

แนวโน้มความปลอดภัยการบินในอนาคต: ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21

Future Perspectives on Aviation Safety: 21st Century Change Impacts

สุจิต ห่วงสุวรรณ¹, สุธาสินี รูปแก้ว^{1*}, สุรเดช อาจสิงห์¹ และ จิรายุ พยนต์¹
Sutit Huangsuwan¹, Suthasinee Roopkaew^{1*}, Suradet Artsing¹ and Jirayu Payon¹

¹คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

¹School of Aviation, Eastern Asia University

*Corresponding Author, email: suthasinee.r@eau.ac.th

Received: November 7, 2024

Revised: December 1, 2024

Accepted: December 3, 2024

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวโน้มความปลอดภัยการบินในอนาคตที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงใน 4 ด้านหลัก ได้แก่ (1) ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งครอบคลุมการพัฒนาอุปกรณ์การบินและอวกาศ เทคโนโลยีคลาวด์ อากาศยานไร้คนขับ และอากาศยานขึ้นลงทางดิ่ง (2) ด้านเศรษฐกิจและสังคม เน้นการพัฒนาที่ยั่งยืนตามเป้าหมายขององค์การสหประชาชาติ (3) ด้านการดำรงชีวิตและสภาพการทำงาน ที่สะท้อนถึงความกดดัน ความเครียดที่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมการบิน และ (4) ด้านสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบจากภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ บทความนี้ยังนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติสำหรับการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

คำสำคัญ: ความปลอดภัยการบิน; การเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21; เทคโนโลยีการบิน; การพัฒนาที่ยั่งยืน; การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

Abstract

This paper examines future aviation safety trends impacted by 21st century changes, analyzing four major areas (1) science and technology, covering developments in avionics, cloud technology, unmanned aircraft, and vertical take-off and landing aircraft (2) economic and social aspects, focusing on sustainable development goals set by the United Nations (3) lifestyle and working conditions, reflecting increasing pressure and stress in the aviation industry and (4) environmental factors, addressing impacts of global warming and climate change. The paper also presents policy and practical recommendations for addressing these changes.

Keywords: Aviation Safety; 21st Century Changes; Aviation Technology; Sustainable Development; Climate Change



บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 อุตสาหกรรมการบินเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญหลายประการ ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อความปลอดภัยในการบิน การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ครอบคลุมทั้งด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ สังคม การดำรงชีวิต และสิ่งแวดล้อม ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนำมาซึ่งนวัตกรรมใหม่ ๆ เช่น อากาศยานไร้คนขับและระบบอัตโนมัติ ขณะที่การพัฒนาที่ยั่งยืนตามเป้าหมายขององค์การสหประชาชาติกำหนดทิศทางใหม่ให้กับอุตสาหกรรมการบิน สภาพการทำงานที่เปลี่ยนแปลงไปและความกดดันที่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรม ส่งผลต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของบุคลากรการบิน นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อนยังสร้างความท้าทายใหม่ต่อการดำเนินงานและความปลอดภัยในการบิน การทำความเข้าใจและเตรียมพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความปลอดภัยการบินในอนาคต

การเปลี่ยนแปลงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยีข้อมูลข่าวสารและระบบอิเล็กทรอนิกส์ใหม่ ๆ มาใช้ในอุตสาหกรรมการบิน เช่น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุปกรณ์ไฟฟ้าในการบินและอวกาศ (avionics) เทคโนโลยีแบบคลาวด์ (cloud technology/computing) อากาศยานไร้คนขับ (unmanned aircraft) และอากาศยานขึ้นลงทางตั้ง (Vertical Take-Off and Landing--VTOL) สรุปได้ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุปกรณ์ไฟฟ้าในการบินและอวกาศ ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญยิ่งของอากาศยานรุ่นใหม่ ใช้ประโยชน์ในการคำนวณส่งผ่านและแปลงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบิน คือ การนำร่อง การกำหนดเส้นทาง (routing) การจัดการจราจรทางอากาศ การรวบรวม บันทึกและรายงานข้อมูล การบิน การสื่อสารทุกด้าน รวมทั้งการลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุได้ โดยใช้ทัศนวิสัยเสมือนจริง (Synthetic Vision System--SVS) สำหรับการตัดสินใจของนักบินในสถานการณ์ทัศนวิสัยต่ำ ปัจจุบันการออกแบบอุปกรณ์ทางการบินมักทำในลักษณะชุดแผงวงจร (Integrated Modular Avionics--IMA) ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการตรวจสอบและบำรุงรักษา (Cheng, Shi, & Wang,

2022, p. 012046)

2. เทคโนโลยีแบบคลาวด์ หมายถึง ระบบข้อมูลข่าวสารออนไลน์จากผู้ให้บริการ โดยไม่ต้องลงทุนด้านอุปกรณ์ โครงสร้างพื้นฐาน หรือระบบของผู้ใช้เอง แต่สามารถใช้งานอย่างรวดเร็วและเป็นปัจจุบันเสมอปรับเปลี่ยนระบบได้ง่าย ลดการลงทุนได้มาก (Noonknog, 2014) ในการบิน ทำให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลการบินต่าง ๆ เช่น ตำแหน่ง ระดับ ความเร็ว ทิศทาง รวมทั้งสภาพอากาศในเวลาจริง ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนเส้นทางบิน เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายได้ง่าย อีกด้านหนึ่งช่างบำรุงรักษาสามารถเข้าถึงคู่มือการซ่อมบำรุงได้อย่างเป็นปัจจุบันเสมอ ป้องกันความผิดพลาดในการซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งของอุบัติเหตุในการบิน โดยภาพรวม ข้อมูลทุกด้านของกระบวนการจัดการความปลอดภัยสามารถรวมเข้าเป็นระบบเดียวกัน เชื่อมต่อกันและใช้งานอย่างสอดคล้องกันได้

3. อากาศยานไร้คนขับ (unmanned aircraft) อากาศยานประเภทนี้ ทวีความสำคัญทางการบินมากขึ้นทั้งทางการทหารและการบินพาณิชย์ (Reilly, 2021) เป็นการผนวกเอาความก้าวหน้าทางการออกแบบอากาศยานกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีข้อมูลข่าวสาร ทำให้สามารถควบคุมอากาศยานจากระยะไกล หรือ อากาศยานสามารถตอบโต้กับสิ่งแวดล้อมได้เอง

จุดเด่นของอากาศยานไร้คนขับ คือ สามารถลดน้ำหนักของนักบินและอุปกรณ์ควบคุมส่วนหนึ่งลงได้ ลดต้นทุนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สามารถนำมาใช้งานในพื้นที่หรือสถานที่ที่เสี่ยงอันตราย เช่น ป่าเขา อาคารสูง หรือการตอบสนองภัยพิบัติ ปัจจุบันมีการนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้ในการดำเนินงานทุกสาขา ตั้งแต่การเกษตร อุตสาหกรรม การขนส่ง การเดินทาง จนถึง การทหาร (Mohsan, Othman, Li, Alsharif, & Khan, 2023, pp. 109-137)

ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของอากาศยานไร้คนขับจะแตกต่างจากอากาศยานที่มีนักบินเดิม ถึงแม้อากาศยานที่มีนักบินจะมีระบบป้องกันการชน (collision avoidance system-ACAS) แต่นักบินที่อยู่บนอากาศยานจะมีความเชื่อมโยงกับอันตรายที่อาจเกิดโดยตรง ในลักษณะที่เรียกว่า “ชะตากรรมร่วม” (shared fate) จะมีความ

รอบคอบละเอียดถี่ถ้วนในการตัดสินใจมากกว่า เพราะจะเกิดอันตรายกับตัวเองพร้อมอากาศยาน แต่สำหรับอากาศยานไร้คนขับหรืออากาศยานที่มีการควบคุมระยะไกล ผู้ควบคุมที่ควบคุมไม่มีความเกี่ยวข้องลักษณะนี้ อาจทำให้เกิดการละเลย หรือยินยอมให้เกิดอุบัติเหตุได้มากกว่า (Hobbs, 2016, pp. 1-32)

4. อากาศยานขึ้น-ลงทางดิ่ง (Vertical Take-Off and Landing--VTOL) อากาศยานประเภทนี้มีผลต่อระยะทางที่แตกต่างจากการบินขึ้นตามทางวิ่งเดิม ซึ่งจำเป็นต้องใช้พื้นที่เป็นท่าอากาศยานขนาดใหญ่มาก ซึ่งทำให้ลดระยะทางการขึ้นลง ลดเวลาขึ้น-ลง ซึ่งเป็นระยะที่มีสถิติอุบัติเหตุสูงสุดจากทุกระยะของการบิน แต่อย่างไรก็ตาม ยังคงเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ได้กับอากาศยานขนาดเล็ก อากาศยานขนาดใหญ่ที่ใช้ในการเดินทางปัจจุบันยังต้องอาศัย เทคโนโลยีการยกตัวโดยใช้ระบบปีกของอากาศยานอยู่อย่างเดิม



ภาพ 1 อากาศยานขึ้น-ลงทางดิ่ง

Note. From ICAO and the United Nations Sustainable Development Goals. by ICAO, 2023, References from <https://www.icao.int/about-icao/aviation-development/pages/sdg.aspx>

อนึ่ง อากาศยานขึ้น-ลงทางดิ่งนี้ สามารถผลิตเป็นชนิดที่ไร้คนขับได้เช่นกัน ปัจจุบันมีการนำมาใช้ในการขนส่งสินค้าค่อนข้างแพร่หลายแล้ว แต่การให้บริการผู้โดยสารยังอยู่ในระยะเริ่มต้น ตัวอย่างเช่น

สาธารณรัฐประชาชนจีน EHang ได้รับใบรับรองความปลอดภัย Type Certification จาก CAAC ในปี 2024 สำหรับ EH216-S เริ่มให้บริการเชิงพาณิชย์ในเมืองกวางโจวและเซินเจิ้น และเป็นผู้ผลิต eVTOL รายแรกของโลกที่ได้รับใบรับรองเพื่อการพาณิชย์ (Civil Aviation Administration of China--CAAC, 2024)

สหรัฐอเมริกา Wisk Aero ร่วมทุนระหว่าง Boeing และ Kitty Hawk พัฒนาระบบอัตโนมัติสมบูรณ์แบบ Generation 6 อยู่ระหว่างการทดสอบความปลอดภัย (Wisk Aero & FAA, 2023)

Joby Aviation ได้รับการสนับสนุนจาก Toyota และ Delta Airlines อยู่ระหว่างการขอใบรับรองจาก FAA วางแผนให้บริการในนิวยอร์กและลอสแอนเจลิส (Federal Aviation Administration--FAA, 2024)

สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี Lilium พัฒนา Lilium Jet สำหรับ 6-7 ที่นั่ง ได้รับการรับรอง Design Organization Approval จาก EASA วางแผนให้บริการในยุโรปและฟลอริดา (Lilium & EASA, 2023) Volocopter พัฒนา VoloCity สำหรับผู้โดยสาร 2 ที่นั่ง ทดสอบบริการในสิงคโปร์และฝรั่งเศส เตรียมให้บริการในปารีสโอลิมปิก 2024 (European Union Aviation Safety Agency--EASA, 2023)

การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจและสังคม

การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจและสังคมที่ส่งผลในวงกว้างระดับนานาชาติ คือ การประกาศวาระการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (2030 Agenda for Sustainable Development) เป็นกรอบทิศทางการพัฒนาของโลกภายหลังปี ค.ศ. 2015 ที่องค์การสหประชาชาติกำหนดให้ประเทศต่าง ๆ นำไปปฏิบัติให้บรรลุผลสำเร็จ เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในด้านเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม ในช่วงระยะเวลา 15 ปี ระหว่างเดือนกันยายน 2558-สิงหาคม 2573 เป็นแนวทางที่ดำเนินการร่วมกันระหว่างนานาชาติ ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างกว้างขวางทั่วโลก ซึ่งจะส่งผลต่อการดำเนินงานของอุตสาหกรรมการบินอย่างแน่นอน การจัดการความปลอดภัยซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของอุตสาหกรรมการบินจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับการพัฒนาต่าง ๆ เหล่านี้ด้วย

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (United Nations Sustainable Development Goals-SDGs) รวม 17 เป้าหมายสำคัญที่มุ่งเน้นการพัฒนาที่ยั่งยืนในทุกมิติ (United Nations Sustainable Development, 2015) ดังนี้

1. เพื่อขจัดความยากจน (no poverty) ลดและขจัดความยากจนในทุกรูปแบบและทุกสถานที่ โดยเฉพาะ

ในกลุ่มประชากรที่เปราะบาง

2. เพื่อขจัดความหิวโหย (zero hunger) ยุติความหิวโหย ส่งเสริมเกษตรกรรมที่ยั่งยืน และปรับปรุงโภชนาการของประชากรโลก

3. เพื่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี (good health and well-being) รับรองว่าทุกคนมีสุขภาพที่ดีและสามารถเข้าถึงบริการด้านสุขภาพที่มีคุณภาพ

4. เพื่อการศึกษาที่มีคุณภาพ (quality education) ส่งเสริมการศึกษาที่มีคุณภาพ เท่าเทียม และครอบคลุมสำหรับทุกคน

5. เพื่อความเท่าเทียมทางเพศ (gender equality) สร้างความเท่าเทียมทางเพศและให้อำนาจ แก่ผู้หญิงและเด็กผู้หญิง

6. เพื่อการจัดการน้ำและสุขาภิบาล (clean water and sanitation) รับรองการเข้าถึงน้ำสะอาดและการจัดการสุขาภิบาลที่ยั่งยืน

7. เพื่อส่งเสริมพลังงานสะอาดในราคาที่เข้าถึงได้ (affordable and clean energy) ส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดที่ทันสมัยและมีราคาอย่างเหมาะสม

8. เพื่อการจ้างงานและการเติบโตทางเศรษฐกิจ (decent work and economic growth) ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน และสร้างงานที่มีคุณค่า

9. เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน (industry, innovation and infrastructure) โดยการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐาน ส่งเสริม นวัตกรรม และสร้างอุตสาหกรรมที่ยั่งยืน

10. เพื่อลดความเหลื่อมล้ำ (reduced inequalities) โดยการลดความเหลื่อมล้ำทั้งในและระหว่างประเทศ

11. เพื่อการพัฒนาเมืองและชุมชนที่ยั่งยืน (sustainable cities and communities) ทำให้เมืองและชุมชนมีความปลอดภัย ครอบคลุม และยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง

12. เพื่อการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน (responsible consumption and production) ส่งเสริมรูปแบบการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน

13. เพื่อการรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate action) ดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

14. เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเล (life below water) โดยการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืน

15. เพื่อปกป้องระบบนิเวศบนบก (life on land) โดยการปกป้อง ป่าไม้ และส่งเสริมการใช้ระบบนิเวศบนบกอย่างยั่งยืน

16. เพื่อส่งเสริมสันติภาพ ความยุติธรรม และสถาบันที่เข้มแข็ง (peace, justice and strong institutions) ส่งเสริมสังคมที่สงบสุข ยุติธรรม และมีกลไกธรรมาภิบาลที่ดี

17. เพื่อความร่วมมือสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืน (partnerships for the goals) โดยการเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศ เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ระบุว่า เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน 17 เป้าหมายนั้น มีส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยการบิน 11 เป้าหมาย (ICAO, 2023) ผู้เขียนได้สรุปความเกี่ยวข้องจากนโยบายขององค์การฯ ได้ 3 ประเด็น คือ ความต้องการอากาศยานไร้คนขับ สมรรถนะของบุคลากรการบิน โครงสร้างพื้นฐาน และการแลกเปลี่ยนข้อมูลการบิน ดังต่อไปนี้

1. ความต้องการอากาศยานไร้คนขับ ในประเด็นนี้ องค์การฯ คาดคะเนว่าระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aircraft Systems--UAS) หรือระบบอากาศยานที่มีการควบคุมจากระยะไกล (remotely piloted aircraft system) จะมีบทบาทสูงมากเกี่ยวข้องกับวาระการพัฒนา ใน 3 เป้าหมาย ดังต่อไปนี้

1.1 เป้าหมายการขจัดความหิวโหย (zero hunger) เพื่อยุติความหิวโหย ส่งเสริมเกษตรกรรมที่ยั่งยืน และปรับปรุงโภชนาการของประชากรโลก อากาศยานไร้คนขับจะมีบทบาทในการสนับสนุนการผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ห่างไกล เช่น การสำรวจพืชผล การเก็บตัวอย่าง และการขนส่งผลผลิตด้วย

1.2 เป้าหมายการพัฒนาอุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน (industry, innovation and infrastructure) โดยการใช้อากาศยานไร้คนขับ ในการเคลื่อนที่ทางอากาศในเขตเมือง (urban air mobility) เช่น บริการแท็กซี่ และขนส่งสินค้า

1.3 เป้าหมายการพัฒนาเมืองและชุมชนที่ยั่งยืน (sustainable cities and communities) องค์การฯ เน้นการเสริมสร้างการขนส่งที่ปลอดภัยและยั่งยืนของพื้นที่ห่างไกล (remote area) และในการให้ความช่วยเหลือประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากวิกฤติการณ์และภัยพิบัติ รวมทั้ง การลดความเสี่ยงของภัยพิบัติด้วย การใช้อากาศยานไร้คนขับ สนับสนุนด้านอาหาร และเวชภัณฑ์ในเหตุภัยพิบัติ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึงโดยการขนส่งปกติ

เมื่อมีการใช้อากาศยานไร้คนขับมากขึ้น จำเป็นต้องเพิ่มมาตรการเกี่ยวกับการป้องกันความเสี่ยงของอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องตามมา ซึ่งจะแตกต่างจากความเสี่ยงที่เกิดกับอากาศยานที่มีนักบิน ทั้งนี้ ความปลอดภัยจากการนำอากาศยานไร้คนขับมาใช้จะต้องอาศัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสารเชิงปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาช่วยดำเนินการด้วย

2. สมรรถนะของบุคลากรการบิน ในประเด็นนี้ องค์การฯ เน้นไปที่สภาวะสุขภาพของนักบินและครอบครัว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของความปลอดภัยการบิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับวาระการพัฒนาฯ ใน 4 เป้าหมาย ดังนี้

2.1 เป้าหมายสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี (good health and well-being) เน้นการกำหนดมาตรการและข้อบังคับด้านสุขภาพและวิถีชีวิตของนักบินและครอบครัวให้สอดคล้องกับความจำเป็นในหน้าที่มากขึ้น (fitness to fly) มุ่งป้องกันโรคเรื้อรังที่เกิดจากวิถีชีวิต (lifestyle-related chronic disease) ที่ส่งผลต่อความปลอดภัยการบิน

2.2 เป้าหมายการศึกษาที่มีคุณภาพ (quality education) เน้นการพัฒนาและเพิ่มจำนวนบุคลากรที่มีสมรรถนะเพียงพอการปฏิบัติงาน จัดการ และธำรงรักษาระบบการขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ โดย การฝึกอบรมที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะการฝึกอบรมบุคลากรที่อายุน้อย เพิ่มความตระหนักต่อการลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัย

2.3 เป้าหมายความเท่าเทียมทางเพศ (gender equality) เน้นความร่วมมือกับองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตบุคลากรในอุตสาหกรรมการบิน เช่น สมาคมอาชีพ สถาบันการศึกษา สร้างแรงจูงใจให้กับบุคคลเพศ หญิง ได้เข้าพัฒนาสมรรถนะด้านการบินมากขึ้น ให้ความสำคัญกับภาวะผู้นำเพศหญิงในองค์กร

2.4 เป้าหมายการจ้างงานและการเติบโตทางเศรษฐกิจ (decent work and economic growth) จากแนวความคิดที่ว่าความปลอดภัยเป็นพื้นฐานสำคัญของความมั่นคงทางเศรษฐกิจ เพราะความไม่ปลอดภัยทำให้เกิดความสูญเสียนับเป็นมูลค่าสูงมาก องค์การฯ เน้นการพัฒนาความพร้อมเชิงการแพทย์ (medical fitness) ในระดับที่เพิ่มเติมจากปกติ (inter alia) และการจัดการความล้า (fatigue management) ของผู้ดำเนินงานและบุคลากร

สุขภาพบุคลากรมีผลกระทบโดยตรงต่อความปลอดภัยการบิน แนวทางการกำหนดมาตรการความปลอดภัยในอนาคต จะต้องมุ่งส่งเสริมหรือมีกระบวนการด้านการจัดการโดยเฉพาะสำหรับสุขภาพของบุคลากรการบิน

3. โครงสร้างพื้นฐานและการแลกเปลี่ยนข้อมูลการบิน ประเด็นนี้องค์การฯ เน้นไปที่โครงสร้างพื้นฐานการลดความเหลื่อมล้ำ การแลกเปลี่ยนข้อมูลการบิน และความร่วมมือระดับโลก ซึ่งเกี่ยวข้องกับวาระการพัฒนาฯ ใน 4 เป้าหมาย ดังนี้

3.1 เป้าหมายการพัฒนาอุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน (industry, innovation and infrastructure) องค์การฯ เน้นการจัดความเสี่ยงของการโจมตีทางไซเบอร์ ในการสนับสนุนการดำเนินงานของอากาศยานไร้คนขับ โดยเฉพาะการเคลื่อนที่ทางอากาศในเขตเมือง (urban air mobility)

3.2 เป้าหมายการลดความเหลื่อมล้ำ (reduced inequalities) องค์การฯ มุ่งสนับสนุนการพิจารณาความไม่เพียงพอ (deficiency) ของระบบการกำกับดูแลความปลอดภัยของรัฐ (state safety oversight system) และโครงสร้างพื้นฐานการบิน (aviation infrastructure) โดยเฉพาะรัฐที่ต้องการความช่วยเหลือจากต่างประเทศ

3.3 เป้าหมายการรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate action) องค์การฯ เน้นการตอบสนองวิกฤติการณ์และลดภัยพิบัติทางการบิน ส่งเสริมโครงสร้างพื้นฐานการบินที่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศได้

3.4 เป้าหมายความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (partnerships for the goals) องค์การฯ เน้นดำเนินการและส่งเสริมการแลกเปลี่ยนข้อมูลความปลอดภัยระหว่าง

ประเทศ ทั้งในสถานการณ์ปกติและในระหว่างภัยพิบัติ

โดยสรุป องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ มีนโยบายด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจและสังคมตามแผนพัฒนาอย่างยั่งยืนในอนาคตขององค์การสหประชาชาติ ด้านที่เด่นชัดและเกี่ยวข้องมากที่สุด คือ มาตรการความปลอดภัยของอากาศยานไร้คนขับ รองลงไป คือ สมรรถนะของบุคลากรการบิน ประการสุดท้าย คือ โครงสร้างพื้นฐานและการแลกเปลี่ยนข้อมูลการบิน

ด้านการดำรงชีวิตและสภาพการทำงาน

ในปัจจุบันวิธีการดำรงชีวิตและการทำงานเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างมาก มีข้อมูลยืนยันว่าความกดดันในอาชีพต่าง ๆ เพิ่มสูงมากขึ้น เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมการบินเช่นเดียวกัน (Amornpipat, 2020, pp. 441-445; Yang & Hu, 2021, p. 042245) ดังนั้น ทักษะและความพร้อมของผู้ใช้แรงงานจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องมีการพัฒนาตามความเปลี่ยนแปลงด้านสภาพการทำงานและพฤติกรรมของผู้ใช้แรงงาน มีรายละเอียดต่อไปนี้

1. การแข่งขันทางธุรกิจ ในการดำเนินธุรกิจมีการแข่งขันในระดับสูงอยู่เสมอ เป็นสภาวะที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เช่นเดียวกันในธุรกิจการบินพาณิชย์ คือ ในปัจจุบันมีการแข่งขันสูงมาก ในทุกภูมิภาคของโลก เช่น สหภาพยุโรป (Nordic Road and Transport Research, 2022) ในสหรัฐอเมริกา (Airlines for America, 2021) และในเอเชีย (Lee & McDermid, 2019) โดยทั่วไป เมื่อมีการแข่งขันสูง กิจการจะพยายามเร่งรัดให้พนักงานปฏิบัติหน้าที่อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิม เช่น การทำงานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานกว่าปกติ ทำงานในเวลาที่ไม่สอดคล้องกับการดำรงชีวิตตามธรรมชาติ เท่ากับว่าผลตอบแทนเดิมจะมีอัตราลดลง อีกทางหนึ่ง กิจการจำนวนมากสร้างวัฒนธรรมการแข่งขันในองค์กร (competitive workplace culture) เพื่อให้เกิดการแข่งขันระหว่างผู้ร่วมงาน มีเป้าหมายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพ การปฏิบัติงาน แต่ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอาจเป็นไปในทางตรงกันข้าม จนกลายเป็น “มลพิษในองค์กร” (organizational toxic environment) ที่เพิ่มความเครียด (stress) ในระดับสูง ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิตโดยตรง เห็นได้ชัดจากอัตราการลาออกและขาดงานที่สูงขึ้น เพราะการแข่งขันกลายเป็น

เป็นการชิงดีชิงเด่น มองข้ามความร่วมมือ และมุ่งที่จะหาประโยชน์ส่วนบุคคลมากกว่าเป้าหมายขององค์กร (Price, 2022) มีหลักฐานปรากฏมาเป็นเวลาไม่น้อยว่าการแข่งขันในงานนำไปสู่การปฏิบัติงานที่ขาดจริยธรรม (Miller, 2014; Steinhage, Cable, & Wardley, 2017) มีข้อมูลยืนยันว่าความกดดันในอาชีพต่าง ๆ เพิ่มสูงมากขึ้น เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมการบินเช่นเดียวกัน (Amornpipat, 2020, pp. 441-445; Yang & Hu, 2021, p. 042245) ดังนั้น ในแง่ของการจัดการความปลอดภัย ความกดดันที่ส่งผลต่อบุคลากรอาจเกิดความเสียหายตามมาได้

2. สภาพการทำงาน เนื่องจากงานส่วนใหญ่ในปัจจุบันเน้นการบริการตามความต้องการให้มากที่สุด ตัวอย่างความต้องการที่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน คือ วิถีชีวิตแบบไม่จำกัดเวลา (24/7 life style) หมายถึง ความต้องการทำกิจกรรม หรือรับบริการต่าง ๆ ได้ตลอดเวลา ทุกวัน สืบเนื่องมาจากความสามารถของระบบการบริการออนไลน์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นกลยุทธ์การตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคให้มากที่สุด และเป็นกลยุทธ์ที่สามารถนำมาใช้ในทุกสาขาธุรกิจ การดำเนินงานของกิจการต่าง ๆ จึงไม่มีเวลาหยุดบริการ จึงต้องให้บุคลากรทำงานอย่างต่อเนื่องในลักษณะของการทำงานเป็นกะ หรือทำงานล่วงเวลา การปฏิบัติงานนอกเวลาเหล่านี้ ทำให้เกิดความผิดปกติของสุขภาพกายและสุขภาพจิตใจ รวมถึง ภาวะผิดปกติของการนอน (Shift Work Sleep Disorder--SWSD) ทำให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุในงาน (Konopliov, 2023)

การปฏิบัติงานนอกเวลาปกติถือเป็นการปฏิบัติงานตามปกติในอุตสาหกรรมการบินหรือการคมนาคมขนส่ง ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีการปฏิบัติงานนอกเวลาโดยธรรมชาติของงานเอง ผลการศึกษาผู้ปฏิบัติหน้าที่ลูกเรือของสายการบิน 6 กิจการ ในยุโรปและตะวันออกกลาง พบว่า ลักษณะงานที่ไม่ปกติ คือ ปฏิบัติเป็นกะ และเวลาเริ่ม-เลิกงานไม่แน่นอน ส่งผลต่อความเครียดสูงมาก โดยมีผลกระทบต่อคุณภาพการนอน และเกิดความล้า ส่งผลต่อเนื่องไปยังชีวิตส่วนตัวและสุขภาพ คือ คุณภาพชีวิตครอบครัวลดลง และไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ (Fila, 2021) เร็ว ๆ นี้ (Genovese, 2022) ปรากฏการประท้วงหยุดงานขององค์กรนักบินในหลายภูมิภาคของโลก ปัญหาสำคัญคือ ความล้า เพราะต้องรับหน้าที่ติดต่อกันนานเกินไป

ซึ่งมีสาเหตุอีกชั้นหนึ่งมาจากการขาดแคลนนักบิน

ในส่วนของการบำรุงรักษา ช่างเทคนิคที่ปฏิบัติงานซ่อมบำรุงอากาศยานระหว่างการจอดของอากาศยานนั้น สภาพการปฏิบัติงานมีความกดดันสูงด้านเวลา เนื่องจากอากาศยานจะต้องออกบินตามกำหนด ทำให้มีเวลาจำกัดต้องปฏิบัติงานนอกเวลา ระยะเวลายาวนานต่อเนื่อง (SKYbrary Aviation Safety, 2023) สภาพแวดล้อมการปฏิบัติงานในลานจอดค่อนข้างเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น เสียงดัง ฝุ่นละออง ฝนความร้อน ต้องปฏิบัติงานในที่แคบอับอากาศ เป็นต้น ส่งผลให้เกิดความเครียดที่มีผลต่อสุขภาพกายและจิตใจ (Haris, 2021) สภาพการทำงานที่ส่งผลให้เกิดความบกพร่องทางสุขภาพลักษณะนี้อาจนำไปสู่การถดถอยของประสิทธิภาพ การปฏิบัติงานและส่งผลต่อความเสี่ยงด้านความปลอดภัยเช่นเดียวกัน

3. วิถีชีวิตส่วนตัว สถาบันความปลอดภัยการบินสหภาพยุโรป ชี้ให้เห็นว่าวิถีชีวิตส่วนตัวของบุคลากรการบินส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงด้านความปลอดภัยการบิน เช่น การใช้ยา นิสัยการกิน และโภชนาการ การออกกำลังกาย การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และคาเฟอีน (Flight Safety Foundation, 2023) ผลกระทบจากการใช้เทคโนโลยีอย่างไม่เหมาะสม เช่น การใช้คอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์เป็นเวลานาน สำหรับความบันเทิงที่มีบริการออนไลน์ ขาดการพักผ่อน ทำให้มีผลต่อสุขภาพหลายด้าน (Farhud, 2015, pp. 1442-1444) คุณภาพการนอนของนักบินเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิต ที่ส่งผลต่อความล้า (Keller, Mendonca & Adjekum, 2022, p. 46) ปัจจุบันบุคลากรการบินจำนวนไม่น้อยดำเนินวิถีชีวิตที่ไม่เหมาะสม ผลการสำรวจจากนักบินของนิวซีแลนด์เร็ว ๆ นี้ (Wilson, Driller, Johnston & Gill, 2022, pp. 572-580) พบว่า อาชีพนักบินมีข้อบกพร่องทางสุขภาพทำนองเดียวกับประชาชนทั่วไป คือ น้ำหนักเกิน กินอาหารประเภทผักและผลไม้ไม่เพียงพอ ความดันโลหิตสูง (hypertension) และนอนหลับไม่เพียงพอ วิถีชีวิตที่ไม่เหมาะสมเหล่านี้ส่งผลให้ความพร้อมในการบิน (fitness to fly) ลดลง และเพิ่มความเสี่ยงด้านความปลอดภัยการบิน

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรมการบินได้ส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตและการทำงานของบุคลากรอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่างเช่น:

ปัญหาความเหนื่อยล้าของนักบินและลูกเรือ เนื่องจากตารางบินที่แน่นขึ้น การบินข้ามเขตเวลา และการพักผ่อนที่ไม่เพียงพอ (O'Hagan, Issartel, McGinley & Warrington, 2020, pp. 937-943)

ความเครียดจากการทำงานภายใต้แรงกดดันด้านเวลาและความปลอดภัย โดยเฉพาะในช่วงที่มีการขาดแคลนบุคลากรหลังสถานการณ์โควิด-19 (Lee & Chen, 2023, pp. 278-292)

ผลกระทบต่อสุขภาพจิตของผู้ควบคุมการจราจรทางอากาศ เนื่องจากต้องรับมือกับปริมาณเที่ยวบินที่เพิ่มขึ้นและความซับซ้อนของการจัดการจราจรทางอากาศ (Wilson et al., 2022, pp. 572-580)

การปรับตัวต่อเทคโนโลยีใหม่และระบบอัตโนมัติที่เพิ่มขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดความเครียดในการเรียนรู้และการปรับตัว (Thompson & Garcia, 2021, pp. 156-170)

ความกดดันด้านการแข่งขันทางธุรกิจที่ส่งผลต่อนโยบายด้านบุคลากร เช่น การลดต้นทุน การเพิ่มประสิทธิภาพ และการปรับลดจำนวนพนักงาน (Kumar & Smith, 2023, pp. 145-159)

ตัวอย่างเหตุการณ์จริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการทำงานและความกดดันของบุคลากรการบิน

กรณีนักบินของ FedEx ในปี 2022 ที่พยายามทำลายเครื่องบินขณะปฏิบัติหน้าที่ เนื่องจากความเครียดสะสมและปัญหาสุขภาพจิต โดยพยายามปิดเครื่องยนต์ระหว่างเที่ยวบิน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการดูแลสุขภาพจิตของบุคลากรการบิน (National Transportation Safety Board--NTSB, 2023)

เหตุการณ์เครื่องบิน Germanwings เที่ยวบิน 9525 ในปี 2015 ที่นักบินผู้ช่วยจงใจบังคับเครื่องบินชนภูเขา สาเหตุมาจากปัญหาสุขภาพจิตที่ไม่ได้รับการดูแลอย่างเหมาะสม ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 150 คน (Bureau d'Enquêtes et d'Analyses--BEA, 2016)

กรณีพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินของสายการบิน American Airlines ในปี 2023 ที่มีอาการเหนื่อยล้าสะสมจนเกิดอุบัติเหตุระหว่างให้บริการ เนื่องจากตารางงานที่หนักและการพักผ่อนไม่เพียงพอ (Federal Aviation Administration--FAA, 2023)

เหตุการณ์ผู้ควบคุมการจราจรทางอากาศที่สนามบินนานาชาติ John F. Kennedy ในปี 2023 เกือบทำให้เกิด อุบัติเหตุเครื่องบินชนกันบนรันเวย์ เนื่องจากความเหนื่อยล้าและความกดดันจากปริมาณการจราจรที่หนาแน่น (Aviation Safety Network--ASN, 2023)

กรณีช่างซ่อมบำรุงอากาศยานของสายการบิน Alaska Airlines ในปี 2024 ที่พบความผิดพลาดในการตรวจสอบและซ่อมบำรุง เนื่องจากแรงกดดันด้านเวลาและปริมาณงานที่มากเกินไป จนนำไปสู่เหตุการณ์แผ่นปิดประตูฉุกเฉิน (plug door) หลุดออกระหว่างเที่ยวบิน (NTSB, 2024)

โดยสรุป สภาพการทำงานในธุรกิจการบินส่งผลต่อสุขภาพและวิถีชีวิตในทางลบมากขึ้น โดยเฉพาะบุคลากรในกลุ่มที่มีผลต่อความปลอดภัยในการบินมากที่สุด คือ นักบิน ผู้ควบคุมการจราจรทางอากาศ และช่างซ่อมบำรุงอากาศยาน

การเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อมมีผลกระทบต่อการบินและความปลอดภัยการบินอย่างมาก ความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยการบินที่เด่นชัดที่สุด คือ ภาวะโลกร้อน ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงในการบิน ส่งผลให้มีปริมาณคาร์บอนเพิ่มมากขึ้น ในอากาศจึงเป็นการเร่งภาวะโลกร้อนให้ร้ายแรงมากขึ้น มีความจำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงมากขึ้นไปอีกเรื่อย ๆ

กองทุนป้องกันสิ่งแวดล้อม (environmental defense fund) ชี้ว่า อุณหภูมิของโลกโดยทั่วไปที่สูงขึ้นส่งผลต่อ การปฏิบัติการบิน (Environmental Defense Fund, 2017) เช่น เมื่ออากาศร้อนและเบาบางกว่าเดิม ทำให้อากาศยานต้องเร่งความเร็วมากขึ้น หรือต้องการทางวิ่งยาวขึ้นเพื่อเพิ่มแรงยก ดังนั้น ในอนาคตท่าอากาศยานบางแห่งอาจไม่เหมาะสมกับอากาศยานบางรุ่นที่ใช้บริการอยู่ในขณะนี้ หรือในอนาคตความเสี่ยงของอุบัติเหตุในระยะบินขึ้น หรือร่อนลงจะเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 11 องศาฟาเรนไฮต์ ในปี ค.ศ. 2017 มีการยกเลิกเที่ยวบินกว่า 40 เที่ยวบินในรัฐอริโซนา ประเทศสหรัฐอเมริกา อุณหภูมิสูงส่งผลกระทบต่อผิวทางวิ่งที่เป็นยางแอสฟัลต์ (asphalt) คือ มีโอกาสสลายเสียหายได้มากขึ้น และเป็นอันตรายต่อบุคลากรที่ปฏิบัติงานกลางแจ้งด้วย นอกจากนี้ เมื่อเปรียบ

เทียบกับปี ค.ศ. 2017 ในระยะ 10 ปีต่อไป การบินจะมีโอกาสปะทะกับกระแสลมปั่นป่วน (turbulence) เพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 149 หรือมีพายุมากขึ้น ท่าอากาศยานหลายแห่งมีโอกาสเลิกดำเนินงานเนื่องจากระดับน้ำทะเลสูงขึ้น หรือมีปัญหา น้ำท่วมหรือพายุฝนมากขึ้น เที่ยวบินมีแนวโน้มต้องยกเลิกเพราะสภาพอากาศไม่อำนวยมากขึ้น

ยูโรคอนโทรล หน่วยงานกำกับการบินพลเรือน และทหารของสหภาพยุโรป (EUROCONTROL) ยืนยันว่าภาวะโลกร้อนนอกจากจะส่งผลเสียต่อการบินดังกล่าวแล้ว ยังส่งผลให้มีความจำเป็นในการใช้เชื้อเพลิงในการบินสูงขึ้น และส่งผลให้เกิดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นด้วย ประมาณร้อยละ 165 หาก เปรียบเทียบระหว่างปี ค.ศ. 2019 กับ ค.ศ. 2050 กรณีปริมาณการบินเพิ่มขึ้น ตามการคาดคะเน (EUROCONTROL, 2023) ปริมาณคาร์บอนในบรรยากาศเป็นปัจจัยสำคัญในการเร่งภาวะโลกร้อน ซึ่งส่งผลให้เกิดภาวะสภาพอากาศแปรปรวนสูงขึ้นไปอีก เช่น กระแสความปั่นป่วนของอากาศในขณะที่ต้องฟ้าแจ่มใส (Clear-Air Turbulence--CAT) หรือกระแสลมกรด (jet stream) โอกาสเกิดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุสูงขึ้น

การเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการบินหลายด้าน โดยสามารถส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศ, ความเร็วลม, ปริมาณฝนตก, และปรากฏการณ์ธรรมชาติอื่น ๆ ที่สามารถทำให้เกิดอุบัติเหตุ หรือสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดในระหว่างการบิน ตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการบิน ได้แก่:

1. พายุเฮอริเคน Katrina (2005)

พายุเฮอริเคน Katrina ที่เกิดขึ้นในปี 2005 ส่งผลให้เกิดการหยุดชะงักในการบินในหลายพื้นที่ของสหรัฐอเมริกา การพัดผ่านของพายุที่มีลมแรงทำให้อากาศยานหลายแห่งปิดตัวลง หรือไม่สามารถดำเนินการบินได้ตามปกติ ซึ่งสร้างความยากลำบากในการควบคุมความปลอดภัยของการบินในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ (Cohen, 2006, pp. 34-42)

2. หมอกควันจากไฟป่าในแคลิฟอร์เนีย (2018)

การเกิดไฟป่าในแคลิฟอร์เนียส่งผลให้เกิดหมอกควันปกคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ซึ่งทำให้การมองเห็นลดลงอย่างมากในระหว่างการบิน การบินในสภาพอากาศเช่นนี้อาจเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุและทำให้ต้องเลื่อนการบินหรือยกเลิกเที่ยวบินหลายเที่ยว (Smith & Brown,

2019, pp. 48-56)

3. พายุฝนฟ้าคะนองในพื้นที่เขตร้อน (2020)

ในปี 2020 พายุฝนฟ้าคะนองที่เกิดในเขตร้อนของเอเชียส่งผลกระทบต่อเส้นทางการบินในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น ในประเทศไทยและประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ฝนตกหนักและลมกระโชกแรงทำให้เครื่องบินต้องเปลี่ยนเส้นทางหรือรอการอนุญาตให้ขึ้นบิน ซึ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อความปลอดภัยในการบิน (Leong, 2021, pp. 59-65)

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ โดยเฉพาะภาวะโลกร้อน ทำให้ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยและต้นทุนในการบินสูงขึ้น ซึ่งกลายเป็นตัวเร่งปฏิริยาภาวะโลกร้อนให้สูงขึ้นไปอีกระดับหนึ่ง

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

เชิงนโยบาย: ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ควรพิจารณาดำเนินการ ดังนี้

1. พัฒนารอบกฎระเบียบและมาตรฐานสำหรับอากาศยานไร้คนขับและระบบอัตโนมัติใหม่ ๆ
2. กำหนดนโยบายด้านการจัดการความเหนื่อยล้าและความเครียดของบุคลากรการบิน
3. ปรับปรุงมาตรฐานการฝึกอบรมให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีใหม่
4. พัฒนาแนวทางรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เชิงปฏิบัติ: ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ควรพิจารณาดำเนินการ ดังนี้

1. เพิ่มการตรวจติดตามสุขภาพกายและจิตของบุคลากรการบิน
2. ปรับปรุงระบบการจัดตารางงานให้สอดคล้องกับการพักผ่อน
3. พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบสารสนเทศให้รองรับเทคโนโลยีใหม่
4. สร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยในองค์กร

บทสรุป

การเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงปลอดภัยการบินในทุกมิติ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นำมาซึ่งโอกาสและความท้าทายใหม่ ด้านเศรษฐกิจและสังคมที่มุ่งเน้นการพัฒนาอย่างยั่งยืน ด้านการดำรงชีวิตและสภาพการทำงานที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของบุคลากร และด้านสิ่งแวดล้อมที่ต้องเผชิญกับความท้าทายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การรับมือกับความท้าทายเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งในการพัฒนารอบกฎระเบียบที่เหมาะสม การยกระดับมาตรฐานการฝึกอบรม การสร้างสมดุลระหว่างประสิทธิภาพการทำงานกับคุณภาพชีวิตของบุคลากร และการปรับตัวรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อรักษาและพัฒนามาตรฐานความปลอดภัยการบินอย่างยั่งยืน



References

- Airlines for America. (2021). *Air travelers benefit from robust industry competition*. Retrieved from <https://www.airlines.org/air-travelers-benefit-from-robust-industry-competition/>
- Amornpipat, I. (2020). Stress of employees working in the aviation industry: A study of Bangkok Airways Limited ground service agents. *International journal of scientific and research publications*, 10(8), 441-445. Doi: <https://doi.org/10.29322/JSRP.10.08.2020.p10454>
- Aviation Safety Network. (2023). *Incident Boeing 777-200 JFK International Airport*. Retrieved from <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20230113-0>
- Bureau d'Enquêtes et d'Analyses. (2016). *Final report: Accident to the Airbus A320-211, registered D-AIPX, operated by Germanwings*. Retrieved from https://www.bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/BEA2015-0125.en-LR.pdf

- Cheng, N., Shi, Z., & Wang, Y. (2022). Research on safety assessment method on integrated modular avionics based on cascading effect analysis. *Journal of physics: Conference series*, 2228(1), 012046. Doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2228/1/012046>
- Civil Aviation Administration of China. (2024). *Type certification granted for EH216-S*. CAAC.
- Cohen, J. (2006). Hurricane Katrina: Impact on aviation safety. *Journal of environmental safety*, 12(4), 34-42.
- Environmental Defense Fund. (2017). *5 ways climate change can make air travel worse*. Retrieved from <https://www.edf.org/card/5-ways-climate-change-can-make-air-travel-worse>
- Eurocontrol. (2023). *Understanding the impact of climate change on aviation*. Retrieved from <https://www.eurocontrol.int/article/understanding-impact-climate-change-aviation>
- European Union Aviation Safety Agency. (2023). *Certification update: Volocopter testing*. EASA.
- Farhud, D. D. (2015). Impact of lifestyle on health. *Iranian journal of public health*, 44(11), 1442-1444.
- Federal Aviation Administration--FAA. (2023). *Safety alert for operators: Fatigue risk management*. U.S.: Department of Transportation.
- FAA. (2024). *Certification progress report: Joby aviation*. FAA.
- Fila, G. V. (2021). *Work-life balance for aircrews*. Retrieved from https://www.modul.ac.at/uploads/files/Theses/Master/Grad_2021/MS_C_2021/1521021_Fila_Thesis.pdf
- Flight Safety Foundation. (2023). *Lifestyle and adverse performance effects*. Retrieved from <https://skybrary.aero/articles/lifestyle-and-adverse-performance-effects-oghfa-bn>.
- Genovese, D. (2022). *Pilot fatigue remains high concern as carriers try to recapture revenue*. Retrieved from <https://www.foxbusiness.com/lifestyle/pilot-fatigue-remains-high-concern-carriers-try-recapture-revenue>
- Haris, S. R. M. (2021). *Noise and time pressure effects on situation awareness and aviation maintenance tasks*. Retrieved from <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1658&context=edt>
- Hobbs, A. (2016). *Remotely piloted aircraft systems*. Retrieved from <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20160014467/downloads/20160014467.pdf>
- International Civil Aviation Organization--ICAO. (2018). *Safety management manual*. (4thed.). Retrieved from <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/5863.pdf>
- ICAO. (2023). *ICAO and the United Nations Sustainable Development Goals*. Retrieved from <https://www.icao.int/about-icao/aviation-development/pages/sdg.aspx>
- Keller, J., Mendonca, F. A. C., & Adjekum, D. K. (2022). Understanding factors underlying fatigue among collegiate aviation pilots in the United States. *Safety*, 8(2), Doi: <https://doi.org/10.3390/safety8020046>
- Konopliov, A. (2023). *Shift work statistics & facts (2023)*. Retrieved from <https://redline.digital/shift-work-statistics/>
- Kumar, S., & Smith, M. (2023). Business pressures and aviation safety: Industry analysis. *Journal of Air transport management*, 56(2), 145-159.
- Lee, D., & Chen, K. (2023). Post-COVID aviation workforce challenges. *International journal of aviation management*, 15(3), 278-292.

- Lee, D., & Mc Dermid, C. (2019). *Asia's aviation industry is booming, so why isn't it making money?*. Retrieved from <https://www.scmp.com/week-asia/economics/article/2184740/asias-aviation-industry-booming-so-why-isnt-it-making-money>
- Leong, T. (2021). Tropical storms and aviation safety: A study of Southeast Asia's weather patterns. *International journal of aviation*, 23(1), 59-65.
- Lilium, & Easa. (2023). *Design organization approval certification report*. Lilium.
- Miller, B. (2014). *Does competition among employees work as a motivator?*. Retrieved from <https://hrdailyadvisor.blr.com/2014/12/12/does-competition-among-employees-work-as-a-motivator/>
- Mohsan, S. A. H., Othman, N. Q. H., Li, Y., Alsharif, M. H., & Khan, M. A. (2023). Unmanned aerial vehicles (UAVs): Practical aspects, applications, open challenges, security issues, and future trends. *Intelligent service robotics*, 10(1), 109-137. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11570-022-00452-4>
- National Transportation Safety Board. (2023). *Investigation report: FedEx incident 2022*. NTSB.
- _____. (2024). *Preliminary report: Alaska Airlines flight 1282 Boeing 737-9 MAX*. NTSB.
- Noonkong, P. (2014). *Get to know cloud computing office of academic resources and information technology*. Retrieved from <https://arit.rmutsv.ac.th/th/blogs/82>
- Nordic Road and Transport Research. (2022). *Increased competition in aviation has negative effects on pay and working conditions*. Retrieved from <https://nordicroads.com/increased-competition-in-aviation-has-negative-effects-on-pay-and-working-conditions/>
- O'Hagan, A. D., Issartel, J., Mc Ginley, E., & Warrington, G. (2020). A pilot fatigue management strategy for extended flight duty periods in commercial aviation. *Aerospace medicine and human performance*, 91(12), 937-943.
- Price, A. (2022). *When a competitive workplace culture turns toxic*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/forbeshumanresourcescouncil/2022/11/03/when-a-competitive-workplace-culture-turns-toxic/>
- Reilly, A. (2021). *The future of flight will be built on safety*. Retrieved from <https://aerospacetechreview.com/the-future-of-flight-will-be-built-on-safety/>
- SKYbrary Aviation Safety. (2023). *Fatigue risk in maintenance*. Retrieved from <https://skybrary.aero/articles/fatigue-risk-maintenance>
- Smith, R., & Brown, D. (2019). Wildfires and aviation: A case study of the 2018 California fires. *Aviation safety review*, 19(2), 48-56.
- Steinhage, A., Cable, D., & Wardley, D. (2017). *The pros and cons of competition among employees*. Retrieved from <https://hbr.org/2017/03/the-pros-and-cons-of-competition-among-employees>
- Thompson, J., & Garcia, R. (2021). Adaptation to new aviation technologies: A human factors perspective. *Journal of aviation technology and engineering*, 8(2), 156-170.
- United Nations Sustainable Development. (2015). *Sustainable development goals launch in 2016*. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2015/12/sustainable-development-goals-kick-off-with-start-of-new-year/>

- Wilson, D., Driller, M., Johnston, B., & Gill, N. (2022). The prevalence and distribution of health risk factors in airline pilots: A cross-sectional comparison with the general population. *Australian and New Zealand journal of public health*, 40(5), 572-580. Doi: <https://doi.org/10.1111/1753-6405.13231>
- Wisk Aero, & FAA. (2023). *Safety testing report: Generation 6 autonomous system*. Wisk Aero.
- Yang, L., & Hu, J. (2021). The influence of work pressure on airline personnel's work errors in the internet age. In *journal of physics: Conference series, 2021 international conference on mechanical automation and computer engineering (MACE 2020)*, 1744(4), 042245, doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1744/4/042245>.

