

การศึกษาและวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาพื้นที่ลงจอดฉุกเฉินหรือสนามบินสำรอง
สำหรับการบินพาณิชย์ในประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ทางเลือกด้วยวิธี ELECTRE II
Study and Analysis of Development Strategies for Emergency Landing Sites or Alternative Airports
For Commercial Aviation in Thailand Using the ELECTRE II Method

คมฤทธิ เปี่ยมศรี^{1,*} วิษระ สัตยาประเสริฐ²

^{1,2} สาขาวิชาวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหารงานก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
สถาบันวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร
Corresponding author; E-mail address: pptrue1994@gmail.com

บทคัดย่อ

การเดินทางโดยสารทางอากาศที่ต้องมีความเชื่อถือจากนานาชาติในการเลือกใช้การเดินทางมายังประเทศไทยด้วยระบบขนส่งทางอากาศนั้น มีผลต่อการลงทุน การท่องเที่ยว และการพัฒนาประเทศ ในภาพรวม ในส่วนของอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่เกิดกับการบินพาณิชย์ซึ่งเป็นการขนส่งสาธารณะนั้นจะสามารถสร้างความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมให้กับประเทศเป็นอย่างมาก แต่ถ้าหากมีการวางแผนสำหรับรองรับการเกิดเหตุต่าง ๆ เช่น อากาศยานเกิดอุบัติเหตุและจำเป็นต้องขอร่อนลงจอดฉุกเฉิน ความรุนแรงของอุบัติเหตุจะลดระดับลงได้อย่างมาก หากทำอากาศยานที่เกิดเหตุมีแผนปฏิบัติการสำรองและสามารถควบคุมเหตุการณ์ไว้ได้ การมีพื้นที่ลงจอดฉุกเฉินหรือสนามบินสำรองเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถดำเนินการได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการพิจารณารูปแบบและแนวทางในการพัฒนาพื้นที่ลงจอดฉุกเฉินหรือสนามบินสำรองแห่งใหม่ที่อยู่ในเส้นทางการบินอากาศยานพาณิชย์เพื่อรองรับเหตุการณ์ฉุกเฉินต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม โดยผู้ศึกษาได้เลือกวิเคราะห์พื้นที่ซึ่งสามารถดำเนินการคือ จังหวัดอำนาจเจริญ จากการสร้างทางเลือกขึ้นด้วยวิธี Decision Tree Analysis ผ่านอาคารและแผนปฏิบัติการ พื้นที่สนามบิน และรูปแบบทางวิ่ง แล้วจึงศึกษาความเหมาะสมของทางเลือกด้วยวิธี ELECTRE II โดยวิเคราะห์จากปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจ 10 ประการ รวมถึงการวิเคราะห์ความอ่อนไหว

คำสำคัญ : อุบัติการณ์ทางอากาศ, พื้นที่ลงจอดฉุกเฉิน, ทำอากาศยาน, ELECTRE II

Abstract

Domestic air travel and international trust in Thailand as a destination via air transportation significantly impact investment, tourism, and overall national development. Incidents involving commercial aviation, a form of public transportation, can cause extensive direct and indirect damage to the country. Proper planning to address such events, such as emergency landings due to unforeseen circumstances, can substantially mitigate the severity of these incidents. Airports with contingency plans and the ability to manage emergencies effectively can help reduce the impact. Establishing emergency landing sites or alternative

airports is one potential solution. This study aims to identify and analyze suitable approaches for developing new emergency landing sites or alternative airports along commercial flight routes to appropriately address emergencies. The researcher selected Amnat-Charoen province for consideration. Decision Tree Analysis was employed to develop alternatives based on airport buildings and operational plans, airfield locations, and runway designs. These alternatives were then assessed using the ELECTRE II method, evaluating their suitability based on 10 decision-making factors, including sensitivity analysis.

Keywords: Aviation Incident, Emergency Landing, Airport, ELECTRE II

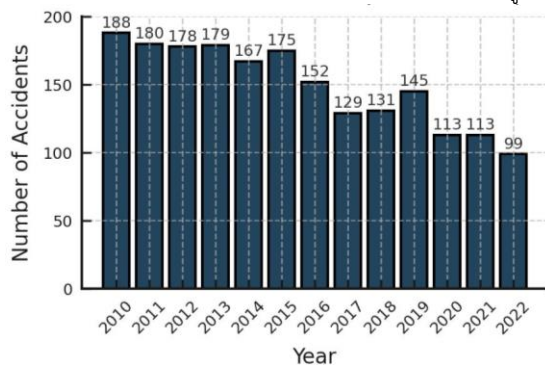
1. คำนำ

ความจำเป็นและความสำคัญของการสร้างท่าอากาศยานสำรองฉุกเฉิน (Emergency Airport) ที่ประกอบด้วย ส่วน Landside และ Airside ที่มีประสิทธิภาพ แต่ไม่จำเป็นต้องมีการออกแบบในส่วนต่างๆที่ซับซ้อน เพื่อรองรับกรณีอากาศยานประสบเหตุขัดข้องจำเป็นต้องร่อนลงฉุกเฉิน โดยเฉพาะเมื่อไม่สามารถใช้ท่าอากาศยานหลักได้เนื่องจากข้อจำกัดด้าน Schedule Flight Plan หรือความไม่พร้อมของระบบสนับสนุน เช่น การดับเพลิง กู้ชีพ และกู้ภัย ซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน การศึกษานี้จะวิเคราะห์ข้อดี ความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม และมาตรฐานความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเสนอแนวทางออกแบบท่าอากาศยานสำรองที่เหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการฉุกเฉิน และเสริมสร้างความยืดหยุ่นให้ระบบการบินอย่างยั่งยืน

ประเทศต่างๆ ที่มีท่าอากาศยานต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) อย่างไรก็ดี แม้แต่ในประเทศที่มีมาตรฐานด้านการคมนาคมทางอากาศที่สูง และมีงบประมาณมากเพียงพอก็ยังพบข้อจำกัดในการจัดการเหตุฉุกเฉินทางอากาศ เช่น เครื่องยนต์ขัดข้อง การก่อการร้ายบนอากาศยาน การพบว่ามีผู้ก่อการของโรคส่วนตัวกำเริบเป็นผู้โดยสารแล้วต้องการรับการสนับสนุนทางการแพทย์อย่างเร่งด่วน ซึ่งนักบินจำเป็นต้องนำอากาศยานลงจอดอย่างปลอดภัยในเวลาจำกัด ปัจจุบันท่าอากาศยานส่วนใหญ่ขาดพื้นที่เฉพาะสำหรับรองรับเหตุการณ์ดังกล่าว ส่งผลให้ต้องใช้ทางวิ่ง-ทางขับของ

ท่าอากาศยานหลักที่มีเที่ยวบินตามกำหนดอยู่แล้ว ซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อความปลอดภัย งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาปัจจัยในการออกแบบและพัฒนาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการพิจารณาก่อสร้างท่าอากาศยานสำรองฉุกเฉินในประเทศไทย ซึ่งมีมาตรฐานความปลอดภัย ความเป็นไปได้ทางวิศวกรรม และประสิทธิภาพการบริหารจัดการ เพื่อเสริมสร้างความพร้อมรองรับเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบการบินพาณิชย์

จากสถิติของ Bureau of Aircraft Accidents Archives (B3A) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่เก็บรวบรวมสถิติอุบัติเหตุของเครื่องบินโดยสารและขนส่งทางอากาศ พบว่า ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010-2022 มีแนวโน้มผันผวนของการเกิดอุบัติเหตุของอากาศยานและการขนส่งทางอากาศ ในช่วงปี ค.ศ. 2015 - 2019 และมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 จำนวนเหตุการณ์อุบัติเหตุของอากาศยานปี ค.ศ. 2010 - 2022

จากแผนภูมิแท่งดังกล่าวจะแปลความหมายในส่วนแนวโน้มของการเกิดอุบัติเหตุของอากาศยานและการขนส่งทางอากาศที่มีค่าขึ้นจาก ปี ค.ศ. 2015 ถึง ค.ศ. 2019 ที่มากและลดน้อยลงในปี ค.ศ. 2020 แต่อย่างไรก็ตามการลดลงของจำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเพราะเกิดโรคระบาดของเชื้อ COVID-19 จึงทำให้มีการงดการบินเพื่อป้องกันประชาชนของประเทศต่างๆ และลดการแพร่เชื้อไวรัสดังกล่าวจากประเทศต้นทางไปยังประเทศปลายทางของการบิน

2. วัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์แนวทาง การสร้างท่าอากาศยานฉุกเฉินสำรองที่มีความพร้อมในการรองรับเหตุการณ์อากาศยานที่เกิดขึ้นซ้ำซ้อนในรูปแบบต่างๆ รวมถึงการพัฒนาการแนวทางเลือกในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับอุบัติเหตุทางอากาศยานสำหรับสายการบินพาณิชย์ และอากาศยานที่ต้องการร่อนลงฉุกเฉินที่วิเคราะห์ด้วยวิธี ELECTRE II

2.1.2 เพื่อสร้างทางเลือกในการตัดสินใจสำหรับการพัฒนาขีดความสามารถการรองรับสถานการณ์อุบัติเหตุของอากาศยานที่ของลงจอดฉุกเฉินให้แก่ท่าอากาศยานปลายทาง และท่าอากาศยานสำรองฉุกเฉินได้อย่างปลอดภัยที่วิเคราะห์ด้วยวิธี ELECTRE II

2.1.3 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบในการตัดสินใจดำเนินการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับเหตุการณ์อุบัติเหตุทางอากาศยานสำหรับสายการบินพาณิชย์ และอากาศยานที่ต้องการร่อนลงฉุกเฉินที่วิเคราะห์ด้วยวิธี ELECTRE II

2.2 ขอบเขตของงานวิจัย

2.2.1 วิเคราะห์ลำดับความสำคัญของแนวทางเลือกที่นำเสนอด้วยวิธี ELECTRE II โดยพิจารณาแนวทางเลือกจากปัจจัยที่มีปัจจัยเกี่ยวข้องในด้านเศรษฐศาสตร์และไม่ได้เกี่ยวข้องในด้านเศรษฐศาสตร์

2.2.2 การวิเคราะห์เป็นการนำจังหวัดที่ไม่มีท่าอากาศยาน และยังเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ใกล้เคียงกับท่าอากาศยานของจังหวัดใกล้เคียง เพื่อให้การสร้างท่าอากาศยานสำรองฉุกเฉินนั้นมีประโยชน์สูงสุดโดยนำจังหวัดอำนาจเจริญมาทำการศึกษา

3. ทฤษฎีและงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สนามบินมีเขตการบิน ทางวิ่ง-ทางขับ ลานจอดเป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งของท่าอากาศยานและยังเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในท่าอากาศยานต้องมีกฎระเบียบข้อบังคับ มีมาตรฐานตั้งแต่กระบวนการสำรวจเพื่อการออกแบบ การออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ และสภาพภูมิประเทศ รวมไปถึงการตอบสนองการใช้งานของประเภทของอากาศยานที่จะมาใช้บริการ การสร้างสนามบินจะต้องมีการตรวจสอบวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างตามหลักวิศวกรรม ท่าอากาศยานมีองค์ประกอบเป็น 2 เขต ดังนี้

3.1.1 เขตการบิน (Airsides, Aerodrome) เป็นเขตพื้นที่ที่มีการใช้งานในการขึ้นและลงของอากาศยาน รวมไปถึงการขับเคลื่อน การจอดของอากาศยาน เขตการบินเป็นเขตที่ต้องมีการควบคุมเป็นพื้นที่เฉพาะหวงห้าม เพื่อให้การจัดการดำเนินการของเขตการบินเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

การออกแบบทางวิ่งในเขตการบิน และการออกแบบทางขับในเขตการบินมีปัจจัยในการกำหนดที่เป็นเงื่อนไขในการออกแบบได้แก่ สภาพลมที่มีทิศทางแตกต่างกัน สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ประเภทของอากาศยานที่ต้องการมาใช้งาน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ต้องอาศัยการสำรวจและการเก็บค่าทางสถิติจากผู้เชี่ยวชาญชำนาญการ รวมถึงการวางแผนการใช้งานอากาศยานจากหน่วยงานผู้เกี่ยวข้อง ตัวอย่างรูปแบบของทางวิ่งในเขตการบินเช่น

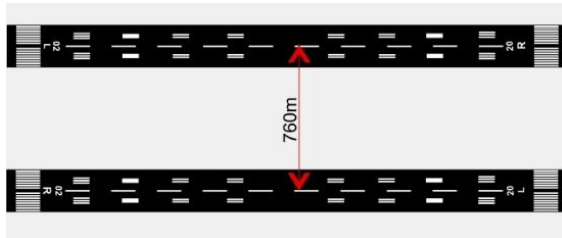
ทางวิ่งเดี่ยว (Single Runway) เป็นทางวิ่งที่มีการออกแบบและการสร้างที่ไม่ซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตามมีเงื่อนไขในการกำหนดการในการออกแบบในรูปแบบการออกแบบทางวิ่งเดี่ยวนี้คือการออกแบบนี้เหมาะสมกับภูมิประเทศที่มีทิศทางลมจากทิศตะวันตก ไม่มีปัญหาปัจจัยของการเกิดเสียงของอากาศยานมากนัก และสิ่งสำคัญที่สุดคือพื้นที่ที่ใช้ในการก่อสร้างจริงจะต้องมีพื้นที่ที่มีความยาวที่มากพอในการสร้าง โดยการออกแบบรูปแบบนี้นิยมสร้างทางวิ่งและทางขับแบบเส้นทางเดียวในสนามบินโดยมีความยาวมาก



รูปที่ 2 การออกแบบทางวิ่งแบบเดี่ยว (Single Runway)

ที่มา: <https://www.stantec.com/en/ideas/topic/mobility/crazy-airport-runways-landing-on-half-a-runway-why-it-s-business-as-usual-in-alaska>

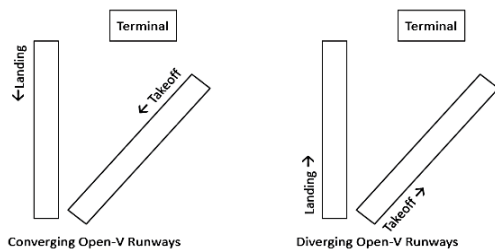
ทางวิ่งคู่ขนาน (Parallel Runway) เป็นทางวิ่งรูปแบบที่ลอกเลียน คล้ายกับทางวิ่งแบบทางวิ่งเดี่ยว เพียงแค่เพิ่มทางวิ่งอีกเส้นทางวิ่งหนึ่ง หรือมากกว่าขึ้นมาเพิ่มเติมเพื่อให้มีลักษณะทางกายภาพขนานกันในเขต สนามบิน หรือท่าอากาศยานเดียวกัน โดยการออกแบบโครงสร้างพื้นฐาน อาจเหมือนหรือแตกต่างกันก็ได้แต่ต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่สามารถรองรับการออกแบบรวมถึงไปถึงค่า ACR (Aircraft Classification Rating) ของลักษณะอากาศยานที่มาขอใช้บริการได้



รูปที่ 3 ทางวิ่งของทั้ง 2 สายถนนทางวิ่งขนานกันมีระยะห่างกันน้อยกว่า 2,500 ฟุตหรือประมาณ 760 เมตร

ที่มา: <https://caasref.wordpress.com/spo/>

ทางวิ่งแบบตัวอักษรวี (Open V-Runways) ทางวิ่งรูปแบบนี้ถูก ออกแบบให้มีลักษณะแบบมุมมองด้านมุมต่ง (Top View) เป็นอักษร ภาษาอังกฤษตัว V แต่จะไม่มีการตัดกัน จะมีการเว้นบริเวณมุมของอักษร ตัวอักษร V กล่าวคือเหมือนการแยกแ่งครึ่งตัว V ออกจากกัน \ / ซึ่งทาง วิ่งทั้ง 2 เส้นทางวิ่งนี้สามารถใช้งานพร้อมกันได้หากมีลมมาในทิศทางเดียว และกระแสลมน้อยหรือจนกระทั่งไม่มีลม



รูปที่ 4 ทางวิ่งแบบตัวอักษรวี (Open V-Runways)

ที่มา: https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1507&context=open_access_theses

3.1.2 เขตนอกการบิน, เขตให้บริการนอกเหนือการบิน (Landside) เป็นพื้นที่หรือเขตภายในท่าอากาศยาน ที่ไม่ใช่เขตการบิน เขตนี้หากเป็นท่า อากาศยานเอกชน หรือท่าอากาศยานที่เปิดให้เข้า-ออกได้อิสระจะไม่มี การควบคุมหรือตรวจสอบเข้มงวด แต่หากเป็นท่าอากาศยานทหารก็ยังคงมี การควบคุม ตรวจสอบไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้ามาในเขตนี้ได้ ในที่นี้จะ อธิบายในวงกว้างส่วนของเอกชนซึ่งจะมีส่วนประกอบต่างๆต่อไปนี้

อาคารผู้โดยสาร (Passenger Terminal) เป็นอาคารหลักที่มีให้เพื่อ ผู้โดยสารขาเข้าและขาออก สามารถแบ่งออกตามรูปแบบ เช่น

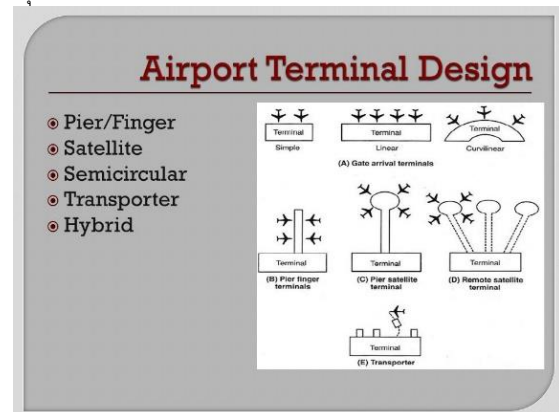
แนวคิดแบบเรียบง่ายทั่วไป (Simple Concept) อาคารรูปแบบนี้เป็น อาคารชั้นเดียวของพื้นที่ที่ผู้โดยสารและเจ้าหน้าที่โดยสาร มีทางออกเพื่อ ไปลานจอดอากาศยานพื้นที่เดียว อากาศยานจะจอดบนลานจอดเป็น ลักษณะมุมแหลมทำให้มีเสียงดังทั้งขาเข้าและขาออก การออกแบบอาคาร แบบนี้เหมาะสำหรับพื้นที่เล็ก มีความหนาแน่นของอากาศยานต่ำ

แนวคิดแบบเส้นตรง (Linear Concept) อาคารของท่าอากาศยาน แนวคิดการออกแบบรูปแบบนี้เป็นการขยายขนาดอาคารผู้โดยสารออกไป เป็นแนวเส้นตรงเพิ่มเติมจากแนวคิดแบบเรียบง่ายทั่วไป เพื่อทำให้เกิดพื้นที่ ที่มากขึ้นในส่วนลานจอดของอากาศยาน โดยอากาศยานจะถูกจอดไว้แต่ละ

ด้าน (Gate) ของอาคารของท่าอากาศยาน การเกิดเสียงรบกวนที่ดังเข้ามา ภายในส่วนอาคารจะเข้ามาเพียงด้านเดียวเท่านั้น เมื่อลานจอดอากาศยาน เต็ม อากาศยานจะถูกเคลื่อนย้ายไปในพื้นที่ของลานจอดที่ไม่ใช่ชาย ขอบของอาคาร

แนวคิดแบบท่าเรือที่ยื่นออกไปในลานจอดอากาศยาน ซึ่งมีอีกชื่อหนึ่ง คือรูปแบบนิ้วมือ (Pier Concept) ลักษณะของอาคารแบบท่าเรือที่ยื่น ออกไปในลานจอดอากาศยาน ซึ่งมีอีกชื่อหนึ่งคือรูปแบบนิ้วมือโดยทั่วไป อาคารหลักจะถูกใช้สำหรับสำหรับเจ้าหน้าที่โดยสาร และรวบรวมระบบ ขนส่งเสียง (กระเป่า) การเดินไปสู่อากาศยาน และการขึ้นอากาศยานจะมี ประตูด่านทั้งสองส่วนอาคารที่ยื่นออกจากอาคารไป อากาศยานจะ ถูกจอดอยู่แต่ละด้านของอาคารที่ยื่นออกไป การเกิดเสียงจะเข้ามาทั้งสอง ด้านของอาคาร ลักษณะเด่นของอาคารรูปแบบนี้นั้นจะทำให้เกิด ประสิทธิภาพกับผู้โดยสารที่ต้องต่อเที่ยวบินต่อไป เนื่องจากทางออกมี ระยะทางไม่ไกล แต่ในส่วนของอากาศยานอาคารรูปแบบนี้ไม่ได้เพิ่ม ประสิทธิภาพแต่อย่างใด

แนวคิดแบบการขนส่งหรือยานพาหนะขนส่ง (Transporter Concept) การใช้งานของแนวคิดแบบการขนส่งหรือยานพาหนะขนส่งจะดำเนินการ ด้วยการที่อากาศยานจะถูกจอดในบริเวณลานจอดอากาศยานระยะไกล และจะต้องใช้รถโดยสารในการขนส่งสิ่งของ สัมภาระ และผู้โดยสารไปขึ้น อากาศยาน ในส่วนข้อดีของการออกแบบแนวคิดแบบการขนส่งหรือ ยานพาหนะขนส่งนั้นคืออากาศยานสามารถจอดใกล้ทางวิ่ง ทางขับ (Runway and Taxi way) ได้ลดการเคลื่อนที่ของอากาศยาน ทั้งยังมีความ ยืดหยุ่นได้มากกว่า



รูปที่ 5 แบบอาคารผู้โดยสารรูปแบบต่างๆ

ที่มา: Airport Terminals and Ground Access Hong Kong Airport

3.1.3 รูปแบบและทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์

Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) กระบวนการวิเคราะห์ และตัดสินใจในสถานการณ์ที่มีหลายเกณฑ์ (หลายปัจจัย) ที่ต้องพิจารณา พร้อมกัน เช่น การประเมินโครงการ การจัดลำดับความสำคัญ เป็นต้น

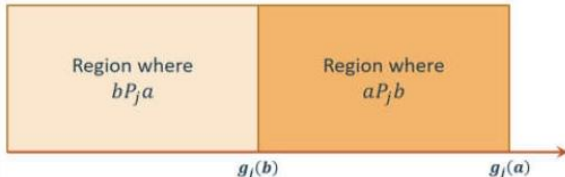
พิจารณาหลายเกณฑ์พร้อมกัน (ไม่ใช่แค่เกณฑ์เดียว) โดยการนำ ข้อมูล ความสำคัญ (น้ำหนัก) และผลการประเมินแต่ละทางเลือก มาคำนวณรวมใช้วิธีการต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบ จัดอันดับ หรือเลือก ตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุด

ELECTRE II คือเทคนิคย่อยหนึ่งของ MCDA เป็นวิธีการคัดออกและ คัดเลือกทางเลือกในการตัดสินใจโดยพิจารณาปัจจัยรอบด้าน ซึ่งยังมี ทางเลือกของวิธีการดำเนินการที่มีความแตกต่างกันในรายละเอียดอยู่หลาย วิธี แต่ในงานวิจัยนี้ จะกล่าวถึงเพียง ELECTRE II ซึ่งกล่าวโดยรวมคือ วิธีการในการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดหรือดีกว่า และบางที่สามารถจัดลำดับ ความสำคัญของทางเลือกได้ สำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธี ELECTRE นั้น

ผลการวิเคราะห์โดยรวมจะถูกนำมาใช้บ่งชี้ข้อสรุปได้ 4 รูปแบบสำหรับการพิจารณาทางเลือก a และ b คือ

- a ได้เปรียบ b และ a ไม่เสียเปรียบ b ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ว่า aPb
- b ได้เปรียบ a และ b ไม่เสียเปรียบ a ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ว่า bPa
- a ไม่แตกต่างกับ b กล่าวคือไม่มีทางเลือกใดได้เปรียบและเสียเปรียบกันซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ว่า aIb
- a นั้นไม่สามารถเปรียบเทียบ กับ b ได้ ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ว่า aRb

ความสัมพันธ์พื้นฐานการวิเคราะห์ทางเลือกด้วยวิธี ELECTRE II นั้นขอบเขตการตรวจสอบในการวิเคราะห์ด้วยวิธี ELECTRE II ถูกกำหนดให้มี 3 ระดับ และขอบเขตการตรวจสอบความไม่สอดคล้อง (Discordance Threshold) ให้มี 2 ระดับ เพื่อการตรวจสอบความเหนือกว่า (Dominance) ได้อย่างละเอียดและแม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้ การวิเคราะห์แบบ ELECTRE II เป็นวิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางเลือกที่พัฒนาขีดความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยวิธี ELECTRE I ที่ไม่สามารถใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกให้สามารถจัดลำดับทางเลือกได้โดยตรง ELECTRE II ได้เพิ่มกรอบวิธีในการพิจารณาความได้เปรียบของทางเลือกเพื่อใช้ในการจัดลำดับ ทางเลือกโดยกำหนด ให้วิเคราะห์ด้วยการเลือกทางเลือกที่ได้เปรียบที่สุด ไปยังด้อยที่สุดเรียกว่า การวิเคราะห์ขาลง (Rank Descending) และการเลือกทางเลือกที่ด้อยที่สุดไปยังทางเลือกที่ได้เปรียบที่สุด ซึ่งเรียกว่าการวิเคราะห์ขาขึ้น (Rank Ascending)



รูปที่ 6 ขอบเขตเงื่อนไขพิจารณาของ ELECTRE II
ที่มา: สื่อการสอน ผศ.ดร.วัชร สัตยาประเสริฐ

รายวิชา Project Evaluation Methods For Engineering

$$\begin{aligned} \text{โดยที่ } aIjb &\leftrightarrow g_j(a) = g_j(b) & (1) \\ aPjb &\leftrightarrow g_j(a) > g_j(b) & (2) \\ bPa &\leftrightarrow g_j(a) < g_j(b) & (3) \end{aligned}$$

เมื่อ I คือ ความสัมพันธ์แบบไม่แตกต่างกัน (Equivalent)
และ P คือ ความสัมพันธ์แบบเหนือกว่า (Preference)

การวิเคราะห์แบบ ELECTRE II ยังประกอบด้วยตัวแปรต่างๆที่สำคัญต่อการใช้ในการคิดคำนวณ การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบทางเลือกหนึ่งกับอีกทางเลือกหนึ่ง การถ่วงค่าน้ำหนักของปัจจัยต่างๆที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ความสอดคล้อง-ความไม่สอดคล้องของทางเลือกและปัจจัยที่มีผลต่อกันและกัน ค่าบ่งชี้ความเหนือกว่า-ด้อยกว่าของทางเลือก ลำดับของทางเลือกที่จะทำการวิเคราะห์ รวมไปถึงมีค่าขอบเขตในการตรวจสอบความถูกต้องและความไม่ถูกต้องของความสอดคล้องของข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตัวแปรต่างๆได้จึงขอแจกแจงตัวแปรต่างๆและความหมายตามรูปของตารางตัวแปรในการวิเคราะห์ ELECTRE II

ตารางที่ 1 ตัวแปรในการวิเคราะห์ ELECTRE II

ตัวแปร	ความหมาย
a_i	ทางเลือก i
g_j	ปัจจัย j
$g_j(a_i)$	คะแนนของทางเลือก i ภายใต้อำนาจ j
$Ng_j(a_i)$	คะแนนของทางเลือก i ภายใต้อำนาจ j ที่ผ่านการ normalize แล้ว (Normalized Score)
w_j	ค่าความสำคัญของปัจจัย j ที่ผ่านการ normalize แล้ว (Normalized Weight)
Nw_j	ลำดับทางเลือกจากการประเมิน เหนือกว่า $\rightarrow$ ด้อยกว่า
$C_{ik}(a_i, a_k)$	ค่าคะแนนสอดคล้องกับทางเลือก i เทียบกับ k (Concordance)
$d_{ik}(a_i, a_k)$	ค่าคะแนนไม่สอดคล้องกับทางเลือก i เทียบกับ k (Discordance)
$S_{ik}(a_i, a_k)$	คะแนนการครอบงำอย่างแน่นหนา (Strongly Dominate)
$F_{ik}(a_i, a_k)$	คะแนนการครอบงำอย่างแน่นหนา (Strongly Dominate)
$f_{ik}(a_i, a_k)$	คะแนนการครอบงำอย่างไม่แน่นหนา (Weakly Dominate)
p^-, p^0 และ p^+	ค่าขอบเขตการตรวจสอบของคะแนนสอดคล้อง (Concordance) มีค่าอยู่ในช่วง $0.5 \leq p^- \leq p^0 \leq p^+ \leq 1.0$
q^- และ q^+	ค่าขอบเขตของคะแนนไม่สอดคล้อง (Discordance) มีค่าความสัมพันธ์คือ $0 \leq q^- \leq q^+ \leq 1.0$

ลักษณะของ เมทริกซ์ประสิทธิภาพ (Performance Matrix) ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธี ELECTRE II ควรจะทำการปรับค่าให้เป็นค่าปกติ (Normalized Value) ก่อนทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกัน และการสร้างเมทริกซ์ความสอดคล้อง (Concordance Matrix) และ เมทริกซ์ความไม่สอดคล้อง (Discordance Matrix) เพื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบ โดยมีขั้นตอนที่สำคัญในการวิเคราะห์ด้วยตาราง เมทริกซ์ประสิทธิภาพ (Performance Matrix) คือ ขั้นตอนการสร้าง เมทริกซ์ความเชื่อถือ (Credibility Matrix) ซึ่งในการคำนวณเพื่อสร้าง Credibility Matrix นั้นการบ่งชี้ว่าทางเลือก a เหนือกว่าทางเลือก b อย่างหนักแน่น (หรือแทนด้วย $aPjfb$) ให้พิจารณาว่า ค่าความสอดคล้อง (Concordance) $\geq p^+$ และค่าความไม่สอดคล้อง (Discordance) $\leq q^-$ หรือพิจารณาว่า ค่าความสอดคล้อง (Concordance) $\geq p^0$ และค่าความไม่สอดคล้อง (Discordance) $\leq q^+$ และ ค่าความสอดคล้อง (Concordance) $(a,b) \geq$ ค่าความสอดคล้อง (Concordance) (b,a) และการบ่งชี้ว่าทางเลือก a เหนือกว่าทางเลือก b อย่างไม่หนักแน่น (หรือแทนด้วย $aPjfb$) ให้พิจารณาว่า ค่าความสอดคล้อง (Concordance) $\geq p^-$ และค่าความไม่สอดคล้อง (Discordance) $\leq q^+$ และ ค่าความสอดคล้อง (Concordance) $(a,b) \geq$ ค่าความสอดคล้อง (Concordance) (b,a)

เมทริกซ์ความเชื่อถือ (Credibility Matrix) สำหรับพิจารณาสรุปทางเลือกที่ได้เปรียบในการวิเคราะห์ประเมินด้วยวิธี ELECTRE II นั้นจะต้องระบุว่าความสัมพันธ์ระหว่างทางเลือกนั้นเป็นการ เหนือกว่ากันอย่างหนักแน่น (Strong Dominance) หรือ เหนือกว่ากันอย่างไม่หนักแน่น (Weak Dominance) ด้วยเพื่อการสรุปวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของทางเลือกได้อย่างละเอียดถูกต้องและง่ายมากขึ้น ซึ่งการวิเคราะห์เพื่อสรุปทางเลือกที่ได้เปรียบ จะวิเคราะห์ลำดับทางเลือกขาลง (Descending) ซึ่งพิจารณาตามหลักในแนวตั้งของเมทริกซ์ และการวิเคราะห์ลำดับทางเลือกขาขึ้น (Ascending) จะพิจารณาตามแถวในแนวนอนของเมทริกซ์ ซึ่งวิธีพิจารณาสรุปทางเลือกที่ได้เปรียบด้วยวิธี ELECTRE II จะต้องวิเคราะห์ 2 ครั้ง (2 ทิศทางการวิเคราะห์) เพื่อเปรียบเทียบกันด้วยวิธีการวิเคราะห์จากปัจจัยเหนือกว่า $\rightarrow$ ด้อยกว่า และการวิเคราะห์จากปัจจัยด้อยกว่า $\rightarrow$ เหนือกว่า สามารถทำได้ดังอธิบายในรูปของตาราง

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ลำดับทางเลือกขาลง (Descending)

N	ชั้นที่
A	ประกอบด้วยทางเลือกที่ยังสามารถดำเนินการได้และผ่านการประเมินแล้ว
D	ทางเลือกที่ไม่ได้แสดงความสัมพันธ์อย่างชัดเจน (หนักแน่น) กับทางเลือกอื่น ๆ
E	ทางเลือกจากกลุ่ม D ที่มีความสัมพันธ์กับทางเลือกอื่น ๆ ในระดับไม่หนักแน่น
G	ทางเลือกจากกลุ่ม E ที่ไม่ด้อยกว่าทางเลือกใด ๆ ในกลุ่มเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์แบบไม่หนักแน่น
L	$(D - E) + G$
R	ลำดับจากการประเมิน โดยเรียงจากทางเลือกที่เหนือกว่า $\rightarrow$ ด้อยกว่า

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ลำดับทางเลือกขาลง (Ascending)

N	ชั้นที่
A	ประกอบด้วยทางเลือกที่ยังไม่ได้ถูกประเมิน
D	กลุ่มทางเลือกที่ไม่ได้ถูกบ่งชี้ว่ามีความสัมพันธ์อย่างหนักแน่นกับทางเลือกใด ๆ
E	ทางเลือกจากกลุ่ม D ที่มีความสัมพันธ์อย่างไม่หนักแน่นกับทางเลือกในกลุ่ม
G	ทางเลือกจากกลุ่ม E ที่ไม่ด้อยกว่าทางเลือกใด ๆ ในกลุ่มอย่างไม่หนักแน่น
L	$(D - E) + G$
R'	ลำดับจากการประเมิน โดยเรียงจากทางเลือกที่ด้อยกว่า $\rightarrow$ เหนือกว่า

3.2 งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ค้นคว้าข้อมูลจากงานตีพิมพ์ต่างๆ ของผู้วิจัยหลายท่านจากหลายสาขาของศาสตร์ต่างๆ โดยจะนำข้อมูลผู้วิจัยบางท่านนำมายกตัวอย่างดังนี้

Kadir Dönmez, Emre Aydogan, Cem Çetek และ Erdem Emin Mara ทำการวิจัยเกี่ยวกับมูลเหตุของความล่าช้าในการรอกยทางอากาศและการขอเข้าจอดจากการบินที่เครื่องบินมาถึงท่าอากาศยาน ความล่าช้าในการออกคิว เวลาที่เครื่องบินเคลื่อนที่และเวลาที่สามารถอยู่ในทางวิ่งได้ที่มีการจำกัดด้านเวลา และ Rachel Jayne Kennedy ที่กล่าวไว้ว่านอกเหนือจากเที่ยวบินที่ปลอดภัยแล้ว ผู้โดยสารของสายการบินยังคงคาดหวังว่าจะถึงจุดหมายปลายทางทันเวลาเนื่องจากมีเที่ยวบินจำนวนมากถึงล่าช้าในแต่ละวันซึ่งมีความสอดคล้องด้านความล่าช้าในส่วนงานต่างๆ รวมไปถึงการเลือกใช้รูปแบบการออกแบบและเลือกการก่อสร้างทางวิ่งของสนามบินที่อยู่ในท่าอากาศยาน

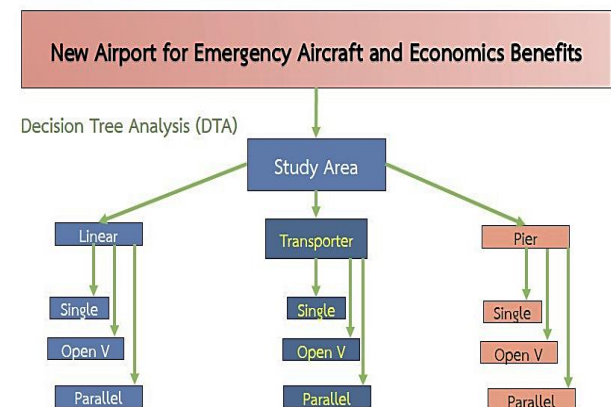
การประเมินความแข็งแรงโครงสร้างชั้นทาง (Pavement Classification Number; PCN) ของทางขับ ภายในท่าอากาศยาน และผลกระทบต่ออายุการใช้งานคงเหลือมีความสำคัญต่อการรองรับอากาศยานโดยตรงซึ่งตรงกับงานวิจัยของ ฤกษ์ชัย ชาติวงศ์ กล่าวว่าการใช้งานอากาศยานที่มีค่า (Aircraft Classification Number; ACN) เพิ่มขึ้นต้องมีโครงสร้างชั้นทางที่ทำการสำรวจสภาพทางกายภาพตามมาตรฐานโดยใช้ทฤษฎียืดหยุ่นของชั้นทาง (LED) หาค่าความเสียหายสะสม (CDF) ที่เกิดขึ้นในโครงสร้างชั้นทาง แล้วแสดงผลของการประเมินออกมาอยู่ในรูปอายุการใช้งานคงเหลือ และทำการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทางด้วยวิธี “ค่าหมายเลขจำแนกอากาศยาน – ค่าหมายเลขจำแนกพื้นผิวจราจร (ACN-PCN)” ซึ่งใช้หลักการคำนวณด้วยวิธี CBR

ในขณะที่ วรวิทย์ จุลเจิม และ จักรพงษ์ พงษ์พิ้ง ในการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27 (2565) หัวข้อ “ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบสนามบินที่ส่งผลต่อความยั่งยืนของสนามบิน” ได้บรรยายถึงการพัฒนารูปร่างของแต่ละประเทศที่มีการขยายตัวอย่างมากทำให้มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานหลาย ๆ หลายประเภท โดยโครงสร้างพื้นฐานหนึ่งที่เป็นที่สนใจคือ สนามบิน แต่อย่างไรก็ตามในการพัฒนาสนามบินทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกใช้ไปในปริมาณมากจะสะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาที่ยั่งยืน จุดเริ่มต้นที่สำคัญสำหรับการพัฒนาสนามบินอย่างยั่งยืนก็คือการออกแบบสนามบิน ซึ่งสามารถรวบรวมแนวทางเพื่อความยั่งยืนที่

หลากหลายรวมถึงกิจกรรมปรับปรุง ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อการใช้งานและการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพ โดยการซ่อมบำรุงปรับปรุงที่ดินนั้นจะต้องไม่ขัดแย้งในการศึกษาสภาพภูมิอากาศลักษณะการใช้งานของสนามบินตามงานวิจัยของ ดร.ธนากร เอี่ยมปาน การศึกษาการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของเครื่องบินขณะลงสนามบินตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ กรณีศึกษาพื้นที่ทางวิ่งเปี้ยก วิทยาลัยการบินและคมนาคม มหาวิทยาลัยศรีปทุม (2565) อุตสาหกรรมการขนส่งทางอากาศมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศมีหน้าที่กำหนด และรักษามาตรฐานความปลอดภัยด้านการบินทั่วโลก จากข้อมูลอากาศยานอุบัติเหตุขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ในปี 2016 พบว่า จำนวนอากาศยานอุบัติเหตุซึ่งมากกว่า 50% เกิดจากเครื่องบินออกนอกทางวิ่ง บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของเครื่องบินขณะลงสนามบิน ตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศกรณีศึกษาพื้นที่ทางวิ่งเปี้ยก ขั้นตอนการดำเนินการ โดยการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการประเมินและนำเสนอแนวทางการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของเครื่องบินขณะลงสนามบินตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ กรณีศึกษาพื้นที่ทางวิ่งเปี้ยก

4. วิธีการในการวิเคราะห์

ทำการสร้าง Decision Tree Analysis Framework ในการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์รวมถึงการสร้างขอบเขตของการศึกษาดังแผนผังที่ 1

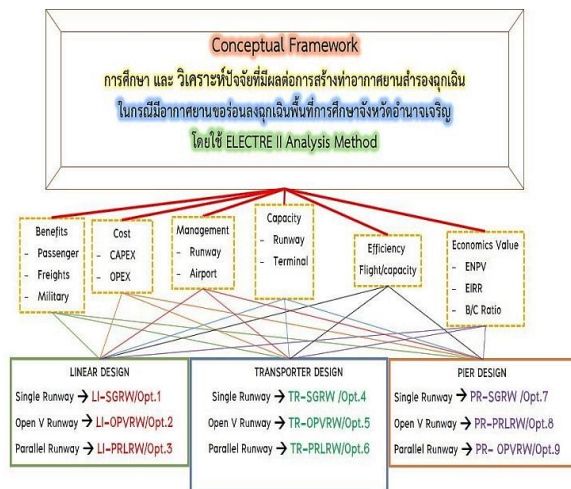


แผนผังที่ 1 Decision Tree Analysis Framework

เมื่อสามารถกำหนดเป้าหมายได้แล้ว ต่อมาให้ดำเนินการในส่วนของการสร้างทางเลือกรวมไปถึงปัจจัยที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยดังแผนผังที่ 2 ซึ่งได้นำจังหวัดอำนาจเจริญมาเป็นพื้นที่การศึกษาซึ่งจังหวัดอำนาจเจริญเหมาะสมในการนำมาศึกษาอย่างมีนัยสำคัญโดยแม้ว่าจะมีลักษณะการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เน้นภาคการเกษตรเป็นหลัก แต่ก็ยังมีการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจอื่นๆด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกษตร มีการเน้นการเกษตรคือการปลูกข้าว ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ การเลี้ยงวัว ควาย และสุกร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงเพื่อการบริโภคภายในประเทศและส่งออก อุตสาหกรรมแปรรูปเกษตร เช่น โรงสีข้าว โรงงานผลิตอาหารสัตว์ และโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง หัตถกรรมและงานฝีมือท้องถิ่น เช่น การทอผ้าไหมและผ้าฝ้าย ซึ่งเป็นสินค้าขึ้นชื่อของจังหวัดและมีส่วนช่วยในการสร้างรายได้ให้กับชุมชน

ตารางที่ 4 ทางเลือกที่จะนำปัจจัยมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบและประกอบการตัดสินใจด้วยวิธี ELECTRE II

Alternative/ Option	รูปแบบการออกแบบและก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร	รูปแบบการออกแบบและก่อสร้าง ทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดของอากาศยาน
LI-SGRW/Opt.1	LINEAR	Single Runway
LI-OPVRW/Opt.2		Open-V Runway
LI-PRLRW/Opt.3		Parallel Runway
TR-SGRW /Opt.4	TRANSPORTER	Single Runway
TR-OPVRW/Opt.5		Open-V Runway
TR-PRLRW/Opt.6		Parallel Runway
PR-SGRW /Opt.7	PIER	Single Runway
PR-PRLRW/Opt.8		Open-V Runway
PR-OPVRW/Opt.9		Parallel Runway



แผนผังที่ 2 Conceptual Framework

ตามแผนผังที่ 2 Conceptual Framework นั้นมีการสร้างปัจจัยเพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ในการเปรียบเทียบในทางเลือกของการออกแบบก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร และรูปแบบทางวิ่ง-ทางขับ โดยมี 10 ทางเลือกในการวิเคราะห์ แต่ในส่วนของปัจจัยจะประกอบไปด้วย

- Criteria A: Capacity Runway
- Criteria B: Capacity Terminal
- Criteria C: Management Runway
- Criteria D: Management Airport
- Criteria E: Efficiency Flight/capacity
- Criteria F: Cost (CAPEX)
- Criteria F: Cost (OPEX)
- Criteria G: Economics Value (ENPV)
- Criteria H: Economics Value (EIRR)
- Criteria I: Economics Value (B/C)

จาก Criteria G ถึง Criteria I นั้นค่าจากการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economics Value) ซึ่งก็คือความคุ้มค่าในการลงทุนแบ่งเป็นค่า ENPV,

EIRR และ B/C Ratio ซึ่งได้จากการวิเคราะห์จาก COST BENEFIT ANALYSIS (CBA) อันเป็นการวิเคราะห์การคำนวณและวิเคราะห์ด้วยข้อมูลของเที่ยวบิน มูลค่าที่จะสูญเสียหากเกิดอุบัติเหตุทั้งเวลาและมูลค่าเงินโอกาสความเสี่ยงของเหตุการณ์และข้อมูลที่สำคัญอื่นๆที่เกี่ยวข้อง และส่วนของทางเลือก 9 ทางเลือก มีทางเลือกตามตารางที่ 4 ดังนี้

การลำดับทางเลือก (Alternatives) ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดลำดับทางเลือกมาให้ค่าของคะแนนของทางเลือก i ภายใต้อันดับของ j ($g_i(a_j)$) ซึ่งจะได้การแทน ค่าต่างๆได้ดังนี้

ลำดับทางเลือกที่ LI-SGRW/Opt.1 รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร LINEAR รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้าง ทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดของอากาศยาน Single Runway

ลำดับทางเลือกที่ LI-OPVRW/Opt.2 รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร LINEAR รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้าง ทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดของอากาศยาน Open-V Runway

ลำดับทางเลือกที่ LI-PRLRW/Opt.3 รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร LINEAR รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้าง ทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดของอากาศยาน Parallel Runway

ลำดับทางเลือกที่ TR-SGRW /Opt.4 รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร TRANSPORTER รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้าง ทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดของอากาศยาน Single Runway

ลำดับทางเลือกที่ TR-OPVRW/Opt.5 รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร TRANSPORTER รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้าง ทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดของอากาศยาน Open-V Runway

ลำดับทางเลือกที่ TR-PRLRW/Opt.6 รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร TRANSPORTER รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้าง ทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดของอากาศยาน Parallel Runway

ลำดับทางเลือกที่ PR-SGRW /Opt.7 รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร PIER รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้าง ทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดของอากาศยาน Single Runway

ลำดับทางเลือกที่ PR-PRLRW/Opt.8 รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร PIER รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้าง ทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดของอากาศยาน Open-V Runway

ลำดับทางเลือกที่ PR- OPVRW/Opt.9 รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้างอาคารผู้โดยสาร PIER รูปแบบการออกแบบ และก่อสร้าง ทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดของอากาศยาน Parallel Runway

จากการที่ผู้วิจัยได้อธิบายทางเลือก (Alternatives) จาก **ลำดับทางเลือกที่ LI-SGRW/Opt.1** ถึง **ลำดับทางเลือกที่ PR- OPVRW/Opt.9** ให้เป็นทางเลือก i ภายใต้อันดับของ j ($g_i(a_j)$)

สำหรับปัจจัยต่างๆที่นำมาวิเคราะห์จะมีปัจจัยบางประการที่ยังไม่สามารถนำวิเคราะห์ได้ทันทีเนื่องจากต้องนำไปคัดกรองเป็นข้อมูลที่มีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ก่อนซึ่งผู้วิจัยได้นำหลักการ CBA (Costs Benefits Analysis) มาทำการวิเคราะห์ โดยขอยกตัวอย่างของการวิเคราะห์ตามรูปที่ 7

Year	Current Value										Present Value											
	Costs					Benefits					Net Value	Costs					Benefits					Net Value
	CAPEX	OPEX	Passenger	Freight	Military	CAPEX	OPEX	Passenger	Freight	Military		CAPEX	OPEX	Passenger	Freight	Military						
	Man	Price	IVOT	ACC	IVOT	ACC	IVOT	ACC	IVOT	ACC	IVOT	ACC	IVOT	ACC	IVOT	ACC	IVOT	ACC	IVOT	ACC		
1	(1,470,324,608.32)										(1,470,324,608.32)								(1,470,009,154.56)			
2	(2,205,486,912.47)										(2,205,486,912.47)								(2,015,630,422.82)			
3	(3,675,811,520.79)										(3,675,811,520.79)								(3,221,101,157.81)			
4	(346,500,000.00)	(310,000,000.00)	457,134,970.00	1,085,274,060.00	80,540,000.00	26,445,266.67	141,875,200.00	1,134,500,123.67			(295,561,508.50)	(295,561,016.51)	383,366,003.97	910,010,174.63	67,538,233.75	22,343,699.62	138,970,686.33	951,731,686.33				
5	(345,995,000.00)	(310,000,000.00)	470,910,446.91	1,117,700,101.80	82,151,412.00	27,178,172.00	144,712,794.00	1,176,544,316.71			(289,629,780.49)	(291,755,035.96)	377,802,911.91	896,947,627.62	65,922,486.53	21,809,153.56	136,124,000.77	948,122,401.00				
6	(331,444,650.00)	(322,524,480.00)	485,038,172.32	1,251,297,987.25	83,794,440.34	27,721,735.44	147,666,559.06	1,219,465,641.31			(277,443,991.17)	(281,464,805.09)	372,435,745.42	884,072,970.42	64,345,393.35	21,287,402.50	133,345,754.05	936,422,470.49				
7	(300,999,296.30)	(308,574,480.00)	499,589,317.49	1,385,821,776.87	85,470,329.04	28,176,170.15	150,539,897.24	1,261,752,514.29			(262,331,242.44)	(261,759,809.76)	367,112,447.64	871,302,595.67	62,806,030.07	20,778,134.50	130,651,392.22	926,441,694.90				
8	(300,595,288.47)	(300,535,969.00)	514,576,971.01	1,221,406,739.18	87,175,755.63	28,441,893.55	153,570,775.13	1,309,452,176.43			(251,546,911.59)	(255,556,560.72)	361,442,890.98	858,675,046.54	61,303,493.47	20,281,041.54	107,588,336.27	920,767,254.96				
9	(304,174,982.36)	(302,265,048.99)	530,014,369.32	1,238,048,512.06	88,523,393.42	29,428,527.42	156,441,684.77	1,356,606,750.13			(256,024,958.10)	(260,311,666.52)	356,445,579.88	846,546,696.69	59,839,902.71	19,755,767.36	105,488,883.25	912,666,688.00				
10	(307,616,792.19)	(303,110,349.97)	545,551,756.13	1,255,799,400.85	91,701,766.94	30,066,897.97	159,714,938.47	1,405,261,267.40			(256,847,375.77)	(261,040,818.43)	351,529,610.62	834,765,368.70	58,405,397.85	19,227,272.35	102,883,235.32	904,666,035.54				
11	(311,458,699.51)	(306,992,596.97)	562,291,738.21	1,334,604,112.85	92,515,832.88	30,807,855.59	162,570,068.83	1,455,462,711.43			(261,534,688.54)	(265,423,784.50)	346,463,731.04	822,418,342.54	57,008,139.54	18,900,761.94	100,421,919.90	896,623,670.99				
12	(315,295,688.30)	(309,214,408.11)	579,180,543.50	1,374,704,105.41	94,360,149.54	31,235,176.65	166,225,499.89	1,507,255,467.56			(261,247,689.48)	(264,174,411.60)	341,581,280.36	810,413,294.57	55,648,308.45	18,408,269.36	98,049,475.77	888,774,076.44				
13	(319,141,946.99)	(313,478,696.27)	596,535,771.87	1,435,456,154.47	96,239,472.53	31,843,500.18	169,933,977.13	1,560,091,314.99			(261,887,479.71)	(265,065,621.97)	336,468,218.92	797,577,697.04	54,313,049.90	17,968,417.56	95,678,912.24	880,633,849.43				
14	(323,021,566.45)	(317,780,270.20)	614,411,842.02	1,482,423,511.15	98,178,541.38	32,480,431.29	174,545,077.34	1,615,919,576.04			(266,675,438.89)	(269,046,410.88)	331,776,522.00	787,595,117.65	53,013,748.32	17,538,551.50	93,385,646.31	872,498,718.06				
15	(326,579,082.12)	(321,446,055.00)	632,864,800.17	1,509,176,219.50	100,144,112.62	33,130,040.01	179,409,198.68	1,672,692,000.67			(269,739,114.30)	(271,967,446.01)	327,054,179.57	776,255,159.89	51,745,478.33	17,118,566.94	91,154,549.89	864,314,165.94				
16	(330,444,872.54)	(325,554,956.31)	651,650,744.38	1,547,241,502.59	102,144,055.08	33,762,640.81	184,592,058.25	1,731,362,077.27			(273,061,011.13)	(274,403,065.00)	322,320,196.14	765,063,458.18	50,507,546.76	16,709,424.22	89,105,829.99	856,105,411.38				
17	(334,349,323.67)	(330,158,055.44)	671,406,265.72	1,591,658,748.06	104,187,654.18	34,468,419.63	191,530,899.42	1,791,884,684.92			(276,596,786.63)	(277,752,277.67)	317,881,590.45	754,061,686.05	49,293,232.95	16,309,677.23	86,877,518.34	847,677,518.34				
18	(338,293,814.89)	(334,038,416.53)	691,548,454.72	1,641,468,530.53	106,270,811.26	35,157,863.90	197,201,313.41	1,854,316,521.96			(280,447,113.49)	(281,212,746.89)	311,133,395.37	743,257,547.02	48,115,624.76	15,919,489.56	84,784,823.76	836,655,295.11				
19	(342,275,743.04)	(337,233,884.88)	712,254,988.36	1,690,712,565.84	108,379,940.49	35,881,020.77	199,945,399.67	1,916,715,950.22			(284,366,788.80)	(285,701,181.95)	306,638,657.64	732,587,778.40	46,968,802.80	15,538,644.43	82,784,957.16	831,383,052.61				
20	(346,289,500.41)	(341,558,568.56)	733,663,571.13	1,741,413,942.82	110,544,984.36	36,578,141.39	199,544,984.36	1,985,141,101.40			(288,468,772.12)	(289,666,855.05)	304,206,437.67	722,071,150.00	45,844,981.30	15,066,966.53	80,768,612.42	823,125,412.45				
21	(350,341,405.47)	(345,678,679.95)	755,675,688.28	1,793,676,961.10	112,776,284.05	37,309,061.01	199,693,931.40	2,053,639,925.42			(292,578,277.10)	(293,825,448.23)	299,848,308.18	711,708,463.64	44,784,211.41	14,604,061.87	78,785,694.02	814,666,494.73				
22	(354,463,100.93)	(349,756,136.75)	778,341,478.13	1,847,407,249.34	115,011,809.75	38,066,002.13	202,632,732.82	2,124,380,245.07			(296,737,765.60)	(297,944,979.20)	295,577,859.96	701,402,551.68	43,677,680.99	14,449,897.72	76,500,470.94	806,610,975.55				
23	(358,609,751.31)	(354,141,461.46)	801,694,194.66	1,902,911,088.03	117,232,485.52	38,817,122.17	206,485,376.46	2,197,219,812.46			(299,901,907.50)	(301,081,081.89)	291,255,689.73	691,423,381.59	42,632,759.46	14,104,266.38	74,305,193.37	796,364,104.14				
24	(362,785,688.94)	(358,440,692.75)	825,765,000.52	1,959,999,244.67	119,470,094.94	39,593,464.62	210,933,009.39	2,272,796,567.85			(303,007,585.24)	(303,167,412.01)	287,114,411.88	681,406,545.49	41,622,636.92	13,766,175.18	72,102,527.75	790,120,131.06				
25	(367,021,907.31)	(362,658,569.61)	850,517,171.13	2,018,792,022.02	121,727,676.74	40,385,333.91	215,055,480.67	2,348,929,959.53			(306,080,884.12)	(306,155,655.76)	282,991,352.38	671,716,288.73	40,517,314.57	13,447,619.25	70,019,870.89	783,893,019.95				
26	(371,246,045.48)	(367,253,697.94)	876,032,822.27	2,079,793,198.50	124,154,130.27	41,193,049.99	219,336,174.95	2,429,891,693.43			(309,125,095.76)	(309,195,658.30)	278,911,049.72	662,714,409.18	39,445,608.48	13,135,664.48	68,877,335.14	775,663,553.13				
27	(375,496,985.86)	(371,638,771.90)	902,311,879.03	2,141,744,094.54	127,004,412.88	42,016,911.40	223,722,888.43	2,512,354,438.68			(312,175,896.64)	(312,246,556.62)	274,937,224.74	652,576,548.56	38,691,148.95	12,802,187.33	67,493,329.90	769,493,329.90				
28	(379,763,055.73)	(375,935,547.34)	928,381,255.40	2,205,996,417.47	129,544,501.14	42,857,239.48	228,137,356.46	2,597,400,266.85			(315,300,313.58)	(315,371,680.15)	273,961,530.51	642,205,901.85	37,773,778.83	12,455,915.54	66,255,661.12	757,325,775.54				
Escalation Factors										CAP Share												
Mill Earning										0.01										31,397,097,686.94	14,741,244,023.03	ENPV
Price Index										0.02										15,649,688.54	15,649,688.54	ERR
P Earning										0.03										1.89	1.89	R/C (Economic)
Discount Rate										0.045												
PublicDiscount Rate										0.12												

14,742,254,023.31 ENPV
16.64% EIRR
1.85 B/C (Economic)

รูปที่ 7 ตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ด้วย CBA

จากรูปที่ 7 จะเป็นการคำนวณและวิเคราะห์ให้ทราบถึงคุณค่าในการลงทุนและร้อยละของประโยชน์ที่จะได้รับซึ่งอยู่ในระยะการก่อสร้าง 3 ปี และอยู่ในระยะเปิดโครงการ 25 ปี คิดจาก CAPEX (ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อซื้อหรือปรับปรุงสินทรัพย์ถาวร เช่น อาคาร, เครื่องจักร, อุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน เพื่อเพิ่มศักยภาพหรือขยายการดำเนินงานของธุรกิจ) และ OPEX (ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานประจำวันของธุรกิจ เช่น ค่าจ้าง, ค่าสาธารณูปโภค, ค่าบำรุงรักษา ซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำและไม่เพิ่มมูลค่าสินทรัพย์ถาวรโดยตรง) ซึ่งจะบ่งบอกค่าของ ENPV, EIRR และ B/C Ratio ทั้งนี้ค่าของ IVOT คือ Incident Value of time เป็นค่าที่บ่งบอกถึงอุบัติเหตุที่ไม่รุนแรง ถ้าเกิดขึ้นแล้วจะมีมูลค่าที่จะต้องเสียโดยประมาณการแล้วที่กักบาท และ ACC คือ Accident เป็นค่าที่บ่งบอกถึงอุบัติเหตุที่รุนแรงมีการบาดเจ็บสาหัสและเสียชีวิตรวมไปก็มีความเสียหายส่งผลกระทบกว้างเมื่อเกิดขึ้นแล้วจะมีมูลค่าที่จะต้องเสียโดยประมาณการที่กักบาท โดยจากการวิเคราะห์ที่มีการวิเคราะห์ 9 ทางเลือก ผู้วิจัยได้นำผลมาสรุป ผลของการวิเคราะห์ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าของ ENPV, EIRR และ B/C Ratio

Alternative/Opt.	ENPV Value (THB)	EIRR Value	B/C Ratio
LI-SGRW/Opt.1	14,341,482,430.09	16.25%	1.85
LI-OPVRW/Opt.2	12,925,889,574.72	13.73%	1.70
LI-PRLRW/Opt.3	12,423,873,648.04	12.84%	1.66
TR-SGRW /Opt.4	14,741,294,029.33	16.64%	1.89
TR-OPVRW/Opt.5	13,292,623,443.38	14.02%	1.74
TR-PRLRW/Opt.6	12,569,921,395.16	12.98%	1.67
PR-SGRW /Opt.7	14,621,688,129.99	16.30%	1.88
PR-PRLRW/Opt.8	13,387,907,292.73	13.92%	1.75
PR-OPVRW/Opt.9	12,740,745,458.80	12.94%	1.69

หลังจากได้การ Normalization ของข้อมูล Performance Matrix แล้วก็นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปทำการสร้างเมทริกซ์ความสอดคล้อง (Concordance Matrix) และ เมทริกซ์ความไม่สอดคล้อง (Discordance Matrix) เพื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบ ต่อไปจะต้องใช้เมทริกซ์ความเชื่อถือ (Credibility Matrix) สำหรับพิจารณาสรุปทางเลือกที่ได้เปรียบในการวิเคราะห์ประเมินด้วย ELECTRE II ต้องระบุว่าความสัมพันธ์ระหว่างทางเลือกนั้นเป็นการเหนือกว่ากันอย่างหนักแน่น (Strong Dominance; Ss) หรือ เหนือกว่ากันอย่างไม่หนักแน่น (Weak Dominance; Ws) เพื่อการสรุปวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของทางเลือกโดยละเอียดถูกต้องและง่ายมากขึ้น ซึ่งการวิเคราะห์เพื่อสรุปทางเลือกที่ได้เปรียบ จะวิเคราะห์ลำดับทางเลือกขาลง (Descending) ซึ่งพิจารณาตามหลักในแนวตั้งของเมทริกซ์ และการวิเคราะห์ลำดับทางเลือกขาขึ้น (Ascending) จะพิจารณาตามแถวในแนวนอนของเมทริกซ์ ซึ่งวิธีพิจารณาสรุปทางเลือกที่ได้เปรียบด้วยวิธี ELECTRE II จะต้องวิเคราะห์ 2 ครั้ง (2 ทิศทางการวิเคราะห์) เพื่อเปรียบเทียบกันด้วยวิธีการวิเคราะห์จากปัจจัยเหนือกว่า → ด้อยกว่า และการวิเคราะห์จากปัจจัยด้อยกว่า → เหนือกว่า

สุดท้ายก็จะได้ค่าลำดับของทางเลือกที่ดีที่สุด คีลำดับรองลงมา และลำดับสุดท้ายคือทางเลือกที่เป็นทางเลือกนี้ในลำดับท้ายที่ควรเลือก

5. ผลการวิเคราะห์

จากหัวข้อที่ 4 วิธีในการวิเคราะห์ (ในส่วนท้าย) นำมาสร้าง Concordance Matrix, Discordance Matrix, Credibility Matrix สำหรับพิจารณาสรุปทางเลือกที่ได้เปรียบในการวิเคราะห์ประเมินด้วยวิธี ELECTRE II เพื่อระบุว่าความสัมพันธ์ระหว่างทางเลือกนั้นว่าทางเลือกที่นำมาใช้เป็นการเหนือกว่ากันอย่างหนักแน่น (Strong Dominance; Ss) หรือ เหนือกว่ากันอย่างไม่หนักแน่น (Weak Dominance; Ws) และสรุปทางเลือกที่ได้เปรียบวิเคราะห์ลำดับทางเลือกขาลง (Descending) ซึ่งพิจารณาตามหลักในแนวตั้งของเมทริกซ์ และการวิเคราะห์ลำดับทางเลือกขาขึ้น (Ascending) จะพิจารณาตามแถวในแนวนอนของเมทริกซ์ ซึ่งวิธีพิจารณาสรุปทางเลือกที่ได้เปรียบด้วยวิธี ELECTRE II จะต้องวิเคราะห์ 2 ครั้ง (2 ทิศทางการวิเคราะห์) เพื่อเปรียบเทียบกันด้วยวิธีการวิเคราะห์จากปัจจัยเหนือกว่า → ด้อยกว่า และการวิเคราะห์จากปัจจัยด้อยกว่า → เหนือกว่า

จากการ Normalization ของข้อมูล Performance Matrix มาคำนวณเพื่อให้ได้ค่าในตาราง Concordance Matrix, Discordance Matrix และ Credibility Matrix จะได้ตามรูปที่ 10 รูปที่ 11 และ รูปที่ 12 ตามลำดับ

	LI-SGRW/Opt.1	LI-OPVRW/Opt.2	LI-PRLRW/Opt.3	TR-SGRW/Opt.4	TR-OPVRW/Opt.5	TR-PRLRW/Opt.6	PR-SGRW/Opt.7	PR-PRLRW/Opt.8	PR-OPVRW/Opt.9
LI-SGRW/Opt.1	0	0.4941	0.6944	0.4066	0.3907	0.4917	0.5142	0.5934	0.6944
LI-OPVRW/Opt.2	0.7098	0	0.8044	0.5059	0.4066	0.7009	0.6093	0.6105	0.8044
LI-PRLRW/Opt.3	0.7098	0.3995	0	0.4066	0.1956	0.4066	0.6093	0.3983	0.5142
TR-SGRW/Opt.4	0.8044	0.5934	0.6944	0	0.4941	0.6944	0.8044	0.5934	0.6944
TR-OPVRW/Opt.5	0.6093	0.8044	0.8044	0.7098	0	0.8044	0.6093	0.7063	0.8044
TR-PRLRW/Opt.6	0.6093	0.3983	0.8044	0.7098	0.3995	0	0.6093	0.3983	0.6099
PR-SGRW/Opt.7	0.6944	0.3907	0.4917	0.4066	0.3907	0.4917	0	0.4941	0.6944
PR-PRLRW/Opt.8	0.5059	0.6005	0.7009	0.4066	0.5047	0.6017	0.7098	0	0.8044
PR-OPVRW/Opt.9	0.4066	0.1956	0.6944	0.4066	0.1956	0.4011	0.7098	0.4959	0

รูปที่ 10 ค่าในตาราง Concordance Matrix

จาก Concordance Matrix นั้นพบว่า TR-OPVRW/Opt.5 มีค่าความสอดคล้องสูงกับหลายทางเลือก แสดงว่าเป็นทางเลือกที่ดีในเกณฑ์ส่วนใหญ่ เนื่องจาก TR-OPVRW/Opt.5 มีค่าความสอดคล้องสูงกับหลายทางเลือก (เช่น ค่า 0.8044 กับ LI-OPVRW/Opt.2, LI-PRLRW/Opt.3, TR-PRLRW/Opt.6, PR-OPVRW/Opt.9) แสดงว่า TR-OPVRW/Opt.5 เป็นทางเลือกที่ดีในหลายเกณฑ์

	LI-SGRW/Opt.1	LI-OPVRW/Opt.2	LI-PRLRW/Opt.3	TR-SGRW/Opt.4	TR-OPVRW/Opt.5	TR-PRLRW/Opt.6	PR-SGRW/Opt.7	PR-PRLRW/Opt.8	PR-OPVRW/Opt.9
LI-SGRW/Opt.1	0	0.5941	0.2769	0.5	0.5941	0.5	0.0208	0.5941	0.2897
LI-OPVRW/Opt.2	0.1749	0	0.0923	0.5	0.5	0.5	0.179	0.0344	0.1051
LI-PRLRW/Opt.3	0.2368	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.2408	0.5	0.0305
TR-SGRW/Opt.4	0.0336	0.5941	0.2871	0	0.5941	0.2769	0.0405	0.5941	0.2999
TR-OPVRW/Opt.5	0.1543	0.0267	0.1025	0.1814	0	0.0923	0.1583	0.0538	0.1153
TR-PRLRW/Opt.6	0.2266	0.5	0.0102	0.2537	0.5	0	0.2306	0.5	0.0366
PR-SGRW/Opt.7	0.5	0.5941	0.5	1	1	1	0	0.5941	0.2769
PR-PRLRW/Opt.8	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.1657	0	0.0923
PR-OPVRW/Opt.9	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.2333	0.5	0

รูปที่ 11 ค่าในตาราง Discordance Matrix

Discordance Matrix นั้น PR-SGRW /Opt.7 มีค่าความขัดแย้งสูงกับหลายทางเลือก แสดงว่ามีข้อเสียเปรียบในบางเกณฑ์ เนื่องจาก PR-SGRW /Opt.7 มีค่าความขัดแย้งสูงกับหลายทางเลือก (เช่น ค่า 1.0 กับ TR-SGRW /Opt.4, TR-OPVRW/Opt.5, TR-PRLRW/Opt.6) แสดงว่า PR-SGRW /Opt.7 มีข้อเสียเปรียบในหลายเกณฑ์

	LI-SGRW/Opt.1	LI-OPVRW/Opt.2	LI-PRLRW/Opt.3	TR-SGRW/Opt.4	TR-OPVRW/Opt.5	TR-PRLRW/Opt.6	PR-SGRW/Opt.7	PR-PRLRW/Opt.8	PR-OPVRW/Opt.9
LI-SGRW/Opt.1	0	0	0	0	0	0	0	0	Ws
LI-OPVRW/Opt.2	Ws	0	Ss	0	0	0	0	0	Ss
LI-PRLRW/Opt.3	Ws	0	0	0	0	0	0	0	0
TR-SGRW/Opt.4	Ss	0	Ws	0	0	0	Ss	0	Ws
TR-OPVRW/Opt.5	0	Ss	Ss	Ws	0	Ss	0	Ws	Ss
TR-PRLRW/Opt.6	0	0	Ss	Ws	0	0	0	0	0
PR-SGRW/Opt.7	Ws	0	0	0	0	0	0	0	0
PR-PRLRW/Opt.8	0	0	Ws	0	0	0	Ws	0	Ss
PR-OPVRW/Opt.9	0	0	Ws	0	0	0	Ws	0	0

รูปที่ 12 Credibility Matrix จำแนกความสัมพันธ์ระหว่างทางเลือก

เมื่อได้ค่าและความสัมพันธ์ระหว่างทางในส่วนของการคำนวณของ Concordance Matrix, Discordance Matrix และ Credibility Matrix ตามลำดับแล้วก็นำไปสร้างลำดับ (Ranking) ของผลในแต่ละทางเลือกที่ได้คะแนนโดยเฉลี่ยจากการสรุปทางเลือกที่ได้เปรียบวิเคราะห์ลำดับทางเลือกขาลง (Descending) ซึ่งพิจารณาตามหลักในแนวตั้งของเมทริกซ์ และการวิเคราะห์ลำดับทางเลือกขาขึ้น (Ascending) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ลำดับ (Ranking) ของผลในแต่ละทางเลือกที่ได้คะแนน

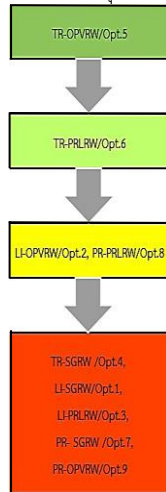
ALTERNATIVE	Ascend.	Descend.	Average
LI-SGRW/Opt.1	4	4	4
LI-OPVRW/Opt.2	3	2	2.5
LI-PRLRW/Opt.3	4	4	4
TR-SGRW /Opt.4	3	3	3
TR-OPVRW/Opt.5	1	1	1
TR-PRLRW/Opt.6	2	2	2
PR-SGRW /Opt.7	4	4	4
PR-PRLRW/Opt.8	3	2	2.5
PR-OPVRW/Opt.9	4	4	4

เมื่อได้ลำดับทางเลือกขาลง (Descending) และลำดับทางเลือกขาขึ้น (Ascending) แล้วก็นำมาจัดเรียงลำดับเพื่อให้ทราบทางเลือกที่ดีที่สุดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การจัดเรียงลำดับเพื่อให้ทราบทางเลือกที่ดีที่สุด

Alternative	Ascend.	Descend.	Average
The Best Alternative			
TR-OPVRW/Opt.5	1	1	1
The Secondary Alternative			
TR-PRLRW/Opt.6	2	2	2
To Avoid			
LI-OPVRW/Opt.2	3	2	2.5
PR-PRLRW/Opt.8	3	2	2.5
Should not be Choose			
TR-SGRW /Opt.4	3	3	3
LI-SGRW/Opt.1	4	4	4
LI-PRLRW/Opt.3	4	4	4
PR-SGRW /Opt.7	4	4	4
PR-OPVRW/Opt.9	4	4	4

หรือสามารถเรียงลำดับด้วยรูปภาพลำดับเชิงเส้นเพื่อให้ดูได้ง่ายดังรูปที่ 13 ซึ่งหากได้รูปที่ 13 แล้ว ในลำดับสุดท้ายให้ดำเนินการสรุปผลจากการวิเคราะห์ของรูปภาพตาราง และค่าต่างๆที่อยู่ในตารางเพื่อให้ทราบบทสรุปของการวิเคราะห์ซึ่งจะกล่าวในข้อ 6. สรุปผลการวิเคราะห์ เป็นลำดับถัดไป



รูปที่ 13 การจัดเรียงลำดับเพื่อให้ทราบทางเลือกที่ดีที่สุดแบบลำดับเชิงเส้น

6. สรุปผลการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของความจำเป็นและความสำคัญของการสร้างท่าอากาศยานสำรองฉุกเฉินพื้นที่ของจังหวัดอำนาจเจริญด้วยวิธีการวิเคราะห์ ELECTRE II ให้เริ่มจากการพิจารณาจากทางเลือกที่เหนือที่สุดของแต่ละปัจจัยเพื่อนำไปสู่การนำมาตัดสินใจและพิจารณาเลือกทางเลือกได้ตามความเหมาะสมตามภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ความคุ้มค่าในส่วนของมูลค่าการลงทุน

แม้ว่า TR-OPVRW/Opt.5 จะมีความโดดเด่นกว่าในหลายเกณฑ์ทางเลือก แต่ก็ยังมีทางเลือกอื่นๆที่น่าสนใจในการนำไปต่อยอดในการวิเคราะห์เพื่อศึกษา โดยสามารถนำปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องนำมาเพิ่มเติมในส่วนของปัจจัยได้ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วย ELECTRE II อีกครั้งหนึ่งเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และการวิเคราะห์ที่มีความเข้มข้น ชัดเจน และสามารถลดข้อขัดแย้งของข้อมูล

เครื่องมือการวิเคราะห์ด้วย Multi-Criteria Decision Analysis ด้วย ELECTRE II มีประสิทธิภาพสำหรับการตัดสินใจที่สามารถช่วยให้ผู้ที่กำลังพิจารณาดำเนินการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากตัวเลือกต่างๆนั้น ตามเกณฑ์ต่างๆ โดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้ปัจจัยข้อมูลเชิงตัวเลขที่มาจากค่าความเหมาะสมมาทำการวิเคราะห์เพียงอย่างเดียว แต่สามารถนำปัจจัยที่เป็นเชิงอรรถมาให้ความเห็นแล้วทำการเฉลี่ย หรือนำค่าของปัจจัยเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยข้อมูลเชิงตัวเลขที่มาจากค่าความเหมาะสม รวมไปถึงค่าจากการวัด

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาพื้นที่ลงจอดฉุกเฉินหรือสนามบินสำรองสำหรับการบินพาณิชย์ในประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ทางเลือกด้วยวิธี ELECTRE II สำเร็จลงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือในส่วนต่างๆ ทั้งในเรื่องของการแนะนำ และการชี้แนะแนวทางในการดำเนินการของท่านอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชร สัตยาประเสริฐ ซึ่งนอกจากให้ความช่วยเหลือ การแนะนำและชี้แนะแนวทางแล้วยังคงให้ความรู้ที่เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่สำคัญอย่างยิ่งต่องานวิจัยในครั้งนี้ อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ในการประกอบการงานได้

นอกจากอาจารย์ที่ปรึกษางานวิทยานิพนธ์แล้วยังมีคณะอาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหารงานก่อสร้าง และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครที่ทำการสอนในศาสตร์ ในการศึกษานี้ต้องขอขอบพระคุณ กองทัพอากาศ ผู้บังคับบัญชาที่อนุมัติให้กระผมมีโอกาสได้ศึกษาหลักสูตรภายในประเทศในครั้งนี้ ทั้งยังให้คำปรึกษาต่างๆ

ขอขอบพระคุณบิดา (พลอากาศโทภาณุ วัชร เปี่ยมศรี อดีตเจ้ากรมช่างอากาศ) ที่ได้ล่วงลับไปแล้วที่ได้เป็นแบบอย่างที่ดีในการศึกษาหาความรู้ ขอขอบพระคุณมารดา (นางพรทิพย์ เปี่ยมศรี) ที่ได้สนับสนุนต่างๆที่ดี รวมถึงญาติพี่น้องที่ได้ให้กำลังใจ และแค้นคิดที่ดี และขอบคุณภรรยา (นางจริยาภรณ์ เปี่ยมศรี) ที่ได้ให้ความเข้าใจและสนับสนุนที่ตลอดมา

สุดท้ายนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้จะเกิดประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการบิน หน่วยงานด้านการบินทุกภาคส่วน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่ได้มาค้นคว้าและศึกษางานวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้สืบต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] CONSTRUCTION SUPPORT TEAM DEFENCE ESTATES MINISTRY OF DEFENCE, Design and Maintenance Guide 27, 3RD EDITION – FEBRUARY 2011
- [2] จำนวนเหตุการณ์อุบัติเหตุการณ์ของอากาศยาน, [https://www.baaa-acro.com/Bureau of Aircraft Accidents Archives \(B3A\)](https://www.baaa-acro.com/Bureau of Aircraft Accidents Archives (B3A)), สำนักงานสถิติอุบัติเหตุของเครื่องบินโดยสารและขนส่งทางอากาศ
- [3] International Civil Aviation Organization, ICAO, Annex 14 Chapter 9, Aerodrome Emergency Plan 2024 EDITION
- [4] สำนักงานการบินกองทัพอากาศ, คู่มือกองทัพอากาศ, หลักเกณฑ์มาตรฐาน สนามบินเกี่ยวกับการออกแบบสนามบินและการปฏิบัติการในสนามบิน, 1st Edition 24th August 2022
- [5] Dempsey, Type of Airport Terminal Design Concept, 2000
- [6] ประกาศกรมการบินพลเรือนฉบับที่ 37 เรื่อง มาตรฐานการออกแบบและการก่อสร้างสนามบิน
- [7] กฤษณะ ชาลิวังศ์ หัวข้อการวิจัย การประเมินความแข็งแรงโครงสร้างชั้นทางของทางขับภายในท่าอากาศยาน และผลกระทบต่ออายุการใช้งานของล้อ จากการใช้งานอากาศยานที่มีค่า ACN เพิ่มขึ้น วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2561)
- [8] ศิวาภรณ์ ดิษฐ์ การวิเคราะห์กระบวนการและการตัดสินใจนำเข้าสินค้าทางอากาศด้วยเทคนิคพลวัตระบบ กรณีบริษัทนำเข้าเครื่องบิน แอลกอฮอล์แห่งหนึ่ง การจัดการงานวิศวกรรม ปัญญาหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร (2563)
- [9] ธนากร เอี่ยมปาน ความปลอดภัยทางการบิน การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 13 (2561)
- [10] บดินทร์ ยืนชนม์ ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศของกองทัพอากาศ (FACTORS AFFECTING THE PERFORMANCE OF THE AIR TRAFFIC CONTROLLERS OF ROYAL THAI NAVY) หลักสูตรปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการบิน สถาบันการบินพลเรือน สถาบันสมทบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2558)

[11] Rachel Jayne Kennedy “Four runway configuration types and their relation to arrival delays” Part of the Management Sciences and Quantitative Methods Commons, and the Transportation Engineering Commons, Purdue University Indiana (A.D.2015) “การกำหนดค่าทางวิ่ง 4 ประเภทและความสัมพันธ์กับความล่าช้าในการมาถึงของอากาศยาน” (2558)

[12] ธัญปวีณ์ ชัยธัญวิวัฒน์ อุบัติเหตุเครื่องบินกับธุรกิจการบิน เศรษฐศาสตร์มหัพพัน (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (2559)

[13] ธนากร เอี่ยมปาน การศึกษาการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของเครื่องบินขณะลงสนามบินตามมาตรฐานองค์กรการบินพลเรือนระหว่างประเทศ กรณีศึกษา พื้นที่ทางวิ่งเปี้ยก วิทยาลัยการบินและคมนาคม มหาวิทยาลัยศรีปทุม (2565)

[14] วรวิทย์ จุลเจิม และ จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27 (2565)

[15] สื่อการสอน วัชร สัตยาประเสริฐ รายวิชา Project Evaluation Methods for engineering สาขาวิชาวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหารงานก่อสร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร