รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ได้รับทุนอุดหนุนจาก
กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ
(สำนักงาน กสทช.)

กทปส

คำนำ

การเติบโตของตลาดอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) หรือ โดรน (Drone) มีการเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในทศวรรษที่ผ่านมา ระบบสำหรับบริหารจัดการที่รองรับระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial System, UAS) ที่มีจำนวนมากขึ้น ที่มีศักยภาพรองรับภารกิจที่หลากหลาย เข้าถึงกลุ่มบุคคลได้หลากหลาย และมีราคาสามารถเข้าถึงได้ง่าย จึงเป็นเรื่องท้าทายสำหรับเทคโนโลยีปัจจุบัน การพัฒนาระบบการจัดการจราจรระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management system: UTM) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่มีทิศทางเติบโตควบคู่ขึ้นมากับขีดความสามารถทางด้าน ระบบควบคุมอัตโนมัติ การควบคุมหุ่นยนต์ และเทคโนโลยีอวกาศ ปัจจุบันจึงมีการศึกษา วิจัย และพัฒนาระบบดังกล่าวขึ้นในกลุ่มประเทศชั้นนำในหลายประเทศเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการใช้งานโดรน ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ประเทศในสหภาพยุโรป และประเทศในแถบเอเชียตะวันออก ได้แก่ ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ ไม่เพียงเท่านั้นปัจจุบันประเทศไทยมีการนำ UAS มาใช้สนับสนุนกิจการหลายด้านอย่างแพร่หลายมากขึ้น และในราคาปัจจุบันอยู่ในระดับประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ง่าย และมีการออกหลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานไร้คนขับจากหน่วยงานที่กำกับดูแล ก่อให้เกิดความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษา วิจัยและพัฒนาระบบ UTM ของประเทศไทยเพื่อสนับสนุนการลงทะเบียน การขออนุญาตทำการบิน ติดตามอากาศยานไร้คนขับเพื่อทราบตำแหน่งขณะทำการบิน

กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ ภายใต้สำนักงาน กสทช. จึงได้สนับสนุนให้ทุนสำหรับโครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM) เพื่อการพัฒนาระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) และการพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication) การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation) และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) เพื่อส่งข้อมูลสถานะของอากาศยานไร้คนขับให้กับระบบควบคุมการจราจรทางอากาศของอากาศยานไร้คนขับ

เพื่อรองรับการเติบโตของการใช้งานอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทย โครงการวิจัยและพัฒนาระบบ UTM ภายใต้การดำเนินงานของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) จึงได้ถูกริเริ่มขึ้น รายงานฉบับนี้นำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ แผนการดำเนินงาน ผลการวิจัยและพัฒนา รวมถึงแนวทางการพัฒนาระบบต้นแบบสำหรับการจัดการการจราจรทางอากาศของอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทย

กทปส

สารบัญ

คำนำ	2
สารบัญ	3
ส่วนที่ 1 สาระสำคัญของโครงการ (Project Highlight)	6
1.1 วัตถุประสงค์	6
1.2 เป้าหมาย	6
1.3 ผลผลิตสำคัญ	7
1.4 แผนปฏิบัติการโครงการ	8
ส่วนที่ 2 ผลการดำเนินโครงการ	19
2.1 สรุปผลการดำเนินงาน	19
2.2 การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)	22
2.3 การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)	71
2.4 การทดลองระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ	111
2.5 การทดลองระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance)	126
2.6 ประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) และการจัดการสาธิต (Demonstration) ร่วมกับสำนักงาน กสทช. กพท. และ บริษัทวิทยุการบินฯ ต่อการพัฒนาระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance)	139
2.7 สรุปปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ	151
2.8 แผนการดำเนินงานหลังสิ้นสุดโครงการ	152
2.9 รายงานการจัดซื้อครุภัณฑ์ในโครงการ	158

ส่วนที่ 3 รายงานความก้าวหน้าทางการเงิน 159
3.1 รายงานสรุปการใช้จ่ายงบประมาณ 159
3.2 รายงานสรุปความก้าวหน้าทางการเงิน 160
ภาคผนวก 163
ภาคผนวก ก 164
รายงานสรุป Focus group ครั้งที่ 1 165
รายงานสรุป Focus group ครั้งที่ 2 194
รายงานสรุป Focus group ครั้งที่ 3 227
รายงานสรุป Focus group ครั้งที่ 4 263
ภาคผนวก ข 296
รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 2 297
รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 3 341
รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 4 363
รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 5 389
รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 6 416
รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 7 443
รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 8 463
รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 9 479
รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 10 497
รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 11 518
ภาคผนวก ค 542
ภาคผนวก ง 545

แบบรายงานความก้าวหน้า

โครงการขอรับการส่งเสริมและสนับสนุนจากเงินกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ

ชื่อโครงการ (ไทย) :	โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)			
สัญญารับทุนเลขที่ :	B64-3-(2)-005			
หน่วยงาน :	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)			
ชื่อ – นามสกุล (หัวหน้าโครงการ) :	นายสิทธิพร ชาญนำสิน			
เบอร์ติดต่อ :		E-mail :		
ระยะเวลาดำเนินการ (เริ่มต้น – สิ้นสุด) :	19 มกราคม 2566 – 4 มิถุนายน 2568	ปี	24	เดือน
งบประมาณรวม :	จำนวน 21,095,660.00 .-			บาท

ส่วนที่ 1 สาระสำคัญของโครงการ (Project Highlight)

1.1 วัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนาระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) โดยสามารถนำไปเชื่อมต่อกับระบบการขึ้นทะเบียนในกรณีที่มีการใช้งานระบบเดิมอยู่แล้วในปัจจุบัน เพื่อนำไปใช้งานดังนี้
2) กำกับดูแลการปฏิบัติการบินการจราจรทางห้วงอากาศของประเทศไทย
3) ติดตามอากาศยานไร้คนขับเพื่อทราบตำแหน่งขณะทำการบิน
4) การขออนุญาตทำการบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับ
5) การขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับและการขึ้นทะเบียนผู้บังคับบินอากาศยานไร้คนขับในลักษณะแพลตฟอร์มศูนย์กลาง (Online One-Stop-Service)
6) นำเสนอระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System traffic Management: UTM) ไปให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและที่มีหน้าที่กำกับดูแลพิจารณาการใช้งาน
7) พัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) เพื่อส่งข้อมูลสถานะของอากาศยานไร้คนขับให้กับระบบควบคุมการจราจรทางอากาศของอากาศยานไร้คนขับ และนำไปใช้งานได้จริงในพื้นที่ที่ต้องมีการกำกับดูแลการจราจรทางอากาศเป็นพิเศษ

1.2 เป้าหมาย

1) มีระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบิน (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ที่มีความพร้อมสามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้จริง
2) มีระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ที่มีความพร้อมสามารถนำไปใช้งานจริงในพื้นที่ที่ต้องมีการกำกับดูแลการจราจรทางอากาศเป็นพิเศษ

1.3 ผลผลิตสำคัญ

ลำดับ	ชื่อผลผลิต	หน่วยวัด	ตัวชี้วัด (เชิงคุณภาพ/เชิงคุณภาพ)
1	ระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบิน (Unmanned Aircraft System Traffic Management : UTM)	ระบบ	1
2	ระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ประกอบด้วย		
	2.1 Drone ID ด้วยเครือข่าย Cellular network	30	ชุด
	2.2 Drone ID เชื่อมต่อผ่านดาวเทียม	5	ชุด

1.4 แผนปฏิบัติการโครงการ

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ																							
			ปีที่ 1												ปีที่ 2											
			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4		
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	ศึกษาและรวบรวมข้อมูลในการพัฒนาระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) และ ระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance)	ดร.สิทธิพร ดร.สุวัฒน์ นายชินทัตต์ นายต่อวงศ์																								
2	กำหนดแผนการพัฒนาและกำหนดสถานที่ในการทดลองระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned	ดร.สิทธิพร ดร.จตุรงค์ นางสาวหทัยชนก																								

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ																								
			ปีที่ 1												ปีที่ 2												
			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4		
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	Aircraft System Traffic Management: UTM) และระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) ในพื้นที่ที่ต้องมีการกำกับดูแลการจราจรทางอากาศเป็นพิเศษ																										
3	จัดทำและส่งรายงานฉบับครั้งที่ 1	ดร. สิทธิพร นายกฤชกร นางสาวฮูดา																									
4	ออกแบบและพัฒนาระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)	ดร.สุวัฒน์ นายเสกสรร นายประกาศิต นายกีรติ																									
	4.1 ศึกษา ออกแบบ พัฒนา และวิเคราะห์ระบบ UTM	ดร.สุวัฒน์ นายเสกสรร																									

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ																								
			ปีที่ 1												ปีที่ 2												
			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4		
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
		นายประกาศิต นายกีรติ																									
	4.2 ปรับแก้ไขระบบจากกาหารือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ดร.สุวัฒน์ นายเสกสรร นายประกาศิต นายกีรติ																									
5	จัดให้มีการจัดทำความร่วมมือและประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ระหว่างสำนักงาน กสทช. และสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ต่อการพัฒนาระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) • นำเสนอ รับข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาระบบ UTM	ดร.สิทธิพร นางสาวหทัยชนก นางสาวธันย์ชนก																									

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ																								
			ปีที่ 1												ปีที่ 2												
			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4		
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
6	จัดทำและส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1	ดร. สิทธิพร นายกฤชกร นางสาวฮูดา																									
7	ออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance)	ดร.สิทธิพร นายทศวรรษ นายกฤติกร นายประนัฐพล																									
	7.1 ศึกษา ออกแบบ พัฒนา และวิเคราะห์ระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication) และระบบติดตามอากาศยานไร้คนขับขณะบิน (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และ โครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)	ดร.สิทธิพร นายทศวรรษ นายกฤติกร นายประนัฐพล																									
	7.2 จัดหาอุปกรณ์และวัสดุสำหรับการพัฒนาระบบโครงข่ายการสื่อสาร	ดร.สิทธิพร ดร.จตุรงค์																									

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ																								
			ปีที่ 1												ปีที่ 2												
			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4		
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	การเดินอากาศ (Communication) และระบบติดตามอากาศยานไร้คนขับขณะบิน (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และ โครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) 7.2.1 จัดทำร่างขอบเขตที่ TOR 7.2.2 ดำเนินการจัดจ้าง 7.2.3 ลงนามสัญญาจ้าง 7.2.4 ส่งมอบอุปกรณ์และวัสดุสำหรับการพัฒนาระบบโครงข่ายการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication) และระบบติดตามอากาศยานไร้คนขับขณะบิน (Surveillance)	นายชินทัตต์ นางสาวหทัยชนก																									
	7.3 ขอใบอนุญาตใช้โครงข่ายดาวเทียมต่างชาติ และขอใช้ความถี่ ขออนุญาตนำเข้าอุปกรณ์ลูกข่าย ขอตั้งและขอใช้อุปกรณ์ลูกข่ายของระบบโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม เพื่อทดลองทดสอบและ	ดร.จตุรงค์ นายชินทัตต์ นายต่อวงศ์																									

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ																							
			ปีที่ 1												ปีที่ 2											
			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4		
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	เชื่อมต่อระบบที่เกี่ยวข้อง ภายใต้โครงการของ กทปส.																									
8	จัดให้มีการจัดทำความร่วมมือและประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ระหว่างสำนักงาน กสทช.สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย และบริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด ต่อการพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ(Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) จำนวน 4 ครั้ง • นำเสนอ รับข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานฯ	ดร.สิทธิพร นางสาวหทัยชนก นางสาวธันย์ชนก																									
9	จัดทำและส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2	ดร.สิทธิพร นายกฤชกร นางสาวฐูดา																									

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ																								
			ปีที่ 1												ปีที่ 2												
			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4		
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
10	ดำเนินการทดลองระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ร่วมกับกับสำนักงาน กสทช. และสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย จำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง และจัดทำรายงานผลการทดลองเสนอต่อสำนักงาน กสทช. - ดำเนินการทดสอบระบบ UTM และรับฟังข้อเสนอแนะเพื่อให้สอดคล้องตามขอบเขตโครงการ	ดร.สุวัฒน์ นายเสกสรร นายประกาศิต นายกีรติ																									
11	จัดทำและส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3	ดร.สิทธิพร นางสาวฮูดา นายกฤชกร																									
12	ดำเนินการทดลองระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และ	ดร.สิทธิพร นายทศวรรษ นายกฤติกร นายประนัฐพล																									

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ																								
			ปีที่ 1												ปีที่ 2												
			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4		
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	การติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) ในพื้นที่ที่ต้องมีการกำกับดูแลการจราจรทางอากาศเป็นพิเศษ ร่วมกับหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวนทั้งหมด 10 ครั้ง - ดำเนินการทดสอบโครงสร้างพื้นฐานฯ และรับฟังข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงให้สอดคล้องตามขอบเขตโครงการ																										
	12.1 ทดสอบ Cellular Remote ID และเชื่อมต่อให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (จำนวน 1 ตัว)	ดร.สิทธิพร นายทศวรรษ นายกฤติกร นายประนัฐพล																									
	12.2 ทดสอบ Cellular Remote ID และเชื่อมต่อให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (จำนวน 29 ตัว)	ดร.สิทธิพร นายทศวรรษ นายกฤติกร นายประนัฐพล																									
	12.3 ทดสอบ Satellite Remote ID และเชื่อมต่อให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (จำนวน 1 ตัว)	ดร.สิทธิพร นายทศวรรษ นายกฤติกร นายประนัฐพล																									

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ																							
			ปีที่ 1												ปีที่ 2											
			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4		
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	12.4 ทดสอบ Satellite Remote ID และเชื่อมต่อให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (จำนวน 4 ตัว)	ดร.สิทธิพร นายทศวรรษ นายกฤติกร นายประนัฐพล																								
13	จัดทำและส่งรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 4	ดร.สิทธิพร นางสาวฮูดา นายกฤชกร																								
14	จัดทำคู่มือการใช้งานระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) และระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance)	ดร.สิทธิพร ดร.สุวัฒน์ นางสาวฮูดา นายกฤชกร																								

ลำดับ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ																							
			ปีที่ 1												ปีที่ 2											
			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4			ไตรมาส 1			ไตรมาส 2			ไตรมาส 3			ไตรมาส 4		
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
15	จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ โดยมีเนื้อหาประกอบด้วย บทสรุปผู้บริหาร รายงานสรุปผลการดำเนินโครงการ ข้อมูลทางเทคนิค ข้อมูลการทดลองใช้ระบบ คู่มือการใช้งานระบบ และข้อมูลอื่น ๆ ที่สำนักงาน กสทช. กำหนดให้จัดส่ง และระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบิน (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) พร้อมระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance)	ดร.สิทธิพร ดร.สุวัฒน์ นางสาวฮูดา นายกฤชกร																								

หมายเหตุ : การจัดประชุมหรือการทดสอบดำเนินดังต่อไปนี้ดำเนินการลักษณะ onsite และสามารถปรับเปลี่ยนสถานที่และช่วงเวลาได้ตามความเหมาะสม

1. การจัดประชุมความร่วมมือและประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ของระบบ UTM และ โครงสร้างพื้นฐานฯ

2. การทดสอบระบบโดยการนำระบบการทดสอบระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ

3. การทดสอบและเชื่อมต่อระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication) ระบบติดตามอากาศยานไร้คนขับขณะบิน (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และ โครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) โดยจะดำเนินการทดสอบและเชื่อมต่อระบบกับ Drone ID แบบ cellular เป็นเวลา 18 เดือน (3 เดือนแรกเชื่อมต่อสำหรับการพัฒนาต้นแบบ และ 15 เดือนภายหลังสำหรับร่วมทดสอบกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง) และ Drone ID แบบ satellite เป็นเวลา 50 ชั่วโมง

ส่วนที่ 2 ผลการดำเนินโครงการ

2.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ภาคใต้ขอบเขตการวิจัยของโครงการนี้ ประกอบด้วยการพัฒนาสองส่วนหลักด้วยกันคือ

- การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)
- การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)

ภายใต้การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ โดยออกเป็นเว็บไซต์ชื่อ “DroneSign” โดยมีความสามารถดังนี้

- การลงทะเบียนเพื่อใช้ระบบ
- การขึ้นทะเบียนแบบ one-stop services
- การขึ้นทะเบียน Remote ID
- การประเมินแผนการบิน
- การตรวจสอบการบิน
- การสำรวจพื้นที่การบิน

สำหรับการพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ผู้วิจัยได้ออกแบบพัฒนา และทดสอบ อุปกรณ์ Remote ID โดยแสดงรายการ Remote ID ทั้งหมดใน545ภาคผนวก ง และมีรายละเอียดดังนี้

- อุปกรณ์ Remote ID เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) จำนวน 30 ชิ้น แสดงในรูปที่ 1
- อุปกรณ์ Remote ID เชื่อมต่อผ่านดาวเทียม (Satellite) จำนวน 5 ชิ้น แสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 1 อุปกรณ์ Remote ID เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) จำนวน 30 ชิ้น

รูปที่ 2 อุปกรณ์ Remote ID เชื่อมต่อผ่านดาวเทียม (Satellite) จำนวน 5 ชิ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบแสดงผลรับข้อมูล และแสดงผลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ เพื่อให้สามารถใช้งาน Remote ID ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยในการพัฒนาได้มีการจัดการประชุม Focus Group เพื่อรับฟังข้อคิดเห็น และรวบรวมความต้องการของระบบจำนวน 4 ครั้ง หลังจากนั้นมีการจัดการสาธิตการใช้งานระบบจำนวน 11 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งทำการแสดงความสามารถของระบบที่ได้พัฒนาขึ้นตามลำดับจนสมบูรณ์ ดังนี้

1) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 1 สาธิตการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ นักบิน และการสร้างแผนการบินและรับฟังความต้องการ
2) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 2 สาธิตการใช้งานระบบในการณีที่เป็นนิติบุคคล และสาธิตการขึ้นทะเบียน Remote ID
3) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 3 สาธิตการใช้งานนการสำรวจพื้นที่การบิน สำหรับประชาชนทั่วไป การสาธิตการขอแผนการบินที่เป็นแบบ Standard Scenario และการทดสอบภาคสนามโดยการติดตั้ง Remote ID บนอากาศยานไร้คนขับเพื่อทดสอบความแม่นยำในการระบุตำแหน่งในแนวระดับ
4) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 4 สาธิตการจัดการแผนการบินในระบบ โดยแบ่งตามลำดับความสำคัญของแผน
5) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 5 สาธิตการผูก Remote ID ที่ได้ทำการขึ้นทะเบียนไว้ในระบบแล้วกับ อากาศยานไร้คนขับที่ต้องการทำการบิน จากนั้นทำการบินเพื่อทดสอบความแม่นยำในการระบุตำแหน่งในแนวดิ่งของ Remote ID
6) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 6 สาธิตการใช้งานบัญชีของหน่วยงานกำกับดูแลในระบบ DroneSign ประกอบด้วยบัญชีของ กพท. และ กสทช. โดยทั้งสองหน่วยงานมีหน้าที่ในการกำกับดูแลการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ และ กพท. ยังมีหน้าที่ในการกับกับดูแลการทำการบินอีกด้วย

7) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 7 นำเสนอผลการทดสอบภาคสนามของ Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular remote ID) และสาธิตการส่งข้อมูลของอุปกรณ์สื่อสารผ่านดาวเทียมที่นำมาใช้งานในการพัฒนา Remote ID

8) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 8 นำเสนอสรุปเนื้อหาประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ฉบับปี พ.ศ. 2567 หลังจากนั้นทำการทดสอบภาคสนามโดยแบ่งการสาธิตออกเป็น 2 ช่วง ในช่วงแรกเป็นการทดสอบความแรงสัญญาณของ Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular remote ID) ที่ความสูงต่าง ๆ เพื่อหาข้อจำกัดของ Cellular remote ID จากนั้นช่วงที่ 2 ทำการทดสอบการระบุตำแหน่งในแนวราบของ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียม

9) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 9 จัดขึ้นในงาน Thailand Space Week 2024 พร้อมกับการนำเสนอผลงานในงาน Thailand Drone Exhibition & Symposium 2024 โดยได้มีการนำเสนอความสามารถในการประเมินแผนของระบบ DroneSign โดยอ้างอิงจากจากประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ทั้ง 2 ฉบับ

10) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 10 เป็นการนำเสนอภาพรวมของทั้งโครงการที่ได้พัฒนาขึ้น โดยเริ่มสาธิตตั้งแต่เริ่มต้นขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ จนถึงการทำการบิน และตรวจสอบการบินในระบบ

11) การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 11 เป็นการทดสอบการใช้งาน Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมที่ได้ปรับปรุงสายอากาศให้มีขนาดเล็กลง

2.2 การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ตามขอบเขตของโครงการนี้ สทอภ. ได้นำเสนอแนวทางการวิจัยพัฒนาระบบ UTM ใน focus group ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 โดยตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตของโครงการคือ

1) การพัฒนาการพัฒนาระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) ซึ่งมีขอบเขตดังนี้

- สามารถขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับและการขึ้นทะเบียนผู้บังคับบินในลักษณะเบ็ดเสร็จจุดเดียว (One-Stop-Service)
- การอนุญาตทำการบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับ (Flight declaration, flight approval)

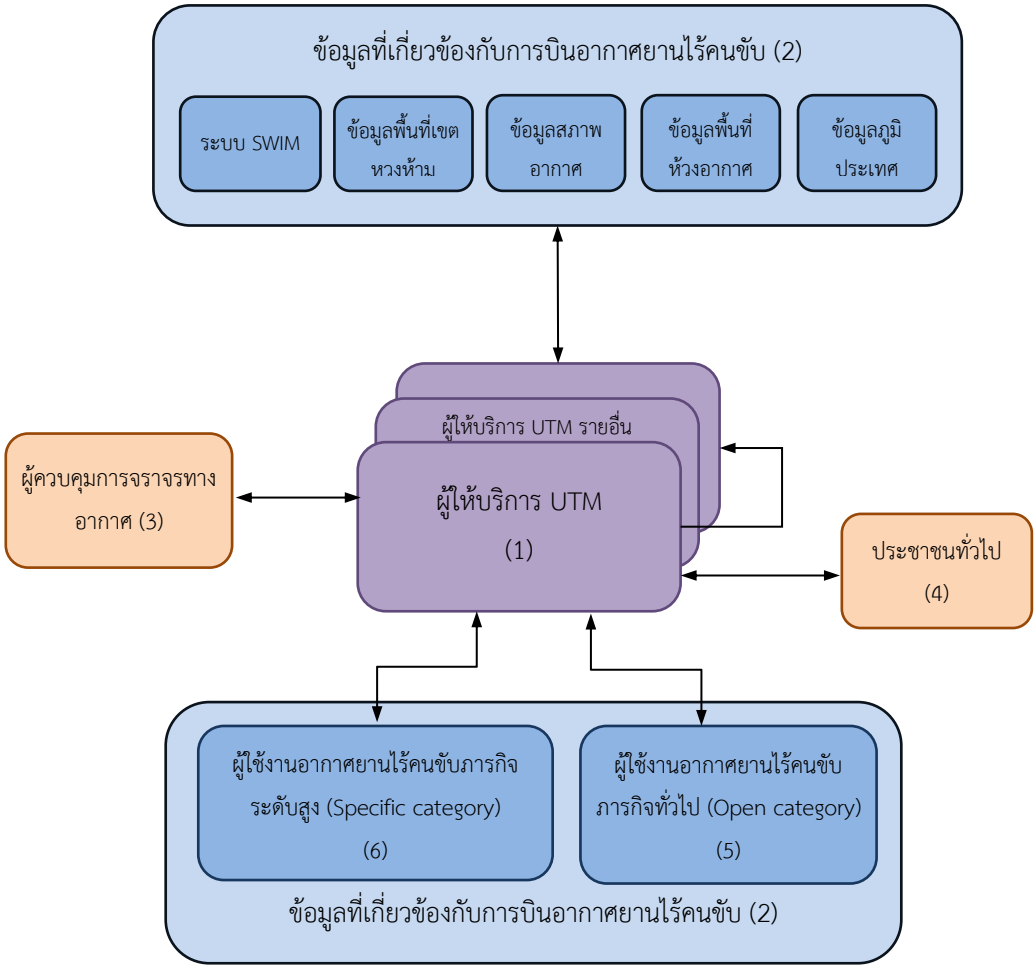
2) การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ซึ่งมีขอบเขตดังนี้

- สามารถบอกตำแหน่ง พิกัด และระดับความสูงของอากาศยานไร้คนขับ
- Remote ID เชื่อมต่อผ่านเครือข่าย Cellular network จำนวน 30 ชิ้น
- Remote ID เชื่อมต่อผ่านดาวเทียม จำนวน 5 ชิ้น

โดยผลการดำเนินการ Focus group ครั้งที่ 1 - 4 ในที่ประชุม Focus group หารือและให้ความเห็นแนวทางการวิจัยพัฒนาและออกแบบระบบ UTM และโครงสร้างพื้นฐานฯ (การพัฒนา remote ID) ดังแสดงในหัวข้อถัดไป

2.2.1 ภาพรวมของหลักการทำงานของระบบ UTM (Concept of Operation)

จากการศึกษากฎระเบียบและข้อบังคับเกี่ยวกับการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย สามารถสรุปเป็นสถาปัตยกรรมของระบบจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ โดยใช้ชื่อว่า DroneSign ได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 สถาปัตยกรรมระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (DroneSign) โดย สทอภ.

จากรูปที่ 3 การทำงานระหว่าง ผู้ให้บริการ UTM (1) และ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับ (2) จะเป็นการรับข้อมูลพื้นฐานจากหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อใช้ในการจัดการการบินอากาศยานไร้คนขับ เช่น ข้อมูลพื้นที่เขตหวงห้าม ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลพื้นที่ห้วงอากาศ และ ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถได้รับจากระบบ SWIM (System Wide Information Management) ที่จะมีการจัดทำขึ้นในอนาคต โดยระบบ UTM จะส่งข้อมูลต่าง ๆ กลับไปยัง ระบบ SWIM เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการห้วงอากาศอีกด้วย นอกจากนี้ ผู้ให้บริการ UTM (ซึ่งอาจมีมากกว่า 1 ผู้ให้บริการ) จะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างผู้ให้บริการเพื่อให้ข้อมูลของระบบมีความครอบคลุมในทุก ๆ ผู้ให้บริการ

การทำการบินของอากาศยานไร้คนขับอาจมีการใช้ห้วงอากาศร่วมกับอากาศยานที่มีคนขับ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการห้วงอากาศในส่วนนี้ขึ้นในอนาคต ซึ่งระบบ UTM (1) จะส่งคำขออนุญาตการใช้ห้วงอากาศไปยังผู้ควบคุมการจราจรทางอากาศ (3) ซึ่งหากมีการอนุญาตให้ทำการบิน หรือหากมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น ผู้ควบคุมการบินจะแจ้งผู้ใช้งานผ่านระบบ UTM ต่อไป ในส่วนของข้อมูลที่สามารถเปิดเผยได้ของระบบ UTM จะเปิดให้ประชาชนทั่วไปเข้าถึงได้ (4)

สำหรับส่วนของผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับภารกิจทั่วไป (Open category) (5) และ ผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับภารกิจระดับสูง (Specific category) (6) โดยผู้ที่ทำการบินทั้งสองประเภทจะต้องทำการลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ และผู้ทำการบินก่อน สำหรับผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับภารกิจทั่วไป สามารถขอทำการบินและได้รับการอนุมัติทันทีโดยระบบ UTM หากภารกิจที่ทำการบินเข้าเงื่อนไขของภารกิจการบินแบบทั่วไป แต่ถ้าหากการทำการบินเป็นภารกิจที่นอกเหนือไปจากเงื่อนไขของการบินแบบภารกิจทั่วไป ต้องมีการขออนุญาตทำการบินเป็นกรณี ๆ ไป ซึ่งระบบ UTM ก็จะเป็นตัวกลางในการขออนุญาตการทำการบินกับผู้ที่ทำการกำกับดูแล และเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ที่ได้รับอนุญาตทำการบินปฏิบัติตามกฎและแผนการบินที่ได้ขออนุญาตไว้ จำเป็นต้องมีการ ติดต่อ ติดตามและนำร่อง ระหว่างอากาศยานไร้คนขับ ผู้ทำการบิน และ ระบบ UTM อีกด้วย

ภายใต้การออกแบบระบบ DroneSign มีบริษัทวิทยุการบินในการควบคุมการบินในเขตสนามบินที่รับผิดชอบ และสำนักงานการบินพลเรือนมีหน้าที่หลักในการควบคุมดูแลการบินของอากาศยานในประเทศไทย รวมถึงกำหนดแนวทางในการใช้ห้วงอากาศ สำหรับการใช้งาน UAS จะมีการเก็บข้อมูลผ่านเซนเซอร์ต่าง ๆ และส่งผ่านข้อมูลการบินเข้าสู่ระบบ DroneSign ขณะเดียวกันระบบ DroneSign จะให้บริการข้อมูล Supplemental Data Service Provider (SDSP) โดยเป็นข้อมูลที่ช่วยเหลือในการบินของผู้ใช้งาน เช่น ภูมิอากาศ ภูมิศาสตร์ การนำทาง ภูมิประเทศ โดยจะในอนาคต หากมีการให้บริการระบบ UTM จากหน่วยเอกชนหรือหน่วยงานรัฐอื่น ๆ จำเป็นจะต้องมีการใช้ข้อมูลบางอย่างร่วมกันระหว่างระบบ UTM ซึ่งก็คือ ระบบ การสื่อสารและประสานงาน (Inter ASP Communication and Coordination) ที่ทำหน้าที่ เรียกใช้ข้อมูลเท่าที่จำเป็น จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมสำหรับภารกิจในการบินนั้น ๆ ซึ่งจะต้องเป็นการออกแบบร่วมกัน ระหว่างผู้ให้บริการ UTM ซึ่งอยู่นอกเหนือการทำงานภายใต้โครงการนี้ โดยระบบดังกล่าวจะเพิ่มศักยภาพให้กับผู้บังคับใช้กฎหมายท้องถิ่น และ สาธารณะสามารถเรียกใช้บริการ ASP เพื่อเข้าถึงข้อมูลของ UAS จากผู้ให้บริการ UTM ตามขีดจำกัดที่เหมาะสม อันจะเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับโดยรวมของประเทศไทย

โดยฐานข้อมูลของระบบ DroneSign ที่พร้อมในการเชื่อมต่อกับให้กับบริการต่าง ๆ เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการวางแผนพัฒนาต่อยอดระบบ UTM ในระดับที่สูงขึ้นต่อไปในอนาคต รวมถึงความสามารถในการรองรับปริมาณการเพิ่มขึ้นของอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial System, UAS) ที่จะเข้าสู่ตลาด โดยฐานข้อมูลของระบบบริการลงทะเบียน (Registration service) และการระบุตำแหน่ง (Remote Identification : RID) จะเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญสำหรับการนำไปบริหารจัดการ ควบคุมดูแล และวิเคราะห์การบินของอากาศยานไร้คนขับต่อในระดับของการพัฒนาที่สูงขึ้นไปในอนาคต

2.2.1.1 ระดับการพัฒนาระบบ

จากสถาปัตยกรรมการทำงานของระบบ DroneSign สามารถแบ่งการพัฒนาระบบ UTM ออกเป็นระดับการพัฒนา 4 ระดับ คือ AMT1, AMT2, AMT3 และ AMT4 ดังที่แสดงในรูปที่ 4

โดยแผนพัฒนาระบบต้นแบบ UTM ที่ออกแบบโดย สทอภ. หรือ DroneSign แบ่งระดับขีดความสามารถเป็น 4 ระดับ (Capability Level) ตามความสามารถเพื่อรองรับการใช้ประโยชน์โดรน ตามกฎระเบียบและศักยภาพเทคโนโลยีในประเทศไทย โดยทั้ง 4 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

AMT1 วางรากฐานบริการ

เป้าหมายของโครงการนี้มุ่งนี้พัฒนาระดับ AMT 1 จะเน้นไปที่การใช้งานโดรนในพื้นฐานการใช้งานซึ่งประกอบด้วย 3 ขีดความสามารถหลัก คือ

- E-registration และ E-Identification

การลงทะเบียนตัวตนและการยืนยันตัวตนช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถระบุการบินของ UAV และเชื่อมต่อเข้าสู่ฐานข้อมูลในระบบลงทะเบียนเพื่อเป็นการสนับสนุนด้านความปลอดภัย และความมั่นคงตลอดจนการบังคับใช้กฎหมาย ข้อมูลการลงทะเบียนประกอบด้วย คุณลักษณะของ UAV ข้อมูลนักบินและผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับ ทะเบียน ประกัน ฯลฯ ในโครงการนี้การออกแบบส่วนการลงทะเบียนคณะวิจัยมีการพัฒนาออกแบบเบื้องต้นตามการออกนโยบาย และกฎข้อบังคับที่ได้ออกมา

- Geo-awareness and Geo-fencing

เป็นการให้ข้อมูลของห้วงอากาศ แก่ผู้ใช้งานระบบ UTM โดยนำฐานข้อมูลพื้นที่ห้วงอากาศที่กำหนดโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาแสดงให้แก่ผู้ปฏิบัติภารกิจการบินโดรนทราบ ไม่ว่าจะเป็นช่วงก่อนบิน และขณะทำการบิน

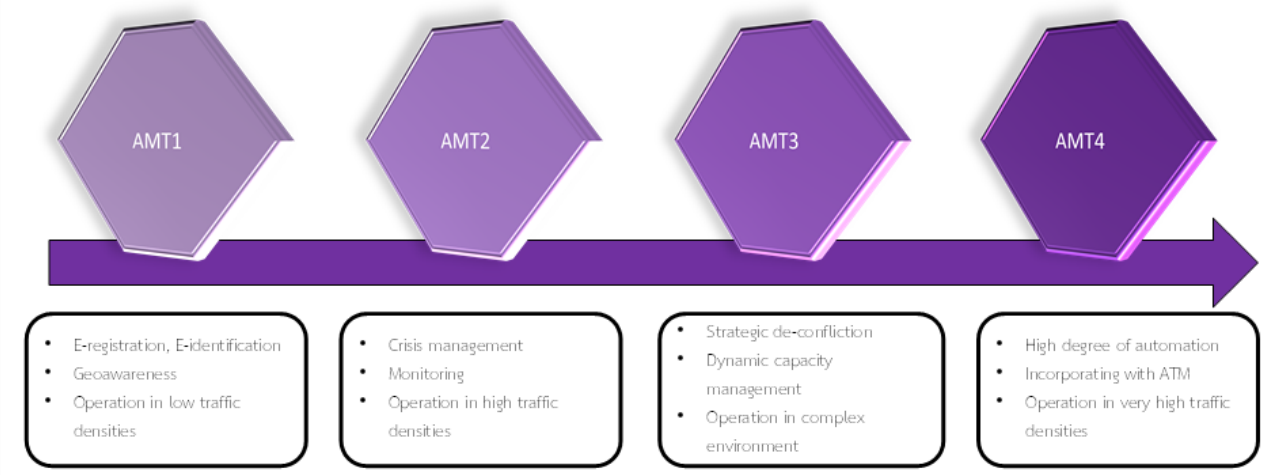
- Operation in low traffic densities

Mission planning หรือ Route plan

การวางแผนภารกิจ จุดเริ่มต้น จุดกลางทาง ปลายทาง และการกำหนดจุดการบินเพิ่มเติม ทำให้สามารถใช้เงื่อนไข pre-tactical เช่น ภูมิประเทศ geo-fencing หรือการระบุเขตหวงห้าม โดยการวางแผนจะมีการให้ข้อมูลและการยืนยันก่อนทำการบิน

Flight surveillance

การเฝ้าระวัง ตรวจสอบและติดตาม UAV สำหรับพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง พร้อมกับการค้นหาความขัดแย้ง ซึ่งมีการสร้างขึ้นจากการเตือนของระยะห่างระหว่างการบิน UAV จึงจำเป็นต้องมีระบบตรวจสอบและให้ข้อมูลตำแหน่งตลอดเวลา และส่งตำแหน่งเพื่อตรวจสอบความขัดแย้งที่เกิดขึ้น สำหรับพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง



รูปที่ 4 แผนการพัฒนาขีดความสามารถ 4 ระดับ ของระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ DroneSign

Communication and information management

การสื่อสารและการบริหารข้อมูลเป็นการเชื่อมต่อการส่งผ่านข้อมูลระหว่างบริการ และเป็นหัวใจหลักสำหรับการใช้ข้อมูลของบริการเพื่อปฏิบัติภารกิจให้ลุล่วง เช่น การสื่อสารอย่างง่ายระหว่าง UAV ลำเดียวและบริการเส้นทางบิน จนไปถึงการสื่อสารของ UAV หลายลำเพื่อหาจุดลงจอดที่ปลอดภัย

Tracking หรือ Surveillance (Drone tracking)

การรับข้อมูลตำแหน่งจาก UAV และรายงานกลับไปยังฐานข้อมูลเพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของ UAV เป็นเทคโนโลยีหลักในการนำไปสู่การรักษาความปลอดภัยระหว่างบินและการเตือนภัยต่าง ๆ

และเมื่อการพัฒนาในระดับ AMT1 บรรลุผลเพื่อให้สามารถเตรียมความพร้อมในการพัฒนาในระดับ AMT ต่อไป

AMT2 เปิดตัวบริการเบื้องต้น

- Crisis Management

เป็นการจัดการเมื่อมีภัยพิบัติเกิดขึ้น โดยระบบ UTM จะเปิดให้การมีการรายงานความผิดปกติ ของการบินโดรนทั้งจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับภารกิจ หรือ ผู้บุคคลทั่วไปที่พบเจอเหตุการณ์ผิดปกติ

- Monitoring

เป็นการเฝ้าตรวจสอบการบิน และประเมินการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของ UAS ในขณะที่กำลังปฏิบัติการการบินโดรน ซึ่งต้องมีการประเมินความเสี่ยงของภารกิจจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภารกิจประกอบเข้าด้วยกัน เช่น ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่เหลืออยู่ ความสูง ความเร็ว การเชื่อมต่อ สภาพอากาศ

- Operation in High Traffic Density

เป็นการมุ่งเน้นไปที่การให้บริการ UTM ในพื้นที่มีความหนาแน่นสูงขึ้น โดยการเพิ่มศักยภาพในการขออนุมัติแผนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยการพัฒนาให้แบบอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น เพื่อช่วยการจัดการปริมาณการบินที่มากขึ้น

AMT3 เปิดบริการระดับสูง

- Strategic de-confliction

การเป็นการพัฒนาระบบที่จะเข้ามาช่วยจัดการแผนการบินเพื่อไม่ให้มีการขัดกันในช่วงก่อนการบิน โดยเน้นไปที่การจัดการเวลา ไม่ให้มีการใช้งานห้วงอากาศร่วมกันของอากาศยานไร้คนขับในเวลาเดียวกันที่เป็นไปในลักษณะอัตโนมัติยิ่งขึ้น โดยจะยังคงเป็นเพียงการบินในความหนาแน่นน้อย สำหรับปฏิบัติการประเภท SPECIFIC

- Dynamic Capacity Management

การเป็นจัดการขจัดความขัดกันของการบินในขณะทำการบิน หรือ Tactical de-confliction ซึ่งจะเป็นการประเมินการบิน และค้นหาปรับเปลี่ยนแผนการบินในขณะที่กำลังทำการบิน

- Operation in Complex Environment

เป็นการพัฒนาระบบ UTM เพื่อใช้ในระดับความสูงที่ต้องการการติดต่อประสานงานไปยัง ATC ให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบของ ATC เพื่อช่วยอำนวยให้การติดต่อประสานงานเป็นไปอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และสะดวก

AMT4 เปิดบริการเต็มรูปแบบ

- High Degree of Automation

เป็นการใช้งานระบบการจัดการการขัดกันของการบินแบบเต็มระบบ โดยมี Strategic De-confliction และ Tactical de-confliction พร้อมทั้งติดตั้ง Cooperative Detection and Avoidance ที่สามารถทำงานร่วมกับระบบบนอากาศยานแบบมีผู้ควบคุม ที่สามารถลดความเสี่ยงก่อนเกิดการชน หากเกิดข้อผิดพลาดไม่ว่าจะเป็นจากอากาศยานแบบมีผู้ควบคุม หรืออากาศยานไร้คนขับ

- Incorporating with ATM

การเป็นพัฒนาระบบ UTM โดยให้สามารถนำโดรนเข้าไปบินในห้วงอากาศที่มีการควบคุมได้ ซึ่งจำเป็นจะต้องผนวกรวมระบบที่ใช้ในการบริหารจัดการการบิน ATM และยังหมายรวมถึงการติดตั้ง หรือปรับปรุงระบบในการจัดการอากาศยาน เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อ แลกเปลี่ยนข้อมูล และทำงานร่วมกันระหว่าง การควบคุมการบินเครื่องบิน อากาศยานไร้คนขับ และ UTM ทำงานร่วมได้กันทั้งหมด

- Operation in very high traffic density

เป็นการใช้งานระบบ UTM สำหรับภารกิจต่อไปในอนาคต เช่น การขนส่งผู้โดยสารด้วยอากาศยานไร้คนขับ ที่ซึ่งจะมีความต้องการสูงมาก และต้องการความน่าเชื่อถือของระบบสูง เป็นภารกิจประเภท CERTIFIED

ตามขอบเขตของโครงการ การวางพื้นฐานที่สำคัญของระบบ UTM (AMT1) คือ การขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ และขึ้นทะเบียนนักบินที่มีความสามารถเพียงพอ (E-registration และ E-identification) เป็นสิ่ง

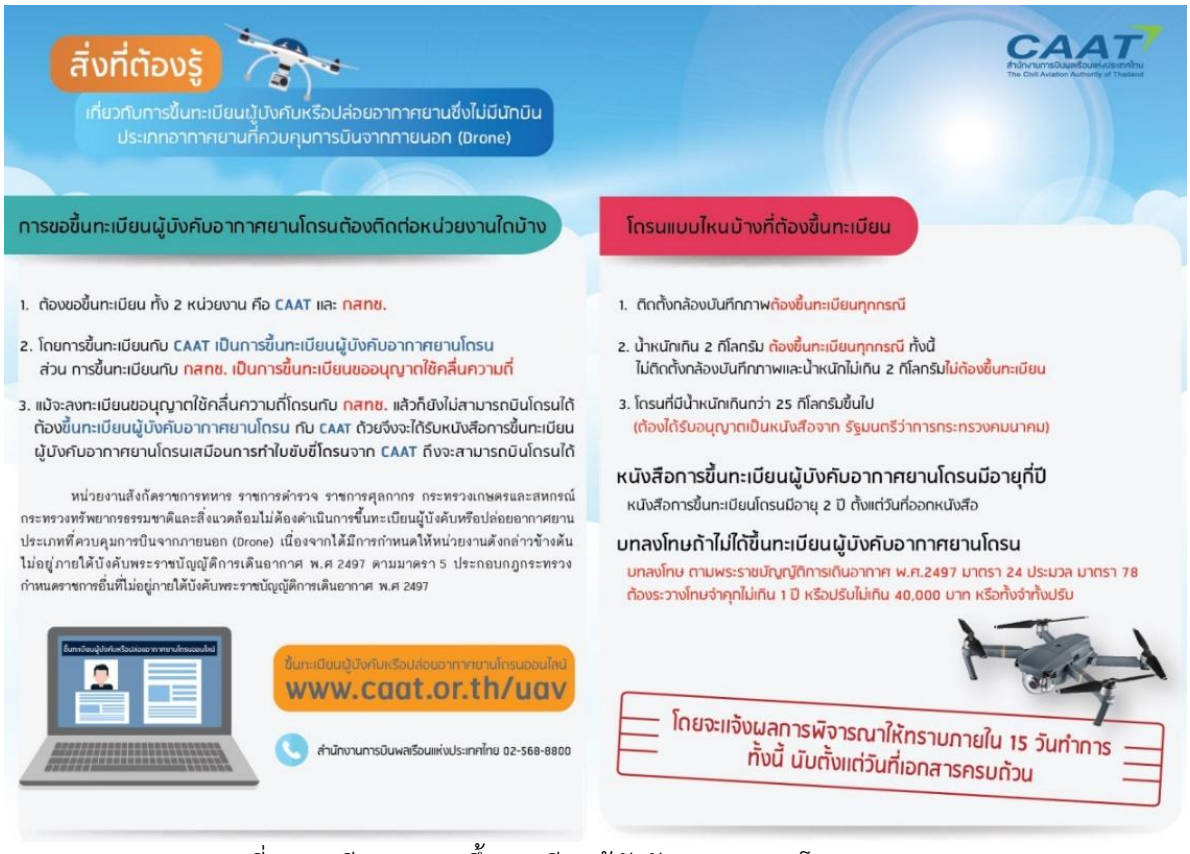
สำคัญอันดับแรกในการรักษาความปลอดภัยพื้นฐานสาธารณะ โดยในรายละเอียดพื้นฐานที่สำคัญของระบบ UTM (AMT1) มีดังนี้

1) การขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ และขึ้นทะเบียนนักบิน เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการรักษาความปลอดภัยพื้นฐานสาธารณะ
2) การพัฒนาระบบระบุตัวตนของโดรนระยะไกล ประกอบด้วยอุปกรณ์ Remote Identification (Remote ID) และ ระบบแม่ข่ายซึ่งทำหน้าที่รับส่งข้อมูล เป็นระบบที่นำไปสู่การต่อยอดของการติดตาม เฝ้าระวัง และเตือนภัย สำหรับการบินโดรน ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการบริหารจัดการห้วงอากาศ

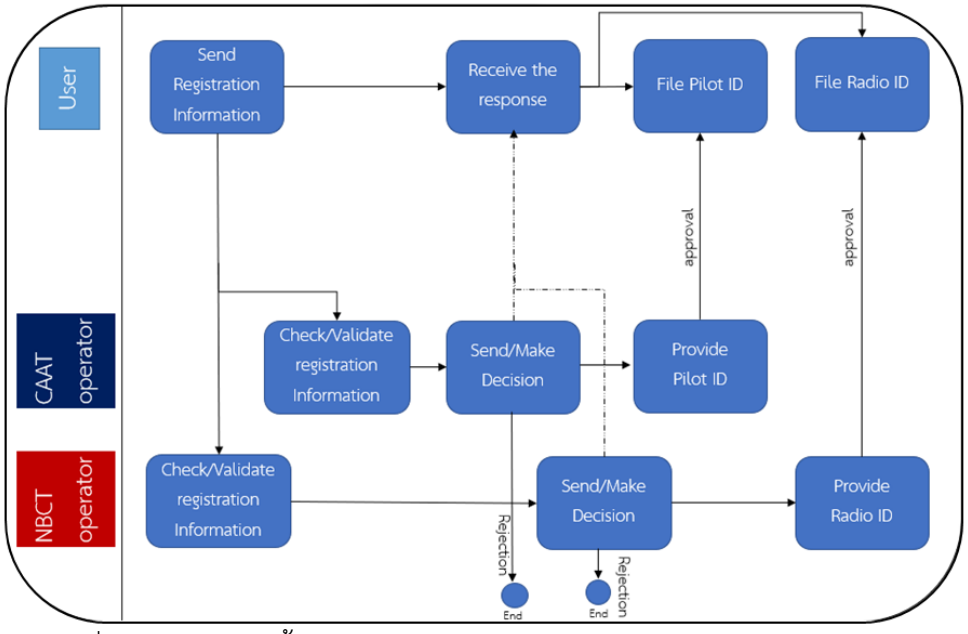
ทั้งนี้การบริการพื้นฐานดังกล่าวควรถูกรวมเป็น web-platform โดยขั้นแรกให้มุ่งเน้นการส่งแผนการบินที่บินในความสูงไม่เกิน 90 เมตรเพื่อให้สอดคล้องกับเงื่อนไขการบังคับหรือการปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ตาม “ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑการขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. 2558” และ “ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกที่มีน้ำหนักเกิน 25 กิโลกรัม พ.ศ. 2567” โดยการจำกัดไว้ที่ ห้วงอากาศที่ไม่มีการควบคุม โดยที่การควบคุมการจราจรทางอากาศ (Air Traffic Control : ATC) ไม่ได้มีหน้าที่ในการให้ separation service ทั้งนี้ระบบ UTM ควรมีขีดความสามารถให้บริการและติดตามให้กับ ผู้บังคับอากาศยาน เจ้าหน้าที่รัฐ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็วในการส่งแผนขึ้นบินเพื่อขออนุญาตทำการบิน รวมถึงสามารถใช้งานร่วมกับผู้ใช้งานอื่น ๆ ใน uncontrolled airspace ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นหัวข้อถัดไปจากกล่าวถึงรายละเอียดและแนวทางการพัฒนาต้นแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft Traffic Management System : DroneSign) ที่ออกแบบโดย สทอภ.

2.2.1.2 การขึ้นทะเบียนแบบ one-stop services

ในปัจจุบันการบินอากาศยานไร้คนขับอย่างถูกกฎหมายจำเป็นต้องได้รับการขึ้นทะเบียนจากหน่วยงานรัฐสองหน่วยงานหลัก คือ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) และ คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) โดยหากมีอากาศยานไร้คนขับที่ติดกล้องถ่ายภาพ หรือมีน้ำหนักตั้งแต่ 2 กิโลกรัมขึ้นไปจำเป็นต้องขึ้นทะเบียนผู้บังคับอากาศยานไร้คนขับกับ กพท. และขึ้นทะเบียนเครื่องวิทยุกับ กสทช. ดังแสดงในรูปที่ 5 ดังนั้นกระบวนการปฏิบัติเพื่อการอนุมัติจะถูกพิจารณาแยกออกจากกันอย่างเป็นอิสระดังแสดงในรูปที่ 6



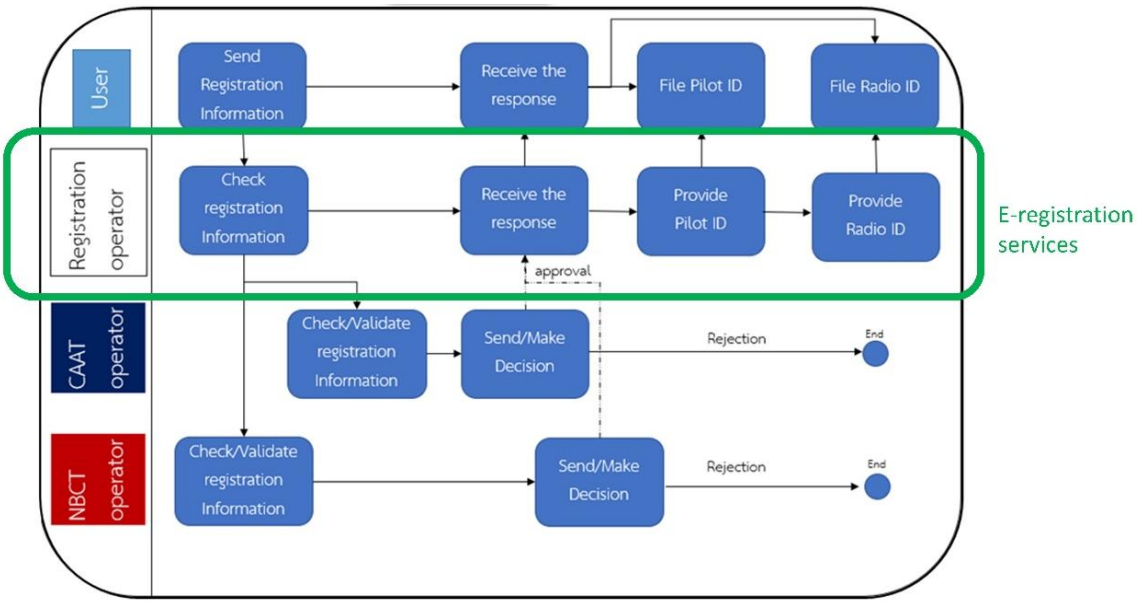
รูปที่ 5 ระเบียบการขอขึ้นทะเบียนผู้บังคับอากาศยานโดรน



รูปที่ 6 กระบวนการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับของประเทศไทยในปัจจุบัน

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และรองรับการเติบโตของการใช้อากาศยานไร้คนขับที่เติมโตขึ้นอย่างรวดเร็วตามวัตถุประสงค์ของโครงการนี้ สทอภ. จึงนำเสนอแนวทางการพัฒนาขึ้นทะเบียน (e-registration) แบบ one-stop-service โดยบริการ e-registration จะเป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้งาน และหน่วยงานผู้กำกับดูแล ซึ่งทำหน้าที่

ตรวจสอบ จัดหา และส่ง ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ ดังแสดงในรูปที่ 7 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของการบริหารจัดการข้อมูลจำนวนมากของอากาศยานไร้คนขับ และอำนวยความสะดวกให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการลงทะเบียนเพื่อใช้งานอากาศยานไร้คนขับ โดยระบบจะต้องรองรับการข้อมูลในการลงทะเบียนดังนี้



รูปที่ 7 การทำงานแบบ one-stop-service ของแพลตฟอร์ม UTM

ขึ้นทะเบียนผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก

- กรณีบุคคล
  - หนังสือรับรองตนเองของผู้ยื่นคำขอฯ
  - สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือสำเนาหนังสือเดินทางของผู้ยื่นคำขอฯ
  - สำเนาทะเบียนบ้านของผู้ยื่นคำขอฯ
  - หนังสือรับรองตนเองของผู้บังคับฯ
  - สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือสำเนาหนังสือเดินทางของผู้บังคับฯ
  - สำเนาทะเบียนบ้านของผู้บังคับฯ
  - สำเนากรมธรรมประกันภัย ซึ่งคุ้มครองความเสียหายอันเกิดแก่ร่างกาย ชีวิต ตลอดจนทรัพย์สินของบุคคลที่สาม วงเงินประกันไม่ต่ำกว่าหนึ่งล้านบาทต่อครั้ง
  - ภาพถ่ายอากาศยานที่เห็นอากาศยานทั้งลำ และภาพถ่ายที่สามารถเห็นหมายเลขประจำเครื่อง (Serial Number)
- กรณีนิติบุคคล
  - หนังสือรับรองหรือหลักฐานการเป็นนิติบุคคล
  - หนังสือรับรองตนเองของผู้มีอ านาจลงนามผูกพันนิติบุคคลทุกท่าน

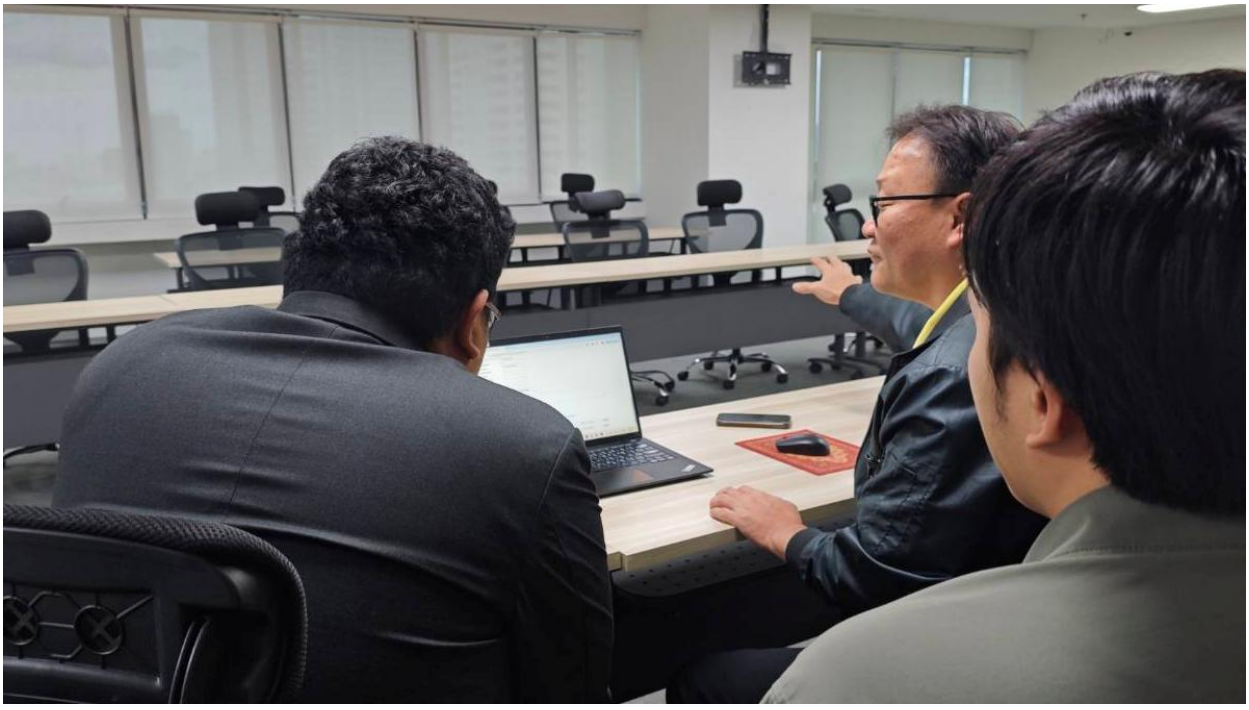
- สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือสำเนาหนังสือเดินทางของผู้มีอำนาจลงนามผูกพันนิติบุคคลทุกท่าน
- สำเนาทะเบียนบ้านของผู้มีอำนาจลงนามผูกพันนิติบุคคลทุกท่าน
- หนังสือมอบอำนาจ (ในกรณีที่ผู้ยื่นคำขอไม่ใช่กรรมการผู้มีอำนาจลงนามผูกพันนิติบุคคล)
- หนังสือรับรองตนเองของผู้ยื่นคำขอฯ (ในกรณีที่ผู้ยื่นคำขอไม่ใช่กรรมการผู้มีอำนาจลงนามผูกพันนิติบุคคล)
- สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือ สำเนาหนังสือเดินทางของผู้ยื่นคำขอฯ (ในกรณีที่ผู้ยื่นคำขอไม่ใช่กรรมการผู้มีอำนาจลงนามผูกพันนิติบุคคล)
- สำเนาทะเบียนบ้านของผู้ยื่นคำขอฯ (ในกรณีที่ผู้ยื่นคำขอไม่ใช่กรรมการผู้มีอำนาจลงนามผูกพันนิติบุคคล)
- หนังสือรับรองตนเองของผู้บังคับฯ
- สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือสำเนาหนังสือเดินทางของของผู้บังคับฯ
- สำเนาทะเบียนบ้านของของผู้บังคับฯ
- สำเนากรมธรรมประกันภัย ซึ่งคุ้มครองความเสียหายอันเกิดแก่ร่างกาย ชีวิต ตลอดจน ทรัพย์สินของบุคคลที่สาม วงเงินประกันไม่ต่ำกว่าหนึ่งล้านบาทต่อครั้ง
- ภาพถ่ายอากาศยานที่เห็นอากาศยานทั้งลำ และภาพถ่ายที่สามารถเห็นหมายเลขประจำเครื่อง (Serial Number)

ขึ้นทะเบียนเครื่องวิทยุคมนาคมสำหรับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก

- กรณีบุคคล
  - สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือสำเนาหนังสือเดินทางของผู้ยื่นคำขอฯ
  - Serial Number
  - ภาพถ่ายอากาศยานที่เห็นอากาศยานทั้งลำ
- กรณีนิติบุคคล
  - สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน หรือสำเนาหนังสือเดินทางของผู้ยื่นคำขอฯ
  - บัญชีแสดงรายการโดรน
  - ภาพถ่ายอากาศยานที่เห็นอากาศยานทั้งลำ

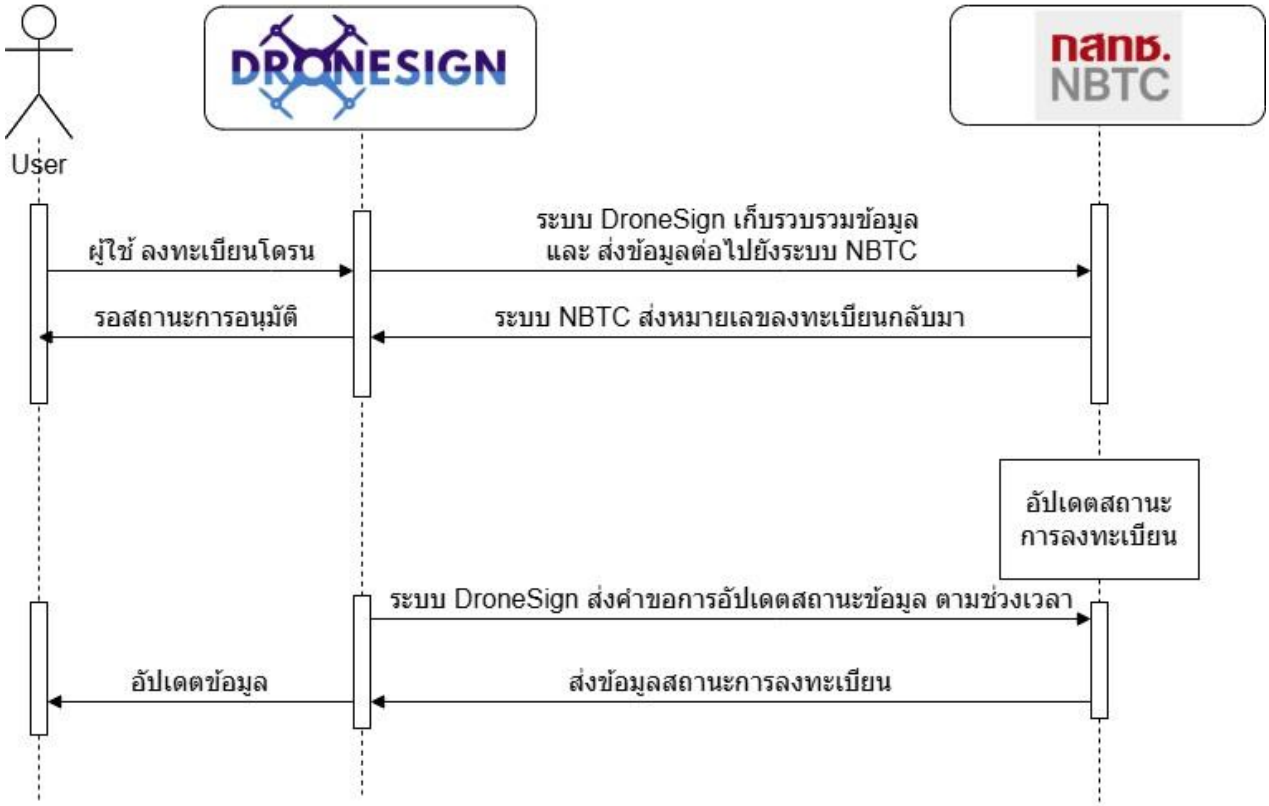
คณะผู้วิจัยได้เข้าร่วมหารือกับทั้ง กสทช. และ กพท. เพื่อทำการเชื่อมต่อระบบลงทะเบียนเพื่อให้สามารถใช้งานได้แบบ One-stop-service ดังรูปที่ 8 โดยจากการหารือสามารถสรุปการเชื่อมต่อกับ กสทช. และ กพท. ดังรูปที่ 9 และรูปที่ 13 ตามลำดับ

เข้าหารือการเชื่อมต่อกับ กสทช.



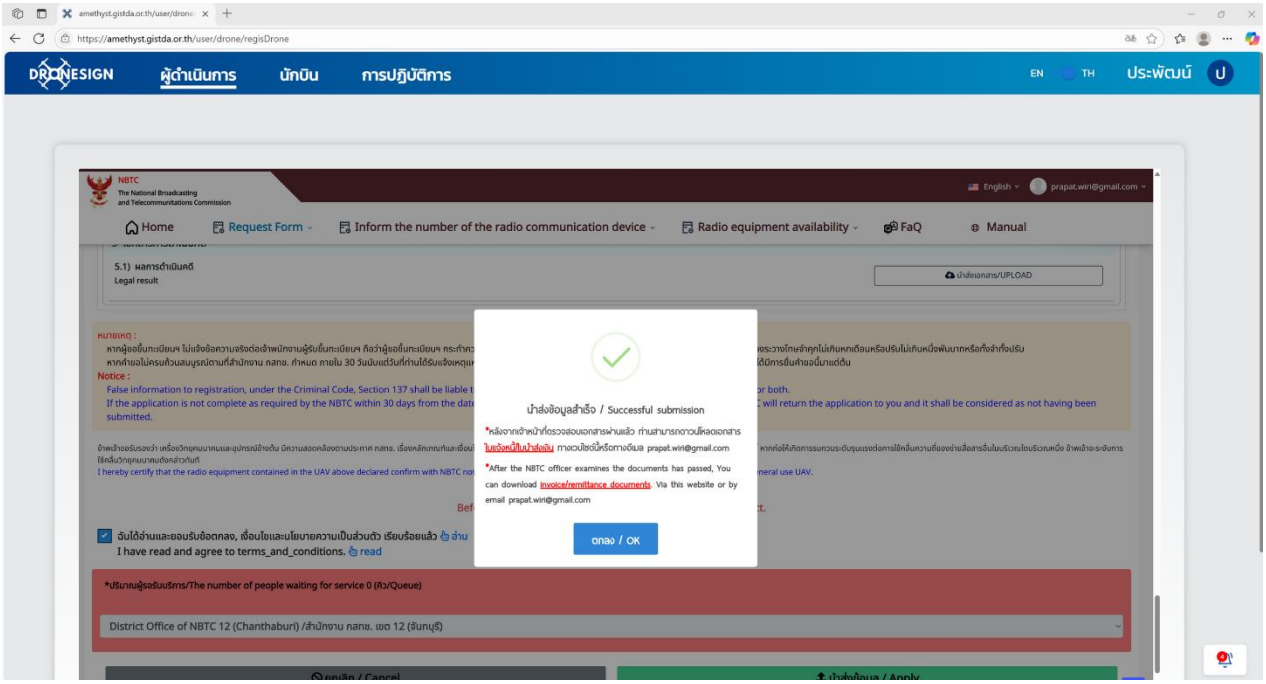
เข้าหารือการเชื่อมต่อกับ กพท.

รูปที่ 8 การเข้าหารือกับ กสทช. และ กพท. เพื่อเชื่อมต่อระบบ

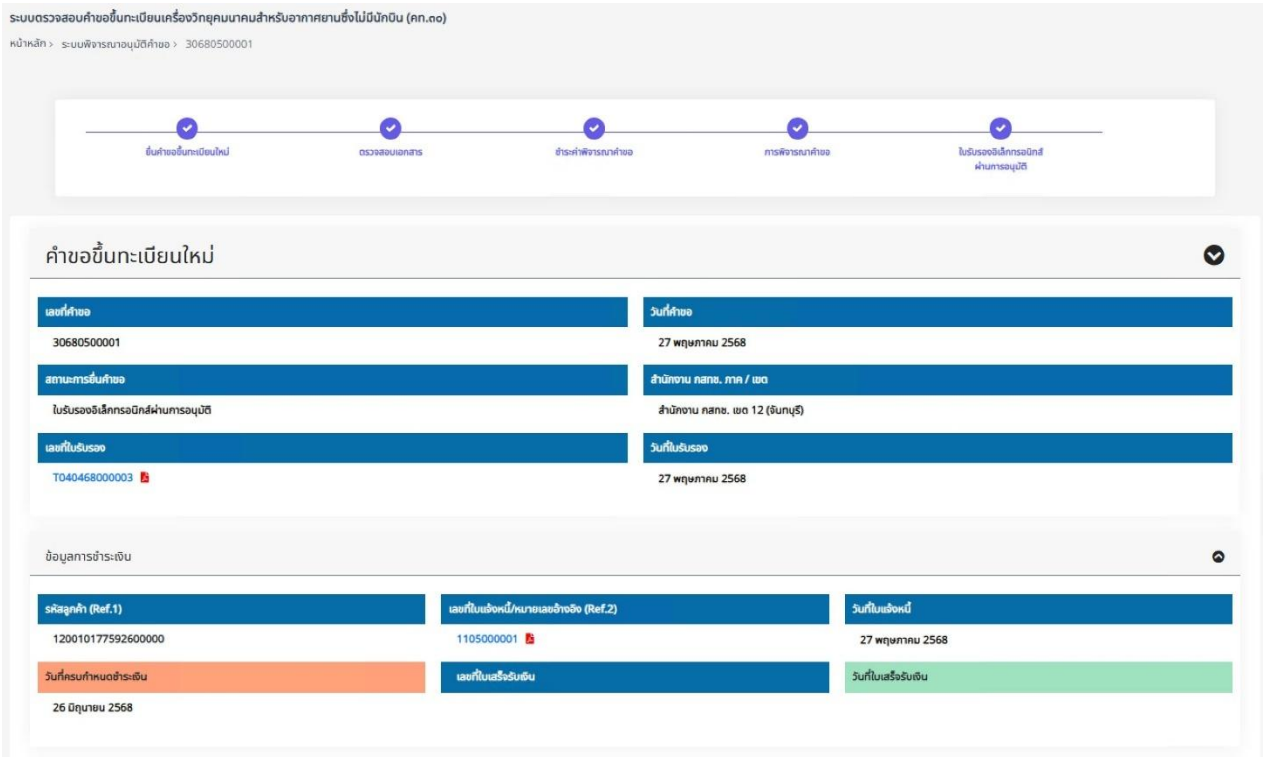


รูปที่ 9 ขั้นตอนการดำเนินงานการลงทะเบียนของ กสทช.

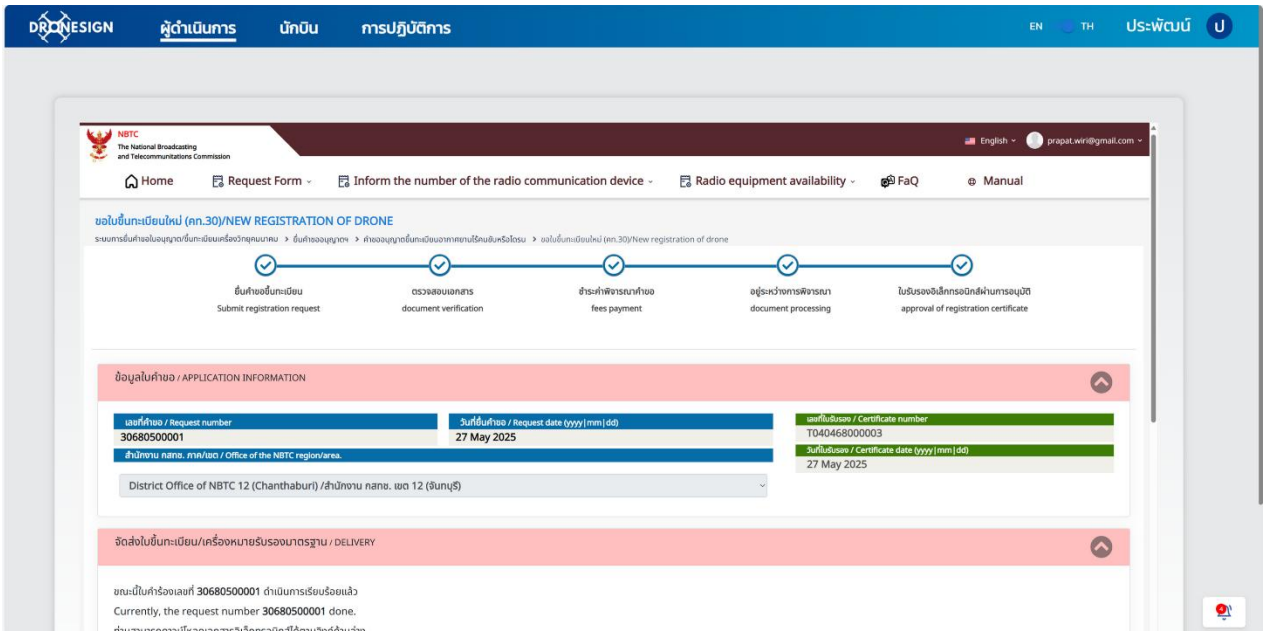
เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนแล้วและกดส่งข้อมูล ระบบจะส่งข้อมูลไปสองหน่วยงานคือ กพท. และ กสทช. จากรูปที่ 9 เมื่อส่งขอมูลไปยัง กสทช. แล้วดังรูปที่ 10 จากนั้นจะมีการส่งหมายเลขลงทะเบียนจาก กสทช. กลับมา โดยหมายเลขลงทะเบียนนี้จะใช้สำหรับเรียกดูข้อมูลที่ที่ไปยังระบบของ กสทช. ในภายหลัง และระบบ DroneSign จะส่งคำขอเพื่ออัพเดทข้อมูลสถานะ ว่าข้อมูลที่ส่งไปได้รับการการพิจารณาหรือไม่ เมื่อ กสทช. ได้รับข้อมูลการขึ้นทะเบียนจะสามารถทำการพิจารณาอนุมัติได้ดังรูปที่ 11 และเมื่อมีการพิจารณาอนุมัติแล้วจะมีการส่งข้อมูลการอนุมัติกลับมายังระบบ DroneSign ดังรูปที่ 12 เพื่อให้ผู้ใช้งานดำเนินการต่อไป



รูปที่ 10 การส่งข้อมูลจากระบบ DroneSign ไปยัง กสทช.

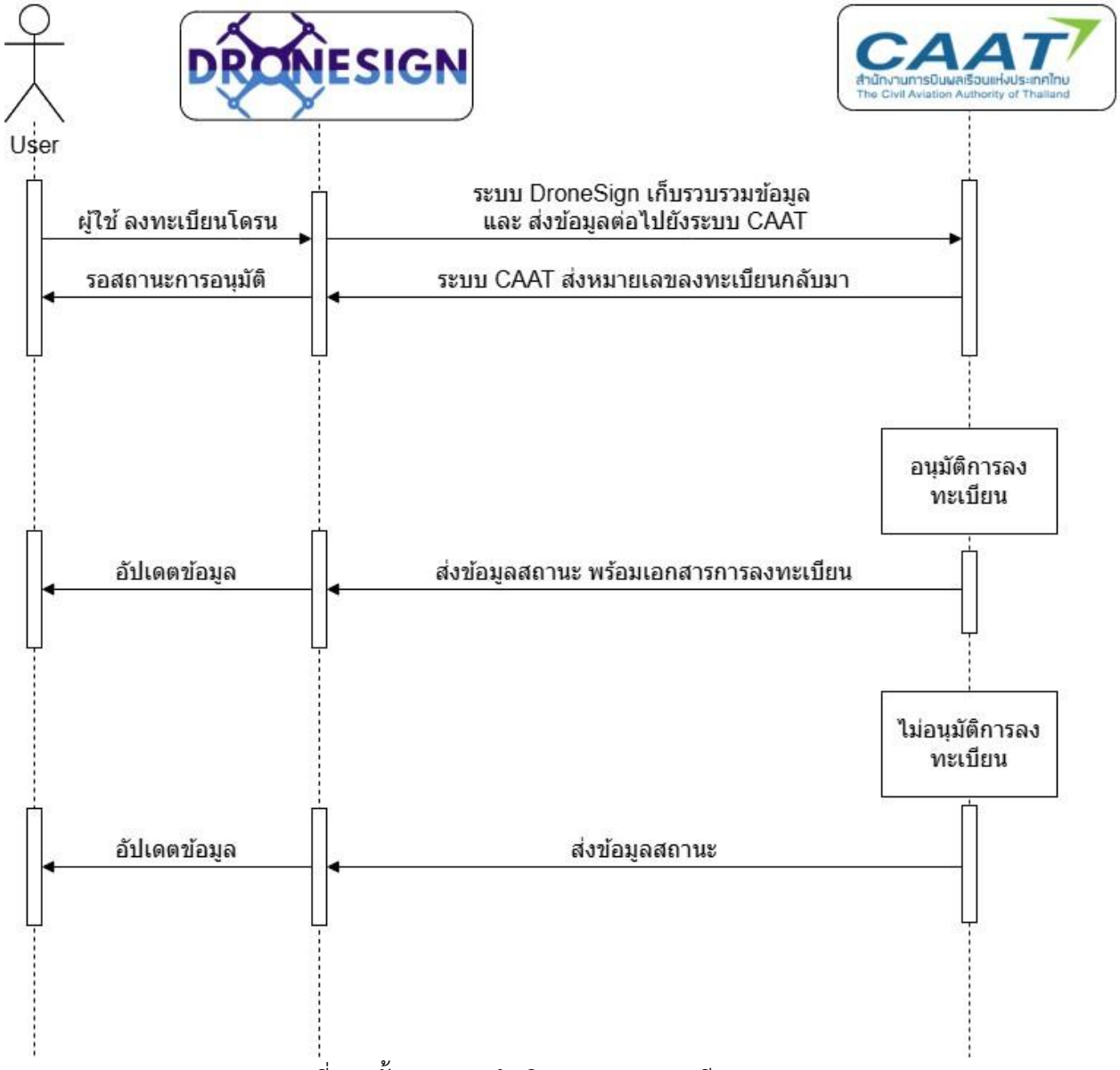


รูปที่ 11 การอนุมัติการขึ้นทะเบียนเมื่อมีการส่งข้อมูลจาก DroneSign ไปยัง กสทช.

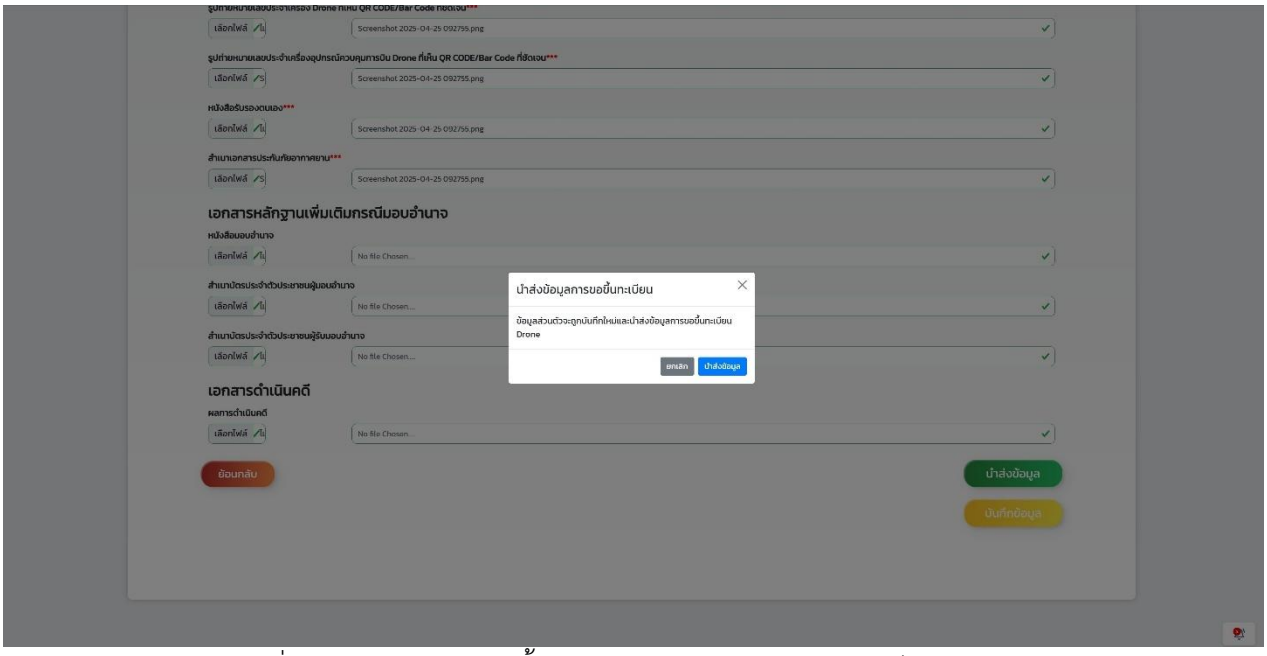


รูปที่ 12 การแสดงผลในระบบ DroneSign เมื่อมีการอนุมัติการขึ้นทะเบียนจาก กสทช.

ข้อมูลอีกส่วนจะถูกส่งไปยัง กพท. โดยมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 13 โดยเริ่มจากการส่งข้อมูลที่ผู้ใช้งานกรอกผ่านเว็บไซต์ DoneSign ไปยัง กพท. ดังรูปที่ 14 จากนั้นระบบของ กพท. จะส่งหมายเลขลงทะเบียนกับมาในลักษณ์เดียวกับระบบของ กสทช. เพื่อใช้ในการเรียกข้อมูลในภายหลัง และเมื่อเจ้าหน้าที่พิจารณาอนุมัติการขึ้นทะเบียน จากฝั่ง กพท. แล้ว ดังรูปที่ 15 ระบบจะส่งสถานะการอนุมัติกลับมายังระบบ DroneSign ดังรูปที่ 16 พร้อมกับสร้างเอกสารการขึ้นทะเบียนดังรูปที่ 17 ส่วนถ้าหากไม่อนุมัติจะส่งเพียงสถานะไม่อนุมัติกลับมาเท่านั้น



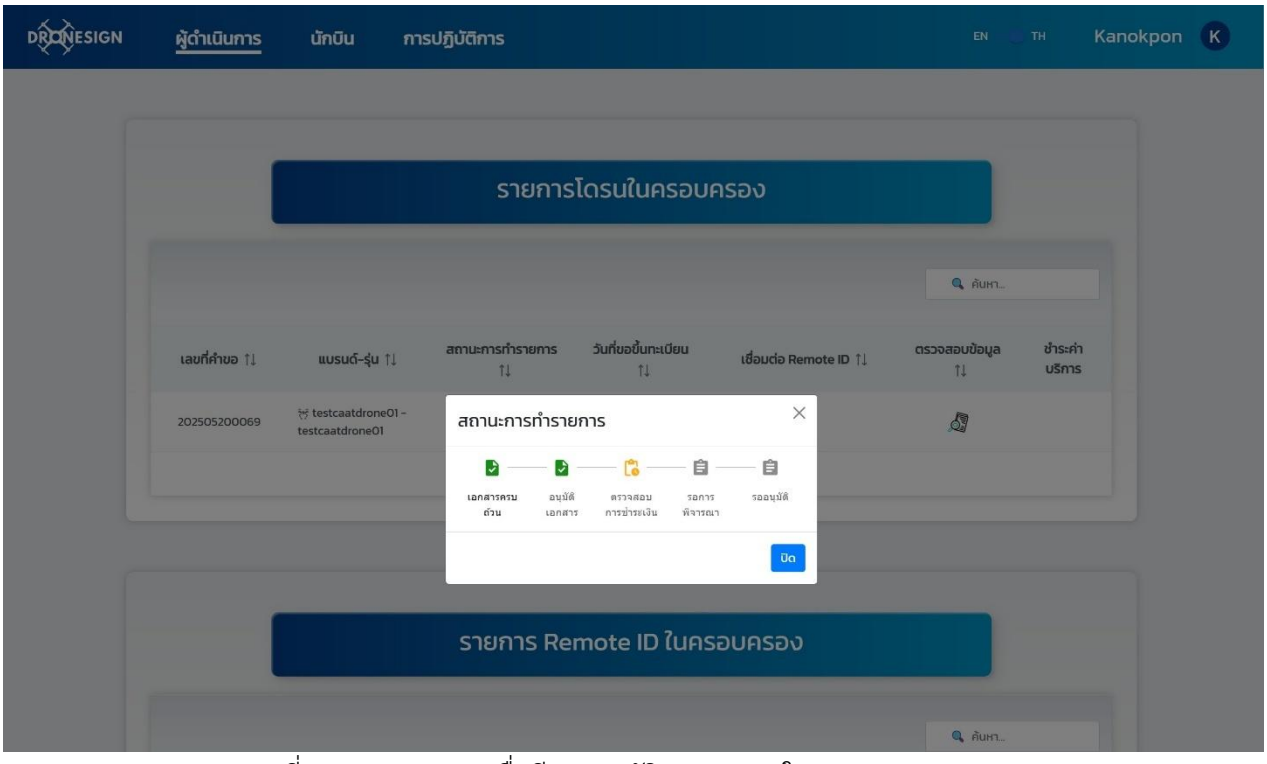
รูปที่ 13 ขั้นตอนการดำเนินงานการลงทะเบียนของ กพท.



รูปที่ 14 การส่งข้อมูลการขึ้นทะเบียนจากระบบ DroneSign ไปยัง กพท.

ลำดับ	เลขที่คำร้อง	ชื่อ - นามสกุล	วันที่	สถานะ	ประเภทคำร้อง	เพิ่ม/ลด ผู้ควบคุม	รายละเอียด	พิมพ์
1	2025-05-000158 109/2025	นาย Kanokpon Seelueng	2025-05-20 08:46:01	ถูกต้อง	ขึ้นทะเบียนครั้งแรก		รายละเอียด	พิมพ์
2	2025-03-000157 /	นางสาว บรรณเรักษ์ อัจฉรากูล	2025-03-03 11:32:14	ดำเนินการ	ขึ้นทะเบียนครั้งแรก		รายละเอียด	พิมพ์

รูปที่ 15 การแสดงผลจากระบบของ กพท. เมื่อทำการอนุมัติคำขอขึ้นทะเบียนจากระบบ DroneSign แล้ว



รูปที่ 16 การแสดงผลเมื่อมีการอนุมัติจาก กพท. ในระบบ DroneSign

หนังสือการขึ้นทะเบียนผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน
(ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก)

เลขที่ 000109/2568

หนังสือฉบับนี้ออกให้เพื่อแสดงว่า ชื่อ นาย Kanokpon นามสกุล Seelueng

เลขประจำตัวประชาชน ที่อยู่ปัจจุบันเลขที่

ตรอก/ซอย - ถนน - ตำบล/แขวง บางละมุง

อำเภอ/เขต บางละมุง จังหวัด ชลบุรี รหัสไปรษณีย์ 20150

โทรศัพท์ โทรสาร E-MAIL:

ได้รับการขึ้นทะเบียนตามประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. 2558 ออกตามมาตรา 24 แห่งพระราชบัญญัติการเดินอากาศ พ.ศ. 2497 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แบบอากาศยาน/ยี่ห้อ/รุ่น	testcaatdrone01	รุ่น	testcaatdrone01
น้ำหนัก (weight)	7 กิโลกรัม		
หมายเลขเครื่อง (Serial No.)	testcaatdrone01		
อุปกรณ์ที่ติดตั้ง	2		
วัตถุประสงค์การใช้	เพื่อการเล่นเป็นงานอดิเรก ความบันเทิง หรือ เพื่อการกีฬา		
ขอบเขต/พื้นที่ทำการบิน	ตามเงื่อนไขการบังคับหรือปล่อยอากาศยาน		
รายชื่อผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยาน	Kanokpon Seelueng		

โดยให้ปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนด มีกำหนด 2 ปี นับแต่วันที่ออกหนังสือฉบับนี้

ออกให้ ณ วันที่ 20 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2568

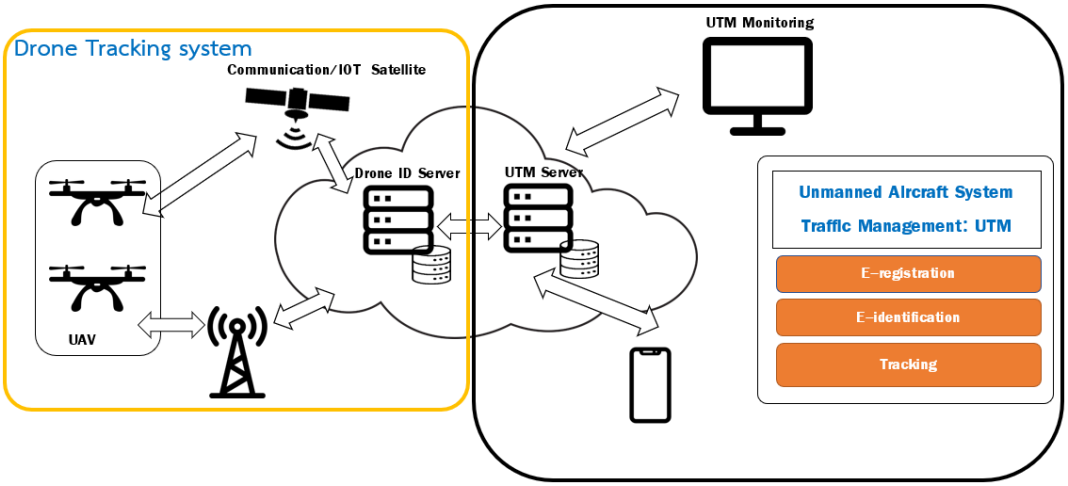
(นายฉัตรชัย ปิ่นตระกูล)
หัวหน้ากองพัฒนามาตรฐานความสมควรเดินอากาศ
รักษาการผู้จัดการ ฝ่ายมาตรฐานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย

หมายเหตุ เงื่อนไขการบังคับหรือปล่อยอากาศยานระบุด้านหลังหนังสือฉบับนี้

รูปที่ 17 เอกสารอนุมัติการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับจาก กพท.

2.2.1.3 อุปกรณ์ระบุตำแหน่งระยะไกล (Remote ID)

Remote ID เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้อากาศยานไร้คนขับสามารถส่งข้อมูลระบุตัวตนและตำแหน่งได้ ข้อมูลนี้สามารถรับได้โดยผู้ใช้งานรายอื่น รวมถึงเจ้าหน้าที่ นักบิน และประชาชนทั่วไป โดยวัตถุประสงค์หลักของ Remote ID คือเพื่อเพิ่มความปลอดภัย การรักษาความปลอดภัย และความรับผิดชอบในการปฏิบัติการของ อากาศยานไร้คนขับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่อากาศยานไร้คนขับอาจปฏิบัติการใกล้กับเครื่องบินลำอื่นหรือในสถานที่ที่มีความละเอียดอ่อน นอกจากนี้ยังสามารถช่วยป้องกันการใช้อากาศยานไร้คนขับโดยไม่ได้รับอนุญาตหรือผิดกฎหมาย เช่น การลักลอบขนของ การสอดแนม หรือการโจมตี โดยภาพรวมการทำงานของ Remote ID แสดงในรูปที่ 18



รูปที่ 18 ภาพรวมการทำงานของอุปกรณ์ระบุตัวตนระยะไกล (Remote ID)

Remote ID จะทำการส่งข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับ เช่น หมายเลขของผู้ทำการบิน ตำแหน่ง ความสูง ความเร็ว เป็นต้น ผ่านเครือข่ายการสื่อสารต่าง ๆ เช่น เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เครือข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม ไปยังผู้ให้บริการ UTM ซึ่งผู้ให้บริการ UTM จะทำการแสดงผลข้อมูลเหล่าใน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้

2.2.1.4 ประเภทของการทำการบิน

ในปัจจุบัน กพท. ได้แบ่งประเภทของการทำการบินออกเป็น 3 ประเภทหลัก ตามลักษณะการทำการบิน ดังนี้

- Open category - มีลักษณะความเสี่ยงต่ำ แบบลักษณะมาตรฐานพื้นฐานทั่วไป ไม่มีกฎเกณฑ์เฉพาะเจาะจง ง่ายต่อการปฏิบัติการบิน การกำหนดกฎระเบียบมีลักษณะยืดหยุ่น ใช้ความสูงต่ำ อยู่ในลักษณะการบินในสายตา ห่างไกลจากชุมชน
- Specific category - มีลักษณะความเสี่ยงปานกลาง มีระบบซ้ำซ้อนมากขึ้น น้ำหนักมากกว่า 25 กิโลกรัม มีการกำหนดเงื่อนไขข้อกำหนดมากขึ้นเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติการบิน สามารถกำหนดได้เช่น การกำหนดห้วงอากาศ ความเร็วที่เหมาะสม น้ำหนักไม่เกิน 150 กิโลกรัม ความสูงแยกออกจากพื้นที่ควบคุมจราจรทางอากาศ เป็นต้น
- Certified category - มีลักษณะความเสี่ยงสูง อยู่ในพื้นที่ควบคุมจราจรทางอากาศที่มีคนขับบางส่วนหรือทั้งหมด ต้องมีระบบสื่อสารการบิน ระบบการเดินอากาศ ระบบติดตามอากาศยาน และระบบป้องกันการชนกันของอากาศยาน ในระบบสากล เป็นต้น

ในปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดที่ชัดเจนสำหรับ Certified category ในการพัฒนาระบบจึงมุ่งเน้นไปที่ Open category และ Specific category

สำหรับการทำการบินแบบ Open category นั้นจะต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. 2558 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ต้องมองเห็นอากาศยานได้ตลอดเวลาที่ทำการบิน
- ต้องทำการบินในระหว่างเวลาพระอาทิตย์ขึ้นถึงพระอาทิตย์ตก
- ห้ามทำการบินโดยใช้ความสูงเกินกว่าเก้าสิบเมตร (สามร้อยฟุต) เหนือพื้นดิน
- ห้ามทำการบินโดยมีระยะห่างในแนวราบกับบุคคล ยานพาหนะ สิ่งก่อสร้าง หรืออาคาร น้อยกว่าสามสิบเมตร กรณีอากาศยานมีน้ำหนักน้อยกว่า 2 กิโลกรัม และน้อยกว่าห้าสิบเมตร กรณีอากาศยานมีน้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัม

โดยถ้าสามารถปฏิบัติตามข้อบังคับดังกล่าวจะสามารถทำการบินได้ โดยไม่ต้องขออนุญาตจาก กพท. เพื่อทำการบิน

อย่างไรก็ตามการทำการบินในบางกรณี บางภารกิจ ไม่สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดดังกล่าวได้ กพท. จึงได้กำหนดแนวทาง เงื่อนไข ข้อจำกัด ในการขอทำการบินอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินนอกเหนือจากที่เงื่อนไขที่กำหนดโดยได้กำหนดเงื่อนไขและข้อจำกัด ตามข้อ 17 ของประกาศกระทรวงคมนาคมฉบับดังกล่าว อย่างไรก็ตามแนวปฏิบัติดังกล่าว ไม่รวมถึงการปฏิบัติการบินในพื้นที่หวงห้ามเด็ดขาด พื้นที่หวงห้ามเฉพาะ และพื้นที่อันตราย ผู้ขอทำการบิน จะต้องดำเนินการตามกฎหมายและข้อบังคับต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแนวทางดังกล่าวจะใช้สำหรับการปฏิบัติการบินขั้นสูงหรือ Specific category ซึ่งมีรูปแบบการบินดังนี้

- การปฏิบัติการบินในเวลากลางคืน (Night Operations)
- การปฏิบัติการบินมากกว่าระยะสายตาโดยมีผู้สังเกตการบิน (Extended Visual Line of Sight Operations)
- การปฏิบัติการบินเพื่อสำรวจหรือตรวจสอบอาคาร (Building Survey/Inspection Operations)
- การปฏิบัติการบินเพื่อการถ่ายภาพทางอากาศ (Aerial Survey or Aerial Photography Operations)
- การปฏิบัติการบินเพื่อการแสดง (Drone Show)
- การปฏิบัติการบินเพื่อการแข่งขัน (Drone Racing)

ทั้งนี้ รูปแบบการปฏิบัติการบินอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ ตามการปฏิบัติการบินจริงที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ กพท. ยังได้อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งาน ในการขออนุมัติการทำการบินขั้นสูงในรูปแบบมาตรฐาน (Standard Scenario) ที่มีการใช้งานเป็นประจำดังนี้

- ปฏิบัติการบินสำรวจหรือตรวจสอบอาคาร
- ปฏิบัติการบินสำรวจหรือการถ่ายภาพทางอากาศ
- ปฏิบัติการบินภายในพื้นที่ปิด

โดยในขอบเขตการวิจัยของโครงการนี้จะพัฒนาให้ระบบรองรับการตรวจสอบแผนการบินแบบ Open category และ Specific category ที่เป็นไปตาม Standard Scenario และ Specific category น้ำหนักเกิน 25 กิโลกรัม ตามเงื่อนไขในประกาศฯ ปี 2567 โดยระบบจะทำการพิจารณาแผนการบินว่าตรงตามรูปแบบการบินใด ซึ่งถ้าหากทำการบินได้เลย จะแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบ หรือหากต้องแจ้งเพื่อขึ้นบิน จะส่งแผนเพื่อส่งต่อให้ กพท. หรือถ้าหากต้องอนุญาต จะส่งต่อให้ กพท. ดำเนินการอนุมัติต่อไป

ซึ่งระบบ DroneSign มีการจัดการแผนในแต่ละ category โดยจัดแบ่งเป็น priority ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ในมาตราฐาน ASTM F3548 Standard Specification for USA Traffic Management โดยสมมติว่า ผู้กำกับดูแล ไม่อนุญาตให้แผนที่มี priority เท่ากันสามารถขอทับกันได้ดังแสดงในรูปที่ 19

F3548 – 21

		Prioritization Scenario		
		Conflict with Higher Priority	Conflict with Equal Priority, not Permitted	Conflict with Equal Priority, Permitted
Operational Intent Action	Transition to Accepted	SCD0015	SCD0035	SCD0055
	Modified in Accepted	SCD0020	SCD0040	SCD0060
	Transition to Activated	SCD0025	SCD0045	SCD0065
	Modified in Activated	SCD0030	SCD0050	SCD0070

รูปที่ 19 การจัดการการขอแผนที่ทับซ้อนกันตามมาตรฐาน ASTM

2.2.1.5 บทบาทผู้ใช้งานในระบบ DroneSign

ระบบ DroneSign แบ่งบทบาทของผู้ใช้งานออกเป็น 4 บทบาท โดยแต่ละบทบาทจะมีความสามารถและหน้าที่ต่างกันออกไป โดยรายละเอียดของแต่ละบทบาทมีดังนี้

1) ผู้ดำเนินการ (Operator) - อาจเป็นบุคคลธรรมดา หรือนิติบุคคล โดยผู้ดำเนินการ จะต้องมีนักบินในสังกัดเพื่อที่จะสร้างแผนการบิน โดยผู้ดำเนินการ คน สามารถมีนักบินในสังกัดมากกว่า 1 คนได้
2) นักบิน (Pilot) - นักบินจะเป็นผู้ที่ได้รับอนุญาตในการทำการบิน ซึ่งนักบินจะต้องเข้าร่วมสังกัดของ ผู้กำเนินการ เพื่อทำการบิน และนักบินสามารถ อยู่ในสังกัดของผู้ดำเนินการมากกว่า 1 สังกัดได้
   2.1) นักบินทั่วไป – เป็นนักบินที่สามารถทำการบินแบบ Open ได้เท่านั้น
   2.2) นักบินขั้นสูง – เป็นนักบินที่สามารถทำการบินได้ทั้งแบบ Open และ Specific ซึ่งในอนาคตอาจต้องมีการฝึกอบรมเพื่อให้รับอนุญาตเป็นนักบินขั้นสูง
3) ผู้กำกับดูแล (Regulator) - ในประเทศไทยมี 2 หน่วยงานคือ

3.1) สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) จะมีหน้าที่กำกับดูแลการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ นักบิน และ การทำการบิน

3.2) คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ทำหน้าที่กำกับดูแลการใช้ช่องสัญญาณ

4) หน่วยงานพิเศษ (Special Agent) - เป็นหน่วยงานที่มีการใช้งานอากาศยานไร้คนขับในภารกิจพิเศษ เช่น ภารกิจค้นหา กู้ภัย หรือ ช่วยเหลือภัยพิบัติ เป็นต้น โดยเมื่อมีภารกิจพิเศษ หน่วยงานจะสร้างแผนการบิน ซึ่งเป็นแผนการบินที่มีความสำคัญสูงสุด สามารถสร้างแผนทับแผนการบินอื่น ๆ ได้ เพื่อให้นักบินที่มีรหัสปฏิบัติการเข้าร่วมภารกิจ และแผนการบินที่ถูกทับจะถูกยกเลิกโดยอัตโนมัติ

2.2.1.6 รูปแบบการใช้งานระบบ DroneSign

ระบบ DroneSign สามารถรองรับการใช้งานได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของผู้ใช้งานดังนี้

1) ประชาชน หรือนิติบุคคล ทั่วไปต้องการเป็นผู้ใช้งานระบบ DroneSign - ประชาชนทั่วไปสามารถลงทะเบียนใช้งานในระบบในลักษณะบุคคลทั่วไป หรือถ้าหากเป็นนิติบุคคลสามารถสมัครใช้งานในรูปแบบนิติบุคคลได้

2) ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการดูการบินในบริเวณใกล้เคียง – เมื่อสมัครใช้งานระบบแล้วผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลการบินของอากาศยานไร้คนขับในบริเวณใกล้เคียงได้

3) ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการสำรวจพื้นที่ทำการบิน – ผู้ใช้งานสามารถสำรวจพื้นที่ทำการบิน เช่น เขตห้ามทำการบิน แผนการบินของผู้ใช้งานในระบบ เป็นต้น

4) ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ – ผู้ใช้งานที่เป็นบุคคลทั่วไป และนิติบุคคล สามารถขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับผ่านระบบได้ โดยผู้กำกับดูแล ซึ่งในที่นี้คือ กพท. และ กสทช. จะเป็นผู้พิจารณาอนุมัติการขึ้นทะเบียนในระบบ ซึ่งเมื่อขึ้นทะเบียนแล้วผู้ใช้จะได้รับบทบาทผู้ดำเนินการ

5) ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการเป็นนักบิน – กรณีนี้จะจำกัดเฉพาะผู้ใช้งานที่เป็นบุคคลทั่วไปเท่านั้น ผู้ใช้งานนิติบุคคลไม่สามารถเป็นนักบินได้ โดยผู้ใช้งานจะต้องส่งข้อมูลยืนยันการเป็นนักเป็นเพื่อให้ระบบตรวจสอบคุณสมบัติ ก่อนจะเลื่อนสถานะเป็นนักบิน

6) ผู้ดำเนินการ เพิ่ม หรือ ถอน นักบินในสังกัด - ก่อนที่จะสร้างแผนการบิน ผู้ดำเนินการ จะต้องมีนักบินในสังกัดเพื่อทำการบิน ในกรณีนี้ผู้ดำเนินการ และนักบินอาจเป็นผู้ใช้งานรายเดียวกันได้ หากผู้ใช้งานรายนั้นได้ขึ้นทะเบียนทั้งสองบทบาท โดยการเพิ่มนักบินจะเกิดจากการที่ผู้ดำเนินการ ยื่นข้อเสนอให้นักบิน และนักบินจะสามารถตอบรับ หรือปฏิเสธการเข้าร่วม เมื่ออยู่ในสังกัดแล้ว ทั้งผู้ดำเนินการ และนักบินสามารถถอนออกจากสังกัดได้

7) ผู้ดำเนินการ ขึ้นทะเบียน Remote ID – ในอนาคตหากมีการบังคับใช้ Remote ID จะต้องทำการผูกข้อมูล Remote ID เข้ากับผู้ใช้งาน เพื่อให้สามารถระบุรายละเอียดของผู้ใช้งานที่ทำการบินอยู่ในขณะนั้น และเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้งานได้มีการครอบครอง Remote ID อยู่จริง ระบบจะทำการตรวจสอบ โดยผู้ใช้งานต้องกรอกข้อมูลของ Remote ID และทำการเปิดใช้งาน Remote ID ที่มีข้อมูลที่ตรงกัน เมื่อระบบตรวจสอบพบการทำงานของ Remote ID ที่ได้มีการส่งข้อมูลไว้ จะอนุมัติให้ทำการผูก Remote ID กับบัญชีผู้ใช้งาน

8) ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Open – เมื่อผู้ดำเนินการทำการเพิ่มนักบินในสังกัดและผูก Remote ID แล้ว จะสามารถขอแผนการบินได้ ซึ่งในกรณีการบินแบบ Open ผู้ใช้งานสามารถทำการบินได้เลย โดยไม่ต้องได้รับการอนุมัติจาก กพท. หากปฏิบัติตามเงื่อนไขได้ โดยระบบจะช่วยในการตรวจสอบว่าแผนที่ขอเป็นไปตามข้อบังคับหรือไม่ ซึ่งถ้าหากเป็นไปตามข้อบังคับ ระบบจะบันทึกแผนนั้นในระบบ เพื่อใช้ในการอ้างอิงต่อไป

9) ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Specific (เพื่อถ่ายภาพ, สำรวจอาคาร) – ถ้าหากผู้ดำเนินการต้องการทำการบินแบบ Specific ที่เป็น Standard Scenario เพื่อถ่ายภาพ หรือ สำรวจอาคาร ระบบจะแสดงเงื่อนไขการปฏิบัติการที่ผู้ใช้งานต้องยอมรับเพื่อปฏิบัติการบิน หากผู้ใช้งานยอมรับ ระบบจะแจ้งแผนให้ กพท. และทำการบินได้เลย

2.2.2 ความต้องการพื้นฐานของระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (System Requirement) ภายใต้โครงการฯ

จากการผลการศึกษาแนวปฏิบัติและการออกแบบระบบ UTM ของ FAA และสหภาพยุโรป และการหารือผลการศึกษานี้กับการจัดประชุม Focus group ครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 ใน Focus group เห็นด้วยกับทิศทางการพัฒนาและสถาปัตยกรรมระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ ที่พัฒนาโดย สทอภ. นอกเหนือจากนี้สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) ให้ความข้อมูลที่กล่าวว่าปัจจุบัน กพท. มุ่งเน้นในเรื่องเร่งด่วน ได้แก่ การวางพื้นฐานที่สำคัญของระบบ UTM คือ การขึ้นทะเบียนโดรน และขึ้นทะเบียนนักบินที่มีความสามารถในการบินโดรนอย่างเพียงพอ เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการรักษาความปลอดภัยพื้นฐานสาธารณะ โดยในรายละเอียดพื้นฐานที่สำคัญของระบบ UTM ดังนี้

1) การขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ และขึ้นทะเบียนนักบิน เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการรักษาความปลอดภัยพื้นฐานสาธารณะ

2) การพัฒนาระบบระบุตัวตนของโดรนระยะไกล ประกอบด้วย hardware remote ID และ ระบบแม่ข่ายซึ่งทำหน้าที่รับส่งข้อมูล เป็นระบบที่นำไปสู่การต่อยอดของการติดตาม เฝ้าระวัง และเตือนภัย สำหรับการบินอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการบริหารจัดการห้วงอากาศ

3) การพัฒนาระบบ Geo-awareness เป็นการสร้างขอบเขตทางภูมิศาสตร์ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างเป็นนัยยะกับการบริหารจัดการห้วงอากาศ เพื่อให้ข้อมูลเบื้องต้นแก่นักบินก่อนทำการบิน

ทั้งนี้การบริการพื้นฐานดังกล่าวควรถูกรวมเป็น web-platform โดยขั้นต้นมุ่งเน้นการอนุญาตอากาศยานไร้คนขับ ที่บินในความสูงไม่เกิน 90 เมตร ตามที่กฎระเบียบออกในปัจจุบัน โดยจำกัดไว้ที่ Airspace Class G ซึ่งถูกกำหนดให้เป็น Uncontrolled airspace โดยที่ การควบคุมการจราจรทางอากาศ (Air Traffic Control : ATC) ไม่ได้มีหน้าที่ในการให้ separation service ทั้งนี้ระบบ UTM ควรมีขีดความสามารถให้บริการและติดตามให้กับ ผู้บังคับ เจ้าหน้าที่รัฐ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็วในการส่งแผนขึ้นบิน รวมถึงสามารถใช้งานร่วมกับผู้ใช้งานอื่น ๆ ใน uncontrolled airspace ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นหัวข้อถัดไปจะกล่าวถึงรายละเอียดและแนวทางการพัฒนาต้นแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ สำหรับประเทศไทย

ตามที่กล่าวมาจากการหารือและให้ความเห็นใน Focus group สามารถสรุปความต้องการพื้นฐานของระบบ UTM (UTM Requirements) เพื่อทำการสาธิต (demonstration) ภายใต้การดำเนินโครงการนี้ได้ดังนี้

Sys_Req_1: การใช้งานของระบบเป็นไปตามกฎหมายและหลักการของกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคล ไม่ว่าจะเป็นผู้ใช้งานโดรน หรือประชาชนทั่วไป

Sys_Req_2: ผู้ใช้บริการมีสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องหลักการของกฎหมายการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

Sys_Req_3: ข้อมูลผู้ใช้บริการต้องเข้าถึงได้ด้วยตนเอง และเข้าถึงได้โดยบุคคลผู้มีอำนาจตามกฎหมาย

Sys_Req_4: ข้อมูลของผู้ใช้บริการต้องมีข้อมูลที่สามารถระบุตัวตนได้อย่างชัดเจน

Sys_Req_5: ระบบ UTM ต้องมีขีดความสามารระบุตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับขณะทำการปฏิบัติการ

Sys_Req_6: ระบบ UTM ต้องเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล หรือส่งต่อข้อมูล โดยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ตามที่ได้แจ้งให้กับผู้ใช้บริการ โดยต้องได้รับความยินยอมจากผู้ใช้บริการ และดูแลความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้บริการ

2.2.2.1 Requirement ด้านการบริหารจัดการภารกิจ

Sys_Req_7: ระบบต้องเปิดให้ผู้ใช้บริการสามารถระบุคำขอการปฏิบัติการแก่ระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ

Sys_Req_8: ระบบต้องเปิดให้ผู้ใช้บริการระบุข้อมูลพื้นที่สำหรับส่งคำขอการปฏิบัติการแก่ระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ

Sys_Req_9: ระบบต้องแจ้งให้ผู้ใช้บริการทราบสถานะคำขอของแผนการบิน

2.2.2.2 Requirement ข้อมูลเกี่ยวกับการบิน UAV

Sys_Req_10: ผู้ดำเนินการ และผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงข้อมูลแผนการบินที่ต้องการเพื่อเตรียมการสำหรับภารกิจ

Sys_Req_11: ผู้ดำเนินการ และผู้ใช้บริการต้องเข้าถึงข้อมูลการบินล่าสุด

Sys_Req_12: ผู้ใช้บริการต้องตรวจสอบว่า UAV ของผู้ใช้บริการส่งสัญญานระบุตัวตนหรือไม่

2.2.3 โครงสร้างของระบบ DroneSign

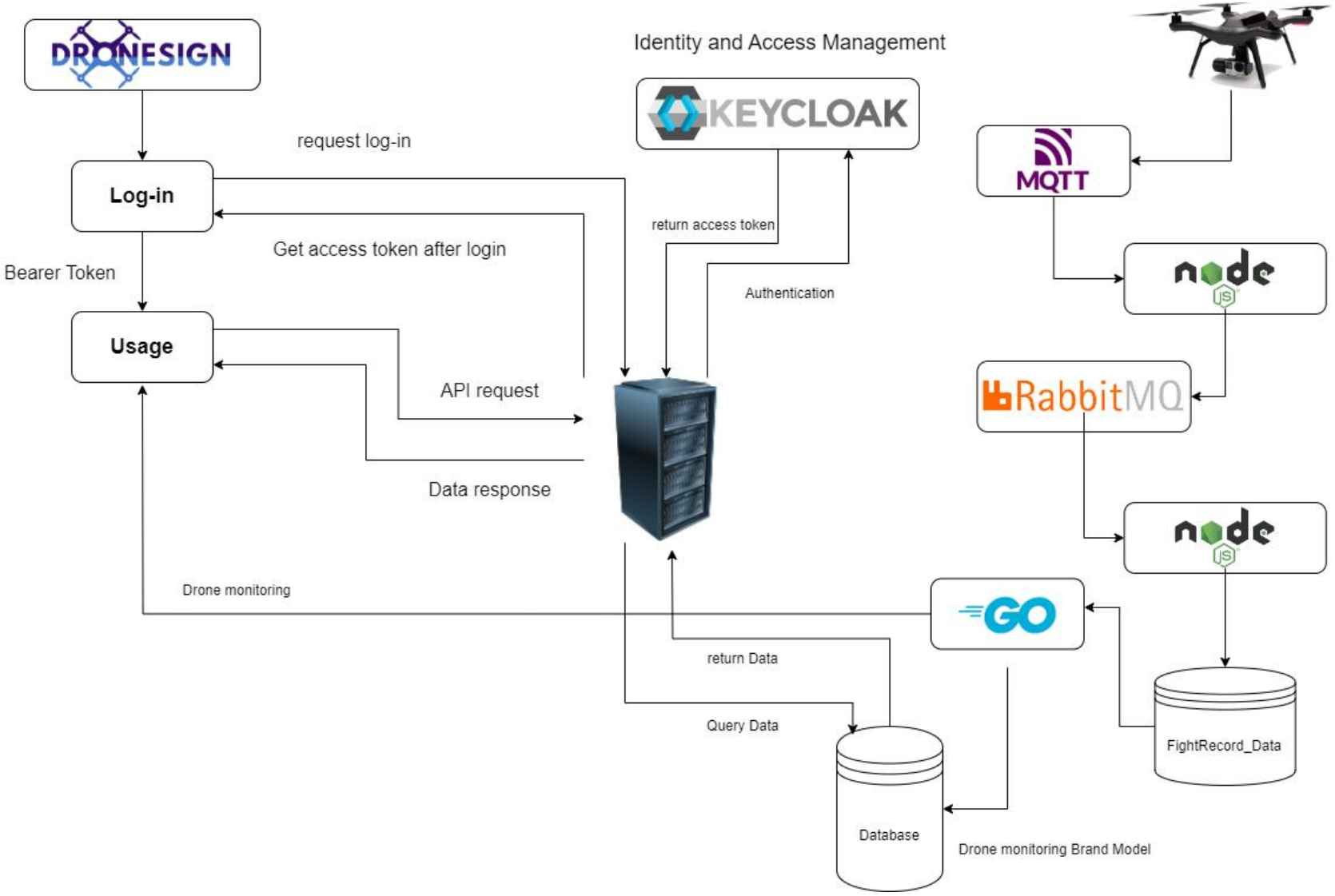
โครงสร้างการทำงานของ ระบบ DeoneSign แสดงในรูปที่ 20 โดยการทำงานเริ่มต้นที่ผู้ใช้งานทำการ Login เพื่อเข้าใช้ระบบ จากนั้นระบบจะทำการ request ไปที่ server เพื่อ Authenticate ผ่าน KEYCLOAK ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบว่า บัญชีที่ทำการ login เข้ามาเป็น User หรือไม่ เพื่อตรวจสอบพบว่าเป็น User จะทำการสร้างและส่ง access token เพื่อใช้ในการเข้าใช้งานระบบ เมื่อ login เข้าระบบเรียบร้อยแล้ว ในการใช้งานต่าง ๆ จะเรียกใช้งานผ่าน API ไปยัง Server ซึ่งจะต้องแนบ Bearer Token (สร้างโดย KEYCLOAK) ในการเรียกใช้งาน API ด้วย

ส่วนของการใช้งาน Remote ID จะเริ่มต้นจากข้อมูลที่ส่งมาจาก Remote ID จะส่งมาในระบบในรูปแบบของ MQTT โดยมี Node.js ในการรับและส่งต่อให้ Rabbit MQ เพื่อจัดการจัดลำดับข้อมูลและป้องกันการสูญหายของข้อมูล หลังจากนั้นจะใช้ Node.js ในการจัดเก็บขข้อมูลลง Database อีกครั้ง โดยข้อมูลจะถูกเรียกใช้โดย GO เมื่อมีการเรียกใช้ข้อมูล

ในการเรียกสื่อสารและใช้ข้อมูลต่าง ๆ จะมี Application Programming Interface (API) เพื่อใช้ในการสื่อสาร โดยรายละเอียดของ API ต่าง ๆ ที่เรียกใช้งานในระบบแสดงในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 12 โดยมีการแบ่งกลุ่ม API ดังนี้

- Auth - เกี่ยวข้อกับการ Authentication
- Operator – เกี่ยวข้อกับผู้ดำเนินการ
- Pilot – เกี่ยวข้องกับนักบิน
- Regulator – เกี่ยวข้องกับผู้กำกับดูแล
- Corporation – เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานนิติบุคคล
- Operation – เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการ
- Agency – เกี่ยวข้องกับหน่วยงานพิเศษ
- User – เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานระบบ
- Admin_UTM – เกี่ยวข้องกับผู้ดูและระบบ
- Geofence - เกี่ยวข้องกับพื้นที่ห้ามบิน

- Area - เกี่ยวข้องกับพื้นที่
- Other - อื่น ๆ



รูปที่ 20 โครงสร้างของระบบ UTM ที่ได้มีการพัฒนาขึ้น

ตารางที่ 1 API ที่เกี่ยวข้อกับการ Authentication

Process_Name	Method	Path	Description
Login	POST	/api/v2/auth/sign-in	สำหรับการ Login เข้าระบบ (จำเป็นต้องลงทะเบียนก่อน เนื่องจากระบบมีการตรวจสอบ Token เมื่อมีการส่ง Request เสมอ)
RegisterCorporation	POST	/api/v2/auth/register_cor	สำหรับการ Register ในระบบ ในสถานะนิติบุคคล
RegisterUser	POST	/api/v2/auth/user-register	สำหรับการ Register ในระบบ ในสถานะบุคคลธรรมดา

ตารางที่ 2 API ที่เกี่ยวข้อกับผู้ดำเนินการ

Process_Name	Method	Path	Description
RegisterDrone	POST	/api/v2/operator/register-drone	ลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับของ user ใด ๆ ในระบบ
DronePurpose	POST	/api/v2/operator/drone-purposes	เรียกข้อมูล วัตถุประสงค์การทำการบิน จากฐานข้อมูล (Database)
DroneData	POST	/api/v2/operator/drone-data-operator	เรียกข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับแต่ละลำโดยละเอียดที่ลงทะเบียนในระบบ (จะมีการตรวจสอบก่อนว่าอากาศยานไร้คนขับลำนี้ได้รับอนุญาต จากผู้กำกำกับดูแล หรือไม่)
UpdateDroneDataStatus9	POST	/api/v2/operator/update-drone-data-reg	อัพเดท ข้อมูลอากาศยานไร้คนขับที่ ถูกหน่วยงานส่งกลับให้ทำการแก้ไข
DroneOperator	GET	/api/v2/operator/operator-drone	เรียกข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ที่ทำการขอขึ้นทะเบียน ในระบบ
RemoteIDOperator	GET	/api/v2/operator/operator-remoteid	เรียกข้อมูลของ Remote ID ที่ลงทะเบียน ในระบบ

Process_Name	Method	Path	Description
AddNewRemoteID	POST	/api/v2/operator/add-remote-id	สำหรับขึ้นทะเบียน RID ในระบบ
RegisStockRemoteID	POST	/api/v2/operator/regis-stock-rid?registration_token=xxxx-xxxx-xxxx-xxx	สำหรับขึ้นทะเบียนประเภท External RID ในระบบ
ConnectionRemoteID	POST	/api/v2/operator/connect-remoteid	จัดการการเชื่อมต่ออากาศยานไร้คนขับ เข้ากับ RID
TestConnectionRID	POST	/api/v2/operator/remoteid-test-connection?connection_token=xxx-xxx-xxx-xxxxx-xxx	ทดสอบการเชื่อมต่อ RID โดยการส่ง Serial_Number แนบไปด้วย
DisconnectRemoteID	PUT	/api/v2/operator/disconnect-remoteid	ยกเลิกการเชื่อมต่อระหว่าง RID กับอากาศยานไร้คนขับ
CheckRemoteID	POST	/api/v2/operator/check-remoteid	ตรวจสอบสถานะของ RID ว่ากำลังเชื่อมต่อกับอากาศยานไร้คนขับอยู่หรือไม่
RemoveRemoteID	DEL	/api/v2/operator/remove-remoteid	-
PaymentDemo	POST	/api/v2/operator/payment-demo	ส่งการยืนยันการชำระเงิน เข้าไปยังระบบเพื่อให้ทางหน่วยงานตรวจสอบ
NewAccessToken	GET	/api/v2/operator/new-token	เรียกใช้งาน Token ตัวใหม่ เมื่อตัวเก่าหมดอายุไปแล้ว
PilotList	GET	/api/v2/operator/pilot-list	เรียกข้อมูลนักบิน ภายใต้การจัดการของ user

Process_Name	Method	Path	Description
FindPilot	POST	/api/v2/operator/find-pilot	เรียกข้อมูลนักบินแต่ละบุคคล ภายใต้การจัดการของ user
AddPilotToOperator	POST	/api/v2/operator/add-pilot	จัดการเพิ่มนักบินเข้ามาอยู่ภายใต้การจัดการของ user
OperatorRemovePilot	DEL	/api/v2/operator/remove-pilot	-
OperationData	GET	/api/v2/operator/operation-data	ดึงข้อมูล แผนการบินทั้งหมดของ user
CancelOperation	POST	/api/v2/operator/cancel-operation	ยกเลิกแต่ละแผนการบินของ user
CompleteOperation	POST	/api/v2/operator/complete-operation	ยืนยันการเสร็จสิ้นภารกิจของแต่ละแผนการบินของ user
AcceptRecindedOperation	POST	/api/v2/operator/accept-rescinded	ยืนยันการตอบรับแต่ละแผนการบินของ user
De-AuthorizedOperation	POST	/api/v2/operator/de-authorized-operation	ยกเลิกแต่ละแผนการบินของ user

ตารางที่ 3 API ที่เกี่ยวข้องกับนักบิน

Process_Name	Method	Path	Description
CheckPilotType	GET	/api/v2/pilot/pilot-type	เรียกข้อมูล สถานะการเป็นนักบินของ user
RegisterPilot	POST	/api/v2/pilot/register-pilot	ส่งยืนยันการลงทะเบียน ทั้งแบบ OPEN และ SPECIFIC
OperatorList	GET	/api/v2/pilot/operator-list	แสดงข้อมูลคำเชิญเข้าร่วมสังกัด
ResponseToOperator	POST	/api/v2/pilot/response	ตอบรับ การเข้าร่วม/ไม่เข้าร่วม สังกัดที่มีการส่งคำเชิญ (จากการเพิ่มนักบิน)

ตารางที่ 4 API ที่เกี่ยวข้องกับผู้กำกับดูแล

Process_Name	Method	Path	Description
DroneList	GET	/api/v2/regulator/drone-list	เรียกรายชื่ออากาศยานไร้คนขับทั้งหมดที่ทำการขอขึ้นทะเบียนในระบบ
OneDroneData	POST	/api/v2/regulator/drone-data-reg	เรียกข้อมูลรายละเอียดของอากาศยานไร้คนขับแต่ละลำ
UpdateDroneRegisStatus CAAT	POST	/api/v2/regulator/update-drone-regis-status	จัดการสถานะการตรวจสอบของ CAAT
UpdateDroneRegisStatus NBTC	POST	/api/v2/regulator/update-drone-regis-status	จัดการสถานะการตรวจสอบของ NBTC

Process_Name	Method	Path	Description
OperationData	GET	/api/v2/regulator/operation-data?operation_id={id}	เรียกข้อมูลแต่ละแผนการบิน
AuthorizedOperation	POST	/api/v2/regulator/authorized-operation	อนุมัติแผนการบิน
DeniedOperation	POST	/api/v2/regulator/denied-operation	ไม่อนุมัติแผนการบิน
RescindedOperation	POST	/api/v2/regulator/rescinded-operation	ยกเลิกแผนหลังจากแผนนั้นได้ถูกอนุมัติไปแล้ว

ตารางที่ 5 API ที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานนิติบุคคล

Process_Name	Method	Path	Description
CorporationUserData	GET	/api/v2/corporation/profile	เรียกข้อมูลของ user:role=> corporation
UpdateCorpUserData	POST	/api/v2/corporation/update-profile	แก้ไขข้อมูลของ Coporation
RegisterDroneCorp	POST	/api/v2/corporation/register-drone	ลงทะเบียนออากาศยานไร้คนขับของ Coporation
UpdateDroneDataStatus8ForCorp	POST	/api/v2/corporation/update-drone-data-reg	แก้ไขข้อมูลอากาศยานไร้คนขับของ Coporation

ตารางที่ 6 API ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการ

Process_Name	Method	Path	Description
DroneAndPilotData	POST	/api/v3/operation/pilot-drone-data	เรียกข้อมูล Drone และ Pilot ว่าพร้อมบินในช่วงเวลาที่ส่งไปหรือไม่
CheckOperation	POST	/api/v3/operation/check-operation	ตรวจสอบพื้นที่ว่าสามารถเลือกพื้นที่บินนี้ได้หรือไม่
ComfirmOperation	POST	/api/v3/operation/confirm-operation	ยืนยันการลงทะเบียนแผนการบิน หลังจากทำการ CheckOperation เรียบร้อยแล้ว
DroneAndPilotDataforUpdate	POST	/api/v3/operation/pilot-drone-data-update	-
CheckUpdateOperation	POST	/api/v3/operation/check-update-operation	-
ComfirmUpdateOperation	POST	/api/v3/operation/confirm-update-operation	-
FindAgencyOperation	POST	/api/v3/operation/find-agency-operation?operation_code=xxx-xxxx-xxx-xxxx	ค้นหาแผนการบินของ Agency
JoinOperation	POST	/api/v3/operation/join-operation	ขอเข้าร่วมแผนการบิน Agency ที่ทำการค้นหา
CanceJoinOperation	POST	/api/v3/operation/cancel-join-operation	ยกเลิกการเข้าร่วมแผนการบินของ Agency

Process_Name	Method	Path	Description
NotificationOperation	GET	/api/v3/operation/notify-operation	เรียกข้อมูล การแจ้งเตือนขั้นตอนการดำเนินการแผนการบินของ user นั้น ๆ
UpdateNotificationOperation	POST	/api/v3/operation/update-notification?update_all=y&noti_id={id}	update การแจ้งเตือน เมื่อการแจ้งเตือนนั้นถูกมองเห็นและทำการลบการแจ้งเตือนนั้นทิ้งไป
ShortestPath	POST	/api/v3/operation/shortest-path	หาระยะทางที่สั้นที่สุดจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุด โดยประเมินจากข้อมูลความสูงตึกที่มี ร่วมกับความสูงที่ต้องการทำการบิน
DroneDatafromRID	POST	/api/v3/operation/drone-data-from-rid	เรียกข้อมูลอากาศยานไร้คนขับ ที่ผูกกับ RID นั้น ๆ เพื่อนำมาแสดงในหน้า Monitoring

ตารางที่ 7 API ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานพิเศษ

Process_Name	Method	Path	Description
GetArea	POST	/api/v2/agency/operation-area	เรียกข้อมูลเพื่อตรวจสอบแผนการบินโดยรอบพื้นที่ที่เลือกในระยะ 3km
CheckOperation	POST	/api/v2/agency/check-operation	ตรวจสอบพื้นที่ ที่ถูกเลือกว่า แผนการบินที่มีลำดับความสำคัญเทียบเท่าหรือมากกว่า Agency อยู่หรือไม่
ConfirmOperation	POST	/api/v2/agency/confirm-operation	ยืนยันแผนการบินของ Agency เมื่อไม่มีข้อผิดพลาดจากการตรวจสอบพื้นที่

Process_Name	Method	Path	Description
CancelSaveOperation	POST	/api/v2/agency/cancel-operation	ยกเลิก Operation
OperationData	GET	/api/v2/agency/operation-data?operation_id={id}	เรียกใช้ข้อมูล Agency Operation ตาม id ที่ระบุ
ResponseOperationRequest	POST	/api/v2/agency/response-join-operation	อนุมัติคำขอจาก Operator เพื่อเข้าร่วมแผนการบินของ Agency

ตารางที่ 8 API ที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานระบบ

Process_Name	Method	Path	Description
GetUserData	POST	/api/v2/user/user-data	เรียกข้อมูลของ user
EditUserdata	PUT	/api/v2/user/update-userdata	อัพเดทการแก้ไข้ข้อมูลของ user

ตารางที่ 9 API ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ห้ามบิน

Process_Name	Method	Path	Description
GetCorporationApproval	GET	/api/v2/admin/corporation-approve-request	เรียกข้อมูลผู้ขอลงทะเบียนในสถานะ Corporation
ApproveCorporation	POST	/api/v2/admin/approve-corporation?corporation_id={id}	ยืนยันการให้สิทธิการเป็น Corporation

ตารางที่ 10 API ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ห้ามบิน

Process_Name	Method	Path	Description
AeroDrome	GET	/api/v2/geo-fence/aerodrome	เรียกข้อมูล Aerodrome รูปแบบ Geojson
ProhibitedAreas	GET	/api/v2/geo-fence/prohibited-areas	เรียกข้อมูล ProhibitedAreas รูปแบบ Geojson
RestrictedAreas	GET	/api/v2/geo-fence/restricted-areas	เรียกข้อมูล RestrictedAreas รูปแบบ Geojson
DangerAreas	GET	/api/v2/geo-fence/danger-areas	เรียกข้อมูล DangerAreas รูปแบบ Geojson
OtherAreas	GET	/api/v2/geo-fence/other-areas	เรียกข้อมูล OtherAreas รูปแบบ Geojson
AllGeoFenceData	GET	/api/v2/geo-fence/all-areas	เรียกข้อมูล พื้นที่ห้ามบินทั้งหมด รูปแบบ Geojson

ตารางที่ 11 API ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่

Process_Name	Method	Path	Description
AreaSpecificTime	GET	/api/v2/area/area-in-specific-time	ตรวจสอบพื้นที่ทำการบิน ณ เวลาใด ๆ ตำแหน่งใด ๆ ว่ามีแผนการบินอยู่ในบริเวณดังกล่าวหรือไม่

ตารางที่ 12 API อื่น ๆ

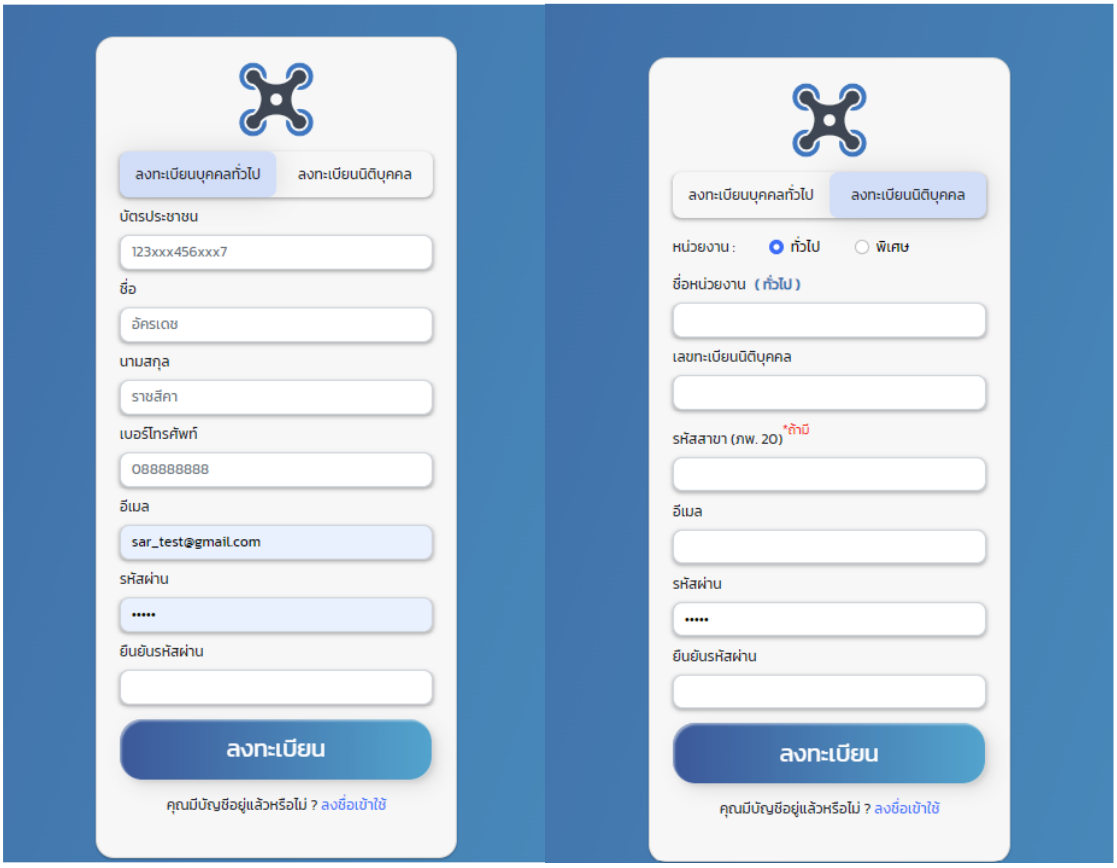
Process_Name	Method	Path	Description
WeatherForecast	GET	/api/v2/weather/forecast	เรียกข้อมูลพยากรณ์อากาศ ณ ตำแหน่งที่ทำการค้นหา

2.2.4 ต้นแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ หรือ DroneSign

จากข้อกำหนดความต้องการของระบบ สทอภ.ได้ออกแบบระบบการลงทะเบียนแบบ one stop services ต้นแบบ ที่มีความสามารถในการลงทะเบียนของทาง กพท. และ กสทช. ร่วมไปถึงการขออนุญาตทำการบินตามขอบเขตของโครงการ ทั้งนี้ระบบ DroneSign เป็นการสาธิตการนำเทคโนโลยีขั้นต้นในรูปแบบของ web-application มาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการลงทะเบียน และส่งแผนการบิน ระหว่างผู้ปฏิบัติการ และผู้กำกับดูแล เพื่อลดเวลาในการดำเนินงานของการใช้งานอากาศยานไร้คนขับในห้วงอากาศของประเทศไทย โดยในหัวข้อนี้จะแสดงถึงความสามารถของเว็บไซต์ DroneSign ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยรายละเอียดการใช้งานระบบสามารถดูได้จาก “คู่มือการใช้งานระบบ DroneSign”

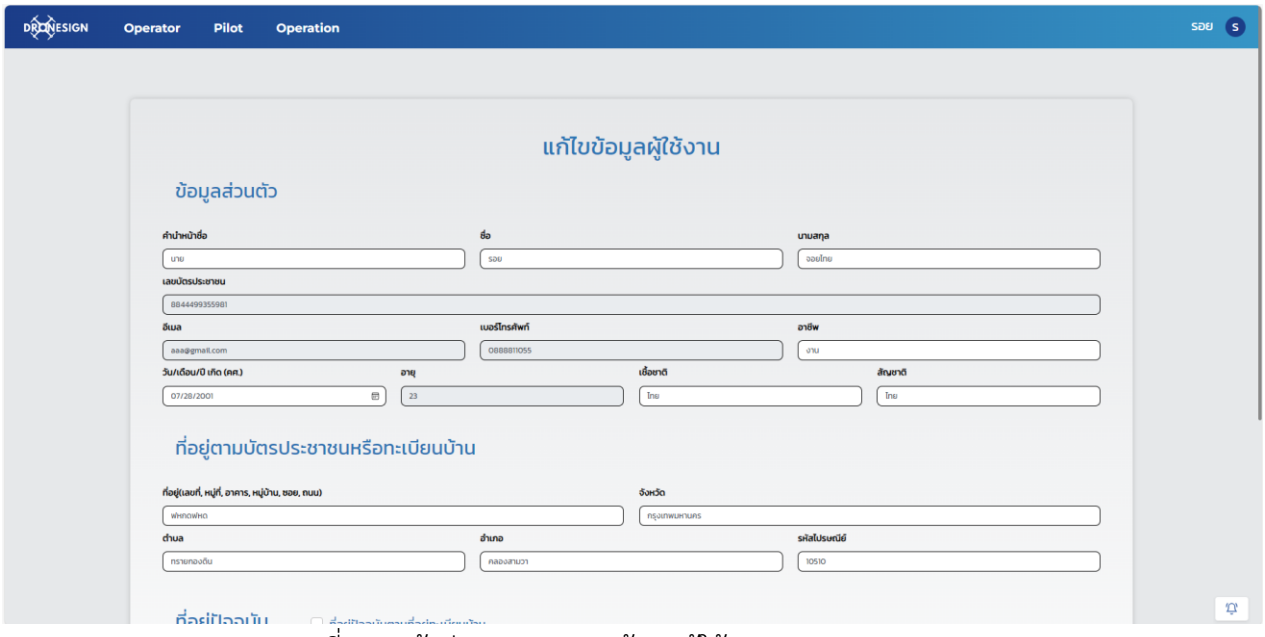
2.2.4.1 การลงทะเบียนเพื่อใช้ระบบ

สำหรับผู้ใช้งานที่ไม่ได้เป็นหน่วยงานกำกับดูแล และหน่วยงานพิเศษ จะต้องลงทะเบียนเพื่อใช้งานระบบ โดยการลงเบียนจะแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ ลงทะเบียนบุคคลทั่วไป และลงทะเบียนนิติบุคคล ดังแสดงในรูปที่ 21 เมื่อลงทะเบียนเสร็จสิ้นแล้ว ต้อง ลงชื่อเข้าใช้เพื่อเข้าสู่ระบบ ในรูปที่ 22 หลังจากนั้น ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขและกรอกข้อมูลส่วนตัวเพิ่มเติมดังแสดงในรูปที่ 23



รูปที่ 21 หน้าการลงทะเบียนเพื่อใช้ระบบสำหรับบุคคลทั่วไปและนิติบุคคล

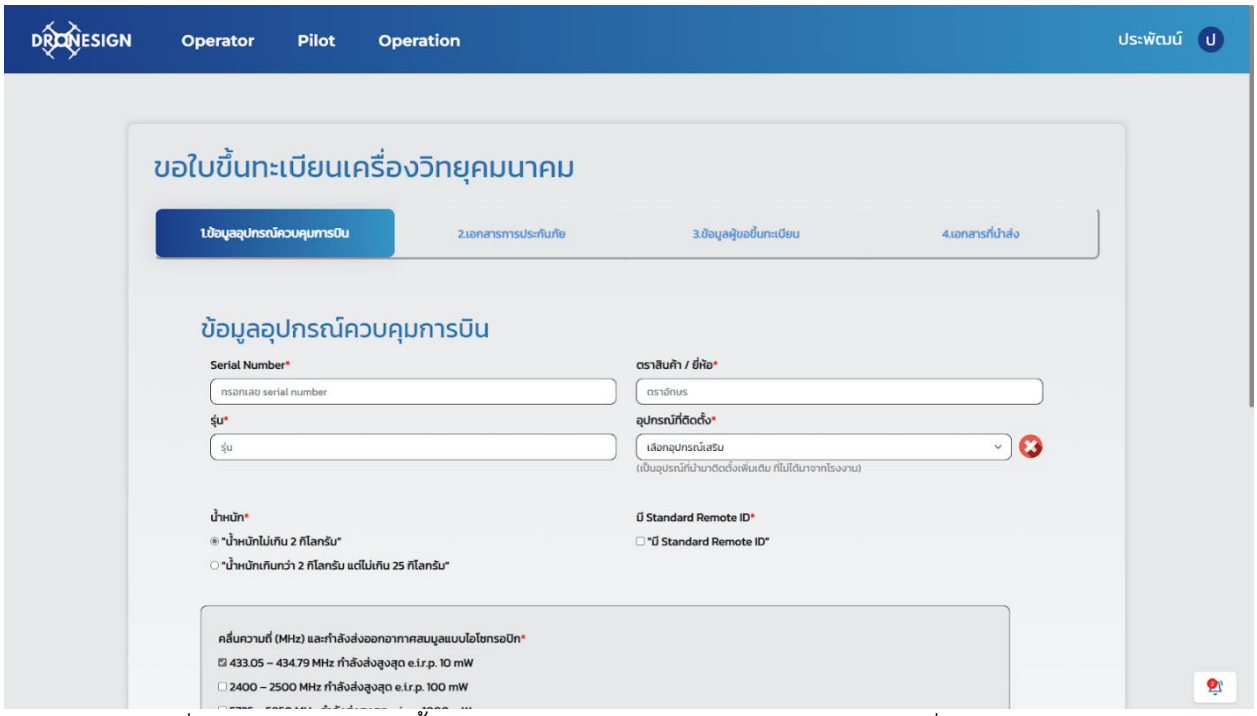
รูปที่ 22 หน้าต่าง login เพื่อใช้งานระบบ DroneSign



รูปที่ 23 หน้าต่างแสดงการลงข้อมูลผู้ใช้งานระบบ DroneSign

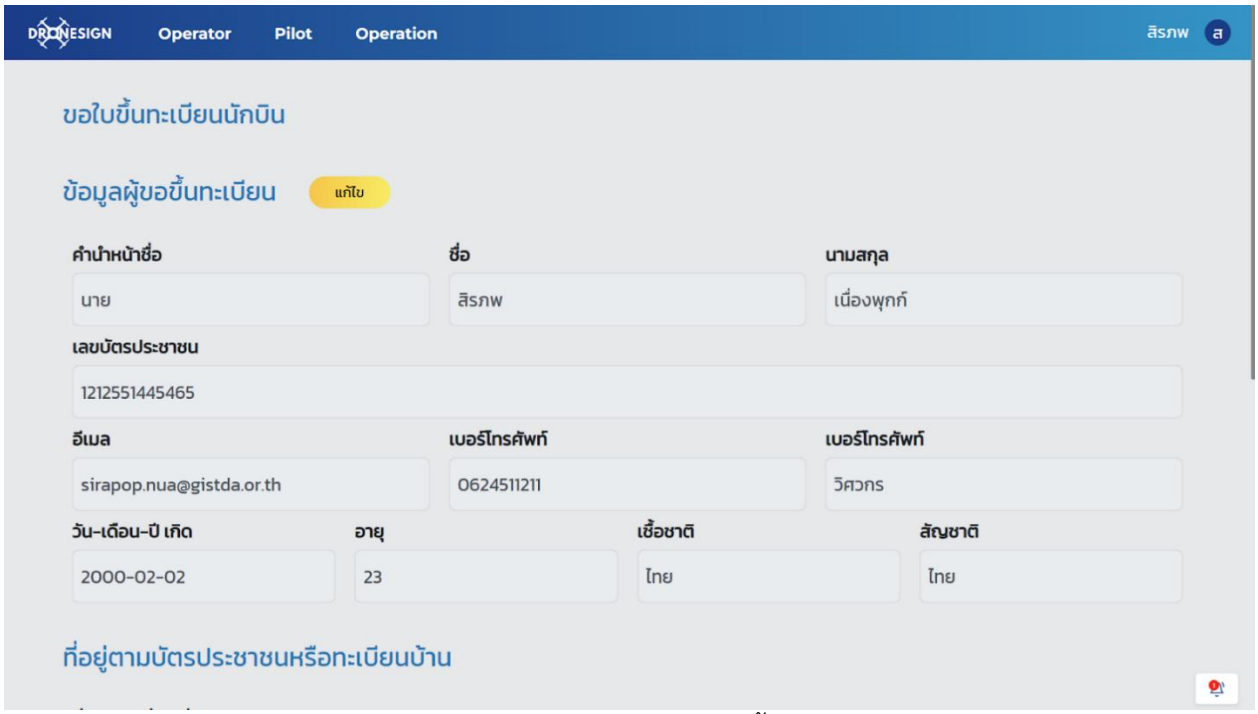
2.2.4.2 การขึ้นทะเบียนแบบ One-Stop-Services

บริการของระบบ DroneSign ประกอบไปด้วยการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ ขึ้นทะเบียนนักบิน และการประเมินแผนการบิน โดยข้อมูลที่ต้องได้รับการพิจารณาจากหน่วยงานกำกับดูแลจะถูกส่งต่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการพิจารณาต่อไปซึ่งได้อธิบายไว้แล้วในหัวข้อ 2.2.1.2 ซึ่งระบบเป็นเสมือนตัวกลางระหว่างผู้ใช้งาน ผู้กำกับดูแล หน้าต่างขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ ดังแสดงในรูปที่ 24



รูปที่ 24 หน้าต่างการขอขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ และอุปกรณ์เครื่องวิทยุคมนาคม

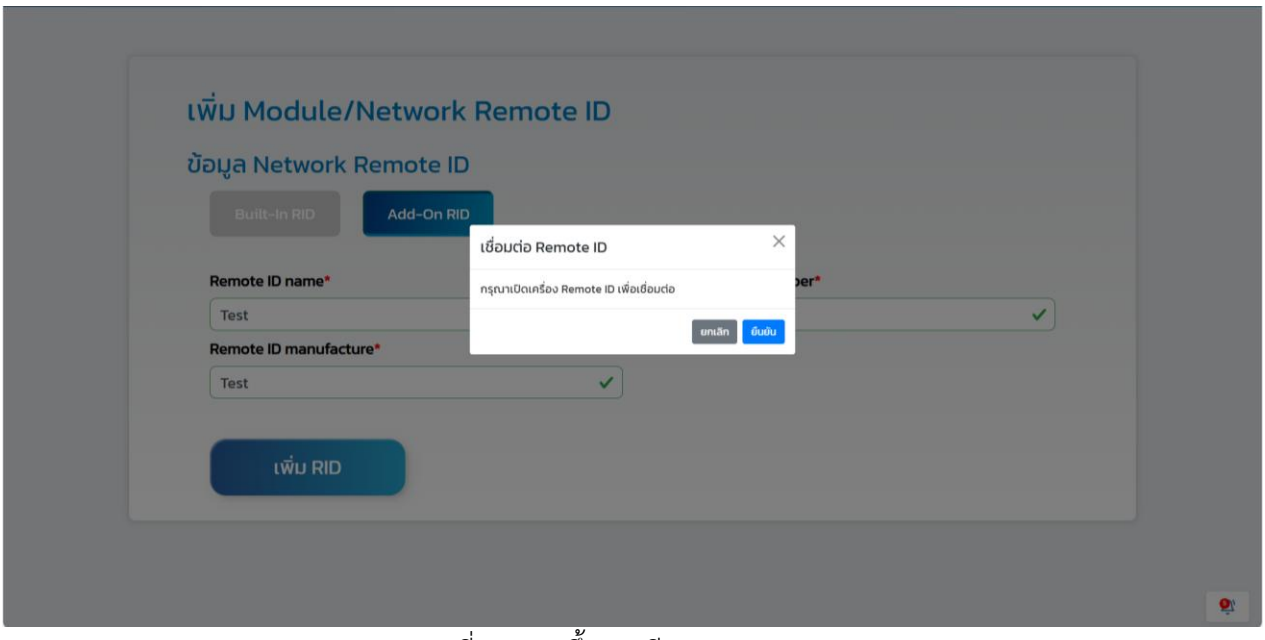
หลังจากทำการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับแล้วผู้ใช้งานจะได้รับสถานะเป็นผู้ดำเนินการ ซึ่งสามารถทำการขึ้นทะเบียน Remote ID และสร้างแผนการบินได้ ในกรณีที่เป็นบุคคลทั่วไปผู้ใช้งานสามารถได้รับสถานะเป็นนักบินได้ด้วย หากผู้ใช้งานประสงค์จะเป็นนักบิน สามารถกรอกข้อมูลขอขึ้นทะเบียนนักบินในหน้าต่างของระบบ DroneSign ดังแสดงในรูปที่ 25 จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งให้ผู้กำกับดูแล พิจารณา และออกเลขรหัสนักบินส่งกลับมายังผู้ขอขึ้นทะเบียนนักบิน



รูปที่ 25 หน้าต่างการลงทะเบียนการขอขึ้นทะเบียนนักบิน

2.2.4.3 การขึ้นทะเบียน Remote ID

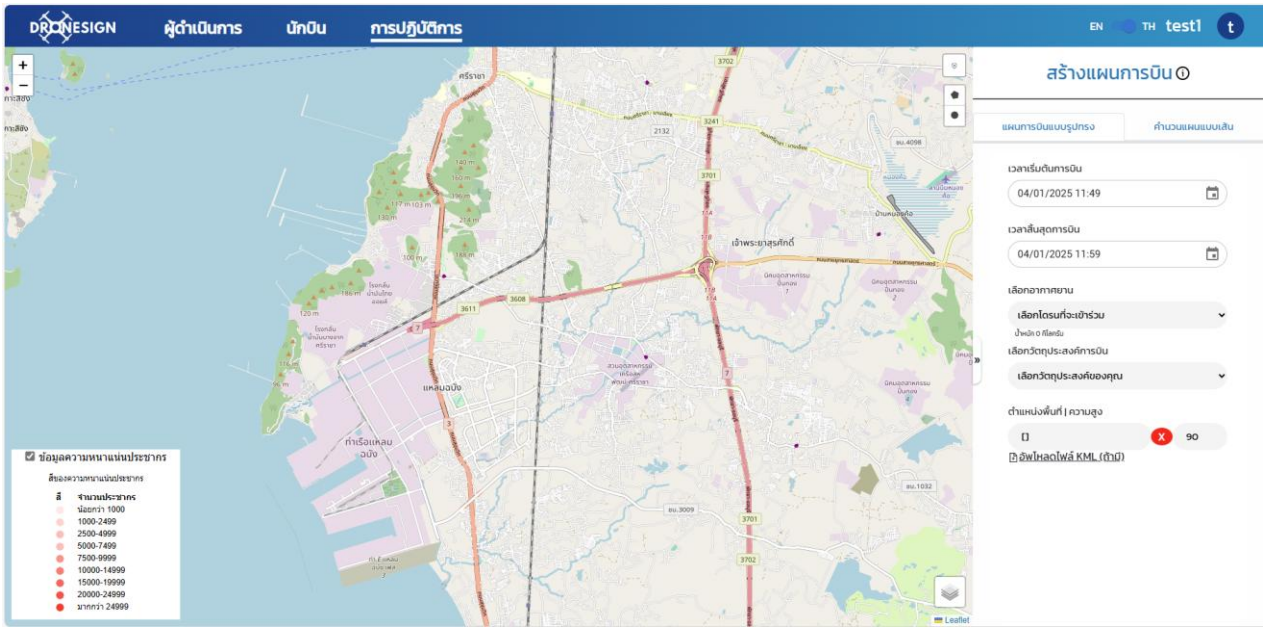
ในอนาคต ผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับจำเป็นต้องติดตั้ง Remote ID เพื่อสามารถระบุตัวตนและตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับ และทำให้การกำกับดูแลการใช้งานอากาศยานไร้คนขับเป็นไปอย่างเรียบร้อย ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ ซึ่งในระบบ DroneSign มีระบบการขึ้นทะเบียน Remote ID ซึ่งมีระบบการตรวจสอบการครอบครอง Remote ID เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับนั้น ครอบครอง Remote ID ที่ได้ลงทะเบียนไว้จริง โดยการให้ผู้ใช้งานเปิด-ปิด Remote ID ในเวลาที่กำหนดดังแสดงในรูปที่ 26



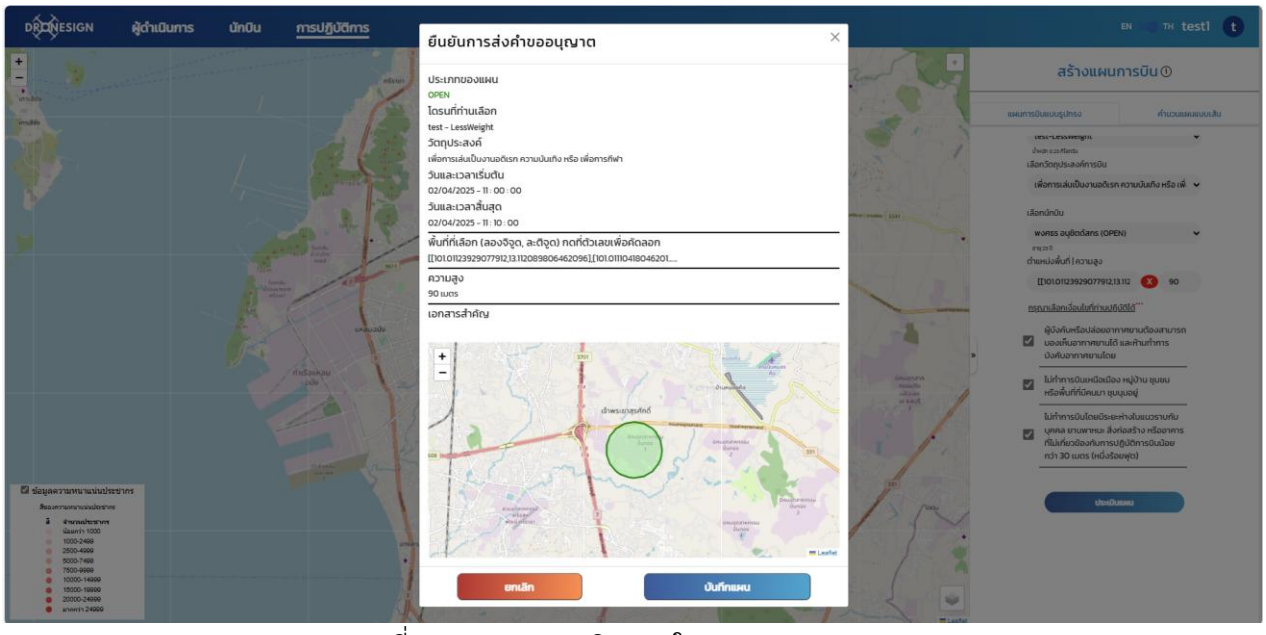
รูปที่ 26 การขึ้นทะเบียน Remote ID

2.2.4.4 การประเมินแผนการบิน

การประเมินแผนการบินจะต้องทำก่อนการขึ้นบิน โดยระบบ DroneSign จะช่วยประเมินแผนการบินที่ผู้ใช้งานสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 27 ซึ่งเมื่อผู้ใช้งานทำการส่งข้อมูลเพื่อการประเมินแผนระบบจะทำการประมวลผลโดยอ้างอิงจากข้อกำหนดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และจะทำการแสดงผลหลังจากการประเมินดังรูปที่ 28 ซึ่งแผนบางประเภทผู้ใช้งานสามารถบันทึกในระบบและทำการบินได้เลย แต่แผนบางประเภทผู้ใช้งานจะต้องทำการขออนุญาตกับ กพท. โดยตรง ซึ่งแผนประเภทนี้ระบบจะยังไม่รองรับ โดยรายละเอียดการประเมินแผนจะอธิบายในส่วนถัดไป



รูปที่ 27 การสร้างแผนการบินในระบบ DroneSign



รูปที่ 28 ผลการประเมินแผนในระบบ DroneSign

หลักเกณฑ์การประเมินแผนการบินในระบบเป็นการตีความจาก

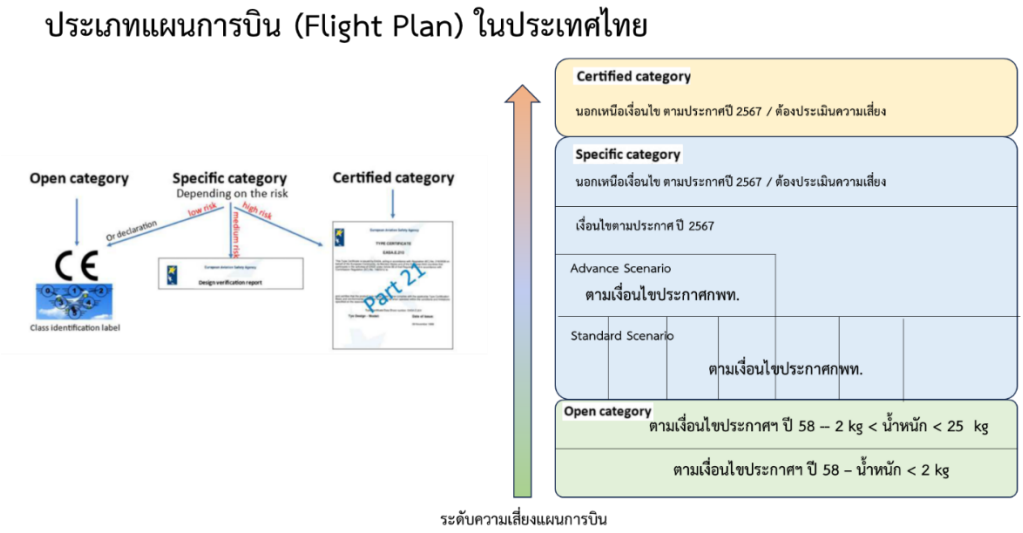
- “ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานซึ่งควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. ๒๕๕๘”
- “ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกที่มีน้ำหนักเกิน ๒๕ กิโลกรัม พ.ศ. ๒๕๖๗”
- แนวปฏิบัติในการขอปฏิบัติการบินอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน กรณีแตกต่างจากเงื่อนไขที่กำหนด

โดยแผนการบินที่สร้างขึ้นสามารถแบ่งประเภทได้ตามรูปที่ 29 ดังนี้

- ความเสี่ยงต่ำ (Open Category)
- ความเสี่ยงปานกลาง (Specific Category)
  - ตามรูปแบบมาตรฐาน (Standard Operation)
  - ขั้นสูง (Advance Operation)
- ความเสี่ยงสูง (Certify Category)

ระบบจะให้ผู้ใช้งานเลือกเงื่อนไขที่สามารถปฏิบัติได้ โดยอ้างอิงจากประกาศฯ ทั้งสองฉบับ โดยจะทำการประมวลผลว่าแผนที่ถูกสร้างขึ้นเข้าข่ายแผนประเภทใด โดยสรุปเงื่อนไขทั้งหมดแสดงในตารางที่ 13 ถึง ตารางที่ 15

จากประกาศ ฯ ทั้งสองฉบับ จะกำหนดให้มีการดำเนินการของแผนแต่ละประเภทแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 30 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแผนบางประเภทสามารถทำการบินได้เลย หรืออาจต้องแจ้ง กทพ. ก่อนทำการบิน แต่สำหรับแผนที่มีความเสี่ยงสูงขึ้นจะต้องทำการขออนุญาตก่อนทำการบิน



รูปที่ 29 ประเภทแผนการบินในประเทศไทย

ตารางที่ 13 สรุปหลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน

<table>
<tr><th>ประเภท</th><th colspan="2">วัตถุประสงค์</th><th>น้ำหนัก (กก.)</th><th>ขึ้นทะเบียน</th><th>ผู้ควบคุม/ผู้ปล่อย</th><th>เงื่อนไขการบิน</th><th>ขอแผน</th></tr>
<tr><td rowspan="6">Open</td><td colspan="2" rowspan="2">งานอดิเรก เพื่อความบันเทิง/กีฬา</td><td>< 2 กก.</td><td>ไม่จำเป็น</td><td>• อายุ > 18 ปี</td><td>ชุดที่ 1</td><td>ไม่จำเป็น</td></tr>
<tr><td>2 - 25</td><td rowspan="5">จำเป็น
ซึ่งขอขึ้นโดยผู้บังคับหรือผู้ปล่อย
(มีเงื่อนไขเกี่ยวกับกรมธรรม์)</td><td>• อายุ > 20 ปี
• ไม่มีประวัติต้องห้าม</td><td>ชุดที่ 2</td><td>ไม่จำเป็น</td></tr>
<tr><td rowspan="4">วัตถุประสงค์ที่ไม่ใช่งานอดิเรก เพื่อความบันเทิง/กีฬา</td><td>เพื่อการรายงานเหตุการณ์/จราจร</td><td rowspan="4">< 25</td><td>• ต้องเป็นนิติบุคคลที่เกี่ยวข้อง
• ผู้ควบคุมอายุมากกว่า 20 ปี
• ไม่มีประวัติต้องห้าม</td><td>ชุดที่ 2</td><td>ไม่จำเป็น</td></tr>
<tr><td>เพื่อการถ่ายภาพ</td><td>• อายุ > 20 ปี
• ไม่มีประวัติต้องห้าม</td><td>ชุดที่ 2</td><td>ไม่จำเป็น</td></tr>
<tr><td>เพื่อการวิจัยและพัฒนา</td><td>• ต้องเป็นนิติบุคคลที่เกี่ยวข้อง</td><td>ชุดที่ 2</td><td>ไม่จำเป็น</td></tr>
<tr><td>อื่น ๆ</td><td></td><td>ชุดที่ 2</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Specific</td><td colspan="2">งานอดิเรก เพื่อความบันเทิง/กีฬา</td><td rowspan="4">> 25</td><td rowspan="4">จำเป็น
ซึ่งขอขึ้นโดยผู้ดำเนินการ</td><td rowspan="4">• ต้องขึ้นทะเบียน
• อายุ > 20 ปี
• ไม่มีประวัติต้องห้าม
• ผ่านการฝึกอบรมที่ได้รับการรับรอง</td><td rowspan="4">ชุดที่ 3</td><td rowspan="4">จำเป็น
(โดยมีเงื่อนไขเกี่ยวกับกรมธรรม์ประกันภัย)</td></tr>
<tr><td colspan="2">เพื่อการรายงานเหตุการณ์/จราจร</td></tr>
<tr><td colspan="2">เพื่อการถ่ายภาพ</td></tr>
<tr><td colspan="2">เพื่อการวิจัยและพัฒนา</td></tr>
</table>

ประเภท	วัตถุประสงค์	น้ำหนัก (กก.)	ขึ้นทะเบียน	ผู้ควบคุม/ผู้ปล่อย	เงื่อนไขการบิน	ขอแผน
				• ผ่านการสอบวัดความรู้		
	เพื่อการเกษตร			• เช่นเดียวกับวัตถุประสงค์อื่นโดยเพิ่มเติม • การอบรมเกี่ยวกับสารเคมีที่เกี่ยวข้อง		
	อื่น ๆ					
Certified	ดำเนินการตาม พรบ.เดินอากาศ เช่นเดียวกับอากาศยานที่มีผู้ควบคุมบนเครื่อง					

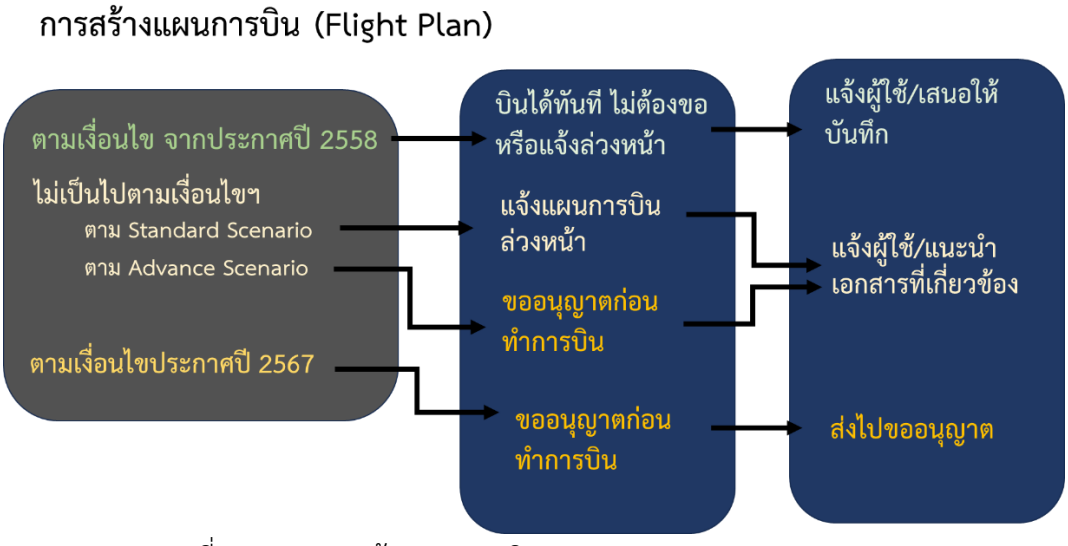
ตารางที่ 14 สรุปหลักเกณฑ์การขออนุญาตในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินกรณีแตกต่างจากเงื่อนไข

ประเภท	วัตถุประสงค์	เงื่อนไขเพิ่มเติมในการขออนุญาต	เอกสารที่ใช้ในการแจ้งหรือขออนุญาต	ขออนุญาต/แจ้งแผน
Specific	ปฏิบัติการในเวลากลางคืน	ขออนุญาตเป็นรายครั้ง สูงสุดไม่เกิน 5 คืน	• ภาคผนวก ก CAAT-GM-UAS-003	ขออนุญาตแผน
		ขออนุญาตเป็นช่วงเวลา (เกินกว่า 5 คืน)	• GM-CAAT-UAS-002 • CAAT-GM-UAS-003	
	ปฏิบัติการบินเกินระยะสายตานักบินโดยใช้ผู้ช่วยสังเกตการบิน (EVLOS)	-	• GM-CAAT-UAS-002 • CAAT-GM-UAS-004	

ประเภท	วัตถุประสงค์	เงื่อนไขเพิ่มเติมในการขออนุญาต	เอกสารที่ใช้ในการแจ้งหรือขออนุญาต	ขออนุญาต/แจ้งแผน
			• CAAT-UAS-ADV-004	
	สำรวจหรือตรวจสอบอาคาร	**รูปแบบมาตรฐาน** : เป็นไปตามข้อ 2. ใน CAAT-GM-UAS-005	• CAAT-UAS-STO-001	แจ้งแผน
		ขั้นสูง : เป็นไปตามข้อ 3. ใน CAAT-GM-UAS-005	• GM-CAAT-UAS-002 • CAAT-GM-UAS-005 • CAAT-UAS-ADV-005	ขออนุญาตแผน
	สำรวจหรือถ่ายภาพทางอากาศ	**รูปแบบมาตรฐาน** : เป็นไปตามข้อ 2. CAAT-GM-UAS-006	• CAAT-UAS-STO-001	แจ้งแผน
		ขั้นสูง : เป็นไปตามข้อ 3. ใน CAAT-GM-UAS-006	• GM-CAAT-UAS-002 • CAAT-GM-UAS-006 • CAAT-UAS-ADV-006	ขออนุญาตแผน
	ปฏิบัติการในพื้นที่ปิด	**รูปแบบมาตรฐาน** : เป็นไปตามข้อ 2. ใน CAAT-GM-UAS-008	• CAAT-UAS-STO-001	แจ้งแผน
		ไม่เป็นไปตามข้อ 2. ใน CAAT-GM-UAS-008	ทำการประเมินเป็นกรณีไป	ขออนุญาตแผน
	ปฏิบัติการเพื่อการจัดแสดง	-	• GM-CAAT-UAS-002 • CAAT-GM-UAS-0010	
	การจัดงานแข่งขันบินโดรน	-	• GM-CAAT-UAS-002 • CAAT-GM-UAS-0010	ขออนุญาตแผน

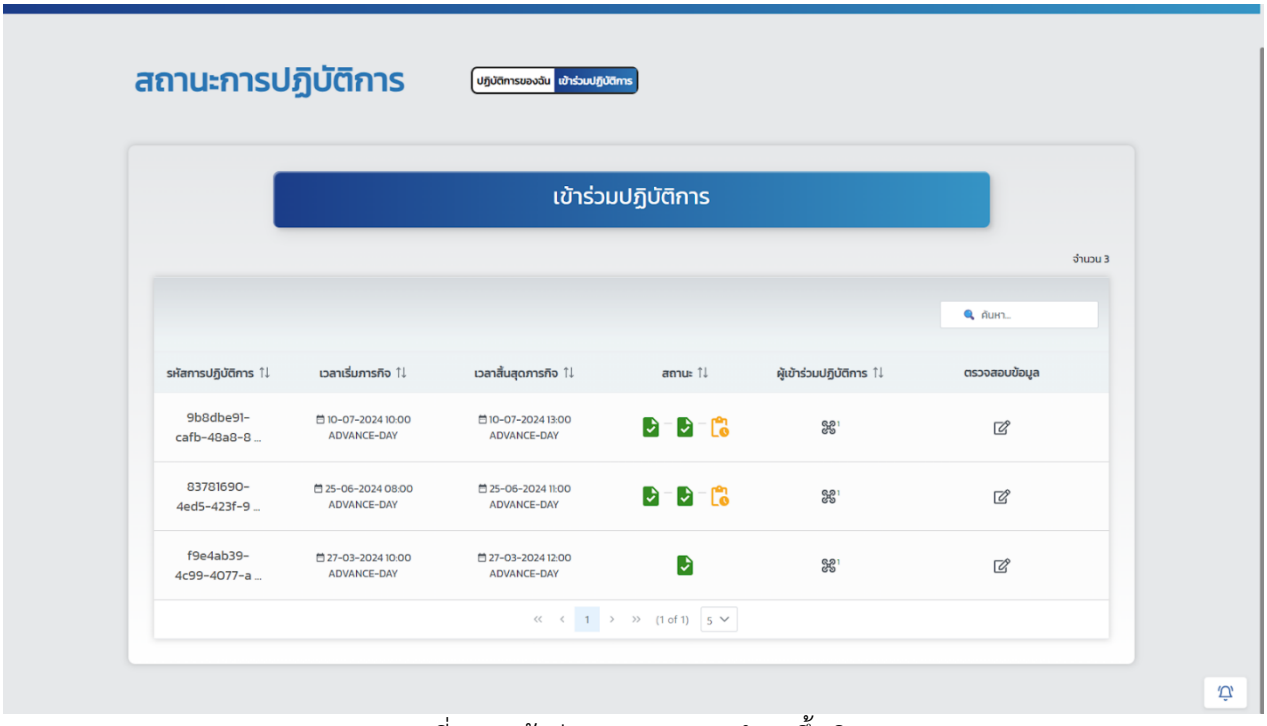
ตารางที่ 15 ข้อมูลเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน

เงื่อนไขชุดที่ 1	เงื่อนไขชุดที่ 2	เงื่อนไขชุดที่ 3
ก่อนทำการบิน		
• ตรวจสอบว่าอากาศยานอยู่ในสภาพที่สามารถทำการบินได้อย่างปลอดภัย ซึ่งรวมถึงตัวอากาศยานและระบบควบคุมอากาศยาน • ได้รับอนุญาตจากเจ้าของพื้นที่ที่จะทำการบิน • ทำการศึกษาพื้นที่และชั้นของห้วงอากาศที่จะทำการบิน • มีแผนฉุกเฉิน รวมถึงแผนสำหรับกรณีเกิดอุบัติเหตุ การรักษาพยาบาล และ การแก้ปัญหากรณีไม่สามารถบังคับอากาศยานได้	• เงื่อนไขก่อนทำการบิน ชุดที่ 1 โดยเพิ่มเติม ดังนี้ • มีการบำรุงรักษาตามคู่มือของผู้ผลิต • มีความรู้ความชำนาญในการบังคับอากาศยานและระบบของอากาศยาน • นำหนังสือหรือสำเนาหนังสือการขึ้นทะเบียนติดตัวตลอดเวลาที่ทำการบิน • มีอุปกรณ์ดับเพลิงที่สามารถใช้งานได้ติดตัวตลอดเวลาที่ทำการบิน • มีการทำประกันภัยสำหรับความเสียหายอันเกิดแก่ร่างกาย ชีวิต ตลอดจนทรัพย์สินของบุคคลที่สาม วงเงินประกันไม่ต่ำกว่าหนึ่งล้านบาทต่อครั้ง	• เงื่อนไขก่อนทำการบิน ชุดที่ 1 โดยเพิ่มเติม ดังนี้ • มีการบำรุงรักษาตามคู่มือของผู้ผลิต • นำหนังสือหรือสำเนาหนังสือการขึ้นทะเบียนติดตัวตลอดเวลาที่ทำการบิน • ตรวจสอบว่า กรมธรรม์ประกันภัยสำหรับความเสียหายอันเกิดแก่ร่างกาย ชีวิต ตลอดจนทรัพย์สินของบุคคลที่สามตามวงเงินประกันที่กำหนด ยังมีผลอยู่



รูปที่ 30 สรุปการสร้างแผนการบินตามประกาศกระทรวงคมนาคมฯ

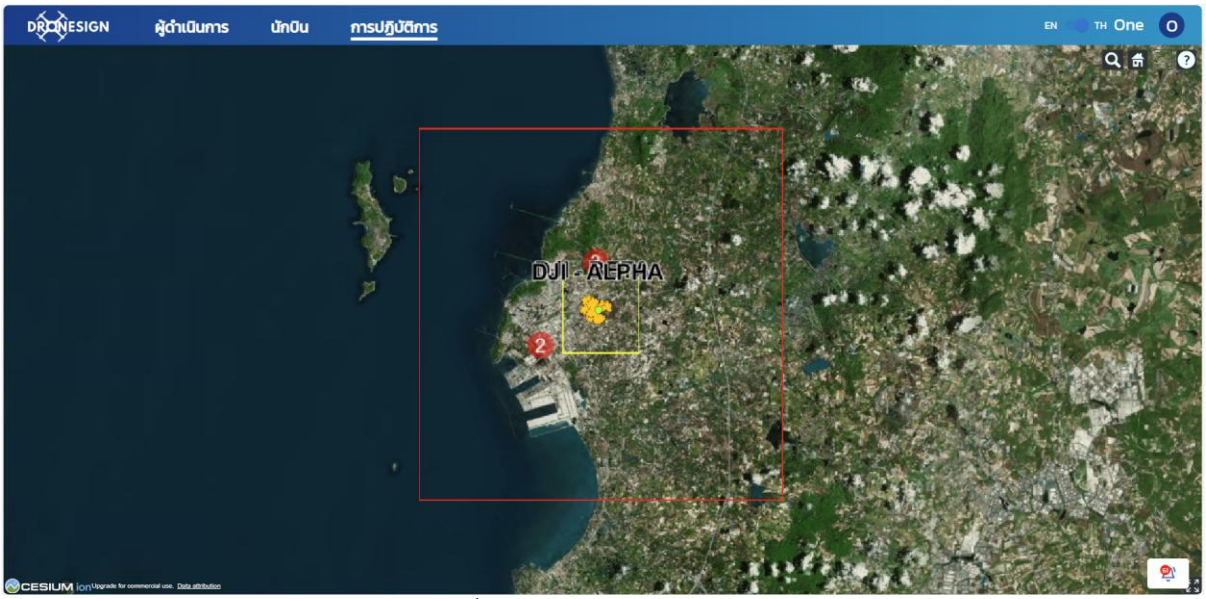
ถ้าหากเป็นแผนความเสี่ยงปานกลางตามเงื่อนไขในประกาศฯ ฉบับปี 2567 ระบบจะส่งแผนดังกล่าวเพื่อให้ กพท. อนุมัติในระบบต่อไป ส่วนแผนประเภทอื่นที่ต้องทำการขออนุญาตก่อนทำการบิน ในปัจจุบันระบบยังไม่รองรับแผนประเภทดังกล่าว เนื่องจากมีเอกสาร และรายละเอียดที่ต้องดำเนินการเพิ่มเติม กับ กพท. แต่ระบบจะแสดงเอกสารที่เกี่ยวข้องให้ผู้ใช้งานได้ศึกษา และดำเนินการด้วยตนเองต่อไป



รูปที่ 31 หน้าต่างแสดงสถานะคำขอขึ้นบิน

2.2.4.5 การตรวจสอบการบิน

เมื่อมีการทำการบินระบบสามารถตรวจสอบโดยการแสดงผลดังรูปที่ 32 ซึ่งจะแสดงตำแหน่งของอากาศยานบนแผนที่ โดยผู้ใช้งานทั่วไปจะเห็นตำแหน่งที่แน่นอนเฉพาะในกรอบสีเหลืองในระยะ 2 กิโลเมตร ส่วนกรอบสีแดงระยะ 9 กิโลเมตร จะแสดงตำแหน่งโดยประมาณเป็นวงกลมรัศมี โดยภายในวงจะแสดงจำนวนอากาศยานที่อยู่ในรัศมี โดยถ้าหากทำการบินภายในแผนที่สร้างไว้จะแสดงเป็นสีเขียว หากบินออกนอกแผนจะแสดงสีเหลือง และถ้าหากเข้าแผนของผู้อื่นจะแสดงสีแดง



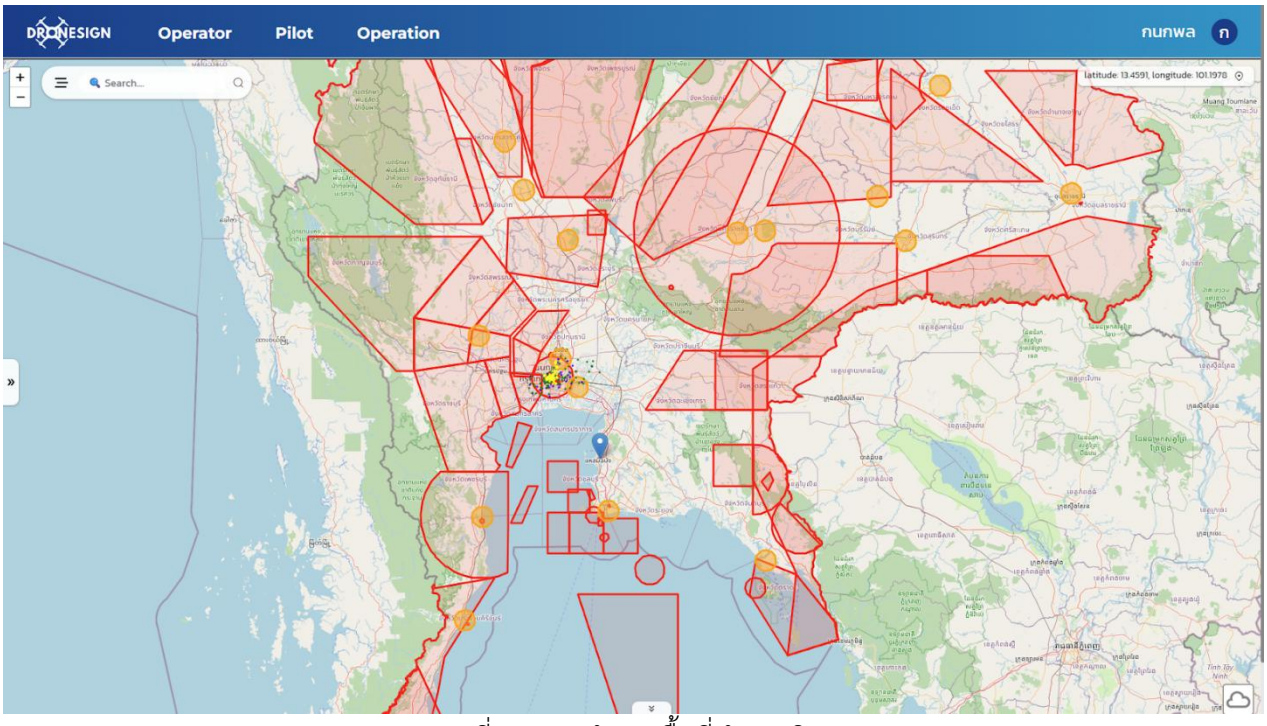
รูปที่ 32 หน้าการสำรวจการบิน

2.2.4.6 การสำรวจพื้นที่การบิน

เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานในการทำการบินดังแสดงในรูปที่ 33 ระบบ DroneSign มีบริการการให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบินดังนี้

- พื้นที่ห้ามบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ตามประกาศของ กพท.
- พื้นที่ทำการบินของตนเองและ ผู้ใช้งานรายอื่น
- สภาพอากาศ
- สถานที่ราชการ

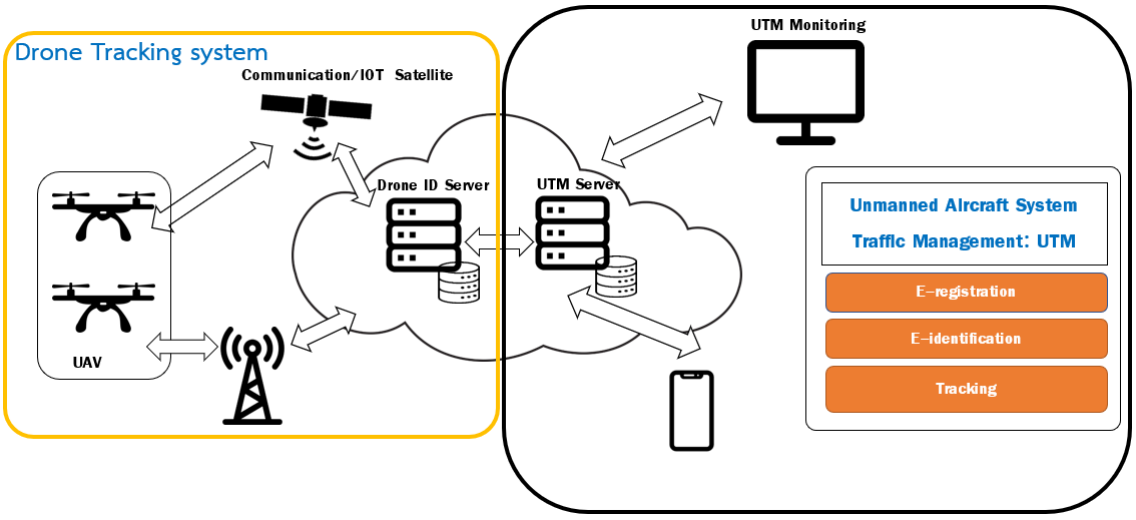
ซึ่งถ้าหากมีความจำเป็นที่จะต้องทำการบินในเขตพื้นที่ห้ามบินดังกล่าว ระบบยังมีข้อมูลช่องทางการติดต่อเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถติดต่อขอทำการบินในพื้นที่ได้



รูปที่ 33 การสำรวจพื้นที่ทำการบิน

2.3 การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)

การพัฒนา Remote ID เป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนา E-identification service และ Tracking service ของระบบ DroneSign ที่ส่งผลต่อความมั่นคง และความปลอดภัย ในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับโดย Remote ID ถูกพัฒนาด้วยมาตรฐานสากล ASTM-F3411-19 และ ASTM-F3411-22 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกใช้ในปัจจุบัน ระบบติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Drone tracking system) สามารถทำงานผ่านโครงข่าย cellular และ satellite โดย อุปกรณ์ Remote ID ที่ติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับ จะทำการส่งข้อมูลการบิน เช่น พิกัด ความสูง รหัสระบุตัวตน ฯลฯ เข้าสู่ Drone ID server จากนั้น UTM server ซึ่งเป็นระบบที่ตั้งขึ้นจากทาง สทอภ. จะทำการรับข้อมูลเพื่อมาแสดงผลลงบนแพลตฟอร์ม UTM ดังแสดงในรูปที่ 34



รูปที่ 34 การพัฒนา Drone tracking System ด้วย Remote ID

อุปกรณ์ Remote ID ที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นระบบที่ทำงานได้แบบ stand alone เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับอากาศยานไร้คนขับได้ทุกประเภทและทุกผู้ผลิต โดยไม่มีการเข้าไปจัดการกับระบบควบคุมบังคับ (flight control) ของอากาศยานไร้คนขับนั้น ๆ โดยมีอุปกรณ์ที่จำเป็นอยู่ภายในตัวเอง ไม่ต้องพึ่งพิงการเชื่อมต่อจากระบบของอากาศยานไร้คนขับ เช่น อุปกรณ์รับสัญญาณเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่ง (GNSS) ตัววัดสัญญาณความกดอากาศ (Barometer Pressure Sensor) เพื่อใช้ในการคำนวณความสูง และแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น โดยอุปกรณ์และตัววัดสัญญาณทุกตัวจะถูกรวมอยู่ภายใน enclosure ตัวเดียวกันเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปติดตั้งและเคลื่อนย้าย

การทำงานของอุปกรณ์ Remote ID จะอาศัยหน่วยประมวลผลหลักที่ใช้ microprocessor ตระกูล ESP32 ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป เป็นตัวจัดการติดต่อโมดูลส่วนต่าง ๆ ใน Remote ID นั่นคือ การเชื่อมต่อกับโมดูลรับสัญญาณที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง (GNSS) และ โมดูลตัววัดสัญญาณความกดอากาศ (Digital Pressure Sensor, BMP388) เพื่อรวบรวมและประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ คือ ตำแหน่งปัจจุบัน ความกดอากาศ ความสูง ความเร็วขณะทำการบิน และตำแหน่งที่อากาศยานไร้คนขับขึ้นบิน นอกจากนี้หน่วยประมวลผลยัง

มีการเชื่อมต่อเข้ากับโมดูลสื่อสาร 4G/LTE เพื่อเชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือการเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์รับส่งสัญญาณดาวเทียมเพื่อเชื่อมต่อกับเครือข่ายดาวเทียม โดยข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นจะส่งกลับมายังแม่ข่าย Remote ID Server และเชื่อมต่อกับระบบ UTM ที่ สทอภ. พัฒนาขึ้น อุปกรณ์ Remote ID มีคุณสมบัติหลักดังนี้

- สามารถติดต่อสื่อสารกลับมายังแม่ข่าย Remote ID ผ่านช่องทางดังนี้
  - โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ของผู้ให้บริการในประเทศ มีความเร็วในการส่งข้อมูลไปยังแม่ข่ายทุก ๆ 1 วินาที
  - โครงข่ายดาวเทียมวงโคจรต่ำ มีความเร็วในการส่งข้อมูลไปยังแม่ข่ายทุก ๆ 10 วินาที และสามารถกำหนดให้ส่งได้ช่วงเวลาต่ำสุดทุก ๆ 5 วินาที
- สามารถจัดเก็บ ประมวลผล และส่งข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับขณะทำการบินไปยัง Remote ID Server ได้ ดังนี้
  - ตำแหน่งปัจจุบัน
  - ความสูง
  - ความเร็ว
  - ตำแหน่งที่อากาศยานไร้คนขับขึ้นบิน
- สามารถเก็บข้อมูลการบินของอากาศยานไร้คนขับขณะปฏิบัติการบินไว้ในอุปกรณ์เก็บข้อมูลที่อยู่ภายใน เพื่อส่งออกในขณะที่มีการเชื่อมต่อโครงข่ายสื่อสารได้
- มีแบตเตอร์รี่อยู่ภายในเพื่อรองรับการทำงานได้ 2 ชม.

2.3.1 การพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID ที่สามารถสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular)

ในการออกแบบและพัฒนา Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะใช้แนวคิดและมาตรฐานในการออกแบบดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อก่อนหน้า โดยอุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID ที่สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) จะมีคุณสมบัติ สถาปัตยกรรม และรายละเอียดอุปกรณ์ ดังนี้

2.3.1.1 คุณสมบัติของ Remote ID ที่สามารถสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular)

อุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID ที่ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) จำนวน 30 ชุด โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- สามารถรวบรวมข้อมูลการบินของอากาศยานไร้คนขับในขณะปฏิบัติการบินได้แก่ ตำแหน่งปัจจุบัน ความสูง ความเร็ว และตำแหน่งที่อากาศยานไร้คนขับขึ้นบิน เป็นต้น และสามารถส่งข้อมูลไปยังระบบแม่ข่ายการติดตามอากาศยานไร้คนขับผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (3G หรือ 4G) ได้ทุก ๆ 1 วินาที
- สามารถรองรับการสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) ได้

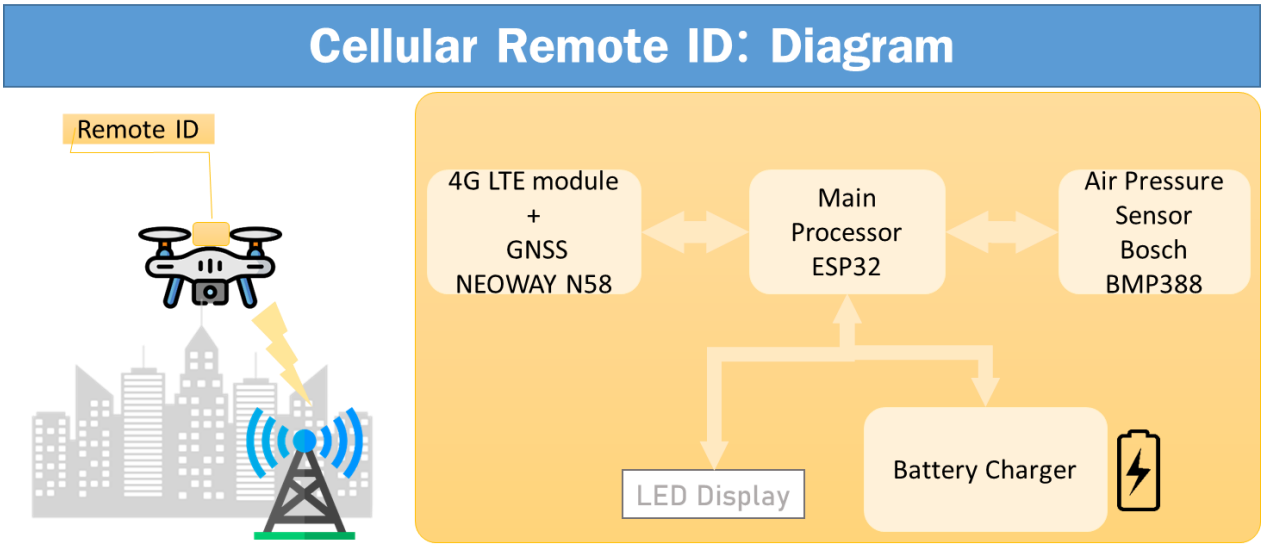
- สามารถเก็บข้อมูลการบินของอากาศยานไร้คนขับขณะปฏิบัติการบินไว้ในอุปกรณ์เก็บข้อมูล ในกรณีที่ไม่สามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ และส่งข้อมูลเหล่านั้นไปยังระบบแม่ข่ายติดตามอากาศยานไร้คนขับเมื่อสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้อีกครั้ง
- มีแบตเตอร์รี่อยู่ภายใน และสามารถรองรับปฏิบัติการบินได้ 2 ชั่วโมง
- มีน้ำหนักไม่เกิน 190 กรัม โดยไม่รวมแบตเตอร์รี่
- มีไฟ LED แสดงสถานะการเชื่อมต่อเครือข่าย หรือสถานะการทำงาน

2.3.1.2 สถาปัตยกรรมของ Remote ID ที่สามารถสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular)

อุปกรณ์ Remote ID ที่มีคุณสมบัติเก็บรวบรวมข้อมูลตำแหน่งปัจจุบัน ความสูง ความเร็ว ขณะทำการบินและตำแหน่งที่อากาศยานไร้คนขับขึ้นบิน พร้อมทั้งส่งกลับมายังเครื่องแม่ข่ายเพื่อทำการแสดงผลต่อไป ตัวอุปกรณ์ Remote ID นี้ประกอบไปด้วยโมดูล อุปกรณ์ และ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ย่อยต่าง ๆ ดังนี้

- โมดูลสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G/LTE ที่สามารถสื่อสารไปยังเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ของผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันได้ และสามารถรับสัญญาณเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่ง GNSS เพื่อรับสัญญาณจากดาวเทียมในระบบ GPS เพื่อการระบุตำแหน่งในแนวราบ หรือ พิกัดแนวราบ
- หน่วยประมวลผลหลัก Main Processor เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตำแหน่งปัจจุบัน ความสูง ความเร็ว และตำแหน่งที่อากาศยานไร้คนขับขึ้นบิน และส่งกลับไปยังเครื่องแม่ข่าย
- ตัววัดสัญญาณความกดอากาศ (Air Pressure Sensor) เพื่อใช้ในการระบุและคำนวณความสูงของ Remote ID
- แบตเตอรี่ ที่เชื่อมต่อภายใน Remote ID เอง เพื่อทำการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ Remote ID โดยไม่ต้องพึ่งพาระบบไฟของอากาศยานไร้คนขับ

สถาปัตยกรรมแสดงการเชื่อมต่อของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ย่อยต่าง ๆ ในตัวอุปกรณ์ต้นแบบ Cellular Remote ID แสดงตามรูปที่ 35 โดยมี หน่วยประมวลผลหลัก Main Processor เป็นตัวกลางในการรับข้อมูล พิกัดแนวราบ และความสูงมาเพื่อคำนวณและส่งออกด้วยรูปแบบที่กำหนดผ่านระบบติดต่อสื่อสาร 4G/LTE



รูปที่ 35 สถาปัตยกรรม Remote ID ที่รองรับสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.3.1.3 ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ย่อยภายใน Cellular Remote ID

ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ย่อยต่าง ๆ ภายใน Cellular Remote ID และหลักการทำงานของแต่ละชิ้นส่วน มีดังนี้

หน่วยประมวลผลหลัก (Microprocessor)

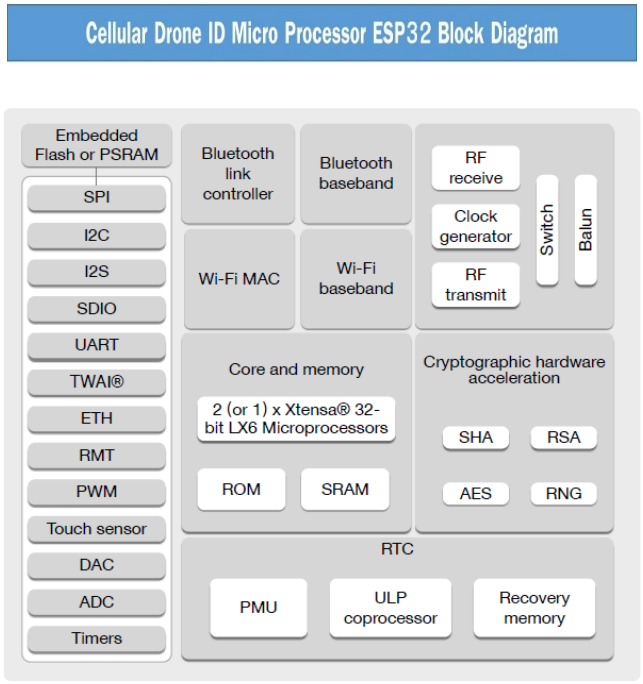
ESP32 เป็นหน่วยประมวลขนาดเล็ก ไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต ที่มี WiFi และบลูทูธเวอร์ชัน 4.2 ในตัว มีความสามารถในการประมวลผลที่สูง (up to 600 DMIPS ความถี่ 240Mhz) เป็นที่นิยมในการทำอุปกรณ์ด้าน IoT มีหน่วยความจำในตัว มีคุณสมบัติโดยละเอียดดังนี้

- ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240MHz มีแรมในตัว 512KB
- รองรับการเชื่อมต่อบัสต่าง ๆ ดังนี้
  - มี GPIO จำนวน 32 ช่อง
  - รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง
  - รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง
  - รองรับ I2C จำนวน 2 ช่อง
  - รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง
  - รองรับ DAC จำนวน 2 ช่อง
  - รองรับ I2S จำนวน 2 ช่อง
  - รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง
  - รองรับการเชื่อมต่อกับ SD-Card

- ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5uA
- รองรับทุกไลบารี่ที่ใช้ได้สำหรับ Arduino
- Part/Model: ESP-WROVER-E-N8R8

นอกจากนี้ ESP32 ยังรองรับฟังก์ชันเกี่ยวกับความปลอดภัยต่าง ๆ ดังนี้

- รองรับการเข้ารหัส WiFi แบบ WEP และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise
- มีวงจรเข้ารหัส AES / SHA2 / Elliptical Curve Cryptography / RSA-4096 ในตัว



รูปที่ 36 บล็อกไดอะแกรมของ Main processor ESP32

โมดูลสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G/LTE และโมดูล GNSS (4G LTE module + GNSS NEOWAY N58)

โมดูล 4G LTE Module + GNSS: Neoway N58 เป็นโมดูลที่ออกแบบมาให้ประยุกต์ใช้กับ M2M และ IOT โดยเฉพาะ รองรับเทคโนโลยี LTE มีความเร็วในการรับส่งที่ 10/5 Mbps ใช้พลังงานต่ำ จึงมีการนำ Neoway

N58 มาพัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมที่หลากหลาย เช่น เครื่องมือวัดด้านพลังงาน (Wearable Device) การติดตามพาหนะต่าง ๆ มีคลื่นความถี่รองรับการใช้งานสามารถใช้กับคลื่นความถี่ที่ให้บริการในประเทศไทย โดยมีคลื่นความถี่ดังต่อไปนี้

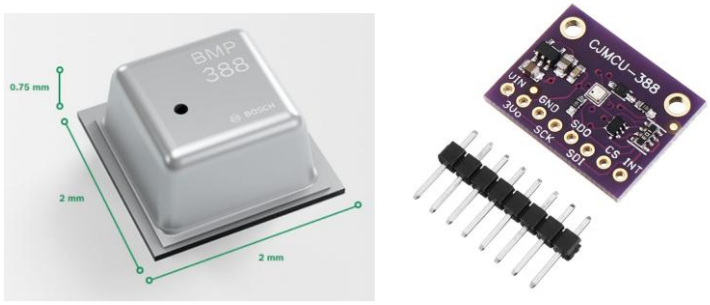
1.	TX: 824 - 849 MHz	RX:869 - 894 MHz
2.	TX:880 - 915 MHz	RX:925 - 960 MHz
3.	TX:1710 - 1785 MHz	RX:1805 - 1880 MHz
4.	TX:1850 - 1910 MHz	RX:1930 - 1990 MHz
5.	TX:1920 - 1980 MHz	RX:2110 - 2170 MHz
6.	TX:1710 - 1785 MHz	RX:1805 - 1880 MHz
7.	TX:824 - 849 MHz	RX:869 - 894 MHz
8.	TX:2500 - 2570 MHz	RX:2620 - 2690 MHz
9.	TX:880 - 915 MHz	RX:925 - 960 MHz
10.	TX:832 - 862 MHz	RX:791 - 821 MHz
11.	TX:703 - 748 MHz	RX:758 - 803 MHz
12.	TX:2570 - 2620 MHz	RX:2570 - 2620 MHz
13.	TX:2300 - 2400 MHz	RX:2300 - 2400 MHz

รูปที่ 37 โมดูลสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G/LTE และโมดูล GNSS

Neoway N58 รองรับผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกเจ้าในประเทศไทย สำหรับโมดูล 4G LTE Module + GNSS: Neoway N58 มีคุณสมบัติดังนี้

- LTE Cat.1 bis and GPRS fallback
- GNSS receiver GPS/BDS/GLONASS
- Protocol: TCP/UDP/TLS/MQTT/DNS/FTP/HTTP/HTTPS/NTP/NITZ
- BLE 4.2 and Wi-Fi Scan
- VoLTE
- Part/Model/Package: 192-pin LCC+LGA

อุปกรณ์วัดสัญญาณความกดอากาศ (Air Pressure Sensor)



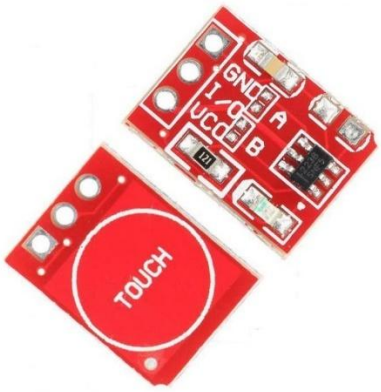
รูปที่ 38 ตัววัดสัญญาณความกดอากาศ MBP388

ตัววัดสัญญาณความกดอากาศ (Digital Pressure Sensor) : BMP388 เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความกดอากาศ ที่ใช้พลังงานต่ำ มีความแม่นยำ ซึ่งสามารถนำมาวัดความสูง และความสูงสัมพัทธ์กับพื้นได้เนื่องจากความสูงกับความกดอากาศมีสมการความสัมพันธ์ที่ชัดเจน

ตัววัดสัญญาณความกดอากาศ (Digital Pressure Sensor) : BMP388 มีคุณสมบัติดังนี้

- ความแม่นยำ : 0.50 ±hPa
- ความแม่นยำสัมพัทธ์ : 0.06 ±hPa
- อัตราการกินพลังงาน 3.4uA ที่อัตราการส่งข้อมูล 1 Hz

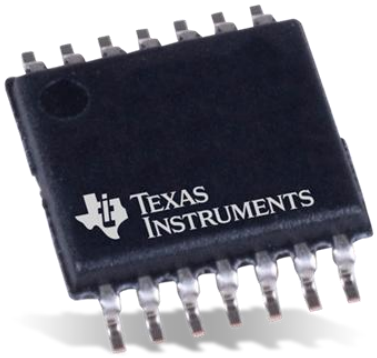
สวิตช์แบบสัมผัส



รูปที่ 39 สวิตช์แบบสัมผัส (TTP – 223 Capacitive Touch Sensor Module)

เพื่อให้อุปกรณ์ Remote ID มีคุณสมบัติกันน้ำ และทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ จึงออกแบบโดยใช้สวิตช์เปิด- ปิด เป็นแบบเซนเซอร์แบบสัมผัส หรือ Capacitive Touch Sensor Module ที่สามารถตรวจสอบการสัมผัสของนิ้วมือได้ และมีความเร็วในการตรวจจับ ที่ 10 – 50 เฮิรตซ์

โมดูลตรวจวัดพลังงานแบตเตอร์รี่

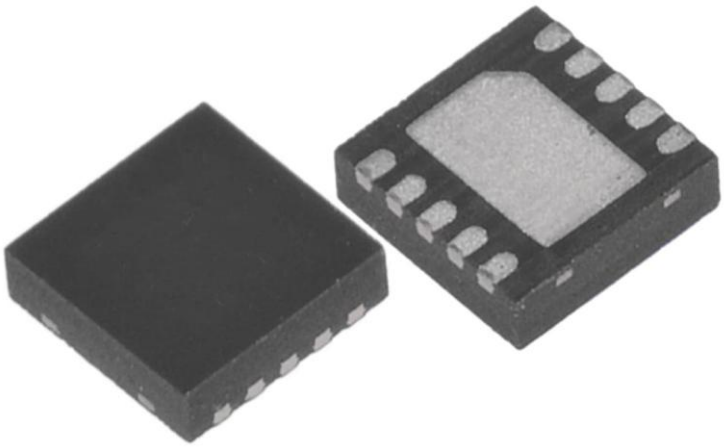


รูปที่ 40 โมดูลตรวจวัดพลังงานแบตเตอร์รี่ (BQ34Z100-G1)

โมดูลตรวจวัดพลังงานแบตเตอร์รี่ (BQ34Z100-G1) เป็นโมดูลตรวจวัดพลังงานแบตเตอร์รี่ที่อาศัยเทคโนโลยีการวัดความต้านทานเฉพาะ มีคุณสมบัติดังนี้

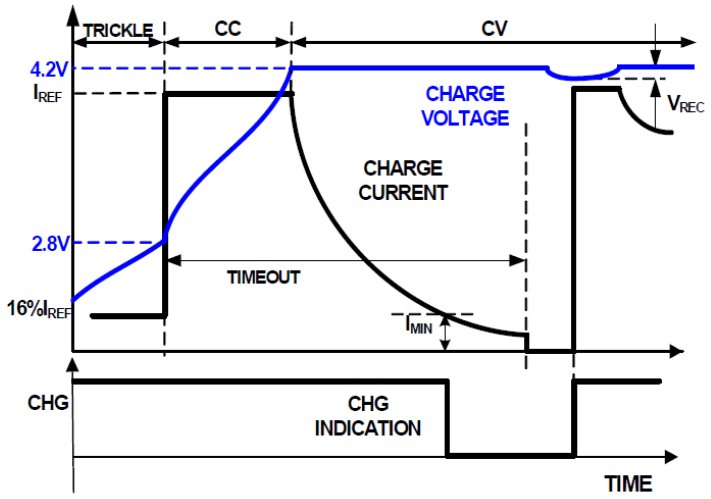
- สามารถวัดได้ตั้งแต่ 3 – 65 โวลต์
- รองรับความจุของแบตเตอร์รี่ได้ถึง 29 Ah

โมดูลชาร์จแบตเตอร์รี่ Li-ion



รูปที่ 41 โมดูลชาร์จแบตเตอร์รี่ (ISL9301)

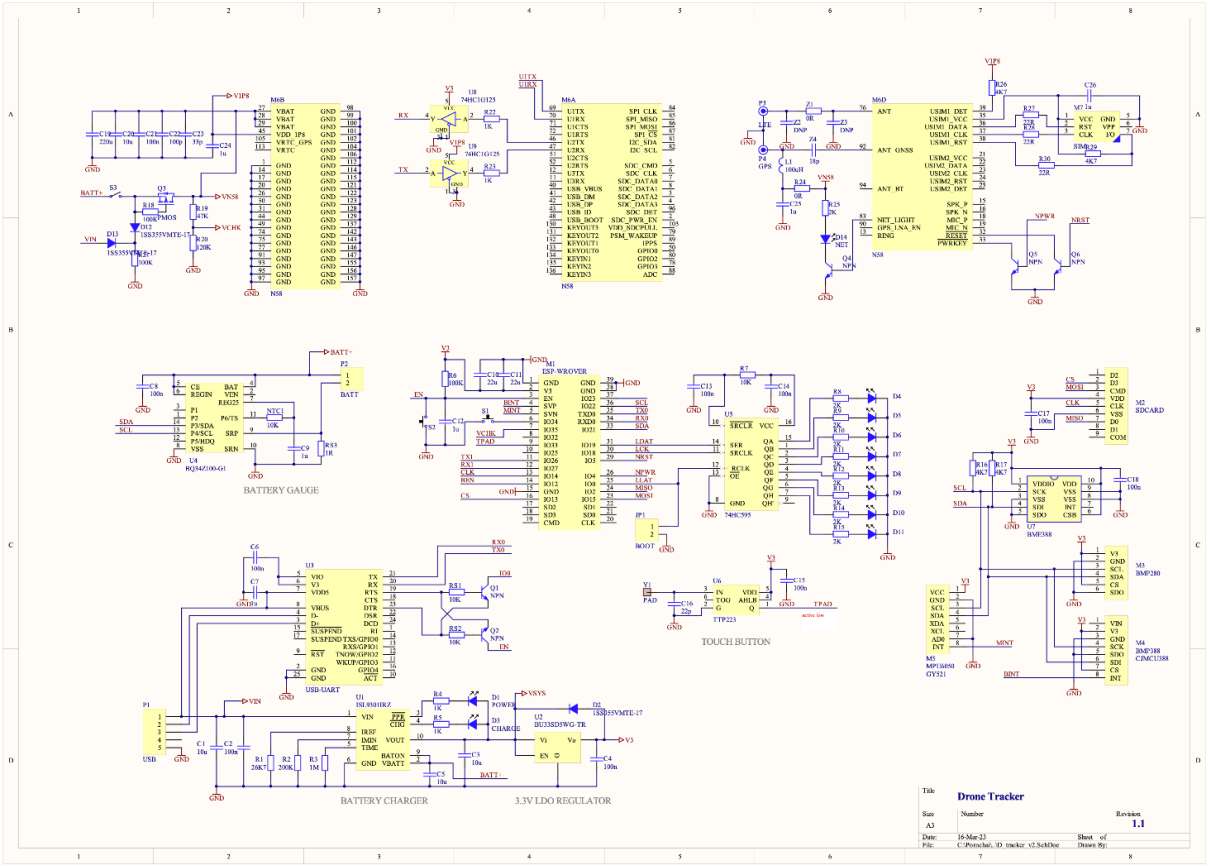
โมดูลชาร์จแบตเตอร์รี่นี้มีฟังก์ชันรองรับได้ทั้ง CC (Constant Current)/CV (Constant Voltage) แล้วแต่ว่าแบตเตอร์รี่นั้น ๆ ต้องการการชาร์จแบบใด โดยสามารถรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าได้สูงสุด 28 โวลต์ และจะเริ่มชาร์จด้วยกระแสเมื่อแรงดันไฟน้อยกว่า 2.8 โวลต์ และเมื่อได้แรงดันที่กำหนดแล้วจะเป็นการชาร์จด้วยแรงดัน



รูปที่ 42 วงรอบการชาร์จด้วยกระแสและแรงดันของ ISL9301

2.3.1.4 การออกแบบและพัฒนา Cellular Remote ID

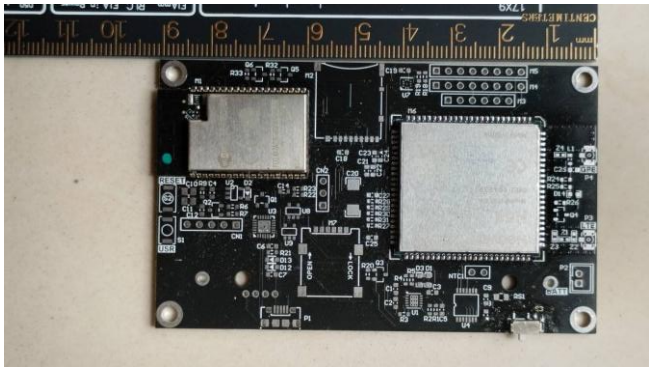
การเชื่อมต่อของโมดูลต่าง ๆ ที่ใช้ภายในอุปกรณ์ Cellular Remote ID เป็นไปตาม Schematic Diagram ที่แสดงในรูปที่ 43 และตารางที่ 16 ซึ่งแสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อทั้งหมด และการจัดการกับอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ได้อธิบายรายละเอียดไว้ข้างต้น อาทิ เช่น LED สำหรับแสดงสถานะ หรือ โมดูลจัดการกับแบตเตอรี่ และรูปที่ 44 แสดงบอร์ด PCB ที่ได้พัฒนาขึ้น



รูปที่ 43 แผนผังการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ Cellular Remote ID

ตารางที่ 16 แสดงอุปกรณ์ของ Cellular Remote ID

Designator	Footprint	LibRef	Description	Comment
M1	ESP32-WROVER	ESP-WROVER		ESP-WROVER
M6	N58	N58		4G / GMSS
M7	SIMCARD NANO 1	SIM		SIM
S1	SW-PB4	SW_PB(NO)		USR
S2	SW-PB4	SW_PB(NO)		RESET
S3	SW-SPDT SMT	SW_SPST		POWER
U1	DFN10	ISL9301	Battery Charger	BATTERY CHARGER
U2	DBV5	REG_STB	3.3V LDO Regulator	3.3V LDO REGULATOR
U3	QFN24 (4x4)	CH9102F		USB-UART
U4	SSOP14	BQ34Z100		BATTERY GAUGE
U6	DBV6	REG_STB	1bit Touch Pad	TOUCH BUTTON
U7	BME388	DIP10_E		BME388
U8, U9	SOT23-5	74HC1G125		74HC1G125



รูปที่ 44 ตัวอย่างบอร์ด PCB สำหรับ Mobile Remote ID

การเชื่อมต่อการทำงานระหว่างอุปกรณ์ สามารถอธิบายการฟังก์ชันของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) หน่วยประมวลผลหลัก (Main Processor (ESP32))

ในหน่วยประมวลผลหลักมีเฟิร์มแวร์ที่เขียนขึ้นเพื่อมีการทำงานเชื่อมโยง และควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยแบ่งโมดูลย่อยในเฟิร์มแวร์ได้ดังนี้

- Initialization
  - ฟังก์ชันการทำงานและส่วนประกอบภายของ Processor เอง (รวมทั้งการส่วนประกอบแบบ passive หรือส่วนประกอบพื้นฐานเช่น LED, BUTTON, SD Card ที่ควบคุมโดยตรงจาก Processor)
  - ฟังก์ชันการทำงานของ BMP388 (Air Pressure Sensor)
  - ฟังชันการทำงานของ N58 (4G LTE Module) ทั้งในส่วน 4G LTE และ GNSS
  - ฟังก์ชันการทำงานของ Battery Charger Module (เฉพาะในส่วนของ Batter Gauge)
- Sensor Reading
  - ทำการอ่านค่า BMP388 และทำการคำนวณ เพื่อให้ได้ค่า Air Pressure, Temperature
  - ทำการอ่านค่า Battery Gauge และทำการคำนวณเป็นค่าแบตเตอร์รี่คงเหลือ
- Location Reading
  - ทำการอ่านค่าตำแหน่งพิกัด จาก 4G LTE อยู่ตลอดเวลา
- Communication Control
  - ควบคุมการสั่งการ N58 ให้ทำการเชื่อมต่อกับเครืออข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่
  - อ่านค่า status ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่
- Server Communication
  - ทำการสร้างการติดต่อสื่อสารไปยัง Server ผ่าน N58
  - ส่งข้อมูล Sensor, Location และ Status ไปยัง Server
  - ตอบสนองต่อคำสั่งที่ถูกส่งมาจาก Server

- Data Logging
  - จัดเก็บค่า Sensor, Location และ Status ไว้ใน SD Card หรือ Internal Flash Storage
- Human Interface
  - แสดงค่า Status ต่าง ๆ ที่ต้องการนำเสนอผู้ใช้งาน ผ่านการ ปิดเปิด LED
  - อ่านค่าการกด Button เผื่อนำไปประมวลผลต่อ

2) โมดูลสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4G LTE และตัวรับสัญญาณ GNSS

Neoway N58 เป็นโมดูลการสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ พร้อมข้อมูล GNSS มีการเชื่อมโยงและควบคุมจากหน่วยประมวลผลหลักดังนี้

- การติดต่อสื่อสารเครือข่ายโทรศัพท์ไร้สาย
- การสื่อสาร Internet ทั้ง Protocol Stack จนถึงระดับ TCP/IP
- รับสัญญาและประมวลพิกัด GNSS
- การติดต่อสื่อสาระหว่าง N58 และหน่วยประมวลผลหลักเป็น Serial Communication (UART)

3) ตัววัดสัญญาณความกดอากาศ (Air Pressure Sensor (BMP388))

BMP388 สามารถทำการอ่านค่า Pressure และ Temperature ได้โดยการควบคุมการทำงานผ่านหน่วยประมวลผลหลัก โดยค่าที่อ่านได้จะต้องนำไปคำนวณเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ค่า Pressure และ Temperature ที่ถูกต้อง การติดต่อสื่อสารระหว่าง BMP388 และหน่วยประมวลผลหลัก จะเป็นแบบ I2C

4) ตัววัดค่าแบตเตอร์รี่ (Battery Gauge (BQ34Z100))

BQ34Z100 เป็นอุปกรณ์วัดค่า แรงดัน และความต้านทานของแบตเตอร์รี่ โดยการควบคุมการทำงานผ่านหน่วยประมวลผลหลักที่ส่งคำสั่งให้เข้าไปอ่านค่าต่าง ๆ ของ แบตเตอร์รี่ได้ การติดต่อสื่อสารระหว่า BQ34Z100 และหน่วยประมวลผลหลัก จะเป็นแบบ I2C

5) ไฟ LED แสดงสถานะ

การควบคุมไฟ LED เพื่อแสดงสถานะ จะควบคุมผ่าน 74HC959 Shift Register ซึ่งจะติดต่อสื่อสารด้วยการสัญญาณ digital logic และ clock จาก Main Processor โดยตรง

6) สวิตช์สัมผัส (Touch Button, TTP223)

TTP223 เป็นสวิตช์สัมผัสแบบ Capacitive ให้เอาต์พุตแบบ digital logic และเชื่อมต่อค่านี้ไปยังหน่วยประมวลผลหลักเพื่อเริ่มต้นกระบวกการการทำงานได้

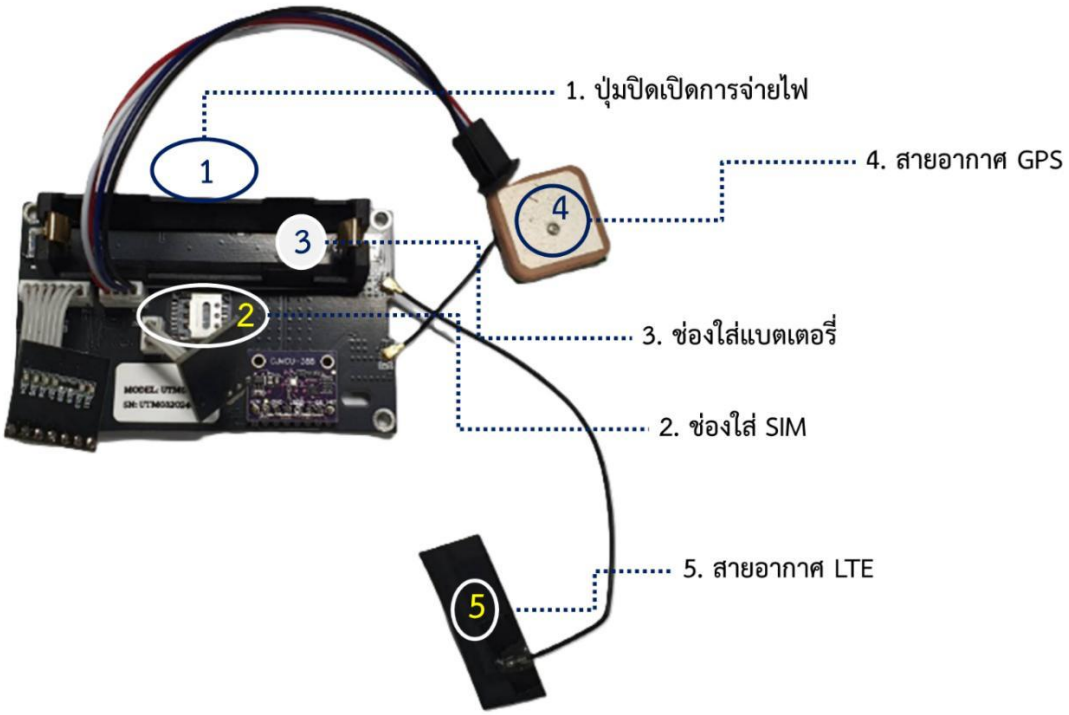
7) ชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้า และโมดูลการชาร์จแบตเตอร์รี่ (Battery Charger / Voltage Regulator)

2.3.1.5 อุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID ที่สามารถสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular)

จากรายละเอียดคุณสมบัติและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ได้อธิบายข้างข้น คณะผู้วิจัยได้ทำการผลิตแผงวงจรต้นแบบ และทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังรูปที่ 45 จากนั้นทำการออกแบบตัวเรือนเพื่อทำการประกอบอุปกรณ์ทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 46 โดยเมื่อประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดแล้วมีน้ำหนักประมาณ 175 กรัม หลังจากนั้นทำการทดสอบการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ โดยเลือกใช้แบตเตอรี่ Samsung รุ่น 35E คุณสมบัติของแบตเตอรี่ที่เลือกใช้มีดังนี้

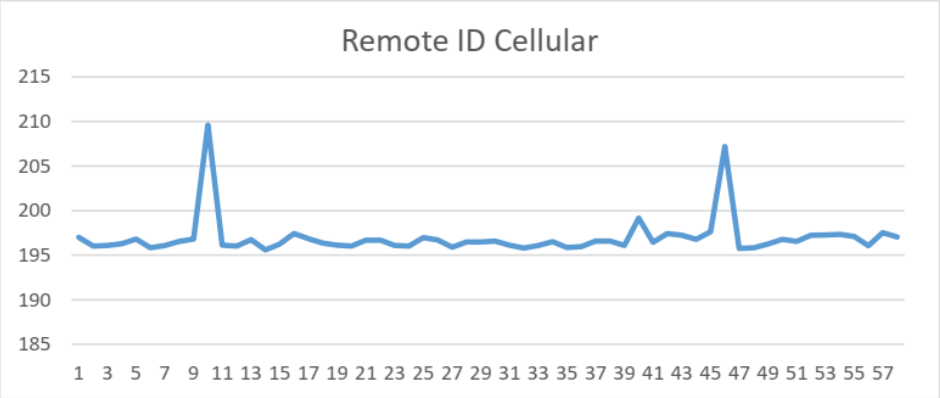
- Nominal capacity: 3400mAh
- Minimum capacity: 3350mAh
- Nominal voltage: 3,6V - 3,7V
- Charging voltage: 4,2V
- Discharge current: 8A
- Maximum discharge current: 13A
- Charge current: 0,6C 2000mA
- Discharge end voltage: 2,65V
- Pluspol: FlatTop
- Chemistry: LiNiCoAlO2
- Diameter: 18,55mm ± 0,1
- Height: 65,25mm ± 0,15
- Weight: 48g ± 1

โดยเมื่อนำมาทดสอบใช้งานกับ Cellular Remote ID พบว่าสามารถใช้งานได้มากกว่า 16 ชั่วโมง ผลการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 47 พบว่าค่าการใช้กระแสต่ำสุด 195.5 mAh และสูงสุด 209.6 mAh ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณพบว่าสามารถใช้งานได้มากกว่า 16 ชั่วโมง สอดคล้องกับการทดสอบ สำหรับการทดสอบการใช้งานเพื่อใช้ในการติดตามอากาศยานไร้คนขับจะแสดงในหัวข้อ 2.5.1



รูปที่ 45 อุปกรณ์ภายใน Cellular Remote ID เมื่อทำการประกอบ

รูปที่ 46 Cellular Remote ID เมื่อทำการประกอบกับตัวเรือน

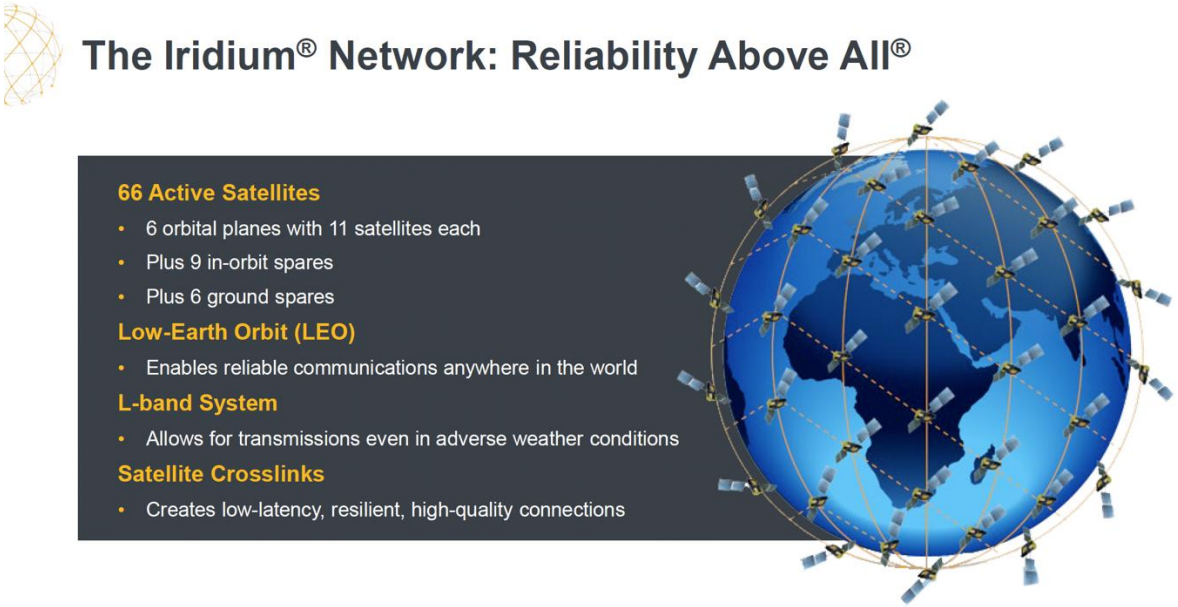


รูปที่ 47 การใช้กระแสไฟของ Cellular Remote ID

2.3.2 การพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID ที่สามารถสื่อสารผ่านเครือข่ายดาวเทียม (Satellite)

เนื่องจากอุปกรณ์ Remote ID ออกแบบให้ใช้งานโดยการติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับ ดังนั้นตัวอุปกรณ์จำเป็นต้องมีขนาดเล็ก และมีน้ำหนักเบา ซึ่งโดยทั่วไปอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณดาวเทียม และสายอากาศสำหรับดาวเทียมในวงโคจรค้างฟ้า (GEO Stationary Orbit Satellite) มีขนาด และน้ำหนักมาก ไม่สามารถติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กได้ (อากาศยานน้ำหนักประมาณ 25 กิโลกรัม) ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้การสื่อสารผ่านดาวเทียมวงโคจรต่ำ (Low Earth Orbit Satellite) เนื่องจากขนาดสายอากาศและอุปกรณ์ชุดรับ-ส่งสัญญาณดาวเทียมมีขนาดเล็กกว่าขนาดสายอากาศและอุปกรณ์ชุดรับ-ส่งสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารผ่านดาวเทียมแบบค้างฟ้า ซึ่งเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานกับ Remote ID

ดาวเทียมวงโคจรต่ำที่ใช้ในการพัฒนานี้ เป็นเครือข่ายดาวเทียม Iridium ของบริษัท Iridium Communication Inc ซึ่งเป็นบริษัทที่จดทะเบียนอยู่ในตลาดหลักทรัพย์ Nasdaq (Nasdaq-IRDM) ประเทศสหรัฐอเมริกา บริษัท Iridium Communication Inc ก่อตั้งเมื่อปี 2002 และในปัจจุบันมีดาวเทียมให้บริการอยู่จำนวน 66 ดวง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 48



รูปที่ 48 ข้อมูลเครือข่ายดาวเทียมของบริษัท Iridium Communication Inc

อุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID ที่ส่งข้อมูลสถานะการบินของอากาศยานไร้คนขับผ่านเครือข่ายดาวเทียม (Satellite) จะมีคุณสมบัติ สถาปัตยกรรม และรายละเอียดอุปกรณ์ ดังนี้

2.3.2.1 คุณสมบัติของ Remote ID ที่สามารถสื่อสารผ่านเครือข่ายดาวเทียม (Satellite)

อุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID ที่ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายดาวเทียม (Satellite) มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

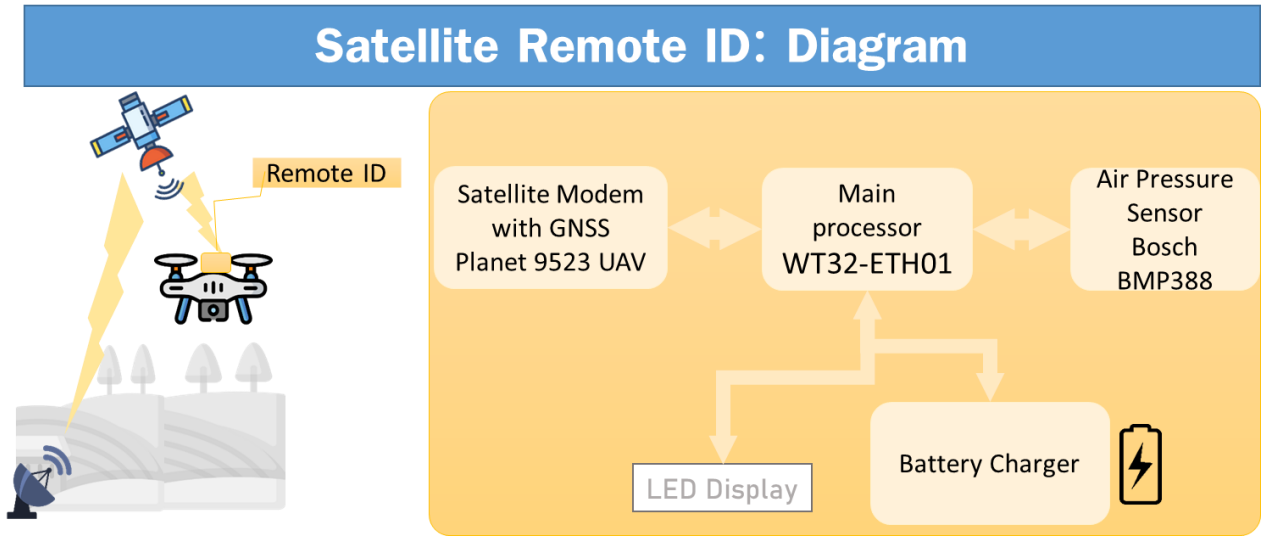
- สามารถรวบรวมข้อมูลการบินของอากาศยานไร้คนขับในขณะปฏิบัติการบินได้แก่ ตำแหน่งปัจจุบัน ความสูง ความเร็ว และตำแหน่งที่อากาศยานไร้คนขับขึ้นบิน เป็นต้น และสามารถส่งข้อมูลไปยังระบบแม่ข่ายการติดตามอากาศไร้คนขับผ่านเครือข่ายดาวเทียมได้ทุก ๆ 10 วินาทีและสามารถกำหนดให้ส่งได้ช่วงเวลาต่ำสุดทุก ๆ 5 วินาที
- สามารถรองรับการสื่อสารผ่านเครือข่ายดาวเทียม (Satellite)
- สามารถเก็บข้อมูลการบินของอากาศยานไร้คนขับขณะปฏิบัติการบินไว้ในอุปกรณ์เก็บข้อมูล ในกรณีที่ไม่สามารถส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายดาวเทียมได้ และส่งข้อมูลเหล่านั้นไปยังระบบแม่ข่ายติดตามอากาศยานไร้คนขับเมื่อสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายดาวเทียมได้อีกครั้ง
- มีแบตเตอร์รี่อยู่ภายใน และสามารถรองรับปฏิบัติการบินได้ 1.5 ชั่วโมง
- อุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID ประกอบด้วยอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม เพื่อทำหน้าที่เชื่อมต่อเครือข่ายดาวเทียม (Satellite communication network)
- มีไฟ LED แสดงสถานะการเชื่อมต่อเครือข่าย หรือสถานการณ์ทำงาน

2.3.2.2 สถาปัตยกรรมของ Remote ID ที่สามารถสื่อสารผ่านเครือข่ายดาวเทียม (Satellite)

อุปกรณ์ Remote ID ที่มีคุณสมบัติเก็บรวบรวมข้อมูลตำแหน่งปัจจุบัน ความสูง ความเร็ว ขณะทำการบินและตำแหน่งที่อากาศยานไร้คนขับขึ้นบิน พร้อมทั้งส่งกลับมายังเครื่องแม่ข่ายเพื่อทำการแสดงผลต่อไป ตัวอุปกรณ์ Remote ID นี้ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ย่อยต่าง ๆ ดังนี้

- ชุดสายอากาศและอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณกับโครงข่ายดาวเทียมแบบวงโคจรต่ำ (Low Earth Orbit)
- อุปกรณ์รับสัญญาณเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่ง GNSS
- หน่วยประมวลผลหลัก Main Processor เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตำแหน่งปัจจุบัน ความสูง ความเร็ว และตำแหน่งที่อากาศยานไร้คนขับขึ้นบิน และส่งกลับไปยังเครื่องแม่ข่าย
- ตัววัดสัญญาณความกดอากาศ (Air Pressure Sensor) เพื่อใช้ในการคำนวณความสูง
- แบตเตอร์รี่ เพื่อทำการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์

สถาปัตยกรรมระบบของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ Satellite Remote ID แสดงตามรูปที่ 49



รูปที่ 49 สถาปัตยกรรมของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID แบบเชื่อมต่อผ่านโครงข่ายดาวเทียม

2.3.2.3 ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ย่อยภายใน Satellite Remote ID

ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ย่อยของ Satellite Remote ID บางชิ้นจะเหมือนกับ Cellular Remote ID เนื่องจากมีการทำงานที่เหมือนกัน โดยชิ้นส่วนหลักที่ใช้เหมือนกับ Cellular Remote ID มีดังนี้

- อุปกรณ์วัดสัญญาณความกดอากาศ (Air Pressure Sensor)
- สวิตช์แบบสัมผัส (TTP – 223 Capacitive Touch Sensor Module)
- โมดูลตรวจวัดพลังงานแบตเตอร์รี่
- โมดูลชาร์จแบตเตอร์รี่ Li-ion

สำหรับส่วนที่ต่างออกไปจาก Cellular Remote ID คือ หน่วยประมวยผลหลัก Ethernet Switch และอุปกรณ์สื่อสารผ่านดาวเทียม โดยหน่วยประมวลผลจะมีสองส่วน คือ ESP 32 เช่นเดียวกับ Cellular Remote ID และ W5500 ซึ่งเพิ่มขึ้นมา โดยรายละเอียดของแต่ละอุปกรณ์จะอธิบายในส่วนต่อไป

อุปกรณ์ชุดสายอากาศและอุปกรณ์รับส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม (Satellite Modem)

อุปกรณ์ต้นแบบเพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่านสัญญาณดาวเทียม ได้เลือกใช้ชุด Modem ของ บริษัท Iridium โดยใช้ Iridium Core 9523N ที่มีขนาดเบาและสามารถรองรับการติดต่อสื่อสารประเภท Router Based Unrestricted Digital Internetworking Connectivity Solutions (RUDICS) โดยอุปกรณ์ของ Iridium ใช้เทคโนโลยีIridium Circuit Switched Data (CSD) ทำให้การส่งข้อมูลเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ลดระยะเวลาการรอคอยในการส่งแต่ละครั้ง ซึ่งเหมาะสมกับการนำมาใช้พัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID เพื่อรองรับการส่งข้อมูลการบินของอากาศยานไร้คนขับผ่านการสื่อสารผ่านดาวเทียมอย่างต่อเนื่อง และในปัจจุบัน การให้บริการของ Iridium มีดาวเทียมให้บริการอยู่ รวม 66 ดวง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก

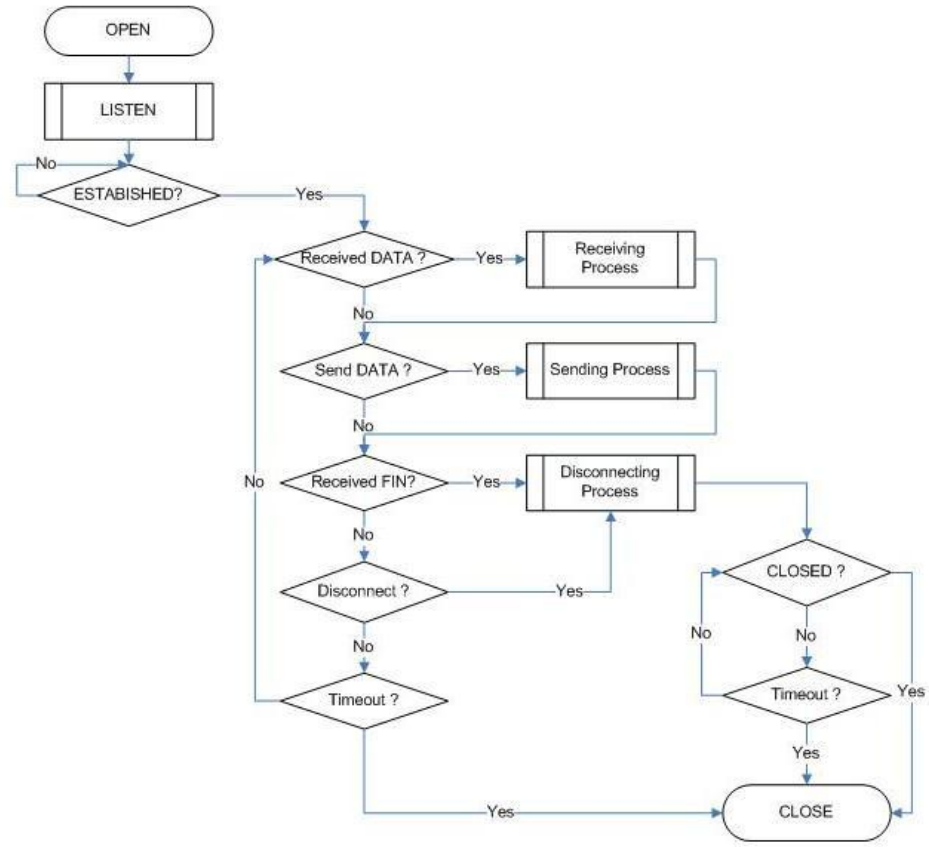
อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลสำหรับ Remote ID มายัง Server กลาง ใช้อุปกรณ์ Iridium Atmosphere รุ่น Planet 9523 UAV Terminal ดังรูปที่ 50 โดยรองรับมาตรฐาน การทำงาน Iridium Certified Product (TC006) อุปกรณ์รับส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม Iridium: Planet 9523 UAV มีคุณสมบัติดังนี้

- Iridium Certified Product (TC006)
- FanlessARM Processor Board
- มี GPS receiver
- Memory: 128GB (default)

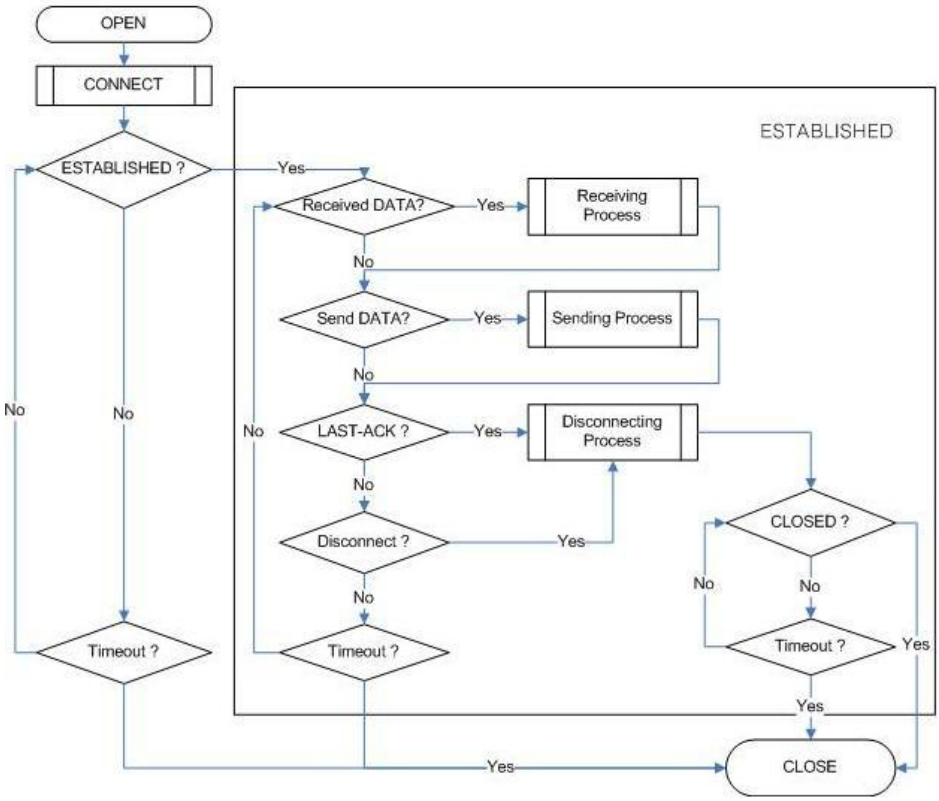
รูปที่ 50 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม Planet 9523 UAV

หน่วยประมวลผลหลัก (Microprocessor)

ในการพัฒนา Satellite Remote ID ได้ออกแบบให้ใช้หน่วยประมวลผลหลักสองส่วนคือ Microprocessor ESP 32 และ W5500 โดยเป็นการทำงานรับส่งข้อมูลในรูปแบบ TCP ประกอบด้วย Server และ Client โดยเงื่อนไขการทำงานตามรูปที่ 51 และ รูปที่ 52



รูปที่ 51 การทำงานของ TCP Server



รูปที่ 52 การทำงานของ TCP Client

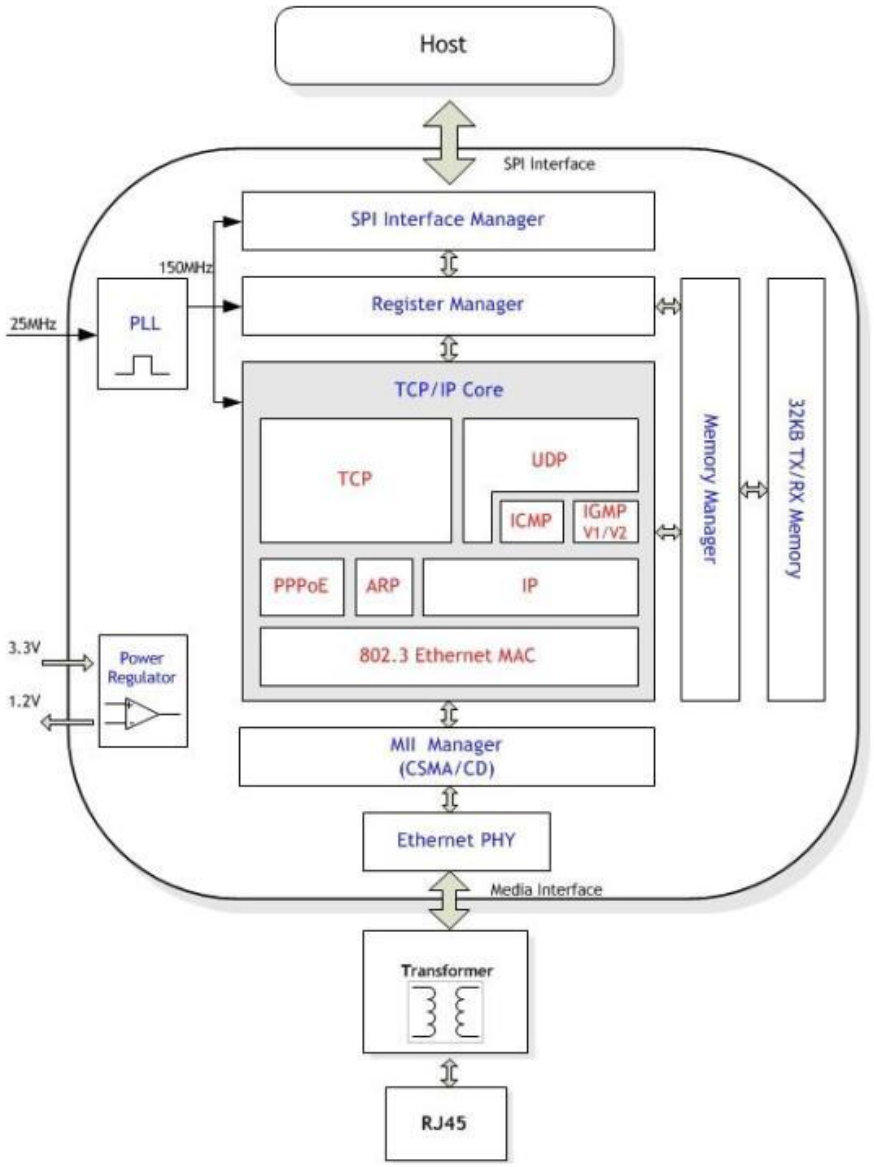
Microprocessor ESP 32

Satellite Remote ID ที่ได้พัฒนาขึ้นจะให้หน่วยประมวลผล ESP 32 เช่นเดียวกับ Cellular Remote ID โดยคุณสมบัติและคุณลักษณะต่าง ๆ แสดงไว้แล้วในหัวข้อ 2.3.1.3

TCP/IP Embedded Ethernet W5500

W5500 ใช้เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ใช้ SPI (Serial Peripheral Interface) ทำให้การติดตั้งและใช้งานเป็นไปอย่างสะดวก ประหยัดพลังงาน เหมาะสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ ใช้งานง่าย มีไลบารีสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์หลายชนิด ทำให้การพัฒนาโปรแกรมพัฒนาได้อย่างหลากหลาย โดยบล็อกไดอะแกรมแสดงในรูปที่ 53 และมีคุณสมบัติ ดังนี้

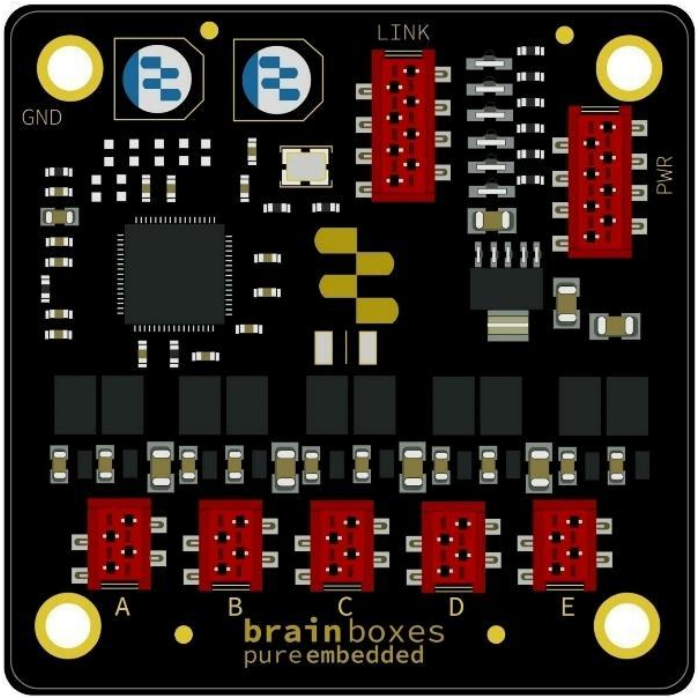
- รองรับโปรโตคอล TCP/IP แบบฮาร์ดแวร์ต่อไปนี้: TCP, UDP, ICMP, IPv4, ARP, IGMP, PPPoE
- รองรับ 8 Sockets simultaneously
- รองรับโหมดลดการใช้พลังงาน
- รองรับ Wake on LAN ผ่าน UDP
- รองรับ Serial Peripheral Interface ความเร็วสูง (SPI MODE 0, 3)
- หน่วยความจำภายใน 32Kbytes สำหรับบัฟเฟอร์ Tx/Rx
- 10BaseT/100BaseTX Ethernet PHY ฝังตัว
- รองรับการเจรจาอัตโนมัติ (Full และ half duplex, 10 และ 100-based)
- ไม่รองรับการแบ่งส่วน IP
- การทำงาน 3.3V พร้อมความทนทานของสัญญาณ I/O 5V
- LED outputs (Full/Half duplex, Link, Speed, Active)
- แพ็คเกจ LQFP 48 ขาปลอดตะกั่ว (7x7mm, 0.5mm pitch)



รูปที่ 53 บล็อกไดอะแกรมของ W5500

ตัววัดสัญญาณความกดอากาศ (Barometer Pressure Sensor)

รูปที่ 54 แสดงอุปกรณ์ Ethernet Switch PE-505 เป็น Ethernet Switch ขนาดเล็กที่ออกแบบมาสำหรับใช้งานในระบบฝังตัว (embedded system) โดยเฉพาะ จุดเด่นของสวิตช์คือมีขนาดกะทัดรัด ทนทาน และมีความน่าเชื่อถือสูง เหมาะสำหรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่ต้องการความแข็งแรงทนทาน เช่น โรงงานอุตสาหกรรม หรือระบบควบคุมต่าง ๆ โดยสวิตช์มีพอร์ตอีเทอร์เน็ต 5 พอร์ตที่รองรับความเร็ว 10/100 Mbps ใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เซนเซอร์, แอคชูเอเตอร์, หรืออุปกรณ์เครือข่ายอื่น ๆ สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้หลากหลายประเภท ทั้งอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานจากสายแลน (PoE) หรืออุปกรณ์ที่ต้องจ่ายไฟเอง รวมถึงการรับส่งข้อมูลเมื่อมีข้อมูลถูกส่งมาจากอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่ง



รูปที่ 54 อุปกรณ์ Ethernet Switch PE-505

สวิตช์จะวิเคราะห์ที่อยู่ MAC Address ของปลายทางที่ต้องการส่งข้อมูล โดยจะค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังอุปกรณ์ปลายทางนั้น และส่งข้อมูลไปตามเส้นทางนั้นโดยตรง ส่วนการตรวจสอบข้อผิดพลาด สวิตช์จะตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับและส่ง เพื่อป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดในการสื่อสาร และการควบคุมการ รับ-ส่งข้อมูล โดยจะควบคุมปริมาณข้อมูลที่ส่งและรับ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการติดขัดของเครือข่าย นอกจากนี้ยังมีขนาดกะทัดรัด เหมาะสำหรับการใช้งานในพื้นที่จำกัด ออกแบบมาให้ทดทาน และมีความเสถียรสูง เหมาะสำหรับการใช้งานในระบบอุตสาหกรรม รองรับ PoE (สามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อได้ผ่านสายแลน) รวมถึง ง่ายต่อการติดตั้ง เนื่องจากมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ทำให้ติดตั้งได้ง่าย

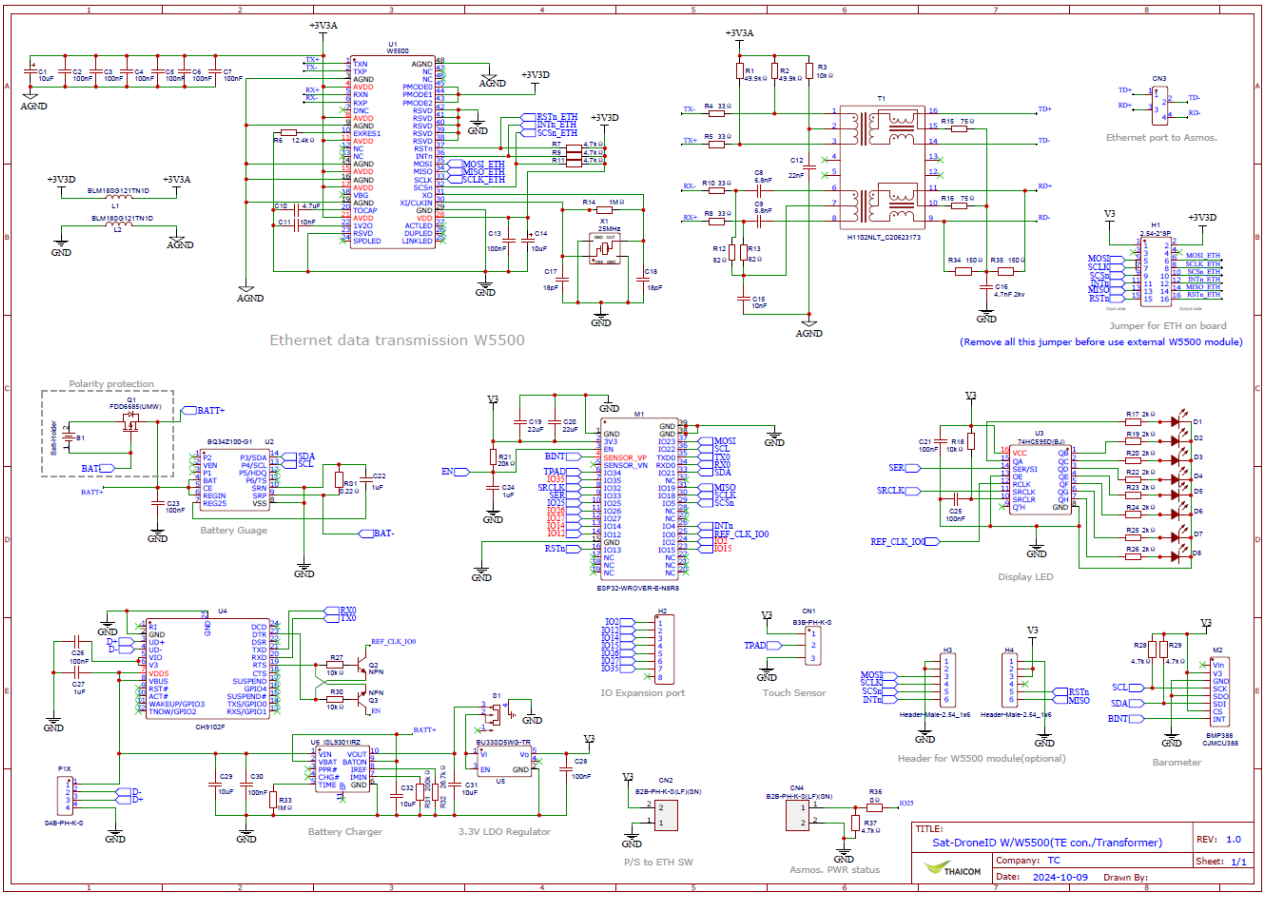
2.3.2.4 การออกแบบและพัฒนา Satellite Remote ID

อุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียม เป็นการผสานระหว่างระบบการตรวจสอบค่าต่าง ๆ ด้วยเซนเซอร์และ การส่งสัญญาณกลับมาที่ระบบส่วนกลางผ่านระบบดาวเทียม โดยในการออกแบบจะแบ่งเป็นสองส่วนหลักคือ ส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบ และประมวลผลค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ต่าง ๆ และส่วนการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายดาวเทียม ผ่าน Modem ดังแสดงในรูปที่ 55 โดยทั้งสองส่วนนี้จะเชื่อมต่อกันผ่านทาง ผ่าน LAN interface

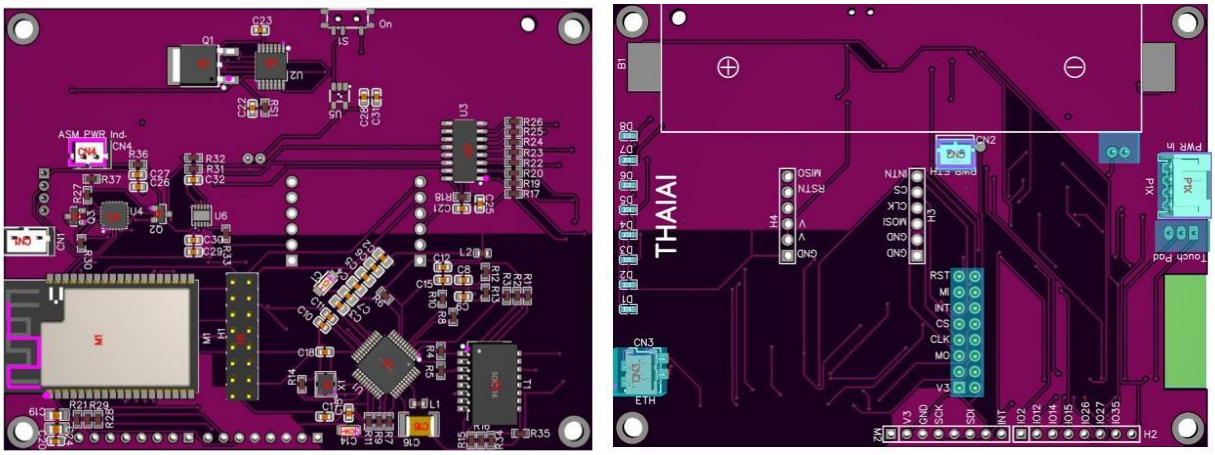
รูปที่ 55 Modem สื่อสารผ่านดาวเทียม Iridium Atmosphere Model Planet 9523

การทำงานของ Remote ID ส่งข้อมูลผ่าน Satellite มีการทำงานส่วนการจัดเก็บค่าข้อมูล เหมือนกับระบบ Cellular แต่ระยะเวลาในการส่งค่ามาที่ระบบส่วนกลาง ของระบบ satellite ระยะเวลา 10 วินาทีต่อครั้ง และมียังคงมีความสามารถในการทำงานเหมือนกันคือ กรณีไม่สามารถส่งข้อมูลมายังระบบ ส่วนกลางได้ทางอุปกรณ์ปลายทางยังคงมีการบันทึกค่า และทำการจัดส่งย้อนหลังเมื่อสามารถเชื่อมต่อกับ ระบบส่วนกลางได้ ทั้งนี้ การพัฒนาระบบ จะมีความซับซ้อนมากกว่าระบบ Cellular เนื่องจากการทำงานของ ระบบ Iridium มีความซับซ้อนกว่า ดังนั้น จึงจำเป็นต้องพัฒนา Software โดยเฉพาะเพื่อให้สามารถสามารถใช้งานร่วมกับ Iridium modem ได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้การส่งข้อมูลผ่านดาวเทียมผ่านเครือข่าย Iridium อาจจะไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลได้ตลอดเวลา เนื่องจากเงื่อนไขการทำงานของระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม เช่น การรับสัญญาณ ดาวเทียมการโคจรของดาวเทียม การเชื่อมต่อเข้าระบบขณะที่มีการเปลี่ยนการใช้งานดาวเทียมดวงใหม่ หรือ แม้แต่การทำงานภายในของระบบ Iridium ทั้งหมดนี้ เป็นเงื่อนไขปกติของการทำงานรับส่งข้อมูลผ่าน ดาวเทียมวงโคจรต่ำทั้งสิ้น

การเชื่อมต่อของโมดูลต่าง ๆ ที่ใช้ภายในอุปกรณ์ Satellite Remote ID เป็นไปตาม Schematic Diagram ที่แสดงในรูปที่ 56 ซึ่งแสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อทั้งหมด และรูปที่ 57 แสดงบอร์ด PCB ที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งบอร์ดนี้จะต้องเชื่อมต่อกับ Modem เพื่อส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายดาวเทียม Iridium ผ่าน LAN interface



รูปที่ 56 แผนผังการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ Satellite Remote ID



ด้านหน้า ด้านหลัง

รูปที่ 57 บอร์ด PCB ที่พัฒนาขึ้นสำหรับ Satellite Remote ID

การเชื่อมต่อการทำงานระหว่างอุปกรณ์ สามารถอธิบายการฟังก์ชันของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ดังนี้

1) หน่วยประมวลผลหลัก (Main Processor (ESP32))

ในหน่วยประมวลผลหลักมีเฟิร์มแวร์ที่เขียนขึ้นเพื่อมีการทำงานเชื่อมโยงและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยแบ่งโมดูลย่อยในเฟิร์มแวร์ได้ดังนี้

- Initialization
  - ฟังก์ชันการทำงานและส่วนประกอบภายของ Processor เอง (รวมทั้งการส่วนประกอบแบบ passive หรือส่วนประกอบพื้นฐานเช่น LED, BUTTON, SD Card ที่ควบคุมโดยตรงจาก Processor)
  - ฟังก์ชันการทำงานของ BMP388 (Air Pressure Sensor)
  - ฟังก์ชันการทำงานของ Battery Charger Module (เฉพาะในส่วนของ Batter Gauge)
- Sensor Reading
  - ทำการอ่านค่า BMP388 และทำการคำนวณ เพื่อให้ได้ค่า Air Pressure, Temperature
  - ทำการอ่านค่า Battery Gauge และทำการคำนวณเป็นค่าแบตเตอร์รี่คงเหลือ
- Location Reading
- Communication Control
  - ควบคุมการสั่งการ Satellite Modem ให้ทำการเชื่อมต่อกับเครือข่ายดาวเทียม
  - อ่านค่า status ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อกับครือข่ายดาวเทียม
- Server Communication
  - ทำการสร้างการติดต่อสื่อสารไปยัง Server ผ่าน Satellite Modem
  - ส่งข้อมูล Sensor, Location และ Status ไปยัง Server
  - ตอบสนองต่อคำสั่งที่ถูกส่งมาจาก Server
- Data Logging
  - จัดเก็บค่า Sensor, Location และ Status ไว้ใน SD Card หรือ Internal Flash Storage
- Human Interface
  - แสดงค่า Status ต่าง ๆ ที่ต้องการนำเสนอผู้ใช้งาน ผ่านการ ปิดเปิด LED
  - อ่านค่าการกด Button เผื่อนำไปประมวลผลต่อ

2) Satellite Modem สื่อสารผ่านเครือข่ายดาวเทียม Iridium และตัวรับสัญญาณ GNSS

Satellite Modem เป็นโมดูลการสื่อสารผ่านเครือข่ายดาวเทียม พร้อมข้อมูล GNSS มีการเชื่อมโยงและควบคุมจากหน่วยประมวลผลหลักดังนี้

- การติดต่อสื่อสารเครือข่ายดาวเทียม
- การสื่อสาร Internet ทั้ง Protocol Stack จนถึงระดับ TCP/IP
- รับสัญญาและประมวลพิกัด GNSS
- การติดต่อสื่อสาระหว่าง Satellite Modem และ ESP32 ผ่านโมดูล W5500 โดยใช้ Protocol TCP

3) ตัววัดสัญญาณความกดอากาศ (Air Pressure Sensor (BMP388))

BMP388 สามารถทำการอ่านค่า Pressure และ Temperature ได้ โดยการควบคุมการทำงานผ่านหน่วยประมวลผลหลัก โดยค่าที่อ่านได้จะต้องนำไปคำนวณเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ค่า Pressure และ Temperature ที่ถูกต้อง การติดต่อสื่อสารระหว่าง BMP388 และหน่วยประมวลผลหลัก จะเป็นแบบ I2C

4) ตัววัดค่าแบตเตอร์รี่ (Battery Gauge (BQ34Z100))

BQ34Z100 เป็นอุปกรณ์วัดค่า แรงดัน และความต้านทานของแบตเตอร์รี่ โดยการควบคุมการทำงานผ่านหน่วยประมวลผลหลักที่ส่งคำสั่งให้เข้าไปอ่านค่าต่าง ๆ ของ แบตเตอร์รี่ได้ การติดต่อสื่อสารระหว่าง BQ34Z100 และหน่วยประมวลผลหลัก จะเป็นแบบ I2C

5) ไฟ LED แสดงสถานะ

การควบคุมไฟ LED เพื่อแสดงสถานะ จะควบคุมผ่าน 74HC959 Shift Register ซึ่งจะติดต่อสื่อสารด้วยการสัญญาณ digital logic และ clock จาก Main Processor โดยตรง

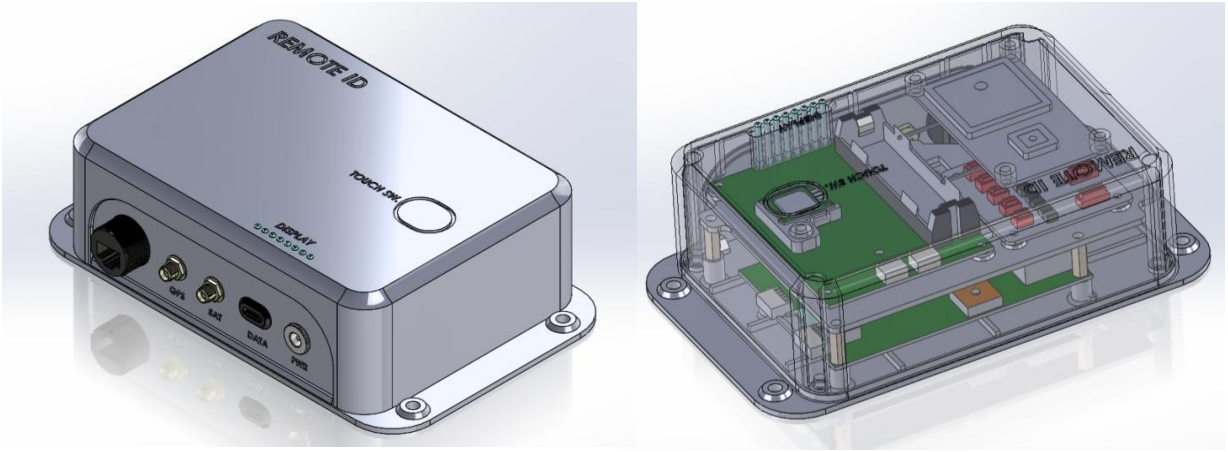
6) สวิตช์สัมผัส (Touch Button, TTP223)

TTP223 เป็นสวิตช์สัมผัสแบบ Capacitive ให้เอาต์พุตแบบ digital logic และเชื่อมต่อค่านี้ไปยังหน่วยประมวลผลหลักเพื่อเริ่มต้นกระบวนการการทำงานได้

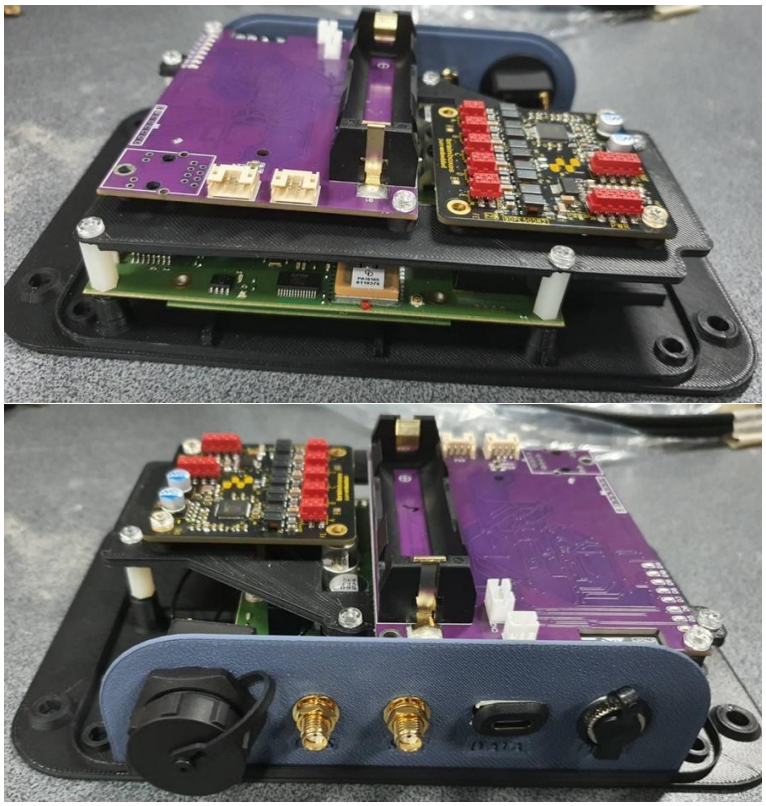
7) ชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้า และโมดูลการชาร์จแบตเตอร์รี่ (Battery Charger / Voltage Regulator)

2.3.2.5 อุปกรณ์ต้นแบบ Remote ID ที่สามารถสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)

รูปที่ 58 แสดงแบบจำลอง 3 มิติของ Satellite Remote ID ที่ได้ออกแบบ รูปที่ 59 แสดงอุปกรณ์ภายในของ Satellite Remote ID ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น ซึ่งในการใช้งานจริงนอกจากอุปกรณ์ที่แสดงแล้ว ยังมีอุปกรณ์ส่วนควบอื่น ๆ ที่จะต้องเชื่อมต่อเข้าด้วยกันซึ่งแสดงในรูปที่ 60



รูปที่ 58 แบบจำลอง 3 มิติของ Satellite Remote ID

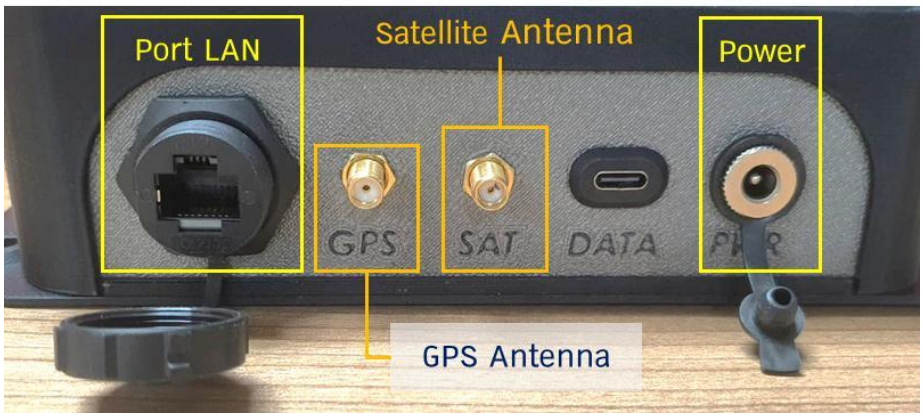


รูปที่ 59 ภายในของ Satellite Remote ID

1. อุปกรณ์ Remote ID ระบบดาวเทียม
2. จานรับสัญญาณ
3. แบตเตอรี่
4. สายชาร์ตแบตเตอรี่
5. สายรับสัญญาณ GPS
6. สายเชื่อมต่อจานรับสัญญาณกับอุปกรณ์ Remote ID ระบบดาวเทียม
7. สายเชื่อมต่อระบบไฟระหว่างแบตเตอรี่และอุปกรณ์ Remote ID ระบบดาวเทียม

รูปที่ 60 อุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกับ Satellite Remote ID

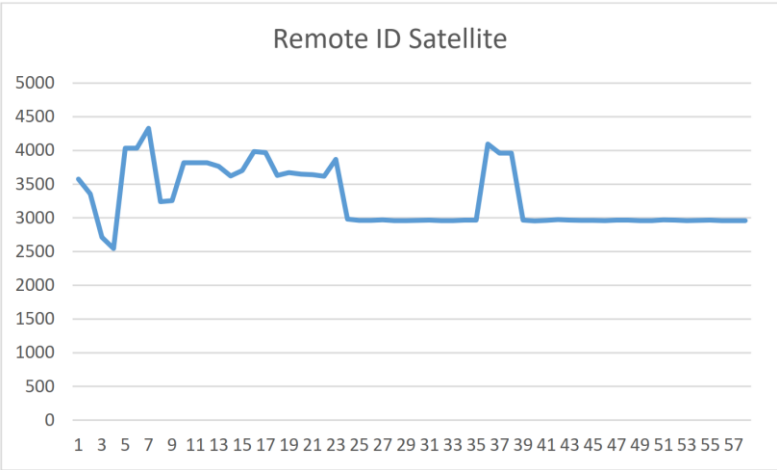
รูปที่ 61 แสดงพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ของ Satellite Remote ID โดยในการใช้งานจริงจะใช้เพียง GPS Satellite Antenna และ Power เท่านั้น ส่วนพอร์ตอื่น ๆ ใช้สำหรับการตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ และการพัฒนา



รูปที่ 61 พอร์ตเชื่อมต่อของ Satellite Remote ID

หลังจากประกอบต้นแบบ Satellite Remote ID แล้วได้ทำการทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าของ Satellite Remote ID สำหรับบอร์ด PCB ที่ใช้สำหรับวัดค่าจากเซนเซอร์ และควบคุมการทำงานจะใช้แบตเตอรี่ Samsung รุ่น 35E เช่นเดียวกับ Cellular Remote ID และสำหรับ Satellite modem ใช้ Krisdonia 25000 mAh Portable External Battery เนื่องจาก Satellite modem ใช้ไฟ 20V และการจ่ายไฟ ต้องเป็นการจ่ายกระแสแบบคงที่

จากการทดสอบพบว่าใช้กระแสต่ำสุด 2546 mA และสูงสุด 4330 mA โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3285 mA ซึ่งเมื่อคำนวณโดยใช้แบตเตอรี่ขนาด 25000 mAh จะสามารถใช้งานได้มากกว่า 7 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับการใช้งานจริง โดยผลการทดสอบการใช้งานในการติดตามอากาศยานไร้คนขับแสดงในหัวข้อ 2.5.2



รูปที่ 62 การใช้กระแสไฟฟ้าของ Satellite Remote ID

2.3.3 ข้อมูลสถานะการบินของอากาศยานไร้คนขับจาก Remote ID กับระบบติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance)

ข้อมูลสถานะการบินของอากาศยานไร้คนขับ จาก Remote ID กับระบบติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM F3411-19 ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่ต้องการจริง กับข้อมูลที่เป็น option โดยข้อมูลที่เป็นที่ต้องการจริงมีดังนี้

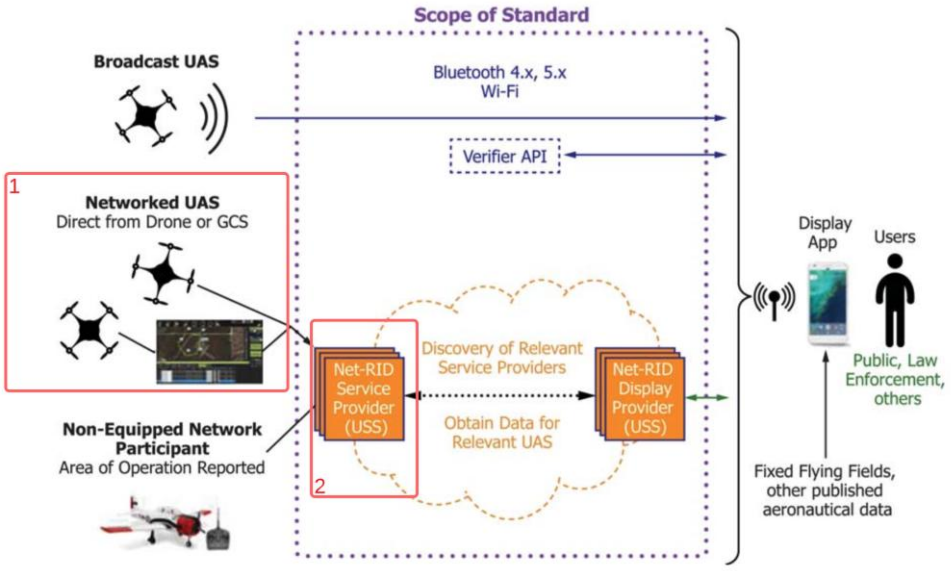
- หมายเลขอากาศยานไร้คนขับ (UAS ID)
- ประเภทของหมายเลขอากาศยานไร้คนขับ (USA ID Type)
- ประเภทของอากาศยาน (UA Type)
- เวลาที่ประทับ (Timestamp)
- ความแม่นยำของเวลาที่ประทับ (Timestamp Accuracy)
- ละติจูด (Latitude)
- ลองจิจูด (Longitude)
- ระดับความสูงทางภูมิศาสตร์ (Geodetic Altitude)
- ความแม่นยำของระดับความสูงทางภูมิศาสตร์ (Geodetic Vertical Accuracy)
- ความแม่นยำของ Horizontal (Horizontal Accuracy)
- ความแม่นยำของความเร็ว ((Speed Accuracy)
- ทิศทาง (Track Direction)
- ความเร็ว (Speed)
- ความแม่นยำของ Vertical (Vertical Speed)

อย่างไรก็ตามข้อมูลสถานะการบินของอากาศยานไร้คนขับ จาก Remote ID ของ remote ID ในโครงการนี้มีการส่งข้อมูลที่มากกว่าตามมาตรฐาน ASTM F3411-19 ได้กำหนดไว้สำหรับข้อมูลที่ต้องการจริง

2.3.4 การติดต่อสื่อสารภายใน (Internal Communication)

ในมาตรฐาน ASTM F3411-19 นั้น ตัวมาตรฐานเองจะอยู่ในกรอบ “scope of standard” (กรอบเส้นประสีม่วง ในรูปที่ 63) จะครอบคลุมในส่วน Broadcast UAS ทั้ง Bluetooth และ WiFi และ การติดต่อสื่อสารระหว่าง Net-RID Service Provider (USS) และ Net-RID Display (USS)

เนื่องจากในมาตรฐาน ASTM F3411-19 ไม่ได้กำหนดรูปแบบของการติดต่อสื่อสารระหว่าง Networked UAS (กรอบสีแดง หมายเลข 1) และ Net-RID Service Provider (USS) (กรอบสีแดง หมายเลข 2) ได้ จึงกล่าวได้ว่า การติดต่อสื่อสารส่วนดังกล่าวอาจจะเป็น Media ประเภทใด ๆ ก็ได้เช่น รูปแบบเฉพาะของ UAS แต่ละผู้ผลิต ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ผลิตสามารถที่จะเลือกรูปแบบการสื่อสาร ให้เหมาะสมกับการสื่อสารของตนได้

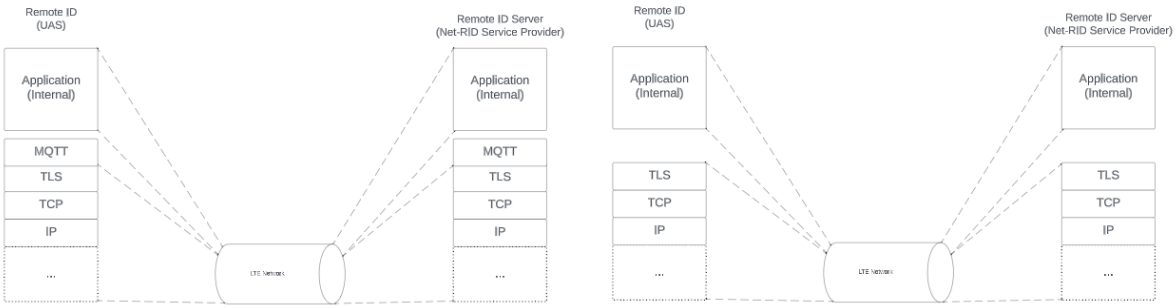


รูปที่ 63 การติดต่อสื่อสารภายใน

2.3.4.1 แนวความคิดการออกแบบการติดต่อสื่อสื่อภายใน

จากการที่ Remote ID ที่ทำการพัฒนาขึ้นมีการติดต่อสื่อสารผ่านทางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งในปัจจุบันมีความสามารถที่จะติดต่อกับ Internet ผ่านโครงข่าย TCP/IP เป็นหลัก ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อรายงานข้อมูลพิกัดตำแหน่งของ UAS โดย Remote ID Device ไปยัง Net-RID Service เป็นหลักและอาจจะมีการส่งข้อมูลการสั่งการจาก Net-RID Service กลับมายัง Remote ID Device บางในบางครั้งจึงเป็นการติดต่อสื่อสาร 2 ทิศทาง ในปัจจุบันมีโปรโตคอลหรือเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้ได้จะมีอยู่หลากหลายตัวไม่ว่าจะเป็น MQTT, WebSocket, CoAP, MODBUS over TCP หรือแม้กระทั้งการใช้งานบน SSL/TLS บน TCP โดยตรง ซึ่งรูปแบบหรือโปรโตคอลแต่ละตัวมีจุดเด่นจุดด้อยที่แตกต่างกัน ทำให้โปรโตคอลแต่ละประเภทเหมาะแก่การใช้งานที่แตกต่างกัน จากองค์ประกอบ ข้อจำกัด และความต้องการต่าง ๆ โปรโตคอลที่จะนำมาใช้กับระบบ มีอยู่ 2 โปรโตคอลนั้นคือ

- MQTT: เป็นโปรโตคอลที่อยู่ระหว่างชั้น Transport Layer และ Application Layer ที่ถูกออกแบบมาสำหรับ M-2-M Network ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย และรองรับการประยุกต์ใช้งานหลากหลายรูปแบบ ซึ่งควรอยู่บน SSL/TLS เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูล
- SSL/TLS: เป็นโปรโตคอลมาตฐานที่อยู่ในชั้น Transport Layer โดยตรง โดยไม่มีโปรโตคอลอื่นมาขั้นกลางระหว่าง Application Layer จริง และ Transport Layer



รูปที่ 64 การใช้งาน MQTT (ซ้าย) และการใช้งาน TLS โดยตรง (ขวา)

ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดนั้น การใช้ Application Layer บนสุด ยังเป็นรูปแบบที่ถูกกำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับ Application หรืองานที่จะถูกนำไปใช้ ซึ่งสามารถวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยของแต่ละโปรโตคอลได้ดังนี้

MQTT

MQTT เป็นโปรโตคอลที่ออกแบบมาให้มีความ Lightweight ทำให้เหมาะกับงาน Machine to Machine ตัวโปรโตคอลจะเป็นลักษณะ publish-subscribe ผ่านตัวกลางที่เป็น Message Broker หรือที่เรียกกัน MQTT Server โดยปกติ MQTT จะถูกใช้งานโดยจะอยู่บน TCP/IP เป็นหลัก ซึ่งหากต้องการความปลอดภัยของข้อมูลที่เพิ่มขึ้นก็จะอยู่บน SSL/TLS

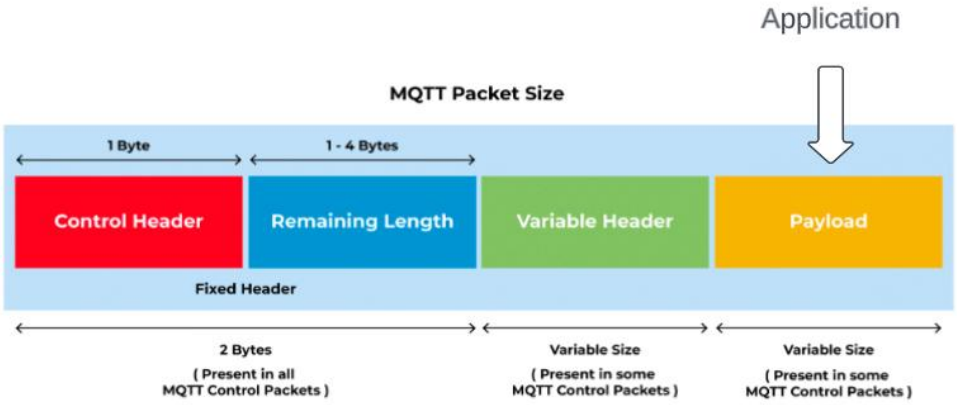
<u>จุดเด่นหลักของ MQTT</u>

- มี library ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจาก MQTT ได้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายหลายในอุปกรณ์ประเภท IoT
- มีความสามารถด้านการทำการ Authentication, QoS อยู่ในตัวมาตรฐาน
- สามารถออกแบบการใช้งานให้อุปกรณ์หลายหลายตัวสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ เพราะมีการทำงานเป็น publish-subscribe ผ่าน Message Broker

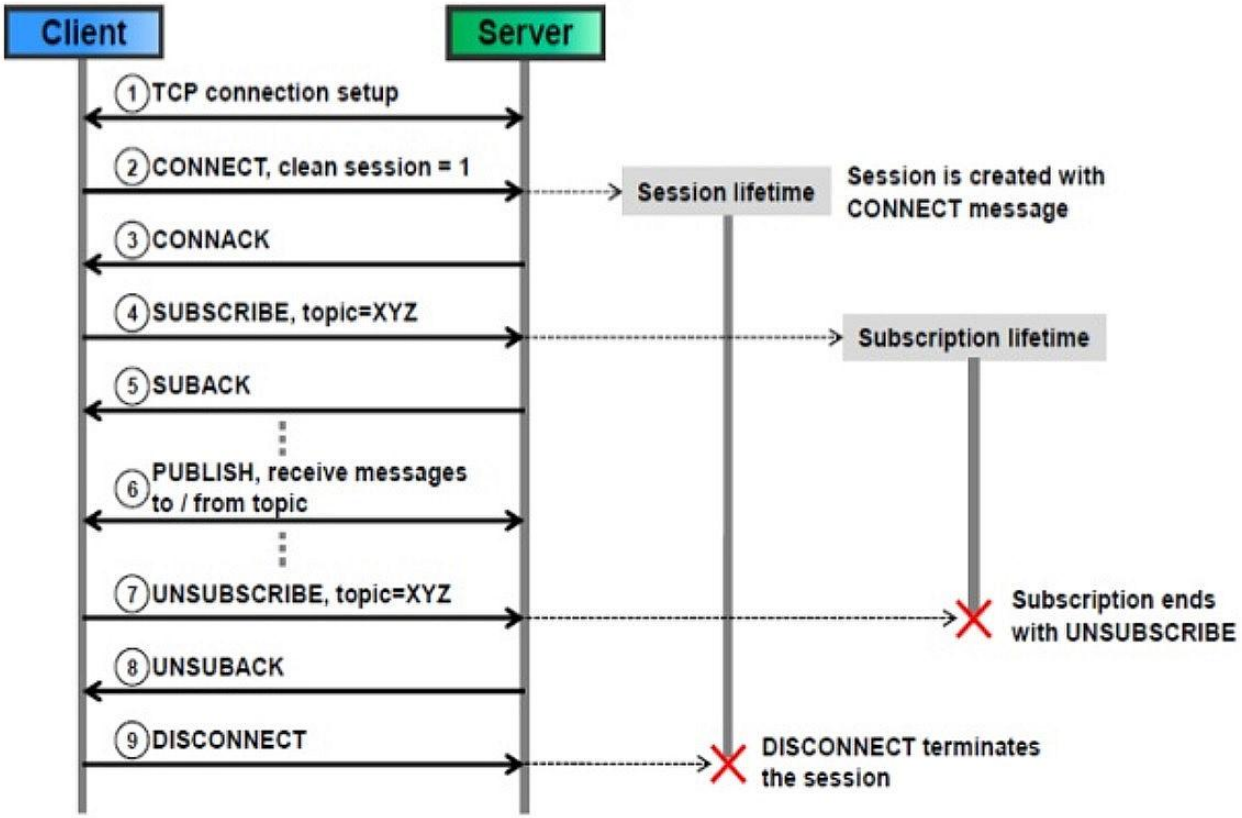
<u>ข้อด้อยหลักของ MQTT</u>

- ถึงแม้ว่า MQTT มีความสามารถด้านการทำการ Authentication, QoS อยู่ในตัวมาตรฐานแต่ไม่สามารถตอบโจทย์เรื่องการเก็บข้อมูลขณะที่ส่งข้อมูลไม่สำเร็จในกรณีที่ ต้องการให้ทำการส่งข้อมูลที่เป็น real-time เป็นหลัก ทำให้ยังคงมีความจำเป็นต้องทำการ implement กลไกเฉพาะในชั้น Application เพื่อจัดการในเรื่องนี้อยู่
- ต้องเพิ่มการควบคุมการเข้าถึง (Access Control List, ACL) ระหว่างอุปกรณ์ เพื่อป้องกันการรบกวนหรือการเข้าถึงข้อมูลที่เป็นความลับหรือมีความเป็นส่วนตัว
- มี Overhead ของโปรโตคอลที่เพิ่มขึ้นมา เนื่องด้วย MQTT เป็นโปรโตคอลที่ขั้นกลางระหว่าง Application Layer และ Transport Layer
- ต้องเพิ่มขั้นตอนในการเชื่อมต่อเพื่อให้ได้การเชื่อมต่อแบบสองทิศทาง

- ต้องการการใช้งานหน่วยประมวลผลของอุปกรณ์มากขึ้น เนื่องจากมีกระบวนการและความซับซ้อนที่มากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลต่อการ optimize ช่วงเวลาความถี่ในการส่งข้อมูล



รูปที่ 65 เปรียบเทียบ MQTT Packet Size และ Payload



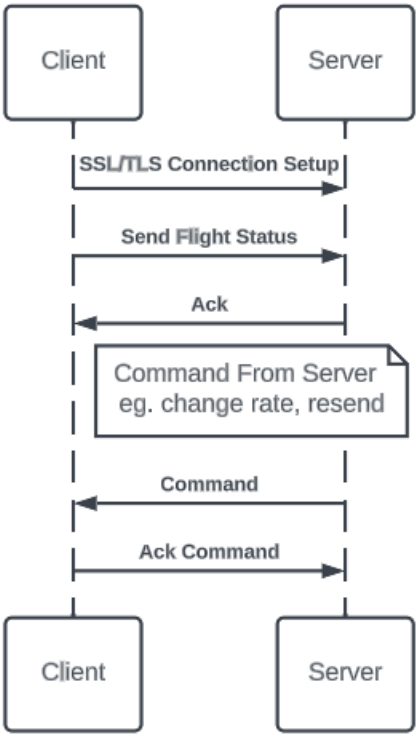
รูปที่ 66 ลำดับขั้นตอนการติดต่อสื่อสารของ MQTT

SSL/TLS

เป็นโปรโตคอลมาตฐานที่อยู่ในชั้น Transport Layer โดยตรง โดยไม่มีโปรโตคอลอื่นมาขั้นกลางระหว่าง Application Layer จริง และ Transport Layer

จุดเด่นหลักของ SSL/TLS คือ Secure

- มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจาก SSL/TLS อยู่ใน layer พื้นฐานที่ถูกนำไปใช้ร่วมกับโปรโตคอล layer บนอื่น ๆ เช่น MQTT(s), web socket(s), POP(s), IMAP(s) เป็นต้น
- มี library ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารอยู่เป็นจำนวนมากกว่าเมื่อเทียบกับ MQTT เนื่องจาก SSL/TLS เป็นโปรโตคอลที่อยู่ในชั้น Layer ที่ต่ำกว่า
- มีความสามารถในการเข้ารหัสลับและตรวจสอบตัวตนของปลายทางทั้งสองฝั่ง ซึ่งเป็นมาตฐานที่ถูกนำไปใช้กับการติดต่อสื่อสารที่ต้องการเข้ารหัสลับไม่ว่าจะเป็น HTTPS หรือแม้กระทั้ง MQTT(s). เองก็ตาม



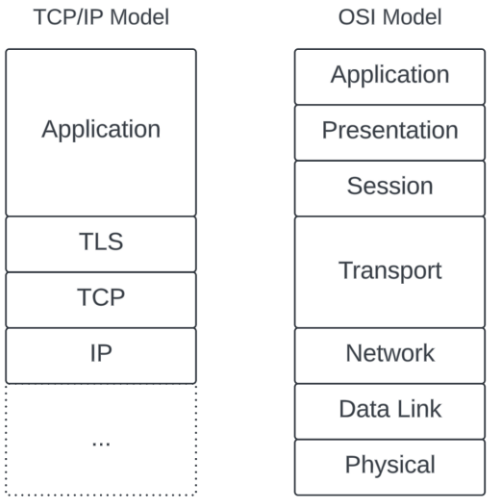
รูปที่ 67 ลำดับขั้นตอนการติดต่อสื่อสารของผ่าน SSL/TLS โดยตรง

2.3.4.2 รูปแบบการติดต่อสื่อสารที่เลือกใช้

เห็นได้ว่าอุปกรณ์ Remote ID จะมีการติดต่อการสื่อสารแบบสองทางระหว่าง Remote ID Device และ Net-RID Service หรือเป็นลักษณะ Client-to-Server เท่านั้น ไม่ได้มีความจำเป็นที่จะต้องทำการติดต่อสื่อสารระหว่าง Remote ID Device ด้วยกัน จึงไม่จำเป็นต้องใช้โปรโตคอลที่มีความสามารถ Machine-to-Machine ที่มีใน MQTT ในขณะที่ต้องมีขั้นตอนในการเชื่อมต่อเพิ่มเติมขึ้นมาในการทำ subscription topic เพื่อที่จะทำการติดต่อสื่อสารแบบสองทางได้ นอกจากนี้ QoS ที่ MQTT มีให้นั้นก็ยังไม่สามารถตอบโจทย์ เรื่องการเก็บข้อมูลขณะที่ส่งข้อมูลไม่สำเร็จในกรณีที่ต้องการให้ทำการส่งข้อมูลที่เป็น real-time เป็นหลัก ทำให้ยังคงมีความจำเป็นต้องทำการ implement กลไกเฉพาะในชั้น Application เพื่อจัดการในเรื่องนี้อยู่ ผู้วิจัยจึงมองว่าการเลือกใช้ MQTT นั้นไม่ได้มีข้อได้เปรียบเป็นพิเศษ แต่เพิ่มความซับซ้อนในการออกแบบการพัฒนาและ overhead

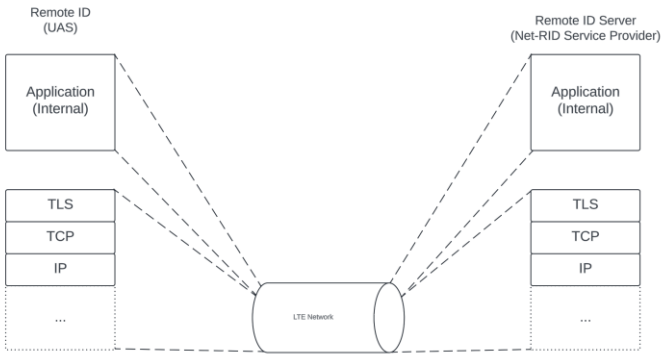
ของข้อมูลที่เพิ่มเข้ามา จึงได้ข้อสรุปว่า การติดต่อสารสื่อสารระหว่าง กรอบที่ 1 และ กรอบที่ 2 ทางผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรโตคอลที่มีพื้นฐานมาจาก SSL/TLS เป็นหลัก

การติดต่อสารสื่อสารระหว่าง Networked UAS และ Net-RID Service Provider (USS) จะทำงานโดยอาศัยโปรโตคอลพื้นฐานของ TCP/IP เป็นหลัก โดยเพิ่มการใช้งาน TLS เพื่อให้การติดต่อสื่อสารสามารถถูกเข้ารหัสและมีความสามารถที่จะตรวจสอบตัวต้นผ่าน Certificate ได้



รูปที่ 68 Protocol Stack vs OSI Model

โดยการติดต่อสื่อสารในชั้น Application Layer นั้นจะเป็นรูปแบบ Protocol ที่ออกแบบมาเฉพาะให้มีความสามารถเพียงพอต่อการติดต่อสื่อสารและสั่งการ และรูปแบบของข้อมูลในชั้น Application Layer ใน Remote ID นี้มีการใช้งานอยู่บนพื้นฐานของ ASCII, Serial Communication ในลักษณะแบบเดียวกับมาตรฐาน NMEA 0183, NMEA 2000 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่นิยมใช้งานกับอย่างกว้างขวางในอุปกรณ์ GNSS หรือ Sonar ในระบบเดินเรือ



รูปที่ 69 Communication over LTE Network

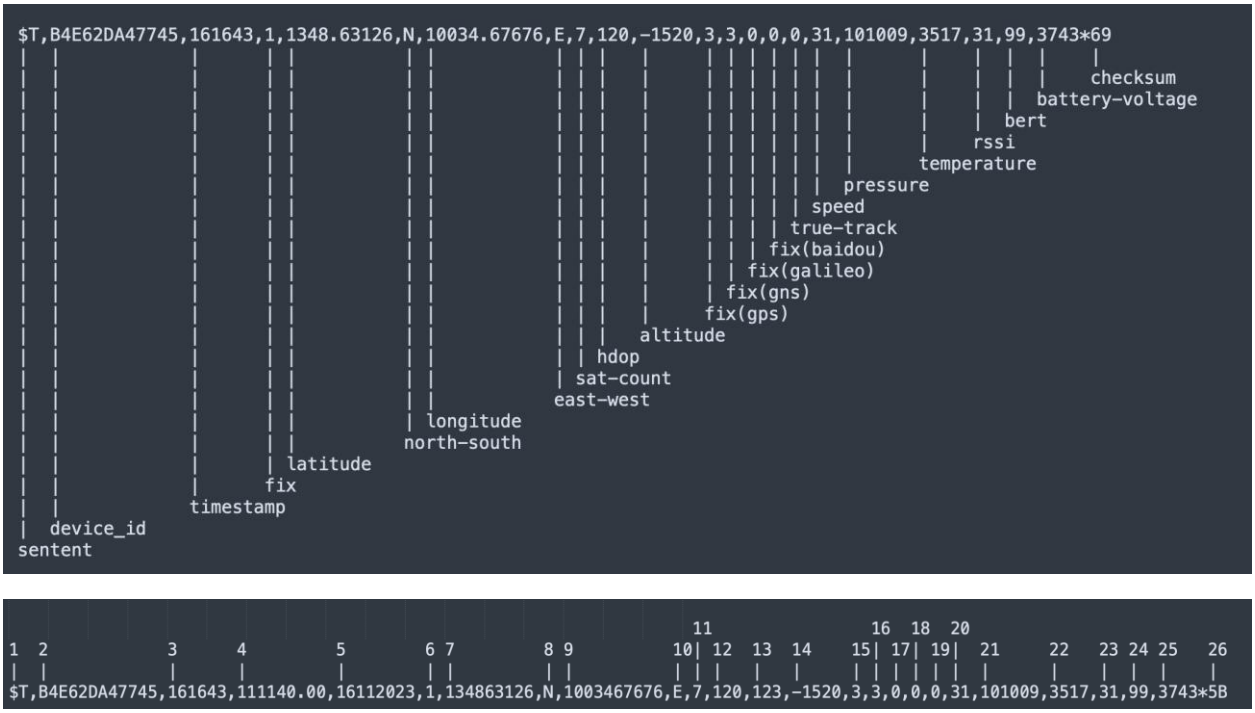
โดยรูปแบบของข้อมูลที่จะรับ-ส่ง พิกัดต่าง ๆ นั้นจะอยู่รูปแบบที่ใช้ใน NMEA 0183 ดังแสดงในรูปที่ 70 เพื่อให้มั่นใจว่าอยู่ในรูปแบบที่ยอมรับได้สำหรับการรับส่งข้อมูลค่าพิกัด GNSS/GPS แต่มีการปรับเปลี่ยน Sentence ให้มีความกระชับเพียงพอต่อการใช้งาน ดังแสดงใน รูปที่ 71 และรูปที่ 72

```
$GPGGA,092750.000,5321.6802,N,00630.3372,W,1,8,1.03,61.7,M,55.2,M,,*76
$GPGSA,A,3,10,07,05,02,29,04,08,13,,,,,1.72,1.03,1.38*0A
$GPGSV,3,1,11,10,63,137,17,07,61,098,15,05,59,290,20,08,54,157,30*70
$GPGSV,3,2,11,02,39,223,19,13,28,070,17,26,23,252,,04,14,186,14*79
$GPGSV,3,3,11,29,09,301,24,16,09,020,,36,,,*76
$GPRMC,092750.000,A,5321.6802,N,00630.3372,W,0.02,31.66,280511,,,A*43
$GPGGA,092751.000,5321.6802,N,00630.3371,W,1,8,1.03,61.7,M,55.3,M,,*75
$GPGSA,A,3,10,07,05,02,29,04,08,13,,,,,1.72,1.03,1.38*0A
$GPGSV,3,1,11,10,63,137,17,07,61,098,15,05,59,290,20,08,54,157,30*70
$GPGSV,3,2,11,02,39,223,16,13,28,070,17,26,23,252,,04,14,186,15*77
$GPGSV,3,3,11,29,09,301,24,16,09,020,,36,,,*76
$GPRMC,092751.000,A,5321.6802,N,00630.3371,W,0.06,31.66,280511,,,A*45
```

รูปที่ 70 ตัวอย่างของรูปแบบข้อมูลในมาตรฐาน NMEA 0183

```
$T,B4E62DA47745,161643,1,1348.63126,N,10034.67676,E,7,120,-1520,3,3,0,0,0,31,101009,3517,31,99,3743*69
```

รูปที่ 71 ตัวอย่างรูปแบบข้อมูลที่ส่งจาก UAS มายัง Net-RID Service Provider (USS)



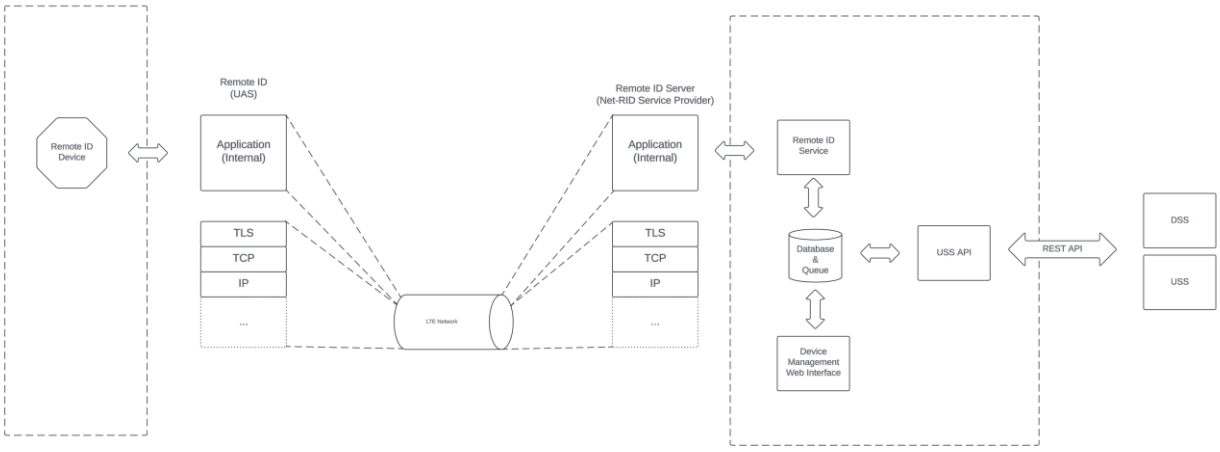
รูปที่ 72 รายละเอียดรูปแบบข้อมูลที่ส่งจาก UAS มายัง Net-RID Service Provider (USS)

ข้อมูลต่าง ๆ ที่แสดงในรูปแบบของข้อมูลที่รับส่งจาก UAS มายัง Net-RID Service Provider (USS) ในรูปที่ 72 นี้ สามารถแสดงคำอธิบายของแต่ละข้อมูลได้ในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 คำอธิบายของแต่ละข้อมูล

ตำแหน่ง	Parameter	Description
1	sentient	คำสั่ง/ประเภทเนื้อหา, T=รายงานสถานะ
2	device_id	หมายเลขอุปกรณ์
3	uptime	เวลา uptime ของอุปกรณ์ (ms)
4	UTC time	ค่าเวลา (hhmmss.ss) อ้างอิง UTC ตัวอย่าง: 11140.00 = 11:11:40.00
5	UTC Date	ค่าวันที (ddmmyyy) อ้างอิง UTC ตัวอย่าง: 16112023 = 16/Nov/2023
6	Fix	สถานะของ GNSS, 0= fix not available 1=GPS fix 2=Differential GPS fix
7	latitude	ละติจูดในรูปแบบ ddmm.mmmmm โดยจะไม่มีเครื่องหมายจุด ตัวอย่าง 134863126 = 13 องศา 48.63126 ลิปดา หรือ 13.8105209 องศา
8	north-south	เหนือหรือใต้เส้นศูนย์ N=North S=South
9	longitude	ลองจิจูด dddmm.mmmmm โดยจะไม่มีเครื่องหมายจุด ตัวอย่าง 1003467676 = 100 องศา 34.67676 ลิปดา หรือ 100.5779460 องศา
10	east-west	ตะวันออกหรือตะวันตกของเส้นศูนย์ E=East W=West
11	sat-count	จำนวนดาวเทียวบอกตำแหน่งที่ใช้
12	hdop	ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง
13	vdop	ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง
14	altitude	ค่าความสูง (1/100 m) ตัวอย่าง -1520 = -15.20 เมตร

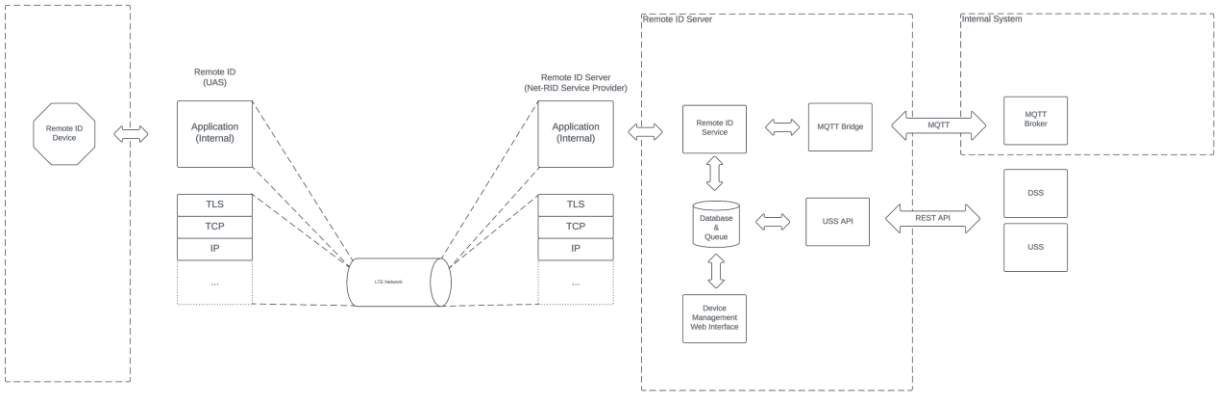
ตำแหน่ง	Parameter	Description
15	fix(gps)	สถานะการทำงานของระบบระบุตำแหน่งของระบบ GPS
16	fix(gns)	สถานะการทำงานของระบบระบุตำแหน่งของระบบ GNS
17	fix(galileo)	สถานะการทำงานของระบบระบุตำแหน่งของระบบ GALIEO
18	fix(baidou)	สถานะการทำงานของระบบระบุตำแหน่งของระบบ BAIDOU
19	true-track	ทิศทางการเคลื่อนที่ (1/100 degree) เทียบกับทิศเหนือ มีค่าอยู่หว่าง 0-360 (0-36000) ตัวอย่าง 0 = 0.00 องศา
20	speed	ความเร็วในการเคลื่อนที่ (1/100 kmph) ตัวอย่าง 20 = 0.20 km/h
21	pressure	ความกดอากาศ (mBar)
22	temperature	อุณหภูมิ (1/100 degree celsius) ตัวอย่าง 3517 = 35.17 องศาเซลเซียส
23	rssi	ค่าความแรงของสัญญาณเครื่องค่ายโทรศัพท์
24	bert	ค่าความสมบูรณ์ของสัญญาเครือข่ายโทรศัพท์
25	battery-voltage	ค่าแรงดับแบตเตอรี่ mV
26	checksum	ค่าตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล



รูปที่ 73 ภาพรวมการทำงาน

2.3.4.3 การติดต่อสื่อสาร MQTT สำหรับการติดต่อสื่อสารภายใน

เพื่อให้การติดต่อสื่อสารภายในเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและมีความสะดวกในการพัฒนาต่อยอดในอนาคต จึงได้เพิ่มการติดต่อสื่อสารแบบ MQTT ด้วย ซึ่งการเชื่อมต่อแบบ MQTT นี้จะเชื่อมต่อระหว่าง Remote ID Server กับระบบอื่น ๆ ภายในดังรูปที่ 74



รูปที่ 74 ส่วนการเชื่อมต่อ MQTT

โดยรูปแบบ Payload ของ MQTT นี้จะเป็นโครงสร้าง JSON เป็นหลัก และมีข้อมูลตามมาตรฐาน ASTM F3411-19 Broadcast ที่เป็น Binary Packet ซึ่งจะเข้ารหัสในรูปแบบ Base64 นอกจากนี้ จะมีการแนบข้อมูลสำคัญที่ถูกใช้งานบ่อย มีการถอดรหัสและแปลหน่วยให้อยู่ในค่าที่สะดวกต่อการใช้งานเอาไว้ด้วย ซึ่งสามารถแสดงได้ รูปที่ 75 และ ตารางที่ 18


```
{
   "ts":1701861193829,
   "deviceId":"AABBCCDDEEFF",
   "broadcastPacketBase64":"......",
   "decoded":{
      "location":{
         "state":1,
         "lat":"13.81040633",
         "lng":"100.577796250"
      },
      "trueTrack":30.5,
      "hdop":120,
      "vdop":200,
      "satCount":12,
      "pressure":101009,
      "temperature":30.5,
      "altitude":10.30,
      "rssi":31,
      "bert":10,
      "batteryVoltage":4.12
   }
}
```


รูปที่ 75 ตัวอย่าง Payload ที่ส่งใน MQTT

ตารางที่ 18 รูปแบบของข้อมูลที่ทำการถอดรหัส

Parameter	Description
location.state	สถานะของการทำงานระบบ GNSS 0= fix not available 1=GPS fix 2=Differential GPS fix
location.lat	ค่าละติจูดในรูปแบบ degree decimal
location.lng	ค่าลองจิจูดในรูปแบบ degree decimal
trueTrack	ทิศทางการเคลื่อนที่ เป็นองศา 0.00 – 360.00
hdop	ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งแนวระนาบ
vdop	ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งแนวดิ่ง
satCount	จำนวนดาวเทียม GNSS ที่รับได้
pressure	ค่าความกดอากาศ (mBar)
altitude	ค่าความสูง (m)
rssi	ค่าความแรงของสัญญาณเครืองค่ายโทรศัพท์
bert	ค่าความสมบูรณ์ของสัญญาเครือข่ายโทรศัพท์
batteryVoltage	ค่าแรงดันแบตเตอรี่ (V)

2.3.4.4 การเสนอรูปแบบข้อมูล (format)

โดยมาตรฐาน ASTM F3411-19 ได้มีการกำหนด Protocol ที่ในการติตต่อสื่อสารระหว่าง DSS-USS, USS-USS เอาไว้โดยมีลักษณะสำคัญดังนี้

- การติดต่อสารสารในรูปแบบ RESTfull/JSON
- รายละเอียดของ API ถูกทำเป็นเอกสารในรูปแบบ OpenAPI ที่เป็น open standard
- ไม่ได้มีการกำหนด Authentication อย่างเฉพาะเจาะจง ระบุเพียงให้เป็น Industry Standard เช่น OAuth2
- ไม่ได้มีการกำหนด Encryption อย่างเฉพาะเจาะจง ระบุเพียงให้เป็น Industry Standard เช่น TLS

มาตรฐาน ASTM F3411-19 ใช้รูปแบบที่อยู่บน Web-based Technology ที่เป็นการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทำให้ง่ายต่อการพัฒนาและมีความยืดหยุ่น

รูปแบบข้อมูลและตัวอย่างที่ใช้ใน Remote Drone ID แสดงได้ดังนี้

- โครงสร้างหลัก (Main Structure)

packet_logs		
PK	id	integer
	device_id	character varying
	raw_data_type	character varying
	raw_data	character varying
	decoded	json
	created_at	timestamp with time zone

- ตัวอย่าง records

	id	device_id	raw_data_type	raw_data	decoded	created_at
1	221426429	B4E62DA47745	STRING	$T,B4E62DA47745,44658,1,1348.62438,N,100…	{"sentence":"T","deviceId":"B4E62DA47745"	2023-10-19 20:29:57.582270 +07:00
2	221426428	B4E62DA47745	STRING	$T,B4E62DA47745,43658,1,1348.62468,N,100…	{"sentence":"T","deviceId":"B4E62DA47745"	2023-10-19 20:29:56.606423 +07:00
3	221426427	B4E62DA47745	STRING	$T,B4E62DA47745,42658,1,1348.62507,N,100…	{"sentence":"T","deviceId":"B4E62DA47745"	2023-10-19 20:29:55.598493 +07:00
4	221426426	B4E62DA47745	STRING	$T,B4E62DA47745,41658,1,1348.62541,N,100…	{"sentence":"T","deviceId":"B4E62DA47745"	2023-10-19 20:29:54.562794 +07:00
5	221426425	B4E62DA47745	STRING	$T,B4E62DA47745,40658,1,1348.62528,N,100…	{"sentence":"T","deviceId":"B4E62DA47745"	2023-10-19 20:29:53.594162 +07:00
6	221426424	B4E62DA47745	STRING	$T,B4E62DA47745,39658,6,1348.62513,N,100…	{"sentence":"T","deviceId":"B4E62DA47745"	2023-10-19 20:29:52.589241 +07:00
7	221426423	B4E62DA47745	STRING	$T,B4E62DA47745,38658,6,1348.62512,N,100…	{"sentence":"T","deviceId":"B4E62DA47745"	2023-10-19 20:29:51.610327 +07:00
8	221426422	B4E62DA47745	STRING	$T,B4E62DA47745,37658,0,,,,,0,2550,0,1,1…	{"sentence":"T","deviceId":"B4E62DA47745"	2023-10-19 20:29:50.573209 +07:00

- ตัวอย่าง decoded


```
{
   "sentence":"T",
   "deviceId":"B4E62DA47745",
   "location":{
      "state":"1",
      "lat":"13.81040633",
      "lng":"100.57796250"
   },
   "pressure":0,
   "temperature":1011.48,
   "altitude":null
}
```

2.4 การทดลองระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ

หลังจากที่ได้ออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์แล้วได้มีการทดสอบระบบเบื้องต้นโดยการทดสอบใช้งานจริงและการวัดประสิทธิภาพของเว็บไซต์ ในการทดสอบระบบได้มีการใช้เครื่องมือของผู้พัฒนาเพื่อประเมินประสิทธิภาพของหน้าเว็บต่าง ๆ และทำการปรับปรุงตามผลการประเมิน อย่างไรก็ตามผลการประเมินเป็นเพียงแนวทางในการพัฒนาเท่านั้น จึงได้มีการเปิดให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทดสอบการใช้งานระบบในการสาธิตแต่ละครั้ง เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและนำมาปรับปรุงระบบต่อไป

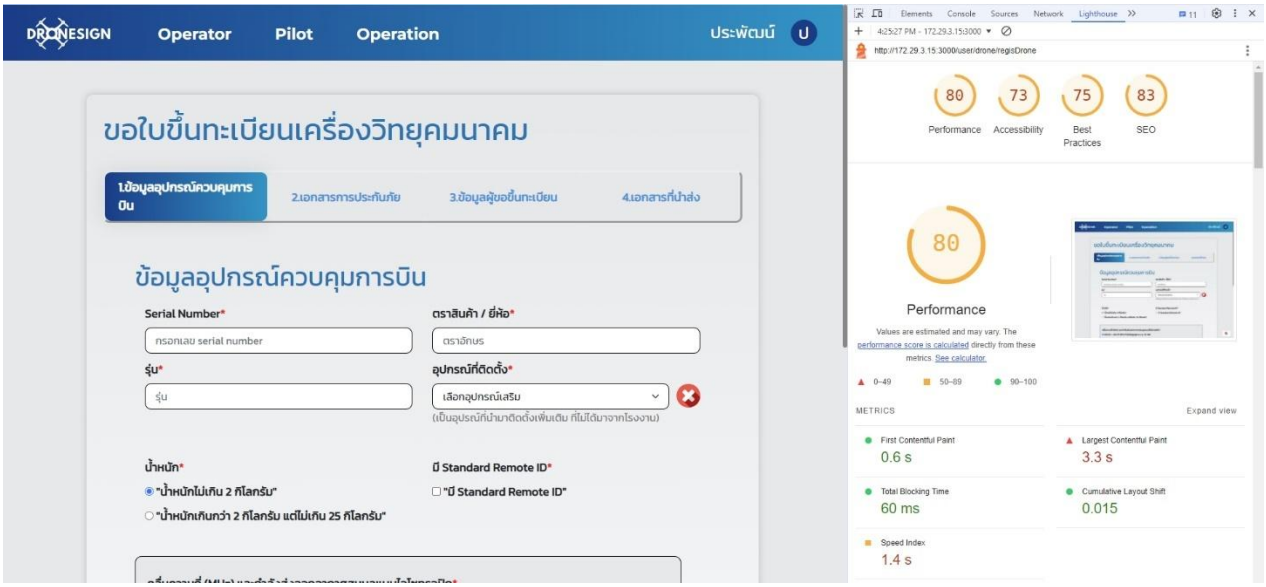
2.4.1 ประสิทธิภาพเว็บไซต์จากเครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพ Lighthouse

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเว็บไซต์จะใช้ Chrome DevTools ที่ติดตั้งมากับเว็บเบราว์เซอร์ โดยใช้ Lighthouse ซึ่งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบประสิทธิภาพ ที่สามารถให้คะแนนประสิทธิภาพของหน้าเว็บได้ดังแสดงในตัวอย่างรูปที่ 76 โดย Lighthouse จะคำนวณคะแนนประสิทธิภาพโดยอิงจากตัวชี้วัด 5 ตัว ตัวชี้วัดแต่ละตัวจะส่งผลต่อคะแนนรวมแตกต่างกัน โดยจะมีการให้น้ำหนักแต่ละคะแนนเพื่อสะท้อนถึงผลกระทบที่มีต่อประสบการณ์ของผู้ใช้ โดยรายละเอียดของแต่ละตัวชี้วัดมีดังนี้

- First Contentful Paint (FCP): วัดระยะเวลาที่ใช้ในการแสดงชิ้นส่วนแรกของเนื้อหาบนหน้าจอ ซึ่งช่วยประเมินประสิทธิภาพในการโหลด และมีค่าน้ำหนัก 10%
- Speed Index: คำนวณความเร็วในการแสดงเนื้อหาบนหน้าจอระหว่างการโหลดหน้า ซึ่งตัวชี้วัดนี้เน้นที่ความเร็วในการเรนเดอร์ และมีค่าน้ำหนัก 10%
- Largest Contentful Paint (LCP): วัดเวลาที่ใช้ในการโหลดองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดที่มองเห็นได้ บ่งบอกถึงความพร้อมของเนื้อหาหลัก และมีค่าน้ำหนัก 25%
- Total Blocking Time (TBT): จับเวลาที่หน้าถูกบล็อกจากการตอบสนองต่อการป้อนข้อมูลของผู้ใช้ เน้นที่การตอบสนองและการโต้ตอบ และมีค่าน้ำหนัก 30%
- Cumulative Layout Shift (CLS): วัดความเสถียรของการแสดงผลโดยการติดตามการเปลี่ยนแปลงของเลย์เอาต์ที่ไม่คาดคิดระหว่างการโหลด และมีค่าน้ำหนัก 25%

ในการให้คะแนนของแต่ละตัวชี้วัดจะมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ต่างกันดังแสดงในตารางที่ 19 และตัวชี้วัดทั้งหมดนี้จะถูกนำมาคำนวณเป็นค่าประสิทธิภาพของหน้าเว็บ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 -100 โดยเกณฑ์ของคะแนนมีดังนี้

- 0 – 49: แย่
- 50 – 89: ต้องปรับปรุง
- 90 – 100: ดี



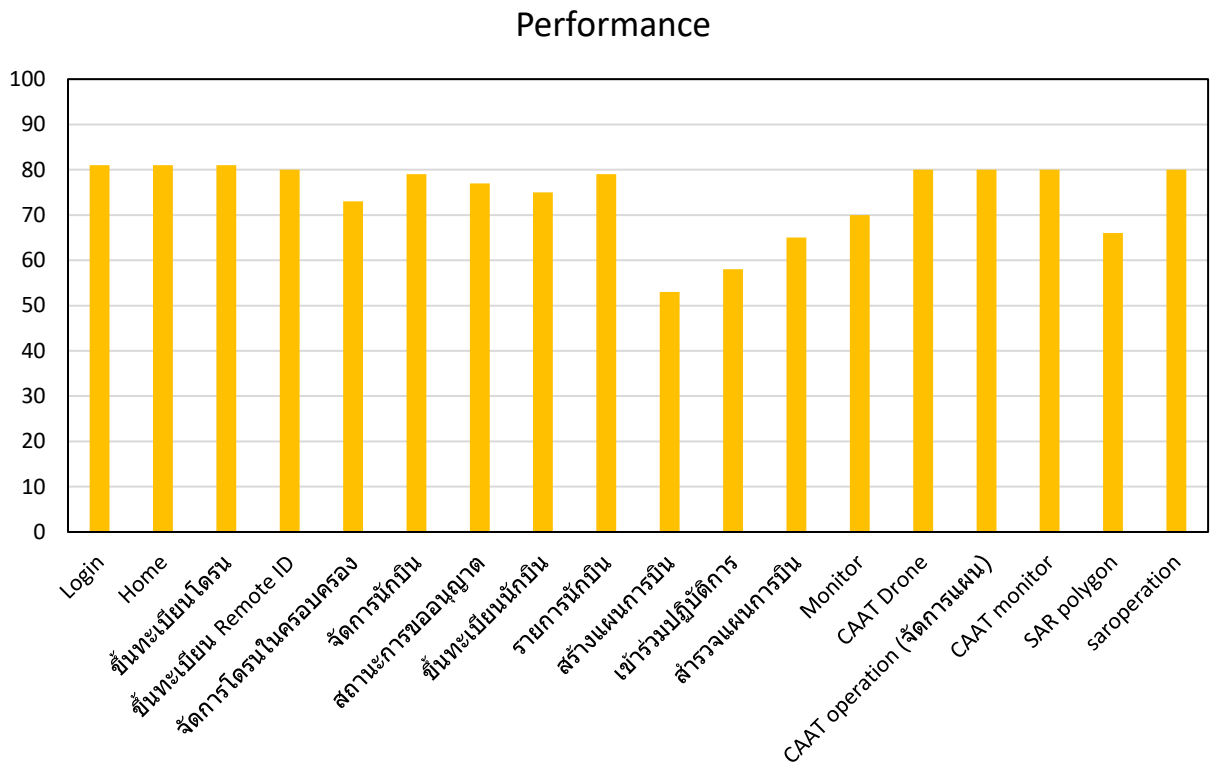
รูปที่ 76 ตัวอย่างการวัดประสิทธิภาพเว็บไซต์

ตารางที่ 19 ตัวชี้วัดและเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพเว็บไซต์

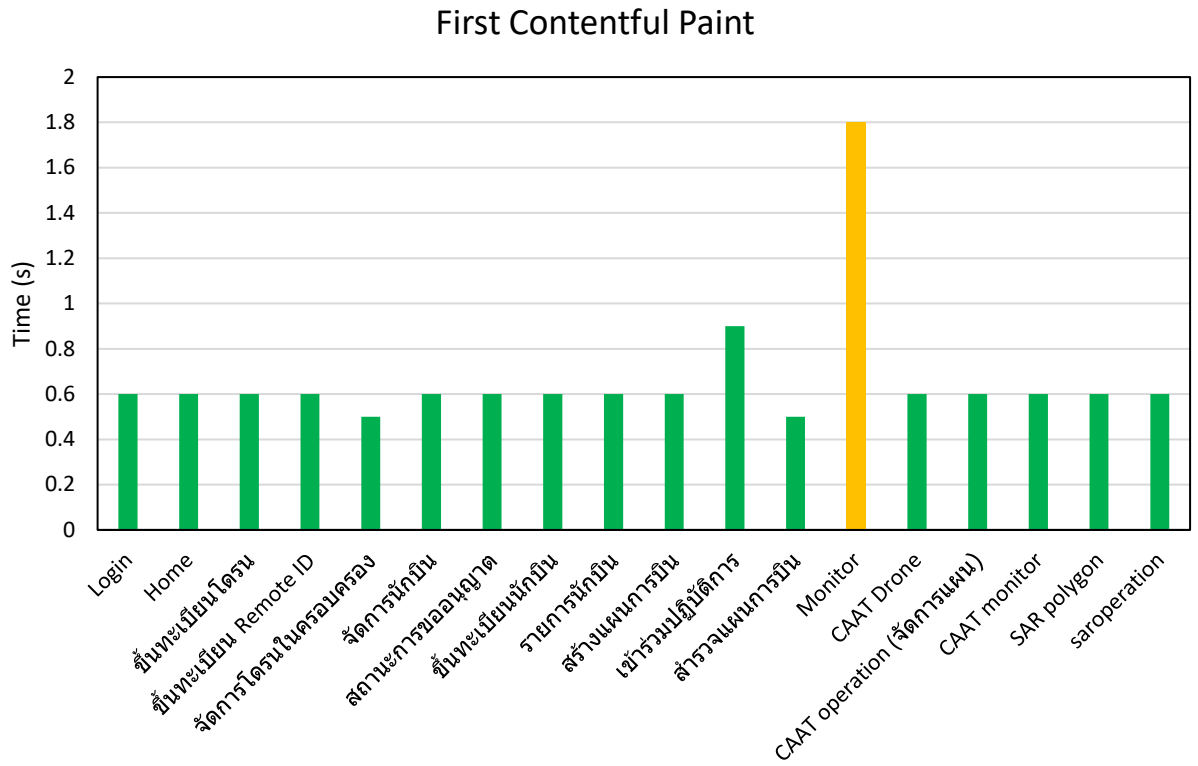
Metric	Score Range	Category
First Contentful Paint	0 - 1.8 seconds	Fast
	1.8 - 3 seconds	Moderate
	3+ seconds	Slow
Speed Index	0 - 3.4 seconds	Fast
	3.4 - 5.8 seconds	Moderate
	5.8+ seconds	Slow
Largest Contentful Paint	0 - 2.5 seconds	Fast
	2.5 - 4 seconds	Moderate
	4+ seconds	Slow
Total Blocking Time	0 - 200 ms	Fast
	200 - 600 ms	Moderate
	600+ ms	Slow
Cumulative Layout Shift	0 - 0.1	Good
	0.1 - 0.25	Needs Improvement
	0.25+	Poor

รูปที่ 77 ถึงรูปที่ 81 Performance และ แสดงค่าตัวชี้วัด ของแต่ละหน้าตามลำดับ จากรูปที่ 77 จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่ค่า Performance จะอยู่ที่ประมาณ 70 – 80 (คะแนนเต็ม 100) และมีบางหน้าที่ค่าลงไปต่ำสุดที่ 53

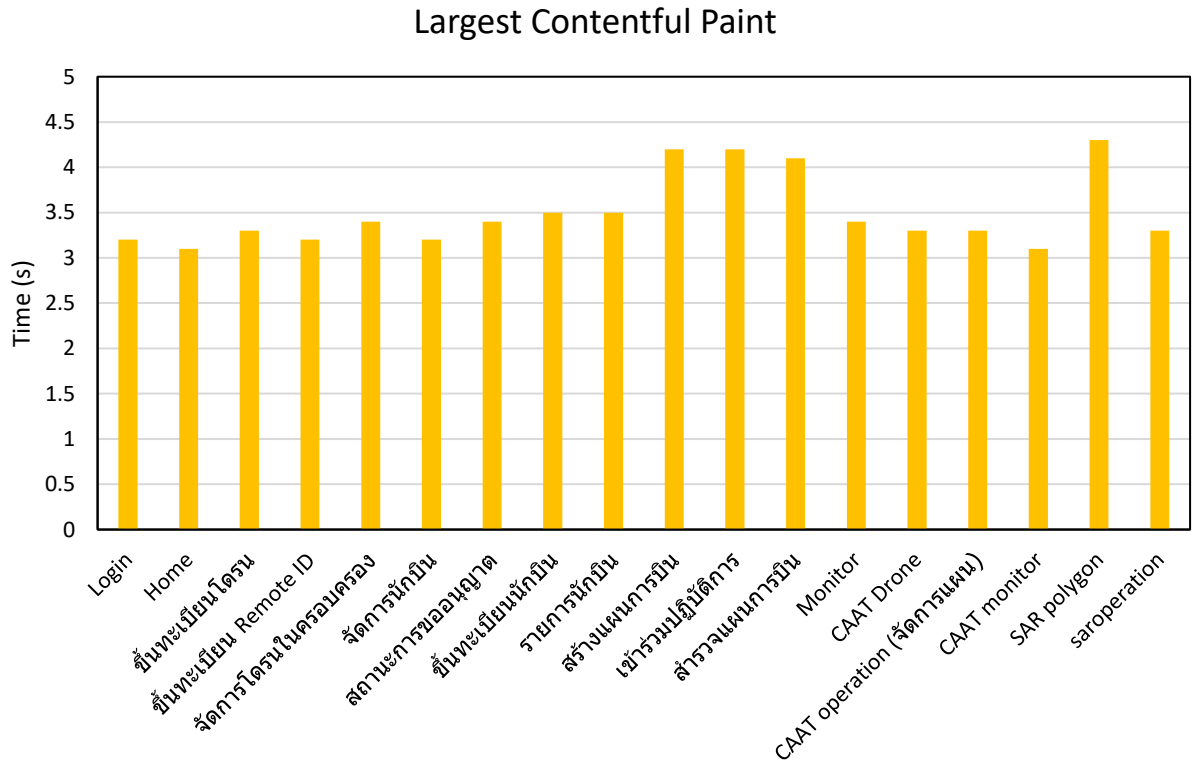
ซึ่งตามเกณฑ์ของ Lighthouse จะอยู่ในช่วงคะแนนที่ต้องปรับปรุง อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจเว็บไซต์ที่เป็นที่รู้จัก ในประเทศไทย และมีการใช้งานในวงกว้าง เช่น wongnai.com, sanook.com, thairath.co.th พบว่าค่า Performance ที่วัดจาก Lighthouse อยู่ที่ 50 67 และ 72 ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 82 ซึ่งน้อยกว่าเว็บไซต์ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมา ทำให้อาจสรุปได้ว่าแม้ค่าจะอยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุงตามเกณฑ์ ของ Lighthouse แต่ประสิทธิภาพของเว็บไซต์อยู่ในเกณฑ์ที่รับได้เมื่อเทียบกับเว็บไซต์ที่มีการใช้งานอยู่จริง



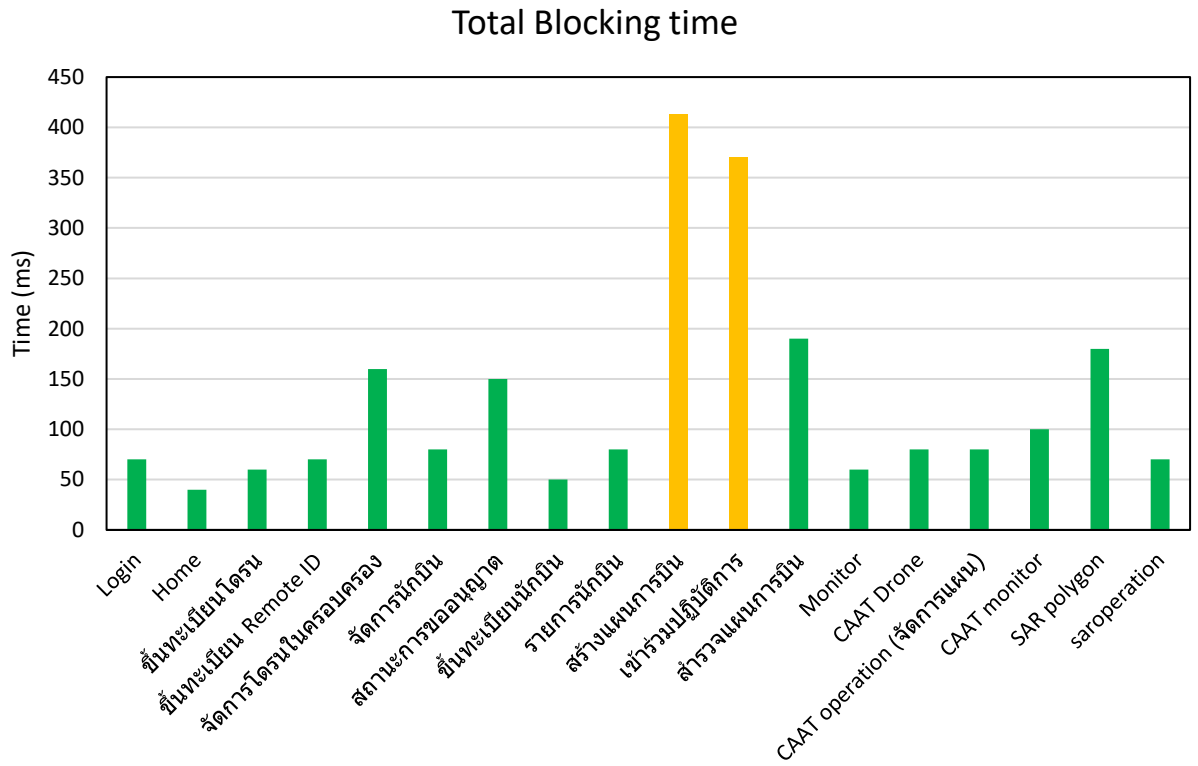
รูปที่ 77 Performance ของแต่ละหน้าเว็บ



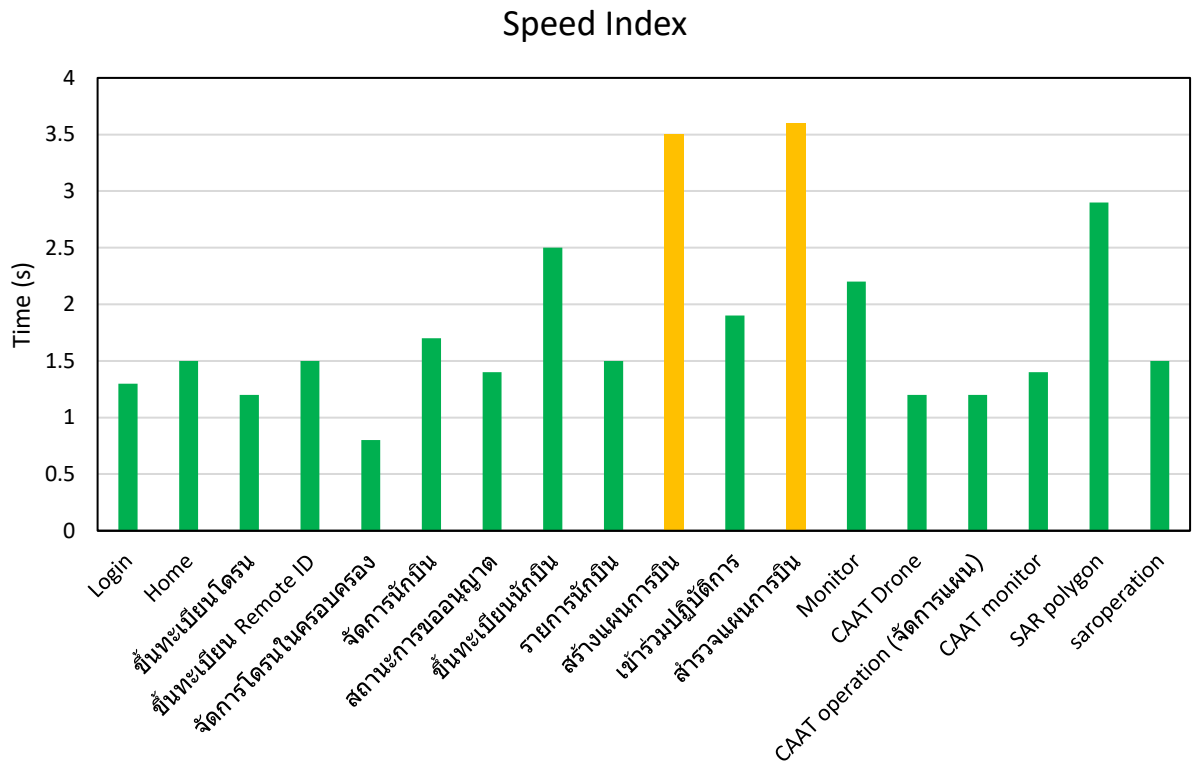
รูปที่ 78 First Contentful Paint ของแต่ละหน้าเว็บ



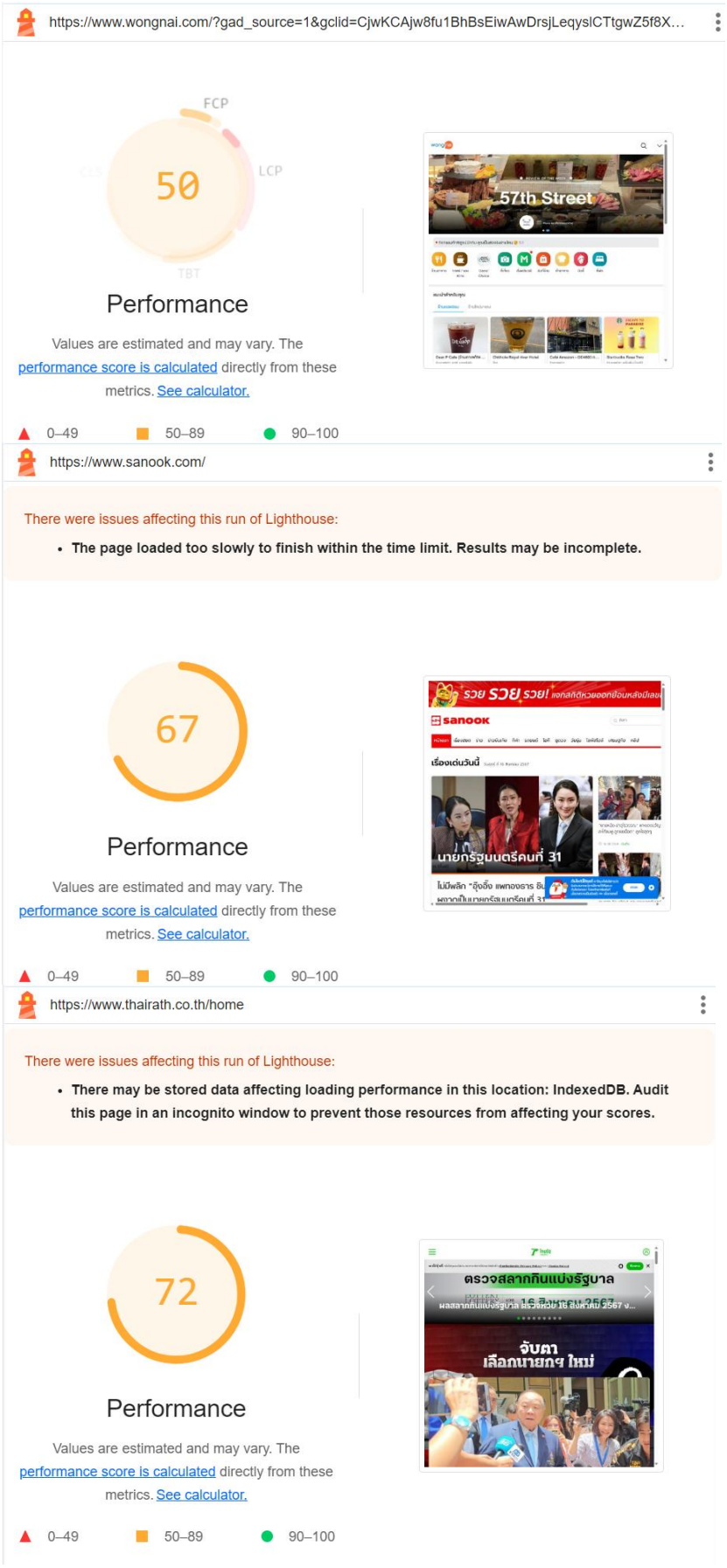
รูปที่ 79 Largest Contentful Paint ของแต่ละหน้าเว็บ



รูปที่ 80 Total Blocking time ของแต่ละหน้าเว็บ



รูปที่ 81 Speed Index ของแต่ละหน้าเว็บ

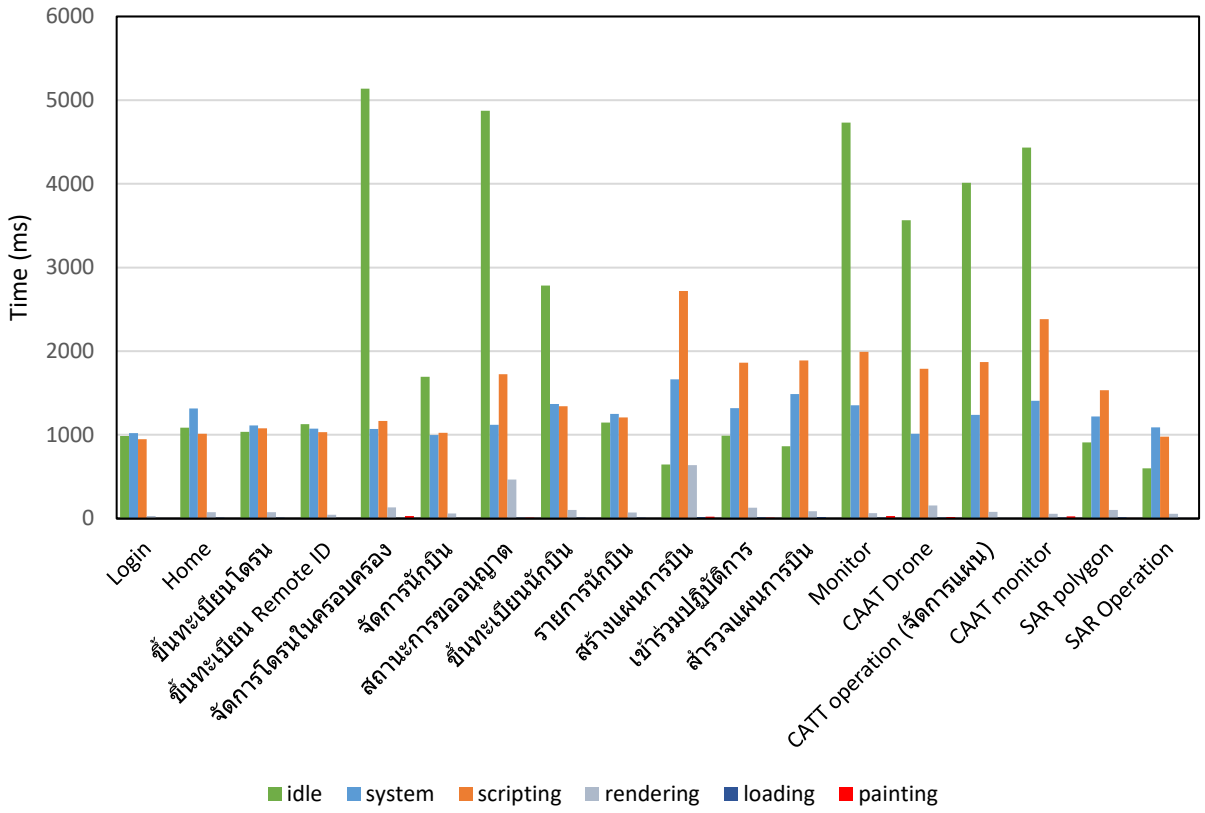


รูปที่ 82 Performance ของเว็บไซต์ที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย

นอกจากผลการประเมินประสิทธิภาพของเว็บไซต์แล้ว ยังมีการเก็บข้อมูลเวลาระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลในการเปิดใช้งานหน้าเว็บไซต์ต่าง ๆ ซึ่งมีหลายกระบวนการที่เกิดขึ้นเพื่อให้หน้าเว็บแสดงผลและทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้:

- **การโหลด (Loading)**: นี่คือเวลาที่ใช้ในการดึงทรัพยากรที่จำเป็นในการแสดงผลหน้าเว็บ ซึ่งรวมถึงการดาวน์โหลด HTML, CSS, JavaScript, รูปภาพ และทรัพยากรอื่น ๆ จากเซิร์ฟเวอร์ไปยังเบราว์เซอร์ของผู้ใช้ เวลาการโหลดสามารถได้รับผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความเร็วของเครือข่าย เวลาตอบสนองของเซิร์ฟเวอร์ และขนาดและจำนวนของทรัพยากรที่ถูกเรียกใช้งาน
- **การเขียนสคริปต์ (Scripting)**: หมายถึงเวลาที่ใช้ในการประมวลผล JavaScript บนหน้าเว็บ JavaScript สามารถจัดการกับ DOM, จัดการเหตุการณ์ และทำงานต่าง ๆ เช่น การดึงข้อมูลเพิ่มเติม ความซับซ้อนและขนาดของโค้ด JavaScript รวมถึงวิธีในการโต้ตอบกับหน้าเว็บสามารถส่งผลกระทบต่อเวลาการเขียนสคริปต์ได้
- **การเรนเดอร์ (Rendering)**: เป็นกระบวนการสร้างโครงสร้างและเลย์เอาต์ของหน้าเว็บ เบราว์เซอร์โดยจะแยกวิเคราะห์ HTML และ CSS เพื่อสร้าง DOM (Document Object Model) และ CSSOM (CSS Object Model) ซึ่งจะรวมกันเป็น Render Tree เวลาที่ใช้ในการ Render ได้รับผลกระทบจากความซับซ้อนของเลย์เอาต์และสไตล์ของหน้าเว็บ
- **การวาดภาพ (Painting)**: หลังจากสร้าง Render Tree แล้ว การวาดภาพหมายถึงกระบวนการวาดองค์ประกอบภาพ (ข้อความ รูปภาพ สี เส้นขอบ) ลงบนหน้าจอ กระบวนการนี้สามารถได้รับผลกระทบจากความซับซ้อนของสไตล์ เอฟเฟกต์ และจำนวนองค์ประกอบบนหน้า
- **ระบบ (System)**: คือเวลาที่ระบบปฏิบัติการใช้ในการจัดการทรัพยากรและการดำเนินการของเบราว์เซอร์ เวลาระบบรวมถึงงานต่าง ๆ เช่น การจัดสรรหน่วยความจำ การจัดการกระบวนการ และการดำเนินการป้อนหรือส่งออก โดยทั่วไปแล้วเวลาระบบสามารถปรับปรุงได้ด้วยการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ
- **เวลาว่าง (Idle)**: เวลาว่างเกิดขึ้นเมื่อเบราว์เซอร์รอให้เกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น การป้อนข้อมูลจากผู้ใช้ การตอบกลับของเครือข่าย หรือเหตุการณ์อื่น ๆ การลดเวลาว่างสามารถทำได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและให้แน่ใจว่าทรัพยากรถูกโหลดและดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 83 จะเห็นได้ว่าเวลาเวลาส่วนใหญ่ที่ใช้เป็นเวลา Idle, script และ system ซึ่งเวลาที่แสดงในรูปอาจจะไม่ได้สื่อถึงเวลาทั้งหมดที่ผู้ใช้งานจะสามารถเริ่มใช้งานเว็บไซต์ได้ในการใช้งานจริง เนื่องจากเวลาที่แสดงทั้งหมดเป็นเวลาที่ใช้ในการบวนการต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นพร้อมกันได้ ดังนั้นผลการประเมินจาก Lighthouse จึงสะท้อนให้เห็นเวลาจริงที่ผู้ใช้งานจะต้องเจอเมื่อใช้งานมากกว่า



รูปที่ 83 เวลาที่ใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ของเว็บไซต์

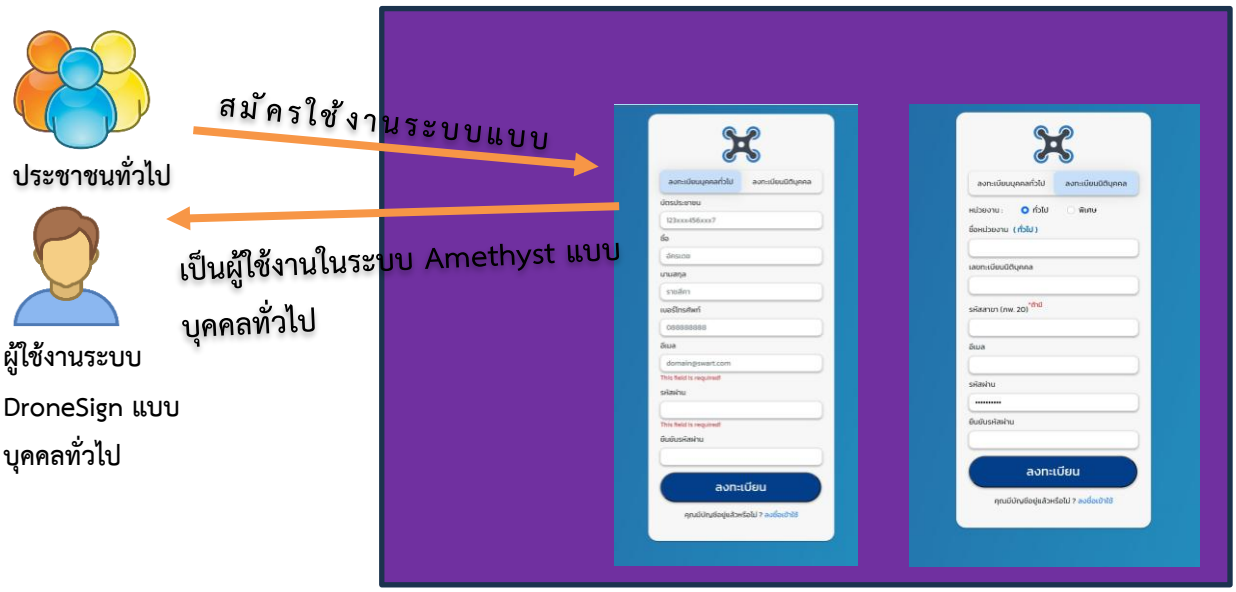
จากผลการทดสอบเว็บไซต์โดยใช้เครื่องมือประเมินประสิทธิภาพสำหรับนักพัฒนา (Lighthouse) พบว่าเว็บไซต์อาจสามารถปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่านี้ได้ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเว็บไซต์อื่น ๆ ที่มีการใช้งานอยู่อย่างแพร่หลาย พบว่าประสิทธิภาพของเว็บไซต์ DroneSign ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับที่ดีทัดเทียมหรือเหนือกว่าเว็บไซต์ดังกล่าว จึงอาจสรุปได้ว่าเว็บไซต์ DroneSign มีประสิทธิภาพมากพอสำหรับการใช้งานจริง โดยอาจทำการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ หากนำไปใช้งานจริงในอนาคต

2.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพด้วยการทดลองใช้งานจริง

การทดลองระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ ได้ดำเนินการในตลอดระยะเวลาการดำเนินโครงการที่ผ่านมา โดยการสาธิตฯ ครั้งที่ 1 ถึง 5 ถูกออกแบบการสาธิตให้เรียงลำดับทดสอบความสามารถในการให้บริการของระบบโดยอ้างอิงตามรูปแบบการใช้งานระบบในหัวข้อ 2.2.1.6 ซึ่งสอดคล้องกับการใช้งานของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และได้เปิดให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้ทดลองใช้งานระบบ โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดสาธิตที่เกี่ยวข้องกับการทดลองระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ ให้แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ดังนี้

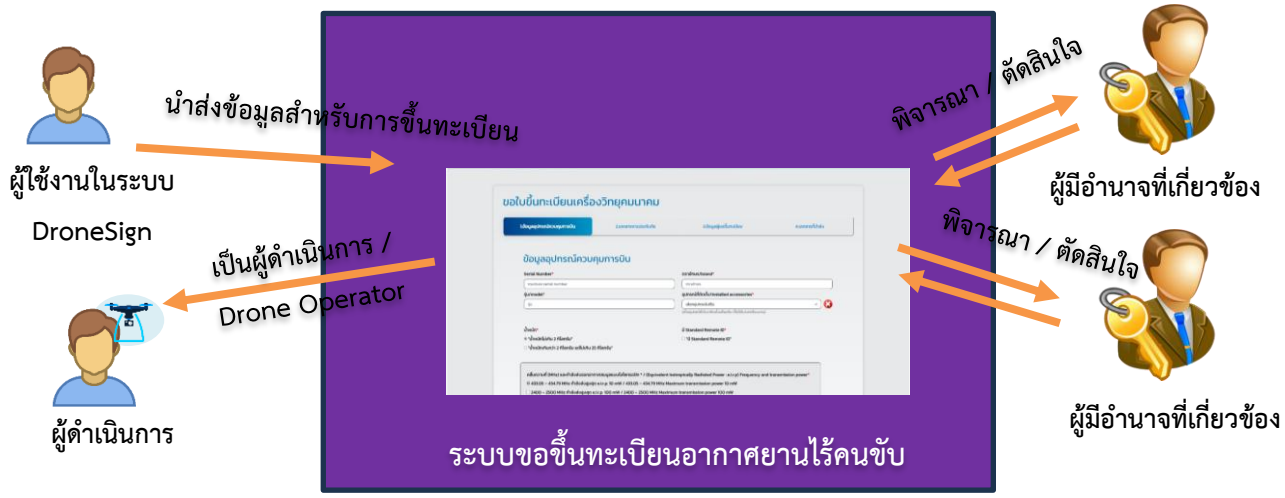
2.4.2.1 การทดลองระบบในการจัดสาธิตในครั้งที่ 1

เป็นผลการสมัครใช้งานระบบของประชาชนทั่วไปเพื่อเป็นผู้ใช้งานระบบ DroneSign หรือการสาธิตรูปแบบการใช้งานระบบ DroneSign ที่ 1 ดังที่แสดงในรูปที่ 84



รูปที่ 84 ภาพแสดงรูปแบบการสมัครสมาชิกกับระบบ DroneSign ที่ได้จัดสาธิต

เมื่อประชาชนทั่วไปที่สมัครและได้เป็นผู้ใช้ระบบ DroneSign แบบบุคคลทั่วไปจะสามารถใช้งานความสามารถต่าง ๆ ของระบบได้ ภายใต้การสาธิตฯครั้งนี้ได้สาธิตรูปแบบการใช้งานระบบในการขึ้นทะเบียน (รูปแบบการใช้งานระบบ DroneSign ที่ 4) ไปพร้อมกันด้วย ตามที่แสดงในรูปที่ 85 โดยเมื่อผู้ใช้งานระบบ DroneSign แบบบุคคลทั่วไป ทำการขึ้นทะเบียนด้วยระบบ DroneSign ผู้ใช้งานท่านนั้นจะกลายเป็น ผู้ใช้บทบาทผู้ผู้ดำเนินการ



รูปที่ 85 ภาพแสดงรูปแบบการขึ้นทะเบียนโดรนด้วยระบบ DroneSign ที่ได้จัดสาธิต

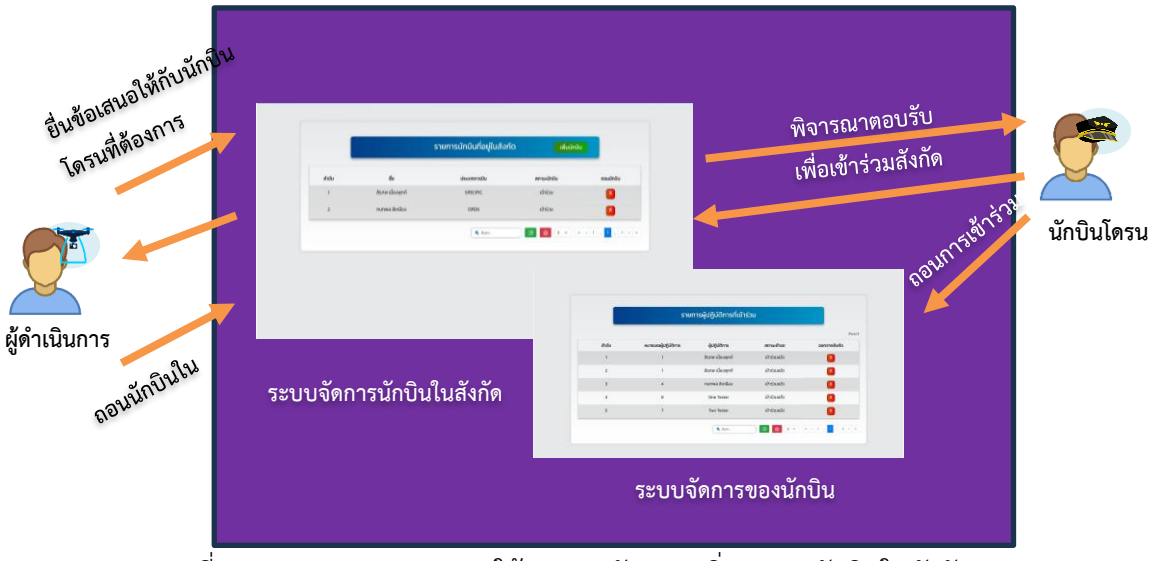
ในขณะเดียวกันผู้ใช้งานระบบ DroneSign แบบบุคคลทั่วไป จะเพิ่มบทบาทเป็นนักบินได้ เมื่อผู้ใช้ได้ทำการยืนยันการรับรู้รับทราบ กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง กับการใช้งานโดรนตามที่หน่วยงานกำกับดูแลกำหนด ซึ่งในปัจจุบัน

ระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการเป็นนักบินอากาศยานไร้คนขับอยู่ระหว่างการพัฒนาปรับปรุงแก้ไข ทำให้การทำงานในส่วนนี้ยังคงเป็นรูปแบบชั่วคราวที่พัฒนาขึ้นมาให้สอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบันไปพลางก่อน ตามรูปแบบการใช้งานที่ 5 เพื่อให้รองรับรูปแบบการใช้งานอื่น ๆ ให้เป็นไปตามระเบียบที่เกี่ยวข้องในปัจจุบัน

สำหรับผู้ใช้ที่มีบทบาทเป็นผู้ดำเนินการ ผู้ใช้ดังกล่าวจะใช้งานความสามารถการเชิญชวนนักบิน เพื่อเข้ามาเป็นนักบินในสังกัดได้ดังที่แสดงในรูปที่ 86 โดยความสามารถดังกล่าวได้ถูกสาธิตในการจัดงานสาธิตครั้งที่ 1 เช่นกัน ซึ่งผู้ใช้บทบาทผู้ดำเนินการจะเป็นผู้ยื่นข้อเสนอไปยังผู้ใช้บทบาทนักบิน โดยผู้ใช้บทบาทนักบินจะเป็นผู้พิจารณาตอบรับ และการจัดการการถอนตัวของผู้ใช้ทั้งสองบทบาท (ผู้ดำเนินการ และนักบิน) ออกจากกัน จะสามารถทำได้จากทั้ง 2 ฝั่ง

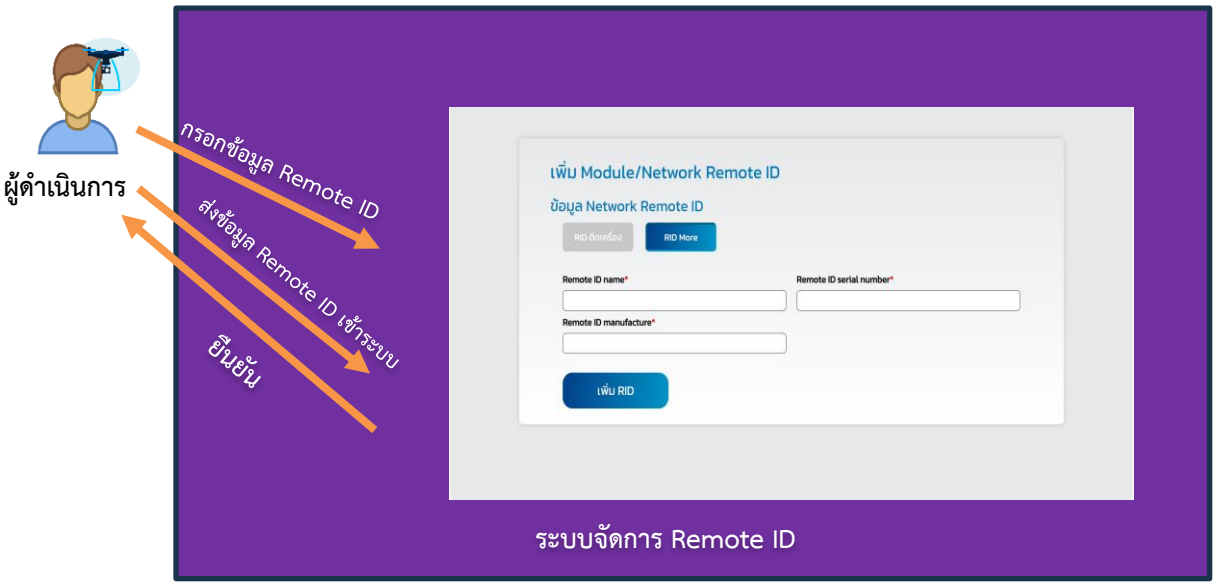
2.4.2.2 การทดลองระบบในการจัดสาธิตในครั้งที่ 2

เป็นผลการสาธิตการสมัครสมาชิกผู้ใช้ระบบ DroneSign แบบนิติบุคคล ซึ่งมีความแตกต่างจากที่บุคคลธรรมดาตรงที่ข้อมูลที่ใช้ในการสมัครสมาชิกที่แตกต่างกัน และ ผู้ใช้ประเภทนี้จะไม่สามารถได้รับบทบาทการเป็นนักบินได้



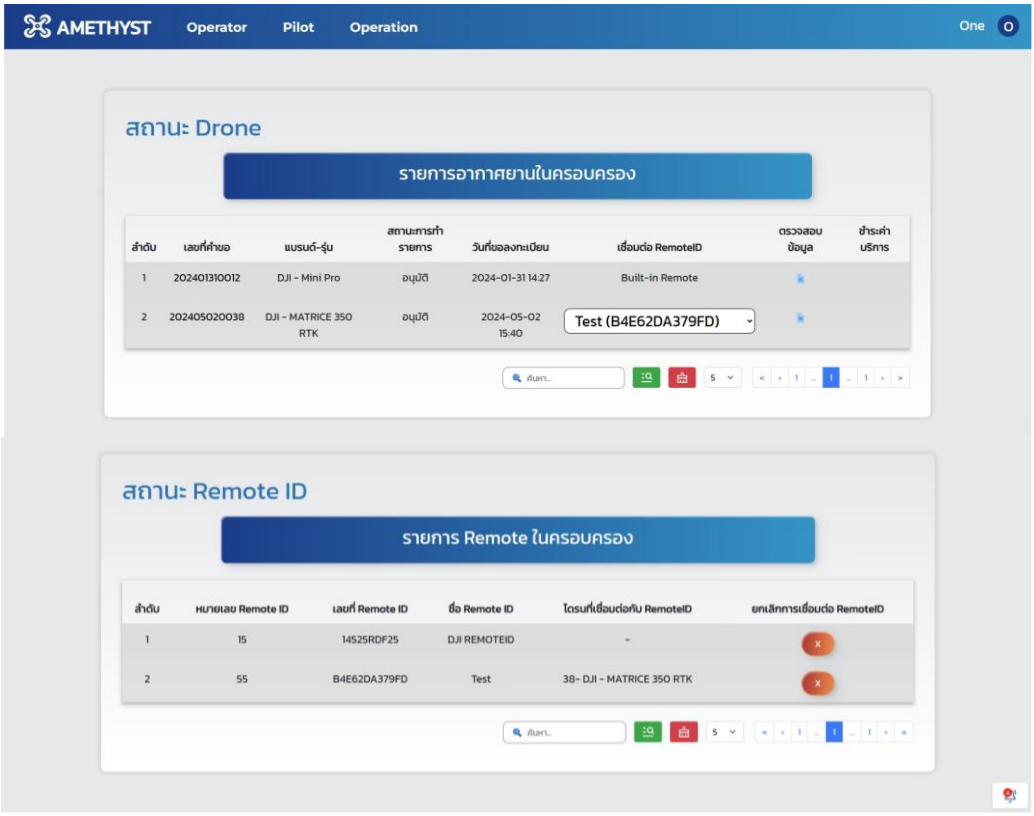
รูปที่ 86ภาพแสดงรูปแบบการใช้งานการจัดการ เพิ่ม/ถอน นักบินในสังกัด

นอกจากนี้ภายใต้การสาธิตครั้งที่ 2 จัดการทดลองความสามารถการลงทะเบียน Remote ID ซึ่งเป็นความสามารถที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อรองรับการใช้งานระบบ Remote ID ที่พัฒนาขึ้นภายใต้โครงการ ในการผนวกการแสดงผลการบิน ซึ่งเป็นไปตามรูปแบบการใช้งานที่ 7 โดยมีภาพแสดงการทำงานในรูปที่ 87 โดยหลักการทำงานคือผู้ใช้ต้องกรอกเลข Serial ของ Remote ID เข้าไปในระบบ จากนั้นต้องแสดงการครอบครอง Remote ID ชิ้นดังกล่าวด้วยการเปิด Remote ID เพื่อส่งข้อมูลเข้าไปยังระบบ DroneSign ภายในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งเมื่อดำเนินการเสร็จสมบูรณ์ ระบบจะแสดงการครอบครอง Remote ID ดังกล่าวในหน้าต่างแสดงผลการครอบครอง



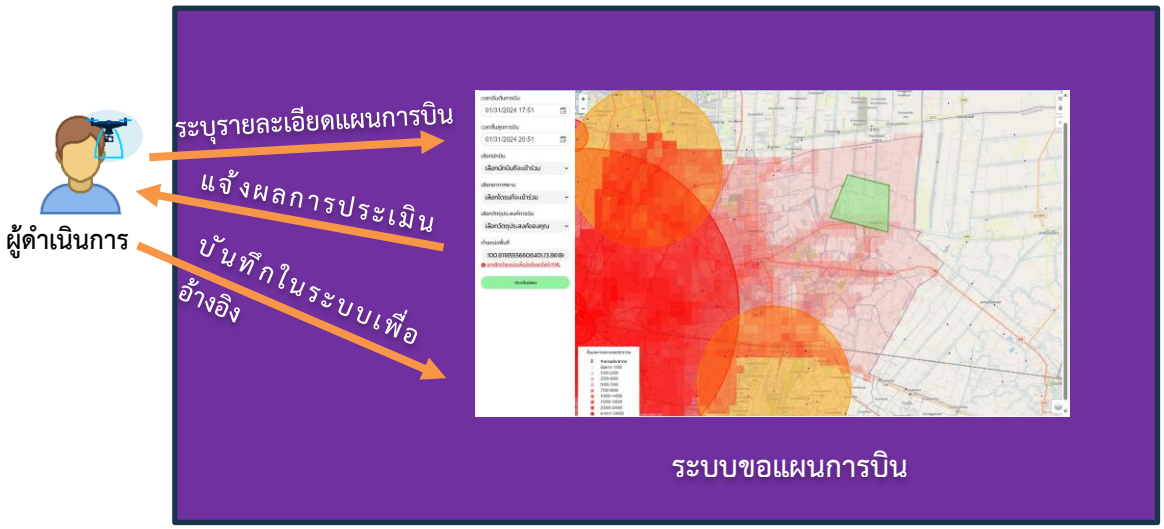
รูปที่ 87 ภาพแสดงรูปแบบการใช้งานการครอบครอง Remote ID

เมื่อผู้ใช้ภาพการแสดงการครอบครองอากาศยานฯ และ Remote ID ตามรูปแบบการใช้งานที่ 4 และรูปแบบการใช้งานที่ 7 ผู้ใช้จะสามารถตรวจสอบผลการทำงานในระบบ DroneSign ได้ดังที่แสดงในรูปที่ 88 ผู้ใช้ในบทบาทผู้ดำเนินการ สามารถนำ Remote ID ที่ได้ลงทะเบียนกับระบบไว้แล้ว เชื่อมต่อกับเข้ากับอากาศยานฯ ลำที่ต้องการได้ ซึ่งการเชื่อมต่อดังกล่าวจะนำไปแสดงในระบบขอแผนการบิน (รูปแบบการใช้งานที่ 8 หรือ 9) และ การตรวจสอบการบิน (รูปแบบการใช้งานที่ 2) ต่อไป



รูปที่ 88 หน้าต่างแสดงการครอบครองโดรน (บน) และ Remote ID (ล่าง) ในระบบ DroneSign

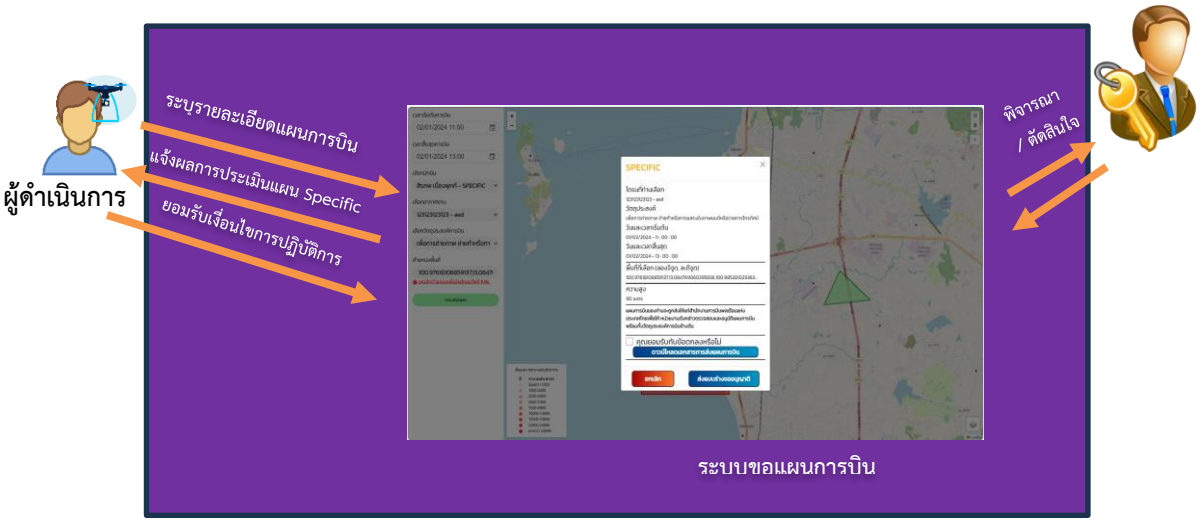
ทั้งนี้ภายในการสาธิตครั้งนี้ ได้จัดแสดง และมีผลการทดลองรูปแบบการใช้งานที่ 8 การขอแผนการบินแบบ Open จากระบบ DroneSign โดยผู้ใช้งานที่มีบทบาทผู้ดำเนินก จะเป็นผู้ทำหน้าที่นี้ ดังที่แสดงในรูปที่ 89 ซึ่งในปัจจุบันผู้กำกับดูแล เปิดให้ผู้ใช้งานสามารถบินในภารกิจแบบ Open ได้โดยไม่ต้องขออนุญาต ซึ่งมีหลักเกณฑ์ เช่น อากาศยานฯ ที่ใช้ทำการบินต้องมีน้ำหนักไม่เกินที่กำหนด ไม่บินสูงกว่าความสูงที่กำหนด ไม่บินในพื้นที่ที่กำหนด และต้องไม่ติดตั้งอุปกรณ์บางชนิด โดยผู้ใช้งานบทบาทผู้ดำเนินการ จะสามารถสร้างคำขอทำการบิน และระบบ DroneSign จะทำการประเมินแผนการบินให้ ตามกฎเกณฑ์ของผู้กำกับดูแล จากนั้นระบบจะแจ้งผล ให้กับผู้ใช้ ซึ่งผู้ใช้จะสามารถบันทึกแผนการบินดังกล่าวไว้ในระบบ DroneSign หรือไม่ก็ได้ อันเนื่องจากหลักการที่ว่าแผนการบินประเภท Open ถูกกำหนดให้บินได้ตามกฎหมาย จึงไม่จำเป็นต้องบันทึกหรือแจ้งแผนการบินในระบบ แต่อย่างไรก็ตามระบบได้เปิดให้บันทึกแผนเพื่อที่ผู้ใช้จะสามารถรับบริการอื่น ๆ ได้ต่อไป เช่น การแจ้งเตือนหากมีผู้ใช้งานท่านอื่น ต้องการมาบินในบริเวณข้างเคียง หรือ บริการอื่น ๆ ในอนาคต



รูปที่ 89 ภาพแสดงรูปแบบการใช้งานการขอแผนขึ้นบินแบบ Open

2.4.2.3 การทดลองระบบในการจัดสาธิตในครั้งที่ 3

ในการจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 3 เป็นผลการทดลองใช้งานระบบ DroneSign ที่ต่อเนื่องจากการจัดงานสาธิตฯ ในครั้งก่อนหน้า โดยนำความสามารถในการให้บริการรูปแบบการใช้งานที่ 9 ซึ่งคือ การขอแผนขึ้นบินแบบ Specific ตาม Standard Scenario ที่หน่วยงานกำกับดูแลออกกฎเกณฑ์ไว้ ในภารกิจเพื่อถ่ายภาพ หรือ ภารกิจสำรวจอาคาร ซึ่งจะแตกต่างกับการใช้งานรูปแบบที่ 8 โดยแผนการบินตามรูปแบบการใช้งานที่ 9 จะถูกส่งไปให้ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องพิจารณาตัดสินใจ พร้อมบันทึกไว้ในระบบ ดังที่แสดงในรูปที่ 90

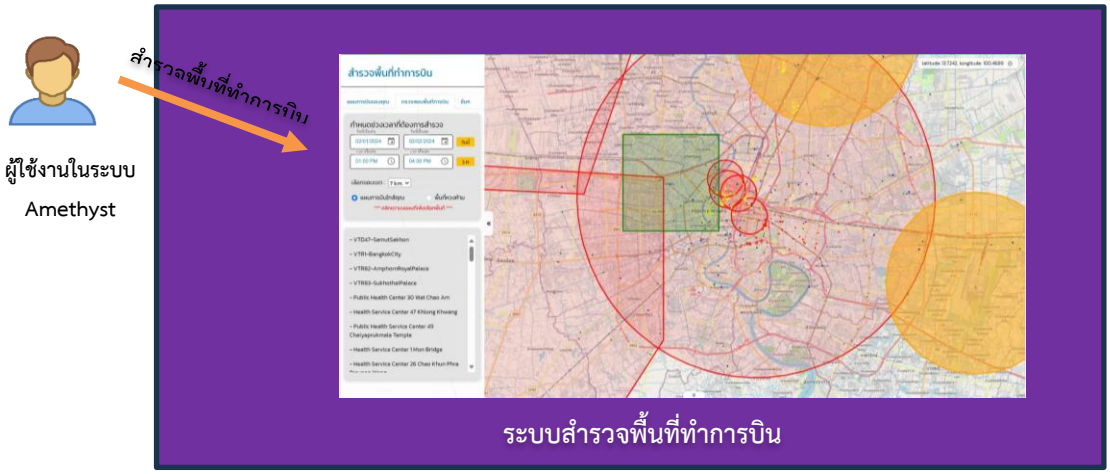


รูปที่ 90 ภาพแสดงรูปแบบการใช้งานการขอแผนขึ้นบินแบบ Specific (เพื่อถ่ายภาพ, สำรวจอาคาร)

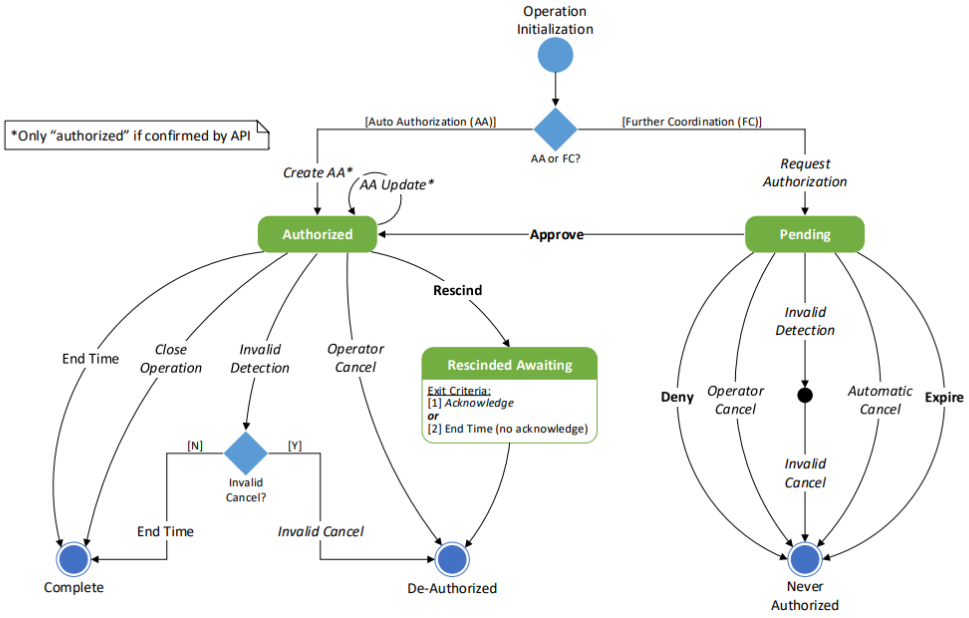
2.4.2.4 การทดลองระบบในการจัดสาธิตในครั้งที่ 4

การนำเสนอครั้งนี้เป็นการให้ผู้เข้าร่วมได้และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทดลองเล่นระบบ DroneSign ด้วยตัวเองอย่างอิสระ ไปพร้อมกับการนำเสนอรูปแบบการใช้งานที่ 3 สำรวจพื้นที่ทำการบิน โดยระบบจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับห้วงอากาศในประเทศไทย พร้อมรายละเอียดผู้รับผิดชอบในพื้นที่นั้น ๆ ไปพร้อมกับสถานที่สำคัญต่าง ๆ เช่น โรงพยาบาล สถานีตำรวจ สถานทูต เป็นต้น โดยมีลักษณะใช้งานเป็นไปตามที่แสดงในรูปที่ 91

ในการจัดการสาธิตครั้งนี้ ยังได้มีการนำเสนอการจัดการแผนการบินโดยอ้างอิงมาตรฐาน ASTM โดยอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่าสำหรับประเทศไทย ไม่อนุญาตให้มีการขอแผนที่มี Priority เท่ากันในพื้นที่เดิมที่เคยมีผู้อื่นขอไว้แล้ว โดยได้สาธิตการขอแผนที่มี Priority ไม่เท่ากัน โดยอ้างอิงจากกรณีที่มีหน่วยงานต้องการใช้ห้วงอากาศในภารกิจเร่งด่วน โดยแผนที่ถูกขอไว้แล้วจะถูกยกเลิกอัตโนมัติโดยระบบ และมีการบริหารจัดการแผนตามแนวคิดที่อ้างอิงมาจากระบบ LAANC (Low Altitude Authorization and Notification Capability) ซึ่งมีหลักการจัดการกับแผนดังที่แสดงในรูปที่ 92 ที่อ้างอิงมาจากเอกสาร LAANC USS Performance Rules ฉบับที่ 8.1 เผยแพร่เมื่อ 1 มีนาคม ค.ศ. 2024



รูปที่ 91 ภาพแสดงรูปแบบการใช้งานในการสำรวจพื้นที่ทำการบินโดรน

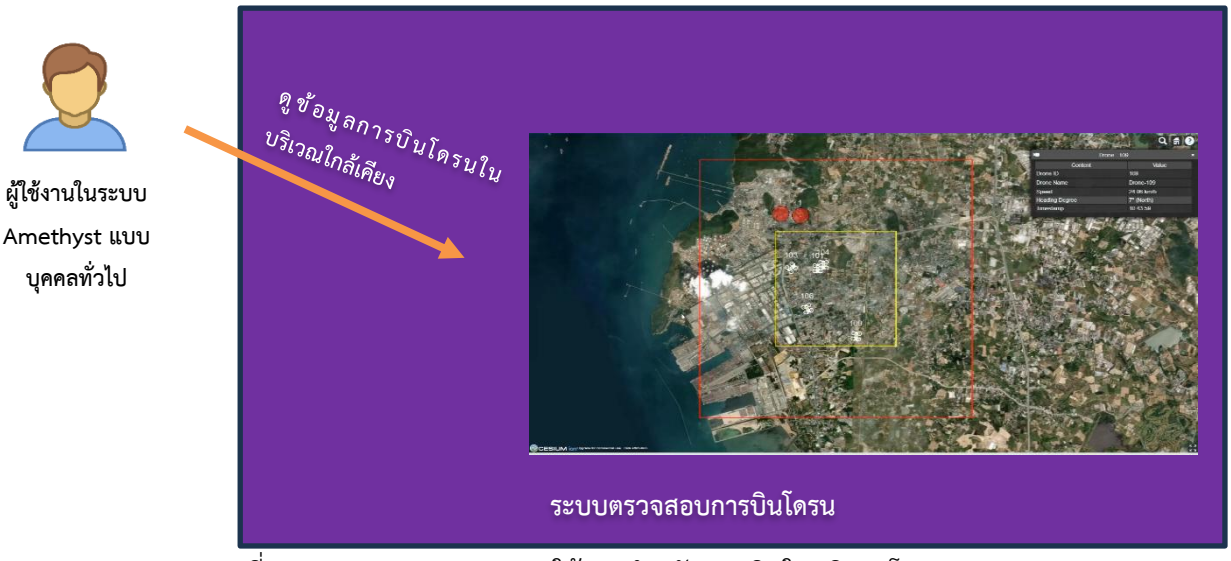


รูปที่ 92 แนวคิดการจัดการกับแผนการบินโดรน

จากรูปที่ 92 จะพบว่าการจัดการกับแผนยังคงไม่มีสถานะที่อยู่ระหว่างทำการบิน (tactical phase) ซึ่งระบบ DroneSign ได้ปรับใช้แนวคิดในฉบับนี้มาปรับใช้ โดยการปรับให้เทียบเคียงว่า แผนที่ได้รับการอนุมัติแล้วเป็น แผนที่ได้รับการ Authorized ตามรูปที่ 92 และเมื่อแผนนี้ ซึ่งมี Priority ต่ำกว่า โดนยกเลิกด้วยการที่มีแผนอื่นที่มี Priority สูงกว่ามาขอบินในพื้นเดียวกัน แผนนี้ถูกจัดการด้วย Invalid Detection และถูกปรับให้เป็น Complete หรือ Invalid Cancel แล้วแต่กรณี ขึ้นอยู่กับการกดรับทราบของผู้ใช้ เพื่อเก็บเข้าฐานข้อมูลต่อไป

2.4.2.5 การทดลองระบบในการจัดสาธิตในครั้งที่ 5

ในการสาธิตฯ ครั้งนี้ ได้สาธิตรูปแบบการใช้งานสำหรับการดูการบินในบริเวณโดยรอบ หรือรูปแบบการใช้งานที่ 2 ซึ่งนับได้ว่าเป็นการสาธิตการใช้ระบบที่ต่อเนื่องจากการผูก Remote ID เข้ากับตัวอากาศยานฯ ตามรูปแบบการใช้งานที่ 7 โดยเมื่อทำการผูก Remote ID เข้ากับตัวอากาศยานฯ แล้ว เมื่อทำการบินและส่งข้อมูลด้วย Remote ID เข้ามาในระบบ DroneSign ผู้ใช้ท่านอื่น ๆ สามารถใช้รูปแบบการใช้งานดูการบินในบริเวณโดยรอบได้ดังที่แสดงในรูปที่ 93



รูปที่ 93 ภาพแสดงรูปแบบการใช้งานสำหรับการบินในบริเวณโดยรอบ

จากรูปที่ 93 จะมีกรอบที่ขอบเขตของการมองเห็นการบินไว้ ซึ่งระบบ DroneSign อ้างอิงมาจากแนวคิดมาจากมาตราฐาน ASTM ซึ่งกำหนดให้รักษาความเป็นส่วนตัวของผู้ทำการบินไว้ โดยเปิดให้บุคคลอื่นสามารถมองเห็นได้เฉพาะในบริเวณบริเวณหนึ่ง ซึ่งมีขนาด 5 และ 7 กิโลเมตร ดังที่แสดงไว้ในกรอบสีเหลือง และแดง ตามลำดับ

2.4.2.6 สรุปผลการทดสอบในการจัดการสาธิตฯ

ผลการทดลองทดสอบระบบจากการจัดงานสาธิตในครั้งที่ 1 – 5 ที่ผ่านมา ระบบสามารถทำงานได้ตามรูปแบบที่ออกแบบไว้ ผู้เข้าร่วมงานเข้าใจในหลักการการทำงาน และสามารถใช้งานระบบได้ โดยระบบ DroneSign มีความสอดคล้องกับกฎหมายและระเบียบมีอยู่ในปัจจุบัน และระบบพร้อมรองรับระเบียบหรือกฎหมายที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคตอันใกล้ ที่อยู่ระหว่างการดำเนินการของหน่วยงานที่มีอำนาจหน้าที่ โดยเป็นผลเนื่องมาจากการศึกษาและอ้างอิงแนวทางการใช้งานหรือพัฒนาระบบ UTM ในต่างประเทศ พร้อมการรับฟังข้อคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภายในประเทศ

2.5 การทดลองระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ(Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance)

หลังจากที่ออกแบบและทดสอบเบื้องต้นอุปกรณ์ Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ และดาวเทียมแล้ว Remote ID ที่พัฒนาขึ้นถูกนำไปทดสอบในการใช้งานจริง ในส่วนนี้แสดงผลการทดสอบ Remote ID ทั้งสองรูปแบบ

2.5.1 การทดสอบ Remote ID ที่สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular)

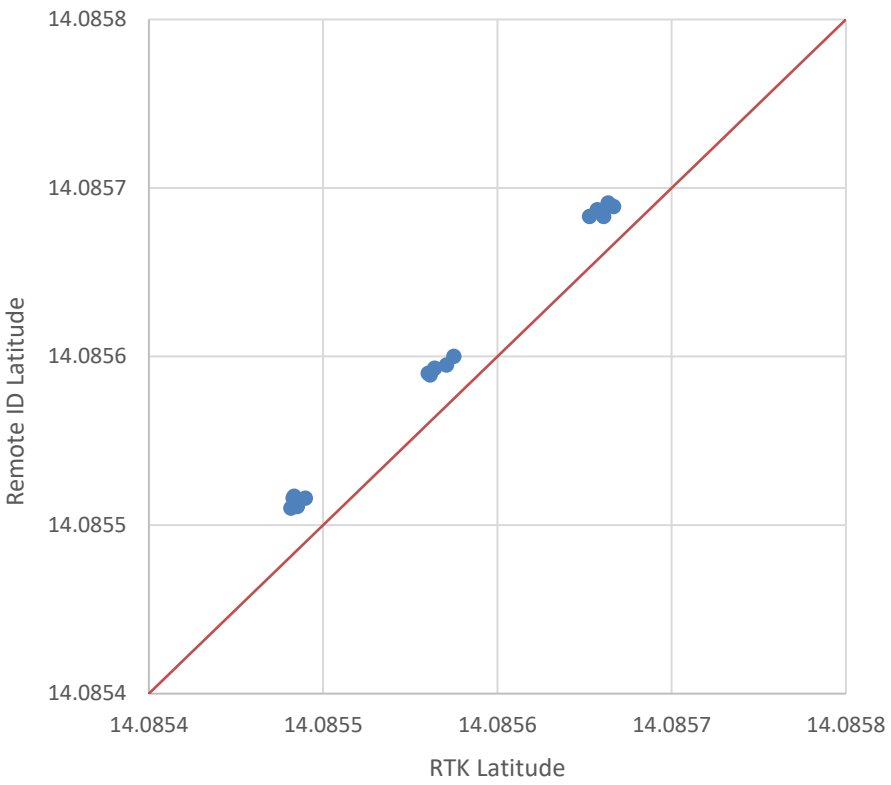
ในการสาธิตฯ ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 ได้มีการทดสอบความแม่นยำของอุปกรณ์ Cellular Remote ID โดยในการสาธิตฯ ครั้งที่ 3 เป็นการทดสอบความแม่นยำในการระบุตำแหน่งในแนวราบ ส่วนในการสาธิตฯ ครั้งที่ 5 เป็นการทดสอบความแม่นยำในการระบุตำแหน่งในแนวดิ่ง ซึ่งทั้งสองครั้งได้ทำการทดสอบโดยติดตั้ง Cellular Remote ID ที่ได้พัฒนาขึ้น บนอากาศยานไร้คนขับ DJI MATRICE 350 RTK ที่มีการติดตั้งกล้อง LIDAR โดย DJI MATRICE 350 RTK ใช้เทคโนโลยีการระบุตำแหน่งด้วย GNSS RTK ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการระบุตำแหน่งในแนวราบที่มีความแม่นยำสูงในระดับเซนติเมตร ซึ่งมีความแม่นยำมาก สำหรับการระบุตำแหน่งในแนวดิ่งจะใช้กล้อง LIDAR ในการวัดความสูงของเครื่องถึงพื้นดิน ซึ่งกล้อง LIDAR มีความแม่นยำในการวัดระยะอยู่ในระดับเซนติเมตรเช่นกัน

การทดสอบจะทำการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จาก Cellular Remote ID กับค่าที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับ ดังแสดงในตารางที่ 20 และ ตารางที่ 21 โดยตารางที่ 20 จะเป็นการทดสอบความแม่นยำในการระบุตำแหน่งในแนวราบ ส่วนตารางที่ 21 เป็นการทดสอบการระบุตำแหน่งในแนวดิ่ง (ความสูง) การทดสอบระบุตำแหน่งในแนวราบจะทำการทดสอบที่ 3 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งจะทำการทดสอบที่ 5 ความสูงตั้งแต่ 10 – 50 เมตร สำหรับการทดสอบการระบุตำแหน่งในแนวดิ่งทำการทดสอบที่ความสูง 0 – 90 เมตรจากพื้นดิน โดยใช้ความสูงที่วัดจากกล้อง LIDAR เป็นค่าอ้างอิง

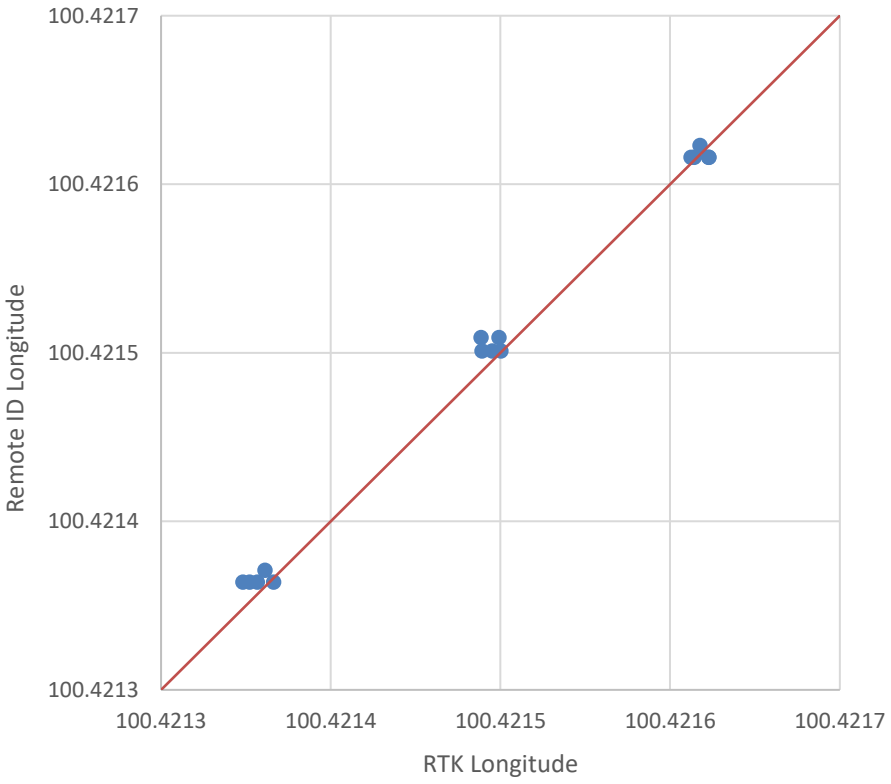
จากตารางที่ 20 และตารางที่ 21 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่ง ในแนวราบเท่ากับ 3.23 เมตร และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งในแนวดิ่งเท่ากับ 1.62 เมตร ซึ่งถือว่ามีความแม่นยำมากพอในการใช้งานจริง ซึ่งตามมาตรฐาน ASTM-F3411 ไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานของความแม่นยำในการระบุตำแหน่งไว้ว่าจะต้องเป็นเท่าใด แต่ผู้ผลิตจะต้องระบุว่าความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของ Remote ID เป็นเท่าใด โดยค่าความแม่นยำที่ได้ในการทดสอบนี้จะถูกใช้ในการระบุความสามารถของอุปกรณ์ เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบการจัดการจราจรต่อไป

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบการระบุตำแหน่งของ Remote ID

ตำแหน่ง	ความสูง (เมตร)	Remote ID		RTK		ความคลาดเคลื่อน (เมตร)
		Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	10	14.08568	100.4214	14.08566	100.4214	2.46
	20	14.08568	100.4214	14.08565	100.4213	3.74
	30	14.08569	100.4214	14.08566	100.4214	3.54
	40	14.08569	100.4214	14.08566	100.4214	3.23
	50	14.08569	100.4214	14.08567	100.4214	2.60
2	10	14.08559	100.4215	14.08556	100.4215	3.30
	20	14.08559	100.4215	14.08556	100.4215	3.12
	30	14.08559	100.4215	14.08556	100.4215	3.47
	40	14.0856	100.4215	14.08558	100.4215	2.97
	50	14.0856	100.4215	14.08557	100.4215	3.47
3	10	14.08551	100.4216	14.08548	100.4216	3.17
	20	14.08551	100.4216	14.08549	100.4216	2.89
	30	14.08552	100.4216	14.08548	100.4216	3.82
	40	14.08552	100.4216	14.08549	100.4216	3.00
	50	14.08552	100.4216	14.08548	100.4216	3.74
ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน						3.23



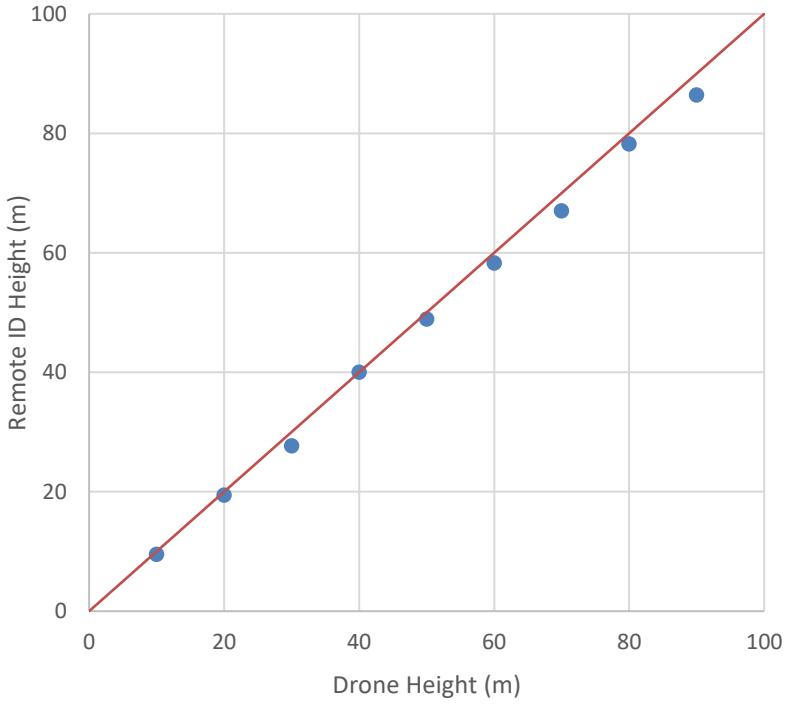
รูปที่ 94 ความคลาดเคลื่อนในการระบุ Latitude ของ Cellular Remote ID



รูปที่ 95 ความคลาดเคลื่อนในการระบุ Longitude ของ Cellular Remote ID

ตารางที่ 21 ผลการทดสอบการระบุความสูงของ Remote ID

Test No.	ความสูง (เมตร)		ความคลาดเคลื่อน	
	DJI MATRICE 350 RTK	Remote ID	(เมตร)	(%)
1	10	9.5	0.5	5.00
2	20	19.4	0.6	3.00
3	30	27.7	2.3	7.67
4	40	40	0	0.00
5	50	48.9	1.1	2.20
6	60	58.3	1.7	2.83
7	70	67	3	4.29
8	80	78.2	1.8	2.25
9	90	86.4	3.6	4.00
ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย			1.62	3.47



รูปที่ 96 ความคลาดเคลื่อนในการระบุความสูง ของ Cellular Remote ID

นอกจากผลการทดสอบในความแม่นยำในการระบุตำแหน่งแล้ว ยังได้มีการทดสอบความสามารถในการรับสัญญาณและเวลาแฝงในการส่งข้อมูล โดย NEOWAY N58 สามารถรับค่าความแรงสัญญาณ และแสดงผลได้ใน

รูปแบบ CSQ (Carrier Signal Quality) มีค่าตั้งแต่ 0 - 31 และ 99 โดยค่า 99 จะแสดงถึงการรับสัญญาณไม่ได้หรือไม่มีค่า โดยค่า CSQ สามารถแปลงเป็นค่า RSSI ในหน่วย dBm โดยการประมาณตามตารางที่ 22

สำหรับการวัดค่าเวลาแฝง (Latency) จะใช้การหาความต่างของเวลาจากข้อมูล Timestamp โดยระบบจะเก็บข้อมูล Timestamp 2 ค่าเมื่อนำเวลาทั้งสองมาลบกันจะได้เป็นเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการส่งข้อมูล

- Timestamp ที่อุปกรณ์ได้รับจากเครือข่ายดาวเทียม GNSS ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของ NMEA 0183 โดยเวลาที่ได้จะเป็นเวลา UTC
- Timestamp เมื่อข้อมูลส่งไปถึง Server

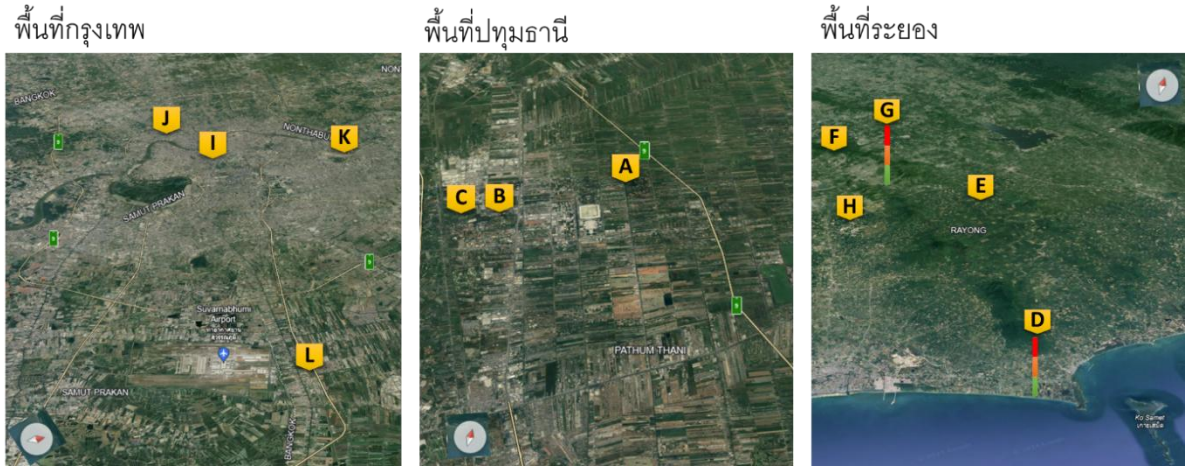
สำหรับการวัดค่าความแรงสัญญาณจะทำการวัดโดยการลงพื้นที่จริง เนื่องจากความแรงของสัญญาณขึ้นอยู่กับพลังงานของตัวปล่อยสัญญาณแล้วความครอบคลุมของสัญญาณด้วย เพื่อให้เห็นถึงความสามารถในการใช้งานจริง จึงทำการวัดความแรงสัญญาณในหลาย ๆ พื้นที่ ในการทดลองได้ทำการลงพื้นที่ใน 3 จังหวัด คือ ปทุมธานี กรุงเทพมหานคร และ ระยอง ดังแสดงในรูปที่ 97 โดยมีการทำการบินทดสอบในบางพื้นที่ที่สามารถทำการบินได้ หรือในบางพื้นที่ที่ไม่สามารถทำการบินได้เช่น กรุงเทพฯ จะทำการทดสอบบนอาคารสูง ผลการทดสอบทั้งหมดแสดงในตารางที่ 23

รูปที่ 98 แสดงค่า RSSI ในพื้นที่ต่าง ๆ ของทั้ง 3 เครือข่าย จากรูปพบว่าค่า RSSI ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม โดยส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ -50 dBm ในบางพื้นที่ (D และ H) บางเครือข่ายอาจมีค่าน้อยลงบ้าง แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ดีและพอใช้ซึ่งยังสามารถทำการรับส่งข้อมูลได้เป็นปกติ สำหรับค่า Latency ในพื้นที่ต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 99 จากรูปจะเห็นได้ว่าค่า Latency คงที่ที่ประมาณ 4-5 วินาทีในทุก ๆ พื้นที่ที่ทำการทดสอบ จากผลการทดสอบอาจสรุปได้ว่าค่า Latency ไม่ขึ้นกับความแรงในการรับส่งข้อมูล

นอกจากนี้ยังทำการวัดค่า RSSI และ Latency ในความสูงต่าง ๆ เนื่องจากลักษณะการตั้งเสาสัญญาณของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเน้นการใช้งานภาคพื้นดินเป็นหลัก ดังนั้นเมื่อนำไปใช้กับอากาศยานไร้คนขับที่มีการบินสูงจากพื้นดิน สัญญาณอาจไม่ครอบคลุมได้ ในการทดลองทำการวัดค่าที่ความสูง 0 – 80 เมตร จากพื้นดิน โดยติดตั้ง Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ กับอากาศยานไร้คนขับ จากนั้นทำการบินเพื่อเก็บค่าที่ความสูงต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 100 และรูปที่ 101 โดยค่า Latency คงที่ที่ประมาณ 4-5 วินาที่เหมือนการทดลองที่ผ่านมา แต่ RSSI มีแนวโน้มที่ดีขึ้นเมื่อทำการบินสูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลจากการที่เมื่อบินสูงขึ้นทำให้การบดบังสัญญาณจากสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ ลดลง และทำให้อยู่ใกล้กับเสาส่งสัญญาณมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม เครือข่าย NT ในพื้นที่ที่ทำการทดสอบ สัญญาณเริ่มมีการขาดหายไปที่ความสูง 50 เมตร ซึ่งเป็นไปตามข้อสันนิษฐานเบื้องต้น ซึ่งถ้าหากทำการทดสอบในสถานที่อื่น ๆ หรือทำการบินสูงขึ้น สัญญาณจากเครือข่ายอื่น ๆ อาจไม่ครอบคลุมด้วยเช่นเดียวกัน

จากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า การรับสัญญาณของ Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำได้อย่างดี สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้ในสถานะการจริง ทั้งในเขตเมือง และพื้นที่ห่างไกล อย่างไรก็ตามการใช้งานของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ถูกจำกัดด้วยความครอบคลุมของสัญญาณ ซึ่ง

จากการทดลองพบว่าที่ความสูง 90 เมตรยังสามารถรับสัญญาณได้สำหรับเครือข่าย TRUE และ AIS แต่เริ่มมีการขาดหายของสัญญาณที่ 50 เมตรสำหรับเครือข่าย NT ในพื้นที่ที่ทดสอบ ซึ่งถ้าหากทำการบินที่ความสูงมากกว่า 90 เมตร หรืออยู่นอกพื้นที่ที่ความครอบคลุมของสัญญาณ จะไม่สามารถใช้งาน Remote ID ที่สื่อสารด้วยเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ จึงจำเป็นต้องทำการพัฒนา Remote ID ที่สื่อสารผ่านเครือข่ายดาวเทียม



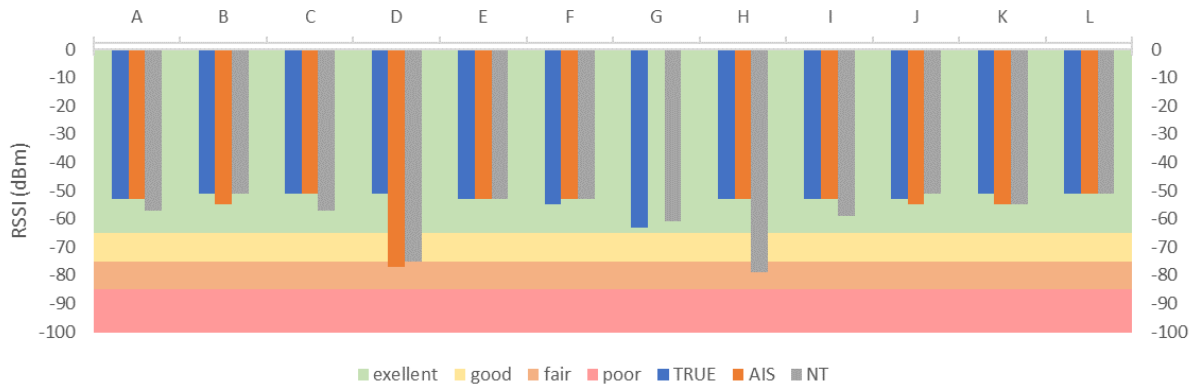
รูปที่ 97 พื้นที่ที่ทำการทดสอบ

ตารางที่ 22 เปรียบที่ค่า CSQ และ RSSI และคุณภาพสัญญาณ

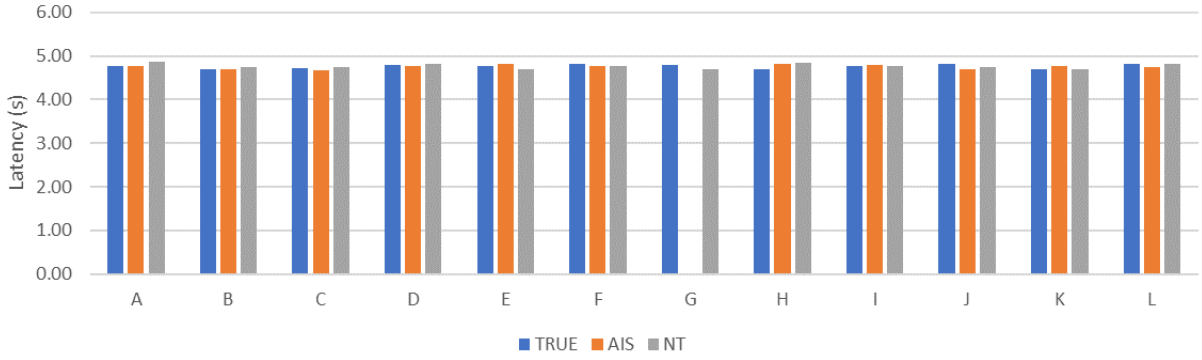
CSQ	RSSI (dBm)	Condition
1	-111	Poor
2	-109	Poor
3	-107	Poor
4	-105	Poor
5	-103	Poor
6	-101	Poor
7	-99	Poor
8	-97	Poor
9	-95	Poor
10	-93	Fair
11	-91	Fair
12	-89	Fair
13	-87	Fair
14	-85	Fair
15	-83	Good
16	-81	Good
17	-79	Good
18	-77	Good
19	-75	Good
20	-73	Excellent
21	-71	Excellent
22	-69	Excellent
23	-67	Excellent
24	-65	Excellent
25	-63	Excellent
26	-61	Excellent
27	-59	Excellent
28	-57	Excellent
29	-55	Excellent
30	-53	Excellent
31	-51	Excellent

ตารางที่ 23 ผลการทดสอบ RSSI และ Latency

Location		Latitude	Longitude	Altitude (m)		TRUE		AIS		NT	
				AMSL	AGL	RSSI (dBm)	Latency (s)	RSSI (dBm)	Latency (s)	RSSI (dBm)	Latency (s)
A	ต.คลองหก อ.ธัญบุรี	14.083917	100.663666	60.62	0	-53	4.78	-53	4.78	-57	4.86
B	ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง	14.069465	100.607845	70.67	16.8	-51	4.70	-55	4.70	-51	4.74
C	ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง	14.071266	100.611545	72.10	20.0	-51	4.73	-51	4.68	-57	4.74
D	ต.เพ อ.เมือง	12.610684	101.385289	33.77	0	-51	4.79	-77	4.78	-75	4.81
				43.63	10	-51	4.81	-67	4.73	-57	4.81
				53.25	20	-51	4.73	-61	4.72	-57	4.69
				63.38	30	-51	4.71	-57	4.76	-57	4.78
				73.27	40	-51	4.76	-55	4.73	-59	4.81
				83.00	50	-51	4.75	-55	4.68	-	4.84
				93.33	60	-51	4.78	-53	4.78	-	4.74
				103.16	70	-51	4.77	-55	4.89	-	4.71
				106.11	80	-51	4.72	-99	4.71	-	4.69
E	ต.ชากบก อ.บ้านค่าย	12.83380	101.44797	150.19	0	-53	4.77	-53	4.82	-53	4.71
F	ต.ตาสิทธิ์ อ.ปลวกแดง	13.02280	101.20834	115.03	0	-55	4.82	-53	4.78	-53	4.77
G	ต.หนองไร่ อ.ปลวกแดง	12.97308	101.38180	136.09	0	-63	4.79			-61	4.69
				146.56	10	-65	4.84			-61	4.81
				156.36	20	-51	4.72			-51	4.75
				166.05	30	-51	4.79			-51	4.78
H	ต.บางบุตร อ.บ้านค่าย	12.87955	101.42768	151.45	0	-53	4.71	-53	4.81	-79	4.85
I	แขวงคลองเตย เขตคลองเตย	13.73132	100.55605	76.96	0	-53	4.77	-53	4.79	-59	4.78
J	แขวง บางขุนพรหม เขต พระนคร	13.81744	100.56074	69.67	0	-53	4.82	-55	4.71	-51	4.74
K	แขวงจตุจักร เขตจตุจักร	13.76734	100.50507	70.51	0	-51	4.71	-55	4.78	-55	4.69
L	เขตลาดกระบัง	13.72751	100.77594	54.42	0	-51	4.81	-51	4.74	-51	4.81

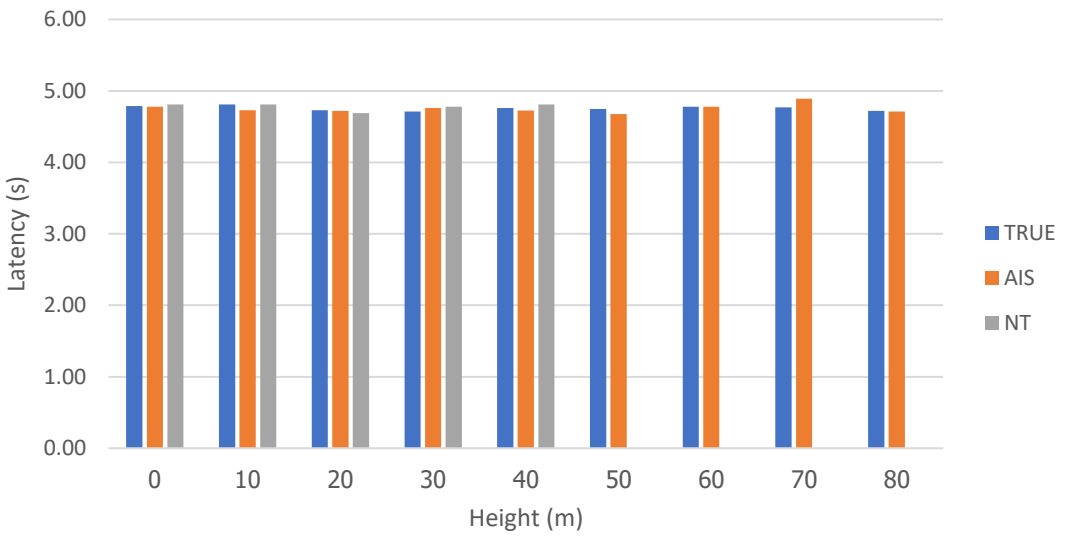


รูปที่ 98 ค่า RSSI ในพื้นที่ต่าง ๆ



รูปที่ 99 ค่า Latency ในพื้นที่ต่าง ๆ

รูปที่ 100 ค่า RSSI ที่ความสูงต่าง ๆ

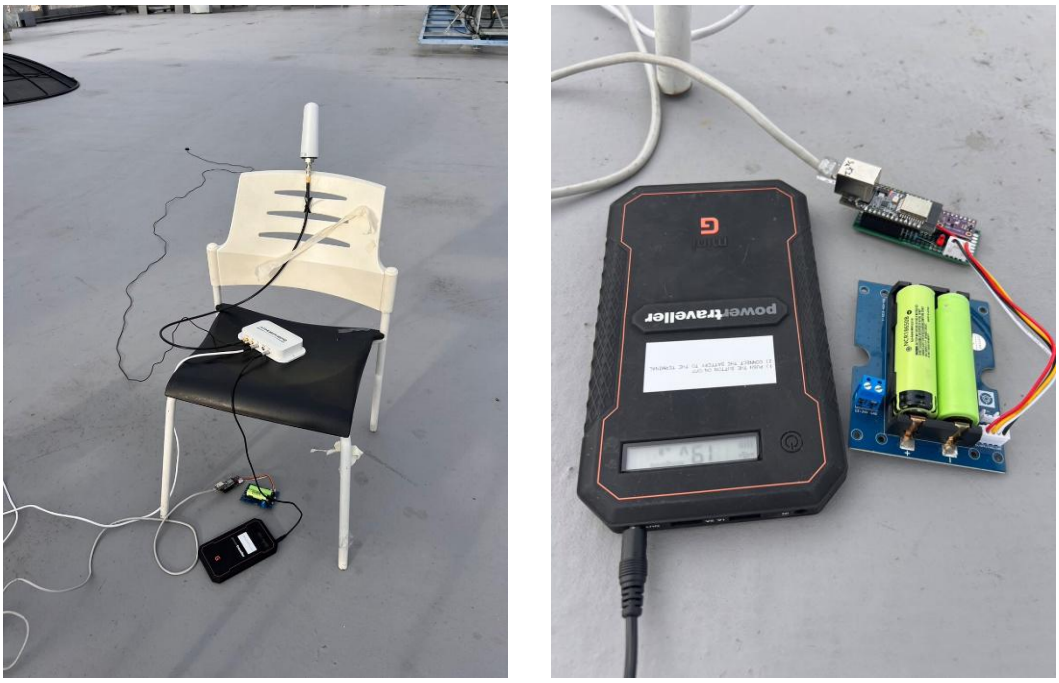


รูปที่ 101 ค่า Latency ที่ความสูงต่าง ๆ

2.5.2 การทดสอบ Remote ID ที่สื่อสารผ่านเครือข่ายดาวเทียม (Satellite)

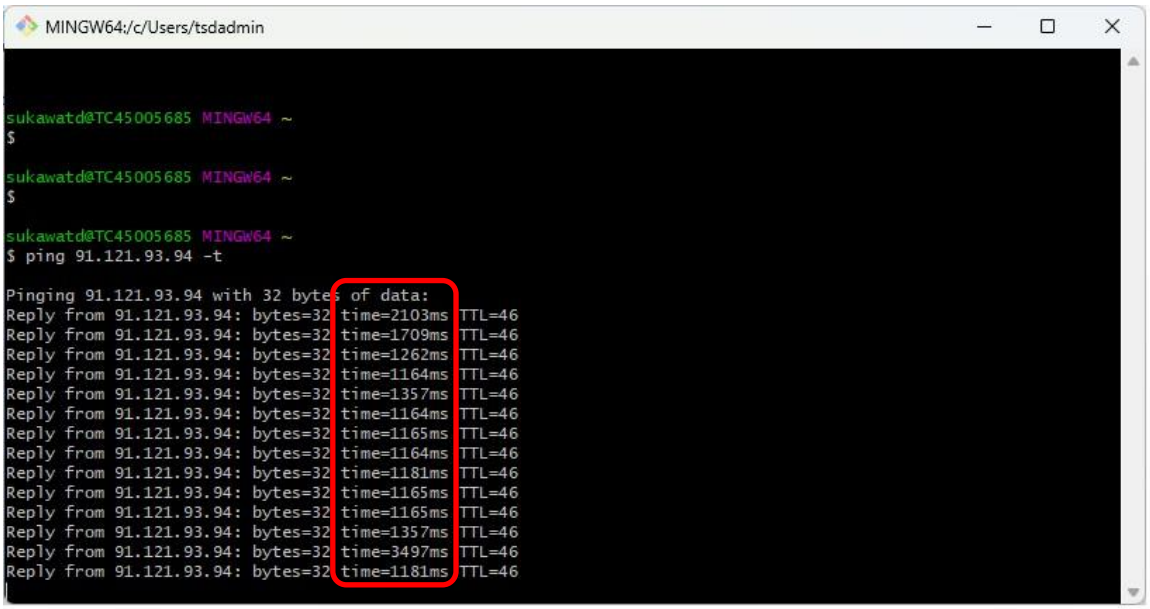
ในการจัดการสาธิตฯครั้งที่ 7 ได้มีการนำเสนอผลการทดสอบการเชื่อมต่อและการส่งข้อมูลผ่านดาวเทียมของ Remote ID ซึ่งยังพัฒนาไม่แล้วเสร็จ โดยการทดสอบเป็นการทดสอบเบื้องต้นเพื่อทดสอบการสื่อสารของอุปกรณ์ ที่นำมาใช้ในการพัฒนา Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียม ซึ่งอุปกรณ์หลักที่ใช้คือ Satellite Modem ที่ใช้ในการสื่อสาร และ Main processor เพื่อใช้ในการควบคุมและส่งข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม GNSS ผ่านเครือข่ายดาวเทียม Iridium ไปยัง server ดังแสดงในรูปที่ 102 ซึ่งจะสามารถคำนวณหาค่า Latency และยังแสดงค่าความแรงของสัญญาณด้วย อย่างไรก็ตามค่าความแรงสัญญาณที่ได้ยังไม่ได้อยู่ในหน่วย dBm เหมือนการทดสอบ Cellular Remote ID แต่เป็นเพียงค่าความแรงของสัญญาณที่เป็นระดับ 5 ระดับเท่านั้น นอกจากนี้ การทดสอบนี้จะทำการต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับ Satellite Module เพื่อใช้ในการสั่งให้ทำการ ping เพื่อทดสอบการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม ที่จะทำให้เห็นเพียงความเร็วในการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมเพียงอย่างเดียวโดยยังไม่มีการส่งสัญญาณไปยัง Server ซึ่งการ ping จะทำให้ได้ความเร็วในการสื่อสารไปกลับเท่านั้นซึ่งจะน้อยกว่าการใช้งานจริงดังแสดงในรูปที่ 103

รูปที่ 102 การเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับการทดสอบการส่งข้อมูลผ่าน Satellite Module

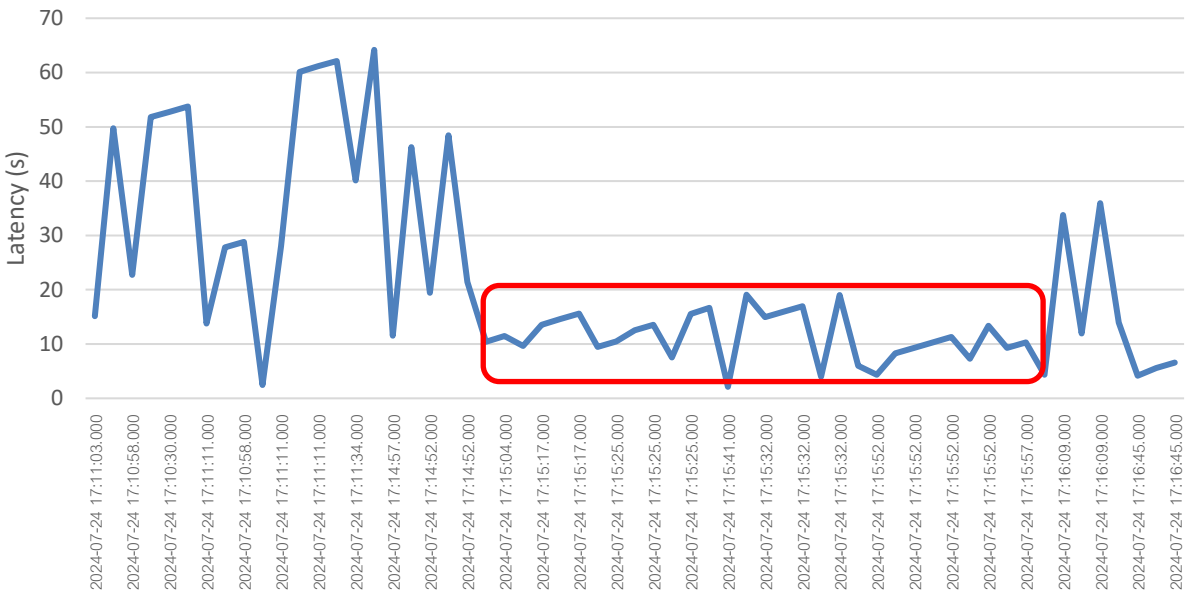


รูปที่ 103 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบการส่งข้อมูลผ่าน Satellite Module

ผลการทดสอบเฉพาะการสื่อสารผ่านดาวเทียม แสดงในรูปที่ 104 จะเห็นได้ว่า เวลาที่ใช้ในการสื่อสารไปกลับระหว่าง อุปกรณ์และดาวเทียมอยู่ที่ 1-3 วินาที และรูปที่ 105 แสดง Latency ที่ได้จากการเทียบเวลา GNSS และ Server ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่าในช่วงการเชื่อมต่อปกติ ค่า Latency จะอยู่ที่ประมาณ 10 วินาที



รูปที่ 104 ผลการทดสอบการส่งข้อมูลผ่านดาวเทียมจากการ Ping



รูปที่ 105 ค่า Latency ที่ได้จากการเทียบเวลาจาก GNSS และ Server

ในการสาธิตครั้งที่ 8 ได้นำ Remote ID ที่พัฒนาจนสมบูรณ์แล้วติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับและทำการบินเพื่อทดสอบการระบุตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 106 โดยผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 24 โดยการทดสอบดังกล่าวจะเปรียบเทียบตำแหน่งที่ได้จาก Remote ID กับตำแหน่งที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับที่มีการใช้เทคโนโลยี RTK ที่มีความแม่นยำสูง จากผลการทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยระยะทางของตำแหน่งที่ได้จาก Remote ID และอากาศยานไร้คนขับอยู่ที่ประมาณ 2.35 เมตร

รูปที่ 106 Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมที่ทำการติดตั้งบน อากาศยานไร้คนขับ

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบ Satellite Remote ID

Aircraft				Remote ID		Distance
ALT (m)	ASL (m)	LAT	LONG	LAT	LONG	(m)
10.1	20.3	14.045633	100.600204	14.04565	100.6002	2.15
20	30.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.23
30	40.3	14.04563	100.600207	14.04565	100.6002	2.61
40	50.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.23
20	30.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.23
50	60.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.23
60	70.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.23
70	80.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.23
80.1	90.4	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.23
120	130.2	14.045619	100.600198	14.04565	100.6002	3.20
Average						2.35

2.6 ประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) และการจัดการสาธิต (Demonstration) ร่วมกับสำนักงาน กสทช. กพท. และ บริษัทวิทยุการบินฯ ต่อการพัฒนาระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance)

ในการพัฒนาโครงการได้มีการจัดการประชุมกลุ่มย่อยจำนวน 4 ครั้ง เพื่อรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและนำมาปรับใช้ในการดำเนินการภายใต้โครงการ หลังจากนั้นมีการจัดการสาธิต เพื่อแสดงความสามารถของระบบและอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นจำนวน 11 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะนำเสนอความสามารถของระบบตามความคืบหน้าในการพัฒนาระบบตามลำดับ ในหัวข้อนี่จะแสดงบทสรุปของการประชุมแต่ละครั้ง

2.6.1 บทสรุปผู้บริหาร Focus group ครั้งที่ 1

ปัจจุบันมีการนำอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวี (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) หรือโดรน นำมาใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรมและมีความต้องการที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมของภาคเอกชนมากยิ่งขึ้น โดยมีการศึกษาและคาดการณ์ว่าใน 5 ปีข้างหน้าการเติบโตของตลาด UAV ของทั่วโลกและประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 2 เท่า ซึ่งผลต่อกิจกรรมการใช้ห้วงอากาศ (Airspace) ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ก่อเกิดการใช้ห้วงอากาศที่หนาแน่นมากขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงการจราจรของโดรน และการนำโดรนไปบินเพื่อละเมิดสิทธิความเป็นส่วนตัวของผู้อื่นหรือนำไปใช้ในกิจกรรมที่ผิดกฎหมาย ปัจจุบันประเทศไทยมีระเบียบข้อบังคับให้เจ้าของโดรนดำเนินการลงทะเบียนและขออนุญาตทำการบินกับหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบ ได้แก่ สำนักงานการบินพลเรือนฯ และ กสทช. และจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีด้านการจัดจราจรอากาศยานไร้คนขับเพื่อให้การดำเนินตามกฎระเบียบข้อบังคับได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ (กองทุน กทปส.) เล็งเห็นถึงความสำคัญและ สทอภ. ได้รับสนับสนุนงบประมาณ โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

การจัด Focus group : การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ครั้งที่ 1 จุดประสงค์เพื่อนำเสนอและรับฟังความคิดเห็นผลการวิจัยพัฒนาและรับฟังคิดความเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) และระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ภายใต้ จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) ของสทอภ. เสนอผลการศึกษาพัฒนาระบบ UTM จาก ICAO สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป และนำมาออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ UTM เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยโดยมีแผนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วย

- การพัฒนาระบบลงทะเบียนโดรน (registration services) แบบ one stop services
- การพัฒนาอุปกรณ์ระบุตัวตนระยะไกล (Drone ID หรือ Remote ID)

จากการหารือในครั้งนี้ได้ข้อสรุปดังนี้

แนวทางการพัฒนาระบบ UTM โดย สทอภ. มีชื่อเรียกว่า DroneSign ในที่ประชุมเห็นด้วยในหลักการทิศทางการพัฒนาระบบ UTM นอกเหนือจากนี้ กพท. มุ่งเน้นเร่งด่วนเรื่องสำคัญในปัจจุบัน ได้แก่ การอนุญาตการทำการบิน การรับรองศูนย์ฝึกอบรมและหลักสูตรอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน การกำหนดมาตรฐานความรู้ความสามารถและออกใบอนุญาตผู้บังคับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน การจดทะเบียนอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน การจัดทำร่างมาตรฐานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินในอนาคตอันใกล้ ในส่วนของ UTM นั้นทาง กพท. อยู่ระหว่างจัดทำร่างที่เกี่ยวข้องกับนโยบาย ระเบียบ แนวทางปฏิบัติของการจัดการอากาศยานไร้คนขับ ในร่างฯมีการระบุรายละเอียดโครงการการวิจัยพัฒนาระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (ที่มา วัตถุประสงค์ วิธีการ งบประมาณการพัฒนา ผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบ) ที่เป็นแผนการดำเนินการโดย กพท. ดังนั้นทาง กพท. ชี้แจ้งว่า กพท. ไม่สามารถการันตีการนำระบบ UTM ที่พัฒนาโดย สทอภ. หรือจากหน่วยงานอื่น ๆ นำไปใช้ในทางปฏิบัติเนื่องจากระเบียบ นโยบาย ยังอยู่ระหว่างการดำเนินการและเกี่ยวข้องกับทางหลายฝ่ายภายในหน่วยงาน กพท. และจำเป็นที่จะต้องหารือและใช้เวลาดำเนินการอีกหลายชั้นโดยเฉพาะในระดับผู้บริหารระดับสูงของหน่วยงาน กพท.

1) การเชื่อมต่อกับระบบการขึ้นทะเบียนในกรณีที่มีการใช้งานระบบเดิมอยู่และในปัจจุบัน ทาง สทอภ. จึงขออนุญาตเชื่อมต่อกับระบบการลงทะเบียนของ กพท. เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์โครงการ กพท. ชี้แจ้งเพิ่มเติมว่า การเชื่อมต่อระบบ กพท. ต้องขออนุญาตหลายขั้นและมีความเสี่ยงเรื่องข้อมูลส่วนบุคคล ตาม พ.ร.บ. คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล หรือ Personal Data Protection Act (PDPA) เสนอว่าให้ สทอภ. วิจัยพัฒนาระบบลงทะเบียนที่ไม่ขึ้นกับ กพท. และมุ่งเน้น demonstration เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นตามขอบเขตของโครงการ
2) กพท. ชี้แจ้งกฎหมาย กฎระเบียบ และแนวปฏิบัติของการจราจรอากาศยานไร้คนขับ อยู่ในขั้นตอนกำลังดำเนินการจัดทำระเบียบ คาดว่าจะเสร็จร่างในเบื้องต้นช่วงเดือน สิงหาคม 2566 กระบวนการสำหรับดำเนินการออกเป็นกฎหมายคาดว่าจะใช้เวลาอย่างน้อย 2 ปี
3) ผู้ร่วมประชุม Focus group เห็นชอบตามแนวทางการพัฒนา Remote ID และ คุณสมบัติ Remote ID ที่ได้มีการดำเนินการตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้แล้ว และในการพัฒนา Remote ID มีการพัฒนาแบบ network เพื่อให้โดรนสามารถส่งข้อมูลระบุตัวตนได้อย่างต่อเนื่อง และใช้ในการปฏิบัติการที่สูงขึ้น แต่มีความเห็นให้ใช้การส่งข้อมูลของตัวโดรนเป็นไปตามมาตรฐาน Remote ID ได้แก่ Standard Specification for Remote ID and Tracking : ASTM F3411ที่กำหนดไว้แล้ว และในอนาคตการพูดคุยกับผู้ผลิตอาจเกี่ยวข้องกับการพัฒนาและปรับปรุงระบบ Remote ID

4) การบินโดรนจะมีกฎระเบียบต่าง ๆ เข้ามาควบคุม โดยส่วนที่เกี่ยวข้องจะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบเหล่านี้ การส่งต่อข้อมูลระหว่างระบบสื่อสารและข้อมูลส่วนบุคลจำเป็นต้องคำนึงถึงกฎหมาย พรบ. คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ.2562 ซึ่งเป็นอีกประเด็นที่จำเป็นต้องหารือกันในครั้งถัดไป

2.6.2 บทสรุปผู้บริหาร Focus group ครั้งที่ 2

การจัด Focus group : การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ครั้งที่ 2 จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรม (literature review) ของ สทอภ. เสนอผลการศึกษาพัฒนาระบบ UTM จาก ICAO สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป และนำมาออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ UTM เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยโดยมีแผนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วย

- การพัฒนาระบบลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ (registration services) แบบ one stop services
- การพัฒนาอุปกรณ์ระบุตัวตนระยะไกล (Drone ID หรือ Remote ID)

จากการหารือในครั้งนี้ได้ข้อสรุปดังนี้

1) คณะผู้วิจัยมีการนำเสนอขอบเขตการวิจัยพัฒนาของโครงการ และ requirement ของการออกแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับที่มีชื่อว่า DroneSign ซึ่งประกอบด้วย E-registration, E-identification และ การติดตามโดรนขณะทำการบิน รวมไปถึงการดำเนินสาธิต (demonstration) ตั้งแต่การลงทะเบียนโดรน นักบิน และ ขออนุญาตทำการบิน ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยคณะผู้วิจัย โดยในที่ประชุมมีการเห็นชอบแนวการพัฒนา นอกเหนือจากนี้มีการให้คำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิตและผู้ใช้โดรนในการปฏิบัติงาน ควรพัฒนาและเพิ่มฟังก์ชันการ ตัวอย่างเช่น การพัฒนาเพิ่มฟังก์ชันดังนี้ 1) การอัปโหลดแผนที่โดยใช้ไฟล์นามสกุล KML 2) การใช้เชื่อมต่อแบบ API สำหรับการอัปโหลด flight plan ซึ่งทางคณะผู้วิจัยรับพิจารณาและตรวจสอบข้อบังคับ หากไม่ขัดกับข้อบังคับในปัจจุบัน ทางคณะผู้วิจัยจะมีการพัฒนาเพิ่มเติมและเสนอในการประชุม Focus group ในครั้งต่อไป นอกเหนือจากนี้ทาง กพท. เสนอให้คณะผู้วิจัยดำเนินการทดสอบการเชื่อมต่อระบบ UTM (DroneSign) ผ่าน API กับ ระบบการลงทะเบียนของ กพท. ด้วยการจำลองการทดสอบการเชื่อมต่อระบบ UTM กับคอมพิวเตอร์หรือระบบอื่น ๆ แทนการเชื่อมต่อกับระบบของ กพท. เนื่องจากขั้นตอนการขออนุญาตการเชื่อมต่อกับระบบ กพท. มีหลายขั้นตอนและใช้เวลาในการดำเนินการ รวมไปถึงการลดความเสี่ยงเรื่องการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (Personal Data Protection Act : PDPA)

2) การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศฯ โดยขอบเขตของโครงการคือ การแนวทางการพัฒนา Remote ID เพื่อใช้ในการระบุตัวตนอากาศยานไร้คนขับ ในการประชุมครั้งนี้มีการนำเสนอคุณสมบัติของ Remote ID แบบ cellular และ แบบผ่านดาวเทียม รวมถึงการออกแบบฮาร์ดแวร์เบื้องต้นของทั้ง 2 แบบ ในที่ประชุมเห็นชอบแนวทางในการออกแบบที่ได้นำเสนอ อย่างไรก็ตามมีข้อเสนอแนะจากผู้มีส่วนใดส่วนเสียด้านการบินโดรนเชิงพาณิชย์ ในเรื่องของความจุของ

แบตเตอรี่ของ Remote ID ควรจะมีระยะเวลาการใช้งานมากกว่า 1 ชั่วโมง โดยให้พิจารณาควบคู่กับขอบเขตของการดำเนินโครงการ งบประมาณ และ ระยะตามแผนของการดำเนินโครงการ

2.6.3 บทสรุปผู้บริหาร Focus group ครั้งที่ 3

การจัด Focus group : การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ครั้งที่ 3 สทอภ. นำเสนอหลักการสำคัญในการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ UTM ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยดังนี้

1) ความปลอดภัยต่อการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ
2) มาตรฐานสากลที่ยอมรับ
3) การใช้งานเปิดกว้าง
4) สามารถพัฒนาต่อยอด
5) การปฏิบัติงานเป็นแบบอัตโนมัติ
6) ถูกออกแบบให้มีความปลอดภัยสูง

นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอความคืบหน้าการพัฒนา Remote ID และบริการที่สามารถตอบสนองข้อเสนอแนะของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของระบบ UTM ในส่วนของการสาธิตการใช้งาน

จากการหารือในครั้งนี้ได้ข้อสรุปดังนี้

1) คณะผู้วิจัยมีการนำเสนอขอบเขตการวิจัยพัฒนาของโครงการ และ requirement ของการออกแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับที่มีชื่อว่า DroneSign ซึ่งประกอบด้วย E-registration, E-identification และ การติดตามโดรนขณะทำการบิน รวมไปถึงการดำเนินสาธิต (demonstration)
    - การสาธิตกรณีที่ 1 การลงทะเบียนการใช้งานของ operator แบบครบวงจร
    - การสาธิตกรณีที่ 2 การเพิ่มนักบินและค้นหาในสังกัดของ operator
    - การสาธิตกรณีที่ 3 การส่งขอร้องและขออนุมัติแผนเพื่อปฏิบัติภารกิจ
    - การสาธิตกรณีที่ 4 การขอปฏิบัติการทำการบินในเวลากลางคืน

โดยในที่ประชุมมีการเห็นชอบการพัฒนาระบบ UTM จาก กพท. กสทช. บริษัทเอกชนที่ใช้ประโยชน์จากการใช้โดรน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย นอกเหนือจากนี้มีการให้คำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิตและผู้ใช้โดรนในการปฏิบัติงาน ควรพัฒนาและเพิ่มฟังก์ชันการ ตัวอย่างเช่น การพัฒนาเพิ่มฟังก์ชันดังนี้ 1) การตรวจสอบพื้นที่ทับซ้อนในกรณีมีผู้ขอให้ห้วงอากาศเดียวกัน 2) การแจ้งเตือนหากมีการบังคับแผนการบินฉุกเฉินจากผู้กำกับดูแล 3) การขออนุญาตบินในเขต VTD ซึ่งทางคณะผู้วิจัยรับพิจารณาและตรวจสอบข้อบังคับหากไม่ขัดกับข้อบังคับในปัจจุบัน รวมไปถึงไม่เกินขอบเขต งบประมาณ และกระทบต่อการดำเนินโครงการก่อนดำเนินการพัฒนาต่อไป

การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศฯ โดยขอบเขตของโครงการคือ การแนวทางการพัฒนา Remote ID เพื่อใช้ในการระบุตัวตนอากาศยานไร้คนขับ ในการประชุมครั้งนี้มีการนำเสนอคุณสมบัติของ Remote ID แบบ cellular และ แบบผ่านดาวเทียม รวมถึงการออกแบบและแสดงต้นแบบฮาร์ดแวร์ของ Remote ID ทั้ง 2 แบบ ในลำดับถัดไปจะดำเนินการทดสอบ Remote ID ก่อนนำเข้าระบบ PTEP เพื่อให้ทาง กสทช. ตรวจสอบเพื่อดำเนินการสร้าง Remote ID เพิ่มเติมจำนวน 29 ชิ้น และ 4 ชิ้น สำหรับแบบ Cellular และ satellite ผู้ความร่วมประชุมมีข้อเสนอแนะในเรื่องของความทนทานของแบตเตอรี่ ที่มีต่อสภาพอากาศประเทศไทย รวมไปถึงการทดสอบความแม่นยำในการรับค่าจากสัญญาณ GPS โดยทางคณะผู้วิจัยจะนำมาพิจารณาในการดำเนินการทดสอบ Remote ID ต่อไป

2.6.4 บทสรุปผู้บริหาร Focus group ครั้งที่ 4 และ Demonstration ครั้งที่ 1

การออกแบบระบบการบริหารจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management) ในประเทศไทยต้องคำนึงถึงหลายปัจจัยเพื่อให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ปัจจัยที่สำคัญของการพัฒนาระบบคือ 1) ระบบ UTM ควรมีความสามารถในการตรวจจับและควบคุมอากาศยานไร้คนขับในเขตอากาศและให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของอากาศยาน 2) ระบบ UTM ต้องสอดคล้องกับกฎหมายและระเบียบข้อบังคับการบริหารจัดการจราจรอากาศในประเทศไทย และต้องมีความร่วมมือกับหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบในการควบคุมการจราจรอากาศ ปัจจุบันประเทศไทยมีระเบียบข้อบังคับให้เจ้าของอากาศยานไร้คนขับดำเนินการลงทะเบียนและขออนุญาตทำการบินกับหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบ ได้แก่ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) และ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) 3) ระบบ UTM ต้องถูกออกแบบให้สามารถปรับใช้กับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอยู่อย่างรวดเร็ว เพื่อให้สามารถรองรับการเจริญเติบโตของตลาด UAV ในอนาคต 4) ระบบ UTM ต้องสามารถควบคุมการจราจรอากาศยานไร้คนขับในห้วงอากาศอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันการชนกันและควบคุมการใช้งานอากาศยานให้สอดคล้องกับกฎหมาย การสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานรัฐและภาคเอกชนเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาระบบ UTM ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย ดังนั้น ทางกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ (กองทุน กทปส.) เล็งเห็นถึงความสำคัญและ สทอภ. ได้รับสนับสนุนงบประมาณ โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

การบรรยายพิเศษ: จาก Unmanned Aircraft Systems (UAS) สู่ Advanced Air Mobility (AAM) ปัญหานโยบายและกฎหมาย การเปลี่ยนแปลงจาก UAS สู่ AAM นั้นเป็นที่นิยมมากในการเปลี่ยนแปลงวิธีการขนส่งและการควบคุมการจราจรในอากาศ แต่มีปัญหานโยบายและกฎหมายที่ต้องพิจารณาเมื่อพัฒนา AAM ที่มีต้นตอจาก UAS ดังนี้

1) การควบคุมการจราจรของยานบินไร้คนขับที่มีความสามารถในการบินที่มีคนขับและยานบินไร้คนขับอื่น ๆ ในห้วงอากาศเดียวกัน การควบคุมการจราจรในห้วงอากาศจะต้องปรับให้เหมาะสมเพื่อให้รองรับรูปแบบ

เส้นทางการบินโดยปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ซึ่งหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบ ได้แก่ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) และ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) และสิ่งที่สำคัญคือต้องพิจารณาวิธีการอนุญาตและการรับรองอากาศยานไร้คนขับด้วย

2) ตลาดด้านอากาศยานไร้คนขับอาจเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เช่น ในบางพื้นที่มุ่งเน้นไปทางการบริหารจัดการเมืองโดยใช้โดรนในการขนส่งผู้โดยสาร ขนส่งอุปกรณ์ปฐมพยาบาล ตรวจตราบ้านเรื่อน ซึ่งต้องพิจารณาวิธีการควบคุมการจราจรในอากาศที่สามารถรองรับอากาศยานมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้ต้องพิจารณาวิธีการเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน กำหนดนโยบายเกี่ยวกับการใช้ห้วงอากาศที่ใช้ในการเดินอากาศ

ในการเปลี่ยนแปลงจาก UAS สู่ AAM การทำงานร่วมกันระหว่างรัฐ ภาคเอกชน และส่วนราชการเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนานโยบายและกฎหมายที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับอนาคตของ AAM ดังนั้น ผู้ที่จะพัฒนาระบบ UTM หรือพัฒนาอากาศยานต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วนในการออกแบบระบบ หรือพัฒนานวัตกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับข้อกฎหมายของไทย

การจัด Focus group : การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ครั้งที่ 4

จุดประสงค์หลักของ Focus group ครั้งนี้คือ สรุปแนวทางการออกแบบพัฒนาระบบ UTM และโครงสร้างพื้นฐานที่ทาง สทอภ. ดำเนินการศึกษาวิจัยตามขอบเขตโครงการและข้อเสนอแนะจากหน่วยงานผู้กำกับดูแล (กพท. บวท. และ กสทช.) และผู้ประกอบการเอกชน เช่น ไทยคม และเอกชนอื่น ๆ ที่เป็นผู้ใช้งานโดรนและผู้พัฒนาโดรนเพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงระบบ UTM โดย สทอภ. นำเสนอขอบเขตการวิจัยพัฒนาของโครงการ และ requirement ของการออกแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับที่มีชื่อว่า DroneSign ซึ่งประกอบด้วย E-registration, E-identification การขอแผนทำการบิน และ การติดตามโดรนขณะทำการบิน

การจัด demonstration : การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ครั้งที่ 1

การสาธิตในครั้งนี้ได้รับเกียรติจากผู้แทน กพท. และ บริษัท Drone X เป็นผู้ดำเนินการทดสอบระบบตั้งแต่การลงทะเบียนตั้งแต่ต้นจนถึงขอแผนเพื่อดำเนินการทดสอบการบิน การสาธิตนี้ประกอบด้วย 4 การสาธิต ดังนี้

- การสาธิตกรณีที่ 1 การขึ้นทะเบียนโดรน
- การสาธิตกรณีที่ 2 การเพิ่มนักบินและค้นหาในสังกัดของ operator
- การสาธิตกรณีที่ 3 การส่งขอร้องและขออนุมัติแผนการบินโดรนเพื่อปฏิบัติภารกิจ
- การสาธิตกรณีที่ 4 การขอปฏิบัติการทำการบินในเวลากลางคืน

จากการประชุม focus group ครั้งที่ 4 และ demonstration ครั้งที่ 1 นี้ได้รับความเห็นชอบและพึ่งพอใจในการพัฒนาระบบ UTM จากหน่วยงานทั้งรัฐและบริษัทเอกชนที่ใช้ประโยชน์จากการใช้โดรน และผู้ส่วนได้ส่วน

เสียต่าง ๆ นอกเหนือจากนี้มีการให้คำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เข้าร่วมและผู้ใช้โดรน สทอภ.น้อมรับความเห็นนำไปดำเนินการพิจารณาและตรวจสอบข้อบังคับหากไม่ขัดกับข้อบังคับในปัจจุบัน รวมไปถึงไม่เกินขอบเขต งบประมาณโครงการ จะดำเนินการปรับปรุงพัฒนาต่อไป

2.6.5 บทสรุปผู้บริหาร Demonstration ครั้งที่ 2

การสาธิตการใช้งานในครั้งที่ 2 ซึ่งจัดขึ้นเมื่อวันที่ 7-8 ธันวาคม 2566 ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ในครั้งนี้ได้มีการบรรยายพิเศษในหัวข้อ “อากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน” จาก คุณฉัตรชัย ปั่นตระกูล ผู้จัดการฝ่ายมาตรฐานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน หลังจากนั้นได้มีการสาธิตการใช้งานระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ โดย ดร.สุวัฒน์ ศรีเศวต ซึ่งมีเนื้อหาโดยสังเขปดังนี้

การบรรยายพิเศษหัวข้อ “อากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน” ฉัตรชัย ปั่นตระกูล ผู้จัดการฝ่ายมาตรฐานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.)

เมื่อพูดถึงอากาศยานไร้คนขับแล้วอาจมีภาพที่ต่างกันตามแต่งการรับรู้ของผู้ฟัง ดังนั้นเพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน สามารถแบ่งอากาศยานที่ไม่มีคนขับตามลักษณะของภาระกิจได้เป็น 3 ประเภท คือ

- Open Category – Low risk
- Specific Category – Medium risk
- Certified Category – Risk as manned aviation

สำหรับประเภท Open นั้นสามารถทำการบินได้เลย ไม่ต้องขออนุญาตก่อนทำการบิน และประเภท Certified ยังไม่มีมาตรฐานสำหรับประเภทนี้ การจัดการบินที่กำลังศึกษาวิจัยในขณะนี้ส่วนใหญ่จะเน้นไปที่ประเภท Specific เป็นหลัก ซึ่งในการควบคุมจะเป็นออกเป็นสองส่วนหลักคือ ส่วนของอากาศยานและนักบิน โดยการควบคุมการใช้งานและการออกมาตรฐานต่าง ๆ ออกแบบให้สอดคล้องกับประเภทของการทำการบินและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ กล่าวคือหากมีความเสี่ยงน้อยอาจจะไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมมาก แต่ในทางกลับกันหากมีความเสี่ยงมาก จะต้องมีมาตรฐานต่าง ๆ ที่ควบคุมทั้งผู้ทำการบินเองและอากาศยานที่ใช้ทำการบินด้วย ซึ่งในอนาคตทาง กพท. จะมีการออกมาตรฐานสำหรับอากาศยานประเภทต่าง ๆ และ บังคับให้ผู้ทำการบินต้องมีใบอนุญาตทำการบินเช่นเดียวกับใบขับขี่รถยนต์ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ที่ทำการบินมีความรู้ความสามรถมากพอที่จะทำการบินได้อย่างปลอดภัย

การจัดสาธิต Demonstration Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)

ในการสาธิตครั้งที่ 2 นี้มีหัวข้อการสาธิตดังนี้

- การลงทะเบียนโดรน และเป็น Drone Operator กรณีเป็นนิติบุคคล
- การลงทะเบียน Remote ID และการพัฒนาต้นแบบ Network Remote ID
- การจัดการกับแผนที่ได้รับการอนุมัติแล้ว (Pre-Tactical Phase)

- ระบบแสดงผลโดยรักษาความเป็นส่วนตัวของผู้บินโดรน

ในงานงาน มีข้อสอบถามและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัย มีเนื้อหาสรุปเกี่ยวกับความชัดเจนของประเภทของการทำการบิน โดยให้ระบุให้ชัดเจนว่าเป็นการให้บริการประเภทใด และอาจมีการเพิ่มเติมในส่วนของการให้บริการสำหรับผู้ทำการบินที่เป็น Standard scenario ที่สามารถทำการบินได้หากปฏิบัติตามข้อบังคับต่าง ๆ ของทาง กพท.

2.6.6 บทสรุปผู้บริหาร Demonstration ครั้งที่ 3

การสาธิตในครั้งที่ 3 ที่จัดขึ้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2567 ณ สถานีบริการภาคพื้นดินไทยคม อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานีในครั้งนี้มีการบรรยายการสาธิต " Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" โดย ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต ซึ่งมีเนื้อหาโดยสังเขปดังนี้

การใช้งานระบบ UTM ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถแยกเป็น 9 Use cases ดังนี้

- Use case 1 : ประชาชน/นิติบุคคล ทั่วไปต้องการเป็นผู้ใช้งานระบบ DroneSign
- Use case 2 : ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการดูการบินอากาศยานไร้คนขับในบริเวณใกล้เคียง
- Use case 3 : ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการสำรวจพื้นที่ทำการบิน
- Use case 5 : ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการเป็นนักบิน
- Use case 6 : ผู้ดำนเนินการ เพิ่ม/ถอน นักบินในสังกัด
- Use case 7 : ผู้ดำเนินการ เพิ่ม/ผูก Module Remote ID
- Use case 8 : ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Open
- Use case 9 : ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Specific (เพื่อถ่ายภาพหรือสำรวจอาคาร)

หลังจากมีแผนการบินเกิดขึ้น จึงมีส่วนของการบริหารแผนการบินอากาศยานไร้คนขับ มาช่วยในการจัดการ โดยมีการอ้างอิงจาก FAA (Federal Aviation Administration) ซึ่งระบบสามารถอนุมัติแผนการบินแบบ Specific ที่เป็นไปตาม standard scenario โดยอัตโนมัติหากผู้ขอแผนปฏิบัติตามข้อกำหนด ถ้าหากอยู่นอกเหนือจากนี้ระบบจะส่งต่อให้ผู้มีอำนาจในการพิจารณาอนุมัติแผนการบิน

หลังจากนั้นมีการเสนอผลการทดสอบ Network Remote ID ที่ได้พัฒนาขึ้นโดยมีการทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการบอกตำแหน่งสองการทดสอบดังนี้

- ทดสอบการระบุตำแหน่งโดยคำนวณระยะห่างของ 2 ตำแหน่งเทียบกับระยะห่างที่วัดได้จากตลับเมตร โดยผลต่างที่ได้จากการทดสอบอยู่ที่ 0.72 เมตร
- ทดสอบการระบุตำแหน่ง โดยเทียบกับการระบุตำแหน่งจากโมดูล RTK ซึ่งมีความแม่นยำในการระบุตำแหน่งสูง โดยความต่างของการระบุตำแหน่งเฉลี่ยที่ประมาณ 3 เมตร

จากนั้นมีการให้ผู้เข้าร่วมการประชุมได้ทดสอบระบบ UTM ที่ได้มีการเพิ่มระบบการแสดงพื้นที่การบินสำหรับประชาชนทั่วไป และการขอแผนการบินแบบ Specific ที่เป็นไปตาม Standard Scenario หลังจากนั้นทำการทดสอบความถูกต้องในการระบุตำแหน่งของ Network Remote ID ภาคสนาม ซึ่งเป็นการทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการระบุตำแหน่ง โดยผลที่ได้สอดคล้องกับผลการทดสอบข้างต้น

2.6.7 บทสรุปผู้บริหาร Demonstration ครั้งที่ 4

จากการประชุมกลุ่มย่อย 4 ครั้งและ การสาธิตระบบทั้ง 3 ครั้งที่ผ่านมา คณะผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก ซึ่งคณะผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะและความคิดเห็นมาพิจารณาเพื่อใช้เป็นแนวทางการพัฒนาระบบ การสาธิตฯ ครั้งที่ 4 จัดขึ้นที่โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ เซ็นทรัลพลาซาลาดพร้าว ในวันที่ 11 มีนาคม 2567 ในครั้งนี้การจัดการสาธิตได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วง ในช่วงแรกเป็นการบรรยายเรื่อง Uncrewed Traffic Management โดย Frank Erb, Director Market Development on UTM solutions จาก Thales Group เนื้อหาในการบรรยายสรุปดังนี้

- การใช้งานระบบ UTM ระดับภูมิภาคเพื่อจัดการอากาศยานไร้คนขับอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพเป็นไปได้
- การเปลี่ยนแปลงในตลาดในปี 2024 ที่มีการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน UTM และการมอบหมายให้ผู้ให้บริการเดินอากาศจัดการน่านฟ้าระดับความสูงต่ำ
- ศักยภาพในการเติบโตของอุตสาหกรรมอากาศยานไร้คนขับทั้งในระดับโลกและในประเทศไทย
- บทบาทสำคัญของเครื่องมือและนโยบาย UTM ในการส่งเสริมความปลอดภัยและการเติบโตของอุตสาหกรรมอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทย
- ความสำคัญของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นและการบูรณาการเทคโนโลยีสำหรับ UTM ในประเทศไทย
- นโยบายที่มุ่งเน้นการสนับสนุนการพัฒนาและการใช้งาน UTM ในอนาคตเพื่อสร้างสภาวะที่เป็นประโยชน์แก่ธุรกิจและการนำเทคโนโลยีมาใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพในประเทศไทย

หลังจากนั้นเป็นการบรรยายและสาธิตระบบโดย ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- การจัดการแผนการบินที่ใช้ในระบบ DroneSign ได้นำแนวทางมาจาก U-space, LAANC, และ ASTM F3548 – 21
- การขอแผนจะมีการลำดับความสำคัญของแผนการบิน โดยแผนที่มีความสำคัญสูงกว่าจะสามารถขอแผนทับแผนที่มีความสำคัญน้อยกว่าได้ และแผนที่มีความสำคัญน้อยกว่าจะถูกยกเลิก
- การให้ผู้เข้าร่วมงานได้ลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น

2.6.8 บทสรุปผู้บริหาร Demonstration ครั้งที่ 5

การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 5 จัดขึ้นในวันที่ 11 มีนาคม 2567 ที่ วังจันทร์วัลเลย์ จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นพื้นที่ Sandbox ในการทดสอบการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ โดยในการจัดสาธิตครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปที่การทดสอบความถูกต้องของการระบุความสูงของ Remote ID ที่ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการใช้งานร่วมกันในพื้นที่ใกล้เคียง ของ Remote ID สำหรับการทดสอบความแม่นยำในการระบุความสูงจะใช้ DJI MATRICE 350 RTK ที่มีการติดตั้งกล้อง LIDAR ที่มีความแม่นยำในการระบุความสูง เป็นค่าอ้างอิง โดยทดสอบที่ความสูง 6 – 90 เมตร โดยเพิ่มความสูงครั้งละ 10 เมตร พบว่า Remote ID ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นสามารถระบุความสูงได้ถูกต้อง โดยมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอยู่ที่ 3.47 % นอกจากนี้ยังได้ทำการบินอากาศยานไร้คนขับอีก 2 ลำที่มีการติดตั้ง Remote ID ที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อทดสอบระบบ เมื่อมีการใช้งานร่วมกัน ผลปรากฏว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์

นอกจากการสาธิตการใช้งานแล้ว ยังมีการการบรรยายจากวิทยากร 2 ท่าน คือ

1) อาจารย์ประเสริฐ ป้อมป้องศึก บรรยายในหัวข้อ “นิตินโยบายว่าด้วย UA, UAS และ AAM” โดยในเนื้อหามีการพูดถึงปัญหาทางกฎหมาย และการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับ
2) นาวาอากาศเอกอนุกูล อ่อนจันทร์อม บรรยายในหัวข้อประสบการณ์การริเริ่มการพัฒนาต้นแบบการใช้อากาศยานไร้คนขับ สนับสนุนภารกิจขนส่งทางการแพทย์” โดยเนื้อหาเป็นการเผยแพร่ประสบการณ์ ในการทดสอบขนส่งทางการแพทย์ ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ รวมทั้งวิธีแก้ปัญหาและแนวทางการดำเนินงาน

2.6.9 บทสรุปผู้บริหาร Demonstration ครั้งที่ 6

การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 6 จัดขึ้นในวันที่ 13 มิถุนายน 2567 ที่ โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ เซ็นทรัลพลาซา ลาดพร้าว ในการจัดการสาธิตครั้งนี้ ได้มีการเชิญ ดร.ภานุ เศรษฐเสถียรจาก GISTDA มาให้ความรู้เกี่ยวกับ Digital twin ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ UTM ในโครงการนี้ เนื่องจากในการพัฒนาระบบได้มีการนำข้อมูลความสูงของอาคารมาใช้ในการหาเส้นทางการบินของอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลในระบบ SPHERE ที่ได้รวมรวบข้อมูลที่ GISTDA ได้ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ เพื่อเผยแพร่ ให้ผู้ที่ต้องการใช้งานได้นำไปใช้ในกิจการต่าง ๆ

ในส่วนของการสาธิตการทำงานของระบบ ในครั้งนี้ได้ทำการสาธิตการใช้งานในหน้าของผู้กำกับดูแล ซึ่งมี 2 ส่วนคือ หน้าของ กสทช. และ กพท. โดยในครั้งนี้ได้ทำการอธิบาย และสาธิตการใช้งานในส่วนของการอนุมัติคำขอขึ้นทะเบียนและคำขอในการทำการบิน และเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมงานได้มีส่วนร่วมในการทดลองใช้งานจริงด้วย

2.6.10 บทสรุปผู้บริหาร Demonstration ครั้งที่ 7

การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 7 จัดขึ้นในวันที่ 25 กรกฎาคม 2567 ณ โรงแรมเดอะ ระวีกัลยา กรุงเทพ ในการจัดการสาธิตฯ ครั้งนี้ เป็นการสาธิตการใช้งาน Remote ID ที่สื่อสารด้วยดาวเทียมเป็นครั้งแรก โดยในช่วงแรก เป็นการบรรยายสรุปเกี่ยวกับการดำเนินโครงการและการจัดสาธิตฯ ในครั้งที่ผ่าน ๆ มา และมีการแสดงผลการทดสอบ

ค่าความแรงสัญญาณ (RSSI) และ ค่า Latency ที่ได้จากการลงพื้นที่ทดสอบ โดยใช้เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3 เครือข่ายคือ TRUE AIS และ NT ในจังหวัด ปทุมธานี กรุงเทพฯ และ ระยอง จากผลการทดสอบพบว่าค่าความแรงสัญญาณอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยมทั้ง 3 เครือข่ายในทุกพื้นที่ อาจมีค่าความแรงน้อยลงบ้างในบางเครือข่าย และพื้นที่ ส่วนค่า Latency อยู่ที่ประมาณ 4-5 วินาทีในทุก ๆ การทดสอบ ในการทดสอบนี้มีการวัดค่าที่ความสูงต่าง ๆ โดยการติดตั้ง Remote ID บนอากาศยานไร้คนขับ ผลที่ได้คือค่า RSSI ดีขึ้นเมื่อทำการบินสูงขึ้น แต่ค่า Latency ไม่เปลี่ยนแปลง

ในการสาธิตฯ ครั้งนี้ยังได้มีการทดสอบการส่งข้อมูลของ Satellite Module ที่ใช้ใน Remote ID ที่สื่อสารผ่านดาวเทียมใน 2 รูปแบบคือ การทดสอบเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปกลับระหว่าง Satellite Module และดาวเทียม และการทดสอบเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยัง Server ซึ่งผลที่ได้คือเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปกลับระหว่าง Satellite Module และดาวเทียมคือ 1-3 วินาที และเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยัง Server อยู่ที่ประมาณ 10 วินาที

2.6.11 บทสรุปผู้บริหาร Demonstration ครั้งที่ 8

การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 8 จัดขึ้นในวันที่ 12 กันยายน 2567 ณ ไพน์เฮิร์สท กอล์ฟ คลับ แอนด์ โฮเทล ปทุมธานี ในการจัดการประชุมครั้งนี้ได้มีการบรรยายเกี่ยวกับภาพรวมของโครงการ และสรุปกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับที่ได้มีการออกประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกที่มีน้ำหนักเกิน 25 กิโลกรัม พ.ศ. 2567 ที่ได้มีการประกาศออกมาใหม่ก่อนหน้านี้

นอกจากนี้ยังมีการสาธิตและทดสอบการทำงานของ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมที่ได้พัฒนาขึ้นในโครงการ โดยการทดสอบความแม่นยำในการระบุตำแหน่งในแนวราบ ผลปรากฏว่าสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี และมีค่าความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งในแนวราบที่ประมาณ 2 เมตร

2.6.12 บทสรุปผู้บริหาร Demonstration ครั้งที่ 9

การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 9 จัดขึ้นในวันที่ 9 พฤศจิกายน 2567 ณ ห้องฟีนิกซ์ อิมแพค เมืองทองธานี จังหวัด นนทบุรี พร้อมกับการจัดงาน Thailand Space Week ในการจัดการประชุมครั้งนี้ได้มีการบรรยายเกี่ยวกับภาพรวมของโครงการ และนำเสนอ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมที่ได้พัฒนาขึ้นจนเสร็จสมบูรณ์ และได้มีการนำเสนอความสามารถเพิ่มเติมในการประเมินแผนตามความเสี่ยง โดยอ้างอิงจากประกาศกระทรวงคมนาคมเรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานซึ่งควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. 2558 และ ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกที่มีน้ำหนักเกิน 25 กิโลกรัม พ.ศ. 2567 โดยความสามารถดังกล่าวจะอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานสามารถดำเนินการตามประกาศดังกล่าวได้สะดวกและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

นอกจากการจัดสาธิตในงาน Thailand Space Week แล้ว ยังได้ร่วมแสดงผลงานในงาน Thailand Drone Exhibition & Symposium 2024 ที่จัดขึ้นในวันที่ 7 – 9 พฤศจิกายน 2567 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ โดยในงานได้นำเสนอผลงานที่ได้พัฒนาขึ้นทั้งหมดในโครงการ การสาธิตการใช้งาน Remote ID และได้เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานระบบ DroneSign อีกด้วย

2.6.13 บทสรุปผู้บริหาร Demonstration ครั้งที่ 10

การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 10 จัดขึ้นในวันที่ 24 มกราคม 2568 ณ ไพน์เฮิร์สท กอล์ฟ คลับ แอนด์ โฮเทล จังหวัด ปทุมธานี ในการจัดการประชุมครั้งนี้ได้มีการบรรยายเกี่ยวกับภาพรวมของโครงการ และอธิบายความสามารถของระบบ จากนั้นทำการสาธิตการใช้งานระบบ DroneSign โดยเป็นการจำลองการใช้งานจริงตั้งแต่เริ่มต้นขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับในระบบ การอนุมัติการขึ้นทะเบียน การขึ้นทะเบียน Remote ID การสร้างแผนการบิน จนถึงการทำการบิน โดยในช่วงเช้าเป็นการเตรียมการบินในระบบ และในช่วงบ่ายเป็นการสาธิตการบินจริง โดยทำการบินอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้ง Remote ID หลากหลายรูปแบบจำนวน 5 ลำ รวมถึง Remote ID แบบ Built-in จากบริษัท drone ai ที่เป็นระบบจากภายนอก นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอแผนการพัฒนาโครงการในอนาคต ซึ่งเป็นการพัฒนาการจัดการในช่วงขณะทำการบิน ซึ่งจะต้องทำการทดลองในพื้นที่ปิดเพื่อใช้งานให้เกิดการยอมรับในวงกว้าง

2.6.14 บทสรุปผู้บริหาร Demonstration ครั้งที่ 11

การจัดการสาธิตฯครั้งที่ 11 จัดขึ้นในวันที่ 17 มีนาคม 2568 ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี โดยเนื้อหาหลักในการจัดสาธิตครั้งนี้เพื่อเป็นการทดสอบการใช้งาน Remote ID เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายดาวเทียม โดยในครั้งนี้ได้ทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของสายอากาศชนิดใหม่ที่มีขนาดเล็กลง กับสายอากาศแบบเดิม และได้ทำการทดสอบระบบการติดตามการบินด้วย Remote ID นอกจากนี้ยังได้ทำการสาธิตการขึ้นทะเบียน Remote ID ประเภทต่าง ๆ ในระบบ DroneSign และความสามารถในการประเมินแผนการบินของระบบ

2.7 สรุปปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ

จากการดำเนินโครงการที่ผ่านมา พบปัญหาและอุปสรรคบางประการที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินโครงการซึ่งสรุปได้ดังนี้

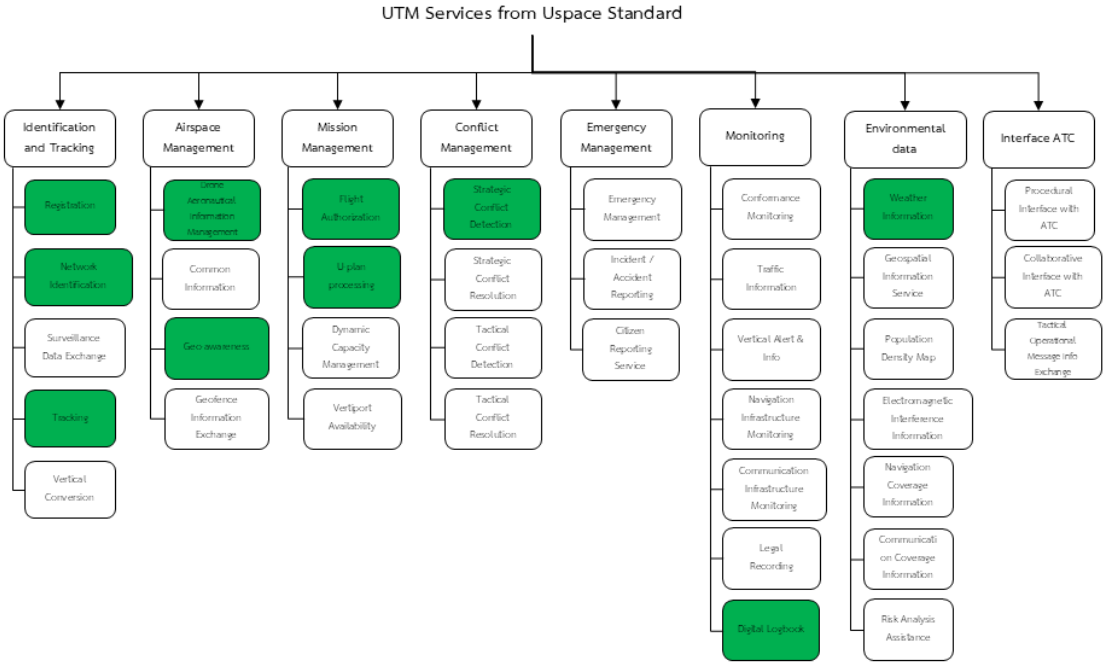
1) การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของ กพท. และ กสทช. มีความยุ่งยากและซับซ้อน และมีส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบหลายส่วน ทำให้ล่าช้า
2) การใช้งานอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ มีหลายอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต้องขออนุญาตในการนำเข้า หรือใช้งานอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่ ซึ่งมีขั้นตอนที่ซับซ้อนและใช้ระยะเวลานาน และยังกำกัดระยะเวลาในการใช้งาน
3) ข้อกำหนดหรือกฎหมายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องยังไม่มีความชัดเจน จึงทำให้แนวทางในการพัฒนาให้สอดคล้องกับกฎหมายเป็นไปได้ยาก
4) จากการทดสอบการสื่อสารผ่านดาวเทียมพบข้อจำกัดของการสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ดังนี้
    - ที่ความสูงระดับหนึ่ง ไม่สามารถใช้งานเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ (ขึ้นอยู่กับพื้นที่ ประมาณ 50 เมตรขึ้นไป)
    - ยังไม่มีความชัดเจนของข้อกำหนดในการใช้งานแครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่กับอากาศยานไร้คนขับ
5) จากการทดสอบการสื่อสารผ่านดาวเทียมพบข้อจำกัดของการสื่อสารผ่านดาวเทียมดังนี้
    - โดยส่วนใหญ่ดาวเทียมจะเคลื่อนที่ผ่านประเทศไทยที่มุมเงยน้อยกว่า 50 องศา ซึ่งถ้าหากมีสิ่งกีดขวาง เช่น ต้นไม้ หรือสิ่งปลูกสร้าง อาคารต่าง ๆ ทำให้ไม่สามารถเชื่อมต่อกับดาวเทียมได้
    - จากข้อก่อนหน้า ทำให้การสื่อสารเป็นไปอย่างไม่ต่อเนื่อง ทำให้บางครั้งมีระยะเวลาในการส่งห่างจากข้อมูลก่อนหน้าประมาณ 10 นาที ซึ่งอาจทำให้มีการขาดหายของข้อมูล Remote ID
    - การสื่อสารผ่านดาวเทียมมีค่าใช้จ่ายในการส่งข้อมูลสูง

2.8 แผนการดำเนินงานหลังสิ้นสุดโครงการ

จากการดำเนินโครงการที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดการพัฒนาระบบ UTM มาจาก U-space ของสหภาพยุโรป ซึ่งได้มีการออกแบบความสามารถทั้งหมดของ UTM ไว้ดังรูปที่ 107 ซึ่งที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาความสามารถไปแล้วดังนี้

- Registration
- Network Identification
- Tracking
- Drone Aeronautical Information Management
- Geo awareness
- Flight Authorization
- U plan processing
- Strategic Conflict Detection
- Digital Logbook
- Weather Information

ระบบทั้งหมดที่จัดทำขึ้นภายใต้โครงการนี้ จะถูกใช้งาน และดูแลโดย สทอภ. โดยระบบดังกล่าวจะถูกนำไปใช้งานและสาธิตในวาระต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะเห็นได้ว่ายังมีความสามารถอื่น ๆ ที่จะต้องพัฒนาต่อไปในอนาคต โดยในส่วนต่อไปที่จะต้องพัฒนาต่อยอดจากส่วนที่ได้พัฒนาไปแล้วในโครงการนี้ในระยะสั้นคือ การจัดการการจราจรขณะทำการบิน (Tactical Phase) โดยที่ผ่านมาการจัดการการบินจะเน้นไปที่การจัดการก่อนทำการบิน (Strategic Phase) ซึ่งเมื่อมีการใช้งานมากขึ้น อาจมีเหตุที่ไม่สามารถคาดเดาได้เกิดขึ้นขณะบิน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนาในส่วนนี้ต่อไป นอกจากนี้จากการรับฟังความคิดเห็น มีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจากหลายภาคส่วนมีข้อกังวลเกี่ยวกับผู้ที่ไม่กระทำตามกฎระเบียบ หรือผู้ที่ทำการบินโดยไม่ได้รับอนุญาต จึงทำให้มีแนวคิดในการจัดการกลุ่มเหล่านี้ด้วยเช่นกัน โดยส่วนที่พัฒนาต่อไปเป็นส่วนของการจัดการขณะทำการบิน และการทำระบบตรวจจับอากาศยานไร้คนขับ



รูปที่ 107 ความสามารถของ UTM ตามแนวคิดของ U-space

ส่วนในระยะกลาง และระยะยาวจะเป็นหารพัฒนาระบบในส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องตามกรอบของ U- space โดยตามระดับการพัฒนาระบบที่ระบบไว้ในหัวข้อ 2.2.1.1

นอกจากนี้ผู้วิจับพบว่าปัญหาหลักของการคมนาคมแบบใหม่คือการได้รับการยอมรับจากสังคม ทั้งเรื่องความปลอดภัย และผลกระทบกับสิ่งเดิมที่มีอยู่ ซึ่งเมื่อไม่ได้รับการยอมรับทำให้การพัฒนาในส่วนต่าง ๆ ทั้งเทคโนโลยี หรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องเป็นไปได้ช้า เพื่อให้เกิดการยอมรับในวงกว้าง สทอภ.จึงเสนอให้มีการทดสอบการใช้งานอากาศยานไร้คนขับในพื้นที่ปิด และนำระบบ UTM ที่ได้พัฒนาขึ้นไปทดลองในพื้นดังกล่าว เพื่อทดสอบระบบ UTM ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ทางด้านเทคโนโลยี และเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นอย่างใช้เจนว่า ในปัจจุบันประเทศไทยมีความพร้อมในระดับใด นอกจากนี้ยังเป็นการเก็บข้อมูลจากการใช้งานจริง ซึ่งข้อมูลเหล่านี่มีความสำคัญมากต่อการออกแบบ และพัฒนาระบบ

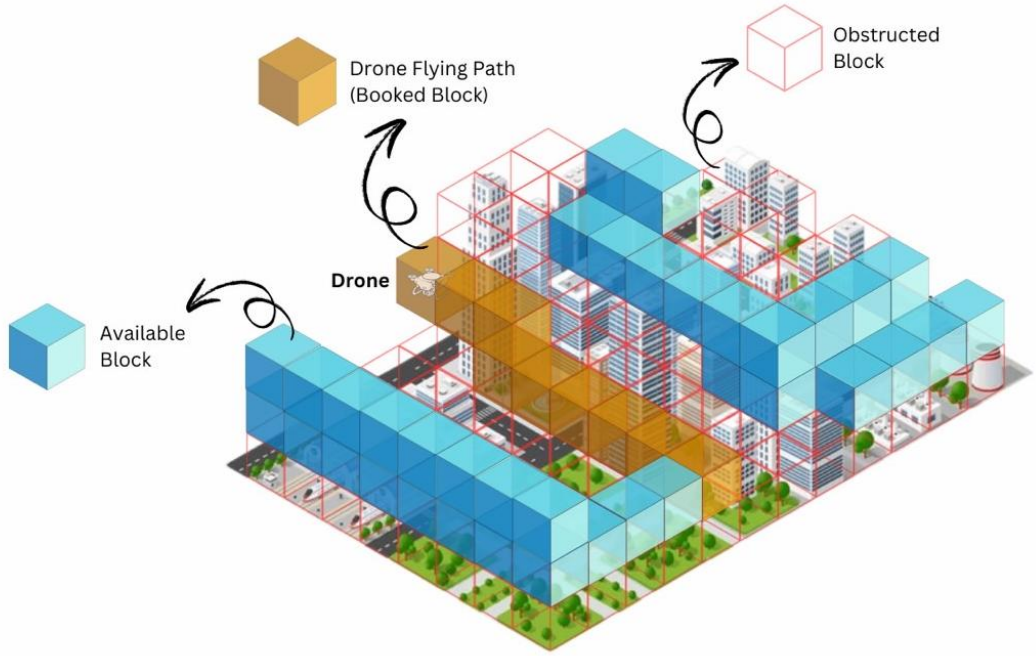
2.8.1 การดูแลระบบที่พัฒนาขึ้นโดย สทอภ.

ภายใต้แผนแม่บทห้วงอากาศและการเดินอากาศแห่งชาติ พ.ศ. 2565 – 2583 ได้กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบห้วงอากาศและการเดินอากาศของประเทศให้มีความทันสมัย มีประสิทธิภาพ และสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในอนาคตอย่างเป็นระบบ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ สทอภ. ในฐานะหน่วยงานด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการอากาศยานไร้คนขับ จึงได้รับมอบหมายให้ดำเนินการพัฒนาระบบบริหารจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) โดยอ้างอิงกรอบแนวทางจากแผนแม่บทฯ ประกอบกับการบูรณาการข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยทั้งในด้านเทคนิค กฎหมาย และการประยุกต์ใช้งานจริง

หลังจากโครงการสิ้นสิ้น สทอภ. จะจัดหาระบบคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ เพื่อดูแลระบบให้สามารถใช้งานได้ โดยสามารถใช้งานได้ผ่านทาง amethyst.gistda.or.th/login เพื่อเป็นต้นแบบ และใช้ในการสาธิต แนะนำให้แก่ ประชาชนทั่วไป ผู้กำกับดู หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เป็นระยะเวลา 2 ปี

2.8.2 การจัดเส้นทางบิน ในลักษณะ Trajectory based

ผู้วิจัยเสนอแนวคิดการจัดการจราจรของอากาศยานไร้คนขับ ที่มีการออกแบบให้ห้วงอากาศแบ่งออกเป็นกล่อง ๆ และใช้การสร้างเส้นทางโดยการเชื่อมต่อจากกล่องหลาย ๆ กล่อง จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งดังรูปที่ 108 โดยในการจัดเส้นทางการบินจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมจริง เช่น ไม่ควรบินเหนืออาคาร หรือชุมชน เป็นต้น ซึ่งขนาดของแต่ละกล่องจะมาจากความสามารถในการระบุตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับ โดยการการวิจัยในโครงการนี้ ความสามารถในการระบุตำแหน่งในแนวระดับอยู่ที่ประมาณ 4 เมตร และแนวดิ่ง 10 เมตร ซึ่งกล่องจะต้องมีขนาดที่สอดคล้องกับข้อจำกัดดังกล่าวเพื่อชดเชยความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้



รูปที่ 108 การแบ่งห้วงอากาศเป็นกล่อง

นอกจากนี้ในแต่ละกล่องจะมีคะแนนความเสี่ยงในการทำการบินโดยอ้างอิงจากข้อมูลทางกายภาพของแต่ละกล่อง เช่น สภาพอากาศ ความแรงของสัญญาณการสื่อสาร ความเสี่ยงต่อผู้อยู่อาศัย เป็นต้น เพื่อใช้ประกอบในการคำนวณหาเส้นทางการบิน

2.8.3 การจัดการการบินในระหว่างการบิน Tactical Phase

ตามมาตรฐาน ASTM หลังจากที่แผนได้รับการ อนุมัติแล้ว (Authorized, Accepted) จะมีสถานะ Activated หรือเป็นช่วง Tactical Phase ที่กำลังทำการบิน ซึ่งในการทำการบินจะต้องมีการติดตามเพื่อประเมินการปฏิบัติการ (Conformance monitoring) เพื่อตรวจสอบว่าได้ทำการบินตามเส้นทางหรือไม่ หรือมีเหตุฉุกเฉิน

ระหว่างการบินหรือไม่ ซึ่งถ้าหากมีเหตุการณ์ผิดปกติเกิดขึ้น ระบบจะทำการรายงานให้ผู้ใช้งานรายอื่นรับรู้ โดยระบบจะมีหน้าที่จัดการให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้เมื่อมีเหตุผิดปกติเกิดขึ้น โดยความสามารถดังกล่าวจะเป็นสิ่งที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต โดยระบบนี้จะทำงานร่วมกับระบบแผนที่ 3 มิติที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อก่อนหน้านี้

2.8.4 พัฒนาระบบตรวจจับอากาศยานไร้คนขับ

เนื่องจากมีข้อกังกลเกี่ยวกับการใช้งานอากาศยานไร้คนขับในทางที่ผิดจำนวนมาก จึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบตรวจจับอากาศยานไร้คนขับโดยใช้การตรวจจับคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency) และระบบออพติคอล โดยทั้งสองระบบจะทำงานประสานกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับและระบุตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับ

เซนเซอร์ตรวจจับความถี่วิทยุ จะทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณ และสแกนหาการส่งสัญญาณภายในช่วงความถี่ที่ใช้สำหรับควบคุมและส่งข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับ และกล้องออพติคอล (Optical) จะใช้ในการตรวจจับและจำแนกโดรน โดยอาศัยการบันทึกภาพ หรือวิดีโอเพื่อนำไปประมวลผลผ่านเทคนิค Computer Vision และ Deep Learning โดยกล้องสามารถช่วยแยกแยะอากาศยานไร้คนขับออกจากวัตถุบินอื่น ๆ เช่น นก หรืออากาศยานที่เป็นมิตร

โดยระบบทั้งหมดจะถูกผสานเข้ากับระบบ UTM ที่พัฒนาขึ้นภายใต้โครงการนี้ ซึ่งจะทำให้สามารถแยกแยะผู้ใช้งานที่ทำตามและอยู่ในระบบ และผู้ใช้งานที่อยู่นอกระบบ นอกจากนี้ยังเป็นการตรวจสอบการใช้งานในพื้นที่ว่าสอดคล้องกับแผนที่แจ้งไว้ หรือไม่อีกทางหนึ่ง

2.8.5 การนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในพื้นที่นำร่อง (Sandbox)

วังจันทร์วัลเล่ย์ เป็นโครงการเมืองนวัตกรรมแห่งอนาคต ตั้งอยู่ในจังหวัดระยอง พัฒนาโดยบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เพื่อเป็นพื้นที่ส่งเสริมการวิจัย พัฒนา และทดลองเทคโนโลยีขั้นสูงในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม เกษตรอัจฉริยะ และการขนส่งอัจฉริยะ พื้นที่นี้ได้รับการออกแบบให้เป็นสนามทดลองจริง (Living Lab) ที่ผสานการใช้เทคโนโลยีเข้ากับวิถีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เพื่อรองรับการเติบโตของเมืองอัจฉริยะในอนาคต

ด้วยลักษณะของพื้นที่และวัตถุประสงค์ของการพัฒนา วังจันทร์วัลเล่ย์จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการนำระบบบริหารจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) ซึ่งพัฒนาโดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ สทอภ. ไปทดลองใช้งาน โดยมีจุดเด่นดังนี้:

- **พื้นที่กว้างขวางและปลอดภัย**: เอื้อต่อการทดสอบการบินของอากาศยานไร้คนขับในหลากหลายรูปแบบ ทั้งในภารกิจระยะสั้นและระยะไกล
- **โครงสร้างพื้นฐานรองรับเทคโนโลยีขั้นสูง**: มีระบบสื่อสาร ไฟฟ้า และสิ่งอำนวยความสะดวกครบครัน ซึ่งจำเป็นต่อการดำเนินการทดลองระบบ UTM อย่างมีประสิทธิภาพ

- **สภาพแวดล้อมที่สามารถจำลองสถานการณ์ได้หลากหลาย**: เช่น พื้นที่ป่า พื้นที่เกษตร และเขตพัฒนาเมือง เหมาะสำหรับการทดสอบระบบในบริบทต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง
- **เป็นพื้นที่ที่ส่งเสริมนวัตกรรม**: การดำเนินการในพื้นที่วังจันทร์วัลเล่ย์สามารถเชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรมและนักพัฒนาเทคโนโลยีในพื้นที่ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และโอกาสในการต่อยอดเชิงพาณิชย์

ดังนั้น การนำระบบ UTM ไปทดลองใช้ในวังจันทร์วัลเล่ย์ จะช่วยเร่งการพัฒนาให้ระบบมีความพร้อมใช้งานในสถานการณ์จริง และสามารถขยายผลสู่การใช้งานในระดับประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.8.6 แผนระยะเวลาการดำเนินงานหลังสิ้นสุดโครงการ

การดำเนินงานหลังสิ้นสุดโครงการจะดำเนินงานตามเนื้อหาที่กล่าวถึงข้างต้น โดยมีระยะเวลาการดำเนินงานดังแสดงในตารางที่ 25

ตารางที่ 25 แผนการดำเนินงานหลังสิ้นสุดโครงการ

ลำดับ	กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินการ											
		ปี 2568				ปีที่ 2							
		ไตรมาส 1	ไตรมาส 2	ไตรมาส 3	ไตรมาส 4	ไตรมาส 1	ไตรมาส 2	ไตรมาส 3	ไตรมาส 4	ไตรมาส 1	ไตรมาส 2	ไตรมาส 3	ไตรมาส 4
1	ส่งมอบโครงการโครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศของอากาศยานไร้คนขับ (UTM) ให้แก่ กสทช.												
2	เสนอของบประมาณสนับสนุนกิจกรรม												
3	พัฒนาระบบ การจัดเส้นทางบิน ในลักษณะ Trajectory based												
4	พัฒนาระบบจัดการการบินในระหว่างการบิน Tactical Phase												
5	พัฒนาระบบตรวจจับอากาศยานไร้คนขับ												
6	นำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในพื้นที่นำร่อง (Sandbox)												

2.9 รายงานการจัดซื้อครุภัณฑ์ในโครงการ

2.9.1 ครุภัณฑ์สำหรับการวิจัยและพัฒนาฯ

อยู่ในระหว่างการดำเนินจัดซื้อจัดจ้าง

ลำดับ	รายการจัดซื้อครุภัณฑ์ (สำหรับการวิจัยและพัฒนาฯ)	วัน/เดือน/ปี	มูลค่า	เอกสารอ้างอิง
ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

2.9.2 ครุภัณฑ์สำหรับการดำเนินโครงการ

ลำดับ	รายการจัดซื้อครุภัณฑ์ (สำหรับการดำเนินโครงการทั่วไป)	วัน/เดือน/ปี	มูลค่า	เอกสารอ้างอิง
ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

ส่วนที่ 3 รายงานความก้าวหน้าทางการเงิน

3.1 รายงานสรุปการใช้จ่ายงบประมาณ

รายละเอียดค่าใช้จ่ายในโครงการ								
หมวดค่าใช้จ่าย	**งบประมาณ**	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**รวม**	**คงเหลือ**	**ร้อยละการเบิกจ่าย**
1. ค่าตอบแทนบุคลากร	3,756,000	-	-	-	-	3,756,000	3,756,000	-
2. ค่าใช้สอย	4,508,700	-	-	-	-	4,508,700	4,508,700	-
3. ค่าวัสดุ	70,000	-	-	-	-	70,000	70,000	-
4. ค่าใช้จ่ายครุภัณฑ์	10,400,000	-	-	-	-	10,400,000	10,400,000	-
5. ค่าบริหารจัดการ		-	-	-	-			-
6. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	2,360,960	-	-	-	-	2,360,960	2,360,960	-
รวม	**21,095,600**					**21,095,600**	**21,095,600**	**100 %**

3.2 รายงานสรุปความก้าวหน้าทางการเงิน

จำนวนเงินทุนที่ได้รับและจำนวนเงินทุนคงเหลือ						
ประจำงวด	**มูลค่าตามสัญญา**	**วัน/เดือน/ปีที่ได้รับ**	**งบประมาณที่ได้รับจริง**	**ค่าใช้จ่าย**	**คงเหลือ**	**หมายเหตุ**
งวดที่ 1	2,109,566	21 มิ.ย. 2566	2,109,566	-	-	-
งวดที่ 2	5,273,915	-	-	-	-	-
งวดที่ 3	5,273,915	-	-	-	-	-
งวดที่ 4	3,164,349	-	-	-	-	-
งวดที่ 5	3,164,349	-	-	-	-	-
งวดที่ 6	2,109,566	-	-	-	-	-
รวม	21,095,600	-	-	-	-	**บาท**

รายละเอียดการบันทึกบัญชีรับ จ่ายเงิน

วันเดือนปี	เลขที่เอกสาร	รายการ	รับเงิน (บาท)	จ่ายเงิน (บาท)						เงินคงเหลือ (บาท)
				ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย	ค่าวัสดุ	ค่าครุภัณฑ์	ค่าใช้จ่ายอื่น	ค่าบริหารโครงการ	
ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย	ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย	ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย	ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย	ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย	ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย	ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย	ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย	ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย	ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย	ยังไม่มีรายการเบิกจ่าย

ลงลายมือชื่อ.....

(.....นายสิทธิพร ชาญนำสิน.....)

ตำแหน่ง หัวหน้าโครงการ

วันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2566

แบบแสดงรายละเอียดครุภัณฑ์

ลำดับ	รหัสครุภัณฑ์	รายละเอียดครุภัณฑ์	หมวดครุภัณฑ์	ชื่อ/ชนิด ครุภัณฑ์	จัดซื้อเมื่อ วันที่	ใช้ที่	การใช้ ประโยชน์	หมายเหตุ
ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายงานสรุป Focus group ครั้งที่ 1
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

โรงแรม เดอะ สุโกศล กรุงเทพฯ

วันศุกร์ที่ 17 มีนาคม 2566

เวลา 09.00-12.00 น.

บทสรุปผู้บริหาร

ปัจจุบันมีการนำอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวี (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) หรือโดรน นำมาใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรมและมีความต้องการที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมของภาคเอกชนมากยิ่งขึ้น โดยมีการศึกษาและคาดการณ์ว่าใน 5 ปีข้างหน้าการเติบโตของตลาด UAV ของทั่วโลกและประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 2 เท่า ซึ่งผลต่อกิจกรรมการใช้ห้วงอากาศ (airspace) ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ก่อเกิดการใช้ห้วงอากาศที่หนาแน่นมากขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่อเสี่ยงการจราจรของโดรน และการนำโดรนไปบินเพื่อละเมิดสิทธิความเป็นส่วนตัวของผู้อื่น หรือนำไปใช้ในกิจกรรมที่ผิดกฎหมาย ปัจจุบันประเทศไทยมีระเบียบข้อบังคับให้เจ้าของโดรนดำเนินการลงทะเบียนและขออนุญาตทำการบินกับหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบ ได้แก่ สำนักงานการบินพลเรือนฯ และ กสทช. และจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีด้านการจัดจราจรอากาศยานไร้คนขับเพื่อให้การดำเนินตามกฎระเบียบข้อบังคับการโดรนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ทางกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ (กองทุน กทปส.) เล็งเห็นถึงความสำคัญและ สทอภ. ได้รับสนับสนุนงบประมาณ โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

การจัด Focus group : การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ครั้งที่ 1 จุดประสงค์เพื่อนำเสนอและรับฟังความคิดเห็นผลการวิจัยพัฒนาและรับฟังคิดความเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) และระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ภายใต้ จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรม (literature review) ของสทอภ. เสนอผลการศึกษาพัฒนาระบบ UTM จาก ICAO สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป และนำมาออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ UTM เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยโดยมีแผนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วย

1) การพัฒนาระบบลงทะเบียนโดรน (registration services) แบบ one stop services
2) การพัฒนาอุปกรณ์ระบุตัวตนระยะไกล (Drone ID หรือ Remote ID)

จากการหารือในครั้งนี้ได้ข้อสรุปดังนี้

1) แนวทางการพัฒนาระบบ UTM โดย สทอภ. มีชื่อเรียกว่า Amethyst ในที่ประชุมเห็นด้วยในหลักการทิศทางการพัฒนาระบบ UTM นอกเหนือจากนี้ กพท. มุ่งเน้นเร่งด่วนเรื่องสำคัญในปัจจุบัน ได้แก่ การอนุญาตการทำการบิน การรับรองศูนย์ฝึกอบรมและหลักสูตรอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน การกำหนดมาตรฐานความรู้ความสามารถและอออกใบอนุญาตผู้บังคับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน การจดทะเบียนอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน การจัดทำร่างมาตรฐานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินในอนาคตอันใกล้ ในส่วนของ UTM นั้นทาง กพท. อยู่

ระหว่างจัดทำร่างที่เกี่ยวข้องกับนโยบาย ระเบียบ แนวทางปฏิบัติของการจัดการอากาศยานไร้คนขับ ในร่างฯมีการระบุรายละเอียดโครงการการวิจัยพัฒนาระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (ที่มา วัตถุประสงค์ วิธีการ งบประมาณการพัฒนา ผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบ) ที่เป็นแผนการดำเนินการโดย กพท. ดังนั้นทาง กพท. ชี้แจ้งว่า กพท. ไม่สามารถการันตีการนำระบบ UTM ที่พัฒนาโดย สทอภ. หรือจากหน่วยงานอื่น ๆ นำไปใช้ในทางปฏิบัติเนื่องจากระเบียบ นโยบาย ยังอยู่ระหว่างการดำเนินการและเกี่ยวข้องกับทางหลายฝ่ายภายในหน่วยงาน กพท. และจำเป็นที่จะต้องหารือและใช้เวลาดำเนินการอีกหลายชั้นโดยเฉพาะในระดับผู้บริหารระดับสูงของหน่วยงาน กพท.

2) การเชื่อมต่อกับระบบการขึ้นทะเบียนในกรณีที่มีการใช้งานระบบเดิมอยู่และในปัจจุบัน ทาง สทอภ. จึงขออนุญาตเชื่อมต่อกับระบบการลงทะเบียนของ กพท. เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์โครงการ กพท. ชี้แจ้งเพิ่มเติมว่า การเชื่อมต่อระบบ กพท. ต้องขออนุญาตหลายขั้นและมีความเสี่ยงเรื่องข้อมูลส่วนบุคคล ตาม พ.ร.บ. คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล หรือ Personal Data Protection Act (PDPA) เสนอว่าให้ สทอภ. วิจัยพัฒนาระบบลงทะเบียนที่ไม่ขึ้นกับ กพท. และมุ่งเน้น demonstration เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นตามขอบเขตของโครงการ

3) กพท. ชี้แจ้งกฎหมาย กฎระเบียบ และแนวปฏิบัติของการจราจรอากาศยานไร้คนขับ อยู่ในขั้นตอนกำลังดำเนินการจัดทำระเบียบ คาดว่าจะเสร็จร่างในเบื้องต้นช่วงเดือน สิงหาคม 2566 กระบวนการสำหรับดำเนินการออกเป็นกฎหมายคาดว่าจะใช้เวลาอย่างน้อย 2 ปี

4) ผู้ร่วมประชุม Focus group เห็นชอบตามแนวทางการพัฒนา Remote ID และ คุณสมบัติ Remote ID ที่ได้มีการดำเนินการตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้แล้ว และในการพัฒนา Remote ID มีการพัฒนาแบบ network เพื่อให้โดรนสามารถส่งข้อมูลระบุตัวตนได้อย่างต่อเนื่อง และใช้ในการปฏิบัติการที่สูงขึ้น แต่มีความเห็นให้ใช้การส่งข้อมูลของตัวโดรนเป็นไปตามมาตรฐาน Remote ID ได้แก่ Standard Specification for Remote ID and Tracking : ASTM F3411ที่กำหนดไว้แล้ว และในอนาคตการพูดคุยกับผู้ผลิตอาจเกี่ยวข้องกับการพัฒนาและปรับปรุงระบบ Remote ID

5) การบินโดรนจะมีกฎระเบียบต่าง ๆ เข้ามาควบคุม โดยส่วนที่เกี่ยวข้องจะต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบเหล่านี้ การส่งต่อข้อมูลระหว่างระบบสื่อสารและข้อมูลส่วนบุคลจำเป็นต้องคำนึงถึงกฎหมาย พรบ. คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ.2562 ซึ่งเป็นอีกประเด็นที่จำเป็นต้องหารือกันในครั้งถัดไป

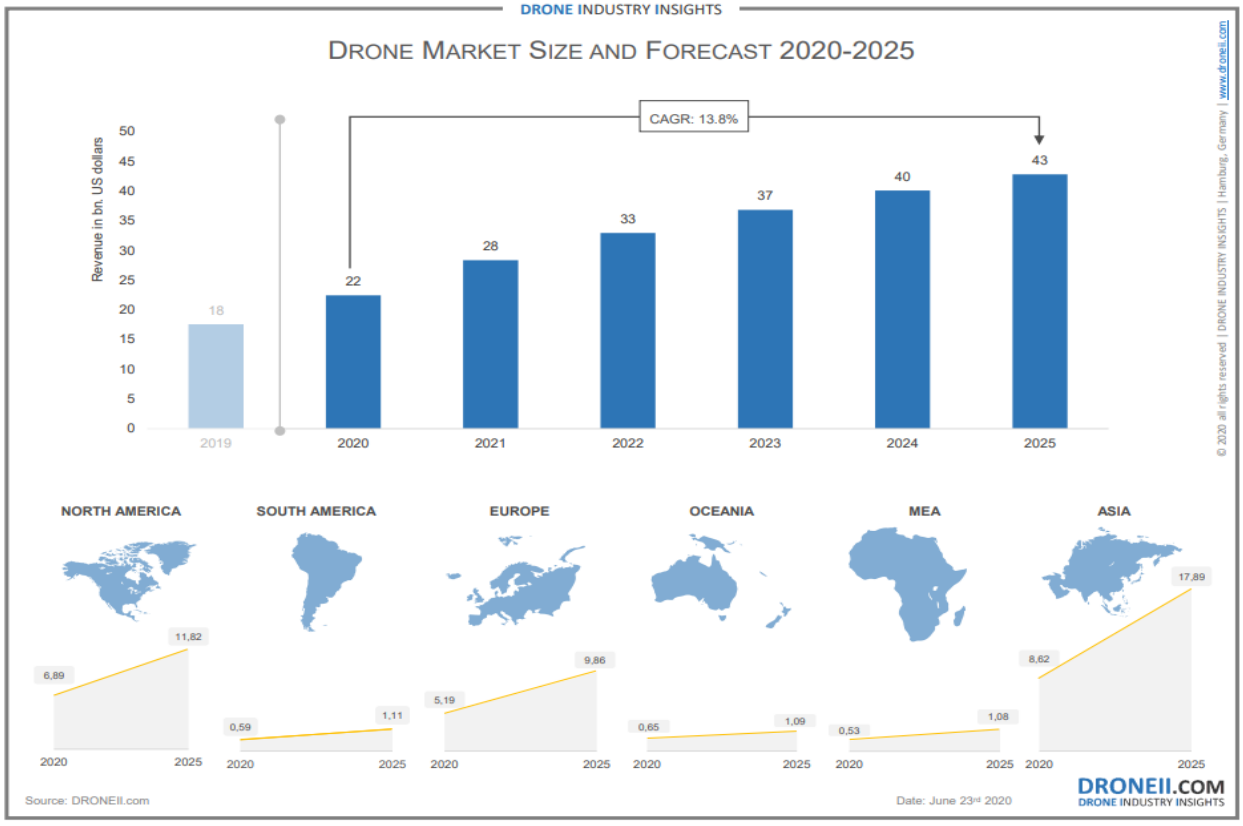
สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง
“การประชุมหารือการวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ”

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง
“Focus group การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)”

โดย ดร. สิทธิพร ชาญนำสิน, GISTDA

1. ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าในปัจจุบัน การพัฒนาของอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ที่มีความก้าวหน้าในด้านสมรรถณะ และภารกิจที่หลากหลาย ทำให้ธุรกิจด้าน UAV มีการเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีความต้องการที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมของภาคเอกชนมากยิ่งขึ้น โดยคาดว่าในอีกไม่เกิน 5 ปีข้างหน้าการเติบโตของตลาด UAV จะเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าสองเท่าทั่วโลกตามรูปที่ 109



รูปที่ 109 การคาดการณ์การเติบโตตลาดการใช้งานโดรน 2020-2025 (DroneII.com)

กิจกรรมทางอากาศของโดรนที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้มีการใช้ห้วงอากาศ(airspace) ที่ uncontrolled airspace และ controlled airspace ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ก่อให้เกิดผลกระทบกับอากาศยานอื่น ๆ และสาธารณะ ที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีการใช้ห้วงอากาศ

การบริหารจัดการห้วงอากาศที่มีประสิทธิภาพ และถูกต้องตามกฎหมาย สามารถนำไปสู่การเปิดโอกาสทางธุรกิจที่หลากหลายสำหรับอุตสาหกรรมโดรน ส่งผลถึงการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยในอนาคตอันใกล้ และไกล

คณะอนุกรรมการบริหารจัดการห้วงอากาศ คณะอนุกรรมการเพื่อจัดทำนโยบายและแผนการดำเนินการเฝ้าระวังและบริหารจัดการการจราจรทางอวกาศ (SSA & STM) พระราชบัญญัติกิจการอวกาศ และร่างแผนแม่บทกิจการอวกาศแห่งชาต ร่วมไปถึงงานวิจัยขั้นแนวหน้าระบบโลกและอวกาศ (Earth Space System Frontier Research : ESS) ของกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มีการกล่าวถึงแนวทางการจัดการและการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีแบบไร้รอยต่อ (seamless technology) ของการจัดห้วงอากาศ และห้วงอวกาศ (air-to-space) ดังแสดงในรูปที่ 110

รูปที่ 110 การเชื่อมโยงการใช้ UTM ATM และ STM แบบไร้รอยต่อ (seamless)

เพื่อให้สอดคล้องกับ New space economy ซึ่งเป็นการให้ภาคเอกชนมาใช้งานกิจกรรมห้วงอากาศและห้วงอวกาศมากยิ่งขึ้น เหตุนี้กิจกรรมทางอากาศในห้วงอากาศระดับต่ำ ต้องมีการวิวัฒน์ให้เข้ากับผู้ใช้งานใหม่

ระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) คือ องค์ประกอบของการบริหารห้วงอากาศ (Airspace Management) เพื่อให้กิจกรรมใน uncontrolled airspace และ controlled airspace เป็นไปอย่างปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ

2. แนวนโยบายและวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในปัจจุบัน

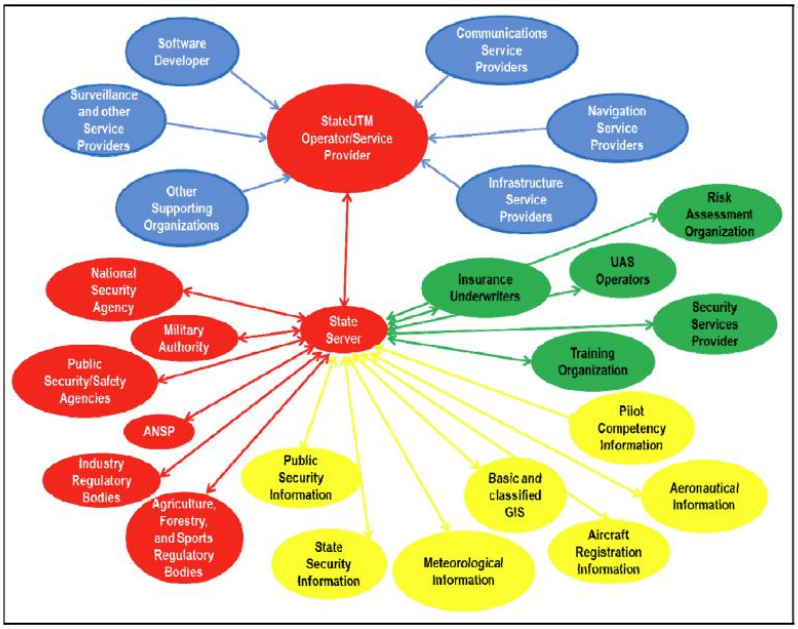
สทอภ. นำเสนอผลการศึกษาแนวทางการวางนโยบายและการวิจัยพัฒนาระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับจากองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization : ICAO) และตัวอย่างประเทศชั้นนำแนวทาง ICAO มาดำเนินการกิจกรรมการบินโดรน ได้แก่ สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป

2.1.องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization: ICAO)

การวางแนวทางระบบ UTM ของ ICAO แบ่งออกเป็น 2 แนวทางการดำเนินการดังนี้

1) แบบควบคุมร่วมศูนย์ (Centralized Service Provision)

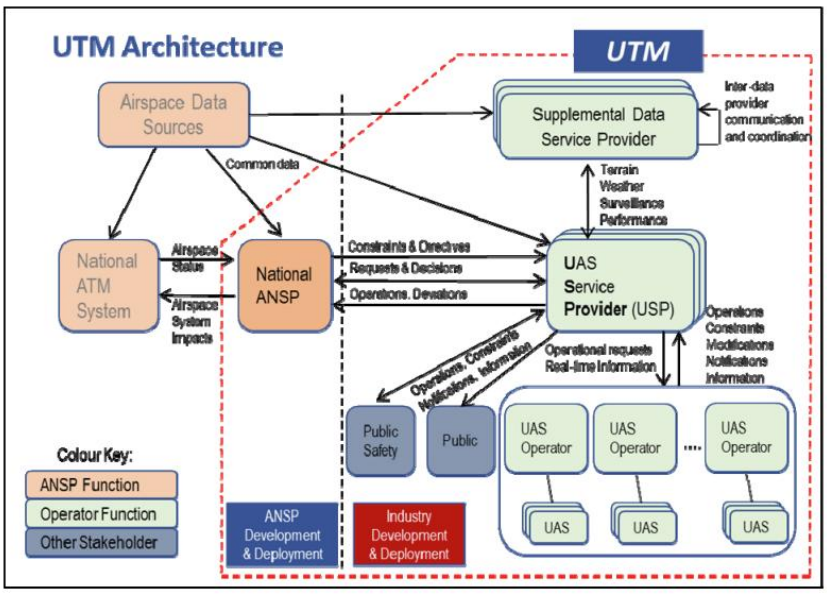
หน่วยงานส่วนกลางมีหน้าที่รับผิดชอบทุกการให้บริการของระบบ UTM รวมถึงมี State server เป็นศูนย์รวมการให้สิทธิ์ขาดแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยที่มีหน่วยงานที่มีความรับผิดชอบด้านการบินของประเทศนั้นเป็นผู้กำกับดูแล ดังแสดงในรูปที่ 111



รูปที่ 111 สถาปัตยกรรมแบบ Centralized Service Provision

2) แบบบริการผ่านส่วนกลาง (Federated Service Provision)

ระบบ UTM ถูกให้บริการผ่าน UAS Service Provider (USP) โดยแต่ละ USP ถูกกำกับดูแลโดย state regulator และมีการกำหนดหน้าที่รับผิดชอบชัดเจนแยกกับ Air Navigation Service Provider (ANSP) โดยที่การเชื่อมต่อระหว่าง USP จะถูกกำหนดอย่างชัดเจนดังแสดงในรูปที่ 112



รูปที่ 112 สถาปัตยกรรมแบบ Federated Service Provision

2.2.การศึกษาระบบ UTM จากประเทศสหรัฐอเมริกา

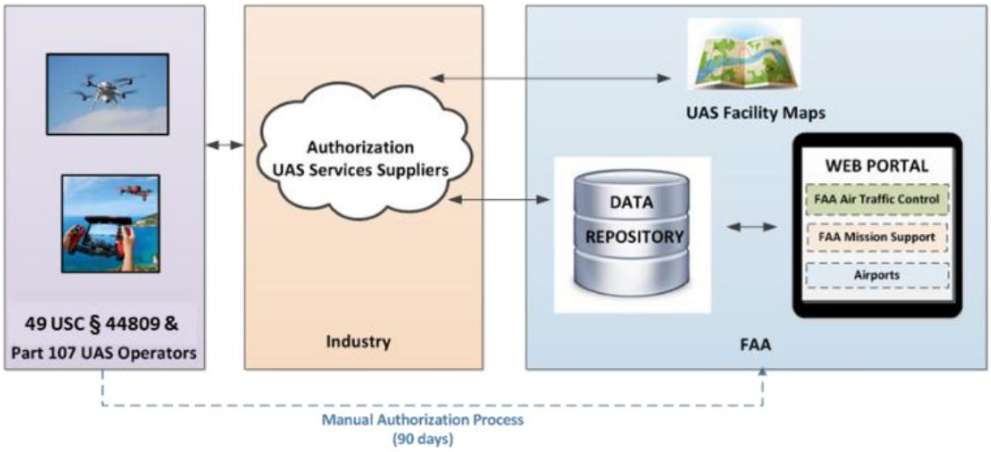
ในขั้นต้นสหรัฐอเมริกาคำนึงถึงการใช้ห้วงอากาศร่วมกันของผู้ใช้ใน uncontrolled airspace และ controlled airspace มีคำขอบินโดรน ในเขต Controlled Airspace มากจน FAA ไม่สามารถพิจารณาคำขอบินโดรนได้ภายในเวลาอันสมควร

การทำงานของระบบ DroneZone

ระบบขึ้นทะเบียนโดรนของสหรัฐอเมริกาได้นำระบบ DroneZone มาใช้ในการช่วยเหลือการขึ้นทะเบียนโดรนสำหรับใช้งานทั่วไปที่น้ำหนักต่ำกว่า 55 lbs (ประมาณ 25 kg) และการขึ้นทะเบียนโดรนสำหรับสันทนาการ (ยกเว้นโดรนที่น้ำหนักต่ำกว่า 0.55 lbs หรือ 250 g)

การทำงานของระบบ LAANC

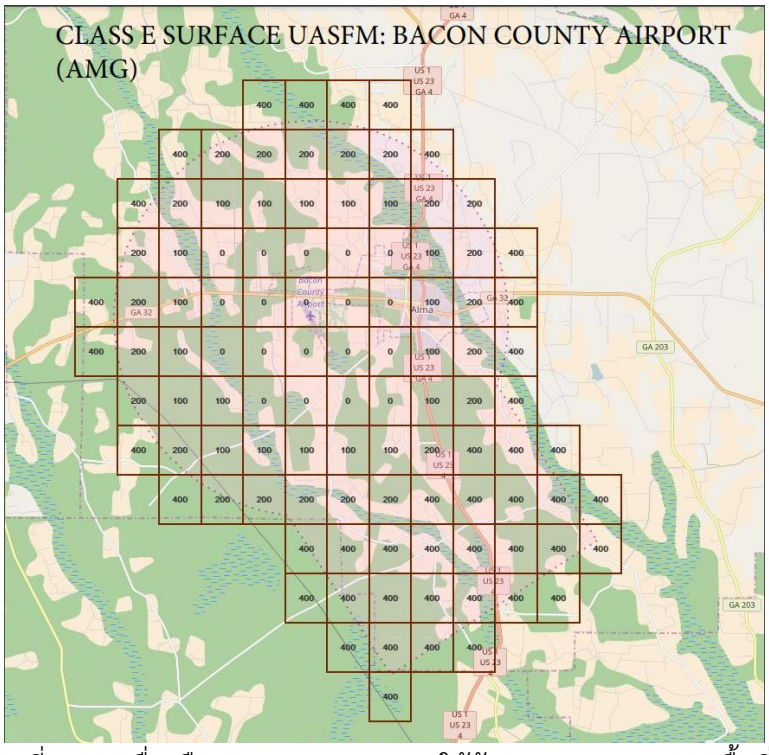
FAA สร้างระบบ LAANC ขึ้นเพื่อให้มีการพิจารณาคำขอบินบางส่วนแบบอัตโนมัติ โดยกำหนดและขึ้นทะเบียนเอกชนผู้ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบ LAANC เพื่อเป็น UAS Service Suppliers ซึ่ง FAA จะพิจารณาคำขอบินจากที่ถูกส่งผ่านช่องทาง UAS Service Suppliers จากนั้นกำหนดและแจ้ง พื้นที่ที่ผู้บินโดรนสามารถได้รับอนุญาตให้บินได้แบบอัตโนมัติ ผ่าน USS Facility map



รูปที่ 113 การเชื่อมต่อของระบบ UAS service supplier และ UAS facility map

การทำงานของเครื่องมือ UAS facility map

เครื่องมือ UAS facility map เป็นการให้ข้อมูลสำหรับประกอบการขอบินใน Controlled Airspace (Class B, C, D, และพื้นผิว Class E) โดยระบุความสูงที่สุด ที่สามารถจะได้รับอนุญาตแบบอัตโนมัติจากระบบ LAANC



รูปที่ 114 เครื่องมือ UAS facility map ให้ข้อมูลตามความสูงของพื้นที่

นอกจากนี้ประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีข้อบังคับการใช้อุปกรณ์ Remote ID ดังต่อไปนี้

- ข้อกำหนด Remote ID ได้ออกมาบังคับใช้ภายหลัง โดยกำหนดเพิ่มเติมให้การบินโดรน ต้องติดตั้งอุปกรณ์ Remote ID (อ้างอิง RIN 2120–AL31 Remote Identification of Unmanned Aircraft)

- หรือหากไม่ติดตั้ง Remote ID จะบินในสถานที่เฉพาะเท่านั้น ที่เรียกว่า FAA-Recognized Identification Area (FRIA)

กำหนดการทำงานของ Remote ID ถูกระบุรายละเอียดไว้ในเอกสาร

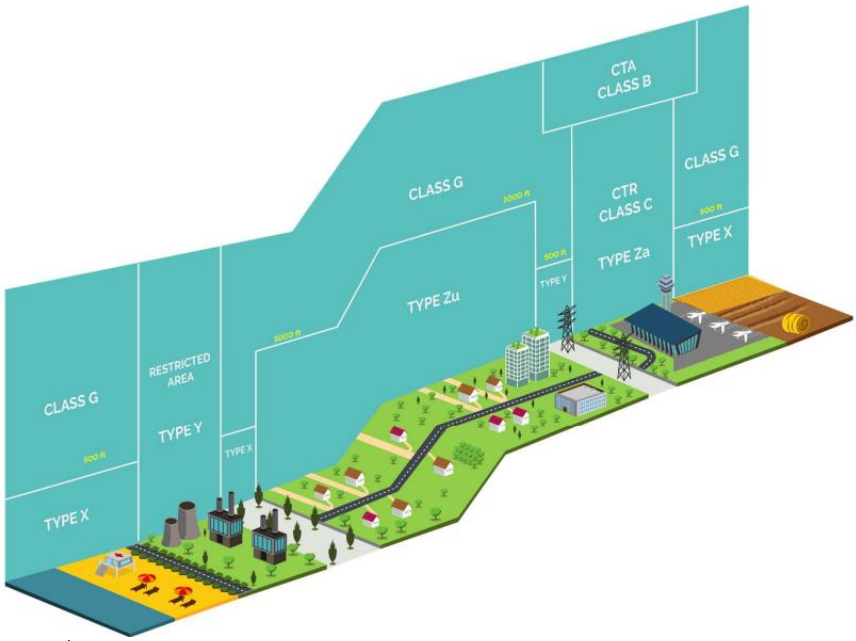
- Minimum message elements broadcast เอกสาร 14 CFR 89.305 เช่น ข้อมูลตัวตนของโดรน ตำแหน่งสถานีควบคุม ตำแหน่งโดรน และเอกสาร 14 CFR 89.315 เช่น ตำแหน่งจุด take-off เป็นต้น
- 14 CFR 89.310, 14 CFR 89.320 Minimum performance requirements for Remote Identification เช่น ความแม่นยำของตำแหน่ง

2.3.การศึกษาระบบ UTM จากสหภาพยุโรป

ระบบ U-space ได้เริ่มต้นที่การจำแนกประเภทห้วงอากาศ และปฏิบัติการดังต่อไปนี้

การจำแนกห้วงอากาศของ U-space (Airspace Volume)

ห้วงอากาศ U-space มีการกำหนดที่ระดับ VLL (Class G) ซึ่งถูกจำกัดการเริ่มต้นที่ 120 ม. เหนือจุดปล่อยตัว การจัดการพื้นที่ห้วงอากาศของ U-space ถูกแบ่งออกเป็นสามมิติ (X, Y, Z) ตามกฎของ VLL ซึ่งจำแนกตาม Conflict of Resolution ตามปริมาตรภูมิศาสตร์ ตามรูปที่ 115



รูปที่ 115 ปริมาตรห้วงอากาศ U-space ตามการแบ่งแบบ X, Y และ Z

1) ปริมาตร X: ไม่มี Conflict of Resolution (no conflict)

ปฏิบัติการความเสี่ยงต่ำประเภท X เริ่มต้นที่ U1 ปฏิบัติการในระดับนี้ต้องการเรียกใช้บริการ U-space ในระดับต่ำ เนื่องจากเป็นผู้ใช้งาน UAS ทั่วไปและเริ่มต้นจากพื้นที่นอกเมือง ปฏิบัติการประเภทนี้ถูกจัดเป็นประเภท Open มีความเสี่ยงต่ำทั้งภาคพื้น และอากาศ

2) ปริมาตร Y: ให้บริการ Conflict of Resolution ก่อนบิน (pre-strategic)

ห้วงอากาศ Y มีการจำกัดที่เฉพาะเจาะจง จำเป็นต้องได้รับความยินยอมก่อนขึ้นบิน สำหรับอากาศยานอยู่ในสายตา (Visual Line-of-Sight :VLOS) และ เกินระยะสายตา (Beyond Visual Line-of-Sight: BVLOS) มีการจัดสรรลดความเสี่ยงโดย U-space ในเวลาก่อนขึ้นปฏิบัติการ ข้อมูลทางจราจรของอากาศยานทุกลำในห้วงอากาศประเภท Y จะถูกติดตาม ความเสี่ยงทางอากาศและภาคพื้นดินถูกกำหนดโดย SORA ปริมาตร Y จำเป็นต้องมีข้อกำหนดทางเทคนิคเพื่อการยินยอมปฏิบัติการดังต่อไปนี้

- สถานีควบคุมการบินระยะไกลเชื่อมต่อกับ U-space
- UAS สามารถรายงานตำแหน่งได้

บริการสำหรับปริมาตร Y คือการกำจัดข้อขัดแย้งก่อนขึ้นบิน และไม่มีการจัดกลยุทธ์การแยก (tactical separation) ระหว่างบิน ผู้ใช้งานจะได้รับข้อมูลจราจรทางอากาศ

3) ปริมาตร Z: ให้บริการ Conflict of Resolution ก่อนบินและระหว่างปฏิบัติการบิน (pre-strategic and in-flight tactical)

ห้วงอากาศ Z ถูกแบ่งเป็นระดับย่อยคือ Za (U3) และ Zu (U2) ซึ่งมีการใช้งานร่วมกันของ ATM และ UTM ตามลำดับปฏิบัติการ ห้วงอากาศประเภท Z มีบริการกำกับ conflict of resolution ก่อนบิน และระหว่างบินเนื่องจากจัดเป็นปฏิบัติการประเภทยุทธศาสตร์ที่ต้องมีการใช้ห้วงอากาศร่วมกับอากาศยานคนบังคับ ข้อมูลเส้นทางบิน การจราจรทางอากาศ จะได้รับโดยตรงจากศูนย์ควบคุมการบิน และปฏิบัติการทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยระบบบินอัตโนมัติทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงระหว่างบิน

3.1) ปริมาตร Za ถูกจัดอยู่ในห้วงอากาศควบคุม โดยมี ATS ทำหน้าที่จัดหาข้อมูลต่าง ๆ เช่น การสื่อสาร การติดตาม ฯลฯ

3.2) ปริมาตร Zu ถูกจัดได้ทั้งห้วงอากาศไม่ควบคุมซึ่งมีการรับคำแนะนำจากบริการ Tactical Conflict Resolution และห้วงอากาศควบคุมที่รับบริการจาก ATC

การจำแนกปฏิบัติการ

1) Open ปฏิบัติการ open ใช้กับUAVน้ำหนักน้อยกว่า 25 กิโลกรัมและบินต่ำกว่า 120 เมตร ในระยะมองเห็นได้ (VLOS) จึงถูกจัดว่าเป็นประเภทความเสี่ยงต่ำโดยปราศจากการควบคุม ไม่อนุญาตให้ไปข้ามฝูงชน

2) Specific ปฏิบัติการ specific ต้องมีการจัดการความเสี่ยงตาม JARUS Specific Operations Risk Assessment (SORA) การปฏิบัติการถูกรับรองโดย NAA

3) Certified ปฏิบัติการ Certified มีความเสี่ยงสูงเทียบเท่ากับอากาศยานใช้คนขับ

ข้อสรุปของการบริหารห้วงอากาศ (Airspace Management) ในระบบ U-space

การบริหารจัดการห้วงอากาศของ U-space ที่ถูกจัดแบ่งออกเป็น ปริมาตร (volume) ในห้วงอากาศ และประเภท (category) ของปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละปริมาตรจะมีการให้บริการ (service) เป็นไปตามขีดความสามารถของปฏิบัติการ เพื่อนำไปสู่การลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น โดยสามารถสรุปเป็นภาพรวมได้ดังต่อไปนี้

- มีการแบ่ง airspace ใน VLL เป็น 3 ประเภท คือ X, Y, Z
- X ไม่มีการให้ separation service และนักบินเป็นผู้รับผิดชอบความปลอดภัยด้วยตนเอง
- Y มีการให้ strategic conflict resolution ก่อนบิน และข้อมูลการบินทั่วไป
- Z มีการให้ Strategic conflict resolution ก่อนบิน และ tactical conflict resolution ระหว่างบิน
- อาจมีการกำหนดข้อบังคับระยะสั้นในปริมาตรใดก็ได้ และจะมีการประกาศผ่านบบริการ Emergency management สามารถดูได้ทาง Drone Aeronautical Information และ ข้อมูล Geo-awareness
- การเข้าสู่ Y และ Z ต้องการ การอนุมัติแผนปฏิบัติการ การฝึกสอนนักบินที่เหมาะสม อุปกรณ์ที่เหมาะสม และการเชื่อมต่อกับสถานีควบคุมระยะไกล
- ปฏิบัติการ Open, Specific, Certified สามารถทำได้ทั้งหมดใน X, Y, Z ด้วยการกำหนดข้อจำกัด

3. การออกแบบระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) และ โครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ และ Remote ID โดย สทอภ.

จากผลการศึกษาแนวปฏิบัติและการออกแบบระบบ UTM ของสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป ทาง สทอภ. นำผลมาวิเคราะห์และออกแบบระบบ UTM และพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ตามที่เหมาะสมกับบริบทและกฎระเบียบของประเทศไทยในปัจจุบัน โดยสามารแบ่งเป็น 2 หัวข้อหลักดังนี้

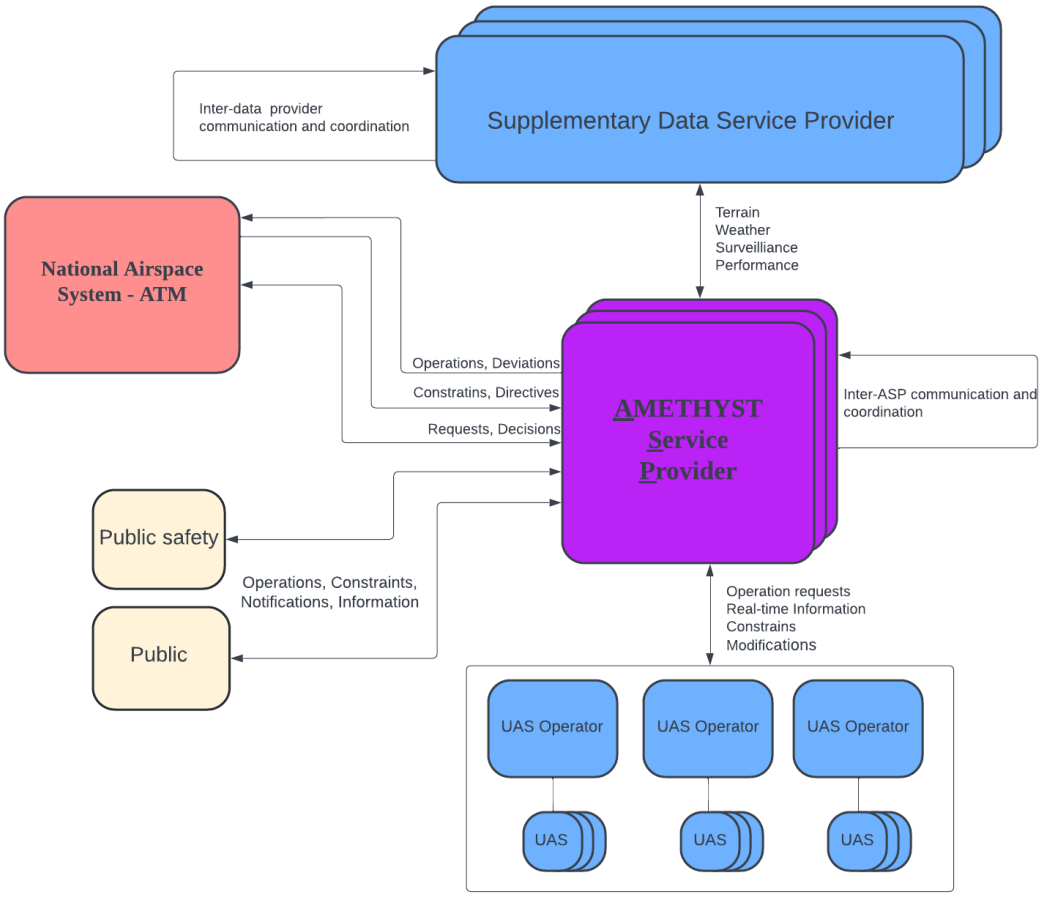
3.1.การออกแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) ของ สทอภ.

ตามผลการศึกษา สทอภ. นำเสนอผลการศึกษาวิจัยออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ UTM ตามรูปที่ 116 โดยระบบ UTM ที่ออกแบบพัฒนาขึ้นมานี้ มีชื่อเรียกว่า “AMETHYST” และแบ่งระดับของขีดความสามารถเป็น 4 ระดับ ได้แก่ AMT1, AMT2, AMT3 และ AMT4 ตามรูปที่ 117 ปัจจุบัน กพท. มุ่งเน้นในเรื่องเร่งด่วน ได้แก่ การวางพื้นฐานที่สำคัญของระบบ UTM (AMT1) คือ การขึ้นทะเบียนโดรน และขึ้นทะเบียนนักบินที่มีความสามารถในการบินโดรนอย่างเพียงพอ เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการรักษาความปลอดภัยพื้นฐานสาธารณะ โดยในรายละเอียดพื้นฐานที่สำคัญของระบบ UTM (AMT1) ดังนี้

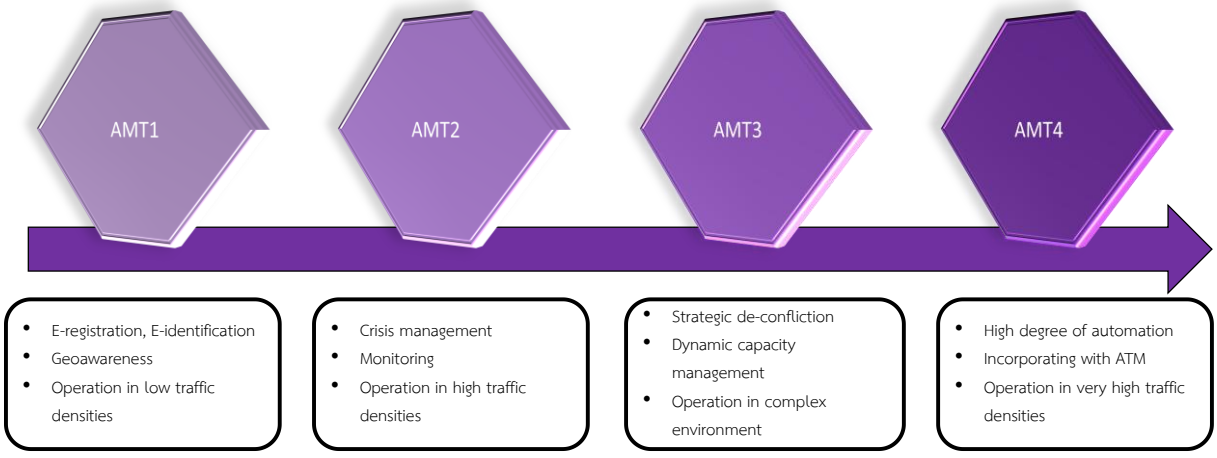
1) การขึ้นทะเบียนโดรน และขึ้นทะเบียนนักบิน เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการรักษาความปลอดภัยพื้นฐานสาธารณะ

2) การพัฒนาระบบระบุตัวตนของโดรนระยะไกล ประกอบด้วย hardware remote ID และ ระบบแม่ข่ายซึ่งทำหน้าที่รับส่งข้อมูล เป็นระบบที่นำไปสู่การต่อยอดของการติดตาม เฝ้าระวัง และเตือนภัย สำหรับการบินโดรน ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการบริหารจัดการห้วงอากาศ

3) การพัฒนาระบบ Geo-awareness เป็นการสร้างขอบเขตทางภูมิศาสตร์ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างเป็นนัยยะกับการบริหารจัดการห้วงอากาศ เพื่อให้ข้อมูลเบื้องต้นแก่นักบินก่อนทำการบิน



รูปที่ 116 สถาปัตยกรรมระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (AMETHYST) ของ สทอภ.

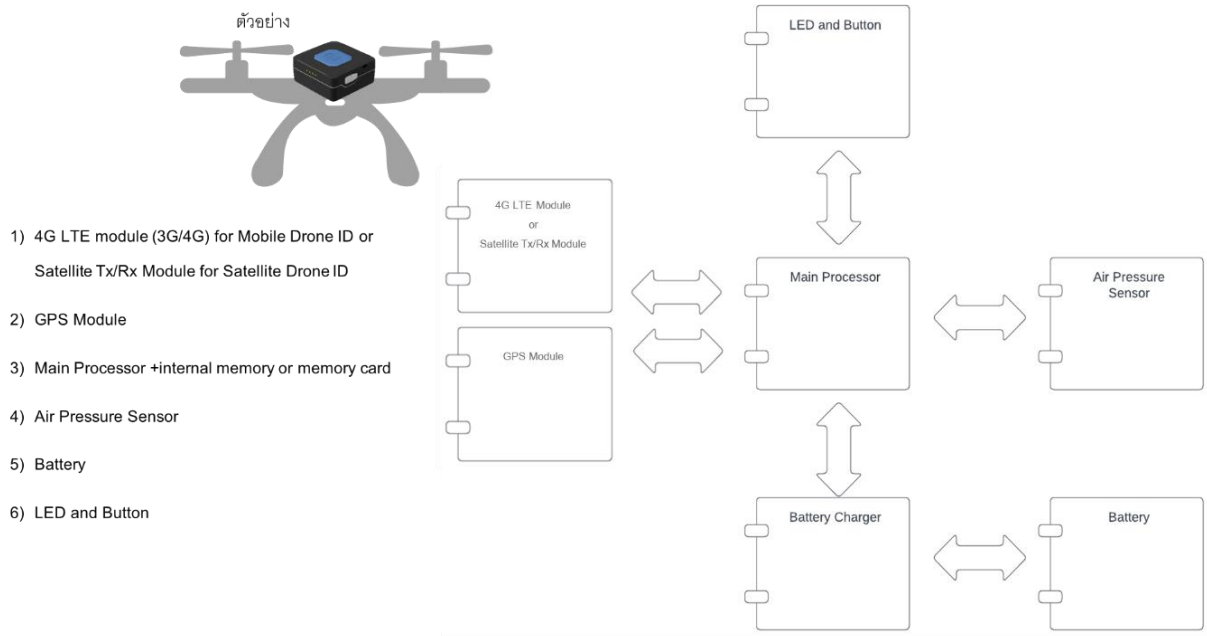


รูปที่ 117 ระดับขีดความสามารถทางเชิงเทคนิคของ AMETHYST ทั้ง 4 ระดับ

ผู้ร่วมใน Focus group เห็นด้วยในหลักการทิศทางการพัฒนาระบบ UTM นอกเหนือจากนี้ กพท. ในปัจจุบันซึ่งเป็นเรื่องเร่งด่วน ได้แก่ การอนุญาตการทำการบิน การรับรองศูนย์ฝึกอบรมและหลักสูตรอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน การกำหนดมาตรฐานความรู้ความสามารถและอออกใบอนุญาตผู้บังคับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน การจดทะเบียนอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน การจัดทำร่างมาตรฐานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอุตสาหกรรมอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินในอนาคตอันใกล้ ในส่วนของ UTM นั้นทาง กพท. อยู่ระหว่างจัดทำร่างที่เกี่ยวข้องกับนโยบาย ระเบียบ แนวทางปฏิบัติของการจัดการอากาศยานไร้คนขับ ในร่างฯมีการระบุรายละเอียดโครงการการวิจัยพัฒนาระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (ที่มา วัตถุประสงค์ วิธีการ งบประมาณการพัฒนา ผลผลิต ผลลัพธ์ และผลกระทบ) ที่เป็นแผนการดำเนินการโดย กพท. ดังนั้นทาง กพท. ชี้แจ้งว่า กพท. ไม่สามารถการันตีการนำระบบ UTM ที่พัฒนาโดย สทอภ. หรือจากหน่วยงานอื่น ๆ นำไปใช้ในทางปฏิบัติเนื่องจากระเบียบ นโยบาย ยังอยู่ระหว่างการดำเนินการและเกี่ยวข้องกับทางหลายฝ่ายภายในหน่วยงาน กพท. และจำเป็นที่จะต้องหารือและใช้เวลาดำเนินการอีกหลายขั้นโดยเฉพาะในระดับผู้บริหารระดับสูงของหน่วยงาน กพท.

3.2.การออกแบบ การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) เพื่อส่งข้อมูลสถานะของอากาศยานไร้คนขับให้กับระบบควบคุมการจราจรทางอากาศ

สทอภ. นำเสนอคุณสมบัติพื้นฐานของระบบต้นแบบโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญเพื่อสื่อสารข้อมูลระหว่างโดรนและระบบ UTM คือ Remote ID หรือ Drone ID ซึ่งการออกแบบเบื้องต้นดังแสดงตามรูปที่ 118



รูปที่ 118 คุณลักษณะการออกแบบ Remote ID

คุณลักษณะของ Remote ID

- มีการสื่อสาร แบบ 2-way communication
  - ช่องทางการสื่อสาร
  - การสื่อสารผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ช่วงความถี่ที่ได้รับการจัดสรรแล้ว
  - การสื่อสารผ่านโครงข่ายดาวเทียม ช่วงความถี่ 1616.0-1626.5 MHz
- ความเร็วในการส่งข้อมูล
  - การรับ-ส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทุก ๆ 1 วินาที
  - การรับ-ส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายดาวเทียม ทุก ๆ 10 วินาที
- สามารถส่งข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับขณะการบินไปยัง Remote ID Server ได้ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM-F3411-19 ประกอบไปด้วย
  - ตำแหน่งพิกัด latitude และ longitude

- Altitude
- ทิศทาง

- สามารถเก็บข้อมูลไว้ภายในแล้วส่งข้อมูลย้อนหลังได้
- Battery รองรับการทำงานได้ 1 ชม.
- น้ำหนักไม่เกิน 200 กรัม สำหรับ mobile drone tracker

แนวทางการดำเนินการวิจัยพัฒนาออกแบบ Remote ID

1) Remote ID แบบ Cellular

- เนื่องจาก Cellular Remote ID ที่จะผลิตเพื่อส่งมอบให้กับโครงการจะต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานกับ PTEC ก่อน ซึ่งระยะเวลาการอนุมัติจะส่งผลกระทบต่อระยะเวลาดำเนินงาน

2) Remote ID แบบ Satellite

- เนื่องจาก Cellular Remote ID ที่จะผลิตเพื่อส่งมอบให้กับโครงการจะต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานกับ PTEC ก่อน ซึ่งระยะเวลาการอนุมัติจะส่งผลกระทบต่อระยะเวลาดำเนินงาน
- เนื่องจากอุปกรณ์ Remote ID ต้องมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ดังนั้น จำเป็นต้องเลือกใช้ ความถี่ย่าน L-Band. ซึ่งในโครงการนี้เลือกโครงข่ายดาวเทียม Iridium เนื่องจากมีการพัฒนาการใช้งานร่วมกับอากาศยานไร้คนขับได้ในต่างประเทศแล้ว
- พิจารณาให้มีการส่งข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับไปยัง server ทุก ๆ 10 วินาที เนื่องจากอากาศยานไร้คนขับบินด้วยความเร็ว 60 km/hr ทำให้ทุก 10 วินาที อากาศยานไร้คนขับจะบินได้ระยะทาง 170 เมตร หากอากาศยานไร้คนขับส่งข้อมูล จากการศึกษาเบื้องต้นด้วยความถี่ 30 วินาทีต่อครั้งตามการติดตามล่าช้าเกินไป แต่ค่า airtime ของช่องสัญญาณดาวเทียมมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง การทดสอบจำเป็นต้องวางแผนในการทดสอบให้มีประสิทธิภาพ

3) ขั้นตอนการนำเข้าอุปกรณ์ลูกข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียมเข้ามาใช้ในประเทศ การใช้งานโครงข่ายดาวเทียม Iridium ในประเทศไทยอนุญาตให้มีการใช้งานกับ VMS

4) ตามประกาศ กสทช. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีอนุญาตให้ใช้ช่องสัญญาณดาวเทียมต่างชาติในการให้บริการในประเทศ ลงวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2563 ข้อ 16 (2) กรณีการใช้ช่องสัญญาณดาวเทียมต่างชาติเป็นการชั่วคราว หัวข้อย่อย (2.4) ภารกิจเกี่ยวกับสาธารณสุขและการศึกษาวิจัย ทดลอง ทดสอบและอนุญาตให้นำเข้าอุปกรณ์ลูกข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียมได้ ภายในเดือน พ.ค. 2566 จะทำให้สามารถนำเข้าและพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบ Satellite Remote ID ได้ทันในเดือน ธ.ค. 2566 เพื่อจะได้มีเวลาเพียงพอที่จะทดลองทดสอบระบบต่อไป

ผู้ร่วมประชุม Focus group เห็นชอบตามแนวทางการพัฒนา Remote ID ได้มีการดำเนินการตามมาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้แล้ว และในการพัฒนา Remote ID มีการพัฒนาแบบ network เพื่อให้โดรนสามารถส่งข้อมูลระบุตัวตนได้อย่างต่อเนื่อง และใช้ในการปฏิบัติการที่สูงขึ้น แต่มีความเห็นให้ใช้การส่งข้อมูลของตัว

โดรนเป็นไปตามมาตรฐาน Remote ID เช่น ASTM F3411 ที่กำหนดไว้แล้ว และในอนาคตการพูดคุยกับผู้ผลิตอาจเกี่ยวข้องกับการพัฒนาและปรับปรุงระบบ Remote ID

4. ถาม-ตอบ

1 แนวทางการพัฒนา Remote ID มีการดำเนินการตามมาตรฐานอย่างไร และในเมื่อสหรัฐอเมริกาทำการพัฒนาแบบ broadcast แล้วเหตุใด สทอภ. ถึงพัฒนาแบบ network

สทอภ การพัฒนา Remote ID มีการตีพิมพ์มาตรฐานการทางอุตสาหกรรมเผยแพร่สู่สาธารณะ ซึ่งทาง สทอภ. ได้ทำการดำเนินการตามเอกสารดังกล่าว การทำ Remote ID ประเภท network ทำให้โดรนที่ปฏิบัติการในพื้นที่ห่างไกลสามารถส่งข้อมูลระบุตัวตนได้อย่างต่อเนื่อง และนำไปสู่การปฏิบัติการที่ใช้โดรนสมรรถนะสูง การที่ สทอภ. พัฒนาแบบ network จึงเป็นการวิจัยพัฒนาเพื่อการใช้โดรนในอนาคตที่มีโอกาสเกิดขึ้น และได้ใช้มาตรฐาน Standard Specification for Remote ID and Tracking : ASTM F3411

2 การประยุกต์ใช้ เรื่อง tracking สามารถทำได้อย่างไร และจะไปรบกวนกับ ATM หรือไม่

สทอภ. ชี้แจ้งว่าดำเนินการออกแบบมาตรฐาน Remote Id ตามมาตรฐาน ASTM F3411 โดยมีสามช่องทาง BLE/ NAN WiFi ทางด้าน cellular ก็จะต้องพึ่งพาการซื้อสัญญาณจากผู้ให้บริการโทรศัพท์ ส่วนด้าน satellite การบังคับใช้น่าจะอีกระยะหนึ่ง จากข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าในขณะนี้ไม่มีการกระทบ ADS-B และไทยคมได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าการจัดสรรค์คลื่นความถี่จะไม่มีการทับซ้อนกันอยู่แล้วจึงไม่มีปัญหา

3 การส่งข้อมูลของตัวโดรน มีแบบแผน แนวทางอย่างไร โดรนโอเปอเรเตอร์มีข้อมูลเหล่านี้ครบหรือไม่ และมีแผนผลักดันอย่างไรในอนาคตในการพูดคุยกับ manufacturer

สทอภ. ชี้แจ้งว่า ระบบ Remote ID ถูกพัฒนาตามมาตรฐานทางอุตสาหกรรมที่ถูกกำหนดเอาไว้ (ASTM F3411) ทั้งนี้ เบื้องต้นคือการทดสอบระบบรับส่งให้ทำงานได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานตามขอบเขตโครงการ สำหรับแผนผลักดันการนำไปใช้จะต้องดำเนินการผ่านหลายขั้นตอนตั้งแต่หารือกับผู้กำกับดูแลและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ตลอดจนถึงภาคอุตสาหกรรมการผลิต เพื่อจัดทำแผนแนวทางการผลักดันการผลิตระบบ Remote ID ในประเทศไทย

4 ต่อไปการบินโดรนจะมีกฎระเบียบต่าง ๆ เข้ามาควบคุม เช่น การบินสันทนาการจะมีการทดสอบ เป็นไปได้ไหมที่สามารถส่งต่อข้อมูลที่เก็บอยู่ใน Data base ของ กพท. โดยมีเอกชน (ที่ได้รับการรับรองจาก กพท.) เป็นศูนย์กลาง เพื่อนำข้อมูลไปใช้อำนวยความสะดวกอื่น ๆ

กพท. ชี้แจ้งว่า ส่วนข้อมูลส่วนบุคคลอ้างอิงภายใต้ PDPA การยินยอมต้องได้รับการยินยอมจากประชาชนที่ลงทะเบียน แต่ไม่ใช่การเปิดเผยสู่สาธารณะแต่ถูกใช้ใน กพท.

5. ตามขอบเขตโครงการมีระบุว่า ให้ทำการเชื่อมต่อกับระบบการขึ้นทะเบียนในกรณีที่มีการใช้งานระบบเดิมอยู่ และในปัจจุบัน ทาง สทอภ. จึงขออนุญาตเชื่อมต่อกับระบบการลงทะเบียนของ กพท. เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์โครงการ

กพท. ชี้แจ้งเพิ่มเติมว่า การเชื่อมต่อระบบ กพท. ต้องขออนุญาตหลายขั้นและมีความเสี่ยงเรื่องข้อมูลส่วนบุคคล ตามพ.ร.บ. คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล หรือ Personal Data Protection Act (PDPA) เสนอว่าให้ สทอภ. วิจัยพัฒนาระบบลงทะเบียนที่ไม่ขึ้นกับ กพท. และมุ่งเน้น demonstration เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นตามขอบเขตของโครงการ

6. กฎหมาย กฎระเบียบ และแนวปฏิบัติของการจราจรอากาศยานไร้คนขับ ที่กำลังดำเนินร่างและปรับปรุง คาดว่าจะเสร็จสิ้นกระบวนการได้ใช้เมื่อไร

กพท. ชี้แจ้งว่ากำลังดำเนินการจัดทำระเบียบ คาดว่าจะเสร็จร่างในเบื้องต้นช่วงเดือน สิงหาคม 2566 กระบวนการสำหรับดำเนินการออกเป็นกฎหมายคาดว่าจะใช้เวลาอย่างน้อย 2 ปี

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจาก กพท.

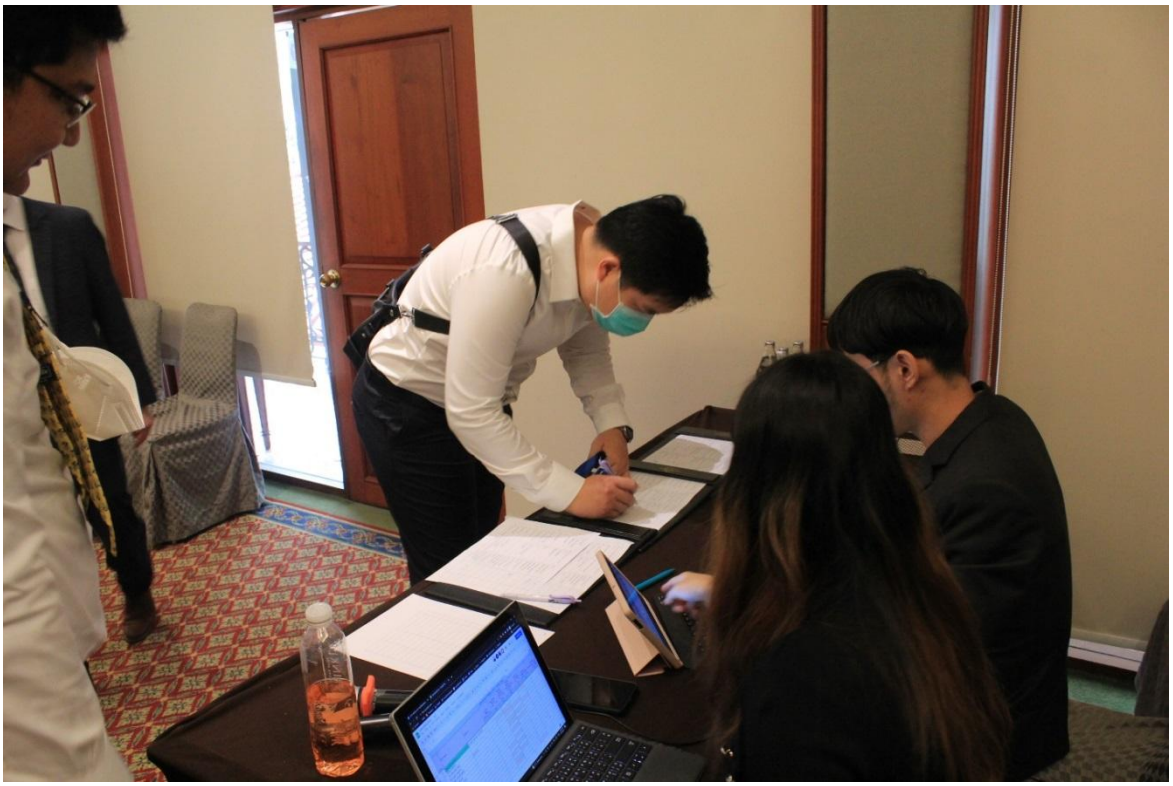
1 แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของบุคคลผู้ขึ้นทะเบียนการบินโดรนแบบสันทนาการ ในอนาคตจะมีการใช้ข้อสอบเพื่อใช้ในการทดสอบนักบิน และได้รับใบอนุญาตจาก กพท.

2. มีการจัดตั้งศูนย์ฝึกอบรมนักบินในอนาคต โดยจัดทำเพื่อให้นักบินหรือ โอเปอเรเตอร์สามารถอบเพื่อรับใบรับรองได้และจะมีการปรับปรุงแก้ไขประกาศจากกระทรวงคมนาคมในช่วงเดือน สิงหาคม 2566 เพื่อส่งให้กระทรวงคมนาคม

3. แนวทางดำเนินนโยบายระบบพื้นฐาน UTM ของประเทศไทย มีลักษณะตามแนวทางดำเนินนโยบายตามสหภาพยุโรป โดยจะมีการปรับบริบทให้เหมาะสมกับประเทศไทย

ประมวลภาพงาน Focus group ครั้งที่ 1 การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

Outline
1. Introduction
1.1 Trend การใช้ Drone ในปัจจุบัน
1.2 ICAO ระบุเรื่องที่เกี่ยวกับ UTM
2. โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)
2.1 ขอบเขต และผลลัพธ์โครงการ Timeline
2.2 การออกแบบวิจัยพัฒนาจากการศึกษาโดย GISTDA
3. การประชุมหารือให้ความเห็นและคำแนะนำการพัฒนาระบบ UTM
4. สรุป
GISTDA



the National Land Policy Board

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Focus group ครั้งที่ 1

รายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Focus Group
"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
เวลา 09.00 - 12.00 น.

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	บริษัท	ลงนาม	หมายเหตุ
1	Nopphon Kiattaweemunkong	Officer	CAAT		
2	Dr. Ammarin Pimnoo	Space Business Development Manager	Thaicom Public Company Limited		
3	Prasert	Member, NBTC Sub-Committee on Satellites	Member, NBTC Sub-Committee on Satellites		
4	นายรัฐพงศ์ โชติรัตนศักดิ์	พนักงาน	CAAT		
5	กิตติคุณ ปานเอม	พนักงานกองกำกับมาตรฐานและการจราจรระบบอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน	Caat		
6	KANIN KIWKASEMSAWASDI	ATC Manager	Aerothai		
7	Mr.Bancha Kingbualuang	ATM Network manager	Aero nautical radio of Thailand		
8	THANAKRIT ATSWALONGKORN	General Manager	Thai Aerospace Industries Co., Ltd.		
9	Danupol Sutthison	UAS standards and technology development officer	The Civil Aviation Authority of Thailand		
10	Sasitha Sinprasopcha	Budget Analyst, Practioner Level	Budget Bureau		

11	Mantana Manucham	Budget Analyst, Practioner Level	Budget Bureau		
12	Kesorn Pholngam	Director of Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation Budget Division 2	Budget Bureau		
13	ฉัตรเพชร บุณยเกตุ	Project manager	Thaicom PLC.		
14	ศราวดี ไทยเจริญพร	Platform department manager	THAICOM plc.		
15	เพชร ศิริวรธรรม	Special project product manager	THAICOM plc.		
16	Arnon Chaiyaperm	Unmanned Aircraft Regulations Officer	CAAT		
17	นางปาริชาติ อินสว่าง	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน ชำนาญการ	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายที่ดินแห่งชาติ		
18	นางสาวอณุภรณ์ วรรณวิเศษ	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน ชำนาญการ	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายที่ดินแห่งชาติ		
19	นายอนุวัตร จินตกสิกรรม	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน ปฏิบัติการ	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายที่ดินแห่งชาติ		
20	คม พรมสุทธิกุล	ผู้ช่วยผู้จัดการงานนโยบายและบริหารยุทธศาสตร์	บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด		
21	นายวิวัฒน์วงศ์ วิจิตรวาทการ	Chief Executive Officer	SKYVIV		081 832 7669
22	อัมมรินทร์ ดรัณภพ	Chief Scientist	SKYVIV		
23	ปินะดล หิรัญจารุวงศ์	Chief Operating Officer	SKYVIV		0858159292.
24	มณฑล อุดมพิทักษ์สุข	Chief technical Officer	SKYVIV		0988969565

190

25	รุ่งโรจน์ บุญทศ	Business Development manage	SKYVIV		
26	นาย เจษฎากร จันทวงษ์	วิศวกร	บริษัท ชินเนติก จำกัด		
27	นาย ฐิติภูมิ ดอกยอ	กรรมการ ผู้จัดการ	บริษัท ชินเนติก จำกัด		
28	ดร.ชนะ รักษ์ศิริ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์		
29	นาย กีรติ สีสิงห์	วิศวกร	บริษัท ชินเนติก จำกัด		
30	Waraschaya Siriwannawit	Miss	Aeronautical Radio of Thailand		
31	Warradorn Sirisang	Solution Architect Specialist	Ai and Robotic Ventures		
32	Pattarapong Ponprueksa	Fleet Manager	AI and Robotics Ventures		
33	DR.Kitt Panyarat		Thailand Science Research and Innovation (TSRI)		
34	เมธา สุธาพันธ์		Aeronautical radio of Thailand		
35	อาทิตย์ ชีวะเกตุ	Partnership Liaison	AI and Robotics Ventures		
36	คุณาชาติ วิทูรสุนทร	Head, UAV Operations	AI and Robotics Ventures		
37	Buchsarawan Srilertworakul	Plan and Policy Analyst Practitioner Level	Office of Agricultural Economics		

191

38	Ms JATUPORN NONTHASIRI	Statistician Senior Professional Level	Office of Agricultural Economics		
39	Phongsakorn Meemak	TSC-1 Deputy Project Manager	National Astronomical Research Institute of Thailand (NARIT)		
40	Yanisa Nualanant	Master degree student	Chulalongkorn University		
41	Akarapon Trakoolwiya	Engineering	EmOne		
42	Michiro Kusanagi	Ex. Visiting Prof.	Asian Institute of Technology		

192

ใบเซ็นชื่อ

ลำดับ	ชื่อ	หน่วยงาน	ลายเซ็น
	นิธพน เชื้อปราง		
	อนล ไพศาล	Emque	Amp.
	~~[illegible]~~	~~Aerot~~	
	ม.ว.พงศ์เทพ อนนท	บรท.	
	อนุชา กสิธรรมกิจ	NSTDA	
	[illegible]	GISTDA	
	[illegible]	GISTDA	
	พชจิตร บุญไชยเศรษ	GISTDA	
	สุกฤษฎ์ ภูริยอม	GISTDA	
	ประพันธ์ วิริยะสุขเรืองโรจ	GISTDA	
	พชวิร เรืองเวช	GISTDA	
	สุวิทย์ ปรีชาวงศ์	GISTDA	
	สุรัสมา เชื้อสมุทร์	GISTDA	

กทปส

GISTDA

รายงานสรุป Focus group ครั้งที่ 2
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

โรงแรม เซนทารา แกรนด์ แอท เซนทรัลพลาซา ลาดพร้าว

วันศุกร์ที่ 2 มิถุนายน 2566

เวลา 09.00-13.00 น.

บทสรุปผู้บริหาร

ปัจจุบันมีการนำอากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวี (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) หรืออากาศยานไร้คนขับ นำมาใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรมและมีความต้องการที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมของภาคเอกชนมากยิ่งขึ้น โดยมีการศึกษาและคาดการณ์ว่าใน 5 ปีข้างหน้าการเติบโตของตลาด UAV ของทั่วโลกและประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 2 เท่า ซึ่งผลต่อกิจกรรมการใช้ห้วงอากาศ (airspace) ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ก่อเกิดการใช้ห้วงอากาศที่หนาแน่นมากขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่อเสี่ยงการจราจรของอากาศยานไร้คนขับ และการนำอากาศยานไร้คนขับไปบินเพื่อละเมิดสิทธิความเป็นส่วนตัวของผู้อื่น หรือนำไปใช้ในกิจกรรมที่ผิดกฎหมาย ปัจจุบันประเทศไทยมีระเบียบข้อบังคับให้เจ้าของอากาศยานไร้คนขับดำเนินการลงทะเบียนและขออนุญาตทำการบินกับหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบได้แก่ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) และ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) และจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีด้านการจัดจราจรอากาศยานไร้คนขับเพื่อให้การดำเนินตามกฎระเบียบข้อบังคับการอากาศยานไร้คนขับได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ทางกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ (กองทุน กทปส.) เล็งเห็นถึงความสำคัญและ สทอภ. ได้รับสนับสนุนนงบประมาณ โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

การจัด Focus group : การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ครั้งที่ 2 จุดประสงค์เพื่อนำเสนอ สาธิตผลงานวิจัย และรับฟังความคิดเห็นข้อเสนอแนะ จากหน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลควบคุม (กพท. และ กสทช.) และ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (ผู้ใช้งานโดรน และผู้พัฒนาโดรน)เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) และระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ภายใต้ จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรม (literature review) ของสทอภ. เสนอผลการศึกษาพัฒนาระบบ UTM จาก ICAO สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป และนำมาออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ UTM เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยโดยมีแผนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วย

- การพัฒนาระบบลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ (registration services) แบบ one stop services
- การพัฒนาอุปกรณ์ระบุตัวตนระยะไกล (Drone ID หรือ Remote ID)

จากการหารือในครั้งนี้ได้ข้อสรุปดังนี้

1) คณะผู้วิจัยมีการนำเสนอขอบเขตการวิจัยพัฒนาของโครงการ และ requirement ของการออกแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับที่มีชื่อว่า AMETHYST ซึ่งประกอบด้วย E-registration, E-identification และ การติดตามโดรนขณะทำการบิน รวมไปถึงการดำเนินสาธิต (demonstration) ตั้งแต่

การลงทะเบียนโดรน นักบิน และ ขออนุญาตทำการบิน ที่ถูกพัฒนาขั้นโดยคณะผู้วิจัย โดยในที่ประชุมมีการเห็นชอบแนวการพัฒนา นอกเหนือจากนี้มีการให้คำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิตและผู้ใช้โดรนในการปฏิบัติงาน ควรพัฒนาและเพิ่มฟังก์ชันการ ตัวอย่างเช่น การพัฒนาเพิ่มฟังก์ชันดังนี้ 1) การอัปโหลดแผนที่โดยใช้ไฟล์นามสกุล KML 2) การใช้เชื่อมต่อแบบ API สำหรับการอัปโหลด flight plan ซึ่งทางคณะผู้วิจัยรับพิจารณาและตรวจสอบข้อบังคับ หากไม่ขัดกับข้อบังคับในปัจจุบัน ทางคณะผู้วิจัยจะมีการพัฒนาเพิ่มเติมและเสนอในการประชุม Focus group ในครั้งต่อไป นอกเหนือจากนี้ทาง กพท. เสนอให้คณะผู้วิจัยดำเนินการทดสอบการเชื่อมต่อระบบ UTM (AMETHYST) ผ่าน API กับ ระบบการลงทะเบียนของ กพท. ด้วยการจำลองการทดสอบการเชื่อมต่อระบบ UTM กับคอมพิวเตอร์หรือระบบอื่น ๆ แทนการเชื่อมต่อกับระบบของ กพท. เนื่องจากขั้นตอนการขออนุญาตการเชื่อมต่อกับระบบ กพท. มีหลายขั้นตอนและใช้เวลาในการดำเนินการ รวมไปถึงการลดความเสี่ยงเรื่องการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล ตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (Personal Data Protection Act : PDPA)

2) การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศฯ โดยขอบเขตของโครงการคือ การแนวทางการพัฒนา Remote ID เพื่อใช้ในการระบุตัวตนอากาศยานไร้คนขับ ในการประชุมครั้งนี้มีการนำเสนอคุณสมบัติของ Remote ID แบบ cellular และ แบบผ่านดาวเทียม รวมถึงการออกแบบฮาร์ดแวร์เบื้องต้นของทั้ง 2 แบบ ในที่ประชุมเห็นชอบแนวทางในการออกแบบที่ได้นำเสนอ อย่างไรก็ตามมีข้อเสนอแนะจากผู้มีส่วนใดส่วนเสียด้านการบินโดรนเชิงพาณิชย์ ในเรื่องของความจุของแบตเตอรี่ของ Remote ID ควรจะมีระยะเวลาการใช้งานมากกว่า 1 ชั่วโมง โดยให้พิจารณาควบคู่กับขอบเขตของการดำเนินโครงการ งบประมาณ และ ระยะตามแผนของการดำเนินโครงการ

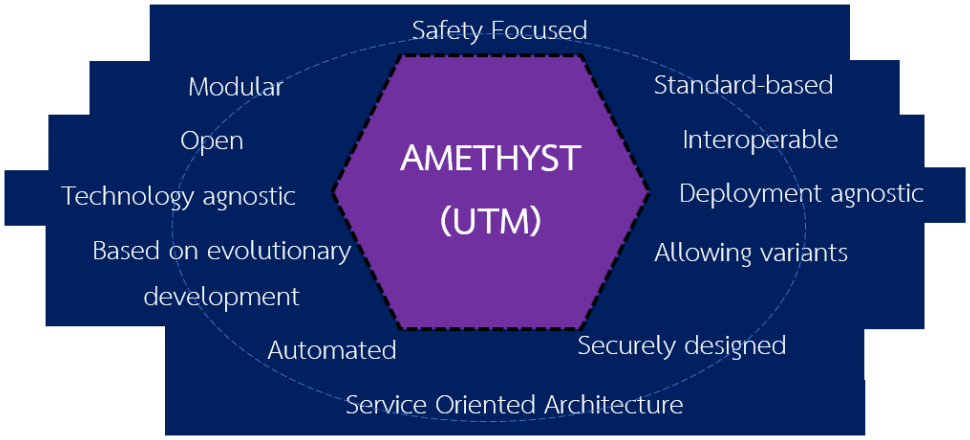
สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง
“การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ”
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

โดย ดร. สิทธิพร ชาญนำสิน, GISTDA

1. ที่มาและความสำคัญ

จาก Focus group ครั้งที่ 1 และการหารือกับ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) การพัฒนาระบบ Unmanned Aircraft System Traffic Management (UTM) ในประเทศไทยได้นำหลักการออกแบบสถาปัตยกรรมของ u-space มาใช้ดังแสดงในรูปที่ 119 เพื่อให้การบริหารจัดการจราจรของอากาศยานไร้คนขับ หรืออากาศยานไร้คนขับ ที่ใช้ห้วงอากาศร่วมกัน ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถูกต้องตามกฎหมาย สามารถนำไปสู่การเปิดโอกาสทางธุรกิจที่หลากหลายสำหรับอุตสาหกรรมอากาศยานไร้คนขับ ส่งผลถึงการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยในอนาคตอันใกล้ และไกล



รูปที่ 119 หลักการออกแบบระบบ AMETHYST โดยศึกษาจาก u-space

โดยหลักการออกแบบดังกล่าวได้ถูกสรุปตามใจความสำคัญดังต่อไปนี้

1) ความปลอดภัยต่อการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ
2) มาตรฐานสากลที่ยอมรับ
3) การใช้งานเปิดกว้าง
4) สามารถพัฒนาต่อยอด
5) การปฏิบัติงานเป็นแบบอัตโนมัติ
6) ถูกออกแบบให้มีความปลอดภัยสูง

จากการประชุมหารือกับทาง กพท. และ กสทช. ภายใต้ขอบเขตโครงการนี้ สามารถสรุป Requirement หลักสำคัญได้ดังนี้

2. ความต้องการพื้นฐานของระบบ UTM (UTM Requirements)

ตามที่กล่าวมาจากการหารือและให้ความเห็นใน Focus group สามารถสรุปความต้องการพื้นฐานของระบบ UTM (UTM Requirements) เพื่อทำการสาธิต (demonstration) ภายใต้การดำเนินโครงการนี้ได้ดังนี้

Sys_Req_1: การใช้งานของระบบเป็นไปตามกฎหมายและหลักการของกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลและสิทธิส่วนบุคคล ไม่ว่าจะเป็นผู้ใช้งานโดรน หรือประชาชนทั่วไป

Sys_Req_2: ผู้ใช้บริการมีสิทธิในการเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องหลักการของกฎหมายการใช้งานโดรน และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

Sys_Req_3: ข้อมูลผู้ใช้บริการต้องเข้าถึงได้ด้วยตนเอง และเข้าถึงได้โดยบุคคลผู้มีอำนาจตามกฎหมาย

Sys_Req_4: ข้อมูลของผู้ใช้บริการต้องมีข้อมูลที่สามารถระบุตัวตนได้อย่างชัดเจน

Sys_Req_5: ระบบ UTM ต้องมีขีดความสามารระบุตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับขณะทำการปฏิบัติการ

Sys_Req_6: ระบบ UTM ต้องเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล หรือส่งต่อข้อมูล โดยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ตามที่ได้แจ้งให้กับผู้ใช้บริการ โดยต้องได้รับความยินยอมจากผู้ใช้บริการ และดูแลความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้บริการ

Requirement ด้านการบริหารจัดการภารกิจ

Sys_Req_7: ระบบต้องเปิดให้ผู้ใช้บริการสามารถระบุคำขอการปฏิบัติการแก่ระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ

Sys_Req_8: ระบบต้องเปิดให้ผู้ใช้บริการระบุข้อมูลพื้นที่สำหรับส่งคำขอการปฏิบัติการแก่ระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ

Sys_Req_9: ระบบต้องแจ้งให้ผู้ใช้บริการทราบสถานะคำขอของแผนการบิน

Requirement ข้อมูลเกี่ยวกับการบิน UAV

Sys_Req_10: โอเปอเรเตอร์และผู้ใช้บริการสามารถเข้าถึงข้อมูลแผนการบินที่ต้องการเพื่อเตรียมการสำหรับภารกิจ

Sys_Req_11: โอเปอเรเตอร์และผู้ใช้บริการต้องเข้าถึงข้อมูลการบินล่าสุด

Sys_Req_12: ผู้ใช้บริการต้องตรวจสอบว่า UAV ของผู้ใช้บริการส่งสัญญานระบุตัวตน

จากการศึกษา สทอภ. ได้นำเสนอผลการศึกษาวิจัยออกแบบระบบ UTM โดยระบบ ที่ออกแบบพัฒนาขึ้นมานี้ มีชื่อเรียกว่า “AMETHYST” และแบ่งระดับของขีดความสามารถออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ AMT1, AMT2, AMT3 และ AMT4 จากการร่วมหารือกับ กพท. ระบบ AMETHYST ควรมุ่งเน้นในเรื่องบริการขั้นพื้นฐานใน AMT1 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) การขึ้นทะเบียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-registration) เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการสร้างแพลตฟอร์มลงทะเบียนแบบเบ็ดเสร็จ (one-stop-service) เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่นักบินอากาศยานไร้คนขับ อากาศยานไร้คนขับโอเปอเรเตอร์ และหน่วยงานผู้กำกับดูแล

2) การระบุตัวตนแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-identification) ซึ่งประกอบด้วย remote ID เป็นหัวใจสำคัญในการส่งข้อมูลและ ระบบแม่ข่ายซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูล เป็นระบบที่นำไปสู่การต่อยอดของการติดตาม เฝ้าระวัง และเตือนภัย สำหรับการบินอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการบริหารจัดการห้วงอากาศ และการพัฒนาระบบ UTM ที่สามารถทำงานร่วมกับ Air traffic management (ATM) ได้ในอนาคต

3) การให้ข้อมูล Geo-awareness เป็นการสร้างขอบเขตทางภูมิศาสตร์ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างเป็นนัยยะ กับการบริหารจัดการห้วงอากาศ เพื่อให้ข้อมูลเบื้องต้นแก่นักบินก่อนทำการบิน และเป็นหนึ่งในบริการสำคัญสำหรับการพัฒนาต่อยอดในเรื่องของ Conflict management สำหรับปฏิบัติการอากาศยานไร้คนขับในขั้น SPECIFIC และ CERTIFIED

ซึ่งตามขอบเขตของโครงการปัจจุบัน สทอภ. ได้หยิบยก e-registration และ e-identification มาพัฒนาและสาธิตการทำงานเพื่อตอบวัตถุประสงค์ และขอบเขตของโครงการคือ

1) การพัฒนาการพัฒนาระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) ซึ่งมีขอบเขตดังนี้

- สามารถขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับและการขึ้นทะเบียนผู้บังคับบินในลักษณะเบ็ดเสร็จจุดเดียว (One-Stop-Service)
- การอนุญาตทำการบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับ (Flight declaration, flight approval)

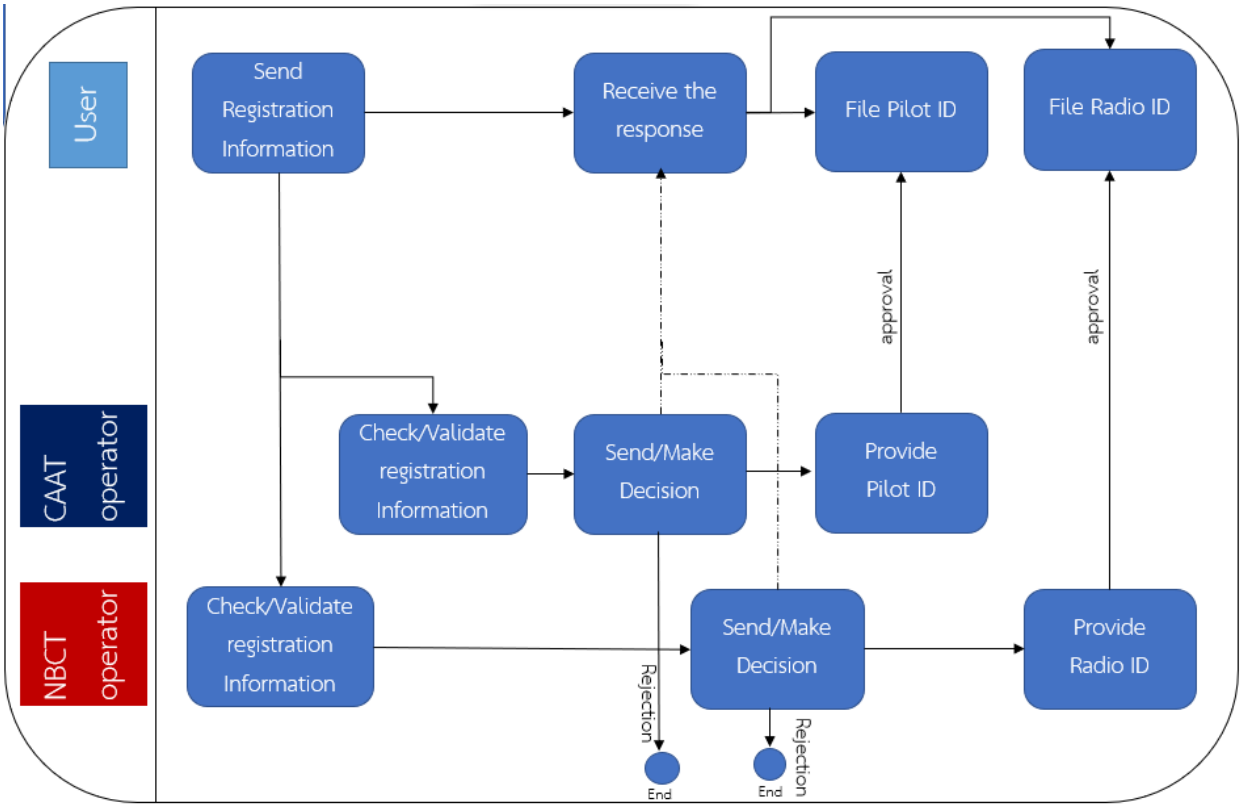
2) การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ซึ่งมีขอบเขตดังนี้

- สามารถบอกตำแหน่ง พิกัด และระดับความสูงของอากาศยานไร้คนขับ
- Remote ID ด้วยเครือข่าย Cellular network จำนวน 30 ชิ้น
- Remote ID ด้วยการเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม จำนวน 5 ชิ้น

3. การพัฒนาระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

สทอภ. ได้นำเสนอการพัฒนาระบบ E-registration แบบ one-stop-service ซึ่งมีความสอดคล้องกับการบินอากาศยานไร้คนขับของประเทศไทย ในปัจจุบันการบินอากาศยานไร้คนขับอย่างถูกกฎหมาย จำเป็นต้องได้รับการขึ้นทะเบียนจากหน่วยงานรัฐสองหน่วยงานเป็นหลัก คือ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) และ คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) โดยหากมีอากาศยานไร้คนขับที่ติดกล้องถ่ายภาพ หรือมีน้ำหนักตั้งแต่ 2 กิโลกรัมขึ้นไปจำเป็นต้องขึ้นทะเบียนผู้บังคับอากาศ

ยานไร้คนขับกับ กพท. (โดยหากมีน้ำหนักเกิน 25 กิโลกรัม จำเป็นต้องได้รับใบอนุญาตจากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม) และขึ้นทะเบียนเครื่องวิทยุกับ กสทช. ดังแสดงในรูปที่ 120 โดยกระบวนการอนุมัติจะถูกพิจารณาแยกออกจากกันอย่างเป็นอิสระ อย่างไรก็ตาม การเติบโตของตลาดอากาศยานไร้คนขับเพิ่มขึ้นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ความต้องการในกิจกรรมที่เกี่ยวขึ้นกับอากาศยานไร้คนขับเพิ่มขึ้นอย่างมาก การขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับที่ถูกแยกออกจากกัน ส่งให้นักบินอากาศยานไร้คนขับสมัครเล่น หรืออากาศยานไร้คนขับโอเปอร์เรเตอร์ ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหตุนี้ สทอภ. จึงนำเสนอแนวคิดการขึ้นทะเบียนแบบ one-stop-service เพื่อแก้ปัญหาความซับซ้อน และซ้ำซ้อน ของข้อมูลสำหรับการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ

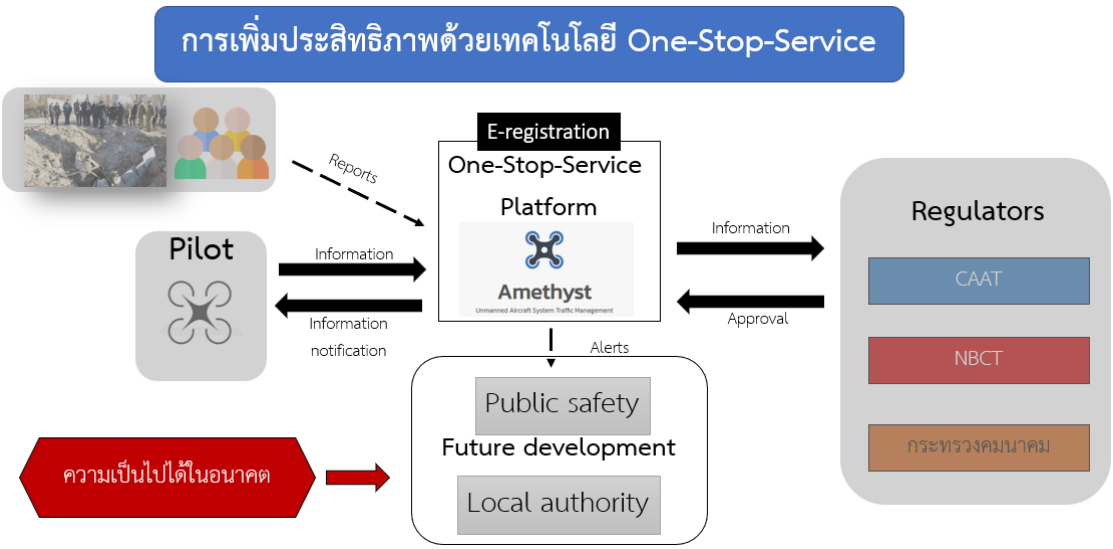


รูปที่ 120 กระบวนการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับในปัจจุบันของประเทศไทย

3.1.การพัฒนาระบบลงทะเบียน (e-registration) ด้วยแพลตฟอร์ม One-Stop-Service

ระบบการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับแบบ one-stop-service ได้ถูกพัฒนาขึ้น โดยมีแนวคิดดังแสดงในรูปที่ 121 โดยทางระบบจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางประสานงานระหว่างผู้ใช้งานที่ประสงค์จะขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ และหน่วยงานผู้กำกับดูแล ซึ่งมีลักษณะการทำงานโดยการที่ ระบบ AMETHYST จะทำการรับข้อมูลจากผู้ใช้งาน และส่งต่อไปยัง หน่วยงานผู้กำกับดูแล โดยข้อมูลที่ส่งจะถูกทำการเข้ารหัสความรักษาความปลอดภัย และถูกบริหารจัดการการเข้าถึงข้อมูลด้วย Keycloak เมื่อหน่วยงานผู้กำกับดูแลทำการอนุมัติ คำขอขึ้นทะเบียน ระบบ AMETHYST จะส่งการแจ้งเตือน และส่งมอบเอกสารที่จำเป็นที่ระบุการยืนยันการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ กลับไปยังผู้ใช้งาน ซึ่งแนวคิดการออกแบบนี้ ในอนาคตมีข้อเสนอแนะว่า ระบบ AMETHYST จะสามารถเป็น

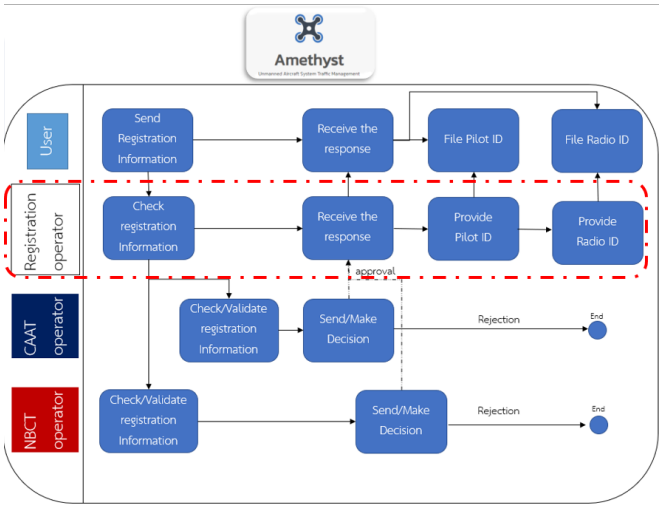
ตัวกลาง ให้ประชาชนสามารถรายงานอุบัติเหตุ หรือภัยอันตรายที่เป็นเหตุเกี่ยวเนื่องจากอากาศยานไร้คนขับ และส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ บังคับใช้กฎหมายท้องถิ่นได้



รูปที่ 121 แนวคิดการพัฒนาระบบ E-registration แบบแฟลตฟอร์ม one-stop-service

3.2.รูปแบบการทำงานของระบบ one-stop-service

การส่งต่อข้อมูลของ AMETHYST ซึ่งเป็นแพลตฟอร์ม one-stop-service ดังแสดงรูปที่ 122 เป็นการเข้ามาคั่นกลางระหว่างผู้ใช้งาน และหน่วยงานผู้กำกับดูแล โดยทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลการขึ้นทะเบียนจากผู้ใช้งานและส่งต่อไปยังหน่วยงานผู้กำกับดูแล โดยหลังจากหน่วยงานผู้กำกับดูแลทำการตรวจสอบข้อมูลว่าถูกต้องตามที่กำหนดไว้สำหรับการขึ้นทะเบียน จะทำการแจ้งกลับไปยังระบบ AMETHYST ให้มีการออก Pilot ID และ Radio ID ให้แก่ยังผู้ขึ้นทะเบียน



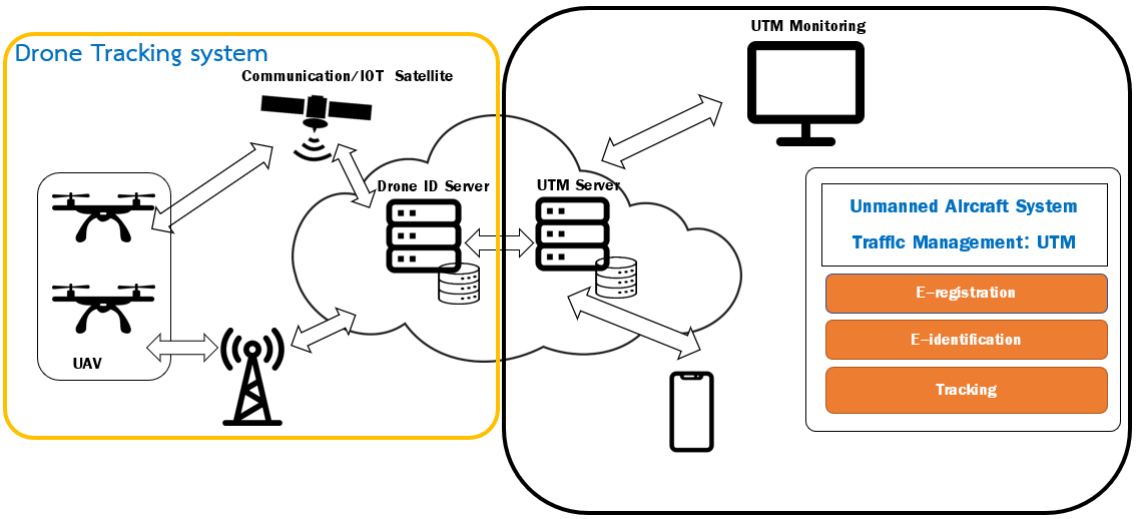
รูปที่ 122 การทำงานแบบ one-stop-service ของแพลตฟอร์ม AMETHYST

4. การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)

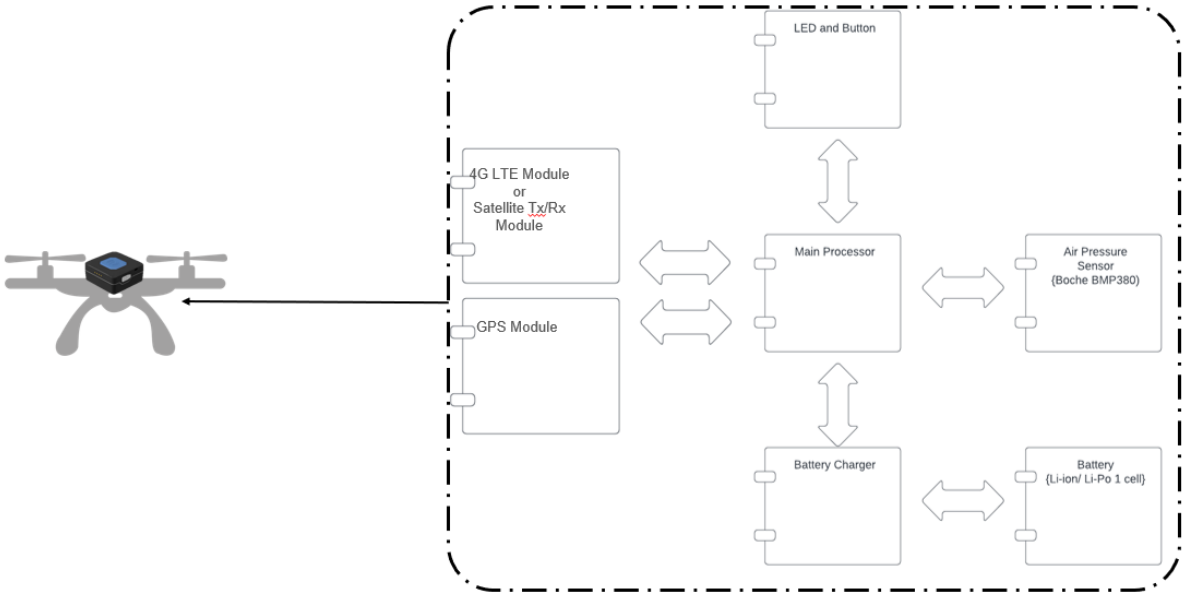
4.1.การศึกษา วิจัย และพัฒนา Remote ID เพื่ออากาศยานไร้คนขับของ สทอภ.

การพัฒนา Remote ID เป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนา Drone tracking system ที่ส่งผลต่อความมั่นคงและความปลอดภัย ในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับโดย Remote ID ถูกพัฒนาด้วยมาตรฐานสากล ASTM-F3411 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกใช้ในปัจจุบัน Drone tracking system สามารถทำงานผ่านโครงข่าย cellular และ satellite โดยจะทำการส่งข้อมูลการบิน เช่น พิกัด ความสูง รหัสระบุตัวตน ฯลฯ จากอุปกรณ์ Remote ID ที่ติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับเข้าสู่ Drone ID server จากนั้น UTM server ซึ่งเป็นระบบที่ตั้งขึ้นจากทาง สทอภ. จะทำการรับข้อมูลเพื่อมาแสดงผลลงบนแพลตฟอร์ม UTM ดังแสดงในรูปที่ 123

นอกจากนี้ สทอภ. ได้นำเสนอการพัฒนา และออกแบบ hardware ของอุปกรณ์ Remote ID แบบ cellular และ satellite ซึ่งมีการนำโมดูลมาต่อพ่วงดังแสดงในรูปที่ 124



รูปที่ 123 การพัฒนา Drone tracking System ด้วย Remote ID



รูปที่ 124 โมดูลของ Remote ID

4.2.คุณลักษณะโดยทั่วไปของ Remote ID

สทอภ. ได้ชี้แจงคุณลักษณะทั่วไปของ Remote ID ที่พัฒนาขึ้นทั้งแบบ Cellular และ Satellite มีรายละเอียดดังต่อไป

- การสื่อสาร แบบ 2-way communication
- ช่องทางการสื่อสาร
  - การสื่อสารผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ช่วงความถี่ที่ได้รับการจัดสรรแล้ว
  - การสื่อสารผ่านโครงข่ายดาวเทียม ช่วงความถี่ 1,616.0-1,626.5 MHz
- ความเร็วในการส่งข้อมูล
  - การรับ-ส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทุก ๆ 1 วินาที
  - การรับ-ส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายดาวเทียม ทุก ๆ 10 วินาที
- สามารถส่งข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับขณะการบินไปยัง Drone ID Server ได้ ประกอบไปด้วย
  - ตำแหน่งพิกัด latitude, longitude,
  - Altitude
  - ทิศทาง
  - ความเร็ว
- สามารถเก็บข้อมูลไว้ภายในแล้วส่งข้อมูลย้อนหลังได้
- Battery รองรับการทำงานได้ 1 ชม

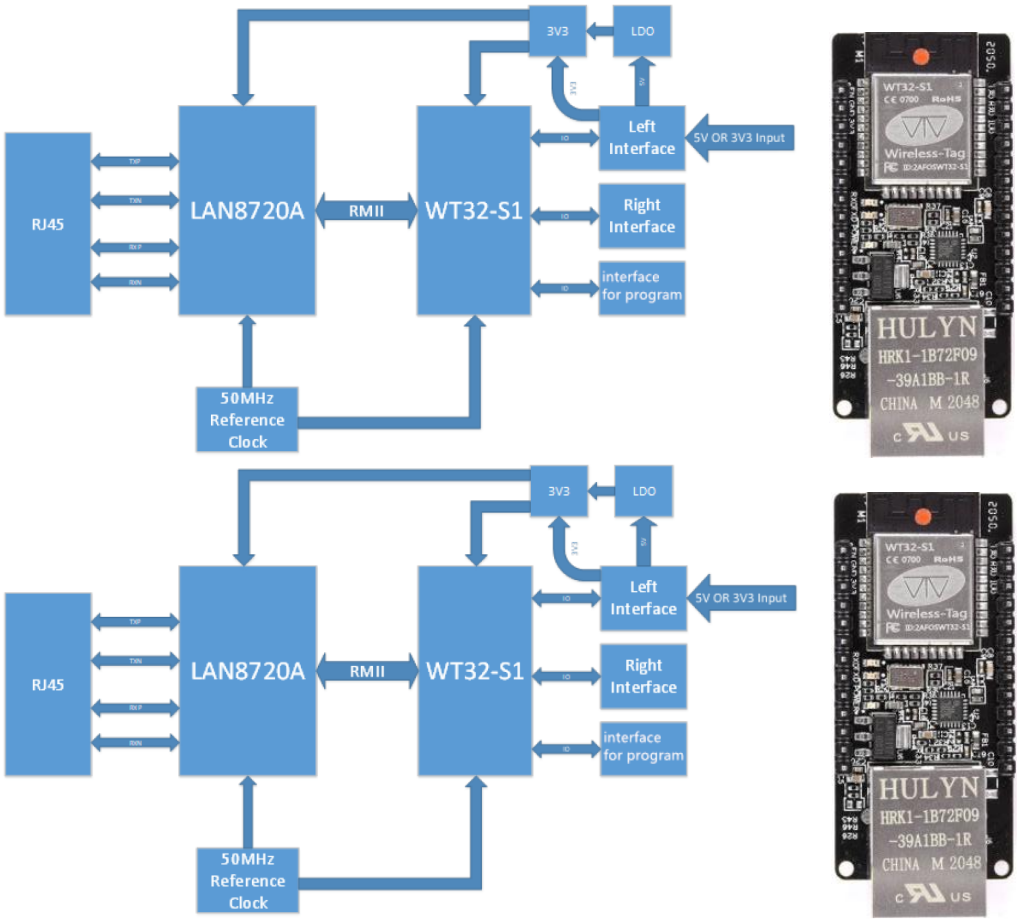
4.3.คุณลักษณะเฉพาะของ Remote ID แบบ Cellular

- Main Processor:
  - CPU: Dual core 240Mhz
  - Flash Memory: 8MB
  - Part/Model: ESP-WROVER-E-N8R8
- 4G LTE Module + GPS:
  - LTE Cat. 1
  - GNSS: GPS/BDS/GLONASS
  - Protocol: TCP/UDP/TLS/MQTT/DNS/FTP/HTTP/HTTPS/NTP/NITZ
  - Part/Model/Package: 192-pin LCC+LGA
- Air Pressure Sensor:
  - Absolute Accuracy: 0.50 ±hPa
  - Relative Accuracy: 0.08 ±hPa (equivalent to ±66cm)
  - Footprint: 8 pin Header

4.4.คุณลักษณะเฉพาะของ Remote ID แบบ Satellite

- Satellite Modem
  - Iridium Certified Product
  - Ethernet Interface
  - Serial (TTL Level for Controller Communication)
  - Power 9 – 36 VDC
  - Iridium Antenna (SMA)
  - GPS Antenna (SMA)
- Microcontroller (รูปที่ 126)
  - WiFi
  - Freq.: 2.4 – 2.5 GHz
  - Protocols: A-MPDU and A-MSDU Aggregation, 802.11 b/g/n/e/i
  - Bluetooth
  - Protocols: Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE Specification
  - Radio: NZIF Receiver with -97 dBm Sensitivity
  - Hardware
  - Network Port: RJ45, 10/100Mbps
  - Serial Port Baud Rate: 80 – 5000000
  - On-Board Flash Memory: 32 Mbit
  - Voltage: 5V or 3.3V
  - Software
  - WiFi Mode: Station/SoftAP/SoftAP+Station/P2P
  - WiFi Security: WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
  - Encryption: AES/RSA/ECC/SHA
  - Firmware Upgrade: Remote OTA Upgrade Over the Network
  - Software Development: SDK for User Secondary Development
  - Network Protocols: IPv4, TCP/UDP
  - IP Acquisition Method: Static IP, DHCP(Default)
  - Simple Transmission Mode: TCP Server/TCP Client/UDP Server/UDP Client
  - User Configuration: AT Instruction Set
- Air Pressure Sensor
  - Absolute Accuracy: 0.50 ±hPa

- Relative Accuracy: 0.08 ±hPa (Equivalent to ±66cm)
- Footprint: 8 pin Header



รูปที่ 125 Satellite Remote ID Microcontroller Block Diagram

จากการคณะผู้วิจัยนำเสนอแนวทางการพัฒนาและ requirement ของการออกแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับที่มีชื่อว่า AMETHYST ตามขอบเขตโครงการ ซึ่งประกอบด้วย E-registration, E-identification และ การออกแบบ Remote ID แบบ cellular และ satellite ที่ประชุมเห็นชอบแนวการพัฒนาและมีข้อเสนอแนะเรื่องของความจุของแบตเตอรี่ของ Remote ID ควรจะมีระยะเวลาการใช้งานมากกว่า 1 ชั่วโมง ให้คณะผู้วิจัยพิจารณาควบคู่กับขอบเขตของการดำเนินโครงการ งบประมาณ และ ระยะตามแผนของการดำเนินโครงการ

5. การสาธิตการทำงานของระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (Demonstration)

5.1.การสาธิตกรณีที่ 1

สทอภ. ได้ทำการสาธิตการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับผ่านเว็บแพลตฟอร์ม AMETHYST ดังแสดงตัวอย่างหน้า interface ดังแสดงในรูปที่ 126 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) สมัครสมาชิกเป็นผู้ใช้งานเว็บไซต์ AMETHYST
2) ระบบ AMETHYST ได้รับคำขอ และอนุมัติการเป็นผู้ใช้งานเว็บไซต์

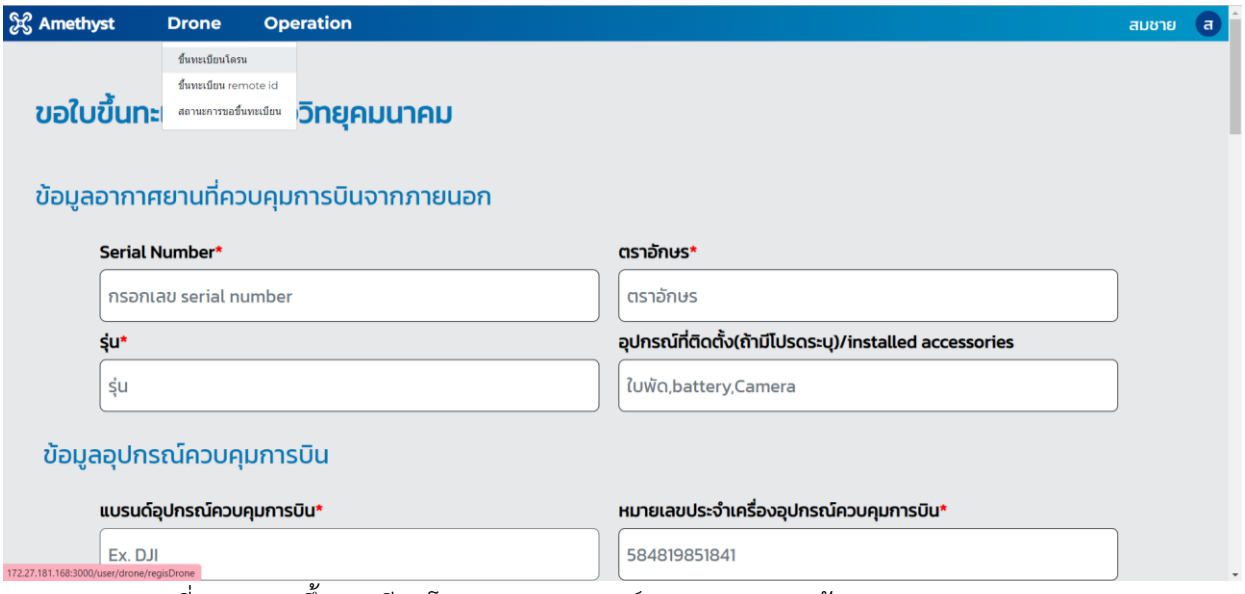
3) ทำการขึ้นทะเบียนโดรน โดยการกรอกข้อมูลที่จำเป็นในการขึ้นทำเบียนโดรน (กำหนดผู้กำกับดูแล)

4) ระบบ AMETHYST ทำการส่งข้อมูลต่อไปยัง ผู้กำกับดูแลเพื่อรอรับการอนุมัติ

5) ผู้กำกับดูแลตรวจสอบข้อมูล และทำการกดอนุมัติ ผ่านแพลตฟอร์ม AMETHYST

6) ระบบ AMETHYST แจ้งไปยังผู้ใช้งานว่าได้รับการขึ้นทะเบียนโดรนสำเร็จ

7) ผู้ใช้งานพร้อมเป็นผู้ปฏิบัติการบินโดรน และพร้อมนำโดรนไปใช้



รูปที่ 126 การขึ้นทะเบียนโดรนบนแฟลตฟอร์ม AMETHYST ด้วยระบบ E-registration

5.2.การสาธิตกรณีที่ 2

สทอภ. ได้ทำการสาธิตการส่งแผนการบินของอากาศยานไร้คนขับผ่านเว็บแพลตฟอร์ม AMETHYST ดังแสดงตัวอย่างหน้า interface ดังแสดงในรูปที่ 127 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

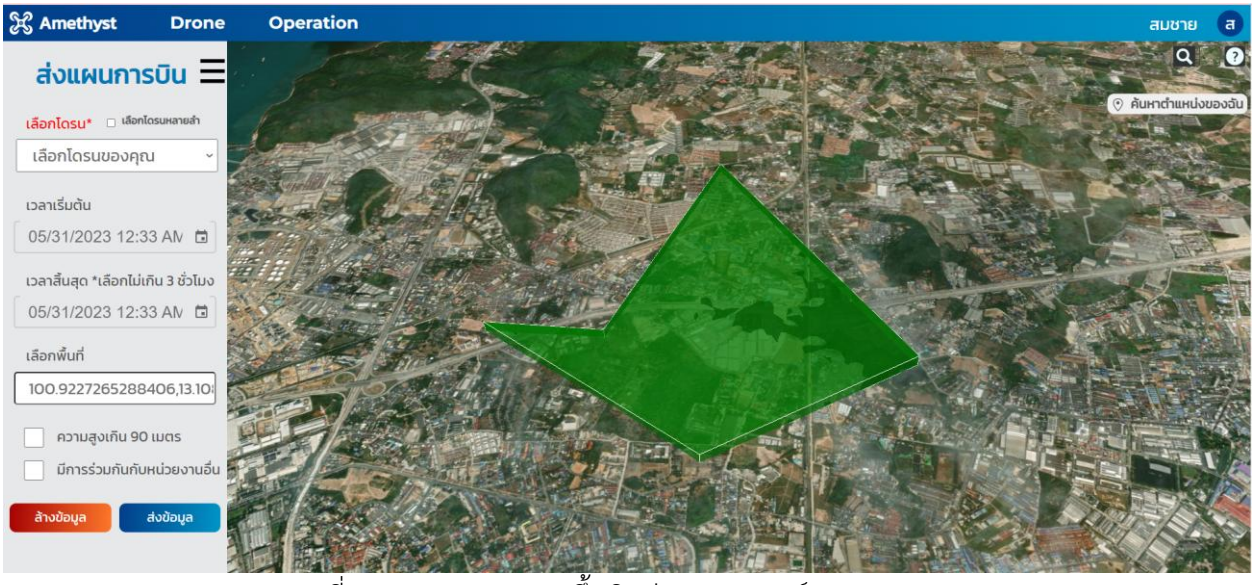
1) ผู้ทำปฏิบัติการบินโดรน ทำการเลือกพื้นที่ (แบบ polygon) วัน เวลา วัตถุประสงค์ และโดรนที่มีความประสงค์จะใช้งาน บนหน้า interface ส่งแผนการบินของแฟลตฟอร์ม AMETHYST

2) ผู้ทำปฏิบัติการบินโดรน ทำการส่งแผนการบินเข้าสู่ระบบ AMETHYST

3) ข้อมูลถูกส่งไปยัง หน่วยงานกำกับดูแลเพื่อพิจารณา

4) หน่วยงานกำกับดูแลอนุมัติ ผ่านแฟลตฟอร์ม AMETHYST

5) ผู้ทำปฏิบัติการบินโดรนได้รับการแจ้งเตือนการอนุมัติผ่านแฟลตฟอร์ม AMETHYST และพร้อมขึ้นบิน

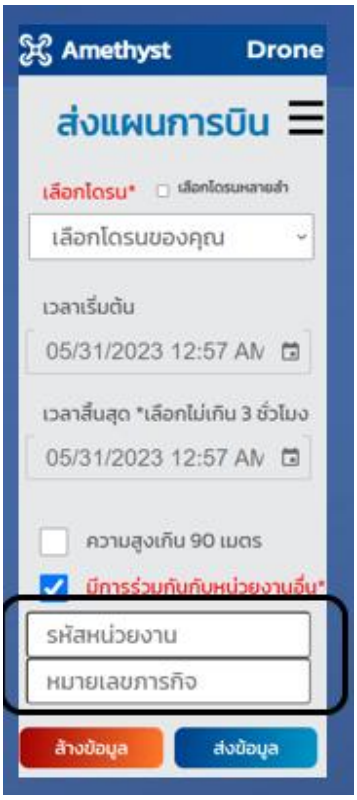


รูปที่ 127 การขออนุญาตขึ้นบินผ่านแฟลตฟอร์ม AMETHYST

5.3.การสาธิตกรณีที่ 3

สทอภ. ได้ทำการสาธิตการส่งแผนการบินของอากาศยานไร้คนขับผ่านเว็บแพลตฟอร์ม AMETHYST ดังแสดงตัวอย่างหน้า interface ดังแสดงในรูปที่ 128 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) หน่วยงานกู้ภัยต้องการเปิดภารกิจฉุกเฉิน เพื่อบินโดรนค้นหาเด็กหายในป่าลึก
2) หน่วยงานกู้ภัยทำการเปิดภารกิจฉุกเฉิน ผ่านแพลตฟอร์ม AMETHYST ด้วยการขอพื้นที่บินฉุกเฉินผ่านหน้าส่งแผนการบิน
3) แผนการบินถูกส่งเข้าระบบ AMETHYST และแจ้งพื้นที่ฉุกเฉินโดยอัตโนมัติ
4) หน่วยงานกู้ภัยได้รับรหัสภารกิจฉุกเฉิน จากระบบ AMETHYST
5) หน่วยงานกู้ภัยได้ทำการส่งมอบรหัสกู้ภัยให้แก่อาสาสมัครที่ต้องการเข้าร่วมภารกิจฉุกเฉินในบริเวณใกล้เคียง
6) อาสาสมัครทำการกรอกรหัสภารกิจฉุกเฉินลงบินหน้าส่งแผนการบิน
7) การเข้าร่วมแผนการบินฉุกเฉินถูกส่งไปยังผู้กำกับดูแล และหน่วยงานกู้ภัยเพื่อทำการอนุมัติ
8) ผู้กำกับดูแล และหน่วยงานกู้ภัยทำการอนุมัติการเข้าร่วมแผนการบินฉุกเฉินจากอาสาสมัคร
9) อาสาสมัครสามารถขึ้นบินในพื้นที่ฉุกเฉินได้ทันที ภายใต้ชื่อของหน่วยงานกู้ภัย



รูปที่ 128 การส่งแผนการบินแบบปฏิบัติการร่วมโดยใช้รหัสภารกิจฉุกเฉิน

6. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ ภายในงาน focus group ครั้งที่ 2

1) **คำถาม** ผู้แทนทางบริษัท เอไอ แอนด์ โรโบติกส์ เวนเจอร์ส จำกัด เสนอให้แบตเตอร์รี่ของ Remote ID ควรมีระยะเวลาการทำงานมากกว่า 1 ชั่วโมง เนื่องจากในการปฏิบัติงานภารกิจจริงจะใช้เวลาในการปฏิบัติการมากกว่า 1 ชั่วโมง ยกเว้นเป็นโดรนที่มีขนาดเล็กที่แบตเตอรี่ใช้งานได้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง ให้ทางคณะผู้วิจัยพิจารณาการเพิ่มความจุของแบตเตอรี่ให้ โดยให้พิจารณาตามขอบเขตของโครงการ

   คำตอบ ผู้แทนคณะผู้วิจัยรับไปพิจารณาหารือและจะนำมาอัพเดทในการประชุม Focus group ในครั้งต่อไป

2) **คำถาม** ผู้แทนคณะผู้วิจัยแจ้งขอหารือกับทางกพท.เรื่องการกำหนดมาตรฐาน Remote ID มีอยู่ในกฎระเบียบ ข้อบังคับการใช้โดรน หรือไม่ และหากมีใช้มาตรฐาน ASTM-F3411 นี้หรือไม่ เนื่องจากเป็นมาตรฐานระดับสากลที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

   คำตอบ ผู้แทน กพท. ให้ความเห็นว่าเรื่องระเบียบการออกแบบ Remote ID สำหรับการวิจัย ยังไม่มีการกำหนดแนวทางที่แน่ชัด จึงสามารถใช้มาตรฐานนี้ในการวิจัยได้ ในอนาคตจะมีการมอบอำนาจให้กับฝ่ายผู้ดูแลเรื่อง UTM เพื่อพัฒนาถัดไป

3) **คำถาม** ทางคณะผู้วิจัยขอหารือกับทางผู้แทน กพท. เรื่องข้อมูล GEO-Awareness มีการกำหนดข้อมูลใดชนิดใดบ้าง และใครเป็นผู้ให้ข้อมูล (Data originator) ที่จำเป็นต่อระบบ UTM ทาง กพท. มีแนวทางในการจัดการข้อมูลประเภทใดบ้างสำหรับการนำมาใช้ในระบบUTM และบุคคลใดจะเป็นผู้จัดจำหน่ายระบบ UTM

คำตอบ ผู้แทน กพท. ให้ความเห็นว่า เกี่ยวกับข้อมูลนี้ทาง กพท. จะมีเอกสารแถลงข่าวการบิน (Aeronautical Information Publication, AIP) เป็นสื่อในการติดตามข้อมูลข่าวสารในระบบที่เกี่ยวกับห่วงอากาศทั้งระบบที่มีนักบินและไม่มีนักบิน ปัจจุบันยังไม่มีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว ขณะนี้อยู่ระหว่างการดำเนินการขั้นตอนทางกฎหมายสำหรับการจัดการจราจรอากาศยาน (Air Traffic management: ATM) คาดการณ์ว่าจะประกาศใช้ในปี พ.ศ. 2566 สำหรับระบบ UTM ของประเทศไทยอยู่ระหว่างดำเนินการจัดทำฎระเบียบและข้อบังคับ หากอ้างอิงตามหน่วยงานของต่างประเทศ เช่น องค์การความปลอดภัยด้านการบินแห่งสหภาพยุโรป (EASA) จะมีการแบ่งห้วงอากาศเป็นระดับซึ่งจะมีความเกี่ยวข้องกับระเบียบการจัดจราจรอากาศยานไร้คนขับ สำหรับการดำเนินโครงการวิจัยนี้ทาง กพท. เสนอให้ระบบมีความพร้อมสามารถรองรับและเชื่อมต่อข้อมูลที่จะมีประกาศในอนาคต

4) **คำถาม** คณะผู้วิจัยขอหารือกับ กพท. เนื่องจากทางคณะผู้วิจัยได้ทำระบบอินเตอร์เฟซในการเชื่อมต่อระหว่าง กพท. และ กสทช. ตามขอบเขตการดำเนินโครงการ จึงขอเรียนถามทาง กพท. และ กสทช. ขออนุญาตทำการเชื่อมต่อระบบลงทะเบียนของทั้ง 2 หน่วยงานเพื่อทำการทดสอบเข้าสู่ระบบโดยตรงได้หรือไม่ หรือ ให้ทางคณะผู้วิจัยทำการจำลองการทดสอบการเชื่อมต่อระบบ UTM กับคอมพิวเตอร์ตัวอื่น

คำตอบ ผู้แทน กพท. เสนอให้ทางคณะผู้วิจัยทำการจำลองการทดสอบการเชื่อมต่อระบบ UTM กับคอมพิวเตอร์ตัวอื่นแทน เนื่องประเด็นปัญหาเรื่องขึ้นตอนการขออนุญาตที่ใช้เวลาและ)ประเด็นกฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (Personal Data Protection Act : PDPA)

5) **คำถาม** คณะผู้วิจัยขอหารือกับ กพท. กรณีต้องการขออนุญาตขึ้นบินกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเกษตรกรรม บริเวณต่างจังหวัดหรือพื้นที่ของ สทอภ. ที่ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี หากอากาศยานไร้คนขับและผู้บังครับมีการลงทะเบียนผ่าน กพท. และ กสทช. อ้างอิงตามกฎหมายจำเป็นต้องขออนุญาตเจ้าของพื้นที่เพียงอย่างเดียวใช่หรือไม่ หรือมีขั้นตอนอื่นเพื่อใช้ในการร้องขอขึ้นบิน

คำตอบ ผู้แทน กพท. ชี้แจ้งว่าสามารถบังคับโดรนบินขึ้นได้ หากผู้บังคับได้รับการอนุญาตจากเจ้าของพื้นที่นั้น ๆ โดยมีเงื่อนไขว่าบินในเวลากลางวัน ความสูงไม่เกิน 90 เมตร เนื่องจากยังไม่มีกฎหมายเฉพาะด้านจึงถูกตีความว่าเป็นการขออนุญาตขึ้นบินของอากาศยานไร้คนขับทั่วไป หากต้องการบินตอนกลางคืนจำเป็นต้องมีการขออนุญาตและได้รับอนุญาตให้ทำการบินโดย กพท. เพราะเป็นการบินนอกเหนือเงื่อนไข

6) **คำถาม** คณะผู้วิจัยมีคำถามว่าในปัจจุบันหากต้องการขึ้นบินในพื้นที่ของตนเอง ไม่ใช่พื้นที่ที่มีการกำหนดว่าเป็นพื้นที่ห้ามบิน และบริเวณที่ต้องการบินมีความสูงต่ำกว่า 90 เมตร ไม่จำเป็นต้องทำการขออนุญาตใช่หรือไม่ ในอนาคต กพท. มีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับเรื่องการขออนุญาตขึ้นบินในพื้นที่ดังกล่าว ควรมีแผนการบินในพื้นที่หรือไม่จำเป็น กรณีที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ บนอากาศยานไร้คนขับ เช่น การติดตั้งกล้อง จำเป็นต้องขออนุญาตทุกกรณีใช่หรือไม่

คำตอบ ผู้แทน กพท. ให้ความเห็นว่าหากไม่อยู่ในพื้นที่ห้ามบิน พื้นที่หวงห้ามเฉพาะหรือพื้นที่อันตรายและความสูงไม่เกินที่กฎหมายกำหนด ไม่กระทบต่อระบบ ATM สามารถนำอากาศยานไร้คนขับขึ้นบินได้โดยไม่จำเป็นต้องขออนุญาต เพื่อเป็นการยืดหยุ่นต่อผู้ใช้งาน มีการยกเว้นเพียงกรณีที่อยู่ในพื้นที่หวงห้าม

หรือพื้นที่ในเขต 9 กิโลเมตรจากสนามบิน ทาง กพท. มีแนวทางที่จะเปิดระดับการบินให้สูงขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้บังคับโดรน

7) **คำถาม** ผู้แทนบริษัทเอไอ แอนด์ โรโบติกส์ เวนเจอร์ส จำกัด สอบถามว่าเมื่อมีการส่งการขออนุญาตขึ้นบินโดรนอย่างเร่งด่วน เช่น การขนส่งทางการแพทย์ และอื่น ๆ และจำเป็นต้องผ่านพื้นที่ที่มีการขออนุญาตทำการบินโดรน โดรนที่มีภารกิจเร่งด่วนที่จะต้องผ่านบริเวณดังกล่าว แนวทางปฏิบัติควรมีดำเนินการอย่างไรเพื่อสามารถปฏิบัติภารกิจเร่งด่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

คำตอบ ตัวแทนคณะผู้วิจัยชี้แจ้งว่า ระบบ UTM นั้นมีการแบ่งระดับหลายระดับ (AMT1 – AMT2) โดยขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของภารกิจที่ปฏิบัติการ โดยระบบปัจจุบันที่ได้พัฒนาตามขอบเขตของโครงการนั้นอยู่ในส่วนของ AMT1 คำถามดังกล่าวนี้จะเกี่ยวข้องกับ AMT2 ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการจราจรอัตโนมัติในพื้นที่ การพัฒนาปัจจุบันยังคงไปไม่ถึงจุดนี้ ส่วนในกฎระเบียบและแนวปฏิบัติทาง กพท. กำลังดำเนินการจัดทำ

8) **คำถาม** ตัวแทนบริษัท สกาย วีไอวี จำกัด มีคำถามว่า ตามแนวโน้มของปัจจุบันมีการใช้ Drone Box เข้ามาในระบบอากาศยานไร้คนขับมากขึ้น สำหรับการติดตามและการสำรวจเมื่อมีเหตุฉุกเฉินเกี่ยวข้อง เช่น มีควันออกมาจากโรงาน โดยโรงงานดังกล่าวตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่เกิน 9 กิโลเมตรจากสนามบิน อากาศยานไร้คนขับจะดำเนินการออกลาดตระเวรในการเก็บข้อมูลโดยอัตโนมัติ หากเจ้าของโรงงานได้ซื้ออุปกรณ์ Drone Box เข้ามาติดตั้งและได้จัดทำแผ่น Pre-flight plan ไว้ล่วงหน้าแล้ว ทางบริษัทเรียนถามทาง กพท. เกี่ยวกับแนวทางสำหรับการขออนุญาตทำการบินแบบ Long-term หรือสำหรับแผนระยะยาว 6 เดือน ถึง 1 ปี เนื่องจากไม่ทราบเหตุการณ์ว่าจะเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่ อากาศยานไร้คนขับจะขึ้นบินตอนไหน

คำตอบ ผู้แทน กพท. ชี้แจ้งว่าการบินแบบ Long-term ทาง กพท. กำลังดำเนินการวางแนวปฏิบัติสำหรับรองรับการร้องขอแผนประเภทนี้อยู่ แต่จะไม่ได้อนุญาตให้กับทุกพื้นที่ จะมีการกำหนดพื้นที่บางส่วนที่สามารถขออนุญาตขึ้นบินได้ในระยะยาว หรือบางส่วนสามารถขึ้นบินได้โดยไม่จำเป็นต้องขออนุญาตแต่จำเป็นต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า

9) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ท๊อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด สอบถามว่า Payload ประเภทอื่น ๆ นอกจากกล้องดิจิตอล เช่น Laser Scanner, Multi Spectrum Imagine และอื่น ๆ ถูกกำหนดให้เป็นอุปกรณ์ประเภทกล้องเหมือนกันหรือจะมีการกำหนดแยกเป็นประเภทอื่น ๆ

คำตอบ ผู้แทน กพท. ชี้แจ้งว่าทุกอุปกรณ์จะถูกนับรวมเป็นประเภทเดียวกับกล้อง หากอากาศยานไร้คนขับมีการติดตั้งกล้องต้องมีการขึ้นทะเบียน ไม่ใช่การขออนุญาตการบิน เนื่องจาก กพท. สนับสนุนให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่าย และสะดวก ดังนั้นจะมีการอนุมัติเพดานการบินให้สูงมากขึ้นเรื่อย ๆ จึงไม่จำเป็นต้องส่งแผนการบินให้อนุมัติตลอดทุกการบิน เมื่อเป็นพื้นที่ส่วนตัวไม่ใช่พื้นที่ห้ามบิน ตามกฎกระทรวงผู้บังคับสามารถนำอากาศยานไร้คนขับขึ้นบินได้เลย เนื่องมาจาก กพท. ไม่สามารถอนุมัติทุกคำขออนุญาตได้อย่าง

ทั่วถึง กพท. ไม่ได้ดูแลเรื่องเกี่ยวกับการทำผิดพระราชบัญญัติส่วนบุคคล แต่ดูแลเพียงความปลอดภัยทางการบิน กรณีที่มีการละเมิดพระราชบัญญัติจะต้องส่งเรื่องให้กับทางตำรวจดำเนินการ

10) **คำถาม** ผู้แทนคณะผู้วิจัย สอบถามว่าเมื่อสามารถบินได้อิสระเนื่องจากเพดานการบินที่สูงขึ้น จำเป็นต้องส่งผ่านระบบที่มีการอนุมัติอัตโนมัติเพื่อเก็บแผนการบินประเภทดังกล่าวหรือไม่

คำตอบ ผู้แทน กพท. ชี้แจ้งว่าการขออนุญาตขึ้นบินในบริเวณพื้นที่ส่วนบุคคลแต่มีติดกับพื้นที่ที่ต้องขออนุญาตขึ้นบิน หากสามารถขึ้นบินในบริเวณพื้นที่ ดังกล่าวให้ ทาง กพท. จะอนุมัติให้ตามเงื่อนไข กรณีที่มีการล้ำไปยังพื้นที่ที่ต้องขออนุญาตขึ้นบินหรือพื้นที่ส่วนบุคคลจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับทางด้านกฎหมาย ทาง กพท. ต้องการดันเพนดานการบินให้สูงขึ้น และหากกฎหมายดังกล่าวได้รับการอนุมัติจะทำให้การใช้ห้วงอากาศยืดหยุ่นมากขึ้น พื้นที่หวงห้าม พื้นที่เฉพาะ พื้นที่อันตรายจะได้รับการอนุมัติให้ใช้งานได้เป็นช่วงเวลาในปัจจุบันหากการร้องขอมีระดับความสูงอยู่ที่ 0-90 กิโลเมตร จะต้องมีการขออนุญาตผ่าน กพท. แต่ในอนาคตจะมีการอำนวยความสะดวกให้มากขึ้น อาจไม่ต้องขออนุญาตในระดับความสูงดังกล่าว ยกเว้นเขตหวงห้าม เขตพระราชวัง เขตสนามบิน บริเวณเขตที่เป็นการบินนอกเหนือเงื่อนไขหรือกฎหมายทาง กพท. จะมีข้อมูลรายละเอียดการบินดังกล่าว แต่กรณีที่เป็นพื้นที่ที่สามารถขึ้นบินได้อิสระโดยไม่ต้องทำการยื่นเรื่องขออนุมัติจะไม่มีข้อมูล หากมีการทำผิดพระราชบัญญัติอาญา ตำรวจจะเป็นผู้ดำเนินการ และรวบรวมหลักฐานเอง กพท.มีหน้าที่ในการดูแลความปลอดภัยทางการบินเท่านั้น

11) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) สอบถามว่าระบบกลาง One Stop Service ที่ทาง GISTDA พัฒนาตามขอบเขตของโครงการจะมีฐานข้อมูลส่วนกลางให้ทั้ง กพท. และ กสทช. เพื่อนำไปต่อใช่หรือไม่

คำตอบ ตัวแทนคณะผู้วิจัย ชี้แจ้งว่าระบบ One Stop Service เป็นระบบเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่โอเปอร์เตอร์ที่ต้องการบินโดรน และหน่วยงานที่มีหน้าที่ควบคุมการใช้งาน ได้แก่ กพท. และ กสทช. การวิจัยพัฒนานี้จำเป็นที่จะต้องเชื่อมต่อระบบ UTM ที่พัฒนาขึ้นมากับระบบการลงทะเบียนของ กพท. และ กสทช. จากคณะผู้วิจัยมีได้แจ้งถึงระเบียบว่าการเข้าถึงข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้งานนั้นเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล(PDPA) หากดำเนินตามขั้นตอนของกฎหมายดังกล่าวอาจส่งผลให้โครงการไม่สามารถแล้วเสร็จตามกำหนดการที่ตั้งไว้เพราะต้องดำเนินการหลายขั้นตอน ทาง กพท. เสนอให้มุ่งเน้นการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยี โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับระบบ UTM ที่ GISTDA พัฒนาขึ้นมา หากในอนาคตสามารถระบบนี้มีขีดความสามารถตรงตามหน่วยงานที่มีหน้าที่ควบคุมดูแล สามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้

12) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) เสนอว่าระบบ UTM ที่ สทอภ. พัฒนาขึ้นนั้น สามารถเพิ่มเติมการหาหนังสือรับรองตนเองที่ต้องแนบไปในการร้องขอการอนุมัติอากาศยานไร้คนขับจากที่ไหน ทาง GISTDA สามารถอำนวยความสะดวกให้กับทางผู้ใช้งานโดยการแนบลิงก์เอกสารออนไลน์ที่จำเป็นลงบนหน้าเว็บไซต์ขั้นตอนการลงทะเบียนได้เลยหรือไม่

คำตอบ ตัวแทน กพท. ชี้แจ้งว่าหนังสือรับรองตนเองเป็นหนังสือที่ทาง กพท. ออกให้ตามกฎหมายและเป็นหนังสือเพื่อ ใช้ในการยืนยันตนเองว่าผู้ถือหนังสือไม่เป็นผู้ต้องอาญาหรือผู้ที่เคยโดนกำเนินคดีที่เกี่ยวกับยาเสพติด ศุลกากรและไม่ได้เป็นบุคคลที่มีผลกระทบต่อภัยความมั่นคงแห่งชาติ

คำตอบ ตัวแทนคณะผู้วิจัย ชี้แจงเพิ่มเติมว่าหากมีการนำ one-stop-service ไปใช้จริงอาจมีการแนบลิงก์ของเอกสารจากเว็บไซต์ของกพท. เพื่อสามารถดาวน์โหลดเอกสารออนไลน์ หรือสามารถดำเนินการแยกหน้าเว็บไซต์ย่อยบนเว็บไซต์ UTM ให้สำหรับกรอกข้อมูลโดยตรงได้

13) **คำถาม** – ตัวแทนของ กพท. สอบถามว่าสามารถขอเอกสารเพิ่มเติมจากทางผู้ใช้งานได้หรือไม่ กรณีที่ผู้ใช้งานแนบเอกสารมาให้ไม่ครบ

คำตอบ คณะผู้วิจัย จะทำการเพิ่มข้อแนะนำดังกล่าวเข้าสู่ระบบ

14) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท เอไอ แอนด์ โรโบติกส์ เวนเจอร์ส จำกัด มีความเห็นว่าในอนาคตเป็นไปได้หรือไม่ที่ระบบ UTM ที่ สทอภ. พัฒนาขึ้นมานี้จะสามารถใช้บริการยืนยันตัวตนรูปแบบดิจิทัล (National Digital ID, NDID) ทั้งในส่วน การลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับและส่วนลงทะเบียน Remote ID

คำตอบ คณะผู้วิจัย ชี้แจ้งทางคณะผู้วิจัยสามารถทำได้แต่การระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับระเบียบและกฎหมายจึงต้องผ่านการพิจารณาจากทา กพท.

15) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) มีความเห็นว่าเมื่อตัวอากาศยานไร้คนขับได้รับการลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องลงทะเบียน Remote ID ด้วยหรือไม่ เพื่อนำอุปกรณ์ทั้งสองผูกการใช้งานเข้าด้วยกัน และระบบ UTM เป็นระบบ One-to-One หรือระบบ One-to-Many

คำตอบ คณะผู้วิจัย ชี้แจ้งว่า หากอ้างอิงจากการควบคุมและปฏิบัติของต่างประเทศนั้นมีการดำเนินการแบบนี้ และคณะผู้วิจัยสามารถพัฒนาระบบในแนวทางนี้ได้ โดยแนวทางนี้จะต้องลงทะเบียนทั้งในส่วนของอากาศยานไร้คนขับและ Remote ID และ เป็นระบบ One to Many สามารถนำ Remote ID 1 ชิ้นผูกการใช้งานร่วมกันกับอากาศยานไร้คนขับได้มากกว่า 1 ตัว อย่างไรก็ตามในส่วนนี้ต้องรอระเบียบและแนวปฏิบัติของ กพท. จะมีแนวทางดำเนินการลักษณะหรือไม่และเป็นลักษณะไหนเพื่อให้สามารถออกแบบตามกฎระเบียบและข้อบังคับของ กพท.

16) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) มีคำถามเพิ่มเติมว่า หากอากาศยานไร้คนขับได้ทำการลงทะเบียนขอขึ้นบินแล้ว แต่ต้องการขอ Remote ID ของเครื่องอื่นมาใช้ขึ้นบินแทน จะสามารถทำได้หรือไม่

คำตอบ ตัวแทน กพท. ให้ความเห็นว่าหากมี Remote ID ติดตั้งอยู่ สามารถนำขึ้นบินได้

17) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท สกาย วีไอวี จำกัด มีข้อสงสัยว่า การขออนุมัติการขึ้นบินต้องทำการยื่นเอกสารขอล่วงหน้าอย่างน้อยขั้นต่ำกี่วัน

คำตอบ คณะผู้วิจัย ให้ความเห็นว่าตามกฎหมายปัจจุบันหากอ้างอิงตามสหรัฐอเมริกาคือควรขอล่วงหน้าอย่างน้อยไม่เกิน 90 วันก่อนทำการขึ้นบิน

18) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) ถามว่าระบบ UTM ที่ สทอภ. พัฒนาขึ้นมาสามารถตรวจสอบได้อย่างไรว่าพื้นที่ที่ต้องการขอขึ้นบินอยู่ภายใต้เงื่อนไขใดบ้าง

คำตอบ คณะผู้วิจัย ชี้แจงว่าทางระบบ UTM จะมีการแจ้งข้อมูลให้ผู้ใช้งานทราบว่าพื้นที่สามารถบินได้ พื้นที่ใดเป็นพื้นที่ห้ามบิน กรณีที่เป็นพื้นที่ห้ามบินนั้น หรือใกล้บริเวณดังกล่าว เมื่อผู้ใช้งานทำการจองการบินจะมีการแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้งานว่าห้ามจอง ไม่สามารถจองได้ และแจ้งถึงเหตุผลที่ไม่สามารถดำเนินการได้

19) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ท๊อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด มีข้อสงสัยว่าในหน้าเว็บไซต์ขั้นตอนการลงทะเบียนขอขึ้นบิน บริเวณแผนที่ที่ให้ผู้ใช้งานระบุพื้นที่ที่ต้องการขึ้นบิน สามารถทำแผนที่เป็นลักษณะ 2D Prairie ได้หรือไม่ เนื่องจากผู้ใช้งานบางกลุ่มไม่สะดวกต่อการใช้งานลักษณะ 3D สามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานโดยการอัปโหลดไฟล์นามสกุล KML ได้หรือไม่

คำตอบ คณะผู้วิจัย จะรับประเด็นมาพิจารณากับกฎระเบียบในปัจจุบันว่าขัดแย้งหรือไม่หากไม่ขัดแย้งและไม่กระทบต่อการเพิ่มระยะเวลาในการดำเนินโครงการ (เนื่องจากงานในส่วนนี้นอกเหนือจากขอบเขตของโครงการ) ทางคณะผู้วิจัยจะพิจารณาประเด็นดังต่อไปนี้

- การอัปโหลดแผนที่โดยใช้ไฟล์นามสกุล KML
- การใช้เชื่อมต่อแบบ API

20) **ข้อเสนอแนะ** – ผู้แทนบริษัท เอไอ แอนด์ โรโบติกส์ เวนเจอร์ส จำกัด เสนอให้มีโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารและแบ่งปันข้อมูลการบินของแต่ละบริษัท เพื่อที่จะสามารถมองเห็นได้ว่าพื้นที่ดังกล่าวที่ตนเองต้องการขึ้นบิน มีบริษัทใดกำลังใช้งานอยู่บ้าง

คำตอบ ผู้แทน กพท. ชี้แจ้งว่าแนวทางการวางโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารและแบ่งปันข้อมูลการบินอยู่ในระหว่างการดำเนินการออกแบบระเบียบการใช้งาน ทาง กพท. ยินดีรับข้อมูลของบริษัทเป็นข้อมูลในการพิจารณาออกระเบียบ

21) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) สอบถามว่ากรณีที่มีการใช้งานพื้นที่ใกล้กัน มีกระบวนการคำนวณ GEO fencing อย่างไร

คำตอบ ผู้แทน กพท. ชี้แจ้งให้ข้อมูล สูตรการคำนวณพื้นที่ 1 ต่อ 1 ขึ้นอยู่กับเพดานความสูง จะมีการบัฟเฟอร์หากทำงานภายใต้ผู้ประกอบการคนเดียวกัน

22) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ท๊อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด กรณีที่เป็นการบินแบบ High period จะได้รับการอนุมัติโดยอัตโนมัติใช่หรือไม่

คำตอบ ผู้แทน กพท.แนวปฏิบัติและระเบียบแบบ high period อยู่ระหว่างการศึกษาและออกระเบียบ

23) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ท๊อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด อ้างอิงจากการบินนอกเหนือเงื่อนไขในลักษณะ Long-term ระยะเวลา 1 ปีตามรายละเอียดที่ กพท. อนุญาต หากบริษัทต้องการขออนุญาตการบิน

นอกเหนือจากเงื่อนไขที่ถูกอนุมัติล่วงหน้าไปก่อน เงื่อนไขที่ถูกเพิ่มเติมภายหลังนั้นจะได้รับการอนุญาตโดยอัตโนมัติไปด้วยหรือไม่

คำตอบ ผู้แทน กพท. ชี้แจ้งว่า ให้ทำเรื่องแจ้งมาทาง กพท. เพื่อพิจารณาในแต่ละครั้งไป

24) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท สกาย วีไอวี จำกัดระบบ One Stop Service ที่ทาง สทอภ. ทำมีวัตถุประสงค์ใดเป็นหลัก เพื่อการนำร่องในการขึ้นทะเบียนและการขออนุญาต เพื่อประหยัดเวลาทั้งฝั่งประชาชนและฝั่งผู้ควบคุมใช่หรือไม่ และในอนาคตจะมีการสนับสนุนในเรื่องของระบบเฉพาะทางสำหรับบริษัทเอกชนที่ต้องการขออนุญาตขึ้นบินในเขตทหารที่มีระดับความสูงเกิน 90 เมตรหรือไม่

คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจ้งว่า ภายใต้ขอบเขตของโครงการวิจัยพัฒนานี้ คือ เพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินการของหน่วยงานที่มีหน้าที่ควบคุมดูแล และอำนวยความสะดวกกับผู้บังคับโดรนให้สะดวกและรวดเร็ว ในโครงการนี้จะเป็นมุ่งเน้นการ demonstration ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้กับทางหน่วยงานที่มีหน้าที่ควบคุมดูแลเพื่อกำหนดและปรับแนวทางปฏิบัติให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทกับกิจกรรมในประเทศไทย

25) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท สกาย วีไอวี จำกัด ถามว่าระบบ UTM ของทาง GISTDA แตกต่างกับแอปพลิเคชั่น Opensky อย่างไร

คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจ้งว่า โครงการ UTM นี้ได้รับงบประมาณจาก กทปส. ภายใต้ กสทช. มีจุดมุ่งหมายให้วิจัยพัฒนาระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับให้สามารถลงทะเบียนแบบ One Stop Service และสามารถติดตามการบินของโดรนขณะทำการบินด้วย Remote ID ที่พัฒนาโดย สทอภ. ได้พัฒนาระบบดังกล่าวขึ้นมาเป็นตัวทดสอบในการใช้งานจริง เพื่อแสดงประสิทธิภาพให้เห็นว่าสามารถใช้ในการ Tracking อากาศยานไร้คนขับได้แบบ Real-Time และเป็นข้อมูลอ้างอิงให้กับทางผู้ควบคุมในการออกระเบียบต่าง ๆ UTM เป็นระบบที่เมื่อนำไปใช้งานจริงแล้ว ผู้ให้บริการจะเป็นทางบริษัทเอกชน GISTDA ไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้บริการและจะปฏิบัติตามกฎระเบียบตามกฎหมาย โดยหน่วยงานกำกับดูแลทางด้านอากาศยานไร้คนขับที่เกี่ยวข้องกับ UTM จะเป็นผู้ตัดสินใจในการให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วม ผู้ควบคุมที่เป็นผู้กดอนุมัติผ่านระบบ UTM คือ กพท. ในส่วน กสทช. และ สำนักงานตำรวจแห่งชาติยังไม่มีแพลตฟอร์มที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับมาบังคับใช้ เนื่องจากปัจจุบันการดำเนินการผ่านเอกสารใช้เวลานานและจำนวนคนมาก ทางกองทุน กทปส. ที่ได้เล็งเห็นปัญหาดังกล่าวจึงมีประกาศให้งบประมาณการวิจัย UTM ขึ้นเป็นทางเลือกเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชนระบบ UTM ในปัจจุบันที่ทาง สทอภ. ทำขึ้นเป็นเพียงตัวทดสอบเพื่อคาดการณ์ถึงความเป็นไปได้และแนวโน้มในอนาคตที่จะเกิดขึ้น สำหรับการสู่นำไปใช้ในทางปฏิบัติขึ้นอยู่กับทาง กพท. และ กสทช. พิจารณาในลำดับถัดไป

26) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท สกาย วีไอวี จำกัด สอบถามว่า ระบบ UTM สามารถสร้างระบบการอัปโหลด Flight Plan ได้หรือไม่ เนื่องจากต้องการขออนุญาตการขึ้นบินจำนวนหลายครั้ง ไม่ สามารถกรอกข้อมูลทั้งหมดใหม่ทีละขั้นตอนได้ จึงต้องการให้มีการอัปโหลดแผนการบินแบบหลายแผนเป็นชุดข้อมูลภายในครั้งเดียว

คำตอบ คณะผู้วิจัย จะนำไปพิจารณาระยะเวลาในการวิจัยพัฒนา และtimeline ของโครงการ หากไม่กระทบต่อภาพรวมโครงการ ทางคณะผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยพัฒนาเพิ่มเติมในฟังก์ชันนี้เพิ่ม

27) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) บางพื้นที่จำเป็นต้องขออนุญาตผ่านหลายหน่วยงาน เช่น บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย กพท. สำนักงานตำรวจแห่งชาติ และเจ้าของพื้นที่ หากต้องการยื่นคำร้องขอในการขออนุมัติขึ้นบินจำเป็นจะต้องได้รับการอนุญาตจากทุกหน่วยงานก่อนหรือไม่

คำตอบ คณะผู้วิจัย ชี้แจงว่าตามขอบเขตของโครงการเบื้องต้นระบบ UTM นั้นขออนุมัติผ่าน กพท. เท่านั้น

28) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท สกาย วีไอวี จำกัด ต้องการให้ระบบ UTM มีปุ่มสำหรับการดาวน์โหลดไฟล์ที่ได้รับการอนุมัติจากหน่วยงานแล้ว

คำตอบ คณะผู้วิจัย จะนำไปพิจารณาระยะเวลาในการวิจัยพัฒนา และ timeline ของโครงการ หากไม่กระทบต่อภาพรวมโครงการ ทางคณะผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยพัฒนาเพิ่มเติมในฟังก์ชันนี้เพิ่ม

29) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท สกาย วีไอวี จำกัดกรณีที่มีการให้บริการผ่านหลายแอปพลิเคชั่น หากเจ้าของเดียวกันภารกิจเดียวกันขออนุญาตมากกว่า 1 แอปพลิเคชั่นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจะมีการจัดการอย่างไร

คำตอบ คณะผู้วิจัย ให้ความเห็นขึ้นอยู่กับกฎระเบียบที่ทาง กพท. ออกมีลักษณะแบบใด และการกำหนดคุณสมบัติแอปพลิเคชั่นเพื่อดำเนินการการยื่นเรื่องร้องขอการอนุญาตขึ้นบินอากาศยานไร้คนขับมีลักษณะอย่างไร

30) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ฟลิง จำกัด สอบถามการขออนุญาตขึ้นบินที่เป็นกรณีเร่งด่วน หากจำเป็นต้องผ่านหลายหน่วยงานจะเป็นการใช้เวลามากเกินความจำเป็น สามารถแก้ไขปัญหาตรงจุดนี้ได้อย่างไร

คำตอบ ผู้แทน กพท. ชี้แจ้งว่ากรณีที่เป็นเหตุฉุกเฉิน เกี่ยวข้องกับหน่วยงานตำรวจ ทหาร กระทรวงเกษตร กระทรวงทรัพย์ ศุลกากร หน่วยงานเหล่านี้ เป็นหน่วยงานที่ได้รับการละเว้นตามพระราชบัญญัติ 5/2497 เมื่อแจ้งความแล้วตำรวจสามารถดำเนินการค้นหาได้ทันที ผู้อนุมัติการขออนุญาตจะเป็นตำรวจโดยตรง เรื่องการขออนุญาตไม่จำเป็นต้องผ่านทาง กพท. เมื่อมีการแจ้งเหตุฉุกเฉินผ่านระบบ UTM จะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ทุกคนว่าพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ฉุกเฉิน ส่งผลให้อาสาสมัครสามารถติดต่อให้ความช่วยเหลือได้รวดเร็วมากขึ้น เป็นการชี้แจ้งให้ข้อมูลในระดับเบื้องต้น

31) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ท๊อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด มีประเด็นสงสัยเกี่ยวกับการตรวจสอบเกี่ยวกับ OOP Certificate ของอากาศยานไร้คนขับที่ลงทะเบียนเข้าสู่ระบบหรือไม่

คำตอบ ผู้แทน กพท.ชี้แจ้งว่าปัจจุบันการพัฒนาระบบ UTM นั้นเน้นที่ระบบ Open และการบินในเขตที่มีผู้อยู่อาศัยจำนวนน้อย หากในอนาคตมีกฎระเบียบทางด้านอากาศยานไร้คนขับประเภท Specify และ Certify จะต้องมีการประเมินถึงความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น โดยระบบ UTM จะเป็นผู้ตรวจสอบในระดับเบื้องต้นว่าอากาศยานไร้คนขับที่ลงทะเบียนมานั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ที่จะบินในพื้นที่ที่ร้องขอมา

ผู้แทน กพท. ชี้แจงเพิ่มเติมว่า ปัจจุบันยังไม่มีระเบียบที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานประเภท Open, Specific และ Certified แต่การขออนุญาตผ่าน UTM นั้นรองรับอยู่ที่ในระดับ Very-Low-Level (VLL) Airspace ซึ่งเป็นการบินระดับเพดานความสูงต่ำกว่า 90 เมตรลงไป ในขณะที่อากาศยานไร้คนขับขนาดใหญ่จะถูกระบุว่าเป็นประเภท Open และ Specific จะต้องใช้ระบบการดำเนินงานร่วมกับ Air Traffic Management (ATM)

ในปัจจุบันระบบ UTM ไม่ได้เป็นการดำเนินงานทั้งทางภาครัฐหรือเอกชน แต่เป็นเพียงระบบทดสอบนำร่องก่อนเท่านั้น กพท. มีแนวทางที่จะทำ MOU ร่วมกับทางมหาวิทยาลัยโดยแบ่งหน้าที่ดังนี้

- ทางมหาวิทยาลัยดูแลเรื่องมาตรฐานของอากาศยานไร้คนขับ
- กพท. ดูแลเรื่องการอบรมผู้บังคับอากาศยานไร้คนขับและการขึ้นทะเบียน

อากาศยานไร้คนขับไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Remote ID ทุกลำ มีกรณียกเว้นเช่นอากาศยานไร้คนขับประเภท Education ที่ไม่ได้เข้าบินในพื้นที่เขตหวงห้ามหรือสนามบิน สามารถบินได้อิสระ ไม่จำเป็นต้องทำเรื่องขออนุญาต แต่กรณีที่เป็นอากาศยานไร้คนขับที่บรรทุกน้ำหนักเกิน 25 กิโลกรัมหรือเป็นอากาศยานไร้คนขับที่ลงทะเบียนเพื่อทำการค้า จำเป็นต้องติดตั้ง Remote ID ควบคู่ไปกับการอบรมผู้บังคับ
โดยทาง กพท. ได้วางแผนเพื่อรองรับต่อกฎหมายที่จะเกิดในอนาคตดังนี้

- OPEN: จะมีการทำข้อสอบออนไลน์ เมื่อผู้บังคับผ่านการทดสอบโดยได้รับคะแนนตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ จะได้รับใบอนุญาตในการบังคับอากาศยานไร้คนขับ
- Specific: สำหรับการค้าและการบินเข้าไปในพื้นที่หวงห้าม จะต้องผ่านการเข้าอบรม สอบภาคทฤษฎีและสอบภาคปฏิบัติ
- Certified: ปัจจุบันไม่มีแผนรับรองโดยเฉพาะสำหรับด้านนี้

32) **คำถาม** บริษัทผู้แทนไทยคม จำกัด (มหาชน)ในอนาคตเมื่อมีการนำระบบ Open, Specific และ Certified เข้ามาใช้จะช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้อย่างไร

คำตอบ ผู้แทน กพท.ชี้แจ้งว่า ระบบ Open จะแยกการลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับกับผู้บังคับออกจากกัน โดยเครื่องจะต้องมีการตรวจสอบมาตรฐาน, MOU, S/N ผ่านทาง กพท. และผู้บังคับจะต้องผ่านการทดสอบ
พื้นที่อนุญาตขึ้นบินยังคงมีการแบ่งเขตอยู่คงเดิม แต่จะมีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่งหากดูตามแผนที่ออนไลน์ผ่านระบบหน้าเว็บไซต์แล้วพื้นที่ดังกล่าวจะมีลักษณะเป็นกรวยคว่ำเพื่อแจ้งให้ผู้ใช้งานทราบว่าบริเวณดังกล่าวไม่สามารถขึ้นบินได้ แต่หากจำเป็นที่จะต้องเข้าไปในพื้นที่นั้นจะต้องผ่านการอบรมเบื้องต้น

33) **คำถาม** ผู้แทน ไทยคม จำกัด (มหาชน)หากเพดานการบินที่ไม่จำเป็นต้องขออนุญาตสูงขึ้นมากกว่า 90 กิโลเมตร ระบบ Open, Specify และ Certify สามารถเข้ามาช่วยเหลือได้อย่างไร พื้นที่ระดับไหนควรจะต้องทำเรื่องขออนุญาตหรือไม่ต้องทำเรื่องขออนุญาต

คำตอบ คณะผู้วิจัย ให้ความเห็นว่า ระบบ One Stop Service จะสามารถเข้ามาช่วยเหลือผู้ใช้งานในการกรองข้อมูลเบื้องต้น ดังนั้นผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องรู้ข้อกฎหมายทั้งหมด เพียงแค่ระบุข้อมูลตามที่เว็บไซต์ UTM ร้องขอ จึงทำให้ความซับซ้อนของข้อมูลสามารถถูกลดทอนโดยระบบนี้ได้ หากเมื่อมีระเบียบ และแนวปฏิบัติที่ออกมาเป็นทางการ สามารถวิจัยพัฒนาระบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดได้

34) **คำถาม** ผู้แทน บริษัท ฟลิง จำกัดในขั้นตอนการลงทะเบียนนักบิน จำเป็นต้องมีเอกสารใบอนุญาตของนักบินแนบไปในระบบด้วยหรือไม่

คำตอบ ผู้แทน กพท.ชี้แจงว่าต้องผ่านการทดสอบเบื้องต้น แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการรองรับระบบดังกล่าว จึงเป็นการขึ้นทะเบียน Serial Number ผูกกับชื่อของนักบิน

ในอนาคตระบบจะถูกเปลี่ยนแปลงตามกฎหมาย โดยมีลักษณะเหมือนการขับรถยนต์ แยกการขึ้นทะเบียนระหว่างอากาศยานไร้คนขับ และผู้บังคับ

- Open: จะมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบเตรียมไว้ให้ผู้บังคับอากาศยานไร้คนขับศึกษาและมีการทดสอบเพื่อให้ผู้บังคับเกิดความรู้ความเข้าใจต่อกฎระเบียบ ใบขับขี่ที่ได้จะเป็นประเภท Open ซึ่งสามารถทำการบังคับอากาศยานไร้คนขับได้ทั่วไป การถ่ายภาพ เรียกว่า Basic Operation
- Specific: มีการอบรม การทดสอบตามขั้นตอน
- Certify: ยังไม่มีการรองรับทั่วโลก

ประมวลภาพงาน Focus group ครั้งที่ 2
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

GISTDA
BTFP
NBTC
Focus Group

CENTARA
BTFP

BTFP
NBTC
cus Group
Aircraft Traffic Management (UTM
June 2023
Concept of operation ของ Remote ID
หัวใจหลักของความสามารถ
E-identification
มาตรฐาน ASTM-F3411

KU
บริษัท เดดิม ไลน์ จำกัด

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Focus group ครั้งที่ 2

GISTDA สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

ใบลงนาม

Focus Group

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 2

2nd June 2023, 09.30 – 13.00

Centara Grand at Central Plaza Ladprao, Bangkok

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง/หน่วยงาน	ลงนาม
1	นายสิทธิพร ขาญนำสิน	วิศวกรชำนาญการ/สทอภ.	(1)
2	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	วิศวกร/สทอภ.	(2)
3	นายพศวัตร์ บุญใจเพ็ชร์	วิศวกร/สทอภ.	(3)
4	นายพศวีร์ เสียงเย็น	วิศวกร/สทอภ.	(4)
5	นายศุภชัย ภูสุมมา	วิศวกร/สทอภ.	(5)
6	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	วิศวกร/สทอภ.	(6)
7	นายประพัฒน์ วิริยะรุ่งเรืองชัย	นักพัฒนานวัตกรรม/สทอภ.	(7)
8	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	วิศวกร/สทอภ.	(8)
9	นางสาวนิศารัตน์ แก้วขุนทด	วิศวกร/สทอภ.	(9)
10	นางสาวจันทรกานต์ พิมพ์รัตน์	วิศวกร/สทอภ.	(10)
11	น.ส. อภิพร ปัจชาติ	business development	(11)
12	นาย ณัฐนนท์ สว่างแข	นักพัฒนานวัตกรรม/สทอภ.	(12)

สพก.

GISTDA สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

ใบลงนาม

Focus Group

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 2

2nd June 2023, 09.30 – 13.00

Centara Grand at Central Plaza Ladprao, Bangkok

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง/หน่วยงาน	ลงนาม
1	นางสาวนัทธมน ถาวรพิทักษ์	วิศวกรระบบบริหารความปลอดภัยอาวุโส/บริษัท วิทยุการบิน แห่งประเทศไทย	-
2	นายบัญชา วัฒนโสภณวงศ์	ผู้อำนวยการฝ่ายนโยบายและบริหารยุทธศาสตร์/บริษัท วิทยุการบิน แห่งประเทศไทย	-
3	นายบัญชา กิ่งบัวหลวง	ผู้จัดการงานบริหารเครือข่ายจราจรทางอากาศ/บริษัท วิทยุการบิน แห่งประเทศไทย	-
4	นายเจษฎากร จันทวงษ์	วิศวกร/บริษัท ชินเนติก จำกัด	(13)
5	นายกีรติ สีสิงห์	วิศวกร/บริษัท ชินเนติก จำกัด	(14)
6	นายภัทรพล ปรีเปรม	วิศวกรบริษัท ชินเนติก จำกัด	(15)
7	นางสาวสุภาวดี ธรรมนุส	Drone assistant engineer /Fling Company Limited	(16)
8	นางสาวกนกวรรณ ภู่เสภา	Assistant drone engineer /Fling Company Limited	(17)
9	นางสาวฉัตรเพชร บุณยเกตุ	PM/บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)	(18)
10	นางศราวดี โทยเจริญพร	PFDM/บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)	(19)
11	นายเพชร ศิริวรธรรม	PDM-SP/บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)	(20)

สพก.

ภารกิจนวัตกรรม

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง/หน่วยงาน	ลงนาม
12	นายนพพล เกียรติ์ทวีมั่นคง	พนักงานฝ่ายมาตรฐานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน/ CAAT	
13	นายเนติชนม์ ยศแผ่น	Officer / CAAT	
14	นายอาทิตย์ ชีวะเกตุ	Partnership Liaison/ AI and Robotics Ventures	
15	นายธวัชชัย แสงเทพ	นักวิชาการคอมพิวเตอร์ปฏิบัติการ/ศทส.	
16	นายวิวัฒน์วงศ์ วิจิตรวาทการ	CEO/บริษัท สกาย วีไอวี จำกัด	-
17	นายปิยดล หิรัญจารุวงศ์	COO/บริษัท สกาย วีไอวี จำกัด	-
18	นายบุรินทร์ สังเกตกิจ	รองกรรมการผู้จัดการ/บริษัท ท็อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด	
19	นายกรณรงค์ ถึงฝั่ง	กรรมการผู้จัดการ/บริษัท ท็อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด	-
20		BDM / SkyVIV	
21		Chief Scientist/SkyViV	
22		PG / ARV	
23		นกร. กท / NBTC	
24		ARV	
25		ARV	
26		EmQue	
27		นท.กท.	

สพก.

รายงานสรุป Focus group ครั้งที่ 3

การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ

(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

โรงแรม เซนทารา แกรนด์ แอท เซนทรัลพลาซา ลาดพร้าว

วันศุกร์ที่ 25 กรกฎาคม 2566

เวลา 09.00-12.00 น.

บทสรุปผู้บริหาร

การออกแบบระบบการบริหารจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management) จำเป็นต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย เพื่อปรับใช้ให้เหมาะสมกับกฎหมาย และเทคโนโลยีของประเทศไทย ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) หรือ โดรน ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในภาคเอกชน ส่งผลให้มีความต้องการของโดรนเพิ่มมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย ทำให้ราคาของโดรนสามารถจับต้องได้อย่างทั่วถึง จากการศึกษาพบว่าใน 5 ปีข้างหน้าการเติบโตของตลาด UAV ของทั่วโลกและประเทศไทยจะเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 2 เท่า ซึ่งผลต่อกิจกรรมการใช้ห้วงอากาศ (airspace) มีความหนาแน่นมากขึ้น และส่งผลให้เกิดความเสี่ยงจากการใช้งานของอากาศยานไร้คนขับเพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานที่มีจุดประสงค์เพื่อละเมิดสิทธิความเป็นส่วนตัวของผู้อื่น การนำไปใช้ในกิจกรรมที่ผิดกฎหมาย หรืออุบัติเหตุที่สงผลถึงผู้อยู่อาศัยบนภาคพื้นดิน ปัจจุบันประเทศไทยมีระเบียบข้อบังคับให้เจ้าของอากาศยานไร้คนขับดำเนินการลงทะเบียนและขออนุญาตทำการบินกับหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบ ได้แก่ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) และ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) และจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีด้านการจัดจราจรอากาศยานไร้คนขับเพื่อให้การดำเนินตามกฎระเบียบข้อบังคับการอากาศยานไร้คนขับได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ทางกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ (กองทุน กทปส.) เล็งเห็นถึงความสำคัญและ สทอภ. ได้รับสนับสนุนนงบประมาณ โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

การจัด Focus group : การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ครั้งที่ 3 จุดประสงค์เพื่อนำเสนอ สาธิตผลงานวิจัย และรับฟังความคิดเห็นข้อเสนอแนะ จากหน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลควบคุม (กพท. และ กสทช.) และ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (ผู้ใช้งานโดรน และผู้พัฒนาโดรน)เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) และระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ภายใต้ จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรม (literature review) จาก ICAO สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป และรวบรวมข้อคิดเห็น ของผู้เข้าร่วมงานประชุม Focus group ครั้งก่อนหน้า สทอภ. นำเสนอหลักการสำคัญในการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ UTM ที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยดังนี้

1) ความปลอดภัยต่อการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ
2) มาตรฐานสากลที่ยอมรับ

3) การใช้งานเปิดกว้าง

4) สามารถพัฒนาต่อยอด

5) การปฏิบัติงานเป็นแบบอัตโนมัติ

6) ถูกออกแบบให้มีความปลอดภัยสูง

นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอความคืบหน้าการพัฒนา Remote ID และบริการที่สามารถตอบสนองข้อเสนอแนะของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของระบบ UTM ในส่วนของการสาธิตการใช้งาน

จากการหารือในครั้งนี้ได้ข้อสรุปดังนี้

1) คณะผู้วิจัยมีการนำเสนอขอบเขตการวิจัยพัฒนาของโครงการ และ requirement ของการออกแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับที่มีชื่อว่า AMETHYST ซึ่งประกอบด้วย E-registration, E-identification และ การติดตามโดรนขณะทำการบิน รวมไปถึงการดำเนินสาธิต (demonstration)

- การสาธิตกรณีที่ 1 การลงทะเบียนการใช้งานของ operator แบบครบวงจร
- การสาธิตกรณีที่ 2 การเพิ่มนักบินและค้นหาในสังกัดของ operator
- การสาธิตกรณีที่ 3 การส่งขอร้องและขออนุมัติแผนเพื่อปฏิบัติภารกิจ
- การสาธิตกรณีที่ 4 การขอปฏิบัติการทำการบินในเวลากลางคืน

โดยในที่ประชุมมีการเห็นชอบการพัฒนาระบบ UTM จาก กพท. กสทช. บริษัทเอกชนที่ใช้ประโยชน์จากการใช้โดรน และผู้ส่วนได้ส่วนเสียต่าง ๆ นอกเหนือจากนี้มีการให้คำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิตและผู้ใช้โดรนในการปฏิบัติงาน ควรพัฒนาและเพิ่มฟังก์ชันการ ตัวอย่างเช่น การพัฒนาเพิ่มฟังก์ชันดังนี้ 1) การตรวจสอบพื้นที่ทับซ้อนในกรณีมีผู้ขอให้ห้วงอากาศเดียวกัน 2) การแจ้งเตือนหากมีการบังคับแผนการบินฉุกเฉินจากผู้กำกับดูแล 3) การขออนุญาตบินในเขต VTD ซึ่งทางคณะผู้วิจัยรับพิจารณาและตรวจสอบข้อบังคับหากไม่ขัดกับข้อบังคับในปัจจุบัน รวมไปถึงไม่เกินขอบเขต งบประมาณ และกระทบต่อการดำเนินโครงการก่อนดำเนินการพัฒนาต่อไป

2) การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศฯ โดยขอบเขตของโครงการคือ การแนวทางการพัฒนา Remote ID เพื่อใช้ในการระบุตัวตนอากาศยานไร้คนขับ ในการประชุมครั้งนี้มีการนำเสนอคุณสมบัติของ Remote ID แบบ cellular และ แบบผ่านดาวเทียม รวมถึงการออกแบบและแสดงต้นแบบฮาร์ดแวร์ของ Remote ID ทั้ง 2 แบบ ในลำดับถัดไปจะดำเนินการทดสอบ Remote ID ก่อนนำเข้าระบบ PTEP เพื่อให้ทาง กสทช. ตรวจสอบเพื่อดำเนินการสร้าง Remote ID เพิ่มเติมจำนวน 29 ชิ้น และ 4 ชิ้น สำหรับแบบ Cellular และ satellite ผู้ความร่วมประชุมมีข้อเสนอแนะในเรื่องของความทนทานของแบตเตอรี่ ที่มีต่อสภาพอากาศประเทศไทย รวมไปถึงการทดสอบความแม่นยำในการรับค่าจากสัญญาณ GPS โดยทางคณะผู้วิจัยจะนำมาพิจารณาในการดำเนินการทดสอบ Remote ID ต่อไป

สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง
การประชุมหารือการวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง

“การประชุมหารือการวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ”

คณะผู้วิจัยของ สทอภ.

1. ที่มาและความสำคัญ

โครงการวิจัยพัฒนาระบบการจราจรอากาศยานไร้คนขับ ได้จัดการประชุม สนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อนำเสนอ และสาธิตแนวทางการออกแบบ และพัฒนาระบบ UTM ของประเทศไทยที่ สทอภ. ได้พัฒนาขึ้นชื่อว่า ระบบ AMETHYST โดยมีการหารือกับ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานผู้กำกับดูแลและผู้ประกอบการเอกชน เพื่อพัฒนาระบบ AMETHYST ให้สอดคล้องความต้องการของผู้ใช้งานมากขึ้น ซึ่งจากการประชุม Focus group ครั้งที่ 2 ได้มีการนำเสนอ ขอบเขตโครงการ ดังนี้

1) การพัฒนาวิจัยระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)
    - สามารถขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับและการขึ้นทะเบียนผู้บังคับบินในลักษณะเบ็ดเสร็จจุดเดียว (One-Stop-Service)
    - การอนุญาตทำการบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับ (Flight declaration, flight approval)
2) ระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)
    - สามารถบอกตำแหน่ง พิกัด และระดับความสูงของอากาศยานไร้คนขับ
    - Remote ID ด้วยเครือข่าย Cellular network จำนวน 30 ชิ้น
    - Remote ID ด้วยการเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม จำนวน 5 ชิ้น

นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอกรอบการออกแบบเบื้องต้นของ System requirements, Operation user requirements, Remote ID specification และ การสาธิตการทำงานเบื้องต้นของระบบ AMETHYST

ในการประชุม Focus group ครั้งที่ 3 นี้ สทอภ. ได้นำข้อเสนอแนะจาก Focus group ครั้งที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับการใช้งานจริงของการปฏิบัติการโดรน มาออกแบบ และพัฒนาฟังก์ชันของระบบเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

- เพิ่มเติมการลงทะเบียน และการผูก Remote ID กับโดรน เข้ากับระบบ AMETHYST
- เพิ่มเติมการลงทะเบียนของ Operators ให้สามารถแก้ไขเอกสารได้
- เพิ่มเติมการใช้ dash board ของการปฏิบัติงานระหว่าง operator และ pilot
- เพิ่มเติมการขออนุญาตจาก กพท : กรณีการบินกลางคืน

- เพิ่มเติมการ import KML ลงบน AMETHYST platform สำหรับการส่งแผนการบิน

นอกจากนี้ได้มีการนำเสนอเนื้อหาเพิ่มเติมในส่วนของ หลักการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ AMETHYST, การออกแบบพัฒนาระบบ Remote ID และ การสาธิตฟังก์ชันการใช้งานที่ถูกออกแบบใหม่

2. การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ

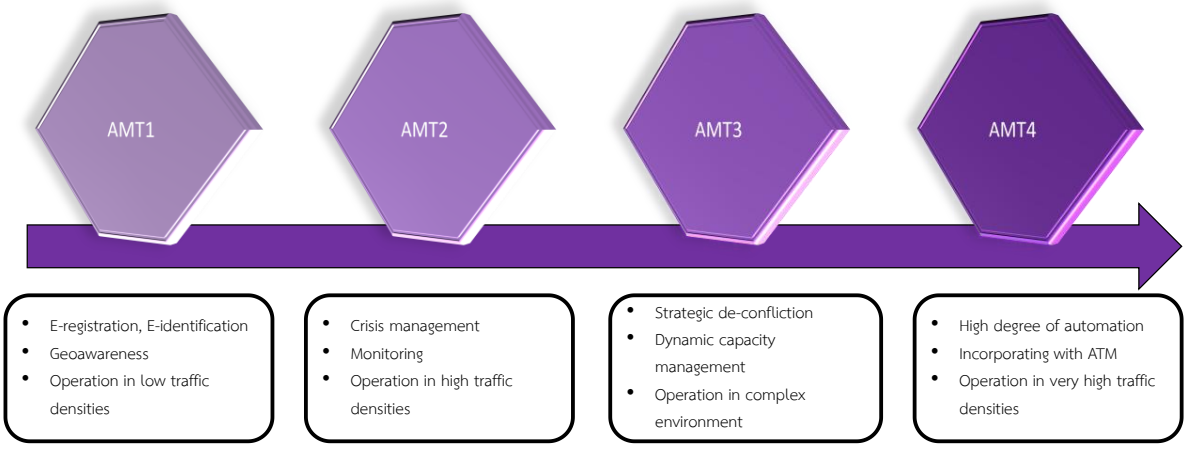
2.1.หลักการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ UTM

การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ UTM ถูกกำหนด หลักการให้เป็นไปตามทิศทางที่สอดคล้องกับการใช้งานโดรนที่ปลอดภัย พร้อมรับมือการเติบโตอย่างรวดเร็วของ UAV Ecosystem และกิจกรรมทีเกี่ยวข้องกับห้วงอากาศที่เพิ่มขึ้น โดยสรุปได้ ดังต่อไปนี้

- ความปลอดภัยต่อการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ
- มาตรฐานสากลที่ยอมรับ
- การใช้งานเปิดกว้าง
- สามารถพัฒนาต่อยอด
- การปฏิบัติงานเป็นแบบอัตโนมัติ
- ถูกออกแบบให้มีความปลอดภัยสูง

2.2.ขีดความสามารถ และการให้บริการ (Capability Level and Service)

ระบบ AMETHYST ได้วางขีดความสามารถ เพื่อการเพิ่มจำนวนบริการของระบบไว้ทั้งหมด 4 ระดับ โดยในขั้นต้น มุ่งเน้นที่การพัฒนาบริการ E-registration และ E-identification ซึ่งมีการออกแบบพัฒนาให้มีการใช้งานในรูปแบบของ web platform แบบ One-Stop-Service เพื่อความสะดวกของประชาชนผู้ใช้งานโดรน ขีดความสามารถของระบบ AMETHYST (AMT1 – AMT4) และบริการที่เพิ่มขึ้น ได้มีการอธิบาย ดังรูปที่ 129

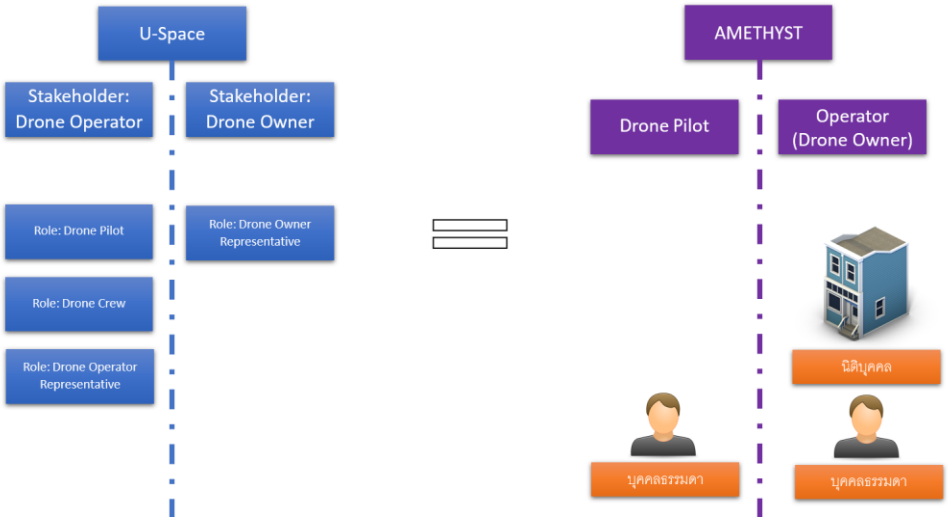


รูปที่ 129 ขีดความสามารถ และบริการในระบบ AMETHYST

การเพิ่มขึ้นของระดับขีดความสามารถ ถูกกำหนดไว้ด้วยความปลอดภัยที่ระบบ AMETHYST สามารถยอมรับได้ เหตุนี้ การบริหารจัดการจำนวนโดรนที่เข้ามาใช้งานในห้วงอากาศ ความสามารถในการเฝ้าระวัง และความสามารถในการแจ้งเตือนจึงสิ่งสำคัญในการพัฒนาฟังก์ชั่น หรือบริการที่เพิ่มเติมเข้ามาในระบบ AMETHYST โดยในเป้าหมายสุดท้ายของขีดความสามารถคือความสามารถในการบริหารจัดการโดรนในห้วงอากาศความหนาแน่นสูง และในห้วงอากาศที่ใช้ร่วมกับระบบ Air Traffic Management (ATM)

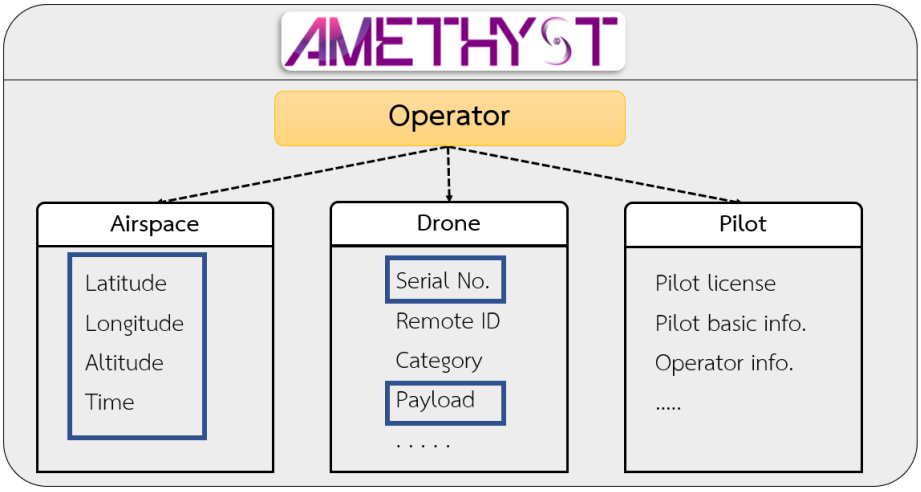
2.3.E-registration Service และ E-identification Service

บริการ E-registration คือบริการขึ้นทะเบียนออนไลน์ โดยการนำข้อมูลที่ของผู้ใช้งานโดรน และข้อมูลโดรน ขึ้นทะเบียนไว้ในฐานข้อมูล เพื่อดึงมาใช้งาน ร่วมกับบริการต่าง ๆ เช่น E-identification service, Tracking service, Monitoring service เป็นต้น ระบบขึ้นทะเบียนออนไลน์ ยังสามารถต่อยอดรองรับการขึ้นทะเบียนประเภทอื่น ๆ ในอนาคต เช่น การขึ้นทะเบียนนักบิน การขึ้นทะเบียนผู้ดำเนินการ และการขึ้นทะเบียนโอเปอเรเตอร์ ซึ่งทางระบบ AMETHYST ได้มีการออกแบบ โดยอ้างอิงหลักการกำหนดนิยามจาก U-space เพื่อใช้เป็นหลักการในการออกแบบระบบ อย่างไรก็ตาม ระบบ AMETHYST ได้มีการปรับปรุงคำนิยามเบื้องต้นให้สอดคล้องกับบริบทและข้อบังคับของประเทศไทยดังแสดงในรูปที่ 130



รูปที่ 130 ระบบ AMETHYST มีการแบ่งแยก Drone pilot ออกจาก Operator

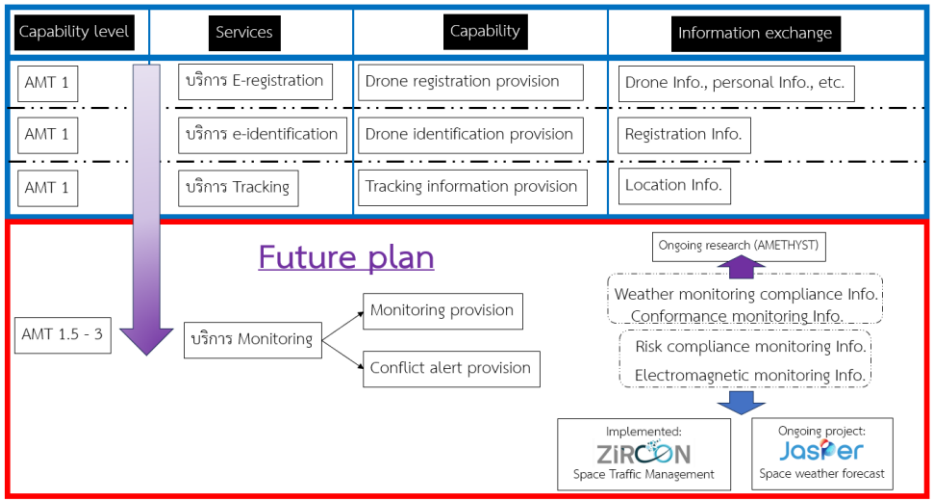
โดยผู้ข้อใช้งานห้วงอากาศจะถูกกำหนดให้เป็น operator เป็นหลัก ซึ่งชุดข้อมูลภายใน จะมีการเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลสามประเภทหลัก คือ ข้อมูลเกี่ยวข้องกับโดรน ข้อมูลเกี่ยวข้องกับห้วงอากาศ และข้อมูลเกี่ยวข้องกับนักบินผู้เข้าปฏิบัติการ เพื่อให้สะดวกในการนำไปใช้งานร่วมกับบริการอื่น ๆ ที่จะถูกพัฒนาขึ้นในอนาคต ดังแสดงในรูปที่ 131



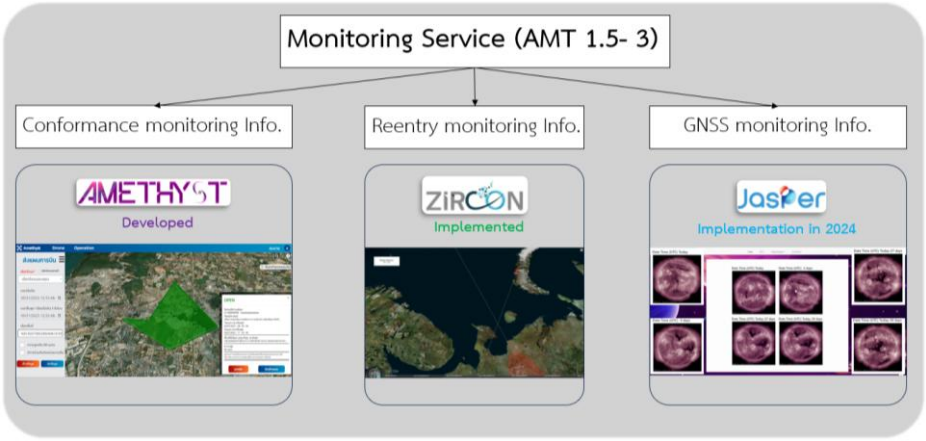
รูปที่ 131 ระบบ AMETHYST ได้ทำการเชื่อมโยงข้อมูลของ Operator เข้ากับ ห้วงอากาศ โดรน และ นักบิน อย่างไรก็ตามปัจจุบันทางประเทศไทยต้องการข้อมูลในกรอบสี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน

2.4.แนวทางการพัฒนาต่อยอดในอนาคต และการเชื่อมต่อกับ ระบบการจัดการจราจรอวกาศ (Space Traffic Management, STM) และระบบพยากรณ์อวกาศ (Space Weather Forecast System)

สทอภ. ได้กำหนดแนวทางการผนวกบริการอื่น ๆ เข้ากับระบบ AMETHYST ไว้ในอนาคต เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของระบบ ด้วยข้อมูลการเฝ้าระวังสภาพอวกาศที่ส่งผลโดยตรงกับ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและ ระบบ GNSS และข้อมูลการตกกลับของวัตถุอวกาศ ดังแสดงในรูปที่ 132 ทั้งนี้ทางศูนย์วิจัย Space Technology Research Center (S-TREC) ของ สทอภ. ได้มีการวิจัย และพัฒนา Web-platform ของ Space Traffic Management (ZIRCON) ขึ้น และได้ถูกนำมาใช้งานจริง ในส่วนของ Web-platform Space Weather Forecast (JASPER) กำลังอยู่ในช่วงพัฒนาและมีแผนจะนำมาใช้งานจริงในปี 2567 ดังแสดงในรูปที่ 133



รูปที่ 132 แผนการพัฒนา การผนวกการจัดการจราจรอวกาศ และระบบพยากรณ์อวกาศ เข้ากับระบบ AMETHYST



รูปที่ 133 Monitoring Service ที่จะทำการเพิ่มฟังก์ชันในอนาคตร่วมกับ STM และ Space Weather forecast

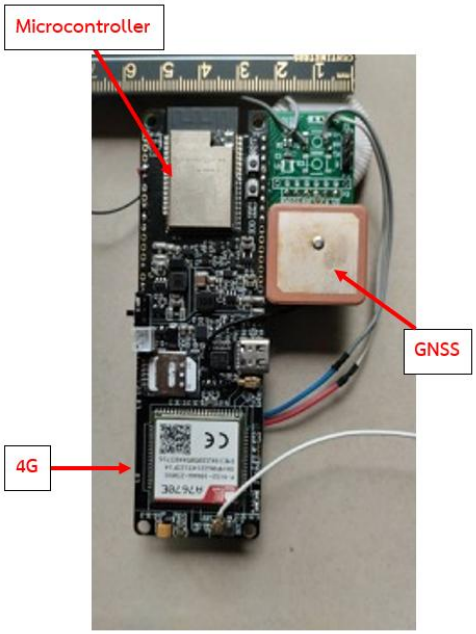
3. การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation) และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)

3.1.การพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของ Remote ID

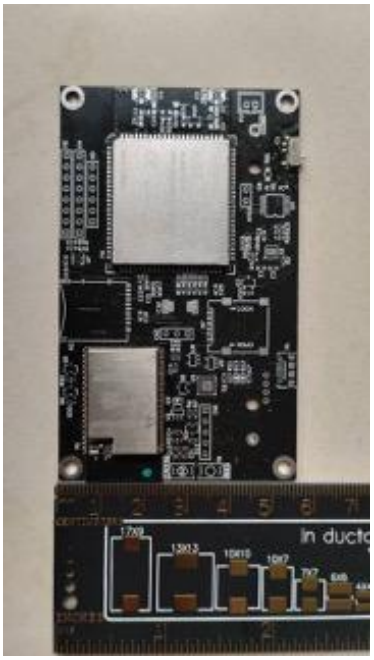
สทอภ. ได้นำเสนอการออกแบบ Remote ID สำหรับติดตั้งกับโดรน ซึ่งมีขนาดเล็กและ น้ำหนักเบา ดังแสดงในรูปที่ 134 และรูปที่ 135 โดยโมดูลบน Remote ID มีความสามารถในการสื่อสารผ่าน Cellular Network และ Satellite Network โดยการทำงานของระบบประมวลผลของ Remote ID ดังรูปที่ 136 มีดังต่อไปนี้

- Initialization
  - ฟังก์ชันการทำงานและส่วนประกอบภายของ Processor เอง (รวมทั้งการส่วนประกอบแบบ passive หรือส่วนประกอบพื้นฐานเช่น LED, BUTTON, SD Card ที่ควบคุมโดยตรงจาก Processor)
  - ฟังก์ชันการทำงานของ Air Pressure Sensor
  - ฟังก์ชันการทำงานของ 4G LTE Module ทั้งในส่วน 4G LTE และ GNSS
  - ฟังก์ชันการทำงานของ Battery Charger Module (เฉพาะในส่วนของ Batter Gauge)
- Sensor Reading
  - อ่านค่า Air Pressure Sensor และคำนวณ เพื่อให้ได้ค่า Air Pressure, Temperature
  - อ่านค่า Battery Gauge และคำนวณเป็นค่าแบตเตอรี่คงเหลือ
  - Location Reading
  - อ่านค่าตำแหน่งพิกัด จาก 4G LTE อยู่ตลอดเวลา
- Communication Control
  - ควบคุมการสั่งการ 4G LTE Module ให้ทำการเชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่
  - อ่านค่า status ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อกับเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

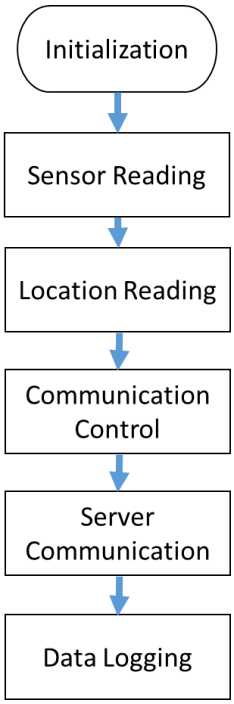
- Server Communication
  - สร้างการติดต่อสื่อสารไปยัง Server ผ่าน 4G LTE Module
  - ส่งข้อมูล Sensor, Location และ Status ไปยัง Server
  - ตอบสนองต่อคำสั่งที่ถูกส่งมาจาก Server
- Data Logging
  - จัดเก็บค่า Sensor, Location และ Status ไว้ใน SD Card หรือ Internal Flash Storage



รูปที่ 134 ต้นแบบ 1 Remote ID ขนาด 5.5 x 11.0 cm



รูปที่ 135 ต้นแบบ 2 Remote ID 5.5 x 9.0 cm



รูปที่ 136 ขั้นตอนการทำงานของ Processor

3.2.แนวทางการทดสอบ (Testing Guideline)

การพัฒนา Remote ID สำหรับโดรนมีหลักการทดสอบดังต่อไปนี้

- สามารถติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM 3G/4G
  - ตรวจคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้รอบรับ GSM 3G/4G
  - อ่านระดับความแรงของสัญญาณเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็น RSSI
- สามารถรับสัญญาณ GPS เพื่อใช้ระบุตำแหน่ง
  - วัดค่า ตำแหน่งพิกัด ด้วยอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS
  - เปรียบเทียบตำแหน่งพิกัดที่ได้ กับ จุดอ้างอิง (หมุดหลักฐานแผนที่, RTK GNSS)
- สามารถวัดความสูงได้ (โดยรับสัญญาณจาก Barometer)
  - วัดค่าความกดอากาศจาก barometer และคำนวณเป็นความสูง เมื่อติดตั้งบนตัวโดรนในขณะบิน
  - เปรียบเทียบความสูงที่ได้ กับระยะความสูงที่อ่านได้จากเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ โดยยึดเครื่องวัดระยะทางนี้ให้อยู่กับที่และได้แนวดิ่ง ชี้แสงเลเซอร์ให้โดนอากาศยานไร้คนขับขณะบินอยู่เหนือด้านบนพอดี
  - วัดเปรียบเทียบที่ระดับความสูงต่าง ๆ
- สามารถใช้งานได้ไม่น้อยไปกว่า 1 ชั่วโมง (โดยใช้ Battery)
  - จดบันทึกพลังงานแบตเตอรี่หลังการใช้งาน เมื่อเปิดใช้งานด้วยแบตเตอร์รี่ที่ชาร์จเต็มแล้ว โดยใช้งานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

- วัดค่าพลังงานที่ใช้ไป ด้วยเครื่องชาร์จแบตเตอร์รี่ที่สามารถแสดงค่าพลังงาน (mAh) ที่ถูกชาร์จได้โดยชาร์จกลับจนเต็ม
- คำนวณชั่วโมงการใช้งาน

4. การสาธิตการใช้งานระบบ UTM

4.1.การสาธิตกรณีที่ 1 การลงทะเบียนการใช้งานของ operator

กรณีที่ 1 เป็นการปรับปรุงระบบลงทะเบียนให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงมากขึ้น โดยความสามารถที่ผู้ใช้งาน operator สามารถทำได้คือ

- ยื่นคำขอขึ้นทะเบียน
- ส่งเอกสารเพิ่มเติม
- ชำระเงิน

และความสามารถของผู้ใช้งานฝั่ง Regulator คือ

- ตรวจสอบเอกสาร
- ขอเอกสารเพิ่มเติม
- ปฏิเสธคำขอ
- ยื่นคำขอชำระเงิน
- ยืนยันการชำระเงิน
- ออก license

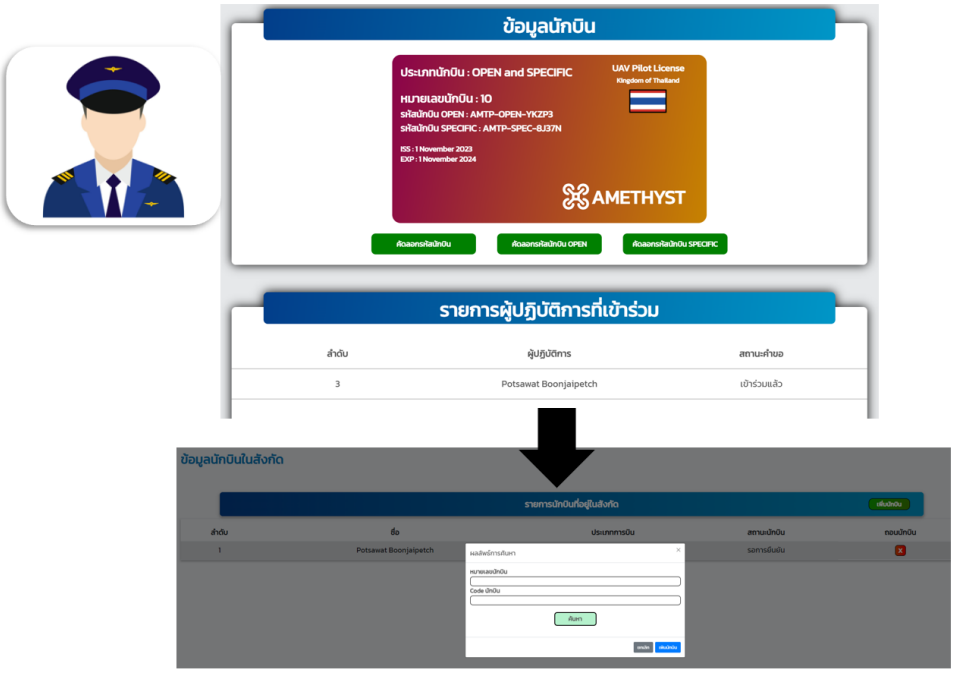
การเพิ่มเติมฟังก์ชันการขอเอกสารเพิ่มเติม ในกรณีเอกสารผิดพลาดหรือไม่ครบถ้วน และการชำระเงินค่าใช้บริการเป็นการสาธิตการทำงานของแพลตฟอร์มสำหรับการขึ้นทะเบียนที่ถูกนำมาใช้งานจริงในปัจจุบันซึ่งช่วยลดระยะเวลาการทำงานให้แก่ผู้ใช้งาน

รูปที่ 137 แผนผังแสดงฟังก์ชันการทำงานร่วมกันของ Operator และ Regulator ผ่านระบบ Amethyst

4.2. การสาธิตกรณีที่ 2 การเพิ่มนักบินและค้นหาในสังกัดของ operator

กรณีที่สองเป็นการ นำเสนอการใช้งาน dash-board สำหรับการ บริหารจัดการนักบินโดยผ่านมุมมองของ operator โดยในกรณีนี้ หากผู้ใช้งานได้ลงทะเบียนเป็นนักบินบนระบบ AMETHYST แล้ว ทางระบบจะสร้างรหัส

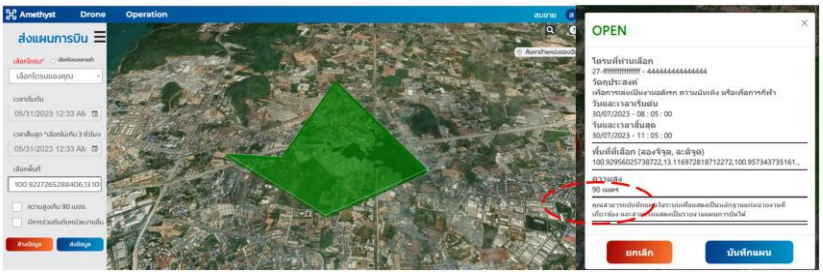
นักบินให้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งรหัสนักบินดังกล่าวสามารถถูกใช้ในการค้นหานักบิน เพื่อเพิ่มเข้าร่วมสังกัดของ operator ฟังก์ชันการเพิ่มนักบินเข้าสังกัดได้ถูกแสดงดังรูปที่ 138



รูปที่ 138 การเพิ่มนักบินเข้าสังกัด Operator ด้วยการค้นหารหัสนักบิน

4.3.การสาธิตกรณีที่ 3 การส่งขอร้องและขออนุมัติแผนเพื่อปฏิบัติภารกิจ

กรณีที่ 3 เป็นการขอขึ้นบินผ่านระบบ AMETHYST โดยใช้ระบบช่วยกรองข้อมูลการส่งแผนการบิน ว่าเป็นปฏิบัติการประเภทใด ซึ่งถูกประเมินจาก ห้วงอากาศ (Latitude, Longitude, Altitude) และ เวลาของการขอขึ้นบิน ซึ่งกรณีนี้หากไม่มีการเข้าเขตห้ามบิน และบินต่ำกว่า 90 เมตร จะถูกประเมินให้เป็นปฏิบัติการประเภท OPEN โดยอ้างอิงตาม U-space ดังแสดงในรูปที่ 139

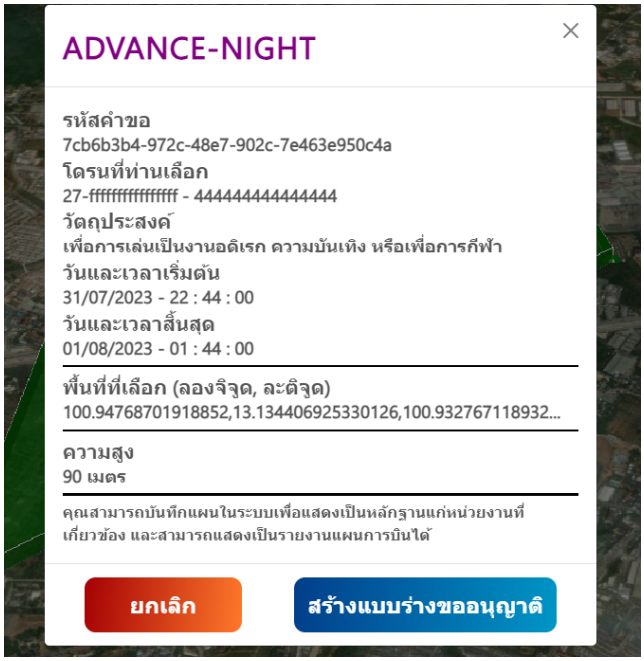


รูปที่ 139 การประเมินแผนการบินประเภท OPEN

4.4.การสาธิตกรณีที่ 4 การขอปฏิบัติการทำการบินในเวลากลางคืน

กรณีที่ 4 เป็นการขอขึ้นบินผ่านระบบ AMETHYST โดยใช้ระบบช่วยกรองข้อมูลการส่งแผนการบิน ว่าเป็นปฏิบัติการประเภทใด ซึ่งถูกประเมินจาก ห้วงอากาศ (Latitude, Longitude, Altitude) และ เวลาของการขอขึ้น

บิน ซึ่งกรณีนี้เป็นการขอขึ้นบินหลังเวลา 18.00 น. ซึ่งอยู่ในประเภทการปฏิบัติการขั้นสูงแบบบินกลางคืน ระบบจะทำหน้าที่ตรวจสอบและแจ้งประเภทปฏิบัติการกลับมาดังแสดงในรูปที่ 140 นอกจากนี้ระบบจะทำการดึงข้อมูลจากการขอขึ้นบินมากรอกลงเอกสารขออนุญาตบินกลางคืนให้โดยอัตโนมัติ เพื่อความสะดวกในการใช้งานของ operator



รูปที่ 140 การประเมินแผนการบินขั้นสูงประเภทบินกลางคืน

4.5.การนำเสนอบริการ และฟังก์ชันที่อยู่ระหว่างการพัฒนา

ท้ายการสาธิตระบบ AMETHYST สทอภ. ได้มีการนำเสนอบริการ และฟังก์ชันที่อยู่ระหว่างการพัฒนา ได้แก่ การ Import KML ไฟล์เข้าสู่ระบบ AMETHYST และบริการ Monitoring ซึ่งเป็นระบบ Stand-alone ทั้งนี้ทาง สทอภ. มีแผนจะนำบริการ และฟังก์ชันดังกล่าวผนวกเข้ากับระบบ AMETHYST สำหรับทดสอบ Remote ID ในอนาคต

5. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ ภายในงาน focus group ครั้งที่ 3

1) **คำถาม** ผู้แทน บริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด มีข้อซักถามว่ากรณีที่ได้รับการอนุญาตหลังลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับแล้วเรียบร้อย หากเกิดเหตุฉุกเฉินที่ทำให้ไม่สามารถขึ้นบินได้ ผู้เป็นนักบินจะทราบได้อย่างไร
   คำตอบ สทอภ.- จะทำการเพิ่มข้อเสนอแนะดังกล่าวเข้าสู่ระบบ
2) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท เอไอ แอนด์ โรโบติกส์ เวนเจอร์ส จำกัด ถามว่าการยืนยันการยื่นเอกสาร ในอนาคตมีแผนที่จะทำให้สามารถเชื่อมต่อ API กับบุคคลที่สามรายอื่นหรือไม่
   คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่าระบบ UTM ในปัจจุบันเป็นเพียงระบบต้นแบบ การที่ต้องการให้มี API เพื่อให้ระบบอื่นเข้ามาเชื่อมต่อได้นั้นอยู่นอกเหนือขอบเขตโครงการ การทำระบบ API นั้นขึ้นอยู่กับว่าจะมีระบบขึ้นมากี่แห่ง กรณีที่มีแหล่งผู้ดูแลที่เป็นจุดศูนย์กลางเช่น สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย

(กพท) จำเป็นต้องพัฒนาระบบต้นแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ดูแล ดังนั้นหากสามารถกำหนดความต้องการให้ชัดเจน คณะวิจัยฯสามารถพัฒนาตามความต้องการของผู้ดูแลได้ในเฟสการพัฒนาถัดไป

3) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด มีข้อซักถามว่า Remote ID มีค่า Safety Factor ความทนทานของสภาพอากาศในประเทศไทยหรือไม่ เกี่ยวกับทางด้านความร้อน กันน้ำและกันฝน

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ รับไปพิจารณาสำหรับการทดสอบภายใต้ขอบเขตโครงการและระยะเวลาดำเนินการ

4) **คำถาม** ผู้แทนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาพรวมของระบบ UTM นั้นคือการที่ระบบสามารถติดตามอากาศยานไร้คนขับทุกลำได้ใช่หรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจงดังนี้

- ภาพรวมของระบบ AMETHYST นั้นอ้างอิงจาก U-space ที่ได้ออกแบบระดับขีดความสามารถของระบบเป็น U1 – U4 เบื้องต้นเป็นการเริ่มต้นระดับการพัฒนาโดยประเทศอื่น ๆ และประเทศไทยนั้นปัจจุบันยังอยู่ในจุดเริ่มต้น U1
- จุดเริ่มต้นในการทำระบบ AMETHYST คือการทำให้สามารถติดตามอากาศยานไร้คนขับได้โดยการลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ จากนั้นนำข้อมูลมาออกแบบหลักการควบคุมให้สอดคล้องกับระเบียบของทางผู้กำกับดูแล ขั้นถัดไปคือการติดตาม โดยอ้างอิงจากสหรัฐอเมริกาที่ต้องการให้มีระบบ UTM หลากหลายบริษัท จึงสร้างมาตรฐานร่วมกันคือการเปิด API ให้กับฝ่าย Remote ID กรณีที่มีอากาศยานไร้คนขับขึ้นบินร่วมกับบริษัทแรก บริษัทอื่น ๆ จะต้องสามารถมองเห็นข้อมูลอากาศยานไร้คนขับร่วมกัน แผนขั้นต่อไปคือการขอแผนขึ้นบิน ได้แก่ การยื่นขอก่อนการบิน คือแผนการบิน และระหว่างการบิน คือการนำข้อมูลระหว่างการบินมาวิเคราะห์ว่าปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับอยู่ ณ ตำแหน่งไหน เป็นตามแผนการบินที่ยื่นมาหรือไม่
- สำหรับหลักการแล้วระบบUTM มีจุดประสงค์หลักของการนำไปใช้งานเพื่อติดตามอากาศยานไร้คนขับทุกลำ แต่ตามที่กล่าวมาภายใต้ขอบเขตของโครงการเป็นการ demonstration ของการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยี UTM

5) **คำถาม** ผู้แทนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีประเด็นข้อสักถามดังนี้

- Remote ID มีขนาดเป็นอย่างไร น้ำหนักเท่าไหร่ หากใช้ร่วมกับ DJI ขนาดเล็กเช่น Mavic จะสามารถใช้งานได้หรือไม่
- หากน้ำหนักแบตเตอร์รี่ 100 กรัม อากาศยานไร้คนขับทั่วไป เช่น Mavic สามารถรองรับได้หรือไม่และมีขีดจำกัดในการติดตั้งบนตัวอากาศยานไร้คนขับหรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ

- ตามขอบเขตโครงการ น้ำหนักของ Remote ID ไม่เกิน 200 กรัม ขนาดโดยประมาณไม่เกิน 10 x 10 เซนติเมตร กรณีอื่นเช่น ความต้องการให้ขยายความจุแบตเตอร์รี่เป็น 8 ชั่วโมง ยังไม่สามารถทำได้

เนื่องจากข้อจำกัดและขอบเขตของโครงการ ในอนาคตสามารถทำเพื่อตอบรับข้อเสนอดังกล่าวได้ แต่ขึ้นอยู่กับตัวอากาศยานไร้คนขับที่จะต้องมีความสามารถในการรองรับ

- สามารถรองรับได้ โดยตัวอากาศยานไร้คนขับจะต้องรองรับการสื่อสารรูปแบบ Maverick Link ที่เป็น Payload แบบแยกทำงานผ่าน USB ของตัวอากาศยานไร้คนขับ

6) **คำถาม** ผู้แทนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีข้อสงสัยเกี่ยวกับ GPS ของ Remote ID มีความแม่นยำมากน้อยแค่ไหน

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ปัจจุบันกำลังดำเนินการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 50 เซนติเมตร จะมีการสรุปผลการทดสอบในการประชุมครั้งถัดไป

7) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท เอไอ แอนด์ โรโบติกส์ เวนเจอร์ส จำกัด มีข้อสงสัย กรณีที่อากาศยานไร้คนขับแบบอัตโนมัติสำหรับการทำงานในระยะไกลที่ไม่สะดวกต่อการเปลี่ยนแบตเตอร์รี่ ในอนาคตมีแผนที่จะพัฒนาให้ Remote ID สามารถรับแหล่งจ่ายไฟจากอากาศยานไร้คนขับได้หรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ รับว่าพิจารณาการจัดทำแผนพัฒนา Remote ID ในเฟสถัดไปหลังจากโครงการนี้ ในอนาคตอากาศยานไร้คนขับจะมีการบังคับให้ติดตั้ง Remote ID ในตัวอยู่แล้ว Remote ID ที่กำลังพัฒนาอยู่นั้นจะเป็นการสนับสนุนอากาศยานไร้คนขับในรุ่นปัจจุบันและรุ่นที่เก่ากว่า

8) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท เอไอ แอนด์ โรโบติกส์ เวนเจอร์ส จำกัด มีข้อซักถามกับกรณีที่มี Remote ID ที่ผ่านการลงทะเบียนและมีการลงทะเบียนแผนการขึ้นบินอากาศยานไร้คนขับเรียบร้อย เมื่อถึงเวลาดังกล่าวอากาศยานไร้คนขับได้ขึ้นบินตามปกติ แต่ทางศูนย์ควบคุมไม่สามารถมองเห็น Remote ID ภายในระบบจะส่งผลกระทบอย่างไร

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ กรณีที่ถึงช่วงเวลาการบินที่ยื่นขอมาแล้วแต่ยังไม่มีการรับสัญญาณจาก Remote ID ระบบ UTM จะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านทาง E-mail หรือข้อความทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ อ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM (American Society for Testing and Materials)

9) **คำถาม** ผู้แทนกรมทางหลวง มีข้อซักถามการทำงานของเครือข่ายกรณีที่มีการเปลี่ยนจาก 4G หรือ 5G ลดลงมาเป็น 3G จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อประสิทธิภาพการทำงานของ Remote ID

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งดังนี้

- Remote ID ตามปกตินั้นจะทำการส่งข้อมูลที่มีขนาดเล็ก แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่
- ข้อมูล Status คือประเภทสัญญาณการสื่อสารของอากาศยานไร้คนขับ
- ข้อมูลตำแหน่ง ที่จะมีการส่งข้อความที่มีขนาดเล็กทุก ๆ 1 ข้อความ/วินาที

ตามข้อมูลดังกล่าวหากมีการเปลี่ยนแปลงเครือข่ายเป็น 3G จะไม่มีผลกระทบใดใดต่อการรับ-ส่งข้อมูล

- ผู้แทนคณะวิจัยฯ จะนำประเด็นไปบรรจุศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่จะใช้ระบบ Cellular เข้ามาทดแทน เพื่อที่ Remote ID จะเข้าสู่ระบบการใช้ SIM แทนการใช้ LoRa หรือ Wi-Fi บนภาคพื้นดิน ในเฟสถัดหลังจากสิ้นสุดโครงการ

10) **คำถาม** ผู้แทน กพท. มีข้อซักถามถึงต้นแบบที่ใช้ในการออกแบบ Remote ID ได้อ้างอิงมาตรฐาน ASTM, EN (European Norm) ของอากาศยานไร้คนขับหรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่า คณะวิจัยอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM เป็นหลักโดย Remote ID จะมี 2 รูปแบบ ได้แก่

- Broadcast คือการที่ผู้ใช้งานหรือบุคคลทั่วไปสามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่สแกนตัวอากาศยานไร้คนขับที่อยู่ในระหว่างการปฏิบัติการได้
- Network คือการส่งข้อมูล GPS ของอากาศยานไร้คนขับไปยังเซิร์ฟเวอร์ ยกตัวอย่าง DJI ที่ส่งข้อมูลกลับไปยังประเทศจีน

ปัจจุบัน Remote ID ที่กำลังพัฒนาอยู่นั้นมีรูปแบบ Network เพื่อการรับข้อมูลกลับไปยังเซิร์ฟเวอร์ต้นแบบที่กำลังพัฒนา

11) **คำถาม** ผู้แทน กพท. มีข้อซักถามถึงการสำรวจพื้นที่ ทาง GISTDA จะทำการติดกล้องบนอากาศยานไร้คนขับและทำแบบ Real-time หรือไม่ เพื่อความสูงและพิกัดสำหรับอ้างอิงในการทำแผนที่สามมิติ

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ กรณีพื้นที่ตัวอย่างจะเป็นพื้นที่ของ GISTDA

12) **คำถาม** ผู้แทน กพท. ต้องการให้ทดสอบการบินและการจราจร รวมถึงการกำหนด Geo-fencing บนแผนที่เพื่อที่กรณีมีอากาศยานไร้คนขับลำอื่นในพื้นที่เดียวกันจะไม่บินเกินขอบเขตพื้นที่ที่กำหนดให้

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ถ้ามีภาพ photogrammetry ของพื้นที่สำหรับความสูงของตึกและขอบเขตห้ามบิน จะทำให้สามารถสร้างเส้นทางในการบินอัตโนมัติโดยใช้อัลกอริทึมในการเลือกจุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด มีลักษณะคล้ายกับ Google Map ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการจราจร เมื่อมีสิ่งกีดขว้างอยู่ในบริเวณดังกล่าวจะไม่สามารถบินผ่านได้ ช่วยคำนวณโอกาสความเป็นไปได้

13) **คำถาม** - เอกสารที่นำส่งทางศูนย์ควบคุม กรณีที่ผู้เป็นนักบินมีใบอนุญาต 2 แบบ ได้แก่ แบบ Advance และแบบปกติ เมื่อทำการแนบเอกสารจำเป็นต้องแนบรายละเอียดใบอนุญาตทั้งสองแบบหรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ระบบจะเลือกใบอนุญาตโดยคำนึงถึงภารกิจที่ยื่นเข้ามาและใบอนุญาตที่ผู้เป็นนักบินมีโดยระบบจะคำนวณด้วยตนเองโดยอัตโนมัติ หากไม่มีใบอนุญาตที่เหมาะสมจะโดนปฏิเสธภารกิจ

14) **คำถาม** ผู้แทน กสทช มีข้อซักถามว่า หน้าจอสังเกตการณ์จะแสดงค่าอะไรบ้าง สามารถดูค่าความสูงในปัจจุบันได้หรือไม่ และสามารถแสดงใน Focus Group ครั้งต่อไปได้หรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่า ระบบ UTM สามารถแสดงความสูงของการบินโดรนได้ โดยทางทีมจะนำมาเพิ่มหน้าจอสังเกตการณ์และนำเสนอใน Focus group ในครั้งถัดไป

15) **คำถาม** ผู้แทน กสทช มีข้อซักถามว่า ระบบปัจจุบันได้คำนวณค่า Heading ความสูง และ Coordinate หรือไม่เพราะอาจส่งผลกระทบต่อ Module

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ปัจจุบันได้ทำตามเงื่อนไขนี้ แต่ยังไม่ได้นำมาแสดง อนาคตจะมีการแสดงค่า Heading และความเร็วของอากาศยานไร้คนขับ

16) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด มีข้อซักถามว่า กรณีที่นักบินบินเกินความสูงหรือขอบเขตที่ได้ทำการยื่นเรื่องขอกับทางเจ้าหน้าที่ไว้ เจ้าหน้าที่จะสามารถทราบได้อย่างไร หรือจะมีการแจ้งเตือนไปยังนักบินหรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่า ประเด็นนี้จะเป็นการพัฒนาในเฟสถัดไปโดย

- ระบบดังกล่าวเป็นระบบถัดไปที่กำลังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนา โดยระบบการสังเกตการณ์นั้น ขณะที่อากาศยานไร้คนขับกำลังปฏิบัติการ หากเกิดการทำนอกเหนือจากขอบเขตที่ได้ยื่นเรื่องขอ หรือหากแบตเตอร์รี่ต่ำขณะทำการบิน Remote ID จะมีการแจ้งเตือนข้อมูลกลับมายังระบบของผู้ดูแล
- ข้อมูลค่าความสูงใน Remote ID หากบินเกินขอบเขตข้อมูลจะถูกส่งกลับมายังระบบ UTM เพื่อทำการแจ้งเตือน ปัจจุบันได้กำหนดขอบเขตไว้ที่ 90 เมตร ตามรูปแบบ OPEN ที่สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยกำหนด และจะมีการขยายขอบเขตความสูงเป็น 120 เมตรเร็ว ๆ นี้

17) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด มีข้อซักถามว่า ตอนนี้ทางระบบสามารถสาธิตกรณีที่นักบินจองพื้นที่ทับกับพื้นที่ของผู้อื่นได้หรือไม่ มีพื้นที่ No-fly zone เพื่อแจ้งเตือนนักบินว่าพื้นที่ดังกล่าวไม่สามารถจองได้หรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ มี กำหนดตามที่ กพท. ระบุไว้ว่าพื้นที่ดังกล่าวคือพื้นที่ห้ามบิน จะมีการแสดงผลเป็นเขตสีแดง ลักษณะวงกลม บริเวณดังกล่าวทั่วประเทศ

18) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท สกาย วีไอวี จำกัด มีคำถามดังนี้

- Remote ID ของระบบ UTM เป็นมาตรฐานหรือไม่
- สหรัฐอเมริกาใช้แบบ Standard Remote ID ในกรณีที่เป็น Module Remote ID ที่เป็นประเภท Broadcast จะกำหนดขอบเขตการบินไว้ที่ 400 ฟุตหรือ 100 เมตรและ FAA ที่ไม่ติดเงื่อนไขใดใดแต่จะสามารถบินได้ในพื้นที่ที่จำกัด ต้องการทราบว่าสองแบบนี้มีระบบการทำงานเหมือนกันหรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่า

- FAA มีการประกาศให้ Remote ID มีสองแบบ ได้แก่แบบ Standard Remote ID และแบบ Module Remote ID ซึ่งมีข้อแตกต่างตรงที่แบบ Standard จะฝังมากับอากาศยานไร้คนขับ ในส่วนของ Module มีไว้เพื่อนำมาติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับเก่าเพื่อให้บินได้ตามระเบียบ ลดผลกระทบของประชาชน

- ทั้ง Standard Remote ID และ Module Remote ID มีความสามารถในการทำงานเทียบเท่ากัน แตกต่างกันที่แบบ Standard จะ Built-in มาในตัวอากาศยานไร้คนขับ ตัวอย่างเช่น ผู้ผลิตอากาศยานไร้คนขับอย่าง DJI จะเป็นผู้รับผิดชอบในการติดตั้ง

การบินอากาศยานไร้คนขับของสหรัฐอเมริกามีกฎหมายอยู่ 2 อย่างได้แก่

1) สหรัฐอเมริกาจะต้องคุ้มครองประชาชน รัฐบาลจะเข้าไปมีส่วนควบคุมชีวิตประจำวันของประชาชนทั่วไปให้น้อยที่สุดและคุ้มครองเสรีภาพ จึงจำเป็นจะต้องมีส่วนในการควบคุมดูแลกำกับ

2) การบินอากาศยานไร้คนขับสำหรับการสันทนาการ บินในบริเวณที่กำหนด มีระบบให้ความช่วยเหลือ เช่น ระบบ LAANC (Low Altitude Authorization and Notification Capability) ที่จะแจ้งแก่นักบินว่าพื้นที่ใดเป็นพื้นที่ห้ามบิน สามารถบินได้สูงเท่าไหร่ นอกเหนือจากเขตวงกลมดังกล่าวสามารถบินได้อิสระ หากบินเข้าไปในเขตนี้จะต้องขออนุญาตจากผู้ที่ดูแลสนามบินนั้น ๆ

อ. ประเสริฐ ป้อมป้องศึก- สหรัฐอเมริกาได้แบ่ง Remote ID เป็นสามกลุ่มตามทางเทคนิคเพื่อการกำกับดูแลการใช้งาน ได้แก่

1) FRIA (FAA- Recognized Identification Area) สามารถบินได้อิสระในพื้นที่ที่จำกัด จำกัดความสูงที่ 400 ฟุต

2) Standard Remote ID สามารถบินได้อิสระ ไม่จำกัดพื้นที่

3) LAANC คือพื้นที่ควบคุมทางอากาศ หากมีอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กบินเข้าไปในพื้นที่โดยความสูงไม่เกิน 400 ฟุต จะต้องเข้าระบบ LAANC เพื่อขออนุญาต

ผู้แทนคณะวิจัยฯ

- ทางระบบ UTM ได้ใช้แนวคิดเดียวกัน โดยพื้นที่สีแดงของประเทศไทยยังไม่ได้รับข้อมูลที่มีความชัดเจน กรณีของสหรัฐอเมริกา หากจะบินผ่านพื้นที่สีแดงจะต้องมีการแจ้งล่วงหน้า พื้นที่วงกลมคือพื้นที่ที่ทางสนามบินจะต้องดูแลจัดการด้วยตนเอง ส่วนปริมาตรของสี่เหลี่ยมคือขอบเขตความสูงที่ห้ามบินเกินที่กำหนด หากไม่เกินระบบจะอนุญาตให้บินได้โดยอัตโนมัติ

- การออกแบบระบบ UTM ได้อ้างอิงกฎหมายและระเบียบของประเทศไทยเป็นหลัก อาจมีคุณสมบัติอื่น ๆ เพิ่มเติมอย่างระบบ Operator และระบบใบอนุญาต

19) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท EmOne จำกัด มีข้อซักถามว่าในอนาคตจะมีการขยายขอบข่ายการใช้อากาศยานไร้คนขับบริเวณ off-shore ด้วยไหม

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่าอาจมีความเป็นไปได้ ขึ้นอยู่กับกฎระเบียบ ต้องดูกฎหมายแต่ละประเทศ หากอยู่กลางทะเล คาดว่ากฎหมายจะเทียบเคียงกับเครื่องบิน แต่ไม่มีสนามบิน

อ. ประเสริฐ ป้อมป้องศึก ให้ความเห็นเพิ่มเติมว่าตามกฎหมายไทยและราชอาณาจักร จะมีดินแดนที่เรียกว่าอธิปไตย แต่ตามกฎหมายระหว่างประเทศทางสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย

ได้ออกกฎหมายว่า หากบินในเขตเศรษฐกิจจำเพาะจะต้องมีข้อตกลงระหว่างประเทศ ซึ่ง ณ ปัจจุบัน เช่น แท่นขุดเจาะน้ำมันที่ตั้งอยู่บริเวณเขตเศรษฐกิจจำเพาะและน่านน้ำไทย ในกรณีที่อยู่ในขตเศรษฐกิจจำเพาะจะได้รับการอนุโลม แต่หากอ้างอิงตามกฎหมายคือไม่สามารถทำได้

20) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ฟลิง จำกัด มีข้อซักถามว่า ถ้าเป็นการยื่นขออนุญาตแผนการบินแบบ Advance จะต้องขอล่วงหน้าอย่างน้อยกี่วัน

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ตามระเบียบในปัจจุบันในประเทศไทยสามารถขอล่วงหน้าได้ 90 วัน

21) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท ฟลิง จำกัด มีข้อซักถามว่า ระบบ UTM ได้ครอบคลุมเกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับที่จำเป็นต้องใช้ในการกู้ภัยเหตุฉุกเฉินหรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ให้ความเห็นว่าจาก Focus group ในครั้งที่ผ่านมา ได้ทำการนำเสนอเกี่ยวกับระบบสำหรับการขึ้นบินกรณีฉุกเฉินสำหรับหน่วยงาน Search and Rescue (SAR) โดยหน่วยงานสามารถสร้างภารกิจขึ้นมาได้เพื่อนำเลขหมายของภารกิจไปให้กับนักบินที่ต้องการเข้าร่วมภารกิจการให้ความช่วยเหลือ และส่งคำขออนุญาตขึ้นบินภายใต้หน่วยงาน SAR ที่ปฏิบัติภารกิจดังกล่าว หน่วยงานที่กำกับดูแลควรสามารถขึ้นบินได้โดยไม่จำเป็นต้องขออนุญาตในบางภารกิจ ปัจจุบันจึงได้นำระบบนี้ออกเพื่อนำไปแก้ไขเนื้อหาบางส่วน

22) **คำถาม บริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด** มีข้อซักถามว่า สามารถ Zoom in แผนที่ได้หรือไม่ เช่น พื้นที่ทับซ้อนบางพื้นที่ของ VTD Dangerous ของเขตกองบิน ในอนาคตจะมีการประสานงานกับกองบินต่าง ๆ หรือไม่ เนื่องจากปัจจุบันจำเป็นต้องยื่นเอกสารการขออนุญาตกองบินด้วยตนเอง แล้วจึงยื่นเอกสารแผนการบิน เนื่องจากปัจจุบันงานการสำรวจพื้นที่ อยู่ในพื้นที่ของ VTD ทั้งหมด สามารถเชิญกองทัพอากาศเข้ามาร่วมกับโครงการนี้ได้หรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ สามารถทำให้ได้ในการพัฒนาระบบ โดยเงื่อนไขที่สามารถทำได้คือ จำเป็นที่จะต้องให้ กพท.และทาง ทอ. มาหารือและจัดทำข้อสรุปเพื่อเป็นหลักปฏิบัติก่อนนำมาพัฒนาระบบ UTM ต่อไป

23) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท EmOne จำกัด มีข้อซักถามว่าทางกระทรวง อว. ได้ระบุเงื่อนไขการเข้าร่วมหรือไม่ว่าต้องกำหนดสมาชิกขั้นต่ำกี่คน

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่าปัจจุบันยังไม่ได้กำหนด ข้อเสนอโครงการต้องสอดคล้องกัน และเห็นคล้องต้องกันที่จะทำโครงการร่วมกัน ขั้นต่ำ 2 คนขึ้นไป

24) **คำถาม** ผู้แทน กพท. มีข้อซักถามว่า ระยะที่ 1 ที่กำลังทำอยู่ในปัจจุบันนั้น ภาพสุดท้ายของแอปพลิเคชั่นจะถึงขั้นตอนที่สามารถติดตามแบบ Real-time ตัว UAS หรือมี Geo-fence บนแผนที่หรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ โครงการจะถูกพัฒนาไปถึงขั้นตอนการติดตามได้แบบ Real-time และมี Geo-fence บนแผนที่ แต่จะเป็นเพียงบริเวณพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ปัจจุบันที่ได้ทำการทดสอบแล้วคือในพื้นที่ของ GISTDA และกำลังเพิ่มพื้นที่การทดสอบให้มากขึ้นหากมีความต้องการยื่นเสนอเข้ามา

25) **คำถาม** ผู้แทน กพท. มีข้อซักถามดังนี้

- สามารถทดสอบได้เฉพาะ Remote ID ที่สร้างขึ้นมา แต่ไม่สามารถทดสอบกับ Built-in Remote- ID ในพื้นที่ Air-space ที่ถูกออกแบบไว้ใช่หรือไม่
- หากเราจัดซื้ออากาศยานไร้คนขับจากต่างประเทศ เช่นสหรัฐอเมริกาหรือยุโรป ที่ผ่านการ Built-in Remote ID มาแล้วจะไม่สามารถติดตามอากาศยานไร้คนขับผ่านระบบของราได้ใช่หรือไม่
- ในอนาคตถ้าจะจัดซื้ออากาศยานไร้คนขับที่ผลิตจากประเทศจีน สหรัฐอเมริกา เข้ามาจัดจำหน่ายที่ประเทศไทย จะต้องผ่านการแปลง Built-in อีกแบบเพื่อที่เราจะสามารถทำการติดตามอากาศยานไร้คนขับผ่าน Remote ID ด้วยเซิร์ฟเวอร์ของเราได้

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งดังนี้

- แบบ Built-in ในปัจจุบันบริษัทที่จัดจำหน่ายจะกำหนดให้ส่งข้อมูลไปที่เซิร์ฟเวอร์ของประเทศผู้จำหน่ายเอง เช่น ประเทศจีน จะมีแอปพลิเคชั่นรองรับผ่านเซิร์ฟเวอร์ของผู้จัดจำหน่าย ดังนั้นข้อมูลการติดตามผ่าน Remote ID บางส่วนจะถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ของผู้จัดจำหน่ายเอง
- สามารถติดตามโดยใช้จากระบบของผู้ผลิตได้ แต่เป็นปัญหาทางด้านความปลอดภัย ที่หากจัดซื้ออากาศยานไร้คนขับจากต่างประเทศและนำมาใช้ในภารกิจที่มีความสำคัญ เช่น ทางการทหาร จะทำให้เขาสามารถติดตามข้อมูลผ่าน Remote ID ขณะใช้งาน ดังนั้นหากประเทศไทยสามารถพัฒนาระบบดังกล่าวขึ้นมาเองได้ เราจะมีเซิร์ฟเวอร์เป็นของตัวเอง
- ในปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับ DJI ที่มาจากต่างประเทศ จะโดนห้ามไม่ให้บินเข้าไปในเขตสนามบินหรือในระยะตึกที่ Geo-fence ไม่สามารถมองเห็น วิธีการควบคุมคือนำฐานข้อมูลที่มีอยู่และข้อมูลจากตำแหน่งอากาศยานไร้คนขับไปใช้กับนักบิน ทำให้ความเป็นส่วนตัวมีน้อยลง หากต้องการดัดแปลงอากาศยานไร้คนขับที่มาจากต่างประเทศ จำเป็นต้องติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ในประเทศไทยเองเพื่อใช้อากาศยานไร้คนขับที่เป็น Standard Remote ID

ผู้แทนบริษัท สกาย วีไอวี จำกัด ให้ความเห็นเพิ่มเติมว่า จุดประสงค์หลักของสหรัฐอเมริกาเรื่อง Remote ID คือสร้างขึ้นเพื่อต้องการดึงข้อมูลเข้าสู่ FAA Data Exchange บังคับผู้จัดจำหน่ายในประเทศหรือนอกประเทศ ให้ทำ Remote ID แบบ Built-in ภายในปีครึ่งนับหลังจากที่ออกกฎหมาย ดังนั้นจุดประสงค์ของประเทศอื่น ๆ ที่ทำ Built-in ขึ้นมานั้นเพื่อทดสอบว่าสามารถเข้าระบบของสหรัฐอเมริกาได้หรือไม่ ตามคุณสมบัติและข้อมูลที่ทางสหรัฐอเมริกากำหนดว่าต้องการ โดยจะมี 2 ระบบได้แก่

1) Remote ID Supplier คือการที่เปิดแอปพลิเคชันให้สาธารณะชนสามารถเข้ามาดูได้

2) FAA Data Exchange คือการเปิดให้ Law Enforcement

26) **คำถาม** ผู้แทน กพท. มีข้อซักถามว่า ข้อมูลที่จะนำมาใช้กับโครงการ จะดึงมาจากอากาศยานไร้คนขับที่เป็นข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับขณะปฏิบัติการหรือเป็นข้อมูลที่ดึงมาจาก Module แบบใช้ 4G และแบบ GNSS

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่า

- ข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับจาก Remote ID
- Remote ID ในปัจจุบันมี 2 แบบได้แก่แบบ Cellular คือระบบโทรศัพท์ และ Satellite คือการส่งข้อมูลผ่านดาวเทียมและกลับมาที่ระบบ GNSS หลักการการทำงาน Remote ID คือต้องนำข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับขณะที่กำลังปฏิบัติการ เช่น ความสูง ตำแหน่ง เพื่อแสดงผลบนระบบ UTM ทำให้สามารถติดตามได้ว่าอากาศยานไร้คนขับที่ส่งข้อมูลมานั้นกำลังขึ้นบินอยู่บริเวณใด

27) **คำถาม** ผู้แทน กพท. หลักการการออกแบบ Module จะต้องมี GPS ในตัวเพื่อให้ทราบตำแหน่งและมี Air Pressure สำหรับการคำนวณความสูงใช่หรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ มีเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดความสูงที่ต้องผ่านการสอบเทียบก่อนนำค่ามาใช้จริง ใน Focus Group ครั้งหน้าจะมีการนำเสนอผลการทดสอบตามแผนเพื่อตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อน

28) **คำถาม** ผู้แทน กพท. มีข้อซักถามว่าทางโครงการได้ออกแบบอากาศยานไร้คนขับเองหรือเลือกอากาศยานไร้คนขับอะไรเป็นตัวทดสอบ

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่า การออกแบบอากาศยานไร้คนไม่ได้อยู่ในขอบเขตของโครง ดังนั้นจะใช้อากาศยานไร้คนขับที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมุ่งเน้นไปที่อากาศยานไร้คนขับที่มีขนาดเล็กและจะร่วมเชิญชวนผู้ที่มีสวนได้ส่วนเสียอย่าง Stakeholders บินร่วมกันโดยติด Remote ID กับตัวอากาศยานไร้คนขับ

29) **คำถาม** ผู้แทน กพท. มีข้อซักถามถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่จะแสดงในระบบการติดตามของ UTM จะอยู่ในรายการของ AMETHYST หรือไม่ เป็นลักษณะอากาศยานไร้คนขับ 5-6 ตัวในรูปแบบสามมิติ

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ จะมีขึ้นแสดง 4-5 พารามิเตอร์ ในส่วนของการแสดงภาพสามมิติปัจจุบันสามารถทำได้เฉพาะในส่วนของพื้นที่ GISTDA

30) **คำถาม** ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนี้

- ในการพัฒนาระบบ UTM การสาธิตบินจริงมีแผนที่จะสังเกตการณ์เรื่องค่าความคลาดเคลื่อนด้วยหรือไม่ ต้องการให้ระบบมีความแม่นยำมากน้อยแค่ไหน ในอนาคตหากมีอากาศยานไร้คนขับขนส่งภายในบริเวณกรุงเทพฯ หรืออากาศยานไร้คนขับจำนวนมากใช้พื้นที่เดียวกัน จำเป็นต้องดูเรื่องความแม่นยำของ Remote ID
- ควรมีระบบภาคพื้นดินที่ตรวจสอบค่าอีกครั้งเพื่อเทียบกับค่าที่ส่งมาจาก Remote ID

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ

- เบื้องต้นจะเก็บค่าความคลาดเคลื่อนตั้งแต่การทดสอบอุปกรณ์ เปรียบเทียบพิกัดที่ Remote ID ส่งกลับมายังเซิร์ฟเวอร์กับพิกัดของระบบ GNSS จะมีการทดสอบกับอุปกรณ์ต้นแบบทั้งหมด 30 ตัว หากเกิดค่าความคลาดเรื่องมากต้องทำการแก้ไขสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนการสาธิตจริง ในการ Focus group ครั้งที่ 4 จะมีรายละเอียดมาแจ้งให้ทราบ
- ความแม่นยำของ Remote ID อ้างอิงตามมาตรฐานที่ใช้ในการพัฒนา Remote ID ปัจจุบันคือ ASTM F3411-22 ของสหรัฐอเมริกา ผู้พัฒนาสามารถเลือกได้ว่าควรให้มีความแม่นยำอยู่ในระดับเท่าใด โดยปัจจุบันโครงการ UTM มีความแม่นยำอยู่ที่ 3 เมตร

31) **คำถาม** ผู้แทน กพท. มีคำถามดังนี้

- แผนที่สามมิติใช้วิธีอะไรในการทำ Geo-fence ในพื้นที่ของ UTM หรือ U-space หากใช้ดาวเทียมในการทำ ในอนาคตมีตึกที่ถูกสร้างขึ้นใหม่จำเป็นต้องปรับปรุงหรือไม่
- วิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการเดียวกับที่สากลใช้ใช่หรือไม่ หากจะทำบริเวณพื้นที่เขตกรุงเทพฯ ต้องใช้อากาศยานไร้คนขับบินพื้นที่รอบ ๆ ใช่หรือไม่
- สามารถใช้แผนที่จากดาวเทียมหรือ Google ได้หรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งดังนี้ สำหรับระบบ UTM ที่คณะวิจัยกำลังดำเนินการพัฒนาใช้อากาศยานไร้คนขับในการบินสำรวจ เก็บภาพ และนำภาพมาตัดต่อรวมกัน โดยเบื้องต้นทางคณะผู้วิจัยพัฒนาทำในส่วนพื้นที่ของ สทอภ. อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี เป็นหนึ่งในวิธีมาตรฐานสากลสำหรับการทำแผนที่สามมิติ ซึ่งหากจะทำบริเวณพื้นที่ในเขตกรุงเทพฯเป็นหนึ่งในวิธีที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ภาพที่มีความละเอียดและจำเป็นต้องใช้อากาศยานไร้คนขับบินสำรวจ ภาพที่ได้จากดาวเทียมและ Google จะเป็นรูปแบบสองมิติ หากต้องการแบบสามมิติจะต้องทำเพิ่มเติม โดยในส่วนของภาพสามมิติจำเป็นต้องต้องมีข้อมูลที่สำรวจในภาคพื้นเพิ่มเพื่อให้สามารถสร้างแผนที่ 3 มิติ แต่จำเป็นจำเป็นต้องพิจารณาความละเอียดของภาพและความแม่นยำ เช่น การกำหนดความสูงของตึกว่าเที่ยงตรงกับกับตึกจริงหรือไม่

ผู้แทนบริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด ให้ความเห็นเพิ่มว่า Google มีแผนที่สามมิติบน Google Earth เช่น พื้นที่เมืองหลวง พื้นที่เมืองสำคัญ แต่บางพื้นที่ที่ไม่ได้รับการสำรวจยังคงเป็นแผนที่แบบสองมิติ ทางของบริษัท Apple เช่นกัน กรณีที่เป็นสามมิติจะมีแผนที่จากดาวเทียมทำให้สามารถทราบภาพรวมรูปร่างของตึก สะพาน และวัตถุอื่น ๆ และแผนที่ทั่วไปที่รูปทรงของตึกจะถูกแทนด้วยรูปทรงสี่เหลี่ยม

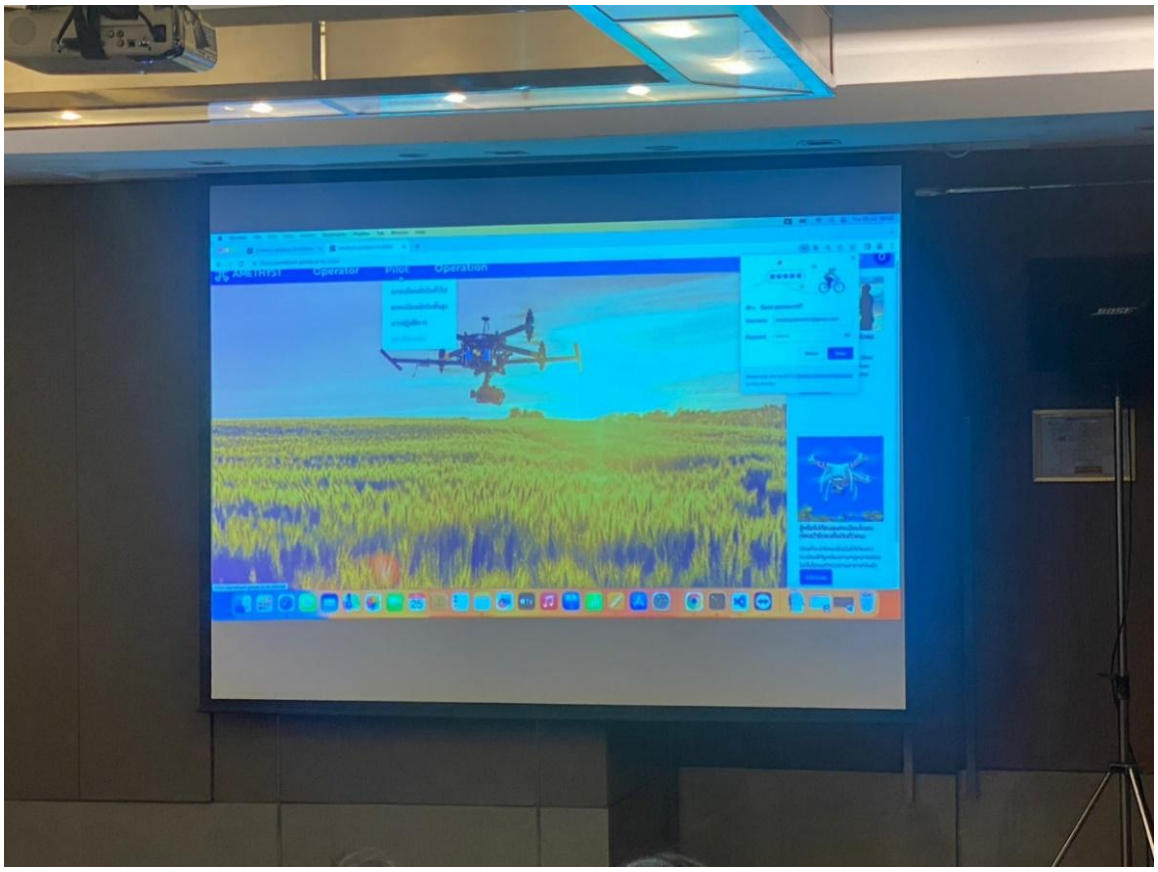
ผู้แทนคณะวิจัยฯ ให้ความเห็นเพิ่มเติมว่าข้อมูลที่มีอยู่อาจมีปัญหาในเรื่องความละเอียดแม่นยำ หากไม่ใช้อากาศยานไร้คนขับในการบินสำรวจอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาด

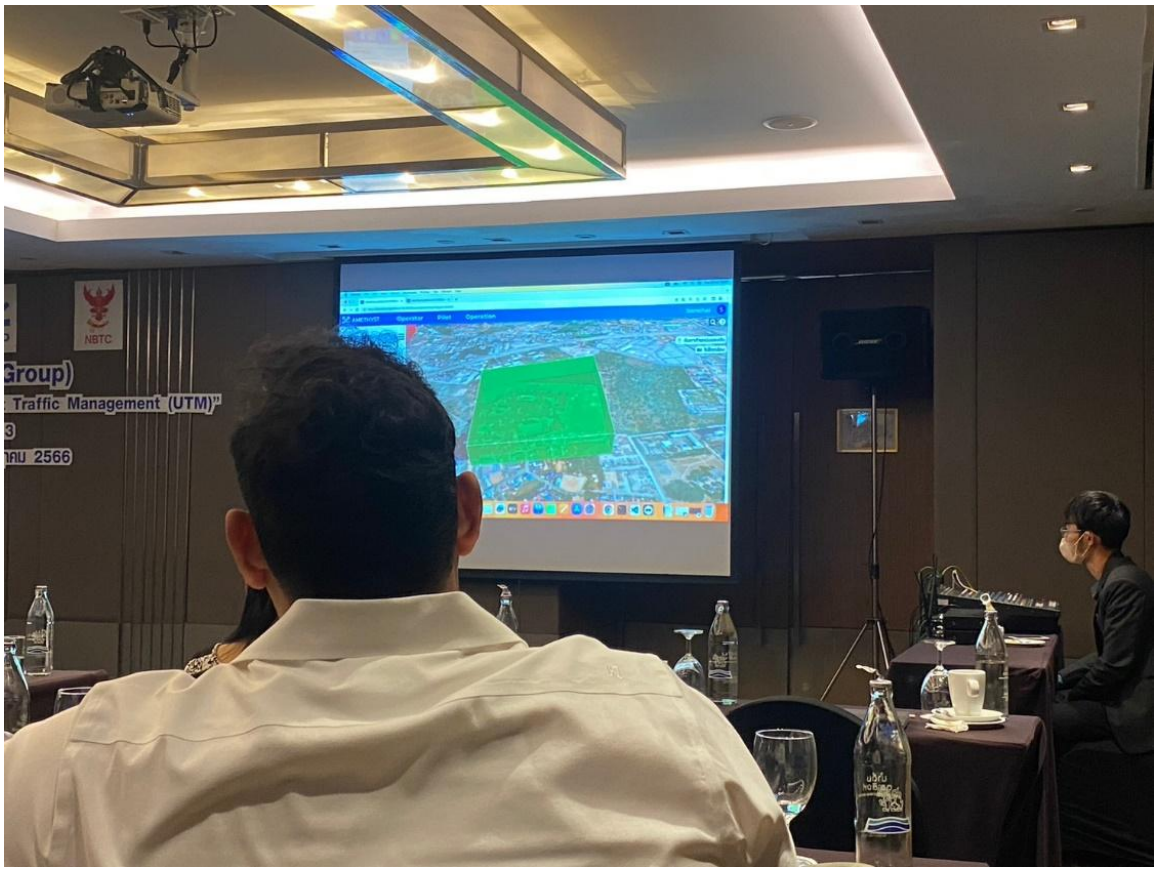
32) **คำถาม** ผู้แทน กพท. มีข้อซักถามว่าหากมีอากาศยานประเภท ADS-B เข้ามาในพื้นที่ GPS ของระบบ UTM จะสามารถตรวจจับสัญญาณได้หรือไม่ ต้องการให้สามารถตรวจจับได้เพราะจะช่วยป้องกันการเกิดเหตุ

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ต้องตรวจสอบตามมาตรฐาน ASTM ก่อน อาจสามารถทำได้ เนื่องจาก GISTDA มีดาวเทียมที่ติดตั้ง AIS และ ADS-B สำหรับการพัฒนา หากใช้โปรโตคอลในการส่งข้อมูลที่เหมือนกันกับระบบ UTM ที่กำลังพัฒนา จะสามารถส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบ UTM ได้ ซึ่งจะเป็นขอบเขตในการพัฒนาของเฟสต่อไปหลังจากโครงการนี้ดำเนินการแล้วเสร็จ

ประมวลภาพงาน Focus group ครั้งที่ 3

ผู้กำกับดูแลตรวจสอบหลักฐานการชำระเงิน
ผู้กำกับดูแลตรวจสอบเอกสารการขึ้นทะเบียนโดรนอีกครั้ง
โดรนและเครื่องวิทยุบนโดรน ในความครอบครอง
ให้ถูกขึ้นทะเบียนโดยหน่วยงานกำกับดูแล
นาย ตนชาย รักไทย
เป็นโดรนไอเปอเรเตอร์
GISTDA
BTFP
NBTC
(Focus Group)
of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
ครั้งที่ 3
วันที่ 25 กรกฎาคม 2566




NBTC
Group)
Traffic Management (UTM)"
3
กค 2566

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Focus group ครั้งที่ 3

ภารกิจนวัตกรรม

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ
และภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

ใบลงนาม

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 3

25th July 2023, 08.00 – 12.00

Centara Grand at Central Plaza Ladprao, Bangkok

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง / หน่วยงาน	ลงนาม
1	นายสิทธิพร ชาญนำสิน	วิศวกรชำนาญการ / สทอภ.	①
2	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	วิศวกร/สทอภ.	②
3	นายพศวัตร์ บุญใจเพ็ชร	วิศวกร/สทอภ.	③
4	นายพศวีร์ เสียงเย็น	วิศวกร/สทอภ.	④
5	นายศุภชัย ภูสุมมา	วิศวกร/สทอภ.	⑤
6	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	วิศวกร/สทอภ.	⑥
7	นายประพัฒน์ วิริยะรุ่งเรืองชัย	นักพัฒนานวัตกรรม/สทอภ.	⑦
8	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	วิศวกร/สทอภ.	⑧
9	นางสาวนิศารัตน์ แก้วขุนทด	วิศวกร/สทอภ.	⑨
10	นางสาวจันทรกานต์ พิมพ์รัตน์	วิศวกร/สทอภ.	⑩
11	นางสาวสุภิกา เสนาฤทธิ์	วิศวกร/สทอภ.	⑪

ภารกิจนวัตกรรม

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ
และภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

ใบลงนาม

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 3

25th July 2023, 08.00 – 12.00

Centara Grand at Central Plaza Ladprao, Bangkok

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง / หน่วยงาน	ลงนาม
1	ฉัตรเพชร บูณยเกตุ	PM / ไทยคม	
2	ศราวดี ไทยเจริญพร	M. Broadcast Product / ไทยคม	(12)
3	เพชร ศิริวรธรรม	M. Product/ ไทยคม	(13)
4	นริศรา ดอนพันพล	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป /กรมทางหลวงชนบท	(14)
5	ชาวิศ ลัทธิรมย์	นักจัดการงานทั่วไป / กรมทางหลวงชนบท	(15)
6	อดุลย์ วิเศษบุปผา	ผู้อำนวยการส่วนงานอนุญาตกิจการทางอากาศและกิจการทางน้ำ / กสทช.	
7	กรณ์ รัตนถาวร	นักวิชาการนโยบายและแผน / กสทช.	(16)
8	ณัฐวุฒิ วานิช	วิศวกรปฏิบัติการระดับสูง / กสทช.	(17)
9	กีรติ สีสิห์	วิศวกร / synatic	
10	ภัทรพล ปรีเปรม	วิศวกร / synatic	(18)
11	อนล ไพศาล	กรรมการ / EMONE (Thailand) company limited	(19)

ภารกิจนวัตกรรม

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง / หน่วยงาน	ลงนาม
12	ฉัตรชัย ปั่นตระกูล	รักษาการ ผู้จัดการฝ่ายมาตรฐาน อากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน / CAAT	
13	ดณุพล สุทธิสน	พนักงานฝ่ายมาตรฐานอากาศ ยานซึ่งไม่มีนักบิน / CAAT	
14	Ammarin Daranpob	Chief Scientist / Skyviv	
15	สุภาวดี ธรรมนุส	Drone Operation Assistant / fling Company limited	
16	กนกวรรณ ภู่เสภา	Drone Operation Assistant / fling Company limited	
17	ณัฏฐ์วัฒน์ โชติสถานนท์	Sales Manager / Thai Sky Vision Company Limited	
18	เปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	ฝ่ายประสานงานทั่วไป / Thai Sky Vision Company Limited	
19	สกรรจ์ อริยโชติมา	Project Manager / Thai Sky Vision Company Limited	
20	อาทิตย์ ชีวะเกตุ	Senior Liaison Executive / AI and Robotics Ventures	
21	วรดร สิริแสง	Solution Architect Specialist / AI and Robotics Ventures	
22	ทีปกร โตสวัสดิ์	Machine Learning Engineer / AI and Robotics Ventures	

ภารกิจนวัตกรรม

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง / หน่วยงาน	ลงนาม
23	ณัฐเศรษฐ ธัชศฤงคารสกุล	AI and Robotics Ventures	
24	PREEYAPORN CHAIYO	Designer / AI and Robotics Ventures	
25	เมธวิน กิติคุณ	Founder/ Managing Director / Drone X (Asia) by MBRO GLOBAL (Google Partner)	
26	คมสัน สมานตระกูลชัย	ผู้จัดการและบริหารโครงการโดรน / Drone X (Asia) by MBRO GLOBAL (Google Partner)	
27	PANUMAS ARUNDACHAWAT	Solution Specialist / Drone X (Asia) by MBRO GLOBAL (Google Partner)	
28	วิมลสิริ ตั้งประเสริฐ	Marketing / Drone academic Thailand co.,ltd	
29	ลักษณ์วัต พิทักษ์ชัยธรรม	Drone engineer / Drone academic Thailand co.,ltd	
30	พาทิศ ฤทธิ์ทอง	web developer / Drone academic Thailand co.,ltd	
31	พัชราภรณ์ บุณยวานิชกุล	รองศาสตราจารย์ / ภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
32	[illegible]	[illegible]	
33	[illegible]	ARV	

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง/หน่วยงาน	ลงนาม
	พันโทชนนท์ ภาพชัยเรือง	Rank & Schrama	(36)
	น.ท.ไกรศิลป์ ลิ้มพงษ์	Engineer	(37)
	สิงห์ชัย ดาเรืองเดช	LECTURER	(38)
	โชติ เสียงธรรม	Gistda.	(39)
	ไกรวิช ไชยนาเคนทร์	sky viv	(40)
	วนาลี อังกาบกาญจน์	นักวิเทศสัมพันธ์	วนาลี. (41)
	ประจวบ ช้อมปัญญา		(42)
	ธรรม ธรรมสวดี	Gistda	ธรรม (43)

สพก.

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง/หน่วยงาน	ลงนาม
	น.ส. ทอฝัน รอดเจริญ	จดสรุป	ทอฝัน
	อาภาะดี พันธุ์	นิติกร	
	นาย เกียรติภูมิ	กมพร.	

สพก.

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง/หน่วยงาน	ลงนาม	
	กฤษกเทพ ผดุงสำนึง	ช่างสายพ		47
	ศิริลักษณ์ พัฒนเดชวีรกุล	จนท. ประสานงานวิชาการ		48
	กุลกาศิริ เชื้อธรรมวาณิชน์	นักพัฒนาธุรกิจการท่องเที่ยว		49
	วรินทร์ธร เอกนันท์	อาจารย์		50
	ชัยพัฒน์ เอี่ยวสกุล	นักวิชาการเกษตร		51
	ณัฐฐากานต์ ศิริชีวานนท์	เจ้าหน้าที่ฝึกอบรมและวิจัย		52
	ปองพล อุ่นเรือน	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป		53
	ดุลยวิชช์ ชุณหพูล	อาจารย์	ดุลยวิชช์ ชุณหพูล	54
	ดร. ศักดิ์ชัย ดวงแพทอง	ที่ปรึกษาฝ่ายวิชาการ		55
	ธนพงศ์ แซ่ตั้ง	จนท. พัฒนาธุรกิจ		56
	วิลาวัลย์ ลิขิตสมวิชญ์กิจ	จนท. บริหารงานทั่วไป		57

สพก.

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง/หน่วยงาน	ลงนาม	
		ICE		58
	ดำรัษฎ์ ตนะ	shipexpert technology.		59
	นาย สิทธิพันธ์ ทองใบ	สถาบันพลังงาน จุฬา	สิทธิพันธ์	60

สพก.

รายงานสรุป Focus group ครั้งที่ 4
และ การ Demonstration ครั้งที่ 1
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร

วันศุกร์ที่ 26 ตุลาคม 2566

เวลา 13.00-16.00 น.

บทสรุปผู้บริหาร

การออกแบบระบบการบริหารจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management) ในประเทศไทยต้องคำนึงถึงหลายปัจจัยเพื่อให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ปัจจัยที่สำคัญของการพัฒนาระบบคือ 1) ระบบ UTM ควรมีความสามารถในการตรวจจับและควบคุมอากาศยานไร้คนขับในเขตอากาศและให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของอากาศยาน 2) ระบบ UTM ต้องสอดคล้องกับกฎหมายและระเบียบข้อบังคับการบริหารจัดการจราจรอากาศในประเทศไทย และต้องมีความร่วมมือกับหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบในการควบคุมการจราจรอากาศ ปัจจุบันประเทศไทยมีระเบียบข้อบังคับให้เจ้าของอากาศยานไร้คนขับดำเนินการลงทะเบียนและขออนุญาตทำการบินกับหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบ ได้แก่ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) และ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) 3) ระบบ UTM ต้องถูกออกแบบให้สามารถปรับใช้กับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอยู่อย่างรวดเร็ว เพื่อให้สามารถรองรับการเจริญเติบโตของตลาด UAV ในอนาคต 4) ระบบ UTM ต้องสามารถควบคุมการจราจรอากาศยานไร้คนขับในห้วงอากาศอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันการชนกันและควบคุมการใช้งานอากาศยานให้สอดคล้องกับกฎหมาย การสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานรัฐและภาคเอกชนเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาระบบ UTM ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัย ดังนั้น ทางกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมเพื่อประโยชน์สาธารณะ (กองทุน กทปส.) เล็งเห็นถึงความสำคัญและ สทอภ. ได้รับสนับสนุนนงบประมาณ โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

การบรรยายพิเศษ: จาก Unmanned Aircraft Systems (UAS) สู่ Advanced Air Mobility (AAM) ปัญหานโยบายและกฎหมาย การเปลี่ยนแปลงจาก UAS สู่ AAM นั้นเป็นที่นิยมมากในการเปลี่ยนแปลงวิธีการขนส่งและการควบคุมการจราจรในอากาศ แต่มีปัญหานโยบายและกฎหมายที่ต้องพิจารณาเมื่อพัฒนา AAM ที่มีต้นตอจาก UAS ดังนี้

1. การควบคุมการจราจรของยานบินไร้คนขับที่มีความสามารถในการบินที่มีคนขับและยานบินไร้คนขับอื่น ๆ ในห้วงอากาศเดียวกัน การควบคุมการจราจรในห้วงอากาศจะต้องปรับให้เหมาะสมเพื่อให้รองรับรูปแบบเส้นทางการบินโดยปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ซึ่งหน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบ ได้แก่ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) และ สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) และสิ่งที่สำคัญคือต้องพิจารณาวิธีการอนุญาตและการรับรองอากาศยานไร้คนขับด้วย

2. ตลาดด้านอากาศยานไร้คนขับอาจเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เช่น ในบางพื้นที่มุ่งเน้นไปทางการบริหารจัดการเมืองโดยใช้โดรนในการขนส่งผู้โดยสาร ขนส่งอุปกรณ์ปฐมพยาบาล ตรวจตราบ้านเรือน ซึ่งต้องพิจารณาวิธีการควบคุมการจราจรในอากาศที่สามารถรองรับอากาศยานมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้ต้องพิจารณาวิธีการเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน กำหนดนโยบายเกี่ยวกับการใช้ห้วงอากาศที่ใช้ในการเดินอากาศ

ในการเปลี่ยนแปลงจาก UAS สู่ AAM การทำงานร่วมกันระหว่างรัฐ ภาคเอกชน และส่วนราชการเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนานโยบายและกฎหมายที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับอนาคตของ AAM ดังนั้น ผู้ที่จะพัฒนาระบบ UTM หรือพัฒนาอากาศยานต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วนในการออกแบบระบบ หรือพัฒนานวัตกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับข้อกฎหมายของไทย

การจัด Focus group : การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ครั้งที่ 4 จุดประสงค์หลักของ Focus group ครั้งนี้คือ สรุปแนวทางการออกแบบพัฒนาระบบ UTM และโครงสร้างพื้นฐานที่ฯทาง สทอภ. ดำเนินการศึกษาวิจัยตามขอบเขตโครงการ และข้อเสนอแนะจากหน่วยงานผู้กำกับดูแล (กพท. บวท. และ กสทช.) และผู้ประกอบการเอกชน เช่น ไทยคม และเอกชนอื่น ๆ ที่เป็นผู้ใช้งานโดรนและผู้พัฒนาโดรน เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงระบบ UTM โดย สทอภ. นำเสนอขอบเขตการวิจัยพัฒนาของโครงการ และ requirement ของการออกแบบระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับที่มีชื่อว่า AMETHYST ซึ่งประกอบด้วย E-registration, E-identification การขอแผนทำการบิน และ การติดตามโดรนขณะทำการบิน

การจัด demonstration : การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) ครั้งที่ 1

การสาธิตในครั้งนี้ได้รับเกียรติจากผู้แทน กพท. และ **บริษัท** Drone X เป็นผู้ดำเนินการทดสอบระบบตั้งแต่การลงทะเบียนตั้งแต่ต้นจนถึงขอแผนเพื่อดำเนินการทดสอบการบิน การสาธิตนี้ประกอบด้วย 4 การสาธิต ดังนี้

- การสาธิตกรณีที่ 1 การขึ้นทะเบียนโดรน
- การสาธิตกรณีที่ 2 การเพิ่มนักบินและค้นหาในสังกัดของ operator
- การสาธิตกรณีที่ 3 การส่งขอร้องและขออนุมัติแผนการบินโดรนเพื่อปฏิบัติภารกิจ
- การสาธิตกรณีที่ 4 การขอปฏิบัติการทำการบินในเวลากลางคืน

จากการประชุม focus group ครั้งที่ 4 และ demonstration ครั้งที่ 1 นี้ได้รับความเห็นชอบและพึงพอใจในการพัฒนาระบบ UTM จากหน่วยงานทั้งรัฐและบริษัทเอกชนที่ใช้ประโยชน์จากการใช้โดรน และผู้ส่วนได้ส่วนเสียต่าง ๆ นอกเหนือจากนี้มีการให้คำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เข้าร่วมและผู้ใช้โดรน สทอภ.น้อมรับความเห็นนำไปดำเนินการพิจารณาและตรวจสอบข้อบังคับหากไม่ขัดกับข้อบังคับในปัจจุบัน รวมไปถึงไม่เกินขอบเขต งบประมาณโครงการ จะดำเนินการปรับปรุงพัฒนาต่อไป

สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง “จาก unmanned aircraft system (UAS) สู่ Advanced Air Mobility (AAM) ปัญหานโยบายและกฎหมาย”

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง

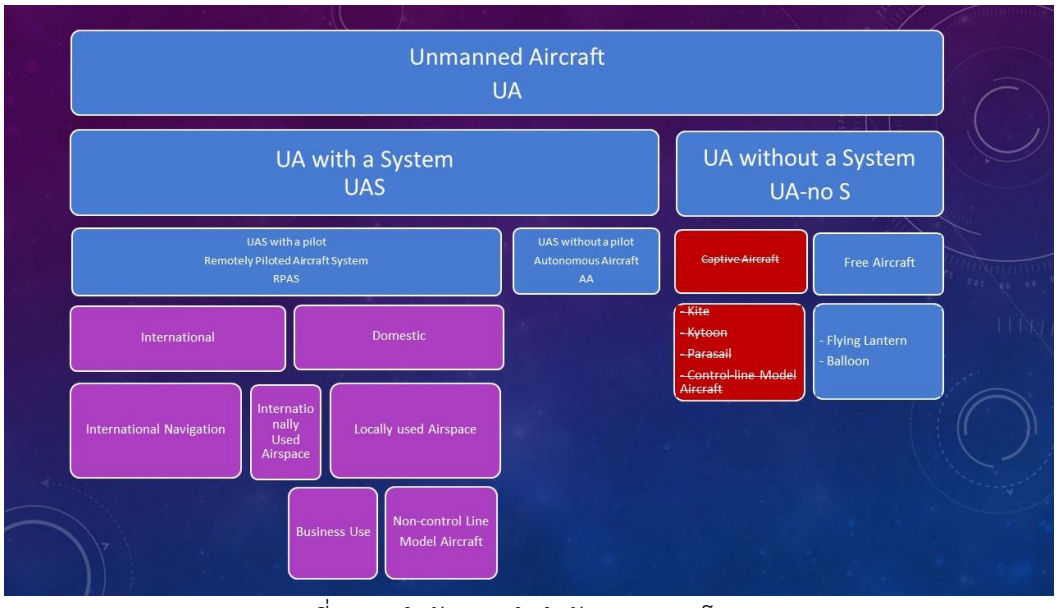
“จาก UAS สู่ AAM ปัญหานโยบายและกฎหมาย”

อาจารย์ประเสริฐ ป้อมป้องศึก

การเข้าใจในความหมายเดียวกันของโดรน โดรน (Drone) คืออุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีคนควบคุมโดยตรง โดยใช้ระบบควบคุมระยะไกลหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการเคลื่อนไหวของโดรนหรือทำภารกิจที่กำหนดไว้ล่วงหน้า โดรนมักใช้ในการถ่ายภาพและวิดีโอ, การสำรวจพื้นที่ห่างไกลหรือเข้าถึงยาก การทดสอบและวิเคราะห์สภาพอากาศ การส่งของและอุปกรณ์ในพื้นที่ที่เป็นอันตราย การกำจัดศัตรูและอื่น ๆ อีกมากมาย โดรนมักมีลักษณะเล็กและเคลื่อนที่ด้วยพลังงานไฟฟ้า แต่รวมถึงมีโดรนขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานทางทหารและอุตสาหกรรมด้วย โดรนมีประโยชน์ในหลายสาขาและกำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบันสำหรับการใช้ในงานต่าง ๆ ซึ่งที่ผ่านมา มีคำจำกัดความของโดรนที่ใช้กันทั่วไปหลายอย่าง เช่น

- Pilotless Aircraft
- UA - Unmanned Aircraft
- UAV - Unmanned Aerial Vehicle
- UAS - Unmanned Aircraft System
- RPAS - Remotely-Piloted Aircraft System
- AA - Autonomous Aircraft
- UAM - Urban Air Mobility
- AAM - Advanced Air Mobility

เนื่องจากมีคำจำกัดความเกี่ยวกับโดรนหลายคำ ดังนั้น ICAO จึงสรุปลำดับของคำจำกัดความของโดรนโดยแบ่งเป็น UA ที่มี System และ UA ที่ไม่มี System ดังแสดงรูปที่ 141

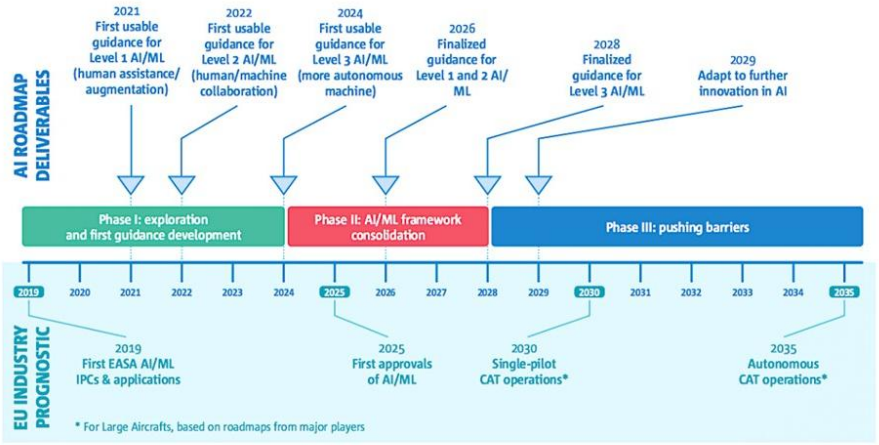


รูปที่ 141 ลำดับของคำจำกัดความของโดรน

สำหรับกฎหมายการกำกับดูแลโดรนในประเทศไทย กำกับดูแลโดรนมีหน่วยงานหลักคือ สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) ภายใต้กระทรวงคมนาคมและกระทรวงคมนาคมและสื่อสาร การกำกับดูแลของโดรนเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้การใช้งานของโดรนเป็นไปอย่างปลอดภัยและเป็นไปตามกฎระเบียบที่กำหนดขึ้น ขั้นตอนที่สำคัญในการกำกับดูแลของโดรน เช่น การลงทะเบียน: ในหลายประเทศการลงทะเบียนโดรนเป็นเรื่องที่จำเป็น เจ้าของโดรนควรลงทะเบียนโดรนของตนกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถติดตามและระบุเจ้าของของโดรนได้ แต่ละประเทศอาจมีกฎระเบียบที่แตกต่างกันเรื่องการลงทะเบียนโดรน การบินและกฎระเบียบ: โดรนจำเป็นต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการบิน รวมถึงความสูงที่อนุญาตให้บิน การห้ามบินในบริเวณบางพื้นที่ การไม่ให้บินในบริเวณบริเวณที่จำกัดเขตการบิน เป็นต้น ต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบเหล่านี้อย่างเคร่งครัด ต้องมีผู้ควบคุมโดรนที่มีความรู้และทักษะในการบังคับการบินของโดรน การบินของโดรนควรทำไปในบริเวณที่ปลอดภัยและไม่กระทบต่อผู้อื่น รวมถึงควรระมัดระวังเรื่องความเป็นส่วนตัวและความเป็นความลับของผู้อื่น

ในกรณีของ Advanced Air Mobility (AAM) รวมไปถึง UAM เมื่อโดรนถูกพัฒนามากขึ้น ขนาดของโดรนก็จะใหญ่ขึ้น ซึ่งจุดหมายปลายทางก็คือเครื่องบินปกติที่เป็นอากาศยานไร้คนขับ AAM จึงเป็นกลยุทธ์ทางอากาศที่มุ่งเน้นใช้เทคโนโลยีการบินที่ล้ำสมัยเช่นโดรนไร้คนขับเพื่อเพิ่มความสะดวกในการขนส่งและลดปัญหาการจราจรในเมืองใหญ่ การพัฒนา Air Mobility กำลังกลายเป็นคำหลักในนิยามทางการบินในอนาคต และหลายบริษัทและหน่วยงานรัฐกำลังทำงานอย่างเต็มที่เพื่อเป็นจริงในทฤษฎีนี้ และ AAM ในอนาคตจะรวมทั้งกรณีของ Man และ Unmanned Aircraft เข้าด้วยกันในระยะแรก และในระยะถัดไปจะเป็น Unmanned Aircraft

ในปลายปี ค.ศ. 2019 ทาง EASA ได้ออก Roadmap มีใจความสำคัญว่าในปี ค.ศ. 2025 จะออก Certification of First Artificial Intelligence สำหรับ Aircraft System ซึ่งรายละเอียดของ Roadmap แสดงดังรูปที่ 142



รูปที่ 142 Roadmap ของ EASA

นอกเหนือจากนี้ทางยุโรปได้ออกแบบแผนกลยุทธ์ของโดรน 2.0 ประกอบด้วย 19 ข้อ หลัก ๆ จะเป็นการประกอบธุรกิจโดยแบ่งเป็นภาคส่วน การปรับปรุงมาตรฐานทางเทคนิค และสิ่งที่น่าสนใจคือ จะใช้เทคโนโลยีทางการทหารมาพัฒนาร่วมกัน ทั้งในแง่ของมาตรฐานหรือในแง่ของการใช้งาน ในประเทศเกาหลีใต้ก็มีความสนใจในการพัฒนาทางด้าน UAM services โดยมุ่งเน้นไปทางการบริหารจัดการเมือง เช่น ในบริเวณเขตเมืองควรมีโดรนคอยรับส่งคนออกนอกเขตเมืองในระยะ 300 กิโลเมตร ภายใน 1 ชั่วโมง เป็นต้น ดังนั้นหากทุกฝ่ายร่วมมือกันพัฒนาเป้าหมายที่สำเร็จก็จะเป็นผลงานของทุกองค์กรทั้งในภาครัฐและเอกชน

เมื่อพิจารณาในแง่มุมของการเป็นเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ซึ่งการเป็นเมืองอัจฉริยะนั้น ในเมืองนั้นจะมีโดรนแทรกอยู่ในทุก ๆ ที่ แสดงดังรูปที่ 143 เช่น โดรนที่คอยตรวจตราการสึกหลอของบ้านเรือน โดรนสำหรับการปฐมพยาบาล และโดรนสำหรับขนส่งผู้โดยสาร เป็นต้น ดังนั้น ในการที่จะบอกว่าเมืองไหนเป็นเมืองอัจฉริยะในทางกายภาพนั้นให้ดูว่าเมืองนั้นมีโดรนหรือไม่ เพราะภายใต้การมีโดรนบินนั้นคือ ในเมืองนั้นมีระบบต่าง ๆ ที่มองไม่เห็นคอยอำนวยความสะดวกให้แก่เมือง หลังจากที่กล่าวถึงการพัฒนาเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมต่าง ๆ ทางด้านการบิน จึงควรพิจารณาถึงหลักการทางปฏิบัติ นโยบาย กฎหมายทางด้านการบินของไทย

การใช้อำนาจทางกฎหมายของสองหน่วยงานพร้อมกันอาจเกิดปัญหา เช่น **พรบ การพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2560 กับ พรบ การเดินอากาศ พ.ศ. 2497** ซึ่งทางกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมมีอำนาจในการออกนโยบายโครงสร้างพื้นฐานในการสร้างเทคโนโลยีดิจิทัลซึ่งต้องครอบคลุมโครงข่ายการสื่อสาร แพร่เสียง แพร่ภาพในทุกรูปแบบไม่ว่าจะอยู่ในภาคพื้นดิน พื้นน้ำ **ในอากาศ** หรืออวกาศ และเป้าหมายในการใช้คลื่นความถี่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคม และประโยชน์ของประชาชน หรือ UTM คือ ใครบ้างที่สามารถออกแบบระบบได้ มีโครงข่ายของระบบแบบไหน ในขณะที่กฎหมายการบินหรือ พรบ การเดินอากาศ ของ กพท. สามารถกำหนดนโยบายเกี่ยวกับการใช้ห้วงอากาศที่ใช้ในการเดินอากาศของประเทศไทย นโยบายด้านการบินพลเรือนของประเทศ เพราะฉะนั้นสุดท้ายสองหน่วยงานต้องทำงานร่วมกัน

รูปที่ 143 โดรน คือ สัญลักษณ์ของเมืองอัจฉริยะ

เมื่อพิจารณากฎหมายไทยที่ผ่านมาซึ่งปฏิบัติตามได้ยากมากเนื่องจากเป็นกฎหมายที่ไม่สามารถใช้ได้จริง เช่น

- มาตรา 17 ห้ามมิให้อากาศยานใช้ที่หนึ่งที่ใดเป็นที่ขึ้นลง นอกจากสนามบินอนุญาตหรือที่ขึ้นลงชั่วคราวของอากาศยานที่ได้รับอนุญาตหรือที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด
- มาตรา 18 อากาศยานต้องบินตามเส้นทางบินที่กำหนดในข้อกำหนด
- มาตรา 18/1 อากาศยานทุกลำที่ทำการบินในราชอาณาจักร ต้องทำแผนการบินและแจ้งต่อหน่วยงานให้บริการจราจรทางอากาศ
- มาตรา 29 ทวิ ห้ามมิให้ผู้ใดใช้อากาศยานส่วนบุคคลในการเดินอากาศ เว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตใช้อากาศยานส่วนบุคคลจากผู้อำนวยการ
- มาตรา 42 ห้ามมิให้ผู้ใดเป็นผู้ประจำหน้าที่ (นักบิน นายช่าง) เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้

ดังนั้น ผู้ที่จะพัฒนาระบบ UTM หรือพัฒนาอากาศยานต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วนในการออกแบบระบบหรือพัฒนานวัตกรรมเพื่อให้สอดคล้องกับข้อกฎหมายของไทย

ในส่วนสุดท้ายของการพัฒนาอากาศยาน คือ

- การจัดทำนโยบาย เพื่อกำหนดเป้าหมายของประเทศร่วมกัน
- การปฏิรูปการบิน เช่น

- New Business Model
- Airspace (UTM)
- Airport (Vertiport & Vertistop)
- Aircraft (UAS & AAM)
- Pilot (Remote Pilot & Pilot with airplane and rotorcraft skills)
- การสร้างโครงสร้างพื้นฐานโทรคมนาคม เช่น 5G (Collaborative Regulation)

ซึ่งตามที่กล่าวทั้งหมดเหล่านี้ จำเป็นที่จะต้องมีการประชุมหารือและปฏิรูปการดำเนินการในระดับนโยบาย ที่มีทั้งภาครัฐและหน่วยเอกชนที่เกี่ยวข้องเข้าร่วม

สรุปการบรรยาย เรื่อง “ผลการดำเนินกิจกรรม Focus group ครั้งที่ 4” และ การสาธิตทดสอบ Demonstration ครั้งที่ 1

สรุปบรรยาย เรื่อง

“ผลการดำเนินกิจกรรม Focus group ระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) และการพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation) และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)”

1. สรุปภาพตั้งแต่ Focus group ครั้งที่ 1-3

โครงการวิจัยพัฒนาระบบการจราจรอากาศยานไร้คนขับ ได้จัดการประชุม สนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อนำเสนอ และสาธิตแนวทางการออกแบบ และพัฒนาระบบ UTM ของประเทศไทยที่ สทอภ. ได้พัฒนาขึ้นชื่อว่า ระบบ AMETHYST โดยมีการหารือกับ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานผู้กำกับดูแลและผู้ประกอบการเอกชน เพื่อพัฒนาระบบ AMETHYST ให้สอดคล้องความต้องการของผู้ใช้งานมากขึ้น ซึ่งจากการประชุม Focus group ครั้งที่ 3 ได้มีการนำเสนอ ขอบเขตโครงการ ดังนี้

1.1.การพัฒนาวิจัยระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

- สามารถขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับและการขึ้นทะเบียนผู้บังคับบินในลักษณะเบ็ดเสร็จจุดเดียว (One-Stop-Service)
- การอนุญาตทำการบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับ (Flight declaration, flight approval)
- ระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)
  - สามารถบอกตำแหน่ง พิกัด และระดับความสูงของอากาศยานไร้คนขับ
  - Remote ID ด้วยเครือข่าย Cellular network จำนวน 30 ชิ้น
  - Remote ID ด้วยการเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม จำนวน 5 ชิ้น

ในการประชุม Focus group ครั้งที่ 3 สทอภ. ได้นำเสนอภารกิจที่ผ่านมาของ สทอภ. มีทั้งภารกิจควบคุมดูแลดาวเทียม การติดตามและแจ้งเตือนให้กับวงโคจรดาวเทียม ดังนั้นจึงใช้ประโยชน์จากองค์ความรู้และประสบการณ์เพื่อประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการจราจรในห้วงอากาศ และนำเสนอเนื้อหาเพิ่มเติมในส่วนของการพิจารณาค่า Safety Factor ความทนทานของสภาพอากาศและความแม่นยำ GPS ของรีโมตไอดี การวาง Geo-awareness map และ วิธีการลงทะเบียน Remote ID

นอกเหนือจากนี้แผนและแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีที่นอกเหนือจากโครงการนี้ ที่ สทอภ. ได้วางไว้ คือ

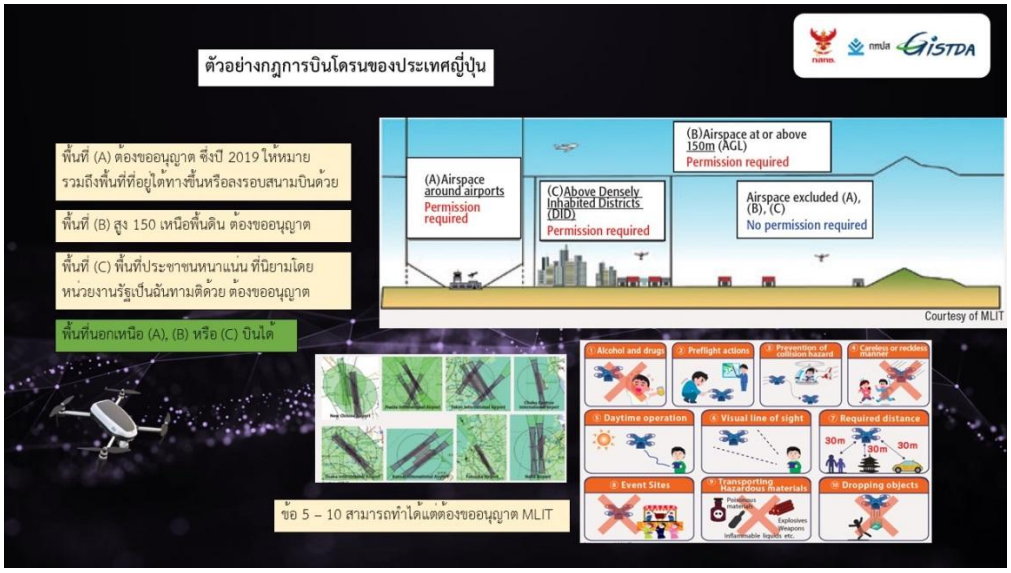
- ที่จะเพิ่มเติมข้อมูล 3 มิติ เพิ่มเติมในระบบ AMETHYST เช่น ความสูงของตึก
- การร่วมระบบการจัดการจราจรอวกาศที่ สทอภ. พัฒนาขึ้น (Space Traffic Management System: ZIRCON)
- การร่วมเข้าระบบGNSS monitoring Info. โดยการประยุกต์ใช้กับโครงการ Jasper เนื่องจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นในอวกาศอาจส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการของงานวิจัย

2. ภาพรวม UTM ในต่างประเทศ

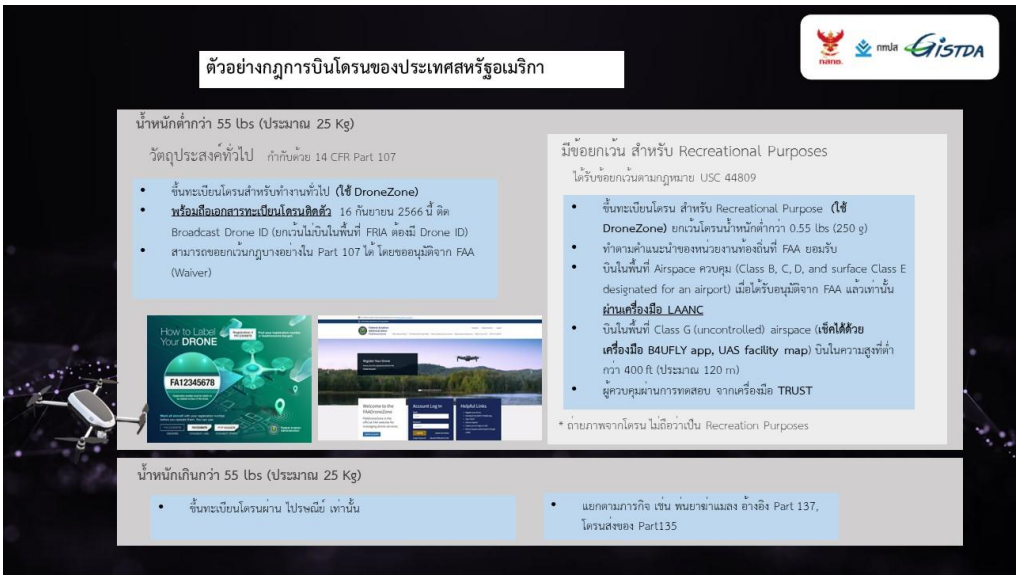
สำหรับภาพรวม UTM ในต่างประเทศ หลายประเทศมีการเริ่มใช้งานจากโดรนมากขึ้น เช่น ประเทศญี่ปุ่นมีแผนการพัฒนาการใช้โดรนออกเป็น 4 ระดับ คือ 1. VLOS (Remotely Piloted) 2. VLOS 3. BVLOS Flight overpopulated areas (including urban areas) 4. BVLOS Flight over less-populated areas (remote island, mountainous areas, etc.) ซึ่ง VLOS คือ Visual Line of Sight และ BVLOS คือ Beyond Visual Line of Sight ซึ่งปัจจุบันทางญี่ปุ่นวางแผนจะใช้งานโดรนส่งของในพื้นที่ชุมชน ในช่วงปีทศวรรษ 2020 ขณะนี้อยู่ในระดับ 3 คือมีการทดสอบส่งสินค้าหรือเครื่องมือทางการแพทย์ข้ามเกาะด้วยโดรนจากบริษัท Yamaha และในส่วนกฎเกณฑ์ที่บังคับใช้จะคล้ายกับกฎเกณฑ์ในประเทศไทยซึ่งตัวอย่างกฎการบินโดรนของประเทศญี่ปุ่นแสดงดังรูปที่ 144

อีกหนึ่งตัวอย่างของกฎการบินโดรนคือกฎการบินโดรนของประเทศสหรัฐอเมริกาจะมีเพียงสองข้อกำหนด คือ น้ำหนักต่ำกว่า 55 lbs (ประมาณ) 25 Kg และน้ำหนักเกินกว่า 55 lbs (ประมาณ 25 Kg) ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 145 นอกเหนือจากนี้ทางอเมริกายังมีเครื่องมือที่เรียกว่า The Low Altitude Authorization and Notification Capability (LAANC) เนื่องจากที่ผ่านมามีคำขอบินโดรน ในเขต Controlled Airspace มากจน FAA ไม่สามารถพิจารณาคำขอบินโดรนได้ภายในเวลาอันสมควร ซึ่งการทำงานของระบบ LAANC มีขั้นตอนดังนี้

1) FAA สร้างระบบ LAANC ขึ้นเพื่อให้มีการพิจารณาคำขอบินบางส่วนแบบอัตโนมัติ
2) FAA กำหนดและขึ้นทะเบียนเอกชนผู้ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบ LAANC เพื่อเป็น UAS Service Suppliers
3) FAA พิจารณาคำขอบินจากที่ถูกส่งผ่านช่องทาง UAS Service Suppliers
4) FAA กำหนดและแจ้ง พื้นที่ที่ผู้บินโดรนสามารถได้รับอนุญาตให้บินได้แบบอัตโนมัติ ผ่าน USS Facility map



รูปที่ 144 ตัวอย่างกฎการบินโดรนของประเทศญี่ปุ่น



รูปที่ 145 ตัวอย่างกฎการบินโดรนของประเทศสหรัฐอเมริกา

3. ภาพรวมการพัฒนาระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

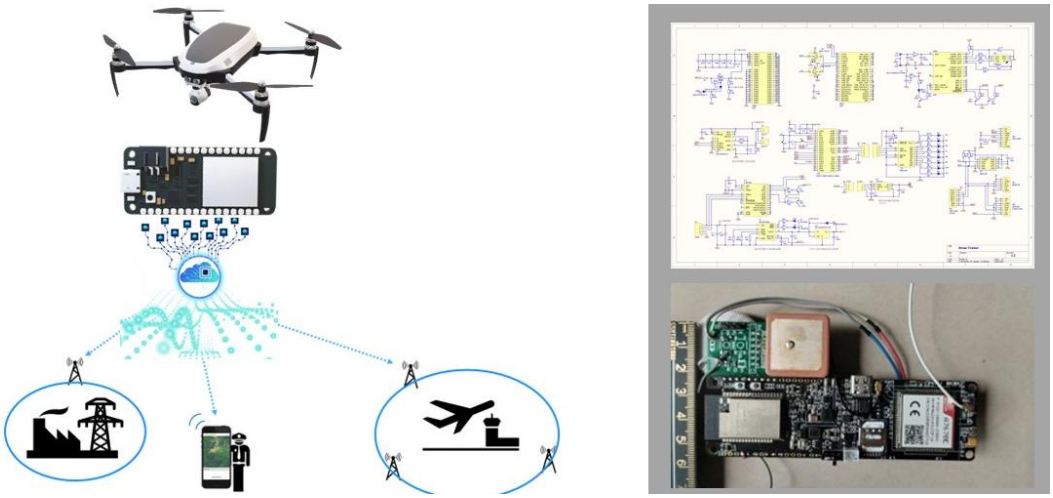
ในการประชุม Focus group ทั้ง 3 ครั้งที่ผ่านมาได้นำเสนอการสิ่งจำเป็นที่ต้องพัฒนา คือ บริการ E-registration บริการ e-identification บริการ Tracking ซึ่งบริการ E-registration คือบริการขึ้นทะเบียนออนไลน์ โดยการนำข้อมูลที่ของผู้ใช้งานโดรน และข้อมูลโดรน ขึ้นทะเบียนไว้ในฐานข้อมูล เพื่อดึงมาใช้งานร่วมกับบริการต่าง ๆ เช่น E-identification service, Tracking service, Monitoring service เป็นต้น ระบบขึ้นทะเบียนออนไลน์ ยังสามารถต่อยอดรองรับการขึ้นทะเบียนประเภทอื่น ๆ ในอนาคต เช่น การขึ้นทะเบียนนักบิน การขึ้นทะเบียนผู้ดำเนินการ และการขึ้นทะเบียน operator ซึ่งทางระบบ AMETHYST ได้มีการออกแบบ โดยอ้างอิงหลักการกำหนดนิยามจาก U-space เพื่อใช้เป็นหลักการในการออกแบบระบบ สิ่งที่จำเป็นต้องทำต่อไปคือ

3.1.การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

บริการ Drone registration คือบริการขึ้นทะเบียนโดรน โดยการนำข้อมูลโดรนและผู้ดำเนินการ ขึ้นทะเบียนไว้ในฐานข้อมูล เพื่อดึงมาใช้งาน ร่วมกับบริการต่าง ๆ เช่น E-identification service, Tracking service, Monitoring service เป็นต้น ระบบขึ้นทะเบียนโดรน ยังสามารถต่อยอดรองรับการขึ้นทะเบียนประเภทอื่น ๆ เช่น บริการ Pilot registration คือ การขึ้นทะเบียนนักบิน และการขออนุมัติแผนการบินโดรนเพื่อปฏิบัติภารกิจ

3.2.การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)

การนำร่องการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของ Remote ID ทาง สทอภ. ได้นำเสนอการออกแบบ Remote ID สำหรับติดตั้งกับโดรน ซึ่งมีขนาดเล็กและ น้ำหนักเบา ดังแสดงในรูปที่ 146 โดยโมดูลบน Remote ID มีความสามารถในการสื่อสารผ่าน Cellular Network และ Satellite ซึ่งทาง สทอภ. จะใช้มาตรฐานเดียวกับ ASTM ซึ่งการพัฒนาระบบ Remote ID จะนำเสนอใน Demonstration ครั้งต่อไป ซึ่งคาดว่าจะจัดที่อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ ศรีราชา



รูปที่ 146 การทำงานของ Remote ID

4. ความสำคัญในการพัฒนาระบบ UTM

การพัฒนาระบบ UTM มีความสำคัญมากในการสนับสนุนการใช้งานยานบินไร้คนขับและ เครื่องบินไร้คนขับอื่น ๆ ในอนาคต การประยุกต์ใช้โดรนจะได้รับประโยชน์จากน่านฟ้าระดับต่ำมากไปจนถึงน่านฟ้าที่มีการควบคุม เนื่องจากการประยุกต์ใช้โดรนนั้นจะส่งผลให้เลี่ยงความแออัดของถนน ลดเวลาในการจัดส่ง เข้าถึงพื้นที่ห่างไกล รวมไปถึงการสำรวจภัยพิบัติ ซึ่งความสำคัญ และ 5 ปัจจัยหลักในการพัฒนาระบบ UTM คือ

- Remote ID

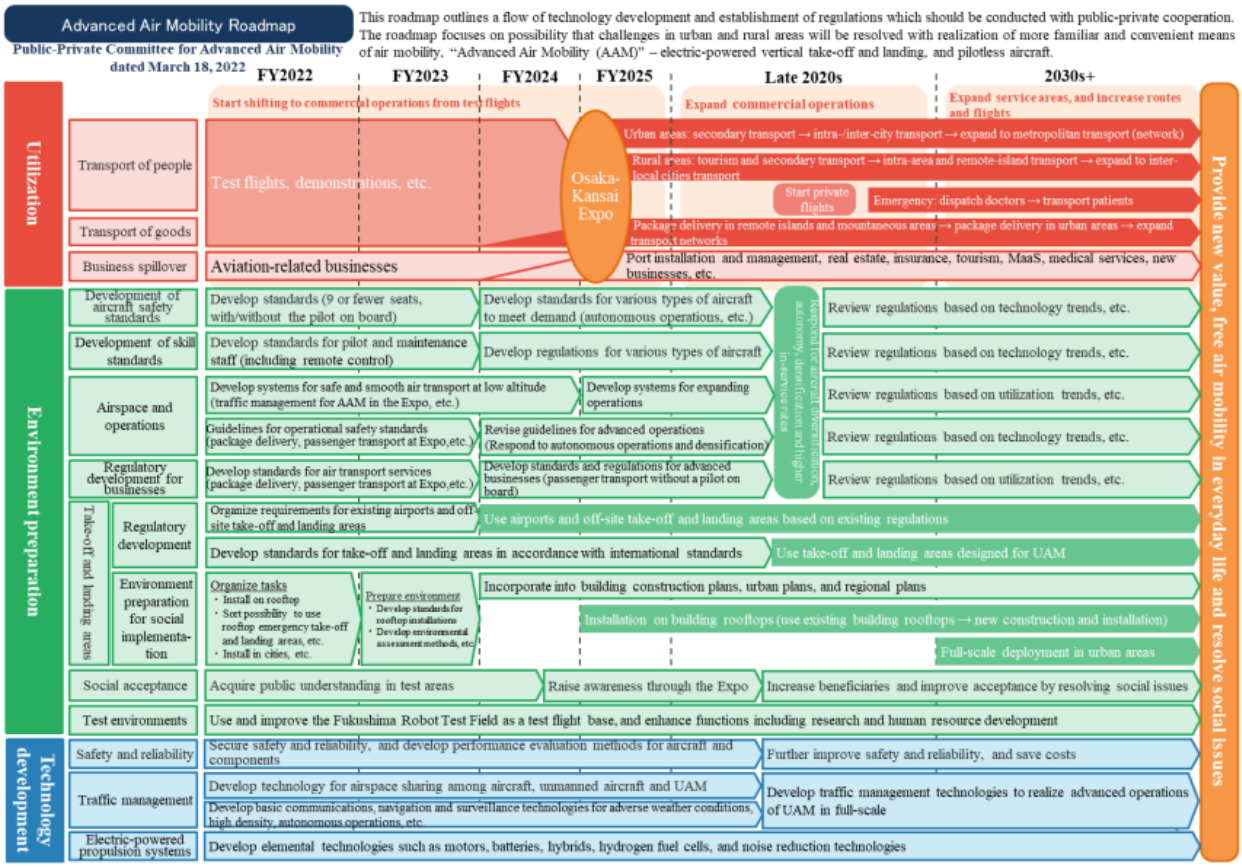
- Stakeholder buy-in
- Software
- Regulations
- Communication

เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดของการพัฒนาระบบ UTM คือ Stakeholder buy-in ซึ่ง Stakeholder buy-in จะรวมถึงประชาชนทั่วไป เนื่องจากเมื่อพัฒนาระบบ UTM หรือพัฒนา Remote ID แล้ว Stakeholder buy-in ไม่เชื่อถือในระบบเพราะคิดว่าโดรนยังสามารถคุกคามการใช้ชีวิตอยู่ ดังนั้นจึงยากที่จะเกิดการพัฒนาระบบขึ้น ยกตัวอย่างเช่นที่ผ่านมาเคยมีการกำกับดูแลวินมอเตอร์ไซค์ กำกับดูแลแทกซี่ ระบบขนส่งสาธารณะ ซึ่งเกิดแอพพลิเคชั่นในการกำกับดูแลขึ้นมา ระบบที่พัฒนาขึ้น Stakeholder buy-in ไม่มีความเชื่อถือในระบบ คนจึงไม่ใช้งานระบบ ทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างคนที่ลงทะเบียนให้กำกับดูแลและคนที่ไม่ลงทะเบียน

ดังนั้นหากไม่มีการควบคุมและจัดการอย่างเหมาะสมในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ อาจเกิดความความเสี่ยงที่สามารถสร้างความเสียและความปลอดภัยและทรัพย์สินของประชาชน นอกเหนือจากนี้หากไม่มีระบบการควบคุมที่เข้มงวด เครื่องบินไร้คนขับอาจถูกใช้งานอย่างไม่ถูกกฎหมายหรือนำเข้าอากาศยานไร้คนขับที่ไม่ได้รับอนุญาต

5. บทบาทสำคัญของเทคโนโลยี UTM สู่อนาคตของ AAM

เทคโนโลยี UTM มีบทบาทสำคัญในการเปิดโอกาสและสนับสนุนอนาคตของ Advanced Air Mobility (AAM) ซึ่งทั่วโลกให้ความสำคัญต่อการพัฒนา AAM เช่น ประเทศญี่ปุ่น ประเทศเกาหลีใต้ ซึ่งแผนของทางประเทศญี่ปุ่นคาดว่าจะมีความสำเร็จในอีกไม่นาน เนื่องจากมีการปรับปรุงแผน มีการ demonstration ไปแล้วที่ผ่านมา ตัวอย่าง Roadmap ของญี่ปุ่นแสดงดังรูปที่ 147



รูปที่ 147 Advanced Air Mobility Roadmap

อีกหนึ่งส่วนสำคัญคือ NASA มีความสนใจในการพัฒนาและสนับสนุนเทคโนโลยีและนวัตกรรมในอุตสาหกรรม AAM โดย NASA มุ่งเน้นในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี AAM เพื่อสนับสนุนความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการใช้งานและการจราจรในอากาศ สร้างแคมเปญ AAM National ที่นำโดย NASA โครงการนี้นำเสนอโอกาสในการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับการใช้งานและจราจรในอากาศในสถานการณ์จราจรที่สูงขึ้น

สรุปบรรยาย เรื่อง

“ผลการทดสอบและสาธิตระบบการขึ้นทะเบียนและควบคุมการจราจรทางอากาศของระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM) และการพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation) และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)”

6. การสาธิตการใช้งานระบบ UTM (demonstration ครั้งที่ 1)

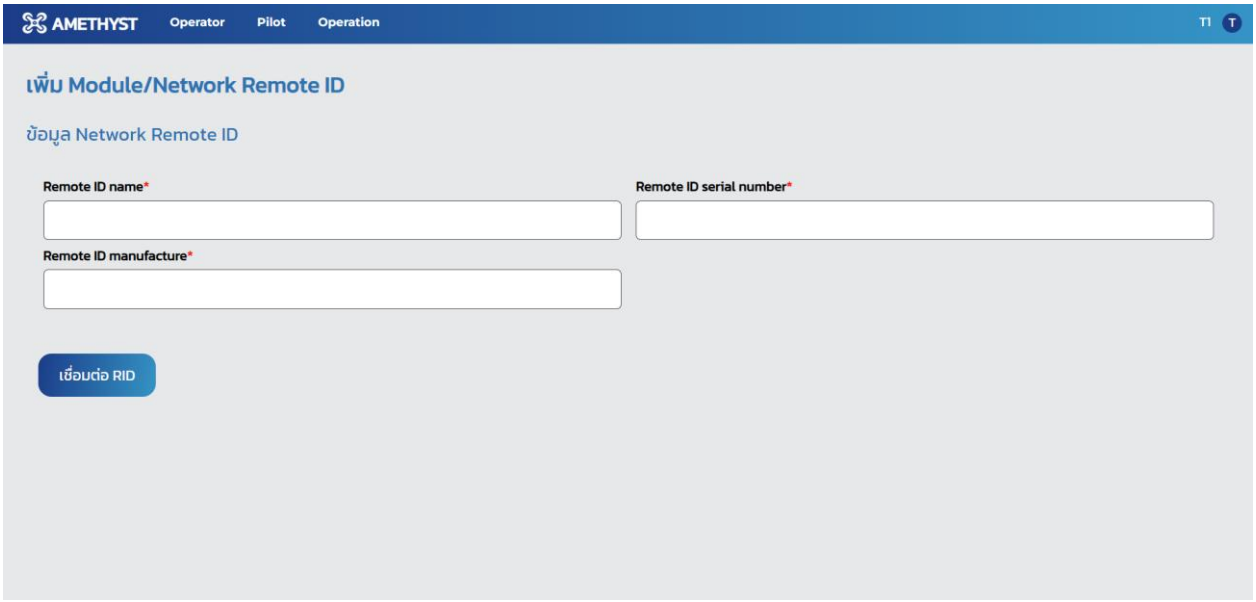
การสาธิตนี้ได้รับเกียรติจากผู้แทน กพท. และ บริษัท Drone X เป็นผู้ดำเนินการทดสอบระบบตั้งแต่การลงทะเบียนตั้งแต่ต้นจนถึงขอแผนเพื่อดำเนินการทดสอบการบิน การสาธิตนี้ประกอบด้วย 4 การสาธิต ดังนี้

6.1.การสาธิตกรณีที่ 1 การขึ้นทะเบียนโดรน

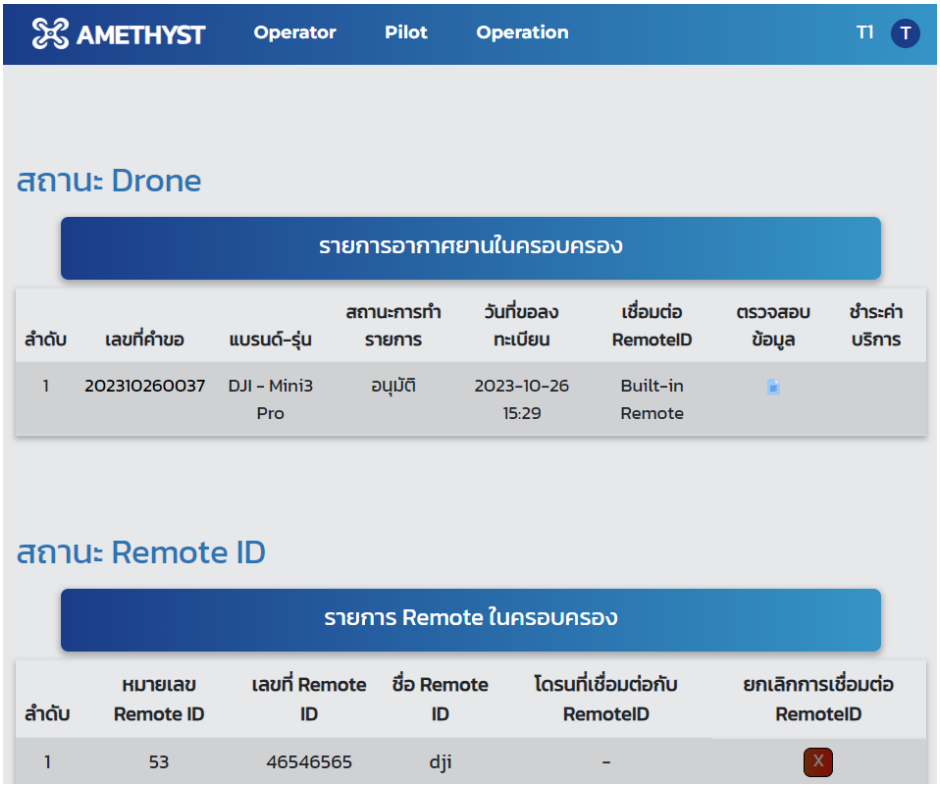
กรณีที่หนึ่งเป็นการนำเสนอการขึ้นทะเบียนโดรน โดยแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อหลักในการกรอกข้อมูล คือ

- ข้อมูลอุปกรณ์ควบคุมการบิน เช่น Serial Number รุ่น/model วัตถุประสงค์ของการใช้อากาศยาน เป็นต้น
- เอกสารการประกันภัย เช่น ประเภทกรมธรรม์ เลขกรมธรรม์ ชื่อบริษัทประกัน เป็นต้น
- ข้อมูลผู้ขอขึ้นทะเบียน จะตรงกับข้อมูลของ operator ที่ทำการ register ในครั้งแรก
- เอกสารที่นำส่ง เช่น เอกสารแสดงตน เอกสารแสดงลักษณะทางเทคนิค เป็นต้น

ในกรณีโดรนของ operator ไม่ได้ติดตั้ง Remote ID ในขั้นแรก operator สามารถเพิ่ม Remote ID ในภายหลังได้ในส่วนของเพิ่ม Module/Network Remote ID แสดงดังรูปที่ 148 หลังจากขึ้นทะเบียนโดรนแล้ว operator สามารถตรวจสอบสถานการณ์ขอขึ้นทะเบียนโดรนของรายการอากาศยานในครอบครองและรายการ Remote ในครอบครองได้ แสดงดังรูปที่ 149



รูปที่ 148 เพิ่ม Module/Network Remote ID

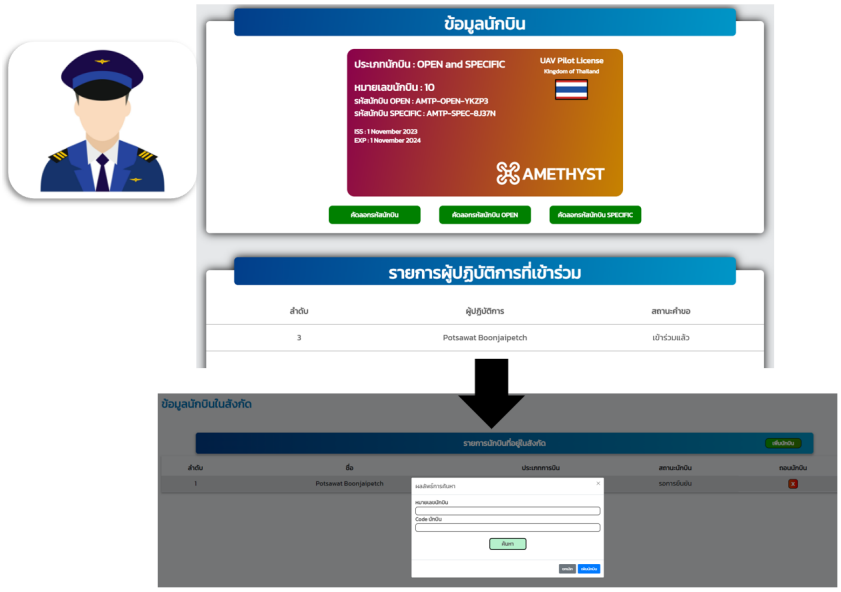


รูปที่ 149 ตรวจสอบสถานะการขอขึ้นทะเบียน

6.2.การสาธิตกรณีที่ 2 การเพิ่มนักบินและค้นหาในสังกัดของ operator

กรณีที่สองเป็นการนำเสนอการใช้งาน dash-board สำหรับการ บริหารจัดการนักบินโดยผ่านมุมมองของ operator ซึ่งผู้ใช้งานสามารถลงทะเบียนนักบินบนระบบ AMETHYST แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ ลงทะเบียนนักบินทั่วไปและลงทะเบียนนักบินขั้นสูง โดยในกรณีที่ผู้ใช้งานได้ลงทะเบียนเป็นนักบินบนระบบ AMETHYST แล้ว

ทางระบบจะสร้างรหัสนักบินให้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งรหัสนักบินดังกล่าวสามารถถูกใช้ในการค้นหานักบิน เพื่อเพิ่มเข้าร่วมสังกัดของ operator ฟังก์ชันการเพิ่มนักบินเข้าสังกัดได้ถูกแสดงดังรูปที่ 150

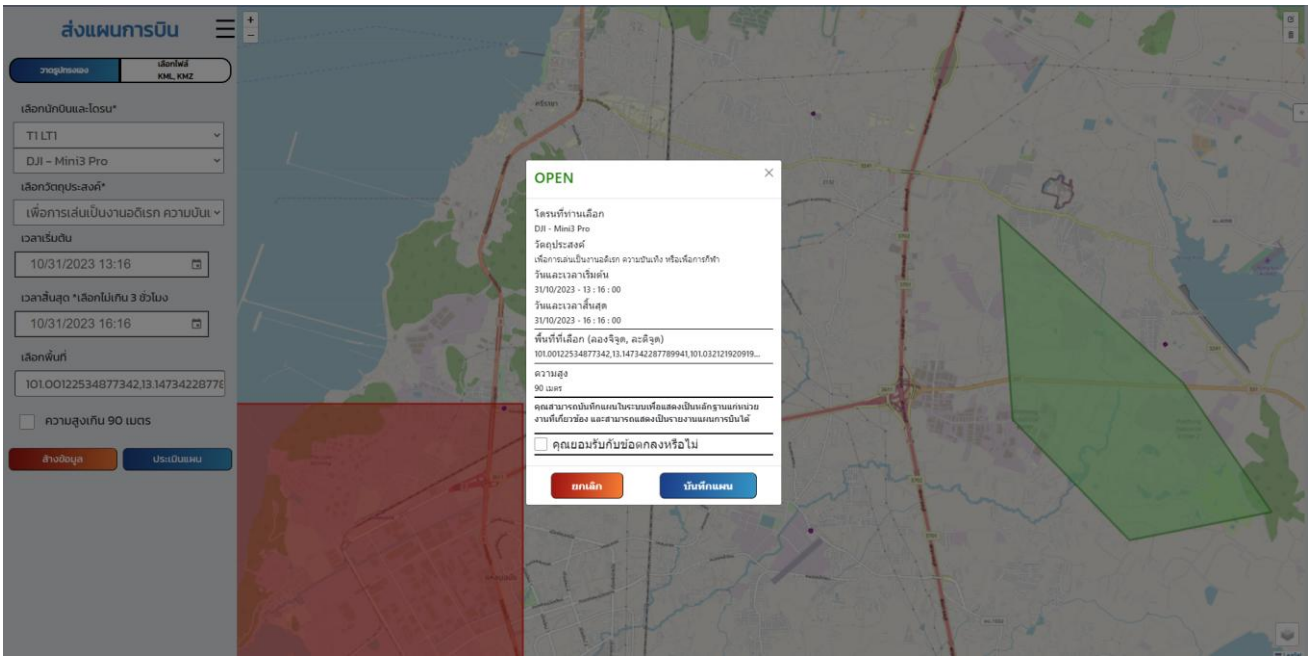


รูปที่ 150 การเพิ่มนักบินเข้าสังกัด Operator ด้วยการค้นหารหัสนักบิน

ในกรณีที่ผู้ใช้งานโดรนไม่มีบัตรประจำตัวนักบิน ผู้ใช้งานสามารถเชิญชวนนักบินที่ลงทะเบียนไว้ในระบบเพื่อเข้าร่วมปฏิบัติภารกิจดังกล่าวได้ หากนักบินที่ผู้ใช้งานเลือกกดยอมรับเข้าร่วมปฏิบัติภารกิจ

6.3.การสาธิตกรณีที่ 3 การส่งขอร้องและขออนุมัติแผนการบินโดรนเพื่อปฏิบัติภารกิจ

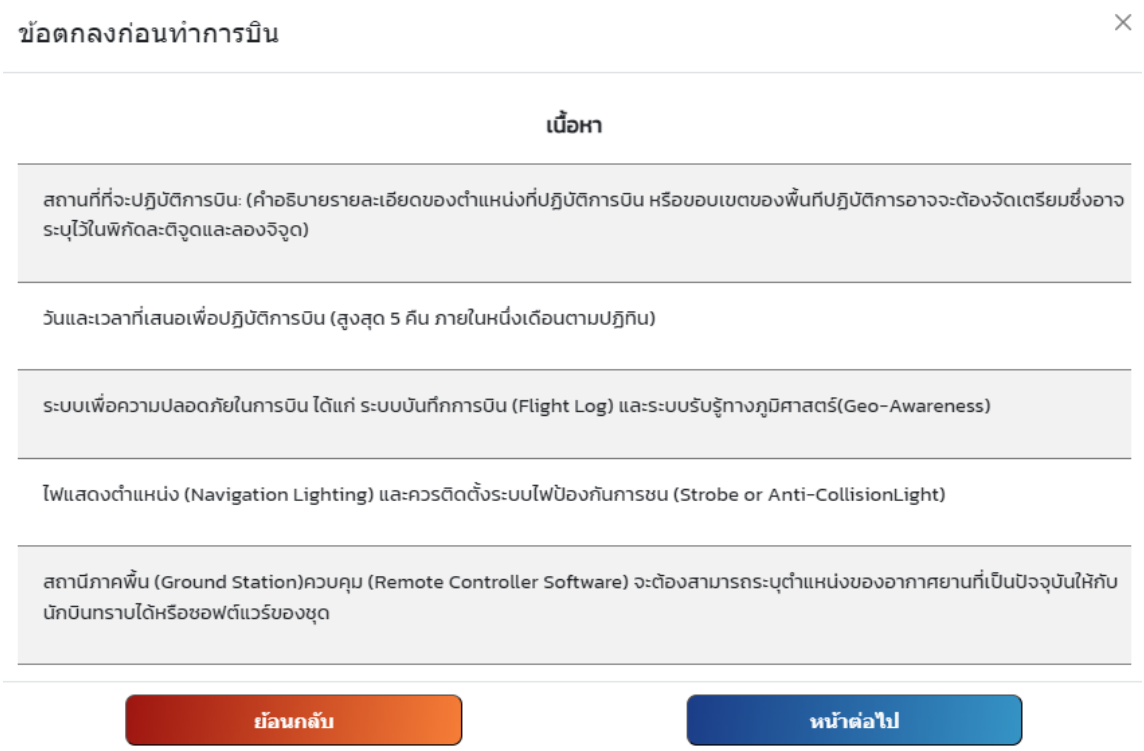
การส่งขอร้องและขออนุมัติแผนการบินโดรนเพื่อปฏิบัติภารกิจเป็นการขอขึ้นบินผ่านระบบ AMETHYST ซึ่งในระบบจะต้องกรอกข้อมูลขั้นต้น เช่น ชื่อของโดรน รหัสนักบิน เหตุผลในการปฏิบัติภารกิจ เป็นต้น โดยใช้ระบบช่วยกรองข้อมูลการส่งแผนการบิน ว่าเป็นปฏิบัติการประเภทใด ซึ่งถูกประเมินจาก ห้วงอากาศ (Latitude, Longitude, Altitude) และ เวลาของการขอขึ้นบิน ซึ่งกรณีนี้หากไม่มีการเข้าเขตห้ามบิน และบินต่ำกว่า 90 เมตร จะถูกประเมินให้เป็นปฏิบัติการประเภท OPEN โดยอ้างอิงตาม U-space ดังแสดงในรูปที่ 151



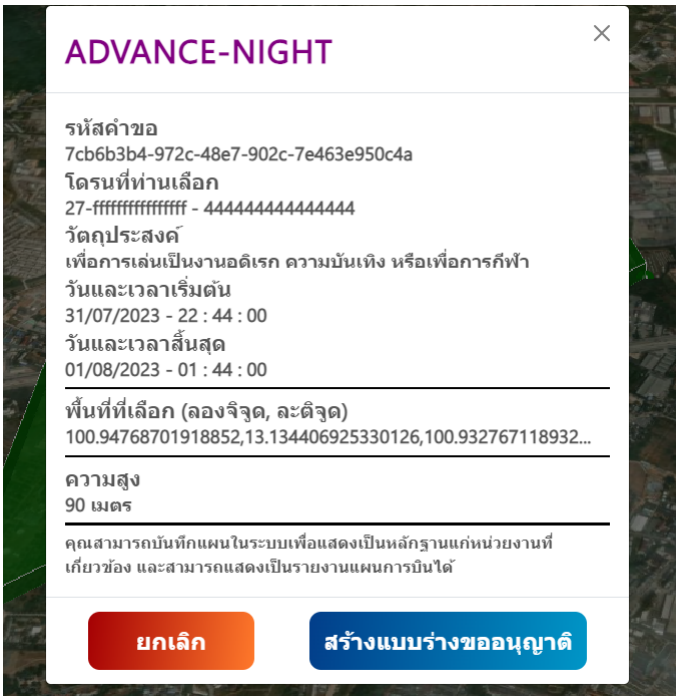
รูปที่ 151 การประเมินแผนการบินประเภท OPEN

6.4.การสาธิตกรณีที่ 4 การขอปฏิบัติการทำการบินในเวลากลางคืน

การขอปฏิบัติการทำการบินในเวลากลางคืนเป็นการขอขึ้นบินผ่านระบบ AMETHYST โดยใช้ระบบช่วยกรองข้อมูลการส่งแผนการบิน ว่าเป็นปฏิบัติการประเภทใด ซึ่งถูกประเมินจาก ห้วงอากาศ (Latitude, Longitude, Altitude) และ เวลาของการขอขึ้นบิน ซึ่งกรณีนี้เป็นการขอขึ้นบินหลังเวลา 18.00 น. ซึ่งอยู่ในประเภทการปฏิบัติการขั้นสูงแบบบินกลางคืน ระบบจะส่งข้อตกลงก่อนทำการบินมาให้ operator รับทราบแสดงดังรูปที่ 152 จากนั้น ระบบจะทำหน้าที่ตรวจสอบและแจ้งประเภทปฏิบัติการกลับมาดังแสดงในรูปที่ 140 นอกจากนี้ระบบจะทำการดึงข้อมูล จากการขอขึ้นบินมากรอกลงเอกสารขออนุญาตบินกลางคืนให้โดยอัตโนมัติ เพื่อความสะดวกในการใช้งานของ operator



รูปที่ 152 ตัวอย่างข้อตกลงก่อนทำการบินประเภทบินกลางคืน



รูปที่ 153 การประเมินแผนการบินขั้นสูงประเภทบินกลางคืน

6.5.สรุปภาพรวม focus group ครั้งที่ 4 และการ demonstration ครั้งที่ 1

ตามที่กล่าวมาถึงแนวทางการออกแบบระบบการลงทะเบียนแบบ one-stop-service ของระบบ UTM และการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของระบบ หน่วยงานรัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องเห็นด้วยกับแนวทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานนี้ รวมไปถึงการสาธิตทดสอบระบบ UTM

6.6.คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ

1) **ข้อเสนอแนะ** การอ่านเงื่อนไขและยอมรับเงื่อนไขของการลงทะเบียนนักบินตั้งแต่ ข้อที่ 1 ถึง ข้อที่ 3 ก่อนการใช้งานควรรวมให้อยู่หน้าเดียวกัน เพื่อปรับ UX ให้ดีขึ้น

   คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ นอบรับคำแนะนำมาพิจารณาในการปรับและขอบเขตของโครงการ

2) **ข้อเสนอแนะ** การขึ้นทะเบียนโดรน ในส่วนของอุปกรณ์ที่ติดตั้ง ในกรณีที่โดรนมีอุปกรณ์บางอย่างที่ติดตั้งมาอยู่แล้ว เช่น ใบพัด แบตเตอรี่ ซึ่งไม่ใช่อุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่มเติม ไม่ควรบังคับให้กรอกในส่วนนี้ ส่วนที่ควรต้องกรอกควรเป็น payload ของโดรน กล้องหรือเซนเซอร์

   คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ นอบรับคำแนะนำมาพิจารณาและขอบเขตของโครงการ รวมไปถึงกฎระเบียบที่ทาง กพท. ออกมาให้ปฏิบัติใช้งาน

3) **คำถาม** กรณีที่ขออนุมัติแผนเพื่อปฏิบัติภารกิจในส่วนของพื้นที่ขึ้นบิน หากเลือกพื้นที่ทับซ้อนในช่วงเวลาเดียวกันกับแผนปฏิบัติภารกิจของผู้ใช้ท่านอื่น ผู้ใช้งานจะทราบได้อย่างไร

   คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ - ในขั้นตอนหลังจากผู้ใช้งานส่งประเมินแผน ระบบจะแจ้งเตือนกล่องข้อความขึ้นมาว่าไม่สามารถขึ้นบินในพื้นที่ดังกล่าวได้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ทับซ้อนกับแผนภารกิจอื่น และ ผู้แทนคณะวิจัยฯ แสดงผลการทดสอบว่าระบบสามารถแจ้งเตือนได้

4) **คำถาม** ในการจองพื้นที่เพื่อปฏิบัติภารกิจอาจเกิดเหตุการณ์ที่ผู้ใช้งานบางผู้ใช้งานจองพื้นที่เกินการใช้งานจริงและอาจจองช่วงเวลาเกินใช้งานจริงเช่นจองทั้งวัน หากระบบมีการกำหนดระยะเวลาปฏิบัติภารกิจ เช่น ครั้งละไม่เกิน 3 ชั่วโมง ผู้ใช้งานนั้นต้องเข้ามาลงระบบจองช่วงเวลาเพิ่มเติม อาจจะกระทบกับผู้ใช้งานรายอื่นที่อยากเข้ามาปฏิบัติภารกิจในพื้นที่นี้

   คำตอบ กพท. ชี้แจ้งว่าการบริหารการใช้งานห้วงอากาศสำหรับการบินอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินในของต่างประเทศ จะมีค่าธรรมเนียมในการขอใช้งานตามช่วงระยะเวลา และขนาดของพื้นที่ที่ต้องการปฏิบัติการบิน อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่มีการเก็บค่าธรรมเนียมดังกล่าวในประเทศไทย

5) **คำถาม** ในการจองพื้นที่ในการปฏิบัติภารกิจ สามารถระบุเป็นเส้นทางการบินเลยได้หรือไม่ เนื่องจากในบางกรณีพื้นที่ปฏิบัติภารกิจใหญ่มากและไม่ง่ายต่อการบินให้ครอบคลุมทั้งพื้นที่

   คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ มีแผนการพัฒนาตามการออกแบบสถาปัตยกรรมของ AMETHYST โดยฟังก์ชันนี้สามารถเลือกจุดสองจุดแล้วระบบจะบอกถึงเส้นทางการบินที่สั้นและปลอดภัยที่สุดให้แก่ผู้ใช้งาน ซึ่งในส่วนนี้อยู่นอกขอบเขตของโครงการนี้

6) **คำถาม** ในกรณีที่ขอแผนการปฏิบัติภารกิจโดยขอบินในความสูงไม่เกิน 90 กิโลเมตร กรณีที่นักบินบินเกินความสูงที่ได้ทำการยื่นเรื่องขอกับทางเจ้าหน้าที่ไว้ เจ้าหน้าที่จะสามารถทราบได้อย่างไร
คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมสามารถทราบได้ โดย Remote ID ที่พัฒนาขึ้นสามารถแจ้งเตือนระดับของความสูงได้

7) **คำถาม** กรณีที่นักบินบินเกินขอบเขตที่ได้ทำการยื่นเรื่องขอกับทางเจ้าหน้าที่ไว้ เจ้าหน้าที่จะสามารถทราบได้อย่างไร หรือจะมีการแจ้งเตือนไปยังนักบินหรือไม่
คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจงดังนี้ ในการพัฒนาโครงการนี้มี 2 ผลผลิตที่สำคัญคือ ระบบ UTM และ Remote ID ซึ่ง Remote ID อาจมองว่าคล้ายกับ GPS เนื่องจากจุดเริ่มต้นในการทำระบบ AMETHYST คือการทำให้สามารถติดตามอากาศยานไร้คนขับได้โดยการลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งจะเห็นว่าในการลงทะเบียนครั้งแรกระบบจะให้กรอก Remote ID ดังนั้นหากโดรนบินสูงเกินระยะ 90 กิโลเมตรตามที่ขอไว้ หรือปัจจุบันอากาศยานไร้คนขับอยู่ ณ ตำแหน่งไหน เป็นตามแผนการบินที่ยื่นมาหรือไม่ ระบบสามารถรับรู้ได้โดย Remote ID จะมีการแจ้งเตือนข้อมูลกลับมายังระบบของผู้ดูแล แต่ในขั้นตอนนี้อยู่ในช่วงของการพัฒนา

8) **คำถาม** ในการแบ่งเขตพื้นที่ออกเป็น 3 รูปแบบ มีเกณฑ์ในการแบ่งอย่างไร ว่าพื้นที่ไหนคือเขตห้ามบิน พื้นที่ไหนบินได้แต่ต้องขออนุญาต หรือพื้นที่ไนสามารถบินได้
คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่า กพท. จะกำหนดเขตพื้นที่การขึ้นบิน โดยจะอำนวยความสะดวกของข้อมูลเข้ามาในระบบ AMETHYST โดยกำหนดตามที่ กพท. ระบุไว้ว่าพื้นที่ดังกล่าวคือพื้นที่ห้ามบิน จะมีการแสดงผลเป็นเขตสีแดง ลักษณะวงกลม บริเวณดังกล่าวทั่วประเทศ ดังแสดงในการทดสอบสาธิต

ทางระบบ UTM ได้ใช้แนวคิดเดียวกัน โดยพื้นที่สีแดงของประเทศไทยยังไม่ได้รับข้อมูลที่มีความชัดเจน กรณีของสหรัฐอเมริกา หากจะบินผ่านพื้นที่สีแดงจะต้องมีการแจ้งล่วงหน้า พื้นที่วงกลมคือพื้นที่ที่ทางสนามบินจะต้องดูแลจัดการด้วยตนเอง ส่วนปริมาตรของสี่เหลี่ยมคือขอบเขตความสูงที่ห้ามบินเกินที่กำหนด หากไม่เกินระบบจะอนุญาตให้บินได้โดยอัตโนมัติ

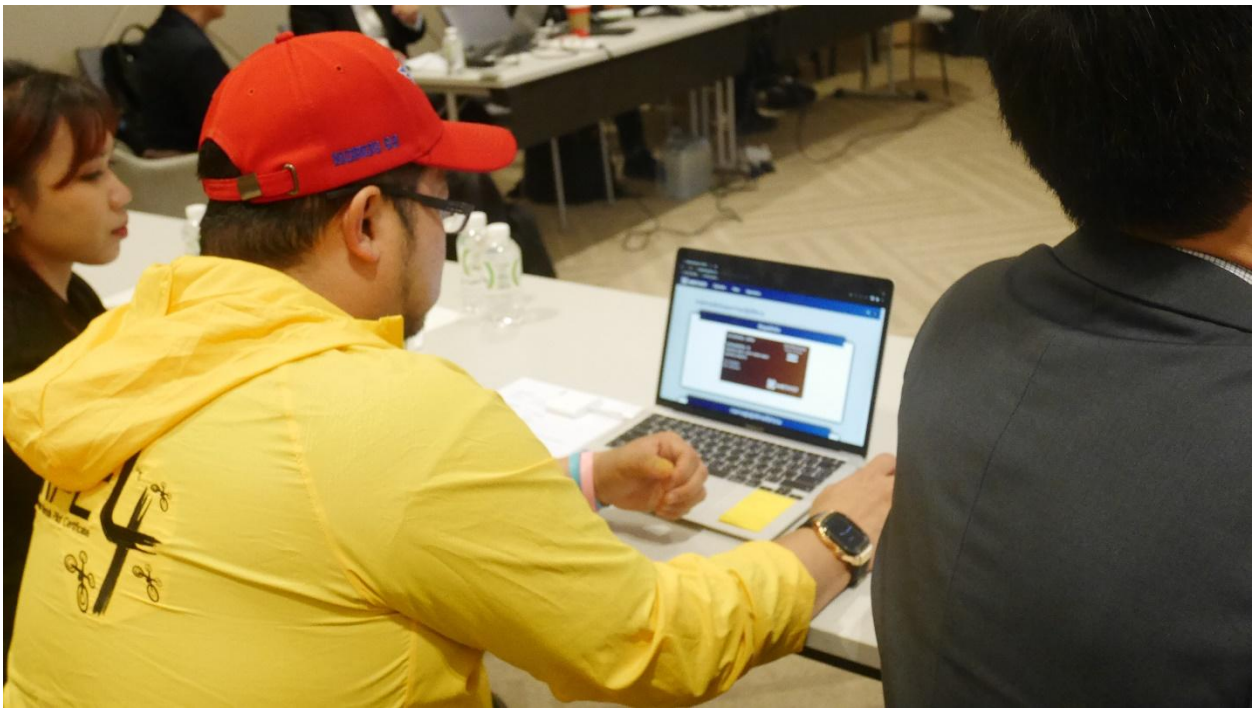
9) **ข้อเสนอแนะ** การพัฒนาระบบ UTM เป็นประโยชน์ต่อผู้ต่อการผู้ควบคุมและหน่วยงานที่ต้องใช้โดรนเป็นอย่างยิ่ง อยากให้นำผลการทดสอบนี้ไปใช้งาน ซึ่งผลการทดสอบวันนี้ระบบสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีในส่วนของการลงทะเบียน
คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจ้งว่า การพัฒนานี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการโครงการเพื่อพัฒนาระบบ UTM แบบ one-stop-service และโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการติดตาม ต้องขอขอบคุณ กทปส ให้โอกาส สทอภ. ได้รับงบประมาณการวิจัยพัฒนา

ประมวลภาพงาน Focus group ครั้งที่ 4 และ การ Demonstration ครั้งที่ 1

การประชุม Focus Group ครั้งที่ 4 และ Demonstration
"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
GISTDA
BTFP
QSNCC

Outline
1. สรุปภาพรวม Focus group 3
1.1 ขอบเขตโครงการวิจัย
1.2 สรุปภาพรวม Focus group 3
2. ภาพรวม UTM ในต่างประเทศ
2.1 ประเทศญี่ปุ่น
2.2 ประเทศสหรัฐอเมริกา
3. ภาพรวมการพัฒนาระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)
3.1 การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)
3.2 การพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite).
3.3 การจัด Demonstration ครั้งต่อไป
4. ความสำคัญในการพัฒนาระบบ UTM
5. บทบาทสำคัญของเทคโนโลยี UTM สู่อนาคตของ AAM
6. ร่วมทดลองใช้งานระบบ AMETHYST
3
QSNCC

www.aviationtoday...



GISTDA
BTFP

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Focus group ครั้งที่ 4

ภารกิจนวัตกรรม

GISTDA สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

ใบลงนาม

Focus Group and Demonstration

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 4

วันพฤหัสบดีที่ 26 ตุลาคม 2566 เวลา 12.30 – 16.00 น.

ณ ห้อง M110C ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์กรุงเทพฯ

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง / หน่วยงาน	ลงนาม
1	ฉัตรเพชร บุณยเกตุ	project Manager / ไทยคม	
2	ศราวดี ไทยเจริญพร	broadcast product manager / ไทยคม	
3	เพชร ศิริวรธรรม	project Manager / ไทยคม	
4	นริศรา ดอนพันพล	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป / กรมทางหลวงชนบท	
5	สิโรธร เพ็ชรโต	นักวิชาการคอมพิวเตอร์ / กรมทางหลวงชนบท	
6	พัทธดนย์ จันทร์เพ็ง	นิสิตฝึกงานเอกภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ / กรมทางหลวงชนบท	
7	Roongroj Boontos	Business Development Manager / SkyVIV	
8	Ammarin Daranpob	Chied Scientist / SkyVIV	
9	กิตติคุณ ปานเอม	เจ้าหน้าที่ caat / สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย	
10	เนติชนม์ ยศแผ่น	เจ้าหน้าที่ฝ่าย UAS / สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย	

ภารกิจนวัตกรรม

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง / หน่วยงาน	ลงนาม
11	ดณุพล สุทธิสน	พนักงานกองพัฒนามาตรฐานและเทคโนโลยีระบบอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน / สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย	
12	กีรติ สีสิงห์	วิศวกร / SYNATIC	
13	ภัทรพล ปรีเปรม	วิศวกร / SYNATIC	
14	ภูริศร์ สมแก้ว	วิศวกร / SYNATIC	
15	อนล ไพศาล	กรรมการ / บจก. เอมวัน (ประเทศไทย)	
16	เปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	ประสานงานทั่วไป / บริษัท ไทยสกาย วิชั่น จำกัด	
17	ชินภัทร ทิพโยภาส	อาจารย์ / ภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศ	
18	ทีปกร โตสวัสดิ์	Machine learning engineer / AI and Robotics Ventures	
19	อาทิตย์ ชีวะเกตุ	Senior Partnership Liaison / AI and Robotics Ventures	
20	โสภณวิชญ์ สมชัย	นักวิชาการขนส่ง / สำนักงานคณะกรรมการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย	

ภารกิจนวัตกรรม

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง / หน่วยงาน	ลงนาม
21	ภาสวิชญ์ ศรีมุก	นักวิชาการขนส่งปฏิบัติการ / สำนักงานคณะกรรมการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานและเรือที่ประสบภัย	
22	นรีกานต์ อ่วมแป้น	นนผ.ก3 / สำนักงาน กสทช.	
23	กรณ์ รัตนถาวร	นักวิชาการนโยบายและแผนปฏิบัติการระดับต้น / สำนักงาน กสทช.	
24	ศุภณัฐ จุฑาเจริญวงศ์	วิศวกรปฏิบัติงานระดับสูง / สำนักงาน กสทช.	
25	สุกฤษฎิ์ ใจหาญ	วิศวกร / สำนักงาน กสทช.	
26	ถิรพิรุฬห์ ทองคำวิฑูรย์	ผู้อำนวยการส่วนวิศวกรรมคลื่นความถี่ / สำนักงาน กสทช.	
27	ปัญญา จิรจราชีพ	วิศวกรปฏิบัติการระดับสูง / สำนักงาน กสทช.	
28	จรรยวรรธน์ ชาติอนุลักษณ์	นายกสมาคม / นายกสมาคมโดรนซอคเกอร์ (ประเทศไทย)	
29	เมธวิน กิติคุณ	Founder/ CEO / Drones (Asia)	
30	Sharon Architecture	Co Founder Technical. (ARV) Drone Vidya	

[illegible]	CAAT	
[illegible]	CAAT	
[illegible]	CAAT	
[illegible]	CAAT	
[illegible]	CAAT	

ภารกิจนวัตกรรม

ภารกิจนวัตกรรม

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง / หน่วยงาน	ลงนาม
31	ปรเมศวร์ ปิ่นมณีวงศ์	วิทยาการเชี่ยวชาญ	
32	ภัชวินทร์ เพียพร	Airbus	
33	ยุทธพงษ์ ศรีสุวรรณ	เจ้าพนักงานตรวจเขื่อน สอน.	
34	ณัฐชนก จันทรชวนก	เจ้าหน้าที่ บุรการ (สอน.)	ณัฐชนก
35	ชัยยุทธ โชคโพธิ์	CAAT	
36	อัมพร หงษ์เวียนจันทร์	CPP	
37	ชนินท์ ตั้งชัยพิพัฒน์	CPP	
38	จิรายุ [illegible]	ตรวจการณ์ชายแดน	
39	สุชีพ [illegible]	กรมทางหลวงชนบท	
40	อิรินทร์ [illegible]	อากรบ์ / PIM	
41	กิตติ [illegible]	DTI	
42	[illegible]	กสทช	
43	[illegible]	ARV	
44	[illegible]	กสทช.	
45	[illegible]	DroneX	

ภารกิจนวัตกรรม

ที่	ชื่อ - สกุล	ตำแหน่ง / หน่วยงาน	ลงนาม
31	ปวเรศวิฐ ปัญญาเลิศศักดิ์	วิศยากรเชี่ยวชาญ	
32	ภัชวินทร์ เพียพร	Airbus	
33	ยุทธพงษ์ ศรีสุวรรณ	เจ้าพนักงานตรวจเงินสอน.	
34	ณัฐชนก จันทรชวนก	เจ้าหน้าที่ ธุรการ (สอน.)	ณัฐชนก
35	ชัยณาลักษณ์ โสภโพธิ์	CAAT	
36	อัมพร หงษ์เวียนจันทร์	CPP	อัมพร
37	ธนิตย์ ตั้งมหาชัยพร	CPP	
38	จิรพุ ไชยสุริ	กรมทางหลวงชนบท	
39	สุชีพ ศรีนิตย์ชัยพงศ์	กรมทางหลวงชนบท	
40	อุรินทร์ สนธิเสาร์	อาจารย์ / PIM	
41	กิตติ ยังดี	DTI	
42	สมชาญ ไกรเจริญ	กสทช	
43	สุทธิชัย เสนาพุกาญจน์	ARV	
44	ศิรภพ ศิรสิทธิ์ศุภเดช	กสทช.	ศิรภพ

ภาคผนวก ข

รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 2
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

วันพฤหะสบดีที่ 7-วันศุกร์ที่ 8 ธันวาคม 2566.

บทสรุปผู้บริหาร

ในปัจจุบันการใช้งานอากาศยานไร้คนขับมีอัตราการขยายตัวอย่างมาก แต่ยังไม่มีระบบการจัดการการจราจรอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทย ซึ่งในประเทศไทยหน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการใช้งานอากาศยานไร้คนขับคือ สำนักงานการบินพลเรือน (กพท.) และสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (กทปส.)

จากการทำงานที่ผ่านมาได้มีการจัดการประชุมกลุ่มย่อยไปทั้งสิ้น 4 ครั้ง เพื่อนำเสนองานวิจัยและรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และในการประชุมกลุ่มย่อยครั้งที่ 4 ได้มีการสาธิตการใช้งานระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับอีกด้วย ในแต่ละครั้งที่มีการจัดการประชุมได้มีข้อซักถามและข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง หลาย ๆ ฝ่าย ซึ่งทางผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะต่าง ๆ มาปรับปรุง เพิ่มเติมการศึกษาและวิจัยจนถึงการสาธิตการใช้งานในครั้งที่ 2 ซึ่งจัดขึ้นเมื่อวันที่ 7-8 ธันวาคม 2566 ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ในครั้งนี้ได้มีการบรรยายพิเศษในหัวข้อ “อากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน” จาก คุณฉัตรชัย ปั่นตระกูล ผู้จัดการฝ่ายมาตรฐานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน หลังจากนั้นได้มีการสาธิตการใช้งานระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ โดย ดร.สุวัฒน์ ศรีเศวต ซึ่งมีเนื้อหาโดยสังเขปดังนี้

การบรรยายพิเศษหัวข้อ “อากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน” ฉัตรชัย ปั่นตระกูล ผู้จัดการฝ่ายมาตรฐานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.)

เมื่อพูดถึงอากาศยานไร้คนขับแล้วอาจมีภาพที่ต่างกันตามแต่การรับรู้ของผู้ฟัง ดังนั้นเพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน สามารถแบ่งอากาศยานที่ไม่มีคนขับตามลักษณะของภาระกิจได้เป็น 3 ประเภท คือ

- Open Category – Low risk
- Specific Category – Medium risk
- Certified Category – Risk as manned aviation

สำหรับประเภท Open นั้นสามารถทำการบินได้เลย ไม่ต้องขออนุญาตก่อนทำการบิน และประเภท Certified ยังไม่มีมาตรฐานสำหรับประเภทนี้ การจัดการบินที่กำลังศึกษาวิจัยในขณะนี้ส่วนใหญ่จะเน้นไปที่ประเภท Specific เป็นหลัก ซึ่งในการควบคุมจะเป็นออกเป็นสองส่วนหลักคือ ส่วนของอากาศยานและนักบิน โดยการควบคุมการใช้งานและการออกมาตรฐานต่าง ๆ ออกแบบให้สอดคล้องกับประเภทของการทำการบินและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ กล่าวคือหากมีความเสี่ยงน้อยอาจจะไม่จำเป็นต้องมีการควบคุมมาก แต่ในทางกลับกันหากมีความเสี่ยงมาก จะต้องมีมาตรฐานต่าง ๆ ที่ควบคุมทั้งผู้ทำการบินเองและอากาศยานที่ใช้ทำการบินด้วย ซึ่งในอนาคตทาง กพท. จะมีการออกมาตรฐานสำหรับอากาศยานประเภทต่าง ๆ และ บังคับให้ผู้ทำการบินต้องมีใบอนุญาตทำการบินเช่นเดียวกับใบขับขี่รถยนต์ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ที่ทำการบินมีความรู้ความสามารถมากพอที่จะทำการบินได้อย่างปลอดภัย

การจัดสาธิต Demonstration Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)

ในการสาธิตครั้งที่ 2 นี้มีหัวข้อการสาธิตดังนี้

- การลงทะเบียนโดรน และเป็น Drone Operator กรณีเป็นนิติบุคคล
- การลงทะเบียน Remote ID และการพัฒนาต้นแบบ Network Remote ID
- การจัดการกับแผนที่ได้รับการอนุมัติแล้ว (Pre-Tactical Phase)
- ระบบแสดงผลโดยรักษาความเป็นส่วนตัวของผู้บินโดรน

ในงานงาน มีข้อสอบถามและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัย มีเนื้อหาสรุปเกี่ยวกับความชัดเจนของประเภทของการทำการบิน โดยให้ระบุให้ชัดเจนว่าเป็นการให้บริการประเภทใด และอาจมีการเพิ่มเติมในส่วนของการให้บริการสำหรับผู้ทำการบินที่เป็น Standard scenario ที่สามารถทำการบินได้หากปฏิบัติตามข้อบังคับต่าง ๆ ของทาง กพท.

สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง
“อากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน”

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง
“อากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน”

คุณฉัตรชัย ปั่นตระกูล
ผู้จัดการฝ่ายมาตรฐานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน
สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.)

1. การกำกับดูแลด้านการปฏิบัติการบินอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน

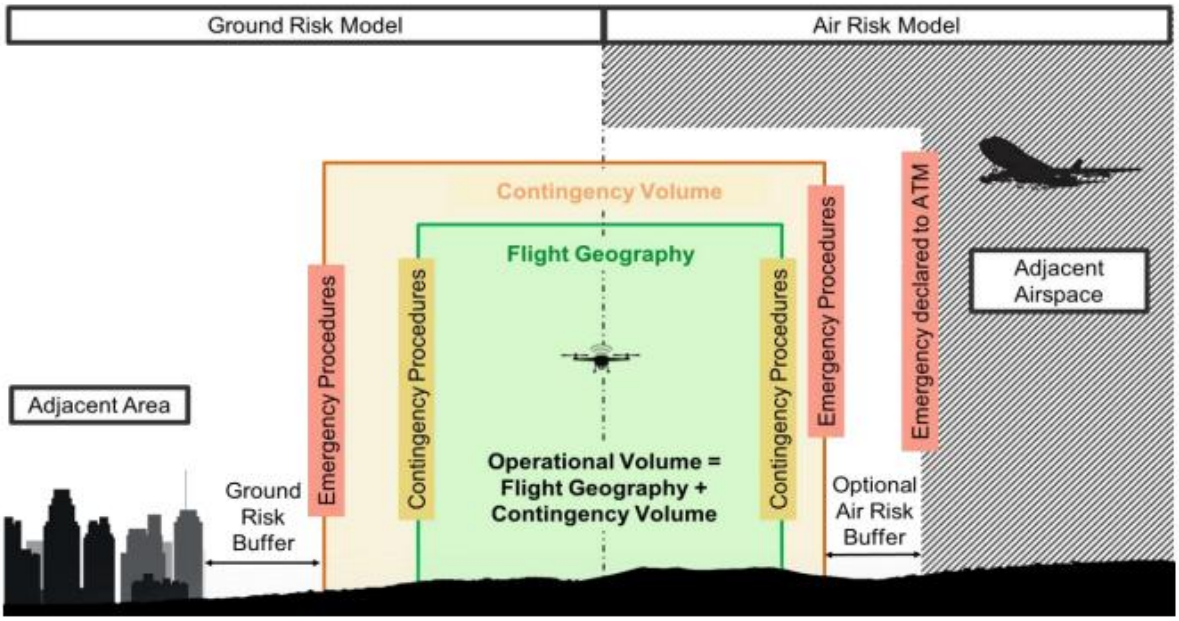
1.1.ประเภทของการปฏิบัติการบิน

สหภาพยุโรปได้แบ่งอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินออกได้เป็นสามประเภทดังนี้

- Open Category – Low risk
  - น้ำหนักน้อยกว่า 25 กิโลกรัม
  - บินในระยะสายตา
  - ความสูงไม่เกิน 120 เมตร
  - ไม่จำเป็นต้องขออนุญาตทำการบิน
- Specific Category – Medium risk
  - น้ำหนักมากกว่า 25 กิโลกรัม
  - บินนอกระยะสายตา
  - จำเป็นต้องของอนุญาตและมีมาตรการเพื่อความปลอดภัย
- Certified Category – Risk as manned aviation
  - ใช้ในการขนส่งผู้โดยสาร
  - ขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ
  - อยู่ในขั้นการออกแบบการบิน การอนุญาต การสื่อสาร และมาตรฐานต่าง ๆ

1.2.การจัดการความเสี่ยงด้านความปลอดภัย

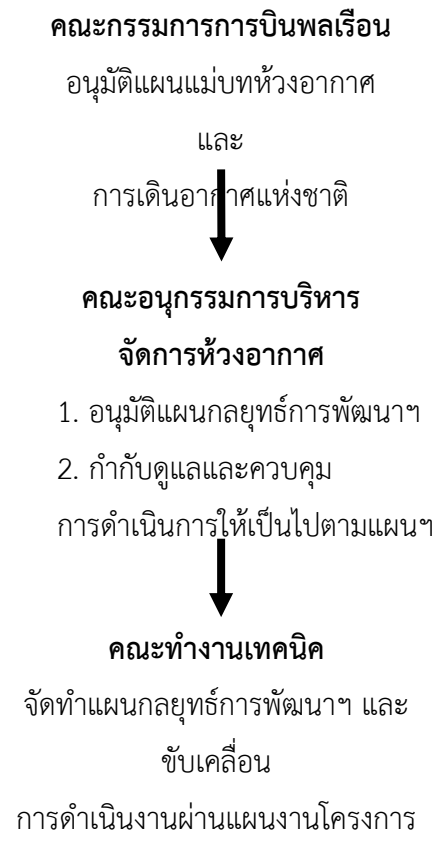
สำหรับอากาศยานซึ่งไม่มีคนขับ ประเภท Specific และ Certified ยังไม่มีระบบการจัดการจราจรทางอากาศที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ จึงทำการบินโดยบริหารจัดการความเสี่ยงทางด้านภาคพื้น และภาคอากาศ โดยทางภาคพื้นจะเป็นการป้องกันอากาศยานจากประชาชนทั่วไป และภาคอากาศจะเป็นการป้องกันการชนกันกับเครื่องบิน ทำให้เกิดเป็นการจัดการการบินตามรูปที่ 154



รูปที่ 154 การจัดการความเสี่ยงโดยการกำหนด พื้นที่การบิน

2. แผนแม่บทห้วงอากาศและการเดินอากาศแห่งชาติ

ระบบห้วงอากาศในเมืองไทย มีการใช้งานทั้งภาครัฐ ภาคพลเรือน และกิจการทหาร และเนื่องจากห้วงอากาศมีจำกัด จึงจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการห้วงอากาศ จึงมีการออกแผนแม่บทในการบริหารจัดการห้วงอากาศ เพื่อกำหนดแนวทางในการใช้งานห้วงอากาศ และระบุผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการบริหารจัดการห้วงอากาศ เพื่อใช้งานห้วงอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังแสดงในรูปที่ 155

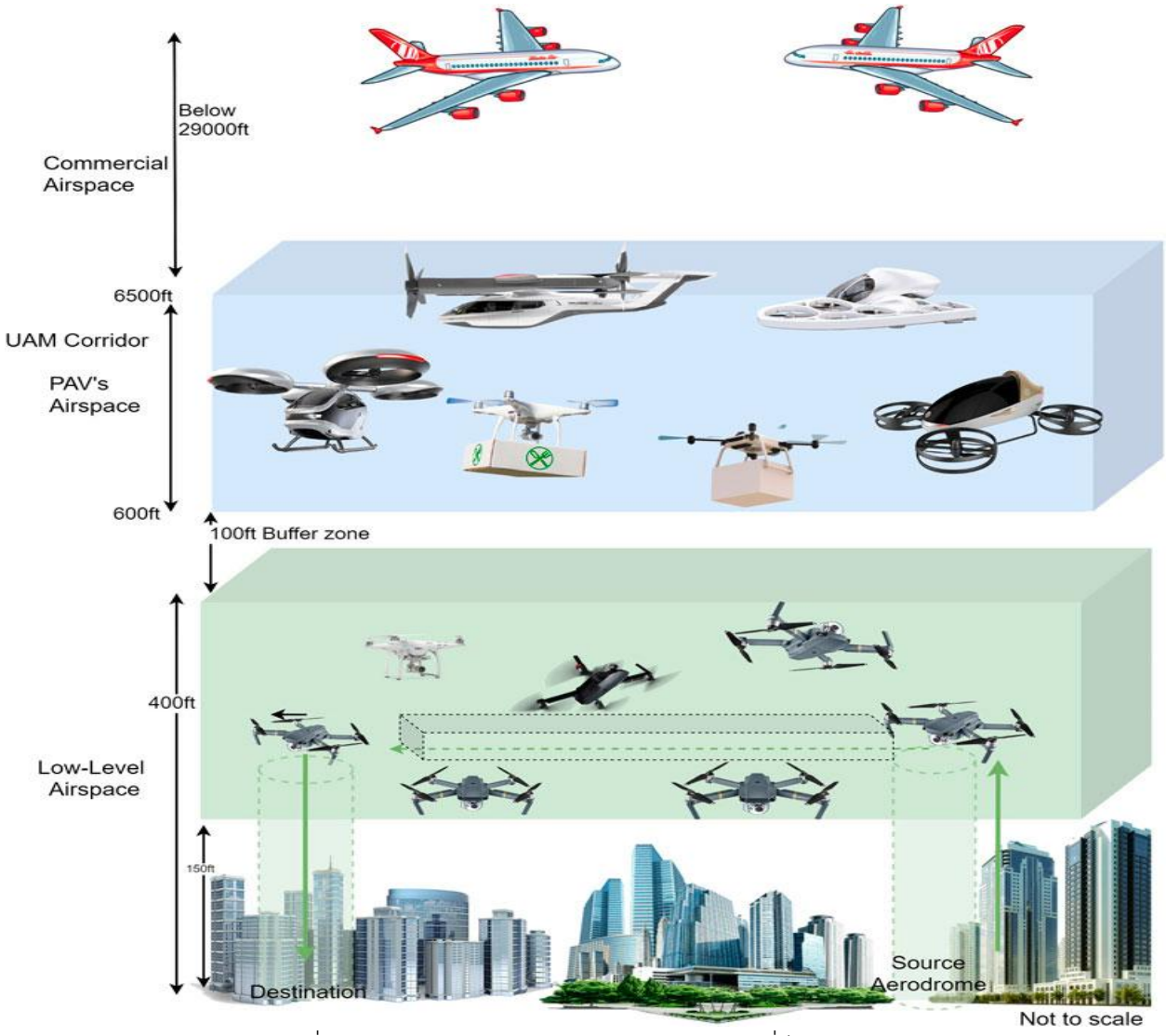


รูปที่ 155 ผู้มีบทบาทในแผนแม่บทห้วงอากาศและการเดินอากาศแห่งชาติ

2.1.การพัฒนาระบบจัดการจราจรทางอากาศสำหรับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน

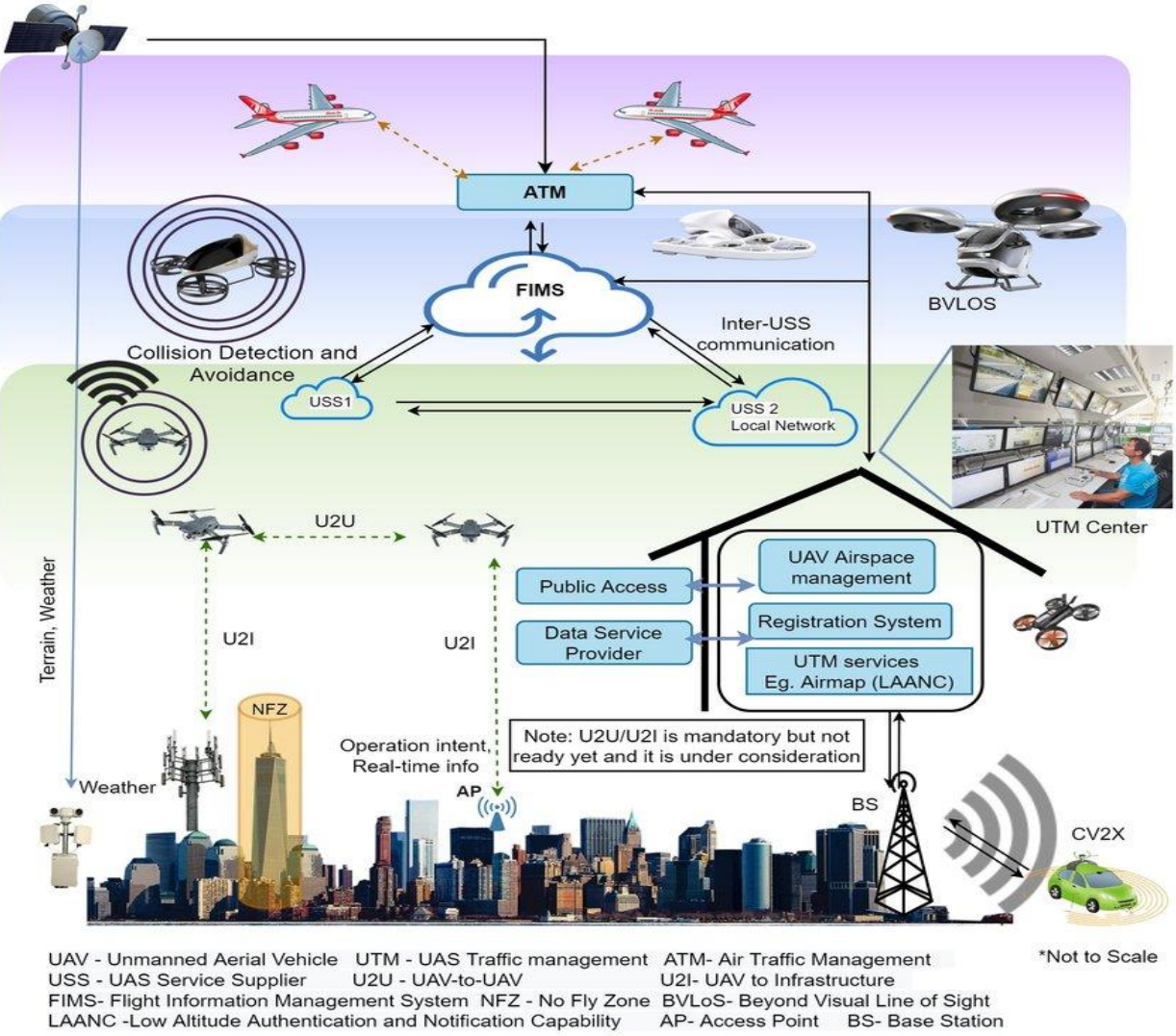
จากหัวข้อที่แล้วที่มีการแบ่งประเภทการปฏิบัติการการบินไว้ 3 รูปแบบ ในหัวข้อนี้ ได้แบ่งอากาศยานซึ่งไม่มีคนขับออกเป็น 3 รูปแบบเพื่อใช้จัดการจราจรทางอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 156 โดยมีรายละเอียดดังนี้

- Commercial airspace เป็นเหมือนเครื่องบินพาณิชที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน แต่เป็นเครื่องบินที่นักบินควบคุมอยู่ด้านล่าง ซึ่งถ้ามีการบินข้ามประเทศ ต้องมีการบริหารจัดการว่าจะมีการติดต่อสื่อสารระหว่างนักบินและผู้ควบคุมการบินอย่างไร
- UAM corridor เป็นการขนส่งทางอากาศที่เรียกว่า Air Taxi ซึ่งทำการบินที่ระดับความสูง 120 เมตร ถึง 4000 - 5000 เมตร ที่เป็นห้วงอากาศชั้นล่าง ซึ่งจะมาแทนที่การขนส่งระหว่างเมือง หรือจากเมืองสู่เมือง (Urban Air Mobility)
- Low level เป็นโดรนที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทำการบินที่ความสูงไม่เกิน 120 เมตร ซึ่งโดยปกติไม่มีการจัดการจราจร ซึ่งถ้าหากมีการใช้งานอย่างหนาแน่น จะต้องมีการจัดการจราจร ลงทะเบียน รวมไปถึงการป้องกันการชนกับสิ่งกีดขวาง ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีแผนที่ 3 มิติของภูมิประเทศที่ทำการบิน และต้องมีการจัดการการจราจรระหว่างโดรนด้วยกันเองด้วย โดยการวิจัยของ สทอภ. จะให้ความสำคัญกับโดรนประเภทนี้

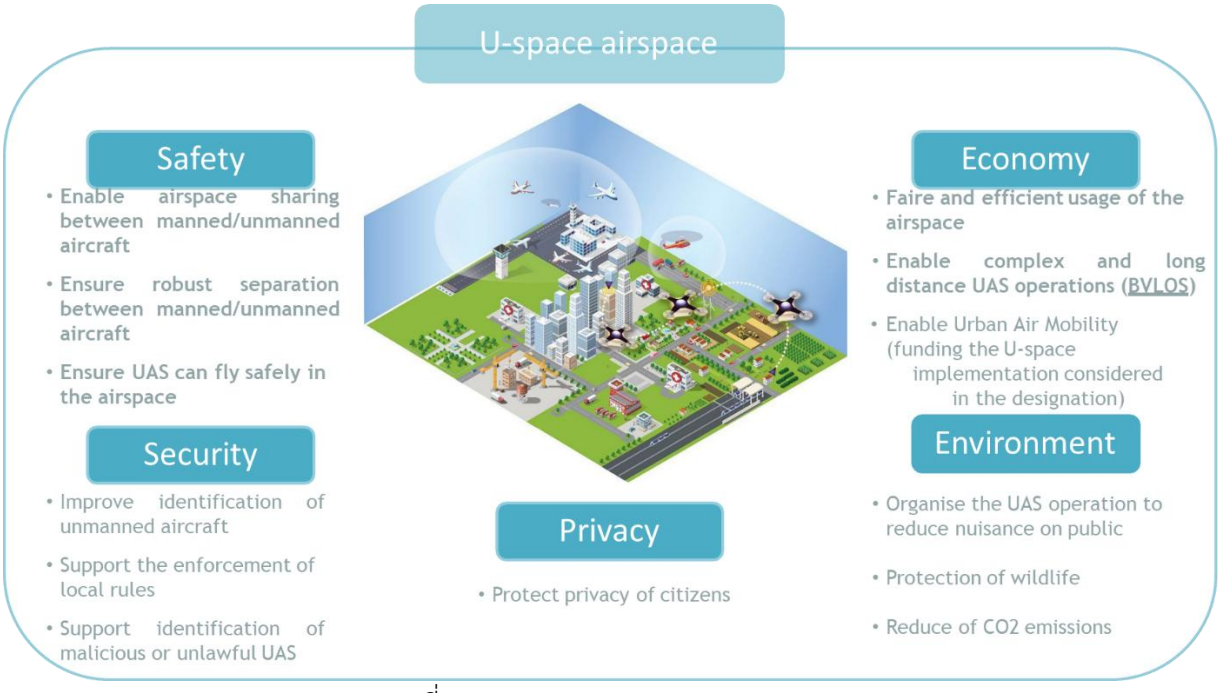


รูปที่ 156 การจัดการห้วงอากาศข้องอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน

จากการประชุมในระดับสากลที่ได้มีการจัดขึ้นเกี่ยวกับอากาศยานซึ่งไม่มีคนขับ เรื่องการจัดการห้วงอากาศเป็นเรื่องที่ยากและซับซ้อนที่สุด เนื่องจากเป็นการเพิ่มเทคโนโลยีใหม่เข้าไปในห้อวงอากาศที่มีอยู่อย่างจำกัด รูปที่ 157 เป็นตัวอย่างการออกแบบห้วงอากาศของ FAA (Federal Aviation Administration) จากสหรัฐอเมริกา และรูปที่ 158 เป็นตัวอย่างการออกแบบห้วงอากาศของ U – Space จากสหภาพยุโรป ซึ่งในการออกแบบห้วงอากาศจำเป็นต้องมีการทดลองแนวคิด โดยการทำลองใช้งานจริงซึ่งเป็นสิ่งที่กำลังเกิดขึ้น

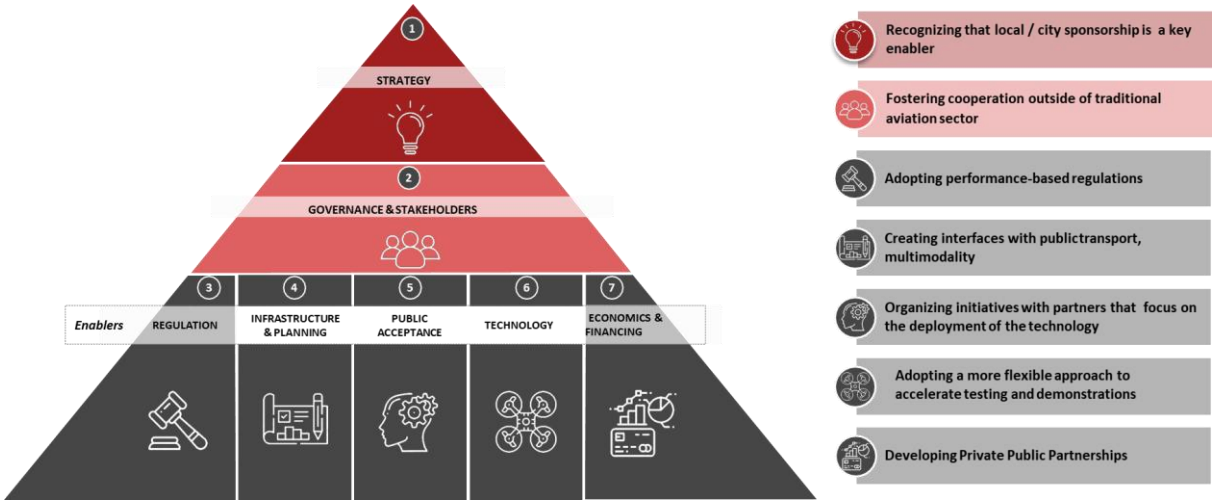


รูปที่ 157 การจัดการห้วงอากาศของ FAA

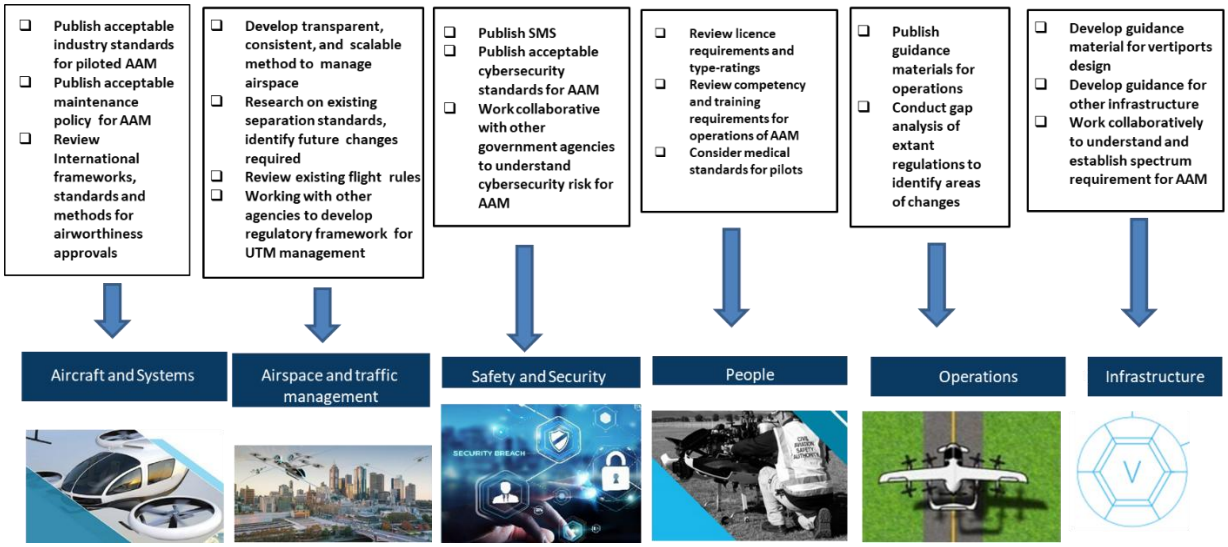


รูปที่ 158 ภาพรวมของระบบ U - Space

นอกจากการจัดการห้วงอากาศแล้ว มาตรฐานของอากาศยานยังเป็นอีกหนึ่งเรื่องที่ต้องมีการจัดการและออกแบบมาตรฐาน และถ้าหากต้องมีการทำการบินผ่านชุมชนหรือการที่จะมีผู้โดยสารอยู่บนเครื่อง จะต้องรับฟังความเห็นจากชุมชนเพื่อให้ได้รับการยอมรับจากสังคม โดยรูปที่ 159 แสดงให้เห็นประเด็นสำคัญในการใช้งานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินอย่างยั่งยืน และ รูปที่ 160 แสดงให้เห็นแผนงานในการควบคุมการใช้งานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน

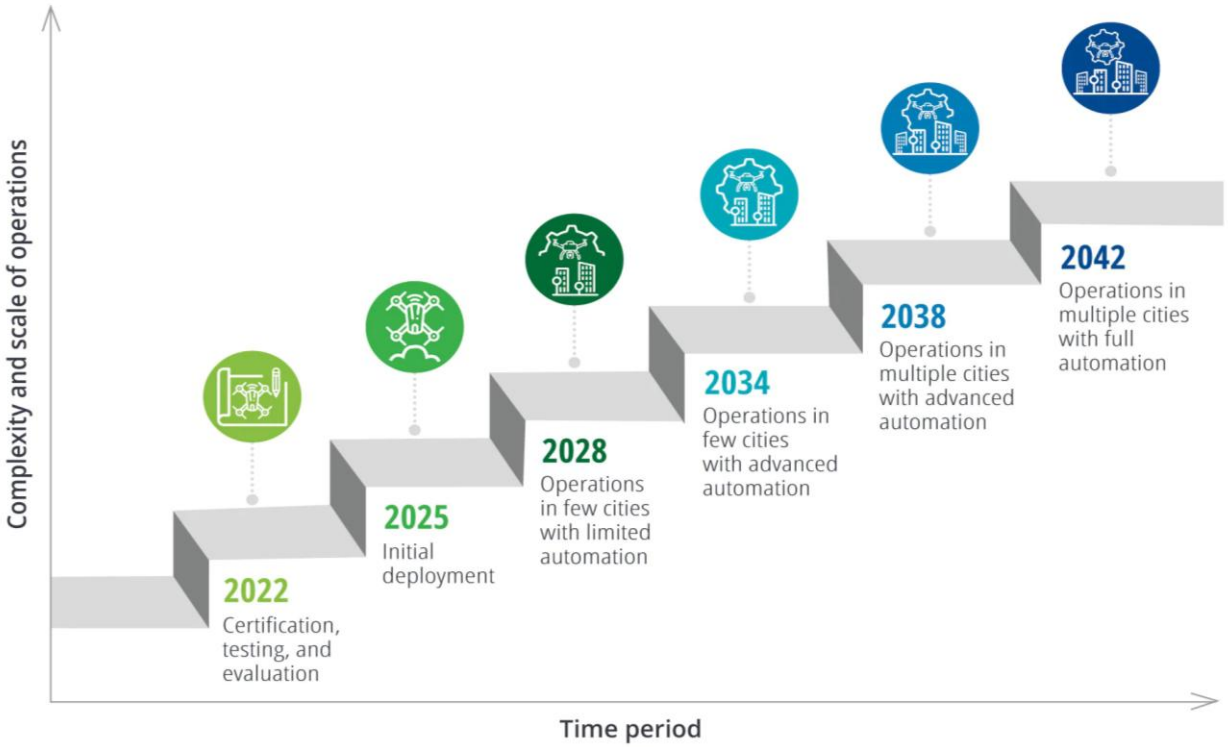


รูปที่ 159 ประเด็นสำคัญในการออกแบบการใช้งานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน



รูปที่ 160 แผนงานในการควบคุมการใช้งานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน

ในขณะนี้มีโครงการต่าง ๆ ที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการห้วงอากาศอยู่มากถึง 140 โครงการทั่วโลก โดยมีการคาดการว่าจะมี Timeline ในการใช้งานอากาศยานซึ่งมีมีนักบินดังรูปที่ 161



รูปที่ 161 Timeline การใช้งานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน

3. ระบบการกำกับดูแลอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน

ในการจัดการการใช้งานอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินนั้น มีประเด็นท้าทายต่าง ๆ ดังนี้

- ด้านกฎหมาย
- ด้านเทคโนโลยี

- ด้านมาตรฐาน
- ด้านการใช้งานร่วมกันในห้วงอากาศ
- ด้านความปลอดภัย
- ด้านสิ่งแวดล้อม
- ด้านการยอมรับจากสังคม

ในขณะนี้ประเทศไทยมีการจดทะเบียนอากาศยานซึ่งไม่มีคนขับขณะนี้มีจำนวน 70,978 ลำ และมีการขึ้นทะเบียนเป็นผู้บินอากาศยานซึ่งไม่มีคนขับ ทั้งหมด 66,000 คนโดยมีการจดทะเบียนอย่างก้าวกระโดด และการเติบโตเช่นนี้เกิดขึ้นพร้อม ๆ กันทั่วโลก จึงต้องมีการควบคุมการใช้งานโดยการใช้ความเสี่ยงเป็นพื้นฐานในการควบคุม เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานจริง ซึ่งแบ่งตามความเสี่ยงได้ 3 ประเภท: Open , Specific, Certified ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น โดยในการจัดการมีผู้ที่ส่วนเกี่ยวข้องดังนี้

- ผู้ผลิต
- ผู้จัดการการใช้งานห้วงอากาศ
- ผู้ใช้งาน
- ศูนย์ฝึกอบรม
- ผู้กำกับดูแลการใช้งาน

การกำกับดูแลอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินมีหัวข้อเกี่ยวข้องดังนี้

- ด้านการปฏิบัติการบิน
- ด้านอากาศยาน
- ด้านบุคลากรและศูนย์ฝึกอบรม
- ด้านการจัดการห้วงอากาศ

3.1.การกำกับดูแลด้านอากาศยาน

ในการออกแบบมาตรฐานสำหรับอากาศยานซึ่งไม่มีคนขับจะจัดทำมาตรฐานตามการใช้งานและความเสี่ยง เนื่องจากในบางการใช้งานอาจไม่จำเป็นต้องมีมาตรฐานสูง หากมีความเสี่ยงน้อย ในทางกลับกัน บางการใช้งานอาจจะมีการใช้งานในพื้นที่ที่มีคนอยู่มากทำให้มีความเสี่ยงสูง จึงจำเป็นต้องมีมาตรฐานที่สูง ซึ่งในขณะนี้กำลังดำเนินการพัฒนามาตรฐานส่วนนี้อยู่ ในเบื้องต้น ทาง กพท. จะมีการบังคับในมีการขึ้นทะเบียนอากาศยานซึ่งไม่มีคนขับ เพื่อให้สามารถติดตามผู้เกี่ยวข้องหากมีเหตุการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นได้ และในปัจจุบันการใช้งานคลื่นความถี่เป็นการกำกับดูแลของ กสทช.

3.2.การกำกับดูและนักบิน

นักบินต้องมีความรู้ความสามารถในการบังคับอากาศยานไร้คนขับ และรู้ถึงกฎหมายที่เกี่ยวข้องในการใช้งาน ซึ่งในเร็ว ๆ นี้จะมีการออกใบอนุญาตสำหรับทำการบิน โดยเหตุที่ผู้นักบินต้องมีขีดความสามารถมี 3 สาเหตุคือ

- เพื่อให้ผู้ใช้มีความรู้พื้นฐานสำหรับทำการบินอย่างปลอดภัย
- เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ใช้มีขีดความสามารถที่จำเป็น (ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และทัศนคติ) สำหรับทำการบิน
- เพื่อปลูกฝังให้เกิดจิตสำนึกด้านความปลอดภัย และป้องกันพฤติการณ์หรือการกระทำที่ไม่ปลอดภัย

โดยใบอนุญาตสำหรับนักบินจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามความเสี่ยงของการใช้งาน คือ

1) ประเภทที่ 1 – ขั้นพื้นฐาน (Basic – Open Category)

โดยจะเป็นประเภทที่สามารถทำการบินได้เลย แต่ต้องมีความรู้พื้นฐานเบื้องต้นเช่น กฎหมายการบิน ความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับการบินและอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ขั้นตอนปฏิบัติในการบิน และปัจจัยมนุษย์ เป็นต้น โดยการทดสอบจะเป็นการทดสอบออนไลน์ สามารถทำการทดสอบได้ด้วยตนเอง และรับใบรับรองได้เลย ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่งโมง

2) ประเภทที่ 2 – การบินขั้นสูง (Specific)

สำหรับการบินขั้นสูง ซึ่งมีความเสี่ยงสูงขึ้น จากการบินแบบพื้นฐาน เช่น บินเกินระยะสายตา (BVLOS) หรืออากาศยานน้ำหนักมากกว่า 25 กิโลกรัม หรือบินที่ความสูงเกิน 120 เมตร เป็นต้น โดยต้องได้รับการฝึกอบรมจากสถาบันและหลักสูตรที่ กพท. รับรอง ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยหลักสูตรภาคทฤษฎีใช้เวลา 20 ชม.และภาคปฏิบัติ 4 ชม. และต้องมีประสบการณ์ 2 ชม.โดยหัวข้อที่ทำการอบรมมีดังนี้

- กฎหมายด้านการบิน (Air law & legislations)
- ห้วงอากาศ (Airspace)
- แผนที่ หน่วยวัดและการเดินอากาศ (Map Unit of measurement and navigation)
- ความรู้ทั่วไปการบินและอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน (Aviation & UAS general knowledge)
- อุตุนิยมวิทยา (Meteorology)
- ปัจจัยมนุษย์ (Human factors)
- ขั้นตอนการปฏิบัติการบิน (UAS operation procedures)

โดยรูปแบบใบขับขี่แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ Class A (ไม่เกิน 25 กิโลกรัม) และ Class B (มากกว่า 25 กิโลกรัม) โดยผู้ที่จะได้ใบขับขี่ Class B จะต้องได้รับ ใบขับขี่ Class A ก่อน และต้องระบุผู้ผลิต รุ่น แบบอากาศยาน เนื่องจากเทคโนโลยีในแต่ละรุ่นต่างกัน

สำหรับภาคปฏิบัติเป็นการประเมินภาคปฏิบัติโดยผู้ประเมินในสถาบันที่ได้รับการรับรอง ประกอบด้วย

- การสำรวจพื้นที่ก่อนบิน การประเมินความเสี่ยง การวางแผนการบิน และการปฏิบัติกรณีฉุกเฉิน
- การบังคับควบคุมการบิน (flight maneuver)
- ขั้นตอนปฏิบัติกรณีฉุกเฉิน (emergency procedures)

3) ประเภทที่ 3 – ขั้นใบอนุญาต (License – Certify Category)

ในขณะนี้ยังไม่มีการออกแบบใบขับขี่ในลักษณะนี้

3.3.การอนุญาตทำการบิน Operations Permit / Authorization

ในปัจจุบันในเว็บไซต์ของ กพท. จะมีแนวทางการปฏิบัติสำหรับการขออนุญาตทำการบินในรูปแบบต่าง ๆ โดยในการอนุญาต ผู้ขอต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดต่าง ๆ

3.4.การจัดการห้วงอากาศ

ในบางพื้นที่ที่มีการห้ามบิน สามารถทำการบินได้แต่ต้องมีการจัดการ เช่น การขออนุญาตก่อน หรือการทำการบินเกิน 120 เมตร ขึ้นไปจะทำการกั้นห้วงอากาศสำหรับทำการบิน แต่ไม่สามารถทำได้ในระยะยาว จึงจำเป็นต้องมีการจัดการจราจรเกิดขึ้นในอนาคต

4. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ

1) **คำถาม** ทาง กสทช. ได้สรุปในส่วนของ หน่วยงานที่กำกับดูแลโดรนมีทั้งหมด 2 หน่วยงานคือ กพท. และ กทสช. ซึ่งทาง กพท. ดูแลในเรื่องการลงทะเบียนใบอนุญาต และห้วงการบิน ส่วนสำนักงาน กสทช. ดูแลในเรื่องของวิทยุโทรคมนาคม คำถามคือตัวเลขการขึ้นทะเบียนโดรนที่ได้ถูกนำเสนอว่ามีการขึ้นทะเบียนโดรนจำนวนประมาณ 70,000 ลำนั้น เป็นการขึ้นทะเบียนอากาศยานหรือผู้ขับขี่โดรน?

   คำตอบ คุณฉัตรชัยกล่าวว่า กพท. กำกับการบินเรื่องความปลอดภัยทั้งหมด แต่เนื่องจากกฎหมายยังไม่แล้วเสร็จ ดังนั้นในส่วนของ กพท. จึงมีการจดทะเบียนนักบินคู่กับอากาศยาน (โดรน) จึงสรุปได้ว่าตัวเลขจดทะเบียนจำนวน 70,000 ดังกล่าวนั้น คือการจดทะเบียนนักบินและอากาศยานโดรน
   กสทช. เพิ่มเติมว่า ผู้ที่จดทะเบียน วิทยุคมนาคมกับ กสทช. นั้นมีจำนวนประมาณ 100,000 ลำ ดังนั้นมีตัวเลขที่แตกต่างกันประมาณ 20,000 ลำ อาจเป็นไปได้ว่า นักบิน 1 คนอาจครอบครองโดรนได้หลายลำ หรือโดรนที่ยังไม่ได้บิน ก็อาจจะยังไม่ได้ขึ้นทะเบียนที่ กพท.

2) **คำถาม** SkyViV ได้ตั้งข้อสังเกตเรื่องการสอบใบอนุญาตหรือใบขับขี่โดรน และเสริมข้อมูลเพื่อพิจารณาในส่วนค่าใช้จ่ายในการสอบหรือต่อใบขับขี่นักบินโดรน เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการสอบหรือการต่อใบขับขี่ค่อนข้างสูง (ยกตัวอย่างเช่น หาก บริษัทมีนักบิน 12 คน ค่าใช้จ่ายในการสอบประมาณ 80,000 บาท/คน/ปี หรือปัจจุบันอาจจะถูกกว่านั้น ทางบริษัทเองอาจจะให้บริการได้ลำบากขึ้น) ประเด็นถัดมาคือกฎเกณฑ์หรือหลักเกณฑ์การสอบใบอนุญาตที่มีการแบ่งเป็นแต่ละระดับ จึงเสนอแนะให้แยกกฎเกณฑ์หรือหลักเกณฑ์การสอบแบบ Autonomous เพิ่มขึ้นมา เพื่อความสะดวกและคล่องตัวในการขออนุญาตใช้งาน

   อีกกรณี ทางบริษัทมีข้อเสนอแนะว่าหากใช้ซอฟต์แวร์ Drone Swarm ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ตรวจจับตำแหน่งและหลีกเลี่ยงการชนของโดรน มาใช้ร่วมกับระบบ UTM หรือระบบบริหารจัดการการจราจรทางอากาศได้ ทางบริษัทเองเชื่อว่าเราจะนำข้อมูลจากซอฟต์แวร์ดังกล่าวมาพัฒนาต่อยอดได้ จึงอยากฝากให้ทางผู้บริหารจัดการ UTM หรือทางบริษัทวิทยุการบินพิจารณา อาจจะเป็นไปในทิศทางที่พัฒนาต่อจากเทคโนโลยีของ Drone Swarm ซึ่งสุดท้ายแล้วระบบนี้น่าจะมีการ integrate ร่วมกันระหว่างเครื่องบิน

หรืออากาศยานที่มีคนขับได้ด้วย เนื่องจากระบบ IoT ระหว่างโดรน และระดับเครื่องบินพาณิชย์น่าจะสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำตอบ ผู้แทน กพท. ตอบประเด็นแรกคือเรื่องค่าใช้จ่าย ปัจจุบันยังไม่มีใบขับขี่โดรน และค่าธรรมเนียมการให้บริการการขึ้นทะเบียนโดรนนั้นฟรี (ค่าลงทะเบียน 80,000 บาทนั้นอาจจะมาจากใบขับขี่นักบิน ATPL) การอนุญาตบินก็ยังไม่คิดค่าบริการ สำหรับโมเดลการขึ้นทะเบียนโดรนแบบออนไลน์ประเภท Open แทบจะไม่เสียค่าใช้จ่าย สำหรับโมเดล Specific ปัจจุบันยังไม่คิดค่าใช้จ่าย (อ้างอิงตามกฎหมายปัจจุบันที่ยังไม่ได้กำหนดค่าขึ้นทะเบียน) แต่อาจจะมีเรื่องค่าใช้จ่ายการลงเรียน ที่ให้อบรม 20 ชั่วโมง ประเด็นที่สองเรื่องซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เนื่องจากโดรน การบริหารจัดการโดรนขึ้นอยู่กับความเสี่ยง กล่าวคือหากบินในห้วงอากาศที่ความเสี่ยงต่ำ (Low risk) ก็อาจจะไม่ต้องมีมาตรฐานที่สูงมากำกับดูแล แต่หากทำการบินในห้วงอากาศ (Air space) ที่มีความเสี่ยงสูง มีเครื่องบินจริงหรือเครื่องบินพาณิชย์บินอยู่ด้วยแล้วนั้น (Risk as manned aviation) การจัดการการบินโดรนประเภทที่ 3 ที่เทียบเท่าเครื่องบิน หน่วยงาน ASTM (หน่วยงานระดับโลก) เป็นผู้ออกมาตรฐาน Autonomous หรือซอฟต์แวร์ และอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นความยากของการ Integrate ห้วงอากาศว่า ICAO ได้กำหนดแผนแม่บทและ roadmap ในการพัฒนา infrastructure และการสื่อสารของห้วงอากาศของโลกว่าจะใช้เทคโนโลยีใด และทุกประเทศในโลกต้องปฏิบัติตามเทคโนโลยีนั้น เพราะฉะนั้นหากกล่าวถึง manned aircraft ที่ต้องปฏิบัติตามแผนแม่บทของ ICAO ดังนั้น UTM ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของห้วงอากาศจึงต้องปฏิบัติตามบริบทของ ATM

3) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท BearCat มีประเด็นเพิ่มเติม เริ่มจากประเด็นที่หนึ่ง ส่วนของ ATM – UTM integration เป็นไปตามที่คุณฉัตรชัยกล่าว โดยทาง ATM มี certification process อยู่ ซึ่งหากจะรวมกันแต่ละระบบต้องมี certificate ที่ระดับเดียวกันจึงจะสามารถรวมระบบกันได้ แต่อย่างไรก็ดีคำถามของทาง SkyViV นั้นส่งถึงทิศทางที่ดีว่าทั้งสองระบบควรต้องต่อเนื่องกัน (seamless) ในที่สุด

อีกคำถามคือเรื่องของ Specific Operation Risk Assessment (SORA) ถาม กพท. ว่าในความเห็นของ กพท. ควรเป็นความรับผิดชอบของหน่วยงานไหน เช่น กพท. ดูแลกำกับเอง หรือผู้ใช้ห้วงอากาศ หรือผู้ให้บริการโดรนที่มาขอใช้

คำตอบ ผู้แทน กพท. ได้พูดถึงเว็บไซต์ JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) (http://jarus-rpas.org/) ที่มีผู้เชี่ยวชาญเรื่องโดรนทั่วโลกมารวมตัวกันเพื่อทำเรื่องกำกับดูแลโดรน กำหนดการประเมินความเสี่ยงออกมาชื่อ SORA โดยขั้นแรก Authorities ต้องมีความเข้าใจ SORA แต่อย่างไรก็ดีผู้ที่ทำ SORA คือ ผู้ให้บริการ โดยผู้ให้บริการต้องจัดการความเสี่ยงได้ทั้งทางภาคพื้นและภาคอากาศได้ โดยใส่ข้อมูล risk mitigation เข้าไป เพื่อยื่นยันกับ Authorities ให้ได้ว่าการบินโดรนในแต่ละครั้งจะบินได้โดยปลอดภัย ไม่ส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้อื่น ไม่ส่งผลกระทบต่อเครื่องบิน หรืออากาศยานลำอื่น โดยการทำ mitigation นั้นมีหลายแบบ เช่น Strategic mitigation คือการวางแผนก่อนบิน ยกตัวอย่างคือหากต้องการบินโดรนในสนามบินต้องวางแผนบินในวันที่ไม่มีไฟล์ทบิน หรือหากต้องการบินโดรนในที่ชุมชนหนานแน่นต้องเลือกช่วงเวลาที่คนไม่ชุกชุม มีการควบคุมพื้นที่การบิน โดยการนำกรวยไปตั้งเพื่อไม่ให้คนเข้าใกล้ หรือการ survey พื้นที่ก่อนบิน เช่นบริษัท ปตท. ที่นอกจากจะดูแผนที่แล้วยังมี

ทีมเข้าไป survey ด้วย ซึ่งเส้นทางที่จะบินเพื่อสำรวจท่อนั้นไม่มีประชากรภาคพื้นเลย แม้จะมีระยะทางบินเป็นหลักร้อยกิโลเมตร เพราะฉะนั้นวิธีการจัดการความเสี่ยงคือดูพื้นที่ในการขึ้นบินโดรนโดยหลีกเลี่ยงเขตชุมชน นอกจากนั้นยังมีการวางแผนให้โดรนบินกับฐานได้เอง (return to home) มี 4G และ GPS backup มี holding position และมีการฝึกอบรมพนักงานในการบินโดรน ให้มีชั่วโมงบินไม่น้อยกว่า 20 ชั่วโมง มีชั่วโมง on flight มีการอบรม BVLOS ซึ่งที่กล่าวมาทั้งหมดนี้คือส่วนประกอบของการทำ risk mitigation ดังนั้นผู้ที่ต้องประเมินความเสี่ยงตามวิธี SORA นี้คือ ผู้ให้บริการ ที่ต้องศึกษาและแสดงให้ Authorities มั่นใจได้ว่าจะทำการบินได้โดยปลอดภัย

สรุปการบรรยาย เรื่อง
“การจัดสาธิต Demonstration Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

สรุปบรรยาย เรื่อง
“การจัดสาธิต Demonstration
Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”
ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

5. สรุปภาพรวม Focus group 4 และ Demonstration ครั้งที่ 1

โครงการวิจัยพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ ได้จัดการประชุม สนทนากลุ่ม (Focus group) และการสาธิตการใช้งานระบบ (Demonstration) เพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบ และพัฒนาระบบ UTM ของประเทศไทยที่ สทอภ. ได้พัฒนาขึ้น โดยใช้ชื่อว่า AMETHYST ในการพัฒนาได้มีการหารือกับ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานผู้กำกับดูแลและผู้ประกอบการเอกชน เพื่อพัฒนาระบบ AMETHYST ให้สอดคล้องความต้องการของผู้ใช้งานมากขึ้น ซึ่งจากการประชุม Focus group ครั้งที่ 4 และการ Demonstration ครั้งที่ 1 ที่จัดขึ้นเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2566 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ภายในงาน Thailand Space Week โดยได้มีการนำเสนอความคืบหน้าของโครงการดังนี้

5.1.ขอบเขตการพัฒนาวิจัยระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ระบบที่ออกแบบขึ้นสามารถขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับและการขึ้นทะเบียนผู้บังคับบินในลักษณะเบ็ดเสร็จจุดเดียว (One-Stop-Service) ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังนี้

- การขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ (Drone Registration)
- การขึ้นทะเบียนนักบิน (Pilot Registration)
- การอนุญาตทำการบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับ (Flight declaration, flight approval)

นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication), การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation), และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite) ซึ่งในที่นี้ก็คือ Remote ID โดยมีรายละเอียดดังนี้

- สามารถบอกตำแหน่ง พิกัด และระดับความสูงของอากาศยานไร้คนขับ
- Remote ID ด้วยเครือข่าย Cellular network จำนวน 30 ชิ้น
- Remote ID ด้วยการเชื่อมต่อผ่านดาวเทียม จำนวน 5 ชิ้น

6. สรุปภาพรวม Focus group 4 และ Demonstration 1

ในการประชุม Focus group ครั้งที่ 4 และ Demonstration 1 สทอภ. ได้มีการกำหนดนิยามของผู้ใช้งานระบบ AMETHYST และการสาธิตการใช้งานระบบในส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป โดยผู้ร่วมงานได้มีข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนา Remote ID ที่ควรจะครอบคลุมการใช้งานสำหรับทุก ๆ เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการให้บริการใน

ประเทศไทย ซึ่งผู้พัฒนาได้มีการนำข้อเสนอแนะนี้มาเป็นใช้เป็นหนึ่งในข้อกำหนดของอุปกรณ์ Remote ID ต้นแบบที่ได้มีการพัฒนาขึ้นอีกด้วย

นอกเหนือจากนี้ ยังมีการเสนอแผนพัฒนาในอนาคตที่จะมีการให้บริการทางด้านข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการทำงานร่วมกันของโครงการภายใต้การพัฒนาของ สทอภ. ซึ่งประกอบไปด้วย

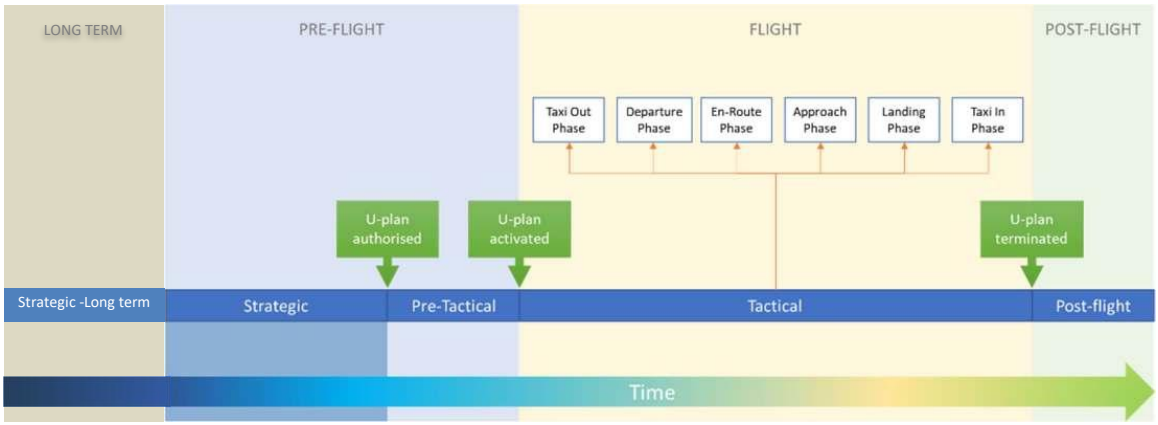
- Conformance monitoring Info. โดยเป็นข้อมูลแผนที่ 3 มิติของอาคารซึ่งเกิดจากการพัฒนาในโครงการ Amethyst
- Reentry monitoring Info. โดยได้จากโครงการ Zircon ซึ่งเป็นโครงการการเฝ้าระวังวัตถุอวกาศ
- GNSS monitoring Info. โดยได้จากโครงการ Jasper ที่มีการเฝ้าระวังสภาพอวกาศ

6.1.ภาพรวม UTM ในต่างประเทศ

ระบบ UTM ที่พัฒนาโดย สทอภ. มีการอ้างอิงหลักการออกแบบระบบมาจาก U - space ของสหภาพยุโรป โดย U – space ได้มีการจัดทำเอกสารเผยแพร่ชื่อว่า U – space ConOps (U – space Concept of Operations) โดยได้มีการเผยแพร่ออกมาทั้งหมด 4 ฉบับ ซึ่งในฉบับล่าสุดใช้ชื่อว่า CORUS – XAUM (Concept of Operations for euRopean U- space Services – eXtension for Urban Air Mobility) ขยายการทำงานของระบบ UTM ไปสู่ระบบขนส่งทางอากาศในเขตเมือง เพื่อให้เห็นภาพมากขึ้น ว่าเมื่อมีการใช้งานระบบ U – space แล้วจะมีลักษณะอย่างไร

ในเอกสาร CORUS – XAUM ได้แบ่งการบินของอากาศยานไร้คนขับ เป็นช่วงเวลาต่าง ๆ ดังรูปที่ 162 ซึ่งมีช่วงเวลาดังนี้

- Strategic – Long Term
- Strategic Pre-flight
- Pre-Tactical
- Tactical
- Post – Flight



รูปที่ 162 กระบวนการการทำการบินตามช่วงเวลา

6.2.Strategic – Long Term

ช่วงนี้เป็นช่วงระยะยาวก่อนทำการบินประกอบด้วย

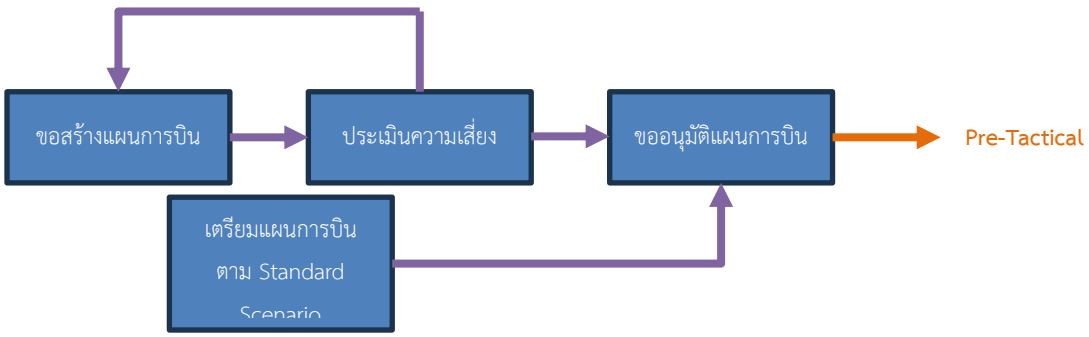
- การพัฒนาระบบ UTM และอากาศยาน สำหรับทำงานในห้วงอากาศ ตามที่หน่วยงานกำกับดูแลออกแบบ
- การลงทะเบียนผู้ปฏิบัติการอากาศยานไร้คนขับ (UAS Operator)
- การฝึกอบรมเพื่อเป็นนักบินและการขึ้นทะเบียนนักบินโดรน
- การลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ

6.3.Strategic Pre-flight

ช่วงนี้เป็นช่วงระยะก่อนทำการบินประกอบด้วย

- การสร้างแผนการบิน
- การใช้งาน Geo-awareness เพื่อปรับแผนการบิน ให้สอดคล้องกับพื้นที่
- การใช้งาน Risk Analysis Assistance เพื่อประเมินความเสี่ยงของแผน
- การจัดความสำคัญของแผนการบิน (Flight Priority)

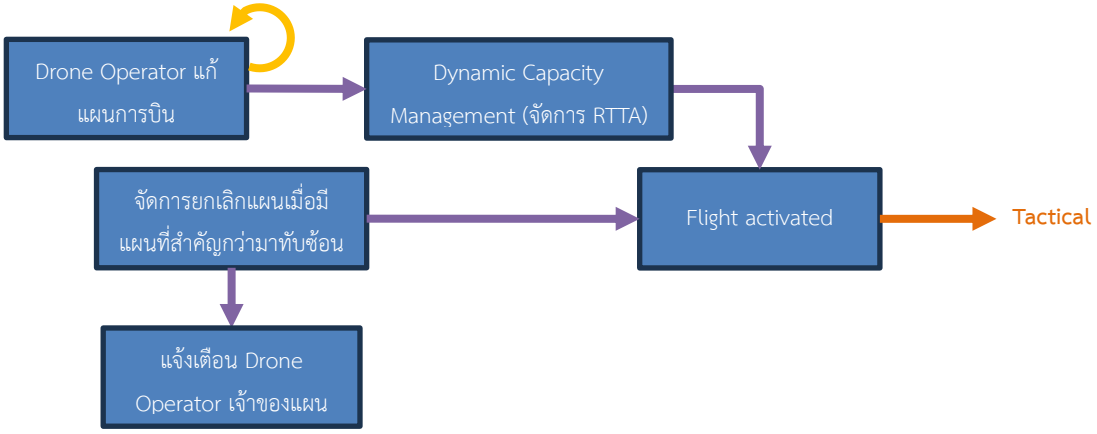
โดยขั้นตอนการทำงานในช่วงนี้จะเป็นไปตามรูปที่ 163 ซึ่งเริ่มต้นจากการขอสร้างแผนการบิน จากนั้นทำการประเมินความเสี่ยง หากพบว่ามีความเสี่ยงเกินกว่าที่รับได้ ต้องมีการปรับแก้แผนการบินใหม่จนกว่าจะอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ จากนั้นทำการขออนุมัติแผนการบินต่อไป ซึ่งถ้าหากการทำการบินเป็นไปตาม Standard Scenario จะสามารถขออนุมัติแผนการบินได้เลย



รูปที่ 163 กระบวนการช่วง Strategic Pre-flight

6.4.Pre-Tactical

ในช่วงนี้จะเป็นการจัดการกับแผนที่ได้รับการอนุมัติ (Authorized) ไปแล้ว แต่ยังไม่ได้ขึ้นบิน หรืออาจเป็นกรณีที่มีการปรับแผนกรณีที่มีแผนความสำคัญสูงกว่าขอขึ้นมาภายหลัง ดังแสดงในรูปที่ 164

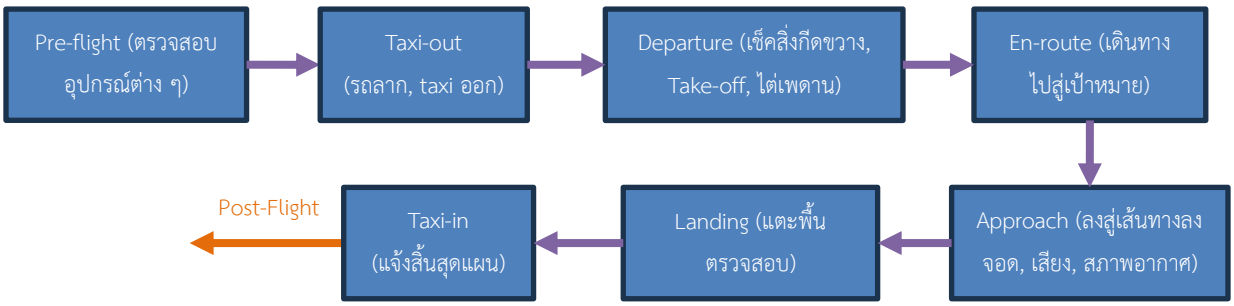


รูปที่ 164 กระบวนการช่วง Pre-Tactical

หลังจากที่ Drone Operator แก้แผนการบินเรียบร้อยแล้ว ระบบ UTM จะจัดการกับ Capacity ซึ่งถ้าหากมีแผนการบินที่สำคัญกว่ามาทับซ้อนก็จะแจ้งเตือนไปยัง Drone Operator เพื่อยกเลิกแผน

6.5.Tactical

ในช่วง Tactical เป็นการจัดการช่วงการบิน ตั้งแต่ เมื่อแผนได้รับการยืนยันขึ้นบิน จนถึงการลงจอด ดังแสดงในรูปที่ 165 โดยจะมีการเรียกใช้ Service ของ U-Space เช่น Network RID, Traffic Information, Tactical Conflict Prediction, Weather Service เพื่อใช้ในการประกอบการบิน นอกจากนี้ยังมีการ Enroute ด้วยการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด โดยคำนึง ผลกระทบเสียง ความหนาแน่น ระยะทาง ในช่วงนี้เป็นกระบวนการที่ทำให้การบินดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาการทำงานให้เป็นไปตามแผน ซึ่งถ้าหากมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น ระบบจะมีการจัดการการใช้แผนฉุกเฉิน (Contingencies) และหากมีเหตุฉุกเฉนดังกล่าว ระบบจะมีการปรับปรุงแผนระหว่างบิน สำหรับแผนการบินอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง



รูปที่ 165 กระบวนการช่วง Tactical

6.6.Post – Flight

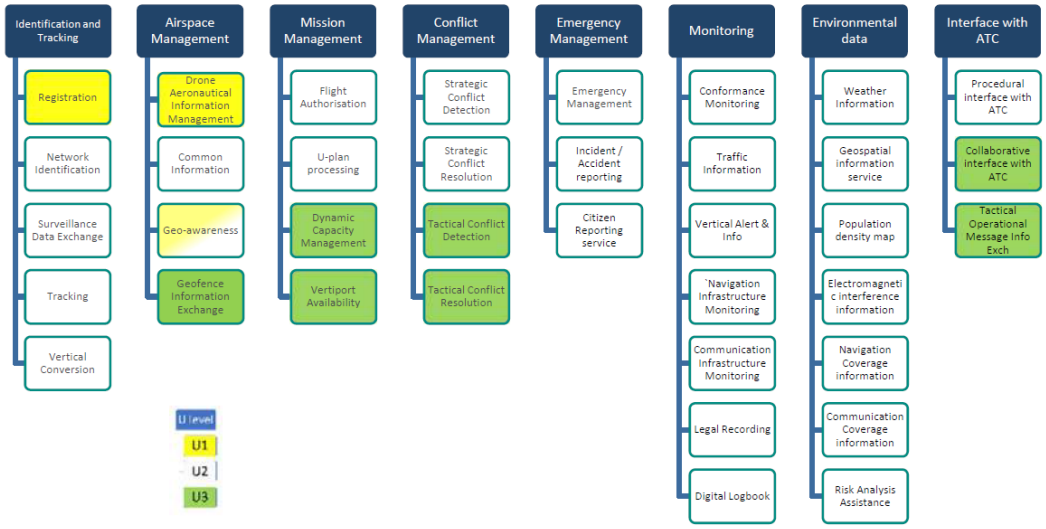
จัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบิน เพื่อใช้ในทางกฎหมาย ต่อไป เช่น

- การสืบค้นสาเหตุอุบัติเหตุ

- การสืบค้นอาชญากรรม
- ประเมินคุณภาพบริการการบิน
- การวิจัยและพัฒนาในอนาคต

7. การพัฒนาระบบ UTM

บริการต่าง ๆ ที่จะมีในระบบ UTM ของ U – Space เป็นไปตามรูปที่ 166 ซึ่งสีเหลืองคือ ระดับ U1 สีขาว ระดับ U2 และ สีเขียวระดับ U3 ซึ่งในการวิจัยนี้จะเน้นไปที่การพัฒนาระดับ U1 ถ้าหากพิจารณาถึงบริการต่าง ของ U – Space จะพบว่าต้องไปถึงระดับ U3 จึงจะมีการทำงานร่วมกันระหว่าง UTM และ ATM



รูปที่ 166 บริการในระบบ U - space

ในการพัฒนาระบบ Amethyst ของคณะผู้วิจัยได้นำบริการต่าง ๆ ของ U – Space มาใช้ในการพัฒนา ดังแสดงในรูปที่ 167 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) รายละเอียดบริการ กลุ่ม Identification Service

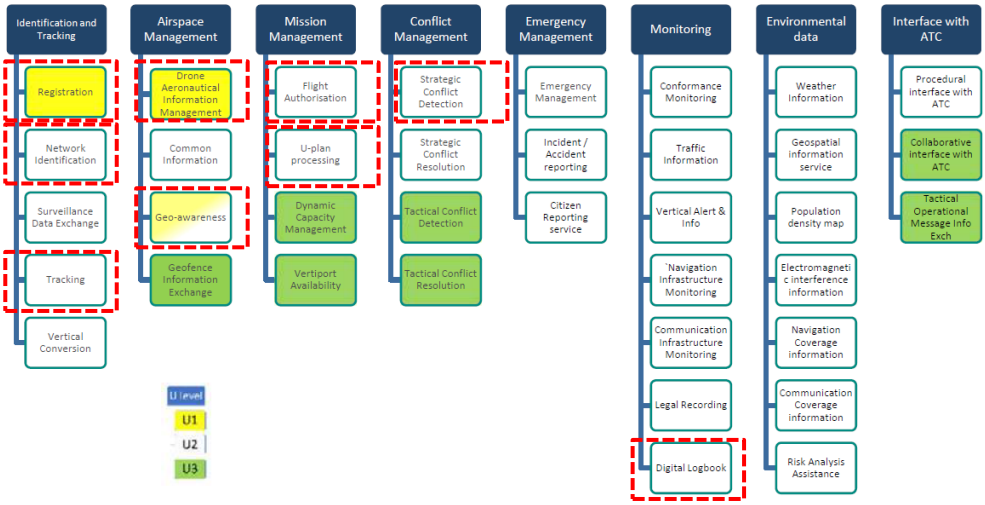
- Registration
  - การขึ้นทะเบียนโดรน โดยบุคคล, นิติบุคคล* เพื่อเป็น Drone Operator
  - การขึ้นทะเบียนนักบิน ประเภททั่วไป
- Network Identification
  - อุปกรณ์ Remote ID แบบ Network รองรับการสื่อสารทุกเครือข่ายในไทย*
  - การยืนยันตัวตนขึ้นทะเบียน Remote ID และการผูกรีโมตไอดี*
- Tracking
  - การนำข้อมูลจาก Remote ID มาแสดงผล
  - ระบบแสดงผล โดย รักษาความเป็นส่วนตัวของผู้บินโดรน (ตามมาตรฐาน ASTM)*

2) รายละเอียดบริการ กลุ่ม Airspace Management

- Drone Aeronautical Information Management
  - การผสานประกาศข้อมูลห้วงอากาศพื้นที่การบินต่าง ๆ เข้าระบบ
  - การสร้างพื้นที่สำหรับ ภารกิจเฉพาะ เช่น SAR
- Geo–awareness
  - การนำพื้นที่การบิน ต่าง ๆ ส่งต่อให้ผู้บินโดรนรับทราบ

3) รายละเอียดบริการ กลุ่ม Mission Management

- Flight Authorisation
  - ระบบสำหรับขออนุญาตแผนประเภทไม่ใช่ Open
  - การยกเลิกแผนที่ได้อนุมัติไปแล้ว แบบ Open*
- U-plan processing
  - การประเมินแผนการบินที่เป็นแบบ Open สามารถบินได้



รูปที่ 167 บริการที่มีในระบบ Amethyst

8. การ Demonstration ระบบ Amethyst

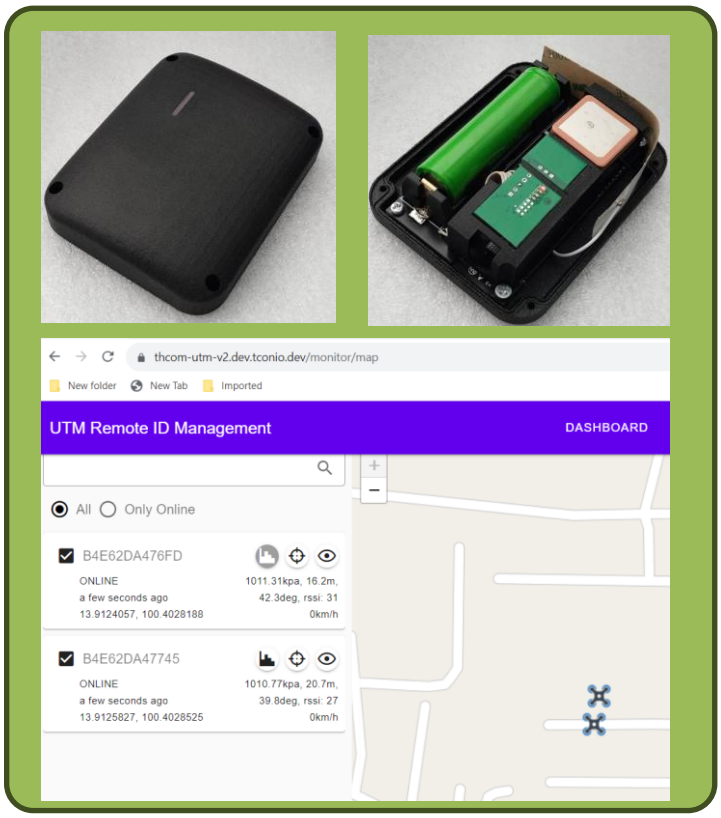
การ Demonstration ระบบ Amethyst แบ่งออกเป็น 5 หัวข้อดังนี้

8.1.การลงทะเบียนโดรน และเป็น Drone Operator กรณีเป็นนิติบุคคล

การลงนิติบุคคลเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับบุคคลทั่วไป แต่ไม่สามารถใช้งานการลงทะเบียนเป็นนักบินได้ (ไม่ได้เป็นบุคคล) และเพื่อให้สามารถบินโดรนที่ได้ลงทะเบียนไว้ จำเป็นต้องอาศัยการรับผู้ที่เป็นนักบิน (บุคคลทั่วไป) เข้ามาใน account เพื่อทำการบิน

8.2.การลงทะเบียน Remote ID และการพัฒนาต้นแบบ Network Remote ID

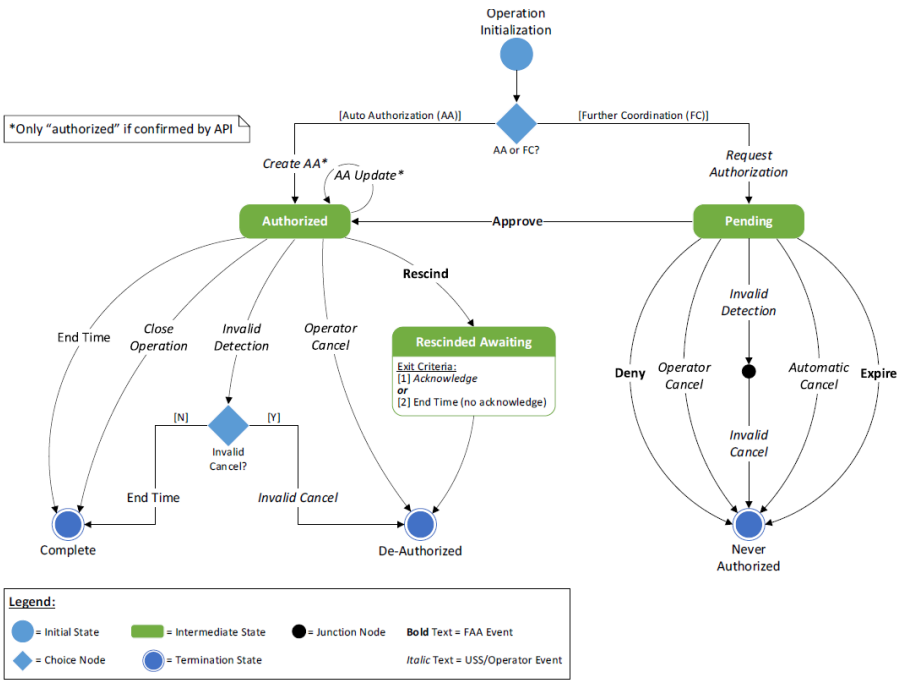
ในการสาธิตครั้งที่ผ่านมามีการสาธิตการลงทะเบียน Remote ID ในครั้งนี้มีการเพิ่มระบบการยืนยันการครอบครอง Network Remote ID เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ที่ทำการลงทะเบียนเป็นผู้ดำเนินการ Remote ID จริง นอกจากนี้ยังนำข้อเสนอแนะจากการจัด Focus Group มาพัฒนา โดยการพัฒนาให้ Network Remote ID สามารถสื่อสารบนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) ผ่านเครือข่ายต่าง ๆ ได้ทุกเครือข่ายในไทย โดยต้นแบบ Remote ID แสดงดังรูปที่ 168



รูปที่ 168 อุปกรณ์ต้นแบบ Network Remote ID สื่อสารผ่านระบบ Cellular

8.3.การจัดการกับแผนที่ได้รับการอนุมัติแล้ว (Pre-Tactical Phase)

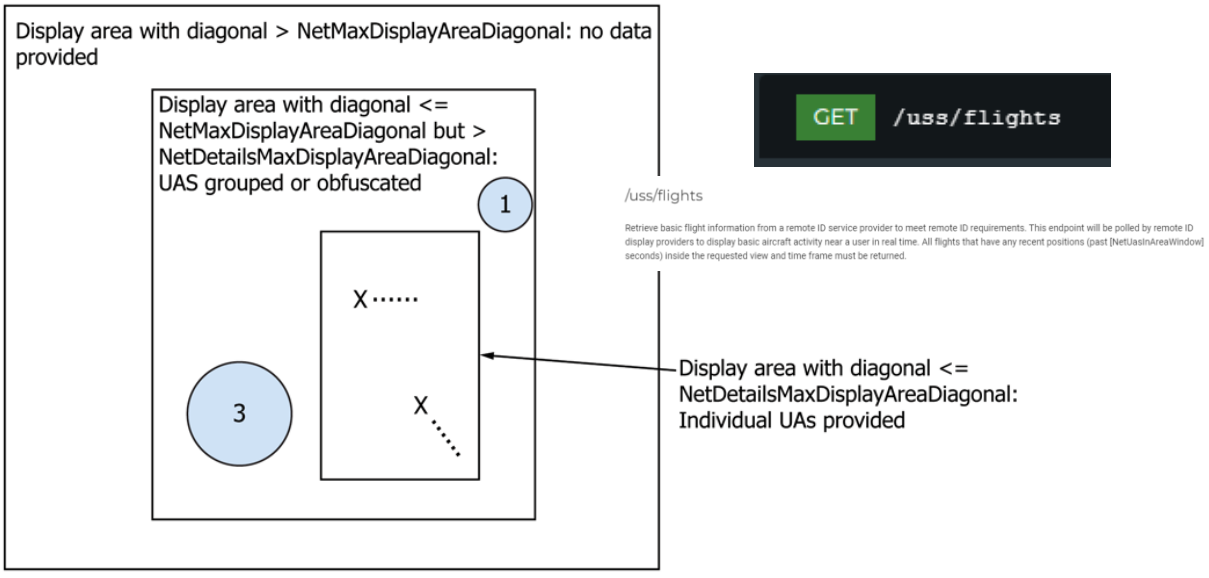
ในส่วนนี้เป็นการสาธิตการจัดการกับแผนที่มีการอนุมัติแล้ว และเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องด้วยเหตุผลต่างๆ โดยนำแนวคิดมาจากระบบ LAANC ดังแสดงในรูปที่ 169



รูปที่ 169 สถานะและกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นหลังจากการอนุมัติแผน

8.4. ระบบแสดงผลโดยรักษาความเป็นส่วนตัวของผู้บินโดรน

เนื่องจากในการลงทะเบียนใช้งานโดรนมีความจำเป็นต้องให้ข้อมูลส่วนตัว เพื่อแน่ใจว่าข้อมูลเหล่านี้จะไม่ถูกเปิดเผย ผู้พัฒนาระบบจึงดำเนินการตามมาตรฐาน ASTM F3411-22 ซึ่งจะมีการแสดงให้เห็นว่าได้ดำเนินการตามมาตรฐานดังกล่าวตามรูปที่ 170



รูปที่ 170 การจัดการข้อมูลความเป็นส่วนตัวตามมาตรฐาน ASTM

9. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ ภายในงาน Demonstration ครั้งที่ 2

1) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท BearCat AEL สอบถามว่า การประเมินความเสี่ยงก่อนบิน ใครเป็นผู้ประเมินและใช้หลักเกณฑ์อะไรในการประเมิน

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจงว่า ขณะนี้อยู่ในกระบวนการศึกษาอยู่การใช้มาตรฐาน SORA (Specific Operations Risk Assessment) ในการประเมินความเสี่ยงโดยผู้ทำการบินเอง โดยจะต้องมีกระบวนการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีการประเมินโดยใช้อคติส่วนบุคคล แต่อย่างไรก็ตามระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ยังไปไม่ถึงขั้นที่จะต้องมีการประเมินความเสี่ยงนี้

2) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท BearCat AEL สอบถามว่า ผู้ทำการบินจะรับข้อมูลการใช้ห้วงอากาศได้จากที่ไหน

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจงว่า ในระบบจะมีกาให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ และการใช้งานของอากาศยานไร้คนขับ แต่จะยังไม่มีข้อมูลของการใช้งานห้วงอากาศของอากาศยานที่มีคนขับ
ผู้แทน กพท. ชี้แจงเพิ่มเติมว่า การประเมินความเสี่ยงที่กล่าวถึงจะเป็นการประเมินความเสี่ยงสำหรับการทำการบินแบบ Specific เป็นหลัก โดย JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) ได้ออกแนวทางการประเมินความเสี่ยง ชื่อว่า SORA ซึ่งหน่วยงานที่กำกับดูแลมีหน้าที่ที่จะต้องให้ความรู้ในการประเมินความเสี่ยงแก่ผู้ใช้งาน โดยการประเมินความเสี่ยงจะถูกแบ่งเป็นส่วน ส่วนแรกคือ Standard Scenario จัดทำขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานที่อาจจะมีความยากหากต้องประเมินความเสี่ยงในทุกๆครั้งที่จะทำการบิน โดยผู้กำกับดูแลจะทำการประเมินความเสี่ยงให้ สำหรับกรณีการทำการบินที่มีการใช้งานบ่อยๆ เป็นการประเมินความเสี่ยงแบบสำเร็จรูป สามารถทำการบินได้เลย ส่วนที่สองคือ PDRA (Predefined Risk Assessment) เป็นการประเมินความเสี่ยงแบบกึ่งสำเร็จรูป ผู้ใช้งานมีหน้าที่ยื่นหลักฐานเข้ามาเพื่อขอทำการบิน ส่วนที่สามคือ Operational Authorisation ที่ผู้ทำการบินต้องเข้าใจหลักการประเมินความเสี่ยงและทำการประเมินเอง

3) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท BearCat AEL สอบถามว่า เราจะกำหนดความหนาแน่นของ ห้วงอากาศด้วยวิธีไหน

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจงว่า ค่าต่างๆ ใช้ระบุความหนาแน่นยังไม่มีความชัดเจน
ผู้แทน BearCat AEL ชี้แจงเพิ่มเติมว่า เห็นด้วยกับคำชี้แจงของผู้แทนคณะวิจัยฯ เนื่องจากการระบุความหนาแน่นของห้วงอากาศสำหรับอากาศนานที่มีคนขับก็ยังไม่มีความชัดเจน แม้ว่ามีการใช้งานห้วงอากาศมามากกว่า 100 ปีแล้วก็ตาม ถ้าในอนาคตมีการแยกการใช้งานห้วงอากาศระหว่างอากาศยานไร้คนขับและอากาศยานที่มีคนขับออกจากกันก็จะเป็นเรื่องหนึ่ง แต่ถ้ามีการใช้งานร่วมกัน ก็จะเกิดความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

4) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท BearCat AEL เมื่อมีการเปลี่ยนแผนการบินเกิดขึ้น การแจ้งเตือนว่ามีการเปลี่ยนแผนจะเป็นการสื่อสารระหว่างใครกับใคร และจะสั่งการผ่านการสื่อสารชนิดใด

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจงว่า ขึ้นอยู่กับเหตุที่จะเกิดขึ้นว่าเป็นการเจอกันระหว่างอากาศยานที่ไม่มีคนขับกับอากาศยานที่ไม่มีคนขับ หรืออากาศยานที่ไม่มีคนขับกับอากาศยานที่มีคนขับ ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตการวิจัยนี้

ผู้แทนจากบริษัท BearCat AEL ชี้แจงเพิ่มเติมว่า โดยปกติถ้ามีการใช้งาน ห้วงอากาศ Class A จะมีการควบคุมการจราจรทางอากาศ ซึ่งต้องมีช่องทางการสื่อสารระหว่างผู้ควบคุมการจราจรกับนักบิน ไม่ว่านักบินจะอยู่บนเครื่อง หรืออยู่นอกเครื่อง ซึ่งในส่วนของอากาศยานที่ไม่มีคนขับยังไม่มีช่องทางการสื่อสารในส่วนนี้ แต่ถ้าเป็นใช้งานในห้วงอากาศอื่นๆ หรือถ้ามีการจัดห้วงอากาศของอากาศยานที่ไม่มีคนขับที่ต่างออกไป ต้องมีการหารือว่าใครจะเป็นผู้จัดการการจราจรทางอากาศ

5) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท BearCat AEL สอบถามว่า ภาระกิจการ Research and Rescue เป็นการบินแบบ Open หรือ Specific

คำตอบ ผู้แทนจาก กพท. ชี้แจงว่า การบินแบบ Open เป็นไปตามที่กำหนดเท่านั้น หากทำภารกิจ Search and Rescue แล้วเกินกว่าข้อกำหนดสำหรับการบินแบบ Open ก็ต้องทำการขอบินแบบ Specific ซึ่งโดยปกติหากเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะพิจารณาอนุมัติให้รวดเร็วเป็นพิเศษ แต่ไม่ละเลยประเด็นความปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้นได้

ผู้แทนจากบริษัท BearCat AEL ชี้แจงเพิ่มเติมว่า โดยปกติถ้ามีการใช้งาน ห้วงอากาศ Class A จะมีการควบคุมการจราจรทางอากาศ ซึ่งต้องมีช่องทางการสื่อสารระหว่างผู้ควบคุมการจราจรกับนักบิน ไม่ว่านักบินจะอยู่บนเครื่อง หรืออยู่นอกเครื่อง ซึ่งในส่วนของอากาศยานที่ไม่มีคนขับยังไม่มีช่องทางการสื่อสารในส่วนนี้ แต่ถ้าเป็นใช้งานในห้วงอากาศอื่นๆ หรือถ้ามีการจัดห้วงอากาศของอากาศยานที่ไม่มีคนขับที่ต่างออกไป ต้องมีการหารือว่าใครจะเป็นผู้จัดการการจราจรทางอากาศ

ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจงว่า ส่วนของภารกิจที่จะแสดงในการสาธิตครั้งต่อๆไปนั้น ทำขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน แต่ในรายละเอียดที่ลึกลงไปของการทำภารกิจนั้นจะเป็นหน้าที่ของผู้มีอำนาจในการอนุญาตให้ทำการบิน และจะทำการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการพัฒนาระบบต่อๆไป

6) **ข้อเสนอนะ** ผู้แทนจากบริษัท BearCat AEL เสนอว่าเขตพื้นที่ห้ามบินมีเวลาที่หนดไว้ ถ้าหากสามารถแสดงพื้นที่ห้ามบินตามเวลาจริงได้จะเป็นประโยชน์มากขึ้น

7) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท BearCat AEL สอบถามว่า ทำไมถึงเลือกใช้คำว่า Flight Authorization ไม่ใช้คำว่า Approval โดยปกติกในทางการบินจะคำว่า Approve เพราะโดยปกติการได้รับ Flight Authorization จะไม่ได้หมายความว่าสามารถทำการบินได้ ต้องได้รับ Approve ก่อน และถ้าหากมีการรวมกันของ อากาศยานที่ไม่มีคนขับกับระบบการบินที่มีอยู่ก็น่าจะต้องใช้คำศัพท์เหมือนกัน

8) **คำตอบ** ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจงว่า คำศัพท์ที่เลือกใช้ในงานนี้อ้างอิงตามเอกสารของทาง

ผู้แทนจากบริษัท BearCat AEL ชี้แจงเพิ่มเติมว่า ในอนาคต ICAO น่าจะมีการจัดการคำศัพท์ที่ใช้ให้สอดคล้องกันทั้งหมด

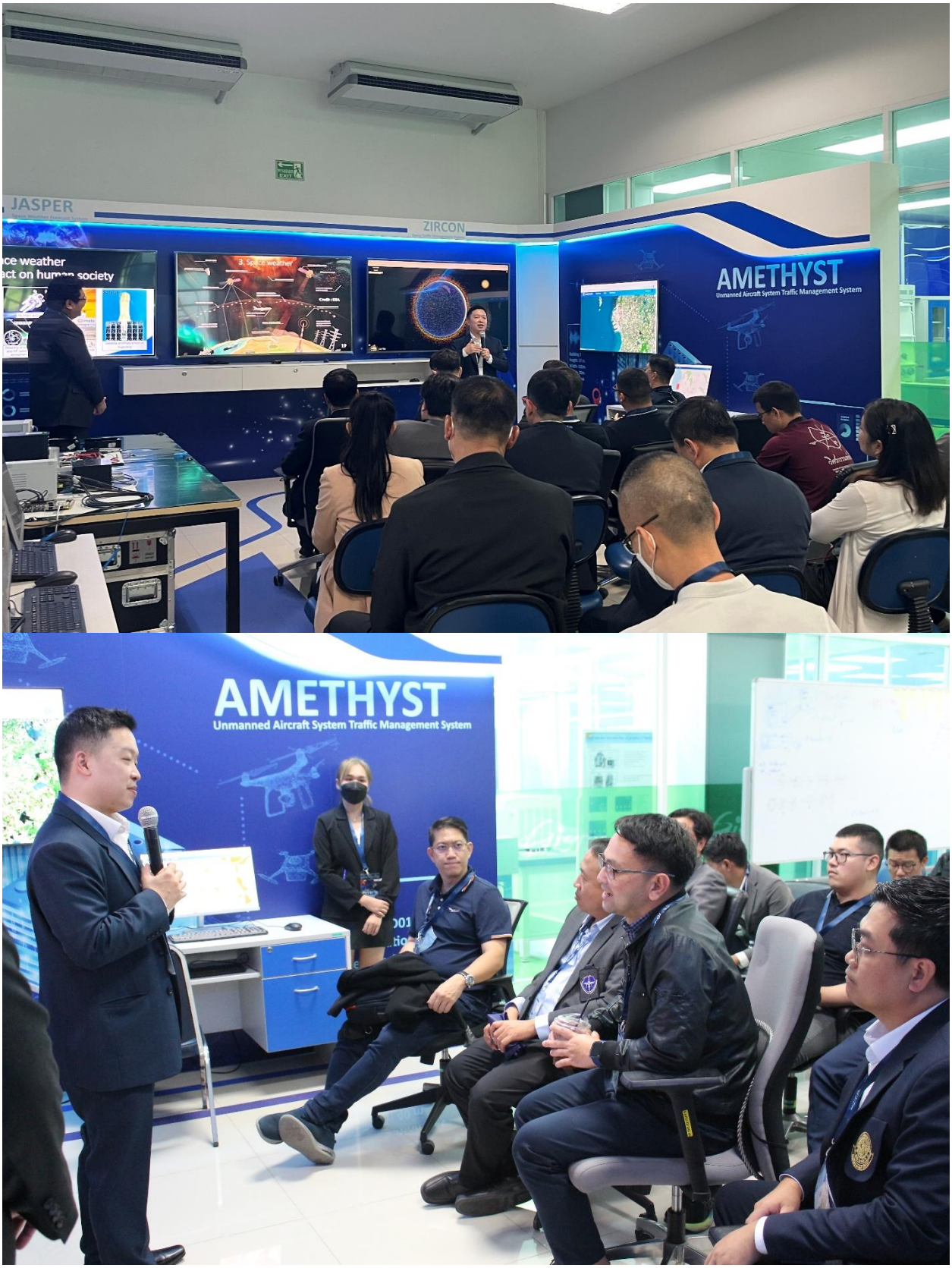
9) **ข้อเสนอนะ** ผู้แทนจาก กพท. เสนอว่าการบินแบบ Open หมานถึงการบินที่ไม่จำเป็นต้องขออนุญาตก่อนการทำการบิน ส่วนที่ต้องมีการขออนุญาตนั้นจะเป็นการบิน แบบ Specific ขึ้นไป

ผู้แทนคณะวิจัยฯ ชี้แจงว่า ในการนำเสนออาจมีการใช้คำที่ทำให้เกิดการเข้าใจผิดได้ ความมุ่งหมายของระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อ เป็นตัวช่วยในการตรวจสอบว่าผู้ทำการบินสามารถบินได้อย่างถูกต้องหรือไม่ และถ้า

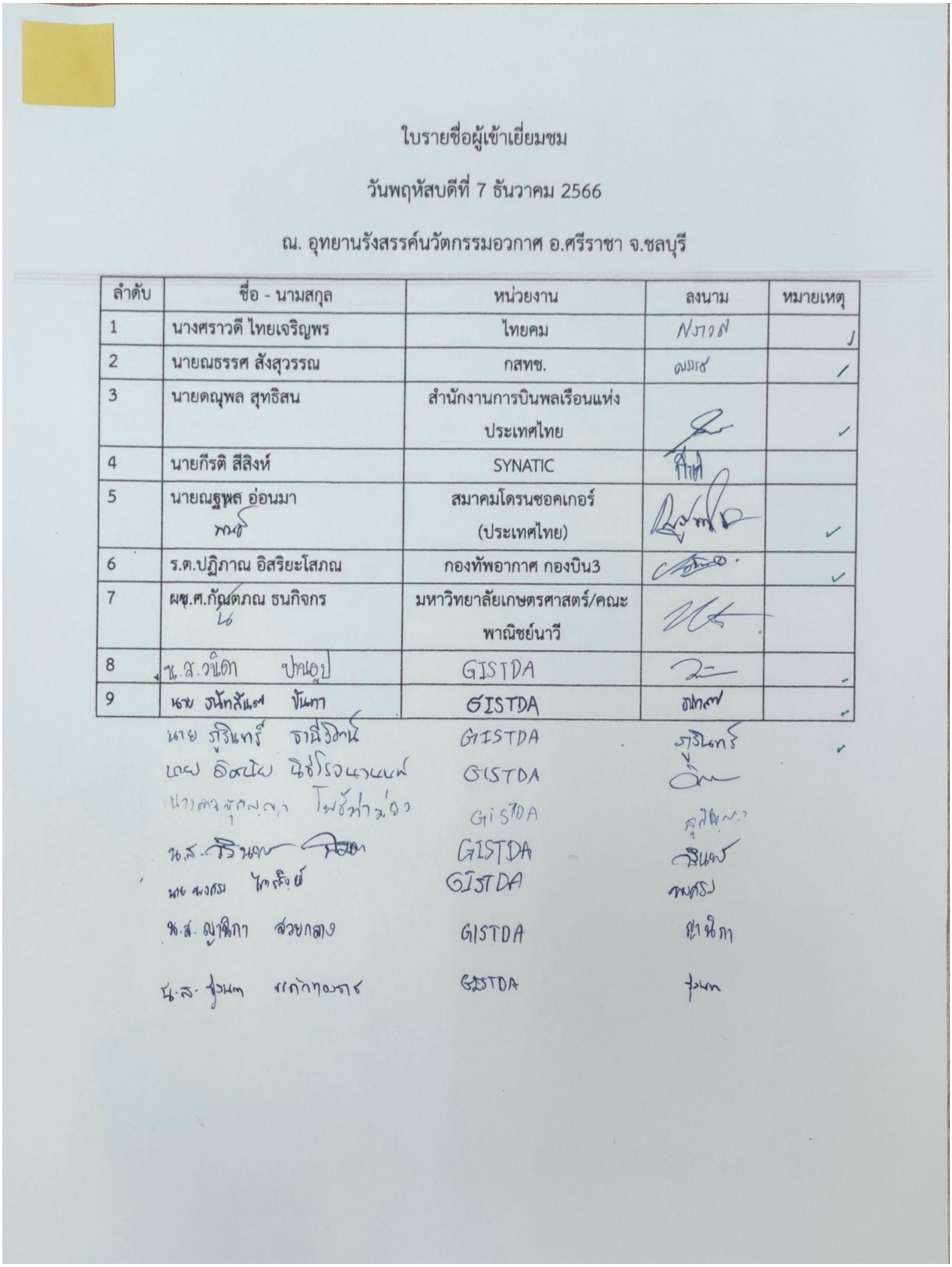
หากมีเกตุฉุกเฉินเกิดขึ้นจะเป็นช่องทางในการสื่อสารให้ผู้ที่ทำการบินรับรู้ สำหรับข้อเสนอจะนำไปปรับปรุงในครั้งต่อๆไป

ประมวลภาพงาน Demonstration ครั้งที่ 2

GISTDA
BTFP


JASPER
ZIRCON
AMETHYST
Unmanned Aircraft System Traffic Management System
AMETHYST
Unmanned Aircraft System Traffic Management System

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Demonstration ครั้งที่ 2



ใบรายชื่อผู้เข้าเยี่ยมชม

วันพฤหัสบดีที่ 7 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางศราวดี ไทยเจริญพร	ไทยคม		
2	นายณธรรศ สังสุวรรณ	กสทช.		
3	นายดณุพล สุทธิสน	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
4	นายกีรติ สีสิงห์	SYNATIC		
5	นายณฐพล อ่อนมา	สมาคมโดรนชอคเกอร์ (ประเทศไทย)		
6	ร.ต.ปฏิภาณ อิสริยะโสภณ	กองทัพอากาศ กองบิน3		
7	ผช.ศ.กัณฑ์ภณ ธนกิจกร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะพาณิชย์นาวี		
8	น.ส.วนิดา ปานอุป	GISTDA		
9	นาย จันทสันต์ ขันทา	GISTDA		
	นาย รัฐินทร์ ธานีวิภาน์	GISTDA		
	นาย อิสระ นิชโรจนานนท์	GISTDA		
	นางสาวพัชญา โพธิ์ทำม่วง	GISTDA		
	น.ส. [illegible]	GISTDA		
	นาย พงศกร ไกรริงษ์	GISTDA		
	น.ส. ญาณิกา สวยกลาง	GISTDA		
	น.ส. [illegible]	GISTDA		

ใบรายชื่อผู้เข้าเยี่ยมชม

วันพฤหัสบดีที่ 7 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางสาวฉัตรเพชร บุญยเกตุ	ไทยคม		
2	นายอดุลย์ วิเศษบุปผา	กสทช.		
3	นายฉัตรชัย ปั่นตระกูล	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
4	~~นายจรรยวรรธน์ ชาติอนุลักษณ์~~ นางสาวนิรชา ออนมา	สมาคมโดรนซอคเกอร์ (ประเทศไทย)	นิรชา	
5	ผศ.ดร.ภ.พึ่งบุญ ปานศิลา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะวิทยาศาสตร์		
6	น.ท.สรรเสริญ เจริญธรรม	กองทัพอากาศ กองบิน3		
7	นาวาตรี ศรุต พ่วงรักษา	กองเรือยุทธการ		
8	นายนภดล พริ้งวณิชย์	Bearcat AEL		
9	กุลาภรณ์ ธูประกูล	สมาคมโดรนซอคเกอร์		

ใบรายชื่อผู้เข้าเยี่ยมชม

วันพฤหัสบดีที่ 7 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นายกิตติคุณ ปานเอม	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
2	นางสาวนรีกานต์ อ่วมแป้ม	กสทช.		
3	นางสาวรตนพร สารีขาว	กสทช.		
4	นายภูริศร์ สมแก้ว	SYNATIC		
5	เรือโท ณพล โกศลสุรเสนีย์	กองเรือยุทธการ		
6	นายรัฐพล สาครสินธุ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะวิศวกรรมศาสตร์		
7	น.อ.รศ.ดร.เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
8		Thai Ai		
9		Thai Ai		

ใบรายชื่อผู้เข้าเยี่ยมชม

วันพฤหัสบดีที่ 7 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	Thai Sky Vision	เปรมกมล	
2	Dr.Ammarin Daranpob	SkyVIV	อัมรินทร์	
3	นายอนล ไพศาล	Emone	Anon P.	
4	ผศ.ดร.วรสิทธิ ศรีบุญ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะวิทยาศาสตร์	วรสิทธิ์	
5	ผศ.ดร.พรรณศักดิ์ เอี่ยมรักษา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะพาณิชย์นาวี		
6	น.อ.ศ.ดร.ประสาทพร วงษ์คำช้าง	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย	น.อ.ประสาทพร	
7	น.ต.ญ.ธนิตาเมศร์ ภัทรมนตรีสม อดีต กสป. ดีเด่นโครงการ	ทอ.	ธนิตาเมศร์	
8				
9				

การหารือและแจ้งกำหนดเพื่อเตรียมความพร้อมการ Demonstration

วันพฤหัสบดีที่ 7 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นายกิตติคุณ ปานเอม	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
2	นางสาวนรีกานต์ อ่วมแป้ม	กสทช.		
3	นางสาวรตนพร สารีขาว	กสทช.		
4	นายภูริศร์ สมแก้ว	SYNATIC		
5	เรือโท ณพล โกศลสุรเสนีย์	กองเรือยุทธการ		
6	นายรัฐพล สาครสินธุ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะวิศวกรรมศาสตร์		
7	น.อ.รศ.ดร.เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
8		ThaiAi		
9		ThaiAi		

การหารือและแจ้งกำหนดเพื่อเตรียมความพร้อมการ Demonstration

วันพฤหัสบดีที่ 7 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางศราวดี ไทยเจริญพร	ไทยคม		
2	นายณธรรศ สังสุวรรณ	กสทช.		
3	นายดณุพล สุทธิสน	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
4	นายกีรติ สีสิงห์	SYNATIC		
5	นายณฐพล อ่อนมา	สมาคมโดรนซอคเกอร์ (ประเทศไทย)		
6	ร.ต.ปฏิภาณ อิสริยะโสภณ	กองทัพอากาศ กองบิน3		
7	ผช.ศ.กัญตภณ ธนกิจกร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะพาณิชย์นาวี		
8		GISTDA		
9		GISTDA		
		GISTDA		
		GISTDA		
		GISTDA		
		GISTDA		
		GISTDA		
		GISTDA		

การหารือและแจ้งกำหนดเพื่อเตรียมความพร้อมการ Demonstration

วันพฤหัสบดีที่ 7 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางสาวฉัตรเพชร บุญยเกตุ	ไทยคม		
2	นายอดุลย์ วิเศษบุปผา	กสทช.		
3	นายฉัตรชัย ปั่นตระกูล	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
4	~~นายจรรยวรรธน์ ชาติอนุลักษณ์~~ นางสาวณิรา ออหมา	สมาคมโดรนซอคเกอร์ (ประเทศไทย)		
5	ผศ.ดร.ภ.พึ่งบุญ ปานศิลา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะวิทยาศาสตร์		
6	น.ท.สรรเสริญ เจริญธรรม	กองทัพอากาศ กองบิน3		
7	นาวาตรี ศรุต พ่วงรักษา	กองเรือยุทธการ		
8	นายนภดล พริ้งวณิชย์	Bearcat AEL		
9	วราวรรณ์ ชูหระกุล	สมาคมโดรนซอคเกอร์		

การหารือและแจ้งกำหนดเพื่อเตรียมความพร้อมการ Demonstration

วันพฤหัสบดีที่ 7 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	Thai Sky Vision		
2	Dr.Ammarin Daranpob	SkyVIV		✓
3	นายอนล ไพศาล	Emone		
4	ผศ.ดร.วรสิทธิ ศรีบุญ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะวิทยาศาสตร์		✓
5	ผศ.ดร.พรรณศักดิ์ เอี่ยมรักษา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะพาณิชย์นาวี		
6	น.อ.ศ.ดร.ประสาทพร วงษ์คำช้าง	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
7	พอ.ดร.ธนัทมศร์ ภัทรณรงค์ชัย อดีต กคป.ด้านพาณิชย์			
8				
9				

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Demonstration

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 2

วันพฤหัสบดีที่ 8 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางศราวดี ไทยเจริญพร	ไทยคม		
2	นายณธรรศ สังสุวรรณ	กสทช.		
3	นายดณุพล สุทธิสน	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
4	นายกีรติ สีสิงห์	SYNATIC		
5	นายณฐพล อ่อนมา	สมาคมโดรนซอคเกอร์ (ประเทศไทย)		
6	ร.ต.ปฏิภาณ อิสริยะโสภณ	กองทัพอากาศ กองบิน3		
7	ผช.ศ.กัณฑ์ภณ ธนกิจกร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะพาณิชย์นาวี		
8	น.ส. วนิดา ปานอยู่	GISTDA		
9	นาย อนันทวัน ขำดา	GISTDA		
	นาย ภูวิเดช ธาณีรัมย์	GISTDA		
	น.ส. ศิรินุช ศิริยศา	GISTDA		
	นายสาธุกิจ โพธิ์ทอง	GISTDA		
	นาย อิสริย นิธิโรจนเมฆ	GISTDA		
	น.ส. ญาณิกา ชอบกลาง	GISTDA	ญาณิกา	
	นาย ผงคุธร ไกสิงห์	GISTDA		
	น.ส. ปุณยนุช กฤษณะรา	GISTDA		

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Demonstration

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 2

วันพฤหัสบดีที่ 8 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นายกิตติคุณ ปานเอม	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
2	นางสาวนรีกานต์ อ่วมแป้ม	กสทช.		
3	นางสาวรตนพร สารีขาว	กสทช.		
4	นายภูริศร์ สมแก้ว	SYNATIC		
5	เรือโท ณพล โกศลสุรเสนีย์	กองเรือยุทธการ		
6	นายรัฐพล สาครสินธุ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะวิศวกรรมศาสตร์		
7	น.อ.รศ.ดร.เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
8		Thai Ai		
9		Thai Ai		

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Demonstration

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 2

วันพฤหัสบดีที่ 8 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางสาวฉัตรเพชร บุญยเกตุ	ไทยคม		
2	นายอดุลย์ วิเศษบุปผา	กสทช.		
3	นายฉัตรชัย ปั่นตระกูล	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
4	~~นายจรรยาวรรธน์ ชาติอนุลักษณ์~~ นางสาวนันธา อ่อนมา	สมาคมโดรนซอคเกอร์ (ประเทศไทย)		
5	ผศ.ดร.ภ.พึ่งบุญ ปานศิลา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะวิทยาศาสตร์		
6	น.ท.สรรเสริญ เจริญธรรม	กองทัพอากาศ กองบิน3		
7	นาวาตรี ศรุต พ่วงรักษา	กองเรือยุทธการ		
8	นายนภดล พริ้งวณิชย์	Bearcat AEL		
9	วราภรณ์ ธรระกุล	สมาคมโดรนซอคเกอร์		

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Demonstration

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 2

วันพฤหัสบดีที่ 8 ธันวาคม 2566

ณ. อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	Thai Sky Vision		
2	Dr.Ammarin Daranpob	SkyVIV		
3	นายอนล ไพศาล	Emone		
4	ผศ.ดร.วรสิทธิ ศรีบุญ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะวิทยาศาสตร์		
5	ผศ.ดร.พรรณศักดิ์ เอี่ยมรักษา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/คณะพาณิชย์นาวี		
6	น.อ.ศ.ดร.ประสาทพร วงษ์คำช้าง	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
7	พอ.ดร.อนันทเมศร์ สัทธนวงศ์วัฒน์	อดีต กสป. สำนักโทรคม		
8				
9				

รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 3
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ณ สถานีบริการภาคพื้นดินไทยคม อ.ลาดหลุมแก้ว จ.ปทุมธานี

วันศุกร์ที่ 2 มกราคม 2567

บทสรุปผู้บริหาร

ปัจจุบันการใช้งานอากาศยานไร้คนขับเพิ่มขึ้นอย่างมาก แม้ว่าในประเทศไทยยังไม่มีระบบการจัดการการจราจรอากาศยานไร้คนขับ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องหลักที่สำคัญในการควบคุมการใช้งานอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทยคือ สำนักงานการบินพลเรือน (กพท.) และสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) โดยโครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (กทปส.)

ในระหว่างการดำเนินงาน ได้มีการจัดการประชุมกลุ่มย่อยทั้งหมด 4 ครั้ง เพื่อนำเสนองานวิจัยและรับฟังคำแนะนำจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในหลายฝ่าย และได้มีการสาธิตการใช้งานระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับจำนวน 2 ครั้ง

ในแต่ละครั้งของการประชุม มีคำถามและคำแนะนำจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจากหลายฝ่าย ซึ่งทีมวิจัยได้นำคำแนะนำมาปรับปรุงและเพิ่มเติมการศึกษาและวิจัย จนถึงการสาธิตในครั้งที่ 3 ที่จัดขึ้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2567 ณ สถานีบริการภาคพื้นดินไทยคม อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี

ในครั้งนี้มีการบรรยายการสาธิต " Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" โดย ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต ซึ่งมีเนื้อหาโดยสังเขปดังนี้

การใช้งานระบบ UTM ที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถแยกเป็น 9 Use cases ดังนี้

- Use case 1 : ประชาชน/นิติบุคคล ทั่วไปต้องการเป็นผู้ใช้งานระบบ AMETHYST
- Use case 2 : ผู้ใช้งานระบบ AMETHYST ต้องการดูการบินอากาศยานไร้คนขับในบริเวณใกล้เคียง
- Use case 3 : ผู้ใช้งานระบบ AMETHYST ต้องการสำรวจพื้นที่ทำการบิน
- Use case 5 : ผู้ใช้งานระบบ AMETHYST ต้องการเป็นนักบิน
- Use case 6 : ผู้ดำเนินการ เพิ่ม/ถอน นักบินในสังกัด
- Use case 7 : ผู้ดำเนินการ เพิ่ม/ผูก Module Remote ID
- Use case 8 : ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Open
- Use case 9 : ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Specific (เพื่อถ่ายภาพหรือสำรวจอาคาร)

หลังจากมีแผนการบินเกิดขึ้น จึงมีส่วนของการบริหารแผนการบินอากาศยานไร้คนขับ มาช่วยในการจัดการ โดยมีการอ้างอิงจาก FAA (Federal Aviation Administration) ซึ่งระบบสามารถอนุมัติแผนการบินแบบ Specific ที่เป็นไปตาม standard scenario โดยอัตโนมัติหากผู้ขอแผนปฏิบัติตามข้อกำหนด ถ้าหากอยู่นอกเหนือจากนี้ระบบจะส่งต่อให้ผู้มีอำนาจในการพิจารณาอนุมัติแผนการบิน

หลังจากนั้นมีการเสนอผลการทดสอบ Network Remote ID ที่ได้พัฒนาขึ้นโดยมีการทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการบอกตำแหน่งสองการทดสอบดังนี้

- ทดสอบการระบุตำแหน่งโดยคำนวณระยะห่างของ 2 ตำแหน่งเทียบกับระยะห่างที่วัดได้จากตลับเมตร โดยผลต่างที่ได้จากการทดสอบอยู่ที่ 0.72 เมตร
- ทดสอบการระบุตำแหน่ง โดยเทียบกับการระบุตำแหน่งจากโมดูล RTK ซึ่งมีความแม่นยำในการระบุตำแหน่งสูง โดยความต่างของการระบุตำแหน่งเฉลี่ยที่ประมาณ 3 เมตร

จากนั้นมีการให้ผู้เข้าร่วมการประชุมได้ทดสอบระบบ UTM ที่ได้มีการเพิ่มระบบการแสดงพื้นที่การบินหรับประชาชนทั่วไป และการขอแผนการบินแบบ Specific ที่เป็นไปตาม Standard Scenario .หลังจากนั้นทำการทดสอบความถูกต้องในการระบุตำแหน่งของ Network Remote ID ภาคสนาม ซึ่งเป็นการทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการระบุตำแหน่ง โดยผลที่ได้สอดคล้องกับผลการทดสอบข้างต้น

การจัดสาธิต Demonstration “Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง
การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

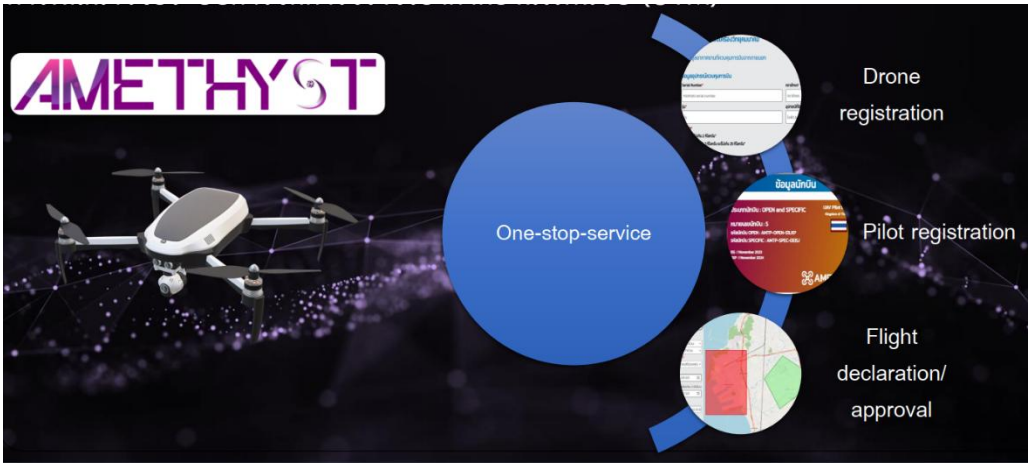
ขอบเขตโครงการวิจัยของการพัฒนาวิจัยระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) แสดงในรูปที่ 171 ประกอบด้วยการลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ (Drone registration) การลงทะเบียนนักบิน (Pilot registration) และส่วนของการขออนุญาตบินและการอนุมัติการบิน (Flight declaration/approval)

นอกเหนือจากการวิจัยและพัฒนาทางด้านซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์แล้ว ยังมีการวิจัยและพัฒนาฮาร์ดแวร์ Network Remote ID โดยได้พัฒนาให้สามารถส่งข้อมูลผ่านระบบ Cellar Network ดังในรูปที่ 172 โดยอุปกรณ์สามารถบอกตำแหน่ง พิกัด และระดับความสูงของอากาศยานไร้คนขับ แบ่งเป็น Remote ID เชื่อมต่อด้วยเครือข่าย Cellular network จำนวน 30 ชิ้น และ Remote ID เชื่อมต่อผ่านดาวเทียม จำนวน 5 ชิ้น ซึ่งเป็นระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication) การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation) และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)

1. สรุปภาพรวม จากงาน Demonstration ครั้งที่ 2

งาน Demonstration ครั้งที่ 2 ที่ได้นำเสนอภาพสมบูรณ์ของ ของ U-Space และการแสดงการส่งข้อมูลของ Remote ID ผ่านเครือข่าย โทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ให้บริการในประเทศไทย ทั้ง 3 เครือข่าย การใช้งาน Remote ID แบบ Broadcast เพื่อมาเชื่อมกับต่อกับระบบ UTM ที่ได้ถูกทำการวิจัยและพัฒนาขึ้นมา และการ Monitor อากาศยานไร้คนขับที่บินในบริเวณข้างเคียง โดยการแสดงผลเป็นไปตามมาตรฐาน USTM ซึ่งทางทีมวิจัยและพัฒนาได้รับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมความสามารถในการทำงานของระบบ AMETHYST จากผู้ร่วมประชุม ดังนี้

1) ควรมีการเพิ่มเติมการนำเสนอ Concept of Operation ของระบบ AMETHYST
2) มีการวิเคราะห์ค่าความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของโมดูล GNSS ของอุปกรณ์ Remote ID
3) มีการวิเคราะห์ค่า Latency ของการส่งข้อมูลของ Remote ID

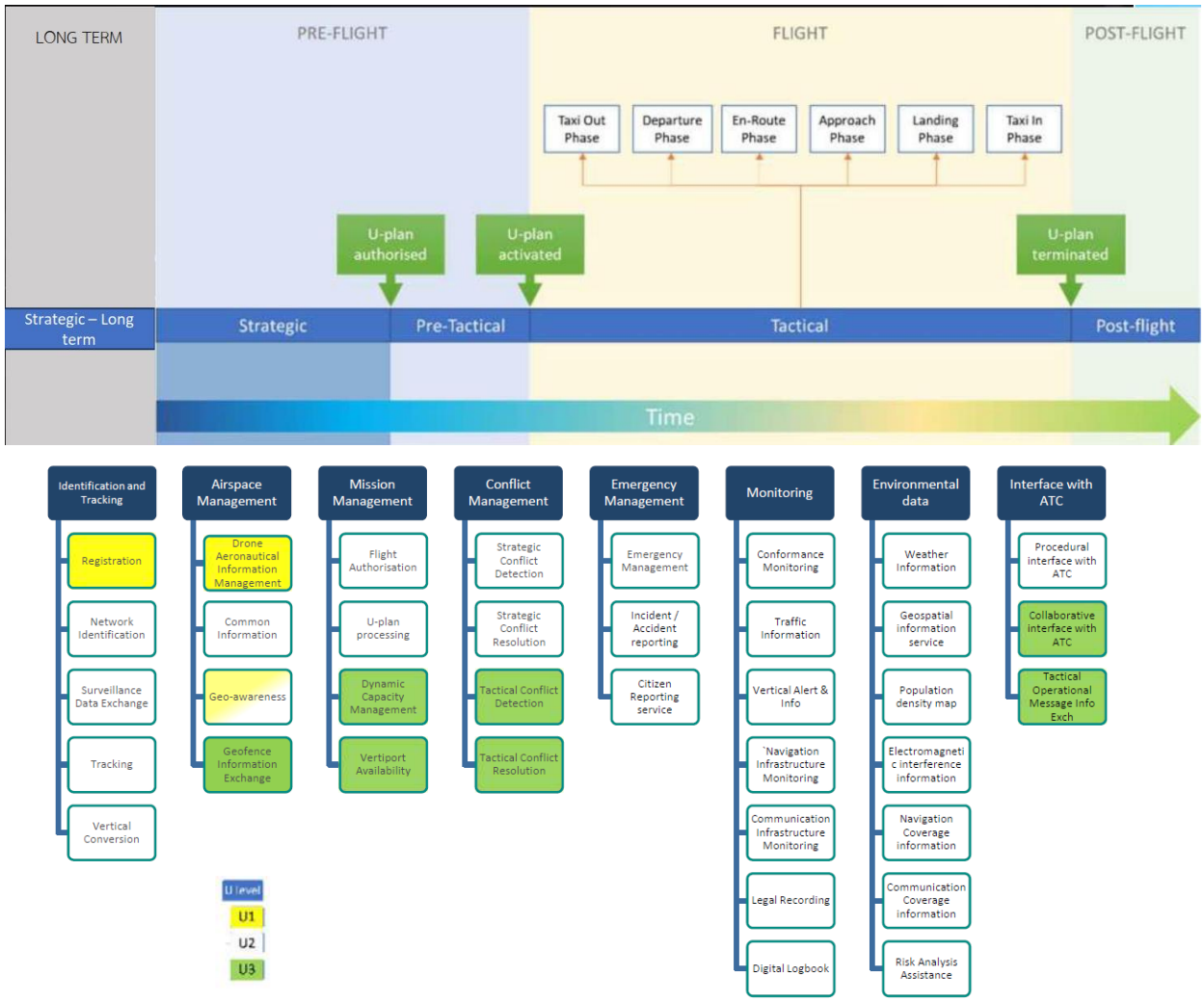


รูปที่ 171 ขอบเขตโครงการวิจัยการพัฒนาวิจัยระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) จากงาน Demonstration ครั้งที่ 2

รูปที่ 172 ต้นแบบอุปกรณ์ Network Remote ID

1.1.ภาพสมบูรณ์ของระบบ UTM

รูปที่ 173 อธิบายภาพสมบูรณ์ของระบบ UTM ตาม U-Space โดยระบบ UTM คือระบบที่จัดการตั้งแต่ช่วง Long term (Strategic – Long term) (อ้างอิงชื่อมาจาก U-Space) ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกมาตรฐานอากาศยานไร้คนขับ การติดตั้งอุปกรณ์ และการตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ จนถึงช่วง Pre-flight คือช่วงก่อนขึ้นบินระยะสั้น เช่นการสร้างแผนการบินต่าง ๆ โดยการขออนุญาตขึ้นบินมี 2 ระยะ คือ Strategic และ Pre-Tactical จนขึ้นบินตามตารางบิน และสุดท้ายคือช่วง Post-flight ที่จะมีการเก็บข้อมูลการบิน เพื่อใช้ในการประเมินการทำงานที่ผ่านมาจากการขึ้นบิน และภาพรวมตั้งแต่ต้นจนจบของการบิน



รูปที่ 173 ภาพสมบูรณ์ของระบบ UTM ตาม U-Space

โดย U-Space ได้กำหนดบริการทั้งหมดที่ควรจะมีสำหรับระบบ UTM โดยได้แบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม พร้อมกับออกแบบลำดับการพัฒนาระบบ โดยเริ่มจากกรอบสีเหลือง ในภาพที่ 3 เป็นส่วนแรกที่ควรเริ่มพัฒนาก่อน เช่น การลงทะเบียน (Registration) การให้ข้อมูลเกี่ยวกับการบิน (Drone Aeronautical Information Management) และการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ Geo-awareness ส่วนในระยะยาวคือการรวมระบบ UTM เข้ากับ ATM

1.2.Concept of Operation ของระบบ AMETHYST

จากรูปที่ 174 ผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ Amethyst แบ่งออกเป็น ผู้ใช้งานอากาศยาน ซึ่งประกอบไปด้วย นักบินและโอเปอเรเตอร์ และประชาชนทั่วไปซึ่งเป็นส่วนสำคัญ เนื่องจากระบบจะเกิดขึ้นได้จริงต้องได้รับการยอมรับจากประชาชนทั่วไป ทั้งด้านของความปลอดภัยเมื่อบินผ่านชุมชน ด้านของเสียงรบกวน หรือมาตรการใด ๆ ที่ประชาชนควรรับรู้รับทราบ และที่สำคัญคือผู้กำกับดูแลควบคุมการใช้งานห้วงอากาศ ดังนั้นข้อมูลต่าง ๆ ที่ระบบใช้งานจึงมีความเกี่ยวข้องกับระบบโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ และมีแนวคิดว่าระบบ UTM ควรเป็นระบบที่สามารถติดต่อกันเองได้ ถ้าหากมีผู้ให้บริการรายอื่นเข้ามาภายในประเทศ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน

ระหว่างผู้ให้บริการต่าง ๆ และมีการจัดการที่ครอบคลุม เพื่อให้เข้าใจถึงระบบ จึงได้อธิบายแนวคิดเหล่านี้ออกมาเป็น Use case ทั้งหมด 9 Use cases ดังนี้

Use case 1 : ประชาชน/นิติบุคคล ทั่วไปต้องการเป็นผู้ใช้งานระบบ AMETHYST สามารถสมัครสมาชิกของระบบได้ ไม่ว่าจะเป็นนิติบุคคลหรือบุคคลทั่วไป

Use case 2 : ผู้ใช้งานระบบ AMETHYST ต้องการดูการบินอากาศยานไร้คนขับในบริเวณใกล้เคียง

หลังจากเป็นสมาชิกแล้ว สามารถตรวจสอบการบินอากาศยานไร้คนขับในละแวกใกล้เคียง เช่นต้องการดูการรุกล้ำพื้นที่ส่วนบุคคล เป็นต้น ซึ่งความสามารถนี้ได้ถูกนำเสนอในงาน Demonstration ครั้งที่ 2 ที่ผ่านมา โดยในตัวอย่างมีการตั้งกรอบไว้ในบริเวณพื้นที่อำเภอศรีราชา ซึ่งจะเห็นตำแหน่งอากาศยานไร้คนขับพื้นที่ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นส่วนตัวของผู้บินอากาศยานไร้คนขับด้วย

Use case 3 : ผู้ใช้งานระบบ AMETHYST ต้องการสำรวจพื้นที่ทำการบิน

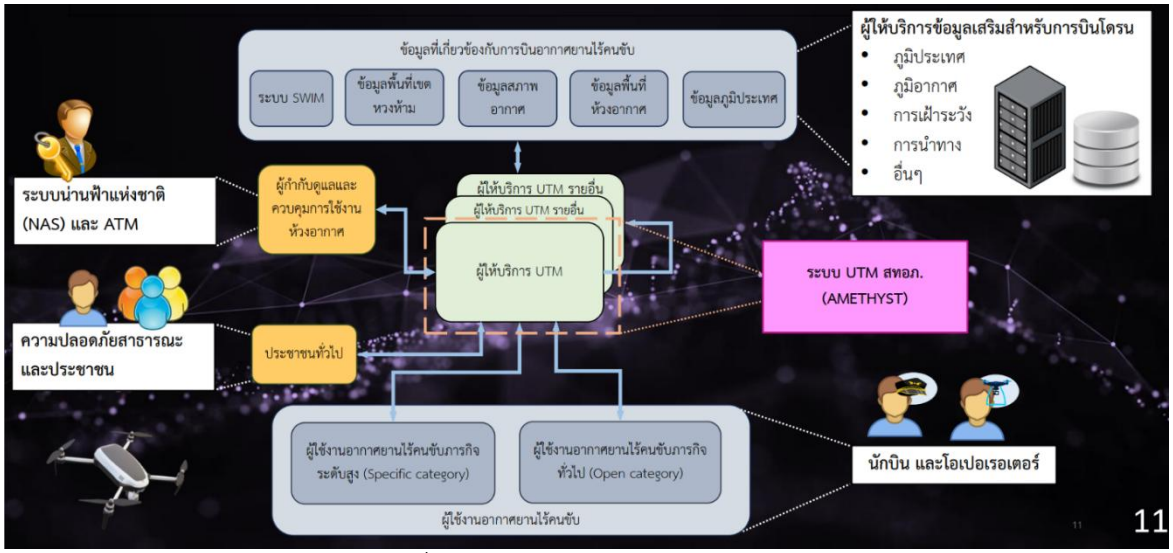
หากผู้ใช้งานในระบบต้องการทราบถึงสภาพการใช้งานห้วงอากาศระบบของเราจะทำการรวบรวมข้อมูลและแจ้งให้ประชาชนทั่วไปรับทราบ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้น

Use case 4 : ผู้ใช้งานระบบ AMETHYST ต้องการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ

ผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับ จำเป็นต้องลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับและผู้ครอบครองตามกฎหมาย ระบบจะช่วยนำข้อมูลที่ผู้ใช้งานลงทะเบียนส่งต่อให้ผู้ที่มีอำนาจในการพิจารณา (Regulator) และนำผลการพิจารณามาใช้งานต่อ กล่าวคือระบบจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางของระบบการลงทะเบียน

Use case 5 : ผู้ใช้งานระบบ AMETHYST ต้องการเป็นนักบิน

ผู้ที่จะทำการบินต้องรับรู้รับทราบถึงกติกาการบินอากาศยานไร้คนขับเบื้องต้น และมีความสามารถในการบิน จึงต้องมีการยืนยันตัวตน ในอนาคตอาจจะต้องถูกกำกับดูแลด้วยมาตรฐานความปลอดภัยที่สูงขึ้น ผู้ใช้งานอาจจะต้องส่งข้อมูลยืนยันการเป็นนักบินในระบบ หลังจากนั้นระบบจะตรวจสอบและปรับตำแหน่งขึ้นเป็นนักบินอากาศยานไร้คนขับ



รูปที่ 174 การทำงานของระบบ UTM

Use case 6 : ผู้ดำเนินการ เพิ่ม/ถอน นักบินในสังกัด

ระบบช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ดำเนินการ เช่นผู้ดำเนินการสามารถเชิญนักบินเข้ามาในสังกัดได้ และทั้งนักบินและผู้ดำเนินการสามารถถอนออกจากสังกัดเช่นกัน

Use case 7 : ผู้ดำเนินการ เพิ่ม/ผูก Module Remote ID

ผู้ดำเนินการกรอกข้อมูล Remote ID เพื่อยืนยันตัวตนกับอากาศยานไร้คนขับลำที่ผู้ดำเนินการต้องการใช้งาน และส่งข้อมูล Remote ID เข้าระบบ และหลังจากนั้นระบบจะทำการยืนยัน Remote ID

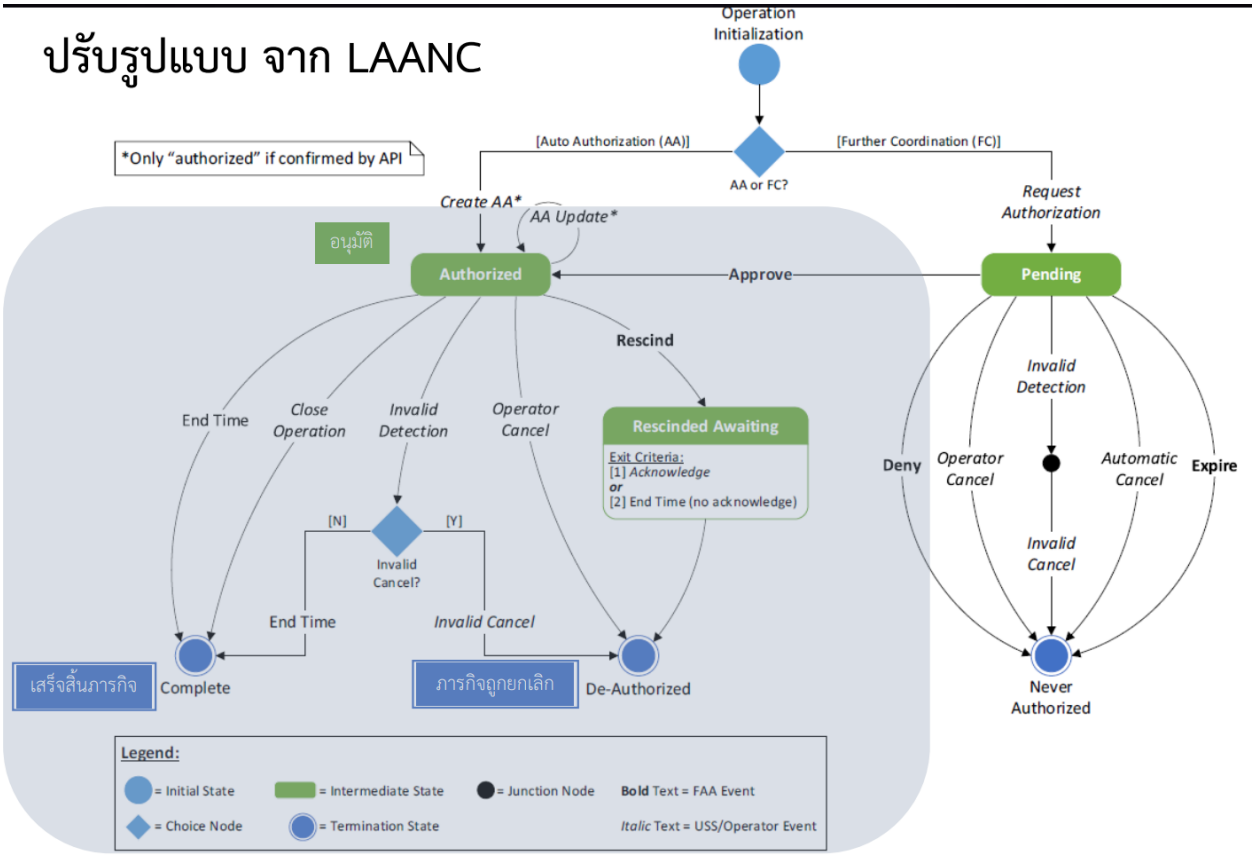
Use case 8 : ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Open

ความสามารถนี้ถูกออกแบบมาเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือประชาชนทั่วไปที่ต้องการบินอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งระบบจะช่วยประเมินแผนการบินว่าเป็นไปแบบ Open หรือไม่ โดยผู้ดำเนินการจะต้องระบุรายละเอียดแผนการบิน ระบุวัตถุประสงค์ หลังจากนั้นระบบจะแจ้งผลการประเมิน และผู้ดำเนินการสามารถทำการบันทึกในระบบเพื่ออ้างอิงได้

Use case 9 : ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Specific (เพื่อถ่ายภาพหรือสำรวจอาคาร)

สำหรับความสามารถนี้ได้รับคำแนะนำให้มีการประเมินการทำการบินอากาศยานไร้คนขับหากเข้าข่ายเพื่อการเพื่อถ่ายภาพหรือสำรวจอาคารระบบจะต้องส่งข้อมูลให้ผู้มีอำนาจในการอนุญาตบินอากาศยานไร้คนขับพิจารณา โดยผู้ดำเนินการระบุรายละเอียดแผนการบิน หลังจากนั้นระบบจะแจ้งผลการประเมินแบบ Specific และผู้ดำเนินการจะต้องยอมรับเงื่อนไขการปฏิบัติการ

หลังจากมีการขอแผนการบิน ระบบจะทำการบริหารแผนการบิน โดยมีการอ้างอิงจาก FAA (Federal Aviation Administration) ดังแสดงในรูปที่ 175 ซึ่งระบบสามารถอนุมัติแผนการบินแบบ Specific ที่เป็นไปตาม standard scenario ได้โดยอัตโนมัติหากผู้ขอแผนปฏิบัติตามข้อกำหนด และถ้าหากอยู่นอกเหนือจากนี้ระบบจะส่งต่อให้ผู้มีอำนาจในการพิจารณาอนุมัติแผนการบินต่อไป นอกจากนี้ระบบยังช่วงในการพิจารณา แผนการบินแบบ Open โดยถ้าหากการขอแผนการบินเป็นไปตามข้องกำหนดให้ทำการบินแบบ Open ก็สามารถทำการบินได้เลย และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น ระบบจะมีการแจ้งเตือนหรือทำการยกเลิกแผนการบินที่ได้มีการขอไว้



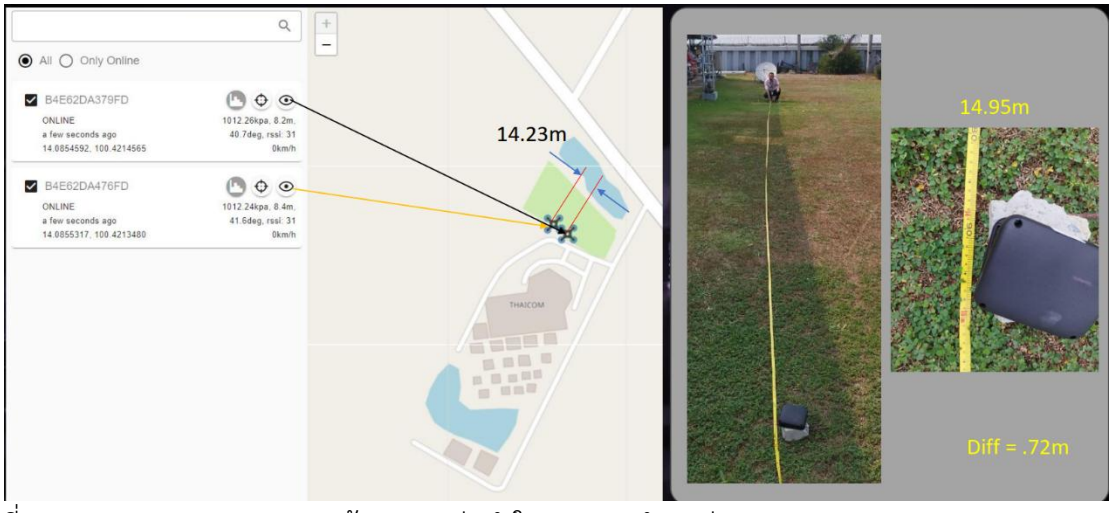
รูปที่ 175 การบริหารแผนการบินอากาศยานไร้คนขับ

2. ผลการทดสอบ Network Remote ID

การทดสอบ Network Remote ID จะเป็นการทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการระบุตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 176 โดยทำการทดสอบที่สนามหญ้าในบริเวณไทยคม ระบบจะทำการระบุตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับโดยระบุพิกัดละติจูด ลองจิจูด และความสูงค่าต่าง

2.1.การทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการระบุตำแหน่ง: Case 1

การทดสอบแรกเป็นการนำ Network Remote ID วางลงบนพื้น 2 ตำแหน่งและคำนวณหาระยะห่างระหว่าง 2 ตำแหน่ง จากนั้นนำค่าที่ได้เทียบกับการวัดระยะจริงจากตลับเมตร และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของระยะห่างที่ได้จากทั้ง 2 วิธี ดังแสดงในรูปที่ 177 โดยค่าระยะห่างจากการคำนวณโดยใช้ตำแหน่งที่ระบุโดย Network Remote ID มีค่าประมาณ 14.23 เมตร เมื่อเทียบกับการวัดระยะจริงจากตลับเมตรได้ค่าเท่ากับ 14.95 เมตร พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนที่ประมาณ 0.72 เมตร



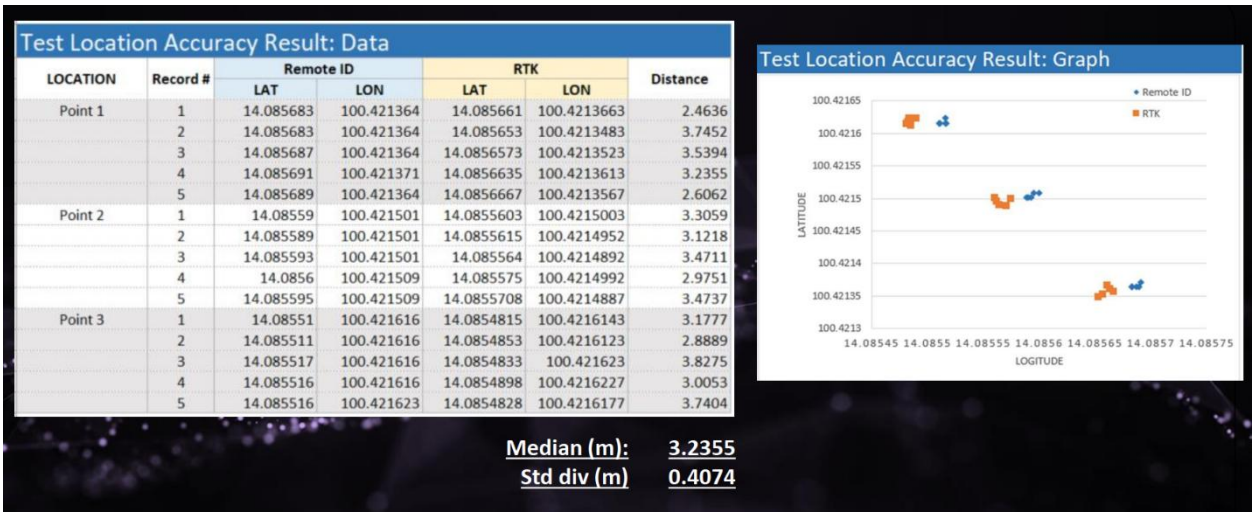
รูปที่ 176 ผลการทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการระบุตำแหน่งของ Network Remote ID : Case 1

2.2.การทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการระบุตำแหน่ง: Case 2

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการระบุตำแหน่ง โดยการนำ Network Remote ID ไปติดตั้งกับอากาศยานไร้คนขับและทำการบินจริง โดยอาศัยตำแหน่งอ้างอิงจากตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับที่มีการใช้โมดูล RTK เป็นค่ามาตรฐานในการทดลอง ซึ่ง RTK เป็นระบบที่สามารถระบุตำแหน่งได้แม่นยำในระดับเซนติเมตร จากนั้นเปรียบเทียบค่าที่ได้ในการระบุตำแหน่งของทั้งสองวิธี พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของการระบุตำแหน่งห่างกันประมาณ 3 เมตร และมีค่าการกระจายตัว ประมาณ 40 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 177

3. การทดสอบระบบ

ในการทดสอบระบบได้มีการให้ผู้เข้าร่วมการประชุมทดลองใช้งานระบบ UTM ที่ได้จัดทำขึ้น โดยมีรูปแบบการใช้งานเพิ่มติมดังนี้



Test Location Accuracy Result: Data

LOCATION	Record #	Remote ID		RTK		Distance
		LAT	LON	LAT	LON	
Point 1	1	14.085683	100.421364	14.085661	100.4213663	2.4636
	2	14.085683	100.421364	14.085653	100.4213483	3.7452
	3	14.085687	100.421364	14.0856573	100.4213523	3.5394
	4	14.085691	100.421371	14.0856635	100.4213613	3.2355
	5	14.085689	100.421364	14.0856667	100.4213567	2.6062
Point 2	1	14.08559	100.421501	14.0855603	100.4215003	3.3059
	2	14.085589	100.421501	14.0855615	100.4214952	3.1218
	3	14.085593	100.421501	14.085564	100.4214892	3.4711
	4	14.0856	100.421509	14.085575	100.4214992	2.9751
	5	14.085595	100.421509	14.0855708	100.4214887	3.4737
Point 3	1	14.08551	100.421616	14.0854815	100.4216143	3.1777
	2	14.085511	100.421616	14.0854853	100.4216123	2.8889
	3	14.085517	100.421616	14.0854833	100.421623	3.8275
	4	14.085516	100.421616	14.0854898	100.4216227	3.0053
	5	14.085516	100.421623	14.0854828	100.4216177	3.7404

Median (m): 3.2355
Std div (m) 0.4074

รูปที่ 177 ผลการทดสอบการทดสอบความถูกต้องและแม่นยำในการระบุตำแหน่งของ Network Remote ID : Case 2

- การแสดงพื้นที่ทำการบินสำหรับประชาชนทั่วไป
- การขอแผนการบินแบบ Specific ที่เป็นไปตาม Standard Scenario
- การใช้งานระบบทั้งหมดที่ได้เคยสาธิตการใช้งานในครั้งที่ผ่านมา

4. การทดสอบภาคสนาม

การทดสอบภาคสนามเป็นการทดสอบความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของ Network Remote ID โดยนำ Network Remote ID ติดตั้งไว้กับอากาศยานไร้คนขับ และเปรียบเทียบกับการระบุตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับโดยใช้โมดูล RTK เช่นเดียวกับการทดลอง case 2 ที่กล่าวไปแล้วข้างต้น โดยทำการทดสอบที่ระดับความสูง 10 – 50 เมตร และเพิ่มระดับความสูงครั้งละ 10 เมตร ผลการทดสอบภาคสนามมีความสอดคล้องกับผลการทดสอบที่ระบุไว้แล้วข้างต้น

5. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ

1) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท ปตท. สอบถามเกี่ยวกับเรื่องค่าใช้จ่ายหากมีการใช้งาน Network Remote ID ว่าต้องมีการเสียค่าใช้จ่ายหรือไม่

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า สำหรับการพัฒนานี้ ต้องมีการเสียค่าใช้จ่ายแก่ผู้ให้บริการเครือข่าย

2) **คำถาม** ผู้แทน กสทช. สอบถามเกี่ยวกับแนวทางการรวมระบบ UTM กับระบบ ATM ว่ามีแนวทางอย่างไร

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า การรวมระบบ UTM และ ATM อยู่นอกเหนือขอบเขตการวิจัย แต่ได้มีการศึกษาแนวทางเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิจัยในปัจจุบัน ให้สามารถต่อยอดได้ในอนาคต

3) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท SkyViV ในฐานะผู้นำเข้าอุปกรณ์ ในปัจจุบันยังไม่มีการนำเข้าอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย 4G, 5G สอบถามเกี่ยวกับแผนการพัฒนาระบบที่จะมีการนำสิ่งที่มีอยู่แล้วมาใช้กับการพัฒนาในอนาคตได้อย่างไร

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ถ้าหากไม่คำนึงถึงกฎระเบียบ อากาศยานไร้คนขับที่มีประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลผ่านระบบ cellular สามารถส่งข้อมูลมาใช้งานร่วมกับระบบที่พัฒนาขึ้นได้ ซึ่งในการพัฒนาระบบขึ้นนั้นมีความตั้งใจให้ใช้กับผู้ให้บริการรายใดก็ได้

4) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท ปตท. สอบถามเกี่ยวกับกรณีที่ถ้าหากในพื้นที่มีผู้ใช้งานจำนวนมากจะมีผลกระทบต่อการใช้งาน Network remote ID หรือไม่

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า การใช้งานจำนวนมากมีผลต่อระบบ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการสื่อสารแบบ cellular ในการศึกษานี้มีการพัฒนาการใช้งานผ่านระบบดาวเทียมสำหรับพื้นที่ห่างไกล

   ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม ชี้แจงเพิ่มเติมว่าในฐานะผู้ให้บริการ ถ้าหากมีเหตุการณ์ที่มีการใช้งานจำนวนมาก จะมีการตั้งเสาสัญญาณเพิ่มเติมเพื่อรองรับการใช้งาน เพื่อเป็นการกำจัดข้อจำกัดของระบบ

5) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม สอบถามว่าถ้าหากมีอากาศยานไร้คนขับที่ไม่ได้มีการติดตั้ง Remote ID ทำการบินจะมีแนวทางดำเนินการอย่างไร

คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ได้รับคำถามนี้ในการประชุมครั้งที่ผ่านๆมาหลายครั้ง ในโครงการจะมีอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ที่ต้องการใช้งานอย่างถูกต้อง สำหรับส่วนที่ไม่ทำตามกฎ ทางคณะผู้วิจัยจะนำข้อเสนอแนะไปพิจารณาศึกษาต่อไป

6) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท ARV สอบถามว่าถ้าหากเครือข่าย cellular มีปัญหาจะมีการแก้ไขอย่างไรบ้าง เช่น มีการเก็บข้อมูลการบิน หรือไม่

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ระบบจะทำการเก็บข้อมูลการบินไว้และเมื่อเชื่อมต่อได้จะส่งข้อมูลเข้า network

7) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท ปตท. สอบถามว่าถ้าหากมีการขอแผนการบินพร้อมกันจะมีการจัดการอย่างไร

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ในปัจจุบันระบบจะแสดงแผนที่มีการขอไว้ก่อนให้กับผู้ที่ต้องการขอแผนได้รับทราบ และไม่อนุญาตให้ทำการบินในพื้นที่ที่ทับซ้อนกัน แม้จะบินคนละความสูงก็ตาม

8) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท ปตท. สอบถามว่าถ้าหากมีการบินนอกเหนือเวลาที่ขอแผนการบินบินไว้ ระบบจะมีการตรวจจับและแจ้งเตือนหรือไม่

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ระบบจะสามารถตรวจจับและเก็บบันทึกการบินไว้ได้ แต่ไม่มีการแจ้งเตือน

9) **คำถาม** ผู้แทนบริษัท SkyViV ในการทดสอบความถูกต้องของ Remote ID มีการทดสอบที่หลายระดับความสูงหรือไม่

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า มีการทดสอบที่หลายระดับความสูง สูงสุดที่ 50 เมตร

10) **คำถาม** ผู้แทน กสทช. สอบถามว่าใช้คลื่นความถี่อะไรใขการควบคุมอากาศยานไร้คนขับ

    คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ใช้คลื่นสัญญาณณที่ กสทช. อนุญาตคือ 2.4 GHz และ 5.8 GHz

11) **ข้อเสนอแนะ** ผู้แทนบริษัท SkyViV ชี้แจงเพิ่มเติมว่าระบบนำร่องในปัจจุบันที่ใช้งานอยู่คือ ADS-B ซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์ที่ติดตั้งอยู่กับอากาศยานไร้คนขับที่มีการนำเข้ามาและใช้งานอยู่

12) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท ARV สอบถามว่ามีการออกแบบระบบสำหรับการบินแบบ Autonomous หรือไม่

    คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ในปัจจุบันระบบจะไม่มีการแยกระหว่าง การบินแบบ Manual กับ Autonomous คือจะให้ทำการจองพื้นที่การบินเป็นบริเวณ แต่ในอนาคตที่จะมีการพัฒนาคือจะมีการกำหนดแผนการบินเป็นเส้นทาง แต่ในปัจจุบันยังเป็นระบบแบบพื้นฐาน

13) **ข้อเสนอแนะ** ผู้แทนจากบริษัท ARV อยากให้สามารถรองรับไฟล์ kml ได้

    คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ในปัจจุบันระบบได้มีการรองรับแล้ว

14) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท ปตท. สอบถามว่ามีการเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ขอกับการบินจริงหรือไม่

    คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า เป็นระบบที่จะมีการพัฒนาต่อไป

15) **คำถาม** ผู้แทน กสทช. สอบถามว่ามีเกณฑ์อย่างไรที่จะพิจารณาแผนว่าจะเป็น การพิจารณาแบบ Auto Authorization หรือจะเป็น Further Coordination

คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า สำหรับการบินที่เป็น Standard scenario จะเทียบเท่ากับ Further Coordination และสำหรับการบินแบบ Open จะสามารถทำการบินได้เลย เทียบเท่าการเป็น Auto Authorization และระบบจะเสนอให้ผู้ใช้บันทึกแผนการบิน โดยกระบวนการจัดการกับแผน เทียบเคียงมาจากการแผนการบินในระบบ LAANC ของ FAA

ประมวลภาพงาน Demonstration ครั้งที่ 3

Outline
1. สรุปภาพรวม Demonstration ครั้งที่ 2
1.1 ขอบเขตโครงการวิจัย
1.2 สรุปภาพรวม Demonstration 2 ครั้งที่ 2
2. Concept of Operation ของระบบ Amethyst
3. การ ฝึกอบรมระบบ Amethyst
4. ร่วมทดลองใช้งานระบบ AMETHYST

Outline
1. สรุปภาพรวม Demonstration ครั้งที่ 2
1.1 ขอบเขตโครงการวิจัย
1.2 สรุปภาพรวม Demonstration 2 ครั้งที่ 2
2. Concept of Operation ของระบบ Amethyst
3. การ ติดตั้งระบบ Amethyst
4. ร่วมทดลองใช้งานระบบ AMETHYST

THAICOM
HIGHEST HONORS

การจัดสาธิต Demonstration
"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
SkyVIV

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงานสัมมนา และการทดลองทดสอบระบบ

Demonstration "Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 3

ในวันศุกร์ที่ 2 กุมภาพันธ์ 2567 เวลา 09.00 – 15.00น.

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางศราวดี ไทยเจริญพร	ไทยคม		
2	นางสาวฉัตรเพชร บุณยเกตุ	ไทยคม		
3	นายเพชร ศิริวธรรม	ไทยคม		
4	นายกรณ์ รัตนถาวร	สำนักงาน กสทช.		
5	ดร.เอกรัฐ บุญภูงา	สำนักงาน กสทช.		
6	ดร.กิตติ วงศ์ถาวราวัฒน์	สำนักงาน กสทช.		
7	นายณัฐวุฒิ วานิช	สำนักงาน กสทช.		
8	นางสาวนรีการต์ อ่วมแป้น	สำนักงาน กสทช.		
9	นางสาวรตนพร สารีขาว	สำนักงาน กสทช.		
10	นายฐากูร สิริสุขโสภณ	สำนักงาน กสทช.		
11	นายสิรภพ กีรติชาญเดชา	สำนักงาน กสทช.		
12	นายสุกฤษฎิ์ ใจหาญ	สำนักงาน กสทช.		
13	นายดณุพล สุทธิสน	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
14	นายกิตติคุณ ปานเอม	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
15	นายวิวัฒน์วงค์ วิจิตรวาทการ	SkyVIV		
16	ดร.อัมรินทร์ ดรัณภพ	SkyVIV		
17	นายปิยะดล หิรัญจารุวงศ์	SkyVIV		
18	นายมณฑล อุดมพิทักษ์สุข	SkyVIV		
19	นายรุ่งโรจน์ บุญทศ	SkyVIV		
20	นายอนล ไพศาล	Emone		
21	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	Thai Sky Vision		
22	นายศุภวิชญ์ เสนานุรักษ์กุล	AI and Robotics ventures		
23	นางสาวศุจินธรา อำนาจปลูก	AI and Robotics ventures		
24	ดร.จิรายุส ไวยนันท์	ปตท.		
25	ว่าที่ร้อยตรี คมกฤช มิสเกตุ	ปตท.		

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
26	นายธนพงษ์ บุญเลี้ยง	ปตท.		
27	นายปรัชญ์ บุญเสนอ	ปตท.		
28	นาย ภูริศร์ สมแก้ว	SYNATIC		
29	นาย ภัทรพล ปรีเปรม	SYNATIC		
30	นายสิทธิพร ชาญนำสิน	สทอภ.		
31	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	สทอภ.		
32	นายพศวีร์ เสียงเย็น	สทอภ.		
33	นายศุภชัย ภูสมมา	สทอภ.		
34	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	สทอภ.		
35	นายประพัฒน์ วิริยะรุ่งเรืองชัย	สทอภ.		
36	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	สทอภ.		
37	นางสาวสุภิกา เสนาฤทธิ์	สทอภ.		
38	นายกนกพล สีเหลือง	สทอภ.		
39	นายบริรักษ์ กิจรัตนา	สทอภ.		
40	นางสาวอัจฉราภรณ์ บำรุงกิจ	สทอภ.		
41	นางสาวจารุวรรณ สุทธนะ	สทอภ.		
42	นายธนุธร ศรีโยธี	ARV		
43	นายเสถียร จิตปริชากุล	ThaiAi		
44	[illegible]	Thai Ai		
45	[illegible]	Thai Ai		
46	[illegible]	Thai AI		
47	[illegible]	Thai AI		
48	[illegible]	Thai AI		
49	[illegible]	Thaicom		
50	[illegible]	Thaicom		

รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 4
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ณ โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ เซ็นทรัลพลาซาลาดพร้าว จ.กรุงเทพฯ

วันจันทร์ที่ 11 มีนาคม 2567

บทสรุปผู้บริหาร

จากการประชุมกลุ่มย่อย 4 ครั้ง และการสาธิตระบบทั้ง 3 ครั้งที่ผ่านมา คณะผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมากมาย ซึ่งคณะผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นมาพิจารณาเพื่อใช้เป็นแนวทางการพัฒนาระบบ ในครั้งนี้การจัดการสาธิตได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วง ในช่วงแรกเป็นการบรรยายเรื่อง Uncrewed Traffic Management โดย Frank Erb, Director Market Development on UTM solutions จาก Thales Group เนื้อหาในการบรรยายสรุปดังนี้

- การใช้งานระบบ UTM ระดับภูมิภาคเพื่อจัดการอากาศยานไร้คนขับอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพเป็นไปได้
- การเปลี่ยนแปลงในตลาดในปี 2024 ที่มีการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน UTM และการมอบหมายให้ผู้ให้บริการเดินอากาศจัดการน่านฟ้าระดับความสูงต่ำ
- ศักยภาพในการเติบโตของอุตสาหกรรมอากาศยานไร้คนขับทั้งในระดับโลกและในประเทศไทย
- บทบาทสำคัญของเครื่องมือและนโยบาย UTM ในการส่งเสริมความปลอดภัยและการเติบโตของอุตสาหกรรมอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทย
- ความสำคัญของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นและการบูรณาการเทคโนโลยีสำหรับ UTM ในประเทศไทย
- นโยบายที่มุ่งเน้นการสนับสนุนการพัฒนาและการใช้งาน UTM ในอนาคตเพื่อสร้างสภาวะที่เป็นประโยชน์แก่ธุรกิจและการนำเทคโนโลยีมาใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพในประเทศไทย

หลังจากนั้นเป็นการบรรยายและสาธิตระบบโดย ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- การจัดการแผนการบินที่ใช้ในระบบ Amethyst ได้นำแนวทางมาจาก U-space, LAANC, และ ASTM F3548 – 21
- การขอแผนจะมีการลำดับความสำคัญของแผนการบิน โดยแผนที่มีความสำคัญสูงกว่าจะสามารถขอแผนทับแผนที่มีความสำคัญน้อยกว่าได้ และแผนที่มีความสำคัญน้อยกว่าจะถูกยกเลิก
- การให้ผู้เข้าร่วมงานได้ลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น

การบรรยายพิเศษเรื่อง
“Uncrewed Traffic Management Feasibility Study”

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง
การจัดสาธิต Demonstration
Uncrewed Traffic Management Feasibility Study”

Frank Erb

Director Market Development on UTM solutions

Thales Group

1. ข้อมูลเกี่ยวกับ Thales

Thales เป็นบริษัทนานาชาติจากฝรั่งเศส ซึ่งมีการดำเนินงานใน 68 ประเทศ และมีพนักงานมากกว่า 80,000 คน ทั่วโลก โดยมีความสนใจหลักใน 3 หัวข้อดังนี้

- Aerospace and Space
- Defence and Security
- Digital Identity and Security

Thales มีความเชี่ยวชาญในด้านการจัดการจราจรทางอากาศ และได้ดำเนินกิจการในไทยมาแล้ว 50 ปี โดยได้มีการร่วมมือกับ บริษัทวิทยุการบินในการจัดการจราจรทางอากาศในประเทศไทย นอกจากนี้ยังมีการร่วมมือกับบริษัทอื่นๆในด้านการคมนาคมและการทหารอีกด้วย

ในปัจจุบัน Thales ได้มีระบบที่รองรับการจัดการจราจรของอากาศยานไร้คนขับดังนี้

- TopSky - UAS Unmanned Traffic Management (UTM) compliant with European Standards
- UAS100 - Long Range surveillance drone (certified)
- ScaleFlyt - Remote ID: Identification & tracking, Antijamming: against interference and jamming threats, Geocaging: safe and secure long-range drone operations
- iDtect - Cooperative & Non-Cooperative Surveillance System of Systems
- EagleShield - C-UAV & Target Mitigation
- FlytX - Flight deck for aircraft, rotorcraft & eVTOL, Detect & Avoid Avionic

2. วัตถุประสงค์

การเติบโตอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทยได้นำไปสู่ความต้องการจัดการห้วงอากาศที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งระบบ UTM จะช่วยในการจัดการกับปัญหาด้านความปลอดภัยและปัญหาการจราจรที่เกิดจากจำนวนอากาศยานไร้คนขับที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และแง่มุมทางเทคนิคของการนำ UTM ไปใช้ในประเทศไทย โดยพิจารณาจากแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดในระดับสากล ซึ่งขอบเขตดังกล่าวประกอบด้วยการวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับ การเริ่มใช้ UTM ในยุโรป อเมริกา และเอเชียแปซิฟิก ตลอดจนการประเมินผู้ผลิตและผู้ปฏิบัติงานอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งเนื้อหาในรายงานที่จะจัดทำขึ้นมีหัวข้อดังนี้

- Introduction
- Regional UTM Initiatives
- Economic Business Models
- Implementation for Thailand
- Conclusion

3. ระเบียบวิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำรายงานนี้จะใช้เวลา 6 เดือนโดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

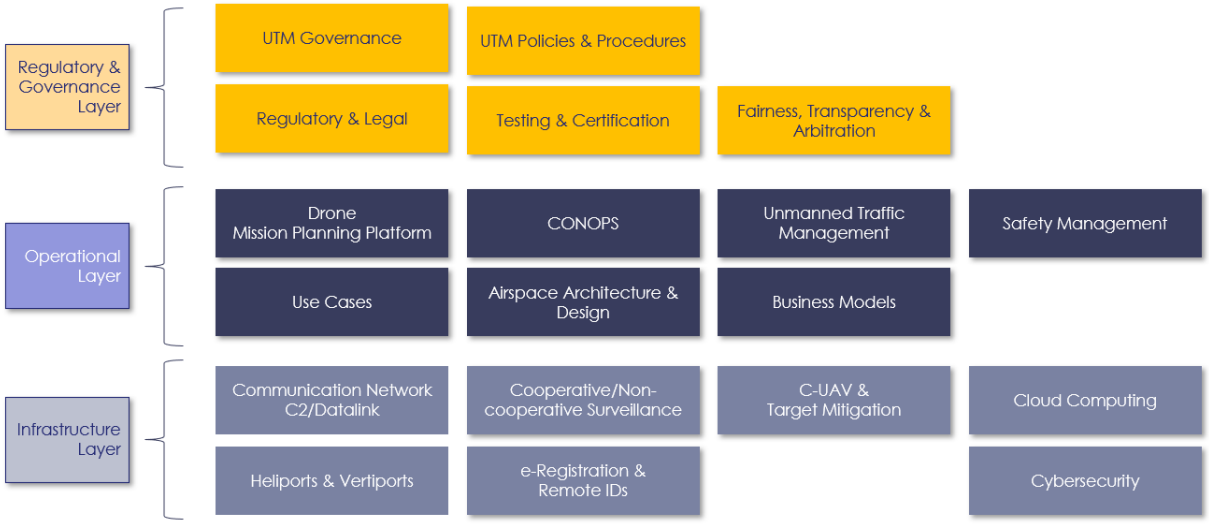
1) การสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและการเลือกโมเดลธุรกิจ
2) การรวบรวม การทบทวน และการวิเคราะห์ข้อมูล
3) บทวิจารณ์และข้อเสนอแนะ

ซึ่งในปัจจุบันอยู่ในขั้นที่ 2 ในรายงานนี้ จะอธิบายสมมติฐาน และการวิเคราะห์ที่นำไปสู่สิ่งที่ค้นพบในประเด็นต่าง ๆ โดยในการตั้งสมมติฐาน มีการนำ โครงสร้างธุรกิจและการกำกับดูแล มูลค่ารวมและการสร้างรายได้ กฎระเบียบและข้อบังคับ ไปใช้ในการพิจารณา

4. ผลการวิจัยเบื้องต้นและสถานการณ์ตลาด

4.1.ปัจจัยพื้นฐาน

ในการจัดการจราจรของอากาศยานไร้คนขับจำเป็นต้องมีองค์ประกอบเบื้องต้นดังแสดงในรูปที่ 178



รูปที่ 178 ผลจากการศึกษาเบื้องต้น

ซึ่งปัจจัยหลักในการจัดการจราจรของอกาศยานไร้คนขับ คือนโยบายจากภาครัฐและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากปัจจัยอื่น ๆ จะต้องสอดคล้องกับนโยบายและกฎหมายที่ได้มีการประกาศและบังคับใช้ โดยปัจจัยที่ 2 จะเป็นแนวทางการปฏิบัติในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ และปัจจัยสุดท้ายคือโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4.2.สถานการตลาด

ตลาดของการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับขยายตัวอย่างมาก ซึ่งเกิดจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการใช้อากาศยานไร้คนขับที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีความจำเป็นในการจัดการห้วงอากาศที่มีประสิทธิภาพ จากการวิจัยและการตลาดคาดการณ์ว่าตลาดการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ ทั่วโลกจะมีมูลค่าถึง 3.3 พันล้านดอลลาร์ภายในปี 2030 ตลาดซึ่งคาดว่าจะอยู่ที่ 791.2 ล้านดอลลาร์ในปี 2022 คาดว่าจะมีอัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้น (CAGR) ที่ 19.4% ระหว่างปี 2022 ถึง 2030

ที่ผ่านมา การที่ไม่มีการงานจริง ส่งผลให้เกิดการชะลอตัวของตลาด และทำให้บริษัทสตาร์ทอัพหลาย ๆ แห่งปิดตัวลง (Airmap, Skyward ฯลฯ) อย่างไรก็ตาม การเกิดขึ้นของ Urban Air Mobility (UAM) จะเป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนตลาดการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) นอกจากนี้หน่วยงานระดับชาติหลาย ๆ แห่ง ได้มีการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานสำหรับระบบ UTM และมอบหมายให้ผู้ควบคุมจราจรทางอากาศแห่งชาติ จัดการและดำเนินการควบคุมการจราจรในห้วงอากาศความสูงต่ำสำหรับการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ

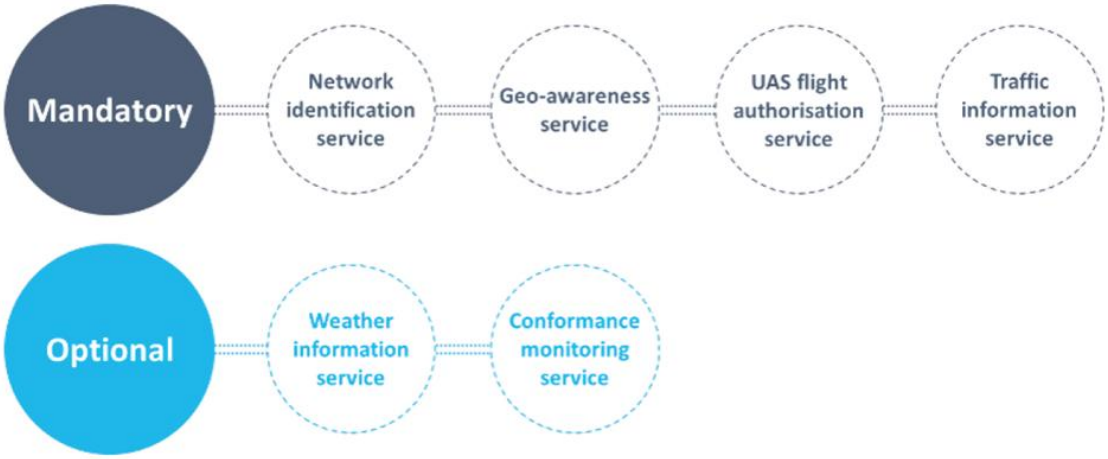
ตลาด UTM ในปี 2024 มีแนวโน้มในการนำความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และ UAV มาใช้เพิ่มขึ้น และการมุ่งเน้นไปที่การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อการจัดการจราจรที่มีประสิทธิภาพ

5. การเริ่มใช้งานในภูมิภาค ยุโรป อเมริกา และ เอเชีย

5.1.การใช้งานในภูมิภาคยุโรป

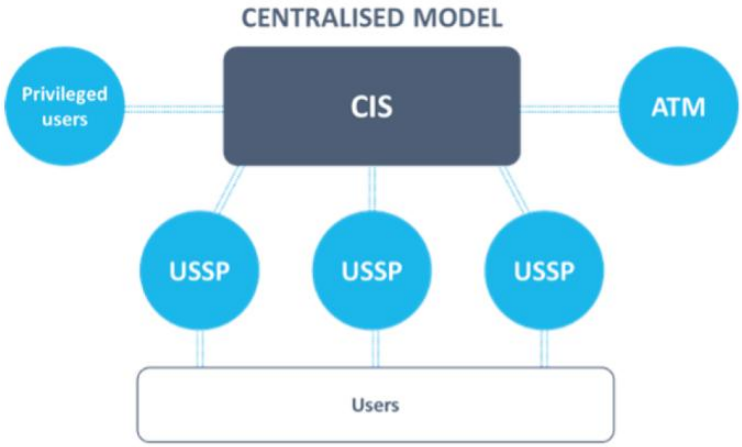
การจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) ได้รับความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากการใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) หรือโดรน แพร่หลายไปทั่วโลก สหภาพยุโรปเป็นผู้นำในการใช้งาน UTM โดยระบบ U-space เป็นหนึ่งในโครงการริเริ่มในภูมิภาคยุโรป

U-space เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถบูรณาการอากาศยานไร้คนขับเข้ากับห้วงอากาศได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมนวัตกรรมและการเติบโตในอุตสาหกรรมอากาศยานไร้คนขับ ในขณะเดียวกันยังรับประกันความปลอดภัยของเครื่องบินที่มีคนขับและไร้คนขับ บริการของ U-space มีหน้าที่รับผิดชอบในการควบคุมและการจัดการห้วงอากาศด้วยระบบอัตโนมัติ และระบบดิจิทัลในระดับสูง โดย U-space ได้ออกแบบบริการที่จำเป็นไว้ 4 บริการ ซึ่งบริการเหล่านี้ต้องมีการบังคับใช้ในทุกๆห้วงอากาศของ U-space และมีอีก 2 บริการที่เป็นบริการเสริม ดังแสดงในรูปที่ 179



รูปที่ 179 ภาพรวมของบริการใน U-space

ระบบ U-space ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้สามารถปฏิบัติการด้วยอากาศยานไร้คนขับได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในห้วงอากาศของยุโรป สถาปัตยกรรมของ U-space ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญหลายประการที่ทำงานประสานกันเพื่อจัดการจำนวนอากาศยานไร้คนขับที่เพิ่มขึ้น โดยสถาปัตยกรรมของ U-space เป็นไปตามรูปที่ 180



รูปที่ 180 สถาปัตยกรรมของระบบ U-space

Common Information Service Provider (CISP) เป็นองค์ประกอบสำคัญของสถาปัตยกรรมระบบ U-space โดยทำหน้าที่เป็นหน่วยงานส่วนกลางที่รับผิดชอบในการรวบรวม ประมวลผล และเผยแพร่ข้อมูลที่จำเป็นไปยังผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของ U-space ทั้งหมด

ผู้ให้บริการ U-space (USSP) เป็นหน่วยงานที่นำเสนอบริการ U-space ที่หลากหลายแก่ผู้ให้บริการอากาศยานไร้คนขับ โดย USSP ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางระหว่างผู้ควบคุมอากาศยานไร้คนขับและระบบนิเวศของ U-space ซึ่งจะมีฟังก์ชันที่จำเป็นเพื่อให้สามารถปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัยและเป็นไปตามข้อกำหนด

ตามข้อมูลของทางการฝรั่งเศส ตั้งแต่ปี 2012 ในฝรั่งเศส และตั้งแต่ปี 2019 ในยุโรป มีกรอบการกำกับดูแลที่การใช้งานอากาศยานไร้คนขับ ที่มุ่งเสนอแนวทางที่ดีที่สุดในการใช้งานภาคประชาชน โดยที่ยังคงความปลอดภัยในการใช้งาน ฝรั่งเศสได้เชิญผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ มาร่วมกันออกแบบ U-space และ ในปี 2019 Direction des Services de la navigation aérienne (DSNA) ได้ริเริ่มโครงการ U-Space Together โดยระบบ TopSky – UAS ของ Thales ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มบนคลาวด์สำหรับการจัดการจราจรอากาศไร้คนขับ (UTM) กำลังดำเนินการอยู่ที่สนามบิน Rennes ใน Brittany และสนามบิน Lille ระบบสามารถช่วยปรับปรุงกระบวนการร้องขอเที่ยวบิน ทำให้ผู้ควบคุมอากาศยานไร้คนขับเข้าถึงห้วงอากาศได้ง่ายขึ้น

นอกจากนี้ยังมีการจัดตั้ง Systematic Hub Drones/CEDIF เป็นศูนย์กลางความเป็นเลิศในการวิจัย การพัฒนา และการส่งเสริมเทคโนโลยีและการใช้งานอากาศยานไร้คนขับในภูมิภาค Île-de-France โดย CEDIF มีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียภาครัฐและเอกชน นักวิชาการ และสถาบันวิจัย เพื่อเร่งการพัฒนาและบูรณาการอากาศยานไร้คนขับในหลากหลายภาคส่วน และในปี 2023 CEDIF ได้ประกาศเปิดช่องทางการบินยาว 20 กม. ในภูมิภาคปารีสที่ Bretigny-sur-Orge โดยใช้สิ่งอำนวยความสะดวกของ Systematic Hub Drones และเปิดใช้งานการบินนอกขอบเขตการมองเห็น (BVLOS) เป็นครั้งแรกในรูปแบบกึ่งเขตเมือง

5.2.การใช้งานในภูมิภาคอเมริกา

ภูมิภาคอเมริการได้มีการเปิดใช้งานการอนุญาตการใช้งานห้วงอากาศสำหรับผู้ควบคุมอากาศยานไร้คนขับและผู้เชี่ยวชาญด้านการจราจรทางอากาศผ่านกิจการส่วนตัว ในปี 2021 Low Altitude Authorization and Notification Capability (LAANC) ก่อตั้งขึ้นโดยเป็นความร่วมกันระหว่าง FAA และพันธมิตรในอุตสาหกรรม จุดประสงค์คือเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานอากาศยานไร้คนขับอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ โดยทำให้การเข้าถึงการควบคุมห้วงอากาศมีความสะดวก ที่ระดับ 400 ฟุตหรือต่ำกว่า 400 ฟุต

FAA สนับสนุนให้มีการสร้างสถานที่ทดสอบอากาศยานไร้คนขับส่วนบุคคล สถานที่ทดสอบมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ โดยการอนุญาตให้ภาคอุตสาหกรรมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียดำเนินการวิจัยขั้นสูงและทดสอบแนวคิดในการปฏิบัติงาน โปรแกรม VANTIS เป็นโครงการหนึ่งในโครงการที่ได้พัฒนาขึ้น ในNorth Dakota มีเป้าหมายที่จะเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติงานของระบบการอากาศไร้คนขับ โดยทำหน้าที่เป็นเครือข่ายทั่วทั้งรัฐ เพื่อให้สามารถบินนอกขอบเขตสายตา (BVLOS) ได้

5.3.การใช้งานในภูมิภาคเอเชีย

สิงคโปร์มีกลยุทธ์ในการนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการริเริ่ม Smart Nation โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในภาคส่วนต่าง ๆ

หน่วยงานการบินพลเรือนแห่งสิงคโปร์ (CAAS) สนับสนุนการใช้อากาศยานไร้คนขับ (UA) ที่เป็นนวัตกรรมและเป็นประโยชน์ และนำเทคโนโลยี UA มาใช้ซึ่งสอดคล้องกับกรอบกฎระเบียบเพื่อรักษาการบินและความปลอดภัยสาธารณะ ตั้งแต่ปี 2022 สำนักงานการบินพลเรือนแห่งสิงคโปร์ (CAAS) ได้ใช้ระบบการจัดการบินแบบรวมศูนย์ (CFMS) เพื่อติดตามการปฏิบัติการด้วยอากาศยานไร้คนขับแบบเรียลไทม์ในสิงคโปร์

6. การศึกษาความเป็นไปได้ของ UTM ในประเทศไทย

6.1.วิสัยทัศน์ของภาครัฐเกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับ

วิสัยทัศน์ของทางการไทยเกี่ยวกับการพัฒนาปฏิบัติการอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทยครอบคลุมประเด็นสำคัญหลายประการดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลและ Smart Nation: ประเทศไทยมีความต้องการที่จะสร้างสังคมดิจิทัลที่มีพื้นฐานมาจากองค์ความรู้ที่ครอบคลุมและการประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นการเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยผ่านความสามารถด้านดิจิทัลถือเป็นเป้าหมายที่สำคัญ นอกจากนี้ แผนการพัฒนาระดับชาติมีวัตถุประสงค์เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลของไทย
2) เสริมศักยภาพการเกษตรด้วยเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ: โครงการริเริ่มมุ่งเน้นไปที่การบูรณาการเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับเข้ากับการเกษตร โดยเป้าหมายคือการยกระดับชุมชนด้วยการให้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการบินและการดูแลรักษาอากาศยานไร้คนขับ ในการนี้มีการร่วมมือกันของผู้เชี่ยวชาญเพื่อสนับสนุนเกษตรกรและชุมชนทั่วประเทศ
3) ความปลอดภัยและการบูรณาการ: สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (CAAT) มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการปฏิบัติงานของอากาศยานไร้คนขับ โดยร่วมมือกับพันธมิตรระหว่างประเทศเพื่อประสานกฎระเบียบด้านอากาศยานไร้คนขับให้สอดคล้องกับมาตรฐานระดับโลก ซึ่งกฎระเบียบบังคับใช้จะทำให้เกิดการบูรณาการระบบอากาศยานไร้คนขับ (UAS) เข้ากับระบบการบินของประเทศไทยอย่างปลอดภัย
4) ประสิทธิภาพและการลดความเสี่ยง: การนำระบบอัตโนมัติที่ขับเคลื่อนโดยเครือข่าย 5G มาใช้งานในการควบคุมอากาศยานไร้คนขับ สามารถติดตามกิจกรรมที่ผิดปกติและปรับปรุงการจัดการความปลอดภัย โดยอากาศยานไร้คนขับเหล่านี้ทำงานบนเส้นทางการบินที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงในพื้นที่อันตรายหรือพื้นที่หวงห้าม

6.2.ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในไทยในอุตสาหกรรมอากาศยานไร้คนขับประกอบด้วย

1) กระทรวงคมนาคม (MOT): กระทรวงโดยรวมของรัฐที่รับผิดชอบนโยบายการขนส่ง ซึ่งอาจรวมถึงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับ UTM

2) สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (CAAT): หน่วยงานกำกับดูแลที่ดูแลกิจกรรมการบินพลเรือนในประเทศไทย รวมถึงระบบทางอากาศไร้คนขับ (UAS) หรือโดรน

3) คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.): รับผิดชอบในการจัดการและควบคุมคลื่นความถี่วิทยุซึ่งมีความสำคัญต่อการสื่อสารในระบบ UTM

4) Aerothai: ผู้รับผิดชอบในการให้บริการควบคุมการจราจรทางอากาศอาจมีส่วนร่วมใน UTM เพื่อจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับด้วย

5) สถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัย: สถาบันการศึกษาอาจมีบทบาทในการวิจัย การพัฒนา และการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี UTM เช่น GISTDA เป็นผู้ให้บริการหลักด้านข้อมูลอวกาศภาคพื้นดิน และการพัฒนาเทคโนโลยีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น Remote ID การตรวจจับและหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

6) ผู้เล่นในอุตสาหกรรมและผู้ควบคุมอากาศยานไร้คนขับ: บริษัทที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การดำเนินงาน และบริการของอากาศยานไร้คนขับอาจเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เนื่องจากได้รับผลกระทบโดยตรงจากกฎระเบียบ UTM

7) ผู้ให้บริการสตาร์ทอัพและผู้ให้บริการเทคโนโลยี: บริษัทที่พัฒนาโซลูชัน UTM ซอฟต์แวร์ และเทคโนโลยีสำหรับการจัดการอากาศยานไร้คนขับ (UAV)

6.3.กลยุทธ์การดำเนินงานการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

แนวทางทั่วไปในการใช้ระบบ UTM เกี่ยวข้องกับความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรม และผู้ให้บริการเทคโนโลยี โดยสามารถแยกเป็นหัวข้อย่อยดังนี้

1) กรอบการกำกับดูแล: การสร้างกรอบการกำกับดูแลที่ชัดเจนและครอบคลุมเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งรวมถึงการกำหนดกฎและข้อบังคับสำหรับการปฏิบัติการด้วยอากาศยานไร้คนขับ การจัดการน่านฟ้า และโปรโตคอลการสื่อสาร

2) ความเป็นผู้นำของรัฐบาล: หน่วยงานภาครัฐ เช่น สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (CAAT) และกระทรวงคมนาคม มีบทบาทสำคัญในการให้ความเป็นผู้นำและประสานงานเพื่อการดำเนินการ UTM

3) ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน: ความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐและอุตสาหกรรมเอกชนถือเป็นสิ่งสำคัญ ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนสามารถอำนวยความสะดวกในการพัฒนา การทดสอบ และการนำเทคโนโลยี UTM ไปใช้

4) การพัฒนาเทคโนโลยีและการบูรณาการ: การลงทุนในการพัฒนาเทคโนโลยี UTM และการผสานการทำงานกับระบบการจัดการจราจรทางอากาศที่มีอยู่เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งรวมถึงระบบการสื่อสาร เทคโนโลยีการติดตาม และโปรโตคอลการแลกเปลี่ยนข้อมูล

5) การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย: การมีส่วนร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่างๆ รวมถึงผู้ควบคุมอากาศยานไร้คนขับ ผู้ให้บริการเทคโนโลยี สถาบันการวิจัย และชุมชนท้องถิ่น เป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้แน่ใจว่ามีแนวทางที่ครอบคลุมและครอบคลุมในการดำเนินการ UTM

6) การทดสอบและการทดลอง: การดำเนินโครงการนำร่อง การทดสอบ และการทดลองในสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมจะช่วยระบุความท้าทายและปรับแต่งระบบ UTM ก่อนการใช้งานเต็มรูปแบบ

7) มาตรการรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์: การใช้มาตรการรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์ที่แข็งแกร่งถือเป็นสิ่งสำคัญในการปกป้องระบบ UTM จากภัยคุกคามที่อาจเกิดขึ้น และรับประกันความสมบูรณ์ของห้วงอากาศ

8) ความร่วมมือระหว่างประเทศ: การร่วมมือกับองค์กรระหว่างประเทศและการนำมาตรฐานที่ทำงานร่วมกันได้มาใช้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ UTM ได้

9) การศึกษาและการฝึกอบรม: การตั้งหลักสูตรการศึกษาและการฝึกอบรมแก่ผู้ควบคุมอากาศยานไร้คนขับและบุคลากรที่เกี่ยวข้องถือเป็นสิ่งสำคัญในการรับรองการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยและมีความรับผิดชอบ

10) การให้ความรู้แก่สาธารณะ: การสร้างความตระหนักรู้ในหมู่ประชาชนทั่วไปเกี่ยวกับการปฏิบัติการด้วยอากาศยานไร้คนขับ มาตรการด้านความปลอดภัย และประโยชน์ของ UTM สามารถส่งเสริมการยอมรับและความเข้าใจ

6.4.บทบาทของสถาบันและหน่วยงานวิจัยระดับชาติ

GISTDA และหน่วยงานวิจัยอื่นๆ เช่น NASA มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการจัดการจราจรของระบบอากาศยานไร้คนขับ (UTM) และระบบนิเวศของอากาศยานไร้คนขับที่กว้างขึ้น

1) การพัฒนาแนวคิดและกรณีการใช้งาน: ร่วมมือกับพันธมิตรในอุตสาหกรรมเพื่อสำรวจแนวคิดการดำเนินงานสำหรับ UTM และระบุกรณีการใช้งานและสถานการณ์ที่ทำการบินเกินระยะสายตา (BVLOS) ที่ระดับความสูงต่ำ (ต่ำกว่า 400 ฟุตเหนือระดับพื้นดิน)

2) การแลกเปลี่ยนข้อมูลและสถาปัตยกรรมสารสนเทศ: การกำหนดข้อกำหนดในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและสถาปัตยกรรมข้อมูลสำหรับ UTM และกำหนดวิธีที่อากาศยานไร้คนขับสื่อสารสถานะและข้อจำกัดของน่านฟ้าแบบเรียลไทม์

3) การจัดการความปลอดภัยและความเสี่ยง: มีส่วนร่วมในระเบียบการด้านความปลอดภัยและกลยุทธ์การบริหารความเสี่ยง จัดการกับความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงในการชนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อการทำงานของอากาศยานไร้คนขับเพิ่มขึ้นในพื้นที่ที่ทับซ้อนกัน

4) การพัฒนาเทคโนโลยี: สำรวจความสามารถในการสื่อสาร การนำทาง และการตรวจจับและหลบหลีกสิ่งกีดขวาง เพื่อให้ปฏิบัติการอากาศยานไร้คนขับได้อย่างปลอดภัยในน่านฟ้าที่ไม่มีการควบคุม ซึ่งจะเป็นการขับเคลื่อนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในระบบ UTM

7. บทสรุป

การเริ่มใช้งานระบบ UTM ระดับภูมิภาคได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้และประโยชน์ของระบบ UTM ในการจัดการปฏิบัติงานของอากาศยานไร้คนขับอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ โดยในปี 2024 แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงการเปลี่ยนแปลงของตลาด ซึ่งหน่วยงานระดับประเทศกำลังลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน UTM อย่างชัดเจน และกำลังมอบหมายให้ผู้ให้บริการเดินอากาศแห่งชาติจัดการและดำเนินการน่านฟ้าระดับความสูงต่ำสำหรับการปฏิบัติการด้วยอากาศยานไร้คนขับ

จากการวิเคราะห์ตลาดแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการเติบโตของอุตสาหกรรมอากาศยานไร้คนขับในระดับโลกและในประเทศไทย และความอยู่รอดทางเศรษฐกิจมีแนวโน้มที่ดี โดยการสร้างรายได้เพิ่มเติมจากการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งมีโมเดลการสร้างรายได้และผู้ให้ทุนต่างๆ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้งาน UTM อย่างไรก็ตาม โมเดลรายได้เหล่านั้นยังอยู่ในช่วงเริ่มต้น

กรอบการกำกับดูแลและนโยบายที่นำเสนอสำหรับ UTM ในประเทศไทยจะมีบทบาทสำคัญในการรับรองความปลอดภัยและส่งเสริมการเติบโตในอุตสาหกรรมอากาศยานไร้คนขับ โดยองค์ประกอบสำคัญสำหรับ UTM ของประเทศไทยจะต้องรวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และการบูรณาการเทคโนโลยี

8. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ

1) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม สอบถามเรื่องปริมาณการใช้งานของอากาศยานไร้คนขับในสิงคโปร์ ว่ามีปริมาณเท่าไหร่ถึงมีการซื้อระบบ UTM ไปใช้งาน

   คำตอบ ผู้แทนจากบริษัท THALES ชี้แจงว่า โดยทั่วไปมีการใช้งานประมาณ 4,000 ครั้งต่อเดือน แต่สำหรับคำถามว่าต้องมีการใช้งานมากเท่าไหร่ถึงต้องมีระบบจัดการ อาจตอบได้ว่าเป็นเหมือนกรณีไก่กับไข่ที่ถ้าไม่มีระบบคอยรองรับการใช้งานก็จะไม่มีผู้ใช้งาน แต่ในขณะเดียวกันผู้ใช้งานเองอาจจะรอให้มีระบบจัดการก่อนเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงความจะเริ่มต้นที่ใดที่หนึ่งก่อน

2) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท ไทยคม สอบถามว่าระบบที่ได้มีการใช้งานในสิงคโปร์ใครเป็นผู้ลงทุน และอุปกรณ์ Remote ID ใครเป็นคนซื้อ

   คำตอบ ผู้แทนจากบริษัท THALES ชี้แจงว่า รัฐบาลเป็นผู้ลงทุนในระบบ และผู้ใช้งานจะต้องซื้อ Remote ID ไปติดตั้งกับอากาศยานไร้คนขับ เนื่องจากมีการบังคับการใช้งาน Remote ID กับอากาศยานไร้คนขับจากผู้มีอำนาจ

“การจัดสาธิต Demonstration “Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง
การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

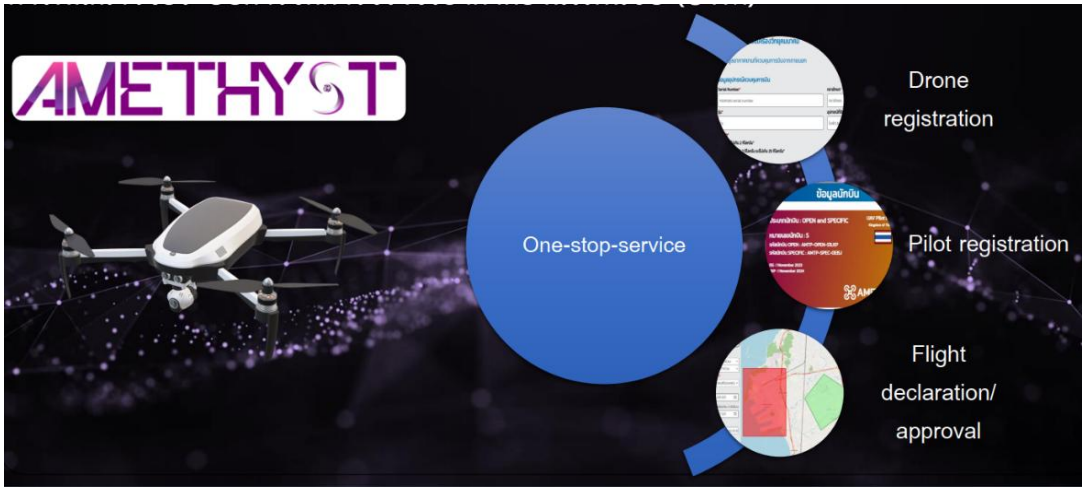
หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

9. สรุปภาพรวม จากงาน Demonstration ครั้งที่ 3

9.1.ขอบเขตการพัฒนาวิจัยระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ขอบเขตโครงการวิจัยของการพัฒนาวิจัยระบบการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ (UTM) แสดงในรูปที่ 181 ประกอบด้วยการลงทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ (Drone registration) การลงทะเบียนนักบิน (Pilot registration) และส่วนของการขออนุญาตบินและการอนุมัติการบิน (Flight declaration/approval)

นอกเหนือจากการวิจัยและพัฒนาทางด้านซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์แล้ว ยังมีการวิจัยและพัฒนาฮาร์ดแวร์ Network Remote ID โดยได้พัฒนาให้สามารถส่งข้อมูลผ่านระบบ Cellar Network โดยอุปกรณ์ สามารถบอกตำแหน่ง พิกัด และระดับความสูงของอากาศยานไร้คนขับ แบ่งเป็น Remote ID เชื่อมต่อด้วยเครือข่าย Cellular network จำนวน 30 ชิ้น และ Remote ID เชื่อมต่อผ่านดาวเทียม จำนวน 5 ชิ้น ซึ่งเป็นระบบต้นแบบของโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสื่อสารการเดินอากาศ (Communication) การนำร่องช่วยเดินอากาศ (Navigation) และการติดตามอากาศยานไร้คนขับ (Surveillance) บนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular) และโครงข่ายการสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)



รูปที่ 181 ภาพสมบูรณ์ของระบบ UTM ตาม U-Space

9.2.สรุปภาพรวม Demonstration 3

ในการจัดงาน Demonstration ครั้งที่ 3 ได้มีการให้ภาพสมบูรณ์ของระบบ UTM ตามแนวคิดของ U-space และมีการเสนอ concept of operation ของระบบ Amethyst และ นำเสนอ use cases ต่างๆที่สามารถใช้งานได้ในระบบ นอกจากนี้ยังได้นำเสนอผลการทดสอบและทดสอบภาคสนามของ cellular remote ID ที่ได้มีการพัฒนาขึ้น จากการประชุมได้มีข้อเสนอแนะให้มีการนำเสนอเกี่ยวกับ concept of operation ของระบบเพิ่มเติมและ ให้เพิ่มการจัดการแผนการบินที่ทับซ้อนกัน ซึ่งจะทำการนำเสนอและสาธิตในครั้งนี้

10. Concept of Operation ส่วนการจัดการแผน

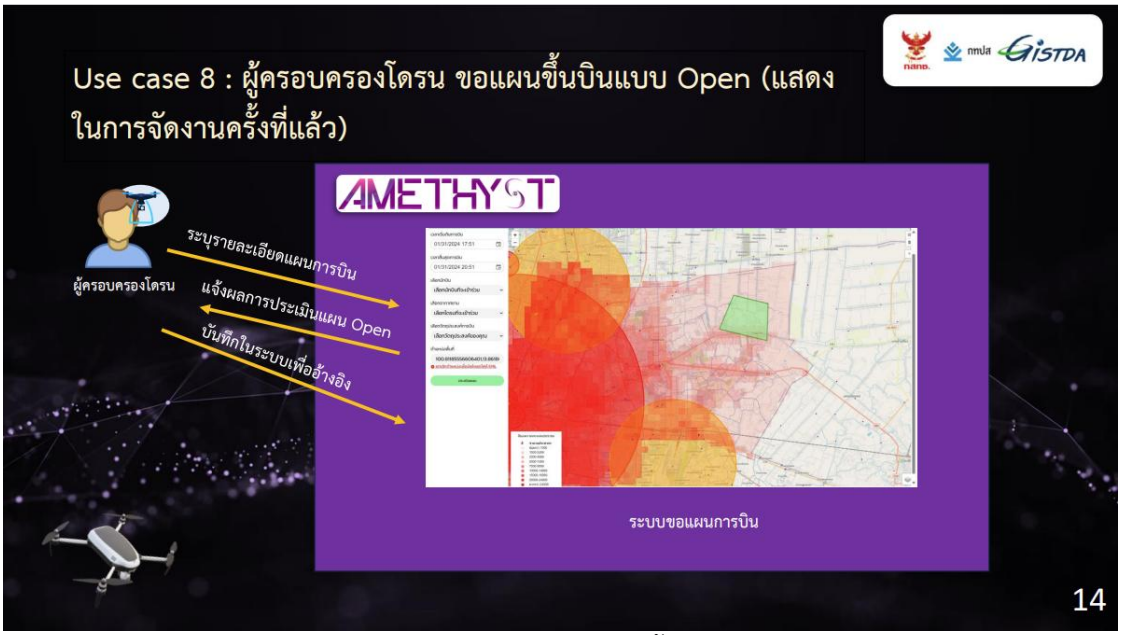
10.1. ที่มาของการนำเสนอ

การดำเนินงานของระบบ UTM ในปัจจุบันยังไม่มีทิศทางที่แน่ชัด แต่เพื่อให้พบปัญหาและข้อสรุปต่าง ๆ จึงต้องมีการอธิบายถึงที่มาและหลักการที่ใช้ในการออกแบบระบบการขอแผนการบิน ซึ่งในการวิจัยและพัฒนานี้ได้ใช้ข้อมูลและเอกสารอ้างอิงจาก 3 แหล่ง

- U-space: ภาพรวมของระบบ UTM ทั้งระบบ
- ASTM F3548 – 21: ใช้สำหรับรายละเอียดที่เฉพาะเจาะจง เช่น Remote ID การใช้งานร่วมกันในห้วงอากาศ และการทำงานร่วมกันของ ผู้ให้บริการ UTM
- LAANC: เป็นระบบที่ใช้งานจริงแล้วในสหรัฐอเมริกา จึงเป็นตัวอย่างที่ดีในการศึกษา

ในการสาธิตครั้งนี้จะเป็นการสาธิตระบบ Flight Authorization ใน use case ที่ 8 และ 9 ดังแสดงในรูปที่ 182 และรูปที่ 183 ซึ่งคือการขอแผนการบินแบบ open และ แบบ Specific ที่เป็น Standard scenario

ซึ่งจะพบปัญหาหากมีการขอแผนที่ทับซ้อนกัน โดยซึ่งในการสาธิตครั้งนี้ได้มีการแก้ไขการทับซ้อนกันซึ่งจะสาธิตให้หัวข้อถัดไป

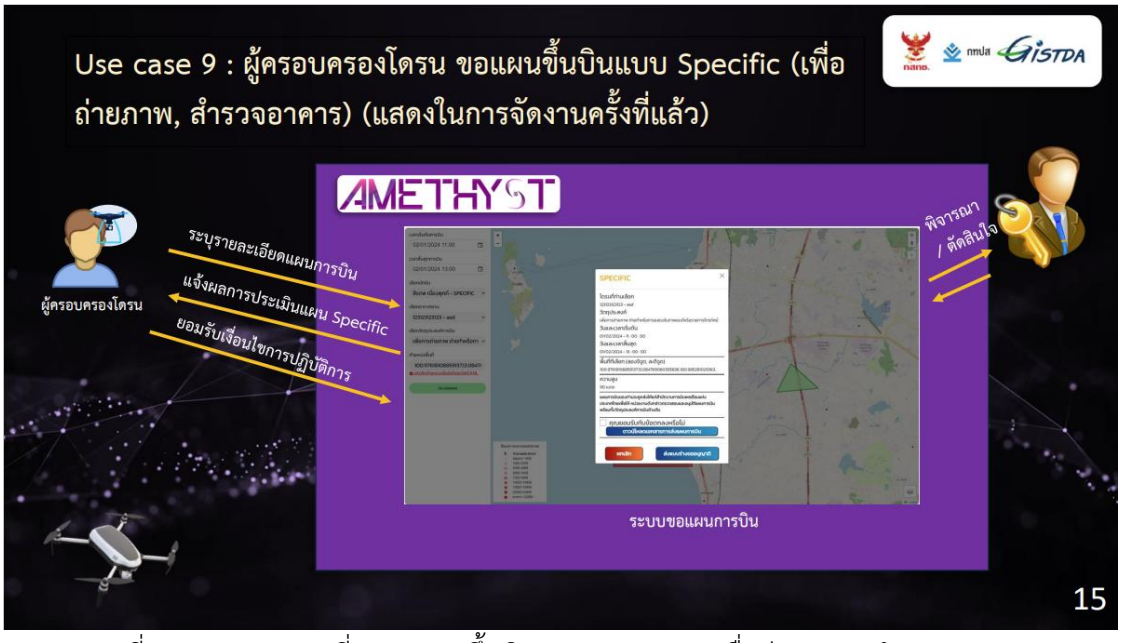


รูปที่ 182 Use case ที่ 8 ขอแผนขึ้นบินแบบ Open

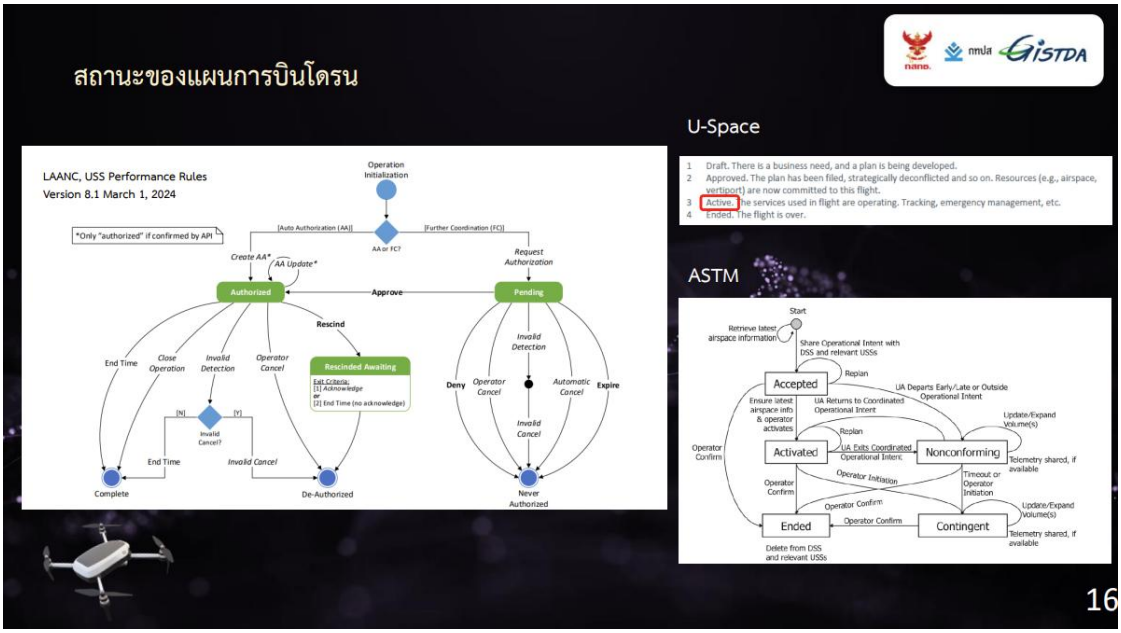
ในปัจจุบันระบบ Amethyst อ้างอิงการขอแผนตามระบบ LAANC ซึ่งถ้าหากพิจารณาถึงการจัดการแผนการบินตามเอกสารของ LAANC จะพบว่าไม่มีสถานะ Active หรือสถานะที่ทำการบินอยู่ ซึ่งถ้าเป็นไปตาม U-space และ ASTM จะมีถานะ active ก่อนจะเปลี่ยนเป็นสถานะ ended ดังแสดงในรูปที่ 184

ซึ่ง ASTM ได้นิยามบทบาทหน้าที่ของระบบก่อนที่จะปรับสถานะอีก 4 บทบาทหลักตามรูปที่ 185 ดังนี้

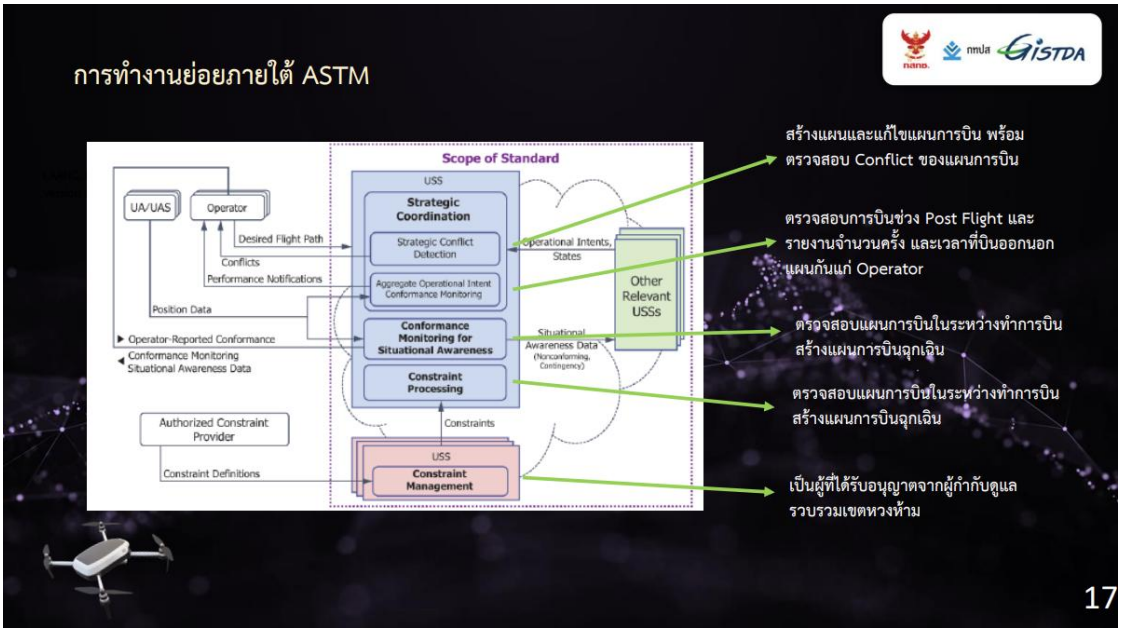
- Strategic Coordination
  - Strategic Conflict Detection
  - Aggregate Operational Intent Conformance Monitoring
- Conformance Monitoring for Situational Awareness
- Constraint Processing
- Constraint Management



รูปที่ 183 Use case ที่ 9 ขอแผนขึ้นบินแบบ Specific (เพื่อถ่ายภาพ, สำรวจอาคาร)



รูปที่ 184 สถานะของแผนการบิน ตาม LAANC, U-space และ ASTM



รูปที่ 185 การทำงานย่อยของการเปลี่ยนสถานะการของแผนการบิน

10.2. การจัดการแผน

ตามมาตรฐาน ASTM จะกำหนดผู้ให้บริการลำดับความสำคัญของแต่ละแผนการบินแต่ละประเภทขึ้นมา โดย ASTM จะระบุว่าระบบจะเปลี่ยนสถานะของแผนการบินอย่างไร ถ้าหากมีการทับซ้อนกับแผนการมีที่มีลำดับความสำคัญต่างๆ จึงเกิดเป็นตารางดังแสดงในรูปที่ 186

		Prioritization Scenario		
		Conflict with Higher Priority	Conflict with Equal Priority, not Permitted	Conflict with Equal Priority, Permitted
Operational Intent Action	Transition to Accepted	ห้ามไม่ให้เปลี่ยนเป็น Accepted	ห้ามไม่ให้เปลี่ยนเป็น Accepted	ส่งแจ้งไปยัง USS
	Modified in Accepted	ห้ามไม่ให้ทำการปรับเปลี่ยนแผนใหม่	ห้ามไม่ให้ทำการปรับเปลี่ยนแผนใหม่	ส่งแจ้งไปยัง USS
	Transition to Activated	ห้ามไม่ให้เปลี่ยนเป็น Activated	ห้ามไม่ให้เปลี่ยนเป็น Activated	ส่งแจ้งไปยัง USS
	Modified in Activated	ห้ามไม่ให้ปรับเปลี่ยนแผนใหม่ยกเว้นมี conflict อยู่ก่อนแล้ว	ห้ามไม่ให้ปรับเปลี่ยนแผนใหม่ยกเว้นมี conflict อยู่ก่อนแล้ว	ส่งแจ้งไปยัง USS

รูปที่ 186 การปฏิบัติหากมีการขอแผนการบินที่ทับซ้อน

11. การสาธิตระบบ Amethyst

การสาธิตระบบจะเป็นการสาธิตในกรณีที่มีการขอแผนทับซ้อนกัน ซึ่งเป็นข้อเสนอแนะที่ได้จากการสาธิตครั้งก่อนๆให้ระบบมีการจัดการในส่วนนี้ โดยในการสาธิต จะมีการแบ่งความระดับความสำคัญ ของแผนออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- 1st Priority แผนการบินสำหรับภารกิจของหน่วยงานที่มีหน้าที่เฉพาะ (SAR)
- 2nd Priority แผนการบินในกลุ่ม Specific บินถ่ายภาพ และบินสำรวจสิ่งปลูกสร้าง
- 3rd Priority แผนการบินแบบ Open

ซึ่งถ้าหากพิจารณาตามรูปที่ 186 ในการสาธิตครั้งนี้ จะไม่รวมไปถึงการเปลี่ยนสถานะ Transition to Activate และ Modified in Activated เนื่องด้วยเป็นส่วนของ Tactical Phase ที่ต้องทำการบินก่อน

ในการสาธิตมีการแบ่งออกเป็น 4 กรณีดังนี้

1) กรณีที่ 1 การแจ้งแผนแบบ Open ที่ทับกับ Standard Scenario ที่ได้รับอนุญาตไว้แล้ว ในกรณีนี้ผู้ที่แจ้งแผนแบบ Open จะไม่สามารถ แจ้งแผนทับกับแผน Standard Scenario เนื่องจากแผนแบบ Open มีความสำคัญที่ต่ำกว่า
2) กรณีที่ 2 การขอแผนแบบ Standard Scenario ทับกับแผน Open ที่ได้แจ้งไว้แล้ว จากที่ได้กล่าวไว้แล้วในกรณีที่แล้ว แผนแบบ Standard Scenario สามารถ ขอทับกับแผนแบบ Open ได้และระบบจะทำการยกเลิกแผน Open และแจ้งเตือนไปที่ผู้ที่ได้ทำการแจ้งไว้เพื่อให้รับทราบ โดยถ้าหากไม่มีการรับทราบจะไม่สามารถขอแผนใหม่ได้
3) กรณีที่ 3 การขอแผนแบบ Standard Scenario ทับกับของผู้อื่น ในกรณีนี้ จะอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าผู้กำกับดูแลไม่อนุญาตให้มีการขอแผนทับซ้อนกันหากมีแผนมีความสำคัญเท่ากัน
4) กรณีที่ 4 การขอแผนของหน่วยงานทับกับแผนผู้อื่น ในกรณีนี้หน่วยงานจะได้รับความสำคัญสูงสุด จึงสามารถ จองพื้นที่ทับกับแผนอื่นๆได้ทั้งหมด โดยแผนที่ถูกจองพื้นทับจะมีการแจ้งเตือนให้กับผู้ขอแผนที่ถูกทับให้รับทราบการถูกยกเลิก

12. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ

1) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท Bearcat AEL สอบถามเรื่องการจองพื้นที่ ว่ามีการวางแผนที่จะพัฒนาให้มีการจองพื้นที่ทำการบินแบบ เป็นเส้นทางและเปลี่ยนแปลงตามเวลาที่มีการทำการบิน หรือไม่

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า มีการพิจารณาที่จะพัฒนาความสามารถในส่วนนี้อยู่แล้ว ซึ่งถ้ายึดตาม ASTM จะมีรูปแบบการจองพื้นที่ออกเป็น 2 แบบ คือแบบพื้นฐานที่ได้แสดงอยู่ในปัจจุบัน และอีกแบบคือเป็นการจองพื้นที่แบบเป็นเส้นทางและแบ่งออกเป็นส่วนๆตามเวลาที่เปลี่ยนไป แต่อาจจะอยู่นอกเหนือขอบเขตของโครงการวิจัยนี้ และตามมาตรฐานนี้ได้มีส่วนที่อธิบายถึงการทำงานร่วมกันของผู้ให้บริการ UTM มากกว่า 1 ราย ซึ่งระบบที่ออกแบบมามีการคำนึงถึงการทำงานร่วมกันได้ระหว่างระบบ และพัฒนาตามมาตรฐานที่ ASTM ได้กำหนดไว้

   ผู้แทนจากบริษัท Bearcat AEL ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่าถ้าหากระบบสามารถช่วยเหลือหากมีกรณีที่เส้นทางการบินมาชนกันจะเป็นข้อดีของระบบ
2) **คำถาม** ผู้แทน กสทช. สอบถามว่ามีแผนที่จะนำระบบไปใช้งานจริงหรือไม่ อย่างไร

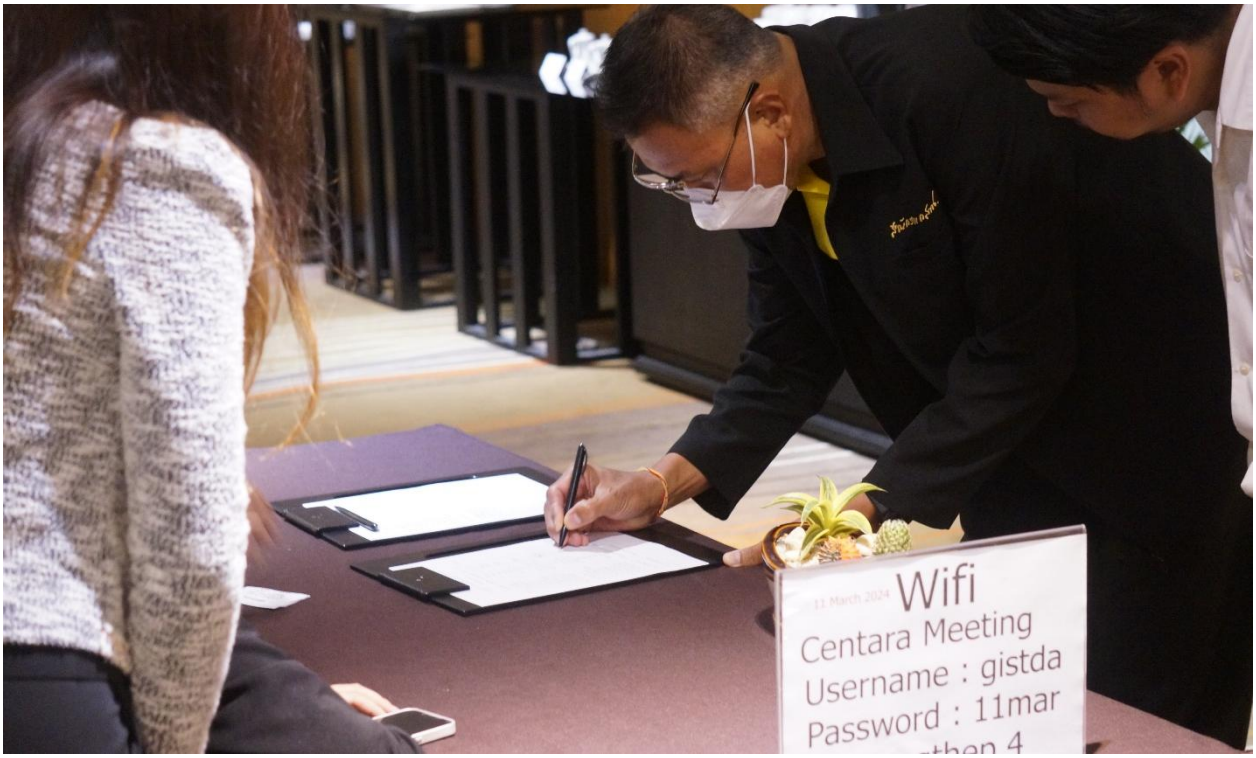
คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ตามขอบเขตโครงการมีจุดมุ่งหมายทีพัฒนาระบบฯ ให้สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานจริง ระบบที่พัฒนาขึ้นมามีความพร้อมและขีดความสามารถที่จะนำไปใช้ทดแทนระบบเดิมที่ใช้อยู่ได้ การนำไปใช้จริงขึ้นอยู่กับหน่วยงานกำกับดูแลพิจารณา ทางทีมผู้วิจัยมีความพร้อมที่จะนำไปติดตั้งสามารถสนับสนุนให้ใช้งานจริงได้

3) **คำถาม** ผู้แทน กสทช. สอบถามว่าถ้าหากมีการนำไปใช้งานจริง ผู้ให้บริการระบบจะเป็น สทอภ. หรือไม่

คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า หน้าที่ สทอภ. คือการสนับสนุนและวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องด้านอากาศยานไร้คนขับเท่านั้น สทอภ.ไม่สามารถดำเนินการได้ตามหน้าที่การจัดตั้งของ สทอภ.

4) **ข้อเสนอแนะ** ผู้แทนจากบริษัท Bearcat AEL เสนอแนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคต ว่าถ้าสามารถนำข้อมูลของห้วงอากาศและภาคพื้นดินมาใช้ในระบบ จะสามารถช่วยให้ประเมินความเสี่ยงหรือควบคุมการใช้งานได้ทั้งทางอากาศและทางภาคพื้นดิน แต่อย่างไรก็ตาม จะต้องมีการพัฒนาการขอแผนให้เป็นในรูปแบบการขอแผนที่เป็นเส้นทางก่อน เนื่องจากหากยังใช้การขอแผนแบบเดิมจะทำให้มีข้อมูลที่ต้องนำมาพิจารณาเป็นจำนวนมาก

ประมวลภาพงาน Demonstration ครั้งที่ 4


Wifi
Centara Meeting
Username : gistda
Password : 11mar

STDA

BearCat AEL Co., Ltd.
บริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Demonstration

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 4

วันจันทร์ที่ 11 มีนาคม 2567

ณ ห้องกรุงเทพ 4 โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ แอท เซ็นทรัลพลาซา ลาดพร้าว กรุงเทพฯ

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นางสาวศราวดี ไทยเจริญพร	ไทยคม		
2	นางสาวฉัตรเพชร บุณยเกตุ	ไทยคม		
3	นายเพชร ศิริวรธรรม	ไทยคม		
4	นายอนล ไพศาล	EMONE		
5	นายกฤตธัช สาทรานนท์	บริษัท โนวี่(2018) จำกัด		
6	นายมณฑล อุดมพิทักษ์สุข	SkyVIV		
7	นายปิยะดล หิรัญจารุวงศ์	SkyVIV		
8	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	บริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด		
9	ผศ.ดร.ชินภัทร ทิพโยภาส	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์		
10	นายพัสกร เนื่องพุกก์	FORM BIM AKITEK COMPANY LIMITED		
11	Mr.Frank Erb	Thales		
12	นางสาวนริศรา ดอนพันพล	กรมทางหลวงชนบท		
13	นางสาวพัชรณชรัตน์ ธนพัฒน์ภูมิสกุล	กรมทางหลวงชนบท		
14	นางสาวนิราภร ศรีชาดา	กรมทางหลวงชนบท		
15	นายอดุลย์ วิเศษบุปผา	กสทช.		
16	นายกรณ์ รัตนถาวร	กสทช.		
17	นางสาวรตนพร สารีขาว	กสทช.		
18	ดร.กิตติ วงศ์ถาวราวัฒน์	กสทช.		
19	นางสาววีณา จ่างเจริญ	บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)		
20	นายกิตติคุณ ปานเอม	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
21	นายฉัตรชัย ปั่นตระกูล	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
22	นายดณุพล สุทธิสน	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
23	นายบริรักษ์ กิจรัตนา	สทอภ.		
24	นายศุภชัย ภูสมมา	สทอภ.		
25	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	สทอภ.		
26	นายประพัฒน์ วิริยะรุ่งเรืองชัย	สทอภ.		
27	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	สทอภ.		
28	นางสาวสุภิกา เสนาฤทธิ์	สทอภ.		
29	นายกนกพล สีเหลือง	สทอภ.		
30	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	สทอภ.		
31	นายพศวีร์ เสียงเย็น	สทอภ.		
32	นายนภดล พริ้งวณิชย์	BearCat AEL Co., Ltd.		
33	น.อ.รศ.ดร.เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
34	นางสาวเสาวคนธ์ ภุมมาลี	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
35		TKC.		
36		AFLY		
37		Thai AI		
38	Clement de Boucaud	Thales Thailand		
39		สำนักงาน กสทช		
40				
		FORM BIMAKITEK		
		SKYVIV		

รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 5
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ณ วังจันทร์วัลเลย์ ต.ป่ายุบใน อ.วังจันทร์ จ.ระยอง

วันจันทร์ที่ 11 มีนาคม 2567

บทสรุปผู้บริหาร

การจัดการสาธิตฯครั้งที่ 5 จัดขึ้นที่ วังจันทร์วัลเลย์ จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นพื้นที่ Sandbox ในการทดสอบการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ โดยในการจัดสาธิตครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปที่การทดสอบความถูกต้องของการระบุความสูงของ Remote ID ที่ส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ และการใช้งานร่วมกันในพื้นที่ใกล้เคียง ของ Remote ID สำหรับการทดสอบความแม่นยำในการระบุความสูงจะใช้ DJI MATRICE 350 RTK ที่มีการติดตั้งกล้อง LIDAR ที่มีความแม่นยำในการระบุความสูง เป็นค่าอ้างอิง โดยทดสอบที่ความสูง 6 – 90 เมตร โดยเพิ่มความสูงครั้งละ 10 เมตร พบว่า Remote ID ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นสามารถระบุความสูงได้ถูกต้อง โดยมีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดอยู่ที่ 3.47 % นอกจากนี้ยังได้ทำการบินอากาศยานไร้คนขับอีก 2 ลำที่มีการติดตั้ง Remote ID ที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อทดสอบระบบ เมื่อมีการใช้งานร่วมกัน ผลปรากฏว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์

นอกจากการสาธิตการใช้งานแล้ว ยังมีการการบรรยายจากวิทยากร 2 ท่าน คือ

1) อาจารย์ประเสริฐ ป้อมป้องศึก บรรยายในหัวข้อ “นิตินโยบายว่าด้วย UA, UAS และ AAM” โดยในเนื้อหามีการพูดถึงปัญหาทางกฎหมาย และการกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับ
2) นาวาอากาศเอกอนุกุล อ่อนจันทร์อม บรรยายในหัวข้อประสบการณ์การริเริ่มการพัฒนาต้นแบบการใช้อากาศยานไร้คนขับ สนับสนุนภารกิจขนส่งทางการแพทย์” โดยเนื้อหาเป็นการเผยแพร่ประสบการณ์ ในการทดสอบขนส่งทางการแพทย์ ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ รวมทั้งวิธีแก้ปัญหาและแนวทางการดำเนินงาน

การบรรยายพิเศษเรื่อง
“นิตินโยบายว่าด้วย UA, UAS และ AAM”

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง
“นิตินโยบายว่าด้วย UA, UAS และ AAM”

อ. ประเสริฐ ป้อมป้องศึก

วิศวกรชำนาญการ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

การบรรยายในครั้งนี้จะเน้นไปที่รากฐานกฎระเบียบและนโยบายที่ของอากาศยานไร้คนขับในประเทศไทย ซึ่งเป็นที่มาของความล่าช้าในการขับเคลื่อนและพัฒนาส่วนที่เกี่ยวข้องของอุตสาหกรรมนี้ ซึ่งมีปัญหาพื้นฐานที่กฎหมายการบินที่ใช้อยู่ ซึ่งถ้าหากทุกๆ ฝ่ายได้รับทราบถึงปัญหาจะสามารถนำไปสู่การแก้ไขที่ตรงจุดได้

1. การกำกับดูแล (Regulation)

ความเข้าใจเกี่ยวกับการกำกับดูแลมีความหมายหลักๆ 3 ข้อดังนี้

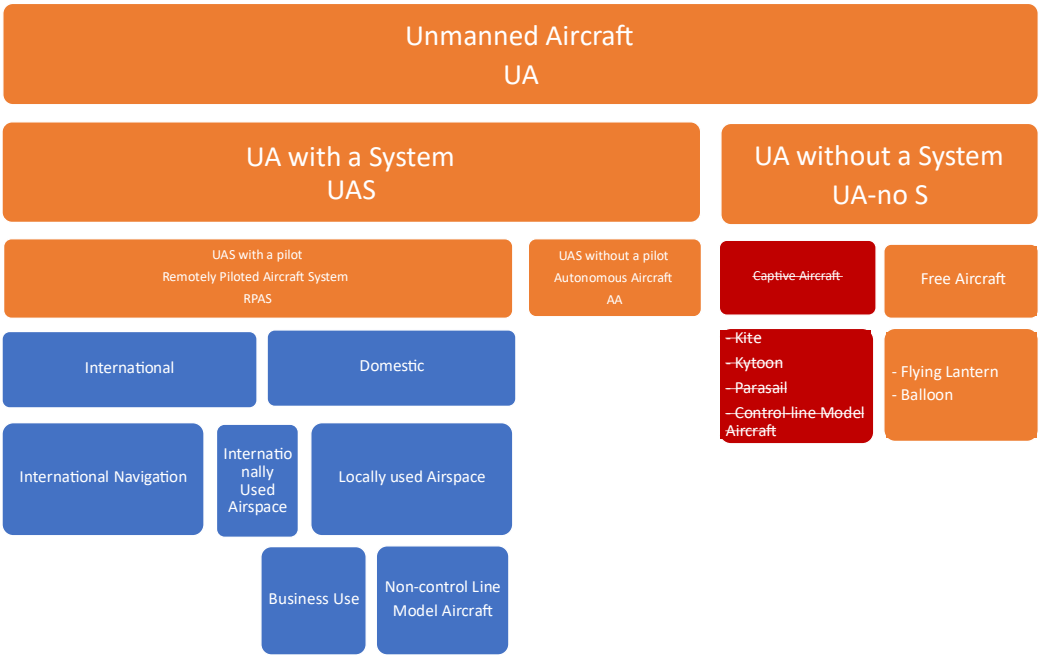
1) ชุดคำสั่งหรือการบังคับที่เฉพาะเจาะจง (a specific set of commands) ซึ่งปรับใช้โดยหน่วยงานที่กำหนดให้ปฏิบัติหน้าที่เพื่อการนั้น
2) อิทธิพลของรัฐโดยจงใจ (deliberate state influence) ซึ่งออกแบบเพื่อชักจูงหรือส่งผลถึงพฤติกรรมของธุรกิจและสังคม รวมถึงมาตรการจูงใจทางภาษี การอุดหนุน การให้สัมปทาน การให้ใช้ทรัพยากร การให้ข้อมูล เป็นต้น (มาตรการส่งเสริม)
3) ทุกรูปแบบของอิทธิพลทางเศรษฐกิจและสังคม (all form of social and economic influence) การกระทำทั้งภาครัฐและภาคเอกชนซึ่งสามารถส่งอิทธิพลให้บรรลุเป้าหมายทางเศรษฐกิจและสังคมได้ รวมถึงมาตรฐานอุตสาหกรรมเอกชน มาตรฐานวิชาชีพ การกำกับดูแลกันเอง เป็นต้น

นภาพกว้าง การกำกับดูแลจะต้องเป็นไปตามนโยบายของภาครัฐ ซึ่งอาจจะใช้เครื่องมือทางกฎหมายหรือไม่ใช้เครื่องมือทางกฎหมาย ในการกำกับดูแลได้

ในยุโรป ที่มีการกำหนดตัวชี้วัดสำหรับหน่วยงานกำกับดูแล ให้มีการออกใบอนุญาตสำหรับอากาศยานไร้คนขับใบแรกในปี 2025 ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการตอบรับจากภาคเอกชนด้วยเพื่อให้บรรลุตามตัวชี้วัดนี้ หน่วยงานกำกับดูแลที่ดีจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกับภาคเอกชนให้สามารถบรรลุเป้าหมายได้

2. ความหลากหลายของอากาศยานและกิจกรรม

การแบ่งประเภทของอาศยานที่มีในอดีตอาจไม่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาของอากาศยานไร้คนขับในปัจจุบัน ซึ่งในปัจจุบันเกิดอกากาศยานลักษณะที่เป็นประเภทผสมขึ้นมา เช่นอากาศปีกตรึงที่สามารถขึ้นลงในแนวดิ่งได้ เป็นต้น ภาพรวมของการแบ่งประเภทอากาศยานไร้คนขับ เป็นไปตามรูปที่ 187 โดยอ้างอิงตาม ICAO



รูปที่ 187 ภาพรวมของการแบ่งประเภทอากาศยานไร้คนขับ อ้างอิงตาม ICAO

นอกจากความหลากหลายของอากาศยานไร้คนขับแล้ว ยังมีความหลากหลายในกิจกรรมที่ใช้ ในปัจจุบันกฎหมายการบินของไทยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท

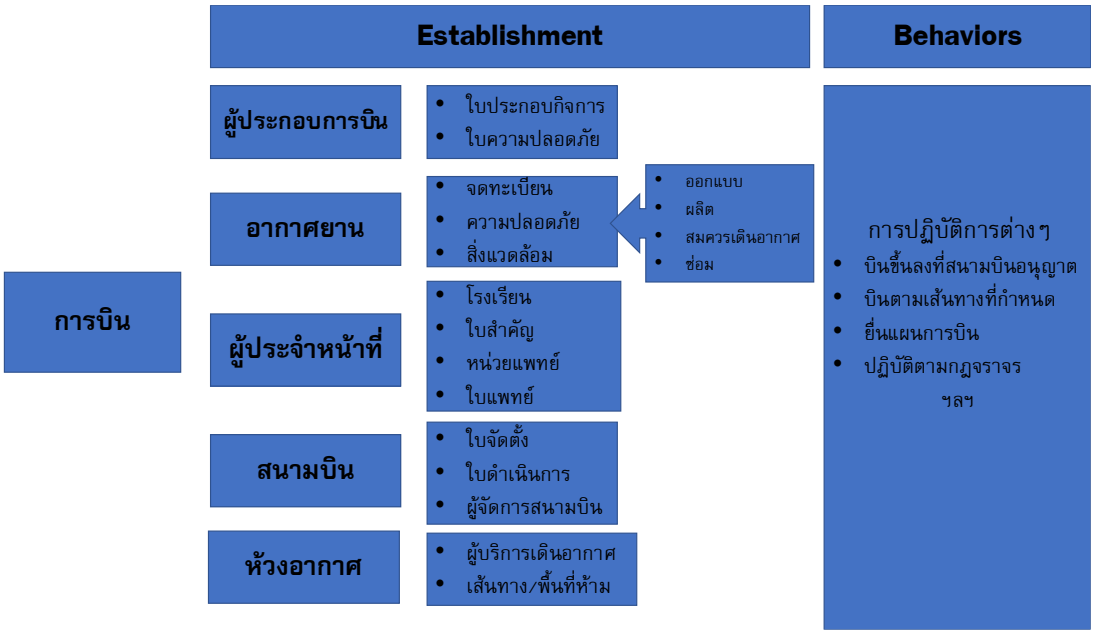
- การขนส่งทางอากาศเพื่อการพาณิชย์ (Commercial Air Transport)
- การทำงานทางอากาศ (Aerial Works)
- การบินทั่วไป (General Aviation)

โดยสองประเภทแรกจะเป็นการบินในเชิงพาณิชย์ ซึ่งจะต้องมีใบอนุญาตประกอบการบินทุกกรณี ทำให้การใช้งานอากาศยานไร้คนขับในปัจจุบันเป็นสิ่งที่ผิดกฎหมาย โดยผู้กำกับดูแลจะคุ้นเคยกับการทำการบินประเภทแรก แต่ประเภทที่สองจะเป็นสิ่งใหม่ที่ไม่ได้มีการควบคุมแต่แรก ซึ่งเมื่อมีการใช้งานอากาศยานไร้คนขับทำให้จำเป็นต้องมีการควบคุมการบินในแบบที่สอง วิธีการที่ผู้กำกับดูแลทำคือ การหาช่องยกเว้นกิจกรรมออกจาก พรบ. การเดินอากาศฯ เช่น การใช้เฮลิคอปเตอร์สำการจราจร ถ้าหากทำตามช่องทางกฎหมายจะไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากกฎหมาย ออกแบบมาสำหรับ การขนส่งทางอากาศเพื่อการพาณิชย์ ทำให้ผู้ที่ต้องการทำกิจกรรมนั้นหาช่องทางที่สามารถยกเว้นจาก พรบ. การเดินอากาศฯ

3. การกำกับดูแลการบิน

โดยกฎหมายที่ไทยใช้โดยอ้างอิงจาก ICAO เป็นกฎที่ออกมาเพื่อใช้ระหว่างประเทศ แต่กฎหมายไทยนำกฎที่ออกแบบมาสำหรับการใช้งานระหว่างประเทศมาบังคับใช้ในประเทศ ทำให้เกิดความไม่เหมาะสมในเรื่องกฎหมายกับการใช้งานจริง

กฎหมายปัจจุบันมีโครงสร้างโดยสรุปตามรูปที่ 188 ซึ่งถ้าหากพิจารณาตามกฎหมายเดิมจะพบว่าไม่เหมาะสมกับการใช้งานของอากาศยานไร้คนขับ เช่น การขึ้นลงจะต้องทำที่สนามบินที่ได้รับอนุญาต หรือ ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะต้องมีใบอนุญาต และยังมีกฎหมายอีกหลายข้อที่ไม่เหมาะสมกับการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ



รูปที่ 188 โครงสร้างของกฎหมายการบิน

ในปัจจุบันการกำกับดูแลเรื่องที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับ มีรูปแบบกฎที่ออกมาเพื่อกำกับดูแลจากหลายฉบับดัง ตัวอย่างการออกแบบโครงสร้างการกำกับดูแลสำหรับผู้ประจำหน้าที่ (ด้านการบิน) ในรูปที่ 189 เหตุผลที่ต้องมีกฎมาควบคุมหลายฉบับเนื่องจากต้องใช้ช่องว่างทางกฎหมายเพื่อมาใช้ในการควบคุม

ตัวอย่าง
การออกแบบโครงสร้างการกำกับดูแล
สำหรับผู้ประจำหน้าที่ (ด้านการบิน)

หัวข้อเนื้อหา	รูปแบบกฎ	ผู้มีอำนาจ	ฐานอำนาจ
การขอ การออก การรับรองใบอนุญาต	ข้อกำหนด	ผอ กพท	43
คุณสมบัติผู้ประจำหน้าที่	พรบ	รัฐสภา	
อายุ สุขภาพ ความรู้ ความชำนาญ	ข้อบังคับ	ผอ กพท + กบร	44 ว 3
การยกเว้นคุณสมบัติ	ประกาศ	รวค	44 ว 2
อายุใบอนุญาต	กฎกระทรวง	รวค + ครม	46
สิทธิทำการ	ข้อบังคับ	ผอ กพท + กบร	45
วินัย	ข้อบังคับ	ผอ กพท + กบร	49
มาตรฐานความปลอดภัย	ข้อกำหนด	ผอ กพท	15/10(2)
การทดสอบ การตรวจ	ระเบียบ	ผอ กพท	15/10(5)
ข้อปฏิบัติ ข้อห้าม	ระเบียบ	ผอ กพท	15/10(6)
การปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย	ข้อบังคับ	ผอ กพท + กบร	21
สั่งตรวจโรค	ระเบียบ	ผอ กพท	50
วิธีตรวจสารเสพติด กักตัว ส่งตัว	ระเบียบ	ผอ กพท	51
เหตุพักใช้หรือเพิกถอน	ระเบียบ	ผอ กพท	50/4
เงื่อนไขและข้อจำกัดการเทียบโอน	ข้อกำหนด	ผอ กพท	50/6 ว 2
ใบสำคัญแพทย์	ระเบียบ	ผอ กพท	50/9 ว 2
การบังคับ การรับรองหลักสูตรและสถาบันฝึกอบรม	ข้อกำหนด	ผอ กพท	50/13 ว 2

รูปที่ 189 โครงสร้างการกำกับดูแลสำหรับผู้ประจำหน้าที่ (ด้านการบิน)

กฎหมายหลักที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับ คือ มาตรา 24 พรบ. การเดินอากาศ พ.ศ. 2497 ซึ่ง ถ้าหากตีความตาม ICAO มาตรานี้เป็น ใบอนุญาตเพิ่มเติม หลังจากมีอนุญาตอื่นๆครบถ้วนแล้ว แต่กรมการบินพลเรือนของประเทศไทยตีความหมายเป็นการยกเว้น โดยทำการออกประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑการขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ซึ่งเป็นการยกเว้น พรบ. ทั้งฉบับ แต่ไม่ได้ยกเว้นทั้งหมด เช่น การถ่ายภาพ การขนของอันตราย เป็นต้น ในปัจจุบัน สถาบันการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยได้ออกกฎเกณฑ์ ที่เกี่ยวข้องออกมา โดยมีการผสมระหว่างการยกเว้น พรบ. บางข้อและบังคับใช้บางข้อ

สิ่งที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการออกกฎเพื่อความคุมการใช้งานอากาศยานไรคนขับ (ประกาศกระทรวงคมนาคม พ.ศ.2558) ที่อาจจะขัดกับกฎหมายหลัก (พรบ.การเดินอากาศ พ.ศ. 2497) และเกิดการยกเว้นการใช้กฎหมายบางข้อ ตามแต่ผู้มีอำนาจและผู้บังคับใช้ ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติไม่สามารถปฏิบัติตามกฎหมายได้อย่างตรงไปตรงมา

อย่างไรก็ตาม หากมีการใช้งานที่เปลี่ยนไป เช่น Air Taxi ที่มีการใช้อากาศยานไร้คนขับในการขนส่งผู้คน กฎหมายที่ละเว้นในประกาศฯอาจจะต้องนำมาพิจารณาบังคับใช้อีกครั้ง เนื่องจากประกาศฯ ปี 2558 ที่ออกมามีออกแบบมาให้ใช้สำหรับอากาศยานที่มีขนาดเล็กที่ใช้ในปัจจุบันเท่านั้น

4. ข้อเสนอในสำหรับแก้ปัญหากฎหมายเกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับ

4.1.ระยะสั้น

- ใช้มาตรา 4 ยกเว้นวัตถุไม่ถือเป็นอากาศยาน
- ใช้มาตรา 16/5 การป้องกันการชนกันระหว่างอากาศยานกับวัตถุในอากาศ
- ใช้มาตรา 15/10 มาตรการความปลอดภัยด้านการบินพลเรือน

4.2.ระยะยาว

1. แก้ไขที่ละมาตรา โดยเพิ่มข้อยกเว้นหรือให้หน่วยงานกำกับดูแลมีอำนาจในการกำหนดประเภทอากาศยานที่ต้องอยู่ (opt-in) หรือไม่ต้องอยู่ (opt-out) ภายใต้บังคับของมาตรานั้น ๆ (กฎหมายการบินพลเรือนของออสเตรเลีย)
2. เพิ่มบทบัญญัติที่ให้หน่วยงานกำกับดูแลมีหน้าที่เลือกใช้มาตราต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่อากาศยานแต่ละประเภท (ดูตัวอย่าง มาตรา 44 ของพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535)
3. เพิ่มหมวดว่าด้วยยานทางอากาศขึ้นมาเฉพาะ (กฎหมายการบินพลเรือนของไต้หวัน)
4. ตรากฎหมายฉบับใหม่สำหรับยานทางอากาศขึ้นมาโดยเฉพาะ
5. ตรากฎหมายการบินพลเรือนฉบับใหม่ขึ้นแทน พ.ร.บ. การเดินอากาศ พ.ศ. 2497 โดยมีเจตนารมณ์ที่จะสร้างหลักการกำกับดูแลแบบสองระบบ อันเป็นการกลัดกระดุมเม็ดแรกให้ถูกต้องตั้งแต่เริ่มต้น

การบรรยายพิเศษเรื่อง
“ประสบการณ์การริเริ่มการพัฒนาต้นแบบการใช้อากาศยานไร้คนขับ สนับสนุนภารกิจขนส่งทางการแพทย์”

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง
“ประสบการณ์การริเริ่มการพัฒนาต้นแบบการใช้อากาศยานไร้คนขับ สนับสนุนภารกิจขนส่งทางการแพทย์”

นาวาอากาศเอกอนุกูล อ่อนจันทร์อม

เสนาธิการศูนย์ปฏิบัติการทางอวกาศกองทัพอากาศ

5. ที่มาของโครงการ

กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดนโยบายในการขับเคลื่อนระบบสุขภาพดิจิทัลโดยการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมดิจิทัล เพื่อเสริมสร้างระบบบริการสุขภาพดิจิทัลของประเทศไทยให้มีความก้าวหน้ามากขึ้น โดยเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกสบายให้กับประชาชนทั่วไป และเพิ่มโอกาสให้ประชาชนได้รับบริการสุขภาพอย่างทั่วถึง สะดวก มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีการสนับสนุนแก้ปัญหา Pain Point เช่น ความต้องการใช้เครื่องบินในการขนส่งสิ่งช่วยชีวิตเหล่านี้ไปยังพื้นที่ห่างไกล 12 เขตสุขภาพ ซึ่งเจอปัญหาเช่น การกระจายวัคซีน การเข้าถึงอุปกรณ์การแพทย์เอื้ออาทร และการจัดส่งยาในพื้นที่ห่างไกล ปัญหาเส้นทางขนส่งที่มีอุปสรรคเช่น ภูเขา ทะเล และเขื่อนถนนทำให้การเข้าถึงศูนย์บริการสุขภาพลำบากขึ้น

แนวทางการแก้ไขปญหาด้วยการนำอากาศยานไร่คนขับมาปรับใชในการปฏิบัติงาน จากการศึกษาข้อมูลทั้งในและต่างประเทศพบวา มีประสิทธิภาพและความคุมคา สงเสริมสมรรถนะการปฏิบัติงานแทนอัตรากำลังบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังช่วยปฏิบัติภารกิจคนหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากภัยพิบัติธรรมชาติ คณะกรรมการพัฒนาอากาศยานไร่คนขับสนับสนุนภารกิจทางการแพทย์ จึงได้แต่งตั้งคณะทำงานพัฒนาตนแบบการใชอากาศยานไร่คนขับสนับสนุนภารกิจทางการแพทย์ เพื่อศึกษา วิจัย และพัฒนาต่นแบบการใช่อากาศยานไร่คนขับสนับสนุนภารกิจทางการแพทย์ รวมทั้งทดสอบรูปแบบและวิธีการตามตนแบบและจัดทำข่อเสนอแนะแนวทางการใช่อากาศยานไรคนขับสนับสนุนภารกิจทางการแพทย์

6. ขอบเขตของโครงการ

คณะกรรมการพัฒนาอากาศยานไร่คนขับสนับสนุนภารกิจทางการแพทย์ และคณะทำงานพัฒนาต่นแบบการใชอากาศยานไรคนขับสนับสนุนภารกิจทางการแพทย์ ได้มีการประชุมหารือและร่วมกันพิจารณาแนวทางในการดำเนินงาน โดยมีการพิจารณารายละเอียดข้อมูลสำคัญ 4 ประเด็น ได้แก

- Pain point ของพื้นที่ในสถานพยาบาล 12 เขตสุขภาพ และการคัดเลือกพื้นที่ที่ต่องการทดสอบการใชอากาศยานไรคนขับ
- แพลตฟอร์มของอากาศยานไรคนขับที่จะใชในการขนส่งวัสดุการแพทย์ และรูปแบบการส่งพัสดุ
- การทำ Quality test เพื่อทดสอบการบินใหได้ตามมาตรฐานและมีความปลอดภัย
- กฎหมายและการกำกับดูแลอากาศยานไร่คนขับของประเทศไทย

โดยเห็นชอบร่วมกันให้คัดเลือกพื้นที่นำร่องเพื่อดำเนินการทดสอบการบิน แบ่งเป็น 3 รูปแบบได้แก

- พื้นที่ทะเล
- พื้นที่ป่า/เขา
- พื้นที่เขตเมือง

7. กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

กฎหมายการอนุญาตการใช้อากาศยานไร้คนขับและกฎหมายเกี่ยวกับการส่งเสริมความปลอดภัยในการใช้อากาศยานไร้คนขับมีความสำคัญต่อการออกแบบระบบการปฏิบัติงานที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากกฎหมายเกี่ยวกับการขออนุญาตใช้อากาศยานไร้คนขับสนับสนุนระบบบริการสุขภาพยังไม่มีความชัดเจนเกี่ยวกับการอนุญาตและสร้างความปลอดภัยการใช้อากาศยานไร้คนขับทางการแพทย์ เนื่องจากยังไม่ได้รับการพัฒนาสำหรับใช้อากาศยานไร้คนขับทางการแพทย์ ขาดการสื่อสารให้เกิดความรู้ความเข้าใจสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ และการใช้อากาศยานไร้คนขับยังเป็นเรื่องใหม่ในทางการแพทย์โดยหน่วยงานหลักที่มีหน้าที่กำกับดูแลอากาศยานไร้คนขับของประเทศไทย ได้แก

- สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย มีหน้าที่กำกับดูแลผู้บังคับหรือปล่อยอากาศยานตามมาตรา ๒๔ แห่งพระราชบัญญัติการเดินอากาศ พ.ศ. ๒๔๙๗
- คณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) กำกับดูแลในเรื่องการใช้คลื่นวิทยุของอากาศยาน เรื่อง หลักเกณฑ์ และเงื่อนไขการอนุญาตให้ใช้คลื่นความถี่สำหรับอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินสำหรับใช้งานเป็นการทั่วไป พ.ศ. ๒๕๖๑

8. การสำรวจพื้นที่

การสำรวจพื้นที่นำร่องแห่งแรกเพื่อทดสอบการบิน ได้แก โรงพยาบาลราชวิถี ซึ่งพบว่า เป็นพื้นที่เขตเมืองที่มีประชาชนและผู้มาใช้บริการที่โรงพยาบาลเป็นจำนวนมาก มีปัญหาสัญญารบกวนของการสื่อสารการบินของอากาศยานไร้คนขับ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือความปลอดภัยของประชาชนที่อยู่ในเส้นทางการบินของอากาศยานไร้คนขับ ประกอบกับพื้นที่โรงพยาบาลราชวิถีมีลักษณะเป็นอาคารสูงอยู่ใกล้กัน ทำให้เกิดช่องแคบเป็นปัจจัยทำให้เกิดกระแสลมผ่านช่องแคบระหว่างอาคารซึ่งมีความแรงกว่าในพื้นที่โล่ง ทำให้มีผลต่อการบังคับการบิน และสามารถสรุปได้ว่าสามารถดำเนินการได้จริง แต่มีปัจจัยในการดำเนินงานค่อนข้างมาก ต้องใช้เวลาในการศึกษาและแผนการทดสอบบิน

ต่อมามีการสำรวจพื้นที่นำร่องแห่งที่ 2 ซึ่งเป็นพื้นที่ทะเล โดยคัดเลือกพื้นที่เขตสุขภาพที่ 12 จังหวัดสตูล การทดสอบระบบการบินอากาศยานไร้คนขับที่จังหวัดสตูล ถือเป็นครั้งแรกของประเทศไทย ที่ใช้อากาศยานไร้คนขับในการบินข้ามทะเล ขนส่งยาและเวชภัณฑ์ โดยขาไปนำวัคซีนบาดทะยัก จากโรงพยาบาลสตูล ไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลปูยู และขากลับนำเลือดผู้ป่วยมาส่ง ที่โรงพยาบาลสตูล การดำเนินงานเป็นไปตามมาตรฐานสากล ผ่านการอนุญาตของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (CAAT) และสำนักงาน กสทช.

รวมทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข่อง โดยใช้ระบบการควบคุมการบินด้วยการสื่อสารผ่านดาวเทียม อีกทั้งที่ผ่านมาคณะทำงานพัฒนาต่นแบบฯ ได้มีการทดสอบการบิน Quality Test ขนสงเลือด ซึ่งประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี ทำให้สร้างความมั่นใจให้กับคณะเจาหนาที่ทำงาน ที่จะทำการบินทดสอบในพื้นที่จริงในครั้งนี้

9. การทดสอบการบิน

การบินทดสอบครั้งนี้ ใช่เส่นทางการบินระหว่างสนามกีฬารัชกิจประการ ถึงโรงพยาบาลสงเสริมสุขภาพตำบลปูยู จังหวัดสตูล ระยะทาง 12 กิโลเมตร ผลการทดสอบพบวา สามารถดำเนินการได้จริง รวดเร็ว และปลอดภัย ใช่เวลาเดินทางไปและกลับเพียง 15 นาที รักษาอุณภูมิวัคซีนได้คงที่ปกติ เหมาะสำหรับสงยาหรือเวชภัณฑ์ที่ไม่ตองการให้เกิดปฏิกิริยาจากการสั่นสะเทือน

การดำเนินงานสำรวจและทดสอบการบินในทุกพื้นที่ดังที่กล่าวมา ได้รับสนับสนุนแหล่งเงินจาก 2 หน่วยงาน คือ องคการเภสัชกรรม และสำนักคณะกรรมการสงเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ภายใตโครงการจัดทำ Sandbox การใช่อากาศยานไร่คนขับสนับสนุนภารกิจการแพทย์ เพื่อจัดทำ Sandbox และทดสอบรูปแบบและวิธีการตาม Sandbox ที่กำหนดไวในพื้นที่เป้าหมาย รวมทั้งสามารถนำโมเดลไปปรับใช่กับภารกิจรูปแบบอื่นๆ

จากผลการดำเนินงานและทดสอบการบินที่กล่าวมาในเบื้องต่น เมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับภัยคุกคามทางสุขภาพ อาทิ การแพรระบาดของโรคติดเชื้อ การเข่าสู่สังคมสูงวัย อัตราการย้ายเข่ามาอยู่ในเขตเมือง ภาวะเศรษฐกิจและคาใช่จ่ายด้านการรักษาที่สูงขึ้น แสดงให้เห็นถึงฉากทัศนในอนาคตที่มีแนวโนมการเป็นสังคมที่มีความเหลื่อมล้ำสูง ความมั่นคงทางสุขภาพกระจุกตัว กระทรวงสาธารณสุขควรสนับสนุนการใช่อากาศยานไร่นักบินซึ่งเป็นโอกาสทางเทคโนโลยีที่สามารถช่วยยกระดับการบริการทางการแพทย์ ลดต้นทุนและประหยัดงบประมาณ เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรร่วมกัน สร้างความเทาเทียมในการเข่าถึงบริการอย่างไร่รอยตอ มีความคล่องตัวและสะดวกต่อการปฏิบัติงาน และลดขั้นตอนการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐาน นำรองการพัฒนาตามความเร่งด่วนในระดับพื้นที่เขตบริการสุขภาพ

การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

สรุปบรรยาย เรื่อง

การจัดสาธิต Demonstration

“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

10. การสาธิตผูก Remote ID กับอากาศยานไร้คนขับที่จะทำการสาธิต

ก่อนที่จะทำการบินจริง ได้ทำการสาธิตการผูก Remote ID เข้ากับอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งเคยได้สาธิตไปแล้วในการการสาธิตครั้งที่ 2 แต่ในครั้งนั้นยังไม่ได้มีการผูก Remote ID กับอากาศยานไร้คนขับจริงเพื่อที่จะทำการบิน โดยในครั้งนี้ได้ทำการผูก Remote ID จำนวน 3 ชิ้น เข้ากับ อากาศยานไร้คนขับ 3 ลำ ดังแสดงในรูปที่ 190 โดย Remote ID 2 ชิ้นได้ทำการพัฒนาขึ้นในโครงการนี้และอีก 1 ชิ้นเป็น Remote ID แบบ Broadcast ที่ได้พัฒนาแอพพลิเคชั่นให้สามารถส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูลได้

รูปที่ 190 อากาศยานไร้คนขับที่นำมาบินในการสาธิต

11. การสาธิตการใช้งาน Remote ID

หลังจากที่ได้ทำการผูก Remote ID แล้วจึงได้มีการสาธิตการใช้งาน Remote ID ซึ่งในครั้งเน้นไปที่ความถูกต้องในการวัดความสูงของ Remote ID และการใช้งานร่วมกันของ Remote ID

11.1. ความแม่นยำในการวัดความสูงของ Remote ID

ในการสาธิตความถูกต้องของ Remote ID ในการระบุความสูงจะทำการทดสอบโดยเทียบกับ ความสูงที่ได้จาก DJI MATRICE 350 RTK โดยความสูงที่ได้จะมาจากกล้อง LIDAR ที่ติดตั้งอยู่บนอากาศยานไร้คนขับซึ่งมีความ

แม่นยำสูง จึงใช้เป็นค่าอ้างอิงในการทดลอง โดยผลการทดลองแสดงในตารางที่ 26 ผลการทดสอบการระบุความสูงของ Remote ID

ตารางที่ 26 ผลการทดสอบการระบุความสูงของ Remote ID

Test No.	ความสูง (เมตร)		ความคลาดเคลื่อน (%)
	DJI MATRICE 350 RTK	Remote ID	
1	10	9.5	5.00
2	20	19.4	3.00
3	30	27.7	7.67
4	40	40	0.00
5	50	48.9	2.20
6	60	58.3	2.83
7	70	67	4.29
8	80	78.2	2.25
9	90	86.4	4.00
ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (%)			6.89

11.2. การทดสอบการใช้งานร่วมกันของ Remote ID มากกว่า 1 ชิ้น

ในการสาธิตครั้งนี้ได้ทำการบินอากาศยานไร้คนขับที่ได้ติดตั้งและผูก Remote ID ทั้งหมด 3 ลำ ในพื้นใกล้เคียงกัน เพื่อดูความสามารถในการทำงานของ Remote ID และระบบ เมื่อมีการใช้งานหนาแน่น ดังแสดงในรูปที่ 191 เมื่อทำการบินแล้วสังเกตหน้าจอการแสดงผลการบิน พบว่าระบบสามารถแสดงผลได้ถูกต้องและแม่นยำดังแสดงในรูปที่ 192

รูปที่ 191 อากาศยานไร้คนขับ 3 ลำขณะทำการบินทดสอบ

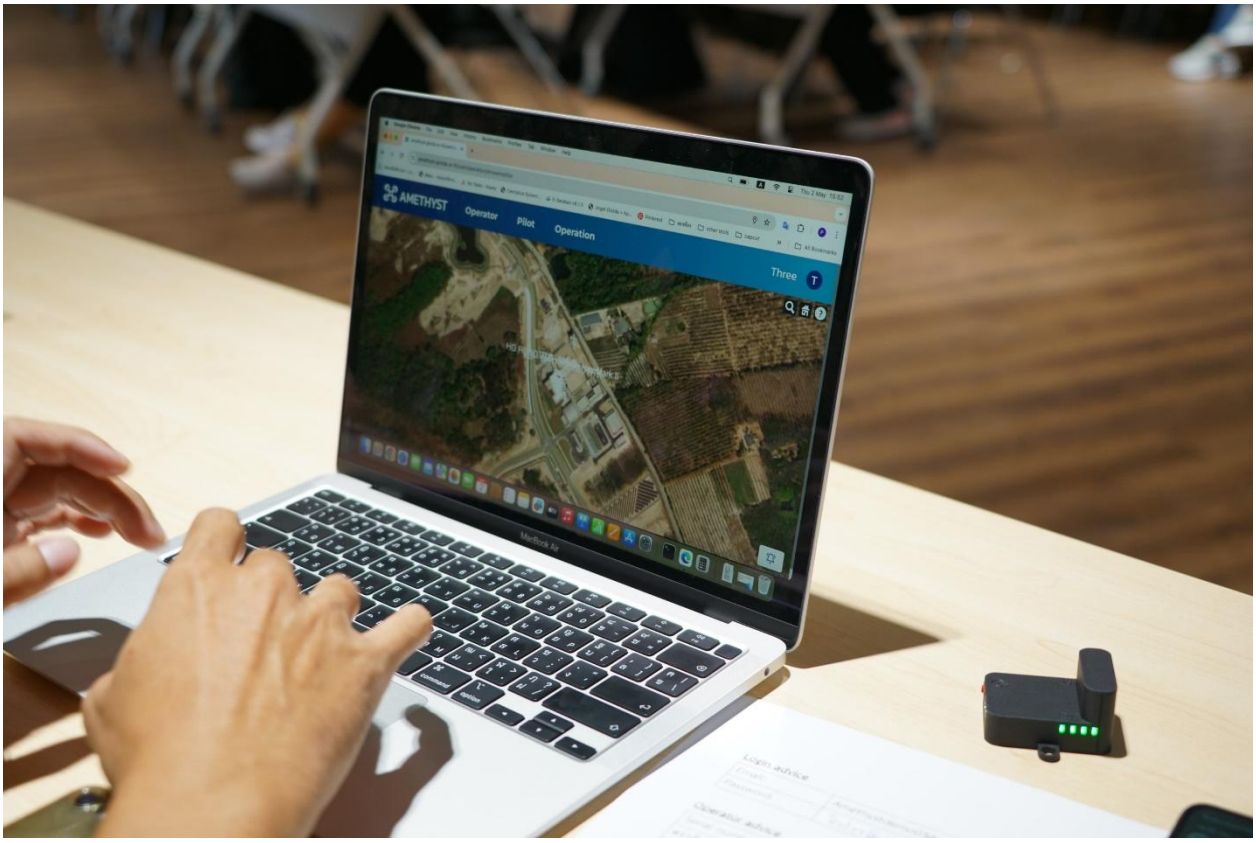
รูปที่ 192 การแสดงผลในระบบขณะทำการบิน

ประมวลภาพงาน Demonstration ครั้งที่ 5

SCHEDULE
PUSH

การจัดสาธิต Demonstration
"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
ครั้งที่ 5

STAFF


AMETHYST
Operator
Pilot
Operation
Three

15 34
การจัดสาธิต Demonstration
"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
ครั้งที่ 5
ดร. สุวัฒน์ ศรีเสวก
หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB
สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

13 44
สำเนาคู่ฉบับ

ติดต่อสอบถาม : 086-521-4953
(บุคลากร Gistda)
67%

การจัดสาธิต Demonstration
"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
ครั้งที่ 5
09 55

DEMONSTRATION

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Demonstration

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 5

วันศุกร์ที่ 3 พฤษภาคม 2567

ณ วังจันทร์วัลเลย์ ต.ป่ายุบใน อ.วังจันทร์ จ.ระยอง

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	น.อ.ศ.ดร.ประสาทพร วงษ์คำข้าง	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
2	น.อ.รศ.ดร.เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
3	ว่าที่ ร.ต.คมกฤช มิสเกตุ	ปตท.		
4	นายปรัชญ์ บุญเสนอ	ปตท.		
5	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	Thai Sky Vision		
6	นายพงศธร วงศ์สายัณห์	Thai Sky Vision		
7	นายชินภัทร ทิพโยภาส	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์		
8	นายชินทัตต์ เขียวแก้ว	สทอภ.		
9	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	สทอภ.		
10	นายพศวีร์ เสียงเย็น	สทอภ.		
11	นายศุภชัย ภูสุมมา	สทอภ.		
12	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	สทอภ.		
13	นางสาวจารุวรรณ สุทธนะ	สทอภ.		
14	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	สทอภ.		
15	นางสาวสุภิกา เสนาฤทธิ์	สทอภ.		
16	นายกนกพล สีเหลือง	สทอภ.		
17	นายบริรักษ์	สทอภ.		
18	นายจิรภัทร เทียนขวัญ	สทอภ.		
19	อาจารย์ประเสริฐ ป้อมป้องศึก	วิทยากร		
20	นาวาอากาศเอกอนุกูล อ่อนจันทร์อม	เสนาธิการศูนย์ปฏิบัติการทางอวกาศกองทัพอากาศ		
21	นางสาวศราวดี ไทยเจริญพร	ไทยคม		
22	นางสาวฉัตรเพชร บุณยเกตุ	ไทยคม		
23	นายเพชร ศิริวรธรรม	ไทยคม		

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
24	นายรัฐพงศ์ โชติรัตนศักดิ์	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
25	นายดณุพล สุทธิสน	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
26	นางสาวไพลิน ชัยมงคลทรัพย	Thai AI		
27	นายอารักษ์ สบายสถาน	Thai AI		
28	นายเฉลิม จิตปรีชากุล	Thai AI		
29	นายชนินทร์ อินทร์พิทักษ์	Thai AI		
30	นายสงคราม เปี่ยมสะอาด	Thai AI		
31	นางสาวกรกันยา นันทวงศ์	Emone		
32	นายอนล ไพศาล	Emone		
33	นายทินกร หาญชนะ	EECi		
34	นางสาวนพวรรณ ยาณะ	บริษัท สโคลร่า คลีนเนอร์ จำกัด		
35	นายโรดเชน [illegible]	[illegible]	[illegible]	
36	นางสาวเมธราสรณ์ [illegible]	[illegible]	[illegible]	
37	นายธนวัฒน์ ธรรมธนธำรัญ	[illegible]	[illegible]	
38	พัธรนันท์ [illegible]	THAI AI	[illegible]	
39	ชื่อสิทธิ์ พรหมลินชี้	THAI AI	[illegible]	
40	ชาติชาย [illegible]	THAI AI	[illegible]	
41	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
42				
43				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วมงาน Demonstration

"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 5

วันพฤหัสบดีที่ 2 พฤษภาคม 2567

ณ วังจันทร์วัลเลย์ ต.ป่ายุบใน อ.วังจันทร์ จ.ระยอง

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	น.อ.ศ.ดร.ประสาทพร วงษ์คำข้าง	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
2	น.อ.รศ.ดร.เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
3	ว่าที่ ร.ต.คมกฤช มิสเกตุ	ปตท.		
4	นายปรัชญ์ บุญเสนอ	ปตท.		
5	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	Thai Sky Vision		
6	นายพงศธร วงศ์สายัณห์	Thai Sky Vision		
7	นายชินภัทร ทิพโยภาส	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์		
8	นายชินทัตต์ เขียวแก้ว	สทอภ.		
9	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	สทอภ.		
10	นายพศวีร์ เสียงเย็น	สทอภ.		
11	นายศุภชัย ภูสุมมา	สทอภ.		
12	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	สทอภ.		
13	นางสาวจารุวรรณ สุทธนะ	สทอภ.		
14	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	สทอภ.		
15	นางสาวสุภิกา เสนาฤทธิ์	สทอภ.		
16	นายกนกพล สีเหลือง	สทอภ.		
17	นายบริรักษ์ กิตวัฒนา	สทอภ.		
18	นายจิรภัทร เทียนขวัญ	สทอภ.		
19	อาจารย์ประเสริฐ ป้อมป้องศึก	วิทยากร		
20	นาวาอากาศเอกอนุกูล อ่อนจันทร์อม	ศูนย์ปฏิบัติการทางอวกาศกองทัพอากาศ		
21	นางสาวศราวดี ไทยเจริญพร	ไทยคม		
22	นางสาวฉัตรเพชร บุณยเกตุ	ไทยคม		
23	นายเพชร ศิริวรธรรม	ไทยคม		

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
24	นายรัฐพงศ์ โชติรัตนศักดิ์	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
25	นายดณุพล สุทธิสน	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
26	นางสาวไพลิน ชัยมงคลทรัพย	Thai AI		
27	นายอารักษ์ สบายสถาน	Thai AI		
28	นายเฉลิม จิตปรีชากุล	Thai AI		
29	นายชนินทร์ อินทร์พิทักษ์	Thai AI		
30	นายสงคราม เปี่ยมสะอาด	Thai AI		
31	นางสาวกรกันยา นันทวงศ์	Emone		
32	นายอนล ไพศาล	Emone		
33	นายทินกร หาญชนะ	EECi		
34	นางสาวนพวรรณ ยาณะ	บริษัท สโคลร่า คลีนเนอร์ จำกัด		
35	นายโชติธัย กิ่งรัมเพธร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	โชติธัย	
36	นางสาวเพชรารัตน์ คุ้นเจริญวงษ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	เพชรารัตน์	
37	นายธนพัฒน์ ธรรมธนธิเจริญ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ธนพัฒน์	
38	พัชรพันธ์ คุณพิทักษ์กุล	THAI AI		
39	ชีรสัทธิ์ พรหมสีนพี	THAI AI	ชีรสัทธิ์	
40	ชาติชาย เสือวงษ์	THAI AI	ชาติชาย	
41	พ.อ.อ. สุทธิภัทร์ ชัยวะบงค์	~~กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน~~	สุทธิภัทร์	
42				
43				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				

รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 6
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ณ โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ เซ็นทรัลพลาซาลาดพร้าว จ.กรุงเทพฯ วันพฤหัสบดีที่ 13 มิถุนายน 2567

บทสรุปผู้บริหาร

การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 6 จัดขึ้นที่ โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ เซ็นทรัลพลาซาลาดพร้าวจังหวัดกรุงเทพหมหานคร ในการจัดการสาธิตครั้งนี้ ได้มีการเชิญ ดร.ภานุ เศรษฐเสถียรจาก GISTDA มาให้ความรู้เกี่ยวกับ Digital twin ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ UTM ในโครงการนี้ เนื่องจากในการพัฒนาระบบได้มีการนำข้อมูลความสูงของอาคารมาใช้ในการหาเส้นทางการบินของอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลในระบบ SPHERE ที่ได้รวมรวบข้อมูลที่ GISTDA ได้ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ เพื่อเผยแพร่ ให้ผู้ที่ต้องการใช้งานได้นำไปใช้ในกิจการต่าง ๆ

ในส่วนของการสาธิตการทำงานของระบบ ในครั้งนี้ได้ทำการสาธิตการใช้งานในหน้าของผู้กำกับดูแล ซึ่งมี 2 ส่วนคือ หน้าของ กสทช. และ กพท. โดยในครั้งนี้ได้ทำการอธิบาย และสาธิตการใช้งานในส่วนของการอนุมัติคำขอขึ้นทะเบียนและคำขอในการทำการบิน และเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมงานได้มีส่วนร่วมในการทดลองใช้งานจริงด้วย

การบรรยายพิเศษเรื่อง
“Digital Twin Technology”

สรุปบรรยายพิเศษ เรื่อง
“Digital Twin Technology”

ดร. ภานุ เศรษฐเสถียร

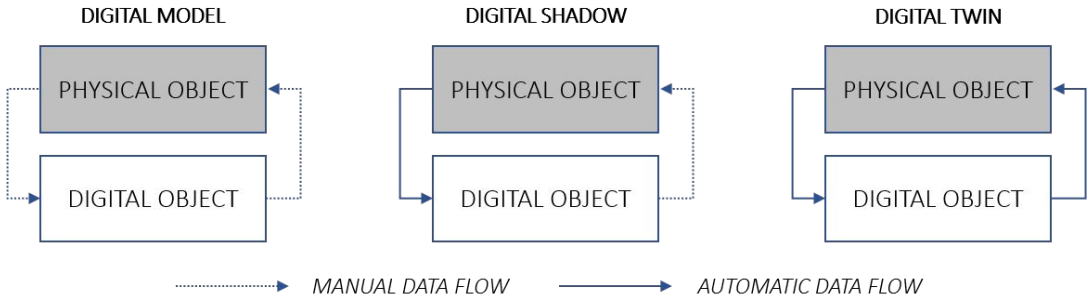
วิศวกรชำนาญการ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

เนื้อหาการบรรยายจะเป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับ Digital Twin และแพลตฟอร์ม SPHERE ที่ GISTDA ได้พัฒนาขึ้น โดยมีข้อมูลแบบจำลองอาคาร 3 มิติ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับในโครงการนี้

1. Digital twin

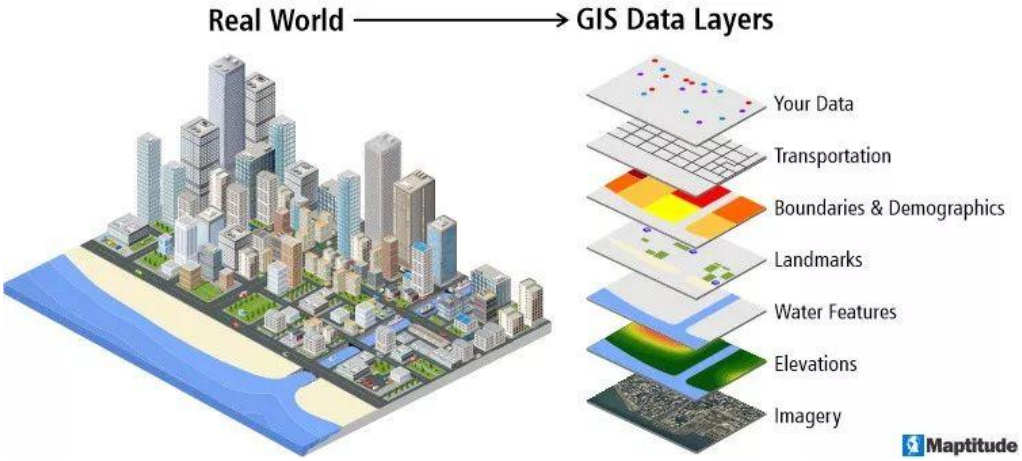
Digital twin เป็นการจำลองโลกแห่งความเป็นจริง โดยข้อมูลต่าง ๆ จะต้องมาจากโลกแห่งความเป็นจริงเท่านั้น ต่างจาก metaverse จะเป็นโลกในจินตนาการ ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับโลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งความเข้าใจของ Digital twin ในแต่ละบุคคลมีความต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น เป็นโมเดลจำลองโลกแห่งความเป็นจริงเพื่อความสวยงาม มีเพียงข้อมูลที่ตามองเห็นเท่านั้น หรืออาจมีการติดตั้ง เซนเซอร์เพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ มาประกอบกับข้อมูลโมเดลจำลอง หรือมากไปกว่านั้นอาจมีการจำลองสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น เพื่อจำลองว่าถ้าหากสิ่งนั้นเกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริง จะมีผลอย่างไร

การจำลองอาจแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ Digital model, Digital shadow,และ Digital twin โดย Digital model จะเป็นการจำลองโลกแห่งความจริง โดยข้อมูลในโลกจำลองและโลกจริงแยกจากกัน ไม่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างโลกจำลองและโลกจริง ส่วน Digital shadow จะมีการอัพเดทข้อมูลจากโลกจริงในโลกจำลอง แต่ถ้าหากมีการถ่ายข้อมูลระหว่างสองโลก กล่าวคือผลจากโลกจำลองส่งผลต่อโลกจริงและผลจากโลกจริงส่งผลต่อโลกจำลองจะเรียกว่า Digital twin ดังแสดงในรูปที่ 193



รูปที่ 193 รูปแบบการจำลองข้อมูล

ในงานภูมิสารสนเทศจะมีการแบ่งชั้นข้อมูล เนื่องจากในการใช้งานอาจมีความสนใจเฉพาะบางข้อมูล หรือในการเก็บข้อมูล เก็บได้เฉพาะข้อมูลบางประเภทเท่านั้น ซึ่งเมื่อมีการแบ่งชั้นของข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 194 ทำให้เกิดปัญหาคือเมื่อนำข้อมูลมาซ้อนทำกันแล้วอาจทำให้เกิดการเหลื่อมกันของข้อมูลในชั้นต่างๆ



รูปที่ 194 การแบ่งชั้นของข้อมูลในงานภูมิสารสนเทศ

เพื่อสร้าง Digital twin จะต้องมีการเก็บข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการนำมาแสดงผล โดยสิ่งที่นำมาใช้รวบรวมข้อมูลต่างๆเพื่อป้อนเข้าไปยัง Digital twin เรียกว่า Digital twin engine ประกอบด้วย

- Physical models
- Data observations
- Data assimilation bringing together simulations & observations
- Digital software technologies
- Computing infrastructures

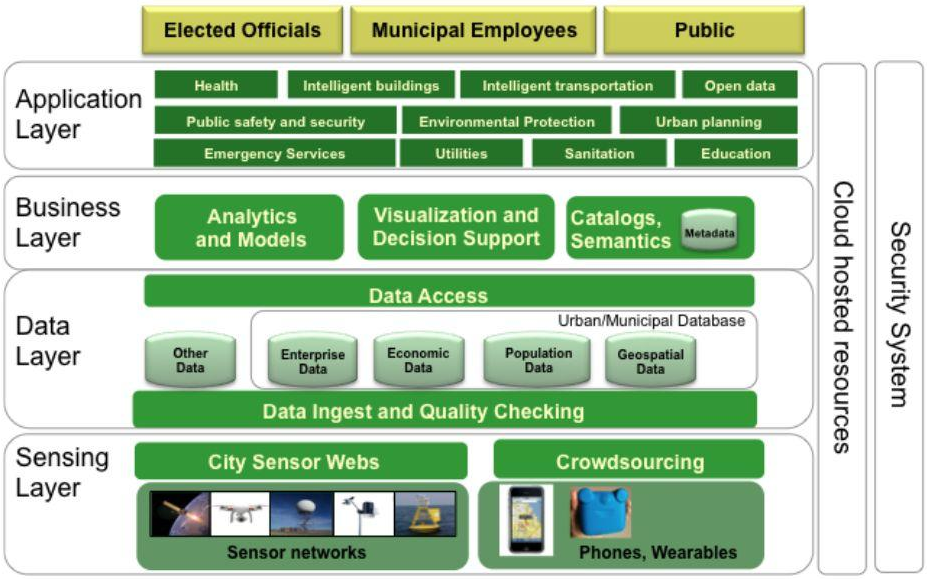
การใช้งาน Digital twin อาจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ตามรูปที่ 195

รูปที่ 195 ระดับการใช้งาน Digital twin

ในการใช้งานจริงของ Digital twin จะมีโครงสร้างดังรูปที่ 196 โดยมีพื้นฐานเป็นการเก็บข้อมูล (Sensing layer) และเมื่อเก็บข้อมูลได้และจะส่งต่อไปยัง Data layer และส่งต่อไปยัง Business layer และ Application layer ต่อไป ซึ่งที่กล่าวมาทั้งหมดจะเกิดขึ้นไม่ได้หากไม่มีเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในปัจจุบัน ดังนี้:

- 5th generation mobile network (5G)
- Internet of things (IoT)
- Edge computing
- Digital platforms

- Artificial intelligence (AI) and big data (BD)
- Visualization technologies



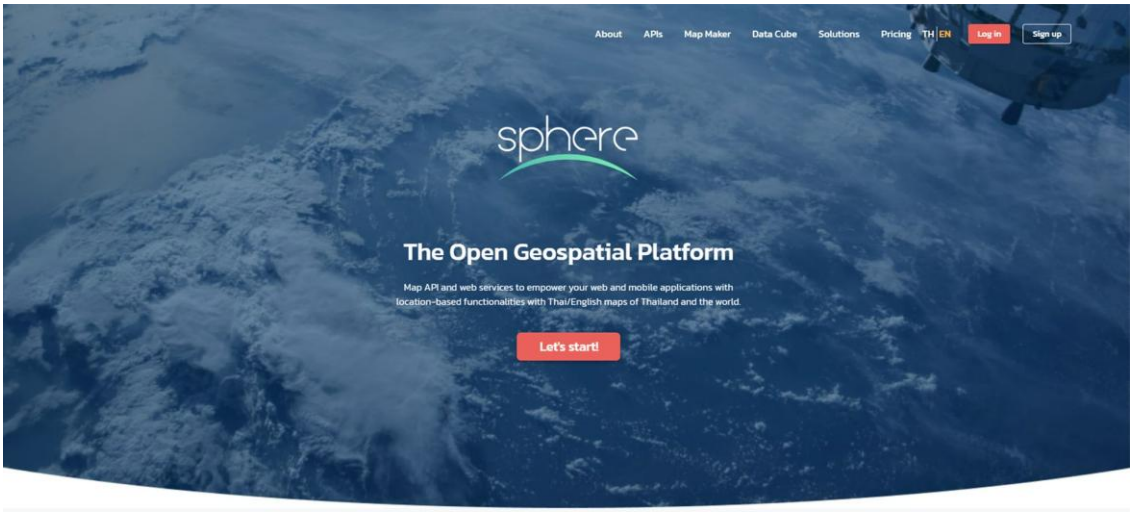
รูปที่ 196 โครงสร้างของการใช้งาน Digital twin

2. SPHERE: GISTDA's Digital Twin Engine

SPHERE แสดงในรูปที่ 197 เป็นแพลตฟอร์มที่ให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศที่บนคลาวด์ โดยเปิดให้ใช้งานสาธารณะ หรือโดยหน่วยงานภาครัฐ และพันธมิตร เพื่อตอบสนองความต้องการของแต่ละหน่วยงาน โดยเป็นไปตามแผนยุทธศาสตร์ระดับชาติ และยุทธศาสตร์รัฐบาลดิจิทัลที่รัฐบาลเปิดเผยข้อมูล เพิ่มความโปร่งใสความร่วมมือและการมีส่วนร่วมจากภาคประชาชน

ในกระบวนการพัฒนาแพลตฟอร์ม SPHERE แต่ละชั้นของระบบได้รับการออกแบบและพัฒนาโดยใช้ซอฟต์แวร์ฟรีและโอเพ่นซอร์ส (FOSS) เนื่องจากไม่ต้องการยึดติดกับผู้ให้บริการรายใดรายหนึ่ง และมีหลักการในการพัฒนาดังนี้:

- ค้นหาได้
- เข้าถึงได้
- ทำงานร่วมกันได้
- นำกลับมาใช้ใหม่ได้



รูปที่ 197 ระบบ SPHERE

2.1.Maps API

Maps API เป็นไลบรารีแผนที่โอเพ่นซอร์สสำหรับเว็บเบราว์เซอร์และแอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีเครื่องมือในการทำแผนที่ทั้งหมดที่นักพัฒนาส่วนใหญ่ต้องการ โดย Maps API ได้รับการออกแบบให้เรียบง่าย มีประสิทธิภาพ และสามารถใช้งานได้จริง

2.2.mapMaker

mapMaker เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างแผนที่ ที่เหมาะกับผู้ใช้งานทั่วไปที่ไม่มีพื้นฐานในการเขียนโปรแกรม เพื่อให้การสร้างแผนที่เข้าถึงได้ง่าย

2.3.WHERE

เป็น Application แผนที่บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สร้างด้วย platform SPHERE โดยความสามารถของ WHERE เทียบเท่ากับ Google Map แต่ใช้ข้อมูลต่าง ๆ จาก SPHERE โดยไม่ต้องพึ่งพาข้อมูลจากผู้ให้บริการรายอื่น

2.4.บริการบน SPHERE

บริการบน SPHERE สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

- Dataset
  - Basemap
  - Satellite-as-a-Service (SaaS)
- Crops
- Disasters

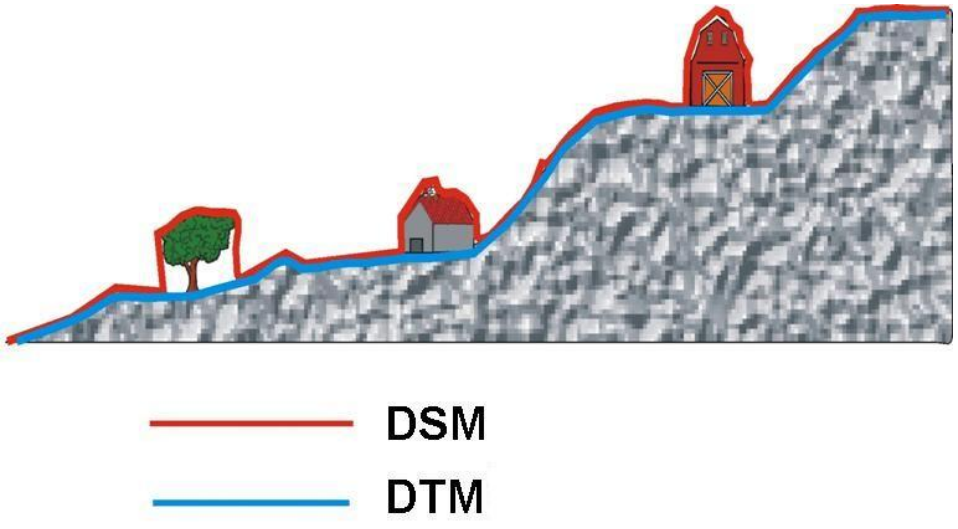
- Building Footprint
- Forest & Carbon Storage
- DEM
- Marine & Coastal
  - อื่นๆ เช่น DEM, POI, Building footprint, etc.
- Tools
  - Maps API
  - mapMaker
  - eXeCube
- Applications
  - WHERE

3. Digital Elevation and 3D Building Models

ข้อมูลความสูงรวมถึงข้อมูล 3 มิติของอาคารสามารถนำมาใช้งานได้หลากหลาย เช่น การนำมาใช้เป็นข้อมูลในการหาเส้นทางการบินสำหรับอากาศยานไร้คนขับ หรือ การหาตำแหน่งในการติดตั้งกล้องวงจรปิดให้ครอบคลุมพื้นที่ ซึ่งในการเก็บข้อมูลความสูงและข้อมูลของอาคาร ได้ใช้วิธีการต่าง ๆ ประกอบกันเพื่อให้ข้อมูลสมบูรณ์ที่สุด ซึ่งจะกล่าวถึงวิธีการต่าง ๆ ต่อไป

3.1. พื้นฐานของข้อมูล

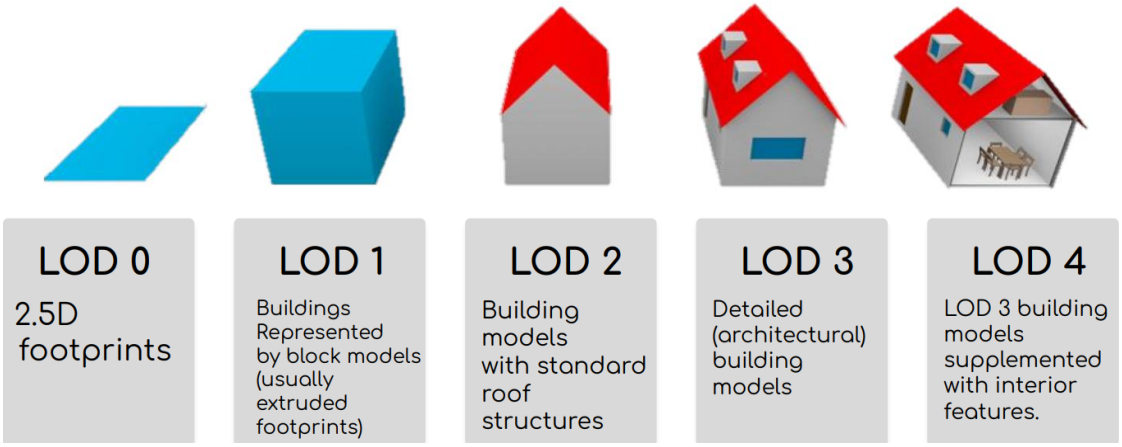
ข้อมูลความสูงที่มีการใช้งานในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ Digital Surface Model (DSM) และ Digital Terrain Model (DTM) โดยความแตกต่างของข้อมูล 2 ประเภทนี้คือ DSM จะเป็นข้อมูลที่รวมสิ่งปลูกสร้างเหนือพื้นดิน ในขณะที่ DTM จะเป็นข้อมูลพื้นดินเพียงอย่างเดียว ดังแสดงในรูปที่ 198 และ รูปที่ 199 ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่าถ้าหากนำข้อมูล DSM ลบด้วย DTM จะได้เป็นข้อมูลความสูงของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง



รูปที่ 198 ความแต่งต่างของ DSM และ DTM

รูปที่ 199 ตัวอย่างภาพ DSM และ DTM

ข้อมูลของอาคารสามารถแบ่งได้ตามรายละเอียดของข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 200 โดยในระดับแรก (LOD 0) จะเป็นเพียงข้อมูล ฐานของอาคารเท่านั้น ระดับ LOD 1 จะเพิ่มข้อมูลความสูงขึ้นมาจากพื้นที่ฐานทำให้ได้ข้อมูลอาคารในลักษณะของกล่องเท่านั้น ไม่มีรายละเอียดอื่นๆ LOD 2 เพิ่มข้อมูลรูปร่างของหลังคา แต่เป็นเพียงรูปร่างที่เป็นมาตรฐานเท่านั้น LOD 3 เพิ่มรายละเอียดทางสถาปัตยกรรมของอาคาร LOD 4 เพิ่มรายละเอียดภายในอาคาร



รูปที่ 200 ระดับรายละเอียดของข้อมูลอาคาร

3.2.ข้อมูลที่มีในปัจจุบัน

ข้อมูลพื้นที่ใช้ในการทำข้อมูล 3 มิติของอาคาร เริ่มจากข้อมูลฐานของอาคาร (footprint) ดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา ในปัจจุบันมีข้อมูลฐานของอาคารจำนวน 35,259,557 หลังในประเทศไทย โดยข้อมูลส่วนนี้มีแหล่งที่มาจากหลายแหล่ง ซึ่งหนึ่งในนั้นคือ ข้อมูลจาก Open Building แต่จากรูปที่ 201 จะเห็นได้ว่าข้อมูลจาก Open Building มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงอยู่มาก เนื่องลักษณะของอาคารในแต่ละภูมิภาค หรือแต่ละประเทศมีความต่างกัน ทำให้โมเดลในการตรวจจับอาคารที่ใช้ได้ดีในพื้นที่หนึ่งอาจไม่เหมาะสมในกับอีกพื้นที่หนึ่ง จึงต้องมีการพัฒนาโมเดลให้เหมาะสมกับประเทศไทยขึ้น โดยผลที่ได้แสดงในรูปที่ 201 ทางด้านซ้าย จะเห็นได้ว่ามีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อเทียบกับ Open Building

ReFineNet Model

Open Building

รูปที่ 201 การดึงข้อมูลพื้นที่ฐานของอาคารจากภาพถ่ายดาวเทียม

ข้อมูลความสูงของอาคารในปัจจุบันนั้นมาจากหลายแหล่งเช่นกัน หนึ่งในวิธีการหาข้อมูลความสูงคือนำข้อมูลจำนวนชั้นของอาคารคูณด้วยความสูงของแต่ละชั้นที่ประมาณ 3 เมตร ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นแค่ค่าประมาณความสูงเท่านั้น หากต้องการความสูงที่แม่นยำมากขึ้นจะต้องใช้วิธีอื่น เช่น นำข้อมูล DSM ลบด้วยข้อมูล DTM และครอบด้วยข้อมูลฐานของอาคาร

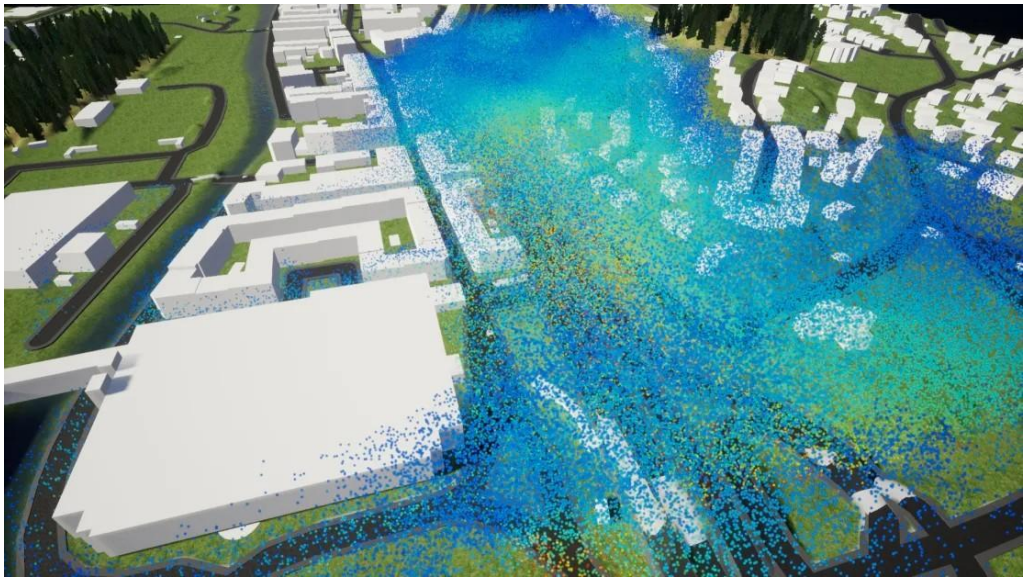
3.3.เทคนิคการเก็บข้อมูล 3 มิติ

ได้มีการนำเทคนิค Photogrammetry มาใช้ในการสร้างข้อมูล 3 มิติของอาคาร ซึ่งในอดีตที่เทคโนโลยียังไม่ก้าวหน้ามากพอทำให้เทคนิคนี้เป็นเรื่องยาก แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามาก ทำให้สามารถใช้เทคนิคนี้ในการสร้างข้อมูล 3 มิติได้ง่ายขึ้น โดยข้อมูลที่ได้จะเป็น point cloud จากนั้นต้องสร้างพื้นผิวจาก point cloud หรือ meshing ซึ่งเมื่อสามารถสร้างข้อมูล 3 มิติได้แล้ว สามารถนำภาพถ่ายมาใช้ประกอบเพื่อสร้างๆ Texture mapping นอกจากนี้ยังสามารถใช้เทคโนโลยี Light Detection And Ranging (LiDAR) ในการสร้าง point cloud ได้เช่นเดียวกัน

เทคนิคที่กล่าวข้างต้นจำเป็นต้องใช้ภาพมากกว่า 1 ภาพในการสร้างโมเดล 3 มิติ แต่ในปัจจุบันมีซอฟแวร์ที่สามารถประเมินความสูงจากเงาที่ตกกระทบได้ ซึ่งสามารถใช้ในการหาความสูงได้เช่นเดียวกัน

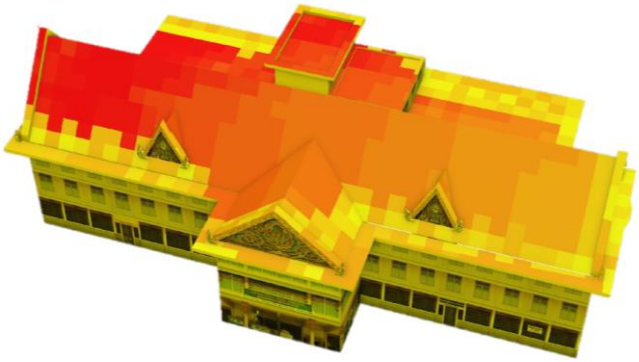
3.4. การใช้งานข้อมูล

ข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติสามารถในไปปรับใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น การประเมินมลพิษทางเสียง โดยใช้ร่วมกับข้อมูลจากเซนเซอร์วัดเสียง หรือ ใช้ในการคำนวณการไหลของอากาศผ่านเมือง เพื่อประเมินการเคลื่อนตัวของฝุ่นหรือมลพิษต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 202

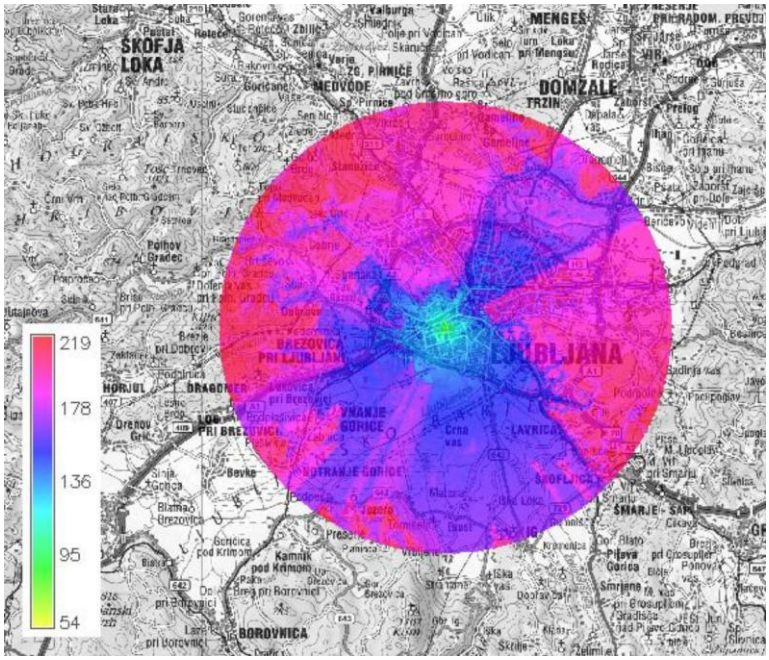


รูปที่ 202 การใช้ข้อมูลแบบจำลอง 3 มิติของอาคารในการจำลองการเคลื่อนที่ของ ฝุ่นในอากาศ

นอกจากนี้ยังสามารถนำไปคำนวณหาพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถรับได้บนหลังคา เพื่อช่วยในการประเมินการติดตั้ง Solar cell ดังแสดงในรูปที่ 203 หรือสามารถนำมาใช้คำนวณ คุณภาพสัญญาณในการส่งคลื่นวิทยุในเขตเมืองเมื่อมีอาคารกีดขวางดังแสดงในรูปที่ 204



รูปที่ 203 การใช้ข้อมูลแบบจำลองอาคารในการคำนวณพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา



รูปที่ 204 การใช้ข้อมูลแบบจำลองอาคารในการหาการคำนวณหาความแรงในการส่งสัญญาณ

อีกหนึ่งการใช้งานที่สอดคล้องกับโครงการนี้คือการใช้เป็นข้อมูลในการหาเส้นทางการบิน สำหรับอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งข้อมูลจำลองอาคาร 3 มิติเป็นข้อมูลที่มีส่วนสำคัญในการออกแบบ เส้นทางการบิน เช่น ความหนาแน่นของอาคาร ความสูง ซึ่งเป็นปัจจัยในการจัดการการบินของอากาศยานไร้คนขับ

4. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ

1) **คำถาม ผู้แทนจาก กสทช.** ถามว่าต้องใช้เวลานานเท่าไหร่ในการบิน ถึงจะได้ความแม่นยำของข้อมูล

   คำตอบ ดร. ภานุ ตอบว่า ถ้าใช้ภาพใช้การหาทำแบบจำลอง 3 มิติจะมี noise ค่อนข้างมาก แต่ LIDAR จะได้ภาพดีคุณภาพดีกว่า ถ้าใช้ LIDAR ความแม่นยำจะขึ้นอยู่กับ เซนเซอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลกับระยะห่างระหว่างวัตถุถึงเซนเซอร์ ถ้ามีระยะห่างมากจะทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนมาก ซึ่งโดยปกติในการเก็บข้อมูลจะทำการบินเพียง 1 รอบ เท่านั้น แต่ความแม่นยำจะขึ้นกับคุณสมบัติของเซนเซอร์มากกว่า
2) **คำถาม** ผู้แทนจากบริษัท EMONE ให้ข้อเสนอว่า Application WHERE ว่าควรจะเป็น Web base มากกว่าเนื่องจากในการเผยแพร่ application จะต้องมีการคัดกรองก็จะไม่สามารถใช้งานได้แต่ถ้าเป็น Web base สามารถเข้าถึงได้โดยไม่ต้องผ่านการคัดกรองจากผู้ให้บริการก่อน

การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

สรุปบรรยาย เรื่อง

การจัดสาธิต Demonstration

“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

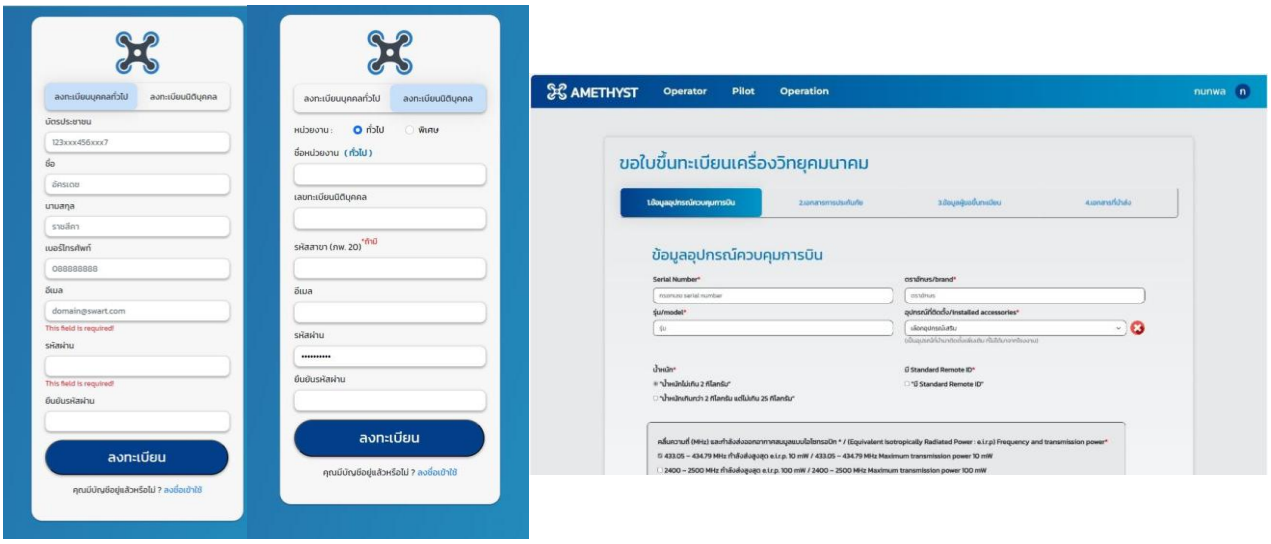
หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

5. สรุปภาพรวม Demonstration ครั้งที่ 1-5

ในการสาธิตครั้งที่ผ่านๆมามีการนำเสนอความสามารถต่างๆของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้

5.1. One Stop Service : Drone Registration

เป็นการสาธิตการขึ้นทะเบียนสำหรับผู้ที่ต้องการใช้ระบบ โดยผู้ใช้งานเป็นได้ทั้ง ประชาชนทั่วไป หรือนิติบุคคล และเมื่อทำการขึ้นทะเบียนเพื่อใช้งานระบบแล้วจะสามารถทำการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับได้ดังแสดงในรูปที่ 205



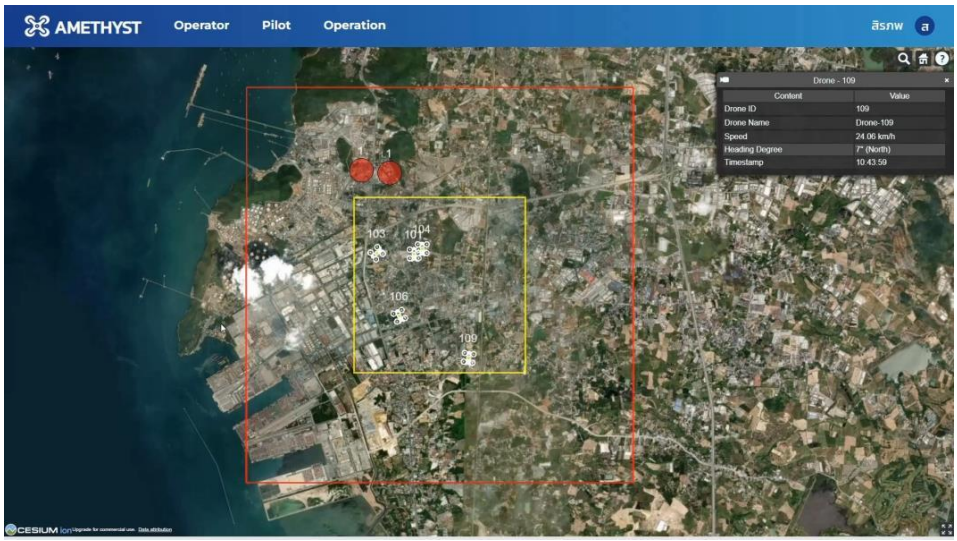
รูปที่ 205 หน้าการขึ้นเทียนใช้ระบบ และขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับ

5.2.One Stop Service : Pilot Registration

ถ้าหากผู้ใช้งานที่เป็นประชาชนทั่วไปต้องการเป็นนักบิน จะต้องขึ้นทะเบียนนักบินในระบบก่อน และเมื่อได้ขึ้นทะเบียนนักบินแล้ว จะต้องเข้าสังกัดของผู้ดำเนินการ โดยผู้ดำเนินการสามารถเพิ่มหรือถอนนักบินออกจากสังกัดได้ อย่างไรก็ตามจากการหารือกับ กพท. พบว่าระบบที่ได้พัฒนาขึ้นยังไม่สอดคล้องกับการใช้งานจริงในการขึ้นทะเบียนนักบินในปัจจุบัน ที่การขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับจะผู้อยู่กับนักบิน ซึ่งจะทำการปรับปรุงต่อไป

5.3.One Stop Service : Flight Declaration/Approval

ระบบได้ออกแบบให้สามารถ ติดตามการบินของอากาศยานไร้คนขับได้ โดยระบบจะแสดงตำแหน่งและข้อมูลต่างๆของอากาศยานไร้คนขับดังแสดงในรูปที่ 206

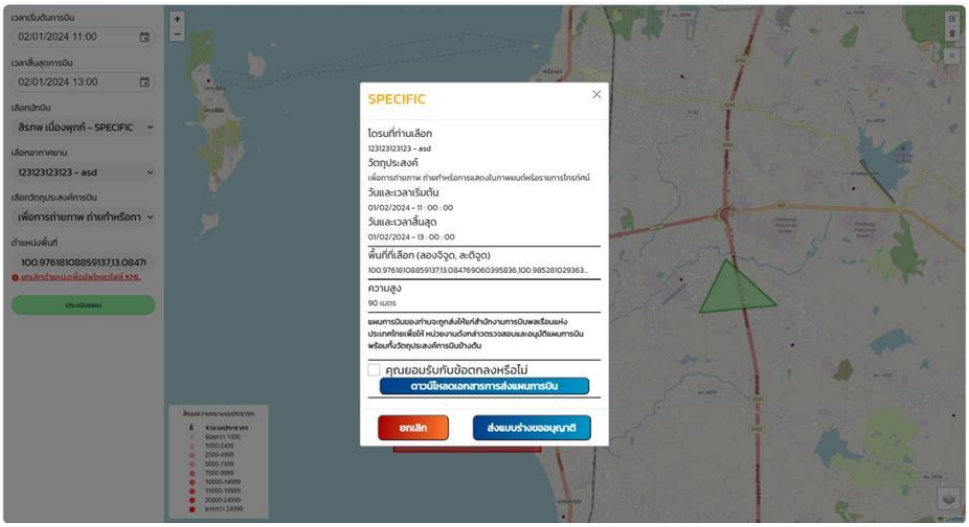


รูปที่ 206 การแสดงผลตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับที่ทำการบินในพื้นที่

นอกจากนี้หากผู้ใช้งานระบบต้องการสำรวจพื้นที่การบิน สามารถทำได้ในหน้าสำรวจพื้นที่การบิน โดยในหน้านี้จะมีข้อมูลแผนการบินของผู้ใช้งานรายอื่น และเขตหวงห้ามต่างๆ รวมถึงช่องทางการติดต่อหากต้องการทำการบิน นอกจากนี้ยังมีข้อมูลอื่นๆ เช่น ข้อมูลสภาพอากาศ เพื่อใช้ประในกาพิจารณาการทำการบินอีกด้วย

เพื่อให้สามารถติดตามการบินของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องติดตั้ง Remote ID ซึ่ง จะต้องทำการผูก Remote ID เข้ากับอากาศยานไร้คนขับก่อน เพื่อให้มีการเชื่อมโยงกันระหว่าง Remote ID และอากาศยานไร้คนขับ โดยเมื่อทำการบินแล้ว Remote ID จะส่งสัญญาณที่ข้อมูลต่างๆ ออกมาเพื่อให้เห็นตำแหน่งและข้อมูลอื่นๆ ที่ได้ผูกไว้กับอากาศยานไร้คนขับ

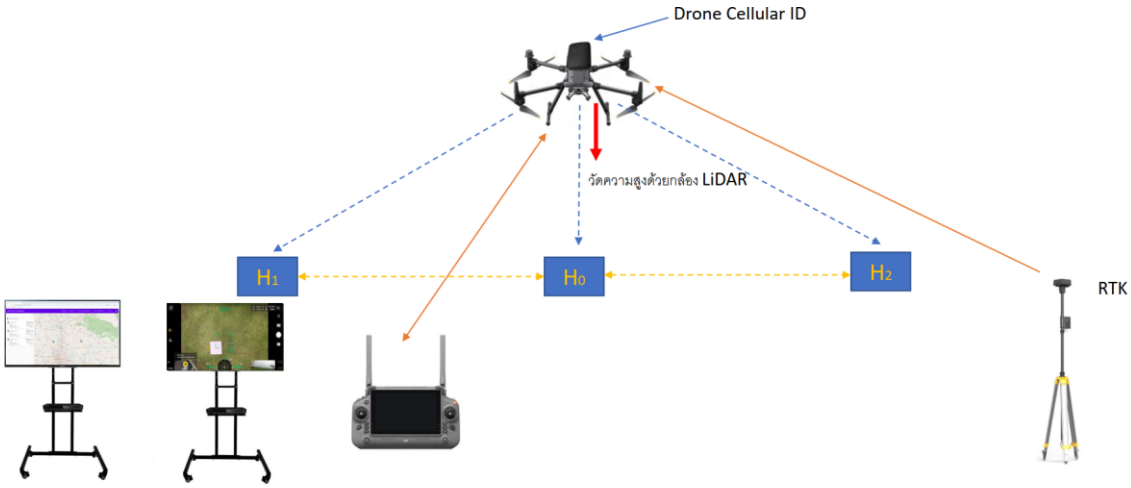
เมื่อต้องการทำการบิน ผู้ใช้งานต้องทำการขอแผนการบินก่อน โดยผู้ใช้งานต้องกรอกข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบินเพื่อให้ผู้มีอำนาจทำการอนุมัติดังแสดงในรูปที่ 207 สำหรับการบินที่เข้าข่ายการบินแบบ Open ที่ไม่จำเป็นต้องขออนุมัติทำการบิน ระบบจะทำการบันทึกแผนการบินไว้เป็นข้อมูลต่อไป



รูปที่ 207 การขอแผนการบิน

5.4.การสาธิต Remote ID

ในการสาธิตที่ผ่านมาได้ทำการสาธิตการใช้งาน Cellular Remote ID และทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม โดยการทดสอบภาคสนามมีการทดสอบการระบุความสูงและตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 208 ในทดสอบการระบุความสูง จะเปรียบเทียบความสูงที่ได้จาก Remote ID กับความสูงที่ได้จากการวัดระยะจากกล้อง LiDAR การทดสอบการระบุตำแหน่งในแนวราบ ทำโดยการเปรียบเทียบตำแหน่งที่ได้จาก Remote ID กับตำแหน่งที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับที่มีการแก้ไขตำแหน่งด้วย RTK



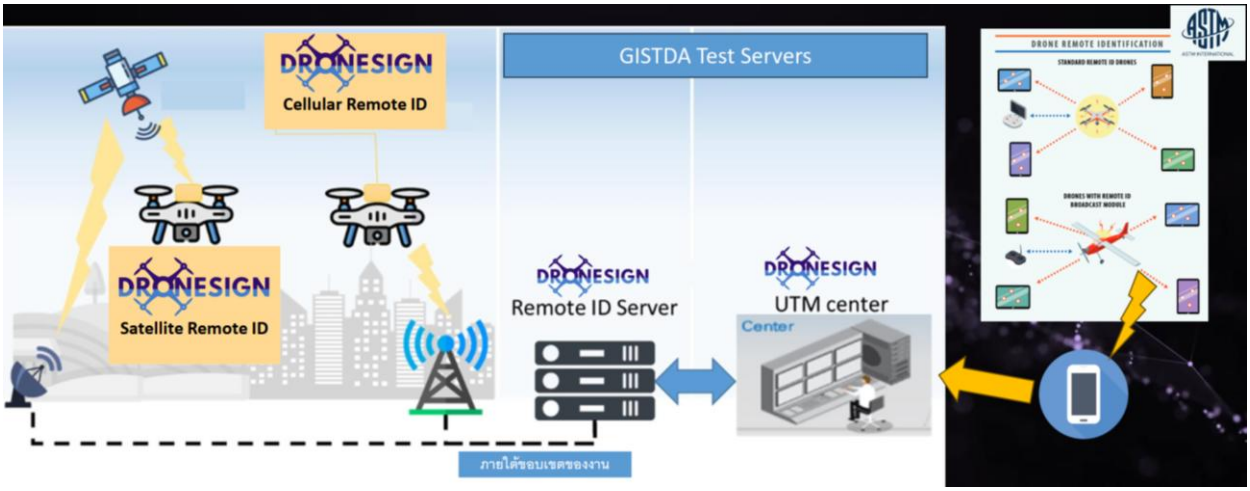
รูปที่ 208 แผนภาพการทดสอบความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของ Remote ID

การทดสอบการระบุตำแหน่งในแนวราบทำการวัดค่าที่ 3 ตำแหน่ง โดยแต่ละตำแหน่ง จะทำการวัดค่าที่ความสูง 5 ความสูงต่างกัน คือ 10 20 30 40 และ 50 เมตร จากการทดสอบพบว่า Cellular Remote ID มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งในแนวราบอยู่ที่ 3.24 เมตร สำหรับการทดสอบการระบุความสูง ตั้งแต่ 10 ถึง 90 เมตร ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของการระบุความสูงของ Cellular Remote ID อยู่ที่ 1.62 เมตร

6. Remote ID และระบบ Monitoring ที่พัฒนาขึ้นภายใต้โครงการ

6.1.ภาพรวมของระบบ Remote ID

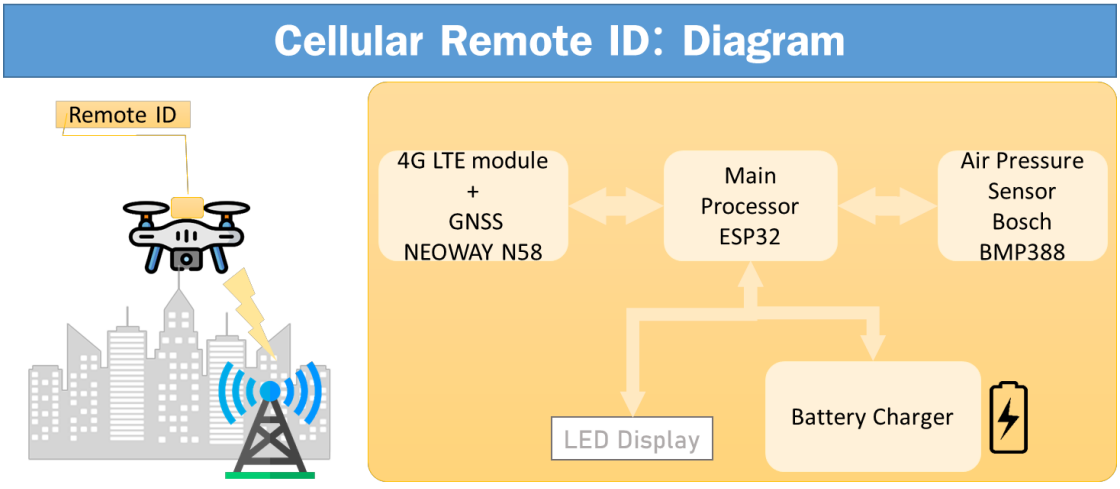
ภายใต้โครงการนี้มีการพัฒนา Remote ID ที่ส่งข้อมูลผ่าน Cellular และ Satellite และระบบหลังบ้านที่ทำการเก็บและแสดงผลขับมูลที่รับมาจาก Remote ID โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับการใช้งาน Remote ID แบบ Broadcast ที่มีขายในท้องตลาดให้สามารถส่งข้อมูลผ่าน Application เข้ามายังระบบได้ด้วย ดังแสดงในรูปที่ 209



รูปที่ 209 การทำงานของระบบ Remote ID

6.2.ส่วนประกอบของ DroneSIGN Cellular Remote ID

ส่วนประกอบหลักของ Cellular Remote ID แสดงในรูปที่ 210 โดยส่วนประกอบหลักจะประกอบด้วย NEOWAY N58 ซึ่งเป็นโมดูลรับสัญญาณ 4G LTE และ GNSS เพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งในแนวราบ และสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยได้ติดตั้งเซนเซอร์วัดความดัน Bosch BMP388 เพื่อใช้ในการระบุความสูง โดยมีระบบประมวลผลเป็น ESP32 ส่วนประกอบอื่นๆ จะเป็นส่วนของการใช้งานอื่นๆเช่นการชาร์จไฟ สวิตช์สัมผัส เพื่อเปิดปิด และไฟแสดงผล โดย Remote ID ที่ได้พัฒนาขึ้นผ่านการทดสอบพื้นฐานการส่งสัญญาณจาก PTEC

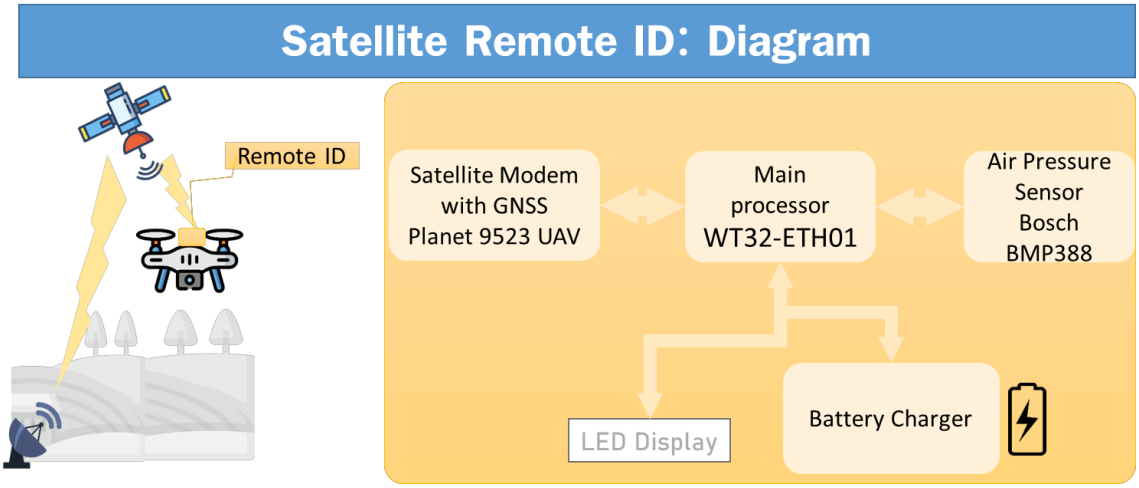


รูปที่ 210 แผนภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา Cellular Remote ID

6.3.ส่วนประกอบของ DroneSIGN Satellite Remote ID

ส่วนประกอบหลักของ Satellite Remote ID แสดงในรูปที่ 211 มีความคล้ายกับ Cellular Remote ID ส่วนที่แตกต่างกันคือ โมดูลสื่อสาร และ ชิพประมวลผลหลัก โดยใน Satellite Remote ID ใช้ Planet 9523 UAV สำหรับการสื่อสารผ่านดาวเทียมและ รับขอมูล GNSS และชิพประมวลผลหลักใช้ WT32-ETH01 ซึ่งได้ทำการขออนุญาตนำเข้าและใช้งานจาก กสทช. แล้ว

เหตุผลในการเลือกใช้ Planet 9523 UAV เพราะเคยมีการใช้งานโมดูลนี้ในการสื่อสารคำสั่งควบคุมกาศยานไร้คนขับ และสื่อสาร Payload ของอากาศยาน โดยใช้ในพื้นที่ความสูงที่ไม่มีสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้งานกับเครือข่ายดาวเทียม Iridium ที่มีความครอบคลุม และใช้พลังงานเฉลี่ย เพียง 8.4 watt โดยมีน้ำหนักเพียง 260 กรัม



รูปที่ 211 แผนภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา Satellite Remote ID

7. การ สาธิตระบบ DroneSIGN ส่วนการกำกับดูแลการขึ้นทะเบียนเครื่องวิทยุ และอากาศยานไร้คนขับ

การสาธิตครั้งนี้เป็นการสาธิตการใช้งานในส่วนของผู้กำกับดูแล ในที่นี้คือ กสทช. และ กพท. ที่มีหน้าที่ในการอนุมัติการขึ้นทะเบียนเครื่องวิทยุและอากาศยานไร้คนขับ นอกจากนี้ กพท. ยังมีหน้าที่กำกับดูแลการบินอีกด้วย โดยในงานมีการเปิดให้ได้ทดสอบระบบตั้งแต่การลงทะเบียนของผู้ใช้งานและให้ผู้กำกับดูแล คือ กสทช. และ กพท. ได้ทดลองใช้งานหน้าการอนุมัติการขึ้นทะเบียน การอนุมัติแผนการบิน รวมถึงการจัดการคำขอต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 212

รูปที่ 212 การทดสอบการใช้งานระบบ DroneSign

8. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ

3) **คำถาม** ผู้แทนจาก กสทช. ถามว่าการใช้ Remote ID ที่สื่อสารผ่านดาวเทียมสามารถใช้งานได้กับดาวเทียมหลายดวงหรือไม่ และในตอนนี้ประเทศไทยมีดาวเทียมที่สามารถนำมาใช้ในงานนี้ได้หรือไม่

คำตอบ ผู้แทนคณะวิจัย ตอบว่า ในปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่มีดาวเทียมสื่อสารที่เหมาะสมกับงานนี้ ในการวิจัยนี้จึงเลือกใช้ดาวเทียม Iridium ที่เป็นดาวเทียมวงโครจรต่ำ

4) **คำถาม** ผู้แทนจาก กสทช. สอบถามถึงเหตุผลที่เลือกใช้ดาวเทียม Iridium และลักษณะทางเทคนิคที่จะใช้งานกับดาวเทียม Iridium ต้องเป็นอย่างไร

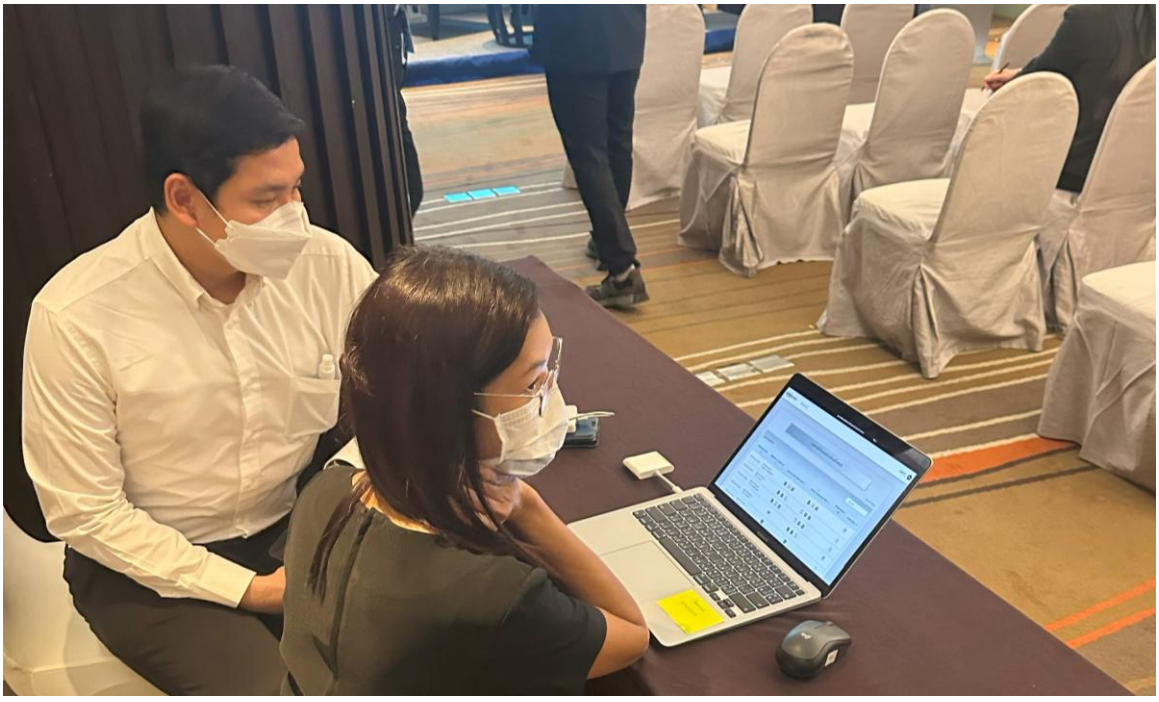
5) **คำตอบ** ผู้แทนคณะวิจัย ตอบว่า เหตุผลที่เลือกใช้ดาวเทียม Iridium เพราะเป็นดาวเทียมวงโคจรต่ำ ระยะห่างจากโลกประมาณ 600 กิโลเมตร ทำให้ไม่ต้องใช้จานรับสัญญาณขนาดใหญ่ กำลังส่งสูง และระยะเวลาในการเดินทางของข้อมูล จากโลกไปสู่ดาวเทียมหรือดาวเทียมสู่โลก มีเวลาน้อยกว่าเมื่อเทียบกับดาวเทียมสื่อสารดวงอื่นๆที่เป็นของประเทศไทย ซึ่งเป็นดาวเทียมค้างฟ้าที่มีระยะห่างจากโลกประมาณ 35000 กิโลเมตร จึงไม่เหมาะกับการใช้งาน

6) **คำตอบ** ผู้แทนจากบริษัทไทยคม ชี้แจงเพิ่มเติมว่า ดาวเทียมของไทยคมเป็นดาวเทียมค้างฟ้า มีระยะห่างจากโลกประมาณ 35000 กิโลเมตร ทำให้เกิดความล่าช้าในการส่งข้อมูล ดังนั้นการใช้งานทางด้านการบินส่วนใหญ่จะเป็นการให้บริการอินเตอร์เน็ตบินเครื่องบิน นอกจากนี้อุปกรณ์รับสัญญาณสำหรับดาวเทียมค้างฟ้าจำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีระยะในการส่งสัญญาณที่ไกล จึงเหมาะกับยานพาหนะที่มีขนาดใหญ่ที่สามารถรับน้ำหนักของอุปกรณ์ได้ จึงไม่เหมาะกับงานวิจัยนี้ที่ต้องการนำอุปกรณ์ไปติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับที่มีขนาดเล็ก ที่ไม่สามารถรับน้ำหนักของอุปกรณ์รับสัญญาณได้ ด้วยข้อจำกัดนี้จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์รับสัญญาณที่มีขนาดเล็ก ทำให้สามารถรับสัญญาณได้เฉพาะดาวเทียมวงโคจรต่ำ จึงเลือกใช้ดาวเทียม Iridium ถ้าหากเป็นอากาศยานไร้คนขับที่มีขนาดใหญ่ที่สามารถบรรทุกผู้โดยสารได้ จึงจะสามารถใช้ดาวเทียมค้างฟ้าได้

ประมวลภาพงาน Demonstration ครั้งที่ 6

GISTDA
6th Demonstration

Different understandings of "digital twin"
GISTDA
6th Demonstration
Development of Unmanned Aircraft Traffic Management
13 Jun



GISTDA
BTFP

GISTDA

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วม

งานสัมมนา และการทดลองทดสอบระบบ Demonstration "Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 6

วันพฤหัสบดีที่ 13 มิถุนายน 2567

ณ โรงแรมเซ็นทารา แกรนด์ แอท เซ็นทรัลพลาซา ลาดพร้าว กรุงเทพฯ

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นายสิทธิพร ชาญนำสิน	สทอภ.		
2	นายชินทัตต์ เขียวแก้ว	สทอภ.		
3	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	สทอภ.		
4	นายพศวีร์ เสียงเย็น	สทอภ.		
5	นายศุภชัย ภูสมมา	สทอภ.		
6	นายประพัฒน์ วิริยะรุ่งเรืองชัย	สทอภ.		
7	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	สทอภ.		
8	นางสาวจารุวรรณ สุทธนะ	สทอภ.		
9	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	สทอภ.		
10	นางสาวสุภิกา เสนาฤทธิ์	สทอภ.		
11	นายกนกพล สีเหลือง	สทอภ.		
12	นายบริรักษ์ กิจรัตนา	สทอภ.		
13	นาย.สยาม ลววิโรจน์วงศ์	สทอภ.		
14	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	บริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด		
15	นายอนล ไพศาล	EMONE		
16	นางสาวอาภาวดี นันตรี	กสทช.		
17	นางสาวญาตินันท์ ทองเนียม	กสทช.		
18	นายศรุต ศีลแจ่มใส	กสทช.		
19	นางสาวรัชณีวรรณ ชาวนา	กสทช.		
20	นายกรณ์ รัตนถาวร	กสทช.		
21	ดร.เอกรัฐ บุญภูงา	กสทช.		
22	นายอดุลย์ วิเศษบุปผา	กสทช.		
23	นางสาวรตนพร สารีขาว	กสทช.		
24	นางสาวดาราวรรณ สุนงาม	กสทช.		
25	ดร.กิตติ วงศ์ถาวราวัฒน์	กสทช.		

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
26	นายณัฐวุฒิ อาจปรุ	กสทช.		
27	นางสาวอรศรี ศรีระษา	กสทช.		
28	นางสาวรชิตา แก้วศรีงาม	กสทช.		
29	นางสาวจรัสลักษณ์ สุดมี	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
30	นายนภัส หล่อวงศ์ไพบูลย์	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		
31	นางสาวชฎาภรณ์ ปักนอก	กรมทางหลวงชนบท		
32	นางสาวนริศรา ดอนพันพล	กรมทางหลวงชนบท		
33	นายกีรติ สีสิงห์	บริษัท ซินเนติก จำกัด		
34	นายอัมรินทร์ ดรัณภพ	SkyVIV		
~~35~~	ดร.สาวิตรี อบแพทย์	นักบริหารโครงการ		
36	นางสาวฉัตรเพชร บุณยเกตุ	ไทยคม		
37	นางสาวศราวดี ไทยเจริญพร	ไทยคม		
38	นายเพรช ศิริวรธรรม	ไทยคม		
39	[illegible]	กสทช		
~~40~~	[illegible]	[illegible]		
41	[illegible]	ThaiAi		
42	[illegible]	Thai AI		
43	[illegible]	THAI AI		
44	[illegible]	กสทช		
45	[illegible]	กสทช		
46	[illegible]	กสทช.		
47	[illegible]	กสทช.		
48	[illegible]	กสทช.		
49	[illegible]	กสทช		
50	[illegible]	บริษัท ซินเนติก จำกัด		
51	นายชุทธดนร พรายพรรณ	ไทยคม	ชุทธดนร	
52	ชัยศักดิ์ พรหมสันธิ์	THAI AI	ชัยศักดิ์ พรหมสันธิ์	

รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 7
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ณ โรงแรมเดอะ ระวีกัลยา กรุงเทพ วันพฤหัสบดีที่ 25 กรกฎาคม 2567

บทสรุปผู้บริหาร

การจัดการสาธิตฯครั้งที่ 7 จัดขึ้นในวันที่ 25 กรกฎาคม 2567 ณ โรงแรมเดอะ ระวีกัลยา กรุงเทพ ในการจัดการสาธิตฯครั้งนี้ เป็นการสาธิตการใช้งาน Remote ID ที่สื่อสารด้วยดาวเทียมเป็นครั้งแรก โดยในช่วงแรก เป็นการบรรยายสรุปเกี่ยวกับการดำเนินโครงการและการจัดสาธิตฯในครั้งที่ผ่านๆมา และมีการแสดงผลการทดสอบค่าความแรงสัญญาณ (RSSI) และ ค่า Latency ที่ได้จากการลงพื้นที่ทดสอบ โดยใช้เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3 เครือข่ายคือ TRUE AIS และ NT ในจังหวัด ปทุมธานี กรุงเทพฯ และ ระยอง จากผลการทดสอบพบว่าค่าความแรงสัญญาณอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยมทั้ง 3 เครือข่ายในทุกพื้นที่ อาจมีค่าความแรงน้อยลงบ้างในบางเครือข่าย และพื้นที่ ส่วนค่า Latency อยู่ที่ประมาณ 4-5 วินาทีในทุกๆ การทดสอบ ในการทดสอบนี้มีการวัดค่าที่ความสูงต่าง ๆ โดยการติดตั้ง Remote ID บนอากาศยานไร้คนขับ ผลที่ได้คือค่า RSSI ดีขึ้นเมื่อทำการบินสูงขึ้น แต่ค่า Latency ไม่เปลี่ยนแปลง

ในการสาธิตฯ ครั้งนี้ยังได้มีการทดสอบการส่งข้อมูลของ Satellite Module ที่ใช้ใน Remote ID ที่สื่อสารผ่านดาวเทียมใน 2 รูปแบบคือ การทดสอบเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปกลับระหว่าง Satellite Module และดาวเทียม และการทดสอบเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยัง Server ซึ่งผลที่ได้คือเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปกลับระหว่าง Satellite Module และดาวเทียมคือ 1-3 วินาที และเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยัง Server อยู่ที่ประมาณ 10 วินาที

การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

สรุปบรรยาย เรื่อง
การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

1. สรุปภาพรวม Demonstration ครั้งที่ 6

ในการสาธิตครั้งที่ผ่านๆมามีการนำเสนอความสามารถต่างๆของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้

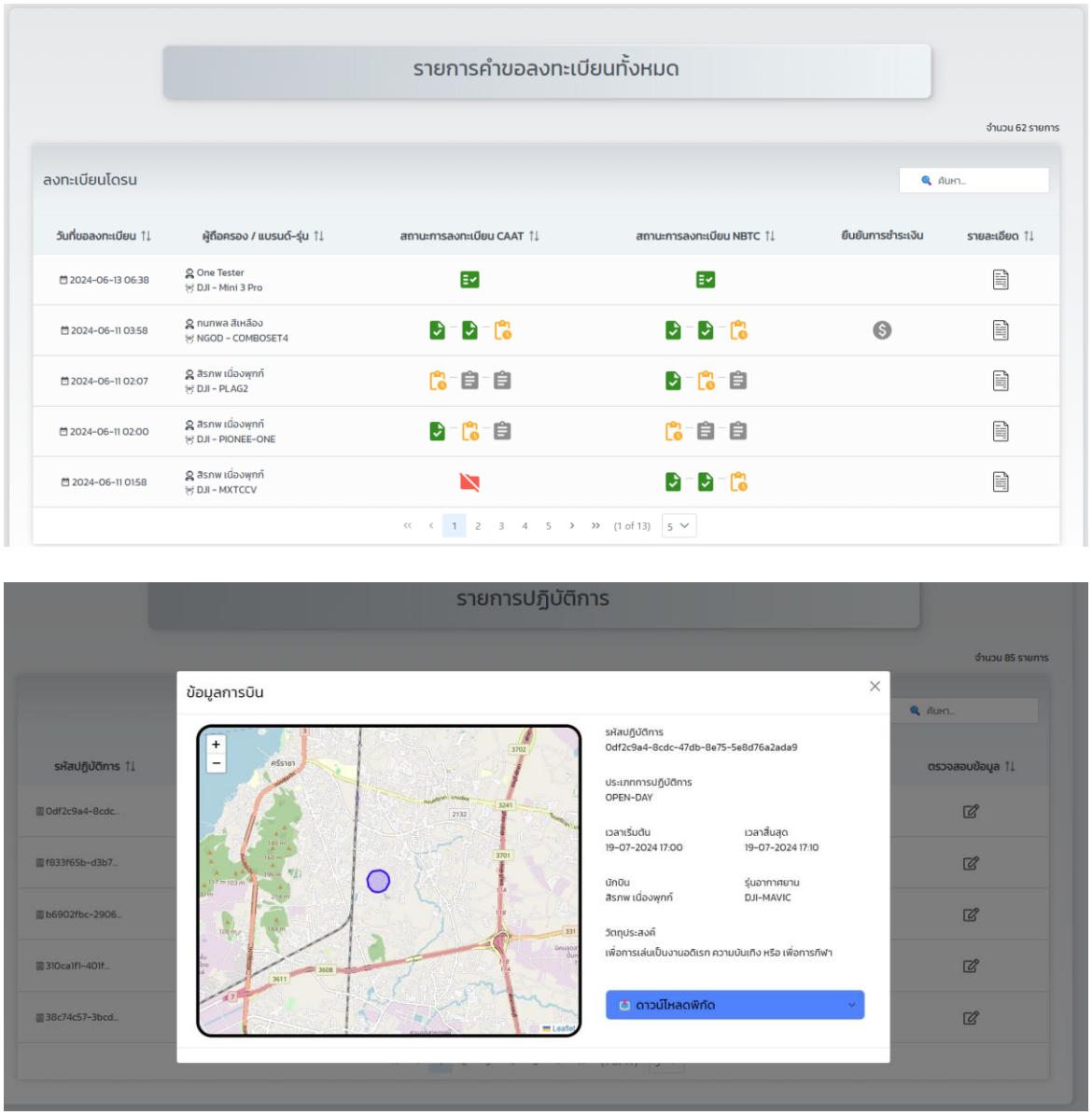
1.1. ขอบเขตโครงการวิจัย

ขอบเขตของโครงการประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ One-stop-service ประกอบด้วย Drone registration, Pilot registration, Flight declaration/approval ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการสาธิตระบบในส่วนนี้ครบถ้วนแล้ว อีกส่วนหนึ่งคือ การพัฒนา Remote ID แบบ Network ที่ส่งข้อมูลผ่าน Cellular และ Satellite

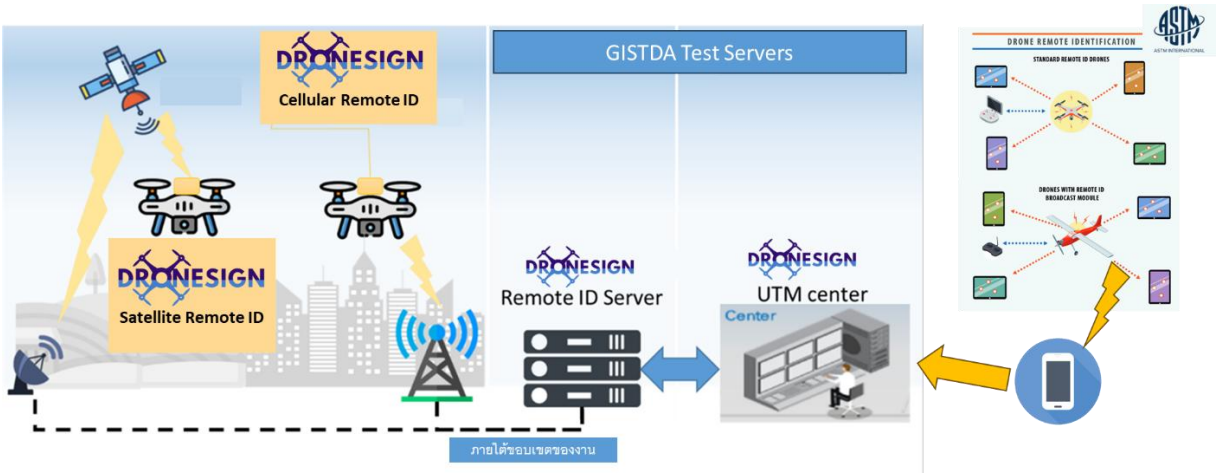
1.2.สรุปภาพรวม Demonstration ครั้งที่ 6

ในการสาธิตครั้งที่ผ่านมา ได้มีการนำเสนอหน้าจอสำหรับผู้กำกับดูแลให้สามารถใช้งานระบบได้นอกเหนือจากการเชื่อมต่อข้อมูลไปยังระบบที่มีอยู่แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 213 ซึ่งเป็น Use case ที่ 4 และ Use case ที่ 6

ในการสาธิตครั้งที่ผ่านมายังได้นำเสนอ สถาปัตยกรรม ของ Remote ID ที่ได้พัฒนาขึ้นทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 214 โดยระบบประกอบด้วย ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับระบบ One-stop-service เพื่อรองรับการลงทะเบียนและใช้งานต่างๆ ในระบบ โดยส่วนนี้จะเชื่อมต่อกับ Server ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลของ Remote ID ที่สื่อสารผ่าน Cellular และ Satellite นอกจากนี้ระบบที่ออกแบบขึ้นยังรองรับการใช้งาน Remote ID อื่นๆ ที่มีการใช้งานอยู่แล้ว ให้สามารถใช้งานร่วมกับระบบที่ได้มีการพัฒนาขึ้นได้ แต่ระบบในส่วนนี้อยู่นอกเหนือโครงการวิจัยนี้

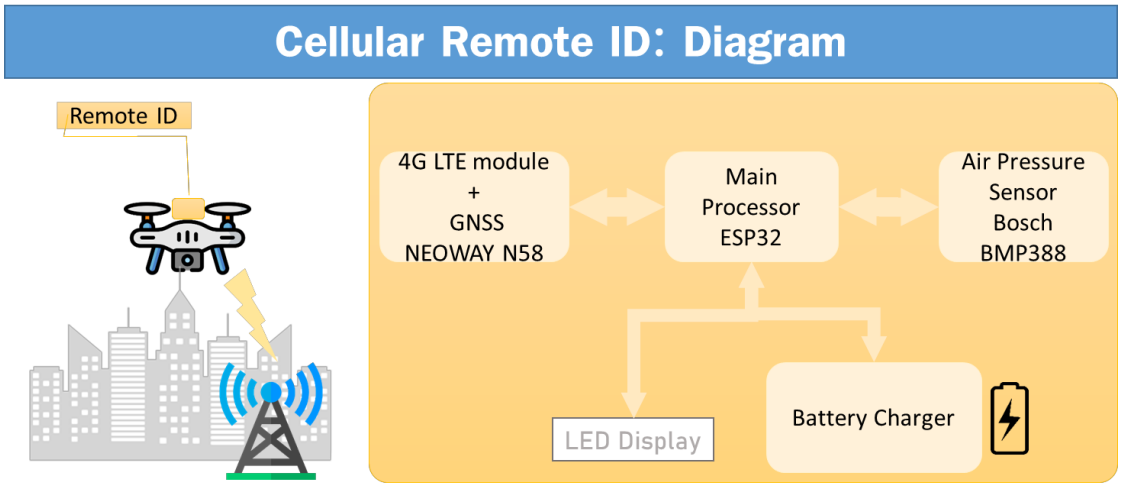


รูปที่ 213 หน้าของผู้กำกับดูแลในระบบ DroneSign



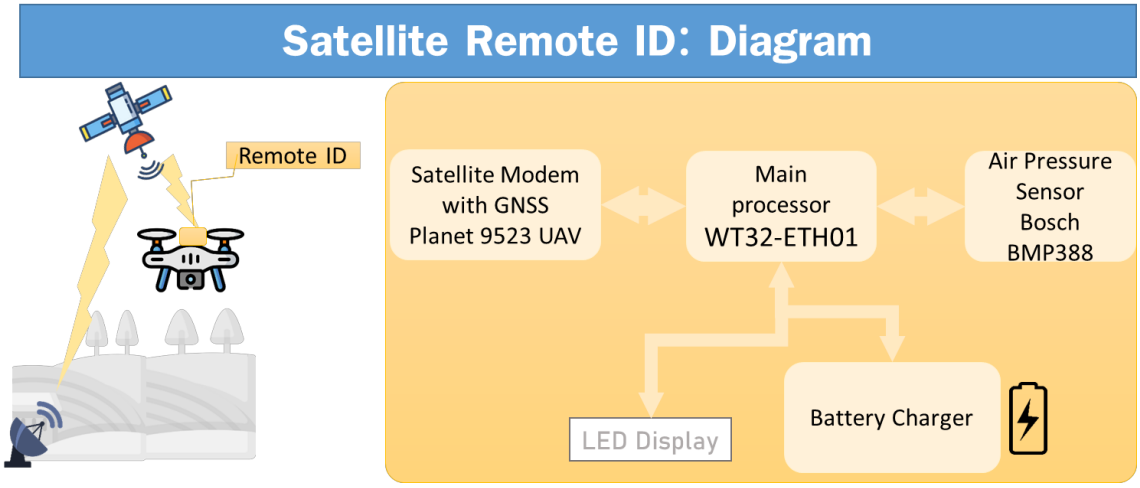
รูปที่ 214 ภาพรวมของสถาปัตยกรรมของ Remote ID ที่พัฒนาขึ้น

แผนผังการเชื่อมต่อของชิ้นส่วนภายใน Cellular Remote ID แสดงในรูปที่ 215 โดย Module หลักคือ NEOWAY N58 ซึ่งหน้าที่หลักคือการรับสัญญาณจากดาวเทียมระบบ GNSS ซึ่งค่าที่ได้รับมามี 2 ค่าหลักคือ ตำแหน่ง และเวลา โดยการทดสอบครั้งนี้จะใช้เวลาที่ได้รับจาก GNSS เพื่อคำนวณหา Latency ของอุปกรณ์ นอกจากนี้ NEOWAY N58 ยังสามารถสื่อสารผ่าน 4G LTE ได้ด้วย ซึ่งเป็นความสามารถที่นำมาใช้ในการสื่อสารของ Remote ID โดย NEOWAY N58 จะเชื่อมต่ออยู่กับ ESP32 ซึ่งเป็น Processor หลักของอุปกรณ์ Remote ID ที่ทำหน้าควบคุมอุปกรณ์ย่อยทั้งหมดของ Remote ID



รูปที่ 215 แผนผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายใน Remote ID สื่อสารผ่าน Cellular

รูปที่ 216 แสดงแผนผังการเชื่อมต่อของชิ้นส่วนภายใน Satellite Remote ID ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับ Cellular Remote ID ความแตกต่างอยู่ที่ Module สื่อสารที่เลือกใช้ Planet 9523 UAV ที่ได้รับการอนุญาตให้นำเข้าและใช้งานจาก กสทช.แล้ว และ Processor หลัก และการเชื่อมต่อระหว่างสองส่วนนี้จะเชื่อมต่อผ่านสาย Ethernet โดยในการสาธิตฯ จะทำการทดสอบการส่งข้อมูลของ Module เพื่อหาค่า Latency และทดสอบความสามารถในการส่งข้อมูล โดยความสามารถอื่นๆของ Remote ID จะพัฒนาและนำเสนอในครั้งการสาธิตฯ ต่อไป



รูปที่ 216 แผนผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายใน Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียม

2. การทดสอบ Remote ID สื่อสารผ่าน Cellular

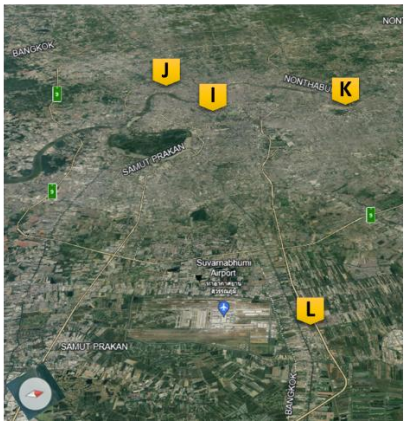
2.1.วิธีการทดสอบ Remote ID สื่อสารผ่า Cellular

ที่ผ่านมาได้ทำการทดสอบค่า RSSI และ ค่า Latency ของ Remote ID สื่อสารผ่าน Cellular โดยเบื้องต้นได้ทำการทดสอบกับ Cellular Remote ID โดย NEOWAY N58 สามารถรับค่า CSQ ที่สามารถแปลงเป็นค่า receive signal strength (RSSI) ได้ โดยค่า RSSI ยิ่งมีค่าน้อย (ติดลบมาก) แสดงถึงการรับสัญญาณที่ไม่ดี

ค่า Latency ของการส่งข้อมูลทดสอบโดยการนำค่า Timestamp ที่ได้จากดาวเทียม GNSS ในรูปแบบของ NMEA 0183 โดยเวลาที่ได้จะเป็นเวลา UTC ซึ่งเวลาที่ได้จะถูกนำมาเทียบกับ เวลาเมื่อข้อมูลเข้ามาถึง Server เพื่อคำนวณหาค่า Latency ของการส่งข้อมูล

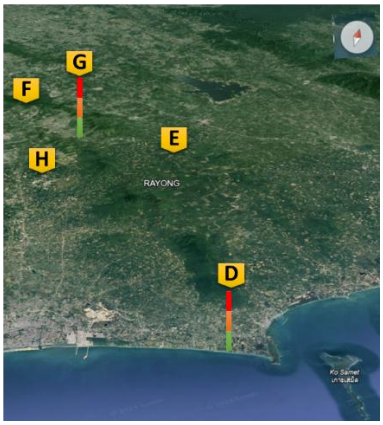
ในการทดสอบได้ทำการลงพื้นที่ต่างๆ โดยทำการทดสอบในพื้นที่ ปทุมธานี กรุงเทพฯ และระยอง ดังแสดงในรูปที่ 217 โดยใช้เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3 เครือข่ายคือ TRUE AIS และ NT และยังได้มีการทดสอบที่ความสูงต่างๆ โดยการติดตั้ง Remote ID ไว้บนอากาศยานไร้คนขับในพื้นที่ที่สามารถทำการบินได้ ในบางพื้นที่ที่ไม่สามารถทำการบินได้ จะทำการทดสอบบนอาคารสูง ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 218

พื้นที่กรุงเทพ



พื้นที่ปทุมธานี

พื้นที่ระยอง



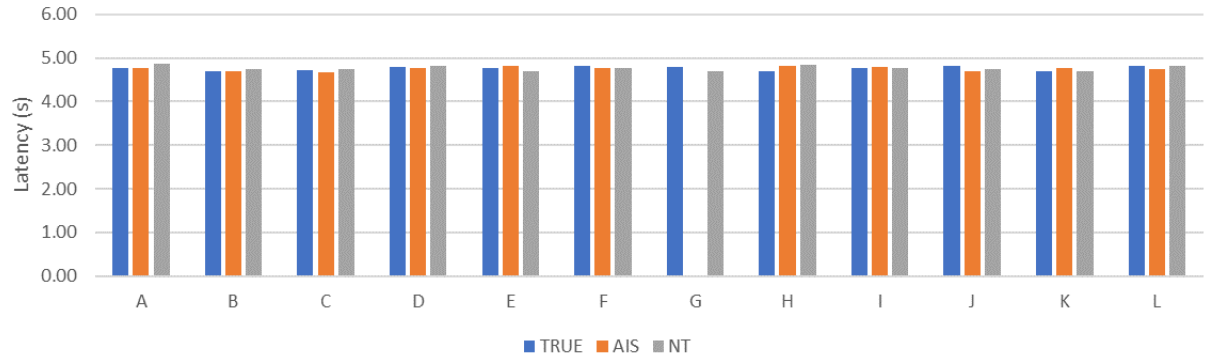
รูปที่ 217 พื้นที่ที่ทำการทดสอบ

Location		Latitude	Longitude	Altitude (m)		TRUE		AIS		NT	
				AMSL	AGL	RSSI (dBm)	Latency (s)	RSSI (dBm)	Latency (s)	RSSI (dBm)	Latency (s)
A	ต.คลองหก อ.ธัญบุรี	14.083917	100.663666	60.62	0	-53	4.78	-53	4.78	-57	4.86
B	ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง	14.069465	100.607845	70.67	16.8	-51	4.70	-55	4.70	-51	4.74
C	ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง	14.071266	100.611545	72.10	20.0	-51	4.73	-51	4.68	-57	4.74
D	ต.เพ อ.เมือง	12.610684	101.385289	33.77	0	-51	4.79	-77	4.78	-75	4.81
				43.63	10	-51	4.81	-67	4.73	-57	4.81
				53.25	20	-51	4.73	-61	4.72	-57	4.69
				63.38	30	-51	4.71	-57	4.76	-57	4.78
				73.27	40	-51	4.76			-59	4.81
				83.00	50	-51	4.75			-55	4.84
				93.33	60	-51	4.78			-59	4.74
				103.16	70	-51	4.77			-57	4.71
				106.11	80	-51	4.72			-57	4.69
E	ต.ชากบก อ.บ้านค่าย	12.83380	101.44797	150.19	0	-53	4.77	-53	4.82	-53	4.71
F	ต.ตาสิทธิ์ อ.ปลวกแดง	13.02280	101.20834	115.03	0	-55	4.82	-53	4.78	-53	4.77
G	ต.หนองไร่ อ.ปลวกแดง	12.97308	101.38180	136.09	0	-63	4.79			-61	4.69
				146.56	10	-65	4.84			-61	4.81
				156.36	20	-51	4.72			-51	4.75
				166.05	30	-51	4.79			-51	4.78
H	ต.บางบุตร อ.บ้านค่าย	12.87955	101.42768	151.45	0	-53	4.71	-53	4.81	-79	4.85
I	แขวงคลองเตย เขตคลองเตย	13.73132	100.55605	76.96	0	-53	4.77	-53	4.79	-59	4.78
J	แขวง บางขุนพรหม เขต พระนคร	13.81744	100.56074	69.67	0	-53	4.82	-55	4.71	-51	4.74
K	แขวงจตุจักร เขตจตุจักร	13.76734	100.50507	70.51	0	-51	4.71	-55	4.78	-55	4.69
L	เขตลาดกระบัง	13.72751	100.77594	54.42	0	-51	4.81	-51	4.74	-51	4.81

รูปที่ 218 ผลการทดสอบ Remote ID สื่อสารผ่าน Cellular

รูปที่ 219 แสดงค่า RSSI ที่ได้จากการทดสอบในพื้นที่ต่างๆ พบว่ามีความต่างกันเล็กน้อยในบางพื้นที่และเครือข่าย แต่ค่าที่ได้ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม จากรูปที่ 220 Latency ที่ได้จากการทดสอบพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละพื้นที่ โดยมีค่าประมาณ 4-5 วินาที

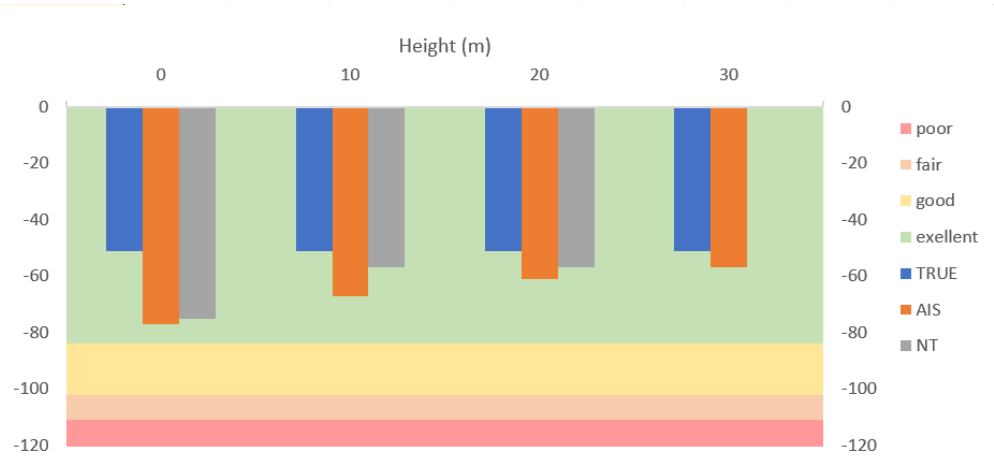
รูปที่ 219 ค่า RSSI ในพื้นที่ต่างๆ



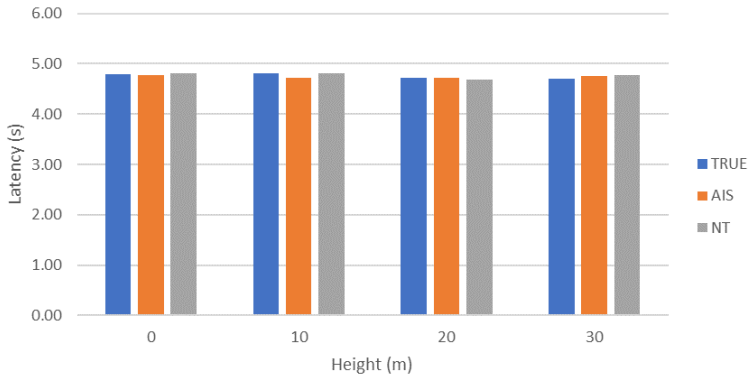
รูปที่ 220 ค่า Latency ในพื้นที่ต่างๆ

นอกจากนี้ยังมีการทดสอบค่า RSSI และ Latency ที่ความสูงต่างๆ โดยการติดตั้ง Remote ID กับอากาศยานไร้คนขับและทำการบินดังแสดงในรูปที่ 221 และ รูปที่ 222 พบว่าค่า RSSI มีแนวโน้มที่ดีขึ้นเมื่อทำการบินสูงขึ้น แต่ค่า Latency ไม่มีความเปลี่ยนแปลงเมื่อทำการบินสูงขึ้น

จากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า อุปกรณ์ Remote ID สื่อสารผ่าน Cellular สามารถทำงานได้เป็นอย่างดีกับทุกผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่เครือข่ายหลักที่ให้บริการในประเทศไทย โดยค่า RSSI ส่วนใหญ่อยู่ที่ประมาณ -50 dBm และค่าน้อยที่สุดประมาณ -75 dBm ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยมทั้งหมด แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการรับสัญญาณอย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อทดสอบ ที่ความสูงต่างๆ พบว่าที่ความสูงที่สูงขึ้น ค่า RSSI มีค่ามากขึ้น ซึ่งอาจเกิดการการที่เมื่ออยู่ในที่สูงไม่มีสิ่งกีดขวางบดบัง ทำให้การรับสัญญาณมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยค่า Latency ของระบบจะอยู่ที่ประมาณ 4-5 วินาที โดยไม่ขึ้นกับสถานที่หรือความสูง อย่างไรก็ดีค่า Latency ที่ได้จากการทดลองทั้งหมดเกิดการการรับสัญญาณที่ดีทั้งหมด หากเกิดเหตุการณ์หรืออยู่ให้สถานที่ที่ทำให้การรับสัญญาณประสิทธิภาพลดลงอาจส่งผลให้ Latency มีค่ามากขึ้นได้



รูปที่ 221 ค่า RSSI ที่ความสูงต่างๆ



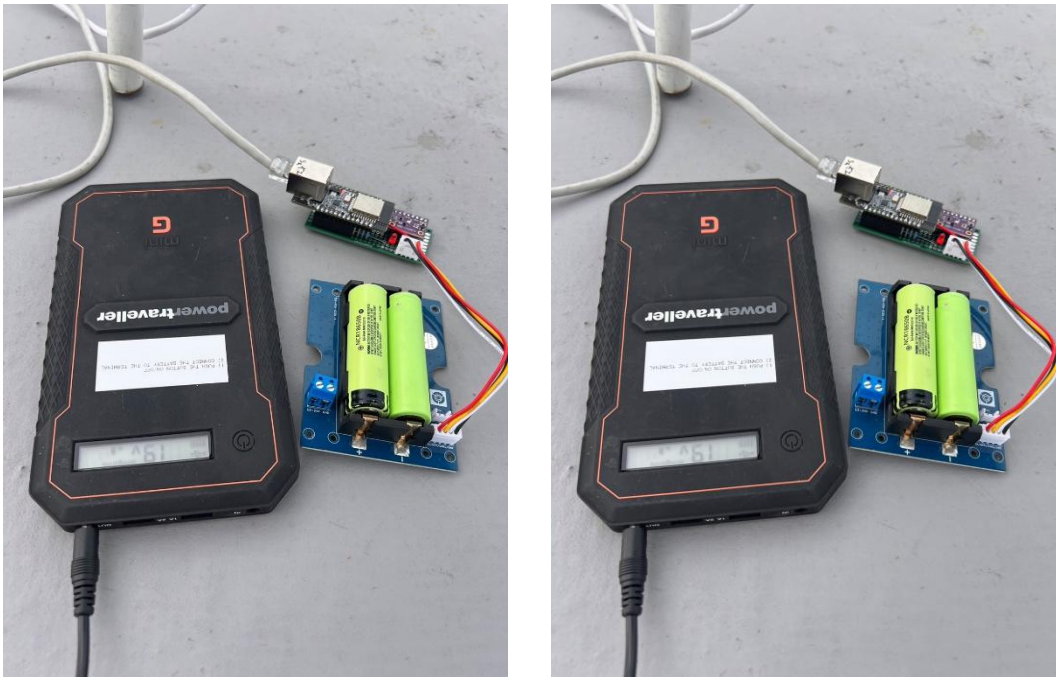
รูปที่ 222 ค่า Latency ที่ความสูงต่างๆ

3. การสาธิตและทดสอบ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียม

3.1.วิธีการทดสอบ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียม

วิธีการทดสอบการสื่อสารผ่านดาวเทียมจะคล้ายกับการสื่อสารผ่าน Cellular การทดสอบจะทำการเชื่อมต่อ Satellite module กับ processer เพื่อใช้ในการควบคุมและส่งข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม GNSS และส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายดาวเทียม Iridium ไปยัง server ดังแสดงในรูปที่ 223 ซึ่งจะสามารถคำนวณหาค่า Latency และยังแสดงค่าความแรงของสัญญาณด้วย อย่างไรก็ตามค่าความแรงสัญญาณที่ได้ยังไม่ได้อยู่ในหน่วยของ dBm เหมือนการทดสอบ Cellular Remote ID แต่เป็นเพียงค่าความแรงของสัญญาณที่เป็นระดับ 5 ระดับเท่านั้น นอกจากนี้ การทดสอบนี้จะทำการต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับ Satellite Module เพื่อใช้ในการสั่งให้ทำการ ping เพื่อทดสอบการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม ที่จะทำให้เห็นเพียงความเร็วในการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียมเพียงอย่างเดียว โดยยังไม่มีการส่งสัญญาณไปยัง Server ซึ่งการ ping จะทำให้ได้ความเร็วในการสื่อสารไปกลับเท่านั้นซึ่งจะน้อยกว่าการใช้งานจริงดังแสดงในรูปที่ 223 และรูปที่ 224

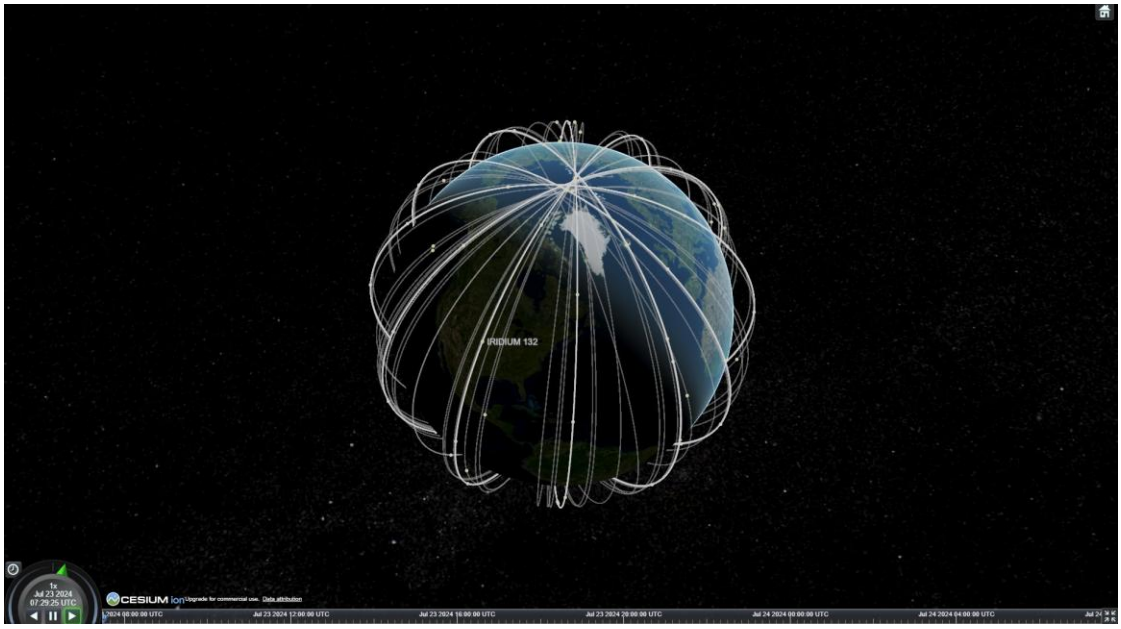
รูปที่ 223 การเชื่อมต่ออุปกรณ์สำหรับการทดสอบการส่งข้อมูลผ่าน Satellite Module



รูปที่ 224 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบการส่งข้อมูลผ่าน Satellite Module

ในการใช้งานผ่านเครือข่ายดาวเทียม Iridium มีข้อจำกัดคือ เครือข่าย Iridium ไม่ครอบคลุมพื้นที่การใช้งานตลอดเวลาดังแสดงในรูปที่ 225 ซึ่งจากตำแหน่งในการทำการสาธิตฯ มีอาคารกีดขวางการรับสัญญาณ จึงทำให้ไม่สามารถรับสัญญาณได้จากดาวเทียมในบางทิศทาง จึงต้องรอให้ดาวเทียมโคจรผ่านทิศที่ไม่มีการกีดขวางจากอาคาร ดังแสดงในรูปที่ 226

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าในการสาธิตครั้งนี้จะมีข้อจำกัด แต่ในการใช้งานจริงเมื่อทำการบินที่ความสูงเหนือสิ่งกีดขวาง ข้อจำกัดนี้จะหมดไป ทำให้สามารถรับสัญญาณได้ดีมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำการสาธิตฯ ในครั้งต่อไป

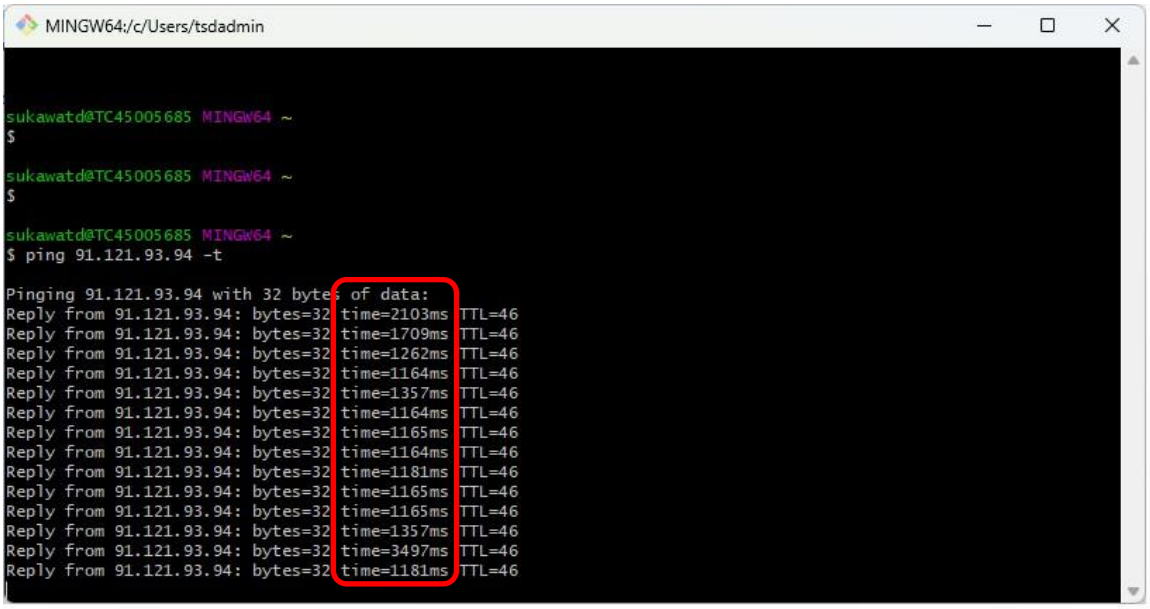


รูปที่ 225 วงโคจรของเครือข่ายดาวเทียม Iridium

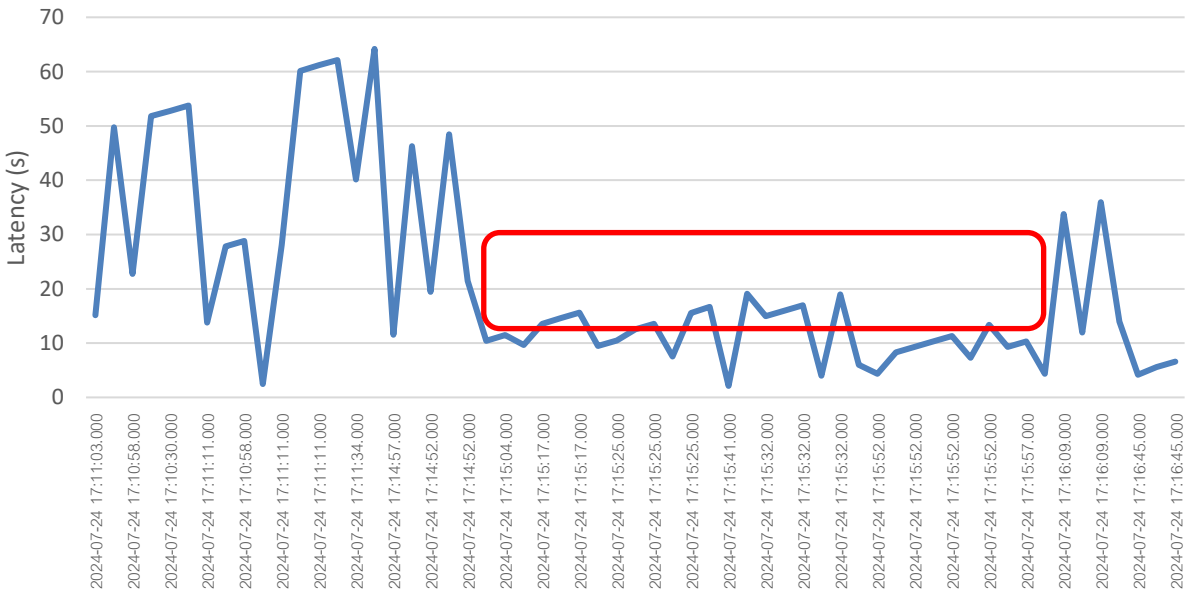
รูปที่ 226 วงโคจรของดาวเทียม Iridium ในสถานที่จัดการสาธิต

3.2.ผลการทดสอบเบื้องต้น

ก่อนที่จะมีการสาธิตฯในครั้งนี้ ได้มีการทดสอบมาเบื้องต้น โดยผลการทดสอบเฉพาะการสื่อสารผ่านดาวเทียม แสดงในรูปที่ 227 จะเห็นได้ว่า เวลาที่ใช้ในการสื่อสารไปกลับระหว่าง อุปกรณ์และดาวเทียมอยู่ที่ 1-3 วินาที และรูปที่ 228 แสดง Latency ที่ได้จากการเทียบเวลา GNSS และ Server ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่าในช่วงการเชื่อมต่อปกติ ค่า Latency จะอยู่ที่ประมาณ 10 วินาที



รูปที่ 227 ผลการทดสอบการส่งข้อมูลผ่านดาวเทียมจากการ Ping



รูปที่ 228 ค่า Latency ที่ได้จากการเทียบเวลาจาก GNSS และ Server

4. การสาธิตการเชื่อมต่อ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียม

ในการจัดการสาธิตฯ ครั้งนี้ได้มีการทดสอบการใช้งาน Remote ID สื่อสารผ่าน Cellular และการทดสอบการเชื่อมต่อสื่อสารผ่าน Satellite Module แบบเดียวกับการทดสอบในหัวข้อที่ผ่านมา จากผลการทดสอบพบว่าผลที่ได้ไปในทิศทางเดียวกับการทดสอบก่อนหน้า แม้ว่าในวันจัดแสดงสาธิตจะมีฝนตกและมีอาคารที่กีดขวางการส่งสัญญาณ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของระบบและสถานที่ นอกจากนี้ยังมีการเปิดให้ผู้ร่วมงานได้ทดสอบการใช้งานเว็บไซต์ DroneSign ที่ได้มีการสาธิตในครั้งผ่านๆมาอีกด้วย

ประมวลภาพงาน Demonstration ครั้งที่ 7

BTFP

GISTDA

GISTDA

BTFP
ZIRCON

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วม

งานสัมมนา และการทดลองทดสอบระบบ Demonstration "Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 7

ในวันพฤหัสบดีที่ 25 กรกฎาคม 2567

ณ โรงแรม เดอะ ระวีกัลยา แบงค็อก กรุงเทพฯ

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	สทอภ.		(1)
2	นายประพัฒน์ วิริยะรุ่งเรืองชัย	สทอภ.		(2)
3	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	สทอภ.		(3)
4	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	สทอภ.		(4)
5	นางสาวสุภิกา เสนาฤทธิ์	สทอภ.		(5)
6	นายกนกพล สีเหลือง	สทอภ.		(6)
7	นายบริรักษ์ กิจรัตนา	สทอภ.		(7)
8	นายกรณรงค์ ถึงฝั่ง	ท็อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น	-	
9	นายบุรินทร์ สังเกตกิจ	ท็อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น	-	
10	นายเสกสิทธิ์ เจียมทอง	ท็อป เอ็นจิเนียริ่ง คอร์ปอเรชั่น	-	
11	นายเฉลิม จิตปรีชากุล	Thai Advance Innovation		(8)
12	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	บริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด		(9)
13	นายอนล ไพศาล	EMONE		(10)
14	นายนภดล พริ้งวณิชย์	BearCat AEL		(11)
15	นางสาวฉัตรเพชร บุณยเกตุ	ไทยคม		(12)
16	นางสาวศราวดี ไทยเจริญพร	ไทยคม		(13)
17	นายเพรช ศิริวรธรรม	ไทยคม		(14)
18	ว่าที่ ร.ต. คมกฤช มิสเกตุ	บริษัท ปตท. จำกัด	-	
19	นายกรณ์ รัตนถาวร	กสทช.		(15)
20	ดร.สาวิตรี อบแพทย์	นักบริหารโครงการ		(16)
21	น.ร.ศุภิชญา [illegible]	กรมการขนส่งทางอากาศ		(17)
22	[illegible]	Thai AJ		(18)
23	[illegible]	Thai AJ		(19)
24	[illegible]	Thaicom		(20)
25	[illegible]	Thaicom		(21)
26	[illegible]	THALES THAILAND		(22)

ตรวจแล้ว

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
26	นาย กิตติคุณ ผะอบเพ็ชร	THAICOM	กิตติคุณ	24
27	น.ส. จิราวรรณ เพ็ชรลือชัย	THAICOM	จิราวรรณ	25
28	นาย กนกพล มั่นคง	TC Broadcasting	กนกพล	26
29	นาย มานะ เนื่องนาคา	TC Broadcasting	มานะ	27
30	น.ส. กนิษฐา จึงวัฒนมงคล	TC Broadcasting	กนิษฐา	28
31	นาย ยศธร รัตนปรีชาชัย	TC Broadcasting	ยศธร	29
32	น.ส. อลิษา วัลวาล	THAIAI	อลิษา	30
33	นายภัทรพล ปรีเปรม	ชินเนติก	ภัทรพล ปรีเปรม	31
34	นายกีรติ สิสิงห์	ชินเนติก	กีรติ	32
35	นายสมภพ สุจจิตร์จูล	ชินเนติก	สมภพ	33
36	นายกัมพล บัวพรหม	ชินเนติก	กัมพล บัวพรหม	34
37	นางสาวนุชลินดา คู่มหาทรัพย์	ชินเนติก	นุชลินดา	35
38	นางสาวสุกัญญา สิริเลิศพรชัย	ชินเนติก	สุกัญญา	36
39	นาย ชูชาติ อ่ำพระจันทร์	FBA	ชูชาติ	37
40	นาย เอนกชล อินทร์เวช	FBA	เอนกชล	38
41	นาย ณัฐกิตติ์ ดวงปาโล	FBA	ณัฐกิตติ์	39
42	น.ส. ปัญชารีย์ ทัวมอุดมศ	TC Broadcasting	ปัญชารีย์	40
43	นาย สุรศักดิ์ เทพพระจันทร์	TC Broadcasting	สุรศักดิ์	
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 8
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ณ ไพน์เฮิร์สท กอล์ฟ คลับ แอนด์ โฮเทล วันพฤหัสบดีที่ 12 กันยายน 2567

บทสรุปผู้บริหาร

การจัดการสาธิตฯ ครั้งที่ 8 จัดขึ้นในวันที่ 12 กันยายน 2567 ณ ไพน์เฮิร์สท กอล์ฟ คลับ แอนด์ โฮเทล ปทุมธานี ในการจัดการประชุมครั้งนี้ได้มีการบรรยายเกี่ยวกับภาพรวมของโครงการ และสรุปกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับที่ได้มีการออกประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกที่มีน้ำหนักเกิน 25 กิโลกรัม พ.ศ. 2567 ที่ได้มีการประกาศออกมาใหม่ก่อนหน้านี้

นอกจากนี้ยังมีการสาธิตและทดสอบการทำงานของ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมที่ได้พัฒนาขึ้นในโครงการ โดยการทดสอบความแม่นยำในการระบุตำแหน่งในแนวราบ ผลปรากฏว่าสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี และมีค่าความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งในแนวราบที่ประมาณ 2 เมตร

การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

สรุปบรรยาย เรื่อง
การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

1. สรุปภาพรวม Demonstration ครั้งที่ 7

ในการสาธิตครั้งที่ผ่านๆมามีการนำเสนอความสามารถต่างๆของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้

1.1. ขอบเขตโครงการวิจัย

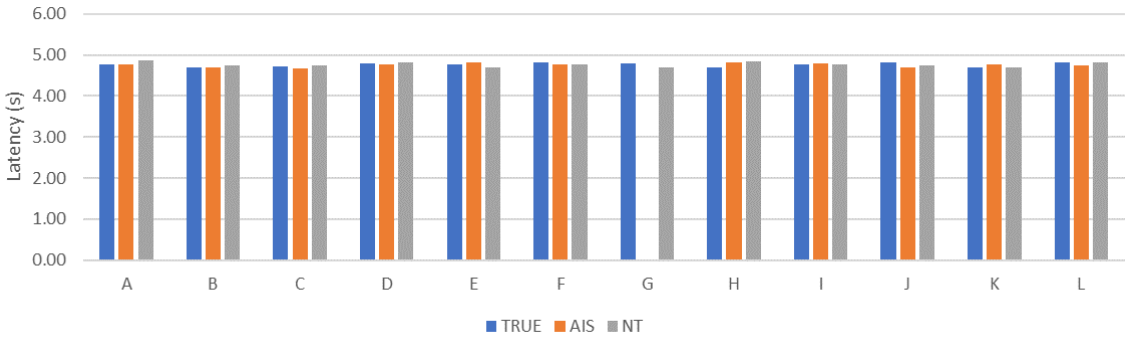
ขอบเขตของโครงการประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ One-stop-service ประกอบด้วย Drone registration, Pilot registration, Flight declaration/approval ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการสาธิตระบบในส่วนนี้ครบถ้วนแล้ว อีกส่วนหนึ่งคือ การพัฒนา Remote ID แบบ Network ที่ส่งข้อมูลผ่าน Cellular และ Satellite

1.2.สรุปภาพรวม Demonstration ครั้งที่ 7

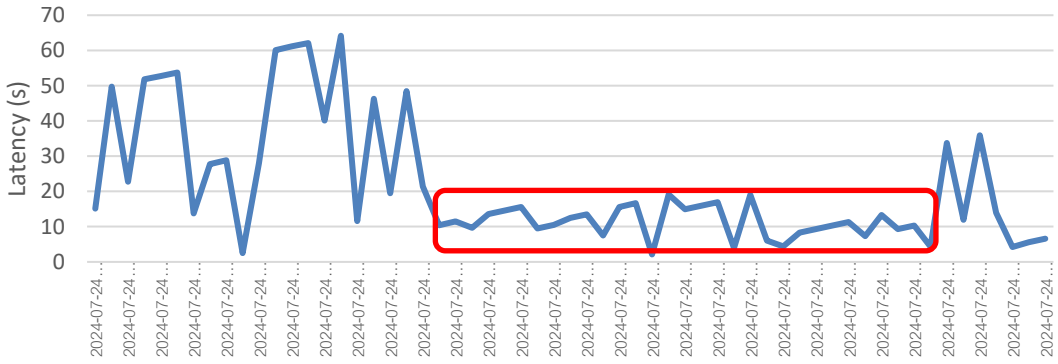
การสาธิตฯ ครั้งที่ 7 ได้มีการนำเสนอผลการทดสอบการใช้งาน Remote ID สื่อสารผ่าน เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยมีการลงพื้นที่เพื่อทดสอบค่า Latency และ RSSI ดังแสดงในรูปที่ 229 และรูปที่ 230 จากผลการทดสอบ ค่า Latency เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 4-5 วินาที และค่า RSSI อยู่ในเกณฑ์ดีมี ค่าไม่น้อยกว่า -80 dBm อย่างไรก็ตามจากการทดสอบพบว่า ที่ความสูงประมาณ 50 เมตร เริ่มสัญญาณเริ่มมีการขาดหายในบางเครือข่าย ซึ่งเป็นข้อจำกัดของ การสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยข้อจำกัดนี้สามารถทดแทนได้ด้วยการสื่อสารผ่าน ดาวเทียม

ในการสาธิตฯครั้ง 7 ยังได้ทำการทดสอบการเชื่อมต่อผ่านดาวเทียมของอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการพัฒนา Remote ID ซึ่งค่า Latency ของการสื่อสารอยู่ที่ประมาณ 10 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 231 ซึ่งตำแหน่งในการทดสอบมีการบดบังจากอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ทำให้มีระยะเวลาในการเชื่อมต่อสั้น ๆ เท่านั้น

รูปที่ 229 ค่า RSSI ในพื้นที่ต่างๆ



รูปที่ 230 ค่า Latency ในพื้นที่ต่างๆ



รูปที่ 231 ค่า Latency ที่ได้จากการเทียบเวลาจาก GNSS และ Server

2. การเชื่อมต่อกับระบบขึ้นทะเบียนโดรน

ส่วนที่ต้องพัฒนาต่อไปในโครงการนี้คือการเชื่อมต่อกับระบบขึ้นทะเบียนที่มีอยู่ โดยจะเชื่อมต่อกับระบบจำลองที่ จำลองขึ้นมาจากระบบของทั้ง กสทช. และ กพท. และเพื่อให้มีความเข้าใจในกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นทะเบียน จึงทำการศึกษากฎหมายอีกครั้งจากการศึกษาพบว่า กสทช. ให้มีการขึ้นทะเบียนโดรนทุกลำไม่ว่าจะน้ำหนักเท่าไหร่ก็ตาม โดย กสทช. จะบริหารจัดการในส่วนของการครอบครอง สำหรับการนำมาปฏิบัติภารกิจจะดูแลโดย กพท.

ในเดือน สิงหาคม 2567 ได้มีประกาศกระทรวงคมนาคมฉบับใหม่ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโดรน ในประกาศฉบับนี้มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการใช้งานที่มีความเสี่ยงปานกลาง (Specific category) และความเสี่ยงสูง

(Certified category) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่สอดคล้องกับต่างประเทศ ที่มีการนำมาปรับใช้ในประเทศไทย ในประกาศฉบับนี้ยังกล่าวถึงประกาศฯ ฉบับก่อนหน้า ที่ออกมาในปี 2558 โดยระบุว่า ประกาศฯ ฉบับปี 2558 นั้นเป็นการอนุญาตภายใต้เงื่อนไขการบินประเภทความเสี่ยงต่ำ (Open category) อย่างไรก็ตาม ในการปฏิบัติการบินจริงส่วนใหญ่อาจไม่สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขในประกาศฯ ฉบับปี 2558 ได้ ซึ่งจะทำให้การบินดังกล่าวเป็นการบินที่มีความเสี่ยงปานกลาง (Specific category)

2.1.Open Category

ตามประกาศฯ ปี 2558 จะอนุญาตให้โดรนที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 25 กิโลกรัมทำการบิน โดยไม่ต้องได้รับอนุญาต หรือ แจ้งล่วงหน้า ซึ่งถ้าหากมีน้ำหนักน้อยกว่า 25 กิโลกรัมแล้วจะต้องดำเนินการตามที่กฎหมายกำหนด ดังแสดงในรูปที่ 232

สิ่งแรกที่ต้องพิจารณาคือ วัตถุประสงค์ จากนั้นจะมีเกณฑ์น้ำหนักย่อยที่ต้องพิจารณาต่อไป โดยแต่ละวัตถุประสงค์ แต่ละน้ำหนักจะมีความต่างกันในสามหัวข้อคือ การขึ้นทะเบียน คุณสมบัติผู้บังคับหรือผู้ปล่อย และเงื่อนไขการปฏิบัติ โดยวัตถุประสงค์ตามประกาศฯ ฉบับปี 2558 มี 4 อย่างคือ

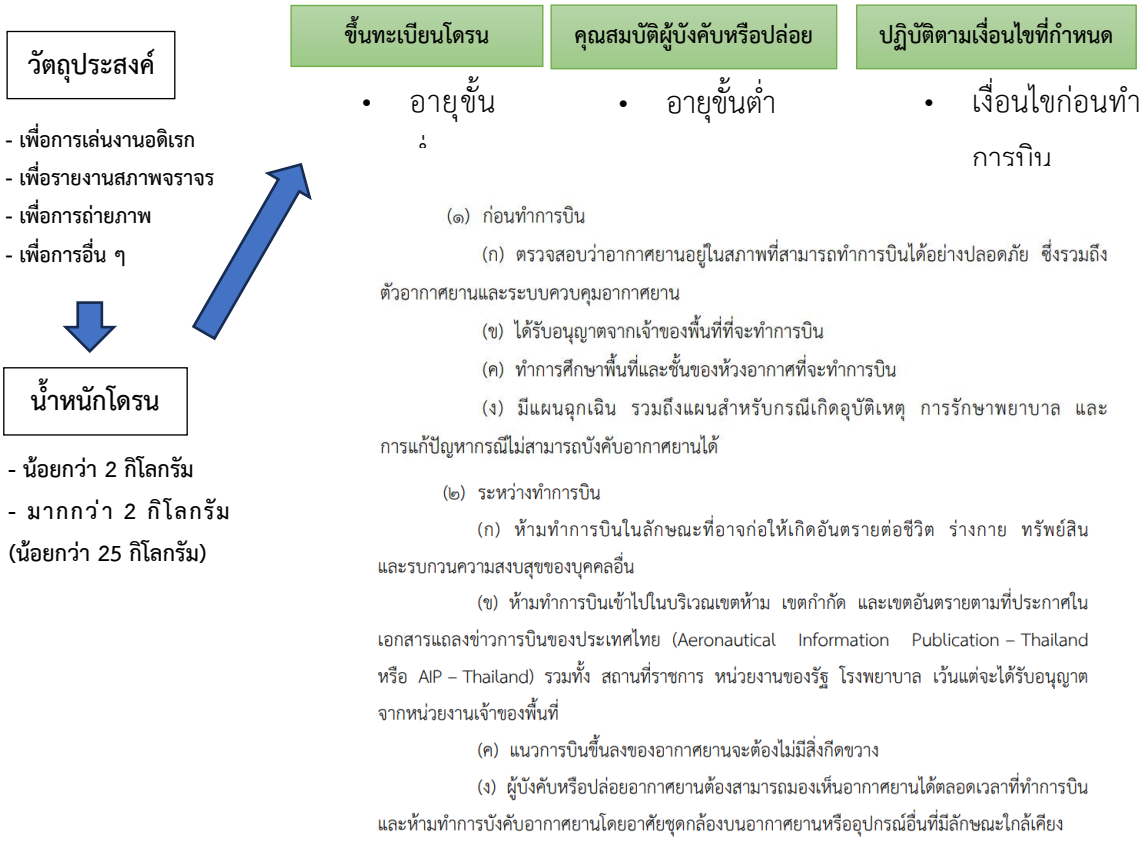
- เล่นเป็นงานอดิเรก เพื่อความบันเทิง หรือเพื่อการกีฬา
- เพื่อการรายงานเหตุการณหรือรายงานการจราจร (สื่อมวลชน)
- เพื่อการถ่ายภาพ การถ่ายทำหรือการแสดงในภาพยนตร์หรือรายการโทรทัศน
- เพื่อการวิจัยและพัฒนาอากาศยาน
- เพื่อการอื่น ๆ

เมื่อพิจารณาวัตถุประสงค์แล้ว จะมีเกณฑ์ น้ำหนักที่ต้องพิจารณาต่อไป ซึ่งจะมีรายละเอียดที่ต่างออกไป 3 หัวข้อตามที่กล่าวไปแล้วข้างต้น โดยรายละเอียดโดยสรุปแสดงในรูปที่ 232

2.2.ประกาศปี 2558 (แตกต่างจากเงื่อนไข)

เนื่องจากการบินโดรนในเชิงพาณิชบางครั้งไม่สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขได้ จึงได้มีแนวปฏิบัติในการขอปฏิบัติการบินอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินกรณีแตกต่างจากเงื่อนไขที่กำหนด โดยมีแนวการปฏิบัติดังนี้

- การปฏิบัติการบินในเวลากลางคืน
- การปฏิบัติการบินเกินระยะสายตานักบินโดยใช้ผู้ช่วยสังเกตการบิน
- การปฏิบัติการบินสำรวจหรือตรวจสอบอาคาร
- การปฏิบัติการบินสำรวจหรือการถ่ายภาพทางอากาศ
- การปฏิบัติการบินภายในพื้นที่ปิด
- การปฏิบัติการบินเพื่อการจัดแสดง
- การจัดงานแข่งขันบินโดรน



รูปที่ 232 การดำเนินการตามกฎหมายตามประกาศฯ ฉบับปี 2558

2.3.Specific/Certified Category

ประกาศฯ ฉบับปี 2567 ได้กำหนดประเภทของการปฏิบัติการบิน โดยแบ่งตามความเสี่ยง และยังมีกลไกในการขออนุญาตให้ปฏิบัติการบิน เพิ่มขึ้นมาจากประกาศฯ ฉบับเดิม นอกจากนี้ยังมีเงื่อนไขและคุณสมบัติของผู้บังคับหรือผู้ปล่อยเพิ่มเติมขึ้นมา 2 ข้อคือ ผู้ปล่อยต้องมีความชำนาญ โดยผ่านการฝึกอบรม และผ่านการสอบทางทฤษฎี เช่นเดียวกับการทำใบขับขี่รถยนต์

ได้มีการให้ข้อมูลเพิ่มเติมในงานสาธิตฯ โดยผู้แทนจากสำนักงานการบินพลเรือนเกี่ยวกับการขึ้นทะเบียนซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- บุคคลทั่วไปสามารถทำแบบทดสอบ (E-Exam) เพื่อให้ได้ใบอนุญาตสำหรับการบินความเสี่ยงต่ำ โดยไม่ต้องผ่านการฝึกอบรมมาก่อน
- ผู้ที่ต้องการทำการบินที่มีความเสี่ยงปานกลางจะต้องฝึกอบรมจากสถาบันที่ได้รับการรับรอง และเมื่อผ่านการอบรมแล้วจะสามารถนำหลักฐานการผ่านการอบรมมาใช้ในการออกใบอนุญาตสำหรับทำการบินความเสี่ยงปานกลางต่อไป

3. การสาธิตและทดสอบ Remote ID

3.1.การแสดงผลสถานะของโดรนเมื่อทำการบิน

ในการสาธิตฯครั้งที่ผ่านๆมาได้มีการสาธิตการผูก Remote ID เข้ากับโดรนและทำการบิน โดยในระบบทำทำการแสดงตำแหน่งในแผนที่ ซึ่งในครั้งนี้ได้มีการพัฒนาเพิ่มเติมให้การแสดงผลสามารถบ่งบอกได้ว่า โดรนที่บินอยู่บินตามแผนที่ได้แจ้งไว้ในระบบหรือไม่ โดยหากทำการบินตามแผนจะแสดงผลเป็นสีเขียว แต่ถ้าหากทำการบินนอกแผนจะแสดงเป็นสีเหลือง หรือถ้าหากมีการเปิดใช้งาน Remote ID ที่ไม่ได้ผูกไว้กับโดรนไว้ก่อน ระบบจะแสดงเป็นสีเทา

3.2.การทดสอบความแม่นยำในการระบุตำแหน่งในแนวราบ

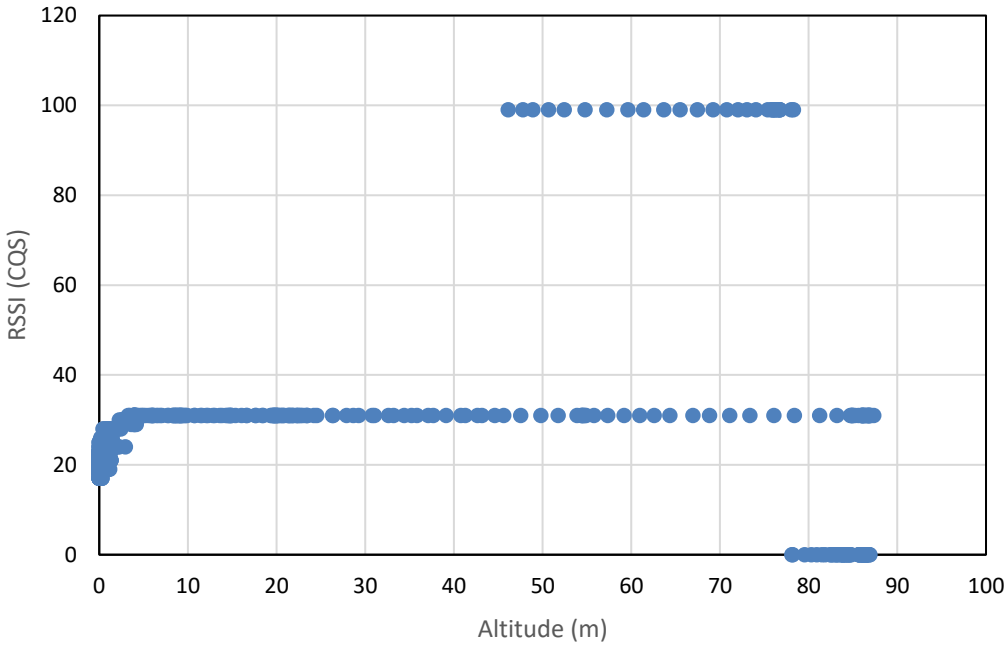
ในการสาธิตฯครั้งที่ผ่านๆมา ได้มีการสาธิตการระบุความแม่นยำในแนวราบของ Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มาแล้ว แต่เนื่องจากโมดูล GNSS ที่ใช้ใน Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นคนละโมดูลกัน จึงจำเป็นต้องทำการทดสอบความแม่นยำอีกครั้ง

4. การสาธิตการใช้งาน Remote ID

ในการสาธิตแบ่งออกเป็นสองช่วง ในช่วงแรกเป็นการสาธิตการใช้งาน Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular remote ID) โดยจุดประสงค์ของการทดสอบในช่วงแรกคือการทดสอบการส่งข้อมูลของ Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ความสูงต่างๆ ซึ่งในการทดสอบก่อนหน้านี้ ได้ทำการทดสอบแล้วพบว่าที่ความสูงที่เพิ่มขึ้น ในช่วงแรก (ประมาณ 0-30 เมตร) การรับสัญญาณดีขึ้น แต่เมื่อเพิ่มความสูงขึ้น การรับสัญญาณเริ่มมีการขาดหาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครือข่าย และพื้นที่ในการทดสอบ

ในการสาธิตช่วงแรกทำการทดสอบโดยติดตั้ง Cellular remote ID บนโดรนและทำการบินโดยเพิ่มความสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากการทดสอบพบว่าที่ความสูงประมาณ 40 เมตร เริ่มมีการขาดหายของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยได้ทำการบินขึ้นไปถึงความสูง 120 เมตร ซึ่งพบว่าไม่มีสัญญาณที่ความสูงดังกล่าว และเมื่อลดความสูงลง สามารถ รับสัญญาณได้อีกครั้งดังแสดงในรูปที่ 233

จากการทดสอบดังกล่าวทำให้ข้อจำกัดของ Cellular Remote ID ที่อาจไม่เหมาะกับการบินในระดับสูง ซึ่งข้อจำกัดดังกล่าวสามารถทดแทนได้ด้วย Satellite Remote ID ในการทดสอบช่วงที่สองเป็นทดสอบ การรับ-ส่งสัญญาณของ Satellite Remote ID และการระบุตำแหน่งในแนวราบ โดยติดตั้ง Satellite Remote ID บนโดรนดังแสดงในรูปที่ 234 และทำการบินขึ้นที่ความสูงและตำแหน่งต่างๆ โดยผลการทดสอบการระบุตำแหน่งในแนวราบพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 2 เมตร ดังแสดงในตารางที่ 27 โดยการรับส่งสัญญาณทำได้อย่างต่อเนื่องตั้งแต่บนพื้นราบจนถึงความสูง 120 เมตร



รูปที่ 233 ค่า RSSI ของ Cellular Remote ID ที่ความสูงต่างๆ

รูปที่ 234 Satellite Remote ID ที่ติดตั้งบนโดรน

ตารางที่ 27 ผลการทดสอบ Satellite Remote ID

Aircraft				Remote ID		Distance(m)
ALT (m)	ASL (m)	LAT	LONG	LAT	LONG	
10.1	20.3	14.045633	100.600204	14.04565	100.6002	2.146042
20	30.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
30	40.3	14.04563	100.600207	14.04565	100.6002	2.608562
40	50.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
20	30.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
50	60.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
60	70.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
70	80.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
80.1	90.4	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
120	130.2	14.045619	100.600198	14.04565	100.6002	3.198348

ประมวลภาพงาน Demonstration ครั้งที่ 8

GISTDA

การจัดสาธิต Demonstration
"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
Thai Sky Vision Company Limited

BTFP
GISTDA

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วม

งานสัมมนา และการทดลองทดสอบระบบ Demonstration “Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)” ครั้งที่ 8

ในวันพฤหัสบดีที่ 12 กันยายน 2567

ณ ไพน์เฮิร์สท กอล์ฟ คลับ แอนด์ โฮเทล ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นายสิทธิพร ชาญนำสิน	สทอภ.		
2	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	สทอภ.		
3	นายพศวีร์ เสียงเย็น	สทอภ.		
4	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	สทอภ.		
5	นายประพัฒน์ วิริยะรุ่งเรืองชัย	สทอภ.		
6	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	สทอภ.		
7	นางสาวสุภิกา เสนาฤทธิ์	สทอภ.		
8	นายกนกพล สีเหลือง	สทอภ.		
9	นายบริรักษ์ กิจรัตนา	สทอภ.		
10	ประนัฐพล ไทยเจริญ	สทอภ.		
11	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	บริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด		
12	นายอนล ไพศาล	EMONE		
13	นายกรณ์ รัตนถาวร	กสทช.		
14	นายอดุลย์ วิเศษบุปผา	กสทช.		
15	นายสิรภพ กีรติชาญเดชา	กสทช.		
16	นางสาวรตนพร สารีขาว	กสทช.		
17	นางสาวนงนุช สังข์ทอง	กสทช.		
18	นายณัฐวุฒิ วานิช	กสทช.		
19	นายฐากูร สิริสุขโสภณ	กสทช.		
20	นายชวิน วัชรธรรม	กสทช.		
21	นายอัมรินทร์ ดรัณภพ	SkyVIV		
22	นายพงศ์สกุล แจ่มหอม	กรมทางหลวงชนบท		
23	นายกีรติ สีสิงห์	บริษัท ชินเนติก จำกัด		
24	นายภัทรพล ปรีเปรม	บริษัท ชินเนติก จำกัด		
25	นายศรายุทธ ญาณะศร	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
26	นายณัฐพงษ์ ฉางแก้ว	บริษัท โดรน เอไอ จำกัด		
27	นายภูมิศักดิ์ ชูฉิม	บริษัท โดรน เอไอ จำกัด		
28	นางสาวสาริน อินทรจินดา	บริษัท โดรน เอไอ จำกัด		
29	นางสาวศราวดี ไทยเจริญพร	~~BU-SCP DP-BCP~~ ไทยคม		
30	นายเพชร ศิริวรธรรม	~~BU-STP DP-STP~~ ไทยคม		
31	นางสาวฉัตรเพชร บุณยเกตุ	~~BU-SSA DP-SCS~~ ไทยคม		
32	นางสาวไพลิน ชัยมงคลทรัพย์	~~BU-TSO DP-VSE~~		
33	GEOTA Graves	Sky-V.v		
34	ไพลิน ชัยมงคลทรัพย์	Thai AI		
35	เพลิน ชัยปรีเกง	Thai AI		
36	[illegible]	Thai AI		
37	[illegible]	Thai AI		
38	[illegible]	Thai AI		
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

กทปส

GISTDA

รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 9
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ณ ห้องฟีนิกซ์ อิมแพค เมืองทองธานี จังหวัด นนทบุรี

วันเสาร์ที่ 9 พฤศจิกายน 2567

บทสรุปผู้บริหาร

การจัดการสาธิตฯครั้งที่ 9 จัดขึ้นในวันที่ 9 พฤศจิกายน 2567 ณ ห้องฟีนิกซ์ อิมแพค เมืองทองธานี จังหวัด นนทบุรี พร้อมกับการจัดงาน Thailand Space Week ในการจัดการประชุมครั้งนี้ได้มีการบรรยายเกี่ยวกับภาพรวมของโครงการ และนำเสนอ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมที่ได้พัฒนาขึ้นจนเสร็จสมบูรณ์ และได้มีการนำเสนอความสามารถเพิ่มเติมในการประเมินแผนตามความเสี่ยง โดยอ้างอิงจากประกาศกระทรวงคมนาคมเรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานซึ่งควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. 2558 และ ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกที่มีน้ำหนักเกิน 25 กิโลกรัม พ.ศ. 2567 โดยความสามารถดังกล่าวจะอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานสามารถดำเนินการตามประกาศดังกล่าวได้สะดวกและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

นอกจากการจัดสาธิตในงาน Thailand Space Week แล้ว ยังได้ร่วมแสดงผลงานในงาน Thailand Drone Exhibition & Symposium 2024 ที่จัดขึ้นในวันที่ 7 – 9 พฤศจิกายน 2567 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ โดยในงานได้นำเสนอผลงานที่ได้พัฒนาขึ้นทั้งหมดในโครงการ การสาธิตการใช้งาน Remote ID และได้เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานระบบ DroneSign อีกด้วย

การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

สรุปบรรยาย เรื่อง
การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

1. สรุปภาพรวม Demonstration ที่ผ่านมา

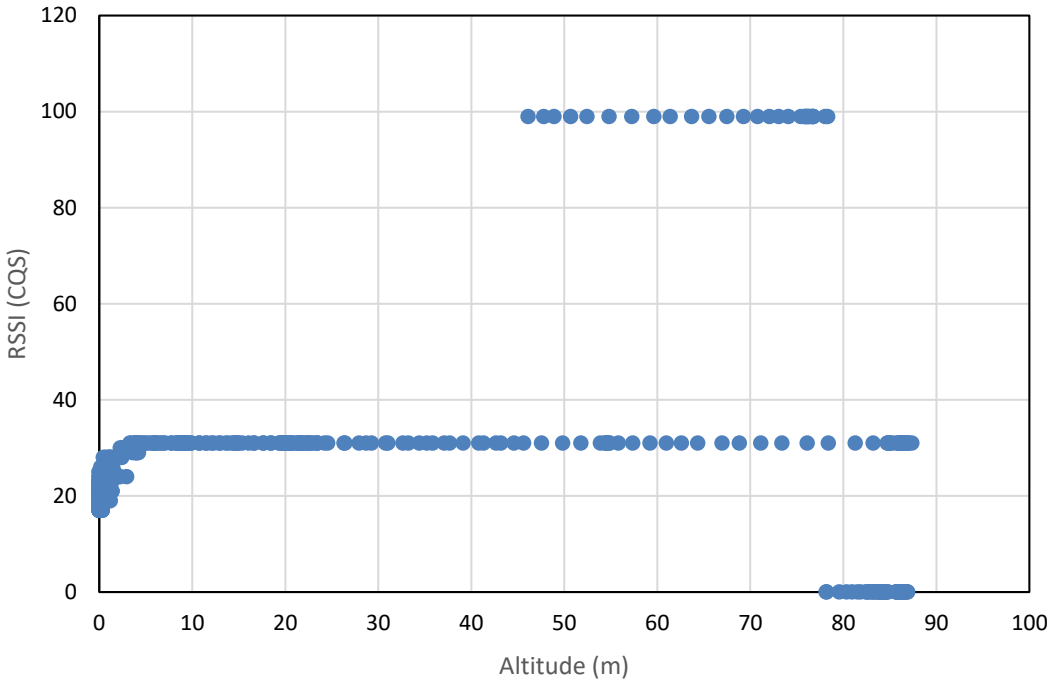
ในการสาธิตครั้งที่ผ่าน ๆ มามีการนำเสนอความสามารถต่าง ๆ ของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้

1.1. ขอบเขตของโครงการ

ขอบเขตของโครงการประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ One-stop-service ประกอบด้วย Drone registration, Pilot registration, Flight declaration/approval ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการสาธิตระบบในส่วนนี้ครบถ้วนแล้ว อีกส่วนหนึ่งคือ การพัฒนา Remote ID แบบ Network ที่ส่งข้อมูลผ่าน Cellular และ Satellite

1.2.สรุปภาพรวม Demonstration ครั้งที่ 8

การสาธิตฯ ครั้งที่ 8 ได้มีการนำเสนอผลการทดสอบการใช้งาน Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ และสื่อสารผ่านดาวเทียม โดยทำการบินที่ความสูงต่างๆเพื่อทดสอบการรับสัญญาณ รูปที่ 235 แสดงให้แสดงค่า RSSI ของ Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ความสูงประมาณ 50 เมตร เริ่มมีการขาดหายของสัญญาณ ซึ่งเห็นได้จากค่า RSSI ที่สลับไปมาระหว่าง 99 และประมาณ 30 โดยในทางปฏิบัติเมื่อมีการขาดหายของสัญญาณ จะทำให้การส่งข้อมูลไม่สามารถทำได้ จึงเป็นที่มาของการพัฒนา Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียม ที่ใช้การสื่อสารผ่านเครือข่ายดาวเทียม Iridium ซึ่งเป็นดาวเทียมวงโคจรต่ำ ทำให้ภาครับสัญญาณมีขนาดเล็ก และสามารถติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับได้



รูปที่ 235 ค่า RSSI ของ Cellular Remote ID ที่ความสูงต่างๆ

ในการสาธิตฯ ครั้งที่ 8 Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมที่นำมาทดสอบยังพัฒนาไม่สมบูรณ์ โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ ยังไม่ได้ถูกรวมมาเป็นชุดเดียว แต่สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยจากผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 28 แสดงให้เห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการระบุตำแหน่งในแนวราบของ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมอยู่ที่ประมาณ 2 เมตร โดยในการทดลองได้ทำการบินที่ความสูงมากที่สุดที่ 120 เมตร จากการทดสอบพบว่าระบบยังสามารถทำงานได้ที่ความสูงดังกล่าว อย่างไรก็ตามข้อเสียของการสื่อสารผ่านดาวเทียมคือ มี ค่า Latency ที่มากกว่าการสื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดย Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมมีค่า Latency ประมาณ 10 วินาที และ Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มีค่า Latency ประมาณ 5 วินาที นอกจากนั้นในการสาธิตฯ ครั้งนี้ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมได้พัฒนา และประกอบจนสมบูรณ์ดังแสดงในรูปที่ 236

นอกจากการการสาธิตการใช้งาน Remote ID แล้ว ในการสาธิตฯ ครั้งที่ 8 ยังมีการนำเสนอ ประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ฉบับปี พ.ศ. 2567 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ ในประกาศฉบับนี้มีกล่าวถึงการใช้งานที่มีความเสี่ยงปานกลาง (Specific category) และความเสี่ยงสูง (Certified category) ซึ่งระบบ DroneSign ได้นำเนื้อหาในประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ฉบับปี พ.ศ. 2558 และ ฉบับปี พ.ศ. 2567 มาใช้ในการพัฒนาระบบการประเมินความเสี่ยงก่อนทำการบิน ซึ่งจะนำเสนอในการสาธิตฯ ครั้งนี้

รูปที่ 236 Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียมที่พัฒนาขึ้นภาคใต้โครงการ

ตารางที่ 28 ผลการทดสอบ Satellite Remote ID

Aircraft				Remote ID		Distance(m)
ALT (m)	ASL (m)	LAT	LONG	LAT	LONG	
10.1	20.3	14.045633	100.600204	14.04565	100.6002	2.146042
20	30.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
30	40.3	14.04563	100.600207	14.04565	100.6002	2.608562
40	50.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
20	30.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
50	60.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
60	70.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
70	80.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
80.1	90.4	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
120	130.2	14.045619	100.600198	14.04565	100.6002	3.198348

2. ย้อนภาพการพัฒนาระบบ DroneSign

ระบบ UTM มีความจำเป็นอย่างในการพัฒนาการใช้งานอากาศยานไร้คนขับในอนาคต เนื่องด้วยหากมีการใช้งานอากาศยานไร้คนขับเป็นจำนวนมาก หรือมีการใช้งานที่มีความสลับซับซ้อน เช่น การขนส่งสินค้าหรือขนส่งคน มีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดการเพื่อให้การใช้งานมีความปลอดภัย และเป็นไปตามกฎหมายหรือข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง โดยในการจัดการการบินของอากาศยานไร้คนขับสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ช่วงดังนี้

- Strategic - Long Term

- การออกแบบ UAS
- การอบรมนักบิน
- การขอ License ต่าง ๆ

- Strategic Pre – flight
  - การสร้าง และปรับปรุงแผนการบิน
  - จัดลำดับความสำคัญของแผน
- Pre - Tactical
  - การปรับแผน หรือยกเลิกจากการปรับเปลี่ยนในพื้นที่ หรือมีแผนซึ่ง Priority สูงกว่า
- Tactical
  - การทำงานในระหว่างทำการบิน
- Post – Flight
  - การบันทึกข้อมูล

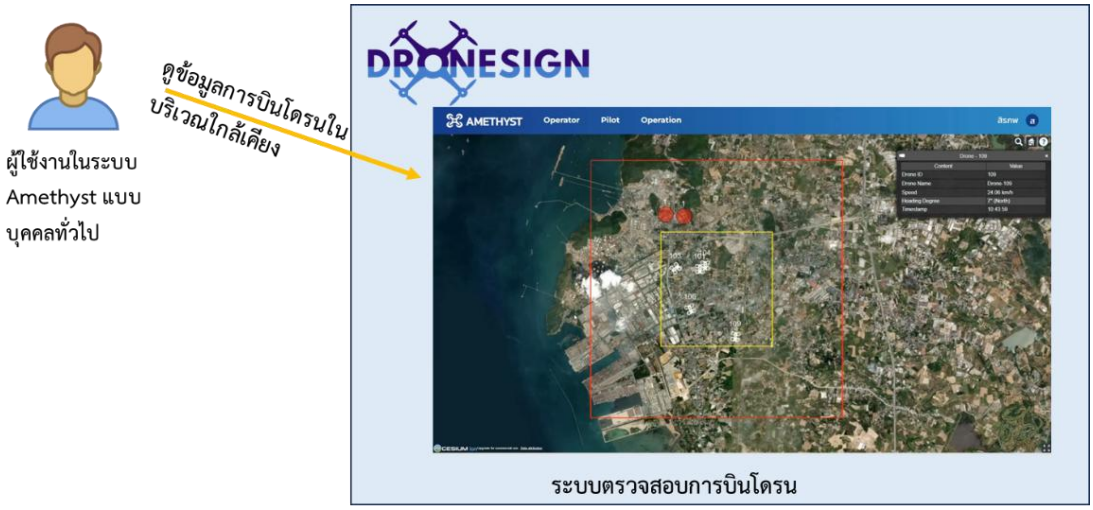
สำหรับการพัฒนาระบบ DroneSign ในปัจจุบันมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาความสามารถเพื่อรองรับการใช้งานในช่วง Strategic – Long Term และ Strategic Pre – flight ซึ่งในอนาคตมีความจำเป็นจะต้องขยายขีดความสามารถให้รองรับการใช้งานในทุกช่วงของการทำการบิน

3. สรุปการพัฒนาระบบ DroneSign

3.1.ระบบ Tracking การใช้งานอากาศยานไร้คนขับ

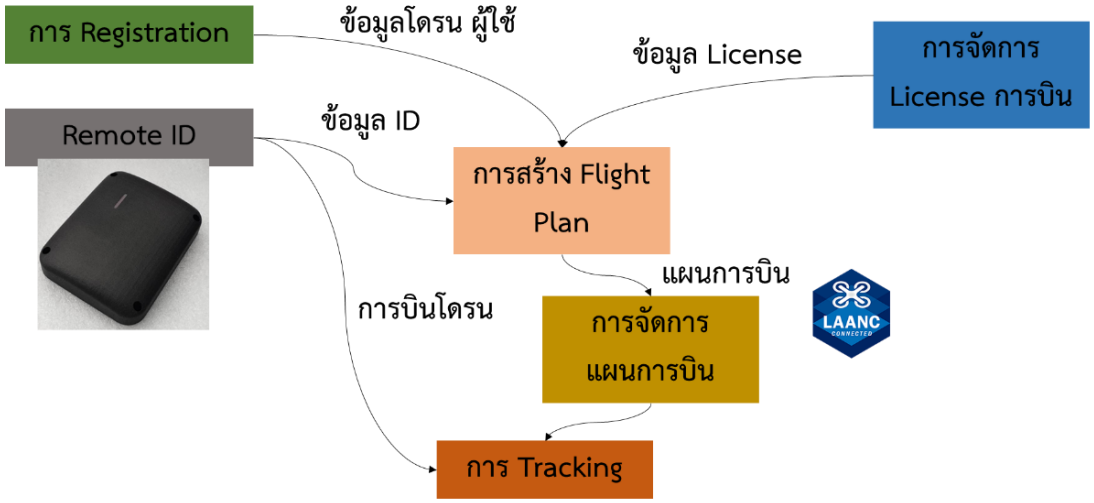
หนึ่งในความสามารถของระบบ DroneSign ที่ได้พัฒนาขึ้นภายใต้โครงการคือความสามารถที่ให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการบินของอากาศยานไร้คนขับในบริเวณใกล้เคียงได้ ดังแสดงในรูปที่ 237 ซึ่งในการพัฒนาการติดตามอากาศยานไร้คนขับจำเป็นต้องมีการพัฒนา Remote ID เพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งและส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อระบุตั้วตน และตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับ

นอกจาก Remote ID ที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ระบุตัวตน และตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาระบบติดตามการบินดังแสดงในรูปที่ 238 ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลของ Remote ID จะต้องมีการผสานกับข้อมูลจากส่วนอื่นๆ ของระบบ เช่น ข้อมูลผู้ใช้งาน ข้อมูลใบอนุญาตทำการบิน ข้อมูลการขอแผนการบิน เป็นต้น ซึ่งในส่วนของการสร้างแผนการบิน ระบบ DroneSign จะช่วยในการประเมินแผนการบินตามประกาศการทรวงคมนาคมฯ ทั้ง 2 ฉบับ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป



รูปที่ 237 ตัวอย่างการใช้งานที่ ผู้ใช้งานระบบต้องการดูการบินโดรนในบริเวณใกล้เคียง

องค์ประกอบของการ Tracking

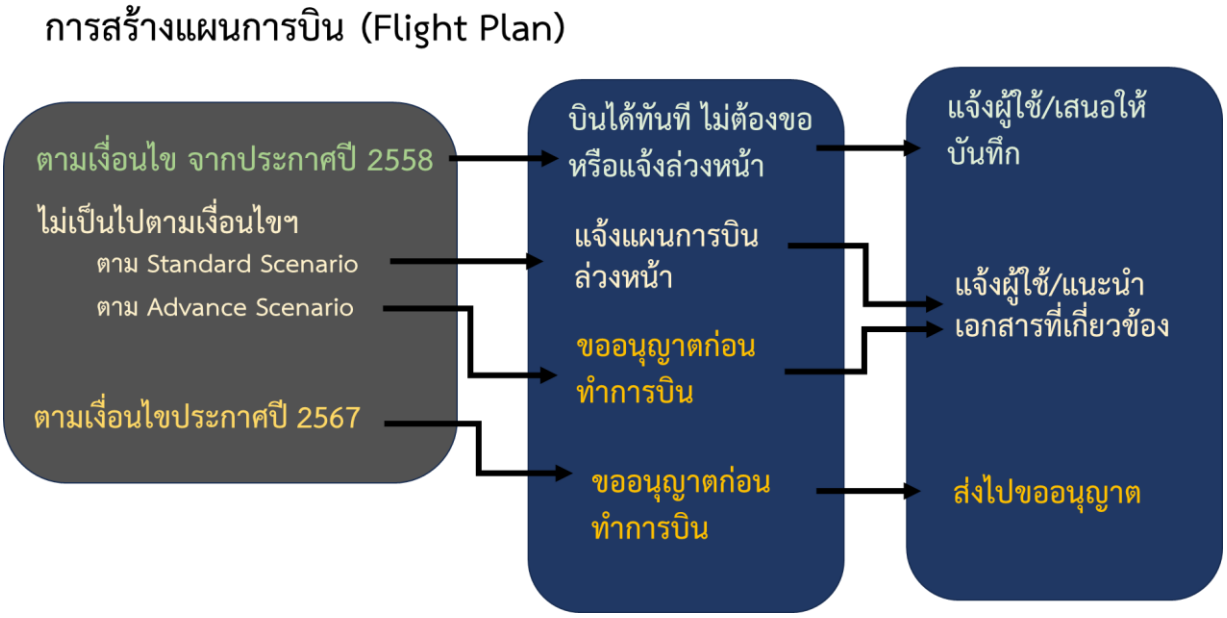


รูปที่ 238 องค์ประกอบของการ Tracking

3.2.ประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ที่เกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับ

ประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ที่เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับมีสองฉบับคือ ฉบับปี พ.ศ. 2558 และฉบับปี พ.ศ. 2567 โดยรูปที่ 239 สรุปการสร้างแผนการบินตามประกาศฯ ทั้งสองฉบับ

เนื้อหาในประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ฉบับปี พ.ศ. 2558 จะเกี่ยวกับการใช้งานอากาศยานไร้คนขับที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 25 กิโลกรัม โดยถ้าหากสามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดจะสามารถทำการบินได้เลย โดยไม่ต้องแจ้ง หรือขออนุญาตสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) ก่อนทำการบิน โดยการบินประเภทนี้จัดว่าเป็นการบินที่มีความเสี่ยงต่ำ (Open Category)



รูปที่ 239 สรุปการสร้างแผนการบินตามประกาศกระทรวงคมนาคมฯ

ในการใช้งานจริงเป็นไปได้ยากที่จะปฏิบัติตามเงื่อนไขในประกาศฯ ฉบับดังกล่าว กพท. จึงมีแนวทางการปฏิบัติการบินที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขฯ ซึ่งถือว่าเป็นการทำการบินที่มีความเสี่ยงปานกลาง (Specific Category) โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ รูปแบบมาตรฐาน (Standard Scenario) และขั้นสูง (Advance Scenario) ถ้าหากการบินเข้าข่ายตาม Standard Scenario ผู้ทำการบินต้องแจ้งแผนการบินไปยัง กพท. ก่อนทำการบิน แต่ถ้าหากไม่เข้าข่าย Standard Scenario จะถือว่าเป็น Advance Scenario ผู้ทำการบินจะต้องขออนุญาตจาก กพท. ก่อนทำการบิน

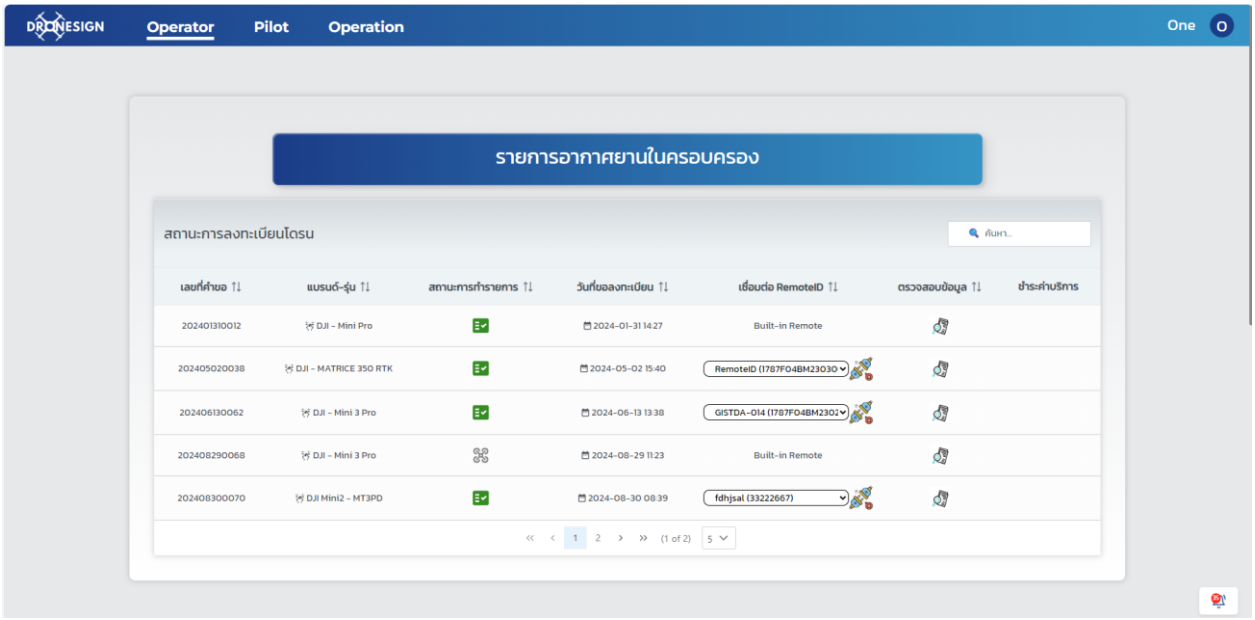
ประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ฉบับปี พ.ศ. 2567 เกี่ยวข้องกับอากาศยานไร้คนขับที่มีน้ำหนักเกิน 25 กิโลกรัม โดยการบินอากาศยานประเภทนี้ถือว่าเป็นการบินความเสี่ยงปานกลางเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีการกล่าวถึงการสอบเพื่อทำใบอนุญาตทำการบินสำหรับการบินแต่ละประเภทอีกด้วย

4. การสาธิตระบบ DroneSign

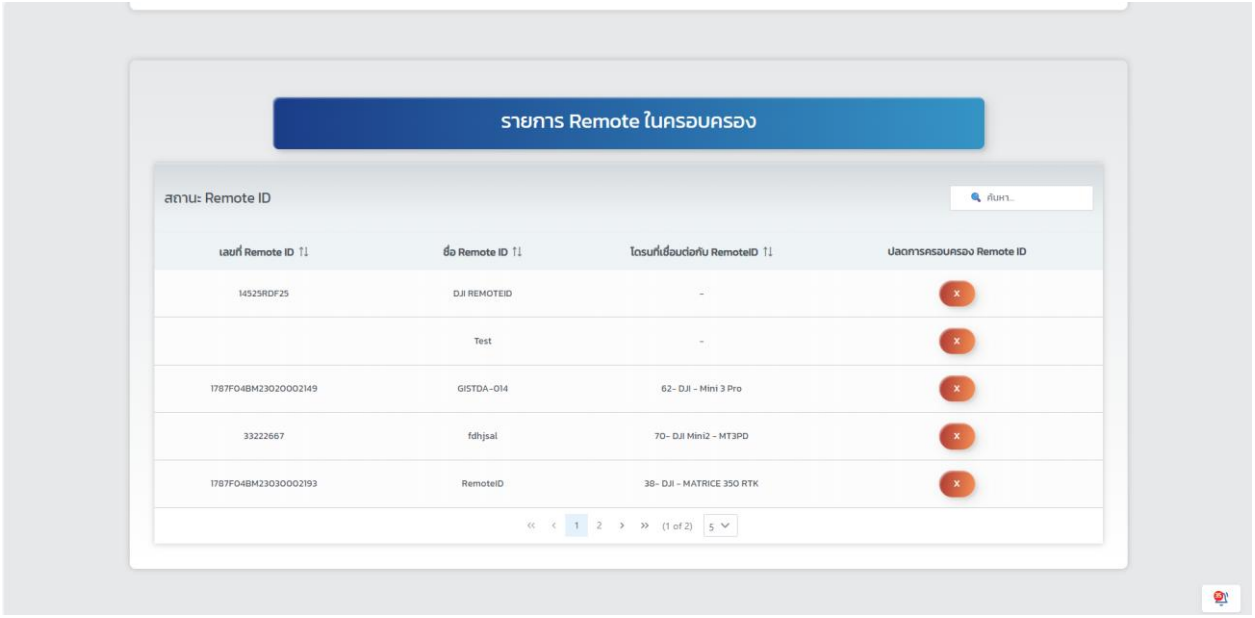
ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องขึ้นทะเบียนผู้ดำเนินการ และการขึ้นทะเบียนนักบิน เช่นเดียวกับระบบของ กพท. แต่ระบบที่เพิ่มขึ้นมาคือการขึ้นทะเบียน Remote ID โดยผู้ใช้งานจะต้องขึ้นทะเบียน Remote ID และทำการเชื่อมต่อ Remote ID กับอากาศยานไร้คนขับที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้ก่อน รูปที่ 240 แสดงหน้าต่างการจัดการอากาศยานไร้คนขับในครอบครอง และรูปที่ 241 แสดงหน้าต่างการจัดการ Remote ID ในครอบครอง

เมื่อผู้ดำเนินการ จะต้องเพิ่มนักบินในสังกัดก่อนโดยนักบินจะต้องทำการตอบรับการเชิญเข้าร่วมสังกัดของผู้ดำเนินการ ดังแสดงในรูปที่ 242 นอกจากนี้ยังมีระบบช่วยประเมินแผนการบิน ซึ่งผู้ใช้งานต้องสร้างแผนการบินในระบบดังรูปที่ 243 และระบบจะช่วยประเมินแผนที่สร้างขึ้นโดยอ้างอิงจากประกาศกระทรวงคมนาคมฯ พ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2567 การประเมินแผนจะช่วยให้ผู้ใช้งานทราบว่าแผนที่ต้องการทำการบินเข้าข่ายการบินประเภทใด เช่น ถ้าหากแผนที่สร้างเป็นไปตามเงื่อนไขในประกาศปี พ.ศ. 2558 ระบบจะประเมินว่าแผนเป็นแบบ Open

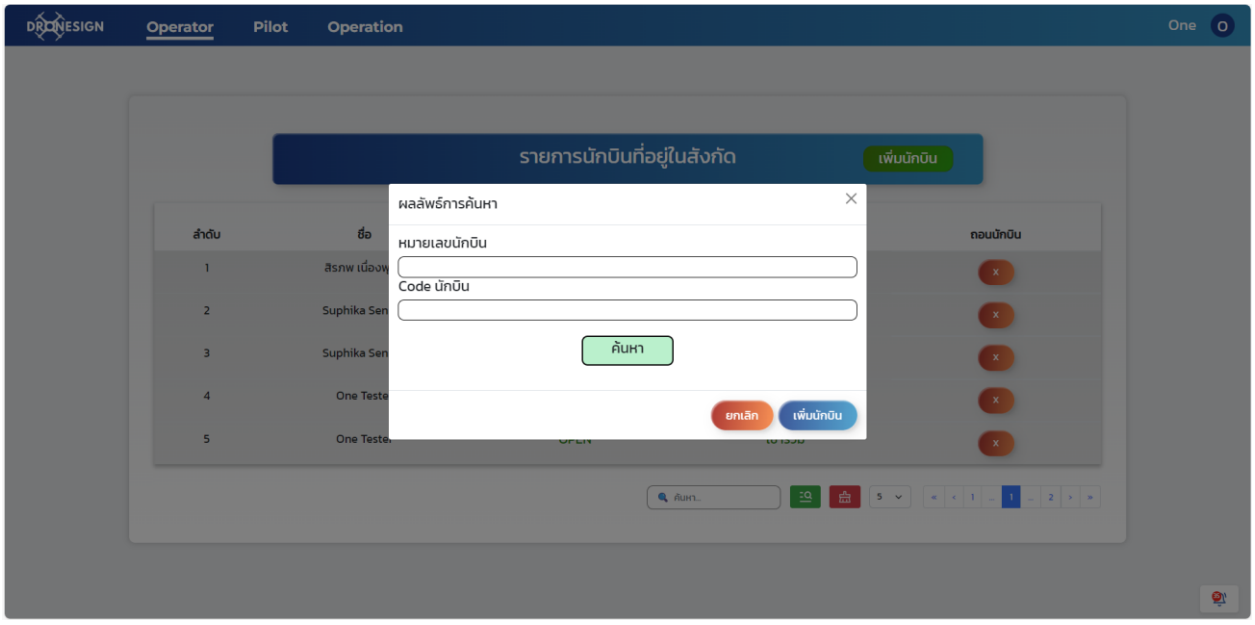
Category ซึ่งผู้ใช้งานสามารถทำการบินได้เลยดังแสดงในรูปที่ 243 หรือถ้าหากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขฯ ระบบระบบจะมีเอกสารที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นสำหรับการขออนุญาตบินกับ กพท. เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถศึกษาและนำไปใช้ประกอบการขอทำการบินต่อไปดังแสดงในรูปที่ 244



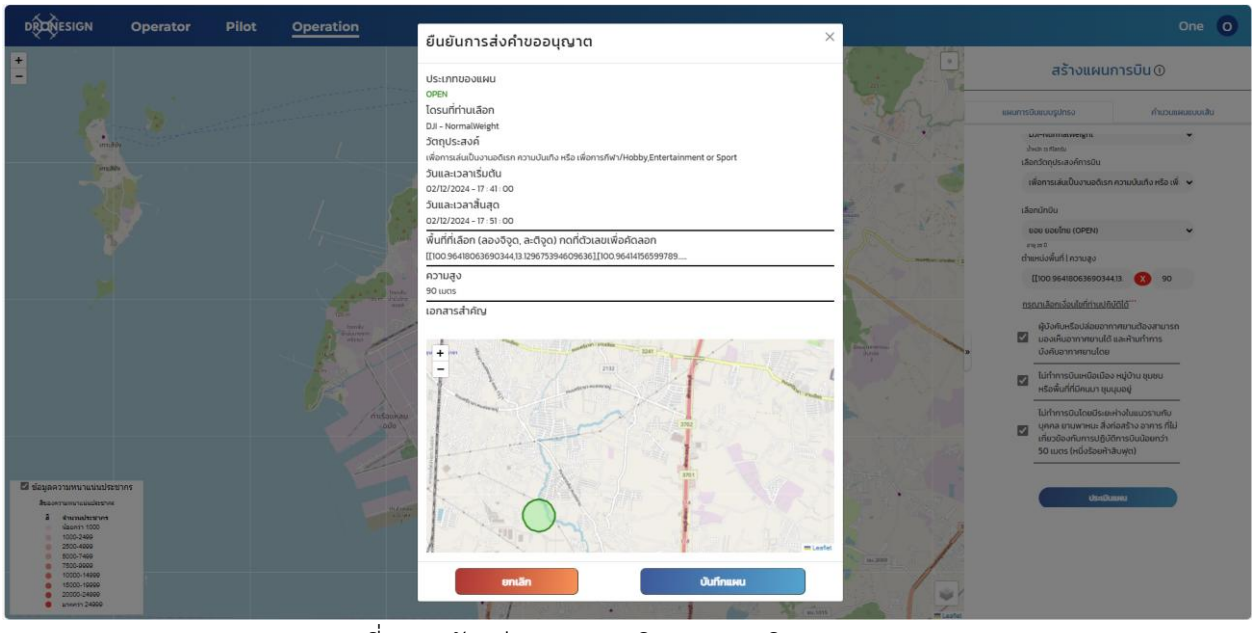
รูปที่ 240 หน้าต่างการจัดการอากาศยานในครอบครอง



รูปที่ 241 หน้าต่างการจัดการ Remote ID

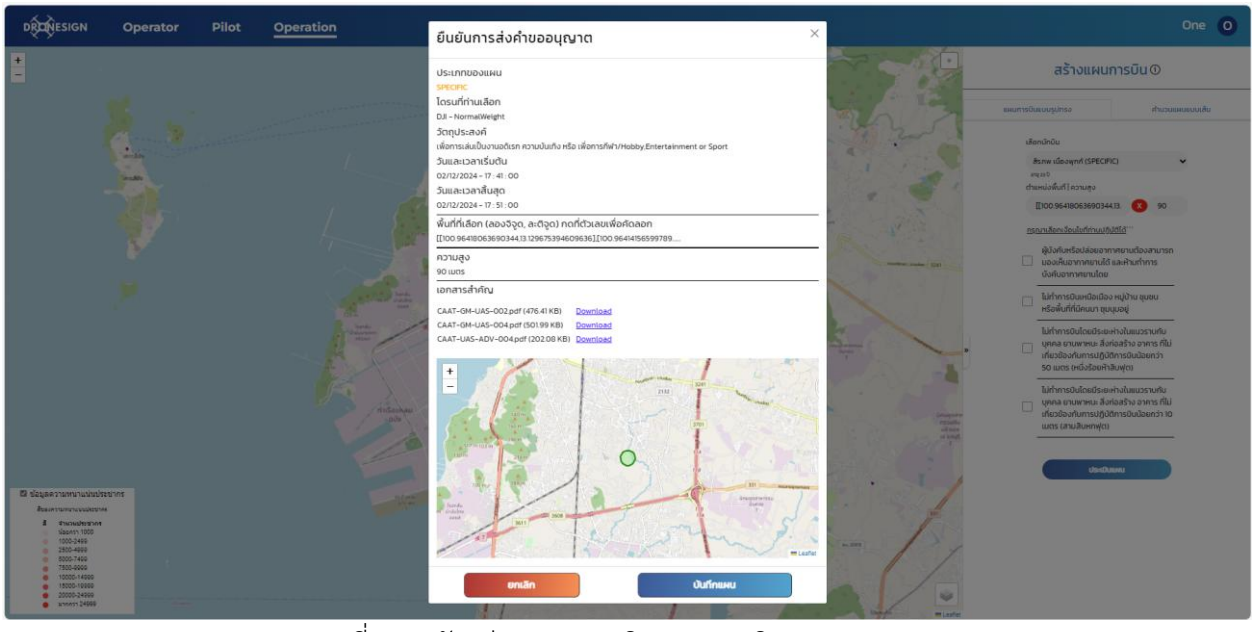


รูปที่ 242 หน้าต่างการเพิ่มนักบินในสังกัด



รูปที่ 243 ตัวอย่างการประเมินแผนการบินแบบ Open

นอกจากการจัดงานสาธิตฯ ในงาน Thailand Space Week แล้ว ยังได้ร่วมแสดงผลงานในงาน Thailand Drone Exhibition & Symposium 2024 ที่จัดขึ้นในวันที่ 7 – 9 พฤศจิกายน 2567 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ดังแสดงในรูปที่ 245 โดยในงานได้นำเสนอผลงานที่ได้พัฒนาขึ้นทั้งหมดในโครงการ การสาธิตการใช้งาน Remote ID และได้เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้งานระบบ DroneSign อีกด้วย



รูปที่ 244 ตัวอย่างการประเมินแผนการบินแบบ Specific

รูปที่ 245 การจัดแสดงในงาน Drone Exhibition & Symposium 2024

ประมวลภาพงาน Demonstration ครั้งที่ 9

มการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)
ภายใต้กองทุน กทปส.
วันเสาร์ ที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2567

การจัดสาธิต Demonstration
"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
"Demonstration of Unmanned aircraft traffic"
9 November 2024
Phoenix 3 - IMPACT Exhibition Center

DRONESIGN
GISTDA
กทปส.
ระบบจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ
UTM คืออะไร?
ความสามารถของระบบ DRONESIGN
Remote ID คืออะไร?
Remote ID มีกี่ประเภท?
ZIROON
ระบบการจัดการจราจรอวกาศ
WWW.GISTDA.OR.TH
sphere
The Open Geospatial Platform
Map API and web services to empower your web and mobile applications with Location – based functionalities with Thai/English maps of Thailand and the world
GISTDA

DRONESIGN
GISTDA
กทปส.
ระบบจัดการจราจรอากาศยานไร้คนขับ
UTM คืออะไร?
ความสามารถของระบบ DRONESIGN
Remote ID คืออะ
STDA

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วม

งานสัมมนา และการทดลองทดสอบระบบ Demonstration “Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)” ครั้งที่ 9

ในวันเสาร์ที่ 9 ตุลาคม 2567

ณ ฮอลล์ 9 -10 อิมแพ็ค เอ็กซิบิชั่น เมืองทองธานี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	ลายเซ็นต์	หมายเหตุ
1	นางสาว ขนิดา พลเยี่ยม	ขนิดา	(1)
2	นางสาว ศศิธร ชาตุทร	ศศิธร	(2)
3	นาย ศิริชัย เชื้อทองพูกก์		(3)
4	นาย นครา เรืองแย้ม	นครา	(4)
5	นาย กันตพร สีนสิ่ง	กันตพร	(5)
6	นางสาว เปรมกมล ศุภรัศมีกุล	เปรมกมล	(6)
7	ผศ.ดร. ศัรธาวรรณ์ บุญยวนิชกุล		(7)
8	คุณ อนล ไพศาล		
9	นาย ธวัชชัย ศรีเมือง	ธวัชชัย	(8)
10	น.ส. ศิริพิมพ์ ไทยา	ศิริพิมพ์	(9)
11	นาย. อนุกูล เหล่าศิลป์	อนุกูล	(10)
12	น.ส. พรทิพย์นภา ลำภังพล		(11)
13	อิฟาน เอนยง		(12)
14	สุกฤษฎ์ ธารสี		(13)
15	วิทวัส เฉินเลิศ	Gistda	(14)
16	เสถียร จิตปัญญา	เสถียร	ThaiAI (15)
17	อนนท์ วิทยานนท์		(16)
18	[illegible]		(17)
19	พันณ์ชิญญา ชายสุริยะ	พันณ์ชิญญา	(18)
20	เกษสดา ยวงรัตน์	เกษสดา	(19)
21	สิทธิพัฒน์ ชำนาญ	สิทธิพัฒน์	(20)
22	เอกิตา นานอุป		(21)
23	ศิรดา พุทธสุวรรณ	ศิรดา	(22)
24	ปวีณ์กร ยงประยูร	ปวีณ์กร	(23)

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	ลายเซ็นต์	หมายเหตุ
25	นางสาวปรียาภัคร โอสถ	ปรียาภัคร	(24)
26	นางสาวปาริชาติ ศิริสวัสดิ์		(25)
27	นาย ธีรัฐพัชร์ ตีเสมาธิกุล	ธีรัฐพัชร์ ตีเสมาธิกุล	(26)
28	นาย [illegible] [illegible]	[illegible]	(27)
29	นางสาวจันทกานต์ บุญกิจ	จันทกานต์	(28)
30	ปรียาภัคร โอสถ	ปรียาภัคร	(29)
31	กรวรรณ เมฆเกษม	กรวรรณ เมฆเกษม	(30)
32	ธวัช วรจนวงศ์	ธวัช	(31)
33	สุพัฒน์ ศุภศักดิ์	สุพัฒน์	Thai AE (32)
34	วรินทร์ งามวิทย์	วรินทร์	(33)
35	สุทธินี บุญ สิทธิราช	Rinn	(34)
36	พราพิชญ์ ศิริจงพงศ์	พราพิชญ์	(35)
37	สิทธิพร ชาญนำสิน	สิทธิพร	(36)

รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 10
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ณ ไพน์เฮิร์สท กอล์ฟ คลับ แอนด์ โฮเทล

วันศุกร์ที่ 24 มกราคม 2568

บทสรุปผู้บริหาร

การจัดการสาธิตฯครั้งที่ 10 จัดขึ้นในวันที่ 24 มกราคม 2568 ณ ไพน์เฮิร์สท กอล์ฟ คลับ แอนด์ โฮเทล จังหวัด ปทุมธานี ในการจัดการประชุมครั้งนี้ได้มีการบรรยายเกี่ยวกับภาพรวมของโครงการ และอธิบายความสามารถของระบบ จากนั้นทำการสาธิตการใช้งานระบบ DroneSign โดยเป็นการจำลองการใช้งานจริงตั้งแต่เริ่มต้นขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับในระบบ การอนุมัติการขึ้นทะเบียน การขึ้นทะเบียน Remote ID การสร้างแผนการบิน จนถึงการทำการบิน โดยในช่วงเช้าเป็นการเตรียมการบินในระบบ และในช่วงบ่ายเป็นการสาธิตการบินจริง โดยทำการบินอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้ง Remote ID หลากหลายรูปแบบจำนวน 5 ลำ รวมถึง Remote ID แบบ Built-in จากบริษัท drone ai ที่เป็นระบบจากภายนอก นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอแผนการพัฒนาโครงการในอนาคต ซึ่งเป็นการพัฒนาการจัดการในช่วงขณะทำการบิน ซึ่งจะต้องทำการทดลองในพื้นที่ปิดเพื่อใช้งานให้เกิดการยอมรับในวงกว้าง

การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

สรุปบรรยาย เรื่อง
การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

1. สรุปภาพรวม Demonstration ที่ผ่านมา

ในการสาธิตครั้งที่ผ่าน ๆ มามีการนำเสนอความสามารถต่าง ๆ ของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้

1.1. ขอบเขตของโครงการ

ขอบเขตของโครงการประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ One-stop-service ประกอบด้วย Drone registration, Pilot registration, Flight declaration/approval ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการสาธิตระบบในส่วนนี้ครบถ้วนแล้ว อีกส่วนหนึ่งคือ การพัฒนา Remote ID แบบ Network ที่ส่งข้อมูลผ่าน Cellular และ Satellite

1.2.สรุปภาพรวม Demonstration ครั้งที่ 9

การจัดการสาธิตครั้งที่ 9 จัดขึ้นในงาน Thailand Space Week 2024 และได้จัดควบคู่การแสดงผลงานในงาน Drone Thailand Exhibition and Symposium 2024 ด้วย ซึ่งได้มีการทดสอบการทำงานของ Remote ID แบบ Satellite ซึ่งผลการทดสอบพบว่าความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งอยู่ที่ประมาณ 4 เมตร ดังแสดงในตารางที่ 29 และมีค่า Latency ประมาณ 10 วินาที ซึ่งในโครงการนี้ได้เลือกใช้ดาวเทียม Iridium ซึ่งวงโคจรอาจไม่ครอบคลุมพื้นที่การใช้งานในประเทศไทยเท่าที่ควร เนื่องจากดาวเทียมไม่ได้เคลื่อนที่ผ่านน่านฟ้าประเทศไทยโดยตรง จึงทำให้ระยะห่างระหว่างตัวรับสัญญาณกับดาวเทียมห่างกันมาก และสัญญาณขาดหายในบางช่วง

นอกจากนี้ยังได้มีการนำเสนอประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ฉบับปี พ.ศ. 2567 ซึ่งได้มีการพัฒนาระบบให้สอดคล้องกับประกาศฯ ฉบับดังกล่าว เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานสามารถปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

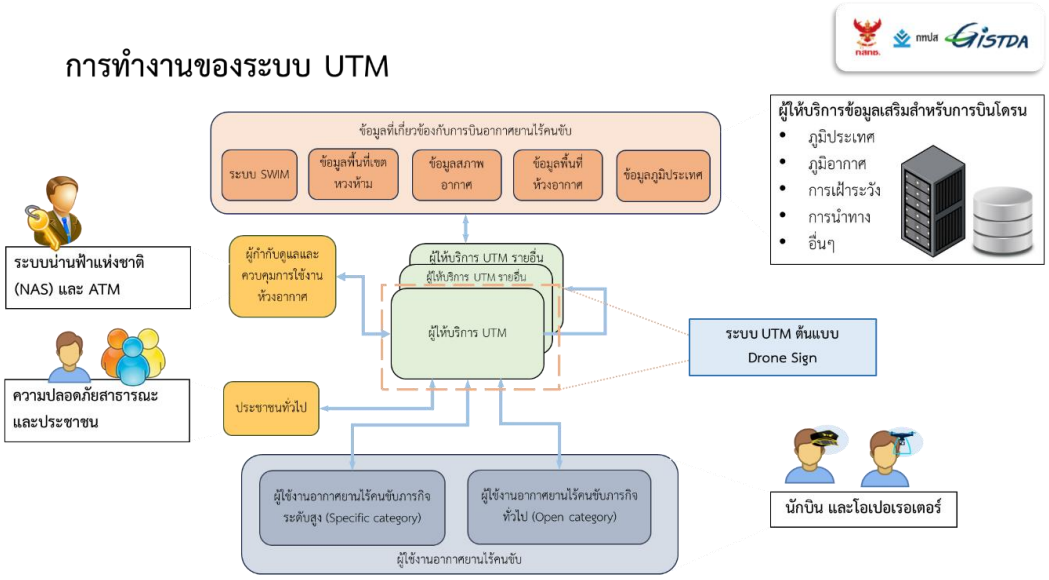
ตารางที่ 29 ผลการทดสอบ Remote ID แบบ Satellite

Aircraft				Remote ID		Distance(m)
ALT (m)	ASL (m)	LAT	LONG	LAT	LONG	
10.1	20.3	14.045633	100.600204	14.04565	100.6002	2.146042
20	30.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
30	40.3	14.04563	100.600207	14.04565	100.6002	2.608562
40	50.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
20	30.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
50	60.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
60	70.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
70	80.3	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
80.1	90.4	14.045632	100.600204	14.04565	100.6002	2.22643
120	130.2	14.045619	100.600198	14.04565	100.6002	3.198348

2. การทำงานตาม Use case

ระบบ UTM เป็นระบบที่ช่วยจัดการการใช้งานห้วงอากาศให้มีความปลอดภัย ให้เกิดการยอมรับการใช้งานในวงกว้าง ซึ่งจะช่วงให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานห้วงอากาศ และจัดการไม่ให้เกิดผลกระทบกับการคมนาคมทางอากาศที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ในขณะเดียวกันระบบ UTM จะช่วยให้เกิดการใช้งานใหม่ขึ้นเพื่อสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ UTM แสดงในรูปที่ 246 โดยประกอบด้วย นักบินและ ผู้ดำเนินการ ที่ทำใช้งานอากาศยานไร้คนขับในเชิงพาณิช ประชาชน ที่อาจได้รับผลกระทบจากการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ ผู้กำกับดูแล ที่มีอำนาจหน้าที่ในการกำกับดูและการใช้งาน ผู้ให้บริการข้อมูล เพื่อนำมาประกอบการพัฒนาให้สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย โดยระบบ DroneSign ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นจะออกแบบการใช้งานระบบ UTM แบบกระจายศูนย์ คือมีผู้ให้บริการ UTM มากกว่า 1 ราย และสามารถรับ และส่งต่อข้อมูลระหว่างกันได้

การออกแบบระบบ UTM จะแบ่งแบ่งตามการใช้งาน (Use Case) ของระบบ ซึ่งในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 9 การใช้งาน



รูปที่ 246 การทำงานของระบบ UTM

2.1.Use case 1 : ประชาชน/นิติบุคคล ทั่วไปต้องการเป็นผู้ใช้งานระบบ DroneSign

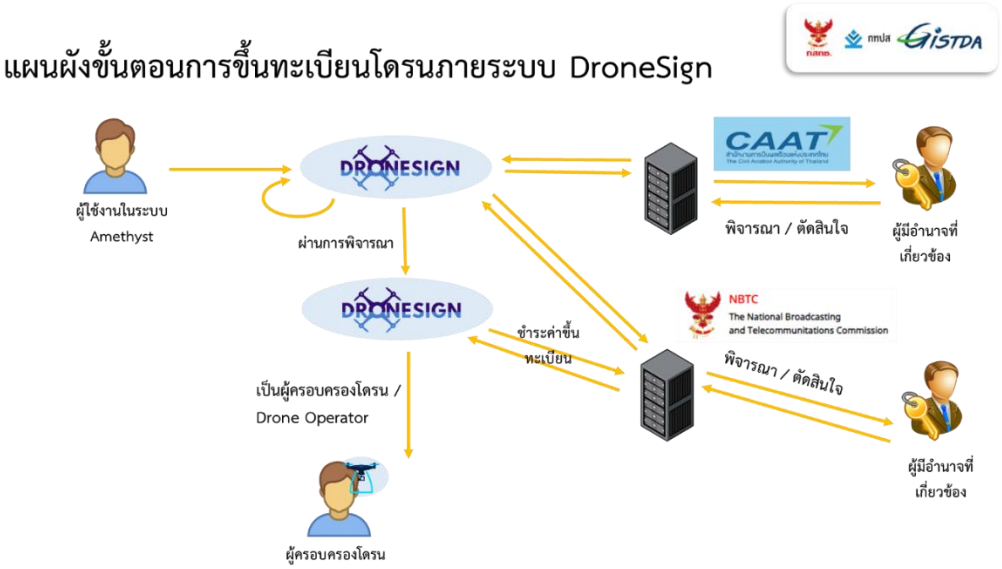
ประชาชน/นิติบุคคล ทั่วไปต้องการเป็นผู้ใช้งานระบบ DroneSign สามารถสมัครสมาชิกของระบบได้ ไม่ว่าจะเป็นนิติบุคคลหรือบุคคลทั่วไป เพื่อเริ่มต้นการใช้งานในส่วนอื่นของระบบ

2.2.Use case 2 : ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการสำรวจพื้นที่ทำการบิน

หากผู้ใช้งานในระบบต้องการทราบถึงสภาพการใช้งานห้วงอากาศ เช่น เขตหวงห้ามตามประกาศของ กพท. สถานที่ราชการ สภาพอากาศ เป็นต้น ระบบ DroneSign ทำการรวบรวมข้อมูลและแสดงในระบบ เพื่อให้ประชาชนทั่วไปเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ง่ายขึ้น

2.3.Use case 3 : ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการขึ้นทะเบียนโดรน

ผู้ใช้งานอากาศยานไร้คนขับ จำเป็นต้องขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับตามกฎหมาย ก่อนทำการบินระบบจะช่วยนำข้อมูลที่ผู้ใช้งานลงทะเบียนส่งข้อมูลให้หน่วยงานกำกับดูและพิจารณาอนุมัติการขึ้นทะเบียนตามรูปที่ 247



รูปที่ 247 แผนผังขั้นตอนการขึ้นทะเบียนโดรนภายระบบ DroneSign

2.4.Use case 4 : ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการเป็นนักบิน

ในการกำกับดูแลการใช้งาน มีความจำเป็นเป็นต้องขึ้นทะเบียนนักบิน เพื่อให้สามารถควบคุมและติดตามการใช้งานอากาศยานไร้คนขับอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้ที่จะทำการบินต้องรับรู้รับทราบถึงเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการบินอากาศยานไร้คนขับ และในอนาคตอาจจะต้องถูกกำกับดูแลด้วยมาตรฐานความปลอดภัยที่สูงขึ้น ผู้ใช้งานอาจจะต้องส่งข้อมูลยืนยันการเป็นนักบินในระบบ หลังจากนั้นระบบจะตรวจสอบเพื่อทำการขึ้นทะเบียนเป็นนักบินต่อไป

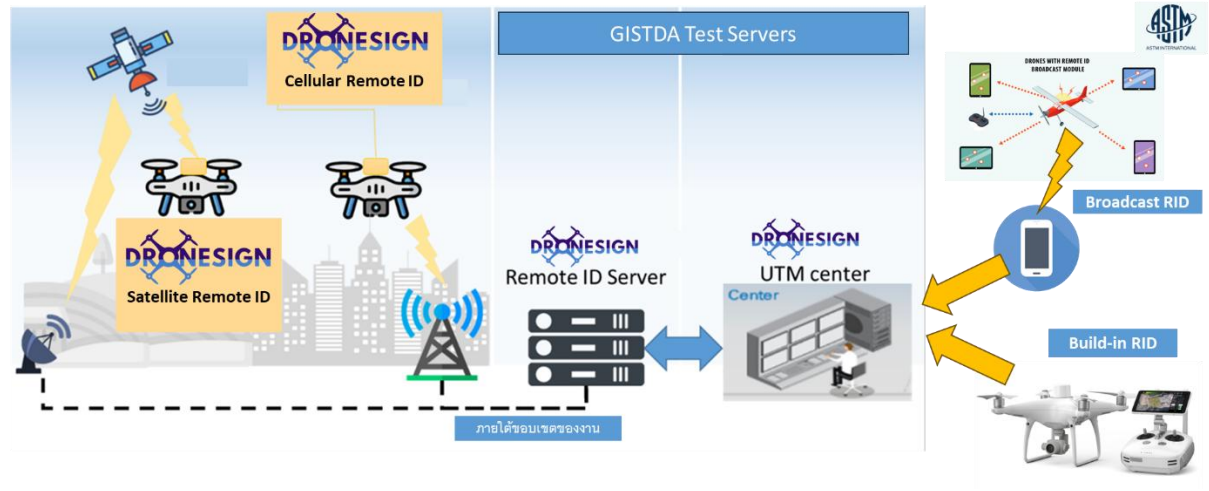
2.5.Use case 5 : ผู้ดำเนินการ เพิ่ม/ถอน นักบินในสังกัด

ระบบ DroneSign ออกแบบให้ผู้ดำเนินการเป็นผู้ที่จัดการการบิน ซึ่งจำเป็นจะต้องมีนักบินในสังกัดเพื่อทำการบิน โดยผู้ดำเนินการสามารถเชิญนักบินเข้ามาในสังกัดได้ และทั้งนักบินและผู้ดำเนินการสามารถถอนออกจากสังกัดเช่นกัน

2.6.Use case 6 : ผู้ดำเนินการ เพิ่มผูก Module Remote ID

ในอนาคตหากมีการบังคับใช้ Remote ID ผู้ดำเนินการจำเป็นต้องขึ้นทะเบียน Remote ID ในระบบก่อน โดยต้องกรอกข้อมูล Remote ID และทำการยืนยันการครอบครอง Remote ID โดยการเปิดและปิด Remote ID ตามเวลาที่กำหนด หลังจากขึ้นทะเบียน Remote ID เรียบร้อยแล้ว จะต้องผูก Remote ID กับอากาศยานไร้คนขับ เพื่อให้สามารถระบุได้ว่ามีการติดตั้ง Remote ID กับอากาศยานไร้คนขับลำใด โดยระบบ Ecosystem ของ Remote ID แสดงในรูปที่ 248

ระบบ Ecosystem ของ Remote ID ที่สาธิต



รูปที่ 248 ระบบ Ecosystem ของ Remote ID

2.7.Use case 7 : ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Open

ความสามารถนี้ถูกออกแบบมาเพื่อสนับสนุนช่วยเหลือประชาชนทั่วไปที่ต้องการบินอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งระบบจะช่วยประเมินแผนการบินว่าเป็นไปแบบ Open หรือไม่ โดยผู้ดำเนินการจะต้องระบุรายละเอียดแผนการบิน ระบุวัตถุประสงค์ และเลือกเงื่อนไขทางการบินที่สามารถปฏิบัติตามได้ หลังจากนั้นระบบจะแจ้งผลการประเมิน และหากแผนได้รับการประเมินว่าเป็นแผนแบบ Open ผู้ดำเนินการสามารถทำการบินได้เลย โดยสามารถบันทึกในระบบเพื่อใช้อ้างอิงได้

2.8.Use case 8 : ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Specific

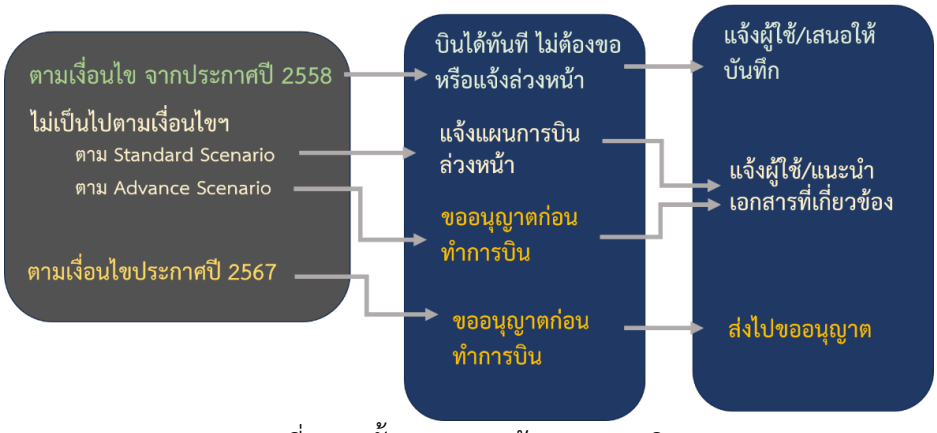
การขอแผนแบบ Specific มีขั้นตอนการสร้างแผนเช่นเดียวกับการขอแผนแบบ Open ต่างกันที่เมื่อระบบประเมินแผนมาแล้วพบเป็นแผนแบบ Specific ซึ่งระบบทำการประเมินแผนตามประกาศกระทรวงคมนาคมฯ พ.ศ. 2558 และพ.ศ. 2567 ดังรูปที่ 249 และถ้าหากแผนเป็นแบบ Standard Scenario จะทำการแจ้งให้ กพท. ทราบ ส่วนถ้าเป็นแบบ Specific แต่ไม่ใช่แบบ Standard Scenario จะต้องให้ กพท. ทำการอนุมัติต่อไปดังรูปที่ 250

หลังจากมีการขอแผนการบิน ระบบจะทำการจัดการแผนการบิน โดยมีการอ้างอิงจาก FAA (Federal Aviation Administration) ดังแสดงในรูปที่ 250 ซึ่งระบบสามารถอนุมัติแผนการบินแบบ Specific ที่เป็นไปตาม standard scenario ได้โดยอัตโนมัติหากผู้ขอแผนปฏิบัติตามข้อกำหนด และถ้าหากอยู่นอกเหนือจากนี้ระบบจะส่งต่อให้ผู้มีอำนาจในการพิจารณาอนุมัติแผนการบินต่อไป ซึ่งในการจัดการแผนการบินจะปรับรูปแบบการจัดการมากจากระบบ LAANC รูปที่ 251

ประกาศกระทรวงคมนาคม ที่เกี่ยวกับโดรน ฉบับใหม่

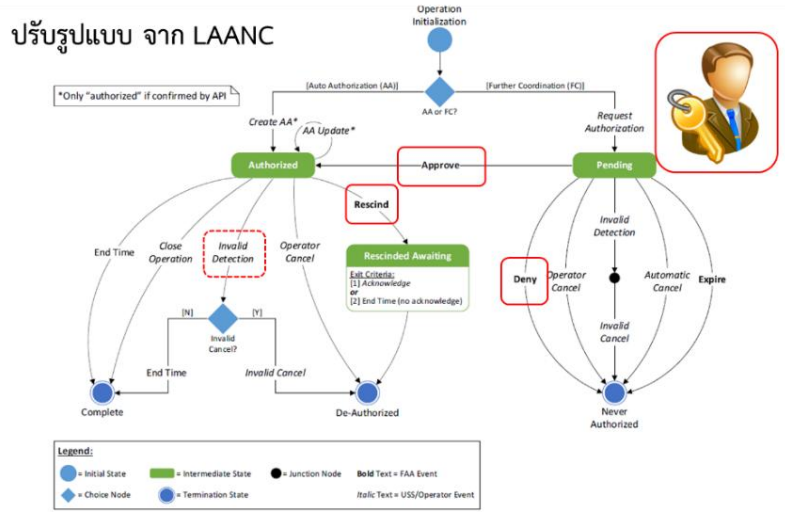
รูปที่ 249 ประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ฉบับใหม่

การสร้างแผนการบิน (Flight Plan)



รูปที่ 250 ขั้นตอนการสร้างแผนการบิน

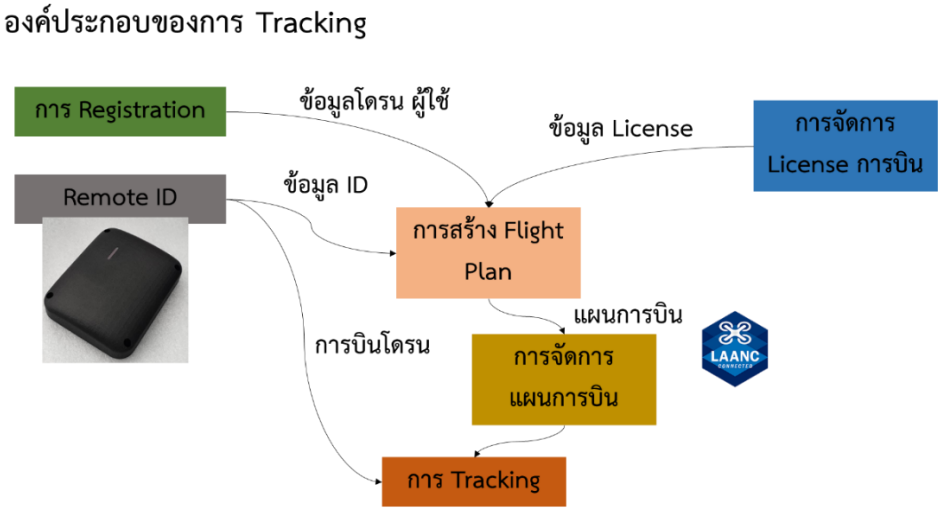
แนวคิดในการจัดการแผนการบิน



รูปที่ 251 แนวคิดการจัดการแผนการบิน

2.9.Use case 9 : ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการดูการบินโดรนในบริเวณใกล้เคียง

หลังจากเป็นสมาชิกแล้ว ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการบินอากาศยานไร้คนขับในละแวกใกล้เคียง เช่น ต้องการดูการรุกล้ำพื้นที่ส่วนบุคคล หรือ สำรวจว่าทำการบินตามแผนที่ขอไว้หรือไม่ เป็นต้น โดยองค์ประกอบของระบบ Tracking จะประกอบด้วย Remote ID ที่สามารถระบุตำแหน่ง และข้อมูลแผนการบินเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับตำแหน่งที่ได้จาก Remote ID ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ดังรูปที่ 252



รูปที่ 252 องค์ประกอบของการ Tracking

3. การสาธิตการใช้งานระบบ DroneSign

การสาธิตฯ ในครั้งที่ 10 จะเป็นการจำลองการใช้งานจริงเมื่อมีผู้ใช้งานต้องการทำการบิน โดยเริ่มต้นจากการขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับในระบบ การขึ้นทะเบียน Remote ID การสร้างแผนการบิน จนถึงการทำการบิน และตรวจสอบการทำการบิน ในการสาธิตครั้งนี้มีอากาศยานไร้คนขับทำการบินพร้อมกันทั้งหมด 6 ลำ โดยทำการติดตั้ง Remote ID แบบ Broadcast 2 ลำ Remote ID แบบ Cellular 2 ลำ และแบบ Built-in 2 ลำ และได้รับความร่วมมือจากบริษัท drone ai ในการนำอากาศยานไร้คนขับเป็น แบบ Built-in มาทดสอบการใช้งานระบบ โดยจำลองเป็นผู้ที่ไม่ได้ขอแผนแต่ทำการเปิดใช้งานอากาศยาน

ในงานมีการสาธิตช่วงเช้า เป็นการใช้ระบบ DroneSign ในการเตรียมตัวก่อนขึ้นทำการบินโดยการใช้ความสามารถต่อไปนี้

- Use case 3 : ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการขึ้นทะเบียนโดรน
- Use case 4 : ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการเป็นนักบิน
- Use case 5 : ผู้ดำเนินการ เพิ่ม/ถอน นักบินในสังกัด
- Use case 6 : ผู้ดำเนินการ เพิ่มผูก Module Remote ID
- Use case 7 : ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Open
- Use case 8 : ผู้ดำเนินการ ขอแผนขึ้นบินแบบ Specific

หลังจากนั้นในช่วงบ่าย มีการสาธิตการบินจริง โดยการติดตั้ง Remote ID บนอากาศยานไร้คนขับ และทำการตรวจสอบการบินด้วย Use case 9 : ผู้ใช้งานระบบ DroneSign ต้องการดูการบินโดรนในบริเวณใกล้เคียง ดังแสดงในรูปที่ 253 โดยที่ผู้ร่วมงานสังเกตการณ์การบิน ในห้องประชุม พร้อมกับการแสดงผลตำแหน่งและข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับในระบบ DroneSign ดังรูปที่ 254

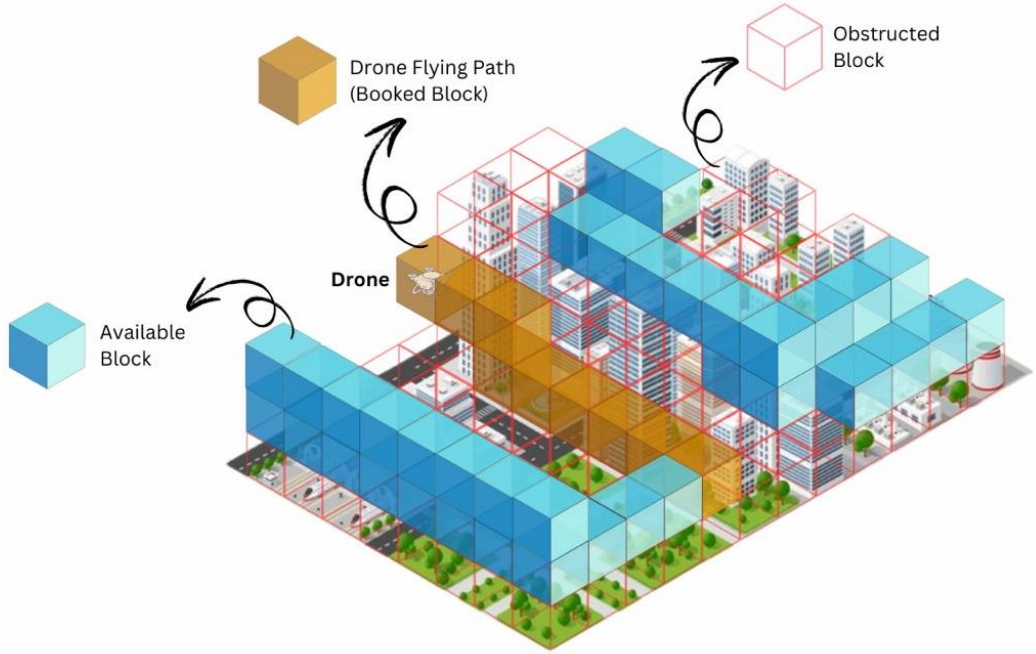
รูปที่ 253 การสาธิตการทำการบิน

รูปที่ 254 การสังเกตการณ์ภายในห้องประชุมขณะทำการบิน

4. การพัฒนาในอนาคต

4.1.การจัดเส้นทางบิน ในลักษณะ Trajectory based

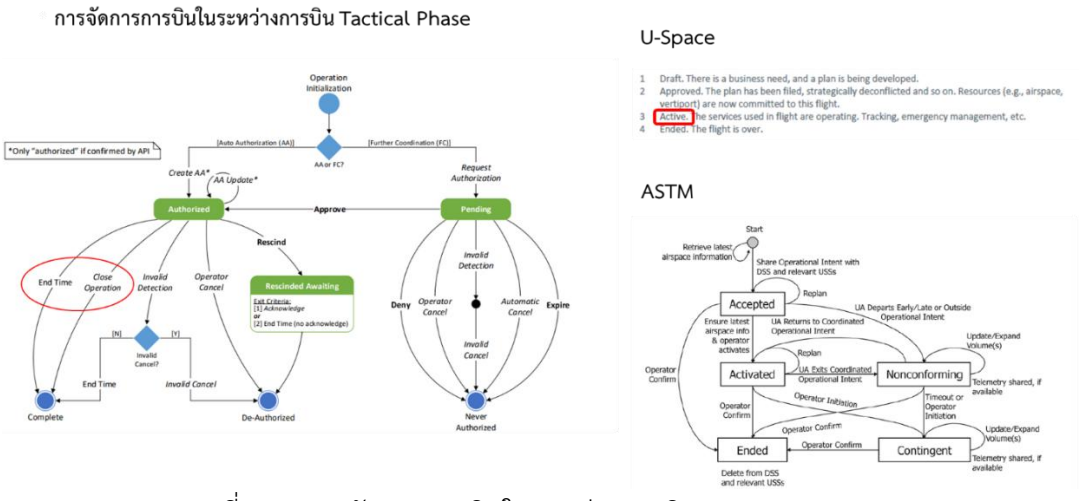
ปัญหาหลักของการคมนาคมแบบใหม่คือการได้รับการยอมรับจากสังคม ทั้งเรื่องความปลอดภัย และผลกระทบกับสิ่งเดิมที่มีอยู่ เพื่อให้เกิดการยอมรับ สทอภ.จึงเสนอให้มีการทดสอบการใช้งานอากาศยานไร้คนขับในพื้นที่ปิด ที่มีความปลอดภัย เพื่อทดสอบการใช้งานอากาศยานไร้คนขับจริง โดยนำเสนอแนวคิดการจัดการจราจรของอากาศยานไร้คนขับ ที่มีการออกแบบให้ห้วงอากาศแบ่งออกเป็นกล่อง ๆ และใช้การสร้างเส้นทางโดยการเชื่อมต่อจากกล่องหลาย ๆ กล่องจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งดังรูปที่ 255 โดยในการจัดเส้นทางการบินจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมจริง เช่น ไม่ควรบินเหนืออาคาร หรือชุมชน เป็นต้น ซึ่งขนาดของแต่ละกล่องจะมาจากความสามารถในการระบุตำแหน่งของอากาศยานไร้คนขับ โดยการการวิจัยในโครงการนี้ ความสามารถในการระบุตำแหน่งในแนวระดับอยู่ที่ประมาณ 4 เมตร และแนวดิ่ง 10 เมตร ซึ่งกล่องจะต้องมีขนาดที่สอดคล้องกับข้อจำกัดดังกล่าวเพื่อชดเชยความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้



รูปที่ 255 การแบ่งห้วงอากาศเป็นกล่อง

4.2.การจัดการการบินในระหว่างการบิน Tactical Phase

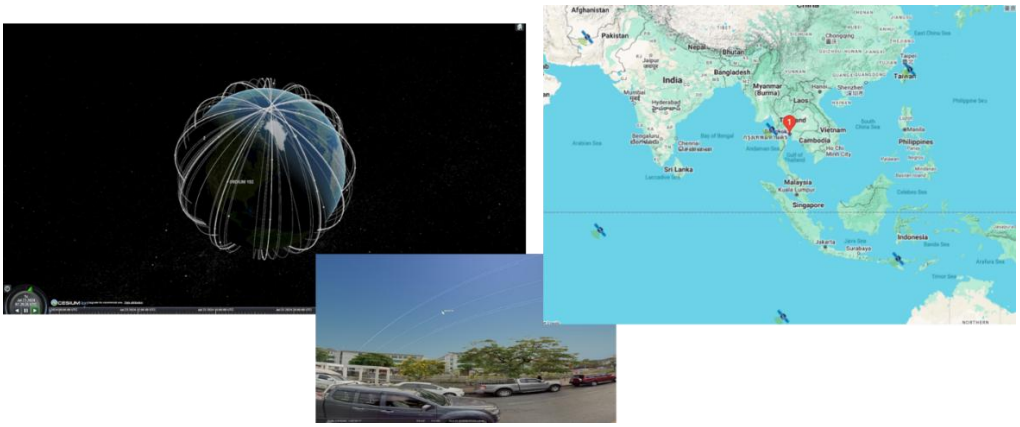
ตามมาตรฐาน ASTM หลังจากที่แผนได้รับการ อนุมัติแล้ว (Authorized, Accepted) จะมีสถานะ Activated หรือเป็นช่วง Tactical Phase ที่กำลังทำการบิน ดังรูปที่ 256 ซึ่งในการทำการบินจะต้องมีการติดตามเพื่อประเมินการปฏิบัติการ (Conformance monitoring) เพื่อตรวจสอบว่าได้ทำการบินตามเส้นทางหรือไม่ หรือมีเหตุฉุกเฉินระหว่างการบินหรือไม่ ซึ่งถ้าหากมีเหตุการณ์ผิดปกติเกิดขึ้น ระบบจะทำการรายงานให้ผู้ใช้งานรายอื่นรับรู้ โดยระบบจะมีหน้าที่จัดการให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้เมื่อมีเหตุผิดปกติเกิดขึ้น โดยความสามารถดังกล่าวจะเป็นสิ่งที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต



รูปที่ 256 การจัดการการบินในระหว่างการบิน Tactical Phase

4.3.ทดสอบการสื่อสารเพื่อการควบคุมทางไกล (Command and Control link)

จากการทดสอบใช้งาน Remote ID ผ่านเครือข่ายดาวเทียม Iridium พบว่าพื้นที่ประเทศไทยอาจไม่เหมาะกับการใช้งานเครือข่ายดังกล่าว เนื่องจากวงโคจรของดาวเทียมส่วนใหญ่ไม่ได้ผ่านพื้นที่ประเทศไทยโดยตรงดัง รูปที่ 257 จึงทำให้ขาดความต่อเนื่องในการใช้งาน ดังนั้นเครือข่ายดาวเทียม Iridium อาจไม่เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อความคุมทางไกล



รูปที่ 257 วงโครจรดาวเทียม Iridium

5. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ

1) **คำถาม** ผู้แทนจาก กสทช. สอบถามว่าในการสร้างแผนจะมีการตรวจสอบได้อย่างไรว่าผู้ปฏิบัติงานทำตามเงื่อนไขที่ได้เลือกไว้ตอนสร้างแผนจริง

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ปัจจุบันยังไม่มีวิธีการตรวจสอบ ต้องให้ผู้ที่ต้องการจะขอแผนทำการเลือกเงื่อนไขเท่านั้น และระบบจะทำการประเมินจากข้อมูลที่ผู้ใช้งานเลือกไว้

2) **คำถาม** ผู้แทนจาก กสทช. Remote ID แบบ Broadcast มีระยะการส่งสัญญาณเท่าไหร่

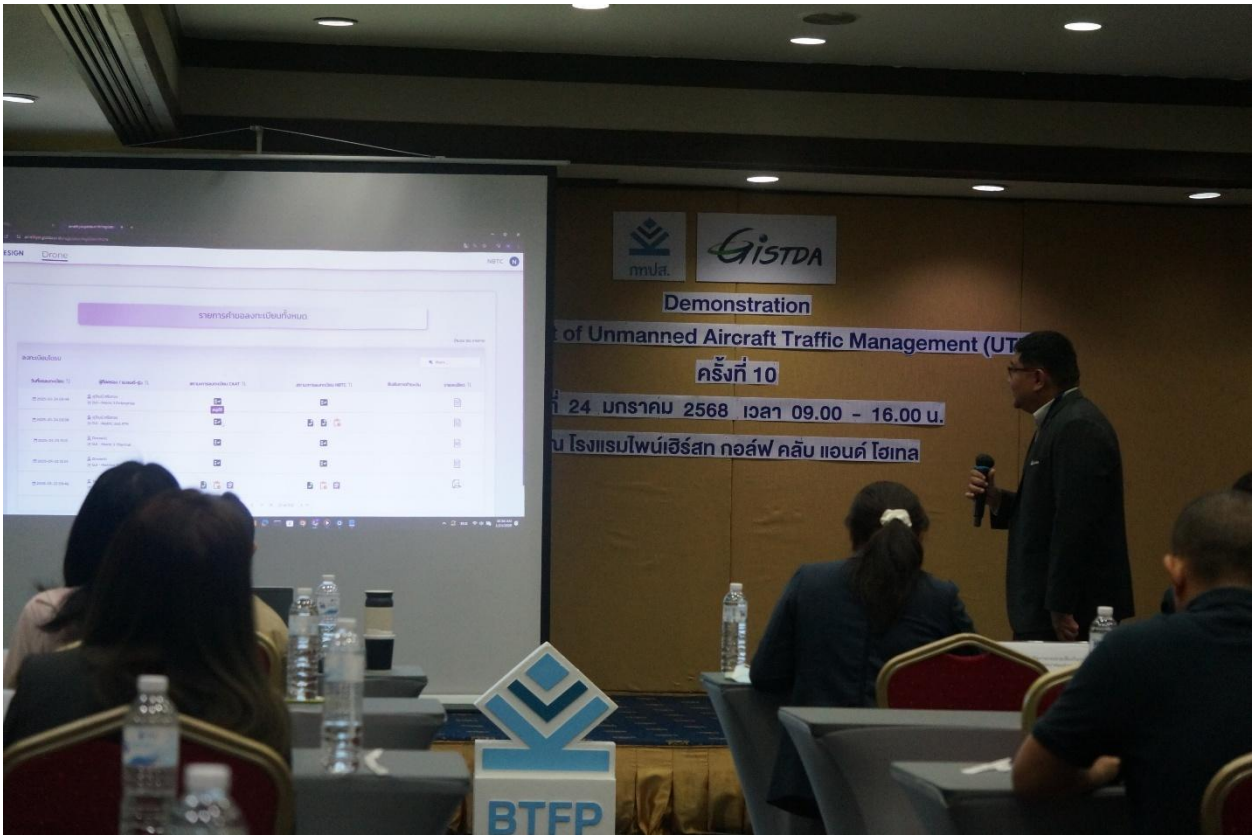
คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า เนื่องจาก Remote ID แบบ Broadcast ในการสื่อสารผ่าน Bluetooth และ WIFI ทำให้มีระยะการส่งสัญญาณประมาณ 100 เมตร

3) **คำถาม** ผู้แทนจาก กสทช. Remote ID แบบ Broadcast มีระยะการส่งสัญญาณเท่าไหร่

คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า เนื่องจาก Remote ID แบบ Broadcast ในการสื่อสารผ่าน Bluetooth และ WIFI ทำให้มีระยะการส่งสัญญาณประมาณ 100 เมตร

ประมวลภาพงาน Demonstration ครั้งที่ 10

GISTDA
BTFP
GISTDA


GISTDA
Demonstration
of Unmanned Aircraft Traffic Management (UT
ครั้งที่ 10
24 มกราคม 2568 เวลา 09.00 - 16.00 น.
โรงแรมไพน์เฮิร์สท กอล์ฟ คลับ แอนด์ โฮเทล
BTFP

GISTDA
Demonstration
ครั้งที่ 10

GISTDA
Demonstration
ครั้งที่ 10

GISTDA
Demonstration
ครั้งที่ 10

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วม

งานสัมมนา และการทดลองทดสอบระบบ Demonstration "Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)" ครั้งที่ 10

ในวันศุกร์ที่ 24 มกราคม 2568

ณ ไพน์เฮิร์สท กอล์ฟ คลับ แอนด์ โฮเทล ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นายอดุลย์ วิเศษบุบผา	สำนักงาน กสทช		(1)
2	นางสาวอรศรี ศรีระษา	สำนักงาน กสทช		(2)
3	นางสาว ญาตินันท์ ทองเนียม	สำนักงาน กสทช		(3)
4	นางสาว อรศรี ศรีระษา	สำนักงาน กสทช		
5	นางสาว ญาตินันท์ ทองเนียม	สำนักงาน กสทช		
6	นายอนล ไพศาล	EMONE		(4)
7	นางสาวเปรมกมล ศุภร์ภิระกาล	บริษัท ไทยสกายวิชั่น จำกัด		(5)
8	พ.อ.อ.ศรายุทธ สายมะณี	กองบิน 7 (กองทัพอากาศ)		
9	พ.อ.อ.ยุทธพงษ์ ภูผา	กองบิน 7 (กองทัพอากาศ)		(6)
10	นางสาวธัญลักษณ์ ศิริสวัสดิ์พิพัฒน์	CAAT		(7)
11	นางสาวเรณุกา กุลศักดา	CAAT		(8)
12	น.อ.รศ.ดร.ฐาปนัต บัวภิบาล	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		(9)
13	น.อ.ศ.ดร.ประสาทพร วงษ์คำช้าง	สมาคมอากาศยานไร้คนขับแห่งประเทศไทย		
14	นางศราวดี ไทยเจริญพร	Thaicom plc.		(10)
15	นายเพชร ศิริวรธรรม	Thaicom plc.		(11)
16	นางสาวฉัตรเพชร บุณยเกตุ	Thaicom plc.		(12)
17	นางสาวอัญธิกา วิมุกตานนท์	สำนักส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล		(13)
18	นางสาวพิชยา กาทอง	สำนักส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล		(14)
19	นายปรัชญ์ บุญเสนอ	บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน)		
20	นางสาวฐิดารัตน์ เดชสุทธิ์	บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน)		(15)
21	ว่าที่ ร.ต. คมกฤช มิสเกตุ	บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน)		
22	นายเฉลิม จิตปรีชากุล	THAI AI		

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
23	นายสุขวัฒน์ ดอกคำ	THAI AI		(16)
24	นายสงคราม เปี่ยมสะอาด	THAI AI		
25	นางสาวไพลิน ชัยมงคลทรัพย์	THAI AI		(17)
26	นายสิทธิพร ชาญนำสิน	สทอภ.		(18)
27	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	สทอภ.		(19)
28	นายบริรักษ์ กิจรัตนา	สทอภ.		(20)
29	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	สทอภ.		(21)
30	นายประพัฒน์ วิริยะรุ่งเรืองชัย	สทอภ.		(22)
31	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	สทอภ.		(23)
32	นางสาวสุภิกา เสนาฤทธิ์	สทอภ.		(24)
33	นายกนกพล สีเหลือง	สทอภ.		(25)
34	นางสาวจารุวรรณ สุทธนะ	สทอภ.		(26)
35	นาย[illegible]	THAI AI		(27)
36	นาย[illegible]	PTT		(28)
37	นาย[illegible]	Drone AI		(29)
38	น.ส. [illegible]	Drone AI		(30)
39	ว่าที่ ร.ต. [illegible]	[illegible]		(31)
40	นาย[illegible]	Thai Sky		(32)
41	นาย[illegible]	Thai sky		(33)
42	นาย[illegible]	Thai Sky		(34)
43	นาย[illegible]	Thai Sky		(35)
44	[illegible]	Thai Sky		(36)
45	นาย[illegible]	THAI AI		(37)
46	นาย[illegible]	Thai Sky		(38)
47	นาย[illegible]	Thai Sky		(39)
48	[illegible]	Thai Sky		(40)
49				
50				

รายงานสรุป Demonstration ครั้งที่ 11
การวิจัยพัฒนาระบบการจัดการอากาศยานไร้คนขับ
(Unmanned Aircraft System Traffic Management: UTM)

ภายใต้

โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรทางอากาศในการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ (UTM)

ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

วันจันทร์ที่ 17 มีนาคม 2568

บทสรุปผู้บริหาร

การจัดการสาธิตฯครั้งที่ 11 จัดขึ้นในวันที่ 17 มีนาคม 2568 ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี โดยเนื้อหาหลักในการจัดสาธิตครั้งนี้เพื่อเป็นการทดสอบการใช้งาน Remote ID เชื่อมต่อผ่านเครือข่ายดาวเทียม โดยในครั้งนี้ได้ทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของสายอากาศชนิดใหม่ที่มีขนาดเล็กลง กับสายอากาศแบบเดิม และได้ทำการทดสอบระบบการติดตามการบินด้วย Remote ID นอกจากนี้ยังได้ทำการสาธิตการขึ้นทะเบียน Remote ID ประเภทต่าง ๆ ในระบบ DroneSign และความสามารถในการประเมินแผนการบินของระบบ

การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

สรุปบรรยาย เรื่อง
การจัดสาธิต Demonstration
“Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)”

ดร. สุวัฒน์ ศรีเศวต

หัวหน้าวิจัยและปฏิบัติการกลศาสตร์วงโคจร AstroLAB สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

1. สรุปภาพรวม Demonstration ที่ผ่านมา

ในการสาธิตครั้งที่ผ่าน ๆ มามีการนำเสนอความสามารถต่าง ๆ ของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้

1.1. ขอบเขตของโครงการวิจัย

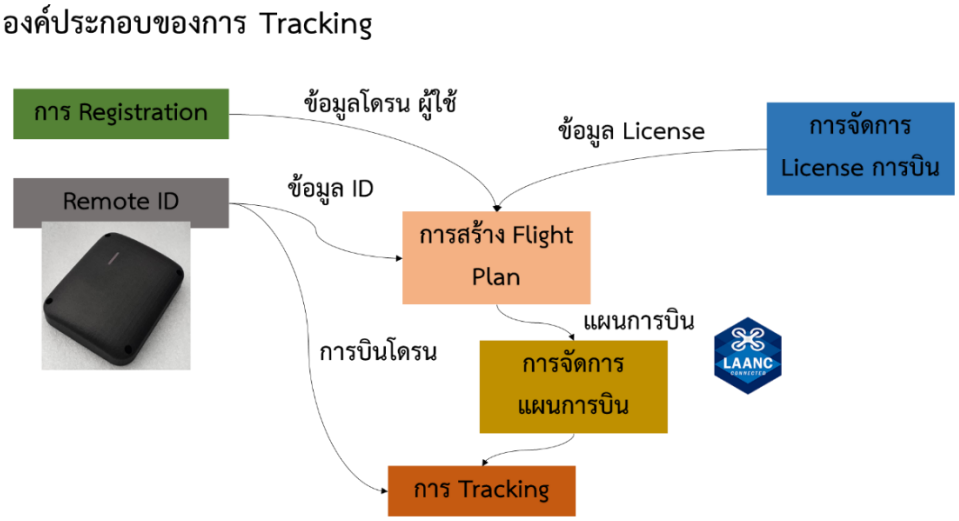
ขอบเขตของโครงการประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ One-stop-service ประกอบด้วย Drone registration, Pilot registration, Flight declaration/approval ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการสาธิตระบบในส่วนนี้ครบถ้วนแล้ว อีกส่วนหนึ่งคือ การพัฒนา Remote ID แบบ Network ที่ส่งข้อมูลผ่าน Cellular และ Satellite

1.2.สรุปภาพรวม Demonstration ครั้งที่ 10

การจัดการสาธิตครั้งที่ 10 จัดขึ้นที่สนามกอล์ฟ Pinehurst โดยในงานมีการสาธิตการใช้งานระบบตั้งแต่เริ่มต้น และทำการบินอากาศยานไร้คนขับที่ได้ติดตั้ง Remote ID เพื่อทดสอบระบบการติดตาม แต่ในครั้งที่ 10 ยังไม่ได้มีการทำการทดสอบ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียม

2. การทำงานของระบบติดตามด้วย Remote ID

องค์ประกอบของการใช้งานระบบ tracking ในระบบ DroneSign เป็นไปตามรูปที่ 258 เพื่อใช้งานระบบติดตามด้วย Remote ID ผู้ใช้งานจะต้องขึ้นทะเบียนอากาศยานไร้คนขับในระบบ เพื่อสร้างแผนการบิน และเพื่อให้สามารถใช้งานระบบติดตามได้ ผู้ใช้งานจะต้องขึ้นทะเบียน Remote ID ในระบบ



รูปที่ 258 องค์ประกอบของการ Tracking

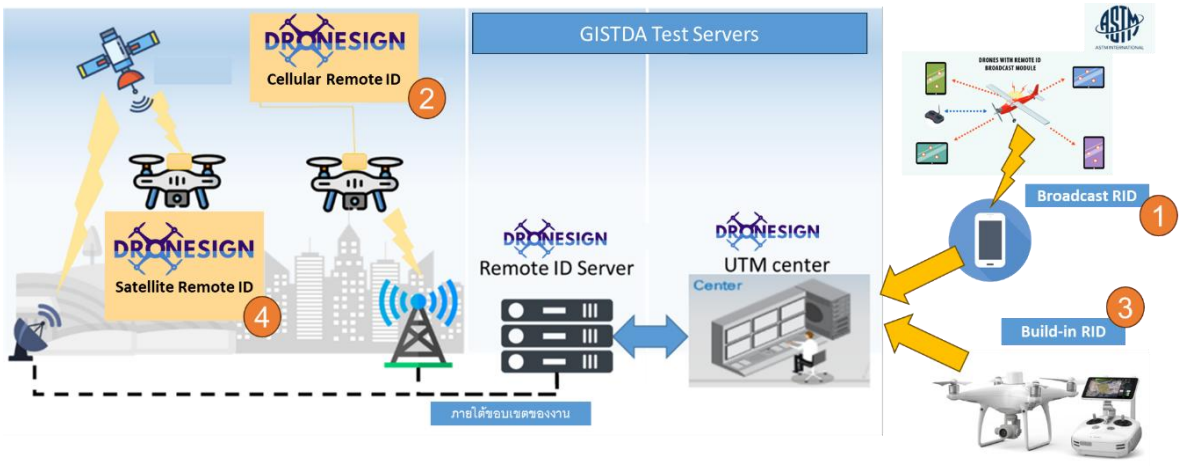
Remote ID ที่ระบบ DroneSign รองรับมี 4 รูปแบบดังรูปที่ 259 ดังนี้

1) Broadcast Remote ID ที่ส่งข้อมูลผ่าน Bluetooth และ Wi-Fi ไปโดยรอบ โดยผู้ใดที่มีโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ติดตั้งแอปพลิเคชันที่รองรับการทำงานไว้ จะสามารถตรวจสอบตำแหน่งและข้อมูลของอากาศยานไร้คนขับในระยะการส่งสัญญาณได้

2) Cellular Remote ID โดยจะส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มายังระบบโดยตรง ซึ่งผู้ใช้งานจำเป็นต้องใช้งานระบบ DroneSign เพื่อตรวจสอบข้อมูลประเภทนี้

3) Built-in Remote ID ระบบ DroneSign มีการออกแบบที่เปิดกว้างให้สามารถรับข้อมูลได้หลากหลาย โดยสามารถรับข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับยี่ห้อ DJI ให้สามารถส่งข้อมูลโดยตรงมายังระบบได้

4) Satellite Remote ID การทำงานหลักจะเหมือนกับ Cellular Remote ID ต่างกันที่การส่งข้อมูลจะส่งผ่านเครือข่ายดาวเทียม ซึ่งจากการทดสอบพบว่ามีข้อจำกัดในเรื่องของความเร็วในการส่งสัญญาณที่ช้าและขนาดที่ใหญ่ทำให้ใช้ได้กับอากาศยานที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น



รูปที่ 259 รูปแบบของ Remote ID ในระบบ DroneSign

2.1.การขึ้นทะเบียนของระบบ Remote ID แบบ Broadcast

แม้ว่าการพัฒนา Remote ID แบบ Broadcast ไม่ได้อยู่ในขอบเขตของโครงการ แต่ระบบออกแบบให้การใช้งานมีความครอบคลุมมากที่สุด โดยภายในงานได้มีการสาธิตการขึ้นทะเบียน Broadcast Remote ID ซึ่งจะต้องทำผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ติดตั้งแอปพลิเคชันที่ สทอภ. พัฒนาขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

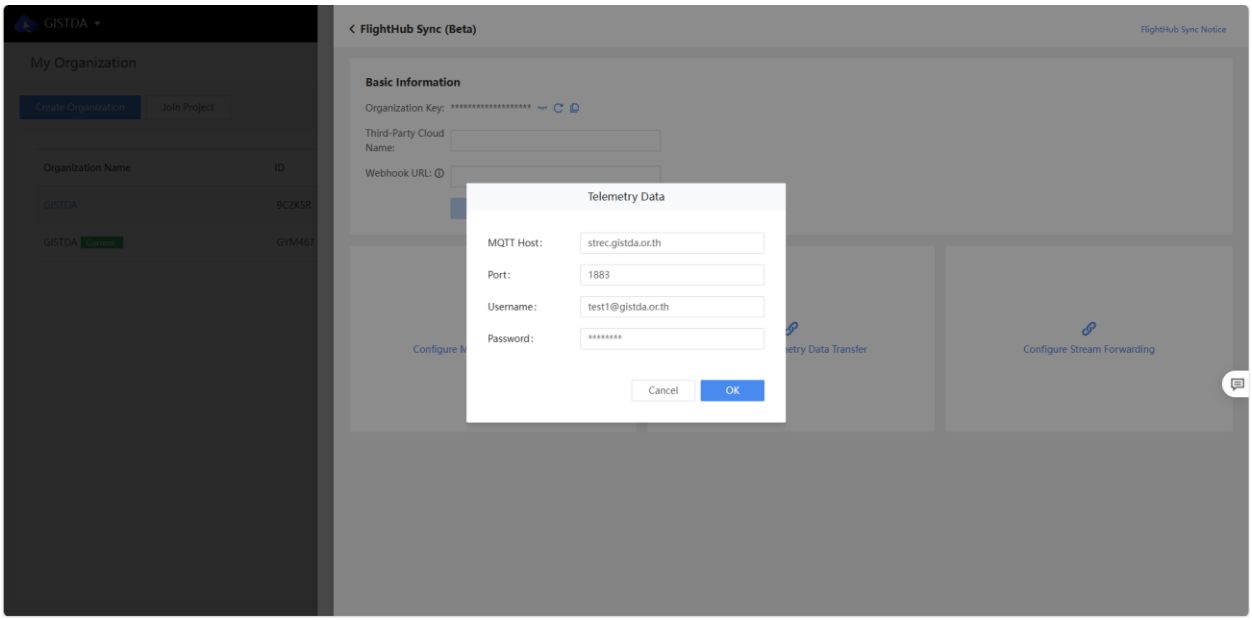
1) ลงทะเบียนเข้าในงานในแอปพลิเคชันด้วยบัญชีที่ขึ้นทะเบียนในระบบ DroneSign
2) เปิด Remote ID ที่ต้องการขึ้นทะเบียน
3) เข้าไปที่หัวข้อ Remote ID Registration และเลือก Remote ID ที่ต้องการขึ้นทะเบียน
4) ทำการปิดและเปิด Remote ID ตามคำแนะนำในแอปพลิเคชัน
5) ยืนยันการขึ้นทะเบียนเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอน

2.2.การขึ้นทะเบียนของระบบ Remote ID แบบ Cellular

ผู้ใช้งานสามารถขึ้นทะเบียน Cellular Remote ID ผ่านทางเว็บไซต์ DroneSign โดยผู้ใช้งานต้องกรอกเลข Serial number ของ Remote ID เลือกผู้ผลิต Remote ID และตั้งชื่อ Remote ID จากนั้นทำการเพิ่ม Remote ID ระบบจะตรวจสอบการครอบครอง Remote ID ในลักษณะเดียวกับกับ Broadcast Remote ID โดยให้ผู้ใช้งานปิดและเปิด Remote ID ตามเวลาที่กำหนด

2.3.การขึ้นทะเบียนของระบบ Built-in Remote ID

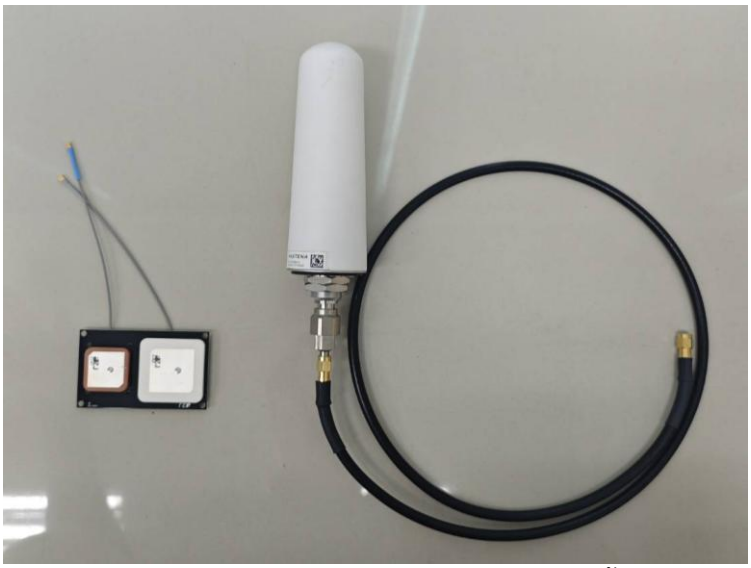
ในปัจจุบันระบบรองรับการขึ้นใช้งานร่วมกับ DJI FLIGHTHUB 2 โดยผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าให้ส่งข้อมูลมายังระบบได้ดังรูปที่ 260



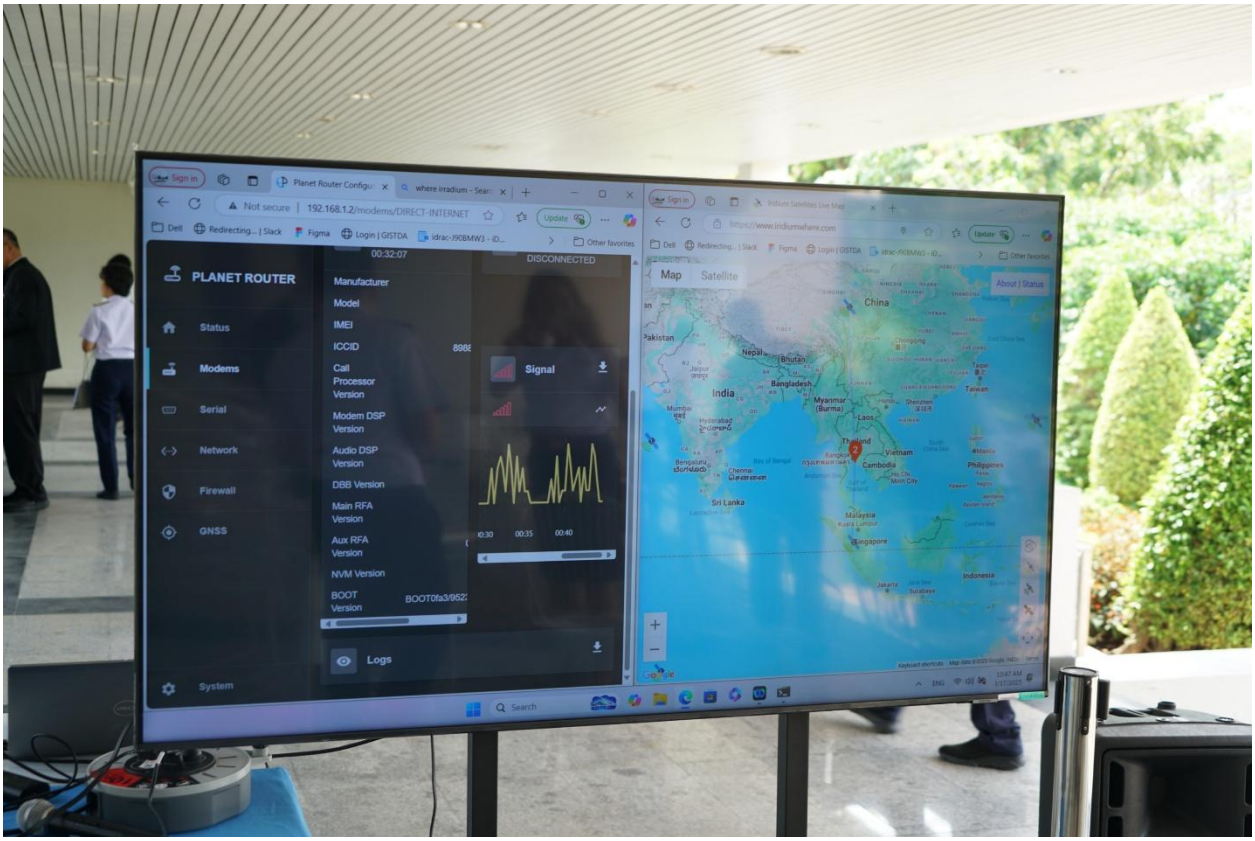
รูปที่ 260 การตั้งค่า FlightHub 2 เพื่อส่งข้อมูลไปยัง DroneSign

3. การสาธิตระบบ Remote ID แบบ Satellite

ในการสาธิตมีการติดตั้ง Satellite Remote ID ที่ทำการเปลี่ยนสายอากาศ และใช้สายอากาศแบบเดิม ดังรูปที่ 261 ไว้บนดาดฟ้าอาคาร ศูนย์ภูมิสารสนเทศสิรินธร (สภ.) เพื่อทดสอบการรับสัญญาณของสายอากาศทั้งสองแบบตามรูปที่ 262 ซึ่งผลที่ได้คือสายอากาศรูปแบบใหม่ที่ได้มีการติดตั้งสามารถใช้งานได้ แต่อาจรับสัญญาณได้ลดลง ซึ่งแลกมาด้วยขนาดที่เล็กลงอย่างมาก



รูปที่ 261 สายอากาศแบบใหม่ (ซ้าย) และสายอากาศดั้งเดิม (ขวา)

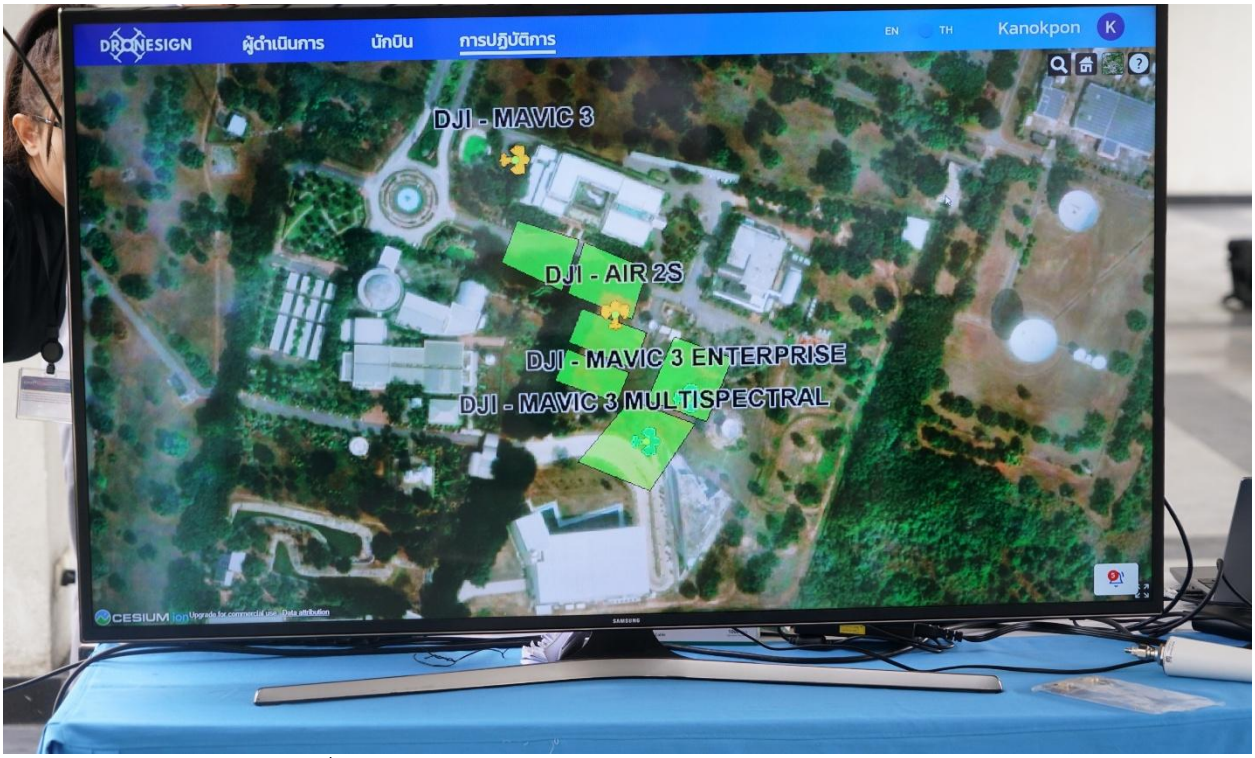


รูปที่ 262 การทดสอบการรับสัญญาณของสายอากาศ

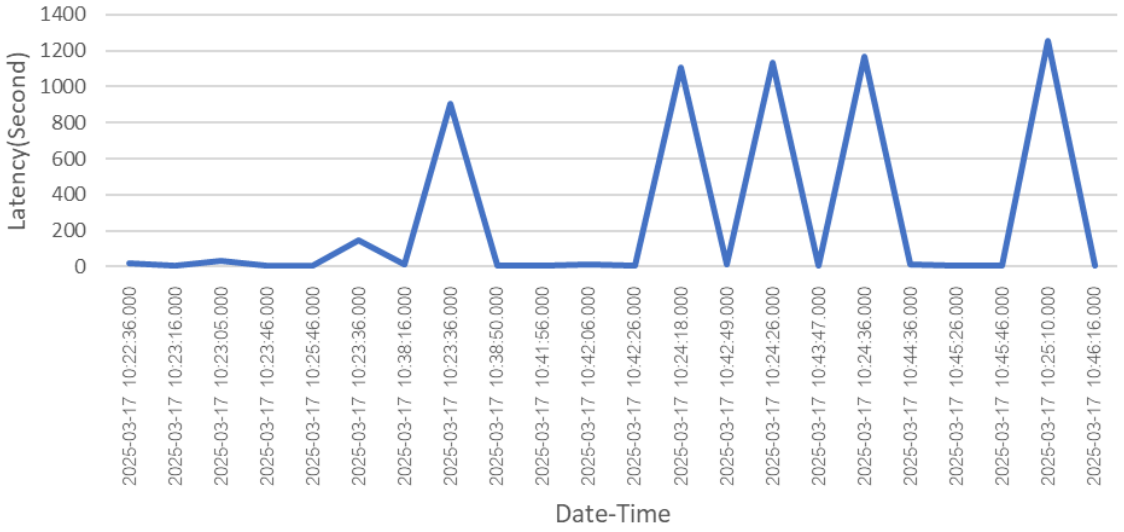
นอกจากนั้นยังได้มีการติดตั้ง Satellite Remote ID ที่ใช้สายอากาศแบบใหม่และสายอากาศแบบเดิมกับอากาศยานไร้คนขับ เพื่อติดตามการบิน และยังมีการติดตั้ง Cellular Remote ID, Broadcast Remote ID และ Built-in Remote ID เพื่อติดตามการบินอีกด้วย โดยในการทำการบินได้มีการสร้างแผนการบินไว้ล่วงหน้าสำหรับอากาศยานทุกลำ หลังจากนั้นทำการบินพร้อมกันเพื่อทดสอบระบบติดตามดังรูปที่ 263 และรูปที่ 264 โดยเมื่ออากาศยานทำการบินในพื้นที่ที่ได้ทำการขอแผนไว้ ระบบจะแสดงสัญลักษณ์สีเขียว เมื่อบินออกนอกพื้นที่หรือเวลาที่ขอไว้ จะแสดงสัญลักษณ์สีเหลือง และถ้าหากเข้าแผนของผู้อื่นจะแสดงสัญลักษณ์สีแดง

จากผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ และพบข้อจำกัดของ Satellite Remote ID ที่เกิดจากความครอบคลุมของสัญญาณการสื่อสารของเครือข่าย Iridium ซึ่งเป็นผู้ให้บริการรายเดียวในปัจจุบันที่มีอุปกรณ์สำหรับการสื่อสารที่มีขนาดเล็กพอที่สามารถติดตั้งบินอากาศยานไร้คนขับได้ และได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณหา latency ของ Remote ID แบบ Satellite ดังรูปที่ 265 ซึ่งจะเห็นได้ว่าช่วงที่สามารถทำการเชื่อมต่อได้ค่า latency จะอยู่ที่ประมาณ 15-20 วินาที

รูปที่ 263 การทดการติดตามการบินด้วย Remote ID



รูปที่ 264 การแสดงผลการติดตามการบินในระบบ DroneSign



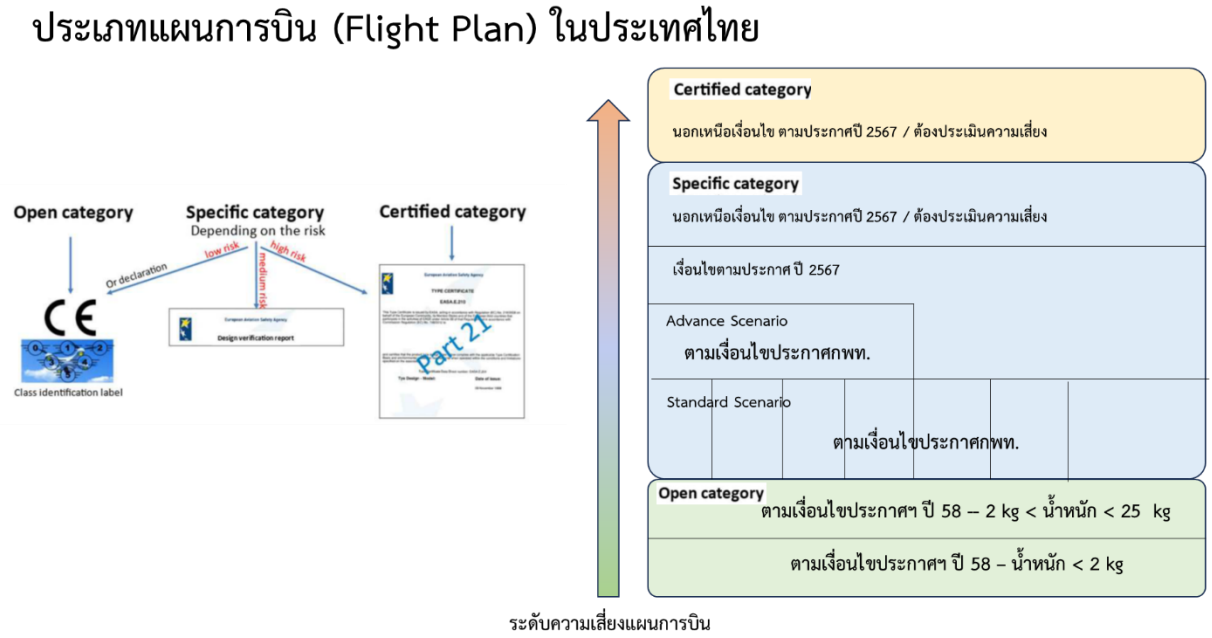
รูปที่ 265 Latency ของ Satellite Remote ID จากการทดสอบ

4. การทำงานของการขอแผนการบิน

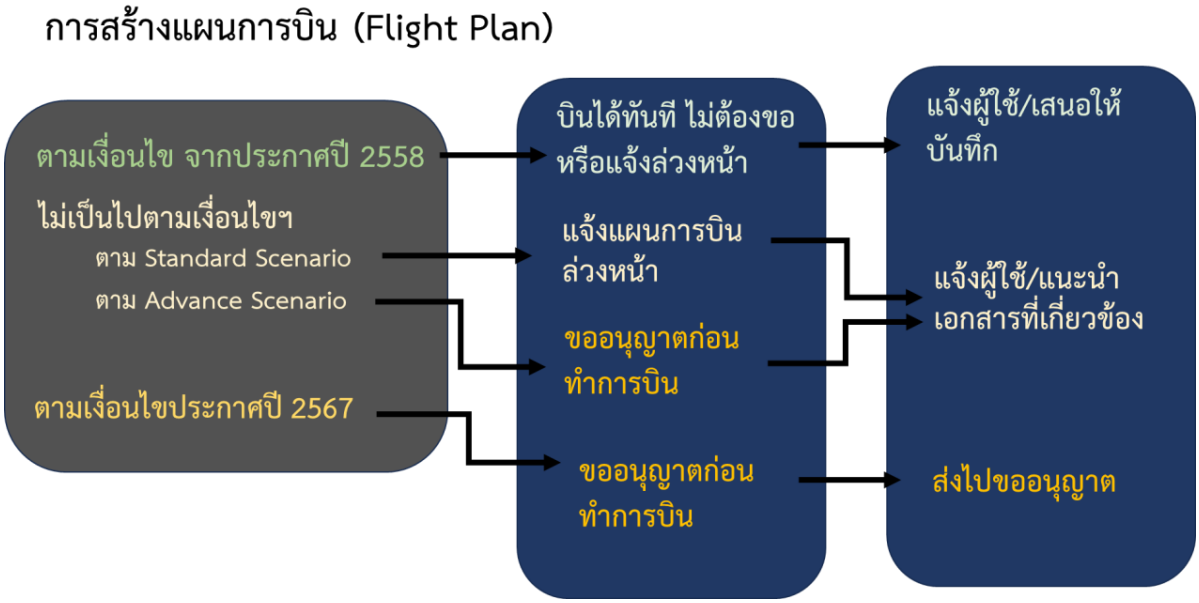
การขอแผนการบินจะต้องทำการก่อนการขึ้นบิน โดยระบบ DroneSign จะช่วยประเมินแผนการบินที่ผู้ใช้งานสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งาน โดยแผนการบินที่สร้างขึ้นสามารถแบ่งประเภทได้ตามรูปที่ 266 โดยหลักเกณฑ์การประเมินแผนการบินในระบบเป็นการตีความจาก “ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการบังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ประเภทอากาศยานซึ่งควบคุมการบินจากภายนอก พ.ศ. ๒๕๕๘” และ “ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง หลักเกณฑ์การขออนุญาตและเงื่อนไขในการ

บังคับหรือปล่อยอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินประเภทอากาศยานที่ควบคุมการบินจากภายนอกที่มีน้ำหนักเกิน ๒๕ กิโลกรัม พ.ศ. ๒๕๖๗”

จากประกาศทั้งสองฉบับ จะกำหนดให้มีการดำเนินการของแผนแต่ละประเภทแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 267 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแผนบางประเภทสามารถทำการบินได้เลย หรืออาจต้องแจ้ง กทพ. ก่อนทำการบิน แต่สำหรับแผนที่มีความเสี่ยงสูงขึ้นจะต้องทำการขออนุญาตก่อน เพื่อทำการบิน



รูปที่ 266 ประเภทแผนการบินในประเทศไทย



รูปที่ 267 สรุปการสร้างแผนการบินตามประกาศกระทรวงคมนาคมฯ

4.1.ประเภทความเสี่ยงต่ำ

แผนการบินประเภทความเสี่ยงต่ำ เป็นแผนตามประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ฉบับปี พ.ศ. 2558 โดยผู้ใช้งานจะต้องทำตามเงื่อนไขทั้งหมดตามประกาศ โดยถ้าหากทำตามได้จะสามารถทำการบินได้ทันที โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณีดังนี้

- อากาศยานที่น้ำหนักต่ำกว่า 2 กิโลกรัม
- อากาศยานน้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัมแต่ไม่เกิน 25 กิโลกรัม

เงื่อนไขทางการบินโดยหลักของทั้ง 2 กรณีนี้จะเหมือนกัน แต่จะมีความต่างบางประการ ดังนี้

- อากาศยานที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 2 กิโลกรัม
  - ผู้บังคับอายุมากกว่า 18 ปี
  - ไม่มีข้อกำหนดเรื่องประกันภัย
  - ห้ามทำการบินโดยระยะห่างในแนวราบกับบุคคล ยานพาหนะ สิ่งก่อสร้างหรืออาคาร น้อยกว่าสามสิบเมตร (หนึ่งร้อยฟุต)
- อากาศยานที่มีน้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัม แต่ไม่ถึง 25 กิโลกรัม
  - ผู้บังคับอายุมากกว่า 20 ปี
  - ต้องมีประกันภัยสำหรับบุคคลที่สาม วงเงินไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท
  - ห้ามทำการบินโดยระยะห่างในแนวราบกับบุคคล ยานพาหนะ สิ่งก่อสร้างหรืออาคาร น้อยกว่าห้าสิบเมตร (หนึ่งร้อยห้าสิบฟุต)

ซึ่งระบบ DroneSign จะให้ผู้ใช้งานสร้างแผนการบินและเลือกเงื่อนไขที่สามารถปฏิบัติตามได้ โดยจะประเมินความความเสี่ยงตามเงื่อนไขในประกาศฉบับดังกล่าว

4.2.กรณีแตกต่างจากเงื่อนไขที่กำหนด ตามรูปแบบมาตรฐาน

เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริง การปฏิบัติตามเงื่อนไขในประกาศกระทรวงคมนาคมฯ ฉบับ พ.ศ. 2558 เป็นไปได้ยาก จึงได้มีการกำหนดแนวทาง เงื่อนไข ข้อจำกัด ในการขอทำการบินอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินนอกเหนือจากที่เงื่อนไขที่กำหนด เพื่อเป็นแนวปฏิบัติให้ผู้ใช้งานที่ต้องการใช้งานนอกเหนือจากเงื่อนไข ซึ่งในแนวทางดังกล่าวมีการกำหนดการปฏิบัติการกรณีแตกต่างจากเงื่อนไขที่กำหนด ตามรูปแบบมาตรฐาน (Standard Operation) ที่สามารถทำการบินได้โดยการแจ้งไปยัง กพท. ก่อนทำการบิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ปฏิบัติการบินสำรวจหรือตรวจสอบอาคาร - เป็นไปตามข้อ 2. ในแนวปฏิบัติในการขอปฏิบัติการบินอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน กรณีแตกต่างไปจากเงื่อนไขที่กำหนด สำหรับปฏิบัติการบินสำรวจหรือตรวจสอบอาคาร - CAAT-GM-UAS-005

- ปฏิบัติการบินสำรวจหรือการถ่ายภาพทางอากาศ - เป็นไปตามข้อ 2. ในแนวปฏิบัติในการขอปฏิบัติการบินอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน กรณีแตกต่างจากเงื่อนไขที่กำหนด สำหรับการปฏิบัติ การบินสำรวจหรือการถ่ายภาพทางอากาศ - CAAT-GM-UAS-006
- ปฏิบัติการบินภายในพื้นที่ปิด - เป็นไปตามข้อ 2. ในแนวปฏิบัติในการขอปฏิบัติการบินอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน กรณีแตกต่างไปจากเงื่อนไขที่กำหนด สำหรับปฏิบัติ การบินภายในพื้นที่ปิด - CAAT-GM-UAS-008

ระบบ DroneSign ได้นำเงื่อนไขและแนวทางการปฏิบัติมาใช้ในการประเมินแผน ถ้าหากผู้ใช้งานสามารถปฏิบัติตามแนวทางและเข้าข่ายรูปแบบมาตรฐาน ระบบจะแจ้งแผนไปยัง กพท. และผู้ใช้งานสามารถทำการบินได้ทันที แต่ถ้าหากไม่เป็นไปตามรูปแบบมาตรฐาน ระบบจะแจ้งว่าเป็นการบินขั้นสูง ยังไม่รองรับแผนประเภทนี้ และจะแสดงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแนวทางการปฏิบัติให้ผู้ใช้งานได้ศึกษา และทำการขออนุญาตบินกับหน่วยงานต่อไป

4.3.ความเสี่ยงปานกลางตามประกาศกระทรวงคมนาคมฯ พ.ศ. 2567

ประกาศกระทรวงคมนาคมฯ พ.ศ. 2567 มีการรองรับการใช้งานอากาศยานที่มีน้ำหนักมากกว่า 25 กิโลกรัม ซึ่งระบบ DroneSign รองรับแผนการบินที่เป็นไปตามเงื่อนไขในประกาศฉบับดังกล่าว โดยหากผู้ใช้งานสามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขได้ ระบบจะส่งแผนไปเพื่อขออนุมัติกับ กพท. ต่อไป แต่ถ้าหากไม่สามารถปฏิบัติตามแผนได้ระบบจะไม่รองรับแผนนั้น ๆ

5. คำถาม-คำตอบ-ข้อเสนอแนะ

1) **คำถาม** คุณสมประสงค์ สอบถามว่าในปัจจุบันผู้ที่มีโดรนจำเป็นต้องมี Remote ID หรือไม่

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ปัจจุบันยังไม่มีกฎหมายบังคับให้ผู้ที่มีโดรนต้องมี Remote ID
2) **คำถาม** พลเรือเอก ทวีวุฒิ สอบถามว่าในอนาคตต้องมีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับ Remote ID หรือไม่ และการวิจัยนี้ทำเพื่อใคร

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ตามความเห็นผู้วิจัยคิดว่าต้องมีกฎหมายที่บังคับใช้ Remote ID ในไทย เนื่องจากในต่างประเทศมีการบังคับใช้ก่อนแล้ว สำหรับคำถามที่สอง งานวิจัยนี้เป็นการสาธิตความพร้อมทางเทคโนโลยีของประเทศไทย เนื่องจากหากไม่มีการเตรียมพร้อมด้านเทคโนโลยีก่อน เมื่อมีการบังคับใช้จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ
3) **คำถาม** พลเรือเอก ทวีวุฒิ สอบถามว่าโครงการวิจัยพัฒนาแอปพลิเคชัน หรืออุปกรณ์ Remote ID

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า โครงการพัฒนาทั้งแอปพลิเคชัน และอุปกรณ์ Remote ID
4) **คำถาม** พลเรือเอก ทวีวุฒิ สอบถามว่า Remote ID ที่เชื่อมต่อผ่านดาวเทียมใช้เครือข่ายอะไร

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า การสื่อสารใช้เครือข่าย Iridium

5) **ให้ข้อมูลเพิ่มเติม** คุณสมประสงค์ ให้ข้อมูลว่าลักษณ์ของการใช้งานในการระบุตำแหน่งอากาศยานไรคนขับจะเหมือนกับเว็บไซต์ Flightradar ในปัจจุบันที่สามารถเข้าไปดูข้อมูลการบิน แต่ไม่สามารถบังคับหรือสั่งการได้

6) **ชี้แจงเพิ่มเติม** คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ความต่างของระบบที่พัฒนาขึ้นคือผู้ใช้งานสามารถเห็นข้อมูลในกรอบ 7 กิโลเมตรเท่านั้น เพื่อป้องกันความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งาน แต่สำหรับหน่วยงานกำกับดูแลจะเห็นได้ทั้งหมด

7) **คำถาม** พลเรือเอก ทวีวุฒิ สอบถามว่า ถ้าหน่วยงานที่ควบคุมต้องการติดต่อผู้ใช้งานทำได้หรือไม่

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า ปัจจุบันระบบยังไม่รองรับการใช้งานนี้ อาจต้องใช้ช่องทางอื่นที่ได้ลงทะเบียนไว้ในระบบ

8) **คำถาม** พลเรือเอก ทวีวุฒิ สอบถามว่า ผลจากการวิจัยครั้งนี้ กสทช. จะได้รับอะไรบ้าง และในอนาคตมีแผนการพัฒนาอย่างไรต่อไป

   คำตอบ คณะผู้วิจัยชี้แจงว่า Remote ID ทั้งหมดที่พัฒนา และระบบทั้งหมดจะถูกส่งมอบให้ กสทช. สำหรับแนวทางการพัฒนาในอนาคต จะไม่เป็นการควบคุมอากาศยานโดยตรง แต่จะเป็นการอำนวยความสะดวกในการสร้างแผน เพื่อส่งเข้ามาในระบบ โดยระบบจะทำหน้าที่จัดการเส้นทางให้มีความปลอดภัย และหากมีข้อผิดพลาดจะต้องแจ้งเตือนและเก็บเป็นสถิติ และในอนาคตต้องการผสานระบบเข้ากับระบบจัดการจราจรอากาศยานในปัจจุบัน

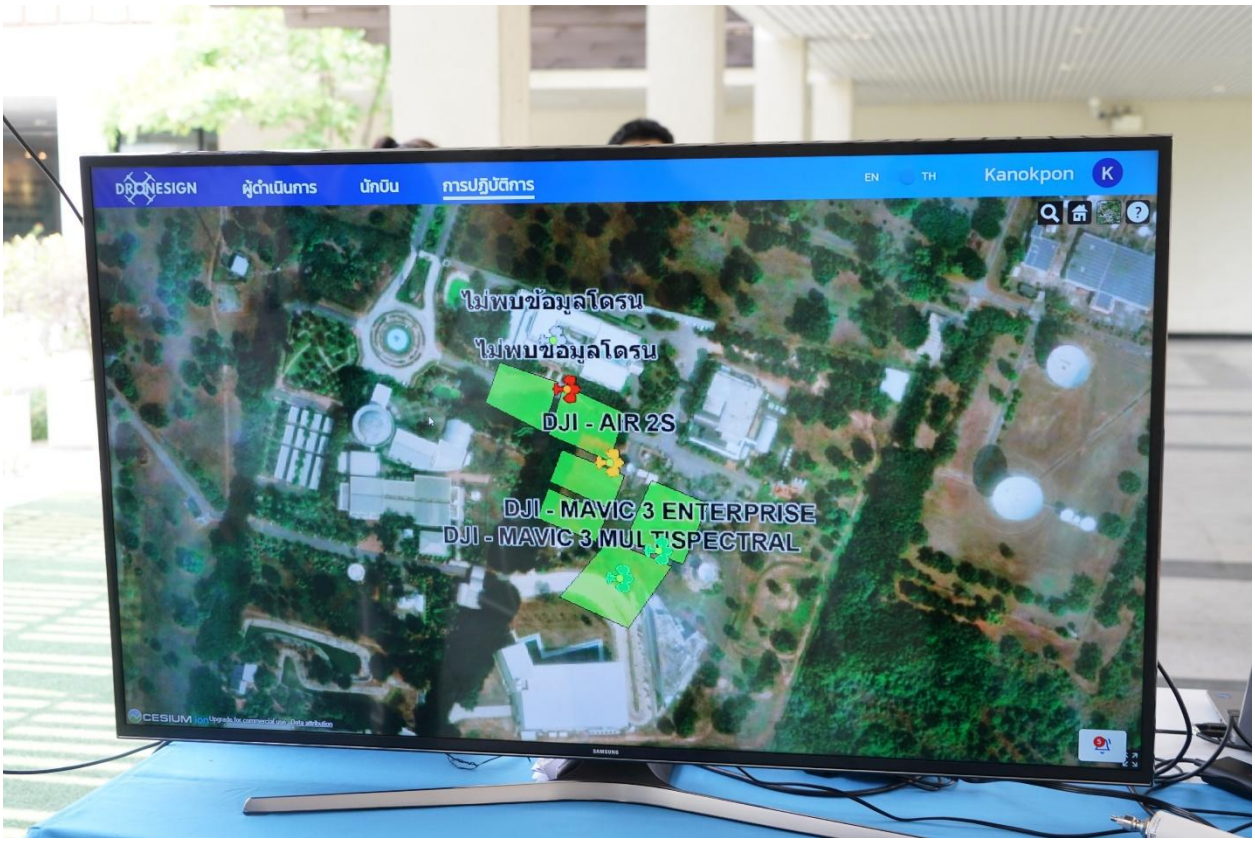
ประมวลภาพงาน Demonstration ครั้งที่ 11

การจัดสาธิต Demonstration
"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
ครั้งที่ 11

การจัดสาธิต Demonstration
"Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"
ครั้งที่ 11

PLANET ROUTER

ศูนย์ภูมิสารสนเทศสิรินธร (สภ.)
Sirindhorn Center for Geo-informatics (SCGI)


DRONESIGN
ผู้ดำเนินการ
นักบิน
การปฏิบัติการ
EN
TH
Kanokpon
ไม่พบข้อมูลโดรน
ไม่พบข้อมูลโดรน
DJI - AIR 2S
DJI - MAVIC 3 ENTERPRISE
DJI - MAVIC 3 MULTISPECTRAL
CESIUM

SIRINDHORN CENTER
FOR GEO-INFORMATICS

ใบรายชื่อผู้เข้าร่วม

งานสัมมนา และการทดลองทดสอบระบบ Demonstration "Development of Unmanned Aircraft Traffic Management (UTM)"

ครั้งที่ 11

วันจันทร์ที่ 17 มีนาคม 2568

ณ อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
1	นายสมประสงค์ บุญยะชัย	ประธานอนุกรรมการขับเคลื่อนนโยบายและกิจการอวกาศ	สทอภ		1
2	พลเรือเอก ทวีวุฒิ พงศ์พิพัฒน์	กรรมการสำนักงาน	สทอภ		2
3	ดร.ปกรณ์ อาภาพันธุ์	ผู้อำนวยการ สทอภ.	สทอภ		3
4	นายดำรงฤทธิ์ เนียมหมวด	รองผู้อำนวยการ สทอภ.	สทอภ		4
5	นายณัฐวุฒิ อาจปรุ	ผู้อำนวยการสำนักกิจการดาวเทียมสื่อสาร	กสทช.		5
6	นายอดุลย์ วิเศษบุปผา	ผู้อำนวยการส่วน	กสทช.		6
7	นางสาวอรศรี ศรีระษา	ผู้อำนวยการส่วน	กสทช.		7
8	นายมัทฐิชัย พับบรรจง	วิศวกรปฏิบัติการระดับสูง	กสทช.		8
9	นางสาวพรพรรณ์ ดุลยกาญจน์	วิศวกรปฏิบัติการระดับสูง	กสทช.		9
10	นายพชร ตั้งตรงไพโรจน์	วิศวกรปฏิบัติการระดับกลาง	กสทช.		10

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน	ลงนาม	หมายเหตุ
11	นางสาวญาตินันท์ ทองเนียม	วก.ก2	กสทช.		11
12	นายอนุวัฒน์ ตรีขันธ์	เจ้าหน้าที่ตรวจสอบและปฏิบัติการ	กสทช.		12
13	นายชาติชาย เจริญสุข	ครูวิชาภาคพื้น	สถาบันการบินพลเรือน		13
14	นายมารุต แก้วกลางเมือง	ครูวิชาภาคพื้น	สถาบันการบินพลเรือน		14
15	นางสาวพรพิมล เงินคง	นักบริหารทั่วไป	สถาบันการบินพลเรือน		15
16	ว่าที่ ร.ต. คมกฤช มิสเกตุ	ผู้จัดการหน่วยวิศวกรรมและบริหารการก่อสร้าง	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)		
17	นางสาวฐิดารัตน์ เดชสุทธิ์	วิศวกร/หน่วยวิศวกรรม	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)		16
18	นายศิลักษณ์ จำเนียรเวช	เจ้าหน้าที่บริหารสารสนเทศการบิน	บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด		17
19	นายอนุศิษฏ์ ดีประดิษฐ์	พนักงาน	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		18
20	นายนพพล วงษ์กระจ่าง	พนักงานปฏิบัติการ	สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย		19

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน		ลงนาม	หมายเหตุ
21	นายสิทธิพร ชาญนำสิน	ผช.ผอ.สพก	สทอภ.			20
22	นายสุวัฒน์ ศรีเศวต	วิศวกรชำนาญการ	สทอภ.			21
23	นางสาวปัฐมภัทร โอสถ	วิศวกร	สทอภ.			22
24	นายสิรภพ เนื่องพุกก์	วิศวกร	สทอภ.			23
25	นางสาวสุภิกา เสนาฤทธิ์	วิศวกร	สทอภ.			24
26	นายกนกพล สีเหลือง	นักพัฒนานวัตกรรม	สทอภ.			25
27	นายบริรักษ์ กิจรัตนา	วิศวกร	สทอภ.			26
28	นายประพัฒน์ วิริยะรุ่งเรืองชัย	นักพัฒนานวัตกรรม	สทอภ.			27
29	นางสาวจารุวรรณ สุทธนะ	วิศวกร	สทอภ.			28
30	นายพศวีร์ เสียงเย็น	นักพัฒนานวัตกรรม	สทอภ.			29
31	นายกีรติ พุทธสุวรรณ	นักพัฒนานวัตกรรม	สทอภ.			30
32						31
33						32
34						33
35						34

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน		ลงนาม	หมายเหตุ
36	นาย อิสระ นิธิโรจนานนท์	วิศวกร	กนอ.			35
37	ว่าที่ ร.ต. เสรฐ ชินโนทัย ทองสุวรรณ	นักพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตร	สทก.			36
38	ฉัตรชนพร บุญมาก	วิศวกร	ไทยคม			37
39	ฟางลี่ ไหงเม่งหยง	MKT	ไทยคม			38
40	นายกฤษณ์ พันธุไทย	SVP	PTT			39
41	นาย วิฐ เข็มเจ้ยง	นักลิกษาปักงาน	PTT			40
42	นางสาวนารถี ศรีหงษ์เหล้	นักศึกษาฝึกงาน	สทก.			41
43	ชินโนรส วิมลรัตนากร		Thai AI			42
44	เพชร ศิริวิรอรรณ		Thaicom			43
45	ไพฑูรย์ ยิ่งยงสกุลวิพูล	ผู้ทรงคุณ	Thaicom			44
46	กฤษฎิกา โพธิ์ไพฑูรย์เอกวิณ	นักสื่อสารปักงาน	สทก.			45
47	ปิยธิดา เสียงหวาน	นักศึกษาฝึกงาน	สทก.			46
48	ชวิศา สอนสุภาพ	นักพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตร	สทก.			47
49	เฉลิม ชินปรีชากุล	ที่ปรึกษา	Thai AI			48

ภาคผนวก ค

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)
Ministry of Higher Education Science Research and Innovation

ที่ อว 5309/1035/2567

27 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชื่อมต่อระบบ One-Stop Service กับระบบขึ้นทะเบียนอากาศยานซึ่งไม่มีนักบินจำลอง

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายละเอียดการขอเชื่อมต่อระบบ One-Stop Service

ตามที่ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) : สทอภ. อยู่ระหว่างวิจัยและพัฒนาระบบ One-Stop Service ซึ่งเป็นส่วนประกอบภายใต้โครงการพัฒนาระบบควบคุมการจราจรอากาศของอากาศยานไร้คนขับ (UTM) เพื่อใช้สาธิตและทดลองการทำงานของระบบ UTM นั้น

ในการนี้ สทอภ. ขอความอนุเคราะห์สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย : กพท. ในการเชื่อมต่อระบบที่กำลังวิจัยและพัฒนา กับ ระบบขึ้นทะเบียนอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน ช่วงระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม 2567 - 28 กุมภาพันธ์ 2568 โดยมีรายละเอียดปรากฏดังสิ่งที่ส่งมาด้วย ทั้งนี้ สทอภ. มอบหมาย นายสุวัฒน์ ศรีเศวต ตำแหน่ง วิศวกรชำนาญการ เป็นผู้ประสานรายละเอียดดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็น อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสิทธิพร ชาญนำสิน)
หัวหน้าโครงการ
ผู้ช่วยผู้อำนวยการสำนักพัฒนาเทคโนโลยีกิจการอวกาศ
สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

โทรศัพท์ 0982797107 (นายสุวัฒน์ ศรีเศวต)
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ suwat@gistda.or.th

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)
Ministry of Higher Education Science Research and Innovation

ที่ อว 5309/722/2567

30 พฤษภาคม 2567

เรื่อง ขอเข้าพบและหารือการใช้ข้อมูลเพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับการพัฒนาการเชื่อมต่อแบบ One - Stop Service

เรียน เลขาธิการคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

อ้างถึง หนังสือสำนักงานกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ที่ สทช 2006/11369 ลงวันที่ 8 มีนาคม 2567

ตามหนังสือที่อ้างถึง สำนักงานกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ ได้มีหนังสืออนุญาตให้ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) : สทอภ. ใช้ข้อมูลเพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับการพัฒนาการเชื่อมต่อแบบ One - Stop Service ระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม 2567 - 31 ธันวาคม 2567 เพื่อทำการทดลองและทดสอบ ความละเอียดทราบแล้วนั้น

ในการนี้ เพื่อให้การดำเนินการทดลองและทดสอบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับขอบเขตของงานฯ ตามสัญญาโครงการ สทอภ. ขอเข้าหารือเพื่อประชุมกับสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศ ในวันที่ 10 มิถุนายน 2567 เวลา 10.00 น. – 12.00 น. ณ สำนักงาน กสทช. 87 ถนนพหลโยธิน ซอย 8 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา การขอเข้าพบและหารือดังกล่าว ตามวัน เวลา และสถานที่ข้างต้น ด้วยจักขอบคุณยิ่ง

(นายสิทธิพร ชาญนำสิน)
หัวหน้าโครงการ
ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยเทคโนโลยีอวกาศ
สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

สำนักพัฒนาเทคโนโลยีกิจการอวกาศ
โทรศัพท์ 098-279-7107
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ suwat@gistda.or.th

ภาคผนวก ง

ตารางรายการ Remote ID สื่อสารผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cellular)

Number	Serial Number	MAC
1	UTM04202400002	98CDACB0F7B4
2	UTM04202400003	98CDACB0F5DC
3	UTM04202400004	98CDACB0EF6C
4	UTM04202400005	98CDACB0DC1C
5	UTM04202400006	98CDACAFCC4C
6	UTM04202400007	98CDACB0D458
7	UTM04202400008	98CDACAFE484
8	UTM04202400009	98CDACAF8A6C
9	UTM04202400010	98CDACB059FC
10	UTM04202400011	98CDACAF921C
11	UTM04202400012	98CDACAF7D8C
12	UTM04202400013	98CDACB10358
13	UTM04202400014	98CDACAFE238
14	UTM04202400015	98CDACB0F664
15	UTM04202400016	98CDACB0BFE0
16	UTM04202400017	98CDACB0BED0
17	UTM04202400018	98CDACB0ECE8
18	UTM04202400019	98CDACAF9568
19	UTM04202400020	98CDACB10734
20	UTM04202400021	98CDACAF8F40
21	UTM04202400022	98CDACAFE404
22	UTM04202400023	98CDACB0BD38
23	UTM04202400024	98CDACB0D798
24	UTM04202400025	98CDACB0F04C
25	UTM04202400026	98CDACB0D02C
26	UTM04202400027	98CDACB0D604
27	UTM04202400029	98CDACB12960
28	UTM04202400030	98CDACB0D140
29	UTM04202400031	98CDACB10D0C
30	UTM04202400032	98CDACB00C3B

ตารางรายการ Remote ID สื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite)

Number	Serial Number	MAC
1	20240200200201	TE01223100001
2	20240200200202	TE01224010001
3	20240200200203	TE01224010002
4	20240200200204	TE01224010003
5	20240200200205	TE01224010004