เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน ภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในกิจการเดินอากาศ

A PRE - FLIGHT FUEL PLANNING ANALYSIS TOOL UNDER CARBON OFFSETTING AND REDUCTION SCHEME FOR INTERNATIONAL AVIATION (CORSIA)

วาชินี ดีปรีชา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการการบิน
สถาบันการบินพลเรือน สถาบันสมทบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2566

เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน ภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในกิจการเดินอากาศ

วาชินี ดีปรีชา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการการบิน
สถาบันการบินพลเรือน สถาบันสมทบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2566

A PRE - FLIGHT FUEL PLANNING ANALYSIS TOOL UNDER CARBON OFFSETTING AND REDUCTION SCHEME FOR INTERNATIONAL AVIATION (CORSIA)

WACHINEE DEEPRECHA

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

THIS THESISSUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF MANAGEMENT

AVIATION MANAGEMENT

CIVIL AVIATION TRAINING CENTER THAILAND

ACADEMIC YEAR 2023

เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

สถาบันการบินพลเรือน สถาบันสมทบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อ. ดร.ธัญญรัตน์ คำเพราะ)
ประธานกรรมการ

(อ. ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว)
กรรมการ
(อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(อ. ดร.อภิรดา นามแสง)
กรรมการ

(ผศ. น.ต. ดร.วัฒนา มานนท์)
กรรมการ

(อ. ดร.พันศักดิ์ เนินทราย)
รักษาการ รองผู้ว่าการฝ่ายวิชาการ
สถาบันการบินพลเรือน

(อ. ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว)
ผู้อำนวยการกองวิชาวิทยาการการบิน
สถาบันการบินพลเรือน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วาชินี ดีปรีชา: เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (A PRE-FLIGHT FUEL PLANNING ANALYSIS TOOL UNDER CARBON OFFSETTING AND REDUCTION SCHEME FOR INTERNATIONAL AVIATION (CORSIA))
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: อ. ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว, 123 หน้า

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานของสายการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศตามมาตรฐานสากล และนำเสนอเครื่องมือที่จะช่วยในการวิเคราะห์เลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยทำการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหาการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ระยะที่ 2 การออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ระยะที่ 3 การทดลองและศึกษาผลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ โดยในงานวิจัยมีจำนวนผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 10 คน

จากการวิจัย พบว่า การจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ระยะที่ 1 ผู้ให้ข้อมูลสำคัญต้องการเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานฯ ในรูปแบบออนไลน์แบบเว็บไซต์ ระยะที่ 2 ผลการออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานฯ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยมีค่าตรงครบทุกด้าน ได้แก่ 1) การออกแบบโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ 2) ด้านการประมวลผลและการแสดงผล 3) ระบบการเข้าถึงข้อมูล และ 4) ภาพรวมของโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานฯ ระยะที่ 3 ผลการทดลองใช้ พบว่า ผู้ให้ข้อมูลสำคัญมีความเห็นด้วยในเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ 4.50 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56

สาขาวิชาการจัดการการบิน ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

WACHINEE DEEPRECHA: A PRE - FLIGHT FUEL PLANNING ANALYSIS TOOL UNDER CARBON OFFSETTING AND REDUCTION SCHEME FOR INTERNATIONAL AVIATION (CORSIA)

THESIS ADVISOR: WARAPORN TEMKAEW, Ph.D., 123 PP

This research aims to study pre-flight fuel planning and the Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, present a tool for analysis, and choose effective pre-flight fuel planning. The researcher has divided the content into three phases: Phase 1 content analysis of pre-flight fuel planning and the Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation. Phase 2 Design of a pre-flight fuel planning analysis tool under the Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation. Phase 3 Trial of a pre-flight fuel planning analysis tool under the Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation with a key Informant of ten people.

The research has found that the present of a pre-flight fuel planning analysis tool under the Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation is Phase 1 key Informants require website as online analysis tools. Phase 2 the results of the design and preparation of the analysis tool revealed that experts had assessed the accuracy of the research tool and that it was accurate in all aspects, including (1) the design of the analysis tool program, (2) the processing and display aspects, (3) the access system, and (4) an overview of analytical tool programs. Phase 3 the study found that a pre-flight fuel planning analysis tool under the Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation was found to have the highest level of agreement from test users. It has an average of 4.50 and a standard deviation of 0.56.

Aviation Management

Academic Year 2023

Student's signature _____

Advisor's signature _____

Co-advisor's signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากบุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ดังนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.ต. ดร.วัฒนา มานนท์ ผู้ทรงคุณวุฒิ และ อ. ดร.ธัญญรัตน์ คำเพราะ ประธานกรรมการสอบ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อเสนอแนะ และชี้แนะให้เห็นข้อบกพร่องอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์

อ. ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อ. ดร.อภิรดา นามแสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้แรงบันดาลใจในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ และยังให้คำแนะนำแนวทางในการทำวิจัย รวมถึงชี้แนะแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หลักสูตรปริญญาโท สถาบันการบินเรือนทุกท่านที่ช่วยประสานงาน ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำ และอำนวยความสะดวกให้กับผู้วิจัยตลอดช่วงการศึกษา

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณครอบครัว ที่ส่งเสริมและสนับสนุนด้านการศึกษาอย่างเต็มที่ และให้กำลังใจเป็นอย่างดีมาโดยตลอด รวมถึงรุ่นพี่ เพื่อนนักศึกษาปริญญาโท รุ่นที่ 9 ทุกท่าน ที่ช่วยเหลือผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

วาชินี ดีปรีชา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฏ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฑ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา	5
1.3.2 ขอบเขตผู้ให้ข้อมูลสำคัญ	5
1.3.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 คำอธิบายศัพท์	5
2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 แนวคิดเรื่องการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน	7
2.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยาน	7
2.1.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยาน (Fuel Requirement)	10
2.1.3 รูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินของสายการบิน	14

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
2.2	ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ	20
	2.2.1 ความเป็นมาของโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation; CORSIA)	20
	2.2.2 แนวทางและข้อกำหนดเกี่ยวกับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ	24
	2.2.3 ระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซ (Monitoring, Reporting and Verification; MRV)	30
2.3	แนวคิดเรื่องกลยุทธ์การบริหารต้นทุน	41
	2.3.1 ความหมายของกลยุทธ์	41
	2.3.2 ความหมายของต้นทุน	42
	2.3.3 แนวคิดของกลยุทธ์การบริหารต้นทุน	43
2.4	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46
2.5	กรอบแนวคิดการวิจัย	50
3	วิธีดำเนินการวิจัย	51
3.1	วิธีวิจัย	51
3.2	ขอบเขตของการวิจัย	55
	3.2.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา	55
	3.2.2 ขอบเขตผู้ให้ข้อมูลสำคัญ	56
	3.2.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา	56
3.3	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	56
3.4	การเก็บรวบรวมข้อมูล	57
	3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร (Document Review)	57

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ 57

3.4.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญ 57

3.4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ 58

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 58

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทำแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ 58

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 60

4.1 ระยะที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหาการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ 60

4.2 ระยะที่ 2 การออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ 66

4.3 ระยะที่ 3 การทดลองและศึกษาผลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ 68

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
5	สรุปและอภิปรายผล	73
	5.1 สรุปผลการวิจัย	74
	5.2 อภิปรายผลการวิจัย	78
	5.3 ข้อเสนอแนะ	80
	5.4 ข้อจำกัดของการวิจัย	81
บรรณานุกรม		82
ภาคผนวก		86
	ภาคผนวก ก. แบบสอบถาม	87
	ภาคผนวก ข. หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ	99
	ภาคผนวก ค. คู่มือการใช้งานระบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศสำหรับผู้ใช้งาน	106
ประวัติผู้จัดทำวิทยานิพนธ์		123

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ส่วนประกอบของน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับเที่ยวบิน	19
2.2	รายชื่อของประเทศที่เข้าร่วมโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ	27
4.1	ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม	61
4.2	ความต้องการในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ	62
4.3	ลักษณะเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่สนใจ	62
4.4	รูปแบบตัวอักษร (Font) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ต้องการ	63
4.5	ขนาดอักษร (Size) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ต้องการ	63
4.6	รูปแบบสีของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ต้องการ	64
4.7	ความต้องการการจำกัดการแก้ไขและเข้าถึงข้อมูลของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ในแต่ละตำแหน่งงาน	64
4.8	ข้อมูลที่กลุ่มตัวอย่างต้องการให้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ แสดงประมวลผลข้อมูล	65
4.9	ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ	69

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากอุตสาหกรรมต่าง ๆ	1
1.2	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้โดยสารหลังจากได้รับผลกระทบจากสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019	2
2.1	กระบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	9
2.2	การเผาไหม้เชื้อเพลิงเฉลี่ยของอากาศยานพาณิชย์รุ่นใหม่ ในปีค.ศ. 1960 ถึง 2020	10
2.3	ตัวอย่างเปรียบเทียบปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานที่ทำการบรรทุกไปในเที่ยวบินและปริมาณการเผาผลาญเชื้อเพลิงอากาศยานระหว่างการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel	17
2.4	ส่วนประกอบของน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานแต่ละส่วนที่ใช้ในการปฏิบัติการบินตั้งแต่สนามบินต้นทางจนถึงสนามบินปลายทาง	18
2.5	แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการบินระหว่างประเทศและสี่มาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของภาคการบิน	21
2.6	ตัวอย่างของเที่ยวบินระหว่างประเทศที่ทำการบินระหว่างประเทศที่ได้เข้าร่วมโครงการ CORSIA ในระยะนำร่อง (Pilot phase) และระยะที่หนึ่ง (First phase)	25
2.7	ตัวอย่างของเที่ยวบินระหว่างประเทศในระยะสอง (Second phase)	26
2.8	ระยะเวลาในการมีเข้าร่วมกับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศของรัฐภาคี	26
2.9	เงื่อนไขการในการใช้เครื่องมือประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ (CERT) ในแต่ละช่วงระยะเวลา	32
2.10	วิธีการตรวจวัดเชื้อเพลิงอากาศยานห้าแบบของผู้ดำเนินการเดินอากาศ	33
2.11	ช่วงเวลาของผู้บริโภคทั้ง 5 รุ่นในปัจจุบัน	43
2.12	กรอบแนวการคิดวิจัย เรื่อง เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.1	ระยะที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหาการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ	53
3.2	ระยะที่ 2 การออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ	54
3.3	ระยะที่ 3 การทดลองและศึกษาผลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ	55

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

APU	Auxiliary power unit
CAAT	Civil Aviation Authority of Thailand
CERT	ICAO CORSIA CO_2 Estimation and Reporting Tool
CO_2	Carbon dioxide
CORSIA	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation
EDTO	Extended Diversion Time Operations
GMBM	Global Market-Based Measures
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
LDC	Least Developed Country
LLDC	Landlocked Developing Countries
MLW	Maximum structural landing weight
MRV	Monitoring, Reporting and Verification
NM	Nautical Mile
NOTAM	Notices to Airmen
PIC	Pilot-In-Command
RPK	Revenue Passenger Kilometres
RTK	Revenue – Tonne – Kilometers
RTOW	Regulated takeoff weight
SAF	Sustainable Aviation Fuel
SARPs	Standards and Recommended Practices
SIDS	Small Island Developing states
UN	The United Nations
UNFCCC	The United Nations Framework Convention on Climate Change

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

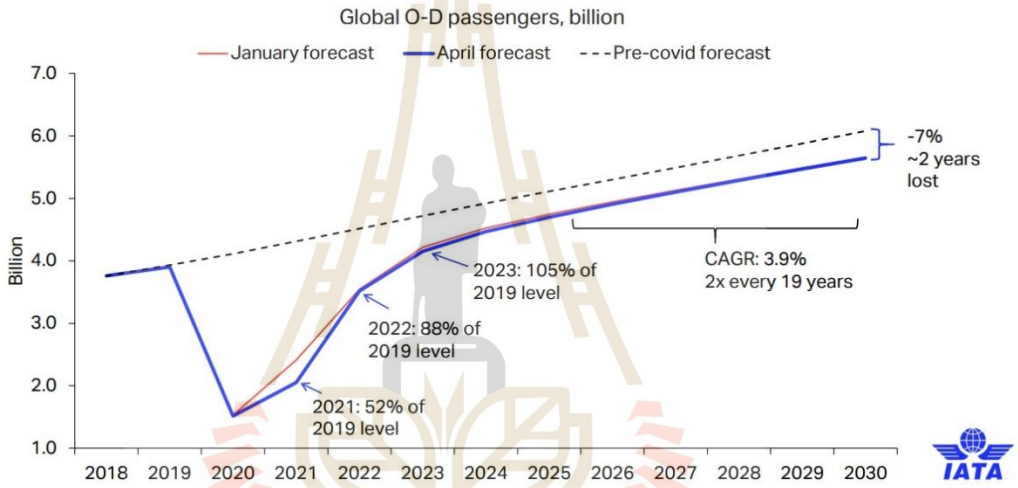
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปีพ.ศ. 2563 หลายประเทศกำลังได้รับผลกระทบจากสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change)หรือที่เรียกว่าสภาวะโลกร้อน (Global warming) โดยมีสาเหตุมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเผาป่า การปล่อยก๊าซจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากภาคการขนส่ง โดย Air Transport Action Group ได้เผยแพร่ข้อมูลในเอกสาร Aviation And Climate Change (Air Transport Action Group, 2020) ที่แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากกิจกรรมของมนุษย์ทั่วโลก ซึ่งอุตสาหกรรมการบินได้ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาประมาณร้อยละ 2 หรือ 915 ล้านตันจากการเดินทางและขนส่งทางภาคอากาศในปี ค.ศ. 2019 ดังภาพที่ 1.1 โดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากเที่ยวบินระหว่างประเทศร้อยละ 1.3 และเกิดจากเที่ยวบินภายในประเทศร้อยละ 0.7

ภาพที่ 1.1 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากอุตสาหกรรมต่าง ๆ

ที่มา Aviation's impact on the environment (Air Transport Action Group, 2020)

ทางสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (International Air Transport Association; IATA) ยังได้มีการเผยแพร่ข้อมูลในเอกสาร IATA Air Passenger Forecast (IATA, 2021) ที่แสดงการคาดการณ์การฟื้นตัวของจำนวนผู้โดยสารหลังจากได้รับผลกระทบจากสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 โดยวัดจากปริมาณการขนส่งด้านผู้โดยสาร (Revenue Passenger Kilometres; RPK) ซึ่งคาดว่าจะเติบโตเฉลี่ยต่อปีที่ร้อยละ 3 ระหว่างปีค.ศ. 2019 ถึง 2039 ดังภาพที่ 1.2 ที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณความต้องการในการเดินทางทางอากาศที่เพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี ซึ่งหมายถึงปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเที่ยวบินจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการในการเดินทางทางอากาศไปด้วย



ภาพที่ 1.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้โดยสารหลังจากได้รับผลกระทบจากสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

ที่มา IATA Economics using data from Tourism Economic/IATA Air Passenger Forecast (2021)

ในการทำการบินในแต่ละเที่ยวบิน อากาศยานจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศโดยตรง โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นองค์ประกอบที่ถูกปล่อยออกมามากที่สุดถึงร้อยละ 70 จากการปล่อยไอเสียทั้งหมดของอากาศยาน เชื้อเพลิงของอากาศยานไอพ่น (Jet aircraft) จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราส่วน 3.16 กิโลกรัมต่อเชื้อเพลิงอากาศยานที่ถูกใช้ไปทุก 1 กิโลกรัม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์ของอากาศยานจะเข้าไปสู่ชั้นบรรยากาศและทำให้เกิดภาวะโลกร้อนโดยตรงเช่นเดียวกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลจากอุตสาหกรรมอื่น ๆ (Jeff Overton, 2019)

ในปี พ.ศ. 2563 เป็นต้นมา สายการบินหลาย ๆ สายการบินได้เริ่มมีการตระหนักและให้ความสำคัญในเรื่องการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเที่ยวบินที่อาจก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนที่รุนแรงมากขึ้น ในบางสายการบินจึงเริ่มมีนโยบายในการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติการบินเพื่อที่จะลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ เช่น สายการบิน Emirates ที่มีการดำเนินการบินด้วยอากาศยานที่ใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพและทันสมัย การบริหารจัดการน้ำหนักของอากาศยานให้เหมาะสมโดยมีการปรับเปลี่ยนให้นักบินใช้เอกสารแบบอิเล็กทรอนิกส์ หรือที่เรียกว่า Electronic flight bags แทนการใช้เอกสารที่เป็นกระดาษจำนวนมาก ซึ่งจะช่วยลดน้ำหนักในการใช้กระเป๋าเอกสารการบินแบบเดิมและยังช่วยให้นักบินสามารถบริหารจัดการเที่ยวบินได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Emirates Airline, 2020) นอกจากนี้การวางแผนปริมาณเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับเที่ยวบินเป็นอีกหนึ่งวิธีที่สามารถช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อีกด้วย โดยผู้ที่ทำหน้าที่วางแผนปริมาณการใช้เชื้อเพลิงอากาศยานให้ถูกต้องและปลอดภัยตามมาตรฐานกฎการบินและมีประสิทธิภาพเหมาะสมในแต่ละเที่ยวบินก็คือพนักงานอำนวยการบิน (Flight dispatcher หรือ Flight operations officer) นอกจากนี้ยังมีหน้าที่วางแผนเส้นทางการบินในแต่ละเที่ยวบิน การตรวจสอบสภาพอากาศ จัดเตรียมเอกสารข้อมูลที่จำเป็นให้แก่นักบิน เช่น ข่าวอากาศ ข้อมูลประกาศผู้ทำการในอากาศ (Notam; Notice To Airmen) เพื่อให้การปฏิบัติการบินในแต่ละเที่ยวบินเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยมากที่สุด

การวางแผนปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเที่ยวบินพาณิชย์ หรือ Flight Fuel Planning สามารถแบ่งได้เป็นสองรูปแบบหลัก คือ 1) Tankering fuel planning เป็นการเติมเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับเที่ยวบินขาไปและขากลับโดยไม่จำเป็นต้องเติมเชื้อเพลิงอากาศยานที่สนามบินปลายทาง หรือเติมเชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติมเพียงบางส่วนเท่านั้น และ 2) Minimum fuel planning เป็นการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับเที่ยวบินเพียงเที่ยวเดียวเท่านั้น จำเป็นต้องมีการเติมเชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติมที่สนามบินปลายทางให้เพียงพอสำหรับเที่ยวบินที่จะทำการบินกลับมาที่สนามบินต้นทาง ในการเลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานของพนักงานอำนวยการบินนั้นจะมีการวิเคราะห์หลาย ๆ ปัจจัยร่วมกันเพื่อความปลอดภัยและความคุ้มค่าแก่สายการบิน เช่น ราคา คุณภาพเชื้อเพลิงอากาศยานของสนามบินต้นทางและปลายทาง รวมถึงหลีกเลี่ยงการล่าช้าสะสมของเที่ยวบิน เป็นต้น แต่ปัจจัยด้านปริมาณและต้นทุนการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละเที่ยวบินนั้นไม่ได้เป็นปัจจัยหลักในการใช้วิเคราะห์เพื่อเลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงของพนักงานอำนวยการบิน เนื่องจากปัจจุบันเส้นทางบินไปยังบางประเทศยังไม่มีการคิดค่าใช้จ่ายในการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์หรือภาษีคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon tax)

องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization; ICAO) ได้เล็งเห็นปัญหาและความสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมการบิน จึงได้จัดทำแบบแผนมาตรการและข้อบังคับที่เรียกว่า โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ หรือ CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) ซึ่งเป็นมาตรการการตลาดระหว่างประเทศ (Global Market-Based Measures; GMBM) ที่ได้รับการรับรองจากการประชุมสมัชชาสมัยที่ 39 ในปี ค.ศ. 2016 เพื่อเป็นมาตราการส่วนเสริมในการลดก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการบินระหว่างประเทศ โดยมาตรการนี้จะดำเนินการแบ่งเป็นสามระยะ ได้แก่ 1) ระยะนำร่อง (ค.ศ. 2021 ถึง 2023) 2) ระยะที่หนึ่ง (ค.ศ. 2024 ถึง 2026) และ 3) ระยะที่สอง (ค.ศ. 2027 ถึง 2035) ซึ่งแต่ละประเทศสามารถเข้าร่วมมาตรการโดยสมัครใจในช่วงระยะนำร่องและระยะที่หนึ่ง โดยสายการบินจะสามารถซื้อคาร์บอนเครดิต (Carbon credit) เพื่อชดเชยการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตามที่กำหนดไว้ และจะถูกบังคับกับทุกประเทศในช่วงระยะที่สอง ยกเว้นประเทศที่พัฒนาน้อยที่สุด ประเทศที่เป็นหมู่เกาะขนาดเล็ก และประเทศกำลังพัฒนาที่ไม่มีทางออกสู่ทะเล และเมื่อมาตรการมีผลบังคับใช้ สายการบินจะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินธุรกิจเพิ่มขึ้นในเรื่องคาร์บอนเครดิตที่ต้องทำการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon offset) ดังนั้น ในอนาคตปัจจัยเรื่องต้นทุนค่าใช้จ่ายสำหรับชดเชยจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นปัจจัยสำคัญที่พนักงานอำนวยการบินจะนำมาร่วมวิเคราะห์เปรียบเทียบความคุ้มทุนเพื่อเลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานที่เหมาะสมในแต่ละเที่ยวบิน

จากเหตุผลในข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่องของการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานที่มีประสิทธิภาพและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากเที่ยวบินระหว่างประเทศ ผู้วิจัยจึงมีจุดมุ่งหมายในการศึกษาเรื่องการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ หรือ CORSIA รวมถึงพัฒนาเครื่องมือที่จะช่วยให้พนักงานอำนวยการบินวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนด้านเชื้อเพลิงอากาศยานและต้นทุนที่เกิดจากการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสายการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศในอนาคต โดยจะช่วยให้พนักงานอำนวยการบินสามารถตัดสินใจเลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในแต่ละเที่ยวบิน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษารูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานของสายการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศตามมาตรฐานสากล

2) เพื่อนำเสนอเครื่องมือที่จะช่วยในการวิเคราะห์เลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) ขอบเขตด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา โดยมีแนวคิด หลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- เนื้อหาข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยาน ข้อกำหนดเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยาน (Fuel requirement) และรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินของสายการบิน
- เนื้อหาข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นมา แนวทาง ข้อกำหนดของโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation; CORSIA) ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (The International Civil Aviation Organization; ICAO) และระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซ (Monitoring, Reporting and Verification; MRV)

2) ขอบเขตผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

พนักงานอำนวยการบินสายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง จำนวน 10 คน

3) ขอบเขตด้านระยะเวลา

ในการวิจัยครั้งนี้มีช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 ถึงตุลาคม พ.ศ. 2566

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ทราบข้อมูลการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานของสายการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ

2) ได้เครื่องมือที่จะช่วยวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพให้แก่สายการบิน ภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (CORSIA) ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ

1.5 คำอธิบายศัพท์

1) เชื้อเพลิงอากาศยาน (Jet fuel) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมชนิดหนึ่งที่ได้มาจากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบแล้วเติมสารปรับปรุงคุณภาพเข้าไปเพื่อทำให้ได้เชื้อเพลิงที่เหมาะสมต่อการนำมาเติมให้กับอากาศยานและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการทำการบิน

2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) หมายถึง ก๊าซที่เป็นองค์ประกอบในบรรยากาศ ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอม และ ออกซิเจน 2 อะตอม ต่อหนึ่งโมเลกุลโดยมีสูตรเคมี CO_2 โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่มีสี และมีอยู่ทั่วไปในบรรยากาศ ก๊าซนี้มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีพของทั้งมนุษย์ สัตว์ และพืช เป็นสารตั้งต้นที่พืชใช้ผลิตอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง

3) เที่ยวบินระหว่างประเทศ (International flight) หมายถึง การปฏิบัติการบินโดยเริ่มต้นตั้งแต่การนำอากาศยานขึ้นจากสนามบินที่ตั้งอยู่ในประเทศไทยจนถึงการนำอากาศยานลง ณ สนามบินที่ตั้งอยู่ในประเทศอื่น หรือตั้งแต่การนำอากาศยานขึ้นจากสนามบินที่ตั้งอยู่ประเทศอื่นจนถึงการนำอากาศยานลง ณ สนามบินที่ตั้งอยู่ในประเทศไทย หรือตั้งแต่การนำอากาศยานขึ้นจากสนามบินที่ตั้งอยู่ประเทศอื่นจนถึงการนำอากาศยานลง ณ สนามบินที่ตั้งอยู่ในอีกประเทศ

4) CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) หมายถึง โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศจากองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อเป็นมาตรการเสริมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการบินระหว่างประเทศ

5) เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน (A pre - flight fuel planning analysis tool) หมายถึง โปรแกรมในรูปแบบเว็บไซต์แบบออนไลน์ สำหรับวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนปฏิบัติการบิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง “เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ” ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ดังต่อไปนี้

1) แนวคิดเรื่องการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน
2) ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ
3) แนวคิดเรื่องกลยุทธ์การบริหารต้นทุน
4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5) กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 แนวคิดเรื่องการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน

2.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยาน

เอกสารรายงานฉบับสุดท้าย โครงการศึกษาแนวทางการส่งเสริมเชื้อเพลิงชีวภาพอากาศยานอย่างยั่งยืน (2563) ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เสนอต่อกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้กล่าวถึงข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยาน ไว้ว่า เชื้อเพลิงอากาศยานสามารถ แบ่งได้เป็นสองชนิดใหญ่ ๆ ตามประเภทของเครื่องยนต์ ได้แก่ 1) น้ำมันเบนซินอากาศยาน (Aviation gasoline) สำหรับใช้งานกับอากาศยานที่ทำงานด้วยเครื่องยนต์ลูกสูบและ 2) น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานเครื่องยนต์ก๊าซเทอร์ไบน์ (Aviation turbine fuels) สำหรับใช้งานกับอากาศยานที่ทำงานด้วยเครื่องยนต์ก๊าซเทอร์ไบน์ โดยเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งสองชนิด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) น้ำมันเบนซินอากาศยาน (Aviation gasoline) สำหรับใช้งานกับอากาศยานที่ทำงานด้วยเครื่องยนต์ลูกสูบ น้ำมันเบนซินอากาศยานมีองค์ประกอบพื้นฐานเป็นสารไฮโดรคาร์บอน โดยมีองค์ประกอบหลักคือ ไอโซออกเทน (Isooctane) ปัจจุบันน้ำมันเบนซินอากาศยานมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด คือ ออกเทน 80, 100 และ 100 Low Lead แต่ละชนิดจะมีข้อกำหนดเฉพาะระบุไว้อย่างชัดเจน และ จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงตามเครื่องยนต์ที่ใช้ข้อกำหนดที่ใช้จะเป็น

ตาม American Society for Testing and Materials (ASTM) 910 และ British Ministry of Defense (DERD) 2475 โดยทั่วไปข้อกำหนดเฉพาะของน้ำมันเบนซินอากาศยานจะประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญคือ 1. ความเหมาะสม (Suitability) 2. องค์ประกอบ (Composition) และ 3. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ (Chemical and physical) โดยที่ความเหมาะสม (Suitability) หมายรวมถึงความปลอดภัยที่เกิดจากการใช้บริการโดยน้ำมันจะต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อกำหนดทั้งด้านเคมีและกายภาพทุกประการ นอกจากนั้น ผู้ผลิตน้ำมันจะต้องปฏิบัติตามกฎอย่างเคร่งครัด และองค์ประกอบ (Composition) น้ำมันเบนซินอากาศยานต้องมีองค์ประกอบพื้นฐานเป็นสารไฮโดรคาร์บอน ยกเว้นสารเพิ่มคุณภาพที่เติมลงไปเพียงเล็กน้อย เช่น ตะกั่ว (Alkyl lead) สี (Dyes) และสารยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่น (Oxidation inhibitors) สารเพิ่มคุณภาพเหล่านี้จะต้องเป็นชนิดที่ผ่านการรับรองแล้วเท่านั้น นอกจากนั้นอาจต้องเติมสารที่ไม่เป็นไฮโดรคาร์บอน เพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันอีกด้วย

2) น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานเครื่องยนต์ก๊าซเทอร์ไบน์ (Aviation turbine fuels) สำหรับใช้งานกับอากาศยานที่ทำงานด้วยเครื่องยนต์ก๊าซเทอร์ไบน์ น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานเครื่องยนต์ก๊าซเทอร์ไบน์ยังสามารถจำแนกแบ่งได้อีก 2 ประเภทย่อยคือ

- น้ำมันเครื่องบินพาณิชย์ (Commercial Turbine Fuels) เช่น Jet A Jet A-1 TS-1 และJet B ซึ่งมีลักษณะใสไม่มีสี และมีส่วนประกอบใกล้เคียงกับน้ำมันก๊าด สำหรับข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่าง Jet A และ Jet A-1 ก็คือ Jet A-1 มีจุดเยือกแข็ง หรือ freezing point ที่ต่ำกว่า Jet A ส่วน Jet B ใช้แทน Jet A-1 เฉพาะในเขตที่หนาวจัดเพราะไวไฟกว่า และอันตรายมากกว่า โดยข้อกำหนดและคุณภาพของน้ำมันเครื่องบินพาณิชย์มีคุณภาพที่สำคัญที่สุดคือ จุดเยือกแข็ง (Freezing point) ซึ่งต้องต่ำมาก ๆ เนื่องจากเครื่องบินพาณิชย์บินในระดับที่สูงมาก โดยทั่วไปเครื่องบินพาณิชย์จะใช้เกรด Jet A-1 ที่มีจุดเยือกแข็งต่ำมากเพื่อให้สามารถใช้ในสภาวะดังกล่าวได้ คุณสมบัติที่เด่นของน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานเครื่องยนต์ก๊าซเทอร์ไบน์ ได้แก่ ค่าความหนาแน่นและความร้อนจากการเผาไหม้ (Density and Heat of Combustion) โดยค่าความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นการวัดหน่วยมวลต่อปริมาตร น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีความหนาแน่นสูงจะให้จะให้ความร้อนต่อหน่วยปริมาตรสูง ส่วนค่าความร้อนจากการเผาไหม้เป็นค่าความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ น้ำมันเชื้อเพลิงกับออกซิเจนที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติความคงตัวต่อความร้อน (Thermal stability) และคุณสมบัติที่อุณหภูมิ (Low – temperature properties) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่จะต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมากในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานเครื่องยนต์ก๊าซเทอร์ไบน์
- น้ำมันเครื่องบินทหาร (Military Turbine Fuels) เช่น JP-4 JP-5 JP-7 และ JP-8 สำหรับเครื่องบินรบที่ใช้ในทางทหาร ใช้เชื้อเพลิงที่เรียกว่า JP-4 ซึ่งใกล้เคียงกับ Jet B แต่เติม

สารป้องกันสนิม (Corrosion) กับป้องกันน้ำแข็ง (Anti-icing) ลงไปด้วย นอกจากนั้นแล้วยังมี JP-5 กับ JP-8 ที่คล้ายคลึงกับ Jet A-1 ของพลเรือน แต่มีสารป้องกันสนิมกับกันน้ำแข็งผสมอยู่เช่นกัน

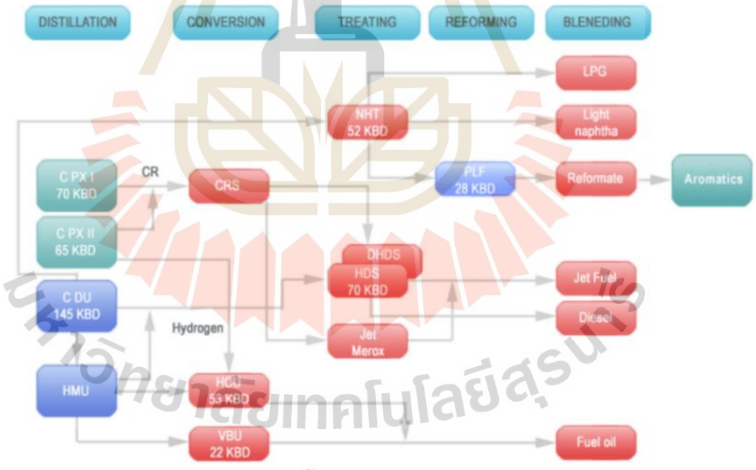
สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานนั้นเป็นผลผลิตจากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ ซึ่งโรงกลั่นน้ำมันโดยทั่วไปจะประกอบด้วยกระบวนการผลิต 4 กระบวนการหลักดังแสดงในภาพที่ 2.1 ดังนี้

1) Fractional distillation process (กระบวนการกลั่นลำดับส่วน) เป็นการกลั่นแยกน้ำมันดิบ เพื่อให้ได้น้ำมันองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อส่งต่อไปยังกระบวนการต่อไป

2) Conversion process เป็นกระบวนการแตกสลายและปรับโครงสร้างโมเลกุล เพื่อให้ได้น้ำมันที่มีมูลค่าสูงขึ้น เช่น Fluidized catalytic cracking

3) Treating process เป็นกระบวนการกำจัดสารปนเปื้อน เช่น กำมะถัน เพื่อส่งต่อไปยังกระบวนการต่อไป

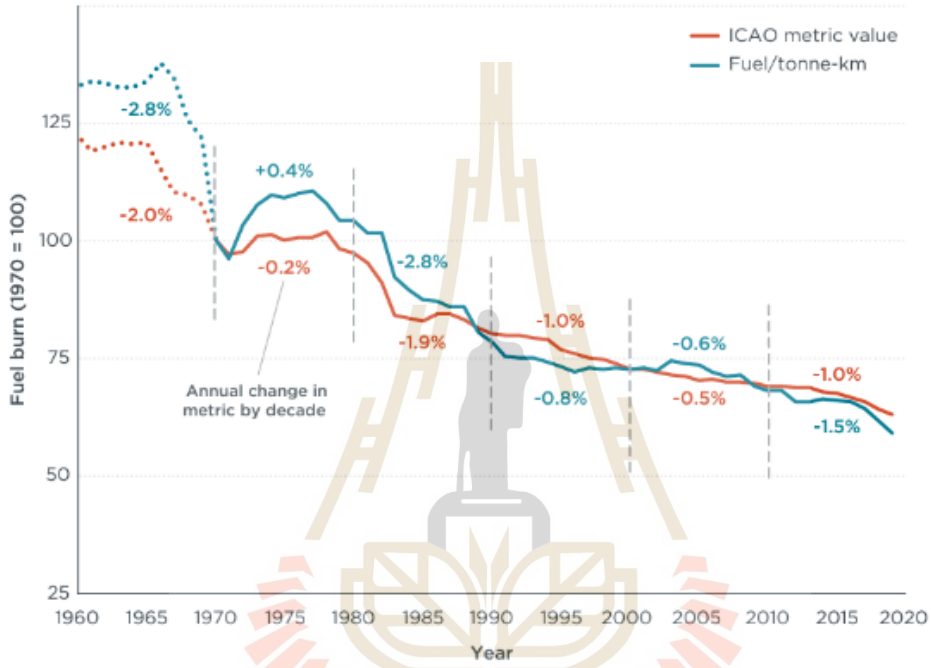
4) Blending process เป็นกระบวนการผสมน้ำมัน ผสมน้ำมันองค์ประกอบต่าง ๆ และสารเติมแต่ง (Additives) เพื่อให้ได้น้ำมันสำเร็จรูปที่ได้มาตรฐานพร้อมจำหน่าย



ภาพที่ 2.1 กระบวนการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
ที่มา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2563)

อากาศยานพาณิชย์ที่ให้บริการในสายการบินต่าง ๆ ในปัจจุบันมีการใช้เชื้อเพลิงเฉพาะสำหรับเครื่องบินพาณิชย์ (Commercial Turbine Fuels) เช่น Jet A Jet A-1 TS-1 และ Jet B โดยเอกสารหัวข้อ “Fuel burn of new commercial jet aircraft: 1960 to 2019” กล่าวว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและอัตราการเผาไหม้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานแต่ละรุ่นก็มีความแตกต่างกัน

ดังภาพที่ 2.2 ที่แสดงอัตราการเผาผลาญเชื้อเพลิงเฉลี่ยในอากาศยานพาณิชย์รุ่นใหม่ ในช่วงปี ค.ศ. 1960 ถึง 2019 ซึ่งอากาศยานรุ่นใหม่ มีการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงที่ลดลงโดยเฉลี่ย 41% จากปี ค.ศ. 1970 ถึง 2019 และยังมีอัตราการลดลงอย่างต่อเนื่องที่ร้อยละ 1 และยังพบว่าเทคโนโลยีในอากาศยานรุ่นใหม่ยังช่วยพัฒนาให้อากาศยานมีการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพและลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่ลดลงได้



ภาพที่ 2.2 การเผาไหม้เชื้อเพลิงเฉลี่ยของอากาศยานพาณิชย์รุ่นใหม่ ในปีค.ศ. 1960 ถึง 2020

ที่มา Zheng, Xinyi Sola และ Rutherford, Dan (2020)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.1.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยาน (Fuel requirement)

จากภาคผนวก 6 การปฏิบัติการบินของอากาศยาน ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 12 (2022) ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization; ICAO) ได้กำหนดข้อกำหนดเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยาน (Fuel requirement) ไว้ดังนี้

1) อากาศยานต้องมีเชื้อเพลิงที่เพียงพอสำหรับเที่ยวบิน เพื่อสามารถทำการบินได้อย่างปลอดภัย ทั้งนี้เชื้อเพลิงอากาศยานที่นำไปอย่างเพียงพอนั้นต้องสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติการบินจากที่ได้วางแผนการบินไว้

2) ปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานขั้นต่ำสำหรับเที่ยวบินที่ต้องบรรทุกไป ขึ้นอยู่กับ

- ข้อมูลดังต่อไปนี้

- ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันของอากาศยานที่ได้รับจาก Fuel consumption monitoring system หรือ
- ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันของอากาศยานที่ได้จัดทำขึ้นโดยผู้ผลิตอากาศยาน

● สภาพการปฏิบัติการของเที่ยวบินนั้น ๆ รวมไปถึง

- มวลของอากาศยานที่ได้คาดการณ์ไว้ (Anticipated aeroplane mass)
- ประกาศผู้ทำการในอากาศ (Notices to Airmen; NOTAM)
- รายงานสภาพอุตุนิยมวิทยา ทั้งแบบรายงานการพยากรณ์ล่วงหน้าและรายงานสภาพอุตุนิยมวิทยาที่เป็นปัจจุบัน
- ขั้นตอนของหน่วยบริการจราจรทางอากาศ ข้อจำกัด และการคาดการณ์ว่าเที่ยวบินอาจเกิดการล่าช้า (Anticipated delay)
- ผลกระทบจากรายการอุปกรณ์ขั้นต่ำของอากาศยาน (Maintenance items / Configuration deviations)

3) การคำนวณเชื้อเพลิงอากาศยานที่ต้องใช้ก่อนปฏิบัติการบิน ต้องประกอบไปด้วย

● เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับขับเคลื่อนบนทางขับ (Taxi fuel) เป็นปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่น้อยกว่าปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่คาดว่าจะถูกเผาผลาญก่อนอากาศยานทำการวิ่งขึ้น โดยต้องคำนึงถึงสภาพกายภาพของสนามบินต้นทางและการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิงของอุปกรณ์แหล่งพลังงานสำรอง (Auxiliary power unit; APU) ของอากาศยาน

● เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง (Trip fuel) เป็นปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวนที่เพียงพอสำหรับเครื่องบินที่ใช้ตั้งแต่ทำการวิ่งขึ้นหรือจุดที่เปลี่ยนแปลงแผนการบินในระหว่างเที่ยวบินจนกระทั่งร่อนลง ณ สนามบินปลายทาง โดยให้คำนึงถึงสภาพการปฏิบัติการของเที่ยวบินนั้น ๆ ดังต่อไปนี้

- มวลของอากาศยานที่ได้คาดการณ์ไว้ (Anticipated aeroplane mass)
- ประกาศผู้ทำการในอากาศ (Notices to Airmen; NOTAM)
- รายงานสภาพอุตุนิยมวิทยา ทั้งแบบรายงานการพยากรณ์ล่วงหน้าและรายงานสภาพอุตุนิยมวิทยาที่เป็นปัจจุบัน
- ขั้นตอนของหน่วยบริการจราจรทางอากาศ ข้อจำกัด และการคาดการณ์ว่าเที่ยวบินอาจเกิดการล่าช้า (Anticipated delay)
- ผลกระทบจากรายการอุปกรณ์ขั้นต่ำของอากาศยาน (Maintenance items / Configuration deviations)

- เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองฉุกเฉิน (Contingency fuel) เป็นปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวนที่เพียงพอสำหรับใช้ในการชดเชยเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อน (Unforeseen factor) โดยเชื้อเพลิงอากาศยานสำรองฉุกเฉินต้องมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวนร้อยละ 5 ของเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง (Trip fuel) หรือปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานสำรองฉุกเฉินที่ต้องใช้ที่เริ่มจากจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงแผนการบิน โดยใช้อัตราการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิงเดียวกันกับอัตราการเผาผลาญเชื้อเพลิงจากเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง (Trip fuel) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงต้องไม่ต่ำกว่าปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้บินวนด้วยความเร็วบินวน (Holding speed) ในระดับความสูง 450 เมตร หรือ 1,500 ฟุต เหนือสนามบินปลายทาง เป็นระยะเวลา 5 นาทีในสภาพมาตรฐาน (Standard conditions)
- เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับสนามบินสำรอง (Destination alternate fuel) กำหนดดังนี้

- ในกรณีที่มีสนามบินสำรองสำหรับสนามบินปลายทาง (Destination alternate aerodrome) ต้องมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวนที่เพียงพอให้อากาศยานตั้งแต่ทำการบินไปใหม่ (Missed approach) จากสนามบินปลายทางไปยังสนามบินสำรองสำหรับสนามบินปลายทาง ไต่ระดับขึ้นจนถึงความสูงเส้นทางบินที่ต้องการ และเริ่มทำการร่อนลง (Approach) และลงจอด (Landing) สู่สนามบินสำรองสำหรับสนามบินปลายทาง หรือ
- กรณีกำหนดให้มีสนามบินสำรองสำหรับสนามบินปลายทาง 2 สนามบินนั้น ต้องมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวนเพียงพอที่สามารถทำให้อากาศยานบินไปยังสนามบินสำรองสำหรับสนามบินปลายทางซึ่งสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่า หรือ
- กรณีไม่มีสนามบินสำรองสำหรับสนามบินปลายทางนั้น ต้องมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวนเพียงพอที่สามารถทำให้อากาศยานบินวนเหนือสนามบินปลายทางในระดับความสูง 1,500 ฟุต เป็นระยะเวลา 15 นาทีในสภาพมาตรฐาน (Standard conditions) และ
- กรณีที่สนามบินที่อากาศยานจะทำการลงจอดเป็นสนามบินแบบโดดเดี่ยว (Isolated aerodrome) สำหรับอากาศยานแบบเครื่องยนต์ลูกสูบ ต้องมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงเพียงพอสำหรับทำการบินเป็นระยะเวลา 45 นาที บวกกับเวลาร้อยละ 15 ของเวลาที่ยวบินที่ความสูงระดับเพดานการบิน (Cruising level) รวมถึงเชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้าย (Final reserve fuel) หรือเป็นเวลาสองชั่วโมง แล้วแต่ว่าอย่างใดจะน้อยกว่า สำหรับอากาศยานแบบเครื่องยนต์กังหัน (Turbine engine aeroplane) ต้องมีปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงเพียงพอสำหรับทำการบินเป็นระยะเวลาสองชั่วโมงในอัตราการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิงที่ระดับความสูงเพดานบินปกติเหนือสนามบินปลายทาง รวมทั้งเชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้าย (Final reserve fuel)

- เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้าย (Final reserve fuel) เป็นปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวนเพียงพอที่ให้อากาศยานสามารถปฏิบัติการบินได้ดังนี้

  - อากาศยานที่ใช้เครื่องยนต์ลูกสูบ (Reciprocating engine aeroplane) สามารถทำการบินได้เป็นระยะเวลา 45 นาที ภายใต้ความเร็วและความสูงที่กำหนดโดยรัฐของผู้ดำเนินการเดินอากาศ หรือ

  - อากาศยานที่ใช้เครื่องยนต์กังหัน (Turbine engine aeroplane) สามารถทำการบินได้เป็นระยะเวลา 30 นาที ที่ความเร็วบินวน (Holding speed) ในระดับความสูง 450 เมตร หรือ 1,500 ฟุต เหนือสนามบิน (Aerodrome elevation) ในสภาพมาตรฐาน (Standard conditions)

- เชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติม (Additional fuel) เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่จำเป็นต้องมีเพิ่มเติม ในกรณีที่ได้คำนวณปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยาน ได้แก่ เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง (Trip fuel), เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองฉุกเฉิน (Contingency fuel), เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับสนามบินสำรอง (Destination alternate fuel) และเชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้าย (Final reserve fuel) ไม่เพียงพอสำหรับอากาศยานในกรณีดังต่อไปนี้

  - ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องใช้ในเหตุการณ์ระหว่างเครื่องยนต์ขัดข้อง (Engine failure) และเหตุการณ์สูญเสียความกดอากาศภายในอากาศยาน (Loss of pressurization) เพื่อสามารถทำให้อากาศยานทำการลดระดับไปสู่สนามบินสำรอง (Alternate aerodrome) โดยให้คำนึงถึงปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงในเหตุการณ์ที่ต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มากกว่าบนสมมติฐานที่ว่าเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นที่จุดวิกฤติที่สุดตามเส้นทางบิน (Critical point along the route) เพื่อทำให้อากาศยานทำการลดระดับไปสู่สนามบินสำรอง (Alternate aerodrome) และสามารถบินวนเหนือสนามบินที่ระดับความสูง 450 เมตรหรือ 1,500 ฟุต เป็นระยะเวลา 15 นาทีในสภาพมาตรฐาน (Standard conditions) และทำการบินเข้าหาและร่อนลงสนามบิน

  - อนุญาตให้อากาศยานปฏิบัติการบินโดยใช้ระบบขยายพิสัยการบิน (Extended Diversion Time Operations; EDTO) ตามที่กำหนดโดยรัฐของผู้ดำเนินการเดินอากาศ

  - ข้อกำหนดอื่น ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ข้างต้น

- เชื้อเพลิงอากาศยานเสริมพิเศษ (Discretionary fuel) เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่นักบินผู้ควบคุมเครื่องบิน (Pilot-In-Command; PIC) ขอเพิ่มเติมเป็นกรณีพิเศษ

4) ข้อแนะนำ ผู้ดำเนินการเดินอากาศ (Operators) ควรกำหนดค่าของเชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้ายออกมาหนึ่งค่าสำหรับอากาศยานในแต่ละประเภทและรุ่นของอากาศยานต่าง ๆ ในฝูงบิน โดยให้ทำการปัดเศษตัวเลขขึ้นมาที่เป็นค่าตัวเลขที่จำได้ง่าย

5) ห้ามเที่ยวบินปฏิบัติการบินเว้นแต่น้ำมันเชื้อเพลิงบนอากาศยานจะเป็นไปตาม

ข้อกำหนดของเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับขับเคลื่อนบนทางขับ เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองฉุกเฉิน เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับสนามบินสำรอง เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้าย และเชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติม หากแต่จำเป็น และจะไม่สามารถปฏิบัติการบินต่อจากจุดที่เปลี่ยนแปลงแผนการบินในระหว่างเที่ยวบินได้ หากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานไม่เป็นไปตามข้อกำหนดสำหรับเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองฉุกเฉิน เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับสนามบินสำรอง เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้าย และเชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติม หากแต่จำเป็น

6) โดยไม่คำนึงถึงข้อกำหนดของเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับขับเคลื่อนบนทางขับ เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองฉุกเฉิน เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับสนามบินสำรอง เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้าย และเชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติม รัฐของผู้ดำเนินการเดินอากาศต้องใช้ผลการประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัยแทนโดยแสดงให้เห็นว่าสามารถคงระดับความปลอดภัยไว้ได้ ซึ่งรวมถึงปัจจัยด้านการวางแผนคำนวณเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน ที่ประกอบไปด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงได้แก่ เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับขับเคลื่อนบนทางขับ เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองฉุกเฉิน เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับสนามบินสำรอง เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้าย และเชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติม โดยการประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัยต้องประกอบไปด้วยสิ่งต่อไปนี้

- การคำนวณเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับเที่ยวบิน
- ความสามารถของผู้ดำเนินการเดินอากาศ ซึ่งได้แก่ การคำนวณปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานด้วย Data-Driven method ซึ่งรวมถึงระบบการเฝ้าติดตามอัตราการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิง (A Fuel Consumption Monitoring Programme) และ/หรือ การเลือกวางแผนสนามบินสำรองในการวางแผนการบิน และ
- มาตรการบรรเทาผลกระทบเฉพาะ

7) การใช้เชื้อเพลิงอากาศยานหลังจากที่เริ่มทำการบินไปแล้วเพื่อจุดประสงค์อื่นที่นอกเหนือไปจากที่ได้วางแผนไว้ จะต้องทำการวิเคราะห์การวางแผนปฏิบัติการบินอีกครั้ง และถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลง ต้องมีการวางแผนปฏิบัติการบินใหม่

2.1.3 รูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินของสายการบิน

สำหรับรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินของสายการบินซึ่งทำการวางแผนโดยพนักงานอำนวยการบิน ประกอบไปด้วยสองรูปแบบ คือ

1) แบบ Minimum fuel รูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศด้วยรูปแบบ Minimum fuel เป็นรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานที่เพียงพอสำหรับหนึ่งเที่ยวบินเท่านั้น

ซึ่งประกอบไปด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงในส่วนต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดของน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนต่าง ๆ ตามหัวข้อ 2.1.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยาน (Fuel Requirement) ดังต่อไปนี้

- เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับขับเคลื่อนบนทางขับ (Taxi fuel)
- เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง (Trip fuel)
- เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองฉุกเฉิน (Contingency fuel)
- เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับสนามบินสำรอง (Destination alternate fuel)
- เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้าย (Final reserve fuel)
- เชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติม (Additional fuel)

2) แบบ Tanker fuel รูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศด้วยรูปแบบ Taker fuel เป็นรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานที่มีการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเที่ยวบินถัดไปด้วย ซึ่งยังแบ่งรูปแบบย่อยออกเป็นอีกสองส่วน ได้แก่

- Full tankering หรือ Thru tankage เป็นการวางแผนเติมน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งขาไปและขากลับ โดยไม่จำเป็นต้องเติมน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติมที่สนามบินปลายทางอีกครั้ง
- Partial tankering หรือ Economy tankage เป็นการวางแผนเติมน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งขาไปและขากลับเพียงบางส่วน จำเป็นต้องมีการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติมที่สนามบินปลายทางอีกครั้ง ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบ Full tankering หรือ Thru tankage เนื่องจากข้อกำจัดในด้านสมรรถนะอากาศยานและด้านความปลอดภัย เช่น น้ำหนักของอากาศยานที่จะทำการลงจอดที่สนามบินปลายทาง หรือน้ำหนักของอากาศยานที่จะทำการวิ่งขึ้นที่สนามบินต้นทาง เป็นต้น และเพื่อผลประโยชน์ของสายการบิน เช่น การจะต้องเหลือน้ำหนักของอากาศยานบางส่วนเพื่อรองรับผู้โดยสารที่ไม่ได้ทำการสำรองที่นั่งล่วงหน้า

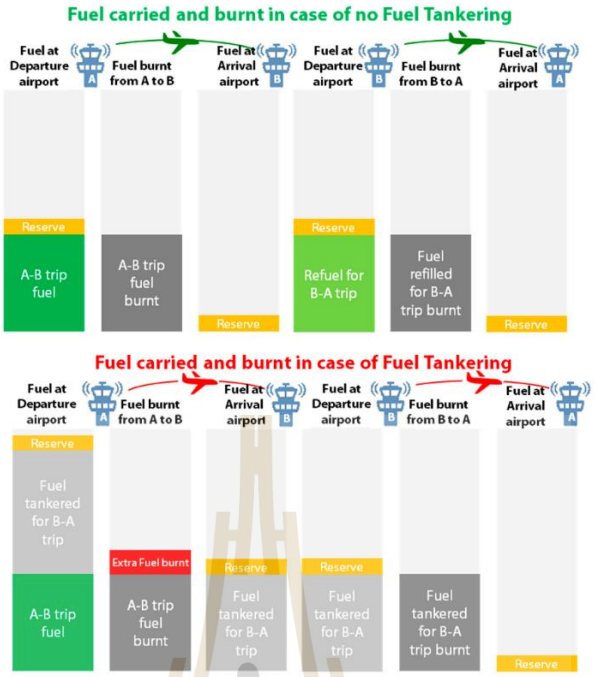
รูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศด้วยรูปแบบ Taker Fuel ประกอบไปด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับขับเคลื่อนบนทางขับ
- เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง
- เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองฉุกเฉิน
- เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับสนามบินสำรอง
- เชื้อเพลิงอากาศยานสำรองสุดท้าย
- เชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติม
- เชื้อเพลิงอากาศยานเพิ่มเติมสำหรับเที่ยวบินถัดไป (Tanker Fuel)

Laurent Tabernier และคณะ (2021) ได้กล่าวถึงข้อมูลที่สายการบินนิยมที่จะวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานแบบ Tanker fuel ไว้ในเอกสารบทความเรื่อง “Fuel Tankering: Economic Benefits and Environmental Impact for Flights Up to 1500 NM (Full tankering) and 2500 NM (Partial tankering)” กล่าวว่า การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานแบบ Tanker fuel ของสายการบินมีเหตุผลด้วยสองประการหลัก คือ

- การที่สายการบินไม่ต้องการที่จะเติมเชื้อเพลิงอากาศยาน ณ สนามบินปลายทาง เพื่อหลีกเลี่ยงสถานการณ์ดังต่อไปนี้
  - การหยุดชะงักของสังคม (Social disruption)
  - ความล้มเหลวทางเทคนิคของระบบติดตั้งการเติมเชื้อเพลิงอากาศยาน
  - การขาดแคลนเชื้อเพลิงอากาศยาน ณ สนามบินปลายทาง
  - การปนเปื้อนของเชื้อเพลิงอากาศยาน ณ สนามบินปลายทาง
  - ระยะเวลาในการปฏิบัติงานบริเวณหลุมจอดข้างเครื่องอากาศยานไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน (Turnaround times) เช่น การปฏิบัติการเติมเชื้อเพลิง การขนถ่ายสัมภาระหรือสินค้าข้างอากาศยาน เป็นต้น
  - การป้องกันการล่าช้าสะสมของเที่ยวบิน
- เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงอากาศยานให้กับสายการบิน เมื่อราคาของเชื้อเพลิงสนามบินต้นทาง มีราคาที่ถูกกว่ากว่าสนามบินปลายทางเป็นอย่างมาก

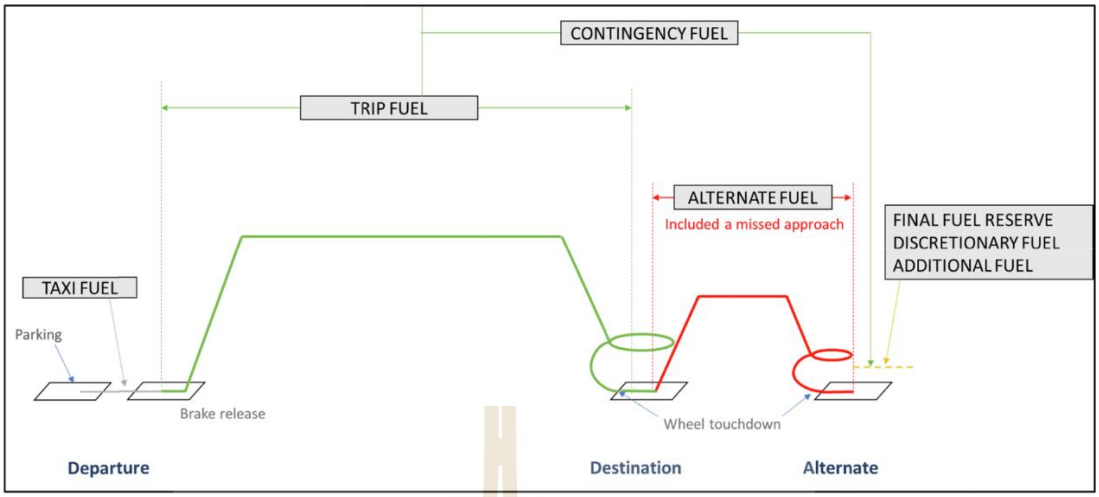
การวางแผนอากาศเชื้อเพลิงแบบ Tanker fuel มีข้อดีสำหรับสายการบินมากมาย แต่ในขณะเดียวกัน การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานรูปแบบนี้ก็มีข้อเสียเช่นเดียวกัน โดยเที่ยวบินที่ทำการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานแบบ Tanker fuel จะมีน้ำหนักอากาศยานมากกว่ารูปแบบ Minimum fuel ทำให้มีการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อพลิงที่มากกว่าปกติประมาณร้อยละ 4 ต่อชั่วโมง ดังภาพที่ 2.3 ที่แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบปริมาณของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ทำการบรรทุกไปกับอากาศยานและปริมาณของการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างการวางแผนเติมน้ำมันอากาศยานแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel นอกจากนั้นการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานแบบ Tanker fuel จะต้องมีการพิจารณาหลาย ๆ ปัจจัยด้วยความรอบคอบ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติการบิน เช่น ค่าน้ำหนักสูงสุดของอากาศยานเพื่อทำการวิ่งขึ้น (Regulated takeoff weight; RTOW) ค่าน้ำหนักสูงสุดในการลงจอดที่สนามบินปลายทาง(Maximum structural landing weight; MLW) น้ำหนักของผู้โดยสาร สัมภาระ สินค้าและไปรษณียภัณฑ์ (Payload) (เอกสารคู่มือปฏิบัติงานพนักงานอำนวยการบิน (Dispatch manual) ของสายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง, 2566)



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างเปรียบเทียบปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานที่ทำการบรรทุกไปในเที่ยวบินและปริมาณการเผาผลาญเชื้อเพลิงอากาศยานระหว่างการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel

ที่มา Laurent Tabernier และคณะ (2021)

โดยการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานตั้งแต่ทำการวิ่งขึ้นจากสนามบินต้นทางจนถึงสนามบินปลายทาง สามารถสรุปได้ดังตามภาพที่ 2.4 ที่แสดงส่วนประกอบของน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานที่ต้องใช้สำหรับหนึ่งเที่ยวบิน ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ



ภาพที่ 2.4 ส่วนประกอบของน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานแต่ละส่วนที่ใช้ในการปฏิบัติการบิน ตั้งแต่สนามบินต้นทางจนถึงสนามบินปลายทาง

ที่มา Nga Yung Agnes Tang และคณะ (2020)

เอกสารคู่มือการทำงาน (Dispatch manual) ของพนักงานอำนวยการบินของสายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง (2022) ได้ทำการสรุปน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนต่าง ๆ ของรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel ดังแสดงตารางที่ 2.1 โดยนักบินผู้ควบคุมอากาศยาน (PIC) จะเป็นผู้พิจารณาน้ำหนักที่ก่อให้เกิดรายได้แก่สายการบิน (Payload) เพื่อคำนวณปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงสูงสุดที่จะบรรทุกไปกับอากาศยานโดยต้องสอดคล้องกับข้อจำกัดในการปฏิบัติการบิน เพื่อให้แน่ใจว่าการปฏิบัติการบินต้องมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ และจะไม่ควรวางแผนเติมน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานแบบ Tanker fuel เนื่องจากข้อจำกัดของน้ำหนักอากาศยานที่ส่งผลต่อการปฏิบัติการบิน ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- ทางวิ่งที่ทำการวิ่งขึ้น (Take-off Runway) เปียกและระยะทางน้อยเกินกว่าที่สมรรถนะของอากาศยานจะทำการวิ่งขึ้นได้
- ทางวิ่งที่ทำการวิ่งขึ้น (Take-off runway) มีการปนเปื้อน
- ทางวิ่งที่ทำการลงจอด (Landing runway) มีการคาดการณ์ว่าจะมีการปนเปื้อน

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับเที่ยวบิน

Taxi fuel	The amount of fuel expected to be consumed before take-off which typically takes into account "local conditions" at the depart are aerodrome and auxiliary power unit (APU) fuel consumption.
+ **Trip fuel**	Takeoff, climb, cruise, descent, approach, and landing with consideration for NOTAMs, Meteorological reports, Traffic, and MEL / CDL
+ **Contingency fuel**	5% of trip fuel; but not less than fuel for 5 minutes at holding speed at 1,500 feet above the ground with consideration for deviations from individual airplane consumption, meteorological conditions, routing conditions
+ **Alternate fuel**	Missed approach at destination airport, climb, cruise, descend and conduct approach and landing at destination alternate airport
+ **Final reserve fuel**	30 minutes at holding speed 1,500 feet above destination airport alternate, or destination airport without an alternate using the mass on arrival.
+ **Additional Fuel**	Supplementary amount of fuel required if the minimum of fuel calculated above is not sufficient to a) allow the airplane to descend as necessary to an alternate airport in the event of engine failure or loss of pressurization, whichever requires the greater amount of fuel based upon the assumption such failure occurs at the most critical point along the route plus fly for 15 minutes at holding speed 1,500 feet above airport elevation in standard conditions and make an approach and landing. b) meet additional requirements not covered above.
= Minimum fuel required for flight	
+ **Tankering fuel** (Amount of fuel required by company policy for economical reason.)	
+ **Discretionary fuel** (Extra amount of fuel carried at the discretion of the Pilot in command)	
= Actual takeoff fuel	
= Total fuel on board	

ที่มา เอกสารคู่มือปฏิบัติงานพนักงานอำนวยการบินของสายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง (2566)

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

2.2.1 ความเป็นมาของโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation; CORSIA)

ธวัชชัย แสงคำสุข (2562) กล่าวถึงความเป็นมาของโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ไว้ในเอกสารบทความ “ปณิธานระดับโลก” ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ กับการพัฒนาอุตสาหกรรมการบินคาร์บอนต่ำ (Global aspirational goal)” กล่าวว่า การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ดำเนินการโดยองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ซึ่งเป็นทบวงการชำนัญพิเศษแห่งสหประชาชาติ (Specialized Agency of the United Nations: UN) โดยองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศได้อธิบายมาตรการและกฎกติการะหว่างประเทศ สำหรับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคนี้อย่างต่อเนื่อง

การประชุมสมัชชาองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สมัยที่ 37 (the 37th session of the ICAO Assembly ในปี พ.ศ. 2553) ได้รับรองจุดมุ่งหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการบินระหว่างประเทศ “Global reduction target goals" โดยมี 2 เป้าหมายหลักดังนี้

1) การปรับปรุงประสิทธิภาพการประหยัดเชื้อเพลิงอากาศยานในอัตราร้อยละ 2 ต่อปีและ

2) รักษาเสถียรภาพการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ภาคการบินระหว่างประเทศทั่วโลก ไว้ที่ระดับการปล่อยในปี ค.ศ. 2020 (เรียกว่า “Carbon Neutral Growth From 2020")

นอกจากนี้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวที่ประชุมสมัชชาได้กำหนด 4 มาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดังต่อไปนี้ (เรียกว่า "Basket of measures")

1) การใช้เทคโนโลยีเครื่องบินแบบใหม่ (Aircraft technology)

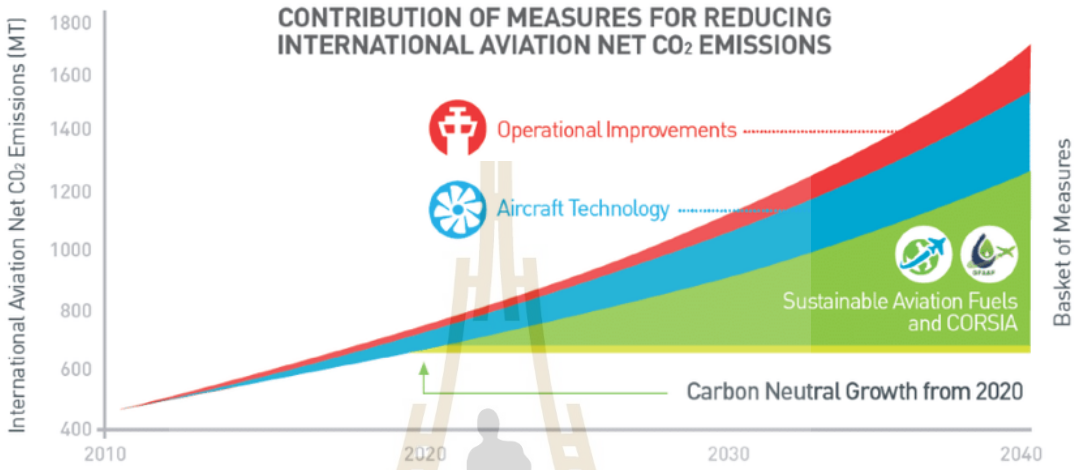
2) การปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน (Operational improvements / airports)

3) การใช้เชื้อเพลิงหมุนเวียน (Sustainable Aviation Fuel; SAF)

4) มาตรการตลาด (Market-Based Measures - MBM)

การประชุมสมัชชาสมัยที่ 38 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ได้พิจารณาถึงการประเมินแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการบินของโลก และประเมินมาตรการสนับสนุนต่าง ๆ เพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคการบิน (เทคโนโลยีเครื่องบินและเครื่องยนต์

การปรับปรุงการปฏิบัติงาน และเชื้อเพลิงทดแทน) เพื่อประเมินทิศทางในการบรรลุเป้าหมาย Global Aspirational Goals ที่รับรองในการประชุมสมัชชาสมัยที่ 37 ซึ่งแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการบินระหว่างประเทศแสดงตามดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการบินระหว่างประเทศและสี่มาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของภาคการบิน

ที่มา ICAO (2019, อ้างอิงใน Milos Strouhal, 2020)

นอกจากนี้ องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศได้พัฒนาวิธีการเพื่อให้องค์กรต่าง ๆ สามารถรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการบินระหว่างประเทศอย่างต่อเนื่อง เพื่อเสนอต่ออนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (The United Nations Framework Convention on Climate Change; UNFCCC) ตามที่ได้ตกลงกันไว้ในการประชุมสมัชชาสมัยที่ 37

การประเมินแนวโน้มการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดังกล่าว ได้ใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจในระหว่างการประชุมสมัชชาสมัยที่ 38 ซึ่งได้มีการรับรองเป้าหมาย The Global Aspirational Goals ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงลงร้อยละ 2 ต่อปีและเพื่อรักษาระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้อยู่ในระดับเดิม ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2563 (Carbon Neutral Growth from 2020)

เป้าหมาย Carbon neutral growth from 2020 จะไม่สามารถบรรลุได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยการใช้เพียงมาตรการการใช้เทคโนโลยีเครื่องบินแบบใหม่ (Aircraft technology) การปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน (Operational improvements / airports) และการใช้

เชื้อเพลิงหมุนเวียน (Sustainable aviation fuels)เท่านั้น ดังนั้นมาตรการตลาดระหว่างประเทศ (Global Market-Based Measures; GMBM) จึงได้การรับรองในการประชุม สมัชชาสมัยที่ 39 เมื่อปี พ. ศ. 2559 เพื่อให้เป็นส่วนเสริมมาตรการอื่น ๆ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบินระหว่างประเทศ โดยได้ตั้งชื่อเป็น กลไกชดเชยและการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับการบินระหว่างประเทศ หรือ Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA) โดย CORSIA จะเริ่มดำเนินการแบบสมัครใจในช่วงแรกตั้งแต่ปีพ.ศ. 2564 และสายการบินจะสามารถซื้อคาร์บอนเครดิตเพื่อชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามที่กำหนดไว้ และจะถูกบังคับกับทุกสายการบินในภายหลัง

สำหรับประเทศไทย ที่ประชุมคณะกรรมการการบินพลเรือน (กบร.) ครั้งที่ 11 ปีพ.ศ. 2564 นำโดยนายศักดิ์สยาม ชิดชอบ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม ในฐานะประธานกรรมการการบินพลเรือน ได้ให้ความเห็นชอบให้ประเทศไทยร่วมมือกับองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ(ICAO) ในการยกระดับมาตรการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการการบิน โดยมีความเห็นชอบในร่างข้อบังคับสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (กพท.) ว่าด้วยการตรวจวัดและการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการการบินเพื่อขับเคลื่อนนโยบายความร่วมมือกับองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และกลุ่มประเทศผู้นำอุตสาหกรรมการบินในการยกระดับมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมแบบเข้มข้น

ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการ Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA) ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศเป็นกลุ่มประเทศแรกในระยะนำร่อง (Pilot phase) โดยเริ่มตั้งแต่ปีพ.ศ. 2564 จึงต้องปฏิบัติตามพันธกรณีในการสนับสนุนให้บรรลุเป้าหมายการรักษาระดับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิของภาคการบินพลเรือนระหว่างประเทศไม่ให้เกินกว่าระดับปริมาณสุทธิของปีพ.ศ. 2563 โดยใช้กลไกการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งไทยจะต้องเริ่มส่งข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผู้ดำเนินการเดินอากาศ เช่น สายการบิน ให้แก่องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2564 เป็นต้นไป

สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (CAAT) จึงต้องกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการรายงานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สอดคล้องกับภาคผนวกของอนุสัญญาว่าด้วยการบินพลเรือนระหว่างประเทศตามข้อสรุปของคณะทำงานจัดทำแนวทางพัฒนากฎหมายสิ่งแวดล้อมการบิน (EV-WG) เพื่อทบทวนกฎหมายและกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง ทั้งกฎหมายระหว่างประเทศและกฎหมายภายในประเทศ ซึ่งครอบคลุมภาคผนวกแนบท้ายอนุสัญญา ฯ กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมของไทย หลักเกณฑ์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกภาคการบิน และเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมการบิน โดยสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยได้

เสนอและปรับปรุงร่างข้อบังคับ กพท. ฉบับที่ 23 ว่าด้วยการตรวจวัดและการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการการบิน เพื่อใช้สำหรับการกำกับดูแลผู้ดำเนินการเดินอากาศและผ่านการรับฟังความคิดเห็นเมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 โดยได้นำผลการประชุมรับฟังความคิดเห็นมาปรับปรุงเรียบร้อย จนได้จัดทำร่างข้อบังคับฯ ฉบับสมบูรณ์ เพื่อเสนอต่อคณะกรรมการการบินพลเรือน

โดยร่างข้อบังคับฯ มีหลักการและสาระสำคัญ คือ ผู้ดำเนินการเดินอากาศต้องจัดเก็บข้อมูลและรายงานข้อมูลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้และสถิติการจราจรทางอากาศโดยรวมในแต่ละปีต่อสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยตามรูปแบบและรายการที่กำหนดไว้ สำหรับผู้ดำเนินการเดินอากาศที่มีเที่ยวบินระหว่างประเทศที่อากาศยานมีมวลวิ่งขึ้นสูงสุดมากกว่า 5,700กิโลกรัม ต้องจัดให้มีการประเมินเบื้องต้นสำหรับข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบปี และส่งผลการประเมินเบื้องต้นดังกล่าวพร้อมทั้งเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องต่อสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย นอกจากนี้ผู้ดำเนินการเดินอากาศรายใดที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเที่ยวบินระหว่างประเทศสำหรับอากาศยานที่มีมวลวิ่งขึ้นสูงสุดมากกว่า 5,700 กิโลกรัมในรอบปีใด รวมกันมากกว่าหนึ่งหมื่นเมตริกตัน ต้องจัดให้มีร่างแผนตรวจวัดและรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซที่ได้ดำเนินการสอดคล้องตามแผนตรวจวัดที่ได้รับการอนุมัติ

ทั้งนี้ เมื่อร่างข้อบังคับฯ ได้รับการอนุมัติและนำไปปฏิบัติ จะทำให้มั่นใจได้ว่าประเทศไทยจะสามารถดำเนินมาตรการ CORSIA ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสนับสนุนในการจัดการข้อมูลก๊าซเรือนกระจกภาคการบินของประเทศไทยอีกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2.2 แนวทางและข้อกำหนดเกี่ยวกับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

"Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)" หรือโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ เป็นกลไกรูปแบบหนึ่งของมาตรการตลาดระดับโลก (Global MBM) โดย CORSIA เป็นกลไกแรกของมาตรการตลาดระดับโลกสำหรับภาคอุตสาหกรรมการบิน ซึ่งเป็นมาตรการเสริมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการบินเพื่อบรรลุเป้าหมาย ICAO's global aspirational goal of carbon neutral growth from 2020 (CNG 2020) และยังเป็นมาตรการที่จะรวมอยู่ในแผนปฏิบัติการของประเทศ (State's action plan)

1) ขอบเขตและระยะดำเนินการ โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

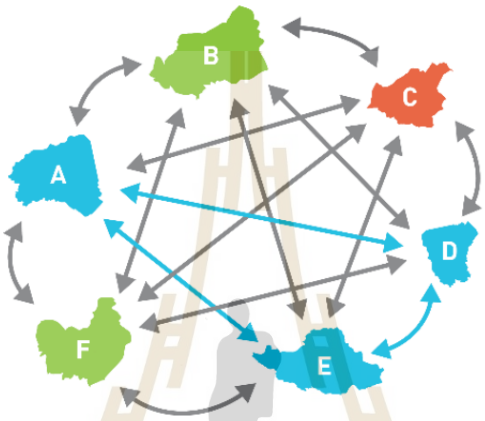
สมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (International Air Transport Association; IATA) กล่าวถึงระยะเวลาดำเนินการของโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ไว้ในเอกสาร "An Airline Handbook on CORSIA" (2019) กล่าวว่า ตามมติสมัชชาองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ สมัยที่ 39 โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ จะดำเนินการแบ่งเป็นระยะเนื่องจากเงื่อนไขความสามารถ ความพร้อมในการเข้าร่วมโครงการของแต่ละรัฐภาคี และข้อกำหนดของเงื่อนไขการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเริ่มจากการมีส่วนร่วมของประเทศโดยความสมัครใจ ตามด้วยการมีส่วนร่วมของทุกประเทศ (ยกเว้นประเทศที่ได้รับการยกเว้นจากข้อกำหนด เช่น ประเทศพัฒนาน้อยที่สุดและประเทศหมู่เกาะ) ดังต่อไปนี้

- ระยะนำร่อง หรือ Pilot phase และระยะที่หนึ่ง หรือ First phase

ระยะนำร่อง (Pilot phase) จะเริ่มจากปี ค.ศ. 2021 ถึง 2023 และระยะที่หนึ่ง (First phase) จะดำเนินการจากปีค.ศ. 2024 ถึง 2026 โดยข้อกำหนดการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะกำหนดใช้เฉพาะเที่ยวบินระหว่างประเทศที่สมัครใจเข้าร่วมในระยะนำร่องและ/หรือระยะที่หนึ่ง ดังภาพที่ 2.6 ที่แสดงตัวอย่างเที่ยวบินระหว่างประเทศของประเทศ A E และ D ที่ได้เข้าร่วมโครงการในระยะนำร่องและระยะที่หนึ่ง โดยผู้ดำเนินการเดินอากาศซึ่งเข้าร่วมโครงการที่ทำการบินระหว่างประเทศซึ่งแสดงตามเส้นลูกศรสีฟ้า จะต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถึงแม้ว่าผู้ดำเนินการเดินอากาศจะตั้งอยู่ในประเทศที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการก็ตาม แต่เมื่อเที่ยวบินระหว่างประเทศที่ทำการบินไปในประเทศที่ยังไม่ได้เข้าร่วมโครงการในทั้งสองระยะนี้จะได้รับการยกเว้นจากข้อกำหนดของการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งแสดงเป็นเส้นลูกศรสีเทาที่แสดงถึงเที่ยวบินที่ทำ

การบินระหว่างประเทศ B F และ C โดยที่ทั้งสามประเทศไม่ได้เข้าร่วมโครงการ จึงได้รับข้อยกเว้นจากข้อกำหนดดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเที่ยวบินระหว่างประเทศทั้งหมด รวมถึงเที่ยวบินที่ได้รับการยกเว้นจากข้อกำหนดการชดเชย จะต้องได้รับการตรวจสอบและรายงานเป็นประจำในทุก ๆ ปี



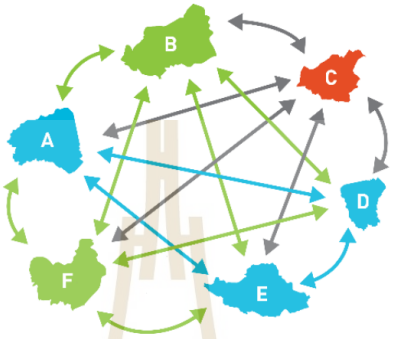
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างของเที่ยวบินระหว่างประเทศที่ทำการบินระหว่างประเทศที่ได้เข้าร่วมโครงการ CORSIA ในระยะนำร่อง (Pilot phase) และระยะที่หนึ่ง (First phase)

ที่มา เอกสาร An Airline Handbook on CORSIA (IATA, 2019)

- ระยะที่สอง หรือ Second phase

ระยะที่สอง (Second phase) จะเริ่มจากปี ค.ศ. 2027 ถึง 2035 จะใช้กับทุกประเทศที่มีสัดส่วนการบินระหว่างประเทศในปี ค.ศ. 2018 มากกว่าร้อยละ 0.5 ของปริมาณการขนส่งรวมคิดเป็นตัน – กิโลเมตร (Revenue – Tonne – Kilometers; RTK) หรือรายชื่อประเทศที่มีสัดส่วน RTK สะสมนับจากระดับสูงสุดถึงต่ำสุด รวมกันได้ร้อยละ 90 ของ RTK ทั้งหมด ยกเว้นประเทศที่พัฒนาน้อยที่สุด (Least Developed Country; LDC) ประเทศที่หมู่เกาะขนาดเล็ก (Small Island Developing states; SIDS) และประเทศกำลังพัฒนาที่ไม่มีทางออกสู่ทะเล (Landlocked Developing Countries; LLDC) เว้นเสียแต่ว่าสมัครใจที่จะเข้าร่วมในระยะที่สอง โดยแสดงตัวอย่างได้จากภาพที่ 2.7 ที่แสดงถึงเที่ยวบินระหว่างประเทศที่ต้องอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยกเว้นแต่เพียงประเทศ C สัญลักษณ์สีส้มที่เป็นตัวแทนของประเทศที่ได้รับการยกเว้นจากข้อกำหนด และองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศระบุว่า ประเทศที่ตั้งใจจะเข้าร่วมโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการ

เดินอากาศ อาจเข้าร่วมโครงการตั้งแต่ต้นปีที่กำหนด และควรแจ้งการตัดสินใจเข้าร่วมต่อองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศภายในวันที่ 30 มิถุนายน ในปีก่อนหน้าที่จะเข้าร่วม ซึ่งสรุปได้ดังภาพที่ 2.8 ที่แสดงข้อมูลสรุปเกี่ยวกับระยะเวลาในการมีส่วนร่วมกับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างของเที่ยวบินระหว่างประเทศในระยะสอง (Second phase)

ที่มา เอกสาร An Airline Handbook on CORSIA (IATA, 2019)

ภาพที่ 2.8 ระยะเวลาในการมีเข้าร่วมกับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศของรัฐภาคี

ที่มา Air Transport Action Group (2019)

ปัจจุบันองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศได้ประกาศรายชื่อประเทศทั้งหมด 125 ประเทศที่ได้เข้าร่วมโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2567 ในเอกสาร “CORSIA States for Chapter 3 State Pairs” (2023) ตารางที่ 2.2 แสดงรายชื่อประเทศทั้งหมดที่เข้าร่วมโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศดังนี้

ตารางที่ 2.2 รายชื่อของประเทศที่เข้าร่วมโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

Afghanistan	Estonia	Malaysia	Rwanda
Albania	Finland	Maldives	Saint Kitts and Nevis
Antigua and Barbuda	France	Mali	Saint Vincent and the Grenadines
Armenia	Gabon	Malta	Samoa
Australia	Gambia	Marshall Islands	San Marino
Austria	Georgia	Mauritius	Saudi Arabia
Azerbaijan	Germany	Mexico	Serbia
Bahamas	Ghana	Micronesia (Federated States of)	Seychelles
Bahrain	Greece	Monaco	Sierra Leone
Barbados	Grenada	Montenegro	Singapore
Belgium	Guatemala	Namibia	Slovakia
Belize	Guyana	Nauru	Slovenia
Benin	Haiti	Netherlands	Solomon Islands
Bosnia and Herzegovina	Honduras	New Zealand	South Sudan
Botswana	Hungary	Nigeria	Spain
Bulgaria	Iceland	North Macedonia	Suriname
Burkina Faso	Indonesia	Norway	Sweden
Cambodia	Ireland	Papua New Guinea	Tonga
Cameroon	Israel	Philippines	Trinidad and Tobago
Canada	Italy	Poland	Türkiye
Cook Islands	Jamaica	Oman	Tuvalu
Costa Rica	Japan	Palau	Uganda
Côte d'Ivoire	Kazakhstan	Papua New Guinea	Ukraine
Croatia	Kenya	Philippines	United Arab Emirates

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.2 รายชื่อของประเทศที่เข้าร่วมโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (ต่อ)

Cuba	Kiribati	Poland	United Kingdom
Cyprus	Kuwait	Portugal	United Republic of Tanzania
Czechia	Latvia	Qatar	United States
Democratic Republic of the Congo	Lithuania	Republic of Korea	Uruguay
Denmark	Luxembourg	Republic of Moldova	Vanuatu
Dominican Republic	Madagascar	Romania	Zambia
El Salvador	Malawi	Switzerland	Zimbabwe
Equatorial Guinea	Oman	Thailand	
Iraq	Palau	Timor-Leste	

ที่มา CORSIA States for Chapter 3 State Pairs, ICAO (2023)

2) ความเหมาะสมของหน่วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Eligibility of emissions units)

ผู้ดำเนินการเดินอากาศแต่ละรายต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือเรียกว่าการ Offset ภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ โดยสามารถซื้อและยกเลิกหน่วยการปล่อยก๊าซที่เหมาะสม (Eligible emissions units) โดยมติสมัชชา สมัยที่ 39 ระบุว่า สภาองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (The Council) จะพิจารณารับรองมาตรฐานและแนวทางปฏิบัติที่แนะนำ (Standards and Recommended Practices; SARPs) และหลักเกณฑ์พิจารณาหน่วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสม หรือ Emissions Unit Criteria (EUC) ภายในปี พ.ศ. 2562 (2019) โดยคำนึงถึงการพัฒนาที่เกี่ยวข้องภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติ (United Nations Framework Convention on Climate Change; UNFCCC) และข้อ 6 ของความตกลงปารีส (Paris agreement) โดยปัจจุบันมีการประกาศรายชื่อโปรเจคของหน่วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมแล้วในเอกสารขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ที่ชื่อว่า “CORSIA Eligible Emissions Units” ฉบับที่ 7 ของปี ค.ศ. 2022

ตัวอย่างของการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้มาตรฐานและได้รับการรับรองจากองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ โดยผู้ดำเนินการเดินอากาศสามารถซื้อหน่วยสิทธิ์การปล่อยก๊าซ (Eligible emissions unit) จากโครงการต่าง ๆ ทั้งจากในประเทศที่ผู้ดำเนินการเดินอากาศได้ทำการปฏิบัติการบินไปในประเทศนั้น ๆ หรือในประเทศที่กำลังพัฒนาก็ได้ อาทิเช่น โครงการที่เกี่ยวกับพลังงานลม การฝังกลบก๊าซมีเทน ประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของชุมชนขนาดเล็ก หรือโครงการเตาปรุงอาหารสะอาด เป็นต้น

สำหรับการซื้อหน่วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Eligible emissions unit) ผู้ดำเนินการเดินอากาศสามารถซื้อหน่วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้หลากหลายวิธี ดังต่อไปนี้

- ผู้พัฒนาโครงการ (Project developers) ผู้ดำเนินการเดินอากาศสามารถซื้อหน่วยการปล่อยก๊าซได้โดยตรงจากบุคคลหรือองค์กรที่ประสานงานเกี่ยวข้องกับโครงการชดเชยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- นายหน้า (Brokers) เนื่องจากหน่วยการปล่อยก๊าซเป็นสินค้าที่จับต้องไม่ได้ที่มีการซื้อขายในตลาดแลกเปลี่ยน วิธีทั่วไปในการซื้อหน่วยการปล่อยก๊าซคือผ่านผู้ค้าในตลาดหรือนายหน้า นายหน้าจะค้นหาหน่วยการปล่อยก๊าซที่ตอบสนองความต้องการต่อข้อกำหนดเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของผู้ประกอบการ และแนะนำผู้ซื้อให้กับผู้ขาย
- ตัวแทนจัดหา (Aggregators) ตัวแทนจัดหาจะมีการพัฒนา Portfolio ของโครงการชดเชยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากหลากหลายโครงการ เพื่อนำเสนอโครงการเหล่านี้กับผู้ดำเนินการเดินอากาศ
- ผู้ค้าปลีก / ค้าส่ง (Retailer / Wholesale) บางองค์กรมีการขายหน่วยการปล่อยก๊าซเพื่อทำการชดเชยการปล่อยก๊าซให้กับสาธารณชนทั้งในแบบปริมาณน้อยหรือมาก

ปัจจุบันสภาองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (The council) ได้มีการประกาศรายชื่อโปรแกรมการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และหน่วยความเหมาะสมของหน่วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการรับรองจากองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศไว้ในเอกสาร “CORSIA Eligible Emissions Units” (2022) ซึ่งมีทั้งหมด 8 โปรแกรมสำหรับทำการชดเชยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระยะนำร่อง (Pilot phase) ในปี ค.ศ. 2021 ถึง 2023 ดังนี้

- American Carbon Registry (ACR)
- Architecture for REDD+ Transactions (ART)
- China Greenhouse Gas (GHG) Voluntary Emission Reduction Program
- Clean Development Mechanism (CDM)
- Climate Action Reserve (CAR)

- Global Carbon Council (GCC)
- The Gold Standard (GS)
- Verified Carbon Standard (VCS)

2.2.3 ระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซ (Monitoring, Reporting and Verification; MRV)

องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศได้กำหนดให้แต่ละประเทศและผู้ดำเนินการเดินอากาศ ให้จัดทำระบบการตรวจวัด ตรวจสอบและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยสามารถแบ่งออกเป็นสามระบบ คือ 1) ระบบตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Monitoring) ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงในแต่ละเที่ยวบินและคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2) ระบบรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Reporting) ซึ่งเป็นการรายงานข้อมูลเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างผู้ดำเนินการเดินอากาศ ประเทศและองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และ3) ระบบการตรวจสอบข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Verification) ซึ่งเป็นการตรวจสอบข้อมูลการปล่อยก๊าซก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้รายงานไปแล้วเพื่อให้มั่นใจว่ามีความครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์เพื่อหลีกเลี่ยงการแสดงข้อมูลที่ผิดพลาด โดยสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ กล่าวถึงรายละเอียดถึงระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซ (Monitoring, Reporting and Verification; MRV) ไว้ในเอกสาร “An Airline Handbook on CORSIA” (2019) ดังต่อไปนี้

1) ระบบตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Monitoring) ผู้ดำเนินการเดินอากาศทั้งหมดที่ทำการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 10,000 ตัน จะต้องมีการรายงานการปล่อยก๊าซเป็นประจำทุกปี โดยเริ่มทำการติดตาม (Monitor) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2019 เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซ (Monitoring, Reporting and Verification; MRV) ของการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ผู้ดำเนินการเดินอากาศแต่ละสายจำเป็นต้องพัฒนาแผนตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยแผนตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับผู้ดำเนินการเดินอากาศ ฝูงบิน และการปฏิบัติการบิน และยังต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการตรวจวัดที่จะใช้โดยผู้ดำเนินการเดินอากาศเพื่อตรวจสอบการใช้เชื้อเพลิงอากาศยานและคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

แผนตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความสำคัญต่อกระบวนการตรวจสอบ (Verification process) เป็นอย่างมาก โดยจะช่วยให้ผู้ตรวจสอบมีความเข้าใจขั้นตอนของ

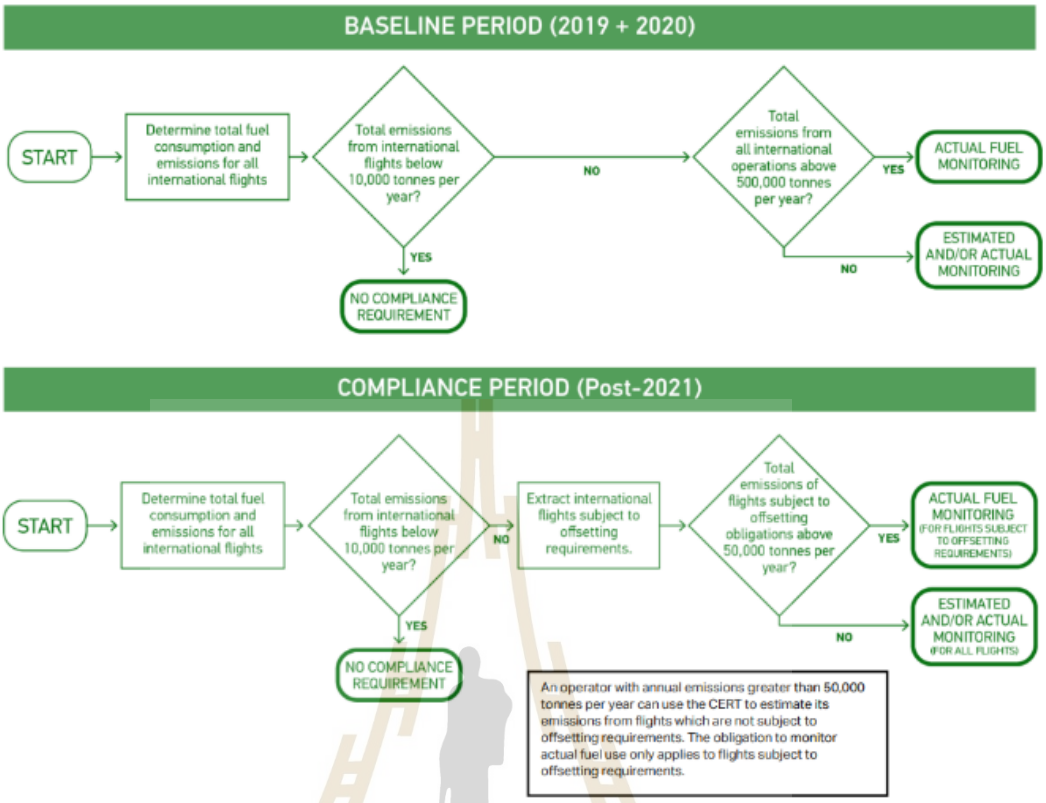
วิธีการวัดที่ผู้ดำเนินการเดินอากาศทำการเลือกและทำการอนุมัติแผนโดยหน่วยงานกำกับดูแล รวมถึงทำการตรวจสอบว่าได้นำไปใช้อย่างถูกต้องหรือไม่

โดยแผนตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถแบ่งได้เป็นสองวิธีการหลัก คือ

- แผนตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบบง่าย หรือ Simplified monitoring

ผู้ดำเนินการเดินอากาศที่มีใช้แผนตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบบง่าย (Simplified monitoring) ไม่จำเป็นต้องมีการตรวจสอบปริมาณการใช้เชื้อเพลิงอากาศในแต่ละเที่ยวบิน แต่อาจจะมีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ICAO CORSIA CO_2 Estimation and Reporting Tool (CERT) หรือเครื่องมือประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ โดยเป็นเครื่องมือที่พัฒนาโดยองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ซึ่งเครื่องมือ CERT จะใช้ CO_2 Estimation Models (CEMs) เพื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเที่ยวบิน โดยพิจารณาระยะทางแบบ Great circle distance หรือชั่วโมงบินของอากาศยานในแต่ละประเภทรุ่น และในปี ค.ศ. 2019 – 2020 ซึ่งเป็นฐานปีสำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับผู้ดำเนินการเดินอากาศที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเที่ยวบินระหว่างประเทศประจำปีที่ต่ำกว่า 500,000 ตัน จะสามารถใช้วิธีการตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบบง่ายได้ แต่หากผู้ดำเนินการเดินอากาศมีการปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า 500,000 ตันในระหว่างปี ค.ศ. 2019 – 2020 ซึ่งเป็นฐานปีในการปล่อยก๊าซ หน่วยงานกำกับดูแลที่เกี่ยวข้องอาจจะมีการอนุญาตให้ใช้เครื่องมือ CERT ต่อในการตรวจวัดการปล่อยก๊าซต่อไปได้ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว และถึงแม้ผู้ดำเนินการเดินอากาศจะใช้เครื่องมือ CERT ในการการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซ แต่ก็สามารถที่จะมีการตรวจวัดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการปฏิบัติการบินได้ หรือจะใช้สำหรับแค่บางฝูงบินก็ได้เช่นกัน

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2021 เป็นต้นไป ผู้ดำเนินการเดินอากาศสามารถใช้เครื่องมือ CERT ทำการตรวจวัดได้ในเที่ยวบินที่ไม่อยู่ภายใต้ข้อกำหนดของการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Offset requirement) และเที่ยวบินที่มีเงื่อนไขอยู่ในข้อกำหนดของการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณการปล่อยก๊าซประจำปีต่ำกว่า 50,000 ตัน แต่หากผู้ดำเนินการเดินอากาศมีการปล่อยก๊าซมากกว่า 50,000 ตันเป็นเวลาสองปีติดต่อกัน จะไม่สามารถใช้เครื่องมือ CERT ทำการตรวจวัดการปล่อยก๊าซได้อีก ดังภาพที่ 2.9 ที่เป็นรูปแผนภูมิแสดงเงื่อนไขการในการใช้เครื่องมือ CERT ในแต่ละช่วงระยะเวลา

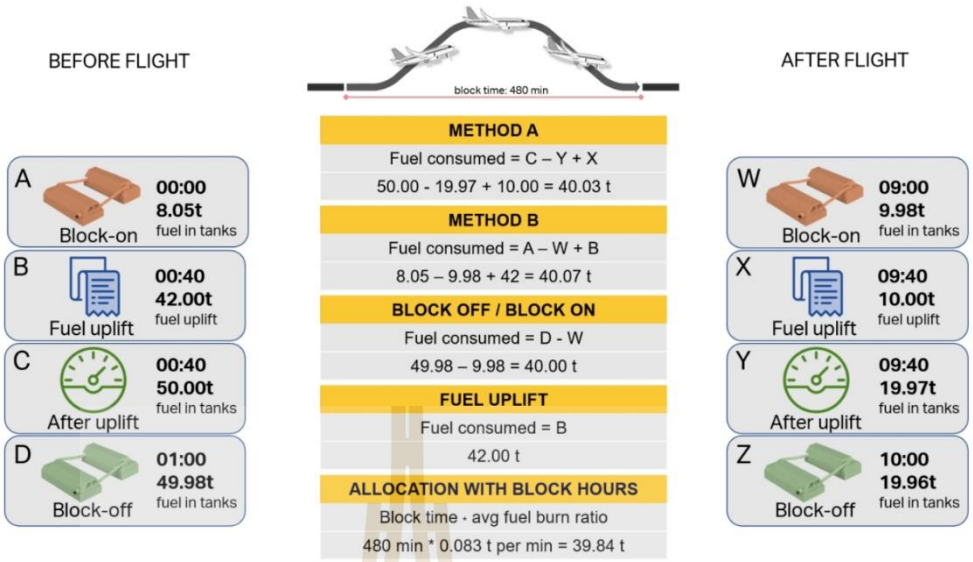


ภาพที่ 2.9 เงื่อนไขการในการใช้เครื่องมือประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ (CERT) ในแต่ละช่วงระยะเวลา

ที่มา เอกสาร An Airline Handbook on CORSIA (IATA, 2019)

- แผนตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยการตรวจวัดการใช้เชื้อเพลิงอากาศยาน หรือ Fuel use monitoring

สำหรับวิธีการตรวจวัดที่จะใช้โดยผู้ดำเนินการเดินอากาศเพื่อตรวจสอบการใช้เชื้อเพลิงอากาศยานและคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถวัดได้ด้วย 5 วิธี ดังภาพที่ 2.10 ที่แสดงวิธีการตรวจวัด 5 แบบ โดยผู้ดำเนินการเดินอากาศจะต้องเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งจาก 5 วิธีดังกล่าว



ภาพที่ 2.10 วิธีการตรวจวัดเชื้อเพลิงอากาศยานห้าแบบของผู้ดำเนินการเดินอากาศ

ที่มา เอกสาร An Airline Handbook on CORSIA (IATA, 2019)

- Method A เป็นวิธีการวัดเชื้อเพลิงอากาศยานที่วัดหลังจากการเติมเชื้อเพลิงเสร็จสิ้น และการเติมเชื้อเพลิงอากาศยาน (Fuel uplift) เพิ่มเติมที่สนามบินปลายทางในเที่ยวบินถัดไป
- Method B เป็นวิธีการวัดเชื้อเพลิงอากาศยานที่วัดหลังจากเที่ยวบินทำการ Block-on และจำนวนเชื้อเพลิงอากาศที่ทำการเติมจากสนามบินต้นทาง
- Block-off / block-on เป็นวิธีการวัดเชื้อเพลิงอากาศยานที่วัดปริมาณเชื้อเพลิงของอากาศยานที่ทำการ Block-off ที่สนามบินต้นทางและอากาศยานทำการ Block-on ที่สนามบินปลายทาง
- Fuel uplift เป็นวิธีการวัดเชื้อเพลิงอากาศยานที่นับจากปริมาณเชื้อเพลิงที่ทำการเติมก่อนเริ่มปฏิบัติการบินในทุก ๆ เที่ยวบิน
- Fuel allocation with block-hours เป็นวิธีการวัดเชื้อเพลิงอากาศยานที่ใช้อัตราส่วนการเผาไหม้เชื้อเพลิงเฉลี่ยของอากาศยานแต่ละประเภทรุ่นและจำนวนชั่วโมงบิน (Block Time) ของรอบปีที่ทำการรายงาน

ผู้ดำเนินการเดินอากาศอาจจะใช้วิธีการวัดเชื้อเพลิงอากาศยานที่แตกต่างกันสำหรับอากาศยานที่มีรุ่นหรือประเภทแตกต่างกัน แต่อากาศยานที่เป็นรุ่นประเภทเดียวกันจะต้องใช้วิธีการวัดเชื้อเพลิงอากาศยานด้วยวิธีเดียวกัน

2) ระบบรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Reporting)

หลังจากสิ้นสุดปีในรอบรายงานประจำปี ผู้ดำเนินการเดินอากาศจะต้องรวบรวมข้อมูลเชื้อเพลิงอากาศยานไว้ในรายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประจำปี โดยรายงานประจำปีอาจรวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับน้ำมันเชื้อเพลิงพิเศษ (CORSIA eligible fuels) หากผู้ดำเนินการเดินอากาศต้องการดำเนินการขอลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงพิเศษ รายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะต้องได้รับการตรวจสอบโดยหน่วยทวนสอบ (Verification body) ก่อนที่จะส่งไปยังหน่วยงานกำกับดูแล กำหนดเวลาสำหรับการส่งรายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ตรวจสอบแล้วปีค.ศ. 2019 และ 2020 จะเป็นวันที่ 31 พฤษภาคม ค.ศ. 2020 และ 2021 ตามลำดับ สำหรับรายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้ดำเนินการสอดคล้องตามแผนตรวจวัดที่ได้รับการอนุมัติรวมถึงรายงานการทวนสอบ (Verification report) และเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดเวลาคือ 30 เมษายน (เช่น 30 เมษายน ค.ศ. 2022 สำหรับรายงานการปล่อยก๊าซปี ค.ศ. 2021)

3) ระบบการตรวจสอบข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Verification)

รายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประจำปีต้องได้รับการตรวจสอบโดยหน่วยงานภายนอกและองค์กรอิสระก่อนที่จะส่งรายงานไปยังหน่วยงานกำกับดูแล หากผู้ดำเนินการเดินอากาศต้องการยกเลิกการซื้อหน่วยการปล่อยก๊าซ ผู้ดำเนินการเดินอากาศจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบรายงานการปล่อยก๊าซเช่นเดียวกันเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการตรวจสอบ (Verification requirements)

วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบรายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยหน่วยงานภายนอกและหน่วยงานอิสระ (Third-party verification) คือหน่วยทวนสอบต้องตรวจสอบว่ารายงานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นมีความถูกต้องและหลักฐานที่เพียงพอหรือไม่ งานหลักของหน่วยทวนสอบคือเพื่อให้แน่ใจว่ามีการติดตามตรวจสอบการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นไปตามแผนตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตัวอย่างเช่น หน่วยทวนสอบจะตรวจสอบว่าการใช้เชื้อเพลิงอากาศมีการคำนวณตามวิธีการที่ผู้ดำเนินการเดินอากาศเลือกหรือไม่เมื่อมีกำหนดความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอากาศยานตามขั้นตอนที่มีรายละเอียดในแผนตรวจวัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

2.2.3.1 ข้อบังคับการตรวจวัดและการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการการบินในประเทศไทย

สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (Civil Aviation Authority of Thailand; CAAT) ได้มีการออกข้อบังคับว่าด้วยการตรวจวัดและการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการการบิน ฉบับที่ 23 (2565) โดยกล่าวว่า ประเทศไทยต้องปฏิบัติตาม

พันธกรณีที่มีต่อองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศเกี่ยวกับมาตรการ Global Market - Based Measure (GMBM) อันเป็นมาตรการเพื่อสนับสนุนการบรรลุเป้าหมาย Global Aspirational Goal ในการรักษาระดับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิของภาคการบินพลเรือนระหว่างประเทศไม่ให้เกินกว่าระดับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิของปี พ.ศ. 2563 (Carbon - Neutral Growth 2020) โดยใช้กลไกการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับภาคการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ภายใต้โครงการที่มีชื่อว่า Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564 โดยประเทศไทยจะต้องเริ่มส่งข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสายการบินของไทยให้แก่องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ดังนั้น สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยจึงได้จัดทำและปฏิบัติตามพันธกรณีดังกล่าวในการกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการรายงานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสายการบินของไทยให้สอดคล้องกับภาคผนวกที่ 16 เล่ม 4 การชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (Annex 16 Volume IV Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation; CORSIA) ของอนุสัญญาว่าด้วยการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ดังต่อไปนี้

1) การรายงานข้อมูลเบื้องต้น ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศซึ่งมีอากาศยาน ต้องจัดเก็บข้อมูลและจัดให้มีการรายงานข้อมูลปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้และสถิติการจราจรการเดินอากาศ โดยรวมในแต่ละปีต่อสำนักงานภายในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ของปีถัดไป เว้นแต่เป็นข้อมูลและสถิติของเที่ยวบินของเครื่องบิน ดังต่อไปนี้

- เที่ยวบินในราชการทหาร ราชการตำรวจ ราชการศุลกากร หรือราชการอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวงซึ่งออกตามมาตรา 5
- เที่ยวบินเพื่อวัตถุประสงค์ด้านมนุษยธรรม ด้านการแพทย์ ด้านการดับเพลิง ด้านการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัยหรือการช่วยชีวิตและการฝึกฝนเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว ด้านงานทดลองและการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ด้านความจำเป็นเพื่อประโยชน์สาธารณะ หรือด้านการเจริญสัมพันธไมตรีระหว่างประเทศ

เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบข้อมูล ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง และสถิติการจราจร ให้ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวเป็นระยะเวลาอย่างน้อยสิบปี เพื่อให้สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยสามารถตรวจสอบได้ในภายหลัง

2) การประเมินเบื้องต้น ให้ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศซึ่งมีเที่ยวบินระหว่างประเทศสำหรับอากาศยานที่มีมวลวิ่งขึ้นสูงสุดมากกว่า 5,700 กิโลกรัม ต้องจัดให้มีการประเมินเบื้องต้นสำหรับข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรอบปี และส่งผลการประเมินเบื้องต้นดังกล่าว พร้อมทั้งเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้อง ต่อสำนักงานภายในวันที่

20 กุมภาพันธ์ของปีถัดไปและจัดให้มีการประเมินเบื้องต้นเป็นประจำทุกปี โดยในการประเมินเบื้องต้นดังกล่าวให้ใช้เครื่องมือประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซหรือเครื่องมือประเมินเบื้องต้นอื่นตามที่สำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยกำหนด แต่ในกรณีที่ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศไม่สามารถปฏิบัติตามได้ข้างต้น ให้สำนักงานการบินพลเรือนแจ้งให้ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศดังกล่าวดำเนินการภายในระยะเวลาที่กำหนด และในข้อกำหนดข้างต้นจะไม่ได้ใช้บังคับกับผู้ที่ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศที่อยู่ในระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซแล้ว และหากผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศ รายใดมีการใช้ข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือมีวิธีการประเมินที่ไม่เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด ให้ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศดำเนินการแก้ไขหรือปรับปรุงภายในระยะเวลาที่กำหนด

3) แผนตรวจวัดและรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องบิน

- ในกรณีที่ปรากฏว่า การดำเนินการเดินอากาศของผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศรายใดมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเที่ยวบินระหว่างประเทศสำหรับอากาศยานที่มีมวลวิ่งขึ้นสูงสุดมากกว่า 5,700 กิโลกรัม ในรอบปีใด รวมกันมากกว่า 10,000 เมตริกตันให้ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศรายนั้นต้องปฏิบัติตามระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซตั้งแต่ปีที่ถัดจากปีดังกล่าว เมื่อผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศอยู่ในระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซแล้ว ต้องจัดให้มีร่างแผนตรวจวัด เพื่อเสนอต่อสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยภายในวันที่ 31 มีนาคมของปีแรกที่ต้องปฏิบัติตามระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซ ในกรณีที่ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศไม่สามารถปฏิบัติตามข้างต้นได้ ให้ผู้ดำเนินการเดินอากาศดำเนินการภายในระยะเวลาที่สำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยกำหนด
- ในกรณีที่สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยเห็นว่าผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศรายใดมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเที่ยวบินระหว่างประเทศสำหรับอากาศยาน ที่มีมวลวิ่งขึ้นสูงสุดมากกว่า 5,700 กิโลกรัม รวมกันในรอบปีมากกว่า 10,000 เมตริกตัน สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยอาจแจ้งให้ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศรายนั้นต้องปฏิบัติตามระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซ โดยจัดให้ร่างแผนการตรวจวัด เพื่อเสนอต่อสำนักการบินภายในเวลาที่กำหนด
- ร่างแผนตรวจวัดให้มีข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการตรวจวัดหรือการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอากาศยานในเที่ยวบินระหว่างประเทศสำหรับอากาศยานที่มีมวลวิ่งขึ้นสูงสุดมากกว่า 5,700 กิโลกรัม ในแต่ละรอบปี โดยมีรูปแบบ วิธีการและรายการ ซึ่งอย่างน้อยต้องมีรายการข้อมูล ดังต่อไปนี้

- หมายเลขลำดับแผนการตรวจวัดและรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอากาศยาน (Version control of EMP)

- ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศ (Aeroplane operator identification)

- ข้อมูลฝูงบินและการทำการบิน (Fleet and operations data)

- วิธีการตรวจวัดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเที่ยวบินระหว่างประเทศ (Methods and means of calculating emissions from international flight) ตามที่ผู้อำนวยการประกาศกำหนด

- การจัดการข้อมูล การควบคุม และการเคลื่อนของข้อมูล (Data management, data control and data flow)

เมื่อสำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยได้อนุมัติแผนตรวจวัดแล้ว ให้ผู้ดำเนินการเดินอากาศปฏิบัติตามแผนตรวจวัดที่ได้รับการอนุมัติ

- ในแต่ละรอบปี ให้ผู้ดำเนินการเดินอากาศซึ่งอยู่ในระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซ ต้องจัดให้มีรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซที่ได้ดำเนินการสอดคล้องตามแผนตรวจวัดที่ได้รับการอนุมัติ และส่งรายงานดังกล่าว พร้อมทั้งรายงานการทวนสอบและเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้อง ให้สำนักงานภายในวันที่ 30 เมษายน ของปีถัดจากปีที่มีการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น รายงานปริมาณการปล่อยก๊าซต้องได้รับการรับรองจากหน่วยทวนสอบและมีผลการทวนสอบเป็นที่น่าพอใจ (Verified as satisfaction) หรือน่าพอใจและมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติม (Verified as satisfaction with comments) และเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบข้อมูลการปล่อยก๊าซ ให้ผู้ดำเนินการเดินอากาศที่อยู่ในระบบการตรวจวัดและรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซ จัดเก็บข้อมูลดังกล่าวเป็นระยะเวลาอย่างน้อยสิบปี เพื่อให้สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยสามารถตรวจสอบได้ในภายหลัง

- รายงานปริมาณการปล่อยก๊าซ โดยอย่างน้อยต้องมีรายการข้อมูลให้เป็นตามรูปแบบและรายการ ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ดำเนินการเดินอากาศ ได้แก่ ชื่อผู้ดำเนินการเดินอากาศ ข้อมูลเพื่อการติดต่อชื่อผู้ติดต่อประสานงาน และเลขที่ใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศ

- ข้อมูลอ้างอิงเพื่อระบุแผนตรวจวัดฉบับที่ใช้เป็นแนวทางการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีของปีนั้น เช่น หมายเลขแผนตรวจวัด วันที่แผนตรวจวัดได้รับการอนุมัติ วันที่แผนตรวจวัดมีผลใช้บังคับ วันที่มีการทำข้อมูลให้เป็นปัจจุบันล่าสุด

- ข้อมูลอ้างอิงเพื่อระบุหน่วยทวนสอบ และรายงานการทวนสอบรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซ ได้แก่ ชื่อและข้อมูลเพื่อการติดต่อหน่วยทวนสอบ
- ปีที่ทำการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี
- ชนิดและปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่ได้ใช้ไปในปีนั้น โดยให้ระบุเป็นมวล (หน่วยเมตริกตัน)
- จำนวนเที่ยวบินระหว่างประเทศทั้งหมดของผู้ดำเนินการเดินอากาศในปีที่นำมารายงานปริมาณการปล่อยก๊าซ กรณีเที่ยวบินระหว่างประเทศคู่สนามบิน
- จำนวนเที่ยวบินระหว่างประเทศคู่สนามบินในปีที่รายงาน
- ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเที่ยวบินระหว่างประเทศคู่สนามบิน (Aerodrome pair) (หน่วยเป็นเมตริกตัน)
- ระดับช่องว่างของข้อมูล (Scale data gaps) (ถ้ามี) เช่น ร้อยละของช่องว่างของข้อมูล เหตุผลที่ช่องว่างของข้อมูลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
- ข้อมูลเครื่องบิน
- การใช้เครื่องมือประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ
- ข้อมูลและเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับชนิดและประเภทน้ำมันเชื้อเพลิงพิเศษ (ถ้ามี)

- หน่วยทวนสอบที่ดำเนินการทวนสอบรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต้องปฏิบัติหน้าที่อย่างเป็นอิสระและเป็นไปตามหลักวิชาชีพ รวมทั้งมีวิธีการทวนสอบที่เป็นไปตามมาตรฐานที่องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศกำหนด ทั้งนี้การส่งรายงานการทวนสอบ รายงานปริมาณการปล่อยก๊าซ และเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องของผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศที่ขอรับการทวนสอบแต่ละราย ให้หน่วยทวนสอบส่งมายังสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยโดยตรง
- ในกรณีที่ผู้ดำเนินการเดินอากาศรายใดไม่ส่งรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซหรือในรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซมีข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือไม่ถูกต้อง ให้เจ้าหน้าที่แจ้งผู้ดำเนินการเดินอากาศรายนั้นดำเนินการจัดส่งรายงาน หรือแก้ไขปรับปรุงข้อมูลในรายงานดังกล่าวภายในระยะเวลาที่กำหนด หากผู้ดำเนินการเดินอากาศรายใดไม่ส่งรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซหรือไม่แก้ไขหรือปรับปรุงข้อมูล หรือไม่ดำเนินการให้ถูกต้องครบถ้วน ภายในระยะเวลาที่กำหนด สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยอาจมอบหมายให้หน่วยทวนสอบเป็นผู้ดำเนินการให้โดยเรียกค่าใช้จ่ายจากผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศรายนั้น หรือในกรณีที่จำเป็นสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยอาจดำเนินการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ของผู้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศรายดังกล่าวจากรายงานข้อมูลเบื้องต้นที่สำนักงานมีอยู่ โดยให้ถือว่าข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ถูกต้องของผู้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศ

- ในกรณีที่ปรากฏว่าในรอบปีใด ผลการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 10,000 เมตริกตัน ผู้ดำเนินการเดินอากาศดังกล่าว อาจขอต่อสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยเพื่อขอยกเว้นการจัดทำรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซและรายงานการทวนสอบสำหรับปีนั้นได้
- ในกรณีที่ปรากฏว่าในรอบปีที่ผ่านมาผลการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า 10,000 เมตริกตัน เป็นเวลาต่อเนื่องอย่างน้อย 3 ปีติดต่อกัน ผู้ดำเนินการเดินอากาศดังกล่าวอาจขอต่อสำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยเพื่อขอออกจากระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซในปีที่ถัดจากปีที่ครบวงรอบการเก็บข้อมูลตามที่องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศกำหนดนั้นได้ โดยการขอออกจากระบบการตรวจวัดและรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซ ให้เป็นไปตามที่สำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยกำหนด

4) รายละเอียดและหลักเกณฑ์การเลือกใช้วิธีตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีจากเที่ยวบินระหว่างประเทศ มีดังต่อไปนี้

- ผู้ดำเนินการเดินอากาศรายใดที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อปีจากเที่ยวบินระหว่างประเทศที่เข้าเงื่อนไขต้องชดเชยปริมาณการปล่อยก๊าซตั้งแต่ 50,000 เมตริกตันขึ้นไป ให้ใช้วิธีตรวจวัดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อตรวจวัดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในเที่ยวบินดังกล่าวสำหรับการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีจากเที่ยวบินระหว่างประเทศที่เข้าเงื่อนไขของโครงการแต่ไม่ได้เป็นเที่ยวบินระหว่างประเทศที่เข้าเงื่อนไขต้องชดเชยปริมาณการปล่อยก๊าซ ผู้ดำเนินการเดินอากาศรายนั้นจะเลือกใช้เครื่องมือประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ (CERT) หรือใช้วิธีตรวจวัดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็ได้
- ผู้ดำเนินการเดินอากาศรายใดที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีจากเที่ยวบินระหว่างประเทศที่เข้าเงื่อนไขต้องชดเชยปริมาณการปล่อยก๊าซน้อยกว่า 50,000 เมตริกตัน จะเลือกใช้เครื่องมือประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ (CERT) หรือใช้วิธีตรวจวัดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็ได้

- ผู้ดำเนินการเดินอากาศรายใดที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีจากเที่ยวบินระหว่างประเทศที่เข้าเงื่อนไขต้องชดเชยปริมาณการปล่อยก๊าซ สูงขึ้นเป็นปริมาณตั้งแต่ 50,000 เมตริกตันต่อปีขึ้นไปติดต่อกันเป็นเวลาสองปี (ปีที่ถึงเกณฑ์ (y) และ y+1) ให้ผู้ได้รับใบรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศรายนั้นปรับปรุงแก้ไขแผนปรับปรุงแก้ไขแผนตรวจวัดและยื่นต่อสำนักงานเพื่อขออนุมัติแผนดังกล่าวภายในวันที่ 30 กันยายนของปีถัดมา (y+2) โดยให้เลือกใช้วิธีตรวจวัดปริมาณการใช้น้ำมันเชื่อเพลิงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคมของปีต่อไป (y+3)

- ผู้ดำเนินการเดินอากาศรายใดที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปีจากเที่ยวบินระหว่างประเทศที่เข้าเงื่อนไขต้องชดเชยปริมาณการปล่อยก๊าซลดลงเป็นปริมาณน้อยกว่า 50,000 เมตริกตันต่อปีติดต่อกันเป็นเวลาสองปี (ปีที่ถึงเกณฑ์ (y) และ y+1) ผู้ดำเนินการเดินอากาศรายนั้นสามารถขอเปลี่ยนมาใช้เครื่องมือประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ (CERT) เพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้โดยต้องปรับปรุงแก้ไขแผนตรวจวัดและยื่นต่อสำนักงานเพื่อขออนุมัติแผนดังกล่าวภายในวันที่ 30 กันยายนของปีถัดมา (y+2) และเริ่มใช้เครื่องมือประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ (CERT) ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคมของปีถัดจากปีที่แผนตรวจวัดได้รับการอนุมัติ (y+3)

- การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ใช้สมการและตัวแปรที่กำหนด ดังนี้

“ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 emission) เท่ากับมวลของน้ำมันเชื้อเพลิง (Mass of fuel) ที่ใช้ไปคูณด้วยตัวแปรการแปลงปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซ (Fuel conversion factor) ตามชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง (By fuel type) ” หรือใช้สมการดังนี้

$$CO2 = \sum_f M_f * FCF_f \qquad (2.1)$$

โดยให้ CO_2 คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หน่วยตัน)

M_f คือ ปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานที่ใช้ (หน่วยตัน)

FCF_f คือ Fuel Conversion Factor = 3.16 kg CO_2 / kg fuel สำหรับเชื้อพลิงอากาศยานแบบ Jet-A / Jet-A1

ในกรณีที่ผู้ดำเนินการเดินอากาศเก็บข้อมูลการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปริมาตร ให้ใช้ค่าความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel density values) เพื่อคำนวณมวลของ

น้ำมันเชื้อเพลิงที่เติมด้วยตัวแปรการแปลงปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นปริมาณการปล่อยก๊าซสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel conversion factor) มีดังต่อไปนี้

- ชนิดเจ็ทเอ (Jet-A) และชนิดเจ็ทเอวัน (Jet-A1) มีค่าเท่ากับ 3.16 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ / กิโลกรัมน้ำมันเชื้อเพลิง
- ชนิดเอฟแก๊ส (AvGas) และชนิดเจ็ทบี (Jet-B) มีค่าเท่ากับ 3.10 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ / กิโลกรัมน้ำมันเชื้อเพลิง

2.3 แนวคิดเรื่องกลยุทธ์การบริหารต้นทุน

2.3.1 ความหมายของกลยุทธ์

ปรีดี นุกุลสมปรารถนา (2563) กล่าวว่า กลยุทธ์ หมายถึง แผนการ แนวทาง ที่ทำให้เกิดการกระทำเพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมาย หรือความสำเร็จที่ได้ตั้งไว้ โดยกลยุทธ์มีลักษณะทั้งความเป็นแบบแผน รูปแบบของกิจกรรมบางอย่าง สถานะ ตำแหน่ง หรือมุมมองขององค์กร และความสำคัญของกลยุทธ์ คือ จำเป็นต้องทราบว่าทำไปเพื่ออะไร (What) อยู่ที่จุดไหน (Where) และจะไปสู่จุดนั้น ๆ ได้อย่างไร (How) กลยุทธ์จะช่วยให้ไม่หลงทิศทางที่องค์กรได้ตั้งไว้

ฐิติกร พูลภัทรชีวิน (2563) กล่าวว่า กลยุทธ์ หมายถึง กระบวนการในการกำหนดเป้าหมายที่แน่ชัดของธุรกิจทั้งในระยะสั้นและระยะยาว การสร้างหรือพัฒนาวิถีทางในการปฏิบัติตลอดจนการระดมจัดสรรทรัพยากรขององค์การธุรกิจ เพื่อให้สามารถบรรลุถึงซึ่งเป้าหมายที่ได้ถูกกำหนดไว้อย่างมีประสิทธิผล

Fred R.David (2012) กล่าวว่า กลยุทธ์ หมายถึง วัตถุประสงค์ระยะยาวที่จะทำให้ประสบความสำเร็จ

Stanley C. Abraham (2005) กล่าวว่า กลยุทธ์ หมายถึง วิธีการที่ทำให้องค์การแข่งขันได้อย่างแท้จริง

Stephen P., Robbins และ Mary Coulter (2005) กล่าวว่า กลยุทธ์ หมายถึง การตัดสินใจและการกระทำไปสู่เป้าหมายโดยตรงในการใช้ทรัพยากรและศักยภาพเพื่อสร้างโอกาสและป้องกันภยันตรายต่าง ๆ ขององค์กร

John R. Schermerhorn (2001) กล่าวว่า กลยุทธ์ หมายถึง แผนแม่บทหรือแผนปฏิบัติการที่มีความสำคัญสำหรับองค์การเพื่อใช้ในการกำหนดทิศทางในการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย และเกิดประโยชน์ในการแข่งขัน

ดังนั้น จึงกล่าวโดยสรุปได้ว่า กลยุทธ์ หมายถึง แนวคิดหรือวิธีการที่ทำให้เป้าหมายประสบความสำเร็จตามที่องค์กรได้ตั้งไว้ โดยมีการกำหนดทิศทางดำเนินงานขององค์กรทั้งในระยะสั้นและระยะยาวเพื่อให้สามารถแข่งขันในด้านธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.2 ความหมายของต้นทุน

เกียรติคุณ จินตวร สมศักดิ์ ตันตาศนี ประสงค์ อุทัย และ สมบัติ ทีฆทรัพย์ (2563) กล่าวว่า ต้นทุน (Cost) หมายถึง มูลค่าของทรัพยากรที่สูญเสียไปเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการ โดยมูลค่านั้นจะต้องสามารถวัดได้เป็นหน่วยเงินตรา ซึ่งเป็นลักษณะของการลดลงในสินทรัพย์หรือเพิ่มขึ้นในหนี้สิน

วรรณา วงศ์วิวัฒน์ (2557) กล่าวว่า ต้นทุน หมายถึง จำนวนเงินที่มีการจ่ายเป็นเงินสดหรือสินทรัพย์จากการให้บริการ ผลิตหรือก่อหนี้ เพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าหรือบริการ

ลำไย มากเจริญ (2551) กล่าวว่า ต้นทุน (Cost) หมายถึง การใช้ทรัพยากรของกิจการเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าหรือบริการ ทรัพยากรที่ใช้อาจเป็นเงินสด การหมดไปของมูลค่าสินทรัพย์หรือการเพิ่มขึ้นในหนี้สิน ต้นทุนที่เกิดขึ้นอาจจะให้ประโยชน์ในปัจจุบันหรือในอนาคตก็ได้ โดยต้นทุนแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1) ต้นทุนที่ยังไม่หมดประโยชน์ หมายถึงต้นทุนที่กิจการยังไม่ได้ใช้ประโยชน์

2) ต้นทุนที่หมดประโยชน์ใช้แล้ว

จำลักษณ์ ขุนพลแก้ว และคณะ (2546) กล่าวว่า ต้นทุน หมายถึง ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ใช้จ่ายไปเพื่อดำเนินการผลิตหรือบริการ เริ่มตั้งแต่การออกแบบการผลิต การตรวจสอบ การจัดเก็บ การขนส่ง พร้อมทั้งที่จะส่งมอบให้กับลูกค้า เรียกว่า ต้นทุนการดำเนินงาน ประกอบด้วย

1) ต้นทุนวัตถุดิบ (Material cost) คือ ค่าวัตถุดิบที่ซื้อมาจากหน่วยงานภายนอกเพื่อนำไปผลิตสินค้าหรือบริการ ตลอดจนค่าวัสดุต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงาน เช่น ค่าอุปกรณ์สำนักงาน ค่าถ่ายเอกสาร ค่าโทรศัพท์ เป็นต้น

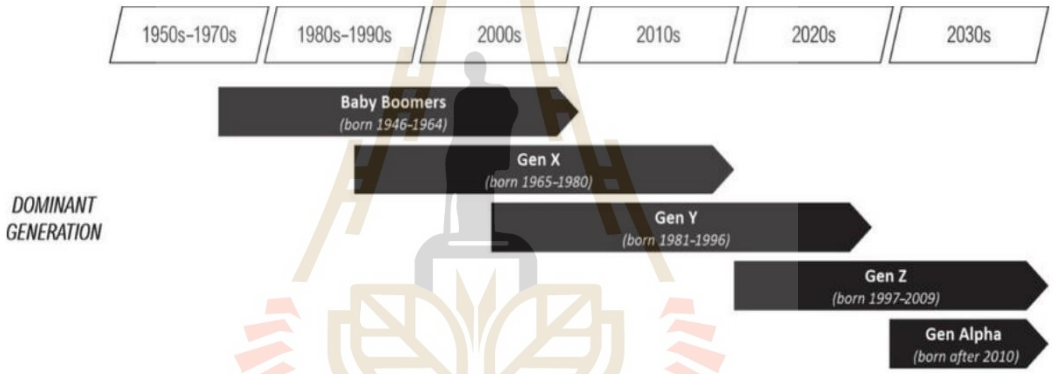
2) ต้นทุนด้านแรงงาน (Labour cost) คือ ค่าจ้างพนักงาน เพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ ในกระบวนการทำงานขององค์กร

3) ต้นทุนการทำงานของเครื่องจักร (Machine operating cost) คือ ค่าใช้จ่ายอัน เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตสินค้า โดยไม่คำนึงว่าเครื่องจักรนั้นกำลังทำงานอยู่หรือไม่ เช่น ค่าเชื้อเพลิง ค่าซ่อมบำรุงรักษา ค่าชิ้นส่วนอะไหล่ เป็นต้น

ดังนั้นจึงกล่าวโดยสรุปได้ว่า ต้นทุนหมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของธุรกิจเพื่อให้เกิดการผลิตสินค้าและการบริการสู่ผู้บริโภคหรือลูกค้า โดยต้นทุนสามารถเป็นได้ทั้งทรัพย์สินเงินสดและการหมดไปของมูลค่าสินทรัพย์หรือการเพิ่มขึ้นในหนี้สิน

2.3.3 แนวคิดของกลยุทธ์การบริหารต้นทุน

ในปัจจุบันผู้บริโภคมี 5 รุ่น (Generation) ที่มีชีวิตอยู่ร่วมกัน ได้แก่ ผู้บริโภครุ่น Baby Boomers Gen X Gen Y Gen Z และ Gen Alpha (Philip Kotler, Hermawan Kartajaya and Iwan Setiawan, 2021) ดังภาพที่ 2.11 ที่แสดงถึงช่วงอายุเวลาของผู้บริโภคแต่ละรุ่น โดยผู้บริโภคในแต่ละรุ่นก็จะมีพฤติกรรมในการบริโภคที่แตกต่างกันไป ซึ่งการที่ธุรกิจจะผลิตผลิตภัณฑ์ออกมานั้น ต้องใช้ต้นทุนที่สูงในการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อรองรับความต้องการที่แตกต่างของผู้บริโภคในแต่ละรุ่น ดังนั้นองค์กรหรือบริษัทจะต้องมีระบบการควบคุมจัดการที่มีประสิทธิภาพที่จะทำให้ธุรกิจสามารถยืนอยู่ท่ามกลางการแข่งขันได้ ซึ่งเครื่องมือที่ถูกให้ความสำคัญในการดำเนินธุรกิจอย่างมีประสิทธิภาพก็คือ “กลยุทธ์การบริหารต้นทุน (Strategic cost management)”



ภาพที่ 2.11 ช่วงเวลาของผู้บริโภคทั้ง 5 รุ่นในปัจจุบัน

ที่มา Philip Kotler, Hermawan Kartajaya and Iwan Setiawan (2021)

1) วิวัฒนาการของกลยุทธ์การบริหารต้นทุน Augustus I. Pauldurai (2020) ได้กล่าวถึงวิวัฒนาการของกลยุทธ์การบริหารต้นทุน (Strategic cost management) ไว้ในเอกสารบทความ “Strategic Cost Management” กล่าวว่า ในอดีตองค์กรมีความพยายามที่จะลดค่าใช้จ่ายต้นทุนในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ โดยไม่ได้มีการคำนึงถึงการเติบโตขององค์กรและธุรกิจอย่างยั่งยืนในระยะยาว แผนการลดต้นทุนธุรกิจขององค์กรจึงไม่ได้นำมาพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของแผนกลยุทธ์ธุรกิจโดยรวมขององค์กร ซึ่งหากองค์กรไม่นำกลยุทธ์ด้านต้นทุนมาพิจารณาในแผนกลยุทธ์ธุรกิจโดยรวมของธุรกิจ จะให้แผนการลดต้นทุนได้ผลแค่เพียงช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น หลังจากนั้นฐานต้นทุนก็จะกลับมามีต้นทุนที่มีระดับสูงมากเช่นเดิม ส่งผลให้ธุรกิจซบเซาและไม่มีประสิทธิภาพเช่นเดิม โดยเป็นผลจากการที่องค์กรไม่มีการนำกลยุทธ์ด้านต้นทุนมาเป็นส่วนหนึ่งใน

แผนกลยุทธ์ของธุรกิจ ทำให้ระบบต้นทุนในองค์กรหลาย ๆ ระบบนั้นมีความล้าหลังและไม่ทันสมัยในปัจจุบัน ทำให้องค์กรจำเป็นที่จะต้องกำจัดระบบที่ล้าหลังและเปลี่ยนแปลงหรือปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานการณ์ปัจจุบัน “กลยุทธ์การบริหารต้นทุน (Strategic cost management)” จึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับองค์กรที่จะใช้แก้ปัญหาในข้างต้น เนื่องจากเป้าหมายที่สำคัญขององค์กรใด ๆ คือการเติบโตและการอยู่รอดท่ามกลางการแข่งขันของธุรกิจในระยะยาว การเพิ่มกำไรสูงสุดจึงเป็นกุญแจสำคัญในการบรรลุเป้าหมายธุรกิจขององค์กร โดยการเพิ่มกำไรสูงสุดขึ้นอยู่กับปัจจัยสามประการต่อไปนี้

- การจัดสรรและใช้ทรัพยากรในองค์กรที่มีประสิทธิภาพ
- รายได้ที่เพิ่มขึ้น
- การลดต้นทุนในการผลิต

2) วัตถุประสงค์ของกลยุทธ์การบริหารต้นทุน Augustus I. Pauldurai (2020) ได้จำแนกวัตถุประสงค์ของกลยุทธ์การบริหารต้นทุน ในเอกสารบทความ “Strategic cost management” ประกอบไปด้วย 3 ประการหลัก คือ

- เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ให้ออกมามีคุณภาพ
- เพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับผู้บริโภคจากตัวผลิตภัณฑ์หรือการบริการ
- เพื่อเพิ่มกำไรสูงสุดให้กับธุรกิจ

3) เครื่องมือสำหรับกลยุทธ์การบริหารต้นทุน โดยสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) (2561) ได้กล่าวถึงข้อมูลของกลยุทธ์การบริหารต้นทุนไว้ในเอกสาร “กลยุทธ์การจัดการธุรกิจเกษตรแปรรูป – เทคนิคการบริหารต้นทุนสินค้าและบริหารต้นทุนสู่ความมั่งคั่ง” กล่าวว่า กลยุทธ์การบริหารต้นทุน ซึ่งเป็นเครื่องมืออันจะนำไปสู่ความสำเร็จของการผลิตซึ่งมีต้นทุนต่ำแต่คุณภาพสูง ประกอบไปด้วย

- ระบบการบริหารโดยกิจกรรม (Activity Based Management; ABM) เป็นสิ่งที่สามารถนำมาใช้ในการบริหารต้นทุนเพื่อประเมินผลการปฏิบัติงาน ซึ่งการวิเคราะห์กิจกรรมที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานให้ผู้บริหารเข้าใจภาพรวมของธุรกิจ และก่อให้เกิดกิจกรรมดังกล่าวต่อเนื่องกันไปทั่วองค์กร ส่งผลให้เกิดการระบุต้นทุนและขจัดต้นทุนที่ไม่เพิ่มมูลค่า
- ต้นทุนเป้าหมาย (Target costing) จะช่วยในการวางแผนสำหรับกิจกรรมในผลิตภัณฑ์ใหม่ และใช้เป็นเครื่องควบคุมช่วงของการปฏิบัติการ เพื่อให้แน่ใจว่าสินค้าสามารถทำกำไรได้ตามเป้าหมาย ปัจจุบันราคาของสินค้าถูกกำหนดโดย “ราคาขายที่สามารถแข่งขันได้ (Competitive price)” ต้นทุนเป้าหมายเป็นเครื่องมือที่ช่วยเปลี่ยนแรงกดดันของตลาดไปสู่การแสวงหาความร่วมมือ เพื่อลดต้นทุนและสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า การคำนวณนั้นสามารถทำได้

ด้วยการหักกำไรที่ต้องการจากราคาเป้าหมาย ซึ่งอ้างอิงจากกลุ่มลูกค้าที่ยินดีจะจ่ายพิจารณาประกอบราคาที่กำหนดโดยคู่แข่ง

- วงจรชีวิตต้นทุน (Life-cycle costing) เป็นการคำนวณสินค้าและบริการที่ให้ความสำคัญกับการดำเนินงานระยะยาว ซึ่งสินค้าจะประกอบไปด้วยต้นทุน 3 ช่วงเวลาคือ ต้นทุนก่อนการผลิต ต้นทุนการผลิต และต้นทุนหลังการผลิต ซึ่งเป็นการนำเอาต้นทุนตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์มาคิดเป็นต้นทุนสินค้า ซึ่งวงจรชีวิตต้นทุนจะแบ่งออกเป็นสองมุมมอง คือ วงจรชีวิตต้นทุนผลิตภัณฑ์ ซึ่งแต่ละช่วงจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์ เช่น สินค้าที่ลอกเลียนแบบได้ยากกว่าจะมีวงจรชีวิตที่ยาวนานกว่าสินค้าที่ลอกเลียนแบบได้ง่าย อีกมุมมองหนึ่งคือ วงจรชีวิตลูกค้า เช่น เงินที่ลูกค้าจ่าย เวลาและความพยายามในการซื้อ การเรียนรู้ผลิตภัณฑ์และปัจจัยที่ลูกค้าคิดว่าสำคัญ
- การบริหารคุณภาพโดยรวม (Total Quality Management; TQM) การทำงานที่เป็นวัฒนธรรมขององค์กร และสมาชิกทุกคนต่างให้ความสำคัญและมีส่วนร่วมในการพัฒนาการดำเนินงานขององค์กรอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งที่จะตอบสนองความต้องการ และสร้างความพอใจให้แก่ลูกค้า ซึ่งจะสร้างโอกาสทางธุรกิจ ความได้เปรียบในการแข่งขันและพัฒนาการที่ยั่งยืนขององค์กร ซึ่งหากนำมาประยุกต์ใช้แล้วจะทำให้เกิดการพัฒนาคุณภาพของสินค้า และเป็นแนวทางที่สามารถใช้ลดต้นทุนได้
- ระบบการผลิตแบบทันเวลา (Just-In-Time Manufacturing System) ระบบนี้จะเน้นการดำเนินงานให้ทันเวลา ไม่มีงานคงเหลือระหว่างขั้นตอน และการจัดส่งสินค้าจะจัดส่งเมื่อสินค้าผลิตเสร็จ การผลิตแต่ละครั้งจะผลิตเมื่อลูกค้าสั่ง และจะไม่เหลือสินค้าสำเร็จรูปไว้ในคลัง กรณีนี้จะลดความสิ้นเปลืองที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าใด ๆ ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการลดต้นทุน ในส่วนของและวิธีการบันทึกบัญชีต้นทุนในระบบผลิตทันเวลาจะใช้วิธีการบันทึกบัญชีแบบย้อนกลับ เพื่อให้สอดคล้องกับระบบการทำงาน
- ระบบการผลิตแบบลีน (Lean manufacturing) เน้นการไหลของงานอย่างต่อเนื่องโดยปราศจากการสูญเสียและความสิ้นเปลือง ซึ่งมีหลักการอยู่ 5 ประการคือ
  - คุณค่าของสินค้าและการบริการสู่ลูกค้า
  - การระบุสายธารแห่งคุณค่า ให้เกิดคุณค่าในตัวสินค้า
  - การดำเนินการให้เกิดกระบวนการไหลอย่างต่อเนื่อง
  - กระบวนการดึงกลับจากความต้องการของลูกค้า ให้เกิดความสมดุลระหว่างการผลิตและการขาย

- การพยายามปรับปรุงแก้ไขไปสู่ความเป็นเลิศ พัฒนาระบบการผลิต ลดระยะเวลาและต้นทุนการผลิต ตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยที่องค์กรเติบโตอย่างยั่งยืน ทุกสภาพแวดล้อมการแข่งขัน ด้วยการลดต้นทุนเพิ่มผลิตภาพ

- การบัญชีเพื่อความยั่งยืน (Sustainability accounting) เป็นแนวความคิดบัญชีกับสิ่งแวดล้อมโดยร่วมมือระหว่างผลประโยชน์จากการพัฒนากับการอนุรักษ์ธรรมชาติ ส่งเสริมและสนับสนุนการผลิตที่ประหยัดทรัพยากรธรรมชาติซึ่งมีแนวทางคือ

- แนวทางสินค้าคงคลัง การระบุ บันทึก ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับทุนธรรมชาติการเสื่อมสิ้นและผลดีที่กิจการได้รับในอนาคต

- แนวทางต้นทุนที่ยั่งยืน เป็นความคิดโดยตรงในการบันทึกบัญชีในเรื่องกิจการต้องรักษาระดับทุน หมายความว่ากิจการที่ยั่งยืนต้องไม่ปล่อยให้สิ่งแวดล้อม ณ วันสิ้นปีย่ำแย่ต่ำกว่าวันต้นปีบัญชีนั่นเอง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Hyoseok Chang (2021) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Estimation of Discretionary Fuel for Airline Operations พบว่า สายการบินมีการลงทุนเลือกใช้อากาศยานที่มีสมรรถนะประหยัดเชื้อเพลิงและมีการพยายามที่จะลดการใช้เชื้อเพลิงอากาศยานที่ไม่จำเป็น โดยมีการใช้ระบบ Fuel conservation และการปรับปรุงนโยบายด้านเชื้อเพลิงอากาศยานเข้ามาช่วย เพื่อลดความต่างที่เกิดขึ้นจากการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและการเผาผลาญเชื้อเพลิงอากาศยานที่เกิดขึ้นจริงเมื่อทำการปฏิบัติการบิน และหนึ่งวิธีที่สามารถช่วยลดต้นทุนด้านเชื้อเพลิงอากาศยานให้กับสายการบินก็คือ การกำหนดปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานเสริมพิเศษ (Discretionary fuel) ให้เหมาะสมในการปฏิบัติการบินในแต่ละเที่ยวบิน โดยต้องมีการนำเทคโนโลยีและเครื่องมือการวิเคราะห์เข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน ซึ่งนอกจากจะได้ประโยชน์ในด้านของเศรษฐกิจโดยการลดต้นทุนเชื้อเพลิงอากาศยานของสายการบินและด้านสิ่งแวดล้อมที่ช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเครื่องยนต์อากาศยานแล้ว สายการบินยังสามารถลดความเสี่ยงจากการหยุดชะงักของเที่ยวบินเนื่องจากสาเหตุของการที่ไม่ได้วางแผนเชื้อเพลิงให้เพียงพอต่อการปฏิบัติการบิน

Laurent T., Calvo F., Andreas T., Robin D., และ Peter M. (2021) ได้ศึกษาเรื่อง Fuel Tankering: Economic Benefits and Environmental Impact for Flights Up to 1,500 NM (Full tankering) and 2,500 NM (Partial tankering) พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคการบินมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงอากาศยานจากเที่ยวบินจำนวนมาก ซึ่งการที่จะทำให้เที่ยวบินปล่อยก๊าซ

เรือนกระจกน้อยที่สุดคือการการใช้เชื้อเพลิงอากาศยานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานความปลอดภัยของเที่ยวบิน แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ การบรรทุกปริมาณเชื้อเพลิงได้ถูกกำหนดโดยผู้ดำเนินการเดินอากาศแต่ละรายซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยานขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และผู้ดำเนินการเดินอากาศมีการคำนึงถึงเรื่องประสิทธิภาพต้นทุนค่าใช้จ่ายมากกว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการประหยัดเชื้อเพลิงอากาศยาน โดยในวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศแบบ Taker fuel ซึ่งเป็นการบรรทุกเชื้อเพลิงสำหรับเที่ยวบินเที่ยวถัดไปซึ่งนอกเหนือจากส่วนของเชื้อเพลิงอากาศยานที่จำเป็นเพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดการเติมเชื้อเพลิงอากาศยานที่สนามบินปลายทาง แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากเที่ยวบินที่ทำการขนปริมาณเชื้อเพลิงที่มากขึ้นนั้นจะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากยิ่งอากาศยานบรรทุกเชื้อเพลิงมากเท่าไร อากาศยานก็จะยิ่งมีน้ำหนักเพิ่มอัตราการเผาผลาญเชื้อเพลิงมากยิ่งขึ้น จึงทำให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย และการบรรทุกน้ำหนักที่เกินมานี้จะทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเป็นอย่างมาก โดยการวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาถึงในเรื่องประมาณการต้นทุนของเชื้อเพลิงอากาศยานและปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทำการศึกษาจากข้อมูลสถิติจากหน่วยงาน EUROCONTROL และจะจำกัดระยะทางเที่ยวบินที่ไม่เกิน 1,500 ไมล์ทะเลและ 2,500 ไมล์ทะเล ซึ่งสอดคล้องกับเที่ยวบินแบบระยะสั้นและระยะกลางเป็นหลัก งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าหากสายการบินทำการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานแบบ Tanker fuel จะสามารถทำให้ประหยัดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงได้ถึง 265 ล้านยูโรต่อปี แต่จะมีการเผาผลาญเชื้อเพลิงเพิ่มถึง 286,000 ตัน หรือเทียบเท่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 901,000 ตัน ถึงแม้จะเป็นผลดีต่อต้นทุนค่าใช้จ่ายของสายการบิน แต่กลับส่งผลกระทบอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก

Sharma A. Jakhar S.K. และ Choi T.M. (2021) ได้ศึกษาเรื่อง Would CORSIA implementation bring carbon neutral growth in aviation? A case of US full-service carriers โดยศึกษาพัฒนาแบบจำลองทางเศรษฐมิติ (Econometric) เพื่อระบุและตรวจสอบปัจจัยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยสายการบินสามรายที่ใหญ่ที่สุดในภาคการบินของสหรัฐฯ ที่ให้บริการเต็มรูปแบบ (Full-service) สำหรับการขนส่งระหว่างประเทศ แบบจำลองทางเศรษฐมิติ (Econometric) ใช้เทคนิคการถดถอยข้อมูลของ Fixed effect panel เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการบินและปัจจัยกำหนด และออกแบบแบบจำลองเพิ่มเติมเพื่อวัดผลกระทบของแต่ละคุณลักษณะต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนทั้งหมดของสายการบินเมื่อมีการใช้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (CORSIA) พบว่า การนำเชื้อเพลิงชีวภาพทางเลือก (Sustainable Aviation Fuel; SAF) มาใช้และ

การนำโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศไปใช้เป็นขั้นตอนที่จำเป็นต่ออนาคตที่มีการสนับสนุนให้เกิดความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon-neutral) ยังได้กล่าวถึงข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการ วางแผนเส้นทางการบินและการใช้ฝูงบินอากาศยานที่สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้อีกด้วย

เกรียงไกร นามนัย (2562) ได้ศึกษาเรื่อง ศักยภาพในการบริหารต้นทุนและการวางแผนกำไรที่ส่งผลต่อการดำเนินงานของธุรกิจ SMEs ในจังหวัดมหาสารคาม พบว่า วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริหารต้นทุนโดยรวมและเป็นรายด้านอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์สภาพแวดล้อม ด้านการกำหนดกลยุทธ์ ด้านการนำกลยุทธ์ไปปฏิบัติ และด้านการประเมินและการควบคุม ความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนกำไรโดยรวมและเป็นรายด้านอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ด้านงบประมาณ และด้านการวิเคราะห์การใช้สินทรัพย์หรือเงินทุน และความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำเร็จในการดำเนินงานโดยรวมและเป็นรายด้านอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านการเงิน ด้านลูกค้า ด้านกระบวนการภายใน และด้านการเรียนรู้และเติบโต ผู้ประกอบวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริหารต้นทุน การวางแผนกำไร และความสำเร็จในการดำเนินงานโดยรวมไม่แตกต่างกัน ส่วนการบริหารต้นทุนและการวางแผนกำไรมีความสัมพันธ์และผลกระทบเชิงบวกกับความสำเร็จในการดำเนินงานของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ผลที่ได้จากงานวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการบริหารจัดการกระบวนการภายในให้กับกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

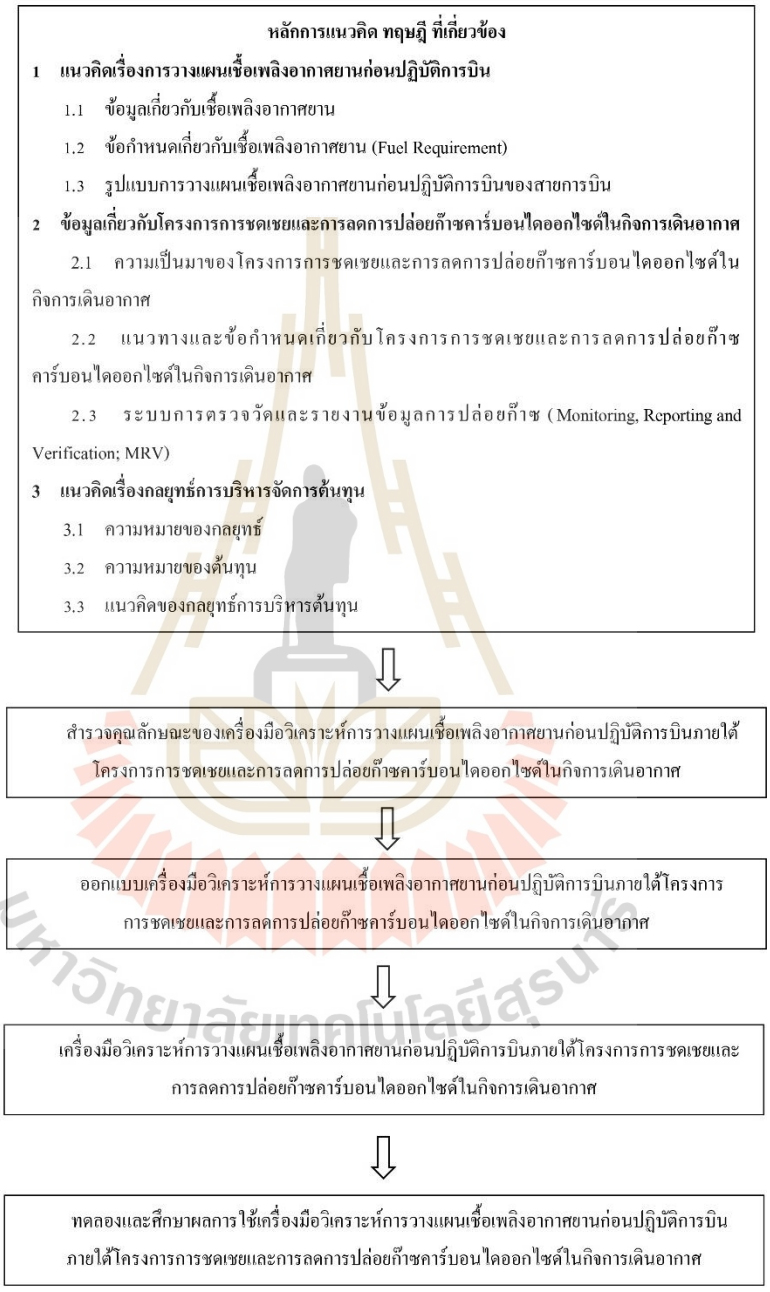
ฐิติกร ชมขุนทด (2561) ได้ศึกษาเรื่อง แนวทางการลดพลังงานน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้า กรณีศึกษา : ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคฐิติพงศ์ ขนส่ง พบว่าห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคฐิติพงศ์ ขนส่ง มีสัดส่วนการใช้พลังงานขนส่งที่สูง และยังขาดกลไกการส่งเสริมการจัดการพลังงานและประหยัดเชื้อเพลิงอย่างต่อเนื่อง ห้างหุ้นส่วนจำกัดฯ ต้องมีการจัดการพลังงานและประหยัดเชื้อเพลิงเพื่อมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยจัด "การจัดทำระบบบริหารจัดการพลังงานในภาคขนส่ง" ขึ้น โดยอาศัยแนวทางการส่งเสริมโครงการสาธิตระบบบริหารจัดการพลังงานในภาคขนส่ง (Logistic and Transport Management; LTM) โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของห้างหุ้นส่วนฯ กรณีศึกษา และเพื่อเสนอแนวทางการแก้ไขและป้องกัน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับลดการใช้เชื้อเพลิงในด้านการขนส่ง ของห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคฐิติพงศ์ ขนส่งระบบบริหารจัดการพลังงานในภาคขนส่งสามารถนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ โดยกำหนดให้มีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 โดยอาศัยทฤษฎีด้านวิศวกรรม และเทคโนโลยี ด้านการบริหารจัดการ ด้านวิธีการขับรถ ด้านการสร้างทีมงาน และใช้

มาตรการดังนี้ การอบรมพัฒนาการขับขี่ การควบคุมลมดันยางให้เหมาะสม การใส่สารหัวเชื้อน้ำมันเชื้อเพลิง การควบคุมการขับขี่อยู่ในช่วง 60 - 80 กม./ชม. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย Program excel ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัย เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลและทำการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพ ส่งผลให้สามารถประหยัดเชื้อเพลิงและมีค่าดัชนี ลิตร/กม. ที่ดีขึ้น ซึ่งประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.22 ซึ่งมากกว่าค่าเป้าหมายร้อยละ 4.22

บัลลังก์ พรหมราชยศ (2561) ได้ศึกษาเรื่อง ปัจจัยด้านเชื้อเพลิงอากาศยานที่ส่งผลต่อการบริหารจัดการต้นทุนของสายการบิน โดยศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเชื้อเพลิงอากาศยาน ปัจจัยที่ส่งผลทำให้ราคาเชื้อเพลิงอากาศยานมีความผันผวน และเพื่อนำเสนอแนวทางในการบริหารจัดการเพื่อลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงอากาศยานของสายการบิน มีวิธีดำเนินการวิจัยคือการศึกษาค้นคว้าจากคู่มือเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องร่วมกับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 9 คนประกอบไปด้วย เจ้าหน้าที่ของบริษัทตัวแทนจำหน่ายเชื้อเพลิงอากาศยานจำนวน 3 คน และเจ้าหน้าที่ของสายการบินจำนวน 4 สายการบินซึ่งเป็นลูกค้าของบริษัทตัวแทนจำหน่ายเชื้อเพลิงอากาศยานที่มีการเติมเชื้อเพลิงที่ท่าอากาศยานดอนเมืองจำนวน 6 คน และจากการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ทำให้ราคาเชื้อเพลิงอากาศยานผันผวน ได้แก่ ปัจจัยภายใน คือการเปลี่ยนแปลงของราคาหน้าโรงกลั่นและนโยบายจัดเก็บภาษีของภาครัฐ ปัจจัยภายนอกคือปริมาณที่เติม การเมืองและเศรษฐกิจและอัตราแลกเปลี่ยน และแนวทางในการบริหารจัดการเพื่อลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงอากาศยาน คือสายการบินต้องใช้แบบอากาศยานที่เหมาะสม มีวิธีปฏิบัติในการทำการบินที่ดีทั้งก่อนทำการบิน ขณะทำการบิน และหลังการทำการบิน การซื้อขายเชื่อเพลิงอากาศยานผ่านบริษัทตัวแทนจำหน่ายเชื้อเพลิงอากาศยานยังเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่มีส่วนช่วยให้สายการบินประหยัดค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าเชื้อเพลิงอากาศยานลงได้โดยบริษัทตัวแทนจำหน่ายเชื้อเพลิงอากาศยานจะใช้กลยุทธ์และวิธีการต่าง ๆ ที่จะทำให้สายการบินได้ราคาซื้อขายเชื้อเพลิงอากาศยานที่ถูกที่สุดในทุกเที่ยวบิน

2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้ศึกษาปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้มีการกำหนดกรอบแนววิจัยดังนี้



ภาพที่ 2.12 กรอบแนวการคิดวิจัย เรื่อง เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ” เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) รายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

3.1 วิธีวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยนี้ มีวิธีวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะตามลำดับ ได้แก่

3.1.1 ระยะที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหาการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ได้แก่

1) ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ดังนี้

- แนวคิดเรื่องการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน
- ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ
- แนวคิดเกี่ยวกับกลยุทธ์การบริหารจัดการต้นทุน
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) จัดทำแบบสอบถามเพื่อสำรวจคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศสำหรับผู้ให้ข้อมูลสำคัญซึ่งเป็นพนักงานอำนวยการบิน สายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง จำนวน 10 คน โดยนำเสนออร่างแบบสอบถามต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะแล้วทำการแก้ไขแบบสอบถาม เมื่อแก้ไขแบบสอบถามเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งเพื่อขอความเห็นชอบก่อนนำไปใช้งาน

3) ดำเนินการเก็บแบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ซึ่งเป็นพนักงานอำนวยการบิน สายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง จำนวน 10 คน

4) สรุปแบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

5) สรุปสาระสำคัญ ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการศึกษาเอกสาร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อให้ทราบถึงองค์ความรู้ในการจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ สำหรับนำเสนอแนวทางในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

3.1.2 ระยะที่ 2 การออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ได้แก่

1) ดำเนินการออกแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ โดยนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะในการนำไปปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ต่อไป

2) จัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ แล้วนำให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกครั้งก่อนมีการนำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ไปใช้จริง

3) จัดทำแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ สำหรับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ โดยนำเสนอร่างแบบสอบถามแล้วจึงนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งเพื่อขอความเห็นชอบก่อนนำไปใช้งาน

4) นำแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ และเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ให้แก่ผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัย

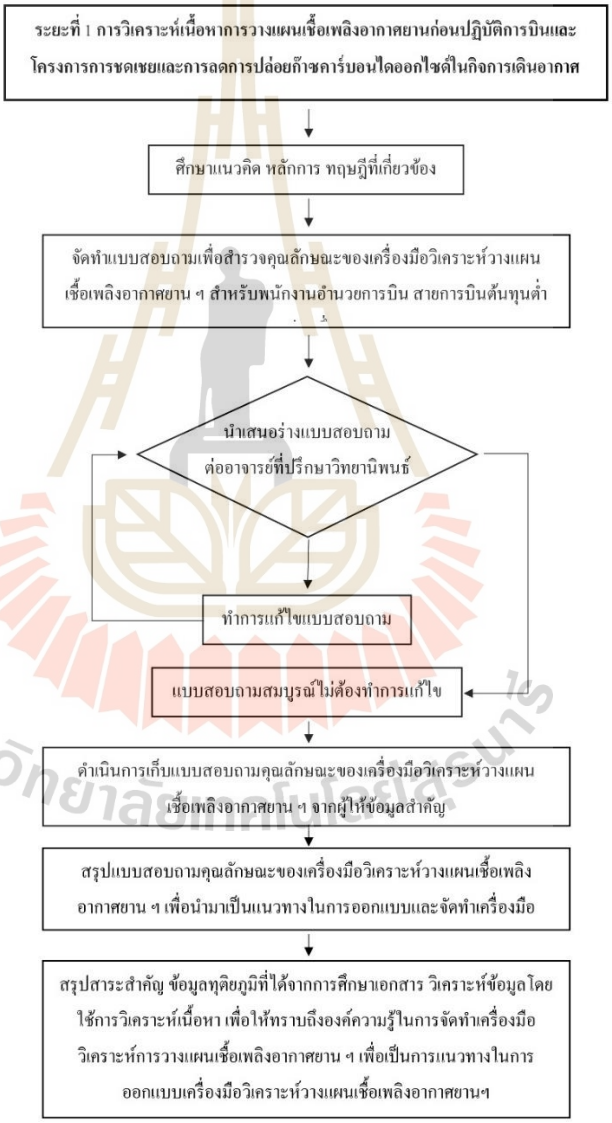
3.1.3 ระยะที่ 3 การทดลองและศึกษาผลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ได้แก่

1) ดำเนินการทดลองการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 10 คน โดยใช้ระยะเวลา 2 สัปดาห์ในการดำเนิน

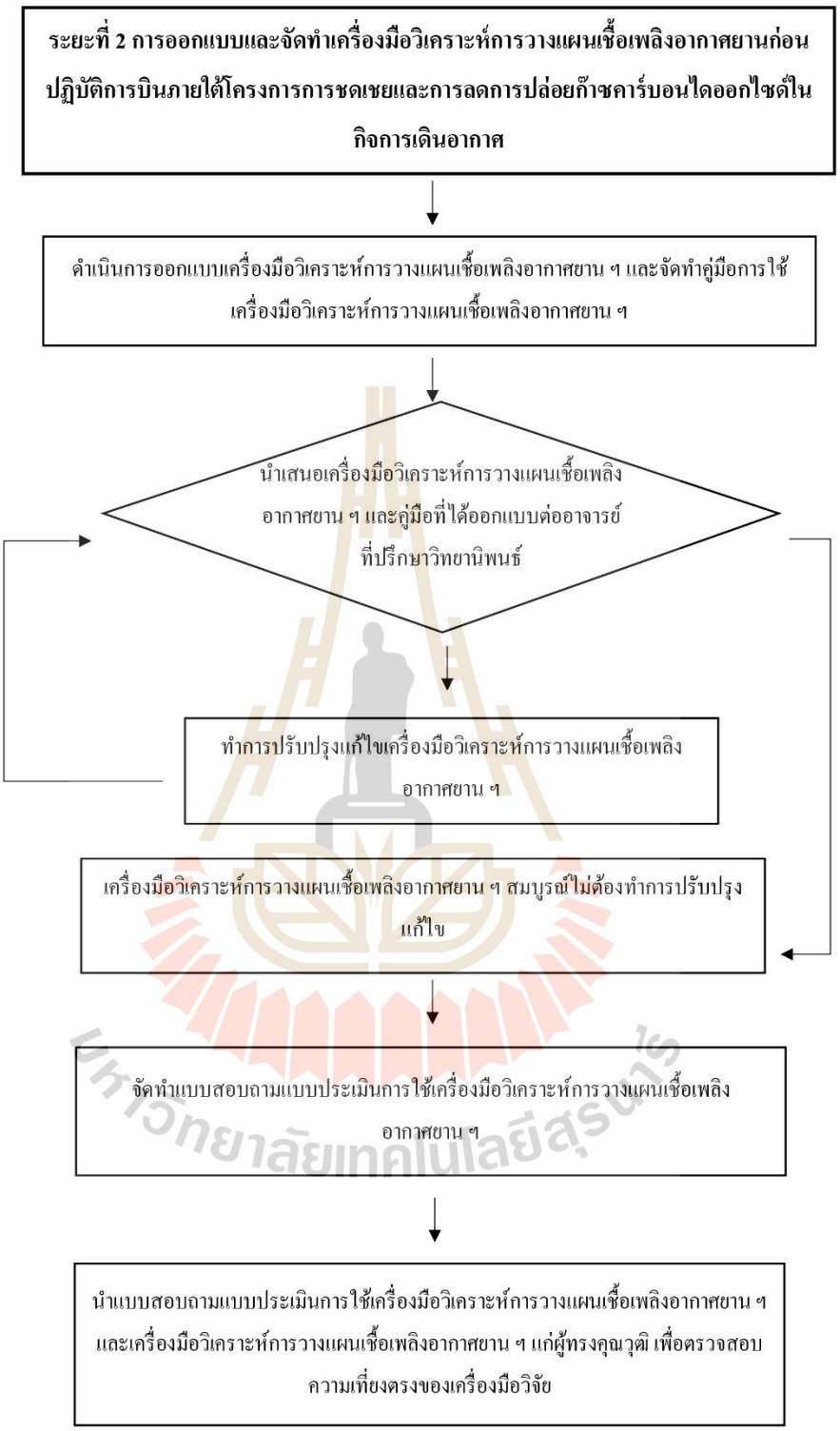
การทดลอง รวมทั้งดำเนินการจัดเก็บแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

2) สรุปแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ หลังจากทำการทดลองเสร็จสิ้น

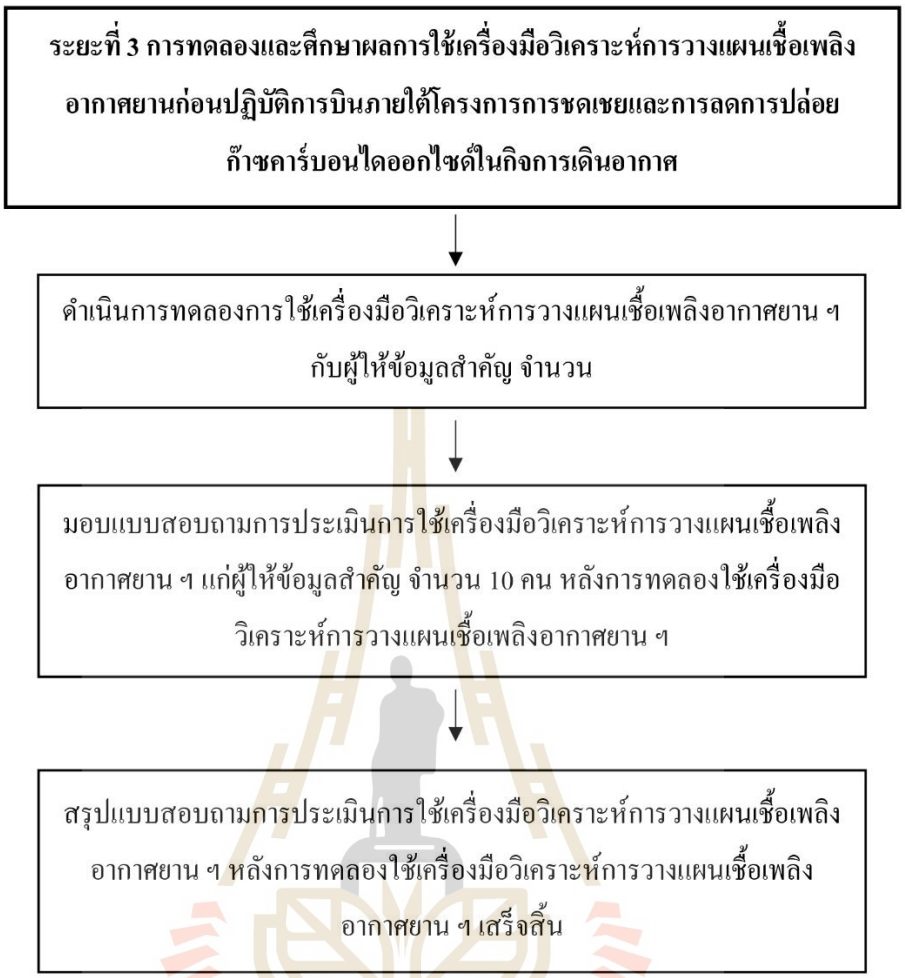
จากข้อมูลวิธีวิจัยที่แบ่งออกเป็น 3 ระยะข้างต้น สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.1 ภาพที่ 3.2 และภาพที่ 3.3 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.1 ระยะที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหาการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (ผู้วิจัย, 2566)



ภาพที่ 3.2 ระยะที่ 2 การออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (ผู้วิจัย, 2566)



ภาพที่ 3.3 ระยะที่ 3 การทดลองและศึกษาผลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (ผู้วิจัย, 2566)

3.2 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ดังนี้

3.2.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

จากรายละเอียดของการศึกษาและพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาแนวคิดการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินจาก

ภาคผนวก (Annex) เอกสาร (Document) ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ เอกสารและรายงานของสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ รวมถึงเอกสารประกาศของสำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย และคู่มือการทำงานของพนักงานอำนวยการบิน (Flight dispatcher manual) ของสายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่งซึ่งสอดคล้องกับกฎระเบียบมาตรฐานขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และผู้วิจัยยังได้เลือกศึกษาโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ โดยประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่ได้เข้าร่วมโครงการนี้ในระยะนำร่อง (Pilot phase) อีกด้วย

3.2.2 ขอบเขตผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informant) สำหรับงานวิจัยนี้ คือ พนักงานอำนวยการบินสายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง จำนวน 10 คน ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกด้วยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยคัดเลือกจากพนักงานอำนวยการบินของสายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง ที่ได้รับใบอนุญาตผู้ประจำหน้าที่แบบประเภทใบอนุญาตพนักงานอำนวยการบิน (Flight Operations Officer License) จากสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ประสบการณ์ในการทำงานในด้านการวางแผนเส้นทางการบินและการ วางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานเป็นอย่างดี และผู้วิจัยมีการพิทักษ์สิทธิผู้ให้ข้อมูลสำคัญสำหรับการวิจัยนี้ โดยมีการคำนึงจรรยาบรรณและพิทักษ์สิทธิของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญอย่างเคร่งครัด ซึ่งผู้วิจัยมีแนวปฏิบัติ คือ ระหว่างการดำเนินวิจัย ผู้วิจัยมีการชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและวิธีดำเนินการวิจัยให้ผู้ให้ข้อมูลสำคัญทราบ รวมทั้งมีการขออนุญาตผู้ให้ข้อมูลสำคัญก่อนการทำแบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ และแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ โดยการนำเสนอข้อมูลจะไม่มีผลกระทบต่อผู้ให้ข้อมูลสำคัญและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีการแทนหน่วยงานของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ คือ สายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง

3.2.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้มีช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2566

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยโดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1) เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

2) แบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

3) แบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถจำแนกออกได้เป็นดังนี้

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร (Document review) เป็นข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) โดยผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเอกสารจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

- ภาคผนวก (Annex) และเอกสาร (Document) ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ
- คู่มือการทำงานของพนักงานอำนวยการบิน (Flight dispatcher manual) ของสายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง
- เอกสารและรายงานของสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ
- เอกสารประกาศของสำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย และ
- เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ งานวิจัยต่าง ๆ ทั้งไทยและต่างประเทศ

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมแบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ด้วยชุดคำถามปลายปิด (Close-end questionnaires) กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นพนักงานอำนวยการบิน สายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง

3.4.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญ

ทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยจากแบบสอบถามแบบประเมินความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัย จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน ได้แก่

1) ดร.โสภณ ผลประพฤติ

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถาบันนวัตกรรมการตลาดเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

2) ดร.อภิภู สิทธิภูมิมงคล

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีการศึกษาและพันธกิจพิเศษ มหาวิทยาลัยมหิดล

3) ผศ. ว่าที่ ร.ต.หญิง ดร.ชัชญาภา วัฒนธรรม

ตำแหน่ง ประธานสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

4) นายเกษมพงศ์ ตั้งจิรบูรณ์

ตำแหน่ง หัวหน้าพนักงานอำนวยการบิน ฝ่ายปฏิบัติการบิน สายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง

5) นายวัชรินทร์ แก้วหาญ

ตำแหน่ง หัวหน้าพนักงานอำนวยการบิน ฝ่ายปฏิบัติการบิน สายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง

6) นางสาวศรีวัฒนา ศิริสัมพันธ์

ตำแหน่ง หัวหน้าพนักงานอำนวยการบิน ฝ่ายปฏิบัติการบิน สายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง

3.4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ด้วยแบบสอบถามแบบปลายปิด (Close-end questionnaires) จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ จำนวน 10 คนที่ได้ทดลองใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทำแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

แบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ประกอบไปด้วย 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ และส่วนที่ 3

ข้อเสนอแนะ / แนวทางปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ โดยกำหนดระดับของผลการวัดประเมินความเห็นด้วยเป็น 5 ระดับ (Rating scale) ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) (ฤทธิไกร ไชยงาม, 2562) ดังนี้

1 มีค่าเท่ากับ ระดับความเห็นด้วยน้อยที่สุด

2 มีค่าเท่ากับ ระดับความเห็นด้วยน้อย

3 มีค่าเท่ากับ ระดับความเห็นด้วยปานกลาง

4 มีค่าเท่ากับ ระดับความเห็นด้วยมาก

5 มีค่าเท่ากับ ระดับความเห็นด้วยมากที่สุด

ในการวิเคราะห์ระดับการวัดประเมินใช้เกณฑ์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย	แปลความหมาย
4.50 – 5.00	มีระดับความเห็นด้วยมากที่สุด
3.50 – 4.49	มีระดับความเห็นด้วยมาก
2.50 – 3.49	มีระดับความเห็นด้วยปานกลาง
1.50 – 2.49	มีระดับความเห็นด้วยน้อย
0.00 – 1.49	มีระดับความเห็นด้วยน้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ผู้วิจัยทำการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ระยะที่ 2 การออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ และ ระยะที่ 3 การทดลองและศึกษาผลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ จากการดำเนินการวิจัยจึงได้สรุปผลออกมาในแต่ละขั้นตอนดังนี้

4.1 ระยะที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ โดยแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบคือ 1) ด้านเนื้อหา ผู้วิจัยทำการศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และ 2) ด้านเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ โดยทำการแจกแบบสอบถามเพื่อสำรวจความต้องการของคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ แก่ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ซึ่งผลการวิจัยในระยะที่ 1 มีดังนี้

แบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ได้ทำการเก็บแบบสอบถามจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวนทั้งสิ้น 10 คน

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

ข้อมูลพื้นฐานผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวนคน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	6	60
	หญิง	4	40
อายุ	26 - 30	2	20
	31- 35	7	70
	41 - 45	1	10
ตำแหน่งงาน	หัวหน้าพนักงานอำนวยการบิน (Flight operations officer supervisor)	3	30
	พนักงานอำนวยการบิน (Flight operations officer)	5	50
	ผู้ช่วยพนักงานอำนวยการบิน (Flight operations assistant)	2	20
ประสบการณ์ในการทำงาน	น้อยกว่า 1 ปี	1	10
	1 - 5 ปี	1	10
	6 - 10 ปี	7	70
	มากกว่า 10 ปี	1	10

จากตารางที่ 4.1 ข้อมูลพื้นฐานผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญทั้งสิ้น 10 คน เป็นเพศชาย 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และเพศหญิง 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40 โดยมีอายุ 34 - 35 ปี มากที่สุดจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมา เป็นอายุ 26 - 30 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และสุดท้ายเป็นอายุ 41 - 45 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10 และจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญมีตำแหน่งงานเป็นพนักงานอำนวยการบิน (Flight operations officer) มากที่สุดจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาคือ หัวหน้าพนักงานอำนวยการบิน (Flight operations officer

supervisor) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30 และสุดท้ายคือ ตำแหน่งผู้ช่วยพนักงานอำนวยการบิน (Flight operations assistant) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และพบว่าผู้ให้ข้อมูลสำคัญมีประสบการณ์การทำงานในช่วง 6 - 10 ปี มีจำนวนมากที่สุด คือ 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมาเป็นช่วงประสบการณ์การทำงานน้อยกว่า 1 ปี ช่วงการทำงาน 1 - 5 ปี และช่วงการทำงานมากกว่า 10 ปี มีจำนวนที่เท่ากันคือช่วงละ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10

ตารางที่ 4.2 ความต้องการในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

ความต้องการในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ	**จำนวนคน**	**ร้อยละ**
ต้องการ	10	100
ไม่ต้องการ	0	0

จากตารางที่ 4.2 ความต้องการในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ พบว่าจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 10 คน มีความต้องการในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และไม่มีผู้ให้ข้อมูลสำคัญท่านใดที่ไม่ต้องการในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

ตารางที่ 4.3 ลักษณะเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่สนใจ

ลักษณะเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ	**จำนวนคน**	**ร้อยละ**
รูปแบบออนไลน์ แบบเว็บไซต์	8	80
รูปแบบออฟไลน์ แบบ Microsoft Office Excel	2	20

จากตารางที่ 4.3 ลักษณะเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่สนใจ พบว่าจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญทั้งสิ้น 10 คน มีความสนใจรูปแบบออนไลน์ แบบเว็บไซต์มากกว่ารูปแบบออฟไลน์ แบบ Microsoft Office Excel ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 8 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 รูปแบบตัวอักษร (Font) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ต้องการ

รูปแบบตัวอักษร (Font) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ	จำนวนคน	ร้อยละ
อักษรภาษาอังกฤษแบบ Courier New	5	50
อักษรภาษาอังกฤษแบบ Arial Nova	2	20
อักษรภาษาอังกฤษแบบ Georgia Pro	1	10
อักษรภาษาอังกฤษแบบ Univers Condensed	2	20

จากตารางที่ 4.4 รูปแบบตัวอักษร (Font) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ต้องการ พบว่า จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญทั้งสิ้น 10 คน รูปแบบตัวอักษร (Font) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ต้องการมากที่สุด คือ อักษรภาษาอังกฤษแบบ Courier New จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50 ลำดับถัดมาคือ อักษรภาษาอังกฤษแบบ Arial Nova และ อักษรภาษาอังกฤษแบบ Univers Condensed มีความต้องการเท่ากันคือ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และลำดับสุดท้าย คือ อักษรภาษาอังกฤษแบบ Georgia Pro จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 10

ตารางที่ 4.5 ขนาดอักษร (Size) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ต้องการ

ขนาดอักษร (Size) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ	จำนวนคน	ร้อยละ
ขนาดเล็ก	6	60
ขนาดกลาง	4	40

จากตารางที่ 4.5 ขนาดอักษร (Size) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ต้องการ พบว่า จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญทั้งหมด 10 คน มีความต้องการขนาดอักษรของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ขนาดเล็กมากที่สุด 6 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และลำดับถัดมาคือขนาดอักษรของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ขนาดกลาง 4 คน คิดเป็นร้อยละ 40

ตารางที่ 4.6 รูปแบบสีของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ต้องการ

รูปแบบสีของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ	**จำนวนคน**	**ร้อยละ**
พื้นหลัง (Background) สีเข้ม ตัวอักษร (Font) สีอ่อน	5	50
พื้นหลัง (Background) สีอ่อน ตัวอักษร (Font) สีเข้ม	5	50

จากตารางที่ 4.6 รูปแบบสีของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ต้องการ พบว่าจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญทั้งหมด 10 คน มีความต้องการรูปแบบสีของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ คือ พื้นหลัง (Background) สีเข้ม ตัวอักษร (Font) สีอ่อน และพื้นหลัง (Background) สีอ่อน ตัวอักษร (Font) สีเข้ม มีความต้องการที่เท่ากัน คือ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 50

ตารางที่ 4.7 ความต้องการการจำกัดการแก้ไขและเข้าถึงข้อมูลของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ในแต่ละตำแหน่งงาน

ความต้องการการจำกัดการแก้ไขและเข้าถึงข้อมูลของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ในแต่ละตำแหน่งงาน	**จำนวนคน**	**ร้อยละ**
ต้องการ	10	100
ไม่ต้องการ	0	0

จากตารางที่ 4.7 ความต้องการการจำกัดการแก้ไขและเข้าถึงข้อมูลของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ในแต่ละตำแหน่งงาน พบว่า จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญทั้งสิ้น 10 คน มีความต้องการการจำกัดการแก้ไขและเข้าถึงข้อมูลของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ในแต่ละตำแหน่งงาน จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลที่ผู้ให้ข้อมูลสำคัญต้องการให้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ แสดงประมวลผลข้อมูล

ข้อมูลที่ผู้ให้ข้อมูลสำคัญต้องการให้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ แสดงประมวลผลข้อมูล	จำนวนคน
ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมดจากการวางแผนก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) สำหรับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel	10
ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณเชื้อเพลิงจากการวางแผนก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) สำหรับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel	9
ต้นทุนราคา (Price cost) เชื้อเพลิงอากาศยานทั้งหมดที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel	8
ข้อมูลแสดงผลกำไรและขาดทุนของต้นทุนราคา (Price cost) เชื้อเพลิงอากาศยานจากการเลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel	7
ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้งหมดที่เกิดจากการเกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel	8
ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel	9

จากตารางที่ 4.8 ข้อมูลที่ผู้ให้ข้อมูลสำคัญต้องการให้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ แสดงประมวลผลข้อมูล พบว่าจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญทั้งสิ้น 10 คน มีผู้เลือกข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมดจากการวางแผนก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) สำหรับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel มากที่สุด 10 คน ลำดับรองลงมาที่มีจำนวนเท่ากัน 9 คนคือ ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณเชื้อเพลิงจากการวางแผนก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) สำหรับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel และข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของ

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel ลำดับถัดมามีผู้เลือกจำนวนเท่ากัน 8 คน คือข้อมูลต้นทุนราคา (Price cost) เชื้อเพลิงอากาศยานทั้งหมดที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel และข้อมูลปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้งหมดที่เกิดจากการเกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel และลำดับสุดท้ายคือข้อมูลแสดงผลกำไรและขาดทุนของต้นทุนราคา (Price cost) เชื้อเพลิงอากาศยานจากการเลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel มีผู้เลือกจำนวน 7 คน โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีข้อแนะนำเพิ่มเติมให้มีการเพิ่มข้อมูลการประมาณการปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเที่ยวบินที่เข้าเกณฑ์โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศของทั้งปี และมีการระบุข้อมูลประเทศที่เข้าร่วมและไม่เข้าร่วมโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

4.2 ระยะที่ 2 การออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

จากระยะที่ 1 เมื่อผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลข้อมูลจาก แบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงทำการออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ประกอบด้วย การออกแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ และการจัดทำคู่มือในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การออกแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

จากแบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ พบว่า

1) ลักษณะเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่มีผู้สนใจใช้มากที่สุดอันดับแรกคือ รูปแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ออนไลน์แบบเว็บไซต์

2) รูปแบบตัวอักษร (Font) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่มีผู้สนใจอันดับแรกคือ อักษรภาษาอังกฤษแบบ Courier New

3) ขนาดอักษร (Size) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่มีผู้สนใจมากที่สุด คือ ขนาดอักษร (Size) ขนาดเล็ก

4) รูปแบบสีของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีจำนวนคะแนนที่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงได้เลือกรูปแบบสีของเครื่องมือวิเคราะห์แบบพื้นหลัง (Background) สีอ่อน ตัวอักษร (Font) สีเข้ม เพื่อให้ตัวอักษร (Font) ในเครื่องมือวิเคราะห์มีความเด่นชัดมากขึ้น

5) มีการจำกัดการแก้ไขและเข้าถึงข้อมูลของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ตามแต่ละตำแหน่งงาน โดยตำแหน่งหัวหน้างานสามารถแก้ไขและเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งหมด

6) ข้อมูลที่ให้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ แสดงประมวลผลข้อมูล ตามแบบสอบถามประกอบไปด้วย

- ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมดจากการวางแผนก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) สำหรับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum Fuel และ Tanker Fuel
- ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณเชื้อเพลิงจากการวางแผนก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) สำหรับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel
- ต้นทุนราคา (Price cost) เชื้อเพลิงอากาศยานทั้งหมดที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel
- ข้อมูลแสดงผลกำไรและขาดทุนของต้นทุนราคา (Price cost) เชื้อเพลิงอากาศยานจากการเลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel
- ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้งหมดที่เกิดจากการเกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel
- ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel

จากผลการออกแบบข้างต้น ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ไปประเมินความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ กับผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ดังนี้

4.2.2 การหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัย

จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินผลเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่านที่มีต่อคำถามว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยหรือไม่ และเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ สำหรับการหาค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

จากการประเมินความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัย จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน พบว่ามีค่าความเที่ยงตรงทั้งหมด 5 หัวข้อใหญ่ ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ 2) ด้านการประมวลผลและการแสดงผล 3) ด้านระบบการเข้าถึงข้อมูล 4) ด้านภาพรวมของโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ และ 5) ข้อเสนอแนะ / แนวทางปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ แต่ในหัวข้อข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม เกี่ยวกับตำแหน่งงาน และหัวข้อด้านการประมวลผลและการแสดงผล เกี่ยวกับรูปแบบของตัวอักษร ขนาด และสีในการแสดงผลข้อมูล มีค่าความเที่ยงตรงที่ 0.8 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ โดยเพิ่มตัวเลือกอื่น ๆ สำหรับช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถามและตำแหน่งงานในหัวข้อข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อให้แบบสอบถามมีความสมบูรณ์แบบมากขึ้น

4.3 ระยะที่ 3 การทดลองและศึกษาผลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจนเสร็จสมบูรณ์แล้ว ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการทดลองเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ จำนวน 10 คน สรุปได้ดังนี้

จากการดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 10 คน โดยเป็นผู้ปฏิบัติงานด้านอำนวยการบิน (Flight Operations) ซึ่งภายหลังจากดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิง

อากาศยาน ฯ ผู้วิจัยได้ดำเนินการแจกแบบสำรวจจากแบบสอบถามการประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศแก่ผู้ให้ข้อมูลสำคัญหลังจากทำการทดลองใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ และทำการสรุปข้อมูลแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ สรุปได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

หัวข้อ	ระดับความเห็นด้วย		
	$(\bar{x})$	S.D.	ระดับความเห็นด้วย
การออกแบบโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ			
1. รูปแบบของตัวอักษร ขนาด และสีมีความเหมาะสม	3.80	0.63	มาก
2. ข้อมูลที่ใช้ป้อนในโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีความเหมาะสมและครบถ้วนสมบูรณ์	4.30	0.48	มาก
3. ข้อมูลการแสดงผลการคำนวณมีความเหมาะสม ครบถ้วนและเข้าใจง่าย	4.40	0.52	มาก
4. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ	4.60	0.52	มากที่สุด
5. ภาพรวมของการออกแบบโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีความเหมาะสม	4.30	0.48	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.28	0.53	มาก

ตารางที่ 4.9 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์กาวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (ต่อ)

หัวข้อ	ระดับความเห็นด้วย		
	$(\bar{x})$	S.D.	ระดับความเห็นด้วย
ด้านการประมวลผลและการแสดงผล			
1. การออกแบบโปรแกรมวิเคราะห์ ฯ และการแสดงผลการคำนวณมีความเหมาะสม	4.60	0.52	มากที่สุด
2. การแสดงผลการคำนวณจากโปรแกรมวิเคราะห์ ฯ ทำได้ง่ายและมีความสะดวก	4.60	0.52	มากที่สุด
3. การแสดงผลการคำนวณจากโปรแกรมวิเคราะห์ ฯ ในแต่ละส่วนได้ข้อมูลที่ถูกต้อง	4.90	0.32	มากที่สุด
4. รูปแบบของตัวอักษร ขนาด และสีในการแสดงผลข้อมูลมีความเหมาะสม	4.00	0.47	มาก
5. แบบการรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความเหมาะสม	4.50	0.53	มากที่สุด
6. แบบการรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความเข้าใจได้ง่าย	4.70	0.48	มากที่สุด
7. แบบการรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีการแสดงผลข้อมูลที่ถูกต้อง	4.80	0.42	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.59	0.47	มากที่สุด
ระบบการเข้าถึงข้อมูล			
1. ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบมีความเหมาะสม	4.50	0.53	มากที่สุด
2. การกำหนดให้เข้าถึงข้อมูลตามสิทธิ์มีความเหมาะสม	4.60	0.52	มากที่สุด
3. การจัดการความปลอดภัยของข้อมูลในภาพรวมมีความเหมาะสม	4.00	0.82	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.37	0.62	มาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.9 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ (ต่อ)

หัวข้อ	ระดับความเห็นด้วย		
	$(\bar{x})$	S.D.	ระดับความเห็นด้วย
ภาพรวมของโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ			
1. การเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ ฯ ได้อย่างรวดเร็ว	4.70	0.48	มากที่สุด
2. โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ มีความสะดวก ใช้งานง่าย	4.70	0.48	มากที่สุด
3. โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ สามารถประมวลผลและสรุปผลได้ถูกต้องแม่นยำ	4.70	0.48	มากที่สุด
4. โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ มีความสอดคล้องกับความต้องการที่จะนำไปใช้งาน	4.30	0.48	มาก
5. เนื้อหาที่นำมาสร้างโปรแกรมวิเคราะห์ฯ ถูกต้องและครบถ้วน	4.60	0.52	มากที่สุด
6. โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ ช่วยอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์วางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning)	4.70	0.48	มากที่สุด
7. โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ มีประโยชน์เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้จริง	4.70	0.48	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.63	0.49	มากที่สุด

จากแบบสอบถามของผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวนทั้งสิ้น 10 คน พบว่า ด้านการออกแบบโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีค่าเฉลี่ยความเห็นด้วยโดยรวมอยู่ที่ 4.28 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยอยู่ที่ 0.53 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ซึ่งหัวข้อเกี่ยวกับความสะดวกในการใช้โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีค่าเฉลี่ย

ความเห็นด้วยมากที่สุดอยู่ที่ 4.60 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.52 รองลงมาจะเป็นหัวข้อเกี่ยวกับข้อมูลการแสดงผลการคำนวณมีความเหมาะสม ครบถ้วนและเข้าใจง่าย ได้ค่าเฉลี่ยความเห็นด้วยอยู่ที่ 4.40 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.52

ด้านการประมวลผลและการแสดงผล มีค่าความเฉลี่ยความเห็นด้วยโดยรวมอยู่ที่ 4.59 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยอยู่ที่ 0.47 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยพบว่าหัวข้อการแสดงผลการคำนวณจากโปรแกรมวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ในแต่ละส่วนได้ข้อมูลที่ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 4.90 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.32 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ในส่วนลำดับถัดมา คือแบบการรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีการแสดงผลข้อมูลที่ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ย 4.80 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้านระบบการเข้าถึงข้อมูล มีค่าเฉลี่ยความเห็นด้วยโดยรวมอยู่ที่ 4.37 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ 0.62 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยพบว่าหัวข้อการกำหนดให้เข้าถึงข้อมูลตามสิทธิ์มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ 4.60 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด และรองลงมาคือหัวข้อขั้นตอนการเข้าสู่ระบบมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยคือ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้านภาพรวมของโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีค่าเฉลี่ยความเห็นด้วยโดยรวมอยู่ที่ 4.63 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยอยู่ที่ 0.49 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมี 5 หัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากันอยู่ที่ 4.70 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.48 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ 1) หัวข้อการเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ได้อย่างรวดเร็ว 2) หัวข้อโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีความสะดวก ใช้งานง่าย 3) โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ สามารถประมวลผลและสรุปผลได้ถูกต้องแม่นยำ 4) โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ช่วยอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์วางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) และ 5) โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีประโยชน์เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้จริง

ดังนั้น ผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่ได้ทดลองใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 10 คน มีความเห็นด้วยในเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ย 4.50 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.56

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง “เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ” เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานของสายการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศตามมาตรฐานสากล และเพื่อเสนอเครื่องมือที่จะช่วยในการวิเคราะห์เลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ โดยผู้วิจัยทำการศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และจากนั้นได้สำรวจคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ โดยทำการแจกแบบสอบถามเพื่อสำรวจความต้องการของคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

ระยะที่ 2 การออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ผู้วิจัยทำการออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ประกอบด้วย การออกแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ และการจัดทำคู่มือในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

ระยะที่ 3 การทดลองและศึกษาผลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 10 คน รวมทั้งดำเนินการจัดเก็บแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่ได้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในหัวข้อวิจัย เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ที่เป็นการวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) จากผลการวิจัยทั้งหมด 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ระยะที่ 2 การออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ และระยะที่ 3 การทดลองและศึกษาผลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อสรุปซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยทั้ง 2 ข้อ คือ เพื่อศึกษารูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานของสายการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศตามมาตรฐานสากล และเพื่อนำเสนอเครื่องมือที่จะช่วยในการวิเคราะห์เลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ดังต่อไปนี้

1) ระยะที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทั้งองค์ประกอบด้านเนื้อหาเกี่ยวกับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และองค์ประกอบของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ โดยเมื่อผู้วิจัยได้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาจนครบถ้วนแล้ว จึงได้มีการสรุปข้อมูลจากความต้องการของคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ จำนวน 10 คน จากแบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ จากนั้นผู้วิจัยจึงนำมาสรุปความต้องการคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ดังนี้

- ชื่อเครื่องมือวิเคราะห์

"เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ"

- ลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ
  - เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ในรูปแบบออนไลน์แบบเว็บไซต์
- รูปแบบตัวอักษร (Font) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ
  - อักษรภาษาอังกฤษแบบ Courier New
- ขนาดอักษร (Size) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ
  - ขนาดอักษร (Size) ขนาดเล็ก
- รูปแบบสีของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ
  - พื้นหลัง (Background) สีอ่อน ตัวอักษร (Font) สีเข้ม
- การแก้ไขและเข้าถึงข้อมูลของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ
  - มีการจำกัดการแก้ไขและเข้าถึงข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ตามแต่ละตำแหน่งงาน
- ข้อมูลที่แสดงประมวลผลข้อมูลในเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ
  - ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมดจากการวางแผนก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) สำหรับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel
  - ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณเชื้อเพลิงจากการวางแผนก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) สำหรับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel
  - ต้นทุนราคา (Price cost) เชื้อเพลิงอากาศยานทั้งหมดที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel
  - ข้อมูลแสดงผลกำไรและขาดทุนของต้นทุนราคา (Price cost) เชื้อเพลิงอากาศยานจากการเลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel
  - ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้งหมดที่เกิดจากการเกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel
  - ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum fuel และ Tanker fuel

2) ระยะที่ 2 การออกแบบและจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ สรุปได้ดังนี้

- การออกแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ตามแนวทางจากการสำรวจจากแบบสอบถามคุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ได้จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 10 คน ผู้วิจัยได้ทำการจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ เป็นรูปแบบแบบออนไลน์แบบเว็บไซต์ ประกอบไปด้วยหน้าจอหลักดังต่อไปนี้

  - หน้าจอหลักเข้าสู่ระบบ (Log-in) ที่ต้องการทำใส่รหัสผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password)
  - หน้าจอหลัก ส่วนของหน้าต่างข้อมูล (Data) สำหรับใส่ข้อมูลรหัสสนามบิน 4 หลักแบบ ICAO code และข้อมูลราคาเชื้อเพลิงอากาศยาน
  - หน้าจอหลัก ส่วนของหน้าต่างวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) สำหรับใส่ข้อมูลเกี่ยวกับเชื้อเพลิงอากาศยาน และข้อมูลของเที่ยวบินที่จะทำการวิเคราะห์
  - หน้าจอหลัก ส่วนของหน้าต่างรายงาน (Report) สำหรับแสดงข้อมูลที่ทำการประมวลผลแล้วเรียบร้อย และสามารถทำการ download รายงานในแบบสกุลไฟล์แบบ PDF

  ผู้วิจัยจึงทำการออกแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ให้มีความซับซ้อนไม่มากจนเกินไปเพื่อให้ผู้ใช้งานสะดวกต่อการใช้เครื่องมือ และมีข้อมูลประมวลผลครบถ้วนตามแบบแนวทางจากการสำรวจจากแบบสอบถามที่ได้จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

- การจัดทำคู่มือการใช้งานระบบ (User manual) เครื่องมือระบบวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ สำหรับผู้ใช้งาน โดยในคู่มือแบ่งเป็นหัวข้อการใช้งาน ดังนี้

  - หน้าหลัก
  - การเข้าสู่ระบบ
  - การใช้งานระบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ
  - การ Download รายงานจากระบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ
  - การใส่ข้อมูล (Data) ให้กับระบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

- ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยจากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ในแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ในตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามมีค่าความตรงทั้งหมด 4 ข้อ โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมให้แก้ไขในหัวข้อตำแหน่งงานและอายุของผู้ตอบแบบสอบถามในแบบสอบถามให้มีตัวเลือกอื่น ๆ ในกรณีที่ไม่มีตัวเลือกงานที่ตรงตามที่ระบุ ส่วนตอนที่ 2 ด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ พบว่ามีค่าความตรงครบทุกด้าน ได้แก่ 1) การออกแบบโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ 2) ด้านการประมวลผลและการแสดงผล 3) ระบบการเข้าถึงข้อมูล และ 4) ภาพรวมของโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับแบบสอบถามแบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ควรมีการปรับคำถามให้กระชับและเหมาะสม และยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับโปรแกรมวิเคราะห์ให้สามารถปรับการใช้งานให้ยืดหยุ่นเหมาะสำหรับผู้ใช้งานแต่ละบุคคล เช่นการปรับขนาดของตัวอักษร ผู้วิจัยจึงได้ทำการแก้ไขให้เหมาะสมตามข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3) ระยะที่ 3 การทดลองและศึกษาผลการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

- การทดลองการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากับผู้ให้ข้อมูลสำคัญทั้งสิ้น 10 คน ซึ่งเป็นพนักงานอำนวยการบิน (Flight operations) พบว่า ระดับความเห็นด้วยของผู้ทดลองใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ จำนวน 10 คน มีความเห็นด้วยในเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ในด้านต่าง ๆ ดังนี้ 1) ด้านการออกแบบโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีค่าความเห็นด้วยเฉลี่ย 4.28 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยที่ 0.53 ซึ่งอยู่ในระดับมาก 2) ด้านการประมวลผลและการแสดงผล มีค่าความเห็นด้วยเฉลี่ย 4.59 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.47 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด 3) ด้านระบบการเข้าถึงข้อมูล มีค่าความเห็นด้วยเฉลี่ย 4.37 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.62 ซึ่งอยู่ในระดับมาก และ 5) ด้านภาพรวมของโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีค่าความเห็นด้วยเฉลี่ย 4.63 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย 0.49 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

ดังนั้น ภาพรวมของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการ

เดินอากาศ มีความเห็นด้วยในเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ 4.50 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56 จากผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่ได้ทดลองใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ จำนวน 10 คน

- สำหรับข้อเสนอแนะและแนวทางปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ผู้ทดลองใช้ได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นการปรับปรุงเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ให้มีการต่อยอดพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น เช่น เสนอแนะให้ระบบมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับเที่ยวบินทั้งแบบก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight) และแบบหลังปฏิบัติการบิน (Post-flight) เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบและนำไปวิเคราะห์เปลี่ยนแปลงนโยบายในการปฏิบัติงานด้านปฏิบัติการบินในอนาคต รวมถึงเสนอแนะให้มีความยืดหยุ่นในการแก้ไขรหัสผ่านในการใช้งานเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานของสายการบินและโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศตามมาตรฐานสากล และมีการนำเสนอเครื่องมือที่จะช่วยในการวิเคราะห์เลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hyoseok Chang (2021) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง Estimation of Discretionary Fuel for Airline Operations ที่พบว่า การกำหนดปริมาณเชื้อพลิงอากาศยานเสริมพิเศษ (Discretionary fuel) ให้เหมาะสมในการปฏิบัติการบินในแต่ละเที่ยวบิน โดยต้องมีการนำเทคโนโลยีและเครื่องมือการวิเคราะห์เข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน ซึ่งนอกจากจะได้ประโยชน์ในด้านของค่าใช้จ่ายโดยการลดต้นทุนเชื้อเพลิงอากาศยานของสายการบินและด้านสิ่งแวดล้อมที่ช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเครื่องยนต์อากาศยานแล้ว สายการบินยังสามารถลดความเสี่ยงจากการหยุดชะงักของเที่ยวบินเนื่องจากสาเหตุของการที่ไม่ได้วางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานให้เพียงพอต่อการปฏิบัติการบิน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Laurent T., Calvo F., Andreas T., Robin D., และ Peter M. (2021) ซึ่งทำการศึกษาเรื่อง Fuel Tankering: Economic Benefits and Environmental Impact for Flights Up to 1,500 NM (Full tankering) and 2,500 NM (Partial tankering) ที่พบว่า หากสายการบินทำการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานรูปแบบ Tanker fuel จะทำให้สายการบินสามารถประหยัดต้นทุนจากค่าเชื้อเพลิงต่อปีได้

เป็นจำนวนมาก แต่กลับมีการเผาผลาญปริมาณเชื้อเพลิงเพิ่มเป็นปริมาณมากจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานรูปแบบ Tanker fuel ส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกสู่ชั้นบรรยากาศเป็นจำนวนที่มากขึ้นตามไปด้วย นอกจากนั้นองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ยังได้มีการประชุมสมัชชา สมัยที่ 37 (the 37th session of the ICAO Assembly ในปี พ.ศ. 2553) เพื่อกำหนด 4 มาตรการสำคัญเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากภาคอุตสาหกรรมการบิน ดังต่อไปนี้ (เรียกว่า "Basket of Measures")

1) การใช้เทคโนโลยีเครื่องบินแบบใหม่ (Aircraft Technology)
2) การปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน (Operational Improvements /Airports)
3) การใช้เชื้อเพลิงหมุนเวียน (Sustainable Aviation Fuels)
4) มาตรการตลาด (Market-Based Measures; MBM)

ซึ่งการออกแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศสอดคล้องกับมาตรการ Basket of Measures ข้อที่ 2 คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน (Operational Improvements /Airports) นั่นเอง ดังนั้นเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ จึงสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในงานปฏิบัติการบิน (Flight operations) ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนเชื้อพลิงอากาศยานในแต่ละเที่ยวบิน

ด้านความเห็นด้วยที่มีต่อเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ พบว่า ผู้ให้ข้อมูลสำคัญที่ทำการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ซึ่งเป็นพนักงานอำนวยการบินที่มีประสบการณ์เชี่ยวชาญในการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับปฏิบัติการบิน มีความเห็นด้วยในเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ย 4.50 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.56 ผู้เข้าทดลองมีความเห็นว่าสามารถนำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ไปใช้งานเพิ่มเติมและนำข้อมูลนี้ไปประกอบการวิเคราะห์การวางแผนปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานและปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ได้ และยังสามารถนำข้อมูลนี้ไปวิเคราะห์ต่อยอดเพื่อพัฒนาขั้นตอนการทำงานและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนปฏิบัติการบินได้อีกด้วย ดังนั้นจึงกล่าวโดยสรุปได้ว่า ผู้เข้าทดลองการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ มีความพึงพอใจต่อเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ และเจตคติที่ดีต่อ

การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานในการปฏิบัติการบินและปัญหามลภาวะเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) ด้านองค์กร สายการบิน ซึ่งเป็นองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการบินและมีการใช้เชื้อเพลิงอากาศยานปริมาณมาก และทำให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศมากที่สุด ควรมีการนำเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลมาสนับสนุนและใช้ในการประกอบการทำงานของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนปฏิบัติการบินด้านเชื้อเพลิงอากาศยาน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและนำไปประกอบการตัดสินใจในการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานด้วยความรอบคอบและคำนึงถึงความคุ้มค่าจากต้นทุนของเชื้อเพลิงอากาศยานและต้นทุนการชดเชยการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะเกิดได้ในอนาคต

2) ด้านสังคม สถาบันศึกษาด้านการบินควรมีการให้ความรู้และข้อเสนอแนะข้อมูลการวิจัยในเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการบิน และสิ่งแวดล้อมกับสายการบิน องค์กรที่เกี่ยวข้องและบุคลากรที่ให้ความสนใจในด้านดังกล่าว โดยเฉพาะเรื่องมลภาวะทางธรรมชาติที่เกิดจากอุตสาหกรรมการบิน ซึ่งเป็นเรื่องที่ปัจจุบันหลาย ๆ องค์กรได้ให้ความสำคัญและตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยการร่วมมือแลกเปลี่ยนความรู้จากสถานศึกษากับองค์กรที่เกี่ยวข้อง จะทำให้เกิดองค์ความรู้ที่เพิ่มมากขึ้นทั้งจากสถานศึกษาและองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทำให้นำความรู้เหล่านี้ไปต่อยอดและพัฒนาเครื่องมือใหม่ ๆ เพื่อนำไปใช้งานได้จริงในอนาคต

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป จากจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศครั้งต่อไป ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะให้มีการพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ให้สามารถใช้งานในรูปแบบอื่นนอกจากเว็บไซต์ได้ เช่น การใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ผ่านทาง Application ใน Tablet และ Smart phone เนื่องจากผู้ใช้งานบางท่านมีการใช้ Tablet หรือ Smart phone ควบคู่ในการวางแผนปฏิบัติการบินด้วย

5.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

1) เนื่องจากการวิจัยเป็นการทดลองใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่มีระยะเวลาที่มีอย่างจำกัด ทำให้ทดลองได้เฉพาะพนักงานสายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่งได้เพียงสายการบินเดียว รวมถึงในขณะที่มีการทดลองใช้ ผู้ทดลองใช้งานบางท่านมีภาระงานในการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานในการปฏิบัติการบินจำนวนหลากหลายเที่ยวบิน ซึ่งต้องแข่งขันกับเวลาของเที่ยวบินที่จะกำลังทำการปฏิบัติการบิน ทำให้มีการทดลองใช้งานเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ได้ไม่บ่อยเท่าที่ควร

2) เนื้อหาในการวิจัยที่ทำการศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นจำกัดเฉพาะสำหรับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศจากองค์การการบินพลเรือนเท่านั้น

3) เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ทำการวิจัยนี้ จำกัดการใช้เฉพาะอากาศยานที่ทำการใช้เชื้อเพลิงอากาศยานแบบ JET A และ JET A-1 เท่านั้น เนื่องจากเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ มีการใส่ค่า Fuel conversion factor สำหรับเชื้อเพลิงอากาศยานแบบ JET A และ JET A-1 และสายการบินพาณิชย์ในไทยใช้เชื้อเพลิงอากาศยานแบบ JET A และ JET A-1 หากต้องการทำการวิเคราะห์เชื้อเพลิงอากาศแบบอื่น จำเป็นต้องแก้ไขเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ให้ข้อมูลครอบคลุมเชื้อเพลิงอากาศแบบอื่น ๆ ในอนาคตมากขึ้น เช่น เชื้อเพลิงอากาศยานชีวภาพทางเลือก (Sustainable Aviation Fuel; SAF) ที่ในอนาคตมีแนวโน้มจะมีการนำมาใช้ปฏิบัติการบินมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

เกรียงไกร นามนัย. ศักยภาพในการบริหารต้นทุนและการวางแผนกำไรที่ส่งผลต่อการดำเนินงาน. สาขาวิชาการบัญชี คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2562.

เกษตรศาสตร์, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. โครงการศึกษาแนวทางการส่งเสริมเชื้อเพลิงชีวภาพอากาศยานอย่างยั่งยืน. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://pei.dede.go.th/en/dataset/bio23, 2563.

เกียรติคุณ จินตวร สมศักดิ์ ตันตาศนี ประสงค์ อุทัย และ สมบัติ ทีฆทรัพย์. ต้นทุนและผลตอบแทนในการลงทุนปลูกบัวของเกษตรกร อ.พนัสนิคม จ.ชลบุรี. วารสารมนุษย์และสังคมศาสาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร 4 (มกราคม-มิถุนายน 2563): 13-24.

จำลักษณ์ ขุนพลแก้ว. หลักการเพิ่มผลผลิต (Basis productivity improvement). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติสำนักพิมพ์โรงพิมพ์ประชาชน, 2546.

ฐิติกร ชมขุนพล. แนวทางการลดพลังงานน้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้า กรณีศึกษา : ห้างหุ้นส่วนจำกัด โชคฐิติพงศ์ ขนส่ง. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2561.

ฐิติกร พูลภัทรชีวิน. แล้วจริงๆ กลยุทธ์ คืออะไรกันแน่ ?. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.doyourwill.co.th/post/whatisstrategy, 2563.

ธวัชชัย แสงคำสุข. ปณิธานระดับโลกของ ICAO กับการพัฒนาอุตสาหกรรมการบินคาร์บอนต่ำ (Global aspirational goal). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://conference.tgo.or.th/ download/ tgo_or_th/Article/2019/Article_GlobalAspirationalGoal_ICAO.pdf, 2562.

บัลลังก์ พรหมราชยศ. ปัจจัยด้านเชื้อเพลิงอากาศยานที่ส่งผลต่อการบริหารจัดการต้นทุนของสายการบิน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน, 2561.

ปรีดี นุกุลสมปรารถนา. รู้จักคำว่า กลยุทธ์ (Strategy) และระดับของกลยุทธ์. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.popticles.com/business/type-of-strategy/, 2563.

ลำไย มากเจริญ. การบัญชีต้นทุน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น, 2551.

วรรณา วงศ์วิวัฒน์. การบัญชีต้นทุนเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด, 2557.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย. ข้อกำหนดการรับรองผู้ดำเนินการเดินอากาศ (AOC-Requirement; AOC-R). [ออนไลน์]. จาก https://www.caat.or.th/en/archives/66777, 2564.

สำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย. ข้อบังคับของสำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ 23 ว่าด้วยการตรวจวัดและการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการการบิน. [ออนไลน์]. จาก https://dl.parliament.go.th/handle/lirt/593995, 2565.

สำนักการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย. CAAT News 38/2564 : กบร. เห็นชอบไทยจับมือ ICAO ยกระดับมาตรการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการการบิน. [ออนไลน์]. จาก https://www.caat.or.th/th/archives/61719?fbclid=IwAR0U1JUR5c--CBHJPuty7hOauPMnvTdxNqn0KR1wHfMxKWr-ZRcY_0pMZzo, 2564.

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.). กลยุทธ์การจัดการธุรกิจเกษตรแปรรูป – เทคนิคการบริหารต้นทุนสินค้าและบริหารต้นทุนสู่ความมั่งคั่ง. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.sme.go.th/upload/mod_download/download-20181005081316.pdf

Abraham, S. C. Strategic Planning: A Practical Guide for Competitive Success. South-Western College Pub, 2005.

Air Transport Action Group. Aviation's impact on the environment. [Online]. Source: https://aviationbenefits.org/environmental-efficiency/aviations-impact-on-the-environment/, 2020

Augustus I. Pauldurai. Strategic Cost Management. [Online]. Source: https://taxguru.in/corporate-law/strategic-cost-management.html, 2020.

Emirates Airline. Reducing emissions. [Online]. Source: https://www.emirates.com/th /english/about-us/ our-planet/reducing-emissions/, 2020.

Fred R.David. Strategic Management: Concepts and Cases (13th Edition). Pearson College Div, 2010.

Hyoseok, Chang. Estimation of Discretionary Fuel for Airline Operations. Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics 29(2) (June 2021): 1-13.

บรรณานุกรม (ต่อ)

International Air Transport Association (IATA). An Airline Handbook on CORSIA. [Online]. From: https://www.iata.org/contentassets/fb745460050c48089597a3ef1b9fe7a8/corsia-handbook.pdf, 2019.

International Air Transport Association (IATA). COVID-19 An almost full recovery of air travel in prospect. [Online]. From: https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/ an-almost-full-recovery-of-air-travel-in-prospect/, 2021.

International Civil Aviation Organization (ICAO). CORSIA States for Chapter 3 State Pairs. [Online]. From: https://www.icao.int/environmental-protection/ CORSIA/Documents/ CORSIA % 20States%20 for%20Chapter%203%20State%20Pairs_4Ed_rev_web.pdf, 2024.

International Civil Aviation Organization (ICAO). Environmental Protection - Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA). Annex 16. (vol 4) (2 nd ed.). Montreal : International Civil Aviation Organization (ICAO). Quebec: (n.p.), 2023.

International Civil Aviation Organization (ICAO). Flight Planning and Fuel Management (FPFM) Manual. Doc9976. (1 st ed.). Montreal: International Civil Aviation Organization (ICAO). Quebec: (n.p.), 2015.

International Civil Aviation Organization (ICAO). Operation Of Aircraft - Part I - International Commercial Air Transport - Aeroplanes. Annex 6. (12 th ed.). Montreal : International Civil Aviation Organization (ICAO). Quebec: (n.p.), 2022.

Jeff Overton. The Growth in Greenhouse Gas Emissions from Commercial Aviation. [Online]. From: https://www.eesi.org/papers/view/fact-sheet-the-growth-in-greenhouse-gas-emissions-from-commercial-aviation, 2019.

John R. Schermerhorn. Management 7th Edition. Wiley, 2001.

Laurent T., Calvo F., Andreas T., Robin D., and Peter M. Fuel Tankering: Economic Benefits and Environmental Impact for Flights Up to 1500 NM (Full Tankering) and 2500 NM (Partial Tankering). Aerospace 8(2) (January 2021): 37.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Nga Yung Agnes Tang, Cheng-Lung Wu, David Tan. Evaluating the implementation of performance-based fuel uplift regulation for airline operation. Transportation Research Part A: Policy and Practice 133 (January 2020): 47-61.

Philip Kotler, Hermawan Kartajaya and Iwan Setiawan. Marketing 5.0: Technology for Humanity. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2021.

Sharma A., Jakhar S.K., Choi T.M.. Would CORSIA implementation bring carbon neutral growth in aviation? A case of US full-service carriers. Transportation Research Part D Transport and Environment 97 (April 2021): 102839.

Source: https://www.eesi.org/papers/view/fact-sheet-the-growth-in-greenhouse-gas-emissionsfrom-commercial-aviation, 2020.

Stephen P., Robbins, and Mary Coulter. Management (8th Edition). Upper Saddle River, Nj: Prentice Hall, 2024.

Thai Lion Air. Dispatcher Manual. Thai Lion Mentari, 2023.

Zheng Sola, and Rutherford Dan. Fuel burn of new commercial jet aircraft: 1960 to 2019. [Online]. From: https://theicct.org/publication/fuel-burn-of-new-commercial-jet-aircraft-1960-to-2019, 2024.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แบบสอบถาม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>แบบสอบถามเพื่อการวิจัย</u>

เรื่อง คุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบถามนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ปริญญาหลักสูตรการจัดการมหาบัณฑิต สาขาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน เพื่อนำผลที่ได้ไปจัดทำเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างแท้จริง ดังนั้น ขอความกรุณาผู้ตอบแบบสอบถามตอบให้ครบทุกข้อ โดยเลือกคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

2. แบบสอบถามมีทั้งหมด 5 หน้า แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 คุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางการปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

นางสาววาชินี ดีปรีชา

หลักสูตรการจัดการมหาบัณฑิต

สาขาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านเลือกเพียง 1 คำตอบ

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ 20 - 25 ปี ☐ 26 - 30 ปี

☐ 31 – 35 ปี ☐ 36 – 40 ปี

☐ 41 - 45 ปี ☐ 46 - 50 ปี

3. ตำแหน่งงาน

☐ หัวหน้าพนักงานอำนวยการบิน (Flight Operations Officer Supervisor)

☐ พนักงานอำนวยการบิน (Flight Operations Officer)

☐ ผู้ช่วยพนักงานอำนวยการบิน (Flight Operations Assistant)

3. ประสบการณ์ในการทำงาน

☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1 - 5 ปี

☐ 6 - 10 ปี ☐ มากกว่า 10 ปี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามตอนที่ 2 คุณลักษณะของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

<u>คำชี้แจง</u>

- โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียง 1 คำตอบ
- เครื่องมือวิเคราะห์ ฯ นี้ เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลสำหรับเที่ยวบินระหว่างประเทศ (International flight) เท่านั้น

1. ท่านมีความต้องการในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ หรือไม่

   ☐ ต้องการ

   ☐ ไม่ต้องการ (จบการตอบแบบสอบถามสำหรับการวิจัย)

2. ลักษณะเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ท่านสนใจ

   ☐ เครื่องมือวิเคราะห์ ฯ รูปแบบออนไลน์ แบบ website

   โปรดระบุเหตุผลในการเลือกรูปแบบเครื่องมือที่ท่านสนใจ

   .....

   ☐ เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ รูปแบบออฟไลน์ แบบ Microsoft Office Excel

   โปรดระบุเหตุผลในการเลือกรูปแบบเครื่องมือที่ท่านสนใจ

   .....

3. รูปแบบอักษร (Font) ของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ท่านต้องการ

   ☐ อักษรภาษาอังกฤษแบบ Courier New

   ตัวอย่าง AVIATION MANAGEMENT / Aviation Management

   ☐ อักษรภาษาอังกฤษแบบ Arial Nova

   ตัวอย่าง AVIATION MANAGEMENT / Aviation Management

   ☐ อักษรภาษาอังกฤษแบบ Century Gothic

   ตัวอย่าง AVIATION MANAGEMENT / Aviation Management

   ☐ อักษรภาษาอังกฤษแบบ Georgia Pro

   ตัวอย่าง AVIATION MANAGEMENT / Aviation Management

   ☐ อักษรภาษาอังกฤษแบบ Univers Condensed

ตัวอย่าง AVIATION MANAGEMENT / Aviation Management

☐ อื่นๆ โปรดระบุ

.....

4. ขนาดอักษรของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ท่านต้องการ

☐ ขนาดเล็ก

ตัวอย่าง

AVIATION MANAGEMENT / Aviation Management

☐ ขนาดกลาง

ตัวอย่าง

AVIATION MANAGEMENT / Aviation Management

☐ ขนาดใหญ่

ตัวอย่าง

AVIATION MANAGEMENT / Aviation Management

5. รูปแบบสีของเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ที่ท่านต้องการ

☐ พื้นหลัง (Background) สีเข้ม ตัวอักษร (Font) สีอ่อน

☐ พื้นหลัง (Background) สีอ่อน ตัวอักษร (Font) สีเข้ม

☐ อื่นๆ โปรดระบุ

.....

6. ท่านต้องการให้มีการจำกัดการแก้ไขและเข้าถึงข้อมูลในแต่ละตำแหน่งงานหรือไม่ เช่น การจำกัดการแก้ไขข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงของราคาเชื้อเพลิงอากาศยาน เป็นต้น

☐ ต้องการ

☐ ไม่ต้องการ

7. ข้อมูลที่ท่านต้องการให้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ แสดงประมวลผลข้อมูล (ท่านสามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมดจากการวางแผนก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) สำหรับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum Fuel และ Tanker Fuel

- ☐ ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณเชื้อเพลิงจากการวางแผนก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning) สำหรับการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum Fuel และ Tanker Fuel
- ☐ ต้นทุนราคา (Price Cost) เชื้อเพลิงอากาศยานทั้งหมดที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum Fuel และ Tanker Fuel
- ☐ ข้อมูลแสดงผลกำไรและขาดทุนของต้นทุนราคา (Price Cost) เชื้อเพลิงอากาศยานจากการเลือกรูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum Fuel และ Tanker Fuel
- ☐ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้งหมดที่เกิดจากการเกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum Fuel และ Tanker Fuel
- ☐ ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งรูปแบบ Minimum Fuel และ Tanker Fuel
- ☐ อื่นๆ เพิ่มเติม โปรดระบุ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางการออกแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดเขียนระบุข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของท่าน เพื่อจะได้นำข้อมูลไปออกแบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้

1. ท่านต้องการให้เพิ่มเติมข้อมูลด้านการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินหรือข้อมูลเกี่ยวกับโครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศใดบ้างในเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ข้อเสนอแนะอื่นๆ เพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>แบบสอบถามเพื่อการวิจัย</u>

เรื่อง แบบประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบถามนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอความกรุณาผู้ตอบแบบสอบถามตอบให้ครบทุกข้อและตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด ทั้งนี้ผู้วิจัยขอรับรองว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในงานวิจัย โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้เป็นความลับและไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่าน

2. แบบสอบถามนี้ได้แบ่งการประเมินการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

โดยทุกข้อคำถามในแต่ละด้านนั้นใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนระดับความเห็นด้วยดังนี้

5	หมายถึง	ความเห็นด้วยของผู้ใช้อยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	ความเห็นด้วยของผู้ใช้อยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	ความเห็นด้วยของผู้ใช้อยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	ความเห็นด้วยของผู้ใช้อยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	ความเห็นด้วยของผู้ใช้อยู่ในระดับน้อยที่สุด

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

ผู้วิจัย นางสาว วาชินี ดีปรีชา

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. วราภรณ์ เต็มแก้ว

อาจารย์ ดร. อภิรดา นามแสง

แบบสอบถามตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านเลือกเพียง 1 คำตอบ

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ 20 - 25 ปี ☐ 26 - 30 ปี

☐ 31 – 35 ปี ☐ 36 – 40 ปี

☐ 41 - 45 ปี ☐ 46 - 50 ปี

3. ตำแหน่งงาน

☐ หัวหน้าพนักงานอำนวยการบิน (Flight Operations Officer Supervisor)

☐ พนักงานอำนวยการบิน (Flight Operations Officer)

☐ ผู้ช่วยพนักงานอำนวยการบิน (Flight Operations Assistant)

4. ประสบการณ์ในการทำงาน

☐ น้อยกว่า 1 ปี ☐ 1 - 5 ปี

☐ 6 - 10 ปี ☐ มากกว่า 10 ปี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องมือ ✓ลงในช่องระดับความพึงพอใจซึ่งตรงกับระดับความพึงพอใจของท่านที่มีต่อโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ

หัวข้อ	ระดับความเห็นด้วย				
	5	4	3	2	1
การออกแบบโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ					
1. รูปแบบของตัวอักษร ขนาด และสีมีความเหมาะสม					
2. ข้อมูลที่ใช้ป้อนในโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ มีความเหมาะสมและครบถ้วนสมบูรณ์					
3. ข้อมูลการแสดงผลการคำนวณมีความเหมาะสม ครบถ้วนและเข้าใจง่าย					
4. ความสะดวกในการใช้โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ					
5. ภาพรวมของการออกแบบโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ มีความเหมาะสม					
ด้านการประมวลผลและการแสดงผล					
1. การออกแบบโปรแกรมวิเคราะห์ ฯ และการแสดงผลการคำนวณมีความเหมาะสม					
2. การแสดงผลการคำนวณจากโปรแกรมวิเคราะห์ ฯ ทำได้ง่ายและมีความสะดวก					
3. การแสดงผลการคำนวณจากโปรแกรมวิเคราะห์ ฯ ในแต่ละส่วนได้ข้อมูลที่ถูกต้อง					
4. รูปแบบของตัวอักษร ขนาด และสีในการแสดงผลข้อมูลมีความเหมาะสม					
5. แบบการรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความเหมาะสม					
6. แบบการรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความเข้าใจได้ง่าย					
7. แบบการรายงานผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีการแสดงผลข้อมูลที่ถูกต้อง					

ระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล					
1. ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบมีความเหมาะสม					
2. การกำหนดให้เข้าถึงข้อมูลตามสิทธิ์มีความเหมาะสม					
3. ระบบการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในภาพรวมมีความเหมาะสม					
ภาพรวมของโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ					
1. การเข้าสู่โปรแกรมวิเคราะห์ ฯ ได้อย่างรวดเร็ว					
2. โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ มีความสะดวก ใช้งานง่าย					
3. โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ สามารถประมวลผลและสรุปผลได้ถูกต้องแม่นยำ					
4. โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ มีความสอดคล้องกับความต้องการที่จะนำไปใช้งาน					
5. เนื้อหาที่นำมาสร้างโปรแกรมวิเคราะห์ฯ ถูกต้องและครบถ้วน					
6. โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ ช่วยอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์วางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบิน (Pre-flight planning)					
7. โปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ มีประโยชน์เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้จริง					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ / แนวทางปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดเขียนระบุข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของท่าน เพื่อจะได้นำข้อมูลไปพัฒนาโปรแกรมเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ ต่อยอดให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานในอนาคต

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน ฯ ในอนาคต

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข.
หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ที่ สบพ ๓๓๖/๒๕๖๖

สถาบันการบินพลเรือน
๑๐๓๒/๓๕๕ ถนนพหลโยธิน
แขวงจอมพล เขตจตุจักร
กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐

๘ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.โสภณ ผลประพฤติ ผู้อำนวยการสถาบันนวัตกรรมการตลาดเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบรายงานผลการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ด้วย นางสาววาชินี ดีปรีชา รหัสนักศึกษา ๖๔๑๓๒๐๐๑๘๐ นักศึกษาหลักสูตรการจัดการมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน ได้ลงทะเบียนทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ “เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ” โดยมี ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน สถาบันการบินพลเรือน ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องดังกล่าว ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้ตลอดทั้งให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือการวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนักศึกษาในการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยต่อไป สำหรับเครื่องมือการวิจัยและเอกสารประกอบการพิจารณารวมทั้งรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณาให้ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ธัญญรัตน์ คำเพราะ)
หัวหน้าแผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน
สถาบันการบินพลเรือน

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน
โทร. ๐-๒๒๗๒-๕๗๔๑-๔ ต่อ ๓๓๖๒
นางสาววาชินี ดีปรีชา โทร. ๐๘๘-๐๐๕-๕๗๘๗
๑๐๓๒/๓๕๕ ถนนพหลโยธิน แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐ โทร. ๐-๒๒๗๒๕๗๔๑-๔ โทรสาร ๐-๒๒๗๒๕๒๘๘
1032/355 PHAHOLYOTHIN ROAD JOMPHON JATUJAK BANGKOK 10900 TEL. 0-22725741-4 FAX 0-22725288

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันการบินพลเรือน
CIVIL AVIATION TRAINING CENTER

ที่ สบพ ๓๓๖/๒๕๖๗

สถาบันการบินพลเรือน
๑๐๓๒/๓๕๕ ถนนพหลโยธิน
แขวงจอมพล เขตจตุจักร
กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐

๘ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายวัชรินทร์ แก้วหาญ หัวหน้าพนักงานอำนวยการบิน ฝ่ายปฏิบัติการบิน สายการบินไทยไลอ้อนแอร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบรายงานผลการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ด้วย นางสาววาชินี ดีปรีชา รหัสนักศึกษา ๖๔๑๓๒๐๐๑๘๐ นักศึกษาหลักสูตรการจัดการมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน ได้ลงทะเบียนทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ “เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ” โดยมี ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน สถาบันการบินพลเรือน ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องดังกล่าว ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดทั้งให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือการวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนักศึกษาในการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยต่อไป สำหรับเครื่องมือการวิจัยและเอกสารประกอบการพิจารณารวมทั้งรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณาให้ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ธัญญรัตน์ คำเพราะ)
หัวหน้าแผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน
สถาบันการบินพลเรือน

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน
โทร. ๐-๒๒๗๒-๕๗๔๑-๔ ต่อ ๓๓๖๒
นางสาววาชินี ดีปรีชา โทร. ๐๘๘-๐๐๕-๕๗๘๗
๑๐๓๒/๓๕๕ ถนนพหลโยธิน แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐ โทร. ๐-๒๒๗๒๕๗๔๑-๔ โทรสาร ๐-๒๒๗๒๕๒๘๘
1032/355 PHAHOLYOTHIN ROAD JOMPHON JATUJAK BANGKOK 10900 TEL. 0-22725741-4 FAX 0-22725288

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ที่ สบพ ๓๓๖/๒๕๘

สถาบันการบินพลเรือน
๑๐๓๒/๓๕๕ ถนนพหลโยธิน
แขวงจอมพล เขตจตุจักร
กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐

๘ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายเกษมพงศ์ ตั้งจิรบูรณ์ หัวหน้าพนักงานอำนวยการบิน ฝ่ายปฏิบัติการบิน สายการบินไทยไลอ้อนแอร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบรายงานผลการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ด้วย นางสาววาชินี ดีปรีชา รหัสนักศึกษา ๖๔๑๓๒๐๐๑๘๐ นักศึกษาหลักสูตรการจัดการมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน ได้ลงทะเบียนทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ “เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ” โดยมี ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน สถาบันการบินพลเรือน ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องดังกล่าว ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดทั้งให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือการวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนักศึกษาในการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยต่อไป สำหรับเครื่องมือการวิจัยและเอกสารประกอบการพิจารณารวมทั้งรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณาให้ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ธัญญรัตน์ คำเพราะ)
หัวหน้าแผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน
สถาบันการบินพลเรือน

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน
โทร. ๐-๒๒๗๒-๕๗๔๑-๔ ต่อ ๓๓๖๒
นางสาววาชินี ดีปรีชา โทร. ๐๘๘-๐๐๕-๕๗๘๗
๑๐๓๒/๓๕๕ ถนนพหลโยธิน แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐ โทร. ๐-๒๒๗๒๕๗๔๑-๔ โทรสาร ๐-๒๒๗๒๕๒๘๘
1032/355 PHAHOLYOTHIN ROAD JOMPHON JATUJAK BANGKOK 10900 TEL. 0-22725741-4 FAX 0-22725288

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ที่ สบพ ๓๓๖/๒๕๙

สถาบันการบินพลเรือน
๑๐๓๒/๓๕๕ ถนนพหลโยธิน
แขวงจอมพล เขตจตุจักร
กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐

๘ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน น.ส.ศรีวัฒนา ศิริสัมพันธ์ หัวหน้าพนักงานอำนวยการบิน ฝ่ายปฏิบัติการบิน สายการบินไทยไลอ้อนแอร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบรายงานผลการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ด้วย นางสาววาชินี ดีปรีชา รหัสนักศึกษา ๖๔๑๓๒๐๐๑๘๐ นักศึกษาหลักสูตรการจัดการมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน ได้ลงทะเบียนทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ “เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ” โดยมี ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน สถาบันการบินพลเรือน ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องดังกล่าว ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดทั้งให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือการวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนักศึกษาในการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยต่อไป สำหรับเครื่องมือการวิจัยและเอกสารประกอบการพิจารณารวมทั้งรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณาให้ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ธัญญรัตน์ คำเพราะ)
หัวหน้าแผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน
สถาบันการบินพลเรือน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน
โทร. ๐-๒๒๗๒-๕๗๔๑-๔ ต่อ ๓๓๖๒
นางสาววาชินี ดีปรีชา โทร. ๐๘๘-๐๐๕-๕๗๘๗
๑๐๓๒/๓๕๕ ถนนพหลโยธิน แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐ โทร. ๐-๒๒๗๒๕๗๔๑-๔ โทรสาร ๐-๒๒๗๒๕๒๘๘
1032/355 PHAHOLYOTHIN ROAD JOMPHON JATUJAK BANGKOK 10900 TEL. 0-22725741-4 FAX 0-22725288

ที่ สบพ ๓๓๖/๒๖๐

สถาบันการบินพลเรือน
CIVIL AVIATION TRAINING CENTER

สถาบันการบินพลเรือน
๑๐๓๒/๓๕๕ ถนนพหลโยธิน
แขวงจอมพล เขตจตุจักร
กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐

๘ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.อภิภู สิทธิภูมิมงคล รองผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีการศึกษาและพันธกิจพิเศษ มหาวิทยาลัยมหิดล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบรายงานผลการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ด้วย นางสาววาชินี ดีปรีชา รหัสนักศึกษา ๖๔๑๓๒๐๐๑๘๐ นักศึกษาหลักสูตรการจัดการมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน ได้ลงทะเบียนทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ “เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ” โดยมี ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน สถาบันการบินพลเรือน ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องดังกล่าว ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดทั้งให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือการวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนักศึกษาในการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยต่อไป สำหรับเครื่องมือการวิจัยและเอกสารประกอบการพิจารณารวมทั้งรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณาให้ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ธัญญรัตน์ คำเพราะ)
หัวหน้าแผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน
สถาบันการบินพลเรือน

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน
โทร. ๐-๒๒๗๒-๕๗๔๑-๔ ต่อ ๓๓๖๒
นางสาววาชินี ดีปรีชา โทร. ๐๘๘-๐๐๕-๕๗๘๗

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ที่ สบพ ๓๓๖/๒๖๑

สถาบันการบินพลเรือน
๑๐๓๒/๓๕๕ ถนนพหลโยธิน
แขวงจอมพล เขตจตุจักร
กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐

๘ กันยายน ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ. ว่าที่ ร.ต.หญิง ดร.ชัชญาภา วัฒนธรรม ประธานสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบรายงานผลการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ด้วย นางสาววาชินี ดีปรีชา รหัสนักศึกษา ๖๔๑๓๒๐๐๑๘๐ นักศึกษาหลักสูตรการจัดการมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน ได้ลงทะเบียนทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อ “เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ” โดยมี ดร.วราภรณ์ เต็มแก้ว เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน สถาบันการบินพลเรือน ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิในเรื่องดังกล่าว ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้ ตลอดทั้งให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับเครื่องมือการวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับนักศึกษาในการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยต่อไป สำหรับเครื่องมือการวิจัยและเอกสารประกอบการพิจารณารวมทั้งรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณาให้ความอนุเคราะห์และขอขอบคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ธัญญรัตน์ คำเพราะ)
หัวหน้าแผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน
สถาบันการบินพลเรือน

แผนกวิชาการจัดการมหาบัณฑิตด้านการบิน กองวิชาบริหารการบิน
โทร. ๐-๒๒๗๒-๕๗๔๑-๔ ต่อ ๓๓๖๒
นางสาววาชินี ดีปรีชา โทร. ๐๘๘-๐๐๕-๕๗๘๗

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค.

คู่มือการใช้งานระบบเครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ สำหรับผู้ใช้งาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คู่มือการใช้งานระบบ (USER MANUAL)

สำหรับผู้ใช้งาน

เครื่องมือวิเคราะห์การวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานก่อนปฏิบัติการบินภายใต้
โครงการการชดเชยและการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกิจการเดินอากาศ

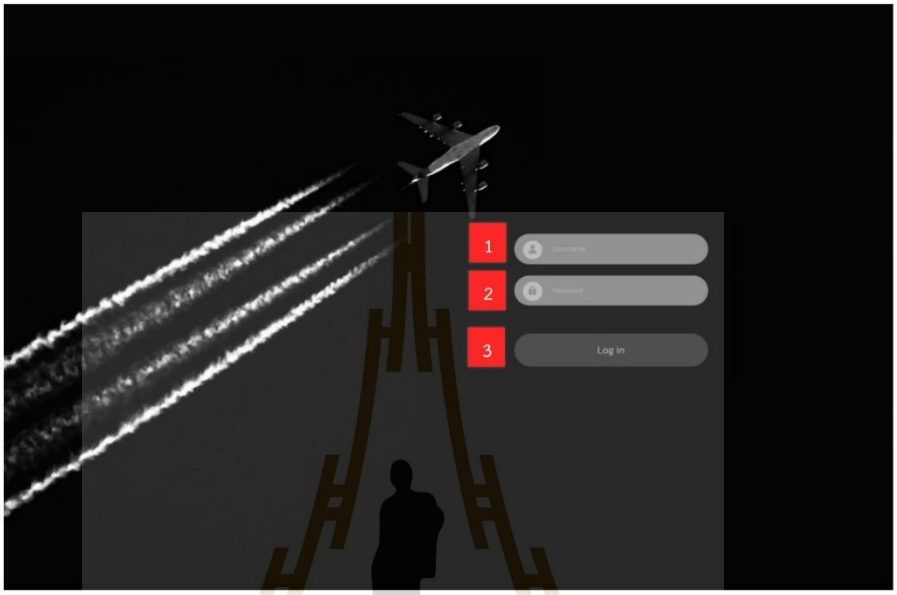
A PRE-FLIGHT FUEL PLANNING
ANALYSIS TOOL UNDER CORSIA

สารบัญ

1. หน้าหลัก.....2
2. การเข้าสู่ระบบ.....10
3. การใช้งานระบบเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ.....11
4. การ Download รายงานจากระบบเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ.....12
5. การใส่ข้อมูล (Data) ให้กับระบบเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ.....15

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1. หน้าหลัก

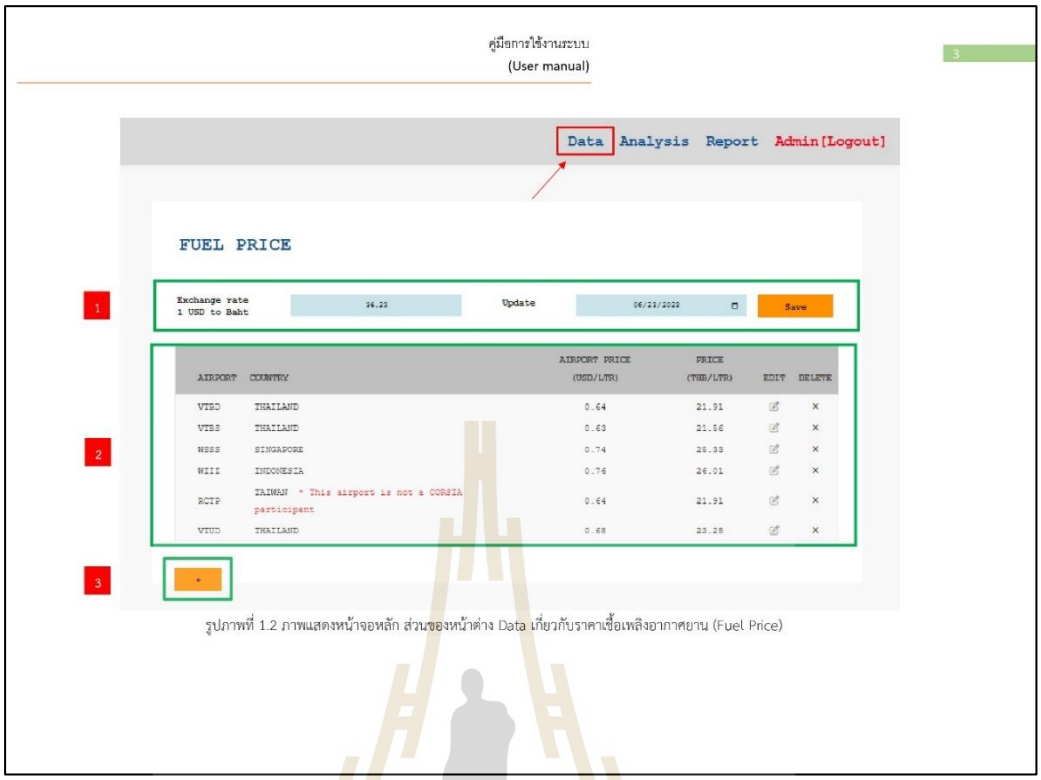


รูปภาพที่ 1.1 ภาพแสดงหน้าจอเข้าสู่ระบบ

อธิบายเมนูเข้าสู่ระบบ มีดังนี้

- หมายเลข 1 ปุ่ม Username
- หมายเลข 2 ปุ่ม Password
- หมายเลข 3 ปุ่มคลิก Log in หลังทำการกรอกรหัส Username และpassword เรียบร้อยแล้ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



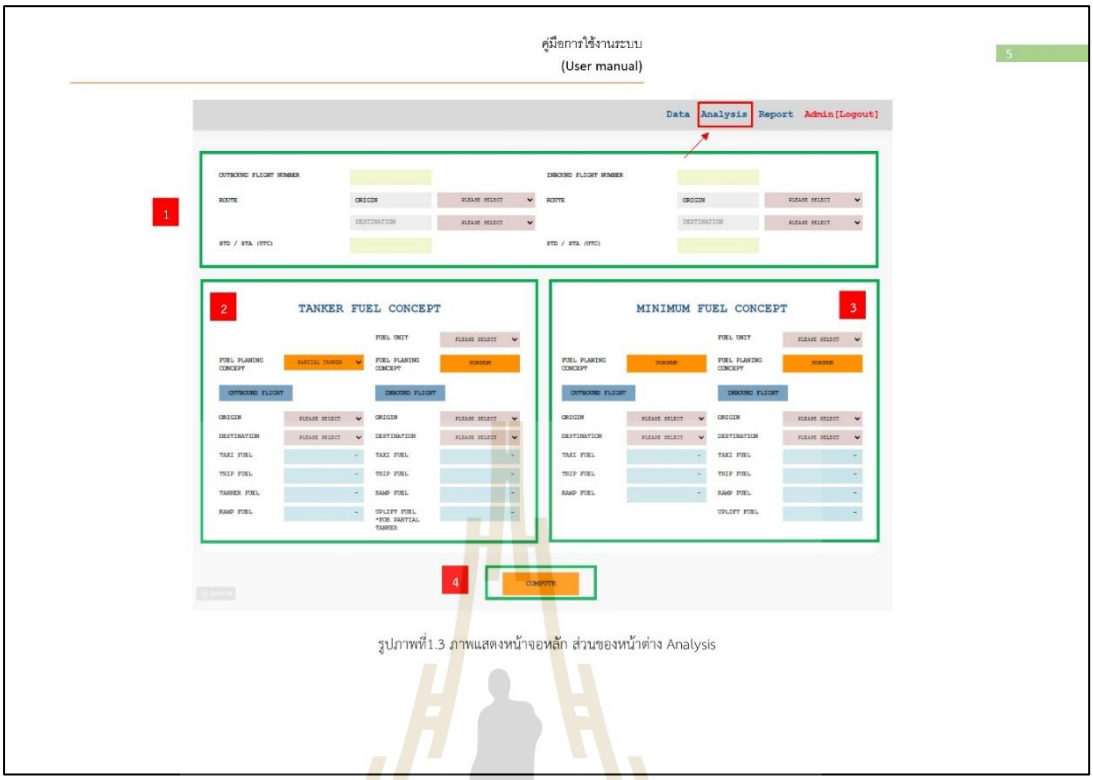
รูปภาพที่ 1.2 ภาพแสดงหน้าจอหลัก ส่วนของหน้าต่าง Data เกี่ยวกับราคาเชื้อเพลิงอากาศยาน (Fuel Price)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อธิบายเมนูหน้าหลัก มีดังนี้

- หมายเลข 1
  - แถบช่องสำหรับแก้ไขข้อมูลแลกเปลี่ยนสกุลเงิน (Exchange Rate) ในสกุล 1 ดอลลาร์สหรัฐ (USD) เท่ากับจำนวนหน่วยไทยบาท (THB)
  - ช่องสำหรับเลือกวันที่ (Date) เพื่อบันทึกวันที่ที่ทำการแก้ไขข้อมูลแลกเปลี่ยนสกุลเงิน (Exchange Rate)
  - ปุ่มบันทึก (Save) เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลแลกเปลี่ยนสกุลเงิน (Exchange Rate) และเลือกวันที่ที่ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว
- หมายเลข 2 แถบตารางข้อมูล โดยประกอบไปด้วยข้อมูลดังนี้
  - รหัสสนามบิน 4 หลัก แบบICAO CODE
  - ชื่อประเทศของสนามบิน
  - ราคาเชื้อเพลิงอากาศยานในหน่วยดอลลาร์สหรัฐต่อลิตร (USD/LTR) และหน่วยไทยบาทต่อลิตร (THB/LTR)
  - ปุ่มทำการแก้ไข (Edit) และลบข้อมูล (Delete) ผู้ที่มีสิทธิ์เข้าถึงการแก้ไขข้อมูลสามารถทำการแก้ไขโดยเลือกกดสัญลักษณ์ดินสอ และสามารถลบข้อมูลได้โดยการเลือกสัญลักษณ์กากบาท
- หมายเลข 3 ปุ่มเพิ่มข้อมูลรายชื่อสนามบิน ประเทศ และราคาเชื้อเพลิงอากาศยาน โดยผู้ที่มีสิทธิ์การแก้ไขข้อมูลเท่านั้นที่จะทำการเพิ่มข้อมูล แก้ไขและลบข้อมูลในส่วนของหน้าจอ Data เกี่ยวกับข้อมูลราคาเชื้อเพลิงอากาศยาน (Fuel Price)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปภาพที่1.3 ภาพแสดงหน้าจอหลัก ส่วนของหน้าต่าง Analysis

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

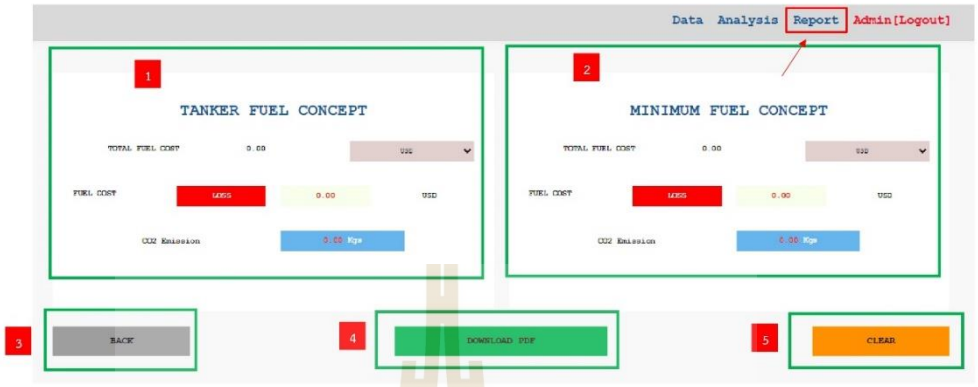
อธิบายเมนูหน้าหลัก ส่วนของหน้าต่าง Analysis มีดังนี้

- หมายเลข 1 ข้อมูลเบื้องต้นของเที่ยวบินที่ทำการวิเคราะห์ โดยประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้
  - ชื่อหมายเลขเที่ยวบินขาออก (Outbound Flight Number) และชื่อหมายเลขเที่ยวบินขาเข้า (Inbound Flight Number) โดยผู้ใช้งานสามารถพิมพ์ชื่อหมายเลขลงไปในช่องดังกล่าว
  - เส้นทางบินของเที่ยวบิน (Route) สำหรับเที่ยวบินขาออกและขาเข้า (Outbound /Inbound Flight Number) โดยแยกเป็นสนามบินต้นทาง (Origin) และสนามบินปลายทาง (Destination) โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกสนามบินที่ต้องการจากรายชื่อสนามบินทั้งหมด (Dropdown List)
  - เวลาเครื่องออกจากสนามบินต้นทาง (STD: Standard Time of Departure) และเวลาเครื่องถึงสนามบินปลายทาง (STA: Standard Time of Arrival) โดยผู้ใช้งานพิมพ์ระบุเวลาเป็นหน่วยเวลามาตรฐานโลก หรือหน่วยUTC (Coordinated Universal Time)
- หมายเลข 2 ช่องสำหรับกรอกข้อมูลสำหรับเที่ยวบินที่มีการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานรูปแบบ Tanker Fuel Concept โดยประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้
  - หน่วยของเชื้อเพลิงอากาศยาน ได้แก่ หน่วยกิโลกรัม (Kgs) หน่วยลิตร (Ltr) และหน่วยปอนด์ (Lbs) โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกหน่วยเชื้อเพลิงอากาศยานได้จากช่องรายการ (Dropdown List)
  - รูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน (Fuel Planning Concept) โดยสำหรับเที่ยวบินขาออก (Outbound Flight) มีรูปแบบให้เลือกสองรายการ ได้แก่ Full และ Partial โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปแบบได้จากช่องรายการ (Dropdown List) และรูปแบบสำหรับเที่ยวบินขาเข้า (Inbound Flight) จะเป็นรูปแบบMinimum Concept เท่านั้น
  - ข้อมูลเที่ยวบิน สนามบินต้นทางและปลายทาง สำหรับเที่ยวบินขาออกและขาเข้า (Outbound /Inbound Flight Number) โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกได้จากช่องรายการ (Dropdown List)
  - ช่องใส่ข้อมูลของเชื้อเพลิงอากาศยานส่วนต่างๆของเที่ยวบินขาออกและขาเข้า (Outbound /Inbound Flight Number) ได้แก่ Taxi Fuel, Trip Fuel, Tanker Fuel, Ramp Fuel และ Uplift Fuel (สำหรับกรณีที่เที่ยวบินขาเข้าที่มีการเติมน้ำมันเพิ่มเติม)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- หมายเลข 3 ช่องสำหรับกรอกข้อมูลสำหรับเที่ยวบินที่มีการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยานรูปแบบ Minimum Fuel Concept โดยประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้
  - หน่วยของเชื้อเพลิงอากาศยาน ได้แก่ หน่วยกิโลกรัม (Kgs) หน่วยลิตร (Ltr) และหน่วยปอนด์ (Lbs) โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกหน่วยเชื้อเพลิงอากาศยานได้จากช่องรายการ (Dropdown List)
  - รูปแบบการวางแผนเชื้อเพลิงอากาศยาน (Fuel Planning Concept) โดยFuel planning Concept จะเป็นรูปแบบ Minimum ทั้งเที่ยวบินขาออกและขาเข้า
  - ข้อมูลเที่ยวบิน สนามบินต้นทางและปลายทาง สำหรับเที่ยวบินขาออกและขาเข้า (Outbound /Inbound Flight Number) โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกได้จากช่องรายการ (Dropdown List)
  - ช่องใส่ข้อมูลของเชื้อเพลิงอากาศยานส่วนต่างๆของเที่ยวบินขาออกและขาเข้า (Outbound /Inbound Flight Number) ได้แก่ Taxi Fuel, Trip Fuel, Tanker Fuel, Ramp Fuel และ Uplift Fuel (สำหรับกรณีที่เที่ยวบินขาเข้าที่มีการเติมน้ำมันเพิ่มเติม)
- หมายเลข 4 ปุ่มคำนวณ (Compute) เมื่อทำการกรอกข้อมูลในส่วนต่างๆจนครบแล้ว กดปุ่มคำนวณเพื่อให้ระบบวิเคราะห์ข้อมูล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปภาพที่ 1.4 ภาพแสดงหน้าจอหลัก ส่วนของหน้าต่าง Report

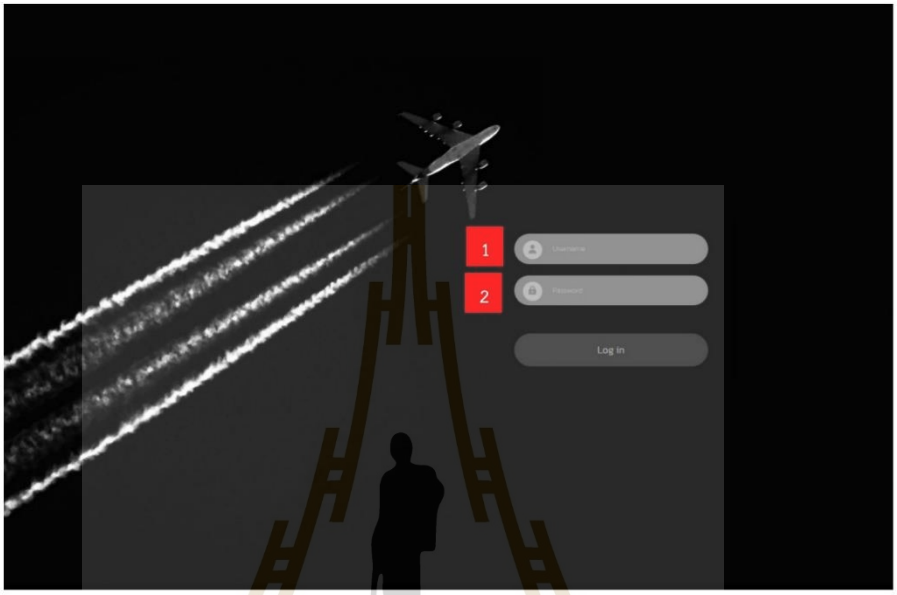
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อธิบายเมนูหน้าหลัก มีดังนี้

- หมายเลข 1 รายงาน (Report) ข้อมูลของ Tanker Fuel Concept ประกอบไปด้วยข้อมูลดังนี้
  - ราคาของราคาเชื้อเพลิงอากาศยาน (Total Fuel Cost) โดยแสดงราคาเป็นสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐ (USD) หรือไทยบาท (THB)
  - ผลต่างกำไรหรือขาดทุนของราคาเชื้อเพลิงอากาศยาน โดยหากผลต่างราคาเป็นขาดทุนจะแสดงกล่องสี่เหลี่ยมสีแดงขาดทุน (Loss) หากผลต่างราคาเป็นกำไรจะแสดงกล่องข้อความสีเขียวกำไร (Profit)
  - ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วยกิโลกรัม (CO_2 Emission)
- หมายเลข 2 รายงาน (Report) ข้อมูลของ Minimum Fuel Concept ประกอบไปด้วยข้อมูลดังนี้
  - ราคาของราคาเชื้อเพลิงอากาศยาน (Total Fuel Cost) โดยแสดงราคาเป็นสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐ (USD) หรือไทยบาท (THB)
  - ผลต่างกำไรหรือขาดทุนของราคาเชื้อเพลิงอากาศยาน โดยหากผลต่างราคาเป็นขาดทุนจะแสดงกล่องสี่เหลี่ยมสีแดงขาดทุน (Loss) หากผลต่างราคาเป็นกำไรจะแสดงกล่องข้อความสีเขียวกำไร (Profit)
  - ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วยกิโลกรัม (CO_2 Emission)
- หมายเลข 3 ปุ่มย้อนกลับ (Back) กดเลือกเมื่อต้องการย้อนกลับไปแก้ไขข้อมูลที่หน้าต่าง Analysis
- หมายเลข 4 ปุ่มกดdownload รายงานไฟล์แบบPDF
- หมายเลข 5 ปุ่มClear กดเลือกเมื่อต้องการล้างข้อมูลในหน้าต่าง Analysis เพื่อทำการกรอกข้อมูลใหม่ทั้งหมด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. การเข้าสู่ระบบ



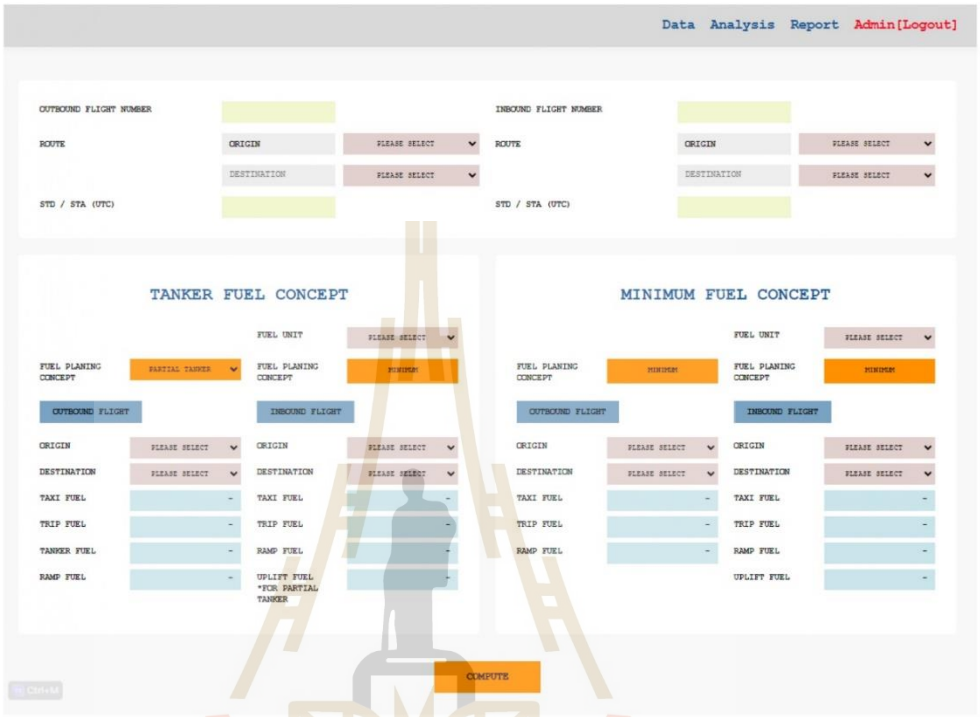
รูปภาพที่ 2.1 ภาพแสดงหน้าจอเข้าสู่ระบบ

อธิบายขั้นตอนการเข้าสู่ระบบ มีดังนี้

1. ผู้ใช้งานทำการกรอกรหัส username และรหัสเข้าสู่ระบบ (Password) ที่ได้รับจากผู้ดูแลระบบ
2. เมื่อทำการกรอกรหัสครบทั้งสองช่องแล้ว ทำการกดปุ่ม log in เพื่อเข้าสู่ระบบในการใช้งานต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. การใช้งานระบบเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ



รูปภาพที่ 3.1 ภาพแสดงหน้าจอหลัก ส่วนของหน้าต่าง Analysis

อธิบายขั้นตอนการใช้งานระบบเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ มีดังนี้

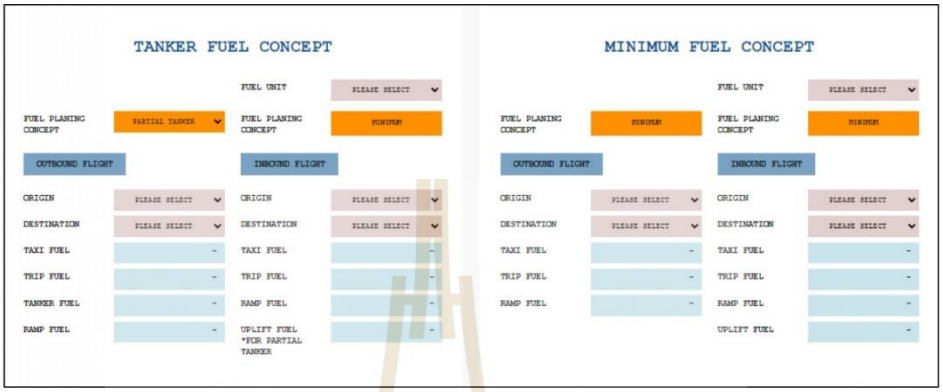
- ผู้ใช้งานเลือกแถบหน้าต่าง Analysis เพื่อทำการใช้งานระบบเครื่องมือวิเคราะห์
- ผู้ใช้งานทำการกรอกเลขหมายเที่ยวบินที่ทำการวิเคราะห์ โดยระบุหมายเลขเที่ยวบินขาออกในช่อง Outbound Flight Number และระบุหมายเลขเที่ยวบินขาเข้าในช่อง Inbound Flight Number

- ผู้ใช้งานทำการเลือกสนามบินต้นทาง (Origin) และสนามบินปลายทาง (Destination) โดยเลือกได้จากรายการ Dropdown list ทั้งฝั่งเที่ยวบินขาออก (Outbound Flight) และเที่ยวบินขาเข้า (Inbound Flight) โดยรหัสจะสนามบินจะแสดงเป็นรหัสสนามบินแบบICAO ซึ่งเป็นรหัสอักษรภาษาอังกฤษสี่ตัว

- ผู้ใช้งานทำการกรอกระบุเวลา Standard Time Departure (STD) และ Standard Time Arrival (STA) โดยระบุเวลาเป็นหน่วยเวลามาตรฐานโลก หรือ Coordinated Universal Time (UTC) ตัวอย่างเช่น 00:30/03:30 เป็นต้น

- ผู้ใช้งานทำการกรอกข้อมูลในส่วนของแผนการบิน (Flight plan) ให้ครบถ้วนทั้งรูปแบบแบบ Tanker Fuel Concept และ Minimum Fuel Concept โดยต้องทำการเลือกและกรอกข้อมูลดังนี้
  - Fuel Unit : หน่วยเชื้อเพลิงอากาศยาน โดยมีตัวเลือกให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้จำนวน 3 หน่วย ได้แก่ กิโลกรัม (Kgs), ลิตร (Ltr) และ ปอนด์ (Lbs)
  - Fuel Planning Concept : สำหรับรูปแบบ Tanker Fuel Concept เที่ยวบินขาออก (Outbound flight) ผู้ใช้งานมีตัวเลือกที่สามารถเลือกได้ 2 แบบ ได้แก่ Full Tanker และ Partial Tanker
  - Origin และ Destination : สนามบินต้นทาง (Origin) และปลายทาง (Destination) ผู้ใช้งานสามารถเลือกรายชื่อสนามบินต้นทางและปลายทางได้จากรายการ Dropdown list
  - Taxi Fuel : ปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับขับเคลื่อนบนทางขับ
  - Trip Fuel : ปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับการเดินทาง
  - Tanker Fuel : ปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานสำหรับเที่ยวบินขากลับ (Inbound Flight)
  - Ramp Fuel: ปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานทั้งหมดที่เที่ยวบินต้องทำการเติมเพื่อทำการปฏิบัติการบิน
  - Uplift fuel for partial tanker: ปริมาณเชื้อเพลิงอากาศยานที่ต้องทำการเติมเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอสำหรับทำการปฏิบัติการบินในเที่ยวบินขาเข้า (Inbound flight)

โดยมักจะทำการเติมเมื่อใช้วางแผนเติมเชื้อเพลิงอากาศยานในรูปแบบ Tanker Fuel Concept แบบ partial tanker



- เมื่อผู้ใช้งานทำการเลือกและกรอกข้อมูลจนครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว ให้ทำการกดปุ่มประมวล (Compute)

เพื่อทำการ generate report หรือรายงานต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. การ Download รายงานจากระบบเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ

รูปภาพที่ 4.1 ภาพแสดงหน้าจอหลัก ส่วนของหน้าต่าง Report

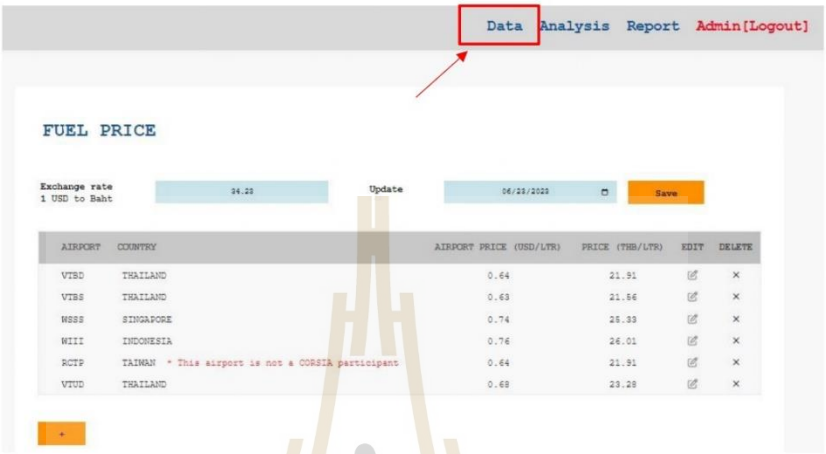
อธิบายขั้นตอนการใช้งานระบบเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ สำหรับการdownload ผลรายงาน มีดังนี้

- เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มประมวลผลจากหน้าต่างAnalysis เรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานทำการคลิกที่ปุ่ม Report บริเวณแถบบนสุด เผื่อทำการdownload รายงานผลการวิเคราะห์
- ผู้ใช้งานกดปุ่ม “Download PDF”

เพื่อทำการ download รายงานผลการวิเคราะห์ในรูปแบบสกุลไฟล์แบบ PDF

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

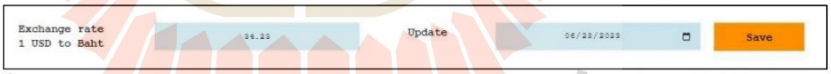
5. การใส่ข้อมูล (Data) ให้กับระบบเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ



รูปภาพที่ 5.1 ภาพแสดงหน้าจอหลัก ส่วนของหน้าต่าง Data

อธิบายขั้นตอนการใส่ข้อมูลในหน้าต่าง Data ของระบบเครื่องมือวิเคราะห์ ฯ มีดังนี้

- ข้อมูลในหน้าต่าง Data จะสามารถทำการแก้ไข ลบ หรือเพิ่มเติมได้เฉพาะผู้ที่มี User ที่ได้รับการอนุญาตในการใช้งานในส่วนหน้าต่าง Data เท่านั้น
- ผู้ใช้งานสามารถใส่หรือแก้ไขข้อมูลค่าสกุลเงินในหน่วย 1 ดอลลาร์สหรัฐเป็นหน่วยไทยบาทได้ในช่อง Exchange rate 1 USD to Baht และทำการเลือกวันที่ที่ได้ทำการอัพเดต และกดปุ่มบันทึก (Save)



- ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มรายชื่อสนามบิน (ICAO Code), ราคาเชื้อเพลิงอากาศยาน ณ สนามบินนั้นๆ โดยทำการกดปุ่มเครื่องหมายบวกที่มุมซ้ายด้านล่าง และทำการกรอกข้อมูลสนามบินเป็น ICAO Code, ประเทศของสนามบิน และราคาเชื้อเพลิงอากาศยานในช่องหน่วยดอลลาร์สหรัฐ แล้วระบบจะทำการแปลงเป็นสกุลเงินไทยอัตโนมัติ

ประวัติผู้จัดทำวิทยานิพนธ์

นักศึกษา	นางสาววาชินี ดีปรีชา รหัสนักศึกษา 6413200180
สาชาวิชา	การจัดการการบิน
วัน-เดือน-ปีเกิด	8 มกราคม 2535
จังหวัดที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน	70/38 ชุมชนสมบูรณ์พัฒนา หมู่ 16 ตำบลคูคต อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 12130
สถานที่ทำงาน	บริษัท ไทย ไลอ้อน เมนทารี จำกัด หรือ สายการบินไทย ไลอ้อน แอร์ (Thai Lion Mentari Co.,Ltd or Thai Lion air)
ตำแหน่ง	พนักงานอำนวยการบิน (Flight Operations Officer / Flight dispatcher)
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี เทคโนโลยีการบินบัณฑิต สาขา การจัดการจราจรทางอากาศ สถาบันบันการบินพลเรือน พ.ศ. 2559

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี