รายงานการวิจัย

เรื่อง

โครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

The Research of Satellite for Prevention and Suppression Special Crime

พันตำรวจตรี จตุพล บงกชมาศ หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวสุพัชราพร หมุดสุวรรณ์ เลขานุการโครงการวิจัย/ผู้วิจัย

นายกานติ์ รักษ์สุจิตรัตน์ ผู้ช่วยเลขานุการโครงการวิจัย/ผู้ช่วยผู้วิจัย

กรมสอบสวนคดีพิเศษ กระทรวงยุติธรรม

พ.ศ. 2565

รายงานการวิจัย

เรื่อง

โครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

The Research of Satellite for Prevention and Suppression Special Crime

พันตำรวจตรี จตุพล บงกชมาศ

สังกัด กองปฏิบัติการคดีพิเศษภาค

นางสาวสุพัชราพร หมุดสุวรรณ์

สังกัด กองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ

นายกานติ์ รักษ์สุจิตรัตน์

สังกัด กองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ

กรมสอบสวนคดีพิเศษ กระทรวงยุติธรรม

พ.ศ. 2565

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกรมสอบสวนคดีพิเศษ

โดยทุนอุดหนุนจากงบประมาณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)

ปีงบประมาณ 2564

คำนำ

ตามที่กรมสอบสวนคดีพิเศษ หรือ DSI เป็นหน่วยงานหลักในการป้องกันและปราบปรามคดีอาชญากรรมที่เกิดขึ้นในประเทศไทยทั้งคดีอาชญากรรมพิเศษหรือคดีอาชญากรรมทั่วไปก็ดี เช่น การกระทำความผิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีและสารสนเทศ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ความมั่นคงการเงินการธนาคารและการฟอกเงิน การเงินนอกระบบ ภาษีอากร ทรัพย์สินทางปัญญา การค้ามนุษย์ และการเสนอราคาต่อหน่วยงานของรัฐ ซึ่งการกระทำความผิดดังกล่าวเป็นคดีความผิดทางอาญาที่มีความซับซ้อนจำเป็นต้องใช้วิธีการสืบสวนสอบสวนและรวบรวมพยานหลักฐานเป็นพิเศษ ดังนั้น กรมสอบสวนคดีพิเศษ จึงมีแนวคิดให้มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้ประโยชน์ของดาวเทียมเพื่อสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนอาชญากรรมให้มีความเป็นสากลและมีประสิทธิภาพ เสริมสร้างความมั่นคงแห่งชาติ เพื่อให้ประเทศไทยมีความพร้อมต่อการป้องกัน ปราบปราม และการรับมือภัยคุกคามอาชญากรรม

ในการนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างดาวเทียมให้สอดคล้องกับภารกิจของกรมสอบสวนคดีพิเศษ จึงเกิดความร่วมมือกันระหว่างกรมสอบสวนคดีพิเศษกับสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ สทอภ. ซึ่งเป็นหน่วยงานที่วิจัย และพัฒนาด้านเทคโนโลยีด้านอวกาศ การบินและอากาศยานของประเทศไทย ผู้รับผิดชอบด้านการตรวจจับระยะไกลและการพัฒนาเทคโนโลยีดาวเทียม โดยเป็นหน่วยงานภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และยังมีโครงสร้างพื้นฐาน เพื่อประกอบ ทดสอบ ดาวเทียมขนาดไม่เกิน 500 กิโลกรัม แบบครบวงจร ณ Space Krenovation Park (SKP) พร้อมทั้งมีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญประสบการณ์ตั้งแต่ต้นทางไปยังปลายทาง ได้แก่ การผลิต ประกอบ และทดสอบดาวเทียม สถานีภาคพื้นสำหรับควบคุมรับส่งสัญญาณดาวเทียม การผลิตโปรแกรมเพื่อสั่งถ่าย การปรับแก้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และการนำเอาข้อมูลดาวเทียมไปประยุกต์ใช้

โครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (ระยะที่ 1) ได้นำเอาลักษณะของการกระทำผิดที่เป็นคดีอาชญากรรมทั่วไปและคดีอาชญากรรมพิเศษที่รับผิดชอบโดยกรมสอบสวนคดีพิเศษมาทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมในการแก้ปัญหาติดตาม และเฝ้าระวังคดีประเภทดังกล่าว รวมไปถึงการระบุรายละเอียดทางเทคนิคเบื้องต้นของดาวเทียมที่เหมาะสมกับภารกิจของกรมสอบสวนคดีพิเศษ อันได้แก่ สถาปัตยกรรมดาวเทียม การวิเคราะห์วงโคจร ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม และระบบการปฏิบัติการดาวเทียม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษในประเทศไทย

การวิเคราะห์ข้อมูลคดีอาชญากรรมพิเศษที่ได้รับจากกรมสอบสวนคดีพิเศษ รวมถึงการประชุมหารือร่วมกันระหว่างกรมสอบสวนคดีพิเศษ และวิศวกรผู้เชี่ยวชาญการออกแบบดาวเทียมจาก สทอภ. ได้มีการจำแนกการกระทำผิดคดีอาชญากรรมที่เป็นคดีพิเศษ ตามประกาศ กคพ. ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2565) ทั้งหมด 25 คดี พบว่า มีคดีอาชญากรรมที่เป็นคดีพิเศษ จำนวน 10 คดี ที่มีความเป็นไปได้ที่จะนำข้อมูลจากดาวเทียมมาใช้ในการแก้ไขปัญหาในการจำแนก วิเคราะห์ และรวบรวมพยานหลักฐานที่เกี่ยวข้องในคดีพิเศษดังกล่าว ทำให้คณะผู้วิจัยสามารถระบุรายละเอียดเบื้องต้น

ของเทคโนโลยีตรวจวัด (Sensor) ที่เหมาะสมกับภารกิจได้ กล่าวคือ ดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมจะถูกติดตั้งกล้องถ่ายภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Satellite's Imager) ซึ่งสามารถใช้กับกลุ่มบุคคลในพื้นที่ได้ นอกจากนี้ ดาวเทียมจะถูกติดตั้งอุปกรณ์เสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพปฏิบัติภารกิจ ประกอบไปด้วย Automatic Identification System Receiver (AIS) ใช้ในการรับสัญญาณ เพื่อระบุตำแหน่งและตัวตนของเรือ และ Automatic Dependent Surveillance–Broadcast Receiver (ADS-B) ใช้ในการรับสัญญาณ เพื่อระบุตำแหน่งและตัวตนของอากาศยาน และได้ผลการออกแบบวงโคจรที่เหมาะสมเบื้องต้น โดยพิจารณาจากการที่ดาวเทียมโคจรผ่านประเทศไทย จำนวน 2 ประเภทวงโคจร ได้แก่ วงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ Sun Synchronous Orbit (SSO) และวงโคจรที่มุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำ Low-inclined orbit (LIO) อย่างไรก็ตาม การพัฒนาดาวเทียม จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น งบประมาณโครงการ ระยะเวลาในการสร้างดาวเทียม ความซับซ้อนของระบบดาวเทียม วันและเวลาที่เป็นไปได้ของการนำส่งดาวเทียม เนื่องด้วยในลักษณะวงโคจรที่แตกต่างกันจะมีกระบวนการพัฒนาดาวเทียมและวิธีการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรที่แตกต่างกัน

ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ มาใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการเลือกลักษณะวงโคจรที่เหมาะสม รวมถึงจะทำการศึกษาการใช้ดาวเทียมเชิงเศรษฐกิจและบูรณาการ เพื่อสนับสนุนการใช้งานในกิจการพลเรือนอื่น ๆ ประเมินงบประมาณระยะเวลาในการสร้างและพัฒนาดาวเทียมในประเทศไทยโดยคร่าว โดยสรุปจากข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าว คณะทำงานได้ข้อสรุปว่าดาวเทียมเพื่อป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษจะเป็นดาวเทียมที่โคจร ณ ความสูงของวงโคจร 400 กิโลเมตร กลุ่มดาวเทียมในวงโคจรชนิดสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (SSO) จะต้องใช้ดาวเทียมจำนวน 500 ดวง ใน 25 ระนาบ ระนาบละ 20 ดวง ในการปฏิบัติภารกิจโดยไม่มีระยะเวลาการเข้าถึงพื้นที่ประเทศไทยระหว่างดาวเทียมแต่ละดวง (Revisit Time หรือ Gap Time) ในทางกลับกันกลุ่มดาวเทียมในวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำ (LIO) ด้วยมุม Inclination 23 องศา จะต้องใช้ดาวเทียมจำนวน 99 ดวง ใน 3 ระนาบ ระนาบละ 33 ดวง ซึ่งจะใช้จำนวนดาวเทียมโดยรวมน้อยกว่ากลุ่มดาวเทียมในวงโคจรชนิดสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์อยู่ถึงประมาณ 5 เท่า เพื่อให้ดาวเทียมป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิผลที่สุด ซึ่งคณะผู้วิจัยหวังว่าองค์ความรู้เกี่ยวกับดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษจะได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้มีการดำเนินโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษในระยะต่อ ๆ ไป จนถึงระยะการผลิต การสร้าง และการนำส่งดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเข้าสู่วงโคจรต่อไป

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (ระยะที่ 1) เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างกรมสอบสวนคดีพิเศษ (DSI) และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA) โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนอาชญากรรมพิเศษ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า คดีอาชญากรรมพิเศษจำนวน 10 ประเภท มีความเป็นไปได้ที่จะนำข้อมูลจากดาวเทียมมาใช้ในการแก้ไขปัญหา เช่น คดีเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คดีเกี่ยวกับการค้ามนุษย์ และคดีเกี่ยวกับความมั่นคง โดยโครงการนี้คาดว่าจะส่งผลดีต่อความมั่นคงแห่งชาติของประเทศไทย ดังนี้ ๑) เพิ่มขีดความสามารถในการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ๒) เสริมสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศในการปราบปรามอาชญากรรม ๓) ลดต้นทุนและเวลาในการสืบสวนสอบสวน สำหรับรายละเอียดทางเทคนิคเบื้องต้นของดาวเทียมที่เหมาะสมกับภารกิจของ DSI ได้แก่ ดาวเทียมน้ำหนักไม่เกิน 500 กิโลกรัม โคจรอยู่ในวงโคจรต่ำ (LEO) ติดตั้งกล้องถ่ายภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Satellite's Imager) ติดตั้งอุปกรณ์เสริมเพื่อระบุตำแหน่งและตัวตนของเรือและอากาศยาน ประกอบไปด้วย Automatic Identification System Receiver (AIS) ใช้ในการรับสัญญาณ เพื่อระบุตำแหน่งและตัวตนของเรือ และ Automatic Dependent Surveillance–Broadcast Receiver (ADS-B) ใช้ในการรับสัญญาณ เพื่อระบุตำแหน่งและตัวตนของอากาศยาน

คณะผู้วิจัยได้ข้อสรุปว่า ดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษจะเป็นดาวเทียมที่โคจร ณ ความสูงของวงโคจร 400 กิโลเมตร โดยกลุ่มดาวเทียมในวงโคจรชนิดสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (SSO) จะต้องใช้ดาวเทียมจำนวน 500 ดวง ใน 25 ระนาบ ระนาบละ 20 ดวง ส่วนกลุ่มดาวเทียมในวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำ (LIO) ด้วยมุม Inclination 23 องศา จะต้องใช้ดาวเทียมจำนวน 99 ดวง ใน 3 ระนาบ ระนาบละ 33 ดวง เพื่อให้ดาวเทียมป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิผลที่สุด

คำสำคัญ ดาวเทียม อาชญากรรมพิเศษ ความมั่นคงแห่งชาติ การสืบสวนสอบสวน เทคโนโลยี

Abstract

The Special Crimes Prevention and Suppression Satellite Research Project Phase 1 is a collaboration between the Department of Special Investigation (DSI) and the Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (GISTDA). The project aims to study the feasibility of using satellite technology to support special crime investigations.

An initial study found that 10 types of special crimes are potentially amenable to satellite data, such as crimes related to natural resources and the environment, human trafficking, and national security. The project is expected to have the following benefits for national security:

1) Increased capacity to prevent and suppress special crimes

2) Enhanced international cooperation in crime suppression

3) Reduced costs and time for investigations

The preliminary technical specifications for a satellite suitable for the DSI mission include:

1) Weight of no more than 500 kilograms

2) Low Earth Orbit (LEO)

3) Very High-Resolution Satellite Imager

4) Additional equipment to identify the location and identity of ships and aircraft, including: Automatic Identification System (AIS) receiver to receive signals to identify the location and identity of ships and Automatic Dependent Surveillance–Broadcast (ADS-B) receiver to receive signals to identify the location and identity of aircraft

The researchers concluded that the satellite for special crime prevention and suppression will be a 400-kilometer low Earth orbit (LEO) satellite. A constellation of 500 LEO satellites in 25 planes of 20 satellites each would be required. Alternatively, a constellation of 99 LEO satellites in 3 planes of 33 satellites each would be required for a low-inclination orbit (LIO) with an inclination of 23 degrees. This would ensure that the special crime prevention and suppression satellite can operate effectively.

Keywords: satellite, special crime, national security, investigation, technology

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย	2
1.4 ผลผลิต	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ความรู้เกี่ยวกับดาวเทียมเบื้องต้น	6
2.1.1 องค์ประกอบดาวเทียม	6
2.1.2 วงโคจรดาวเทียม	9
2.1.3 ประเภทของดาวเทียม	21
2.1.4 กล้องถ่ายภาพดาวเทียมและภาพถ่ายดาวเทียม	25
2.1.5 เทคโนโลยีดาวเทียมและเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดในปัจจุบัน (Sensor)	32
2.2 ความรู้เกี่ยวกับอาชญากรรมพิเศษ	50
2.2.1 ความหมายของคดีพิเศษ	50
2.2.2 ประเภทของคดีพิเศษ	55
2.2.3 ขอบเขตงานของหน่วยงานและกลุ่มงานภายในกรมสอบสวนคดีพิเศษ	58
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	59
3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย	59
3.2 การเลือกพื้นที่ดำเนินการและกลุ่มเป้าหมาย	59
3.2.1 กลุ่มเป้าหมาย	59
3.2.2 ลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย	60
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	60
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	61

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 61
3.4.2 การเก็บข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม 61
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 61
3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร 61
3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม 61
3.6 การจัดทำรายงานและการนำเสนอผลงานวิจัย 62
3.6.1 การจัดทำรายงาน 62
3.6.2 การนำเสนอผลการวิจัย 62
3.7 ประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 62
3.8 การศึกษาร่วมกันระหว่างคณะทำงานดำเนินโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ กรมสอบสวนคดีพิเศษ และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA) 62

บทที่ 4 ผลการศึกษา 64
4.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดาวเทียมในการเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ปัญหาการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษ 64
4.1.1 การคัดเลือกความละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมสำหรับภารกิจปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 74
4.1.2 การคัดเลือกเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับการถ่ายภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมสำหรับภารกิจปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 83
4.2 ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Satellite’s Requirement) 85
4.3 ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียมและระบบการปฏิบัติการดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Satellite’s ground segment and Satellite’s ground operation) 93
4.3.1 การปฏิบัติภารกิจของดาวเทียมสำรวจ (The Mission cycle of the earth observation satellite) 94
4.3.2 สถานีปฏิบัติการดาวเทียมภาคพื้นดิน 95
4.4 พื้นฐานปฏิบัติการของดาวเทียม (Basic of Concept of Operations (CONOPS)) 99
4.4.1 การปฏิบัติการดาวเทียมในแต่ละช่วงเวลาสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Mission Timeline) 99
4.4.2 การปฏิบัติการในภารกิจถ่ายภาพของดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Mission Imaging Mode) 101

4.5 ผลการวิเคราะห์วงโคจรและจำนวนดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกัน และปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Orbital Analysis and Constellation Sattellite) 105
4.5.1 วงโคจรและประเภทของวงโคจร 105
4.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุม Inclination, Access time, Revisit time และ Area coverage 105
4.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนดาวเทียมและ Revisit time 107
4.5.4 วงโคจรที่เหมาะสมกับดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกัน และปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 109
4.5.5 สรุปผลการวิเคราะห์วงโคจรในรายงานระยะที่ 1 113
4.6 ภาพรวมสถาปัตยกรรมดาวเทียมเบื้องต้น สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Fundamental of the Satellite Architecture) 114
4.6.1 การเลือกดาวเทียมต้นแบบสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปราม อาชญากรรมพิเศษ (Satellite Heritage Baseline) 114
4.6.2 สถานะอุปกรณ์ของดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปราม อาชญากรรมพิเศษ (Qualification Status List) 115
4.6.3 สถาปัตยกรรมดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกัน และปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 116

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 118
5.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับดาวเทียมเพื่อป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 118
5.1.1 การออกแบบและพัฒนาสถาปัตยกรรมดาวเทียม ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม และระบบการปฏิบัติการดาวเทียมเบื้องต้น สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 118
5.1.2 การปฏิบัติภารกิจและโหมดการทำงานของระบบเพย์โหลดของดาวเทียม ป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 128
5.2 ภาพรวมของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยี ดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 135
5.2.1 รายละเอียดลักษณะหน้าต่างและรูปแบบการใช้งานของระบบสาธิต การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 137
5.2.2 สรุปรายงานความก้าวหน้าระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปราม อาชญากรรมพิเศษ 150
5.3 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและระยะเวลาในการพัฒนาดาวเทียมทั้งระบบ 151

5.3.1 การวิเคราะห์งบประมาณและระยะเวลาในการพัฒนาโครงการดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเบื้องต้น 151
5.3.2 การเปรียบเทียบราคาการจัดหากลุ่มดาวเทียม (Satellite constellation) ระหว่างวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำหรือ Low-inclination Orbit (LIO) และวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ Sun Synchronous Orbit (SSO) 160
5.4 ข้อเสนอแนะและคำอธิบายเพิ่มเติมการพัฒนาโครงการดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 162
5.4.1 การประกันภัยดาวเทียม (Satellite insurance) 162
5.4.2 การขออนุญาตใช้สิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียม 163
5.4.3 ผู้ให้บริการนำส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำ (Launch provider of Low-inclination orbit) 167
5.5 กรอบแผนงาน 5 ด้านของกรมสอบสวนคดีพิเศษ เพื่อเตรียมความพร้อมและพัฒนาโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 170
5.5.1 กลุ่มแผนงานด้านกฎหมาย 170
5.5.2 กลุ่มแผนงานด้านบุคลากร 171
5.5.3 กลุ่มแผนงานด้านเทคโนโลยี 172
5.5.4 กลุ่มแผนงานด้านพัสดุ 173
5.5.5 กลุ่มแผนงานด้านงบประมาณ 174

บรรณานุกรม 175
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ 175

ภาคผนวก 177
ภาคผนวก ก เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 177
รายงานความก้าวหน้าระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 178
พระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 198
ประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 เรื่อง กำหนดรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 215
ภาคผนวก ข รูปภาพกิจกรรมการวิจัย 223

ประวัติผู้วิจัย 229

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสูงของดาวเทียมกับคาบวงโคจรรอบโลก	10
2-2	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและคุณสมบัติ	33
2-3	ตารางแสดงการทะลุทะลวงของสัญญาณเรดาร์	42
4-1	มาตรฐานอัตราส่วน จาก National Imagery Interpretability Rating Scale หรือ NIIRS	67
4-2	ประเภทของการใช้งานในแต่ละอุปกรณ์ตรวจวัด อ้างอิงจากมาตรฐานอัตราส่วน จาก National Imagery Interpretability Rating Scale หรือ NIIRS	68
4-3	ตารางเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการกระทำความผิดที่ความเป็นไปได้ในการใช้ดาวเทียมในการแก้ปัญหาตามประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 และรายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม	82
4-4	ตารางเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการกระทำความผิดที่ความเป็นไปได้ในการใช้ดาวเทียมในการแก้ปัญหาตามประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 และลักษณะการถ่ายภาพดาวเทียม	84
4-5	ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียมปราบปรามอาชญากรรม	86
4-6	คำอธิบายภารกิจของดาวเทียมตลอดเวลาการใช้งาน	100
4-7	แสดงภารกิจถ่ายภาพในแต่ละโหมดของดาวเทียมสนับสนุนภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ	102
4-8	เปรียบเทียบระหว่างมุม Inclination และผลรวมระยะเวลาที่ดาวเทียมผ่านประเทศไทยใน 1 สัปดาห์	106
4-9	เปรียบเทียบระหว่างมุม Inclination และเปอร์เซ็นการถ่ายภาพพื้นที่ครอบคลุมทั่วโลก	106
4-10	วงโคจรเป้าหมายสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ	109
4-11	สรุปผลการคำนวณ average access โอกาสในการถ่ายภาพภายในพื้นที่ประเทศไทยและโอกาสในการดาวน์ลิงค์ที่สถานีภาคพื้น GISTDA SKP ระยะเวลา 1 สัปดาห์	113
4-12	หมวดหมู่ (Category) ในการพัฒนาอุปกรณ์ในดาวเทียม	114

ตารางที่		หน้า
5-1	คำอธิบายภารกิจของดาวเทียมตลอดเวลาการใช้งาน	120
5-2	การปฏิบัติภารกิจและโหมดการทำงานของระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม	122
5-3	การปฏิบัติภารกิจและโหมดการทำงานของระบบเพย์โหลด	127
5-4	การวิเคราะห์งบประมาณและระยะเวลาในการพัฒนาดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษสำหรับวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำหรือ Low-inclination Orbit (LIO) โดยงบประมาณที่ถูกประเมินจะคิดรวมค่าแรงวิศวกรสำหรับการพัฒนาดาวเทียมและรวมภาษีในประเทศ 7 เปอร์เซ็นต์แล้ว	152
5-5	การวิเคราะห์งบประมาณและระยะเวลาในการพัฒนาระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษสำหรับวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ Sun Synchronous Orbit (SSO) โดยงบประมาณที่ถูกประเมินจะคิดรวมค่าแรงวิศวกรสำหรับการพัฒนาดาวเทียมและรวมภาษีในประเทศ 7 เปอร์เซ็นต์แล้ว	156
5-6	เปรียบเทียบราคาการจัดหากลุ่มดาวเทียม (Satellite Constellation) ระหว่างวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำ (LIO) และวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (SSO)	161
5-7	ตัวอย่างการเคลมประกันภัยดาวเทียม	163
5-8	เปรียบเทียบความถี่และลักษณะการนำไปใช้งานต่าง ๆ	164
5-9	สรุปสถานีนำส่งดาวเทียมที่มีความเป็นไปได้ในภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ	169

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	กล้องถ่ายภาพดาวเทียม สำหรับใช้ในภารกิจของดาวเทียมไทยโชต	7
2-2	สายอากาศสำหรับดาวเทียมสื่อสาร MAVEN spacecraft	7
2-3	ประเภทของวงโคจรดาวเทียม	11
2-4	วงโคจรดาวเทียม	12
2-5	วงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์	13
2-6	วงโคจรระยะปานกลาง	14
2-7	วงโคจรค้างฟ้า	15
2-8	วงโคจรรูปวงรีมาก	16
2-9	แสดงองค์ประกอบวงโคจรดาวเทียม	17
2-10	พารามิเตอร์ Semi-major axis (a)	17
2-11	พารามิเตอร์ Eccentricity (e)	18
2-12	พารามิเตอร์ Inclination)	18
2-13	พารามิเตอร์ Right Ascension of Ascending Node (Ω)	19
2-14	พารามิเตอร์ Argument of Perigee (Ω)	20
2-15	พารามิเตอร์ True Anomaly (v)	20
2-16	พื้นที่น้ำท่วมของประเทศไทยด้วยดาวเทียม Terra	21
2-17	ดาวเทียมไทยโชต	22
2-18	ภาพถ่ายดาวเทียม NOAA	22
2-19	ภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT	23
2-20	ระบบดาวเทียมนำร่อง (Global Navigator Satellite System: GNSS)	23
2-21	พื้นที่สัญญาณปกคลุมของดาวเทียมค้างฟ้า	24
2-22	กลุ่มดาวเทียมสื่อสาร Starlinks ของบริษัท SpaceX	24
2-23	ดาวเทียมทางวิทยาศาสตร์ ROCSAT-1	25
2-24	ตัวอย่างเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับการภาพถ่ายดาวเทียมแบบ CMOS area Sensor with colour filter	26
2-25	ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snapshot ของดาวเทียม	26

2-26	ตัวอย่างเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับการถ่ายภาพดาวเทียมแบบ CCD Line Sensor	27
2-27	ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Pushbroom ของดาวเทียม	27
2-28	ตัวอย่างกล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Whiskbroom	28
2-29	ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Whiskbroom ของดาวเทียม	29
2-30	ตัวอย่าง Pixel Size ในอุปกรณ์ตรวจวัดกล้อง	30
2-31	ตัวอย่างระยะของ Focal Length	30
2-32	ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมแบบ Strip Imagery	31
2-33	ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียม Carbonite - 2	32
2-34	ตัวอย่างภาพจากเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ Panchromatic Sensor	35
2-35	ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมจากอุปกรณ์ตรวจวัด (SENSOR) หลายช่องสัญญาณ หรือ Multispectral (VNIR) Sensor	36
2-36	ตัวอย่างภาพถ่ายจาก Mid-wave (MWIR) Infrared Sensor ของเฮอร์ริเคน วิลม่า บริเวณทะเลแคริบเบียน	38
2-37	ภาพตัวอย่างการตรวจจับการรั่วของก๊าซมีเทนกว่า 10,000 ตัน ในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม	38
2-38	แสดงความยาวคลื่นของรังสีอินฟราเรด	39
2-39	ภาพแสดงความร้อนของ Las Vegas และทะเลสาบ Mead	40
2-40	แสดงความถี่ในแต่ละช่วงคลื่นของ Synthetic Aperture Radar (SAR)	41
2-41	ตัวอย่างภาพถ่ายจาก X-band SAR (Urban SAR image at X-band)	43
2-42	ตัวอย่างภาพถ่ายแผนที่บริเวณ Lynn haven Inlet รัฐ Virginia จากอุปกรณ์ตรวจวัดประเภท LIDAR	44
2-43	แผนภาพระบบการรับสัญญาณ GNSS-R	45
2-44	การรับสัญญาณเรือด้วยอุปกรณ์รับสัญญาณ AIS บนดาวเทียม	48
2-45	การรับสัญญาณเรือด้วยอุปกรณ์รับสัญญาณ ADS-B บนดาวเทียม	49
4-1	ภาพตัวอย่าง Line Sensor และ Area Sensor	66
4-2	ภาพตัวอย่างการติดตามยานพาหนะด้วยภาพดาวเทียม ในขนาดของ Ground Sampling Distance หรือ GSD ที่ต่างกัน	75
4-3	ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจโกดังสินค้าจากดาวเทียม Worldview-2	76

4-4	ตัวอย่างการใช้งานภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับอุปกรณ์รับสัญญาณ Automatic Identification System (AIS Receiver)	77
4-5	ตัวอย่างการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจากกล้องดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Earth Observation Satellite's Imager) ในการนับจำนวนต้นไม้	78
4-6	ตัวอย่างการตรวจจับกลุ่มคนหรือฝูงชนในพื้นที่ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม GeoEye-1	79
4-7	ภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth แสดงให้เห็นถึงพื้นที่สวนยางพาราและการตัดไม้ทำลายป่า ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2001 - 2016 ของประเทศกัมพูชา	80
4-8	ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงการพัฒนาพื้นที่เหมืองแร่ไพลิน (Sapphire) ระหว่างปี 2545 - 2559	81
4-9	แผนผังการทำงานระหว่างดาวเทียมและสถานีปฏิบัติการภาคพื้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ	93
4-10	แผนผังการปฏิบัติภารกิจของดาวเทียมสำรวจ (The Mission Cycle of a Earth Observation Satellite)	94
4-11	จานรับ-ส่งสัญญาณเพื่อใช้ในการปฏิบัติการร่วมกับดาวเทียม ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ	95
4-12	ระบบปฏิบัติการดาวเทียม Water ต้นแบบ (Wise Antenna of Transmission Execution & Receiving System: WATER)	96
4-13	ระบบปฏิบัติการดาวเทียม OPTEMIS (Operation Planning Tool for Earth-observation Mission: OPTEMIS)	96
4-14	ระบบวิเคราะห์และทำนายวงโคจร EMERALD	97
4-15	ระบบปฏิบัติการดาวเทียม SIPROs (Self Develop Image Processing System for THAICHOTE Satellite: SIPROs)	97
4-16	ระบบปฏิบัติการดาวเทียม (VOSSCA Versatile Operation System for Satellite Control and Administration: VOSSCA)	98
4-17	ภารกิจของดาวเทียมตลอดเวลาการใช้งาน	101
4-18	แสดงภารกิจถ่ายภาพรูปเดียว (Single Shot Mode)	103
4-19	แสดงภารกิจถ่ายภาพแบบแนวแถบ (Snap Strip Mode)	103

4-20	แสดงภารกิจถ่ายภาพแบบสเตริโอตามแนววงโคจร (Along Track Stereo Mode)	104
4-21	แสดงภารกิจถ่ายภาพแบบวีดีโอ (Video Mode)	104
4-22	มุม Inclination และอื่น ๆ ที่ใช้ในการนิยามวงโคจรเทียบกับระนาบศูนย์สูตรของโลก	105
4-23	กลุ่มดาวเทียม (Constellation)	107
4-24	ดาวเทียมวงโคจรโลกต่ำที่ความสูง 550 กม. โดยมีจำนวน revisit ทั้งหมด 4 ครั้ง ใน 1 วัน	107
4-25	กลุ่มดาวเทียม 3x1 constellation โดยมีจำนวน revisit ทั้งหมด 10 ครั้ง ใน 1 วัน	108
4-26	กลุ่มดาวเทียม 3x3 constellation โดยมีจำนวน revisit ทั้งหมด 22 ครั้ง ใน 1 วัน	108
4-27	วงโคจรแบบ SSO ที่ความสูง 550 กม. LTAN 09:00 am	110
4-28	ผลของ Revisit Time และ Revisit Frequency ของดาวเทียมบนวงโคจรแบบ Sun Synchronous Orbit สำหรับการถ่ายภาพประเทศไทย ที่ความสูง 550 กม. LTAN 09:00 am	110
4-29	ผลของ Revisit Time และ Revisit Frequency ของดาวเทียมบนวงโคจรแบบ Sun Synchronous Orbit สำหรับการดาวน์ลิงค์ข้อมูล ณ สถานีภาคพื้น GISTDA SKP อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ประเทศไทย ที่ความสูง 550 กม. LTAN 09:00 am	110
4-30	วงโคจรแบบ SSO ที่ความสูง 400 กม. LTAN 09:30 am	111
4-31	ผลของ Revisit Time และ Revisit Frequency ของดาวเทียมบนวงโคจรแบบ Sun Synchronous Orbit สำหรับการถ่ายภาพประเทศไทย ที่ความสูง 400 กม. LTAN 09:30 am	111
4-32	ผลของ Revisit Time และ Revisit Frequency ของดาวเทียมบนวงโคจรแบบ Sun Synchronous Orbit สำหรับการดาวน์ลิงค์ข้อมูล ณ สถานีภาคพื้น GISTDA SKP อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ประเทศไทย ที่ความสูง 400 กม. LTAN 09:30 am	111
4-33	วงโคจรแบบ LIO ที่ความสูง 590 กม. RAAN 23 องศา	112

4-34	ผลของ Revisit Time และ Revisit Frequency ของดาวเทียม Low-inclined Orbit สำหรับการถ่ายภาพประเทศไทย	112
4-35	Revisit Time และ Revisit Frequency ของดาวเทียม Low-inclined Orbit สำหรับการดาวน์ลิงค์ ณ สถานีภาคพื้น GISTDA SKP อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ประเทศไทย	112
4-36	การกำหนดค่าแกนหลักของดาวเทียม	115
4-37	แผนผังสถาปัตยกรรมดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ	117
5-1	ดาวเทียมธีออส-2เอ (THEOS-2A)	118
5-2	ภาพต้นแบบดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ	119
5-3	ผังเวลาสำหรับการปฏิบัติงานของดาวเทียมในวงโคจร	119
5-4	ลำดับการเปลี่ยนโหมดของระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม	125
5-5	สถาปัตยกรรมของระบบเพย์โหลด	126
5-6	โหมดการทำงาน A1: Single Shot และ A2: Single Shot with Direct Downlink	128
5-7	ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน A1: Single Shot	129
5-8	ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน A2: Single Shot with Direct Downlink	129
5-9	โหมดการทำงาน B1: Single Shot + AIS + ADS-B และ B2: Single Shot + AIS + ADS-B with Direct Downlink	130
5-10	ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน B1: Single Shot + AIS + ADS-B	130
5-11	ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน B2: Single Shot + AIS + ADS-B with Direct Downlink	131
5-12	โหมดการทำงาน C: Snap Strip และ D: Stereo Along Track	131
5-13	ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน C: Snap Strip และ D: Stereo Along Track	132
5-14	โหมดการทำงาน E: Video – Low Frame Rate, G: Video – High Frame Rate และ F: Video – Low Frame Rate + AIS + ADS-B	132

5-15	ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน E: Video – Low Frame Rate และ G: Video – High Frame Rate	133
5-16	ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน F: Video – Low Frame Rate + AIS + ADS-B	133
5-17	โหมดการทำงาน H1: AIS + ADS-B และ H2: AIS + ADS-B with Direct Downlink	133
5-18	ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน H1: AIS + ADS-B	134
5-19	ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน H2: AIS + ADS-B with Direct Downlink	134
5-20	แผนผังการทำงานของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ	136
5-21	หน้าเริ่มต้น (หน้าต่าง Home Page)	138
5-22	หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration/PDPA)	139
5-23	หน้าต่างเงื่อนไขและข้อตกลงการให้บริการระบบฯ (Terms of Service and Non-disclosure Agreement)	140
5-24	หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page)	144
5-25	หน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content)	145
5-26	หน้าต่างการเรียนรู้เนื้อหา (Learning Page)	146
5-27	หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page)	147
5-28	หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page)	148
5-29	ตัวอย่างใบเกียรติบัตรกรณีที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ	149
5-30	หน้าต่างแสดงผลการทดสอบกรณีที่ไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ	150
5-31	แผนผังปัจจัยในการประมาณการงบประมาณการพัฒนาดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเบื้องต้น	151
5-32	ขั้นตอนขออนุญาตสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียมขั้นต้น	166
5-33	ขั้นตอนและระยะเวลาการอนุญาตสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียมขั้นต้น	166
5-34	ขั้นตอนและระยะเวลาการอนุญาตสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียมขั้นสมบูรณ์	167
5-35	สถานที่ตั้งสถานีสำหรับใช้ในการนำส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรทั่วโลก (Spaceports location around the word)	168
5-36	กระบวนการปฏิบัติงานของศูนย์บริหารจัดการข้อมูลดาวเทียมของกรมสอบสวนคดีพิเศษในเบื้องต้น	171

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

กรมสอบสวนคดีพิเศษเป็นหน่วยงานหลักในการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ได้แก่ การกระทำความผิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีและสารสนเทศ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ความมั่นคง การเงินการธนาคาร และการฟอกเงิน การเงินนอกระบบ ภาษีอากร ทรัพย์สินทางปัญญา การค้ามนุษย์ และการเสนอราคาต่อหน่วยงานของรัฐ ซึ่งการกระทำความผิดดังกล่าวเป็นคดีความผิดทางอาญาที่มีความซับซ้อน จำเป็นต้องใช้วิธีการสืบสวนสอบสวนและรวบรวมพยานหลักฐานเป็นพิเศษ มีหรืออาจมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อความสงบเรียบร้อยและศีลธรรมอันดีของประชาชน ความมั่นคงของประเทศ ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ หรือระบบเศรษฐกิจ หรือระบบการคลังของประเทศ มีลักษณะเป็นการกระทำความผิดข้ามชาติที่สำคัญหรือเป็นการกระทำขององค์กรอาชญากรรม หรือมีผู้ทรงอิทธิพลที่สำคัญเป็นตัวการ ผู้ใช้ หรือผู้สนับสนุน ซึ่งรูปแบบและลักษณะของการกระทำความผิดเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้ผู้กระทำความผิดที่แท้จริงสามารถใช้เครือข่ายการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการวางแผนและก่ออาชญากรรมจากที่ซึ่งอยู่ห่างไกลจากพื้นที่ก่อเหตุ โดยอำพรางหรือปกปิดแหล่งที่ซ่อนตัว ซึ่งยากต่อการสืบสวนและติดตาม ในการปฏิบัติงานป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษดังกล่าว มีความจำเป็นต้องแสวงหาข้อเท็จจริงและรวบรวมพยานหลักฐาน ทั้งข้อมูลในลักษณะเชิงกายภาพของสภาพ ลักษณะ ตำแหน่งพิกัด และความเปลี่ยนแปลง ความเคลื่อนไหวที่เกี่ยวกับพื้นที่ ยานพาหนะ บุคคล สิ่งมีชีวิต วัตถุ และข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยง ความถูกต้องครบถ้วนของพยานหลักฐาน เพื่อทราบรายละเอียดข้อเท็จจริง และพิสูจน์ความผิดหรือความบริสุทธิ์ของผู้ถูกกล่าวหา อีกทั้ง การรวบรวมข้อเท็จจริงและพยานหลักฐานที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปสู่การดำเนินคดีที่รวดเร็ว ถูกต้อง และเป็นธรรม รวมถึงนำมาวิเคราะห์แนวโน้มและสภาพปัญหา เพื่อวางแผนป้องกันอาชญากรรมพิเศษในระยะยาวได้อย่างเป็นรูปธรรม จึงเห็นควรวิจัยและสร้างดาวเทียมเพื่อสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนอาชญากรรมพิเศษให้มีความเป็นสากล และมีประสิทธิภาพ เสริมสร้างความมั่นคงแห่งชาติ เพื่อให้ประเทศไทยมีความพร้อมต่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ และมีความพร้อมในการรับมือภัยคุกคามอาชญากรรมพิเศษที่จะเกิดขึ้นในอนาคต อีกทั้ง สร้างความเชื่อมั่นของประชาชนในการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานสอบสวน และการอำนวยความยุติธรรมเป็นไปโดยความเสมอภาค โปร่งใส เป็นธรรม ทั่วถึง และปราศจากการเลือกปฏิบัติ โดยการพัฒนาและประยุกต์ใช้ประโยชน์ของดาวเทียม (Satellite) ในลักษณะต่าง ๆ เช่น ดาวเทียมดาราศาสตร์ (Astronomical Satellites) ดาวเทียมสื่อสาร (Communication Satellites) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Satellites) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก (Earth Observation Satellites) ดาวเทียมนำร่อง (Navigation Satellites) ดาวเทียมจารกรรม (Reconnaissance Satellites) นำมาออกแบบและผลิตดาวเทียมที่มีลักษณะเฉพาะเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษา วิจัย และวิเคราะห์ความต้องการในรายละเอียดของภารกิจที่กรมสอบสวนคดีพิเศษสามารถนำดาวเทียมไปใช้ สนับสนุน หรือแก้ไขปัญหาในการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีดาวเทียมและเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ในปัจจุบัน โดยเฉพาะอุปกรณ์ตรวจวัดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ศึกษาและพิจารณากรณีตัวอย่างลักษณะของการกระทำผิดที่เป็นคดีอาชญากรรมพิเศษที่มีความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการแก้ปัญหา

ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียม และการออกแบบพัฒนาระบบดาวเทียม เพื่อสนับสนุนโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

1.3 นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

1. Satellite’s Ground Segment สถานีภาคพื้นของดาวเทียม: ส่วนบนพื้นโลกที่ทำหน้าที่ควบคุม สื่อสาร และรับข้อมูลจากดาวเทียม

2. Satellite’s Ground Operation การปฏิบัติการดาวเทียม: กระบวนการต่าง ๆ ในการควบคุม เคลื่อนย้าย และใช้งานดาวเทียม

3. Mission Cycle วงรอบภารกิจ: ลำดับขั้นตอนทั้งหมดของภารกิจดาวเทียม ตั้งแต่ปล่อยดาวเทียมจนถึงสิ้นภารกิจ

4. Earth Observation Satellite ดาวเทียมสำรวจโลก: ดาวเทียมที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพถ่ายและข้อมูลอื่น ๆ ของโลก

5. Satellite Heritage Baseline ฐานข้อมูลดาวเทียมเบื้องต้น: ข้อมูลพื้นฐานของดาวเทียม เช่น ขนาด น้ำหนัก ประเภทเซ็นเซอร์ ฯลฯ ที่ใช้ในการออกแบบดาวเทียมรุ่นใหม่

6. National Imagery Interpretability Rating Scale: NIIRS ระดับความสามารถในการแปลความภาพถ่ายระดับชาติ: มาตรฐานการประเมินความคมชัดและความละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียม

7. Sun Synchronous Orbit วงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์: วงโคจรของดาวเทียมที่เคลื่อนที่ผ่านจุดเดิมบนพื้นโลกในเวลาเดียวกันทุกวัน

8. Low-inclination Orbit วงโคจรเอียงต่ำ: วงโคจรของดาวเทียมที่เอียงน้อยมากกับระนาบเส้นศูนย์สูตร

9. Solar Tracking System ระบบติดตามแสงอาทิตย์: ระบบที่ปรับทิศทางของแผงโซลาร์เซลล์ของดาวเทียมให้หันรับแสงอาทิตย์ตลอดเวลา

10. Attitude Determination and Control System ระบบควบคุมและกำหนดทิศทาง: ระบบที่ควบคุมทิศทางและองศาของดาวเทียมให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ

11. Automatic Identification System: AIS ระบบระบุตำแหน่งเรืออัตโนมัติ: ระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งและข้อมูลของเรือ

12. Automatic Dependent Surveillance–Broadcast: ADS-B ระบบกระจายข้อมูลการบินอัตโนมัติ: ระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งและข้อมูลของเครื่องบิน

13. Payload Data Handling System: PDHU ระบบจัดการข้อมูลบรรทุก: ระบบที่จัดการข้อมูลที่ส่งมาจากเซ็นเซอร์ของดาวเทียม

14. Payload Interface Board: PIB แผงควบคุมภาระ: แผงอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ของดาวเทียม

15. X-Band Transmitter: XTX เครื่องส่งสัญญาณแถบ X: อุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูลจากดาวเทียม

16. Antenna Pointing Mechanism: APM กลไกปรับทิศทางเสาอากาศ: ระบบที่ปรับทิศทางของเสาอากาศรับส่งสัญญาณของดาวเทียม

17. Camera Pointing Mechanism: CPM กลไกปรับทิศทางกล้องถ่ายภาพ: ระบบที่ปรับทิศทางของกล้องถ่ายภาพของดาวเทียม

18. Video – Low Frame Rate วิดีโอความเร็วเฟรมต่ำ: วิดีโอที่มีจำนวนเฟรมต่อวินาทีต่ำเหมาะสำหรับการถ่ายภาพนิ่งหรือการเคลื่อนไหวช้า

19. Video – High Frame Rate วิดีโอความเร็วเฟรมสูง: วิดีโอที่มีจำนวนเฟรมต่อวินาทีสูงเหมาะสำหรับการถ่ายภาพเคลื่อนไหวเร็ว

1.4 ผลผลิต

ผลผลิตของโครงการวิจัย

องค์ความรู้เกี่ยวกับดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ผลลัพธ์ของโครงการ

สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยมาใช้ในการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะของดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษในการกำหนดร่างขอบเขตของงาน (Term of Reference) ในโครงการระยะต่อไปได้

ผลการดำเนินการโครงการ

จากการดำเนินโครงการวิจัยทำให้ได้รับผลผลิตจากการวิจัย คือ องค์ความรู้เกี่ยวกับดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ที่นำมากำหนดรายละเอียดคุณลักษณะของดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ และใช้ในการกำหนดร่างขอบเขตของงาน (Term of Reference) ในโครงการระยะต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 การป้องกันอาชญากรรมพิเศษ ได้แก่

(1) การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงในการเกิดอาชญากรรมพิเศษจากภาพถ่ายดาวเทียม เช่น พื้นที่ชายแดนทางธรรมชาติ (ทางบก ทางทะเล และทางอากาศ) พื้นที่ที่พบการกระทำความผิดบ่อยครั้ง เช่น การบุกรุกป่าหรือทำลายทรัพยากรธรรมชาติ การลักลอบนำเข้าสินค้า/เงินตราเพื่อหลีกเลี่ยงภาษีอากร การลักลอบเข้าเมือง และการลักลอบขนยาเสพติด เป็นต้น

(2) การเฝ้าระวัง โดยการจัดตั้งศูนย์บริหารจัดการข้อมูลดาวเทียมของกรมสอบสวนคดีพิเศษโดยเป็นศูนย์กลางในการรวบรวมข้อมูลทางการข่าวให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านความมั่นคงและกระบวนการยุติธรรมทางอาญา ซึ่งจะมีหน้าที่ในการแจ้งเตือนไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

เมื่อตรวจพบความผิดปกติ เพื่อดำเนินการป้องกันมิให้เกิดการกระทำความผิดหรือเกิดความเสียหายขึ้น เช่น ตรวจพบการบุกรุกพื้นที่ป่า เส้นทางลำเลียงสินค้าหรือสิ่งผิดกฎหมาย และเส้นทางการลักลอบเข้าเมืองทางเส้นทางธรรมชาติ เป็นต้น

(3) การจัดทำข้อตกลงร่วมระหว่างหน่วยงาน (MOU) ทั้งภาครัฐและเอกชนในการร่วมกันใช้ดาวเทียมในการสังเกตการณ์เพื่อป้องกันการเกิดอาชญากรรมพิเศษ

1.5.2 การปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ได้แก่

(1) การตรวจสอบพื้นที่เป้าหมายที่พบการกระทำความผิด ได้แบบเป็นปัจจุบัน (Real Time) และมีลักษณะของพื้นที่ ตลอดจนภาพรวมของพฤติการณ์ในการกระทำความผิดว่าเป็นอย่างไร

(2) การระบุเป้าหมาย ติดตาม และสะกดรอย เพื่อค้นหาพยานหลักฐาน และผู้เกี่ยวข้อง

(3) การติดตามการเคลื่อนย้ายบุคคล ทรัพย์สิน อาวุธยุทโธปกรณ์ เพื่อประโยชน์ในการค้นหาพยานหลักฐานต่าง ๆ

(4) การวางแผนในการเข้าพื้นที่เพื่อตรวจค้น จับกุม ยึด อายัด และดำเนินการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การนำข้อมูลดาวเทียมมาเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อแก้ไขปัญหาข้อพิพาทกรณีเกาะกูด การสำรวจกำลังพล อาวุธ ยุทโธปกรณ์ ของคู่กรณีพิพาท หรือการติดตามรถหรูต้องสงสัยในคดีเว็บพนัน มาเก๊า 888 เป็นต้น

1.5.3 การใช้งานด้านอื่น ๆ

(1) ด้านป่าไม้ เช่น การศึกษาจำแนกชนิดป่าไม้ต่าง ๆ พรรณไม้ป่าชายเลน สวนป่า การประเมินสถานการณ์ไฟป่า และติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้

(2) ด้านการเกษตร เช่น ใช้ในการศึกษาหาพื้นที่เพาะปลูก พืชเศรษฐกิจต่าง ๆ การพยากรณ์ผลผลิต ประเมินความเสียหายจากภัยธรรมชาติและจากศัตรูพืช ตลอดจนการวางแผนกำหนดเขตเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ

(3) ด้านการใช้ที่ดิน เช่น ใช้ในการทำแผนที่การใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินที่ทันสมัยและต่อเนื่องเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม

(4) ด้านธรณีวิทยา และธรณีสัณฐาน เช่น โดยเฉพาะลักษณะภูมิประเทศ และธรณีสัณฐาน สามารถศึกษาได้อย่างชัดเจนจากข้อมูลจากดาวเทียม การทำแผนที่ธรณีโครงสร้างของประเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่บอกถึงแหล่งแร่ แหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติ ตลอดจนแหล่งน้ำบาดาล และการวางแผนการสร้างเขื่อน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำเอาข้อมูลจากดาวเทียมไปใช้ศึกษาทางด้านโบราณคดี เช่น พื้นที่เมืองโบราณ แนวรอยเลื่อนของเปลือกโลก ขอบเขตของหินต่างชนิดกัน

(5) ด้านอุทกวิทยา และการจัดการทรัพยากรน้ำ เช่น การให้ข้อมูลเกี่ยวกับคลอง ชลประทาน แม่น้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำ และเขื่อน การศึกษาการแพร่กระจายของตะกอนในอ่างน้ำเพื่อการบำรุงรักษาเขื่อน การทำแผนที่น้ำท่วมเพื่อประเมินความเสียหายจากอุทกภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้ในการวางแผนป้องกันน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก และบรรเทาช่วยเหลือราษฎรประสบภัยน้ำท่วม ติดตามการเปลี่ยนแปลงเส้นและความกว้างของแม่น้ำ ศึกษาคุณภาพของน้ำ ใช้ในการประเมินวิเคราะห์พื้นที่ประสบภัยแล้ง รวมทั้งการวางแผนการสร้างแหล่งเก็บกักน้ำ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ฯลฯ

(6) ด้านสมุทรศาสตร์และทรัพยากรชายฝั่ง เช่น การศึกษาการแพร่กระจายของตะกอน พื้นที่หาดเลน และทรัพยากรชายฝั่ง การทำแผนที่เพาะเลี้ยงและการประมงชายฝั่ง ซึ่งเป็นประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง

(7) ด้านการทำแผนที่ เช่น การปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศให้ถูกต้องและทันสมัย การทำแผนที่โครงสร้างพื้นฐาน เช่น ถนน เส้นทางคมนาคม แผนที่ผังเมือง เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรด้านต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย

(8) ด้านภัยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น ใช้ในการศึกษาประเมินความเสียหายจากภัยธรรมชาติ และวางแผนลดความสูญเสียจากภัยพิบัติต่าง ๆ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม วาตภัยจากไต้ฝุ่น ด้านสิ่งแวดล้อมสามารถใช้ในการติดตามการแพร่กระจายของตะกอนจากการทำเหมืองแร่ในทะเล การกัดเซาะของชายฝั่ง การกระจายของน้ำเสีย การบุกรุกทำลายป่าไม้ เป็นต้น

(9) ด้านการวางผังเมืองและการขยายเมือง ใช้ในการติดตามการขยายตัวของเมืองและแหล่งชุมชนเพื่อการวางแผนรองรับด้านโครงสร้างพื้นฐาน การหาตำแหน่งหมู่บ้านชนกลุ่มน้อย หรือหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการตั้งถิ่นฐานใหม่

(10) ด้านความมั่นคง เช่น สามารถถ่ายภาพที่มีรายละเอียดสูงเพียงพอที่ใช้สังเกตการณ์ต่าง ๆ โดยสามารถใช้ถ่ายภาพพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงด้านความมั่นคงสูง เพื่อติดตามความเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอ จัดทำเป็นคลังข้อมูลการข่าวได้ นอกจากนี้ใช้ในการตรวจการปลูกพืชเสพติด และตรวจจับพื้นที่ที่อาจมีการลักลอบขนยาเสพติด อันเป็นผลประโยชน์ด้านความมั่นคงที่ไม่อาจประเมินค่าได้

(11) ด้านอื่น ๆ เช่น เมื่อดาวเทียมสิ้นอายุการใช้งานแล้วในขณะที่กำลังลดระดับความสูงของวงโคจรสามารถติดอุปกรณ์เสริมเพื่อใช้เป็นดาวเทียมเก็บขยะอวกาศได้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เกี่ยวกับดาวเทียมเบื้องต้น

ดาวเทียม หรือ Satellite คือ สิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์คิดค้นขึ้นเป็นสิ่งที่สามารถโคจรรอบโลก โดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก ส่งผลให้สามารถโคจรรอบโลกได้ในลักษณะเดียวกันกับที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก และโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ วัตถุประสงค์ของสิ่งประดิษฐ์นี้เพื่อใช้ทางการทหาร การสื่อสาร การรายงานสภาพอากาศ การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสำรวจทางธรณีวิทยาสังเกตการณ์สภาพของอวกาศโลก ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวอื่น ๆ รวมถึงการสังเกตวัตถุ และดวงดาว ดาราจักรต่าง ๆ ประโยชน์ที่ได้รับจากดาวเทียมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับชีวิตประจำวันอย่างแพร่หลาย เช่น การสื่อสารข้ามทวีปด้วยดาวเทียมสื่อสาร หรือแม้กระทั่งการใช้ Google map ในการนำทางยังเป็นประโยชน์ที่ได้มาจากเทคโนโลยีดาวเทียมอีกด้วย ในเนื้อหาส่วนนี้จะเป็นการกล่าวถึงความรู้ของดาวเทียมเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจสำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมดาวเทียมเบื้องต้น

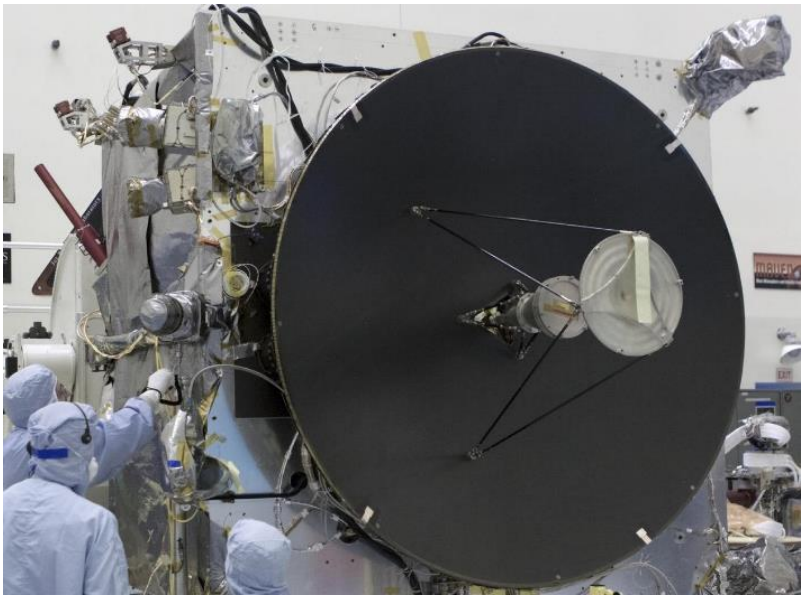
2.1.1 องค์ประกอบดาวเทียม

โดยพื้นฐานแล้วดาวเทียมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ระบบเพย์โหลด (Payload System) และระบบบัส (Bus system) ซึ่งทั้งสองระบบจำเป็นจะต้องทำงานสนับสนุนซึ่งกันและกันเพื่อทำให้ภารกิจของดาวเทียมมีประสิทธิภาพสูงสุด

1. ระบบเพย์โหลด (Payload System)

ในการพัฒนาดาวเทียมขึ้นมาหนึ่งดวงวิศวกรจะต้องคำนึงอยู่เสมอว่าดาวเทียมดวงนั้นจะถูกพัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้งานในภารกิจอะไร เช่น ดาวเทียมโทรคมนาคม ดาวเทียมของการสำรวจทรัพยากร หรือดาวเทียมนำร่อง ฉะนั้น ความหมายของระบบเพย์โหลด (Payload System) จึงสามารถนิยามได้ว่า อุปกรณ์ใด ๆ ก็ตามที่สามารถสนับสนุนภารกิจของดาวเทียมดวงนั้น ๆ ให้สามารถปฏิบัติการได้อย่างเหมาะสม เช่น ดาวเทียมโทรคมนาคม ระบบเพย์โหลดหลัก คือ ระบบสื่อสาร หรือดาวเทียมในการสำรวจทรัพยากรก็จะใช้กล้องเป็นระบบเพย์โหลดหลัก

ภาพที่ 2-1 กล้องถ่ายภาพดาวเทียม สำหรับใช้ในภารกิจของดาวเทียมไทยโชต[1]



ภาพที่ 2-2 สายอากาศสำหรับดาวเทียมสื่อสาร MAVEN spacecraft[2]

[1] https://spaceth.co/theos-2-vs-thai-space-consortium/

[2] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Engineers_working_on_the_high-gain_antenna_of_the_MAVEN_spacecraft.jpg

2. ระบบบัส (Bus System)

หากเปรียบดาวเทียมคือ รถยนต์หนึ่งคันระบบเพย์โหลดจะทำหน้าที่เหมือนกับเครื่องยนต์ที่ใช้ในภารกิจหลักคือ การขับเคลื่อนและส่วนประกอบที่เหลือต่าง ๆ ของรถยนต์จะทำหน้าที่เป็นระบบบัส เพื่อให้รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ ดังนั้น หากจะให้คำนิยามของระบบบัสบนดาวเทียม กล่าวได้ว่า “คือ โครงสร้างและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในดาวเทียมซึ่งใช้ในการติดตั้งและสนับสนุนการทำงานของระบบเพย์โหลดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด” ซึ่งจะประกอบไปด้วยระบบย่อยหลัก ดังนี้

- **ระบบโครงสร้างหลัก (Primary Structure)** เป็นโครงสร้างหลักใช้การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ในดาวเทียมรวมไปถึงระบบเพย์โหลด ซึ่งโครงสร้างหลักนี้จะถูกออกแบบให้ทนต่อสภาวะสั่นสะเทือนในขณะที่ดาวเทียมถูกนำเข้าไปสู่วงโคจรในอวกาศด้วยจรวดนำส่งและต้องทนต่อสภาวะร้อนและเย็นที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอีกด้วย

- **ระบบความคุมการหมุนตัว (Attitude Determination and Control System)** เป็นระบบที่ควบคุมการหมุนตัวของดาวเทียมให้มีความแม่นยำในการปฏิบัติภารกิจ เช่น การหมุนตัวของดาวเทียมสำหรับปฏิบัติภารกิจในการถ่ายภาพ

- **ระบบให้พลังงาน (Power System)** ระบบให้พลังงานจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนการทำงานหลัก อันได้แก่ ระบบชาร์จพลังงานและเก็บพลังงาน (แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์กับตัวแบตเตอรี่) และระบบจ่ายพลังงานให้แก่อุปกรณ์ต่าง ๆ ในดาวเทียม

- **ระบบคอมพิวเตอร์ประมวลผล (On-board Computer System)** เป็นระบบหลักในการประมวลและควบคุมการทำงานของดาวเทียม เช่น การประมวลผลคำสั่งการทำงานดาวเทียมที่ได้รับมาจากสถานีปฏิบัติการฯ

- **ระบบสื่อสาร (RF System)** ระบบสื่อสารของดาวเทียมใช้ในการรับคำสั่งในการปฏิบัติภารกิจและส่งข้อมูลในการปฏิบัติภารกิจระหว่างดาวเทียมและสถานีปฏิบัติการดาวเทียม

- **ระบบขับเคลื่อน (Propulsion System)** ระบบขับเคลื่อนถูกใช้ใน 2 จุดประสงค์หลัก ได้แก่ การรักษาระดับวงโคจร (Orbit Maintenance) และหลบหลีกวัตถุอวกาศ (Debris Avoidance) โดยทั่วไปแล้วเชื้อเพลิงที่ใช้ในดาวเทียมจะเป็นเชื้อเพลิงที่ไม่สามารถติดไฟได้ เช่น hydrazine เป็นต้น

2.1.2 วงโคจรดาวเทียม[3]

การออกแบบวงโคจรของดาวเทียมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานดาวเทียม ระดับความสูงของดาวเทียมมีความสัมพันธ์กับคาบเวลาในวงโคจรตามกฎของเคปเลอร์ข้อที่ 3 [1] (กำลังสองของคาบวงโคจรของดาวเทียม แปรผันตามกำลังสามของระยะห่างจากโลก) ดังนั้น ในระดับความสูงจากผิวโลกระดับหนึ่ง ดาวเทียมจะต้องมีความเร็วในวงโคจรที่เหมาะสมกับความสูงนั้น ๆ เพื่อให้ดาวเทียมยังรักษาระดับความสูงตามการเคลื่อนที่ในวงโคจรให้ได้นานที่สุด เช่น ดาวเทียมวงโคจรต่ำจะต้องเคลื่อนที่เร็วกว่าดาวเทียมวงโคจรสูงเพื่อหนีแรงดึงดูดของโลก อย่างไรก็ดี ไม่ว่าดาวเทียมจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เหมาะสมเพียงใด ดาวเทียมก็ยังคงไม่สามารถรักษาระดับความสูงได้ตลอดไป อันเนื่องมาจากมีตัวแปรอีกหลายตัวที่มารบกวนการเคลื่อนที่ของดาวเทียม เช่น แรงดึงดูดจากดวงจันทร์หรือผลกระทบจากการระเบิดบนชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์ เป็นต้น นักวิทยาศาสตร์คำนวณหาค่าความเร็วในวงโคจรได้โดยใช้กฎความโน้มถ่วงแห่งเอกภพของนิวตัน (Newton's Law of Universal Gravitation) “วัตถุสองชิ้นดึงดูดกันด้วยแรงซึ่งแปรผันตามมวลของวัตถุแต่แปรผกผันกับระยะทางระหว่างวัตถุยกกำลังสอง” [2] ดังนี้

- **สมการคำนวณความเร็วที่เหมาะสมของดาวเทียม**

$$F_{gravity} = F_{centripetal}$$

$$G\frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

โดยที่ v = ความเร็วของดาวเทียม

M = มวลของโลกมีค่า $5.98 \times 10^{24} kg$

m = มวลของดาวเทียม

r = ระยะทางระหว่างศูนย์กลางของโลกกับดาวเทียม

G = ค่าคงที่ของแรงโน้มถ่วงมีค่า 6.67×10^{-11} Nm^2/kg^2

[3] http://www.lesa.biz/space-technology/satellite/orbits

ตัวอย่างการคำนวณ

ถ้าต้องการส่งดาวเทียมให้โคจรรอบโลกที่ระดับสูง 35,780 กิโลเมตร ดาวเทียมจะต้องมีความเร็วในวงโคจรเท่าไร

r = 6,371 km (รัศมีโลก) + 35,780 km (ระยะสูงของวงโคจร)

= 4.22 x 10^7 m

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$= \left\{\frac{(\mathbf{6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2}) \times (\mathbf{5.98 \times 10^{24} kg})}{(\mathbf{4.22 \times 10^7 m})}\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$= 11{,}052 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง}$$

- **สมการคำนวณคาบเวลารอบโลกใน 1 รอบ**

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

โดยที่ M = มวลของโลกมีค่า $5.98 \times 10^{24} kg$

r = ระยะทางระหว่างศูนย์กลางของโลกกับดาวเทียม

G = ค่าคงที่ของแรงโน้มถ่วงมีค่า 6.67 x 10^{-11} Nm^2/kg^2

ตารางที่ 2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสูงของดาวเทียมกับคาบวงโคจรรอบโลก

ความสูงจากผิวโลก (กิโลเมตร)	ความเร็วในวงโคจร (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	คาบเวลาในการโคจรรอบโลก 1 รอบ
160	28,102	1 ชั่วโมง 27.7 นาที
1,609	25,416	1 ชั่วโมง 57.5 นาที
35,786	11,052	24 ชั่วโมง

ตารางที่ 2-1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงของดาวเทียมและความเร็วในวงโคจร กฎแปรผกผันยกกำลังสองของนิวตันกล่าวว่า ยิ่งใกล้ศูนย์กลางของแรงโน้มถ่วง (ศูนย์กลางของโลก) แรงโน้มถ่วงจะเพิ่มขึ้น ดังนั้น

- หากออกแบบให้ดาวเทียมสามารถปฏิบัติการในวงโคจรต่ำ ดังนั้น ดาวเทียมจะต้องเคลื่อนที่เร็วมาก เพื่อเอาชนะแรงโน้มถ่วงของโลกและดาวเทียมที่มีวงโคจรต่ำจึงใช้เวลาในการโคจรรอบโลกน้อยที่สุด
- ดาวเทียมวงโคจรสูงมีความเร็วในวงโคจรช้ากว่าวงโคจรต่ำ ทั้งนี้ เนื่องจากยิ่งดาวเทียมอยู่ห่างจากศูนย์กลางของโลกมากเท่าใด ก็จะได้รับผลจากแรงโน้มถ่วงของโลกน้อยลง
- หากออกแบบให้ดาวเทียมโคจรไปพร้อม ๆ กับที่โลกหมุนรอบตัวเอง ดาวเทียมจะลอยค้างอยู่เหนือพิกัดภูมิศาสตร์ที่ระบุบนพื้นผิวโลกตลอดเวลา จะต้องส่งดาวเทียมให้อยู่ที่ความสูง 35,786 กิโลเมตร เหนือพื้นผิวโลก วงโคจรระดับนี้เรียกว่า วงโคจรค้างฟ้า (Geostationary Earth Orbit) ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในการสะท้อนสัญญาณโทรคมนาคม

ภาพที่ 2-3 ประเภทของวงโคจรดาวเทียม

สำหรับการออกแบบวงโคจรความสูงไม่ใช่เพียงปัจจัยเดียวที่ใช้ในการพิจารณาวงโคจรที่เหมาะสม แต่รวมไปถึงการพิจารณาพื้นที่บนพื้นผิวโลกที่ต้องการให้ดาวเทียมเคลื่อนที่ผ่านเพื่อใช้ในการถ่ายภาพหรือปฏิบัติภารกิจอีกด้วย ดังนั้น การจำแนกประเภทของวงโคจรตามระยะความสูงสามารถสรุปได้ ดังนี้

2.1.2.1 วงโคจรระยะต่ำ (Low Earth Orbit: LEO) [3]

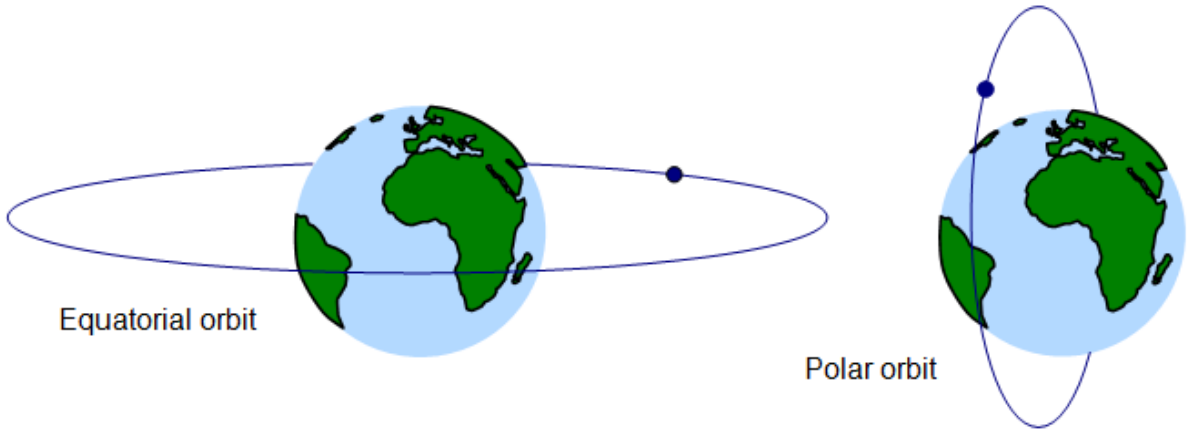
วงโคจรระยะต่ำอยู่สูงจากพื้นโลกไม่เกิน 2,000 กม. เหมาะสำหรับการถ่ายภาพรายละเอียดสูง แต่เนื่องจากวงโคจรระยะต่ำอยู่ใกล้พื้นผิวโลกมาก ภาพถ่ายที่ได้จึงครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณแคบ และไม่สามารถครอบคลุมบริเวณใดบริเวณหนึ่งได้นาน ดาวเทียมในวงโคจรระยะต่ำเคลื่อนที่เร็วมาก เนื่องจากอยู่ใกล้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงโลก

- **วงโคจรขั้วโลก (Polar Orbit)**

ดาวเทียมโคจรในแนวเหนือไปยังใต้ ในขณะที่โลกหมุนรอบตัวเอง จึงทำให้ดาวเทียมเคลื่อนที่ผ่านเกือบทุกส่วนของพื้นผิวโลก

- **วงโคจรใกล้เส้นศูนย์สูตร (Near Equatorial Orbit)**

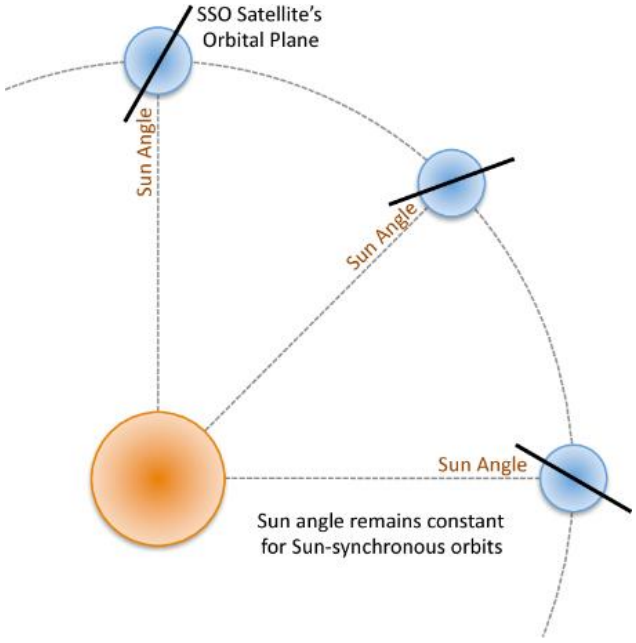
ดาวเทียมประเภทนี้จะโคจรใกล้แนวระนาบเส้นศูนย์สูตร โดยมีจุดประสงค์ในการปฏิบัติภารกิจในกลุ่มประเทศใกล้เส้นศูนย์สูตร เช่น ไทย เมียนมา กัมพูชา และลาว เป็นต้น เนื่องด้วยวงโคจรประเภทนี้จะทำให้ดาวเทียมโคจรเข้ามายังกลุ่มประเทศเส้นศูนย์สูตรได้บ่อยยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2-4 วงโคจรดาวเทียม

- **วงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun-Synchronous Orbit :SSO)**

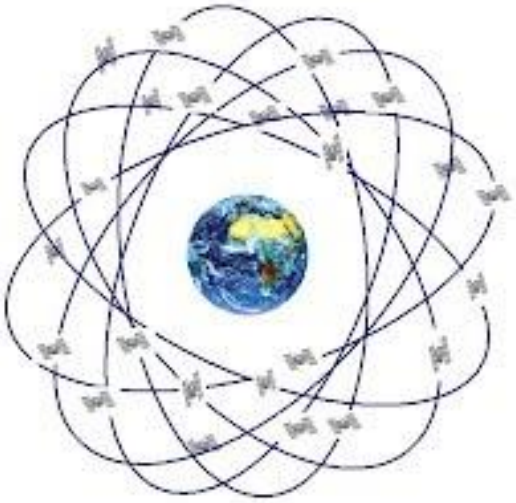
ดาวเทียมโคจรรอบโลกที่ระยะสูงประมาณ 400 - 900 กิโลเมตร โดยมีมุมเอียง 97 - 99 องศากับระนาบเส้นศูนย์สูตร ระนาบของวงโคจรทำมุมกับดวงอาทิตย์คงที่ตลอดเวลาทั้งปีที่โลกโคจรไปรอบดวงอาทิตย์ ส่งผลให้ดาวเทียมเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่บนโลกตำแหน่งหนึ่ง ณ เวลาท้องถิ่นที่คงที่ ทำให้คุณลักษณะของแสงจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นโลกบริเวณที่ต้องการตรวจสอบและติดตามเป็นมาตรฐานตลอดทั้งปี ดังแสดงในภาพที่ 2-5 ดังนั้น วงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (SSO) จึงเหมาะสำหรับดาวเทียมถ่ายภาพ



ภาพที่ 2-5 วงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์

2.1.2.2 วงโคจรระยะปานกลาง (Medium Earth Orbit: MEO)

วงโคจรระยะปานกลาง จะมีระยะความสูงจากพื้นโลกมากกว่า 2,000 กิโลเมตร แต่ไม่ถึง 35,786 กิโลเมตร สามารถถ่ายภาพและส่งสัญญาณวิทยุได้ครอบคลุมพื้นที่ได้เป็นบริเวณกว้างกว่าดาวเทียมวงโคจรต่ำ แต่หากต้องการสัญญาณให้ครอบคลุมทั้งโลกจะต้องใช้ดาวเทียมหลายดวงทำงานร่วมกันเป็นเครือข่ายและมีทิศทางของวงโคจรรอบโลกทำมุมเฉียงหลาย ๆ ทิศทาง ดาวเทียมที่มีวงโคจรระยะปานกลางส่วนมากเป็นดาวเทียมนำร่อง เช่น เครือข่ายดาวเทียม GPS ประกอบด้วยดาวเทียมจำนวน 32 ดวง ทำงานร่วมกันดังภาพที่ 2-6 โดยส่งสัญญาณวิทยุออกมาพร้อม ๆ กัน ให้เครื่องรับที่อยู่บนพื้นผิวโลกเปรียบเทียบสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวง เพื่อคำนวณหาตำแหน่งพิกัดที่ตั้งของเครื่องรับได้

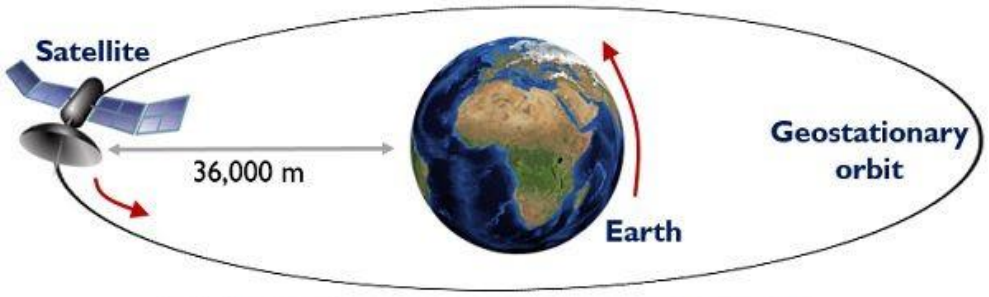


ภาพที่ 2-6 วงโคจรระยะปานกลาง

2.1.2.3 วงโคจรค้างฟ้า (Geostationary Earth Orbit: GEO) [4]

วงโคจรค้างฟ้า เป็นวงโคจรอยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 35,786 กิโลเมตร มีเส้นทางโคจรอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตร (Equatorial Orbit) ดาวเทียมจะหมุนรอบโลกด้วยความเร็วเชิงมุมเท่ากับโลกหมุนรอบตัวเองทำให้ดูเหมือนลอยนิ่งอยู่เหนือพื้นผิวโลก ณ ตำแหน่งเดิมอยู่ตลอดเวลา จึงถูกเรียกว่า ดาวเทียมวงโคจรสถิต หรือ วงโคจรค้างฟ้า เนื่องจากดาวเทียมของวงโคจรชนิดนี้อยู่ห่างไกลจากโลกและสามารถลอยอยู่เหนือพื้นโลกตลอดเวลา จึงนิยมใช้สำหรับการถ่ายภาพโลกทั้งดวง เฝ้าสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของบรรยากาศและใช้ในการโทรคมนาคมข้ามทวีป

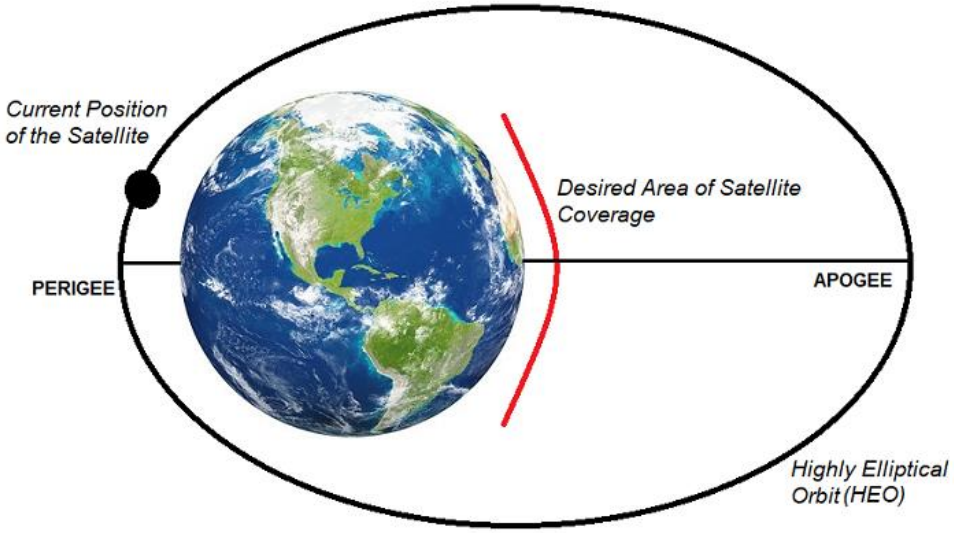
<u>หมายเหตุ</u>: วงโคจรค้างฟ้า หรือ วงโคจรสัมพันธ์กับโลก (Geo-synchronous Orbit "GSO") คือ วงโคจรประจำที่ (GEO) ที่มีมุมเอียงจากระนาบเส้นศูนย์สูตร > 1 องศา หรือ < 1 องศา



ภาพที่ 2-7 วงโคจรค้างฟ้า

2.1.2.4 วงโคจรรูปวงรีมาก (Highly Elliptical Orbit: HEO) [5]

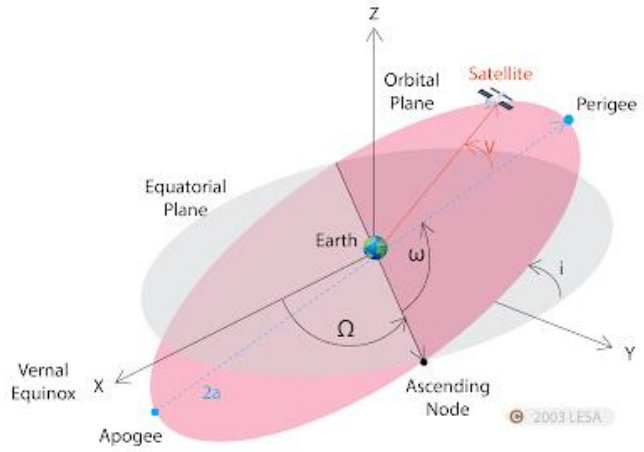
วงโคจรรูปวงรีมาก เป็นวงโคจรออกแบบสำหรับดาวเทียมที่ปฏิบัติภารกิจพิเศษเฉพาะกิจ เนื่องจากดาวเทียมมีความเร็วในวงโคจรไม่คงที่ เมื่ออยู่ใกล้โลกดาวเทียมจะเคลื่อนที่เร็วมาก และเคลื่อนที่ช้าลงเมื่อออกห่างจากโลกตามกฎข้อที่ 2 ของเคปเลอร์ ดาวเทียมวงโคจรรูปวงรีมากส่วนมากเป็นดาวเทียมที่ปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ศึกษาสนามแม่เหล็กโลก เนื่องจากสามารถมีระยะห่างจากโลกได้หลายระยะดังภาพที่ 2-8 หรือเป็นดาวเทียมจารกรรมซึ่งสามารถบินโฉบเข้ามาถ่ายภาพพื้นผิวโลกด้วยระยะต่ำมากและปรับวงโคจรได้



ภาพที่ 2-8 วงโคจรรูปวงรีมาก

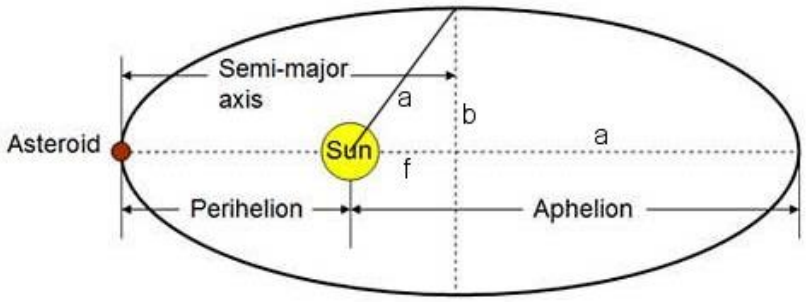
2.1.2.5 องค์ประกอบวงโคจรดาวเทียม (Orbital Elements)[4] [6]

ลักษณะวงโคจรดาวเทียมแต่ละดวง จะถูกอธิบายด้วยองค์ประกอบของวงโคจร ซึ่งประกอบด้วยพารามิเตอร์ 6 ตัวแปร ดังนี้



ภาพที่ 2-9 แสดงองค์ประกอบวงโคจรดาวเทียม

1. Semi-major axis (a): เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการบ่งบอกขนาดของวงโคจร โดยที่ Major axis หรือ แกนเอก หมายถึง ระยะทางระหว่างจุดที่ดาวเทียมอยู่ใกล้โลกมากที่สุด (Perigee) กับจุดที่ดาวเทียมอยู่ไกลโลกมากที่สุด (Apogee) ดังนั้น Semi-major axis หรือค่ากึ่งแกนเอก ซึ่งหมายถึงระยะครึ่งหนึ่งของแกนเอก



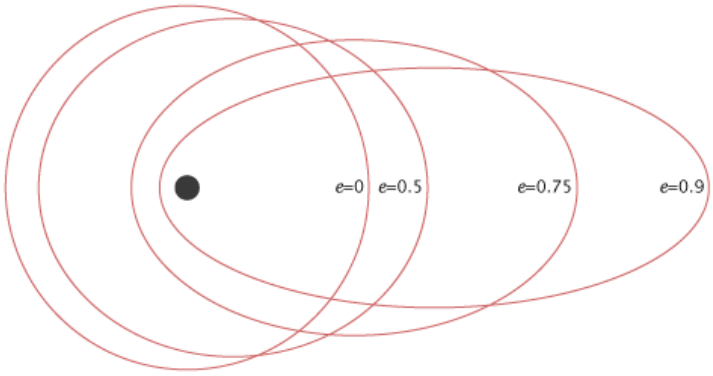
ภาพที่ 2-10 พารามิเตอร์ Semi-major axis (a)[5]

---

[4] http://www.lesa.biz/space-technology/satellite/orbital-elements

[5] https://astronomy.stackexchange.com/questions/23773/can-one-approximate-the-semi-major-axis-of-an-orbit-as-the-average-orbital-dista

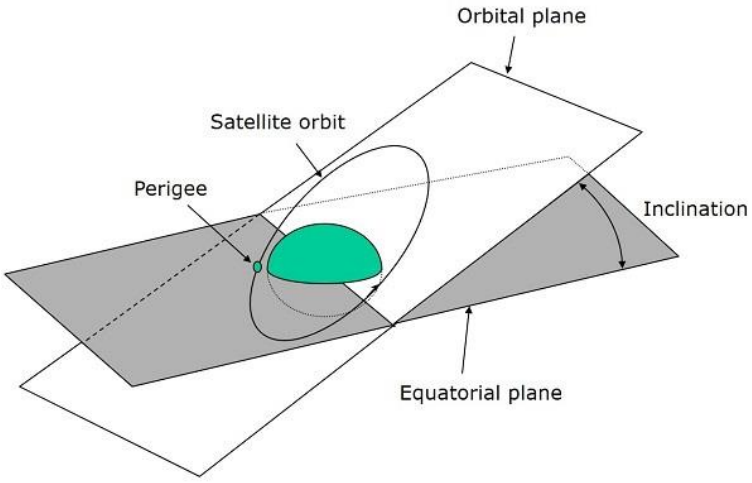
2. Eccentricity (e): เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการบ่งบอกความรีของวงโคจร โดยที่วงกลมมีค่า e = 0, วงรีมีค่า 0 < e < 1



ภาพที่ 2-11 พารามิเตอร์ Eccentricity (e)[6]

3. Inclination (i): เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการบ่งบอกความเอียงของวงโคจร ซึ่งเป็นมุมระหว่างระนาบวงโคจร กับระนาบเส้นศูนย์สูตรโลก

- ดาวเทียมที่โคจรในระนาบเส้นศูนย์สูตรโลก, i = 0°
- ดาวเทียมที่โคจรในระนาบขั้วโลก, i = 90°
- ดาวเทียมเคลื่อนที่ในทิศเดียวกับการหมุนของโลก (Prograde), 0° < i < 90°
- ดาวเทียมเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับการหมุนของโลก (Retrograde) 90° > i > 180°



ภาพที่ 2-12 พารามิเตอร์ Inclination)

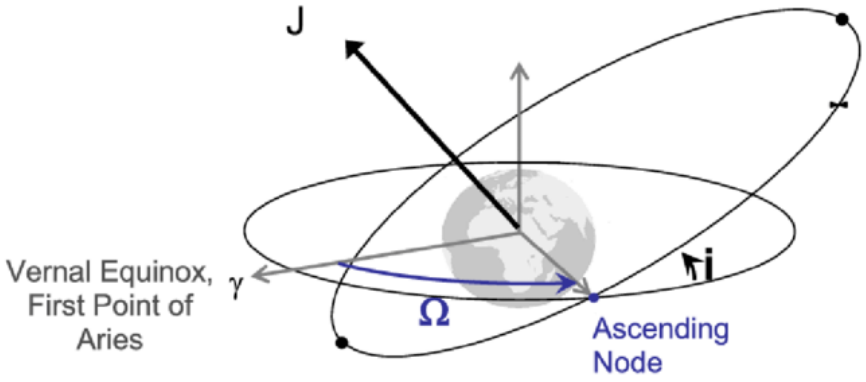
[6] https://www.tutorialspoint.com/satellite_communication/satellite_communication_orbital_mechanics.htm

4. Right Ascension of Ascending Node (Ω): เป็นระนาบของวงโคจรของดาวเทียมที่ตัดกับระนาบเส้นศูนย์สูตรโลก 2 จุด คือ โหนดขาขึ้น (Ascending Node) และโหนดขาลง (Descending Node) โดยดาวเทียมจะเคลื่อนที่ขึ้นไปเหนือระนาบเส้นศูนย์สูตรโลกเมื่อผ่าน Ascending Node และเคลื่อนที่ลงใต้ระนาบเส้นศูนย์สูตรโลกเมื่อผ่าน Descending Node

- Right Ascension เป็นค่าพิกัดลองจิจูดของทรงกลมท้องฟ้า (Longitude in Celestial Sphere)

- Vernal Equinox คือ ทิศทางที่วัดจากศูนย์กลางของโลกไปยังศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ ณ วันแรกของฤดูใบไม้ผลิ

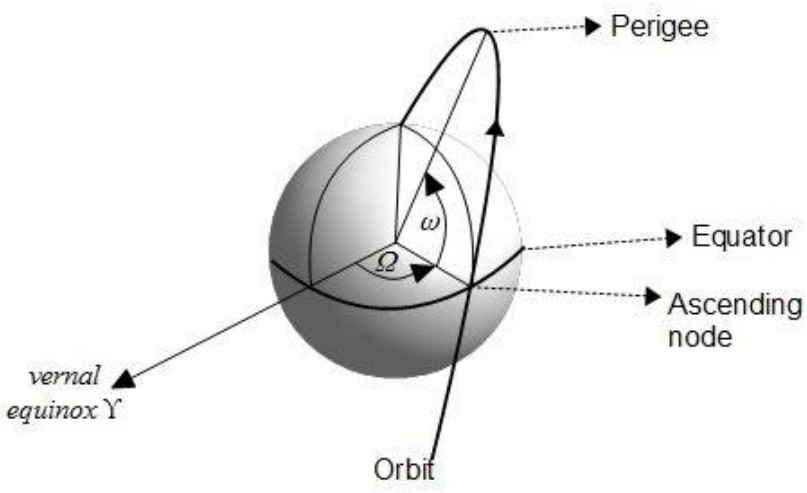
ดังนั้น Right Ascension of Ascending Node หรือ RAAN (Ω) คือ มุมที่วัดจาก Vernal Equinox ไปยัง Ascending Node ซึ่งบ่งบอกการวางตัวของวงโคจรกับทิศทางไปยังดวงอาทิตย์



ภาพที่ 2-13 พารามิเตอร์ Right Ascension of Ascending Node (Ω)[7]

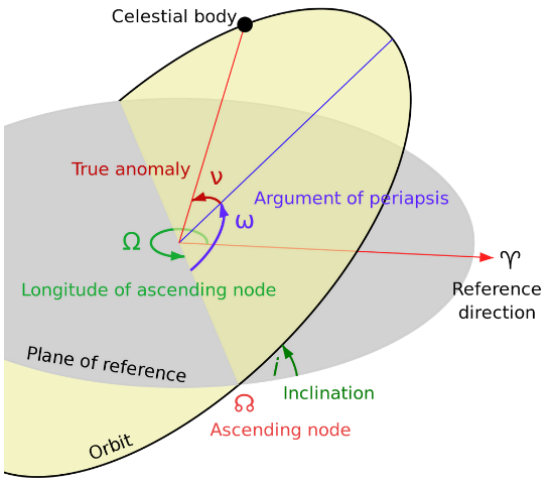
[7] https://www.researchgate.net/figure/Figure-2-8-Right-ascension-of-the-ascending-node-46-4-Inclination-i-It-is-the_fig3_349325744

5. Argument of Perigee (ω): เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการบ่งบอกถึงตำแหน่ง Perigee ในวงโคจรดาวเทียมเป็นค่าระยะเชิงมุมซึ่งวัดจาก Ascending Node ไปยังจุด Perigee



ภาพที่ 2-14 พารามิเตอร์ Argument of Perigee (Ω)[8]

6. True Anomaly (ν): เป็นพารามิเตอร์บ่งบอกตำแหน่งของดาวเทียมในวงโคจร เป็นค่าระยะเชิงมุมซึ่งวัดจากจุด Perigee ไปยังตำแหน่งของดาวเทียม



ภาพที่ 2-15 พารามิเตอร์ True Anomaly (ν)

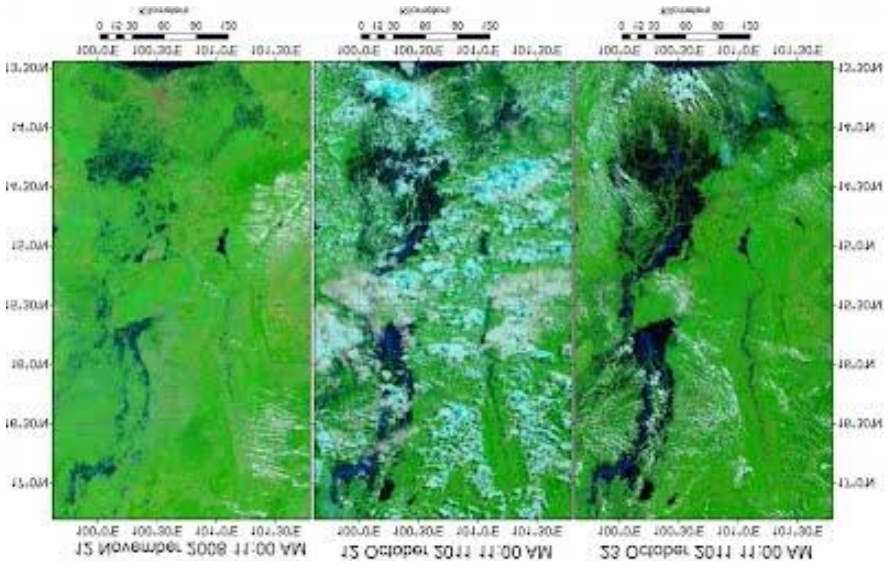
[8] https://www.researchgate.net/figure/9-Representation-of-the-right-ascension-and-the-argument-of-perigee_fig10_332902163

2.1.3 ประเภทของดาวเทียม[9]

ดาวเทียมเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถโคจรและทำภารกิจรอบโลกได้ ดังนั้น ดาวเทียมจึงถูกพัฒนาขึ้นด้วยวัตถุประสงค์เพื่อภารกิจที่ต่างกัน เช่น ดาวเทียม IOT (Internet of Things) ดาวเทียมสำรวจโลก ดาวเทียมสื่อสาร ดาวเทียมสำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ดาวเทียมยังสามารถแบ่งออกเป็นประเภทหลัก ดังนี้

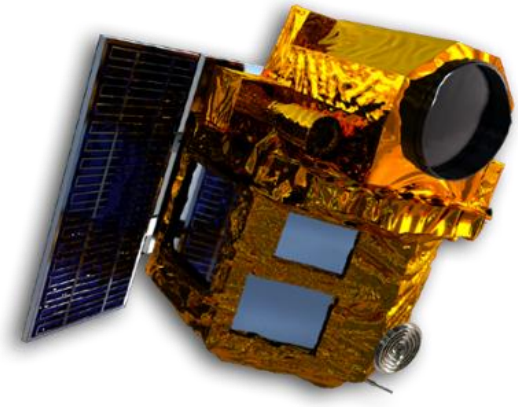
2.1.3.1 ดาวเทียมสำรวจ

เป็นดาวเทียมวงโคจรระยะต่ำ (LEO) ที่มีวงโคจรแบบขั้วโลก (Polar orbit) หรือวงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (SSO) โดยมีระยะความสูงประมาณ 800 กิโลเมตร ภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้สามารถนำไปใช้ในการทำแผนที่ ผังเมือง ทางการทหาร การสำรวจทรัพยากร และเฝ้าระวังภัยพิบัติ เป็นต้น ยิ่งไปกว่านี้แล้ว ดาวเทียมสำรวจยังทำการบันทึกภาพได้ทั้งในช่วงแสงที่ตามองเห็นหรือช่วงคลื่นอินฟราเรด จึงสามารถบันทึกภาพได้แม้ในเวลากลางคืน ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่มีชื่อเสียงมากได้แก่ LandSat, Terra และ Aqua (MODIS Instruments) และดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของไทยมีชื่อว่า ธีออส (Theos) ดังในภาพที่ 2-16 เป็นภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วมของประเทศไทย โดยอุปกรณ์ MODIS ที่ติดตั้งในดาวเทียม Terra



ภาพที่ 2-16 พื้นที่น้ำท่วมของประเทศไทยด้วยดาวเทียม Terra

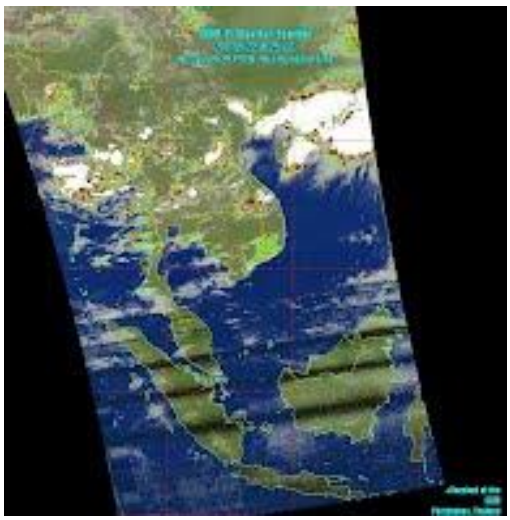
[9] http://www.lesa.biz/space-technology/satellite/types-of-satellites



ภาพที่ 2-17 ดาวเทียมไทยโชต[10]

2.1.3.2 ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ดาวเทียมประเภทนี้ปฏิบัติการอยู่ในวงโคจรหลายระดับขึ้นอยู่กับการออกแบบในการใช้งาน เช่น ดาวเทียม NOAA ปฏิบัติการอยู่ในวงโคจรระยะต่ำเพื่อใช้ในการถ่ายภาพรายละเอียดสูงดังภาพที่ 2-18 ส่วนดาวเทียม GOES และ MTSAT มีวงโคจรประจำที่ (GEO) โดยมีระยะความสูงที่ 35,786 กิโลเมตร โดยถ่ายภาพดาวเทียมที่ได้จากกลุ่มดาวเทียมประเภทนี้จะเป็นภาพถ่ายมุมกว้างครอบคลุมทวีปและมหาสมุทรดังภาพที่ 2-19 นักอุตุนิยมวิทยาจะใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการพยากรณ์อากาศและติดตามการเคลื่อนที่ของพายุซึ่งสามารถช่วยในการป้องกันความเสียหายและชีวิตคนได้เป็นจำนวนมาก



ภาพที่ 2-18 ภาพถ่ายดาวเทียม NOAA

[10] https://www.gistda.or.th/ewtadmin/ewt/gistda_web/satellite.php?lang=TH

ภาพที่ 2-19 ภาพถ่ายดาวเทียม MTSAT

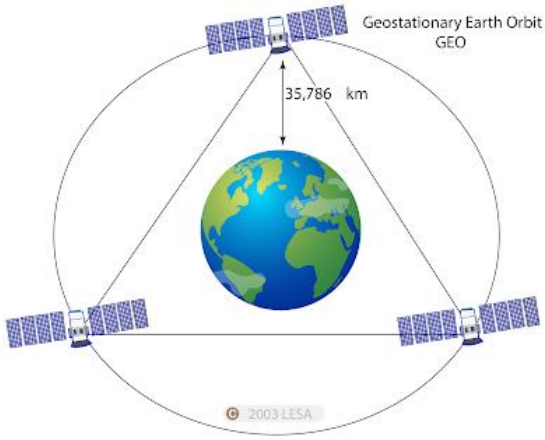
2.1.3.3 ระบบดาวเทียมนำร่อง (Global Navigator Satellite System: GNSS)

เป็นระบบดาวเทียมที่ช่วยในการบอกตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลก ซึ่งประกอบด้วยเครือข่ายดาวเทียมจำนวนหลายสิบดวง กระจายอยู่รอบโลกในวงโคจรระยะกลาง หรือ MEO เพื่อทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณมาบนโลกพร้อม ๆ กัน และเนื่องจากดาวเทียมแต่ละดวงอยู่ห่างจากเครื่องรับบนพื้นโลกไม่เท่ากันดังภาพที่ 2-20 ดังนั้น เครื่องรับจึงได้รับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละดวงไม่พร้อมกัน วงจรอิเล็คทรอนิกส์ในเครื่องรับจึงนำค่าเวลาที่แตกต่างมาคำนวณหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลก ซึ่งปัจจุบันเครื่องรับ GNSS เป็นที่นิยมใช้กันในหมู่นักเดินทางมีทั้งแบบโทรศัพท์มือถือ รวมถึงแบบที่สามารถติดตั้งบนรถ เรือ และเครื่องบิน

ภาพที่ 2-20 ระบบดาวเทียมนำร่อง (Global Navigator Satellite System: GNSS)

2.1.3.4 ดาวเทียมสื่อสาร

ส่วนใหญ่เป็นดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้า (GEO) เพื่อถ่ายทอดสัญญาณจากทวีปหนึ่งไปยังอีกทวีปหนึ่งข้ามส่วนโค้งของโลก เช่น Intelsat และ Thaicom โดยดาวเทียมค้างฟ้า 1 ดวง สามารถส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นที่การติดต่อประมาณ 1 ใน 3 ของผิวโลก และถ้าจะให้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก จะต้องใช้ดาวเทียมในวงโคจรนี้อย่างน้อย 3 ดวง ดังภาพที่ 2-21 ดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้าจะลอยอยู่ในแนวเส้นศูนย์สูตรโลกเท่านั้น และสัญญาณจะไม่สามารถครอบคลุมบริเวณขั้วโลกได้เลย อย่างไรก็ดี ยังมีกลุ่มดาวเทียมสื่อสารวงโคจรต่ำ อาทิเช่น กลุ่มดาวเทียมสื่อสาร Starlinks ของบริษัท SpaceX ซึ่งมีจำนวนประมาณ 2,000 ดวง ที่กำลังถูกพัฒนาและส่งขึ้นไปในอวกาศในปัจจุบัน โดยมุ่งเน้นการสร้างระบบเครือข่ายสื่อสารทั่วโลก

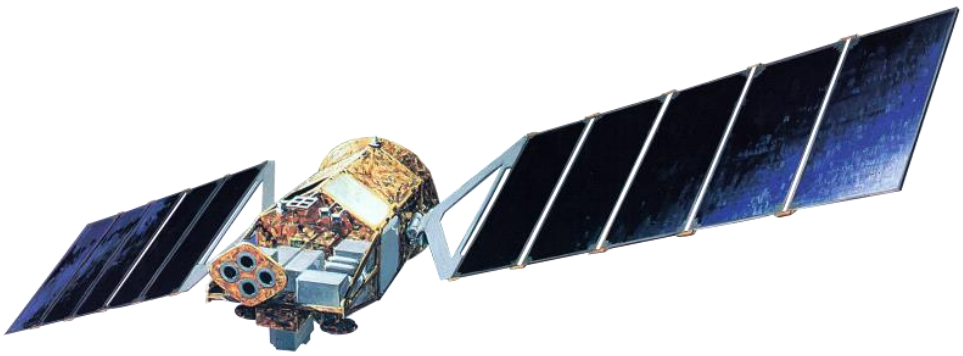


ภาพที่ 2-21 พื้นที่สัญญาณปกคลุมของดาวเทียมค้างฟ้า

ภาพที่ 2-22 กลุ่มดาวเทียมสื่อสาร Starlinks ของบริษัท SpaceX

2.1.3.5 ดาวเทียมวิทยาศาสตร์

นอกจากดาวเทียมทั่วไปที่ใช้งานเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันตามที่กล่าวไปแล้ว ยังมีดาวเทียมอีกหลายชนิดที่ส่งขึ้นไปเพื่อปฏิบัติภารกิจพิเศษเฉพาะทาง หนึ่งในนั้นเป็นดาวเทียมเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ซึ่งดาวเทียมประเภทนี้จะมีระยะความสูงและรูปแบบของวงโคจรแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน



ภาพที่ 2-23 ดาวเทียมทางวิทยาศาสตร์ ROCSAT-1

2.1.4 กล้องถ่ายภาพดาวเทียมและภาพถ่ายดาวเทียม

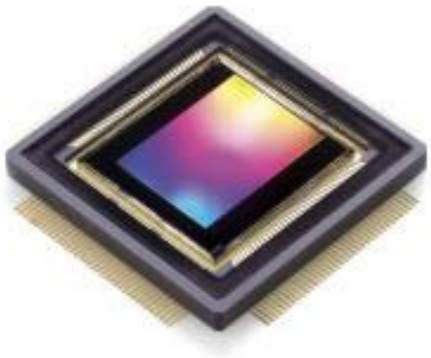
สำหรับการออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียมและการได้มาซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมนั้น ต้องมีความเข้าใจตัวแปรที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น เพื่อให้การออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียมหรือแม้กระทั่งการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการวิเคราะห์ผลต่าง ๆ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยรายละเอียดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียมและภาพถ่ายดาวเทียมประกอบด้วย ดังนี้

2.1.4.1 ลักษณะการถ่ายภาพของดาวเทียม

โดยปกติแล้วสำหรับลักษณะการถ่ายภาพของดาวเทียม (Satellite Imaging Type) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ การถ่ายภาพแบบ Snapshot การถ่ายภาพแบบ Pushbroom และการถ่ายภาพแบบ Whiskbroom ซึ่งลักษณะการถ่ายภาพของดาวเทียมที่กล่าวมานี้ จะส่งผลโดยตรงต่อการเลือกใช้ชนิดของเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดและความสามารถในการถ่ายภาพของดาวเทียม โดยลักษณะการถ่ายภาพดาวเทียมจะถูกอธิบายอย่างละเอียด ดังนี้

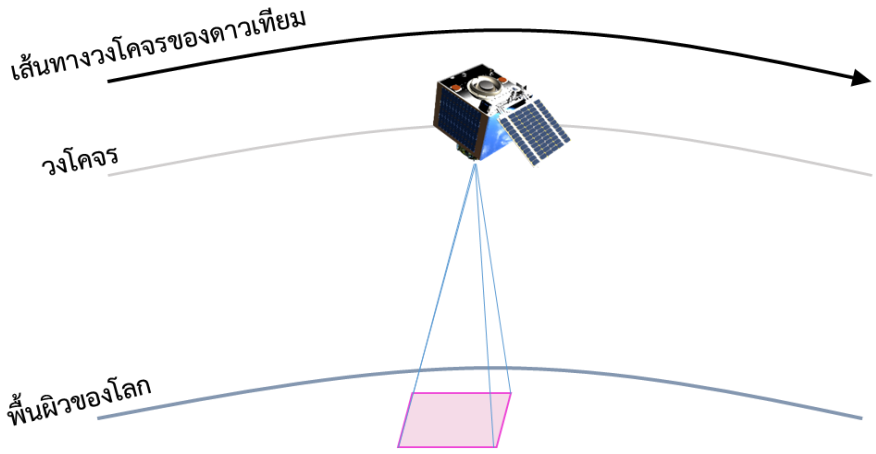
1. ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snapshot ของดาวเทียม

สำหรับการถ่ายภาพแบบ Snapshot ของดาวเทียมเป็นการถ่ายภาพที่มีความคลายคลึงกับกล้องถ่ายภาพที่ถูกใช้บนพื้นโลก เช่น กล้องโทรศัพท์มือถือ กล้อง DSLR เป็นต้น โดยเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับถ่ายภาพดาวเทียมแบบ CMOS area Sensor with colour filter หรือ CCD area Sensor with colour filter จะถูกนำมาใช้ในการถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Snapshot



ภาพที่ 2-24 ตัวอย่างเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับการภาพถ่ายดาวเทียมแบบ CMOS area Sensor with colour filter

จุดเด่นของลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snapshot จะสามารถให้ภาพถ่ายดาวเทียมแบบวิดีโอ (Video Imagery) ได้ ซึ่งจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามยานพาหนะที่ใช้ในการก่อคดีอาชญากรรมเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ดี ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snapshot ของดาวเทียมยังมีจุดอ่อน คือ หากต้องการถ่ายภาพบนพื้นที่กว้างจะต้องใช้เวลาในการถ่ายภาพนานกว่าลักษณะการถ่ายภาพแบบอื่น ๆ



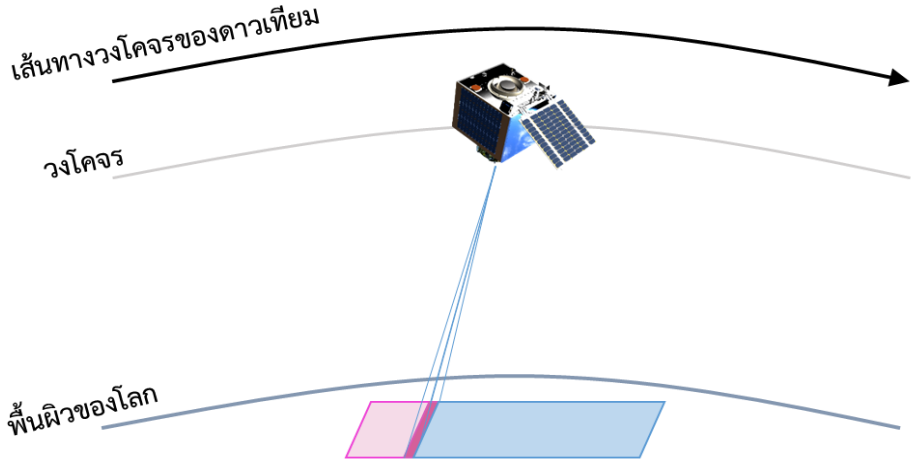
ภาพที่ 2-25 ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snapshot ของดาวเทียม

2. ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Pushbroom ของดาวเทียม

การถ่ายภาพแบบ Pushbroom ของดาวเทียมเป็นลักษณะการถ่ายภาพแบบกวาด (Scanners) ลักษณะการถ่ายภาพชนิดนี้จำเป็นจะต้องใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ Line Sensor ซึ่งจะถูกใช้งานคล้ายคลึงกับหัวอ่านในเครื่องสแกนเอกสาร โดยวิธีการทำงานของดาวเทียมถ่ายภาพแบบประเภท Pushbroom จะเริ่มด้วยการเปิดใช้งานเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ Line Sensor ในกล้องถ่ายภาพดาวเทียมและอาศัยการเคลื่อนที่ของดาวเทียมตามแนวเส้นวงโคจรในการถ่ายภาพเป็นแนวยาวหรือ Satellite Strip Imaging ซึ่งความยาวของภาพถ่ายดาวเทียมจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เปิดใช้งานเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ Line Sensor และข้อจำกัดในส่วนของความโค้งของโลก

ภาพที่ 2-26 ตัวอย่างเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับการถ่ายภาพดาวเทียมแบบ CCD Line Sensor

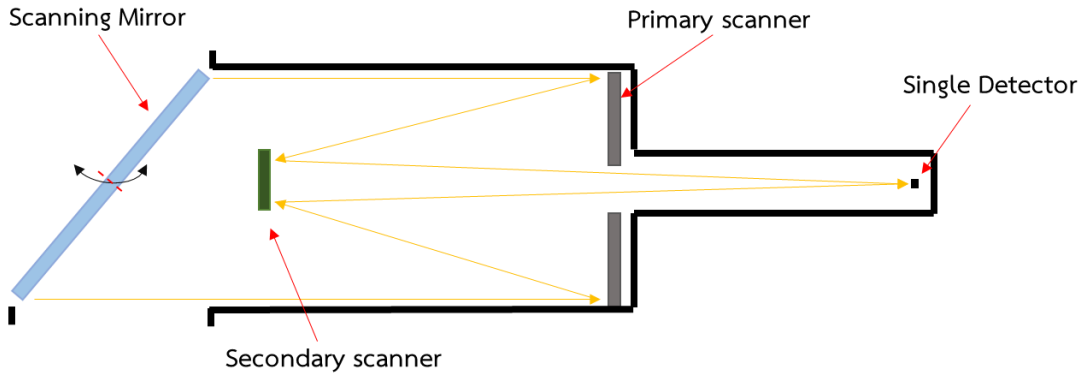
โดยทั่วไปแล้วลักษณะการถ่ายภาพแบบ Pushbroom จะใช้เวลาน้อยกว่าในการถ่ายภาพให้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snapshot อย่างไรก็ดีเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ Line Sensor ในกล้องถ่ายภาพดาวเทียมของลักษณะการถ่ายภาพแบบ Pushbroom จะไม่สามารถถ่ายภาพดาวเทียมแบบวิดีโอได้



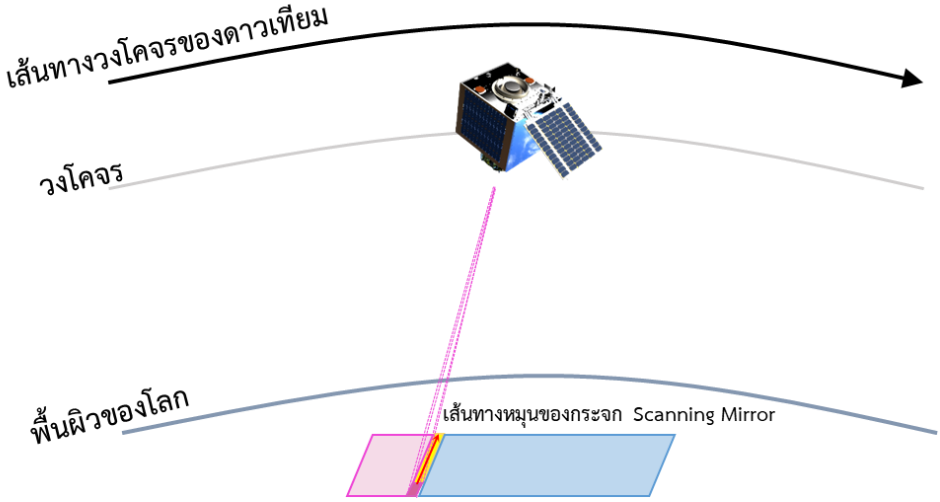
ภาพที่ 2-27 ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Pushbroom ของดาวเทียม

3. ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Whiskbroom ของดาวเทียม

หากจะกล่าวถึงลักษณะของภาพที่ได้จากการถ่ายภาพแบบ Whiskbroom จะมีความคล้ายคลึงหรือเหมือนกันกับลักษณะของภาพที่ได้จากการถ่ายภาพแบบ Pushbroom และไม่สามารถให้ภาพถ่ายดาวเทียมแบบวิดีโอได้เช่นกัน หากเพียงแต่วิธีการได้มาของภาพถ่ายดาวเทียมและกล้องถ่ายภาพดาวเทียมจะมีกระบวนการในการออกแบบที่แตกต่างกันระหว่างกล้องถ่ายภาพแบบ Whiskbroom และ Pushbroom โดยจุดประสงค์หลักของการออกแบบกล้องถ่ายภาพแบบ Whiskbroom คือ เป็นกล้องถ่ายภาพดาวเทียมที่สามารถติดตั้งเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดได้เป็นจำนวนมากกว่ากล้องถ่ายภาพดาวเทียมประเภทอื่น ๆ โดยกล้องถ่ายภาพแบบ Whiskbroom จะถูกติดตั้งกระจกที่ช่วยในการถ่ายภาพในแนวตั้งฉากกับวงโคจรซึ่งถูกเรียกว่า Scanning Mirror ซึ่งจะช่วยให้กล้องถ่ายภาพแบบ Whiskbroom สามารถใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดแบบหนึ่งพิกเซลในการรับภาพจากพื้นโลกหรือ A single Sensor ได้ ฉะนั้น กล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Whiskbroom จะใช้พื้นที่ในการติดตั้งเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดน้อย และทำให้สามารถติดตั้งเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีความหลากหลายได้



ภาพที่ 2-28 ตัวอย่างกล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Whiskbroom



ภาพที่ 2-29 ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Whiskbroom ของดาวเทียม

อย่างไรก็ตาม กล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Whiskbroom จะมีความซับซ้อนในการออกแบบและการประกอบกล้องถ่ายภาพ จึงทำให้กล้องถ่ายภาพดาวเทียมมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก และมูลค่าการพัฒนาที่สูง

2.1.4.2 Ground Sampling Distance (GSD) [7]

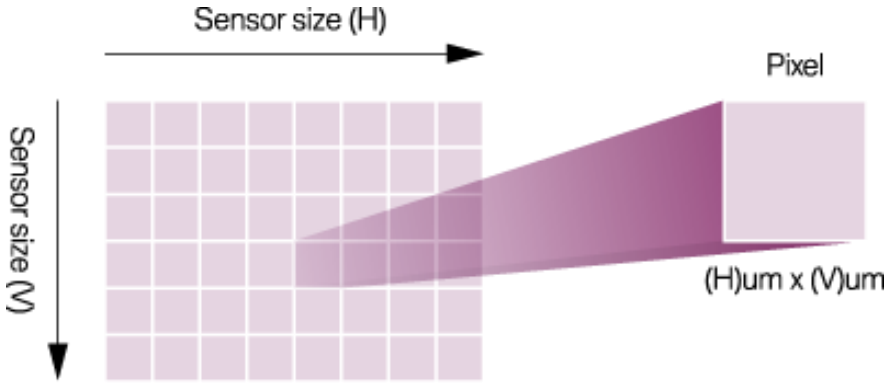
Ground Sampling Distance หรือ GSD เป็นการอ้างถึงขนาดของ 1 พิกเซลในภาพถ่ายดาวเทียมเทียบกับขนาดบนพื้นโลก ตัวอย่างเช่น ดาวเทียม THEOS-2A มีค่า GSD ที่ 1.18 เมตร ณ มุมใด ๆ ใน Nadir Angle (±12 องศา) หมายถึง 1 พิกเซลบนภาพถ่ายดาวเทียม THEOS-2A จะมีขนาด 1.18 เมตร x 1.18 เมตร เมื่อเทียบขนาดบนพื้นโลก ในกรณีดาวเทียมใช้มุมเอียงในการถ่ายภาพไม่เกิน ±12 องศา (Nadir Angle) โดยสูตรการคำนวณค่า Ground Sampling Distance หรือ GSD ณ มุมใด ๆ ใน Nadir Angle (±12 องศา) มีดังนี้

$$\text{Ground Sampling Distance หรือ GSD} = \frac{\text{Orbit Altitude} \times \text{Pixel Size}}{Focal\ Length}$$

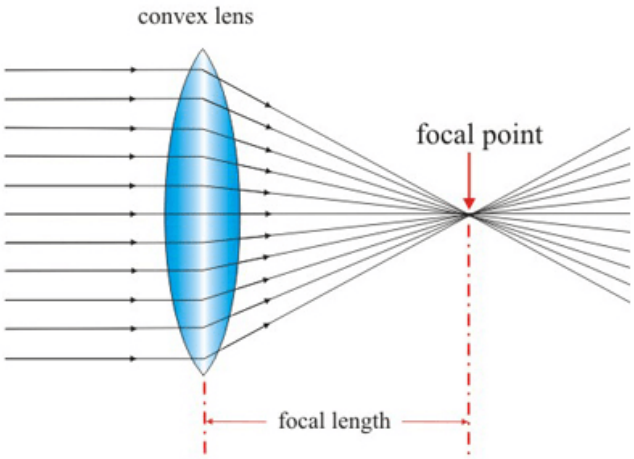
Orbit Altitude คือ ความสูงของดาวเทียมในวงโคจรของดาวเทียมนับจากพื้นโลก

Pixel Size คือ ขนาดความกว้างของพิกเซลบนอุปกรณ์ตรวจวัดกล้อง *(Camera Sensor)*

Focal Length คือ ระยะการเดินทางของแสงจากหน้ากล้องไปยังอุปกรณ์ตรวจวัดกล้อง *(Camera Sensor)* เพื่อทำการรวมแสง



ภาพที่ 2-30 ตัวอย่าง Pixel Size ในอุปกรณ์ตรวจวัดกล้อง



ภาพที่ 2-31 ตัวอย่างระยะของ Focal Length

จากสมการ พบว่า หากต้องการทำให้ขนาดของ Ground Sampling Distance หรือ GSD มีขนาดที่ดีขึ้นสามารถทำได้ 3 กรณี ดังนี้

1. การปรับลดความสูงในวงโคจร ซึ่งวิธีนี้เป็นอีกหนึ่งวิธีที่สามารถทำให้ค่า GSD ดีขึ้นได้ อย่างไรก็ดี วิธีนี้จะทำให้การออกแบบดาวเทียมในส่วนงานอื่น ๆ ทำได้อยากมากยิ่งขึ้น เนื่องด้วยยิ่งวงโคจรเข้าใกล้โลกมากเพียงใด ก็จำเป็นต้องใช้ความเร็วที่มากขึ้นในการรักษาระดับของวงโคจร

2. การปรับลดขนาดของพิกเซลบนอุปกรณ์ตรวจวัดกล้อง (Camera Sensor) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากกว่าวิธีแรก เนื่องด้วยเป็นการเปลี่ยนแปลงแค่เฉพาะภายในกล้องถ่ายภาพดาวเทียม อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ตรวจวัดกล้อง (Camera Sensor) จะต้องถูกทดสอบเกี่ยวกับการทนต่อสภาวะการแผ่รังสีในอวกาศ เพื่อให้มั่นใจว่าภารกิจของดาวเทียมจะไม่ผิดพลาด

3. การเพิ่มความยาวของ Focal Length เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องด้วยกล้องถ่ายภาพดาวเทียมจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มาก อย่างไรก็ตาม ทางวิศวกรจะต้องควบคุมให้ขนาดของกล้องถ่ายภาพดาวเทียมเพื่อให้ยังสามารถติดตั้งลงในตัวของดาวเทียมได้

2.1.4.3 ขนาดของภาพถ่ายดาวเทียม (Scene Size)

โดยปกติขนาดของภาพถ่ายดาวเทียมหนึ่งภาพหรือ 1 scene จะต้องประกอบด้วยด้านกว้างและด้านยาวของภาพถ่ายดาวเทียม อย่างไรก็ดี ผู้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมอาจเกิดความสับสนได้ง่ายเมื่อได้รับข้อมูลรายละเอียดดาวเทียม รวมถึงพบว่า ไม่พบข้อมูลขนาดของภาพถ่ายดาวเทียมหรือ Scene Size ปรากฏในเอกสารรายละเอียดดาวเทียม ดังนั้น รายละเอียดข้อมูลขนาดของภาพถ่ายดาวเทียมจะถูกอธิบาย ดังนี้

1. ขนาดของภาพถ่ายดาวเทียมที่มีลักษณะการถ่ายภาพแบบ Pushbroom และ Whiskbroom

โดยทั้งสองลักษณะนี้จะเป็นการถ่ายภาพแบบกวาดตามการเคลื่อนที่ในวงโคจรของดาวเทียม โดยปกติแล้วดาวเทียมในกลุ่มนี้จะกำหนดขนาดของภาพถ่ายดาวเทียมด้วย Swath width ซึ่งคือ ระยะภาพถ่ายดาวเทียมในแนวกว้างและเป็นแนวตั้งฉากกับเส้นวงโคจร ภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จากดาวเทียมกลุ่มดังกล่าวนี้จะเป็นภาพถ่ายในแนวยาวหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Strip Imagery โดยทั่วไปแล้วภาพถ่ายดาวเทียม 1 scene จะมีความกว้างและความยาวเท่ากับขนาดของ Swath width หรือ ภาพถ่าย 1 scene = Swath width x Swath width นั้นเอง และ Swath width สามารถคำนวณได้จาก GSD x จำนวน pixel ในแนวแถวบนอุปกรณ์ตรวจวัดกล้อง ในกรณีที่ภาพถ่ายดาวเทียม ณ มุมใด ๆ ใน Nadir Angle (±12 องศา)

ภาพที่ 2-32 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมแบบ Strip Imagery

2. ขนาดของภาพถ่ายดาวเทียมที่มีลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snap Shot

ขนาดของภาพถ่ายดาวเทียมประเภทนี้มีความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันกับกล้องถ่ายภาพที่ใช้บนพื้นโลกเป็นอย่างมาก ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียม 1 scene จะมีความกว้างและความยาวตามขนาดของอุปกรณ์ตรวจวัดกล้อง โดยภาพถ่าย 1 scene แบบลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snapshot สามารถคำนวณได้จาก (GSD x จำนวน pixel ในแนวแถว) คูณอยู่กับ (GSD x จำนวน pixel ในแนวหลัก) บนอุปกรณ์ตรวจวัดกล้อง ในกรณีที่ภาพถ่ายดาวเทียม ณ มุมใด ๆ ใน Nadir Angle (±12 องศา)

ภาพที่ 2-33 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียม Carbonite - 2

2.1.5 เทคโนโลยีดาวเทียมและเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดในปัจจุบัน (Sensor)

หากจะกล่าวถึงเทคโนโลยีดาวเทียมหรือแม้แต่เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ที่ถูกใช้งานบนดาวเทียมในปัจจุบันนั้นมีอยู่มากมายหลายชนิด โดยเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ที่ใช้สำหรับกล้องถ่ายภาพดาวเทียมสำรวจโลกสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามการแผ่รังสีของแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation) อันได้แก่

1. เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทแอคทีฟ (Active Sensor)

เป็นระบบที่อุปกรณ์ตรวจวัดที่สามารถสร้างแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยตัวเองสำหรับใช้ในระบบการสำรวจระยะทางไกล (Remote sensing) ซึ่งคลื่นกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้จะถูกจำกัดอยู่ในช่วงคลื่นวิทยุเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดของแหล่งพลังงาน

2. เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทพาสซีฟ (Passive Sensor)

เป็นระบบที่อุปกรณ์ตรวจวัดอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดภายนอก เช่น แสงจากดวงอาทิตย์หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดอื่น โดยวัตถุหรือพื้นที่ถูกสำรวจจะดูดซับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและแผ่รังสีออกมายังเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทนี้จะสามารถรับภาพได้ในขณะดาวเทียมเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีแสงและไม่มีแสงขึ้นอยู่กับช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใช้งาน โดยเมื่อดาวเทียมเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีแสงจะเหมาะกับช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตาคนเราสามารถมองเห็น (Visible Wavelength) และบริเวณที่ไม่มีแสงจะเหมาะกับช่วงคลื่น

แม่เหล็กไฟฟ้าอินฟราเรด (Infrared Wavelenght) ข้อจำกัดของเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทพาสซีฟ คือ ไม่สามารถทำงานในการรับภาพได้ดีในกรณีที่ท้องฟ้าที่ไม่ปลอดโปร่งหรือมีเมฆหนาได้

เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) สามารถแยกประเภทตามช่วงของการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าได้ 2 ประเภท ดังนี้

- Optical Radiation Wavelength คือ ช่วงของการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่าง 0.4 ถึง 14 ไมครอน

- คลื่นไมโครเวฟ (Microwaves) คือ ช่วงของการแผ่รังสีแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่าง 1 มิลลิเมตร ถึง 1 เมตร

ตารางที่ 2-2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและคุณสมบัติ

ช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็น (Visible light)	400 – 700 นาโนเมตร	เป็นช่วงคลื่นที่ตอบสนองสายตามนุษย์และสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วงคลื่น ดังนี้ - 400 - 500 นาโนเมตรสีน้ำเงิน - 500 - 600 นาโนเมตรสีเขียว - 600 - 700 นาโนเมตรสีแดง
ช่วงคลื่นอินฟราเรดชนิดสะท้อน (Reflected IR band)	700 นาโนเมตร – 3 ไมครอน	ช่วงคลื่นอินฟราเรดชนิดสะท้อนจะมีผลตอบสนองกับความชื้นได้เป็นอย่างดี เช่น ความชื้นในดินและพืช
ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal infrared)	3 - 5 ไมครอนและ 8 - 14 ไมครอน	ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนสามารถแยกออกได้เป็น 2 คลื่นย่อย อันได้แก่ 3 - 5 ไมครอนหรือ Mid-Wave Infrared (MWIR) ซึ่งจะตอบสนองได้ดีกับละอองความร้อนในอากาศ และช่วงคลื่น 8 - 14 ไมครอน หรือ Thermal Infrared จะตอบสนองได้ดีกับความร้อนในวัตถุ
คลื่นไมโครเวฟ (Microwave)	1 มิลลิเมตร – 10 เซนติเมตร	ใช้ประโยชน์ในด้านโทรคมนาคมระยะไกลและยังสามารถทะลุผ่านเมฆและฝนได้
เรดาร์ (Radar)	0.1 - 3 เซนติเมตร	เป็นระบบเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทแอคทีฟ (Active Sensor)
คลื่นวิทยุ (Radio wave)	มากกว่า 30 เซนติเมตร	เป็นช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นมากที่สุด จุดเด่นของช่วงคลื่นวิทยุ คือ สามารถเดินทางทะลุผ่านชั้นบรรยากาศได้ จึงนิยมถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการสื่อสารโทรคมนาคม

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น การระบุความต้องการที่ชัดเจนจึงเป็นสิ่งสำคัญในการระบุประเภทเทคโนโลยีดาวเทียมและเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดได้อย่างเหมาะสม โดยโครงการจ้างเหมาออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษจะเป็นการวิเคราะห์และออกแบบสถาปัตยกรรมดาวเทียมเบื้องต้นที่เหมาะสมสำหรับการใช้ดาวเทียมในการเพิ่มประสิทธิภาพและแก้ปัญหาคดีอาชญากรรมในประเทศ ณ ปัจจุบันเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ได้ถูกพัฒนาและนำมาใช้กับดาวเทียมอยู่หลากหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งอุปกรณ์ตรวจวัดจะถูกประเมิน วิเคราะห์ และคัดเลือกให้เหมาะสมกับภารกิจของดาวเทียมหรือความต้องการจากผู้ใช้งาน โดยรายละเอียดของอุปกรณ์ตรวจวัดที่ได้รับความนิยมและถูกนำมาใช้กับดาวเทียมในปัจจุบันจะถูกกล่าวถึงและอธิบายรายละเอียด ดังนี้

2.1.5.1 อุปกรณ์ตรวจวัดกล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Panchromatic Sensor

Panchromatic Sensor เป็นเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดที่ถูกใช้อย่างแพร่หลาย โดยการทำงานของ Panchromatic Sensor นั้นจะเป็นการรับความเข้มแสง (Light Intensity) ที่อยู่ในช่วงระหว่าง 0.47 ไมครอน ถึง 0.83 ไมครอน หรือถูกเรียกอีกอย่างว่า “ช่วงคลื่นแสงที่ตาของคนจะสามารถมองเห็นได้ (Full Visible Spectrum)” ซึ่งภาพที่ได้จากเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทนี้จะแสดงผลในรูปแบบขาวและดำเท่านั้น ดังภาพที่ 2-34 ยิ่งไปกว่านั้น เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดยังสามารถให้ค่าอัตราสัญญาณแสงต่อสัญญาณรบกวน (Signal-to-Noise Ratio) ได้สูงกว่าในกรณีที่ขนาดของอุปกรณ์รับสัญญาณ (Photo site) ที่เท่ากัน เมื่อเทียบกับอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทอื่น ดังนั้น Panchromatic Sensor จึงเป็นเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดที่เหมาะกับนำมาใช้ในกรณีที่ต้องการได้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงหรือ Very High Resolution Imagery ตัวอย่างเช่น ดาวเทียม WorldView - 3 สามารถให้รายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมที่ 31 เซนติเมตร ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ Panchromatic Sensor จะสามารถให้รายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมที่สูงแก่ผู้ใช้งาน แต่อุปกรณ์ตรวจวัดชนิดนี้ก็ยังมีจุดด้อยที่สำคัญมากคือ ไม่สามารถให้ภาพสีจริง (True Colour) แก่ผู้ใช้งานได้ อย่างไรก็ดีเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) ในปัจจุบันได้มีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก จึงทำให้มีวิธีการแก้ไขจุดด้อยของเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภท Panchromatic Sensor ได้ เช่น Pan-Sharpened Algorithm ซึ่งเป็นการนำภาพสี (True Colour) ที่มีความละเอียดที่ต่ำกว่ามาประมวลผลร่วมกับภาพที่ได้จากเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภท Panchromatic Sensor จึงทำให้ได้ภาพถ่ายดาวเทียมที่เรียกว่า ภาพสีรายละเอียดสูง หรือ Pan-Sharpened Imagery

ภาพที่ 2-34 ตัวอย่างภาพจากเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ Panchromatic Sensor

- **คุณลักษณะเฉพาะ**

  - ช่วงความยาวคลื่นที่สามารถใช้งานได้อยู่ที่ 0.47 ถึง 0.83 ไมครอน

- **ตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดมาใช้**

  - การสร้างแผนที่ด้วยภาพรายละเอียดสูง

  - การวางแผนเพื่อขยายขอบเขตเมือง

  - การวางแผนในการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ เช่น การวางแผนการสร้างรางรถไฟ

  - การติดตามสถานการณ์ต่าง ๆ ในกรณีที่สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้ยาก เช่น การเกิดเหตุเครื่องบินตกในหุบเขาลึก

2.1.5.2 อุปกรณ์ตรวจวัดกล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Multispectral Sensor

เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดหลายช่องสัญญาณหรือ Multispectral Sensor เป็นเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีความนิยมเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วย 4 ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสีน้ำเงิน ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสีเขียว ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสีแดง และช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอินฟราเรดใกล้ (Near Infra-red หรือ NIR) ดังนั้น ภาพถ่ายดาวเทียมจะประกอบด้วยข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่นฯ ในการถ่ายภาพเพียงครั้งเดียว ตัวอย่างดาวเทียมที่ใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภท Multispectral Sensor เช่น ดาวเทียมไทยโชต ซึ่งมีช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 4 ช่วงคลื่นและความละเอียดในแต่ละจุดภาพ 15 เมตร ยิ่งไปกว่านั้น การที่เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดมีช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจำนวนมากจะทำให้การแยกแยะความแตกต่างของวัตถุด้วยสีมีความง่ายขึ้น เช่น การวิเคราะห์อายุของข้าวระหว่างเพาะปลูก เป็นต้น

ภาพที่ 2-35 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมจากอุปกรณ์ตรวจวัด (SENSOR) หลายช่องสัญญาณ หรือ Multispectral (VNIR) Sensor[11]

1. การติดตามและตรวจสอบพืชพรรณด้วยเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภท Multispectral Sensor

ในช่วงคลื่นที่ตามนุษย์สามารถมองเห็น (0.45 - 0.65 ไมครอน) คลอโรฟิลล์ของใบพืชจะสามารถดูดกลืนพลังงานได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงคลื่นสีน้ำเงินและสีแดง (ความยาวคลื่น 0.5 ไมครอน) ดังนั้น ดวงตามนุษย์จึงมองเห็นใบพืชเป็นสีเขียว และในกรณีใบพืชมีอาการผิดปกติ เช่น ใบแห้งหรือเหี่ยว จะทำให้คลอโรฟิลล์ของใบพืชลดลงก็จะส่งผลทำให้การสะท้อนที่คลื่นสีแดงสูงขึ้น ในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infra-red หรือ NIR) จะสามารถสะท้อนพลังงานของใบพืชได้ค่อนข้างสูง โดยค่าการสะท้อนพลังงานคิดเป็น 50% ของพลังงานที่ตกกระทบ ซึ่งลักษณะของการสะท้อนพลังงานดังกล่าวเป็นผลมาจากโครงสร้างภายในของพืช (Cell Structure) ดังนั้น จึงทำให้ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้สามารถแยกแยะลักษณะโครงสร้างภายในของพืชที่มีความแตกต่างกันได้ ในทำนองเดียวกัน การสะท้อนพลังงานของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ยังสามารถบ่งบอกอาการผิดปกติทางใบพืชได้เช่นกัน

[11] https://www.facebook.com/gistda/photos/pcb.10158306312186265/10158306310376265/

2. การติดตามและตรวจสภาพดินด้วยเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภท Multispectral Sensor

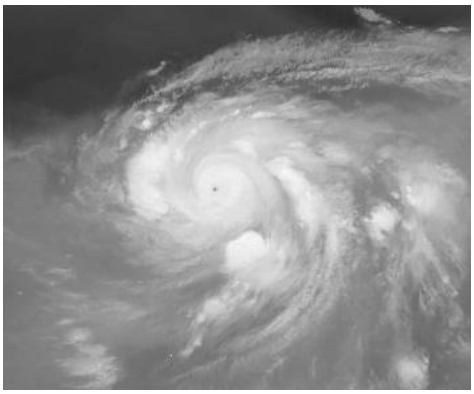
ความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนพลังงานของดินกับความยาวคลื่นมีความแปรปรวนน้อย ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการสะท้อนพลังงานของดิน คือ ความชื้นในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เนื้อดิน ปริมาณเหล็กออกไซด์และความขรุขระของผิวดิน (Roughness) ปัจจัยดังกล่าวมีความซับซ้อนและสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เช่น ลักษณะเนื้อดินที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน ดินทรายหยาบมีการระบายน้ำที่ดีจะสะท้อนพลังงานได้ค่อนข้างสูง ดินละเอียดจะมีการระบายน้ำค่อนข้างยากและจะสะท้อนพลังงานที่ต่ำ ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงจะมีสีคล้ำและดูดกลืนพลังงานสูงในช่วงสายตามองเห็น เช่นเดียวกันกับดินที่มีเหล็กออกไซด์ในปริมาณสูงจะปรากฏเป็นสีเข้ม เนื่องจากการสะท้อนพลังงานลดลง ในกรณีดินที่มีผิวขรุขระมากก็จะทำให้การสะท้อนของพลังงานลดลงเช่นกัน

3. การติดตามและตรวจสอบน้ำด้วยเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภท Multispectral Sensor

การสะท้อนพลังงานของน้ำมีลักษณะต่างจากวัตถุอื่นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงคลื่นอินฟราเรด จึงทำให้สามารถเขียนขอบเขตของน้ำได้ เนื่องจากน้ำที่ปรากฏอยู่บนผิวโลกมีหลายสภาพด้วยกัน เช่น น้ำขุ่น น้ำใส หรือน้ำที่มีสารต่าง ๆ เจือปน ดังนั้น การสะท้อนพลังงานจึงแตกต่างกันออกไป ในบางครั้งพื้นที่รองรับน้ำอาจจะส่งผลต่อการสะท้อนพลังงานของน้ำ น้ำใสจะดูดกลืนพลังงานเล็กน้อยที่ช่วงคลื่นต่ำกว่า 0.6 ไมครอน การส่งผ่านพลังงานจะเกิดขึ้นสูงในช่วงแสงสีน้ำเงิน เขียว แต่น้ำที่มีตะกอนหรือสิ่งเจือปนการสะท้อนและการส่งผ่านพลังงานจะเปลี่ยนไป เช่น น้ำที่มีตะกอนดินแขวนลอยอยู่มาก จะสะท้อนพลังงานได้มากกว่าน้ำใส ถ้ามีสารคลอโรฟิลล์ในน้ำมากขึ้น การสะท้อนช่วงคลื่นสีน้ำเงินจะลดลงและจะเพิ่มขึ้นในช่วงคลื่นสีเขียว ซึ่งอาจใช้เป็นประโยชน์ในการติดตามและคาดคะเนปริมาณสาหร่าย นอกจากนี้ ข้อมูลการสะท้อนพลังงานยังเป็นประโยชน์ในการสำรวจคราบน้ำมันและมลพิษจากโรงงานได้อีกด้วย

2.1.5.3 อุปกรณ์ตรวจวัดกล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Mid-wave Infrared (MWIR) Sensor

ย่านอินฟราเรดคลื่นกลาง (Mid wavelength infrared - MWIR) จะเป็นย่านความยาวคลื่นที่อยู่ถัดต่อจากย่านอินฟราเรดคลื่นสั้น โดยมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 3 - 8 ไมครอน ซึ่งในย่านนี้จะมีความสำคัญในการศึกษาและวิเคราะห์เรื่องที่เกี่ยวข้องกับไอน้ำ (Water vapor) ซึ่งได้มีการพัฒนาและติดตั้งอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่ย่านดังกล่าวเข้ากับดาวเทียม เช่น ดาวเทียม GOES-15 Imager แถบความถี่ที่ 3 ครอบคลุมความยาวคลื่นตั้งแต่ 5.77 - 7.33 ไมครอน หรือดาวเทียม MTSAT-2 แถบความถี่ที่ 4 (IR3) ครอบคลุมความยาวคลื่นตั้งแต่ 6.5 - 7.0 ไมครอน การระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ บนโลก เช่น การคายน้ำของพืช การหายใจของสัตว์ เป็นต้น จะทำให้เกิดไอน้ำ โดยไอน้ำจะไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้เนื่องจากมีสถานะเป็นแก๊ส ไอน้ำจะแทรกตัวปะปนทั่วไปในอากาศมีปริมาณมากน้อยต่างกัน การประยุกต์ใช้ข้อมูลในย่านอินฟราเรดคลื่นกลางโดยทั่วไปข้อมูลภาพถ่ายไอน้ำจะแสดงผลด้วยระดับสีเทา (Gray scale) โดยค่าน้อยจะแสดงด้วยสีดำ หมายถึง ไม่มีไอน้ำ (ไม่มีความชื้น/อากาศแห้ง) ค่ามากจะแสดงด้วยสีขาว หมายถึง มีไอน้ำสูงที่ความสูงระดับบนของบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์



ภาพที่ 2-36 ตัวอย่างภาพถ่ายจาก Mid-wave (MWIR) Infrared Sensor ของเฮอร์ริเคนวิลม่า บริเวณทะเลแคริบเบียน[12]

อีกหนึ่งการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากอุปกรณ์ตรวจวัดย่านอินฟราเรดคลื่นกลาง (Mid-wave (MWIR) Infrared Sensor) นั่นคือ การตรวจจับบริเวณที่มีการรั่วของก๊าซต่าง ๆ เช่น การรั่วของก๊าซจากแหล่งผลิตก๊าซธรรมชาติ

ภาพที่ 2-37 ภาพตัวอย่างการตรวจจับการรั่วของก๊าซมีเทนกว่า 10,000 ตัน ในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม[13]

2.1.5.4 อุปกรณ์ตรวจวัดกล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Thermal sensors

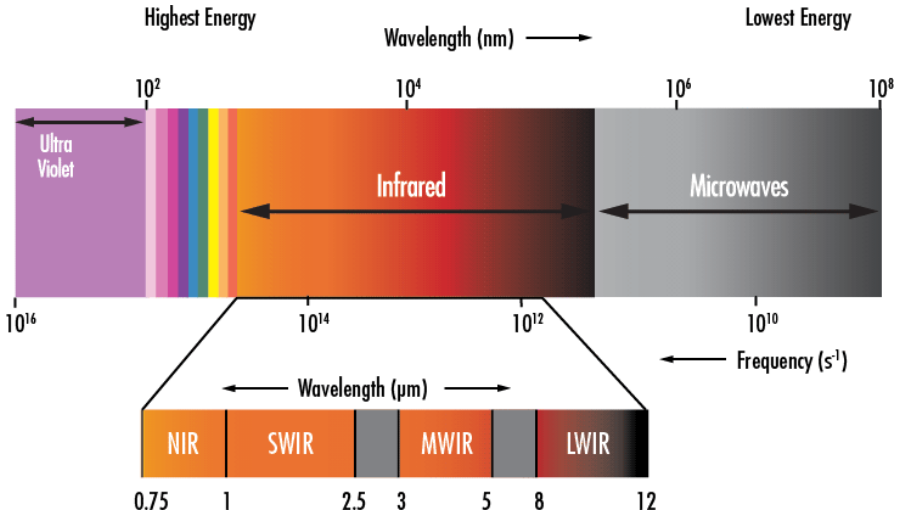
Thermal sensors เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อน ถือเป็นเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทพาสซีฟ (Passive) ทำหน้าที่ตรวจจับพลังงานการแผ่รังสีทางความร้อนที่ปล่อยออกมาตามธรรมชาติจากระยะไกล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดซึ่งเป็นคลื่นที่มองไม่เห็นได้ด้วยตาเปล่า สามารถทำการสำรวจหรือตรวจจับคลื่นอินฟราเรดระยะใกล้ (near-infrared) ที่ความยาวคลื่นตั้งแต่ 0.7 – 1.3 ไมครอน อินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) ตั้งแต่ 1.3 – 3 ไมครอน และ คลื่นยาวหรืออินฟราเรดความร้อนตั้งแต่ 3 - 14 ไมครอน เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อนอาศัยการปล่อยพลังงานความร้อนจากผิวโลกออกมาในช่วงคลื่นอินฟราเรด เพื่อวัดอุณหภูมิ

---

[12] http://etc.csrs.ku.ac.th/pluginfile.php/837/mod_resource/content/1/IRS.pdf

[13] https://www.satelytics.com/archives/2017-infographic-detecting-methane-leaks-using-satellite-imagery-and-satelytics

พื้นดิน อุณหภูมิมหาสมุทรความชื้นในบรรยากาศและความสมดุลของการแผ่รังสีของโลก เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อนที่ใช้กับโลกส่วนใหญ่มักเน้นในช่วง 8 - 14 ไมครอน ตามกฎของ Wien's สำหรับวัตถุที่มีอุณหภูมิประมาณ 300K หรือ 27° C จะเกิดการสะท้อนสูงสุดที่ช่วงคลื่นประมาณ 9.7 ไมครอน แม้ว่าเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อนจะสามารถติดตั้งอยู่บนเครื่องบินหรือระบบภาคพื้นดิน อย่างไรก็ดี เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อนจำนวนมากได้ถูกติดตั้งอยู่บนดาวเทียม ด้วยเหตุผลของความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มากกว่าและมีตัวอย่างการใช้งานเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อน ดังนี้



ภาพที่ 2-38 แสดงความยาวคลื่นของรังสีอินฟราเรด[14]

1. อุปกรณ์ตรวจวัดกล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Thermal Infrared Multispectral Scanner (TIMS)

Thermal Infrared Multispectral Scanner (TIMS) ถูกพัฒนาโดย NASA และ Jet Propulsion Laboratory เพื่อใช้ในการสำรวจหาสายแร่ TIMS เป็นเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดทางความร้อนแบบสแกนได้หลายสเปกตรัม (Multispectral bands) ที่มีช่วงคลื่นย่อยต่างกัน 6 ช่วงคลื่น ตั้งแต่ 8.2 ถึง 12.2 ไมครอน มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 18 เมตร ถูกติดตั้งอยู่บนเครื่องบินใช้เป็นอุปกรณ์ทางธรณีวิทยา เพื่อตรวจหาหินซิลิเกต คาร์บอเนต และความร้อนใต้พื้นผิวโลก ข้อมูลจาก TIMS ถูกนำไปใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับภูเขาไฟในสหรัฐอเมริกาตะวันตก หมู่เกาะฮาวาย และยุโรป

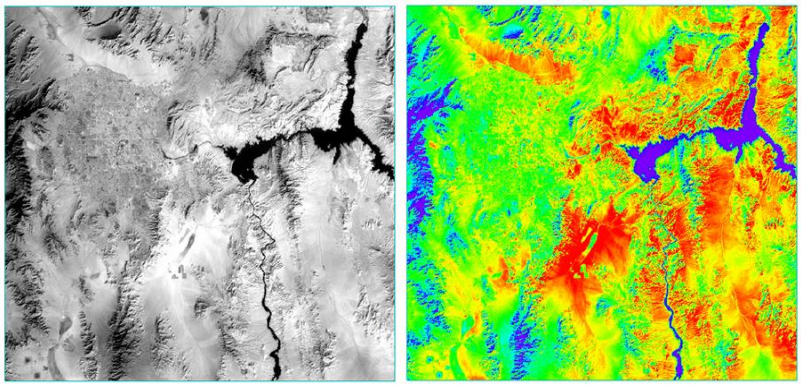
[14] https://www.edmundoptics.com/knowledge-center/application-notes/imaging/what-is-swir/

2. อุปกรณ์ตรวจวัดกล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)

ASTER เป็นเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อนที่ถูกติดตั้งบนดาวเทียมเทอร์รา (TERRA) ประกอบด้วยระบบย่อยของเซ็นเซอร์ 3 ระบบ ได้แก่ คลื่นสั้นอินฟราเรด (SWIR) คลื่นอินฟราเรดความร้อน (TIR) และคลื่นอินฟราเรดมองเห็นได้และอินฟราเรดระยะใกล้ (VNIR) ที่ตรวจจับคลื่นตั้งแต่ระยะ 8.1 - 11.6 ไมครอน และให้ความละเอียดเชิงพื้นที่ 90 เมตร สามารถสร้างภาพความละเอียดสูงของเมฆ น้ำแข็ง น้ำ และพื้นผิวดิน แสดงข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นดิน การแผ่รังสี การสะท้อนแสง และระดับความสูง เพื่อนำไปใช้ในงานวิจัยสภาพอากาศ

3. อุปกรณ์ตรวจวัดกล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Thermal Infrared Sensor (TIRS)

เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดอินฟราเรดความร้อน (TIRS) วัดอุณหภูมิพื้นผิวพื้นดินในแถบความร้อน 2 ช่วงคลื่น ได้แก่ ช่วงคลื่นระหว่าง 10.60 - 11.19 ไมครอน และช่วงคลื่นระหว่าง 11.50 - 12.51 ไมครอน การทำงานของ TIRS จะใช้เทคโนโลยีฟิสิกส์ควอนตัมที่ซับซ้อนเพื่อตรวจจับความร้อนและแยกอุณหภูมิของพื้นผิวโลกออกจากบรรยากาศได้ มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 100 เมตร แต่จะถ่ายภาพ (Resample) ทุก 30 เมตร TIRS ถูกเพิ่มเข้ามาในภารกิจดาวเทียมสำรวจทรัพยากร เพื่อติดตามสถานะการพื้นที่เพาะปลูกและปริมาณน้ำที่มีอยู่ เนื่องจาก 80% ของการใช้น้ำจืดในสหรัฐอเมริกาใช้ไปกับการเกษตร TIRS จึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการบริหารปริมาณน้ำที่มีอยู่ให้เหมาะสมกับพื้นที่ทางการเกษตร ภาพถ่ายทางความร้อนสามารถนำไปใช้งานได้อย่างหลากหลาย เช่น สามารถประมาณความชื้นในดิน การทำแผนที่ประเภทของดิน การกำหนดประเภทของหินและแร่ธาตุ การจัดการไฟป่า และการระบุการรั่วไหลหรือการปล่อยมลพิษ ภาพถ่ายทางความร้อนมักจะแสดงค่าเริ่มต้นเป็นภาพสีเทา โดยบริเวณที่สว่างกว่าจะหมายถึงบริเวณอุ่นกว่า ในขณะที่พื้นที่มืดหรือสีเข้มจะหมายถึงบริเวณที่เย็นกว่า นอกจากนี้ ภาพถ่ายทางความร้อนสามารถแสดงเป็นแถบสีต่าง ๆ เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพที่ 2-39 ภาพแสดงความร้อนของ Las Vegas และทะเลสาบ Mead ถูกถ่ายเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2015 แสดงความร้อนของ Las Vegas และทะเลสาบ Mead ด้วยเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดแบบ TIRS ที่ถูกติดตั้งบนดาวเทียม Landsat 8 ภาพสีเทาด้านซ้ายในพื้นที่เย็นจะมีสีเข้มในขณะที่พื้นที่สว่างจะร้อนกว่าและภาพด้านขวาได้จากข้อมูลเดียวกันซึ่งเป็นการแสดงอุณหภูมิโดยการไล่ระดับสี บริเวณที่เย็นเป็นสีน้ำเงิน และพื้นที่อบอุ่นเป็นสีแดง

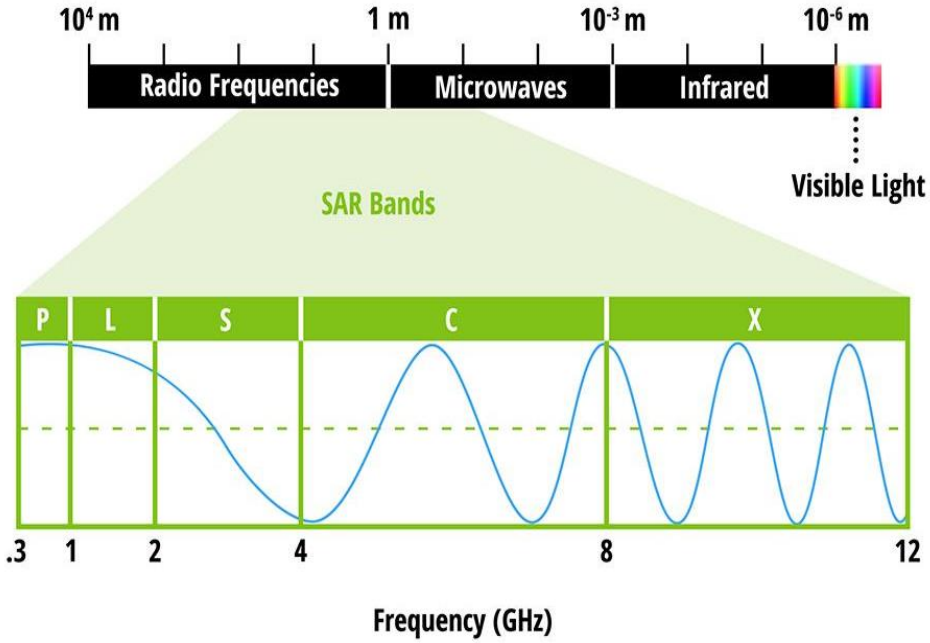


ภาพที่ 2-39 ภาพแสดงความร้อนของ Las Vegas และทะเลสาบ Mead

2.1.5.5 อุปกรณ์ตรวจวัดกล้องถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Synthetic Aperture Radar (SAR)

Synthetic Aperture Radar (SAR) เป็นระบบมาจากการพัฒนาระบบเรดาร์ และถูกนำมาประยุกต์ใช้สำหรับดาวเทียมสำรวจทรัพยากร โดยสามารถแบ่งได้ตามแถบคลื่นวิทยุ (Band) หลักที่ใช้ในการถ่ายภาพ ได้แก่

1. Ka, K, Ku-band มีช่วงคลื่นที่สั้นที่สุด มีการใช้งานระบบเรียกว่า SLAR
2. X-band เป็นช่วงคลื่นที่ให้ความละเอียดสูง มีการใช้ประโยชน์ทั้งทางทหาร และพลเรือน
3. C-band นิยมใช้ในระบบการบิน ให้ความละเอียดระดับกลาง
4. S-band เป็นช่วงคลื่นที่มีการใช้งานในสถานีอวกาศ ALMAZ ของประเทศรัสเซีย และอยู่ระหว่างการวิจัยเพื่อใช้ในดาวเทียมบริษัทในประเทศอังกฤษ เพื่อใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังภัยพิบัติ
5. L-band คลื่นในช่วงนี้มีประเทศญี่ปุ่นได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อใช้ในดาวเทียม ALOS-1
6. P-band เป็นช่วงคลื่นที่ยาวที่สุดจึงมีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์



ภาพที่ 2-40 แสดงความถี่ในแต่ละช่วงคลื่นของ Synthetic Aperture Radar (SAR)[15]

[15] https://earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/what-is-sar

1. การทะลุทะลวงของสัญญาณเรดาร์

การทะลุทะลวงของสัญญาณเรดาร์เป็นข้อมูลสำคัญในการเลือกช่วงคลื่นให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สั้นจะมีพลังงานสูงกว่าช่วงคลื่นยาว ดังนั้น คลื่นสั้นจะมีความปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับวัตถุมาก จึงทำให้มีความสามารถในการทะลุทะลวงน้อยกว่าช่วงคลื่นยาวซึ่งความปฏิสัมพันธ์กับวัตถุที่น้อยกว่า และในทางกลับกันช่วงคลื่นยาวจะสามารถทะลุทะลวงลงไปในวัตถุได้มากกว่าช่วงคลื่นสั้น ดังตารางแสดงช่วงคลื่นเรดาร์ ความยาวคลื่น และความสามารถทะลุทะลวงลงไปในพื้นผิวของพื้นที่

ตารางที่ 2-3 ตารางแสดงการทะลุทะลวงของสัญญาณเรดาร์

ช่วงคลื่นเรดาร์	ความยาวคลื่น (ซม.)	ความลึกที่ทะลุทะลวง (ซม.) ประมาณ
P-band	30-100	50
L-band	15-30	25
S-band	7.5-15	10
C-band	3.75-7.5	5
X-band	2.4-3.75	3
Ka, K, Ku-band	0.75-2.4	1

สำหรับช่วงคลื่นเรดาร์ X-band จะให้ความละเอียดภาพที่สูงกว่าช่วงคลื่นอื่น เนื่องจากมีการสะท้อนกลับวัตถุบนพื้นดินทำได้ดีกว่าช่วงคลื่นเรดาร์อื่นและเหมาะสมสำหรับการถ่ายภาพที่ต้องการความละเอียดสูง

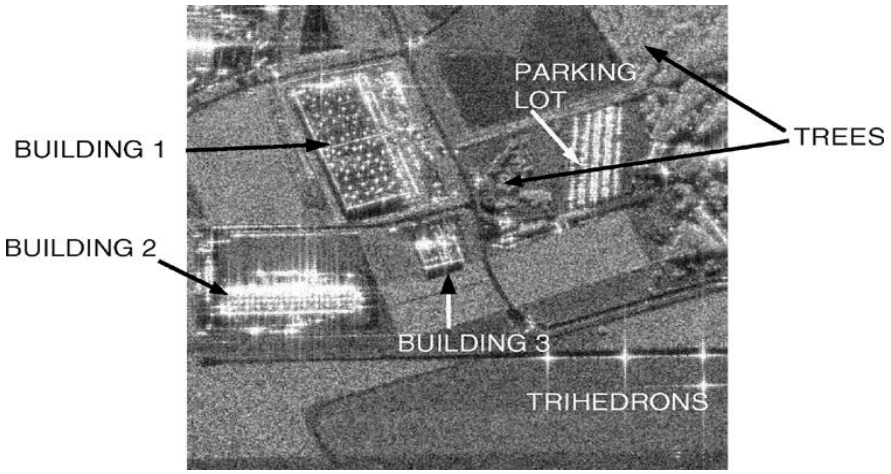
2. การใช้ประโยชน์จากช่วงคลื่น X - Band

- การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและภัยธรรมชาติ โดยดาวเทียม SAR มีคุณสมบัติเหมาะสมในการติดตามและประมวลผลเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและภัยพิบัติ เนื่องจากสามารถทำงานได้ในทุกสภาพอากาศ และทำงานได้ตลอดวันคือ ช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน โดยดาวเทียม SAR แต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติเหมาะสมกับสถานการณ์ที่แตกต่างกัน กรณีที่ต้องการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสิ่งก่อสร้าง หรือวัตถุบนพื้นดิน ภาพจาก X-band SAR มีความละเอียดมาก จึงมีประโยชน์มากกว่าช่วงคลื่นอื่น เมื่อนำมาประมวลผล

- การเฝ้าระวังภัย ดาวเทียม SAR มักถูกนำมาใช้ในการเฝ้าระวังภัยหลายด้าน เนื่องจากสามารถถ่ายภาพผ่านก้อนเมฆทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวัง สำหรับการติดตามและจำแนกวัตถุที่ขนาดเล็กกว่า 2 เมตร เช่น รถถังทหาร ต้องการเรดาร์ที่มีความละเอียดสูงมาก ช่วงคลื่น X-band จึงเป็นช่วงคลื่นที่สามารถตอบโจทย์ได้ เพราะมีคุณสมบัติในการถ่ายภาพที่มีขนาดเท่ากับหรือน้อยกว่า 1 เมตรได้ ทั้งนี้ข้อจำกัด

ของช่วงคลื่น X-band คือ การสะท้อนบนผิววัตถุ จึงไม่สามารถถ่ายภาพทะลุผ่านวัตถุได้ เช่น หากมีวัตถุอยู่ใต้ต้นไม้ จะไม่เห็นวัตถุที่อยู่ภายใต้ต้นไม้ เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังมีการใช้ประโยชน์จากดาวเทียม X-band SAR ในวัตถุประสงค์อื่น ๆ ได้แก่ การติดตามภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม การติดตามการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเลชายฝั่ง การทำนายผลผลิต การประมาณผลผลิตทางการเกษตร การติดตามการเปลี่ยนแปลงในการใช้ดิน การวิเคราะห์การเพาะปลูกทางการเกษตร เช่น การติดตามการเจริญเติบโตของข้าว การติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่า การบุกรุกที่ดิน การป้องกันและตรวจสอบน้ำท่วมและดินถล่ม การสร้างแผนที่แบบเรียลไทม์ของส่วนงานทางการทหารและการป้องกันประเทศ นอกจากการใช้ในการเฝ้าระวังตามที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังใช้กับภารกิจป้องกันชายแดนทั้งทางบกและชายฝั่งน่านน้ำ โดยภาพที่ 2-41 เป็นตัวอย่างภาพที่ถ่ายจากคลื่น X-band ซึ่งผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแล้ว



ภาพที่ 2-41 ตัวอย่างภาพถ่ายจาก X-band SAR (Urban SAR image at X-band)[16]

2.1.5.6 LIDAR (Light Detection and Ranging) Sensor

ไลดาร์ (LIDAR) ย่อมาจากคำว่า Light Detection And Ranging เป็นเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) ที่ใช้วิธีการยิงแสงเลเซอร์ให้ไปตกกระทบกับพื้นผิวภูมิประเทศหรือวัตถุบนพื้นผิวภูมิประเทศบริเวณที่เครื่องบินหรือดาวเทียมบินผ่านพื้นที่นั้น ซึ่งลำแสงเลเซอร์ถูกปล่อยออกจากเครื่องส่งสัญญาณไปตกกระทบกับพื้นผิวของวัตถุหรือพื้นภูมิประเทศ จากนั้นจึงสะท้อนกลับเข้าสู่ตัวเครื่องรับและส่งสัญญาณ ผลที่ได้คือ ความแตกต่างของระยะเวลาที่ลำแสงเลเซอร์ถูกส่งไปแล้วกระทบกลับมา ทำให้สามารถคำนวณหาระยะทาง ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ที่ทำการสำรวจได้อย่างถูกต้อง โดยข้อมูลบนพื้นภูมิประเทศที่ทำการสำรวจจะแสดงลักษณะของค่าความสูงของจุดต่าง ๆ บนพื้นผิวภูมิประเทศ ซึ่งความถูกต้องของการรังวัดด้วยไลดาร์จะให้ความถูกต้องทางราบเท่ากับ 0.50 - 1 เมตร

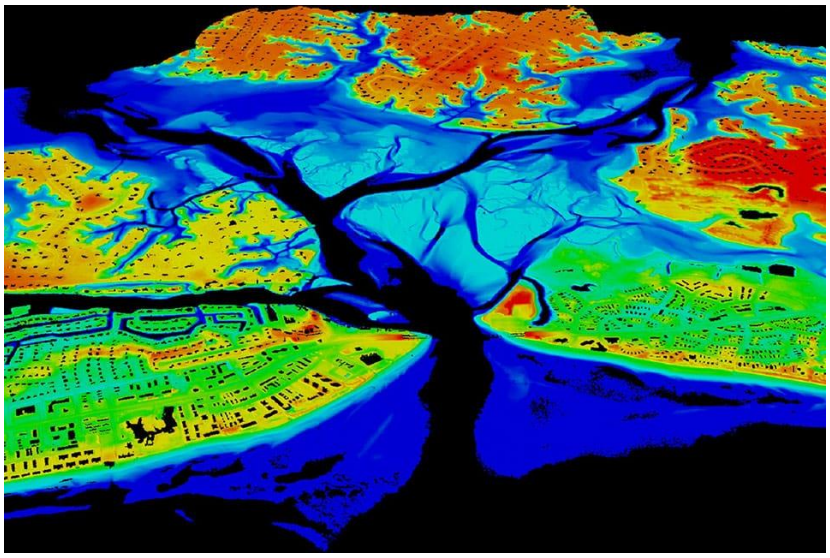
---

[16] Koeniguer, Elise & Titin-Schnaider, Cécile & Tabbara, Walid. (2006). An Interferometric Coherence Optimization Method in Radar Polarimetry for High-Resolution Imagery. Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on. 44. 167 - 175. 10.1109/TGRS.2005.859357.

และความถูกต้องทางดิ่งของพื้นภูมิประเทศเท่ากับ 0.15 - 0.185 เมตร ขึ้นอยู่กับระยะห่างของจุดที่ทำการสำรวจในการสแกนด้วยลำแสงเลเซอร์ของการกวาดภาพบนพื้นภูมิประเทศ

ข้อมูลดิบที่ได้จะเป็นข้อมูลที่เป็นลักษณะ DSM หรือ Digital Surface Model คือ ความสูงที่ได้จะรวมสิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งที่ปกคลุมผิวโลก เช่น ต้นไม้ ตึกอาคาร และพืชพรรณไปด้วย ปัจจุบันข้อมูลความสูงจาก LIDAR จึงมีอยู่สองลักษณะ คือ แบบที่เป็น Bare Ground คือ ได้ขจัดสิ่งที่ปกคลุมพื้นผิวไปแล้ว กับ แบบ Reflective คือ ข้อมูลความสูงที่รวมสิ่งปลูกสร้างไปด้วย

เครื่องมือ Lidar ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเลเซอร์ เครื่องสแกน และเครื่องรับ GPS ไลดาร์ ซึ่งประกอบไปด้วยสองประเภทหลัก ๆ ได้แก่ Topographic และ Bathymetric โดยประเภท Topographic มักใช้เลเซอร์ช่วง near-infrared เพื่อทำแผนที่ที่ดิน ในขณะที่ไลดาร์แบบ Bathymetric ใช้แสงสีเขียวที่เจาะน้ำเพื่อวัดระดับพื้นทะเลและก้นแม่น้ำ



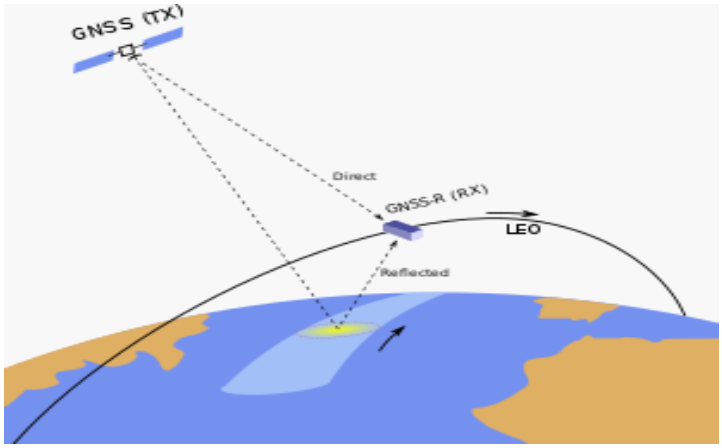
ภาพที่ 2-42 ตัวอย่างภาพถ่ายแผนที่บริเวณ Lynn haven Inlet รัฐ Virginia จากอุปกรณ์ตรวจวัดประเภท LIDAR

2.1.5.7 GNSS Reflectometry (GNSS-R)

GNSS Reflectometry หรือ GNSS-R เป็นการวัดการสะท้อนของคลื่นสัญญาณที่สะท้อนจากโลกมายังอุปกรณ์รับคลื่นสัญญาณที่ดาวเทียม โดยคลื่นสัญญาณที่วัดเป็นคลื่นสัญญาณที่เกิดจากการสะท้อนของระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลก (Global Navigation Satellite Systems: GNSS) เช่น GPS และ GLONASS เป็นต้น แนวคิดในการใช้การสะท้อนคลื่นสัญญาณ GNSS สำหรับการสังเกตการณ์โลกเริ่มเป็นที่นิยมในช่วงปี ค.ศ. 1990 ที่ศูนย์วิจัยของ NASA Langley โดยมีการนำ GNSS-R มาประยุกต์ใช้ทางด้านการสำรวจสภาพพื้นผิวโลก ได้แก่ ทางด้านสมุทรศาสตร์โดยการวัดระยะความสูงของคลื่นและความเร็วลม การตรวจสอบสภาพพื้นผิวที่เป็นแผ่นน้ำแข็ง รวมถึงการตรวจสอบสภาพความชื้นของดิน เป็นต้น

1. หลักการทำงานของ GNSS-R Reflectometry

GNSS-R เป็นการตรวจจับสัญญาณแบบพาสซีฟ (Passive) โดยการรับสัญญาณสะท้อนจากแหล่งที่มาคือ ดาวเทียมนำทางที่สร้างสัญญาณนำทางส่งมาที่พื้นโลก คลื่นสัญญาณนำทางจะสะท้อนจากพื้นโลกมาที่เครื่องรับ GNSS-R โดยเครื่องรับสัญญาณ GNSS-R จะวัดความล่าช้าของสัญญาณจากดาวเทียม (The pseudorange measurement คือ การวัดระยะทางระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับสัญญาณ GNSS) และอัตราการเปลี่ยนแปลงของช่วงระหว่างดาวเทียมและผู้รับสัญญาณ (The Doppler measurement) พื้นที่ผิวของสัญญาณ GNSS ที่สะท้อนมาสามารถแปลงเป็นพารามิเตอร์การหน่วงเวลา (Time delay) และการเปลี่ยนแปลงความถี่ (Frequency change) เป็นผลให้สามารถสร้าง Delay Doppler Map (DDM) โดยรูปร่างและการกระจายกำลังของสัญญาณภายใน DDM ข้อมูลเหล่านี้จะสามารถนำไปแปลผลเพื่อใช้ประโยชน์ทางธรณีฟิสิกส์ได้ต่อไป



ภาพที่ 2-43 แผนภาพระบบการรับสัญญาณ GNSS-R[17]

- **ตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดมาใช้**

- Oceanography (Wave Height and Wind Speed) การใช้ประโยชน์ทางด้านสมุทรศาสตร์ เช่น การวัดระยะความสูงของคลื่นและความเร็วลม

- Cryosphere monitoring การสำรวจสภาพของพื้นผิวโลกที่ประกอบด้วยน้ำในรูปของแข็ง ได้แก่ ธารน้ำแข็ง ทะเลและทะเลสาบน้ำแข็งรวมถึงภูเขาน้ำแข็ง

- Soil moisture monitoring การตรวจสอบสภาพความชื้นของดิน

- Roughness ความราบเรียบของพื้นผิวโลก

- Meteorologist การสำรวจสภาพอากาศ

- Maritime การใช้ข้อมูลสภาพอากาศและสมุทรศาสตร์ในการเดินเรือ

- Detecting snow height การสำรวจความหนาของชั้นหิมะ

- Ground based observations การสำรวจสภาพแวดล้อมภาคพื้นดิน

---

[17] https://en.wikipedia.org/wiki/GNSS_reflectometry

2. ภารกิจที่นำอุปกรณ์ตรวจวัดมาใช้

- UK-DMC (SSTL) มี GNSS-R เป็นหนึ่งในเพย์โหลด (Payload) ดาวเทียมนี้สร้างโดยบริษัท Surrey Satellite Technology ประเทศอังกฤษ โดยมีภารกิจเป็นดาวเทียมเฝ้าระวังภัยพิบัติ (Disaster Monitoring Constellation: DMC) นำส่งในปี ค.ศ. 2003

- CYGNSS (NASA, cyclone GNSS) เป็นดาวเทียมประเภทการวิจัยสภาพอากาศ ซึ่งพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยมิชิแกนและสถาบันวิจัยภาคตะวันตกเฉียงใต้ (The University of Michigan and Southwest Research Institute) โดยการสนับสนุนของ NASA มีจุดประสงค์ในการปรับปรุงการพยากรณ์พายุเฮอริเคน นำส่งในปี ค.ศ. 2016

2.1.5.8 Automatic Identification System Receiver

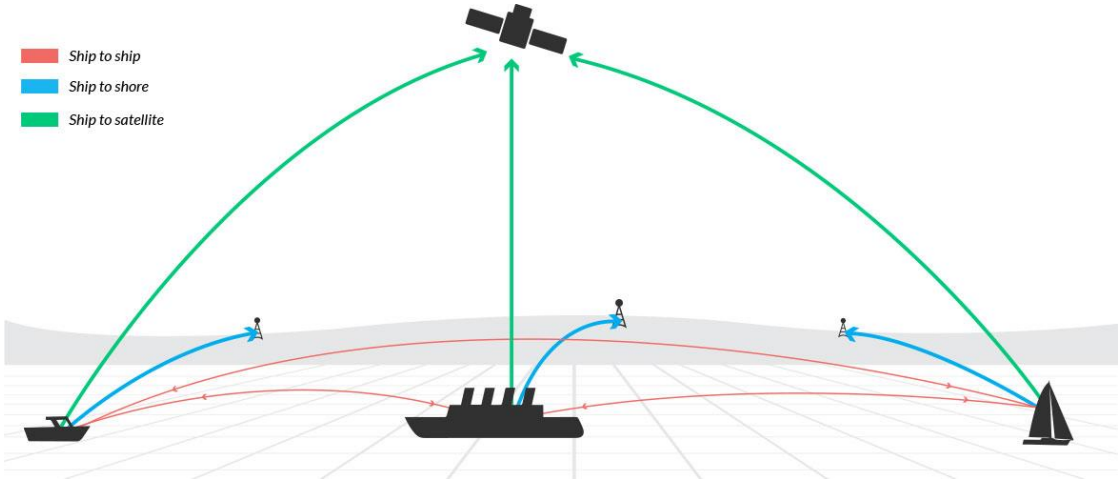
ระบบ AIS (Automatic Identification System) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า UAIS หรือ Universal Automatic Identification System เป็นระบบหรืออุปกรณ์แสดงตนอัตโนมัติที่ใช้สำหรับในกิจการเดินเรือภายในประเทศหรือระหว่างประเทศ ปกติแล้วการเดินเรือในน่านน้ำ ณ บริเวณต่าง ๆ ของโลก ผู้ที่เป็นเจ้าของเรือจะต้องนำเรือไปขึ้นทะเบียนโดยระบุข้อมูลอัตลักษณ์ เช่น ชื่อของเรือ ขนาด สี และลักษณะเฉพาะต่าง ๆ เป็นต้น และข้อมูลดังกล่าวถูกจัดเก็บไว้ในอุปกรณ์ส่งสัญญาณ AIS ซึ่งจะถูกติดตั้งบนเรือลำนั้น ๆ คล้ายเป็นบัตรประชาชนของเรือก็ว่าได้ ซึ่งอุปกรณ์ส่งสัญญาณ AIS จะทำการกระจายสัญญาณโดยระบุลักษณะของเรือพร้อมทั้งตำแหน่งอยู่ตลอดเวลา โดยจะมีอุปกรณ์รับสัญญาณ AIS ซึ่งจะถูกติดตั้งบริเวณชายฝั่งเพื่อรอรับสัญญานและติดตามตำแหน่งของเรือในขณะเดียวกัน อย่างไรก็ดี ด้วยข้อจำกัดที่เกี่ยวกับความโค้งของโลกทำให้ระยะทางในการติดตามสัญญาณของเรือมีข้อจำกัด ซึ่งส่งผลให้มีบริเวณจุดอับสัญญาณและไม่สามารถติดตามสัญญาณเรือได้อีกต่อไป ด้วยเหตุนี้การติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณ AIS บนดาวเทียมจึงเป็นที่นิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน และยังสามารถแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับจุดอับสัญญาณที่กล่าวมาข้างต้นได้อีกด้วย อย่างไรก็ดี อุปกรณ์รับสัญญาณ AIS จะสามารถรับสัญญาณเรือได้ในกรณีที่ดาวเทียมเคลื่อนผ่านพื้นที่นั้น ๆ และต้องเปิดใช้งานอุปกรณ์ด้วยเท่านั้น

1. คุณลักษณะเฉพาะของ Automatic Identification System

- **ความถี่ใช้งานใน Automatic Identification System**
  - ช่องสัญญาณที่ 1: 161.975 MHz (Channel 87B) ใช้ในการรับ-ส่งสัญญาณระหว่างเรือ
  - ช่องสัญญาณที่ 2: 162.025 MHz (Channel 88B) ใช้ในการรับ-ส่งสัญญาณระหว่างเรือกับเสาสัญญาณชายฝั่ง
- **ข้อมูลเบื้องต้นที่จะได้รับจาก Automatic Identification System**
  - หมายเลข IMO Number
  - นามเรียกขานของเรือ
  - ชื่อเรือ (Vessel Name)
  - ชนิดของเรือ (Vessel Type)
  - ขนาดของเรือ (Dimension)
  - ตำแหน่งของเรือ (LAT/LONG)
  - เวลาล่าสุด
  - ทิศทางการเดินเรือ (Course)
  - ความเร็วปัจจุบัน (Speed)
  - จุดหมายปลายทาง (Destination)
  - วันเวลาที่จะเดินทางถึงจุดหมาย (ETA)

2. ตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดมาใช้

การใช้ข้อมูล AIS ในการระบุหรือแยกแยะเรือที่ขึ้นทะเบียนและเรือที่ยังไม่ได้ขึ้นทะเบียนในน่านน้ำไทยร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียม การติดตามและระบุพิกัดเรืออับปางในทะเลเพื่อวางแผนในการช่วยเหลืออย่างทันทวงทีการใช้ข้อมูล AIS ร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อตรวจสอบเรือที่ลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว ว่าข้อมูลถูกต้องหรือไม่ เช่น ชื่อเรือ (Vessel Name) และขนาดของเรือ (Dimension)



ภาพที่ 2-44 การรับสัญญาณเรือด้วยอุปกรณ์รับสัญญาณ AIS บนดาวเทียม[18]

2.1.5.9 Automatic Dependent Surveillance–Broadcast System

ระบบ Automatic Dependent Surveillance–Broadcast (ADS-B) เป็นระบบที่มีความคล้ายคลึงกับระบบ Automatic Identification System (AIS) เป็นอย่างมาก โดยมีหลักการเช่นเดียวกัน คือ อากาศยานทุกลำจะต้องติดตั้งตัวส่งสัญญา Automatic Dependent Surveillance–Broadcast (ADS-B) เพื่อใช้ในการกระจายสัญญาณข้อมูลลักษณะอัตลักษณ์ของอากาศยานลำนั้น ๆ เช่น ชื่อ ขนาดและลักษณะ สี ตำแหน่ง และเวลา เป็นต้น โดยอุปกรณ์รับสัญญาณจะถูกติดตั้งไว้ ณ สนามบิน เพื่อคอยรับสัญญาณข้อมูลจากอากาศยานที่ถูกส่งมา อย่างไรก็ดี การติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณ ณ สนามบินยังมีข้อจำกัดเดียวกันกับระบบ Automatic Identification System (AIS) นั้นคือ ความโค้งของโลกทำให้ระยะทางในการติดตามสัญญาณอากาศยานมีข้อจำกัด ส่งผลให้มีบริเวณจุดอับสัญญาณและไม่สามารถติดตามสัญญาณได้อีกต่อไป เพื่อแก้ไขปัญหาจุดอับสัญญาณของอุปกรณ์รับสัญญาณ ADS-B การติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณ ADS-B บนดาวเทียมจึงเป็นที่นิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบันและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของดาวเทียมใช้งานอีกด้วย

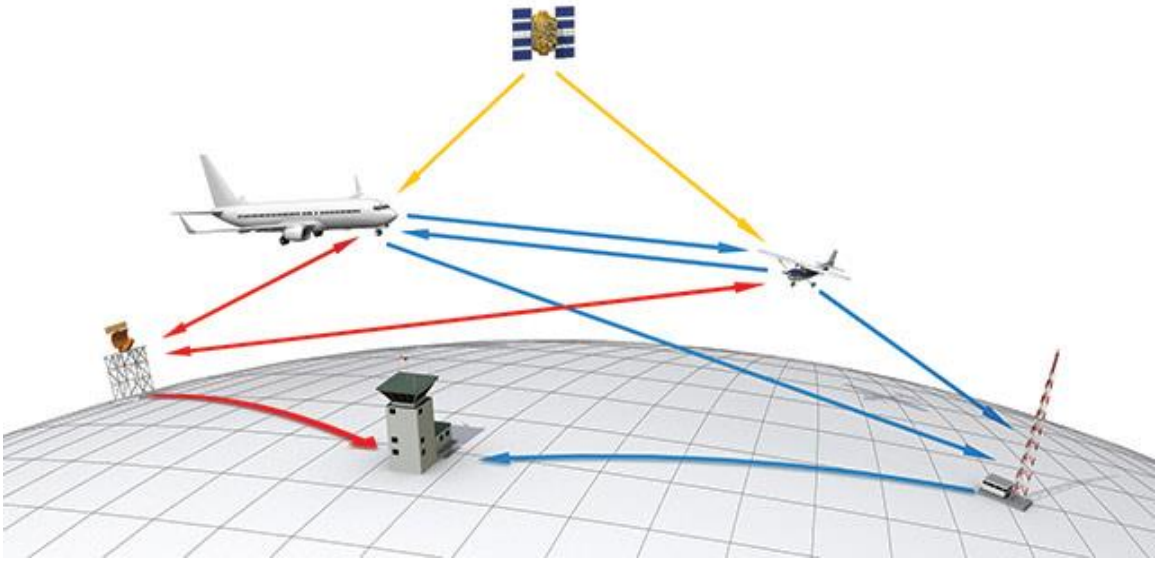
[18] https://sat-trak.com/

1. คุณลักษณะเฉพาะของระบบ Automatic Dependent Surveillance–Broadcast

- **ความถี่ใช้งานในระบบ Automatic Dependent Surveillance–Broadcast**
  - ช่องสัญญาณที่ 1: 1,090 MHz ใช้ในการรับ-ส่งสัญญาณจากอากาศยานในกรณีปกติ
  - ช่องสัญญาณที่ 2: 978 MHz ใช้กับอากาศยานที่ทำงานต่ำกว่า 18,000 ฟุต (5,500 เมตร) โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดความแออัดของการใช้งานความถี่ 1090 MHz

2. ตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดมาใช้

- **การใช้ข้อมูล ADS-B เพื่อการจราจรของอากาศยานหรือเครื่องบินที่เหมาะสม**
- **การระบุตำแหน่งอากาศยานที่เกิดอุบัติเหตุบริเวณห่างไกล เพื่อทำการเข้าช่วยเหลือได้อย่างทันท่วงที**



ภาพที่ 2-45 การรับสัญญาณเรือด้วยอุปกรณ์รับสัญญาณ ADS-B บนดาวเทียม[19]

[19] https://www.aopa.org/advocacy/advocacy-briefs/air-traffic-services-brief-automatic-dependent-surveillance-broadcast-ads-b

2.2 ความรู้เกี่ยวกับอาชญากรรมพิเศษ

2.2.1 ความหมายของคดีพิเศษ

ตามมาตรา 3 แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 ได้นิยามความหมายของคดีพิเศษไว้ว่า คดีความผิดทางอาญาที่กำหนดไว้ตามมาตรา 21 ซึ่งตามมาตรา 21 กำหนดให้คดีพิเศษจะต้องสืบสวนและสอบสวนตามพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547

ตามประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 เรื่อง กำหนดรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ วันที่ 10 มิถุนายน 2565 โดยได้กำหนดให้คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามกฎหมาย จำนวน 25 ฉบับ ตามบัญชีท้ายประกาศดังกล่าว

มีรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิด ดังนี้

1. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการกู้ยืมเงินที่เป็นการฉ้อโกงประชาชน

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 12 มาตรา 15 แห่งพระราชกำหนดการกู้ยืมเงินที่เป็นการฉ้อโกงประชาชน พ.ศ. 2527 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลค่าน่าเชื่อว่ามีจำนวนผู้เสียหายตั้งแต่สามร้อยคนขึ้นไป หรือมีจำนวนเงินที่กู้ยืมรวมกันตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป

2. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมการแลกเปลี่ยนเงิน

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 8 และมาตรา 8 ทวิ แห่งพระราชบัญญัติควบคุมการแลกเปลี่ยนเงิน พ.ศ. 2485 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีราคาหรือมูลค่าเป็นเงินตราต่างประเทศตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป

3. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยความผิดเกี่ยวกับการเสนอราคาต่อหน่วยงานของรัฐ

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 4 มาตรา 5 มาตรา 6 มาตรา 7 มาตรา 8 มาตรา 10 มาตรา 11 มาตรา 12 และมาตรา 13 แห่งพระราชบัญญัติว่าด้วยความผิดเกี่ยวกับการเสนอราคาต่อหน่วยงานของรัฐ พ.ศ. 2542 ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีการกระทำความผิดเกี่ยวกับการเสนอราคาเพื่อเป็นผู้มีสิทธิทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐ ซึ่งมีวงเงินหรือมูลค่าตั้งแต่สามสิบล้านบาทขึ้นไป

4. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการคุ้มครองผู้บริโภค

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 47 และมาตรา 48 แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าสินค้าหรือบริการตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไปหรือมีจำนวนผู้เสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยคนขึ้นไป ทั้งนี้ไม่รวมถึงการฝ่าฝืนมาตรา 23 มาตรา 24 มาตรา 25 และมาตรา 26 แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522 และคดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 58 และมาตรา 59

5. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยเครื่องหมายการค้า

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 108 มาตรา 109 มาตรา 109/1 มาตรา 110 และมาตรา 114 แห่งพระราชบัญญัติเครื่องหมายการค้า พ.ศ. 2534 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลค่าน่าเชื่อว่ามีการกระทำความผิดในลักษณะเป็นแหล่งผลิต แหล่งจำหน่าย สถานที่รับซื้อ สถานที่เก็บสินค้า หรือได้นำเข้ามาในราชอาณาจักร โดยมีสิ่งของหรือสินค้าไว้ในความครอบครองเพื่อจะใช้ในการกระทำความผิด หรือซึ่งได้มาโดยการกระทำความผิด หรือซึ่งมีไว้เป็นความผิดอันมีมูลค่าตามราคาท้องตลาดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป หรือคดีที่น่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายอันเกิดจากการกระทำความผิดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป

6. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยบริษัทมหาชนจำกัด

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 193 มาตรา 197 มาตรา 216 มาตรา 217 มาตรา 221 และมาตรา 222 แห่งพระราชบัญญัติบริษัทมหาชนจำกัด พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป

7. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการฟอกเงิน

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 60 และมาตรา 61 แห่งพระราชบัญญัติป้องกันและปราบปรามการฟอกเงิน พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีความผิดมูลฐานเป็นคดีพิเศษซึ่งอยู่ในอำนาจของพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ หรือคดีความผิดมูลฐานที่เป็นคดีอาญาอื่นที่มีมูลน่าเชื่อว่ามีทรัพย์สินที่เกี่ยวกับการกระทำความผิดที่มีมูลค่าตั้งแต่สามร้อยล้านบาทขึ้นไป

8. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 48 มาตรา 48 ทวิ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าผลิตภัณฑ์ตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไป หรือมีจำนวนผู้เสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยคนขึ้นไปหรือมีจำนวนผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยหรืออาจเป็นอันตรายต่อประชาชน จำนวนห้าหมื่นหน่วยขึ้นไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์

9. คดีความผิดตามกฎหมายลิขสิทธิ์

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 69 มาตรา 69/1 มาตรา 70 และมาตรา 70/1 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีการกระทำความผิดในลักษณะเป็นแหล่งผลิต แหล่งจำหน่าย สถานที่รับซื้อ สถานที่เก็บสินค้า หรือได้นำเข้ามาในราชอาณาจักรโดยมีสิ่งของหรือสินค้าไว้ในความครอบครองเพื่อจะใช้ในการกระทำความผิด หรือซึ่งได้มาโดยการกระทำความผิด หรือซึ่งมีไว้เป็นความผิดอันมีมูลค่าตามราคาท้องตลาดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป หรือคดีที่น่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายอันเกิดจากการกระทำความผิดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป

10. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตร

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 85 มาตรา 86 และมาตรา 88 แห่งพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีการกระทำความผิดในลักษณะเป็นแหล่งผลิต แหล่งจำหน่าย สถานที่รับซื้อ สถานที่เก็บสินค้า หรือได้นำเข้ามาในราชอาณาจักร โดยมีสิ่งของหรือสินค้าไว้ในความครอบครองเพื่อจะใช้ในการกระทำความผิด หรือซึ่งได้มาโดยการกระทำความผิด หรือซึ่งมีไว้เป็นความผิดอันมีมูลค่าตามราคาท้องตลาดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป หรือคดีที่น่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายอันเกิดจากการกระทำความผิดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป

11. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 278 มาตรา 281/2 วรรคสอง มาตรา 288 มาตรา 289 มาตรา 296 มาตรา 296/1 มาตรา 300 เฉพาะความผิดตามมาตรา 278 มาตรา 288 มาตรา 289 และมาตรา 306 ถึงมาตรา 315 แห่งพระราชบัญญัติหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ พ.ศ. 2536 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป

12. คดีความผิดตามประมวลรัษฎากร

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 37 มาตรา 90/4 มาตรา 90/5 และมาตรา 91/21 (7) แห่งประมวลรัษฎากร และที่แก้ไขเพิ่มเติม ไม่ว่าจะเป็นความผิดกรรมเดียวหรือหลายกรรมต่างกัน ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่าเป็นเหตุให้รัฐขาดรายได้เป็นเงินภาษีอากรรวมเบี้ยปรับและเงินเพิ่มหรือทุจริตขอคืนภาษีอากร ตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป

13. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยศุลกากร

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 205 มาตรา 206 มาตรา 242 มาตรา 243 มาตรา 244 มาตรา 245 มาตรา 246 มาตรา 247 และมาตรา 253 แห่งพระราชบัญญัติศุลกากร พ.ศ. 2560 ไม่ว่าจะเป็นความผิดกรรมเดียวหรือหลายกรรมต่างกัน ที่มีมูลค่าราคาของรวมค่าภาษีอากรทุกประเภทเข้าด้วยกันแล้วรวมเป็นเงินตั้งแต่สามสิบล้านบาทขึ้นไป หรือมีการฉ้อค่าอากรหรือขอคืนค่าอากรโดยทุจริต รวมเป็นเงินค่าภาษีอากรทุกประเภทตั้งแต่สามสิบล้านบาทขึ้นไป

14. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยภาษีสรรพสามิต

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 186 มาตรา 202 มาตรา 203 มาตรา 204 และมาตรา 208 แห่งพระราชบัญญัติภาษีสรรพสามิต พ.ศ. 2560 ไม่ว่าจะเป็นความผิดกรรมเดียวหรือหลายกรรมต่างกัน ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าสินค้าหรือรายรับของสถานบริการรวมเป็นเงินตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไป หรือมีปริมาณยาสูบหรือยาเส้นน้ำหนักตั้งแต่หนึ่งล้านกรัมขึ้นไป หรือมีปริมาณสุราตั้งแต่ห้าพันลิตรขึ้นไป

15. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 5 มาตรา 6 มาตรา 7 มาตรา 8 มาตรา 9 มาตรา 10 มาตรา 11 มาตรา 12 มาตรา 14 และมาตรา 17 แห่งพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ พ.ศ. 2550 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีลักษณะหนึ่งลักษณะใด ดังนี้

(1) มีผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นฐานสำคัญทางสารสนเทศของประเทศ ด้านความมั่นคงและบริการภาครัฐที่สำคัญ ด้านการเงิน ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและโทรคมนาคม ด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ ด้านพลังงานและสาธารณูปโภค ด้านสาธารณสุข หรือด้านกระบวนการยุติธรรม

(2) มีผลกระทบต่อความมั่นคงของประเทศ

(3) มีผลกระทบต่อความสงบเรียบร้อยของสังคมหรือศีลธรรมอันดีของประชาชนอย่างร้ายแรง

(4) มีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ การเงินการคลังของประเทศ

16. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการประกอบธุรกิจของคนต่างด้าว

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 34 มาตรา 35 มาตรา 36 มาตรา 37 มาตรา 38 และมาตรา 41 แห่งพระราชบัญญัติการประกอบธุรกิจของคนต่างด้าว พ.ศ. 2542 ที่เป็นการกล่าวหานิติบุคคลหรือคนต่างด้าวซึ่งมีสินทรัพย์ตามงบแสดงฐานะการเงินรวมกันตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป

17. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการค้ามนุษย์

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 52 มาตรา 52/1 มาตรา 53 มาตรา 53/1 มาตรา 53/2 มาตรา 54 มาตรา 55 มาตรา 56 และมาตรา 56/1 แห่งพระราชบัญญัติป้องกันและปราบปรามการค้ามนุษย์ พ.ศ. 2551 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้

(1) มีเจ้าหน้าที่ของรัฐมาเกี่ยวข้อง หรือมีความเชื่อมโยงกับต่างประเทศ

(2) ได้รับคำร้องขอจากหน่วยงานภาครัฐ หรือหน่วยงานภาครัฐของต่างประเทศ หรือองค์การเอกชน

(3) ได้รับการร้องขอจากผู้เสียหายตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา

(4) มีรายได้หรือเงินทุนหมุนเวียนในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการค้ามนุษย์มากกว่าหนึ่งแสนบาทต่อวัน

(5) ผู้กระทำความผิดที่มีลักษณะต่อเนื่อง เป็นเครือข่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ

(6) มีการกระทำในลักษณะเปิดเป็นสถานบริการที่มีขนาดใหญ่ เปิดทำการอย่างเห็นได้ชัดโดยไม่เกรงกลัวกฎหมาย

18. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยแร่

(1) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 159 แห่งพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 ที่เป็นการกระทำต่อแร่ปริมาณตั้งแต่ห้าพันตันขึ้นไป หรือเป็นเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือมูลค่าของแร่รวมกันตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไป

(2) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 163 แห่งพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 ที่มีการซื้อขาย ครอบครอง เก็บ หรือขนแร่ปริมาณตั้งแต่ห้าสิบตันขึ้นไป หรือมูลค่าของแร่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป

(3) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 166 แห่งพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 ที่ปรากฏว่าแร่ที่มีการฝ่าฝืนประกาศตามกฎหมายมีปริมาณตั้งแต่ห้าสิบตันขึ้นไป หรือมูลค่าของแร่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป

(4) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 169 และมาตรา 170 แห่งพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นวงกว้างมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่หนึ่งร้อยไร่ขึ้นไป หรือจำนวนคนในพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนตั้งแต่หนึ่งร้อยคนขึ้นไป

19. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยธุรกิจสถาบันการเงิน

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 121 มาตรา 132 มาตรา 139 มาตรา 140 มาตรา 141 มาตรา 142 มาตรา 143 มาตรา 144 มาตรา 145 มาตรา 146 มาตรา 147 มาตรา 148 มาตรา 149 และมาตรา 150 แห่งพระราชบัญญัติธุรกิจสถาบันการเงิน พ.ศ. 2551 และที่แก้ไขเพิ่มเติม

20. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย

(1) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 73 แห่งพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีวัตถุอันตรายในความครอบครองตั้งแต่ห้าสิบลูกบาศก์เมตร หรือห้าสิบตันขึ้นไป หรือมีจำนวนผู้ที่ได้รับผลกระทบตั้งแต่หนึ่งร้อยคนขึ้นไป

(2) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 74 มาตรา 75 มาตรา 76 และมาตรา 78 แห่งพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติมที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าวัตถุอันตรายตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไป หรือมีจำนวนผู้เสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยคนขึ้นไป

21. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า

(1) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 89 วรรคสอง เฉพาะความผิดตามมาตรา 22 วรรคหนึ่ง มาตรา 93 เฉพาะความผิดตามมาตรา 23 วรรคหนึ่ง และมาตรา 94 เฉพาะความผิดตามมาตรา 25 วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

(2) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 99 แห่งพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 ที่มีการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าซึ่งมีเนื้อที่ตั้งแต่ยี่สิบห้าไร่ขึ้นไป หรือการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่ได้มีการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินตามประมวลกฎหมายที่ดินโดยมิชอบด้วยกฎหมายมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ยี่สิบห้าไร่ขึ้นไป หรือคดีที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

22. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าไม้

(1) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 69 แห่งพระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายเป็นไม้สักหรือไม้พะยูงที่มีปริมาตรตั้งแต่สิบลูกบาศก์เมตรขึ้นไป

(2) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 72 ตรี แห่งพระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่ป่ามีเนื้อที่ตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่ป่าที่ได้มีการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินตามประมวลกฎหมายที่ดินโดยมิชอบด้วยกฎหมายมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือคดีที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

(3) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 73 เฉพาะความผิดตามมาตรา 48 แห่งพระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายเป็นไม้สักหรือไม้พะยูงที่มีปริมาตรตั้งแต่สิบลูกบาศก์เมตรขึ้นไป

23. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าสงวนแห่งชาติ

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 31 แห่งพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติมีเนื้อที่ตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติที่ได้มีการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินตามประมวลกฎหมายที่ดินโดยมิชอบด้วยกฎหมายมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือคดีที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

24. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยอุทยานแห่งชาติ

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 41 แห่งพระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2562 ที่มีการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่อุทยานแห่งชาติมีเนื้อที่ตั้งแต่ยี่สิบห้าไร่ขึ้นไป หรือการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่อุทยานแห่งชาติที่ได้มีการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินตามประมวลกฎหมายที่ดินโดยมิชอบด้วยกฎหมายมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ยี่สิบห้าไร่ขึ้นไป หรือคดีที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

25. คดีความผิดตามประมวลกฎหมายที่ดิน

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา 108 และมาตรา 108 ทวิ แห่งประมวลกฎหมายที่ดิน พ.ศ. 2497 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีการบุกรุกยึดถือครอบครองที่ดินของรัฐที่ยังมิได้มีบุคคลได้มาตามประมวลกฎหมายที่ดินมีเนื้อที่ตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือการบุกรุกยึดถือครอบครองที่ดินของรัฐที่ได้มีการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินตามประมวลกฎหมายที่ดินโดยมิชอบด้วยกฎหมายมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือคดีที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

2.2.2 ประเภทของคดีพิเศษสามารถจำแนกประเภทของคดีพิเศษออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

ประเภทที่ 1 คดีพิเศษตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1)

คดีพิเศษตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) คือ คดีความผิดทางอาญาตามกฎหมายที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 และที่กำหนดในกฎกระทรวงโดยการเสนอแนะของคณะกรรมการคดีพิเศษ โดยคดีความผิดทางอาญาตามกฎหมายดังกล่าวจะต้องมีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้

(ก) คดีความผิดทางอาญาที่มีความซับซ้อนจำเป็นต้องใช้วิธีการสืบสวนสอบสวนและรวบรวมพยานหลักฐานเป็นพิเศษ

(ข) คดีความผิดทางอาญาที่มีหรืออาจมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อความสงบเรียบร้อยและศีลธรรมอันดีของประชาชน ความมั่นคงของประเทศ ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศหรือระบบเศรษฐกิจหรือการคลังของประเทศ

(ค) คดีความผิดทางอาญาที่มีลักษณะเป็นการกระทำความผิดข้ามชาติที่สำคัญหรือเป็นการกระทำขององค์กรอาชญากรรม

(ง) คดีความผิดทางอาญาที่มีผู้ทรงอิทธิพลที่สำคัญเป็นตัวการ ผู้ใช้ หรือผู้สนับสนุน

(จ) คดีความผิดทางอาญาที่มีพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจชั้นผู้ใหญ่ ซึ่งมิใช่พนักงานสอบสวนคดีพิเศษหรือเจ้าหน้าที่คดีพิเศษเป็นผู้ต้องสงสัยเมื่อมีพยานหลักฐานตามสมควรว่าน่าจะได้กระทำความผิดอาญาหรือเป็นผู้ถูกกล่าวหาหรือผู้ต้องหา

ซึ่งตามประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 เรื่อง กำหนดรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ วันที่ 10 มิถุนายน 2565 โดยได้กำหนดให้คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามกฎหมายจำนวน 25 ฉบับ ตามบัญชีท้ายประกาศดังกล่าว ซึ่งการพิจารณาว่าคดีใดเป็นคดีพิเศษประเภทนี้จะต้องพิจารณาตามลำดับ ดังนี้

(1) การกระทำความผิดทางอาญานั้นเป็นไปตามบัญชีท้ายประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 ข้อใดข้อหนึ่งหรือไม่ และ

(2) การกระทำผิดตามข้อ (1) นั้น มีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่กำหนดในมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) (ก) – (จ) หรือไม่

ประเภทที่ 2 คดีพิเศษตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (2)

คดีพิเศษตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (2) คือ คดีความผิดทางอาญาอื่น นอกจากตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) ตามที่คณะกรรมการคดีพิเศษมีมติด้วยคะแนนเสียงไม่น้อยกว่าสองในสามของคณะกรรมการทั้งหมดเท่าที่มีอยู่ กล่าวคือ เป็นคดีความผิดทางอาญาอื่นที่มิใช่คดีความผิดทางอาญาตามบัญชีท้ายประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 เรื่อง กำหนดรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษ ตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ.2547 จำนวน 25 ฉบับ ที่คณะกรรมการคดีพิเศษมีมติด้วยคะแนนเสียงไม่น้อยกว่าสองในสามของคณะกรรมการทั้งหมดเท่าที่มีอยู่ให้เป็นคดีพิเศษ ทั้งนี้ กรณีคดีพิเศษดังกล่าวจะเป็นไปตามประกาศ กคพ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการในการร้องขอและเสนอให้ กคพ. มีมติให้คดีความผิดทางอาญาใดเป็นคดีพิเศษ พ.ศ. 2561

คดีพิเศษประเภทนี้เป็นดุลยพินิจของคณะกรรมการคดีพิเศษเป็นการเฉพาะที่จะเห็นสมควรว่าจะนำคดีอาญาใดมาดำเนินการสืบสวนและสอบสวนตามพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 ซึ่งที่ผ่านมาคณะกรรมการคดีพิเศษยึดแนวทางการวินิจฉัยลักษณะของการกระทำความผิดโดยเทียบเคียงกับลักษณะของการกระทำความผิดตามที่กำหนดไว้ในมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) (ก) - (จ) ด้วย โดยคณะกรรมการคดีพิเศษได้ออกระเบียบ กคพ. ว่าด้วยการสืบสวนคดีความผิดทางอาญาเพื่อเสนอ กคพ. มีมติให้เป็นคดีพิเศษ พ.ศ. 2551 กำหนดวิธีการสืบสวนคดีความผิดประเภทนี้เพื่อเสนอคณะกรรมการพิจารณา ซึ่งข้อ 7 (2) ได้กำหนดให้สืบสวนถึงลักษณะของการกระทำความผิดว่ามีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) (ก) - (จ) ด้วยหรือไม่

กระบวนการเสนอเรื่องต่อคณะกรรมการคดีพิเศษต้องเป็นไปตามประกาศ กคพ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการในการร้องขอและเสนอให้ กคพ. มีมติให้คดีความผิดทางอาญาใดเป็นคดีพิเศษ พ.ศ. 2561 กล่าวคือ ในกรณีผู้ร้องขอเป็นประชาชน องค์กรเอกชน นิติบุคคล ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานอื่นของรัฐ ยื่นคำร้องขอและกรมสอบสวนคดีพิเศษ มีคำสั่งรับคำร้องขอไว้พิจารณาแล้วจะส่งเรื่องไปยังคณะอนุกรรมการกลั่นกรองซึ่งมีรองอธิบดีกรมสอบสวนคดีพิเศษ (1) – (4) เป็นประธานคณะอนุกรรมการกลั่นกรอง พิจารณาในเบื้องต้นก่อนนำเสนอต่อคณะกรรมการคดีพิเศษพิจารณาต่อไป แต่อย่างไรก็ตาม ก่อนส่งเรื่องดังกล่าวไปยังคณะอนุกรรมการกลั่นกรองพิจารณานั้น หากอธิบดีกรมสอบสวนคดีพิเศษเห็นว่าข้อเท็จจริงยังไม่เพียงพอพิจารณา อธิบดีกรมสอบสวนคดีพิเศษจะมอบหมายให้หน่วยงานดำเนินการสอบข้อเท็จจริงหรือสืบสวนตามมาตรา 23/1 วรรคสอง แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 และระเบียบที่เกี่ยวข้องก็ได้ นอกจากช่องทางดังกล่าวแล้วประกาศ กคพ. ยังให้อำนาจกรณีผู้ร้องขอเป็นกรรมการคดีพิเศษหรือเป็นเรื่องที่อธิบดีกรมสอบสวนคดีพิเศษเห็นว่ามีเหตุจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องเสนอคณะกรรมการคดีพิเศษพิจารณา อธิบดีกรมสอบสวนคดีพิเศษในฐานะกรรมการและเลขานุการคณะกรรมการคดีพิเศษอาจนำเรื่องเข้าสู่การพิจารณาของคณะกรรมการคดีพิเศษได้ โดยไม่ต้องเสนอคณะอนุกรรมการกลั่นกรองก็ได้

ประเภทที่ 3 คดีพิเศษตามมาตรา 21 วรรคสอง

คดีพิเศษตามมาตรา 21 วรรคสอง คือ คดีความผิดทางอาญาที่มีการกระทำอันเป็นกรรมเดียวผิดต่อกฎหมายหลายบทและบทใดบทหนึ่งจะต้องดำเนินการโดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษตามพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 หรือคดีที่มีการกระทำความผิดหลายเรื่องต่อเนื่องหรือเกี่ยวพันกัน และความผิดเรื่องใดเรื่องหนึ่งจะต้องดำเนินการ โดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษตามพระราชบัญญัตินี้ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษมีอำนาจสืบสวนสอบสวนสำหรับความผิดบทอื่นหรือเรื่องอื่นด้วย และให้ถือว่าคดีดังกล่าวเป็นคดีพิเศษ

คดีพิเศษประเภทนี้ เป็นการดำเนินคดีในลักษณะขององค์กรอาชญากรรมหรืออาชญากรรมที่มีการกระทำในลักษณะที่เป็นโครงสร้างเชื่อมโยงกัน เนื่องจากบางกรณีมีการกระทำความผิดในหลายเรื่องภายใต้วัตถุประสงค์เดียวกัน หากการกระทำความผิดอื่นนั้นเป็นความผิดบทอื่นหรือเป็นความผิดที่ไม่มีลักษณะที่จะเป็นคดีพิเศษอย่างหนึ่งอย่างใด ตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) หรือเป็นเรื่องที่คณะกรรมการคดีพิเศษยังไม่ได้มีมติให้เป็นคดีพิเศษตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (2) กฎหมายการสอบสวนคดีพิเศษก็ให้ถือว่าคดีดังกล่าวเป็นคดีพิเศษด้วย ทั้งนี้ เพื่อให้การสืบสวนสอบสวนและการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษดังกล่าวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งแนวทางการพิจารณาคดีประเภทนี้กรมสอบสวนคดีพิเศษได้ยึดหลักการเดียวกับประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา มาตรา 24 เป็นแนวทางประกอบการพิจารณา

ประเภทที่ 4 คดีที่ได้ทำการสอบสวนเสร็จโดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ

บรรดาคดีใดที่ได้ทำการสอบสวนเสร็จแล้วโดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ ให้ถือว่าการสอบสวนนั้นเป็นการสอบสวนในคดีพิเศษตามพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 แล้ว ทั้งนี้ตามมาตรา 21 วรรคสาม แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 คดีพิเศษประเภทนี้เป็นกรณีที่บัญญัติไว้เพื่อป้องกันการต่อสู้ในเรื่องอำนาจการสอบสวนในคดีพิเศษ เนื่องจากการเป็นคดีพิเศษมีเงื่อนไขในการพิจารณาหลายประการดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้น หากความปรากฏภายหลังจากที่ได้ทำการสอบสวนเสร็จสิ้นโดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษแล้วว่าขาดเงื่อนไขหรือองค์ประกอบอย่างหนึ่งอย่างใดของการเป็นคดีพิเศษ กฎหมายว่าด้วยการสอบสวนคดีพิเศษให้ถือว่าการสอบสวนนั้นเป็นการสอบสวนในคดีพิเศษตามพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 แล้วเพื่อให้เป็นการสอบสวนที่ชอบด้วยกฎหมาย ทำให้กระบวนการดำเนินคดีอาญาในคดีนั้นสามารถดำเนินการต่อไปได้

ประเภทที่ 5 คดีพิเศษที่ค้างดำเนินการและคดียังไม่ถึงที่สุด

บรรดาคดีพิเศษที่ค้างการดำเนินการและคดียังไม่ถึงที่สุดอยู่ในวันที่พระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 ใช้บังคับ ให้ยังคงเป็นอำนาจหน้าที่ของพนักงานผู้มีอำนาจสอบสวนคดีอาญาตามกฎหมายนั้น ๆ ต่อไปจนคดีถึงที่สุด เว้นแต่ คณะกรรมการคดีพิเศษจะมีมติให้เป็นอำนาจหน้าที่ของพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ ทั้งนี้ ตามมาตรา 44 แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ.2547

2.2.3 ขอบเขตงานของหน่วยงานและกลุ่มงานภายในกรมสอบสวนคดีพิเศษ

ขอบเขตงานของหน่วยงานและกลุ่มงานภายในกรมสอบสวนคดีพิเศษแบ่งตามกฎกระทรวง แบ่งส่วนราชการกรมสอบสวนคดีพิเศษ กระทรวงยุติธรรม พ.ศ. 2560 ข้อ 3 ให้แบ่งส่วนราชการกรมสอบสวนคดีพิเศษ ดังต่อไปนี้

(1) สำนักงานเลขานุการกรม
(2) กองกฎหมาย
(3) กองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ
(4) กองคดีการค้ามนุษย์
(5) กองคดีการเงินการธนาคารและการฟอกเงิน
(6) กองคดีความผิดเกี่ยวกับการเสนอราคาต่อหน่วยงานของรัฐ
(7) กองคดีความมั่นคง
(8) กองคดีคุ้มครองผู้บริโภค
(9) กองคดีทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
(10) กองคดีทรัพย์สินทางปัญญา
(11) กองคดีเทคโนโลยีและสารสนเทศ
(12) กองคดีธุรกิจการเงินนอกระบบ
(13) กองคดีภาษีอากร
(14) กองเทคโนโลยีและศูนย์ข้อมูลการตรวจสอบ
(15) กองนโยบายและยุทธศาสตร์
(16) กองบริหารคดีพิเศษ
(17) กองปฏิบัติการคดีพิเศษภาค
(18) กองปฏิบัติการพิเศษ
(19) กองพัฒนาและสนับสนุนคดีพิเศษ

โดยได้กำหนดขอบเขตอำนาจหน้าที่ของหน่วยงานภายในกรมสอบสวนคดีพิเศษดังกล่าวไว้ตามข้อ 6 ถึงข้อ 24 และข้อ 4 และข้อ 5 กำหนดในกรมสอบสวนคดีพิเศษ ให้มีกลุ่มตรวจสอบภายใน และกลุ่มพัฒนาระบบบริหาร รับผิดชอบงานขึ้นตรงต่ออธิบดีกรมสอบสวนคดีพิเศษ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษมีวัตถุประสงค์ในการที่จะศึกษาและกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะของดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ศูนย์ปฏิบัติการสถานีดาวเทียม และโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมสั่งการ ศึกษาแนวทางการสร้างและใช้ประโยชน์ดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ตลอดจนศึกษากฎหมาย ระเบียบ และข้อบังคับที่เกี่ยวข้องในการใช้ประโยชน์จากดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ทั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดาวเทียม

3.1.2 สำรวจและเก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่กรมสอบสวนคดีพิเศษที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับคุณลักษณะของดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

3.1.3 ออกแบบและพัฒนาคุณลักษณะสถาปัตยกรรมดาวเทียม ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม และระบบการปฏิบัติการดาวเทียมเบื้องต้น สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ และภารกิจอื่น ๆ

3.1.4 ออกแบบและพัฒนาระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

3.1.5 ติดตั้งระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

3.1.6 แบ่งกลุ่มปฏิบัติเพื่ออภิปรายการประยุกต์ใช้ดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ และจัดทำกรอบแผนงาน 5 ด้าน (กฎหมาย บุคลากร เทคโนโลยี พัสดุ และงบประมาณ) ของกรมสอบสวนคดีพิเศษ

3.2 การเลือกพื้นที่ดำเนินการและกลุ่มเป้าหมาย

3.2.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่คณะผู้วิจัยได้กำหนดในการศึกษาครั้งนี้ คือ ศูนย์สืบสวนสะกดรอยและการข่าว ศูนย์คุ้มครองพยาน ส่วนควบคุมและรักษาของกลาง และส่วนปฏิบัติการพิเศษ กองปฏิบัติการพิเศษ ศูนย์สารสนเทศ กองเทคโนโลยีและศูนย์ข้อมูลการตรวจสอบ กลุ่มบริหารทรัพยากรบุคคล กองกฎหมายกองนโยบายและยุทธศาสตร์ ส่วนพัสดุและยานยนต์ สำนักงานเลขานุการกรม กองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ ซึ่งเป็นหน่วยงานภายในกรมสอบสวนคดีพิเศษที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

3.2.2 ลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย

1) ศูนย์สืบสวนสะกดรอยและการข่าว คือ กลุ่มที่ปฏิบัติหน้าที่ด้านสืบสวน รวบรวมข้อมูลด้านการข่าว และจับกุมผู้ต้องหาในคดีพิเศษ

2) ศูนย์คุ้มครองพยาน คือ กลุ่มที่ปฏิบัติภารกิจคุ้มครองพยานในคดีพิเศษ

3) ส่วนควบคุมและรักษาของกลาง คือ กลุ่มที่ปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมและเก็บรักษาของกลางของกรมสอบสวนคดีพิเศษ

4) ส่วนปฏิบัติการพิเศษ คือ กลุ่มที่ปฏิบัติภารกิจในการสนับสนุนงานคดีพิเศษ

5) ศูนย์สารสนเทศ คือ กลุ่มที่ปฏิบัติภารกิจเกี่ยวกับงานสารสนเทศและระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคดีพิเศษ

6) กลุ่มบริหารทรัพยากรบุคคล คือ กลุ่มที่ปฏิบัติภารกิจในการจัดระบบงานและบริหารงานบุคคลของกรมสอบสวนคดีพิเศษ

7) กองกฎหมาย คือ กลุ่มที่ปฏิบัติภารกิจในการยกร่างกฎหมาย กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ ตลอดจนงานวิชาการ และงานพัฒนากฎหมายของกรมสอบสวนคดีพิเศษ

8) กองนโยบายและยุทธศาสตร์ คือ กลุ่มที่ปฏิบัติภารกิจในการกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ของกรมสอบสวนคดีพิเศษ

9) ส่วนพัสดุและยานยนต์ สำนักงานเลขานุการกรม คือ กลุ่มที่ปฏิบัติภารกิจในการจัดซื้อจัดจ้าง และงานพัสดุของกรมสอบสวนคดีพิเศษ

10) กองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ คือ กลุ่มที่ปฏิบัติภารกิจในการป้องกัน ปราบปราม สืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษ เพื่อดำเนินคดีกับผู้กระทำความผิดเกี่ยวกับอาชญากรรมระหว่างประเทศ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 การทบทวนเอกสาร (Document/Literature Review) ใช้สำหรับการค้นคว้า ศึกษา รวบรวม และประมวลผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับความรู้ทั่วไปในเรื่องดาวเทียม

3.3.2 การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ใช้สำหรับขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) การสำรวจและเก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่กรมสอบสวนคดีพิเศษที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

2) การออกแบบและพัฒนาคุณลักษณะสถาปัตยกรรมดาวเทียม ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม และระบบการปฏิบัติการดาวเทียมเบื้องต้น สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ และภารกิจอื่น ๆ

3) การออกแบบและพัฒนาระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

4) การแบ่งกลุ่มปฏิบัติเพื่ออภิปรายการประยุกต์ใช้ดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ และจัดทำกรอบแผนงาน 5 ด้าน (กฎหมาย บุคลากร เทคโนโลยี พัสดุ และงบประมาณ) ของกรมสอบสวนคดีพิเศษ

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) คณะผู้วิจัยได้ประชุมทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดโครงการวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย เป้าหมายของการวิจัย และกรอบแนวคิดในการศึกษาวิจัย

2) มอบหมายให้คณะผู้วิจัยทำการศึกษา ค้นคว้า และเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ บทความ งานวิจัย กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ

3) วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อหากรอบในการออกแบบและพัฒนาคุณลักษณะสถาปัตยกรรมดาวเทียม ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม และระบบการปฏิบัติการดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ และภารกิจอื่น ๆ และการออกแบบและพัฒนาระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

3.4.2 การเก็บข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม

โดยการระดมความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานของกรมสอบสวนคดีพิเศษที่เกี่ยวข้องในการกำหนดกรอบในการออกแบบและพัฒนาคุณลักษณะสถาปัตยกรรมดาวเทียม ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม และระบบการปฏิบัติการดาวเทียมเบื้องต้น สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ และภารกิจอื่น ๆ และการออกแบบและพัฒนาระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ รวมถึงอภิปรายการประยุกต์ใช้ดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ และจัดทำกรอบแผนงาน 5 ด้าน (กฎหมาย บุคลากร เทคโนโลยี พัสดุ และงบประมาณ) ของกรมสอบสวนคดีพิเศษ โดยคณะผู้วิจัยเป็นวิทยากรประจำกลุ่มและทำการบันทึกข้อมูล พร้อมทั้งดำเนินการสรุปผล และวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจัดทำรายงานการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเอกสาร บทความ งานวิจัย กฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์โดยวิธีจัดประเภทข้อมูล เพื่อทำการแยกข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่เดียวกัน และทำการวิเคราะห์โดยวิธีการแปลความหมายข้อมูล

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการสนทนากลุ่ม คณะผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ โดยวิธีการจัดประเภทข้อมูล และการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ตามประเด็นที่ได้แบ่งไปในการแบ่งกลุ่มปฏิบัติ

3.6 การจัดทำรายงานและการนำเสนอผลงานวิจัย

3.6.1 การจัดทำรายงาน

1. รายงานผลการวิจัยเบื้องต้น (Inception Report) ซึ่งจะเป็นการรายงานความก้าวหน้าในการดำเนินการวิจัย ซึ่งจะประกอบด้วย 1) วัตถุประสงค์ของโครงการ 2) ผลผลิตตามที่ระบุในคำรับรอง 3) ผลผลิตที่ทำได้จริง ทั้งในส่วนของเชิงปริมาณ ความก้าวหน้าในการดำเนินงาน และเชิงคุณภาพ และ 4) ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินการ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายเพื่อวัดผลความสำเร็จ (Objective Key Result – OKR)

2. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วย 1) บทสรุปผู้บริหาร 2) บทนำ 3) การทบทวนวรรณกรรม 4) วิธีดำเนินการวิจัย 5) ผลการวิจัย 6) สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

3.6.2 การนำเสนอผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยจะได้นำเสนอในรูปแบบของการบรรยายประกอบตารางการแสดงผลในประเด็นต่าง ๆ

3.7 ประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ข้าราชการ พนักงานราชการ และเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานภายในกรมสอบสวนคดีพิเศษ ประกอบด้วย ศูนย์สืบสวนสะกดรอยและการข่าว ศูนย์คุ้มครองพยาน ส่วนควบคุมและรักษาของกลาง และส่วนปฏิบัติการพิเศษ กองปฏิบัติการพิเศษ ศูนย์สารสนเทศ กองเทคโนโลยีและศูนย์ข้อมูลการตรวจสอบ กลุ่มบริหารทรัพยากรบุคคล กองกฎหมาย กองนโยบายและยุทธศาสตร์ ส่วนพัสดุและยานยนต์ สำนักงานเลขานุการกรม และกองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ

3.8 การศึกษาร่วมกันระหว่างคณะทำงานดำเนินโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ กรมสอบสวนคดีพิเศษ และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA)

โครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเป็นโครงการศึกษาวิจัยที่คณะทำงานดำเนินโครงการฯ (ตามคำสั่งกรมสอบสวนคดีพิเศษ ที่ 8/2566 ลงวันที่ 5 มกราคม 2566) ของกรมสอบสวนคดีพิเศษ ร่วมศึกษากับสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA โดยได้ร่วมกันศึกษาในขอบเขตดังต่อไปนี้

3.8.1 ร่วมกันศึกษา ออกแบบ และพัฒนาคุณลักษณะสถาปัตยกรรมดาวเทียม ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม และระบบการปฏิบัติการดาวเทียมเบื้องต้น สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ โดยมีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

มีการวิเคราะห์และออกแบบคุณลักษณะสถาปัตยกรรมทางวิศวกรรมดาวเทียมเบื้องต้น โดยอ้างอิงจาก ขนาด น้ำหนัก โครงสร้างพื้นฐาน รวมถึงระบบย่อยต่าง ๆ ของดาวเทียมที่มีใช้ในปัจจุบัน (Heritage platform) รวมถึงเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ต่าง ๆ เช่น กล้อง หรือระบบเรดาร์ (Radar) สำหรับดาวเทียม และเทคโนโลยีดาวเทียมอื่น ๆ ที่ใช้ในปัจจุบัน โดยเฉพาะสำหรับงานป้องกันและปราบปรามอาชญากรรม ซึ่งมุ่งเน้นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่สามารถตอบสนองจากระบบได้อย่าง

ทันทีทันใดเมื่อได้รับคำสั่งให้ดำเนินการ ซึ่งมีรายละเอียดที่ชัดเจน (Real Time) และ/หรือ ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีลักษณะเสมือนภาพถ่ายจริง (Near Real Time) เพื่อวัตถุประสงค์ในการหาพยานหลักฐานที่ชัดเจนสามารถนำไปใช้ในการดำเนินคดีได้ หรือสามารถใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการรวบรวมพยานหลักฐานเพื่อนำไปใช้ในการดำเนินคดีต่อไป

3.8.2 ร่วมกันศึกษา ออกแบบ และพัฒนาระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ โดยมีคุณลักษณะอย่างน้อยดังนี้

1) มีการวิเคราะห์ภารกิจดาวเทียมและวงโคจรดาวเทียมเบื้องต้น จากการประยุกต์ใช้โปรแกรมวิเคราะห์วงโคจร

2) มีการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับเทคโนโลยีกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สำหรับกล้องถ่ายภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Satellite’s Imager)

3) มีการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ที่สามารถใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีกล้องโทรทรรศน์

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดาวเทียมในการเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ปัญหาการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษ

อ้างถึงประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 ว่าด้วยเรื่องการกำหนดรายละเอียดของการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษ ตามมาตรา 21 วรรคหนึ่ง (1) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. 2547 ได้รวบรวมและจำแนกการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษไว้ทั้งหมด 25 คดี โดยหากพิจารณาการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษที่มีความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการแก้ปัญหาจะสามารถคัดกรองได้เป็น 10 คดีพิเศษ ดังนี้

1. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการค้ามนุษย์
2. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าสงวนแห่งชาติ
3. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยอุทยานแห่งชาติ
4. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าไม้
5. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยแร่
6. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า
7. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยเครื่องหมายการค้า
8. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยภาษีสรรพสามิต
9. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยศุลกากร
10. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย

การคัดเลือกลักษณะของการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษที่มีความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการแก้ปัญหา ได้พิจารณาจากการใช้งานของดาวเทียมสำรวจโลก (Earth Observation Satellite) มีเพลย์โหลดหลักเป็นระบบกล้องคุณภาพดีสามารถถ่ายภาพ (หรือถ่ายวิดีโอ) ได้จากอวกาศบนเส้นทางการเคลื่อนที่หรือวงโคจรด้วยระดับความสูงที่ต่างกัน เพื่อการสำรวจติดตามทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ บนพื้นโลก ภาพที่ได้จากดาวเทียมจะครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง สามารถนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไปใช้งานได้หลากหลาย เช่น การทำแผนที่ แหล่งน้ำบาดาล การสร้างเขื่อน ติดตามประเมินความเสียหายจากภัยพิบัติต่าง ๆ ติดตามการเปลี่ยนแปลงขอบเขตการใช้พื้นที่ ประเมินพื้นที่เพาะปลูกของพืชเศรษฐกิจ การขยายตัวของแหล่งชุมชนที่อยู่อาศัย การบุกรุกป่าไม้ ความเสื่อมโทรมของป่าไม้ ข้อมูลอาคารหรือยานพาหนะต้องสงสัย

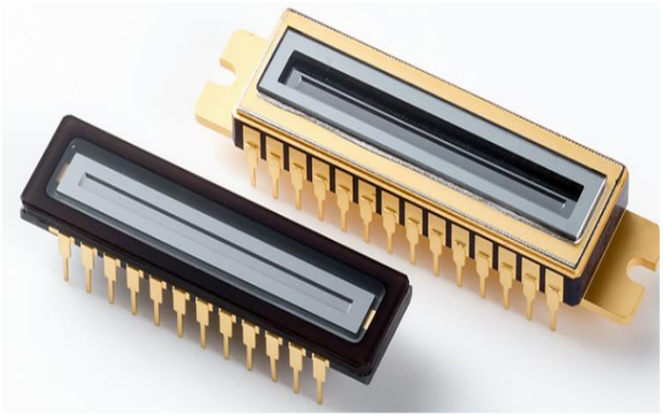
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดาวเทียมในการเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ปัญหาการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษอาจจะไม่สามารถตอบโจทย์ภารกิจกรมสอบสวนคดีพิเศษได้โดยตรง หากเพียงแต่นำเอาข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมมาช่วยใช้เป็นหลักฐานหรือติดตามพื้นที่ ยานพาหนะต้องสงสัย เพื่อเป็นข้อมูลในการตรวจสอบต่อไป เช่น การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมมาตรวจสอบและค้นหาเส้นทางการลักลอบนำคน สินค้า สิ่งผิดกฎหมายเข้า-ออกประเทศไทยตามช่องทางธรรมชาติหรือแนวบริเวณตะเข็บชายแดน การตรวจสอบการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ในเขตป่าสงวน อุทยานแห่งชาติ การติดตามโกดัง รถบรรทุกต้องสงสัย และการใช้อุปกรณ์เสริมใน

ดาวเทียม เช่น การใช้อุปกรณ์รับสัญญาณเรือหรือ Automatic Identification System Receiver ร่วมกับภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง เพื่อใช้ในการตรวจจับเรือผิดกฎหมายในน่านน้ำประเทศไทย เป็นต้น

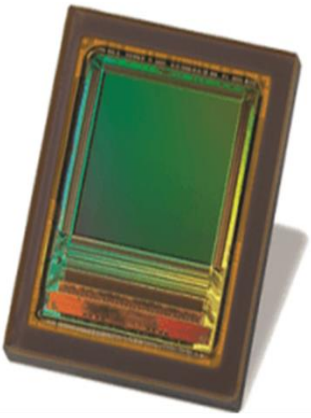
ดาวเทียมสำรวจโลก สามารถแบ่ง ออกได้เป็น 3 ประเภท โดยพิจารณาจากคุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียม ได้แก่

1. ดาวเทียมสำรวจโลกด้วยกล้องรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Earth Observation Satellites)
2. ดาวเทียมสำรวจโลกด้วยกล้องรายละเอียดสูง (High-Resolution Earth Observation Satellites)
3. ดาวเทียมสำรวจโลกด้วยกล้องรายละเอียดปานกลาง (Medium-Resolution Earth Observation Satellites)
4. ดาวเทียมสำรวจโลกด้วยกล้องรายละเอียดต่ำ (Low-Resolution Earth Observation Satellites)

โดยปกติแล้วการกำหนดความละเอียดของดาวเทียมยังไม่มีทฤษฎีข้อกำหนดที่ตายตัว แต่จากการศึกษา พบว่า ดาวเทียมสำรวจโลกด้วยกล้องละเอียดสูงมาก จะมีขนาดของ 1 พิกเซลบนพื้นโลก (Ground Sampling Distance หรือ GSD) อยู่ที่ 1 เมตรหรือน้อยกว่า 1 เมตร ดาวเทียมสำรวจโลกด้วยกล้องรายละเอียดสูง จะมีขนาดของ 1 พิกเซลบนพื้นโลกอยู่ที่มากกว่า 1 เมตร แต่ไม่เกิน 5 เมตร ดาวเทียมสำรวจโลกรายด้วยกล้องละเอียดปานกลาง จะมีขนาดของ 1 พิกเซลบนพื้นโลกอยู่ที่มากกว่า 5 เมตร แต่ไม่เกิน 30 เมตร และดาวเทียมสำรวจโลกด้วยกล้องรายละเอียดต่ำ จะมีขนาดของ 1 พิกเซลบนพื้นโลกอยู่ที่มากกว่า 30 เมตร แต่ไม่เกิน 300 เมตร ในส่วนของความกว้างในการถ่ายภาพบนพื้นโลก (Swath Width) กรณีใช้งานเป็น Line Sensor และพื้นที่ครอบคลุมในการถ่ายภาพบนพื้นโลก (Coverage Area) ในกรณีใช้งาน Area Sensor นั้น จะมีขนาดขึ้นอยู่กับรายละเอียดของกล้องถ่ายภาพดาวเทียม ยิ่งกล้องถ่ายภาพดาวเทียมมีรายละเอียดที่สูงมากเท่าไร ความกว้างในการถ่ายภาพบนพื้นโลก (Swath Width) และพื้นที่ครอบคลุมในการถ่ายภาพบนพื้นโลก (Coverage Area) จะมีขนาดที่แคบลงตามไปด้วย ในกรณีใช้งานเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ชนิดเดียวกัน



ก) ภาพตัวอย่าง Line Detector



ข) ภาพตัวอย่าง Area Detector

ภาพที่ 4-1 ภาพตัวอย่าง Line Sensor และ Area Sensor

หากอ้างอิงจาก National Imagery Interpretability Rating Scale หรือ NIIRS ซึ่งเป็นมาตรฐานอัตราส่วนของอเมริกา ได้มีการแบ่งคุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียมออกเป็น 10 ระดับ โดยเป็นการระบุช่วงของขนาดวัตถุที่เล็กที่สุดที่สามารถแบ่งแยกได้บนภาพถ่ายดาวเทียม (Ground Resolved Distance หรือ GRD) ยิ่งไปกว่านั้น GRD และ GSD ได้มีนิยามของความหมายที่ใกล้เคียงกัน (จากเนื้อหาหัวข้อ 2.1.4.2) รายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-1 มาตรฐานอัตราส่วน จาก National Imagery Interpretability Rating Scale หรือ NIIRS

National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS)	Ground Resolved Distance (GRD)
0	รูปภาพไม่สามารถประเมินได้เนื่องจากการเสื่อมสภาพหรือรายละเอียดบนภาพถ่ายดาวเทียมค่อนข้างต่ำ
1	> 9.0 เมตร
2	4.5 - 9.0 เมตร
3	2.5 - 4.5 เมตร
4	1.2 - 2.5 เมตร
5	0.75 - 1.2 เมตร
6	0.40 - 0.75 เมตร
7	0.20 - 0.40 เมตร
8	0.10 - 0.20 เมตร
9	< 0.10 เมตร

นอกจากนี้ ยังสามารถจัดประเภทของงานให้เหมาะสมสำหรับในแต่ละมาตรฐานอัตราส่วน จาก National Imagery Interpretability Rating Scale หรือ NIIRS โดยอ้างอิงจาก 3 เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ซึ่งประกอบไปด้วย Visible Sensor (True Color), Infrared Sensor และ Multispectral Sensor รายละเอียดตามตารางที่ 4-1 อย่างไรก็ดี การออกแบบและพัฒนาดาวเทียมที่มี GRD หรือ GSD ตั้งแต่ 0.5 เมตร หรือดีกว่า จะถูกประเมินว่าเป็นยุทธภัณฑ์ ซึ่งจะทำให้เกิดความซับซ้อนในการขออนุญาตในการพัฒนาฯ และถูกจำกัดการถ่ายภาพในบางพื้นที่อีกด้วย

ตารางที่ 4-2 ประเภทของการใช้งานในแต่ละอุปกรณ์ตรวจวัด อ้างอิงจากมาตรฐานอัตราส่วน จาก National Imagery Interpretability Rating Scale หรือ NIIRS

National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS)	ลักษณะการใช้งานในแต่ละเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor)		
	Visible Sensor	Infrared Sensor	Multispectral Sensor
NIIRS 0	รูปภาพไม่สามารถประเมินได้เนื่องจากการเสื่อมสภาพหรือรายละเอียดบนภาพถ่ายดาวเทียมค่อนข้างต่ำ	รูปภาพไม่สามารถประเมินได้เนื่องจากการเสื่อมสภาพหรือรายละเอียดบนภาพถ่ายดาวเทียมค่อนข้างต่ำ	รูปภาพไม่สามารถประเมินได้เนื่องจากการเสื่อมสภาพหรือรายละเอียดบนภาพถ่ายดาวเทียมค่อนข้างต่ำ
NIIRS 1 (< 9 เมตร GRD)	ตรวจจับสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีขนาดกลาง และ/หรือ แยกแยะระหว่างเส้นทางเดินรถกับทางเดินเครื่องบินในพื้นที่สนามบินขนาดใหญ่	แยกแยะระหว่างเส้นทางเดินรถกับทางเดินเครื่องบินในพื้นที่สนามบินขนาดใหญ่ได้ สำรวจพื้นที่ราบโล่งในป่าหนาทึบที่มีขนาดพื้นที่มากกว่า 1 กิโลเมตรขึ้นไป ตรวจจับเรือขนสินค้าขนาดใหญ่ เช่น เรือบรรทุกเครื่องบินหรือรถถัง	แยกแยะพื้นที่ในเมืองและชนบท ระบุพื้นที่ชุมน้ำหรือพื้นที่ราบขนาดใหญ่ที่มีน้ำท่วมขัง ตรวจจับทางหลวงหลักและรางรถไฟสำหรับใช้ในการข้ามแม่น้ำขนาดใหญ่
NIIRS 2 (4.5 - 9 เมตร GRD)	ตรวจจับโรงเก็บเครื่องบินขนาดใหญ่ในสนามบิน ตรวจจับสนามฝึกทหารและอาคารที่ใช้ในการทหารขนาดใหญ่ เช่น โกดังเก็บยุทโธปกรณ์	ตรวจจับยานพาหนะทางอากาศขนาดใหญ่ เช่น เครื่องบินโดยสารขนาดใหญ่ ตรวจจับอาคารใช้งานขนาดใหญ่ เช่น โรงพยาบาลหรือโรงงานต่าง ๆ	ตรวจสอบและแยกแยะถนนในแต่ละเลนบนถนนหลายเลน ตรวจสอบพื้นที่ทำเหมืองขนาดใหญ่ ระบุเส้นทางการไหลของน้ำ โดยใช้การ

National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS)	ลักษณะการใช้งานในแต่ละเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor)		
	Visible Sensor	Infrared Sensor	Multispectral Sensor
	ตรวจจับอาคารใช้งานขนาดใหญ่ เช่น โรงพยาบาลหรือโรงงานต่าง ๆ	ตรวจจับและแยกแยะระหว่างพื้นที่ป่าทึบ พื้นที่ป่าโปร่ง และพื้นที่โล่ง ตรวจจับและแยกแยะสิ่งอำนวยความสะดวกและเครื่องมือขนาดใหญ่ต่าง ๆ ระหว่างกองทัพเรือและการพานิชย์ โดยใช้ลักษณะตามการออกแบบ	เปลี่ยนแปลงของสีผืนน้ำ ตรวจจับการตัดไม้ ระบุขอบเขตที่ชัดเจนของระหว่างพื้นที่เพาะปลูกกับเขตพื้นที่พักอาศัย
NIIRS 3 (2.5 – 4.5 เมตร GRD)	ระบุรูปแบบปีกและลักษณะของเครื่องบินขนาดใหญ่ทั้งหมด เช่น เครื่องบินโดยสารขนาดใหญ่ ตรวจจับและแยกแยะลานจอดเฮลิคอปเตอร์ด้วยลักษณะการออกแบบหรือการทำเครื่องหมายจากพื้นที่อยู่อาศัย ตรวจจับว่ามียานพาหนะในพื้นที่ ระบุประเภทและตรวจจับเรือขนาดใหญ่	ระบุรูปแบบปีกและลักษณะของเครื่องบินขนาดใหญ่ทั้งหมด เช่น เครื่องบินโดยสารขนาดใหญ่ ตรวจจับตำแหน่งเรดาร์เตือนภัยทางอากาศขนาดใหญ่ ตรวจจับสนามฝึกพลขับที่กองทหารรักษาการณ์ภาคพื้นดิน ระบุประเภทและแยกแยะระหว่างเรือบรรทุกสินค้าขนาดใหญ่ เช่น เรือบรรทุกน้ำมัน	ระบุรูปแบบถนนที่สำคัญในเขตเมือง ระบุรูปแบบกระแสน้ำแนวตามชายฝั่ง ระบุและแยกความแตกต่างระหว่างเขตที่อยู่อาศัย เขตพาณิชยกรรม และเขตอุตสาหกรรมภายในเขตเมือง ตรวจสอบปริมาณที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้นของน้ำในอ่างเก็บน้ำ

National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS)	ลักษณะการใช้งานในแต่ละเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor)		
	Visible Sensor	Infrared Sensor	Multispectral Sensor
	บนผิวน้ำ ในท่าเทียบเรือได้ (เช่น เรือลาดตระเวนหรือเรือขนส่งสินค้า) ตรวจจับรถไฟขณะอยู่บนรางรถไฟ		
NIIRS 4 (1.2 – 2.5 เมตร GRD)	ระบุประเภทของเครื่องบินรบขนาดใหญ่ได้ทั้งหมด ตรวจจับและระบุการมีอยู่ของเสาอากาศเรดาร์ขนาดใหญ่ จำแนกประเภทของยานพาหนะทั่วไป ระบุและแยกแยะรางรถไฟในแต่ละรางของรถไฟรางคู่ รวมไปถึงหอควบคุม	ระบุประเภทโครงสร้างปีกของเครื่องบินรบขนาดเล็กได้ ตรวจจับพื้นที่ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กในเขตเมือง ตรวจจับยานพาหนะขณะกำลังทำงาน ด้วยความร้อน ในกองทหารรักษาการณ์ ระบุช่องเก็บสินค้าในแต่ละช่อง บนเรือสินค้าขนาดใหญ่	ตรวจจับและระบุตำแหน่งอาวุธยุทโธปกรณ์ที่มีถูกสร้างขึ้น (เช่น รถถัง ปืนใหญ่ ป้อมปราการ) โดยพิจารณาจากการมีอยู่ของวัสดุก่อสร้าง และการเปลี่ยนแปลงของหน้าดินในพื้นที่มีพืชพรรณ แยกความแตกต่างระหว่างถนนสองเลนที่ได้รับการปรับปรุงและถนนสองเลนที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุง ตรวจพบดินถล่มหรือหินถล่มที่ทำให้เกิดปัญหาการกีดขว้างการจราจรบนถนนเลนเดียว

National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS)	ลักษณะการใช้งานในแต่ละเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor)		
	Visible Sensor	Infrared Sensor	Multispectral Sensor
			ตรวจจับเรือเล็กในน่านน้ำเปิด
NIIRS 5 (0.75 – 1.2 เมตร GRD)	ตรวจสอบและระบุอุปกรณ์เรดาร์ที่ถูกติดตั้งบนยานพาหนะหรือถูกติดตั้งบนรถพ่วง ตรวจสอบและระบุอุปกรณ์เรดาร์ ที่ใช้ในการตรวจการณ์ทางอากาศ บนเรือขนาดต่าง ๆ	ระบุและแยกแยะสนามเทนนิสกลางแจ้ง จากสนามกีฬาประเภทต่าง ๆ ระบุรูปแบบและโครงสร้างของเสาส่งสัญญาณวิทยุหรือเสาส่งสัญญาณโทรศัพท์ขนาดใหญ่ ตรวจจับยานเกราะ เช่น รถถัง ในบริเวณแนวป้องกัน	ตรวจจับและระบุรถยนต์ในบริเวณลานจอดรถ ระบุพื้นที่เหมาะสมบริเวณชายหาดเพื่อใช้สำหรับการลงจอดยานพาหนะสะเทินน้ำสะเทินบก ตรวจจับและระบุวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง (เช่น ไม้ซุง ทราย กรวด)
NIIRS 6 (0.4 – 0.75 เมตร GRD)	แยกแยะระหว่างเฮลิคอปเตอร์ขนาดเล็กและเฮลิคอปเตอร์ขนาดกลางออกจากกัน ระบุรูปร่างและประเภทของเสาอากาศบนเรดาร์ ระบุยางอะไหล่ที่ถูกติดตั้งบนรถบรรทุกขนาดกลาง ระบุและแยกแยะประเภทของชนิดรถยนต์	ตรวจจับระเบิด (เช่น ASM ระเบิด) ที่ถูกติดตั้งและยื่นออกมาจากปีกเครื่องบินทิ้งระเบิดขนาดใหญ่ ระบุท่อขีปนาวุธที่ถูกติดตั้งบนเรือดำน้ำ	ตรวจจับและแยกแยะตาข่ายพรางป่าที่มีขนาดใหญ่สำหรับใช้ในการคลุมรถถังกับพื้นที่บริเวณป่าไม้ที่อยู่อย่างกระจัดกระจาย ตรวจจับรอยเท้าที่มีการเดินผ่านบริเวณที่เป็นหญ้าสูง ตรวจจับเครื่องหมายบนถนน สัญญาณการนำทาง และทุ่นจอดเรือในน้ำ

National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS)	ลักษณะการใช้งานในแต่ละเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor)		
	Visible Sensor	Infrared Sensor	Multispectral Sensor
			ตรวจจับปศุสัตว์ในพื้นที่เปิดโล่งแต่มีรั้วรอบขอบชิด ตรวจจับทุ่นระเบิดที่พึ่งถูกติดตั้งในพื้นที่กองกำลังภาคพื้นดิน โดยแยกแยะจากการผิดปกติของหน้าดินหรือพืชพันธุ์ที่ถูกรบกวน ตรวจจับและนับจำนวนที่อยู่อาศัยแต่ละหลังในพื้นที่อยู่อาศัยเพื่อการยังชีพ (เช่น การตั้งถิ่นฐานของผู้บุกรุกค่ายผู้ลี้ภัย)
NIIRS 7 (0.20 – 0.40 เมตร GRD	ระบุความสัมพันธ์และสร้างแผนที่ทางรถไฟแต่ละสาย	ระบุประเภทรถเก๋ง เช่น เป็นรถเก่ง 4 ประตูหรือ 5 ประตู ระบุประเภทของเสาอากาศแบบจาน (เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 3 เมตร) บนหอส่งสัญญาณวิทยุ ตรวจจับตอหม้อจอดเรือหรือเสากระดงบนท่าเรือ	ระบุจำนวนถังขนาด 55 แกลลอน ขึ้นไป ตรวจจับและระบุจำนวนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กในทะเล (เช่น แมวน้ำ บนชายหาด) ตรวจจับฐานรากของท่าเรือใต้น้ำ

National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS)	ลักษณะการใช้งานในแต่ละเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor)		
	Visible Sensor	Infrared Sensor	Multispectral Sensor
			แยกแยะประเภทของพืชผลบนรถบรรทุกโดยไม่มีผ้าใบคลุม
NIIRS 8 (0.10 – 0.20 เมตร GRD)	ตรวจจับเสาอากาศรูปแตร ที่ถูกติดตั้งในอุปกรณ์เรดาร์ ระบุข้อต่อและรอยเชื่อมบนวัตถุต่าง ๆ ตรวจจับสายสลิงบนเครนที่ถูกติดตั้งบนดาดฟ้า ตรวจจับและระบุที่ปัดน้ำฝนบนรถ	ระบุแขนขาบนร่างกายมนุษย์ ระบุสายอากาศแนวนอนและแนวตั้ง บนเสาอากาศเรดาร์ได้	ยังไม่มีเทคโนโลยีตรวจวัด (SENSOR)
NIIRS 9 (>0.10 เมตร GRD)	แยกแยะชนิดของหัวน็อต ขนาดใหญ่บนยานพาหนะ ระบุหมายเลขทะเบียนรถ บนรถบรรทุก ตรวจจับและระบุเดือยแหลมบนทางรถไฟ	ระบุสินค้า (เช่น พลั่ว คราด บันได) ในรถบรรทุกขนาดเล็กแบบเปิดโล่ง ระบุจำนวนของบานพับป้อมปืนบนรถหุ้มเกราะ	ยังไม่มีเทคโนโลยีตรวจวัด (SENSOR)

4.1.1 การคัดเลือกความละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมสำหรับภารกิจปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

จากการศึกษาตาราง 4-2 รวมไปถึงลักษณะของการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษที่มีความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการแก้ปัญหา พบว่า สามารถลำดับความสำคัญในการเลือกใช้ประเภทของรายละเอียดกล้องถ่ายภาพดาวเทียม 3 อันดับแรก คือ

1. NIIRS 7 (0.2 – 0.4 เมตร GRD): จัดเป็นกล้องถ่ายภาพดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Earth Observation Satellite's Imager) ซึ่งมุ่งเน้นการติดตามและระบุลักษณะที่ชัดเจนของยาพาหนะ ตัวอย่างเช่น การแยกแยะประเภทของรถเก่งว่าเป็นรถเก่ง 4 ประตู หรือ 5 ประตู และมีความเป็นไปได้ในการตรวจจับว่ามีกลุ่มบุคคลในพื้นที่หรือไม่ อย่างไรก็ดี การตรวจจับกลุ่มบุคคลในพื้นที่ด้วยดาวเทียมอาจไม่เป็นที่นิยมมากนัก เนื่องด้วยจะต้องใช้ค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการพัฒนาดาวเทียม โดยส่วนใหญ่แล้ว การตรวจจับกลุ่มบุคคลหรือตัวบุคคลในพื้นที่จะเป็นการใช้ภาพถ่ายจากเทคโนโลยีโดรน (Drone) หรือภาพถ่ายจากเครื่องบินจะมีความคุ้มทุนที่มากกว่า

2. NIIRS 6 (0.4 – 0.75 เมตร GRD): เป็นกล้องถ่ายภาพดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Earth Observation Satellite's Imager) ซึ่งมุ่งเน้นในการติดตามและระบุลักษณะยานพาหนะชนิดต่าง ๆ เช่น การแยกแยะหรือตรวจจับยานพาหนะที่ใช้ในการก่อคดีอาชญากรรม เป็นต้น

3. NIIRS 2 (4.5 - 9 เมตร GRD): เป็นกล้องดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดปานกลาง (Medium-Resolution Earth Observation Satellite's Imager) เหมาะสำหรับการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับการติดตามคดีอาชญากรรมเชิงพื้นที่ เช่น การติดตามการบุกรุกป่า การลักลอบทำเหมืองแร่ เป็นต้น

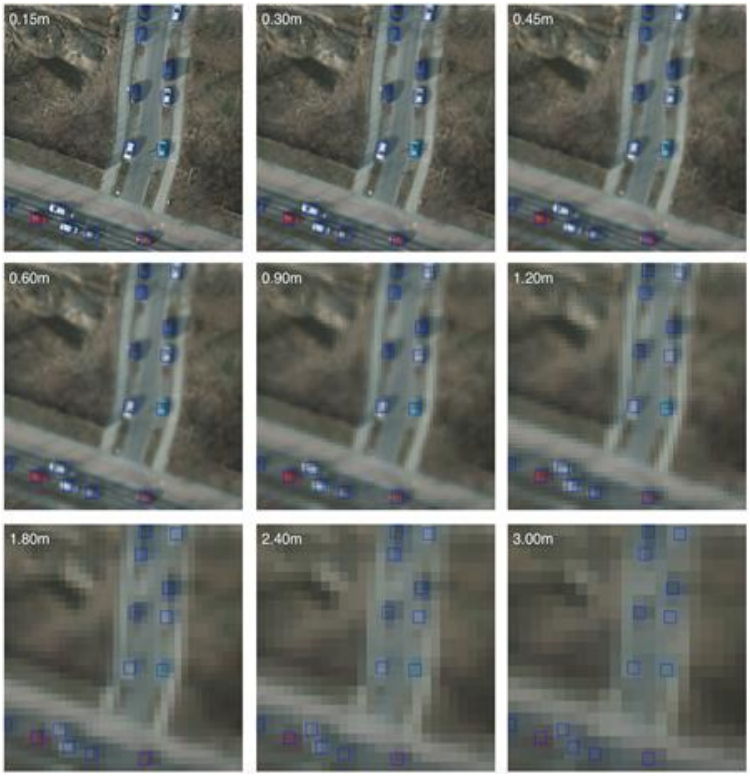
อย่างไรก็ดี เทคโนโลยีดาวเทียมที่มาพร้อมกับกล้องถ่ายภาพรายละเอียดสูงเท่าใดยิ่งทำให้ความซับซ้อนในการออกแบบและประกอบดาวเทียมยากยิ่งขึ้น และราคาของดาวเทียมก็จะสูงขึ้นทวีคูณตามไปด้วยเช่นกัน

4.1.1.1 การใช้ดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมากเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ปัญหาการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษ (Very High-Resolution Earth Observation Satellites)

การใช้ดาวเทียมสำรวจโลกด้วยกล้องรายละเอียดสูงมาก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ปัญหาการกระทำผิดที่เป็นพิเศษนั้น เหมาะสมที่สุดในการติดตามยานพาหนะที่ใช้ในการกระทำผิดกฎหมาย หรือแม้กระทั่งโกดังและอาคารขนาดเล็กที่ถูกสงสัยว่าจะเป็นที่จัดเก็บสิ่งของผิดกฎหมาย ทั้งนี้ยังสามารถประยุกต์เทคโนโลยี Automatic Identification System Receiver หรือ AIS Receiver และ Automatic Dependent Surveillance–Broadcast Receiver หรือ ADS-B Receiver ในการตรวจจับสัญญาณเรือและอากาศยานตามลำดับ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมาก มีดังต่อไปนี้

1. การติดตามรถบรรทุกเพื่อการขนส่งด้วยเทคโนโลยีดาวเทียม

เนื่องด้วยรถบรรทุกเป็นยานพาหนะที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ดังนั้น การใช้เทคโนโลยีดาวเทียมที่มีกล้องถ่ายภาพดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมาก จะสามารถแยกแยะลักษณะและสีของรถบรรทุกโดยสังเขปได้ เพื่อใช้ในการติดตามหรือจำลองเส้นทางการเดินทางของรถบรรทุกในการขนส่งสินค้าที่มีความเกี่ยวข้องกับการกระทำผิดที่เป็นคดีอาชญากรรม ยิ่งไปกว่านั้น การที่ใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อติดตามรถบรรทุกนั้นยังทำให้ผู้ต้องหาไม่รู้ตัวในขณะถูกติดตามและอาจจะสามารถขยายผลเพื่อเป็นหลักฐานเพิ่มเติมในการจับกุมผู้ต้องหารายอื่น ๆ ได้อีกด้วย



ภาพที่ 4-2 ภาพตัวอย่างการติดตามยานพาหนะด้วยภาพดาวเทียม ในขนาดของ Ground Sampling Distance หรือ GSD ที่ต่างกัน

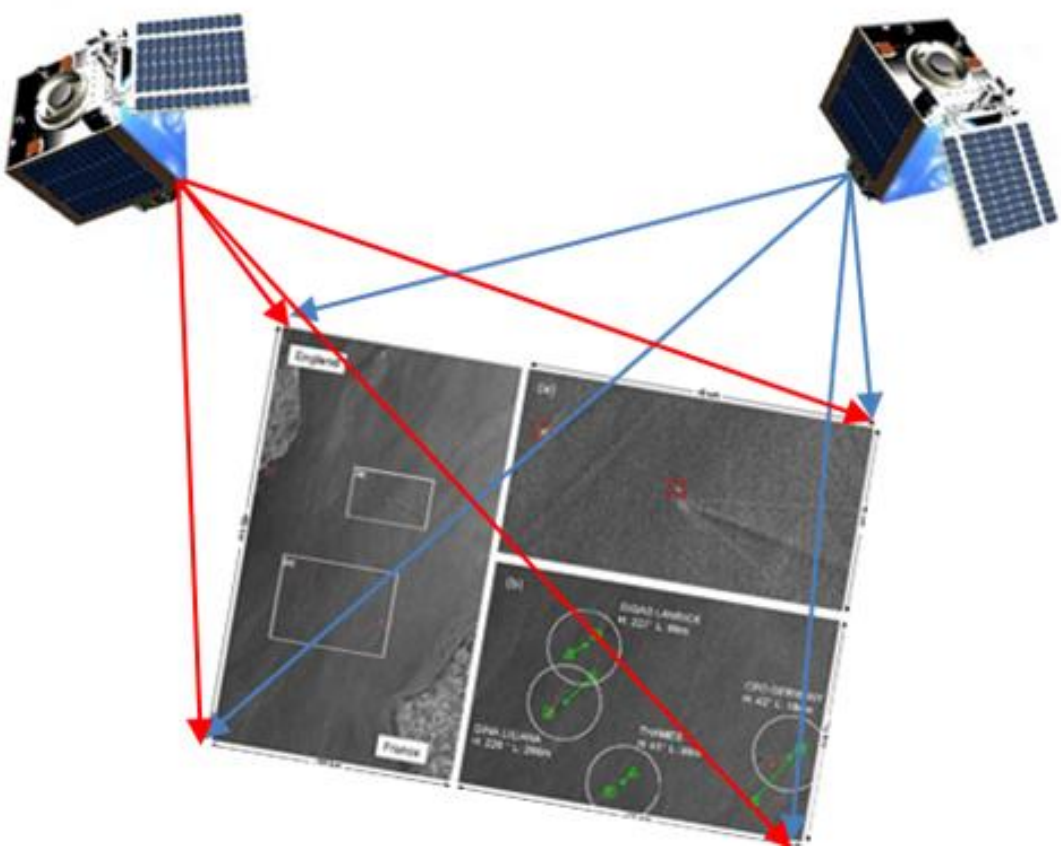
2. การติดตามโกดังสินค้าด้วยเทคโนโลยีดาวเทียม

โดยปกตินั้นการจัดเก็บสินค้าที่มีปริมาณมาก มักจะใช้โกดังในการจัดเก็บสินค้า ไม่เพียงแต่สินค้าที่ถูกกฎหมายเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงสินค้าที่ผิดต่อกฎหมายอีกด้วย เช่น สินค้าที่มีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยภาษีสรรพสามิต สินค้าที่มีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยกรมศุลกากร และสินค้าที่มีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยเครื่องหมายการค้า ซึ่งการติดตามโกดังจัดเก็บสินค้าที่ถูกต้องสงสัยว่าเป็นโกดังจัดเก็บสินค้าผิดกฎหมายนั้น ยังเป็นการสืบหาเบาะแสเพื่อหาหลักฐานตั้งต้นต่าง ๆ เช่น การระบุประเภทของยานพาหนะเพื่อใช้ในการนำเข้า-ออกของสินค้าผิดกฎหมายบริเวณโกดัง หากโกดังจัดเก็บสินค้าต้องสงสัยอยู่ติดกับแม่น้ำหรือทะเล จะสามารถมีวิธีการขนย้ายสินค้าแบ่งออกได้ 2 ประเภทหลัก ๆ คือ ทางภาคพื้น (โดยใช้รถบรรทุก) หรือทางน้ำ (โดยใช้เรือขนสินค้า) ฉะนั้น หากประยุกต์เทคโนโลยีดาวเทียมที่มีเทคโนโลยีกล้องดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมากในการติดตามเหตุการณ์ จะสามารถระบุเส้นทางและชนิดของยานพาหนะที่ใช้กระทำผิดกฎหมายเบื้องต้นได้อย่างแม่นยำมากขึ้น

ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจโกดังสินค้าจากดาวเทียม Worldview-2

3. การติดตามเรือขนสินค้าด้วยเทคโนโลยีดาวเทียม

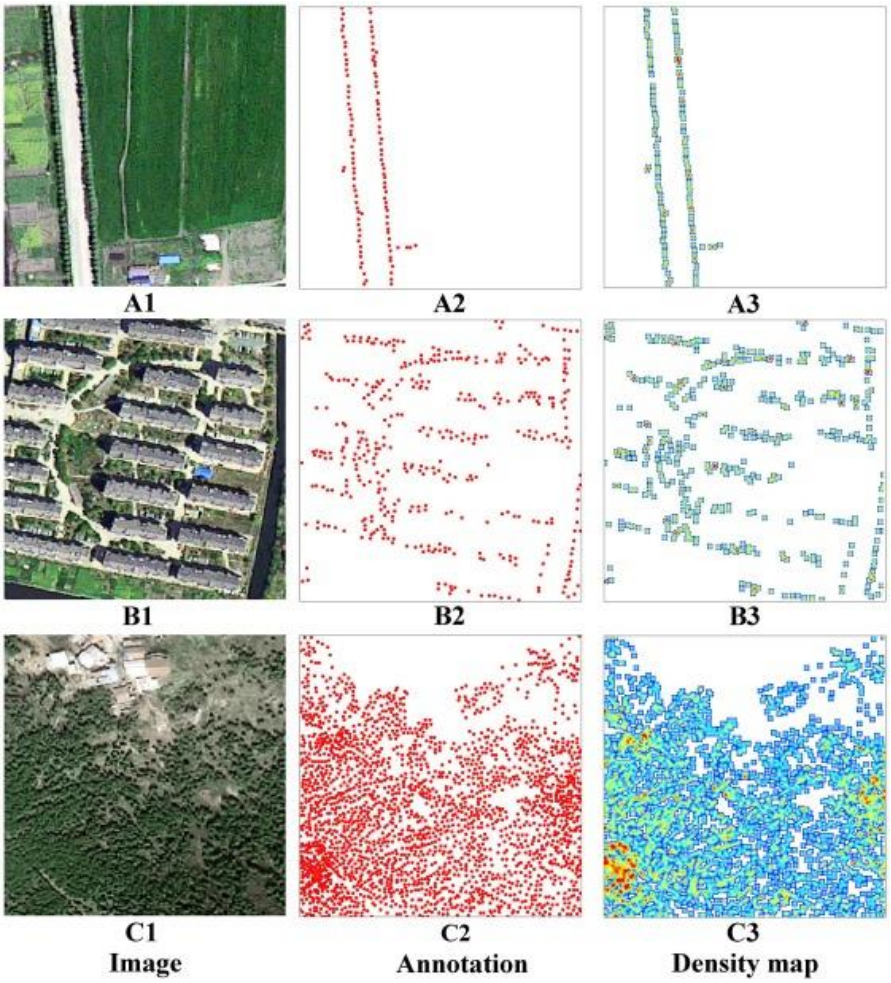
จากตัวอย่างข่าวคดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยภาษีสรรพสามิตที่กล่าวมาข้างต้นและมีอีกหลายคดีที่ใช้เรือขนส่งสินค้าในการกระทำความผิดหรือขนส่งของผิดกฎหมายว่าด้วยกระทำผิดที่เป็นคดีอาชญากรรม หากประยุกต์ใช้เทคโนโลยีกล้องดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมากและอุปกรณ์รับสัญญาณ Automatic Identification System Receiver มาใช้ในการคัดกรองเรือขนส่งสินค้าผิดกฎหมาย จากเรือขนส่งสินค้าทั้งหมดบนน่านน้ำทะเลในประเทศ จะทำให้ระบุเรือต้องสงสัยที่มีแนวโน้มในการกระทำความผิดได้ง่ายขึ้น และยังช่วยในการติดตามเส้นทางการเดินเรือขนส่งสินค้าผิดกฎหมาย หรือแม้กระทั่งการทำนายเส้นทางการเดินเรือที่ถูกต้องสงสัยว่าจะกระทำความผิดจากเส้นทางเดินเรือที่ผ่านมา เทคโนโลยีดาวเทียมทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะช่วยให้กรมสอบสวนคดีพิเศษมีข้อมูล หลักฐาน เพื่อใช้ดำเนินคดีกับผู้กระทำความผิดได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างการใช้งานภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับอุปกรณ์รับสัญญาณ Automatic Identification System (AIS Receiver)

4. การติดตามกรณีการลักลอบตัดต้นไม้ด้วยเทคโนโลยีดาวเทียม

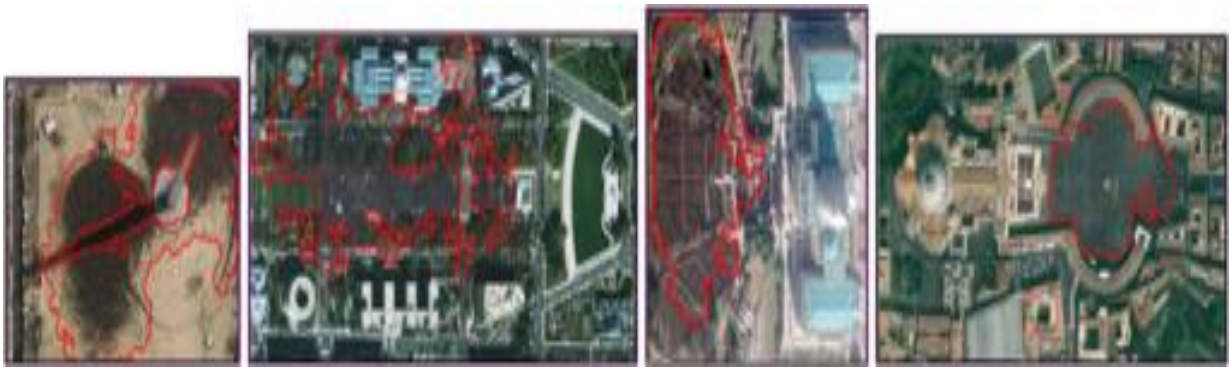
ในปัจจุบันได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีกล้องดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมาก ในการติดตามหรือนับจำนวนวัตถุที่มีจำนวนมากในบริเวณเดียวกัน หนึ่งในงานวิจัย คือ การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการนับจำนวนต้นไม้ที่มีอยู่บนรูปได้อย่างแม่นยำ การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการนับจำนวนต้นไม้สามารถนำไปประยุกต์ในการป้องกันและปราบปรามการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษว่าด้วยคดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่า เช่น การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมนับจำนวนไม้หวงห้ามในพื้นที่ป่าและจัดทำสถิติเพื่อเป็นฐานข้อมูลในแต่ละปี เมื่อมีการนับจำนวนไม้หวงห้ามครั้งถัดไปก็จะสามารถเปรียบเทียบจำนวนไม้หวงห้ามได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ นอกจากนี้ภาพถ่ายดาวเทียมยังสามารถระบุตำแหน่งที่ไม้หวงห้ามหายไปได้อีกด้วย กระบวนการเหล่านี้จะเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่การทำงานของกรมสอบสวนคดีพิเศษเป็นอย่างมาก



ภาพที่ 4-5 ตัวอย่างการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจากกล้องดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Earth Observation Satellite's Imager) ในการนับจำนวนต้นไม้

5. การติดตามกลุ่มคนหรือฝูงชนในพื้นที่

ในรายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียม NIIRS 7 (0.2 – 0.4 เมตร GRD) เป็นช่วงรายละเอียดของภาพที่มีความเป็นไปได้ในการตรวจจับกลุ่มคนหรือฝูงชนในพื้นที่ โดยมีการทดสอบการตรวจจับกลุ่มคนหรือฝูงชนด้วยภาพถ่ายดาวเทียม GeoEye-1 ซึ่งสามารถให้ภาพสีรายละเอียดสูงที่มีรายละเอียดที่อยู่ที่ประมาณ 0.4 - 0.5 เมตร ได้ดังภาพที่ 4-6 อย่างไรก็ดี ในการแยกแยะอัตลักษณ์บุคคลด้วยเทคโนโลยีดาวเทียมเป็นไปได้ยากมาก เนื่องด้วยจะต้องใช้ภาพถ่ายที่มีรายละเอียด 0.15 เมตร หรือเล็กกว่า ซึ่งในปัจจุบันสามารถหาภาพถ่ายในรายละเอียด 0.15 เมตร ได้จากภาพถ่ายบนเครื่องบินเท่านั้น



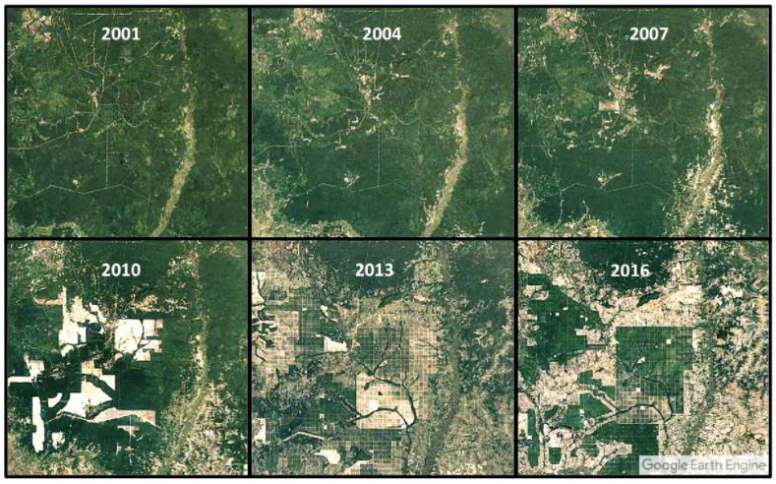
ภาพที่ 4-6 ตัวอย่างการตรวจจับกลุ่มคนหรือฝูงชนในพื้นที่ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม GeoEye-1

4.1.1.2 การใช้ดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดปานกลางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ปัญหาการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษ (Medium-Resolution Earth Observation Satellites)

ข้อได้เปรียบที่เห็นชัดที่สุดในการใช้กล้องถ่ายภาพดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดปานกลาง คือ มีขนาดของความกว้างในการถ่ายภาพบนพื้นโลก (Swath Width) กรณีใช้งานเป็น Line Sensor และพื้นที่ครอบคลุมในการถ่ายภาพบนพื้นโลก (Coverage Area) ในกรณีใช้งาน Area Sensor ที่ใหญ่กว่าเทคโนโลยีกล้องดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมากอยู่ประมาณ 4 เท่า ในกรณีใช้งานเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดที่เหมือนกัน ซึ่งทำให้กล้องดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดปานกลางเหมาะสมที่สุดในการสำรวจเชิงพื้นที่ ประเภทของลักษณะของการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษที่มีความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมในการแก้ปัญหา เช่น การลับลอบทำเหมืองแร่ผิดกฎหมายในพื้นที่ทุรกันดาร (คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยแร่) และคดีบุกรุกพื้นที่ป่าแบบผิดกฎหมาย (คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าสงวนแห่งชาติ คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยอุทยานแห่งชาติ และคดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่า) โดยมีลักษณะการประยุกต์ใช้ ดังนี้

1. การสำรวจความเปลี่ยนแปลงของสภาพผืนป่าด้วยเทคโนโลยีดาวเทียม

การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าอาจจะต้องใช้เวลานับปีกว่าจะเห็นสภาพป่าที่ถูกเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างชัด อันเนื่องมาจากกลุ่มนายทุนที่เข้ามาจับจองพื้นที่ป่าแบบผิดกฎหมายเพื่อประกอบธุรกิจ การลักลอบตัดไม้ของกลุ่มนายทุนแบบผิดกฎหมายเพื่อการจำหน่าย หรือแม้การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อการเกษตรกรรมของชาวบ้าน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะนำมาสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพป่าในท้ายที่สุด การใช้กล้องดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดปานกลางในการถ่ายภาพและสำรวจพื้นที่ป่าในแต่ละปี จะช่วยให้มีข้อมูลมาเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของสภาพป่า หรือในกรณีที่มีการรับแจ้งว่ามีการบุกรุกป่านั้น ภาพถ่ายดาวเทียมจะเป็นหลักฐานที่ชัดเจนที่สุดในการดำเนินการทางกฎหมายแก่ผู้กระทำความผิดฐานบุกรุกป่า



ภาพที่ 4-7 ภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth แสดงให้เห็นถึงพื้นที่สวนยางพาราและการตัดไม้ทำลายป่า ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2001 - 2016 ของประเทศกัมพูชา[20]

[20] https://news.mongabay.com/2017/01/nasa-releases-images-of-dramatic-cambodia-deforestation/

2. การสำรวจพื้นที่การทำเหมืองแร่ด้วยเทคโนโลยีดาวเทียม

การใช้กล้องดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดปานกลางในการสำรวจพื้นที่การทำเหมืองแร่ มีความคล้ายคลึงกับการสำรวจพื้นป่าเป็นอย่างมาก หากเพียงแต่การทำเหมืองแร่จะมีการขุดหน้าดินด้วยเครื่องมือจักรกลหนัก เช่น รถแบคโฮ รถไถ รถบรรทุก เป็นต้น จึงทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของระดับหน้าดินเป็นพื้นที่วงกว้างและเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การสำรวจพื้นที่การทำเหมืองแร่ถูกตรวจสอบได้ง่ายจากการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดปานกลาง

ภาพที่ 4-8 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงการพัฒนาพื้นที่เหมืองแร่ไพลิน (Sapphire) ระหว่างปี 2545 - 2559[21]

[21] Saeseaw, Sudarat & Sangsawong, Supharart & Vertriest, Wim & Atikarnsakul, Ungkhana & Raynaud, Victoria & Khowpong, Charuwan & Weeramonkhonlert, Vararut. (2017). A STUDY OF SAPPHIRE FROM CHANTHABURI, THAILAND AND ITS GEMOLOGICAL CHARACTERISTICS

4.1.1.3 สรุปผลการคัดเลือกความละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมสำหรับภารกิจปราบปรามอาชญากรรมในประเทศ

จากข้อมูลข้างต้นในรายงานสำหรับการคัดเลือกความละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมสำหรับภารกิจปราบปรามอาชญากรรมในประเทศ สามารถสรุปเป็นตารางเปรียบเทียบโดยใช้รูปแบบการกระทำความผิดที่ความเป็นไปได้ในการใช้ดาวเทียมในการแก้ปัญหาตามประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 และรายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-3 ตารางเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการกระทำความผิดที่ความเป็นไปได้ในการใช้ดาวเทียมในการแก้ปัญหาตามประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 และรายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม

รูปแบบการกระทำความผิดที่สามารถใช้ดาวเทียมในการแก้ปัญหาได้จากประกาศ กคพ.	**ภาพดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมาก**	**ภาพดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดปานกลาง**
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการค้ามนุษย์	☑	☒
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าสงวนแห่งชาติ	☑	☑
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยอุทยานแห่งชาติ	☑	☑
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าไม้	☑	☑
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยแร่	☑	☑
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า	☑	☑
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยเครื่องหมายการค้า	☑	☒
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยภาษีสรรพสามิต	☑	☒
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยศุลกากร	☑	☒
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย	☑	☒

จากการวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการกระทำความผิดที่สามารถใช้ดาวเทียมในการแก้ปัญหา จากประกาศ กคพ. และรายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม (2-6) พบว่า รายละเอียดของภาพที่เหมาะสมที่สุดสำหรับภารกิจปราบปรามอาชญากรรมในประเทศไทย คือ ภาพดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมาก ซึ่งสามารถตอบโจทย์กระทำความผิดที่สามารถใช้ดาวเทียมในการแก้ปัญหาได้จากประกาศ กคพ. ได้ทั้งหมด ยิ่งไปกว่านั้น จากมาตรฐานอัตราส่วนของอเมริกา (National Imagery Interpretability Rating Scale) ที่แบ่งคุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียมเป็น 10 ระดับ พบว่า NIIRS 6 และ 7 ซึ่งมีความละเอียดภาพดาวเทียมที่ความเหมาะสมในการสนับสนุนภารกิจปราบปรามอาชญากรรมในประเทศ

4.1.2 การคัดเลือกเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับการถ่ายภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมสำหรับภารกิจปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

จากหัวข้อ 2.1.4.1 พบว่า ลักษณะการถ่ายภาพของดาวเทียม (Satellite Imaging Type) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ และในแต่ละลักษณะการถ่ายภาพจะบ่งบอกถึงชนิดของเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดและความสามารถในการถ่ายภาพของดาวเทียม ยิ่งไปกว่านั้น ภารกิจปราบปรามอาชญากรรมจำเป็นจะต้องใช้สีจริงสำหรับการแยกแยะหรือระบุตัวตน เช่น การระบุสียานพาหนะ สีอาคาร สีของวัตถุต้องสงสัย เป็นต้น ดังนั้น ในหัวข้อการคัดเลือกเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดสำหรับการถ่ายภาพดาวเทียมที่เหมาะสมสำหรับภารกิจปราบปรามอาชญากรรมในประเทศจะเป็นการเลือกเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดที่สามารถให้ภาพสีเหมือนกับที่ตามองเห็น (Visible Band) เป็นหลัก จากข้อมูลลักษณะการถ่ายภาพดาวเทียมข้างต้น ทำให้สามารถแบ่งเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดได้ ดังนี้

1. การถ่ายภาพแบบ Snapshot จะใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดชนิด CMOS area Sensor with colour filter หรือ CCD area Sensor with colour filter

2. การถ่ายภาพแบบ Pushbroom จะใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดชนิด Line Sensor

3. การถ่ายภาพแบบ Whiskbroom จะใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดชนิดหนึ่งพิกเซลในการรับภาพจากพื้นโลกหรือ A single Sensor

ลักษณะการถ่ายภาพดาวเทียมในแต่ละประเภทจะมีจุดเด่นและจุดด้อยที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับรูปแบบการกระทำความผิดที่มีความเป็นไปได้ในการใช้ดาวเทียมในการแก้ปัญหาตามประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 จะสามารถสร้างตารางเปรียบเทียบได้ ดังนี้

ตารางที่ 4-4 ตารางเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบการกระทำความผิดที่ความเป็นไปได้ในการใช้ดาวเทียมในการแก้ปัญหาตามประกาศ กคพ. (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2565 และลักษณะการถ่ายภาพดาวเทียม

รูปแบบการกระทำความผิดที่สามารถใช้ดาวเทียมในการแก้ปัญหาได้จากประกาศ กคพ.	ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snapshot	ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Pushbroom	ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Whiskbroom
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการค้ามนุษย์	ดี	พอใช้	พอใช้
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าสงวนแห่งชาติ	พอใช้	ดี	ดี
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยอุทยานแห่งชาติ	พอใช้	ดี	ดี
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าไม้	พอใช้	ดี	ดี
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยแร่	ดี	ดี	ดี
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า	ดี	ดี	ดี
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยเครื่องหมายการค้า	ดี	พอใช้	พอใช้
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยภาษีสรรพสามิต	ดี	พอใช้	พอใช้
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยศุลกากร	ดี	พอใช้	พอใช้
คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย	ดี	พอใช้	พอใช้

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snapshot ของดาวเทียมมีลักษณะที่เหมาะกับการแก้ปัญหาอาชญากรรมในประเทศมากกว่าลักษณะการถ่ายภาพแบบ Pushbroom และ Whiskbroom ถึงแม้ว่าลักษณะการถ่ายภาพแบบ Snapshot จะมีจุดด้อยในการถ่ายภาพเชิงพื้นที่ อย่างไรก็ดี จุดด้อยของการถ่ายภาพแบบ Snapshot สามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ด้วยโหมดการถ่ายภาพดาวเทียมแบบ Snap Strip ซึ่งจะถูกอธิบายในหัวข้อ 4.4.2

4.2 ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Satellite's Requirement)

การพัฒนาดาวเทียมปราบปรามอาชญากรรม มีเป้าหมายเพื่อนำเทคโนโลยีดาวเทียมมาประยุกต์ใช้กับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ยิ่งไปกว่านั้น ดาวเทียมดวงนี้ยังสามารถเป็นดาวเทียมพลเรือน ซึ่งทำให้หน่วยงานที่มีภารกิจ หน้าที่ ใกล้เคียงกับกรมสอบสวนคดีพิเศษ หรือ หน่วยงานที่มีความต้องการใช้ข้อมูลดาวเทียมสามารถใช้งานดาวเทียมดวงนี้เพื่อปฏิบัติภารกิจได้ โดยความต้องการหลักในภาพรวมของดาวเทียมปราบปรามอาชญากรรมจะประกอบด้วยเป็นดาวเทียมที่มีกล้องถ่ายภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Satellite's Imager) และเป็นสถานีปฏิบัติการดาวเทียมมีความสามารถใช้ในการประมวลผลและผลิตภาพอย่างรวดเร็ว (Near Real Time Imagery) จากความต้องการภาพรวมข้างต้น สามารถจัดทำเป็นความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียมปราบปรามอาชญากรรม มีรายละเอียดดังตารางที่ 4-1 ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียม

ตารางที่ 4-5 ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียมปราบปรามอาชญากรรม

หัวข้อ	ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียม
ความต้องการทางเทคนิคเชิงภารกิจ (Mission Requirement)	
Mission Lifetime	ดาวเทียมจะต้องสามารถใช้งานได้อย่างน้อย 3 ปี ในวงโคจร โดยคำนึงถึงการเสื่อมสภาพของแต่ละอุปกรณ์ในดาวเทียม
End of Life (EOL) and Re-entry regulation	หลังจากที่ยุติภารกิจดาวเทียม (ในกรณีที่ดาวเทียมปลดประจำการ) ดาวเทียมจะต้องเผาไหม้ทั้งหมดในชั้นบรรยากาศของโลก ภายใน 25 ปี (กรณีดาวเทียมวงโคจรต่ำ)
Orbit	ดาวเทียมจะต้องสามารถปฏิบัติการในวงโคจรประเภท Near Equatorial Orbit (วงโคจรที่มีมุมเอียงแบบ Low inclination) หรือ Sun Synchronous Orbit (วงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์) ได้ โดยมีความสูงจากพื้นโลก (Altitude) อยู่ระหว่าง 400 กิโลเมตร ถึง 800 กิโลเมตร
Revisit Time	ดาวเทียมจะต้องสามารถถ่ายภาพในพื้นที่ประเทศไทยได้ ทุก ๆ 2 วัน เป็นอย่างน้อย (Revisit Time Over Thailand) ด้วยมุมในการเอียงตัวของดาวเทียมไม่เกิน ±45 องศา **(หมายเหตุ: ความต้องการทางเทคนิคในส่วนของการถ่ายภาพในพื้นที่ประเทศไทยเป็นความต้องการสำหรับดาวเทียม 1 ดวง เท่านั้น)**
AOI	มุมที่ใช้ในการเข้าถึงพื้นที่ต่าง ๆ ของดาวเทียม (Incidence Angle) จะต้องไม่เกิน ±45 องศา ในการปฏิบัติงานปกติ
Primary Payload	ดาวเทียมจะต้องถูกติดตั้งกล้องถ่ายภาพรายละเอียดสูง (Very High Resolution Imaging Payload) และสามารถถ่ายภาพในรูปแบบ Single Shot, Snap Strip, Along Track Stereo และ Video (Low Frame rate และ High Frame Rate) โดย Low Frame Rate มีอัตราเฟรม (Frame Rate) อยู่ที่ 1 เฟรมต่อวินาที และ High Frame Rate มีอัตราเฟรม (Frame Rate) อยู่ที่ 25 เฟรมต่อวินาที

หัวข้อ	ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียม
Agile Three Axis Stabilised	ดาวเทียมจะต้องมีการทรงแบบ 3 แกน (Agile Three-Axis Stabilized Spacecraft) และจะถูกนำขึ้นในวงโคจรแบบ Low Earth Orbit (LEO) เพื่อใช้สำหรับการสำรวจโลก
Multiple Payload Operations	ดาวเทียมจะต้องสามารถปฏิบัติการด้วยเพย์โหลดหลัก และเพย์โหลดเสริมซึ่งประกอบไปด้วย AIS Receiver และ ADS-B Receiver ได้
Direct Downlink	ดาวเทียมจะต้องสามารถปฏิบัติการพร้อมทั้งดาวลิงค์ข้อมูลจากเพย์โหลดในเวลาเดียวกันได้ (Direct Downlink)
Uplink	ดาวเทียมจะต้องสามารถถูกอัพลิงค์ในขณะที่ดาวเทียมกำลังปฏิบัติการได้
ความต้องการทางเทคนิคในส่วนของกล้องถ่ายภาพดาวเทียม (Optical Payload Requirement)	
Ground Sample Distance	ขนาด 1 พิกเซล บนพื้นโลก (Native Ground Sample Distance: GSD) จะต้องมีขนาดเท่ากับ 0.75 เมตร ±4% หรือดีกว่า บนเงื่อนไขการถ่ายภาพในมุม Nadir (±12 องศา) และในความสูง 400 กิโลเมตร (Reference Orbit)
Area Array Size	ขนาดของภาพถ่ายดาวเทียมบนพื้นโลก (Scene Size) จากการถ่ายภาพ จะต้องมีขนาด 3.8 กิโลเมตร ±4% x 3.8 กิโลเมตร ±4% โดยมีเงื่อนไขการถ่ายภาพในมุม Nadir (±12 องศา) และมีขนาด Native Ground Sample Distance: GSD อยู่ที่ 0.75 เมตร ±4% **(หมายเหตุ: ขนาดของภาพถ่ายดาวเทียมบนพื้นโลก (Scene Size) สามารถมีขนาดที่เล็กลงได้ หากขนาดของ Native Ground Sample Distance: GSD ถูกทำให้ดีขึ้น)**
Colour Imagery	ข้อมูลภาพที่ถูกสร้างจากกล้องถ่ายภาพดาวเทียม (Optical Payload Imager) จะต้องให้ภาพที่เป็นสีจริง

หัวข้อ	ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียม
Camera Parameter Setting	กล้องถ่ายภาพดาวเทียม (Optical Payload Imager) จะต้องสามารถปรับเปลี่ยนการตั้งค่าของกล้องถ่ายภาพดาวเทียม (Optical Payload Imager Configuration) จากสถานีปฏิบัติการดาวเทียมให้เหมาะกับการถ่ายภาพได้ เช่น Gain, Integration Time, FPS, และ Array Capture Area
Modulation Transfer Function	ความคมชัดของรูปภาพในเชิงปริมาณ (Modulation Transfer Function: MTF) สำหรับ Native Ground Sample Distance: GSD จะต้องมากกว่า 10% ที่ ½ Nyquist at System Level.
Signal to Noise Ratio	อัตราส่วนระหว่างสัญญาต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio: SNR) จะต้องมากกว่า 40:1 ในภาพสีแดง, เขียว และน้ำเงิน โดยมี Solar Elevation angle ที่ 45 องศา, 30% Albedo และ native GSD
Satellite Data Product	ผลิตภัณฑ์จากกล้องของดาวเทียมจะต้องประกอบไปด้วย: ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Image Telemetry Data ประกอบไปด้วย Image Data และ Auxiliary Data)) ข้อมูลเพื่อใช้ในการทำ Calibration และ Validation ประกอบไปด้วย Geometric Model, Radiometric Model, Geometric และ Radiometric Calibration Ground Measurements และต้องส่งมอบก่อนนำดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศ
Frames Per Second	กล้องถ่ายภาพดาวเทียมจะต้องสามารถปรับเปลี่ยนค่าอัตราเฟรม (Frame rate) ตั้งแต่ 1 เฟรมต่อวินาที ถึง 25 เฟรมต่อวินาที
Along Track Stereo	ดาวเทียมจะต้องมีความสามารถในการถ่ายภาพแบบ Along Track Stereo ด้วยมุมใด ๆ ที่ไม่เกิน ±45 องศา
Forward Motion Compensation	ดาวเทียมจะต้องสามารถทำการชดเชยการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยการหมุนตัวตลอดแนววงโคจรเพื่อล็อคเป้าหมายเดียวบนพื้นโลก ด้วยมุมใด ๆ ที่ไม่เกิน ±45 องศา (Forward Motion Compensation (FMC) Mode.)
Daily Throughput	ดาวเทียมจะต้องถ่ายภาพและดาวลิ้งค์ให้แก่สถานีปฏิบัติการฯ อย่างน้อย 1100 ภาพ ต่อ 1 วัน
AIS/ADS-B	ดาวเทียมจะต้องสามารถติดตั้งเพย์โหลดเสริม ซึ่งประกอบไปด้วย AIS reciever และ ADS-B Reciever

หัวข้อ	ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียม
ความต้องการทางเทคนิคในส่วนของดาวเทียม (Satellite Requirement)	
File Deletion	ข้อมูลเพย์โหลดจะต้องถูกลบโดยอัตโนมัติหลังจากข้อมูลนั้น ๆ ถูกดาวลิ้งค์เรียบร้อยแล้ว อีกทั้งยังสามารถส่งคำสั่งจากสถานีปฏิบัติการดาวเทียมเพื่อทำการลบข้อมูลได้
Compression	การบีบอัดข้อมูลรูปภาพจะต้องสามารถเลือกประเภทการบีบอัดได้ในแผนงานการถ่ายภาพ ประกอบไปด้วย (No Compression, Lossless Compression หรือ Lossy Compresion)
TTC : Uplink	คำสั่งดาวเทียม (Telecommand) จะถูกอัพลิงค์ขึ้นสู่ดาวเทียม โดยใช้ช่วงคลื่นความถี่ S-Band ด้วยอัตราอัพลิงค์ 38.4 kbps เป็นอย่างน้อย
TTC : Downlink	สถานะดาวเทียม (Telemetry) จะถูกดาวน์ลิงค์จากดาวเทียม โดยใช้ช่วงคลื่นความถี่ S-Band ด้วยอัตราดาวน์ลิงค์ 38.4 kbps เป็นอย่างน้อย
Payload Data Downlink	ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจะถูกดาวน์ลิงค์จากดาวเทียม โดยใช้ช่วงคลื่นความถี่ X-Band ด้วยอัตราดาวน์ลิงค์ 120 Mbps เป็นอย่างน้อย
ADCS Logs	ทุกอุปกรณ์ตรวจวัดบนดาวเทียม รวมไปถึงข้อมูล GPS จะถูกดาวน์ลิงค์เพื่อใช้ในการประมวลผลต่าง ๆ ณ สถานีปฏิบัติการดาวเทียม อาทิเช่น การทำนายวงโคจรและการแก้ไขข้อมูลภาพถ่ายในเชิง GEO-Location เป็นต้น
Attitude Determination	ดาวเทียมจะต้องมีความแม่นยำในการรับรู้การหมุนตัว (Attitude Determination Accuracy) 0.02 degree ณ 1σ (σ =ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือคิดเป็น 68.3% จากทั้งหมด)
Localization	ความแม่นยำเชิงพิกัดบนภาพถ่ายดาวเทียม (Ground Location Accuracy) จะต้องน้อยกว่า 250 เมตร
Off-Pointing	ดาวเทียมจะต้องสามารถเอียงตัว (Off-Pointing) มากที่สุดด้วยมุม ±45 องศา

หัวข้อ	ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียม
Safe Mode Duration	ดาวเทียมจะต้องสามารถอยู่ในสถานะ Safe Mode Operation โดยไม่มีการสนับสนุนหรือการติดต่อจากสถานีปฏิบัติการดาวเทียมอย่างน้อย 7 วัน ขึ้นไป
Spin-Stabilized mode	ดาวเทียมจะต้องสามารถใช้งานใน Spin-Stabilized Mode โดยไม่มีการสนับสนุนหรือการติดต่อจากสถานีปฏิบัติการดาวเทียมอย่างน้อย 7 วัน ขึ้นไป
Battery and Solar Cell Lifetime	แบตเตอรี่และแผงโซล่าเซลล์จะต้องถูกออกแบบโดยคำนึงถึงรอบของการชาร์จ (charge/discharge cycles) และการเสื่อมสภาพอย่างน้อย 5 ปี ขึ้นไป
Propulsion	ดาวเทียมจะต้องมีระบบขับเคลื่อน (Propulsion System) เพื่อใช้ในการรักษาวงโคจร (Orbital Maintenance) และหลบหลีกวัตถุอวกาศ (Debris's Collision Avoidance) ได้
ความต้องการทางเทคนิคในส่วนของสถานีปฏิบัติการดาวเทียม (Satellite's Ground Segment Requirement)	
Satellite Operation Center	สถานีปฏิบัติการฯ จะต้องรองรับการอัพลิงค์ของ Telecomands, Telecommand Macros และรับการ Downlink ของ Telemetry, System Files และ Payload Files จากดาวเทียม ผ่านคลื่นความถี่ S-Band ได้
Acquisition Center	สถานีปฏิบัติการฯ จะต้องรองรับการดาวน์ลิงค์ของ Payload Data, System Files และ Platform Telemetry จากดาวเทียม ผ่านคลื่นความถี่ X-Band ได้
Flight Dinamic System	สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องมีระบบคำนวณและสร้างแผนงานสำหรับใช้รักษาวงโคจร (Orbital Maintenance) และหลบหลีกวัตถุอวกาศ (Debris's Collision Avoidance) ได้

หัวข้อ	ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียม
Image Ground Segment (Routine Operation)	สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องมีระบบการประมวลผลข้อมูลและผลิตภาพแก่ผู้ใช้งาน ทั้งเพย์โหลดหลักและเพย์โหลดเสริม ดังนี้ • สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องสามารถให้ข้อมูลภาพด้วยสีจริง (Red/Green/Blue) หรือ Panchromatic ได้ • สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องสามารถให้ข้อมูลภาพวีดีโอด้วยสีจริง (Red/Green/Blue) หรือ Panchromatic ได้ • สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องสามารถให้ข้อมูลภาพแบบสเตริโอด้วยสีจริง (Red/Green/Blue) หรือ Panchromatic ได้ • สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องสามารถดำเนินการ Binning และ Resampling บนภาพถ่ายดาวเทียมได้ • สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องสามารถแก้ไขความถูกต้องข้อมูลภาพในเชิง Radiomatric ได้ • สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องสามารถแก้ไขความถูกต้องข้อมูลภาพในเชิง Geo-Location ได้ • สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องสามารถใช้ข้อมูลจากเพย์โหลดเสริม ในการประมวลผลร่วมกับเพย์โหลดหลักได้ทั้ง AIS receiver และ ADS - B receiver ได้
Image Ground Segment (Near Real-Time Imagery)	สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องรองรับการประมวลผลข้อมูลดาวเทียมแบบ Near Real-Time Imagery โดยมีรายละเอียดดังนี้ • สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องสามารถให้ข้อมูลภาพด้วยสีจริง (Red/Green/Blue) พร้อมทั้งแก้ไขความถูกต้องข้อมูลภาพในเชิง Radiomatric, GEO-Location และการประมวลผลภาพร่วมกับข้อมูลจากเพย์โหลดเสริม (AIS receiver และ ADS - B receiver) ภายในระยะเวลาการประมวลผล 20 นาทีหรือเร็วกว่า ต่อ 1 ภาพ (นับเวลาจากข้อมูลภาพถูกดาวน์ลิ้งค์เรียบร้อยแล้ว) • ความแม่นยำเชิงพิกัดบนภาพถ่ายดาวเทียม (Ground location accuracy) จะต้องน้อยกว่า 250 เมตร
Image Ground Segment (Real-Time Imagery)	สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องรองรับการประมวลผลข้อมูลดาวเทียมแบบ Real-Time Imagery โดยมีรายละเอียดดังนี้ • สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องสามารถให้ข้อมูลภาพด้วยสีจริง (Red/Green/Blue) ต่อ 1 ภาพแบบ Real Time โดยไม่มีการปรับแก้ในเชิงคุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียม อันได้แก่ Radiometic Correction หรือ Geolocation Correction) **(หมายเหตุ: ดาวเทียมใช้เวลาในการดาวน์ลิ้งค์ที่ 5 วินาที และใช้เวลาในการประมวลภาพอยู่ที่ 30 – 60 วินาที ในการทำงานแบบ Real-Time Imagery)**

หัวข้อ		ความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียม
Mission Center	**Planing**	สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องมีระบบการวางแผนถ่ายภาพเพื่อใช้ในการวางแผนและสร้างแผนงานให้แก่ดาวเทียม โดยสามารถวางแผนล่วงหน้าให้แก่ดาวเทียมอย่างน้อย 7 วัน
Flight System	**Dinamic**	สถานีปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องมีระบบการทำนายวงโคจรดาวเทียมเพื่อใช้ในการวางแผนถ่ายภาพ โดยจะสามารถทำนายวงโคจรดาวเทียมล่วงหน้าอย่างน้อย 7 วัน

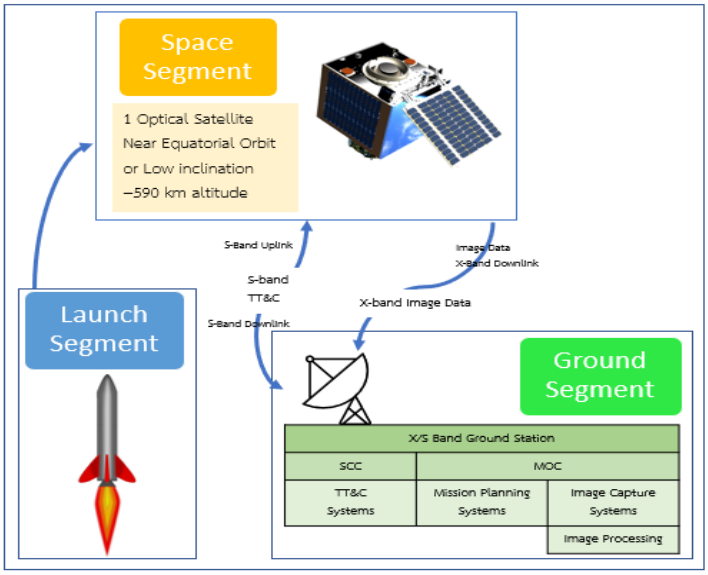
4.3 ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียมและระบบการปฏิบัติการดาวเทียม (Satellite's ground segment and Satellite's ground operation) สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

สถาปัตยกรรมดาวเทียมสนับสนุนภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรม มีต้นแบบมาจากดาวเทียมธีออส-2เอ (THEOS-2A) เป็นดาวเทียมสำรวจโลก จากการพัฒนาร่วมกันระหว่างสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กับบริษัท Surrey Satellite Technology Limited (SSTL) ณ ประเทศอังกฤษ และจะถูกนำขึ้นสู่อวกาศในไตรมาสที่ 1 ของปี พ.ศ. 2566 โดยประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก อันได้แก่

1. Space Segment หรือดาวเทียม เป็นส่วนที่ปฏิบัติภารกิจอยู่บนอวกาศ มีองค์ประกอบหลักเป็นสองส่วนหลักได้แก่ ส่วนโครงสร้างของดาวเทียม (Spacecraft Bus) และส่วนที่เป็นภารกิจของดาวเทียม ซึ่งเรียกว่าเพย์โหลด (Payload) ในส่วนของโครงสร้างดาวเทียมจะครอบคลุมทั้งรูปแบบ (Platform) ที่เป็นโครงสร้างหลักและส่วนอุปกรณ์อื่นที่ถูกออกแบบมาเพื่อสนับสนุนดาวเทียมให้สามารถปฏิบัติภารกิจตามวัตถุประสงค์ และสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพย์โหลด เป็นอุปกรณ์หลักของภารกิจได้

2. Ground Segment คือส่วนปฏิบัติการภาคพื้นดิน ประกอบไปด้วย สถานีรับส่งสัญญาณภาคพื้นดินและอุปกรณ์ในการติดต่อสื่อสาร เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานและเป็นศูนย์ปฏิบัติการตามภารกิจของดาวเทียม ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นส่วนที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากภารกิจของดาวเทียม เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (หากภารกิจหลักคือการถ่ายภาพ)

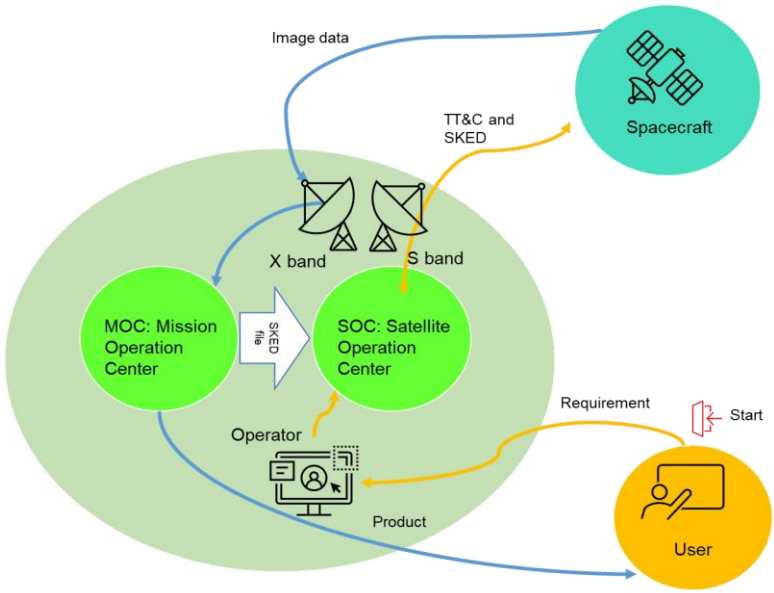
3. Launch Segment หมายถึง ส่วนในการนำส่งดาวเทียม (Launch Service) ซึ่งประกอบไปด้วยทุกส่วนงานในการนำส่งดาวเทียม การปล่อยดาวเทียมด้วยจรวดนำส่ง (The spacraft launch) รวมถึงการประกันภัยและบริการที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 4-9 แผนผังการทำงานระหว่างดาวเทียมและสถานีปฏิบัติการภาคพื้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

4.3.1 การปฏิบัติภารกิจของดาวเทียมสำรวจ (The Mission cycle of the earth observation satellite)

การทำภารกิจถ่ายภาพของดาวเทียมเริ่มต้นจาก ผู้ใช้งาน (User) ส่งข้อกำหนดของภาพที่ต้องการให้กับส่วนงานที่ทำหน้าที่ปฏิบัติการภาคพื้น (MOC: Mission Operation Center) ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด เช่น ตำแหน่งที่ต้องการถ่ายภาพ วันในการถ่ายภาพ มุมที่ใช้ในการถ่ายภาพ และระดับความสำคัญในการถ่ายภาพ เป็นต้น โดยฝ่าย MOC ประกอบด้วย 2 ส่วนย่อยคือ ส่วนงานวางแผนถ่ายภาพ (MPS: Mission Planing Systems) และส่วนงานผลิตและประมวลผลภาพ (ICS: Image Capture Systems) โดยส่วนงานวางแผนฯ จะดำเนินการวางแผนการทำภารกิจ การจัดลำดับการทำงาน และสร้างไฟล์แผนงานของดาวเทียม (SKED file) จากนั้นแผนงานฯ ดังกล่าวจะถูกส่งต่อไปยังส่วนงานควบคุมดาวเทียม (SOC: Spacecraft Operation Control) โดยส่วนงานควบคุมดาวเทียมจะมีหน้าที่ในการแปลงไฟล์แผนงานฯ เป็นคำสั่งที่ดาวเทียมเข้าใจ และเมื่อดาวเทียมโคจรมายังพื้นที่การติดต่อกับสถานีปฏิบัติการภาคพื้น (Visibility Area) คำสั่งต่าง ๆ ในแผนงานฯ จะถูกส่งผ่านระบบรับ-ส่งสัญญาณไปยังดาวเทียม ในขณะเดียวกันสถานะของอุปกรณ์ต่าง ๆ บนดาวเทียมก็จะถูกส่งกลับลงมายังสถานีฯ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สุขภาพของดาวเทียมภายหลังอีกด้วย นอกจากนี้ทีมส่วนงานควบคุมดาวเทียมยังมีหน้าที่ทำนายวงโคจรล่วงหน้า เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการทำภารกิจทั้งหมด หลังจากที่ดาวเทียมได้รับคำสั่งต่าง ๆ ในแผนงานฯ และดำเนินการถ่ายภาพเรียบร้อยแล้ว เมื่อดาวเทียมโคจรกลับเข้ามาในพื้นที่การติดต่อกับสถานีปฏิบัติการภาคพื้นอีกครั้ง ดาวเทียมจะดำเนินการส่งข้อมูลภาพดิบ (Raw Image Data) และข้อมูลที่จำเป็นในการผลิตภาพ ซึ่งข้อมูลภาพดิบเหล่านี้จะถูกส่งไปยังส่วนงานผลิตภาพ (ICS: Image Capture System) ภายใต้ MOC เพื่อทำการผลิตภาพตามที่ผู้ใช้งานต้องการต่อไป



ภาพที่ 4-10 แผนผังการปฏิบัติภารกิจของดาวเทียมสำรวจ (The Mission Cycle of a Earth Observation Satellite)

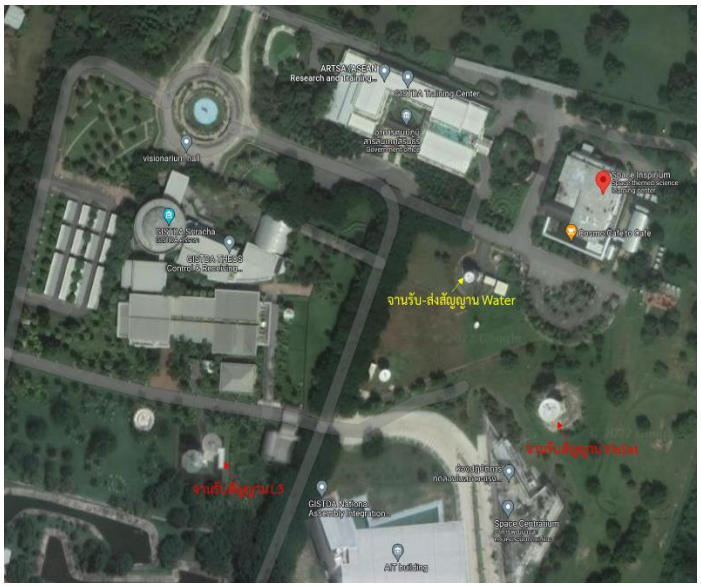
4.3.2 สถานีปฏิบัติการดาวเทียมภาคพื้นดิน

สถานีปฏิบัติการดาวเทียมภาคพื้นดินของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ตั้งอยู่ที่ ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ 88 หมู่ 9 ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา ชลบุรี 20230 ซึ่งมีระบบปฏิบัติดาวเทียมภาคพื้นดินที่เพียบพร้อมที่สุดให้ประเทศ พร้อมทั้งยังมีวิศวกรจำนวนมากสำหรับการปฏิบัติการภาคพื้นร่วมกับดาวเทียมและมีความชำนาญในระบบการปฏิบัติดาวเทียมไม่น้อยกว่า 20 ปี ไม่เพียงแต่ดาวเทียมของประเทศไทยเอง (ธีออส-1 (ไทยโชต) ธีออส-2 และ ธีออส-2เอ) สถานีปฏิบัติการดาวเทียมภาคพื้นดินแห่งนี้ยังมีการทำงานร่วมกันกับดาวเทียมในต่างประเทศ อาทิเช่น ดาวเทียม GEOEYE-1 ดาวเทียม WorldView-3 ดาวเทียม Landsat 8 และดาวเทียมอื่น ๆ อีกมากมาย โดยสถานีปฏิบัติการดาวเทียมภาคพื้นดินมีจานรับ-ส่งสัญญาณเพื่อใช้ในการปฏิบัติการร่วมกับดาวเทียมอยู่ทั้งหมด 3 จาน อันได้แก่

1. จานรับ-ส่งสัญญาณในย่านคลื่น S-Band ชื่อ Water ใช้ในการส่งคำสั่งปฏิบัติการและรับสถานะต่าง ๆ ของดาวเทียม

2. จานรับสัญญาณในย่านคลื่น X-Band ชื่อ L3 ใช้ในการรับข้อมูลภาพถ่ายของดาวเทียมที่สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ให้บริการ

3. จานรับสัญญาณในย่านคลื่น X-Band ชื่อ ViaSat ใช้ในการรับข้อมูลภาพถ่ายของดาวเทียมที่สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ให้บริการเช่นเดียวกันกับจานรับสัญญาณ L3



ภาพที่ 4-11 จานรับ-ส่งสัญญาณเพื่อใช้ในการปฏิบัติการร่วมกับดาวเทียม ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ

ยิ่งไปกว่านั้น ยังมีระบบปฏิบัติการดาวเทียมที่วิศวกรของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ได้ทำการพัฒนาขึ้นเอง เพื่อใช้ในการปฏิบัติการร่วมกับดาวเทียม ประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ดังนี้

4.3.2.1 ระบบปฏิบัติการดาวเทียม Water[22]

การพัฒนาจานสายอากาศความถี่ S-Band ต้นแบบ (Wise Antenna of Transmission Execution & Receiving System: WATER) เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งคำสั่ง และรับข้อมูลดาวเทียมในย่านความถี่ S-Band รวมถึง รองรับภารกิจการติดต่อสื่อสาร ควบคุมดาวเทียมไทยโซต และดาวเทียมดวงอื่น ๆ นอกจากนี้ ระบบ WATER ยังเปรียบเสมือนตัวกลางในการสื่อสารระหว่างระบบ VOSSCA กับดาวเทียม และช่วยระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของจานรับ–ส่งสัญญาณดาวเทียม

ภาพที่ 4-12 ระบบปฏิบัติการดาวเทียม Water ต้นแบบ (Wise Antenna of Transmission Execution & Receiving System: WATER)

4.3.2.2 ระบบปฏิบัติการดาวเทียม OPTEMIS[23]

ระบบวางแผนถ่ายภาพ (Operation Planning Tool for Earth-observation Mission: OPTEMIS) เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนระบบวางแผนถ่ายภาพเดิม โดยคำนึงถึงผลกระทบจากปัจจัยภายนอกที่ก่อให้เกิดความไม่แน่นอน นอกจากนี้ เพื่อช่วยในการจัดการแผนงานสำหรับดาวเทียมสำรวจโลก จึงได้เพิ่มกรอบเวลาของการวางแผน (Planning time horizon) ที่สามารถคำนึงถึงทั้งแผนการถ่ายภาพทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และการเก็บภาพพื้นที่บริเวณกว้างในระยะยาว รวมถึง การพิจารณาการปกคลุมของเมฆ และการใช้งานร่วมกันของดาวเทียมหลายดวง

ภาพที่ 4-13 ระบบปฏิบัติการดาวเทียม OPTEMIS (Operation Planning Tool for Earth-observation Mission: OPTEMIS)

---

22 https://gistda.or.th/news_view.php?n_id=2370&lang=TH

23 https://gistda.or.th/news_view.php?n_id=2387&lang=TH

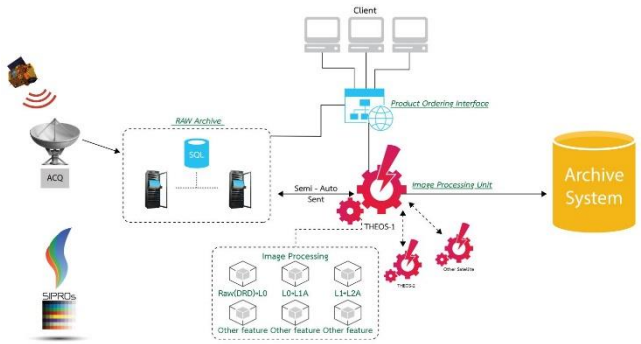
4.3.2.3 ระบบปฏิบัติการดาวเทียม EMERALD

ระบบวิเคราะห์และทำนายวงโคจร EMERALD ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และทำนายวงโคจรให้กับดาวเทียมของประเทศไทยประกอบไปด้วย ออส-1 (ไทยโชต) ธีออส-2 และ ธีออส-2เอ ยิ่งไปกว่านั้น ยังมีระบบการทำงานในการคำนวณการปรับวงโคจรและหลบหลีกวัตถุอวกาศของดาวเทียมอีกด้วย

ภาพที่ 4-14 ระบบวิเคราะห์และทำนายวงโคจร EMERALD

4.3.2.4 ระบบปฏิบัติการดาวเทียม SIPROs

ระบบผลิตข้อมูลดาวเทียมไทยโชต (Self Develop Image Processing System for THAICHOTE Satellite: SIPROs) เป็นการประมวลผลข้อมูลล่วงหน้าที่จะผลิตข้อมูลมาตรฐานจากดาวเทียมไทยโชต Level 0 รวมถึง แพลตฟอร์มสำหรับประมวลผลจากดาวเทียมดวงอื่น ๆ ปัจจุบัน SIPROs ได้รองรับการผลิตข้อมูล Level 1A และ 2A และข้อมูลจะถูกส่งไปเก็บแบบถาวรที่ระบบ GASS ซึ่งสามารถอ่าน metadata อัปเดตฐานข้อมูล และมีระบบแคตตาล็อกของข้อมูลดาวเทียมอีกด้วย



ภาพที่ 4-15 ระบบปฏิบัติการดาวเทียม SIPROs (Self Develop Image Processing System for THAICHOTE Satellite: SIPROs)

4.3.2.5 ระบบปฏิบัติการดาวเทียม VOSSCA[24]

ระบบปฏิบัติการควบคุมและทดสอบประกอบดาวเทียม (Versatile Operation System for Satellite Control and Administration: VOSSCA) เป็นระบบที่ได้รับมาตรฐานด้าน Space และใช้ทดแทนระบบเดิมที่บริษัทผู้ผลิตดาวเทียมไทยโซตพัฒนา นอกจากนี้ ได้เพิ่มความสามารถและประสิทธิภาพในการปฏิบัติการควบคุมดาวเทียมขึ้นอีกด้วย จึงมีความสะดวกและรวดเร็วในการปฏิบัติงาน เป็นไปตามมาตรฐานทางเทคนิคของการปฏิบัติการควบคุมดาวเทียม และลดการพึ่งพาจากต่างประเทศ รวมถึง ระบบสามารถรองรับงานควบคุมดาวเทียมดวงอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

ภาพที่ 4-16 ระบบปฏิบัติการดาวเทียม VOSSCA Versatile Operation System for Satellite Control and Administration: VOSSCA)

จากข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความพร้อมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ในการสนับสนุนการปฏิบัติการดาวเทียมกรณีที่กรมสอบสวนคดีพิเศษมีความต้องการพัฒนาดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมและใช้สถานีปฏิบัติการดาวเทียม ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ ซึ่งจะเป็นการลดงบประมาณในการพัฒนาดาวเทียมทั้งระบบเป็นอย่างมาก

---

[24] https://gistda.or.th/news_view.php?n_id=2374&lang=TH

4.4 พื้นฐานปฏิบัติการของดาวเทียม (Basic of Concept of Operations (CONOPS))

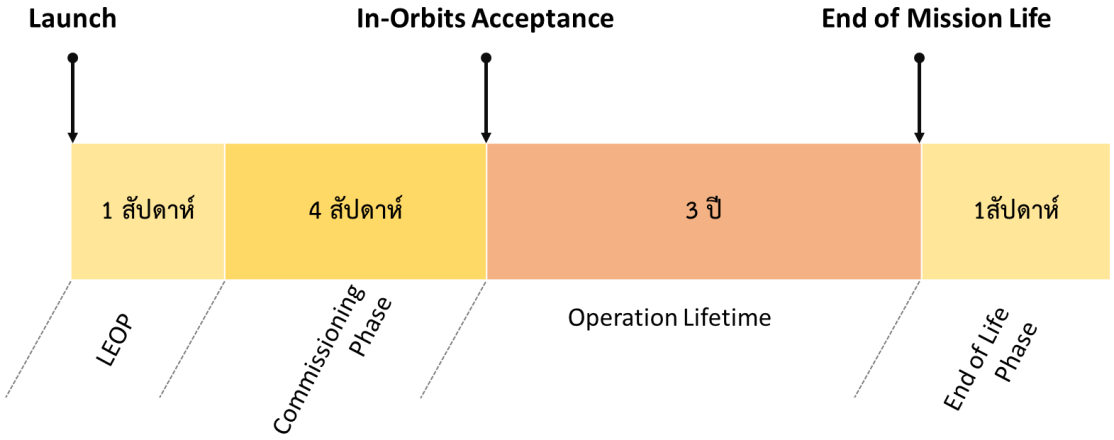
ภาพรวมในการดำเนินงานของดาวเทียมปราบปรามอาชญากรรมในประเทศ คือ สามารถปฏิบัติภารกิจด้วยระบบอัตโนมัติขั้นสูง (High Level of Autonomy) ในการควบคุมการทำงานของดาวเทียมและการปฏิบัติภารกิจหลัก มีการตรวจสอบความพร้อมของดาวเทียมโดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะที่ดาวเทียมอยู่ระหว่างปฏิบัติภารกิจที่สำคัญ เพื่อลดความเสี่ยงและคำนึงถึงความปลอดภัยของดาวเทียมมากที่สุด ขณะที่ดาวเทียมอยู่ในช่วง LEOP (Launch and Early Orbit Phase) จะเป็นช่วงที่อยู่ระหว่างการนำส่งดาวเทียมจนถึงการดำเนินการเข้าสู่วงโคจร ในช่วงนี้ดาวเทียมจะยังไม่ถูกควบคุมเพื่อปฏิบัติภารกิจประจำ (non-routine operations) แต่ในช่วงนี้จะต้องมีวิศวกรมาควบคุมดาวเทียมด้วยตัวเอง ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Autonomy) จะถูกใช้เพื่อสนับสนุนเท่านั้น เนื่องจากการควบคุมแบบอัตโนมัติจะใช้ในช่วงภารกิจประจำเป็นหลัก ในขณะที่ดาวเทียมดำเนินภารกิจสำคัญทั้งหมดจะต้องมีวิศวกรเข้ามาควบคุมหรือมีส่วนร่วมด้วย แนวคิดนี้เพื่อความปลอดภัยสูงสุดในการปฏิบัติภารกิจ และสามารถรับรู้ได้ทันทีหากเกิดช่วงเวลาวิกฤตในขณะปฏิบัติภารกิจ ช่วงระหว่างปฏิบัติภารกิจประจำ (routine operations) การควบคุมดาวเทียมถูกออกแบบให้สามารถปฏิบัติภารกิจด้วยระบบอัตโนมัติขั้นสูงและการถ่ายภาพสามารถวางแผนได้ล่วงหน้าหลายวัน รวมถึงการอัปโหลดข้อมูลคำสั่งทั้งหมดสามารถทำได้เองโดยอัตโนมัติ ขณะที่ดาวเทียมปฏิบัติงานอยู่นั้นจะมีระบบตรวจสอบสถานะดาวเทียมคอยสนับสนุน โดยระบบนี้เป็นระบบที่มีการแจ้งเตือนไปที่วิศวกร (Operator) ผู้ที่กำลังปฏิบัติหน้าที่ควบคุมการทำงานของดาวเทียมหากเกิดสิ่งผิดปกติขึ้นกับดาวเทียม เพื่อให้วิศวกรสามารถเข้ามาควบคุมการทำงานโดยตรงผ่านระบบการรับ-ส่งข้อมูลและคำสั่ง (Telemetry and Telecommand) ได้ทันที ซึ่งระบบนี้ต้องอาศัยฟังก์ชันการทำงานทั้งสองส่วนคือส่วนของดาวเทียมและส่วนปฏิบัติการภาคพื้น

4.4.1 การปฏิบัติการดาวเทียมในแต่ละช่วงเวลาสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Mission Timeline)

ดาวเทียมปราบปรามอาชญากรรมได้ถูกออกแบบให้สามารถปฏิบัติการภารกิจได้ที่ 3 ปี โดยลำดับการทำงานในแต่ละภารกิจแสดงในตารางที่ 4-6 คำอธิบายภารกิจของดาวเทียมตลอดเวลาการใช้งาน

ตารางที่ 4-6 คำอธิบายภารกิจของดาวเทียมตลอดเวลาการใช้งาน

ภารกิจ	ช่วงเวลาภารกิจ	คำอธิบาย
Launch and Early Operations (LEOP)	< 1 สัปดาห์	● การส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศและการแยกตัวของดาวเทียมออกจากจรวดนำส่ง ● การรับสัญญาณจากดาวเทียมและการตรวจสอบดาวเทียมเบื้องต้น ● การควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมให้อยู่ในรูปแบบการทรงตัวแบบสามแกน 3 axes stabilisation ● การตรวจสอบระบบถ่ายภาพ พร้อมด้วยถ่ายภาพรูปแรก
Comissioning Phase	~ 4 สัปดาห์	● การทำ Platform Commissioning ● การถ่ายภาพเพิ่มเติมบนพื้นที่ทดสอบทั่วโลก (Image Test Site)
Operational Phase	3 ปี	● การทำภารกิจประจำและการบำรุงรักษาสำหรับดาวเทียม
End of Life (EOL) Phase	~ 1 สัปดาห์	● ปิดการทำงานของดาวเทียม



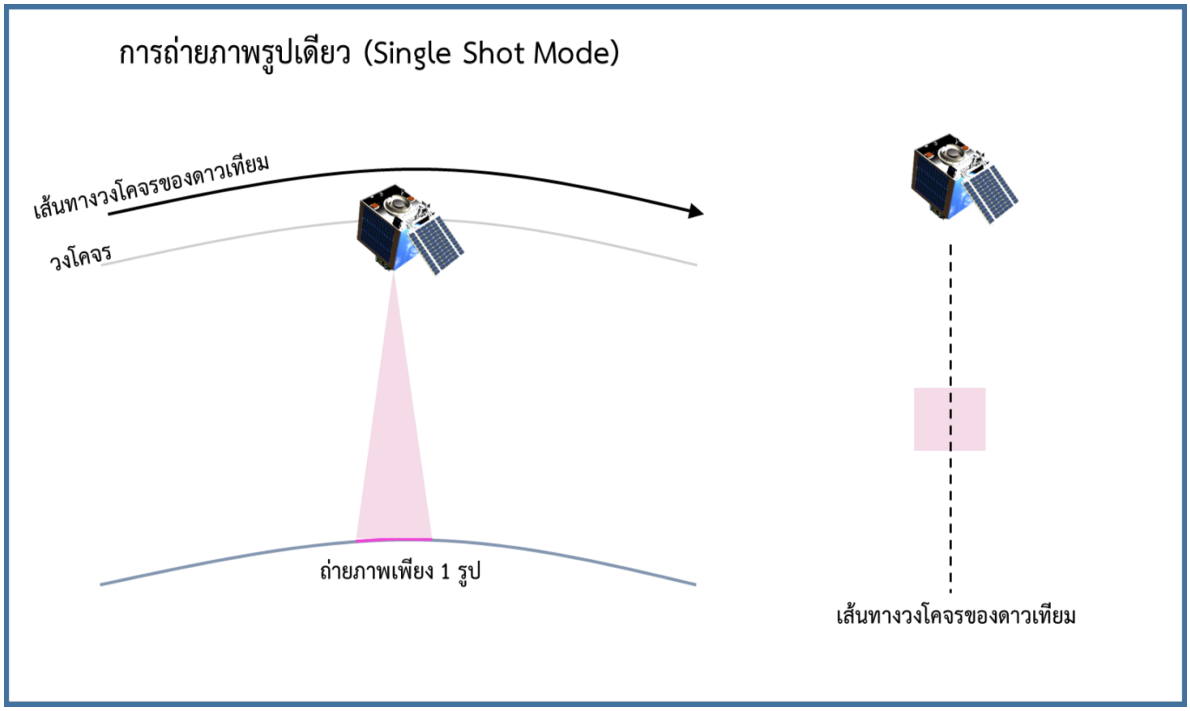
ภาพที่ 4-17 ภารกิจของดาวเทียมตลอดเวลาการใช้งาน

4.4.2 การปฏิบัติการในภารกิจถ่ายภาพของดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Mission Imaging Mode)

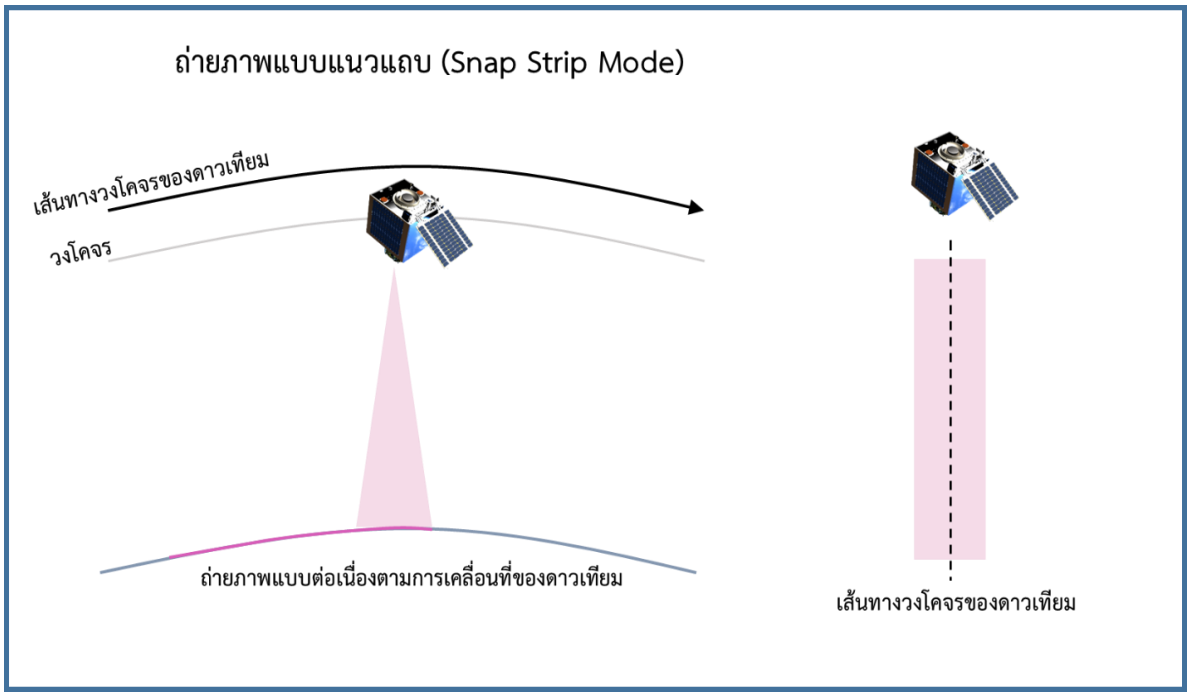
เพื่อให้ดาวเทียมสามารถสนับสนุนภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ในการนี้ดาวเทียมได้ถูกแบ่งภารกิจถ่ายภาพออกเป็น 4 โหมดการถ่ายภาพ (ซึ่งถูกอธิบายในตารางที่ 4-7 แสดงภารกิจถ่ายภาพในแต่ละโหมดของดาวเทียมสนับสนุนภารกิจป้องกันและปราบรามอาชญากรรมพิเศษ**ตารางที่ 4-7 แสดงภารกิจถ่ายภาพในแต่ละโหมดของดาวเทียมสนับสนุนภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ**) โหมดการถ่ายภาพ ดาวเทียมยังมีความสามารถในการถ่ายภาพแบบแนวแถบ (Snap Strip Mode) เพื่อเพิ่มพื้นที่ครอบคลุมในการถ่ายภาพตามแนววงโคจร ดาวเทียมสามารถถ่ายภาพด้วยมุมสูงสุดที่ ±45 องศา (Full Angle) ด้วยเหตุนี้ดาวเทียมจึงมีความสามารถในการถ่ายถาพแบบสเตริโอตามแนววงโคจร (Along Track Stereo Mode) และนำมาสร้างเป็นภาพ 3 มิติ บนสถานีปฏิบัติการดาวเทียม (Satellite Gound Segment) ได้ ยิ่งไปกว่านั้นดาวเทียมยังมีความสามารถในการถ่ายภาพแบบวีดีโอ (Video Mode) โดยการถ่ายภาพในรูปแบบวีดีโอของดาวเทียมนั้น ดาวเทียมจะทำการชดเชยการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยการหมุนตัวตลอดแนววงโคจรเพื่อล็อคเป้าหมายไปยังตำแหน่งเดียวบนพื้นโลก ซึ่งถูกเรียกว่า Forward Motion Compesation และทำการถ่ายภาพซ้อนทับบนพื้นที่เดิมด้วยอัตราเฟรมที่สูง เนื่องจากเป้าหมายการถ่ายภาพแบบวีดีโอเพื่อต้องการแสดงการเคลื่อนไหวบนพื้นโลก

ตารางที่ 4-7 แสดงภารกิจถ่ายภาพในแต่ละโหมดของดาวเทียมสนับสนุนภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

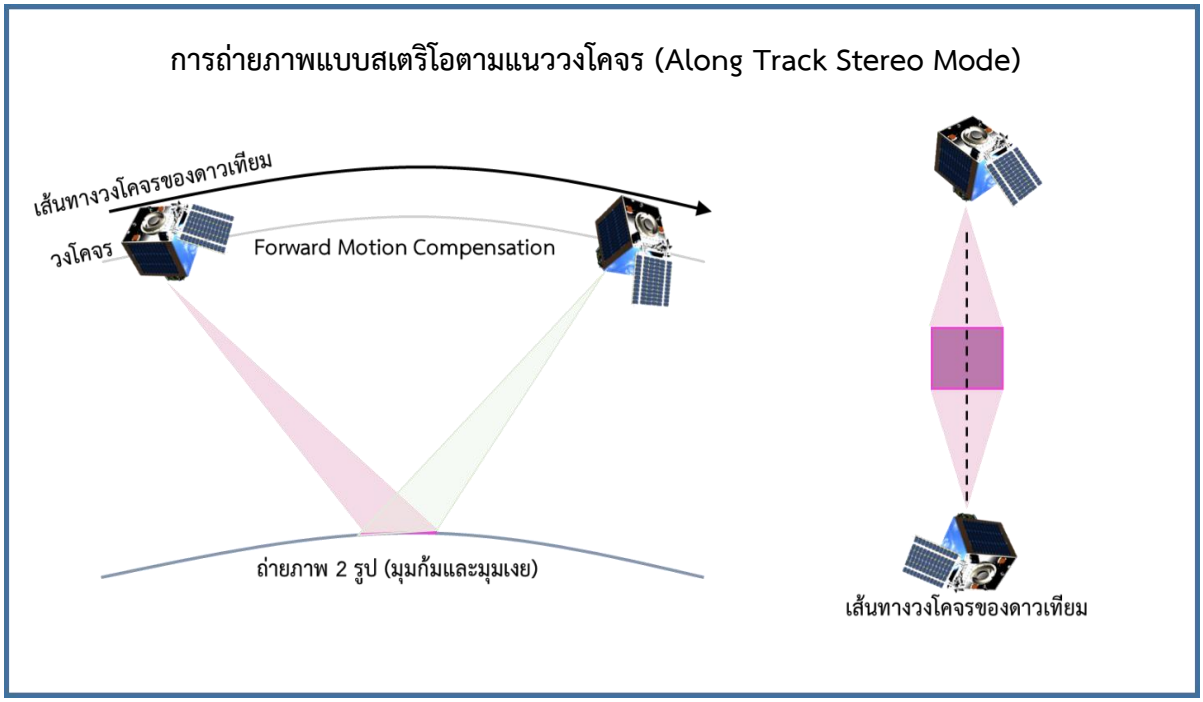
#	โหมดภารกิจถ่ายภาพ	คำอธิบาย
1	การถ่ายภาพรูปเดียว (Single Shot Mode)	● เป็นการถ่ายภาพเพียงหนึ่งรูปบนเป้าหมายเดียวบนพื้นโลก ● สามารถถ่ายภาพได้ด้วยมุมสูงสุดที่ ±45 องศา (Full Angle)
2	การถ่ายภาพแบบแนวแถบ (Snap Strip Mode)	● เป็นการถ่ายภาพมากกว่า 1 ภาพตามแนววงโคจรเพื่อเพิ่มพื้นที่ครอบคลุม ● สามารถถ่ายภาพได้ด้วยมุมสูงสุดที่ ±45 องศา (Full Angle)
3	การถ่ายภาพแบบสเตริโอตามแนววงโคจร (Along Track Stereo Mode)	● เป็นการถ่ายภาพ 2 ภาพตามแนววงโคจรโดยเป็นการถ่ายภาพด้วยมุมเงย 1 ภาพ และมุมก้ม 1 ภาพ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างภาพ 3 มิติ ● สามารถถ่ายภาพได้ด้วยมุมสูงสุดที่ ±45 องศา (Full Angle)
4	การถ่ายภาพแบบวีดีโอ (Video Mode)	● เป็นการถ่ายภาพหลายภาพในเป้าหมายเดียวบนพื้นโลก โดยดาวเทียมจะใช้วิธีการชดเชยการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยการหมุนตัวตลอดแนววงโคจรเพื่อล็อคเป้าหมายบนพื้นโลก (Forward Motion Compesation) ● สามารถถ่ายภาพได้ด้วยมุมสูงสุดที่ ±45 องศา (Full Angle)



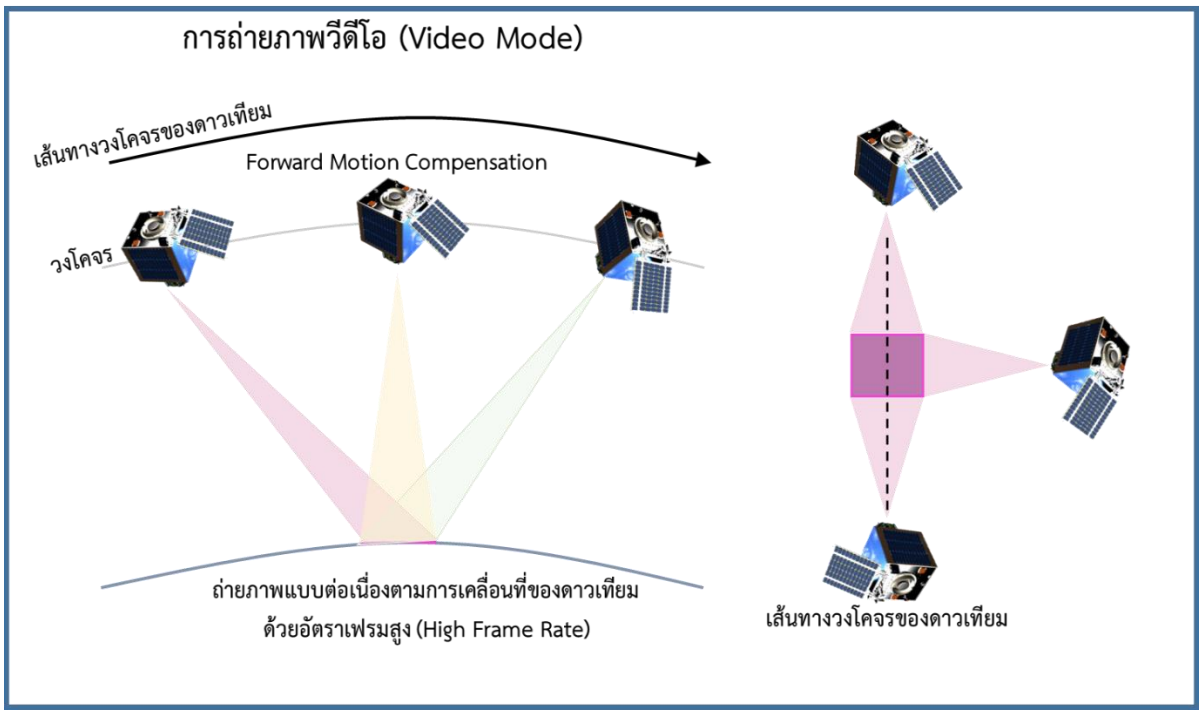
ภาพที่ 4-18 แสดงภารกิจถ่ายภาพรูปเดียว (Single Shot Mode)



ภาพที่ 4-19 แสดงภารกิจถ่ายภาพแบบแนวแถบ (Snap Strip Mode)



ภาพที่ 4-20 แสดงภารกิจถ่ายภาพแบบสเตริโอตามแนววงโคจร (Along Track Stereo Mode)



ภาพที่ 4-21 แสดงภารกิจถ่ายภาพแบบวีดีโอ (Video Mode)

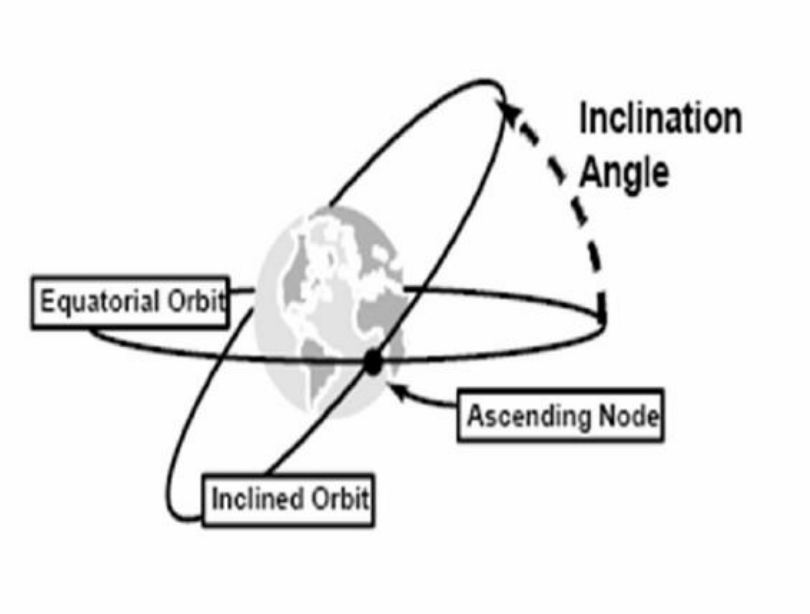
4.5 ผลการวิเคราะห์วงโคจรและจำนวนดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Orbital Analysis and Constellation Satellite)

4.5.1 วงโคจรและประเภทของวงโคจร

วงโคจร คือ เส้นทางการเคลื่อนที่รอบโลกของดาวเทียมที่ความสูงตั้งแต่ 100 กิโลเมตรขึ้นไป ประเภทของวงโคจรหรือแม้แต่จำนวนของดาวเทียมนั้น ส่งผลต่อความถี่ในการเข้าถึงพื้นที่เป้าหมายต่อวันหรือต่อสัปดาห์ โดยที่ความสูงตั้งแต่ 100 ถึง 1,000 กม. จะถูกเรียกว่า วงโคจรต่ำหรือ Low-Earth Orbit (LEO) ที่ความสูงระหว่าง 1,000 ถึง 36,000 กม. จะถูกเรียกว่าวงโคจรระยะปานกลางหรือ Medium Earth Orbit (MEO) และวงโคจรสุดท้ายมีความสูงมากกว่า 36,000 กม. ขึ้นไปจะถูกเรียกว่าวงโคจรค้างฟ้าหรือ Geostationary orbit (GTO) โดยทั่วไปแล้วดาวเทียมสำรวจ (Earth Observation Satellite) จะใช้วงโคจรประเภทวงโคจรต่ำ (LEO) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท อันได้แก่ วงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์หรือ Sun Synchronous Orbit (SSO) และวงโคจรที่มุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำหรือ Low-inclined orbit (LIO) โดยวงโคจร SSO เป็นวงโคจรที่เคลื่อนที่สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์และให้ความสว่างบนพื้นที่หนึ่ง ๆ อย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปีจึงเหมาะกับดาวเทียมถ่ายภาพที่ใช้กล้องแบบ Optical Payload ส่วนวงโคจร LIO เป็นวงโคจรที่มีมุมเอียงหรือ Inclination ต่ำ ซึ่งการเข้าถึงพื้นที่เป้าหมายใด ๆ ณ บริเวณระนาบศูนย์สูตรจะมีความถี่สูงขึ้นสูงกว่าวงโคจร SSO โดยขึ้นอยู่กับมุมเอียงใช้งาน

4.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุม Inclination, Access time, Revisit time และ Area coverage

1. มุม Inclination คือ มุมระหว่างระนาบวงโคจรของดาวเทียม (Obital Plane) และระนาบศูนย์สูตรของโลก (Equatorial Plane) ดังภาพที่ 4-22



ภาพที่ 4-22 มุม Inclination และอื่น ๆ ที่ใช้ในการนิยามวงโคจรเทียบกับระนาบศูนย์สูตรของโลก

2. Access time คือ ช่วงเวลาที่ดาวเทียมโคจรผ่านพื้นที่เป้าหมาย (Aear of Interest; AOI) บนโลก โดยนับตั้งแต่เข้าสู่พื้นที่และออกจากพื้นที่ (จากเส้นขอบฟ้าด้านหนึ่งถึงอีกด้านหนึ่ง) ซึ่งจะสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่ดาวเทียมสามารถถ่ายภาพ ณ พื้นที่ใด ๆ บนโลก

3. Revisit time คือ ช่วงเวลาที่ดาวเทียมจะโคจรเข้าสู่พื้นที่เป้าหมายเดิมอีกครั้ง

4. Area coverage คือ ขนาดพื้นที่สะสมที่ดาวเทียมสามารถเข้าถึงได้ โดยจะขึ้นอยู่กับประเภทวงโคจร ความสูง ขอบเขตการมองเห็น (Field of View) ของกล้องถ่ายภาพดาวเทียมและมุมสูงสุดที่ดาวเทียมสามารถเอียงตัวเพื่อชี้กล้องถ่ายภาพดาวเทียมไปยังพื้นที่เป้าหมายนั้นได้ (Field of Regard)

มุม Inclination เป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญและส่งผลกระทบโดยตรงต่อค่า Access time, Revisit time, และ Area coverage จากตารางที่ 4-8 ซึ่งเป็นตารางความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมของ Access time ใน 1 อาทิตย์และมุม Inclination ในพื้นที่ประเทศไทย จะเห็นว่าหากมุม Inclination มีขนาดที่สูงขึ้น ผลรวมของ Access time ใน 1 อาทิตย์ที่ดาวเทียมสามารถเข้าถึงบริเวณพื้นที่ประเทศไทยจะลดลง แต่เป็นปัจจัยที่จะทำให้ดาวเทียมสามารถถ่ายภาพได้ครอบคลุมทั่วโลกมากกว่า ดังตารางที่ 4-9 (ตารางความสัมพันธ์ระหว่างมุม Inclination และเปอร์เซ็นต์การถ่ายภาพครอบคลุมทั่วโลก) ในทางตรงกันข้ามหากลดมุม Inclination ผลรวมของ Access time ที่ดาวเทียมสามารถเข้าถึงบริเวณพื้นที่ประเทศไทยได้นั้นจะยิ่งเพิ่มขึ้น แต่จะทำให้เปอร์เซ็นต์การถ่ายภาพครอบคลุมทั่วโลกลดลง ดังนั้นหากต้องการผลรวมของ Access time ที่ดาวเทียมสามารถเข้าถึงบริเวณพื้นที่ประเทศไทยเป็นระยะเวลานาน จะต้องออกแบบวงโคจรของดาวเทียมให้มีมุม Inclination ต่ำ

ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบระหว่างมุม Inclination และผลรวมระยะเวลาที่ดาวเทียมผ่านประเทศไทยใน 1 สัปดาห์

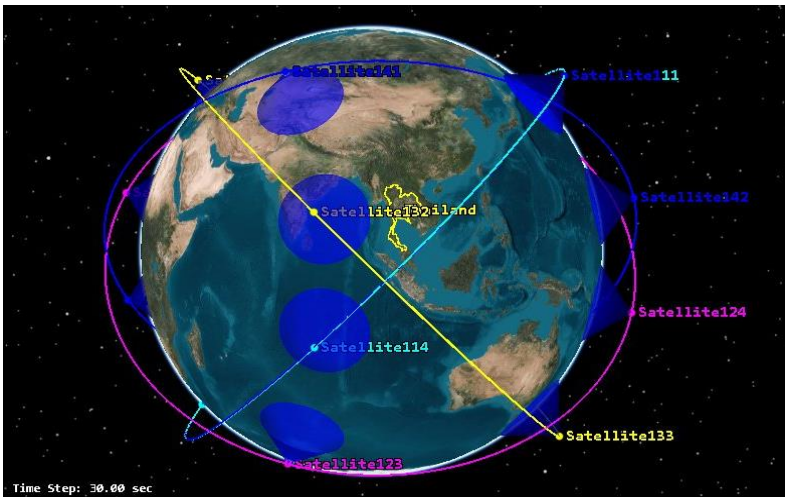
มุม Inclination (องศา)	ผลรวมระยะเวลาที่ดาวเทียมผ่านประเทศไทย (วินาที)
30	2500
60	1100
90	900
120	1300
150	2600
180	3200

ตารางที่ 4-9 เปรียบเทียบระหว่างมุม Inclination และเปอร์เซ็นการถ่ายภาพพื้นที่ครอบคลุมทั่วโลก

มุม Inclination (องศา)	เปอร์เซ็นการถ่ายภาพพื้นที่ครอบคลุมทั่วโลก
30	62
60	90
90	98
120	92
150	63
180	15

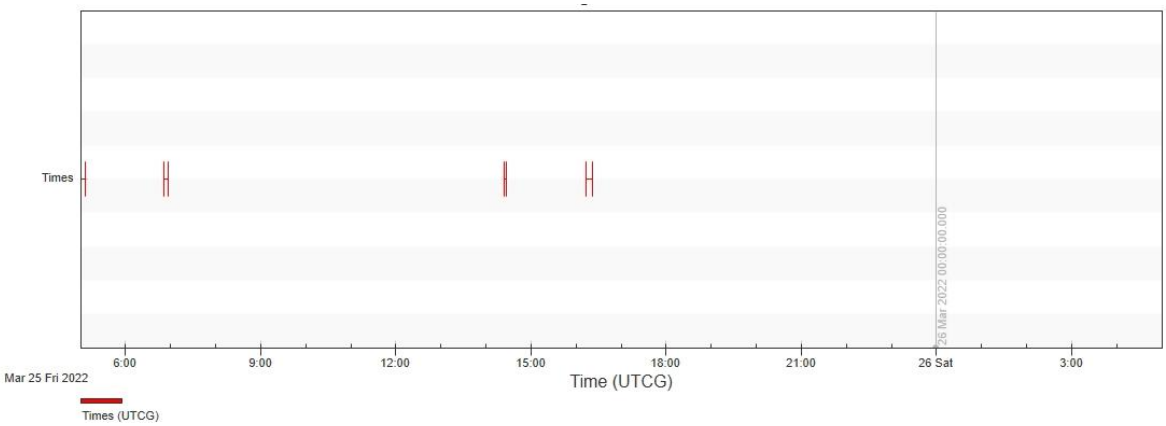
4.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนดาวเทียมและ Revisit time

กลุ่มดาวเทียม หรือ Satellite constellation คือ กลุ่มวงโคจรของดาวเทียมที่อยู่ในระนาบที่ต่างกัน เพื่อเพิ่ม Area coverage และ Access time ดังภาพที่ 4-23

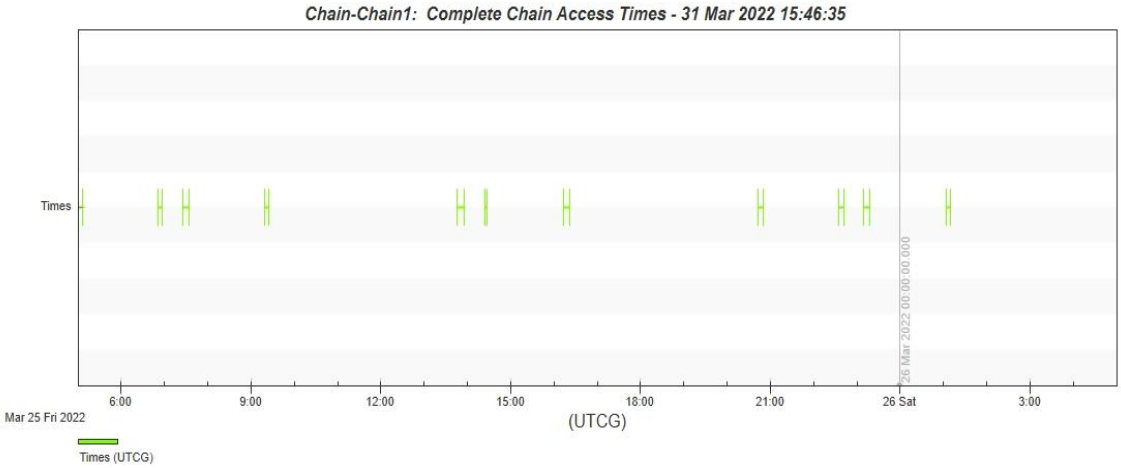


ภาพที่ 4-23 กลุ่มดาวเทียม (Constellation)

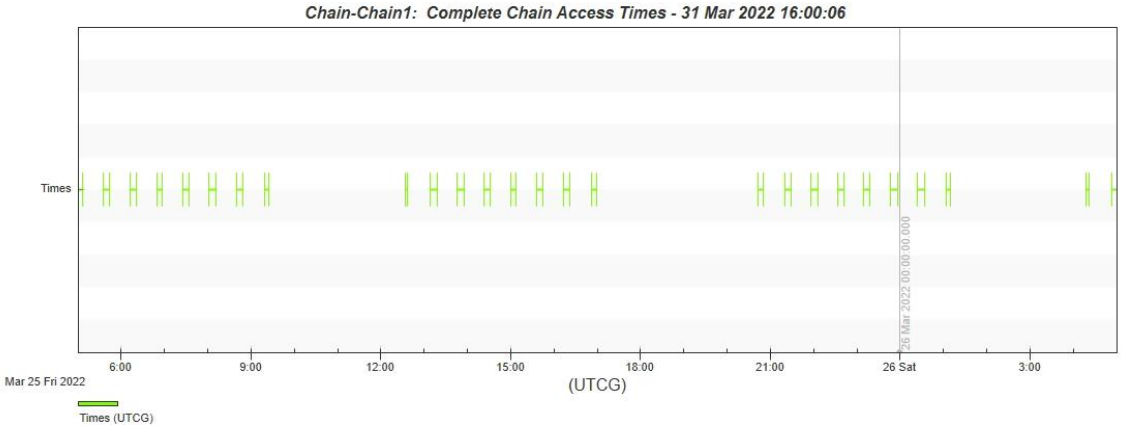
จำนวนของดาวเทียมเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อค่า Access time Revisit time และ Area coverage เป็นอย่างมาก โดยหากยิ่งเพิ่มจำนวนดาวเทียมใช้งานจำนวนครั้งของการ Revisit time ในพื้นที่เป้าหมายก็จะเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ดีงบประมาณที่ใช้ในการนำส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรต่าง ๆ จะมากขึ้น ในขณะเดียวกันการเพิ่มจำนวนดาวเทียมในการใช้งาน จะเป็นการเพิ่มความซับซ้อนในการออกแบบระบบควบคุมดาวเทียมและภาคพื้นอีกด้วย ดังในภาพที่ 4-24 แสดงตัวอย่างของระยะเวลาและความถี่ในการเข้าถึงพื้นที่เป้าหมายของดาวเทียมแบบวงโคจรต่ำใน 1 วัน ในส่วนภาพที่ 4-25 สำหรับกลุ่มดาวเทียม Constellation 3 ดวงบนระนาบเดียวกัน (3x1) ใน 1 วัน และภาพที่ 4-26 สำหรับกลุ่มดาวเทียม Constellation 3 ดวง บน 3 ระนาบ (3x3) ใน 1 วัน



ภาพที่ 4-24 ดาวเทียมวงโคจรโลกต่ำที่ความสูง 550 กิโลเมตร โดยมีจำนวน revisit ทั้งหมด 4 ครั้ง ใน 1 วัน



ภาพที่ 4-25 กลุ่มดาวเทียม 3x1 Constellation โดยมีจำนวน Revisit ทั้งหมด 10 ครั้ง ใน 1 วัน



ภาพที่ 4-26 กลุ่มดาวเทียม 3x3 Constellation โดยมีจำนวน Revisit ทั้งหมด 22 ครั้ง ใน 1 วัน

4.5.4 วงโคจรที่เหมาะสมกับดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

จากความต้องการทางเทคนิค ระบุว่าดาวเทียมต้องเข้าถึงพื้นที่ประเทศไทยอย่างน้อยทุก ๆ 2 วัน ที่ความสูง 500 ถึง 800 กิโลเมตร มีโอกาสถ่ายภาพด้วย Optical Payload ที่มีขอบเขตการมองเห็นอยู่ที่ ±45 องศา และดาวเทียมสามารถหมุนตัวเพื่อถ่ายภาพได้ด้วยมุม ±45 องศา (Field of Regard) จากแนวตั้งฉากกับพื้นโลก (Nadir Direction) จากการวิเคราะห์วงโคจรเบื้องต้นในระยะแรกของการพัฒนาดาวเทียม พบว่าได้มีลักษณะของวงโคจรที่มีจำนวน Access time มากที่สุด 3 อันดับ จากการวิเคราะห์วงโคจรทั้งหมด 15 ลักษณะ และลักษณะวงโคจรเหล่านี้จะถูกนำมาเลือกใช้สำหรับการพัฒนาดาวเทียมในระยะถัดไป ดังในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 วงโคจรเป้าหมายสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

กรณี	ประเภทของวงโคจร	ความสูง (กม.)	มุม Inclination (องศา)	มุม Right Ascension of Ascending Node;RAAN (องศา)
1	Sun Synchronous Orbit (SSO)	550	97.4839°	235.59° (LTAN 09:00 am)
2	Sun Synchronous Orbit (SSO)	400	97.5976°	122.642° (LTAN 09:30 am)
3	Low-inclination Orbit (LIO)	590	23°	160°

จากผลการวิเคราะห์วงโคจรและ Simulation เบื้องต้นด้วยโปรแกรม STK (System Tool Kit) version 11 โดยมีรายละเอียดข้อกำหนดเริ่มต้นดังต่อไปนี้

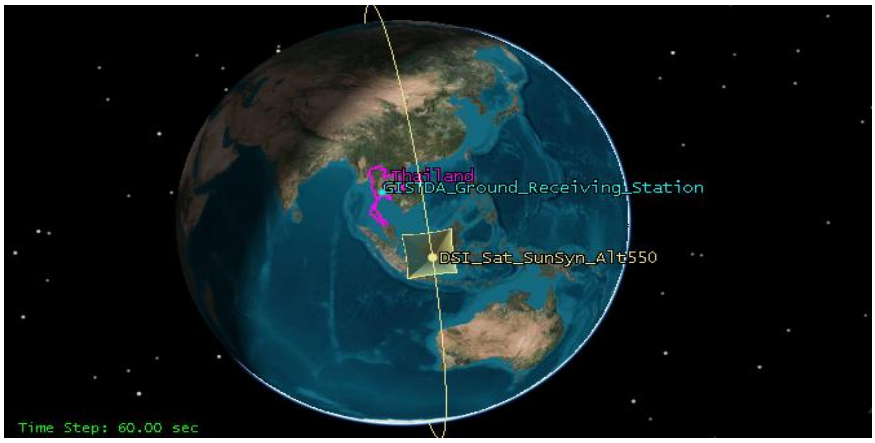
1. Field of View (FOV): +/- 45 องศา แบบ rectangle

2. Field of Regard (FOR): +/- 45 องศา

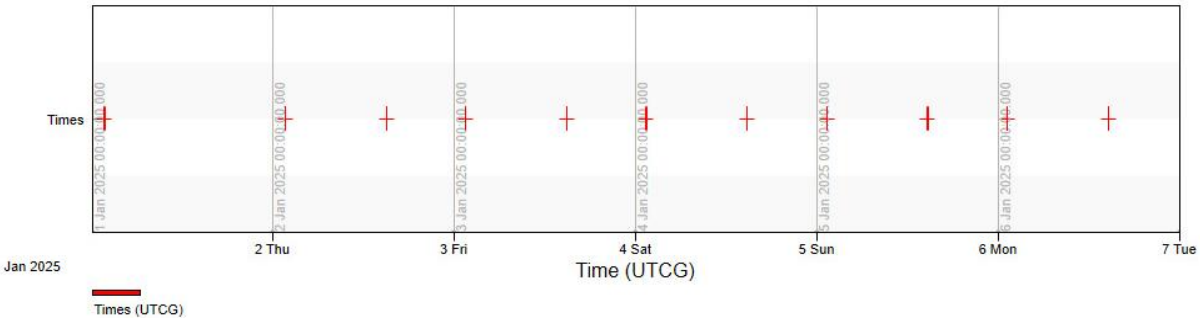
3. Orbit Propagation: Two Body (พิจารณาแค่โลกและดาวเทียม ซึ่งให้ความแม่นยำเพียงพอสำหรับการพัฒนาดาวเทียมในระยะแรก)

4. Duration: 7 วัน (เพียงพอสำหรับการพัฒนาดาวเทียมในระยะแรก)

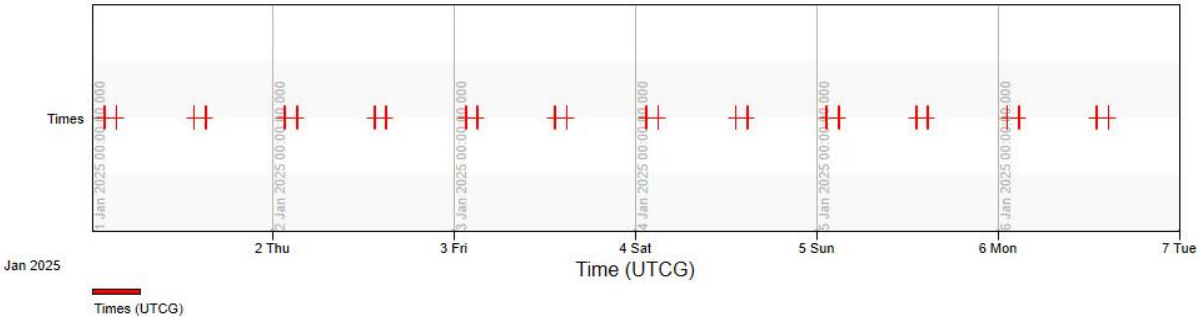
ผลการ Simulation ในวงโคจรแบบวงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ หรือ Sun Synchronous Orbit (SSO) ที่ความสูง 550 กิโลเมตร LTAN 09:00 am



ภาพที่ 4-27 วงโคจรแบบ SSO ที่ความสูง 550 กม. LTAN 09:00 am

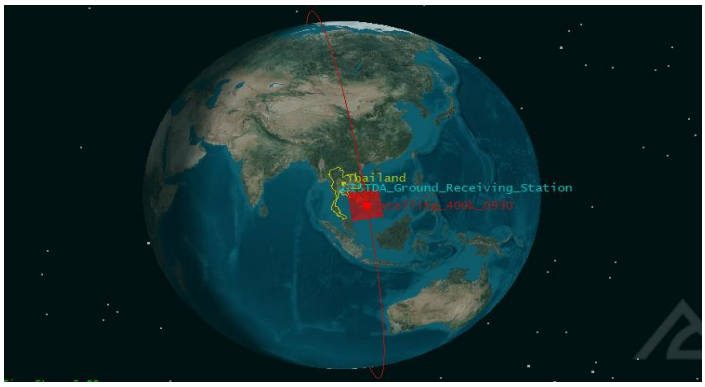


ภาพที่ 4-28 ผลของ Revisit time และ Revisit frequency ของดาวเทียมบนวงโคจรแบบ Sun Synchronous Orbit สำหรับการถ่ายภาพประเทศไทย ที่ความสูง 550 กิโลเมตร LTAN 09:00 am

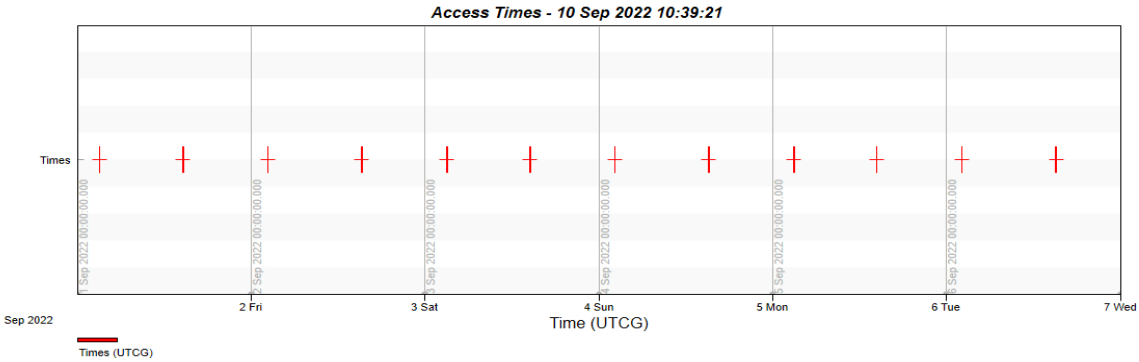


ภาพที่ 4-29 ผลของ Revisit time และ Revisit frequency ของดาวเทียมบนวงโคจรแบบ Sun Synchronous Orbit สำหรับการดาวน์ลิงค์ข้อมูล ณ สถานีภาคพื้น GISTDA SKP อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ประเทศไทย ที่ความสูง 550 กิโลเมตร LTAN 09:00 am

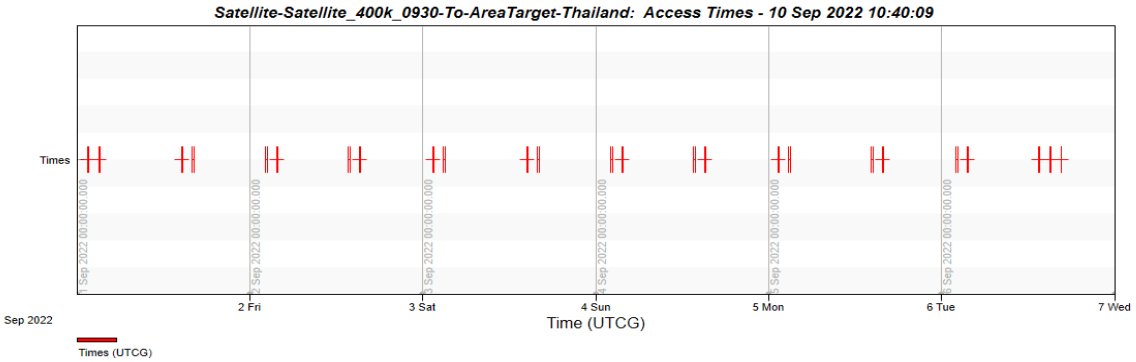
ผลการ Simulation ในวงโคจรแบบวงโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ หรือ Sun Synchronous Orbit (SSO) ที่ความสูง 400 กิโลเมตร LTAN 09:30 am



ภาพที่ 4-30 วงโคจรแบบ SSO ที่ความสูง 400 กิโลเมตร LTAN 09:30 am

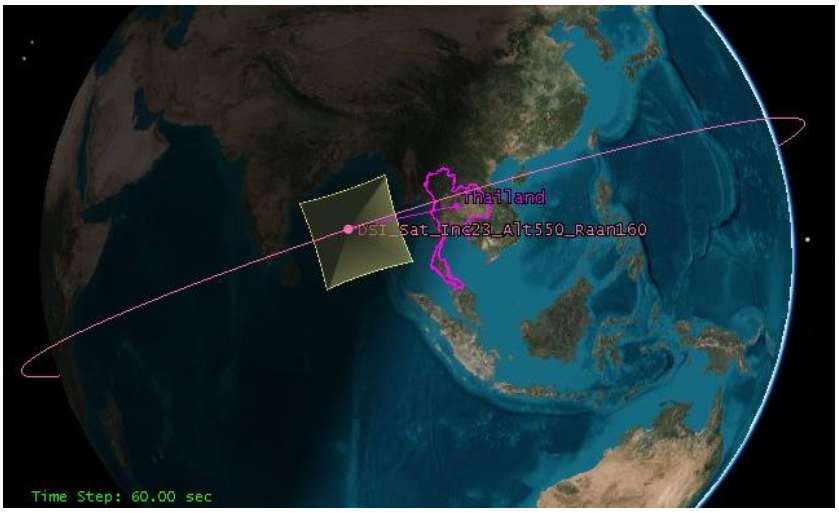


ภาพที่ 4-31 ผลของ Revisit time และ Revisit frequency ของดาวเทียมบนวงโคจรแบบ Sun Synchronous Orbit สำหรับการถ่ายภาพประเทศไทย ที่ความสูง 400 กิโลเมตร LTAN 09:30 am

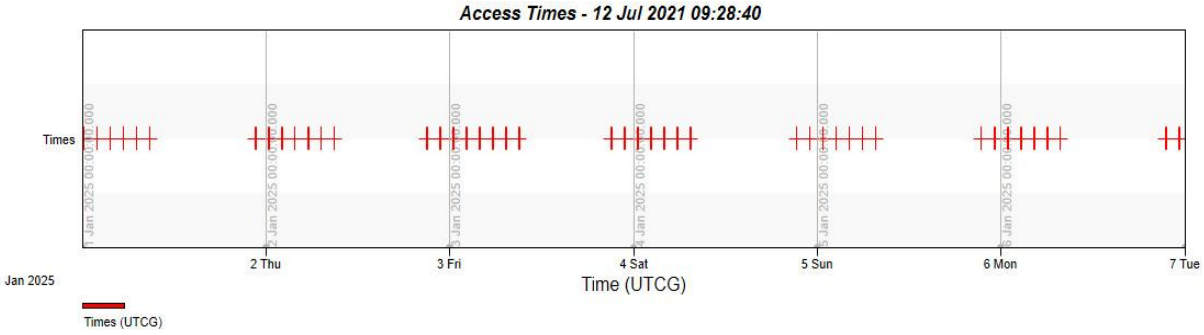


ภาพที่ 4-32 ผลของ Revisit time และ Revisit frequency ของดาวเทียมบนวงโคจรแบบ Sun Synchronous Orbit สำหรับการดาวน์ลิงค์ข้อมูล ณ สถานีภาคพื้น GISTDA SKP อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ประเทศไทย ที่ความสูง 400 กิโลเมตร LTAN 09:30 am

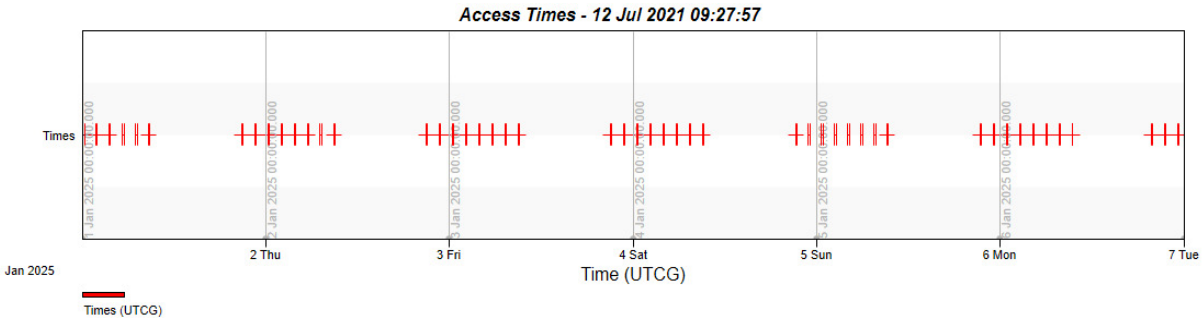
ผลการ Simulation สำหรับวงโคจรที่มุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำหรือ Low-inclined Orbit (LIO) ความสูง 590 กิโลเมตร มุม RAAN 23 องศา



ภาพที่ 4-33 วงโคจรแบบ LIO ที่ความสูง 590 กิโลเมตร RAAN 23 องศา



ภาพที่ 4-34 ผลของ Revisit Time และ Revisit Frequency ของดาวเทียม Low-inclined Orbit สำหรับการถ่ายภาพประเทศไทย



ภาพที่ 4-35 Revisit Time และ Revisit Frequency ของดาวเทียม Low-inclined Orbit สำหรับการดาวน์ลิงค์ ณ สถานีภาคพื้น GISTDA SKP อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ประเทศไทย

ตารางที่ 4-11 สรุปผลการคำนวณ average access โอกาสในการถ่ายภาพภายในพื้นที่ประเทศไทยและโอกาสในการดาวน์ลิงค์ที่สถานีภาคพื้น GISTDA SKP ระยะเวลา 1 สัปดาห์

กรณี	ประเภทวงโคจร	ความสูง (กิโลเมตร)	โอกาสการถ่ายภาพบริเวณประเทศไทยโดยเฉลี่ยใน 1 วัน	โอกาสการดาวน์ลิงค์บริเวณประเทศไทยโดยเฉลี่ยใน 1 วัน	โอกาสการถ่ายภาพบริเวณประเทศไทยระหว่าง 9.00 น. ถึง 15.00 น. ใน 1 อาทิตย์
1	Sun Synchronous Orbit	550	1-2	3-4	11
2	Sun Synchronous Orbit	400	2	4	12
3	Low-inclination Orbit	590	6-7	7	23

4.5.5 สรุปผลการวิเคราะห์วงโคจรในรายงานระยะที่ 1

จากผลการวิเคราะห์วงโคจรข้างต้น แสดงให้เห็นว่าดาวเทียม 1 ดวง ในวงโคจรแบบ Sun Synchronous Orbit (SSO) และแบบ Low-inclination Orbit ให้ผลของการ Revisit อย่างน้อย 2 วัน และมีโอกาสในการถ่ายภาพอย่างน้อย 3 ครั้งใน 1 อาทิตย์ ซึ่งวงโคจรทั้ง 2 ลักษณะ สามารถผ่านคุณสมบัติทางเทคนิคในส่วนของการใช้งานวงโคจรได้ ยิ่งไปกว่านั้นการใช้กลุ่มดาวเทียมหรือ Satellite Constellation ยังเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถบรรลุคุณสมบัติทางเทคนิคในส่วนของการใช้งานวงโคจรได้อีกด้วย อย่างไรก็ดี รายละเอียดการวิเคราะห์วงโคจรในเนื้อหาส่วนนี้เป็นผลการวิเคราะห์ 3 อันดับแรกของวงโคจรที่เหมาะสมที่สุดให้แก่ดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมในเชิงวิศวกรรมเท่านั้น แต่ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องคำนึงถึงอีกหลายมิติ อาทิเช่น วัน - เวลาที่เป็นไปได้ในการนำส่ง ความถี่ในการนำส่งของจรวดนั้น ๆ ความแม่นยำและความสำเร็จของจรวดนำส่ง และยังจำเป็นต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการสร้างและพัฒนาดาวเทียม งบประมาณในการผลิตและนำส่ง เนื่องด้วยในลักษณะวงโคจรที่แตกต่างกันจะมีกระบวนการพัฒนาดาวเทียมและวิธีการส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรที่แตกต่างกันอีกด้วย

4.6 ภาพรวมสถาปัตยกรรมดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Fundamental of the Satellite Architecture)

4.6.1 การเลือกดาวเทียมต้นแบบสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Satellite Heritage Baseline)

ขั้นตอนในการพัฒนาดาวเทียมดวงใหม่ จะเริ่มต้นจากการเลือกดาวเทียมต้นแบบ (Heritage) ก่อน เพื่อลดความเสี่ยงในความล้มเหลวของการปฏิบัติภารกิจ แล้วจึงมีการพัฒนาปรับปรุงในระบบย่อย (Sub – System Level) และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของดาวเทียมให้เหมาะสมกับภารกิจที่ได้รับมอบหมาย หลังจากนั้นระบบย่อยภายในดาวเทียมจะถูกประเมินว่ามีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด มีความซับซ้อนในการพัฒนาอย่างไร นำไปสู่การประเมินความเป็นไปได้ในการสร้างดาวเทียมดวงใหม่ ทั้งนี้รายละเอียดการแบ่งหมวดหมู่ (Category) การเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์หรือระบบย่อยในดาวเทียม สามารถแบ่งได้ ดังนี้

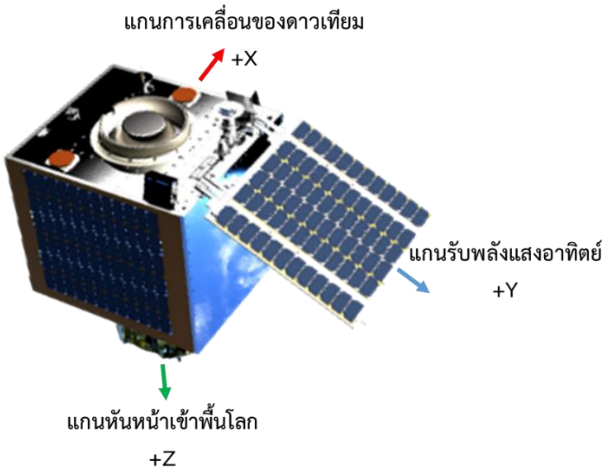
ตารางที่ 4-12 หมวดหมู่ (Category) ในการพัฒนาอุปกรณ์ในดาวเทียม

หมวดหมู่ (Category)	คำอธิบาย	Technology Readiness Levels (TRL) [9]
CAT - A	• เป็นอุปกรณ์ที่ถูกใช้งานในอวกาศจากภารกิจอื่น ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงจากเดิมเล็กน้อย เช่น บางชิ้นในอุปกรณ์ถูกส่วนทดแทนในกรณีที่ชิ้นส่วนนั้น ๆ เลิกผลิตไปแล้ว • มีความพร้อมในการนำไปใช้ในดาวเทียมอยู่ที่ 80% ถึง 90% โดยให้ Margin ในแง่ของการพัฒนารวมไปถึงเวลาและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น 2 – 5%	TRL 8-9
CAT - B	• เป็นอุปกรณ์ที่ถูกใช้งานในอวกาศจากภารกิจอื่น ซึ่งถูกปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก เช่น การเปลี่ยนแปลงแผนผังแผงวงจร (Electronical Layout), การเปลี่ยนอินเตอร์เฟซ (Interface) ของอุปกรณ์ • มีความพร้อมในการนำไปใช้ในดาวเทียมอยู่ที่ 70% โดยให้ Margin ในแง่ของการพัฒนารวมไปถึงเวลาและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น 5 – 10%	TRL 7
CAT - C	• อุปกรณ์ถูกพัฒนาขึ้นใหม่ ยังไม่เคยใช้งานมาก่อน • มีความพร้อมในการนำไปใช้ในดาวเทียมอยู่ที่ 60% หรือน้อยกว่า โดยให้ Margin ในแง่ของการพัฒนารวมไปถึงเวลาและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น 10 – 20%	TRL6 หรือต่ำกว่า

ทั้งนี้ในการพัฒนาดาวเทียมนั้น วิศวกรจะหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงระบบย่อยต่าง ๆ ของดาวเทียม โดยส่วนใหญ่แล้วอุปกรณ์ต่าง ๆ จะอยู่ในหมวดหมู่ Category A และหมวดหมู่ Category B เพียงเล็กน้อย เพื่อลดความเสี่ยงในการพัฒนาดาวเทียมให้ได้มากที่สุด

4.6.2 สถานะอุปกรณ์ของดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ (Qualification Status List)

ดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษจะประกอบไปด้วยระบบย่อยที่สำคัญเพื่อใช้ในการสนับสนุนการดำเนินภารกิจของดาวเทียม โดยประกอบไปด้วย อุปกรณ์ประมวลผลหลัก (On-board Data Handling: OBDH) ชุดอุปกรณ์การควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม (Attitude Determination and Control System: ADCS) อุปกรณ์ชาร์จและจ่ายพลังงาน (Power System) อุปกรณ์สื่อสารใช้ในการส่งคำสั่งและรับข้อมูลจากดาวเทียม (Telemetry and Telecommand Communication: TTC) และโครงสร้างดาวเทียม (Structure) เป็นต้น นอกจากนี้ดาวเทียมยังติดตั้งกล้องถ่ายภาพดาวเทียมสำรวจโลกรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Earth Observation Satellite's Imager) พร้อมทั้งอุปกรณ์สนับสนุนเพื่อให้บรรลุภารกิจของดาวเทียม อันได้แก่ อุปกรณ์จัดการข้อมูลภาพถ่าย (Payload Data Handling Unit: PDHU) และชุดอุปกรณ์ดาวน์ลิงค์ข้อมูลภาพ (Payload High-rate Downlink)



ภาพที่ 4-36 การกำหนดค่าแกนหลักของดาวเทียม

โดยดาวเทียมจะประกอบไปด้วย 3 แกนหลังดังนี้

1. แกน X: แกนที่ดาวเทียมเคลื่อนที่ตามเส้นวงโคจร

2. แกน Y: แกนที่ตั้งฉากกับระนาบวงโคจร (เป็นแกนที่ได้รับแสงพระอาทิตย์เพื่อใช้ในการชาร์จพลังงานมากที่สุด)

3. แกน Z: แกนที่ชี้ไปยังศูนย์กลางของมวลของโลก (เป็นทิศทางการชี้เป้าของกล้องถ่ายภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงมากไปยังพื้นโลก)

4.6.3 สถาปัตยกรรมดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

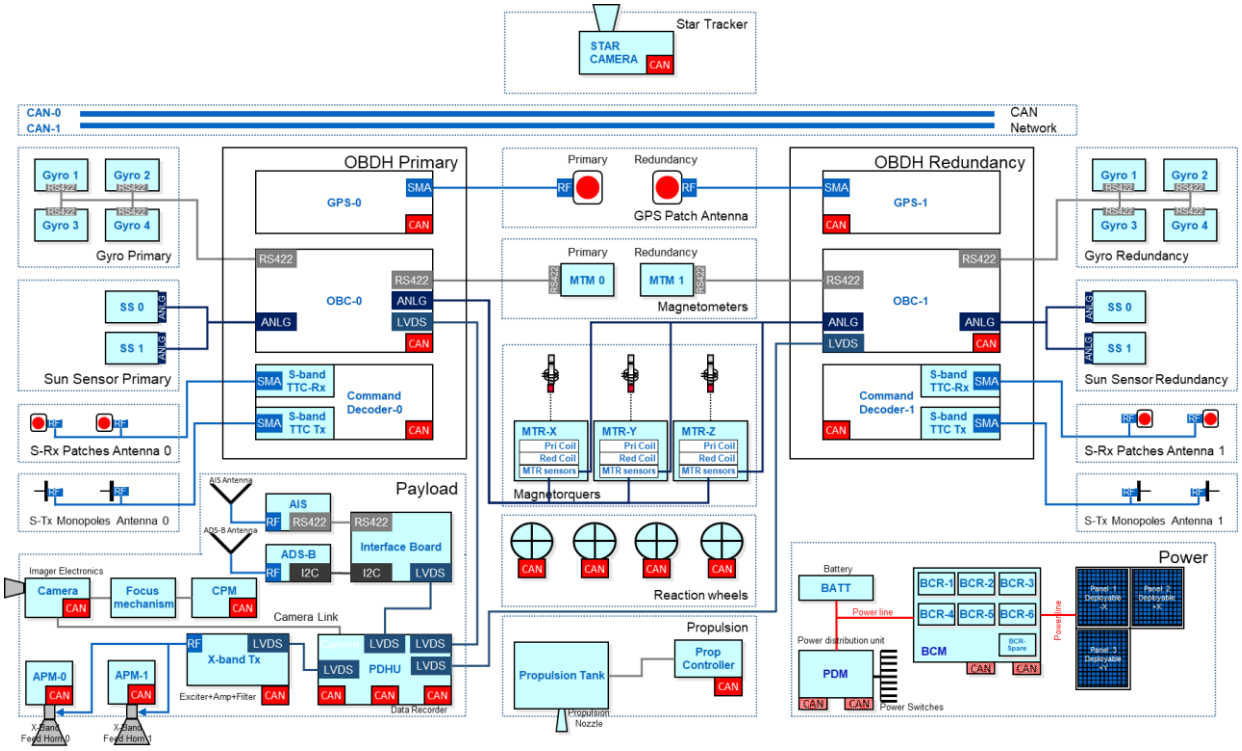
แผนผังสถาปัตยกรรมของดาวเทียมได้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อสอดคล้องกับความต้องการทางเทคนิคของดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมดังตารางที่ 4-1 และมีต้นแบบมาจากดาวเทียมธีออส-2เอ (THEOS-2A) โดยปกติแล้วในส่วนของโครงสร้างดาวเทียม แผงชาร์จพลังงาน (Solar Parnal) ระบบสายไฟ รวมไปถึงการวิเคราะห์สภาวะสิ่งแวดล้อมในอวกาศ บ่อยครั้งที่ถูกปรับแก้เพื่อให้สอดคล้องกับภารกิจของดาวเทียม ยิ่งไปกว่านั้น อุปกรณ์ในดาวเทียมที่อยู่ใน Category B และ C จะต้องถูกนำมาพัฒนาและทดสอบจนกว่ามั่นใจว่าใช้งานสำหรับภารกิจของดาวเทียมได้

ดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษถูกออกแบบให้ปฏิบัติภารกิจในวงโคจรมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำหรือ Low-inclined Orbit (LIO) ด้วยมุมเอียงอยู่ที่ 23 องศากับแนวระนาบศูนย์สูตรเพื่อเพิ่มจำนวนในการเข้าถึงพื้นที่บริเวณประเทศไทยและมีความสูงของวงโคจร 400 กิโลเมตร มาพร้อมกับระบบขับเคลื่อนดาวเทียมเพื่อใช้ในการรักษาคุณลักษณะของวงโคจรดาวเทียม นอกจากนี้ ดาวเทียมยังถูกออกแบบให้เหมาะแก่การสนับสนุนภารกิจของกรมสอบสวนคดีพิเศษโดยมีการติดตั้งอุปกรณ์เพย์โหลดอยู่ 2 ระบบย่อย ประกอบไปด้วย

1) เพย์โหลดหลัก (Primary Payload): เป็นกล้องถ่ายภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Imager) ซึ่งสามารถให้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดที่ 0.5 เมตร และครอบคลุมพื้นที่ 2.56 x 2.56 ตารางกิโลเมตร ณ ความสูงของวงโคจร 400 กิโลเมตร

2) เพย์โหลดเสริม (Secondary Payload): อุปกรณ์รับสัญญาณตำแหน่งข้อมูลเรือ (AIS: Automatic Identification System) และอุปกรณ์รับสัญญาณข้อมูลอากาศยาน (Automatic Dependent Surveillance–Broadcast: ADS-B)

โดยรายละเอียดสถาปัตยกรรมดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษในแต่ละระบบย่อยของดาวเทียมถูกอธิบายไว้ดังต่อไปนี้ ***“อย่างไรก็ดี สถาปัตยกรรมดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเป็นเพียงการออกแบบสถาปัตยกรรมเบื้องต้นสำหรับประเมินความเป็นไปได้ในการพัฒนาดาวเทียมเท่านั้น ซึ่งไม่สามารถอ้างอิงข้อมูลเหล่านี้สำหรับการพัฒนาดาวเทียมขึ้นจริงได้”***

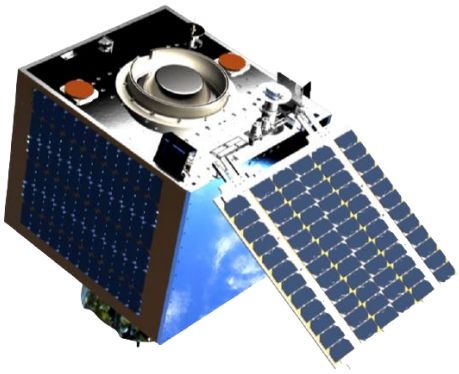


ภาพที่ 4-37 แผนผังสถาปัตยกรรมดาวเทียมเพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับดาวเทียมเพื่อป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ดาวเทียมสนับสนุนภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมมีต้นแบบมาจากดาวเทียมธีออส-2เอ (THEOS-2A) ซึ่งเป็นการพัฒนาร่วมกันระหว่างสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กับบริษัท Surrey Satellite Technology Limited (SSTL) ณ ประเทศอังกฤษ และจะถูกนำขึ้นสู่อวกาศในไตรมาสที่ 1 ของปี พ.ศ. 2566

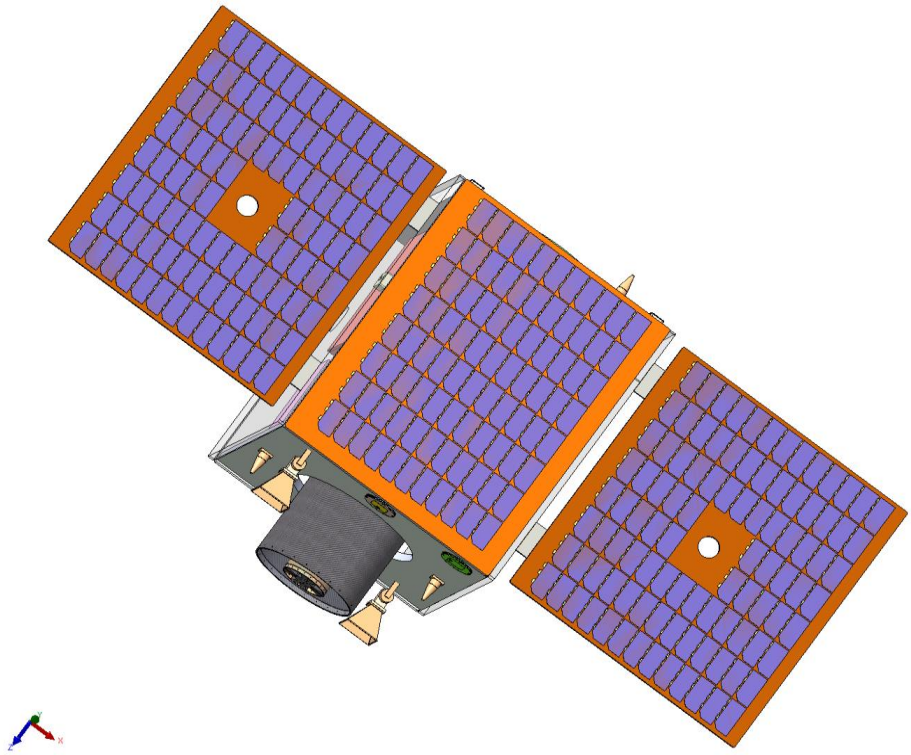


ภาพที่ 5-1 ดาวเทียมธีออส-2เอ (THEOS-2A)

สำหรับดาวเทียมสนับสนุนภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมจะใช้อุปกรณ์ตรวจวัดกล้องชนิด CMOS Area Sensor ด้วยตัวกรองสีจริงแบบ Bayer หรือ Bayer Filter เพื่อใช้ในการถ่ายภาพสีรายละเอียดสูงมาก (Very High Resolution Color Imagery) ซึ่งจะสามารถแยกแยะลักษณะของรถและกลุ่มบุคคลในพื้นที่ได้

5.1.1 การออกแบบและพัฒนาสถาปัตยกรรมดาวเทียม ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม และระบบการปฏิบัติการดาวเทียมเบื้องต้น สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

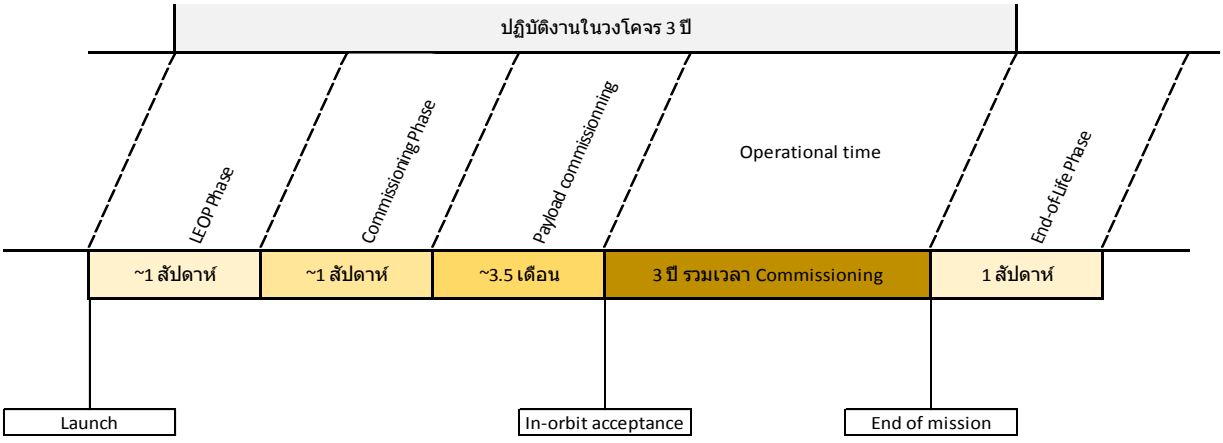
ดาวเทียม THEOS - 2A ซึ่งจะถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรในเดือนมีนาคม 2566 ได้ถูกนำมาใช้เป็นดาวเทียมต้นแบบในการออกแบบดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ โดยดาวเทียมถูกออกแบบให้รองรับการสนับสนุนและเพิ่มประสิทธิภาพในภารกิจของกรมสอบสวนคดีพิเศษ ซึ่งมาพร้อมกับเพย์โหลดหลักคือกล้องถ่ายภาพรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution imager) ยิ่งไปกว่านั้น ดาวเทียมและสถานีปฏิบัติการดาวเทียมยังถูกรองรับให้สามารถปฏิบัติภารกิจแบบ Real-Time Imagery และ Near Real-Time Imagery อีกด้วย



ภาพที่ 5-2 ภาพต้นแบบดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

(1) วิธีการปฏิบัติภารกิจของดาวเทียม (Concept of operation) สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ภารกิจดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเริ่มตั้งแต่การนำดาวเทียมเข้าสู่วงโคจรจนกระทั่งครบกำหนดเวลาภารกิจได้ถูกออกแบบไว้ตามภาพที่ 5-3 โดยดาวเทียมจะสามารถปฏิบัติภารกิจ 3 ปี นับตั้งแต่ดาวเทียมถูกนำเข้าสู่วงโคจร



ภาพที่ 5-3 ผังเวลาสำหรับการปฏิบัติงานของดาวเทียมในวงโคจร

ตารางที่ 5-1 คำอธิบายภารกิจของดาวเทียมตลอดเวลาการใช้งาน

ระยะการทำงาน (Phase)	ระยะเวลา	คำอธิบายเพิ่มเติม
Launch and Early Operations Phase (LEOP)	~1 สัปดาห์	• การส่งดาวเทียมเข้าสู่วงโคจร • ทำการติดต่อดาวเทียมภายในวงโคจร • ปรับสมดุลการหมุนดาวเทียมทั้ง 3 แกน จากสถานะหมุนเคว้ง (Separation's random tumble) สู่ Spin Stabilization Mode (SSM) และ Geo-centric Pointing Mode (GPM) ตามลำดับ
Commissioning Phase	~4.5 เดือน	• ทดสอบความพร้อมระบบ Bus พื้นฐานของดาวเทียม • ทดสอบความพร้อมระบบเพย์โหลดหลัก • ทดสอบความพร้อมระบบเพย์โหลดเสริม
Operational Phase	3 ปี (รวมเวลา Commissioning)	• ดาวเทียมปฏิบัติภารกิจตามที่กำหนด • สั่งแผนงานการปฏิบัติภารกิจให้แก่ระบบเพย์โหลดหลักและระบบเพย์โหลดเสริม
End-of-Life Phase	~1 สัปดาห์	• จบภารกิจดาวเทียม • หยุดระบบควบคุม ADCS และปิดอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงระบบจัดการข้อมูลดาวเทียมและระบบติดต่อสื่อสารกับสถานีปฏิบัติการดาวเทียม • ดาวเทียมจะอยู่ในสถานะหมุนเคว้ง (Tumble)

(2) การปฏิบัติภารกิจและโหมดการทำงานของระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

การควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมจะอาศัยการทำงานของอุปกรณ์กลุ่ม ADCS (Attitude Determination and Control System) เพื่อให้ดาวเทียมทำงานตามภารกิจในแต่ละรูปแบบ ซึ่งอุปกรณ์กลุ่มเซนเซอร์ประกอบไปด้วย ไจโรสโคป (Gyroscope) เซนเซอร์แสงอาทิตย์ (Sun Sensors) เซนเซอร์อุปกรณ์วัดสนามแม่เหล็กโลก (Magnetometer) และเซนเซอร์ดวงดาว (Star Tracker) และในส่วนกลุ่มแอคชูเอเตอร์จะทำหน้าที่ในการสร้างแรงขับให้กับดาวเทียมในรูปแบบต่าง ๆ ประกอบด้วย ล้อปฏิกิริยา (Reaction Wheels) แม็กเนติกทอร์คเกอร์ (Magnetic Torquers) และระบบขับดัน (Thruster) โดยการปฏิบัติภารกิจและโหมดการทำงานของระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมได้ถูกอธิบายดังนี้

ตารางที่ 5-2 การปฏิบัติภารกิจและโหมดการทำงานของระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม

โหมดของระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม	อุปกรณ์ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม		คำอธิบาย
	กลุ่มเซนเซอร์	กลุ่มแอคชูเอเตอร์	
Safe Mode (SAFE)	-	-	เป็นโหมดที่ดาวเทียมอยู่ในสภาพหมุนเคว้งหลังจากดีดตัวออกจากจรวดนำส่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้งานในโหมดนี้จะมีเพียงอุปกรณ์ที่ช่วยให้ดาวเทียมสามารถยังชีพได้เท่านั้น
Automatic Reconfiguration Order Mode (ARO)	-	-	ดาวเทียมในโหมดนี้จะอยู่ในสภาพหมุนเคว้งเช่นเดียวกับโหมด SAFE แต่เงื่อนไขที่เข้าสู่โหมดนี้เกิดเมื่อดาวเทียมตรวจพบความผิดปกติตามเงื่อนไขของกลไก FDIR (Fault Detection, Isolation, and Recovery) โดยการหมุนเคว้งจะช่วยให้ดาวเทียมไม่หันด้านกล้องถ่ายภาพเข้าหาแสงอาทิตย์นานจนเกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์รับภาพ อุปกรณ์ฝั่งเพย์โหลดจะไม่ทำงานเพื่อลดการใช้พลังงานเกินความจำเป็น รวมไปถึงช่วยให้มั่นใจได้ว่าแผงโซลาร์เซลล์จะสามารถรับแสงอาทิตย์ได้เพียงพอต่อการชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอร์รี่
De-tumble Mode (DTM)	Magnetometer	Magnetic Torquers	ใช้สำหรับลดความเร็วการหมุนเคว้งของดาวเทียมที่เกิดขึ้นจากโหมด SAFE หรือ ARO เพื่อให้อัตราเร็วของการหมุนในทุกแกนอยู่ในระดับที่รับได้ก่อนการเข้าสู่โหมด SSM
Spin Stabilization Mode (SSM)	Sun Sensors Magnetometer	Magnetic Torquers Reaction Wheels	ใช้เพื่อปรับการหมุนเคว้งของดาวเทียมให้เปลี่ยนเข้าสู่การหมุนรอบแกน Y เพื่อเตรียมเข้าสู่การควบคุมการทรงตัวครบทุกแกน (X Y Z)
Geo-centric Pointing Mode (GPM)	Sun Sensors Magnetometer	Magnetic Torquers Reaction Wheels	ควบคุมมุมทั้งในแกน X Y และ Z ของดาวเทียมขณะโคจรรอบโลกด้วยความแม่นยำระดับปานกลาง ให้มีการทรงตัวเพื่อหันด้าน Earth Facing Faces ชี้มายังผิวโลกเสมอ

			ใช้ในขณะเก็บข้อมูลเพย์โหลดเสริม รวมถึงการทรงตัวดาวเทียมระหว่างการโคจรในด้านมืดของโลก
Sun Pointing Mode (SPM)	Sun Sensors Magnetometer	Magnetic Torquers Reaction Wheels	ในช่วงที่ไม่ได้ปฏิบัติภารกิจระบบควบคุมการทรงตัวจะควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมให้หันแผงโซลาร์เซลล์เข้าหาแสงอาทิตย์ เพื่อชาร์จประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอร์รี่ให้ได้มากที่สุด ยกเว้นขณะที่ดาวเทียมโคจรอยู่ด้านมืด จะเปลี่ยนไปใช้โหมด GPM
Target Tracking Mode (TTM)	Star Tracker Gyroscope	Magnetic Torquers Reaction Wheels	ควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมในขณะปฏิบัติภารกิจด้วยเพย์โหลดหลัก เพื่อถ่ายภาพในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งการทรงตัวในมุม Roll, Pitch และ Yaw จะมีความแม่นยำสูงเพื่อให้สามารถเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่กำหนดได้แม่นยำ นอกจากนี้เป้าหมายที่ดาวเทียมชี้ไป ยังสามารถใช้ในการติดต่อสื่อสารกับสถานีภาคปฏิบัติการดาวเทียมเพื่อรับแผนการปฏิบัติภารกิจและส่งข้อมูล log ไฟล์สถานะดาวเทียมอีกด้วย
Strip Tracking Mode (STM)	Star Tracker Gyroscope	Magnetic Torquers Reaction Wheels	ใช้ในการควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมเพื่อให้การถ่ายภาพแบบแนวแถบ (Snap Strip Mode) ตามแนวการโคจรของดาวเทียม มีความแม่นยำสูงทั้งในมุม Roll, Pitch และ Yaw เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของข้อมูลภาพในแนวยาว
Propulsion Mode (PPM)	Star Tracker Gyroscope	Magnetic Torquers Reaction Wheels Propulsion Thruster	การปรับวงโคจรดาวเทียมจะใช้การทำงานสัมพันธ์กันระหว่างการควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมระบบขับเคลื่อนดาวเทียม โดยระบบควบคุมการทรงตัวฯ จะดำเนินการหมุดดาวเทียมไปในทิศทางที่ต้องการและดำเนินการปล่อยเชื้อเพลิงด้วยระบบขับเคลื่อนดาวเทียมเพื่อให้ดาวเทียมเคลื่อนที่ไปตามแนวการปรับวงโคจร ข้อจำกัดของโหมดนี้จะต้องไม่มีการปฏิบัติภารกิจเพย์โหลดใด ๆ อยู่ระหว่างการปรับวงโคจร

(3) การปรับเปลี่ยนโหมดการทำงานของระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม

หลังจากที่ดาวเทียมถูกดีดตัวออกจากจรวดนำส่งระบบจัดการข้อมูลดาวเทียมและอุปกรณ์สำหรับการควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมจะยังไม่ได้รับการจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้สำหรับการควบคุมระบบทั้งหมด จึงส่งผลให้ดาวเทียมอยู่ในสถานะหมุนเคว้ง หลังจากที่วิศวกรควบคุมดาวเทียมดำเนินการตรวจสอบและยืนยันความพร้อมของดาวเทียม วิศวกรจะส่งคำสั่งเพื่อเปิดระบบจัดการข้อมูลดาวเทียม และระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมจะคงอยู่ในสถานะ SAFE เพื่อรอการตรวจสอบสถานะและรอรับคำสั่งเพื่อทำการเข้าสู่โหมด DTM (De-tumble Mode) ต่อไป โดยหมด DTM (De-tumble Mode) อุปกรณ์แม็กเนติกทอร์คเกอร์ (Magnetic Torquers) จะถูกใช้ในการลดความเร็วของการหมุนเคว้งของดาวเทียมในทุกแกน โดยเฉพาะแกน X และ Z ก่อนที่ดาวเทียมจะเตรียมเข้าสู่โหมดถัดไป โหมด SSM (Spin Stabilization Mode) เป็นการใช้อุปกรณ์แม็กเนติกทอร์คเกอร์ร่วมกับล้อปฏิกิริยา (Reaction Wheels) สำหรับการควบคุมให้การหมุนเคว้งของดาวเทียมและทำให้ดาวเทียมเข้าสู่โหมดการหมุนในแนวแกน Y ด้วยอัตราการหมุนที่คงที่และเหมาะสม ก่อนที่ดาวเทียมจะเข้าสู่โหมด GPM (Geo-centric pointing) เพื่อปฏิบัติภารกิจต่อไป

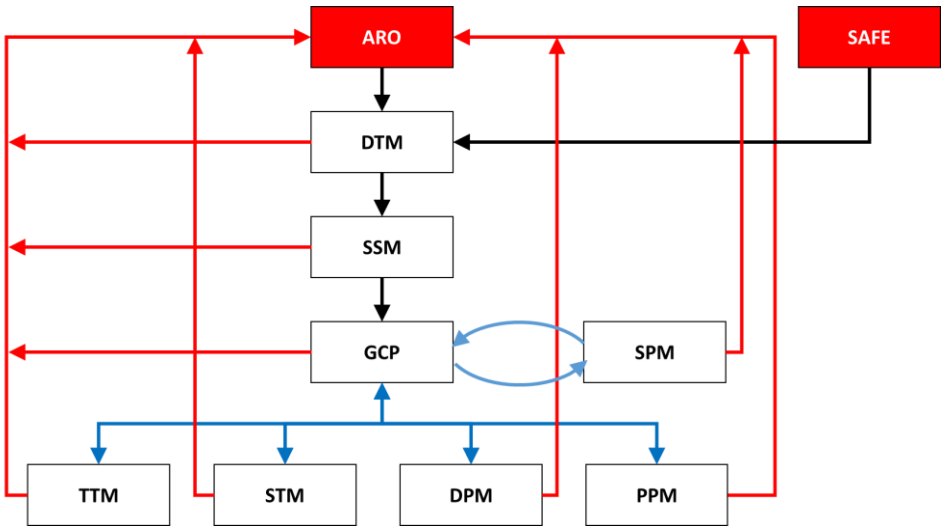
เมื่ออัตราการหมุนของดาวเทียมและค่าสถานะอื่น ๆ เหมาะต่อการสร้างความสมดุลในการควบคุมการทรงตัวดาวเทียมทั้งสามแกนแล้ว ดาวเทียมจะถูกสั่งการให้เข้าสู่โหมด GPM โดยระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม จะหมุนตัวเพื่อให้กล้องถ่ายภาพดาวเทียมชี้ลงมายังพื้นโลกตลอดเวลาระหว่างที่ดาวเทียมโคจรรอบโลก ในโหมดนี้ดาวเทียมมีความสามารถในการรับสัญญาณตำแหน่งเรือและอากาศยานด้วยอุปกรณ์รับสัญญาณ AIS และอุปกรณ์รับสัญญาณ ADS-B ได้ อย่างไรก็ตาม ในโหมด GPM นี้ไม่เหมาะเป็นอย่างยิ่งสำหรับการถ่ายภาพเนื่องจากความแม่นยำในการทรงตัวดาวเทียมยังไม่เพียงพอ รวมไปถึงการปฏิบัติภารกิจที่ต้องการความแม่นยำสูงในการทรงตัวอาทิเช่น การดาวน์ลิงค์ข้อมูลเพย์โหลดกลับมายังสถานีปฏิบัติการดาวเทียม โหมดการทำงานแบบ GPM จะสลับกันทำงานร่วมกับโหมด SPM (Sun Pointing Mode) ที่ควบคุมให้ดาวเทียมหันโซลาร์พาแนล (Solar Panel) เข้าหาแสงอาทิตย์ตลอดเวลาเมื่อดาวเทียมอยู่ในด้านสว่างและกรณีที่ไม่มีคำสั่งให้ดาวเทียมปฏิบัติภารกิจ หลังจากนั้นดาวเทียมจะสลับเข้าสู่โหมด GPM เมื่อดาวเทียมโคจรเข้าสู่ด้านมืดของโลกต่อไป เมื่อดาวเทียมโคจรเข้าสู่พื้นที่ติดต่อกับสถานีปฏิบัติการดาวเทียมโดยไม่มีแผนการปฏิบัติภารกิจใด ๆ ของเพย์โหลด ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมจะเปลี่ยนจากโหมด GPM ไปทำงานในโหมด TTM (Target Tracking Mode) โดยมีเป้าหมายเป็นสถานีปฏิบัติการดาวเทียมเพื่อใช้สำหรับการอัพลิงค์แผนงานการปฏิบัติภารกิจ และดาวน์ลิงค์ข้อมูลเพย์โหลดรวมไปถึงสถานะดาวเทียม นอกจากนั้น ในโหมด TTM ยังถูกนำมาใช้สำหรับการปฏิบัติภารกิจการถ่ายภาพเนื่องด้วยต้องอาศัยการทรงตัวที่มีความแม่นยำสูงเพื่อควบคุมให้ดาวเทียมหันไปยังพิกัดที่กำหนดตลอดเวลา

หากดาวเทียมได้รับแผนงานการถ่ายภาพแบบแนวแถบ (Snap Strip Mode) ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมจะเปลี่ยนการทำงานจากโหมด GPM ไปเป็นโหมด STM (Strip Tracking Mode) เพื่อหมุนตัวไปยังมุม ที่ถูกวางแผนการถ่ายภาพเอาไว้ ซึ่งเซนเซอร์และแอคชูเอเตอร์จะถูกใช้งานในรูปแบบเดียวกันกับโหมด TTM ในการควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมในทุกแกนเพื่อให้กล้องถ่ายภาพดาวเทียมสามารถปฏิบัติภารกิจได้อย่างเป็นไปตามที่กำหนด

ในกรณีที่ดาวเทียมมีแผนงานการปฏิบัติภารกิจของอุปกรณ์รับสัญญาณ AIS และอุปกรณ์รับสัญญาณ ADS-B เพื่อสามารถรับสัญญาณเรือและอากาศยานพร้อมกันกับการส่งข้อมูลลงมายังสถานีปฏิบัติการดาวเทียม ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมจะควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมให้อยู่ในโหมด GPM พร้อมกันกับควบคุมอุปกรณ์ส่งสัญญาณย่านความถี่ X-Band ให้ชี้ไปยังสถานีปฏิบัติการดาวเทียม

การปรับวงโคจรดาวเทียมจะดำเนินการภายใต้การทำงานของโหมด PPM (Propulsion Mode) ซึ่งอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์กลุ่มเซนเซอร์ แอคชูเอเตอร์ และระบบขับเคลื่อนดาวเทียม โดยดาวเทียมใช้แอคชูเอเตอร์ในการหมุนตัวไปยังทิศทางที่ต้องการตามแผนงานปรับวงโคจรพร้อมกับตรวจสอบค่ามุมด้วยเซนเซอร์ จากนั้นดาวเทียมจะใช้งานระบบขับเคลื่อนดาวเทียมในการปรับวงโคจรต่อไป

โหมดการทำงานที่กล่าวมาทั้งหมดของระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมจะเปลี่ยนเข้าสู่โหมดถัดไปได้โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 5-4 ซึ่งจะมีโหมด GPM และ SPM เป็นโหมดที่ใช้ระหว่างที่ดาวเทียมเตรียมพร้อมก่อนการปฏิบัติภารกิจตามแผนงานที่ถูกวางเอาไว้ ในขณะที่โหมด TTM STM DPM และ PPM จะเป็นโหมดระหว่างการปฏิบัติภารกิจและเมื่อไหร่ก็ตามที่ดาวเทียมปฏิบัติภารกิจเสร็จสิ้นก็จะเปลี่ยนกลับมายังโหมด GPM เสมอ อย่างไรก็ตาม หากระบบดาวเทียมตรวจพบความผิดปกติร้ายแรงระหว่างการปฏิบัติภารกิจในโหมดใด ๆ ก็ตามจากที่กล่าวมาข้างต้น กลไก FDIR (Fault Detection, Isolation, and Recovery) จะเปลี่ยนดาวเทียมเข้าสู่โหมด ARO (Automatic Reconfiguration Order Mode) โดยระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียมจะปิดการทำงานให้เหลือแค่อุปกรณ์สำหรับสื่อสารบนดาวเทียม ซึ่งจะส่งผลให้ดาวเทียมหมุนเคว้งเพื่อลดความเสี่ยงหลาย ๆ ด้านที่สามารถเกิดขึ้นกับดาวเทียม



ภาพที่ 5-4 ลำดับการเปลี่ยนโหมดของระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม

(4) การปฏิบัติภารกิจและโหมดการทำงานของระบบเพย์โหลด

อุปกรณ์เพย์โหลด (Payload) สำหรับปฏิบัติภารกิจบนดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษดังภาพที่ 5-5 ประกอบไปด้วย 2 ระบบย่อยอันได้แก่ อุปกรณ์เพย์โหลดหลักหรือกล้องถ่ายภาพดาวเทียมใช้สำหรับการถ่ายภาพ และเพย์โหลดเสริมหรืออุปกรณ์รับสัญญาณตำแหน่งเรือ (AIS: Automatic Identification System) และรับสัญญาณอากาศยาน (Automatic Dependent Surveillance–Broadcast: ADS-B) นอกจากนี้ยังประกอบด้วยอุปกรณ์เสริมของระบบเพย์โหลดที่โดยประกอบด้วยดังนี้

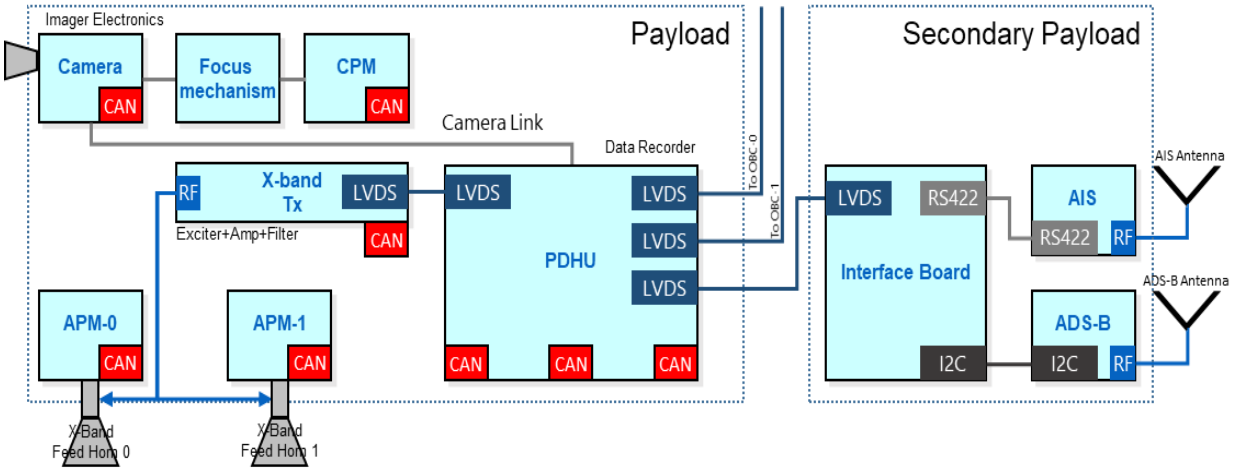
1) อุปกรณ์บันทึกและจัดการข้อมูลเพย์โหลด (Payload Data Handling System: PDHU)

2) อุปกรณ์รีเลย์สัญญาณข้อมูล (Payload Interface Board: PIB)

3) อุปกรณ์ส่งสัญญาณย่านความถี่ X-Band (X-Band Transmitter: XTx)

4) อุปกรณ์ควบคุมการชี้ตำแหน่งเสาส่งสัญญาณ X-Band (Antenna Pointing Mechanism: APM)

5) อุปกรณ์ควบคุมการโฟกัสกล้องถ่ายภาพ (Camera Pointing Mechanism: CPM)



ภาพที่ 5-5 สถาปัตยกรรมของระบบเพย์โหลด

ตารางที่ 5-3 การปฏิบัติภารกิจและโหมดการทำงานของระบบเพย์โหลด

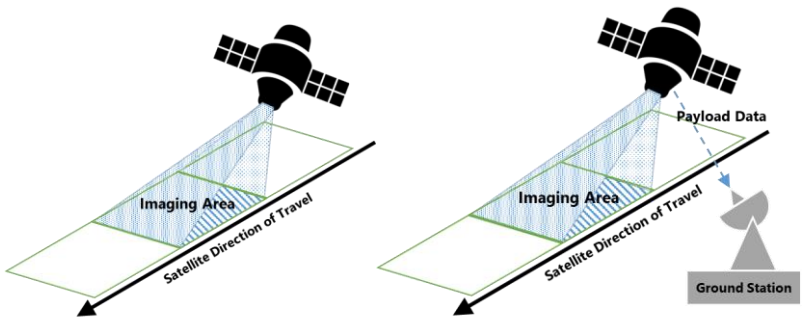
#	โหมดของเพย์โหลด	โหมดของ APME	โหมดของ ADCS	มุมที่รองรับ	ขนาดภาพ (พิกเซล)	ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล (วินาที)	เฟรมต่อวินาที	จำนวนเฟรมทั้งหมด
A1	Single Shot	n/a	Target Tracking	±45° compound	5120 x 5120	1	1	1
A2	Single Shot (Direct downlink)	Direct downlink	Target Tracking	±45° compound	5120 x 5120	1	1	1
B1	Single Shot + AIS + ADS-B	n/a	Target Tracking	±45° compound	5120 x 5120	1 (Imager)	1	1
						350 (AIS&ADS-B)	n/a	n/a
B2	Single Shot + AIS + ADS-B (Direct downlink)	Direct downlink	Target Tracking	±45° compound	5120 x 5120	1 (Imager)	1	1
						350 (AIS&ADS-B)	n/a	n/a
C	Snap Strip	n/a	Strip Tracking	±45° compound	5120 x 5120	3.187 (Max)	≈3	10 (Max)
D	Stereo (Along track TBC)	n/a	Target Tracking	±45° compound	5120 x 5120	92	n/a	2
E	Video – Low Frame Rate	n/a	Target Tracking	±45° compound	5120 x 5120	75	10	750
F	Video – Low Frame Rate + AIS + ADS-B	n/a	Target Tracking	±45° compound	5120 x 5120	75	10	750
G	Video – High Frame Rate	n/a	Target Tracking	±45° compound	5120 x 5120	3	25	75
H1	AIS + ADS-B	n/a	Geo-centric pointing	n/a	n/a	1680 max	n/a	n/a
H2	AIS + ADS-B (Direct downlink)	Direct downlink	Geo-centric pointing	n/a	n/a	720 max	n/a	n/a

5.1.2 การปฏิบัติภารกิจและโหมดการทำงานของระบบเพย์โหลดของดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

จากตารางที่ 5-3 แสดงรายละเอียดการทำงานของระบบเพย์โหลด โดยโหมด A1, C, E และ G เป็นโหมดการใช้กล้องถ่ายภาพดาวเทียมสำหรับการถ่ายภาพหรือวิดีโอ โดยข้อมูลภาพถ่ายจะถูกบันทึกลงในหน่วยความจำของอุปกรณ์บันทึกและจัดการข้อมูลเพย์โหลดเพื่อเตรียมพร้อมในการดาวน์ลิงค์ข้อมูลเพย์โหลดกลับสู่สถานีปฏิบัติการดาวเทียมต่อไป โดยโหมด D จะเป็นการใช้กล้องถ่ายภาพดาวเทียมสำหรับการถ่ายภาพในรูปแบบ Along Track Stereo Mode ซึ่งเป็นการถ่ายภาพ ณ ตำแหน่งเดียวกันด้วยมุมการถ่ายภาพที่แตกต่างกัน การปฏิบัติภารกิจที่อาศัยการเก็บข้อมูลตำแหน่งเรือและอากาศยานโดยไม่มีการดาวน์ลิงค์ข้อมูลจะถูกจัดอยู่ในโหมด B1, F, และ H1 ส่วนของการปฏิบัติภารกิจในรูปแบบสุดท้ายคือการปฏิบัติภารกิจของอุปกรณ์เพย์โหลดร่วมกับการดาวน์ลิงค์ข้อมูลที่ถูกบันทึกลงมายังสถานีปฏิบัติการดาวเทียม ณ เวลาเดียวกัน ประกอบไปด้วยโหมดการทำงาน A2, B2 และ H2 ตามลำดับ โดยการปฏิบัติภารกิจของระบบเพย์โหลดในแต่ละโหมดสามารถถูกอธิบายได้ดังนี้

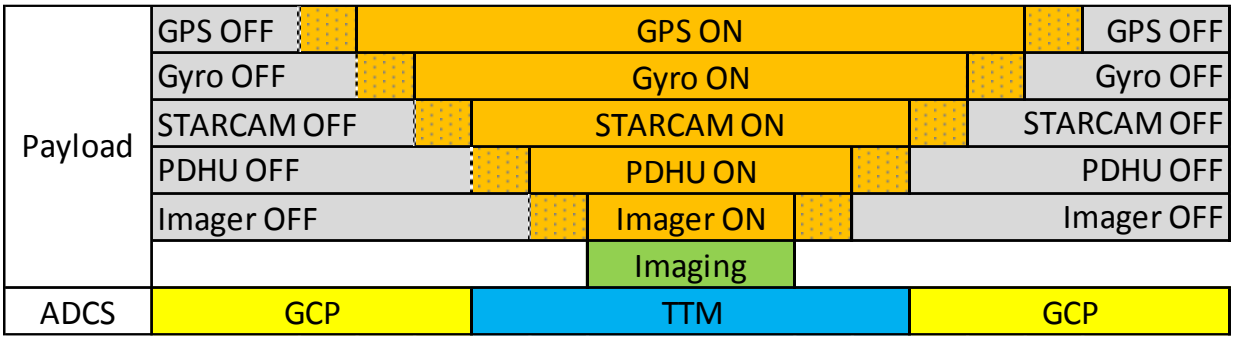
1. โหมดการทำงาน A1: Single Shot และ A2: Single Shot with Direct Downlink

โหมดการทำงานสำหรับการถ่ายภาพเดี่ยว Single Shot ของเพย์โหลดหลักตามภาพที่ 5-6 โดยระบบเพย์โหลดจะทำการถ่ายภาพในตำแหน่งที่สนใจจำนวนหนึ่งภาพ ความแตกต่างของโหมดการทำงานจะอยู่ในส่วนของช่วงเวลาในการดาวน์ลิงค์ข้อมูลภาพถ่ายกลับลงมายังสถานีปฏิบัติการดาวเทียม ซึ่งโหมด A1 จะเก็บภาพถ่ายในอุปกรณ์บันทึกและจัดการข้อมูลเพย์โหลดและดาวน์ลิงค์ข้อมูลสู่สถานีปฏิบัติการดาวเทียมในภายหลัง ในขณะที่โหมด A2 จะทำการถ่ายภาพและดาวน์ลิงค์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกลับลงมาสถานีปฏิบัติการดาวเทียม ในเวลาเดียวกัน

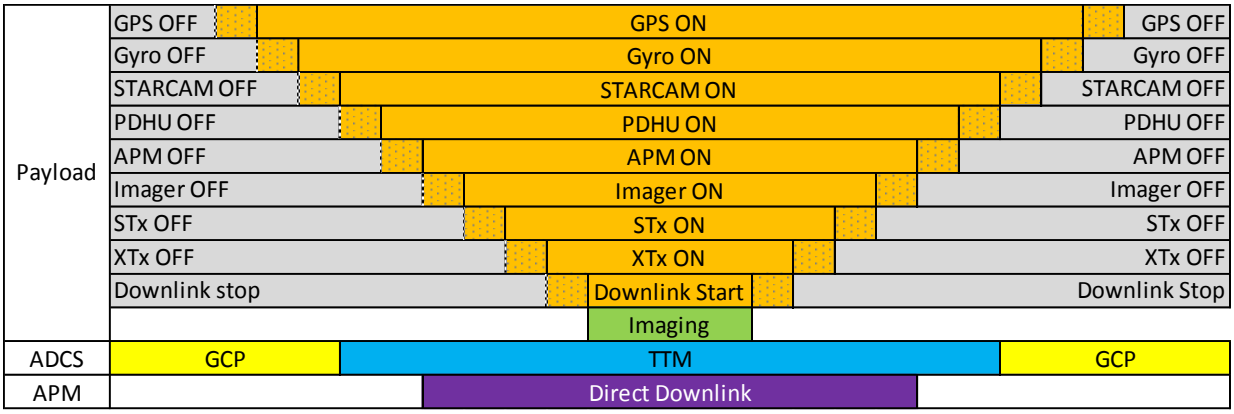


(A1) (A2)

ภาพที่ 5-6 โหมดการทำงาน A1: Single Shot และ A2: Single Shot with Direct Downlink



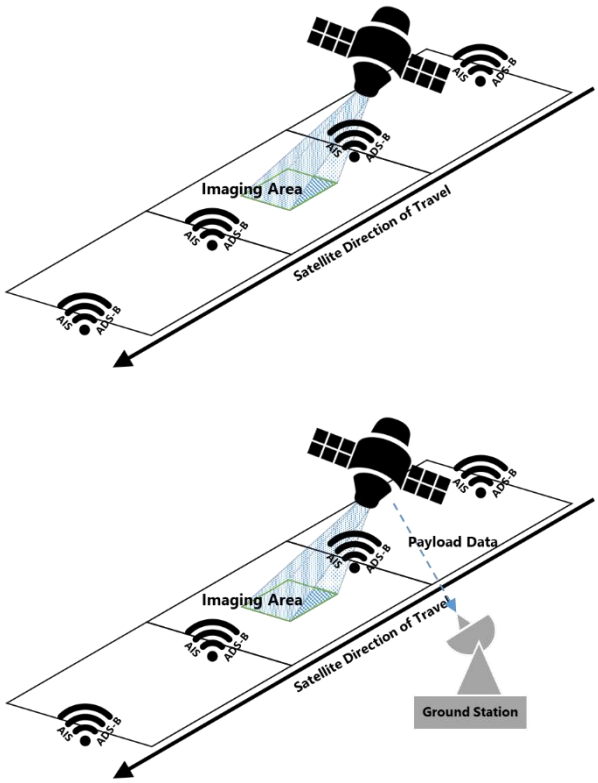
ภาพที่ 5-7 ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน A1: Single Shot



ภาพที่ 5-8 ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน A2: Single Shot with Direct Downlink

2. โหมดการทำงาน B1: Single Shot + AIS + ADS-B และ B2: Single Shot + AIS + ADS-B with Direct downlink

ตามภาพที่ 5-9 แสดงการทำงานของเพย์โหลดหลักร่วมกับเพย์โหลดเสริมพร้อมกันโดยโหมดการทำงานของ B1 เพย์โหลดหลักจะถ่ายภาพหนึ่งภาพ ณ ตำแหน่งที่สนใจ ในขณะเดียวกันจะมีการเก็บข้อมูลตำแหน่งเรือและอากาศยานไปพร้อมกันด้วยเพย์โหลดเสริม ซึ่งขอบเขตของการรับสัญญาณจากเรือและอากาศยานจะครอบคลุมตำแหน่งของภาพถ่าย โหมดการทำงานของ B2 จะถ่ายภาพหนึ่งภาพ ณ ตำแหน่งที่สนใจ พร้อมกับเก็บข้อมูลตำแหน่งเรือและอากาศยานเช่นเดียวกับโหมด B1 แตกต่างกันที่ขณะที่ดาวเทียมปฏิบัติภารกิจโหมดใน B2 ดาวเทียมจะดำเนินการดาวน์ลิงค์ข้อมูลเพย์โหลดมาให้สถานีปฏิบัติการดาวเทียมทันที

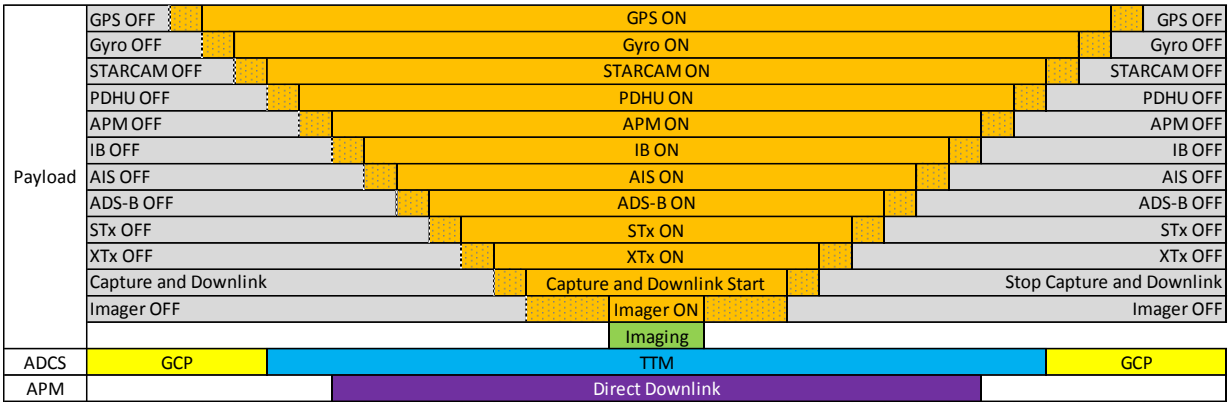


(B1) (B2)

ภาพที่ 5-9 โหมดการทำงาน B1: Single Shot + AIS + ADS-B และ B2: Single Shot + AIS + ADS-B with Direct downlink

Payload	GPS OFF	GPS ON	GPS OFF
	Gyro OFF	Gyro ON	Gyro OFF
	STARCAM OFF	STARCAM ON	STARCAM OFF
	PDHU OFF	PDHU ON	PDHU OFF
	IB OFF	IB ON	IB OFF
	AIS OFF	AIS ON	AIS OFF
	ADS-B OFF	ADS-B ON	ADS-B OFF
	Capture	Capture Start	Capture Stop
	Imager OFF	Imager ON	Imager OFF
		Imaging	
ADCS	GCP	TTM	GCP

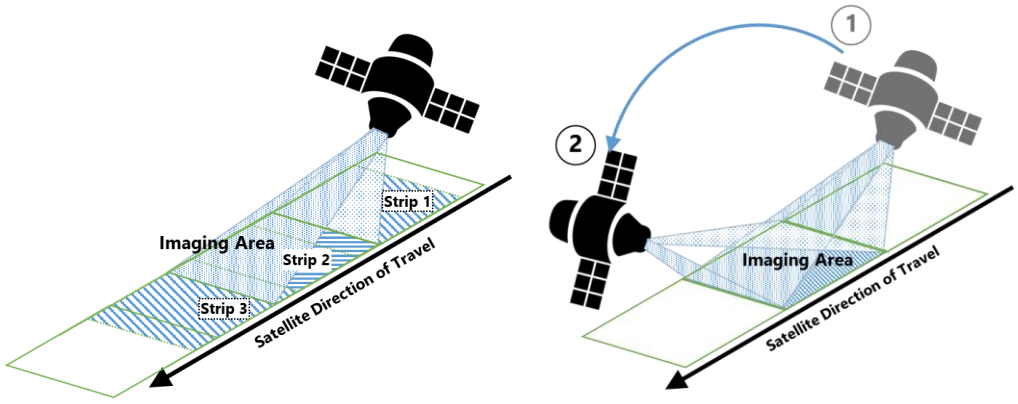
ภาพที่ 5-10 ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน B1: Single Shot + AIS + ADS-B



ภาพที่ 5-11 ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน B2: Single Shot + AIS + ADS-B with Direct downlink

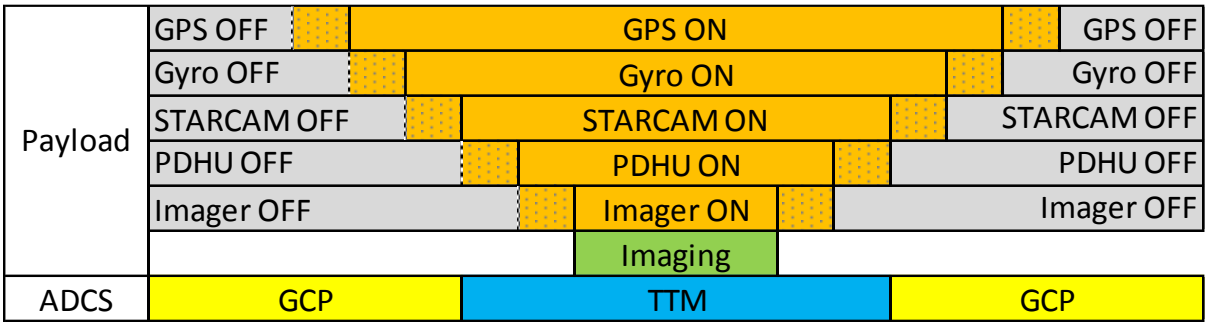
3. โหมดการทำงาน C: Snap Strip และ D: Stereo Along Track

การทำงานของเพย์โหลดหลักในโหมด C ดังภาพที่ 5-12 จะเป็นการถ่ายภาพที่มีลักษณะเป็นแนวยาวตามเส้นทางการโคจรของดาวเทียม โดยจะอาศัยการถ่ายภาพติดต่อกันด้วยระยะห่างเวลาที่กำหนด ซึ่งภาพเหล่านี้จะถูกบันทึกลงบนอุปกรณ์บันทึกและจัดการข้อมูลเพย์โหลด และถูกนำมาประมวลผลเพื่อให้ได้ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นแนวยาวที่สถานีปฏิบัติการดาวเทียมในภายหลัง นอกจากนี้พื้นที่สนใจของการทำงานในโหมด D จะถูกกำหนดเพียงหนึ่งจุดบนแผนที่ โดยจะมีกระบวนการถ่ายภาพในแต่ละภาพเหมือนกันกับโหมด A1 กล่าวคือ ดาวเทียมจะหมุนตัวไปยังตำแหน่งที่สนใจเพื่อทำการถ่ายภาพ ซึ่งการถ่ายภาพของโหมด D จะเกิดขึ้นสองครั้งและเป็นการถ่ายภาพในมุมเงย ณ ตำแหน่งเดียวกันด้วยการทำมุมต่างกัน เพื่อใช้ในการผลิตภาพถ่ายที่มีความลึกของภาพ ณ สถานีปฏิบัติการดาวเทียม ต่อไป



(C) (D)

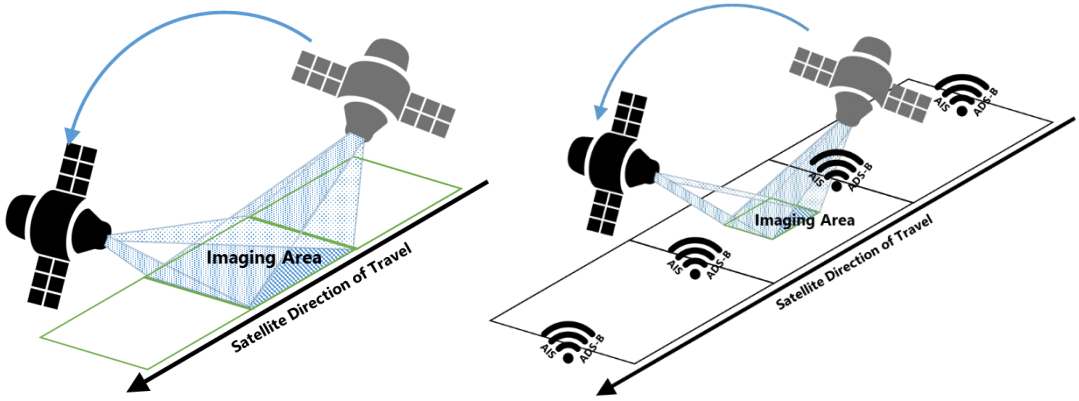
ภาพที่ 5-12 โหมดการทำงาน C: Snap Strip และ D: Stereo Along Track



ภาพที่ 5-13 ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน C: Snap Strip และ D: Stereo Along Track

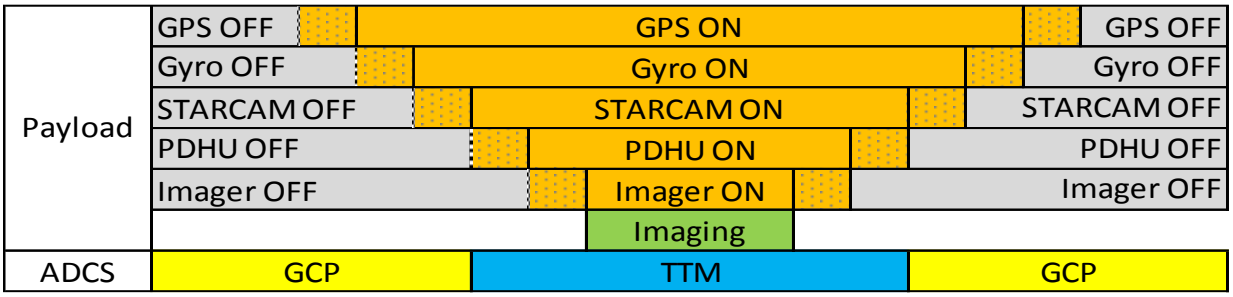
4. โหมดการทำงาน E: Video – Low Frame Rate, G: Video – High Frame Rate และ F: Video – Low Frame Rate + AIS + ADS-B

กระบวนการถ่ายวิดีโอจะอาศัยหลักการการถ่ายภาพหลายเฟรม ณ จุดที่สนใจบนพื้นโลกเพียงจุดเดียวในขณะที่ดาวเทียมโคจรตามภาพที่ 5-14 ซึ่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเหล่านี้จะถูกนำมาประมวลผลเป็นวิดีโอ ณ สถานีปฏิบัติการดาวเทียมต่อไป โดยวิดีโอแบบอัตราเฟรมต่ำ (Low Frame Rate) จะถ่ายอยู่ที่ 10 เฟรมต่อวินาที เป็นเวลาไม่เกิน 75 วินาที ในขณะที่วิดีโอแบบอัตราเฟรมสูง (High Frame Rate) จะเพิ่มเป็น 25 เฟรมต่อวินาที แต่สามารถทำการถ่ายภาพได้เพียงแค่ 3 วินาทีเท่านั้น นอกจากนี้ ดาวเทียมยังมีความสามารถในการถ่ายภาพวิดีโอแบบอัตราเฟรมต่ำ ขณะเดียวกันดาวเทียมยังสามารถรับสัญญาณข้อมูลตำแหน่งเรือและอากาศยานครอบคลุมช่วงเวลาการถ่ายภาพวิดีโอไปทั้งหมด เพื่อให้สามารถนำข้อมูลวิดีโอมาประมวลผลร่วมกับเพย์โหลดเสริมทั้งสองอุปกรณ์ได้อีกด้วย

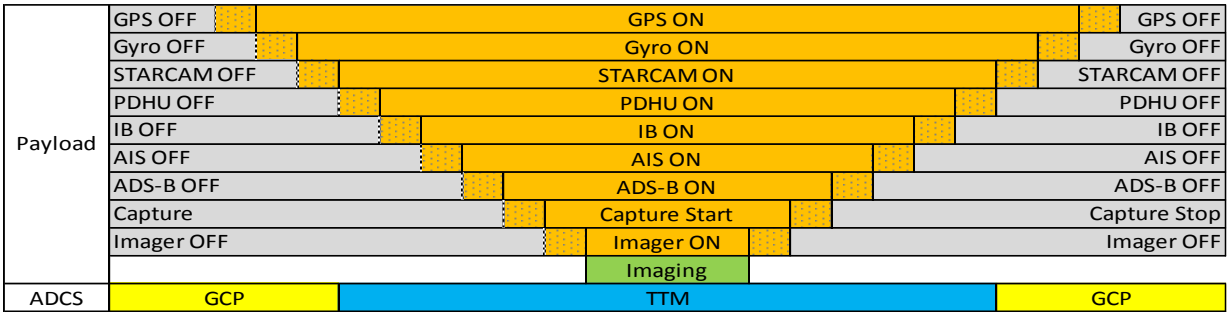


(E, G) (F)

ภาพที่ 5-14 โหมดการทำงาน E: Video – Low Frame Rate, G: Video – High Frame Rate และ F: Video – Low Frame Rate + AIS + ADS-B



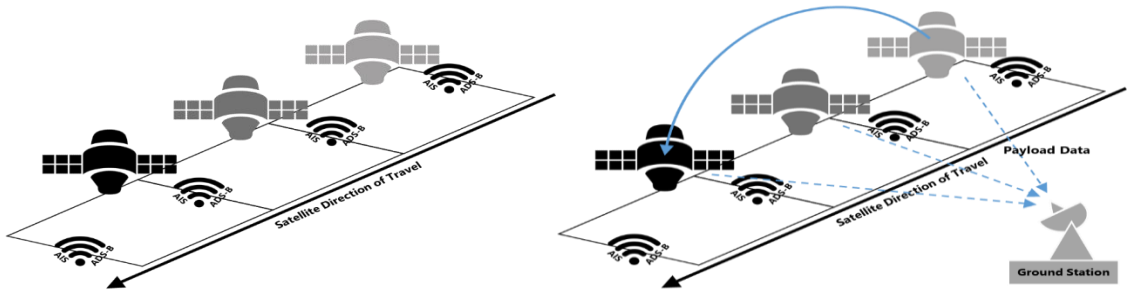
ภาพที่ 5-15 ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน E: Video – Low Frame Rate และ G: Video – High Frame Rate



ภาพที่ 5-16 ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน F: Video – Low Frame Rate + AIS + ADS-B

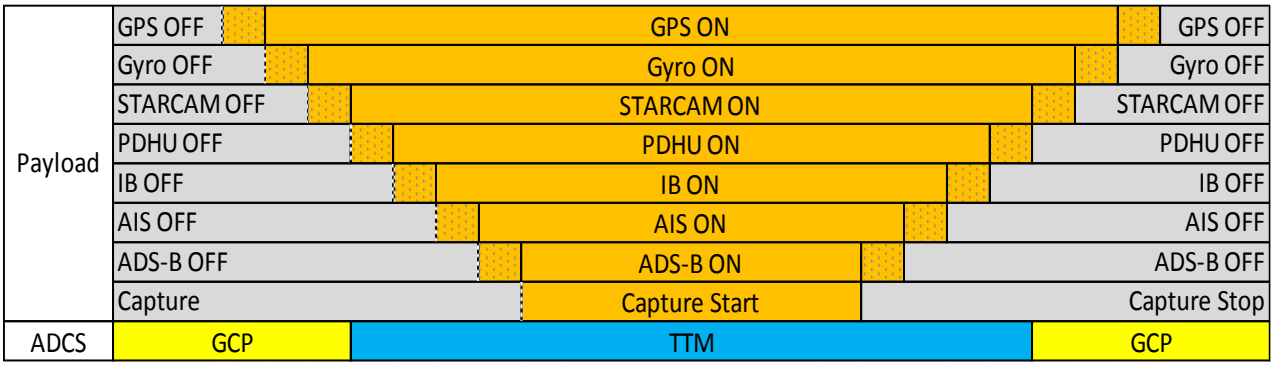
5. โหมดการทำงาน H1: AIS + ADS-B และ H2: AIS + ADS-B with Direct Downlink

อุปกรณ์เพย์โหลดเสริมเป็นอุปกรณ์สำหรับรับสัญญาณเรือและอากาศยานโดยจะถูกใช้งานเป็นหลักในโหมดการทำงาน H1 และ H2 ตามภาพที่ 5-17 โดยความแตกต่างระหว่างทั้งสองโหมดการทำงานนี้คือ H1 จะดำเนินการบันทึกลงบนอุปกรณ์บันทึกและจัดการข้อมูลเพย์โหลด ส่วน H2 จะดำเนินการดาวน์ลิงค์ในขณะที่รับสัญญาณเรือและอากาศยานทันที

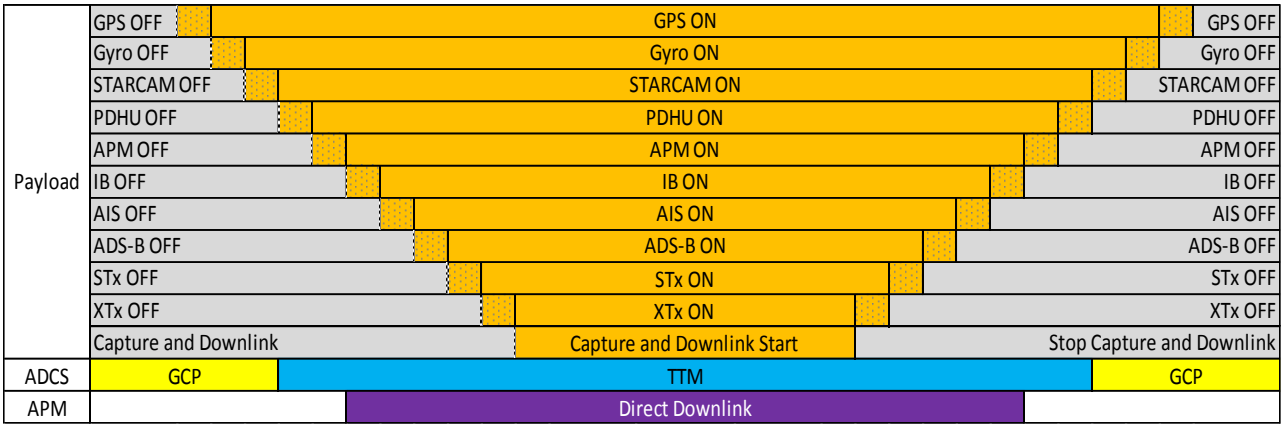


(H1) (H2)

ภาพที่ 5-17 โหมดการทำงาน H1: AIS + ADS-B และ H2: AIS + ADS-B with Direct Downlink



ภาพที่ 5-18 ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน H1: AIS + ADS-B



ภาพที่ 5-19 ลำดับการเปิด - ปิดอุปกรณ์ของดาวเทียมในโหมดการทำงาน H2: AIS + ADS-B with Direct Downlink

5.2 ภาพรวมของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเป็นสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบภารกิจดาวเทียมเบื้องต้น ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นให้สำหรับทำงานบนโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Base Application) และสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องทำการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็น Offline Application เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายสำหรับผู้ที่ต้องการใช้งานระบบฯ

(1) ความต้องการพื้นฐานสำหรับการใช้งานระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษมีความต้องการในการเตรียมคอมพิวเตอร์และโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ให้เหมาะแก่การใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) คอมพิวเตอร์ใช้งานจะต้องมีขนาดหน้าจอ 14 นิ้ว หรือมีรายละเอียดหน้าจอ 1280 x 800 พิเซล (แนวนอน) ขึ้นไป

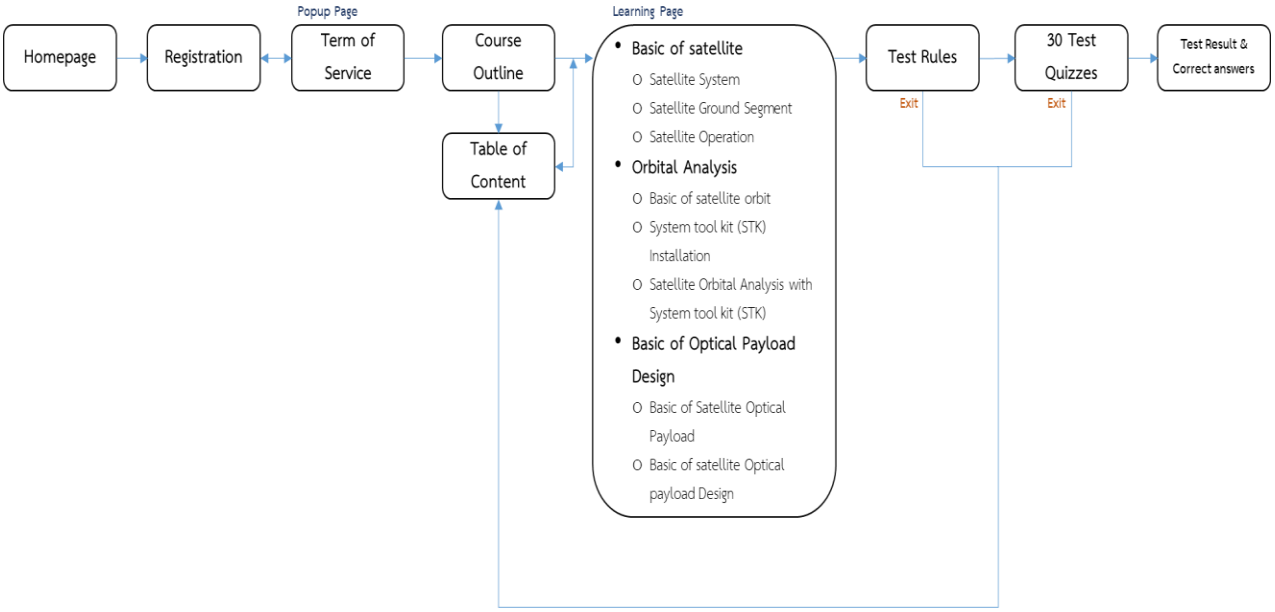
2) คอมพิวเตอร์ใช้งานจะต้องติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 10 โดยมี RAM 4 กิกะไบต์ (Gb) ขึ้นไป

- คอมพิวเตอร์ใช้งานจะถูกติดตั้งโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ดังนี้
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome เวอร์ชั่น 84 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Edge เวอร์ชั่น 84 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Safari เวอร์ชั่น 16 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Firefox เวอร์ชั่น 65 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Opera เวอร์ชั่น 70 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Chrome for Android เวอร์ชั่น 104 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Safari on iOS เวอร์ชั่น 14.5 ขึ้นไป

*** ไม่รองรับการทำงานร่วมกับโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ IE หรือ Internet Explorer ***

(2) แผนผังการทำงานของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

แผนผังการทำงานจะเป็นการแสดงภาพรวมของระบบฯ โดยจะเป็นการกล่าวถึงโฟลว์ในการทำงาน (Software Workflow) รวมไปถึงหัวข้อเนื้อหาทั้งหมดที่อยู่ในระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ซึ่งแผนผังการทำงานของระบบจะถูกนำเสนอดังภาพที่ 5-20



ภาพที่ 5-20 แผนผังการทำงานของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

โดยหลักการทำงานและลักษณะหน้าต่างในแต่ละหน้าของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษจะถูกอธิบายอย่างละเอียดในลำดับถัดไป

5.2.1 รายละเอียดลักษณะหน้าต่างและรูปแบบการใช้งานของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ หรือ Satellite Design Learning Platform เป็นระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ใช้สำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอนที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำการศึกษาและเรียนรู้ระบบดาวเทียมเบื้องต้น รวมไปถึงพื้นฐานระบบสถานีปฏิบัติการและวิธีการปฏิบัติการดาวเทียม ยิ่งไปกว่านั้นผู้ใช้งานยังสามารถเรียนรู้วิธีการวิเคราะห์วงโคจรเบื้องต้นด้วยโปรแกรม System Tool Kits (STK) และยังสามารถออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียมเบื้องต้นให้เหมาะสมกับภารกิจต่าง ๆ อีกด้วย ตัวระบบฯ ได้ถูกพัฒนาและออกแบบให้มีรูปแบบที่ทันสมัยและเรียบง่ายโดยผสมผสานระหว่างธีมของ DSI และธีมทางด้านอวกาศ ในขณะเดียวกันทางด้านเนื้อหาการเรียนรู้ถูกออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ อ่านและเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ระบบฯ ยังมีแบบทดสอบเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทดสอบความเข้าใจเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปอีกด้วย ระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมสามารถแบ่งการทำงานออกได้เป็น 3 ส่วนหลักได้แก่

- แนะนำการใช้งานเบื้องต้นสำหรับผู้ใช้งาน
- สื่อการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งาน
- ข้อสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งาน

1. ส่วนแนะนำการใช้งานเบื้องต้นสำหรับผู้ใช้งาน

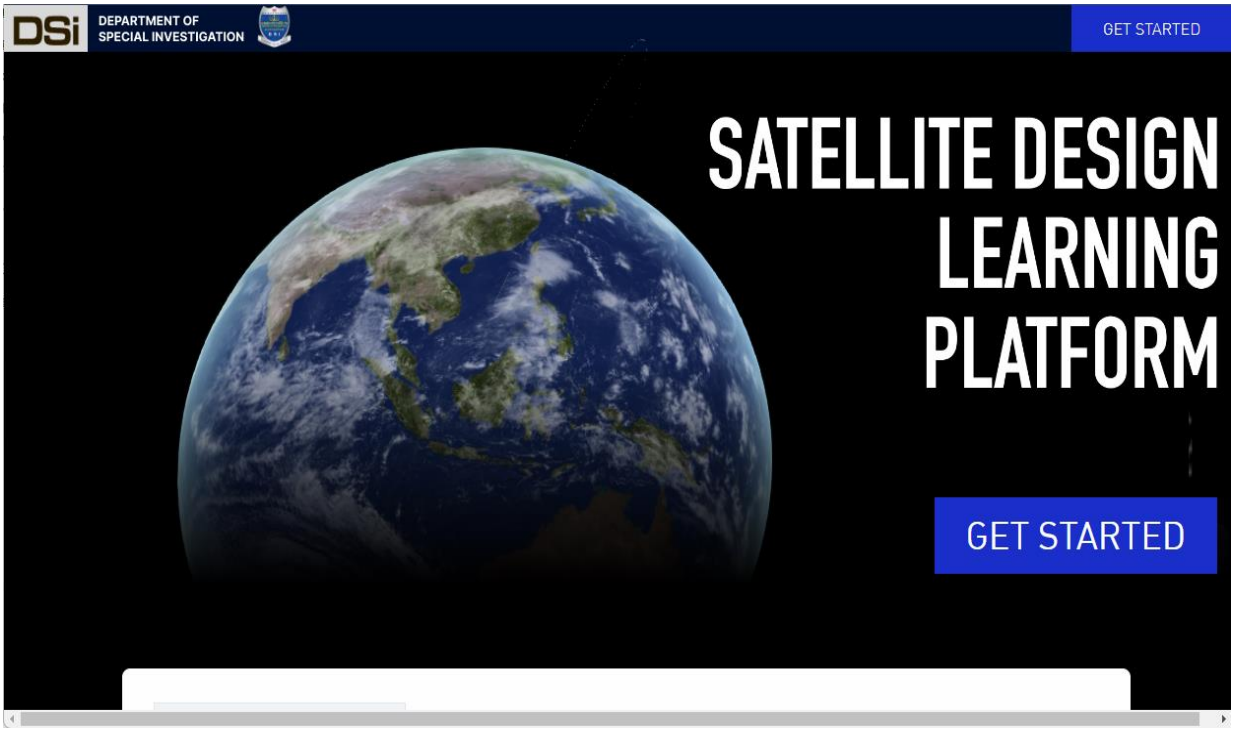
ส่วนแนะนำการใช้งานเบื้องต้นสำหรับผู้ใช้งาน ผู้ใช้จะได้เข้าใจในเนื้อหาเบื้องต้นของโปรแกรม Satellite Design Learning Platform ในลักษณะบรรยายโดยรวม เช่น จุดประสงค์ของตัวโปรแกรม และเนื้อหาโดยรวมเป็นต้น โดยตัวเนื้อหาที่กล่าวมาจะถูกแบ่งเป็นสัดส่วนเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและอยู่บนหน้าต่างที่ดูทันสมัยเพื่อเพิ่มความน่าสนใจในเนื้อหาของโปรแกรม

1.1 หน้าต่างเริ่มต้นของระบบฯ Satellite Design Learning Platform (Home Page)

หน้าต่างเริ่มต้น (หน้าต่าง Home Page) ของโปรแกรมในหน้านี้จะมีบทนำของโปรแกรมที่จะอธิบายภาพรวมของโปรแกรมและเนื้อหาเบื้องต้นของโปรแกรม โดยองค์ประกอบในหน้านี้จะประกอบไปด้วยดังนี้

- ชื่อของโปรแกรม (Satellite Design Learning Platform)
- ปุ่มกดเริ่มใช้ (Get Started) โปรแกรม ปุ่มสีน้ำเงินบนหน้าจอ
- กรอบข้อความบทนำของโปรแกรม จะเป็นกรอบข้อความสีขาวบริเวณส่วนล่างของหน้าเริ่มต้น
- ปุ่มคุกกี้เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งาน

ในหน้าเริ่มต้นนี้ (Home Page) จะมีพื้นหลังเป็นรูปโลกแบบสามมิติและมีการเคลื่อนไหวไปด้วย เพื่อความน่าสนใจของโปรแกรม เมื่อผู้ใช้กดปุ่มเริ่มใช้งาน (Get Started) ผู้ใช้จะเข้าไปที่หน้าลงทะเบียนในลำดับถัดไป

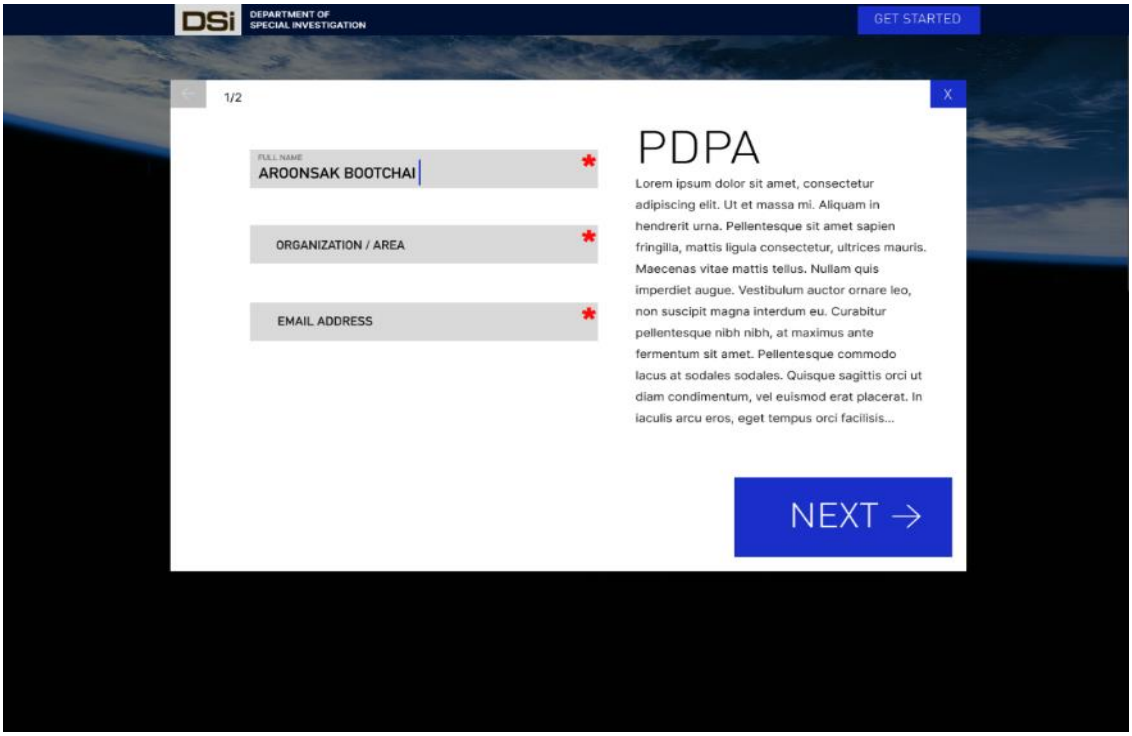


ภาพที่ 5-21 หน้าเริ่มต้น (หน้าต่าง Home Page)

1.2 หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act)

หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้งานระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act) จะแสดงข้อกำหนดต่าง ๆ ในการใช้โปรแกรมคือ พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล เงื่อนไขการให้บริการและสัญญาการไม่เปิดเผยข้อมูลที่เป็นการตกลงกันระหว่าง DSI และผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลเพื่อที่จะเข้าใช้งานดังต่อไปนี้

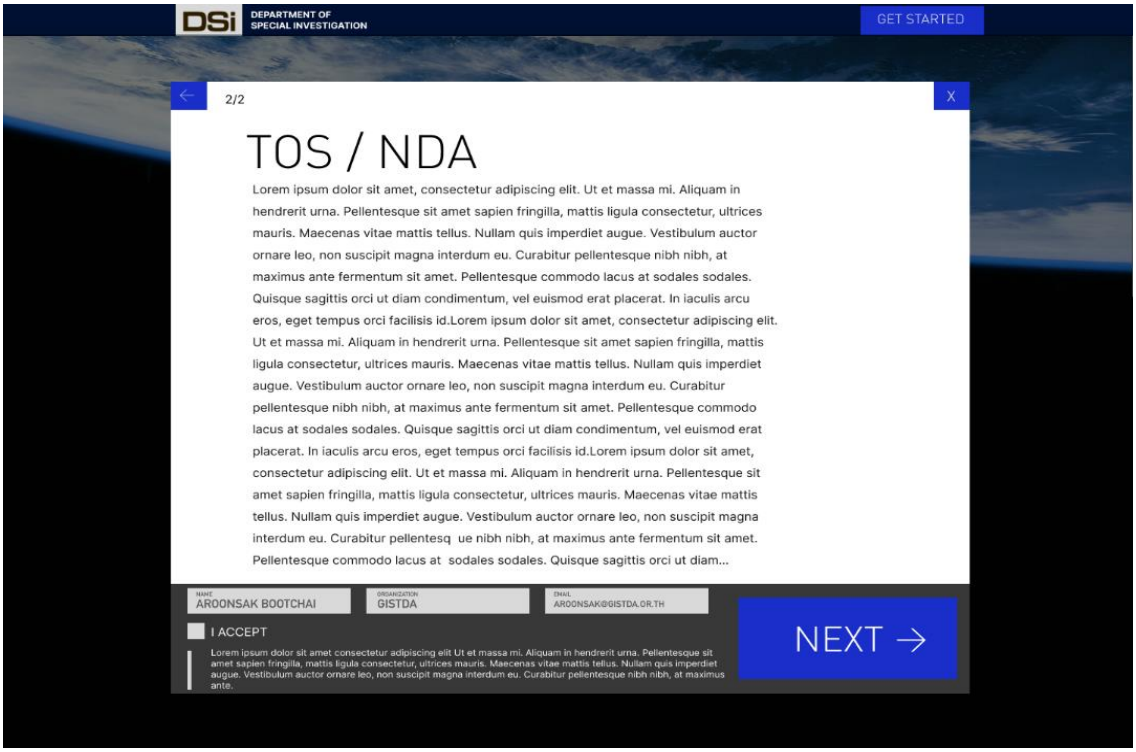
- ชื่อจริง–นามสกุล
- สถานที่ทำงาน/สังกัด
- ข้อมูลอีเมลล์
- ปุ่มกดถัดไป (NEXT) โดยผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลให้ครบทุกช่องเพื่อที่ดำเนินไปหน้าถัดไปได้



ภาพที่ 5-22 หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration/PDPA)

1.3 หน้าต่างเงื่อนไขและข้อตกลงการให้บริการระบบฯ (Terms of Service and Non-disclosure Agreement)

หลังจากที่ผ่านขั้นตอนการใส่ข้อมูลหน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act) ข้อมูลของผู้ใช้จะถูกนำมาลงในเงื่อนไขการให้บริการและสัญญาการไม่เปิดเผยข้อมูลฯ เพื่อเป็นการยืนยันก่อนที่จะเข้าใช้งานเป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้ใช้จะต้องกดยอมรับข้อตกลงจากนั้นกดปุ่มถัดไป (NEXT) เพื่อที่จะเข้าใช้โปรแกรมได้ในลำดับถัดไป



ภาพที่ 5-23 หน้าต่างเงื่อนไขและข้อตกลงการให้บริการระบบฯ (Terms of Service and Non-disclosure Agreement)

2. ส่วนสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งานของ Satellite Design Learning Platform

ในส่วนนี้ผู้ใช้จะได้เริ่มเรียนเนื้อหาของ Satellite Design Learning Platform โดยเนื้อหาจะประกอบไปด้วยเนื้อหาพื้นฐานเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ ของดาวเทียมจนไปถึงการออกแบบตัวกล้อง (Payload) โดยตัวโปรแกรมได้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกและเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย

2.1 หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page)

หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page) เป็นหน้าต่างหน้าแรกที่ผู้ใช้งานจะพบหลังจากยอมรับเงื่อนไขและข้อตกลงการให้บริการระบบฯ หน้าต่างดังกล่าวนี้จะแสดงหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับดาวเทียมทั้งหมดให้แก่ผู้ใช้งานได้ทราบ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกเข้าไปเรียนในหัวข้อการเรียนรู้ทั้งหมดในระบบจะถูกอธิบายโดยสังเขปดังนี้

2.1.1 Basic Satellite เนื้อพื้นฐานขององค์ประกอบต่าง ๆ ของดาวเทียม

การที่ดาวเทียมหนึ่งจะสามารถปฏิบัติภารกิจที่ได้รับมอบหมายได้นั้นจะต้องมีองค์ประกอบหลายส่วนไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวภารกิจเองหรือซอฟต์แวร์ที่ใช้สนับสนุนในการปฏิบัติภารกิจ โดยมีเนื้อหาย่อยประกอบไปด้วย

- **AOCS Hardware & Software system:** ผู้ใช้งานจะเรียนรู้ระบบที่ควบคุมการหมุนตัวของดาวเทียมให้มีความแม่นยำในการปฏิบัติภารกิจ เช่น การหมุนตัวของดาวเทียมสำหรับปฏิบัติภารกิจในการถ่ายภาพ
- **Propulsion system:** ระบบแรงขับเคลื่อนนอกจากระบบ AOCS ที่ใช้ในการหมุนตัวของดาวเทียมระบบแรงขับเคลื่อนจะใช้ในการเปลี่ยนตำแหน่งในวงโคจรเพื่อรักษาระดับของดาวเทียม
- **On-Board Data handling & FSW System:** เนื่องจากในตัวดาวเทียมมีส่วนประกอบและระบบที่ค่อนข้างหลากหลาย ทั้งในส่วนของตัวอุปกรณ์หรือระบบภายในจึงจำเป็นที่จะต้องมีตัวกลางในการแปลภาษาของแต่ละอุปกรณ์เพื่อที่จะให้ตัวดาวเทียมสามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้
- **Power System:** ระบบพลังงาน เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการทำงานของดาวเทียม เนื่องจากหากตัวดาวเทียมได้ขึ้นไปสู่วงโคจรรอบโลกแล้วตัวของมันจำเป็นที่จะต้องมีระบบพลังงานที่เพียงพอในด้านการจ่ายพลังงานและการจัดเก็บพลังงาน
- **Thermal and radiation system:** ในอวกาศนั้นมีสภาพแวดล้อมที่อันตรายต่อดาวเทียมไม่ว่าจะเป็น สภาวะสูญญากาศที่เย็นจัด ความร้อนจากดวงอาทิตย์ หรือรังสีต่าง ๆ จากอวกาศ ดังนั้นทุกชิ้นส่วนของดาวเทียมจะต้อง

มีการออกแบบและทดสอบเพื่อให้มีความมั่นใจว่าตัวดาวเทียมสามารถอยู่รอดได้ในสภาวะที่ได้กล่าวไว้

- **RF system:** ระบบส่งสัญญาณของดาวเทียม โดยใช้คลื่นสัญญาณวิทยุในการส่งข้อมูลจากดาวเทียมหรือรับสัญญาณจากภาคพื้นดิน
- **Payload system:** ตัวภารกิจของดาวเทียม คือจุดประสงค์หลักของตัวดาวเทียมว่ามันถูกออกแบบเพื่ออะไรที่จะส่งขึ้นไปบนวงโคจรโลกเพื่ออะไร ตัวอย่างเช่น เพื่อถ่ายภาพข้อมูลต่าง ๆ บนพื้นโลก หรือเพื่อจุดประสงค์ในการติดต่อสื่อสาร เป็นต้น ดังนั้นการออกแบบตัว Payload จึงเป็นเรื่องที่สำคัญและมีรายละเอียดมากเป็นอันดับต้น ๆ
- **Mechanical & structure system:** ระบบโครงสร้าง มีความสำคัญในการรับภาระด้านความแข็งแรง ตั้งแต่การรับน้ำหนักเพย์โหลดและอุปกรณ์ทั้งหมด ซึ่งเป็นส่วนเชื่อมต่อทุกอย่างของตัวดาวเทียมไว้ด้วยกัน ตลอดจนต้องออกแบบให้มีความทนทานต่อแรงสั่นสะเทือนตั้งแต่ออกจากจรวดนำส่ง เป็นต้น

2.1.2 Ground Segment เนื้อหาพื้นฐานของระบบภาคพื้นดินของดาวเทียม

การที่เราจะสั่งงานดาวเทียมได้นั้นส่วนหนึ่งที่สำคัญคือส่วนภาคพื้นดิน (Ground Segment) ซึ่งมีหน้าที่สั่งการหรือรับสัญญาณที่ได้จากตัวดาวเทียมโดยมีเนื้อหาย่อย ประกอบไปด้วย

- Basic Ground Segment: ผู้ใช้งานจะมีความรู้ความเข้าใจในระบบปฏิบัติการดาวเทียม อาทิเช่น ระบบปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องประกอบไปด้วยระบบย่อยอะไรบ้าง และแต่ละระบบย่อยมีหน้าที่ ความสำคัญอย่างไร
- Satellite Operation: ผู้ใช้งานจะรู้ถึงภาพรวมในการปฏิบัติการดาวเทียม โดยเริ่มตั้งแต่การสั่งถ่ายภาพดาวเทียมจะไปถึงการได้รับภาพถ่ายดาวเทียมมีกระบวนการอย่างไรบ้าง

2.1.3 การวิเคราะห์วงโคจรของดาวเทียมและการใช้โปรแกรม STK เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบวงโคจรของดาวเทียม

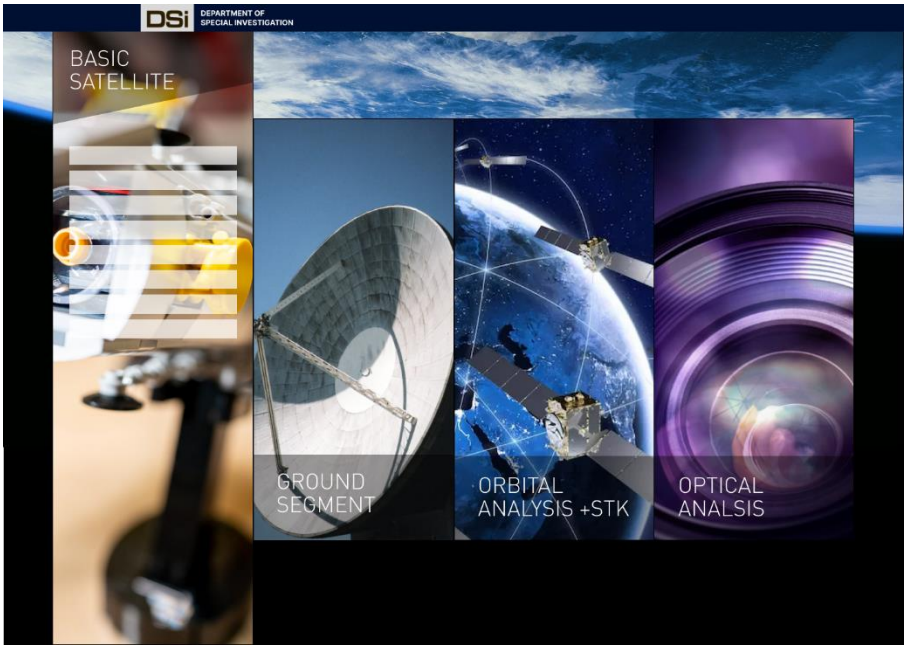
สำหรับเนื้อหาในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และออกแบบวงโคจรของดาวเทียมได้ตามภารกิจที่ต้องการ โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงโคจรการติดตั้งโปรแกรมช่วยวิเคราะห์หรือ Systems Tool Kit: STK และการใช้งานโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ STK สำหรับภารกิจของ DSI

- **Basic Of Orbital Knowledge** เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบวงโคจรซึ่งจะถูกใช้ในโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ STK ในส่วนถัดไป ในบทนี้จึงอธิบาย ตั้งแต่ประเภทของวงโคจร ตลอดจนตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของวงโคจร
- **STK Installation Guide** ผู้ใช้จะได้เรียนรู้ในการลงโปรแกรม STK ในระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ต้องการได้เพื่อที่จะใช้ในการออกแบบต่อไป
- **STK Tutorial (SSO orbit)** ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การออกแบบวงโคจรของดาวเทียมในโปรแกรม STK ซึ่งเป็นการแนะนำวิธีการใช้โปรแกรม STK เบื้องต้นเพื่อต่อยอดในการเลือกออกแบบตามภารกิจของ DSI

2.1.4 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับเทคโนโลยีกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สำหรับกล้องถ่ายภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Satellite's Imager) และวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ที่สามารถใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีกล้องโทรทรรศน์

ผู้ใช้งานจะเข้าใจถึงระบบการทำงานของกล้องถ่ายภาพดาวเทียม ลักษณะการถ่ายภาพดาวเทียม และรวมไปถึงวิธีการประเมินรายละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียม เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) และวิธีการทฤษฎีและการคำนวณการออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียมเบื้องต้น

- Optical Payload Basic & NIIRS Standard: ผู้ใช้งานจะทราบถึงวิธีการประเมินรายละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียม เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) และวิธีการทฤษฎีและการคำนวณการออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียมเบื้องต้น
- Optical Payload Design: เป็นหน้าต่างเพื่อใช้ในการออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียมเบื้องต้น



ภาพที่ 5-24 หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page)

2.2 หน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content)

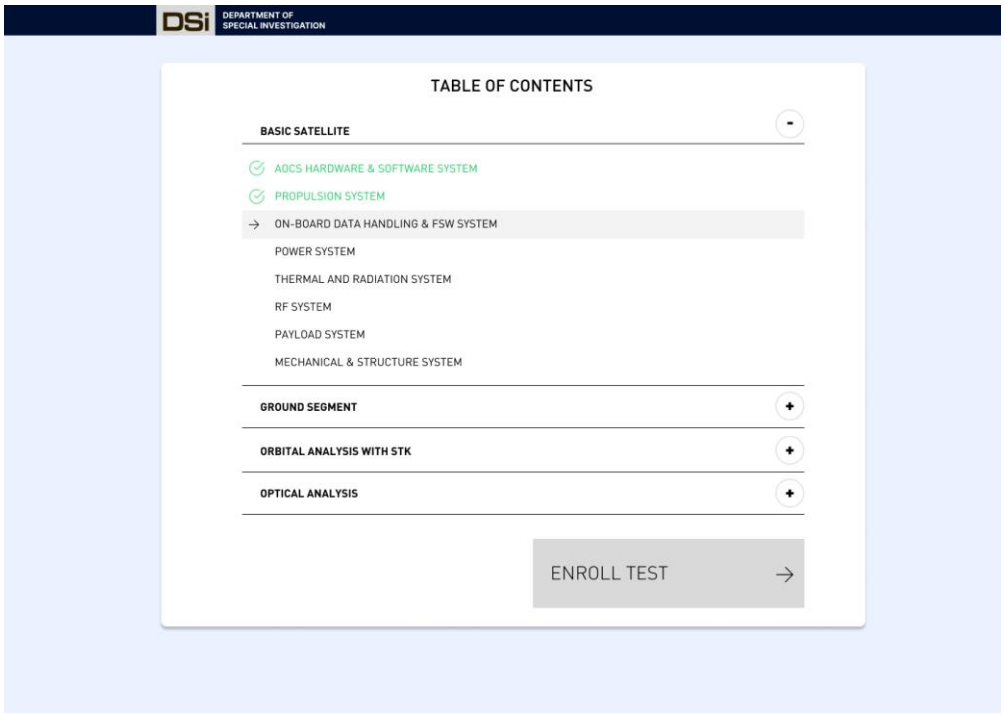
หน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content) จะประกอบไปด้วยหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยเช่นเดียวกับหน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (ส่วนสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งานของ Satellite Design Learning Platform)

ในส่วนนี้ผู้ใช้จะได้เริ่มเรียนเนื้อหาของ Satellite Design Learning Platform โดยเนื้อหาจะประกอบไปด้วยเนื้อหาพื้นฐานเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ ของดาวเทียมจนไปถึงการออกแบบตัวกล้อง (Payload) โดยตัวโปรแกรมได้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกและเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย

หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page) แต่จะนำเสนอในรูปแบบเรียบง่ายเพื่อให้ผู้ใช้สามารถจำแนกข้อมูลได้อย่างชัดเจน โดยในสารบัญมีรูปแบบการทำงานดังนี้

- แสดงหัวข้อย่อยที่อยู่ในหัวข้อหลักเมื่อผู้ใช้กดไปยังชื่อของหัวข้อหลังและย่อกลับได้เมื่อผู้ใช้กดอีกครั้ง
- แสดงหัวข้อที่ผู้ใช้ได้เคยเข้าไปเรียนรู้หรืออ่านเนื้อหาแล้วโดยการไฮไลต์ตัวอักษรหลังจากที่ผู้ใช้กดเข้าไปยังหัวข้อเพื่อเรียนรู้เนื้อหาแล้วหัวข้อนั้นจะเปลี่ยนสีเพื่อให้ผู้ใช้แยกเนื้อหาที่เรียนแล้วได้ง่ายขึ้น

ในหน้านี้ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Enroll Test เพื่อเริ่มทำแบบทดสอบ (หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page)) ได้ทันทีหากผู้ใช้ต้องการ



ภาพที่ 5-25 หน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content)

2.3 หน้าต่างการเรียนรู้เนื้อหา (Learning Page)

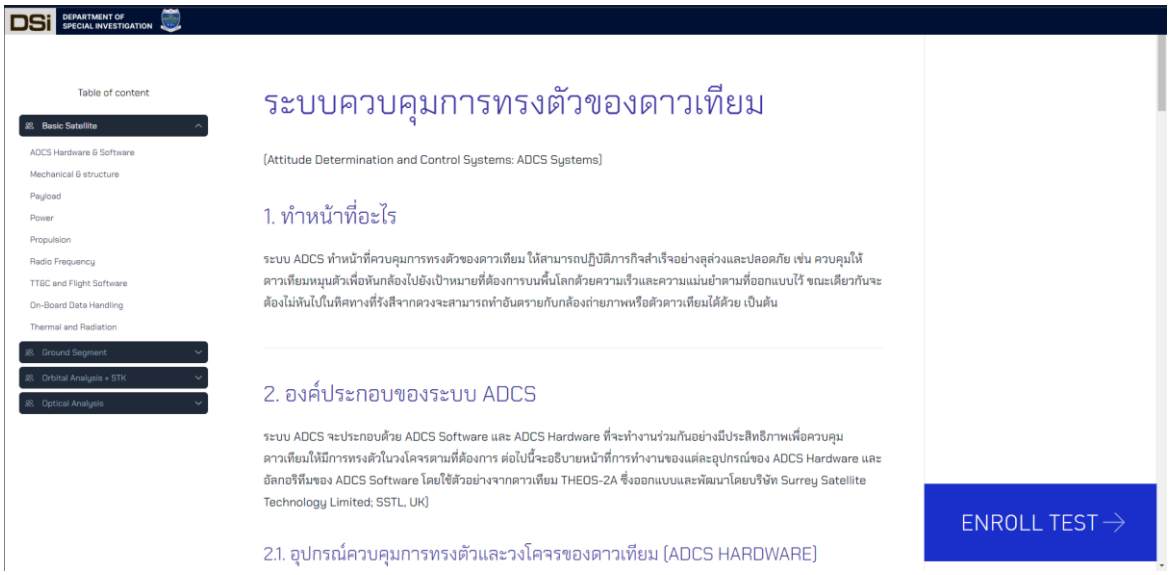
หน้าต่างการเรียนรู้เนื้อหา (Learning Page) จะเป็นส่วนที่แสดงเนื้อหาในการเรียนรู้เพื่อที่จะผลิตดาวเทียมโดยเนื้อหาที่ได้กล่าวมาในหน้าโครงสร้างหลักสูตร (ส่วนสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งานของ Satellite Design Learning Platform

ในส่วนนี้ผู้ใช้จะได้เริ่มเรียนเนื้อหาของ Satellite Design Learning Platform โดยเนื้อหาจะประกอบไปด้วยเนื้อหาพื้นฐานเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ ของดาวเทียมจนไปถึงการออกแบบตัวกล้อง (Payload) โดยตัวโปรแกรมได้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกและเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย

หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page) โดยส่วนประกอบหลักในหน้าการเรียนรู้แบ่งได้เป็น 3 หน้าต่างดังนี้

- **หน้าต่างย่อยฝั่งซ้าย:** แถบสารบัญที่มีรูปแบบเดียวกันกับหน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content) แต่จะมีการลดขนาดลงเพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเห็นว่าตัวเองอยู่ในส่วนไหนของเนื้อหาแล้ว
- **หน้าต่างย่อยตรงกลาง:** ใช้ในการบรรจุเนื้อหาของแต่ละหัวข้อโดยมีการออกแบบมาให้ดูสะอาดเป็นระเบียบและอ่านง่าย
- **หน้าต่างย่อยฝั่งขวา:** Spy Scroll เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้รับรู้ว่าตัวเองอยู่ที่หัวข้อไหนแล้วส่วนของเนื้อหา
- **ปุ่มกดย้อนกลับเพื่อไปที่หน้าสารบัญ**

  ในหน้านี้ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Enroll Test เพื่อเริ่มทำแบบทดสอบ (หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page)) ได้ทันทีหากผู้ใช้ต้องการ



ภาพที่ 5-26 หน้าต่างการเรียนรู้เนื้อหา (Learning Page)

2.4 ส่วนแบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งาน

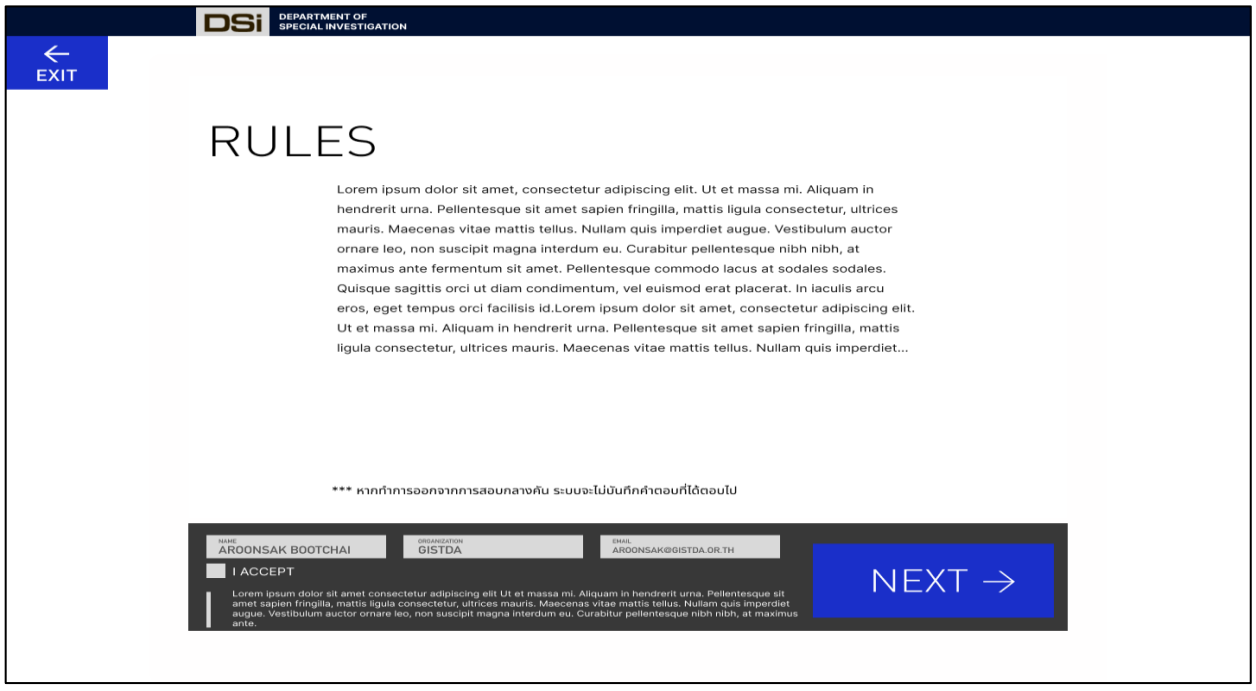
หลังจากที่ผู้ใช้ได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาของโปรแกรม Satellite Design Learning Platform ในตัวโปรแกรมได้มีแบบทดสอบเพื่อวัดระดับความเข้าใจของเนื้อหาที่ได้เรียนไป ตัวข้อสอบได้ถูกออกแบบมาตามความเหมาะสมของเนื้อหาที่ได้เรียนไปในทุกเนื้อหาที่มีอยู่ในโปรแกรม ผู้ใช้สามารถเลือกที่จะทำข้อสอบหลังจากที่เรียนเนื้อหาไปแล้วบางส่วนได้เช่นกัน

2.4.1 หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page)

หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page) จะใช้ในการแจ้งกฎและกติกาในการทำแบบทดสอบ โดยจะแสดงกฎเกณฑ์ของการทำแบบทดสอบและข้อมูลเบื้องต้นในการสอบมีดังนี้

- **จำนวนข้อสอบ:** ข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ โดยนำเนื้อหาทั้งหมดที่อยู่ในระบบมาใช้ในการตั้งคำถาม
- **รูปแบบของแบบทดสอบ:** แบบทดสอบจะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก
- **ระยะเวลาในการทำข้อสอบ:** ในการทำแบบทดสอบทั้งหมด ผู้ใช้งานจะมีเวลาในการทำข้อสอบทั้งหมด 60 นาที

ข้อมูลที่ผู้ใช้ได้กรอกไว้ที่หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act) จะถูกนำมาแสดงที่หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page) ผู้ใช้ต้องกดยืนยันข้อตกลงเพื่อที่จะเข้าทำแบบทดสอบต่อไปได้

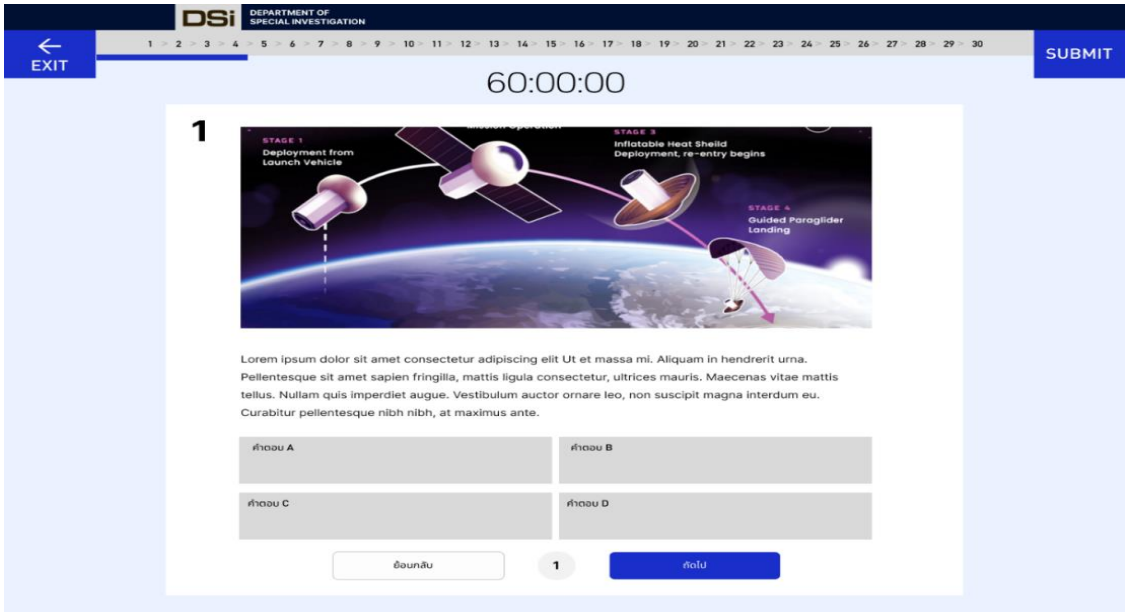


ภาพที่ 5-27 หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page)

2.5 หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page)

แบบทดสอบจะเป็นส่วนสุดท้ายของโปรแกรมเพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียนมาโดยองค์ประกอบของหน้าแบบทดสอบมีดังนี้

- **ตัวโจทย์จะแสดงคำถามหรือภาพประกอบ**
  - ข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ
  - ข้อสอบมี 4 ตัวเลือก
- **แถบติดตามลำดับของข้อสอบโดยจะแสดงผลดังนี้**
  - จำนวนข้อสอบ
  - ข้อสอบที่ได้ทำไปแล้ว
- **ตัวเลขแสดงเวลาในการทำข้อสอบ (นับถอยหลัง)**
  - แสดงเวลานับถอยหลัง 60 นาที
  - หากเวลาหมดระบบจะส่งข้อสอบทันที
- **แถบการแสดงลำดับข้อสอบที่ผู้ใช้งานกำลังทำอยู่**
  - ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกดไปข้อถัดไปหรือย้อนหลังได้อย่างอิสระ ในหน้านี้จะมีการแสดงจำนวนข้อและเวลาในการทำข้อสอบ ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม SUBMIT เพื่อที่จะส่งข้อสอบเมื่อต้องการได้



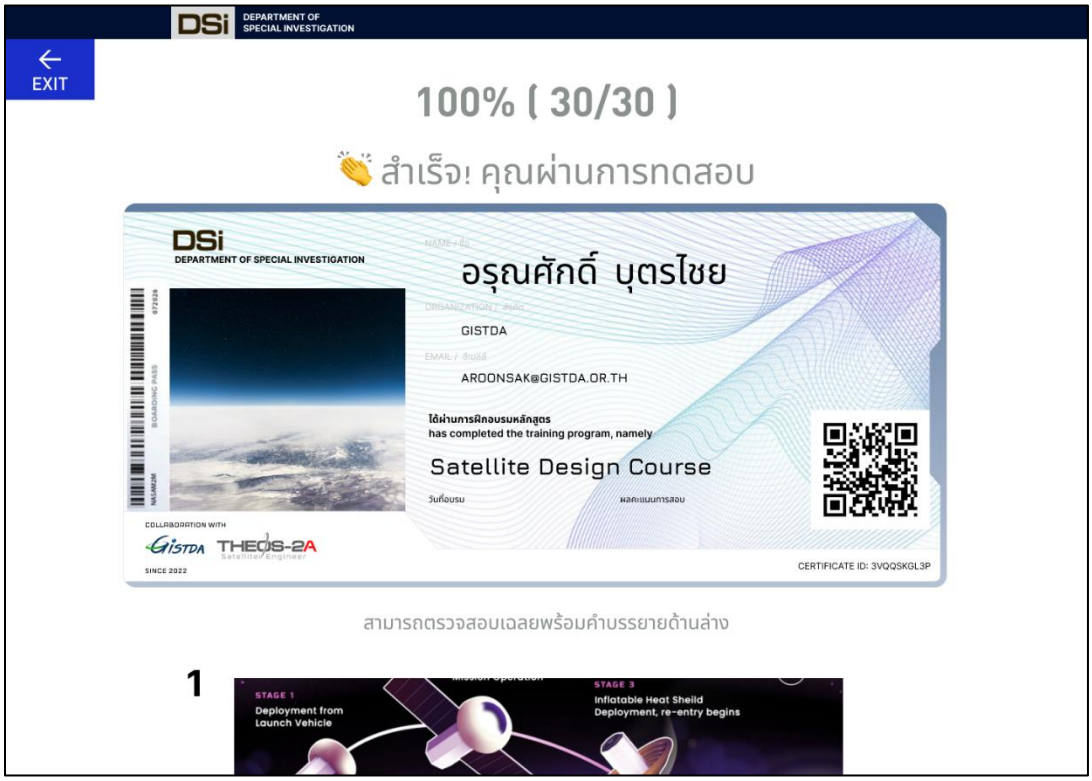
ภาพที่ 5-28 หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page)

2.6 หน้าต่างแสดงผลการทดสอบ (Test Result Page)

หน้าต่างแสดงผลการทดสอบ (Test Result Page) จะแสดงหลังจากที่ผู้ใช้งานส่งแบบทดสอบโดยการกดปุ่ม SUBMIT หากผู้ใช้งานทำข้อสอบได้เกินร้อยละ 70 จะผ่านเกณฑ์การทดสอบ และระบบจะมีสร้างใบรับรองให้ โดยมีข้อมูลที่แสดงใบรับรองดังนี้

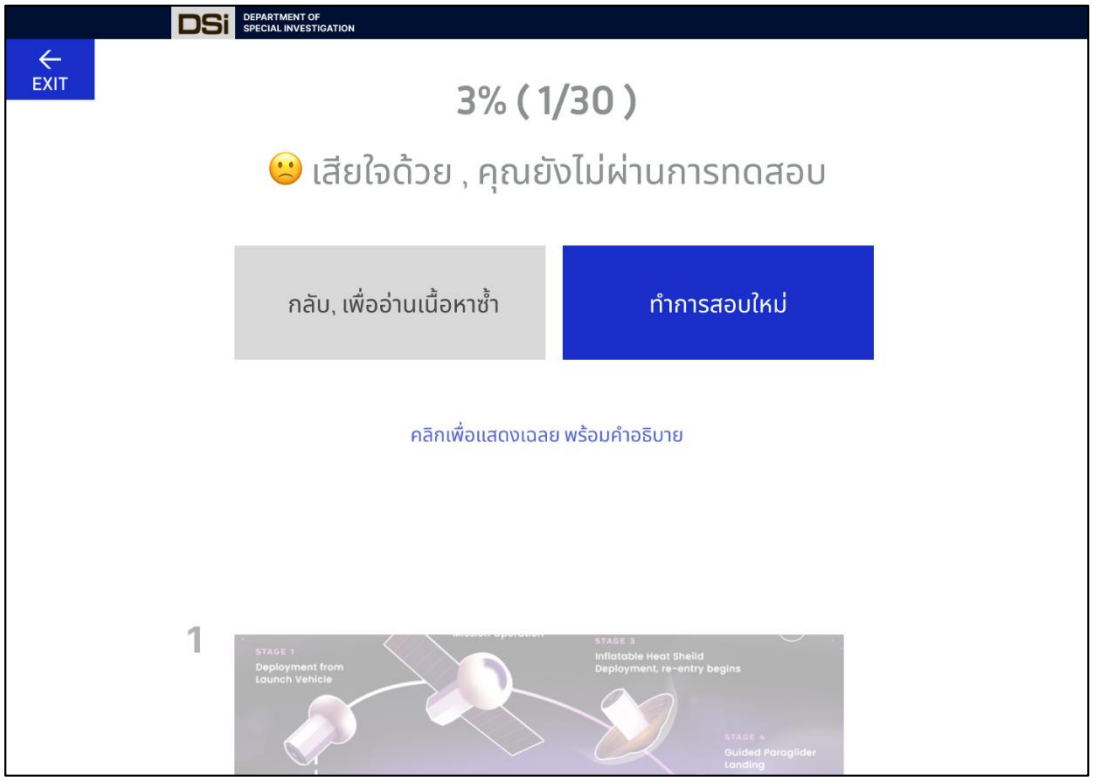
- ข้อมูลของผู้ใช้งานทำการกรอกในหน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act)
- QR โค้ดและบาร์โค้ดสำหรับแสดงวันและเวลาที่ผู้ใช้งานทำแบบทดสอบ

นอกจากนี้ยังมีเฉลยทั้งหมดให้กับผู้ใช้งานในกรณีที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ เพื่อเป็นการตรวจทานคำตอบของผู้ใช้งานอีกด้วย



ภาพที่ 5-29 ตัวอย่างใบเกียรติบัตรกรณีที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ

ในทางตรงกันข้าม หากผู้ใช้งานมีคะแนนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะแสดงหน้าต่างผลการทดสอบดังภาพที่ 5-29



ภาพที่ 5-30 หน้าต่างแสดงผลการทดสอบกรณีที่ไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ

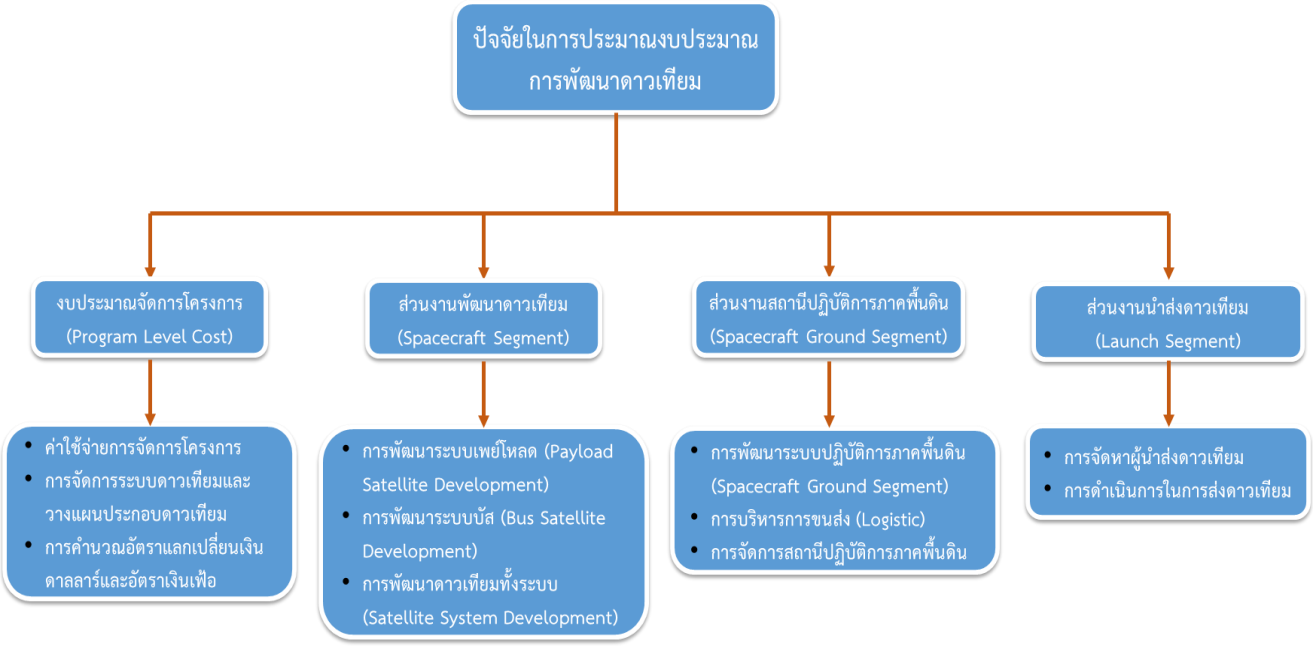
5.2.2 สรุปรายงานความก้าวหน้าระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

การพัฒนาระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษในส่วนหน้าต่างการใช้งาน หรือ Graphical User Interface: GUI ถูกดำเนินการพัฒนาขึ้นเรียบร้อยแล้ว โดยในระยะถัดไปของโครงการฯ ระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษจะถูกเพิ่มเนื้อหาที่เหมาะสมในส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ยิ่งไปกว่านั้น ยังเป็นเนื้อหาที่ง่ายต่อการเรียนรู้และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อการเรียนการสอนนี้จะเกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้ใช้งาน

5.3 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและระยะเวลาในการพัฒนาดาวเทียมทั้งระบบ

5.3.1 การวิเคราะห์งบประมาณและระยะเวลาในการพัฒนาโครงการดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเบื้องต้น

อ้างถึงรายงานโครงการจ้างเหมาออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ระยะที่ 1 ภายใต้หัวข้อ *"สถานะอุปกรณ์ของดาวเทียม (QUALIFICATION STATUS LIST) สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ"* ถูกนำมาใช้เป็นปัจจัยหลักในการประมาณการงบประมาณรวมไปถึงระยะเวลาเบื้องต้นในการพัฒนาดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ โดยราคาพื้นฐานจะถูกอ้างอิงมาจากการพัฒนาดาวเทียม THEOS-2A ยิ่งไปกว่านั้น การประมาณการงบประมาณยังได้คำนึงถึงปัจจัยอัตราการแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์และอัตราเงินเฟ้อีกด้วย โดยอัตราการแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์เฉลี่ยอยู่ที่ 1 เปอร์เซ็นต์ และอัตราเงินเฟ้อเฉลี่ยอยู่ที่ 2.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวได้ระหว่างปี พ.ศ. 2566 – พ.ศ. 2569 เท่านั้น ***"อย่างไรก็ดี การประมาณการงบประมาณและระยะเวลาในการพัฒนาดาวเทียมเป็นเพียงการประเมินเบื้องต้นเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้สำหรับการอ้างอิงเพื่อจัดซื้อหรือพัฒนาดาวเทียมทั้งระบบจริงได้"***



ภาพที่ 5-31 แผนผังปัจจัยในการประมาณการงบประมาณการพัฒนาดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเบื้องต้น

ตารางที่ 5-4 การวิเคราะห์งบประมาณและระยะเวลาในการพัฒนาดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษสำหรับวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำหรือ Low-inclination Orbit (LIO) โดยงบประมาณที่ถูกประเมินจะคิดรวมค่าแรงวิศวกรสำหรับการพัฒนาดาวเทียมและรวมภาษีในประเทศ 7 เปอร์เซ็นต์แล้ว

ระบบย่อยในดาวเทียม	รายชื่ออุปกรณ์	สถานะอุปกรณ์ (QSL)	ปัจจัยความคลาดเคลื่อน (Margin)	งบประมาณในการพัฒนาดาวเทียม โดยคำนึงอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์และอัตราเงินเฟ้อแล้ว (บาท)	งบประมาณสำหรับการนำส่งดาวเทียม (บาท)	ระยะเวลาในการพัฒนาดาวเทียม (เดือน)
ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม	อุปกรณ์เซนเซอร์ดวงอาทิตย์ Sun sensor (SS)	A	5%	37,947,887.45	การส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรแบบวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำหรือ Low-inclination Orbit (LIO) จะเป็นการส่งดาวเทียมด้วยวิธีการ Dedicated Launch ซึ่งจะใช้ค่านำส่งประมาณ 180 ล้านบาท	28.8
	อุปกรณ์ไจโรสโคป Gyroscope (Gyro)	A	5%			
	อุปกรณ์เซนเซอร์ดวงดาว Star Tracker	A	5%			
	อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม GPS	A	5%			
	อุปกรณ์แมกเนโตมิเตอร์ MAGNETOMETER (MTM)	A	5%			
	อุปกรณ์ Magnetic Torquers (MTR)	B	10%			
	อุปกรณ์ล้อปฏิกิริยา Re-action wheels (RW)	C	20%			
ระบบพลังงานดาวเทียม	อุปกรณ์แผงโซล่าเซลล์	B	10%	49,797,142.33		28.8
	อุปกรณ์แบตเตอรี่	C	20%			
	อุปกรณ์โมดูลชาร์จแบตเตอรี่	A	5%			
	อุปกรณ์โมดูลแคลมป์กระแส	A	5%			
	อุปกรณ์วงจรกระจายพลังงาน	A	5%			
	อุปกรณ์สวิตช์เปิดใช้งานระบบพลังงานไฟฟ้า	A	5%			
ระบบสื่อสารในดาวเทียม	อุปกรณ์สายอากาศชนิด Patches	B	10%	29,190,682.65		28.8
	อุปกรณ์สายอากาศชนิด Monopoles	B	10%			

	อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ S – Band	B	10%			
	อุปกรณ์อากาศชนิด X-Band Horn	B	10%			
	อุปกรณ์ Antenna Pointing Mechanism (APM)	B	10%			
	อุปกรณ์ส่งสัญญาน X-Band	C	20%			
	อุปกรณ์ Antenna Pointing Mechanism Electronic (APME)	C	20%			
ระบบจัดการข้อมูลดาวเทียม	อุปกรณ์จัดการข้อมูลดาวเทียม	B	10%	14,022,975.00		26.4
ระบบโครงสร้างดาวเทียม	โครงสร้างหลักดาวเทียม	B	10%	35,270,586.72		28.8
	โครงสร้างเสริมดาวเทียม	B	10%			
	อุปกรณ์ Deployable hinges	C	20%			
	อุปกรณ์ Hold down and release mechanism	C	20%			
	อุปกรณ์ Separation System	B	10%			
ระบบเพย์โหลด	อุปกรณ์บันทึกและจัดการข้อมูลเพย์โหลด	C	20%	52,454,690.86		28.8
	อุปกรณ์กล้องโทรทรรศน์	B	10%			
	อุปกรณ์กล้อง	B	10%			
	อุปกรณ์กลไกปรับโฟกัสกล้อง	A	5%			
	ระบบควบคุมกลไกปรับโฟกัสกล้อง	A	5%			
	อุปกรณ์ Payload Interface Board (PIB)	A	5%			
	อุปกรณ์รับสัญญาณ AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM	A	5%			
	อุปกรณ์รับสัญญาณ AUTOMATIC DEPENDENT SURVEILLANCE–BROADCAST	A	5%			

ระบบซอฟต์แวร์กลางควบคุมและจัดการดาวเทียม	ไลบรารีเสริมสำหรับซอฟต์แวร์ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม	B	10%	28,703,276.95	26.4
	ซอฟต์แวร์ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม	B	10%		
	เฟิร์มแวร์บูทโหลดเดอร์อุปกรณ์รับสัญญาณ GPS	A	5%		
	เฟิร์มแวร์อุปกรณ์ประมวลผลรับสัญญาณ GPS	A	5%		
	เฟิร์มแวร์อุปกรณ์ประมวลผลแผนที่ดวงดาว	A	5%		
	เฟิร์มแวร์อุปกรณ์ล้อปฏิกิริยา	B	10%		
	เกตเวร์อุปกรณ์รับสัญญาณ GPS	A	5%		
	เกตเวร์อุปกรณ์ประมวลผลแผนที่ดวงดาว	A	5%		
ระบบขับเคลื่อนดาวเทียม	อุปกรณ์ถังเชื้อเพลิง	C	20%	30,990,000.00	28.8
	อุปกรณ์ควบคุมระบบขับเคลื่อนดาวเทียม	C	20%		
	อุปกรณ์ปรับแรงดันและวาล์ว	C	20%		
	อุปกรณ์ปล่อยเชื้อเพลิง	C	20%		
ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม	ระบบวางแผนภารกิจดาวเทียม	A	5%	250,688,233.40	28.8
	ระบบควบคุมและแสดงสถานะดาวเทียม	A	5%		
	ระบบส่งและรับสัญญานย่าน S-Band	A	5%		
	ระบบรับสัญญาณข้อมูลเพย์โหลดดาวเทียม X-Band	A	5%		
	ระบบประมวลผลข้อมูลเพย์โหลด	C	20%		
กระบวนการทดสอบสภาวะอวกาศดาวเทียม	การทดสอบเชิงการสั่นสะเทือน	-	-	20,660,000.00	6
	การทดสอบเชิงมวล	-	-		
	การทดสอบเชิงอุณหภูมิและสูญญากาศ	-	-		

	การทดสอบสัญญาณรบกวนทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	-	-			
กระบวนการเตรียมดาวเทียมก่อนปฏิบัติงาน	กระบวนการ Launch and Early Orbit phase	-	-	4,132,000.00		4
	กระบวนการ Commissioning phase	-	-			
	การจองสถานีปฏิบัติการดาวเทียมสำรอง	-	-			
			รวม	533,857,475.37 บาท	180,000,000.00 บาท	38.8 เดือน

ตารางที่ 5-5 การวิเคราะห์งบประมาณและระยะเวลาในการพัฒนาระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษสำหรับวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ Sun Synchronous Orbit (SSO) โดยงบประมาณที่ถูกประเมินจะคิดรวมค่าแรงวิศวกรสำหรับการพัฒนาดาวเทียมและรวมภาษีในประเทศ 7 เปอร์เซ็นต์แล้ว

ระบบย่อยในดาวเทียม	รายชื่ออุปกรณ์	สถานะอุปกรณ์ (QSL)	ปัจจัยความคลาดเคลื่อน (Margin)	งบประมาณในการพัฒนาดาวเทียม โดยคำนึงอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์และอัตราเงินเฟ้อแล้ว (บาท)	งบประมาณสำหรับการนำส่งดาวเทียม (บาท)	ระยะเวลาในการพัฒนาดาวเทียม (เดือน)
ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม	อุปกรณ์เซนเซอร์ดวงอาทิตย์ Sun sensor (SS)	A	5%	36,459,735.00	การส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ sun synchronous orbit (SSO) จะเป็นการส่งดาวเทียมด้วยวิธีการ Ride Share ซึ่งจะใช้ค่านำส่งประมาณ 60 ล้านบาท	28.8
	อุปกรณ์ไจโรสโคป Gyroscope (Gyro)	A	5%			
	อุปกรณ์เซนเซอร์ดวงดาว Star Tracker	A	5%			
	อุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียม GPS	A	5%			
	อุปกรณ์แมกเนโตมิเตอร์ Magnetometer (MTM)	A	5%			
	อุปกรณ์ Magnetic Torquers (MTR)	A	5%			
	อุปกรณ์ล้อปฏิกิริยา Re-action wheels (RW)	A	5%			
ระบบพลังงานดาวเทียม	อุปกรณ์แผงโซล่าเซลล์	A	5%	48,340,311.04		28.8
	อุปกรณ์แบตเตอรี่	B	10%			
	อุปกรณ์โมดูลชาร์จแบตเตอรี่	A	5%			
	อุปกรณ์โมดูลแคลมป์กระแส	A	5%			
	อุปกรณ์วงจรกระจายพลังงาน	A	5%			
	อุปกรณ์สวิตช์เปิดใช้งานระบบพลังงานไฟฟ้า	A	5%			
ระบบสื่อสารในดาวเทียม	อุปกรณ์สายอากาศชนิด Patches	A	5%	29,648,575.71		28.8
	อุปกรณ์สายอากาศชนิด Monopoles	A	5%			

	อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ S – Band	A	5%			
	อุปกรณ์อากาศชนิด X-Band Horn	A	5%			
	อุปกรณ์ Antenna Pointing Mechanism (APM)	B	10%			
	อุปกรณ์ส่งสัญญาน X-Band	C	20%			
	อุปกรณ์ Antenna Pointing Mechanism Electronic (APME)	C	20%			
ระบบจัดการข้อมูลดาวเทียม	อุปกรณ์จัดการข้อมูลดาวเทียม	B	10%	14,022,975.00		26.4
ระบบโครงสร้างดาวเทียม	โครงสร้างหลักดาวเทียม	A	5%	33,655,140.00		28.8
	โครงสร้างเสริมดาวเทียม	A	5%			
	อุปกรณ์ Deployable hinges	A	5%			
	อุปกรณ์ Hold down and release mechanism	A	5%			
	อุปกรณ์ Separation System	A	5%			
ระบบเพย์โหลด	อุปกรณ์บันทึกและจัดการข้อมูลเพย์โหลด	C	20%	52,139,173.92		28.8
	อุปกรณ์กล้องโทรทรรศน์	A	5%			
	อุปกรณ์กล้อง	A	5%			
	อุปกรณ์กลไกปรับโฟกัสกล้อง	A	5%			
	ระบบควบคุมกลไกปรับโฟกัสกล้อง	A	5%			
	อุปกรณ์ Payload Interface Board (PIB)	A	5%			
	อุปกรณ์รับสัญญาณ AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM	A	5%			

	อุปกรณ์รับสัญญาณ AUTOMATIC DEPENDENT SURVEILLANCE–BROADCAST	A	5%		
ระบบซอฟต์แวร์กลางควบคุมและจัดการดาวเทียม	ไลบรารีเสริมสำหรับซอฟต์แวร์ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม	B	10%	28,571,811.56	26.4
	ซอฟต์แวร์ระบบควบคุมการทรงตัวของดาวเทียม	B	10%		
	เฟิร์มแวร์บูทโหลดเดอร์อุปกรณ์รับสัญญาณ GPS	A	5%		
	เฟิร์มแวร์อุปกรณ์ประมวลผลรับสัญญาณ GPS	A	5%		
	เฟิร์มแวร์อุปกรณ์ประมวลผลแผนที่ดวงดาว	A	5%		
	เฟิร์มแวร์อุปกรณ์ล้อปฏิกิริยา	A	5%		
	เกตเวย์อุปกรณ์รับสัญญาณ GPS	A	5%		
	เกตเวย์อุปกรณ์ประมวลผลแผนที่ดวงดาว	A	5%		
ระบบขับเคลื่อนดาวเทียม	อุปกรณ์ถังเชื้อเพลิง	C	20%	30,990,000.00	28.8
	อุปกรณ์ควบคุมระบบขับเคลื่อนดาวเทียม	C	20%		
	อุปกรณ์ปรับแรงดันและวาล์ว	C	20%		
	อุปกรณ์ปล่อยเชื้อเพลิง	C	20%		
ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม	ระบบวางแผนภารกิจดาวเทียม	A	5%	250,688,233.40	28.8
	ระบบควบคุมและแสดงสถานะดาวเทียม	A	5%		
	ระบบส่งและรับสัญญานย่าน S-Band	A	5%		
	ระบบรับสัญญาณข้อมูลเพย์โหลดดาวเทียม X-Band	A	5%		
	ระบบประมวลผลข้อมูลเพย์โหลด	C	20%		

กระบวนการทดสอบสภาวะอวกาศดาวเทียม	การทดสอบเชิงการสั่นสะเทือน	-	-	20,660,000.00		6
	การทดสอบเชิงมวล	-	-			
	การทดสอบเชิงอุณหภูมิและสูญญากาศ	-	-			
	การทดสอบสัญญาณรบกวนทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	-	-			
กระบวนการเตรียมดาวเทียมก่อนปฏิบัติงาน	กระบวนการ Launch and Early Orbit phase	-	-	4,132,000.00		4
	กระบวนการ Commissioning phase	-	-			
	การจองสถานีปฏิบัติการดาวเทียมสำรอง	-	-			
			รวม	549,307,955.64 บาท	60,000,000.00 บาท	38.8 เดือน

จากตารางที่ 5-4 และตารางที่ 5-5 แสดงให้เห็นถึงงบประมาณและระยะในการพัฒนาดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเบื้องต้น ในวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำ Low-inclination Orbit (LIO) และวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ Sun Synchronous Orbit (SSO) ตามลำดับ โดยสามารถสรุปได้ว่า ***"งบประมาณในการพัฒนาดาวเทียมในวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำรวมค่าใช้จ่ายในการนำส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรจะอยู่ที่ประมาณ 734 ล้านบาท ส่วนในกรณีวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์จะอยู่ที่ประมาณ 610 ล้านบาท โดยดาวเทียมในวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำจะใช้งบประมาณในการพัฒนาและนำส่งมากกว่า 1.21 เท่าของดาวเทียมในวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ ในส่วนกรณีระยะเวลาในการพัฒนาดาวเทียมของสองวงโคจรจะอยู่ที่ประมาณ 38.8 เดือนเท่ากัน ทั้งนี้ระยะเวลาในการพัฒนาดาวเทียมยังไม่รวมระยะเวลาในการติดต่อขอใช้บริการจรวดนำส่งดาวเทียมซึ่งผู้พัฒนาดาวเทียมจะต้องติดต่อผู้ให้บริการจรวดนำส่งดาวเทียมเพื่อทราบเวลาที่แน่นอน ณ วันที่เริ่มโครงการฯ"***

5.3.2 การเปรียบเทียบราคาการจัดหากลุ่มดาวเทียม (Satellite constellation) ระหว่างวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำหรือ Low-inclination Orbit (LIO) และวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ Sun Synchronous Orbit (SSO)

จากหัวข้อรายงาน 4.5.3 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์วงโคจรสำหรับการใช้งานกลุ่มดาวเทียม (Satellite Constellation) สำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษซึ่งจะสามารถใช้ในการคำนวณราคาการจัดหากลุ่มดาวเทียม (Satellite Constellation) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ***"อย่างไรก็ดี งบประมาณในการพัฒนากลุ่มดาวเทียมเป็นเพียงการประมาณการเพื่อทราบแนวโน้มเบื้องต้นเท่านั้นและไม่สามารถนำไปใช้อ้างอิงในการจัดหาหรือพัฒนากลุ่มดาวเทียมจริงได้"***

ตารางที่ 5-6 เปรียบเทียบราคาการจัดหากลุ่มดาวเทียม (Satellite Constellation) ระหว่างวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำ (LIO) และวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (SSO)

จำนวนดาวเทียมทั้งหมด	ประเภทวงโคจร	จำนวนครั้งในการเข้าถึงพื้นที่ต่อวัน	การเข้าถึงเป็นแบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ? (ไม่ใช่/ใช่)	ราคาการจัดหากลุ่มดาวเทียม (ล้านบาท)
50	Sun Synchronous Orbit	78	ไม่ใช่	36,692.87
100	Sun Synchronous Orbit	102	ไม่ใช่	73,385.75
200	Sun Synchronous Orbit	70	ไม่ใช่	146,771.50
300	Sun Synchronous Orbit	50	ไม่ใช่	220,157.24
400	Sun Synchronous Orbit	17	ไม่ใช่	293,542.99
500	Sun Synchronous Orbit	11	ไม่ใช่	366,928.74
500	Sun Synchronous Orbit	29	ไม่ใช่	366,928.74
500	Sun Synchronous Orbit	-	ใช่	366,928.74
5	Low-inclination Orbit	37	ไม่ใช่	3,046.54
50	Low-inclination Orbit	148	ไม่ใช่	30,465.40
50	Low-inclination Orbit	185	ไม่ใช่	30,465.40
90	Low-inclination Orbit	118	ไม่ใช่	54,837.72
99	Low-inclination Orbit	-	ใช่	60,321.49

5.4 ข้อเสนอแนะและคำอธิบายเพิ่มเติมการพัฒนาโครงการดาวเทียมเบื้องต้นสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ในการพัฒนาดาวเทียมทั้งระบบตั้งแต่เริ่มโครงการจนกระทั่งการนำส่งดาวเทียมขึ้นปฏิบัติการในวงโคจรนั้น มีกระบวนการอื่น ๆ ที่ไม่ใช่กระบวนการทางวิศวกรรมรวมอยู่ในโครงการพัฒนาดาวเทียมด้วย ซึ่งในข้อเสนอแนะและคำอธิบายเพิ่มเติมในการจัดหาดาวเทียมสำหรับภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษจะเป็นการอธิบายถึงกระบวนอื่น ๆ ในโครงการพัฒนาดาวเทียมเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้ร่วมโครงการได้ตระหนักถึงกระบวนการทั้งหมดและคิดถึงปัจจัยในการพัฒนาได้อย่างครอบคลุม ซึ่งจะถูกอธิบายดังนี้

5.4.1 การประกันภัยดาวเทียม (Satellite insurance)

การประกันภัย คือ การให้ความคุ้มครองต่อความเสี่ยงของการสูญเสียทางการเงินให้แก่ผู้เอาประกันภัย เช่น ประกันชีวิตอาจเป็นในรูปแบบของความเสี่ยงที่บุคคลจะเสียชีวิตได้ ประกันภัยรถยนต์ เป็นการคุ้มครองในกรณีอุบัติเหตุทางรถยนต์หรือความคุ้มครองการบาดเจ็บ ในกรณีของประกันดาวเทียมนั้นเป็นสาขาเฉพาะของการประกันภัยการบิน แพ็คเกจประกันภัยจะครอบคลุมความเสี่ยงต่อจรวด ดาวเทียม และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่ดาวเทียมจะไม่ทำงาน เช่น การทำงานของจรวดนำส่งล้มเหลวไม่สามารถนำส่งดาวเทียมได้ความล้มเหลวในการเข้าถึงวงโคจรที่กำหนดไว้ หรือความล้มเหลวในการปฏิบัติงานของดาวเทียมเอง ประกันดาวเทียมจึงเป็นการจัดทำขึ้นมาเฉพาะดาวเทียมดวงนั้น ๆ บริษัทประกันดาวเทียมทั่วโลกมักมีข้อกำหนดและเงื่อนไขที่คล้ายคลึงกัน อ้างอิงตามข้อกำหนดของดาวเทียมและจรวด ทั้งนี้ระยะเวลาความคุ้มครอง อัตราเบี้ยประกันภัย และข้อกำหนดของเงื่อนไขอื่น ๆ จะเป็นการเจรจากันระหว่างเจ้าของหรือผู้ผลิตดาวเทียม และผู้รับประกัน การประกันภัยดาวเทียมสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลักดังนี้

1.1) การประกันก่อนนำส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร (Pre-launch insurance)

ประกันก่อนการนำส่งดาวเทียม จะครอบคลุมดาวเทียมและจรวดก่อนปล่อย ประกันชนิดนี้จะครอบคลุมความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งดาวเทียมจากโรงงานผลิตไปยังสถานที่ปล่อยจรวด การประกอบดาวเทียมบนแท่นปล่อยจรวด การตรวจสอบดาวเทียม และกิจกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นก่อนที่จรวดนำส่งจะจุดระเบิด โดยประกันจะสิ้นสุดลงเมื่อจรวดเกิดการยกตัว (lift off) ออกจากสถานีปล่อยจรวด

1.2) การประกันสำหรับนำส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจร (Launch insurance)

ประกันการนำส่งดาวเทียม เป็นประกันที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยระยะเวลาในการนำส่งดาวเทียมของจรวดจะใช้เวลา 20 - 30 นาที ความคุ้มครองของประกันการนำส่งดาวเทียมจะเริ่มต้นประกันก่อนการนำส่งดาวเทียมสิ้นสุดลง ประกันการนำส่งดาวเทียมจะครอบคลุม ตั้งแต่จรวดยกตัวออกจากสถานีปล่อยจรวด ดาวเทียมแยกตัวออกจากจรวดและประกันจะสิ้นสุดลงเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการทดสอบการทำงานเบื้องต้น ทั้งนี้ในบางภารกิจอาจต้องใช้เวลา 6 เดือน ถึง 1 ปี ถึงจะเสร็จสิ้นขั้นตอนการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของดาวเทียม

1.3) การประกันสำหรับการปฏิบัติงานในวงโคจร (In-orbit Insurance)

เมื่อขั้นตอนการทดสอบการทำงานเบื้องต้นของดาวเทียมเสร็จสิ้น ดาวเทียมจะเข้าสู่การทำงานปกติในอวกาศตามภารกิจที่ได้กำหนดไว้ โดยดาวเทียมอาจมีอายุการทำงานตั้งแต่ 1 – 10 ปี หรือมากกว่า และอาจจะสิ้นสุดภารกิจเมื่อเชื้อเพลิงของดาวเทียมนั้นหมดลง การประกันภัยในวงโคจรมักจะเป็นกรมธรรม์ต่อหนึ่งปีและต้องมีการต่ออายุประกันปีต่อปี และผู้เอาประกันภัยดาวเทียมจะต้องรายงานสุขภาพดาวเทียม (health reports) ที่เกี่ยวกับสภาพดาวเทียมให้แก่บริษัทประกันดาวเทียมเพื่อให้บริษัทพิจารณาและต่ออายุความคุ้มครอง

1.4) การประกันสำหรับ Third-party liability space insurance

การประกันภัยที่ผู้เอาประกันภัยต้องรับผิดตามกฎหมายต่อบุคคลที่สาม ซึ่งจะมีแพคเกจความคุ้มครองที่หลากหลาย เช่น การบาดเจ็บส่วนบุคคล ทรัพย์สินเสียหาย ความเสียหายที่ทำให้สูญเสียรายได้ การหยุดชะงักของบริการ การก่อให้เกิดความเสียหายต่อสถานีปฏิบัติการดาวเทียมเป็นต้น

ตารางที่ 5-7 ตัวอย่างการเคลมประกันภัยดาวเทียม

ดาวเทียม	ข้อเรียกร้อง	สาเหตุ
WorldView-4	183 ล้านดอลลาร์	ความล้มเหลวในการเข้าถึงวงโคจร
Angosat-1	121 ล้านดอลลาร์	ความล้มเหลวในการเข้าถึงวงโคจร
Al Yah 3	115 ล้านดอลลาร์	การนำส่งล้มเหลวบางส่วน
Falcon Eye-1	415 ล้านดอลลาร์	การนำส่งล้มเหลว
ChinaSat-18	250 ล้านดอลลาร์	พบความผิดปกติหลังการนำส่ง

5.4.2 การขออนุญาตใช้สิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียม

สหภาพโทรคมนาคมระหว่างประเทศ (International Telecommunication Union ITU) เป็นองค์การสากลชำนัญพิเศษของสหประชาชาติ ตั้งอยู่ที่นครเจนีวา สวิสเซอร์แลนด์ สมาชิกภาพทั่วโลกของ ITU ประกอบด้วย 193 ประเทศและธุรกิจ สถาบันการศึกษา และองค์กรระดับนานาชาติในระดับภูมิภาคประมาณ 900 แห่ง ITU มีหน้าที่ในการพัฒนามาตรฐานและกฎระเบียบสำหรับการสื่อสารวิทยุและโทรคมนาคมระหว่างประเทศ การกำหนดและบริหารจัดการแถบคลื่นความถี่วิทยุ ส่งเสริมการใช้คลื่นความถี่วิทยุร่วมกันทั่วโลก อำนวยความสะดวกในความร่วมมือระหว่างประเทศในการกำหนดวงโคจรของดาวเทียม ช่วยในการพัฒนาและประสานงานมาตรฐานทางเทคนิคทั่วโลก และทำงานเพื่อปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานด้านโทรคมนาคมในประเทศกำลังพัฒนา ITU จะต้องกำหนด จัดสรร และควบคุมการใช้ความถี่ในกิจการต่าง ๆ ทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ เพื่อไม่ให้เกิดการทับซ้อนและรบกวนกัน เช่น การนำทางการบินและการเดินเรือ ดาราศาสตร์วิทยุ ดาวเทียม การออกอากาศทางโทรทัศน์ วิทยุสมัครเล่น เป็นต้น

เพื่อไม่ให้เกิดความทับซ้อนและรบกวนการใช้คลื่นความถี่ของแต่ละกิจการ ITU ได้ทำการจัดสรรและกำหนดความถี่ที่สามารถใช้ได้ในกิจการที่เกี่ยวของกับดาวเทียมทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ ดังนี้

ตารางที่ 5-8 เปรียบเทียบความถี่และลักษณะการนำไปใช้งานต่าง ๆ

ความถี่	การใช้งาน
L-band (1-2 GHz)	ใช้กับดาวเทียมนำร่องและการให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านดาวเทียมในทะเล อากาศ และภาคพื้นดิน
S-band (2-4 GHz)	ใช้ในการส่งเรดาร์ของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
C-band (4-8 GHz)	ใช้สำหรับการสื่อสาร เช่น การถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์และการสื่อสารระหว่างจุดหรือภายในกลุ่มในรูปแบบเครือข่าย เป็นย่านความถี่หลักที่ใช้ในการสื่อสารผ่านดาวเทียม
X-band (8-12 GHz)	เป็นย่านความถี่ที่ใช้ในกิจการทหารและรัฐบาลโดยเฉพาะ
Ku-band (12-18 GHz)	เป็นย่านความถี่ที่ใช้เพื่อการสื่อสารต่อจากย่าน C-band
Ka-band (12-18 GHz)	เนื่องจากดาวเทียมที่อยู่ในวงโคจร GEO นิยมใช้ ความถี่ C-band และ Ku-band ทำให้มีความถี่ค่อนข้างจำกัด การใช้คลื่นความถี่ Ka-band ในการสื่อสารผ่านดาวเทียมจะช่วยเพิ่มการใช้งานของดาวเทียมในวงโคจร GEO ได้

กิจการการสื่อสารเป็นกิจการที่เกี่ยวข้องกับประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ในส่วนของดาวเทียมเองนั้นก็จะต้องใช้ความถี่อย่างน้อยหนึ่งรายการต่อดาวเทียมหนึ่งดวง เพื่อให้มั่นใจว่าดาวเทียมทุกดวงในอวกาศจะสามารถทำงานได้โดยไม่รบกวนกันหรือไม่รบกวนระบบวิทยุอื่น ๆ ITU จึงต้องเข้ามาทำหน้าที่กำกับดูแลและประสานงานการใช้วงโคจรของดาวเทียม การใช้คลื่นความถี่ของดาวเทียม และการส่งสัญญาณติดต่อภาคพื้นดิน เจ้าของดาวเทียมหรือผู้ผลิตดาวเทียมจำเป็นต้องดำเนินการส่งคำขอความถี่ที่จำเป็นไปยัง ITU ประกอบรายละเอียดทางเทคนิคต่าง ๆ ของดาวเทียม คลื่นความถี่ที่ใช้ ลักษณะวงโคจร ระยะเวลาการใช้งานดาวเทียมและรายละเอียดอื่น ๆ ตามที่ ITU กำหนด ซึ่งถูกเรียกว่า เอกสารข่ายงานดาวเทียม (Filing) ทั้งนี้การนำส่งดาวเทียมจึงจำเป็นต้องได้รับอนุญาตให้ใช้เอกสารข่ายงานดาวเทียมจาก ITU ก่อน เจ้าของดาวเทียมจะต้องติดต่อหน่วยงานเพื่อออกใบอนุญาตของสถาบันรัฐบาลที่รับผิดชอบในประเทศนั้น ๆ สำหรับประเทศไทยจะรับผิดชอบโดยสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ หรือ กสทช. เมื่อหน่วยงานในประเทศอนุมัติแล้วจะส่งคำขอความถี่ที่จำเป็นไปยัง ITU ตามข้อกำหนดของสนธิสัญญาระหว่างประเทศว่าด้วยการใช้คลื่นความถี่วิทยุที่เรียกว่าระเบียบวิทยุ ITU จะทำหน้าที่จัดการประสานงานกับประเทศที่เกี่ยวข้องหรือมีสถานีปฏิบัติการดาวเทียมอยู่ใกล้กัน เพื่อไม่ดาวเทียมเกิดสัญญาณรบกวนกัน

เมื่อเจ้าของดาวเทียมได้พัฒนาดาวเทียมและวงโคจรสำหรับใช้ในการนำส่งแล้ว ก็ไม่ได้หมายความว่าจะสามารถส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศได้เลย เจ้าของดาวเทียมจะต้องมีเอกสารข่ายงานดาวเทียมและสิทธิการใช้งานดาวเทียมก่อน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานที่ยุ่งยาก ซับซ้อน อาจใช้เวลามากกว่า 1 ปี ในการได้รับสิทธิการใช้งานดาวเทียม และเมื่อได้รับสิทธิแล้วจะต้องใช้งานตามที่ขออนุมัติ หากไม่มีการใช้สิทธิช่วงเวลาที่อนุมัติ สิทธิในการใช้งานดังกล่าวก็จะหมดไป ประเทศอื่น ๆ ที่รอคิวก็มีสิทธิที่จะได้รับการพิจารณาสิทธิการใช้งานดาวเทียมต่อไป

ทั้งนี้การขออนุญาตใช้สิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียมของประเทศไทย สามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.)

ภาพที่ 5-32 ขั้นตอนขออนุญาตสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียมขั้นต้น

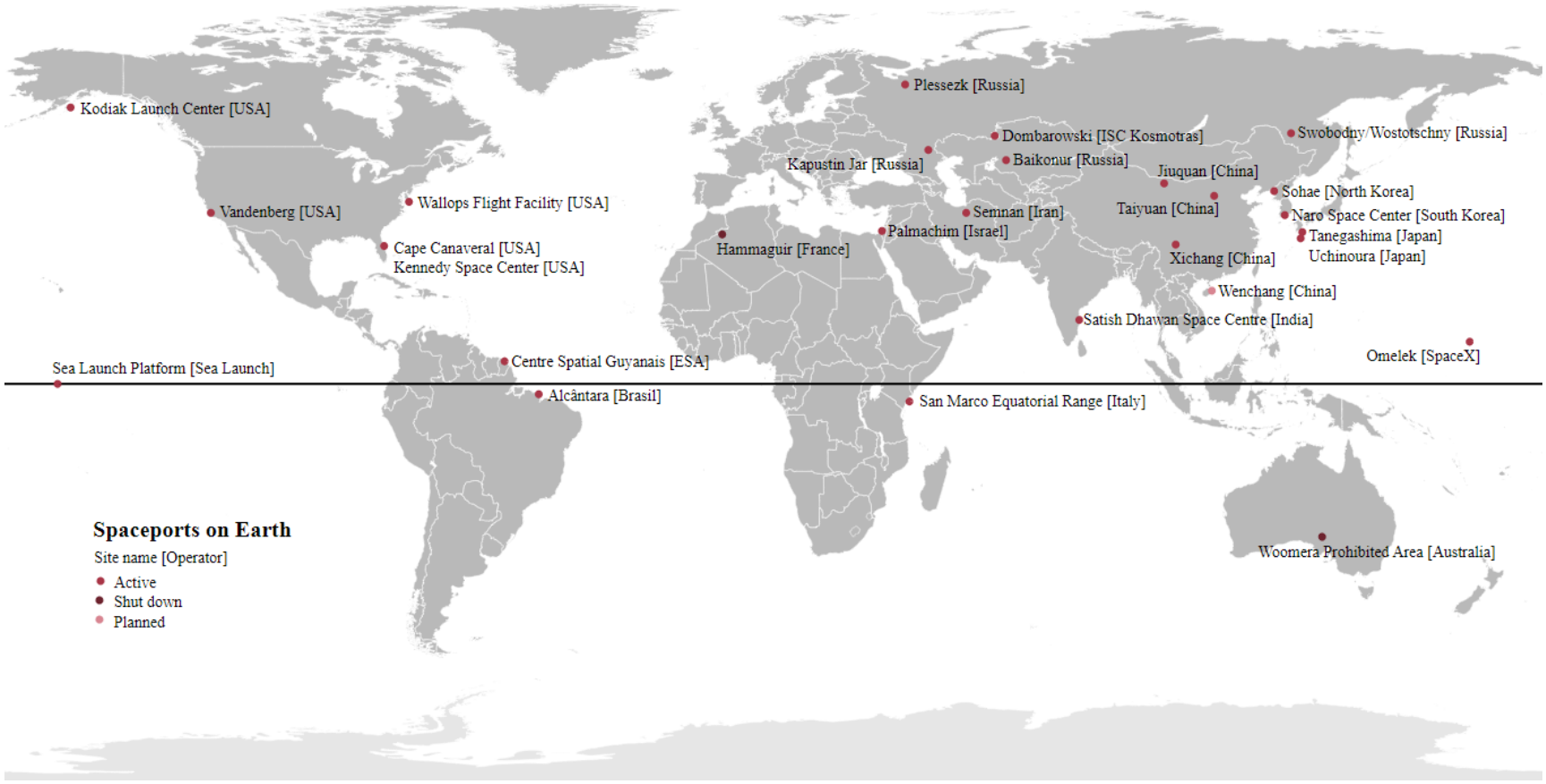
ภาพที่ 5-33 ขั้นตอนและระยะเวลาการอนุญาตสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียมขั้นต้น

ภาพที่ 5-34 ขั้นตอนและระยะเวลาการอนุญาตสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียมขั้นสมบูรณ์

อ้างอิง : เอกสารการบรรยาย-คู่มือประชาชน-การขออนุญาตสิทธิในการเข้าใช้วงโคจรดาวเทียม ของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) วันที่ 9 พฤศจิกายน 2563

5.4.3 ผู้ให้บริการนำส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำ (Launch provider of Low-inclination orbit)

สถานีสำหรับใช้ในการนำส่งดาวเทียมขึ้นไปปฏิบัติภารกิจ ณ วงโคจรนั้นมีอยู่ราว 24 สถานี ซึ่งมีสถานที่ตั้งกระจายตัวอยู่ทั่วโลกและบางสถานีนำส่งดาวเทียมถูกสร้างขึ้นเพื่อบางภารกิจด้วยเฉพาะ อาทิเช่น ศูนย์ส่งดาวเทียมจิ่วเฉวียน (Jiuquan Satellite Launch Center) ประเทศจีน โดยมีภารกิจเฉพาะสำหรับการป้องกันประเทศและส่งมนุษย์ขึ้นไปปฏิบัติภารกิจในอวกาศ



ภาพที่ 5-35 สถานที่ตั้งสถานีสำหรับใช้ในการนำส่งดาวเทียมขึ้นสู่วงโคจรทั่วโลก (Spaceports location around the word

อ้างถึงหัวข้อรายงานที่ 4.5.5 ซึ่งกล่าวถึงข้อสรุปในการเลือกวงโคจรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ซึ่งเป็นวงโคจรแบบมุมเอียงวางตัวกับระนาบศูนย์สูตรต่ำหรือ Low-inclined orbit (LIO) ณ ความสูง 400 กิโลเมตร ด้วยมุม Inclination 23 องศา โดยหลักเกณฑ์การเลือกสถานีสำหรับใช้ในการนำส่งดาวเทียมที่สำคัญคือ **“ต้องเป็นสถานีที่มีละติจูด (Latitude) ไม่เกิน ± 23 องศา”** จากภาพที่ 5-35 สามารถสรุปสถานีนำส่งดาวเทียมป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5-9 สรุปสถานีนำส่งดาวเทียมที่มีความเป็นไปได้ในภารกิจป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ตัวแทนสถานีนำส่งดาวเทียม	ชื่อสถานีนำส่งดาวเทียม	ละติจูด (Latitude)	ลองติจูด (Longitude)
European Space Agency	Guiana Space Centre	5.18 องศา เหนือ	52.68 องศา ตะวันตก
Brazilian Space Agency	Alcântara Space Center	2.31 องศา ใต้	44.37 องศา ตะวันตก
Italian Space Agency	San Marco Equatorial Range	2.93 องศา ใต้	40.21 องศา ตะวันออก
Indian Space Research Organisation	Satish Dhawan Space Centre	16.70 องศา เหนือ	80.72 องศา ตะวันออก

5.5 กรอบแผนงาน 5 ด้านของกรมสอบสวนคดีพิเศษ เพื่อเตรียมความพร้อมและพัฒนาโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

โดยคณะทำงานดำเนินงานโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษของกรมสอบสวนคดีพิเศษได้แบ่งกลุ่มปฏิบัติ 5 กลุ่ม จัดทำแผนงาน 5 ด้าน เพื่อเตรียมความพร้อมและพัฒนาโครงการดังกล่าว โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยบุคลากรของกรมสอบสวนคดีพิเศษจากศูนย์สืบสวนสะกดรอยและการข่าว ศูนย์คุ้มครองพยาน ส่วนควบคุมและรักษาของกลาง และส่วนปฏิบัติการพิเศษ กองปฏิบัติการพิเศษ ศูนย์สารสนเทศ กองเทคโนโลยีและศูนย์ข้อมูลการตรวจสอบ กลุ่มบริหารทรัพยากรบุคคล กองกฎหมาย กองนโยบายและยุทธศาสตร์ ส่วนพัสดุและยานยนต์ สำนักงานเลขานุการกรม และกองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ ซึ่งแผนงาน 5 ด้านดังกล่าว ประกอบด้วย ด้านกฎหมาย ด้านบุคลากร ด้านเทคโนโลยี ด้านพัสดุ และด้านงบประมาณ

5.5.1 กลุ่มแผนงานด้านกฎหมาย

มีการวางแผนในการศึกษาหรือนำผลการศึกษากฎหมายทั้งในและต่างประเทศ ตลอดจนข้อกำหนดในสนธิสัญญาที่เกี่ยวข้องกับดาวเทียมกับประเทศไทย ตลอดจน กำหนดอำนาจหน้าที่ของศูนย์บริหารจัดการข้อมูลดาวเทียมของกรมสอบสวนคดีพิเศษ วางระเบียบ แนวทางปฏิบัติการใช้ประโยชน์ด้านดาวเทียมของกรมสอบสวนคดีพิเศษ โดยสามารถแบ่งตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องได้ ดังต่อไปนี้

(1) ระเบียบภายในหน่วยงาน

ระเบียบภายในหน่วยงานเป็นการออกกฎหมายเพื่อใช้สำหรับหน่วยงานภายในเพื่อกำหนดถึงวิธีการในการใช้ วิธีการขออนุญาต การใช้ข้อมูล การเข้าถึงข้อมูล การกำหนดชั้นความลับของข้อมูล รวมถึงการกำหนดความรับผิดภายกรณีฝ่าฝืนข้อกำหนด นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการกำหนดความรับผิดทางละเมิด ตัวอย่างเช่น การทับซ้อนของวงจรดาวเทียม กรณีดาวเทียมได้รับความเสียหายหรือเกิดกรณีดาวเทียมสร้างความเสียหายต่อบุคคลภายนอก ระเบียบการจัดการพัสดุ การกำจัดขยะอวกาศ รวมถึงบทกำหนดโทษ กรณีฝ่าฝืนบทบัญญัติต่าง ๆ ที่สำคัญควรกำหนดเกี่ยวกับงบประมาณผูกพันไว้ในระเบียบเพื่อให้ง่ายต่อการของบประมาณสำหรับค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม บำรุงรักษา หรือบริหารงานภายใน ในระยะต่อไปของการดำเนินการ

(2) ระเบียบภายนอกหน่วยงาน

ระเบียบภายนอกหน่วยงานเป็นการกำหนดหลักเกณฑ์ในการขอใช้ข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงภาคเอกชนที่ต้องการใช้ข้อมูลอันเกี่ยวเนื่องกับประโยชน์สาธารณะ นอกจากนี้ ควรกำหนดความรับผิดระหว่างหน่วยงานที่เป็นผู้ดูแลระบบ หรือผู้พัฒนา รวมถึงกำหนดเป็นข้อตกลงร่วมระหว่างหน่วยงาน (MOU) รวมถึงการพัฒนาเป็นข้อสัญญาผูกพันหน่วยงาน นอกจากนี้เห็นควรที่จะนำความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และพระราชบัญญัติข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540 มากำหนดเป็นแนวทางให้สอดคล้องกับระเบียบด้วย

(3) ระเบียบระหว่างประเทศ

Outer Space Affairs (UNOOSA) เป็นผู้ดูแลการดำเนินกิจการอวกาศของประชาคมโลก ซึ่งประกอบด้วย

1) สนธิสัญญาว่าด้วยหลักเกณฑ์การดำเนินกิจการของรัฐในการสำรวจและการใช้อวกาศภายนอก รวมทั้งดวงจันทร์ และเคหะในท้องฟ้าอื่น ๆ ค.ศ. 1967

2) ความตกลงว่าด้วยการช่วยชีวิตนักอวกาศ การส่งคืนนักอวกาศ และการคืนวัตถุที่ส่งออกไปในอวกาศภายนอก ค.ศ. 1968

3) อนุสัญญาว่าด้วยความรับผิด ระหว่างประเทศสำหรับความเสียหายที่เกิดจากวัตถุอวกาศ ค.ศ. 1972

4) อนุสัญญาว่าด้วยการจดทะเบียนวัตถุอวกาศ ค.ศ. 1975 และ

5) ความตกลงว่าด้วยกิจกรรมของรัฐบนดวงจันทร์และเทห์ฟากฟ้าอื่น ค.ศ. 1979

โดยในปัจจุบันประเทศไทยเป็นภาคีใน 2 ฉบับเท่านั้น คือ สนธิสัญญาว่าด้วยหลักเกณฑ์การดำเนินกิจการของรัฐในการสำรวจและการใช้อวกาศภายนอก รวมทั้งดวงจันทร์ และเทห์ในท้องฟ้าอื่น ๆ ค.ศ. 1967 และความตกลงว่าด้วยการช่วยชีวิตนักอวกาศ การส่งคืนนักอวกาศ และการคืนวัตถุที่ส่งออกไปในอวกาศภายนอก ค.ศ. 1968

5.5.2 กลุ่มแผนงานด้านบุคลากร

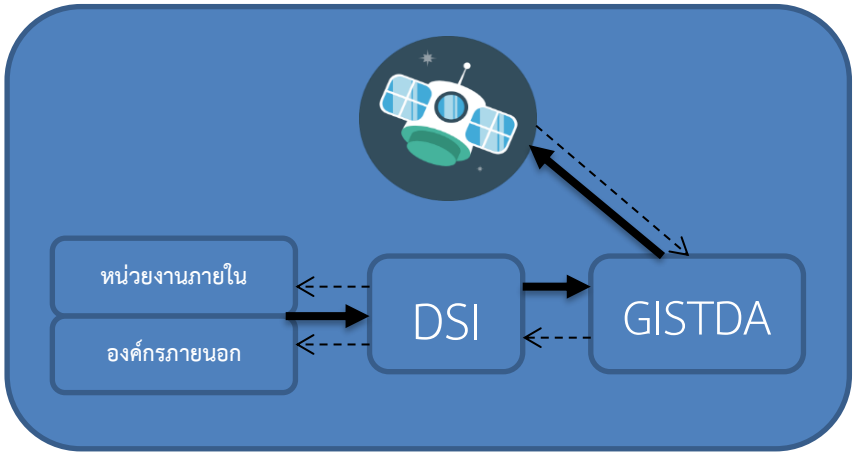
มีการจัดทำโครงสร้างของศูนย์บริหารจัดการข้อมูลดาวเทียมของกรมสอบสวนคดีพิเศษ ประกอบด้วย ผู้อำนวยการศูนย์ฯ (ชช. หรือ พสพ.ชพ.) ส่วนอำนวยการ และส่วนปฏิบัติการ ๔ ส่วน เพื่อรองรับการปฏิบัติงานตลอด ๒๔ ชั่วโมง กรอบอัตรากำลังประมาณ ๔๐ คน

แนวทางการกำหนดอัตรากำลังเพื่อรองรับการปฏิบัติงาน

(1) หน่วยงานภายในกรมสอบสวนคดีพิเศษ 12 + 9 + 6 = 27 หน่วยงาน

(2) หน่วยงาน/องค์กรภายนอก (ส่วนราชการ) = 260

(3) ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อรองรับการร้องขอจากหน่วยงานตามข้อ 1 และ ข้อ 2



ภาพที่ 5-36 กระบวนการปฏิบัติงานของศูนย์บริหารจัดการข้อมูลดาวเทียม ของกรมสอบสวนคดีพิเศษในเบื้องต้น

ศูนย์บริหารจัดการข้อมูลดาวเทียม DSI

ผอ.ศูนย์ (พสพ.ชพ./จคพ.ชพ.) จำนวน 1 คน
ส่วนที่ 1 จำนวน 6 คน
ส่วนที่ 2 จำนวน 6 คน
ส่วนที่ 3 จำนวน 6 คน
ส่วนที่ 4 จำนวน 6 คน
ส่วนธุรการ จำนวน 6 คน

ประกอบด้วย
- จคพ.ชก. 1 คน
- จคพ.ปก. 2 คน
- นวก.คอมพิวเตอร์ 3 คน

- แผนพัฒนาบุคลากร
- ระยะเวลาทำงาน/รอบเวลา (ไม่มีวันหยุดเสาร์-อาทิตย์)

ระยะเวลาทำงาน/รอบเวลา	หน่วยงาน
08.30 – 16.30 น.	ส่วนที่ 1
16.30 – 00.30 น.	ส่วนที่ 2
00.30 – 08.30 น.	ส่วนที่ 3
08.30 – 16.30 น.	ส่วนที่ 4
16.30 – 00.30 น.	ส่วนที่ 1
00.30 – 08.30 น.	ส่วนที่ 2
08.30 – 16.30 น.	ส่วนที่ 3
16.30 – 00.30 น.	ส่วนที่ 4
00.30 – 08.30 น.	ส่วนที่ 1
08.30 – 16.30 น.	ส่วนที่ 2
16.30 – 00.30 น.	ส่วนที่ 3
00.30 – 08.30 น.	ส่วนที่ 4

5.5.3 กลุ่มแผนงานด้านเทคโนโลยี

วางแผนงานในการจัดซื้อซอฟต์แวร์ (Software) และอุปกรณ์ของศูนย์บริหารจัดการข้อมูลดาวเทียมของกรมสอบสวนคดีพิเศษ ศูนย์จัดเก็บข้อมูล (Data Center) ตลอดจนซอฟต์แวร์ในการใช้ข้อมูลดาวเทียมเพื่อสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ ประกอบด้วย

(1) ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ (Computer Hardware) กรมสอบสวนคดีพิเศษมีความจำเป็นจะต้องจัดหาอุปกรณ์เซิร์ฟเวอร์ (Server) หรือศูนย์กลางการจัดเก็บข้อมูล (Data Center) ที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลจากดาวเทียมที่ประมวลผลแล้ว (Processed Data) ที่ได้รับจาก GISTDA ผ่านระบบเครือข่าย SD WAN (software-defined wide area networking) เพื่อให้องค์กรสามารถควบรวมเอาหลายฟังก์ชั่นการทำงาน เช่น Routing Wan Optimization Statefull Firewall ให้สามารถใช้งานอยู่บนแพลตฟอร์มเดียวกัน ซึ่งจะต้องจัดทำห้องที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิ และระบบระบายอากาศที่พิเศษกว่าห้องอื่น ๆ

(2) ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (Computer Software) กรมสอบสวนคดีพิเศษมีความจำเป็นจะต้องพัฒนาหรือจัดหาซอฟแวร์ที่ใช้สำหรับประมวลผลข้อมูลที่มีอยู่จากการใช้ประโยชน์จากดาวเทียม เช่น ระบบตรวจหาใบหน้า (Face Recognize) ระบบตรวจหาวัตถุ ระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) ระบบสร้างข้อมูลภาพถ่ายสามมิติ และระบบประมวลผลภาพถ่าย เป็นต้น

(3) อุปกรณ์รับสัญญาณภาคสนาม (Field Unit) เพื่อใช้ร่วมกับรถยนต์ปฏิบัติการ หรือรถยนต์ควบคุมสั่งการเคลื่อนที่ เพื่อใช้ในการประเมินสถานการณ์หรือวางแผนการปฏิบัติของผู้บังคับบัญชาเหตุการณ์ และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติหน้าที่ให้ทันต่อสถานการณ์

5.5.4 กลุ่มแผนงานด้านพัสดุ

การวางแผนการจัดซื้อจัดจ้าง การจัดตั้งคณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน (TOR) ในหลายชุด โดยการจัดหาดาวเทียมกรมสอบสวนคดีพิเศษ เนื่องจากดาวเทียมเป็นเทคโนโลยีเฉพาะ การจัดซื้อจัดจ้างด้วยวิธีเฉพาะเจาะจงเป็นวิธีการที่เหมาะสม ตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐ และระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐ (การจัดซื้อจัดจ้างพัสดุที่มีผู้ประกอบการซึ่งมีคุณสมบัติโดยตรงเพียงรายเดียว หรือการจัดซื้อจัดจ้าง พัสดุจากผู้ประกอบการซึ่งเป็นตัวแทนจำหน่ายหรือตัวแทนผู้ให้บริการโดยชอบด้วยกฎหมายเพียงรายเดียวในประเทศไทยและไม่มีพัสดุอื่นที่จะใช้ทดแทนได้) และเนื่องจากวงเงินงบประมาณในการดำเนินการเรื่องดังกล่าว เกินกว่า ๕๐ ล้านบาท อำนาจในการสั่งซื้อสั่งจ้างจึงเป็นผู้มีอำนาจเหนือขึ้นไปหนึ่งชั้น รวมถึงการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างเกี่ยวกับการก่อสร้าง และจัดหา Software และอุปกรณ์ของศูนย์บริหารจัดการข้อมูลดาวเทียมของกรมสอบสวนคดีพิเศษ และศูนย์จัดเก็บข้อมูล (Data Center) โดยได้กำหนดกรอบการดำเนินการไว้ดังนี้

(1) มอบหมายให้ส่วนพัสดุและยานยนต์ดำเนินการจัดทำรายงานขอซื้อขอจ้าง

(2) เนื่องจากงบประมาณเกิน 100 ล้านบาท จะต้องขออนุมัติการจัดทำงบประมาณกับรัฐมนตรีกระทรวงยุติธรรม หากโครงการเป็นโครงการที่เกี่ยวเนื่องกับเทคโนโลยีจะต้องจัดทำคำของบประมาณอนุมัติต่อคณะกรรมการ ICT กระทรวงยุติธรรม

(3) ในขั้นตอนต่อไปต้องขออนุมัติต่อกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมเพื่อขออนุมัติในการจัดซื้อจัดจ้างเกี่ยวกับดาวเทียมและเทคโนโลยี

(4) เมื่อได้รับการจัดสรรงบประมาณประจำปี ส่วนพัสดุและยานยนต์ จะดำเนินการแต่งตั้งคณะกรรมการกำหนดขอบเขตงานและราคากลาง คณะกรรมการจัดซื้อจัดจ้าง และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ตามระเบียบจัดซื้อจัดจ้างฯ ต่อไป

5.5.5 กลุ่มแผนงานด้านงบประมาณ

แผนการดำเนินการระยะเวลาในการดำเนินการ 10 ปี (พ.ศ. 2567 - 2576) งบประมาณรวมทั้งสิ้น 67,936.1 ล้านบาท

หมวดรายจ่าย / รายการ	รวม	งบประมาณ			
		ปี ๖๗	ปี ๖๘-๗๐	ปี ๗๑-๗๓	ปี ๗๔-๗๗
งบลงทุน	**๖๗,๙๐๐**	**-**	**๒๓,๔๒๐**	**๒๒,๒๔๐**	**๒๒,๒๔๐**
๑. การจัดหาดาวเทียม จำนวน ๙๙ ดวง	๖๖,๐๐๐	-	๒๒,๐๐๐	๒๒,๐๐๐	๒๒,๐๐๐
๒. การก่อสร้างศูนย์บริหารจัดการข้อมูลดาวเทียมกรมสอบสวนคดีพิเศษ	๖๐๐	-	๖๐๐	-	-
๓. การจัดหาระบบ Sofware และอุปกรณ์สำหรับศูนย์บริหารจัดการข้อมูลดาวเทียมกรมสอบสวนคดีพิเศษ	๑๐๐	-	๑๐๐	-	-
๔. การก่อสร้างศูนย์ข้อมูล (Data Center)	๙๖๐	-	๖๐๐	๑๘๐	๑๘๐
๕. การจัดหาระบบ Sofware และอุปกรณ์สำหรับศูนย์ข้อมูล	๑๑๐	-	๕๐	๓๐	๓๐
๖. งบจัดหาระบบ Software การใช้ข้อมูลดาวเทียมเพื่อสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ	๑๓๐	-	๗๐	๓๐	๓๐
งบดำเนินงาน /งบอุดหนุน/ งบรายจ่ายอื่น	**๓๖.๑**	**๐.๕**	**๑๒.๒**	**๑๑.๗**	**๑๑.๗**
๑. ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา (ด้านดาวเทียม บุคลากร และระบบงาน)	๒๗	-	๙	๙	๙
๒. ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาบุคลากร	๒.๓	-	๑.๑	๐.๖	๐.๖
๓. ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ	๖.๘	๐.๕	๒.๑	๒.๑	๒.๑
รวมทั้งสิ้น	**๖๗,๙๓๖.๑**	**๐.๕**	**๒๓,๔๓๒.๒**	**๒๒,๒๕๑.๗**	**๒๒,๒๕๑.๗**

ตารางที่ 5-10 ตารางแสดงการวางแผนงานด้านงบประมาณ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

Saeseaw, S., Sangsawong, S., Vertriest, W., Atikarnsakul, U., Raynaud, V., Khowpong, C., ... Weeramonkhonlert, V. (2017). A STUDY OF SAPPHIRE FROM CHANTHABURI, THAILAND AND ITS GEMOLOGICAL CHARACTERISTICS. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/320946734_A_STUDY_OF_SAPPHIRE_FROM_CHANTHABURI_THAILAND_AND_ITS_GEMOLOGICAL_CHARACTERISTICS

Koeniguer, E., Titin-Schnaider, C., & Tabbara, W. (2006). An Interferometric Coherence Optimization Method in Radar Polarimetry for High-Resolution Imagery. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 44, 167-175. https://doi.org/10.1109/TGRS.2005.859357

Earthdata - NASA. (n.d.). What is SAR (Synthetic Aperture Radar)? Retrieved from https://earthdata.nasa.gov/learn/backgrounders/what-is-sar

GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (n.d.). Remote Sensors. Retrieved from https://earthdata.nasa.gov/learn/remote-sensors

GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (n.d.). Satellite Communication Orbital Mechanics. Retrieved from https://www.tutorialspoint.com/satellite_communication/satellite_communication_orbital_mechanics.htm

GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (n.d.). Satellite Communication Orbital Mechanics. Retrieved from http://www.lesa.biz/space-technology/satellite/orbits

GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (n.d.). Satellite Orbital Elements. Retrieved from http://www.lesa.biz/space-technology/satellite/orbital-elements

GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (n.d.). Types of Satellites. Retrieved from http://www.lesa.biz/space-technology/satellite/types-of-satellites

GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (n.d.). Thailand Earth Observation System 2. Retrieved from https://www.gistda.or.th/main/th/node/936

GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (n.d.). Satellite. Retrieved from https://www.gistda.or.th/ewtadmin/ewt/gistda_web/satellite.php?lang=TH

GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (n.d.). News View. Retrieved from https://gistda.or.th/news_view.php?n_id=2370&lang=TH

GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (n.d.). News View. Retrieved from https://gistda.or.th/news_view.php?n_id=2387&lang=TH

GISTDA - Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (n.d.). News View. Retrieved from https://gistda.or.th/news_view.php?n_id=2374&lang=TH

GNSS Reflectometry. (n.d.). Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/GNSS_reflectometry

Satelytics. (n.d.). Infographic: Detecting Methane Leaks Using Satellite Imagery and Satelytics. Retrieved from https://www.satelytics.com/archives/2017-infographic-detecting-methane-leaks-using-satellite-imagery-and-satelytics

Satellite Tracking. (n.d.). Retrieved from https://sat-trak.com/

AOPA - Air Traffic Services Brief - Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B). (n.d.). Retrieved from https://www.aopa.org/advocacy/advocacy-briefs/air-traffic-services-brief-automatic-dependent-surveillance-broadcast-ads-b

NASA Releases Images of Dramatic Cambodia Deforestation. (2017, January). Retrieved from https://news.mongabay.com/2017/01/nasa-releases-images-of-dramatic-cambodia-deforestation/

ภาคผนวก ก

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

รายงานความก้าวหน้าระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

เสนอ

กรมสอบสวนคดีพิเศษ

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 เลขที่ 120 อาคารรวมหน่วยราชการ (อาคารรัฐประศาสนภักดี) ชั้น 6 และชั้น 7 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210 โทรศัพท์ Call Center 0 2141 4444 0 2141 467

สารบัญ

1 บทนำ (Introduction) 4

2 ภาพรวมของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 5

2.1 ความต้องการพื้นฐานสำหรับการใช้งานระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 5

2.2 แผนผังการทำงานของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ....6

3 รายละเอียดลักษณะหน้าต่างและรูปแบบการใช้งานของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ 7

3.1 ส่วนแนะนำการใช้งานเบื้องต้นสำหรับผู้ใช้งาน....7

3.1.1 หน้าต่างเริ่มต้นของระบบฯ Satellite Design Learning Platform (Home Page) 8

3.1.2 หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act) 9

3.1.3 หน้าต่างเงื่อนไขและข้อตกลงการให้บริการระบบฯ (Terms of Service and Non-disclosure Agreement)10

3.2 ส่วนสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งานของ Satellite Design Learning Platform 11

3.2.1 หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page)....11

3.2.1.1 Basic Satellite เนื้อพื้นฐานขององค์ประกอบต่างๆของดาวเทียม....11

3.2.1.2 Ground Segment เนื้อหาพื้นฐานของระบบภาคพื้นดินของดาวเทียม 12

3.2.1.3 การวิเคราะห์วงโคจรของดาวเทียมและการใช้โปรแกรม STK เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบวงโคจรของดาวเทียม 13

3.2.1.4 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับเทคโนโลยีกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สำหรับกล้องถ่ายภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Satellite's Imager) และวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ที่สามารถใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีกล้องโทรทรรศน์....13

3.2.2 หน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content) 14

3.2.3 หน้าต่างการเรียนรู้เนื้อหา (Learning Page) 15

3.2.4 ส่วนแบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งาน....17

3.2.4.1 หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page)....17

3.2.5 หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page) 18

3.2.6 หน้าต่างแสดงผลการทดสอบ (Test Result Page) 19

4 สรุปรายงานความก้าวหน้าระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ.....20

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่ 2-1 แผนผังการทำงานของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ.....6
รูปภาพที่ 3-1 หน้าเริ่มต้น (หน้าต่าง Home Page).....8
รูปภาพที่ 3-2 หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration/PDPA).....9
รูปภาพที่ 3-3 หน้าต่างเงื่อนไขและข้อตกลงการให้บริการระบบฯ (Terms of Service and Non-disclosure Agreement).....10
รูปภาพที่ 3-4 หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page).....14
รูปภาพที่ 3-5 หน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content).....15
รูปภาพที่ 3-6 หน้าต่างการเรียนรู้เนื้อหา (Learning Page).....16
รูปภาพที่ 3-7 หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page).....17
รูปภาพที่ 3-8 หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page).....18
รูปภาพที่ 3-9 ตัวอย่างในเกียรติบัตรกรณีที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ.....19
รูปภาพที่ 3-10 หน้าต่างแสดงผลการทดสอบกรณีที่ไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ.....20

1 บทนำ (Introduction)

เนื่องด้วยหลายปีที่ผ่านมาได้มีคดีอาชญากรรมเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องรวมไปถึงคดีอาชญกรรมว่าด้วยการกระทำผิดที่เป็นคดีพิเศษ อาทิเช่น การกระทำความผิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีและสารสนเทศทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ความมั่นคงการเงินการธนาคารและการฟอกเงิน การเงินนอกระบบ ภาษีอากร ทรัพย์สินทางปัญญา การค้ามนุษย์ และการเสนอราคาต่อหน่วยงานของรัฐ ซึ่งการกระทำความผิดดังกล่าวเป็นคดีความผิดทางอาญาที่มีความซับซ้อนจำเป็นต้องใช้วิธีการสืบสวนสอบสวนและรวบรวมพยานหลักฐานเป็นพิเศษซึ่งเป็นความรับผิดชอบและภารกิจหลักของกรมสอบสวนคดีพิเศษหรือดีเอสไอ ในการนี้ได้เกิดความร่วมมือกันระหว่างกรมสอบสวนคดีพิเศษและสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ในการดำเนินการโครงการจ้างเหมาออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัยดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ โดยมีจุดประสงค์ในการออกแบบและพัฒนาคุณลักษณะสถาปัตยกรรมดาวเทียม ระบบสถานีปฏิบัติการดาวเทียม รวมไปถึงระบบการปฏิบัติการดาวเทียมเบื้องต้น และพัฒนาระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษขึ้น เพื่อสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนอาชญากรรมพิเศษให้มีความเป็นสากลและมีประสิทธิภาพ เสริมสร้างความมั่นคงแห่งชาติ เพื่อให้ประเทศไทยมีความพร้อมต่อการป้องกันปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ โดยระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นระบบสำหรับการให้ความรู้และการออกแบบภารกิจของดาวเทียมเทียมเบื้องต้น ซึ่งจะประกอบไปด้วย 3 หัวข้อหลัก อันได้แก่

1. ความรู้เรื่องระบบดาวเทียม สถานีปฏิบัติการดาวเทียม รวมไปถึงการปฏิบัติการดาวเทียม
2. ความรู้เรื่องวงโคจรดาวเทียมเบื้องต้นและการวิเคราะห์วงโคจร
3. ความรู้เรื่องกล้องถ่ายภาพดาวเทียมและการออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียมเบื้องต้น

ในรายงานความก้าวหน้าระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษฉบับนี้จะเป็นการกล่าวถึงการพัฒนาในส่วนหน้าต่างและรูปแบบการใช้งานของระบบฯทั้งหมดหรือ Graphical User Interface (GUI) ซึ่งทางกรมสอบสวนคดีพิเศษจะเห็นถึงลักษณะภาพรวมในการออกแบบหน้าต่างของระบบ (Theme) และหัวข้อย่อยต่างๆภายในระบบฯ (Software Conceptual Design) เป็นต้น

2 ภาพรวมของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษเป็นสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบภารกิจดาวเทียมเบื้องต้น ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้นให้สำหรับทำงานบนโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Base Application) และสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องทำการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็น Offline Application เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายสำหรับผู้ที่ต้องการใช้งานระบบฯ

2.1 ความต้องการพื้นฐานสำหรับการใช้งานระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษมีความต้องการในการเตรียมคอมพวเตอร์และโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ให้เหมาะแก่การใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) คอมพิวเตอร์ใช้งานจะต้องมีขนาดหน้าจอ 14 นิ้ว หรือมีรายละเอียดหน้าจอ 1280 x 800 พิเซล (แนวนอน) ขึ้นไป

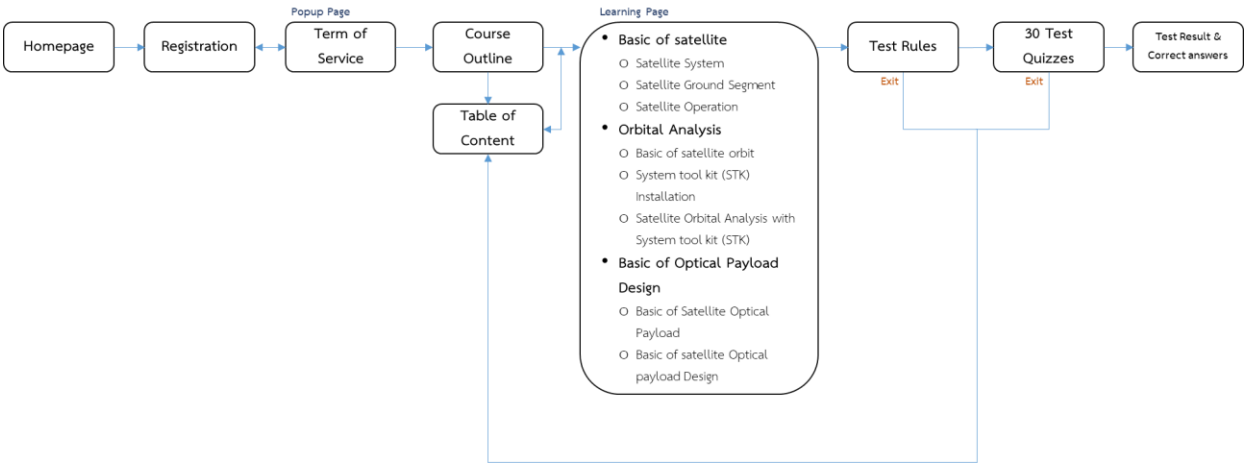
คอมพิวเตอร์ใช้งานจะต้องติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 10 โดยมี RAM 4 กิกะไบต์ (Gb) ขึ้นไป

2) คอมพิวเตอร์ใช้งานจะถูกติดตั้งโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ดังนี้

- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Google Chrome เวอร์ชั่น 84 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Edge เวอร์ชั่น 84 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Safari เวอร์ชั่น 16 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Firefox เวอร์ชั่น 65 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Opera เวอร์ชั่น 70 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Chrome for Android เวอร์ชั่น 104 ขึ้นไป
- โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ Safari on iOS เวอร์ชั่น 14.5 ขึ้นไป
- *** ไม่รองรับการทำงานร่วมกับโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ IE หรือ Internet Explorer ***

2.2 แผนผังการทำงานของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

แผนผังการทำงานจะเป็นการแสดงภาพรวมของระบบฯ โดยจะเป็นการกล่าวถึงโฟลว์ในการทำงาน (Software Workflow) รวมไปถึงหัวข้อเนื้อหาทั้งหมดที่อยู่ในระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ ซึ่งแผนผังการทำงานของระบบจะถูกนำเสนอดังรูปภาพที่ 2-1



รูปภาพที่ 2-1 แผนผังการทำงานของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

โดยหลักการทำงานและลักษณะหน้าต่างในแต่ละหน้าของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษจะถูกอธิบายอย่างละเอียดในลำดับถัดไป

3 รายละเอียดลักษณะหน้าต่างและรูปแบบการใช้งานของระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

ระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ หรือ Satellite Design Learning Platform เป็นระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ใช้สำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอนที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำการศึกษาและเรียนรู้ระบบดาวเทียมเบื้องต้น รวมไปถึงพื้นฐานระบบสถานีปฏิบัติการและวิธีการปฏิบัติการดาวเทียม ยิ่งไปกว่านั้นผู้ใช้งานยังสามารถเรียนรู้วิธีการวิเคราะห์วงโคจรเบื้องต้นด้วยโปรแกรม System Tool Kits (STK) และยังสามารถออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียมเบื้องต้นให้เหมาะสมกับภารกิจต่างๆอีกด้วย ตัวระบบฯได้ถูกพัฒนาและออกแบบให้มีรูปแบบที่ทันสมัยและเรียบง่ายโดยผสมผสานระหว่างธีมของ DSI และธีมทางด้านอวกาศ ในขณะเดียวกันทางด้านเนื้อหาการเรียนรู้ถูกออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ อ่าน และเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ระบบฯยังมีแบบทดสอบเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทดสอบความเข้าใจเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปอีกด้วย ระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมสามารถแบ่งการทำงานออกได้เป็น 3 ส่วนหลักได้แก่

- แนะนำการใช้งานเบื้องต้นสำหรับผู้ใช้งาน
- สื่อการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งาน
- ข้อสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งาน

3.1 ส่วนแนะนำการใช้งานเบื้องต้นสำหรับผู้ใช้งาน

ส่วนแนะนำการใช้งานเบื้องต้นสำหรับผู้ใช้งาน ผู้ใช้จะได้เข้าใจในเนื้อหาเบื้องต้นของโปรแกรม Satellite Design Learning Platform ในลักษณะบรรยายโดยรวม เช่น จุดประสงค์ของตัวโปรแกรม และ เนื้อหาโดยรวม เป็นต้น โดยตัวเนื้อหาที่กล่าวมาจะถูกแบ่งเป็นสัดส่วนเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและอยู่บนหน้าต่างที่ดูทันสมัยเพื่อเพิ่มความน่าสนใจในเนื้อหาของโปรแกรม

3.1.1 หน้าต่างเริ่มต้นของระบบฯ Satellite Design Learning Platform (Home Page)

หน้าต่างเริ่มต้น (หน้าต่าง Home Page) ของโปรแกรมในหน้านี้จะมีบทนำของโปรแกรมที่จะอธิบายภาพรวมของโปรแกรมและเนื้อหาเบื้องต้นของโปรแกรม โดยองค์ประกอบในหน้านี้จะประกอบไปด้วยดังนี้

- ชื่อของโปรแกรม (Satellite Design Learning Platform)
- ปุ่มกดเริ่มใช้ (Get Started) โปรแกรม ปุ่มสีน้ำเงินบนหน้าจอ
- กรอบข้อความบทนำของโปรแกรม จะเป็นกรอบข้อความสีขาวบริเวณส่วนล่างของหน้าเริ่มต้น
- ปุ่มคุกกี้เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งาน

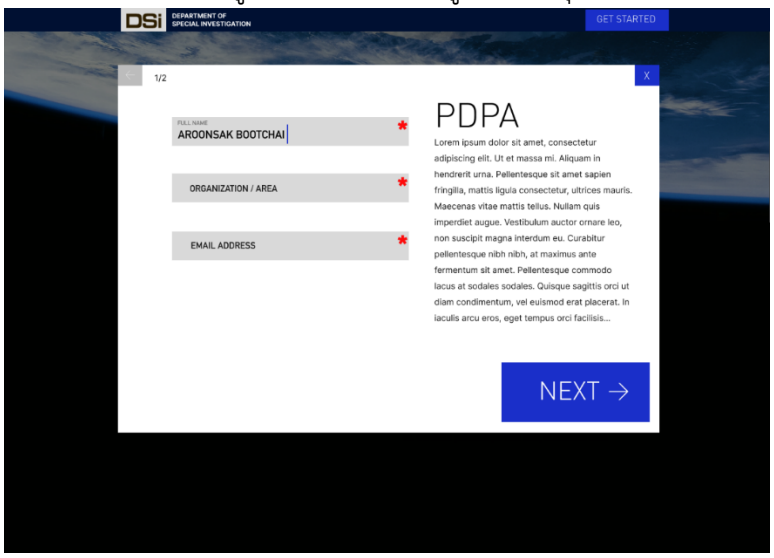
ในหน้าเริ่มต้นนี้ (Home Page) จะมีพื้นหลังเป็นรูปโลกแบบสามมิติและมีการเคลื่อนไวไปด้วย เพื่อความน่าสนใจของโปรแกรม เมื่อผู้ใช้กดปุ่มเริ่มใช้งาน (Get Started) ผู้ใช้จะเข้าไปที่หน้าลงทะเบียนในลำดับถัดไป

รูปภาพที่ 3-1 หน้าเริ่มต้น (หน้าต่าง Home Page)

3.1.2 หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act)

หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้งานระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act) จะแสดงข้อกำหนดต่างๆในการใช้โปรแกรมคือ พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล เงื่อนไขการให้บริการและสัญญาการไม่เปิดเผยข้อมูลที่เป็นการตกลงกันระหว่าง DSI และผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลเพื่อที่จะเข้าใช้งานดังต่อไปนี้

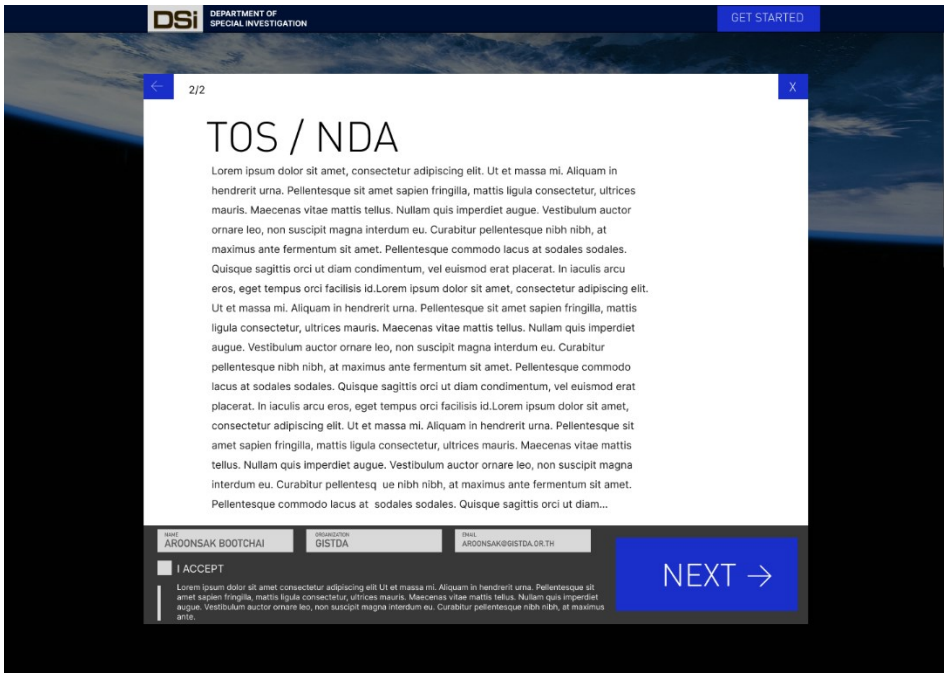
- ชื่อจริง–นามสกุล
- สถานที่ทำงาน/สังกัด
- ข้อมูลอีเมลล์
- ปุ่มกดถัดไป (NEXT) โดยผู้ใช้จะต้องกรอกข้อมูลในครบทุกช่องเพื่อที่ดำเนินไปหน้าถัดไปได้



รูปภาพที่ 3-2 หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration/PDPA)

3.1.3 หน้าต่างเงื่อนไขและข้อตกลงการให้บริการระบบฯ (Terms of Service and Non-disclosure Agreement)

หลังจากที่ผ่านขั้นตอนการใส่ข้อมูลหน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act) ข้อมูลของผู้ใช้จะถูกนำมาลงในเงื่อนไขการให้บริการและสัญญาการไม่เปิดเผยข้อมูลฯ เพื่อเป็นการยืนยันก่อนที่จะเข้าใช้งานเป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้ใช้จะต้องกดยอมรับข้อตกลงจากนั้นกดปุ่มปุ่มกดถัดไป (NEXT) เพื่อที่จะเข้าใช้โปรแกรมได้ในลำดับถัดไป



รูปภาพที่ 3-3 หน้าต่างเงื่อนไขและข้อตกลงการให้บริการระบบฯ (Terms of Service and Non-disclosure Agreement)

3.2 ส่วนสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งานของ Satellite Design Learning Platform

ในส่วนนี้ผู้ใช้จะได้เริ่มเรียนเนื้อหน้าของ Satellite Design Learning Platform โดยเนื้อหาจะประกอบไปด้วยเนื้อหาพื้นฐานเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆของดาวเทียมจนไปถึงการออกแบบตัวกล้อง (Payload) โดยตัวโปรแกรมได้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกและเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย

3.2.1 หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page)

หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page) เป็นหน้าต่างหน้าแรกที่ผู้ใช้งานจะพบหลังจากยอมรับเงื่อนไขและข้อตกลงการให้บริการระบบฯ หน้าต่างดังกล่าวนี้จะแสดงหัวข้อการเรียนรู้เกี่ยวกับดาวเทียมทั้งหมดให้แก่ผู้ใช้งานได้ทราบ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกเข้าไปเรียนในหัวข้อการเรียนรู้ทั้งหมดในระบบจะถูกอธิบายโดยสังเขปดังนี้

3.2.1.1 Basic Satellite เนื้อพื้นฐานขององค์ประกอบต่างๆของดาวเทียม

การที่ดาวเทียมหนึ่งจะสามารถปฏิบัติภารกิจที่ได้รับหมอบหมายได้นั้นจะต้องมีองค์ประกอบหลายส่วนไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวภารกิจเองหรือซอฟต์แวร์ที่ใช้สนับสนุนในการปฏิบัติภารกิจ โดยมีเนื้อหาย่อยประกอบไปด้วย

- **AOCS Hardware & Software system:** ผู้ใช้งานจะเรียนรู้ระบบที่ควบคุมการหมุนตัวของดาวเทียมให้มีความแม่นยำในการปฏิบัติภารกิจ เช่น การหมุนตัวของดาวเทียมสำหรับปฏิบัติภารกิจในการถ่ายภาพ
- **Propulsion system:** ระบบแรงขับเคลื่อนนอกจากระบบ AOCS ที่ใช้ในการหมุนตัวของดาวเทียมระบบแรงขับเคลื่อนจะใช้ในการเปลี่ยนตำแหน่งในวงโคจรเพื่อรักษาระดับของดาวเทียม
- **On-Board Data handling & FSW System:** เนื่องจากในตัวดาวเทียมมีส่วนประกอบและระบบที่ค่อนข้างหลากหลาย ทั้งในส่วนของตัวอุปกรณ์หรือระบบภายในจึงจำเป็นที่จะต้องมีตัวกลางในการแปลภาษาของแต่ละอุปกรณ์เพื่อที่จะให้ตัวดาวเทียมสามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้
- **Power System:** ระบบพลังงาน เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการทำงานของดาวเทียม เนื่องจากหากตัวดาวเทียมได้ขึ้นไปสู่วงโคจรรอบโลกแล้วตัวของมันจำเป็นที่จะต้องมีระบบพลังงานที่เพียงพอในด้านการจ่ายพลังงานและการจัดเก็บพลังงาน

- **Thermal and radiation system:** ในอวกาศนั้นมีสภาพแวดล้อมที่อันตรายต่อดาวเทียมไม่ว่าจะเป็นสภาวะสุญญากาศที่เย็นจัด ความร้อนจากดวงอาทิตย์ หรือรังสีต่างๆจากอวกาศ ดังนั้นทุกชิ้นส่วนของดาวเทียมจะต้องมีการออกแบบและทดสอบเพื่อให้มีความมั่นใจว่าตัวดาวเทียมสามารถอยู่รอดได้ในสภาวะที่ได้กล่าวไว้
- **RF system:** ระบบส่งสัญญาณของดาวเทียม โดยใช้คลื่นสัญญาณวิทยุในการส่งข้อมูลจากดาวเทียมหรือรับสัญญาณจากภาคพื้นดิน
- **Payload system:** ตัวภารกิจของดาวเทียม คือจุดประสงค์หลักของตัวดาวเทียมว่ามันถูกออกแบบเพื่ออะไรที่จะส่งขึ้นไปบนวงโคจรโลกเพื่ออะไร ตัวอย่างเช่น เพื่อถ่ายภาพข้อมูลต่างๆบนพื้นโลก หรือเพื่อจุดประสงค์ในการติดต่อสื่อสาร เป็นต้น ดังนั้นการออกแบบตัว Payload จึงเป็นเรื่องที่สำคัญและมีรายละเอียดมากเป็นอันดับต้นๆ
- **Mechanical & structure system:** ระบบโครงสร้าง มีความสำคัญในการรับภาระด้านความแข็งแรงตั้งแต่การรับน้ำหนักเพย์โหลดและอุปกรณ์ทั้งหมด ซึ่งเป็นส่วนเชื่อมต่อทุกอย่างของตัวดาวเทียมไว้ด้วยกันตลอดจนต้องออกแบบให้มีความทนทานต่อแรงสั่นสะเทือนตั้งแต่ออกจากจรวดนำส่ง เป็นต้น

3.2.1.2 Ground Segment **เนื้อหาพื้นฐานของระบบภาคพื้นดินของดาวเทียม**

การที่เราจะสั่งงานดาวเทียมได้นั้นส่วนหนึ่งที่สำคัญคือส่วนภาคพื้นดิน (Ground Segment) ซึ่งมีหน้าที่สั่งการหรือรับสัญญาณที่ได้จากตัวดาวเทียมโดยมีเนื้อหาย่อยประกอบไปด้วย

- **Basic Ground Segment:** ผู้ใช้งานจะมีความรู้ความเข้าใจในระบบปฏิบัติการดาวเทียม อาทิเช่น ระบบปฏิบัติการดาวเทียมจะต้องประกอบไปด้วยระบบย่อยอะไรบ้าง และแต่ละระบบย่อยมีหน้าที่ความสำคัญอย่างไร
- **Satellite Operation:** ผู้ใช้งานจะรู้ถึงภาพรวมในการปฏิบติการดาวเทียม โดยเริ่มตั้งแต่การสั่งถ่ายภาพดาวเทียมจะไปถึงการได้รับภาพถ่ายดาวเทียมมีกระบวนการอย่างไรบ้าง

3.2.1.3 การวิเคราะห์วงโคจรของดาวเทียมและการใช้โปรแกรม STK เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบวงโคจรของดาวเทียม

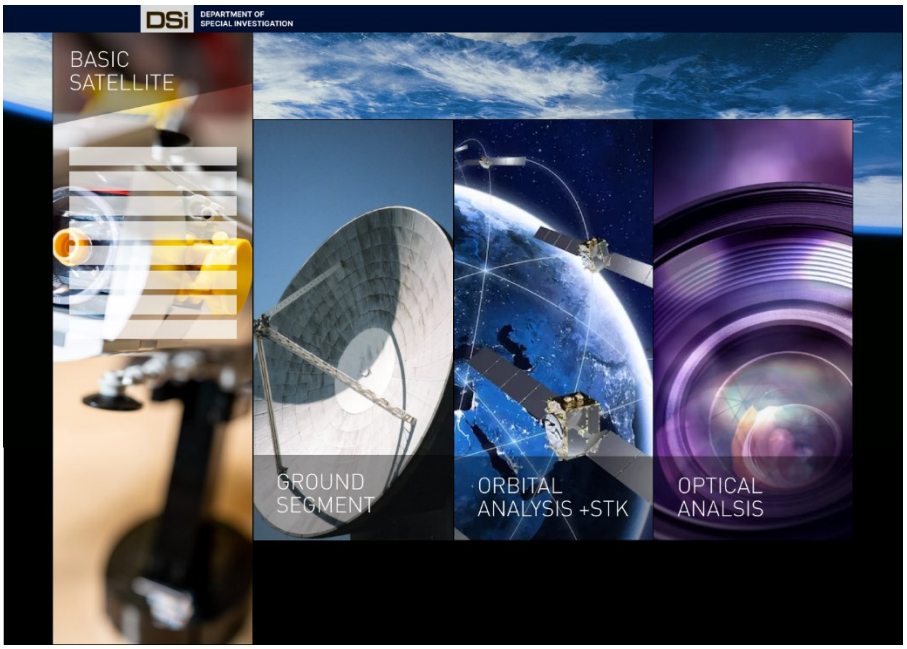
สำหรับเนื้อหาในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และออกแบบวงโคจรของดาวเทียมได้ตามภารกิจที่ต้องการ โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงโคจร การติดตั้งโปรแกรมช่วยวิเคราะห์หรือ Systems Tool Kit: STK และการใช้งานโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ STK สำหรับภารกิจของ DSI

- **Basic Of Orbital Knowledge** เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบวงโคจรซึ่งจะถูกใช้ในโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ STK ในส่วนถัดไป ในบทนี้จึงอธิบายตั้งแต่ประเภทของวงโคจร ตลอดจนตัวแปรที่เป็นองค์ประกิบของวงโคจร
- **STK Installation Guide** ผู้ใช้จะได้เรียนรู้ในการลงโปรแกรม STK ในระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่ต้องการได้เพื่อที่จะใช้ในการออกแบบต่อไป
- **STK Tutorial (SSO orbit)** ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การออกแบบวงโคจรของดาวเทียมในโปรแกรม STK ซึ่งเป็นการแนะนำวิธีการใช้โปรแกรม STK เบื้องต้นเพื่อต่อยอดในการเลือกออกแบบตามภารกิจของ DSI

3.2.1.4 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับเทคโนโลยีกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้สำหรับกล้องถ่ายภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงมาก (Very High-Resolution Satellite's Imager) และวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) ที่สามารถใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีกล้องโทรทรรศน์

ผู้ใช้งานจะเข้าใจถึงระบบการทำงานของกล้องถ่ายภาพดาวเทียม ลักษณะการถ่ายภาพดาวเทียม และรวมไปถึงวิธีการประเมินรายละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียม เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) และวิธีการทฤษฎีและการคำนวณการออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียวเบื้องต้น

- **Optical Payload Basic & NIIRS Standard:** ผู้ใช้งานจะทราบถึงวิธีการประเมินรายละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียม เทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor) และวิธีการทฤษฎีและการคำนวณการออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียวเบื้องต้น
- **Optical Payload Design:** เป็นหน้าต่างเพื่อใช้ในการออกแบบกล้องถ่ายภาพดาวเทียมเบื้องต้น



รูปภาพที่ 3-4 หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page)

3.2.2 หน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content)

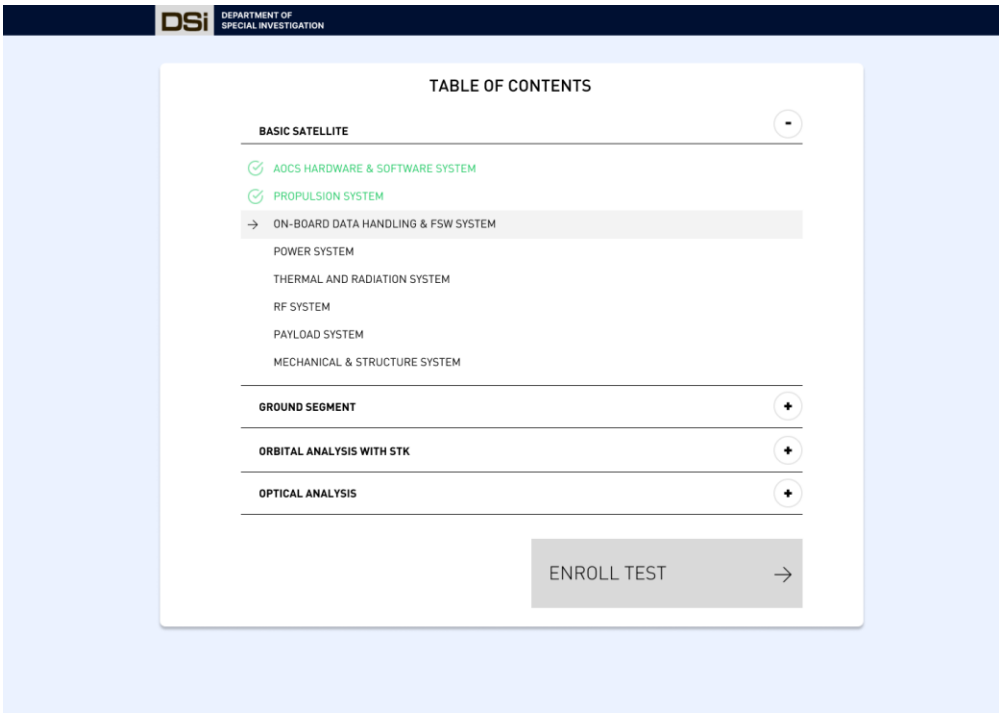
หน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content) จะประกอบไปด้วยหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยเช่นเดียวกับหน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (ส่วนสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งานของ Satellite Design Learning Platform

ในส่วนนี้ผู้ใช้จะได้เริ่มเรียนเนื้อหน้าของ Satellite Design Learning Platform โดยเนื้อหาจะประกอบไปด้วยเนื้อหาพื้นฐานเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆของดาวเทียมจนไปถึงการออกแบบตัวกล้อง (Payload) โดยตัวโปรแกรมได้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกและเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย

หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page) แต่จะนำเสนอในรูปแบบเรียบง่ายเพื่อให้ผู้ใช้สามารถจำแนกข้อมูลได้อย่างชัดเจน โดยในสารบัญมีรูปแบบการทำงานดังนี้

- แสดงหัวข้อย้อยที่อยู่ในหัวข้อหลักเมื่อผู้ใช้กดไปยังชื่อของหัวข้อหลังและย่อกลับได้เมื่อผู้ใช้กดอีกครั้ง
- แสดงหัวข้อที่ผู้ใช้ได้เคยเข้าไปเรียนรู้หรืออ่านเนื้อหาแล้วโดยการไฮไลต์ตัวอักษร หลังจากที่ผู้ใช้กดเข้าไปยังหัวข้อเพื่อเรียนรู้เนื้อหาแล้วหัวข้อนั้นจะเปลี่ยนสีเพื่อให้ผู้ใช้แยกเนื้อหาที่เรียนแล้วได้ง่ายขึ้น

ในหน้านี้ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Enroll Test เพื่อเริ่มทำแบบทดสอบ (หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page) ได้ทันทีหากผู้ใช้ต้องการ



รูปภาพที่ 3-5 หน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content)

3.2.3 หน้าต่างการเรียนรู้เนื้อหา (Learning Page)

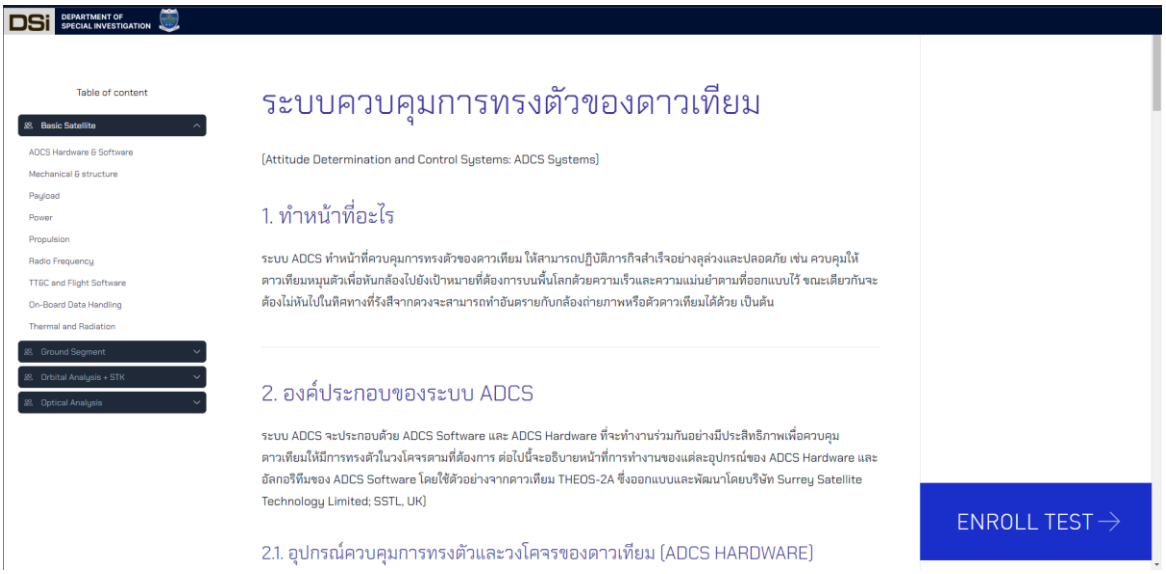
หน้าต่างการเรียนรู้เนื้อหา (Learning Page) จะเป็นส่วนที่แสดงเนื้อหาในการเรียนรู้เพื่อที่จะผลิตดาวเทียม โดยเนื้อหาที่ได้กล่าวมาในหน้าโครงสร้างหลักสูตร(ส่วนสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งานของ Satellite Design Learning Platform

ในส่วนนี้ผู้ใช้จะได้เริ่มเรียนเนื้อหน้าของ Satellite Design Learning Platform โดยเนื้อหาจะประกอบไปด้วยเนื้อหาพื้นฐานเกี่ยวกับส่วนประกอบต่างๆของดาวเทียมจนไปถึงการออกแบบตัวกล้อง (Payload) โดยตัวโปรแกรมได้ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกและเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย

หน้าต่างโครงสร้างหลักสูตร (Course Outline Page) โดยส่วนประกอบหลักในหน้าการเรียนรู้แบ่งได้เป็น 3 ดังนี้

- **หน้าต่างย่อยฝั่งซ้าย:** แทบสารบัญที่มีรูปแบบเดียวกันกับหน้าต่างสารบัญเนื้อหา (Table of Content) แต่จะมีการขนาดลงเพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเห็นว่าตัวเองอยู่ในส่วนไหนของเนื้อหาแล้ว
- **หน้าต่างย่อยตรงกลาง:** ใช้ในการบรรจุเนื้อหาของแต่ละหัวข้อโดยมีการออกแบบมาให้ดูสะอาดเป็นระเบียบและอ่านง่าย
- **หน้าต่างย่อยฝั่งขวา:** Spy Scroll เป็นส่วนที่ส่วนให้ผู้ใช้รับรู้ว่าตัวเองอยู่ที่หัวข้อไหนแล้วนส่วนของเนื้อหา
- **ปุ่มกดย้อยกลับเพื่อไปที่หน้าสารบัญ**

ในหน้านี้ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Enroll Test เพื่อเริ่มทำแบบทดสอบ (หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page) ได้ทันที หากผู้ใช้ต้องการ



รูปภาพที่ 3-6 หน้าต่างการเรียนรู้เนื้อหา (Learning Page)

3.2.4 ส่วนแบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากการเรียนรู้สำหรับผู้ใช้งาน

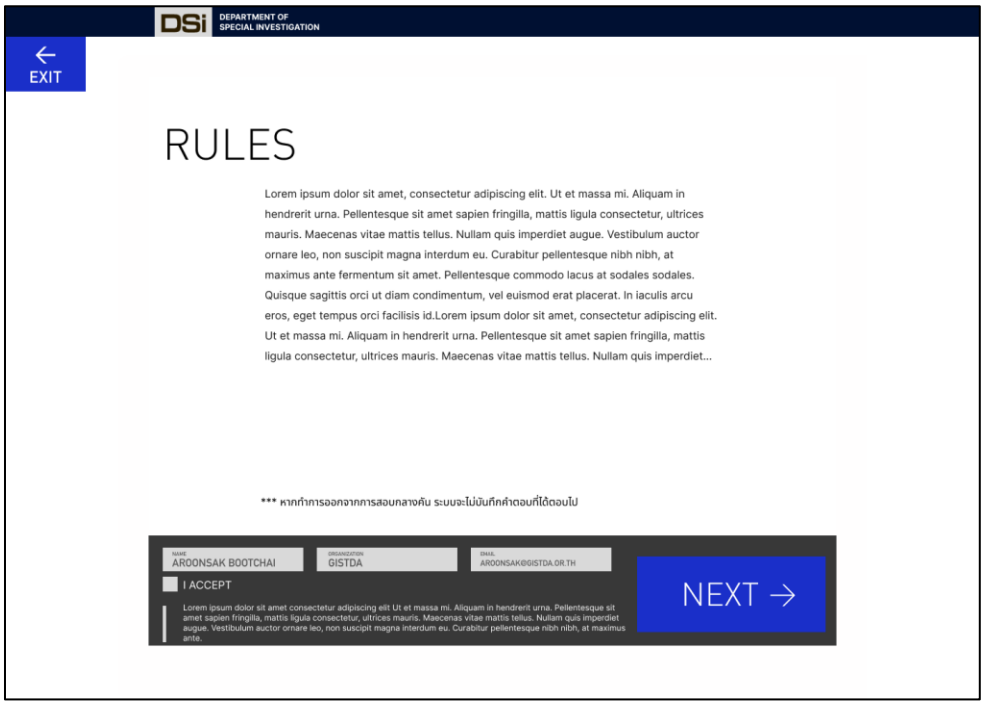
หลังจากที่ผู้ใช้ได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาของโปรแกรม Satellite Design Learning Platform ในตัวโปรแกรมได้มีแบบทดสอบเพื่อวัดระดับความเข้าใจของเนื้อหาที่ได้เรียนไป ตัวขอสอบได้ถูกออกแบบมาความตามเหมาะสมของเนื้อหาที่ได้เรียนไปในทุกเนื้อหาที่มีอยู่ในโปรแกรม ผู้ใช้สามารถเลือกที่จะทำข้อสอบหลังจากที่เรียนเนื้อหาไปแล้วบางส่วนได้เช่นกัน

3.2.4.1 หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page)

หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page) จะใช้ในการแจ้งกฎและกติกาในการทำแบบทดสอบ โดยจะแสดงกฎเกณฑ์ของการทำแบบทดสอบและข้อมูลเบื้องต้นในการสอบมีดังนี้

- **จำนวนข้อสอบ:** ข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ โดยนำเนื้อหาทั้งหมดที่อยู่ในระบบมาใช้ในการตั้งคำถาม
- **รูปแบบของแบบทดสอบ:** แบบทดสอบจะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก
- **ระยะเวลาในการทำข้อสอบ:** ในการทำแบบทดสอบทั้งหมด ผู้ใช้งานจะมีเวลาในการทำข้อสอบทั้งหมด 60 นาที

ข้อมูลที่ผู้ใช้ได้กรอกไว้ที่หน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act) จะถูกนำมาแสดงที่หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page) ผู้ใช้ต้องกดยืนยันข้อตกลงเพื่อที่จะเข้าทำแบบทดสอบต่อไปได้



รูปภาพที่ 3-7 หน้าต่างแจ้งเงื่อนไขในการทำแบบทดสอบ (Test Rule Page)

3.2.5 หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page)

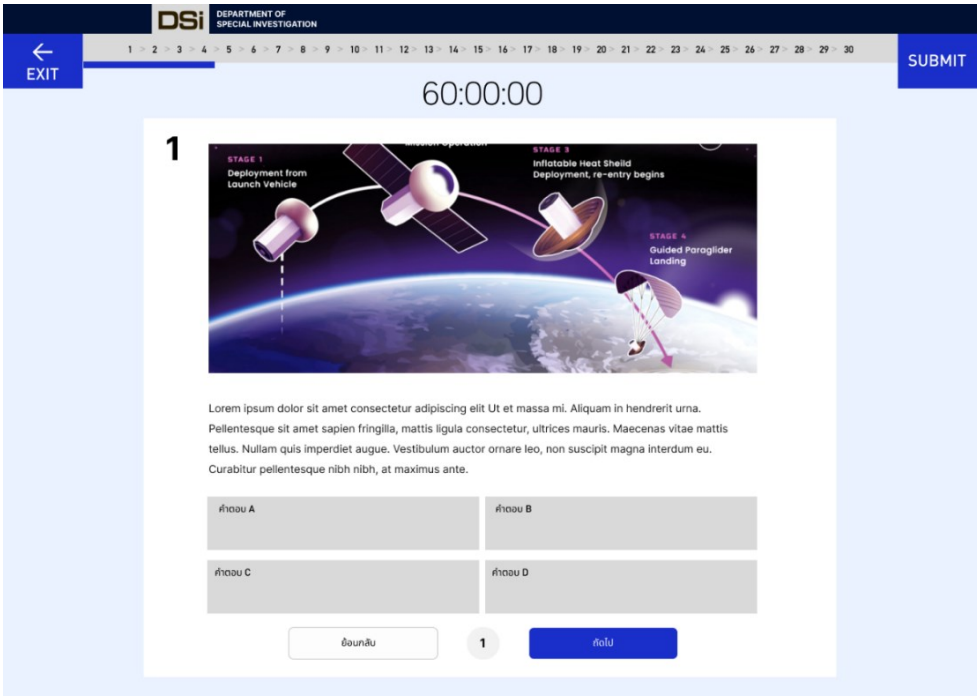
แบบทดสอบจะเป็นส่วนสุดท้ายของโปรแกรมเพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียนมาโดยองค์ประกอบของหน้าแบบทดสอบมีดังนี้

- **ตัวโจทย์จะแสดงคำถามหรือภาพประกอบ**
  - ข้อสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ
  - ข้อสอบมี 4 ตัวเลือก
- **แถบติดตามลำดับของข้อสอบโดยจะแสดงผลดังนี้**
  - จำนวนข้อสอบ
  - ข้อสอบที่ได้ทำไปแล้ว
- **ตัวเลขแสดงเวลาในการทำข้อสอบ (นับถอยหลัง)**

- แสดงเวลานับถอยหลัง 60 นาที
- หากเวลาหมดระบบจะส่งข้อสอบทันที

- **แถบการแสดงลำดับข้อสอบที่ผู้ใช้งานกำลังทำอยู่**

- ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกดไปข้อถัดไปหรือย้อนหลังได้อย่างอิสระ ในหน้านี้จะมีการแสดงจำนวนข้อและเวลาในการทำข้อสอบ ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม SUBMIT เพื่อที่จะส่งข้อสอบเมื่อต้องการได้



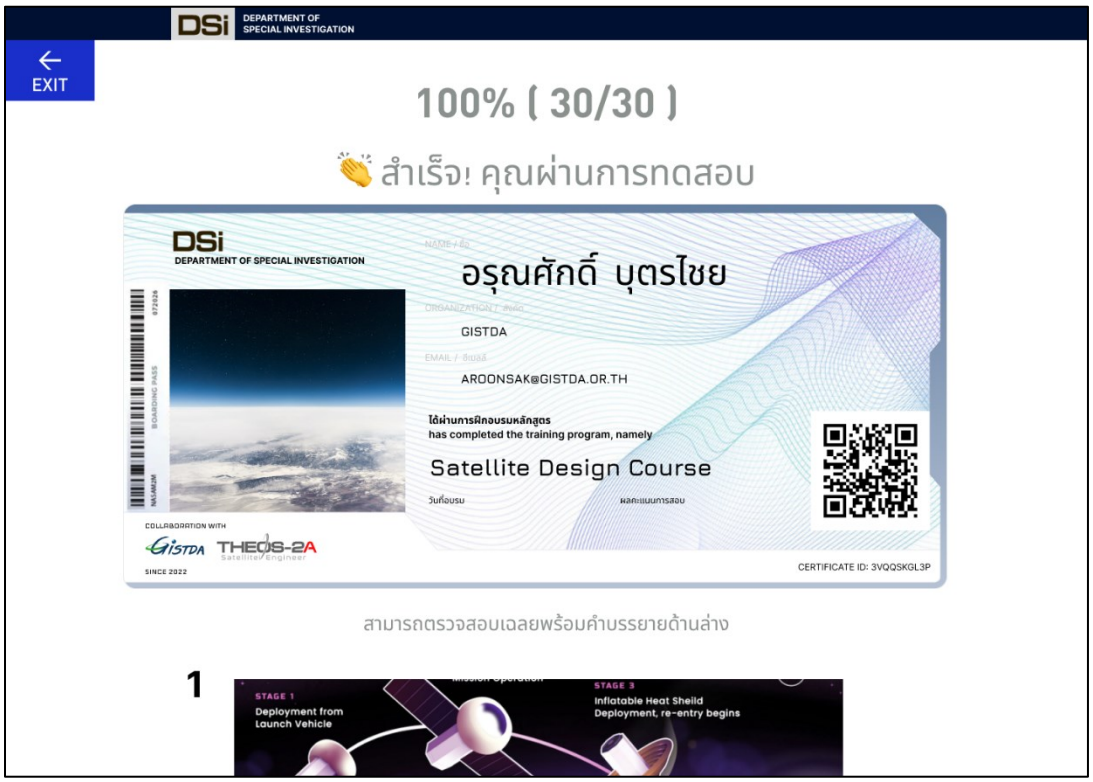
รูปภาพที่ 3-8 หน้าต่างแบบทดสอบ (Test Page)

3.2.6 หน้าต่างแสดงผลการทดสอบ (Test Result Page)

หน้าต่างแสดงผลการทดสอบ (Test Result Page) จะแสดงหลังจากที่ผู้ใช้งานส่งแบบทดสอบโดยการกดปุ่ม SUBMIT หากผู้ใช้งานทำข้อสอบได้เกินร้อยละ 70 จะผ่านเกณฑ์การทดสอบและระบบจะมีสร้างใบรับรองให้ โดยมีข้อมูลที่แสดงใบรับรองดังนี้

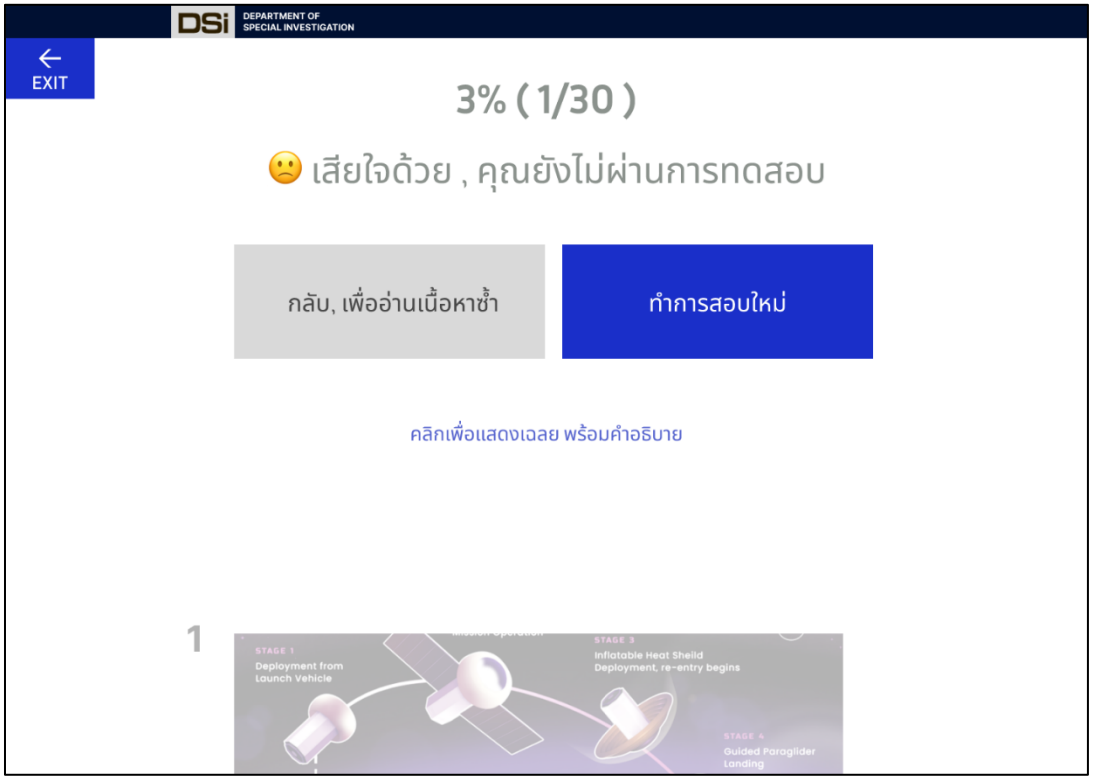
- ข้อมูลของผู้ใช้งานทำการกรอกในหน้าหน้าต่างลงทะเบียนและรายละเอียดการใช้ระบบฯ (Registration and Personal Data Protection Act)
- QR โค้ดและบาร์โค้ดสำหรับแสดงวันและเวลาที่ผู้ใช้งานทำแบบทดสอบ

นอกจากนี้ยังมีเฉลยทั้งหมดให้กับผู้ใช้งานในกรณีที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ เพื่อเป็นตรวจทานคำตอบของผู้ใช้งานอีกด้วย



รูปภาพที่ 3-9 ตัวอย่างในเกียรติบัตรกรณีที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ

ในทางตรงกันข้าม หากผู้ใช้งานมีคะแนนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะแสดงหน้าต่างผลการทดสอบดังรูปภาพที่ 3-10



รูปภาพที่ 3-10 หน้าต่างแสดงผลการทดสอบกรณีที่ไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบ

4 สรุปรายงานความก้าวหน้าระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษ

การพัฒนาระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษในส่วนหน้าต่างการใช้งาน หรือ Graphical User Interface: GUI ถูกดำเนินการพัฒนาขึ้นเรียบร้อยแล้ว โดยในระยะถัดไปของโครงการฯระบบสาธิตการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมเพื่อการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรมพิเศษจะถูกเพิ่มเนื้อหาที่เหมาะสมในส่วนต่างๆที่กล่าวมาข้างต้น ยิ่งไปกว่านั้น ยังเป็นเนื้อหาที่ง่ายต่อการเรียนรู้และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าสื่อการเรียนการสอนนี้จะเกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้ใช้งาน

พระราชบัญญัติ
การสอบสวนคดีพิเศษ
พ.ศ. ๒๕๔๗

ภูมิพลอดุลยเดช ป.ร.

ให้ไว้ณ วันที่ ๑๓ มกราคม พ.ศ. ๒๕๔๗

เป็นปีที่ ๕๙ ในรัชกาลปัจจุบัน

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ประกาศว่า

โดยที่เป็นการสมควรให้มีกฎหมายว่าด้วยการสอบสวนคดีพิเศษ

พระราชบัญญัตินี้มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๑ มาตรา ๓๔ มาตรา ๓๕ มาตรา ๓๖ มาตรา ๓๗ มาตรา ๔๘ มาตรา ๕๘ มาตรา ๒๓๗ และมาตรา ๒๓๘ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย

จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติขึ้นไว้โดยคำแนะนำและยินยอมของรัฐสภาดังต่อไปนี้

มาตรา ๑ พระราชบัญญัตินี้เรียกว่า “พระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗”

มาตรา ๒ พระราชบัญญัตินี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

มาตรา ๓ ในพระราชบัญญัตินี้

“คดีพิเศษ” หมายความว่า คดีความผิดทางอาญาตามที่กำหนดไว้ในมาตรา ๒๑

“พนักงานสอบสวนคดีพิเศษ” หมายความว่า อธิบดีรองอธิบดีและผู้ซึ่งได้รับการแต่งตั้งให้มีอำนาจและหน้าที่สืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัตินี้

“เจ้าหน้าที่คดีพิเศษ” หมายความว่า ผู้ซึ่งได้รับการแต่งตั้งให้ช่วยเหลือพนักงานสอบสวนคดีพิเศษในการสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัตินี้

“อธิบดี” หมายความว่า อธิบดีกรมสอบสวนคดีพิเศษ

“รองอธิบดี” หมายความว่า รองอธิบดีกรมสอบสวนคดีพิเศษ

“รัฐมนตรี” หมายความว่า รัฐมนตรีผู้รักษาการตามพระราชบัญญัตินี้

มาตรา ๔ ให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงยุติธรรมรักษาการตามพระราชบัญญัตินี้และให้มีอำนาจออกกฎกระทรวงและระเบียบ เพื่อปฏิบัติการตามพระราชบัญญัตินี้

กฎกระทรวงและระเบียบนั้น เมื่อได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาแล้วให้ใช้บังคับได้

หมวด ๑
คณะกรรมการคดีพิเศษ

มาตรา ๕ ให้มีคณะกรรมการคดีพิเศษ เรียกโดยย่อว่า “กคพ.” ประกอบด้วย นายกรัฐมนตรีเป็นประธานกรรมการ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงยุติธรรมเป็นรองประธานกรรมการ ปลัดกระทรวงยุติธรรม ปลัดกระทรวงการคลัง ปลัดกระทรวงมหาดไทย ปลัดกระทรวงพาณิชย์ อัยการสูงสุด ผู้บัญชาการตำรวจแห่งชาติ เลขาธิการคณะกรรมการกฤษฎีกา เจ้ากรมพระธรรมนูญ ผู้ว่าการธนาคารแห่งประเทศไทย นายกสภาทนายความ และกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งคณะรัฐมนตรีแต่งตั้งจำนวนเก้าคน และในจำนวนนี้ต้องมีบุคคลซึ่งมีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านเศรษฐศาสตร์ การเงินการธนาคาร เทคโนโลยีสารสนเทศ หรือกฎหมาย อย่างน้อยด้านละหนึ่งคนเป็นกรรมการ

ให้อธิบดีเป็นกรรมการและเลขานุการ และให้อธิบดีแต่งตั้งข้าราชการในกรมสอบสวนคดีพิเศษจำนวนไม่เกินสองคนเป็นผู้ช่วยเลขานุการ

มาตรา ๖ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิต้องมีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้าม ดังต่อไปนี้

(๑) มีสัญชาติไทยโดยการเกิด

(๒) มีอายุไม่ต่ำกว่าสามสิบห้าปีบริบูรณ์

(๓) ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย คนไร้ความสามารถ หรือคนเสมือนไร้ความสามารถ

(๔) ไม่เป็นสมาชิกสภาผู้แทนราษฎร สมาชิกวุฒิสภา ข้าราชการการเมือง สมาชิกสภาท้องถิ่น ผู้บริหารท้องถิ่น กรรมการหรือผู้ดำรงตำแหน่งที่รับผิดชอบในการบริหารพรรคการเมือง ที่ปรึกษาพรรคการเมือง หรือเจ้าหน้าที่ในพรรคการเมือง

(๕) ไม่เป็นผู้อยู่ระหว่างถูกสั่งให้พักราชการหรือถูกสั่งให้ออกจากราชการไว้ก่อน

(๖) ไม่เคยถูกไล่ออก ปลดออก หรือให้ออกจากราชการ หน่วยงานของรัฐหรือรัฐวิสาหกิจเพราะกระทำผิดวินัย

(๗) ไม่เคยได้รับโทษจำคุกโดยคำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุก เว้นแต่เป็นโทษสำหรับความผิดที่กระทำโดยประมาทหรือความผิดลหุโทษ

(๘) ไม่เคยต้องคำพิพากษาหรือคำสั่งของศาลให้ทรัพย์สินตกเป็นของแผ่นดินเพราะร่ำรวยผิดปกติหรือมีทรัพย์สินเพิ่มขึ้นผิดปกติ

(๙) ไม่อยู่ในระหว่างต้องห้ามตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย มิให้ดำรงตำแหน่งใด ๆ

(๑๐) ไม่เคยถูกวุฒิสภามีมติให้ถอดถอนจากตำแหน่งตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย และยังไม่พ้นกำหนดห้าปีนับแต่วันที่วุฒิสภามีมติจนถึงวันแต่งตั้ง

มาตรา ๗ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิมีวาระการดำรงตำแหน่งคราวละสองปีผู้ซึ่งพ้นจากตำแหน่งอาจได้รับการแต่งตั้งอีกได้แต่จะดำรงตำแหน่งรวมกันเกินสามวาระไม่ได้

ในกรณีที่กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพ้นจากตำแหน่งตามวาระ แต่ยังมิได้มีการแต่งตั้งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิขึ้นใหม่ ให้กรรมการผู้ทรงคุณวุฒินั้นปฏิบัติหน้าที่ไปพลางก่อนจนกว่าจะมีการแต่งตั้งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิขึ้นใหม่

มาตรา ๘ นอกจากการพ้นจากตำแหน่งตามวาระ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพ้นจากตำแหน่งเมื่อ

(๑) ตาย

(๒) ลาออก

(๓) ถูกจำคุกโดยคำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุก

(๔) ขาดคุณสมบัติหรือมีลักษณะต้องห้ามตามมาตรา ๖

(๕) คณะรัฐมนตรีให้ออก เพราะมีความประพฤติเสื่อมเสีย บกพร่องหรือไม่สุจริตต่อหน้าที่หรือหย่อนความสามารถ

มาตรา ๙ เมื่อตำแหน่งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิว่างลงก่อนวาระ ให้ดำเนินการแต่งตั้งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายในสามสิบวัน เว้นแต่วาระของกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเหลือไม่ถึงเก้าสิบวันจะไม่แต่งตั้งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิก็ได้

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งได้รับแต่งตั้งแทนตำแหน่งที่ว่าง ให้มีวาระการดำรงตำแหน่งเท่ากับเวลาที่เหลืออยู่ของกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่ยังอยู่ในตำแหน่ง

ในระหว่างที่ยังมิได้แต่งตั้งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิแทนตำแหน่งที่ว่าง ให้กรรมการที่เหลืออยู่ปฏิบัติหน้าที่ต่อไปได้

มาตรา ๑๐ ให้ กคพ. มีอำนาจหน้าที่ดังต่อไปนี้

(๑) เสนอแนะต่อคณะรัฐมนตรีในการออกกฎกระทรวงกำหนดคดีพิเศษตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๑)

(๒) กำหนดรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๑)

(๓) มีมติเกี่ยวกับคดีความผิดทางอาญาอื่นตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๒)

(๔) กำหนดข้อบังคับหรือหลักเกณฑ์ตามที่มีบทบัญญัติกำหนดให้เป็นอำนาจหน้าที่ของ กคพ.

(๕) ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้

(๖) ให้ความเห็นชอบหลักสูตรสอบสวนคดีพิเศษ

(๗) ปฏิบัติหน้าที่อื่นตามพระราชบัญญัตินี้หรือตามที่มีกฎหมายกำหนดให้เป็นอำนาจหน้าที่ของ กคพ.

รายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดตามวรรคหนึ่ง (๒) มติตามวรรคหนึ่ง (๓) และข้อบังคับหรือหลักเกณฑ์ตามวรรคหนึ่ง (๔) ให้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา

มาตรา ๑๑ การประชุมของ กคพ. ให้นำบทบัญญัติว่าด้วยคณะกรรมการที่มีอำนาจดำเนินการพิจารณาทางปกครองตามกฎหมายว่าด้วยวิธีปฏิบัติราชการทางปกครองมาใช้บังคับโดยอนุโลม

มาตรา ๑๒ ให้กคพ. มีอำนาจแต่งตั้งคณะอนุกรรมการเพื่อพิจารณาหรือปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ กคพ. กำหนด และให้นำความในมาตรา ๑๑ มาใช้บังคับโดยอนุโลม

มาตรา ๑๓ ให้กรรมการใน กคพ. และอนุกรรมการได้รับค่าตอบแทนตามที่คณะรัฐมนตรีกำหนด

หมวด ๒

พนักงานสอบสวนคดีพิเศษและเจ้าหน้าที่คดีพิเศษ

มาตรา ๑๔ ให้กรมสอบสวนคดีพิเศษ มีพนักงานสอบสวนคดีพิเศษและเจ้าหน้าที่คดีพิเศษเพื่อทำหน้าที่ดำเนินการเกี่ยวกับคดีพิเศษตามที่กำหนดในพระราชบัญญัตินี้

มาตรา ๑๕ พนักงานสอบสวนคดีพิเศษเป็นข้าราชการพลเรือนสามัญ โดยต้องมีคุณสมบัติตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบข้าราชการพลเรือน

นอกจากคุณสมบัติตามวรรคหนึ่งแล้ว พนักงานสอบสวนคดีพิเศษต้องมีคุณสมบัติพิเศษอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้ด้วย

(๑) รับราชการหรือเคยรับราชการไม่น้อยกว่าห้าปีในตำแหน่งเจ้าหน้าที่คดีพิเศษในระดับที่ อ.ก.พ. กรมสอบสวนคดีพิเศษกำหนด

(๒) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางกฎหมายและมีประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานตามพระราชบัญญัตินี้นับแต่สำเร็จการศึกษาดังกล่าวไม่น้อยกว่าสามปีและดำรงตำแหน่งไม่ต่ำกว่าข้าราชการพลเรือนสามัญระดับ ๖ หรือดำรงตำแหน่งอื่นในหน่วยงานของรัฐที่เทียบเท่าตามหลักเกณฑ์ที่ อ.ก.พ. กรมสอบสวนคดีพิเศษกำหนด

(๓) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโททางกฎหมายหรือสอบไล่ได้เป็นเนติบัณฑิตตามหลักสูตรของสำนักอบรมศึกษากฎหมายแห่งเนติบัณฑิตยสภา และมีประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานตามพระราชบัญญัตินี้นับแต่สำเร็จการศึกษาดังกล่าวไม่น้อยกว่าห้าปีตามหลักเกณฑ์ที่ อ.ก.พ. กรมสอบสวนคดีพิเศษกำหนด

(๔) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกทางกฎหมายและมีประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานตามพระราชบัญญัตินี้นับแต่สำเร็จการศึกษาดังกล่าวไม่น้อยกว่าสามปีตามหลักเกณฑ์ที่ อ.ก.พ. กรมสอบสวนคดีพิเศษกำหนด

(๕) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาใดสาขาหนึ่ง และมีประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานตามพระราชบัญญัตินี้นับแต่สำเร็จการศึกษาดังกล่าวไม่น้อยกว่าสิบปีตามหลักเกณฑ์ที่ อ.ก.พ. กรมสอบสวนคดีพิเศษกำหนด

มาตรา ๑๖ เจ้าหน้าที่คดีพิเศษเป็นข้าราชการพลเรือนสามัญ โดยต้องมีคุณสมบัติตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบข้าราชการพลเรือน

นอกจากคุณสมบัติตามวรรคหนึ่งแล้ว เจ้าหน้าที่คดีพิเศษต้องมีคุณสมบัติพิเศษอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้ด้วย

(๑) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาโททางกฎหมาย หรือปริญญาเอกทางกฎหมาย

(๒) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางกฎหมายและสอบไล่ได้เป็นเนติบัณฑิตตามหลักสูตรของสำนักอบรมศึกษากฎหมายแห่งเนติบัณฑิตยสภา

(๓) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีทางกฎหมายและปริญญาสาขาอื่นที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานตามพระราชบัญญัตินี้อีกอย่างน้อยหนึ่งสาขาตามหลักเกณฑ์ที่อธิบดีกำหนด

(๔) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาใดสาขาหนึ่ง และมีประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานตามพระราชบัญญัตินี้นับแต่สำเร็จการศึกษาดังกล่าวไม่น้อยกว่าสองปีตามหลักเกณฑ์ที่อธิบดีกำหนด

มาตรา ๑๗ ในกรณีที่มีความจำเป็นเพื่อประโยชน์ของทางราชการในการสอบสวนคดีพิเศษจำเป็นต้องมีบุคลากรซึ่งมีความรู้ความชำนาญ หรือประสบการณ์สูง เพื่อดำเนินการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษหรือเป็นบุคลากรในสาขาที่ขาดแคลน กคพ. อาจมีมติให้ยกเว้นคุณสมบัติพิเศษตามมาตรา ๑๕ วรรคสอง หรือมาตรา ๑๖ วรรคสอง แล้วแต่กรณีไม่ว่าทั้งหมดหรือบางส่วนสำหรับการบรรจุและแต่งตั้งบุคคลใดเป็นการเฉพาะก็ได้

มาตรา ๑๘ การบรรจุและแต่งตั้งข้าราชการพลเรือนสามัญในตำแหน่งพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ ให้บรรจุและแต่งตั้งจากบุคคลซึ่งมีคุณสมบัติตามมาตรา ๑๕ และผ่านการประเมินความรู้ความสามารถตามหลักเกณฑ์ที่ อ.ก.พ. กรมสอบสวนคดีพิเศษกำหนด หรือบุคคลตามมาตรา ๑๗ แล้วแต่กรณีโดยบุคคลดังกล่าวต้องสำเร็จการฝึกอบรมตามหลักสูตรสอบสวนคดีพิเศษที่กรมสอบสวนคดีพิเศษจัดให้มีขึ้นด้วย

การแต่งตั้งบุคคลใดเป็นพนักงานสอบสวนคดีพิเศษตามวรรคหนึ่ง ให้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา

มาตรา ๑๙ ภายใต้บังคับมาตรา ๑๗ การบรรจุและแต่งตั้งข้าราชการพลเรือนสามัญในตำแหน่งเจ้าหน้าที่คดีพิเศษ ให้บรรจุและแต่งตั้งจากบุคคลซึ่งมีคุณสมบัติตามมาตรา ๑๖ ซึ่งผ่านการทดสอบความรู้ความสามารถตามหลักเกณฑ์ที่ อ.ก.พ. กรมสอบสวนคดีพิเศษกำหนด

เจ้าหน้าที่คดีพิเศษที่ได้รับการแต่งตั้งตามวรรคหนึ่ง ก่อนเข้าปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งดังกล่าวต้องเข้ารับการฝึกอบรมตามหลักสูตรที่กรมสอบสวนคดีพิเศษจัดให้มีขึ้นด้วย

มาตรา ๒๐ ให้ตำแหน่งพนักงานสอบสวนคดีพิเศษและเจ้าหน้าที่คดีพิเศษเป็นตำแหน่งที่มีเหตุพิเศษตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบข้าราชการพลเรือน และในการกำหนดให้ได้รับเงินเพิ่มสำหรับตำแหน่งที่มีเหตุพิเศษต้องคำนึงถึงภาระหน้าที่ คุณภาพของงาน และการดำรงตนอยู่ในความยุติธรรมโดยเปรียบเทียบกับค่าตอบแทนของผู้ปฏิบัติงานอื่นในกระบวนการยุติธรรมด้วย ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงยุติธรรมโดยได้รับความเห็นชอบจากกระทรวงการคลัง

หมวด ๓

การสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษ

มาตรา ๒๑ คดีพิเศษที่จะต้องดำเนินการสืบสวนและสอบสวนตามพระราชบัญญัตินี้ได้แก่คดีความผิดทางอาญาดังต่อไปนี้

(๑) คดีความผิดทางอาญาตามกฎหมายที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายพระราชบัญญัตินี้ และที่กำหนดในกฎกระทรวงโดยการเสนอแนะของ กคพ. โดยคดีความผิดทางอาญาตามกฎหมายดังกล่าวจะต้องมีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้

(ก) คดีความผิดทางอาญาที่มีความซับซ้อน จำเป็นต้องใช้วิธีการสืบสวนสอบสวนและรวบรวมพยานหลักฐานเป็นพิเศษ

(ข) คดีความผิดทางอาญาที่มีหรืออาจมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อความสงบเรียบร้อยและศีลธรรมอันดีของประชาชน ความมั่นคงของประเทศ ความสัมพันธ์ระหว่างประเทศหรือระบบเศรษฐกิจหรือการคลังของประเทศ

(ค) คดีความผิดทางอาญาที่มีลักษณะเป็นการกระทำความผิดข้ามชาติที่สำคัญหรือเป็นการกระทำขององค์กรอาชญากรรม

(ง) คดีความผิดทางอาญาที่มีผู้ทรงอิทธิพลที่สำคัญเป็นตัวการ ผู้ใช้หรือผู้สนับสนุน

(จ) คดีความผิดทางอาญาที่มีพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจชั้นผู้ใหญ่ซึ่งมิใช่พนักงานสอบสวนคดีพิเศษหรือเจ้าหน้าที่คดีพิเศษเป็นผู้ต้องสงสัยเมื่อมีหลักฐานตามสมควรว่าน่าจะได้กระทำความผิดอาญาหรือเป็นผู้ถูกกล่าวหาหรือผู้ต้องหา

ทั้งนี้ตามรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดที่ กคพ. กำหนด

(๒) คดีความผิดทางอาญาอื่นนอกจาก (๑) ตามที่ กคพ. มีมติด้วยคะแนนเสียงไม่น้อยกว่าสองในสามของกรรมการทั้งหมดเท่าที่มีอยู่

ในคดีที่มีการกระทำอันเป็นกรรมเดียวผิดต่อกฎหมายหลายบท และบทใดบทหนึ่งจะต้องดำเนินการโดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษตามพระราชบัญญัตินี้หรือคดีที่มีการกระทำความผิดหลายเรื่องต่อเนื่องหรือเกี่ยวพันกัน และความผิดเรื่องใดเรื่องหนึ่งจะต้องดำเนินการโดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษตามพระราชบัญญัตินี้ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษมีอำนาจสืบสวนสอบสวนสำหรับความผิดบทอื่นหรือเรื่องอื่นด้วย และให้ถือว่าคดีดังกล่าวเป็นคดีพิเศษ

บรรดาคดีใดที่ได้ทำการสอบสวนเสร็จแล้วโดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ ให้ถือว่าการสอบสวนนั้นเป็นการสอบสวนในคดีพิเศษตามพระราชบัญญัตินี้แล้ว

บทบัญญัติในมาตรานี้ให้ใช้บังคับกับบุคคลที่เป็นตัวการ ผู้ใช้หรือผู้สนับสนุนการกระทำความผิดด้วย

ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งหรือข้อสงสัยว่าการกระทำความผิดใดเป็นคดีพิเศษตามที่กำหนดไว้ในวรรคหนึ่ง (๑) หรือไม่ ให้ กคพ. เป็นผู้ชี้ขาด

มาตรา ๒๑/๑ ในกรณีที่ผู้กระทำความผิดอันเป็นคดีพิเศษตามพระราชบัญญัตินี้เป็นเจ้าหน้าที่ของรัฐซึ่งมิได้เป็นบุคคลตามมาตรา ๖๖ แห่งพระราชบัญญัติประกอบรัฐธรรมนูญว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการทุจริต พ.ศ. ๒๕๔๒ และอยู่ในอำนาจหน้าที่ของคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษส่งเรื่องไปยังคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติภายในสามสิบวันนับแต่วันที่มีการร้องทุกข์หรือกล่าวโทษ

ในระหว่างการพิจารณาของคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ หากคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติยังมิได้มีมติอย่างใดอย่างหนึ่งให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษมีอำนาจทำการสอบสวนไปพลางก่อนได้

ในกรณีที่คณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติมีมติรับคดีพิเศษตามวรรคหนึ่ง ไว้ดำเนินการตามกฎหมายประกอบรัฐธรรมนูญว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการทุจริตให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษส่งสำนวนการสอบสวนและพยานหลักฐานที่ได้มาจากการสอบสวนตามวรรคสองไปยังคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติ ในการนี้คณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติอาจถือสำนวนการสอบสวนของพนักงานสอบสวนคดีพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการไต่สวนข้อเท็จจริงได้

ในกรณีที่คณะกรรมการป้องกันและปราบปรามการทุจริตแห่งชาติพิจารณาแล้วเห็นสมควรส่งเรื่องให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษเป็นผู้ดำเนินการ ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษดำเนินการตามกฎหมายต่อไป

มาตรา ๒๒ เพื่อประโยชน์ในการประสานการปฏิบัติงานป้องกันและปราบปรามการกระทำความผิดเกี่ยวกับคดีพิเศษ ให้ กคพ. มีอำนาจออกข้อบังคับการปฏิบัติหน้าที่ในคดีพิเศษระหว่างหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

(๑) วิธีปฏิบัติระหว่างหน่วยงานเกี่ยวกับการรับคำร้องทุกข์หรือคำกล่าวโทษ การดำเนินการเกี่ยวกับหมายเรียกและหมายอาญา การจับ การควบคุม การขัง การค้น หรือการปล่อยชั่วคราว การสืบสวน การสอบสวน การเปรียบเทียบปรับ การส่งมอบคดีพิเศษ และการดำเนินการอื่นเกี่ยวกับคดีอาญาในระหว่างหน่วยงานของรัฐที่มีอำนาจหน้าที่ป้องกันและปราบปรามการกระทำความผิดอาญา

(๒) ขอบเขตความรับผิดชอบของพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจ เจ้าพนักงานอื่นของรัฐ พนักงานสอบสวนคดีพิเศษ และเจ้าหน้าที่คดีพิเศษ ในการสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษ ทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการปฏิบัติหน้าที่ของหน่วยงานของรัฐแต่ละแห่ง ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ผลกระทบของการกระทำความผิด และประสิทธิภาพในการป้องกันและปราบปรามการกระทำความผิดอาญาได้อย่างทั่วถึง ในการนี้อาจกำหนดให้กรณีใดต้องดำเนินการร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้วยก็ได้

(๓) การแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและปราบปรามคดีพิเศษ

(๔) การสนับสนุนของหน่วยงานของรัฐ และเจ้าหน้าที่ของรัฐในการปฏิบัติหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษ

เมื่อมีข้อบังคับตามวรรคหนึ่งแล้ว ให้หน่วยงานของรัฐมีหน้าที่ปฏิบัติตามข้อบังคับที่กำหนดนั้นถ้าข้อบังคับดังกล่าวเป็นการกำหนดหน้าที่ในระหว่างเจ้าหน้าที่ของรัฐที่เป็นเจ้าพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจ หรือพนักงานสอบสวนในการปฏิบัติหน้าที่ให้เป็นไปตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา ให้ถือว่าการดำเนินการของเจ้าหน้าที่ของรัฐดังกล่าวในส่วนที่เกี่ยวข้องเป็นการดำเนินการของผู้มีอำนาจหน้าที่สืบสวนและสอบสวนตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา

ในระหว่างที่ยังไม่มีข้อบังคับตามวรรคหนึ่ง สำหรับคดีพิเศษในเรื่องใด ให้การปฏิบัติหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ของรัฐเพื่อให้เป็นไปตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญาเกี่ยวกับการสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษในเรื่องนั้นเป็นไปตามที่กรมสอบสวนคดีพิเศษและหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องจะตกลงกัน เว้นแต่กคพ. จะมีมติเป็นอย่างอื่น

ในกรณีที่พนักงานสอบสวนตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญาได้ทำการสอบสวนคดีอาญาเรื่องใดไปแล้ว แต่ต่อมาปรากฏว่าคดีนั้นเป็นคดีพิเศษ เมื่อพนักงานสอบสวนส่งมอบสำนวนการสอบสวนคดีดังกล่าวให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษตามวิธีปฏิบัติในวรรคหนึ่ง (๑) แล้ว ให้ถือว่าสำนวนการสอบสวนที่ส่งมอบนั้นเป็นส่วนหนึ่งของสำนวนการสอบสวนคดีพิเศษ

มาตรา ๒๒/๑ ในการปฏิบัติงานป้องกันและปราบปรามการกระทำความผิดเกี่ยวกับคดีพิเศษ กรมสอบสวนคดีพิเศษอาจขอให้หน่วยงานของรัฐหรือเจ้าหน้าที่อื่นของรัฐให้ความช่วยเหลือสนับสนุนหรือเข้าร่วมปฏิบัติหน้าที่ได้ตามความเหมาะสม

ให้หน่วยงานของรัฐหรือเจ้าหน้าที่ของรัฐตามวรรคหนึ่งให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนหรือเข้าร่วมปฏิบัติหน้าที่ตามสมควรแก่กรณีโดยได้รับค่าใช้จ่ายหรือค่าตอบแทนอื่นใดที่จำเป็นในการช่วยเหลือ สนับสนุน หรือเข้าร่วมปฏิบัติหน้าที่เพื่อให้การดำเนินงานตามพระราชบัญญัตินี้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรา ๒๓ ในการปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับคดีพิเศษ ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษมีอำนาจสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษ และเป็นพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจชั้นผู้ใหญ่ หรือพนักงานสอบสวน ตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา แล้วแต่กรณี

ให้เจ้าหน้าที่คดีพิเศษมีหน้าที่ช่วยเหลือพนักงานสอบสวนคดีพิเศษในการปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับคดีพิเศษ เพียงเท่าที่พนักงานสอบสวนคดีพิเศษมอบหมาย ในการปฏิบัติหน้าที่ดังกล่าวให้เจ้าหน้าที่คดีพิเศษเป็นพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจ หรือพนักงานสอบสวนตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา

ในกรณีจำเป็นอธิบดีจะสั่งให้ข้าราชการหรือลูกจ้างกรมสอบสวนคดีพิเศษผู้หนึ่งผู้ใดที่มิใช่พนักงานสอบสวนคดีพิเศษ หรือเจ้าหน้าที่คดีพิเศษปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ หรือเจ้าหน้าที่คดีพิเศษเพื่อปฏิบัติงานเรื่องหนึ่งเรื่องใดที่เกี่ยวกับการสืบสวนเป็นการเฉพาะก็ได้

ในการปฏิบัติงานเฉพาะเรื่องที่ได้รับมอบหมายตามวรรคสาม ให้ผู้นั้นเป็นเจ้าพนักงานตามประมวลกฎหมายอาญา และให้มีอำนาจหน้าที่เช่นเดียวกับเจ้าหน้าที่คดีพิเศษเฉพาะเรื่องที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น

หลักเกณฑ์วิธีการมอบหมาย และการปฏิบัติหน้าที่ตามมาตรานี้ให้เป็นไปตามข้อบังคับที่ กคพ. กำหนด

มาตรา ๒๓/๑ ในกรณีที่มีเหตุอันควรสงสัยว่าคดีความผิดทางอาญาใดเป็นคดีพิเศษตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๑) ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษมีอำนาจสืบสวนคดีดังกล่าวได้

ในกรณีที่อธิบดีเห็นสมควรเสนอให้ กคพ. มีมติให้คดีความผิดทางอาญาใดเป็นคดีพิเศษตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๒) อธิบดีจะสั่งให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษแสวงหาพยานหลักฐานเบื้องต้น เพื่อนำเสนอ กคพ. ก็ได้ในการนี้ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษมีอำนาจสืบสวนคดีนั้นตามระเบียบที่ กคพ. กำหนด

มาตรา ๒๔ เพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษมีอำนาจดังต่อไปนี้ด้วย

(๑) เข้าไปในเคหสถาน หรือสถานที่ใด ๆ เพื่อตรวจค้น เมื่อมีเหตุสงสัยตามสมควรว่ามีบุคคลที่มีเหตุสงสัยว่ากระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษหลบซ่อนอยู่ หรือมีทรัพย์สินซึ่งมีไว้เป็นความผิดหรือได้มาโดยการกระทำความผิด หรือได้ใช้หรือจะใช้ในการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษ หรือซึ่งอาจใช้เป็นพยานหลักฐานได้ประกอบกับมีเหตุอันควรเชื่อว่าเนื่องจากการเนิ่นช้ากว่าจะเอาหมายค้นมาได้บุคคลนั้นจะหลบหนีไป หรือทรัพย์สินนั้นจะถูกโยกย้าย ซุกซ่อน ทำลาย หรือทำให้เปลี่ยนสภาพไปจากเดิม

(๒) ค้นบุคคล หรือยานพาหนะที่มีเหตุสงสัยตามสมควรว่ามีทรัพย์สินซึ่งมีไว้เป็นความผิด หรือได้มาโดยการกระทำความผิด หรือได้ใช้หรือจะใช้ในการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษหรือซึ่งอาจใช้เป็นพยานหลักฐานได้

(๓) มีหนังสือสอบถามหรือเรียกให้สถาบันการเงิน ส่วนราชการ องค์การ หรือหน่วยงานของรัฐ หรือรัฐวิสาหกิจ ส่งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องมาเพื่อให้ถ้อยคำ ส่งคำชี้แจงเป็นหนังสือ หรือส่งบัญชีเอกสาร หรือหลักฐานใด ๆ มาเพื่อตรวจสอบ หรือเพื่อประกอบการพิจารณา

(๔) มีหนังสือสอบถาม หรือเรียกบุคคลใด ๆ มาเพื่อให้ถ้อยคำ ส่งคำชี้แจงเป็นหนังสือหรือส่งบัญชีเอกสาร หรือหลักฐานใด ๆ มาเพื่อตรวจสอบ หรือเพื่อประกอบการพิจารณา

(๕) ยึด หรืออายัดทรัพย์สินที่ค้นพบ หรือที่ส่งมาดังกล่าวไว้ใน (๑) (๒) (๓) และ (๔) การใช้อำนาจตามวรรคหนึ่ง ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษปฏิบัติตามข้อบังคับที่ กคพ. กำหนด

เฉพาะการใช้อำนาจตามวรรคหนึ่ง (๑) นอกจากพนักงานสอบสวนคดีพิเศษต้องดำเนินการเกี่ยวกับวิธีการค้นตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญาแล้ว ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษแสดงความบริสุทธิ์ก่อนการเข้าค้น รายงานเหตุผลและผลการตรวจค้นเป็นหนังสือต่อผู้บังคับบัญชาเหนือขึ้นไป และบันทึกเหตุสงสัยตามสมควรและเหตุอันควรเชื่อที่ทำให้สามารถเข้าค้นได้เป็นหนังสือให้ไว้แก่ผู้ครอบครองเคหสถานหรือสถานที่ค้น แต่ถ้าไม่มีผู้ครอบครองอยู่ ณ ที่นั้น ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษส่งมอบสำเนาหนังสือนั้นให้แก่ผู้ครอบครองดังกล่าวในทันทีที่กระทำได้ และหากเป็นการเข้าค้นในเวลากลางคืนภายหลังพระอาทิตย์ตก พนักงานสอบสวนคดีพิเศษผู้เป็นหัวหน้าในการเข้าค้นต้องเป็นข้าราชการพลเรือนตำแหน่งตั้งแต่ระดับ ๗ ขึ้นไปด้วย

ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษผู้เป็นหัวหน้าในการเข้าค้นส่งสำเนาบันทึกเหตุสงสัยตามสมควรและเหตุอันควรเชื่อตามวรรคสาม และสำเนาบันทึกการตรวจค้นและบัญชีทรัพย์ที่ยึดหรืออายัดต่อศาลจังหวัดที่มีอำนาจเหนือท้องที่ที่ทำการค้น หรือศาลอาญาในเขตกรุงเทพมหานครภายในสี่สิบแปดชั่วโมงหลังจากสิ้นสุดการตรวจค้น เพื่อเป็นหลักฐาน

พนักงานสอบสวนคดีพิเศษระดับใดจะมีอำนาจหน้าที่ตามที่ได้กำหนดไว้ตามวรรคหนึ่งทั้งหมดหรือแต่บางส่วน หรือจะต้องได้รับอนุมัติจากบุคคลใดก่อนดำเนินการให้เป็นไปตามที่อธิบดีกำหนดโดยทำเอกสารให้ไว้ประจำตัวพนักงานสอบสวนคดีพิเศษผู้ได้รับอนุมัตินั้นและพนักงานสอบสวนคดีพิเศษผู้นั้นต้องแสดงเอกสารดังกล่าวต่อบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกครั้ง

มาตรา ๒๕ ในกรณีที่มีเหตุอันควรเชื่อได้ว่า เอกสารหรือข้อมูลข่าวสารอื่นใดซึ่งส่งทางไปรษณีย์โทรเลข โทรศัพท์โทรสาร คอมพิวเตอร์เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ในการสื่อสาร สื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือสื่อทางเทคโนโลยีสารสนเทศใด ถูกใช้หรืออาจถูกใช้เพื่อประโยชน์ในการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษพนักงานสอบสวนคดีพิเศษซึ่งได้รับอนุมัติจากอธิบดีเป็นหนังสือจะยื่นคำขอฝ่ายเดียวต่ออธิบดีผู้พิพากษาศาลอาญาเพื่อมีคำสั่งอนุญาตให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษได้มาซึ่งข้อมูลข่าวสารดังกล่าวก็ได้

การอนุญาตตามวรรคหนึ่ง ให้อธิบดีผู้พิพากษาศาลอาญาพิจารณาถึงผลกระทบต่อสิทธิส่วนบุคคลหรือสิทธิอื่นใดประกอบกับเหตุผลและความจำเป็นดังต่อไปนี้

(๑) มีเหตุอันควรเชื่อว่ามีการกระทำความผิดหรือจะมีการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษ

(๒) มีเหตุอันควรเชื่อว่าจะได้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษจากการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารดังกล่าว

(๓) ไม่อาจใช้วิธีการอื่นใดที่เหมาะสมหรือมีประสิทธิภาพมากกว่าได้

การอนุญาตตามวรรคหนึ่ง ให้อธิบดีผู้พิพากษาศาลอาญาสั่งอนุญาตได้คราวละไม่เกินเก้าสิบวันโดยกำหนดเงื่อนไขใด ๆ ก็ได้และให้ผู้เกี่ยวข้องกับข้อมูลข่าวสารในสิ่งสื่อสารตามคำสั่งดังกล่าวจะต้องให้ความร่วมมือเพื่อให้เป็นไปตามความในมาตรานี้ภายหลังที่มีคำสั่งอนุญาต หากปรากฏข้อเท็จจริงว่าเหตุผลความจำเป็นไม่เป็นไปตามที่ระบุหรือพฤติการณ์เปลี่ยนแปลงไป อธิบดีผู้พิพากษาศาลอาญาอาจเปลี่ยนแปลงคำสั่งอนุญาตได้ตามที่เห็นสมควร

เมื่อพนักงานสอบสวนคดีพิเศษได้ดำเนินการตามที่ได้รับอนุญาตแล้ว ให้รายงานการดำเนินการให้อธิบดีผู้พิพากษาศาลอาญาทราบ

บรรดาข้อมูลข่าวสารที่ได้มาตามวรรคหนึ่ง ให้เก็บรักษาเฉพาะข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษซึ่งได้รับอนุญาตตามวรรคหนึ่ง และให้ใช้ประโยชน์ในการสืบสวนหรือใช้เป็นพยานหลักฐานเฉพาะในการดำเนินคดีพิเศษดังกล่าวเท่านั้น ส่วนข้อมูลข่าวสารอื่นให้ทำลายเสียทั้งสิ้น ทั้งนี้ตามข้อบังคับที่ กคพ. กำหนด

มาตรา ๒๖ ห้ามมิให้บุคคลใดเปิดเผยข้อมูลข่าวสารที่ได้มาเนื่องจากการดำเนินการตามมาตรา ๒๕ เว้นแต่เป็นข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษซึ่งได้รับอนุญาตตามมาตรา ๒๕ และเป็นการปฏิบัติตามอำนาจหน้าที่หรือตามกฎหมายหรือตามคำสั่งศาล

มาตรา ๒๗ ในกรณีจำเป็นและเพื่อประโยชน์ในการดำเนินการตามพระราชบัญญัตินี้ให้อธิบดีหรือผู้ได้รับมอบหมายมีอำนาจให้บุคคลใด จัดทำเอกสารหรือหลักฐานใดขึ้นหรือเข้าไปแฝงตัวในองค์กรหรือกลุ่มคนใด เพื่อประโยชน์ในการสืบสวนสอบสวน ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อบังคับที่อธิบดีกำหนด

การจัดทำเอกสารหรือหลักฐานใด หรือการเข้าไปแฝงตัวในองค์กร หรือกลุ่มคนใดเพื่อประโยชน์ในการสืบสวนสอบสวนตามวรรคหนึ่ง ให้ถือว่าเป็นการกระทำโดยชอบ

มาตรา ๒๘ ให้พนักงานสอบสวนคดีพิเศษ มีอำนาจเก็บรักษาของกลางหรือมอบหมายให้ผู้อื่นเป็นผู้เก็บรักษา ในกรณีที่ของกลางนั้น ไม่เหมาะสมที่จะเก็บรักษา หรือเก็บรักษาไว้จะเป็นภาระแก่ทางราชการ ให้อธิบดีมีอำนาจสั่งให้นำของกลางนั้น ออกขายทอดตลาดหรือนำไปใช้ประโยชน์ของทางราชการ โดยอาจหักค่าใช้จ่ายได้ ทั้งนี้ตามระเบียบที่กระทรวงยุติธรรมกำหนด

มาตรา ๒๙ เพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้ให้กรมสอบสวนคดีพิเศษได้รับยกเว้นไม่อยู่ภายใต้บังคับกฎหมายว่าด้วยอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง และสิ่งเทียมอาวุธปืน และกฎหมายว่าด้วยการควบคุมยุทธภัณฑ์เช่นเดียวกับราชการทหารและตำรวจตามกฎหมายดังกล่าว ทั้งนี้การมีและใช้อาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง สิ่งเทียมอาวุธปืน และยุทธภัณฑ์ให้เป็นไปตามระเบียบที่กระทรวงยุติธรรมกำหนด

มาตรา ๓๐ ในการสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษคดีใดมีเหตุจำเป็นต้องใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านเป็นพิเศษ อธิบดีอาจแต่งตั้งบุคคลซึ่งมีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านนั้นเป็นที่ปรึกษาคดีพิเศษได้

ให้ที่ปรึกษาคดีพิเศษได้รับค่าตอบแทนตามที่กำหนดในระเบียบของกระทรวงยุติธรรมโดยความเห็นชอบของกระทรวงการคลัง

มาตรา ๓๑ ค่าใช้จ่ายสำหรับการสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษและวิธีการเบิกเงินทดรองจ่ายให้เป็นไปตามระเบียบกระทรวงยุติธรรม โดยได้รับความเห็นชอบจากกระทรวงการคลัง

มาตรา ๓๒ ในกรณีที่ กคพ. เห็นว่า เพื่อประสิทธิภาพในการปราบปรามการกระทำความผิดคดีพิเศษ กคพ. จะให้ความเห็นชอบให้คดีพิเศษคดีหนึ่งคดีใดหรือคดีประเภทใดต้องมีพนักงานอัยการหรืออัยการทหาร แล้วแต่กรณีมาสอบสวนร่วมกับพนักงานสอบสวนคดีพิเศษหรือมาปฏิบัติหน้าที่ร่วมกับพนักงานสอบสวนคดีพิเศษเพื่อให้คำแนะนำและตรวจสอบพยานหลักฐานตั้งแต่ชั้นเริ่มการสอบสวน แล้วแต่กรณีก็ได้เว้นแต่การสอบสวนคดีพิเศษที่มีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๑) (ค) หรือ (ง) ต้องมีพนักงานอัยการหรืออัยการทหารมาสอบสวนร่วมกับพนักงานสอบสวนคดีพิเศษทุกคดีแล้วแต่กรณี ทั้งนี้การสอบสวนร่วมกันหรือการปฏิบัติหน้าที่ร่วมกันดังกล่าวให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ กคพ. กำหนด

มาตรา ๓๓ ในกรณีที่มีความจำเป็นเพื่อประโยชน์ในการสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ รัฐมนตรีอาจเสนอให้นายกรัฐมนตรีในฐานะหัวหน้ารัฐบาลมีคำสั่งตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการแผ่นดินให้เจ้าหน้าที่ของรัฐในหน่วยงานอื่นมาปฏิบัติหน้าที่ในกรมสอบสวนคดีพิเศษเพื่อช่วยเหลือในการสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษนั้นได้

ให้เจ้าหน้าที่ของรัฐตามวรรคหนึ่งเป็นพนักงานสอบสวนคดีพิเศษหรือเจ้าหน้าที่คดีพิเศษสำหรับการสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษที่ได้รับการแต่งตั้ง

มาตรา ๓๔ ในกรณีที่พนักงานอัยการหรืออัยการทหาร แล้วแต่กรณีมีคำสั่งไม่ฟ้องคดีซึ่งได้สอบสวนโดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ ให้การทำความเห็นแย้งตามมาตรา ๑๔๕ แห่งประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญาหรือกฎหมายเกี่ยวกับวิธีพิจารณาความอาญาอื่นเป็นอำนาจหน้าที่ของอธิบดีหรือผู้ดำรงตำแหน่งอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

หมวด ๔

คณะกรรมการพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ

มาตรา ๓๕ ให้มีคณะกรรมการพนักงานสอบสวนคดีพิเศษคณะหนึ่ง เรียกโดยย่อว่า “กพศ.” ประกอบด้วย

(๑) ผู้แทนสำนักงาน ก.พ. ผู้แทนสำนักงานอัยการสูงสุด ผู้แทนสำนักงานตำรวจแห่งชาติ และผู้แทนกรมพระธรรมนูญ

(๒) คณบดีคณะนิติศาสตร์หรือเทียบเท่าของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐทุกแห่งซึ่งเลือกกันเองให้เหลือหนึ่งคน และคณบดีคณะนิติศาสตร์หรือเทียบเท่าของสถาบันอุดมศึกษาของเอกชนทุกแห่งซึ่งเลือกกันเองให้เหลือหนึ่งคน

(๓) พนักงานสอบสวนคดีพิเศษในตำแหน่งระดับ ๘ ขึ้นไปซึ่งได้รับเลือกจากพนักงานสอบสวนคดีพิเศษด้วยกันเองจำนวนสามคน

(๔) ข้าราชการในกระทรวงยุติธรรมในตำแหน่งระดับ ๙ ขึ้นไปซึ่งมิใช่ข้าราชการในกรมสอบสวนคดีพิเศษที่ปลัดกระทรวงยุติธรรมแต่งตั้งจำนวนสามคน

ให้กรรมการตามวรรคหนึ่งเลือกกรรมการด้วยกันเองคนหนึ่งเป็นประธานกรรมการแล้วเสนอให้รัฐมนตรีเป็นผู้ออกคำสั่งแต่งตั้ง

ให้อธิบดีแต่งตั้งข้าราชการในกรมสอบสวนคดีพิเศษซึ่งดำรงตำแหน่งตั้งแต่ระดับ ๘ ขึ้นไปคนหนึ่งทำหน้าที่เป็นเลขานุการที่ประชุม

หลักเกณฑ์และวิธีการ ในการเลือกกรรมการตามวรรคหนึ่ง (๓) ให้เป็นไปตามระเบียบที่กระทรวงยุติธรรมกำหนด

มาตรา ๓๖ กรรมการตามมาตรา ๓๕ วรรคหนึ่ง (๒) (๓) และ (๔) มีวาระการดำรงตำแหน่งคราวละสองปีผู้ซึ่งพ้นจากตำแหน่งอาจได้รับการแต่งตั้งอีกได้แต่จะดำรงตำแหน่งรวมกันเกินสามวาระไม่ได้

นอกจากการพ้นจากตำแหน่งตามวาระ กรรมการตามวรรคหนึ่งพ้นจากตำแหน่งเมื่อ

(๑) ตาย

(๒) ลาออก

(๓) พ้นจากการเป็นคณบดีหรือการเป็นข้าราชการในกระทรวงยุติธรรม

(๔) กพศ. มีมติด้วยคะแนนเสียงไม่น้อยกว่าสามในสี่ของจำนวนกรรมการทั้งหมดให้พ้นจากตำแหน่ง เนื่องจากการกระทำหรือมีพฤติการณ์ไม่เหมาะสมในการปฏิบัติหน้าที่กรรมการพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ

สำหรับกรณีการพ้นจากตำแหน่งคณบดีเพราะครบวาระการเป็นคณบดีนั้น ให้กรรมการผู้นั้นปฏิบัติหน้าที่ต่อไปจนครบวาระการเป็นกรรมการ

ให้นำบทบัญญัติมาตรา ๗ วรรคสอง มาตรา ๘ และมาตรา ๑๑ มาใช้บังคับโดยอนุโลม

มาตรา ๓๗ ในกรณีที่ผู้บังคับบัญชาของพนักงานสอบสวนคดีพิเศษจะมีคำสั่ง ดังต่อไปนี้

(๑) ย้ายพนักงานสอบสวนคดีพิเศษไปดำรงตำแหน่งอื่นอันมิใช่การเลื่อนตำแหน่งให้สูงขึ้น หรือย้ายประจำปีหรือเป็นกรณีที่อยู่ในระหว่างถูกดำเนินการทางวินัยหรือเป็นกรณีตกเป็นจำเลยในคดีอาญาที่ศาลมีคำสั่งประทับฟ้องแล้ว

(๒) ไม่เลื่อนขั้นเงินเดือนประจำปีให้แก่พนักงานสอบสวนคดีพิเศษ

(๓) ลงโทษทางวินัยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ

ให้ผู้บังคับบัญชาส่งความเห็นของตนพร้อมด้วยเหตุผลไปยัง กพศ. เพื่อพิจารณาให้ความเห็นว่าคำสั่งนั้นเป็นไปโดยถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่

การพิจารณาให้ความเห็น กพศ. ต้องกระทำให้แล้วเสร็จภายในสิบห้าวันนับแต่วันที่ได้รับความเห็นของผู้บังคับบัญชา

ในกรณีที่ กพศ. มีความเห็นต่างไปจากความเห็นของผู้บังคับบัญชา ผู้บังคับบัญชาจะมีคำสั่งตามความเห็นของตนก็ได้แต่ต้องแสดงเหตุผลของการไม่เห็นด้วยกับความเห็นของ กพศ. ไว้ในคำสั่งด้วย

มาตรา ๓๘ เมื่อสิ้นปีงบประมาณ ให้ กพศ. สรุปผลการปฏิบัติงานและข้อสังเกตเสนอต่อรัฐมนตรีและให้กรมสอบสวนคดีพิเศษสนับสนุนการจัดทำรายงานของ กพศ.

หมวด ๕

บทกำหนดโทษ

มาตรา ๓๙ ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา ๒๖ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สามปีถึงห้าปีหรือปรับตั้งแต่หกหมื่นบาทถึงหนึ่งแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ถ้าการกระทำความผิดตามวรรคหนึ่งเป็นการกระทำโดยพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ เจ้าหน้าที่คดีพิเศษ พนักงานอัยการ หรืออัยการทหารที่เข้าร่วมสอบสวนหรือเข้าร่วมปฏิบัติหน้าที่ตามมาตรา ๓๒ หรือผู้ที่เข้าร่วมปฏิบัติหน้าที่ตามมาตรา ๒๒/๑ หรือตามมาตรา ๒๕ ผู้กระทำต้องระวางโทษเป็นสามเท่าของโทษที่กำหนดไว้ในวรรคหนึ่ง

มาตรา ๔๐ ผู้ใดปฏิบัติหน้าที่ตามมาตรา ๒๗ กระทำการนอกเหนือวัตถุประสงค์ในการสืบสวนสอบสวนตามพระราชบัญญัตินี้เพื่อแสวงหาประโยชน์อันมิชอบสำหรับตนเองหรือผู้อื่น ให้ผู้นั้นไม่ได้รับการคุ้มครองตามมาตรา ๒๗ วรรคสอง ถ้าการกระทำนั้นเป็นความผิดอาญาให้ระวางโทษเป็นสองเท่าของโทษที่กำหนดไว้สำหรับความผิดนั้น

มาตรา ๔๑ ผู้ใดไม่ให้ความสะดวก หรือไม่ให้ถ้อยคำ หรือไม่ส่งบัญชีเอกสารหรือหลักฐานใดแก่พนักงานสอบสวนคดีพิเศษตามมาตรา ๒๔ วรรคหนึ่ง (๓) หรือ (๔) แล้วแต่กรณีต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหนึ่งปีหรือปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

บทเฉพาะกาล

มาตรา ๔๒ ก่อนหรือภายในหนึ่งปีนับแต่วันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ มิให้นำมาตรา ๑๕ วรรคสอง มาตรา ๑๖ วรรคสอง มาตรา ๑๘ และมาตรา ๑๙ มาใช้บังคับกับการบรรจุและแต่งตั้งพนักงานสอบสวนคดีพิเศษและเจ้าหน้าที่คดีพิเศษ แล้วแต่กรณีโดยให้การบรรจุและแต่งตั้งเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบข้าราชการพลเรือน

ให้ถือว่าผู้ได้รับการบรรจุและแต่งตั้งเป็นอธิบดีรองอธิบดีพนักงานสอบสวนคดีพิเศษและเจ้าหน้าที่คดีพิเศษตามวรรคหนึ่งเป็นอธิบดีรองอธิบดีพนักงานสอบสวนคดีพิเศษและเจ้าหน้าที่คดีพิเศษตามพระราชบัญญัตินี้

มาตรา ๔๓ ในวาระเริ่มแรกที่ยังไม่มีการแต่งตั้งกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิให้ กคพ. ประกอบด้วยกรรมการโดยตำแหน่ง เพื่อปฏิบัติหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้แต่ต้องไม่เกินหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ

มาตรา ๔๔ บรรดาคดีพิเศษที่ค้างการดำเนินการและคดียังไม่ถึงที่สุดอยู่ในวันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับให้ยังคงเป็นอำนาจหน้าที่ของพนักงานผู้มีอำนาจสอบสวนคดีอาญาตามกฎหมายนั้น ๆ ต่อไปจนคดีถึงที่สุด เว้นแต่ กคพ. จะมีมติให้เป็นอำนาจหน้าที่ของพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ

ผู้รับสนองพระบรมราชโองการ

พันตำรวจโท ทักษิณ ชินวัตร

นายกรัฐมนตร

บัญชีท้ายพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗

(๑) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการกู้ยืมเงินที่เป็นการฉ้อโกงประชาชน

(๒) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการแข่งขันทางการค้า

(๓) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการธนาคารพาณิชย์

(๔) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการประกอบธุรกิจเงินทุน ธุรกิจหลักทรัพย์และธุรกิจเครดิตฟองซิเอร์

(๕) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการเล่นแชร์

(๖) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมการแลกเปลี่ยนเงิน

(๗) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยความผิดเกี่ยวกับการเสนอราคาต่อหน่วยงานของรัฐ

(๘) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการคุ้มครองแบบผังภูมิของวงจรรวม

(๙) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการคุ้มครองผู้บริโภค

(๑๐) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยเครื่องหมายการค้า

(๑๑) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยเงินตรา

(๑๒) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการชดเชยค่าภาษีอากรสินค้าส่งออกที่ผลิตในราชอาณาจักร

(๑๓) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยดอกเบี้ยเงินให้กู้ยืมของสถาบันการเงิน

(๑๔) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยธนาคารแห่งประเทศไทย

(๑๕) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยบริษัทมหาชนจำกัด

(๑๖) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการฟอกเงิน

(๑๗) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

(๑๘) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยลิขสิทธิ์

(๑๙) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการลงทุน

(๒๐) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

(๒๑) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตร

(๒๒) คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์

หมายเหตุ :- เหตุผลในการประกาศใช้พระราชบัญญัติฉบับนี้คือ ตามที่ได้มีการปรับปรุงอำนาจหน้าที่กระทรวงยุติธรรมโดยจัดให้มีกรมสอบสวนคดีพิเศษ เพื่อรับผิดชอบในการดำเนินการเกี่ยวกับคดีอาญาบางประเภทที่กำหนดให้อยู่ในอำนาจหน้าที่ของกรมสอบสวนคดีพิเศษ และโดยที่คดีดังกล่าวจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเป็นผู้ดำเนินการสืบสวนและสอบสวน รวมทั้งกำหนดอำนาจหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ดังกล่าว เพื่อให้การป้องกันและปราบปรามการกระทำความผิดอาญาดังกล่าวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงสมควรกำหนดให้มีพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ เจ้าหน้าที่คดีพิเศษ และวิธีการสืบสวนและสอบสวนคดีพิเศษ เพื่อปฏิบัติหน้าที่ดังกล่าวเป็นการเฉพาะ จึงจำเป็นต้องตราพระราชบัญญัตินี้

พระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๑๑๒

หมายเหตุ :- เหตุผลในการประกาศใช้พระราชบัญญัติฉบับนี้คือ โดยที่พระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗ มีบทบัญญัติบางประการที่ไม่สามารถนำมาบังคับใช้ในการดำเนินคดีพิเศษได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานตามภาระหน้าที่ของกรมสอบสวนคดีพิเศษ สมควรปรับปรุงเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องตราพระราชบัญญัตินี้

ประกาศ กคพ.

(ฉบับที่ ๘) พ.ศ. ๒๕๖๕

เรื่อง กำหนดรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษ
ตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๑) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๐ (๒) และมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๑) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๑ กคพ. จึงออกประกาศ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศ กคพ. (ฉบับที่ ๘) พ.ศ. ๒๕๖๕ เรื่อง กำหนดรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษ ตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๑) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกประกาศ กคพ. (ฉบับที่ ๗) พ.ศ. ๒๕๖๒ เรื่อง กำหนดรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดที่เป็นคดีพิเศษ ตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๑) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗ ลงวันที่ ๘ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๒

ข้อ ๔ ให้คดีความผิดทางอาญาตามกฎหมายที่ก าหนดไว้ในบัญชีท้ายพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗ และคดีความผิดทางอาญาตามกฎหมายที่กำหนดเพิ่มเติมโดยกฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดคดีพิเศษเพิ่มเติมตามกฎหมายว่าด้วยการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗ กฎกระทรวงว่าด้วยการกำนดคดีพิเศษเพิ่มเติมตามกฎหมายว่าด้วยการสอบสวนคดีพิเศษ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๕ และกฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดคดีพิเศษเพิ่มเติมตามกฎหมายว่าด้วยการสอบสวนคดีพิเศษ (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๕๙ ซึ่งมีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใด ตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๑) (ก) (ข) (ค) (ง) หรือ (จ) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๑ เฉพาะความผิดซึ่งมีรายละเอียดตามที่กำหนดไว้ในบัญชีท้ายประกาศนี้ ให้อธิบดีกรมสอบสวนคดีพิเศษมีคำสั่งให้ทำการสอบสวนเป็นคดีพิเศษที่จะต้องดำเนินการสืบสวนและสอบสวนตามพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพิเศษ พ.ศ. ๒๕๔๗

ข้อ ๕ ให้บรรดาคดีพิเศษตามประกาศ กคพ. ที่ระบุไว้ในข้อ ๓ ที่ไม่ได้เป็นคดีพิเศษตามข้อ ๔ ซึ่งอธิบดีกรมสอบสวนคดีพิเศษมีคำสั่งให้ทำการสอบสวนแล้วและอยู่ระหว่างการดำเนินการของพนักงานสอบสวนคดีพิเศษในวันก่อนวันที่ประกาศฉบับนี้มีผลใช้บังคับยังคงเป็นคดีพิเศษซึ่งอยู่ในอำนาจหน้าที่ของพนักงานสอบสวนคดีพิเศษต่อไปจนกว่าคดีจะถึงที่สุด

ข้อ ๖ เพื่อประโยชน์ในการสืบสวนสอบสวนคดีพิเศษ ในกรณีที่มีข้อโต้แย้งหรือข้อสงสัยว่าการกระทำความผิดใดตามบัญชีท้ายประกาศเป็นคดีพิเศษหรือไม่ ให้ กคพ. เป็นผู้ชี้ขาด

ประกาศ ณ วันที่ ๑๒ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

วิษณุ เครืองาม

รองนายกรัฐมนตรี ปฏิบัติราชการแทน

นายกรัฐมนตรี

ประธานกรรมการคดีพิเศษ

บัญชีทายประกาศ กคพ.
(ฉบับที่ ๘) พ.ศ. ๒๕๖๕
เรื่อง กำหนดรายละเอียดของลักษณะของการกระทำความผิดทเป็นคดีพิเศษ
ตามมาตรา ๒๑ วรรคหนึ่ง (๑) แห่งพระราชบัญญัติการสอบสวนคดีพเศษิ พ.ศ. ๒๕๔๗

---

๑. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการกู้ยืมเงินที่เป็นการฉ้อโกงประชาชน

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๑๒ มาตรา ๑๕ แห่งพระราชกำหนดการกู้ยืมเงินที่เป็นการฉ้อโกงประชาชน พ.ศ. ๒๕๒๗ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลค่าน่าเชื่อว่ามีจำนวนผู้เสียหายตั้งแต่สามร้อยคนขึ้นไป หรือมีจำนวนเงินที่กู้ยืมรวมกันตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป

๒. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมการแลกเปลี่ยนเงิน

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๘ และมาตรา ๘ ทวิแห่งพระราชบัญญัติควบคุมการแลกเปลี่ยนเงิน พ.ศ. ๒๔๘๕ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีราคาหรือมูลค่าเป็นเงินตราต่างประเทศตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป

๓. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยความผิดเกี่ยวกับการเสนอราคาต่อหน่วยงานของรัฐ

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๔ มาตรา ๕ มาตรา ๖ มาตรา ๗ มาตรา ๘ มาตรา ๑๐ มาตรา ๑๑ มาตรา ๑๒ และมาตรา ๑๓ แห่งพระราชบัญญัติว่าด้วยความผิดเกี่ยวกับการเสนอราคาต่อหน่วยงานของรัฐ พ.ศ. ๒๕๔๒ ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีการกระทำความผิดเกี่ยวกับการเสนอราคาเพื่อเป็นผู้มีสิทธิทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐ ซึ่งมีวงเงินหรือมูลค่าตั้งแต่สามสิบล้านบาทขึ้นไป

๔. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการคุ้มครองผู้บริโภค

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๔๗ และมาตรา ๔๘ แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. ๒๕๒๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าสินค้าหรือบริการตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไปหรือมีจำนวนผู้เสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยคนขึ้นไป ทั้งนี้ไม่รวมถึงการฝ่าฝืนมาตรา ๒๓ มาตรา ๒๔ มาตรา ๒๕ และมาตรา ๒๖ แห่งพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. ๒๕๒๒ และคดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๕๘ และมาตรา ๕๙

๕. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยเครื่องหมายการค้า

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๑๐๘ มาตรา ๑๐๙ มาตรา ๑๐๙/๑ มาตรา ๑๑๐ และมาตรา ๑๑๔ แห่งพระราชบัญญัติเครื่องหมายการค้า พ.ศ. ๒๕๓๔ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลค่าน่าเชื่อว่ามีการกระทำความผิดในลักษณะเป็นแหล่งผลิตแหล่งจำหน่ายสถานที่รับซื้อสถานที่เก็บสินค้า หรือได้นำเข้ามาในราชอาณาจักร โดยมีสิ่งของหรือสินค้าไว้ในความครอบครองเพื่อจะใช้ในการกระทำความผิด หรือซึ่งได้มาโดยการกระทำความผิด หรือซึ่งมีไว้เป็นความผิดอันมีมูลค่าตามราคาท้องตลาดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป หรือคดีที่น่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายอันเกิดจากการกระทำความผิดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป

๖. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยบริษัทมหาชนจำกัด

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๑๙๓ มาตรา ๑๙๗ มาตรา ๒๑๖ มาตรา ๒๑๗ มาตรา ๒๒๑ และมาตรา ๒๒๒ แห่งพระราชบัญญัติบริษัทมหาชนจำกัด พ.ศ. ๒๕๓๕ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป

๗. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการฟอกเงิน

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๖๐ และมาตรา ๖๑ แห่งพระราชบัญญัติป้องกันและปราบปรามการฟอกเงิน พ.ศ. ๒๕๔๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีความผิดมูลฐานเป็นคดีพิเศษซึ่งอยู่ในอำนาจของพนักงานสอบสวนคดีพิเศษ หรือคดีความผิดมูลฐานที่เป็นคดีอาญาอื่นที่มีมูลน่าเชื่อว่ามีทรัพย์สินที่เกี่ยวกับการกระทำความผิดที่มีมูลค่าตั้งแต่สามร้อยล้านบาทขึ้นไป

๘. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๔๘ มาตรา ๔๘ ทวิแห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าผลิตภัณฑ์ตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไป หรือมีจำนวนผู้เสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยคนขึ้นไปหรือมีจำนวนผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยหรืออาจเป็นอันตรายต่อประชาชน จำนวนห้าหมื่นหน่วยขึ้นไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์

๙. คดีความผิดตามกฎหมายลิขสิทธิ์

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๖๙ มาตรา ๖๙/๑ มาตรา ๗๐ และมาตรา ๗๐/๑ แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์พ.ศ. ๒๕๓๗ ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีการกระทำความผิดในลักษณะเป็นแหล่งผลิต แหล่งจำหน่าย สถานที่รับซื้อ สถานที่เก็บสินค้า หรือได้นำเข้ามาในราชอาณาจักร โดยมีสิ่งของหรือสินค้าไว้ในความครอบครองเพื่อจะใช้ในการกระทำความผิด หรือซึ่งได้มาโดยการกระทำความผิด หรือซึ่งมีไว้เป็นความผิดอันมีมูลค่าตามราคาท้องตลาดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป หรือคดีที่น่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายอันเกิดจาก การกระทำความผิดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป

๑๐. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตร

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๘๕ มาตรา ๘๖ และมาตรา ๘๘ แห่งพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. ๒๕๒๒ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีการกระทำความผิดในลักษณะเป็นแหล่งผลิต แหล่งจำหน่าย สถานที่รับซื้อ สถานที่เก็บสินค้า หรือได้นำเข้ามาในราชอาณาจักร โดยมีสิ่งของหรือสินค้าไว้ในความครอบครองเพื่อจะใช้ในการกระทำความผิด หรือซึ่งได้มาโดยการกระทำความผิด หรือซึ่งมีไว้เป็นความผิดอันมีมูลค่าตามราคาท้องตลาดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป หรือคดีที่น่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายอันเกิดจากการกระทำความผิดตั้งแต่ห้าล้านบาทขึ้นไป

๑๑. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๒๗๘ มาตรา ๒๘๑/๒ วรรคสอง มาตรา ๒๘๘ มาตรา ๒๘๙ มาตรา ๒๙๖ มาตรา ๒๙๖/๑ มาตรา ๓๐๐ เฉพาะความผิดตามมาตรา ๒๗๘ มาตรา ๒๘๘ มาตรา ๒๘๙ และมาตรา ๓๐๖ ถึงมาตรา ๓๑๕ แห่งพระราชบัญญัติหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ พ.ศ. ๒๕๓๕ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป

๑๒. คดีความผิดตามประมวลรัษฎากร

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๓๗ มาตรา ๙๐/๔ มาตรา ๙๐/๕ และมาตรา ๙๑/๒๑ (๗) แห่งประมวลรัษฎากรและที่แก้ไขเพิ่มเติม ไม่ว่าจะเป็นความผิดกรรมเดียวหรือหลายกรรมต่างกัน ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่าเป็นเหตุให้รัฐขาดรายได้เป็นเงินภาษีอากรรวมเบี้ยปรับและเงินเพิ่ม หรือทุจริตขอคืนภาษีอากร ตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป

๑๓. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยศุลกากร

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๒๐๕ มาตรา ๒๐๖ มาตรา ๒๔๒ มาตรา ๒๔๓ มาตรา ๒๔๔ มาตรา ๒๔๕ มาตรา ๒๔๖ มาตรา ๒๔๗ และมาตรา ๒๕๓ แห่งพระราชบัญญัติศุลกากร พ.ศ. ๒๕๖๐ ไม่ว่าจะเป็นความผิดกรรมเดียวหรือหลายกรรมต่างกัน ที่มีมูลค่าราคาของรวมค่าภาษีอากรทุกประเภทเข้าด้วยกันแล้วรวมเป็นเงินตั้งแต่สามสิบล้านบาทขึ้นไป หรือมีการฉ้อค่าอากรหรือขอคืนค่าอากรโดยทุจริต รวมเป็นเงินค่าภาษีอากรทุกประเภทตั้งแต่สามสิบล้านบาทขึ้นไป

๑๔. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยภาษีสรรพสามิต

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๑๘๖ มาตรา ๒๐๒ มาตรา ๒๐๓ มาตรา ๒๐๔ และมาตรา ๒๐๘ แห่งพระราชบัญญัติภาษีสรรพสามิต พ.ศ. ๒๕๖๐ ไม่ว่าจะเป็นความผิดกรรมเดียวหรือหลายกรรมต่างกัน ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าสินค้าหรือรายรับของสถานบริการรวมเป็นเงินตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไป หรือมีปริมาณยาสูบหรือยาเส้นน้ำหนักตั้งแต่หนึ่งล้านกรัมขึ้นไป หรือมีปริมาณสุราตั้งแต่ห้าพันลิตรขึ้นไป

๑๕. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๕ มาตรา ๖ มาตรา ๗ มาตรา ๘ มาตรา ๙ มาตรา ๑๐ มาตรา ๑๑ มาตรา ๑๒ มาตรา ๑๔ และมาตรา ๑๗ แห่งพระราชบัญญัติว่าด้วยการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์พ.ศ. ๒๕๕๐ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีลักษณะหนึ่งลักษณะใดดังนี้

(๑) มีผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นฐานสำคัญทางสารสนเทศของประเทศ ด้านความมั่นคงและบริการภาครัฐที่สำคัญ ด้านการเงิน ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและโทรคมนาคม ด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ ด้านพลังงานและสาธารณูปโภค ด้านสาธารณสุข หรือด้านกระบวนการยุติธรรม

(๒) มีผลกระทบต่อความมั่นคงของประเทศ

(๓) มีผลกระทบต่อความสงบเรียบร้อยของสังคมหรือศีลธรรมอันดีของประชาชนอย่างร้ายแรง

(๔) มีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจ การเงินการคลังของประเทศ

๑๖. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการประกอบธุรกิจของคนต่างด้าว

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๓๔ มาตรา ๓๕ มาตรา ๓๖ มาตรา ๓๗ มาตรา ๓๘ และมาตรา ๔๑ แห่งพระราชบัญญัติการประกอบธุรกิจของคนต่างด้าว พ.ศ.๒๕๔๒ ที่เป็นการกล่าวหานิติบุคคล หรือคนต่างด้าวซึ่งมีสินทรัพย์ตามงบแสดงฐานะการเงินรวมกันตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป

๑๗. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามการค้ามนุษย์

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๕๒ มาตรา ๕๒/๑ มาตรา ๕๓ มาตรา ๕๓/๑ มาตรา ๕๓/๒ มาตรา ๕๔ มาตรา ๕๕ มาตรา ๕๖ และมาตรา ๕๖/๑ แห่งพระราชบัญญัติป้องกันและปราบปรามการค้ามนุษย์พ.ศ. ๒๕๕๑ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้

(๑) มีเจ้าหน้าที่ของรัฐมาเกี่ยวข้อง หรือมีความเชื่อมโยงกับต่างประเทศ

(๒) ได้รับคำร้องขอจากหน่วยงานภาครัฐ หรือหน่วยงานภาครัฐของต่างประเทศหรือองค์การเอกชน

(๓) ได้รับการร้องขอจากผู้เสียหายตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา

(๔) มีรายได้หรือเงินทุนหมุนเวียนในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการค้ามนุษย์มากกว่าหนึ่งแสนบาทต่อวัน

(๕) ผู้กระทำความผิดที่มีลักษณะต่อเนื่อง เป็นเครือข่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ

(๖) มีการกระทำในลักษณะเปิดเป็นสถานบริการที่มีขนาดใหญ่ เปิดทำการอย่างเห็นได้ชัดโดยไม่เกรงกลัวกฎหมาย

๑๘. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยแร่

(๑) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๑๕๙ แห่งพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. ๒๕๖๐ ที่เป็นการกระทำต่อแร่ปริมาณตั้งแต่ห้าพันตันขึ้นไป หรือเป็นเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือมูลค่าของแร่รวมกันตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไป

(๒) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๑๖๓ แห่งพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. ๒๕๖๐ ที่มีการซื้อขาย ครอบครอง เก็บ หรือขนแร่ปริมาณตั้งแต่ห้าสิบตันขึ้นไป หรือมูลค่าของแร่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป

(๓) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๑๖๖ แห่งพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. ๒๕๖๐ ที่ปรากฏว่าแร่ที่มีการฝ่าฝืนประกาศตามกฎหมายมีปริมาณตั้งแต่ห้าสิบตันขึ้นไป หรือมูลค่าของแร่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป

(๔) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๑๖๙ และมาตรา ๑๗๐ แห่งพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. ๒๕๖๐ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นวงกว้างมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่หนึ่งร้อยไร่ขึ้นไป หรือจำนวนคนในพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนตั้งแต่หนึ่งร้อยคนขึ้นไป

๑๙. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยธุรกิจสถาบันการเงิน

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๑๒๑ มาตรา ๑๓๒ มาตรา ๑๓๙ มาตรา ๑๔๐ มาตรา ๑๔๑ มาตรา ๑๔๒ มาตรา ๑๔๓ มาตรา ๑๔๔ มาตรา ๑๔๕ มาตรา ๑๔๖ มาตรา ๑๔๗ มาตรา ๑๔๘ มาตรา ๑๔๙ และมาตรา ๑๕๐ แห่งพระราชบัญญัติธุรกิจสถาบันการเงิน พ.ศ. ๒๕๕๑ และที่แก้ไขเพิ่มเติม

๒๐. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย

(๑) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๗๓ แห่งพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. ๒๕๓๕ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีวัตถุอันตรายในความครอบครองตั้งแต่ห้าสิบลูกบาศก์เมตร หรือห้าสิบตันขึ้นไป หรือมีจำนวนผู้ที่ได้รับผลกระทบตั้งแต่หนึ่งร้อยคนขึ้นไป

(๒) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๗๔ มาตรา ๗๕ มาตรา ๗๖ และมาตรา ๗๘ แห่งพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. ๒๕๓๕ และที่แก้ไขเพิ่มเติมที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าวัตถุอันตราย ตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไป หรือมีจำนวนผู้เสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยคนขึ้นไป

๒๑. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า

(๑) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๘๙ วรรคสอง เฉพาะความผิดตามมาตรา ๒๒ วรรคหนึ่ง มาตรา ๙๓ เฉพาะความผิดตามมาตรา ๒๓ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๙๔ เฉพาะความผิดตามมาตรา ๒๕ วรรคหนึ่งแห่งพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. ๒๕๖๒ ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

(๒) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๙๙ แห่งพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. ๒๕๖๒ ที่มีการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าซึ่งมีเนื้อที่ตั้งแต่ยี่สิบห้าไร่ขึ้นไป หรือการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่ได้มีการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินตามประมวลกฎหมายที่ดินโดยมิชอบด้วยกฎหมายมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ยี่สิบห้าไร่ขึ้นไป หรือคดีที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

๒๒. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าไม้

(๑) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๖๙ แห่งพระราชบัญญัติป่าไม้พ.ศ. ๒๔๘๔ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายเป็นไม้สักหรือไม้พะยูงที่มีปริมาตรตั้งแต่สิบลูกบาศก์เมตรขึ้นไป

(๒) คดีความผิดที่มีบทกาหนดโทษตามมาตรา ๗๒ ตรีแห่งพระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. ๒๔๘๔ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่ป่ามีเนื้อที่ตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือการบุกรุกยึดถือ ครอบครองพื้นที่ป่าที่ได้มีการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินตามประมวลกฎหมายที่ดินโดยมิชอบด้วยกฎหมายมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือคดีที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

(๓) คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๗๓ เฉพาะความผิดตามมาตรา ๔๘ แห่งพระราชบัญญัติป่าไม้พ.ศ. ๒๔๘๔ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีหรือมีมูลน่าเชื่อว่ามีมูลค่าความเสียหายเป็นไม้สัก หรือไม้พะยูงที่มีปริมาตรตั้งแต่สิบลูกบาศก์เมตรขึ้นไป

๒๓. คดีความผิดตามกฎหมายว่าด้วยป่าสงวนแห่งชาติ

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๓๑ แห่งพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๐๗ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติมีเนื้อที่ตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติที่ได้มีการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินตามประมวลกฎหมายที่ดินโดยมิชอบด้วยกฎหมายมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือคดีที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

๒๔. คดีความผิตามกฎหมายว่าด้วยอุทยานแห่งชาติ

คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๔๑ แห่งพระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๒ ที่มีการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่อุทยานแห่งชาติมีเนื้อที่ตั้งแต่ยี่สิบห้าไร่ขึ้นไป หรือการบุกรุกยึดถือครอบครองพื้นที่อุทยานแห่งชาติที่ได้มีการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินตามประมวลกฎหมายที่ดิน โดยมิชอบด้วยกฎหมายมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ยี่สิบห้าไร่ขึ้นไป หรือคดีที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่ห้าสิบล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

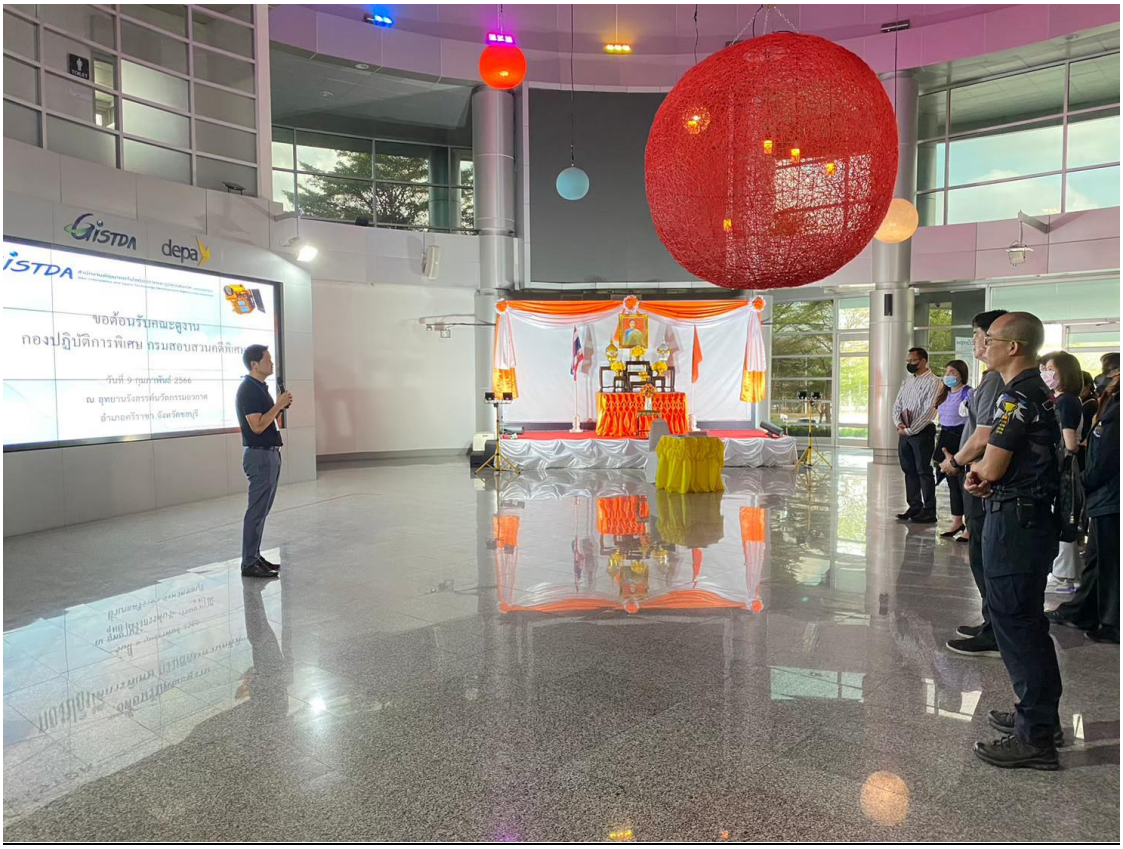
๒๕. คดีความผิดตามประมวลกฎหมายที่ดิน

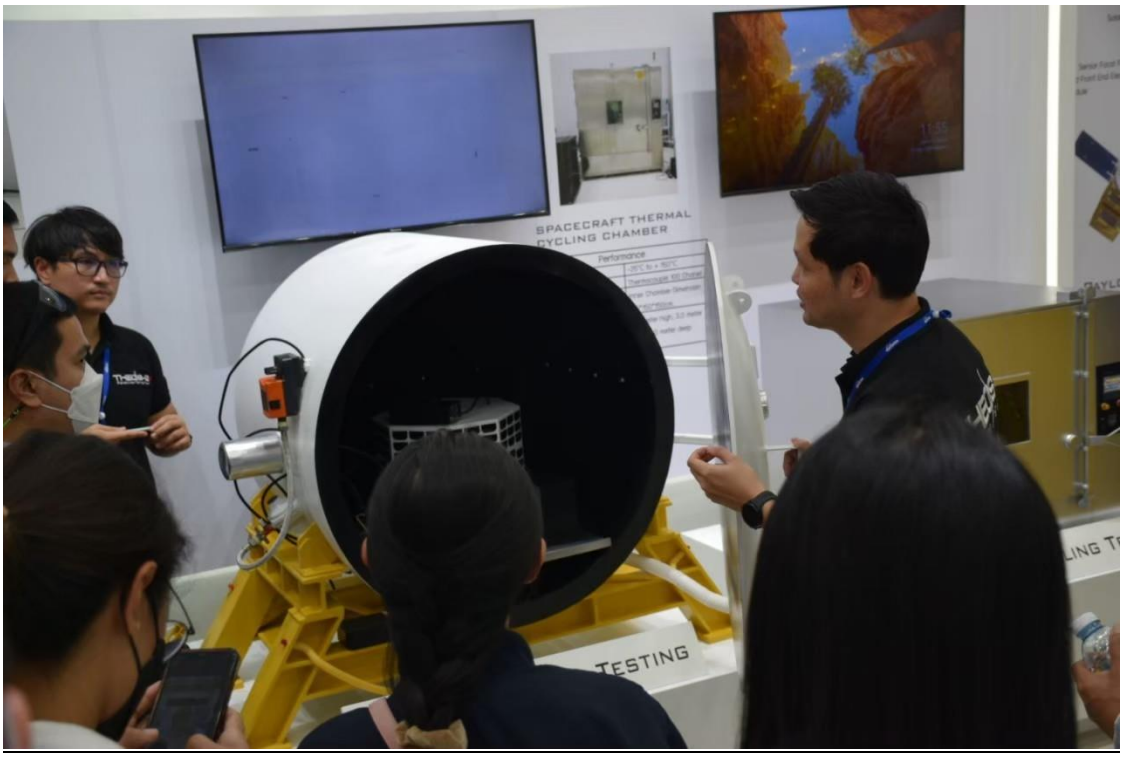
คดีความผิดที่มีบทกำหนดโทษตามมาตรา ๑๐๘ และมาตรา ๑๐๘ ทวิแห่งประมวลกฎหมายที่ดิน พ.ศ. ๒๔๙๗ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ที่มีการบุกรุกยึดถือครอบครองที่ดินของรัฐที่ยังมิได้มีบุคคลได้มาตามประมวลกฎหมายที่ดินมีเนื้อที่ตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือการบุกรุกยึดถือครอบครองที่ดินของรัฐที่ได้มีการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดินตามประมวลกฎหมายที่ดินโดยมิชอบด้วยกฎหมายมีเนื้อที่รวมกันตั้งแต่ห้าสิบไร่ขึ้นไป หรือคดีที่มีมูลค่าความเสียหายตั้งแต่หนึ่งร้อยล้านบาทขึ้นไป ทั้งนี้ตามราคาประเมินที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นผู้ประเมิน

ภาคผนวก ข

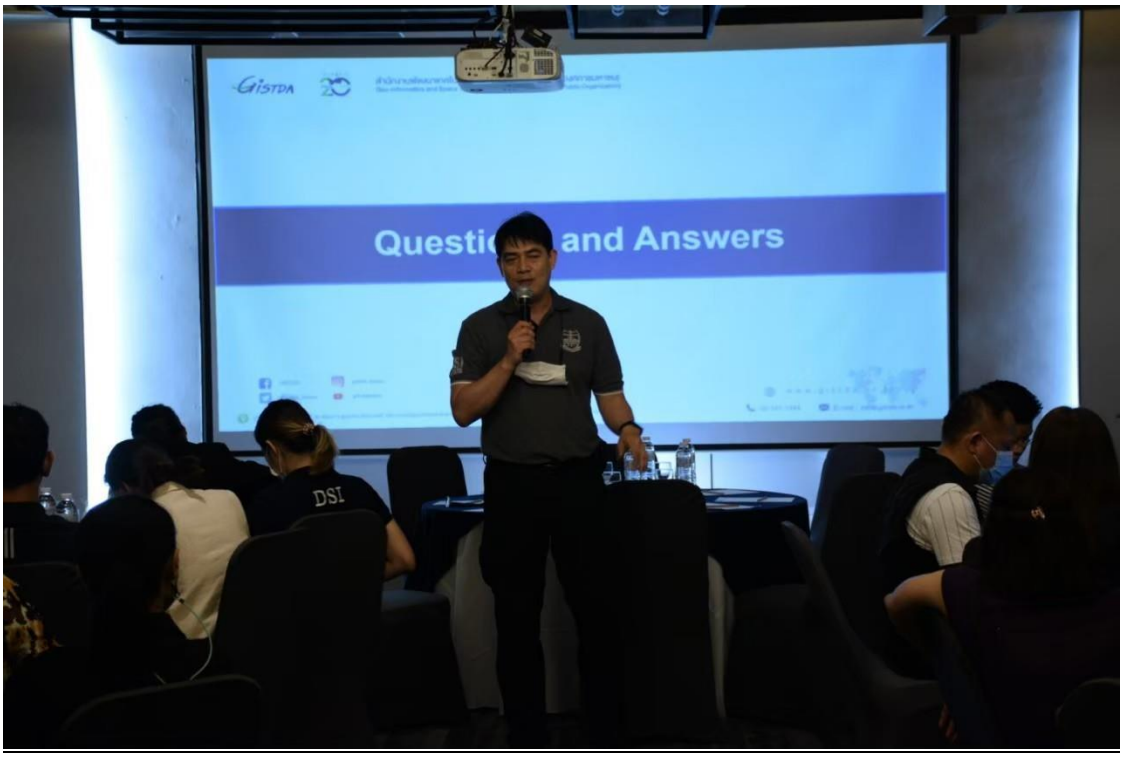
รูปภาพกิจกรรมการวิจัย

รูปภาพกิจกรรมการวิจัย




SPACECRAFT THERMAL
CYCLING CHAMBER
Performance
TESTING

PHYATHAI HOUSE


GISTDA
and Answers
DSI

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

พันตำรวจตรี จตุพล บงกชมาศ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2538	รัฐประศาสนศาสตรบัณฑิต โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
พ.ศ. 2543	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาประชากรศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล

ประสบการณ์การทำงาน/การรับราชการ

พ.ศ. 2551	พนักงานสอบสวนคดีพิเศษชำนาญการพิเศษ กรมสอบสวนคดีพิเศษ
พ.ศ. 2558	ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านคดีพิเศษ กรมสอบสวนคดีพิเศษ
พ.ศ. 2559	ผู้บัญชาการสำนักปฏิบัติการพิเศษ กรมสอบสวนคดีพิเศษ
พ.ศ. 2561	ผู้อำนวยการกองปฏิบัติการพิเศษ กรมสอบสวนคดีพิเศษ
พ.ศ. 2563 - 2565	ผู้อำนวยการกองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ
พ.ศ. 2565 – 2566	ผู้อำนวยการกองปฏิบัติการพิเศษ กรมสอบสวนคดีพิเศษ
พ.ศ. 2566 – ปัจจุบัน	ผู้อำนวยการกองปฏิบัติการคดีพิเศษภาค กรมสอบสวนคดีพิเศษ

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบันและสถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการกองปฏิบัติการคดีพิเศษภาค กรมสอบสวนคดีพิเศษ
สังกัด กองปฏิบัติการคดีพิเศษภาค กรมสอบสวนคดีพิเศษ (DSI)
128 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร

ประวัติเลขานุการโครงการวิจัย/ผู้วิจัย

นางสาวสุพัชราพร หมุดสุวรรณ์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547	นิติศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 2 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2554	Master of Arts, Foreign Affairs Police Central Police University, Taiwan

ประสบการณ์การทำงาน/การรับราชการ

พ.ศ. 2547	เจ้าหน้าที่คดีพิเศษปฏิบัติการ สำนักพัฒนาและสนับสนุนคดีพิเศษ กรมสอบสวนคดีพิเศษ
พ.ศ. 2556	เจ้าหน้าที่คดีพิเศษชำนาญการ สำนักกิจการต่างประเทศ และคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ กรมสอบสวนคดีพิเศษ
พ.ศ. 2559	พนักงานสอบสวนคดีพิเศษชำนาญการ สำนักเทคโนโลยี และศูนย์ข้อมูลการตรวจสอบ กรมสอบสวนคดีพิเศษ
พ.ศ. 2561 – 2566	พนักงานสอบสวนคดีพิเศษชำนาญการ กองกิจการต่างประเทศ และคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ กรมสอบสวนคดีพิเศษ
พ.ศ. 2566 – ปัจจุบัน	ผู้อำนวยการศูนย์ความร่วมมือระหว่างประเทศในเรื่องทางอาญา กองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ กรมสอบสวนคดีพิเศษ

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบันและสถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการศูนย์ความร่วมมือระหว่างประเทศในเรื่องทางอาญา (พนักงานสอบสวนคดีพิเศษชำนาญการพิเศษ) กองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ กรมสอบสวนคดีพิเศษ
สังกัด กองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ กรมสอบสวนคดีพิเศษ (DSI) 128 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร

ประวัติผู้ช่วยเลขานุการโครงการวิจัย/ผู้ช่วยผู้วิจัย

นายกานต์ รักษ์สุจิตรัตน์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2560 บริหารธุรกิจบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร

ประสบการณ์การทำงาน/การรับราชการ

พ.ศ. 2561 - 2564 เจ้าหน้าที่ตรวจสอบและเร่งรัดภาษีอากรค้าง
สำนักงานสรรพากรพื้นที่สุโขทัย กรมสรรพากร

พ.ศ. 2564 - ปัจจุบัน นักวิเทศสัมพันธ์ปฏิบัติการ
กองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ
กรมสอบสวนคดีพิเศษ

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบันและสถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง นักวิเทศสัมพันธ์ปฏิบัติการ ส่วนผู้เชี่ยวชาญภาษาต่างประเทศ
สังกัด กองกิจการต่างประเทศและคดีอาชญากรรมระหว่างประเทศ กรมสอบสวนคดีพิเศษ (DSI)
128 ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร