

ชื่อเรื่อง : ชุดฝึกเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 9000 BTU  
ชื่อนักศึกษา : นายธรรมรงค์ นรกิจ  
: นายภริสัช ประทุมวัน  
: นายนายอภิวัฒน์ ขจรฤทธิ์  
สาขาวิชา : ไฟฟ้า  
แผนกวิชา : ช่างไฟฟ้ากำลัง  
ปรีกษา : ว่าที่ร้อยโทสรารุธ ฤณาพรรณ  
: นายวรพล ชื่นใจ  
ปีการศึกษา : 2568

#### บทคัดย่อ

โครงการเรื่อง "แผนงสาคิตชุดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 9000 BTU ประกอบการ เรียนการสอนรายวิชาเครื่องปรับอากาศ" มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการเป็นสื่อการทดสอบฝีมือแรงงาน ตามมาตรฐานของกรมพัฒนาฝีมือแรงงานที่ได้ กำหนดให้ผู้ที่ประกอบอาชีพในการเดินสายและติดตั้ง ระบบไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงาน ซึ่งการ จัดทำชิ้นงานนี้ ขึ้นมาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเรียนการสอนให้กับนักเรียนในระดับชั้นประกาศนียบัตร วิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพระดับสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ใช้ในการ ฝึกฝีมือ ก่อนการเข้ารับการทดสอบจากกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

คณะจัดทำได้ออกแบบ และติดตั้งอุปกรณ์ตามข้อกำหนดของกรมฝีมือแรงงานที่ได้กำหนดใน การทดสอบ มาตรฐานฝีมือแรงงานของนายช่างเครื่องปรับอากาศระดับ 1 เพื่อเป็นการสร้างชิ้นงานที่ ทำให้นักเรียน นักศึกษา ได้เห็นภาพในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ มาตรฐานฝีมือแรงงานจริง รวมทั้งคิด วางแผนและลงมือปฏิบัติทุกอย่างอีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้ นักศึกษาเกิดความคิดที่จะสร้างชิ้นงานใหม่ๆขึ้นมา เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ และ ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ชิ้นงานที่คณะผู้วิจัยได้จัดสร้างขึ้นมา นั้นสามารถใช้ฝึกทักษะให้กับ นักเรียนในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพระดับสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ใช้ในการฝึกฝีมือก่อนการเข้ารับการทดสอบจากกรมพัฒนาฝีมือ แรงงานในการทดสอบมาตรฐานของกรมแรงงานได้

## กิตติกรรมประกาศ

ด้วยแนวคิด หลักการและเหตุผลที่ได้มาซึ่งอุปกรณ์ชุดฝึกเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เพื่อใช้ในการ เรียนการสอนในรายวิชาเครื่องทำความเย็น จะเป็นจริงไม่ได้ หากไม่ได้รับความช่วยเหลือเป็น อย่างยิ่งจากคณะผู้บริหาร ครูอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่คอยให้คำปรึกษาใน ด้านแนวคิดการประดิษฐ์อุปกรณ์ใน การจัดหา จัดทำ จัดซื้ออุปกรณ์ แนะนำเรื่องการออกแบบอีกด้วย ต้องขอขอบคุณอย่าง สูงที่ให้การสนับสนุนในการทำโครงการนี้สำเร็จไปด้วยดี

นายธรรมรงค์ นรกิจ และคณะผู้จัดทำ

## คำนำ

โครงการนี้เป็นโครงการเกี่ยวกับการจัดทำสิ่งประดิษฐ์เรื่อง ชุดฝึกเครื่องปรับอากาศแบบแยก ส่วนขนาด 9000 BTU เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับบุคคลที่สนใจ และสามารถสร้างรายได้ ให้นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องได้อีกด้วย เอกสารโครงการเล่มนี้ผู้จัดทำได้เรียบเรียงขึ้น ตรงตาม วัตถุประสงค์ของโครงการในรายวิชาของโครงการ โดยใช้คำอธิบายที่มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย และมี ใจความที่น่าสนใจให้ผู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้า อนาคตข้างหน้าหากต้องศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการจัดทำ โครงการเรื่องการผลิตเครื่องปรับอากาศได้

เนื้อหาในงานโครงการครั้งนี้แบ่งได้ 5 บท ประกอบด้วยบทนำซึ่งว่าด้วยที่มาและ ความสำคัญและวัตถุประสงค์ของโครงการ เอกสารประกอบการดำเนินโครงการที่เกี่ยวข้องซึ่งได้ใช้ เอกสารที่เกี่ยวข้อง มาตรฐานในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน และวัสดุอื่นที่ใช้ในการจัดทำโครงการ ที่ต้องใช้ประกอบโครงการและ วิธีการดำเนินงานเป็นขั้นตอนเริ่มจากการศึกษา รวมทั้งการวางแผนการปฏิบัติงานตลอดจนลงมือ ปฏิบัติงานสร้างโครงสร้าง รวมทั้งรวบรวมสรุปผลสัมฤทธิ์ผลทางความพึงพอใจของตัวชิ้นงาน เพื่อเป็น ข้อมูลในการดำเนินการใช้ประกอบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

หวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษาครู ตลอดจนผู้ที่ได้ศึกษาสมดัง เจตนารมณ์ของคณะผู้วิจัยหากมีข้อเสนอแนะประการใด คณะผู้วิจัยขอยินดีน้อมรับไว้ด้วยความ ขอบคุณยิ่ง

นายธรรมรงค์ นรกีจ และคณะผู้จัดทำ



ชุดฝึกเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 9000 BTU  
Modular Agas Adjuster

นายธรรมรงค์ นรกีจ  
นายภริสช ประทุมวัน  
นายอภิวัฒน์ ขจรฤทธิ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

รายงานผลการดำเนินงานรายวิชาโครงการนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ( ปวช. ) สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง  
ปีการศึกษา 2568  
วิทยาลัยการอาชีพสังขะ



ชุดฝึกเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 9000 BTU  
Modular Agas Adjuster

นายธรรมรงค์ นรกิจ

นายภริสิทธิ์ ประทุมวัน

นายอภิวัฒน์ ขจรฤทธิ์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

รายงานผลการดำเนินงานรายวิชาโครงการนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ( ปวช. ) สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

ปีการศึกษา 2568

วิทยาลัยการอาชีพสังขะ

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
คำนำ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์	2
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	4
2.1 ความหมาย	4
2.2 ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี	5
2.3 หลักการสร้างแบบฝึกทักษะ	7
2.4 ประโยชน์ของแบบฝึก	8
2.5 ประสิทธิภาพของแบบฝึก	9
2.6 การคำนวณประสิทธิภาพของแบบฝึก	10
2.7 เครื่องปรับอากาศ	11
2.8 เครื่องปรับอากาศแบบต่างๆ	12
2.9 เครื่องปรับอากาศแบบแยก	13
2.10 เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่	13
2.11 ระบบ Inverter	14
2.12 ท่อทองแดง	15
2.13 ไม้อัด	17
2.14 เบรกเกอร์	18
2.15 เหล็กกล่อง	19
2.16 สีสเปรย์	19

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ</b>	
3.1 การสร้างเครื่องมือในการดำเนินโครงการ	20
3.2 การดำเนินการทดลอง	20
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ</b>	
4.1 การประเมินคุณภาพการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างผู้ทดลองใช้	24
4.2 ผลของการวิเคราะห์	25
<b>บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงการ อภิปราย และข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 ผลการทดลอง	26
5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	26
5.3 ข้อเสนอแนะ	26
<b>บรรณานุกรม</b>	28
<b>ภาคผนวก</b>	29
ภาคผนวก ก. แสดงแบบสอบถามความพึงพอใจ	30
ภาคผนวก ข. แสดงรูปภาพประกอบ	39
ภาคผนวก ค. แสดงประวัติผู้จัดทำ	41

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปภาพที่ 2.1 แสดงเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก	12
รูปภาพที่ 2.2 แสดงเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (Window)	12
รูปภาพที่ 2.3 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	13
รูปภาพที่ 2.4 แสดงท่อทองแดง	16
รูปภาพที่ 2.5 ไม้อัด	17
รูปภาพที่ 2.6 เบรกเกอร์	18
รูปภาพที่ 2.7 เหล็กกล่อง	19
รูปภาพที่ 2.8 ลีสเปร์ย	19

## สารบัญตาราง

	หน้า
4.1 การประเมินคุณภาพการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างผู้ทดลองใช้ แสดงผลดังตารางดังต่อไปนี้	24
4.2 แสดงแบบสอบถามความพึงพอใจ	

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ในปัจจุบันวิทยาลัยการอาชีพสังขะ โดยสาขางานไฟฟ้ากำลังได้จัดการเรียนการสอน รายวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 20104-2007 และวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 20104-2106 ระดับชั้นปวช.ปีที่ 3 ระดับชั้นปวช.ชั้นปีที่ 2 ซึ่งทางแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ได้จัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มทักษะวิชาชีพให้กับนักเรียนระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 ยังขาดเครื่องมือและสื่อการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและให้ตรงกับวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าว

ดังนั้น ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำโครงการ ชุดฝึกติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 9000 BTU เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 20104-2007 และวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 20104-2106 และเพื่อเพิ่มทักษะในการทำงานด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนให้นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และนำความรู้และทักษะที่ได้ฝึกปฏิบัติมาใช้ประกอบอาชีพ

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อนำความรู้ความสามารถในด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมาประกอบอาชีพ

1.2.2 เพื่อนำโครงการที่ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนรายวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 2104-2007 และวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 2104-2106

1.2.3 เพื่อให้เกิดทักษะในการปฏิบัติงานด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

#### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

สร้างชุดฝึกสำหรับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 9000 BTU ใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 20104-2007 และวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 20104-2106 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

1.3.1 ชุดฝึกสำหรับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 9000 BTU ขนาดความสูงของชั้นงาน 180 เซนติเมตร ขนาดความกว้าง 120 เซนติเมตร

1.3.2 เครื่องปรับอากาศขนาด 9000 BTU - 13000 BTU ชนิดติดผนัง

#### 1.4 วิธีดำเนินโครงการ

1.4.1 โครงการนี้ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนาหาประสิทธิภาพ จากการประเมินความพึงพอใจที่ได้

#### 1.5 เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

1.51 แบบสอบถามความพึงพอใจ

#### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.61 นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพสังขะ ได้รับความรู้ในเรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.62 ได้สื่อการสอนไว้สำหรับการเรียนเพื่อศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อให้นักเรียนแผนกวิชาช่างไฟฟ้าได้เรียนรู้จากสื่อและอุปกรณ์จริง

#### 1.7 นิยามศัพท์

1.7.1 ไม้อัด หมายถึงเกิดจากการรวมไม้หลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกันหรือทำจากไม้ชนิดเดียวกัน โดยการตัดท่อนซุงให้มีความยาวตามที่ต้องการ แล้วกลึงปอกท่อนซุง หรือผานให้ได้แผ่นไม้เป็นแผ่นบาง ๆ มีความหนาตั้งแต่ 1 ถึง 4 มิลลิเมตร แล้วนำมาอัดติดกันโดยใช้กาวเป็นตัวประสานโดยให้แต่ละแผ่นมีแนวเส้นย่น ตั้งฉากกัน แผ่นไม้จะถูกอบแห้งในเตาอบไม้อัดมีขนาดกว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต หนา 4,6,8,10,15 และ 20 มิลลิเมตร

1.7.2 เหล็ก (iron) หมายถึงเหล็กมีสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์คือ Fe ซึ่งย่อมาจาก (Ferrum) ในภาษาละติน เหล็กเป็นแร่ธาตุโลหะ ชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติ มีสีแดงอมน้ำตาล แม่เหล็กสามารถดูดติดได้ พบมากในชั้นหินใต้ดินบริเวณที่ราบสูงและภูเขา อยู่ในรูปก้อนสินแร่เหล็ก (iron ore) ปะปนกับโลหะชนิดอื่นๆและหิน เมื่อนำมาใช้ประโยชน์จะต้องผ่านการทำให้บริสุทธิ์ด้วยกรรมวิธีการ “ถลุง” โดยใช้ความร้อนสูงถึง 3000 °F หรือประมาณ 1649 °C เผาให้สินแร่เหล็กหลอมละลายกลายเป็นของเหลว และแยกแร่อื่นที่ไม่ต้องการออกไป ก่อนนำโลหะนั้นไปเทลงแบบหล่อเหล็ก เพื่อให้ได้เป็นเหล็กออกมา

1.7.3 ชุดฝึกทักษะ หมายถึงรูปแบบการฝึกทักษะโดยใช้การฝึกจากการลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการฝึกในใบกิจกรรมหรือแบบฝึก เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดทักษะตามจุดประสงค์ของแบบฝึกทักษะนั้น ๆ ที่ต้องการจะมุ่งเน้น โดยอาศัยรูปแบบการฝึกที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดการฝึกฝนจากการลงมือปฏิบัติอย่างต่อเนื่องจนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาอย่างชัดเจน

1.7.4 เครื่องปรับอากาศหรือภาษาปากว่า แอร์ (อังกฤษ: Air conditioner, aircon) คือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ปรับอุณหภูมิของอากาศในเคหสถาน เพื่อให้มนุษย์ได้อาศัยอยู่ในที่ที่ไม่ร้อนหรือไม่เย็นจนเกินไป หรือใช้รักษาภาวะอากาศให้คงที่เพื่อจุดประสงค์อื่น เคหสถานในเขตศูนย์สูตรหรือเขตร้อนชื้นมักมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิให้เย็นลง ตรงข้ามกับในเขตอบอุ่นหรือเขตขั้วโลกใช้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น (อาจเรียกว่า เครื่องทำความร้อน) เครื่องปรับอากาศมีทั้งแบบตั้งพื้น

ติดผนังและแขวนเพดาน ทำงานด้วยหลักการการถ่ายเทความร้อน กล่าวคือ เมื่อความร้อนถ่ายเทออกไปข้างนอก อากาศภายในห้องจะมีอุณหภูมิลดลง เป็นต้นและเครื่องปรับอากาศอาจมีความสามารถในการลดความชื้นหรือการฟอกอากาศให้บริสุทธิ์ด้วย

1.7.5 BTU (British Thermal Unit) คือ หน่วยที่ใช้วัดปริมาณความร้อนหน่วยหนึ่ง ( ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในระบบของแอร์ )สามารถเทียบได้กับหน่วยจูลหรือแคลอรีในระบบสากล โดยที่ความร้อน 1 Btu คือปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 ปอนด์มีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 องศาฟาเรนไฮด์ แอร์นั้นจะวัดกำลังเย็นหรือความสามารถในการดึงความร้อน ( ถ่ายเทความร้อน )ออกจากห้องปรับอากาศในหน่วยบีทียู

## บทที่ 2

### เอกสารที่เกี่ยวข้องในโครงการ

#### 2.1 ชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะ หมายถึงรูปแบบการฝึกทักษะโดยใช้การฝึกจากการลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนการฝึกในใบกิจกรรมหรือแบบฝึก เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดทักษะตามจุดประสงค์ของแบบฝึกทักษะนั้นๆ ที่ต้องการจะมุ่งเน้น โดยอาศัยรูปแบบการฝึกที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด การฝึกฝนจากการลงมือปฏิบัติอย่างต่อเนื่องจนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาอย่างชัดเจน

2.1.1 ความหมายของชุดฝึกทักษะ จากการศึกษาความหมายของแบบฝึกทักษะ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

ศฤงคาร แป้นกลาง (2538, หน้า 23) ได้สรุปความหมายของแบบฝึกทักษะไว้ว่า แบบฝึกทักษะเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาเฉพาะทักษะ ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความชำนาญและเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน มีลักษณะคล้ายแบบทดสอบย่อย แต่มีลักษณะที่เฉพาะเจาะจงมากกว่า ลักษณะปัญหาในแบบฝึกทักษะจะเรียงลำดับจากง่ายไปยากและต้องเป็นปัญหาที่เสริมทักษะพื้นฐาน

ฉวีวรรณ กิรติกร (2538, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกทักษะว่า เป็นงานที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำเพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนไปแล้ว โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนาทักษะของนักเรียน

ราชบัณฑิตยสถาน (2538, หน้า 483) แบบฝึก หมายถึง แบบฝึกหัดหรือชุดการสอนที่เป็นแบบฝึกหัดที่ใช้เป็นตัวช่วยอย่างปัญหาหรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นให้นักเรียนตอบ

สุนันทา สุนทรประเสริฐ (2544, หน้า 2) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกหรือแบบฝึกหัด คือ สื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่ง ที่ใช้ฝึกทักษะให้กับผู้เรียน หลังจากเรียนจบเนื้อหาในช่วงหนึ่ง ๆ เพื่อฝึกฝนให้เกิดความรู้ความเข้าใจ รวมทั้งเกิดความชำนาญในเรื่องนั้น ๆ อย่างกว้างขวางมากขึ้น

สุพรรณิ ไชยเทพ (2544, หน้า 17) ยังได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกเสริมทักษะ หมายถึง เอกสารหรือแบบฝึกหัดที่ใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ เป็นการช่วยเสริมให้นักเรียนมีทักษะสูงยิ่งขึ้น

ถวัลย์ มาศจรัส (2548, หน้า 154) ได้ให้คำจำกัดความของแบบฝึกทักษะว่า เป็นกิจกรรมพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมมีความหลากหลายและปริมาณเพียงพอที่สามารถตรวจสอบและพัฒนาทักษะ กระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้ สามารถนำ

ผู้เรียนสู่การสรุปความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญของสาระการเรียนรู้ รวมทั้งทำให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเองได้

ดังนั้น แบบฝึกทักษะจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาทักษะในเรื่องที่เรียนรู้ให้มากขึ้น โดยอาศัยการฝึกฝนหรือปฏิบัติด้วยตนเองของผู้เรียน ลักษณะปัญหาในแบบฝึกทักษะจะเป็นปัญหาที่เสริมทักษะพื้นฐานโดยกำหนดขั้นให้ผู้เรียนตอบเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ปริมาณของปัญหาต้องเพียงพอที่สามารถตรวจสอบและพัฒนาทักษะ กระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่เรียนไปแล้ว เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งในแบบฝึกทักษะจะทำให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเองได้เพื่อให้เกิดทักษะเกิดความรู้ ความเข้าใจ ความชำนาญในเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนไปในเรื่องนั้น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.2 ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดีในการสร้างแบบฝึกสำหรับเด็ก มีองค์ประกอบหลายประการ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับลักษณะของแบบฝึกที่ดี ไว้ดังนี้

สุพรรณิ ไชยเทพ (2544 หน้า 19) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

2.1.2.1 ต้องมีความชัดเจน ทั้งคำชี้แจง คำสั่ง ง่ายต่อการเข้าใจ

2.1.2.2 ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2.1.2.3 มีภาษาและรูปภาพที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2.1.2.4 แบบฝึกแต่ละเรื่องไม่ควรยาวมากจนเกินไป

2.1.2.5 ควรมีกิจกรรมหลากหลายรูปแบบทำให้นักเรียนไม่เบื่อ

2.1.2.6 ควรตอบสนองความต้องการและความสนใจของผู้เรียน สร้างความสนุกสนาน

ผลิตเพลินขณะทำแบบฝึก

2.1.2.7 มีคำตอบที่ชัดเจน

2.1.2.8 แบบฝึกที่ดีสามารถประเมินความก้าวหน้า และความรู้ของนักเรียนได้

กุศยา แสงเดช (2555, หน้า 6-7) ได้กล่าวแนะนำผู้สร้างแบบฝึกให้ยึดลักษณะแบบฝึกที่ดีดังนี้

2.1.2.9 แบบฝึกที่ดีควรมีความชัดเจนทั้งคำสั่งและวิธีทำ คำสั่งหรือตัวอย่างแสดงวิธีทำ ที่ใช้ไม่ควรยาวเกินไป เพราะจะทำให้ความเข้าใจยาก ควรปรับให้ง่ายและเหมาะสมกับผู้ใช้ เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองได้

2.1.2.10 แบบฝึกที่ดีควรมีความหมายต่อผู้เรียนและตรงตามจุดหมายของการฝึก ลงทุนน้อย ใช้ได้นาน ทนสมัย

2.1.2.11 ภาษาและภาพที่ใช้ในแบบฝึกเหมาะกับวัยและพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน

2.1.2.12 แบบฝึกที่ดีควรแยกฝึกเป็นเรื่อง ๆ แต่ละเรื่องไม่ควรยาวเกินไป แต่ควรมีกิจกรรมหลายแบบเพื่อสร้างความสนใจ และไม่เบื่อในการทำและฝึกทักษะใดทักษะหนึ่งจนชำนาญ

2.1.2.13 แบบฝึกที่ดีควรมีทั้งแบบกำหนดคำตอบในแบบและให้ตอบโดยเสรี การเลือกใช้ คำ ข้อความ รูปภาพในแบบฝึก ควรเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยและตรงกับความสนใจของนักเรียน ก่อให้เกิดความเพลิดเพลินและพอใจแก่ผู้ใช้ ซึ่งตรงกับหลักการเรียนรู้ว่า นักเรียนจะเรียนได้เร็ว ในการกระทำที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจ

2.1.2.14 แบบฝึกที่ดีควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ให้รู้จักค้นคว้า รวบรวมสิ่งที่พบเห็นบ่อย ๆ หรือที่ตัวเองเคยใช้ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น และรู้จัก นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง มีหลักเกณฑ์และมองเห็นว่าสิ่งที่ได้ฝึกนั้นมีความหมาย ต่อเขาตลอดไป

2.1.2.15 แบบฝึกที่ดีควรตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนแต่ละคน มีความแตกต่างกันในหลาย ๆ ด้าน เช่น ความต้องการ ความสนใจ ความพร้อม ระดับสติปัญญา และ ประสบการณ์ เป็นต้น ฉะนั้น การทำแบบฝึกแต่ละเรื่องควรจัดทำให้มากพอและมีทุกระดับตั้งแต่ ง่าย ปานกลาง จนถึงระดับค่อนข้างยาก เพื่อว่าทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จะได้เลือกทำได้ตาม ความสามารถ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้ประสบความสำเร็จในการทำแบบฝึก

2.1.2.16 แบบฝึกที่ดีจัดทำเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้เป็นแนวทางเพื่อ ทบทวนด้วยตนเองต่อไป

2.1.2.17 การที่นักเรียนได้ทำแบบฝึก ช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้น ๆ ได้ทันท่วงที

2.1.2.18 แบบฝึกที่ดีจัดขึ้น นอกจากมีในหนังสือเรียนแล้ว จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝน อย่างเต็มที่

2.1.2.19 แบบฝึกที่ดีจัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้ว จะช่วยให้ครูประหยัดแรงงานและเวลา ในการที่จะต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนไม่ต้องเสียเวลาในการลอกแบบฝึกจากตำราเรียน หรือกระดานดำ ทำให้มีเวลาและโอกาสได้ฝึกฝนทักษะต่าง ๆ ได้มากขึ้น

2.1.2.20 แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะการพิมพ์เป็นรูปเล่มที่แน่นอน ลงทุนต่ำแทนที่จะใช้พิมพ์ลงกระดาษไปทุกครั้งไปนอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการที่ผู้เรียนสามารถ บันทึกลงและมองเห็นความก้าวหน้าของตนได้อย่างมีระบบและมีระเบียบ

จรรย์ภรณ์ รุจิโมระ (2548, หน้า 148) ได้เสนอหลักเกณฑ์การฝึกทักษะสรุปได้คือแบบฝึก ทักษะควรกำหนดนิยามของแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน ให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ แจกแจงทักษะใหญ่ ออกเป็นทักษะย่อยโดยละเอียด นักเรียนจะต้องฝึกทักษะในขั้นย่อย ๆ เหล่านี้ทีละขั้นจนเกิดทักษะ แล้ว จึงฝึกทักษะที่ยากขึ้น ให้นักเรียนฝึกทักษะที่แจกแจงเป็นทักษะย่อยแล้วหลายครั้ง จนมีความ ชำนาญ เน้นการฝึกซ้ำ ๆ มีการวัดและประเมินผล หรือสังเกตพฤติกรรมเด็กอย่างสม่ำเสมอเพื่อประเมิน ว่าเด็กมีทักษะเกิดขึ้นแล้ว

นอกจากนี้แล้ว สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 146) ยังได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดีไว้ด้วยเช่นกันคือ แบบฝึกทักษะควรเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนมาแล้ว เหมาะสมกับระดับ วัยหรือความสามารถของนักเรียน มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีทำได้ง่าย ใช้เวลาที่เหมาะสม มีสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ มีข้อเสนอแนะในการใช้ มีให้เลือกทั้งแบบตอบอย่างจำกัดและตอบอย่างเสรี ถ้าเป็นแบบฝึกที่ต้องการให้ผู้ทำศึกษาด้วยตนเอง แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบและให้ความหมายแก่ผู้ฝึกทำด้วย ควรใช้ภาษา สำนวนง่าย ๆ ฝึกให้คิดให้เร็วและสนุก รวมทั้งแบบฝึกควรปลูกความสนใจและใช้หลักจิตวิทยาร่วมด้วย

โดยสรุปลักษณะของแบบฝึกที่ดีคือ ต้องมีจุดประสงค์และคำสั่งที่ชัดเจน เข้าใจง่าย มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีรูปแบบที่ทันสมัย สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดีที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายไว้ เป็นลักษณะของแบบฝึกทักษะซึ่งใช้ได้กับทุกรายวิชา ในส่วนของแบบฝึกทักษะที่ผู้ศึกษาสร้างเป็นแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบฝึกทักษะของผู้ศึกษาจะมีลักษณะที่ดีดังนี้

2.1.2.21 คำสั่ง ข้อเสนอแนะและคำชี้แจงใช้คำที่เข้าใจง่ายและไม่ยาวเกินไป เพื่อให้เด็กเข้าใจและศึกษาด้วยตนเองได้ตามต้องการ

2.1.2.22 เน้นการฝึกซ้ำ ๆ

2.1.2.23 ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

2.1.2.24 ระดับเนื้อหาเหมาะกับระดับพื้นฐานความสามารถของผู้เรียน

2.1.2.25 กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกทักษะให้เหมาะสม

2.1.2.26 สร้างแรงจูงใจให้กับเด็กเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกระตือรือร้นที่อยากกระทำกิจกรรมโดยทุกครั้ง เมื่อจบการฝึกให้การเสริมแรงเด็กโดยชมเชยด้วยคำพูดหรือเขียนให้กำลังใจในแบบฝึกทักษะ เพื่อให้เด็กจะได้อยากทำกิจกรรมต่อไป

2.1.2.27 มีการวัดและประเมินผลหรือสังเกตพฤติกรรมเด็กอย่างสม่ำเสมอเพื่อประเมินว่าเด็กมีทักษะแล้ว

2.1.3 หลักการสร้างแบบฝึกทักษะ

ถวัลย์ มาศจรัส (2548, หน้า 148-149) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของแบบฝึกทักษะไว้ว่าต้องมีจุดประสงค์ชัดเจนสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะตามสาระการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มการเรียนรู้ ในส่วนของเนื้อหาต้องถูกต้องตามหลักวิชา ให้ภาษาเหมาะสม มีคำอธิบายและคำสั่งที่ชัดเจนง่ายต่อการปฏิบัติตาม สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ นำผู้เรียนสู่การสรุปความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคล มีคำถามและกิจกรรมที่ท้าทายส่งเสริม

ทักษะกระบวนการเรียนรู้ของธรรมชาติวิชาที่มีกลยุทธ์การนำเสนอ และการตั้งคำถามที่ชัดเจนน่าสนใจ ปฏิบัติได้ สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง

สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2538 หน้า 26) ได้กล่าวถึงหลักการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดไว้ ดังนี้ แบบฝึกหัดและกิจกรรมควรเรียงจากง่ายไปยากหาคำตอบของแบบฝึกหัดบางข้อเพื่อให้นักเรียน ตรวจสอบผลงาน และควรมีข้อแนะนำอธิบายสำหรับข้อที่ยาก ควรให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดในช่วงเวลาเรียน จะได้จำแนกข้อยากและมีโอกาสซักถาม หลีกเลี่ยงการให้แบบฝึกหัด ที่ซ้ำซากและ กิจกรรมที่เป็นกิจวัตร ควรสอดแทรก เกม ปริศนา และกิจกรรมทดลองที่น่าสนใจ ควรมีแบบฝึกหัด แบบปลายเปิดที่นักเรียนเลือกปัญหาด้วยตนเอง ควรอนุญาตให้นักเรียนทำงานเป็นคู่หรือกลุ่มในบางโอกาส พยายามส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่มและลดการลอกงานกัน

สมทรง สุวพานิช (2539, หน้า 42) ได้เสนอถึงวิธีการให้ทำแบบฝึกหัดดังต่อไปนี้ การให้ ฝึกปฏิบัติควรจะมาหลังการสอน เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว และควรให้ฝึกทุก ๆ ด้าน โดยฝึกทำจากสิ่ง ที่ง่ายไปหาสิ่งที่ยาก ให้ระยะเวลาสั้น ๆ ในการฝึกแต่บ่อยครั้งจะดีกว่าการฝึกติดต่อกัน เป็น เวลานาน เนื่องจากเด็กแต่ละคนอาจจะใช้วิธีการทำที่แตกต่างกัน ดังนั้นครูต้องติดตามผลการฝึกอยู่ เสมอ ควรให้งานตามความสามารถ ตามความเหมาะสมเป็นกลุ่ม ๆ ครูควรจัดให้เด็กแก้ศึกษาปัญหาทาง คณิตศาสตร์ประเภทลับสมองเพื่อให้เขาได้พบสิ่งแปลกใหม่ เป็นการเร้าความสนใจ ไม่ควรปล่อยให้ทำ แบบฝึกหัดมาก ๆ ทุกครั้งไป ครูต้องสร้างทัศนคติที่ดีต่อการให้แบบฝึกหัด โดยให้เด็กเห็น ความสำคัญและให้ใช้เป็นสิ่งแสดงความก้าวหน้าของแต่ละคน ครูต้องแนะนำอย่างใกล้ชิดหากมี ผิดพลาดครูควรแก้ไขเสียก่อนที่จะติดเป็นนิสัย ในการฝึกที่ชัดเจน ครูต้องดูแลและจัดการฝึกให้ เหมาะสมกับนักเรียนซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล และครูต้องสรรหากิจกรรมที่ ใช้ ฝึกให้มีความหลากหลายให้นักเรียนได้ฝึก

#### 2.1.4 ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้เรียนที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึก ทักษะต่าง ๆ ให้มีความรู้มากขึ้นได้ฝึกด้วยตนเอง เกิดความมั่นใจที่จะเรียนรู้ ดังที่ สำนักงาน คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2543, หน้า 173-175) กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึก ที่เกี่ยวกับทักษะคณิตศาสตร์ไว้ สรุปคือ เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะเป็น อุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้มาก เพราะแบบฝึกเป็นสิ่งที่จัดขึ้นอย่างเป็น ระบบ ระเบียบ ช่วยในเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล การให้นักเรียนทำแบบฝึกที่เหมาะสมกับ ความสามารถของเขาจะช่วยให้เด็กประสบความสำเร็จในด้านจิตใจมากขึ้น ช่วยเสริมให้ทักษะคงทน โดยการฝึกทันทีหลังจากเด็กได้เรียนรู้เรื่องนั้นๆ ฝึกซ้ำ ๆ หลายครั้ง เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการ ใช้เป็น เครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนในแต่ละครั้ง ขณะเมื่อเด็กทำแบบฝึกจะช่วยให้ครู มองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของเด็กได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

ปัญหานั้นได้ทันท่วงที ส่วนการจัดแบบฝึกเป็นรูปเล่มจะทำให้เด็กสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อ รวมทั้งช่วยให้เด็กได้ฝึกฝนตนเองได้อย่างเต็มที่ ช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมแบบฝึกอยู่เสมอในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาลอกแบบฝึกจากตำราเรียนทำให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่างๆ มากขึ้น

ประทีป แสงเปี่ยมสุข (2538, หน้า 34) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกไว้เช่นกันคือแบบฝึกเป็นอุปกรณ์ช่วยลดภาระของครู ช่วยให้ครูมองเห็นปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนได้ชัดเจน ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะในการใช้ภาษาให้ดีขึ้น ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในทางจิตใจมากขึ้น ช่วยเสริมทักษะทางภาษาให้คงทน เป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนหลังจากเรียนบทเรียนแล้ว ช่วยให้นักเรียนสามารถทบทวนได้ด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนฝึกฝนได้เต็มที่ นอกเหนือจากที่เรียนในเวลาเรียนและช่วยให้ผู้เรียนเห็นความก้าวหน้าของตนเองด้วย

ฉวีวรรณ กิริติกร (2538, หน้า 10) กล่าวว่า การส่งเสริมและพัฒนาทักษะโดยใช้แบบฝึกทักษะจะส่งผลถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนคือ ช่วยในการปรับพฤติกรรมการเรียน ส่งเสริมความเข้าใจความชำนาญ การคิดในใจ และแก้ปัญหาด้วยตนเองได้เร็ว ถูกต้องและแม่นยำ

#### 2.1.5 ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2538, หน้า 494) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่จะต้องทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนหรือแบบฝึกอยู่หลายประการ คือ

2.1.5.1 สำหรับหน่วยงานผลิตแบบฝึกเป็นการประกันคุณภาพของแบบฝึกว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะผลิตออกมาจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว ผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องทำใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและเงินทอง

2.1.5.2 สำหรับผู้ใช้แบบฝึก แบบฝึกจะทำหน้าที่สอน โดยที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหมาย ดังนั้นก่อนนำแบบฝึกมาใช้จึงควรมั่นใจว่าแบบฝึกนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.1.5.3 สำหรับผู้ผลิตแบบฝึก การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดแบบฝึกง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ  $E_1$  เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการและ  $E_2$  เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ กำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะ

เปลี่ยนพฤติกรรมที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือใช้เกณฑ์ในเนื้อหาเป็นทศยะไว้ 80/80

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2532, หน้า 495) เสนอวิธีคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยใช้วิธีการคำนวณดังนี้

$E_1$  ได้จากการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนแต่ละคนรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยเทียบเป็นร้อยละ

$E_2$  ได้จากการนำคะแนนผลการสอบหลังการทดลองของนักเรียนทั้งหมดรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยเทียบเป็นร้อยละ

#### การคำนวณประสิทธิภาพของแบบฝึก

กระทำโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\frac{\sum X}{N}$$

$$E_1 = \frac{N}{A} \times 100$$

$$\frac{\sum Y}{N}$$

$$E_2 = \frac{N}{B} \times 100$$

$E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละจากการตอบแบบฝึกหัดของชุดการฝึกได้ถูกต้อง

$E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังการฝึกแต่ละชุดได้ถูกต้อง

$\sum X$  แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบฝึกหัด

$\sum Y$  แทน คะแนนรวมของการทดสอบหลังจากฝึก

$N$  แทน จำนวนของผู้เรียน

$A$  แทน คะแนนเต็มของแบบฝึก

$B$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังการฝึก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของแบบฝึก และการยอมรับประสิทธิภาพของแบบฝึก มีผู้ให้เกณฑ์ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2532, หน้า 495) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าได้นั้นควรพิจารณาตามความเหมาะสม โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85

หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น เมื่อกำหนดเกณฑ์แล้วนำไปทดลองจริง อาจได้ผลไม่ตรงตามเกณฑ์ แต่ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 5 เช่น ถ้ากำหนดไว้ 90/90 ก็ควรได้ไม่ต่ำกว่า 85.5/85.5

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อผลิตแบบฝึกเพื่อเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำ แบบฝึกไปทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2532, หน้า 496-497)

2.1.5.4 ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:1 แบบเดี่ยว (Individual Tryout 1:1)เป็นการทดลองกับผู้เรียนกลุ่มละ 1 คน โดยใช้เด็กเก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ลักษณะของแบบฝึก จำนวนแบบฝึก ความสนใจของนักเรียนและ ความเหมาะสมในด้านเวลา เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

2.1.5.5 ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:10 แบบกลุ่ม (Small group Tryout 1:10)เป็นการทดลองกับผู้เรียนกลุ่มละ 6-10 คน (ละผู้เรียนเก่งกับอ่อน) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกต ตรวจสอบผลงาน สัมภาษณ์ เพื่อค้นหาข้อบกพร่องแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและปรับปรุงจนได้ตามเกณฑ์

2.1.5.6 ขั้นหาประสิทธิภาพ 1:100 แบบสนาม (Field Tryout 1:100)เป็นการทดลองกับผู้เรียนกลุ่ม 40 – 100 คน ให้นักเรียนคละกันทั้งเก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพของแบบฝึก ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับที่ตั้งจากเกณฑ์พิจารณาประสิทธิภาพดังกล่าว

## 2.2 เครื่องปรับอากาศ

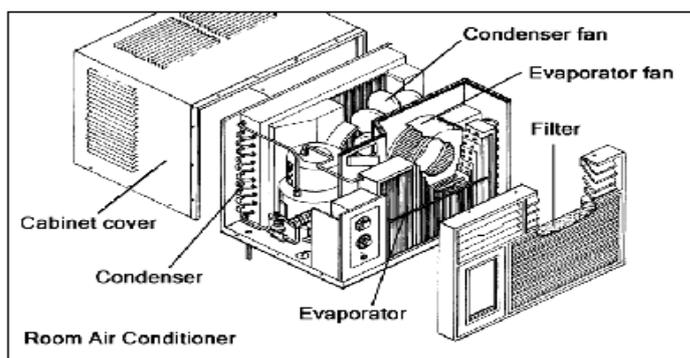
2.2.1 ชนิดของเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศมีวิธีการแบ่งประเภทออกได้หลายวิธีด้วยกันแต่วิธีที่นิยมใช้แบ่งประเภทของเครื่องปรับอากาศได้แก่การแบ่งตามลักษณะการใช้งานการแบ่งตามลักษณะการระบายความร้อนของคอนเดนซึ่งการแบ่งตามชนิดของคอมเพรสเซอร์และการแบ่งตามขนาดทำความเย็นซึ่งวิธีการแบ่งตามขนาดการทำความเย็น(บีทียู)เป็นที่นิยมมากที่สุด

2.2.2 เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก เป็นเครื่องปรับอากาศที่เราเห็นใช้งานกันอยู่ตามบ้านเรือนร้านขายปลีก และสำนักงาน ทั่วไปเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กมักเป็นเครื่องเดี่ยวๆจึงมักเรียกว่า Unitary เครื่องแบบนี้ สามารถปรับอากาศได้โดยไม่ต้องต่อพ่วงอุปกรณ์อื่นเช่น คูลิ่งทาวเวอร์ เครื่องเป่าลม ท่อลม เป็นต้น



รูปภาพที่ 2.1 แสดงเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

2.2.3 เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (Window) เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่างจะรวมอุปกรณ์ทั้ง 4 อย่างเข้าไว้ในตัวเครื่องเดียวกับการติดตั้งจึง ต้องติดตั้งโดยให้ด้านหนึ่งอยู่ในห้อง ส่วนอีกด้านอยู่ภายนอกเพื่อทำหน้าที่ระบายความร้อนฉะนั้นในการติดตั้งจึงต้องติดตั้งบริเวณช่องหน้าต่างหรือเจาะช่องที่ผนังด้านที่แข็งแรงในกรณี ที่เป็นบ้านไม้ก็อาจมีเสียงดัง ข้อดีของเครื่องปรับอากาศประเภทนี้คือประหยัดเนื้อที่ ไม่จำเป็นต้อง มีที่สำหรับตั้งคอนเดนซิ่งยูนิต และความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศชนิดนี้ จะสูงกว่าแบบอื่นๆ เพราะทุกอย่างประกอบเสร็จจากโรงงานไม่ขึ้นกับการติดตั้ง ดังนั้นการสูญเสีย ประสิทธิภาพในการ ทำความเย็นจึงมี น้อยมาก



รูปภาพที่ 2.2 แสดงเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (Window)

2.2.4 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Spilt Type) เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จะแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนทำความเย็นที่เรียกว่าแฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit) จะเป็นส่วนที่อยู่ในห้องซึ่งภายในประกอบด้วย อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator Coil) และอุปกรณ์ลดความดัน(บางรุ่นจะติดตั้งไว้ในคอนเดนซิ่ง) อีกส่วนหนึ่งคือ คอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) จะตั้งอยู่ภายนอก ประกอบด้วยคอนเดนเซอร์คอยล์ (Condensor Coil) และ คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทั้งสองส่วนนี้จะต่อถึงกันโดยระบบท่อน้ำยาเครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วนมีข้อดีคือส่วนที่ปรับอากาศจะ

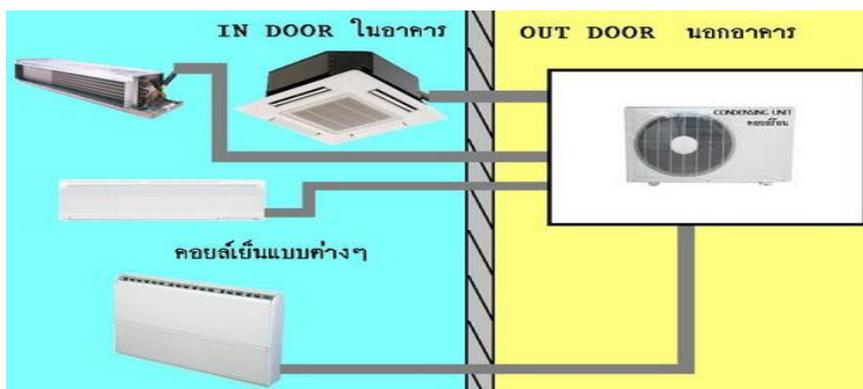
เจียบ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการติดตั้งชุดแฟนคอยล์ยูนิตได้ดังนี้

2.2.4.1 แบบตั้งพื้น จุดเด่นของการติดตั้งลักษณะ นี้คือ สะดวกต่อการบำรุงรักษาและซ่อมแซม แต่ฝุ่นละอองในห้องอาจเข้าเครื่องได้ง่ายเป็น ผลให้ต้องทำความสะอาดไส้กรองบ่อยๆ และยังเสียพื้นที่ใช้สอยไปส่วนหนึ่งด้วย

2.2.4.2 แบบติดผนังต่ำ ลักษณะนี้ คล้ายกับแบบแรก แต่ต่างกัน ตรงที่ฝุ่นละอองจะเข้าเครื่อง น้อยกว่า

2.2.4.3 แบบติดผนัง จะประหยัดเนื้อที่ดูแลรักษาง่าย แต่จะยากกว่าแบบตั้งพื้น การติดตั้งส่วนใหญ่ จำกัคกับสถานที่ซึ่งต้องเป็นผนังที่ติดกับด้านนอก และคอนเด็นซิงยูนิตอยู่ใกล้ๆกับแฟนคอยล์ยูนิต

2.2.4.4 แบบแขวนใต้เพดาน ประหยัด เนื้อที่มากที่สุด ระยะลมเป่าไกลกว่าฝุ่นละออง เข้าเครื่องยาก และการ ระบายลมดี แต่การบำรุงรักษา ไม่สะดวกนัก



รูปภาพที่ 2.3 แสดงเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

2.2.5 เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ เป็นเครื่องปรับอากาศที่ใช้กันในอุตสาหกรรม และอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงงาน โรงแรม ห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล เป็นต้น เครื่องปรับอากาศประเภทนี้มักประกอบด้วยวงจรทำความเย็น 2 ส่วน จึงต้องมี อุปกรณ์มาต่อพ่วงเพื่อให้ระบบสมบูรณ์ เครื่องปรับอากาศแบบนี้จะมีราคาแพงแต่ประสิทธิภาพสูง

2.2.6 การทำงานของเครื่องปรับอากาศก่อนที่เราจะเรียนรู้กลไกการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เราควรทราบก่อนว่า ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) มี

2.2.6.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ของแอร์ แอร์บ้าน ทำหน้าที่ขับเคลื่อนสารทำความเย็นหรือน้ำยา (Refrigerant) ในระบบ โดยทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิ และความดันสูงขึ้น

2.2.6.2 คอยล์ร้อน (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนของสารทำความเย็น

2.2.6.3 คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนภายในห้องมาสู่สารทำ

ความเย็น

2.2.6.4 อุปกรณ์ลดความดัน (Throttling Device) ทำหน้าที่ลดความดันและอุณหภูมิของสาร ทำความเย็น โดยทั่วไปจะใช้เป็น แคปิลลารีทิวบ์ (Capillary tube) หรือ เอ็กสแพนชันวาล์ว (Expansion Valve)

2.2.7 ระบบการทำความเย็นที่เรากำลังกล่าวถึงคือระบบอัดไอ (Vapor-Compression Cycle) ซึ่งมีหลักการทำงานง่ายๆคือ การทำให้สารทำความเย็น (น้ำยา) ไหลวนไปตามระบบ โดยผ่านส่วนประกอบหลักทั้ง 4 อย่างต่อเนื่องเป็น วงจรการทำงานทำความเย็น (Refrigeration Cycle) โดยมีกระบวนการดังนี้

2.2.7.1 เริ่มต้นโดยคอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นเพื่อเพิ่มความดันและอุณหภูมิของน้ำยา แล้วส่งต่อเข้าคอยล์ร้อน

2.2.7.2 น้ำยาจะไหลวนผ่านแผงคอยล์ร้อนโดยมีพัดลมเป่าเพื่อช่วยระบายความร้อน ทำให้น้ำยาจะที่ออกจากคอยล์ร้อนมีอุณหภูมิลดลง (ความดันคงที่) จากนั้นจะถูกส่งต่อให้อุปกรณ์ลดความดัน

2.2.7.3 น้ำยาที่ไหลผ่านอุปกรณ์ลดความดันจะมีความดันและอุณหภูมิต่ำมาก แล้วไหลเข้าสู่คอยล์เย็น (หรือที่นิยมเรียกกันว่า การฉีดน้ำยา)

2.2.7.4 จากนั้นน้ำยาจะไหลวนผ่านแผงคอยล์เย็นโดยมีพัดลมเป่าเพื่อช่วยดูดซับความร้อนจากภายในห้อง เพื่อทำให้อุณหภูมิห้องลดลง ซึ่งทำให้น้ำยาที่ออกจากคอยล์เย็นมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น (ความดันคงที่) จากนั้นจะถูกส่งกลับเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อทำการหมุนเวียนน้ำยาต่อไป

2.2.8 ระบบ Inverter คือ ระบบที่ควบคุมการปรับอากาศ ให้เป็นอย่างไรราบเรียบและคงที่ ด้วยการปรับเปลี่ยนรอบการหมุนของคอมเพรสเซอร์ โดยการเปลี่ยนความถี่ของกระแสไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์แทนการทำงานแบบ ติด-ดับ-ติด-ดับ ในเครื่องปรับอากาศแบบเก่าทำให้ระบบอินเวอร์เตอร์สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างแม่นยำมากขึ้นและที่สำคัญ คือ ประหยัดพลังงานกำลังงานที่ใช้ในการทำความร้อนหรือทำความเย็นจะถูกเปลี่ยนโดยอัตโนมัติอุณหภูมิของห้องคงที่กว่าเมื่อเทียบกับระบบเก่า เนื่องจากระบบนี้จะไม่มีภาระการทำงานของคอมเพรสเซอร์ อุณหภูมิของห้องค่อนข้างคงที่ เนื่องจากระบบนี้จะปรับกำลังในการทำความร้อนหรือทำความเย็นโดยอัตโนมัติ อ้างอิงกับภาวะ (Workload) ที่มีอยู่ในห้องให้กำลังที่สูงกว่าการทำงานในช่วงเริ่มต้น ทำให้อุณหภูมิห้องเย็นหรืออุ่นได้เร็วตั้งใจ ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานมากอาจมีต้นทุนที่สูงในตอนแรก (ราคา) แต่ผลตอบแทนคือค่าไฟฟ้าที่ได้รับจะถูกกว่า สรุปก็คือผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงกว่าจะช่วยประหยัดเงินและพลังงานมากกว่าในระยะหลายเดือน หรือหลายปีข้างหน้า

### 2.3 ท่อทองแดง

เป็นวัสดุที่นิยมใช้มากที่สุดในโลกสำหรับงานระบบท่อทองแดงมีข้อได้เปรียบ 10 ประการ ที่เหนือกว่าวัสดุอื่น

2.3.1 มีความคงทนท่อทองแดงมีความแข็งแรงและทนทาน(“ท่อทองแดงชุบแข็ง”)มีความต้านทานแรงดึงอย่างน้อย 200 นิวตัน ต่อตารางมิลลิเมตร เมื่อเทียบกับท่อ

พลาสติก ซึ่งมีความต้านทานแรงดึง 40 นิวตัน ต่อตารางมิลลิเมตรเท่านั้น ท่อทองแดงแบบรีด มีความแข็งแรงมากเกินกว่า 300 นิวตัน ต่อตารางมิลลิเมตร ท่อทองแดงสามารถทนต่อแรงกระทบที่รุนแรง โดยไม่ขาดหรือแตกหักมีความอยู่ตัว เนื่องจากท่อทองแดงแทบจะไม่ต้องการบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนทดแทนทำให้มีความสามารถใช้งานได้จนตลอดอายุการใช้งาน

2.3.2 มีความหลากหลายการใช้งานที่หลากหลายของท่อทองแดงมีมากที่สุดในโลกและสามารถใช้กับงานได้หลายประเภททองแดงเป็นวัสดุที่สมบูรณ์แบบสำหรับท่อที่ใช้ในทางการแพทย์ และแก๊สสำหรับเครื่องปรับอากาศก๊าซเชื้อเพลิงที่มีแรงดันสูงและทำงานบำรุงรักษาเครื่องกลและวิศวกรรมสำหรับงานท่อทั่วไปและการใช้งานในด้านความร้อนและเย็น

2.3.3 ทนต่อการผุกร่อน การต่อต้านการผุกร่อนของท่อทองแดงในน้ำนั้นเป็นที่รู้จักกันดี หลังจากการติดตั้งสารแพทรีนาที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะสร้างตัวขึ้นภายในส่วนกว้างของท่อ ทำให้น้ำสะอาดไหลได้ดี ส่วนภายในท่อเหล็ก ออกไซด์จะก่อตัวขึ้นภายในท่อ ทำให้ลดการไหลของน้ำ ทำให้น้ำขุ่น และภายในท่อเหล็กจะมีสนิมเกิดขึ้นทำให้มีเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมเกิดขึ้นได้ง่าย

2.3.4 รับแรงดันได้สูง บ่อยครั้งที่ความแข็งแรงของท่อทองแดงถูกมองข้ามไป อย่างไรก็ตามท่อทองแดงที่ได้รับการเจาะจงให้ใช้กับงานที่ต้องรับแรงดันสูง เช่น ท่อทองแดงขนาด 108 มิลลิเมตร จะสามารถรองรับแรงดันในแนวตั้งได้มากกว่า 200 เมตร และท่อทองแดงขนาด 15 มิลลิเมตรสามารถทนแรงดันได้อย่างน้อย 240 บาร์ ซึ่งเป็น 2 เท่า ของท่อพลาสติกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากัน

2.3.5 ทนต่ออุณหภูมิ ท่อทองแดงสามารถรับความร้อน ความเย็น รวมทั้งรับแสงอัลตราไวโอเล็ต โดยไม่มีการอ่อนตัว เปราะแตก หรือเสื่อมลงในระยะยาว ทองแดงจะคงคุณสมบัติทางกายภาพและทางกล

สามารถใช้งานได้ในระดับอุณหภูมิต่ำถึง -196 องศาเซลเซียส และสูงถึง +205 องศาเซลเซียส

2.3.6 อัตราการขยายตัวต่ำ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 50 องศาเซลเซียส ท่อทองแดงจะขยายตัวน้อยกว่าพลาสติกถึง 10 เท่า ท่อทองแดงที่ใช้สำหรับงานน้ำร้อน สามารถฝังเข้าในกำแพงโดยไม่ทำให้ปูนที่ฉาบไว้ หรือกระเบื้องเสียหายฉาบไว้หรือกระเบื้องเสียหาย

2.3.7 ป้องกันการรั่วซึม ทองแดงป้องกันคุณภาพทางเคมีและรสชาติของน้ำ เชื้อโรคจากภายนอก เช่น สารละลายเคมี สารเคมี สารกำจัดวัชพืช และแมลง ไม่สามารถผ่านเข้าไปในท่อทองแดง และอุปกรณ์ข้อต่อต่าง ๆ เนื่องจากโครงสร้างอุปกรณ์ทองแดงไม่มีรูพรุน ด้วยเหตุนี้ ท่อทองแดงจึงฝังดินได้ โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการดูดซึม ในทางตรงกันข้ามกับท่อพลาสติก ซึ่งมีจุดอ่อนที่สารละลายสามารถซึมผ่านเข้าไปได้ อันเป็นผลให้เชื้อโรคแผ่เข้าไปในน้ำได้

2.3.8 มีสุขอนามัยและความปลอดภัย ธาตุทองแดงเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อชีวิตและพบได้ในอาหารส่วนใหญ่ทองแดงต่างจากเหล็กหรือพลาสติก คือ ทองแดงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย จากการศึกษาทางชีวภาพ ปรากฏว่า แบคทีเรียจะถูกสกัดกั้นภายในท่อทองแดง และในโรงพยาบาลนอกจากท่อแก๊สทางการแพทย์แล้ว ยังถูกนำมาใช้ทำเป็นลูกบิดประตู เพื่อช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรียได้อีกด้วย

2.3.9 คุ่มค่าเงินเมื่อคำนึงถึงประโยชน์ทางด้านคุณภาพที่เป็นเลิศและความไว้ใจได้ของท่อทองแดงแล้ว ท่านอาจจะคิดว่าท่อทองแดงมีราคาแพงกว่าวัสดุอื่นๆ แต่เมื่อพิจารณาถึงต้นทุน

โดยรวมของการติดตั้งที่ถูกต้องสมบูรณ์แบบแล้ว ท่อทองแดงให้ความคุ้มค่าเงินมากกว่าที่ปรากฏอยู่  
ท่อทองแดงมีอายุที่ยืนยาวมีอุปกรณ์ประกอบมากมายในราคาถูก มีการประกอบติดตั้งงานในราคาที่เหมาะสมทำให้ทองแดงมีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์

2.3.10 เหตุผลการใช้งานที่พิสูจน์แล้วการใช้งานของท่อทองแดงนั้นได้รับการยอมรับจากผู้ออกแบบที่มีชื่อเสียงในอุตสาหกรรมประเภทนี้ตลอดมา

ข้อได้เปรียบทั้ง 10 ประการ รวมกันทำให้ท่อทองแดงเป็นที่นิยมเลือกใช้มากที่สุดในโลกสำหรับงานระบบท่อ(hellip)และทำให้เรารู้ว่า ทำไมถึงต้องเลือกใช้ 'ท่อทองแดง'



รูปภาพที่ 2.4 แสดงท่อทองแดง

## 2.4 ไม้อัด

เกิดจากการรวมไม้หลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกันหรือทำจากไม้ชนิดเดียวกัน โดยการตัดท่อนซุงให้มีความยาวตามที่ต้องการ แล้วกลึงปอกท่อนซุง หรือผ่านให้ได้แผ่นไม้เป็นแผ่นบาง ๆ มีความหนาตั้งแต่ 1 ถึง 4 มิลลิเมตร แล้วนำมาอัดติดกันโดยใช้กาวเป็นตัวประสานโดยให้แต่ละแผ่นมีแนวเส้นยืนตั้งฉากกัน แผ่นไม้จะถูกลอบแห้งในเตาอบ ไม้อัดมีขนาด กว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต หนา 4,6,8,10,05 และ 20 มิลลิเมตร

### 2.4.1 คุณสมบัติ

- 2.4.1.1 มีความแข็งแรงทนทานสูง มีความคงตัวไม่ยืดหด และแตกง่าย
- 2.4.1.2 สามารถดกตะปูหรือใช้ตะปูควงขันใกล้ขอบแผ่น หรือทุกส่วนได้รอบด้าน
- 2.4.1.3 สามารถตัด เลื่อย และฉลุได้ง่าย ไม่แตกหัก สามารถโค้งงอได้โดยไม่ฉีกหัก
- 2.4.1.4 เป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี
- 2.4.1.5 สามารถรับน้ำหนักได้ในอัตราที่สูงกว่าไม้ธรรมชาติ

### 2.4.2 ประโยชน์ใช้สอย

- 2.4.2.1 ใช้เป็นโครงหล่อเสาคอนกรีตในการก่อสร้าง
- 2.4.2.2 เป็นส่วนประกอบของเฟอร์นิเจอร์
- 2.4.2.3 โครงสร้างกล่องไม้
- 2.4.2.4 สำหรับรองพื้นพื้นนอนหรือเตียง

#### 2.4.2.5 ทำผนังห้องฝ้าเพดาน



รูปภาพที่ 2.4 แสดงรูปภาพไม้อัด

### 2.6 เบรกเกอร์

เบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ในการตัดวงจรไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ เมื่อเกิดความผิดปกติในระบบ เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายไฟ โหลด Load สวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ถูกออกแบบมาเพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน ซึ่งการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) คือ ตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็น อุปกรณ์ใช้สำหรับป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แตกต่างกันตรงที่เมื่อตัดวงจร แล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาแล้วมอเตอร์ Generator หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้า ช่วยจำกัดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสายไฟ มอเตอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในบ้าน หรือสำนักงาน



รูปภาพที่ 2.6 แสดงรูปภาพของเบรกเกอร์

### 2.7 เหล็กกล่อง

เหล็กกล่อง (Steel Tube) หรือ เหล็กแป๊บ จัดอยู่ในประเภท เหล็กรูปพรรณ เหล็กที่มีรูปร่างแบบต่างๆ เพื่อตอบสนองต่อการใช้งาน โดยมีจุดประสงค์หลักคือ การเพิ่มคุณสมบัติ

ของหน้าตัด เพื่อรับแรงต้านทาน การเสีรูขุมขณะใช้งานได้ดีขึ้น ใช้เป็นเหล็กในโครงสร้างหลักหรือโครงสร้างอื่นๆ เช่น โครงหลังคาเหล็ก คานเหล็ก



รูปภาพที่ 2.7 แสดงรูปภาพของเหล็กกล่อง

## 2.8 สีสเปรย์

อุปกรณ์ทาสีรูปแบบกระป๋อง ใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ทาสีอื่น ๆ เพียงกดที่หัวสเปรย์ละอองสีกระจายตัวออกมาทั่วกันอย่างสม่ำเสมอ (ควรเขย่ากระป๋องสเปรย์ก่อนฉีดทุกครั้ง) อีกทั้งสีสเปรย์แต่ละชนิดออกแบบมาเพื่อตอบสนองต่อการใช้งานที่แตกต่างกัน สามารถพ่นทับพื้นผิวได้หลายชนิดทั้งแบบโลหะ เหล็ก ไม้ และพลาสติก ถึงอย่างไรก็ตามการควรเลือกผลิตภัณฑ์ให้มีความเหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสีให้มากที่สุด อีกทั้งควรคำนึงถึงคุณภาพมาตรฐาน ความทนทาน และวิธีการใช้งาน หากใช้ผิดอาจเกิดอันตรายจากสีสเปรย์ได้



รูปภาพที่ 2.8 แสดงรูปภาพของสีสเปรย์

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินโครงการ

ในการดำเนินโครงการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 2104 2107 และวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 2104 2106 คณะผู้จัดทำได้สร้าง ชุดฝึกการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษามา ดังนี้

#### 3.1 การสร้างเครื่องมือในการดำเนินโครงการ

ในปัจจุบันวิทยาลัยการอาชีพสังขะ โดยสาขางานไฟฟ้ากำลังได้จัดการเรียนการสอนรายวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 2104 2107 และวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 2104 2106 ระดับปวช.3 ระดับปวช.2 ซึ่งทางแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ได้จัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มทักษะวิชาชีพให้กับนักเรียนระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 ยังขาดเครื่องมือและสื่อการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและให้ตรงกับวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าว

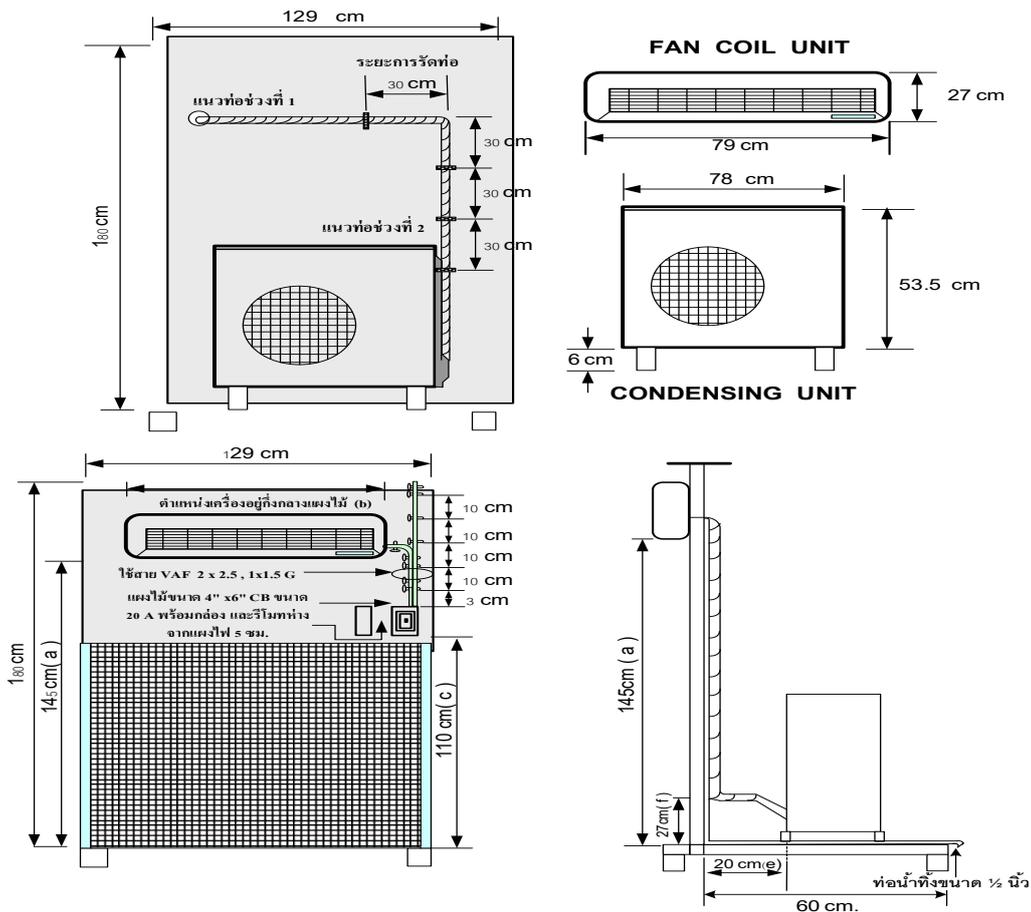
ดังนั้นทางผู้จัดทำโครงการได้เล็งเห็นประโยชน์ของโครงการชิ้นนี้จึงได้จัดทำเพื่อให้แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังใช้ในการเรียนการสอนและใช้ฝึกทักษะในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

#### 3.2 การดำเนินการทดลอง

- 3.2.1 ขั้นตอนศึกษาข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.2.2 การออกแบบชิ้นส่วน
- 3.2.3 ขั้นตอนวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.2.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน
- 3.2.5 ขั้นตอนทดลอง
- 3.2.6 ขั้นตอนปรับปรุงพัฒนา
- 3.2.7 ขั้นตอนศึกษาข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บข้อมูลจากกลุ่มด้วยตัวอย่างที่ทดลองใช้จากแบบสอบถามและแบบบันทึกผลการทดลองที่จัดทำขึ้นเพื่อทดสอบคุณภาพ “ชุดฝึกการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน”

ในเบื้องต้นคณะผู้จัดทำได้ช่วยกันศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับ ชุดฝึกการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยอาศัยข้อมูลจากครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ที่สอนวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 2104-2007 และวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 2104-2106 ระดับปวช.3 ระดับปวช.2 เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำโครงการขึ้นมา

3.2.8 การออกแบบชิ้นงาน ในการออกแบบโครงงานครั้งนี้ใช้เกณฑ์ กติกา การแข่งขัน ศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง งานเครื่องปรับอากาศ โดยใช้หลักเกณฑ์และการให้คะแนนในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศในแต่ละจุดตามแบบ



### แบบชุดฝีกการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

3.2.9 การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับกรวิจัยในครั้งนี้มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้วิเคราะห์ตามขั้นตอนการดำเนินการทดลองจากการใช้คะแนนของผู้ทดลองใช้แต่ละขั้นตอนการทดลอง

หาค่าเฉลี่ยจากการให้คะแนนของผู้ทดลองใช้เพื่อประเมินคุณภาพทั้ง 10 ด้านดังนี้

- (1) ชุดฝีกมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใดในการจัดการเรียนการสอน
- (2) ใช้งานชุดฝีกได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ
- (3) เหมาะสำหรับการฝีกสอนมากหรือน้อยเพียงใด
- (4) สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์และใช้งานในการประกอบอาชีพได้
- (5) สามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอด
- (6) ขนาดของชุดฝีกมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอน

- (7) ชุดฝึกมีความยากน้อยมากเพียงใด
- (8) ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในบรรยากาศโดยรวมระหว่างการปฏิบัติงาน
- (9) ชุดฝึกมีความหลากหลาย
- (10) นักเรียนคิดว่าควรให้มีชุดฝึกแบบนี้อีกเพื่อเพียงพอต่อการเรียนการสอน

ซึ่งในแต่ละด้านผู้ประเมินสามารถให้คะแนนได้ 5 ระดับดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง คุณภาพ มากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง คุณภาพมาก
- ระดับ 3 หมายถึง คุณภาพ ปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง น้อย
- ระดับ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

### 3.2.10 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในปัจจุบันวิทยาลัยการอาชีพสังขะ โดยสาขางานไฟฟ้ากำลังได้จัดการเรียนการสอน รายวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 2104 2107 และวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 2104 2106 ระดับปวช.3 ระดับปวช.2 ได้จัดการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มทักษะวิชาชีพให้กับนักเรียนระดับปวช. ชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 ยังขาดเครื่องมือและสื่อการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งและให้ตรงกับวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าว

ดังนั้น ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำโครงการ ชุดฝึกติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในสอน รายวิชาเครื่องทำความเย็น รหัสวิชา 2104 2107 และวิชาเครื่องปรับอากาศ รหัสวิชา 2104 2106 ระดับปวช.3 ระดับปวช.2 และเพื่อเพิ่มทักษะในการทำงานด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนให้นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และนำความรู้และทักษะที่ได้ฝึกปฏิบัติมาใช้ประกอบอาชีพ

ขั้นตอนการดำเนินการจัดทำโครงการ หลังจากการศึกษาและสำรวจความต้องการในการใช้ชุดฝึกการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแล้วจึงได้ข้อมูลที่นำพอใจแล้วจึงได้จัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ในการทำโครงการเพื่อดำเนินการสร้างโครงการและดำเนินการทดลองใช้งาน

### 3.2.11 ขั้นตอนการทดลอง

หลังจากเลือกวัสดุอุปกรณ์ในการจัดทำโครงการและได้ดำเนินการสร้างชุดฝึกการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน และติดตั้งอุปกรณ์แต่ละส่วนตามแบบและลงอุปกรณ์แต่ละส่วนครบเรียบร้อยแล้วจึงได้ทำสัญญาอากาศระบบเครื่องปรับอากาศ เซ็ครอยรั่ว และเดินเครื่องปรับอากาศ เซ็ครบบน้ำยาต้านแรงดันสูงแรงดันอยู่ที่ 250-270 ปอร์นต่อตารางนิ้ว ดูที่เกจด้าน สูง สีแดง และด้านแรงดันต่ำแรงดันน้ำยาอยู่ที่ 65-75 ปอร์นต่อตารางนิ้ว ดูที่เกจด้าน low สีน้ำเงิน

### 3.2.12 ขั้นปรับปรุงพัฒนา

หลังจากทดลองจับเวลาในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยการทดสอบจากชุดฝึกติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ในการปรับปรุงต้องใช้รางครอบท่อแอร์ เพื่อให้เกิดความสวยงามและเป็นระเบียบ

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินโครงการ

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถแสดงการดำเนินโครงการและวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

#### 4.1 การประเมินคุณภาพการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างผู้ทดลองใช้ แสดงผลดังตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงความพึงพอใจในการกรอกแบบสอบถาม

ลำดับ	รายละเอียด	คะแนนเฉลี่ย
1.	ชุดฝึกมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใดในการจัดการเรียนการสอน	4.80
2.	ใช้งานชุดฝึกได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ	4.80
3.	เหมาะสมสำหรับการฝึกสอนมากหรือน้อยเพียงใด	4.85
4.	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์และใช้งานในการประกอบอาชีพได้	5.00
5.	สามารถนำความความรู้ที่ได้ไปต่อยอด	4.80
6.	ขนาดของชุดฝึกมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอน	4.40
7.	ชุดฝึกมีความยากน้อยมากเพียงใด	4.80
8.	ผู้ให้บริการมีความพึงพอใจในบรรยากาศโดยรวมระหว่างการการปฏิบัติงาน	4.30
9.	ชุดฝึกมีความหลากหลาย	4.80
10.	นักเรียนคิดว่าควรให้มีชุดฝึกแบบนี้อีกเพื่อเพียงพอต่อการเรียนการสอน	5.00

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า “ชุดฝึกติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน” มีคุณภาพดังนี้

1	ชุดฝึกมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใดในการจัดการเรียนการสอน	คะแนน 5.00
2	ใช้งานชุดฝึกได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ	คะแนน 4.80
3	เหมาะสมสำหรับการฝึกสอนมากหรือน้อยเพียงใด	คะแนน 4.80
4	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์และใช้งานในการประกอบอาชีพได้	คะแนน 5.00
5	สามารถนำความความรู้ที่ได้ไปต่อยอด	คะแนน 4.80
6	ขนาดของชุดฝึกมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอน	คะแนน 4.80
7	ชุดฝึกมีความยากน้อยมากเพียงใด	คะแนน 4.80
8	ผู้ให้บริการมีความพึงพอใจในบรรยากาศโดยรวมระหว่างการการปฏิบัติงาน	คะแนน 4.30
9	ชุดฝึกมีความหลากหลาย	คะแนน 4.80
10	นักเรียนคิดว่าควรให้มีชุดฝึกแบบนี้อีกเพื่อเพียงพอต่อการเรียนการสอน	คะแนน 5.00

## 4.2 ผลการวิเคราะห์และสรุปผล

ค่าเฉลี่ยที่ใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผล

1	80-100 คะแนน	มีคุณภาพอยู่ในระดับ มากที่สุด
2	60-80 คะแนน	มีคุณภาพอยู่ในระดับ มาก
3	40-60 คะแนน	มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง
4	0-40 คะแนน	มีคุณภาพอยู่ในระดับ น้อย

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้หาค่าเฉลี่ยจากการให้คะแนนของผู้ทดลองใช้แปรความหมายเป็นคุณภาพทั้ง 10 ด้าน

1	ชุดฝึกมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใดในการจัดการเรียนการสอน	อยู่ในระดับ มากที่สุด
2	ใช้งานชุดฝึกได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ	อยู่ในระดับ มากที่สุด
3	เหมาะสำหรับในการฝึกสอนมากหรือน้อยเพียงใด	อยู่ในระดับ มาก
4	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์และใช้งานในการประกอบอาชีพได้	อยู่ในระดับ มากที่สุด
5	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอด	อยู่ในระดับ มาก
6	ขนาดของชุดฝึกมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอน	อยู่ในระดับ มากที่สุด
7	ชุดฝึกมีความยากน้อยมากเพียงใด	อยู่ในระดับ มาก
8	ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในบรรยากาศโดยรวมระหว่างการปฏิบัติงาน	อยู่ในระดับ มาก
9	ชุดฝึกมีความหลากหลาย	อยู่ในระดับ มาก
10	นักเรียนคิดว่าควรให้มีชุดฝึกแบบนี้อีกเพื่อเพียงพอต่อการเรียนการสอน	อยู่ในระดับมากที่สุด

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 ผลการทดลองโครงการ

ผลการดำเนินการดำเนินโครงการโดยการนำชิ้นงานไปใช้งานในด้านการเรียนการสอนของแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังจากการประเมินโดยใช้แบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างได้ทำการตอบแบบประเมินไปแล้ว พบว่าผู้ตอบแบบประเมินส่วนใหญ่จะเป็นผู้ชายร้อยละ 100 แบบประเมินชุดฝึกการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 4.08 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.75 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี การใช้วัสดุ/อุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 4.54 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.70 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี การปฏิบัติงานมากนักน้อยเพียงใด มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 4.24 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.75 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี ใช้งานได้หลากหลาย มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 3.82 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.75 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี ความทันสมัย มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 4.05 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.75 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 4.16 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.71 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี

#### 5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยและพัฒนา พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในผลงานของผู้วิจัยและให้การยอมรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เป็นดังนี้มีผลตอบแบบสอบถาม จำนวน 50 คน คิดเป็นค่าเฉลี่ยรวม 3.90 อยู่ในระดับ ดีมาก

#### 5.3 อภิปรายผลการทดลอง

พบว่า การติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของแต่ละกลุ่มนักเรียนใช้เวลาในการติดตั้งไม่เท่ากันซึ่งใช้เวลาอยู่ที่ 2 ชั่วโมง 30 นาที ออกเป็นช่วงๆ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 4.08 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี การใช้วัสดุ/อุปกรณ์ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 4.14 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.07 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี ชุดฝึกมีความเหมาะสมมากนักน้อยเพียงใดในการจัดการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 5.00 เบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.00 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดีมาก ใช้งานชุดฝึกได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 4.80 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี เหมาะสำหรับในการฝึกสอนมากหรือน้อยเพียงใด มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 4.85 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดีสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์และใช้งานในการประกอบอาชีพได้มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 5.00 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดีมากสามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 4.80 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดีขนาดของชุดฝึกมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 4.40 ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี ชุดฝึกมีความยากน้อยมากเพียงใด มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 4.80 ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในบรรยากาศโดยรวมระหว่างการทำงาน 4.30 ชุดฝึกมีความหลากหลาย 4.80 นักเรียนคิดว่าควรให้มีชุดฝึกแบบนี้อีกเพื่อเพียงพอต่อการเรียนการสอน 5.00

#### 5.4 ข้อเสนอแนะ

- 5.4.1 ควรพัฒนาให้มีจำนวนที่พอดีกับจำนวนนักเรียน โดยนักเรียน 3 คน ต่อ1กลุ่ม
- 5.4.2 ถ้าท่านที่จะต่อยอดโครงการนี้ควรใช้รางครอบท่อทางเดินน้ำยาเพื่อความ

### บรรณานุกรม

เว็บไซต์ [Energy vision \(2561\)](#) ได้จัดทำสรุปการณ์พลังงานของประเทศไทย มกราคม-กรกฎาคม 2561

กรุงเทพ : เว็บไซต์ [Energy vision](#) สมาคมพัฒนาสิ่งแวดล้อม (2558) ความรู้เรื่องพลังงาน.

กรุงเทพ : เว็บไซต์สมาคมพัฒนาสิ่งแวดล้อม กุสวิภา สมใจเตียบ และคณะ (2556) พลังงานทางเลือกใหม่(พลังงานทดแทน) .

กรุงเทพ : คณะมนุษยศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์อําพล ชี้อตรง (2553).วัสดุช่างอุตสาหกรรม.

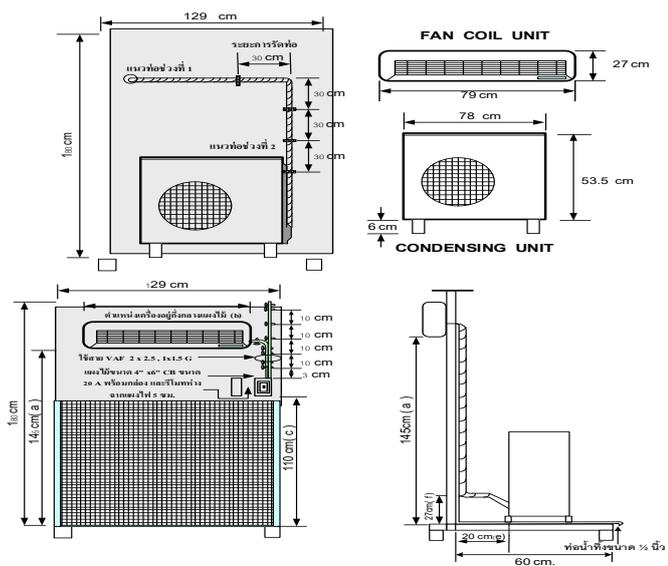
กรุงเทพ : สำนักงานพิมพ์ส่งเสริมวิชาการ สุชาติ กิจพิทักษ์(2541).งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
แสดงภาพขั้นตอนการทำโครงการ



รูปภาพที่ 1 ศึกษาข้อมูลในการดำเนินโครงการ



รูปภาพที่ 2 ออกแบบชุดฝึกการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน



รูปภาพที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ



รูปภาพที่ 4 วัตถุดิบชิ้นงาน



รูปภาพที่ 5 ทำการตัดเหล็กเพื่อทำการขึ้นโครง



รูปภาพที่ 6 การเชื่อมโครงเหล็กเพื่อประกอบชิ้นงาน



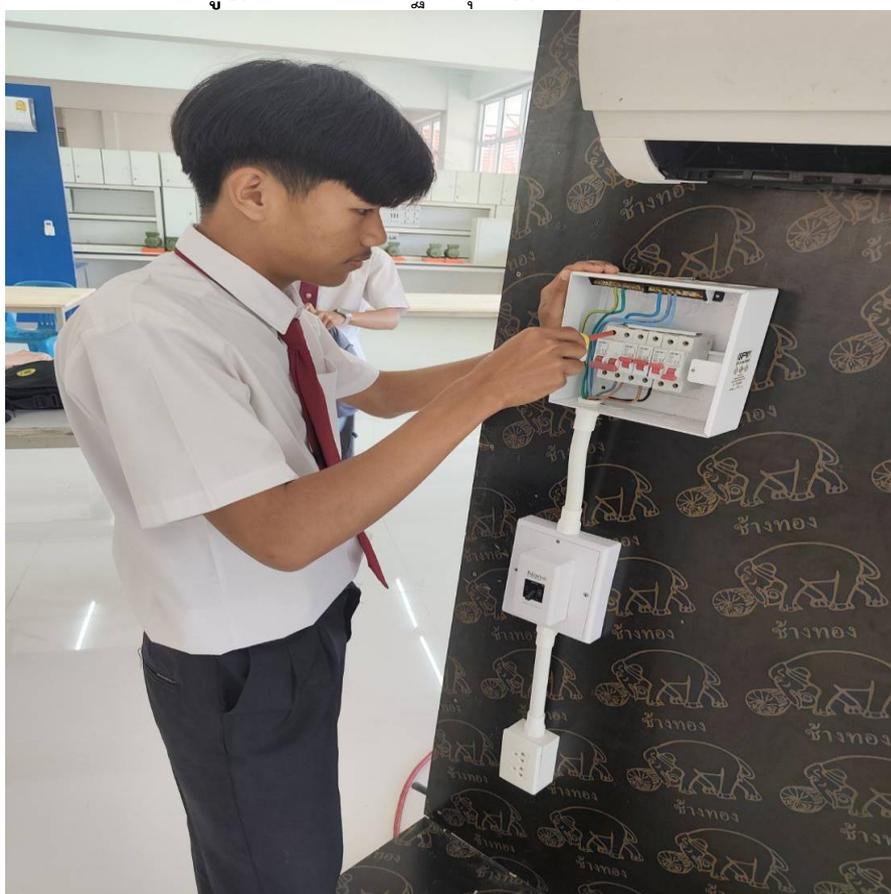
รูปภาพที่ 7 นำกระดานไม้อัดมาตัดเพื่อประกอบกับเหล็กที่เชื่อม



รูปภาพที่ 8 เจาะรูเพื่อนำชุดแอร์ด้านหน้ามาประกอบ



รูปภาพที่ 9 ติดตั้งฐานชุดแอร์ด้านหน้า



รูปภาพที่ 10 ติดตั้งตู้ควบคุมและเดินสายไฟควบคุมระบบ



รูปภาพที่ 11 นำท่อทองแดงและฝารางมาประกอบเพื่อการเดินระบบน้ำยาเครื่องปรับอากาศ



รูปภาพที่ 12 ทำเดินระบบน้ำยาและวัดระดับน้ำยาในระบบ



รูปภาพที่ 13 ชิ้นงานสำเร็จพร้อมใช้งาน

ภาคผนวก ข  
แสดงแบบสอบถามความพึงพอใจ



แบบประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับชิ้นงานโครงการชุดฝึกเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ขนาด 9000 BTU รหัสวิชา 20104 8501 รายวิชา โครงการงาน

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพสังขะ

คำชี้แจง แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ตอน โปรดแสดงความคิดเห็นให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1.1 เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง

1.2 อาชีพ ( ) นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา ( ) พนักงานรัฐวิสาหกิจ ( ) ลูกจ้าง/พนักงานบริษัท  
( ) ประกอบธุรกิจส่วนตัว ( ) เกษตรกรรม ( ) พ่อบ้าน แม่บ้าน ( ) อื่นๆโปรด

ระบุ.....

1.3 ระดับชั้น ( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมศึกษา ( ) ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

( ) ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวส.) ( ) อื่นๆโปรด

ระบุ.....

ตอนที่ 2 กรุณาใส่เครื่องหมาย ( ✓ ) ให้ตรงกับระดับความรู้ความเข้าใจและความพึงพอใจของท่าน

5 หมายถึง มีระดับมากที่สุด 4 หมายถึง มีระดับมาก 3 หมายถึง มีระดับปานกลาง 2 หมายถึง มีระดับน้อย

1 หมายถึง มีระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1. ขนาดของชิ้นงานที่จัดทำ/จัดแสดงเหมาะสมกับตัวชิ้นงาน					
2. การเลือกใช้วัสดุ/อุปกรณ์ในการจัดทำชิ้นงาน					
3. รูปร่างของชิ้นงานเหมาะสมกับการใช้งานสะดวก/ง่ายต่อการใช้งาน					
4. การวางอุปกรณ์และชิ้นงาน/ความสวยงาม					
5.. มีการทดสอบชิ้นงานก่อนการนำไปใช้งาน/ใช้ประโยชน์					

ภาคผนวก ค  
แสดงประวัติผู้จัดทำ

## ประวัติผู้จัดทำคนที่ 1

ชื่อ-นามสกุล นายธรรมรงค์ นรกิจ  
Name – surname Mr. Thamaroong Narakit

2.เลขบัตรประจำตัวประชาชน 112003916480

3.ระดับการศึกษา : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3  
สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง สาขางานไฟฟ้ากำลัง  
ระยะเวลาการทำงาน 6 ตุลาคม 2568 – 31 มี.ค 2569

4.ที่อยู่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ( E-mail )  
ที่อยู่ 206 หมู่ 10 ตำบลบ้านชบ อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ 32150  
เบอร์โทรศัพท์/มือถือ: 093-442-8162  
E- mail : [thrrmngkhnrkic@gmail.com](mailto:thrrmngkhnrkic@gmail.com)

5.ประวัติการศึกษา จบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังขะวิทยาคม อำเภอสังขะ  
จังหวัดสุรินทร์ พ.ศ. 2566

ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3/1  
วิทยาลัยการอาชีพสังขะ ตำบลบ้านชบ อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์

6.ประสบการณ์ฝึกวิชาชีพ บริษัทสังขะเน็ตเวิร์ค 25/1 หมู่5 ถนนสังขะ-ศีขรภูมิ ตำบลสังขะ  
อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ระยะเวลา 6 เดือน



## ประวัติผู้จัดทำคนที่ 2

ชื่อ-นามสกุล นายภีรสิช ประทุมวัน  
Name – surname Mr.Phirasich Pratumwan

2.เลขบัตรประจำตัวประชาชน 1329901448692

3.ระดับการศึกษา : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3  
สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง สาขางานไฟฟ้ากำลัง  
ระยะเวลาการทำงาน 6 ตุลาคม 2568 – 31 มี.ค 2569

4.ที่อยู่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ( E-mail )

ที่อยู่ 2 หมู่ 14 ตำบล:ขอนแก่น อำเภอสังขะ จังหวัด:สุรินทร์ 32150

เบอร์โทรศัพท์/มือถือ: 095-954-3182

E- mail : [somboon252519@gmail.com](mailto:somboon252519@gmail.com)

5.ประวัติการศึกษา จบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านขอนแก่น

ตำบลขอนแก่น อำเภอสังขะ จังหวัด สุรินทร์ พ.ศ.2566

ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3/1

วิทยาลัยการอาชีพสังขะ ตำบลบ้านขบ อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์

6.ประสบการณ์ฝึกวิชาชีพ บริษัท ยูเนี่ยนโซจิรุชิ จำกัด ตำบล บางสมัคร อำเภอบางปะกง

จังหวัดฉะเชิงเทรา ระยะเวลาในการฝึกงาน 6 เดือน



## ประวัติผู้จัดทำคนที่ 3

ชื่อ-นามสกุล นายอภิวัฒน์ ขจรฤทธิ์

Name – surname Mr.Apiwat Kajonrit

2.เลขบัตรประจำตัวประชาชน 1328900077550

3.ระดับการศึกษา : ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3

สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง สาขางานไฟฟ้ากำลัง

ระยะเวลาการทำงาน 6 ตุลาคม 2568 – 31 มี.ค 2569

4.ที่อยู่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ( E-mail )

ที่อยู่ 2 หมู่ 14 ตำบล:ขอนแก่น อำเภอ:สังขะ จังหวัด:สุรินทร์ 32150

เบอร์โทรศัพท์/มือถือ: 092-752-5428

E- mail : [apiwatkajonrit@gmail.com](mailto:apiwatkajonrit@gmail.com)

5.ประวัติการศึกษา จบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนบ้านพระแก้ว

ตำบลพระแก้ว อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ พ.ศ..2566

ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3/1

วิทยาลัยการอาชีพสังขะ ตำบลบ้านขบ อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์

6.ประสบการณ์ฝึกวิชาชีพ บริษัท แอปป์พลัสเอ็นจิเนียริ่ง ตำบล ขอนแตก อำเภอสังขะ

จังหวัดสุรินทร์ ระยะเวลาในการฝึกงาน 6 เดือน





**วิทยาลัยการอาชีพสกลนคร**  
**สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา**

ชื่อโครงการวิชาชีพ	ชุดฝึกเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 9000 BTU	
ชื่อนักศึกษา	1. นายธรรมรงค์ นรกีจ	รหัสนักศึกษา 66201040022
	2. นายภริสสิช ประทุมวัน	รหัสนักศึกษา 66201040044
	3. นายอภิวัฒน์ ขจรฤทธิ	รหัสนักศึกษา 66201040070
หลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	
สาขาวิชา	ช่างไฟฟ้ากำลัง	
สาขางาน	ช่างไฟฟ้ากำลัง	
ครูที่ปรึกษาโครงการ	ว่าที่ร้อยโทสรารุช ฤณาพรรณ	
ครูที่ปรึกษาโครงการร่วม	นายวรพล ชื่นใจ	
ครูผู้สอน	ว่าที่ร้อยโทสรารุช ฤณาพรรณ	
ปีการศึกษา	2568	

คณะกรรมการตรวจสอบวิชาชีพ		ลายมือชื่อ
1. ว่าที่ร้อยโทสรารุช ฤณาพรรณ	ครูที่ปรึกษาโครงการ	
2. นายวรพล ชื่นใจ	ครูที่ปรึกษาโครงการร่วม	
3. ว่าที่ร้อยโทสรารุช ฤณาพรรณ	ครูผู้สอน	
4. นายอดิศักดิ์ แก้วใส	หัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง	
5. นายเบญจภัทร วงศ์โคกสูง	หัวหน้างานพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน	
6. นายปรีดี สมอ	รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ	

สอบโครงการ วัน            ที่            กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2569 เวลา 08.00 -12.00 น.  
สถานที่สอบ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพสกลนคร

( นายไพบุลย์ ฤกษ์ดี )  
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพสกลนคร  
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

