

การบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติการบินกับ
อากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศ
ตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ
Safety Risk Management of Human Factors in Flight Operations with
The Royal Thai Air Force Vertical Take-off and Landing Solar Power UAV
According to The Standards of The International Civil Aviation Organization

ธนากร เอี่ยมปาน^{1*}, ประสาทพร วงษ์คำช้าง¹, ปญญารักษ์ โกศลวัฒน์¹

ณัฐพัชร เรืองมณีญาต์² และวสวัตต์ โททอง³

Thanakorn Eiampan^{1*}, Prasatporn Wongkamchang¹, Panyarak Kosanwat¹,

Nattapat Ruaengmaneeya² and Wasawatt Thothong³

¹สำนักบัณฑิตศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

¹Graduate School, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

²กองบัญชาการกองทัพไทย

²Royal Thai Armed Forces Headquarters

³บริษัท ไทยแอร์เอเชีย จำกัด

³Thai Air Asia Company Limited

*Corresponding author: thanakorn_e@hotmail.co.th

Received: December 15, 2021

Revised: February 21, 2022

Accepted: February 28, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) การประเมินการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติการบินกับอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (2) การออกแบบแนวปฏิบัติที่ดีของปัจจัยมนุษย์ในการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศ วิจัยดำเนินการวิจัยร่วมกับโครงการวิจัยและพัฒนาอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช ตามมาตรฐานของ NATO Standard AEP-83 Light Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements ในหัวข้อการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัย โดยการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และดำเนินการวิเคราะห์ ประเมิน และการออกแบบแนวปฏิบัติที่ดี ผลการวิจัยนำเสนอแนวปฏิบัติที่ดีของการบรรเทาความเสี่ยงให้กับนักบินเพื่อใช้ในการควบคุมและป้องกันความผิดพลาดของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ และดำเนินการตรวจสอบการปฏิบัติงาน ได้แก่ รายการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบิน และรายการอุปกรณ์ขึ้นต่ำสำหรับนักบิน และผู้วิจัยนำผลการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบินและรายการอุปกรณ์ขึ้นต่ำสำหรับนักบิน ไปสอนนักบินและให้นักบินทดสอบการใช้งาน จำนวน 10 ครั้ง พบว่า อากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยจำนวน 10 ครั้ง (100%)

คำสำคัญ: การบริหารความเสี่ยงความปลอดภัย อากาศยานไร้คนขับ ปัจจัยมนุษย์

Abstract

This research is action research. The objectives are (1) to assess the safety risk management of human factors in flight operations with the Royal Thai Air Force Vertical Take-off and Landing Solar Power UAV according to the standards of the International Civil Aviation Organization and (2) to design best practices for human factors in the safety risk management of the Royal Thai Air Force Vertical Take-off and Landing Solar Power UAV. This research employed methods of conducting research in conjunction with research and development projects of the Vertical Take-off and Landing Solar Power UAV of Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy according to the NATO Standard AEP-83 Light Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements in the topic of safety risk management by studying concepts, theories, and related research and conducting analysis, evaluation, and designing best practices. The results of this research provide pilots with good risk mitigation best practices for controlling and preventing human error in various fields and conducting operational audits, including a preliminary preparation checklist for pilots and a minimum equipment list for pilots. The researcher took the Preliminary Preparation Checklist for Pilot and the Minimum Equipment List for Pilot to teach pilots and to have pilots test the use of 10 times and found that the Royal Thai Air Force Vertical Take-off and Landing Solar Power UAV can operate safely 10 times (100%).

Keywords: safety risk management, UAV, human factor



บทนำ

กองทัพอากาศให้ทุนโครงการวิจัยกับโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราชในโครงการวิจัยและพัฒนาอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อปฏิบัติการกิจทางทหาร ได้แก่ การบินบรรเทาสาธารณภัย การบินตรวจสอบฝุ่นละอองขนาดเล็ก และการบินสำรวจเฝ้าระวังปัญหาหมอกควันและไฟป่า แนวคิดการวิจัยและพัฒนาอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์นั้นได้ดำเนินการตามมาตรฐานของ NATO Standard AEP-83 Light Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements (NATO Standardization Office, 2014) เพื่อจะทำเป็นอากาศยานต้นแบบและได้รับความสมควรเดินอากาศ (certification airworthiness) ตามมาตรฐานของกองทัพอากาศ จากการที่อากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ได้รับความสมควรเดินอากาศนั้นมีประโยชน์ ได้แก่ (1) ความสมควรเดินอากาศถือเป็นความสามารถของเครื่องบิน อุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ใน

การปฏิบัติการโดยไม่สร้างภัยคุกคามต่อชีวิตและทรัพย์สิน (2) การรับรองมาตรฐานความสมควรเดินอากาศนั้นจะช่วยเป็นเครื่องยืนยันถึงความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของอากาศยานตามสากล ดังนั้นอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นต้นแบบในการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

กรณีศึกษาการปฏิบัติการบินของอากาศยานไร้คนขับ Hunter (Williams, 2004) มีการบินขึ้นและลงสนามบินโดยใช้นักบินภายนอกที่ยืนอยู่ข้างรันเวย์เป็นผู้ควบคุมอากาศยานไร้คนขับที่คล้ายกับงานอดิเรกของนักบินเครื่องบินวิทยุบังคับ โดยอากาศยานไร้คนขับ Hunter มีสถิติการเกิดอุบัติเหตุ ระหว่างปี 1987-2005 (ภาพ 1 และตาราง 1) โดยข้อมูลจากภาพ 1 ปัจจัยสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุอากาศยานไร้คนขับ Hunter พบว่า (1) สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุมาจากระบบอากาศยานไร้คนขับ Hunter จำนวน 50% และ (2) สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุมาจากปัจจัยมนุษย์ จำนวน 47% และข้อมูลจากตาราง 1 รายละเอียด

ของปัจจัยมนุษย์ของการเกิดอุบัติเหตุอากาศยานไร้คนขับ Hunter พบว่า นักบินอากาศยานไร้คนขับมีความผิดพลาดของขั้นตอนการปฏิบัติงาน (procedural error) จำนวน 20%

การกระทำที่ไม่ปลอดภัย (unsafe acts) ของนักบินตามแนวคิดของ Reason (1997) คือ พฤติกรรมการปฏิบัติงานที่เป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุขึ้น และสอดคล้องกับสถิติของอากาศยานอุบัติเหตุพบว่าสาเหตุหลักของการเกิดอากาศยานอุบัติเหตุมากกว่า 70.0% เกี่ยวข้องกับปัจจัยมนุษย์ (นักบิน) (Department of Transport and Bureau of Air Safety Investigation, 2019) ซึ่งนักบินจำเป็นที่จะต้องนำความรู้ความสามารถที่ได้รับจากการเรียนการสอนและประสบการณ์ที่มีมาใช้ในการปฏิบัติงานให้ประสบความสำเร็จ และแนวคิดของแชปเพลและวิกแมน (Shappell & Wiegmann, 2003) กล่าวว่า การออกแบบแนวปฏิบัติที่มีความสำคัญ และช่วยป้องกันการเกิดอุบัติเหตุได้ โดยองค์กรการบินมีเป้าหมาย คือ ความสำเร็จของการปฏิบัติการการบินพร้อมด้วยความปลอดภัย ซึ่งองค์กรการบินต้องดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศยานเกิดอุบัติเหตุ (Safety Center Royal Thai Air Force , 2008)

ผู้วิจัยได้มาดำเนินการวิจัยร่วมกับโครงการวิจัยนี้ ในด้านการบริหารความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติงานกับอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นไปตามหัวข้อการบริหารความเสี่ยงด้านความปลอดภัยการบินของ NATO Standard AEP-83 Light Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements และสอดคล้องกับนโยบายผู้บัญชาการทหารอากาศ ประจำปีพุทธศักราช 2564 (Royal Thai Airforce, 2021) ในข้อที่ 7 ดำรงมาตรการด้านนิรภัยอย่างเคร่งครัด และมีส่วนร่วมในการป้องกันอุบัติเหตุ ดังนั้นเมื่ออากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์สร้างสำเร็จพร้อมกับผู้วิจัยดำเนินการออกแบบแนวปฏิบัติที่ดีระหว่างปัจจัยมนุษย์และอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์นั้น ซึ่งจะทำให้อากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถปฏิบัติงานได้ตามมาตรฐานการบินและได้รับความสมควรเดินอากาศ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อการประเมินการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติการบินกับอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ

2. เพื่อออกแบบแนวปฏิบัติที่ดีของปัจจัยมนุษย์ในการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศ

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีสาเหตุการเกิดอากาศยานอุบัติเหตุ (5M Model) E.A. Jerome (1976, as cited in Wells & Rodrigues, 2003) ได้พัฒนาทฤษฎีสาเหตุการเกิดอากาศยานอุบัติเหตุ และนำมาใช้การวิเคราะห์สาเหตุหลักของการเกิดอากาศยานอุบัติเหตุ โดยกำหนดปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอากาศยานอุบัติเหตุประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ (1) มนุษย์ (man) (2) เครื่องจักร (machine) (3) สภาพแวดล้อม (medium) (4) ภารกิจ (mission) และ (5) การบริหารจัดการ (management) ดังภาพ 2

ความผิดพลาดของมนุษย์ในการบิน

ความผิดพลาดของมนุษย์ (human error) หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับการกระทำหรือไม่กระทำของผู้ปฏิบัติงานเป็นผลทำให้การปฏิบัติงานไม่สำเร็จตามวัตถุประสงค์ (Wells & Rodrigues, 2003)

องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization, 2012) กล่าวว่า ลักษณะพฤติกรรมของความผิดพลาดของมนุษย์ (human error) ในการทำงานที่เป็นสาเหตุให้การปฏิบัติงานไม่ประสบความสำเร็จได้ สามารถแบ่งออกเป็น 4 แบบ ได้แก่

1. การพลั้งเผลอ (slips) คือ ความผิดพลาดเกิดจากความจำของผู้ปฏิบัติงานเสียไปชั่วขณะและไม่ได้ตั้งใจกระทำ แต่สุดท้ายกลับมานึกขึ้นได้เองและสามารถปฏิบัติงานได้ เช่น การทำข้ามขั้นตอนการปฏิบัติงาน

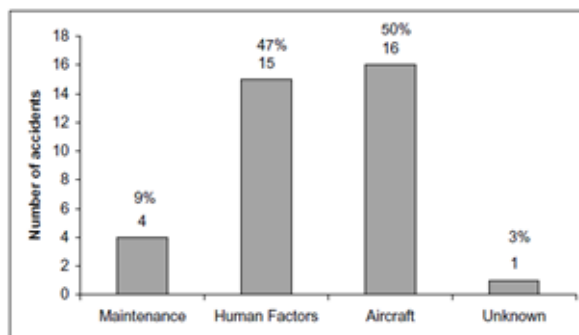
2. การลื้ม (lapses) คือ ความผิดพลาดเกิดจากความจำของผู้ปฏิบัติงานเสียในสิ่งที่เรียนรู้และไม่สามารถกระทำตามขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ โดยไม่ได้ตั้งใจกระทำ และไม่รู้ตัวว่าทำผิดพลาด เช่น การไม่กระทำตามแผน

3. การทำผิด (mistakes) คือ ความผิดพลาดที่เกิดจากความตั้งใจกระทำของผู้ปฏิบัติงานและไม่รู้ว่าเป็นการกระทำที่ไม่ถูกต้อง แต่คิดว่าเป็นการกระทำที่ถูกต้องและเป็นอันตรายมาก การทำผิดสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

3.1 การทำผิดเกิดในขั้นของการใช้กฎเกณฑ์ (rule based) คือ การไม่เข้าใจกฎการบินและระเบียบวิธีการปฏิบัติงานอื่น ๆ อย่างดีพอ

3.2 การทำผิดเกิดในขั้นความรู้พื้นฐาน (knowledge based) คือ การมีความรู้ด้านการบินยังไม่พร้อมหรือขาดความรู้ด้านการบินในส่วนนั้น

4. การฝ่าฝืน (violation) คือ ความผิดพลาดที่เกิดจากความตั้งใจกระทำของผู้ปฏิบัติงาน โดยผู้ปฏิบัติงานไม่ทำตามกฎเกณฑ์ระเบียบวิธีการปฏิบัติงาน และรู้ว่าทำผิดซึ่งเป็นอันตรายมากกว่าความผิดพลาดชนิดอื่น ๆ



ภาพ 1 ปัจจัยสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุของ U.S. Hunter

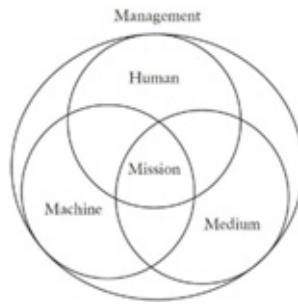
Note. From *A summary of unmanned aircraft accident/incident data* (p.5), by K. W. Williams, 2004, retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/235144954>

ตาราง 1

รายละเอียดของปัจจัยมนุษย์ของการเกิดอุบัติเหตุของ Hunter

Issue	Number	Percent
Pilot-In-Command	1	7%
Alerts and Alarms	2	13%
Display Design	1	7%
External Pilot Landing Error	7	47%
External Pilot Takeoff Error	3	20%
Procedural Error	3	20%

Note. From *A Summary of Unmanned Aircraft Accident/Incident Data* (p.5), by K. W. Williams, 2004, retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/235144954>



ภาพ 2 ทฤษฎีสาเหตุการเกิดอากาศยานอุบัติเหตุ (5M Model)

Note. From *Commercial aviation safety* (p. 141), by A. T. Wells and C. C. Rodrigues, 2003, New York: McGraw-Hill.

การบริหารความเสี่ยงความปลอดภัย (safety risk management)

องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization, 2012) กล่าวว่า ความปลอดภัย (safety) หมายถึง สภาวะที่มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นอันตรายต่อบุคคล หรือความเสียหายต่อทรัพย์สินลดลง เหลือและรักษาไว้ที่ระดับที่ยอมรับได้หรือต่ำกว่า โดยได้ผ่านกระบวนการระบุอันตรายและการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัย

อันตราย (hazard) หมายถึง สถานการณ์หรือวัตถุที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดการเสียชีวิต การบาดเจ็บต่อบุคคล ความเสียหายต่ออุปกรณ์หรือโครงสร้าง การสูญเสียวัสดุ หรือการลดความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่

ความเสี่ยงความปลอดภัย (safety risk) หมายถึง ความเป็นไปได้และความรุนแรงที่คาดการณ์ไว้ของผลที่ตามมาหรือผลลัพธ์จากอันตรายที่มีอยู่

การบริหารความเสี่ยงความปลอดภัย (safety risk management) หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการบริหารจัดการให้ความเสี่ยงลดลง หรือลดผลกระทบความเสียหายจากความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

กระบวนการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัย (the process of safety risk management) มี 5 ขั้นตอนได้แก่

1. การระบุอันตราย (hazard identification) หมายถึง การผสมผสานวิธีการรวบรวมข้อมูลความปลอดภัยเชิงรับ ความปลอดภัยเชิงรุก และความปลอดภัยเชิงคาดการณ์ในการหาอันตราย

2. การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของความเสี่ยง (risk analysis probability) หมายถึง โอกาสหรือความถี่ของอันตรายที่มีผลต่อความปลอดภัยหรือผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้น

3. การวิเคราะห์ความรุนแรงของความเสี่ยง (risk analysis severity) หมายถึง ขอบเขตของความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นอย่างสมเหตุสมผลอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากอันตรายที่ระบุ

4. การประเมินความเสี่ยงและความทนทาน (risk assessment and tolerability) หมายถึง การประมวลผลความน่าจะเป็นของความเสี่ยง (risk probability) และความรุนแรงของความเสี่ยง (risk severity) เพื่อให้ได้มาซึ่งการประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัย (safety risk assessment) จากตาราง 2 และความทนทานต่อความเสี่ยงด้านความปลอดภัย (safety risk tolerability) ดังภาพ 3

เมื่อได้ผลจากตาราง 2 การประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัย (safety risk assessment) แล้วให้นำข้อมูลไปใช้ในพิจารณาความทนทานต่อความเสี่ยงด้านความปลอดภัย (safety risk tolerability) ดังภาพ 3

5. การควบคุมหรือบรรเทาความเสี่ยง (risk control or mitigation) หมายถึง การดำเนินการควบคุมหรือลดระดับความเสี่ยงด้านความปลอดภัยให้อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ โดยมีหลักการตอบสนองความเสี่ยง 3 ประการ ได้แก่ (1) การหลีกเลี่ยง (avoidance) หมายถึง การดำเนินการยกเลิกการปฏิบัติงานการบิน เนื่องจากความเสี่ยงความปลอดภัยมีมากกว่าประโยชน์ของการปฏิบัติ

งานการบิน (2) การลดลง (reduction) หมายถึง การลดความถี่ของการปฏิบัติงานการบิน หรือการดำเนินการลดขนาดของผลที่ตามมาของความเสี่ยงความปลอดภัย (3) การแบ่งแยก (segregation) หมายถึง การดำเนินการเพื่อแยกผลกระทบของความเสี่ยงความปลอดภัย หรือสร้างระบบสำรองป้องกัน

แนวทางการวิเคราะห์สิ่งกีดขวาง (the barrier analysis approach)

Oakley (2012) กล่าวว่า แนวทางการวิเคราะห์สิ่งกีดขวาง ประกอบด้วย อันตราย สิ่งกีดขวาง และเป้าหมาย ซึ่งต้องมีการระบุอันตราย (hazard identification) และเป้าหมาย (target) และการสร้างสิ่งกีดขวาง (barrier) สำหรับการป้องกันไม่ให้อันตราย (hazard) เกิดขึ้นกับเป้าหมาย (ภาพ 4)

เมื่อดำเนินการวิเคราะห์ดังกล่าว 4 และกำหนดสิ่งกีดขวางกั้นอันตรายด้านการบริหารจัดการ ได้แก่

1. การกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงาน หรือแนวปฏิบัติที่ดี
2. การฝึกอบรม
3. การกำกับดูแลการทำงาน
4. การติดต่อสื่อสาร
5. การวางแผนการทำงาน
6. กฎระเบียบและมาตรฐานการทำงาน

อากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศ

อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles--UAV) คือ อากาศยานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการบินปฏิบัติการ โดยไม่มีนักบินอยู่บนอากาศยาน

อากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศ (ภาพ 5) มีความสามารถบินได้นาน 2 ชั่วโมง น้ำหนักที่มากที่สุดในการบินขึ้น 15 กิโลกรัม โดยอากาศยานไร้คนขับนี้มีลักษณะที่สำคัญ คือ (1) ความสามารถในการปฏิบัติการบินขึ้นและลงเหมือนเครื่องบินปีกหมุน (multi rotor) (2) การปฏิบัติการบินขึ้นและลงสนามโดยใช้พื้นที่ไม่มาก

ระบบควบคุมการบิน (flight control system) ของอากาศยานไร้คนขับพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นลงทางดิ่งสมรรถนะสูงเพดานบินต่ำ ในงานวิจัยได้เลือกใช้ระบบควบคุมการบินพาณิชย์ (commercial flight control system) ที่มีความเชื่อถือได้และได้รับการยอมรับในด้านวิชาการและการปฏิบัติการ โดยมีแผนผังการทำงานดังภาพ 6 โดยระบบควบคุมการบิน (flight control system) จะนำค่าจากเซนเซอร์ (Sensors) และรับคำสั่ง (uplink command) จากสถานีควบคุมภาคพื้นดิน (ground control station) ที่ส่งผ่านทางระบบสื่อสาร (communication system) แล้วประมวลผลและส่งคำสั่งให้ระบบพื้นบังคับ (control surface) และระบบมอเตอร์ขับเคลื่อน (propulsion system) ซึ่งทั้งสองระบบมีการทำงานร่วมกันเพื่อให้อากาศยานไร้คนขับพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นลงทางดิ่งทำการปฏิบัติการบินไปตามทิศทางที่ต้องการ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Asaf Degani และ Earl L. Wiener (Degani and Wiener, 1993) ศึกษาวิจัย เรื่อง รายการตรวจสอบห้องนักบิน: แนวคิด การออกแบบ และการใช้งาน ผลการวิจัยพบว่า รายการตรวจสอบเครื่องบินถือว่าเป็นรากฐานของมาตรฐานและความปลอดภัยของห้องนักบินและป้องกันความผิดพลาดจากปัจจัยมนุษย์ ซึ่งการใช้งานที่ไม่เหมาะสมของรายการตรวจสอบ โดยลูกเรือการบินจะถูกอ้างถึงว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออุบัติเหตุทางเครื่องบิน

Barazandeh (2012) ศึกษาวิจัย เรื่อง หลักการและแนวทางที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรายการตรวจสอบและวิธีการทำงานในห้องนักบิน ผลการวิจัยพบว่า การทำรายการตรวจสอบปกติ ผิดปกติและฉุกเฉินเป็นหนึ่งในภารกิจหลักของลูกเรือ โดยอุบัติเหตุและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมากมายที่เกิดจากการปฏิบัติตามรายการตรวจสอบที่ไม่ถูกต้อง

กรอบแนวคิดการวิจัย

1. ผู้วิจัยได้ประยุกต์มาจากทฤษฎีสาเหตุการเกิดอากาศอุบัติเหตุ (5M Model) ของ E.A. Jerome (1976, as cited in Wells & Rodrigues, 2003) และกำหนด

ตัวแปรที่ศึกษา 2 ตัวแปร คือ (1) ปัจจัยมนุษย์ (human factor) และ (2) อากาศยานไร้คนขับ (UAV) โดยการทำงานร่วมกันของทั้งสองตัวแปรนี้จะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของอากาศยานไร้คนขับในการปฏิบัติการบิน

Oakley (2012) มาดำเนินการออกแบบแนวปฏิบัติที่ดีของปัจจัยมนุษย์ในการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศ

2. ผู้วิจัยได้นำแนวคิดเรื่องแนวทางการวิเคราะห์สิ่งกีดขวาง (the barrier analysis approach) ของ

ตาราง 2

การประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัย (safety risk assessment)

ความน่าจะเป็นของความเสียหาย (risk probability)	ความรุนแรงของความเสียหาย (risk severity)				
	ภัยพิบัติ, A	อันตราย, B	มาก, C	น้อย, D	ไม่สำคัญ, E
บ่อย, 5	5A	5B	5C	5D	5E
เป็นครั้งคราว, 4	4A	4B	4C	4D	4E
ไม่น่าเกิดขึ้น, 3	3A	3B	3C	3D	3E
ไม่น่าจะเป็นไปได้, 2	2A	2B	2C	2D	2E
ไม่เห็นโอกาสที่จะเกิด, 1	1A	1B	1C	1D	1E

Note. From *Safety Management Manual (SMM)* (3rd ed.) (p.39), by International Civil Aviation Organization, 2012, retrieved from https://www.icao.int/sam/documents/rst-smssp-13/smm_3rd_ed_advance.pdf



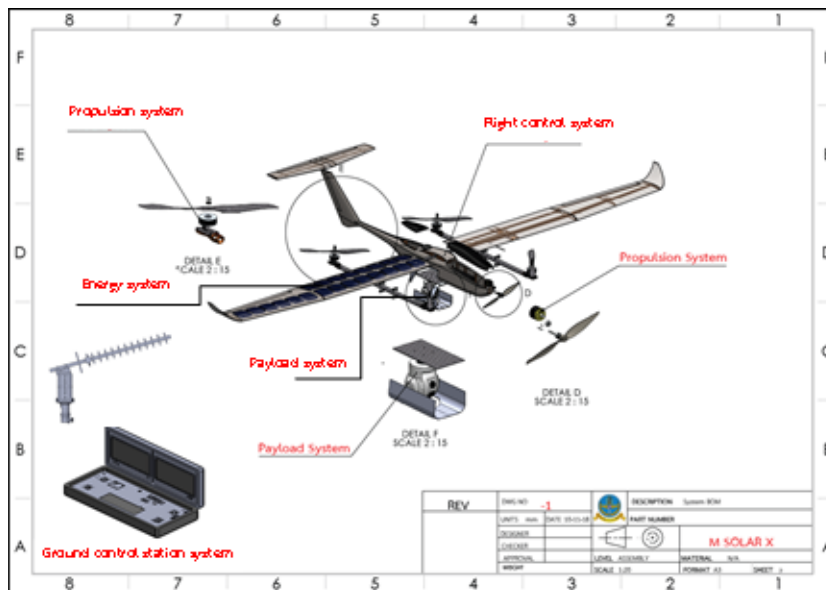
ภาพ 3 ความทนทานต่อความเสี่ยงด้านความปลอดภัย (Safety risk tolerability)

Note. From *Safety Management Manual (SMM)* (3rd ed.) (p.39), by International Civil Aviation Organization, 2012, retrieved from https://www.icao.int/sam/documents/rst-smssp-13/smm_3rd_ed_advance.pdf

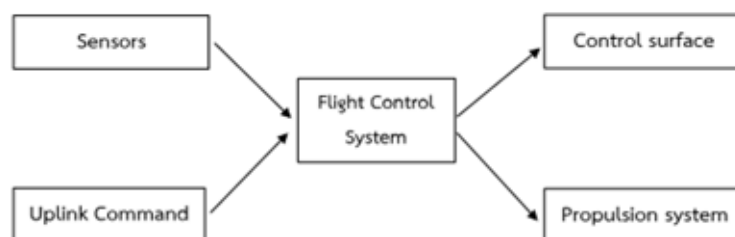


ภาพ 4 แนวทางการวิเคราะห์อุปสรรค (the barrier analysis approach)

Note. From *Accident investigation techniques* (p.94), by J. S. Oakley, 2012, Illinois: American society of safety professionals.



ภาพ 5 อากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศ



ภาพ 6 แผนผังระบบควบคุมการบิน (Flight Control System)

ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยนี้ร่วมกับโครงการวิจัยและพัฒนาอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีขอบเขตงานวิจัย คือ การตรวจสอบความพร้อมของอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ (readiness for flight) ขณะปฏิบัติการภาคพื้นดิน (ground operation) ก่อนการปฏิบัติการบินเท่านั้น ซึ่งอากาศยานไร้คนขับมีหน้าที่การปฏิบัติการทางทหาร (military mission) และการปฏิบัติการบินในเขตพื้นที่ทางทหาร (military zone)

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) และดำเนินการวิจัยร่วมกับโครงการวิจัยและพัฒนาอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของโรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช ตามมาตรฐานของ NATO Standard AEP-83 Light Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements ในหัวข้อการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัย มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการวิเคราะห์ และการประเมินการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติการบินกับอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ

2. นำเสนอแนวปฏิบัติที่ดีของปัจจัยมนุษย์ในการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศ

ผลการวิจัย

1. ผู้วิจัยนำอันตรายด้านปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย (1) การพลั้งเผลอ (2) การลืม (3) การทำผิด (4) การฝ่าฝืน ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน และดำเนินการสนทนากลุ่ม (focus group) ในการประเมินการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติการบินกับอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ และสรุปผลการประเมินได้ดังตาราง 3

ข้อมูลจากตาราง 3 พบว่า ความเสี่ยงความปลอดภัยของปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติการบินกับอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศทุกด้าน (การพลั้งเผลอ การลืม การทำผิด และการฝ่าฝืน) มีความทันท่วงทีต่อความเสี่ยงด้านความปลอดภัยอยู่ในระดับความเสี่ยงสูง (ยอมรับไม่ได้) ซึ่งจะทำการปฏิบัติการบินไม่มีความปลอดภัย

ดังนั้นผู้วิจัยต้องดำเนินการบรรเทาความเสี่ยง (risk mitigation) ให้อยู่ในระดับต่ำ (ยอมรับได้) เพื่อให้การปฏิบัติการบินด้วยความปลอดภัยและสามารถตรวจสอบได้โดยใช้แนวความคิดของ Oakley (2012) ในแนวทางการวิเคราะห์สิ่งกีดขวาง (the barrier analysis approach) โดยการออกแบบแนวปฏิบัติที่ดีของปฏิบัติการปฏิบัติงาน (checklist)

2. การออกแบบแนวปฏิบัติที่ดีของปัจจัยมนุษย์ในการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศ

ผู้วิจัยนำผลการประเมินจากตาราง 3 และดำเนินการร่วมมือกับนักวิจัยผู้ออกแบบและสร้างอากาศยานไร้คนขับในการออกแบบแนวปฏิบัติที่ดีของอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ขณะการปฏิบัติการภาคพื้นดิน (ground operation) ให้กับนักบิน (pilot) เพื่อใช้ในการ

การควบคุมและป้องกันความผิดพลาดของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ และดำเนินการตรวจสอบการปฏิบัติงาน ได้แก่ รายการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบิน (preliminary preparation checklist for pilot) ดังตาราง 4 และรายการอุปกรณ์ขั้นต่ำสำหรับนักบิน (minimum equipment list for pilot) ดังตาราง 5

การใช้แนวปฏิบัติที่ดีของปัจจัยมนุษย์ในการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศในการปฏิบัติงาน มีขั้นตอน ได้แก่

(1) วิศวกรดำเนินการประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของอากาศยานไร้คนขับ ให้มีความพร้อมการปฏิบัติการบิน (readiness to operation) ตามคู่มือการประกอบและติดตั้งอุปกรณ์

(2) นักบินปฏิบัติตามรายการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบิน (preliminary preparation checklist for pilot) ดังตาราง 4

(3) นักบินตรวจสอบตามรายการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบิน (preliminary preparation checklist for pilot) และพบว่า รายการดังกล่าวเสียหรือการปฏิบัติการไม่สมบูรณ์ ดังนั้นให้นักบินพิจารณารายการอุปกรณ์ขั้นต่ำสำหรับนักบิน (minimum equipment list for pilot) ดังตาราง 5 เพื่อที่จะตัดสินใจว่าอากาศยานไร้คนขับ มีความพร้อมในการปฏิบัติการบินหรือไม่

3. ผลการทดสอบการใช้งานรายการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบิน และรายการอุปกรณ์ขั้นต่ำสำหรับนักบิน

ผู้วิจัยนำรายการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบิน และรายการอุปกรณ์ขั้นต่ำสำหรับนักบิน ไปสอนนักบินอากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความรู้ความเข้าใจ และให้นักบินทดสอบการใช้งาน จำนวน 10 ครั้ง พบว่า อากาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย จำนวน 10 ครั้ง (100%)

การอภิปรายผล

ผู้วิจัยทดสอบการใช้งานของรายการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบิน และรายการอุปกรณ์ขั้นต่ำสำหรับนักบิน พบว่า อาภาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์สามารถปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย จำนวน 100% ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ Asaf Degani และ Earl L. Wiener (Degani and Wiener, 1993) ได้ศึกษาพบว่า รายการตรวจสอบเครื่องบินถือว่าเป็นรากฐานของมาตรฐานความปลอดภัย และป้องกันความผิดพลาดจากปัจจัยมนุษย์ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Barazandeh (2012) ได้ศึกษาวิจัยพบว่า การทำรายการตรวจสอบปกติ ผิดปกติและฉุกเฉินเป็นหนึ่งในภารกิจหลักของลูกเรือ โดยอุบัติเหตุและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมากมายที่เกิดจากการปฏิบัติรายการตรวจสอบที่ไม่ถูกต้อง

สรุป

การออกแบบแนวปฏิบัติที่ดีของปัจจัยมนุษย์ในการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของอาภาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศขณะการปฏิบัติการภาคพื้นดินให้กับนักบินเพื่อใช้ในการควบคุมและป้องกันความผิดพลาดของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ และดำเนินการตรวจสอบความพร้อมของการปฏิบัติงาน ได้แก่ รายการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบิน และรายการอุปกรณ์ขั้นต่ำสำหรับนักบิน

ตาราง 3

ผลการประเมินการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติการบินกับอาภาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ

กระบวนการบริหารความเสี่ยงความปลอดภัยของปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติการบินกับอาภาศยานไร้คนขับขึ้นลงทางดิ่งพลังงานแสงอาทิตย์ของกองทัพอากาศตามมาตรฐานองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ					
อันตราย	การเริ่มต้น การประเมิน ความเสี่ยงด้าน ความปลอดภัย	ระบบการปฏิบัติ การสำรอง	การทำงานของ ระบบการปฏิบัติ การสำรอง	การประเมิน ความเสี่ยงด้าน ความปลอดภัย ที่คงเหลือหลังจาก การทำงานของ ระบบการปฏิบัติ การสำรอง	ความทนทานต่อ ความเสี่ยง ด้านความปลอดภัย
1. การพลั้งเผลอ	3A	-	-	3A	ความเสี่ยงสูง
2. การลืมน	3A	-	-	3A	ความเสี่ยงสูง
3. การทำผิด	3A	-	-	3A	ความเสี่ยงสูง
4. การฝ่าฝืน	3A	-	-	3A	ความเสี่ยงสูง

ตาราง 4

รายการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบิน (Preliminary preparation checklist for pilot)

	Preliminary preparation checklist for pilot Vertical takeoff and landing solar power UAV	
1. Set up and calibration	Check condition	
2. Loading firmware		
2.1 Connect autopilot to computer.....	Check condition	
2.2 Select the comport.....	Check condition	
2.3 Install firmware.....	Check condition	
3. Connect mission planner to autopilot	Check condition	
4. Basic hardware calibration and parameter setting		
4.1 Frame class and type configuration.....	Check condition	
4.2 QUADPLANE parameter setup.....	Check condition	
4.3 Calibrate the accelerometer.....	Check condition	
4.4 Compass calibration.....	Check condition	
4.5 Radio control calibration.....	Check condition	
4.6 Electronic speed controller (ESC) calibration.....	Check condition	
4.7 Flight modes		
4.7.1 Auto mode.....	Check condition	
4.7.2 QSTABILIZE mode.....	Check condition	
4.7.3 QHOVER mode	Check condition	
4.7.4 QLOITER mode.....	Check condition	
4.7.5 QLAND mode.....	Check condition	
4.7.6 QRTL mode.....	Check condition	
4.8 The cube power module voltage calibration	Check condition	
4.9 Connect power module	Check condition	
4.10 Battery monitor calibration	Check condition	
4.11 Battery monitor 2 calibration	Check condition	
4.12 Display battery monitor 2 voltage on HUD	Check condition	
4.13 Calibrate the airspeed sensor	Check condition	
Preliminary preparation checklist for pilot (VTOL UAV)		
Issue 01: Date 1 July 2021		

ตาราง 5

รายการอุปกรณ์ขั้นต่ำสำหรับนักบิน (*Minimum equipment list for pilot*)

 Minimum equipment list for pilot Vertical takeoff and landing solar power UAV 		
1. Set up and calibration	Failure	No dispatch
2. Loading firmware		
2.1 Connect autopilot to computer	Failure	No dispatch
2.2 Select the comport	Failure	No dispatch
2.3 Install firmware	Failure	No dispatch
3. Connect mission planner to autopilot	Failure	No dispatch
4. Basic hardware calibration and parameter setting		
4.1 Frame class and type configuration	Failure	No dispatch
4.2 QUADPLANE parameter setup	Failure	No dispatch
4.3 Calibrate the accelerometer	Failure	No dispatch
4.4 Compass calibration	Failure	No dispatch
4.5 Radio control calibration	Failure	No dispatch
4.6 Electronic speed controller (ESC) calibration	Failure	No dispatch
4.7 Flight modes		
4.7.1 Auto mode	Failure	No dispatch
4.7.2 QSTABILIZE mode	Failure	No dispatch
4.7.3 QHOVER mode	Failure	No dispatch
4.7.4 QLOITER mode	Failure	No dispatch
4.7.5 QLAND mode	Failure	No dispatch
4.7.6 QTRL mode	Failure	No dispatch
4.8 The cube power module voltage calibration	Failure	No dispatch
4.9 Connect power module	Failure	No dispatch
4.10 Battery monitor calibration	Failure	No dispatch
4.11 Battery monitor 2 calibration	Failure	No dispatch
4.12 Display battery monitor 2 voltage on HUD	Failure	No dispatch
4.13 Calibrate the airspeed sensor	Failure	No dispatch
Minimum equipment list for pilot (VTOL UAV): Issue 01: Date 1 July 2021		

ข้อเสนอแนะ

1. รายการตรวจสอบการเตรียมความพร้อมเบื้องต้นสำหรับนักบิน เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย แต่นักบินสามารถเพิ่มขั้นตอนการปฏิบัติงานให้ละเอียดมากขึ้นได้เพื่อให้การปฏิบัติงานมีความปลอดภัยมากขึ้นด้วย

2. เมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ใหม่หรือการดัดแปลงอุปกรณ์ในอากาศยานไร้คนขับ ให้วิศวกรเพิ่มหรือปรับเปลี่ยนรายการอุปกรณ์ขึ้นตํานานสำหรับนักบิน ให้เหมาะสมกับชนิดของอุปกรณ์ที่เปลี่ยนไป

3. ผู้บริหารองค์กรการบินต้องบริหารจัดการระบบความปลอดภัยในองค์กร โดยการออกนโยบายความปลอดภัยขององค์กรและต้องมีระบบการตรวจสอบติดตามประเมินผลการปฏิบัติงาน

4. เมื่อมีความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานของนักบิน ผู้บริหารองค์กรต้องดำเนินการตรวจสอบหาสาเหตุความผิดพลาด และควรปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการป้องกันความผิดพลาดจากปัจจัยมนุษย์ในการปฏิบัติงาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักบัณฑิตศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช สำหรับทุนการศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีป้องกันประเทศ



References

- Barazandeh, A. F. (2012). *Principles and guidelines relative to the design of checklists and working methods in the cockpit*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/266470433>
- Degani, A., & Wiener, E. L. (1993). Cockpit checklists: Concepts, design, and use. *Human Factors: The Journal of Human Factors and Ergonomics Society*, 35, 345-359. doi:10.1177/001872089303500209
- Department of Transport and Bureau of Air Safety Investigation. (2019). *Human factors in fatal aircraft accidents*. Retrieved from https://www.atsb.gov.au/media/28363/sir199604_001.pdf
- International Civil Aviation Organization. (2012). *Safety Management Manual (SMM)* (3rd ed.). Retrieved from https://www.icao.int/sam/documents/rst-smssp-13/smm_3rd_ed_advance.pdf
- NATO Standardization Office. (2014). *NATO Standard AEP-83 Light Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements*. Brussels: Allied Engineering Publication.
- Oakley, J. S. (2012). *Accident investigation techniques*. Illinois: American society of safety professionals.
- Reason, J. (1997). *Managing the risks of organizational accidents*. U.K.: Ashgate Publishing Limited.
- Royal Thai Airforce. (2021). *Air force commander policy*. Retrieved from <https://www.rtaf.mi.th/th/pages/default.aspx>. (in Thai)
- Safety Center Royal Thai Air Force. (2008). *Application of the human factors analysis and classification system in aircraft accident prevention*. Bangkok: Air Force Publishing. (in Thai)

- Shappell, S. A., & Wiegmann, D. A. (2003). *A human error approach to aviation accident Analysis*. England: Ashgate Publishing Limited.
- Wells, A. T., & Rodrigues, C. C. (2003). *Commercial aviation safety*. New York: McGraw-Hill.
- Williams, K. W. (2004). *A summary of unmanned aircraft accident/incident data: Human factors implications*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/235144954>

