

## การจัดสรรทรัพยากรในการวางกำลังสำหรับภารกิจค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย ครอบคลุมพื้นที่ทางบกของประเทศไทย

### Allocating Resources to Deploy Forces for Search and Rescue Missions Covering Land Areas of Thailand

ภาณุพงษ์ กลิ่นเฟื่อง<sup>1</sup> เทียนสิริ เหลืองวิไล<sup>2</sup> เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ<sup>3</sup> และ ปญญารักษ์ โกศลวัฒน์<sup>4</sup>  
Phanuphong Klinfueang<sup>1</sup> Thiansiri Luangwilai<sup>2</sup> Kiatkulchai Jitt-Aer<sup>3</sup> and Panyarak Kosanwat<sup>4</sup>

Received: January 26, 2023

Revised: March 5, 2023

Accepted: March 8, 2023

#### บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้ คือการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่และการบริหารจัดการอากาศยานของกองทัพอากาศไทย ในการตอบสนองต่อภารกิจค้นหาและช่วยชีวิต โดยการวิเคราะห์ขีดความสามารถนี้ ได้ดำเนินการเขียนโปรแกรมทำแบบจำลองการทำงานแต่ละช่วงเวลาของอากาศยานใน MATLAB โดยใช้อัลกอริทึมของกฎเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจภารกิจแต่ละช่วงเวลา

แบบจำลองนั้นจะเริ่มดำเนินการจากการพิจารณาค่าตัวแปรต่าง ๆ สำหรับสถานการณ์ตามคู่มือการค้นหาและช่วยชีวิตขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศและกฎระเบียบของกองทัพอากาศไทย โดยอากาศยาน

---

<sup>1</sup>นักศึกษา สำนักบัณฑิต โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

Student, Academic Faculty, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

Email: Phanuphong\_k@rtaf.mi.th

<sup>2</sup>อาจารย์ กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

Lecturer, Academic Faculty, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

Email: Thiansiri.L@gmail.com

<sup>3</sup>อาจารย์ สำนักบัณฑิต โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

Lecturer, Graduation Faculty, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

Email: Kiatkulchai@rtaf.mi.th

<sup>4</sup>อาจารย์ กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

Lecturer, Academic Faculty Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

Email: Panyarak@rtaf.mi.th

ที่สูญหาย จะสมมติให้เป็นอากาศยานขนาดเล็กและมีความน่าจะเป็นที่วัตถุที่ต้องการค้นหาอยู่ในบริเวณนั้น (Probability of Containment (POC)) เป็นแผนที่ความน่าจะเป็นแบบจุด (Point Datum) สำหรับทุกการจำลอง ส่วนอากาศยานที่พิจารณาใช้ในการทำภารกิจมี 4 ประเภท คือ C130H, SAAB 340, EC725 และ BELL 412EP ตามที่กองทัพอากาศมีในปัจจุบัน ชีตความสามารถของอากาศยานแต่ละแบบนี้ จะพิจารณาจากระยะในการปฏิบัติการกิจและความสามารถในการค้นหาและช่วยชีวิตเมื่อเทียบกับเวลา ส่วนความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่จะพิจารณาจากความสามารถในการกวาดพื้นที่และครอบคลุมแผนที่ความน่าจะเป็นที่วัตถุที่ต้องการค้นหาอยู่ในบริเวณนั้น (POC) จากนั้นชีตความสามารถเหล่านี้ จะถูกดำเนินการต่อในกระบวนการวิเคราะห์การบริหาร จัดสรรอากาศยานไปตามกองบินต่าง ๆ เพื่อตอบสนองในการครอบคลุมพื้นที่ทางบกมากที่สุดและตอบ วัตถุประสงค์ของกองทัพอากาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ถือว่าเป็นก้าวแรกที่สำคัญในการวิเคราะห์ชีตความสามารถของกองทัพอากาศในการ ตอบสนองเร็วต่อภารกิจค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย อีกทั้งยังสร้างความกระจำในการบริหาร จัดสรรทรัพยากร และหมุนเวียนอากาศยานไปยังกองบินต่าง ๆ ของกองทัพอากาศ

**คำสำคัญ:** ค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย, แผนที่ความน่าจะเป็น, ความน่าจะเป็นที่วัตถุที่ต้องการ ค้นหาอยู่ในบริเวณนั้น

### Abstract

The objective of this research is to scrutinize the coverage area of each aircraft type and aircraft allocation of The Royal Thai Air Force for responding search and rescue missions. The simulation built by MATLAB is the tool for analysis. For gathering data, the rule-based algorithm simulates flow of the aircraft task at each time step.

The simulation begins by evaluating the parameters of the simulation scenario according to the Search and Rescue manual of the International Civil Aviation Organization and the Royal Thai Air Force regulations. Assumed conditions for the lost aircraft, weight would be lightweight and size would be as small as point for all cases. The allocation area for searching is as Probability of Containment (POC). The aircrafts regarding search missions are C130H, SAAB 340, EC725, and BELL 412EP. Search and rescue capability of aircraft would be analyzed by distance, area and time relatively. The coverage area capability of aircraft would be the comparison between area covered by aircraft and a probability of containment (POC). Classifications of aircraft search capability would base on analyzed and scrutinized results. Regarding search capability, allocation and deployment aircrafts in suitable air force bases would cover land area and better suit the Royal Thai Air Force's purpose.

This research is the first crucial step for understanding Air Force capability in quick response to search and rescue missions. It also provides a crystal idea about available aircraft management among air force bases.

**Keywords:** Search and Rescue (SAR), Probability Map, Probability of Containment (POC)

### 1. บทนำ

การค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัยเป็นการดำเนินการเพื่อให้ความช่วยเหลือแก่บุคคลและทรัพย์สินที่กำลังตกอยู่ในอันตราย และยังเป็นการสร้างความมั่นใจกับผู้ประกอบการเดินอากาศที่ให้บริการขนส่งผู้โดยสารทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ หรือบริการขนส่งสินค้า รวมไปถึงอากาศยานส่วนบุคคลที่ทำการบินในอาณาเขตประเทศไทย ว่าหากเกิดกรณีอากาศยานประสบภัย หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องจะดำเนินการให้ช่วยเหลืออย่างรวดเร็วและบูรณาการร่วมกันในการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประเทศไทยได้จัดตั้งศูนย์ประสานงานการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย (Aeronautical Rescue Coordination Center หรือ ARCC) ขึ้นกับกระทรวงคมนาคม เป็นผู้รับผิดชอบงานด้านการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัยของประเทศไทย สามารถรับแจ้งเหตุได้ตลอด 24 ชั่วโมง และยังสามารถมอบหมายหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีบุคลากรและอุปกรณ์ เป็นหน่วยค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย (Search and Rescue Unit หรือ SRU) เพื่อทำการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัยต่อไป

ตามแผนการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัยแห่งชาติ [1] กำหนดให้ศูนย์ประสานงานค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย จะต้องพิจารณาแจ้งเหตุให้หน่วยค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย ซึ่งอยู่ใกล้จุดที่เกิดเหตุประสบภัยมากที่สุด รวมทั้งพิจารณาความพร้อมในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่และเครื่องบินที่ตามลำดับ ให้เป็นผู้ทำการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย ทั้งนี้เพื่อจะได้ปฏิบัติการได้ทันที ซึ่งกองทัพอากาศเป็นหนึ่งในหน่วยค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัยของประเทศไทย [2] ที่มีขีดความสามารถด้านการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย โดยกองทัพอากาศสามารถพิจารณาใช้อากาศยานและบุคลากรที่สังกัดอยู่ตามสนามบินต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนงานด้านการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อวิเคราะห์ขีดความสามารถในด้านระยะปฏิบัติการของอากาศยานกองทัพอากาศ ในการบินค้นหาอากาศยานขนาดเล็กครอบคลุมพื้นที่ทางบกเทียบกับเวลาในการปฏิบัติการกิจ

2.2 การวิเคราะห์ขีดความสามารถจัดสรรทรัพยากรในการวางกำลังตามสนามบินต่าง ๆ ของอากาศยานกองทัพอากาศ ให้ครอบคลุมพื้นที่ทางบกของประเทศไทย

## 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัยของกองทัพอากาศนั้น จะต้องดำเนินการตามมาตรฐานและกฎระเบียบขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization) [5] และตามระเบียบกองทัพอากาศว่าด้วยการปฏิบัติการบิน พ.ศ.2561 ของกองทัพอากาศ [2] โดยการค้นหาและช่วยชีวิตประกอบไปด้วยงานสองส่วนหลัก ๆ ก็คือ การค้นหาและการช่วยเหลือ โดยการค้นหาจะเริ่มจากการสืบสวนอย่างจริงจังจากเบาะแสที่มีอยู่ทั้งหมด แล้วนำตำแหน่งที่คาดว่าจะจะเป็นตำแหน่งของผู้ประสบภัยกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาคำนวณ จากนั้นนำไปสร้างเป็นแผนที่ความน่าจะเป็น (Probability Map) เพื่อนำไปวางแผนการบินค้นหาอากาศยานประสบภัยต่อไป สำหรับโอกาสในการรอดชีวิตของผู้ประสบภัยที่ได้รับบาดเจ็บจะลดลงมากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 24 ชั่วโมงแรก ในขณะที่โอกาสในการรอดชีวิตของผู้ประสบภัยที่ไม่ได้รับบาดเจ็บจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากผ่าน 3 วันแรกไปแล้ว [6] จะเห็นได้ว่าการค้นหาและช่วยเหลือเมื่อใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นไปเท่าใดโอกาสในการรอดชีวิตของผู้ประสบภัยจะลดน้อยลงตามไปเท่านั้น

โดยกฎระเบียบขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization) [5] นั้นจะมีการอัปเดตคู่มือการปฏิบัติการกิจ ซึ่งประกอบไปด้วย แนวทางการปฏิบัติ การวิเคราะห์ การคำนวณ การวางแผน และการประเมิน การค้นหาและช่วยชีวิต ไว้อย่างละเอียด โดยในงานวิจัยชิ้นนี้จะดำเนินการตามคู่มือปี พ.ศ.2561 [2] ที่กองทัพอากาศใช้ในปัจจุบัน

Cooper et al. (2003) [7] ได้อธิบายเพิ่มเติมถึงรายละเอียดของขั้นตอนการค้นหาและช่วยชีวิต และทฤษฎี แนวคิด ที่นำมาใช้ในการสร้างแผนการค้นหาและช่วยชีวิตทางบกไว้อย่างละเอียด โดย Robe & Frost (2002) [8] ได้อธิบายเพิ่มเติมในส่วนของการคำนวณวาระยะกวาดและการมองเห็นของอากาศยาน (Sweep Width) ในแต่ละแนวบินนั้น คำนวณอย่างไรและถ้าจะให้มีประสิทธิภาพจะได้ระยะกว้างเท่าใด

Čokorilo (2013) [9] และ Statheropoulos et al. (2015) [10] ได้อธิบายถึงปัจจัยเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติการกักกันและช่วยชีวิต โดยให้แนวทางในการปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัย

Agbissah OTOTE et al. (2019) [11] ได้ดำเนินการวิจัยโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรแต่ละตัว จากนั้นได้ดำเนินการแก้สมการเหล่านั้นด้วยการวิเคราะห์เชิงตัวเลข โดยได้นำเสนอแนวคิดและอัลกอริทึมแบบใหม่ในการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาความน่าจะเป็นแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการกักกันและช่วยชีวิต เช่น ความน่าจะเป็นที่จะมีอากาศยานอยู่ในแต่ละพื้นที่ของการค้นหา (Probability of Containment (POC)), ความน่าจะเป็นของการที่จะค้นหาพบอากาศยาน (Probability of Detection (POD)) และค่าความน่าจะเป็นในการประสบความสำเร็จการกักกันและช่วยชีวิต (Probability of Success (POS)) ซึ่งค่าความน่าจะเป็นเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อตัดสินใจในการวางแผนการค้นหาและช่วยชีวิต

Karatas et al. (2017) [12] ได้ทำการประยุกต์ใช้กระบวนการเชิงเส้นแบบจำนวนเต็ม (Integer Linear Programming) และการจำลอง (Simulation) มาวิเคราะห์สถานการณ์การกักกันและช่วยชีวิต ในหลาย ๆ รูปแบบ จากนั้นวิเคราะห์หาแนวทางที่ดีที่สุด โดยกระบวนการสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ในปัจจุบันนี้ได้รับความนิยมอย่างมาก เพราะมีต้นทุนที่ถูก สามารถทดสอบความเป็นไปได้ ได้หลากหลายรูปแบบ โดยไม่มีความเสี่ยง ทำให้ทราบผลหรือเหตุการณ์ที่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น

#### 4. วิธีดำเนินการศึกษา

งานวิจัยชิ้นนี้จะดำเนินการสร้างแบบจำลอง (Simulation) และใช้อัลกอริทึมที่มีกฎเป็นพื้นฐาน (Rule Based Algorithm) [3] โดยกำหนดว่าเมื่อเกิดอุบัติเหตุทางอากาศขึ้นมาแล้ว สถานการณ์เป็นอย่างไร ค่าตัวแปรต่าง ๆ คืออะไร แล้วกระบวนการค้นหาและช่วยชีวิตแต่ละช่วงเวลาต้องทำอะไร มีข้อจำกัดใดบ้าง ตามกฎและมาตรฐานการปฏิบัติการ

แบบจำลองนี้จะถูกเขียนโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ขึ้นมาเอง โดยใช้ภาษา MATLAB [4] ซึ่งได้รับความนิยมอย่างสูงในทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เพราะมีชุดคำสั่งข้อมูลที่ครบถ้วนและสามารถดำเนินการพัฒนาได้เร็วกว่าภาษา Python หรือภาษา C ในหลาย ๆ กรณี

จากนั้นแบบจำลองนี้ จะใช้ทดสอบความเป็นไปได้ในกรณีต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้การจำลองการใช้อากาศยานกองทัพอากาศแบบต่าง ๆ ประกอบไปด้วย C-130H, SAAB 340B, EC725 และ BELL 412EP โดยมีรายละเอียดของกระบวนการวิจัยใน 2 ส่วน คือ 1) ขั้นตอนการค้นหาและช่วยชีวิต และ 2) ขั้นตอนการจำลองเหตุการณ์ค้นหาช่วยชีวิต

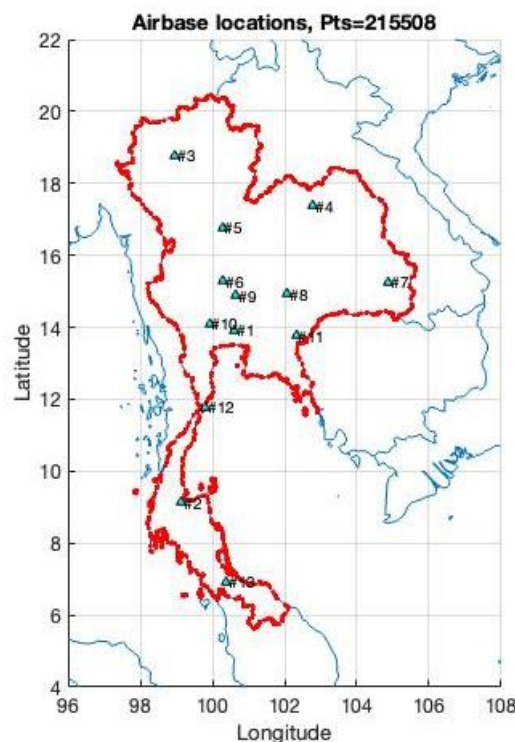
##### 4.1 ขั้นตอนการค้นหาและช่วยชีวิต



รูปที่ 1 ขั้นตอนการปฏิบัติการกักกันช่วยชีวิต

ในกระบวนการค้นหาและช่วยชีวิตของกองทัพอากาศนั้น จะเริ่มต้นกระบวนการเมื่อได้รับแจ้งรายงานการเกิดอุบัติเหตุ รายละเอียดการเกิดเหตุ และตำแหน่งสุดท้ายของอากาศยานที่ประสบเหตุ จากนั้นในกระบวนการต่อไป คือการตรวจสอบอากาศยานที่สามารถใช้ได้และอยู่ในระยะปฏิบัติการจากที่เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งกองทัพอากาศ มีเครื่องบินที่สามารถทำภารกิจค้นหาได้ 4 ชนิด คือ C-130H, SAAB 340B, EC725 และ BELL 412EP โดยจำนวนอากาศยานที่มีอยู่คือ C-130H จำนวน 1 ลำ, SAAB 340B จำนวน 1 ลำ, EC725 จำนวน 6 ลำ และ BELL 412EP จำนวน 3 ลำ ในบรรดาอากาศยานเหล่านี้ C-130H และ SAAB 340B เป็นอากาศยานปีกตรึงที่ต้องการใช้สนามบินในการขึ้นลง จึงไม่สามารถทำภารกิจในการช่วยเหลือนักบินที่ประสบอุบัติเหตุในภูมิประเทศได้ ดังนั้นภารกิจในการช่วยเหลือจึงสามารถทำได้เพียงแค่เฮลิคอปเตอร์แบบ EC725 และ BELL 412EP เท่านั้น

ซึ่งอากาศยานชนิด C-130H และ SAAB 340B จำเป็นที่จะต้องประจำการอยู่ที่ สนามบินดอนเมืองและสนามบินสุราษฎร์ธานีตามลำดับเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านจำนวนอากาศยาน ภารกิจที่ได้รับมอบหมาย และการส่งกำลังบำรุง ส่วนอากาศยานชนิดปีกหมุน EC725 และ BELL 412EP นั้นสามารถผลิตเปลี่ยนไปประจำการได้ทุกสนามบิน โดยกองทัพอากาศจำเป็นต้องพิจารณาการจัดวางกำลังแต่ละช่วงให้เหมาะสมและครอบคลุมพื้นที่ทางบกของประเทศไทยมากที่สุด โดยสนามบินทั้ง 13 แห่ง คือ 1) ดอนเมือง 2) สุราษฎร์ธานี 3) เชียงใหม่ 4) อุตรธานี 5) พิษณุโลก 6) ตากลิ 7) อุบลราชธานี 8) โคราซ 9) โคกกระเทียม 10) กำแพงแสน 11) วัฒนานคร 12) ประจวบคีรีขันธ์ 13) หาดใหญ่ ตามรูปที่ 2



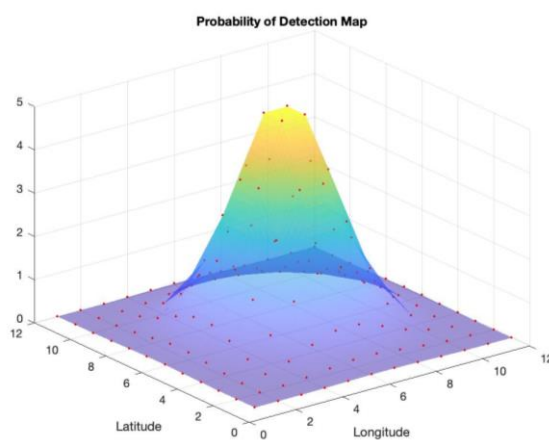
รูปที่ 2 ตำแหน่งที่ตั้งของสนามบินที่มีหน่วยของกองทัพอากาศตั้งอยู่

โดยสมรรถนะของอากาศยานทั้ง 4 แบบนั้นแตกต่างกันไป ซึ่งตารางที่ 1 แสดงขีดความสามารถในการบินเพื่อปฏิบัติภารกิจ ประกอบไปด้วย 1) ความเร็วในการบินเดินทาง 2) ความเร็วในการบินค้นหา 3) ระยะเวลาในการบินปฏิบัติภารกิจได้ และ 4) ระยะเวลาที่ใช้ในการเติมเชื้อเพลิงและเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติการในรอบต่อไป ในตารางนี้ระยะเวลา (Endurance) นั้นจะถูกลดลงไป 45 นาที สำหรับอากาศยานปีกตรึง และ 30 นาที สำหรับอากาศยานปีกหมุน ตามระเบียบกองทัพอากาศว่าด้วยการปฏิบัติการบิน [2] ที่ระบุไว้ว่า อากาศยานต้องมีเชื้อเพลิงสำรอง (Fuel Reserve) เพื่อป้องกันกรณีฉุกเฉิน

ตารางที่ 1 สมรรถนะของอากาศยานหน่วยบินที่นำมาใช้ในการฝึกค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัย

| A/C Type   | Airspeed (Knots) |        | Endurance<br>(ชั่วโมง) | Turnaround Time (ชั่วโมง) |
|------------|------------------|--------|------------------------|---------------------------|
|            | Navigation       | Search |                        |                           |
| EC725      | 150              | 90     | 3.0                    | 0.58                      |
| BELL 412EP | 120              | 80     | 1.5                    | 0.5                       |
| C-130H     | 290              | 120    | 6.75                   | 0.66                      |
| SAAB 340B  | 240              | 120    | 3.25                   | 0.25                      |

ในขั้นตอนต่อไป คือการคำนวณพื้นที่ ที่ต้องทำการบินเพื่อการค้นหาและช่วยชีวิต โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ตั้งสมมติฐานการของการเกิดอุบัติเหตุเป็นชนิดแบบจุด (Datum Point) หมายความว่า ทราบพิกัดสุดท้ายใกล้กับเวลาเกิดอุบัติเหตุ [5, 11] ซึ่งอากาศยานที่ประสบอุบัติเหตุของกองทัพอากาศส่วนใหญ่จะเป็นในรูปแบบนี้ เพราะว่าอากาศยานที่ทำการฝึกจะมีการติดตามตำแหน่งตลอดเวลา ทำให้ลักษณะความเป็นไปได้ของตำแหน่งอากาศยานบนพื้นมีความน่าจะเป็นรูประฆังแบบวงกลมมาตรฐาน (Standard Normal Distributions (Bell Curve)) [5] ในรูปที่ 3(ก) โดยองค์กรการบินพลเรือนระหว่างประเทศได้คำนวณและให้ใช้มาตรฐานการตีตารางความน่าจะเป็นแบบ 12x12 โดยมีเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็น (Probability of Containment) [5] ตามตารางที่ 3(ข)



(ก)

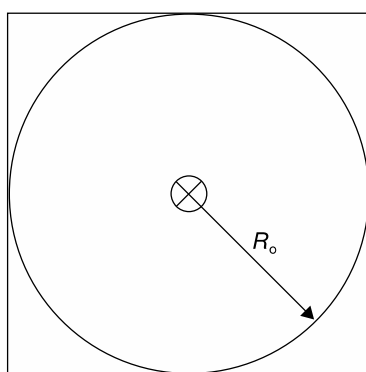
|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01% | 0.02% | 0.03% | 0.03% | 0.02% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| 0.00% | 0.01% | 0.02% | 0.06% | 0.12% | 0.17% | 0.17% | 0.12% | 0.06% | 0.02% | 0.01% | 0.00% |
| 0.00% | 0.02% | 0.09% | 0.24% | 0.47% | 0.65% | 0.65% | 0.47% | 0.24% | 0.09% | 0.02% | 0.00% |
| 0.01% | 0.06% | 0.24% | 0.65% | 1.28% | 1.79% | 1.79% | 1.28% | 0.65% | 0.24% | 0.06% | 0.01% |
| 0.02% | 0.12% | 0.47% | 1.28% | 2.51% | 3.52% | 3.52% | 2.51% | 1.28% | 0.47% | 0.12% | 0.02% |
| 0.03% | 0.17% | 0.65% | 1.79% | 3.52% | 4.93% | 4.93% | 3.52% | 1.79% | 0.65% | 0.17% | 0.03% |
| 0.03% | 0.17% | 0.65% | 1.79% | 3.52% | 4.93% | 4.93% | 3.52% | 1.79% | 0.65% | 0.17% | 0.03% |
| 0.02% | 0.12% | 0.47% | 1.28% | 2.51% | 3.52% | 3.52% | 2.51% | 1.28% | 0.47% | 0.12% | 0.02% |
| 0.01% | 0.06% | 0.24% | 0.65% | 1.28% | 1.79% | 1.79% | 1.28% | 0.65% | 0.24% | 0.06% | 0.01% |
| 0.00% | 0.02% | 0.09% | 0.24% | 0.47% | 0.65% | 0.65% | 0.47% | 0.24% | 0.09% | 0.02% | 0.00% |
| 0.00% | 0.01% | 0.02% | 0.06% | 0.12% | 0.17% | 0.17% | 0.12% | 0.06% | 0.02% | 0.01% | 0.00% |
| 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01% | 0.02% | 0.03% | 0.03% | 0.02% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |

J  
(12 × 12)

(ข)

รูปที่ 3 การกระจายตัวของค่า POC บนแผนที่ความน่าจะเป็นแบบจุดและแผนที่ความน่าจะเป็นรูปแบบ 12 x 12 [5]





**รูปที่ 4** รัศมีของพื้นที่ค้นหาและช่วงชีวิต ที่ยืนยันว่าจะมีอากาศยานที่ประสบอุบัติเหตุ อยู่ในพื้นที่นี้อย่างแน่นอน [5]

จากนิตราความน่าจะเป็นในรูปที่ 3(ข) นั้น จะถูกไปวางทับบนลงแผนที่จริง ซึ่งขนาดของแผนที่จริง นั้น จะต้องคำนวณจากตัวแปรของอากาศยานที่ประสบอุบัติเหตุและอากาศยานที่ทำการค้นหา โดยจะ ดำเนินการคำนวณรัศมีของพื้นที่ค้นหาและช่วงชีวิต ( $R_0$ ) ในรูปที่ 4 เสียก่อน ซึ่งจากมาตรฐานการค้นหาและ ช่วยชีวิตระยะของ  $R_0$  [5] ที่เป็นการยืนยันว่าจะมีอากาศยานที่ประสบอุบัติเหตุอยู่ในพื้นที่ค้นหาอย่างแน่นอนคือ ระยะ  $R_0$  ที่มีความยาวเท่ากับผลรวมของความเป็นได้ที่จะเกิดความผิดพลาดของตำแหน่งพื้นที่ทางบก (E) หรือ  $R_0 = E$  นั่นเอง โดยค่าตัวแปร E นี้ มีค่าเท่ากับ

$$E = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

โดยที่ X คือ ความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งเริ่มต้นของอากาศยานที่ต้องการค้นหา และ Y คือ ความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งอากาศยานที่ใช้ในการค้นหา

จากตารางในคู่มือการค้นหาและช่วยชีวิตขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ [5] กำหนด ค่าตัวแปรไว้ว่า ค่าความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งเริ่มต้นของอากาศยานที่ต้องการค้นหา  $X=15$  สำหรับกรณีอุบัติเหตุอากาศยานขนาดเล็กแบบหนึ่งเครื่องยนต์เป็นอากาศยานที่ต้องการค้นหา และความผิดพลาด มากสุดเนื่องจากอากาศที่ใช้ในการค้นหาเป็นอากาศยานแบบสองเครื่องยนต์  $Y=10$

จากค่าตัวแปรเหล่านี้ทำให้พื้นที่สี่เหลี่ยมที่จำเป็นต้องดำเนินการค้นหาและช่วยชีวิตตามคู่มือการค้นหา และช่วยชีวิตขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ [5] มีขนาดดังนี้

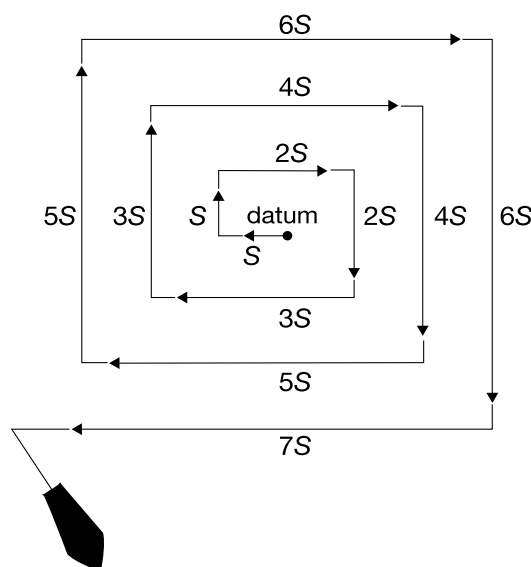
$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ค้นหาและช่วยชีวิต} &= (2R)^2 = 1,300 \text{ ตร.ไมล์ทะเล} \\ \text{เมื่อ } R &= E, X = 15 \text{ และ } Y = 10 \end{aligned}$$

จากตารางคู่มือการค้นหาและช่วยชีวิตขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ [5] และงานวิจัยของ Robe & Frost (2002) [8] กำหนดให้ในการค้นหาอากาศยานขนาดเล็กน้ำหนักน้อยกว่า 5,700 กิโลกรัม โดยมีทัศนวิสัย



มากกว่า 5 ไมล์ทะเล และใช้ความสูงในการบินค้นหาอยู่ที่ 1,000 ฟุต จะได้ ระยะเวลาของการกวาด (Sweep Width) เท่ากับ 1.5 ไมล์ทะเล

เมื่อทราบรายละเอียดของอุบัติเหตุ อากาศยานที่มีในการทำภารกิจ และค่าตัวแปรต่าง ๆ ในการปฏิบัติการแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการนำข้อมูลเหล่านั้นมาวางแผนเส้นทางการบิน โดยตามมาตรฐานการค้นหาและช่วยชีวิต [3] สำหรับเหตุการณ์ที่ทราบตำแหน่งสุดท้ายของอากาศยานอย่างแน่นอน (Pinpoint) รูปแบบการบินค้นหาที่เหมาะสมกับอากาศยานชนิดปีกหมุนมากที่สุด คือ วงจรการค้นหารูปแบบสี่เหลี่ยมกันหอย (Expanding Square Search (SS)) [5, 11] และรูปแบบการบินแบบนี้ก็ยังสามารถใช้ได้ด้วยกับอากาศยานปีกตรึง โดยจุดเริ่มต้นของวงจรการค้นหาก็เริ่มที่ตำแหน่งอ้างอิงหรือตำแหน่งที่มีความน่าจะเป็นที่จะมีอากาศยานอยู่ในแต่ละพื้นที่ของการค้นหา (POC) มากที่สุดก่อน และขยายออกจากจุดศูนย์กลางในลักษณะรูปสี่เหลี่ยมกันหอย ตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 วงจรการค้นหารูปแบบสี่เหลี่ยมกันหอย (Expanding Square Search (SS)) [5, 11]

#### 4.2 ขั้นตอนการจำลองเหตุการณ์ค้นหาช่วยชีวิต



รูปที่ 6 ขั้นตอนเขียนแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ผล

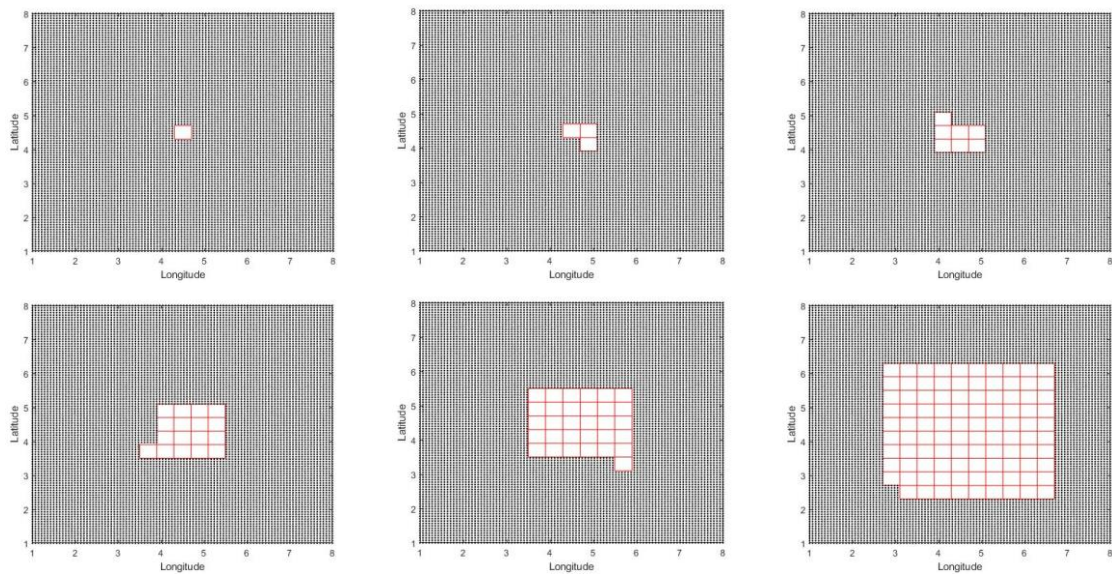
ขั้นตอนของกระบวนการจำลอง (Simulation) นั้น จะเริ่มจากนำเอาข้อมูลของสถานการณ์ค้นหาช่วยชีวิตที่วิเคราะห์ไว้แล้วจากหัวข้อที่แล้ว โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การค้นหาเครื่องบินขนาดน้ำหนักน้อยกว่า 5,700 กิโลกรัม ประสบอุบัติเหตุ โดยทราบตำแหน่งก่อนเกิดเหตุชัดเจน โดยมี POC ตามรูปที่ 3
- ทดสอบขีดความสามารถในการค้นหาด้วยเครื่อง 4 แบบ คือ C-130H, SAAB 340B, EC725 และ BELL 412EP
- ทดสอบขีดความสามารถในการช่วยชีวิตด้วยเครื่อง 2 แบบ คือ EC725 และ BELL 412EP
- ข้อจำกัดของอากาศยานทั้ง 4 ตาม ตารางที่ 1 และระยะกว้างของการกวาด (Sweep Width) เท่ากับ 1.5 ไมล์ทะเล

จะใช้แนวคิดในการสร้างแบบจำลองเช่นเดียวกับการงานวิจัยของ Agbissoh OTOTE et al. (2019) [11] และ Karatas et al. (2017) [12] โดยเป็นการใช้อัลกอริทึมที่มีกฎเป็นพื้นฐาน (Rule Based Algorithm) [3] โดยมาดำเนินการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา MATLAB [4] ว่าแต่ละช่วงเวลาอากาศยานทำอะไร และได้พื้นที่ของ POC สะสมไปเท่าใด

ในการจำลองการปฏิบัติการในการค้นหาอากาศยานประสบภัยนั้น จะจำลองตั้งแต่อากาศยานบินจากสนามบินที่อากาศยานวางกำลัง ไปยังตำแหน่งอ้างอิงที่คาดว่าจะเป็ตำแหน่งตกของอากาศยาน จากนั้นจึงดำเนินการบินวนเพื่อค้นหาเป้าหมายของอากาศยานที่ประสบอุบัติเหตุ โดยใช้วงจรการค้นหารูปแบบสี่เหลี่ยมกันหอย (Expending Square Search (SS)) [5, 11] ดังตัวอย่างในรูปที่ 5 และตัวอย่างผลที่ได้จากแบบจำลองในโปรแกรมที่เขียนขึ้นในรูปที่ 7 จากนั้นเมื่ออากาศยานทำการบินค้นหาจนครบระยะเวลาการบินค้นหาแล้ว จะทำการบินกลับสนามบินที่อากาศยานวางกำลังเพื่อเติมเชื้อเพลิง โดยเมื่อกลับมาสนามบินจะมีการลบเวลาในการเติมเชื้อเพลิงและเตรียมความพร้อมปฏิบัติงานรอบใหม่ (Turnaround Time) ออกจากระยะเวลาการบินค้นหา ในทุก ๆ ครั้ง จากนั้นกลับไปทำการบินค้นหาที่ตำแหน่งสุดท้ายก่อนกลับสนามบินต่อไป โดยทำเช่นนี้เรื่อยไปจนการบินค้นหาครอบคลุมพื้นที่ความน่าเป็นที่จะมีอากาศยานอยู่ในแต่ละพื้นที่ของการค้นหา (POC) ตามที่กำหนด

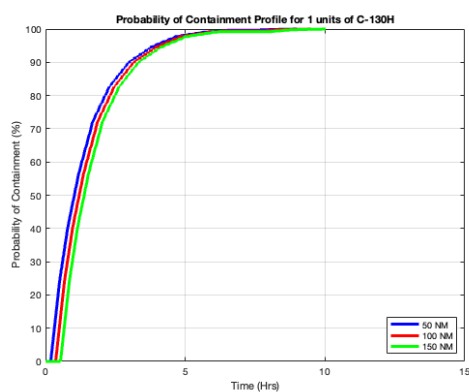
ในขั้นตอนการทดสอบด้วยแบบจำลองนี้ จะทำให้สามารถเก็บข้อมูลต่าง ๆ ว่า อากาศยานที่ดำเนินการค้นหาและช่วยชีวิตนั้น ได้ดำเนินการครอบคลุมพื้นที่ไปเท่าใดและได้ความน่าเป็นที่จะมีอากาศยานอยู่ในแต่ละพื้นที่ของการค้นหา (POC) ไปเท่าใดแล้ว ในแต่ละช่วงเวลา ทำให้สามารถนำค่าเหล่านี้ไปวิเคราะห์หาขีดความสามารถในการปฏิบัติการค้นหาและช่วยชีวิตของกองทัพอากาศและการครอบคลุมพื้นที่ได้ต่อไป



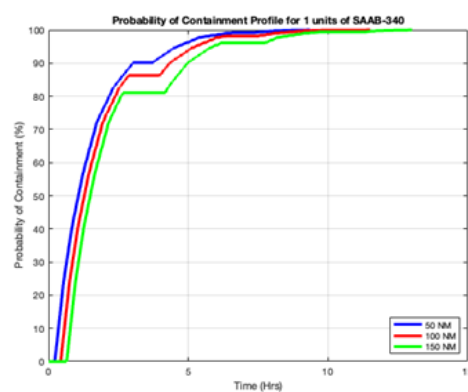
รูปที่ 7 ตัวอย่างการค้นหารูปแบบวงจรรูปแบบสี่เหลี่ยมกันหอย (Expanding Square Search (SS)) [5, 11] จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมา โดยเป็นพื้นที่ที่สำรวจไปแล้วในช่วงเวลา (Time Step) ที่ 1, 3, 7, 17, 31 และ 100 ตามลำดับ

## 5. ผลการศึกษา

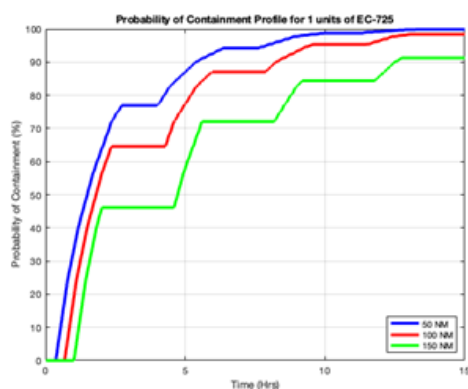
จากการจำลองการปฏิบัติการกิจค้นหาช่วยชีวิตที่กล่าวมานั้น จะสามารถทำให้ได้กราฟแสดงการเปรียบเทียบขีดความสามารถของอากาศยานแต่ละแบบในกองทัพอากาศที่สามารถทำการกิจค้นหาได้ โดยรูปที่ 8 แสดงค่าการเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นที่จะมีอากาศยานอยู่ในแต่ละพื้นที่ของการค้นหา (Probability of Containment (POC)) แสดงในแกนแนวดิ่งและเวลาของการปฏิบัติการกิจเป็นแกนแนวนอน โดยแยกแสดงผลของอากาศยานทั้ง 4 แบบ ในรูปที่ 8(ก) C130H, 8(ข) SAAB-340, 8(ค) EC725 และ 8(ง) BELL 412EP โดยในทั้ง 4 รูปย่อยนี้ เส้นสีน้ำเงินแสดงผลการเปรียบเทียบ POC ต่อเวลา เมื่อจุดศูนย์กลางการค้นหาห่างจากฐานบิน 50 ไมล์ทะเล ส่วนเส้นสีแดง สำหรับ 100 ไมล์ทะเล และเส้นสีเขียวสำหรับ 150 ไมล์ทะเล



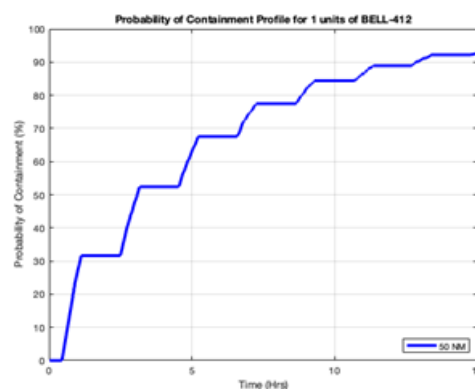
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

**รูปที่ 8** การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นที่จะมีอากาศยานอยู่ในแต่ละพื้นที่ของการค้นหา (Probability of Containment (POC)) ที่อากาศยานแต่ละแบบครอบคลุมได้ในแต่ละช่วงเวลา ด้วยอากาศยานแบบ (ก) C130H, (ข) SAAB-340, (ค) EC725 และ (ง) BELL 412EP

จากรูปที่ 8(ก) จะเห็นได้ว่า C-130H นั้น ใช้เวลาในการปฏิบัติการกิจค้นหา ที่ระยะ 50, 100 และ 150 ไมล์ทะเลได้เร็วที่สุด เนื่องจากอากาศยานแบบ C-130H มีความเร็วในการบินเดินทางไปยังเป้าหมายที่ต้องการค้นหาได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งมีเชื้อเพลิงเพียงพอในการดำเนินการค้นหาได้อย่างเพียงพอ ไม่จำเป็นต้องกลับมาเติมเชื้อเพลิงจนเสร็จภารกิจ ส่วนในรูปที่ 8(ข) อากาศยานแบบ SAAB 340B สามารถบินครอบคลุมค่า POC ได้อย่างรวดเร็วทั้ง 3 ระยะปฏิบัติการจนได้ค่า POC อยู่ระหว่าง 80-90% จึงต้องกลับมาเติมเชื้อเพลิงแล้วกลับไปดำเนินการค้นหาต่อจนกระทั่งบินครอบคลุมค่า POC ได้เกิน 90% ทั้งสามระยะปฏิบัติการแล้วจึงต้องกลับมาเติมเชื้อเพลิงอีกครั้ง ส่วนในรูปที่ 8(ค) อากาศยานแบบ EC725 จำเป็นต้องกลับมาเติมเชื้อเพลิงบ่อยกว่าอากาศยานทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้ว แต่ถึงอย่างไรก็ตามก็สามารถปฏิบัติการกิจได้สำเร็จแม้จะใช้เวลาที่ยาวนานกว่า และในรูปที่ 8(ง) อากาศยานแบบ BELL 412EP ไม่สามารถปฏิบัติการกิจค้นหาช่วยชีวิตได้ที่ระยะ 100 และ 150 ไมล์ทะเล เพราะเมื่อบินไปแล้วจะไม่เหลือเชื้อเพลิงเพียงพอที่จะปฏิบัติการกิจจึงจำเป็นต้องบินกลับสนามบิน ดังนั้นจึงสามารถปฏิบัติการกิจได้เพียงแค่ระยะ 50 ไมล์ทะเลและจำเป็นต้องบินกลับมาเติมเชื้อเพลิงหลายครั้งจึงสามารถปฏิบัติการกิจได้สำเร็จ

ในขั้นตอนต่อไปเป็นการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่ของการปฏิบัติการกิจค้นหา และช่วยชีวิตจากทรัพยากรที่มีอยู่ โดยในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องวิเคราะห์ว่าอากาศยานแต่ละแบบจะสามารถปฏิบัติการกิจได้ไกลแค่ไหนจากฐานบินที่ประจำการอยู่ในเวลาที่จำกัด จากข้อมูลของ Civil Aerospace Medical Institute [13] พบว่าหากผู้ประสบภัยได้รับการช่วยเหลือออกจากสภาพอากาศที่เลวร้ายหรืออันตรายได้ภายใน 3 ชั่วโมง จะมีโอกาสรอดชีวิตสูงหากได้รับการช่วยเหลือช้ากว่านี้โอกาสรอดชีวิตจะลดลงอย่างมาก และจากข้อมูลงานวิจัยของ Husain et al., (2020) [14] พบว่าผู้ประสบภัยที่ได้รับบาดเจ็บ (เมื่อค่า Injury Severity Score (ISS) มากกว่า 50) จะเสียชีวิตหากได้รับความช่วยเหลือช้ากว่า 6 ชั่วโมงหลังเกิดเหตุ ดังนั้น

ข้อจำกัดเวลาในการปฏิบัติการกิจที่ 3 ชั่วโมงและ 6 ชั่วโมง ถือว่าเป็นจุดสำคัญในการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการปฏิบัติการกิจการบินค้นหาครอบคลุมพื้นที่ที่กำหนด

โดยการประเมินขีดความสามารถในครั้งนี้จะประเมินว่าในเวลาที่ยกาคัดคือ 3 ชั่วโมงและ 6 ชั่วโมงนั้น ถ้าอากาศยานต้องการที่จะบินค้นหาครอบคลุม POC=79.86% จะสามารถปฏิบัติการกิจทางจากสนามบินที่ตั้งได้ไกลเพียงใด การกำหนดค่า POC=79.86% นี้เป็นไปตามมาตรฐานการปฏิบัติงานค้นหาและช่วยชีวิต ที่ต้องครอบคลุมพื้นที่ที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมสำหรับการค้นหาแบบสี่เหลี่ยมกันหอย (Expanding Square Search (SS)) [5, 11] ที่มีความน่าจะเป็นหนาแน่นในเวลาอันสั้น โดยจะครอบคลุมพื้นที่ที่มีค่าความน่าจะเป็นเกิน 0.5% ต่อ 9 ตารางกิโลเมตรให้ได้หมด ดังแสดงด้วยพื้นที่สีแดงในรูปที่ 9 โดยพื้นที่นอกตารางนี้โอกาสที่อากาศยานอยู่ในแต่ละช่องของตารางความน่าจะเป็นนั้นถือว่าน้อยมาก โดยเป็นไปตามหลักปฏิบัติของกองทัพอากาศ [2]

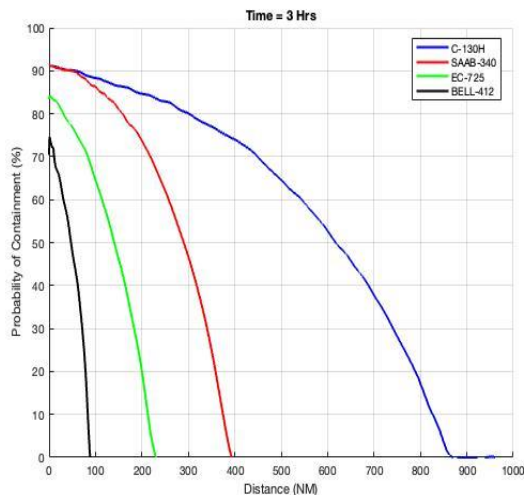
|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01% | 0.02% | 0.03% | 0.03% | 0.02% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| 0.00% | 0.01% | 0.02% | 0.06% | 0.12% | 0.17% | 0.17% | 0.12% | 0.06% | 0.02% | 0.01% | 0.00% |
| 0.00% | 0.02% | 0.09% | 0.24% | 0.47% | 0.65% | 0.65% | 0.47% | 0.24% | 0.09% | 0.02% | 0.00% |
| 0.01% | 0.06% | 0.24% | 0.65% | 1.28% | 1.79% | 1.79% | 1.28% | 0.65% | 0.24% | 0.06% | 0.01% |
| 0.02% | 0.12% | 0.47% | 1.28% | 2.51% | 3.52% | 3.52% | 2.51% | 1.28% | 0.47% | 0.12% | 0.02% |
| 0.03% | 0.17% | 0.65% | 1.79% | 3.52% | 4.93% | 4.93% | 3.52% | 1.79% | 0.65% | 0.17% | 0.03% |
| 0.03% | 0.17% | 0.65% | 1.79% | 3.52% | 4.93% | 4.93% | 3.52% | 1.79% | 0.65% | 0.17% | 0.03% |
| 0.02% | 0.12% | 0.47% | 1.28% | 2.51% | 3.52% | 3.52% | 2.51% | 1.28% | 0.47% | 0.12% | 0.02% |
| 0.01% | 0.06% | 0.24% | 0.65% | 1.28% | 1.79% | 1.79% | 1.28% | 0.65% | 0.24% | 0.06% | 0.01% |
| 0.00% | 0.02% | 0.09% | 0.24% | 0.47% | 0.65% | 0.65% | 0.47% | 0.24% | 0.09% | 0.02% | 0.00% |
| 0.00% | 0.01% | 0.02% | 0.06% | 0.12% | 0.17% | 0.17% | 0.12% | 0.06% | 0.02% | 0.01% | 0.00% |
| 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.01% | 0.02% | 0.03% | 0.03% | 0.02% | 0.01% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |

J  
(12 × 12)

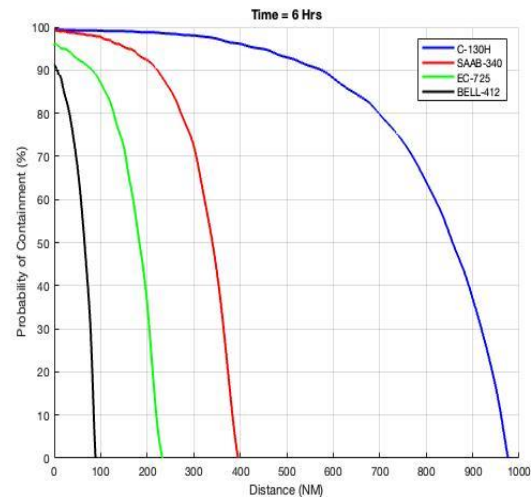
รูปที่ 9 พื้นที่สี่เหลี่ยมสีแดงแสดงค่าความน่าจะเป็นที่จะมีอากาศยานอยู่ในแต่ละพื้นที่ของการค้นหา (Probability of Containment (POC)) หนาแน่นเกิน 0.5% ต่อ 9 ตารางกิโลเมตร บนแผนที่ความน่าจะเป็นแบบจตุรรูปแบบ 12 × 12 [5]

ในรูปที่ 10 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่า POC สะสมที่ได้จากการปฏิบัติการกิจในการค้นหาอากาศยานประสบภัยของอากาศยานทั้ง 4 แบบต่อระยะทางระหว่างตำแหน่งที่อากาศยานวางกำลังถึงตำแหน่งอ้างอิง โดยรูปที่ 10(ก) และ รูปที่ 10(ข) เป็นผลลัพธ์ที่ได้เมื่อจำกัดเวลาปฏิบัติการไว้ที่ 3 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมงตามลำดับ จากผลการดำเนินการจำลองที่ได้ผลลัพธ์ตามรูปที่ 10 หากต้องการให้ได้ค่า POC อย่างน้อย 79.86% หมายความว่า

ถ้ามีเวลาปฏิบัติการกิจ 3 ชั่วโมง อากาศยานชนิด C-130H, SAAB 340B และ EC725 จะสามารถปฏิบัติการกิจได้ไกลสุดที่ระยะ 303.6, 159.3 และ 31.6 ไมล์ทะเลตามลำดับ ในทางตรงกันข้าม BELL 412EP จะสามารถเก็บค่า POC สะสมได้มากที่สุดเพียง 74.5% แม้ว่าตำแหน่งอ้างอิงจะอยู่ตำแหน่งที่อากาศยานวางกำลัง ส่วนในกรณีที่มีเวลาปฏิบัติการกิจ 6 ชั่วโมง อากาศยานชนิด C-130H, SAAB 340B, EC725 และ BELL 412EP จะสามารถปฏิบัติการกิจได้ไกลสุดที่ระยะ 699.1, 273.3, 128.4 และ 32.8 ไมล์ทะเลตามลำดับ



(ก)

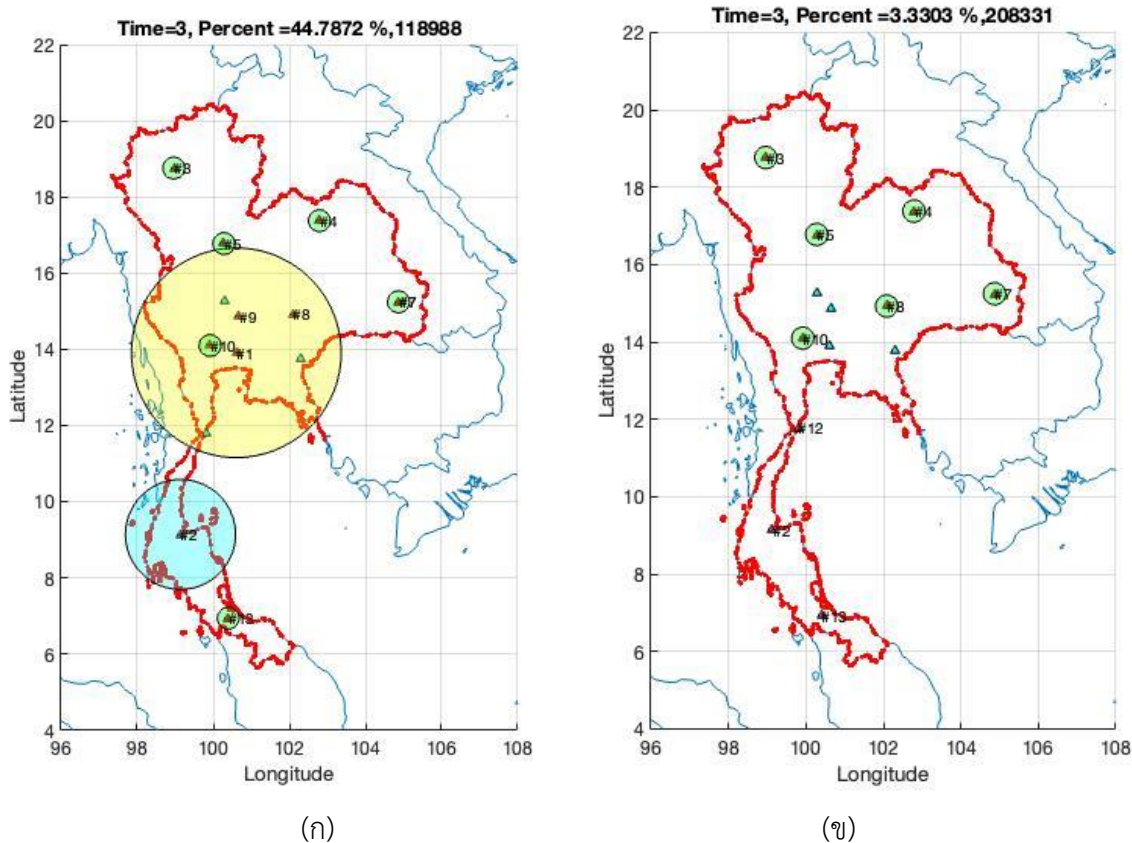


(ข)

**รูปที่ 10** แสดงการเปรียบเทียบขีดความสามารถด้านการค้นหาครอบคลุม POC ของ บ. แต่ละแบบ ที่ระยะปฏิบัติการต่าง ๆ ภายในเวลา (ก) 3 ชม. และ (ข) 6 ชม. (โดยที่: เส้นสีน้ำเงินแทนอากาศยานแบบ C-130H เส้นสีแดงแทนอากาศยานแบบ SAAB 340B เส้นสีเขียว แทนอากาศยานแบบ EC725 เส้นสีดำแทนอากาศยานแบบ BELL 412EP)

ในขั้นตอนต่อไปจะดำเนินการวิเคราะห์การครอบคลุมพื้นที่ทางบกในการปฏิบัติการกิจค้นหาอากาศยาน ประสพภัยจากทรัพยากรที่มีอยู่ ซึ่งในปัจจุบันการค้นหานี้สามารถปฏิบัติการได้โดยอากาศยานทั้ง 4 แบบ แต่มีข้อจำกัดคือ C-130H ต้องประจำการอยู่ที่สนามบินดอนเมืองและ SAAB 340B ต้องประจำการอยู่ที่สนามบินสุราษฎร์ธานี ส่วนเฮลิคอปเตอร์ที่เหลืออยู่ทั้ง 2 แบบนั้นสามารถผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนไปประจำการในสนามบินต่าง ๆ ที่มีหน่วยของกองทัพอากาศตั้งอยู่ได้ทั้ง 13 สนามบิน ซึ่งกำหนดให้มีอากาศยานแบบ EC725 อยู่ 6 ลำ และ BELL 412EP อยู่ 3 ลำ





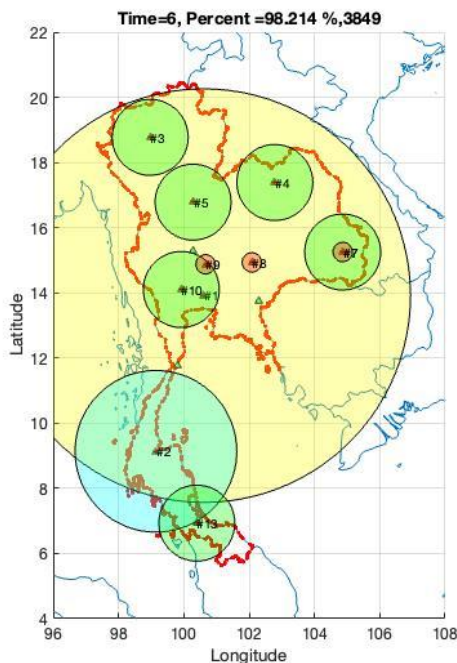
**รูปที่ 11** แสดงระยะปฏิบัติการที่สามารถบินค้นหาครอบคลุมพื้นที่ได้ภายใน 3 ชั่วโมง จากอากาศยานที่มีอยู่โดย (ก) ระยะปฏิบัติการที่สามารถบินค้นหาครอบคลุมพื้นที่ของอากาศยานทั้ง 4 แบบ และ (ข) ระยะปฏิบัติการที่สามารถบินค้นหาและช่วยเหลือครอบคลุมพื้นที่ของเฮลิคอปเตอร์ (โดยที่: พื้นที่ครอบคลุมโดย C-130H, SAAB 340B, EC725 และ BELL 412EP แสดงด้วยวงกลมสีเหลือง, ฟ้ำ, เขียว และแดง ตามลำดับ)

จากการวิเคราะห์การผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนอากาศยานชนิดปีกหมุนแบบ EC725 และ BELL 412EP ไปตามสนามบินต่าง ๆ เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ทางบกของประเทศไทยให้มากที่สุดในการปฏิบัติการกิจค้นหาอากาศยานประสบภัย โดยการจัด EC725 ได้ทั้งหมด 1716 แบบที่ไม่ซ้ำกัน และการจัด BELL 412EP ได้ทั้งหมด 286 แบบที่ไม่ซ้ำกัน

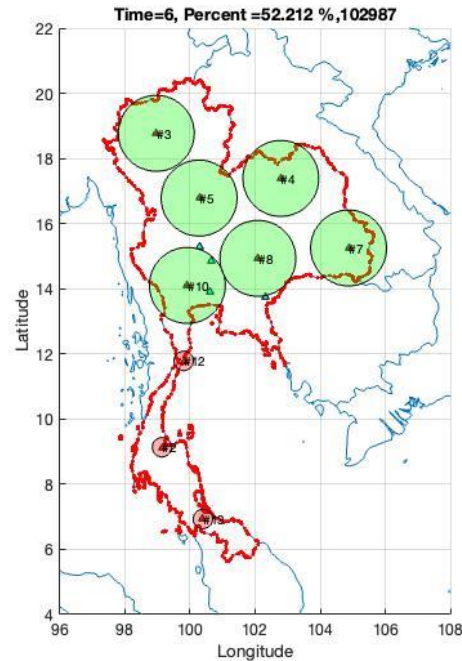
ซึ่งเมื่อจำกัดเวลาปฏิบัติการ 3 ชั่วโมง ของอากาศยานทั้ง 4 แบบ โดยมี C-130H ประจำที่สนามบินดอนเมือง และ SAAB 340B ประจำที่สนามบินสุราษฎร์ธานี จะสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้มากที่สุด ในภารกิจค้นหา เมื่อ EC725 ประจำการที่สนามบิน เชียงใหม่, อุดรธานี, พิษณุโลก, อุบลราชธานี และหาดใหญ่ ส่วน EC725 ที่เหลืออีก 1 ลำ และ BELL 412EP ที่เหลืออีก 3 ลำนั้น เมื่อจัดลงสนามบินใดก็ได้ที่เหลืออยู่ และไม่สามารถเพิ่มพื้นที่ครอบคลุมได้ดังแสดงในรูปที่ 11(ก) ซึ่งในกรณีนี้ ทรัพยากรที่มีอยู่สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ 44.78% ของพื้นที่ทางบกของประเทศไทย



เมื่อกำหนดเวลาปฏิบัติการ 3 ชั่วโมง ในภารกิจช่วยชีวิตที่จำเป็นต้องใช้เฉพาะเฮลิคอปเตอร์พบว่าจัดลงเครื่องบิน EC725 ทั้ง 6 ลำ และ BELL 412EP ทั้ง 3 ลำ ลงสนามบินใดก็ได้ห้ามซ้ำกัน สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้เพียง 3.33% ดังแสดงในรูปที่ 11(ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 12 แสดงระยะปฏิบัติการที่สามารถบินค้นหาครอบคลุมพื้นที่ได้ภายใน 6 ชั่วโมงจากอากาศยานที่มีอยู่โดย (ก) ระยะปฏิบัติการที่สามารถบินค้นหาครอบคลุมพื้นที่ของอากาศยานทั้ง 4 แบบ และ (ข) ระยะปฏิบัติการที่สามารถบินค้นหาและช่วยเหลือครอบคลุมพื้นที่เฉพาะเฮลิคอปเตอร์ (โดยที่: พื้นที่ครอบคลุมโดย C-130H, SAAB 340B, EC725 และ BELL 412EP แสดงด้วยวงกลมสีเหลือง, ฟ้ำ, เขียว และแดง ตามลำดับ)

รูปที่ 12 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์การจัตวางอากาศยาน EC725 และ BELL 412EP ลงในสนามบินต่าง ๆ เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ทางบกของประเทศไทยให้ได้มากที่สุดเมื่อกำหนดเวลาปฏิบัติการ 6 ชั่วโมง โดยในภารกิจค้นหานี้ จะเหมือนกับในกรณีที่แล้วคือ มี C-130H ประจำที่ดอนเมือง และ SAAB 340B ประจำที่สุราษฎร์ธานี ซึ่งผลที่ได้ในกรณีนี้พบว่า C-130H สามารถครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยได้เกือบทั้งประเทศ โดยการจะได้พื้นที่ครอบคลุมมากที่สุดนั้นต้องจัดเฮลิคอปเตอร์แบบ EC725 ลงที่สนามบินหาดใหญ่ 1 ลำ ส่วน EC725 ที่เหลืออีก 5 ลำ และ BELL 412EP ที่เหลืออีก 3 ลำ นั้นสามารถจัดลงสนามบินใดก็ได้ที่เหลืออยู่ ซึ่งทำให้สามารถบินค้นหาครอบคลุมพื้นที่ของประเทศไทยได้ 98.21% ดังแสดงในรูปที่ 12(ก)

ส่วนในภารกิจค้นหาและช่วยเหลือเมื่อกำหนดเวลาปฏิบัติการ 6 ชั่วโมง โดยตัดอากาศยานปีกตึง C-130H และ SAAB 340B ออก พบว่าต้องจัดลงเฮลิคอปเตอร์แบบ EC725 ทั้ง 6 ลำ ลงสนามบินเชียงใหม่, อุตรธานี,

พิษณุโลก, อุบลราชธานี, โคราซ และกำแพงแสน ส่วน BELL 412EP ที่เหลืออีก 3 ลำนั้น ต้องจัดลงสนามบิน สุราษฎร์ธานี, ประจวบคีรีขันธ์ และหาดใหญ่ เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ทางบกให้ได้มากที่สุด โดยจะครอบคลุมได้ 52.21% ดังแสดงในรูปที่ 12(ข)

## 6. สรุปและอภิปรายผล/ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยชิ้นนี้ ในการวิเคราะห์ขีดความสามารถของกองทัพอากาศในด้านระยะปฏิบัติการของอากาศยานในการบินค้นหาอากาศยานขนาดเล็ก โดยเปรียบเทียบการครอบคลุมพื้นที่ทางบกเทียบกับเวลาในการปฏิบัติการ ทำให้เข้าใจ 1) ขีดความสามารถของอากาศยานแต่ละชนิดของกองทัพอากาศในการบิน ค้นหา และช่วยชีวิตมากยิ่งขึ้น 2) ทำให้เข้าใจขีดความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของทั้งประเทศในการบิน ค้นหาและภารกิจช่วยชีวิต

โดยพบว่าในการบินค้นหาอย่างเดียวที่สามารถใช้อากาศยานแบบปีกตรึงเข้าร่วมด้วยนั้น กองทัพอากาศสามารถครอบคลุมพื้นที่ทางบกของประเทศไทยได้ถึง 44.78% ในกรอบเวลา 3 ชั่วโมง และ 98.21% ในกรอบเวลา 6 ชั่วโมง

ส่วนในกรณีภารกิจค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัยครอบคลุมพื้นที่ทางบกของประเทศไทย ที่จำเป็นต้องใช้เพียงเฮลิคอปเตอร์เท่านั้น โดยจากการนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ขีดความสามารถมาทำการ จัดสรรทรัพยากรในการวางกำลัง พบว่า หากกำหนดเวลาสำหรับการปฏิบัติการบินค้นหาและช่วยเหลือไว้ที่ 3 ชั่วโมง การวางกำลังของเฮลิคอปเตอร์ทั้งสองแบบสามารถวางกำลังลงสนามบินใดก็ได้ห้ามซ้ำกัน ซึ่งจะทำให้ ครอบคลุมพื้นที่ได้เพียงร้อยละ 3.33 ของพื้นที่ทางบกของประเทศไทย หากกองทัพบกเห็นความจำเป็นที่จะต้อง กำหนดเวลาไว้ที่ 3 ชั่วโมง ควรเพิ่มจำนวนเฮลิคอปเตอร์มากกว่าที่มีอยู่เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่มากกว่าเดิม หรือ อาจจะเพิ่มแนวทางในการจัดให้มีการสนับสนุนปัจจัยที่จำเป็นสำหรับเฮลิคอปเตอร์ ในบริเวณใกล้เคียงกับ จุดอ้างอิง แทนการบินไปกลับสนามบินที่ตั้ง

ส่วนในกรณีที่กำหนดกรอบเวลาไว้ 6 ชั่วโมง สำหรับภารกิจการบินค้นหาและช่วยเหลือ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ เฉพาะเฮลิคอปเตอร์เท่านั้น พบว่า การวางกำลังของเฮลิคอปเตอร์แบบ EC725 ทั้ง 6 ลำ ลงสนามบินเชียงใหม่, อุตรธานี, พิษณุโลก, อุบลราชธานี, โคราซ และ กำแพงแสน ส่วน BELL 412EP ทั้ง 3 ลำนั้น จัดลงสนามบิน สุราษฎร์ธานี, ประจวบคีรีขันธ์ และหาดใหญ่ จะทำให้ครอบคลุมพื้นที่ทางบกของประเทศไทยมากที่สุด เหมาะสม ที่จะใช้เป็นแนวทางในการวางกำลังของเฮลิคอปเตอร์ในกรณีที่มีทรัพยากรอยู่อย่างจำกัด

## เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะกรรมการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัยแห่งชาติ. แผนการค้นหาและช่วยเหลืออากาศยานประสบภัยแห่งชาติ พ.ศ.2564. กรุงเทพฯ: กระทรวงคมนาคม; 2561.
- [2] กองทัพอากาศ. ระเบียบกองทัพอากาศว่าด้วยมาตรฐานการปฏิบัติการบิน พ.ศ.2564. กรุงเทพฯ: กองทัพอากาศ; 2564.

- [3] Karatas M, Razi N, Gunal MM. An ILP and simulation model to optimize search and rescue helicopter operations. *J Oper Res Soc* [Internet]. 2017 Jan [cited 2023 Jan 8];68(11):1335-51. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/312179397\\_An\\_ILP\\_and\\_simulation\\_model\\_to\\_optimize\\_search\\_and\\_rescue\\_helicopter\\_operations](https://www.researchgate.net/publication/312179397_An_ILP_and_simulation_model_to_optimize_search_and_rescue_helicopter_operations)
- [4] MATLAB version 9.12.0.1884302 (R2022a). Massachusetts: The MathWorks Inc; 2022.
- [5] International Civil Aviation Organization. International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual Volume 2. [Quebec]: ICAO; 2019.
- [6] Federal Aviation Administration [Internet]. Washington, DC: Federal Aviation Administration; 2022. Aeronautical Information Publication UNITED STATES OF AMERICA: GEN 3.6 Search and Rescue 9.2 Emergency and Overdue Aircraft 9.2.4. [cited 2023 Jan 5]; [about 1 paragraphs]. Available from [https://www.faa.gov/air\\_traffic/publications/atpubs/aip\\_html/part1\\_gen\\_section\\_3.6.html](https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aip_html/part1_gen_section_3.6.html)
- [7] Cooper DC, Frost JR, Robe RQ. Compatibility of Land SAR Procedures with Search Theory. Washington, DC: POTOMAC MANAGEMENT GROUP; 2003.
- [8] Robe RQ, Frost JR. A method for determining effective sweep widths for land searches: Procedures for conducting detection experiments. Virginia: Potomac Management Group; 2002.
- [9] Čokorilo O. Aviation Safety Risks in Maritime Search and Rescue (SAR) Operations. Conference: 5th International Maritime Science Conference, IMSC; 2013; Split, Croatia. IMSC; 2013.
- [10] Statheropoulos M, Agapiou A, Pallis G, Mikedi K, Karma S, Vamvakari J, et al. Factors that affect rescue time in urban search and rescue (USAR) operations. *Nat Hazards*. 2015 Jan;75:57–69.
- [11] Otote D, Li B, Gao S, Ai B, Xu J, Lv G. A Decision-Making Algorithm for Maritime Search and Rescue Plan. *Sustainability*. 2019;11:7.
- [12] Karatas M, Razi N, Gunal MM. An ILP and simulation model to optimize search and rescue helicopter operations. *J Oper Res Soc*. 2017 Jan;68(11):1335-51.
- [13] Civil Aerospace Medical Institute. Basic Survival Skills for Aviation. Oklahoma: Civil Aerospace Medical Institute; 2020.
- [14] Husain BN, Vyawahare MS, Pate R. Correlation of Injury Severity Score with Survival time in Fatal Road Traffic Accidents in Central Indian Population. *MLU* [Internet]. 2020 May 22 [cited 2023 Mar. 13];20(2):37-41. Available from: <https://ijop.net/index.php/mlu/article/view/1057>