

อุบัติเหตุของอากาศยานในการบินพาณิชย์  
ตอนที่ 3 ตัวแบบการจัดการความปลอดภัยการบินร่วมสมัย

Aircraft Accidents in Commercial Aviation

Part 3 Contemporary Aviation Safety Management Model

สุจิต ห่วงสุวรรณ<sup>1</sup>, ประวิทย์ วงศ์วิวัฒน์<sup>1</sup>, กมล น้อยทองเล็ก<sup>1</sup> และ สุธาสินี รูปแก้ว<sup>1\*</sup>  
Sutit Huangsuwan<sup>1</sup>, Pravith Vongviwat<sup>1</sup>, Kamol Noitonglek<sup>1</sup> and Suthasinee Roopkaew<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

<sup>1</sup>School of Aviation, Eastern Asia University

\*Corresponding author: suthasinee.r@eau.ac.th

Received: July 5, 2023

Revised: August 18, 2023

Accepted: August 21, 2023

## บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอตัวแบบการจัดการความปลอดภัยการบิน ในคริสต์ศตวรรษที่ 21 แสดงหลักคิด และองค์ประกอบ ตลอดจน วิเคราะห์จุดแข็ง ข้อจำกัด ประกอบด้วย ระบบการจัดการความปลอดภัยขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ตัวแบบพฤติกรรมความปลอดภัย และระบบการจัดการความปลอดภัยแบบทันเวลาขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ตัวแบบที่ได้รับการยอมรับเป็นหลักในอุตสาหกรรมการบินปัจจุบัน คือ ระบบการจัดการความปลอดภัยขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 ตัวแบบที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการบิน พบว่า ระบบการจัดการความปลอดภัยขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ มีจุดแข็งด้านความเป็นเอกภาพของมาตรฐาน และให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทุกด้าน แต่มีข้อจำกัดในแง่ของการบังคับใช้ ตัวแบบพฤติกรรมความปลอดภัยมีจุดแข็งด้านการมีส่วนร่วมของบุคลากร แต่มีข้อจำกัดด้านมาตรฐาน ตัวแบบการจัดการความปลอดภัยแบบทันเวลา มีจุดแข็งด้านการดำเนินงานบนฐานข้อมูลเวลาจริง ขณะที่ข้อจำกัดด้านความพร้อมของบุคลากร โดยสรุปแล้ว ระบบการจัดการความปลอดภัยขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ เป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับการบินพาณิชย์อย่างชัดเจน ส่วนความยั่งยืนและความสำเร็จของระบบความปลอดภัยนั้น ขึ้นอยู่กับนโยบาย วัฒนธรรม และความมุ่งมั่นของผู้บริหาร

**คำสำคัญ:** ความปลอดภัยการบิน; ระบบการจัดการความปลอดภัยการบิน; จุดแข็ง; ข้อจำกัด

## Abstract

This article presents aviation safety management models in the 21<sup>st</sup> century, the discussion of approaches and elements, together with the analysis of their advantages and disadvantages. The discussion models are ICAO's SMS, BBS and US NASA's ITASM. However, the most well-accepted model in aviation industry is ICAO's SMS because of its standard and element attention comparing

to the other two models. Nevertheless, there is some limitations on SMS's mandatory regulations. While BBS is strengthened by its voluntarily participation but limited by its standards. Yet, the last models, IASMS has a full strength of actions based on real-time data but limited on the readiness of personnel. In summary, SMS is clearly a proper model for commercial aviation, meanwhile the sustainability and success of the safety system depends on the policy, vision, and commitment of administrators.

**Keywords:** aviation safety; aviation safety management system; strength; limitation



## บทนำ

เป็นที่ยอมรับทั่วไปว่า เป้าหมายสูงสุดของการป้องกันอุบัติเหตุของทุกหน่วยงาน คือ อุบัติเหตุเป็นศูนย์ (zero accident) ตามแนวคิดที่ว่า ชีวิตบุคลากรมีค่ามากที่สุด ซึ่งได้รับการยึดถือมาตั้งแต่คริสต์ทศวรรษ ที่ 1970 ในวงการอุตสาหกรรมทุกแขนงของประเทศญี่ปุ่น (Japan Industrial Safety and Health Association--JISHA, 2021) ทำนองเดียวกับที่กำหนดไว้ในวิสัยทัศน์ Vision Zero ของสหภาพยุโรป (Partnership for European Research in Occupational Safety and Health--PEROSH, 2021) และประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจต่าง ๆ เช่น สหราชอาณาจักร (Workplace Safety and Health Council, 2021) สหรัฐอเมริกา (Vision Zero Network, 2021) ฟินแลนด์ (Finnish Institute of Occupational Health, 2021) และเยอรมนี (German Social Accident Insurance, 2020) ดังนั้น อุตสาหกรรมการบินจึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายอุบัติเหตุเป็นศูนย์ด้วย

ตามสถิติของความสูญเสียแล้ว การบินถือเป็นอุตสาหกรรม 1 ใน 4 อุตสาหกรรมที่เกิดความเสียหายร้ายแรงจากอุบัติเหตุมากที่สุด ทำนองเดียวกับพลังงานนิวเคลียร์ การแพทย์ และการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม (Hueto, 2013) อุตสาหกรรมการบินนั้นได้พัฒนาแนวคิดในการลดอุบัติเหตุมาเป็นลำดับ เริ่มการมององค์ประกอบเพียงบางส่วน มาสู่การให้ความสำคัญกับทุกองค์ประกอบที่มีความเชื่อมโยงและส่งผลกระทบซึ่งกันและกันในลักษณะของระบบ บทความนี้จะรวบรวมตัวแบบเชิงระบบในการจัดการความปลอดภัยการบินในปัจจุบัน คือ คริสต์ศตวรรษที่ 21 หรือ หลังปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา สรุปประเด็นสำคัญและเปรียบเทียบให้

เห็นความคล้ายคลึง ความแตกต่าง จุดแข็งและข้อจำกัด แต่ละตัวแบบได้ ดังนี้

## ตัวแบบการจัดการความปลอดภัยการบินร่วมสมัย

ตัวแบบการจัดการความปลอดภัยการบิน ที่ได้รับการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการบินในปัจจุบัน โดยเฉพาะในการบินเชิงพาณิชย์มีจำนวนไม่มาก ตัวแบบที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางที่สุด คือ ระบบการจัดการความปลอดภัยขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ เพราะเป็นข้อกำหนดเชิงบังคับ (mandatory) สำหรับหน่วยงานทางการบินทุกหน่วยงาน รองลงไป คือ พฤติกรรมความปลอดภัย ซึ่งได้รับการยอมรับระดับหนึ่งในการบิน (Civil Aviation Safety Authority Australia, 2019) แต่เป็นแบบที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต ส่วนตัวแบบที่เริ่มพัฒนาขึ้นมาใหม่ คือ ระบบการจัดการความปลอดภัยแบบทันเวลาขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ซึ่งยังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนา ลักษณะสำคัญของแต่ละตัวแบบ มีรายละเอียดต่อไปนี้

### 1. ระบบการจัดการความปลอดภัย (Safety Management System--SMS)

องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ซึ่งเป็นหน่วยงานกำกับดูแลการบินพลเรือนที่มีบทบาทสูงสุด ได้กำหนดโครงสร้างและวิธีปฏิบัติสำหรับองค์การการบินทุกภาคส่วนในลักษณะระบบการจัดการความปลอดภัย (Safety Management System--SMS) ตามภาคผนวก 19 ของอนุสัญญาชิคาโก (Chicago Convention ANNEX 19) ฉบับที่ 2 แก้ไขปรับปรุงล่าสุด วันที่ 7 พฤศจิกายน ค.ศ.

2019 (ICAO, 2019) และคู่มือความปลอดภัย (Safety Management Manual) ฉบับที่ 4 (ICAO, 2018) ตามคำจำกัดความของ SKYbrary กล่าวว่า ตัวแบบนี้ คือ การดำเนินการอย่างเป็นระบบชัดเจน (explicit) เพื่อกำหนดการปฏิบัติที่จะนำไปสู่ความปลอดภัยในระดับที่ยอมรับได้ (SKYbrary, 2023) สำคัญโดยสรุป มีดังต่อไปนี้

1.1 เสาหลัก คือ ข้อกำหนดสำคัญ 4 ส่วน และข้อกำหนดย่อยในแต่ละส่วนรวม 12 ข้อ ดังนี้

1) นโยบายความปลอดภัย ประกอบด้วย ข้อกำหนดย่อย 5 ข้อ คือ ความมุ่งมั่นของผู้บริหาร ความรับรู้และยอมรับผิดชอบ การแต่งตั้งบุคลากรหลัก การประสานงานการวางแผน การตอบสนองภาวะฉุกเฉิน และการจัดทำเอกสารระบบความปลอดภัย

2) การจัดการความเสี่ยงความปลอดภัย ประกอบด้วย ข้อกำหนดย่อย 2 ข้อ คือ การระบุอันตราย การประเมินและลดความเสี่ยงอันตราย

3) การประกันความปลอดภัย ประกอบด้วย ข้อกำหนดย่อย 3 ข้อ คือ การตรวจสอบและการวัดการดำเนินงานด้านความปลอดภัย การจัดการความเปลี่ยนแปลง การปรับปรุงระบบการจัดการความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง

4) การส่งเสริมความปลอดภัย ประกอบด้วย ข้อกำหนดย่อย 2 ข้อ คือ การฝึกอบรมและการศึกษา การสื่อสารด้านความปลอดภัย

1.2 ข้อมูลความปลอดภัย คือ ข้อเท็จจริง (fact) และค่านิยม (value) ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยที่ได้รวบรวมจากการดำเนินการการบินหลาย ๆ แหล่ง เพื่อจุดประสงค์ในการธำรงรักษาและปรับปรุงความปลอดภัย เมื่อนำข้อมูลมาจัดกระทำ จัดกลุ่ม และวิเคราะห์ แล้วถือว่าเป็นข่าวสารความปลอดภัย ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ข้อมูลดังต่อไปนี้ เป็นอย่างน้อย อาจมีข้อมูลอื่นเพิ่มเติมตามความจำเป็น คือ รายงานการสอบสวนอุบัติเหตุและอุบัติการณ์ รายงานความปลอดภัย รายงานความสมควร การเดินอากาศ การตรวจสอบ ผลการปฏิบัติงาน การตรวจ (inspect) การตรวจติดตาม (audit) การสำรวจ (survey) การศึกษาและทบทวนความปลอดภัย

1.3 กระบวนการของระบบการจัดการความปลอดภัย คือ กระบวนการพื้นฐาน 4 ขั้น ซึ่งเป็นการประยุกต์ ใช้วงจรคุณภาพของเดมมิง (Dudin, Flolova,

Gryzunova, & Borisonova, 2015, pp. 239-246) ดังต่อไปนี้

1) การวางแผน คือ การทำความเข้าใจข้อบังคับ วิธีปฏิบัติที่ดีที่สุด และความต้องการของหน่วยงาน ระบุวัตถุประสงค์ด้านความปลอดภัย กำหนดแผนสืบเนื่องและแผนฟื้นฟู ยืนยันการจัดทำเอกสารขั้นตอนที่เป็นปัจจุบัน ทุกกิจกรรม และตรวจสอบว่าการประเมินความเสี่ยงครบถ้วน

2) การปฏิบัติตามแผน คือ การจัดฝึกอบรมเบื้องต้นและทดสอบ จัดฝึกอบรมสมรรถนะและทบทวน ตรวจสอบโครงสร้างและอุปกรณ์ การประชุมและการให้คำปรึกษาทีมงาน การรายงานอุบัติเหตุ อุบัติการณ์ และเหตุการณ์ใกล้เคียงเกิดอุบัติเหตุ สอบสวนและวิเคราะห์แนวโน้มของอุบัติเหตุ อุบัติการณ์ และเหตุการณ์ใกล้เคียงเกิดอุบัติเหตุ รายงานความบกพร่อง รายงานพฤติกรรม และจัดเก็บข้อมูล

3) การสอบทานความถูกต้องกับแผน คือ การตรวจสอบและตรวจติดตามโดยผู้บริหารอย่างสม่ำเสมอ ตรวจติดตามผู้ฝึกอบรม ผู้รับการฝึกอบรม และบุคคลที่เกี่ยวข้อง ตรวจตราในหลายระดับ รับรองการประเมินความเสี่ยง ระบุแนวโน้มความบกพร่อง อุบัติเหตุ อุบัติการณ์ และเหตุการณ์ใกล้เคียงเกิดอุบัติเหตุ วัดผลการปฏิบัติงานด้านความปลอดภัย

4) การทบทวน ประกอบด้วย การระบุสาเหตุ ต้นตอของอุบัติเหตุ อุบัติการณ์ และเหตุการณ์ใกล้เคียงเกิดอุบัติเหตุ สร้างความมั่นใจว่ามีการดำเนินการเชิงป้องกัน และบันทึกการดำเนินการนั้นไว้ แลกเปลี่ยนข่าวสารความปลอดภัยกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ร่วมมือกับผู้อื่นในการระบุและทำความเข้าใจวิธีปฏิบัติที่ดีที่สุด ทำความเข้าใจล่วงหน้าเกี่ยวกับข้อกำหนดในอนาคตของหน่วยงานกำกับ และกำหนดวัตถุประสงค์ด้านความปลอดภัยในอนาคต

1.4 การจำแนกความเสี่ยงด้านความปลอดภัยจากคู่มือความปลอดภัย ฉบับที่ 4 จำแนกความเสี่ยง ออกเป็น 3 ระดับ ตามความร้ายแรงของความเสียหาย และความน่าจะเป็น (ICAO, 2018) ดังแสดงตามตาราง 1

## ตาราง 1

การจำแนกความเสี่ยงตามระดับของความร้ายแรงและระดับความน่าจะเป็น

| ระดับความน่าจะเป็น | ระดับความร้ายแรง |         |             |         |            |
|--------------------|------------------|---------|-------------|---------|------------|
|                    | A (สูงมาก)       | B (สูง) | C (ปานกลาง) | D (ต่ำ) | E (ต่ำมาก) |
| 5 (สูงมาก)         | 5A               | 5B      | 5C          | 5D      | 5E         |
| 4 (สูง)            | 4A               | 4B      | 4C          | 4D      | 4E         |
| 3 (ปานกลาง)        | 3A               | 3B      | 3C          | 3D      | 3E         |
| 2 (ต่ำ)            | 2A               | 2B      | 2C          | 2D      | 2E         |
| 1 (ต่ำมาก)         | 1A               | 1B      | 1C          | 1D      | 1E         |

1) ความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้ เป็นความเสี่ยงที่ต้องแก้ไขโดยทันที คือ ความเสี่ยงที่มีความร้ายแรงปานกลางถึงสูงมาก และมีความน่าจะเป็นปานกลางถึงสูงมาก (5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A)

2) ความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้ เป็นความเสี่ยงที่ยังไม่จำเป็นต้องแก้ไขโดยทันที ผู้บริหารต้องพิจารณาความเหมาะสมในการดำเนินการต่อไป คือ ความเสี่ยงที่มีความร้ายแรงสูงและสูงมาก แต่มีความน่าจะเป็นต่ำถึงต่ำมาก หรือความเสี่ยงที่มีความร้ายแรงปานกลางและความน่าจะเป็นปานกลาง หรือความเสี่ยงที่มีความร้ายแรงต่ำถึงต่ำมาก แต่มีความน่าจะเป็นสูงถึงสูงมาก (5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A)

3) ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ไม่จำเป็นต้องมีการแก้ไข เป็นความเสี่ยงที่มีความร้ายแรงต่ำถึงต่ำมาก และความน่าจะเป็นต่ำถึงต่ำมาก (3E, 2D, 2E, 1B, 1C, 1D, 1E)

จากข้อกำหนดของภาคผนวก 19 และคู่มือการจัดการความปลอดภัย ฉบับที่ 4 สรุปใจความสำคัญของระบบ การจัดการความปลอดภัยได้ว่า สิ่งสำคัญที่สุด คือ การป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ โดยการทำความเข้าใจสาเหตุและแนวโน้มการเกิดอุบัติเหตุล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและเป็นวงจรตามหลักการจัดการสมัยใหม่ ยึดถือวิธีปฏิบัติที่ดีที่สุด และเน้นการมีส่วนร่วมของบุคลากรทุกระดับ ทุกฝ่ายในการปฏิบัติตามและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ดังที่กล่าวแล้ว การนำระบบการจัดการความปลอดภัยขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศไปใช้ในการบินพาณิชย์ ยังคงประสบปัญหาจากอุปสรรคหลายประการที่ทำให้ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่จะทำให้ความเสี่ยงของ

การเกิดอุบัติเหตุหมดไปได้ ยังคงมีอุบัติเหตุทางการบินอยู่จำนวนหนึ่ง (Britton, 2022; ICAO, 2020)

1.5 ระดับความสำเร็จของระบบการจัดการความปลอดภัย การนำระบบการจัดการความปลอดภัยมาปฏิบัติตามแนวทางที่แนะนำโดยองค์การการจราจรทางอากาศ (Air Traffic Organization) และองค์การบริหารการบินกลาง สหรัฐอเมริกา (Air Traffic Organization & Federal Aviation Administration, 2018) แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1) ระดับ A ดำเนินการอย่างไม่เป็นทางการ (informal arrangement) เริ่มนำมาใช้แต่ไม่กำหนดเป็นมาตรฐาน ขึ้นอยู่กับตัวบุคคล

2) ระดับ B กำหนดมาตรการชัดเจน (defined) มีการระบุขั้นตอนและข้อกำหนดต่าง ๆ ครบถ้วน จัดทำเอกสารอย่างถูกต้อง แต่นำไปปฏิบัติเพียงบางส่วน

3) ระดับ C มีการจัดการ (managed) มีการดำเนินการครบตามข้อกำหนดขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ มีเอกสารครบถ้วน และนำไปปฏิบัติทุกฝ่าย

4) ระดับ D รับประกัน (assured) มีประจักษ์พยานว่ามีการดำเนินการจริง ครบถ้วน มีรายงานผลทางบวก

5) ระดับ E ประโยชน์สูงสุด (optimized) ได้ดำเนินการถึงระดับการปฏิบัติที่ดีที่สุด (best practice) เน้นนวัตกรรม และการเพิ่มประสิทธิภาพ

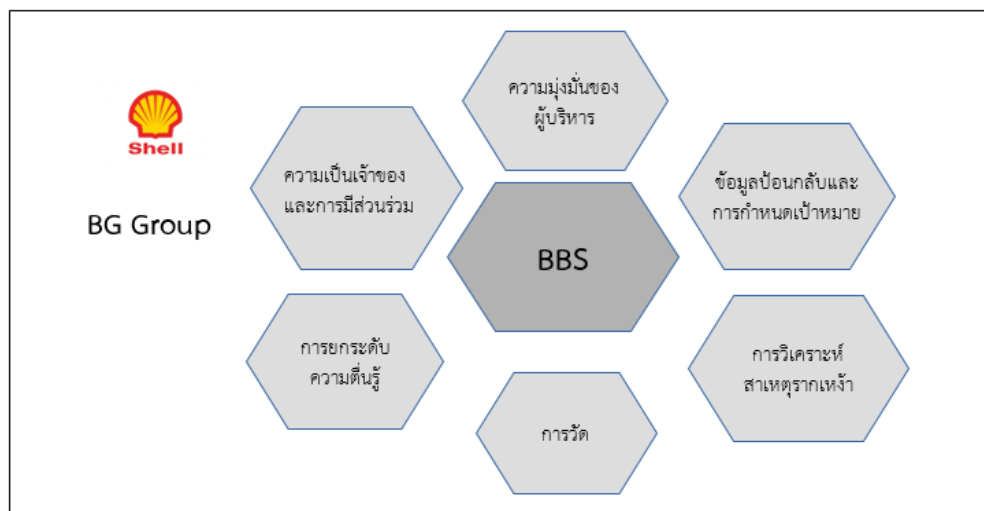
ความสำเร็จของระบบการจัดการความปลอดภัยที่ถือว่ามีความมั่นคง (matured) เมื่อมีการดำเนินการถึงระดับ D และ E ซึ่งในระดับดังกล่าวนี้ การดำเนินงานจะใช้กลยุทธ์เชิงรุกและเชิงทำนายเท่านั้น

## 2. ความปลอดภัยบนฐานพฤติกรรม (Behaviour Based Safety – BBS)

ตัวแบบนี้นิยมเรียกสั้น ๆ ว่า “พฤติกรรมความปลอดภัย” เป็นหลักคิดที่เริ่มต้นมาตั้งแต่ยุคปัจเจกมนุษย์ในคริสต์ทศวรรษที่ 1930 (Krause, 1997) แต่ปัจจุบันยังคงได้รับความสนใจและถือปฏิบัติในองค์กรจำนวนมาก ในอุตสาหกรรมการผลิต (Al-Hemoud & Al-Asfoor, 2006; Fleming & Lardner, 2001; Irish Health and Safety Authority, 2013; สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน, 2562) และอุตสาหกรรมอื่น เช่น การขนส่ง (Det Norske Veritas, 2015; US Department of Transportation. Federal Motor Carrier Safety Administration, 2000) รวมทั้ง อุตสาหกรรมการบินและการบินพาณิชย์ด้วย (Cassens, 2015) มาตรการด้านความปลอดภัยของหน่วยงานที่

เกี่ยวข้องกับการบินพาณิชย์ให้ความสำคัญกับองค์ประกอบสำคัญของพฤติกรรมความปลอดภัย คือ วัฒนธรรมความปลอดภัย (Civil Air Navigation Services Organisation, 2008) ในระยะแรกใช้กลยุทธ์เชิงรับเป็นหลัก ต่อมาเปลี่ยนกลยุทธ์เป็นเชิงรุกมากขึ้น ในทางปฏิบัติ ตัวแบบนี้เป็นกระบวนการระบุพฤติกรรมที่มีความปลอดภัยและค้นหาพฤติกรรมที่มีความเสี่ยง และร่วมกันกำหนดพฤติกรรมที่มีความปลอดภัยสูงกว่า ตัวแบบนี้ยึดถือบุคลากรเป็นต้นตอของทั้งความปลอดภัย ไม่เน้นการบังคับใช้ข้อบังคับ หรือบังคับให้เปลี่ยนแปลง (Kaila, 2013, p.1) สำคัญ โดยสรุปมีดังต่อไปนี้

2.1 องค์ประกอบเชิงระบบของตัวแบบพฤติกรรมความปลอดภัย กลุ่มกิจการปิจี (BG Group) ระบุว่า เสาหลัก (pillar) ของระบบพฤติกรรมความปลอดภัย มี 6 ประการ (Bakshi, 2013) มีความสัมพันธ์กันเชิงระบบ ตามภาพ 1

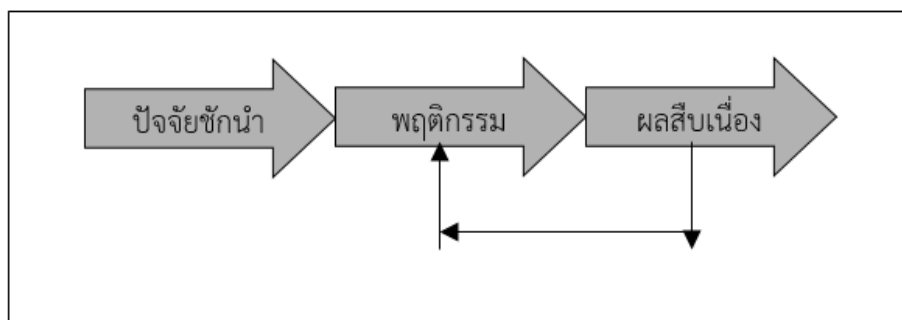


ภาพ 1 องค์ประกอบของตัวแบบพฤติกรรมความปลอดภัย

**Note:** Behaviour Based Safety (p. 21), by Oil Industry Safety Directorate, Retrieved from <https://www.oisd.gov.in/Image/GetDocumentAttachmentByID?documentID=37>

2.2 โครงสร้างของตัวแบบ นิยมเรียกโครงสร้างของตัวแบบนี้ว่า เอบีซี โมเดล (ABC Model) ประกอบด้วย ปัจจัยชักนำ (A – Antecedent หรือ Activator) พฤติกรรม (B-Behaviour) และผลสืบเนื่อง (C-Consequence) โดย

เน้นการเปลี่ยนพฤติกรรม แล้วส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงผลที่เกิดขึ้นตามมา คือ มีความปลอดภัยมากกว่าเดิม ทั้งนี้ จะต้องการดำเนินการตามองค์ประกอบ 6 ประการดังกล่าวแล้ว ตามภาพ 2



ภาพ 2 โครงสร้างตัวแบบพฤติกรรมความปลอดภัย

**Note:** The ABC of behaviour: MindFly, by Safety Matters Foundation, & Singh, A., 2019, March 8, Retrieved from <https://safetymatters.co.in/2019/03/08/the-abc-of-behaviour-mindfly/>

อนึ่ง ตัวแบบพฤติกรรมความปลอดภัยนี้มีผู้ให้ความเห็นแตกต่างกันอย่างมากในแง่ของประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการจัดการความปลอดภัย ส่วนหนึ่งเห็นว่าสามารถลดอุบัติเหตุได้ แต่อีกส่วนหนึ่งเห็นว่าไม่มีประโยชน์ รายละเอียดดังกล่าว จะได้นำเสนอในหัวข้อการวิเคราะห์เปรียบเทียบจุดแข็งและข้อจำกัดของตัวแบบ

3. ระบบการจัดการความปลอดภัยแบบทันเวลา (In-Time Aviation Safety Management System – IASMS) ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา

ตัวแบบนี้พัฒนาขึ้นมาโดยคณะกรรมการประกันความปลอดภัยการบิน (Aviation Safety Assurance Committee) สถาบันวิชาการแห่งชาติ ด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และการแพทย์ (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) เพื่อเป็นแนวทางการจัดการความปลอดภัยสำหรับองค์การบริหารการบินและอวกาศ (NASA) ประเทศสหรัฐอเมริกาให้ความสำคัญกับความพร้อมของระบบ สามารถตรวจจับหรือขจัดปัญหาสำคัญด้านความปลอดภัย (high-priority safety issue) ได้ตามเวลาจริงของระบบทั้งหมด (Real-time System-wide Safety Assurance--RSSA) หรือ ก่อนเกิดเหตุ (Aviation Safety Assurance Committee, 2018, p. 24962) เป็นแนวคิดที่นำเอาเสาหลัก 1 ใน 4 ของ ระบบการจัดการความปลอดภัยขององค์การบริหารการบินพลเรือนระหว่างประเทศ คือ การประกันความปลอดภัยมาประยุกต์ใช้เป็นกระบวนการหลักทั่วทั้งองค์กรในเวลาจริง (Real-time System-wide Safety Assurance--RSSA) มีการตรวจสอบ ประเมินข้อมูล และระบบอย่างต่อเนื่อง ทำให้ระยะเวลาวงจรของการ

ประกันความปลอดภัยเป็นศูนย์ (zero safety insurance cycle) คือ ไม่ต้องรอเวลาใด ๆ เลย สามารถสรุปแนวโน้มของสถานการณ์อย่างละเอียดจนถึงระดับต่อวินาที นาที ชั่วโมง ฯลฯ และสามารถกำหนดมาตรการดำเนินงานได้ตามความจำเป็น ทันเหตุการณ์จริงโดยอัตโนมัติ ในลักษณะระบบในระบบ (system-of-system) กล่าวคือ มีระบบที่สามารถปรับระบบที่เหมาะสมใหม่ได้ตามความจำเป็นทันเวลา (Aviation Safety Assurance Committee, 2018, p. 24962) สำคัญสำคัญโดยสรุป มีดังต่อไปนี้

3.1 เป้าหมายการดำเนินงาน เนื่องจากตัวแบบนี้เพิ่งเริ่มพัฒนาขึ้น องค์การบริหารการบินและอวกาศ จึงตั้งเป้าหมายการพัฒนาระบบความปลอดภัยแบบทันเวลาเป็น 3 ระยะ คือ

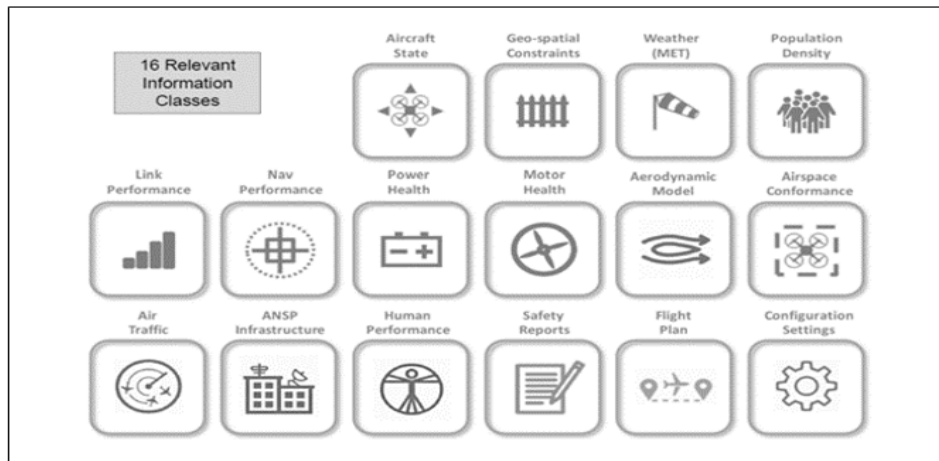
1) กำหนดขอบเขตเฉพาะ (domain specific) สร้างความตระหนักเกี่ยวกับระบบทั่วทั้งองค์กร จัดให้มีช่องทางเข้าถึงข้อมูลความปลอดภัยและการวิเคราะห์ เพิ่มประสิทธิภาพความปลอดภัยโดยการตรวจจับ (detect) และแจ้งเตือน (alarm) ความไม่ปลอดภัยในส่วนงานทันที สนับสนุนการตัดสินใจเบื้องต้นสำหรับกรณีไม่ซับซ้อนหรือกรณีที่มีความสูญเสียไม่มาก ระยะเวลาดำเนินการ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2015 ถึง 2025

2) ผสมรวมเทคโนโลยีการทำนายกับการดำเนินงานแต่ละส่วน (integrated predictive technologies with domain-level application) จัดให้มีช่องทางเข้าถึงข้อมูลและการวิเคราะห์ทั่วทั้งองค์กร สนับสนุนการตัดสินใจของแต่ละส่วนงาน เกี่ยวกับความปลอดภัยในระดับที่ซับซ้อน ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ปี ค.ศ. 2025 ถึง ค.ศ. 2035

3) การจัดการสภาวะคุกคามความปลอดภัยแบบปรับตัวได้ตามเวลาจริง (adaptive real-time safety threat management) ผสานการดำเนินงานทุกภาคส่วน (multi-agent) เพื่อตรวจจับและประเมินสภาวะคุกคาม (threat) ความปลอดภัย การดำเนินงานจะอยู่ในสถานะ

พลวัตร (dynamic) และทันเวลาจริง ระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ปี ค.ศ. 2035 ถึง ค.ศ. 2045)

3.2 ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ ตัวแบบระบบการจัดการความปลอดภัยแบบทันเวลา ต้องอาศัยข้อมูลทั้งหมดของการดำเนินงาน ตัวอย่างของข้อมูลบางส่วน ตามภาพ 3



ภาพ 3 ตัวอย่างระบบข้อมูลแต่ละระบบที่นำมาประมวลรวมกันเป็นระบบการจัดการความปลอดภัยแบบทันเวลา

**Note:** A Concept of Operations (ConOps) and Design Considerations for an In-time Aviation Safety Management System (IASMS) for Advanced Air Mobility (AAM), (p. 7), by Ellis, K., Krois, P., Koelling, J., Prinzel, L., Davies, M., & Mah, R, 2021, Retrieved from <https://aam-cms.marquitech/uploads/aam-portal-cms/originals/836f27f0-491c-45ae-b43a-e2ec6b78cd22.pdf>

3.3 ตัวแบบการวิเคราะห์เชิงทำนาย (predictive analytics model) เนื่องจากตัวแบบการจัดการความปลอดภัยแบบทันเวลา เน้นการทำนาย จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคการพยากรณ์ที่แม่นยำ คณะกรรมการบริหารสุขภาพและความปลอดภัย (Health and Safety Executive--HSE) ประเทศสหราชอาณาจักร ระบุว่า ปัจจุบันตัวแบบการทำนายที่มีประโยชน์ในการรวบรวมและวิเคราะห์สาระสำคัญด้านความปลอดภัยให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจ (decision-maker) จัดแบ่งกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่ม ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (Irish Health and Safety Executives--HSE, 2020)

1) ตัวแบบเชิงพยากรณ์ สาระสำคัญ คือ การสร้างข้อมูลในอนาคตขึ้นมาจากข้อมูลเดิม ทำให้มองเห็นสถานการณ์ว่า น่าจะมีโอกาสจะเกิดความไม่ปลอดภัยได้ในสถานการณ์ใด ณ เวลาใด ทำให้สามารถดำเนินการป้องกันได้ทันเหตุการณ์

2) ตัวแบบการจำแนกประเภท เป็นตัวแบบที่นิยมใช้มากที่สุด เป็นวิธีที่ทำได้ง่ายที่สุด สาระสำคัญ คือ การแยกประเภทข้อมูลตามหัวข้อที่กำหนดไว้ จะสามารถพิจารณาเห็นความถี่ของโอกาสและรูปแบบที่จะเกิดความไม่ปลอดภัยอย่างใดอย่างหนึ่งได้ สามารถให้ความสำคัญกับการป้องกันในสายงาน หรือสถานการณ์ที่คาดการณ์ไว้อย่างใดอย่างหนึ่ง

3) ตัวแบบค่าผิดปกติ สาระสำคัญ คือ การรวบรวมข้อมูลเพื่อสังเกตค่าผิดปกติ เพื่อสามารถระบบการจัดการความปลอดภัยทันเวลาจริง คาดการณ์เหตุที่อาจเกิดความไม่ปกติ (anomaly) ขึ้นได้

อย่างไรก็ตาม ตัวแบบนี้ จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีระดับปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence--AI) ใช้ข้อมูลจำนวนมาก เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ของเครื่องจักร (machine learning) และการเรียนรู้แบบลึก (deep learning) และมีความจำเป็นต้องประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

## การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวแบบ

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้เขียนมีความเห็นว่า ระบบการจัดการความปลอดภัยขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (SMS) เป็นตัวแบบการจัดการความปลอดภัยที่ได้รับการยอมรับเป็นหลักเพียงระบบเดียวในอุตสาหกรรมการบิน สำหรับตัวแบบพฤติกรรมความปลอดภัย (BBS) นั้น มีการนำแนวคิดเรื่องวัฒนธรรมความปลอดภัยมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบ SMS ส่วนตัวแบบระบบการจัดการความปลอดภัยแบบทันเวลา (IASMS) นั้น เป็นการเพิ่มส่วนขยายของ SMS อย่างไรก็ดีตาม มีประเด็นที่ควรพิจารณาในการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของตัวแบบ SMS โดยพิจารณาหลักคิดของตัวแบบอีก 2 ตัวแบบที่นำเสนอมาในหลายประเด็น คือ มาตรฐานของตัวแบบ ความสำคัญของการจัดการความปลอดภัยในองค์กร ระดับการมีส่วนร่วม ความยั่งยืนและการพัฒนาต่อเนื่อง และการประยุกต์ใช้ตามบริบททางสังคม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. มาตรฐานของตัวแบบ ผลการศึกษาหลักคิดที่รองรับระบบความปลอดภัยการบินของประเทศออสเตรเลียเมื่อเร็วๆ นี้ (Burling, 2021) พบว่า ตัวแบบการจัดการความปลอดภัยทางการบินปัจจุบัน ได้รับอิทธิพลจากหลักคิด 3 ตัวแบบ คือ ตัวแบบเชล (SHELL) ตัวแบบเนยสวิส (Swiss Cheese) และ ตัวแบบ 5เอ็ม (5M's) ซึ่งทั้ง 3 ตัวแบบที่นำเสนอในบทความตอนนี้ ถือเป็นตัวแบบเชิงระบบทั้งหมด เห็นได้ชัดเจกว่า ตัวแบบการจัดการความปลอดภัยปัจจุบันให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทุกส่วน ถือเป็นจุดแข็งที่จะนำไปสู่ประสิทธิภาพของความปลอดภัยได้อย่างดี

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวแบบ BBS ซึ่งยึดความสมัครใจของบุคลากรในการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย มีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิดความแตกต่างกันไปในแต่ละองค์กร ไม่สามารถยึดเป็นมาตรฐานได้ และแนวโน้มที่สนใจเฉพาะพฤติกรรมที่สังเกตได้นั้น ถือว่ามององค์ประกอบของอุบัติเหตุแคบเกินไป (Hopkins, 2006, pp. 583–597) แต่แนวคิดนี้ยังคงยึดถืออยู่ในวงการการบินสมาคมเจ้าของอากาศยานและนักบิน (Aircraft Owners and Pilots Association) ระบุว่า ร้อยละ 75 ของอุบัติเหตุทางการบินเกิดมาจากความผิดพลาด (error) ของนักบิน (Aircraft Owners and Pilots Association, 2016) แนวคิดนี้สรุปว่า ไม่ว่าหน่วยงานจะกำหนดมาตรฐานความ

ปลอดภัยอย่างละเอียดครบถ้วนเพียงใด ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพยังคงอยู่ที่ตัวบุคลากรเช่นเดิม การให้ความสำคัญกับพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัยของบุคลากรระดับปฏิบัติการลักษณะนี้ จะนำไปสู่การมองข้ามความสำคัญขององค์ประกอบอื่น ๆ ไป ถือได้ว่าตรงข้ามกับหลักคิดเชิงระบบที่ถือว่าพฤติกรรมของบุคลากรเป็นผลมาจากองค์ประกอบอื่นอีกหลายด้าน ที่เป็นสาเหตุเบื้องต้น (underlying causation) (Jiang, Fang & Zhang, 2015; Skowron-Grabowska & Sobocinski, 2018, pp. 12-15)

สำหรับตัวแบบ IASMS ที่ยึดเทคโนโลยีในการนำข้อมูลทุกส่วนมาใช้ในการเตรียมความพร้อมให้ทันความเปลี่ยนแปลงนั้น ถึงแม้ว่าจะมีเทคโนโลยีเพียงพอและสามารถทำนายความเสี่ยงได้ แต่หากพิจารณาความรวดเร็วของความเปลี่ยนแปลง บุคลากรเองอาจไม่สามารถเตรียมความพร้อมได้ทันเวลา ดังนั้นตามแนวคิดเชิงระบบ มีความจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาบุคลากรอย่างพอเพียงและทันเวลาด้วย

2. ความสำคัญของการจัดการความปลอดภัยในองค์กร เนื่องจากระบบการจัดการความปลอดภัยของ ICAO เป็นการบริหารแบบสั่งการ (top down) ดังนั้น ตัวแบบการจัดการความปลอดภัยจึงถือเป็นองค์ประกอบสำคัญโดยชัดเจน หลีกเลียงไม่ได้ แต่อย่างไรก็ตาม ธรรมชาติของการสั่งนั้นอาจนำไปสู่ปัญหาอีกด้านหนึ่ง คือ เพื่อความอยู่รอดของกิจการ ผู้บริหารมีแนวโน้มที่จะงดเว้นการลงทุนในมาตรการทางความปลอดภัยบางส่วน เพื่อลดต้นทุนการดำเนินงาน งานความปลอดภัยไม่ได้ส่งผลโดยตรงต่อรายได้ในขณะที่ต้องใช้เงินทุน เวลา และบุคลากรเพิ่มขึ้น จะเห็นว่าในคู่มือการจัดการความปลอดภัย ฉบับที่ 4 ของ ICAO เน้นว่า ผู้บริหารต้องเปรียบเทียบระหว่างการลงทุนในระบบความปลอดภัยกับผลดีของความปลอดภัยและผลกำไรทางธุรกิจด้วย (ICAO, 2018) ข้อจำกัดประเด็นนี้อาจส่งผลให้ลดความสำคัญของระบบความปลอดภัยลง แต่อย่างไรก็ตาม ถือได้ว่า มีข้อดีมากกว่าตัวแบบพฤติกรรมความปลอดภัยที่เน้นไปยังความสมัครใจ จึงไม่สามารถรับประกันได้ว่าความปลอดภัยจะได้รับการยอมรับในระดับที่เพียงพอ ส่วนแนวคิดตัวแบบ IASMS นั้น ดำเนินการบนพื้นฐานของระบบการจัดการความปลอดภัยอยู่แล้ว จึงไม่มีข้อจำกัดประเด็นนี้

3. การมีส่วนร่วม ตัวแบบ BBS มีจุดแข็งในแง่ของการส่งเสริมการมีส่วนร่วมโดยสมัครใจจากบุคลากรระดับปฏิบัติการ (bottom-up) ในลักษณะของวัฒนธรรมความปลอดภัยขององค์กรรวม (total safety culture) บุคลากรมีแนวโน้มที่จะให้ความร่วมมือมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับ SMS ที่เป็นการสั่งการ (top-down) บุคลากรมีแนวโน้มที่จะรู้สึกถูกบังคับ และให้ความร่วมมือน้อยลง

ข้อจำกัดประเด็นนี้ สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน) - สสพท. กระทรวงแรงงาน ประเทศไทย สรุปว่า ตัวแบบ BBS เหมาะสมกับวัฒนธรรมไทยในแง่การสร้างความสัมพันธ์กับพนักงานที่จะสามารถสร้างความตระหนักเกี่ยวกับความปลอดภัยได้จากการพบปะ พูดคุย ให้ความรู้ และนำไปปฏิบัติเพื่อสร้างทัศนคติที่ดีในเรื่องความปลอดภัยในองค์กร ทำให้เกิดพฤติกรรมความปลอดภัยที่ยั่งยืนมากกว่า การบังคับใช้กฎ ระเบียบ (สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน, 2562) ดังนั้น จึงเป็นประเด็นที่น่าสังเกตและศึกษาเพิ่มเติมว่า ตัวแบบ SMS มีความสอดคล้องกับบุคลากรและบริบทของหน่วยงานการบินของประเทศไทยเพียงใด

4. ความยั่งยืนและการพัฒนาต่อเนื่อง องค์การบริหารการบินกลาง สหรัฐอเมริกา สรุปว่า ในการที่หน่วยงานนำตัวแบบการจัดการความปลอดภัยของ ICAO ไปใช้ โดยจัดให้มีเอกสารของระบบความปลอดภัย เพียงเพื่อให้ผ่านการตรวจสอบ ('buy an SMS') แต่ผลที่แท้จริงของระบบความปลอดภัยยังไม่สามารถเกิดขึ้นได้ (Federal Aviation Administration-- FAA, 2010, p. 12) เอกสารเป็นเพียงขั้นตอนแรกของการพัฒนาระบบความปลอดภัย

แต่เป้าหมายในปัจจุบัน คือ การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (continuous improvement) เพราะปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงและความปลอดภัยเปลี่ยนแปลงไปเสมอ การดำเนินการตามขั้นตอนเดิม ๆ เป็นเรื่องที่ไม่สามารถนำไปสู่ความสำเร็จใด ๆ ได้เลย มาตราการเชิงรุก (proactive) และการคาดการณ์ล่วงหน้า (predictive) ที่เน้นการใช้ข้อมูลเพื่อการตัดสินใจเป็นแนวทางสำคัญ ดังนั้น การนำตัวแบบ IASMS มาใช้จึงเป็นแนวทางสอดคล้องกับความจำเป็นอย่างยิ่ง แต่ทั้งนี้ การพัฒนาบุคลากรยังคงเป็นมาตรการระยะยาวที่สำคัญของระบบความปลอดภัย และจะต้องคำนึงถึงการลงทุนด้านการฝึกอบรมพัฒนาบุคลากร ซึ่งเท่ากับว่าครอบคลุมจุดเน้นของตัวแบบ BBS ด้วยดังกล่าวแล้ว

5. การประยุกต์ใช้ตามบริบททางสังคม ตัวแบบการจัดการความปลอดภัยการบินปัจจุบัน ทุกตัวแบบ มีองค์ประกอบที่ซับซ้อน มุ่งดำเนินการในระยะยาว แต่ละหน่วยงานมีความจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมและทรัพยากรอย่างเพียงพอ ตัวแบบเหล่านี้จำเป็นต้องนำไปใช้ในทุกหน่วยงาน ทุกพื้นที่ ซึ่งมีความแตกต่างทางสังคม การเมือง และเศรษฐกิจ การประยุกต์ใช้จึงแตกต่างกัน จึงประสบความสำเร็จแตกต่างกันด้วย ความเป็นเอกภาพของระบบ จึงยังคงเป็นปัญหา กล่าวได้ว่า ระดับความสำเร็จของการดำเนินงานจะแตกต่างกัน (Air Traffic Organization & Federal Aviation Administration, 2018) ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของ SMS คือ มาตรการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (continual improvement) สรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของตัวแบบการจัดการความปลอดภัยการบิน ตามตาราง 2

## ตาราง 2

สรุปการเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของตัวแบบการจัดการความปลอดภัยการบิน

| ตัวแบบ | จุดแข็ง                                                                                                                                | ข้อจำกัด                                                                                                                                                                   |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SMS    | <ul style="list-style-type: none"> <li>มาตรฐานเดียวกัน</li> <li>มองระบบ</li> <li>กำหนดขึ้นสำหรับอุตสาหกรรมการบินโดยเฉพาะ</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>การบังคับใช้ (top-down)</li> <li>ภาระเอกสาร</li> <li>ต้องใช้ความมุ่งมั่นของผู้บริหารอย่างมาก</li> <li>ความซับซ้อนของระบบ</li> </ul> |
| BBS    | <ul style="list-style-type: none"> <li>ความสนใจและการมีส่วนร่วม (bottom-up)</li> <li>ไม่ซับซ้อน</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>เน้นองค์ประกอบเดียว คือ พฤติกรรมผู้ปฏิบัติงาน</li> <li>รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมเท่านั้น</li> </ul>                          |
| IASMS  | <ul style="list-style-type: none"> <li>ข้อมูลจริง ทุกด้าน</li> <li>เชิงรุกชัดเจน</li> <li>เพิ่มความปลอดภัยได้ในเวลาปัจจุบัน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>ความพร้อมของบุคลากร</li> <li>ขาดข้อมูลที่ไม่อยู่ในระบบออนไลน์</li> </ul>                                                            |

หมายเหตุ: วิเคราะห์ตามความเห็นของผู้เขียน

จากการเปรียบเทียบดังกล่าว จะเห็นว่า ทุกตัวแบบมีทั้งจุดแข็งและข้อจำกัด แต่เห็นได้ชัดว่า ตัวแบบ SMS มีองค์ประกอบที่ครอบคลุมจุดแข็งของตัวแบบอีก 2 ตัวแบบอยู่ครบถ้วนแล้ว ในทางปฏิบัติ สายการบินพาณิชย์และหน่วยงานทางการบินต่าง ๆ สามารถยึดถือตัวแบบ SMS ของ ICAO เป็นหลักอย่างครบถ้วน โดยผู้บริหารเป็นผู้ตัดสินใจให้น้ำหนัก หรือให้ความสำคัญกับปัจจัยต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอย่างสอดคล้องกับสถานการณ์ บริบทและเป้าหมายขององค์กร

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันแม้จะมีการนำตัวแบบความปลอดภัยเชิงระบบต่าง ๆ มาใช้แล้วเป็นระยะเวลาพอสมควร การดำเนินการนั้นยังไม่ประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย อุปสรรคและข้อจำกัดยังคงเกิดขึ้น และมีความจำเป็น ต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงต่อไป ดังนั้น จะนำเสนออุปสรรค ข้อจำกัด และมาตรการการแก้ไขปรับปรุงหลังการใช้ตัวแบบเชิงระบบด้านความปลอดภัยในบทความเรื่องเดียวกันนี้ ในตอนที่ 4 อุปสรรค ปัญหา และกลยุทธ์สำหรับระบบความปลอดภัยในอนาคต

## บทสรุป

ตัวแบบเชิงระบบในการจัดการความปลอดภัยการบิน เป็นมาตรการที่เน้นภาพรวมของการดำเนินการเชิงระบบ ให้ความสำคัญตั้งแต่ระดับบุคคล องค์กร และอุตสาหกรรม เพื่อลดความเสี่ยงโดยการมีส่วนร่วมของทุกฝ่าย ทุกระดับอย่างต่อเนื่อง ตัวแบบที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ ระบบการจัดการความปลอดภัยขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ ลักษณะสำคัญ คือ การกำหนดมาตรฐานเดียวกันทุกองค์กร ในลักษณะการบังคับ ซึ่งอาจมีผลกับความสนใจของบุคลากรในการนำไปปฏิบัติ ตัวแบบที่มีการใช้แพร่หลายมากที่สุดในอุตสาหกรรมทั่วไป คือ ตัวแบบพฤติกรรมความปลอดภัย เน้นความสนใจในการมีส่วนร่วม มีการนำมาประยุกต์ใช้ในหน่วยงานทางการบินบางส่วน ข้อจำกัด คือ มีความแตกต่างกันในระดับปฏิบัติการอย่างมาก และมีแนวโน้มที่จะละเลยแนวคิดเชิงระบบไป ตัวแบบที่เริ่มพัฒนาขึ้นใหม่ คือ การจัดการความปลอดภัยแบบทันเวลา ซึ่งเน้นการใช้ข้อมูลจำนวนมากเข้าสู่การวิเคราะห์ของปัญญาประดิษฐ์ เพื่อระบุความเสี่ยงและแนวทางป้องกันในอนาคต ข้อจำกัดสำคัญ คือ คุณภาพของข้อมูล การใช้เทคโนโลยีใหม่ และความพร้อมของบุคลากร



## References

- Air Traffic Organization & Federal Aviation Administration. (2018). *Establishing and maturing a safety management system federal aviation administration*. Retrieved from <https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2018/SMSANSP/SMSxANSP-P05.pdf>
- Aircraft Owners and Pilots Association. (2016). *Do the right thing: Decision making for pilots aircraft owners and pilots association*. Retrieved from <https://www.aopa.org/training-and-safety/online-learning/safety-spotlights/do-the-right-thing>
- Al-Hemoud, A. M., & Al-Asfoor, M. M. (2006). A behavior based safety approach at a Kuwait research institution. *Journal of safety research*, 37(2), 201–206. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2005.11.006>
- Aviation Safety Assurance Committee. (2018). *In-time aviation safety management: Challenges and research for an evolving aviation system*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24962>
- Bakshi, D. (2013). *Behaviour based safety in 5<sup>th</sup> international conference on the history of occupational and environmental health, erasmus expo & conference centre, rotterdam*. Retrieved from <https://www.oisd.gov.in/Image/GetDocumentAttachmentByID?documentID=37>
- Britton, T. (2022). *4 Management failures that kill aviation SMS implementations. SMS pro aviation safety software*. Retrieved from <http://aviationsafetyblog.asms-pro.com/blog/aviation-risk-management-programs-failures>
- Burling, T. (2021). *Aviation safety management theory: Three core models and the potential risk of evolution and change on aviation operations*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/351689314\\_Aviation\\_Safety\\_Management\\_Theory\\_Three\\_core\\_models\\_and\\_the\\_potential\\_risk\\_of\\_evolution\\_and\\_change\\_on\\_aviation\\_operations](https://www.researchgate.net/publication/351689314_Aviation_Safety_Management_Theory_Three_core_models_and_the_potential_risk_of_evolution_and_change_on_aviation_operations)
- Cassens, R. E. (2015). *The effectiveness of behaviour-based safety in the flight training environment*. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/220145899.pdf>
- Civil Air Navigation Services Organization. (2008). *OD-10-Safety culture definition and enhancement process*. Retrieved from <https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2018/ASBU18/OD-10-Safety%20Culture%20Definition%20and%20Enhancement%20Process.pdf>
- Civil Aviation Safety Authority Australia. (2019). *Safety behaviours: Human factors for pilots. (2<sup>nd</sup> ed.). Resource booklet 1 Introduction*. Retrieved from <https://www.casa.gov.au/sites/default/files/2021-05/safety-behaviours-human-factor-for-pilots-1-introduction.pdf>
- Det Norske Veritas. (2015). *Behaviour based safety: The right way to safety! DNV*. Retrieved from <https://www.dnv.com/news/behaviour-based-safety-the-right-way-to-safety--52968>
- Dudin, M. N., Frolova, E. E., Gryzunova, N. V., & Borisovna, E. (2015). *The deming cycle (PDCA) concept as an efficient tool for continuous quality improvement in the agribusiness canadian center of science and education*. Retrieved from <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.960.3470&rep=rep1&type=pdf>
- Ellis, K., Krois, P., Koelling, J., Prinzel, L., Davies, M., & Mah, R. (2021). *A concept of operations (ConOps) and design considerations for an in-time aviation safety management system (IASMS) for advanced air mobility (AAM)*. Retrieved from <https://aam-cms.marqui.tech/uploads/aam-portal-cms/originals/836f27f0-491c-45ae-b43a-e2ec6b78cd22.pdf>

- Federal Aviation Administration--FAA. (2010). *Safety management system (SMS) implementation guide*. Federal aviation administration: Flight standards service - SMS Program Office.
- Finnish Institute of Occupational Health. (2021). *Zero accident archives finnish institute of occupational health*. Retrieved from <https://www.ttl.fi/en/tag/zero-accident/>
- Fleming, M., & Lardner, R. (2001). Promoting best practice in behaviour-based safety. *Symposium series*, 148, 473-486.
- German Social Accident Insurance. (2020). *Vision zero DGUV*. Retrieved from <https://www.dguv.de/en/prevention/visionzero/index.jsp>
- Gillis, A. S. (2022). *System of systems (SoS) app architecture*. Retrieved from <https://www.techtarget.com/searchapparchitecture/definition/system-of-systems-SoS>
- Hopkins, A. (2006). What are we to make of safe behaviour programs?. *Safety science*, 44(7), 583–597. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2006.01.001>
- Hueto, G. (2013). *Voluntary occurrence reporting BCA aviation safety*. Retrieved from [https://www.icao.int/APAC/Meetings/2013\\_APRAST3/Voluntary%20Reporting.pdf](https://www.icao.int/APAC/Meetings/2013_APRAST3/Voluntary%20Reporting.pdf)
- Institute for Promotion of Occupational Safety, Health and Working Environment. (2019). *BBS: security behaviour. which kind of Thai style is good? NESDB*. Retrieved from <https://www.tosh.or.th/index.php/blog/item/571-bbs> (in Thai)
- International Civil Aviation Organization--ICAO. (2018). *Safety management manual*. (4<sup>th</sup>ed.). Retrieved from <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/5863.pdf>
- ICAO. (2019). *Annex 19 safety management*. (2<sup>nd</sup> ed.). Retrieved from [https://caainternational.com/wp-content/uploads/2018/05/AN19\\_2ed-publication.pdf](https://caainternational.com/wp-content/uploads/2018/05/AN19_2ed-publication.pdf)
- ICAO. (2020). *ICAO safety report 2020*. Retrieved from [https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO\\_SR\\_2020\\_final\\_web.pdf](https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SR_2020_final_web.pdf)
- Irish Health and Safety Authority. (2013). *Behaviour-based safety guide irish health and safety authority*. Retrieved from [https://www.hsa.ie/eng/publications\\_and\\_forms/publications/safety\\_and\\_health\\_management/behaviour\\_based\\_safety\\_guide.pdf](https://www.hsa.ie/eng/publications_and_forms/publications/safety_and_health_management/behaviour_based_safety_guide.pdf)
- Irish Health and Safety Executives - HSE. (2020). *3 different predictive analytics models used in safety HSE network*. Retrieved from <https://www.hse-network.com/3-different-predictive-analytics-models-used-in-safety/>
- Jiang, Z., Fang, D., & Zhang, M. (2015). Understanding the causation of construction workers' unsafe behaviors based on system dynamics modeling. *Journal of management in engineering*, 31(6), 04014099. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000350](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000350)
- Japan Industrial Safety and Health Association--JISHA. (2021). *Concept of Zero-accident Total Participation Campaign. JISHA*. Retrieved from [https://www.jisha.or.jp/english/zero\\_accident.html](https://www.jisha.or.jp/english/zero_accident.html)
- Kaila, H. L. (2013). *Behaviour based safety in organizations: A practical guide*. New Delhi: I. K. International Pvt Ltd.
- Krause, T. R. (1997). *The behaviour-based safety process: Managing involvement for an injury-free culture*. (2<sup>nd</sup>ed.). U.S.: John Wiley & Sons.

- Oil Industry Safety Directorate. (2013). *Behaviour based safety*. Retrieved from <https://www.oisd.gov.in/Image/GetDocumentAttachmentByID?documentID=37>
- Partnership for European Research in Occupational Safety and Health--PEROSH. (2021). *Safety culture and accidents: Promotion of zero accident vision perosh*. Retrieved from <https://perosh.eu/project/safety-culture-and-accidents-promotion-of-zero-accident-vision/>
- Safety Matters Foundation, & Singh, A. (2019). *The ABC of behaviour: Mindfly*. Retrieved from <https://safetymatters.co.in/2019/03/08/the-abc-of-behaviour-mindfly/>
- Skowron-Grabowska, B., & Sobocinski, M. (2018). Behaviour based safety (BBS)—advantages and criticism. *Production engineering archives*, 20, 12–15. <https://doi.org/10.30657/pea.2018.20.03>
- SKYbrary. (2023). *Safety management system*. Retrieved from <https://www.skybrary.aero/articles/safety-management-system>
- US Department of Transportation. Federal Motor Carrier Safety Administration. (2000). *The potential application of behaviour-based safety in the trucking industry (FMCSA-MCRT-00-009)*. doi: <https://doi.org/10.21949/1502918>
- Vision Zero Network. (2021). *What is vision zero? vision zero network*. Retrieved from <https://visionzeronetwork.org/about/what-is-vision-zero/>
- Workplace Safety and Health Council. (2021). *Vision zero. workplace safety and health council*. Retrieved from <https://www.tal.sg/wshc/about-us/vision-zero>

