การพัฒนาชุดฝึกอบรมโดยใช้มาตรฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ [1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนามาตรฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และ 2) สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโดยใช้มาตรฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนามาตรฐานสมรรถนะอาชีพด้วยวิธีดาคัม คือ ผู้จัดการฝ่ายฝึกอบรม ครูฝึกอบรม และช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องรถยนต์ ของ บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด และอาจารย์ผู้สอนรายวิชาเทคโนโลยียานยนต์ในสถาบันอุดมศึกษา จำนวน 7 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง และ 2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต เทคโนโลยีบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 และ 3 สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคการศึกษาที่ 1/2558 ด้วยการสุ่มอย่างเป็นระบบ จำนวน 27 คน ด้วยการทดสอบใช้ชุดฝึกอบรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบแบบที ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นเกี่ยวกับโดยภาพรวมจำแนกโมดูลฝึกอบรมฐานสมรรถนะออกได้เป็น 5 โมดูล มีสมรรถนะย่อย จำนวน 46 ข้อ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่า 0.87 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโดยภาพรวมมีค่าประสิทธิภาพ 84.17/83.61 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรมมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยรวม 4.78 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ ชุดฝึกอบรมโดยใช้ฐานสมรรถนะ / มาตรฐานสมรรถนะอาชีพ / ช่างวินิจฉัยข้อบกพร่อง / ระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์

[1] อาจารย์ หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*] ติดต่อผู้นิพนธ์ โทร.089-477-6487 อีเมล์ weerayute_sud@nstru.ac.th

The Development of Competency-Based Training Package for Diagnosis Technicians on Electronically Fuel Injection Control System of Gasoline Engine

Weerayute Sudsomboon [1*]

Abstract

The objectives of this research were: 1) to develop the competency standards for diagnosis technicians on electronically fuel injection control system engine of gasoline engine; and 2) to construct and find out the efficiency of the competency-based training package on electronically fuel injection control system engine of gasoline engine. The research methodology was research and development. The participants divided 2 groups: the first group was selected by purposive sampling with 7 experts from Nissan Motor (Thailand) Co,.Ltd, and the lecturer in Public University; the second group were selected by systematic sampling with 31 senior undergraduate industrial technology students of Faculty of Industrial Technology at Nakhon Si Thammarat Rajabhat University that studies in the semester of 1/2015. The research instrumentation can be divided as follow as: 1) the competency standard was found out by DACUM method; 2) the pre-test and post-test; and 3) the operation sheets which separated into 6 competencies. Data were analyzed by mean, standard deviation and t-test dependent. The research results were as follows: The experts' was identifying the competency-based training package on electronically fuel injection control system engine of gasoline engine, which can be separated 5 modules and 46 elements of competence based on the IOC yielded at 0.87; As whole as, the experts' have accepted the instructional training materials as mean 4.80; As whole as, the experts' have accepted the competency-based training package on electronically fuel injection control system engine of gasoline engine as mean 4.66; The overall efficiency of competency-based training package on electronically fuel injection control system engine of gasoline engine was 84.17/83.61, which higher than the criterion 80/80. Students' learning achievement after learning with competency-based training package on electronically fuel injection control system engine of gasoline engine were gained yield at statistically significance at .05. Students was satisfying towards the competency-based training package on electronically fuel injection control system engine of gasoline engine was yielded at 4.79.

Keywords: Competency-based Training Package / Competency Standards / Diagnosis Technicians / Electronically Fuel Injection Control System

[1] Lecturer, Graduate Program in Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

[*] Corresponding Author: Tel. 089-477-6487; Email: weerayute_sud@nstru.ac.th

1. บทนำ

เทคโนโลยียานยนต์นับว่าเป็นอีกหนึ่งสาขาวิชาชีพที่มีบทบาทต่อการพัฒนาระบบเศรษฐกิจของประเทศ จากการที่ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการลงทุนทางอุตสาหกรรมยานยนต์ จึงมีความต้องการกำลังคนสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น กอปรกับนวัตกรรมทางเทคโนโลยีเครื่องยนต์ได้มีบทบาทในเชิงพาณิชย์ โดยภาครัฐและเอกชนได้ให้ความสำคัญในการพัฒนากำลังคนทางอาชีวศึกษา และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จากการจำแนกกลุ่มอาชีพจำนวน 19 กลุ่มอาชีพ [1]

ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ตามรายกลุ่มอาชีพแล้วพบว่า ลำดับที่ 9 กลุ่มอาชีพบริการยานยนต์เป็นอีกกลุ่มหนึ่งอาชีพที่รัฐบาลให้ความสำคัญสอดรับกับรายงานวิจัยโครงการเตรียมการรองรับการเคลื่อนย้ายของแรงงานสู่การเป็นประชาคมอาเซียน ดังนั้น แรงงานที่มีทักษะฝีมือในสายงานเทคโนโลยีอุตสาหกรรมกำลังเป็นที่ต้องการอย่างยิ่ง ประเด็นที่สำคัญคือ การพัฒนามาตรฐานสมรรถนะของแรงงานไทยให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในกลุ่มประเทศอาเซียน เพื่อพัฒนาขีดความสามารถของกำลังคน การพัฒนากำลังคนจึงต้องสร้างชุดฝึกอบรมที่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถวัดและประเมินผลได้แบบ real-time มีการจัดสถานการณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามสภาพจริง และต้องมีเนื้อหาตลอดจนกระบวนการฝึกอบรมที่สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการและสังคมเป็นสำคัญ

จากการเก็บข้อมูลในเบื้องต้น (Primary data) ด้วยการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนและฝึกอบรมทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ ร่วมกับการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานของผู้เรียนในสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ตั้งแต่ปีการศึกษาที่ 2/2555 จนถึงปัจจุบัน พบว่า

1. ปัญหาผู้เรียนยังขาดความรู้ในการคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหาระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ (Automotive Mechatronics System: AMS)
2. ปัญหาการขาดทักษะในการปฏิบัติงานตรวจสอบ แก้ไขปัญหา และวินิจฉัยข้อบกพร่อง โดยใช้เครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์
3. ปัญหาความต้องการกำลังคนในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมทางด้านศูนย์บริการรถยนต์ ที่ขาดแคลนแรงงานที่มีสมรรถนะในการวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

จากปัญหาดังกล่าวมา ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ประเด็นที่สามารถกำหนดเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ ดังนี้

1. ผู้เรียนยังขาดวิธีการเชื่อมโยงแนวความคิดเกี่ยวกับหลักการควบคุมระบบกลไกการฉีดเชื้อเพลิงโดยใช้อิเล็กทรอนิกส์ควบคุม ซึ่งผู้เรียนต้องเข้าใจหลักการคิดเชิงระบบการทำงานตั้งแต่เซ็นเซอร์ (Sensors) อุปกรณ์การวัดและประมวลสัญญาณ (Instrumentation and Signal Processing) และอุปกรณ์การทำงาน (Actuators)
2. การจัดการเรียนการสอนในสาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ในปัจจุบัน ยังขาดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ และความร่วมมือกับสถานประกอบการ ทำให้ทิศทางการจัดการเรียนการสอนไม่สอดคล้องกับความต้องการกำลังคนของสถานประกอบการอย่างแท้จริง ผู้เรียนจึงไม่มีสมรรถนะการปฏิบัติงานตามที่สังคมต้องการ
3. ผู้เรียนยังขาดสื่อ วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติ และทดลองให้เห็นถึงพฤติกรรมการทำงานของระบบตามเงื่อนไข และสถานการณ์ที่กำหนด

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ตระหนัก ในการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์ให้มากขึ้นจึงจำเป็นที่จะต้องสร้างชุดฝึกอบรมที่สามารถพัฒนาระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (self-directed learning) มีอุปกรณ์การทำงานจริง (scaffolding) สามารถจำลองสถานการณ์ (simulations)

เพื่อฝึกทักษะการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ รวมถึงการตอบสนองการเรียนรู้เป็นแบบทันทีทันใด (just-in-time) ทำให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลตนเองได้ [2] เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและหลากหลาย [3]

อีกทั้งประเด็นที่สำคัญ คือ การพัฒนาสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องเพื่อเป็นกลไกและหลักประกันในการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับความต้องการแรงงานของสถานประกอบการ ซึ่งสอดคล้องกับวีระยุทธ สุดสมบูรณ์ [4] ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนตามความคิดเห็นของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มีข้อค้นพบที่สำคัญจากผลการวิจัย คือ การพัฒนาระบบและกลไกเพื่อพัฒนาสมรรถนะการปฏิบัติงานตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational standards) ตามความต้องการของสังคม (social demands) มหาวิทยาลัยจะต้องมีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ฐานสมรรถนะ โดยสร้างความร่วมมือกับสถานประกอบการ และสร้างรูปแบบการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงยุทธวิธีการเรียนรู้ที่เน้นการฝึกปฏิบัติด้วยชุดฝึกอบรมฐานสมรรถนะ เพื่อเสริมสร้างทักษะการปฏิบัติงานในอาชีพในด้านประสบการณ์เรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้สามารถเรียนรู้ด้วย และสามารถทำให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติการประลองภายใต้เงื่อนไขและสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

จากเหตุผลดังกล่าวมา ประโยชน์ของชุดฝึกอบรมดังกล่าวสามารถใช้เป็นสื่อประสมเพื่อการเรียนรู้ในสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทั้งเทคโนโลยีเครื่องกล เทคโนโลยีไฟฟ้า และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผลลัพธ์การเรียนรู้จะเป็นการเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับตลาดแรงงานทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ [5] อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนทางวิศวกรรมได้อย่างหลากหลาย และฝึกอบรมบุคลากรในสถานประกอบการ ชุมชน และท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนามาตรฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
2. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโดยใช้ฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

3. การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ความสำคัญของการพัฒนาสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

รถยนต์นั่งส่วนบุคคลในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเป็นเครื่องต้นกำลังทั้งสิ้น กอปรกับบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ในปัจจุบันได้พัฒนาเทคโนโลยีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนให้มีขนาดและน้ำหนักลดลง อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงลดลง การปล่อยมลภาวะทางไอเสียลดลง มีสมรรถนะเครื่องยนต์เพิ่มมากขึ้น และการซ่อมบำรุงที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เป็นต้น และเมื่อทำการพิจารณาสมรรถนะเครื่องยนต์แก๊สโซลีนในปัจจุบันพบว่า ทุกค่ายรถยนต์มุ่งเน้นการเพิ่มค่าแรงบิด และแรงม้า ให้สูงขึ้นเพื่อตอบสนองอัตราเร่ง และประสิทธิภาพการขับขี่โดยรวม โดยใช้ระบบจัดการเครื่องยนต์แก๊สโซลีนด้วยศูนย์กลางอิเล็กทรอนิกส์ (Engine Management System) ซึ่งผู้เรียนทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ ตลอดจนผู้ปฏิบัติงานยังขาดสมรรถนะการเรียนรู้ในด้านการจำแนกระบบการจัดการของเครื่องยนต์ โดยเฉพาะในปัจจุบัน

หากพิจารณาโดยภาพรวมของแล้วพบว่าระบบจัดการเครื่องยนต์แก๊สโซลีนด้วยศูนย์กลางอิเล็กทรอนิกส์ (Engine Management System) นิยมใช้ระบบ L-Jectronic โดยหลักการทำงานพื้นฐานของระบบ L-Jectronic หมายถึง ระบบควบคุมการฉีด

เชื้อเพลิงที่ใช้เซ็นเซอร์มาตรวัดอัตราการไหลของอากาศ (Mass air flow sensor) และเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิไอดี (Intake air temperature sensor) ใช้เป็นค่าอ้างอิงในการควบคุมพื้นฐานการฉีดเชื้อเพลิง (Basic Injection Quantity) ซึ่งในปัจจุบันได้รับความนิยม เนื่องจากประสิทธิภาพการทำงานที่วัดปริมาณการไหลของอากาศที่สัมพันธ์กับปริมาณการประจุไอดี ตอบสนองในทุกสภาพการขับขี่ ไม่ต้องมีอุปกรณ์ชดเชย หากเกิดการรั่วของท่อทางระบบประจุไอดีเครื่องยนต์ยังสามารถทำงานได้ จึงทำให้ระบบดังกล่าวมีความประหยัด และการบำรุงรักษาง่าย เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์

3.2 แนวคิดในการพัฒนาชุดฝึกอบรมโดยใช้มาตรฐานสมรรถนะอาชีพ

ประเด็นที่เป็นปัญหาสำคัญต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โดยเฉพาะสาขาเทคโนโลยียานยนต์ ทั้งในการผลิตผู้เรียนในระดับสายวิชาชีพ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และสายปฏิบัติการวิชาชีพ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา นั่นคือ การที่ผู้เรียนจบการศึกษาแล้วไม่มีสมรรถนะในการปฏิบัติงานได้ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ (Social demands) ซึ่งประเด็นปัญหาดังกล่าวมีหลายสาเหตุ แต่สาเหตุสำคัญที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า อุปกรณ์การฝึก เครื่องมือ และการถ่ายทอดเทคโนโลยียานยนต์ ยังขาดแคลน อีกทั้ง การฝึกปฏิบัติงานในสถานศึกษาไม่สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ ด้วยสาเหตุนี้ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ กอปรกับเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่มีราคาสูง ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ รวมถึงมีการซับซ้อนในการทำงานด้วยการทำงานแบบบูรณาการที่เรียกว่า ระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ (Automotive Mechatronics) ผู้เรียนจึงขาดความรู้ และทักษะ ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระบบควบคุม โดยสาเหตุประการหนึ่งมาจากการขาดความรู้เรื่องหลักการทำงานของชิ้นส่วนแมคคาทรอนิกส์ว่าเซ็นเซอร์ (Sensors) อุปกรณ์การวัดและประมวลผลสัญญาณ (Electronic control unit) และการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์การทำงาน (Actuators)

3.3 เทคนิคการพัฒนามาตรฐานสมรรถนะอาชีพ

ชนะ กสิภาร์ [6] กล่าวไว้ว่า เทคนิควิธีการพัฒนามาตรฐานอาชีพ ใช้การผังดาคัม DACUM สำหรับการวิเคราะห์มาตรฐานสมรรถนะอาชีพ แตกต่างจากการวิเคราะห์งาน (Job analysis) โดย DACUM ย่อมาจาก Developing a Curriculum เป็นการสังเกตบุคลากรทำงานจริง และใช้เทนิคการสนทนากลุ่มของผู้เชี่ยวชาญ (Focus Group Discussion) กระบวนการ DACUM นอกเหนือจากได้งานเฉพาะสำหรับอาชีพแล้วยังระบุตัวขับของงานอื่น ๆ นั่นคือ ความรู้และทักษะทั่วไป การบรรยายกิจกรรมของงานเฉพาะในรูปของสมรรถนะเชิงพฤติกรรม ประกอบไปด้วย กริยา กรรม และตัวขยาย การระดมสมองของกลุ่มจะได้หน้าที่หลักของงาน (duty) เสร็จแล้ว ก็ระบุงานเฉพาะ (task) ซึ่งต้องทำในงานหลัก ผู้เชี่ยวชาญยังระบุตัวขับอื่น ๆ คือ ความรู้ และทักษะทั่วไป พฤติกรรมของคนงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ที่จะต้องใช้ แนวโน้มในอนาคตที่จะมีผลต่อสิ่งที่ต้องทำ และวิธีทำเมื่อระบุ duty และ task เสร็จแล้ว ควรนำไปประชาปรึกษากับคนทำงานในระดับเดียวกัน และ/หรือหัวหน้างานของอาชีพนั้น

4. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบการทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group Pre-test and Post-test Design) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนามาตรฐานสมรรถนะอาชีพ

1) ประชากรที่ใช้ในการพัฒนามาตรฐานสมรรถนะอาชีพ คือ ผู้จัดการฝ่ายฝึกอบรม ครู ฝึกอบรม และช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องรถยนต์ ของ บริษัท นิสสัน

มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด อาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และอาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 15 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนามาตรฐานสมรรถนะอาชีพ คือ ผู้จัดการฝ่ายฝึกอบรม ครูฝึกอบรมและช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องรถยนต์ ของ บริษัท นิสสันมอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด อาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และอาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จำนวน 7 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling)

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ที่ใช้ในการทดลอง

1) ประชากรที่ใช้ในการทดลอง คือ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต เทคโนโลยีบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 และ 3 สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคการศึกษาที่ 1/2558 จำนวน 68 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต เทคโนโลยีบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 และ 3 สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ภาคการศึกษาที่ 1/2558 ด้วยการสุ่มอย่างเป็นระบบ (Systematic sampling) จำนวน 27 คน

4.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกอบรมมาตรฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนผู้วิจัยได้สร้าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ประกอบด้วย

1. การปรับปรุงและซ่อมแซมเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ NISSAN รุ่น VQ 2.0 การทดสอบระบบการทำงาน

2. การประเมินคุณภาพสื่อชุดฝึกอบรมเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ NISSAN โดยผู้เชี่ยวชาญ

3. ประเมินผลชุดฝึกอบรมโดยใช้ฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

4. วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดวัตถุประสงค์วิเคราะห์ระดับของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อแล้วกำหนดจำนวนข้อของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในวัตถุประสงค์

5. การวิเคราะห์งาน

6. ดำเนินการจัดสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อลงความเห็นในการสร้าง

7. การกำหนดมาตรฐานสมรรถนะการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล รวมถึงวิธีการวัดผลอย่างมีส่วนร่วมจากผู้เชี่ยวชาญภายนอกและผลลัพธ์การเรียนรู้

4.4 การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งประกอบด้วยชุดฝึกอบรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยได้ทำการหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. ดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์กับสมรรถนะแบบประเมิน (Content Validity) เมื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์งานที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของนิสสัน ECCS แล้วดำเนินการสนทนากลุ่มร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อจัดทำผังดาคัม (DACUM) ที่ผู้วิจัยสร้าง

ขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านลงความคิดเห็นเพื่อนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และนำสมรรถนะที่ได้ทำการวิเคราะห์แล้วมีค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 – 1 เพื่อนำมาจัดทำเป็นโมดูลฝึกอบรมฐานสมรรถนะอาชีพ [6]

2. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนทางด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ

3. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้แบบทดสอบมาตรฐานของบริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นแบบทดสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์แบบ ECCS

4. ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอบรม โดยนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงให้เหมาะสม

5. ทดลองใช้ชุดฝึกอบรม เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม โดยนำข้อมูลที่ได้นำกลับไปปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้จริง

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การพัฒนามาตรฐานสมรรถนะสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) และการจัดทำผังดาคัม (DACUM) ประกอบด้วย ผู้จัดการฝ่ายฝึกอบรม ครูฝึกอบรม และช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องรถยนต์ ของ บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 5 คน แล้วทำการสังเคราะห์เป็นมาตรฐาน ร่วมกับ อาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และอาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อแปลงมาตรฐานอาชีพสู่โมดูลฐานสมรรถนะอาชีพ จำนวน 2 คน รวมจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น 7 คนแสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคสนทนากลุ่ม

2. ปฐมนิเทศผู้เข้ารับการฝึกอบรม แล้วดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เพื่อทดสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

3. ดำเนินการฝึกอบรมด้วยโมดูลฐานสมรรถนะอาชีพ จำนวน 5 โมดูล และดำเนินการวัดผลผู้เรียนระหว่างการฝึกอบรม

4. เมื่อดำเนินการฝึกอบรมเสร็จสิ้น ผู้วิจัยจึงดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยคะแนนที่ได้นำไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2 [7]

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงสรุปอ้างอิงค่าที (t-test dependent)

3. วิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ผลการวิจัย

5.1 ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลพัฒนามาตรฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

โดยภาพรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 คน สามารถจำแนกโมดูลฝึกอบรมฐานสมรรถนะออกได้เป็น 5 โมดูล มีสมรรถนะย่อย จำนวน 46 ข้อ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่า 0.87 และมีความเหมาะสมทุกโมดูลฝึกอบรมฐานสมรรถนะผู้เชี่ยวชาญ และผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นร่วมกันเกี่ยวกับการพัฒนาการนำเงื่อนไขมาตรฐานอาชีพไปใช้ในการฝึกอบรมทั้ง 5 โมดูลเหมือนกันทั้งหมด โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาประกอบด้วย เกณฑ์การปฏิบัติงาน มีข้อกำหนดสมรรถนะ จำนวน 16 ข้อ เงื่อนไขของสมรรถนะมีข้อกำหนดสมรรถนะ จำนวน 4 ข้อ และผลลัพธ์การเรียนรู้มีข้อกำหนดสมรรถนะ จำนวน 4 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนามาตรฐานสมรรถนะอาชีพ

โมดูล	หน่วยสมรรถนะ	สมรรถนะย่อย (ข้อ)	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	การแปลผล
1	งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0	13	0.82	เหมาะสม
2	งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0	6	0.90	เหมาะสม
3	งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0	8	0.96	เหมาะสม
4	งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบเชื้อเพลิง ระบบประจุอากาศ และระบบไอเสีย ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0	15	0.87	เหมาะสม
5	งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมมลภาวะไอเสียของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0	4	0.82	เหมาะสม
รวม		**46**	**0.87**	**เหมาะสม**

5.2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

1) ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมวิเคราะห์จากกระบวนการฝึกอบรม พบว่ามีประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 ดังนี้

$$E_1 = \frac{\left(\frac{4545}{27}\right)}{200} \times 100\%$$
$$E_1 = 84.17$$

จากผลการคำนวณพบว่า ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมประเมินจากผลคะแนนระหว่างการฝึกอบรม E_1 ทั้ง 5 โมดูล มีค่าคะแนนร้อยละ สูงกว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 80

2) ประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมวิเคราะห์จากผลสัมฤทธิ์หลังจากการฝึกอบรม พบว่ามีประสิทธิภาพของกระบวนการ E_2 ดังนี้

$$E_2 = \frac{\left(\frac{903}{27}\right)}{40} \times 100\%$$
$$E_2 = 83.61$$

3) ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรม

จากตารางที่ 2 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยหลังศึกษาด้วยชุดฝึกอบรม $(\bar{X} = 19.05, S.D. = 8.09)$ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า

ก่อนศึกษาด้วยชุดฝึกอบรม ($\overline{X} = 33.44, S.D. = 4.16$) สรุปได้ว่าชุดฝึกอบรมมีประสิทธิภาพสามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรม

การทดลอง	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	*t*
ก่อนศึกษาด้วยชุดฝึกอบรม	27	40	19.05	8.09	18.69
หลังศึกษาด้วยชุดฝึกอบรม	27	40	33.44	4.16	

** P ≤ 0.05

5.4 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม

โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยรวม 4.78 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด แสดงได้ดังตารางที่ 3

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	การแปลผล
1	ชุดฝึกอบรมสามารถทำให้เรียนรู้ระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนได้เข้าใจดียิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
2	การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องเข้าใจง่าย	4.58	0.76	มากที่สุด
3	ชุดฝึกอบรมทำให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในการเรียนรู้	4.72	0.69	มากที่สุด
4	ชุดฝึกอบรมทำให้ผู้เรียนการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.38	0.87	มาก
5	ชุดฝึกอบรมทำให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในการปฏิบัติงานอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	5.00	0.00	มากที่สุด
6	ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน	5.00	0.00	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวม	**4.78**	**0.46**	**มากที่สุด**

6. สรุปและอภิปรายผล

6.1 ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นเกี่ยวกับสื่อชุดฝึกอบรมเครื่องยนต์แก๊สโซลีนหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ NISSAN VQ 2.0 โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 อยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าชุดฝึกอบรมนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และ ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นเกี่ยวกับการประเมินผลชุดฝึกอบรมโดยใช้ฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 อยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าชุดฝึกอบรมโดยใช้ฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีนนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สอดรับกับ สุรัตน์ ธัญญะภูมิ และกฤษณะ ศรีมาวรรณ์ [8] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดสาธิตการควบคุมระดับน้ำด้วยวิธีการควบคุมแบบพีไอดีและฟัซซี โดยใช้โปรแกรม LabVIEW เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนใน ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ โดยส่งคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ (PIC) เพื่อประมวลผลตามโปรแกรมโดยการควบคุมระดับน้ำใช้เซนเซอร์ความดัน (Pressure Sensor) สำหรับการป้อนกลับให้ระดับน้ำทำงานตามคำสั่งที่ได้รับและแสดงผลขึ้นที่หน้าจอโปรแกรม LabVIEW ผลการทดลองพบว่า ชุดสาธิตการควบคุมระดับน้ำสามารถแสดงผลได้ถูกต้องตามทฤษฎีและผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านอยู่ในเกณฑ์ดี ที่ค่าเฉลี่ยรวม 3.54

6.2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมชุดฝึกอบรมโดยใช้ฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน ซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_2) ขั้นการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยภาพรวมมีค่าประสิทธิภาพ 84.17/83.61 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

ที่กำหนดนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทรงธรรม ดีวานิชสกุล และวิสันต์ หวังวรวงศ์ [9] และ วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ [10] แต่มีประเด็นที่เป็นข้อค้นพบที่ว่า เป็นข้อค้นพบว่า ค่าประสิทธิภาพในโมดูลที่ 3 งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0 ประกอบด้วย 4 ใบงาน คือ งานตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับมุมเพลาลูกเบี้ยว งานตรวจสอบการทำงานของสัญญาณจุดระเบิด งานตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับอาการน็อก และ งานตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์บอกตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (REF) มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ 73.15/83.60 จึงต้องทำการฝึกอบรมซ้ำ จากข้อค้นพบดังกล่าวสอดคล้องกับ วีระยุทธ และบุญส่ง (2555) และ วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ (2557) พบว่า ผู้เรียนยังขาดความเชื่อมโยงในมิติทางความคิดเชิงระบบ (Systematic thinking) มีผลต่อสมรรถนะการปฏิบัติงานทางด้านงานวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมการฉีดเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ และ การวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาระบบ

ข้อค้นพบที่สำคัญประการหนึ่งคือ เทคโนโลยียานยนต์ในปัจจุบันได้พัฒนาให้เป็นระบบควบคุมอัจฉริยะ (Intelligent Control System) ภายใต้หลักการและแนวคิดของระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ โดยผู้เรียนต้องทำความเข้าใจในมิติการคิดเชิงระบบว่า เซ็นเซอร์ (sensors) มีหน้าที่อะไร มีหลักการทำงานอย่างไร กล่องควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ หรือ Engine control module : ECM มีหน้าที่และหลักการทำงานอย่างไร ตลอดจนอุปกรณ์ทำงาน (actuators) นั้นมีหน้าที่และหลักการทำงานอย่างไร ผู้เรียนจึงจะสามารถเชื่องโยงแนวความคิดในการแก้ปัญหาได้ วิธีการแก้ปัญหาการฝึกอบรมในลักษณะนี้ ต้องพัฒนายุทธวิธีการฝึกอบรมสอดรับกับแนวคิดของ Baeten et al. [11] วิธีการสอนแนวลึกและใช้กลยุทธ์ไม่เหมาะสมต่อวิธีการสอนแบบใช้ผู้สอนเป็นศูนย์กลาง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ฐานกรณี (Case-based learning environment) อย่างไรก็ตามผู้สอนควรที่จะส่งเสริมวิธีการคิดควบคู่กับการตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพจริงของศาสตร์ในแต่ละสาขาวิชาชีพนั้นๆ

6.3 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรมโดยใช้ฐานสมรรถนะอาชีพช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ [12] ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) และประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมซึ่งเป็นค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละในการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) ขั้นการทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของ ชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบมวล-ตัวหน่วง-สปริง มีค่าเท่ากับ 88.53/81.11 ชุดฝึกอบรมระบบควบคุมระดับน้ำแบบอัตโนมัติ มีค่าเท่ากับ 92.34/84.89 และชุดฝึกอบรมระบบควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ 95.68/85.34 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และมีคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลทั้ง 3 ชุดฝึกอบรม มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.4 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยรวม 4.78 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด เป็นผลการวิจัยที่ยืนยันว่างานวิจัยครั้งนี้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 เทคโนโลยียานยนต์ในปัจจุบันได้พัฒนาก้าวล้ำจนเข้าสู่ยุคของระบบควบคุมอัจฉริยะ มีการบริหารจัดการระบบสั่งการด้วยตัวเอง และการตรวจสอบสามารถกระทำได้โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการวินิจฉัยข้อบกพร่อง ดังนั้น การพัฒนาทักษะฝีมือทางช่างจึงมีบทบาทน้อยลง

7.2 ควรจัดการฝึกอบรมร่วมกับสถานประกอบการและมีการจัดศึกษาดูงานเฉพาะทางในสาขาวิชาชีพนั้นๆ อย่างต่อเนื่อง

7.3 ควรต่อยอดงานวิจัยร่วมกับสถานประกอบการทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ ตลอดจนองค์กรวิชาชีพ ชุมชน/ท้องถิ่น

8. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

8.1 ควรมีการทำวิจัยหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมนี้ซ้ำในรูปแบบการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ/ทักษะการคิดเชิงวิจารณญาณ

8.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะความเชื่อมโยงทักษะทางเทคโนโลยีสารสนเทศต่อผู้เรียนในการใช้คอมพิวเตอร์วินิจฉัยข้อบกพร่องเพื่อการประมวลผลและวินิจฉัยข้อมูลในการตัดสินใจ

8.3 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับชุดฝึกอบรมสำหรับการจำลองสถานการณ์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาโดยมุ่งเน้นในบริบทของระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์

8.4 ควรมีการศึกษาผลของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่ผ่านการฝึกด้วยชุดฝึกอบรมนี้แล้วสามารถนำความรู้ทักษะ และเจตคติที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการต่อยอดการเรียนรู้เป็นอย่างไรบ้าง เพื่อเป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์อย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการดำเนินการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช สัญญาเลขที่ มรภ.41/2559 และขอขอบคุณ คุณธรรมนูญ สังขวรรณ ผู้จัดการทั่วไปฝ่ายฝึกอบรม และคุณปรีชา อรรถมณี ผู้จัดการส่วนงานฝึกอบรม และเจ้าหน้าที่ฝ่ายฝึกอบรม ตลอดจนผู้เกี่ยวข้อง ของฝ่ายฝึกอบรม บริษัท นิสสัน มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. ***"รายงานความร่วมมือการพัฒนากำลังคนทางอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม",*** 2558. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 มิถุนายน 2559. [Online] Available: http://www.moe.go.th/websm/2015/feb/042.html.

[2] U.S. Department of Education, ***"Defining and Assessing Learning: Exploring Competency-Based Initiatives"***, Washington D.C.: National Center for Education Statistics, 2001.

[3] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ และ บุญส่ง เหมวัฒน์, "The Development of Automotive Mechatronic Systems Training Strategy for Enhancing Problem Solving Skills within Current Situation", ***วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ปีที่ 4***, ฉบับที่ 8, หน้า 51-69, 2554.

[4] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์, ***"การศึกษาสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนตามความคิดเห็นของนักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช",*** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 2558.

[5] W. Sudsomboon, ***"Construction of an Automotive Technology Competency Analysis Profile for Training Undergraduate Students: A Case Study of Automotive Body Electrical Technology Systems",*** Retrieved May 15, 2016, from

http://educom2008.scis.ecu.edu.au/papers.php

[6] ชนะ กสิภาร์, ***"มาตรฐานอาชีพ",*** เอกสารประกอบการสัมมนาและประกอบการสอนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[7] เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต, ***"เทคโนโลยีทางการศึกษา",*** กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.

[8] สุรัตน์ ธัญญะภูมิ และ กฤษณะ ศรีมาวรรณ์, ***"การสร้างชุดสาธิตการควบคุมระดับน้ำด้วยวิธีการควบคุมแบบพีไอดีและฟัซซี โดยใช้โปรแกรม LabVIEW",*** ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[9] ทรงธรรม ดีวานิชสกุล และ วิสันต์ หวังวรวงศ์, การพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อเพิ่มสมรรถนะด้านการผลิตขวดแก้วสำหรับพนักงานควบคุมเครื่องขึ้นรูปขวดแก้ว. ***วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ปีที่ 6,*** ฉบับที่ 2, หน้า 83-91, 2557.

[10] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์, ผลของยุทธวิธีการเรียนรู้เพื่อเพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหาระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์. ***วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 5, ฉบับที่ 2,*** หน้า 1-13, 2557.

[11] M. Baeten, K. Struyen, and F. Dochy, Student-centered teaching methods: Can they optimize tudents' approaches to learning in professional higher education. ***Studies in Education Evaluation,*** vol 39, pp. 14-22, 2013.

[12] วีระยุทธ สุดสมบูรณ์, ***"การพัฒนาชุดฝึกอบรมระบบควบคุมทางกลแบบอัตโนมัติสำหรับการสอนนักศึกษาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม",*** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 2558.

ภาคผนวก
สมรรถนะย่อย และตัวอย่างใบงาน

โมดูลที่ 1 งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0 ประกอบด้วย 1 ใบงาน

1. งานตรวจสอบ วินิจฉัย และบำรุงรักษาระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0 เบื้องต้น

โมดูลที่ 2 งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0 ประกอบด้วย 2 ใบงาน

2. งานปรับแต่ง (Engine Tune-up) ระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0

3. งานวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0

โมดูลที่ 3 งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0 ประกอบด้วย 4 ใบงาน

4. งานตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับมุมเพลาลูกเบี้ยว

5. งานตรวจสอบการทำงานของสัญญาณจุดระเบิด

6. งานตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับอาการน็อก

7. งานตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์บอกตำแหน่งเพลาข้อเหวี่ยง (REF)

โมดูลที่ 4 งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบเชื้อเพลิง ระบบประจุอากาศ และระบบไอเสียของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0 ประกอบด้วย 7 ใบงาน

8. งานตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

9. งานตรวจสอบการทำงานของหัวฉีด

10. งานตรวจสอบการทำงานของสัญญาณสตาร์ท

11. งานตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งลิ้นปีกผีเสื้อ

12. งานตรวจสอบการทำงานของวาล์วควบคุมอากาศในรอบเดินเบา (IACV) และวาล์วชดเชยปริมาณอากาศ (AAC Valve)

13. งานตรวจสอบการทำงานของออกซิเจนเซนเซอร์ตัวหน้า (ด้านซ้าย) ของเครื่องยนต์

14. งานตรวจสอบการทำงานของออกซิเจนเซนเซอร์ตัวหน้า (ด้านขวา) ของเครื่องยนต์

โมดูลที่ 5 งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมมลภาวะไอเสียของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0 ประกอบด้วย 1 ใบงาน

15. งานตรวจสอบการทำงานของระบบการนำไอเสียกลับมาเผาไหม้ซ้ำ (EGR)

ตัวอย่าง โมดูลการฝึกอบรมฐานสมรรถนะช่างวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน

โมดูลฝึกอบรมฐานสมรรถนะที่ 1

หน่วยสมรรถนะ : งานบริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0

สมรรถนะย่อย :

1) ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์และข้อมูลบริการ อาทิ ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ ประวัติการเข้ารับบริการ และข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

2) ระบุตำแหน่งของชิ้นส่วน อุปกรณ์

และรหัสของชิ้นส่วน อุปกรณ์ตรวจสอบการรั่วซึมของระบบเชื้อเพลิง ระบบหล่อลื่น ระบบน้ำหล่อเย็น และการรั่วของของเหลวที่เกี่ยวข้อง

3) วินิจฉัยเสียงเครื่องยนต์ที่ผิดปกติ หรือ การสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ที่ผิดปกติ

4) วินิจฉัยความผิดปกติของสี กลิ่น และเสียงของไอเสีย

5) ทดสอบสมดุลกำลังงานของเครื่องยนต์

6) ปฏิบัติการทดสอบกำลังอัดภายในกระบอกสูบของเครื่องยนต์

7) วินิจฉัยชิ้นส่วน อุปกรณ์ ทางกล ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์การฉีดเชื้อเพลิง และการจุดระเบิด โดยใช้ออสซิสโลสโคป และเครื่องมือวินิจฉัยข้อบกพร่อง

8) วินิจฉัยข้อบกพร่องของเครื่องยนต์โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ไอเสีย

9) ประเมินค่าสมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบอ้างอิงจากคู่มือซ่อม

10) วินิจฉัยปัญหาอุณหภูมิของเครื่องยนต์ขึ้นสูงผิดปกติ

11) ตรวจสอบแรงดันน้ำมันเครื่อง น้ำหล่อเย็น หม้อน้ำ ฝาหมอน้ำ ถังพักน้ำและท่อทาง

12)ตรวจสอบสมรรถนะพัดลมไฟฟ้าในแต่ละสปีด

เกณฑ์การปฏิบัติงาน :

1) สวมใส่ชุดปฏิบัติงานให้รัดกุม ไม่สวมใส่แหวน นาฬิกา สร้อยคอ และเครื่องประดับใด

2) สวมถุงมือ

3) คำนึงถึงความปลอดภัยในการทำงาน อาทิ การใช้เครื่องมือพื้นฐาน เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ การระบายควันไอเสีย และการตรวจตำแหน่งเกียร์ให้อยู่ในตำแหน่ง P ก่อนสตาร์ทเครื่องยนต์

4) หากมีการตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ให้ถอดขั้ว + และ – ของแบตเตอรี่ออกทุกครั้ง

5) ห้ามสูบบุหรี่ขณะปฏิบัติงาน

6) คำนึงถึงความปลอดภัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การจัดการ การจัดเก็บวัตถุ/ของเสียมีพิษ และสารเคมีที่เป็นอันตรายตามที่กฎหมายกำหนด

7) ศึกษาหลักการและทฤษฎีตามคู่มือการฝึกอบรม

เงื่อนไขของสมรรถนะ :

1) ผู้เรียนวิเคราะห์งานได้

2) ผู้เรียนวินิจฉัยปัญหาได้

3) ผู้เรียนปฏิบัติงานโดยไม่เกิดข้อผิดพลาด

4) ผู้เรียนปฏิบัติงานเสร็จสมบูรณ์ภายใน 45 นาที

ผลลัพธ์การเรียนรู้ :

1) บริการและวินิจฉัยข้อบกพร่องระบบควบคุมหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน NISSAN VQ 2.0 ได้ถูกต้องตามข้อที่ 1-4

2) ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว

3) การทำงานที่มีประสิทธิภาพ มีการบริหารเวลา ทรัพยากร การทำงานร่วมกันเป็นทีม และทัศนคติที่ดีต่อการปฏิบัติงาน