

การพัฒนาชุดจำลองการทำงานของระบบปรับอากาศซิลเลอร์ ในรายวิชาการ ทำความเย็นและปรับอากาศ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

The development of chiller system simulator package for refrigeration and
air-conditioning course, Faculty of Industry and Technology,
Rajamangala University of Technology Isan

โอสอท คนเชื้อ^{1*}
Osot Khonsue^{1*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาการทำความเย็นและปรับอากาศ ก่อนและหลังด้วยชุดจำลองการทำงานของระบบซิลเลอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ ผู้เรียนโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล ชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน และผู้เรียนโปรแกรมวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 จำนวน 20 คน รวมทั้งสิ้น 40 คน คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดจำลองการทำงานของระบบปรับอากาศซิลเลอร์ แบบทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test พบว่า คะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น แสดงว่าชุดจำลองการทำงานของระบบซิลเลอร์ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่อุปกรณ์ ลำดับการทำงาน วงจรไฟฟ้าควบคุมและสามารถหาสาเหตุข้อบกพร่องของระบบปรับอากาศซิลเลอร์ดีขึ้น และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์กับระบบปรับอากาศซิลเลอร์ขนาดใหญ่ในอนาคตได้

คำสำคัญ: ชุดจำลอง การทำงานของระบบซิลเลอร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการทำความเย็นและปรับอากาศ

Abstract

The objectives of this research were to study and compare learning achievement of students studying in the course of refrigeration and air-conditioning employing the simulator package of chiller system. The samples of the study consist of forty students. Twenty samples were from forth-year mechanical technology students (MTR4B) and the other twenty samples were from third-year mechanical engineering students (MER3B), registering in the course of refrigeration and air-conditioning at RMUTI SKC. The study was a pretest - posttest designed experiment. The simulator package of

¹ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

¹ Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan

* Corresponding author. E-mail: osot.kh@rmuti.ac.th

chiller system and the pretest and posttest were used as the research instruments. The data were statistically analyzed using mean, standard deviation, and dependent sample t-test. The results showed that the developed simulator package of chiller system could help students understand the operating process and electrical control system better. Moreover, the students could identify the cause of defects in the air conditioning system chillers better as well. Regarding the comparison of the pretest and posttest scores, the mean scores of the post-test were higher than those of the pretest. It was revealed that the students' learning achievement was significantly higher at level 0.01 after implementing the developed simulator package of chiller system in the classroom. Additionally, the students can also apply their knowledge to large-scale chiller systems in the future

Keywords: simulator package, chillers system, learning achievement, refrigeration and air-conditioning course

บทนำ

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่างๆ มีการพัฒนาเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ใช้การควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และเมื่อเกิดข้อบกพร่องระบบจะแจ้งเตือนให้ผู้ดูแลทราบ การบำรุงรักษาง่ายจึงสะดวกขึ้นปัจจุบันมีการแข่งขันในด้านการให้บริการต่างๆ สูงมากไม่ว่าจะเป็นศูนย์การค้าขนาดใหญ่ทั้งชายฝั่งและชายฝั่งซึ่งมีแทบทุกจังหวัด เพื่อดึงดูดให้ลูกค้ามาใช้บริการ จึงต้องติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อให้เกิดความสบายขณะที่มาใช้บริการ ไม่ว่าจะเป็นห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่หรือขนาดกลาง จะใช้ระบบปรับอากาศเป็นชนิดเลอร์ ซึ่งมีระบบการทำงานที่ซับซ้อนกว่าเครื่องปรับอากาศธรรมดาที่ใช้ตามอาคารสำนักงานต่างๆ การที่จะดูแลควบคุมการทำงานหรือบำรุงรักษาระบบปรับอากาศชนิดเลอร์นั้นจะต้อง เข้าใจหลักการทำงานของระบบ ขั้นตอนการเดินเครื่อง การวิเคราะห์แก้ไขปัญหาและการบำรุงรักษา จะต้องมีความรู้พื้นฐานและเข้าใจระบบทำงานของระบบชนิดเลอร์เป็นอย่างดี จากสภาพการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาการทำความเย็นและปรับอากาศในหัวข้อระบบไฟฟ้าควบคุม เป็นการทำงานของระบบปรับอากาศชนิดเลอร์

ซึ่งจัดการเรียนการสอนในรายวิชานี้สำหรับผู้เรียนระดับปริญญาตรี ผู้เรียนโปรแกรมเทคโนโลยีเครื่องกลชั้นปีที่ 4 (MTR4B) และผู้เรียนโปรแกรมวิศวกรรมเครื่องกลชั้นปีที่ 3 (MER3B) จากเดิมการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาการทำความเย็นและปรับอากาศใช้สื่อการสอนด้วยเครื่องฉายภาพสไลด์และเอกสารประกอบการเรียนการสอน ผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากสื่อไม่สามารถดึงดูดความสนใจ ไม่กระตุ้นให้ตื่นตัวในการเรียนรู้และนำไปใช้ จึงทำให้ผู้เรียนไม่สนใจ ดังนั้นเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนให้เกิดความเข้าใจการทำงานระบบปรับอากาศชนิดเลอร์มากขึ้นตลอดจนเรียนรู้ขั้นตอนลำดับการทำงานหรือใช้เวลาในการเรียนรู้มากขึ้นสำหรับผู้เรียนที่เรียนไม่ทันอาจจะใช้บททวนการทำงานให้มีความเข้าใจมากขึ้นและระบบมีขนาดใหญ่อุปกรณ์อยู่คนละที่ จากสภาพและปัญหาของการจัดการเรียนการสอนที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดจำลองการทำงานของระบบปรับอากาศชนิดเลอร์ ในหัวข้อระบบไฟฟ้าควบคุม เพื่อจำลองสถานการณ์ทำงานระบบปรับอากาศชนิดเลอร์ ซึ่งส่งผลดีต่อผู้เรียนโดยเฉพาะปัจจุบันมีการแข่งขันทางเศรษฐกิจและการเคลื่อนย้ายแรงงานในกลุ่มประเทศ

ในอาเซียนมากขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพื่อเตรียมความพร้อมเพื่อรับการเปลี่ยนแปลง จำเป็นต้องเร่งสร้างเสริมคุณภาพ สมรรถนะประชากรของประเทศให้มีคุณภาพให้เท่าเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้วและหาแนวทางพัฒนาปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากขึ้นและสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานต่อไป ซึ่งมีงานวิจัยที่ศึกษาเพื่อส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนสูงขึ้น ดังต่อไปนี้ Nilsook (2000) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งเป็นการสอนด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีที่สุด เนื่องจากได้เรียนรู้เหมือนกับสถานการณ์ตรง Tangam, & Polyiam (2007) ศึกษาและเปรียบเทียบรูปแบบการเรียน 6 รูปแบบ คือ แบบฟังพา แบบอิสระ แบบหลีกเลี่ยง แบบร่วมมือ แบบแข่งขัน และแบบมีส่วนร่วม ใช้ t-test one-way ANOVA และ Tukey HSD พบว่าแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วมและร่วมมือให้ประสิทธิผลสูงสุด แบบฟังพา แบบอิสระ แบบแข่งขัน และแบบหลีกเลี่ยงน้อยที่สุด เพศ สาขาวิชา ชั้นปีต่างกัน มีผลต่อการเรียนที่แตกต่างกัน Pangsri (2007) ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพการอ่านเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ และไมโครมิเตอร์ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วให้ผู้เรียนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำแบบทดสอบหลังเรียน ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 Chusith (2008) ใช้เกมในการเรียนวิชาเขียนแบบเพื่อเปรียบเทียบความคงทน ในเรื่องการอ่านภาพฉายมุมที่ 1 และมุมที่ 3 เรื่องการอ่านภาพไอโซเมตริกและเรื่องการอ่านภาพช่วย วิเคราะห์หาคะแนนการทดสอบเฉลี่ยด้วย

การทดสอบค่าที (t-test) ผลสัมฤทธิ์ ความคงทนและความชอบมากขึ้นสูงกว่าการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญ Li, Chang, Gu, & Lim Duh (2011) ศึกษาอิทธิพลการเรียนรู้ร่วมกันแบบตัวต่อตัวสำหรับวิชาฟิสิกส์ ด้วยการใช้อ้างอิงให้เหมือนจริงมากขึ้น (AR) พบว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้สูงขึ้น Yakhanthip, & Jedchroenruk (2014) สร้างและหาประสิทธิภาพชุดบทเรียนออนไลน์เรื่องการทำผืนดินและปรับอากาศให้กับผู้เรียนระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เลือกตัวอย่างในการศึกษาแบบเจาะจง จากนั้นให้เรียนชุดเรียนออนไลน์ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้ t-test วิเคราะห์ พบว่าผู้เรียนได้คะแนนการทดสอบสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 Prompoowong, & Witta (2014) พัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองนอกเวลา เรื่องระบบไฮดรอลิก ในรูปแบบมัลติมีเดีย ให้กับผู้เรียนครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เลือกกลุ่มศึกษาแบบเจาะจง วิเคราะห์ผลโดยใช้แบบ t-test ผลการใช้สื่อแบบมัลติมีเดีย ส่งผลให้การเรียนรู้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระดับ 0.01 Peamnam, & Witta (2014) พัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองนอกเวลา เรื่องระบบนิวแมติกส์ ใช้มัลติมีเดียกับผู้เรียนครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่ามีผลต่อผู้ใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงขึ้น Deevanichsakul, & Sramoon (2016) พัฒนาชุดการสอนสมรรถนะรายวิชาคณิตศาสตร์ยานยนต์ โดยใช้กับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระรามหก การสุ่มตัวอย่างในการศึกษา

แบบเจาะจง วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสถิติที่พบว่าทำให้ผลการเรียนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระดับ 0.01 Baladogh, Elgamal, & Abas (2016) พัฒนาการเรียนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบเสมือนจริงสำหรับนักเรียนที่บกพร่องทางการได้ยิน ด้วยการสร้างและทดสอบหลายแบบๆ พบว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ดีขึ้นอย่างชัดเจน Sinthuchai, & Ubolwan (2017) ศึกษาการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเสมือนจริงในการสอนพยาบาล เพื่อเพิ่มประสบการณ์ที่ผู้เรียนไม่มีโอกาสในการฝึกในสถานที่จริง ซึ่งอาจมีความเสี่ยงสูงในสถานะที่ไม่ปลอดภัยสำหรับผู้ป่วย ซึ่งการเรียนแบบนี้มีข้อดีคือสามารถหยุดและเริ่มใหม่ได้จนผู้เรียนเกิดความชำนาญและมั่นใจมากขึ้นในสถานการณ์จริง จากงานวิจัยดังกล่าวจะเห็นว่าการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงมองเห็นประโยชน์ของการสอนแบบจำลองสถานการณ์และผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสอนทำให้ผู้เรียนมีความสนใจมากขึ้น โดยประยุกต์ใช้วิชาการทำความเข้าใจและปรับอากาศ เพื่อเปรียบเทียบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้โมเดลระบบปรับอากาศซิลเลอร์ ที่สามารถจำลองสภาวะการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบปรับอากาศใกล้เคียงกับระบบซิลเลอร์ที่ใช้งานในอุตสาหกรรม โดยใช้ต้นทุนไม่สูง

วิธีการศึกษา

สื่อการสอนที่ดีต้องลดการจินตนาการของผู้เรียน เพิ่มการเรียนรู้จากการทดลองของระบบซิลเลอร์ย่อยส่วน ซึ่งมองเห็นการทำงาน งานท้อ ทิศทางการไหลสารทำงานและปัญหาทั้งหมดอยู่บนโต๊ะ ขนาด 1.20×1.20 เมตร ซึ่งอาจไม่ต้องไปศึกษาดูงานระบบปรับอากาศซิลเลอร์นอกสถานที่เนื่องจากขาดแคลนงบประมาณสนับสนุน ดัง (Figure 1a) ชุดจำลองการทำงานของระบบซิลเลอร์ (Figure 1b) ระบบไฟฟ้าควบคุม ซึ่งง่ายต่อการเข้าใจ จดจำและการวิเคราะห์ปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับระบบปรับอากาศซิลเลอร์ที่ใช้งานจริงในท้องตลาด

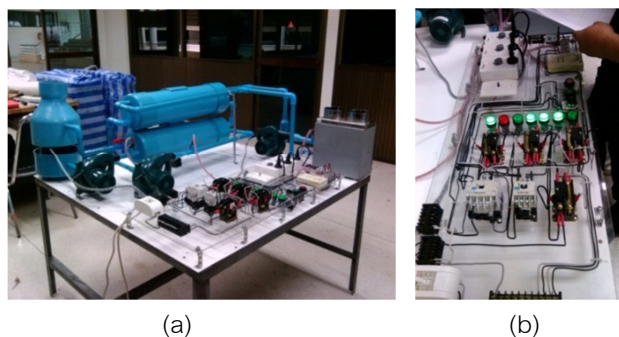


Figure 1 (a) Chiller system simulator set (b) Electric control system.

การวิจัยนี้จะศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียนระดับปริญญาตรีที่เรียนวิชาการทำความเย็นและปรับอากาศ สำหรับผู้เรียนเทคโนโลยี

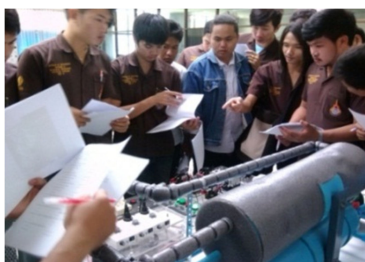
เครื่องกล และวิชาการปรับอากาศสำหรับผู้เรียนวิศวกรรมเครื่องกล โดยการทำแบบทดสอบปรนัยก่อนและหลังการใช้ชุดจำลองการทำงานของระบบซิลเลอร์

ดั่ง (Figure 2a) ทำแบบทดสอบปรนัยก่อนและหลังการใช้สื่อ (Figure 2b) ผู้เรียนโปรแกรมวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 (MER3B) กำลังศึกษาการทำงานและวิเคราะห์ปัญหาในระบบปรับอากาศชนิดเลอร์ (Figure 2c) ผู้เรียน

โปรแกรมเทคโนโลยีเครื่องกล ชั้นปีที่ 4 (MTR4B) กำลังศึกษาการทำงานและวิเคราะห์ปัญหาในระบบปรับอากาศชนิดเลอร์ จากนั้นนำผลการทดสอบก่อนและหลังมาวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ทางสถิติต่อไป



(a)



(b)



(c)

Figure 2 Pre and post-test using the chiller system simulator.

ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เรียนโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล ชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน และผู้เรียนโปรแกรมวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 จำนวน 20 คน รวมทั้งสิ้น 40 คน ใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจง โดยให้ทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อคัดเลือกเฉพาะผู้เรียนที่มีคะแนนสอบก่อนเรียน 20 คะแนนขึ้นไปจากคะแนนเต็มทั้งหมด 35 คะแนน และแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้เรียนโปรแกรมวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 จำนวน 20 คน (หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล) และเทคโนโลยีเครื่องกล ชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน (หลักสูตรเทคโนโลยีเครื่องกล) เพื่อ

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายในกลุ่มระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนในการใช้ชุดจำลองการทำงานระบบปรับอากาศชนิดเลอร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. ชุดจำลองการทำงานระบบปรับอากาศชนิดเลอร์ ในส่วนของการพัฒนาระบบไฟฟ้าควบคุมระบบปรับอากาศชนิดเลอร์ มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้
 - 1.1 ศึกษาการทำงานของระบบปรับอากาศชนิดเลอร์
 - 1.2 จัดเตรียมวัสดุเพื่อสร้างชุดจำลองการทำงานระบบปรับอากาศชนิดเลอร์

1.3 สร้างชุดจำลองการทำงานระบบปรับอากาศซิลเลอร์

1.4 ทดสอบการทำงานของชุดจำลองการทำงานระบบปรับอากาศซิลเลอร์

1.5 ประเมินผลการทำงานชุดจำลองการทำงานระบบปรับอากาศซิลเลอร์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบตามหลักการสร้างแบบทดสอบ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน Phattiyathani (2003) แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่เน้นเนื้อหา และจุดประสงค์ โดยใช้วัดความรู้และทักษะของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่องการพัฒนาระบบไฟฟ้าควบคุมระบบปรับอากาศซิลเลอร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบปรนัยจำนวน 35 ข้อ ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นวัดตามผลการเรียนที่คาดหวัง

ให้คะแนน 0 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นวัดตามผลการเรียนที่คาดหวัง

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นไม่วัดตามผลการเรียนที่คาดหวัง

เลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ส่วนข้อสอบที่มีค่าไม่ถึง 0.50 ผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไข

มีขั้นตอนการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและค้นข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยจากขั้นตอนนี้ได้ หลักการทำงานและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องของชุดทำงานของระบบปรับอากาศซิลเลอร์
2. ออกแบบและสร้างชุดจำลองการทำงานระบบปรับอากาศซิลเลอร์จากขั้นตอนนี้ได้ ชุดทำงานของระบบปรับอากาศซิลเลอร์
3. สร้างแบบทดสอบจากขั้นตอนนี้ได้ แบบทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบปรนัยจำนวน 35 ข้อ เพื่อทดสอบก่อนและหลังใช้ชุดทำงานของระบบปรับอากาศซิลเลอร์
4. วิเคราะห์ผลการทดสอบก่อนและหลัง ใช้ชุดทำงานของระบบปรับอากาศซิลเลอร์ หาผลสัมฤทธิ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์สถิติงานวิจัย
5. แปลผลและสรุปผลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากเก็บข้อมูลก่อนและหลังการใช้สื่อการสอน นำผลมากรอกข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์สถิติงานวิจัย จากนั้นหาความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติของกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติทดสอบ dependent t-test ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างคะแนน ทดสอบเฉลี่ยก่อนและหลังใช้สื่อการเรียนการสอนโดยหา จากสูตรดังต่อไปนี้ ดังสมการที่ (1)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\frac{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}}{n_1 + n_2 - 2}} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\} \quad (1)$$

โดยที่

t	=	ค่า t - test
$\bar{x}_1$	=	คะแนนการทดสอบเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
$\bar{x}_2$	=	คะแนนการทดสอบเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
n_1	=	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
n_2	=	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
s_1^2	=	ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
s_2^2	=	ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

ผลการศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดจำลองการทำงานของระบบปรับอากาศชนิดเลอร์ในรายวิชาการทำความเย็นและปรับอากาศ ได้แก่ ผู้เรียนโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล ชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน

และผู้เรียนโปรแกรมวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 จำนวน 20 คน รวมทั้งสิ้น 40 คน พบว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถแสดงผลดัง (Table 1)

Table 1 The testing scores of the learning effectiveness in MTR4B.

testing	scores	S.D.	$\bar{x}$	df	t-test	sig
pre	35	4.55	14.85	19	14.77	0.01
post		3.05	30.40			

จาก (Table 1) ผลการวิเคราะห์คะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.557 คะแนนทดสอบหลังใช้ชุดจำลองการทำงานของระบบปรับอากาศชนิดเลอร์โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.40 และส่วนเบี่ยงเบน-

มาตรฐานเท่ากับ 3.05 ของกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล ชั้นปีที่ 4 (MTR4B) จะเห็นได้ว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

Table 2 The testing scores of the learning effectiveness in MER3B.

testing	scores	S.D.	$\bar{x}$	df	t-test	sig
pre	35	3.10	24.55	19	9.99	0.01
post		2.18	30.05			

จาก (Table 2) ผลการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบเฉลี่ยก่อน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.55 และ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.10 คะแนนทดสอบหลังใช้ชุดจำลองการทำงานของระบบปรับอากาศ

ซิลเลอร์โดยมีค่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.05 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.18 ของกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนโปรแกรมวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 (MER3B) จะเห็นได้ว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

อภิปรายผล

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้สื่อการสอนระบบปรับอากาศซิลเลอร์ย้อยส่วน เมื่อนำผลคะแนนการทดสอบก่อนและหลังใช้สื่อการสอน ไปวิเคราะห์หาค่าสถิติ dependent t-test เพื่อหาค่าความแตกต่างของคะแนนการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จะได้ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งพบคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกัน แสดงว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเนื่องจากสื่อที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัย Nilsook (2000) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งเป็นการสอนด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีที่สุด เนื่องจากได้เรียนรู้เหมือนกับสถานการณ์ตรง Tangam, & Polyiam (2007) ที่ใช้รูปแบบการเรียน 6 รูปแบบ คือ แบบฟังพาแบบอิสระ แบบหลักเลียง แบบร่วมมือ แบบแข่งขัน และแบบมีส่วนร่วม แปรผลโดยใช้ t-test one-way ANOVA และ Tukey HSD พบว่าแบบการเรียนแบบมีส่วนร่วมและร่วมมือให้ประสิทธิผลสูงสุด แบบฟังพาแบบอิสระ แบบแข่งขัน และแบบหลักเลียงน้อยที่สุด Pang Sri (2007) ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การอ่านเวอร์เนียร์คาลิเปอร์และไมโครมิเตอร์ ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้นที่ระดับ 0.05 Chusith (2008) ให้เกมร่วมในการเรียนวิชาเขียนแบบเรื่องการอ่านภาพไอโซเมตริกและเรื่องการอ่านภาพฉายให้ผลสัมฤทธิ์ ความคงทนและความชอบ สูงกว่าการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญ Li, Chang, Gu, & Lim Duh, (2011) ศึกษาการเรียนรู้อารมณ์ร่วมกันแบบตัวต่อตัวสำหรับวิชาฟิสิกส์ ด้วยการใช้อัลบั้มให้เหมือนจริงมากขึ้น (AR) พบว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนสูงขึ้น Yakhanthip, & Jedchroenruk (2014) ใช้บทเรียนออนไลน์เรื่องการทำความเข้าใจและปรับอากาศก็ส่งผลให้คะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 Prompoowong, & Witta (2014) ใช้สื่อการเรียนรู้อัลบั้มโต้ตอบด้วยตนเองนอกเวลาระบบไฮดรอลิก และ Pearmarn, & Witta (2014) ใช้สื่อการเรียนรู้อัลบั้มโต้ตอบด้วยตนเองนอกเวลาระบบนิวแมติกส์ ต่างก็มีผลต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงขึ้น Deevanichsakul, & Sramoon (2016) พัฒนาชุดการสอนสมรรถนะรายวิชาคณิตศาสตร์ ยานยนต์ โดยใช้กับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ พบว่าผลการเรียนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระดับ 0.01 Baladogh, Elgamal, & Abas (2016) พัฒนาการเรียนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบเสมือนจริงสำหรับนักเรียนที่บกพร่องทางการได้ยิน ด้วยการสร้างและทดสอบหลายแบบ พบว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนดีขึ้นอย่างชัดเจน Sinthuchai, & Ubolwan (2017) ศึกษาการเรียนรู้อัลบั้มโต้ตอบด้วยสถานการณ์จำลองเสมือนจริงในการสอนพยาบาล เพื่อเพิ่มประสบการณ์ที่ผู้เรียนไม่มีโอกาสในการฝึกในสถานที่จริง ซึ่งอาจมีความเสี่ยงสูงในสภาวะไม่ปลอดภัยสำหรับผู้ป่วย ซึ่งการเรียนแบบนี้มีข้อดีคือสามารถ

หยุดและเริ่มใหม่ได้จนผู้เรียนเกิดความชำนาญและมั่นใจมากขึ้นในสถานการณ์จริง ไม่ว่าจะใช้เทคนิคในการสอนรูปแบบใดก็ตาม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่ใช้วิธีการเรียนวิธีปกติทั่วไป ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้เรียนทั้งสิ้นทั้งนี้และทั้งนั้นผลคะแนนจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับความรู้ของผู้เรียนด้วย

สรุป

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาการทำความเย็นและปรับอากาศ ก่อนและหลังด้วยชุดจำลองการทำงานของระบบซิลเลอร์ ในรายวิชาการทำความเย็นและปรับอากาศของผู้เรียน 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้เรียนโปรแกรมวิชาเทคโนโลยี-เครื่องกล ชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน และผู้เรียนโปรแกรม-วิชาวิศวกรรมเครื่องกล ชั้นปีที่ 3 จำนวน 20 คน พบว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มสูงกว่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น และช่วยแก้ปัญหาการเรียนรู้อุปกรณ์การทำงานและอุปกรณ์ระบบปรับอากาศซิลเลอร์ได้รวดเร็วขึ้นกว่าการสอนวิธีปกติ การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนวิชาการทำความเย็นและปรับอากาศโดยสื่อย่อยส่วนของระบบปรับอากาศซิลเลอร์ ที่มีส่วนประกอบระบบน้ำร้อนน้ำเย็นค้อยข้างสมบูรณ์ โดยเฉพาะระบบไฟฟ้าควบคุม สามารถจำลองปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบและมีไฟแสดงลำดับการทำงานที่ละขั้นตอนพร้อมกับเห็นอุปกรณ์ที่ทำงาน ทำให้ผู้ใช้สื่อเข้าใจง่ายขึ้น สามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาระบบที่มีอุปกรณ์ครบสมบูรณ์และซับซ้อน ที่มีในสถานประกอบการต่างๆ ได้ง่ายขึ้นในอนาคต

แนวทางทำวิจัยต่อไปในอนาคต ควรมีการเปรียบเทียบกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบอื่นๆ เช่น การศึกษาแบบออนไลน์ แบบระบบเชี่ยวชาญและทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ เช่น ระดับอาชีวศึกษาและการศึกษาตามอัธยาศัย

คำขอบคุณ

ขอบคุณการสนับสนุนทุนวิจัยงบประมาณเงินรายได้จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร

เอกสารอ้างอิง

- Baladoh, S. M., Elgamal, A. F., & Abas, H. A. (2016). Virtual lab to develop achievement in electronic circuits for hearing-impaired students. *Educ Inf Technol*, 22(5), 2071-2085.
- Chusith, P. (2008). A comparative study of learning achievement retention and preference in the use of game teaching and conventional teaching: Industrial technical drawing course. *RMUTP Research Journal*, 2(1), 96-109. (in Thai)
- Deevanichsakul, S., & Sramoon, B. (2016). The instructional package development to subject competency in automotive mathematics of vocational certificate curriculum B.E. 2556 office of the vocational education commission. *ITED Journal*, 28(97), 81-86. (in Thai)
- Li, N., Chang, L., Gu, Y. X., & Lim Duh, H. B. (2011). Influences of AR-supported simulation on learning effectiveness in face-to-face collaborative learning for physics. In *2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 320-322). Athens, GA, USA: IEEE.

- Nilsook, P. (2000). Computer based simulation (CBS). *Journal of Education*, 12(2), 47-58. (in Thai)
- Pangsri, S. (2007). Creating and evaluating the effectiveness of computer assisted instruction program for reading vernier caliper and micrometer. *RMUTP Research Journal*, 1(2), 197-202. (in Thai)
- Pearmarn, C., & Witta, J. (2014). The development of self-directed supplementary learning module on pneumatics system. *ITED Journal*, 26(89), 73-78. (in Thai)
- Phattiyathani, S. (2003). *Educational measurement*. (4th ed.). Kalasin: Prasan Printing. (in Thai)
- Prompoowong, N., & Witta, J. (2014). The development of self-directed supplementary learning module on hydraulics system. *ITED Journal*, 26(89), 66-72. (in Thai)
- Sinthuchai, S., & Ubolwan, K. (2017). Fidelity simulation based learning: implementation to learning and teaching management. *Journal of The Royal Thai Army Nurses*, 18(1), 29-38. (in Thai)
- Tangam, W., & Polyiam, U. (2007). The learning styles of students of RIT Chotiwet Campus. *RMUTP Research Journal*, 1(1), 51-58. (in Thai)
- Yakhanthip, T., & Jedchroenruk, S. (2014). Construction and efficient validation of online lesson on the refrigeration and air-condition. *ITED Journal*, 26(90), 50-56. (in Thai)