

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียน  
ด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

The Development of Training Program on The Aerodynamics Analysis  
of Formula Student Using Computational Fluid Dynamics

ชัยยศ ดำรงกิจโกศล<sup>1</sup>

Chaiyot Damrongkijkosol<sup>1</sup>

Received: February 17,2021 Revised: May 20,2021 Accepted: May 27,2021

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และเพื่อศึกษาผลการใช้หลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิศวกรรมยานยนต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2562 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบประเมินความต้องการในการฝึกอบรม หลักสูตรฝึกอบรม แบบทดสอบก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรม ใบงานและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน และแบบติดตามผลการปฏิบัติงาน ในการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่า t-test

ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรฝึกอบรมฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีองค์ประกอบได้แก่ ชื่อหลักสูตรฝึกอบรม วัตถุประสงค์การฝึกอบรม หัวข้อในการฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอากาศพลศาสตร์ของยานยนต์ 2) การกำหนดเงื่อนไขค่าขอบ (Boundary Condition) ในการวิเคราะห์ 3) การกำหนดขนาดโดเมน (Domain) และ 4) การวิเคราะห์ผลการจำลองการไหลชุดฝึกอบรม (ประกอบด้วย เนื้อหา สื่อการสอน แบบฝึกหัด วิธีการสอน แผนการสอน) แบบทดสอบใบงานและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน โดยผลการนำหลักสูตรฝึกอบรมไปใช้พบว่า หลักสูตรฝึกอบรมมีประสิทธิภาพ 86.43/84.27 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 และผลทดสอบด้านความรู้หลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 30 คน มีความคิดเห็นต่อหลักสูตรฝึกอบรมในภาพรวมในระดับเหมาะสมมากที่สุด รวมถึงสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้จากการฝึกอบรมไปใช้ได้จริงในระดับมากที่สุด

**คำสำคัญ :** การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม รถฟอร์มูล่านักเรียน การจำลองการไหล

<sup>1</sup> วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

College of Industrial Technology, KMUTNB

<sup>1</sup> Corresponding author Email: chaiyot.d@cit.kmutnb.ac.th

## Abstract

The research objectives were to develop the aerodynamics analysis of formula student using Computational Fluid Dynamics (CFD) training program and to study the results of the implementation of the aerodynamics analysis of formula student using Computational Fluid Dynamics (CFD) training program. The sample group was thirty students who were 3rd and 4th year automotive engineering students from KMUTNB derived from simple random sampling. The research instruments included training need assessment form, training program, pre-test and post-test, job and evaluation sheet and work performance checklist. The mean value, standard deviation and t-test were used for the data analysis.

The results showed that the aerodynamics analysis of formula student using CFD training program consisted of name of the training program, training program objective, contents of training program, training package (including contents, training media, exercise sheet, training method and training plan), pretest and posttest and job sheet with evaluation sheet. The results of the implementation of the training program showed that the training program had the efficiency about 86.43/84.27 higher than the set criterion at 75/75. Furthermore, the post-test score higher than the pre-test score at .01 level of significance. In addition, the thirty participants rated the appropriateness of the training program at very high level and rated the knowledge and skills obtained from training program can be applied in actual practice at very high level.

**Keywords :** Training Program Development, Formula Student, Computational Fluid Dynamics

## บทนำ

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2559) กล่าวว่าประเทศไทยต้องพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม บนฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม จึงจำเป็นต้องพัฒนาคนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยเฉพาะในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือเป็นสถาบันอุดมศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ได้จัดการศึกษาในหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และด้านเทคโนโลยีต่าง ๆ ในหลายสาขา โดย สาขาวิศวกรรมยานยนต์เป็นหนึ่งในสาขาที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้ทำการเปิดหลักสูตรการศึกษาขึ้นทั้งในระดับปริญญาตรีจนถึงระดับปริญญาเอก เพื่อตอบสนองความต้องการบุคลากรในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักของประเทศไทย ตามที่แผนแม่บทการพัฒนาอุตสาหกรรมไทย พ.ศ. 2555-2574 (National Industrial Development Master Plan) แผนดังกล่าวได้กำหนดอุตสาหกรรมนำร่อง ซึ่งเป็นอุตสาหกรรม สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจทั้งหมด 8 อุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน อุตสาหกรรมอัญมณี อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเครื่องจักรและอุปกรณ์ (แม่พิมพ์)

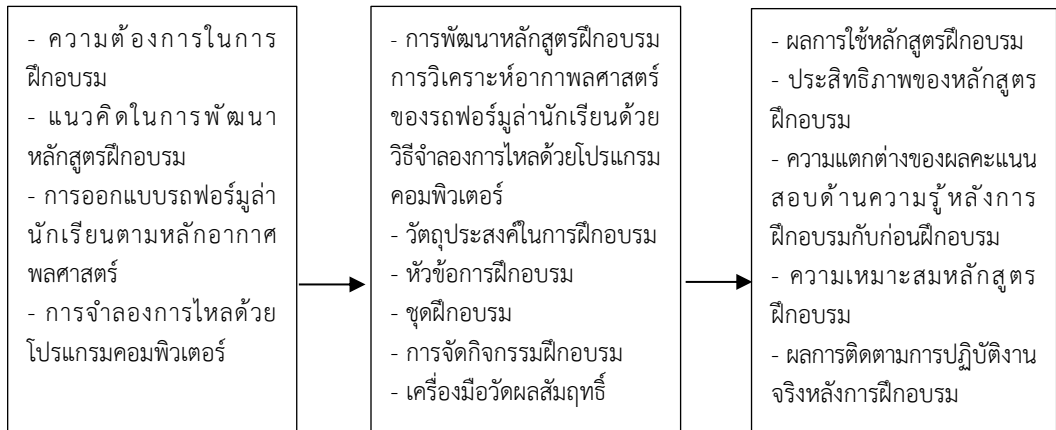
อุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียน/ทดแทน (พานวงค์ คัมภีรารักษ์ และ แก้วตา โรหิตร์ตนะ, 2561) โดยหลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์ จัดการเรียนการสอนในภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มุ่งเน้นการผลิตบัณฑิตเฉพาะทาง ที่มีทักษะดี ซึ่งหลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์ดังกล่าวมุ่งเน้นผลิตวิศวกรยานยนต์ที่มีทักษะในด้านการออกแบบและการผลิตยานยนต์ โดยนอกจากการจัดการเรียนสอนภายในมหาวิทยาลัยหลักสูตรยังจัดให้มีการฝึกงานแบบสหกิจศึกษา รวมถึงสนับสนุนการศึกษาและการกิจกรรมภายนอกเพื่อเสริมประสบการณ์จริงให้กับผู้เรียนเสมอ ซึ่งโครงการTSAE Auto Challenge Student Formula เป็นโครงการหนึ่งที่จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะด้านวิศวกรรมยานยนต์ การออกแบบ การสร้างยานยนต์ เพื่อให้เกิดนวัตกรรมยานยนต์ โดยฝีมือคนไทยโดยมีข้อกำหนดในการออกแบบทั่วไปเช่น เป็นยานยนต์ 4 ล้อ มีที่นั่งเดียว (ผู้ขับขี่) ใช้เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ ขนาดไม่เกิน 710 ซีซี เป็นต้น และเป็นการแข่งขันที่เน้นการออกแบบและสร้างทางวิศวกรรม (สมาคมวิศวกรรมยานยนต์ไทย, 2563) ซึ่งนักศึกษาวิศวกรรมยานยนต์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือได้เข้าร่วมการแข่งขันดังกล่าวด้วย ในการออกแบบและสร้างยานยนต์ฟอร์มูล่านักเรียน (Formula Student) จำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานทางวิศวกรรม และเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการออกแบบและสร้าง ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) เข้ามามีบทบาทเพื่อช่วยในการออกแบบทางวิศวกรรมมากขึ้นเช่น การศึกษาการไหลของของไหลด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณโดยการจำลองการไหลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computational Fluid Dynamics : CFD) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือแก้ปัญหา ด้านพลศาสตร์ของไหล (อินยบุรณ์ ถาวรวรรณ, 2560) และสามารถนำเสนอผลการศึกษาด้วยตัวเลขรูปภาพเสมือนจริง มีความสวยงามง่ายต่อการเรียนและการทำความเข้าใจ จึงสามารถนำไปช่วยออกแบบและสร้างตัวถังและอุปกรณ์ต่างๆของยานยนต์ฟอร์มูล่านักเรียนได้เป็นอย่างดี

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เทคนิค CFD เพื่อฝึกอบรมนักศึกษาในการออกแบบตัวถังและส่วนประกอบของรถฟอร์มูล่านักเรียนให้มีความรู้และทักษะในการออกแบบและสร้างรถฟอร์มูล่านักเรียนต่อไป

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหล ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. เพื่อศึกษาผลการใช้หลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## กรอบแนวคิดการวิจัย



## วิธีการดำเนินการวิจัย

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักศึกษาสาขาวิศวกรรมยานยนต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 3 และ 4 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 77 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักศึกษาสาขาวิศวกรรมยานยนต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 3 และ 4 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย โดยทำการจับสลากเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์ห่ออากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยเป็น 4 ระยะดังนี้

### ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ความต้องการในการฝึกอบรม

การศึกษาความต้องการในการฝึกอบรม (Training Needs Assessment) ผู้วิจัยทำการศึกษาความต้องการในการฝึกอบรมของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมยานยนต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 3 และ 4 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน

### ระยะที่ 2 การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม และเอกสารประกอบหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์ห่ออากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมตามแนวทางของยุทธวิธีการสอนวิชาเทคนิคโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง (Topic Analysis) และการวิเคราะห์งาน (Job Analysis) เพื่อให้ได้หัวข้อหลัก หัวข้อย่อย และขั้นตอนการปฏิบัติงาน จากนั้นทำการวิเคราะห์ความรู้และทักษะ และนำไปเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมที่ประกอบ เนื้อหา แบบทดสอบ ใบงานและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน สื่อ และกำหนดวิธีการฝึกอบรมต่อไปตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบ MIAP (สุราษฎร์ พรหมจันทร์, 2550) โดยมีขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูล รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ระเบียบและข้อกำหนดการ ออกแบบรฟอรั่มแก่นักเรียน การสร้างชุดฝึกอบรม วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยนำข้อมูลต่างๆมาสังเคราะห์เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมและหัวข้อในการฝึกอบรม

ขั้นตอนที่ 2 นำหัวข้อการฝึกอบรมที่ได้มาทำการวิเคราะห์หัวข้อหลัก หัวข้อย่อย และทำการวิเคราะห์งาน เพื่อให้ได้ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Task) จากนั้นทำการวิเคราะห์รายการความสามารถ (Task Analysis) เพื่อวิเคราะห์ความรู้ และทักษะ เพื่อนำไปเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านทำการประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การฝึกอบรม และหัวข้อการฝึกอบรม ความสอดคล้องของหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยกับหัวข้อการฝึกอบรม และความสอดคล้องของขั้นตอนการปฏิบัติงานกับข้องาน

ขั้นตอนที่ 3 สร้างชุดฝึกอบรม (Training Package) ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาการฝึกอบรม สื่อประกอบการฝึกอบรม แบบฝึกหัด วิธีการฝึกอบรม และแผนการฝึกอบรม รวมถึงแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 25 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบด้านความรู้ก่อนและหลังฝึกอบรม ใบงานและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วิเคราะห์ขึ้นมา จากนั้นสร้างแบบสอบถามความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรม และแบบติดตามผลการปฏิบัติงานจริง ซึ่งหลักสูตรฝึกอบรมและเอกสารอื่นๆทั้งหมดถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

ขั้นตอนที่ 4 ทดลองใช้หลักสูตรฝึกอบรมและแบบประเมินต่างๆที่สร้างขึ้น (Try-Out) กับกลุ่มใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน แบบประเมินความเหมาะสมหลักสูตรฝึกอบรมและแบบติดตามผลการปฏิบัติงานจริง และค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ขั้นตอนที่ 5 นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนที่ 2 และข้อมูลที่ได้จากการนำหลักสูตรฝึกอบรมไปทดลองใช้ (Try-Out) ในขั้นตอนที่ 3 มาปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อให้หลักสูตรฝึกอบรมมีความสมบูรณ์

### ระยะที่ 3 การนำหลักสูตรฝึกอบรมไปใช้

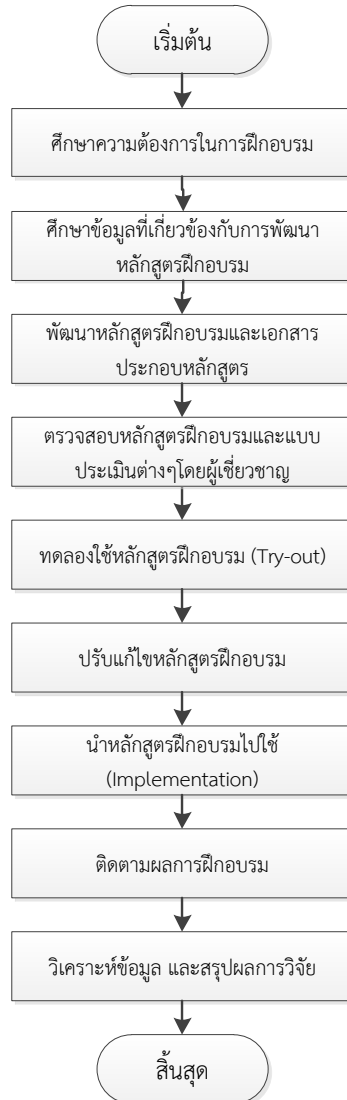
การนำหลักสูตรฝึกอบรมไปใช้ (Implementation) เป็นการนำหลักสูตรฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้ฝึกอบรมจริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนตามรูปแบบการทดลอง One Group Pretest Posttest Design เพื่อเปรียบเทียบผลทดสอบด้านทฤษฎีก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรม และเพื่อหาประสิทธิภาพ E1/E2 ของหลักสูตรฝึกอบรมตามเกณฑ์ 75/75 โดยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบฝึกหัดหลังการอบรมในแต่ละหัวข้อ ซึ่งคะแนนในการทำแบบฝึกหัดจะเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) และเมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับการฝึกอบรมครบทุกหัวข้อแล้ว ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะทำแบบทดสอบและปฏิบัติงานตามใบงาน โดยมีวิทยากรเป็นผู้ให้คะแนนการปฏิบัติงานตามแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ซึ่งคะแนนรวมของการทำแบบทดสอบและคะแนนจากแบบประเมินผลการปฏิบัติงานจะเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2)

### ระยะที่ 4 การติดตามผลการปฏิบัติงานจริง และการวิเคราะห์ข้อมูล

การติดตามผลการปฏิบัติงานจริงภายหลังการฝึกอบรม เป็นการติดตามเพื่อสอบถามการนำความรู้ ทักษะ ที่ได้จากการฝึกอบรมไปใช้ในการออกแบบตัวถังรถของฟอรั่มแก่นักเรียน จากกลุ่มตัวอย่าง

จำนวน 30 คน หลังจากฝึกอบรมเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดเพื่อวิเคราะห์ผลและสรุปผลการวิจัย

จากรายละเอียดขั้นตอนการวิจัยทั้ง 4 ระยะ สามารถเขียนขั้นตอนการวิจัยในภาพรวมได้ดังแผนภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมและผลการใช้หลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์ทฤษฎีของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. แบบสอบถามความต้องการในการฝึกอบรม เป็นแบบสอบถามความต้องการฝึกอบรมในการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมสำหรับงานออกแบบรถฟอร์มูล่านักเรียน โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยแบบสอบถามความต้องการฝึกอบรมได้รับการประเมินความสอดคล้องวัตถุประสงค์การวิจัยกับแบบสอบถามความต้องการในการฝึกอบรม โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าแบบสอบถามความต้องการในการฝึกอบรมมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective of Congruence: IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

2. หลักสูตรฝึกอบรม มีองค์ประกอบได้แก่ ชื่อหลักสูตรฝึกอบรม วัตถุประสงค์การฝึกอบรม หัวข้อในการฝึกอบรม 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอากาศพลศาสตร์ของยานยนต์ 2) การกำหนดเงื่อนไขขอบ (Boundary Condition) ในการวิเคราะห์ 3) การกำหนดขนาดโดเมน (Domain) และ 4) การวิเคราะห์ผลการจำลองการไหล ชุดฝึกอบรม (เนื้อหา สื่อการสอน แบบฝึกหัด วิธีการสอน แผนการสอน) ซึ่งหลักสูตรฝึกอบรมได้ผ่านการประเมินความสอดคล้องของหลักสูตรฝึกอบรม โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมกับชื่อหลักสูตรฝึกอบรม ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมกับหัวข้อการฝึกอบรม ความสอดคล้องของหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยกับหัวข้อการฝึกอบรม ความสอดคล้องของขั้นตอนการปฏิบัติงานกับชื่องาน และความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาในชุดการสอน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.80-1.00

3. แบบทดสอบด้านความรู้ก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรม เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 25 ข้อ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และจากการนำทดลองใช้กับกลุ่มใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นตามวิธี KR-20 สูงกว่า 0.70 ทุกข้อ และมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25-0.76 มีค่าอำนาจแยกอยู่ระหว่าง 0.20-0.81

4. แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน เป็นแบบประเมินที่ใช้เพื่อประเมินการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมตามใบงานหลังการฝึกอบรม โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบประเมินผลการปฏิบัติงานจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เท่ากับ 1.00 ทุกรายการ ซึ่งแบบประเมินผลการปฏิบัติงานหลังการฝึกอบรมเป็นแบบประเมินที่ใช้เกณฑ์การประเมินแบบ Rubric ที่แบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก(4) ดี(3) พอใช้(2) และปรับปรุง(1) และจากการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบประเมินผลการปฏิบัติงานด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัทซ์ของแบบประเมินผลการปฏิบัติงานพบว่ามีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

5. แบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรม เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เข้ารับการฝึกอบรมใช้เพื่อประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรมหลังผ่านการฝึกอบรม โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมกับแบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรมจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านอยู่ระหว่าง 0.8-1.00 แบบประเมินความเหมาะสมเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด และจากการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบประเมินความเหมาะสมด้วยวิธีการหาค่า

สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัคของแบบประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรมพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.72

6. แบบติดตามผลการปฏิบัติงาน เป็นแบบติดตามผลการปฏิบัติงานเพื่อให้ผู้ผ่านการฝึกอบรมประเมินตนเอง โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมกับแบบติดตามผลการปฏิบัติงานจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านอยู่ระหว่าง 0.8-1.00 โดยแบบติดตามผลการปฏิบัติงานเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบประเมินความเหมาะสมด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัคของแบบติดตามผลการปฏิบัติงานพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.71

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ประสิทธิภาพหลักสูตรฝึกอบรมตามเกณฑ์ E1/E2

การวิเคราะห์ด้วยสถิติอนุมาน (Inferential Statistics) ได้แก่ การหาค่าความแตกต่างของผลคะแนนสอบด้านความรู้ หลังการฝึกอบรมกับก่อนฝึกอบรมโดยการทดสอบ t-test

### ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า ความต้องการในการฝึกอบรม 3 อันดับแรก ได้แก่ การวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์การไหลของอากาศภายในท่อไอเสียด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการวิเคราะห์โครงสร้างความแข็งแรงของโครงรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธี Finite Element Analysis ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผลการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่า หลักสูตรฝึกอบรมที่พัฒนาโดยใช้แนวทางยุทธวิธีการสอนด้านเทคนิคมีองค์ประกอบได้แก่ ชื่อหลักสูตรฝึกอบรม วัตถุประสงค์การฝึกอบรม หัวข้อในการฝึกอบรม 4 หัวข้อ ได้แก่ 1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอากาศพลศาสตร์ของยานยนต์ 2) การกำหนดเงื่อนไขค่าขอบ (Boundary Condition) ในการวิเคราะห์ 3) การกำหนดขนาดโดเมน (Domain) และ 4) การวิเคราะห์ผลการจำลองการไหล ชุดฝึกอบรม (เนื้อหา สื่อการสอน แบบฝึกหัด วิธีการสอน แผนการสอน) แบบทดสอบ ใบงานและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ซึ่งหลักสูตรฝึกอบรมได้ผ่านการประเมินความสอดคล้องของหลักสูตรฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมกับชื่อหลักสูตรฝึกอบรม ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การฝึกอบรมกับหัวข้อการฝึกอบรม ความสอดคล้องของหัวข้อหลักและหัวข้อย่อยกับหัวข้อการฝึกอบรม ความสอดคล้องของขั้นตอนการปฏิบัติงานกับชื่องาน ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาในชุดการสอน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.80-1.00 โดยหลักสูตรฝึกอบรมใช้ระยะเวลาในการฝึกอบรม 1 วัน



**ผลการใช้หลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์**

จากการนำหลักสูตรฝึกอบรมไปใช้ (Implementation) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน พบว่าหลักสูตรฝึกอบรมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 86.43/84.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 ดังรายละเอียดในตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังพบว่าผลทดสอบด้านความรู้ก่อนฝึกอบรมและหลังฝึกอบรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางที่ 2 และผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 30 คนมีความคิดเห็นว่าหลักสูตรฝึกอบรมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดดังรายละเอียดใน ตารางที่ 3

**ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของหลักสูตรฝึกอบรม**

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง	ประสิทธิภาพ
คะแนนจากแบบฝึกหัดระหว่างฝึกอบรม (E <sub>1</sub> )	40	34.57	30	86.43
คะแนนรวมจากแบบทดสอบหลังฝึกอบรมและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน (E <sub>2</sub> )	52	43.82	30	84.27

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 30 คนมีคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างฝึกอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 34.57 คะแนนและมีคะแนนรวมเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังฝึกอบรมและคะแนนที่ได้จากแบบประเมินผลการปฏิบัติงานเท่ากับ 43.82 คะแนน โดยหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 86.43/84.27 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

**ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลทดสอบด้านความรู้ก่อนการฝึกอบรมและหลังฝึกอบรม**

รายการ	จำนวนตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่า t-test	df	Sig
การทดสอบความรู้ก่อนฝึกอบรม	30	25	8.23	1.27			
การทดสอบความรู้หลังฝึกอบรม	30	25	21.76	2.09	31.61	29	0.00**

P<0.01\*\*

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 30 คนมีผลคะแนนทดสอบด้านความรู้ก่อนฝึกอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 8.23 คะแนน ขณะที่คะแนนทดสอบด้านความรู้หลังการฝึกอบรมเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 21.76 คะแนน โดยผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่า t-test พบว่าคะแนนด้านความรู้ก่อนฝึกอบรมและคะแนนด้านความรู้หลังฝึกอบรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

**ตารางที่ 3** ผลการประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรฝึกอบรมโดยผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 30 คน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. หัวข้อการฝึกอบรมมีความน่าสนใจตรงตามความต้องการฝึกอบรม	4.67	0.48	มากที่สุด
2. หัวข้อฝึกอบรมทั้ง 4 หัวข้อตรงตามวัตถุประสงค์การฝึกอบรม	4.67	0.48	มากที่สุด
3. เนื้อหาของการฝึกอบรม กระชับ เข้าใจง่าย	4.43	0.50	มาก
4. เนื้อหาของการฝึกอบรมตรงตามหัวข้อการฝึกอบรม	4.53	0.51	มากที่สุด
5. เอกสารประกอบการฝึกอบรมอ่านเข้าใจง่าย	4.40	0.50	มาก
6. สื่อในการอบรมมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย	4.50	0.51	มากที่สุด
7. แบบทดสอบ คำถามคำตอบ ถูกต้องตามเนื้อหา	4.43	0.50	มาก
8. วิทยากรใช้เทคนิคในการถ่ายทอดเนื้อหาอย่างเข้าใจง่าย	4.60	0.50	มากที่สุด
9. วิทยากรสามารถถ่ายทอดความรู้ตามลำดับขั้นตอนและชัดเจน	4.40	0.50	มาก
10. ระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม	4.47	0.51	มาก
11. ท่านมีความรู้และทักษะเพิ่มขึ้นหลังการฝึกอบรม	4.56	0.50	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.52</b>	<b>0.50</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 30 คนมีความคิดเห็นในภาพรวมว่า หลักสูตรฝึกอบรมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด โดยหัวข้อที่มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด 3 หัวข้อได้แก่ หัวข้อการฝึกอบรมมีความน่าสนใจตรงตามความต้องการฝึกอบรม หัวข้อฝึกอบรมทั้ง 4 หัวข้อตรงตามวัตถุประสงค์การฝึกอบรม และ วิทยากรใช้เทคนิคการถ่ายทอดเนื้อหาอย่างเข้าใจง่าย ตามลำดับ

นอกจากนี้จากการติดตามสอบถามผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 30 คนภายหลังจากการฝึกอบรมเสร็จสิ้นเป็นเวลา 2 สัปดาห์ และผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้นำความรู้และทักษะจากการฝึกอบรมไปใช้ปฏิบัติงานจริงในการออกแบบตัวถังรถฟอร์มูล่านักเรียน พบว่า ผู้ผ่านการฝึกอบรมทั้ง 30 คนมีความคิดเห็นในภาพรวมว่าสามารถนำความรู้และทักษะจากการฝึกอบรมไปใช้งานได้จริงในระดับมากที่สุด โดยมีรายละเอียดในตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลการประเมินการติดตามการปฏิบัติงานจริงของผู้ผ่านการฝึกอบรมจำนวน 30 คน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการนำไปใช้งานจริง
1. ความรู้เกี่ยวกับอากาศพลศาสตร์เบื้องต้น	4.70	0.46	มากที่สุด
2. ความรู้เกี่ยวกับแรงต้าน และแรงยกตัว	4.36	0.49	มากที่สุด
3. การกำหนดขอบเขตของการจำลองการไหล	4.63	0.49	มาก
4. การกำหนดโดเมนของการจำลองการไหล	4.73	0.45	มากที่สุด
5. การอ่านค่าผลลัพธ์ต่างๆจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์	4.90	0.31	มาก
6. การแสดงการจำลองการไหลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์	4.93	0.25	มากที่สุด
7. ในภาพรวมท่านสามารถนำความรู้และทักษะจากการฝึกอบรมไปใช้งานได้จริง	4.56	0.50	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.71</b>	<b>0.45</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์ห่ออากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 30 คนมีความคิดเห็นที่สามารถนำความรู้และทักษะจากการฝึกอบรมไปใช้งานได้จริงในระดับมากที่สุด โดยหัวข้อที่มีระดับความรู้และทักษะที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงมากที่สุด 3 หัวข้อได้แก่ การแสดงการจำลองการไหลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การอ่านค่าผลลัพธ์ต่างๆจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการกำหนดโดเมนของการจำลองการไหล ตามลำดับ

### สรุปผลการวิจัย

หลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์ห่ออากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย ชื่อหลักสูตร วัตถุประสงค์ของหลักสูตร ชุดฝึกอบรมแบบทดสอบ ใบงานและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ซึ่งหัวข้อการฝึกอบรมประกอบด้วย 1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอากาศพลศาสตร์ของยานยนต์ 2) การกำหนดเงื่อนไขค่าขอบ (Boundary Condition) ในการวิเคราะห์ 3) การกำหนดขนาดโดเมน (Domain) และ 4) การวิเคราะห์ผลการจำลองการไหล ซึ่งหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์ห่ออากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 86.43/84.27 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีผลคะแนนการทดสอบด้านความรู้หลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 30 คนมีความคิดเห็นต่อหลักสูตรฝึกอบรมในภาพรวมในระดับเหมาะสมมากที่สุด รวมถึงสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้จากการฝึกอบรมไปใช้ได้จริงในระดับมากที่สุดเช่นกัน

### อภิปรายผลการวิจัย

หลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์ห่ออากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เริ่มต้นการพัฒนาจากการประเมินความต้องการในการฝึกอบรม (Training Needs Assessment) เพื่อค้นหาความของนักศึกษาว่าต้องการเรียนรู้เทคโนโลยีใด หรือความรู้และทักษะใดเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบและสร้างยานยนต์ฟอร์มูล่านักเรียนซึ่งจากการประเมินความต้องการฝึกอบรมพบว่าความต้องการอันดับแรกคือ การวิเคราะห์การไหลด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics : CFD) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามาช่วยวิเคราะห์และแก้ปัญหาด้านพลศาสตร์ของไหลสอดคล้องกับ Bansal and Tripathi (2017) ที่กล่าวว่าการนำเทคโนโลยีมาใช้งาน เพื่อเพิ่มพูนทักษะหรือความรู้จำเป็นต้องทำการศึกษาความต้องการฝึกอบรมเพื่อระบุความต้องการฝึกอบรมของกลุ่มคนในองค์กรสำหรับการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ ทำให้หัวข้อฝึกอบรมที่ได้ตรงตามความต้องการเพื่อนำไปใช้ปฏิบัติงานของคนในองค์กร หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดหัวข้อฝึกอบรม วัตถุประสงค์การฝึกอบรม สร้างชุดฝึกอบรม แบบทดสอบก่อนและหลังฝึกอบรม ใบงานและแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ซึ่งสอดคล้องกับ กชกร พิเศษ, อารีย์ ปรีดีกุล และธนสาร เพ็งพุ่ม (2560) ที่ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเรื่อง คอมพิวเตอร์พื้นฐาน เพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ โดยเมื่อสร้างหลักสูตรการฝึกอบรมตามหลักวิชาการดังกล่าวแล้วได้นำหลักสูตรพร้อมด้วย องค์กรประกอบและเอกสารประกอบหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหาและระเบียบวิธีวิจัย ด้านหลักสูตรและการสอนและด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเพื่อทำการประเมิน

คุณภาพความเหมาะสมของหลักสูตร โดยหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ E1/E2 โดยกระบวนการพัฒนาชุดฝึกอบรมผู้วิชาใช้แนวทางของการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง (Topic Analysis) และวิเคราะห์งาน (Job Analysis) และรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ MIAP ซึ่งสอดคล้องกับทวิวัฒน์ รื่นรวย, พิสิฐ เมธาภัทร และไพโรจน์ สติรยากร (2561) ที่วิเคราะห์หัวข้อเรื่องและนำไปกำหนดเป็นวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมและนำไปพัฒนาเป็นหลักสูตรฝึกอบรมต่อไป ซึ่งหลักสูตรฝึกอบรมการวิเคราะห์อากาศพลศาสตร์ของรถฟอร์มูล่านักเรียนด้วยวิธีการจำลองการไหลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 86.43/84.27 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 รวมถึงผลการทดสอบด้านความรู้ก่อนฝึกอบรมและหลังอบรมมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ MIAP ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ซึ่งตรงกับความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 30 คนที่มีความคิดเห็นว่า (ดังแสดงในตารางที่ 3) วิทยากรใช้เทคนิคในการถ่ายทอดเนื้อหาอย่างเข้าใจง่าย โดยมีความคิดเห็นในระดับเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ มยุรี เกื้อสกุล (2560) ที่กล่าวว่า การสอนแบบ MIAP ที่มีขั้นตอน 4 ขั้นตอนได้แก่ การนำเข้าสู่บทเรียน (Motivation) ด้วยปัญหาที่น่าสนใจ คิดหาคำตอบได้ การให้เนื้อหา/ข้อมูล (Information) ด้วยวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เช่น การบรรยาย ถามตอบ การสาธิต หรือเตรียมเอกสารหรือสื่อ อื่นๆ ให้ผู้เรียนได้ศึกษา การให้ทำแบบฝึกหัดในชั้นพยายาม (Application) เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนำความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้รับมาฝึกหัดแก้ปัญหา การเฉลยหรือให้คำตอบ (Progress) เพื่อให้ผู้เรียนทราบผลการฝึกหัดว่าถูกหรือผิด หรือมีแนวทางที่ถูกต้องในการแก้ปัญหาอันอย่างไร ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาการฝึกอบรมได้เป็นอย่างดี

### ข้อเสนอแนะในการวิจัย

#### ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

หน่วยงานทางการศึกษา ครู อาจารย์ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถประยุกต์ใช้แนวทางในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมดังกล่าวเพื่อนำไปพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมอื่นๆ ให้กับนักศึกษา หรือบุคลากรเพื่อใช้สอนงานหรือฝึกอบรมความรู้และทักษะเฉพาะด้านในเรื่องต่างๆ ต่อไป

#### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมในด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มเติม โดยพัฒนาเป็นหลักสูตรฝึกอบรมในรูปแบบออนไลน์ หรือแบบผสมผสานเพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถเข้ามาศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้

### เอกสารอ้างอิง

กชกร พิเดช, อารีย์ ปรีดีกุล และ ธนสาร เฟื่องพุ่ม. (2560). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เรื่อง คอมพิวเตอร์พื้นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 11(2), 84-93.

- ทวีวัฒน์ รื่นรวย, พิสิฐ เมธาภัทร และ ไพโรจน์ สติรยากร. (2561). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระบบประเมินคุณภาพและพัฒนาการสอนด้วยตนเองโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ. **วารสารวิชาการครูศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ**, 9(1), 152-160.
- ธัญบุรณ์ ถาวรวรรณ. (2560). การศึกษาแบบจำลองพฤติกรรมการไหลของอากาศผ่านทรงกระบอกตันแบบ 2 มิติ ด้วยเทคนิคพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ. **วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 12(1), 38-50.
- พานวงศ์ คัมภีร์รักษ์ และ แก้วตา โรหิตร์ตนะ. (2561). อุตสาหกรรม 4.0 อุตสาหกรรมแห่งอนาคตของไทย. **วารสารการจัดการ**, 7(3), 52-64.
- มยุรี เกื้อสกุล. (2560). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติระหว่างวิธีสอนแบบเอสทีเอดี(STAD) กับแบบเอ็มไอเอพี(MIAP) รายวิชาการบัญชีการเงิน หลักสูตรปริญญาตรี มหาวิทยาลัยธนบุรี. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี**, 11(26), 31-46.
- สมาคมวิศวกรรมยานยนต์ไทย. (2563). *แนวทางการแข่งขัน TSAE Formula Student 2020*.
- สำนักนายกรัฐมนตรี. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560-2564*. สืบค้นจาก [https://www.nesdc.go.th/ewt\\_dl\\_link.php?nid=6422](https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422)
- สุราษฎร์ พรหมจันทร์. (2550). *เอกสารประกอบการสอนวิชายุทธวิธีการสอนวิชาเทคนิค*. สืบค้นจาก <http://www.fte.kmutnb.ac.th/km/Didactic%20for%20TechED.pdf>
- Bansal, A and Tripathi J. P. (2017). A Literature Review on Training Need Analysis. **OSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)**, 19(10), 50-56.