ผลของความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างและการประเมินตามรูปแบบของการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นสำคัญที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน: กรณีศึกษาในรายวิชาการปฏิบัติงานทางด้านยานยนต์

IMPACT OF CONSTRUCTIVE ALIGNMENT AND ASSESSMENT IN OUTCOME BASE EDUCATION ON STUDENTS' LEARNING: CASE STUDY OF AUTOMOTIVE COURSE

จักรพันธุ์ มีอาษา* ศักดิ์สิทธิ์ ปนคำ พิเชษฐ์ พินิจ อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล และสุจินต์ จิระชีวะนันท์
Jackkapan Meearsa*, Saksit Ponkum, Pichet Pinit, Anusit Anmanatarkul, and Sujin Jiracheewanun
E-mail: jackkapan.mee@kmutt.ac.th, saksit.pon@kmutt.ac.th, pichet.pin@kmutt.ac.th, anusit.anm@kmutt.ac.th, and sujin.jir@kmutt.ac.th

Received: April 17, 2022
Revised: May 11, 2022
Accepted: June 24, 2022

ABSTRACT

This research demonstrates the use of outcome-based educational model in the learning management of automotive course. The purposes are designed the outcome-based educational model to create constructive alignment relationships and assess the learning outcomes in the designed curriculum of the Bachelor of Science in Industrial Education Program in Mechanical Engineering (5 Years Program). Five core competencies were evaluated in self directed learning, response and participation, explanation in automotive technology, automotive technology practice, and diagnosis plus problems solving skill. The process design of outcome-based educational, which are objectives and learning outcomes, teaching and learning approaches, and assessment method. The evaluation tools were rubric scoring, job sheets, and ask questions to define the problem to be solved. The statistic used to analyze the results was the percentage of learners who achieved the expected learning outcomes level. The samples, 23 students from the second year of study enrolling in Automotive Electrical and Electronic Technology, were evaluated. The results showed that all students were able to learn, participate, and respond in class by themselves. Furthermore, they were able to reach expected leaning outcomes due to the curriculum and assessment's illustration from the teacher. This could motivate students to have a high attention in the course. In the case of principles and practices in automotive technology, 11 students (47.8%) and seven students (30.45%) could not achieve the expected learning outcomes respectively. There were nine students (39.13%) who could not success in having problem solving skills resulting and the use of assessment tools for the first time. Some students were unable to accomplish the expected learning outcomes. This information provides further improvement for the researcher.

Keywords: Outcome based education; Constructive alignment; Learning outcomes assessment; Automotive practice

*Corresponding Author: E-mail: jackkapan.mee@kmutt.ac.th
ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
Department of Mechanical Technology Education, Faculty of Industrial Education and Technology
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140 Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ใช้แนวทางของการศึกษาเชิงผลลัพธ์ (Outcome-based education) ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติทางด้านยานยนต์ เพื่อออกแบบกระบวนการของการศึกษาเชิงผลลัพธ์ให้เกิดความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง และให้การประเมินบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่ออกแบบไว้ในผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ค.อ.บ. 5 ปี) การประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้มี 5 สมรรถนะหลัก ได้แก่ การเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง การตอบสนองและมีส่วนร่วม การอธิบายหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ การปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ และการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์ การออกแบบกระบวนการของการศึกษาเชิงผลลัพธ์ประกอบไปด้วย การออกแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการออกแบบการประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประกอบไปด้วยแบบประเมิน (รูบริค) ใบงาน และการตั้งคำถามเพื่ออธิบายถึงสาเหตุของปัญหาและการแก้ปัญหา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลข้อมูลคือสัดส่วนร้อยละของผู้เรียนที่บรรลุระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง กลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่เรียนในรายวิชาทางด้านไฟฟ้ารถยนต์ จำนวน 23 คน จากผลการวิจัยพบว่า ด้านการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง การตอบสนองและมีส่วนร่วม ผู้เรียนทั้งหมด 23 คน สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังไว้ แรงจูงใจในการเรียนเกิดจากผู้สอนอธิบายให้ผู้เรียนเห็นถึงภาพรวมของการเรียนการสอนทั้งหมด ผู้เรียนรับทราบเกณฑ์การประเมินทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นสนใจการเรียนมากยิ่งขึ้น ด้านการอธิบายหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ และการปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ มีผู้เรียนที่ไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวน 11 คน คิดเป็น 47.8% และจำนวน 7 คน คิดเป็น 30.45% ด้านการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์ มีผู้เรียนที่ไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวน 9 คน คิดเป็น 39.13% เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องระดับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ไม่เท่ากัน กรอบเวลาการจัดการเรียนการสอน ข้อจำกัดในการใช้เครื่องมือประเมินเป็นครั้งแรก ทำให้ผู้เรียนบางส่วนไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังได้ ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้วิจัยต้องปรับปรุงและพัฒนาต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: การศึกษาเชิงผลลัพธ์; ความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง; การประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้; การปฏิบัติงานทางด้านยานยนต์

1. บทนำ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มุ่งเน้นในการสร้างบัณฑิตครูทางอาชีวศึกษา พัฒนาบัณฑิตเป็นนวัตกร (Technologist) และนักจัดการเรียนรู้ (Educator) จากแบบสำรวจข้อมูลผู้ใช้บัณฑิตและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) ของภาควิชาพบว่านักศึกษาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ค.อ.บ. 5 ปี) ยังมีทักษะทางการปฏิบัติ (Hands-on) ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานทางด้านงานบริการยานยนต์ เช่น การใช้เครื่องมือช่างในงานบริการยานยนต์ การใช้เครื่องมือวัดละเอียด และความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ไม่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้บัณฑิต เพื่อปรับปรุงและพัฒนากระบวนการในการจัดการเรียนการสอน จึงได้นำแนวทางการพัฒนาระบบทางด้านการเรียนการสอน ในรูปแบบของการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นสำคัญ (Outcome Based Education: OBE) ซึ่งเป็นระบบทางการศึกษาที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีนำมาใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอน

การออกแบบกระบวนการของการศึกษาเชิงผลลัพธ์ เน้นที่การสัมฤทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบได้แก่ ผลลัพธ์การเรียนรู้ (Objectives and learning outcomes) กิจกรรมการเรียนรู้ (Teaching / Learning approaches) และการประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ (Assessment method) โดยในการออกแบบจะต้องให้องค์ประกอบทั้ง 3 มีความสอดคล้องเชื่อมโยงไปในทิศทางเดียวกัน ความเชื่อมโยงที่กล่าวมานี้เรียกว่า “Constructive alignment” (Biggs & Tang, 2011, p. 105) เมื่อเปรียบเทียบถึงข้อแตกต่างระหว่างการศึกษาเชิงผลลัพธ์ และการศึกษาเชิงผลผลิต (Output based education) พบว่า การศึกษาเชิงผลลัพธ์เน้นไปที่ความสามารถในการบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน มีการวัดและการประเมินผลอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอในทุก ๆ กิจกรรมการเรียนรู้ อาจารย์หรือผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้ชี้แนะเท่านั้น ผู้เรียนสามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ได้ในเวลาที่ไม่เท่ากัน หรือมีวิธีการเรียนรู้ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีกรอบเวลาเป็นตัวกำหนด (Dai et al., 2017, pp. 261-264)

จากข้อมูลงานวิจัยพบว่าปัจจุบันสถาบันการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้นำกระบวนการของการศึกษาเชิงผลลัพธ์ปรับใช้ในหลักสูตรการสอนเนื่องจากกระบวนการดังกล่าวทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น (Akir et al., 2012, pp. 87-92) มากกว่าการศึกษาเชิงผลผลิตที่เน้นการสอนของผู้สอนเป็นสำคัญ ผู้สอนจะยึดติดกับเนื้อหาที่ต้องสอนให้แล้วเสร็จภายในเทอมหรือปีการศึกษา ทำให้ผู้เรียนมีระดับผลการเรียนรู้ที่ไม่เท่ากัน ผู้เรียนรู้สึกว่าการเรียนการสอนเป็นความท้าทาย เปรียบเสมือนนักล่าคะแนน (Score hunter) ซึ่งมีความมุ่งหวังที่จะต้องทำคะแนนให้สูง ผลที่ได้อาจผิดเพี้ยนไปจากผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่สามารถทราบได้ว่าผลลัพธ์การเรียนรู้ที่แท้จริงคืออะไร (Pinit et al., 2022, p. 84)

เพื่อพัฒนาหลักสูตรของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำกระบวนการของการศึกษาเชิงผลลัพธ์ซึ่งประกอบไปด้วย การออกแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ (Objectives and learning outcomes) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Teaching / Learning approaches) และ การประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ (Assessment method) ไปปรับใช้ในรายวิชาการปฏิบัติงานทางด้านยานยนต์ (Automotive) ผลที่ได้จากการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการเรียนการสอนต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

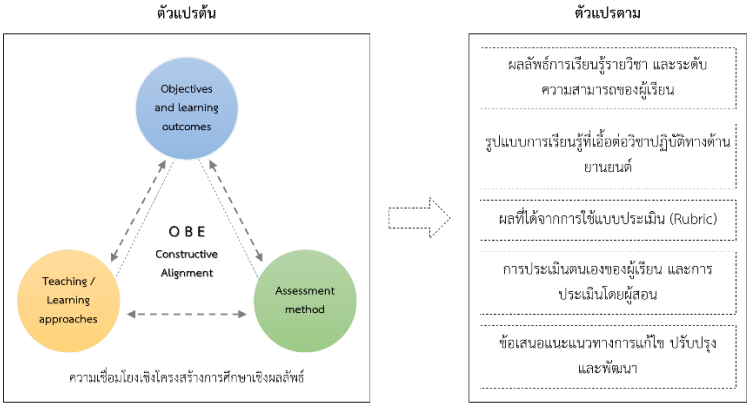
แนวคิดของความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างการศึกษาเชิงผลลัพธ์ (Outcome Based Education : OBE) เป็นการออกแบบทฤษฎีการศึกษาที่เน้นกระบวนการเพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมาย (Goal) ที่ตนเองสามารถประสบความสำเร็จได้ (Biggs & Tang, 2011, p. 106) ความมุ่งหวังดังกล่าวจึงมักเรียกว่า ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง (Learning outcome) ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนต้องรู้ และเข้าใจ สามารถประยุกต์ใช้และนำองค์ความรู้ต่าง ๆ เป็นแนวทางในการปฏิบัติเพื่อให้เกิดประโยชน์ในระยะยาว จึงทำให้ระบบการศึกษาเชิงผลลัพธ์มีข้อแตกต่างจากระบบการศึกษารูปแบบเดิมหลายประการ (Dai et al., 2017, pp. 261-264) เช่น การจัดการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับผู้เรียนที่ต้องแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่ชัดเจน มิใช่การจัดการเรียนการสอนที่อิงเนื้อหาและวิธีการสอนเป็นสำคัญ การเรียนจะถูกประเมินเมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ มิใช่ประเมินเมื่อจบรายวิชาหรือเมื่อสิ้นเทอมการศึกษา หลักสำคัญคือเรื่องของระยะเวลาจะแปรผันในขณะที่ผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนคงที่ ซึ่งต่างจากระบบเดิม (Non-OBE) ที่ระยะเวลาคงที่หรือจบที่เทอมการศึกษาแต่ผลการเรียนของผู้เรียนจะแปรเปลี่ยนตามความสามารถของผู้เรียน

Akir et al. (2012, pp. 87-92) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนของผู้เรียนที่เรียนในรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ OBE และแบบ Non-OBE ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณทางเทคโนโลยี จากผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนในหลักสูตร OBE มีค่าเฉลี่ยของผลการเรียน (Mean grade point average) ที่สูงกว่าการเรียนในรูปแบบ Non-OBE และจากงานวิจัยของ Pinit et al. (2022, p. 86) ระบุว่า สถาบันอุดมศึกษาหลายแห่งในประเทศไทยได้นำระบบการศึกษารูปแบบ OBE มาปรับใช้โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่ได้กำหนดไว้ โดยอาศัยระบบต่าง ๆ ที่ต้องถูกออกแบบให้สอดรับกับจุดมุ่งหมายนั้น ระบบหลักที่ใช้ขับเคลื่อน OBE มี 2 ระบบ คือ ระบบปฏิบัติการ (หลักสูตร และกระบวนการเรียนการสอน และการประเมิน) และระบบสนับสนุน (การบริหารจัดการ โครงสร้างและแผนงาน ทรัพยากรสนับสนุน และระเบียบ กฎ เกณฑ์) จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สอดรับกับผลดีดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้นำหลักการของ OBE สู่การออกแบบและปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมเพื่อให้ได้กระบวนการที่เป็นประโยชน์และเอื้อต่อการบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนในหลักสูตรของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกลมากยิ่งขึ้น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวความคิดในงานวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้กรอบแนวคิดและการออกแบบตามกลไกของ OBE เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงของการออกแบบ ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังไว้ในหลักสูตรได้ และเมื่อทราบปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการของการนำไปใช้ ทางผู้วิจัยจะสามารถนำปัญหาต่าง ๆ เข้าสู่กระบวนการออกแบบและปรับปรุงใหม่ โดยกรอบแนวคิดของงานวิจัยแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย

3.2 ขอบเขตของการวิจัย

3.2.1 ขอบเขตของการวิจัยด้านเนื้อหา

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยกล่าวถึงแนวคิดและการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาปฏิบัติทางด้านยานยนต์ ตามแนวการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นสำคัญ (OBE) ในเนื้อหาของการออกแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ (Objectives and learning outcomes) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Teaching / Learning approaches) และ การประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ (Assessment method) จากนั้นนำกระบวนการที่ได้มีการออกแบบ ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์ผลที่ได้ตามหลักการของ Gap analysis เพื่อนำผลที่ได้ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการการออกแบบให้เหมาะสมกับการประเมินผลผู้เรียน

3.2.2 ขอบเขตของการวิจัยด้านกลุ่มเป้าหมายหรือกลุ่มที่ศึกษา

นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) ชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชา MTE 273 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้ายานยนต์ สถานีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอุปกรณ์ควบคุมการฉีดแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Engine control & EFI station) จำนวน 23 คน

3.2.3 ขอบเขตของการวิจัยด้านตัวแปรที่ต้องศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ตัวแปรต้น คือความเชื่อมโยงของโครงสร้างการศึกษาเชิงผลลัพธ์ และการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ ตัวแปรตาม คือ ระดับการบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังของผู้เรียน โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ตามสมรรถนะหลัก ได้แก่ การเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง การตอบสนองและมีส่วนร่วม การอธิบายหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ การปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ และการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการออกแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ (Objectives and learning outcomes) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Teaching / Learning approaches) การออกแบบการประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ (Assessment method) ตามโครงสร้างของ OBE Constructive alignment เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ใบประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานเทคโนโลยียานยนต์ (Analytic scoring rubric) และมีใบงาน (Job sheet) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้ที่ได้จากการเรียน และเป็นการเสริมให้ผู้เรียนสามารถเขียนขยายความในเชิงของการอรรถาธิบาย (Explain) นักศึกษาในรายวิชา จำนวน 23 คน จะได้รับการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่ได้ออกแบบในรูบริค การประเมินทักษะการปฏิบัติ เป็นการจำลองสถานการณ์ (Case study) ผลที่ได้จากการสังเกตการปฏิบัติงานจะถูกบันทึกลงในรูบริค หัวข้อการปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ ส่วนการอธิบายที่แสดงให้เห็นถึงสาเหตุของปัญหา (Probing questions / Discussion) จะถูกบันทึกลงในหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ และการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์ จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เรียนทั้งหมดแจกแจงด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อหาสัดส่วนร้อยละ และค่าเฉลี่ยตามระดับ (Level) ในรูบริค คำนวณสัดส่วนร้อยละของผู้เรียนตามเกณฑ์สมรรถนะทั้ง 5 ด้าน การออกแบบโครงสร้างของการศึกษาเชิงผลลัพธ์ แสดงรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การออกแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ (Objectives and learning outcomes)

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล เป็นหลักสูตรที่จัดให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้ ทักษะ ทัศนคติ โดยเฉพาะจิตสำนึกของความเป็นครูช่างด้วยการผสมผสานศาสตร์ทางวิชาชีพ การสอนและศาสตร์ทางวิชาชีพวิศวกรรมควบคู่กันไป มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ดังนี้ PLO1 จัดการเรียนรู้ในการพัฒนา/ยกระดับสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะทางของผู้เรียน/ผู้รับการอบรมในภาคผลิตและบริการได้ PLO2 ปฏิบัติงานพื้นฐานทางวิศวกรรมเครื่องกลได้ และ PLO3 แก้ปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกลได้ PLO4 แสดงคุณลักษณะการเป็นแบบอย่างที่ดีในวิชาชีพ (Department of Mechanical Technology Education, 2019, pp. 10-11) เพื่อให้สามารถผลิตบัณฑิตตามคุณลักษณะที่ได้กล่าวมาข้างต้น คณะกรรมการหลักสูตรจึงได้กำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา MTE 273 Automotive electrical system ดังแสดงได้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตรกับผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (PLO Curriculum mapping) วิชา MTE 273 Automotive electrical system

รายวิชา	PLO 1						PLO 2				PLO 3			PLO 4		
	1A	1B	1C	1D	1E	1F	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	4A	4B	4C
MTE 273 Automotive Electrical System	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	2	-	-	1	-

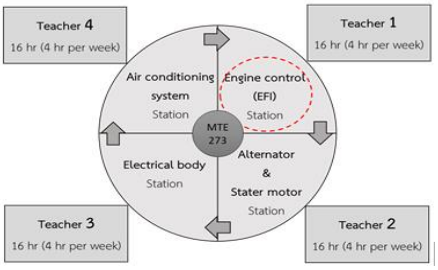
จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตรกับผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา โดยในรายวิชาจะแสดงค่าระดับผลลัพธ์การเรียนที่แตกต่างกันออกไป ตามความมุ่งหวังของหลักสูตรที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามระดับที่กำหนดไว้ในแต่ละรายวิชา ระดับตัวเลขที่กำหนดจะต้องสามารถวัดและประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนออกมาได้ตามระดับความสามารถที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความสามารถของผู้เรียน

Level	ระดับความสามารถ	ความหมายโดยรวม	
		ความรู้ (Knowledge)	ทักษะ (Skill)
1	Basic	ระลึกรู้ จัดระบบความรู้ให้ง่ายต่อการเข้าใจ	ปฏิบัติตามภายใต้กรอบหรือวิธีการขั้นตอนที่ชัดเจนและมีการควบคุมดูแล
2	Developing	สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา	ลงมือปฏิบัติตามวิธีการ ขั้นตอนด้วยตนเอง
3	Competent	วิเคราะห์ แจกแจง หรือแยกแยะ ทำให้เห็นภาพความเชื่อมโยงของความรู้	สามารถลงมือปฏิบัติและแก้ไขปัญหาที่ไม่ซับซ้อน
4	Advanced	บูรณาการความรู้ เพื่อพัฒนาและแก้ปัญหาประเด็นหรือสถานการณ์ที่ซับซ้อน	สอนคนอื่นได้ หรือให้คำแนะนำคนอื่นได้ สามารถลงมือปฏิบัติและแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อน

3.3.2 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Teaching / Learning approaches)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา MTE 273 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้ายานยนต์ ผู้เรียนจะได้ใช้เครื่องมือทางไฟฟ้าในการตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้ารถยนต์ทั้งในระบบไฟฟ้าตัวถัง และระบบไฟฟ้าเครื่องยนต์ โดยผู้สอนจะเน้นให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบและสามารถจัดการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกวิธี มีครูผู้สอนจำนวน 4 ท่าน แต่ละท่านรับผิดชอบสอนในหัวข้อ ตามที่ได้รับมอบหมาย การเรียนเป็นรูปแบบการวนกลุ่ม (Circular learning) แสดงในรูปที่ 2 การเรียนในแต่ละ Station ใช้เวลาทั้งหมด 16 ชั่วโมง แบ่งเป็น 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ จากนั้นจะมีการเปลี่ยนกลุ่มและใช้เวลาเรียนเท่ากันจนครบทั้ง 4 Station การประเมินสมรรถนะของผู้เรียนได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ให้มีการทดลองใช้รูปแบบการประเมินกับกลุ่มนักศึกษาในรายวิชา MTE 273 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้ายานยนต์ สถานีระบบควบคุมเครื่องยนต์ด้วยอุปกรณ์ควบคุมการฉีดแบบอิเล็กทรอนิกส์ มีอาจารย์ผู้สอนและประเมินประจำสถานี 1 ท่าน ข้อมูลที่ได้จึงค่อนข้างมีความเที่ยงตรง นำผลการวิเคราะห์สมรรถนะของผู้เรียนที่ได้ ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือเพื่อนำไปใช้ในภาพรวมทั้งรายวิชาต่อไป

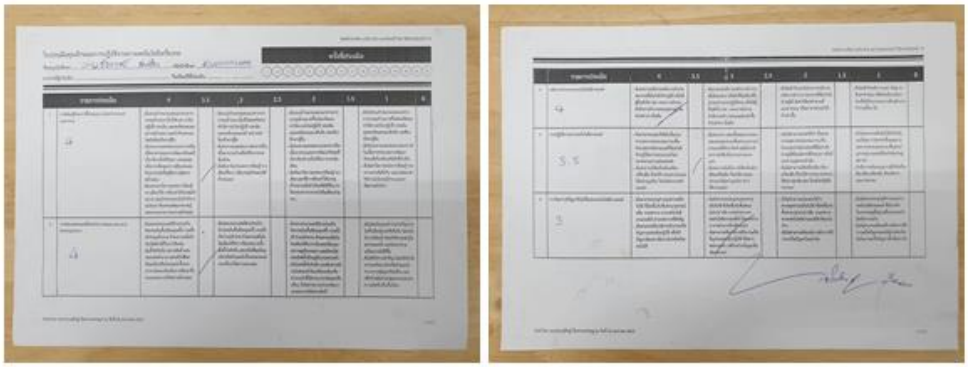


รูปที่ 2 รูปแบบการวนกลุ่ม (Circular learning) ของวิชา MTE 273 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้ายานยนต์

การจัดการเรียนรู้แบบ Circular learning มักเกิดประโยชน์แก่ผู้เรียนในด้านต่าง ๆ โดยจากงานวิจัยที่ศึกษาให้เหตุผลว่า การจัดการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนจำนวนน้อย จะทำให้รูปแบบของการสอนเปลี่ยนไปเป็นลักษณะของการให้คำปรึกษา (Mentoring) หรือ แบบโค้ช (Coaching) มากกว่าการสอนแบบปกติทั่วไปที่มีจำนวนผู้เรียนมาก (Faldessai et al., 2015, pp. 7-8) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่หลากหลายภายใต้การแนะนำจากผู้สอนในแต่ละสถานี (Work station) ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติงานและใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดได้อย่างทั่วถึง (Othman et al., 2014, p. 5) และในมุมของผู้สอนจะสามารถทราบถึง Feedback ที่แสดงถึงอารมณ์ ปฏิกิริยา ความสามารถด้านการปฏิบัติงานได้ในทันที

3.3.3 การออกแบบการประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ (Assessment method)

การออกแบบใบประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนเน้นการลงมือปฏิบัติ (Active learning) ดังนั้น การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยการประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) จึงจำเป็นต้องมีการชี้ชัดถึงคุณลักษณะหรือคุณภาพในการปฏิบัติงานของผู้เรียน สามารถแยกหรือแบ่งผู้เรียนออกเป็นระดับตามความสามารถ การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring rubric) เป็นเครื่องมือที่มีความชัดเจน สามารถแสดงเกณฑ์หรือคำอธิบายที่มีความเฉพาะเจาะจงตามคุณลักษณะของผู้เรียน (Brookhart, 2013, pp. 5-7) ใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring rubrics) โดยการออกแบบรูบริคประกอบไปด้วยสมรรถนะหลักดังต่อไปนี้



รูปที่ 3 ตัวอย่างใบประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ (Rubric)

3.3.3.1 การเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง (Self directed learning) ในการประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะด้านการปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย จำเป็นต้องมีการกำหนดจุดมุ่งหมาย ตลอดจนเลือกวิธีการเรียนจนถึงการประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ โดยได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่น เช่น อาจารย์ผู้สอน หรือ เพื่อนร่วมชั้นเรียน หรืออาจจะไม่ได้รับการช่วยเหลือก็ตาม (Siriwongs, 2015, p. 2077) และการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเองจะเด่นชัดขึ้น (Conspicuous) เมื่อผู้เรียนใช้ประสบการณ์ในการจัดการกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นตามสภาพจริง

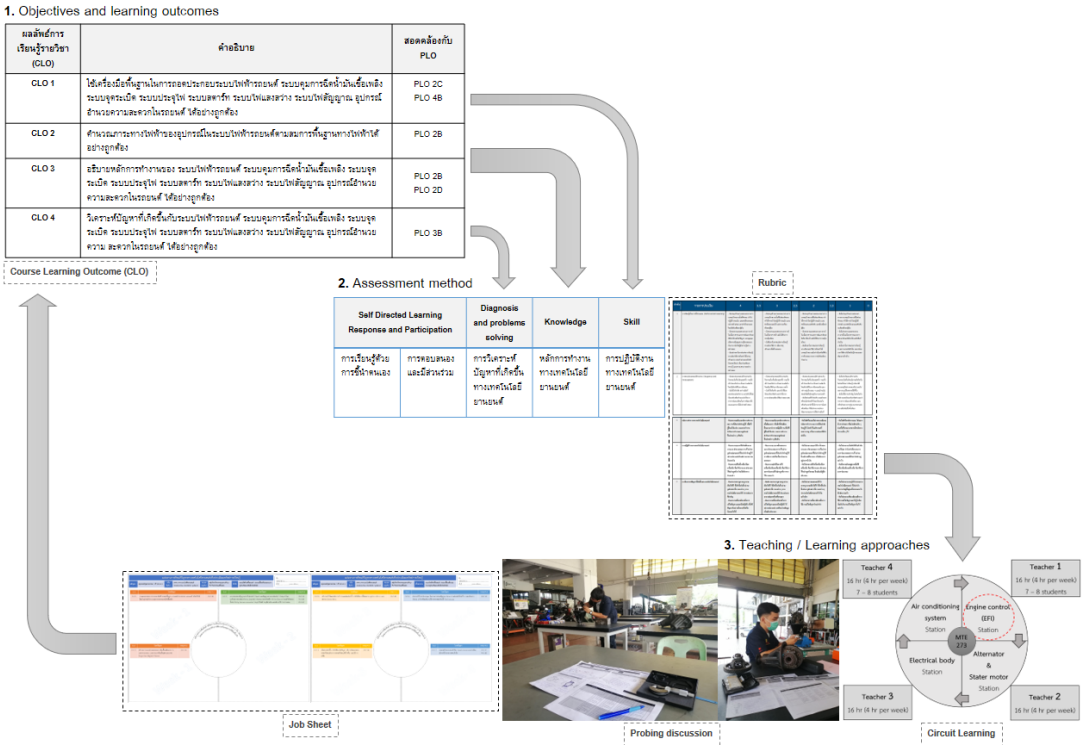
3.3.3.2 การตอบสนองและมีส่วนร่วม (Response and participation) เป็นส่วนที่สำคัญสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาทางด้านการปฏิบัติ จากงานวิจัยของ Karpin and Mahmudatussaadah (2020, p. 51) ระบุว่า การตอบสนองและการมีส่วนร่วมที่มากขึ้นจะสามารถชักจูงให้ผู้เรียนมีความสนใจในกระบวนการของการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้น ตลอดจนมีการสอดแทรกกิจกรรมในการเรียนต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถามและการคัดเลือกตัวแทน (Question & individual vote) การอภิปรายกลุ่ม (Peer & whole class discussion)

3.3.3.3 การอธิบายหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ ผู้เรียนจะต้องใช้ทักษะการนำเสนอและการอธิบายเพื่อให้สามารถประเมินความรู้ (Knowledge) ในระดับขั้นความจำ (Remembering) และความเข้าใจ (Understanding) ตามระดับขั้นการเรียนรู้ของ Bloom's taxonomy (Armstrong, 2010, p. 1)

3.3.3.4 การปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ เพื่อประเมินความสามารถทางด้านการปฏิบัติ (Technical skill) ทั้งด้านการใช้เครื่องมือในการถอดประกอบชิ้นส่วน การอ่านคู่มือซ่อม การอ่านแผนภาพวงจรไฟฟ้า การปฏิบัติงานได้ตรงตามเวลาที่กำหนด และการปฏิบัติงานตรงตามมาตรฐานความปลอดภัย

3.3.3.5 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์ (Diagnosis and problems solving) เมื่อพิจารณาจากรูปแบบการเรียนการสอนรายวิชาทางด้านยานยนต์ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล จะเห็นได้ว่า วิชา MTE 273 เทคโนโลยีระบบไฟฟ้ายานยนต์ เป็นวิชาสุดท้ายทางด้าน Automotive ดังนั้น ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังจึงต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ทั้งความรู้และทักษะการปฏิบัติแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจำลองสถานการณ์ (Case study) เพื่อนำไปสู่ทักษะการวิเคราะห์ปัญหา (Diagnosis) ที่เกิดขึ้นในจริงในยานยนต์ได้

3.3.4 สรุปความเชื่อมโยงของ OBE Constructive alignment ที่ได้มีการออกแบบไว้

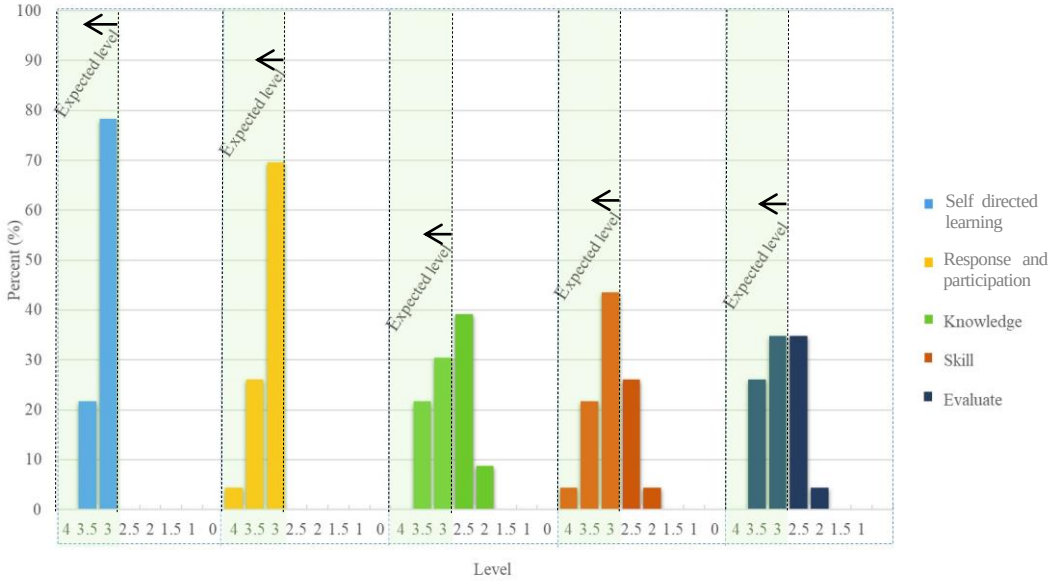


รูปที่ 4 ภาพรวมการออกแบบรายวิชาตามโครงสร้างของ OBE

เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของโครงสร้าง OBE (OBE Constructive alignment) จากการออกแบบในรายวิชามากยิ่งขึ้น รูปที่ 4 แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของ 1) ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (CLO) กับ ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLO) ต่อเนื่องไปยัง 2) วิธีการวัดและการประเมินผล ที่ใช้ Rubric ในการประเมินคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้เรียน และแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องระหว่าง PLO กับ เกณฑ์การประเมินใน Rubric จากนั้น 3) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้รูปแบบของ Circuit learning โดยการประเมินทักษะการปฏิบัติ (Skill) จะใช้วิธีการสังเกตการปฏิบัติงาน ส่วนการประเมินด้านความรู้ ความจำและการอธิบายใช้การตั้งคำถามหรือการอธิบายที่แสดงให้เห็นถึงสาเหตุของปัญหา (Probing questions / Discussion) มีใบงาน (Job sheet) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้ที่ได้จากการเรียน และเป็นการเสริมให้ผู้เรียนสามารถเขียนขยายความในเชิงของการอรรถาธิบาย (Explain)

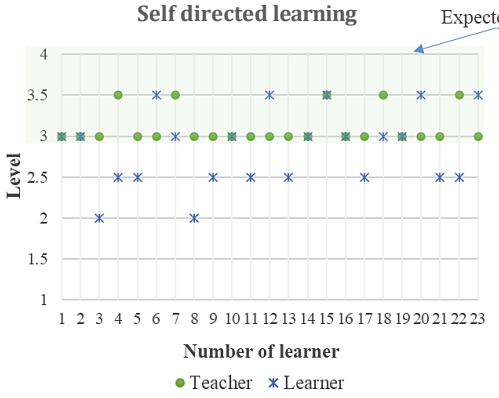
4. ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อนำกระบวนการของการศึกษาเชิงผลลัพธ์ ประกอบไปด้วย การออกแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ (Objectives and learning outcomes) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Teaching / Learning approaches) และการประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ (Assessment method) ปรับใช้ในรายวิชาการปฏิบัติงานทางด้านยานยนต์ และเมื่อวิเคราะห์ถึงความเชื่อมโยงของกระบวนการพบว่า กระบวนการที่ได้ออกแบบมีความเชื่อมโยงตามโครงสร้างของ OBE Constructive alignment ดังแสดงได้ตามรูปที่ 4 จากการออกแบบการประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ ทำให้ได้มาซึ่งใบประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ (Rubric) ประกอบไปด้วยสมรรถนะทั้ง 5 ด้าน

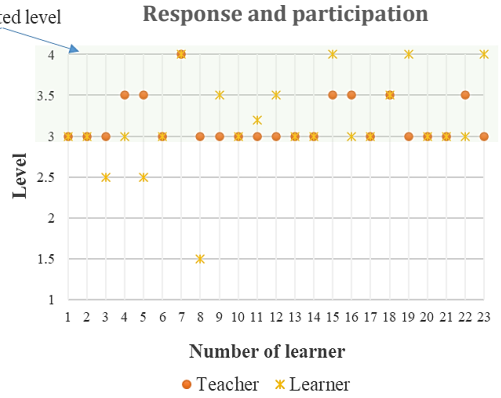


รูปที่ 5 กราฟแสดงสัดส่วนร้อยละการประเมินระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ภาพรวมโดยผู้สอน

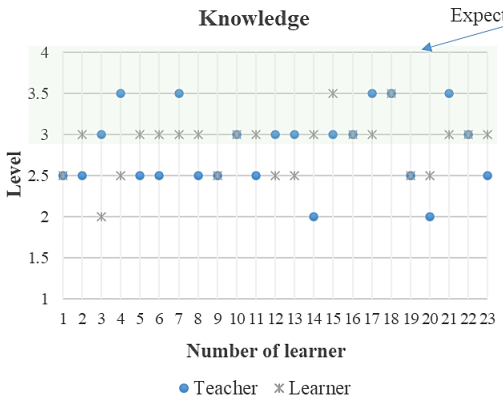
ผลที่ได้จากการประเมินด้วย Rubric แสดงได้ดังรูปที่ 5 จากสัดส่วนการประเมินในแต่ละสมรรถนะ โดยผลของการประเมินการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง (Self directed learning) ผู้เรียนมีผลการประเมินในระดับ 3 จำนวน 18 คน คิดเป็น 78.3% ของผู้เรียนทั้งหมด และมีผลการประเมินในระดับ 3.5 จำนวน 5 คน คิดเป็น 21.7% ของผู้เรียนทั้งหมด โดยผลการประเมินผู้เรียนทั้งหมดสามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง การตอบสนองและมีส่วนร่วม (Response and participation) ผู้เรียนมีผลการประเมินในระดับ 4 จำนวน 1 คน คิดเป็น 4.35% มีผลการประเมินในระดับ 3.5 จำนวน 6 คน คิดเป็น 26.1% และมีผลการประเมินในระดับ 3 จำนวน 16 คน คิดเป็น 69.6% อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาในหัวข้อหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ (Knowledge) ผู้เรียนมีผลการประเมินในระดับ 3.5 จำนวน 5 คน คิดเป็น 21.7% มีผลการประเมินระดับ 3 จำนวน 7 คน คิดเป็น 30.4% แต่ยังคงมีผู้เรียนส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังได้ จำนวน 11 คน คิดเป็น 47.8% การปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ (Skill) ผู้เรียนมีผลการประเมินในระดับ 4 จำนวน 1 คน คิดเป็น 4.35% มีผลการประเมินในระดับ 3.5 จำนวน 5 คน คิดเป็น 21.7% มีผลการประเมินระดับ 3 จำนวน 10 คน คิดเป็น 43.5% แต่ยังคงมีผู้เรียนส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังได้ จำนวน 7 คน คิดเป็น 30.45% การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์ (Diagnosis and problems solving) ผู้เรียนมีผลการประเมินในระดับ 3.5 จำนวน 6 คน คิดเป็น 26.1% มีผลการประเมินระดับ 3 จำนวน 8 คน คิดเป็น 34.8% แต่ยังคงมีผู้เรียนส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังได้ จำนวน 9 คน คิดเป็น 39.15% ของผู้เรียนทั้งหมด จากปัญหาที่ผู้เรียนไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังได้ ตามที่กล่าวในข้างต้น ทางผู้วิจัยจึงได้ใช้ข้อมูลของการประเมินตนเองที่ผู้เรียนได้มีการประเมินไว้ก่อนเข้าสู่กระบวนการการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาถึงช่องว่าง (Gap analysis) ตามข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนมีการประเมินตนเองตามสภาพจริง แสดงได้ดังรูปที่ 6 - 7



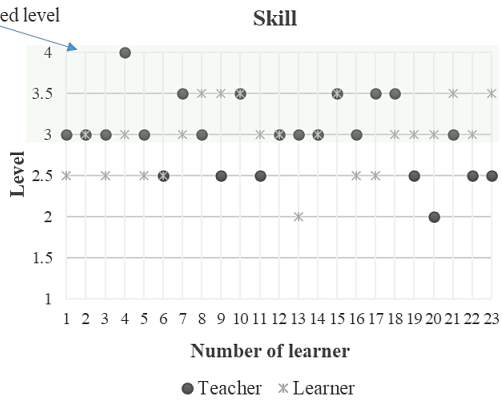
(ก) ผลการประเมินด้านการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง



(ข) ผลการประเมินด้านการตอบสนองและมีส่วนร่วม

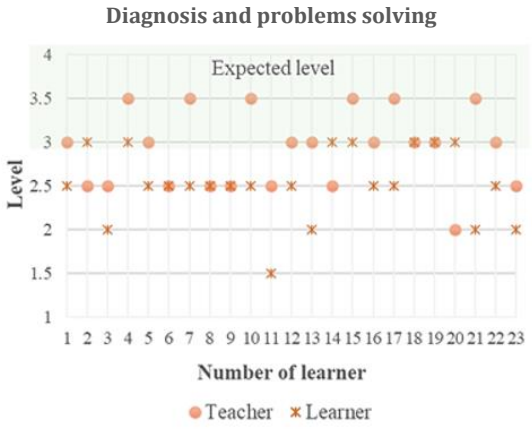


(ค) ผลการประเมินด้านความรู้



(ง) ผลการประเมินด้านการปฏิบัติงาน

รูปที่ 6 ผลการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง ด้านการตอบสนองและมีส่วนร่วม ด้านความรู้ และด้านการปฏิบัติงานโดยผู้สอนและผู้เรียน



รูปที่ 7 ผลการประเมินด้านการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์โดยผู้สอนและผู้เรียน

จากรูปที่ 6 การประเมินตนเองของผู้เรียน (ก) ด้านการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง (ข) ด้านการตอบสนองและมีส่วนร่วม (ค) ด้านความรู้ และ (ง) ด้านการปฏิบัติงานพบว่า มีผู้เรียนที่ประเมินว่าตนเองสามารถผ่านระดับการเรียนรู้ที่คาดหวังได้จำนวน 13 คน 20 คน 15 คน และ 16 คน คิดเป็น 56.52%, 86.96%, 65.22 % และ 69.57% ตามลำดับ มีผู้เรียนที่ประเมินว่าตนเองไม่สามารถผ่านผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวน 10 คน 3 คน 8 คน และ 7 คน คิดเป็น 43.48%, 13.04%, 34.78% และ 30.43% ตามลำดับ ในส่วนของการประเมินโดยผู้สอน มีผู้เรียนที่สามารถผ่านผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวน 23 คน 23 คน 12 คน และ 16 คน คิดเป็น 100%, 100%, 52.17% และ 69.57% ตามลำดับ มีผู้เรียนที่ไม่ผ่านผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง จำนวน 0 คน 0 คน 11 คน และ 7 คน คิดเป็น 0%, 0%, 47.83% และ 30.43% ตามลำดับ

จากรูปที่ 7 การประเมินตนเองของผู้เรียนด้านการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์พบว่า มีผู้เรียนจำนวน 7 คน คิดเป็น 30.43% ประเมินว่าตนเองสามารถผ่านระดับการเรียนรู้ที่คาดหวังได้ มีผู้เรียนจำนวน 16 คน คิดเป็น 69.57% ที่ประเมินว่าตนเองไม่สามารถผ่านผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง ในส่วนของผู้สอนประเมิน มีผู้เรียนจำนวน 14 คน คิดเป็น 60.87% ที่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังได้ แต่มีผู้เรียนจำนวน 9 คน คิดเป็น 39.13% ที่ไม่ผ่านผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาปฏิบัติทางด้านยานยนต์ ตามแนวทางของ OBE Constructive alignment ซึ่งประกอบไปด้วย การออกแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ (Objectives and learning outcomes) ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (CLO) กับ ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLO) ซึ่งสามารถเชื่อมโยงไปยังการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Teaching / Learning approaches) โดยเป็นการเรียนเป็นรูปแบบการวนกลุ่ม (Circular learning) ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นที่จะเข้าสู่กระบวนการการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น การประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ (Assessment method) เป็นการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยรูบริคที่ได้มีการออกแบบไว้ ตาม 5 สมรรถนะหลัก ได้แก่ การเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง การตอบสนองและมีส่วนร่วม การอธิบายหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ (ความรู้) การปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ และการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์

จากรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าทางด้านการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง ด้านการตอบสนองและมีส่วนร่วม ผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลการประเมินตนเองอยู่ในระดับบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง เพราะเมื่อผู้เรียนได้ทราบถึงเกณฑ์การประเมิน ตลอดจนการแนะนำบทเรียนจากผู้สอน จึงทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างเป้าหมายที่ชัดเจนเพื่อให้ตนเองนั้นบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังไว้ได้ นอกจากนี้ยังคงมีผู้เรียนบางส่วนที่มีการประเมินตนเองต่ำกว่าระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง ซึ่งอาจเกิดจากความไม่มั่นใจหรือไม่แน่ใจว่าตนนั้นจะสามารถบรรลุเป้าหมายตามความต้องการของผู้สอนได้หรือไม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sotthayakom et al. (2018, p. 768) แต่เมื่อผู้เรียนได้เข้าสู่กระบวนการการเรียนการสอน ผู้เรียนทั้งหมดแสดงออกให้เห็นถึงความตั้งใจ มีความสนใจและมีความกระตือรือร้นต่อกระบวนการเรียนการสอน (Thammawattana, 2012, p. 17) เมื่อพิจารณาการประเมินในมุมของผู้สอนทำให้ผู้เรียนทั้งหมดสามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังได้ เมื่อเข้าสู่กระบวนการของการลงมือปฏิบัติ ผู้เรียนจะต้องใช้ทั้งความรู้และทักษะทางด้านยานยนต์ ประมวลผลความรู้ที่ได้จากการเรียนในภาคทฤษฎีเข้าสู่กระบวนการของการลงมือปฏิบัติ อีกทั้งผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการตอบคำถามโดยจะต้องอธิบายถึงหลักการการทำงานของวงจรอุปกรณ์ ในส่วนนี้จะเป็นการประเมินด้านการอธิบายหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ (ความรู้) ส่วนการประเมินด้านการปฏิบัติงาน (Skill) จะมีการสังเกตการณ์โดยผู้สอน พิจารณาตามหลักเกณฑ์ที่ปรากฏอยู่ใน Rubric เช่น การปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอนภายในระยะเวลาที่กำหนด ตลอดจนการใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย เป็นต้น เมื่อผู้เรียนบางส่วนที่ไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังได้ ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจาก ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้ไม่เท่ากัน จากการสังเกตการตอบคำถามของผู้เรียนที่ไม่บรรลุผลลัพธ์การเรียนพบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการคำนวณ และการอธิบายไม่ได้เป็นไปตามความเข้าใจ (Understanding) แต่เป็นไปตามการดูจากเอกสารประกอบการเรียน ผู้เรียนไม่สามารถระลึก (Remembering) ในเนื้อหาหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจ อีกประเด็นหนึ่งที่เห็นได้ชัดเจนเนื่องจากเนื้อหาของรายวิชา Automotive โดยเฉพาะระบบไฟฟ้าเครื่องยนต์ จะมีศัพท์ทางเทคนิค (Technical terms) และตัวอักษรย่อของอุปกรณ์ สีสายไฟ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า ค่อนข้างมาก ยากต่อการที่ผู้เรียนจะจดจำให้ได้ทั้งหมด ด้วยเหตุนี้ผู้เรียนจึงไม่สามารถอธิบายเพื่อให้บรรลุตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังได้ ในขณะเดียวกันทักษะการปฏิบัติจะต้องมีความรู้ทางด้านทฤษฎีมาใช้เพื่อเป็นหลักอ้างอิง เมื่อไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังทางด้านทฤษฎีได้ ความสามารถในการปฏิบัติงานจึงเป็นไปได้ค่อนข้างยาก ผู้เรียนจึงแสดงขั้นตอนในการปฏิบัติงานได้ไม่ครบถ้วน บางส่วนไม่สามารถปฏิบัติงานได้ถึงแม้มีเอกสารหรือคู่มือประกอบ และถึงแม้จะมีผู้เรียนบางส่วนที่สามารถปฏิบัติงานได้ แต่ไม่ทันตามระยะเวลาที่ผู้สอนกำหนดไว้ในส่วนของการประเมินด้านการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์ จากรูปที่ 7 เมื่อพิจารณาควบคู่กับผลการประเมินด้านความรู้จะเห็นได้ว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ที่ไม่บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นผลต่อเนื่องมาจากความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาทฤษฎีอยู่ในระดับน้อย การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์จำเป็นต้องใช้ความรู้ความเข้าใจทางด้านทฤษฎี ผ่านการเชื่อมโยงสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ อีกทั้งผู้เรียนจะต้องอธิบายได้ถึงสาเหตุของการเกิดปัญหา แจกแจงเพื่อจัดลำดับหรือหมวดหมู่ของความสำคัญ ดังนั้นเมื่อผู้เรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจทางด้านทฤษฎี การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์จึงเป็นไปได้ค่อนข้างยาก

6. ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลดังกล่าวที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ ทั้งเรื่องของการกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล สามารถนำไปปรับใช้กับรายวิชาอื่น ๆ ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ โดยต้องคำนึงถึงหลักความเชื่อมโยงของโครงสร้าง OBE Constructive alignment เป็นสำคัญ ตามที่ผู้วิจัยนำเสนอในรูปที่ 4 ซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนเกิดความชัดเจนและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อปรับปรุงงานวิจัยในครั้งต่อไป ทางผู้วิจัยไม่สามารถละทิ้งประเด็นเรื่องของความคลาดเคลื่อนในการใช้ Rubric ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจาก คำอธิบายในเกณฑ์สมรรถนะที่ต้องมีการปรับปรุง ทั้งในเรื่องของคำเชิงลบ (Negative terms) โดยจากงานวิจัยของ Tierney and Simon (2004, p. 6) กล่าวว่า คำอธิบายที่ใช้ใน Rubric ควรหลีกเลี่ยงคำอธิบายที่แสดงถึงปัญหา (Problem criterion) แต่ใช้คำอธิบายที่แสดงถึงความสำเร็จ (Suggested correction) หรือสิ่งที่ทำได้แทน เช่น “ฉันสามารถบอกอธิบายหลักการทำงานของอัลเทอร์เนเตอร์ได้แต่ไม่ครบถ้วน” เปลี่ยนเป็น “ฉันสามารถบอกอธิบายหลักการทำงานของอัลเทอร์เนเตอร์ได้บางส่วน” นอกเหนือจากประเด็นเรื่องของคำอธิบายในเกณฑ์สมรรถนะแล้ว โดยทั่วไปการประเมินผลในรายวิชามักถูกจำกัดด้วยเวลา (Time-based learning) เช่น ต้องวัดและประเมินผลให้เสร็จสิ้นภายในเทอมการศึกษา หรือปีการศึกษา แต่เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีระดับความสามารถในการเรียนรู้ไม่เท่ากัน (Learning curve) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pusic et al. (2016, p. 1040) กล่าวว่า โดยปกติแล้วการประเมินย่อมมีผู้เรียนบางส่วนที่ไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ได้ ผู้สอนจะต้องเตรียมรูปแบบของการเรียนการสอนเพิ่มเติม เช่น การจัดหลักสูตรระยะสั้น หรือ แม้กระทั่งการปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการสอน เพื่อเพิ่มเติมในสิ่งที่ผู้เรียนยังขาดอยู่โดยพิจารณาควบคู่กับผลจากการทำ Gap analysis เพื่อให้ทราบถึงช่องว่างของระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนและระดับของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ผู้วิจัยจะได้ทราบว่าควรจะต้องเพิ่มเติมเนื้อหาความรู้ในระดับใดจากปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ทำให้ทราบถึงข้อบกพร่องต่าง ๆ ในกระบวนการของการออกแบบและการประเมิน ดังนั้นควรมีกลไกหรือแนวทางอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อรองรับผู้เรียนที่ไม่ผ่านผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง หรือควรมีการประเมินในระหว่างการเรียนเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้สามารถติดตามผลการเรียนของผู้เรียนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันรูปแบบของการจัดการเรียนรู้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น จากงานวิจัยของ Tanprasert (2021, p. 42) กล่าวว่ารูปแบบในการเรียนของ Micro–Credential (MC) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นเรื่องการรองรับความสามารถ มากกว่าวิธีการและเวลาในการเรียนรู้ มีความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงกระบวนการการเรียนการสอนและปรับปรุงงานวิจัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Akir, O., Eng, T., & Malie, S. (2012). Teaching and learning enhancement through outcome-based education structure and technology e-learning support. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 62*, 87–92.

Armstrong, P. (2010). *Bloom’s taxonomy.* https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy

Biggs, J. & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university*. (4th ed). McGraw-Hill Education.

Brookhart, S. (2013). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. ASCD.

Dai, H., Wei, W., Wang, H., Wong, T. (2017). Impact of outcome-based education on software engineering teaching: a case study. In S. Lord (Ed.), *2017 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 261-264). IEEE.

Department of Mechanical Technology Education. (2019). *Curriculum of bachelor of science in industrial education, mechanical engineering 5 years program, revised B.E. 2563*. https://mte.kmutt.ac.th/bachelor.html. (in Thai)

Faldessai, N., Dharwadkar, A., & Mohanty, S. (2014). Objective-structured practical examination : A tool to gauge perception and performance of students in Biochemistry. *Asian Journal of Multidisciplinary Studies. 2*(8), 32-38.

Karpin, & Mahmudatussaadah, A. (2020). Student response - based learning: A strategy for improving student participation in learning. *Journal of Innovation of Vocational Technology Education*, *16*(1), 42-52.

Mongkolteeradech, M. (2018). *Outcome-based educatio*n. https://celt.li.kmutt.ac.th/km/index.php/outcomebased-triangle/comment-page-1/ (in Thai)

Othman, Z., Ya'acob, A., Azman, H., Thang, S. M., Syed Kamarulzaman, S., Hamin Stapa, S., & Wan Mohamad, W. N. A. (2014). Circuit learning-teacher's and student's reactions to an innovative approach in language teaching. *Journal of Institutional Research South East Asia***.** *12*(2), 5-21.

Pinit, P., Anmanatarkul, A., & Meearsa, J. (2020). Outcome-based grading in an outcome-based education. *Walailak Journal of Learning Innovations, 6*(2), 59-96. (in Thai)

Pusic, M. V., Boutis, K., Hatala, R., & Cook, D. A. (2016). Learning curves in health professions education." *Academic nedicine, 90*(8), 1034-1042.

Siriwongs, P. (2015, February). Developing student' learning ability by dint of self – directed learning. *7th World Conference on Educational Sciences (WCES - 2015)* (pp. 2074-2079). Novotel Athens Convention Center, Greece., 2074-2079.

Sotthayakom, P., Yoelao, D., & Suwanmonkha, S. (2018). Instructional factors of teachers: Instructional leaders and principals' perspective. *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 11*(1), 759-772. (in Thai)

Tanprasert, K. (2021). Micro-credentials for professional development for educator. *Journal of Learning Innovation and Technology (JLIT), 1*(1), 33-43.

Thammawattana, M. (2012). Motivation strategies to efficacy in classroom: Case study of students to practice the teaching in school, Faculty of Education, Burapha University. *Journal of Education, 23*(3), 17-26. (in Thai)

Tierney, R., & Simon, M. (2004). What's still wrong with rubrics: Focusing on the consistency of performance criteria across scale levels. *Practical Assessment Research & Evaluation*, *9*(2), 1-10.