เอกสารวิจัยส่วนบุคคล

เรื่อง

แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้น
แบบบูรณาการของกองทัพอากาศ

โดย

นาวาอากาศโท สมคะเน มีสอาด

หลักสูตรเสนาธิการทหารอากาศ
รุ่นที่ ๖๘ ปีการศึกษา ๒๕๖๗
โรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ
กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ

กองทัพอากาศ

ดอนเมือง **กรุงเทพมหานคร**

หนังสือรับรอง

คณะกรรมการเอกสารวิจัยโรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศได้ตรวจและรับรองว่าเอกสารวิจัยส่วนบุคคล เรื่อง แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศ ของ นาวาอากาศโท สมคะเน มีสอาด นายทหารนักเรียนโรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ รุ่นที่ ๖๘ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรเสนาธิการทหารอากาศ โรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ ประจำปีการศึกษา ๒๕๖๗

พลอากาศตรี
(พฤทธิ์ ตึกสุอินทร์)
ผู้บัญชาการโรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ
กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ

นาวาอากาศเอก
(ปิยศักดิ์ สุเมตติกุล)
ที่ปรึกษาเอกสารวิจัยโรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ

นาวาอากาศโท
(ยุทธการ ประเสริฐ)
อาจารย์ผู้รับผิดชอบเอกสารวิจัยโรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ

บทคัดย่อ

เอกสารวิจัยเรื่อง	แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศ
ชื่อนายทหารนักเรียน	นาวาอากาศโท สมคะเน มีสอาด
ที่ปรึกษา	นาวาอากาศเอก ปิยศักดิ์ สุเมตติกุล
อาจารย์ผู้รับผิดชอบ	นาวาอากาศโท ยุทธการ ประเสริฐ

เอกสารวิจัยฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาขีดความสามารถและแนวคิดการวางกำลังระบบป้องกันภัยทางอากาศ รวมถึงภัยคุกคามในมิติทางอากาศที่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศ เพื่อนำเสนอแนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการที่เหมาะสมต่อกองทัพอากาศในการรับมือกับภัยคุกคามมิติทางอากาศสมัยใหม่

โดยวิธีดำเนินการวิจัยที่ใช้ในการศึกษา คือ วิธีการวิจัยเอกสาร (Documentary research) จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ซึ่งประกอบด้วยเอกสารราชการตำราต่าง ๆ เอกสารวิจัย บทความทางวิชาการ และแหล่งข้อมูลเปิดที่เป็นความจริงและมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รวบรวมและค้นคว้ามา ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เพื่อแยกแยะประเด็นที่เหมือนและแตกต่างกัน นำมาเป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับใช้แบบจำลองวงรอบการทำลายของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (IADS Kill Chain Model) ทำการวิเคราะห์หาแนวทางการพัฒนาขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศเพื่อรับมือกับภัยคุกคามมิติทางอากาศสมัยใหม่อย่างเป็นระบบ

ผลการศึกษาที่ได้รับจากวิเคราะห์ข้อมูล แสดงให้เห็นแนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ ใน ๓ องค์ประกอบหลักสำคัญ ได้แก่ การเฝ้าตรวจทางอากาศ (Air Surveillance) การจัดการรบ (Battle Management) และการควบคุมระบบอาวุธ (Weapon Control) ในด้านขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีและยุทธวิธี ซึ่งแนวทางการพัฒนาในแต่ละองค์ประกอบหลักสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับบริบทของกองทัพอากาศได้

ทั้งนี้ ในส่วนของผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะให้แก่หน่วยที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงเกี่ยวกับการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ ทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศในด้านเทคโนโลยีและยุทธวิธี ณ ปัจจุบัน เพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่ยังขาดหรือเป็นช่องว่างอยู่ หลังจากนั้นจึงพิจารณานำผลการศึกษาจากเอกสารวิจัยฉบับนี้ไปใช้ต่อยอดอย่างเหมาะสม และเกิดประโยชน์ต่อการพัฒนากองทัพอากาศสืบไป

Abstract

Research Title	A Guideline for development of RTAF Multi-Layered IADS to response modern air threats
Name	Wing Commander Somkanae Meesa-ard
Research Consultant	Group Captain Piyasak Sumettikul
Research Advisor	Wing Commander Yuttakarn Prasert

This research paper aims to examine the capabilities and deployment concepts of air defense systems, as well as air threats that impact RTAF operations. The goal is to propose a suitable multi-layered integrated air defense system development strategy for the RTAF to counter modern air threats.

The research methodology employed in this study is documentary research, involving the collection of secondary data. This includes official documents, textbooks, research papers, scholarly articles, and open-source information that is factual and credible. The collected data is then analyzed using content analysis to identify common and divergent themes. These themes serve as the foundation for the Integrated Air Defense System (IADS) Kill Chain Model. The model is used to analyze and develop strategies for enhancing the capabilities of the air force's multi-layered air defense system to effectively counter modern air threats in a systematic manner.

The analysis of the collected data revealed a three-pronged approach to developing the RTAF's multi-layered integrated air defense system: air surveillance, battle management, and weapon control. This approach emphasizes technological and tactical capabilities, and its components can be adapted to the specific context of the RTAF.

In conclusion, the researcher recommends that the units directly responsible for developing the RTAF's air defense system conduct a thorough assessment of the current technological and tactical capabilities of the RTAF's air defense system. This assessment should identify any gaps or deficiencies in the system. Subsequently, the findings of this research paper should be considered for further development and implementation to enhance the capabilities of the RTAF.

คำนำ

จากภัยคุกคามทางทหารในมิติอากาศปัจจุบันที่มีการถูกนำมาใช้ในสถานการณ์ความขัดแย้ง ทั่วทุกมุมโลก เช่น สถานการณ์ความขัดแย้งรัสเซีย-ยูเครน สถานการณ์ความขัดแย้งอิสราเอล-ฮามาส ชี้ให้เห็นว่าภัยคุกคามทางทหารมิติอากาศสมัยใหม่ เช่น อากาศยานที่ถูกตรวจพบได้ยาก (Low observable aircraft) อากาศยานไร้คนขับ (UAV) โดรน (Drone) อาวุธปล่อยระยะไกล (Standoff-weapon) และจรวดนำวิธี (Missile) ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายในการทำสงครามมากขึ้น ซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลต่อการปฏิบัติการทางอากาศในการทำสงคราม

กองทัพอากาศมีภารกิจในการเตรียมกำลังกองทัพอากาศ ป้องกันราชอาณาจักรและดำเนินการเกี่ยวกับการใช้กำลังกองทัพอากาศ ตามอำนาจหน้าที่ที่ได้รับมอบจากกระทรวงกลาโหม ได้ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบภัยคุกคามที่เกิดขึ้น ทำให้นโยบายของผู้บัญชาการทหารอากาศ ปี พ.ศ.๒๕๖๗ - ๒๕๖๘ ด้านยุทธการและการฝึก ข้อที่ ๓.๒ ได้กล่าวถึงการเสริมสร้างขีดความสามารถการป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (Integrated Air Defense System : IADS) ตลอดจนกำหนดกรอบการวิจัยและพัฒนาให้ตอบสนองการใช้งานในภารกิจของกองทัพอากาศ จากเหตุปัจจัยที่กล่าวมาเป็นที่มีของเอกสารวิจัยเรื่อง “แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศ”

ทั้งนี้ ผู้วิจัยตั้งเป้าหมายที่จะให้เอกสารวิจัยฉบับนี้ เป็นแนวทางขั้นต้นในการพัฒนาขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศ เพื่อรับมือภัยคุกคามมิติทางอากาศสมัยใหม่ได้อย่างทันเวลา และเหมาะสมกับบริบทของกองทัพอากาศ เพื่อให้หน่วยที่มีหน้าที่รับผิดชอบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาขีดความสามารถดังกล่าวอย่างเป็นระบบ ทำให้กองทัพอากาศมีความพร้อมในการรับมือกับภัยคุกคามมิติทางอากาศสมัยใหม่ได้อย่างทันเวลาและสามารถปฏิบัติภารกิจได้อย่างลุล่วงมั่นคงและปลอดภัย

นาวาอากาศโท
(สมคะเน มีสอาด)
นายทหารนักเรียนโรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ รุ่นที่ ๖๘
กรกฎาคม ๒๕๖๗

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของนาวาอากาศโท ยุทธการ ประเสริฐ อาจารย์ผู้รับผิดชอบเอกสารวิจัย ที่ได้สละเวลาให้ความช่วยเหลือนะนำและคำปรึกษาในสิ่งที่ผู้วิจัยไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัย ตลอดจนช่วยตรวจทานความถูกต้องของเอกสารวิจัย ด้วยความเอาใจใส่ รวมทั้งข้อคิดเห็น ทำให้งานวิจัยฉบับนี้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นาวาอากาศเอก ปิยศักดิ์ สุเมตติกุล ฝ่ายเสนาธิการศูนย์การสงครามทางอากาศและที่ปรึกษาเอกสารวิจัย ที่ให้โอกา มอบแนวทาง และคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ยิ่ง ซึ่งสนับสนุนให้การศึกษาค้นคว้าเป็นไปอย่างเรียบร้อย และสามารถนำไปสู่คำตอบของคำถามวิจัยในท้ายที่สุด

นอกจากนี้ ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณศูนย์การสงครามทางอากาศที่เป็นองค์กรที่ให้โอกาสและกระตุ้นให้ผู้วิจัยดำเนินหัวข้อการศึกษาตามวิจัยฉบับนี้ สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าของเอกสารและตำราวิชาการทุกท่าน ที่ผู้วิจัยนำมาศึกษาค้นคว้าและนำมาอ้างอิงในการทำวิจัยจนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
หนังสือรับรอง	**ก**
บทคัดย่อ	**ข**
Abstract	**ค**
คำนำ	**ง**
กิตติกรรมประกาศ	**จ**
สารบัญ	**ฉ**
สารบัญตาราง	**ซ**
สารบัญภาพ	**ฌ**
บทที่ ๑ บทนำ	**๑**
๑. ความสำคัญและที่มีของการวิจัย	๑
๒. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	๑
๓. คำถามการวิจัย	๑
๔. ขอบเขตการวิจัย	๒
๕. วิธีการวิจัย	๒
๖. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	๒
๗. คำนิยามศัพท์เฉพาะ	๓
๘. กรอบแนวคิดการวิจัย	๔
บทที่ ๒ การทบทวนวรรณกรรม	**๕**
๑. ระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ	๕
๒. แนวความคิดการป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ	๗
๓. แนวความคิดการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศของต่างประเทศ	๑๐
๔. ภัยคุกคามทางอากาศ	๑๓
บทที่ ๓ วิธีดำเนินการวิจัย	**๑๗**
๑. ขั้นตอนการวิจัย	๑๗
๒. การเก็บรวบรวมข้อมูล	๑๗
๓. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	๑๘

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ ๔ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	**๒๐**
๑. ระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ	๒๐
๒. แนวความคิดระบบการป้องกันภัยทางอากาศของต่างประเทศ	๒๑
๓. ภัยคุกคามมิติอากาศที่มีผลต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศ	๒๒
๔. แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของ ทอ.	๒๓
บทที่ ๕ สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	**๒๕**
๑. สรุปผลการวิจัย	๒๕
๒. อภิปรายผล	๒๗
๓. ข้อเสนอแนะ	๒๗
บรรณานุกรม	**๒๘**
ประวัติย่อผู้วิจัย	**๓๑**

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ ๔ - ๑ การวิเคราะห์ขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศ ด้วย IADS Kill Chain ๒๕

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ ๑ - ๑ การป้องกันทางอากาศและการป้องกันภัยทางอากาศ ๓
ภาพที่ ๑ - ๒ กรอบแนวคิดการวิจัย ๔
ภาพที่ ๒ - ๑ องค์ประกอบของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ ๖
ภาพที่ ๒ - ๒ แนวทางการใช้กำลังการป้องกันภัยทางอากาศ ๘
ภาพที่ ๒ - ๓ กองทัพกำลังทางอากาศและป้องกันภัยทางอากาศของรัสเซีย ๑๐
ภาพที่ ๒ - ๔ ลำดับชั้นระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการของอิสราเอล ๑๒
ภาพที่ ๒ - ๕ ลำดับชั้นระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการของสิงคโปร์ ๑๓

บทที่ ๑

บทนำ

๑. ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

จากภัยคุกคามทางทหารในมิติอากาศปัจจุบันที่มีการถูกนำมาใช้ในสถานการณ์ความขัดแย้งทั่วทุกมุมโลก อาทิ สถานการณ์ความขัดแย้งรัสเซีย-ยูเครน สถานการณ์ความขัดแย้งอิสราเอล-ฮามาส ชี้ให้เห็นว่า ภัยคุกคามทางทหารมิติอากาศสมัยใหม่ เช่น อากาศยานที่ถูกตรวจพบได้ยาก (Low observable aircraft) อากาศยานไร้คนขับ (UAV) โดรน (Drone) อาวุธปล่อยระยะไกล (Standoff-weapon) และจรวดนำวิธี (Missile) เป็นต้น ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายในการทำสงครามมากขึ้น ซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลต่อการปฏิบัติการทางอากาศในการทำสงคราม

กองทัพอากาศ (ทอ.) มีภารกิจในการเตรียมกำลังกองทัพอากาศ ป้องกันราชอาณาจักรและดำเนินการเกี่ยวกับการใช้กำลังกองทัพอากาศ ตามอำนาจหน้าที่ที่ได้รับมอบจากกระทรวงกลาโหม ได้ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบภัยคุกคามที่เกิดขึ้น ทำให้นโยบายของผู้บัญชาการทหารอากาศ ปี พ.ศ.๒๕๖๗ - ๒๕๖๘ ด้านยุทธการและการฝึก ข้อที่ ๓.๒ ได้กล่าวถึงการเสริมสร้างขีดความสามารถการป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (Integrated Air Defense System : IADS) ตลอดจนกำหนดกรอบการวิจัยและพัฒนา ให้ตอบสนองการใช้งานในภารกิจของกองทัพอากาศ (กองทัพอากาศ, ๒๕๖๖)

ทั้งนี้ หลักนิยมปฏิบัติการกองทัพอากาศ พ.ศ.๒๕๖๖ กล่าวถึง หลักการปฏิบัติการป้องกันทางอากาศเชิงรุกว่าเป็นการปฏิบัติการในการใช้กำลังเข้าต่อต้านกำลังทางอากาศของฝ่ายข้าศึกที่เข้าโจมตีทางอากาศ ไม่ว่าจะเป็นอากาศยานหรืออาวุธปล่อย โดยการปฏิบัติการป้องกันทางอากาศเชิงรุกเป็นจุดเริ่มการปฏิบัติการโดยฝ่ายเรา เช่น หน่วยบินขับไล่สกัดกั้นยุทธวิธี หน่วยบินค้นหาและแจ้งเตือน และหน่วยอาวุธต่อสู้อากาศยาน (กองทัพอากาศ, ๒๕๖๖) ซึ่งตามแนวคิดในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดเนื่องจากขีดความสามารถไม่ตอบสนองในการรับมือกับภัยคุกคามทางทหารมิติอากาศ และแนวความคิดการป้องกันทางอากาศ (Air Defense Concept of Operations : AD CONOPs) ของ ทอ. ยังไม่ได้กล่าวถึงแนวทางการปฏิบัติการเมื่อใช้ระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ (กองทัพอากาศ, ๒๕๖๓)

๒. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๒.๑ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ

๒.๒ เพื่อหาแนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของ ทอ.

๓. คำถามการวิจัย

ระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของ ทอ. ควรเป็นอย่างไร

๔. ขอบเขตของการวิจัย

๔.๑ งานวิจัยนี้เน้นการศึกษาข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการภายในขอบเขตการปฏิบัติการของ ทอ. ในด้านขีดความสามารถทางด้านเทคโนโลยีและยุทธวิธี เพื่อรับมือกับภัยคุกคามทางทหารมิติอากาศที่อาจส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติการของ ทอ. เท่านั้น

๔.๒ งานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของ ทอ.ภายใต้ กรอบระยะเวลาของยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ ๒๐ ปี (พ.ศ.๒๕๖๑ - ๒๕๘๐) (กองทัพอากาศ, ๒๕๖๓)

๔.๓ งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาและค้นคว้าจากเอกสารราชการ วรรณกรรม ตำรา เอกสารวิจัย บทความทางวิชาการและเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการและเรื่องของภัยคุกคามทางทหารมิติอากาศ ในห้วง พ.ศ.๒๕๕๗ - ๒๕๖๗

๕. วิธีการวิจัย

๕.๑ รูปแบบการวิจัย เป็นการทำวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) โดยใช้รูปแบบของการวิจัยเอกสาร (Documentary research)

๕.๒ ศึกษาเอกสารราชการ ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข่อง อาทิ หนังสือราชการของ ทอ. บทความทางวิชาการ ตำรา เอกสารวิจัย สื่อสิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนข้อมูลจากแหล่งเปิดทั้งในและต่างประเทศ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะของภัยคุกคามทางทหารมิติอากาศและแนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของต่างประเทศ

๕.๓ วิเคราะห์หาแนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของ ทอ. เพื่อรับมือกับภัยคุกคามทางทหารมิติอากาศ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) การวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap analysis) และวงรอบการทำลายของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ IADS Kill Chain Model (Air Surveillance, Battle Management, Weapon Control) เป็นเครื่องมือ

๖. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๖.๑ กห. ได้รับแนวทางด้านนโยบายในการบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบหลายชั้นเพื่อการบูรณาการร่วมระบบป้องกันภัยทางอากาศของประเทศ

๖.๒ ทอ. ได้รับแนวทางการกำหนดนโยบาย เพื่อการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของ ทอ.

๖.๓ นขต.ทอ. ได้รับแนวทางการพัฒนาและการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ รวมถึงได้รับองค์ความรู้เกี่ยวกับการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นที่มีประสิทธิภาพ

๖.๔ หน่วยปฏิบัติ ได้แนวทางการเตรียมความพร้อมของผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับระบบป้องกันภัยทางอากาศ

๖.๕ ผู้ที่สนใจ เป็นแนวทางสำหรับนำงานวิจัยนี้ไปศึกษาต่อยอดในอนาคต

๗. คำนิยามศัพท์เฉพาะ

๗.๑ การป้องกันทางอากาศ หมายถึง การปฏิบัติการทั้งปวง ซึ่งนำมาเพื่อกำจัดหรือลดประสิทธิภาพในการปฏิบัติการทางอากาศของฝ่ายข้าศึก โดยทั่วไปการปฏิบัติการป้องกันทางอากาศแบ่งออกเป็น ๒ ประเภท ได้แก่

๗.๑.๑ การป้องกันทางอากาศเชิงรับ (Passive air defense) เป็นการปฏิบัติการใด ๆ ของกำลังทางอากาศทุกหน่วย เพื่อลดประสิทธิผลการโจมตีทางอากาศของฝ่ายข้าศึก โดยมีกระบวนการตั้งแต่ก่อนการถูกโจมตี ระหว่างการถูกโจมตี และการฟื้นฟูหลังการถูกโจมตี

๗.๑.๒ การป้องกันทางอากาศเชิงรุก (Active air defense) เป็นการปฏิบัติการ ในการกำลังเข้าต่อต้านกำลังทางอากาศของฝ่ายข้าศึกที่เข้าโจมตีทางอากาศ อาจจะเป็นอากาศยานและอาวุธปล่อย โดยการปฏิบัติการป้องกันทางอากาศเชิงรุกเป็นจุดเริ่มการปฏิบัติกรโดยฝ่ายเรา เช่น หน่วยบินขับไล่สกัดกั้นยุทธวิธี (Alert) หน่วยค้นหาและแจ้งเตือน และหน่วยต่อสู้อากาศยาน เป็นต้น

๗.๒ การป้องกันภัยทางอากาศ หมายถึง การดำเนินมาตรการเพื่อลดประสิทธิภาพการปฏิบัติการทางอากาศของฝ่ายข้าศึกต่อที่ตั้งภาคพื้นของฝ่ายเรา โดยแบ่งได้ ๒ ประเภท ดังนี้

๗.๒.๑ การป้องกันภัยทางอากาศเชิงรุก การตอบโต้ข้าศึกเพื่อมิให้อากาศยานไร้คนขับ อากาศยาน และอาวุธปล่อยของข้าศึก เข้าโจมตีฐานบิน หรือที่ตั้งทางทหารของกองทัพอากาศ โดยใช้ระบบต่อต้านอากาศยานไร้คนขับ ระบบป้องกันภัยทางอากาศระยะประชิด ระยะใกล้ และระยะใกล้ถึงปานกลาง

๗.๒.๒ การป้องกันภัยทางอากาศเชิงรับ เป็นการกำหนดมาตรการต่าง ๆ เพื่อลดโอกาสที่จะก่อให้เกิดความเสียหาย และเพื่อลดผลสูญเสียอันเกิดจากการปฏิบัติการทางอากาศของฝ่ายข้าศึกต่อฐานบิน หรือที่ตั้งทางทหารของกองทัพอากาศ ด้วยการแจ้งเตือน การต่อต้านการลาดตระเวนของข้าศึก มาตรการสงครามอิเล็กทรอนิกส์ การลวง การซ่อนพรางและกำบัง ความคล่องแคล่วในการเคลื่อนที่ การกระจายกำลัง การทดแทนกัน การดับเพลิง และการฟื้นฟู

ภาพที่ ๑ - ๑ การป้องกันทางอากาศและการป้องกันภัยทางอากาศ

๗.๓ ระบบป้องกันภัยทางอากาศ (Air Defense System) หมายถึง โครงสร้าง อุปกรณ์ บุคคล ขั้นตอนการปฏิบัติ และระบบอาวุธ ที่ใช้เพื่อต่อต้านอากาศยานหรืออาวุธของข้าศึกที่บุกรุกพื้นที่ของฝ่ายเรา (Mattes, 2019)

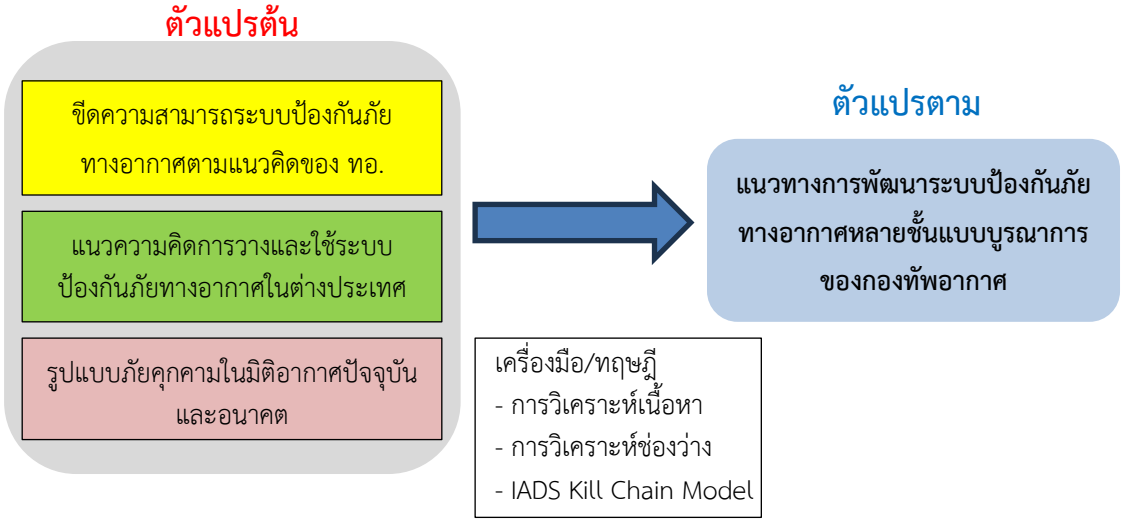
๗.๔ บูรณาการ หมายถึง กระบวนการผสมผสานเชื่อมโยงตั้งแต่ ๒ สิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกันอย่างสอดคล้องและทำงานร่วมกันเป็นระบบ

๗.๕ ระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ (Multi-Layer Integrated Air Defense System) หมายถึง โครงสร้าง อุปกรณ์ บุคคล ขั้นตอนการปฏิบัติ และระบบอาวุธ ซึ่งถูกเชื่อมโยงในแต่ละระบบให้ทำงานร่วมกันและวางกำลังเป็นชั้นของการป้องกัน เพื่อต่อต้านอากาศยานหรืออาวุธของข้าศึกที่บุกรุกพื้นที่ของฝ่ายเรา

๗.๖ แนวคิดการปฏิบัติ (Concept of Operations : CONOPS) หมายถึง แนวทางปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นสำหรับหนทางปฏิบัติเฉพาะ ซึ่งเกิดจากการประเมินสถานการณ์ของผู้บังคับบัญชาตามขั้นตอนการตัดสินใจ โดยเกี่ยวข้องกับพื้นที่หรือตำบลที่เฉพาะและกำลังรบของข้าศึกเฉพาะ ซึ่งเป็นการคิดในระดับยุทธวิธี

๘. กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดในงานวิจัยนี้มีตัวแปรต้นที่สำคัญ คือ ขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศตามแนวคิดของกองทัพอากาศในปัจจุบัน รูปแบบและผลกระทบของภัยคุกคามในมิติอากาศสมัยใหม่ที่มีต่อการปฏิบัติภารกิจของ ทอ. และแนวความคิดการวางและใช้ระบบป้องกันภัยทางอากาศในต่างประเทศ จึงทำการศึกษาโดยใช้รูปแบบของการวิจัยเอกสาร (Documentary research) ด้วยการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งของ ทอ.และต่างประเทศ ผ่านการใช้ทฤษฎีวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และการวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap analysis) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษา และนำแบบจำลองวงรอบการทำลายของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (IADS Kill Chain Model) ซึ่งประกอบด้วย Air Surveillance, Battle Management และ Weapon Control มาใช้เป็นกรอบมุมมองการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ตัวแปรตามซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ คือ แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศ



ภาพที่ ๑ - ๒ กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ ๒

การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาวิจัยเรื่อง “แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศ” ผู้วิจัยทำการศึกษาทบทวนเอกสารร่วมกับการค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยของทั้งไทยและต่างประเทศใน ๔ ประเด็น คือ แนวความคิดการใช้ระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ เพื่อทำความเข้าใจรูปแบบและการใช้ระบบป้องกันภัยทางอากาศในลักษณะการแบ่งเป็นชั้นการป้องกันโดยมีการบูรณาการในระบบ แนวความคิดการป้องกันภัยทางอากาศของ ทอ. และหลักนิยมปฏิบัติการกองทัพอากาศ พ.ศ.๒๕๖๖ เพื่อทำความเข้าใจวิธีการวางกำลัง แนวทางการใช้กำลังในการป้องกันภัยทางอากาศของ ทอ. และขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ แนวความคิดการวางกำลังและใช้ระบบป้องกันภัยทางอากาศในกองทัพต่างประเทศ เพื่อมองหาความแตกต่างระหว่างระบบป้องกันภัยทางอากาศของ ทอ. และระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพต่างประเทศ และภัยคุกคามทางทหารมิติอากาศในปัจจุบันและอนาคต เพื่อนำไปวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศที่สามารถรับมือกับภัยคุกคามดังกล่าวได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

๑. ระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ

๑.๑ องค์ประกอบของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ

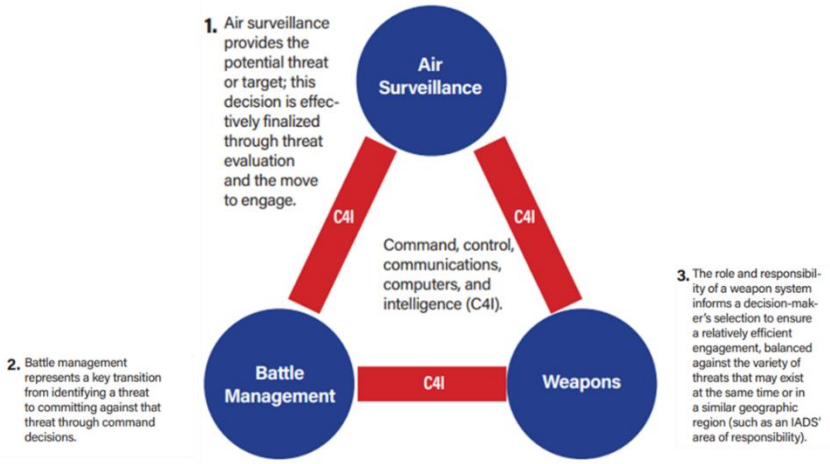
ระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการประกอบไปด้วย ๓ องค์ประกอบหลักที่เกี่ยวข้องกันดังนี้ (Mattes, Systems of Systems: What, Exactly, is an Integrated Air Defense System?, 2019)

๑.๑.๑ การเฝ้าตรวจทางอากาศ (Air Surveillance) เปรียบเสมือนเป็น “ดวงตา” ของระบบเป็นการรวบรวมและแสดงผลภัยคุกคามหรือเป้าหมายที่เป็นไปได้ให้กับระบบ เรดาร์จะทำการตรวจจับ (Detect) เครื่องบินหรือภัยคุกคามที่เข้ามาในพื้นที่ ซึ่งรวมถึงเป้าหมายที่ยังมีความไม่ชัดเจน จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการเริ่มต้น (Initiate) ของระบบโดยแปลความข้อมูลของเรดาร์เป็นการติดตามเป้าหมาย (Track) จนกระทั่งขั้นตอนการระบุเป้าหมาย (Identify) เกิดขึ้น และระบบจะแยกเป้าหมายที่ตรวจพบว่าเป็นฝ่ายเดียวกัน (Friend) ศัตรู (Foe) หรือเครื่องบินที่ไม่ทราบฝ่าย (Unknown) ซึ่งโดยส่วนใหญ่ขั้นตอนเหล่านี้เกิดแยกกันระหว่างระบบการตรวจจับ จึงนำไปสู่ขั้นตอนของการเชื่อมโยงเป้าหมาย (Correlate) จากระบบตรวจจับหลายระบบประกอบกัน เช่น ระบบตรวจจับ ๓ ระบบตรวจพบเป้าหมายในตำแหน่งใกล้เคียงกัน มีทิศทางเดียวกัน ยืนยันได้ว่าเป็นศัตรู ๒ ระบบทำให้สามารถเชื่อมโยงได้ว่าเป็นศัตรูในตำแหน่งเป้าหมายเดียวกัน จะเห็นได้ว่า การเชื่อมโยงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในบริบทของระบบนี้ เนื่องจากมีผลกระทบมากต่อการใช้ทรัพยากรอาวุธและการส่งมอบเป้าหมาย หลังจากนั้นนำไปสู่ขั้นตอนของการรักษาการติดตามเป้าหมายไว้

(Maintain) โดยใช้ระบบตรวจจับที่มีในการรักษาการตรวจจับและติดตามเป้าหมายดังกล่าวไว้ ซึ่งเทคโนโลยีในปัจจุบันขั้นตอนทั้งหมดที่ได้กล่าวมาสามารถทำได้อย่างอัตโนมัติด้วยการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันของระบบคอมพิวเตอร์

๑.๑.๒ การจัดการรบ (Battle Management) การจัดการการรบถือเป็นกุญแจสำคัญในการเปลี่ยนจากการระบุภัยคุกคามเป็นกระทำการต่อภัยคุกคามนั้นผ่านคำสั่งการตัดสินตกลงใจการเฝ้าระวังทางอากาศส่งต่อข้อมูลภัยคุกคามหรือเป้าหมายที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นจะเกิดขั้นตอนในการประเมินภัยคุกคาม (Threat Evaluation) เมื่อยืนยันแน่ชัดแล้วว่าเป็นภัยและคุ้มค่าในการต่อต้าน จะเกิดการตัดสินตกลงใจเพื่อต่อต้าน (Engagement Decision) นำไปสู่ขั้นตอนในการเลือกชนิดของอาวุธที่จะใช้เพื่อต่อต้าน (Weapon Type Selection) และการอนุญาตให้ใช้อาวุธนั้นเพื่อต่อต้านภัยคุกคาม (Engagement Authority)

๑.๑.๓ การควบคุมระบบอาวุธ (Weapon Control) เป็นองค์ประกอบที่นำเอาการตัดสินใจจากการจัดการการรบ ไปสู่ขั้นตอนการจับคู่อาวุธยิง (Weapon pairing) การรับมอบเป้าหมาย (Acquiring) การติดพันเป้าหมาย (Tracking) การนำวิถี (Guiding) การทำลาย (Killing) และการประเมินผล (Assessing) ภายในระบบการควบคุมอาวุธที่มีความละเอียดสูง อาจมีระบบการเฝ้าตรวจ ทางอากาศ การจัดการการรบในตนเอง ซึ่งความแตกต่างจากองค์ประกอบหลักคือระบบเหล่านี้ถูกกำหนดขึ้นเพื่อรองรับกับภัยคุกคามในเฉพาะชนิดนั้น ๆ เพียงอย่างเดียว



ภาพที่ ๒ - ๑ องค์ประกอบของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ

ที่มา : Peter W. Mattes, Systems of Systems: What, Exactly, is an Integrated Air Defense System? The Mitchell Forum (2019, 3)

๑.๒ ปัจจัยอื่นที่มีความสำคัญต่อการใช้ระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ

การใช้ระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการใช้งานระบบดังนี้

๑.๒.๑ การวางแผนและการจัดการสถานการณ์ (Planning and Situation Management) การวางแผนการป้องกันภัยทางอากาศที่เป็นประสิทธิภาพต้องมีการวางแผนที่ดีเพื่อ

จัดการสถานการณ์ที่เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การวิเคราะห์ความเสี่ยง การจัดทำแผน การออกแบบและการบริหารจัดการวิกฤต การฝึกอบรม และการประเมินผล เป็นต้น

๑.๒.๒ เทคโนโลยีและอุปกรณ์ (Technology and Equipment) การลงทุนในเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้ระบบป้องกันภัยทางอากาศสามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อาทิ อากาศยานไร้คนขับ ระบบเตือนภัยอัตโนมัติ และเทคโนโลยีเครือข่ายในการสื่อสารซึ่งถือเป็นหัวใจหลักในการทำงานร่วมกันของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (Dolov, 2016)

๑.๒.๓ ความร่วมมือในแต่ละองค์ประกอบ (Cooperation) การป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการต้องการความร่วมมือระหว่างองค์ประกอบของระบบ เพื่อให้มั่นใจได้ว่ามีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและทรัพยากรอย่างเหมาะสมในการจัดการสถานการณ์ฉุกเฉิน

๑.๒.๔ การฝึกอบรมและการสร้างความตระหนักรู้ (Training and Awareness Building) การฝึกอบรมผู้ที่เกี่ยวข้องและการสร้างความตระหนักรู้ให้กับผู้ปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการป้องกันภัยทางอากาศมีความสำคัญเพื่อให้ทุกคนสามารถรับมือกับสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม

๑.๒.๕ นโยบายและแนวคิด (Policies and Concept) การมีนโยบายและแนวคิดที่เหมาะสมสามารถสร้างกรอบการดำเนินการที่ชัดเจนและเป็นประโยชน์ต่อการจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินทางอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๒. แนวความคิดการป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ

๒.๑ แนวความคิดการควบคุมห้วงอากาศในการป้องกันภัยทางอากาศ

กำหนดเขตการยิงอิสระ รัศมี ๑๕ ไมล์ทะเล จากจุดกึ่งกลางของพื้นที่สำคัญ และมีความสูงจากพื้นดิน ๑๕,๐๐๐ ฟุต หรือระยะที่ได้รับการประสานระหว่างหน่วยปฏิบัติในกรณีที่หน่วยปฏิบัติมีขีดความสามารถของอาวุธที่มากกว่ากำหนด ซึ่งมีรัศมีเท่ากับระยะที่จะเกิดอันตรายของอาวุธต่อสู้อากาศยาน ก่อนเข้าสู่เขตการยิงอิสระ บ.จะบินผ่านเขต หรือแนววงกลมสมมติ ๒ เขตตามลำดับ (กองทัพอากาศ, ๒๕๖๓) คือ

๒.๑.๑ เขตการแจ้งเตือน (Warning Zone) เป็นเส้นวงกลมสมมติที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ ๒๐ - ๓๐ ไมล์ทะเล

๒.๑.๒ เขตบินเลี้ยวออก (Break Away Zone) อยู่ระหว่างระยะ ๑๕ - ๒๐ ไมล์ทะเลจากจุดศูนย์กลาง ซึ่งเป็นเขตที่ บ.สกัดกั้นฝ่ายเราจะทำการบินเลี้ยวออกเพื่อไม่ให้วงเลี้ยงของตนเองเข้าไปอยู่เขตการยิงอิสระ ซึ่งเขตนี้เรียกว่า เขตกันชน (Buffer Zone)

๒.๒ หลักการในการป้องกันภัยทางอากาศ

หลักการในการป้องกันภัยทางอากาศเป็นหลักการในการพิจารณาขีดความสามารถในการป้องกันภัยทางอากาศของหน่วยประกอบไปด้วย ๓ ด้าน ดังนี้

๒.๒.๑ อำนาจการยิง (Fire Power)

๒.๒.๑.๑ ความแม่นยำ (Precision) เช่น การใช้ระบบอาวุธนำวิถีทำลายเป้าหมายที่ไกลเกินระยะสายตา และความสามารถในการปฏิบัติการในเวลากลางคืน เป็นต้น

๒.๒.๑.๒ ฐานยิง (Platform) เช่น ระบบต่อต้านอากาศยานไร้คนขับ ระบบป้องกันภัยทางอากาศระยะประชิด (Very Short Range Air Defense : V-SHORAD) ระบบป้องกันภัยทางอากาศระยะใกล้ (Short Range Air Defense : SHORAD) และระบบป้องกันภัยทางอากาศระยะใกล้ถึงปานกลาง (Medium to Short Range Air Defense : MEDSHORAD)

๒.๒.๒ ความคล่องตัว (Mobility) พิจารณาปัจจัย เช่น ระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบอัตตาจร (Mobile Air Defense Weapon) และหน่วยภาคพื้นอากาศโยธินเคลื่อนที่เร็ว (Rapid Deployment Force : RDF)

๒.๒.๓ ความอยู่รอด (Survivability)

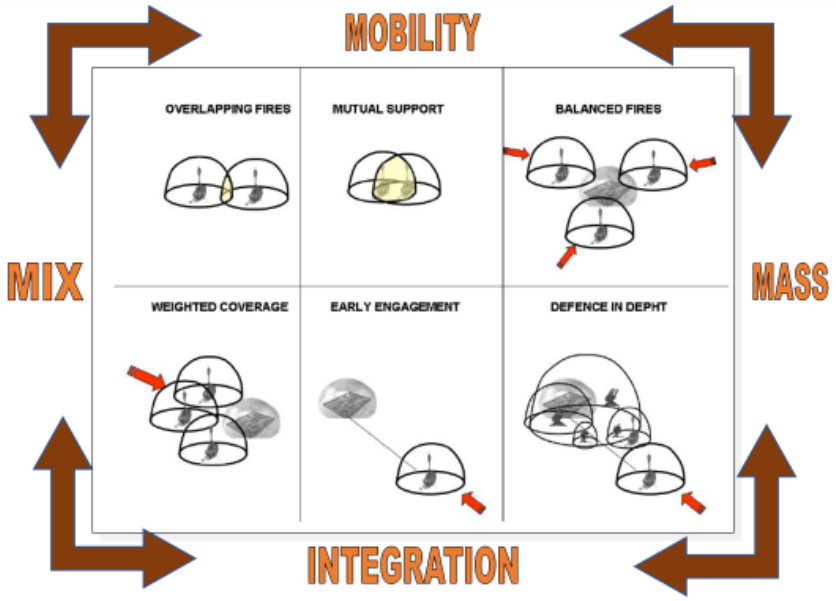
๒.๒.๓.๑ โครงสร้างการจัดของหน่วยที่เหมาะสม ทั้งในการเตรียมกำลัง และระบบใช้กำลังสอดคล้องกันทั้งกำลังพลและสิ่งยุทโธปกรณ์

๒.๒.๓.๒ การส่งกำลังบำรุง ต้องมีการส่งกำลังบำรุงในวเองในระดับที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถปฏิบัติภารกิจได้อย่างสมบูรณ์

๒.๒.๓.๓ การป้องกันเชิงรับ คือขีดความสามารถในมาตรการที่กระทำเพื่อลดโอกาสที่จะเกิดความเสียหายและเพื่อลดผลเสียหายที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติการของข้าศึกให้เหลือน้อยที่สุด

๒.๓ แนวทางการใช้กำลังการป้องกันภัยทางอากาศ

เป็นแนวทางสำคัญที่ใช้ประกอบในการวิเคราะห์ภารกิจ เพื่อวิเคราะห์และจัดทำแผนการป้องกันภัยทางอากาศ ซึ่งแนวทางประกอบไปด้วย



ภาพที่ ๒ - ๒ แนวทางการใช้กำลังการป้องกันภัยทางอากาศ

ที่มา : กองทัพอากาศ, แนวความคิดการป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ (๒๕๖๓, ๑๖)

๒.๓.๑ การสนับสนุนซึ่งกันและกัน (Mutual Support and Overlapping Fires) สามารถทำการยิงสนับสนุนซึ่งกันและกันได้ ทำให้ไม่เกิดช่องว่างในการป้องกัน

๒.๓.๒ ป้องกันรอบตัว (Balanced Fires) สามารถป้องกันได้รอบตัวและมีอำนาจการยิงสมดุลทุกทิศทางของตำบลที่ทำการป้องกัน

๒.๓.๓ การวางน้ำหนักป้องกัน (Weighted Coverage) เพิ่มน้ำหนักการป้องกันไปยังทิศทางที่คาดว่าข้าศึกจะเข้ามาโจมตี

๒.๓.๔ การติดพันแต่เนิ่น (Early Engagement) วางระบบอาวุธต่อสู้อากาศยานเพื่อให้สามารถทำการติดพันได้ก่อนที่จะถึงระยะปลดอาวุธของ บ.ฝ่ายตรงข้าม

๒.๓.๕ การป้องกันทางลึก (Defense In Depth) วางระบบอาวุธต่อสู้อากาศยานเพื่อทำให้ บ.ฝ่ายตรงข้ามต้องเผชิญกับอำนาจการยิงที่มากขึ้น ในขณะที่ใช้เส้นทางเข้าโจมตีฝ่ายเรา

๒.๔ ลำดับชั้นของการป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ

ขอบเขตการยิงหรือทำลายภัยคุกคามครอบคลุมอยู่ภายในเขตการยิงอิสระ (Free Fire Zone) คือ ภายในระยะ ๑๕ ไมล์ทะเล หรือประมาณ ๒๗ กิโลเมตร จากตำบลป้องกัน โดยมีระบบอาวุธตามลำดับชั้นของการป้องกันภัยทางอากาศ ดังนี้

๒.๔.๑ ระบบต่อต้านอากาศยานไร้คนขับเชิงพาณิชย์ (Anti Drone System) คือ ระบบที่มีขีดความสามารถในการต่อต้านอากาศยานไร้คนขับเชิงพาณิชย์ มิให้ล่วงล้ำเข้ามาในพื้นที่ป้องกันได้ โดยปฏิบัติการบนการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง

๒.๔.๒ ระบบป้องกันภัยทางอากาศระยะประชิด (Very Short Range Air Defense : V-SHORAD) คือ ระบบอาวุธต่อสู้อากาศยาน/อาวุธปล่อย ที่มีระยะยิงอยู่ระหว่าง ๓ - ๕ กิโลเมตร โดยใช้เรดาห์ในการตรวจจับ พิสูจน์ทราบ และมีระบบควบคุมการยิง/การยิงที่มีความแม่นยำสูง ทั้งนี้อาจมีระบบนำวิถี มีอัตราการยิงเร็ว หรือมีกระสุนแบบพิเศษ เพื่อทำลายอาวุธ ทำลายอาวุธปล่อยในทุกมิติ รวมถึงภัยคุกคามที่เป็นอากาศยานไร้คนขับ และ/หรือบูรณาการการวางกำลังร่วมกับระบบอาวุธปล่อยนำวิถีพื้นสู่อากาศ ในการป้องกันภัยจากอากาศยาน โดยทุกระบบปฏิบัติการบนการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง

๒.๔.๓ ระบบป้องกันภัยทางอากาศระยะใกล้ (Short Range Air Defense : SHORAD) คือ ระบบอาวุธปล่อยนำวิถีพื้นสู่อากาศ มีระยะยิงอยู่ระหว่าง ๕ - ๑๕ กิโลเมตร และ/หรือมีระบบในการตรวจจับ พิสูจน์ทราบ และควบคุมการยิงที่มีความแม่นยำสูง สามารถทำลายอากาศยาน อากาศยานไร้คนขับ ทำลายอาวุธปล่อยในทุกมิติ โดยทุกระบบปฏิบัติการบนการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง

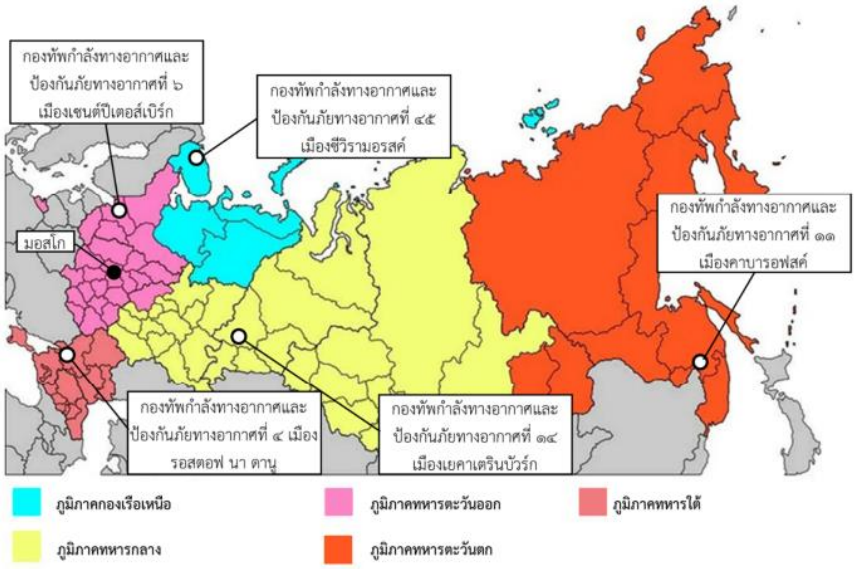
๒.๔.๔ ระบบป้องกันภัยทางอากาศระยะใกล้ถึงปานกลาง (Medium to Short Range Air Defense : MEDSHORAD) คือ ระบบอาวุธปล่อยนำวิถีพื้นสู่อากาศ โดยใช้เรดาห์ในการตรวจจับพิสูจน์ทราบ และมีการยิงที่มีความแม่นยำสูง มีระยะยิงระหว่าง ๑๕ - ๓๐ กิโลเมตรหรือมากกว่า สามารถทำลายอากาศยาน อากาศยานไร้คนขับ และทำลายอาวุธปล่อยในทุกมิติ โดยปฏิบัติการบนการปฏิบัติการที่ใช้เครือข่ายเป็นศูนย์กลาง

๓. แนวความคิดการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศของต่างประเทศ

๓.๑ ระบบป้องกันภัยทางอากาศของรัสเซีย

การป้องกันภัยทางอากาศของรัสเซียแบ่งได้เป็น ๒ ลักษณะ คือ การป้องกันภัยทางอากาศและป้องกันขีปนาวุธ (ป้องกันประเทศ) และการป้องกันภัยทางอากาศเมื่อมีการใช้กำลัง (ป้องกันกำลังทหารระหว่างปฏิบัติการ) (ธนวัฒน์, ๒๕๖๕)

๓.๑.๑ การป้องกันภัยทางอากาศและป้องกันขีปนาวุธ (ป้องกันประเทศ) อยู่ในความรับผิดชอบของกำลังทางอากาศและอวกาศ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อยับยั้งการคุกคามจากการใช้อาวุธนำวิถีต่อรัสเซียและเพื่อสนับสนุนการปกป้องวัตถุที่เกี่ยวข้องกับการบัญชาการของรัฐและทหาร วัตถุของกลุ่มกำลังทัพร่วม ศูนย์กลางอุตสาหกรรมและการบริหาร วัตถุที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และปกป้องพลเรือนของรัฐจากการโจมตีด้วยขีปนาวุธ โดยจัดตั้งกองทัพกำลังทางอากาศและป้องกันภัยทางอากาศทั้งหมด ๕ กองทัพ มีระบบป้องกันภัยทางอากาศและป้องกันขีปนาวุธที่สำคัญ เช่น S-400, S-300, SA-17, SA-15 และ Pantsir-S1 เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการบรรจุอากาศยานขับไล่สมรรถนะสูงในการป้องกันภัยทางอากาศในแต่กองทัพ



ภาพที่ ๒ - ๓ กองทัพกำลังทางอากาศและป้องกันภัยทางอากาศของรัสเซีย

ที่มา : ธนวัฒน์, หลักการใช้กำลังทหารและระบบป้องกันภัยทางอากาศของรัสเซีย (๒๕๖๕)

๓.๑.๒ ระบบการป้องกันภัยทางอากาศกลุ่มกำลังทัพร่วมของรัสเซีย เป็นระบบที่จัดตั้งขึ้นอย่างซับซ้อนจากการรวมระบบย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อประสานการปฏิบัติและส่งผลกระทบต่อการป้องกันภัยทางอากาศในเวลาเดียวกัน แบ่งออกเป็น ๖ ระบบย่อย ได้แก่ ระบบการลาดตระเวนทางอากาศและแจ้งเตือน ระบบคุ้มกันด้วยขีปนาวุธและปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน ระบบเครื่องบินขับไล่คุ้มกันทางอากาศ ระบบบัญชาการการป้องกันภัยทางอากาศ ระบบการโจมตีด้วยกำลังอื่น ๆ (บ.ทิ้งระเบิด กำลังทางเรือ หรือกลุ่มกำลังจรวดและปืนใหญ่ของกำลังทางบก) ระบบการต่อต้านเชิงรับ (สงครามอิเล็กทรอนิกส์ การซ่อนพลาง ฯลฯ)

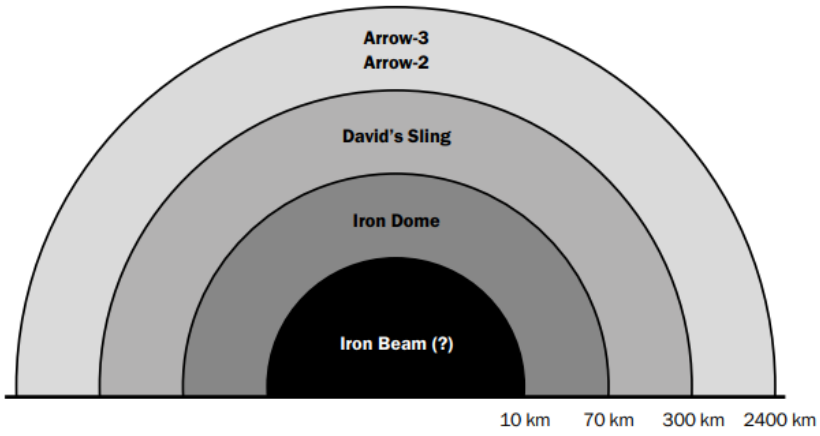
๓.๑.๒.๑ ระบบลาดตระเวนทางอากาศและแจ้งเตือน มีหน้าที่ในการลาดตระเวนหาข่าวทางอากาศ รวมไปถึงการแจ้งเตือนกองกำลัง โดยปกติแล้วจะมีการวางเรดาร์ในพื้นที่ที่มีกลุ่มกำลังตั้งอยู่ ๒ แนว แนวแรกมีระยะห่างเฉลี่ย ๓๐ - ๔๐ กม. และในแนวที่สอง ๔๐ - ๖๐ กม. โดยหน่วยแยกซึ่งทำหน้าที่นี้จะวางกำลังในลักษณะพร้อมรบในโหมดการซ่อนตัว โดยจะมีการติดตั้งอาวุธต่อสู้อากาศยานจำพวก MANPADS (Man-portable air-defense system) ไว้เพื่อคุ้มกันตนเองจากการโจมตีของอากาศยานบินต่ำที่เข้าโจมตีต่อที่หมายภาคพื้นฝ่ายเรา นอกจากนี้ยังมีการลาดตระเวนด้วยสายตาจากจุดตรวจการณ์ทางอากาศ (Air Observation Post) ซึ่งประจำอยู่กับทุกส่วนบัญชาการป้องกันภัยทางอากาศ จุดที่ตั้งของอาวุธต่อสู้อากาศยาน และจุดของกองร้อยเรดาห์ โดยอุปกรณ์การตรวจการณ์ เช่น กล้องส่องทางไกล กล้องส่องต่อสู้อากาศยาน และอุปกรณ์สื่อสารอื่น ๆ การออกข้อมูลเกี่ยวกับอาวุธโจมตีทางอากาศและการบินผ่านของอากาศยานฝ่ายตน จะอยู่ที่กองบัญชาการป้องกันภัยทางอากาศของกลุ่มกำลังทัพร่วม ส่วนการแจ้งเตือนข้าศึกทางอากาศจะเป็นได้ทั้งแบบรวมศูนย์จากกองบัญชาการผสมป้องกันภัยทางอากาศและอากาศยาน หรือแบบแยกศูนย์จากสถานีเรดาห์ใกล้ที่สุด

๓.๑.๒.๒ ระบบคุ้มกันด้วยขีปนาวุธและปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน มีหน้าที่ทำลายอาวุธโจมตีทางอากาศทั้งอากาศยานที่มีคนขับและไร้คนขับ อาวุธปล่อย และขีปนาวุธของข้าศึกขณะอยู่ในอากาศด้วยการยิง โดยวางกำลังหน่วยต่อต้านอากาศยานทุกระดับแบบกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ โดยกลุ่มป้องกันภัยทางอากาศจะต้องสามารถปฏิบัติได้ตามข้อกำหนดต่อไปนี้ ๑.) ให้การคุ้มกันที่เชื่อถือได้มากที่สุดต่อทหารทุกระดับ ๒.) ต่อต้านการโจมตีทางอากาศของข้าศึกจากทุกทิศทาง ๓.) ทำลายเครื่องบิน เฮลิคอปเตอร์ อากาศยานไร้คนขับ และอาวุธทางอากาศอื่น ๆ จนถึงแนวต่อสู้ที่ได้รับมอบหมาย ๔.) โจมตีกองกำลังส่งทางอากาศของข้าศึกและกองกำลังเคลื่อนที่ทางอากาศระหว่างที่อยู่ในอากาศ ๕.) ประสานการใช้กำลังอย่างใกล้ชิดกับกองกำลังทหารอื่น ๆ และกองกำลังที่กำลังคุ้มกันอยู่เพื่อให้ความสามารถในการต่อสู้ของทุกฝ่ายอย่างมีประสิทธิภาพ ๖.) ให้การป้องกันซึ่งกันและกันระหว่างหน่วยต่อต้านอากาศยานต่าง ๆ ๗.) มีความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในกลุ่ม และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ๘.) สามารถดำเนินกลยุทธ์อย่างรวดเร็วและซ่อนเร้นไปยังพื้นที่ใหม่ได้ ๙.) มีความเสถียรของการทำงานและความอยู่รอดของระบบป้องกันภัยทางอากาศในสภาพแวดล้อมของการปฏิบัติการรบที่ใช้ความคล่องตัวสูง

๓.๑.๒.๓ ระบบบัญชาการการป้องกันภัยทางอากาศ เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยบัญชาการ (บุคคล), กองบัญชาการ (สถานที่) และอุปกรณ์การบัญชาการ (ระบบสื่อสาร ระบบควบคุมอัตโนมัติ) เพื่อนำทางเครื่องบินขับไล่ไปยังเป้าหมายทางอากาศผ่านหน่วยที่ทำหน้าที่นำทางและชี้เป้าซึ่งตั้งอยู่ที่กองบัญชาการร่วมการป้องกันภัยทางอากาศ โดยหน่วยนำทางและชี้เป้าจะเป็นกองบัญชาการที่เคลื่อนที่ได้ มีหน้าที่บัญชาการและควบคุมการจราจรทางอากาศโดยตรง พาเครื่องบินและเฮลิคอปเตอร์ไปยังพื้นที่ต่อสู้ นำทางเครื่องบินขับไล่ไปยังเป้าหมายทางอากาศ และรับประกันความปลอดภัยในการปฏิบัติการของอากาศยานในพื้นที่โจมตีของอาวุธป้องกันภัยทางอากาศฝ่ายตน

๓.๒ ระบบป้องกันภัยทางอากาศของอิสราเอล

อิสราเอลเป็นประเทศที่มีระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการที่ซับซ้อนที่สุดในโลก เนื่องจากเป็นประเทศที่ต้องรับมือกับสถานการณ์ความตึงเครียดรอบด้าน อิสราเอลต้องพึ่งพาระบบป้องกันภัยทางอากาศในการป้องกันตนเองจากอาวุธปล่อยและขีปนาวุธที่ยิงเข้าทำลายเป็นจำนวนมากในเวลาเดียวกัน (Newdick, 2023) กองทัพอิสราเอลมียุทธศาสตร์การพัฒนาและการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ เพื่อป้องกันภัยคุกคามจากทั้งอากาศยาน อากาศยานไร้คนขับ อาวุธปล่อย และขีปนาวุธ ดังนี้ ที่ระยะนอกสุดใช้ระบบ Arrow-2 และ Arrow-3 มีระยะครอบคลุมตั้งแต่ ๓๐๐ ถึง ๒,๔๐๐ กม. ในลำดับชั้นถัดมาที่ระยะ ๗๐ ถึง ๓๐๐ กม. ใช้ระบบ David's Sling ในการป้องกัน ลำดับชั้น ๑๐ ถึง ๗๐ กม. ใช้ระบบ Iron Dome และในลำดับชั้นใกล้ที่สุดใช้ระบบ Iron Beam ซึ่งเป็นอาวุธประเภทเลเซอร์พลังงานสูง ที่มีระยะถึง ๑๐ กม. นอกจากนั้นยังมีอาวุธปล่อยพื้นสู่อากาศ (MANPADs) แบบ Stinger และ ระบบป้องกันภัยทางอากาศอัตตาจรระยะใกล้ (M-SHORADs) แบบ Machbet ซึ่งใช้สำหรับป้องกันภัยทางอากาศให้กับหน่วยทหารที่กำลังทำภารกิจในพื้นที่ปฏิบัติการหรือเติมเต็มระบบป้องกันภัยทางอากาศหลัก



ภาพที่ ๒ - ๔ ลำดับชั้นระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการของอิสราเอล

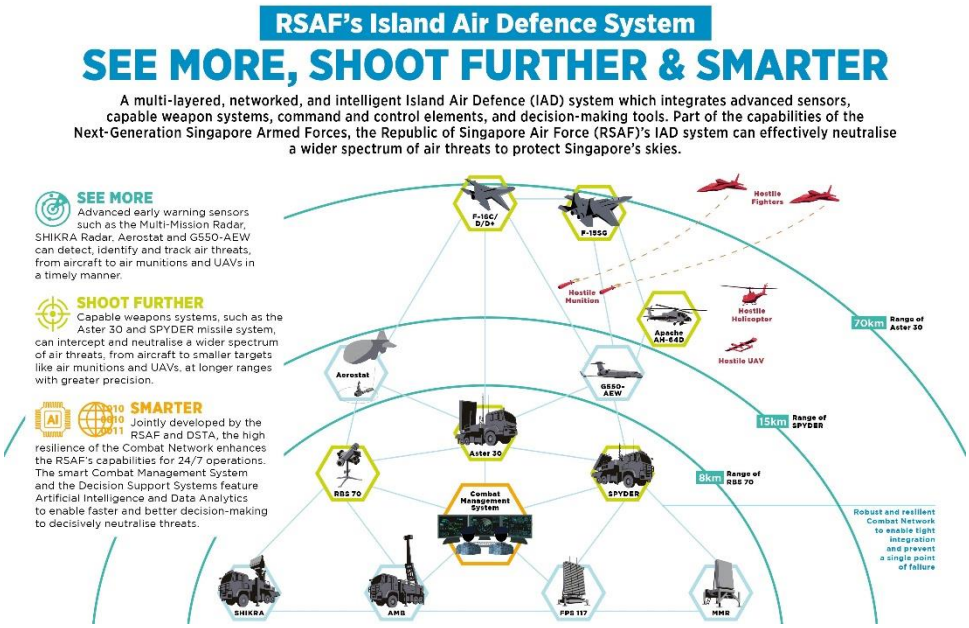
ที่มา : Zych, The Development of the Israeli National Missile Defense Concept (2020)

อย่างไรก็ตาม ในบริบทของอิสราเอลนั้น การลงทุนในการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นที่มีขีดความสามารถในการรับมือกับขีปนาวุธ อากาศยานไร้คนขับ และอากาศยานนั้นถือเป็นสิ่งที่คุ้มค่ากับสภาพแวดล้อมที่อิสราเอลจะต้องรับมือ

๓.๓ ระบบป้องกันภัยทางอากาศของสิงคโปร์

ระบบป้องกันภัยทางอากาศของสิงคโปร์ได้ถูกพัฒนามาจากระบบป้องกันภัยทางอากาศระบบเดิมที่ทำงานอย่างแยกกันแต่ละส่วน นำมาวางเป็นลำดับชั้น เชื่อมต่อกันเป็นระบบ และบูรณาการร่วมกันจนเกิดเป็นระบบป้องกันภัยทางอากาศที่ใช้ในปัจจุบัน โดยเพิ่มขีดความสามารถหลัก ๓ ประการ คือ "ตรวจจับได้ไกลกว่า" ด้วยระบบตรวจจับและแจ้งเตือนที่มีความทันสมัยทั้งจากเครื่องบินรบ เครื่องบินแจ้งเตือนล่วงหน้าทางอากาศ เรดาห์จากยานเหาะ และเรดาห์ภาคพื้น ขีดความสามารถที่สอง "ยิงได้ไกลกว่า" ด้วยระบบอาวุธป้องกันภัยทางอากาศ เช่น Aster 30 ที่มีระยะยิง ๗๐ กม. และ SPYDER ที่มีระยะยิง ๑๕ กม. ทำให้มีขีดความสามารถในการสกัดกั้น

และทำลายภัยคุกคามทุกรูปแบบ ตั้งแต่ อากาศยาน อากาศยานไร้คนขับ อาวุธปล่อย ได้ในระยะไกล และแม่นยำ และขีดความสามารถ “ฉลาดกว่า” ภายใต้การพัฒนาร่วมกันของกองทัพอากาศสิงคโปร์ และหน่วยงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการป้องกันประเทศของสิงคโปร์ (Defence Science and Technology Agency : DSTA) ทำให้เกิดการวางระบบ เครื่องข่ายการรบ (Combat Network) ซึ่งเชื่อมโยงทุกองค์ประกอบในระบบป้องกันภัยทางอากาศเข้าด้วยกัน และระบบจัดการการรบ (Combat Management System) ที่ทำงานตลอดเวลา (24/7) โดยมีระบบช่วยตัดสินใจ (Decision Support System) ซึ่งใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้สามารถตัดสินใจในการป้องกันภัยคุกคามได้ดีและรวดเร็วยิ่งขึ้น



ภาพที่ ๒ - ๕ ลำดับชั้นระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการของสิงคโปร์

ที่มา : DSTA, What We Do: Transforming Air Defence (ออนไลน์)

๔. ภัยคุกคามทางอากาศ

สามารถแบ่งประเภทภัยคุกคามทางอากาศได้เป็น ๔ ประเภทหลักประกอบด้วย อากาศยาน อากาศยานไร้คนขับ อากาศยานไร้คนขับเชิงพาณิชย์ อาวุธปล่อยและขีปนาวุธ (กองทัพอากาศ, ๒๕๖๓)

๔.๑ อากาศยาน

๔.๑.๑ แบ่งตามลักษณะของปีก แบ่งออกเป็น ๒ ประเภท ได้แก่ เครื่องบิน คืออากาศยานที่มีปีกติดกับลำตัว และเฮลิคอปเตอร์ คือ อากาศยานปีกหมุนรอบแนวตั้งฉากกับลำตัว

๔.๑.๒ แบ่งตามคุณลักษณะตามแบบกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ เครื่องบินโจมตี (Attack) เครื่องบินทิ้งระเบิด (Bomber) เครื่องบินลำเลียง (Cargo) เครื่องบินต่อต้านอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic) เครื่องบินขับไล่ (Fighter) เฮลิคอปเตอร์ (Helicopter) เครื่องบินเติมน้ำมันกลางอากาศ (Tanker) เครื่องบินตรวจการณ์ (Observation) เครื่องบินลาดตระเวนรบ (Patrol) เครื่องบิน

ลาดตระเวน (Reconnaissance) เครื่องบินยุทธศาสตร์ (Strategic) เครื่องบินฝึก (Trainer) เครื่องบินใช้งานทั่วไป (Utility) เครื่องบินขึ้นลงทางดิ่ง (Vertical) เครื่องบินทดลอง (Experimental) และเครื่องบินต้นแบบ (Prototype)

๔.๑.๓ แบ่งตามผู้ออกแบบ/บริษัทสร้างตามแบบของกองทัพโซเวียต เช่น เครื่องบินลำเลียง (Antonov) เฮลิคอปเตอร์ (Mil) เครื่องบินขับไล่ (Mikoyan, Sukhoi) เครื่องบินทิ้งระเบิด, ลาดตระเวน, ลำเลียงหรือขับไล่ (Tupolev, Yakolev) เป็นต้น

๔.๑.๔ การแบ่งอากาศยานที่เป็นเครื่องบินขับไล่ตามยุค หรือ Generation เช่น เครื่องบินขับไล่ยุคแรก (พ.ศ.๒๔๘๘ - ๒๔๙๘) เครื่องบินขับไล่ยุคที่ ๒ (พ.ศ.๒๔๙๘ - ๒๕๐๓) เครื่องบินขับไล่ยุคที่ ๓ (พ.ศ.๒๕๐๓ - ๒๕๑๓) เครื่องบินขับไล่ยุคที่ ๔ (พ.ศ.๒๕๑๓ - ๒๕๓๓) เครื่องบินขับไล่ยุคที่ ๔.๕ (พ.ศ.๒๕๓๓ - ๒๕๔๓) และเครื่องบินขับไล่ยุคที่ ๕ (พ.ศ.๒๕๔๓ - ปัจจุบัน) เป็นต้น

๔.๑.๕ เทคนิคการปล่อยอาวุธของ บ.ขับไล่ทิ้งระเบิด เครื่องบินโจมตีต่อเป้าหมายพื้นดิน สามารถใช้วิธีการปล่อยอาวุธได้ดังนี้

๔.๑.๕.๑ การทิ้งระเบิดระดับสูง (High-Altitude)

๔.๑.๕.๒ การดำทิ้งระเบิด (Dive)

๔.๑.๕.๓ การทิ้งระเบิดระดับต่ำ (Low-Altitude)

๔.๑.๕.๔ การโจมตีระยะไกล (Standoff)

๔.๑.๕.๕ เทคนิคการบินไต่ขั้นสูง (Pop-Up)

๔.๑.๕.๖ การทิ้งระเบิดแบบปล่อยลง (Lay-Down)

๔.๑.๖ การโจมตีด้วยเฮลิคอปเตอร์ (Attack Helicopter) จะใช้การบินไปด้วยความสูงต่ำและมักจะบินลัดเลาะไประหว่างต้นไม้หรือสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ใช้ที่กำบังจากภูมิประเทศ โดยซ่อนตัวอยู่เบื้องหลังภูมิประเทศซึ่งยากที่จะติดตามด้วยเรดาร์

๔.๒ อากาศยานไร้คนขับ

๔.๒.๑ ประเภทอากาศยานไร้คนขับของ North Atlantic Treaty Organization (NATO) โดยแบ่งออกเป็น ๓ Class ตามน้ำหนักและเพดานบิน ได้แก่ Class I น้ำหนักต่ำกว่า ๑๕๐ กิโลกรัม และเพดานบินไม่เกิน ๕,๐๐๐ ฟุต Class II น้ำหนักระหว่าง ๑๕๐ - ๖๐๐ กิโลกรัม เพดานบินไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ ฟุต จำเป็นต้องได้รับการรับรองจาก NATO และ Class III น้ำหนักเกินกว่า ๖๐๐ กิโลกรัม เพดานบินไม่เกิน ๖๕,๐๐๐ ฟุต

๔.๒.๒ การแบ่งอากาศยานไร้คนขับทางทหารตามกระทรวงกลาโหมสหรัฐ (Department of Defense : DOD) โดยแบ่งตามน้ำหนักและเพดานบินออกเป็น ๕ กลุ่ม กลุ่มที่ ๑ น้ำหนักไม่เกิน ๒๐ ปอนด์และเพดานบินไม่เกิน ๑,๒๐๐ ฟุต กลุ่มที่ ๒ น้ำหนักระหว่าง ๒๑ - ๕๕ ปอนด์ และเพดานบินไม่เกิน ๓,๕๐๐ ฟุต กลุ่มที่ ๓ น้ำหนักไม่เกิน ๑,๓๒๐ ปอนด์ และเพดานบินไม่เกิน ๑๘,๐๐๐ ฟุต กลุ่มที่ ๔ น้ำหนักเกิน ๑,๓๒๐ ปอนด์ และเพดานบินไม่เกิน ๑๘,๐๐๐ ฟุต และกลุ่มที่ ๕ น้ำหนักเกิน ๑,๓๒๐ ปอนด์ และเพดานบินเกิน ๑๘,๐๐๐ ฟุต

๔.๒.๓ การแบ่งประเภทตามการใช้งาน เช่น เป้าทดสอบและเป้าลวง ลาดตระเวน ภารกิจ ISR, BDA, SAR เป็นต้น ใช้ในการรบ โดยมีขีดความสามารถในการใช้อาวุธต่อเป้าหมาย เพื่อรองรับภารกิจที่มีความเสี่ยงสูง เช่น การใช้อาวุธโจมตี การพุ่งชนเป้าหมาย ส่งกำลังบำรุง เป็นต้น ใช้ในการ

ลำเลียงส่งสิ่งของ งานวิจัยใช้ในการพัฒนาและวิจัยเทคโนโลยีทาง UAV การใช้งานทางพลเรือน เช่น การเกษตร การถ่ายภาพทางอากาศ การถ่ายทำภาพยนตร์ และการรวบรวมข้อมูล เป็นต้น

๔.๒.๔ การแบ่งประเภทตามเอกสารแนวความคิดอากาศยานไร้คนขับของกองทัพอากาศ แบ่งออกเป็น ๒ กลุ่ม กลุ่มที่ ๑ อากาศยานไร้คนขับที่มีระบบซับซ้อนเชิงเทคนิค ต้องการสนามบินเพื่อขึ้นลง ต้องการแผนและแนวทางการส่งกำลังบำรุงเป็นระบบ มีขีดความสามารถปฏิบัติการระยะไกล มีผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นวงกว้างหากเกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติการณ์ และกลุ่มที่ ๒ อากาศยาน ไร้คนขับที่มีระบบไม่ซับซ้อน ไม่ต้องการสนามบินเพื่อขึ้นลง ใช้งานและซ่อมบำรุงไม่ยุ่งยาก มีสมรรถนะและขีดความสามารถจำกัด ปฏิบัติการได้ในระยะใกล้ มีผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินในวงจำกัดหากเกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติการณ์

๔.๓ อากาศยานไร้คนขับเชิงพาณิชย์

๔.๓.๑ ประเภทอากาศยานไร้คนขับเชิงพาณิชย์ที่มีจำหน่ายส่วนใหญ่ในปัจจุบันแบ่งออกเป็น ๒ ประเภท ได้แก่ อากาศยานไร้คนขับเชิงพาณิชน์แบบพร้อมใช้งาน (Ready to Fly) และอากาศยานไร้คนขับเชิงพาณิชย์ประกอบเอง (Build and Fly)

๔.๓.๒ หลักเกณฑ์การอนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ.๒๕๕๘ โดยสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการใช้อากาศยานไร้คนขับเชิงพาณิชย์และขนาดเป็นสำคัญ ดังนี้ ประเภท ๑ ใช้เพื่อการเล่นเป็นงานอดิเรก บันเทิง การกีฬา น้ำหนักไม่เกิน ๒ กิโลกรัม ไม่ต้องขึ้นทะเบียน หากน้ำหนักเกิน ๒ กิโลกรัม แต่ไม่เกิน ๒๕ กิโลกรัม ต้องขึ้นทะเบียน ประเภทที่ ๒ ใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น รายงานข่าว รายการโทรทัศน์หรือภาพยนตร์ วิจัยและพัฒนาอากาศยาน หรือเพื่อการอื่น ๆ ขนาดไม่เกิน ๒๕ กิโลกรัม ต้องขออนุญาตรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมก่อนขึ้นทะเบียนโดยมีวงรอบ ๒ ปี หากเกิน ๒๕ กิโลกรัม ผู้บังคับหรือผู้ปล่อยอากาศยานต้องยื่นขออนุญาตจากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมเป็นรายกรณีไป

๔.๓.๓ การควบคุมอากาศยานไร้คนขับเชิงพาณิชย์แบ่งตามระยะได้ดังนี้ ระยะใกล้ ไม่เกิน ๒๐ เมตร ระยะกลางเกิน ๒๐ เมตร แต่ไม่เกิน ๗๕ กิโลเมตร และระยะไกลเกินระยะ ๗๕ กิโลเมตรขึ้นไป

๔.๔ อาวุธปล่อยและขีปนาวุธ

๔.๔.๑ ลูกระเบิดอากาศ เป็นอาวุธตามแบบมีรูปร่างทรงกระบอก ลำตัวลูกระเบิดส่วนใหญ่ทำด้วยเหล็ก ภายในบรรจุด้วยวัตถุระเบิด สารเคมีหรือวัตถุอื่นตามต้องการ เมื่อปล่อยลูกระเบิดอากาศออกจากอากาศยาน ลูกระเบิดอากาศจะวิ่งเข้าสู่เป้าหมายด้วยแรงเฉื่อย โดยสามารถกำหนดการระเบิดได้ตามความต้องการ โดยการเลือกใช้และตั้งค่าชนวนลูกระเบิดอากาศที่มีความเหมาะสมกับภารกิจ ระยะและความแม่นยำของลูกระเบิดอากาศขึ้นอยู่กับระบบของอากาศยาน และความชำนาญของนักบิน

๔.๔.๒ ลูกระเบิดอากาศที่ติดตั้งชุดนำวิถี เป็นลูกระเบิดอากาศที่ถูกเพิ่มความแม่นยำโดยการติดตั้งชุดนำวิถีจัดเป็นอาวุธฉลาด (Smart Weapon) อาวุธชนิดนี้จะเข้าทำลายเป้าหมายตามสัญญาณที่ได้รับจากชุดนำวิถี เช่น นำวิถีด้วยแสงเลเซอร์ นำวิถีด้วยพิกัดจากระบบ GPS อย่างไรก็ตามยังคงมีข้อจำกัดด้านระยะเนื่องจากยังต้องอาศัยแรงเฉื่อยจากอากาศยานในการเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมาย

๔.๔.๓ อาวุธปล่อยนำวิถี เป็นอาวุธโจมตีเป้าหมายภาคพื้นที่มีระยะไกลโดยมีแรงขับในตนเอง อีกทั้งมีความแม่นยำจากชุดนำวิถี เช่น Inertial Navigation System (INS) หรือ GPS ทำให้โดยทั่วไปมีระยะในการทำลายเป้าหมายถึง ๓๐ - ๑๐๐ กิโลเมตร เป็นต้น

๔.๔.๔ ขีปนาวุธ (Ballistic Missile) เป็นอาวุธพื้นผิวสู่พื้นผิว (Surface to Surface) มีพิสัยในการทำลายระยะไกล ในการยิงแบ่งออกเป็น ๓ ระยะ ระยะแรกจะเป็นการส่งขีปนาวุธขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ เมื่อถึงชั้นอวกาศแล้วจะเข้าสู่ระยะที่ ๒ ขีปนาวุธจะเคลื่อนที่เป็นวิถีโค้งในห้วงอวกาศ และระยะที่ ๓ เมื่อเข้าใกล้เป้าหมายขีปนาวุธจะกลับเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ และเคลื่อนที่ด้วยความเร่งจากแรงโน้มถ่วงเข้าทำลายเป้าหมาย อาจมีการปล่อยหัวรบลวง หรือกระจายหัวรบออกเป็นหลายส่วนเพื่อครอบคลุมพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งยากแก่การป้องกัน

๔.๔.๕ จรวด กระสุนปืนใหญ่ และกระสุนเครื่องยิงลูกระเบิด เป็นอาวุธใช้ทำลายเป้าหมายระยะไกล ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาให้มีความแม่นยำ โดยจรวด คืออาวุธพุ่งชนิดหนึ่งที่เคลื่อนที่ได้โดยแรงขับ แต่ไม่มีระบบการนำวิถีในตัวเอง โดยความแม่นยำขึ้นอยู่กับการคำนวณวิถีจากแท่นยิง ส่วนกระสุนปืนใหญ่และกระสุนเครื่องยิงลูกระเบิดมีลักษณะคล้ายกัน เป็นการยิงด้วยวิถีโค้งจากเครื่องยิงอาศัยการขับเคลื่อนจากแรงระเบิดของดินขับ โดยกระสุนปืนใหญ่มีอำนาจการทำลายสูงกว่ากระสุนเครื่องยิงลูกระเบิด ขณะที่เครื่องยิงลูกระเบิดสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและรวดเร็วกว่า

บทที่ ๓

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงการดำเนินการวิจัย โดยใช้วิธีการวิจัยเอกสาร (Documentary research) ในการศึกษา สามารถแบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกได้เป็น ๓ ส่วนสำคัญ ประกอบด้วย ขั้นตอนการวิจัย (Research process), การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis method) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

๑. ขั้นตอนการวิจัย

๑.๑ ทำการศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับขีดความสามารถและแนวความคิดการป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ รวมทั้งรูปแบบและลักษณะของภัยคุกคามในมิติอากาศ เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการที่มีความเหมาะสมต่อกองทัพอากาศ ในการรับมือภัยคุกคามในมิติอากาศภายในกรอบระยะเวลาของยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ ๒๐ ปี (พ.ศ.๒๕๖๑ - ๒๕๘๐)

๑.๒ ทำการศึกษาข้อมูลจากวรรณกรรม ตำรา เอกสารวิจัย บทความทางวิชาการ เอกสารราชการและเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการตลอดจนเรื่องของภัยคุกคามมิติอากาศ ของทั้งไทยและต่างประเทศ ที่ปรากฏในห้วง พ.ศ.๒๕๕๗ - ๒๕๖๗

๑.๓ นำวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเอกสารเชิงคุณภาพ คือ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) มาใช้ในการวิเคราะห์เอกสารตามข้อ ๑.๒ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาและประเด็นที่เหมือนและแตกต่างกันจากข้อมูลที่ศึกษา และนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์เนื้อหาแล้ว มาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองวงรอบการทำลายของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (IADS Kill Chain Model) ซึ่งประกอบไปด้วย Air surveillance, Battle management และ Weapon control อีกครั้งหนึ่ง

๑.๔ ภายหลังจากการดำเนินการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือตามข้อ ๑.๓ แล้ว ตัวแปรตามที่จะได้รับคือ แนวทางการพัฒนาขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศ เพื่อรับมือกับภัยคุกคามมิติอากาศ

๒. การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาศึกษาและค้นคว้าในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกได้เป็น ๒ ส่วน คือ ประเภทของข้อมูลที่นำมาค้นคว้าและแหล่งที่มาของข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

๒.๑ ข้อมูลที่ทำการค้นคว้า

๒.๑.๑ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ (Multi-layer integrated air defense system : Multi-layer IADS) โดยค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิดนี้ของทั้ง

ไทยและต่างประเทศ เนื่องจากเป็นหนึ่งในเครื่องมือสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการและสอดประสานระบบป้องกันภัยทางอากาศให้สามารถรับมือกับภัยคุกคามมิติอากาศสมัยใหม่

๒.๑.๒ แนวคิดการป้องกันภัยทางอากาศและแนวทางการพัฒนาขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศ เป็นการศึกษาแนวทางหรือตัวแบบการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกองทัพอากาศ เพื่อรับมือกับภัยคุกคามมิติอากาศ

๒.๑.๓ รูปแบบและผลกระทบของภัยคุกคามมิติอากาศ โดยทำการค้นคว้าเกี่ยวกับคุณลักษณะของภัยคุกคามมิติอากาศสมัยใหม่ว่าแตกต่างจากภัยคุกคามในอดีตอย่างไร และมีผลกระทบต่อการปฏิบัติการต่อกองทัพอากาศอย่างไร

๒.๒ แหล่งที่มาของข้อมูล

เอกสารวิจัยฉบับนี้ รวบรวมจากข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) โดยมีเกณฑ์พิจารณาจากความจริง (Authenticity) และความถูกต้องน่าเชื่อถือ (Credibility) ของเอกสาร รายละเอียดดังนี้

๒.๒.๑ แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ (Multi-layer integrated air defense system : Multi-layer IADS) โดยการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่เป็นทั้งบทความทางวิชาการ เอกสารตำรา และแหล่งข้อมูลเปิดที่มีความน่าเชื่อถือทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยเอกสารภาษาไทยมีที่มาจากเอกสารราชการของกรมยุทธการทหารอากาศ กองทัพอากาศ เอกสารวิจัยของวิทยาลัยการทัพอากาศ วิทยาลัยการทัพบก และโรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ สำหรับเอกสารภาษาอังกฤษมีที่มาจากกองทัพอากาศสหรัฐฯ ศูนย์ความเป็นเลิศการป้องกันภัยทางอากาศและขีปนาวุธ สถาบันเพื่อการศึกษาการบินและอวกาศมิทเชล และนักวิชาการด้านความมั่นคง

๒.๒.๒ แหล่งข้อมูลของแนวคิดการป้องกันภัยทางอากาศและแนวทางการพัฒนาขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ ศึกษาเอกสารภาษาไทยจากหลักนิยมและยุทธศาสตร์ของกองทัพอากาศ ตลอดจนเอกสารแนวคิดการป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ และเอกสารต่างประเทศศึกษาจากแนวความคิดของกองทัพรัสเซีย กองทัพอิสราเอล และกองทัพสิงคโปร์

๒.๒.๓ แหล่งข้อมูลเกี่ยวกับภัยคุกคามและผลกระทบของภัยคุกคามมิติอากาศ ใช้การสืบค้นจากแหล่งข้อมูลที่เป็นทั้งบทความทางวิชาการ เอกสารตำรา และแหล่งข้อมูลเปิดที่มีความน่าเชื่อถือทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยเอกสารภาษาไทยมีที่มาจากกองทัพอากาศ สถาบันอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ ในส่วนของเอกสารภาษาอังกฤษมีที่มาจาก องค์การสนธิสัญญาป้องกันแอตแลนติกเหนือ (NATO) และนักวิชาการด้านความมั่นคง

๓. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่รวบรวมตามข้อ ๒.๑ มาเป็นปัจจัยนำเข้าในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

๓.๑ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยฉบับนี้ใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม จำนวน ๒ เครื่องมือ ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และแบบจำลองการทำลายของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (IADS Kill Chain Model)

๓.๒ กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยที่ตีพิมพ์และเผยแพร่ระหว่าง พ.ศ.๒๕๕๗ - ๒๕๖๗ และพิจารณาบริบทแวดล้อมของเอกสาร เพื่อทราบถึงรายละเอียดตลอดจนความแตกต่างของแต่ละแนวคิดการปฏิบัติการ กับแนวทางการพัฒนาขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการเพื่อรับมือภัยคุกคามมิติอากาศของเอกสารแต่ละฉบับ และนำข้อมูลที่ได้รับ มาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการทำลายของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (IADS Kill Chain Model) เพื่อให้ได้แนวทางการพัฒนาขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศที่ครอบคลุมเรื่องของการพัฒนา การตรวจจับทางอากาศ (Air surveillance) การจัดการการรบ (Battle management) และการควบคุมอาวุธ (Weapon control) ที่เหมาะสมกับบริบทของกองทัพอากาศในการรับมือภัยคุกคามมิติอากาศสมัยใหม่

บทที่ ๔

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูจากการทบทวนวรรณกรรมผ่านกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณการ แนวทางและแนวความคิดการป้องกันภัยทางอากาศ ตลอดจนภัยคุกคามมิติอากาศสมัยใหม่ หลักจากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ผ่านแบบจำลองการทำลายของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (IADS Kill Chain Model) เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางการพัฒนาขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศ เพื่อรับมือภัยคุกคามมิติอากาศสมัยใหม่

๑. ระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ

จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล จึงแบ่งการวิเคราะห์แนวคิดในส่วนนี้ออกเป็น ๒ ประเด็น

๑.๑ การบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศ

ในการบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศนั้นควรจะต้องจำแนกองค์ประกอบหลักของระบบตามฟังก์ชันการทำงาน เพื่อให้เกิดความง่ายในการดำเนินการให้เกิดการบูรณาการร่วมกัน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบภาพรวมทั้งหมดของระบบ จำแนกและจัดกลุ่มของกลุ่มฟังก์ชันการทำงาน เช่น การแบ่งองค์ประกอบหลักออกเป็น ๓ ส่วน การเฝ้าตรวจทางอากาศ (Air Surveillance) การจัดการรบ (Battle Management) และการควบคุมระบบอาวุธ (Weapon Control) ทำให้สามารถอธิบายหลักการในภาพรวมของการบูรณาการได้ง่ายขึ้น ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะมีการกำหนดขั้นตอนหรือฟังก์ชันย่อยที่เกิดขึ้นภายในองค์ประกอบนั้น ๆ และต้องคำนึงถึงปัจจัยสำคัญ ในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างองค์ประกอบของระบบ ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในภาพรวมของระบบโดยตรง

หากวิเคราะห์ระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ ด้วยหลักการที่ได้ศึกษามาแล้วนั้นพบว่า ระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศเป็นระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการแต่ยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากเหตุผลบางประการดังนี้ ๑.) องค์ประกอบด้านการจัดการการรบของระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ มีความไม่สมบูรณ์ในขั้นตอนในการประเมินภัยคุกคามและการเลือกชนิดของอาวุธ ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญของการใช้ระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ เนื่องจากเมื่อนำระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายระบบมาบูรณาการร่วมกันแล้วนั้น หากไม่มีขั้นตอนในการประเมินภัยคุกคามและเลือกชนิดของอาวุธที่ใช้ตอบโต้ จะทำให้ไม่สามารถเลือกการตอบโต้ที่เหมาะสม คุ้มค่า และมีประสิทธิภาพที่สุดกับภัยคุกคาม ณ ขณะนั้นได้ ๒.) การเชื่อมและส่งต่อข้อมูลระหว่างองค์ประกอบของการบูรณาการในกองทัพอากาศ ยังไม่สามารถทำได้ด้วยระบบอัตโนมัติทำให้ในภาพรวมของการบูรณาการต้องอาศัยการทำงานของกำลังพล

ในการส่งต่อข้อมูลด้วยการสื่อสารทางวิทยุ ซึ่งเกิดความล่าช้าในการแปลความข้อมูลที่ได้รับ รวมถึงข้อมูลมีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย

๑.๒ การวางระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้น

การวางระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นสามารถทำได้ ๒ ลักษณะ คือ การวางเป็นแนวชั้นการป้องกันในทางลึก และการวางเป็นลักษณะของลำดับชั้นการป้องกันจากจุดที่ป้องกัน สำหรับการวางเป็นแนวชั้นการป้องกันในทางลึกนั้นมีปัจจัยสำคัญ คือ การคาดการณ์ถึงทิศทางที่ข้าศึกจะเข้าโจมตี ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลจากการข่าวที่แม่นยำ ในขณะเดียวกันจะต้องปกปิดตำแหน่งที่ตั้งของจุดวางกำลังหน่วยป้องกันภัยทางอากาศของฝ่ายเรา ในส่วนของการวางในลักษณะลำดับชั้นการป้องกันจากจุดที่ป้องกันนั้น จะต้องอาศัยขีดความสามารถของระบบอาวุธในเรื่องระยะยิงและขีดความสามารถในการต่อต้านกับภัยคุกคามชนิดต่าง ๆ

ในการกำหนดระยะของลำดับชั้นการป้องกันนั้น นอกจากจะมีปัจจัยที่เกิดขึ้นจากขีดความสามารถของระบบป้องกันแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงขีดความสามารถของภัยคุกคามและระดับของความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากภัยคุกคาม ณ ระยะที่เข้าสู่ลำดับชั้นของการป้องกัน เช่น อากาศยานไร้คนขับขนาดไม่เกิน ๑๕๐ กก. เพดานบินไม่เกิน ๕,๐๐๐ ฟุต อาจไม่เป็นภัยต่อพื้นที่ป้องกัน เมื่ออยู่นอกระยะ ๕ ไมล์ทะเล จากจุดที่ป้องกัน ในขณะเดียวกันหากภัยคุกคามเป็นอากาศยานรบที่มีขีดความสามารถในการใช้อาวุธปล่อยนำวิถีอากาศสู่พื้น อาจเป็นภัยต่อพื้นที่ที่ป้องกัน ตั้งแต่ที่ระยะ ๔๐ ไมล์ทะเล จากจุดป้องกัน

เมื่อวิเคราะห์ระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ พบว่าแนวคิดการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นในทั้ง ๒ ลักษณะ ทั้งการวางแนวชั้นป้องกันในทางลึก และการวางในลักษณะของลำดับชั้นการป้องกันจากจุดที่ป้องกันที่ระยะไกลสุด ๓๐ กิโลเมตร (๑๖ ไมล์ทะเล) โดยระยะที่ไกลออกไปมากกว่า ๓๐ กิโลเมตร เป็นการใช้อากาศยานในการเข้าสกัดกั้นและทำลายภัยคุกคาม มีการกำหนดเขตการยิงอิสระที่ระยะ ๑๕ ไมล์ทะเล (๒๗ กิโลเมตร) เพื่อลดขั้นตอนของการพิสูจน์ฝ่ายให้กับระบบป้องกันภัยทางอากาศภาคพื้นที่

๒. แนวความคิดระบบการป้องกันภัยทางอากาศของต่างประเทศ

จากการศึกษาค้นคว้าระบบป้องกันภัยทางอากาศของรัสเซีย อิสราเอล และสิงคโปร์ ซึ่งมีความแตกต่างกันเช่น รัสเซียนั้นป้องกันพื้นที่ขนาดใหญ่ ทำให้ต้องแบ่งกำลังออกเป็นส่วน ๆ รับผิดชอบแต่ละพื้นที่ มีการจัดสรรยุทโธปกรณ์ในการป้องกันภัยทางอากาศในแต่ละพื้นที่ ถึงแม้ว่าจะไม่มีข้อมูลลำดับชั้นของการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศที่ชัดเจน แต่เมื่อพิจารณาจากชนิดของระบบป้องกันภัยทางอากาศในแต่ละพื้นที่ เช่น S-400, S-300, SA-17, SA-15 และ Pantsir-S1 ก็ทำให้ทราบได้ชัดเจนว่ามีการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศเป็นลำดับชั้นอย่างแน่นอน มีการบูรณาการร่วมกันระหว่างส่วนลาดตระเวนทางอากาศและแจ้งเตือน ส่วนบัญชาการ และส่วนของอาวุธต่อต้านภายใต้เครือข่ายการรายงาน สั่งการและการบังคับบัญชา ในขณะที่อิสราเอล เป็นการป้องกันพื้นที่ขนาดเล็ก และภัยคุกคามเป็นอาวุธปล่อยและขีปนาวุธเป็นหลัก ทำให้มีการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศที่มีขีดความสามารถในการรับมือกับอาวุธปล่อยและขีปนาวุธในทุกลำดับชั้น ซึ่งเป็นการลงทุนที่ใช้งบประมาณสูงและอาจต้องใช้ค่าใช้จ่ายในการสกัดกั้นภัยคุกคามแต่ละครั้งสูงตามมาด้วยเช่นกัน

แต่ก็ทำให้สามารถเชื่อมั่นได้ว่าจะสามารถป้องกันภัยคุกคามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของสิงคโปร์เป็นการนำเอาระบบป้องกันภัยเดิมที่ทำงานแยกกัน มาปรับปรุงด้วยการพัฒนาระบบเครือข่ายการรบและระบบจัดการการรบ จนเกิดการบูรณาการร่วมกันระหว่างระบบลาดตระเวนทางอากาศ ระบบจัดการการรบ และระบบควบคุมอาวุธ บนเครือข่ายการรบที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันภัยทางอากาศ ทำให้เพิ่มขีดความสามารถของระบบเดิม นอกจากนี้ยังมีการกำหนดลำดับชั้นของการป้องกันที่ชัดเจน

เมื่อพิจารณาจากแนวคิดการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศของทั้ง ๓ ประเทศ แล้วนั้น จะเห็นได้ว่าปัจจัยหลักในการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศมีด้วยกัน ๓ ประการ ดังนี้ ๑.) ขนาดของพื้นที่ที่ต้องการป้องกัน เป็นปัจจัยกำหนดลักษณะของการวางกำลัง หากพื้นที่มีขนาดใหญ่มากอาจต้องแบ่งกำลังเป็นส่วน ๆ เพื่อให้สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ ๒.) ชนิดและรูปแบบของภัยคุกคามที่อาจต้องเผชิญ เป็นปัจจัยที่กำหนดขีดความสามารถของระบบตรวจจับและระบบอาวุธต่อต้านเพื่อให้สามารถป้องกันภัยทางอากาศที่ต้องการได้ และ ๓.) ความสามารถในการพัฒนาหรือเข้าถึงเทคโนโลยีสำหรับโครงสร้างพื้นฐานของระบบ เช่น การพัฒนาให้สามารถส่งข้อมูลจากยุทธโธปกรณ์หลากหลายชนิด ลงไปในเครือข่ายการรบเดียวกันได้ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศ เป็นต้น

๓. ภัยคุกคามมิติอากาศที่มีผลต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศ

จากข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาสามารถแบ่งภัยคุกคามมิติอากาศตามลักษณะออกได้เป็น ๔ กลุ่มหลัก คือ ๑. อากาศยาน ๒. อากาศยานไร้คนขับ ๓. อาวุธปล่อยและขีปนาวุธ และ ๔. จรวด กระสุนปืนใหญ่และกระสุนเครื่องยิงลูกระเบิด การพิจารณาถึงภัยคุกคามที่มีผลต่อการปฏิบัติต่อกองทัพอากาศเป็นการพิจารณาจากขีดความสามารถของประเทศในภูมิภาคเดียวกัน โดยสรุปภัยคุกคามมิติอากาศได้ดังนี้

๓.๑ อากาศยานที่ถูกตรวจพบได้ยาก (Low observation aircraft) อากาศยานในกลุ่มนี้เป็นอากาศยานในยุคที่ ๕ ที่มีประจำการในภูมิภาคและเป็นภัยคุกคามที่อาจเล็ดลอดระบบป้องกันภัยทางอากาศเข้าโจมตีเป้าหมายที่ตั้งของฝ่ายเราได้ โดยภัยคุกคามในกลุ่มนี้นั้นถึงแม้ว่าจะมีขีดความสามารถสูง แต่โอกาสที่จะส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติการของ ทอ. ในสภาวะปัจจุบันอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากปัจจุบันมีเพียงไม่กี่ประเทศในภูมิภาคที่มีอากาศยานกลุ่มนี้เข้าประจำการ อย่างไรก็ตาม ภัยคุกคามนี้ยังเป็นข้อจำกัดของระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ

๓.๒ อากาศยานไร้คนขับขนาดกลางและขนาดเล็ก (น้ำหนักน้อยกว่า ๖๐๐ กก.) อากาศยานไร้คนขับในกลุ่มนี้ สามารถนำมาใช้เพื่อการทหารได้ ในขณะเดียวกันระบบตรวจจับอากาศยานปกติอาจไม่สามารถตรวจจับได้อย่างถูกต้องเนื่องจากมีขนาดเล็กกว่าอากาศยานปกติ รวมไปถึงการทำลายภัยคุกคามกลุ่มนี้จำเป็นต้องใช้ระบบอาวุธที่ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะ

๓.๓ อาวุธปล่อยอากาศสู่พื้น เป็นภัยคุกคามที่มีผลต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศ เนื่องจากอาวุธชนิดนี้มีระยะในการยิงที่หวังผลได้ในระยะไกล (๑๐ - ๔๐๐ ไมล์ทะเล) และไม่สามารถใช้อากาศยานในการสกัดกั้นและทำลายภัยคุกคามนี้ได้ทั้งหมด

๓.๔ ขีปนาวุธพิสัยใกล้ (พิสัยยิงไม่เกิน ๑,๐๐๐ กม.) แม้ว่าภัยคุกคามชนิดนี้จะไม่ได้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในภูมิภาค แต่หากถูกใช้งานเพื่อโจมตีเป้าหมายทางยุทธศาสตร์ของฝ่ายเรา

จะเกิดผลกระทบต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศได้ในระดับสูงหากกองทัพอากาศไม่มีขีดความสามารถในการป้องกัน

เมื่อวิเคราะห์จากภัยคุกคามมิติทางอากาศทั้ง ๔ แล้วนั้น ภัยคุกคามที่มีผลต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศที่ควรให้ความสำคัญอย่างยิ่ง มี ๒ กลุ่ม คือ ๑.) อากาศยานไร้คนขับขนาดกลางและขนาดเล็ก เนื่องจากเป็นอาวุธที่มีต้นทุนต่ำ พัฒนาได้ง่าย สามารถนำมาใช้งานได้หลากหลาย จึงมีโอกาสที่จะถูกใช้งานในสงครามสูง แม้ว่าจะมีขีดความสามารถด้านอำนาจการโจมตีที่ไม่สูงนัก แต่หากใช้ในจำนวนที่มาก อาจทำให้ป้องกันได้ยากและส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศได้ ๒.) อาวุธปล่อยอากาศสู่พื้น เป็นอาวุธที่มีอำนาจการทำลายสูงและมีระยะการโจมตีไกล มีประจำการหลายประเทศในภูมิภาค เมื่อถูกโจมตีด้วยอาวุธชนิดนี้ต่อเป้าหมายสำคัญ อาจทำให้เกิดความเสียหายซึ่งมีผลกระทบเป็นวงกว้าง และส่งผลต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศในระดับสูงได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีขีดความสามารถในการป้องกันภัยดังกล่าว

๔. แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของ ทอ.

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาทั้งในส่วนของ หลักการที่เกี่ยวข้องกับระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ แนวความคิดระบบป้องกันภัยทางอากาศของต่างประเทศ และภัยคุกคามมิติอากาศที่มีผลต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศแล้วนั้น จึงนำแบบจำลองวงรอบการทำลายของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (IADS Kill Chain Model) มาใช้เพื่อวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศในการรับมือกับภัยคุกคามที่มีผลต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศ สรุปได้ดังนี้

๔.๑ การเฝ้าตรวจทางอากาศ (Air surveillance) ต้องมีขีดความสามารถในการตรวจจับ (Detect) อาวุธปล่อยและขีปนาวุธรวมทั้งอากาศยานไร้คนขับขนาดกลางและขนาดเล็ก และควรมีความสามารถในการตรวจจับอากาศยานที่ถูกตรวจจับได้ยาก สามารถนำข้อมูลการตรวจจับส่งต่อไปยังเครือข่ายการรบได้ (Initiate) สามารถพิสูจน์ฝ่าย (Identify) หรือทราบตำแหน่งของอากาศยานฝ่ายเดียวกันได้ทั้งหมด และสามารถพิสูจน์ฝ่ายและทราบชนิดของภัยคุกคามได้ รวมถึงสามารถพิสูจน์ฝ่ายอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กได้ มีการวางตำแหน่งให้รัศมีการตรวจจับมีความทับซ้อนกันในพื้นที่เฝ้าระวังระหว่างอุปกรณ์การตรวจจับ เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลการตรวจจับในการเชื่อมโยงเป้าหมายได้ (Correlate) มีการวางระบบการเฝ้าตรวจแบบเคลื่อนที่ในจุดที่ระบบหลักไม่สามารถตรวจจับได้ เพื่อให้สามารถรักษาการติดตามเป้าหมายไว้ได้ (Maintain) ซึ่งปัจจุบันระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศใช้เรดาร์ภาคพื้นคงที่ (Fixed ground-based radar) เป็นระบบหลักในการเฝ้าตรวจ ระบบนี้มีข้อดีคือ ครอบคลุมพื้นที่การเฝ้าตรวจเป็นวงกว้างและมีระยะการตรวจจับที่ไกล แต่มีข้อจำกัดในการตรวจจับเป้าหมายที่ใช้ความสูงต่ำและไม่สามารถทำการเคลื่อนย้ายระบบได้ นอกเหนือจากระบบหลักนั้นกองทัพอากาศใช้เรดาร์ภาคพื้นเคลื่อนที่ (Mobile ground-based radar) ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายไปติดตั้งในพื้นที่ที่ระบบหลักไม่สามารถเฝ้าตรวจได้ (Gap filling) แต่เรดาร์ชนิดนี้มีข้อจำกัดคือ ระยะการเฝ้าตรวจสั้นและต้องพึ่งพาการส่งกำลังบำรุง รวมไปมีการใช้เรดาร์แจ้งเตือนล่วงหน้าทางอากาศ (Airborne early warning radar) ที่ช่วยในการเฝ้าตรวจเป้าหมายที่ใช้ความสูงต่ำเพื่อเล็ดลอดระบบการเฝ้าตรวจ แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถเฝ้าตรวจอย่าง

ต่อเนื่องตลอดเวลาได้ ซึ่งเรดาร์เฝ้าตรวจทั้ง ๓ ชนิดนั้นถูกออกแบบมาเพื่อใช้ตรวจจับอากาศยานทั่วไป ทำให้มีข้อจำกัดในการตรวจจับภัยคุกคามบางกลุ่ม เช่น อากาศยานที่ถูกตรวจพบได้ยาก อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กและกลาง อาวุธปล่อย และขีปนาวุธ โดยระบบการเฝ้าตรวจส่วนใหญ่สามารถส่งต่อข้อมูลไปยังเครือข่ายการรบได้โดยอัตโนมัติ แต่มีบางส่วนที่ต้องส่งต่อข้อมูลด้วยกำลังพล มีความสามารถในการพิสูจน์ฝ่ายด้วยระบบ Identification Friend or Foe (IFF) และการพิสูจน์ฝ่ายด้วยขั้นตอนการปฏิบัติ (Procedural identification) มีขีดความสามารถในการเชื่อมโยงเป้าหมายและติดตามเป้าหมายได้ในระบบการเฝ้าตรวจหลัก

๔.๒ การจัดการรบ (Battle management) มีกระบวนการในการประเมินภัยคุกคาม (Threat evaluation) ที่จะเกิดขึ้นหลังจากได้รับข้อมูลการตรวจพบและยืนยันภัยคุกคามดังกล่าว มีการตัดสินตกลงใจในการใช้การต่อต้านกับภัยคุกคาม (Engagement decision) มีการเลือกชนิดอาวุธ (Weapon type selection) ที่จะใช้ต่อต้านกับภัยคุกคามอย่างเหมาะสมและคุ้มค่า และมีกระบวนการในการยืนยันและอนุญาตให้ใช้การต่อต้าน (Engagement authority) ซึ่งกระบวนทั้งหมดนี้อาจเกิดขึ้นในระดับพื้นที่การป้องกันหรือเกิดจากการประเมินและสั่งการโดยส่วนบัญชาการก็ได้ อีกทั้งในบางกระบวนการอาจมีระบบคอมพิวเตอร์ในการประเมินหรือเลือกชนิดของอาวุธแบบอัตโนมัติได้ กองทัพอากาศมีระบบการจัดการการรบผ่านโครงสร้างการใช้กำลังทางอากาศของศูนย์ยุทธการทางอากาศ (ศยอ.) มีขั้นตอนในการประเมินภัยคุกคาม การตัดสินตกลงใจ การเลือกชนิดอาวุธ และการยืนยันเพื่ออนุญาตให้ทำการต่อต้าน แต่ขั้นตอนทั้งหมดกระทำโดยกำลังพลในห้องบัญชาการควบคุม จึงมีข้อจำกัดที่อาจทำให้เกิดความผิดพลาดหากต้องดำเนินการตามขั้นตอนทั้งหมดภายใต้เวลาที่จำกัด

๔.๓ การควบคุมระบบอาวุธ (Weapon control) จะต้องมีการวางระบบอาวุธให้สอดคล้องกับภัยคุกคามที่คาดว่าจะปรากฏในพื้นที่ป้องกัน ควรมีขีดความสามารถในการต่อต้านอาวุธปล่อยและขีปนาวุธ ระบบอาวุธแต่ละส่วนจะต้องสามารถเชื่อมต่อข้อมูลกันได้ มีการจับคู่ระบบอาวุธยิงที่เหมาะสมในการต่อต้าน (Weapon pairing) มีการรับมอบเป้าหมาย (Acquiring) การติดพันเป้าหมาย (Tracking) การนำวิถี (Guiding) การทำลาย (Killing) และการประเมินผล (Assessing) และสามารถส่งข้อมูลกลับเข้าสู่ระบบเครือข่ายได้ การวางระบบอาวุธต้องคำนึงถึงลำดับชั้นของการป้องกันกับระยะที่ภัยคุกคามอาจสร้างความเสียหายให้กับฝ่ายเราได้ การกำหนดเขตการยิงอิสระต้องไม่เป็นการจำกัดการปฏิบัติการของฝ่ายเดียวกัน ปัจจุบันกองทัพอากาศมีขั้นตอนการจับคู่ระบบอาวุธยิงผ่านศูนย์ปฏิบัติการหรือศูนย์บัญชาการของหน่วยในพื้นที่ที่มีระบบอาวุธตั้งอยู่ มีขั้นตอนการรับมอบเป้าหมาย การติดพันเป้าหมาย การนำวิถี การทำลาย และการประเมินผล โดยหน่วยยิง ซึ่งการดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าวนั้น ใช้การส่งต่อข้อมูลด้วยเสียงผ่านระบบวิทยุสื่อสารโดยกำลังพล จึงมีข้อจำกัดในการปฏิบัติหากต้องรับมือกับภัยคุกคามจำนวนมากในเวลาเดียวกัน เช่น อากาศยานจำนวนหลายลำที่เข้าโจมตีจากหลายทิศทาง นอกจากนั้นขีดความสามารถในการทำลายยังมีข้อจำกัดในด้านของอำนาจการยิงของระบบต่อต้านจากจุดที่ป้องกันหรือวางกำลังมีระยะสั้น (๓๐ กิโลเมตร) และไม่ตอบสนองในการใช้งานเพื่อต่อต้านอาวุธปล่อย ขีปนาวุธ และอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กถึงกลาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าขีดความสามารถของระบบป้องกันภัยทางอากาศที่ตอบสนองต่อภัยคุกคามมิติทางอากาศสมัยใหม่และขีดความสามารถซึ่งเป็นข้อจำกัดของกองทัพอากาศในปัจจุบันสามารถสรุปได้เป็นตารางรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ ๔ - ๑ การวิเคราะห์ขีดความสามารถระบบป้องกันภัยทางอากาศด้วย IADS Kill Chain

IADS Kill Chain Model	ขีดความสามารถที่ตอบสนองภัยคุกคามมิติทางอากาศ	ขีดความสามารถซึ่งเป็นข้อจำกัดของกองทัพอากาศ
การเฝ้าตรวจทางอากาศ (Air surveillance)	- ตรวจจับอาวุธปล่อย ขีปนาวุธ อากาศยานไร้คนขับขนาดกลางและขนาดเล็ก - ส่งต่อข้อมูล พิสูจน์ฝ่าย ผ่านระบบเครือข่ายป้องกันทางอากาศหลัก - เชื่อมโยงเป้าหมายด้วยข้อมูลจากหลายแหล่งตรวจจับ - ติดตามเป้าหมายในพื้นที่ที่ต้องการเฝ้าตรวจได้	- การตรวจจับอาวุธปล่อย ขีปนาวุธ อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก - การส่งต่อข้อมูลการตรวจจับบางส่วนต้องใช้กำลังพลในการดำเนินการ - การพิสูจน์ฝ่ายอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กของหน่วยเฝ้าตรวจในพื้นที่
การจัดการการรบ (Battle management)	- มีขั้นตอนการประเมินภัยคุกคาม การตัดสินตกลงใจ การเลือกชนิดอาวุธ และการยืนยันเพื่ออนุญาตในการต่อต้าน	- ขั้นตอนการจัดการการรบกระทำโดยใช้ขีดความสามารถของกำลังพล ทำให้มีโอกาสผิดพลาดเมื่อต้องดำเนินการภายใต้เวลาที่จำกัด
การควบคุมระบบอาวุธ (Weapon Control)	- มีการวางระบบอาวุธให้สอดคล้องกับภัยคุกคามที่คาดว่าจะปรากฏในพื้นที่ป้องกัน - ระบบอาวุธแต่ละส่วนจะต้องสามารถเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างกันและเชื่อมต่อกับเครือข่ายป้องกันภัยหลักได้ - มีขั้นตอนการจับคู่ระบบอาวุธยิง การรับมอบเป้าหมาย การติดพันเป้าหมาย การนำวิถีการทำลาย และการประเมินผล	- อำนาจการทำลายไกลที่สุดจากจุดวางกำลังมีระยะสั้น - ขีดความสามารถในการทำลายมีข้อจำกัดไม่ตอบสนองภัยคุกคาม - ใช้การส่งต่อข้อมูลด้วยเสียงผ่านระบบวิทยุสื่อสารโดยใช้กำลังพลในการประสานในแต่ละขั้นตอน

บทที่ ๕

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศ” สามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

๑. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการของกองทัพอากาศ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาขีดความสามารถและแนวคิดการวางกำลังระบบป้องกันภัยทางอากาศ รวมถึงภัยคุกคามในมิติทางอากาศที่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติของกองทัพอากาศ โดยการรวบรวมข้อมูลและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง นำมาวิเคราะห์โดยใช้หลักการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และแบบจำลองวงรอบการทำลายของระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบบูรณาการ (IADS Kill Chain Model) เป็นเครื่องมือในการวิจัย เพื่อหาคำตอบว่า แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการในการรับมือกับภัยคุกคามมิติทางอากาศสมัยใหม่ที่ส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติการของกองทัพอากาศควรเป็นอย่างไร

ผลการวิจัย พบว่า สามารถกำหนดแนวทางการพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีและยุทธวิธีของระบบป้องกันภัยทางอากาศฯ ใน ๒ ส่วน ได้แก่ การบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศ และการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบหลายชั้น มีรายละเอียดดังนี้

การบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศ ต้องมีโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับการส่งต่อข้อมูลด้านการป้องกันภัยทางอากาศ ซึ่งรองรับการทำงานทั้งในส่วนของการเฝ้าตรวจทางอากาศ (Air surveillance) ระบบการจัดการการรบ (Battle management) และการควบคุมระบบอาวุธ (Weapon control) มีการกำหนดมาตรฐานในการเชื่อมต่อและรับ-ส่งข้อมูลหรือคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันภัยทางอากาศให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้เกิดการนำข้อมูลหรือส่งคำสั่งในการป้องกันทางอากาศที่มีประสิทธิภาพและสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับระบบป้องกันภัยทางอากาศที่อาจมีเพิ่มขึ้นในอนาคตได้ ต้องมีขีดความสามารถในการตรวจจับ พิสูจน์ฝ่าย และทำลาย อากาศยาน อากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กและขนาดกลางในพื้นที่เฝ้าระวังได้ ควรมีขีดความสามารถในการตรวจจับ พิสูจน์ฝ่าย และทำลายอาวุธปล่อย ขีปนาวุธ และอากาศยานที่ถูกตรวจพบได้ยาก อีกทั้งควรมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยกจัดการการรบ (Computer-based battle management system) ในขั้นตอนการประเมินภัยคุกคาม (Threat evaluation) การเลือกชนิดอาวุธ (Weapon type selection) และการจับคู่ระบบอาวุธยิงที่เหมาะสม (Weapon pairing) ที่สามารถส่งต่อข้อมูลแบบอัตโนมัติไปยังหน่วยอาวุธยิง ที่ใช้ในการต่อต้านได้

การวางระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบหลายชั้น ควรมีการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศเป็นแนวชั้นป้องกันในทางลึก และลำดับชั้นการป้องกันจากจุดที่ป้องกัน โดยต้องสอดคล้องกับลักษณะของภัยคุกคามและทิศทางที่คาดว่าอาจถูกโจมตีได้ ตัวอย่างเช่น การวางระบบป้องกันภัยทางอากาศระยะไกล

เพื่อลดทอนจำนวนอากาศยานของข้าศึกก่อนเข้าถึงระยะกลาง วางระบบป้องกันภัยทางอากาศระยะกลาง เพื่อลดทอนอากาศยาน อาวุธปล่อยและขีปนาวุธของข้าศึก วางระบบป้องกันภัยทางอากาศระยะใกล้ เพื่อทำลายภัยคุกคามที่เป็นภัยและผ่านเข้ามาในระยะใกล้ได้ ร่วมกับการวางแนวชั้นการป้องกันในทางลึกด้วยอาวุธต่อสู้อากาศยานแบบ MANPADs ในทิศทางที่คาดว่าข้าศึกจะใช้ในการโจมตี เช่น แนวสันเขา แนวอาคารสูง เป็นต้น ในการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบหลายชั้นนั้นจะต้องกำหนดพื้นที่รับผิดชอบและเขตการยิงอิสระที่ชัดเจน และต้องสอดคล้องกับขีดความสามารถของระบบอาวุธต่อต้านที่ใช้ในแต่ละชั้น เพื่อป้องกันการยิงอากาศยานฝ่ายเดียวกันเอง และเพื่อให้อากาศยานฝ่ายเราสามารถปฏิบัติการได้อย่างเต็มขีดความสามารถ

๒. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่า แนวทางการพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีและยุทธวิธีของระบบป้องกันภัยทางอากาศในทั้ง ๒ ส่วน คือ การบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศและการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศแบบหลายชั้น มีความคล้ายคลึงกับแนวความคิดการวางระบบป้องกันภัยทางอากาศของต่างประเทศทั้ง รัสเซีย อิสราเอล และสิงคโปร์ ซึ่งมีความแตกต่างกันในบริบทของรูปแบบภัยคุกคาม ความสามารถทางเทคโนโลยี ข้อจำกัดด้านงบประมาณ และขนาดของพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ในการบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นนั้น มีปัจจัยหลักคือ โครงสร้างพื้นฐานในการส่งต่อข้อมูล การกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบของระบบ รวมไปถึงเทคโนโลยีของระบบอาวุธและรูปแบบการวางลำดับชั้นนั้นจะส่งผลถึงขีดความสามารถของระบบในภาพรวม

๓. ข้อเสนอแนะ

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยเรื่องนี้ เห็นสมควรให้ ยก.ทอ.ในฐานะหัวหน้าฝ่ายอำนวยการที่มีหน้าที่กำหนดนโยบายของกองทัพอากาศ ทำหน้าที่เป็นหน่วยรับผิดชอบหลักในการนำผลการวิจัยจากเอกสารวิจัยฉบับนี้นำไปศึกษา พัฒนา หรือประยุกต์ใช้ภายใต้ข้อเสนอแนะดังนี้

๓.๑ ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนและขีดความสามารถของระบบป้องกันภัยทางอากาศของ ทอ. ว่าสอดคล้องกับภัยคุกคามในปัจจุบันที่มีผลต่อการปฏิบัติการของ ทอ. หรือไม่ อย่างไร เพื่อให้เข้าใจสถานภาพขีดความสามารถในการป้องกันภัยทางอากาศของ ทอ. ในปัจจุบัน รวมถึงข้อจำกัดในการบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศของ ทอ.

๓.๒ ดำเนินการพัฒนาแนวคิดในการป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ ร่วมกับ คปอ. และ อย. เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติและบูรณาการระบบป้องกันภัยทางอากาศ ตลอดจนเป็นทิศทางในการพัฒนาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับระบบป้องกันภัยทางอากาศหลายชั้นแบบบูรณาการ อาทิ โครงสร้างพื้นฐานในการเชื่อมต่อข้อมูลระบบป้องกันภัยทางอากาศ การเฝ้าตรวจทางอากาศ การจัดการการรบ การควบคุมระบบอาวุธ รูปแบบของการวางกำลังในลำดับชั้น ขั้นตอนในการป้องกันภัยทางอากาศ คู่มือ และ รปป.ในการปฏิบัติงาน

๓.๓ จัดทำข้อพิจารณาในการพัฒนาหรือจัดหา โครงสร้างพื้นฐาน ระบบการเฝ้าตรวจ ระบบการจัดการการรบ และระบบอาวุธต่อต้าน เพิ่มเติม ร่วมกับ คปอ. และ อย. โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นข้อจำกัดของระบบป้องกันภัยทางอากาศในปัจจุบันที่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติการของ ทอ. เพื่อให้มีขีดความสามารถเพียงพอในการรับมือกับภัยคุกคามมิติทางอากาศที่อาจเป็นภัยในปัจจุบัน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กองทัพอากาศ. (๒๕๖๓). *แนวความคิดการป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพอากาศ.*

กองทัพอากาศ. (๒๕๖๓). *ยุทธศาสตร์กองทัพอากาศ ๒๐ ปี (พ.ศ.๒๕๖๑ - ๒๕๘๐) [ฉบับเผยแพร่].* กองทัพอากาศ. เข้าถึงได้จาก https://welcome-page.rtaf.mi.th/blog/e-ksaarephyaephr-11/yuththsaastrk-ngthaph-aakaas-20-pii-ph-s-2561-2580-38

กองทัพอากาศ. (๒๕๖๖). *นโยบายผู้บัญชาการทหารอากาศ ประจำปีพุทธศักราช ๒๕๖๗-๒๕๖๘.* กรุงเทพมหานคร: กองทัพอากาศ. เข้าถึงได้จาก https://heyzine.com/flip-book/e12bf07274.html#page/1

กองทัพอากาศ. (๒๕๖๖). *หลักนิยมปฏิบัติการกองทัพอากาศ พ.ศ.๒๕๖๖.* เข้าถึงได้จาก https://welcome-page.rtaf.mi.th/blog/e-ksaarephyaephr-11/hlakniymptibatikaark-ngthaph-aakaas-ph-s-2566-541

จณัตว์ ภัทรดิลก, นาวาอากาศเอก. (๒๕๕๙). *แนวทางการพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศหน่วยต่อสู้อากาศยานกองทัพอากาศ.* กรุงเทพมหานคร: วิทยาลัยการทัพบก.

ธนพัฒน์ พัฒเสมา, พันเอก. (๒๕๖๒). *การพัฒนาระบบป้องกันภัยทางอากาศของกองทัพบกเพื่อรองรับยุทธศาสตร์กองทัพบก ๒๐ ปี.* กรุงเทพมหานคร: วิทยาลัยการทัพอากาศ.

ธนวัฒน์ กิจเจริญศักดิ์กุล, นาวาอากาศโท. (๒๕๖๕). *หลักการใช้กำลังทหารและระบบป้องกันภัยทางอากาศของรัสเซีย.* กรุงเทพมหานคร: กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ.

สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ. (๕ สิงหาคม ๒๕๖๓). Future Warfare สงครามในอนาคต. (ฝ่ายวิเคราะห์เทคโนโลยีป้องกันประเทศ, บ.ก.) เข้าถึงได้จาก http://dspace.dti.or.th/jspui/handle/123456789/1289

ภาษาต่างประเทศ

Asymmetric Warfare Group. (2016). *Russian New Generation Warfare Handbook.* Public Intelligence. Retrieved from https://info.publicintelligence.net/AWG-RussianNewWarfareHandbook.pdf

Br.Gen, & FRYC, D. G. (2023). Integrated Air and Missile Defense Battle Command System (IBCS). *IAMD CoE's Annual Journal, 1*. Retrieved from https://iamd-coe.org/wp-content/uploads/2023/11/IAMD_CoE_Journal_2023.pdf

Defence Science & Technology Agency. (n.d.). What We Do. *Transforming Air Defence*. Retrieved from https://www.dsta.gov.sg/what-we-do/detail?title=transforming-air-defence&category=e

Dolov, G. M. (2016). *Interoperability in Multi-layered Active Defense: The need for commonality and robustness between Active Defense weapon systems.* Air University. Air War College. Retrieved from https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1036894.pdf

Fridbertsson, N. T. (2022). Technological innovation for future warfare. Retrieved from https://www.nato-pa.int/document/2022-future-warfare-report-fridbertsson-

Karagiannis, E. (2023). The Russian Military Strategy in Ukraine and IAMD Lessons. *IAMD CoE's Annual Journal, 1*. Retrieved from https://iamd-coe.org/wp-content/uploads/2023/11/IAMD_CoE_Journal_2023.pdf

Katsamakas, M. (2022). C-RAM Systems: Beyond the Conventiona Way of Employment - Utilizing the Highly Reactive Capability in a Multi-Dimensional Environment. *IAMD CoE's Annual Journal, 1*. Retrieved from https://iamd-coe.org/wp-content/uploads/2023/01/IAMD-COE-JOURNAL.pdf

Leventopoulos, S. A. (2023). Hybrid Threats - How they affect Integrated Air and Missile Defence (IAMD). *IAMD CoE's Annual Journal, 1*. Retrieved from https://iamd-coe.org/wp-content/uploads/2023/11/IAMD_CoE_Journal_2023.pdf

Mattes, P. W. (2019, June 24). Systems of Systems: What, Exactly, is an Integrated Air Defense System? *The Mitchell Forum*. Retrieved from https://mitchellaerospacepower.org/systems-of-systems-what-exactly-is-an-integrated-air-defense-system/

Mattes, P. W. (2019, October 1). What is a Modern Integrated Air Defense System. *Air and Space Forces Magazine*. Retrieved from https://www.airandspaceforces.com/article/What-is-a-Modern-Integrated-Air-Defense-System/

Newdick, T. (2023, October 20). Israel's Vaunted Integrated Air Defense System Explained. *The Warzone*. Retrieved from https://www.twz.com/all-the-layers-of-israels-vaunted-integrated-air-defense-system

Zych, J. (2020). *The Development of the Israeli National Missile Defense Concept.* Warsaw: The Bellona Quarterly. Retrieved from https://kwartalnikbellona.com/api/files/view/1540915.pdf

ประวัติย่อผู้วิจัย

ยศ,ชื่อ นาวาอากาศโท สมคะเน มีสอาด

วัน เดือน ปี เกิด ๒๒ สิงหาคม ๒๕๒๙

สถานที่เกิด จังหวัดนครราชสีมา

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ ๗๐๖ หมู่บ้าน พลายรัตนะ ซอย พหลโยธิน ๕๔/๑ แยก ๖
แขวงสายไหม เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร ๑๐๒๒๐

ประวัติการศึกษา
มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย ปี ๒๕๔๗
โรงเรียนเตรียมทหาร รุ่นที่ ๔๗ ปี ๒๕๔๙
ปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ โรงเรียนนายเรืออากาศ ปี ๒๕๕๓
หลักสูตรศิษย์การบิน รุ่นที่ น.๑๒๗ ปี ๒๕๕๓
หลักสูตรการยุทธการระดับฝูงบิน
หลักสูตรนิรภัยการบินกองทัพอากาศ
International Aviation Safety Officer, DDAAF, Australia
หลักสูตรนายทหารชั้นผู้บังคับฝูง รุ่นที่ ๑๓๑ ปี ๒๕๖๑
Fighter Weapon Instructor, ITTC, Canada

ประวัติการทำงาน
นักบินประจำหมวดบิน ๓ ฝ่ายยุทธการ ฝูงบิน ๑๐๓ กองบิน ๑
ปี ๒๕๕๕ - ๒๕๖๐
ผู้บังคับหมวดบิน ๑ ฝ่ายยุทธการ ฝูงบิน ๑๐๓ กองบิน ๑
ปี ๒๕๖๐ - ๒๕๖๓
นายทหารนิรภัยการบิน กองบิน ๑
ปี ๒๕๖๓ - ๒๕๖๔
นายทหารพัฒนายุทธวิธี กองพัฒนาหลักนิยม ศูนย์การสงครามทางอากาศและรักษาราชการ นายทหารการฝึก ฝ่ายยุทธการ ฝูงบิน ๑๐๓ กองบิน ๑ ปี ๒๕๖๔ - ๒๕๖๕
นายทหารพัฒนายุทธวิธี โรงเรียนการยุทธทางอากาศ ศูนย์การสงครามทางอากาศ และรักษาราชการ รองผู้บังคับฝูงบิน ๑๐๓ กองบิน ๑
ปี ๒๕๖๕ - ๒๕๖๖
นายทหารพัฒนายุทธวิธี โรงเรียนการยุทธทางอากาศ ศูนย์การสงครามทางอากาศ ปี ๒๕๖๖ - ปัจจุบัน