่อมทำอุปกรณ์ในระดับย่อย ๆ เจ้าหน้าที่ที่ทำการซ่อมทำจะต้องทำการทดสอบในระบบจริงเช่นกัน

๔. ในกรณีที่จัดสร้างอะไหล่ทดแทนหรือการจัดสร้างอุปกรณ์เพื่อการวิจัยและพัฒนา การทดสอบการทำงานก็จะต้องทำการทดสอบกับระบบจริงเช่นเดียวกัน

เมื่อวิเคราะห์การปฏิบัติในกรณีดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการทดสอบจะต้องเกี่ยวข้องกับระบบที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริง ซึ่งอาจจะมีผลในการทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบรวม นอกจากนี้ ยังทำให้ขาดฐานความรู้ในการที่จะพัฒนาต่อยอดเกี่ยวกับระบบอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่จะนำมาใช้ร่วมกับระบบเดิมอีกด้วย

### วิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงการจัดหาชุดชิปที่ที่เหมาะสม

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดหาชุดชิปที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์จะต้องมีการเชื่อมต่อเพื่อ แลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นในระบบซึ่งอาจจะไม่ใช่ผู้ผลิตเดียวกัน และการทดสอบทดลองเพื่อการตรวจรับ จะต้องพิจารณาจากข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ และรวมทั้งการทดลองกับระบบจริง ซึ่งมีโอกาสเสี่ยงที่จะทำให้เกิดความเสียหายในส่วนรวม ดังนั้น การจัดหาชุดชิปที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์จึงสมควรมีการปรับปรุงเพิ่มขึ้นดังนี้

๑. กำหนดให้มีการใช้ภาษา VHDL เป็นมาตรฐานในการแสดงคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์นอกเหนือจากการให้ข้อมูลทางเอกสาร

๒. บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่จะจัดหา จะต้องเสนอคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์เป็นภาษา VHDL เพื่อให้หน่วยเทคนิคได้ทำการตรวจสอบและจำลองการทำงานในขั้นตอนของการพิจารณาคัดเลือกแบบ ทั้งนี้การเสนอในภาษา VHDL อาจเป็นขั้นตอนของ Block Diagram ของอุปกรณ์ซึ่งสามารถทดสอบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ในกระบวนการจำลองด้วยภาษา VHDL

๓. หน่วยเทคนิคมีหน้าที่รวบรวมข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ที่เป็นภาษา VHDL เพื่อใช้เป็นศูนย์กลางสำหรับการจัดหาอุปกรณ์อื่น ๆ ต่อไป

### วิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงการซ่อมบำรุงชุดชิปหลักที่เหมาะสม

การซ่อมบำรุงชุดชิประบบอิเล็กทรอนิกส์นั้น ต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์และความรู้ความชำนาญในระบบนั้นๆ รวมทั้งจำเป็นจะต้องมีอะไหล่ที่ใช้ในการ



ซ่อมทำ การลดเวลาในการวิเคราะห์หาจุดเสียหรืออุปกรณ์ที่ขัดข้อง เป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ระบบสามารถปฏิบัติการได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การซ่อมบำรุงระบบอิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นควรมีแนวทางการดำเนินการดังนี้

๑. มีการจัดตั้งศูนย์รวบรวม VHDL ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในกองทัพเรือ โดยแยกหมวดหมู่เป็นระบบต่าง ๆ และหน่วยเรือที่มีการใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์นี้

๒. มีการพัฒนาข้อมูล VHDL ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยอาศัยบุคลากรของกองทัพเรือเอง หรือ ใช้ความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอนด้าน VHDL เพื่อให้ นักศึกษามีประสบการณ์ในการฝึกงานด้านอิเล็กทรอนิกส์

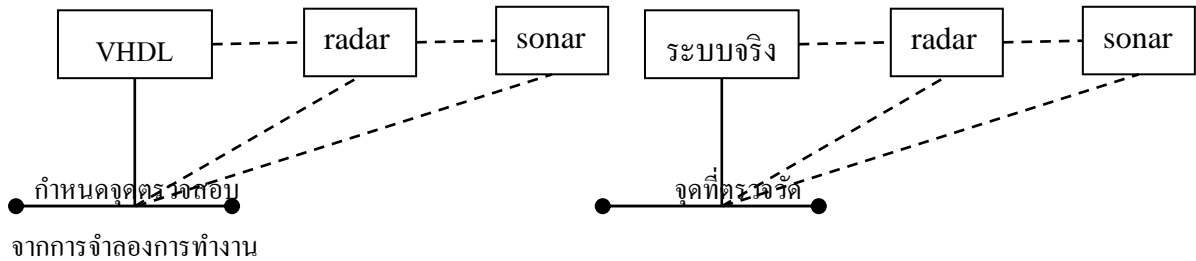
๓. มีการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ On-line กับศูนย์รวบรวม VHDL เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจำลองการทำงาน (Simulate) ของอุปกรณ์หรือระบบเพื่อทำการวิเคราะห์หาจุดเสียของอุปกรณ์

๔. มีการอบรมเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงให้มีความรู้เบื้องต้นสำหรับการใช้การจำลองการทำงานของระบบด้วยภาษา VHDL

## วิเคราะห์แนวทางการทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์

การทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์บนเรือรบประกอบด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์หลายส่วนที่ใช้ในการควบคุมยุทธโศปกรณ์เป็นการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์และการเชื่อมต่อรับ-ส่งข้อมูลของระบบต่าง ๆ อีกด้วย ในบางครั้งแต่ละระบบยุทธโศปกรณ์สามารถปฏิบัติงานได้โดยลำพัง แต่เมื่อทำการเชื่อมต่อกับระบบอื่นแล้วไม่สามารถปฏิบัติงานได้หรือส่งข้อมูลที่ผิดพลาดให้กับระบบอื่นรวมทั้งอาจทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์อื่น ๆ อีกด้วย ดังนั้น การทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยการใช้ภาษา VHDL เป็นพื้นฐานในการจำลองการทำงานของระบบในขั้นต้น จนกระทั่งไม่มีข้อบกพร่องในการใช้ภาษา VHDL แล้วจึงจะทำการทดสอบระบบจริงซึ่งการทำงานที่จุดตรวจสอบต่าง ๆ ในระบบที่เป็นภาษา VHDL กับระบบจริงควรมีค่าใกล้เคียงกันหากมีข้อแตกต่างที่เกิดขึ้นในระบบจริงก็สามารถหาจุดเสียได้อย่างรวดเร็ว ดังแสดงในแผนภาพที่ ๔-๑

แผนภาพที่ ๔-๑ การจำลองการทำงานเปรียบเทียบกับระบบจริง



ดังนั้นแนวทางการทดสอบควรดำเนินการดังนี้

๑. ศูนย์รวบรวมโปรแกรม VHDL ในการรับรองการรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เขียนเป็นภาษา VHDL ให้มีความถูกต้องของข้อมูลในแต่ละอุปกรณ์และการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในระบบอิเล็กทรอนิกส์

๒. หน่วยซ่อมสามารถทำการทดลองการจำลองการทำงานของระบบด้วยภาษา VHDL โดยใช้ข้อมูลจากศูนย์รวบรวมโปรแกรม VHDL แบบ On-line เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับระบบจริง

๓. การจัดหาอะไหล่ทุบทโพรแกรมในระบบอิเล็กทรอนิกส์ของเรือ ควรมีการทดสอบคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ด้วยภาษา VHDL เพื่อการตรวจรับ ก่อนที่จะนำเก็บเข้าคลัง

๔. ควรมีการหมุนเวียนอะไหล่อิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำไปทดสอบในระบบจริง ตามระยะเวลาที่สมควร

## สรุป

การทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์มีส่วนที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ขั้นตอนการจัดหาโดยที่อาศัยการพิจารณาทางเอกสารจากคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ซึ่งในระบบอิเล็กทรอนิกส์นั้นการทำงานได้อย่างถูกต้องของแต่ละอุปกรณ์ไม่ได้หมายความว่า จะทำงานได้อย่างถูกต้องเมื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เชื่อมต่อกันแบบเป็นระบบ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงการจัดหาอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยการใช้ภาษา VHDL มาเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ที่จัดหาและสามารถนำมาทดลองการทำงานได้ในระบบการจำลองการทำงานของระบบอื่น ๆ ด้วยภาษา VHDL โดยจะต้องมีศูนย์ในการรวบรวมภาษา VHDL ที่เป็นคุณลักษณะของอุปกรณ์

อิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิด เพื่อให้หน่วยซ่อมทำได้ใช้ในการตรวจสอบเปรียบเทียบกับระบบจริง นอกจากนั้นจะต้องมีการส่งเสริมและพัฒนาความรู้บุคลากรให้มีความชำนาญในภาษา VHDL รวมทั้งอาศัยความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาอื่น ๆ เพื่อให้มีการพัฒนาการเขียนภาษา VHDL สำหรับคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ อีกด้วย ในด้านการทดสอบการทำงาน ต้องมีการรับรองความถูกต้องของภาษา VHDL ที่เขียนขึ้นสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งในลักษณะที่เป็นการเชื่อมต่อเป็นระบบ และให้มีการเข้าถึงแบบ On-line ได้จากหน่วยซ่อมทำที่อยู่ห่างไกลได้ ซึ่งจะเป็นการอำนวยความสะดวกทั้งการตรวจรับอะไหล่ และการหมุนเวียนการใช้อะไหล่ เพื่อให้ระบบอิเล็กทรอนิกส์มีความพร้อมใช้อย่างต่อเนื่อง

## บทที่ ๕

### สรุป และข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งการวิเคราะห์แนวทางการจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับชุดหุ่นยนต์หลักของ ทร. ที่เหมาะสมทำให้ทราบว่าควรมีกระบวนการอย่างไร เพื่อให้ได้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเชื่อมต่อกันและทำงานร่วมกัน ระบบอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ได้ ทำให้สะดวกในการทดสอบทดสอบทั้งยังสามารถลดเวลาในการซ่อมบำรุงของหน่วยซ่อมได้อีกด้วย

#### สรุป

จากการวิเคราะห์ในบทที่ ๔ ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ตอบสนองต่อวัตถุประสงค์การศึกษาที่ได้ตั้งไว้ โดยทำให้ทราบถึงปัญหา อุปสรรค และข้อขัดข้องในการจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับชุดหุ่นยนต์หลักใน ทร. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องมือสำหรับตรวจสอบคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ภาษา VHDL สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ตรงกับความต้องการมากยิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นเครื่องมือช่วยในการตรวจรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการเชื่อมต่อกับระบบอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ และยังช่วยในการจำลองการทำงานของระบบเพื่อใช้ในการซ่อมทำและบำรุงรักษาชุดหุ่นยนต์ที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีสิ่งที่จะได้รับเพิ่มเติมคือความรู้ความชำนาญของบุคลากร และความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ในด้านการใช้งานภาษา VHDL ซึ่งสามารถแยกเป็นหัวข้อเพื่อความชัดเจนในการดำเนินการดังนี้

๑. กำหนดให้มีการใช้ภาษา VHDL เป็นมาตรฐานในการแสดงคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์นอกเหนือจากการให้ข้อมูลทางเอกสาร

๒. การจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้องมีกระบวนการให้มีการจัดทำคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์นั้น ๆ ด้วยการใช้ภาษา VHDL

๓. บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่จะจัดหา จะต้องเสนอคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์เป็นภาษา VHDL เพื่อให้หน่วยเทคนิคได้ทำการตรวจสอบและจำลองการทำงานในขั้นตอนของการพิจารณาคัดเลือกแบบ ทั้งนี้การเสนอในภาษา VHDL อาจเป็นขั้นตอนของ Block Diagram ของอุปกรณ์ซึ่งสามารถทดสอบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ในกระบวนการจำลองด้วยภาษา VHDL

๔. การตรวจรับอุปกรณ์ต้องมีการจำลองการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ ด้วยภาษา VHDL ร่วมกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์นั้น ๆ

๕. ให้กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือจัดตั้งศูนย์รวบรวมคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยภาษา VHDL และดำเนินการทดสอบการทำงานด้วยภาษา VHDL อย่างเป็นระบบ โดยเริ่มต้นจากระบบอิเล็กทรอนิกส์ในเรือรบ

๖. ให้กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือประสานกับหน่วยงานหรือสถานศึกษาอื่น ๆ เพื่อให้มีการพัฒนาการใช้ VHDL เพื่อสร้างระบบอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์นั้น ๆ เพื่อใช้ในการจำลองการทำงาน และส่งเสริมในการพัฒนาความรู้ของบุคลากรในด้านภาษา VHDL

๗. ให้หน่วยที่ทำการซ่อมบำรุงระบบอิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมต่อกับศูนย์รวบรวมคุณลักษณะเฉพาะแบบ On-line ได้ เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการทดลองการทำงานของระบบในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบอิเล็กทรอนิกส์

## ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการดำเนินการตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ภาษา VHDL เป็นการดำเนินการแบบใหม่ ซึ่งหน่วยงานต่าง ๆ ยังไม่คุ้นเคย และไม่สามารถกำหนดการปฏิบัติได้ในเวลาระยะสั้น อีกทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีด้านภาษา VHDL ยังไม่ครอบคลุมถึงอุปกรณ์ทุกชนิด จำเป็นจะต้องใช้เวลาในการกำหนดมาตรฐานของภาษา VHDL ที่จะนำมาใช้ในกองทัพ ซึ่งจะต้องอาศัยความร่วมมือจากหลาย ๆ ส่วนทั้งภาคเอกชน และหน่วยงานเทคนิค และสถาบันการศึกษา ที่จะผลักดันให้มีการใช้อย่างแพร่หลาย ถึงแม้จะมีการลงทุนสูงในครั้งแรก แต่ในระยะยาวจะเป็นการลดเวลาการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และสามารถจัดหาอุปกรณ์ได้ตรงกับความต้องการและสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ ได้อีกด้วย โดยสามารถแยกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

๑. ควรส่งเสริมการให้ทุนการศึกษาในด้านการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบวงจรรวมขนาดใหญ่

๒. ควรมีการรับรองมาตรฐานการออกแบบโปรแกรม VHDL โดยหน่วยงานสากล

๓. ให้มีการฝึกงาน คู่มือ ในโรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชั้นสูง

๔. การจัดหาชุดซอฟต์แวร์ที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ ต้องมีการอบรมการซ่อมบำรุงรักษาโดยการใช้ภาษา VHDL ในการจำลองการทำงาน

๕. จัดเตรียมงบประมาณในการจ้างนักวิจัยสำหรับการพัฒนาภาษา VHDL สำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่เดิม ให้สามารถนำมาจ้างลงการทำงานร่วมกับระบบที่จัดหาใหม่ได้

๖. มีการส่งเสริมความร่วมมือในการจัดตั้งโรงงานผลิตวงจรรวมขนาดใหญ่ในระดับประเทศเพื่อใช้เป็นฐานการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง

ทั้งนี้ การเพิ่มประสิทธิภาพในดำเนินการซ่อมทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นยุทธโธปกรณ์ จะไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากไม่มีการกำหนดหัวข้อ/รูปแบบที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะด้วยภาษา VHDL ไว้ในการจัดทำเอกสารสำคัญต่างๆ ให้ชัดเจนและเป็นมาตรฐานเดียวกัน และเป็นการสร้างความสะดวกความรวดเร็วให้กับหน่วยที่ทำการซ่อมบำรุง เพื่อให้หน่วยผู้ใช้สามารถดำเนินการได้ตามภารกิจตามเวลาที่กำหนด และได้ยุทธโธปกรณ์ตรงตามความต้องการของ ทร. ตลอดจนยังจะช่วยลดข้อขัดข้องในการดำเนินงาน และข้อร้องเรียนจากผู้ประกอบการได้

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

#### สัมภาษณ์

ทวี ทองประยูร, นาวาเอก, ผู้อำนวยการกองโรงงานไฟฟ้าอาวุธ กรมสรรพาวุธทหารเรือ. สัมภาษณ์.

๑๕ มีนาคม ๒๕๕๗.

ธวัช นวลปลอด, นาวาเอก, ผู้อำนวยการกองแผนการช่าง กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ. สัมภาษณ์.

๒๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๗.

#### เอกสารไม่ตีพิมพ์

กองทัพเรือ. “การจัดซื้อ/จ้าง”. คู่มือ, เอกสารอ้างอิงหมายเลข ๔๐๐๕. ๒๕๔๖.

กองทัพเรือ. “การพัสดุ ๒๕๕๓”. ระเบียบ. ๒๕๓๓.

ธีรยศ เวียงทอง. “การออกแบบระบบดิจิทัลด้วยภาษา HDL”. เอกสารประกอบการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, ๒๕๕๒.

นายกรัฐมนตรีนคร, สำนัก. “การพัสดุ ๒๕๓๕ “. ระเบียบ. ๒๕๓๕ และที่แก้ไข.

วุฒิชัย สง่างาม. “การออกแบบวงจรดิจิทัลและการประยุกต์ใช้งานภาษา VHDL”. เอกสาร

ประกอบการศึกษา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ๒๕๕๒.

ส่งกำลังบำรุงทหารเรือ, กรม. “ขออนุมัติแก้ไขแนวทางการจัดหา ยุทโธปกรณ์หลักของ ทร.”.

บันทึกข้อความ ที่ กท ๐๕๐๖/๔๓ ลงวันที่ ๒๗ เมษายน ๒๕๕๒.

ส่งกำลังบำรุงทหารเรือ, กรม. “ขอความเห็นชอบแนวทางการบริหารจัดการ การจัดซื้อจัดจ้างของ ทร.”.

บันทึกข้อความ ที่ กท ๐๕๐๖/๗๐๑ ลงวันที่ ๒๐ มิถุนายน ๒๕๕๔.

#### ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์. "VHDL". (ออนไลน์). เข้าถึง

ได้จาก : <http://abacus.ee.psu.ac.th/210-292/vhdl/vhdl.htm>.

## ภาษาต่างประเทศ

### **Non-Published Document**

Saab. “Naresuan Frigate Modernisation - SS Overview”. 2010.

Saab. “Combat System Overview 1 0”. 2010.

Saab. “Sea Giraffe AMB Technical Description PB3”. 2010.



**ภาคผนวก**

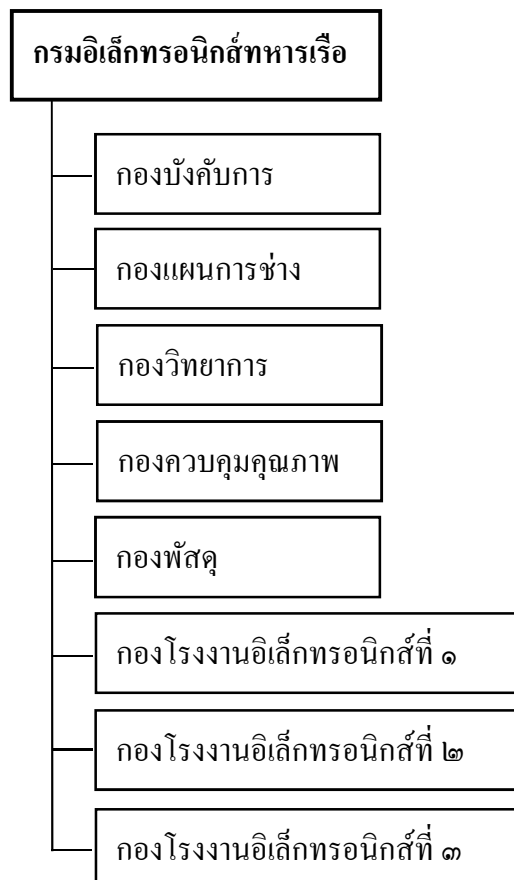
## ผนวก ก

### กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ

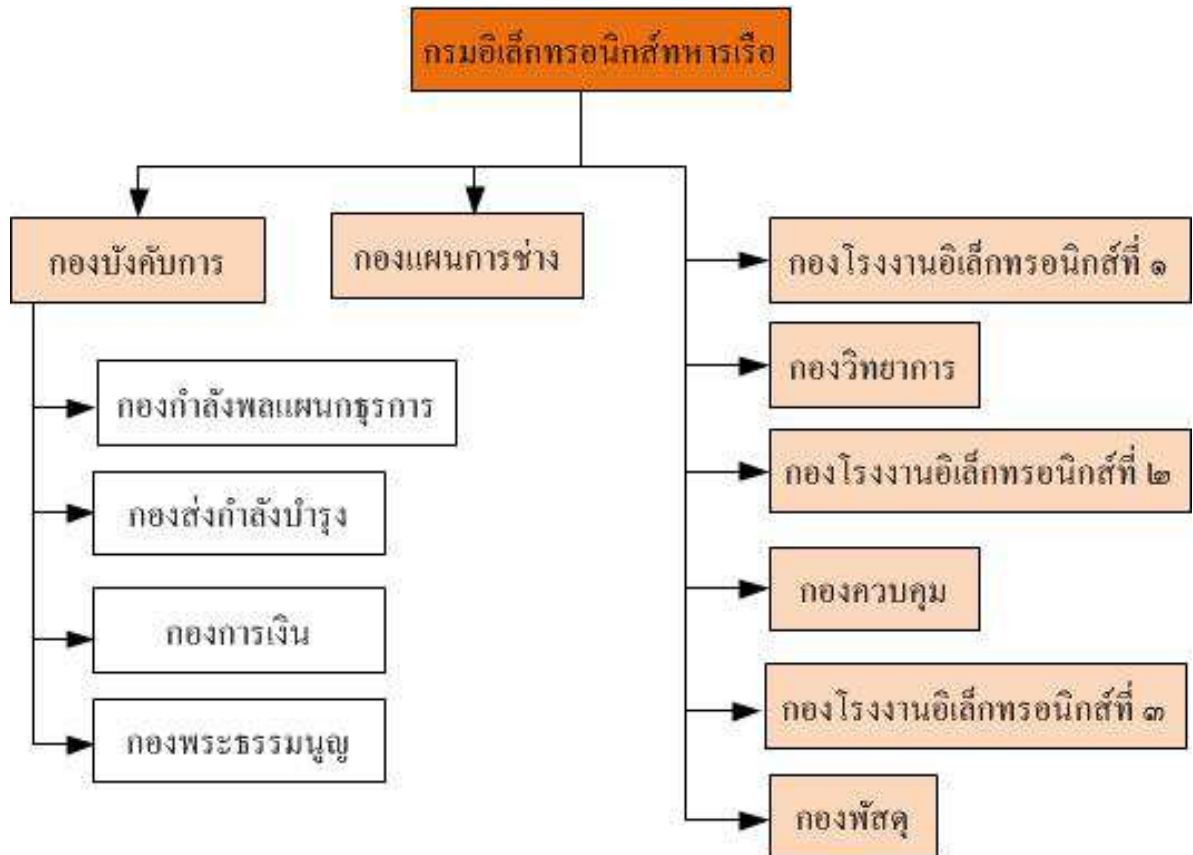
#### ภารกิจ

มีหน้าที่อำนาจการ ประสานงาน แนะนำ กำกับและดำเนินการเกี่ยวกับการซ่อมสร้าง คัดแปลง ทดสอบวิจัยและพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์การส่งกำลังพัสดุสายอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ตลอดจนให้การฝึกและศึกษาวิชาการอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์และวิชาการอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย มีเจ้ากรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือเป็นผู้บังคับบัญชารับผิดชอบ

#### การจัดหน่วย



## การจัดหน่วย (ต่อ)



## ผนวก ข

### กรมสรรพาวุธทหารเรือ

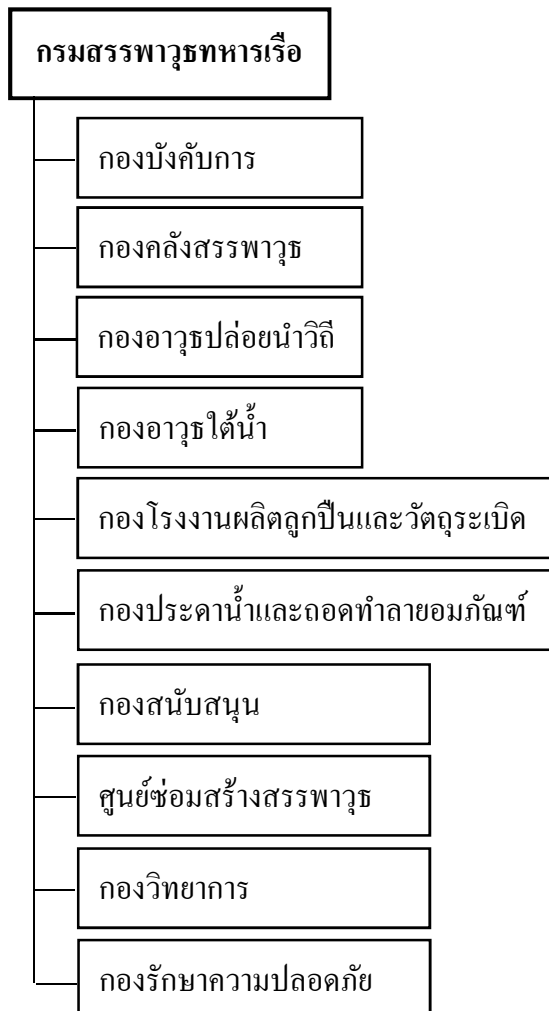
#### ภารกิจ

เป็นองค์กรที่มีการบริหารจัดการและการพัฒนา การส่งกำลังบำรุงสายสรรพาวุธที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้กำลังรบมีความพร้อม สามารถปฏิบัติการกิจได้ตามแผนยุทธศาสตร์ที่กองทัพเรือกำหนด

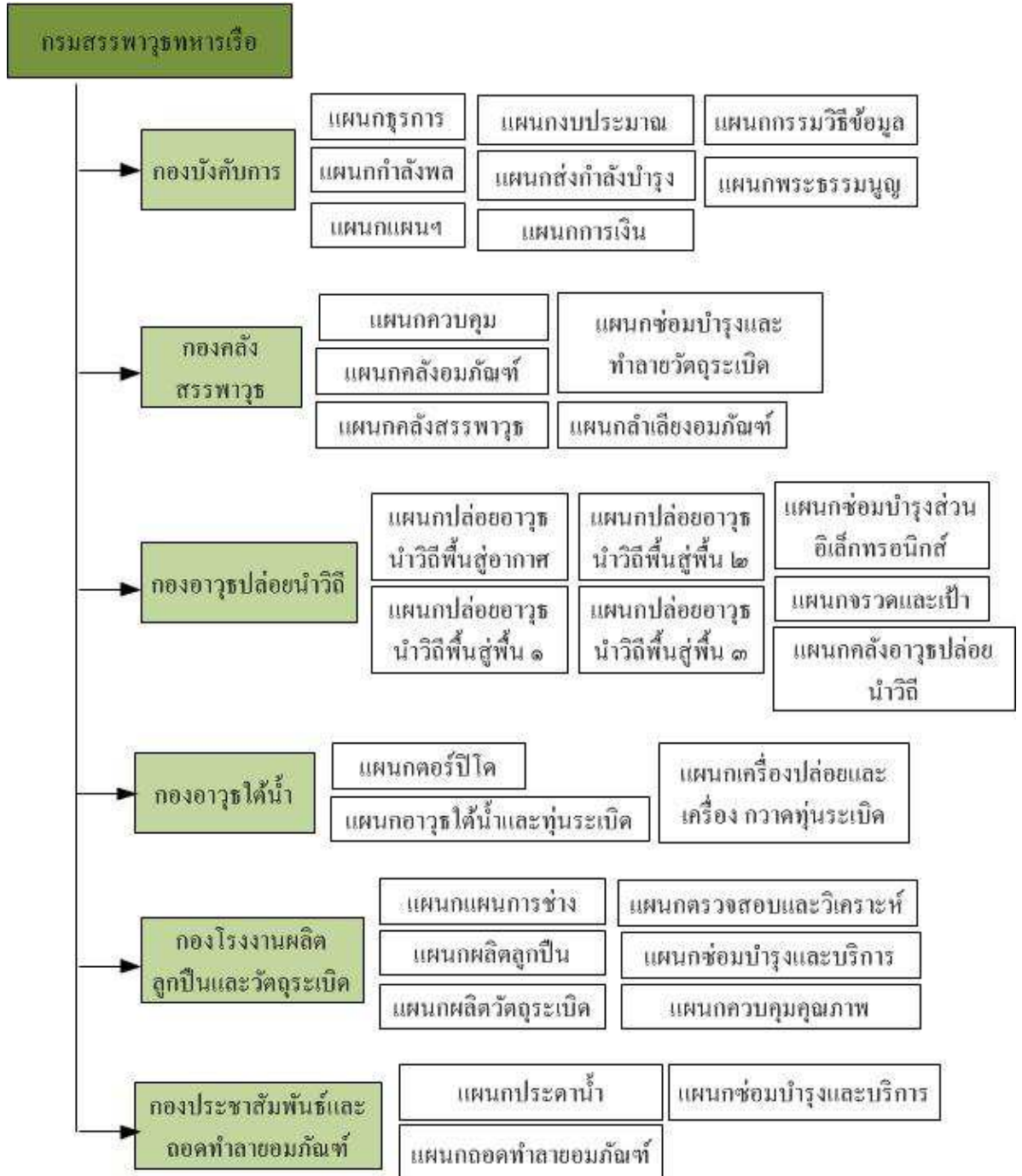
#### พันธกิจ

- บริหารจัดการการส่งกำลังสายสรรพาวุธเพื่อให้กำลังรบที่กองทัพเรือกำหนด มีความพร้อม
- พัฒนาการส่งกำลังสายสรรพาวุธเพื่อให้มีประสิทธิภาพ สนับสนุนความพร้อมของกองทัพเรือ

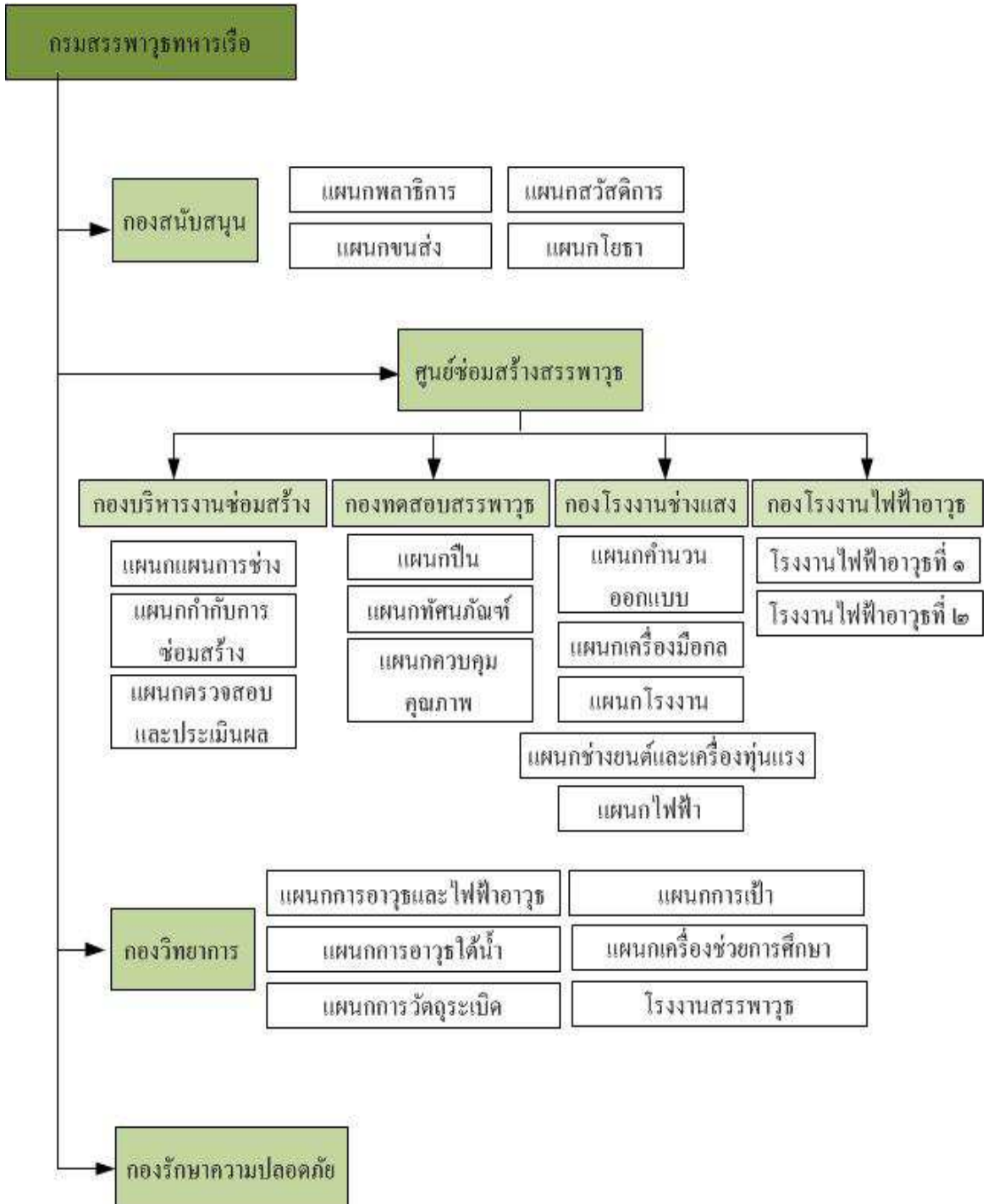
#### การจัดหน่วย



การจัดหน่วย (ต่อ)



การจัดหน่วย (ต่อ)



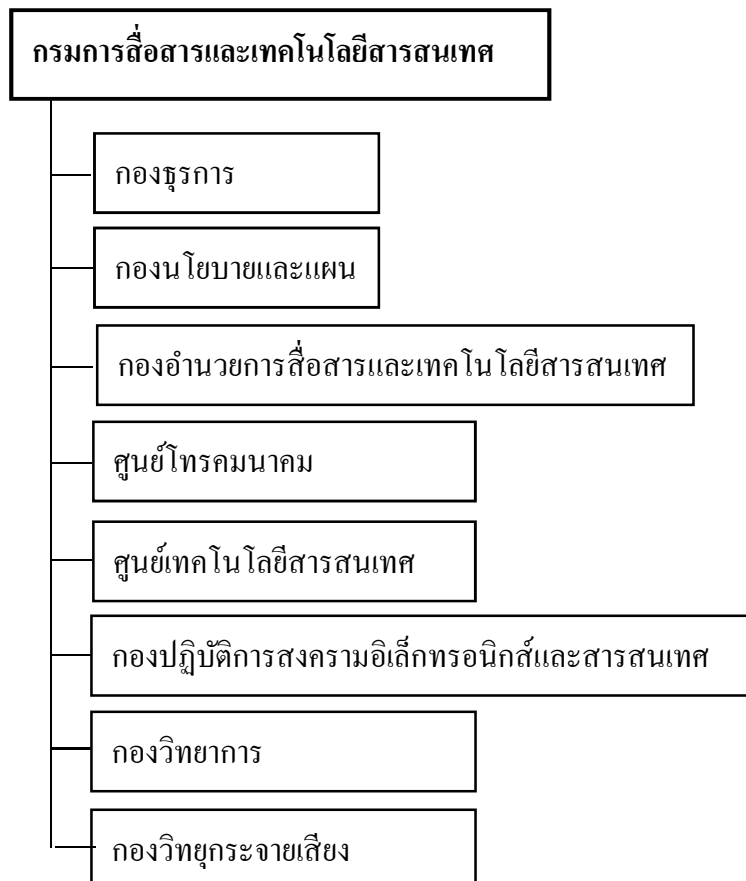
## ผนวก ค

### กรมการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศทหารเรือ

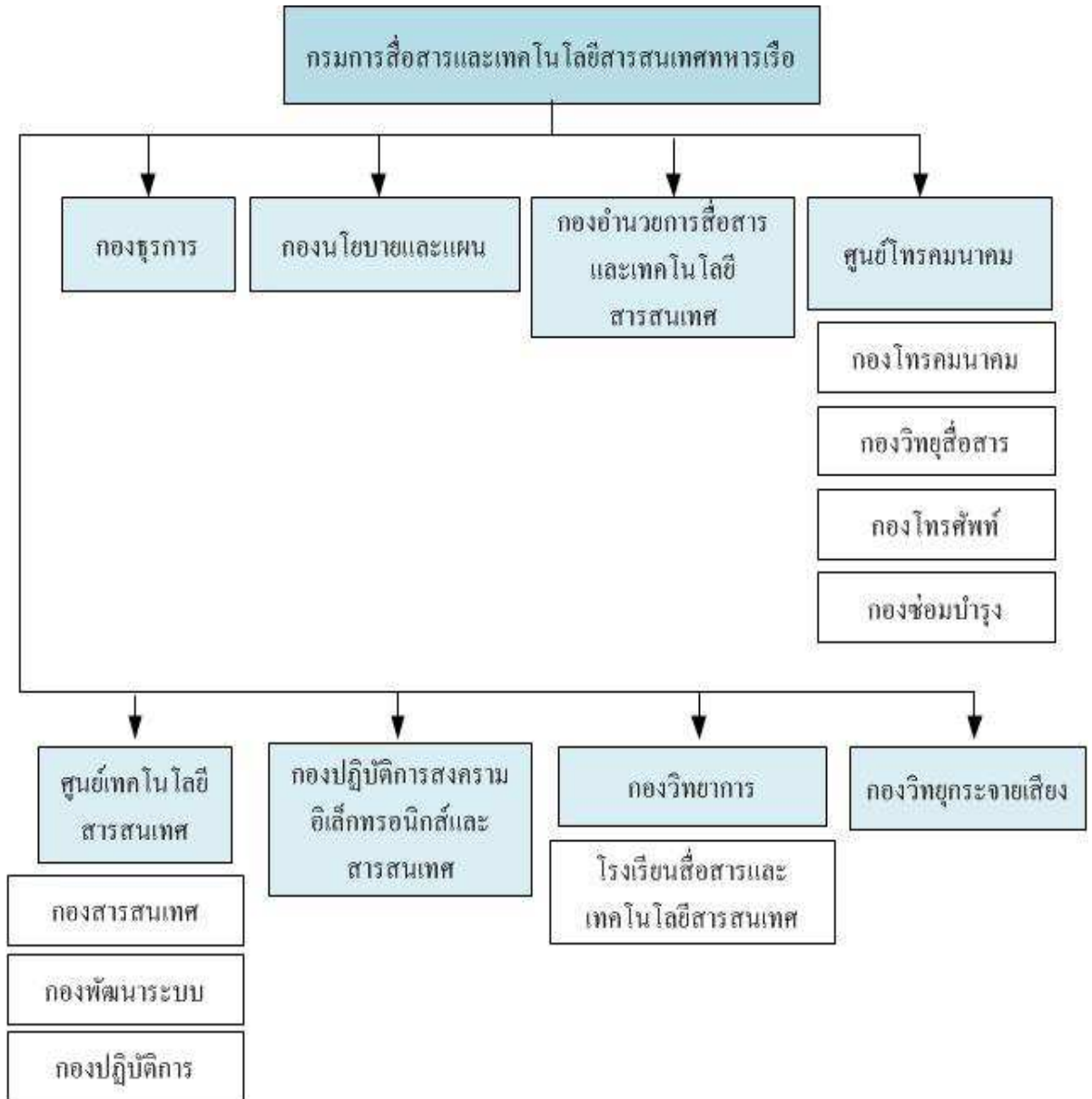
#### ภารกิจ

มีหน้าที่ วางแผนอำนวยการ ประสานงาน กำกับการ และดำเนินการเกี่ยวกับการสื่อสาร และเทคโนโลยีสารสนเทศ การสงครามอิเล็กทรอนิกส์ และสารสนเทศ การส่งกำลัง และซ่อมบำรุงด้านการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ กิจกรรมวิทยุกระจายเสียง ตลอดจนเป็น ศูนย์กลางวิชาการด้านการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ และกิจการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมีเจ้ากรม กรมการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศทหารเรือเป็นผู้บังคับบัญชารับผิดชอบ

#### การจัดหน่วย



การจัดหน่วย (ต่อ)





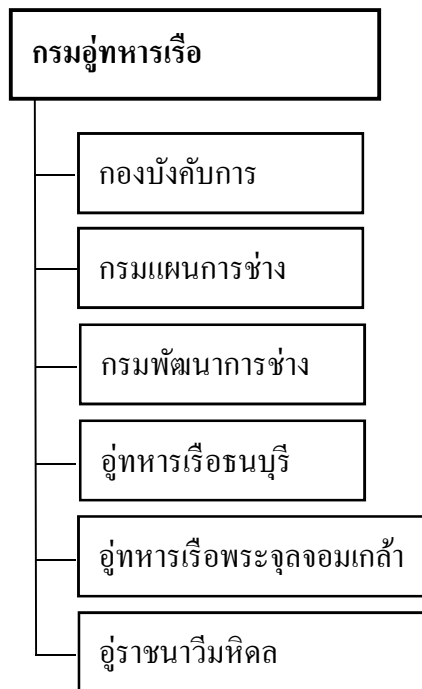
## ผนวก ง

### กรมอุตุนิยมวิทยา

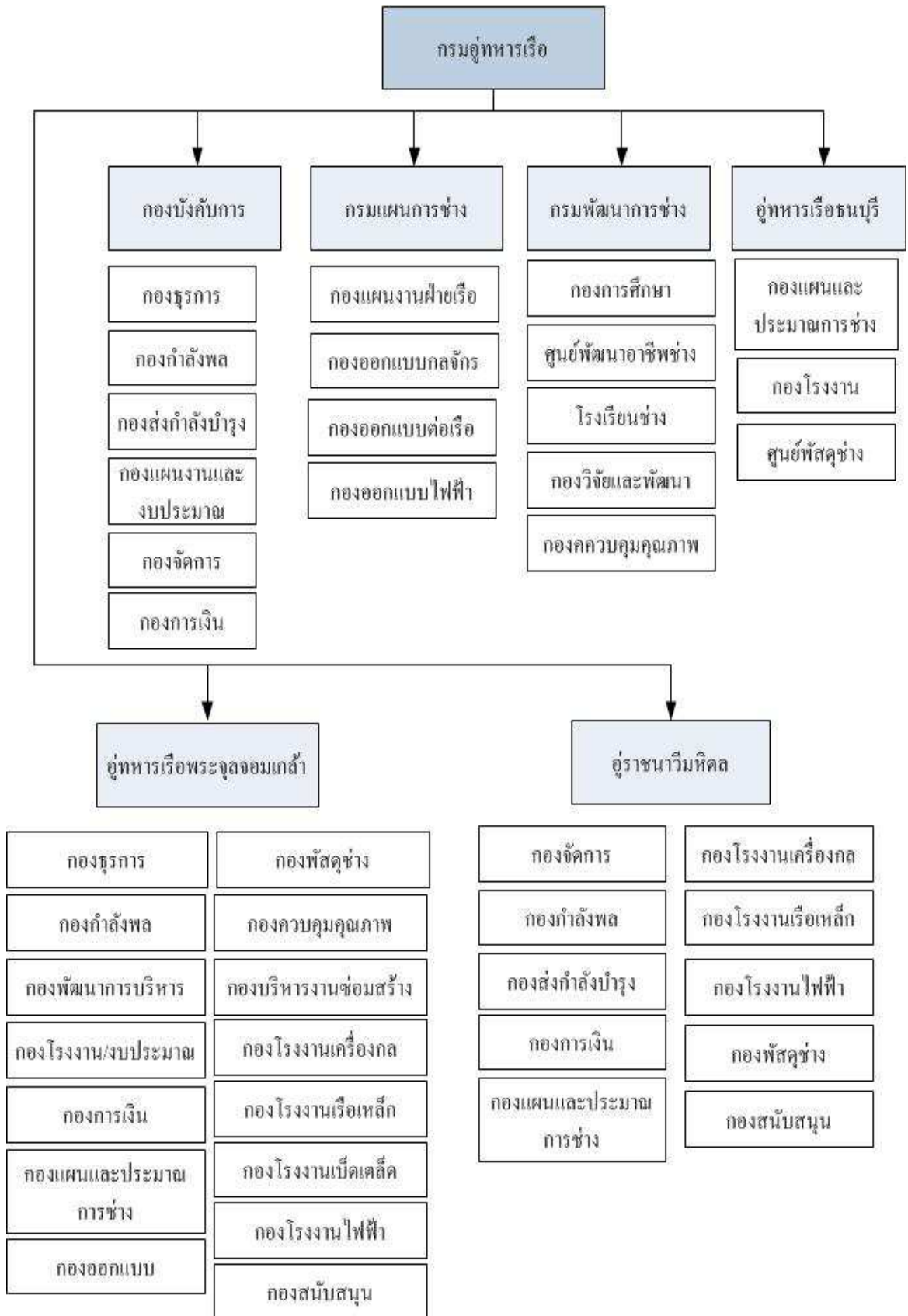
#### ภารกิจ

มีหน้าที่ อำนาจการ ประสานงาน แนะนำ กำกับการ และดำเนินการเกี่ยวกับการซ่อมสร้าง คัดแปลง ทดสอบ วิจัยและพัฒนา เกี่ยวกับเรือ อากาศยาน ยานรบ และอุปกรณ์การช่างที่เกี่ยวข้อง การส่งกำลังพัสดุสายช่าง ตลอดจนให้การฝึกและศึกษาวิชาที่เกี่ยวข้อง และวิชาการอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย มีเจ้ากรมอุตุนิยมวิทยาเป็นผู้บังคับบัญชารับผิดชอบ

#### การจัดหน่วย



#### การจัดหน่วย (ต่อ)



## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	พลเรือตรี มิ่ง อิมวิทยา	
วัน เดือน ปีเกิด	๑๐ ตุลาคม ๒๕๐๐	
ประวัติการศึกษา	โรงเรียน สวนกุหลาบวิทยาลัย	๒๕๑๖
	โรงเรียนเตรียมทหาร	๒๕๑๗
	โรงเรียนนายเรือ	๒๕๒๓
	โรงเรียนกลิน หลักสูตร พรรคกลิน	๒๕๓๐
	โรงเรียนเสนาธิการทหารเรือ	๒๕๓๕
	วิทยาลัยการทัพเรือ	๒๕๔๕
	Diploma in Microprocessor Application and Programming, University of Essex, England.	1984
Diploma in Computer Studies, University of Essex, England.	1985	
Master of Science in Electrical Engineering, Naval Postgraduate School, Monterey, U.S.A.	1990	
ประวัติการทำงาน โดยย่อ	ผู้อำนวยการกองวิชาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ	
	ผู้อำนวยการกองวิชาวิศวกรรม ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ	
	ผู้อำนวยการกองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ฝ่ายวิชาการ สถาบันวิชาการ ทหารเรือชั้นสูง	
	ผู้อำนวยการกองห้องทดลอง กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ	
	ผู้อำนวยการกองแผนและประมาณการช่าง กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ	
	หัวหน้านายทหารฝ่ายอำนวยการกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ	
	รองเจ้ากรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ	
	รองผู้อำนวยการศูนย์ซ่อมสร้างสรรพาวุธ กรมสรรพาวุธทหารเรือ	
ตำแหน่งปัจจุบัน	เจ้ากรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ	

# สรุปย่อ

ลักษณะวิชาการทหาร

เรื่อง แนวทางการทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ : กรณีศึกษาระบบ  
อำนวยการรบบนเรือ

ผู้วิจัย พลเรือตรี มิ่ง อิมวิทยา หลักสูตร วปม. รุ่นที่ ๗

ตำแหน่ง เจ้ากรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานในกองทัพ มีการทำงานร่วมกันของชุดชิปที่ประกอบขึ้นเป็น  
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายๆส่วน ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้มีการสั่งการควบคุมได้ทั้งในตัวเองหรือ  
การควบคุมผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ การควบคุมเหล่านี้มีทั้งการใช้โปรแกรมเฉพาะควบคุม  
หรือมีการใช้โปรแกรมควบคุมแบบเปลี่ยนแปลงได้ และอาจมีการผลิตวงจรรวม (Integrated  
Circuit, IC) โดยการแปลงโปรแกรมควบคุมให้อยู่ในสภาพวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ (Very  
Large Scale Integrated Circuit, VLSI)

การจัดหาระบบอาวุธสมัยใหม่ มีการต่อเชื่อมระบบอิเล็กทรอนิกส์หลายๆ ส่วนเข้าด้วยกัน  
เช่นระบบควบคุมและสั่งการ ระบบตรวจจับ ระบบอาวุธ และระบบสื่อสาร อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์  
หลายอย่างในระบบถูกผลิตจากบริษัทแตกต่างกัน ซึ่งแต่ละบริษัทมีเทคโนโลยีเป็นของตัวเอง การ  
เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถทำงานได้เป็นระบบ จำเป็นจะต้องอาศัย  
ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเรียกว่าเป็น System Integrator ทำการเชื่อมต่อระบบเข้าด้วยกัน ในปัจจุบันการ  
Integrated System นั้นมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและมีการดำเนินการโดยบริษัทต่างชาติเกือบทั้งสิ้น ทำให้  
เกิดความเสี่ยงต่อข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของระบบ (System Specification) ไม่ว่าจะเป็นต่อผู้ใช้  
กับบริษัท หรือระหว่างบริษัทต่างๆด้วยกันเอง โดยที่ผู้ใช้ไม่สามารถทราบได้เลยว่าอุปกรณ์ที่จัดหา  
มานั้น ทั้งจัดหาใหม่หรือจัดหาเพิ่มเติมในการปรับปรุง สามารถใช้ร่วมกับระบบเดิมได้หรือไม่  
โดยที่ข้อมูลต่างๆนั้นผู้ใช้มีโอกาสเป็นแค่ผู้รับเพียงอย่างเดียว ส่วนการทดสอบการทำงานนั้นเป็น  
หน้าที่ของบริษัทผู้จำหน่ายในการทดลองให้เห็นว่าอุปกรณ์นั้นๆ มีการทำงานในระบบได้อย่าง  
ถูกต้อง ดังนั้นจึงมีโอกาสเสี่ยงที่ความปลอดภัยของระบบจะถูกคุกคาม ทั้งในด้านเสถียรภาพของ  
ระบบที่ดี หรือในด้านความปลอดภัยของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของระบบที่ดี โดยที่ผู้ใช้ไม่มี

โอกาสทราบได้เลยว่าบริษัทที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆในระบบนั้น ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล และพารามิเตอร์ต่างๆ ในระบบอย่างไรบ้างเพื่อให้อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งทำงานได้ ซึ่งในอนาคตภายหน้า การปรับปรุงระบบหรือการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อย่างอื่นอาจจะมีปัญหาเกิดขึ้นได้ และในแง่ของการปกปิดข้อมูลของระบบอาวุธ ตัวอย่างเช่น ระบบจรวดนำวิถี Harpoon ซึ่งได้รับการติดตั้งบนเรือรบหรือเครื่องบินก็ดี มีข้อตกลงระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลสหรัฐอเมริกาว่า ห้ามทำการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก ยกเว้นจะได้รับการยินยอมจากรัฐบาลสหรัฐ และเมื่อจะทำการเชื่อมต่อกับระบบใดๆก็ตาม จะต้องมีการแจ้งให้สหรัฐร่วมตรวจสอบด้วย หรือการเชื่อมต่อกับระบบอำนาจการรบของบริษัท SABB(สวีเดน) ไม่สามารถกระทำได้โดยตรงกับระบบจรวด MK-41(สหรัฐ) หากต้องการเชื่อมต่อก็ต้องมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการขอลิขสิทธิ์(License)และข้อมูลทางเทคนิคต่างๆ ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นภาระของกองทัพในด้านงบประมาณทั้งสิ้น ถึงแม้ว่าจะรวมอยู่ในราคาของอุปกรณ์ที่จัดหาก็ตาม

ในด้านของการวิจัยและการพึ่งพาตนเอง หากกองทัพต้องการเพิ่มขีดความสามารถของระบบ โดยการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้เพิ่มขึ้นก็ดี ก็ย่อมมีความเสี่ยงในการมาเชื่อมต่อกับระบบ ซึ่งอาจจะทำให้ระบบหยุดทำงานหรือขัดข้องได้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียในด้านยุทธการหรือต่อตัวผู้วิจัยเอง ทำให้การวิจัยไม่สามารถพัฒนาได้อย่างคล่องตัวและก้าวหน้าเท่าที่ควร

ดังนั้นการมีเครื่องมือทดสอบทดลองที่เหมาะสมสำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในกองทัพนั้นจะช่วยลดความเสี่ยงในด้านยุทธการ ลดปัญหาด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของระบบ และเพิ่มขีดความสามารถในการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งสามารถลดปัญหาของการซ่อมบำรุงระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในกองทัพได้อีกด้วย

ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันมีการใช้และศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองการทำงาน ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ โดยการกำหนดเป็นการเขียน โปรแกรมด้วยภาษา Hardware Description Language (HDL) ซึ่งตามโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หรือโรงงานที่ผลิต อุปกรณ์วงจรรวม (Integrated Circuit, IC) ในระดับวงจรรวมขนาดใหญ่ (Very Large Scale Integrated Circuit, VLSI) จะมีการใช้ภาษา HDL เพื่อจำลองการทำงาน ของ VLSI ก่อนที่จะทำการผลิต เพื่อลดความสูญเสียของการผลิตอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งเมื่อมีการทดลองการทำงานจนเป็นที่แน่ใจในความถูกต้องแล้วจึงทำการผลิตจริงในขั้น โรงงาน(Wafer Fabrication)ต่อไป และการใช้ HDL นี้ยังสามารถกำหนดระดับชั้น (Layers) ของอุปกรณ์ใน ระดับสูงๆขึ้นไปได้อีกด้วย โดยเริ่มจากระดับ IC, VLSI, Circuit, Equipment, และ System of Equipment ซึ่งเป็นการเปิดให้ระบบมีการพัฒนาอย่างไม่มีการจำกัด ทั้งนี้โดยขึ้นกับระดับของการจำลองการทำงานของผู้ใช้นั่นเอง

ปัจจุบันในประเทศไทยมีการศึกษาในด้านภาษา HDL กันในระดับอุดมศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาในขั้นพื้นฐานเพื่อให้รู้จักและคุ้นเคยเท่านั้น หน่วยงานที่ผลักดันให้มีการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่องคือศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ หรือ NECTEC ซึ่งมีอุปกรณ์และบุคลากรที่มีความสามารถอยู่มาก ในขณะที่กองทัพก็มีบุคลากรที่ศึกษามาในด้านนี้อยู่หลายท่าน แต่เนื่องจากการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาในด้าน HDL ยังไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างเพียงพอ จึงทำให้ระดับการพัฒนาให้เป็นระบบยังไม่ได้มีการดำเนินการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การจัดทำระบบ Library สำหรับ HDL ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ยังไม่ได้มีการริเริ่มขึ้นมา ซึ่งหากได้รับการส่งเสริม จะมีประโยชน์เป็นอย่างมาก ทั้งในส่วนของกองทัพและภาคการศึกษา ตลอดจนภาคเอกชน ซึ่งจะเป็นการรวมศูนย์ของ HDL สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ทันทีและยังลดการซ้ำซ้อนของการพัฒนา HDL ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ อีกด้วย.

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษามาตรฐานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในกองทัพเรือ
๒. เพื่อเสนอแนวทางการทดสอบการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับระบบอำนาจการรบบนเรือ

## ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในเรือรบที่มีคุณค่าทางยุทธการสูง โดยมุ่งเน้นระบบอำนาจการรบบนเรือ

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผลการดำเนินการที่ผ่านมา ข้อคิดเห็นที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติ เปรียบเทียบกับ การดำเนินการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่ผลการวิจัยอันจะได้มาซึ่งข้อยุติและเหตุผล ตลอดจนข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

## ผลการวิจัย

ทำให้ทราบถึงปัญหา อุปสรรค และข้อขัดข้องในการจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับชุดโทรโปรแกรมหลักใน โทร. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องมือสำหรับตรวจสอบคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ภาษา VHDL สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ตรงกับความต้องการมากยิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นเครื่องมือช่วยในการตรวจรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการเชื่อมต่อกับระบบอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ และยังช่วยในการจำลองการทำงานของระบบเพื่อใช้ในการซ่อมทำและบำรุงรักษาชุดโทรโปรแกรมที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีสิ่งที่จะได้รับเพิ่มเติมคือความรู้ความชำนาญของบุคลากร และความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ในด้านการใช้งานภาษา VHDL ซึ่งสามารถแยกเป็นหัวข้อเพื่อความชัดเจนในการดำเนินการดังนี้

๑. กำหนดให้มีการใช้ภาษา VHDL เป็นมาตรฐานในการแสดงคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์นอกเหนือจากการให้ข้อมูลทางเอกสาร

๒. การจัดหาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต้องมีการระบุให้มีการจัดทำคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์นั้น ๆ ด้วยการใช้ภาษา VHDL

๓. บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ที่จะจัดหา จะต้องเสนอคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์เป็นภาษา VHDL เพื่อให้หน่วยเทคนิคได้ทำการตรวจสอบและจำลองการทำงานในขั้นตอนของการพิจารณาคัดเลือกแบบ ทั้งนี้การเสนอในภาษา VHDL อาจเป็นขั้นตอนของ Block Diagram ของอุปกรณ์ซึ่งสามารถทดสอบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ในกระบวนการจำลองด้วยภาษา VHDL

๔. การตรวจรับอุปกรณ์ต้องมีการจำลองการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ ด้วยภาษา VHDL ร่วมกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์นั้น ๆ

๕. ให้กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือจัดตั้งศูนย์รวบรวมคุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยภาษา VHDL และดำเนินการทดสอบการทำงานด้วยภาษา VHDL อย่างเป็นระบบ โดยเริ่มต้นจากระบบอิเล็กทรอนิกส์ในเรือรบ

๖. ให้กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือประสานกับหน่วยงานหรือสถานศึกษาอื่น ๆ เพื่อให้มีการพัฒนาการใช้ VHDL เพื่อสร้างระบบอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์นั้น ๆ เพื่อใช้ในการจำลองการทำงาน และส่งเสริมในการพัฒนาความรู้ของบุคลากรในด้านภาษา VHDL

๗. ให้หน่วยที่ทำการซ่อมบำรุงระบบอิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมต่อกับศูนย์รวบรวมคุณลักษณะเฉพาะแบบ On-line ได้ เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการทดลองการทำงานของระบบในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบอิเล็กทรอนิกส์

## ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการดำเนินการตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ภาษา VHDL เป็นการดำเนินการแบบใหม่ ซึ่งหน่วยงานต่าง ๆ ยังไม่คุ้นเคย และไม่สามารถกำหนดการปฏิบัติได้ในเวลาระยะสั้น อีกทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีด้านภาษา VHDL ยังไม่ครอบคลุมถึงอุปกรณ์ทุกชนิด จำเป็นจะต้องใช้เวลาในการกำหนดมาตรฐานของภาษา VHDL ที่จะนำมาใช้ในกองทัพ ซึ่งจะต้องอาศัยความร่วมมือจากหลาย ๆ ส่วนทั้งภาคเอกชน และหน่วยงานเทคนิค และสถาบันการศึกษา ที่จะผลักดันให้มีการใช้อย่างแพร่หลาย ถึงแม้จะมีการลงทุนสูงในครั้งแรก แต่ในระยะยาวจะเป็นการลดเวลาการซ่อมบำรุงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และสามารถจัดหาอุปกรณ์ได้ตรงกับความต้องการและสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ ได้อีกด้วย โดยสามารถแยกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

๑. ควรส่งเสริมการให้ทุนการศึกษาในด้านการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบวงจรรวมขนาดใหญ่
  ๒. ควรมีการรับรองมาตรฐานการออกแบบโปรแกรม VHDL โดยหน่วยงานสากล
  ๓. ให้มีการฝึกงาน คุณาน ในโรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชั้นสูง
  ๔. การจัดหาชุดชิปที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ ต้องมีการอบรมการซ่อมบำรุงรักษาโดยการใช้ภาษา VHDL ในการจำลองการทำงาน
  ๕. จัดเตรียมงบประมาณในการจ้างนักวิจัยสำหรับการพัฒนาภาษา VHDL สำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่เดิม ให้สามารถนำมาจำลองการทำงานร่วมกับระบบที่จัดหาใหม่ได้
  ๖. มีการส่งเสริมความร่วมมือในการจัดตั้งโรงงานผลิตวงจรรวมขนาดใหญ่ในระดับประเทศเพื่อใช้เป็นฐานการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง
- ทั้งนี้ การเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินการซ่อมทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นชุดชิป จะไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากไม่มีการกำหนดหัวข้อ/รูปแบบที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะด้วยภาษา VHDL ไว้ในการจัดทำเอกสารสำคัญต่างๆ ให้ชัดเจนและเป็นมาตรฐานเดียวกัน และเป็นการสร้างความสะดวกความรวดเร็วให้กับหน่วยที่ทำการซ่อมบำรุง เพื่อให้หน่วยผู้ใช้งานสามารถดำเนินการได้ตามภารกิจตามเวลาที่กำหนด และได้ชุดชิปตรงตามความต้องการของ ทร. ตลอดจนยังจะช่วยลดข้อขัดข้องในการดำเนินงาน และข้อร้องเรียนจากผู้ประกอบการได้



