ISSN: 3027-8597 (Online)

JMND
Journal of MCU NakhonDhat
วารสารมหาจุฬานาครทรรศน์

ปีที่ 13 ฉบับที่ 6 (มิถุนายน 2569) : Vol.13 No.6 (June 2026)
https://so03.tci-thaijo.org/index.php/JMND
pp: 202-212

บทความวิจัย

ผลการนำหลักสูตรควบคุมจราจรทางอากาศเชิงประเมินสมรรถนะไปใช้ในการฝึกอบรม*

THE EFFECTS OF IMPLEMENTING A COMPETENCY-BASED AIR TRAFFIC CONTROL CURRICULUM IN TRAINING PROGRAMS

ชาติชาย เจริญสุข*, เทพพิบูล จินาภรณ์, พิชญ์นรี แม้นสงวน, สุนัฐทร หมอนทอง, มารุต แก้วกลางเมือง
Chartchai Charoensook*, Theppiboon Jinaporn, Phitnari Mansanguan, Sunutthorn Monthong, Maroot Kaewklangmuang
สถาบันการบินพลเรือน กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
Civil Aviation Training Center, Bangkok, Thailand
*Corresponding author E-mail: Chartchai@catc.or.th
*Tel: 094-404-0059

บทคัดย่อ

การฝึกอบรมการควบคุมจราจรทางอากาศแบบดั้งเดิมที่ได้เน้นโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงฝึกยังไม่สามารถสะท้อนสมรรถนะที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานจริงได้อย่างครบถ้วน ส่งผลให้เกิดช่องว่างระหว่างความรู้ภาคทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริง งานวิจัยแบบสำรวจเชิงปริมาณครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการนำหลักสูตรควบคุมจราจรทางอากาศแบบเน้นสมรรถนะไปใช้ในการอบรม และเปรียบเทียบการตอบสนองต่อหลักสูตรของผู้เข้าอบรมจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง กลุ่มตัวอย่างวิจัย ได้แก่ ผู้เข้าอบรมหลักสูตรการควบคุมจราจรทางอากาศ รุ่นที่ 46 - 48 จำนวน 86 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม และเก็บรวบรวมข้อมูลแบบซึ่งหน้า วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสมรรถนะด้วย Paired Samples t-test ผลการวิจัยพบว่า ระดับสมรรถนะโดยรวมก่อนการอบรมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.49) ขณะที่หลังการอบรมเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.26) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ.05 โดยสมรรถนะด้านการทำงานเป็นทีมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดทั้งก่อนและหลังการอบรม ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะก่อนและหลังการอบรมในภาพรวมพบว่าผู้เข้าอบรมมีพัฒนาการด้านสมรรถนะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ ผู้เข้าอบรมยังมีความพึงพอใจและทัศนคติเชิงบวกต่อหลักสูตรในระดับมากและแตกต่างกันตามปัจจัยส่วนบุคคล ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าหลักสูตรแบบเน้นสมรรถนะจะสามารถพัฒนาศักยภาพของผู้เข้าอบรมและลดช่องว่างระหว่างภาคทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ผู้เข้าอบรมเสนอแนะให้ขยายระยะเวลาการอบรม และเพิ่มการถ่ายทอดประสบการณ์จริงจากผู้สอนเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจต่อการปฏิบัติงานจริงมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การควบคุมจราจรทางอากาศ, การฝึกอบรมและการประเมินเชิงสมรรถนะ, เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศ,ประสิทธิผลของการฝึกอบรม, การพัฒนาสมรรถนะ

Abstract

Traditional air traffic control training programs that emphasize course structures and training hours may not fully address the competencies required for actual operational performance, resulting in a gap between theoretical knowledge and practical application. This quantitative survey

*Received May 8, 2026; Revised May 25, 2026; Accepted June 16, 2026

research aimed to examine the effects of implementing a competency-based air traffic control curriculum in training programs and to compare trainees' responses toward the curriculum among relevant sectors. The sample consisted of 86 trainees enrolled in Air Traffic Control Training Courses 46–48. Data were collected through face-to-face questionnaires. Statistical analyses included mean, standard deviation, t-test, One-way Analysis of Variance (One-way ANOVA), and Paired Samples t-test for competency comparison. The findings revealed that the overall competency level of trainees before the training was at a moderate level ($\bar{X}$ = 3.49), whereas the post-training competency level significantly increased to a high level ($\bar{X}$ = 4.26) at the .05 level of statistical significance. Teamwork competency demonstrated the highest mean scores both before and after the training. The comparison of overall competencies before and after the training indicated a statistically significant improvement in trainees' competencies. In addition, the trainees reported the highest level of satisfaction and positive attitudes toward the curriculum, with differences observed according to personal factors. The findings suggest that the competency-based curriculum effectively enhanced trainees' capabilities and reduced the gap between theoretical learning and real-world operational practice. Nevertheless, the trainees recommended extending the training duration and incorporating more real-world experiences from instructors to further strengthen understanding of actual operational practices.

Keywords: Air Traffic Control, Competency-Based Training and Assessment, Air Traffic Controllers, Training Effectiveness, Competency Development

บทนำ

การเติบโตของอุตสาหกรรมการบินพลเรือนในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ส่งผลให้ปริมาณการจราจรทางอากาศและความซับซ้อนของระบบบริหารจัดการจราจรทางอากาศ (Air Traffic Management: ATM) เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศ (Air Traffic Controllers: ATCOs) จึงมีบทบาทสำคัญในการรักษาความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการปฏิบัติการบินทั้งในบริเวณสนามบินและน่านฟ้า โดยจำเป็นต้องมีสมรรถนะที่ครอบคลุมทั้งด้านองค์ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงานจริง ทั้งด้านการตัดสินใจ การรับรู้สถานการณ์ การสื่อสาร และการทำงานเป็นทีม (Dmochowski, P. A. & Skorupski, J., 2019); (Fukada, M., 2018) นอกจากบทบาทด้านความปลอดภัยแล้ว การปฏิบัติงานของ ATCOs ยังมีส่วนสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร ลดความล่าช้าในการบิน และลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินงานด้านการบิน

เพื่อตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization: ICAO) ได้เสนอแนวทางการฝึกอบรมและการประเมินผลแบบเน้นสมรรถนะ หรือ Competency-Based Training and Assessment (CBTA) ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกสามารถแสดงสมรรถนะที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานจริงได้อย่างเป็นรูปธรรม ผ่านกระบวนการฝึกอบรมที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงและการประเมินผลตามพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้ (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2017); (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2020) แนวคิดดังกล่าวได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับสากล และมีผลการศึกษาที่สนับสนุนว่าสามารถพัฒนาสมรรถนะด้านการตัดสินใจ การจัดการสถานการณ์ และประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของผู้ควบคุมจราจรทางอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hu, Y. et al., 2025); (EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY, 2025) นอกจากนี้ยังมี งานวิจัยหลายเรื่องที่เน้นย้ำถึงความสำคัญของการประเมินตามสภาพจริงและการประเมินอย่างต่อเนื่อง ซึ่งช่วยเพิ่มความพร้อมในการปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อม

ที่มีความซับซ้อนสูงในอีกมิติหนึ่ง (Harris, C. A., 2021); (EUROCONTROL, 2022)

อย่างไรก็ตาม การนำแนวคิดดังกล่าวไปใช้ในบริบทของประเทศไทยยังคงเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ เช่น การฝึกอบรมผู้ควบคุมจราจรทางอากาศในบริบทของประเทศไทยยังคงอาศัยรูปแบบการฝึกอบรมที่เน้นโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงฝึกเป็นสำคัญ ซึ่งอาจไม่สามารถสะท้อนสมรรถนะเชิงบูรณาการที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานจริงได้อย่างครบถ้วน (Soldatov, S. et al., 2018); (Dattel, A. R. et al., 2020) นอกจากนี้ แม้ว่าหลักสูตรฝึกอบรมจะอ้างอิงมาตรฐานของ ICAO แต่ยังพบข้อจำกัดด้านการเชื่อมโยงระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ สมรรถนะ และเกณฑ์การประเมินผลในระดับการปฏิบัติจริง ส่งผลให้เกิดช่องว่างระหว่างการเรียนรู้ภาคทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริง ในด้านของ “สิ่งที่สอน” กับ “สิ่งที่ต้องทำได้” อีกทั้งงานวิจัยเชิงประจักษ์เกี่ยวกับผลของการนำหลักสูตร CBTA ไปใช้จริงในบริบทของประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะในมิติของการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกจากภาคส่วนต่าง ๆ และการประเมินผลทั้งในด้านสมรรถนะ ความพึงพอใจ และทัศนคติ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของประสิทธิผลของหลักสูตร นอกจากนี้ ยังขาดการศึกษาเชิงบูรณาการที่เชื่อมโยงผลการฝึกอบรมกับความต้องการของหน่วยงานผู้ใช้บัณฑิตในระบบการจราจรทางอากาศจริง

ด้วยเหตุนี้ การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาผลการนำหลักสูตรควบคุมจราจรทางอากาศแบบเน้นสมรรถนะไปใช้ในการฝึกอบรม เพื่อประเมินผลด้านสมรรถนะ ความพึงพอใจ ทัศนคติต่อหลักสูตรของผู้เข้ารับการฝึกจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะในระดับการฝึกอบรมขั้นต้น ซึ่งเป็นช่วงสำคัญในการพัฒนาพื้นฐานสมรรถนะของผู้ควบคุมจราจรทางอากาศ ผลการศึกษาคาดว่าจะเป็นข้อมูลสำคัญในการพัฒนาหลักสูตรและระบบการฝึกอบรมด้านการควบคุมจราจรทางอากาศของสถาบันการบินพลเรือนและของประเทศไทยให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลและความต้องการของอุตสาหกรรมการบินในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความสำเร็จของการนำหลักสูตรไปใช้ในกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกที่มีลักษณะแตกต่างกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองต่อหลักสูตรของผู้เข้ารับการฝึกจากภาคส่วนต่าง ๆ
3. เพื่อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมกับบริบทและความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบสำรวจเชิงปริมาณ (Survey-quantitative research) เพื่อศึกษาผลการนำหลักสูตรควบคุมจราจรทางอากาศแบบเน้นสมรรถนะไปใช้ในการอบรม และเปรียบเทียบการตอบสนองต่อหลักสูตรของผู้เข้าอบรมจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้องภายใต้กรอบแนวคิดการฝึกอบรมแบบ CBTA กลุ่มตัวอย่างวิจัย ได้แก่ ผู้เข้าอบรมหลักสูตรการควบคุมจราจรทางอากาศ รุ่นที่ 46 - 48 จำนวน 86 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม และเก็บรวบรวมข้อมูลแบบซึ่งหน้า วิเคราะห์ข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ การทดสอบค่าที (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสมรรถนะด้วย Paired Samples t-test

รูปแบบการวิจัยและขั้นตอนการดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสาร ตำรา วารสารวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นฐานในการกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือวิจัย เครื่องมือวิจัยที่ใช้เป็นแบบสอบถามที่มีการชี้แจงรายละเอียดและวัตถุประสงค์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการขออนุญาตเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคล เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแบบซึ่งหน้าและให้กรอกข้อมูลด้วยตนเอง (self-administered questionnaire) นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผลในลักษณะเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายผลการวิจัยอย่างเป็นระบบ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการวิจัย ได้แก่ ผู้สมัครเข้าอบรมหลักสูตรการควบคุมจราจรทางอากาศเชิงสมรรถนะ ณ สถาบันการบินพลเรือน รุ่นที่ 46 - 48 จำนวนทั้งสิ้น 95 คน ซึ่งประกอบด้วยเพศชาย 49 คน และเพศหญิง 46 คน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างได้ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากผู้วิจัยมุ่งศึกษากลุ่มผู้เข้ารับการฝึกที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทดลองใช้หลักสูตรดังกล่าว โดยพิจารณาขนาดกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณเชิงสถิติ เพื่อให้ได้ระดับความเชื่อมั่นที่เหมาะสม กล่าวคือ การคำนวณด้วยสูตรของ Taro Yamane ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้ขนาดตัวอย่างประมาณ 78 คน และการตรวจสอบด้วยสูตรของ Cochran สำหรับประชากรจำกัด (N = 95) ให้ผลใกล้เคียงกันที่ประมาณ 77 คน เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจากประชากรทั้งหมด เท่าที่สามารถทำได้ กำหนดให้จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามต้องไม่น้อยกว่า 78 คน เพื่อรักษาความเพียงพอของขนาดตัวอย่างในการวิเคราะห์ข้อมูล

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้กำหนดใช้กลุ่มตัวอย่างที่รวบรวมได้จากการตอบแบบสอบถามจำนวนทั้งสิ้น 86 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยตัวแปรต้นประกอบด้วย ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา และหน่วยงานสังกัด ส่วนตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการใช้หลักสูตรควบคุมจราจรทางอากาศเชิงประเมินสมรรถนะ ซึ่งครอบคลุมระดับสมรรถนะก่อนและหลังการอบรม ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึก และทัศนคติที่มีต่อหลักสูตร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือหลักที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยอิงแนวคิด CBTA ขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วนสำคัญ ได้แก่ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 2) แบบประเมินผลการใช้หลักสูตร ซึ่งครอบคลุมทั้งสมรรถนะก่อนและหลังการอบรม ความพึงพอใจ และทัศนคติ และ 3) คำถามปลายเปิดสำหรับข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยใช้มาตรวัดแบบประมาณค่า (Likert scale) เพื่อสะท้อนระดับความคิดเห็นหรือการรับรู้ของผู้ตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.61 - 1.00 จากนั้นนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้เท่ากับ 0.89 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูงและสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้เข้ารับการฝึกตามกรอบ CBTA ดำเนินการในห้วงเวลาระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม 2568 ถึงวันที่ 29 ธันวาคม 2568 โดยผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ วิธีการตอบแบบสอบถาม และการรักษาความลับของข้อมูลแก่ผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างชัดเจน เพื่อสร้างความเข้าใจและความเชื่อมั่นในการให้ข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลดำเนินการในสภาพแวดล้อมที่ไม่รบกวนการเรียนหรือการปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้ตอบสามารถสะท้อนข้อมูลได้อย่างเป็นธรรมชาติและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามถูกนำมาตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้อง ก่อนดำเนินการเข้ารหัสและประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้ในการอธิบายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ค่าความถี่และค่าร้อยละ

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ใช้ในการวิเคราะห์ผลการใช้หลักสูตร โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมถึงการทดสอบสมมติฐานด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square) และการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์ (Paired Samples t-test) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสมรรถนะก่อนและหลังการอบรม

ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัยในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ข้อ ได้แก่ 1) ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 2) ระดับความสำเร็จของการนำหลักสูตรไปใช้ในกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกที่มีลักษณะแตกต่างกัน และ 3) ผลเปรียบเทียบการตอบสนองต่อหลักสูตรของผู้เข้ารับการฝึกจากภาคส่วนต่าง ๆ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมานในการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 86 คน

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัยเชิงปริมาณด้านข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปัจจัยด้านบุคคล โดยมีข้อคำถามทั้งสิ้น จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา และหน่วยงานสังกัด สรุปผลการศึกษา ได้ดังนี้ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 86 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 42 คน (48.8%) มีอายุ 21 - 25 ปี จำนวน 40 คน (46.5%) มีการศึกษาในระดับปริญญาตรี จำนวน 72 คน (83.7%) สังกัดบริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด จำนวน 46 คน (53.5%)

2. ระดับความสำเร็จของการนำหลักสูตรไปใช้ในกลุ่มผู้เข้ารับการฝึกที่มีลักษณะแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกตามกรอบ CBTA ก่อนและหลังการอบรม ความพึงพอใจและทัศนคติของผู้เข้ารับการอบรมที่มีต่อหลักสูตรฯ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า

2.1 สมรรถนะก่อนการอบรม พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.49) โดยด้านระดับการศึกษามีระดับสมรรถนะก่อนการอบรมสูงสุดในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.86) รองลงมา ได้แก่ ด้านอายุ ระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.74) ด้านหน่วยงานสังกัด ระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.71) และด้านเพศมีลำดับดับต่ำสุดในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.55) (ตารางที่ 1)

2.2 สมรรถนะหลังการอบรม พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกด้านในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.26) โดยด้านระดับการศึกษามีระดับสมรรถนะหลังการอบรมสูงสุดในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.33) รองลงมา ได้แก่ ด้านหน่วยงานสังกัด ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.23) ด้านอายุ ระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.96) และด้านเพศมีลำดับต่ำสุดในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.90) (ตารางที่ 1)

2.3 ความพึงพอใจและทัศนคติของผู้เข้ารับการฝึก

2.3.1 ความพึงพอใจต่อหลักสูตรฯ พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.58) โดยด้านหน่วยงานสังกัดมีระดับความพึงพอใจสูงสุดในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.94) รองลงมา ได้แก่ ด้านระดับการศึกษาระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.92) ด้านเพศ ระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.56) และด้านอายุมีลำดับต่ำสุดในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.49) (ตารางที่ 1)

2.3.2 ทัศนคติต่อหลักสูตรฯ พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.50) โดยด้านระดับการศึกษามีระดับทัศนคติสูงสุดในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.06) รองลงมา ได้แก่ ด้านหน่วยงานสังกัด ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.02) ด้านอายุ ระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.73) และด้านเพศมีลำดับต่ำสุดในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.68) (ตารางที่ 1)

3. ผลเปรียบเทียบการตอบสนองต่อหลักสูตรของผู้เข้ารับการฝึกจากภาคส่วนต่าง ๆ

3.1 การเปรียบเทียบสมรรถนะก่อนและหลังการอบรม ผลการการทดสอบ Paired Samples t-test พบว่า ในภาพรวมมีสมรรถนะสูงขึ้นและแตกต่างกันในทุก ๆ ด้าน โดยสมรรถนะก่อนการอบรมมีค่าเฉลี่ยทุกด้านในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.79) และสมรรถนะหลังการอบรมมีค่าเฉลี่ยทุกด้านในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.26) แสดงให้เห็นว่า

ผู้เข้ารับการฝึกมีการพัฒนาสมรรถนะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในภาพรวม สะท้อนถึงประสิทธิผลของหลักสูตรในการยกระดับความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกตามกรอบ CBTA (ตารางที่ 2)

3.2 ความแตกต่างของสมรรถนะ ความพึงพอใจและทัศนคติต่อหลักสูตรฯ จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล ผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการทดสอบไคสแควร์ (Chi-square) พบว่า ผลสมรรถนะก่อนการอบรม (โดยรวม) เพศและระดับการศึกษามีความแตกต่างกัน ส่วนอายุและหน่วยงานสังกัดไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสมรรถนะหลังการอบรม (โดยรวม) เพศ อายุ และหน่วยงานสังกัด ส่วนระดับการศึกษาไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลความพึงพอใจต่อหลักสูตร (โดยรวม) เพศ อายุ ระดับการศึกษาและหน่วยงานสังกัดมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลทัศนคติต่อหลักสูตร (โดยภาพรวม) เพศ มีความแตกต่างกัน ส่วน อายุ ระดับการศึกษาและหน่วยงานสังกัดไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ผลสรุปค่าเฉลี่ยการตอบสนองต่อหลักสูตรฯ ของผู้เข้าอบรม จำแนกตามปัจจัยบุคคล (n = 86)

ปัจจัยบุคคล / ผลการตอบสนอง	สมรรถนะก่อนการอบรม	สมรรถนะหลังการอบรม	ความพึงพอใจต่อหลักสูตร	ทัศนคติต่อหลักสูตร
เพศ	3.55	3.90	3.56	3.68
ชาย (42)	3.86	4.33	4.01	4.17
หญิง (40)	3.78	4.29	3.77	3.86
ทางเลือกตามสภาพจิตใจ (4)	3.02	3.09	2.89	3.02
อายุ	3.74	3.96	3.49	3.73
ต่ำกว่า 20 ปี (2)	3.66	3.00	2.31	3.00
21 - 25 ปี (40)	3.90	4.20	3.76	3.87
26 - 30 ปี (37)	3.68	4.38	4.02	4.14
31 - 35 ปี (7)	3.71	4.27	3.88	3.93
ระดับการศึกษา	3.86	4.33	3.92	4.06
ต่ำกว่าปริญญาตรี (2)	4.02	4.01	3.65	3.69
ปริญญาตรี (72)	3.68	4.28	3.87	4.00
สูงกว่าปริญญาตรี (12)	3.88	4.71	4.23	4.50
หน่วยงานสังกัด	3.71	4.23	3.94	4.02
สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย	2.96	4.01	3.66	3.70
กองทัพเรือ	4.31	4.46	4.51	4.53
บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย (จำกัด)	3.70	4.34	3.94	4.04
สถาบันการบินพลเรือน	3.88	4.12	3.65	3.82
โดยรวม	**3.49**	**4.26**	**3.58**	**4.50**

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับสมรรถนะก่อนการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม (n = 86)

ประเด็นการเปรียบเทียบสมรรถนะ	ก่อนการฝึกอบรม		หลังการฝึกอบรม		t	P-Value
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ด้านการรับรู้สถานการณ์	3.66	0.792	4.15	0.690	5.785	.000*
ด้านการตัดสินใจ	3.64	0.789	4.21	0.665	6.898	.000*
ด้านการสื่อสาร	3.76	0.779	4.31	0.673	6.694	.000*
ด้านการจัดการภาระงาน	3.69	0.838	4.25	0.697	6.527	.000*
ด้านการทำงานเป็นทีม	4.11	0.766	4.43	0.758	3.739	.000*
ด้านการแก้ไขปัญหา	3.78	0.734	4.22	0.685	4.994	.000*

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับสมรรถนะก่อนการฝึกอบรมและหลังการฝึกอบรม (ต่อ) (n = 86)

ประเด็นการเปรียบเทียบสมรรถนะ	ก่อนการฝึกอบรม		หลังการฝึกอบรม		t	P-Value
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ด้านการประยุกต์ใช้ระเบียบและขั้นตอน	3.87	0.850	4.22	0.778	4.266	.000*
โดยภาพรวม	**3.79**	**0.726**	**4.26**	**0.665**	**6.182**	**.000***

*ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลการใช้หลักสูตร จำแนกตามปัจจัยด้านบุคคล (n = 86)

ผลการใช้หลักสูตร	ปัจจัยด้านบุคคล			
	เพศ	อายุ	ระดับการศึกษา	หน่วยงานสังกัด
สมรรถนะก่อนการอบรม (โดยรวม)				
Chi-Square, (df)	1.330 (84)	1.398 (86)	1.186 (84)	1.351 (93)
Sig.	.001*	.189	.008*	.273
สมรรถนะก่อนการอบรม (โดยรวม)				
Chi-Square, (df)	90.54 (66)	1.294 (99)	81.88 (66)	1.700 (99)
Sig.	.025*	.022*	.090	.000*
ความพึงพอใจต่อหลักสูตร (โดยรวม)				
Chi-Square, (df)	1.223 (90)	1.753 (99)	1.146 (90)	1.723 (99)
Sig.	.012*	.011*	.041*	.017*
ทัศนคติต่อหลักสูตร (โดยภาพรวม)				
Chi-Square, (df)	1.141 (82)	1.252 (99)	1.037 (82)	1.120 (99)
Sig.	.011*	.428	.053	.751

*ระดับนัยสำคัญ .05

โดยสรุป ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่า หลักสูตร CBTA สามารถยกระดับสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกได้อย่างมีนัยสำคัญ ผู้เข้ารับการฝึกมีความพึงพอใจและทัศนคติในเชิงบวกต่อหลักสูตรในระดับสูง และปัจจัยส่วนบุคคลบางประการมีผลต่อระดับสมรรถนะ แต่ไม่ใช่ในทุกมิติ ผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของการนำแนวทาง CBTA ไปใช้ในการฝึกอบรมในบริบทของการควบคุมจราจรทางอากาศ และสามารถใช้เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ในการพัฒนาหลักสูตรในอนาคต

อภิปรายผล

ผลการวิจัยในภาพรวมชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การนำหลักสูตรควบคุมจราจรทางอากาศเชิงประเมินสมรรถนะ (Competency-Based Training and Assessment: CBTA) มาใช้ในการฝึกอบรม มีประสิทธิผลในการพัฒนาสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกอย่างเป็นรูปธรรม โดยก่อนการอบรม ผู้เข้าอบรมมีระดับสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสะท้อนถึงข้อจำกัดของการเรียนรู้ที่ยังไม่สามารถบูรณาการความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริงได้อย่างสมบูรณ์ สอดคล้องกับแนวคิดที่ชี้ให้เห็นถึงช่องว่างระหว่างความรู้และการปฏิบัติในช่วงก่อนการฝึกอบรม (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2018); (Çinar, E. & Tuncal, A., 2024); (EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY, 2025) งานวิจัยจำนวนมากแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของ CBTA ในการยกระดับสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึก โดยเฉพาะในด้านการตัดสินใจ ความถูกต้องในการควบคุมจราจร และความสามารถในการจัดการสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน ตัวอย่างเช่น พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกในหลักสูตร CBTA มีผลสัมฤทธิ์ด้านการปฏิบัติงาน

สูงกว่าหลักสูตรแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่การประเมินผลแบบอิงสมรรถนะสามารถสะท้อนความสามารถเชิงปฏิบัติของผู้ฝึกได้ดีกว่าการประเมินแบบเน้นความรู้เพียงอย่างเดียว (Hu, Y. et al., 2025)

ภายหลังการอบรม พบว่า สมรรถนะของผู้เข้าอบรมเพิ่มสูงขึ้นในทุกมิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรมที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ การประเมินตามสมรรถนะ และการให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานรวมถึงแนวคิดที่เน้นว่าการฝึกอบรมเชิงสมรรถนะสามารถพัฒนาความสามารถในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2017); (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2021)

ในด้านการรับรู้ของผู้เข้าอบรม ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าผู้เข้าอบรมมีความพึงพอใจและทัศนคติต่อหลักสูตรในระดับสูง โดยเฉพาะในมิติของความสอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง ความสำคัญด้านความปลอดภัย ความเหมาะสมกับบริบทของการควบคุมจราจรทางอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาและรายงานที่ระบุว่าการฝึกอบรมแบบ CBTA สามารถตอบสนองต่อความต้องการของระบบการบินที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ (EUROCONTROL, 2022); (Çinar, E. & Tuncal, A., 2024) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์ (Scenario-based learning) และการใช้เครื่องฝึกจำลอง (Simulation-based training) ที่กล่าวว่า การฝึกในลักษณะดังกล่าวสามารถพัฒนาสมรรถนะที่สำคัญของ ATCOs ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะด้านการรับรู้สถานการณ์และการตัดสินใจภายใต้แรงกดดัน (Prasetiyo, R. A. et al., 2026) ในขณะเดียวกันการบูรณาการปัจจัยด้านมนุษย์ (Human factors) เข้ากับกระบวนการฝึกอบรมยังช่วยลดภาระงานทางความคิดและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์กับระบบอัตโนมัติ (De Rooij, G. et al., 2024)

นอกจากนี้ ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะก่อนและหลังการอบรมยังยืนยันถึงความสามารถของหลักสูตรในการลดช่องว่างระหว่างความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริง และช่วยเสริมสร้างความพร้อมของผู้เข้ารับการฝึกในการทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีความซับซ้อนสูงได้อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับแนวคิดที่ชี้ให้เห็นว่าระบบประเมินเชิงสมรรถนะสามารถยกระดับคุณภาพผู้ปฏิบัติงานได้อย่างเป็นระบบ (EUROCONTROL, 2022) (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2018);

โดยสรุป การวิจัยครั้งนี้ให้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนว่า การฝึกอบรมตามแนวคิด CBTA เป็นกลไกสำคัญในการยกระดับคุณภาพบุคลากรด้านการควบคุมจราจรทางอากาศ ทั้งในมิติของสมรรถนะเชิงเทคนิคและพฤติกรรม ตลอดจนมิติด้านทัศนคติและความพึงพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอที่เน้นว่าการพัฒนาหลักสูตรเชิงสมรรถนะควรดำเนินการอย่างต่อเนื่องและคำนึงถึงทั้งผลลัพธ์การเรียนรู้และประสบการณ์ของผู้เข้าอบรมเพื่อสร้างความยั่งยืนของระบบการฝึกอบรมในระยะยาว (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2021) ผลการศึกษาดังกล่าวยังสะท้อนให้เห็นว่า CBTA ไม่ได้เป็นเพียงแนวทางการฝึกอบรม แต่เป็นกรอบการพัฒนาสมรรถนะที่ครอบคลุมทั้งมิติทางเทคนิคและพฤติกรรม ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อความปลอดภัยของระบบการบินในภาพรวม

องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ คือ การชี้ให้เห็นเชิงประจักษ์ว่าการประยุกต์ใช้แนวคิด Competency Based Training and Assessment (CBTA) ในบริบทของประเทศไทย โดยเฉพาะในระดับการฝึกอบรมขั้นต้นของผู้ควบคุมจราจรทางอากาศ สามารถลดช่องว่างระหว่างความรู้ภาคทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริงได้ทั้งในด้านสมรรถนะเชิงเทคนิคและสมรรถนะเชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นประเด็นที่ยังมีหลักฐานเชิงประจักษ์ค่อนข้างจำกัดในบริบทของประเทศกำลังพัฒนา นอกจากนี้ งานวิจัยยังค้นพบว่า ความพึงพอใจและทัศนคติของผู้เข้าอบรมไม่ได้เป็นเพียงผลลัพธ์ของการฝึกอบรมเท่านั้น แต่ยังมีความเชื่อมโยงกับระดับการพัฒนาสมรรถนะและประสิทธิผลของหลักสูตร สะท้อนให้เห็น

ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcomes) กับการรับรู้ของผู้เรียน (Learner Perception) ในกระบวนการฝึกอบรมแบบเน้นสมรรถนะ ซึ่งยังไม่ถูกอธิบายไว้อย่างชัดเจนในงานวิจัยด้านการควบคุมจราจรทางอากาศที่ผ่านมา ผลการศึกษาครั้งนี้จึงช่วยขยายองค์ความรู้ด้าน CBTA จากมิติของ “รูปแบบการฝึกอบรม” ไปสู่มิติของ “ปัจจัยสนับสนุนการพัฒนาสมรรถนะ” และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ และการประเมินผลการฝึกอบรมด้านการควบคุมจราจรทางอากาศในบริบทของประเทศไทยและประเทศกำลังพัฒนาในอนาคต



ภาพที่ 1 โมเดลผลลัพธ์และปัจจัยสนับสนุนการฝึกอบรมแบบเน้นสมรรถนะ (CBTA) เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทาง อากาศ (บริบทประเทศไทย)

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยได้สะท้อนให้เห็นว่า แนวทาง Competency-Based Training and Assessment (CBTA) สามารถพัฒนาสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกได้ทั้งในด้านเทคนิคและพฤติกรรม ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรมด้านการควบคุมจราจรทางอากาศควรปรับระบบการฝึกอบรมให้มุ่งเน้นผลลัพธ์เชิงสมรรถนะ โดยเชื่อมโยงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ วิธีการฝึก และเกณฑ์การประเมินผลให้สอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ ควรส่งเสริมการใช้การฝึกแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation-based Training) และการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง (Experiential Learning) เพื่อพัฒนาทักษะการตัดสินใจ การรับรู้สถานการณ์ และการจัดการสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนขณะเดียวกัน ควรพัฒนาศักยภาพของผู้ฝึกสอนด้านการประเมินสมรรถนะและการให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) อย่างเป็นระบบ รวมทั้งนำมิติด้านความพึงพอใจและทัศนคติของผู้เรียนมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินคุณภาพหลักสูตร เพื่อสนับสนุนการปรับปรุงการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง ในระดับนโยบาย ควรมีการพัฒนาแนวทางหรือกรอบมาตรฐาน CBTA ระดับประเทศที่สอดคล้องกับมาตรฐานสากลและสามารถปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมการบินในอนาคต ส่วนข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต การศึกษาครั้งต่อไปควรใช้การวิจัยระยะยาว (Longitudinal Study) เพื่อติดตามการคงอยู่ของสมรรถนะในการปฏิบัติงานจริงหลังผ่านการฝึกอบรม รวมทั้งศึกษา

การเปรียบเทียบระหว่างหลักสูตร CBTA และหลักสูตรแบบดั้งเดิมในบริบทและกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายมากขึ้น นอกจากนี้ ควรใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed-Methods Research) เพื่ออธิบายเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ ปัจจัยด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ และปัจจัยสนับสนุนที่ส่งผลต่อประสิทธิผลของการพัฒนาสมรรถนะในบริบทของการควบคุมจราจรทางอากาศ

เอกสารอ้างอิง

Çinar, E. & Tuncal, A. (2024). A comprehensive analysis of competency and training perspectives among air traffic controllers. Aviation, 28(2), 54-63.

Dattel, A. R. et al. (2020). Using relevant time clock refresher training for improvement in identifying aviation traffic. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 64(1), 2023-2024.

De Rooij, G. et al. (2024). Flight-Based Control Allocation: Towards Human-Autonomy Teaming in Air Traffic Control. Aerospace, 11(11), 919. https://doi.org/10.3390/aerospace11110919

Dmochowski, P. A. & Skorupski, J. (2019). A method of evaluating air traffic controller time workload. In International Conference on Transport Systems Telematics (pp. 363-376). Cham: Springer International Publishing.

EUROCONTROL. (2022). Impact of simulation-based training on ATCO competency development. Brussels, Belgium: EUROCONTROL.

EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY. (2025). EU adopts new regulation to modernize air traffic controller training with competency-based and virtual methods. Cologne, Germany: EUROPEAN UNION AVIATION SAFETY AGENCY.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. (2021). ATC training program effectiveness review. Washington, DC: FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION.

Fukada, M. (2018). Nursing competency: Definition, structure and development. Yonago acta medica, 61(1), 1-7.

Harris, C. A. (2021). Air traffic control specialists' perceptions of simulation for developing job-related competencies. Pensacola, FL: The University of West Florida.

Hu, Y. et al. (2025). Core Competency Assessment Model for Entry-Level Air Traffic Controllers Based on International Civil Aviation Organization Document 10056. Aerospace, 12(6), 486. https://doi.org/10.3390/aerospace12060486

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. (2017). Manual on air traffic controller competency-based training and assessment (Doc 10056). Montreal, QC: INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION.

_____. (2018). Manual on the implementation of ICAO competency-based training and assessment. (Doc 10053, 1st ed.). Montreal, QC: INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION.

_____. (2020). Procedures for air navigation services-Training (PANS-TRG). (Doc 9868, 3rd ed.). Montreal, QC: INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION.

_____. (2021). Human performance manual (Doc 9683). Montreal, QC: INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION.

Prasetiyo, R. A. et al. (2026). The Role of ATC Simulation Training in Enhancing Controllers Competence for Abnormal Situations at JATSC. International Journal of Humanities Education and Social Sciences (IJHESS), 5(4). https://doi.org/10.55227/ijhess.v5i4.2198.

Soldatov, S. et al. (2018). Professionally important skills of air traffic controllers. Human Physiology, 44(7), 775-778.