การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์

นางสาวอาภาพัชร หุ่นศิริตระกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENERGY-RELATED GREENHOUSE GASES MITIGATION FOR COMMERCIAL AIRCRAFT

Miss Apaphatch Hunsiritrakun

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Energy and Technology Management

(Interdisciplinary Program)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์
โดย	นางสาวอาภาพัชร หุ่นศิริตระกูล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย)

อาภาพัชร หุ่นศิริตระกูล : การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์ : (ENERGY-RELATED GREENHOUSE GASES MITIGATION FOR COMMERCIAL AIRCRAFT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ดร.วิรินทร์ หวังจิรนิรันดร์, 58 หน้า

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการสันดาปเชื้อเพลิงของอากาศยานพาณิชย์ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานและการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทยภายใต้วงจร Landing and Take-Off cycle (LTO) และขณะทำการบินโดยทำการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลในปีฐาน คือปี 2011 ในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ถึงท่าอากาศยานนานาชาติของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป แบบบินประจำ ผลการศึกษาจากกรณีศึกษาพบว่าปี 2011 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลคือ 495,037.13 ตัน และปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1,577,922.75 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และพยากรณ์การใช้เชื้อเพลิงต่อไปในปี 2012 - 2020 ซึ่งการศึกษาพบว่าในปี 2020 มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิง 748,441.55 ตัน โดยประเมินจากมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกได้แก่ มาตรการการเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูงซึ่งสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลได้ 2 เปอร์เซ็นต์ในปี 2020 และมาตรการการเปลี่ยนเชื้อเพลิงสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลได้ 53 เปอร์เซ็นต์ในปี 2020 การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีนั้น สามารถประสบความสำเร็จตามเป้าหมายของข้อกำหนดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปในระยะยาว เชื้อเพลิงชีวภาพเป็นหนึ่งในแนวทางที่มีแนวโน้มมากที่สุดที่สามารถตอบสนองสายการบิน ในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และลดความเสี่ยงจากราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ผันผวนและสูงขึ้น ผลการศึกษาครั้งนี้ จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี และการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืน รวมถึงเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา การจัดการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่งทางอากาศ

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

5487619720: MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
KEYWORDS : GHGs EMISSION, AIRCRAFT EMISSION, ENERGY EFFICIENCY, AVIATION ALTERNATIVE FUEL

APAPHATCH HUNSIRITRAKUN : ENERGY-RELATED GREENHOUSE GASES MITIGATION FOR COMMERCIAL AIRCRAFT ADVISOR : WEERIN WANGJIRANIRAN, Ph.D.,58 pp

This research concern on GHGs emissions emitted from aviation sector which effect on climate change. The objective are analysis of the energy consumption and assessment of the greenhouse gas emissions of the Thailand commercial aircraft under a Landing and Take-Off cycle (LTO) and cruise by analyze and assess on base year (2011) and project forward to 2020. The results showed that in the year 2011 the fossil fuel consumption is 495,037.13 tons and greenhouse gases emissions is up to 1,577,922.75 ton CO_2e and 748,441.55 tons by projection to the year 2020. According to the measurement of GHGs mitigation as technology switching and fuel switching, the technology switching can reduce GHGs emissions 2 percent and 53 percent of GHGs emission reduction by fuel switching The technology change could not be achieved on the formulation of proposals to address greenhouse gas emissions from international aviation in short term review. It is likely that the aviation biofuels are one of the most promising solutions to meet airline's ambitious carbon emissions reduction goals. The alternative fuels allow airlines to reduce GHGs emission, ease their dependence on fossil fuels, and offset the risks associated with the high volatility of oil and fuel prices. The results of this study is a guildline for the sustainable technology development and greenhouse gas emissions reducing as well as management information for consideration to increase energy efficiency in the air transportation.

Field of Study: Energy Technology and Management Student's Signature.....

Academic Year: 2012 Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่มีส่วนสำคัญอย่างมากในการทำให้การศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยคอยให้คำปรึกษา แนะนำ และชี้แนะแนวทางตลอดระเวลาในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ของหลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ต่างๆให้แก่นิสิต

ขอขอบคุณ เรืออากาศตรีคมเพชร พันสถา ที่คอยให้ข้อมูลตลอดระยะเวลาที่ศึกษา ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณ นาวาอากาศตรีสมัญญา รังสิเสนา ณ อยุธยา ที่คอยให้คำปรึกษา และแนะแนวทาง

ขอขอบคุณ คุณสุวรรณรัตน์ สิมหลวง เจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงานที่อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานระหว่างการศึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณนิสิตคณะเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีส่วนแนะนำช่วยเหลือ และคอยให้กำลังใจเสมอ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา ที่คอยสนับสนุน ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจเป็นอย่างดีมาตลอด จนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จเสร็จสิ้นเป็นอย่างดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตการวิจัย 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย 5

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) 7

2.2 มาตรการภาษีคาร์บอน 8

2.3 มาตรการภาษีคาร์บอนสำหรับอุตสาหกรรมสายการบิน 9

2.4 อุตสาหกรรมด้านการบินในประเทศไทย 10

2.5 อากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทย 12

2.6 แบบอากาศยานของประเทศไทย 13

2.7 ท่าอากาศยานในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป 15

2.8 Landing / Take-Off (LTO) Cycle 15

2.9 เชื้อเพลิงอากาศยาน 16

2.10 สถานีบริการเชื้อเพลิงสุวรรณภูมิ (Suvarnabhumi Service Station) 18

2.11 Scenario Analysis 19

2.12 วรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้อง 19

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 24
3.1 แบบจำลองการวิเคราะห์ 24
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 25
3.3 การประเมินข้อมูลทุติยภูมิ 26
บทที่ 4 วิเคราะห์และผลลัพธ์ 30
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิ 30
4.2 การประเมินการบริโภคเชื้อเพลิง ปี ค.ศ. 2011 32
4.3 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี ค.ศ. 2011 34
4.4 การพยากรณ์ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงของอากาศยานในปี 2012 – 2020 35
4.5 การพยากรณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี ค.ศ. 2012 – 2020 37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 40
5.1 สรุปผลการวิจัย 40
5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย 43
5.3 ข้อเสนอแนะ 43
รายการอ้างอิง 44
ภาคผนวก 47
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ 48
ภาคผนวก ข รายละเอียดการคำนวณ 54
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 58

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก 8

2.2 จำนวนอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทยในปี 2554 12

2.3 แสดงแบบอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทยในปี 2554 13

2.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของเชื้อเพลิงโดย Masdar Insitute 22

2.5 การทดลองบินโดยเชื้อเพลิงชีวภาพของสายการบินต่างๆ 22

3.1 แนวคิดทฤษฎีที่ทำการศึกษา 26

3.2 แหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจก 27

4.1 ข้อมูลเส้นทางการบิน ระยะทาง และจำนวนเที่ยวบินในปี ค.ศ. 2011 31

4.2 แบบของอากาศยานที่ใช้ในการทำการบินในเส้นทางการบินต่างๆ ในปี ค.ศ. 2011 32

4.3 ค่าเฉลี่ยของปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงของอากาศยานแต่ละแบบในเส้นทางการบินแต่ละเส้นทาง ในปี ค.ศ. 2011 33

4.4 ค่า Global Warming Potential ของก๊าซเรือนกระจก 34

4.5 ปริมาณบริโภคเชื้อเพลิง และปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี 2011 35

4.6 ข้อมูลอากาศยานที่ต้องทำการปลดระวางเมื่อมีอายุการใช้งาน 25 ปี 36

4.7 แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกโดยการใช้เทคโนโลยีประสิทธิภาพสูงภายใต้วงจร LTO และขณะทำการบิน 38

5.1 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิง และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากอากาศยานพาณิชย์ 40

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ท่าอากาศยานที่สำคัญของประเทศในสมาชิกสหภาพยุโรป และท่าอากาศยานที่ทำการศึกษา	15
2.2	วงจรการบินของอากาศยาน	16
2.3	ความสัมพันธ์ของการบริการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงของบริษัทเชื้อเพลิง	19
2.4	ผลการวิจัยเรื่องการประเมินวงจรชีวิตสิ่งแวดล้อม (LCA) ของการขนส่งผู้โดยสาร, พลังงาน, ก๊าซเรือนกระจก และระดับของมลพิษที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมจากทรัพยากรที่ใช้ ของระบบขนส่งทางราง และทางอากาศ	20
2.5	การพยากรณ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคการบิน	21
3.1	ลำดับการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงที่เกิดจากการใช้จริง จากเที่ยวบินที่เดินทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปในปี ค.ศ. 2011 และนำมาวิเคราะห์ถึงผลลัพธ์จากปัจจัยต่างๆ	24
3.2	แสดงลำดับวิเคราะห์ข้อมูลจากปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลถึงปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงที่เกิดจากการใช้จริงจากเที่ยวบินที่เดินทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป เพื่อทำการศึกษาแบบจำลองการใช้พลังงานในอนาคต	25

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ หน้า

4.1 แสดงสัดส่วนอากาศยานที่ทำการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปในปี ค.ศ. 2011 30

4.2 แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานในมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกที่ทำการศึกษา 37

4.3 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อการปฏิบัติการภายใต้ LTO ของเส้นทางการบินและอากาศยานที่ทำการศึกษา 38

4.4 แสดงแบบจำลองการเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจก 39

5.1 แสดงแบบจำลองการเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง 41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิกฤตการณ์ด้านพลังงานในปัจจุบัน ต่างกับในอดีตที่ผ่านมา เพราะนอกจากราคาเชื้อเพลิง ที่ผันผวนและเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการมีอย่างจำกัดของเชื้อเพลิงฟอสซิล ปัญหาของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นปัญหาที่ทุกภาคส่วนทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญ สาเหตุหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือ ภาวะโลกร้อน ซึ่งเกิดจากปรากฏการณ์ภาวะเรือนกระจก กล่าวคือ ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจกที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นผ่านลงมายังผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อนให้กระจายอยู่ภายในชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก จึงเปรียบเสมือนกระจกที่ปกคลุมผิวโลกให้มีภาวะสมดุลทางอุณหภูมิ และเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนผิวโลก แต่ในปัจจุบันมีก๊าซบางชนิดสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศมากเกินสมดุล ซึ่งก๊าซเหล่านี้สามารถดูดกลืนรังสี คลื่นยาวช่วงอินฟราเรดและคายพลังงานความร้อนได้ดีพื้นผิวโลกและ ชั้นบรรยากาศจึงมีอุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศของโลก และสิ่งมีชีวิตพื้นผิวโลกอย่างมาก ซึ่งกลุ่มก๊าซเหล่าปัจจุบันได้รับการยอมรับจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญทั่วโลกแล้วว่าเกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิงฟอสซิล เพื่อวัตถุประสงค์ด้านพลังงาน สภาวการณ์ในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับพลังงานที่ยั่งยืนและพลังงานสะอาดเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงส่งผลทำให้ทุกภาคส่วนทั่วโลกต้องเผชิญกับพันธกรณี และข้อบังคับที่ถูกกำหนดขึ้น จนกลายเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล

สำหรับอุตสาหกรรมการบินเป็นภาคธุรกิจที่เป็นส่วนสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศและในปัจจุบันด้วยกลไกวิถีชีวิตที่ต้องการความสะดวกสบาย รวดเร็ว ทำให้มีการหันมาใช้บริการอุตสาหกรรมการบินเพิ่มมากขึ้น การบริโภคเชื้อเพลิงจึงมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอากาศยานก็เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ส่งผลทำให้การจราจรทางอากาศเป็นสาเหตุที่สำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน อีกทั้งอุตสาหกรรมการบินต่างทั่วโลกต่างต้องเผชิญกับปัญหาราคาเชื้อเพลิงที่ผันผวนและเพิ่มสูงขึ้น ประกอบกับ สหภาพยุโรป เตรียมใช้มาตรการเก็บค่าธรรมเนียมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกินกว่าที่กำหนดกับทุกสายการบินที่ลงจอด ณ ท่า

อากาศยานของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ทำให้ทุกสายการบินทั่วโลก ต้องเตรียมพร้อมรับมือกับปัญหาทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากหากมีการนำเอามาตรการเก็บค่าธรรมเนียมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้กับธุรกิจสายการบินทุกเส้นทางการบิน ย่อมส่งผลกระทบอย่างมากต่ออุตสาหกรรมการบิน อุตสาหกรรมท่องเที่ยว ธุรกิจขนส่งทางอากาศ เนื่องมาจากต้นทุนที่สูงขึ้น ซึ่งล้วนแต่ส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ สายการบินทั่วโลกให้จึงต้องเตรียมพร้อมรับมือกับปัญหาต่างๆที่จะเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นราคาเชื้อเพลิง พันธกรณี และข้อบังคับที่ถูกกำหนดขึ้น

ในปัจจุบันเทคโนโลยีของอากาศยาน ต่างพัฒนาไปในทิศทางเดียวกัน คือการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพื่อลดการบริโภคเชื้อเพลิง เนื่องจากเทคโนโลยีมีส่วนสำคัญกับปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงของอากาศยาน การปรับเลือกการใช้เทคโนโลยีอากาศยานที่เหมาะสมจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่อาจนำมาเลือกใช้ เนื่องจากเทคโนโลยีของอากาศยานมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ซึ่งจะสามารถลดปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขับเคลื่อน และลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เชื้อเพลิงชีวภาพ เป็นอีกหนึ่งทางแนวทางที่นักวิชาการทั่วโลกกำลังให้ความสนใจ โดยได้มีทำการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง สำรวจ เพราะเชื่อว่าเป็นแนวทางที่น่าสนใจสามารถเป็นทางออกสำหรับปัญหาพลังงานในปัจจุบันสำหรับอุตสาหกรรมสายการบิน ที่ต้องแบกรับราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ผันผวนและเพิ่มสูงขึ้น การที่เชื้อเพลิงชีวภาพได้รับความสนใจนั้น เนื่องจากเชื้อเพลิงชีวภาพเหล่านี้สามารถตอบโจทย์พลังงานที่ยั่งยืน กล่าวคือสามารถผลิตขึ้นมาได้อีกต่างจากเชื้อเพลิงฟอสซิล และยังถือเป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการประเมินวงจรชีวิต[4]ของการปลูก การผลิต และการนำไปใช้ของเชื้อเพลิงชีวภาพ ไม่มีการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น จากการเติบโตของต้นไม้หนึ่งซึ่งที่เป็นพืชน้ำมันการเติบโตโดยช่วยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ผลลัพธ์สุดท้ายนำพืชน้ำมันมาสกัดเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพมีการเผาไหม้เพื่อเป็นพลังงานถือเป็นการหักล้างซึ่งกันและกัน ซึ่งต่างจากการที่มีการขุดน้ำมันดิบที่มีคาร์บอนอยู่ใต้ดิน แล้วนำมากลั่นเป็นน้ำมันเผาไหม้เพื่อประโยชน์ทางด้านพลังงาน และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ

ปัญหาการมีอย่างจำกัดของเชื้อเพลิงฟอสซิล และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นปัญหาที่หลีกเลี่ยงได้ยากและยังกลายเป็นกฎเกณฑ์ของระบบเศรษฐกิจใหม่ ซึ่งปัจจุบันสายการบินทั่วโลก ต่างก็มีการศึกษาในเรื่องของการปรับเปลี่ยนการบริโภคพลังงาน ไม่ว่าจะเป็นการเลือกใช้เทคโนโลยีอากาศยานที่มีประสิทธิภาพ, การปรับเปลี่ยนมาบริโภคเชื้อเพลิงชีวภาพ, การปรับเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงชีวภาพและเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพร่วมกัน และการจัดการระบบการจัดการเชื้อเพลิงของตนเอง แต่เนื่องจากปัจจุบันด้วยความจำกัดของการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพนั้น จึงยังไม่สามารถนำมาใช้แทนเชื้อเพลิงฟอสซิลได้เนื่องจากเทคโนโลยีของอากาศยานยังไม่สามารถขับเคลื่อนด้วยการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงชีวภาพเพียงชนิดเดียว และยังคงมีการดำเนินการวิจัยอย่างต่อเนื่องทั้งในเรื่องของการปรับปรุงคุณภาพของเชื้อเพลิงชีวภาพให้สามารถใช้ได้กับเทคโนโลยีอากาศยาน และการปรับปรุงเทคโนโลยีของอากาศยานให้สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวภาพ และเนื่องจากจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ แต่ละสายการบินจึงต้องคำนึงถึงวิธีการที่จะนำมาซึ่งทางออกที่ปลอดภัยที่สุดสำหรับผู้โดยสาร เพราะการจราจรทางอากาศต่างจากการจราจรทางบกซึ่งสามารถควบคุมได้ยากหากเกิดอุบัติเหตุขึ้น เพื่อเตรียมความพร้อมต่อพันธกรณีด้านพลังงานที่กำลังเกิดขึ้น ทั้งทางด้านราคา ความมั่นคง และพลังงานสะอาดที่ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งมาตรการทางการค้าระหว่างประเทศ ระบบเศรษฐกิจใหม่ ทำให้สายการบินของประเทศไทยต้องมีการวางแผนรับมือล่วงหน้า เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาทางพลังงานที่จะเกิดขึ้น รวมถึงการเตรียมความพร้อมในการรองรับการพัฒนาของเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเพื่อประโยชน์สูงสุดแก่ทุกฝ่าย ดังนั้น **การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์** จึงเป็นการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อข้อมูลพื้นฐาน และเป็นแนวทางให้ภาคอุตสาหกรรมการบินของไทยเตรียมพร้อมรับมือกับระบบเศรษฐกิจใหม่ของโลกที่กำลังเกิดขึ้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดความรุนแรงของผลกระทบที่จะได้รับ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์การใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทย กรณีศึกษาเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิถึงท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป
2. เพื่อประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทย กรณีศึกษาเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิถึงท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาจากอากาศยานที่จดทะเบียนในนามประเทศไทย โดยเลือกศึกษาจากอากาศยานพาณิชย์ที่มีศักยภาพ สามารถบินตรงได้ในระยะทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ถึงท่าอากาศยานนานาชาติของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป
2. ศึกษาจากการใช้เชื้อเพลิงจากเส้นทางบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ถึงท่าอากาศยานนานาชาติของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป แบบบินประจำ ในปี ค.ศ. 2011
3. ประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเทคโนโลยีอากาศยานและเชื้อเพลิงชีวภาพจากการพยากรณ์ระหว่างปี ค.ศ. 2012 - 2020
4. ศึกษาในกรณีปฏิบัติการ Landing and Take-off Cycle (LTO) และขณะทำการบิน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อเป็นข้อมูลในการรองรับการเก็บค่าธรรมเนียมการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
2. เพื่อเป็นแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคธุรกิจสายการบิน
3. มีแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้เชื้อเพลิง เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศของสายการบินในประเทศไทย
4. เป็นแนวทางในการเพิ่มการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ เพื่อเป้าหมายการก้าวไปสู่การเป็น BIO-HUB ภูมิภาคอาเซียน

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิจัยเชิงพรรณนา

การวิจัยเชิงพรรณนา ของการวิจัยนี้อธิบายถึงปัจจัยในการบริโภคเชื้อเพลิงของอากาศยาน ปริมาณก๊าซเรือนกระจกและข้อกำหนดของการมาตรการ EU – ETS สำหรับภาคธุรกิจการบิน

2. วิจัยเชิงปริมาณ

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาถึงปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิง และปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด จากอากาศยานพาณิชย์แต่ละแบบของประเทศไทย

(ก) รวบรวมข้อมูลเส้นทางการบิน เส้นทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป

(ข) รวบรวมข้อมูลจำนวนเที่ยวบิน เส้นทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป

(ค) วิเคราะห์การใช้เชื้อเพลิง และปริมาณการใช้พลังงานของอากาศยานพาณิชย์แต่ละแบบโดยอ้างอิงหลักการคำนวณจาก Tier 1, Methodological : MOBILE COMBUSION : AIRCRAFT, Intergovernmental Panel on Climate Change Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. ตัวแปรที่ผู้วิจัยได้ศึกษา ดังนี้

- แบบอากาศยาน (ข้อมูลจากกรมการขนส่งทางอากาศ)
- ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับเดินทาง (ข้อมูลจากสายการบินเจ้าของอากาศยานที่ทำการศึกษาของประเทศไทย) และ
- น้ำหนักของอากาศยานขณะขึ้นบิน (ข้อมูลจากบริษัทธุรกิจสายการบินเจ้าของอากาศยานและบริษัทผู้ผลิตอากาศยาน)

(ง) คำนวณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอากาศยานพาณิชย์แต่ละแบบ โดยคำนวณจากค่า emission factor ของเชื้อเพลิงอากาศยาน อ้างอิงจาก 2006

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories โดยศึกษาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

(จ) ศึกษาเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้ LTO และขณะทำการบิน

(ฉ) ศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองอนาคต ของการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทย ปี ค.ศ. 2012 – 2020 ประกอบด้วย

- แบบจำลองที่ 1 ศึกษากรณีดำเนินงานปกติ (Business As Usual:BAU)
- แบบจำลองที่ 2 ศึกษากรณีเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูง (Technology Switching)
- แบบจำลองที่ 3 ศึกษากรณีเปลี่ยนเป็นการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ(Fuel Switching)

(ช) ศึกษาเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับมาตรการ The EU emissions trading system (EU ETS) สำหรับภาคธุรกิจการบิน

(ซ) สรุปผล และข้อเสนอแนะ

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก ให้ความหมายของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยตรงหรือโดยอ้อมและที่เพิ่มเติมจากความแปรปรวนของสภาวะอากาศตามธรรมชาติที่สังเกตได้ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ฤดูกาล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตที่จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศในบริเวณที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบ่อยขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากสภาพภูมิอากาศกำลังเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuel) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรมในช่วง 200 ปีที่ผ่านมา เป็นสาเหตุสำคัญที่ให้ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) หรือภาวะโลกร้อน (Global Warming) ภาวะโลกร้อนนี้มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากอุณหภูมิโดยรวมสูงขึ้น ทำให้ฤดูกาลต่างๆ เปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ ก็จะค่อยๆ ตายลงและอาจสูญพันธุ์ไปในที่สุด สำหรับผลกระทบต่อมนุษย์นั้น อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอาจทำให้บางพื้นที่กลายเป็นทะเลทราย ประชาชนขาดแคลนอาหารและน้ำดื่ม บางพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมหนักเนื่องจากฝนตกรุนแรงขึ้น น้ำแข็งขั้วโลกและบนยอดเขาสูงละลาย ทำให้ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบโดยตรง อาจทำให้บางพื้นที่จมหายไปอย่างถาวร ดังนั้น ปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นปัญหาสำคัญที่มวลมนุษยชาติจะต้องร่วมมือกันป้องกันและเสริมสร้างความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟาเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ดังเช่นดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในระบบสุริยะแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวัน แล้วค่อยๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน มีก๊าซจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน และถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญคือ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน

มีเทนและไนตรัสออกไซด์ สารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 6 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_20) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) ทั้งนี้ ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (Chlorofluorocarbon; CFC) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมาคือ อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นด้วย แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกนั้น ไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Global Warming Potential: GWP) ที่แตกต่างกัน ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนี้ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุล และขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ และจะคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ เป็นดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (ที่มา AR4, IPCC)

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้นบรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์	200 - 450	1
มีเทน	9 – 15	21
ไนตรัสออกไซด์	120	310
CFC-12	100	10,900
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	3,200	22,800

2.2 มาตรการภาษีคาร์บอน

ภาษีคาร์บอน/ภาษีพลังงาน (carbon tax) เป็นภาษีสิ่งแวดล้อมที่จัดเก็บเนื่องจากคาร์บอนที่เป็นส่วนประกอบของเชื้อเพลิง อะตอมของคาร์บอนจะประกอบอยู่ในเชื้อเพลิงฟอสซิล (ถ่านหิน ปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ) และเมื่อถูกเผาไหม้จะปล่อยออกมาในรูปแบบของคาร์บอนไดออกไซด์

(CO_2) ต่างกับพลังงานในรูปแบบอื่น เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ และ พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งไม่ได้เปลี่ยนไฮโดรคาร์บอนกลายมาเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

ภาษีคาร์บอน จึงเป็นกลไกลทางภาษีที่สนับสนุนพลังงานทางเลือก รวมทั้งการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยี ผลของค่าธรรมเนียมคาร์บอน ส่งผลต่อพฤติกรรมการใช้เชื้อเพลิงสองด้านมาตรการการเก็บค่าธรรมเนียมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกินกว่ากำหนด โดยผ่านระบบ EU emissions trading system (EU ETS)

2.3 มาตรการภาษีคาร์บอนสำหรับอุตสาหกรรมสายการบินโดยใช้ระบบ EU-ETS

จากปริมาณอากาศยานที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยมลพิษจากอุตสาหกรรมด้านการบิน (aviation pollution) เพื่อมากขึ้นด้วย ทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ร่วมกันหาทางแก้ปัญหาในเรื่องนี้ โดยเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม ค.ศ. 2010 ที่ประชุมสมัชชาองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organisation ; ICAO) ตกลงจะกำหนดเพดานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างพร้อมเพรียงกัน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 เป็นต้นไป และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน ในอัตราร้อยละ 2 ของทุกปี จนกระทั่งปี ค.ศ. 2050 นอกจากนี้ ICAO จะเริ่มสร้างมาตรฐานการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเครื่องยนต์ในอากาศยานทั่วโลก ในปี ค.ศ. 2013 ความเคลื่อนไหวดังกล่าวไม่เพียงแต่ทำให้การบินเป็นภาคอุตสาหกรรมแรกที่สามารถตกลงลดการปล่อยก๊าซอย่างพร้อมเพรียงกันได้ แต่ยังทำให้สหภาพยุโรปหรืออียู นำมาอ้างความชอบธรรมให้แก่ระบบ EU ETS ของอียูที่จะรวมเอาภาคอุตสาหกรรมการบินเข้าร่วมด้วย ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 โดยทุกสายการบิน ที่บินเข้า และออกจากสหภาพยุโรปจะต้องร่วมใน EU ETS Scheme ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 เป็นต้นไป ซึ่งหมายความว่า การปล่อยก๊าซคาร์บอนฯจากอุตสาหกรรมการบิน จะถูกกำหนดอัตราเพดานว่าปล่อยได้ไม่เกินจำนวนเท่าไหร่ และสายการบินต่างๆ จะต้องซื้อใบอนุญาตที่จะปล่อยก๊าซคาร์บอนฯ

โดยอียูหวังจะผลักดันระบบ EU ETS ให้เป็นเครื่องมือต่อสู้กับโลกร้อนในระดับสากล และมีแผนการจะขยายขอบข่าย EU ETS ให้ครอบคลุมภาคส่วนและสาขาอุตสาหกรรมมากขึ้น และเพิ่มเติมชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่ซื้อขายได้ อีกทั้งยังสนับสนุนการก่อตั้งตลาดคาร์บอนในประเทศอื่นๆ เพื่อก้าวไปสู่ตลาดคาร์บอนระดับโลก

ระเบียบ EU ETS มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2009 โดยได้รวมการขนส่งทางอากาศเข้าในระบบการซื้อขายสิทธิในการปล่อยก๊าซคาร์บอนฯ ซึ่งประเทศสมาชิกจะต้องนำระเบียบดังกล่าว ไปปรับใช้เป็นกฎหมายของแต่ละประเทศภายในปี ค.ศ. 2009 และจะเริ่มมีผลบังคับใช้กับทุกสายการบินที่ทำการบินภายในสหภาพยุโรปตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 เป็นต้นไปรวมถึงสายการบินของไทย

คณะกรรมาธิการยุโรปกำหนดเพดานการปล่อยก๊าซจากการขนส่งทางอากาศในปี ค.ศ. 2012 ให้อยู่ในระดับน้อยกว่าในช่วงปี ค.ศ. 2004 - 2006 ร้อยละ 3 และจะปรับเพิ่มเป็นร้อยละ 5 ในปี ค.ศ. 2012 - 2020 ซึ่งปริมาณก๊าซที่จะกำหนดขึ้นนั้นสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วน (1) ร้อยละ 82 ของปริมาณก๊าซฯ ที่สามารถปล่อยได้ทั้งหมด ภายใต้ EU ETS ในปีนั้นๆ จัดสรรให้สายการบินที่ทำการบินใน EU โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (ตามสัดส่วนที่จะกำหนดขึ้นสำหรับแต่ละสายการบิน) (2) ร้อยละ 3 จัดสรรให้สายการบินที่เพิ่งเข้าร่วม EU ETS โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และ (3) ร้อยละ 15 ที่เหลือ จะถูกขายให้สายการบินผ่านการประมูล ซึ่งประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปอาจนำรายได้จากการประมูลไปใช้ในการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในประเทศของตนและประเทศกำลังพัฒนา ทั้งนี้หากสายการบินปล่อยก๊าซคาร์บอนฯ เกินกว่าระดับที่ได้รับการจัดสรร จะต้องซื้อสิทธิในการปล่อยก๊าซคาร์บอนฯ จากแหล่งอื่นหรือประมูลสิทธิในการปล่อยก๊าซต่อไป

คณะกรรมาธิการยุโรปได้ประกาศรายชื่อประเทศสมาชิก EU ที่จะเป็นผู้ควบคุมการดำเนินการตามระเบียบ EU ETS ของสายการบินที่อยู่ในความรับผิดชอบ (Administering Member State) ได้แก่ การควบคุมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การประมูลก๊าซโดยใช้ฐานข้อมูลจากองค์กรด้านการบิน เป็นต้น โดยจะพิจารณาจากแผนการบินของแต่ละสายการบิน ว่าประเทศใดจะมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด โดยในส่วนของสายการบินของประเทศไทยนั้น เยอรมนีรับผิดชอบสายการบินไทย จำกัด (มหาชน) ฝรั่งเศสรับผิดชอบสายการบินบางกอกแอร์เวย์ จำกัด โปรตุเกสรับผิดชอบสายการบิน โอเรียนท์ไทย แอร์ไลน์ จำกัด อังกฤษรับผิดชอบสายการบินภูเก็ตแอร์ไลน์ จำกัด และไซปรัสรับผิดชอบสายการบินอื่นๆ ของไทย

2.4 **อุตสาหกรรมด้านการบินในประเทศไทย**

การบินเริ่มเข้ามามีบทบาทในประเทศไทย ตั้งแต่สมัยที่เรายังใช้ช้างเป็นพาหนะสำคัญในการขนส่งทางบก และมีเรือพาย เรือแจว ในการขนส่งทางน้ำ ซึ่งตรงกับรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 6) โดยมีนักบินชาวเบลเยี่ยมคือ นายวัลเดน เบอร์น (Vanden Born) ได้นำเครื่องบินแบบออร์วิลล์ ไรท์ (Orwille Wright) มาสาธิตการบินถวายให้ทอดพระเนตร และให้ประชาชนในกรุงเทพฯ ชม เมื่อวันที่ 6 กันยายน ค.ศ. 1911 ณ สนามราชกรีฑาสโมสร ปทุมวัน นับเป็นเครื่องบินลำแรกที่บินเข้ามาในราชอาณาจักร โดย นายพลตรีพระเจ้าน้องยาเธอ กรมหมื่นกำแพงเพชรอัครโยธิน (พลเอก พระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมพระกำแพงเพชรอัครโยธิน) ผู้บัญชาการกองพลที่ 1 รักษาพระองค์และจเรทหารช่างแห่งกองทัพบก ได้ทรงเป็นผู้โดยสารที่ขึ้นบินทดลองชุดแรก เมื่อเสร็จการแสดงแล้วได้ทรงซื้อเครื่องบินนั้นไว้เพื่อประโยชน์แก่การศึกษา และในปี ค.ศ. 1911 นั้นเอง กระทรวงกลาโหม ได้ส่งนายทหารไทย 3 นาย ไปศึกษาวิชาการบิน ณ ประเทศฝรั่งเศส เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1911

ได้แก่ นายพันตรีหลวงศักดิ์ ศัลยาวุธ (นายสุณี สุวรรณประทีป), นายร้อยเอกหลวงอาวุธ สิขิกร (นายหลง สินศุข) และนายร้อยโททิพย์ เกตุทัต

เมื่อนายทหารทั้ง 3 นาย จบการศึกษา พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 6) ทรงให้จัดซื้อเครื่องบิน บรรทุกเรือกลับมาประเทศไทย จำนวน 8 ลำ เป็นเครื่องบินที่ทางราชการซื้อ 7 ลำ และเจ้าพระยาอภัยภูเบศร์ (ชุ่ม อภัยวงศ์) ซื้อให้ทางราชการ 1 ลำ หลังจากนั้นได้มีการก่อตั้งแผนกการบินทหารโดยใช้สนามราชกรีฑาสโมสรเป็นสนามบิน และสร้างโรงเก็บเครื่องบินขึ้นในบริเวณนั้น และในปี ค.ศ. 1914 กระทรวงกลาโหมได้ดำเนินการก่อสร้างสนามบินดอนเมืองแล้วเสร็จ เพื่อเป็นสนามบินที่ใช้ในกิจการทหาร และได้เลื่อนฐานะแผนกการบินทหารยกขึ้นเป็นกรม และได้เคลื่อนย้ายจากสนามราชกรีฑาสโมสรไปสู่ที่ตั้งใหม่ที่ดอนเมืองจนถึงปี ค.ศ. 1948 ท่าอากาศยานดอนเมืองได้เข้ามาอยู่ในการควบคุมดูแลของกรมการบินพลเรือน กองทัพอากาศ (และในปี ค.ศ. 1956 ได้เปลี่ยนชื่อท่าอากาศยานดอนเมืองเป็นท่าอากาศยานกรุงเทพ แต่ยังคงสังกัดกองทัพอากาศอยู่) ท่าอากาศยานดอนเมืองให้เป็นสนามบินหลักของประเทศ และได้รับการพัฒนาสร้างเสริมต่อเติมมาจนกระทั่งปัจจุบัน

เมื่อเกิดสงครามโลกครั้งที่ 1 ขึ้น และในปี ค.ศ. 1918 ไทยได้ส่งทหารอาสาเข้าร่วมการรบด้วย 300 คน ทหารอาสาของไทยได้มีโอกาสเรียนรู้เรื่อการขับเครื่องบิน และเลยไปถึงการสร้างเครื่องบินจากทหารฝรั่งเศส เมื่อสิ้นสงครามโลกปรากฏว่าไทยมีนักบินที่มีคุณสมบัติครบถ้วนมากกว่า 100 คน ประชาชนชาวไทยต่างพร้อมในกันบริจาคเงินซื้อเครื่องบินให้กับทางราชการ (กระทรวงกลาโหม) ได้รับเงินบริจาคเป็นจำนวนมากจากจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ โดยใช้ชื่อของจังหวัดที่บริจาคเงินเป็นชื่อของเครื่องบินได้เป็นจำนวนมากถึง 31 ลำ

เมื่อปี ค.ศ. 1919 ได้มีการทดลองทำการบินรับส่งไปรษณีย์ระหว่างกรุงเทพฯ กับจันทบุรีด้วยเครื่องบินเบรเกต์ (Breguet XIV) ซึ่งเป็นเครื่องบินทหารที่ได้ดัดแปลงมาใช้งานขนส่งทางอากาศ นับว่าประเทศไทยได้ก้าวเข้ามาสู่การบินก่อนหน้าประเทศอื่น ๆ ในภูมิภาคนี้ และการทดลองทำการบินได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ต่อมาจึงได้มีการขนส่งผู้โดยสารในเส้นทางนี้ด้วย

ต่อมาเมื่อปี ค.ศ. 1947 รัฐบาลได้อนุมัติแผนงานการบินพาณิชย์ของกระทรวงคมนาคม ให้จัดตั้ง บริษัท เดินอากาศ จำกัด ชื่อย่อ บดอ. (Siamese Airways Co. Ltd.) เป็นสายการบินในประเทศและมีสภาพเป็นกิจการการบินแห่งชาติของประเทศไทย สายการบินเดินอากาศมีเครื่องบินหลายแบบ ได้แก่ DC3 (DAKOTA) จำนวน 3 เครื่อง, C45 (BEECHCRAFT) จำนวน 2 เครื่อง, L-5 จำนวน 6 เครื่อง, FAIRCHILD จำนวน 3 เครื่อง และแบบ REARWIN จำนวน 2 เครื่อง โดยได้เปิดเส้นทางบินสายแรก กรุงเทพ-พิษณุโลก-ลำปาง-เชียงใหม่ และ เชียงใหม่-แม่สะเรียง-แม่ฮ่องสอน โดยในปี 1951 รัฐบาลมีมติให้รวมบริษัทการบินของต่างประเทศ ชื่อ Pacific Overseas Airline (Siam) Limited ;

POAS เข้ากับ บริษัท เดินอากาศ จำกัด เพื่อยุติการแข่งขันกันเอง ซึ่งใช้ชื่อใหม่ว่า บริษัท เดินอากาศไทย จำกัด (บดท.) มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Thai Airways Co., Ltd. (TAC)

หลังจากนั้นเมื่อปี ค.ศ. 1959 บริษัท เดินอากาศไทย จำกัด (Thai Airways Company Limited ; TAC) ได้ร่วมกันทำสัญญาร่วมทุนกับสายการบินสแกนดิเนเวีย แอร์ไลน์ (Scandinavian Airlines System ; SAS) ก่อตั้ง บริษัท การบินไทย จำกัด เพื่อดำเนินธุรกิจการบินระหว่างประเทศ โดยการบินไทยได้ทำการเปิดเส้นทางบินจากกรุงเทพฯ ไปยังเมืองต่างๆในเอเชียอีกจำนวน 11 เมือง และในปี ค.ศ. 1988 รัฐบาลได้มีมติให้รวมกิจการระหว่าง บริษัท การบินไทย จำกัด เข้ากับ บริษัท เดินอากาศไทย จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทแม่ของการบินไทย ซึ่งทำการบินในประเทศ เป็นบริษัทเดียวกันด้วยเงินทุน 2,230 ล้านบาท โดยมีกระทรวงการคลังเป็นผู้ถือหุ้นรายใหญ่ในวันที่ 1 เมษายน 1988 จึงทำให้กิจการการบินทั้งในประเทศ และระหว่างประเทศ เติบโตอย่างรวดเร็วจนกระทั่งปัจจุบัน

2.5 อากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทย

อากาศยานพาณิชย์ในประเทศซึ่งจดทะเบียนในประเทศไทย ปัจจุบันมีทั้งหมด 291 ลำ เป็นเจ้าของโดย 35 สายการบิน ซึ่งแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2จำนวนอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทยในปี2011(ที่มา กรมขนส่งทางอากาศ)

Airline	No.of A/C
THAI AIRWAYS INTERNATIONAL PUBLIC COMPANY	104
NOK AIRLINES CO.,LTD.	9
BANGKOK AIRWAYS COMPANY	18
ORIENT THAI AIRLINE Co., LTD.	22
PHUKET AIRLINES Co., LTD.	6
K-MILE AIR CO.,LTD.	3
THAI AIRASIA Co.,Ltd.	24
THAI AVIATION SERVICES LIMITED	10
THAI FLYING SERVICES CO.,LTD.	4
SFS AVIATION CO.,LTD. (SI-CHANG FLYING SERVICE CO.,LTD.)	6
SIAM LAND FLYING CO.,LTD.	4
SIAM GENERAL AVIATION COMPANY LIMITED (SIAM G.A. CO.,LTD)	4

MINEBEA AVIATION CO.,LTD.	2
BANGKOK AVIATION CENTER COMPANY LIMITED.	14
FLYING MEDIA CO.,LTD.	5
BANGKOK HELICOPTER SERVICES	1
ADVANCE AVIATION CO.,LTD.	5
YOUNG EAGLE CO.,LTD.	4
MJETS LIMITED (MINOR AVIATION LIMITED)	3
SRIRACHA AVIATION COMPANY LIMITED	8
H.S. AVIATION CO., LTD.	1
BUSINESS AIR CENTRE CO.,LTD.	4
HAPPY AIR TRAVELLERS CO., LTD.	2
ROYAL SKYWAYS CO., LTD.	9
SAKON-NAKHON SKY ADVENTURE CO., LTD.	2
HELILUCK AVIATION CO., LTD.	2
SOLAR AVIATION CO.,LTD	3
JET ASIA AIRWAYS CO., LTD.	4
KANNITHI AVIATION CO., LTD.	2
AC AVIATION CO., LTD.	2
SUNNY AIRWAYS CO., LTD.	1
THAI FLYING HELICOPTER SERVICE CO., LTD.	1
THAI SKY ADVENTURES CO., LTD.	1
P.C. AIR CO., LTD.	1
TOTAL COMMERCIAL AIRCRAFT	291

2.6 แบบอากาศยานของประเทศไทย

อากาศยานพาณิชย์ที่ทำการบินแต่ละลำนั้น มีศักยภาพในการบินที่ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของอากาศยานแต่ละแบบ และความต้องการของสายการบิน

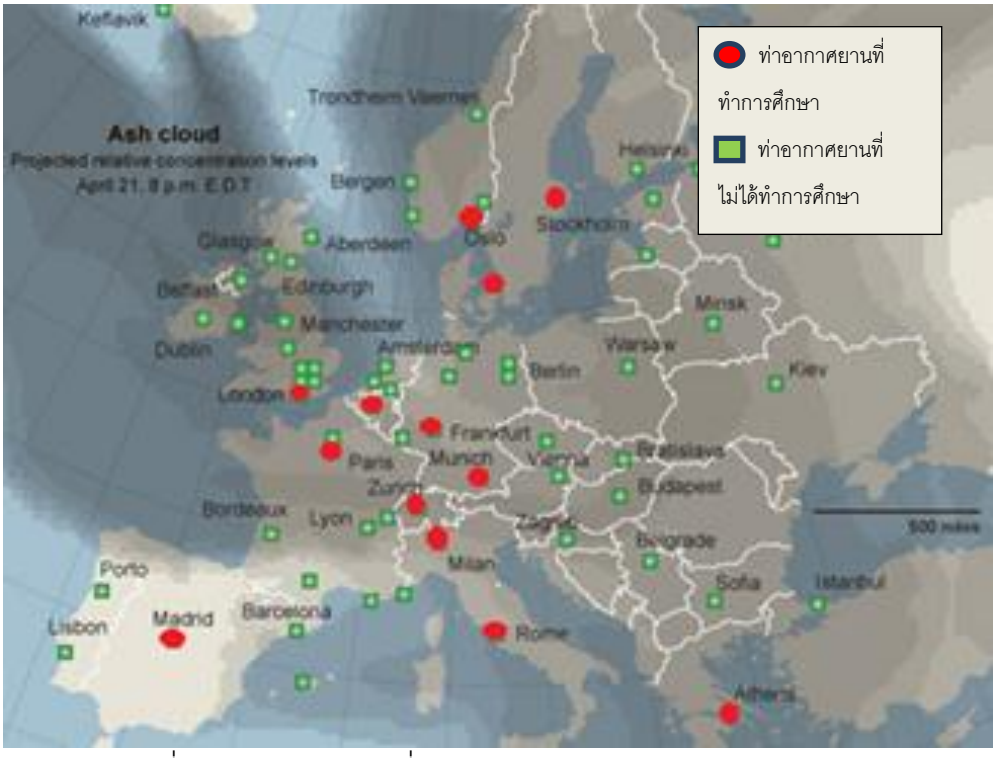
ตารางที่ 2.3 แสดงข้อมูลแบบอากาศยานพาณิชย์ (ที่มา กรมขนส่งทางอากาศ)

A/C TYPE	NO. OF ENGINES	MTOW	RANGE (km)
A380	4	1,235,000 lb / 560,000 kg	8,300 nm / 15,300 km
A340-600	4	837,800 lb / 380,000 kg	7,900 nm / 14,600 km
A340-500	4	837,800 lb / 380,000 kg	9,000 nm / 16,700 km
A340-300E	4	609,600 lb / 276,500 kg	7,400 nm / 13,700 km
A330-300	2	513,700 lb / 233,000 kg	5,850 nm / 10,800 km
A330-200	2	524,700 lb / 238,000 kg	7,230 nm / 13,400 km
A321	2	206,100 lb / 93,500 kg	3,200 nm / 5,950 km
A320	2	172,000 lb / 78,000 kg	3,300 nm / 6,100 km
A319	2	166,500 lb / 75,500 kg	3,700 nm / 6,850 km
A318	2	150,000 lb / 68,000 kg	3,200 nm / 5,950 km
B787-900	2	545,000 lb / 247,208 kg	8,500 nm / 15,750 km
B787-800	2	502,500 lb / 227,930 kg	8,200 nm / 15,200 km
B747-800	4	987,000 lb / 447,696 kg	8,000 nm / 14,815 km
B747-400	4	875,000 lb / 396,890 kg	7,260 nm / 13,450 km
B747-400ER	4	910,000 lb / 412,770 kg	7,670 nm / 14,205 km
B747-100	4	735,000 lb / 333,400 kg	5,300 nm / 9,800 km
B777-300	2	660,000 lb / 299,370 kg	6,005 nm / 11,120 km
B777-300ER	2	775,000 lb / 351,530 kg	7,930 nm / 14,685 km
B777-200	2	545,000 lb / 247,200 kg	5,240 nm / 9,700 km
B777-200ER	2	656,000 lb / 297,550 kg	7,725 nm / 14,305 km
B777-200LR	2	766,000 lb / 347,450 kg	9,395 nm / 17,395 km
B767-400ER	2	450,000 lb /204,120 kg	5,625 nm / 10,415 km
B767-300ER	2	412,000 lb / 186,880 kg	5,990 nm / 11,070 km
B767-200ER	2	395,000 lb / 179,170 kg	6,385 nm / 12,195 km
B737-800	2	174,200 lb / 79,010 kg	3,115 nm / 5,765 km

B737-700	2	154,500 lb / 70,080 kg	3,440 nm / 6,370 km
B737-700ER	2	171,000 lb / 77,565 kg	5,775 nm / 10,695 km
B737-600	2	145,500 lb / 66,000 kg	3,225 nm / 5,970 km
ATR72-500	2	48,500 lb / 22,000 kg	910 nm / 1,685 km
ATR72-200	2	47,500 lb / 21,500 kg	910 nm / 1,685 km

2.7 ท่าอากาศยานในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป

ด้วยศูนย์นโยบายยุโรป ได้วางกลยุทธ์และนโยบายด้านการคมนาคมของยุโรปซึ่งออกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2001 โดยคำนึงถึงสิ่งที่ควรปรับปรุงเพื่อส่งเสริมความคล่องตัว ในระบบการคมนาคมของยุโรปอย่างยั่งยืนในทุกด้าน ได้แก่ การคมนาคมทางบก น้ำ และอากาศ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้องในนโยบายด้านการคมนาคม เช่น ด้านความมั่นคงและความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม การส่งเสริมขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ท่าอากาศยาน จึงมีการเติบโตและได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ซึ่งในปี ค.ศ. 2001 ท่าอากาศยานในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปมีจำนวน มากถึง 1,015 ท่าอากาศยาน



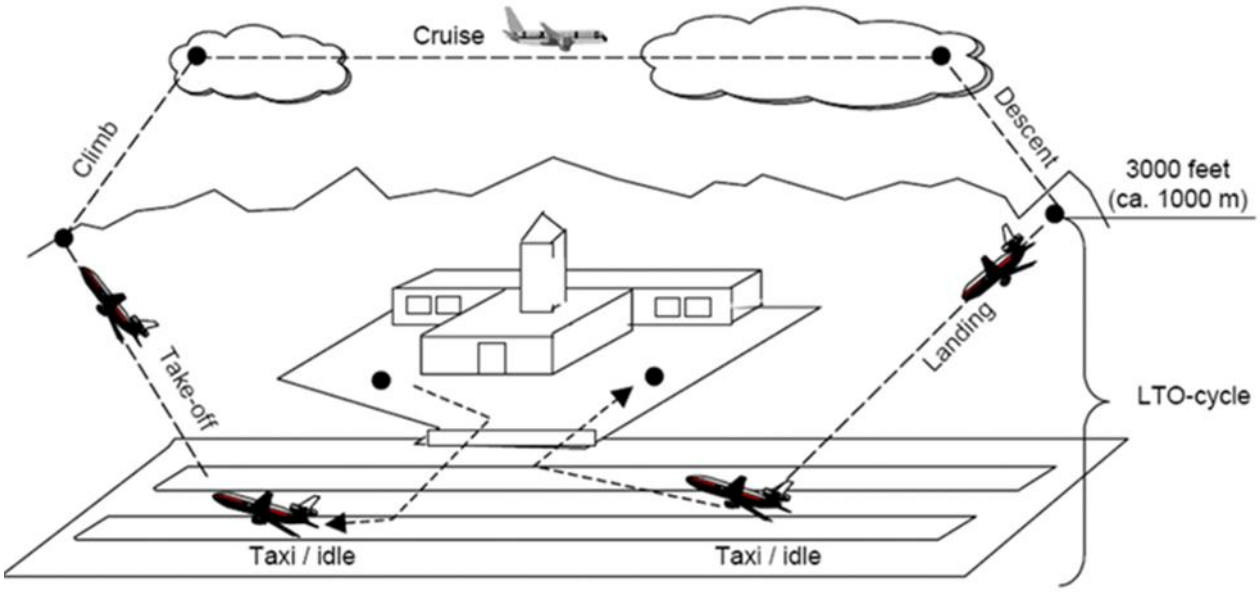
ภาพที่ 2.1 ท่าอากาศยานที่สำคัญของประเทศในสมาชิกสหภาพยุโรป
และท่าอากาศยานที่ทำการศึกษา

ที่มา บริษัทท่าอากาศยานไทยจำกัด (มหาชน)

2.8 Landing / Take-Off (LTO) Cycle

Landing / Take-Off (LTO) Cycle เป็นวงจรซึ่งรวมถึงกิจกรรมทั้งหมดที่อยู่ใกล้สนามบินที่เกิดขึ้นต่ำกว่าระดับความสูง 3000 ฟุต (1000 เมตร) หมายถึงการ เข้าและออกบนทางขับ, การขึ้นบินและการลงจอด LTO ถูกกำหนดไว้ ICAO (1993)

Cruise กิจกรรมขณะทำการบิน ซึ่งที่นี่มีการกำหนดเป็นกิจกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นที่ระดับความสูงเหนือ 3000 ฟุต (1000 เมตร) บนไม่มีขีดจำกัด ของระดับความสูง



ที่มา ICAO

ภาพที่ 2.2 วงจรการบินของอากาศยาน

2.9 เชื้อเพลิงอากาศยาน

(ก) JET A-1

น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยาน สามารถแบ่งออกตามลักษณะของเครื่องยนต์ ได้แก่ น้ำมันเบนซินอากาศยานใบพัด (Aviation Gasoline) และน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานไอพ่น (Aviation Turbine Fuels) สำหรับในเครื่องยนต์เจ็ท จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ให้อัตราการเผาไหม้ที่สูง เพื่อให้ได้ผลทางประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดนี้เราเรียกว่า น้ำมันเครื่องบิน เจ็ทเอวัน (JET A-1 หรือ JP-1) ถ้าเป็นอากาศยานทางทหารก็จะเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง เจ็ท-8 (Jet-8) คือเป็นฐานน้ำมัน (Base oil) อยู่ในระดับเดียวกับ น้ำมันก๊าด (Kerosene) มีคุณภาพที่ดีกว่าน้ำมันก๊าดที่ขายในท้องตลาด ซึ่งมีลักษณะใสไม่มีสีเหมือนน้ำ ราคาถูกกว่าน้ำมันแก๊สโซลีนที่ใช้ในเครื่องยนต์ลูกสูบ ถึงแม้ว่าน้ำมันจะมีราคาถูก แต่ต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องยนต์อากาศยานที่มีราคาที่แพงกว่า และก่อนที่จะทำการขึ้นบิน (Take off) อากาศยานจะต้องระบายน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหลืออยู่ออกให้หมด เพื่อป้องกันน้ำที่ปนใน

น้ำมัน จากนั้นนำมาปรับปรุงปรับสภาพ และหรือเติมน้ำมันใหม่เข้าไปเพื่อความปลอดภัยในการทำการบิน น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานจะมีความไวไฟมาก ภายในรัศมี 12 เมตรจะห้ามนำไฟเข้าไปใกล้

(ข) BIO Fuel (เชื้อเพลิงชีวภาพ)

จากการประชุมเชิงปฏิบัติการ ICAO Alternative Fuels Workshop โดย Federal Aviation Administration เมื่อ 11 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2009 สรุปได้ว่าน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานจากพลังงานทดแทนที่ มีศักยภาพนั้น ใช้เทคโนโลยีสำหรับการสังเคราะห์ได้ดังนี้คือ

1. การสังเคราะห์ด้วยวิธี ฟิชเชอร์- ทรอปช์ (Fisher-Tropsch) น้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์โดยกระบวนการ ฟิชเชอร์-ทรอปช์ คือน้ำมันเชื้อเพลิงที่เกิดจากการสังเคราะห์ที่มีสารตั้งต้นเป็นคาร์บอนมอนนอกไซด์ (carbon monoxide) และ ไฮโดรเจน (hydrogen) และมีตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) ร่วมด้วย ผลผลิตที่ได้เรียกว่า ก๊าซสังเคราะห์ (Synthesis Gas) ซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และสายยาวขึ้น โดยองค์ประกอบของก๊าซสังเคราะห์ที่ได้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างไฮโดรเจนกับ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ตัวเร่งปฏิกิริยา และสภาวะอื่นๆ ก๊าซสังเคราะห์ที่ได้จะถูกนำไปปรับโครงสร้างต่อไป เช่น ทำให้มีสายสั้นลงหรือมีลักษณะเป็นกิ่งก้าน ก่อนจะนำไปกลั่นเพื่อให้ได้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เช่น น้ำมันเบนซิน (Gasoline) น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยาน (Kerosene) และ น้ำมันดีเซล (Diesel) เป็นต้น

2. การสังเคราะห์จากน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการ Hydroprocessing (Hydrotreated Renewable Jet ,HRJ, Fuel from plant oil) น้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์จากพืช ในยุคแรกจะเป็นการผลิตเอธานอลเพื่อผสมในน้ำมันเบนซิน และการผลิตเป็นไบโอดีเซล เพื่อใช้ในการขนส่งภาคพื้น สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์สำหรับอากาศยาน น้ำมันพืชจากพืชให้น้ำมันทั้งที่กินได้และกินไม่ได้ จะถูกทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเพื่อให้อยู่ในรูปของ Hydro-treated Renewable Jet fuel : HRJ fuel ได้เป็นน้ำมันดิบจากพืช ก่อนเข้าสู่กระบวนการ Hydroprocessing แล้วได้ผลผลิตออกมาเป็น น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานในที่สุด นอกจากพืชให้น้ำมันที่คุ้นเคยดีอยู่แล้ว เช่น น้ำมันจากสบู่ดำ น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว ในปัจจุบันพืชให้น้ำมันอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากคือ สาหร่าย โดยน้ำมันจากสาหร่ายจะถูกนำเข้าสู่การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานตามกระบวนการ HRJ เช่นเดียวกัน

3. การสังเคราะห์จากน้ำมันสาหร่ายที่ผ่านกระบวนการ Hydroprocessing (Hydrotreated Renewable Jet ,HRJ,Fuel from algae) การสังเคราะห์น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานด้วยกระบวนการนี้จะใช้วัตถุดิบตั้งต้นเป็นน้ำมันจากสาหร่าย โดยจะสามารถดำเนินการได้เป็น

ผลสำเร็จในระยะเวลาอีก 10 ปี ปฏิกิริยาที่ใช้ในการสังเคราะห์น้ำมันเชื้อเพลิงจากสาหร่ายนี้จะใช้หลักการเช่นเดียวกับการสังเคราะห์จากน้ำมันจากพืชซึ่งสามารถสรุปได้คือ

- การกำจัดออกซิเจน เพื่อให้ได้น้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์สายโซ่ยาว
- การกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
- การแตกตัวด้วยไฮโดรเจนและปรับโครงสร้างเพื่อให้ได้น้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์ กลุ่มน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยาน
- การกลั่นเพื่อให้ได้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ตามที่ต้องการนำไปใช้งาน

การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์จากน้ำมันสาหร่ายนี้ อยู่ระหว่างการพัฒนาขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ต้นทุนของการผลิตเชิงพาณิชย์มีราคาลดต่ำลง

- การสังเคราะห์จากกระบวนการ Metabolic การสังเคราะห์น้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานด้วยวิธีนี้จะใช้หลักการใช้พืชกลุ่มเส้นใย (Cellulosic feedstock) และให้น้ำตาล (Sugar-based) นำมาหมักโดยจุลชีพที่ได้รับการออกแบบทางพันธุวิศวกรรมเพื่อให้ย่อยสลายเส้นใยและน้ำตาลในพืช ให้แตกตัวออกแล้ว เปลี่ยนองค์ประกอบที่ย่อยสลายออกมาให้รวมตัวกลับไปเกิดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ได้เป็นน้ำมันดิบสังเคราะห์สำหรับกลั่นแยกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ ต่อไป

2.10 **สถานีบริการเชื้อเพลิงสุวรรณภูมิ** (Suvarnabhumi Service Station)

บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานที่ท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ประเทศไทย ผลิตภัณฑ์หลักที่ให้บริการได้แก่ Jet A-1 น้ำมันเชื้อเพลิง Jet A-1 ถูกส่งมาจากน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานของบริษัท ขนส่งน้ำมันทางท่อและบริษัท ท่อส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด โดยน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานจากสองแห่งจะถูกเก็บรวมกันที่คลังน้ำมันของบริษัทฯ โดยท่อส่งน้ำมัน บริษัทฯ จะรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผ่านการรับรองคุณภาพแล้วเท่านั้น ก่อนเข้าสู่ถังเก็บ น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกส่งผ่าน อุปกรณ์กรองน้ำมันเชื้อเพลิงขั้นต้น และอุปกรณ์กรองน้ำมัน และแยกน้ำเชื้อเพลิง เพื่อกรองสิ่งปนเปื้อนและแยกน้ำออกจากน้ำมันเชื้อเพลิง หลังจากนั้น น้ำมัน Jet A-1 จะถูกปล่อยให้พักตัวในถังเก็บอย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนถูกจ่ายออกไป

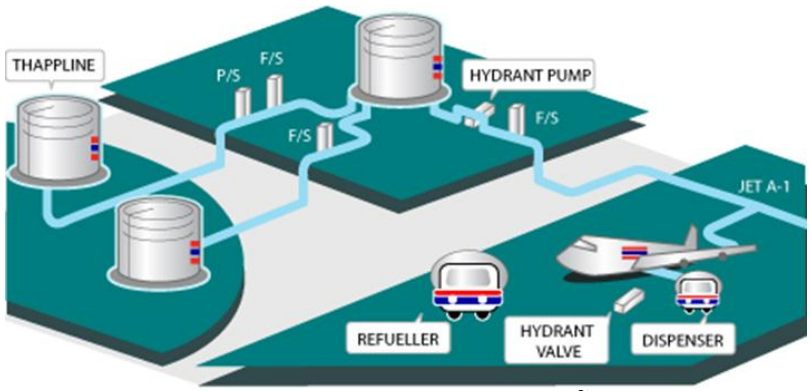
(ก) **ระบบท่อจ่ายน้ำมันไปยังสนามบิน** (Hydrant Pipeline Network)

ระบบ Hydrant Pipeline Network เป็นเครือข่ายท่อส่งน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานแรงดันสูงที่ฝังอยู่ใต้ดินและกระจายไปทั่วใต้บริเวณลานจอด ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ โดยน้ำมัน Jet A-1 จากคลังจะถูกสูบจ่ายโดย hydrant pump ผ่านระบบ hydrant pipeline ไปยังหลุมจอดแต่ละหลุม รวม

ทั้งสิ้นจำนวน 119 หลุมจอด โดยมีบริษัท ไทยเชื้อเพลิงการบิน จำกัด เป็นผู้ดำเนินการซึ่งได้รับสัมปทานจาก บมจ.ท่าอากาศยานไทย (ทอท.)

(ข) รถเติมน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยาน (Aircraft Refuelling Vehicles)

รถเติมน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ รถ Dispenser และรถ Refueller รถบริการทั้ง 2 ชนิด สามารถให้บริการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงอากาศยานให้แก่ทุกสายการบินได้ตลอด 24 ชั่วโมง ด้วยความมุ่งมั่นที่จะให้การบริการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้นำระบบ Aviation Fuel Management System มาใช้เพื่อความถูกต้องแม่นยำและให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

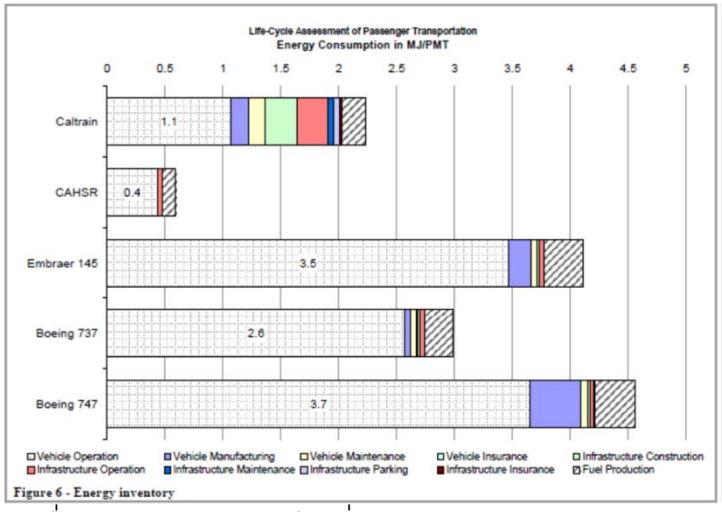


ที่มา บริษัทเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพจำกัดมหาชน

ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ของการบริการเติมน้ำมันเชื้อเพลิง
ของบริษัทเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพจำกัดมหาชน

2.12 วรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

Dr.Mikhail Chester,University of California(2007) ได้ทำการศึกษา เรื่องการประเมินวงจรชีวิตสิ่งแวดล้อม (LCA) ของการขนส่งผู้โดยสาร, พลังงาน, ก๊าซเรือนกระจก และระดับของมลพิษที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมจากทรัพยากรที่ใช้ ของระบบขนส่งทางราง และทางอากาศ โดยใช้สูตรการประเมิน LCA และการคำนวณก๊าซเรือนกระจกจาก IPCC 2006 ผลการวิจัยทุกรูปแบบการเดินทางมีการบริโภคพลังงานและปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญขณะที่ไม่ได้ดำเนินการ แต่เมื่อเปรียบเทียบในขณะปฏิบัติการ การบริโภคพลังงานและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากถึง 82% ของทั้งวงจร โดยเฉพาะการขนส่งทางอากาศ ดังแสดงใน ภาพที่ 2.4 กรอบการประเมินผลวงจรชีวิต ได้แก่ การผลิตยานพาหนะ, การบำรุงรักษารถยนต์, ประกันรถยนต์, การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานการดำเนินงาน, โครงสร้างพื้นฐานด้านการบำรุงรักษา, ที่จอด, การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง

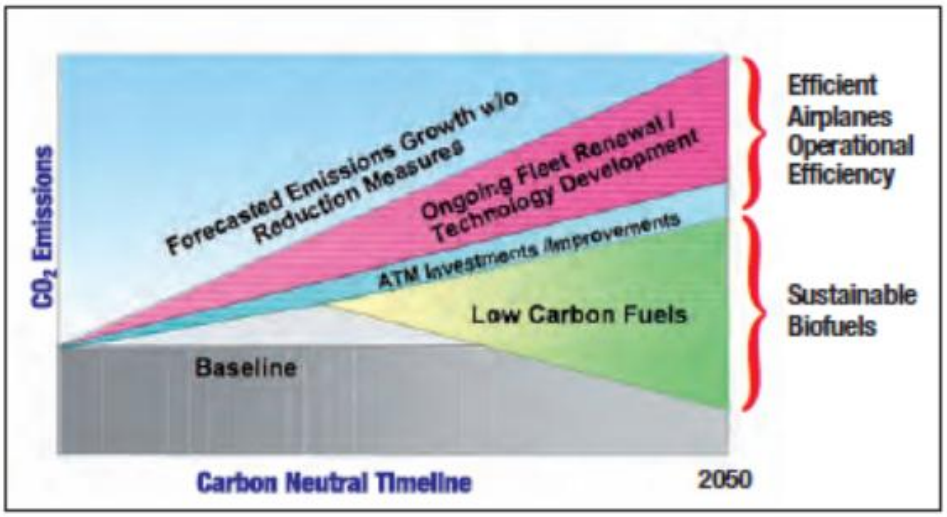


ภาพที่ 2.4 ผลการวิจัยเรื่องการประเมินวงจรชีวิตสิ่งแวดล้อม (LCA) ของการขนส่งผู้โดยสาร, พลังงาน, ก๊าซเรือนกระจก และระดับของมลพิษที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมจากทรัพยากรที่ใช้ของระบบขนส่งทางราง และทางอากาศ

M. Mazaheri, G. R. Johnson and L. Morawska (2010) ได้ทำการศึกษามลพิษที่ปล่อยจากการลงจอดและบินขึ้นของอากาศยานพาณิชย์ ณ ทางวิ่งทางทิศเหนือของท่าอากาศยานฮิตโธร สหราชอาณาจักรอังกฤษ โดยวิธีโครมาโทกราฟฟี่ พบว่า ระบบปฏิบัติการของอากาศยานโดยเฉพาะ น้ำหนักของเครื่องบินที่พร้อมบินขึ้นขณะอยู่บนทางวิ่ง และโครงสร้างอากาศยาน เป็นตัวแปรที่สำคัญอย่างมากต่อปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ที่ปล่อยออกจากการเผาไหม้ของเครื่องขณะลงจอด และบินขึ้น กล่าวคือ เมื่อเที่ยวบินมีการใช้แบบเครื่องยนต์แบบเดียวกัน แต่โครงสร้างอากาศยาน และ น้ำหนักของเครื่องบินที่พร้อมบินขึ้นขณะอยู่บนทางวิ่งต่างกันจะมีปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ต่างกันได้ถึง 41%

ICAO ENVIRONMENT REPORT (2010) ปัจจุบันมีการปรับปรุงและพัฒนาอากาศยานและเครื่องยนต์ ในขั้นตอนการดำเนินงานและการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกเพื่อลดการปลดปล่อยมลพิษที่ผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ ในขณะเดียวกันได้มีต่อการพัฒนาจากแนวคิดใหม่ คือการปฏิวัติการออกแบบแนวคิดสำหรับการขนส่งเชิงพาณิชย์ในอนาคต โดยทีมงานที่เอ็มไอทีภายใต้สัญญานาซ่า แนวคิดหนึ่งคืออากาศยานพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีการเก็บพลังงานตลอดการเดินทาง และทำการบินโดยไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงหรือการก่อให้เกิดมลพิษ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในอากาศยานได้รับปัจจัยสำคัญ ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการขนส่งทางอากาศ อย่างต่อเนื่อง การเจริญเติบโตของการจราจรทางอากาศที่แปรผันตามการเติบโตทางเศรษฐกิจและความท้าทายของ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น ICAO เป็นผู้นำทางโดยการสร้างเป้าหมายและมาตรฐานการพัฒนาบนพื้นฐานของเทคโนโลยีที่จะนำไปสู่การเป็นศูนย์การปล่อยมลพิษอากาศยานแห่งอนาคต จากผลกระทบจากการบริโภคเชื้อเพลิงที่ไม่มีประสิทธิภาพ และปริมาณการปล่อย CO_2 จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เป็น

แรงผลักดันในการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงทางด้านเทคโนโลยี โดยมีความเข้าใจพื้นฐานร่วมกันในเรื่องของการออกแบบ และเทคโนโลยีที่ใช้ เช่น โครงสร้างระบบอากาศยาน, อากาศพลศาสตร์, เทคโนโลยีการผลิต, ระบบการขับเคลื่อน และการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพื่อลดการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ต่อ แรงดันที่ได้ และด้านการดำเนินงาน เช่น ปรับปรุงประสิทธิภาพของอากาศยาน ปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง ปรับปรุงการดำเนินงานการจัดการจราจรทางอากาศ และในส่วนของมาตรฐานทางด้านสิ่งแวดล้อมในการประชุม ICAO เกี่ยวกับการบินระหว่างประเทศ และ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในปี 2009 ได้มีการมุ่งเน้นถึงการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อลดการปล่อย CO_2 นอกจากนั้นยังสนับสนุนการพัฒนาเชื้อเพลิงทางเลือก และการพัฒนาศักยภาพเครื่องยนต์เพื่อใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ



ภาพที่ 2.5 การพยากรณ์การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคการบิน

ICAO ENVIRONMENT REPORT (2010), ให้ความเห็นว่า จากสถานการณ์ปัจจุบันความท้าทายของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการผันผวนของราคาน้ำมัน ส่งผลให้อุตสาหกรรมการบินในปัจจุบัน ให้ความสำคัญกับการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพที่ยั่งยืนโดยมีการจัดตั้ง ICAO GROBAL FRAMEWORK FOR AVIATION ALTERNATIVE FUELS และส่งเสริมให้มีการจัดตั้งโครงการศึกษาวิจัยพลังงานชีวภาพอย่างยั่งยืน โดย Masdar Insitute เพื่อพัฒนาเชื้อเพลิงการบินอย่างยั่งยืนด้วยการ ซึ่งรัฐบาลอาบูดาบีประกาศ แผนการที่จะสร้างเศรษฐกิจใหม่ทั้งหมด เพื่อเป็นศูนย์กลางการพัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำ และยังส่งเสริมการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนที่ยั่งยืนภาคการบิน

ตารางที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบคุณภาพของเชื้อเพลิงโดย Masdar Insitute (ที่มา ICAO (2010))

Description	Jet A-1 Specs	Jatropha Derived HRJ	Camelina Derived HRJ	Jatropha/ Algae Derived HRJ
Flash Point, °C	Min 38	46.5	42.0	41.0
Freezing Point, °C	Max -47	-57.0	-63.5	-54.5
JFTOT@300°C				
Filter dP, mmHg	Max 25	0.0	0.0	0.2
Tube Deposit Less Than	< 3	1.0	< 1	1.0
Net heat of combustion, MJ/kg	Min 42.8	44.3	44.0	44.2
Viscosity, -20 deg C, mm²/sec	Max 8.0	3.66	3.33	3.51
Sulfur, ppm	Max 15	< 0.0	< 0.0	< 0.0

ตารางที่ 2.5 การทดลองบินโดยเชื้อเพลิงชีวภาพของสายการบินต่างๆ (ที่มา ICAO (2010))

	Fuel Certification / Qualification
1 September 2009	**ASTM D-7566** (Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons) approved as first new jet fuel spec in 20 years
	Tests and Demonstrations
1 February 2008	**Airbus** flew A380 test aircraft with one engine running on 40/60% blend of Gas To Liquid (GTL) synfuel and conventional jet fuel
23 February 2008	**Virgin Atlantic** flew B747-400 with one engine operating on 20/80% blend of babassu oil/coconut oil biofuel with conventional jet fuel
30 December 2008	**Air New Zealand** flew B747-400 with one engine running on 50/50% blend of jatropha derived biofuel and conventional jet fuel
7 January 2009	**Continental Airlines** flew B737-800 with one engine using 50/50% blend of algae and jatropha biofuel mix with conventional jet fuel
30 January 2009	**JAL** flew B747-300 with one engine running 50/50% blend of camelina, jatropha and algae biofuel mix with conventional jet fuel
12 October 2009	**Qatar Airways** flew first revenue flight (London to Doha) on A340-600 with four engines operating on 48.5/51.5% blend of GTL synfuel with conventional jet fuel
23 November 2009	**KLM** flew B747-400 with one engine running on 50/50% blend of camelina biofuel with conventional jet fuel
22 April 2010	**United Airlines** flew A319 with one engine using 40/60% blend of natural gas F-T fuel jet fuel with conventional fuel

บริษัทการบินไทยจำกัด (มหาชน) (2011) การทดลองบินด้วยเชื้อเพลิงชีวภาพของบริษัทการบินไทย จากสถานการณ์ราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้น และแนวความคิดที่จะลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (Travel Green) การบินไทยได้ร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ จัดเที่ยวบินพิเศษ เพื่อทดลองทำการบินเชื้อเพลงชีวภาพโดยเที่ยวบิน TG8421 ไปเมื่อวันที่ 21 ธันวาคม ค.ศ. 2011 ที่ผ่านมา และได้ทดลองใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในเที่ยวบินพาณิชย์ขนส่งผู้โดยสารเป็นครั้งแรกในเอเชียในเที่ยวบิน TG104 เส้นทางบินกรุงเทพฯ - เชียงใหม่ เมื่อวันที่ 21 ธันวาคม ค.ศ. 2011 ซึ่งสามารถปฏิบัติการบินด้วยเชื้อเพลิงชีวภาพได้อย่างเรียบร้อยสมบูรณ์ดี อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในประเทศไทยยังไม่มีความคุ้มค่าในการนำมาใช้กับเที่ยวบินเชิงพาณิชย์ เพราะว่ายังมีการผลิตน้อย และต้องนำเข้าจากต่างประเทศด้วยต้นทุนที่สูงกว่าเชื้อเพลิงปกติราว 7 เท่า จึงต้องขอความร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ ทั้ง

ภาครัฐ และภาคเอกชนทุกภาคส่วนหันมาร่วมกันพัฒนาเชื้อเพลิง หรือพลังงานทดแทนในภาคอุตสาหกรรมการบินอย่างจริงจัง โดยประเทศไทยนั้นค่อนข้างได้เปรียบและมีศักยภาพเป็นแหล่งปลูกพืชน้ำมันที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลงชีวภาพหลายชนิด เพียงแต่ยังขาดการศึกษา และพัฒนาไปสู่การผลิตเชิงอุตสาหกรรมอย่างเป็นรูปธรรม

บริษัท พีซี แอโร ประเทศเยอรมนี (2011) ได้ทำการการทดลองบินเครื่องบินเล็กอิเล็กตร้าวัน เป็นเวลา 30 นาที โดยใช้พลังงานจากเครื่องกำเนิดพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดอยู่บนโรงเก็บเครื่องบิน ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนใต้ของประเทศเยอรมนี เครื่องบินลำนี้มีศักยภาพในการบินต่อเนื่องเป็นเวลา 5 ชั่วโมง หากมีแบตเตอรี่เต็ม บินได้ไกลกว่า 400-500 กิโลเมตร และมีเสียงรบกวนในระดับต่ำกว่าเครื่องบินเล็กปกติถึง 5 เท่า บริษัท พีซี แอโร วางแผนให้เครื่องบินเล็กอิเล็กตร้านี้เป็นทางเลือกใหม่สำหรับการบริการเที่ยวบินธุรกิจในอนาคต แต่บริษัทยังต้องใช้เวลาเพื่อศึกษาในการผสมผสานเทคโนโลยีชนิดนี้ เครื่องยนต์ไฟฟ้า ตัวขับเคลื่อน และแบตเตอรี่ เข้ากับระบบที่เหมาะสม เนื่องจากตัวแบตเตอรี่มีน้ำหนักค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงต้องการระบบที่เหมาะสมเพื่อชดเชยกับน้ำหนักของตัวแบตเตอรี่

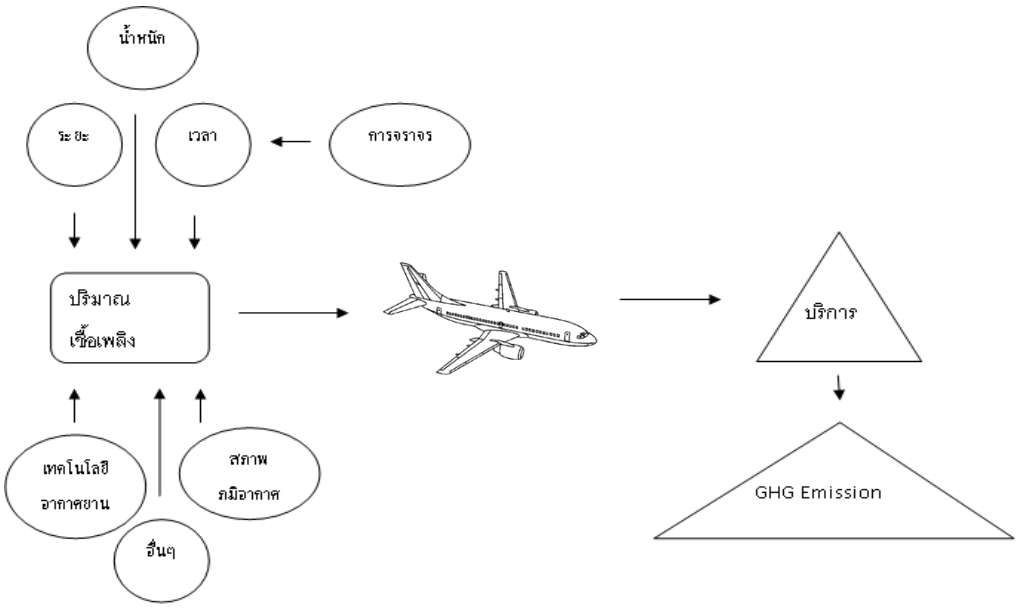
บริษัท AIRBUS (2009) พยายามวิจัยและเทคโนโลยีคือการตรวจสอบ, ทดสอบ, การตรวจสอบและเพิ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่สุด, คุณสมบัติการออกแบบเพื่อนำไปสู่การสร้างอากาศยานที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยลงและเสียงรบกวนน้อยลงในขณะที่แบกน้ำหนักบรรทุกสูงสุดในช่วงภารกิจนอกจากการเพิ่มประสิทธิภาพระบบขับเคลื่อนและอากาศพลศาสตร์อย่างต่อเนื่องและความก้าวหน้าของการใช้วัสดุขั้นสูงและกระบวนการใหม่เพื่อลดน้ำหนักขั้นพื้นฐานของอากาศยานเพื่อลดการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงและปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ที่สอดคล้องกัน ซึ่ง A380 เป็นเครื่องบินพาณิชย์รุ่นแรกที่มีคาร์บอนไฟเบอร์เสริมแรงมากที่สุดถึง 25% โดย แอร์บัสได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์สำหรับกิจกรรมการผลิตของตนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ลดปริมาณการใช้พลังงาน 30% , ลดปริมาณ CO_2 ที่ปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของอากาศยาน 30%, ลดปริมาณการปล่อยสารทำละลายที่เป็นมลพิษ 50%, ลดการใช้น้ำ 50%, ลดการปล่อยน้ำเสีย 80% และลดของเสียจากการผลิต 50%

บทที่ 3

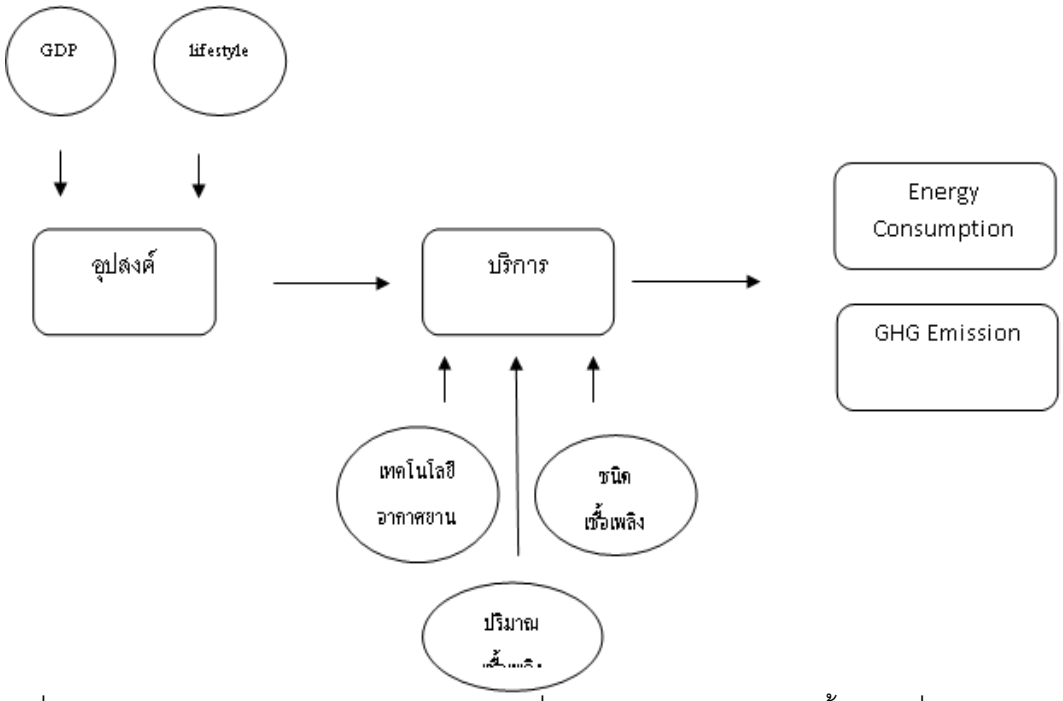
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แบบจำลองการวิเคราะห์

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษาและวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษารวบรวมข้อมูลทุติยภูมิปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เกิดจากการใช้จริงจากเที่ยวบินที่เดินทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปในปี ค.ศ. 2011ดังแสดงดังภาพที่ 3.1 และนำมาวิเคราะห์ถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอันได้แก่ ศักยภาพของอากาศยาน และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ส่วนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการศึกษาส่วนที่ 1 เพื่อเป็นการทำนายปริมาณการใช้พลังงานจากการใช้เชื้อเพลิง และปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.1 ลำดับการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เกิดจากการใช้จริง จากเที่ยวบินที่เดินทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปในปี ค.ศ. 2011และนำมาวิเคราะห์ถึงผลลัพธ์



ภาพที่ 3.2 ลำดับวิเคราะห์ข้อมูลจากปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลถึงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เกิดจากการใช้จริงจากเที่ยวบินที่เดินทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป เพื่อทำการศึกษาแบบจำลองการใช้พลังงานในอนาคต

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษา การศึกษาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์ : กรณีศึกษา เส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป จึงเป็นการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อข้อมูลพื้นฐาน และเป็นแนวทางให้ภาคอุตสาหกรรมการบินของไทยเตรียมพร้อมรับมือกับระบบเศรษฐกิจใหม่ของโลกที่กำลังเกิดขึ้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดความรุนแรงของผลกระทบที่จะได้รับ

ข้อมูล (data) หมายถึง รายละเอียด ข้อเท็จจริง ในการเก็บรวบรวมตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เป็นสิ่งที่จะนำมาเป็นหลักฐานเพื่อใช้บรรยายประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เราต้องการศึกษาหรือต้องการทราบ ชนิดของข้อมูล แบ่งตามแหล่งที่มาของข้อมูลได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) คือ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลขั้นต้นที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลโดยตรง เป็นข้อมูลที่ลงมือเก็บครั้งแรกด้วยตนเอง หรือจากบุคคลใดบุคคลหนึ่ง แล้วนำเอาข้อมูลเหล่านั้นใช้เป็นเอกสารอ้างอิง เมื่อต้องการข้อมูลเหล่านี้ก็จะไปทำการวัดหรือสังเกตเอามาโดยตรง ได้มาจากการสำรวจ การสัมภาษณ์ การทดลอง และการส่งแบบสอบถามไปให้กรอก เป็นต้น

2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) คือ ข้อมูลที่ได้จากแหล่งที่รวบรวมข้อมูลไว้แล้ว ที่มีผู้หนึ่งผู้ใด หรือหน่วยงานได้ทำการเก็บรวบรวมหรือเรียบเรียงไว้เรียบร้อยแล้ว เช่น ข้อมูลทางสถิติต่างๆ ที่มีการบันทึกไว้แล้ว ข้อมูลจากรายงานการวิจัย เป็นต้น แล้วสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้อ้างอิงได้เลย ข้อมูลที่ได้อาจมีการเปลี่ยนแปลง หรือมีข้อเท็จจริงที่คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลดังกล่าวจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และบริษัทเจ้าของอากาศยาน รวมถึงค้นคว้าเอกสาร ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นผู้วิจัยได้กล่าวไว้แล้วใน บทที่ 2 ตามหัวข้อต่อไปนี้ คือ

ตารางที่ 3.1 แนวคิดทฤษฎีที่ทำการศึกษา

ข้อมูล	พารามิเตอร์	แหล่งข้อมูล
Landing / Take-Off (LTO) Cycle และ cruise	น้ำหนักอากาศยาน, เวลาในการปฏิบัติการ, แบบอากาศยาน	บริษัทเจ้าของอากาศยาน
วิธีการคำนวณ	ตัวแปร และปัจจัยต่างๆ	IPCC Guildline
มาตรการ EU-ETS	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก	คณะกรรมาธิการยุโรป

3.3 การประเมินข้อมูลทุติยภูมิ

1. รวบรวมข้อมูลเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ปี ค.ศ. 2011
2. ประเมินระยะทางเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ปี ค.ศ. 2011
3. ประเมินจำนวนเที่ยวบินเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ปี ค.ศ. 2011
4. ประเมินข้อมูลอากาศยานที่ทำการบินเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ปี ค.ศ. 2011
5. การประเมินการใช้เชื้อเพลิงในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไป การดำเนินการศึกษานั้น ผู้วิจัยได้ประเมินการใช้เชื้อเพลิงจากเส้นทางการบินทั้งหมด 13 เส้นทาง และอากาศยานจำนวน 45 ลำ

    5.1 ประเมินปริมาณเชื้อเพลิง และก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยจากจากอากาศยานที่จดทะเบียนในนามประเทศไทย ผู้วิจัยศึกษาจากอากาศยานพาณิชย์ที่มีศักยภาพสามารถบินตรงได้ในระยะทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ถึงท่าอากาศยาน

นานาชาติของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป แบบบินประจำ ในปี ค.ศ. 2011 ด้วยวิธีการศึกษาดังนี้

5.1.1 คำนวณปริมาณการใช้พลังงานจากการสันดาปเชื้อเพลิง

Energy consumption (TJ) = Jet kerosene (Gg) X Net Calorific value [1]

โดย

Net Calorific value คือ ค่าความร้อนจากน้ำมัน jet kerosene จำนวน 1,000 ตัน โดยเฉลี่ยเมื่อนำไปสันดาปจะสลายตัวให้พลังงานประมาณ 44.1 TJ อ้างอิงจาก 2006 IPCC Guildelines for National Greenhouse Gas Inventories.

ตารางที่ 3.2 แหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจก

สัญญาลักษณ์	ชื่อ	แหล่งที่มา
CO_2	Carbon Dioxide	การสันดาปเชื้อเพลิง, การผลิตจากอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ และอื่นๆ
CH_4	Methane	ฝังกลบ, อุตสาหกรรมปิโตรเลียม, นาข้าว และอื่นๆ
N_2O	Nitrous Oxide	สารทำความเย็น , การสันดาปเชื้อเพลิง และอื่นๆ
HFC's	Hydrofluorocarbons	อุตสาหกรรมผลิตอะลูมิเนียม
PFC's	Perfluorocarbons	อุตสาหกรรมผลิตอะลูมิเนียม
SF_6	Sulfur Hexafluoride	อุตสาหกรรมการผลิตแมกนีเซียม, ระบบการผลิตไฟฟ้า และอื่นๆ

5.1.2 คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซมีเทน

GHGs Emission [ton] = Energy Consumption (TJ) X GHGs Emissions factor [2]

โดย

GHGs Emissions factor = ค่าค่าสัมประสิทธิ์ก๊าซเรือนกระจกจากน้ำมันเชื้อเพลิงประเภท jet kerosene จำนวน 1 ตัน โดยเฉลี่ย เมื่อนำไปเผาจะสลายตัวให้พลังงานประมาณ 0.0441 TJ และการบริโภคพลังงาน 1 TJ ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งดังนี้

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 71,500 กิโลกรัม
2. ก๊าซไนตรัสออกไซด์ 3 กิโลกรัม
3. ก๊าซมีเทน 0.61 กิโลกรัม

5.1.3 คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยคิดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

Carbon dioxide equivalents = GHGs x GWP factor [3]

โดย GWP factor อ้างอิงจาก AR4 IPCC

6. การทำนายภาพอนาคตของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยกำหนดให้เส้นทางการบินคงเดิมเช่นเดียวกับการศึกษาปี ค.ศ. 2011 และการเติบโตของการขนส่งทางอากาศเพิ่มขึ้นปีละ 4.7 % อ้างอิงจาก Achieving Climate Change Goals for International Aviation, ICAO [2010] โดยแบ่งเป็น 3 กรณี

1. กรณีดำเนินการปกติ (Business as Usual : BAU)
2. กรณีเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูง (Technology Switching)
3. กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel Switching)

6.1 กรณีดำเนินการปกติ (BAU) เป็นการพยากรณ์เพื่อหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานในปี 2012 – 2020

Fuel (ton) = efficiency (ton fuel/ton weight) x RTK (ton weight) [4]

โดย

RTK = 1,061,461.80 (ข้อมูลจากการบินไทย,2011)

Efficiency = fuel/rtk (2011) 0.466373

RTK Revenue Ton – Kilometer (RTK) คือ น้ำหนักผู้โดยสารบวกน้ำหนักพัสดุภัณฑ์และไปรษณียภัณฑ์ X ระยะทางที่ขนส่ง โดยการเพิ่มขึ้นปีละ 4.7 % อ้างอิงจาก Achieving Climate Change Goals for International Aviation, ICAO

6.2 กรณีเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูง (Technology Switching) การพยากรณ์การใช้เชื้อเพลิงในอนาคตของอากาศยานที่ทำการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศทวีปยุโรป ปี 2012 - 2020 กำหนดให้อากาศยานมีอายุการใช้งาน 25 ปี เมื่อครบอายุการใช้งาน อากาศยานจะถูกปลดละวาง และถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ B 787 – 800 และ A 380 โดยวิเคราะห์จากจำนวนที่นั่งที่หายไป กล่าวคือการทดแทนจะต้องมีการขนส่งได้จำนวนปริมาณเท่าเดิมหรือมากกว่า

ในแต่ละปี และสัดส่วนของปริมาณเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีจากการคำนวณในกรณีดำเนินการปกติ จากการวิเคราะห์ข้อมูลอากาศยานที่ทำการศึกษาในปี 2011

ก. การประเมินจะประเมินจากปริมาณเชื้อเพลิงที่หายไป จากการปลดระวางของอากาศยาน และถูกแทนที่ด้วยปริมาณของเชื้อเพลิงที่ทำการบินโดยอากาศยานเทคโนโลยีใหม่ คือ อากาศยานแบบ แอร์บัส รุ่น A380 ซึ่งเป็นเครื่องบินเชิงพาณิชย์ที่ใหญ่ที่สุดของโลกที่บินในปัจจุบัน อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.03744 kg/s-km ซึ่งสามารถประหยัดการบริโภคเชื้อเพลิงได้มากกว่าเดิมถึง 4.78 % ในการศึกษานี้ หากอากาศยานแบบ B 747 ถูกปลดระวาง 1 ลำ จะถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ A 380 จำนวน 1 ลำ

ข. การประเมินจะประเมินจากปริมาณเชื้อเพลิงที่หายไป จากการปลดระวางของอากาศยาน และถูกแทนที่ด้วยปริมาณของเชื้อเพลิงที่ทำการบินโดยอากาศยานเทคโนโลยีใหม่ คือ อากาศยานแบบ โบอิ้ง 787 (B 787) ขั้นตอนการออกแบบและสร้างจาก 787 ได้เพิ่มการปรับปรุง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.03025 kg/s-km ซึ่งสามารถประหยัดการบริโภคเชื้อเพลิงได้มากกว่าเดิมถึง 23.06 % ในการศึกษานี้ หาอากาศยานแบบ B 747 ถูกปลดระวาง 1 ลำ จะถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ B 787 จำนวน 2 ลำ

โดย

B 747	อัตราการใช้เชื้อเพลง	เท่ากับ	0.03932 kg/s-km
A380	อัตราการใช้เชื้อเพลง	เท่ากับ	0.03744 kg/s-km
B 787	อัตราการใช้เชื้อเพลง	เท่ากับ	0.03025 kg/s-km

6.3 กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel Switching)

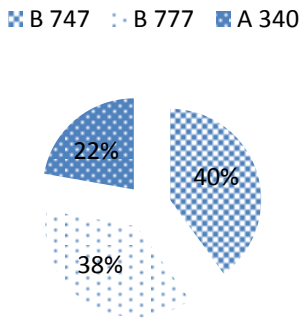
ประเมินปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลโดยกำหนดให้มีการเพิ่มการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพเพิ่มขึ้นปีละ 10% และใช้ในปริมาณอัตราส่วนผสม 50:50 โดยกำหนดเริ่มให้มีการเพิ่มการใช้ในปี 2015 กล่าวคือปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลจะลดลงปีละ 10% และถูกแทนที่ด้วยเชื้อเพลิงชีวภาพ โดยเชื้อเพลิงชีวภาพที่ทำการศึกษานั้น เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่มาจากชีวภาพการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงเป็นศูนย์

บทที่ 4

การวิเคราะห์ และผลลัพธ์

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเส้นทางการบิน และได้ทำการประเมินระยะทางเส้นทางการบิน, จำนวนเที่ยวบิน ซึ่งจากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าอากาศยานที่จดทะเบียนในนามประเทศไทย ได้ทำการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ปี ค.ศ. 2011 เป็นจำนวนทั้งหมด 13 เส้นทางการบินโดยบินไปยังปลายทางจำนวน 11 ประเทศ และจำนวนเที่ยวบินทั้งหมด 4,537 เที่ยวบิน ดังแสดงในตาราง ตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าประเทศสาธารณรัฐอิตาลี และประเทศสหพันธ์ สาธารณรัฐเยอรมนี ได้มีเส้นทางการบินที่ทำการบินโดยอากาศยานของประเทศไทยจำนวน 2 เส้นทาง โดยเฉพาะท่าอากาศท่าอากาศยานแฟรงค์เฟิร์ต, กรุงแฟรงค์เฟิร์ต ซึ่งเป็นท่าอากาศยานที่ใหญ่ที่สุดของเยอรมนี และเป็นอันดับ 3 ของยุโรป ซึ่งมีเที่ยวบินถึง 712 เที่ยวบินในปี ค.ศ. 2011 คิดเป็น 15 % ของเที่ยวบินที่ทำการบินโดยอากาศยานไทยไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป เนื่องจากในปัจจุบัน แฟรงเฟิร์ตกลาย เป็นเมืองศูนย์กลางการคมนาคมเชื่อมโยงไปยังประเทศอื่นๆในทวีปยุโรป และนอกจากนี้เส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานบรัสเซลส์ ราชอาณาจักรเบลเยี่ยม มีเพียง 20 เที่ยวบิน เนื่องจาก สายการบินได้เริ่มทำการบินในเส้นทางการบินนี้เมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน ค.ศ. 2011 สำหรับเส้นทางการบินที่มีจำนวนเที่ยวบินมากที่สุดได้แก่ เส้นทาง BKK- LHR ซึ่งทำการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติท่าอากาศยานลอนดอนฮีทโธรว์ สหราชอาณาจักรอังกฤษซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 715 เที่ยวบินในปี ค.ศ. 2011



แผนภูมที่ 4.1 แสดงสัดส่วนอากาศยานที่ทำการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปในปีค.ศ.2011

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลเส้นทางการบิน ระยะทาง และจำนวนเที่ยวบินในปี ค.ศ. 2011

Departure				Desination				Distance (km.)	Flight / Year
Airport Code	Airport Name	city	Country	Airport Code	Airport Name	City	Country		
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	ARN	Arlanda	Stockholm	Sweden	8291	427
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	ATH	Eleftherios Venizelos	Athens	Greece	7925	134
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	BRU	Brussels Airport	Brussels	Belgium	9442	20
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	CDG	Charles De Gaulle	Paris	France	8631	513
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	CPH	Kastrup	Copenhagen	Denmark	8870	455
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	FCO	Leonardo da Vinci International	Rome	Italy	8995	203
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	FRA	Frankfurt International Airport	Frankfurt	Germany	9571	712
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	LHR	London Heathrow	London	United Kingdom	10187	713
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	MAD	Barajas	Madrid	Spain	8794	156
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	MUC	Franz Josef Strauss	Munich	Germany	9073	360
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	MXP	Malpensa	Milan	Italy	8665	187
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	OSL	Oslo (Gardermoen)	Oslo	Norway	9048	297
BKK	Suvarnabhumi International Airport	Bangkok	Thailand	ZRH	Zürich-Kloten	Zurich	Switzerland	9256	360

ผู้วิจัยได้ประเมินแบบอากาศยาน และเส้นทางที่ทำการบินที่ทำการบินเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ปีค.ศ. 2011พบว่า อากาศยานแบบ B747 เป็นอากาศยานที่ถูกใช้บินมากที่สุดคิดเป็น 85 % ของจำนวนเส้นทางการบินทั้งหมด 13 เส้นทาง แบบอากาศยาน และเส้นทางที่ทำการบินแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงแบบของอากาศยานที่ใช้ในการทำการบินในเส้นทางการบินต่างๆ ในปี ค.ศ. 2011

Aircraft Type	B 747	B 777	A 340
BKK - ARN	X		
BKK - ATH		X	
BKK - BRU		X	
BKK - CDG	X	X	
BKK - CPH	X		
BKK - FCO	X		
BKK - FRA	X	X	
BKK - LHR	X		
BKK - MAD	X		
BKK - MUC	X		
BKK - MXP	X	X	X
BKK - OSL	X	X	X
BKK - ZRH	X		X

4.2 **การประเมินการใช้เชื้อเพลิงและการบริโภคพลังงานในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ปี ค.ศ. 2011 ของอากาศยานแต่ละแบบ**

จากการรวบรวมข้อมูลจากส่วนที่ 1 การใช้พลังงาน แปลผันตรงกับการใช้เชื้อเพลิง ซึ่งข้อมูลเชื้อเพลิงที่ผู้วิจัยใช้ในการคำนวณเป็นข้อมูลเฉลี่ย เนื่องจากการการเดินทางในเส้นทางการบินเดียวกันปริมาณของเชื้อเพลิงนั้นจะผันแปรตามน้ำหนักการโดยสาร, สภาพภูมิอากาศ, ปริมาณการจราจรทางอากาศ ฯลฯ ซึ่งการประเมินปริมาณการใช้พลังงานของอากาศยานจากสมการ (ตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก)

Energy consumption (TJ) = Jet kerosene (Gg) X Net Calorific value

Energy consumption (TJ) คือ ปริมาณการใช้พลังงาน

Jet kerosene (Gg) คือ ปริมาณเชื้อเพลิง

Net Calorific value คือ ค่าความร้อนจากน้ำมัน jet kerosene จำนวน 1000 ตัน โดยเฉลี่ย เมื่อนำไปเผาจะสลายตัวให้พลังงานประมาณ 44.1 TJ อ้างอิงจาก 2006 IPCC Guildelines for National Greenhouse Gas Inventories.

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงของอากาศยานแต่ละแบบในเส้นทางการบินแต่ละเส้นทาง ในปี ค.ศ. 2011

Route	B 747	B 777	A 340
BKK - ARN	109.57	-	-
BKK - ATH	-	75.80	-
BKK - BRU	-	82.04	-
BKK - CDG	124.80	94.40	-
BKK - CPH	112.48	-	-
BKK - FCO	113.90	-	-
BKK - FRA	118.03	93.81	-
BKK - LHR	125.98	-	-
BKK - MAD	136.32	-	-
BKK - MUC	111.42	-	-
BKK - MXP	121.75	80.36	98.20
BKK - OSL	113.80	82.93	95.26
BKK - ZRH	113.72	-	97.91

จากตารางแสดงให้เห็นปริมาณการใช้เชื้อเพลิงซึ่งหากเป็นเส้นทางการบินเดียวกัน อากาศยานแบบ B 747 จะมีการบริโภคเชื้อเพลิงมากกว่าอากาศยานแบบ A 340 และ B 777 ตามลำดับ

4.2.1 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากบริโภคพลังงานในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ปี ค.ศ. 2011 ของอากาศยานแต่ละแบบ

การคำนวณโดยใช้อ้างอิงค่า Emission Factor เป็นตัวแปรในการคำนวณจาก อ้างอิงจาก Tier 1, Methodological : MOBILE COMBUSION : AIRCRAFT, IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. โดยสมการที่ใช้คำนวณคือ

GHG Emission (kg) = Energy Consumption (TJ) X Emission factor (jet kerosene)

โดย

- น้ำมันเชื้อเพลิงประเภท jet kerosene จำนวน 1 ตัน โดยเฉลี่ย เมื่อนำไปเผาจะสลายตัวให้พลังงานประมาณ 0.0441 TJ และการบริโภคพลังงาน 1 TJ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 71,500 กิโลกรัม
- น้ำมันเชื้อเพลิงประเภท jet kerosene จำนวน 1 ตัน โดยเฉลี่ย เมื่อนำไปเผาจะสลายตัวให้พลังงานประมาณ 0.0441 TJ และการบริโภคพลังงาน 1 TJ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ 3 กิโลกรัม (kg.)
- น้ำมันเชื้อเพลิงประเภท jet kerosene จำนวน 1 ตัน โดยเฉลี่ย เมื่อนำไปเผาจะสลายตัวให้พลังงานประมาณ 0.0441 TJ และการบริโภคพลังงาน 1 TJ เกิดก๊าซมีเทน 0.6 กิโลกรัม (kg.)

4.3 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากบริโภคพลังงานในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ปี ค.ศ. 2011 ของอากาศยานแต่ละแบบ

การคำนวณโดยใช้ค่า Global Warming Potential ดังแสดงใน ตารางที่ 4.4 เป็นตัวแปรในการคำนวณอ้างอิงจาก AR4 IPCC Guildelines for National Greenhouse Gas Inventories.

โดย

Carbon dioxide equivalents = Greenhouse Gases x GWP factor

GWP = Global Warming Potential

ตารางที่ 4.4 ค่า Global Warming Potential ของก๊าซเรือนกระจก

Greenhouse GAS	GWP
CO2	1
CH4	21
N2O	310

ที่มา AR4, IPCC

ผลการวิจัยดังสมการที่กล่าวมาข้างต้นแสดงดังตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณใช้เชื้อเพลิง และปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี 2011

A/C type	Fuel Consumption (ton)	Energy Consumption (TJ)	Energy consumption / RTK (TJ / ton $_{rtk}$)	CO_2 Emission (ton)	N_2O Emission (ton)	CH_4 Emission (ton)
B 747	358,829.48	15,788.50	0.0184	1,128,877.54	47.37	9.63
B 777	95,857.65	4,217.74	0.017	301,568.17	12.65	2.57
A 340	40,350.00	1,775.40	0.015	126,941.10	5.33	1.08
Total	495,037.13	21,781.63	0.017 *	1,128,877.54	65.34	13.29

*แสดงปริมาณเฉลี่ย

4.4 การพยากรณ์ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานในปี 2012 – 2020

ประเมินแนวโน้มปริมาณการใช้เชื้อเพลิงจากความสัมพันธ์ดังสมการดังต่อไปนี้

Fuel (ton) = efficiency (ton fuel/ton weight) x RTK (ton weight)

โดย

RTK = 1,061,461.80 (ข้อมูลจากการบินไทย,2011)

Efficiency = fuel/rtk (2011) (495,037.45 / 1,061,461.80 = 0.466373)

RTK Revenue Ton – Kilometer (RTK) คือ น้ำหนักผู้โดยสารบวกน้ำหนักพัสดุภัณฑ์และไปรษณียภัณฑ์ X ระยะทางที่ขนส่ง โดยการเพิ่มขึ้นปีละ 4.7 % อ้างอิงจาก Achieving Climate Change Goals for International Aviation, ICAO

ประเมินค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ซึ่งการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปยังอัตราการบริโภคเชื้อเพลิงของอากาศยาน ในการทำการบินในแต่ละเส้นทางนั้น เทคโนโลยีอากาศยานนั้นมีความสำคัญมาก เนื่องจากอากาศยานเป็นตัวขับเคลื่อน หรือพาหนะสำหรับการขนส่งผู้โดยสาร และสินค้าไปยังจุดมุ่งหมาย ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานแต่ละทะเบียนที่ใช้ทำการบินในแต่ละเส้นทางจึงแตกต่างกันไป เนื่องด้วยความจำกัดในศักยภาพในระยะทางการบินของอากาศยาน ซึ่งส่งผลต่อ กลยุทธ์การส่งเสริมการขายของแต่ละสายการบิน โดยอากาศยานแต่ละแบบมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่ต่างกัน ค่าที่ผู้วิจัยใช้ในการคำนวณอ้างอิงจากบริษัทผู้ผลิตอากาศยานสำหรับอากาศยานแบบ B787-800 และ A380

โดย

- B 747 – 400 อัตราการใช้เชื้อเพลง เท่ากับ kg/s-km 0.03932
- A380 อัตราการใช้เชื้อเพลง เท่ากับ kg/s-km 0.03744
- B 787 – 8 อัตราการใช้เชื้อเพลง เท่ากับ kg/s-km 0.03025

4.4.1 SCENARIO 1 **กรณีดำเนินการปกติ** (BAU Case)

การพยากรณ์ในกรณีดำเนินงานปกติ ซึ่งกำหนดให้ ประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงเท่ากับ 0.46 fuel/rtk เป็นค่าเฉลี่ยจากการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานในกรณีศึกษา เพื่อหาปริมาณเชื้อเพลิง

4.4.2 SCENARIO 2 **กรณีเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูง** (Technology Switching)

การพยากรณ์การบริโภคเชื้อเพลิงในอนาคตของอากาศยานที่ทำการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศทวีปยุโรป ปี 2012 - 2020 กำหนดให้อากาศยานมีอายุการใช้งาน 25 ปี ดังแสดงในตารางตารางที่ 4.6 เมื่อครบอายุการใช้งาน อากาศยานจะถูกปลดละวาง และถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ B 787 – 800 และ A 380 โดยวิเคราะห์จากจำนวนที่นั่งที่หายไปกล่าวคือการทดแทนจะต้องมีการขนส่งได้จำนวนปริมาณเท่าเดิมหรือมากกว่าในแต่ละปี โดยการปลดระวางแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลอากาศนานที่ต้องทำการปลดระวางเมื่อมีอายุการใช้งาน 25 ปี

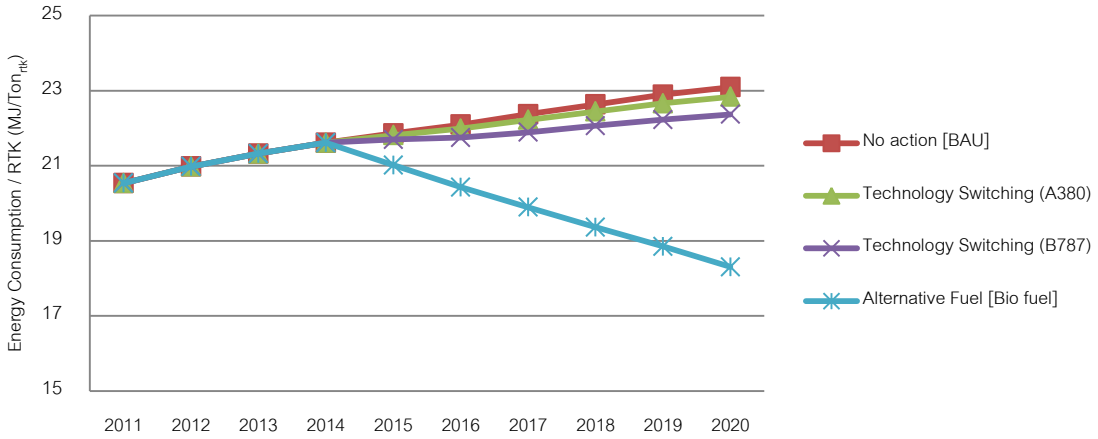
A/C Type	Year of Manufacturing	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	No.	Seats
B747	1990	22	23	24	25							2	820
B747	1991	21	22	23	24	25						2	820
B747	1992	20	21	22	23	24	25					2	820
B747	1993	19	20	21	22	23	24	25				1	410
B747	1994	18	19	20	21	22	23	24	25			1	410
B747	1995	17	18	19	20	21	22	23	24	25		1	410
B747	1996	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	0	0

(ก) การประเมินจะประเมินจากปริมาณเชื้อเพลิงที่หายไป จากการปลดระวางของอากาศยาน และถูกแทนที่ด้วยปริมาณของเชื้อเพลิงที่ทำการบินโดยอากาศยานเทคโนโลยีใหม่ คือ อากาศยานแบบแอร์บัส 380 (A380) ซึ่งเป็นเครื่องบินเชิงพาณิชย์ที่ใหญ่ที่สุดของโลกที่บินในปัจจุบัน A380 เป็นทางออกเพื่อบรรเทาความหนาแน่นของการจราจรที่ท่าอากาศยาน อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.03744 kg/s-km ซึ่งสามารถประหยัดการบริโภคเชื้อเพลิงได้มากกว่าเดิมถึง 4.78 %

(ข) การประเมินจะประเมินจากปริมาณเชื้อเพลิงที่หายไป จากการปลดระวางของอากาศยาน และถูกแทนที่ด้วยปริมาณของเชื้อเพลิงที่ทำการบินโดยอากาศยานเทคโนโลยีใหม่ คือ อากาศยานแบบโบอิ้ง 787 (B 787) เป็น เทคโนโลยีใหม่และการปฏิวัติการออกแบบของตนด้วยวัสดุคอมโพสิตร้อยละ 50 ของโครงสร้างหลักของ B 787 รวมทั้งลำตัวและปีก รวมถึงระบบที่ทันสมัยที่มีความเรียบง่ายและทำงานได้มากขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ความก้าวหน้าในเทคโนโลยีเครื่องยนต์เป็นกุญแจสำคัญเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงโดยรวมใน Dreamliner 787 มีเครื่องยนต์ใหม่จาก General Electric และ Rolls-Royce ที่เป็นตัวแทนเกือบกระโดดสองรุ่นในด้านเทคโนโลยี ขั้นตอนการออกแบบและสร้างจาก 787 ได้เพิ่มการปรับปรุงประสิทธิภาพ การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่และกระบวนการเพื่อให้บรรลุผล อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.03025 kg/s-km ซึ่งสามารถประหยัดการบริโภคเชื้อเพลิงได้มากกว่าเดิมถึง 23.06 %

4.4.3 SECENARIO 3 **กรณีเปลี่ยนการใช้เชื้อเพลิง** Fuel Switching

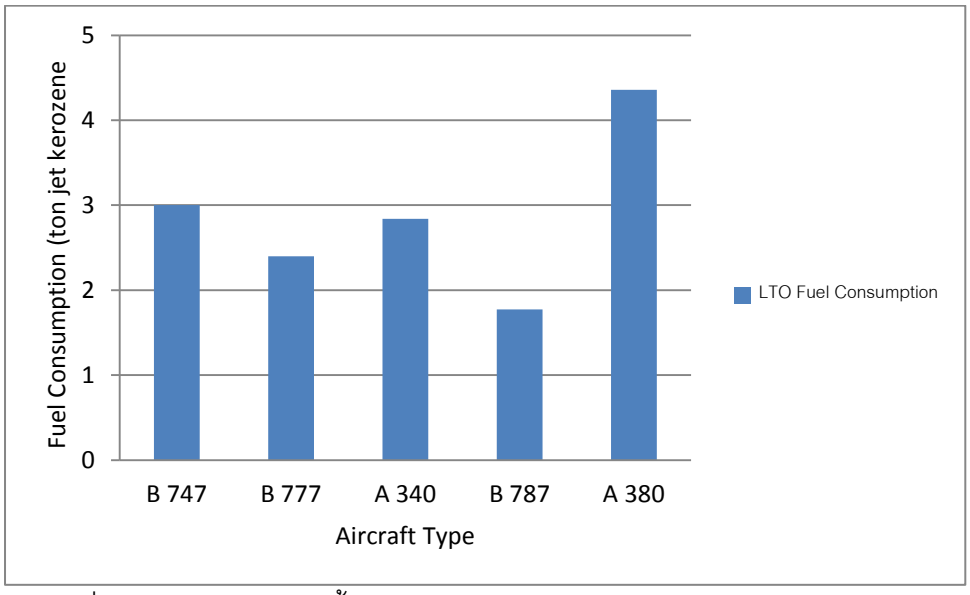
ประเมินปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลโดยกำหนดให้มีการเพิ่มการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพเพิ่มขึ้นปีละ 10% และใช้ในปริมาณอัตราส่วนผสม 50:50



แผนภูมิที่ 4.2 แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานในมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกที่ทำการศึกษา

4.5 **การพยากรณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี ค.ศ.** 2012 – 2020

เมื่อผู้วิจัยได้ศึกษาถึงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์ในกรณีศึกษา พบว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายใต้ช่วงเวลาขณะทำการบินนั้น อากาศยานแต่ละแบบที่ศึกษามีอัตราการใช้ปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก ปริมาณโดยรวมจึงขึ้นอยู่กับระยะทาง แต่เมื่อศึกษาถึงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายใต้วงจรการบิน LTO นั้นพบว่า โดยเฉลี่ยอากาศยานจะมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่น้ำหนักขณะขึ้นบิน และเวลาในการปฏิบัติการ รวมถึงประสิทธิภาพและศักยภาพของอากาศยาน



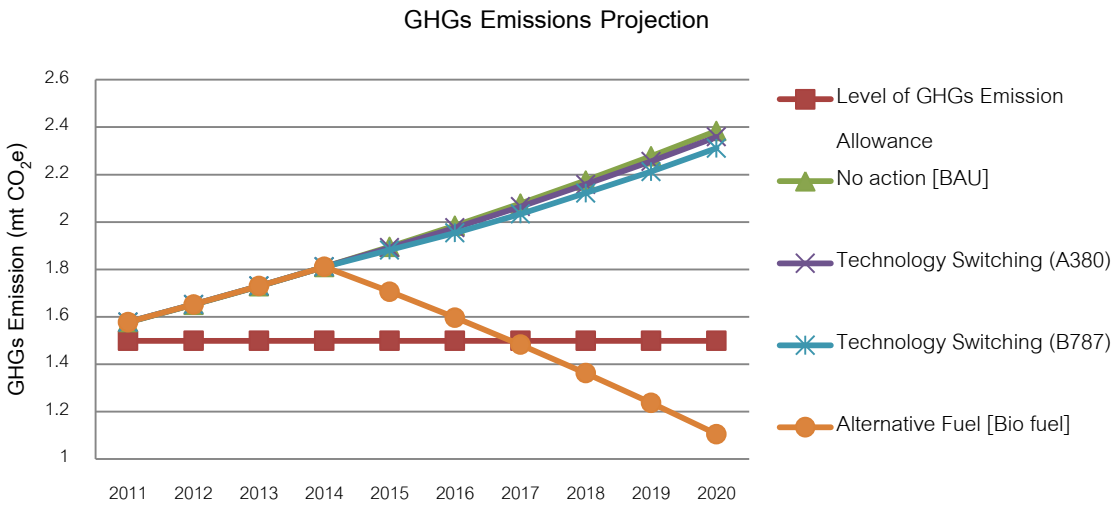
แผนภูมิที่ 4.3 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อการปฏิบัติการภายใต้ LTO ของเส้นทางการบินและอากาศยานที่ทำการศึกษา

จากกราฟแสดงให้เห็นถึงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานต่อ LTO ในกรณีศึกษา ซึ่งจะเห็นว่าอากาศยานประเภท A 380 มีการใช้เชื้อเพลิงมากที่สุดภายใต้วงจร LTO เนื่องจากอากาศยาน A 380 เป็นอากาศยานแบบ 4 เครื่องยนต์ และบรรทุกน้ำหนักเป็นจำนวนมาก อัตราการใช้เชื้อเพลิงจึงแปรผันตามกัน

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกโดย การใช้เทคโนโลยีประสิทธิภาพสูงภายใต้วงจร LTO และขณะทำการบิน

YEAR	No action [BAU]		Technology Switching (A380)		Technology Switching (B787)	
	LTO GHGs Emissions (kt CO_2e)	CRUISE GHGs Emissions (kt CO2e)	LTO GHGs Emissions (kt CO2e)	CRUISE GHGs Emissions (kt CO2e)	LTO GHGs Emissions (kt CO2e)	CRUISE GHGs Emissions (kt CO2e)
2012	33.89	1,617.27	38.88	1,613.20	30.90	1,621.18
2013	35.48	1,693.28	40.71	1,689.03	32.36	1,697.38
2014	37.15	1,772.86	42.62	1,768.41	33.88	1,777.15
2015	38.89	1,856.19	44.52	1,847.25	35.21	1,846.89
2016	40.72	1,943.43	46.49	1,929.12	36.56	1,917.76
2017	42.63	2,034.77	48.59	2,015.98	38.04	1,995.59
2018	44.64	2,130.41	50.79	2,107.55	39.69	2,082.22
2019	46.74	2,230.53	53.09	2,202.63	41.38	2,170.98
2020	48.93	2,335.37	55.52	2,303.78	43.23	2,267.80

อ้างอิงจากมาตรการ EU-ETS in Aviation sector เสนอให้ปี 2012 – 2020 สายการบินที่ทำการบินไปยังประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ต้องทำการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง 5 % จากปีฐาน คือปี ค.ศ. 2004-2006 แต่เนื่องด้วยความจำกัดของข้อมูล ผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลจากปี ค.ศ. 2011 เป็นข้อมูลปีฐานในการอ้างอิง ผลการวิจัยการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 4.4 แสดงแบบจำลองการเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจก

จากแผนภูมิดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีศึกษาต่างๆดังที่กล่าวมา ในระยะสั้นยังไม่สามารถบรรลุเป้าหมายข้อกำหนดของมาตรการ EU-ETS in Aviation sector มีเพียงมาตรการการเปลี่ยนมาบริโภคเชื้อเพลิงชีวภาพเป็นโอกาสและแนวทางที่จะเป็นการพัฒนาการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืนในภาคอุตสาหกรรมการบิน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา เพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานของอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทย กรณีศึกษาเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิถึงท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป และประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทย กรณีศึกษาเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิถึงท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเป็นข้อมูล และแนวทางการดำเนินกิจกรรม สำหรับภาคีที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากการจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลในเชิงลึก ในการดำเนินการศึกษาผู้วิจัยถึงได้ทำการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิในการวิเคราะห์ และได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการ แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์นั้นเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ มีการบันทึกตามระบบ และมาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือดังที่แสดงไว้ในบทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย และบทที่ 4 การวิเคราะห์และผลลัพธ์ การวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

(ก) ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษารวบรวมข้อมูลทุติยภูมิปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เกิดจากการใช้จริงจากเที่ยวบินที่เดินทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปในปี ค.ศ. 2011 และนำมาวิเคราะห์ถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอันได้แก่ ศักยภาพของอากาศยาน และ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาเชิงปริมาณเพื่อเปรียบเทียบศักยภาพของเทคโนโลยี ซึ่งมุ่งเน้นไปยังการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานแต่ละทะเบียน และการบริโภคพลังงานจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง รวมถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยออกมา โดยทำการศึกษาจากเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปในปี พ.ศ. 2554 จำนวน 13 เส้นทาง และอากาศยานจำนวน 45 ลำ สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

จากการศึกษาถึงปริมาณทั้งหมดตลอดปี ค.ศ. 2011พบว่า อากาศยานของประเทศไทยที่ทำการบินในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ในปี พ.ศ. 2554 มีทั้งหมด 45 ลำประกอบด้วย 9 แบบ คือ B747-4D, B777-2D, B777-3D7, B777-35RER, B777-300ER, A340-500, A340-541, A340-600 และ A340-642 ได้ทำการบินในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป 13 เส้นทางการบิน โดยอากาศยานแบบ B747-4D7 ถูก

เลือกให้ทำการบินในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ในปี ค.ศ. 2011 มากที่สุดคือ จำนวน 18 ลำ จากอากาศยานทั้งหมด 45 ลำ ซึ่งอากาศยานแบบ B747-4D7 มีจำนวนที่นั่งผู้โดยสารเฉลี่ย 410 ที่ ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งอากาศยานทุกแบบของประเทศไทยที่ทำการบินในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ในปี ค.ศ. 2011คือ 495,037.13ตัน

ตารางที่ 5.1 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิง และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากอากาศยานพาณิชย์

Aircraft type	Fuel Consumption (ton)	Energy Consumption (TJ)	Energy consumption / RTK (TJ / ton $_{rtk}$)	GHGs Emissions (ton CO_2 e)
B 747	358,829.48	15,788.50	0.018	1,143,763.10
B 777	95,857.65	4,217.74	0.017	305,544.69
A 340	40,350.00	1,775.40	0.015	128,614.96
Total	495,037.13	21,781.63	0.017 *	1,577,922.75

*แสดงค่าเฉลี่ย

จากการศึกษาว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายใต้ช่วงเวลาขณะทำการบินนั้น อากาศยานแต่ละแบบที่ศึกษามีอัตราการใช้ปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก ปริมาณโดยรวมจึงขึ้นอยู่กับระยะทาง แต่เมื่อศึกษาถึงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายใต้วงจรการบิน LTO นั้นพบว่า โดยเฉลี่ยอากาศยานจะมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่น้ำหนักขณะขึ้นบิน และเวลาในการปฏิบัติการ รวมถึงประสิทธิภาพและศักยภาพของอากาศยาน ภายใต้วงจร LTO นั้นมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับเวลาที่ปฏิบัติการ การจัดการจราจรทางอากาศในส่วนภาคพื้นจึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางซึ่งมีผลต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการบิน

จากมาตรการ EU-ETS ซึ่งได้กำหนดให้สายการบิน ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปี 2012 – 2020 ร้อยละ 5 ของปี 2004 – 2006 แต่เนื่องด้วยความจำกัดของข้อมูล ผู้วิจัยจึงศึกษาในอัตราร้อยละ 5 ของการบริโภคเชื้อเพลิงของอากาศยานในปี 2011 เพดานการ

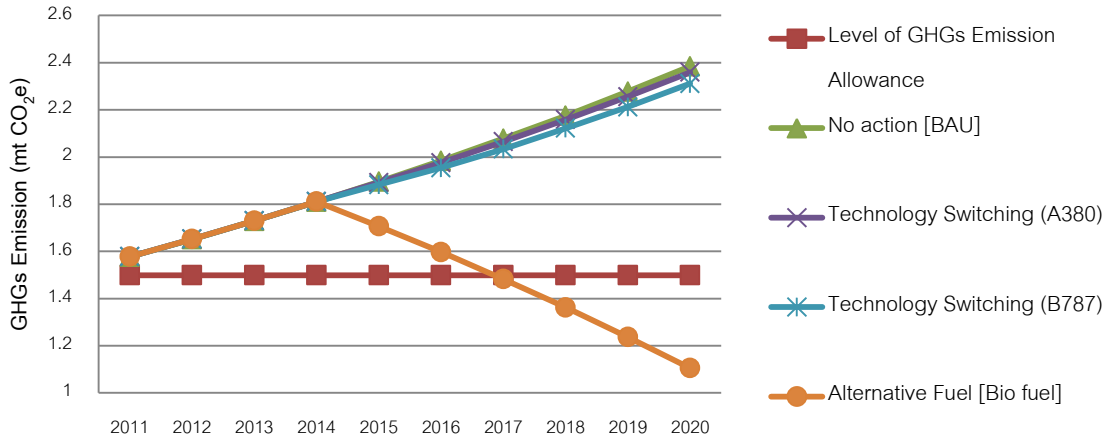
ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอากาศยานของประเทศไทยที่ทำการบินในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปในปี 2012 – 2020 คือ 1,499,026.613 ตัน

(ข) ส่วนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการศึกษาส่วนที่ 1 เพื่อเป็นการพยากรณ์แบบจำลองการใช้พลังงานเชื้อเพลิง และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ซึ่งแปรผันตามปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงของอากาศยาน

1. กรณีดำเนินการปกติ (Business as Usual : BAU)
2. กรณีเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูง (Technology Switching)
3. กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel Switching) โดยกำหนดให้มีการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพเพิ่มขึ้น 10% ในทุกปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015 – 2020 ในอัตราส่วน 50 : 50

ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของอากาศยาน

สรุปผลการวิจัยการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงดังแผนภูมิต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 5.1 แสดงแบบจำลองการเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

จากแผนภูมิดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในมาตรการกรณีศึกษาดังที่กล่าวมา ในระยะสั้นยังไม่สามารถบรรลุเป้าหมายข้อกำหนดของมาตรการ EU-ETS in Aviation sector มีเพียงมาตรการการเปลี่ยนมาบริโภคเชื้อเพลิงชีวภาพเป็นโอกาสและแนวทางที่จะเป็นการพัฒนาการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืนในภาคอุตสาหกรรมการบิน

5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

5.2.1 ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เนื่องด้วยต้องใช้ข้อมูลทุติยภูมิเพื่อใช้ในการวิเคราะห์จำนวนมาก รวมถึงการได้มาซึ่งข้อมูล จากหลายแหล่งข้อมูล จึงทำให้ต้องใช้เวลามากเพื่อการรวบรวมข้อมูล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรศึกษาด้านความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกที่ศึกษา เพื่อเป็นแนวทางการดำเนินธุรกิจ และเป็นปัจจัยประกอบการพิจารณาการดำเนินงาน

5.3.2 ควรความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ รวมถึงต้นทุนราคาเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งขณะที่ทำการศึกษานั้น มีราคาที่สูงเนื่องจากมีการนำเข้าจากต่างประเทศ

5.3.3 ควรศึกษาถึง LCA เชื้อเพลิงชีวภาพ

5.3.4 การปฏิบัติการของอากาศยานภายใต้วงจร LTO นั้นมีการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญ จึงเป็นมาตรการหนึ่งในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการการจราจรภาคพื้นที่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ [ออนไลน์] 2553 แหล่งที่มา htpp://www.tgo.or.th.

จันทร์เพ็ญ เมฆาอภิรักษ์. ภาษีคาร์บอนไดออกไซด์ในยุโรป สำนักงานที่ปรึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงบรัสเซลส์ , 2551. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

พงษ์ธร เทพกาญจนา. Fuel Management for TG Pilots. Thai Airways International Public Company Limited. 2552 (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

ภาษาอังกฤษ

Airbus S.A.S. Flight Operations Support & Services [online] 2011 Available from : http//www.airbus.com [2012, Feb 9]

Airbus S.A.S. Getting to Grips With Fuel Economy [online] 2004 Available from : http://www.aiaa.org/pdf/student/01_Airbus_Fuel_Economy_Material.pdf [2012, Feb 9]

Boeing. commercial airplane Available [online] 2012 [online] 2004 Available from : http://www.boeing.com/boeing/commercial/787family [2012, Feb 9]

European Commission The EU Emissions Trading System (EU ETS) [online] 2012 Available from : http//ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm [2012, Jan 15]

European Commission Reducing emissions from the aviation sector [online] 2010 Available from : http//ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/index_en.htm [2012, Jan 15]

European Commission Allocation of aviation allowances in an EEA-wide Emissions Trading System [online] 2010 Available from http //.ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/ allowances/index_en.htm [2012, Jan 15]

Energy Community LEAP Long range Energy Alternatives Planning [online] 2010 Available from : http//www energy-community.org [2012, May 11]

IATA Fact Sheet: Alternative Fuels [online] 2013 Available from : http//www.iata.org [2012, May 11]

IATA Report on Alternative Fuels [online] 2010 Available from : http//www.iata.org/ps/publications/Documen [2012, May 11]

IEA, Transportation overview in Energy Technology ch.3, pp. 28-45 . Paris France, 2010

ICAO, Secretarial Aviation's Contribution to Climate Change ICAO Environment 2010, 1st ed., ch. 1, sec. 1, pp. 38 –39. Montreal, Canada, 2010

ICAO Achieving Climate Change Goals for International Aviation Act Global [online] 2010 Available from :: http//www.icao.int [2012, Feb 9]

ICAO, secretarial AIRCRAFT CO2 EMISSIONS STANDARD METRIC SYSTEM ICAO FACT SHEET Discussion pp. 1-2, Montreal., Canada , 2009,

ICAO, Secretarial AIRCRAFT TECHNOLOGY IMPROVEMENTS ICAO Environment 2010, 1st ed. , ch. 2, sec. 1, pp. 68 –70 Montreal, Canada, 2010 [2012, Feb 9]

ICAO, Secretarial, Sustainable Alternative Fuels for Aviation ICAO Environment 2010 1st ed. ch. 5, sec. 1, pp. 158 –160 Montreal, Canada, 2010 [2012, Feb 9]

ICAO, International Standards and Recommended Practices Environmental Protection Annex 16,Volume II ICAO, 1993

ICAO, Aircraft Technology Aviation Introduction Volume V and VI (second ed.), 1993 [2012, Feb 9]

ICAO Engine exhaust emissions databank [online] 1995 Available from : http//www.icao.int. [2012, Feb 9]

ICAO Aircraft Engine Emissions Aviation and the Global Atmosphere [online] 1995 Available from : http//www.grida.no [2012, Jan15]

ICAO Action Plan Environment Protection[online] 2009 Available from : http//www.icao.int/environmental-protection/Pages/action-plan.aspx [2012, Jan 15]

IPPC IPCC First Assessment WG III Formulation of Response Option Strategies [online] 1990 Available from : http//www.ipcc.ch [2012, Mar 8]

James D. Kinder and Timothy Rahmes Sustainable Biofuels Research & Technology Program [online] 2009 Available from : www.boeing.com [2012, Feb 9]

Kristin Rypdal , AIRCRAFT EMISSIONS Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, pp. 94-100, vol. 2, 2000

Mikhail Chester, Environmental Life-cycle Assessment of Passenger Transportation An Energy, Greenhouse Gas, and Criteria Pollutant Inventory of Rail and Air Transportation Doctoral Candidate, Civil Systems Program., Department of Civil and Environmental Engineering., University of California, 2000

Nancy Chen and Vivian Tin Introduction to EU-ETS on Aviation [online] 2009 Available from : http//:www.climaxmi.org [2012, Feb 9]

Olivier, J.G.J, A Review of Recent Literature. National Institute of Public Health and Environmental Protection Report no. 736 301 008 Inventory of Aircraft Emissions, Bilthoven, the Netherlands, 2000 [2012, Feb 9]

Thai Airways International Public Company Limited SUMMARY OF AIRCRAFT VERSIONS [online] 2012 Available from : http//thaisphere/thaifamily/oh/index.htm [2012, Jan 15]

UNFCCC, Emissions from fuel used for international aviation and maritime transport The thirty-fourth Session of the UNFCCC Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA34). pp. 1-11Bonn, Germany, 2011

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณ

ปริมาณเชื้อเพลิงในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานชาติสุวรรณภูมิ ไปยังท่าอากาศยานนานาชาติออสโลโดยอากาศยานแบบ B 787 คือ 113.80 ตัน

1. คำนวณปริมาณการใช้พลังงานจากการสันดาปเชื้อเพลิง

Energy consumption (TJ) = Jet kerosene (Gg) X Net Calorific value

โดย

Net Calorific value คือ ค่าความร้อนจากน้ำมัน jet kerosene จำนวน 1,000 ตัน โดยเฉลี่ย เมื่อนำไปสันดาปจะสลายตัวให้พลังงานประมาณ 44.1 TJ อ้างอิงจาก 2006 IPCC Guildelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Energy consumption (TJ) = 0.1138 x 44.1

= 5.01

ดังนั้นเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานชาติสุวรรณภูมิ ไปยังท่าอากาศยานนานาชาติออสโลจึงใช้พลังงานเท่ากับ 5.01 TJ

2. คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซมีเทน

GHGs Emission [ton] = Energy Consumption (TJ) X GHGs Emissions factor

โดย

GHGs Emissions factor = ค่าค่าสัมประสิทธิ์ก๊าซเรือนกระจกจากน้ำมันเชื้อเพลิงประเภท jet kerosene จำนวน 1 ตัน โดยเฉลี่ย เมื่อนำไปเผาจะสลายตัวให้พลังงานประมาณ 0.0441 TJ และการบริโภคพลังงาน 1 TJ ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งดังนี้

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 71,500 กิโลกรัม

2. ก๊าซไนตรัสออกไซด์ 3 กิโลกรัม

3. ก๊าซมีเทน 0.61 กิโลกรัม

จากสมการ 1 ดังข้างต้น การใช้พลังงานในเส้นทางศึกษาคือ 5.01 TJ ดังนั้น

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ = 5.01 x 71,500

= 358,215 กิโลกรัม

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ = 5.01 x 3

= 15.03 กิโลกรัม

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน = 5.01 x 0.61

= 3.05 กิโลกรัม

3. คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยคิดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

Carbon dioxide equivalents = GHGs x GWP factor

โดย GWP factor อ้างอิงจาก AR4 IPCC

Carbon dioxide equivalents = N_2O x GWP factor

= 15.03 x 21

= 315.63 กิโลกรัม

Carbon dioxide equivalents = CH_4 x GWP factor

= 3.05 x 310

= 945.5 กิโลกรัม

ดังนั้นปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานชาติสุวรรณภูมิ ไปยังท่าอากาศยานนานาชาติออสโลมีค่าเท่ากับ 359,476 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

4. **การทำนายภาพอนาคตของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก**โดยกำหนดให้เส้นทางการบินคงเดิมเช่นเดียวกับการศึกษาปี ค.ศ. 2011 และการเติบโตของการขนส่งทางอากาศเพิ่มขึ้นปีละ 4.7 % อ้างอิงจาก Achieving Climate Change Goals for International Aviation, ICAO [2010] โดยแบ่งเป็น 3 กรณี

1. กรณีดำเนินการปกติ (Business as Usual : BAU)

2. กรณีเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูง (Technology Switching)

3. กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel Switching)

ก. กรณีดำเนินการปกติ (BAU) เป็นการพยากรณ์เพื่อหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานในปี 2012 – 2020

Fuel (ton) = efficiency (ton fuel/ton weight) x RTK (ton weight)

โดย

RTK = 1,061,461.80 (ข้อมูลจากการบินไทย,2011)

Efficiency = fuel/rtk (2011) 0.466373

RTK Revenue Ton – Kilometer (RTK) คือ น้ำหนักผู้โดยสารบวกน้ำหนักพัสดุภัณฑ์และไปรษณียภัณฑ์ X ระยะทางที่ขนส่ง โดยการเพิ่มขึ้นปีละ 4.7 % อ้างอิงจาก Achieving Climate Change Goals for International Aviation, ICAO

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณ RTK จากการคำนวณดังสมการข้างต้น

ปี	RTK เพิ่มขึ้นปีละ 4.7%	Total RTK
2012	3,242.77	72,237.78
2013	3,395.18	75,632.96
2014	3,554.75	79,187.71
2015	3,721.82	82,909.53
2016	3,896.75	86,806.28
2017	4,079.90	90,886.17
2018	4,271.65	95,157.82
2019	4,472.42	99,630.24
2020	4,682.62	104,312.86

จากตารางข้างต้น ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในปี 2013 จึงเท่ากับ

Fuel (ton) = 0.466373 x 75,632.96

= 35,273.17 ตัน

ดังนั้นปริมาณเชื้อเพลิงในเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ไปยังท่าอากาศยานนานาชาติออสโลในปี 2013 คือ 35,273.17 ตัน

ข. กรณีเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูง (Technology Switching)

การพยากรณ์การใช้เชื้อเพลิงในอนาคตของอากาศยานที่ทำการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศทวีปยุโรป ปี 2012 - 2020 กำหนดให้อากาศยานมีอายุการใช้งาน 25 ปี เมื่อครบอายุการใช้งาน อากาศยานจะถูกปลดละวาง และถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ B 787 – 800 และ A 380

ก. การประเมินจะประเมินจากปริมาณเชื้อเพลิงที่หายไป จากการปลดระวางของอากาศยาน และถูกแทนที่ด้วยปริมาณของเชื้อเพลิงที่ทำการบินโดยอากาศยานเทคโนโลยีใหม่ คือ อากาศยานแบบ แอร์บัส รุ่น A380 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.03744 kg/s-km ซึ่งสามารถประหยัดการบริโภคเชื้อเพลิงได้มากกว่าเดิมถึง 4.78 % ในการศึกษานี้ หากอากาศยานแบบ B 747 ถูกปลดระวาง 1 ลำ จะถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ A 380 จำนวน 1 ลำ

ข. การประเมินจะประเมินจากปริมาณเชื้อเพลิงที่หายไป จากการปลดระวางของอากาศยาน และถูกแทนที่ด้วยปริมาณของเชื้อเพลิงที่ทำการบินโดยอากาศยานเทคโนโลยีใหม่ คือ อากาศยานแบบ โบอิ้ง 787 (B 787) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 0.03025 kg/s-km ซึ่งสามารถประหยัดการบริโภคเชื้อเพลิงได้มากกว่าเดิมถึง 23.06 % ในการศึกษานี้ หาอากาศยานแบบ B 747 ถูกปลดระวาง 1 ลำ จะถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ B 787 จำนวน 2 ลำ

โดย

B 747	อัตราการใช้เชื้อเพลง	เท่ากับ 0.03932 kg/s-km
A380	อัตราการใช้เชื้อเพลง	เท่ากับ 0.03744 kg/s-km
B 787	อัตราการใช้เชื้อเพลง	เท่ากับ 0.03025 kg/s-km

การเปลี่ยนอากาศยานเป็นอากาศยานแบบ A 380

สมมติให้โดยอากาศยานแบบ B 747 ถูกปลดระวาง 1 ลำ ซึ่งอากาศยานลำนี้มีสัดส่วนการทำการบินในปี 2011 เป็น 5 % ของปริมาณเที่ยวบินทั้งหมด ดังนั้นในปี 2013 อากาศยานลำนี้จึงมีการใช้เชื้อเพลิงเท่ากับ 5% ของปริมาณเชื้อเพลิงในปี 2013 จึงเท่ากับ 1,763.66 ตัน ซึ่งเมื่ออากาศยานลำนี้ถูกปลดระวางและแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ A 380 จำนวน 1 ลำ ซึ่งมีประสิทธิภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิงดีกว่า 4.78% ดังนั้นปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ A 380 จึงเป็น 1,679.35 ตัน ปริมาณเชื้อเพลิงในปี 2013 จึงเท่ากับ 35,188.87 ตัน

การเปลี่ยนอากาศยานเป็นอากาศยานแบบ B 787

สมมติให้โดยอากาศยานแบบ B 747 ถูกปลดระวาง 1 ลำ ซึ่งอากาศยานลำนี้มีสัดส่วนการทำการบินในปี 2011 เป็น 5 % ของปริมาณเที่ยวบินทั้งหมด ดังนั้นในปี 2013 อากาศยานลำนี้จึงมีการใช้เชื้อเพลิงเท่ากับ 5% ของปริมาณเชื้อเพลิงในปี 2013 จึงเท่ากับ 1,763.66 ตัน ซึ่งเมื่ออากาศยานลำนี้ถูกปลดระวางและแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ B 787 จำนวน 2 ลำ ซึ่งมีประสิทธิภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิงดีกว่า 23.06 % ดังนั้นปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ B 787 จึงเป็น 1,560.83 ตัน ปริมาณเชื้อเพลิงในปี 2013 จึงเท่ากับ 35,070.35 ตัน

ค. กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel Switching)

ประเมินปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลโดยกำหนดให้มีการเพิ่มการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพเพิ่มขึ้นปีละ 10% และใช้ในปริมาณอัตราส่วนผสม 50:50 โดยกำหนดเริ่มให้มีการเพิ่มการใช้ในปี 2015 กล่าวคือปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลจะลดลงปีละ 10% และถูกแทนที่ด้วยเชื้อเพลิงชีวภาพ ปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลในปี 2015 จึงเท่ากับ 34,800.08 ตัน

ภาคผนวก ข รายละเอียดการคำนวณ

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของอากาศยานแบบ B 747 ที่ทำการศึกษา

Registration Mark	A/C Type	Serial No.	Year of Manufacturing	Type of Engine	No. of engine	MTOW (Kgs)
HSTGA	B747	32369	2001	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGB	B747	32370	2001	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGF	B747	33770	2003	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGG	B747	33771	2003	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGH	B747	24458	1990	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGJ	B747	24459	1990	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGK	B747	24993	1991	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGL	B747	25366	1991	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGM	B747	27093	1992	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGN	B747	26615	1992	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGO	B747	26609	1993	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGP	B747	26610	1994	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGR	B747	27723	1995	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGT	B747	26616	1996	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGW	B747	27724	1997	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGX	B747	27725	1997	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGY	B747	28705	1998	CF6-80C2B1F	4	396,890
HSTGZ	B747	28706	1999	CF6-80C2B1F	4	396,890

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของอากาศยานแบบ B 777 ที่ทำการศึกษา

Registration Mark	A/C Type	Serial No.	Year of Manufacturing	Type of Engine	No. of engine	MTOW (Kgs)
HSTJR	B777	34586	2006	RB211-TRENT 892-17	2	294,853
HSTJS	B777	34587	2006	RB211-TRENT 892-17	2	294,853
HSTJT	B777	34588	2006	RB211-TRENT 892-17	2	294,853
HSTJU	B777	34589	2006	RB211-TRENT 892-17	2	294,853
HSTJV	B777	34590	2007	RB211-TRENT 892-17	2	294,853
HSTJW	B777	34591	2007	RB211-TRENT 892-17	2	294,853
HSTKA	B777	29150	1998	RB211-TRENT 892-17	2	299,371
HSTKB	B777	29151	1998	RB211-TRENT 892-17	2	299,371
HSTKC	B777	29211	1999	RB211-TRENT 892-17	2	299,371
HSTKD	B777	29212	1999	RB211-TRENT 892-17	2	299,371

HSTKE	B777	29213	2000	RB211-TRENT 892-17	2	299,371
HSTKF	B777	29214	2000	RB211-TRENT 892-17	2	299,371
HSTKG	B777	35157	2007	GE90-115B	2	337,926
HSTKH	B777	35158	2007	GE90-115B	2	337,926
HSTKJ	B777	35161	2008	GE90-115B	2	337,926
HS TKS	B777	35160	2007	GE90-115B	2	351,534
HSTKT	B777	35159	2007	GE90-115B	2	351,534

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดของอากาศยานแบบ A 340 ที่ทำการศึกษา

Registration Mark	A/C Type	Serial No.	Year of Manufacturing	Type of Engine	No. of engine	MTOW (Kgs)
HSTLA	A340	624	2005	RB211 Trent 553A2-61	4	368,000
HSTLB	A340	628	2005	RB211 Trent 553A2-61	4	368,000
HSTLC	A340	698	2005	RB211 Trent 553A2-61	4	368,000
HSTLD	A340	775	2007	RB211 Trent 553A2-61	4	368,000
HSTNA	A340	677	2005	RB211 TRENT 556-61	4	365,000
HSTNB	A340	681	2005	RB211 TRENT 556-61	4	365,000
HSTNC	A340	689	2005	RB211 TRENT 556-61	4	365,000
HSTND	A340	710	2005	RB211 TRENT 556-61	4	365,000
HSTNE	A340	719	2005	RB211 TRENT 556-61	4	365,000
HSTNF	A340	953	2008	RB211 TRENT 556-61	4	365,000

ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดของเส้นทางการบินที่อากาศยานแบบ B 747 ทำการบิน

Registration Mark	TYPE	BKK - ARN	BKK - ATH	BKK - BRU	BKK - CDG	BKK - CPH	BKK - FCO	BKK - FRA	BKK - LHR	BKK - MAD	BKK - MUC	BKK - MXP	BKK - OSL	BKK - ZRH
HSTGA	B 747	X				X	X	X		X	X			
HSTGB	B 747	X			X	X	X	X		X	X			
HSTGF	B 747	X				X	X	X	X	X	X			X
HSTGG	B 747	X				X	X	X	X	X	X			X
HSTGH	B 747				X		X	X	X	X	X			X
HSTGJ	B 747	X					X	X	X	X	X	X		X
HSTGK	B 747					X	X	X	X	X	X			X
HSTGL	B 747	X					X	X	X	X	X			X
HSTGM	B 747					X	X	X	X	X	X			X

HSTGN	B 747					X	X	X	X	X	X			X
HSTGO	B 747						X	X	X	X	X		X	X
HSTGP	B 747						X	X	X	X	X			X
HSTGR	B 747						X	X	X	X	X			X
HSTGT	B 747	X				X	X	X	X	X	X			X
HSTGW	B 747						X	X	X	X	X	X		X
HSTGX	B 747	X				X	X	X	X	X	X			X
HSTGY	B 747	X				X	X	X		X	X			X
HSTGZ	B 747	X				X	X	X		X	X			X

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดของเส้นทางการบินที่อากาศยานแบบ B 777 ทำการบิน

Registration Mark	TYPE	BKK - ARN	BKK - ATH	BKK - BRU	BKK - CDG	BKK - CPH	BKK - FCO	BKK - FRA	BKK - LHR	BKK - MAD	BKK - MUC	BKK - MXP	BKK - OSL	BKK - ZRH
HSTJR	B 777		X	X								X	X	
HSTJS	B 777		X	X								X	X	
HSTJT	B 777		X	X								X	X	
HSTJU	B 777		X	X								X	X	
HSTJV	B 777		X									X	X	
HSTJW	B 777		X	X								X	X	
HSTKA	B 777		X									X	X	
HSTKB	B 777		X									X	X	
HSTKC	B 777		X									X		
HSTKD	B 777		X									X		
HSTKE	B 777		X											
HSTKF	B 777		X											
HSTKG	B 777				X			X						
HSTKH	B 777				X			X						
HSTKJ	B 777				X			X						
HSTKS	B 777				X			X						
HSTKT	B 777				X			X						

ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียดของเส้นทางการบินที่อากาศยานแบบ A 340 ทำการบิน

Registration Mark	TYPE	BKK - ARN	BKK - ATH	BKK - BRU	BKK - CDG	BKK - CPH	BKK - FCO	BKK - FRA	BKK - LHR	BKK - MAD	BKK - MUC	BKK - MXP	BKK - OSL	BKK - ZRH
HSTLA	A 340											X		X
HSTLB	A 340											X		X
HSTLC	A 340											X		
HSTLD	A 340											X		
HSTNA	A 340											X	X	X
HSTNB	A 340											X	X	X
HSTNC	A 340											X	X	X
HSTND	A 340											X	X	X
HSTNE	A 340											X	X	X
HSTNF	A 340											X	X	X

ตารางที่ 7 แสดงรายละเอียดศักยภาพเบื้องต้นของอากาศยานแบบ B 787 และ A 380

Aircraft type	Boeing B 787	Airbus A380
Maximum Fuel Capacity (litres)	126,903	320,000
Maximum Takeoff Weight (kilograms)	227,930	560,000
Maximum Range (kilometers)	15,200	15,700
Cruise Speed (Mach)	0.85	0.85
Basic Dimensions		
• Wing Span (meters)	60	79.75
• Overall Length (meters)	57	72.72
• Tail Height (meters)	17	24.09

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยชื่อ นางสาวอาภาพัชร หุ่นศิริตระกูล จบการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีการบิน), สถาบันการบินพลเรือน เกิดวันจันทร์ที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2526 ติดต่อ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์
โดย	นางสาวอาภาพัชร หุ่นศิริตระกูล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์
โดย	นางสาวอาภาพัชร หุ่นศิริตระกูล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์
โดย	นางสาวอาภาพัชร หุ่นศิริตระกูล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร.วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย)

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตการวิจัย 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย 5

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) 7

2.2 มาตรการภาษีคาร์บอน 8

2.3 มาตรการภาษีคาร์บอนสำหรับอุตสาหกรรมสายการบิน 9

2.4 อุตสาหกรรมด้านการบินในประเทศไทย 10

2.5 อากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทย 12

2.6 แบบอากาศยานของประเทศไทย 13

2.7 ท่าอากาศยานในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป 15

2.8 Landing / Take-Off (LTO) Cycle 15

2.9 เชื้อเพลิงอากาศยาน 16

2.10 สถานีบริการเชื้อเพลิงสุวรรณภูมิ (Suvarnabhumi Service Station) 18

2.11 Scenario Analysis 19

2.12 วรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้อง 19

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 24
3.1 แบบจำลองการวิเคราะห์ 24
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 25
3.3 การประเมินข้อมูลทุติยภูมิ 26
บทที่ 4 วิเคราะห์และผลลัพธ์ 30
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิ 30
4.2 การประเมินการบริโภคเชื้อเพลิง ปี ค.ศ. 2011 32
4.3 การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี ค.ศ. 2011 34
4.4 การพยากรณ์ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงของอากาศยานในปี 2012 – 2020 35
4.5 การพยากรณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี ค.ศ. 2012 – 2020 37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 40
5.1 สรุปผลการวิจัย 40
5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย 43
5.3 ข้อเสนอแนะ 43
รายการอ้างอิง 44
ภาคผนวก 47
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการคำนวณ 48
ภาคผนวก ข รายละเอียดการคำนวณ 54
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 58