การพัฒนาตัวชี้วัดสมรรถนะสำหรับการเลือกเครื่องบินโดยสารมือสองโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นการวิเคราะห์แบบคลุมเครือ

Developing Performance Metrics for Pre-Owned Passenger Aircraft Selection using Fuzzy Analytic Hierarchy Process

สุนทร จำปาทอง[1]* พัชราภรณ์ ญาณภิรัต[2]* และ ศันสนีย์ สุภาภา

[1, 2] สาขาการจัดการวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
E-mail: soontorn.j@ku.th[1]*, fengppy@ku.ac.th[2]*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวชี้วัดสำหรับการประเมินสมรรถนะของเครื่องบินโดยสารมือสองสำหรับสายการบินพาณิชย์ที่ต้องการเช่าเข้ามาประจำฝูงบินของกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง จากตัวเลือกที่เป็นเครื่องบินรุ่นเดียวกันและมีข้อมูลจำเพาะทางเทคนิคเหมือนกัน การประเมินด้วยเกณฑ์ทางด้านเทคนิคจึงไม่สามารถเปรียบเทียบตัวเลือกได้ชัดเจน จำเป็นต้องมีการกำหนดเกณฑ์ในการประเมินขึ้นใหม่ โดยการประยุกต์เทคนิคเดลฟายในการรวบรวมและกำหนดตัวชี้วัด และวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นแบบคลุมเครือสำหรับกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัด ผลการวิจัยพบว่าตัวชี้วัดประกอบด้วยเกณฑ์หลักจำนวน 3 เกณฑ์ และเกณฑ์รองจำนวน 23 เกณฑ์ ซึ่งครอบคลุมด้านสภาพปัจจุบัน ระยะเวลาการใช้งาน และเอกสารประวัติการซ่อมบำรุงตามลำดับ

คำสำคัญ, กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นแบบคลุมเครือ เทคนิคเดลฟาย การเลือกเช่าเครื่องบินที่ผ่านการใช้งาน

Abstract

The objective of this research aimed to develop the performance metrics for selecting Pre-Owned passenger aircraft of a selected case study that focusing on alternative aircraft of the same model and technical specifications. Conventional evaluation based on technical criteria lacks clarity in comparing alternatives. Thus, the establishment of novel evaluation criteria for a more robust assessment to case study is determined. The Delphi technique was utilized to gather expert opinions and determine these metrics, while the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy AHP) was employed to analyze the importance weight value for each criterion. The findings indicated that the criteria comprised 3 main criteria and 23 sub-criteria, encompassing physical condition, utilization, and records condition, respectively.

Keywords, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Delphi technique, Aircraft selection for leasing

1. บทนำ

การจัดหาเครื่องบินเข้ามาประจำฝูงบินมีความสำคัญและถือเป็นความท้าทายอย่างยิ่งของสายการบิน เนื่องจากเครื่องบินเป็นสินทรัพย์ที่มีมูลค่าสูงและเป็นภาระผูกพันระยะยาวต่อการดำเนินธุรกิจการบิน สายการบินจึงให้ความสำคัญในขั้นตอนการคัดเลือกเครื่องบินและมีการดำเนินการอย่างรอบคอบเพื่อให้ได้ตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยวิธีที่ใช้ในการจัดหาเครื่องบินนั้นสามารถทำได้หลากหลายวิธี Eva *et al*. [1] และ Wei-Ting *et al*. [2] ได้สรุปไว้ 3 วิธี ได้แก่ 1) การซื้อ (Purchase) 2) การเช่า (Lease) และ 3) การขายและเช่าคืน (Sale and Leaseback) โดยวิธีการที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ การเช่า Gilles [3] ระบุว่ามีมากกว่าร้อยละ 40 ของเครื่องบินที่ใช้งานในปัจจุบันเป็นเครื่องบินที่จัดหามาด้วยวิธีการเช่า เนื่องจากสายการบินไม่ต้องการถือครองเครื่องบินด้วยตนเองและหลีกเลี่ยงความเสี่ยงของค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนรุ่นของเครื่องบินได้เมื่อสิ้นสุดสัญญาเช่า ซึ่งจะแตกต่างจากการซื้อโดยสายการบินจะต้องใช้งานเครื่องบินให้นานที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นตอนในการเช่าเครื่องบินเริ่มต้นจากการเลือกแบบหรือรุ่นที่ต้องการ ซึ่งส่วนใหญ่สายการบินจะกำหนดแบบหรือรุ่นที่ต้องการเช่าไว้แล้ว โดยมักจะระบุเป็นแบบหรือรุ่นตามที่ตนเองมีใช้งานอยู่ในฝูงบินปัจจุบันเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติการบินและการซ่อมบำรุง จากนั้นจะแจ้งความต้องการไปยังบริษัทผู้ให้เช่า (Lessor) เพื่อให้นำเสนอตัวเลือกให้พิจารณา โดยบริษัทผู้ให้เช่าจะส่งมอบเอกสารประจำตัวเครื่องบินและให้สิทธิ์ในการตรวจสอบเอกสารและสภาพปัจจุบันของเครื่องบินเบื้องต้นเพื่อประกอบการตัดสินใจ และเมื่อสายการบินตัดสินใจจะเช่าแล้ว จึงจะได้สิทธิ์ในการตรวจสอบอย่างละเอียดภายหลัง ซึ่งในขั้นตอนนี้สายการบินจะต้องลงนามในหนังสือแสดงเจตจำนง (Letter of Intent, LOI) ก่อน จึงจะได้สิทธิ์ในการตรวจสอบอย่างละเอียดดังกล่าว ดังนั้น ขั้นตอนที่สำคัญคือการตรวจสอบเบื้องต้นก่อนที่จะลงนามในหนังสือแสดงเจตจำนงและทำสัญญาเช่า ระยะเวลาในการตรวจสอบเบื้องต้นจะมีการกำหนดกรอบเวลาไม่มาก เนื่องจากบริษัทผู้ให้เช่าอาจจะได้รับหนังสือแสดงความต้องการเช่าจากลูกค้ารายอื่นด้วย สายการบินจึงต้องดำเนินการตรวจสอบตัวเลือกด้วยเวลาที่จำกัด ซึ่งจะต้องดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการคัดเลือกเครื่องบินเพื่อให้ได้ตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดและลดความเสี่ยงด้านการเงินที่อาจจะเกิดขึ้นหลังจากตัดสินใจเช่าไปแล้ว

กรณีศึกษาคือ บริษัทที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมและวางแผนด้านการบินที่ได้รับมอบหมายให้เป็นผู้ประเมินสมรรถนะเครื่องบินโดยสารให้กับสายการบินต้นทุนต่ำแห่งหนึ่ง เพื่อคัดเลือกตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับการเช่าจากตัวเลือกจำนวน 12 ลำ ที่ผ่านมาบริษัทกรณีศึกษาจะทำการตรวจสอบสภาพและเอกสารประจำตัวเครื่องบินโดยใช้แนวทางที่เป็นคำแนะนำจากสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (IATA) ซึ่งจะดำเนินการและนำผลการตรวจสอบนั้นให้สายการบินเป็นผู้ตัดสินใจ ปัญหาที่พบคือ สายการบินไม่สามารถประเมินและเปรียบเทียบตัวเลือกจากผลการตรวจสอบในเวลาที่จำกัดได้ เนื่องจากรายการเกณฑ์ตามคำแนะนำของ IATA มีจำนวนมากและแต่ละเกณฑ์ไม่มีการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญที่ชัดเจน ทำให้ผู้ตัดสินใจอาจจะเกิดความสับสนในการพิจารณาตัวเลือก ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเกณฑ์และตัวชี้วัดสำหรับการประเมินเครื่องบินให้สายการบินสามารถตัดสินใจคัดเลือกตัวเลือกที่เหมาะสมในเวลาที่จำกัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งปัญหาในการคัดเลือกเครื่องบินนี้จัดอยู่ในปัญหาการตัดสินใจแบบหลากหลายเกณฑ์ จึงสามารถนำวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลากหลายเกณฑ์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาตัวชี้วัดสำหรับการประเมินเครื่องบินได้ โดยขอบเขตของการศึกษาจะพิจารณาเฉพาะการคัดเลือกเครื่องบินตัวเลือก รุ่นโบอิ้ง 737-800 ที่สายการบินได้มอบหมายให้บริษัทกรณีศึกษาทำการประเมินเท่านั้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเลือกเครื่องบินส่วนใหญ่จะเป็นการพิจารณาแบบหรือรุ่นที่เหมาะสมกับลักษณะการดำเนินการ เส้นทางการบิน หรือรูปแบบธุรกิจของสายการบิน

ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาส่วนใหญ่จะใช้เกณฑ์ทางด้านเทคนิคเพื่อเปรียบเทียบตัวเลือกเครื่องบินต่างแบบและรุ่นกัน แตกต่างจากการเลือกเครื่องบินเพื่อการเช่าของกรณีศึกษา ซึ่งเป็นตัวเลือกเครื่องบินแบบเดียวกันและเป็นเครื่องบินที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ดังนั้นเกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อประเมินความเหมาะสมของตัวเลือกจึงแตกต่างจากการเลือกเครื่องบินต่างรุ่นกัน

2.1 การคัดเลือกเกณฑ์ในการประเมินตัวเลือก

Slavica and Milica [4] ได้รวบรวมและวิเคราะห์เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกรุ่นของเครื่องบิน โดยสรุปเป็นกลุ่มของเกณฑ์ได้จำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) การออกแบบ 2) สมรรถนะ 3) การซ่อมบำรุง 4) ราคาในการจัดหา และ 5) ค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้งาน ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบเครื่องบินต่างรุ่นกัน โดยสามารถสรุปได้เป็นเกณฑ์ด้านเทคนิค (Technical Criteria) และเกณฑ์ด้านการเงิน (Financial Criteria)

Kasim and Ercan [5] ประยุกต์การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์เพื่อใช้ในการเลือกเครื่องบินที่แตกต่างกันจำนวน 4 รุ่น โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินจำนวน 5 เกณฑ์ ได้แก่ 1) จำนวนที่นั่ง 2) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 3) น้ำหนักการออกตัวสูงสุด 4) ราคาเครื่องบิน และ 5) ค่าเชื้อเพลิงต่อที่นั่ง

เกณฑ์สำหรับการประเมินเครื่องบินรุ่นเดียวกันเพื่อการเช่านั้นยังไม่พบงานวิชาการที่นำเสนออย่างชัดเจน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้วิธีการรวบรวมเกณฑ์จากผู้มีประสบการณ์ในการประเมินและคัดเลือกเครื่องบิน โดยเทคนิคที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางเทคนิคหนึ่งคือเทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) เป็นเทคนิควิจัยเชิงคุณภาพที่อาศัยข้อมูลที่เป็นอิสระจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่ง Uma and Robert [6] กล่าวว่า เทคนิคเดลฟายใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์สิ่งที่คาดหวังในอนาคต ถูกนำเสนอครั้งแรกในปี ค.ศ. 1948 และได้รับการพัฒนารูปแบบโดยนักวิจัยของบริษัท Rand Corporation จนได้รับความนิยมและถูกนำมาใช้ในงานวิจัยอย่างแพร่หลาย

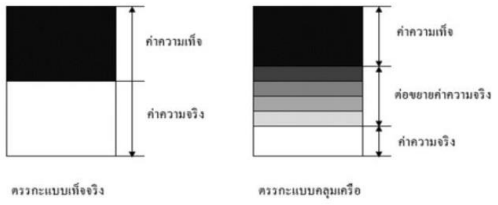
Vishwas et al. [7] ได้นำเทคนิคเดลฟายมาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกและกำหนดเกณฑ์ในการเลือกกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยรวบรวมเกณฑ์ที่มีความเป็นไปได้จากการทบทวนบทความวิชาการและงานวิจัยได้จำนวน 39 เกณฑ์ จากนั้นนำเกณฑ์ไปออกแบบแบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นถึงความเหมาะสม ซึ่งจำนวนผู้เชี่ยวชาญสามารถใช้ได้ตั้งแต่ 5 - 15 ท่าน โดยวัดผลจากค่ามติความสอดคล้อง (Consistency Validity Ratio, CVR)

2.2 ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์

การคัดเลือกเครื่องบินถือเป็นปัญหาการตัดสินใจภายใต้เกณฑ์ที่หลากหลาย ดังนั้นกระบวนการตัดสินจึงต้องดำเนินการอย่างรอบคอบและครอบคลุมปัจจัยที่มีผลต่อการพิจารณา วิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาการตัดสินใจ คือ กระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making, MCDM)

Giuseppe *et al*. [8] ได้ประยุกต์กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ร่วมกับทฤษฎีความคลุมเครือ (Fuzzy Set Theory, FST) เพื่อวิเคราะห์เกณฑ์ที่นำมาประเมินตัวเลือกสำหรับการจัดหาเครื่องบินเข้ามาในฝูงบิน โดยเรียกวิธีการนี้ว่าวิธีการแบบผสม (Hybrid Approach) หรือเรียกว่ากระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นแบบคลุมเครือ (Fuzzy AHP)

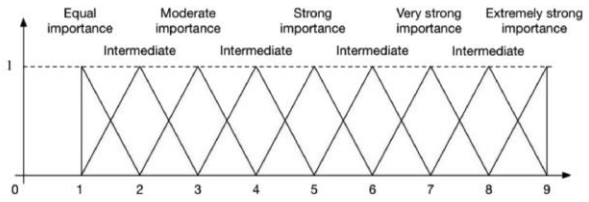
ธัญยรัตย์ และอรรถพล [9] กล่าวว่า ตรรกะแบบคลุมเครือ (Fuzzy Logic) เป็นศาสตร์ด้านการคำนวณที่เข้ามามีบทบาทและถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ มากมาย ซึ่งตรรกะแบบคลุมเครือเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยใช้การเลียนแบบวิธีคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ที่มีลักษณะพิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean Logic) สามารถเปรียบเทียบลักษณะของตรรกะแบบจริงเท็จและตรรกะแบบคลุมเครือได้ดัง รูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะตรรกะแบบจริงเท็จและตรรกะแบบคลุมเครือ [9]

Yan et al. [10] ได้อธิบายขั้นตอนการนำวิธี Fuzzy AHP มาใช้ในกระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ โดยขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ คือการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์จะทำให้ทราบว่าเกณฑ์ที่นำมาประเมินตัวเลือกนั้น เกณฑ์ใดมีค่าน้ำหนักความสำคัญในระดับใด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าเกณฑ์ใดที่ผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญมากที่สุด

การกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญจะใช้ระดับคะแนนแบบคลุมเครือ (Fuzzy Scale) เพื่อให้ผู้ประเมินกำหนดระดับความสำคัญจากตัวแปรเชิงภาษา (Linguistic Variable) และนำผลการแสดงความคิดเห็นไปแปลงเป็นตัวเลขที่อ้างอิงจากสามเหลี่ยมตัวเลขคลุมเครือ (Triangle Fuzzy Number, TFN) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 สามเหลี่ยมตัวเลขคลุมเครือแบบ 9 ระดับ [10]

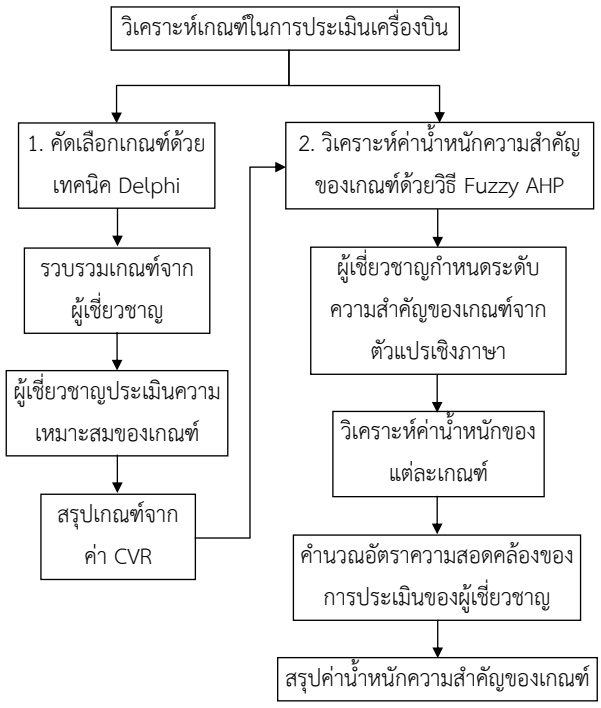
ซึ่งกรณีศึกษาเป็นการวิเคราะห์เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการประเมินเครื่องบินขึ้นใหม่ โดยค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ได้จากการวิเคราะห์การแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้การแสดงความคิดจะต้องทำการเปรียบเทียบคู่เกณฑ์ตามวิธี AHP แต่เนื่องจากการเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ไม่สามารถระบุเป็นตัวเลขที่ชัดเจนได้ว่าเกณฑ์ใดมีความสำคัญกว่าด้วยระดับเท่าใด จึงจำเป็นต้องใช้ Fuzzy Logic เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญเปรียบเทียบเกณฑ์การเลือกเครื่องบินผ่านทางตัวแปรทางภาษา

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกเครื่องบินนั้นส่วนใหญ่จะเป็นการตัดสินใจเลือกเครื่องบินต่างรุ่นกัน แต่ในกรณีศึกษาจะเป็นการเลือกเครื่องบินแบบเดียวกันที่มีข้อมูลทางเทคนิคเดียวกัน การวิจัยจึงเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลของเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินตัวเลือกเลือกเครื่องบินจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในอุตสาหกรรมการบินไม่ต่ำกว่า 10 ปี และมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการพิจารณาเลือกเครื่องบินหรือประเมินเครื่องบินให้สายการบินมาก่อน จากนั้นนำมาวิเคราะห์เพื่อรวบรวมเป็นเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการประเมินตัวเลือกที่เหมาะสมต่อไป โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยสรุปได้ดังรูปที่ 3

3.1 การคัดเลือกเกณฑ์

เก็บข้อมูลของเกณฑ์สำหรับการประเมินจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ซึ่งใช้เทคนิคเดลฟายในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระตามประสบการณ์ จากนั้นนำผลจากการรวบรวมเกณฑ์ที่เป็นไปได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาออกแบบแบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้เกณฑ์ที่เหมาะสมจากมติความสอดคล้องของความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด



รูปที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ค่าความสอดคล้อง (CVR) จากผู้เชี่ยวชาญคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$CVR = \frac{N_{PE} - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \quad (1)$$

โดยที่ N_{PE} คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่เห็นว่าเกณฑ์นั้นมีความเหมาะสมและ N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.2 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์

ใช้วิธี Fuzzy AHP ในการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของคู่เปรียบเทียบเกณฑ์ (Pairwise Comparison) เนื่องจากระดับความสำคัญของเกณฑ์ไม่สามารถระบุเป็นตัวเลขที่ชัดเจนได้ ผู้เชี่ยวชาญจำเป็นต้องใช้ตัวแปรเชิงภาษา (Linguistic Variable) ในการแสดงความคิดเห็นแทนความรู้สึก และแปลผลจากการแสดงความคิดเห็นมาเป็นตัวเลขที่ใช้สำหรับการคำนวณ โดยอ้างอิงตัวเลขจากสามเหลี่ยม TFN แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวเลขฟัซซี่ของตัวแปรเชิงภาษาแบบ 9 ระดับ

ตัวแปรเชิงภาษา	ตัวเลขฟัซซี่ *(l,m,u)*
มีความสำคัญเท่ากัน	(1,1,1)
ระดับความสำคัญระหว่างความรู้สึก	(1,2,3)
มีความสำคัญกว่าปานกลาง	(2,3,4)
ระดับความสำคัญระหว่างความรู้สึก	(3,4,5)
มีความสำคัญกว่ามาก	(4,5,6)
ระดับความสำคัญระหว่างความรู้สึก	(5,6,7)
มีความสำคัญมากกว่าที่สุด	(6,7,8)
ระดับความสำคัญระหว่างความรู้สึก	(7,8,9)
มีความสำคัญมากกว่าสูงสุด	(9,9,9)

ขั้นตอนที่ 1 สร้างโครงสร้างเพื่อเปรียบเทียบระดับความสำคัญ โดยใช้สมการที่ (2) ในการกำหนดตำแหน่งตัวเลขในโครงสร้าง

$$Z = \begin{bmatrix} (1,1,1) & l_{12}m_{12}u_{12} & \cdots & l_{1n}m_{1n}u_{1n} \\ l_{21}m_{21}u_{21} & (1,1,1) & \cdots & l_{2n}m_{2n}u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1}m_{n2}u_{n2} & l_{n2}m_{n2}u_{n2} & \cdots & (1,1,1) \end{bmatrix} \quad (2)$$

โดยที่ Z คือ เมทริกซ์เปรียบเทียบแบบคลุมเครือ และ (l,m,u) คือ สมาชิกของตัวเลขฟัซซี ซึ่ง l คือ ค่าขอบล่าง m คือ ค่ากลาง และ u คือ ค่าขอบบน

ขั้นตอนที่ 2 หาผลรวมของตัวเลขฟัซซี่ของแต่ละเกณฑ์จากขั้นตอนที่ 1 โดยใช้สมการที่ (3) และหาค่าผกผันของผลรวมเวกเตอร์ด้วยสมการที่ (4)

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{n} l_i, \sum_{i=1}^{n} m_i, \sum_{i=1}^{n} u_i\right) \quad (3)$$

$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}\right) \quad (4)$$

โดยที่ M_{gi}^{j} คือ ผลรวมของสมาชิกตัวเลขฟัซซีแต่ละตัวจากจำนวนเกณฑ์ n เกณฑ์ และ g_i คือสมาชิกเลขฟัซซี *(l,m,u)*

ขั้นตอนที่ 3 นำผลจากขั้นตอนที่ 2 มาหาค่าขอบเขตสังเคราะห์ (Synthetic Extent Value, Si) ด้วยสมการที่ (5)

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} * \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} \quad (5)$$

ซึ่งค่า S_i คือผลคูณของสมการที่ (3) กับสมการที่ (4)

ขั้นตอนที่ 4 หาค่าระดับความเป็นไปได้ที่ $M_2 \geq M_1$ จากค่าจุดตัดสูงสุดของตัวเลขฟัซซี่ ($hgt(M_2 \cap M_1)$) ด้วยสมการที่ (6) ซึ่งจะต้องเปรียบเทียบทุกคู่เกณฑ์ *(M_i)*

$$hgt(M_2 \cap M_1) = \begin{Bmatrix} 1 & if\ m_2 \geq m_1 \\ 0 & if\ l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & otherwise \end{Bmatrix} \quad (6)$$

จากสมการเป็นตัวอย่างการเปรียบเทียบผลรวมเลขฟัซซีของเกณฑ์ที่ 1 และเกณฑ์ที่ 2

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณค่าระดับความเป็นไปได้โดยรวมจากทุกคู่เปรียบเทียบเกณฑ์ *(V)* และเลือกค่าที่ต่ำที่สุด *(minV)* ด้วยสมการที่ (7)

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_z = minV(M \geq M_p) \quad (7)$$

ขั้นตอนที่ 6 นำค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดของแต่ละเกณฑ์, $d'(A_p)$ มาจัดให้อยู่ในรูปเซตค่าน้ำหนักด้วยสมการที่ (8)

$$W' = [d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n)])^T \quad (8)$$

โดยที่ W' คือ เซตของค่าต่ำสุดของน้ำหนักเกณฑ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 7 นำค่าน้ำหนักจากขั้นตอนที่ 6 มาทำการปรับระดับ (Normalization) เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักมาตรฐานด้วยสมการที่ (9)

$$W_i = \frac{W'_i}{\sum_{i=1}^{n} W'_i} \quad (9)$$

ขั้นตอนที่ 8 แปลงตัวเลขฟัซซีจากขั้นตอนที่ 1 ให้อยู่ในค่าของตัวเลขเดี่ยว (Crisp) ด้วยสมการที่ (10) เพื่อนำไปคำนวณค่า Max Eigen Value (λ_{max}) สำหรับการทดสอบอัตราความสอดคล้อง

$$P_{crisp} = \frac{l + 4m + u}{6} \quad (10)$$

ขั้นตอนที่ 9 ทดสอบค่าความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) ของค่าน้ำหนักที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านด้วยสมการที่ (11) และสมการที่ (12)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (11)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (12)$$

โดยที่ λ_{max} คือ ค่า Eigen Value ที่มีค่าสูงสุด คำนวณได้จากผลรวมของการคูณค่า P_{crisp} ในขั้นตอนที่ 8 กับค่าน้ำหนักในขั้นตอนที่ 7 เมื่อ n คือ จำนวนเกณฑ์ที่นำมาวิเคราะห์ และ RI คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการสุ่ม แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ดัชนีค่าสุ่ม (Random Index)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

ซึ่งค่า CR จะต้องมีค่าไม่เกิน 0.1 หรือ 10 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อค่า CR จากโครงสร้างการวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านผ่านเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว จึงนำค่าน้ำหนักจากขั้นตอนที่ 7 มาคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อจะได้ค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการคัดเลือกเกณฑ์

การกำหนดเกณฑ์หลักและเกณฑ์รองได้จากการรวมรวบข้อมูลการสัมภาษณ์และแบบสอบถามซึ่งเกณฑ์ที่ได้จะต้องมีค่า CVR ไม่น้อยกว่า 0.99 กล่าวคือ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่านจะต้องมีความเห็นตรงกันว่าเกณฑ์มีความเหมาะสม และหากมีผู้เชี่ยวชาญไม่เห็นด้วยกับบางเกณฑ์ก็ต้องนำข้อมูลดังกล่าวแจ้งให้ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านทราบเพื่อแสดงความคิดเห็นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่สอดคล้องกันของเกณฑ์ทั้งหมด ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นจำนวน 2 รอบ จึงได้ข้อสรุปเป็นเกณฑ์หลักจำนวน 3 เกณฑ์และเกณฑ์รองจำนวน 23 เกณฑ์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการคัดเลือกเกณฑ์

เกณฑ์หลัก (Main Criteria, MC) เกณฑ์รอง (Sub Criteria, SC)	ค่า CVR
1. ด้านระยะเวลาการใช้งาน (MC_1)	1
1.1 อัตราส่วนของชั่วโมงบินต่ออายุของเครื่องบิน (SC_{11})	1
1.2 ระยะคงเหลือการตรวจสอบโครงสร้างตามแผน (SC_{12})	1
1.3 ระยะคงเหลือของชิ้นส่วนจำกัดอายุของเครื่องยนต์ (SC_{13})	1
1.4 ระยะคงเหลือของชิ้นส่วนจำกัดอายุของเครื่องยนต์สำรอง (SC_{14})	1
1.5 ระยะคงเหลือของชุดล้อจนถึงการซ่อมใหญ่ (SC_{15})	1
1.6 ระยะคงเหลือของชิ้นส่วนที่ควบคุมอายุการใช้งาน (SC_{16})	1
2. ด้านเอกสารสำคัญและประวัติการซ่อมบำรุง (MC_2)	1
2.1 อัตราส่วนของชั่วโมงบินต่ออายุของเครื่องบิน (SC_{21})	1
2.2 บันทึกการใช้งานเครื่องบินและชิ้นส่วนสำคัญ (SC_{22})	1
2.3 ประวัติการดำเนินการตามแผนการซ่อมบำรุง (SC_{23})	1
2.4 บันทึกการตรวจสอบ แก้ไข ซ่อมแซม หรือดัดแปลงเครื่องบินหรือส่วนประกอบที่นอกเหนือจากการซ่อมบำรุงตามแผน (SC_{24})	1
2.5 เอกสารของชิ้นส่วนที่ควบคุมอายุการใช้งาน (SC_{25})	1
2.6 เอกสารของชิ้นส่วนที่ไม่ได้ควบคุมอายุการใช้งาน (SC_{26})	1
2.7 เอกสารแสดงสถานะ สมรรถนะ คุณสมบัติและคุณลักษณะในปัจจุบัน (SC_{27})	1
2.8. เอกสารจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องบินและชิ้นส่วนสำคัญ (MC_{28})	1
2.9. คู่มือการบินและการซ่อมบำรุง (MC_{29})	1
3. ด้านสภาพปัจจุบันของเครื่องบินและชิ้นส่วนประกอบ (MC_3)	1
3.1 โครงสร้างและสภาพภายนอกของเครื่องบิน (SC_{31})	1
3.2 สภาพของเครื่องยนต์หลัก (SC_{32})	1
3.3 สภาพของเครื่องยนต์สำรอง (SC_{33})	1
3.4 สภาพของชุดล้อ (SC_{34})	1
3.5 สภาพของห้องเก็บสัมภาระ (SC_{35})	1
3.6 สภาพของห้องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ (SC_{36})	1
3.7 สภาพของห้องนักบิน (SC_{37})	1
3.8 สภาพห้องโดยสาร (SC_{38})	1

4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์

จากการนำผลการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ได้จากแบบสอบถามในการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างคู่เปรียบเทียบเกณฑ์ ได้ค่าน้ำหนักของเกณฑ์แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าน้ำหนักเกณฑ์หลักและเกณฑ์รอง

เกณฑ์หลัก	น้ำหนัก	เกณฑ์รอง	น้ำหนัก	น้ำหนักรวม
MC_1	0.2901	SC_{11}	0.0524	0.0152
		SC_{12}	0.2073	0.0602
		SC_{13}	0.2819	0.0818
		SC_{14}	0.1497	0.0434
		SC_{15}	0.2218	0.0644
		SC_{16}	0.0869	0.0252

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เกณฑ์หลัก	น้ำหนัก	เกณฑ์รอง	น้ำหนัก	น้ำหนักรวม
MC_2	0.3225	SC_{21}	0.2077	0.0670
		SC_{22}	0.0626	0.0202
		SC_{23}	0.1394	0.0450
		SC_{24}	0.1603	0.0517
		SC_{25}	0.1772	0.0572
		SC_{26}	0.1154	0.0372
		SC_{27}	0.0928	0.0299
		SC_{28}	0.0348	0.0112
		SC_{29}	0.0098	0.0032
MC_3	0.3873	SC_{31}	0.1716	0.0665
		SC_{32}	0.2300	0.0891
		SC_{33}	0.1144	0.0443
		SC_{34}	0.1929	0.0747
		SC_{35}	0.0099	0.0038
		SC_{36}	0.0325	0.0126
		SC_{37}	0.1574	0.0610
		SC_{38}	0.0913	0.0354

5. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ด้วยวิธี Fuzzy AHP พบว่า ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับเกณฑ์ด้านสภาพปัจจุบัน (MC_3) มากที่สุด โดยมีน้ำหนักของเกณฑ์คือ 0.3873 รองลงมา คือเกณฑ์ด้านเอกสารและประวัติการซ่อมบำรุง (MC_2) น้ำหนัก 0.3225 และลำดับสุดท้ายเป็นเกณฑ์ด้านระยะเวลาการใช้งาน (MC_1) น้ำหนัก 0.2901 ซึ่งแต่ละเกณฑ์มีค่าน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน โดยผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าในการตรวจสอบเบื้องต้นในเวลาที่จำกัดนั้น ลักษณะของสภาพปัจจุบันของเครื่องบินสามารถตรวจสอบได้ชัดเจนมากที่สุด สำหรับเอกสารและประวัติการซ่อมบำรุงสามารถแก้ไขหรือเจรจาในเงื่อนไขหลังจากการตกลงเช่าได้ เพราะเมื่อตกลงที่จะเช่าแล้วจะมีการซ่อมบำรุงใหญ่อีกครั้งก่อนการส่งมอบ (End of Lease Check) ส่วนเกณฑ์ด้านระยะเวลาการใช้งานมีค่าน้ำหนักในลำดับสุดท้ายซึ่งผู้เชี่ยวชาญระบุว่า หากสภาพโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและประวัติการซ่อมบำรุงมีความถูกต้องครบถ้วนสะท้อนให้เห็นว่าเครื่องบินลำดังกล่าวมีการซ่อมบำรุงระหว่างการใช้งานที่ดี นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเกณฑ์รองทั้ง 23 เกณฑ์ พบว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับเกณฑ์ด้านสภาพของเครื่องยนต์หลัก (SC_{32}) มากที่สุดที่น้ำหนัก 0.0891 เนื่องจากเครื่องยนต์เป็นชิ้นส่วนสำคัญ (Major Component) ที่มีมูลค่าและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่สูง โดยหากตรวจสอบไม่รอบคอบ สายการบินอาจจะประสบปัญหาด้านค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงในอนาคตได้

งานวิจัยนี้วิเคราะห์เกณฑ์ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกเครื่องบินเพื่อการเช่า ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์โดยตรงในการเลือกหรือมีส่วนในการพิจารณาความเหมาะสมของตัวเลือกให้กับสายการบิน โดยเป็นการให้ความคิดเห็นสำหรับการพิจารณาความเหมาะสมของตัวเลือกในเบื้องต้นก่อนการตัดสินใจว่าจะเลือกเช่าตัวเลือกใด ซึ่งสามารถนำผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ไปประกอบการพิจารณาเพื่อจัดลำดับตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดภายใต้กรอบระยะเวลาที่จำกัด ทั้งนี้ในการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตผู้ที่สนใจอาจจะพิจารณาเงื่อนไขหรือความต้องการของสายการบินที่เสนอไปยังบริษัทผู้ให้เช่าร่วมด้วย เนื่องจากเมื่อตกลงที่จะเช่าแล้ว เกณฑ์บางอย่างอาจจะสามารถละเว้นได้ ขึ้นอยู่กับข้อตกลงและเงื่อนไขการส่งมอบ (Delivery Condition) ระหว่างผู้เช่าและผู้ให้เช่า

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่านที่กรุณาให้ความคิดเห็นและเสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Eva E., Martin N., Vladimir N., Jaroslava H. and Peter M., (2018), “Operating lease as a specific form of airlines outsourcing”, International Scientific Conference Business Logistics in Modern Management, pp. 641-655.
2. Wei-Ting C., Kuancheng H. and Muhammad N.A., (2018), “A mathematical programming model for aircraft leasing decision”, Journal of Air Transport Management, Vol. 69, pp. 15-25.
3. Gilles W., (2021), “Aircraft leasing, a challenge since the 70s”, Transportation Research Procedia, Vol. 56, pp. 110-117.
4. Slavica D. and Milica K., (2017), “Aircraft type selection problem: application of different MCDM”, Advance in Intelligent Systems and Computing, Vol. 572.
5. Kasim K. and Ercan A. (2020), “Aircraft selection by applying AHP and TOPSIS in interval type-2 fuzzy set”, Journal of Air Transport Management, Vol. 89
6. Uma G.G. and Robert E.C., (1996), “Theory and application of the delphi technique: a bibliography (1975-1994)”, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 53, pp. 185-211.
7. Vishwas D., Milind M.A. and Priyanka V. (2019), “Determining the process choice criteria for selecting a production system in a manufacturing firm using a delphi technique”, Proceedings of the 2019 IEEE IEEM, pp. 1265-1269.
8. Giuseppe B., Emilio E. and Andrea G., (2015), “A model for aircraft evaluation to support strategic decisions”, Expert Systems with Applications, Vol. 42, No. 13, pp. 5580-5590.
9. ธัญยรัตน์ ติยอภิสิทธิ์ และอรรถพล สมุทคุปติ์, (2560), “ตัวแบบการคัดเลือกผู้ให้บริการการบำรุงรักษายานพาหนะโดยอาศัยเทคนิคฟัซซี่เอเอชพี”, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ปีที่ 24, ฉบับที่ 3, หน้า 127-141.
10. Yan L, Claudia M. and Christopher E., (2020), “A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements”, Expert Systems with Applications, Vol. 161.