การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์

อาภาพัชร หุ่นศิริตระกูล[1]และ วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์[2]

[1]บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ปทุมวัน, กรุงเทพมหานคร

[2]สถาบันวิจัยพลังงาน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1]apaphatch@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการสันดาปเชื้อเพลิงของอากาศยานพาณิชย์ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานและการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทยภายใต้วงจร Landing and Take-Off (LTO) และขณะทำการบินโดยทำการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลในปีฐาน คือปี 2011 ผลการศึกษาพบว่าปี 2011 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลคือ 495,037.13 ตัน และปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1,577,922.75 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และพยากรณ์การใช้เชื้อเพลิงต่อไปในปี 2012- 2020 โดยประเมินจากมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกต่างๆในการทบทวนระยะสั้นนั้น การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีไม่สามารถประสบความสำเร็จตามเป้าหมายของข้อกำหนดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เชื้อเพลิงชีวภาพเป็นหนึ่งในแนวทางที่มีแนวโน้มมากที่สุดที่สามารถตอบสนองสายการบิน ในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และลดความเสี่ยงจากราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ผันผวนและสูงขึ้น ผลการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี และการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างยั่งยืน รวมถึงเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณา การจัดการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่งทางอากาศ

คำสืบค้น

ก๊าซเรือนกระจก, อากาศยานพาณิชย์, ประสิทธิภาพพลังงาน, พลังงานทดแทน

ENERGY-RELATED GREENHOUSE GAS MITIGATION FOR COMMERCIAL AIRCRAFT

Apaphatch Hunsiritrakun[1] and Weerin Wangjiraniran[2]

[1]Graduate School, Chulalongkorn University, Pratumwan, Bangkok, Thailand

[2]Energy Research Institute, Chulalongkorn University, Pratumwan, Bangkok, Thailand

[1]apaphatch@gmail.com

ABSTRACT

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 495,037.13 tons of fossil fuel consumption and greenhouse gas emissions is up to 1,577,922.75 ton CO_2e. In short term review, the technology change could not be achieved on the formulation of proposals to address greenhouse gases emissions from international aviation. 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 emissions, ease their dependence on fossil fuels and offset the risks associated with the high volatility of oil and fuel prices. The results of study is a guildline for the sustainable technology development and greenhouse gases emissions reducing as well as management information for consideration to increase energy efficiency in the air transportation.

KEYWORDS

GHGs Emission, Aircraft emission, Energy Efficiency, Aviation Alternative Fuel.

1. บทนำ

วิกฤตการณ์ด้านพลังงานในปัจจุบัน ต่างกับในอดีตที่ผ่านมา เพราะนอกจากราคาเชื้อเพลิง ที่ผันผวนและเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการมีอย่างจำกัดของเชื้อเพลิงฟอสซิลแล้ว ปัญหาของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นปัญหาที่ทุกภาคส่วนทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญ สาเหตุหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดจากการสันดาปของเชื้อเพลิงฟอสซิล เพื่อวัตถุประสงค์ด้านพลังงาน ภาวะการณ์ในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับพลังงานที่ยั่งยืนและพลังงานสะอาด เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงส่งผลทำให้ทุกภาคส่วนทั่วโลกต้องเผชิญกับพันธกรณี และข้อบังคับที่ถูกกำหนดขึ้น จนกลายเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล

สำหรับอุตสาหกรรมการบินเป็นภาคธุรกิจที่เป็นส่วนสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของ การใช้เชื้อเพลิงจึงมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นทุกขณะ จึงส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอากาศยานก็เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน การจราจรทางอากาศจึงกลายเป็นสาเหตุที่สำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอีกทั้งอุตสาหกรรมการบินต่างทั่วโลกต่างต้องเผชิญกับปัญหาราคาเชื้อเพลิงที่ผันผวนและเพิ่มสูงขึ้น ประกอบกับ สหภาพยุโรป เตรียมใช้มาตรการเก็บค่าธรรมเนียมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกินกว่าที่กำหนดกับทุกสายการบินที่ลงจอด ณ ท่าอากาศยานของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป ทำให้ทุกสายการบินทั่วโลก ต้องเตรียมพร้อมรับมือกับปัญหาทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้น หากมีการนำเอามาตรการเก็บค่าธรรมเนียมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้กับธุรกิจสายการบินทุกเส้นทางการบิน ย่อมส่งผลกระทบอย่างมากต่ออุตสาหกรรมการบิน อุตสาหกรรมท่องเที่ยว ธุรกิจขนส่งทางอากาศ เนื่องมาจากต้นทุนที่สูงขึ้น ซึ่งล้วนแต่ส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ สายการบินทั่วโลกให้จึงต้องเตรียมพร้อมรับมือกับปัญหาต่างๆที่จะเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นราคาเชื้อเพลิง พันธกรณี และข้อบังคับที่ถูกกำหนดขึ้น

ผลการศึกษาครั้งนี้ จึงเป็นแนวทางหรือจุดเริ่มต้นในการให้ความสนใจในการพัฒนา และปรับปรุงเทคโนโลยีทางด้านการบิน รวมถึงการการจัดการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อวิเคราะห์การใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทย กรณีศึกษาเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิถึงท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป

1.2 เพื่อประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากอากาศยานพาณิชย์ของประเทศไทย กรณีศึกษาเส้นทางการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิถึงท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป

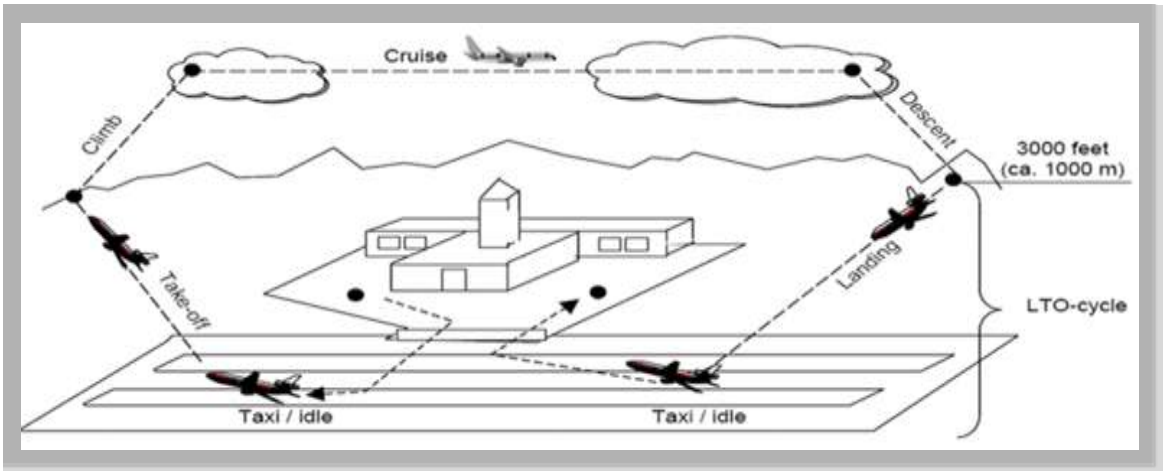
3. ขอบเขตการศึกษา

3.1 ศึกษาจากอากาศยานที่จดทะเบียนในนามประเทศไทย โดยเลือกศึกษาจากอากาศยานพาณิชย์ที่มีศักยภาพ สามารถบินตรงได้ในระยะทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ถึงท่าอากาศยานนานาชาติของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป

3.2 ศึกษาจากการใช้เชื้อเพลิงจากเส้นทางบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ถึงท่าอากาศยานนานาชาติของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป แบบบินประจำ ในปี ค.ศ. 2011

3.3 ประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเทคโนโลยีอากาศยานและเชื้อเพลิงชีวภาพ จากการพยากรณ์ระหว่างปี ค.ศ. 2012 – 202

3.4 ศึกษาในกรณีปฏิบัติการ Landing and Take-off Cycle (LTO) และขณะทำการบิน กล่าวคือ Landing / Take-Off (LTO) Cycle เป็นวงจรซึ่งรวมถึงกิจกรรมทั้งหมดที่อยู่ใกล้สนามบินที่เกิดขึ้นต่ำกว่าระดับความสูง 3000 ฟุต (1000 เมตร) หมายถึงการ เข้าและออกบนทางขับ, การขึ้นบิน และการลงจอด LTO ถูกกำหนดไว้ ICAO (1993) CRUISE กิจกรรมขณะทำการบิน ซึ่งที่นี่มีการกำหนดเป็นกิจกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นที่ระดับความสูงเหนือ 3000 ฟุต โดยไม่มีขีดจำกัด ของระดับความสูง



รูปที่ 1 Landing / Take-Off (LTO) Cycle

4 วรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

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

ICAO ENVIRONMENT REPORT (2010) ปัจจุบันมีการปรับปรุงและพัฒนาอากาศยานและเครื่องยนต์ ในขั้นตอนการดำเนินงานและการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกเพื่อลดการปลดปล่อยมลพิษที่ผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ ในขณะเดียวกันได้มีต่อการพัฒนาจากแนวคิดใหม่ คือการปฏิวัติการออกแบบแนวคิดสำหรับการขนส่งเชิงพาณิชย์ในอนาคต

โดยทีมงานที่เอ็มไอทีภายใต้สัญญานาซ่า แนวคิดหนึ่งคืออากาศยานพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีการเก็บพลังงานตลอดการเดินทาง และทำการบินโดยไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงหรือการก่อให้เกิดมลพิษ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในอากาศยานได้รับปัจจัยสำคัญ ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการขนส่งทางอากาศ อย่างต่อเนื่อง การเจริญเติบโตของการจราจรทางอากาศที่แปรผันตามการเติบโตทางเศรษฐกิจและความท้าทายของ ปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น ICAO เป็นผู้นำทางโดยการสร้างเป้าหมายและมาตรฐานการพัฒนาบนพื้นฐานของ เทคโนโลยีที่จะนำไปสู่การเป็นศูนย์การปล่อยมลพิษอากาศยานแห่งอนาคต จากผลกระทบจากการบริโภคเชื้อเพลิงที่ไม่มีประสิทธิภาพ และปริมาณการปล่อย CO_2 จากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เป็นแรงผลักดันในการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงทางด้านเทคโนโลยี 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 (BIOJET)

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

บริษัทการบินไทยจำกัด (มหาชน) (2010) การทดลองบินด้วยเชื้อเพลิงชีวภาพของบริษัทการบินไทย จากสถานการณ์ราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้น และแนวความคิดที่จะลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (Travel Green) การบินไทยได้ร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ จัดเที่ยวบินพิเศษ เพื่อทดลองทำการบินเชื้อเพลงชีวภาพโดยเที่ยวบิน TG8421 ไปเมื่อวันที่ 21 ธันวาคม 2554 ที่ผ่านมา และได้ทดลองใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในเที่ยวบินพาณิชย์ขนส่งผู้โดยสารเป็นครั้งแรกในเอเชียในเที่ยวบิน TG104 เส้นทางบิน กรุงเทพฯ - เชียงใหม่ เมื่อวันที่ 21 ธันวาคม 2554 ซึ่งสามารถปฏิบัติการบินด้วยเชื้อเพลิงชีวภาพได้อย่างเรียบร้อยสมบูรณ์ดี อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในประเทศไทยยังไม่มีความคุ้มค่าในการนำมาใช้กับเที่ยวบินเชิงพาณิชย์ เพราะว่ายังมีการผลิตน้อย และต้องนำเข้าจากต่างประเทศด้วยต้นทุนที่สูงกว่าเชื้อเพลิงปกติราว 7 เท่า จึงต้องขอความร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชนทุกภาคส่วนหันมาร่วมกันพัฒนาเชื้อเพลิง หรือพลังงานทดแทนในภาคอุตสาหกรรมการบินอย่างจริงจัง โดยประเทศไทยนั้นค่อนข้างได้เปรียบและมีศักยภาพเป็นแหล่งปลูกพืชน้ำมันที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลงชีวภาพหลายชนิด เพียงแต่ยังขาดการศึกษา และพัฒนาไปสู่การผลิตเชิงอุตสาหกรรมอย่างเป็นรูปธรรม

5. วิธีการดำเนินการศึกษา

การดำเนินการศึกษานั้น ผู้วิจัยได้ประเมินการใช้เชื้อเพลิงจากเส้นทางการบินทั้งหมด 13 เส้นทาง และอากาศยานจำนวน 45 ลำ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน

1. ศึกษาประเมินปริมาณเชื้อเพลิง และก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยจากจากอากาศยานที่จดทะเบียนในนามประเทศไทย โดยเลือกศึกษาจากอากาศยานพาณิชย์ที่มีศักยภาพ สามารถบินตรงได้ในระยะทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ถึงท่าอากาศยานนานาชาติของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป แบบบินประจำ ในปี ค.ศ. 2011
2. การทำนายภาพอนาคตของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยกำหนดให้เส้นทางการบินคงเดิมเช่นเดียวกับการศึกษาปี ค.ศ. 2011 และการเติบโตของการขนส่งทางอากาศเพิ่มขึ้นปีละ 4.7 % อ้างอิงจาก Achieving Climate Change Goals for International Aviation, ICAO โดยแบ่งเป็น 3 กรณี
    - 2.1 กรณีดำเนินการปกติ (Business as Usual : BAU)
    - 2.2 กรณีเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูง (Technology Switching)
    - 2.3 กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel Switching)

5.1 ประเมินปริมาณเชื้อเพลิง และก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยจากจากอากาศยานที่จดทะเบียนในนามประเทศไทย

ผู้วิจัยศึกษาจากอากาศยานพาณิชย์ที่มีศักยภาพ สามารถบินตรงได้ในระยะทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ถึงท่าอากาศยานนานาชาติของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป แบบบินประจำ ในปี ค.ศ. 2011 ด้วยวิธีการศึกษาดังนี้

คำนวณปริมาณการใช้พลังงานจากการสันดาปเชื้อเพลิง

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

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.

คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซมีเทน

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

คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยคิดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

Carbon dioxide equivalents = GHGs X GWP factor [3]

โดย GWP factor อ้างอิงจาก 2006 IPCC Guildelines for National Greenhouse Gas Inventories,

5.2 การทำนายภาพอนาคตของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

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

ตารางที่ 1 แสดงมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกการศึกษาภาพจำลองอนาคต

ภาพจำลองที่	กรณีศึกษา	รายละเอียด
1	กรณีดำเนินการปกติ (BAU Case)	เป็นการพยากรณ์เพื่อหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานในปี 2012 – 2020 โดยไม่มีการดำเนินมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก
2	กรณีเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูง (Technology Switching) โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณีดังนี้ 2.1 การแทนที่อากาศยานที่ปลดระวางด้วยอากาศยานแบบ A380 2.2 การแทนที่อากาศยานที่ปลดระวางด้วยอากาศยานแบบ B 787	การพยากรณ์การใช้เชื้อเพลิงในอนาคตของอากาศยานที่ทำการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศทวีปยุโรป ปี 2012 - 2020 กำหนดให้อากาศยานมีอายุการใช้งาน 25 ปี เมื่อครบอายุการใช้งานอากาศยานจะถูกปลดละวาง และถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ B 787 – 800 และ A 380 โดยวิเคราะห์จากจำนวนที่นั่งที่หายไป กล่าวคือการทดแทนจะต้องมีการขนส่งได้จำนวนปริมาณเท่าเดิมหรือมากกว่าในแต่ละปี และสัดส่วนของปริมาณเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีจากการคำนวณในกรณีดำเนินการปกติ จากการวิเคราะห์ข้อมูลอากาศยานที่ทำการศึกษาในปี 2011
3	กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel Switching)	ประเมินปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลโดยกำหนดให้มีการเพิ่มการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพเพิ่มขึ้นปีละ 10% และใช้ในปริมาณอัตราส่วนผสม 50:50 โดยกำหนดเริ่มให้มีการเพิ่มการใช้ในปี 2015

5.2.1 กรณีดำเนินการปกติ (BAU Case)

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

โดย

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

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

RTK โดยการเพิ่มขึ้นปีละ 4.7 % อ้างอิงจาก Achieving Climate Change Goals for International Aviation, ICAO

5.2.2 กรณีเทคโนโลยีอากาศยานประสิทธิภาพสูง (Technology Switching)

การพยากรณ์การใช้เชื้อเพลิงในอนาคตของอากาศยานที่ทำการบินจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ไปยังท่าอากาศยานนานาชาติในประเทศทวีปยุโรป ปี 2012 - 2020 กำหนดให้อากาศยานมีอายุการใช้งาน 25 ปี เมื่อครบอายุการใช้งาน อากาศยานจะถูกปลดละวาง และถูกแทนที่ด้วยอากาศยานแบบ B 787 และ A 380 โดยวิเคราะห์จากจำนวนที่นั่งที่หายไป กล่าวคือการทดแทนจะต้องมีการขนส่งได้จำนวนปริมาณเท่าเดิมหรือมากกว่าในแต่ละปี และสัดส่วนของปริมาณเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีจากการคำนวณในกรณีดำเนินการปกติ จากการวิเคราะห์ข้อมูลอากาศยานที่ทำการศึกษาในปี 2011

ตารางที่ 2. แสดงอากาศยานที่ปลดระวางในแต่ละปี

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 อากาศยานแบบ แอร์บัส รุ่น A380 ซึ่งเป็นอากาศยานเชิงพาณิชย์ที่ใหญ่ที่สุดของโลกที่บินในปัจจุบัน A380 เป็นทางออกเพื่อบรรเทาความหนาแน่นของการจราจรที่ท่าอากาศ

ยาน 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) 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 % 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

5.2.3 กรณีเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel Switching)

ประเมินปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลโดยกำหนดให้มีการเพิ่มการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพเพิ่มขึ้นปีละ 10% และใช้ในปริมาณอัตราส่วนผสม 50:50 โดยกำหนดเริ่มให้มีการเพิ่มการใช้ในปี 2015 กล่าวคือปริมาณเชื้อเพลิงฟอสซิลจะลดลงปีละ 10% และถูกแทนที่ด้วยเชื้อเพลิงชีวภาพ โดยเชื้อเพลิงชีวภาพที่ทำการศึกษานั้น เป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่มาจากชีวภาพ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงเป็นศูนย์

6. ผลลัพธ์

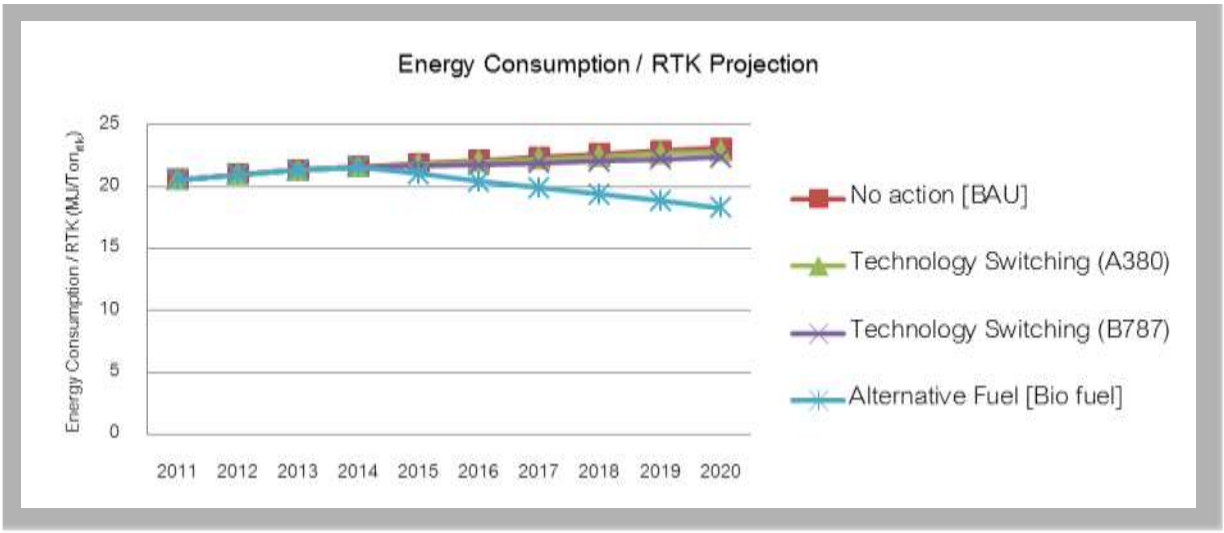
ประเมินปริมาณเชื้อเพลิง และก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยจากจากอากาศยานที่จดทะเบียนในนามประเทศไทย โดยเลือกศึกษาจากอากาศยานพาณิชย์ที่มีศักยภาพ สามารถบินตรงได้ในระยะทางจากท่าอากาศยานนานาชาติสุวรรณภูมิ ถึงท่าอากาศยานนานาชาติของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป แบบบินประจำ ในปี ค.ศ. 2011

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณการใช้เชื้อเพลิง และปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากอากาศยานพาณิชย์ กรณีศึกษาปี **2011**

Aircraft 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)	GHGs Emissions (ton CO_2 e)
B 747	358,829.48	15,788.50	0.018425556	1,128,877.54	47.37	9.63	1,143,763.10
B 777	95,857.65	4,217.74	0.017218863	301,568.17	12.65	2.57	305,544.69
A 340	40,350.00	1,775.40	0.015367171	126,941.10	5.33	1.08	128,614.96
Total	495,037.13	21,781.63	0.017003863 *	1,128,877.54	65.34	13.29	1,577,922.75

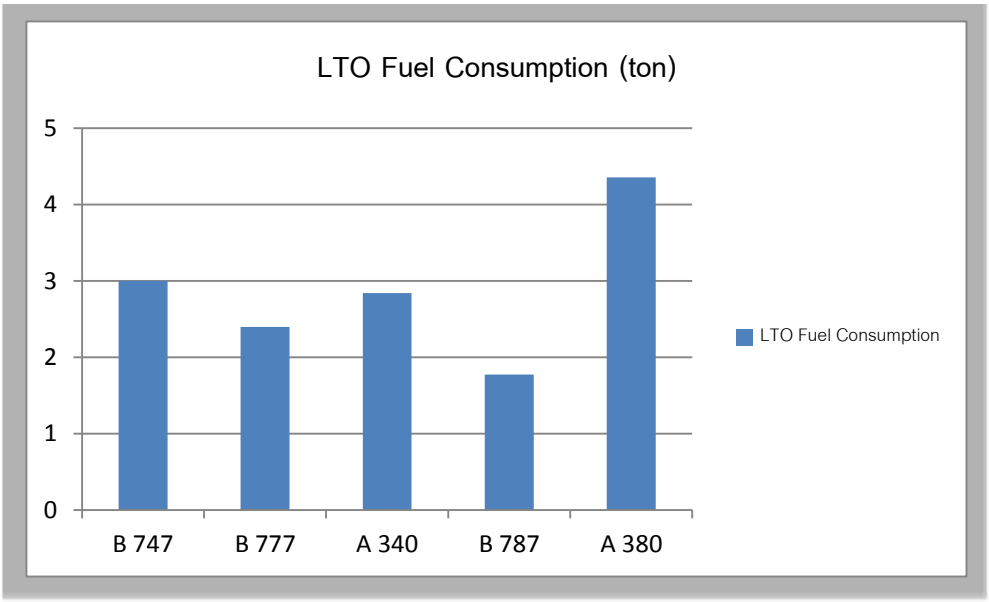
จากตารางอากาศยานแบบ B 747 มีการบริโภคพลังงานสูงที่สุดเนื่องจาก สัดส่วนของอากาศยานแบบ B 747 ได้ถูกเลือกใช้ในการทำการบินในเส้นทางศึกษามากที่สุดถึง 40% แต่เมื่อวิเคราะห์ถึงปริมาณการบริโภคพลังงานต่อปริมาณน้ำหนักในการขนส่งซึ่งก่อให้เกิดรายได้นั้น ประสิทธิภาพพลังงานนั้นมีค่าต่างกันไม่มาก เนื่องจากอากาศยานแบบ B 747 สามารถบรรทุกน้ำหนักได้ในปริมาณที่มากกว่า อากาศยานแบบ B 777 และ A 340

การพยากรณ์การใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานในอนาคต เพื่อทราบถึงแนวโน้มปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและพลังงาน รวมถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากการสันดาปเชื้อเพลิงในอนาคต ทั้งนี้เพื่อเป็นการศึกษามาตรการที่เหมาะสม ในการลดการใช้พลังงานและการลดปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก



รูปที่ 2 แสดงการพยากรณ์การใช้พลังงานในมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกแต่ละมาตรการ

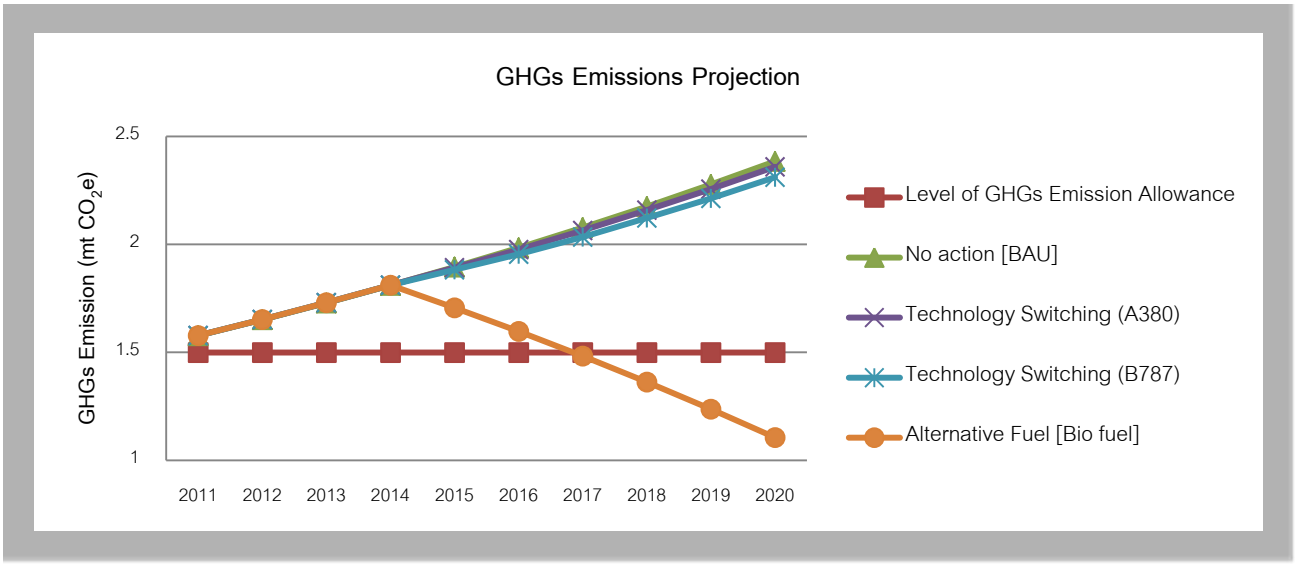
เมื่อผู้วิจัยได้ศึกษาถึงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสำหรับอากาศยานพาณิชย์ในกรณีศึกษา พบว่า ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายใต้ช่วงเวลาขณะทำการบินนั้น อากาศยานแต่ละแบบที่ศึกษามีอัตราการใช้ปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก ปริมาณโดยรวมจึงขึ้นอยู่กับระยะทาง แต่เมื่อศึกษาถึงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายใต้วงจรการบิน LTO นั้นพบว่า โดยเฉลี่ยอากาศยานจะมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่น้ำหนักขณะขึ้นบิน และเวลาในการปฏิบัติการ รวมถึงประสิทธิภาพและศักยภาพของอากาศยาน



รูปที่3 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อการปฏิบัติการภายใต้ LTO ของเส้นทางการบิน และอากาศยานที่ทำการศึกษา

จากกราฟแสดงให้เห็นถึงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานต่อ LTO ในกรณีศึกษา ซึ่งจะเห็นว่าอากาศยานประเภท A 380 มีการใช้เชื้อเพลิงมากที่สุดภายใต้วงจร LTO เนื่องจากอากาศยาน A 380 เป็นอากาศยานแบบ 4 เครื่องยนต์ และบรรทุกน้ำหนักเป็นจำนวนมาก อัตราการใช้เชื้อเพลิงจึงแปรผันตามกัน การปฏิบัติการของอากาศยานภายใต้วงจร LTO นั้นมีการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อเวลามีอัตราส่วนที่มากกว่าขณะทำการบินซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วอัตราการใช้เชื้อเพลิงขณะทำการบินของอากาศยานอยู่ที่ 2 ตันต่อเครื่องยนต์ต่อชั่วโมง แต่สำหรับอัตราการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานขณะ take off นั้น โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 8-10 ตันต่อเครื่องยนต์ต่อชั่วโมง

การทำนายภาพอนาคตของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการศึกษาโดยการคำนวณจากมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก การประเมินการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการศึกษามาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกต่างๆ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเปรียบเทียบกับมาตรการเก็บค่าธรรมเนียมการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกินกว่าที่กำหนดกับทุกสายการบินที่ลงจอด ณ ท่าอากาศยานของประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป เป้าหมายการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้ข้อตกลงของสหภาพยุโรปการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิใน 2012 - 2020 ควรจะไม่เกิน 95% ของการปล่อยก๊าซเฉลี่ยปี 2004- 2006 (ซึ่งด้วยข้อมูลที่จำกัด ผู้วิจัยจึงศึกษาเปรียบเทียบจากระดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี 2011)



รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกที่ศึกษา

7. สรุปผล

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากการสันดาปเชื้อเพลิงในกรณีศึกษาในปี 2011 มีปริมาณเท่ากับ 1,577,922.75 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยระดับของเป้าหมายการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้ข้อตกลงของสหภาพยุโรปเรื่องการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการบินพาณิชย์สุทธิใน 2012 - 2020 ควรจะไม่เกิน 95% ของการปล่อยก๊าซเฉลี่ยปี 2004- 2006 (ซึ่งด้วยข้อมูลที่จำกัด ผู้วิจัยจึงศึกษาจากระดับการปล่อยในปี 2011) ระดับของการอนุญาตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงอยู่ที่ 1,499,026.61ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แต่ในขณะเดียวกันในขณะที่ภาคการบินระหว่างประเทศที่ยังคงเติบโตโดยองค์การการบินระหว่างประเทศ ได้ประมาณไว้ที่ 4.7% ต่อปี ซึ่งจากการศึกษาถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยทำให้เห็นถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่อาจไม่สามารถลดลงได้ตามเป้าหมาย จึงอาจส่งผลทำให้สายการบินทั่วโลกต้องเผชิญกับพันธกรณี และข้อบังคับที่ถูกกำหนดขึ้น จนกลายเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกในการบินนั้นมีอยู่หลายปัจจัย ซึ่งปัจจัยที่ผู้วิจัยเลือกศึกษานั้นคือการเปลี่ยนเทคโนโลยีอากาศยาน และการเปลี่ยนเชื้อเพลิง ซึ่งในระยะสั้นนั้น จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีไม่สามารถประสบความสำเร็จในการกำหนดของข้อเสนอการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบินระหว่างประเทศ มาตรการการเปลี่ยนการใช้เชื้อเพลิงเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพเป็นหนึ่งในแนวทางที่มีแนวโน้มมากที่สุดที่จะตอบสนองสายการบิน ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งยังสามารถชดเชยความเสี่ยงกับราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ความผันผวนและสูงขึ้น การศึกษานี้จึงเป็นส่วนสำคัญต่อการส่งเสริมความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้นของการใช้พลังงานที่มีศักยภาพ และสามารถเป็นพลังงานที่ยั่งยืน รวมถึงลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งยังมีการส่งเสริมการวิจัยและการพัฒนาการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ สำหรับภาคอุตสาหกรรมการบิน ทั้งนี้ยังคงมีปัจจัยในการดำเนินงานของสายการบิน สำหรับในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันยังคงมีการ

นำเข้าเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งไม่สามารถผลิตได้เอง ในการศึกษาครั้งนี้ ศึกษาในกรณีเฉพาะการใช้ทำการบิน โดยมิได้คำนึงถึง LCA ของเชื้อเพลิงชีวภาพ และกลไกลทางเศรษฐศาสตร์ในส่วนของต้นทุนการดำเนินมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก และเมื่อศึกษาถึงอัตราการใช้เชื้อเพลิงของอากาศยานเปรียบเทียบระหว่างขณะทำการบิน และขณะปฏิบัติการภายใต้วงจร LTO นั้นพบว่า มีการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อเวลามีอัตราส่วนที่มากกว่าขณะทำการบิน โดยอัตราการใช้เชื้อเพลิงนั้นจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักบรรทุกขณะขึ้นบิน และประสิทธิภาพของอากาศยาน โดยเฉพาะระบบการจัดการจราจรทางอากาศภาคพื้น ซึ่งเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่สามารถพัฒนาและปรับปรุงเพื่อเป็นมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญอีกหนึ่งแนวทาง

บรรณานุกรม

[1] Airbus S.A.S. (2011). Flight Operations Support & Services. : *getting to grips with A380 Family Performance Retention and Fuel Efficiency*. Available : http : www.airbus.com

[2] Airbus. (2004). Getting to Grips With Fuel Economy Available : http: www.aiaa.org/pdf/student/01_Airbus_Fuel_Economy_Material.pdf

[3] Boeing (2012). commercial airplane Available : http : \www.boeing.com/boeing/commercial/787family/

[4] European Commission. (2010). The EU Emissions Trading System (EU ETS). Available : http : ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm

[5] European Commission. (2010). Reducing emissions from the aviation sector Available : http//ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/index_en.htm

[6] European Commission. (2010). Allocation of aviation allowances in an EEA-wide Emissions Trading System. Available : http //.ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/allowances/index_en.htm

[7] Energy Community. (2010). LEAP Long range Energy Alternatives Planning System. Available : http//www energy-community.org [2010,Dec 25]

[8] IATA. (2013). Fact Sheet : Alternative Fuels. *Facts and Figures* Available : http : www.iata.org

[9] IATA. (2010). Report on Alternative Fuels. Available : http : www.iata.org/ps/publications/Documen

[10] IEA. (2009). Transportation overview in Energy Technology. Paris France ch.3, pp. 28-45

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

[12] ICAO Achieving Climate Change Goals for International Aviation Act Global. Available : http//www.icao.int

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

[14] ICAO. (2010), Secretarial AIRCRAFT TECHNOLOGY IMPROVEMENTS ICAO Environment 2010, 1st ed. Montreal, Canada: ICAO, ch. 2, sec. 1, pp. 68 –70.

[14] ICAO. (2010), Secretarial Sustainable Alternative Fuels for Aviation ICAO Environment 2010 1st ed. Montreal, Canada: ICAO, ch. 5, sec. 1, pp. 158 –160.

[15] ICAO (1993). International Standards and Recommended Practices Environmental Protection Annex 16,Volume II Aircraft Engine Emissions (second ed.) ICAO, 1993.

[16] ICAO. (1993). International Standards and Recommended Practices Environmental Protection Annex 16,Volume I Aircraft Engine Noise (second ed.) ICAO, 1993.

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

[18] ICAO. (1995.) Engine exhaust emissions databank. Available : http//www.icao.int.

[19] ICAO. (2011). Aircraft Engine Emissions Aviation and the Global Atmosphere. Available : http//www.grida.no

[20] ICAO. (2011). Climate Change : Action Plan. Environment Protection. Available : http//www.icao.int/environmental-protection/Pages/action-plan.aspx

[21] IPPC. (1990). IPCC First Assessment WG III Formulation of Response Option Strategies. Available : http//www.ipcc.ch

[22] James D. Kinder and Timothy Rahmes . (2009). Sustainable Biofuels Research & Technology Program., Available www.boeing.com

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

[24] Mikhail Chester . (2007). 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

[25] Nancy Chen and Vivian Tin . (2012). Introduction to EU-ETS on Aviation. Available : http//:www.climaxmi.org

[26] Olivier, J.G.J. (1991). Inventory of Aircraft Emissions: A Review of Recent Literature. National Institute of Public Health and Environmental Protection Report no. 736 301 008, Bilthoven, the Netherlands.

[26] Thailand Greenhouse Gas Management Organization. (2009). Climate Change. Available : http//www.tgo.or.th

[27] Thai Airways International Public Company Limited . (2012). SUMMARY OF AIRCRAFT VERSIONS Available : http//thaisphere/thaifamily/oh/index.htm

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