

การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

นายศุภโชค ภูสิงห์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2568
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

นายศุภโชค ภูสิงห์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2568

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

โดย นายศุภโชค ภูสิงห์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา

---------- หัวหน้าภาควิชา
(ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

---------- ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนพล ชุมเพชร)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ)

---------- กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)

ชื่อ : นายศุภโชค ภูสิงห์
ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด
สาขาวิชา : เทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ
ปีการศึกษา : 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2) พัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด และ 3) ศึกษาผลของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนต่อการเสริมสร้างทักษะดังกล่าว ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบสมัครใจ ใช้เวลาในการฝึกอบรม 3 วัน วันละ 6 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหาการฝึกอบรม แผนกิจกรรมการฝึกอบรม ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน และสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า เนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนและสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยเว็บไซต์ฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 และสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.91 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบไฮบริดโดยรวมคิดเป็นร้อยละ 90.85 และมีความพึงพอใจต่อสื่อการฝึกอบรมในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนอยู่ในระดับดีมาก สรุปได้ว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและเหมาะสมต่อการนำไปใช้เสริมสร้างทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(สารนิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 243 หน้า)

คำสำคัญ : ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน, เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด,สื่อดิจิทัล

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Supachoke Pusing
Independent Study Title : Development of a Virtual Digital Training Center to Enhance Skills in Hybrid Solar Air Conditioner Installation
Major Field : Digital Technology for Technical Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Independent Study Advisor : : Parwapun Kamtab
Academic Year : 2025

ABSTRACT

This quasi-experimental study aimed to 1) develop training content and a training activity plan for hybrid solar air conditioner installation skills, 2) develop a Virtual Digital Training Center to enhance such skills, and 3) investigate its effects on skill enhancement. The sample consisted of 20 undergraduate students from the Faculty of Engineering and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, selected through voluntary sampling. The training lasted 3 days, 6 hours per day, totaling 18 hours. Research instruments included the training content, training activity plan, Virtual Digital Training Center, and digital learning media. Data were analyzed using mean, standard deviation, and percentage.

The results showed that the training content, training activity plan, Virtual Digital Training Center, and digital learning media were all rated at a very high level. The trainees' overall hybrid solar air conditioner installation skill performance was 90.85%, and their satisfaction with the training media was also at a very high level. It can be concluded that the developed Virtual Digital Training Center was effective and appropriate for enhancing hybrid solar air conditioner installation skills.

(Total 243 pages)

Keywords: Virtual Digital Training Center, Hybrid Solar Air Conditioner, Digital Media

_____ Advisor

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตากรุณาและความเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัยในทุกขั้นตอน จนทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อคิด คำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขและปรับปรุงสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภายในสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ประสบการณ์ที่มีค่ายิ่ง และเป็นกำลังใจที่มีให้แก่ผู้วิจัย รวมทั้ง ให้ความช่วยเหลือในโอกาสต่าง ๆ โดยเสมอมา

ขอขอบพระคุณบริษัท บิทไว้ส์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท ไทยทาซากิ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะผู้บริหารที่ให้ความอนุเคราะห์ แก่ผู้วิจัยในการเก็บข้อมูลประกอบงานวิจัย อีกทั้ง ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาทุกท่านที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อคิด คำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขและปรับปรุงสารนิพนธ์ และบุคลากรในบริษัททุกท่านที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ และคอยให้ ความสะดวก ทำให้การทำสารนิพนธ์นี้สามารถดำเนินงานสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวผู้มีพระคุณที่เป็นส่วนหนึ่ง ในงานวิจัยครั้งนี้ คอยดูแลให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี พร้อมที่จะให้ความรักความห่วงใยและสิ่งที่ดีที่สุดทุก ๆ อย่างทำให้ผู้วิจัยมีแรงผลักดันจนทำให้ผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศุภโชค ภูสิงห์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	6
2.2 สื่อดิจิทัล	16
2.3 เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	27
2.4 แผนกิจกรรมการฝึกอบรม	32
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	43
3.1 การพัฒนาเนื้อหา และแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	45
3.2 การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	55
3.3 การศึกษาผลการส่งเสริมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	61

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	67
4.1 ผลการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	67
4.2 ผลการเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	72
4.3 ผลการเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	79
บทที่ 5 สรุปผลและการอภิปรายผล	92
5.1 สรุปผลการวิจัย	92
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	101
5.3 ข้อเสนอแนะ	105
บรรณานุกรม	107
ภาคผนวก ก	114
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพ	115
ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	116
แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	117
แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม	120
แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล	125
ภาคผนวก ข	131
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	132
ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	133
แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา	134

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค	137
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม	138
ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	139
แบบประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม	140
แบบประเมินทักษะปฏิบัติระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	144
แบบประเมินทักษะปฏิบัติระบบสารทำความเย็น	148
แบบประเมินทักษะปฏิบัติการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	149
แบบบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด	152
แบบประเมินผลทักษะปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	153
แบบรวมผลประเมินทักษะปฏิบัติ	155
แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมต่อการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	159
ภาคผนวก ง	161
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล	162
ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	163
แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล	164
ภาคผนวก จ	169
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	170
ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านเนื้อหา	173
ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม	174
ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านสื่อดิจิทัล	176
ผลการหาคุณภาพด้านเนื้อหา	179
ผลการหาคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม	180

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ผลการหาคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล 182

ผลการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 184

ภาคผนวก ฉ 185

ตัวอย่างเนื้อหาการฝึกอบรม 186

แผนกิจกรรมการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 203

คู่มือการใช้งานสื่อดิจิทัล 225

ภาพบรรยากาศการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 241

ประวัติผู้วิจัย 243

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	แบบแผนการทดลองในการวิจัย	61
4-1	ผลการประเมินคุณภาพเนื้อหา ด้านหัวข้อการฝึกอบรม	68
4-2	ผลการประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม	69
4-3	ผลการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัล ประเภทเว็บไซต์	73
4-4	ผลการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัลด้านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	75
4-5	ผลการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัลด้านสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง	77
4-6	ผลการประเมินทักษะเรื่องการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply AC	80
4-7	ผลการประเมินทักษะเรื่องการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply DC	81
4-8	ผลการประเมินทักษะเรื่องการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU	82
4-9	ผลการประเมินทักษะ เรื่องระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	84
4-10	ผลการประเมินทักษะ เรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	85
4-11	ผลการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	87
4-12	ผลการประเมินความพึงพอใจต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม	89
4-13	ผลการประเมินความพึงพอใจด้านสื่อการฝึกอบรม	90
จ-1	ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาการฝึกอบรม	173
จ-2	ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม	174
จ-3	ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านสื่อดิจิทัล	176
จ-4	ผลการหาคุณภาพด้านเนื้อหา	179
จ-5	ผลการหาคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม	180

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
จ-6	ผลการหาคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล	182
จ-7	ผลการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	184

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
3-1	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	43
3-2	ขั้นตอนการสร้างเนื้อหาการฝึกอบรม	48
3-3	ขั้นตอนการสร้างแผนกิจกรรมการฝึกอบรม	51
3-4	ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	54
3-5	ขั้นตอนการสร้างศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	60
3-6	ขั้นตอนและกระบวนการฝึกอบรม	64
4-1	เว็บไซต์ฝึกอบรม Google Sites	74
4-2	ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	76
4-3	ดิจิทัลบุ๊ก	78
4-4	โปรแกรมคำนวณแผงโซลาร์	78

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้กลายเป็นประเด็นสำคัญระดับโลกที่ส่งผลกระทบต่อระบบพลังงานและรูปแบบการใช้พลังงานในภาคอาคารอย่างชัดเจน รายงานของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC, 2023) ระบุว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลกเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องอันเป็นผลจากการสะสมของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ แนวโน้มดังกล่าวส่งผลให้ความต้องการใช้พลังงานสำหรับระบบทำความเย็นเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในประเทศที่มีสภาพอากาศร้อนเป็นระยะเวลายาวนานตลอดปี สอดคล้องกับการศึกษาของ Al-Yasiri et al. (2022) ที่ระบุว่าความต้องการด้านพลังงานสำหรับระบบปรับอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศ และการขยายตัวของเมือง แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกดังกล่าวส่งผลกระทบอย่างชัดเจนต่อประเทศในเขตร้อนรวมถึงประเทศไทย ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นตลอดทั้งปี ส่งผลให้ความต้องการใช้งานเครื่องปรับอากาศในภาคครัวเรือน อาคารพาณิชย์ และภาคอุตสาหกรรมเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนทำให้ระบบปรับอากาศกลายเป็นหนึ่งในระบบที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุดในภาคอาคาร สอดคล้องกับการศึกษาของ Jabir et al. (2025) ที่รายงานว่า การใช้พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศคิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 40 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในอาคาร การใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวส่งผลให้ต้นทุนด้านพลังงานของครัวเรือนและสถานประกอบการสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานทางเลือก เพื่อลดการใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้าหลัก ดังนั้นหลายประเทศรวมถึงประเทศไทยจึงให้ความสำคัญกับการพัฒนาและการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทน โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานสะอาด เพื่อลดการพึ่งพาแหล่งพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด สอดคล้องกับการศึกษาของ Rasuli and Torii (2024) ที่พบว่าการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบปรับอากาศสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าหลัก และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบได้อย่างมีนัยสำคัญ จากแนวโน้มดังกล่าว อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศจึงได้พัฒนาเทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด (Solar Hybrid Air Conditioner) ซึ่งเป็นระบบที่ผสานการทำงาน

ระหว่างระบบปรับอากาศแบบเดิมกับระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีเป้าหมายเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าหลัก และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยรวมของระบบ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Uchechukwu et al. (2023) ที่พบว่าระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริดสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากระบบปรับอากาศได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับระบบปรับอากาศแบบดั้งเดิม แม้ว่าเทคโนโลยีดังกล่าวจะมีศักยภาพในการช่วยลดการใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้าหลัก แต่การติดตั้งระบบยังคงมีความซับซ้อนทางเทคนิค เนื่องจากต้องอาศัยความรู้และทักษะแบบบูรณาการทั้งด้านระบบปรับอากาศและระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจทั้งในด้านการติดตั้งอุปกรณ์ การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า ตลอดจนการตรวจสอบการทำงานของระบบให้เป็นไปอย่างถูกต้องตามมาตรฐานทางวิศวกรรม อย่างไรก็ดีในทางปฏิบัติพบว่า ช่างผู้ปฏิบัติงานจำนวนมากยังขาดทักษะเชิงบูรณาการดังกล่าว เนื่องจากรูปแบบการฝึกอบรมแบบดั้งเดิมมักแยกการเรียนรู้ระหว่างระบบปรับอากาศและระบบโซลาร์เซลล์ออกจากกันข้อจำกัดของการฝึกอบรมในลักษณะดังกล่าวจึงนำไปสู่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการพัฒนาระบบการฝึกอบรมด้านวิศวกรรม โดยเฉพาะเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) ซึ่งสามารถจำลองสภาพแวดล้อมการทำงานในลักษณะสามมิติ ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถฝึกปฏิบัติได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ งานวิจัยหลายฉบับสะท้อนให้เห็นสอดคล้องกันว่าเทคโนโลยีดังกล่าวมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้เชิงปฏิบัติในด้านวิศวกรรม โดย Ghazali et al. (2024) ชี้ให้เห็นว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือนช่วยสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติและส่งเสริมความเข้าใจต่อระบบที่มีความซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น ขณะที่ Yang et al. (2024) ซึ่งสังเคราะห์ผลการวิจัยจำนวนมากก็พบว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือนมีส่วนช่วยพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติของผู้เรียนในสาขาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมได้อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้ง Strazzeri et al. (2024) ยังชี้ให้เห็นว่า การบูรณาการเทคโนโลยีความจริงเสมือนในการศึกษาด้านวิศวกรรมสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้จากการจำลองกับการทดลองเชิงปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากแนวคิดดังกล่าวจึงนำไปสู่การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน (Virtual Digital Training Center) ในฐานะแนวทางใหม่สำหรับยกระดับทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในยุคดิจิทัล โดยศูนย์ฝึกอบรมนี้เป็นระบบที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อมัลติมีเดีย เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการฝึกปฏิบัติแบบเสมือนจริง โดยช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้โครงสร้างการทำงานพื้นฐาน ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ และกระบวนการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้อย่างใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง จุดเด่นสำคัญของศูนย์ฝึกอบรมนี้อยู่ที่

การใช้สื่อดิจิทัลแบบบูรณาการ เช่น วิดีโอสาธิตขั้นตอนการปฏิบัติงาน ภาพสามมิติของอุปกรณ์ ภาพประกอบเชิงเทคนิค อินโฟกราฟิก และสื่อมัลติมีเดียแบบโต้ตอบ เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ระบบยังสามารถจำลองสถานการณ์การติดตั้งจริง เช่น การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และการตรวจสอบการทำงานของระบบได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถฝึกปฏิบัติซ้ำได้หลายครั้ง โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์จริง ซึ่งช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า แม้จะมีการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนและสื่อดิจิทัลมาใช้ในการฝึกอบรมด้านวิศวกรรมเพิ่มมากขึ้น แต่การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่ออกแบบเฉพาะสำหรับการเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะในบริบทของการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติของผู้ปฏิบัติงานด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ดังนั้น ช่องว่างทางการวิจัยที่สำคัญจึงอยู่ที่การขาดศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่ได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับบริบทของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด และสามารถเสริมสร้างทักษะเชิงปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยจึงมุ่งพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยมุ่งหวังให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดความรู้ความเข้าใจ และทักษะเชิงปฏิบัติที่ถูกต้องตามมาตรฐานทางเทคนิค อันจะนำไปสู่การยกระดับคุณภาพกำลังคนด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และสนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานสะอาดให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.2.2 เพื่อพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนสำหรับเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนต่อการเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยกำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1.3.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 135 คน

1.3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.3.2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.3.2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

1.3.2.2.1 ทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.3.2.2.2 ความพึงพอใจต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.3.3 ระยะเวลาในการฝึกอบรม

ผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 3 วัน วันละ 6 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 18 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาการฝึกอบรมและการประเมินผลทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.3.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

1.3.4.1 ความปลอดภัยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.3.4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.3.4.3 ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.3.4.4 งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.3.4.5 ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

1.4 นิยามและคำศัพท์เฉพาะ

1.4.1 ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน (Virtual Digital Training Center) หมายถึง สภาพแวดล้อมการฝึกอบรมแบบสามมิติในรูปแบบดิจิทัลที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยมุ่งลดข้อจำกัดด้านสถานที่ ต้นทุนอุปกรณ์ และความเสี่ยงจากการฝึกปฏิบัติงานจริง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถพัฒนาความรู้และทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานวิชาชีพ

1.4.2 สื่อดิจิทัล หมายถึง สื่อดิจิทัลที่ออกแบบขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยประกอบด้วยภาพอินโฟกราฟิก วิดีโอ และดิจิทัลเกม ซึ่งช่วยให้การพัฒนาทักษะบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

1.4.3 เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด (Solar Hybrid Air Conditioner) หมายถึง เครื่องปรับอากาศที่ออกแบบให้ใช้พลังงานจากสองแหล่งร่วมกันในการทำงานของระบบทำความเย็น โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จากระบบไฟฟ้าหลักโดยอัตโนมัติ

1.4.4 แผนกิจกรรมการฝึกอบรม (Training Activity Plan) หมายถึง กรอบและแนวทางการดำเนินกิจกรรมที่ใช้ในการบริหารจัดการกระบวนการฝึกทักษะ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดความรู้ ความเข้าใจ และสามารถพัฒนาทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้สื่อดิจิทัลและสภาพแวดล้อมเสมือนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้จากภาคทฤษฎีสู่การปฏิบัติเชิงเทคนิคอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการฝึกอบรมในสาขาวิชาอื่นที่ต้องอาศัยทักษะเชิงปฏิบัติและมีความเสี่ยงในการปฏิบัติงาน

1.5.2 หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนสามารถนำศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดไปประยุกต์ใช้ในการฝึกอบรมบุคลากร เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน

1.5.3 ผลการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแนวทางหรือมาตรฐานสมรรถนะทางเทคนิคด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด เพื่อส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานมีทักษะเชิงปฏิบัติที่สอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ

1.5.4 ผลการวิจัยสามารถสนับสนุนการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและการประหยัดพลังงานของประเทศ โดยช่วยพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้และทักษะในการติดตั้งระบบโซลาร์ไฮบริดอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยมุ่งวิเคราะห์องค์ความรู้ทั้งด้านเทคโนโลยีดิจิทัล การจัดการฝึกอบรม และการพัฒนาทักษะเชิงวิชาชีพ ซึ่งสามารถจัดประเด็นการศึกษาออกเป็นหัวข้อสำคัญ ดังนี้

2.1 ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

2.1.1 ความหมายของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน หมายถึง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่จำลองขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับถ่ายทอดความรู้และพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเข้าถึงเนื้อหา สื่อมัลติมีเดีย และกิจกรรมการฝึกปฏิบัติในรูปแบบต่าง ๆ โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ทั้งนี้ นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนไว้ในลักษณะที่สอดคล้องกัน ดังนี้

จตุพงษ์ และ อมิตา (2568) ให้ความหมายของห้องเรียนเสมือนในมิติของการออกแบบและการใช้งานได้จริงอย่างชัดเจน เนื่องจากงานวิจัยดังกล่าวมิได้มุ่งอธิบายห้องเรียนเสมือนเพียงในฐานะพื้นที่ดิจิทัล หรือสภาพแวดล้อมเชิงแนวคิดเท่านั้น หากแต่ได้พัฒนาห้องเรียนเสมือนจริงขึ้นด้วยเทคโนโลยีเมตาเวิร์ส (Metaverse Technology) จนเกิดเป็นพื้นที่การเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบได้จริง ภายในห้องเรียนเสมือนดังกล่าวสามารถจัดวางองค์ประกอบการเรียนรู้ที่สำคัญไว้อย่างครบถ้วน ทั้งในด้านเนื้อหา กิจกรรม กระบวนการเรียนรู้ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม ส่งผลให้ห้องเรียนเสมือนมีลักษณะเป็นระบบการเรียนรู้ที่สามารถดำเนินการได้ในบริบทจริง ไม่ใช่เพียงภาพจำลองทางเทคโนโลยีที่ขาดการเชื่อมโยงกับการใช้งานทางการศึกษา นอกจากนี้ งานวิจัยยังประเมินผลครอบคลุมทั้งด้านประสิทธิภาพของระบบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งช่วยยืนยันว่าห้องเรียนเสมือนสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ได้ทั้งในเชิงคุณภาพของสื่อ และในเชิงผลลัพธ์ของการฝึกอบรมอย่างเป็นรูปธรรม

ข้อค้นพบดังกล่าวจึงมีนัยสำคัญต่อการอธิบายความหมายของห้องเรียนเสมือนว่าเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ดิจิทัลที่สามารถออกแบบให้มีโครงสร้างชัดเจน มีเนื้อหา และกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อช่วยส่งเสริมทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชไมพร และวิชัย (2568) ให้ความหมายของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน หมายถึง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยมิได้ทำหน้าที่เพียงเป็นพื้นที่สำหรับนำเสนอเนื้อหาหรือจัดเก็บสื่อการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นบนฐานของเทคโนโลยีดิจิทัล หากแต่เป็นระบบที่ออกแบบให้มีองค์ประกอบสนับสนุนการเรียนรู้อย่างครบถ้วน ทั้งด้านการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน การทำงานร่วมกัน การแบ่งปันทรัพยากร การสะท้อนคิด และการสนับสนุนผู้เรียนอย่างเหมาะสม ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าว ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหา มีส่วนร่วมกับกิจกรรม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และพัฒนาทักษะของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง

ผ่องอำไพ และคณะ (2566) ให้ความหมายว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเป็นระบบการเรียนรู้และการฝึกอบรมออนไลน์ที่ได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบ โดยบูรณาการเครื่องมือดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการติดต่อสื่อสาร การทำงานร่วมกัน การแบ่งปันทรัพยากร การสะท้อนคิด และการสนับสนุนผู้เข้ารับการฝึกอบรมอันเอื้อให้เกิดปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องใน 3 มิติ ได้แก่ 1) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้ารับการฝึกอบรมกับเนื้อหา 2) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้ารับการฝึกอบรมกับผู้สอน และ 3) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้ารับการฝึกอบรมด้วยกันเอง

Yahya et al. (2025) ให้ความหมายว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในฐานะรูปแบบของระบบการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งเอื้อให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถดำเนินกระบวนการฝึกอบรมร่วมกันได้ โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกัน ทั้งนี้ ยังสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ การกำกับดูแล และการถ่ายทอดความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลที่ออกแบบมาเฉพาะ ดังนั้นศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงเป็นสภาพแวดล้อมการฝึกอบรมออนไลน์ที่มีความยืดหยุ่น โดยเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเข้าถึงเนื้อหา เข้าร่วมกิจกรรมการฝึก และสื่อสารกับผู้สอนหรือผู้เข้ารับการฝึกอบรมรายอื่นได้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั้งในรูปแบบประสานเวลา (synchronous) และไม่ประสานเวลา (asynchronous) ซึ่งช่วยให้กระบวนการฝึกอบรมสามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับข้อจำกัดด้านเวลาได้อย่างเหมาะสม

Penna et al. (2022) ให้ความหมายของว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเป็นระบบการฝึกอบรมที่ดำเนินการผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลแบบบูรณาการ ซึ่งได้รับการออกแบบให้เป็นสภาพแวดล้อมการฝึกอบรมแบบรวมศูนย์ที่ผสานองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการฝึกอบรมไว้ภายในระบบเดียว ทั้งในด้านการนำเสนอเนื้อหา การสร้างปฏิสัมพันธ์ และการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ระหว่าง

ผู้เข้ารับการฝึกอบรมกับผู้สอน ตลอดจนการวัดและประเมินผลที่สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ทั้งนี้ในเชิงโครงสร้างของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมิได้จำกัดบทบาทอยู่เพียงการเป็นช่องทางในการเผยแพร่ความรู้ หรือสื่อการเรียนรู้แบบออนไลน์หากแต่เป็นระบบการฝึกอบรมเชิงระบบที่เชื่อมโยงองค์ประกอบของการฝึกอบรมทั้งหมดเข้าด้วยกันอย่างมีโครงสร้าง ตั้งแต่การจัดลำดับเนื้อหา การออกแบบกิจกรรมการฝึกอบรม การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ไปจนถึงการติดตาม และประเมินผลการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้กระบวนการฝึกอบรมสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับเป้าหมายเชิงสมรรถนะ นอกจากนี้ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนยังมีบทบาทในการสนับสนุนการเรียนรู้เชิงรุก และการพัฒนาศักยภาพของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอย่างรอบด้าน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มีส่วนร่วมกับกิจกรรมการฝึก สื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และได้รับข้อมูลป้อนกลับอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ และความมั่นใจในการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ

จากการวิเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเป็นระบบการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของเทคโนโลยีดิจิทัล โดยมีลักษณะเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ประกอบสำคัญของการฝึกอบรมไว้ในระบบเดียวทั้งในด้านเนื้อหา สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการฝึกปฏิบัติ และการประเมินผลอันเอื้อต่อการเข้าถึงการมีปฏิสัมพันธ์ และการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนยังมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติผ่านการจำลองสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริง ควบคู่กับการจัดการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่น โดยผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถศึกษา ทบทวน และฝึกซ้ำได้ตามความต้องการของตนเองอีกทั้งยังรองรับการเรียนรู้ได้ทั้งในรูปแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา ซึ่งช่วยให้การฝึกอบรมสอดคล้องกับบริบทและความแตกต่างของผู้เข้ารับการฝึกอบรมแต่ละบุคคล ดังนั้น ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงอาจมองได้ว่าเป็นระบบการฝึกอบรมแบบบูรณาการที่เชื่อมโยงเทคโนโลยีการออกแบบการเรียนรู้ และการพัฒนาทักษะเข้าด้วยกัน เพื่อยกระดับประสิทธิภาพของการฝึกอบรมและเตรียมความพร้อมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมสำหรับการปฏิบัติงานจริงได้อย่างเหมาะสม

2.1.2 ความสำคัญของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในบริบทของสังคมดิจิทัล เนื่องจากเป็นรูปแบบการฝึกอบรมที่สามารถยกระดับกระบวนการพัฒนากำลังคนให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคมที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่รูปแบบการฝึกอบรมแบบดั้งเดิมเริ่มเผชิญข้อจำกัดในด้านเวลา สถานที่ ความปลอดภัย และทรัพยากรในการจัดฝึกอบรม

ในบริบทดังกล่าว ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงถูกนำมาใช้เป็นกลไกสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกอบรมทั้งในด้านการเข้าถึง การออกแบบประสบการณ์การฝึก และการพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับบริบทการทำงานจริง ทั้งนี้ แนวคิดดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นถึงบทบาทและความสำคัญของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในมิติต่าง ๆ ดังนี้

เอกสิทธิ์ และคณะ (2566) อธิบายว่า การฝึกอบรมออนไลน์เป็นรูปแบบพัฒนาผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่อาศัยเทคโนโลยีเครือข่ายเป็นฐานในการฝึกประสบการณ์การเรียนรู้ โดยมีลักษณะสำคัญ คือ ความยืดหยุ่นในการเข้าถึง ดังนั้นผู้เข้ารับการฝึกอบรมจึงสามารถเรียนรู้ผ่านสื่อที่หลากหลายและดำเนินกิจกรรมการฝึกอบรมได้อย่างต่อเนื่องผ่านระบบดิจิทัล นอกจากนี้ รูปแบบการฝึกอบรมออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพควรได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบ ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ เช่น วัตถุประสงค์ เนื้อหา แผนและกิจกรรมการฝึกอบรม สื่อ แหล่งความรู้ ระบบเครือข่าย และเทคโนโลยีการสื่อสาร บทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องตลอดจนมีกระบวนการดำเนินงานที่ชัดเจนทั้งในระยะก่อนฝึกอบรม ระหว่างฝึกอบรม และหลังฝึกอบรม ข้อเสนอของงานวิจัยดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นว่า ระบบฝึกอบรมดิจิทัลที่มีคุณภาพควรเป็นมากกว่าพื้นที่เผยแพร่เนื้อหาออนไลน์ แต่ต้องเป็นระบบที่สนับสนุนการเรียนรู้ การสื่อสาร และการติดตามผลอย่างเป็นองค์รวม เพื่อส่งเสริมการพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Carvalho (2025) อธิบายถึงความสำคัญของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนว่า เทคโนโลยีเสมือนมีบทบาทสำคัญในการสร้างประสบการณ์การฝึกที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงลึก และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทวิชาชีพ ทั้งนี้ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนยังเอื้อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติในสภาพแวดล้อมที่ออกแบบอย่างเป็นระบบอันช่วยลดการพึ่งพาการเรียนรู้เชิงทฤษฎีเพียงอย่างเดียว และส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้กับการปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนยังมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติ และทักษะเฉพาะทาง ซึ่งต้องอาศัยการฝึกซ้ำ การสังเกตผลลัพธ์ และการปรับปรุงการปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง โดยสภาพแวดล้อมเสมือนเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทดลอง ปรับเปลี่ยนวิธีการ และเรียนรู้จากข้อผิดพลาดได้ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงหรือความเสียหายจริงอันเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างความมั่นใจ และความพร้อมก่อนเข้าสู่การปฏิบัติงานจริง ดังนั้นศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงมีความสำคัญในฐานะกลไกที่ช่วยยกระดับคุณภาพของการฝึกอบรมทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความสมจริง ความยืดหยุ่น และความปลอดภัย

Qawqzeh (2025) อธิบายว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในฐานะกลไกที่ช่วยยกระดับความปลอดภัยและความคุ้มค่าของการฝึกอบรม โดยการใช้เทคโนโลยีเสมือนเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถฝึกปฏิบัติในสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงสูงได้ โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายจริง ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการฝึกอบรมในสายวิชาชีพและสายเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมืออุปกรณ์ หรือสภาพแวดล้อมที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ทั้งนี้ การฝึกอบรมผ่านระบบดิจิทัลเสมือนช่วยลดความเสี่ยง ลดความสูญเสีย และลดค่าใช้จ่ายด้านวัสดุอุปกรณ์ พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทดลอง ฝึกซ้ำ และเรียนรู้จากข้อผิดพลาดได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่กระทบต่อความปลอดภัยของบุคคล หรือความเสียหายของอุปกรณ์จริง อันเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างความมั่นใจ และการรับรู้ความเสี่ยงก่อนเข้าสู่การปฏิบัติงานจริง

Murphy (2022) ระบุว่า การฝึกอบรมด้วยสภาพแวดล้อมเสมือนมีความสำคัญต่อองค์กรในมิติของการเพิ่มความแม่นยำในการปฏิบัติงาน ลดอัตราความผิดพลาด และลดต้นทุนที่เกิดจากข้อผิดพลาดในการทำงานจริง โดยเฉพาะในงานที่ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องเรียนรู้ขั้นตอนที่มีความละเอียดและต้องอาศัยความถูกต้องสูง ข้อค้นพบนี้สะท้อนให้เห็นว่าศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีความสำคัญในฐานะระบบที่ช่วยให้การฝึกทักษะเกิดขึ้นได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยให้องค์กรสามารถพัฒนาบุคลากรผ่านประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ มีลำดับขั้น และส่งผลต่อการปฏิบัติงานประจำวันได้จริง จึงนับเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาทักษะบุคลากรควบคู่กับการลดความสูญเสียจากการทำงานผิดพลาดในการทำงานจริง

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีบทบาทสำคัญในการยกระดับคุณภาพของการฝึกอบรมอย่างบูรณาการในหลายมิติ กล่าวคือ 1) ด้านการเข้าถึงการฝึกอบรม ซึ่งช่วยลดข้อจำกัดด้านเวลา สถานที่ และทรัพยากร ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเข้าถึงองค์ความรู้และกิจกรรมการฝึกได้อย่างทั่วถึง 2) ด้านการพัฒนาการเรียนรู้รายบุคคล โดยเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถกำหนดจังหวะการเรียนรู้ ทบทวนเนื้อหา และฝึกซ้ำได้ตามศักยภาพของตนเอง 3) ด้านการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติ ซึ่งเอื้อต่อการสร้างประสบการณ์การฝึกที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงและเชื่อมโยงความรู้สู่การปฏิบัติ 4) ด้านความปลอดภัยและความคุ้มค่า ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากการฝึกในสถานการณ์จริง โดยเฉพาะในบริบทที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหรืออุปกรณ์ที่มีความซับซ้อนและมีความเสี่ยงสูง ดังนั้น ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงควรถูกพิจารณาในฐานะกลไกสำคัญของระบบการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สมัยใหม่ ที่สามารถตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และความต้องการของตลาดแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการยกระดับคุณภาพการฝึกอบรม การพัฒนาทักษะเชิงวิชาชีพ และการสร้างความพร้อมในการปฏิบัติงานจริง

2.1.3 องค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเป็นระบบการฝึกอบรมแบบบูรณาการที่ออกแบบขึ้น เพื่อรองรับการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติ และสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในบริบทของเทคโนโลยีดิจิทัล โดยผสานเนื้อหา สภาพแวดล้อมการฝึก เทคโนโลยี ปฏิสัมพันธ์ และการประเมินผลไว้ภายในระบบเดียวกัน เพื่อให้กระบวนการฝึกอบรมดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับผลลัพธ์ที่กำหนดไว้ โดยองค์ประกอบเหล่านี้มิได้ทำงานอย่างแยกส่วน หากแต่เชื่อมโยงและเกื้อหนุนกัน ในลักษณะของระบบที่มุ่งส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะอย่างต่อเนื่อง ในด้านการออกแบบศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจำเป็นต้องคำนึงถึงความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาการฝึกทักษะที่ต้องการพัฒนา และรูปแบบประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยเฉพาะทักษะเชิงปฏิบัติที่ต้องอาศัยการลงมือปฏิบัติ การโต้ตอบกับสถานการณ์จำลอง และการได้รับข้อมูลป้อนกลับอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้การพิจารณาองค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงควรมองในลักษณะของระบบเชิงบูรณาการไม่ใช่เพียงการระบุรายการองค์ประกอบแต่ละส่วน แต่ต้องพิจารณาความสัมพันธ์และบทบาทขององค์ประกอบเหล่านั้นที่มีต่อประสิทธิภาพของการฝึกอบรมโดยรวม ทั้งนี้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนไว้ ดังนี้

อภิเชษฐ์ และทิพย์รัตน์ (2567) อธิบายว่า การฝึกอบรมออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีองค์ประกอบที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ในการพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมออนไลน์โดยใช้การสาธิตแบบแสดงผล ผู้วิจัยได้บูรณาการขั้นตอนการสาธิตแบบแสดงผล 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการทดลอง ขั้นวัดและประเมินผลของการทดลอง และขั้นนำไปใช้ ดังนั้นศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนควรประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญอย่างน้อย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านระบบการฝึกอบรมซึ่งทำหน้าที่บริหารจัดการปัจจัยนำเข้า กระบวนการดำเนินงาน และผลลัพธ์ของการฝึกอบรม เงื่อนไขที่ทำหน้าที่กำกับให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมาย แหล่งสนับสนุนการค้นคว้าที่ช่วยส่งเสริมการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ตลอดจนการสื่อสารและกิจกรรมซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการสร้างปฏิสัมพันธ์ ถ่ายทอดความรู้ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันภายในสภาพแวดล้อมออนไลน์ ดังนั้น ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงมิใช่เพียงพื้นที่สำหรับนำเสนอเนื้อหาเท่านั้น หากแต่เป็นระบบการฝึกอบรมดิจิทัลที่ต้องบูรณาการองค์ประกอบด้านโครงสร้าง กระบวนการ และปฏิสัมพันธ์เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาศักยภาพของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Flavin and Bhandari (2021) อธิบายว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือน (Virtual Learning Environment) มีความหมายใกล้เคียงกับระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ได้รับการใช้งานอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน และมีศักยภาพในการสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านการเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา รวมทั้งรองรับการมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกันทั้งแบบประสานเวลาและต่างเวลา อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ ระบบดังกล่าวมักถูกใช้เพียงในฐานะพื้นที่จัดเก็บเนื้อหาเป็นหลัก ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมิได้ควรถูกมองเพียงเป็นแหล่งรวมสื่อการฝึกอบรมเท่านั้น แต่ต้องเป็นระบบการเรียนรู้ดิจิทัลที่มีองค์ประกอบหลากหลายและเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ทั้งในมิติของเทคโนโลยี การจัดการเรียนรู้ และการบริหารจัดการองค์กร เมื่อพิจารณาตามมุมมองของผู้เขียน สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบสำคัญของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนประกอบด้วย 1) พื้นที่การเรียนรู้ดิจิทัลที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าถึงกิจกรรมและทรัพยากรได้อย่างยืดหยุ่น 2) ระบบจัดเก็บและเผยแพร่เนื้อหา ซึ่งทำหน้าที่เป็นคลังความรู้หรือแหล่งรวบรวมเอกสารและสื่อการฝึกอบรม 3) ช่องทางการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม รวมถึงการสื่อสารภายในชุมชนการเรียนรู้ 4) เครื่องมือสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกัน 5) กลไกการออกแบบการเรียนการสอนและการกำหนดรูปแบบการใช้งานระบบโดยผู้สอน ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพของศูนย์ฝึกอบรม 6) มิติด้านการบริหารจัดการและการจัดองค์กร ที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน การนำระบบไปใช้ และการกำกับดูแลในระดับสถาบัน และ 7) การออกแบบกรอบแนวคิดและบริบททางสังคมวัฒนธรรม ซึ่งสะท้อนว่าระบบฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนไม่ได้เป็นเพียงเทคโนโลยี แต่เป็นโครงสร้างทางการศึกษาที่ได้รับอิทธิพลจากแนวคิดทางการสอน รูปแบบการออกแบบระบบและบริบทของผู้ใช้งานในแต่ละสังคมด้วย ดังนั้นในเชิงแนวคิดศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงควรได้รับการอธิบายในฐานะระบบนิเวศ การฝึกอบรมดิจิทัลที่บูรณาการองค์ประกอบด้านพื้นที่การเรียนรู้ เนื้อหา การสื่อสาร การปฏิสัมพันธ์ การออกแบบการสอน การบริหารจัดการ และบริบทแวดล้อมเข้าด้วยกันอย่างสมดุล มิใช่เป็นเพียงระบบสำหรับอัปโหลดเอกสาร หรือเผยแพร่สื่อเท่านั้น เพื่อให้สามารถส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างแท้จริง

Radianti et al. (2020) อธิบายว่าองค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนไม่ควรถูกพิจารณาเพียงในฐานะชุดของเทคโนโลยี หรือพื้นที่จำลองสถานการณ์ หากแต่ควรมองในฐานะระบบการฝึกอบรมเชิงบูรณาการที่ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายด้าน ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงระบบและทำงานร่วมกันอย่างสอดประสาน ทั้งในด้านเนื้อหาการฝึกอบรม การออกแบบสภาพแวดล้อมเสมือน ปฏิสัมพันธ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม กลไกสนับสนุนการเรียนรู้ และระบบการประเมินผลลัพธ์ โดยองค์ประกอบเหล่านี้มิได้ดำรงอยู่อย่างแยกขาดหากแต่เชื่อมโยงกันในลักษณะของโครงสร้างเชิงระบบที่มุ่งสนับสนุนการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติ และสมรรถนะ

ทางวิชาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ องค์ประกอบสำคัญสามารถแบ่งออกเป็น 7 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหาการฝึกอบรม ซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานกำหนดทิศทางของการออกแบบระบบทั้งหมด โดยลักษณะของเนื้อหาเป็นตัวกำหนดระดับความสมจริงของสภาพแวดล้อม รูปแบบของปฏิสัมพันธ์ และโครงสร้างของกิจกรรมการฝึกอบรม กล่าวคือ เนื้อหาเชิงแนวคิดจะเน้นการสร้างความเข้าใจ ขณะที่เนื้อหาเชิงปฏิบัติต้องออกแบบให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ลงมือปฏิบัติ ฝึกตามขั้นตอน และตัดสินใจในสถานการณ์จำลองอย่างเป็นระบบ 2) ด้านสภาพแวดล้อมเสมือน ซึ่งเป็นบริบทสำคัญของการฝึกอบรม โดยมิได้จำกัดอยู่เพียงการสร้างความสมจริงเชิงภาพแต่ต้องสนับสนุนการรับรู้โครงสร้างของงาน ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ และการเชื่อมโยงความรู้สู่การปฏิบัติ สภาพแวดล้อมเสมือนที่มีประสิทธิภาพจึงควรเอื้อต่อการสำรวจ การทำความเข้าใจบริบท และการฝึกปฏิบัติงานภายใต้เงื่อนไขที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง 3) ด้านปฏิสัมพันธ์กับระบบ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยขับเคลื่อนการเรียนรู้เชิงรุกโดยเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถควบคุม สำรวจ ทดลอง และตัดสินใจภายในสภาพแวดล้อมเสมือนได้อย่างมีความหมายอันเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติ 4) ด้านกิจกรรมและภารกิจการฝึก ซึ่งทำหน้าที่กำหนดโครงสร้างของกระบวนการฝึกอบรมให้มีลำดับขั้น มีเป้าหมายเชิงสมรรถนะ และมีภารกิจที่ชัดเจน โดยเป็นแกนกลางที่เชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับการปฏิบัติ ทำให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้ผ่านการลงมือทำ การแก้ปัญหา และการเผชิญสถานการณ์เฉพาะได้อย่างเป็นระบบ 5) ด้านกลไกสนับสนุนการเรียนรู้ ซึ่งครอบคลุมการออกแบบประสบการณ์การฝึกอบรมให้สอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ เช่น การจัดลำดับความยากง่าย การให้คำแนะนำระหว่างปฏิบัติ และการลดภาระทางปัญญาที่ไม่จำเป็น โดยองค์ประกอบนี้มีบทบาทสำคัญในการทำให้เทคโนโลยีเสมือนสามารถนำไปสู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง 6) ด้านข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาทักษะ โดยช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมรับรู้ผลของการกระทำของตนเองเข้าใจข้อผิดพลาด และปรับปรุงการปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่อง 7) ด้านการติดตามและประเมินผลลัพธ์การฝึกอบรม ซึ่งครอบคลุมการติดตามพฤติกรรมระหว่างการฝึก การบันทึกความก้าวหน้า และการประเมินผลสัมฤทธิ์เชิงสมรรถนะ เพื่อยืนยันว่า การฝึกอบรมส่งผลต่อการพัฒนาอย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้น องค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงควรถูกพิจารณาในฐานะโครงสร้างเชิงระบบที่บูรณาการองค์ประกอบ ทั้ง 7 ด้านเข้าด้วยกันอย่างมีเอกภาพ โดยแต่ละองค์ประกอบทำหน้าที่เสริมกัน เพื่อสนับสนุนการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติและสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเป้าหมายของการฝึกอบรมในบริบทดิจิทัลอย่างแท้จริง

Makransky and Petersen (2019) ได้อธิบายองค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในด้านของการออกแบบระบบการฝึกอบรมที่มุ่งสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านสภาพแวดล้อมเสมือน โดยระบุว่า ประสิทธิภาพของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนไม่ได้ขึ้นอยู่กับการมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยหรือการสร้างภาพแวดล้อมที่ดูสมจริงเพียงเท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับการออกแบบองค์ประกอบภายในระบบให้มีความสัมพันธ์และส่งเสริมกันอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่มีประสิทธิภาพควรเอื้อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดความรู้สึกมีส่วนร่วมกับสถานการณ์การฝึก เข้าใจบริบทของงาน สามารถลงมือปฏิบัติ และเรียนรู้จากผลงานของตนเองได้อย่างต่อเนื่องภายใต้สภาพแวดล้อมที่ถูกออกแบบให้สอดคล้องกับเป้าหมายของการพัฒนาทักษะ ดังนั้น ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงไม่ควรถูกมองเพียงในฐานะสื่อหรือเครื่องมือทางเทคโนโลยีเท่านั้นแต่ควรพิจารณาในฐานะระบบการฝึกอบรมที่ผสานการออกแบบการเรียนรู้ เทคโนโลยี และประสบการณ์เชิงปฏิบัติไว้ด้วยกันอย่างมีทิศทาง จากแนวคิดดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นว่าองค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนควรได้รับการพิจารณาอย่างเป็นระบบในอย่างน้อย 4 ด้านสำคัญ ดังนี้

1) องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมเสมือน เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่เป็นบริบทหลักของการฝึกอบรม โดยต้องออกแบบให้มีความสมจริงทั้งในด้านสถานการณ์ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และเงื่อนไขแวดล้อม เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถรับรู้บริบทของงาน เข้าใจความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ และเชื่อมโยงความรู้กับการปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม

2) องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์และการควบคุม เป็นกลไกที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถมีส่วนร่วมกับระบบได้อย่างมีความหมาย ผ่านการควบคุม การตัดสินใจ และการลงมือปฏิบัติ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนการเรียนรู้จากการรับรู้ไปสู่การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ และส่งเสริมการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติอย่างแท้จริง

3) องค์ประกอบด้านกิจกรรมการฝึกอบรม เป็นการออกแบบภารกิจและกระบวนการฝึกที่มีลำดับขั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และเอื้อต่อการฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง โดยผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทดลอง ปรับปรุง และพัฒนาการปฏิบัติของตนเองได้ภายในระบบ ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึกและความชำนาญในการปฏิบัติงาน

4) องค์ประกอบด้านการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นระบบที่ใช้ในการติดตาม ตรวจสอบ และสะท้อนผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถนะ โดยมุ่งประเมินผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริงจากการฝึกอบรม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการฝึกและพัฒนาศักยภาพอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้น องค์ประกอบทั้ง 4 ด้านนี้ต้องได้รับการออกแบบให้เชื่อมโยงและสอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ จึงจะสามารถทำให้ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุผลตามเป้าหมายของการฝึกอบรม

Kavanagh et al. (2017) อธิบายว่า องค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในด้านโครงสร้าง ระบบการฝึกอบรมที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยเน้นว่าการพัฒนาระบบฝึกอบรมเสมือนไม่ควรมุ่งเพียงการสร้างสภาพแวดล้อมจำลองหรือประสบการณ์การเรียนรู้ หากแต่ต้องให้ความสำคัญกับองค์ประกอบด้านการจัดการระบบ การควบคุมกระบวนการฝึก และการติดตามผลอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อให้ระบบสามารถรองรับการฝึกอบรมในบริบทจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในระดับบุคคลและระดับองค์กร ในแนวคิดดังกล่าว ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงถูกมองว่าเป็นระบบฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการที่ต้องสามารถบริหารจัดการกระบวนการฝึกได้อย่างครบวงจร ตั้งแต่การจัดโครงสร้างเนื้อหา การกำหนดเส้นทางการฝึก การควบคุมลำดับกิจกรรม ไปจนถึงการติดตามความก้าวหน้าและการประเมินผลผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยองค์ประกอบแต่ละส่วนต้องทำหน้าที่สนับสนุนกันในลักษณะของระบบเดียว หากขาดองค์ประกอบสำคัญ เช่น ระบบติดตามผล หรือโครงสร้างกิจกรรมที่ชัดเจน ย่อมส่งผลให้การฝึกอบรมไม่สามารถพัฒนาทักษะได้อย่างมีประสิทธิผล ทั้งนี้ได้จำแนกองค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนไว้เป็น 4 ด้านสำคัญ ดังนี้ 1) ด้านระบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งทำหน้าที่สร้างสภาพแวดล้อมและสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถฝึกทักษะภายใต้บริบทที่มีความหมายทั้งในด้านขั้นตอนการทำงาน เครื่องมือ และเงื่อนไขของสถานการณ์ โดยองค์ประกอบนี้เป็นฐานสำคัญของการเชื่อมโยงการเรียนรู้กับการปฏิบัติจริง 2) ด้านโครงสร้างและมอดูลการฝึกอบรม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดลำดับเนื้อหา และกิจกรรมในลักษณะเป็นหน่วยการเรียนรู้โดยออกแบบให้มีลำดับจากพื้นฐานไปสู่ระดับที่ซับซ้อน เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถพัฒนาทักษะได้อย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับเป้าหมายเชิงสมรรถนะ 3) ด้านระบบติดตามและประเมินความก้าวหน้า ซึ่งเป็นกลไกในการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ และสะท้อนข้อมูลพฤติกรรมการฝึกของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง โดยองค์ประกอบนี้มีบทบาทสำคัญในการควบคุมคุณภาพของการฝึกอบรมและสนับสนุนการปรับปรุงกระบวนการฝึกให้มีประสิทธิภาพ 4) ด้านระบบบริหารจัดการผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งครอบคลุมการจัดการข้อมูลผู้เข้ารับการฝึกอบรม การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึง การจัดกลุ่ม และการควบคุมการเข้าร่วมกิจกรรมภายในระบบ เพื่อให้การดำเนินการฝึกอบรมสามารถบริหารจัดการได้อย่างเป็นระบบและรองรับการใช้งานในระดับองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นองค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน จึงมิได้จำกัดอยู่เพียงการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ หากแต่ครอบคลุมถึงโครงสร้างและกลไกการบริหารจัดการระบบฝึกอบรมอย่างครบวงจร ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริง มีความยั่งยืน และสามารถพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน สามารถสรุปได้ว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเป็นระบบการฝึกอบรมเชิงบูรณาการที่ออกแบบขึ้นเพื่อสนับสนุนการพัฒนาความรู้ ทักษะเชิงปฏิบัติ และสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล โดยมิได้ทำหน้าที่เพียงเป็นพื้นที่สำหรับรวบรวมเนื้อหา หรือเผยแพร่สื่อการฝึกอบรมเท่านั้น แต่เป็นระบบที่ผสานองค์ประกอบด้านเนื้อหา สภาพแวดล้อมเสมือน การสื่อสาร ปฏิสัมพันธ์ กิจกรรมการฝึก กลไกสนับสนุนการเรียนรู้ ข้อมูลป้อนกลับ การประเมินผล และการบริหารจัดการระบบเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ องค์ประกอบแต่ละด้านมีบทบาทเกื้อหนุนกันในลักษณะของระบบเดียว กล่าวคือ เนื้อหาการฝึกอบรมเป็นฐานในการกำหนดทิศทางของกิจกรรมและภารกิจการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมเสมือนทำหน้าที่จำลองบริบทการปฏิบัติงานให้ใกล้เคียงสถานการณ์จริง ปฏิสัมพันธ์ และการสื่อสารช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วม อีกทั้งขณะที่การประเมินผลทำหน้าที่สะท้อนความก้าวหน้าและสนับสนุนการพัฒนาทักษะอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงควรถูกมองในฐานะระบบนิเวศการฝึกอบรมดิจิทัลที่ครอบคลุมทั้งมิติทางเทคนิค มิติทางการสอน และมิติทางการบริหารจัดการ ซึ่งต้องได้รับการออกแบบให้สอดคล้องและสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ จึงจะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 สื่อดิจิทัล

2.2.1 ความหมายของสื่อดิจิทัล

สื่อดิจิทัล หมายถึง สื่อที่พัฒนาและนำเสนอผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล โดยมีลักษณะสำคัญ คือ สามารถผสานข้อมูลได้หลายรูปแบบ เช่น ข้อความ ภาพ เสียง วิดีโอ และสื่อเชิงโต้ตอบ เพื่อใช้ในการถ่ายทอดความรู้ และสนับสนุนกระบวนการฝึกอบรมในบริบทของการฝึกอบรมสื่อดิจิทัลทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยสามารถนำเสนอเนื้อหาได้อย่างหลากหลาย อาทิ วิดีโอ อินโฟกราฟิก ภาพนิ่ง เว็บไซต์ แอปพลิเคชัน และแอนิเมชัน ซึ่งเอื้อต่อการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาและความแตกต่างระหว่างบุคคล นอกจากนี้ สื่อดิจิทัลยังช่วยกระตุ้นความสนใจ ส่งเสริมการมีส่วนร่วม และเพิ่มประสิทธิภาพของการสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม อันนำไปสู่ความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ตลอดจนการเรียนรู้เชิงลึกและการประยุกต์ใช้ความรู้ในการปฏิบัติงานจริง ด้วยเหตุนี้ นักวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงได้อธิบายความหมายของสื่อดิจิทัลไว้ในมุมมองที่หลากหลาย ดังนี้

จักรกริช และคณะ (2568) อธิบายว่า สื่อดิจิทัลเป็นสื่อที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการสร้าง จัดเก็บ และเผยแพร่ข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความ เสียง ภาพ และวิดีโอ โดยสามารถนำเสนอข้อมูลได้ผ่านทั้งช่องทางออนไลน์และออฟไลน์ เช่น เว็บไซต์ สื่อสังคมออนไลน์ เกม และแอปพลิเคชัน ลักษณะสำคัญของสื่อดิจิทัล คือ ความสามารถในการผสานข้อมูลหลายรูปแบบ

ไว้ในสื่อเดียวรวมทั้งการปรับเปลี่ยนและเผยแพร่เนื้อหาได้อย่างรวดเร็วตามลักษณะของแพลตฟอร์ม และความต้องการของผู้ใช้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังชี้ว่า สื่อดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้และการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพควรประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนเนื้อหา ซึ่งครอบคลุมข้อความ ภาพ วิดีโอ และเสียงที่ออกแบบให้สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย และส่วนการสร้างสื่อดิจิทัลซึ่งดำเนินการอย่างเป็นระบบตามกระบวนการ 3P คือ การเตรียมการ การพัฒนา และการนำเสนอ ข้อค้นพบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า สื่อดิจิทัลมิได้หมายถึงเพียงสื่อที่อยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ หากแต่เป็นสื่อที่ได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เหมาะสมกับการถ่ายทอดความรู้ การสื่อสาร และการเรียนรู้ของผู้ใช้ในบริบทดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ

เสฏฐวุฒิ (2568) อธิบายว่า สื่อดิจิทัลเป็นสื่อที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะในเนื้อหาที่ต้องอาศัยการสาธิต ลำดับขั้นตอน และการเลียนแบบการปฏิบัติจากแบบอย่าง งานวิจัยดังกล่าวพัฒนาสื่อดิจิทัลเรื่องท่ารำนาฏยศัพท์เบื้องต้นเพื่อส่งเสริมทักษะท่ารำโขน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สื่อดิจิทัลสามารถทำหน้าที่ถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ ควบคู่กับการสนับสนุนการฝึกทักษะได้พร้อมกันผ่านการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะที่ผู้เรียนมองเห็นขั้นตอนการปฏิบัติได้ชัดเจน เข้าใจลำดับของการเคลื่อนไหว และสามารถใช้เป็นแนวทางในการฝึกตามได้ ดังนั้นสื่อดิจิทัลจึงมิได้เป็นเพียงสื่อสำหรับการรับรู้ข้อมูลเชิงทฤษฎีเท่านั้นแต่ยังทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยอธิบาย และถ่ายทอดกระบวนการปฏิบัติให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเนื้อหานั้นเกี่ยวข้องกับทักษะที่ต้องอาศัยการสังเกต การจดจำแบบแผน และการฝึกซ้ำอย่างเป็นลำดับ นอกจากนี้งานวิจัยยังสะท้อนให้เห็นว่า สื่อดิจิทัลสามารถออกแบบให้สอดคล้องกับลักษณะของเนื้อหา และธรรมชาติของการเรียนรู้เชิงทักษะได้ โดยทำให้ผู้เรียนเข้าถึงสาระสำคัญของบทเรียนได้ง่ายขึ้น มองเห็นรายละเอียดของการสาธิตได้ชัดขึ้น และเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Klein (2023) อธิบายว่า สื่อดิจิทัลเป็นองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษาภายใต้บริบทของการเปลี่ยนผ่านสู่ยุคดิจิทัล โดยคำว่า ดิจิทัลมีเดีย ครอบคลุมสื่อและเครื่องมือดิจิทัลหลายประเภท เช่น สื่อสังคมออนไลน์ สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต วิดีโอ และเสิร์ชเอนจิน ซึ่งถูกนำมาใช้ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ การสื่อสาร และการเข้าถึงสารสนเทศในสภาพแวดล้อมการศึกษาออนไลน์และแบบผสมผสาน ทั้งนี้ สื่อดิจิทัลมิได้มีความหมายจำกัดอยู่เพียงตัวสื่อในเชิงรูปแบบเท่านั้น หากยังหมายรวมถึงบทบาทของสื่อดังกล่าวในฐานะเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ให้เกิดความยืดหยุ่นมากขึ้น ทั้งในด้านการเตรียมตัวสอบ การช่วยอธิบายเนื้อหาการเรียน และการส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเองของผู้เรียน โดยเฉพาะภายหลังสถานการณ์ COVID-19 ที่ทำให้สถาบันอุดมศึกษาต้องพึ่งพาสื่อดิจิทัลมากขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้นสื่อดิจิทัลจึงอาจอธิบายได้ว่าเป็นสื่อและเครื่องมือที่พัฒนา หรือใช้งาน

บนฐานของเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อสนับสนุนการเข้าถึงเนื้อหา การสื่อสาร การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษาอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับบริบทของการศึกษาร่วมสมัย

Menrisal (2022) อธิบายว่า สื่อดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้เป็นการใช้เทคโนโลยีในรูปแบบของซอฟต์แวร์เพื่อถ่ายทอดข้อมูลและความรู้ไปยังผู้เรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้และทักษะได้ง่ายขึ้น โดยไม่ถูกจำกัดด้วยเวลาและสถานที่ ทั้งนี้ สื่อดิจิทัลดังกล่าวสามารถใช้งานได้ทั้งในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์ จึงสะท้อนให้เห็นว่า สื่อดิจิทัลมิได้หมายถึงเพียงสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปหากแต่เป็นสื่อที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นฐานในการสนับสนุนการเรียนรู้อย่างยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพ กล่าวอีกนัยหนึ่งสื่อดิจิทัล เพื่อการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าวมิได้ทำหน้าที่เพียงเป็นช่องทางในการนำเสนอเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยเชื่อมโยงผู้เรียนเข้ากับแหล่งความรู้ในลักษณะที่สะดวก รวดเร็ว และสอดคล้องกับบริบทของการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล เนื่องจากผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหา ทบทวนสาระสำคัญ และเรียนรู้ได้ตามจังหวะของตนเองผ่านระบบดิจิทัลที่รองรับการใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งยังช่วยลดข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบเดิมที่มักผูกติดกับเวลา สถานที่ และรูปแบบการนำเสนอที่ตายตัว ดังนั้นสื่อดิจิทัลจึงอาจอธิบายได้ว่าเป็นสื่อที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นฐานในการจัดเก็บ ถ่ายทอด และสนับสนุนการเข้าถึงองค์ความรู้ เพื่อส่งเสริมให้กระบวนการเรียนรู้มีความยืดหยุ่น เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียน และเอื้อต่อการพัฒนาความรู้และทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Zhang, R.Y. et al. (2022) อธิบายว่า สื่อดิจิทัลเป็นสื่อที่ถูกสร้าง พัฒนา และนำเสนอผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล โดยอาศัยระบบคอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต และแพลตฟอร์มออนไลน์เป็นกลไกสำคัญในการจัดเก็บ ประมวลผล และเผยแพร่ข้อมูลสารสนเทศไปยังผู้ใช้งาน ทั้งนี้ สื่อดิจิทัลสามารถนำเสนอเนื้อหาได้ในรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ ข้อความ ภาพ เสียง วิดีโอ และสื่อผสม ซึ่งมีการบูรณาการองค์ประกอบหลายรูปแบบเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารและการถ่ายทอดข้อมูลให้มีความชัดเจนและเข้าถึงผู้ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง โดยลักษณะเด่นที่สำคัญของสื่อดิจิทัล คือ ความสามารถในการโต้ตอบและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน ซึ่งเอื้อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุม เลือก ตอบสนอง และมีส่วนร่วมในการสร้างเนื้อหา ส่งผลให้กระบวนการสื่อสารมีลักษณะเป็นแบบสองทางและมีความยืดหยุ่นสูง อีกทั้งยังสามารถปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับบริบท และความต้องการของผู้ใช้งานแต่ละบุคคลได้อย่างเหมาะสม ในบริบทของการเรียนรู้ สื่อดิจิทัลมีบทบาทในการสนับสนุนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นศูนย์กลาง โดยเปิดโอกาสให้สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย มีส่วนร่วมกับเนื้อหาและพัฒนาทักษะผ่านการปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมดิจิทัลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเอื้อต่อการสร้างความเข้าใจเชิงลึกและการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ดังนั้นสื่อดิจิทัลจึงสามารถพิจารณาได้ว่า

เป็นระบบการสื่อสารแบบบูรณาการที่ผสานเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับกระบวนการนำเสนอข้อมูล และการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งาน เพื่อสนับสนุนการถ่ายทอดองค์ความรู้และการพัฒนาทักษะในบริบทของสังคมดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการวิเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า สื่อดิจิทัล หมายถึง สื่อหรือทรัพยากรสารสนเทศที่ถูกสร้าง จัดเก็บ ประมวลผล และเผยแพร่ในรูปแบบข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล โดยอาศัยระบบคอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต และแพลตฟอร์มออนไลน์เป็นกลไกสำคัญในการนำเสนอเนื้อหา ทั้งนี้ สื่อดิจิทัลมีลักษณะสำคัญได้แก่ ความหลากหลายของรูปแบบการนำเสนอ เช่น ข้อความ ภาพ เสียง วิดีโอ และสื่อผสม ความสามารถในการเข้าถึงได้อย่างยืดหยุ่นโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ตลอดจนการรองรับการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน ซึ่งเอื้อให้เกิดการสื่อสารแบบสองทางและการปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับบริบทของผู้ใช้งาน ดังนั้นสื่อดิจิทัลจึงสามารถพิจารณาได้ว่าเป็นรูปแบบของสื่อสารสนเทศเชิงบูรณาการที่ผสานเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับกระบวนการนำเสนอข้อมูลและการปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งานอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้และการฝึกอบรมในบริบทของสังคมดิจิทัล

2.2.2 รูปแบบของสื่อดิจิทัล

ทรงศักดิ์ และปรัชญา (2568) อธิบายว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลในบริบทการเรียนรู้มิได้จำกัดอยู่เพียงการแปลงเนื้อหาให้อยู่ในรูปไฟล์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น หากแต่เป็นการออกแบบสื่อในลักษณะสื่อมัลติมีเดียแบบบูรณาการ ที่นำเสนอสาระการเรียนรู้ผ่านชุดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ซึ่งรวมองค์ประกอบสำคัญหลายมิติไว้ด้วยกัน ได้แก่ ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหว และองค์ประกอบเชิงโต้ตอบ ทั้งนี้ การผสมผสานองค์ประกอบดังกล่าวช่วยให้สื่อมีความน่าสนใจมากกว่าสื่อสิ่งพิมพ์ทั่วไป เอื้อต่อการทำความเข้าใจเนื้อหาอย่างเป็นลำดับ และส่งเสริมให้ผู้ใช้สื่อเกิดการมีส่วนร่วมกับกระบวนการเรียนรู้มากขึ้น อันสะท้อนให้เห็นว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลเป็นรูปแบบที่เน้นการบูรณาการหลายสื่อเข้าด้วยกันอย่างมีระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการถ่ายทอดความรู้และการพัฒนาทักษะในคราวเดียวกัน นอกจากนี้รูปแบบของสื่อดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพควรมีลักษณะ ยืดหยุ่น เข้าถึงง่าย และสอดคล้องกับผู้ใช้ในยุคดิจิทัล กล่าวคือ สื่อควรสามารถใช้งานได้ผ่านสมาร์ตโฟน คอมพิวเตอร์ หรือแท็บเล็ต รองรับทั้งการใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และการดาวน์โหลดไปใช้ภายหลังรวมทั้งควรออกแบบเนื้อหาให้สามารถปรับระดับความยากง่ายให้เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้ใช้แต่ละคนได้ คุณลักษณะเช่นนี้ทำให้สื่อดิจิทัลไม่เป็นเพียงแหล่งข้อมูล แต่เป็นเครื่องมือที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาตามความพร้อมและจังหวะของตนเอง ซึ่งเป็นสาระสำคัญของการออกแบบสื่อในยุคดิจิทัลที่มุ่งเน้นความสะดวก ความคล่องตัว และ

การตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะบุคคลเมื่อพิจารณาในเชิงโครงสร้างรูปแบบของสื่อดิจิทัลเป็นสื่อดิจิทัลเชิงมัลติมีเดียแบบโต้ตอบ ที่มี 3 ลักษณะเด่นร่วมกัน ได้แก่ 1) การบูรณาการสื่อหลายประเภทไว้ในแพลตฟอร์มเดียว 2) การออกแบบให้ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาไม่ใช่เพียงรับสารแบบทางเดียว และ 3) การจัดสื่อให้เหมาะสมกับบริบทของผู้ใช้และเป้าหมายการเรียนรู้

ปัทมาภรณ์ และคณะ (2567) อธิบายว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลในบริบทการเรียนรู้สมัยใหม่มีพัฒนาการอย่างชัดเจนจากสื่อการสอนแบบดั้งเดิมไปสู่สื่อที่อยู่บนฐานเทคโนโลยีดิจิทัลมากขึ้น โดยเฉพาะภายหลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของโควิด-19 ซึ่งทำให้การจัดการเรียนการสอนต้องปรับตัวสู่ระบบออนไลน์อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้สื่อดิจิทัลที่มีบทบาทสำคัญในบริบทดังกล่าวประกอบด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ภาพจำลองสามมิติ และแอพพลิเคชั่นการเรียนการสอน ซึ่งล้วนเป็นสื่อที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้สะดวกผ่านอุปกรณ์อัจฉริยะและนำไปใช้ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง จึงกล่าวได้ว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลตามมุมมองของผู้เขียนมีลักษณะเป็นสื่อที่เน้นความยืดหยุ่น ความสะดวกในการเข้าถึง และความเหมาะสมกับการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล เมื่อพิจารณาในเชิงลักษณะของการออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องการควรอยู่ในรูปแบบของแอปพลิเคชัน หรือสื่อมัลติมีเดียที่สามารถใช้งานได้สะดวกเรียนรู้ได้ทุกที่ใช้ทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถนำไปประกอบการฝึกปฏิบัติกับหุ่นหรือสถานการณ์ฝึกจริงได้ รูปแบบของสื่อดังกล่าวมิได้เป็นเพียงการนำข้อความมาแสดงบนหน้าจอเท่านั้น แต่เป็นการบูรณาการองค์ประกอบหลากหลายเข้าด้วยกัน ได้แก่ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีโอ และข้อความ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ทำให้สื่อมีความน่าสนใจช่วยกระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน และส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจรวมทั้งการจดจำเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นในมุมมองนี้รูปแบบของสื่อดิจิทัลจึงมีลักษณะเป็นสื่อมัลติมีเดียเชิงโต้ตอบที่มุ่งให้ผู้เรียนรับรู้ผ่านหลายช่องทางพร้อมกัน นอกจากนี้รูปแบบของสื่อดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพควรมีลักษณะของการจำลองภาพ และกระบวนการที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาที่ต้องอาศัยการมองเห็นเชิงลำดับขั้นและจินตนาการเชิงโครงสร้าง เช่น การนำเสนอกายวิภาคของช่องเชิงกรานในรูปแบบสามมิติ การระบุชื่อภาษาอังกฤษของกระดูกแต่ละชิ้น การออกเสียงคำศัพท์ และการอธิบายลำดับกลไกการคลอดตั้งแต่ระยะเริ่มเคลื่อนเข้าสู่ช่องเชิงกรานจนถึงระยะคลอดออกมาพร้อมคำอธิบายความหมาย และการพยาบาลในแต่ละช่วงสาระดังกล่าวสะท้อนว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลไม่ได้เน้นเพียงการสื่อสารข้อมูลแต่ยังทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างภาพความเข้าใจเชิงกระบวนการ และเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม

จารุพร และคณะ (2568) อธิบายว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลในบริบทการสื่อสารยุคใหม่มิได้หมายถึงเพียงสื่อที่อยู่ในรูปไฟล์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้นแต่หมายถึงสื่อที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับธรรมชาติของแพลตฟอร์มดิจิทัล และพฤติกรรมการรับสารของกลุ่มเป้าหมาย

โดยเฉพาะการเผยแพร่ผ่านเครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Facebook TikTok และ YouTube ซึ่งเป็นพื้นที่สื่อสารที่ช่วยให้เนื้อหาสามารถเข้าถึงผู้รับสารได้อย่างกว้างขวาง รวดเร็ว และเกิดการมีส่วนร่วมได้จริง ทั้งนี้ สื่อดิจิทัลบนเครือข่ายและสื่อสังคมออนไลน์ผ่านองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ สื่อดิจิทัลเพื่อการนำเสนอ และสื่อดิจิทัลปฏิสัมพันธ์ออนไลน์สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบของสื่อดิจิทัลมิได้มุ่งเพียงการแสดงข้อมูลแต่ยังครอบคลุมมิติของการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้รับสารด้วย เมื่อพิจารณาจากผลการวิจัยโดยตรงกระบวนการผลิตสื่อดิจิทัลแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ คลิปวิดีโอสั้นความยาวประมาณ 1 นาที จำนวน 3 คลิป สำหรับเผยแพร่ผ่าน Facebook และ TikTok และ คลิปวิดีโอความยาว 3–5 นาที จำนวน 3 คลิป สำหรับเผยแพร่ผ่าน YouTube รูปแบบแรกเป็นสื่อที่มุ่งดึงดูดความสนใจในระยะสั้นเน้นการสื่อสารที่กระชับ รวดเร็ว เร้าอารมณ์ และกระตุ้นความสนใจของผู้ชมในทันที ส่วนรูปแบบที่สองเป็นสื่อที่มีความยาวมากขึ้นสามารถเล่าเรื่องได้ลึกกว่าอธิบายบริบท เนื้อหา แรงบันดาลใจ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ละเอียดกว่าจึงทำให้เห็นว่ารูปแบบของสื่อดิจิทัลควรได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสื่อสาร ในเชิงลักษณะการนำเสนอรูปแบบของสื่อดิจิทัลตามแนวคิดของผู้วิจัยยังมีจุดเด่นที่การใช้การเล่าเรื่อง (story telling) เป็นแกนกลางของการสื่อสารโดยเชื่อมโยงเนื้อหากับวัฒนธรรม ศิลปะ วิถีชีวิต ประเพณี ความเชื่อ และพิธีกรรม ผ่านภาพถ่ายและคลิปวิดีโอจากเหตุการณ์จริงสื่อจึงไม่ใช่เพียงเครื่องมือส่งข่าวสารแต่เป็นเครื่องมือถ่ายทอดอัตลักษณ์ ความหมาย และประสบการณ์ของพื้นที่ หรือชุมชนออกสู่สาธารณะในรูปแบบที่ผู้ชมเข้าถึงได้ง่าย และรู้สึกมีส่วนร่วมมากขึ้น ลักษณะเช่นนี้สะท้อนว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพควรเป็นสื่อที่ผสานทั้งเนื้อหา และวิธีการเล่าเรื่องเข้าด้วยกัน เพื่อทำให้สารที่ต้องการสื่อมีพลังและมีความน่าติดตามมากขึ้น นอกจากนี้หากพิจารณาในมุมขององค์ประกอบเชิงสื่อจะเห็นได้ว่ารูปแบบของสื่อดิจิทัลในงานวิจัยนี้มีลักษณะเป็น สื่อมัลติมีเดียบนแพลตฟอร์มออนไลน์ กล่าวคือ ใช้ทั้งภาพจริง วิดีโอ เสียงพูด ข้อความประกอบ และดนตรีหรือเสียงประกอบเพื่อเสริมอารมณ์ของสื่อ โดยผลการประเมินยังชี้ว่า เนื้อหาควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายมีภาพประกอบจากสถานการณ์จริง มีตัวอักษรประกอบการพูดที่เห็นชัดเจน เสียงพูดดังชัด และมีเสียงเพลงประกอบอย่างเหมาะสม สิ่งเหล่านี้ทำให้เห็นว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลไม่ได้ถูกกำหนดจากชนิดของไฟล์เพียงอย่างเดียว แต่ถูกกำหนดจากการบูรณาการองค์ประกอบหลายมิติร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับรู้ความเข้าใจ และความน่าสนใจของสารที่นำเสนอ อีกทั้งมิได้พัฒนาสื่อดิจิทัลในลักษณะของสื่อที่ผู้รับสารรับชมแบบทางเดียวเท่านั้นแต่สร้างสื่อ เพื่อให้เกิดการตอบสนองบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เช่น การกดแสดงความรู้สึก การแสดงความคิดเห็น และการแชร์ต่อไปยังเครือข่ายอื่น ๆ จึงกล่าวได้ว่ารูปแบบของสื่อดิจิทัลในมุมมองนี้เป็นสื่อดิจิทัลเชิงปฏิสัมพันธ์ที่ออกแบบมา เพื่อให้การสื่อสารเกิดผลต่อเนื่องในระดับการเข้าถึงการรับรู้ และการมีส่วนร่วมของผู้รับสารไม่ใช่เพียงการเผยแพร่

ข้อมูลแล้วสิ้นสุดลงสื่อดิจิทัลจึงมีบทบาทเป็นทั้งเครื่องมือประชาสัมพันธ์ เครื่องมือสร้างความสนใจ และเครื่องมือเชื่อมโยงผู้คนเข้าสู่ประสบการณ์ หรือกิจกรรมที่ต้องการสื่อสาร ดังนั้นรูปแบบของสื่อดิจิทัลสามารถสรุปได้เป็น 3 ลักษณะสำคัญ ดังนี้ 1) สื่อดิจิทัลเพื่อการนำเสนอเนื้อหาบนเครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์ 2) สื่อดิจิทัลเชิงปฏิสัมพันธ์ที่มุ่งให้เกิดการมีส่วนร่วมของผู้รับสาร และ 3) สื่อวิดีโอดิจิทัลที่จำแนกตามความยาวและวัตถุประสงค์การสื่อสารเป็นแบบสั้นและแบบยาว โดยรูปแบบสั้นเหมาะกับการดึงดูดความสนใจอย่างรวดเร็วบนแพลตฟอร์มที่เน้นการรับชมฉับไว ขณะที่รูปแบบยาวเหมาะกับการเล่าเรื่องเชิงลึก และสร้างความเข้าใจอย่างต่อเนื่องบนแพลตฟอร์มที่รองรับการรับชมรายละเอียดมากกว่าแนวคิดดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การออกแบบสื่อดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องพิจารณาทั้งเนื้อหา รูปแบบการนำเสนอ ระดับความยาวของสื่อ และลักษณะของแพลตฟอร์มควบคู่กันไปอย่างเป็นระบบ

Chang and Suh (2025) อธิบายว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลในบริบทพิพิธภัณฑ์เสมือนไม่ได้หมายถึงเพียงสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แสดงข้อมูลเท่านั้นหากแต่เป็นสื่อเล่าเรื่องดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นจากการผสานเทคโนโลยีกับการเล่าเรื่องอย่างเป็นระบบ โดยบูรณาการองค์ประกอบสำคัญหลายประการเข้าด้วยกัน ได้แก่ ข้อความ เสียง วิดีโอ ภาพ และองค์ประกอบเชิงโต้ตอบ เพื่อสร้างประสบการณ์การรับรู้แบบหลายมิติให้แก่ผู้ใช้ สื่อดิจิทัลในลักษณะดังกล่าวจึงมิได้ทำหน้าที่เพียงถ่ายทอดสาร แต่ยังทำหน้าที่เชื่อมโยงเนื้อหา อารมณ์ และประสบการณ์ของผู้ใช้เข้าด้วยกันทำให้ผู้ใช้เปลี่ยนบทบาทจากผู้รับสารเป็นผู้มีส่วนร่วมกับเนื้อหาอย่างกระตือรือร้นมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อสื่อนั้นถูกออกแบบให้อยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ซึ่งเอื้อต่อการรับรู้ความสมจริง การมีปฏิสัมพันธ์ และการจดจ่อกับเรื่องราวที่นำเสนอมากยิ่งขึ้น เมื่อพิจารณาในเชิงโครงสร้างรูปแบบของสื่อดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพควรประกอบด้วยองค์ประกอบหลักอย่างน้อย 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความน่าสนใจ ซึ่งช่วยดึงดูดความสนใจและกระตุ้นให้ผู้ใช้เกิดความอยากติดตามเนื้อหา 2) ด้านอารมณ์ ซึ่งช่วยสร้างความผูกพันความรู้สึกร่วมและการมีส่วนร่วมเชิงประสบการณ์ และ 3) ด้านคุณค่าทางการเรียนรู้ ซึ่งทำให้สื่อไม่เป็นเพียงเครื่องมือเพื่อความบันเทิงแต่เป็นเครื่องมือที่ถ่ายทอดสาระ ความรู้ และความหมายได้อย่างมีประสิทธิผล นอกจากนี้ผู้เขียนยังอธิบายเพิ่มเติมว่า สื่อเล่าเรื่องดิจิทัลที่มีคุณภาพควรมีการออกแบบเชิงปฏิสัมพันธ์ มีโครงสร้างการเล่าเรื่องที่ชัดเจน มีองค์ประกอบทางภาพที่เหมาะสมและใช้ศักยภาพของเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อเสริมประสบการณ์ของผู้ใช้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัล คือ สื่อดิจิทัลเชิงบูรณาการที่ผสานการเล่าเรื่อง เนื้อหา อารมณ์ การเรียนรู้ และปฏิสัมพันธ์เข้าด้วยกัน เพื่อสร้างประสบการณ์การรับรู้ที่ น่าสนใจ และเอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้ใช้ในสภาพแวดล้อมดิจิทัล

Huang และ Hung (2022) อธิบายว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลในบริบทการเรียนรู้และการฝึกอบรมไม่ได้หมายถึงเพียงการใช้คอมพิวเตอร์ หรือเทคโนโลยีสารสนเทศประกอบการสอนเท่านั้น

หากแต่หมายถึงการออกแบบสื่อในลักษณะ สื่อมัลติมีเดียภาพ และเสียงแบบบูรณาการ ซึ่งนำเสนอผ่านองค์ประกอบสำคัญอย่างน้อย 2 ส่วนร่วมกัน ได้แก่ ข้อความ และ ภาพ โดยภาพในที่นี้ครอบคลุมทั้งภาพประกอบ ภาพถ่าย แผนที่ ภาพเคลื่อนไหว และภาพลักษณะอื่นที่ช่วยเสริมความเข้าใจของผู้เรียน การเรียนรู้ด้วยสื่อประเภทนี้เป็นการเรียนรู้ผ่านสองช่องทาง กล่าวคือ ผู้เรียนรับข้อมูลจากทั้งข้อความและภาพพร้อมกันทำให้การรับรู้ และการทำความเข้าใจมีความสมบูรณ์มากขึ้นกว่าการรับสารผ่านสื่อเพียงรูปแบบเดียว นอกจากนี้รูปแบบของสื่อดิจิทัลควรถูกมองในฐานะเทคโนโลยีสื่อการสอนที่มีความเป็นดิจิทัลและกระตุ้นการรับรู้หลายมิติ โดยมีคุณลักษณะเด่น ได้แก่ ความเป็นดิจิทัล การกระตุ้นผ่านแสงและเสียง การเข้าถึงได้ง่าย การประมวลผลได้รวดเร็ว และความสะดวกในการสื่อสาร ทั้งนี้การบูรณาการสื่อไม่ได้หมายถึงเพียงการนำอุปกรณ์มาใช้ในการสอน แต่หมายถึงการนำเทคโนโลยีมัลติมีเดีย หรือเทคโนโลยีเครือข่ายมาเชื่อมโยงเข้ากับหลักสูตร เนื้อหา วัสดุการสอน และกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้เทคโนโลยีกลายเป็นเครื่องมือสำคัญของการสอนและการเรียนรู้อย่างแท้จริง จึงกล่าวได้ว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลตามแนวคิดนี้เป็นสื่อดิจิทัลเชิงบูรณาการ ที่ให้ความสำคัญทั้งกับเนื้อหา วิธีนำเสนอ และเป้าหมายเชิงการสอนควบคู่กันไป อีกทั้งยังเชื่อมโยงรูปแบบของสื่อดิจิทัลเข้ากับแนวคิดเรื่อง กระบวนการสื่อสาร โดยอธิบายว่าการจัดการเรียนรู้ผ่านสื่อจำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของการส่งสารอย่างเป็นระบบ ได้แก่ แหล่งสาร การเข้ารหัสสาร ตัวสาร ช่องทางการสื่อสาร การถอดรหัสสาร ผู้รับสาร และการป้อนกลับ ในกรอบคิดนี้ สื่อโสตทัศน์ สื่อภาพ และเสียงถูกมองว่าเป็นช่องทางสำคัญในการส่งผ่านข้อมูลไปยังผู้เรียนทำให้รูปแบบของสื่อดิจิทัลมิได้ถูกกำหนดจากลักษณะทางเทคนิคของไฟล์เพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับการออกแบบให้สอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้และความสามารถของผู้รับสารในการตีความและตอบสนองกลับด้วย ดังนั้นการเลือกใช้สื่อดิจิทัลที่เหมาะสมจึงเป็นเงื่อนไขสำคัญของการบรรลุผลการเรียนรู้

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัล หมายถึงลักษณะการออกแบบและการนำเสนอสารบนฐานเทคโนโลยีดิจิทัลที่บูรณาการองค์ประกอบหลายประเภทเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีโอ แบบจำลอง และส่วนปฏิสัมพันธ์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงเนื้อหาได้สะดวก เรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และเกิดความเข้าใจเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ รูปแบบของสื่อดิจิทัลอาจปรากฏได้ในลักษณะของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แอปพลิเคชันการเรียนรู้ สื่อมัลติมีเดียเชิงอธิบาย และสื่อวิดีโอบนเครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์ โดยแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ลักษณะของเนื้อหา และแพลตฟอร์มที่ใช้เผยแพร่ อย่างไรก็ตามแก่นร่วมที่สำคัญของสื่อดิจิทัลทุกประเภท คือ การผสานเทคโนโลยีเข้ากับเนื้อหาและวิธีการนำเสนออย่างเหมาะสม เพื่อเพิ่มความน่าสนใจส่งเสริมการมีส่วนร่วม และยกระดับประสิทธิภาพของการเรียนรู้

2.2.3 องค์ประกอบของสื่อดิจิทัล

สื่อดิจิทัลเป็นสื่อที่มีลักษณะเชิงบูรณาการ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลายด้านที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบทั้งในด้านเนื้อหา รูปแบบการนำเสนอ เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนา การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน โดยองค์ประกอบเหล่านี้มิได้แยกขาดจากกันหากแต่มีความเชื่อมโยง และสนับสนุนซึ่งกัน เพื่อให้การสื่อสารและการถ่ายทอดข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนรู้และการฝึกอบรมที่สื่อดิจิทัลสามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย ยืดหยุ่น และเอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ในการออกแบบสื่อดิจิทัลจำเป็นต้องคำนึงถึงความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา วัตถุประสงค์ของการสื่อสาร ลักษณะของผู้ใช้งาน และรูปแบบการนำเสนอ เพื่อให้สื่อสามารถตอบสนองต่อกระบวนการรับรู้ ความเข้าใจ และการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบกับสื่ออย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการพิจารณาองค์ประกอบของสื่อดิจิทัลจึงควรมองในลักษณะของระบบแบบองค์รวมที่แต่ละองค์ประกอบมีความเชื่อมโยงกันและมีบทบาทร่วมกันในการกำหนดประสิทธิภาพของสื่อโดยรวม ทั้งนี้นักวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของสื่อดิจิทัลไว้ต่าง ๆ ดังนี้

Mayer (2020) อธิบายว่า องค์ประกอบของสื่อดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพควรได้รับการออกแบบบนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้จากสื่อประสม (Cognitive Theory of Multimedia Learning) ซึ่งเน้นการจัดองค์ประกอบของสื่อให้สอดคล้องกับลักษณะการทำงานของระบบการประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ โดยเฉพาะการบูรณาการข้อมูลในรูปแบบของคำ และภาพร่วมกันอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ การออกแบบสื่อดิจิทัลมิได้มุ่งเน้นเพียงรูปแบบ หรือเทคโนโลยีที่ใช้หากแต่ต้องคำนึงถึงกระบวนการรับรู้และการเรียนรู้ของผู้ใช้งานเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถจำแนกองค์ประกอบของสื่อดิจิทัลได้ดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา (Verbal and Visual Content) เนื้อหาของสื่อดิจิทัลควรนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของคำ เช่น ข้อความหรือเสียงบรรยาย ควบคู่กับข้อมูลในรูปแบบของภาพ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรือแผนภาพ โดยการผสานคำและภาพอย่างเหมาะสมจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดีกว่าการนำเสนอเพียงรูปแบบเดียว ทั้งนี้เนื้อหาควรมีความถูกต้อง กระชับ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ 2) ด้านช่องทางการนำเสนอ (Dual-channel Processing) การออกแบบสื่อควรสอดคล้องกับระบบการประมวลผลข้อมูลสองช่องทางของมนุษย์ ได้แก่ ช่องทางการรับรู้ทางภาพและช่องทางการรับรู้ทางเสียง โดยการกระจายข้อมูลไปยังทั้งสองช่องทางอย่างเหมาะสม เช่น การใช้ภาพร่วมกับเสียงบรรยาย จะช่วยลดภาระของหน่วยความจำและเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ 3) ด้านการจัดการภาระทางปัญญา (Cognitive Load Management) สื่อดิจิทัลควรออกแบบเพื่อลดภาระทางปัญญาที่ไม่จำเป็น

โดยหลีกเลี่ยงการใช้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องหรือซ้ำซ้อน และจัดลำดับเนื้อหาอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประมวลผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ 4) ด้านการมีปฏิสัมพันธ์และการประมวลผลเชิงรุก (Active Processing) สื่อดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพควรเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ผ่านการเลือก การสำรวจ และการตอบสนองต่อเนื้อหา ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคัดเลือก การจัดระเบียบ และการเชื่อมโยงความรู้ อันนำไปสู่การเรียนรู้เชิงลึก 5) ด้านการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ (Personalization and Engagement) การออกแบบสื่อควรคำนึงถึงลักษณะของผู้ใช้งาน โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีความเป็นธรรมชาติ และเอื้อต่อการมีส่วนร่วม ซึ่งจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจและประสิทธิภาพของการเรียนรู้ ดังนั้นองค์ประกอบของสื่อดิจิทัลจึงมุ่งเน้นการออกแบบสื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการรับรู้และการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยการบูรณาการเนื้อหา ช่องทางการนำเสนอ การจัดการภาระทางปัญญา การมีปฏิสัมพันธ์ และประสบการณ์ของผู้ใช้งานเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้สื่อดิจิทัลสามารถสนับสนุนการเรียนรู้และการฝึกอบรม โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Redecker and Punie (2017) อธิบายว่า องค์ประกอบของสื่อดิจิทัลในมิติของสมรรถนะดิจิทัล โดยมองว่าสื่อดิจิทัลมิได้เป็นเพียงเครื่องมือในการนำเสนอข้อมูลหากแต่เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึง การใช้ การสร้าง และการจัดการข้อมูลในสภาพแวดล้อมดิจิทัลอย่างเป็นระบบ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวสะท้อนถึงความสามารถของผู้ใช้งานในการปฏิสัมพันธ์กับสื่อดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้สามารถจำแนกองค์ประกอบของสื่อดิจิทัลออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการเข้าถึงและการจัดการข้อมูล (Information and Data Literacy) องค์ประกอบนี้ครอบคลุมความสามารถในการค้นหา เข้าถึง และคัดเลือกข้อมูลจากแหล่งข้อมูลดิจิทัลรวมถึงการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลและการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้สื่อดิจิทัลได้อย่างมีวิจารณญาณและเลือกใช้ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม 2) ด้านการสื่อสารและการปฏิสัมพันธ์ (Communication and Collaboration) องค์ประกอบนี้เกี่ยวข้องกับการสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลรวมถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการทำงานร่วมกันระหว่างผู้ใช้งาน ซึ่งส่งเสริมให้เกิดการมีส่วนร่วมและการสื่อสารแบบสองทางในสภาพแวดล้อมดิจิทัล 3) ด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล (Digital Content Creation) องค์ประกอบนี้มุ่งเน้นความสามารถในการสร้าง แก้ไข และพัฒนาเนื้อหาดิจิทัลในรูปแบบต่าง ๆ โดยอาศัยเครื่องมือและเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทของผู้ใช้งานในการเป็นผู้สร้างสรรค์เนื้อหาไม่ใช่เพียงผู้รับสาร 4) ด้านความปลอดภัย (Safety) องค์ประกอบนี้ครอบคลุมการใช้สื่อดิจิทัลอย่างปลอดภัยทั้งในด้านการปกป้องข้อมูลส่วนบุคคล ความปลอดภัยของข้อมูล และการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้การใช้งานสื่อดิจิทัลเป็นไปอย่างมั่นคงและยั่งยืน 5) ด้านการแก้ปัญหา (Problem Solving) องค์ประกอบนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเลือกใช้

เทคโนโลยีดิจิทัลให้เหมาะสมกับสถานการณ์รวมถึงการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานสื่อดิจิทัล และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ดังนั้นองค์ประกอบของสื่อดิจิทัลจึงสะท้อนให้เห็นว่า สื่อดิจิทัลเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะของผู้ใช้งานในหลายมิติ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การเข้าถึงข้อมูล การสื่อสาร การสร้างเนื้อหา การใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัย ไปจนถึงการแก้ปัญหา โดยองค์ประกอบทั้ง 5 นี้ มีความเชื่อมโยงกันในลักษณะของระบบเดียว และมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการใช้สื่อดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้และการฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพ

Zawacki-Richter et al. (2009) อธิบายว่า องค์ประกอบของสื่อดิจิทัลในบริบทของการศึกษา โดยมองว่าสื่อดิจิทัลมิได้เป็นเพียงเครื่องมือในการนำเสนอข้อมูล หากแต่เป็นส่วนหนึ่งของระบบการเรียนรู้ดิจิทัลที่มีโครงสร้างเชิงบูรณาการ และเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลายระดับที่ทำงานสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้แนวคิดดังกล่าวสามารถอธิบายผ่านกรอบ 3M-Framework ซึ่งแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 3 ระดับหลัก ได้แก่ 1) ระดับมหภาค (Macro-level) องค์ประกอบในระดับนี้เกี่ยวข้องกับระบบและบริบทโดยรวมของการศึกษา เช่น แนวคิด ทฤษฎี และนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาแบบดิจิทัล ซึ่งทำหน้าที่กำหนดทิศทางและกรอบการพัฒนาของสื่อดิจิทัลในภาพรวม โดยองค์ประกอบในระดับนี้มีบทบาทสำคัญในการสร้างความสอดคล้องระหว่างระบบการศึกษา เทคโนโลยี และความต้องการของสังคม 2) ระดับองค์กร (Meso-level) องค์ประกอบในระดับนี้เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการ การจัดองค์กร และการใช้เทคโนโลยีภายในสถาบันการศึกษา ซึ่งครอบคลุมการออกแบบระบบการเรียนรู้ การจัดการทรัพยากร และการสนับสนุนการใช้สื่อดิจิทัลในระดับหน่วยงาน โดยองค์ประกอบในระดับนี้มีบทบาทในการเชื่อมโยงนโยบายสู่การปฏิบัติ และทำให้การใช้สื่อดิจิทัลสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) ระดับการเรียนรู้ (Micro-level) องค์ประกอบในระดับนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ผู้เข้ารับการฝึกอบรม และสื่อดิจิทัล โดยเน้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อในการถ่ายทอดความรู้ และการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ซึ่งเป็นระดับที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ดังนั้นองค์ประกอบของสื่อดิจิทัลจึงสามารถพิจารณาได้ในลักษณะของระบบหลายระดับที่มีความเชื่อมโยงกัน โดยระดับมหภาคทำหน้าที่กำหนดกรอบและทิศทางระดับองค์กรทำหน้าที่บริหารจัดการและสนับสนุนการดำเนินงาน และระดับการเรียนรู้ทำหน้าที่ขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้โดยตรง ซึ่งองค์ประกอบทั้งสามระดับนี้มีบทบาทร่วมกันในการทำให้สื่อดิจิทัลสามารถสนับสนุนการเรียนรู้และการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการวิเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า สื่อดิจิทัลเป็นระบบเชิงบูรณาการที่ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายด้าน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบทั้งในระดับของการออกแบบสื่อ การใช้งานของผู้เรียน และโครงสร้างของระบบการเรียนรู้

โดยองค์ประกอบของสื่อดิจิทัลสามารถจัดกลุ่มได้เป็น 3 ด้านหลัก ดังนี้ 1) ด้านโครงสร้างและการออกแบบสื่อ (Media Design and Structure) องค์ประกอบในด้านนี้ครอบคลุมการออกแบบเนื้อหา รูปแบบการนำเสนอ และการใช้สื่อประสม เช่น ข้อความ ภาพ เสียง และสื่อโต้ตอบ โดยต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับกระบวนการรับรู้ของผู้ใช้งาน การจัดลำดับเนื้อหา และการลดภาระทางปัญญา เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเข้าใจเนื้อหาและเชื่อมโยงความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) ด้านปฏิสัมพันธ์และการเรียนรู้ของผู้ใช้งาน (Interaction and Learning Process) องค์ประกอบในด้านนี้เกี่ยวข้องกับการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับสื่อดิจิทัล รวมถึงความสามารถในการเข้าถึง การสื่อสาร การมีส่วนร่วม และการสร้างเนื้อหา โดยเน้นบทบาทของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในฐานะผู้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ซึ่งสามารถเลือก ควบคุม และตอบสนองต่อสื่อได้อย่างต่อเนื่องอันนำไปสู่การเรียนรู้เชิงลึกและการพัฒนาทักษะอย่างเป็นระบบ 3) ด้านการบริหารจัดการและระบบสนับสนุน (Management and System Support) องค์ประกอบในด้านนี้ครอบคลุมโครงสร้างของระบบดิจิทัล การจัดการทรัพยากร การติดตามผลและการสนับสนุนการใช้งานสื่อดิจิทัลในระดับองค์กร ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมโยงการออกแบบสื่อ และการใช้งานของผู้เรียนเข้าด้วยกัน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้และการฝึกอบรมสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง ทั้งนี้องค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน ดังกล่าวมิได้ทำงานแยกขาดจากกัน แต่มีความเชื่อมโยง และส่งเสริมซึ่งกันในลักษณะของระบบเดียว กล่าวคือ ด้านการออกแบบสื่อทำหน้าที่กำหนดลักษณะของประสบการณ์การเรียนรู้ ด้านปฏิสัมพันธ์ทำหน้าที่ขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ของผู้ใช้งาน และด้านการบริหารจัดการทำหน้าที่สนับสนุนและควบคุมการดำเนินงานของระบบโดยรวม ดังนั้นการพัฒนาสื่อดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการบูรณาการองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน อย่างสอดคล้องกัน เพื่อให้สามารถสนับสนุนการเรียนรู้และการฝึกอบรม โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

2.3.1 ความหมายของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดเป็นเทคโนโลยีที่มีลักษณะเชิงบูรณาการ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลายด้านที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านแหล่งพลังงาน ระบบคุมพลังงาน และกลไกการจัดการพลังงาน โดยระบบไฮบริดมิได้เป็นเพียงการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ร่วมกับไฟฟ้าจากโครงข่ายเท่านั้น หากแต่เป็นการออกแบบให้แต่ละองค์ประกอบให้สามารถทำงานสอดประสานกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าหลักจากโครงข่าย และรักษาความต่อเนื่องในการทำงานของระบบภายใต้สภาวะที่พลังงานแสงอาทิตย์มีความแปรผัน ทั้งนี้นักวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ให้ความหมาย

และอธิบายลักษณะของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดไว้ในมุมมองที่หลากหลาย ดังนี้

Azeez (2025) อธิบายว่า เครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด หมายถึง เครื่องปรับอากาศแบบห้องที่พัฒนาขึ้นจากระบบทำความเย็นแบบอัดไอมาตรฐาน โดยผสานการทำงานของระบบปรับอากาศทั่วไปเข้ากับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบ ทั้งนี้ ลักษณะสำคัญของระบบดังกล่าวมิใช่การแทนที่ระบบปรับอากาศเดิมทั้งหมด หากแต่เป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาใช้ร่วมกับวงจรการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และสนับสนุนการลดภาระความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของอาคาร โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน หรือช่วงเวลาที่มีการใช้งานไฟฟ้าสูง งานวิจัยดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นว่า เครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดเป็นเทคโนโลยีการปรับอากาศที่ประยุกต์พลังงานแสงอาทิตย์เข้ากับระบบทำความเย็นแบบดั้งเดิม เพื่อให้ระบบยังคงสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกันก็ช่วยลดการใช้พลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าหลักลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

Li et al. (2024) อธิบายว่า เครื่องปรับอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ หมายถึง ระบบปรับอากาศที่ผสานการทำงานระหว่างระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์กับเครื่องปรับอากาศ โดยนำไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโฟโตโวลตาอิกมาใช้ขับคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศโดยตรง เพื่อใช้ในการทำความเย็นภายในอาคาร แนวคิดสำคัญของระบบดังกล่าวอยู่ที่การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วป้อนเข้าสู่ระบบปรับอากาศในช่วงเวลาที่มีความต้องการทำความเย็นสูง ซึ่งช่วยลดการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายหลัก และสนับสนุนการลดผลกระทบด้านพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอาคาร ทั้งนี้ ศักยภาพของระบบควรพิจารณาควบคู่กันทั้งด้านความสามารถในการตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง และด้านสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้ภายในระบบเอง เพื่อสะท้อนระดับความสอดคล้องระหว่างการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์กับภาระการทำความเย็นของอาคาร นอกจากนี้งานวิจัยยังระบุว่า การติดตั้งแบตเตอรี่สามารถช่วยเพิ่มความสามารถของระบบในการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้มากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ที่รูปแบบการผลิตไฟฟ้าและภาระการทำความเย็นไม่สอดคล้องกันตลอดเวลา

Opoku et al. (2018) อธิบายว่า เครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด หมายถึง เครื่องปรับอากาศที่ได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานร่วมกับระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าจากโครงข่าย โดยมีหลักการสำคัญ คือการจัดลำดับการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานหลักในการขับเคลื่อนระบบทำความเย็น และเมื่อพลังงานจากแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอต่อความต้องการของระบบจึงสลับ หรือเสริมการทำงานด้วยพลังงานไฟฟ้าจากโครงข่าย

เพื่อให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีเสถียรภาพ แนวคิดดังกล่าวสะท้อนลักษณะของระบบไฮบริดที่มุ่งบูรณาการแหล่งพลังงานมากกว่าหนึ่งรูปแบบเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในมิติของการลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากโครงข่าย การเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งาน และการส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดให้เกิดประโยชน์สูงสุดในระบบปรับอากาศ

International Energy Agency (2020) ระบุว่า การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ร่วมกับระบบเครื่องปรับอากาศเป็นแนวทางสำคัญในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโครงข่ายและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอาคาร เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานสำหรับระบบทำความเย็นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศร้อน ทั้งนี้ การผสานการทำงานระหว่างระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์กับเครื่องปรับอากาศสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนในระดับอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การพัฒนาระบบพลังงานแบบผสมผสาน หรือระบบไฮบริด ซึ่งสามารถทำงานร่วมกับแหล่งพลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าเป็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มความมั่นคงและความยืดหยุ่นของระบบพลังงาน โดยเฉพาะในกรณีที่พลังงานแสงอาทิตย์มีความแปรผันตามช่วงเวลาและสภาพแวดล้อม ซึ่งการออกแบบระบบให้สามารถบริหารจัดการพลังงานได้อย่างเหมาะสม จะช่วยให้ระบบทำความเย็นสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพในระยะยาว

จากการวิเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงสรุปได้ว่า เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดเป็นระบบพลังงานแบบบูรณาการที่เชื่อมโยงการผลิตพลังงานและการใช้พลังงานเข้าด้วยกัน โดยอาศัยพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานหลักและใช้พลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าเป็นแหล่งสำรองเพื่อรองรับความแปรผันของพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งนี้ระบบดังกล่าวต้องได้รับการออกแบบให้มีความสอดคล้องระหว่างกำลังการผลิตพลังงาน ความต้องการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในระบบ เพื่อให้สามารถบริหารจัดการพลังงานได้อย่างเหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยองค์ประกอบของระบบต้องมีความสัมพันธ์กันในลักษณะของระบบเดียว ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ความเสถียรในการทำงาน และความคุ้มค่าในการใช้งานในระยะยาว ดังนั้นเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดจึงเป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอาคาร และสนับสนุนการใช้พลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน

2.3.2 องค์ประกอบของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดเป็นระบบที่มีองค์ประกอบหลายด้านซึ่งทำงานร่วมกันในลักษณะบูรณาการ ทั้งในด้านแหล่งพลังงาน เทคโนโลยีการแปลงพลังงาน ระบบควบคุม และกลไกการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้สามารถใช้พลังงานได้

อย่างมีประสิทธิภาพ และรองรับการทำงานอย่างต่อเนื่องภายใต้สภาวะที่พลังงานแสงอาทิตย์มีความแปรผัน ทั้งนี้ ระบบดังกล่าวมิได้พิจารณาเฉพาะการทำงานของอุปกรณ์แต่ละส่วน หากแต่เน้นความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ร่วมกันกำหนดประสิทธิภาพโดยรวมของระบบทั้งในด้านการจ่ายพลังงาน ความเสถียร และความคุ้มค่าในการใช้งาน ทั้งนี้ ได้มีนักวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องศึกษาและอธิบายองค์ประกอบของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดไว้ในมุมมองที่แตกต่างกัน โดยแต่ละแนวคิดให้ความสำคัญกับองค์ประกอบของระบบในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์และจัดกลุ่มองค์ประกอบของระบบได้อย่างเป็นระบบ ดังนี้

สุทิชา และอดิศักดิ์ (2567) อธิบายว่า เครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดเป็นนวัตกรรมด้านการปรับอากาศที่พัฒนาขึ้นโดยบูรณาการเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เข้ากับระบบเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในการใช้งานจริง โดยลักษณะสำคัญของระบบดังกล่าว คือ ความสามารถในการนำพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ร่วมกับระบบปรับอากาศ รวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนไปใช้ไฟฟ้าจากระบบปกติได้ โดยอัตโนมัติเมื่อพลังงานจากแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอจึงสะท้อนให้เห็นว่าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดมิได้เป็นเพียงเครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงานเท่านั้น แต่เป็นระบบที่ได้รับการออกแบบให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างแหล่งผลิตพลังงาน ระบบควบคุมการจ่ายพลังงาน และระบบทำความเย็นอย่างเป็นองค์รวม ดังนั้นจึงสามารถแจกแจงองค์ประกอบสำคัญของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้ 4 ประการ ดังนี้ 1) แผงพลังงานแสงอาทิตย์ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานต้นทางของระบบ โดยเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อจ่ายเข้าสู่เครื่องปรับอากาศองค์ประกอบส่วนนี้จึงมีบทบาทสำคัญในการลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากโครงข่าย และเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้เครื่องปรับอากาศชนิดนี้มีลักษณะเป็นระบบพลังงานทดแทนที่ตอบสนองต่อแนวทางการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ 2) ระบบเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ซึ่งเป็นระบบทำความเย็นหลักของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด โดยเครื่องปรับอากาศลักษณะนี้ได้ผสานคุณสมบัติของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ไว้ในระบบเดียวกัน จึงทำให้สามารถควบคุมการทำงานของระบบทำความเย็นให้สอดคล้องกับภาระการใช้งานได้อย่างเหมาะสมส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูงกว่าระบบปรับอากาศทั่วไป และช่วยเสริมให้การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เกิดประโยชน์สูงสุดในทางปฏิบัติ 3) ระบบรับและจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งถือเป็นจุดเด่นสำคัญของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด เนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถรับไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงโซลาร์เซลล์ได้ โดยไม่ต้องผ่านตัวแปลงไฟฟ้าลักษณะดังกล่าวสะท้อนถึงการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ช่วยลดการสูญเสียพลังงานในกระบวนการแปลงไฟฟ้าและสนับสนุนให้พลังงานที่ผลิตจากแสงอาทิตย์ถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4) ระบบไฮบริดสำหรับสลับแหล่งพลังงานอัตโนมัติ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทำให้เครื่องปรับอากาศชนิดนี้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องภายใต้ข้อจำกัดของพลังงานแสงอาทิตย์ โดยในกรณีที่พลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ไม่เพียงพอ เช่น ในช่วงเวลากลางคืนหรือในช่วงที่สภาพอากาศไม่เอื้อต่อการผลิตพลังงานระบบจะสามารถปรับเปลี่ยนไปใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายปกติได้โดยอัตโนมัติ องค์ประกอบดังกล่าวจึงมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความมั่นคงในการทำงานของระบบและทำให้เครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดมีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริงในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น

Uchechukwu et al. (2023) อธิบายว่า เครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดเป็นระบบที่บูรณาการระหว่างระบบทำความเย็นกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้สามารถผลิตและใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับการทำความเย็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยองค์ประกอบหลักของระบบแบ่งได้เป็น 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่ 1) ส่วนระบบทำความเย็น ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ อุปกรณ์ขยายตัว และอีวาพอเรเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ในการอัดสารทำความเย็น ระบายความร้อน ลดความดัน และดูดซับความร้อนภายในพื้นที่ปรับอากาศและ 2) ส่วนระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย แผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ และแบตเตอรี่ ซึ่งทำหน้าที่ผลิต แปลง ควบคุม และกักเก็บพลังงานไฟฟ้าเพื่อจ่ายเข้าสู่ระบบปรับอากาศ ดังนั้นเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดจึงมิใช่เพียงเครื่องปรับอากาศที่ต่อร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์เท่านั้น แต่เป็นระบบวิศวกรรมที่เชื่อมโยงการทำงานของวงจรทำความเย็นและระบบพลังงานแสงอาทิตย์เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากโครงข่ายเดิม

Nwasuka et al. (2023) อธิบายว่า โครงสร้างของระบบดังกล่าวมีองค์ประกอบสำคัญหลายส่วนที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นการผสานการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งนี้สามารถจำแนกองค์ประกอบหลักของระบบได้ ดังนี้ 1) คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่อัดสารทำความเย็นให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในวงจรทำความเย็นแบบอัดไอ โดยคอมเพรสเซอร์ถือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานสูงที่สุดในระบบ และมีบทบาทโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำความเย็นและการใช้พลังงานของระบบโดยรวม 2) คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นที่ถูกอัดจากคอมเพรสเซอร์ โดยเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็นจากไอเป็นของเหลว องค์ประกอบนี้มีบทบาทสำคัญในการคายความร้อนออกสู่สภาพแวดล้อม และส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบในด้านการถ่ายเทความร้อน 3) อุปกรณ์ขยายตัว (Expansion Device) ทำหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นก่อนเข้าสู่กระบวนการดูดซับความร้อนในอีวาพอเรเตอร์ โดยช่วยควบคุมอัตราการไหลและสภาวะของสารทำความเย็นให้เหมาะสมกับการทำงานของระบบ 4) อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนจากอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศทำให้เกิด

การลดอุณหภูมิและสร้างความเย็น องค์ประกอบนี้จึงเป็นส่วนที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการทำความเย็นและความสบายของผู้ใช้งาน 5) แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Collector) ทำหน้าที่รับพลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์และแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ในระบบเครื่องปรับอากาศได้ ทั้งนี้องค์ประกอบดังกล่าวมีบทบาทสำคัญในการลดการใช้พลังงานจากโครงข่ายและเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียน 6) ถังเก็บพลังงานความร้อน (Thermal Energy Storage Tank) เป็นองค์ประกอบที่ช่วยกักเก็บพลังงานความร้อนที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดดหรือพลังงานไม่เพียงพอ ซึ่งช่วยเพิ่มความต่อเนื่องและเสถียรภาพในการทำงานของระบบ ดังนั้นองค์ประกอบของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดในมุมมองเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยทั้งองค์ประกอบของระบบทำความเย็นแบบอัดไอและองค์ประกอบของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ รวมถึงระบบกักเก็บพลังงาน ซึ่งต้องทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและรองรับการทำงานของระบบได้อย่างต่อเนื่องในสภาวะที่พลังงานมีความแปรผัน

จากการวิเคราะห์แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดเป็นระบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนที่ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1) ระบบพลังงาน ซึ่งประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ ระบบควบคุม และโครงสร้างระบบไฟฟ้า ทำหน้าที่ผลิต แปลง และบริหารจัดการพลังงานจากแหล่งต่าง ๆ และ 2) ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ซึ่งประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ อุปกรณ์ขยายตัว และอีวาพอเรเตอร์ ทำหน้าที่สร้างกระบวนการทำความเย็นภายในพื้นที่ใช้งาน ทั้งนี้ องค์ประกอบทั้งสองส่วนมีความสัมพันธ์กันในลักษณะของระบบเดียว โดยระบบพลังงานทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ในวงจรทำความเย็น ขณะที่ระบบควบคุมทำหน้าที่บริหารจัดการการจ่ายพลังงานให้สอดคล้องกับภาระโหลดของเครื่องปรับอากาศและสภาวะของแหล่งพลังงาน โดยเฉพาะความแปรผันของพลังงานแสงอาทิตย์ ส่งผลให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความเสถียร และรองรับการใช้งานได้อย่างต่อเนื่องในสภาวะจริง ดังนั้นเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดจึงควรถูกพิจารณาในฐานะระบบเชิงบูรณาการที่เชื่อมโยงการจัดการพลังงานและกระบวนการทำความเย็นเข้าด้วยกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและรองรับการใช้งานในบริบทจริงอย่างเหมาะสม

2.4 แผนกิจกรรมการฝึกอบรม

การดำเนินโครงการฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยการวางแผนอย่างเป็นระบบ โดยมีแผนกิจกรรมการฝึกอบรมเป็นกลไกสำคัญในการถ่ายทอดองค์ความรู้และพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอย่างเป็นลำดับขั้น ทั้งนี้แผนกิจกรรมการฝึกอบรมมิได้ทำหน้าที่เพียงเป็นกรอบแนวทางในการจัดกิจกรรมเท่านั้น หากแต่ยังทำหน้าที่เป็นแม่บทเชิงโครงสร้าง

ในการกำหนดทิศทาง เป้าหมาย และกระบวนการของการฝึกอบรม เพื่อให้วิทยากรและผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถดำเนินกิจกรรมร่วมกันได้อย่างมีระบบและบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการพัฒนาแผนกิจกรรมการฝึกอบรมจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้อง ทั้งในด้านนิยาม ความสำคัญ องค์ประกอบ และรูปแบบของแผนกิจกรรม เพื่อให้การออกแบบและการดำเนินการฝึกอบรมมีความครบถ้วน เหมาะสม และสอดคล้องกับบริบทของการเรียนรู้ ทั้งนี้ มีนักวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้อธิบายแนวคิดดังกล่าวไว้ในมุมมองที่หลากหลาย ดังนี้

2.4.1 ความหมายของแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

จารุวรรณ (2568) อธิบายว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมเป็นกรอบการดำเนินงานที่ได้รับการออกแบบไว้อย่างเป็นระบบเพื่อใช้กำกับกระบวนการฝึกอบรมให้ดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยครอบคลุมการกำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและเครื่องมือสนับสนุน รูปแบบการจัดฝึกอบรม ตลอดจนวิธีการประเมินผลอย่างสัมพันธ์กัน เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้พัฒนาความรู้และทักษะผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การมีส่วนร่วม และการสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

ชวพัส และคณะ (2567) อธิบายว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมเป็นกรอบการดำเนินงานที่ได้รับการออกแบบไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อใช้กำกับทิศทางและกระบวนการจัดฝึกอบรมให้ดำเนินไปอย่างมีลำดับขั้น มีความชัดเจน และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยแผนดังกล่าวมิได้หมายถึงเพียงการกำหนดรายการกิจกรรมหรือช่วงเวลาของการอบรมเท่านั้น หากแต่ครอบคลุมการกำหนดสาระสำคัญ วัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประกอบการอบรม และวิธีการวัดประเมินผลไว้อย่างสัมพันธ์กันในแต่ละหน่วยของการอบรม นอกจากนี้แผนกิจกรรมการฝึกอบรมยังมีลักษณะเป็นแผนปฏิบัติการทางวิชาการที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงองค์ประกอบสำคัญของหลักสูตรฝึกอบรมเข้าด้วยกันอย่างเป็นเอกภาพ ตั้งแต่สิ่งที่ต้องการให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเรียนรู้ วิธีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ สื่อหรือทรัพยากรที่ใช้สนับสนุนการเรียนรู้ ตลอดจนแนวทางในการประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจริง จึงทำให้การฝึกอบรมมีความเป็นระบบสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และตรวจสอบผลได้อย่างชัดเจน

ชญาภัสร์ และคณะ (2565) อธิบายว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมเป็นส่วนสำคัญของหลักสูตรฝึกอบรมที่ใช้กำหนดแนวทางการดำเนินการฝึกอบรมอย่างเป็นระบบ โดยเชื่อมโยงการวิเคราะห์ผู้เข้ารับการฝึกอบรม การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม การคัดเลือกสาระการเรียนรู้ การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ การพัฒนาหรือเลือกใช้สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผลเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้การฝึกอบรมดำเนินไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมธีณัฐ (2558) อธิบายว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรม หมายถึง กรอบการดำเนินงานที่กำหนดแนวทาง ขั้นตอน และรายละเอียดของการจัดฝึกอบรมไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้การพัฒนาผู้เข้ารับการฝึกอบรมเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยครอบคลุมการกำหนดหัวข้อการอบรม หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ เป้าหมาย ผลสัมฤทธิ์ ผู้รับผิดชอบ ระยะเวลา สถานที่ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ตลอดจนการประเมินผลและงบประมาณ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ช่วยให้การฝึกอบรมดำเนินไปอย่างมีทิศทาง ต่อเนื่อง และตรวจสอบได้ นอกจากนี้แผนกิจกรรมการฝึกอบรมมิได้หมายถึงเพียงตารางเวลา หรือรายการกิจกรรมเท่านั้น แต่เป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนกระบวนการฝึกอบรมทั้งระบบ เนื่องจากการฝึกอบรมถูกอธิบายว่า เป็นกระบวนการที่จัดขึ้นอย่างมีระบบ เพื่อพัฒนาให้บุคคลเกิดความชำนาญและเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ ทัศนคติ และประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ดังนั้นแผนกิจกรรมการฝึกอบรมจึงมีบทบาทในการเชื่อมโยงเป้าหมายของการพัฒนาเข้ากับวิธีดำเนินงานอย่างเป็นรูปธรรม

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยบทความทั้งในประเทศและต่างประเทศสามารถสรุปได้ว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรม หมายถึง กรอบการวางลำดับและออกแบบกิจกรรมการฝึกอบรมและการฝึกปฏิบัติในลักษณะเชิงระบบ โดยกำหนดองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ วัตถุประสงค์ เนื้อหา วิธีการจัดกิจกรรม ระยะเวลา และการประเมินผล ให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันอย่างเป็นเอกภาพ ทั้งนี้ การออกแบบแผนกิจกรรมดังกล่าวมุ่งให้กระบวนการถ่ายทอดความรู้และการพัฒนาทักษะเป็นไปอย่างมีทิศทาง ชัดเจน และนำไปสู่ผลลัพธ์เชิงสมรรถนะได้อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้แผนกิจกรรมการฝึกอบรมยังทำหน้าที่ในฐานะกลไกเชิงโครงสร้างที่ช่วยควบคุมคุณภาพของการฝึกอบรม โดยทำให้การดำเนินกิจกรรมมีลำดับขั้น สามารถตรวจสอบ ติดตาม และประเมินผลได้อย่างเป็นระบบ อีกทั้ง ยังเอื้อต่อการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการฝึกอบรมให้สอดคล้องกับบริบทและความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นแผนกิจกรรมการฝึกอบรมจึงเป็นเครื่องมือเชิงระบบที่มีบทบาททั้งในการกำหนดทิศทาง การจัดการกระบวนการ และการควบคุมคุณภาพของการฝึกอบรมอันเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ของการพัฒนาผู้เข้ารับการฝึกอบรมในเชิงวิชาชีพอย่างยั่งยืน

2.4.2 องค์ประกอบของแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

แผนกิจกรรมการฝึกอบรมเป็นโครงสร้างเชิงระบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายด้านซึ่งทำงานร่วมกันอย่างมีเอกภาพ เพื่อให้การดำเนินการฝึกอบรมสามารถบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ องค์ประกอบของแผนกิจกรรมมิได้เป็นเพียงรายการของส่วนประกอบที่แยกออกจากกัน หากแต่เป็นกลไกที่มีความสัมพันธ์เชิงหน้าที่ โดยแต่ละองค์ประกอบมีบทบาทเฉพาะในการสนับสนุนกระบวนการถ่ายทอดความรู้และการพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในเชิงแนวคิดการออกแบบองค์ประกอบของ

แผนกิจกรรมการฝึกอบรมจำเป็นต้องคำนึงถึงความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหา วิธีการจัดกิจกรรม ระยะเวลา สื่อและทรัพยากร รวมถึงการวัดและประเมินผล เพื่อให้กระบวนการฝึกอบรมมีความต่อเนื่อง เป็นลำดับขั้น และสามารถสะท้อนผลลัพธ์การเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน โดยองค์ประกอบแต่ละด้านต้องได้รับการออกแบบให้สอดประสานกันอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการพัฒนาสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ดังนั้นการพิจารณาองค์ประกอบของแผนกิจกรรมการฝึกอบรมจึงควรมองในลักษณะของระบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันในทุกด้านมิใช่เพียงการระบุองค์ประกอบแต่ละรายการ หากแต่ต้องวิเคราะห์บทบาทและหน้าที่ของแต่ละส่วนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการฝึกอบรมโดยรวม ทั้งนี้ ได้มีนักวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำเสนอองค์ประกอบของแผนกิจกรรมการฝึกอบรมไว้ในมุมมองที่หลากหลาย ดังนี้

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน (2565) อธิบายว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมควรประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงกระบวนการฝึกอบรมให้ดำเนินไปอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ โดยองค์ประกอบดังกล่าวสามารถจำแนกได้ ดังนี้ 1) วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม เป็นองค์ประกอบที่กำหนดทิศทางและเป้าหมายของการฝึกอบรม โดยต้องระบุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถนะ เพื่อใช้เป็นกรอบในการออกแบบองค์ประกอบอื่น ๆ ของแผนกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกัน 2) เนื้อหาและหัวข้อการฝึกอบรม เป็นส่วนที่กำหนดขอบเขตขององค์ความรู้และทักษะที่ต้องการถ่ายทอด โดยเนื้อหาควรได้รับการคัดเลือกและจัดลำดับอย่างเป็นระบบ เพื่อสนับสนุนการบรรลุวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพ 3) วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบที่กำหนดรูปแบบและกระบวนการถ่ายทอดความรู้และทักษะเช่น การบรรยาย การสาธิต การฝึกปฏิบัติ หรือการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ทั้งนี้ วิธีการจัดกิจกรรมควรสอดคล้องกับลักษณะของเนื้อหาและระดับสมรรถนะที่ต้องการพัฒนา 4) ระยะเวลาและลำดับขั้นของกิจกรรม เป็นส่วนที่กำหนดกรอบเวลาและการจัดลำดับของกิจกรรมการฝึกอบรม เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้มีความต่อเนื่อง เป็นขั้นตอน และเอื้อต่อการพัฒนาทักษะจากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น 5) การวัดและประเมินผล เป็นองค์ประกอบที่ใช้ในการตรวจสอบผลลัพธ์ของการฝึกอบรม โดยต้องกำหนดวิธีการและเกณฑ์การประเมินที่สามารถสะท้อนระดับความรู้ ทักษะ และสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (2565) อธิบายว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมควรประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญที่มุ่งเน้นการพัฒนาสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอย่างเป็นระบบและเป็นรูปธรรม โดยเริ่มจากการกำหนดสมรรถนะเป้าหมายของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งเป็นตัวกำหนดทิศทางของผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ

เชิงวิชาชีพ จากนั้นจึงออกแบบโครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติที่เน้นการลงมือทำจริง การฝึกทักษะตามสถานการณ์จำลอง หรือการปฏิบัติงานในบริบทใกล้เคียงสถานการณ์จริง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถพัฒนาทักษะได้จากประสบการณ์ตรง นอกจากนี้ แผนกิจกรรมการฝึกอบรมยังต้องกำหนดสื่ออุปกรณ์ฝึกอบรมที่เหมาะสม และสอดคล้องกับลักษณะของงาน หรือทักษะที่ต้องการพัฒนา เพื่อสนับสนุนให้กระบวนการฝึกปฏิบัติเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ควบคู่กับการกำหนดระยะเวลาในการฝึกอบรมที่เหมาะสมกับระดับความยากง่ายของเนื้อหาและลำดับขั้นของกิจกรรม เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีเวลาเพียงพอในการเรียนรู้และฝึกทักษะอย่างต่อเนื่องในส่วนของการประเมินผลตามสมรรถนะถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบผลลัพธ์ของการฝึกอบรม โดยเน้นการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานจริงของผู้เข้ารับการฝึกอบรมตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งช่วยให้สามารถสะท้อนระดับสมรรถนะได้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ องค์ประกอบทั้งหมดต้องมีความสอดคล้องเชื่อมโยงกันในเชิงระบบ กล่าวคือ สมรรถนะเป้าหมายจะเป็นตัวกำหนดลักษณะของกิจกรรมและวิธีการฝึก ขณะที่สื่ออุปกรณ์การสอนต้องสนับสนุนการเรียนรู้ และวิธีการประเมินผลต้องสามารถวัดผลลัพธ์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2564) อธิบายว่า องค์ประกอบของแผนกิจกรรมการฝึกอบรมประกอบด้วยการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการระบุผลลัพธ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เข้ารับการฝึกอบรมทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เพื่อใช้เป็นกรอบในการกำหนดทิศทางของการฝึกอบรม การกำหนดกลุ่มเป้าหมายของผู้เข้ารับ และการฝึกอบรม ซึ่งเป็นการพิจารณาลักษณะพื้นฐานความต้องการ และระดับความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพื่อให้สามารถออกแบบกิจกรรมได้อย่างเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน รูปแบบ และวิธีการจัดกิจกรรม ซึ่งเป็นการกำหนดแนวทางในการถ่ายทอดความรู้และพัฒนาทักษะ โดยอาจอยู่ในรูปแบบของการบรรยาย การสาธิต การฝึกปฏิบัติ หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม นอกจากนี้ ยังรวมถึงสื่อและทรัพยากรที่ใช้ในการฝึกอบรม ซึ่งครอบคลุมสื่อการสอน เครื่องมือ อุปกรณ์ และทรัพยากรที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้และฝึกปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนแนวทางการประเมินผล ซึ่งเป็นการกำหนดวิธีการและเกณฑ์ในการตรวจสอบผลลัพธ์ของการฝึกอบรมทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถนะ เพื่อให้สามารถพิจารณาได้ว่า การฝึกอบรมบรรลุผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ ทั้งนี้ องค์ประกอบดังกล่าวทำหน้าที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานของแผนกิจกรรมการฝึกอบรม โดยช่วยให้การออกแบบและการดำเนินกิจกรรมมีความเป็นระบบ มีความชัดเจนในลำดับขั้นและสามารถนำไปใช้ในการจัดฝึกอบรมได้

สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (2564) อธิบายว่า องค์ประกอบของแผนกิจกรรมการฝึกอบรมตามแนวคิดฐานสมรรถนะประกอบด้วยการกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นการระบุสมรรถนะที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมพึงมีทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะเชิงวิชาชีพ โดยผลลัพธ์ดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นกรอบในการออกแบบกระบวนการฝึกอบรมทั้งหมด การออกแบบกิจกรรมฝึกปฏิบัติซึ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำจริง การฝึกทักษะตามขั้นตอน และการจัดสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถพัฒนาความสามารถได้อย่างเป็นรูปธรรม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง นอกจากนี้ยังรวมถึงการใช้สื่อและเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ ซึ่งครอบคลุมอุปกรณ์ เครื่องมือเฉพาะทาง สื่อการสอน และทรัพยากรที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการสนับสนุนการฝึกอบรมให้เกิดประสิทธิภาพ โดยสื่อและเครื่องมือเหล่านี้ต้องมีความเหมาะสมกับลักษณะของทักษะที่ต้องการพัฒนา และเอื้อต่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ขณะเดียวกันการประเมินผลตามเกณฑ์สมรรถนะเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบผลลัพธ์ของการฝึกอบรม โดยเน้นการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานจริงของผู้เข้ารับการฝึกอบรมตามมาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้สามารถสะท้อนระดับสมรรถนะได้อย่างชัดเจนและเชื่อถือได้ ทั้งนี้ องค์ประกอบทั้งหมดถูกออกแบบให้มีความเชื่อมโยงและสอดคล้องกันในเชิงระบบ กล่าวคือ ผลลัพธ์การเรียนรู้จะเป็นตัวกำหนดลักษณะของกิจกรรมฝึกปฏิบัติ สื่อและเครื่องมือจะทำหน้าที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ และการประเมินผลจะใช้ตรวจสอบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมบรรลุสมรรถนะตามที่กำหนดไว้หรือไม่

Branch, R. M. (2009) อธิบายว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมควรถูกพัฒนาอย่างเป็นระบบผ่านกระบวนการเชิงลำดับขั้นที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง โดยองค์ประกอบของแผนกิจกรรมมิได้จำกัดอยู่เพียงเนื้อหา หรือกิจกรรมการเรียนรู้เท่านั้นหากแต่ครอบคลุมตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการไปจนถึงการประเมินผลและการปรับปรุงระบบ เพื่อให้การฝึกอบรมสามารถตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ สามารถจำแนกองค์ประกอบของแผนกิจกรรมการฝึกอบรมตามแนวคิด ADDIE Model ได้ ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ความต้องการ (Analysis) เป็นขั้นตอนพื้นฐานที่มุ่งศึกษาปัญหา ความจำเป็น และความต้องการของการฝึกอบรมรวมถึงการวิเคราะห์ลักษณะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม บริบทของการเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของแผนกิจกรรมการฝึกอบรมให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความเป็นจริง 2) การออกแบบกิจกรรมการฝึกอบรม (Design) เป็นขั้นตอนที่กำหนดโครงสร้างของแผนกิจกรรม โดยครอบคลุมการตั้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ การกำหนดเนื้อหา การวางลำดับกิจกรรม วิธีการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการถ่ายทอด และแนวทางการประเมินผล เพื่อให้ทุกองค์ประกอบมีความสอดคล้องกันและนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ 3) การพัฒนาเนื้อหาและสื่อการฝึกอบรม (Development) เป็นขั้นตอน

ในการจัดทำและเตรียมความพร้อมของเนื้อหา สื่อการสอน เครื่องมือ และทรัพยากรที่ใช้ในการฝึกอบรม โดยเน้นให้สื่อและเนื้อหามีความถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับการออกแบบที่กำหนดไว้ เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด 4) การดำเนินการฝึกอบรม (Implementation) เป็นขั้นตอนการนำแผนกิจกรรมไปใช้จริง โดยครอบคลุมการจัดการเรียนรู้ การบริหารจัดการชั้นเรียนหรือสภาพแวดล้อมการฝึก การใช้สื่อ และทรัพยากรรวมถึงการควบคุมคุณภาพของการดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปตามแผนที่กำหนด 5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบ และประเมินผลลัพธ์ของการฝึกอบรมทั้งในด้านประสิทธิภาพของแผนกิจกรรมและผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยผลการประเมินสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาแผนกิจกรรมในรอบถัดไป

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศสามารถสรุปได้ว่าแผนกิจกรรมการฝึกอบรมเป็นโครงสร้างเชิงระบบที่ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญหลายด้าน ซึ่งมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างเป็นเอกภาพ โดยเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์และผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ชัดเจน ซึ่งทำหน้าที่เป็นกรอบในการกำหนดทิศทางของการฝึกอบรม ควบคู่กับการวิเคราะห์และกำหนดกลุ่มเป้าหมายรวมถึงสมรรถนะที่ต้องการพัฒนา เพื่อให้การออกแบบกิจกรรมสอดคล้องกับลักษณะและความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรมการฝึกอบรมต้องได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยเน้นการจัดกิจกรรมที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะทั้งเชิงความรู้และการปฏิบัติ ผ่านวิธีการจัดกิจกรรมและรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การฝึกปฏิบัติจริง หรือการจำลองสถานการณ์ นอกจากนี้ สื่อและทรัพยากรสนับสนุนการฝึกอบรมเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการเรียนรู้ โดยต้องมีความเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาและทักษะที่ต้องการพัฒนา ขณะเดียวกัน การกำหนดระยะเวลา และลำดับขั้นของกิจกรรมต้องมีความสอดคล้องกับความยากง่ายของเนื้อหา เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้มีความต่อเนื่องและเป็นลำดับขั้นจากพื้นฐานไปสู่ระดับที่สูงขึ้น สำหรับการวัดและประเมินผลจำเป็นต้องมีการกำหนดเกณฑ์และวิธีการที่สามารถสะท้อนผลลัพธ์การเรียนรู้และระดับสมรรถนะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการประเมินผลตามสมรรถนะและการประเมิน เพื่อพัฒนาทั้งนี้องค์ประกอบทั้งหมดของแผนกิจกรรมการฝึกอบรมต้องได้รับการออกแบบให้มีความสอดคล้องเชิงระบบกล่าวคือ วัตถุประสงค์เป็นตัวกำหนดเนื้อหาและกิจกรรม วิธีการจัดการเรียนรู้ และสื่อสนับสนุนต้องเอื้อต่อการบรรลุผลลัพธ์ที่กำหนด และการประเมินผลต้องสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ โดยมีลักษณะเป็นกระบวนการต่อเนื่องที่สามารถนำผลการประเมินกลับไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาแผนกิจกรรมได้อย่างเป็นวงจร ดังนั้นแผนกิจกรรมการฝึกอบรมจึงมิได้เป็นเพียงเครื่องมือ

ในการกำหนดลำดับกิจกรรมเท่านั้น หากแต่เป็นกลไกเชิงระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมทิศทาง คุณภาพ และประสิทธิภาพของกระบวนการฝึกอบรมโดยรวม อันเป็นพื้นฐานสำคัญในการออกแบบการฝึกอบรมในบริบทสมัยใหม่ โดยเฉพาะการฝึกอบรมในระบบดิจิทัล ซึ่งต้องอาศัยทั้งความเป็นระบบ ความยืดหยุ่น และความสามารถในการปรับตัวตามบริบทของเทคโนโลยีและผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่เปลี่ยนแปลง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิชญาภา และวิวัฒน์ (2567) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ห้องเรียนเมตาเวิร์สร่วมกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียว กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2566 จำนวน 356 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มจากรายวิชาวิถีชีวิตในยุคดิจิทัล ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีระดับการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อยู่ในระดับสูง ซึ่งชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มของการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริงร่วมกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในการสนับสนุนการพัฒนาทักษะของผู้เรียนในบริบทดังกล่าวในเชิงเนื้อหางานวิจัยนำเสนอการใช้สภาพแวดล้อมเสมือนจริงในลักษณะที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ และการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จำลอง ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติและการเรียนรู้ตามบริบท ทั้งนี้การผสานการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเข้ากับเทคโนโลยีดิจิทัลยังสะท้อนถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและการเรียนรู้เชิงรุก

สำราญ และรจนา (2568) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มโลกเสมือนจริงและศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแพลตฟอร์มดังกล่าวในการส่งเสริมการขายและยกระดับแหล่งเรียนรู้ด้านการตลาดดิจิทัลของผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยแพลตฟอร์มถูกพัฒนาบนระบบ Spatial.io ซึ่งรองรับการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสามมิติ ข้อความ รูปภาพ วิดีโอ และอินโฟกราฟิก เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายและมีปฏิสัมพันธ์การวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาวิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อแพลตฟอร์มโลกเสมือนจริงในระดับมาก ทั้งในด้านการเข้าถึงและประสบการณ์การใช้งานประสิทธิผลด้านการเป็นแหล่งเรียนรู้การตลาดดิจิทัลและประสิทธิผลด้านการส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์ชุมชนในเชิงเนื้อหางานวิจัยดังกล่าวนำเสนอการใช้แพลตฟอร์มโลกเสมือนจริงในฐานะสื่อดิจิทัลที่ผสานองค์ประกอบหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงและเอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งานทั้งนี้ลักษณะของสภาพแวดล้อมเสมือนดังกล่าว

มีความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ และการใช้สื่อดิจิทัลเชิงบูรณาการในบริบทการเรียนรู้สมัยใหม่ โดยงานวิจัยนี้มีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เนื่องจากแสดงให้เห็นแนวทางการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการนำเสนอเนื้อหาและสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน

ประเทียบ (2567) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน เพื่อเสริมสร้างทักษะเชิงปฏิบัติด้านระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับอุดมศึกษา จำนวน 23 คน และใช้ชุดฝึกปฏิบัติเป็นเครื่องมือหลักในการจัดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้ชุดฝึกดังกล่าวมีส่วนสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงระบบเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ และสามารถพัฒนาทักษะด้านการติดตั้ง การใช้งาน และการบำรุงรักษาได้ในระดับที่กำหนดเมื่อพิจารณาในเชิงการสังเคราะห์ งานวิจัยนี้สะท้อนบทบาทของการเรียนรู้เชิงปฏิบัติที่เน้นการใช้สื่อ หรืออุปกรณ์ฝึกจริงในการพัฒนาทักษะวิชาชีพ ซึ่งมีความสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาสมรรถนะผ่านประสบการณ์ตรงและการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติในบริบทจริง

สุดารัตน์ และวรวุฒิ (2566) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมฝึกอบรมแบบผสมผสานโดยใช้การสอนเชิงสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการสร้างนวัตกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษาในศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดราชบุรี โดยออกแบบกิจกรรมฝึกอบรมที่บูรณาการการเรียนรู้แบบเผชิญหน้า และการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์เข้าด้วยกัน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูและบุคลากรทางการศึกษาที่สมัครใจเข้าร่วม จำนวน 25 คน ระยะเวลาการฝึกอบรมรวม 18 ชั่วโมง ภายใน 3 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพกิจกรรม แบบวัดสมรรถนะด้านนวัตกรรมและแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพของกิจกรรมฝึกอบรม และระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ขณะที่คะแนนสมรรถนะด้านการสร้างนวัตกรรมภายหลังการฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผลงานนวัตกรรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอยู่ในระดับสูง นอกจากนี้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ในทิศทางบวก เมื่อพิจารณาวิเคราะห์ผลงานวิจัยดังกล่าวสะท้อนรูปแบบการฝึกอบรมที่ผสานองค์ประกอบของการเรียนรู้หลายด้าน ทั้งการเรียนรู้เชิงทฤษฎี การฝึกปฏิบัติ และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของการออกแบบการฝึกอบรมแบบผสมผสานที่มุ่งพัฒนาสมรรถนะเชิงซับซ้อน โดยเฉพาะด้านนวัตกรรม อีกทั้งยังมีลักษณะร่วมกับงานวิจัยในกลุ่มเดียวกันที่เน้นการบูรณาการวิธีการเรียนรู้และสื่อดิจิทัล เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

Wang (2025) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์สในการฝึกทักษะสายอาชีพ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติภายใต้สภาพแวดล้อมเสมือนจริง การวิจัยใช้รูปแบบการทดลองแบบก่อน–หลัง (pre–post experimental design) ร่วมกับการเก็บข้อมูลเชิงความคิดเห็นผ่านแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนสายอาชีพที่เข้าร่วมการฝึกอบรมผ่านระบบเมตาเวิร์ส จำนวน 54 คน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า คะแนนทักษะภายหลังการฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการฝึกอบรมขณะเดียวกันผู้เรียนมีความคิดเห็นในเชิงบวกต่อการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมเมตาเวิร์ส โดยระบุว่ารูปแบบดังกล่าวเอื้อต่อความเข้าใจเชิงปฏิบัติมีระดับความสมจริงของสถานการณ์และสนับสนุนการฝึกทักษะวิชาชีพ เมื่อพิจารณาในเชิงการวิเคราะห์งานวิจัยนี้สะท้อนแนวโน้มของการใช้สภาพแวดล้อมเสมือนจริงในลักษณะ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การจำลองสถานการณ์ การมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมและการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการฝึกอบรมเชิงสมรรถนะและการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จำลองในบริบทวิชาชีพ

Alaskaree (2023) ได้ศึกษาการปรับอากาศของห้องเรียน โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผ่านการจำลองและประเมินสมรรถนะของระบบเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ที่บูรณาการเข้ากับอาคาร โดยมุ่งวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบในภาพรวมทั้งด้านการใช้พลังงาน การทำงานร่วมกับโครงสร้างอาคาร และการลดการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งพลังงานหลัก ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การออกแบบและจำลองระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ในลักษณะบูรณาการสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินสมรรถนะของระบบและความเหมาะสมก่อนการนำไปใช้งานจริง ทั้งในด้านประสิทธิภาพเชิงพลังงานและความสอดคล้องกับบริบทของอาคาร เมื่อพิจารณาในเชิงการสังเคราะห์งานวิจัยดังกล่าวสะท้อนบทบาทของการจำลองระบบ (system simulation) ในฐานะกลไกสำคัญสำหรับการวิเคราะห์และคาดการณ์สมรรถนะของระบบพลังงาน โดยเฉพาะในระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์และระบบไฮบริด ซึ่งมีความซับซ้อนและต้องอาศัยการบูรณาการระหว่างองค์ประกอบหลายส่วน เช่น แหล่งพลังงาน ระบบทำความเย็น และบริบทของอาคาร ทั้งนี้ แนวทางดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการใช้แบบจำลองและสถานการณ์จำลองในการสนับสนุนการเรียนรู้เชิงระบบและการตัดสินใจในบริบทวิชาชีพ

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แนวโน้มของการพัฒนาการฝึกอบรมในยุคปัจจุบันมุ่งเน้นการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลร่วมกับกระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติและการพัฒนาสมรรถนะ โดยสามารถจำแนกประเด็นสำคัญได้เป็น 3 แนวทางหลัก ได้แก่ การใช้สภาพแวดล้อมเสมือนเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เชิงโต้ตอบ การออกแบบกิจกรรมฝึกอบรมแบบผสมผสานที่ผสานการเรียนรู้หลายรูปแบบ และการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติผ่านสื่อ หรืออุปกรณ์ฝึกจริงควบคู่กับ

การจำลองระบบ ในด้านของเทคโนโลยีดิจิทัลงานวิจัยสะท้อนให้เห็นว่า การใช้สภาพแวดล้อมเสมือนสามารถสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยเฉพาะการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จำลองและการมีปฏิสัมพันธ์ในสภาพแวดล้อมที่มีความสมจริงขณะที่งานวิจัยด้านการฝึกอบรมแบบผสมผสานชี้ให้เห็นถึงแนวทางการบูรณาการการเรียนรู้ทั้งในรูปแบบเผชิญหน้าและรูปแบบดิจิทัล เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและรองรับลักษณะการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เข้ารับการฝึกอบรม นอกจากนี้งานวิจัยในด้านเทคนิคและวิชาชีพยังเน้นบทบาทของการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยเฉพาะในระบบเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีความซับซ้อนและต้องอาศัยความรู้เชิงบูรณาการระหว่างระบบพลังงานและการทำความเย็น ทั้งนี้การจำลองระบบและการประเมินสมรรถนะยังเป็นแนวทางสำคัญในการวิเคราะห์ทำความเข้าใจการทำงานของระบบก่อนการใช้งานจริง ดังนั้นแนวคิดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถใช้เป็นฐานในการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยเฉพาะในด้านของการออกแบบสภาพแวดล้อมการฝึกอบรมที่บูรณาการการจำลองสถานการณ์ การเรียนรู้เชิงปฏิสัมพันธ์ และการฝึกปฏิบัติอย่างเป็นระบบเพื่อสนับสนุนการพัฒนาทักษะวิชาชีพด้านเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้อย่างเหมาะสม

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยไว้ 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 พัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ระยะที่ 2 พัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนและสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง เพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ระยะที่ 3 ศึกษาผลการเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในแต่ละระยะเป็นแผนภาพ ดังภาพที่ 3-1

	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ผลผลิต
ระยะที่ 1 พัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	1.ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเนื้อหา และแผนกิจกรรมการฝึกอบรม 2.นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งทฤษฎี และแนวคิดมากำหนดรายละเอียดในการพัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรม 3.สร้างเครื่องมือประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเนื้อหาการฝึกอบรม และแผนกิจกรรม การฝึกอบรม 4. ประเมินความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ 5. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ	1.เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรม ได้แก่ 1.1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา 1.2 แบบประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม 1.3 เนื้อหาการฝึกอบรม 1.4 แผนกิจกรรมการฝึกอบรม

	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ผลผลิต
ระยะที่ 2 พัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน และสื่อดิจิทัลเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบไฮบริด	1.นำแผนกิจกรรมการฝึกอบรมมาวิเคราะห์เพื่อสร้างสื่อการฝึกอบรม 2.ออกแบบและสร้างศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน 3.ทดสอบการใช้งาน 4.ตรวจสอบความถูกต้องโดยอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย 5.ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ	1.เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ได้แก่ 1.1 เว็บไซต์ฝึกอบรม 1.2 ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน 1.3 สื่อดิจิทัล
ระยะที่ 3 ศึกษาผลการเสริมสร้างทักษะ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	1.ฝึกอบรมทักษะผ่านกระบวนการของ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน 2.ฝึกปฏิบัติการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดจากสื่อจริง ตามแบบประเมินทักษะการฝึกอบรม 3.ศึกษาผลฝึกทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 4.ศึกษาผลความพึงพอใจต่อการใช้งานศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงระบบไฮบริด	1.เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลการเสริมสร้างทักษะ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ได้แก่ 1.1 เกณฑ์การให้คะแนน 1.2 แบบประเมินทักษะ 2.ผลคะแนนการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 3.ผลคะแนนความพึงพอใจต่อการใช้งานศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบไฮบริด

ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 การพัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

การวิจัยในตอนนี้อยู่ในระยะที่ 1 ของการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเนื้อหาและกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยการพัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดประกอบด้วย 1) แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา 2) แบบประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะ

3.1.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานสงอาทิตย์ระบบไฮบริดมีลำดับขั้นตอนการพัฒนาดังต่อไปนี้

3.1.2.1 เนื้อหาที่ใช้สำหรับการฝึกอบรม

เนื้อหาที่ใช้สำหรับการฝึกอบรมเป็นเอกสารที่แสดงรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละหน่วยฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อหลัก หัวข้อย่อย และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยขั้นตอนการออกแบบเนื้อหาที่ใช้สำหรับการฝึกอบรมทักษะ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด มีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ)

3.1.2.1.1 ศึกษาข้อมูล แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการพิจารณาจาก ความต้องการและความซับซ้อนของข้อมูลในการฝึกอบรมจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 135 คน เพื่อนำมาสร้างเนื้อหาสำหรับใช้ในการฝึกอบรมทักษะ และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งทฤษฎี และแนวคิดมาวิเคราะห์เนื้อหาที่สำคัญ เพื่อกำหนดหัวข้อหลัก หัวข้อย่อย และกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยการฝึกอบรมให้ชัดเจน เพื่อเป็นตัวกำหนดกรอบ หรือขอบเขตของเนื้อหาการอบรมทักษะวิธีการออกแบบสื่อการวัดและการประเมินผลให้มีความเหมาะสม และพฤติกรรมที่คาดหวังหลังเข้ารับการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

3.1.2.1.2 นำข้อมูลที่ได้ศึกษามาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดโครงสร้างหลักของเนื้อหาที่ใช้ในการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยการกำหนดหัวข้อหลักหัวข้อย่อย ซึ่งสามารถสรุปเนื้อหาหัวข้อหลัก และหัวข้อย่อย โดยแบ่งออกเป็น 5 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ประกอบไปด้วย 3 หัวข้อย่อย ดังนี้ 1) อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล 2) ความปลอดภัยและการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า 3) ความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง

หน่วยที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ประกอบไปด้วย 2 หัวข้อย่อย ดังนี้ 1) เครื่องมือในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2) อุปกรณ์สำหรับงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

หน่วยที่ 3 ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ประกอบไปด้วย 2 หัวข้อย่อย ดังนี้ 1) ระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2) ระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

หน่วยที่ 4 งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ประกอบไปด้วย 2 หัวข้อย่อย ดังนี้ 1) งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2) งานติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์

หน่วยที่ 5 ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ประกอบไปด้วย 3 หัวข้อย่อย ดังนี้ 1) การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 2) การบำรุงรักษาแผงโซลาร์เซลล์ 3) รหัสข้อผิดพลาดของการทำงานเครื่องปรับอากาศ (Error Code)

3.1.2.1.3 ผู้วิจัยดำเนินการร่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามด้านเนื้อหาจากนั้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้มีความสมบูรณ์

3.1.2.1.4 ผู้วิจัยนำแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence: IOC) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสม และพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการพิจารณา ดังนี้ (พิศิษฐ และพนา, 2561)

คะแนน	+1	หมายถึง	เมื่อเห็นว่าข้อคาถามดังกล่าววัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อนั้นคะแนน
คะแนน	0	หมายถึง	เมื่อไม่มั่นใจว่าข้อคาถามดังกล่าววัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อนั้น
คะแนน	-1	หมายถึง	เมื่อเห็นว่าข้อสอบคาถามดังกล่าววัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อนั้น

จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องโดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับค่า IOC ดังนี้ (บุญชม, 2560)

ค่า IOC	0.50 – 1.00	หมายถึง	ข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
ค่า IOC	น้อยกว่า 0.50	หมายถึง	ข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

3.1.2.1.5 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมของเนื้อหาที่ใช้ในการฝึกอบรมจากนั้นนำแบบร่างประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้มีความสมบูรณ์

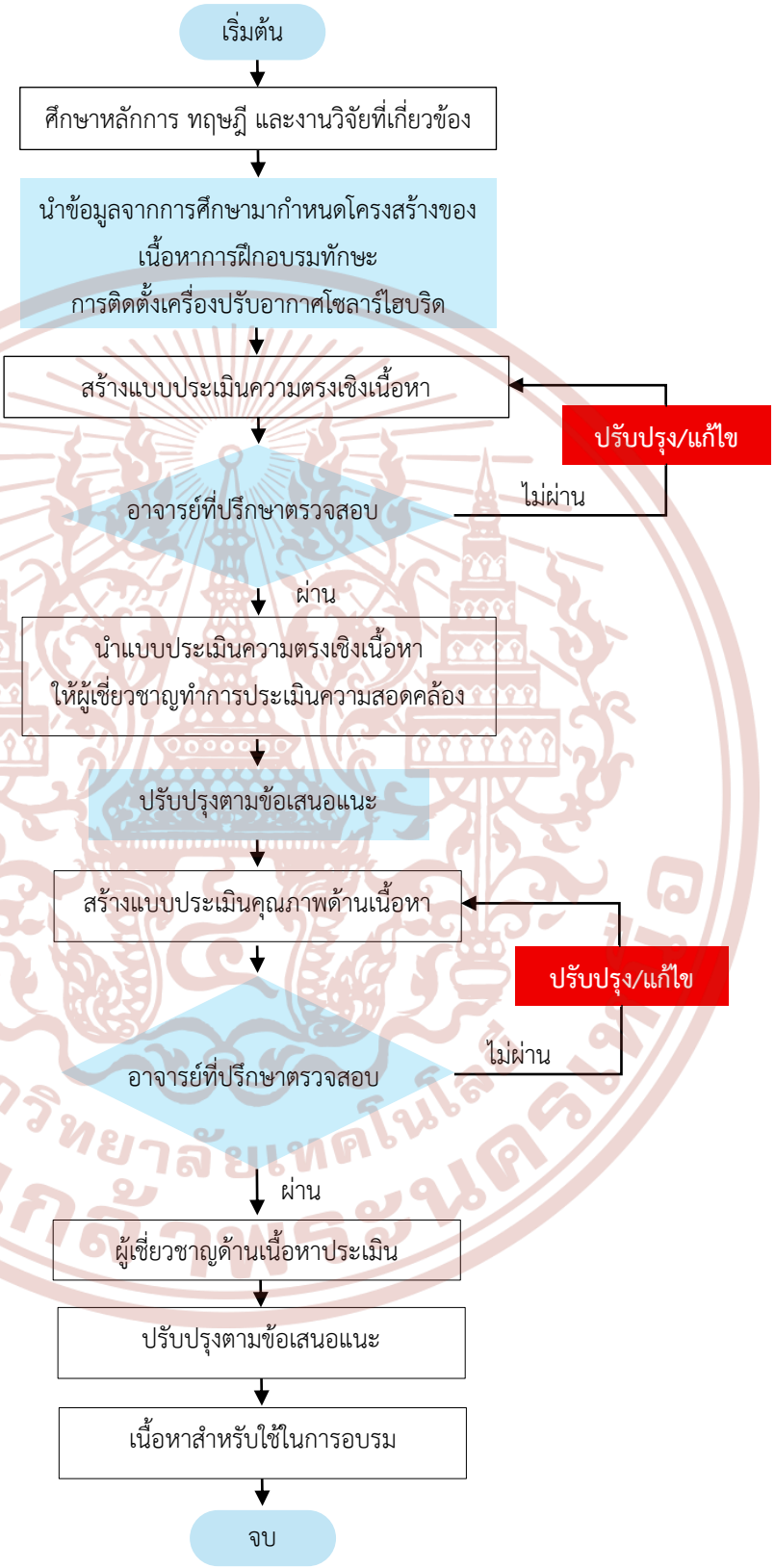
3.1.2.1.6 นำเสนอแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาให้กับทางผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ทำการประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระการฝึกอบรม มีเกณฑ์การประเมินค่า (Likert Scale) 5 ระดับ ได้แก่ (รายละเอียดในภาคผนวก ข) (Likert, R. 1932)

5	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (Likert, R. 1932)

4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก
4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับดี
3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง
2.51 - 3.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.1.2.1.7 ผู้วิจัยนำผลการประเมิน และข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มาพิจารณาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในลำดับต่อไป โดยสามารถสรุปขั้นตอนการสร้างเนื้อหาการฝึกอบรมได้ ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างเนื้อหาการฝึกอบรม

3.1.2.2 แผนกิจกรรมการฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดเป็นแผนการจัดการฝึกอบรมที่มุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้พัฒนาทักษะผ่านการลงมือปฏิบัติจริงในสถานการณ์จำลองภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ซึ่งครอบคลุมกระบวนการทำงานที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยกิจกรรมทั้งหมดถูกจัดลำดับขั้นตอนการฝึกทักษะอย่างเป็นระบบจากพื้นฐานไปสู่ระดับปฏิบัติงานจริง โดยใช้การฝึกปฏิบัติเป็นฐาน และบูรณาการใช้งานร่วมกับสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งให้เหมาะสมกับระยะเวลา เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาเชิงลึกพร้อมทั้งมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานที่ชัดเจน เพื่อให้มั่นใจว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.1.2.2.1 ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี และแนวคิดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแผนกิจกรรมการฝึกอบรม เพื่อนำมาวิเคราะห์และกำหนดรูปแบบกิจกรรมการฝึกอบรม วิธีการฝึกทักษะปฏิบัติตลอดจนการคัดเลือกอุปกรณ์ และสื่อดิจิทัลที่สอดคล้องกับทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

3.1.2.2.2 สร้างแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยกำหนดรายละเอียดองค์ประกอบต่าง ๆ ให้ครบถ้วน ได้แก่ หัวข้อการฝึกอบรม วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ระยะเวลา ขั้นตอน และรายละเอียดการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม วิธีการฝึกทักษะปฏิบัติ ตลอดจนอุปกรณ์และสื่อดิจิทัลที่ใช้ประกอบการฝึกอบรม (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ฉ)

3.1.2.2.3 จัดทำแบบร่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด และนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบพร้อมปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้เหมาะสมก่อนนำไปใช้

3.1.2.2.4 ผู้วิจัยนำแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม โดยผลการประเมินพบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่ามากกว่า 0.50 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดมีคุณภาพและความเหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์สามารถนำไปใช้ในการทดลองได้ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการพิจารณา ดังนี้ (พิศิษฐ และพนา, 2561)

คะแนน	+1	หมายถึง	เมื่อเห็นว่าข้อคาถามดังกล่าววัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อนั้นคะแนน
คะแนน	0	หมายถึง	เมื่อไม่มั่นใจว่าข้อคาถามดังกล่าววัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อนั้น
คะแนน	-1	หมายถึง	เมื่อเห็นว่าข้อสอบคาถามดังกล่าววัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อนั้น

จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องโดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับค่า IOC ดังนี้ (บุญชม, 2560)

ค่า IOC	0.50 – 1.00	หมายถึง	ข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
ค่า IOC	น้อยกว่า 0.50	หมายถึง	ข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

3.1.2.2.5 ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญประความรงเชิงเนื้อหาด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมมาพิจารณาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

3.1.2.2.6 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาที่ใช้ในการฝึกอบรมจากนั้นนำแบบร่างประเมินคุณภาพแผนกิจกรรมการฝึกอบรมเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้มีความสมบูรณ์

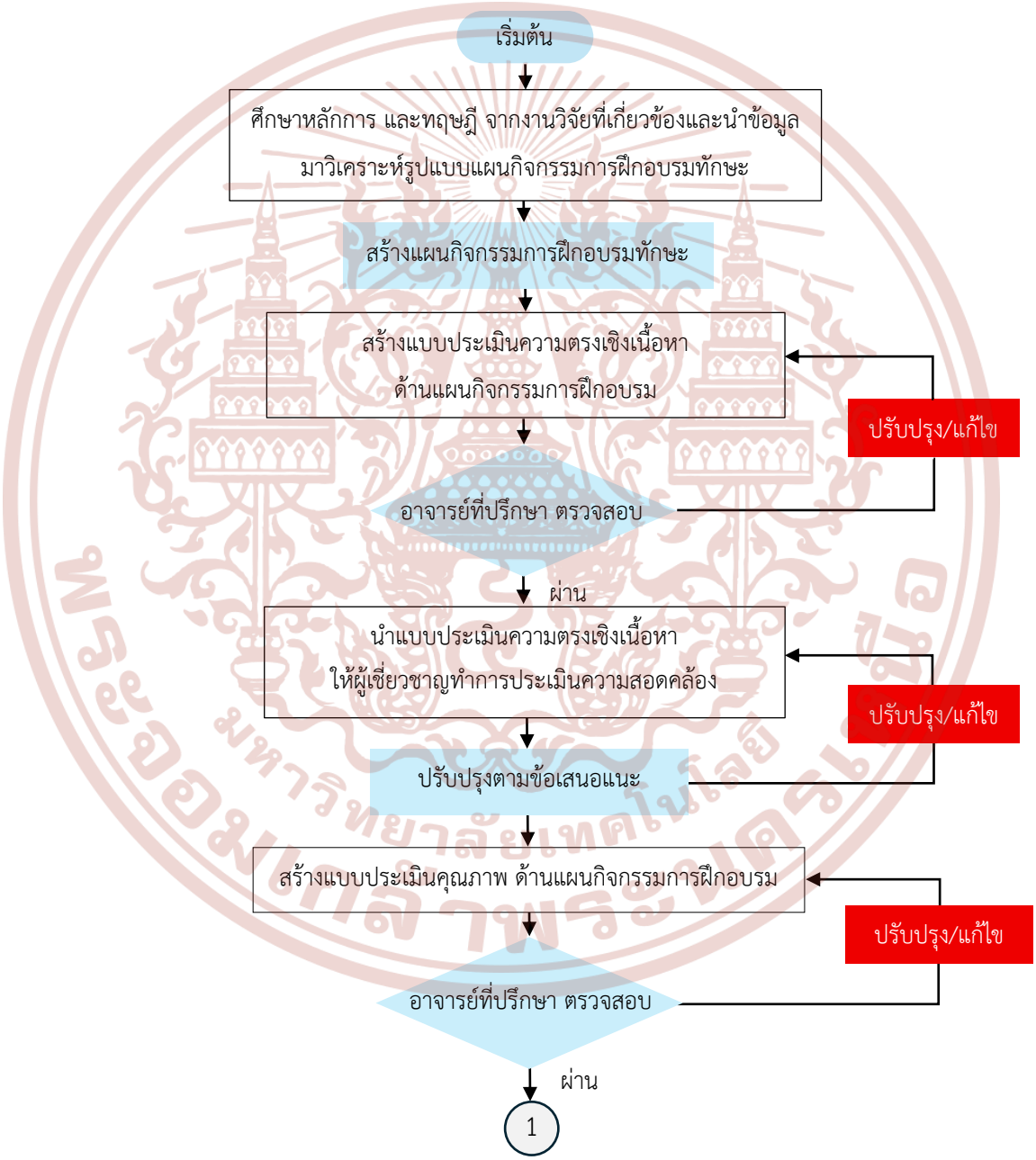
3.1.2.2.7 นำเสนอแบบประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมให้กับทางผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ทำการประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระการฝึกอบรม โดยมีเกณฑ์การประเมินค่า 5 ระดับ ได้แก่ (รายละเอียดในภาคผนวก ข) (Likert, R. 1932)

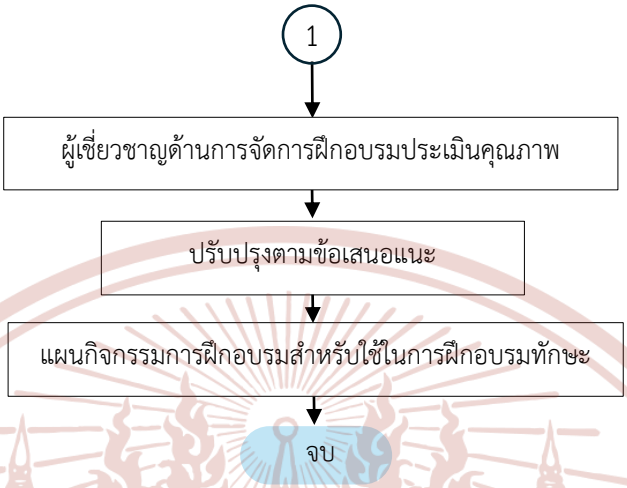
5	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (Likert, R. 1932)

4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก
4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับดี
3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง
2.51 - 3.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.1.2.1.7 ผู้วิจัยนำผลการประเมิน และข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมมาพิจารณาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในลำดับต่อไป โดยสามารถสรุปขั้นตอนการสร้างเนื้อหาการฝึกอบรมได้ ดังภาพที่ 3-3





ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการสร้างแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

3.1.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

3.1.2.3.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินผลทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด เพื่อนำมาวิเคราะห์เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน โดยออกแบบเครื่องมือในลักษณะแบบสำรวจรายการที่ครอบคลุมกระบวนการทำงานสำคัญ ได้แก่ 1) การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 2) การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์ 3) การทำระบบสารทำความเย็น 4) การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าสื่อสารระหว่างตัวเครื่องภายในและตัวเครื่องภายนอก 5) การเชื่อมต่อระบบพลังงานไฟฟ้า ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดจุดประเมิน โดยพิจารณาจากความถูกต้องของขั้นตอนการปฏิบัติงานเริ่มตั้งแต่การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ การเลือกใช้งานประเภทสายไฟฟ้า การเชื่อมต่อวงจรตามไดอะแกรม ความแข็งแรง และความเป็นระเบียบเรียบร้อยของจุดต่อสายไฟฟ้าตลอดจนการวัดและบันทึกค่าการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศได้ถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 2 ระดับ คือ ผ่าน และ ไม่ผ่าน ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะต้องมีผลการประเมินในระดับผ่าน ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของรายการประเมินทั้งหมด จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินทักษะปฏิบัติในหน่วยการฝึกอบรมดังกล่าว (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ค)

3.1.2.3.2 ดำเนินการสร้างแบบประเมินทักษะ โดยกำหนดโครงสร้างของแบบประเมินออกเป็นส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ ข้อมูลผู้เข้ารับการประเมิน คำชี้แจงรายการประเมิน ผลการประเมิน ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และส่วนสรุปผลการประเมิน

ทั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะสำหรับวัดความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ครอบคลุมกระบวนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดทั้งระบบ โดยแบ่งรายละเอียด ดังนี้ (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

ก) หัวข้อการฝึกอบรมระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดประกอบไปด้วยแบบประเมินย่อย 3 ชุด ได้แก่

1) แบบประเมินทักษะการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply AC

2) แบบประเมินทักษะการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply DC

3) แบบประเมินทักษะการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU

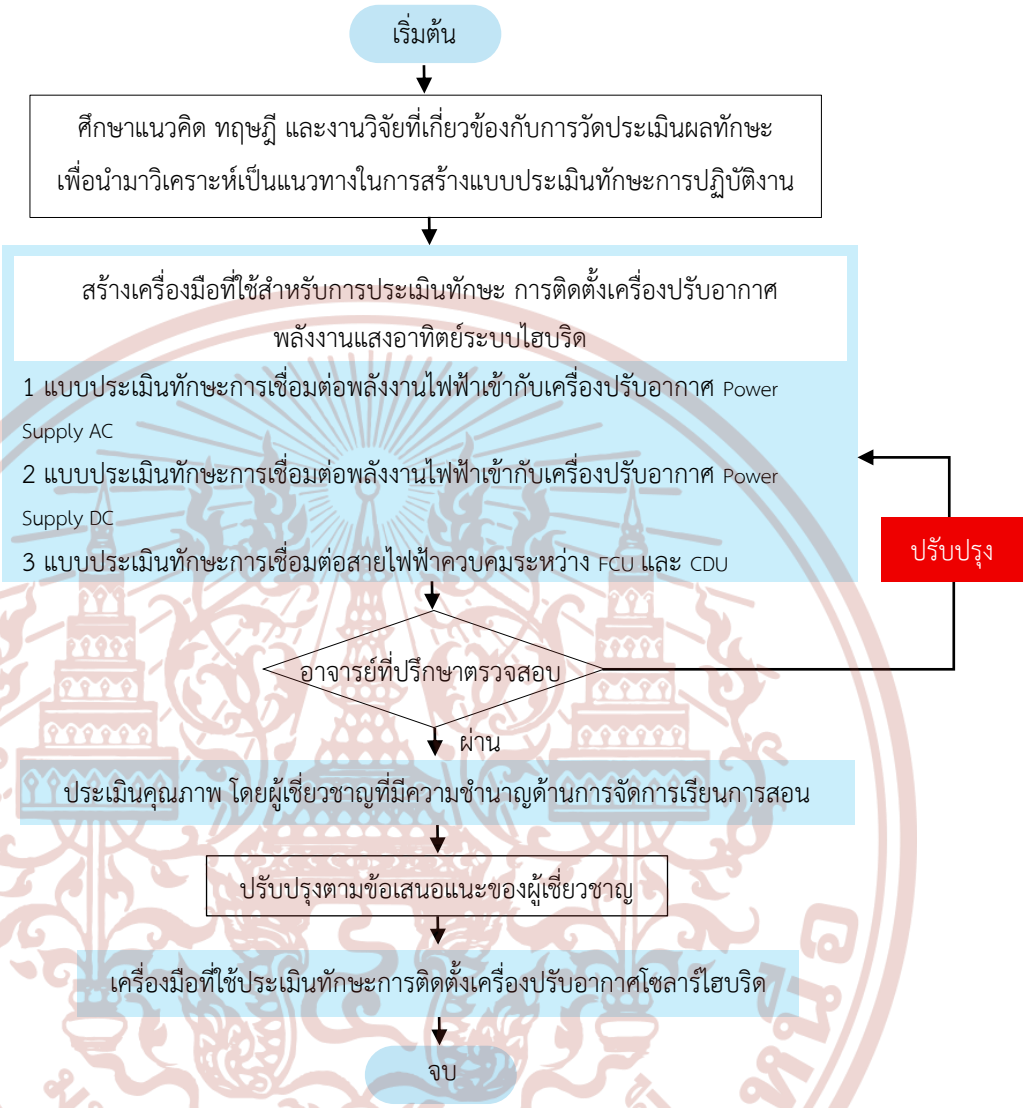
ข) หัวข้อการฝึกอบรมระบบทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดประกอบไปด้วยแบบประเมิน 1 ชุด ได้แก่ 1) แบบประเมินทักษะระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ค) หัวข้อการฝึกอบรมงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดประกอบไปด้วยแบบประเมิน 1 ชุด ได้แก่ 1) แบบประเมินทักษะงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

3.1.2.3.3 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาปรับปรุงแบบประเมินทักษะและเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อนำไปใช้สำหรับการประเมินผลหลังฝึกอบรมทักษะ

3.1.2.3.4 นำเสนอแบบประเมินความคุณภาพของแบบประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด และเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับประเมินการฝึกอบรมทักษะให้กับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอน จำนวน 3 ท่านทำการประเมินเพื่อให้แน่ใจว่า แบบประเมินทักษะ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.1.2.3.5 ผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมกันพิจารณาปรับปรุงแบบประเมินทักษะให้มีความเหมาะสมสำหรับใช้ประกอบการประเมินทักษะ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด หลังผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้รับการฝึกอบรมเสร็จสิ้นจากขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปขั้นตอนการประเมินทักษะ ดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะ
การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

3.2 พัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 2 มุ่งเน้นการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน และสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง สำหรับการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยพิจารณาองค์ประกอบของระบบฝึกอบรมให้สอดคล้องกับแผนกิจกรรมการฝึกอบรม และเหมาะสมกับลักษณะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ทั้งนี้ การพัฒนาถูกดำเนินการภายใต้กรอบแนวคิด ADDIE Model ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยทำการวิเคราะห์ ขั้นตอนแนวทางที่สำคัญเพื่อนำมาใช้สำหรับเป็นแนวทางในการสร้างศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

3.2.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาออกแบบพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่ใช้ประกอบการฝึกอบรมทักษะตามรูปแบบของ ADDIE Model ซึ่งเป็นรูปแบบการออกแบบ และพัฒนาสื่ออย่างครบวงจร ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ 2) ขั้นตอนการออกแบบ 3) ขั้นการพัฒนา 4) ขั้นการนำไปใช้ และ 5) ขั้นตอนการประเมินผล โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis)

3.2.2.1.1 การวิเคราะห์ผู้เข้ารับการฝึกอบรม (Audience Analysis) วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมเกี่ยวกับงานช่างเครื่องปรับอากาศและระบบไฟฟ้า ทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงความพร้อม และความต้องการในการฝึกอบรม เพื่อนำข้อมูลมาออกแบบเนื้อหา และวิธีการนำเสนอให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

3.2.2.1.2 การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) วิเคราะห์และรวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด โดยจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก แบ่งเป็นหน่วยการฝึกอบรมย่อยที่ครอบคลุมทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

3.2.2.1.3 การวิเคราะห์งาน (Task Analysis) วิเคราะห์กระบวนการปฏิบัติงานติดตั้งจริง เพื่อแยกแยะขั้นตอนการทำงาน และทักษะย่อยที่จำเป็น เช่น

การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า AC/DC การเดินท่อน้ำยา และการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อนำมาสร้างกิจกรรมการฝึกอบรมให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด

3.2.2.1.4 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและเทคโนโลยี (Environment and Technology Analysis) วิเคราะห์ความพร้อมของบริบทการใช้งาน ได้แก่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้มั่นใจว่าศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่จะพัฒนาขึ้น สามารถรองรับการใช้งานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2.2.1.5 การวิเคราะห์สื่อและการนำเสนอ (Media Analysis) วิเคราะห์รูปแบบของสื่อดิจิทัลที่เหมาะสมกับศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนและแบบฝึกทักษะ โดยการเลือกใช้สื่อจะพิจารณาจากความเหมาะสมของเนื้อหา กลุ่มผู้เข้ารับการฝึกอบรม ความสะดวกในการเข้าถึง และความสามารถในการใช้งานจริง เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

3.2.2.2 ขั้นตอนการออกแบบ (Design)

3.2.2.2.1 กำหนดวัตถุประสงค์การฝึกอบรม (Learning Objectives) ผู้เข้ารับการฝึกอบรมควรรู้ หรือสามารถทำได้หลังจากฝึกอบรมจากศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยวัตถุประสงค์ควรชัดเจนวัดผลได้ และสื่อการฝึกอบรมถูกออกแบบให้สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

3.2.2.2.2 วางโครงสร้างและลำดับเนื้อหา (Content Sequencing) จัดเรียงเนื้อหาและวางโครงสร้างของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนให้เป็นไปอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเรียงตามลำดับของหน่วยการฝึกอบรมจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นปฏิบัติงานจริง

3.2.2.2.3 ออกแบบการนำเสนอสื่อ (Media Design) ในการออกแบบสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง ผู้วิจัยได้คำนึงถึงบริบทของผู้เข้ารับการฝึกอบรมและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นสำคัญ โดยดำเนินการคัดเลือกและออกแบบสื่อให้มีความหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการฝึกอบรมเน้นกระบวนการฝึกเชิงรุกที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีส่วนร่วมกับหน่วยการฝึก เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และสามารถลำดับการพัฒนาทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้อย่างเป็นระบบ

3.2.2.3 ขั้นการพัฒนา (Development) เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ประกอบด้วย ดังนี้

2.2.2.3.1 เว็บไซต์ฝึกอบรม Google Sites ผ่านเว็บบราวเซอร์ https://sites.google.com/email.kmutnb.ac.th/solarhybrid-air-conditioner ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ประกอบการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด โดยเป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมช่องทางการเข้าถึงสื่อต่าง ๆ

เช่น ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เนื้อหาการฝึกอบรม หรือดิจิทัลบุ๊ก รวมไปถึงโปรแกรมการคำนวณแผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้งานจริงสำหรับการคำนวณอุปกรณ์การติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

2.2.2.3.2 ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เป็นแพลตฟอร์มที่ใช้งานผ่าน https://www.spatial.io/s/START-ROOM-68b3f00ca947f5b734002e53 ใช้สร้างศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด โดยภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจะประกอบไปด้วยสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งที่ใช้สำหรับการฝึกอบรมทักษะ ซึ่งประกอบด้วยสื่อต่าง ๆ ดังนี้ 1) สื่อวิดีโอ 2) สื่อสไลด์ดิจิทัล 3) สื่อภาพอินโฟกราฟิก และ 4) สื่อโมเดล 3 มิติ

2.2.2.3.3 โปรแกรมคำนวณแผงโซลาร์เซลล์ เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับการคำนวณหาปริมาณแผงโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สำหรับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ซึ่งโปรแกรมคำนวณแผงโซลาร์เซลล์ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code ในการเขียนและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา HTML CSS และ JavaScript เพื่อใช้ในการรับข้อมูล คำนวณ และแสดงผลการเลือกแผงโซลาร์เซลล์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

3.2.2.4 ขั้นการนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำสื่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดไปใช้ทดลองกับตัวอย่างจากการเลือกแบบสมัครใจ (Voluntary Sampling) ซึ่งผู้วิจัยเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดและมีความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย สมัครเข้าร่วมด้วยความสมัครใจภายหลังได้รับการชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอน และเงื่อนไขของการวิจัยอย่างครบถ้วน โดยกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 20 คน เพื่อเข้ารับการฝึกอบรมผ่านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนตามแผนกิจกรรม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยแบ่งเป็นการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน 12 ชั่วโมง และฝึกปฏิบัติงานจริง 6 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

3.2.2.5 ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดที่ใช้ในการฝึกอบรมทักษะกับตัวอย่างมาวิเคราะห์ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

3.2.2 ออกแบบโครงร่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ ประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง นำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.2.2.5.1 การประเมินระหว่างการพัฒนา ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยกำหนดเกณฑ์ว่า ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งผลการประเมินพบว่า รายการประเมินทุกข้อมีค่า IOC มากกว่า 0.50 นอกจากนี้ ได้ประเมินคุณภาพของเนื้อหา แผนกิจกรรม และสื่อดิจิทัล โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และแปลผลตามเกณฑ์ของ Likert ดังนี้ (Likert, R. 1932)

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก
4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับดี
3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง
2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.2.2.5.2 การประเมินภายหลังการนำไปใช้ ผู้วิจัยได้ประเมินผลการฝึกอบรมกับกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาในด้านคุณภาพของเนื้อหา แผนกิจกรรม สื่อดิจิทัล ทักษะการปฏิบัติงาน และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

3.2.3 ออกแบบโครงร่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง นำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและปรับแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.2.4 นำแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 5 ท่านทำการประเมินความเหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ทั้งนี้รายการประเมินด้านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนถูกแบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ 1) เว็บไซต์ 2) ภาพอินโฟกราฟิก 3) โมเดล 3 มิติ 4) ดิจิทัลบุ๊ก 5) วีดีโอ และ 6) สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ (รายละเอียดในภาคผนวก ง) โดยรวมค่าประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีค่าความสอดคล้องมากกว่า 0.50 แสดงว่าคุณภาพของสื่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และสามารถนำไปใช้ทดลองได้ ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ โดยให้ปรับประโยคสื่อความหมายในการประเมินให้สื่อความหมายได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และการจัดลำดับของรายการประเมินให้เหมาะสม โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (พิศิษฐ และพนา, 2561)

คะแนน +1 หมายถึง เมื่อเห็นว่าข้อคาถามดังกล่าววัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อนั้นคะแนน
คะแนน 0 หมายถึง เมื่อไม่มั่นใจว่าข้อคาถามดังกล่าววัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อนั้น
คะแนน -1 หมายถึง เมื่อเห็นว่าข้อสอบคาถามดังกล่าววัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ข้อนั้น

จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องโดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับค่า IOC ดังนี้ (บุญชม, 2560)

ค่า IOC 0.50 – 1.00 หมายถึง ข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
ค่า IOC น้อยกว่า 0.50 หมายถึง ข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

3.2.5 สร้างแบบประเมินคุณภาพด้านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยกำหนดข้อคำถามเกี่ยวกับการประเมินความเหมาะสมของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและแก้ไขตามแนะนำ

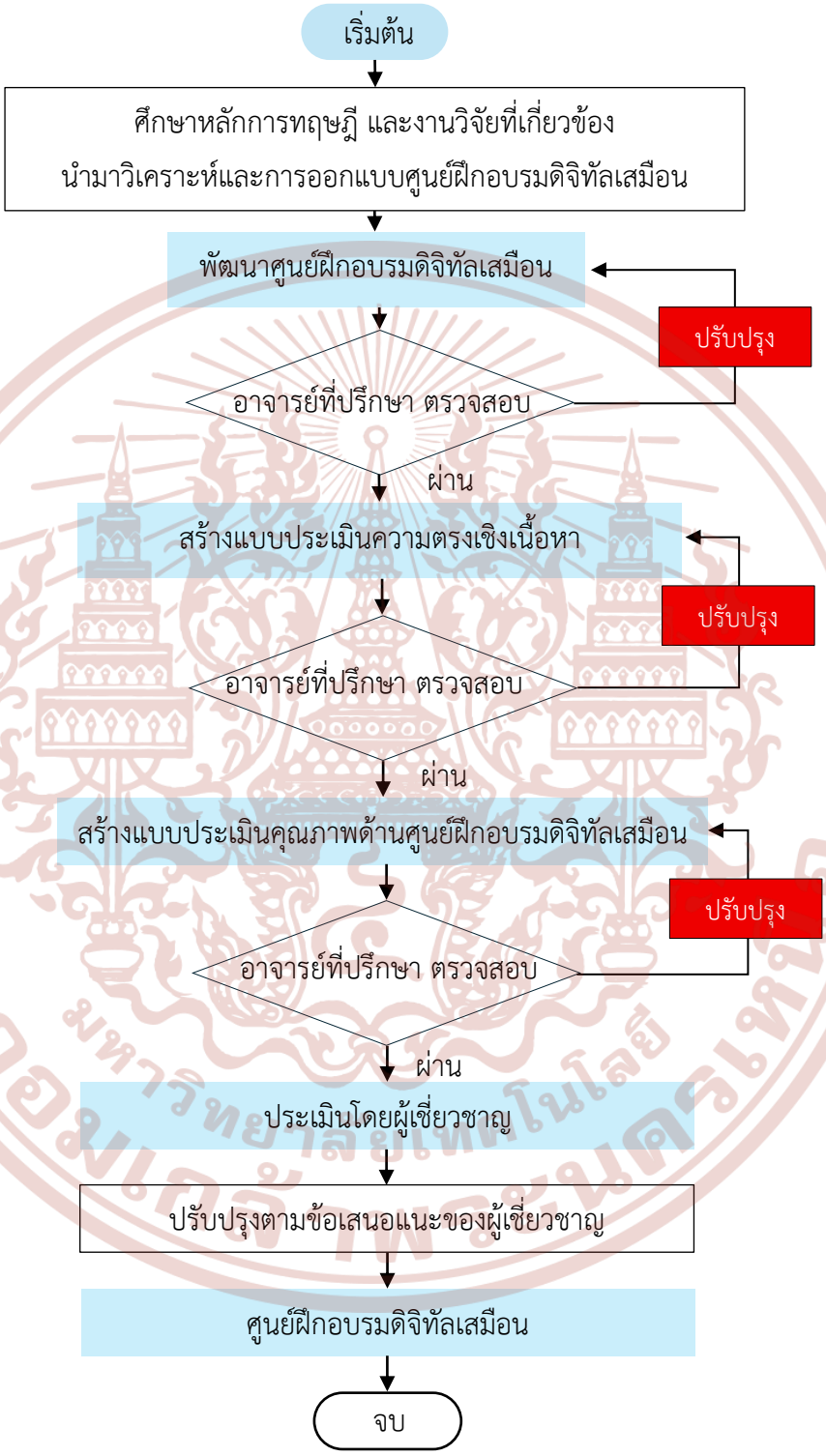
3.2.6 นำเสนอแบบประเมินคุณภาพศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนให้กับผู้เชี่ยวชาญด้านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน จำนวน 5 ท่านทำการประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสาระการฝึกอบรมทักษะ ซึ่งมีเกณฑ์ การประเมินค่า 5 ระดับ (Likert, R. 1932) ได้แก่
(รายละเอียดในภาคผนวก ง)

5 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
3 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (Likert, R. 1932)

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก
4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับดี
3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง
2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.2.7 ผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมกันพิจารณาปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน



ภาพที่ 3-5 ขั้นตอนการสร้างศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

3.3 การศึกษาผลการส่งเสริมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

ในระยะนี้เป็นขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง การแนะนำชี้แจงวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม การฝึกอบรมศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน การทดสอบหลังจากการฝึกอบรมทักษะ และประเมินผลความพึงพอใจต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 ตัวอย่าง (Sample) ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษา สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา จำนวน 20 คน โดยวิธีการเลือกแบบสมัครใจ (Volunteer Sampling)

3.3.2 แบบแผนงานวิจัย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) เป็นแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว (One Shot Case Study Design) โดยจัดให้กลุ่มทดลองฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อส่งเสริมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด เมื่อทดลองฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนนี้แล้ว นำมาศึกษาผลการส่งเสริมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด มีแบบแผนการทดลองดังนี้

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองในการวิจัย

กลุ่ม	**ทดสอบก่อน**	**สิ่งทดลอง**	**ทดสอบหลัง**
E	-	X	T_2

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาและคณะอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์

X แทน การฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

T_2 แทน การประเมิลผลหลังการฝึกอบรม

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ประกอบด้วย 1) เนื้อหาการฝึกอบรมทักษะ 2) แผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะ 3) เว็บไซต์ และ 4) ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

3.3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ประกอบด้วย 1) แบบประเมินทักษะ 2) แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.4.1 แบบประเมินทักษะ เป็นการประเมินผลการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยประกอบไปด้วยแบบประเมิน 5 ชุด ได้แก่ (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

1) แบบประเมินทักษะ การเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply AC

2) แบบประเมินทักษะ การเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply DC

3) แบบประเมินทักษะ การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU

4) แบบประเมินทักษะ ระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

5) แบบประเมินทักษะ งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

3.3.4.2 แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

3.3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการทดลองโดยใช้ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดตามแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะ โดยมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทเรียน ประกอบด้วย

หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หน่วยที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หน่วยที่ 3 หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หน่วยที่ 4 งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หน่วยที่ 5 ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

ในการพัฒนากิจกรรมการฝึกทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดให้เชื่อมโยงกับเนื้อหาการฝึกอบรมในแต่ละหน่วยการฝึกอบรมของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยเมื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เข้ารับการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนแล้วจะมีขั้นตอนการวัดประเมินผลการฝึกทักษะเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนโดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.3.5.1 ผู้สอนดำเนินการตามแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ซึ่งมีการฝึกอบรมและทำกิจกรรมโดยใช้เวลา 3 วัน วันละ 6 ชั่วโมงรวมระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนในการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังนี้

3.3.5.1.1 ขั้นกระตุ้นความสนใจ วิทยากรผู้สอนกระตุ้นความสนใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมด้วยการกล่าวถึงคุณค่าของพลังงาน และเชื่อมโยงไปถึง

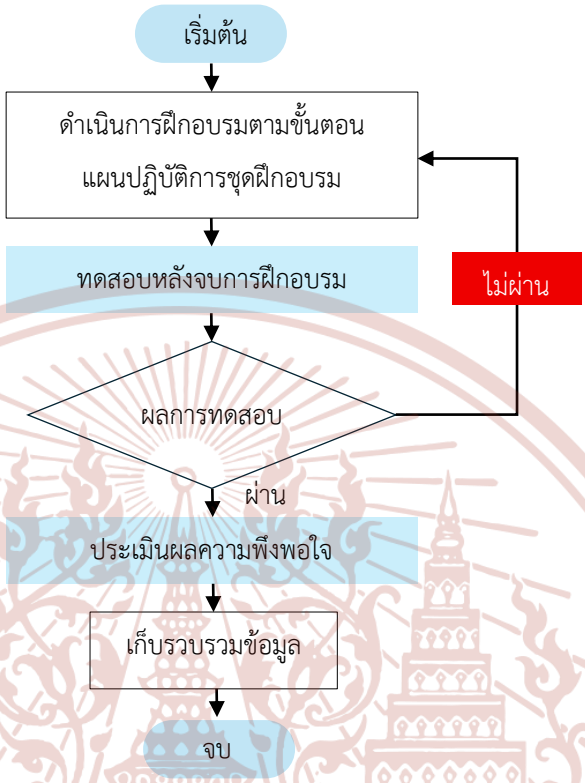
เทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดที่สามารถทำงานร่วมกับพลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์ได้อย่างสมบูรณ์จากนั้นผู้สอนจะตั้งคำถามกับผู้เข้ารับการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดทุกคนว่า “ถึงแม้ว่าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดจะเป็นเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยและลดปัญหาด้านพลังงานได้ แต่ในทางกลับกันก็อาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ที่ทำการติดตั้งและผู้ใช้งานได้หากมีการติดตั้งและบำรุงรักษาที่ผิดวิธี ดังนั้นเพื่อให้การติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งที่ถูกต้องตามที่ผู้ผลิตได้กำหนดไว้จึงต้องมีฝึกอบรมและการฝึกทักษะที่ถูกต้องและหากขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งมีความผิดพลาดทุกท่านทราบหรือไม่ว่าจะมีผลเช่นไรบ้าง” หลังจากการตั้งคำถามดังกล่าวผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะมี 2 คำตอบดังนี้ 1) ตอบแบบสุ่มเดา และ 2) ตอบว่าไม่ทราบหรือเงียบ ดังนั้นวิทยากรผู้สอนควรให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้คิดเป็นเวลา 1-2 นาที และนำผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าสู่หน่วยการฝึกอบรมด้วยความสนใจ

3.3.5.1.2 ขั้นศึกษาข้อมูล วิทยากรผู้สอนให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 หน่วยการฝึกอบรม โดยแต่ละหน่วยการฝึกอบรมจะมีสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง เช่น โมเดล 3 มิติ สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ ภาพอินโฟกราฟิก วิดีโอ และดิจิทัลเกม เป็นเครื่องมือในการแสดงเนื้อหา และทบทวนความรู้ของแต่ละหน่วยการฝึกอบรม เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดผลลัพธ์ที่ชัดเจน

3.3.5.1.3 ขั้นฝึกทักษะ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลักจากฝึกอบรมครบทั้ง 5 หน่วยการฝึกแล้ววิทยากรผู้สอนจะให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ลงมือปฏิบัติงานจริงโดยมีวิทยากรผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำ

3.3.5.1.4 ขั้นสำเร็จผล วิทยากรผู้สอนจะทำการแบ่งกลุ่มให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม โดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 5 คน จากนั้นวิทยากรผู้สอนจะให้แบบทดสอบทักษะปฏิบัติกับผู้เข้ารับการฝึกอบรมทุกท่านพร้อมทั้งอธิบายคำชี้แจงเงื่อนไขการปฏิบัติ เพื่อประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับกาศของผู้เข้ารับการฝึกอบรมตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3.3.5.2 การประเมินความพึงพอใจต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน หลังจากที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้จบการฝึกอบรมภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน และผ่านการทดสอบการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศแล้ว ผู้สอนจะทำการประเมินผลความพึงพอใจต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยให้กลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 20 คน ที่ผ่านการฝึกอบรมจากศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนได้ทำการประเมินความพึงพอใจและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนให้มีความพร้อมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 3-6 ขั้นตอนและกระบวนการฝึกอบรม

3.3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาคุณภาพเครื่องมือวิจัยและการแปลผลคะแนน มีรายละเอียด ดังนี้

3.3.6.1 การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

3.3.6.1.1 นำผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญทุกท่านนำมารวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของแต่ละบทเรียน ดังนี้ 1) ความปลอดภัยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2) เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 3) ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 4) งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด และ 5) ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

3.3.6.1.2 นำคะแนนเฉลี่ยในแต่ละรายการประเมินมาวิเคราะห์และแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อหาคุณภาพด้านเนื้อหา

3.3.6.1.3 นำคะแนนในแต่ละส่วนมารวมกันและแปลผล เพื่อหาคุณภาพด้านเนื้อหา

3.3.6.1.4 เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

3.3.6.2 การประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกปฏิบัติ

3.3.6.2.1 นำผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทุกท่านรวมกันและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.3.6.2.2 นำคะแนนเฉลี่ยในแต่ละรายการประเมินมาวิเคราะห์ และแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อหาคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

3.3.6.2.3 นำคะแนนในแต่ละส่วนมารวมกันและแปลผลเพื่อหาคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

3.3.6.2.4 เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

3.3.6.3 การประเมินสื่อการฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

3.3.6.3.1 นำผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อทุกท่านรวมกันและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในแต่ละด้าน ดังนี้ 1) เว็บไซต์ 2) ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

3.3.6.3.2 นำคะแนนเฉลี่ยในแต่ละรายการประเมินมาวิเคราะห์ และแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เพื่อหาคุณภาพด้านสื่อการฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

3.3.6.3.3 นำคะแนนในแต่ละส่วนมารวมกัน และแปลผลเพื่อหาคุณภาพด้านสื่อการฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

3.3.6.3.4 เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

3.3.6.4 การประเมินหาความพึงพอใจ

3.3.6.4.1 นำผลคะแนนประเมินความพึงพอใจหลังการฝึกอบรมโดยใช้ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมารวมกัน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในแต่ละด้าน ดังนี้ 1) ด้านกิจกรรมการฝึกอบรม 2) สื่อการฝึกอบรม

3.3.6.4.2 นำผลรวมคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยในแต่ละรายการประเมินมาวิเคราะห์และแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3.2.6.4.3 เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยาย

3.3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ และแปลผลข้อมูล โดยใช้ข้อมูลทางสถิติประกอบด้วย

3.3.7.1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม และด้านสื่อการฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.3.7.2 แบบประเมินความพึงพอใจการฝึกอบรมโดยใช้ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.3.7.3 แบบประเมินกิจกรรมการฝึกทักษะ ใช้วิธีหาค่าร้อยละ (Percentage)

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ในการดำเนินการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อในการฝึกอบรมและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อเป็นตัวกำหนดกรอบของเนื้อหาให้มีความครอบคลุมการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยแบ่งเป็น 5 หน่วย ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด หน่วยที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในงานเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด หน่วยที่ 3 ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด หน่วยที่ 4 งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด และหน่วยที่ 5 ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด จากนั้นนำมาพัฒนาเป็นศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน และได้มีการประเมินหาคุณภาพตามลำดับขั้นตอน เพื่อนำมาวิเคราะห์และแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งได้มีการประเมินผลความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพและการประเมินคุณภาพในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1.1 การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาประกอบด้วยการนำแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 5 ท่าน เพื่อนำไปตรวจสอบและประเมินผลโดยผลประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของเครื่องมือประเมินคุณภาพด้านเนื้อหามีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 สามารถแปลผลได้ว่าคุณภาพด้านเนื้อหามีความสอดคล้องตรงตามวัตถุประสงค์และสามารถนำไปใช้ทดลองได้ ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในด้านแยกประเด็นการจัดเรียงเนื้อหามีความเหมาะสม และปรับประโยคให้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย จากนั้นนำใบเนื้อหาที่ครอบคลุมเกี่ยวกับการส่งเสริมทักษะ

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดจัดทำเนื้อหา และทำการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดฝึกอบรมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมีคุณสมบัติด้านประสบการณ์ในการสอนและฝึกอบรม โดยรวบรวมผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา รายละเอียดดังนี้

4.1.1.1 ด้านหัวข้อการฝึกอบรม การประเมินคุณภาพเนื้อหาด้านหัวข้อการฝึกอบรมเพื่อหาความเหมาะสมและครอบคลุมกับปัญหา หลังจากนั้นนำผลจากการประเมินมารวบรวมและวิเคราะห์ผลแสดงในตารางที่ 4-1

รายการประเมิน	M	S.D.	แปลผล
1.เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักมาตรฐานการฝึกอาชีพ	5.00	0.00	ดีมาก
2.เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	5.00	0.00	ดีมาก
3.เนื้อหามีการแบ่งหมวดหมู่หรือหัวข้อย่อยที่ช่วยให้เรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ	5.00	0.00	ดีมาก
4.เนื้อหาใช้ภาษาในการสื่อสารที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน	4.67	0.58	ดีมาก
5.เนื้อหามีความทันสมัยต่อเทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบัน	5.00	0.00	ดีมาก
6.เนื้อหามีการเรียงลำดับจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่มีความซับซ้อนมากขึ้น	4.67	0.58	ดีมาก
7.เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.90**	**0.17**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-1 ผลการประเมินคุณภาพด้านหัวข้อการฝึกอบรม พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.17 แปลผลได้ว่า เนื้อหามีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก สะท้อนให้เห็นว่าเนื้อหาที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องตามหลักมาตรฐานการฝึกอาชีพ สอดคล้องกับระดับของผู้เข้ารับการฝึกอบรม มีการเรียบเรียงหัวข้ออย่างเป็นลำดับขั้นจากพื้นฐานสู่การประยุกต์ใช้ และสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1.2 ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม การประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม ประกอบด้วยการนำแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อนำไปตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถาม (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยผลประเมินความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.95 แสดงว่า คุณภาพเนื้อหา ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม มีความเหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ และสามารถนำไปใช้ทดลองได้ ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในด้านการแยกประเด็น การจัดเรียงเนื้อหาให้มีความเหมาะสม และปรับประโยคให้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับแก้ข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำแผนกิจกรรมการฝึกอบรมทำการประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมีคุณสมบัติด้านประสบการณ์ในการสอนและฝึกอบรม โดยรวบรวมผลการประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4-2 ดังนี้

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

รายการประเมิน	M	S.D.	แปลผล
1. หัวข้อการฝึกอบรม			
1.1 หัวข้อการฝึกอบรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 หัวข้อการฝึกอบรมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 หัวข้อการฝึกอบรมมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกันในแต่ละบทเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 หัวข้อการฝึกอบรมครอบคลุมเนื้อหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์	5.00	0.00	ดีมาก
2. แผนกิจกรรมการฝึกอบรม			
2.1 แผนกิจกรรมมีการวางลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมแต่ละส่วนเหมาะสม ไม่ยาวหรือสั้นเกินไป	5.00	0.00	ดีมาก
2.3 กิจกรรมด้านการฝึกทักษะมีความหลากหลาย ไม่น่าเบื่อ และสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เข้ารับการฝึกได้ดี	5.00	0.00	ดีมาก

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม (ต่อ)

รายการประเมิน	M	S.D.	แปลผล
2. แผนกิจกรรมการฝึกอบรม			
2.4 กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.60	0.58	ดีมาก
2.5 แผนกิจกรรมสามารถปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมกับรูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	4.60	0.58	ดีมาก
3. สื่อดิจิทัล/เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม			
3.1 สื่อมีความถูกต้องและสอดคล้องกับเนื้อหาการฝึกอบรม	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 สื่อดิจิทัลเน้นการมีปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	4.60	0.58	ดีมาก
3.3 เครื่องมือที่ใช้ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถฝึกปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.60	0.58	ดีมาก
3.4 อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการฝึกทักษะในการฝึกอบรม	4.60	0.58	ดีมาก
4. การวัดและประเมินผล			
4.1 วิธีการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับเนื้อหาของการฝึกอบรม	4.60	0.58	ดีมาก
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะ สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
4.4 ผลการประเมินสามารถสะท้อนความก้าวหน้า ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้	4.60	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.81**	**0.39**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-2 ผลการประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม พบว่า โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม ครอบคลุม และสามารถสนับสนุนกระบวนการฝึกอบรมเชิงวิชาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านหัวข้อการฝึกอบรมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมากทุกประเด็น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ทุกข้อ สะท้อนให้เห็นว่า หัวข้อการฝึกอบรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีความชัดเจน เข้าใจง่าย มีความต่อเนื่องของเนื้อหา และครอบคลุมสาระสำคัญได้อย่างเหมาะสม ในด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม พบว่า รายการประเมินส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะประเด็นการวางลำดับเนื้อหา ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม และความหลากหลายของกิจกรรม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ขณะที่ประเด็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม และความเหมาะสมของแผนกิจกรรมต่อรูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ซึ่งแม้อยู่ในระดับดีมาก แต่สะท้อนว่ายังมีส่วนที่สามารถพัฒนาเพิ่มเติมได้ ด้านสื่อดิจิทัล เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน โดยสื่อมีความถูกต้องและสอดคล้องกับเนื้อหาการฝึกอบรม ส่วนประเด็นด้านการมีปฏิสัมพันธ์ การมีส่วนร่วม การสนับสนุนการฝึกปฏิบัติ และความเหมาะสมของอุปกรณ์ต่อกิจกรรมการฝึกทักษะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 สะท้อนให้เห็นว่า สื่อและอุปกรณ์สามารถสนับสนุนการฝึกอบรมได้อย่างเหมาะสมแต่ยังอาจปรับปรุงให้ตอบสนองต่อการใช้งานเชิงปฏิบัติได้ดียิ่งขึ้น สำหรับด้านการวัดและประเมินผล พบว่า วิธีการและเครื่องมือที่ใช้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมอยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะเครื่องมือที่ใช้ประเมินทักษะและวัดความรู้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ขณะที่ประเด็นการสะท้อนความก้าวหน้าของผู้เข้ารับการฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ดังนั้นผลการประเมินดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในด้านหัวข้อการฝึกอบรม การจัดกิจกรรม สื่อดิจิทัล เครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนการวัดและประเมินผล และสามารถนำไปใช้สนับสนุนการพัฒนาทักษะเชิงวิชาชีพของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ผลการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนและสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ในการดำเนินการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือดิจิทัลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการวิจัย โดยประกอบไปด้วย เว็บไซต์ฝึกอบรม ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน และสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง เพื่อนำมาใช้ในการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด และได้ทำการประเมินคุณภาพของสื่อดิจิทัลตามลำดับขั้นตอน เพื่อนำมาวิเคราะห์และแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งได้มีการประเมินคุณภาพของสื่อในแต่ละด้านดังนี้

4.2.1 การประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล

การประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล ประกอบด้วยการนำแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อดิจิทัล จำนวน 5 ท่าน โดยรายการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาด้านสื่อดิจิทัลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ เว็บไซต์ สื่อดิจิทัล และศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยรวมมีการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัลมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.92 ซึ่งมากกว่า 0.50 แสดงว่า คุณภาพสื่อดิจิทัลมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ทดลองได้ ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในด้านแยกประเด็นการจัดเรียงเนื้อหามีความเหมาะสม และปรับประโยคให้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับแก้ข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัลเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในตารางแยกตามประเภทสื่อ ดังนี้

4.2.1.1 เว็บไซต์

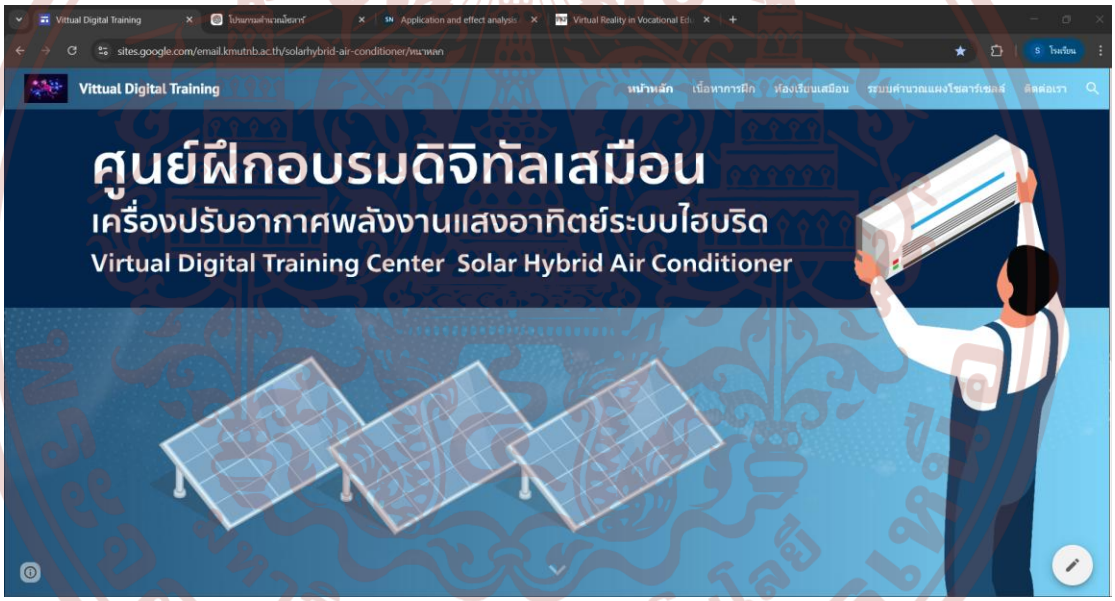
ผลการประเมินคุณภาพของเว็บไซต์ถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยการรวบรวมคะแนนจากรายการประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล ประเภทเว็บไซต์ จากนั้นแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังแสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัล (เว็บไซต์)

รายการประเมิน	M	S.D	แปลผล
1. ด้านการออกแบบและการนำเสนอ			
1.1 การออกแบบดูทันสมัยและน่าสนใจ	4.80	0.45	ดีมาก
1.2 การใช้สีเพื่อเน้นจุดสำคัญ เช่น ปุ่มกด หรือลิงก์ดูชัดเจน	4.60	0.55	ดีมาก
1.3 ข้อมูลต่างๆ มีการจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบไม่ทำให้ผู้ใช้ รู้สึกสับสน	4.80	0.45	ดีมาก
1.4 ตัวอักษรที่ใช้เหมาะสมและสามารถอ่านได้ง่าย	4.80	0.45	ดีมาก
2 ด้านการใช้งาน			
2.1 เมนูและฟังก์ชันต่าง ๆ ใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน	4.60	0.55	ดีมาก
2.2 ผู้ใช้สามารถเข้าใจวิธีการใช้งานเว็บไซต์ได้ง่าย	4.80	0.45	ดีมาก
2.3 เว็บไซต์ประมวลผลได้รวดเร็ว	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 เว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้จากอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ มือถือ หรือแท็บเล็ต	4.60	0.89	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.75**	**0.47**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-3 ผลการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัล (เว็บไซต์) พบว่า โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ซึ่งแปลผลได้ว่า สื่อดิจิทัล (เว็บไซต์) มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่า เว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมทั้งในด้านการออกแบบ การนำเสนอ และการใช้งาน สามารถสนับสนุนการเข้าถึงเนื้อหาและการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการออกแบบและการนำเสนอมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมากทุกข้อ โดยข้อการออกแบบดูทันสมัยและน่าสนใจ ข้อการจัดเรียงข้อมูลอย่างเป็นระเบียบไม่ทำให้ผู้ใช้รู้สึกสับสน และข้อการใช้ตัวอักษรที่เหมาะสมและอ่านได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 เท่ากันทุกข้อ ส่วนข้อการใช้สีเพื่อเน้นจุดสำคัญ เช่น ปุ่มกดหรือลิงก์ให้ชัดเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ซึ่งยังคงอยู่ในระดับดีมาก สำหรับด้านการใช้งาน พบว่า อยู่ในระดับดีมากทุกข้อเช่นกัน โดยข้อเว็บไซต์ประมวลผลได้รวดเร็วมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 แสดงให้เห็นว่าผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกันอย่างมากต่อประสิทธิภาพของระบบ ขณะที่ข้อผู้ใช้สามารถเข้าใจ

วิธีการใช้งานเว็บไซต์ได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ส่วนข้อเมนูและฟังก์ชันต่าง ๆ ใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 และข้อเว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้จากอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ มือถือ หรือแท็บเล็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.89 ซึ่งแม้จะอยู่ในระดับดีมาก แต่มีความเห็นแตกต่างกันมากกว่าข้ออื่นเล็กน้อย ดังนั้น ผลการประเมินดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นว่า สื่อดิจิทัลประเภทเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ทั้งในด้านการออกแบบ การจัดวางข้อมูล ความชัดเจนในการนำเสนอ และความสะดวกในการใช้งาน สามารถนำไปใช้เป็นสื่อสนับสนุนการฝึกอบรมภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 4-1 เว็บไซต์ฝึกอบรม

4.2.1.2 ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

ผลการประเมินคุณภาพของสื่อดิจิทัลถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยการรวบรวมคะแนนจากรายการประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัลประเภทศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีหัวข้อการประเมินประกอบไปด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบ ด้านการใช้งานและกิจกรรมการฝึกอบรม และด้านสื่อดิจิทัล โดยมีการแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังแสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัลด้านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

รายการประเมิน	M	S.D.	แปลผล
1 ด้านการออกแบบ			
1.1 ความสมจริงของสภาพแวดล้อมเหมือน	4.20	0.45	ดี
1.2 ความสามารถในการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	4.60	0.55	ดีมาก
1.3 วัตถุต่าง ๆ ในพื้นที่เสมือนถูกจัดเรียงให้เหมาะสมกับการใช้งาน	4.40	0.89	ดี
1.4 ขนาดพื้นที่ที่ใช้ในสภาพแวดล้อมเสมือนสามารถรองรับกิจกรรมการฝึกอบรมได้อย่างเหมาะสม	4.60	0.55	ดีมาก
2 ด้านการใช้งานและกิจกรรมการฝึกอบรม			
2.1 ระบบใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน	4.20	0.84	ดี
2.2 สามารถดึงดูดและสร้างแรงจูงใจให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรม	5.00	0.00	ดีมาก
2.3 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้ารับการฝึกอบรมกับผู้สอน	4.40	0.89	ดี
2.4 การออกแบบกิจกรรมที่เน้นการมีส่วนร่วมเชิงปฏิบัติ	4.60	0.55	ดีมาก
3 ด้านสื่อดิจิทัล			
3.1 รูปทรงและขนาดของโมเดล 3 มิติ เหมาะสมกับบริบทในสภาพแวดล้อมเหมือน	4.80	0.45	ดีมาก
3.2 โมเดล 3 มิติ ถูกจัดวางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3.3 ภาพประกอบสามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
3.4 วิดีโอเหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ในการฝึกอบรม	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.76**	**0.42**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-4 ด้านสื่อดิจิทัลด้านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.42 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก สะท้อนให้เห็นว่า สื่อดิจิทัลในรูปแบบศูนย์ฝึกอบรมเสมือนมีคุณภาพและสามารถสนับสนุนการฝึกอบรมเชิงทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อพิจารณาในด้านการออกแบบ พบว่า ความสามารถในการสร้างแรงจูงใจให้กับ

ผู้เข้ารับการฝึกอบรม และความเหมาะสมของขนาดพื้นที่ในสภาพแวดล้อมเสมือน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 อยู่ในระดับดีมาก ขณะที่ความสมจริงของสภาพแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และการจัดวางองค์ประกอบภายในพื้นที่เสมือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ซึ่งอยู่ในระดับดี สะท้อนให้เห็นถึงประเด็นที่สามารถพัฒนาเพิ่มเติมในด้านความสมจริงและความเหมาะสมของการจัดองค์ประกอบในด้านการใช้งาน และกิจกรรมการฝึกอบรม พบว่า ความสามารถในการดึงดูดและสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 อยู่ในระดับดีมาก ขณะที่การออกแบบกิจกรรมที่เน้นการมีส่วนร่วมเชิงปฏิบัติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 อยู่ในระดับดีมาก ส่วนความง่ายในการใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้ารับการฝึกอบรมกับผู้สอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ซึ่งอยู่ในระดับดีสำหรับด้านสื่อดิจิทัล พบว่า รูปทรงและขนาดของโมเดล 3 มิติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 อยู่ในระดับดีมาก ขณะที่การจัดวางโมเดล 3 มิติ ภาพประกอบ และวิดีโอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 อยู่ในระดับดีมาก สะท้อนให้เห็นว่า สื่อมีความสามารถในการสื่อความหมายได้ชัดเจนและสนับสนุนการฝึกปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผลการประเมินดังกล่าวสามารถยืนยันได้ว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีคุณภาพในระดับสูง ทั้งในด้านการออกแบบการใช้งาน และสื่อประกอบการฝึกอบรม โดยสามารถสนับสนุนการพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ควรพัฒนาเพิ่มเติมในด้านความสมจริงของสภาพแวดล้อมและประสบการณ์การใช้งาน เพื่อยกระดับคุณภาพของระบบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4-2 ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

4.2.1.3 สื่อดิจิทัล

ผลการประเมินคุณภาพของสื่อดิจิทัลถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยการรวบรวมคะแนนจากรายการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัลด้านสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่งที่ประกอบไปด้วย สื่อดิจิทัลบุ๊ก และระบบคำนวณแผงโซลาร์เซลล์ จากนั้นแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัลด้านสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง

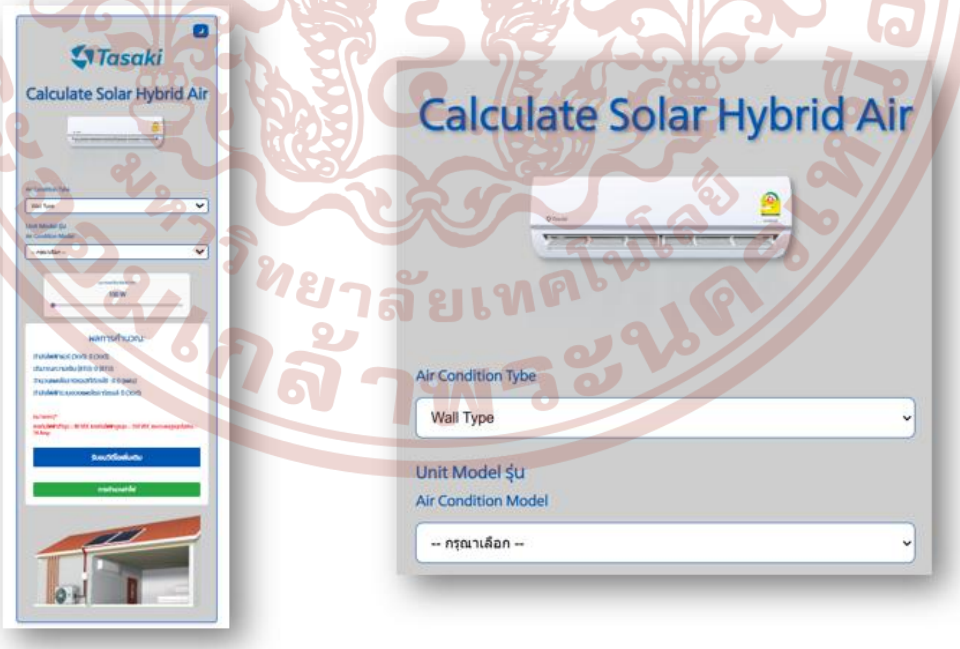
รายการประเมิน	M	S.D.	แปลผล
1. ดิจิทัลบุ๊ก			
1.1 ตัวอักษรขนาดเหมาะสมและอ่านได้ง่าย	4.80	0.45	ดีมาก
1.2 เนื้อหามีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
1.4 ภาพประกอบมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
2 ระบบคำนวณแผงโซลาร์			
2.1 การออกแบบระบบมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ภาพสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
2.3 ขนาดตัวอักษรมีความชัดเจนเหมาะสม	4.80	0.45	ดีมาก
2.4 ผู้ใช้สามารถเข้าใจวิธีการคำนวณได้โดยง่าย	4.80	0.45	ดีมาก
2.5 ผลลัพธ์ที่คำนวณมีความชัดเจนไม่ซับซ้อน	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.91**	**0.20**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-5 ผลการประเมินคุณภาพสื่อดิจิทัลด้านสื่อดิจิทัลเลิร์นนิ่ง พบว่าค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.91 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.20 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก สะท้อนให้เห็นว่า สื่อดิจิทัลเสริมที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสูง และสามารถสนับสนุนการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อพิจารณาในส่วนของอินโฟกราฟิก พบว่า เนื้อหามีความชัดเจนและเข้าใจง่าย รวมถึงการจัดวางภาพประกอบมีความเหมาะสม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 อยู่ในระดับดีมาก ขณะที่ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสมอ่านได้ง่าย และปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 แปลผลอยู่ในระดับดีมาก ในส่วนของระบบคำนวณแผงโซลาร์ พบว่า การออกแบบระบบมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และผลลัพธ์จากการคำนวณ มีความถูกต้องไม่ซับซ้อน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 อยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ภาพสื่อความหมายสามารถถ่ายทอดข้อมูลได้อย่างชัดเจน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 อยู่ในระดับดีมาก ขณะเดียวกันขนาดตัวอักษรและความสามารถ

ในการเข้าถึงวิธีการคำนวณของผู้เข้ารับการฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 อยู่ในระดับดีมาก สะท้อนให้เห็นว่า สื่อสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพแต่ยังสามารถปรับปรุงรายละเอียดบางส่วน เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานได้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นผลการประเมินดังกล่าวสามารถยืนยันได้ว่า สื่อดิจิทัลเสริมมีคุณภาพในระดับสูงและมีความเหมาะสม ทั้งในด้านการนำเสนอข้อมูล ความชัดเจนของเนื้อหา และการสนับสนุนการใช้งานเชิงปฏิบัติ ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพในภาพรวม



ภาพที่ 4-3 ดิจิทัลบุ๊ก



ภาพที่ 4-4 โปรแกรมคำนวณแผงโซลาร์

4.3 ผลการเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ผู้วิจัยนำเอาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดไปใช้ในกิจกรรมการฝึกอบรมให้กับตัวอย่าง เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ตัวอย่างเป็นนักศึกษา 20 คน โดยวิธีการเลือกแบบสมัครใจ (Voluntary Sampling) ระยะเวลาในการทดลอง 3 วัน วันละ 6 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็นการฝึกอบรมผ่านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัล 12 ชั่วโมง และฝึกทักษะปฏิบัติจริง 6 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้นจำนวน 18 ชั่วโมง มีการวัดและประเมินผลการฝึกอบรมทักษะหลังจากจบการฝึกอบรม ซึ่งแบบประเมินดังกล่าวเป็นการให้ค่าคะแนนโดยใช้เกณฑ์แบบ 2 ตัวเลือก คือ ผ่าน และ ไม่ผ่าน ทั้งนี้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องมีผลการประเมินทักษะผ่านไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนข้อปฏิบัติทั้งหมดจึงจะถือว่า การทดสอบดังกล่าวได้ผ่านประเมินการทดสอบทักษะปฏิบัติการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยการฝึกอบรมทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ซึ่งหัวข้อการประเมินประกอบด้วย 3 หัวข้อ ดังนี้ 1) แบบทดสอบทักษะการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ 2) แบบทดสอบทักษะระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 3) แบบทดสอบทักษะงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำคะแนนแต่ละแบบทดสอบนำมาแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.3.1 ทักษะการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ

การทดสอบทักษะการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศจะประกอบไปด้วยแบบทดสอบทักษะต่าง ๆ ดังนี้

4.3.1.1 ทักษะการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply ACการทดสอบทักษะเรื่องการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply AC แบบทดสอบนี้มุ่งเน้นการประเมินสมรรถนะในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อจ่ายพลังงานให้แก่เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดอย่างปลอดภัย โดยกำหนดรายการประเมินที่สำคัญครอบคลุมตั้งแต่กระบวนการจัดเตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้องตามมาตรฐานงานช่าง การวิเคราะห์ และเลือกประเภทของสายไฟฟ้าให้สอดคล้องกับคุณลักษณะของวงจรไฟฟ้าไปจนถึงการลงมือปฏิบัติเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ ยังให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับคุณภาพของงานในด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อยและความปลอดภัยของจุดต่อสายไฟฟ้า เพื่อป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนทักษะปฏิบัติในหน่วยการฝึกอบรมนี้ พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรม

มีพัฒนาการและทักษะที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4-6 ถึง ตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-6 ผลการประเมินทักษะเรื่องการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ (Power Supply AC)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	ร้อยละ	แปลผล
1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ก่อนปฏิบัติงาน ได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
2.เลือกใช้งานประเภทของสายไฟฟ้าในการเชื่อมต่อวงจรได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
3.เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า (Power Supply AC) ให้กับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
4.จุดต่อสายไฟฟ้ามีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและปลอดภัย	3.75	75.00	ดี
รวม	**4.69**	**93.75**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-6 ผลการประเมินทักษะเรื่องการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ (Power Supply AC) พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีผลการประเมินทักษะโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.69 คิดเป็นร้อยละ 93.75 สะท้อนให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถปฏิบัติงานด้านการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศได้อย่างถูกต้องตามขั้นตอนและเป็นไปตามมาตรฐานการปฏิบัติงานในภาพรวม เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงานได้ถูกต้อง การเลือกใช้งานประเภทของสายไฟฟ้าในการเชื่อมต่อวงจรได้ถูกต้อง และการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Power Supply AC เข้ากับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้ถูกต้อง มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมากทุกรายการ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คิดเป็นร้อยละ 100.00 เท่ากัน แสดงให้เห็นว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะในการปฏิบัติงานด้านการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน และมีความแม่นยำในกระบวนการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตาม ในข้อจุดต่อสายไฟฟ้ามีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.75 คิดเป็นร้อยละ 75.00 อยู่ในระดับดี ซึ่งแม้จะอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ แต่มีผลการประเมินต่ำกว่ารายการอื่น สะท้อนให้เห็นว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมยังควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาเพิ่มเติมในด้านความเรียบร้อยของงานและการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้นตามมาตรฐานวิชาชีพ

4.3.1.2 ทักษะการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply DC การทดสอบทักษะการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply DC ดำเนินการประเมินสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการจัดการระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหลักจากระบบโซลาร์เซลล์ รายการประเมินครอบคลุมประเด็นสำคัญ ได้แก่ การจัดเตรียมอุปกรณ์ตามมาตรฐานงานเทคนิค การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าผ่า (Surge Protection) เพื่อความปลอดภัยของระบบ ตลอดจนทักษะปฏิบัติในการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าตามไดอะแกรมที่กำหนด และเทคนิคการเข้าหัวต่อ MC4 สำหรับสายไฟฟ้า PV-1F ให้มีความมั่นคงแข็งแรง โดยมีรายละเอียดแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการประเมินทักษะเรื่องการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ (Power Supply DC)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	ร้อยละ	แปลผล
1.เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงาน ได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
2.ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าเซอร์กิตเบรกเกอร์ DC และอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า (Surge Protection) ได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
3.เชื่อมต่อสายไฟฟ้าตามวงจรที่กำหนดให้จากไดอะแกรมได้ถูกต้องครบถ้วน	3.25	65.00	ปานกลาง
4.เชื่อมต่อสายไฟฟ้า PV-1F จากตู้ควบคุมไฟฟ้า DC ไปยังเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดพร้อมทั้งเชื่อมต่อ MC4 ได้ถูกต้องครบถ้วน	4.00	80.00	ดี
รวม	**4.31**	**86.25**	**ดี**

จากตารางที่ 4-7 ด้านการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply DC พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีสมรรถนะโดยรวมอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.31 คิดเป็นร้อยละ 86.25 สะท้อนให้เห็นว่า สามารถปฏิบัติงานได้ตามขั้นตอนและมาตรฐานในระดับที่เหมาะสม เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงานได้ถูกต้อง และสามารถติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าเซอร์กิตเบรกเกอร์ DC รวมถึงอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าได้อย่างถูกต้อง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คิดเป็นร้อยละ 100.00 อยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นถึงความพร้อมและความเข้าใจในขั้นตอนพื้นฐานของการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าตามวงจรที่กำหนดให้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.25

คิดเป็นร้อยละ 65.00 อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสะท้อนถึงข้อจำกัดในด้านความเข้าใจเชิงระบบและการตีความแบบวงจรไฟฟ้า นอกจากนี้ การเชื่อมต่อสายไฟฟ้า PV-1F จากตู้ควบคุมไฟฟ้า DC ไปยังเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดพร้อมการเชื่อมต่อ MC4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 คิดเป็นร้อยละ 80.00 อยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่ายังมีประเด็นที่สามารถพัฒนาเพิ่มเติมในด้านความถูกต้องและความครบถ้วนของการเชื่อมต่อระบบ โดยสรุปผลการประเมินทักษะดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารถในขั้นตอนพื้นฐานของการติดตั้งระบบไฟฟ้า DC ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามควรส่งเสริมการพัฒนาทักษะในด้านการอ่านแบบวงจร การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า และความเข้าใจเชิงระบบ เพื่อยกระดับของทักษะให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.3.1.3 ทักษะการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU

การประเมินทักษะปฏิบัติการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และชุด CDU มุ่งประเมินความสามารถของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในการปฏิบัติงานด้านวงจรควบคุมอย่างถูกต้องตามหลักวิชาชีพ โดยครอบคลุมประเด็นสำคัญ ได้แก่ ความถูกต้องในการเลือกใช้ประเภทของสายไฟฟ้าและรหัสสีของสายไฟตามมาตรฐาน การย้ำหางปลา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำกระแสไฟฟ้า ความสมบูรณ์ของจุดสัมผัสทางไฟฟ้า ตลอดจนความมั่นคงแข็งแรงของการเชื่อมต่อที่เทอร์มินอล ทั้งนี้ องค์ประกอบดังกล่าวมีความสำคัญต่อเสถียรภาพในการส่งสัญญาณควบคุมและการทำงานอย่างต่อเนื่องของระบบเครื่องปรับอากาศโดยรวม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติของทักษะการปฏิบัติงานด้านดังกล่าวแสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ผลการประเมินทักษะเรื่องการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU

รายการประเมิน	$\bar{x}$	ร้อยละ	แปลผล
1.เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงาน ได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
2.เลือกใช้งานประเภทของสายไฟฟ้าในการเชื่อมต่อวงจรได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
3.ย้ำหางปลาได้แข็งแรงแน่นหนา	2.50	50.00	ปานกลาง
4.ใช้สีสายไฟฟ้าได้ถูกต้องตามที่กำหนด	5.00	100.00	ดีมาก
5.เชื่อมต่อสายไฟฟ้าระหว่าง FCU และ CDU ได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
6.จุดขันแน่นสายไฟฟ้าบนเทอร์มินอลแน่นทุกจุด	2.75	55.00	ปานกลาง
รวม	**4.21**	**84.17**	**ดี**

จากตารางที่ 4-8 ด้านการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีสมรรถนะโดยรวมอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.21 คิดเป็นร้อยละ 84.17 สะท้อนให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถปฏิบัติงานได้ตามขั้นตอนในระดับที่เหมาะสม เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงานและเลือกใช้ประเภทของสายไฟฟ้าได้ถูกต้อง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คิดเป็นร้อยละ 100.00 แปลผลอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ การใช้สีสายไฟฟ้าให้ถูกต้องตามที่กำหนด และการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าระหว่าง FCU และ CDU มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คิดเป็นร้อยละ 100.00 อยู่ในระดับดีถึงดีมาก แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ในประเด็นการเข้าหางปลาให้แน่นหนามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 คิดเป็นร้อยละ 50.00 และการขันแน่นสายไฟฟ้าบนเทอร์มินอลให้ครบทุกจุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 คิดเป็นร้อยละ 55.00 ซึ่งแปลผลอยู่ในระดับปานกลาง สะท้อนให้เห็นถึงข้อจำกัดในด้านทักษะการปฏิบัติงานที่ต้องอาศัยความละเอียดและความชำนาญ โดยสรุปผลการประเมินทักษะดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารถในด้านการเตรียมงานและการเลือกใช้อุปกรณ์ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามควรพัฒนาทักษะในด้านการเข้าหางปลาและการขันแน่นสายไฟฟ้าให้มีความถูกต้องและแน่นหนามากยิ่งขึ้น เพื่อยกระดับคุณภาพของงานติดตั้งและความปลอดภัยในการใช้งานในเชิงวิชาชีพ

4.3.2 ทักษะระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

การประเมินทักษะปฏิบัติด้านระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดมีหัวข้อการประเมินที่สำคัญประกอบด้วย ความถูกต้องในการจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ การคัดเลือก และใช้ชนิดของสารทำความเย็นให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของระบบเครื่องปรับอากาศ การไล่อากาศในสายแมนิโฟลด์เกจเพื่อป้องกันการปนเปื้อนในระบบสารทำความเย็นตลอดจนทักษะการวัดบันทึกผลค่าทางไฟฟ้า และแรงดันของสารทำความเย็นในขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงานเต็มประสิทธิภาพ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติของทักษะการปฏิบัติงานมีรายละเอียดที่แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ผลการประเมินทักษะ เรื่องระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

รายการประเมิน	$\bar{x}$	ร้อยละ	แปลผล
1.เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงานได้ถูกต้อง	4.75	95.00	ดีมาก
2.เลือกใช้สารทำความเย็นได้ถูกต้องตามที่ระบุ	5.00	100.00	ดีมาก
3.ไล่อากาศในสายแมนิโฟลด์เกจ (Manifold Gauge) ก่อนเติมสารทำความเย็นเข้าสู่ระบบ	3.75	75.00	ดี
4.ระบุค่าจากเนมเพลทลง (Nameplate) ในตารางบันทึกได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
5.ระบุค่ากระแสไฟฟ้าขณะเครื่องปรับอากาศทำงานเต็มประสิทธิภาพ ลงในตารางได้ถูกต้อง	4.50	90.00	ดีมาก
6.ระบุค่าแรงดันสารทำความเย็นด้านแรงดันต่ำขณะเครื่องปรับอากาศทำงานเต็ม ประสิทธิภาพ ลงในตารางได้ถูกต้อง	4.50	90.00	ดีมาก
รวม	**4.58**	**91.67**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-9 ผลการประเมินทักษะเรื่องระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.58 คิดเป็นร้อยละ 91.67 สะท้อนให้เห็นว่าสามารถปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบสารทำความเย็นได้ถูกต้องตามขั้นตอนและเป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า การเลือกใช้สารทำความเย็นได้ถูกต้องตามที่ระบุ และการระบุค่าจากเนมเพลท (Nameplate) ลงในตารางบันทึกได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คิดเป็นร้อยละ 100.00 อยู่ในระดับดีมากทั้งสองข้อ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจข้อมูลทางเทคนิคพื้นฐานของระบบได้อย่างถูกต้องชัดเจน นอกจากนี้ การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงานได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 คิดเป็นร้อยละ 95.00 อยู่ในระดับดีมาก สะท้อนถึงความพร้อมก่อนเข้าสู่การปฏิบัติงานจริง ส่วนการระบุค่ากระแสไฟฟ้าขณะเครื่องปรับอากาศทำงานเต็มประสิทธิภาพ และการระบุค่าแรงดันสารทำความเย็นด้านแรงดันต่ำขณะเครื่องปรับอากาศทำงานเต็มประสิทธิภาพลงในตารางได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 คิดเป็นร้อยละ 90.00 อยู่ในระดับดีมากทั้งสองข้อ แสดงให้เห็นว่า สามารถตรวจวัดและบันทึกค่าทางเทคนิคที่สำคัญของระบบได้อย่างเหมาะสม ขณะที่การไล่อากาศในสายแมนิโฟลด์เกจ (Manifold Gauge) ก่อนเติมสารทำความเย็นเข้าสู่ระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.75

คิดเป็นร้อยละ 75.00 อยู่ในระดับดี ซึ่งแม้อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ แต่ต่ำกว่ารายการอื่น สะท้อนว่าเป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยความละเอียดรอบคอบมากเป็นพิเศษ โดยสรุปผลการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีสมรรถนะด้านระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดอยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะด้านการเลือกใช้สารทำความเย็น การอ่านค่าจากเนมเพลท และการตรวจวัดค่าทางเทคนิคของระบบ อย่างไรก็ตาม ควรส่งเสริมทักษะการไล่อากาศในระบบเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้ครบถ้วน และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4.3.3 ทักษะงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

การประเมินทักษะงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด มีหัวข้อที่สำคัญ ประกอบด้วย การติดตั้งชุดคอยล์เย็น (FCU) และชุดคอยล์ร้อน (CDU) การวางระบบท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำทิ้ง ทักษะการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนโครงสร้างหลังคาอย่างปลอดภัย การเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าทั้งระบบกระแสสลับ (AC) และกระแสตรง (DC) ตลอดจนขั้นตอนการบันทึกผลการทดสอบระบบและการจัดเก็บเครื่องมือหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงาน โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติของทักษะการปฏิบัติงานมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลการประเมินทักษะงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

รายการประเมิน	$\bar{x}$	ร้อยละ	แปลผล
1.เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ก่อนปฏิบัติงาน ได้ถูกต้อง	3.50	70.00	ดี
2.ติดตั้ง FCU และ CDU เข้ากับจุดติดตั้ง ตรงตามแบบที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
3.ติดตั้งท่อสารทำความเย็น ตรงตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
4.ติดตั้งท่อน้ำทิ้ง PVC ตรงตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง	4.75	95.00	ดีมาก
5.เชื่อมต่อสายไฟฟ้าระหว่าง FCU และ CDU ได้ถูกต้องครบถ้วน	5.00	100.00	ดีมาก
6.ใช้สีสายไฟฟ้าตรงตามมาตรฐานที่กำหนด	5.00	100.00	ดีมาก
7.กำหนดทิศทางการติดตั้งโซลาร์เซลล์ได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก

ตารางที่ 4-10 ผลการประเมินทักษะงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	ร้อยละ	แปลผล
8.ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาได้ถูกต้องครบถ้วนและแข็งแรงปลอดภัย	3.25	65.00	ปานกลาง
9.เชื่อมต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุด้วย MC4 ได้ถูกต้อง	4.75	95.00	ดีมาก
10.เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า AC จากตู้ควบคุมไฟฟ้าคอนซูเมอร์ยูนิตเข้าเครื่องปรับอากาศ พลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้ถูกต้อง	5.00	100.00	ดีมาก
11.ติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ควบคุมไฟฟ้าได้ถูกต้องตรงตามแบบที่กำหนด	5.00	100.00	ดีมาก
12.ต่อวงจรควบคุมตู้ไฟฟ้า DC ได้ถูกต้องครบถ้วน	4.75	95.00	ดีมาก
13.เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า DC จากตู้ควบคุมไฟฟ้ากระแสตรง เข้าเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ได้ถูกต้อง	4.75	95.00	ดีมาก
14.บันทึกข้อมูลของเนมเพลทลงในตารางบันทึกผลได้ถูกต้องครบถ้วน	5.00	100.00	ดีมาก
15.บันทึกผลการทดสอบลงในตารางบันทึกผลได้ถูกต้องครบถ้วน	4.75	95.00	ดีมาก
16.จัดเก็บเครื่องมือหลังจบการฝึกปฏิบัติงานเป็นระเบียบเรียบร้อย	3.75	75.00	ดี
รวม	**4.64**	**92.81**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-10 ผลการประเมินทักษะงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีสมรรถนะโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.64 คิดเป็นร้อยละ 92.81 สะท้อนถึงความสามารถในการปฏิบัติงานติดตั้งได้อย่างถูกต้องตามขั้นตอนมาตรฐานวิชาชีพ เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องในขั้นตอนสำคัญของระบบ ได้แก่ การติดตั้ง FCU และ CDU การติดตั้งท่อสารทำความเย็น การเชื่อมต่อท่อ PVC การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้า AC และ DC การติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ควบคุมไฟฟ้า และการบันทึกข้อมูลระบบ ซึ่งทุกรายการมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะการติดตั้งอุปกรณ์หลักของระบบและการเชื่อมต่อไฟฟ้ามีความถูกต้องครบถ้วน

ตามแบบที่กำหนด อย่างไรก็ตาม พบว่า ทักษะการเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 คิดเป็นร้อยละ 70.00 และทักษะการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาให้ถูกต้องและปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.25 คิดเป็นร้อยละ 65.00 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่ทักษะการจัดเก็บเครื่องมือหลังปฏิบัติงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.75 คิดเป็นร้อยละ 75.00 อยู่ในระดับดี สะท้อนให้เห็นว่า ทักษะในการเตรียมความพร้อม ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานบนที่สูง และความเป็นระเบียบในการทำงานยังต้องได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม โดยสรุปผลการประเมินทักษะดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนสามารถเสริมสร้างทักษะด้านงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้อย่างมีประสิทธิภาพในภาพรวม โดยผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามมาตรฐานวิชาชีพ ทั้งนี้ ควรเสริมสร้างทักษะในด้านการเตรียมความพร้อม การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ และการจัดระเบียบการทำงานเพื่อยกระดับสมรรถนะให้มีความครบถ้วนยิ่งขึ้น

4.3.4 ผลรวมการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

การวิเคราะห์ผลลัพธ์ของทักษะปฏิบัติการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ในภาพรวมเป็นการรวบรวมผลการประเมินรายด้านทั้ง 3 ส่วน ประกอบด้วย ทักษะการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ทักษะการทำระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด และทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด การสรุปผลในส่วนนี้มุ่งเน้นที่การวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยสะสม และค่าร้อยละรวม เพื่อประเมินทักษะในภาพรวมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลังเสร็จสิ้นกระบวนการทั้งหมด โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติแสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ผลการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

รายการประเมิน	$\bar{x}$	ร้อยละ	แปลผล
1.ผลการประเมินทักษะเรื่องการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	4.40	88.06	ดี
2.ผลการประเมินทักษะเรื่องระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	4.58	91.67	ดีมาก
3.ผลการประเมินทักษะเรื่องงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	4.64	92.81	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	**4.54**	**90.85**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-11 ผลการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีทักษะโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.54 คิดเป็นร้อยละ 90.85 แสดงถึงความสามารถในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานวิชาชีพ เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทักษะด้านงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 คิดเป็นร้อยละ 92.81 อยู่ในระดับดีมาก รองลงมา คือ ทักษะด้านระบบสารทำความเย็น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 คิดเป็นร้อยละ 91.67 อยู่ในระดับดีมาก ขณะที่ทักษะด้านการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 คิดเป็นร้อยละ 88.06 อยู่ในระดับดี ผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารถโดดเด่นในด้านการติดตั้งระบบและงานสารทำความเย็น ซึ่งเป็นทักษะหลักของงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ในขณะที่ทักษะด้านการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้ายังมีระดับรองลงมาเมื่อเปรียบเทียบกับด้านอื่น ๆ

โดยสรุป ผลการประเมินทักษะในภาพรวมชี้ให้เห็นว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนสามารถเสริมสร้างทักษะด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านงานติดตั้งและระบบที่เกี่ยวข้องทั้งนี้ ควรส่งเสริมและพัฒนาทักษะด้านการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าเพิ่มเติม เพื่อให้ทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสมบูรณ์ครบถ้วนยิ่งขึ้น

4.3.5 ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฝึกอบรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมผลความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมจำนวน 20 คน เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจที่มีต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อสะท้อนความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรมต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน อันประกอบด้วย แผนกิจกรรมการฝึกอบรม สื่อดิจิทัล และกระบวนการจัดการฝึกอบรมในภาพรวม ทั้งนี้ผลการประเมินมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.5.1 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

ผลการประเมินความพึงพอใจด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้นำมาวิเคราะห์และสรุปผลเป็นรายข้อ พร้อมแปลความหมายตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อพิจารณาระดับความพึงพอใจต่อความเหมาะสมของกิจกรรมการฝึกอบรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1.1 แผนกิจกรรมมีการวางลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	4.85	0.37	ดีมาก
1.2 ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมแต่ละส่วนเหมาะสม ไม่ยาวหรือสั้นเกินไป	4.25	0.44	ดี
1.3 กิจกรรมด้านการฝึกทักษะมีความหลากหลาย ไม่น่าเบื่อ และสามารถกระตุ้นความสนใจ ของผู้เข้ารับการฝึกได้ดี	4.95	0.22	ดีมาก
1.4 กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.75	0.44	ดีมาก
1.5 กิจกรรมมีการสรุปประเด็นสำคัญเพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนขึ้น	4.70	0.47	ดีมาก
1.6 แผนกิจกรรมสามารถปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมกับรูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	4.75	0.44	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	**4.71**	**0.40**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-12 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 สะท้อนให้เห็นว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมมีความเหมาะสมและสามารถตอบสนองต่อการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า กิจกรรมด้านการฝึกทักษะมีความหลากหลาย และสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22 แปลผลอยู่ในระดับดีมาก ขณะที่การวางลำดับเนื้อหาของกิจกรรมมีความเหมาะสมและเข้าใจง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 แปลผลอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วม และการโต้ตอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 อยู่ในระดับดีมาก รวมถึงความเหมาะสมของแผนกิจกรรมกับรูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 แปลผลอยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของกิจกรรมกับบริบทของการฝึกอบรม อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมแต่ละส่วนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และ

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 แปลผลอยู่ในระดับดี ซึ่งสะท้อนถึงประเด็นที่สามารถปรับปรุงให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นทั้งในด้านความสมดุลของเวลา และการจัดลำดับกิจกรรม

โดยสรุป ผลการประเมินความพึงพอใจดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมมีความเหมาะสมและสามารถส่งเสริมการฝึกทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านความหลากหลายของกิจกรรม การมีส่วนร่วม และความสอดคล้องกับรูปแบบของศูนย์ฝึกอบรม ทั้งนี้ ควรพัฒนาในด้านการบริหารจัดการเวลา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการฝึกอบรมให้ดียิ่งขึ้น

4.3.5.2 ความพึงพอใจต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนด้านสื่อการฝึกอบรม

ผลประเมินความพึงพอใจต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในด้านสื่อการฝึกอบรม เป็นการสะท้อนความคิดเห็นของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อคุณภาพของสื่อดิจิทัลที่ใช้ในการฝึกอบรม โดยมุ่งเน้นบทบาทของสื่อในการสนับสนุนการฝึกอบรมและการฝึกปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ การประเมินครอบคลุมประเด็นด้านความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนในการนำเสนอ ความน่าสนใจของสื่อและความสามารถในการช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานได้อย่างเป็นระบบ โดยผลการประเมินความพึงพอใจด้านสื่อการฝึกอบรม แสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 4-13 ดังนี้

ตารางที่ 4-13 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านสื่อการฝึกอบรม

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1 ความสะดวกในการเข้าถึงและใช้งานสื่อดิจิทัล	5.00	0.00	ดีมาก
2 ความแปลกใหม่และทันสมัยของรูปแบบการนำเสนอ	4.85	0.37	ดีมาก
3 ประสิทธิภาพในการสนับสนุนการเรียนรู้หรือฝึกอบรม	4.70	0.47	ดีมาก
4 สื่อในส่งเสริมการเรียนรู้อย่างยั่งยืน	4.70	0.47	ดีมาก
5 ความพึงพอใจโดยรวมต่อศูนย์ฝึกอบรมเสมือน	4.85	0.37	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	**4.82**	**0.35**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 4-13 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านสื่อการฝึกอบรม พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.82 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า สื่อการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการใช้งานและการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ความสะดวกในการเข้าถึงและใช้งานสื่อดิจิทัลมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.00 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 แปลผลอยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่า สื่อมีความง่ายต่อการเข้าถึง ไม่ซับซ้อน และ

เอื้อต่อการใช้งานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในทุกระดับ นอกจากนี้ ความแปลกใหม่และความทันสมัยของรูปแบบการนำเสนอมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 แปลผลอยู่ในระดับดีมาก สะท้อนให้เห็นว่า สื่อมีความน่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจและกระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพในด้านประสิทธิภาพของสื่อในการสนับสนุนการเรียนรู้หรือฝึกอบรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 แปลผลอยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่า สื่อสามารถช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจเนื้อหา และขั้นตอนการปฏิบัติงานได้อย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง สอดคล้องกับประเด็นการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างยั่งยืน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 อยู่ในระดับดีมากเช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่า สื่อมีบทบาทในการสนับสนุนการเรียนรู้ระยะยาวและการพัฒนาทักษะอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ความพึงพอใจโดยรวมต่อศูนย์ฝึกอบรมเสมือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 อยู่ในระดับดีมาก สะท้อนให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีทัศนคติที่ดีต่อการใช้สื่อดิจิทัลภายในศูนย์ฝึกอบรม และยอมรับรูปแบบการฝึกอบรมในลักษณะดิจิทัลเสมือนในระดับสูง โดยสรุป ผลการประเมินความพึงพอใจดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า สื่อการฝึกอบรมภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีคุณภาพในระดับสูง ทั้งในด้านความสะดวกในการใช้งาน ความทันสมัยของการนำเสนอ และประสิทธิภาพในการสนับสนุนการเรียนรู้ ซึ่งมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดความเข้าใจ ทักษะ และความพึงพอใจต่อกระบวนการฝึกอบรมในภาพรวม

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ผู้วิจัยได้พัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่เน้นด้านการฝึกอบรมทักษะ โดยเนื้อหามุ่งเน้นการพัฒนาทักษะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานไฟฟ้าหลัก โดยมีสื่อดิจิทัลที่พัฒนาประกอบการฝึกอบรมทักษะเพิ่มความน่าสนใจส่งเสริมการมีส่วนร่วม และนำไปทดลองใช้กับตัวอย่างเพื่อประเมินทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรม สรุปผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1) ผลการพัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

2) ผลการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

3) ผลการเสริมสร้างทักษะด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการพัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

การพัฒนาเนื้อหาสำหรับการฝึกอบรมเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแผนกิจกรรมการฝึกอบรม เพื่อให้การดำเนินการฝึกอบรมในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนสามารถดำเนินการได้อย่างเป็นระบบ โดยเนื้อหาที่ได้ใช้สำหรับการดำเนินการฝึกอบรมมีรายละเอียด ดังนี้

5.1.1.1 เนื้อหาการฝึกอบรม

5.1.1.1.1 หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ซึ่งในหัวข้อการฝึกอบรมหน่วยที่ 1 นี้ จะประกอบไปด้วย 3 หัวข้อย่อย ประกอบไปด้วย 1) อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment) 2) ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า และ 3) ความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง

5.1.1.1.2 หน่วยที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ซึ่งในหัวข้อการฝึกอบรมหน่วยที่ 2 นี้ จะประกอบไปด้วย 2 หัวข้อย่อย ประกอบไปด้วย 1) เครื่องมือในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2) อุปกรณ์สำหรับงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

5.1.1.1.3 หน่วยที่ 3 ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ซึ่งในหัวข้อการฝึกอบรมหน่วยที่ 3 นี้ จะประกอบไปด้วย 2 หัวข้อย่อย 1) ระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2) ระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

5.1.1.1.4 หน่วยที่ 4 งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ซึ่งในหัวข้อการฝึกอบรมหน่วยที่ 4 นี้ จะประกอบไปด้วย 3 หัวข้อย่อย 1) งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2) งานติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์ 3) งานเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

5.1.1.1.5 หน่วยที่ 5 ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ฝึกอบรมหน่วยที่ 5 นี้ จะประกอบไปด้วย 3 หัวข้อย่อย 1) ขั้นตอนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 2) ขั้นตอนการบำรุงรักษาแผงพลังงานแสงอาทิตย์

จากการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของหน่วยการฝึกอบรม พบว่า ด้านหัวข้อการฝึกอบรมอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก หัวข้อและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกัน หัวข้อมีความชัดเจนเข้าใจง่าย หัวข้อมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกันในบทเรียน และหัวข้อการฝึกอบรมมีความครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดได้อย่างสมบูรณ์ซึ่งสอดคล้องกับสภาพจริงในปัจจุบัน จึงสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้และเหมาะสมต่อการนำไปใช้จริง

5.1.1.2 แผนกิจกรรมการฝึกอบรม

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากนั้นได้ทำการพัฒนาและออกแบบแผนกิจกรรมการฝึกอบรม และเพื่อให้มั่นใจได้ว่าแผนกิจกรรมการฝึกอบรมนี้สามารถนำมาใช้งานได้ผู้วิจัยจึงได้นำแบบประเมินแผนกิจกรรมการฝึกอบรมให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้ทำการประเมิน โดยผลการพัฒนาแผนกิจกรรมการฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแผนกิจกรรมการฝึกอบรมมีความเหมาะสมสามารถนำมาใช้ประกอบการฝึกอบรมได้ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านหัวข้อและโครงสร้างของแผนกิจกรรมการฝึกอบรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของการฝึกอบรม มีความชัดเจนเข้าใจง่าย และมีความต่อเนื่องของเนื้อหา ส่งผลให้แผนกิจกรรมสามารถนำไปใช้เป็นกรอบ

ในการดำเนินการฝึกอบรมได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ด้านวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พบว่ามีความเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาและทักษะที่ต้องการพัฒนา โดยเฉพาะการออกแบบกิจกรรมที่เน้นการฝึกปฏิบัติ และการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ซึ่งช่วยสนับสนุนการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในด้านการวัดและประเมินผล โดยผลการประเมินพบว่าวิธีการและเครื่องมือที่ใช้มีความเหมาะสม สามารถวัดทั้งความรู้และทักษะการปฏิบัติได้อย่างครอบคลุม และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่อยู่ในระดับดีมากสะท้อนให้เห็นว่าแผนกิจกรรมการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นมีความชัดเจน และสามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในด้านการวัดและประเมินผล พบว่า วิธีการและเครื่องมือที่ใช้มีความเหมาะสม สามารถวัดได้ทั้งความรู้และทักษะการปฏิบัติอย่างครอบคลุม และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม ทั้งนี้ ผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นมีความชัดเจน เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2 ผลการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นสื่อและสภาพแวดล้อมที่ออกแบบขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกอบรมและเสริมสร้างทักษะด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดยมีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เชิงทักษะในบริบทที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเข้าถึงเนื้อหา ฝึกปฏิบัติ และทบทวนกระบวนการทำงานได้อย่างเป็นระบบและปลอดภัย ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนดังกล่าวทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการฝึกปฏิบัติ ผ่านการจำลองสภาพแวดล้อมและสถานการณ์การทำงานที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง โดยสื่อดิจิทัลแต่ละประเภทได้รับการออกแบบให้มีบทบาทและหน้าที่เฉพาะด้าน แต่สามารถทำงานร่วมกันเป็นระบบเดียวกัน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การสร้างความเข้าใจในหลักการทำงานของระบบ การฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จำลอง ไปจนถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ในการวิเคราะห์ และตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด การบูรณาการสื่อดิจิทัลดังกล่าว ช่วยลดข้อจำกัดของการฝึกอบรมแบบดั้งเดิม และเอื้อต่อการพัฒนาทักษะที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยความแม่นยำสูง

ดังนั้น ผลการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงสะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมของการใช้สื่อดิจิทัลเป็นเครื่องมือในการจัดการฝึกอบรมเชิงทักษะ โดยเฉพาะในสาขาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีพลังงานและระบบไฟฟ้า ซึ่งต้องการสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ปลอดภัยยืดหยุ่น และสามารถฝึกซ้ำได้ ทั้งนี้ รายละเอียดผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลแต่ละประเภทจะแสดง ดังนี้

5.1.2.1 สื่อดิจิทัล

สื่อดิจิทัลที่ใช้ในการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดเป็นสื่อที่ออกแบบขึ้นเพื่อสนับสนุนกระบวนการฝึกอบรมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้และฝึกปฏิบัติได้อย่างเป็นระบบผ่านการบูรณาการสื่อดิจิทัลหลายรูปแบบที่ทำงานร่วมกันเป็นองค์รวม โดยสื่อดิจิทัลที่ใช้ในการพัฒนามี ดังนี้

5.1.2.1.1 เว็บไซต์ฝึกอบรม

เว็บไซต์ฝึกอบรมเป็นสื่อดิจิทัลที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยเป็นพื้นที่สำหรับรวบรวม จัดหมวดหมู่ และเผยแพร่เนื้อหาการฝึกอบรม สื่อการเรียนรู้ และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดอย่างเป็นระบบ เว็บไซต์ดังกล่าวได้รับการออกแบบให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวก มีลำดับการนำเสนอที่ชัดเจน และสามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้หลักในการศึกษาความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ในเชิงการใช้งาน เว็บไซต์ฝึกอบรมไม่เพียงทำหน้าที่เป็นช่องทางเผยแพร่ข้อมูลเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทบทวนเนื้อหา ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน และเชื่อมโยงองค์ความรู้จากสื่อประเภทต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง จึงมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนกระบวนการฝึกอบรมให้เกิดความยืดหยุ่น สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และเอื้อต่อการพัฒนาทักษะเชิงวิชาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2.1.2 ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเป็นสื่อดิจิทัลที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และการฝึกปฏิบัติในรูปแบบเสมือนจริง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถฝึกทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดผ่านการจำลองสถานการณ์การทำงานที่ใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริง ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนทำหน้าที่เชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการฝึกปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ลำดับขั้นตอนการทำงาน เข้าใจความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบและฝึกปฏิบัติได้อย่างเป็นระบบในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย โดยภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจะมีสื่อดิจิทัลประเภทต่าง ๆ เพื่อช่วยในการส่งเสริมกิจกรรมการฝึกอบรมให้เป็นตามแผนกิจกรรมการฝึกอบรม โดยจะมีสื่อต่าง ๆ ดังนี้

ก) โมเดล 3 มิติ (3D Model) เป็นสื่อดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแสดงโครงสร้าง องค์ประกอบ และการจัดวางอุปกรณ์ของระบบเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดในลักษณะเสมือนจริง โมเดล 3 มิติ ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถมองเห็นรายละเอียดของอุปกรณ์และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบได้อย่าง

ชัดเจน และใช้เป็นสื่อสนับสนุนการเรียนรู้เพื่อทำความเข้าใจลำดับขั้นตอนการติดตั้ง และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ ก่อนเข้าสู่การฝึกปฏิบัติ

ข) วิดีโอ (Video) เป็นสื่อดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ถ่ายทอดขั้นตอนและกระบวนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดในรูปแบบภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียง โดยมีบทบาทในการอธิบายลำดับการปฏิบัติงาน วิธีการใช้อุปกรณ์ ตลอดจนข้อควรระวังในการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการปฏิบัติงานได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ วิดีโอยังทำหน้าที่เป็นสื่อสนับสนุนการเรียนรู้ก่อนการฝึกปฏิบัติ ระหว่างการฝึกอบรม และใช้ทบทวนความรู้ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนได้อย่างเหมาะสม

ค) ภาพอินโฟกราฟิก (Infographic) เป็นสื่อดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สรุปข้อมูล และขั้นตอนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดให้อยู่ในรูปแบบที่กระชับ ชัดเจน และเข้าใจง่าย โดยนำเสนอสาระสำคัญผ่านการผสมผสานระหว่างภาพประกอบ ข้อความ และสัญลักษณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ สื่อประเภทนี้ช่วยแสดงลำดับขั้นตอน ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ และประเด็นสำคัญทางเทคนิคได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาได้รวดเร็วขึ้น และใช้เป็นสื่อสำหรับทบทวนความรู้ควบคู่กับสื่อดิจิทัลประเภทอื่นภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนได้อย่างเหมาะสม

ง) สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Slides) เป็นสื่อดิจิทัลที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหาและสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดอย่างเป็นลำดับขั้น โดยทำหน้าที่เป็นสื่อสนับสนุนการอธิบายเนื้อหาระหว่างการฝึกอบรม และช่วยสรุปประเด็นสำคัญทางเทคนิคให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถติดตามเนื้อหา ทำความเข้าใจภาพรวมของกระบวนการทำงาน และเชื่อมโยงความรู้ภาคทฤษฎีกับการปฏิบัติได้อย่างเป็นระบบ

จ) ดิจิทัลเกม (Digital Game) เป็นสื่อดิจิทัลที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ โดยออกแบบในรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงโต้ตอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้ฝึกคิด วิเคราะห์ และตัดสินใจผ่านสถานการณ์จำลองที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด นอกจากนี้ดิจิทัลเกมยังมีบทบาทในการเสริมสร้างความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติงาน กระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม และส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกควบคู่กับสื่อดิจิทัลประเภทอื่นภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

5.1.2.1.3 ดิจิทัลบุ๊ก (E-Book) เป็นสื่อดิจิทัลที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นแหล่งเรียนรู้และเอกสารประกอบการฝึกอบรมภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนโดยทำ

หน้าที่รวบรวมเนื้อหา ความรู้พื้นฐาน และรายละเอียดเชิงเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ ดิจิทัลบุ๊กยังมีบทบาทในการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เข้ารับการฝึกอบรม ช่วยให้สามารถศึกษารายละเอียดของเนื้อหา ทบทวนความรู้ และใช้ประกอบการฝึกปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่อง อันส่งผลต่อการเสริมสร้างความเข้าใจและการพัฒนาทักษะเชิงวิชาชีพได้อย่างเหมาะสม

5.1.2.1.4 โปรแกรมคำนวณแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Panel Calculation Program) เป็นสื่อดิจิทัลที่ได้รับการพัฒนาขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ร่วมกับเครื่องปรับอากาศระบบไฮบริด โดยช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถศึกษาหลักการเลือกขนาดแผง การประมาณกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม และการเชื่อมโยงข้อมูลทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบได้อย่างมีเหตุผลและเป็นลำดับขั้น นอกจากนี้ โปรแกรมดังกล่าวยังมีบทบาทในการสนับสนุนการเรียนรู้เชิงวิเคราะห์ และช่วยเสริมความเข้าใจด้านการออกแบบระบบควบคู่กับการฝึกปฏิบัติภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

5.1.2.1.5 ผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลที่ใช้ประกอบศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

ผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลที่ใช้ประกอบศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน พบว่า สื่อดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นสามารถสนับสนุนกระบวนการฝึกอบรมได้อย่างครบถ้วนและเป็นระบบ สื่อดิจิทัลครอบคลุมทั้งการถ่ายทอดความรู้พื้นฐาน การอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การฝึกปฏิบัติในสภาพแวดล้อมจำลอง และการทบทวนความรู้ส่งผลให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้และพัฒนาทักษะได้อย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาภาพรวมของสื่อดิจิทัล พบว่า สื่อแต่ละประเภทมีบทบาทเฉพาะด้านและสามารถทำงานร่วมกันเป็นระบบเดียวกันตั้งแต่เว็บไซต์ฝึกอบรมที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่ใช้สำหรับการฝึกปฏิบัติ ไปจนถึงสื่อประกอบอื่น ๆ เช่น โมเดล 3 มิติ วิดีโอ ภาพอินโฟกราฟิก สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ ดิจิทัลเกม ดิจิทัลบุ๊ก และโปรแกรมคำนวณแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ในหลายมิติ

5.1.3 ผลการเสริมสร้างทักษะด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

การเสริมสร้างทักษะด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดเป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากทักษะดังกล่าวเป็นทักษะเชิงปฏิบัติที่ต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการดำเนินงานตามลำดับขั้นตอนอย่างถูกต้องและปลอดภัย การฝึกอบรมจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่เหมาะสมในการประเมินระดับทักษะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ และการฝึกปฏิบัติ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินทักษะด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในด้านต่าง ๆ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

5.1.3.1 แบบประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

5.1.3.1.1 ผลการเสริมสร้างทักษะด้านการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply AC

การประเมินผลทักษะด้านการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply AC เป็นการทดสอบ โดยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทักษะได้ทำการต่อสายพลังงานไฟฟ้า AC หรือพลังงานไฟฟ้าหลักเข้ากับระบบของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งผู้เข้ารับการทดสอบต้องทำการต่อระบบไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศให้ตรงตามตำแหน่ง ขัดแน่นครบทุกจุด และต้องเลือกใช้สีสายไฟฟ้าให้ตรงกับมาตรฐานสีสายไฟฟ้า มอก.11/2553 โดยผลการเสริมสร้างทักษะด้านการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด จากการประเมิน โดยใช้แบบประเมินทักษะ พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารถในการปฏิบัติงานด้านการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าอยู่ในระดับสูง ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเข้าใจหลักการทำงานของระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปรับอากาศ และสามารถดำเนินการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้นตอน

5.1.3.1.2 ผลการเสริมสร้างทักษะด้านการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply DC

การประเมินทักษะด้านการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ Power Supply DC เป็นการทดสอบ โดยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทักษะได้ทำการต่อสายพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง DC จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์เข้ากับระบบของเครื่องปรับอากาศ จากการประเมินโดยใช้แบบประเมินทักษะ พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความสามารถในการปฏิบัติงานด้านการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ในระดับสูง ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเข้าใจบทบาทและความสำคัญของระบบไฟฟ้ากระแสตรงในระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้องตามลำดับขั้นตอน และเมื่อพิจารณาในเชิงคุณภาพ พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความเข้าใจในการเลือกใช้อุปกรณ์ และการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับเครื่องปรับอากาศได้อย่างเหมาะสม

5.1.3.1.3 ผลการเสริมสร้างทักษะด้านการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU

แบบประเมินทักษะการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่างชุดคอยล์เย็น (FCU) และชุดคอยล์ร้อน (CDU) มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความสามารถเชิงปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าควบคุมของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดอย่างถูกต้อง เป็นไปตามลำดับขั้นตอน และคำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน โดยการทดสอบปฏิบัติดำเนินการในสภาพแวดล้อมการฝึกที่จำลองกระบวนการทำงานจริง ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้อง

ศึกษาทำความเข้าใจผังวงจรไฟฟ้าควบคุม ระบุขั้วต่อที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU ตามหน้าที่ของระบบ จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องและความเรียบร้อยของการเชื่อมต่อก่อนรับการประเมิน โดยผลการประเมิน พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถปฏิบัติงานได้ตามขั้นตอนที่กำหนด มีความเข้าใจความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า และสามารถเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมได้อย่างถูกต้องปลอดภัย สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการฝึกอบรมผ่านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนสามารถสนับสนุนการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติด้านการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.3.1.4 ผลการเสริมสร้างทักษะด้านระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

แบบประเมินทักษะด้านระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความสามารถเชิงปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในการทำความเข้าใจโครงสร้าง องค์ประกอบ และหลักการทำงานของระบบสารทำความเย็น รวมถึงความสามารถในการอธิบาย และเชื่อมโยงการทำงานของระบบสารทำความเย็นกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในลักษณะของระบบไฮบริด โดยการทดสอบและฝึกปฏิบัติดำเนินการผ่านสภาพแวดล้อมแบบจำลอง ผู้เข้ารับการฝึกอบรมต้องศึกษาลำดับการทำงานของวงจรสารทำความเย็น ระบุหน้าที่ของอุปกรณ์หลัก เช่น คอมเพรสเซอร์ คอยล์เย็น และคอยล์ร้อน และฝึกวิเคราะห์การทำงานของระบบในสถานการณ์จำลอง โดยผลการประเมิน พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความเข้าใจในระบบสารทำความเย็นเพิ่มขึ้น สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงาน และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบได้อย่างถูกต้อง และมีความพร้อมในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริง

5.1.3.1.5 ผลการเสริมสร้างทักษะด้านงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

แบบประเมินทักษะงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดมีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้ประเมินสมรรถนะเชิงปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในการดำเนินงานติดตั้งตามขั้นตอนมาตรฐานทางวิชาชีพ โดยครอบคลุมทั้งการเตรียมอุปกรณ์ การติดตั้งชุดคอยล์เย็นและชุดคอยล์ร้อน การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ และการเชื่อมต่อระบบให้พร้อมใช้งาน ทั้งนี้การประเมินดำเนินการภายใต้สภาพแวดล้อมการฝึกอบรมจริง เพื่อให้สะท้อนความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรมตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแผนกิจกรรมการฝึกอบรม โดยคำนึงถึงความถูกต้อง ความเรียบร้อย และความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเป็นสำคัญ ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถดำเนินงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้อย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจในความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

ต่าง ๆ ภายในระบบ และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามหลักวิชาชีพ ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะเชิงปฏิบัติด้านงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด และสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดฝึกอบรมด้านเทคนิคเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพได้อย่างเหมาะสม

5.1.3.2 ผลคะแนนประเมินความพึงพอใจของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

5.1.3.2.1 ผลคะแนนประเมินความพึงพอใจด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

ผลคะแนนประเมินความพึงพอใจด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม พบว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับสูง สะท้อนให้เห็นว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรม โดยผู้เข้ารับการฝึกอบรมเห็นว่าแผนกิจกรรมมีโครงสร้างชัดเจน ลำดับขั้นตอนของการฝึกปฏิบัติมีความต่อเนื่อง และสามารถสนับสนุนการพัฒนาทักษะด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้แผนกิจกรรมการฝึกอบรมยังเอื้อต่อการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม และช่วยให้สามารถดำเนินการฝึกปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้เกิดความมั่นใจในการปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น ผลการประเมินดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะเชิงปฏิบัติด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.3.2.2 ผลคะแนนประเมินความพึงพอใจด้านสื่อการฝึกอบรม

ผลคะแนนประเมินความพึงพอใจด้านสื่อการฝึกอบรมแสดงให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความพึงพอใจต่อสื่อการฝึกอบรมที่ใช้ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนอยู่ในระดับสูง ซึ่งสะท้อนว่าสื่อที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้สื่อการฝึกอบรมถูกออกแบบให้มีความหลากหลายและสามารถทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ได้แก่ โมเดล 3 มิติ วิดีโอ ภาพอินโฟกราฟิก สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ ดิจิทัลเกม และดิจิทัลบุ๊ก โดยสื่อแต่ละประเภทมีบทบาทในการอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน สนับสนุนการฝึกในสภาพแวดล้อมจำลอง และเสริมการทบทวนกระบวนการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้สื่อการฝึกอบรมดังกล่าวยังช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาและกระบวนการทำงานที่มีความซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ ชัดเจน และปลอดภัยยิ่งขึ้น ผลการประเมินจึงชี้ให้เห็นว่าการใช้สื่อดิจิทัลในการฝึกอบรมเชิงทักษะด้านการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดมีความเหมาะสม และสามารถสนับสนุนการเรียนรู้รวมทั้งการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ผู้วิจัยสามารถนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ 1) การพัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรม 2) การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด และ 3) ผลการเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

5.2.1 การพัฒนาเนื้อหาและแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

5.2.1.1 คุณภาพด้านเนื้อหา

การพัฒนาเนื้อหาการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดในงานวิจัยนี้มีการดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาอย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นการจัดโครงสร้างเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การฝึกอบรมและลักษณะของทักษะเชิงวิชาชีพที่ต้องการเสริมสร้าง เนื้อหาถูกออกแบบให้มีลำดับจากความรู้พื้นฐานไปสู่การประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวทางการออกแบบเนื้อหาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Strojny (2023) ซึ่งอธิบายว่าคุณภาพของเนื้อหาในระบบฝึกอบรมเสมือนมีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิผลของการเรียนรู้ โดยเฉพาะเนื้อหาที่ออกแบบให้สัมพันธ์กับภารกิจจริงและลำดับขั้นตอนการทำงาน จะช่วยสนับสนุนการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติและความพร้อมในการทำงานจริงได้ดีกว่าการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะเชิงทฤษฎีเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับลักษณะของการฝึกปฏิบัติในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ravichandran andMahapatra (2023) อธิบายว่าการฝึกอบรมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงควรให้ความสำคัญกับเนื้อหาที่สามารถจำลองกระบวนการทำงานจริงได้อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อช่วยลดความเสี่ยงจากการฝึกในสถานการณ์จริง และเพิ่มความเข้าใจในกระบวนการทำงานเชิงระบบ สอดคล้องกับ Zhang andZeng (2025) ได้อธิบายว่า การออกแบบเนื้อหาการฝึกอบรมในระบบฝึกอบรมเสมือนที่มีโครงสร้างชัดเจนและเชื่อมโยงกับการปฏิบัติงานจริง จะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงกระบวนการและความสามารถในการถ่ายโอนทักษะจากสภาพแวดล้อมเสมือนไปสู่การทำงานจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาเนื้อหาในงานวิจัยนี้ที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดอย่างเป็นระบบและปลอดภัย

ดังนั้น การพัฒนาเนื้อหาการฝึกอบรมในงานวิจัยนี้จึงสามารถอธิบายได้ว่า เป็นการออกแบบที่สอดคล้องกับแนวคิดและงานวิจัยด้านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน และการฝึกอบรมด้วยเทคโนโลยี

เสมือนจริง ซึ่งต่างชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับการปฏิบัติงานจริง เพื่อสนับสนุนการพัฒนาทักษะวิชาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.1.2 ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

การพัฒนาแผนกิจกรรมการฝึกอบรมในงานวิจัยนี้ ได้ออกแบบโดยยึดแนวคิดของการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเป็นกรอบหลัก โดยมุ่งเน้นการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้มีส่วนร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ แผนกิจกรรมถูกจัดลำดับอย่างเป็นขั้นตอนตั้งแต่การเตรียมความพร้อม การศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของระบบไปจนถึงการฝึกปฏิบัติด้านการติดตั้งและการตรวจสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด เพื่อสนับสนุนการพัฒนาทักษะอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยแนวทางการออกแบบแผนกิจกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ จารุวรรณ (2568) อธิบายว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมเป็นกรอบการดำเนินงานที่ได้รับการออกแบบไว้อย่างเป็นระบบเพื่อใช้กำกับกระบวนการฝึกอบรมให้ดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยครอบคลุมการกำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและเครื่องมือสนับสนุน รูปแบบการจัดฝึกอบรม ตลอดจนวิธีการประเมินผลอย่างสัมพันธ์กัน เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้พัฒนาความรู้และทักษะผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การมีส่วนร่วม และการสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และยังสอดคล้องกับ ชวพัส และคณะ (2567) อธิบายว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมเป็นกรอบการดำเนินงานที่ได้รับการออกแบบไว้อย่างเป็นระบบเพื่อใช้กำกับทิศทางและกระบวนการจัดฝึกอบรมให้ดำเนินไปอย่างมีลำดับขั้น มีความชัดเจน และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ตลอดจนแนวทางในการประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจริง จึงทำให้การฝึกอบรมมีความเป็นระบบสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และตรวจสอบผลได้อย่างชัดเจน เช่นเดียวกับ เมธีณัฐ (2558) อธิบายว่า แผนกิจกรรมการฝึกอบรมมิได้หมายถึงเพียงตารางเวลาหรือรายการกิจกรรมเท่านั้น แต่เป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนกระบวนการฝึกอบรมทั้งระบบ เนื่องจากการฝึกอบรมถูกอธิบายว่า เป็นกระบวนการที่จัดขึ้นอย่างมีระบบ เพื่อพัฒนาให้บุคคลเกิดความชำนาญและเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ ทัศนคติ และประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ดังนั้นแผนกิจกรรมการฝึกอบรมจึงมีบทบาทในการเชื่อมโยงเป้าหมายของการพัฒนาเข้ากับวิธีดำเนินงานอย่างเป็นรูปธรรม

ดังนั้นการพัฒนาแผนกิจกรรมการฝึกอบรมในงานวิจัยนี้สามารถอธิบายได้ว่า เป็นการออกแบบที่สอดคล้องกับแนวคิดและงานวิจัยด้านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เพื่อสนับสนุนการพัฒนาทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดอย่างเป็นระบบและปลอดภัย

5.2.2 การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

5.2.2.1 ด้านสื่อดิจิทัล

การพัฒนาด้านสื่อดิจิทัลในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนของงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นการออกแบบสื่อดิจิทัลที่สามารถสนับสนุนการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงลักษณะของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ และความพร้อมที่แตกต่างกัน รวมถึงลักษณะของทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด ซึ่งเป็นทักษะด้านวิชาชีพที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยความเข้าใจเชิงกระบวนการ สื่อดิจิทัลจึงถูกพัฒนาให้สามารถใช้เป็นทั้งเครื่องมือถ่ายทอดความรู้ การสาธิตขั้นตอน และการฝึกปฏิบัติในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเรียนรู้และฝึกทักษะได้อย่างเป็นระบบและปลอดภัย สื่อดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนประกอบด้วยสื่อหลากหลายรูปแบบ เช่น โมเดล 3 มิติของอุปกรณ์วิดีโอ ภาพอินโฟกราฟิก สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ ดิจิทัลเกม และสื่อแบบมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งสื่อแต่ละประเภทถูกออกแบบให้ทำหน้าที่สนับสนุนการฝึกอบรมในมิติที่แตกต่างกัน แต่สามารถทำงานร่วมกันเป็นองค์รวม เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ใกล้เคียงกับการฝึกปฏิบัติจริง สอดคล้องกับ Huang และ Hung (2022) อธิบายว่า สื่อดิจิทัลในบริบทการเรียนรู้และการฝึกอบรมไม่ได้หมายถึงเพียงการใช้คอมพิวเตอร์ หรือเทคโนโลยีสารสนเทศประกอบการสอนเท่านั้น หากแต่หมายถึงการออกแบบสื่อในลักษณะ สื่อมัลติมีเดียภาพ และเสียงแบบบูรณาการ ซึ่งนำเสนอผ่านองค์ประกอบสำคัญอย่างน้อย 2 ส่วนร่วมกัน ได้แก่ ข้อความ และ ภาพ โดยภาพในที่นี้ครอบคลุมทั้งภาพประกอบ ภาพถ่าย แผนที่ ภาพเคลื่อนไหว และภาพลักษณะอื่นที่ช่วยเสริมความเข้าใจของผู้เรียน และยังสอดคล้องกับ Chang and Suh (2025) อธิบายว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลในบริบทพิพิธภัณฑ์เสมือนไม่ได้หมายถึงเพียงสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แสดงข้อมูลเท่านั้นหากแต่เป็นสื่อเล่าเรื่องดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นจากการผสานเทคโนโลยีกับการเล่าเรื่องอย่างเป็นระบบ โดยบูรณาการองค์ประกอบสำคัญหลายประการเข้าด้วยกัน ได้แก่ ข้อความ เสียง วิดีโอ ภาพ และองค์ประกอบเชิงโต้ตอบ เพื่อสร้างประสบการณ์การรับรู้แบบหลายมิติให้แก่ผู้ใช้ สื่อดิจิทัลในลักษณะดังกล่าวจึงมิได้ทำหน้าที่เพียงถ่ายทอดสารแต่ยังทำหน้าที่เชื่อมโยงเนื้อหา อารมณ์ และประสบการณ์ของผู้ใช้เข้าด้วยกันทำให้ผู้ใช้เปลี่ยนบทบาทจากผู้รับสารเป็นผู้มีส่วนร่วมกับเนื้อหาอย่างกระตือรือร้นมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อสื่อนั้นถูกออกแบบให้อยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ซึ่งเอื้อต่อการรับรู้ความสมจริง การมีปฏิสัมพันธ์และการจดจ่อกับเรื่องราวที่นำเสนอมากยิ่งขึ้น เมื่อพิจารณาในเชิงโครงสร้างรูปแบบของสื่อดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ ทรงศักดิ์ และปรัชญา (2568) อธิบายว่า รูปแบบของสื่อดิจิทัลในบริบทการเรียนรู้มิได้จำกัดอยู่เพียงการแปลงเนื้อหาให้อยู่ในรูปไฟล์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น หากแต่เป็นการออกแบบสื่อในลักษณะ สื่อมัลติมีเดียแบบบูรณาการ ที่นำเสนอสาระการเรียนรู้ผ่านชุดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) ซึ่งรวมองค์ประกอบสำคัญหลายมิติไว้ด้วยกัน ได้แก่ ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหว และองค์ประกอบเชิงโต้ตอบ ทั้งนี้ การผสมผสานองค์ประกอบ

ดังกล่าวช่วยให้สื่อมีความน่าสนใจมากกว่าสื่อสิ่งพิมพ์ทั่วไป เอื้อต่อการทำความเข้าใจเนื้อหาอย่างเป็นลำดับ และส่งเสริมให้ผู้ใช้สื่อเกิดการมีส่วนร่วมกับกระบวนการเรียนรู้มากขึ้น

ดังนั้น การพัฒนาด้านสื่อดิจิทัลในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนของงานวิจัยนี้สามารถอธิบายได้ว่า เป็นการออกแบบที่สอดคล้องกับแนวคิดและงานวิจัยด้านการฝึกอบรมเสมือน ซึ่งต่างชี้ให้เห็นว่า สื่อดิจิทัลมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ การเพิ่มความปลอดภัยในการฝึกอบรม และการพัฒนาทักษะวิชาชีพให้พร้อมต่อการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง

5.2.3 ผลการเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

จากการดำเนินงานวิจัยนี้ สามารถอภิปรายได้ว่า การจัดการฝึกอบรมผ่านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติของผู้เข้ารับการฝึกอบรมในภาพรวม โดยเฉพาะทักษะที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานเชิงระบบ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ และการตรวจสอบกระบวนการทำงานของระบบไฮบริด ซึ่งเป็นทักษะที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยทั้งความรู้เชิงทฤษฎี ความเข้าใจเชิงกระบวนการ และความแม่นยำในการลงมือปฏิบัติจริง ดังนั้นการฝึกอบรมในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติในบริบทที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง โดยสามารถทดลอง ปรับแก้ และฝึกซ้ำได้อย่างต่อเนื่องภายใต้สภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย และควบคุมได้ส่งผลให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริงได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ การออกแบบกิจกรรมการฝึกอบรมให้มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนตั้งแต่การทำความเข้าใจองค์ประกอบของระบบ การติดตั้งอุปกรณ์ ไปจนถึงการตรวจสอบและประเมินผลการทำงานของระบบ ยังเอื้อต่อการพัฒนาความคล่องแคล่ว ความแม่นยำ และความมั่นใจในการปฏิบัติงาน ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาทักษะวิชาชีพด้านพลังงาน และระบบไฟฟ้า สอดคล้องกับแนวคิดของ Flavin and Bhandari (2021) อธิบายว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือน (Virtual Learning Environment) เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ได้รับการใช้งานอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน และมีศักยภาพในการสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านการเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา รวมทั้งรองรับการมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกันทั้งแบบประสานเวลาและต่างเวลา และยังสอดคล้องกับ อภิเชษฐ์ และทิพย์รัตน์ (2567) อธิบายว่า ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจึงมิใช่เพียงพื้นที่สำหรับนำเสนอเนื้อหาเท่านั้น หากแต่เป็นระบบการฝึกอบรมดิจิทัลที่ต้องบูรณาการองค์ประกอบด้านโครงสร้าง กระบวนการ และปฏิสัมพันธ์เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนาศักยภาพของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ Makransky and Petersen (2019) ได้อธิบายว่า ประสิทธิภาพของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนไม่ได้ขึ้นอยู่กับ การมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยหรือการสร้างภาพแวดล้อมที่ดูสมจริงเพียงเท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับการออกแบบองค์ประกอบภายในระบบให้มีความสัมพันธ์และส่งเสริมกันอย่างเป็นระบบ

ทั้งนี้ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่มีประสิทธิภาพควรเอื้อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเกิดความรู้สึกมีส่วนร่วมกับสถานการณ์การฝึก เข้าใจบริบทของงาน สามารถลงมือปฏิบัติ และเรียนรู้จากผลงานของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง

โดยสรุป ผลการเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดจากการใช้ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในงานวิจัยนี้ สามารถอธิบายได้ว่า เป็นผลลัพธ์ที่สะท้อนศักยภาพของการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติที่บูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับกระบวนการเรียนรู้เชิงวิชาชีพอย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจเชิงกระบวนการ และความสามารถในการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดและงานวิจัยของนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ และสามารถใช้เป็นฐานเชิงวิชาการในการพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมด้านพลังงานและเทคโนโลยีในอนาคตได้อย่างมีนัยสำคัญ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ควรมีการปรับปรุงและพัฒนาเนื้อหา รวมถึงกิจกรรมการฝึกปฏิบัติภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และเครื่องปรับอากาศระบบไฮบริด เพื่อให้เนื้อหาและทักษะการปฏิบัติที่ถ่ายทอดมีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีด้านพลังงาน และความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว

5.3.1.2 ในการจัดการฝึกอบรมผ่านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ควรมีการวางแผนและประสานความร่วมมือระหว่างผู้พัฒนาเนื้อหา วิทยากรผู้สอน และผู้เชี่ยวชาญด้านระบบปรับอากาศและพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันในบทบาท หน้าที่ และเป้าหมายของการฝึกอบรม ซึ่งจะช่วยเชื่อมโยงองค์ความรู้เชิงทฤษฎีกับประสบการณ์การปฏิบัติงานจริง และส่งเสริมให้การฝึกอบรมมีความสอดคล้องกับบริบทของการทำงานในภาคอุตสาหกรรม

5.3.1.3 ควรนำรูปแบบศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้กับการฝึกอบรมด้านวิชาชีพอื่น ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะเชิงปฏิบัติและความเข้าใจเชิงระบบ เช่น งานระบบไฟฟ้า งานพลังงานทดแทน หรือสาขาวิศวกรรมที่มีความเสี่ยงสูง เนื่องจากแนวทางการฝึกอบรมดังกล่าวสามารถช่วยเพิ่มโอกาสในการฝึกทักษะ ลดข้อจำกัดด้านทรัพยากร และสนับสนุนการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาการพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในบริบทของกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลายมากขึ้น เช่น นักเรียนอาชีวศึกษา นักศึกษาระดับอุดมศึกษา หรือบุคลากรในภาคอุตสาหกรรม เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ด้านการพัฒนาทักษะและความเหมาะสมของรูปแบบการฝึกอบรมในแต่ละกลุ่มเป้าหมาย

5.3.2.2 ควรมีการขยายขอบเขตการวิจัยไปสู่การฝึกอบรมทักษะขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์และเครื่องปรับอากาศระบบไฮบริด เช่น การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ การตรวจสอบและแก้ไขข้อขัดข้อง หรือการบูรณาการระบบกับเทคโนโลยีอัจฉริยะ เพื่อรองรับแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานในอนาคต

5.3.2.3 ในการดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนในสาขาอื่น ๆ ควรมีการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้และบริบทของวิชาชีพนั้น ๆ อย่างรอบด้าน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบเนื้อหา สื่อดิจิทัล และกิจกรรมการฝึกอบรมให้มีความสอดคล้องเหมาะสม และสามารถตอบโจทย์ทักษะที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานจริง

5.3.2.4 ควรมีการศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของการฝึกอบรมผ่านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพิ่มเติม เช่น ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ระดับความรู้พื้นฐาน อายุ หรือรูปแบบการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมที่มีความยืดหยุ่นและเหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละบริบทมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน. (2565). คู่มือแนวทางการพัฒนาฝีมือแรงงาน พ.ศ. 2565. สืบค้นจาก https://www.dsd.go.th/it/Region/Doc_ShowDetails/15323

จตุพงษ์ กะวิวังสกุล และ อมิตา ศรีเชียงสา. (2568). การพัฒนาห้องเรียนเสมือนจริงด้วยเทคโนโลยี Metaverse Spatial เรื่องกฎหมายคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนชุมชนศรีสะอาด (เทศบาล 1) อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย. วารสารมณีเชษฐาราม วัดจอมมณี. ปีที่ 8, ฉบับที่ 2 : 822–835.

จักรกริช คำสม, ธารีชล ดงสงคราม, และ วรปภา อารีราษฎร์. (2568). การพัฒนาสื่อดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้และการสื่อสารบนแพลตฟอร์มออนไลน์. วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ. ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 : 74–86.

จารุวรรณ พลอยดวงรัตน์. (2568). การพัฒนากิจกรรมการฝึกอบรมแบบผสมผสานเพื่อพัฒนาความสามารถการเขียนบทความวิจัยและการนำเสนอผลงานวิจัยสำหรับครู. วารสารวิจัยวิชาการ. ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 : 117–130.

จารุพร มีทรัพย์ทอง, วิลัยพร ยาขามป้อม, และ อัญชลี โกกะนุช. (2568). การพัฒนาสื่อดิจิทัลบนเครือข่ายสื่อสังคมออนไลน์ในการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว โดยชุมชนเชิงสร้างสรรค์ กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการท่องเที่ยว บ้านนาเวียงใหญ่ ตำบลศรีสองรัก อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย. วารสารวิทยาการจัดการปริทัศน์. ปีที่ 27 ฉบับที่ 2 : 214–225.

ชไมพร อินทร์แก้ว และ วิชัย นภาพงศ์. (2568). การพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ส่งเสริมทักษะการผลิตและพัฒนาสื่อนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อสารการศึกษา. e-Journal of Education Studies Burapha University. ปีที่ 7 ฉบับที่ 4 : 51–70.

ชวพัส, จินตนา, และสริญญา. (2567). การพัฒนาหลักสูตรอบรมป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังของพนักงานในสำนักงานโดยใช้การขัดจังหวะการนั่ง กิจกรรมประกอบดนตรีและสื่อสังคมออนไลน์. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ. ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 : 203–216.

ชญาภัสร์ สมกระโทก, จินตนา สรายุทธพิทักษ์, และ สริญญา รอดพิพัฒน์. (2565). หลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เรื่องความปลอดภัยในชีวิตของครูสุขศึกษา. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ. ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 : 171–188.

ทรงศักดิ์ สุริโยธิน และปรัชญา ใจภักดี. (2568). การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียด้วยชุดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) สำหรับใช้ในการสอนการอ่าน การเขียน และคิดวิเคราะห์ด้านภาษาไทยสำหรับประถมศึกษาของครูในสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี. วารสารการวิจัยการบริหารการพัฒนา. ปีที่ 15 ฉบับที่ 3–4 : 3427–3440.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ประเทียบ พรมนิลอง, ปรีดา เสมา, มานพ ต้นตระบันสัตย์, นุชฎา เกาะไพศาลสุขวัฒนา, ทรงธรรม ดีวนิชสกุล, และอุดมศักดิ์ จันทราทิพ. (2567). การพัฒนาการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติด้วยชุดฝึกปฏิบัติระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วน. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, ปีที่ 23 ฉบับที่ 3 : 107–117.

ปัทมาภรณ์ คงขุนทด, มนชยา ก้างยาง, ปรางทิพย์ ทาเสนาะ เอลเทอร์, พรรณทิพย์ โชมขุนทด เศรษฐาธน โภคิน, และ จงกลนี ตุ้ยเจริญ. (2567). การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนรูปแบบแอปพลิเคชันเรื่องกลไกการคลอดปกติ สำหรับนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิต. วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สรรพสิทธิประสงค์. ปีที่ 8 ฉบับที่ 3 : e273164.

พิชญาภา ยวงสร้อย, และวิวัฒน์ มีสุวรรณ์. (2567). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามหลักพุทธวิธีผ่านห้องเรียนเมตาเวิร์ส ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศ สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี. วารสารพุทธจิตวิทยา. ปีที่ 9 ฉบับที่ 3 : 477–491.

ผ่องอำไพ ธรรมอริยสกุล, วิชัย นภาพงศ์, จิรวัฒน์ ตันสกุล, และชไมพร อินทร์แก้ว. (2566). การสังเคราะห์รูปแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน. Journal of Information and Learning. ปีที่ 34 ฉบับที่ 2 : 1–15.

พิศิษฐ ตัณฑวณิช และพนา จินดาศรี. (2561). ความหมายที่แท้จริงของค่า IOC. วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 : 3–12.

เมธีณัฐ รัตนกุล. (2562). [ออนไลน์]. คู่มือการปฏิบัติงาน การบริหารกระบวนการฝึกอบรม. งานสนับสนุนการบริการวิชาการ สถาบันแห่งชาติเพื่อการพัฒนาเด็กและครอบครัว มหาวิทยาลัยมหิดล. [สืบค้นวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2569]. จาก https://cf.mahidol.ac.th/th/wp-content/uploads/2019/03/trainingm.pdf

สำราญ วานนท์ และรจนา เมืองแสน. (2568). การพัฒนาแพลตฟอร์มโลกเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการขายและยกระดับแหล่งเรียนรู้ การตลาดดิจิทัลผลิตภัณฑ์ชุมชน. วารสารเมธีวิจัย Savant Journal of Social Sciences. ปีที่ 2 ฉบับที่ 4 : 12–21.

เสฏฐวุฒิ บรรดาศักดิ์ และ ชนินันท์ ยอดนาม. (2568). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อดิจิทัลเรื่องท่ารำนาฏยศัพท์เบื้องต้น เพื่อส่งเสริมทักษะท่ารำโขน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายประถม). วารสารราชภัฏสุรินทร์วิชาการ. ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 : 57–70.

สุทิชา แลกันทะ และ อดิศักดิ์ ธีรานุพัฒนา. (2567). ทัศนคติของผู้บริโภคในอำเภอเมืองลำปางที่มีต่อเครื่องปรับอากาศแบบโซลาร์ไฮบริด. วารสารบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 : 240–250.

สุดารัตน์ บุญญานุกูลกิจ และวรวุฒิ มั่นสุขผล. (2566). การพัฒนากิจกรรมฝึกอบรมแบบผสมผสานด้วยการสอนเชิงสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการสร้างนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์ของครูและบุคลากรทางการศึกษา ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก จังหวัดราชบุรี. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ปีที่ 21 ฉบับที่ 2 : 350–372.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2564). แผนพัฒนาบุคลากรสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ภายใต้แผนกลยุทธ์การบริหารทรัพยากรบุคคลสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา พ.ศ. 2561–2564. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. [สืบค้นวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2569]. จาก https://backoffice.onec.go.th/uploaded2/Category/202104/PlanHRM2564Rv1.pdf?utm_source

อภิเชษฐ์ เพ็งสอน และทิพย์รัตน์ ประเสริฐสังข์. (2567). การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมออนไลน์โดยใช้การสาธิตแบบแสดงผลเพื่อส่งเสริมความรู้ในการออกกำลังกายสำหรับวัยรุ่น. Thai Journal of Health, Physical Education and Recreation. ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 : 134–146.

เอกสิทธิ์ อภิสิทธิกุล, นฤมล ศิระวงษ์, และ รัฐพล ประดับเวทย์. (2566). การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมออนไลน์เพื่อพัฒนาคุณภาพด้านการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ในระดับอุดมศึกษา. วารสารศิลป การจัดการ ปีที่ 7 ฉบับที่ 3 : 1003–1023.

ภาษาอังกฤษ

Azeez, N. T. (2025). "Enhancing energy efficiency in government buildings through DSM strategy and solar air conditioning technology." Energy Reports. Vol. 14 No 2 : 4201–4211.

Alaskaree, E. H. (2023). "Air conditioning of a classroom with solar energy using an absorptive cooling system." Energy and Buildings. Vol. 296 : 113379.

Al-Yasiri, Q., Szabó, M., and Arıcı, M. (2022). "A review on solar-powered cooling and air-conditioning systems for building applications." Energy Reports. Vol. 8 : 2888–2907.

Branch, R. M. (2009). "Instructional design: The ADDIE approach." Springer New York.

Chang, S., and Suh, J. (2025). "The Impact of Digital Storytelling on Presence, Immersion, Enjoyment, and Continued Usage Intention in VR-Based Museum Exhibitions." Sensors. Vol. 25 No. 9 : 2914

Carvalho, S. A., Conceição, E. S., and Marques, I. C. P. (2025). "The impact of virtual reality on employee training and learning in organisations : A systematic literature review." Applied Sciences. Vol. 15 No. 19 : 10459.

Flavin, M., and Bhandari, A. (2021). "What we talk about when we talk about virtual learning environments." The International Review of Research in Open and Distributed Learning. Vol. 22 No. 4 : 164–193.

Ghazali, A. K., Ab. Aziz, N. A., Ab. Aziz, K., and Tse Kian, N. (2024). "The usage of virtual reality in engineering education." Cogent Education. Vol. 11 No. 1 : 2319441.

Huang, L.-C., and Hung, C.-Y. (2022). "Effects of Multimedia Audio and Video Integrated Orientation Training on Employees' Organizational Identification and Self-Efficacy Promotion." Frontiers in Psychology. Vol. 13 : 803330.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). [online]. Climate Change 2023: Synthesis Report. [cited January 2 , 2026]. Available from : URL : https://www.linkedin.com/business/talent/blog/learning-anddevelopment/benefits-of-microlearning

International Energy Agency. (2018). [online]. "The future of cooling." IEA. [cited January 2 , 2026]. Available from : URL : https://www.iea.org/reports/the-future-of-cooling

Jabir, H. J., Hussein, A. A., Jasim, A. M., and Hamdi, W. K. (2025). "Energy consumption of conventional and solar air conditioning systems: A comparative study." TEM Journal. Vol. 14 No. 2 : 1037–1048.

Klein, C. (2023). "Understanding the relevance of digital media in higher education." International Journal of Technology in Education and Science (IJTES). Vol. 7 No. 1 : 71–82.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., and Plimmer, B. (2017). "A systematic review of virtual reality in education." Themes in Science and Technology Education. Vol. 10 No. 2 : 85–119.

Li, H., Zhang, H., Zou, B., and Peng, J. (2024). "A generalized study of photovoltaic driven air conditioning potential in cooling season in mainland China." Renewable Energy. Vol.223 : 120048.

Likert, R. (1932). [online]. "A technique for the measurement of attitudes." Archives of Psychology. [cited January 23,2026].Available from: URL : https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf

Menrisal. (2022). "Digital learning media: Review." Journal of Digital Learning and Distance Education. Vol. 1, No. 4.

Mayer, R. E. (2020). [online]."Multimedia Learning (3rd ed)." Cambridge:Cambridge University. [cited January 21,2026]. Available. from: URL: https://www.cambridge.org /highereducation/books/multimedia-learning

Makransky, G., and Petersen, G. B. (2019). "Investigating the process of learning with desktop virtual reality: A structural equation modeling approach." Computers & Education. Vol. 134 : 15–30.

Nwasuka, N. C., Nwankwojike, N., & Nwaiwu, U. (2021). "Performance evaluation of a solar hybrid air-conditioner." Proceedings on Engineering Sciences. Vol *3* No 4 : 463–472.

Qawqzeh, Y., Al Shraah, A., Rizwan, A., Sánchez-Chero, M., Vallejos More, L. A., and Shabaz, M. (2025). "Exploring the effectiveness of virtual reality-based training for sustainable health and occupational safety in industry 4.0." Scientific Reports. Vol. 15 : 28930. Available from: URL : https://www.nature.com/articles/s41598-025-14173-y

Opoku, R., Mensah-Darkwa, K., & Muntaka, A. S. (2018). "Techno-economic analysis of a hybrid solar PV-grid powered air-conditioner for daytime office use in hot

humid climates: A case study in Kumasi city." Ghana. Solar Energy. Vol.165 : 65–74.

Penna, A. R., et al. (2022). "Evaluation of a virtual training to enhance public health capacity for COVID-19 infection prevention and control in nursing homes." American Journal of Infection Control. Vol. 28 No. 6 : 682–692.

Rasuli, M. A., and Torii, S. (2024). "A review on solar air conditioning systems." Journal of Sustainable Energy Revolution. Vol. 4 No. 1 : 1–10.

Robyn Murphy, TU Dublin R. (2022). "Evaluating the effects of Virtual Reality training on the accuracy rate of a Supply Chain Fulfilment team." Irish Journal of Academic Practice. Vol. 10 No. 2 : 4.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., and Wohlgenannt, I. (2020). "A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda." Computers & Education. Vol. 147 : 103778.

Redecker, C., and Punie, Y. (2017). [online]. "European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu." Luxembourg : Publications Office of the European Union. [cited January 27, 2026]. Available from : URL : https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466?mode=full

Strazzeri, I., Notebaert, A., Barros, C., Quinten, J., and Demarbaix, A. (2024). "Virtual reality integration for enhanced engineering education and experimentation: A focus on active thermography." Computers. Vol. 13 No. 8 : 199.

Uchechukwu, N., Chibundo, P. N., Moses, C. C., and Victor, C. N. (2023). "Development of a solar hybrid air conditioner." Indian Journal of Engineering. Vol. 20 : e18ije1644

Wang, Y., & Siripala, W. (2025). "Metaverse enhancing vocational skills of digital media education in Chinese higher vocational institutions." Journal of Education and Learning. Vol. 14 No. 5 : 239–249.

Yahya, G. M., et al. (2025). "A mixed methods evaluation finds virtual training among health professions education trainees and supervisors as effective as in-person training." Journal of Medical Education and Curricular Development. Vol. 12 : 1-10.

Yang, C., Zhang, J., Hu, Y., Yang, X., Chen, M., Shan, M., and Li, L. (2024). "The impact of virtual reality on practical skills for students in science and engineering education: A meta-analysis." International Journal of STEM Education. Vol. 11 : 28.

Zhang, R. Y., et al. (2022). "Digital media teaching and learning in a data-driven environment: A systematic review." Computational Intelligence and Neuroscience. Vol. 2022 : 1217846.

Zawacki-Richter, O. (2009). "Research Areas in Distance Education: A Delphi Study." The International Review of Research in Open and Distributed Learning. Vol. 10 No. 3 : 674.

ภาคผนวก ก

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

- รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพ
- ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพ ด้านเนื้อหา
- แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพ ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม
- แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพ ด้านสื่อดิจิทัล

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพ

1. รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศรี ศรีสวัสดิ์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตสุพรรณบุรี

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์สุดา ประกาศวุฒิสาร

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

3. อาจารย์ ดร.จอมสุรางค์ ลิมป์ประเสริฐกุล

วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุษณา เทียนทอง

คณะพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

5. อาจารย์ ดร.นุชชฎา เกาะไพศาลสุขวัฒนา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ที่ อว 7104.5/15

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

14 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อประกอบการทำสารวิทยานิพนธ์

เรียน รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ ประจำวิทยาเขตสุพรรณบุรี

ด้วย นายศุภโชค ภูสิงห์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำสารนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศรี ศรีสวัสดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการฝึกปฏิบัติและด้านสื่อจิดิทัล โดยนักศึกษาจะติดต่อประสานงานในรายละเอียดกับผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสม สำหรับประกอบการทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร 0 2587 8256
นักศึกษา โทรศัพท์ 065 543 9535

อย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือประเมินคุณภาพ

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
ของเครื่องมือประเมินคุณภาพ ด้านเนื้อหา

ชื่อหัวข้อวิจัย การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด
Development of a Virtual Digital Training Center to Enhance Skills in Hybrid Solar Air Conditioner Installation

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ

ผู้วิจัย นายศุภโชค ภูสิงห์
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา
ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อผู้ประเมิน .....
ตำแหน่ง .....
สถานที่ทำงาน .....

คำชี้แจง

1. วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับวัตถุประสงค์ด้านเนื้อหาที่มีต่อเนื้อหาเรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรม

นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

3. หัวข้อการฝึกอบรม

หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
หน่วยที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
หน่วยที่ 3 ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
หน่วยที่ 4 งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
หน่วยที่ 5 ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

4. คำชี้แจงการตอบแบบประเมิน

โปรดแสดงความคิดเห็นที่มีต่อรายการประเมินโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังต่อไปนี้

+1 หมายถึง ถ้าท่านแน่ใจว่ารายการประเมินวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
0 หมายถึง ถ้าท่านไม่แน่ใจว่ารายการประเมินวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
-1 หมายถึง ถ้าท่านเห็นว่ารายการประเมินวัดไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ท่านโปรดให้ข้อมูลอันมีค่าและแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
	+1	0	-1
1. เนื้อหามีความถูกต้อง ตามหลักมาตรฐานการฝึกอาชีพ			
2. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เข้ารับการฝึกอบรม			
3. เนื้อหามีการแบ่งหมวดหมู่หรือหัวข้อย่อยที่ช่วยให้เรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ			
4. เนื้อหาใช้ภาษาในการสื่อสารที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน			
5. เนื้อหามีความทันสมัยต่อเทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบัน			
6. เนื้อหามีการเรียงลำดับจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่มีความซับซ้อนมากขึ้น			
7. เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ: .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่: ...../..... /.....

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
ของเครื่องมือประเมินคุณภาพ ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

ชื่อหัวข้อวิจัย การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด
Development of a Virtual Digital Training Center to Enhance Skills in Hybrid Solar Air Conditioner Installation

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ

ผู้วิจัย นายศุภโชค ภูสิงห์
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา
ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อผู้ประเมิน .....
ตำแหน่ง .....
สถานที่ทำงาน .....

คำชี้แจง

1. วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับวัตถุประสงค์ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมเรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรม

นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

3. คำชี้แจงการตอบแบบประเมิน

โปรดแสดงความคิดเห็นที่มีต่อรายการประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังต่อไปนี้

+1 หมายถึง ถ้าท่านแน่ใจว่ารายการประเมินวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

0 หมายถึง ถ้าท่านไม่แน่ใจว่ารายการประเมินวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

-1 หมายถึง ถ้าท่านเห็นว่ารายการประเมินไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ท่านโปรดให้ข้อมูลอันมีค่าและแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
	+1	0	-1
1. หัวข้อการฝึกอบรม			
1.1 หัวข้อการฝึกอบรมมีความเหมาะสมและตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้			
1.2 หัวข้อการฝึกอบรมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย			
1.3 หัวข้อการฝึกอบรมมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกันในแต่ละบทเรียน			
1.4 หัวข้อการฝึกอบรมครอบคลุมเนื้อหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์			
2. แผนกิจกรรมการฝึกอบรม			
2.1 แผนกิจกรรมมีการวางลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย			
2.2 ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม แต่ละส่วนเหมาะสม ไม่ยาวหรือสั้นเกินไป			
2.3 กิจกรรมด้านการฝึกทักษะมีความหลากหลาย ไม่น่าเบื่อ และสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เข้ารับการฝึกได้ดี			
2.4 กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ			
2.5 แผนกิจกรรมสามารถปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมกับรูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน			

รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
	+1	0	-1
3. สื่อดิจิทัล/เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม			
3.1 สื่อมีความถูกต้องและสอดคล้องกับเนื้อหาการฝึกอบรม			
3.2 สื่อดิจิทัลที่ใช้มีความน่าสนใจและทันสมัย			
3.3 สื่อดิจิทัลเน้นการมีปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม			
3.4 เครื่องมือที่ใช้ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถฝึกปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ			
3.5 อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการฝึกทักษะในการฝึกอบรม			
4. การวัดและประเมินผล			
4.1 วิธีการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับเนื้อหาของการฝึกอบรม			
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะ สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์			
4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์			
4.4 ผลการประเมินสามารถสะท้อนความก้าวหน้าของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ: .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่: ...../..... /.....

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา
ของเครื่องมือประเมินคุณภาพ ด้านสื่อดิจิทัล

ชื่อหัวข้อวิจัย การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด
Development of a Virtual Digital Training Center to Enhance Skills in Hybrid Solar Air Conditioner Installation

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ

ผู้วิจัย นายศุภโชค ภูสิงห์
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา
ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อผู้ประเมิน .....
ตำแหน่ง .....
สถานที่ทำงาน .....

<u>คำชี้แจง</u>

1. วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับวัตถุประสงค์ด้านสื่อดิจิทัลที่มีต่อเนื้อหาเรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดโดยประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ด้านเว็บไซต์ฝึกอบรม

ส่วนที่ 2 ด้านศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรม

นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

3. คำชี้แจงการตอบแบบประเมิน

โปรดแสดงความคิดเห็นที่มีต่อรายการประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังต่อไปนี้

+1 หมายถึง ถ้าท่านแน่ใจว่ารายการประเมินวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

0 หมายถึง ถ้าท่านไม่แน่ใจว่ารายการประเมินวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

-1 หมายถึง ถ้าท่านเห็นว่ารายการประเมินไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ท่านโปรดให้ข้อมูลอันมีค่าและแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ส่วนที่ 1

เว็บไซต์ฝึกอบรม

รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
	+1	0	-1
1. ด้านการออกแบบ			
1.1 รูปแบบและโครงสร้างของเว็บไซต์มีความชัดเจนไม่ซับซ้อนและเป็นระเบียบ			
1.2 สีสันและกราฟิกเหมาะสม สบายตา และดึงดูดความสนใจ			
1.3 ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสม อ่านง่าย			
1.4 การจัดวางองค์ประกอบในแต่ละหน้าเว็บเพจเหมาะสมและสมดุล			
1.5 เว็บไซต์มีความสวยงาม ทันสมัย และตรงกับลักษณะของเนื้อหา			
1.6 ภาพประกอบและสื่อดิจิทัลมีความเหมาะสม สื่อสารได้ชัดเจนสอดคล้องกับเนื้อหา			
2. ด้านการใช้งาน			
2.1 เมนูนำทางและฟังก์ชันต่าง ๆ ใช้งานง่ายและเข้าถึงข้อมูลได้ตามความต้องการ			
2.2 ความเร็วในการโหลดข้อมูลของเว็บไซต์อยู่ในระดับที่น่าพอใจ			
2.3 สามารถใช้งานบนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน ได้ตามความต้องการ			
2.4 ระบบการค้นหาข้อมูลในเว็บไซต์ทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ: .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่: ...../...../.....



ส่วนที่ 2

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
	+1	0	-1
1. ด้านการออกแบบ			
1.1 รูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีความสวยงาม ทันสมัย เหมาะกับเนื้อหาการอบรม			
1.2 การจัดวางองค์ประกอบและสื่อการสอนภายในห้องเรียนเสมือนมีความชัดเจน เป็นระเบียบ			
1.3 ตัวอักษร สี และกราฟิกที่ใช้มีความเหมาะสม อ่านง่าย			
1.4 ภาพ เสียง วิดีโอ และสื่อประกอบมีความคมชัด ดึงดูดความสนใจ			
1.5 แบบจำลอง 3 มิติ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ มีสมจริง			
2. ด้านการใช้งาน			
2.1 เข้าใช้งานได้ง่ายสะดวกรวดเร็ว และเวลาในการนำเสนอที่เหมาะสม			
2.2 ระบบมีความน่าเชื่อถือ ไม่สะดุดหรือเกิดข้อผิดพลาดระหว่างการใช้งาน			
2.3 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถควบคุมการเข้าถึงเนื้อหาได้ตามความต้องการ			
3. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน			
3.1 ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถมีส่วนร่วมแบบเรียลไทม์ในการสนทนา ตั้งคำถาม และแสดงความคิดเห็นได้สะดวกและรวดเร็ว			
3.2 ระบบมีเครื่องมือที่หลากหลายที่ช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการฝึกอบรม			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ: .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่: ...../...../.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

- รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา
- ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

1.ดร.สมยศ กีรติชีวนันท์

ตำแหน่ง ที่ปรึกษา กรรมการผู้จัดการ สถานที่ทำงาน บริษัท บิทไว้ส์ (ประเทศไทย) จำกัด

2. ธีรพล อินธิยศ

ตำแหน่ง วิศวกร อาวุโส สถานที่ทำงาน บริษัท บิทไว้ส์ (ประเทศไทย) จำกัด

3. ฐเดช เกาะพลับ

ตำแหน่ง วิศวกรโครงการ สถานที่ทำงาน บริษัท ไทยทาซากิ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ที่ อว 7104.5/20

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

25 มีนาคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาการฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำสารนิพนธ์

เรียน ดร.สมยศ กีรติชีวนันท์ ที่ปรึกษากรรมการผู้จัดการ บริษัท บิทไว้ส์ (ประเทศไทย) จำกัด

ด้วย นายศุภโชค ภูสิงห์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาการฝึกอบรม โดยนักศึกษาจะติดต่อประสานงานในรายละเอียดกับผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสม สำหรับประกอบการทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร 0 2587 8256
นักศึกษา โทรศัพท์ 065 543 9534

ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

แบบประเมินคุณภาพ ด้านเนื้อหา

ชื่อหัวข้อวิจัย การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด
Development of a Virtual Digital Training Center to Enhance Skills in Hybrid Solar Air Conditioner Installation

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ

ผู้วิจัย นายศุภโชค ภูสิงห์
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา
ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อผู้ประเมิน .....
ตำแหน่ง .....
สถานที่ทำงาน .....

คำชี้แจง

1. วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

เพื่อประเมินคุณภาพของเนื้อหา เรื่อง การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรม

นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

3. หัวข้อการฝึกอบรม

หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หน่วยที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หน่วยที่ 3 ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หน่วยที่ 4 งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หน่วยที่ 5 ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

4. คำชี้แจงการตอบแบบประเมิน

โปรดแสดงความคิดเห็นที่มีต่อรายการประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ท่านโปรดให้ข้อมูลอันมีค่าและแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักมาตรฐานการฝึกอาชีพ	☐	☐	☐	☐	☐
2. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เข้าอบรม	☐	☐	☐	☐	☐
3. เนื้อหามีการแบ่งหมวดหมู่หรือหัวข้อย่อยที่ช่วยให้เรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ	☐	☐	☐	☐	☐
4. เนื้อหาใช้ภาษาในการสื่อสารที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน	☐	☐	☐	☐	☐
5. เนื้อหามีความทันสมัยต่อเทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบัน	☐	☐	☐	☐	☐
6. เนื้อหามีการเรียงลำดับจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่มีความซับซ้อนมากขึ้น	☐	☐	☐	☐	☐
7. เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ: .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่: ...../..... /.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

- รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม
- ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม
- แบบประเมินผลทักษะปฏิบัติระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
- แบบประเมินผลทักษะปฏิบัติระบบสารทำความเย็น
- แบบประเมินผลทักษะปฏิบัติการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
- แบบบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
- แบบประเมินผลทักษะปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
- แบบรวมผลประเมินทักษะปฏิบัติ
- แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมต่อการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

1.นางสาวกอบแก้ว อุดมเกษตรรัตน์

ตำแหน่งครูชำนาญการ แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

2.นายคมสันต์ กล้าเวช

ตำแหน่งครูชำนาญการ แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

3.นายธำรงศักดิ์ หมินก้าหรีม

ตำแหน่งครูเชี่ยวชาญ แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ที่ อว 7104.5/23

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

22 เมษายน 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม เพื่อประกอบการทำสารนิพนธ์

เรียน นางสาวกอบแก้ว อุดมเกษตรรัตน์ ครูชำนาญการ แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ด้วย นายศุภโชค ภูสิงห์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำสารนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม โดยนักศึกษาจะติดต่อประสานงานในรายละเอียดกับผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสม สำหรับประกอบการทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร 0 2587 8256
นักศึกษา โทรศัพท์ 0 2312 3995 ต่อ 111

ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

แบบประเมินคุณภาพ ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

ชื่อหัวข้อวิจัย การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด
Development of a Virtual Digital Training Center to Enhance Skills in Hybrid Solar Air Conditioner Installation

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ

ผู้วิจัย นายศุภโชค ภูสิงห์
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา
ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อผู้ประเมิน .....
ตำแหน่ง .....
สถานที่ทำงาน .....

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

คำชี้แจง

1. วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

เพื่อประเมินคุณภาพของรายการประเมิน ด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรมเรื่องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

2. ผู้เข้ารับการฝึกอบรม

นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

3. คำชี้แจงการตอบแบบประเมิน

โปรดแสดงความคิดเห็นที่มีต่อรายการประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก
3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ท่านโปรดให้ข้อมูลอันมีค่าและแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. หัวข้อการฝึกอบรม					
1.1 หัวข้อการฝึกอบรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	☐	☐	☐	☐	☐
1.2 หัวข้อการฝึกอบรมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	☐	☐	☐	☐	☐
1.3 หัวข้อการฝึกอบรมมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกันในแต่ละบทเรียน	☐	☐	☐	☐	☐
1.4 หัวข้อการฝึกอบรมครอบคลุมเนื้อหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์	☐	☐	☐	☐	☐
2. แผนกิจกรรมการฝึกอบรม					
2.1 แผนกิจกรรมมีการวางลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	☐	☐	☐	☐	☐
2.2 ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมแต่ละส่วนเหมาะสมไม่ยาวหรือสั้นเกินไป	☐	☐	☐	☐	☐
2.3 กิจกรรมด้านการฝึกทักษะมีความหลากหลาย ไม่น่าเบื่อและสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เข้ารับการฝึกได้ดี	☐	☐	☐	☐	☐
2.4 กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ	☐	☐	☐	☐	☐
2.5 แผนกิจกรรมสามารถปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมกับรูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	☐	☐	☐	☐	☐
3. สื่อดิจิทัล/เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม					
3.1 สื่อมีความถูกต้องและสอดคล้องกับเนื้อหาการฝึกอบรม	☐	☐	☐	☐	☐
3.2 สื่อดิจิทัลที่ใช้มีความน่าสนใจและทันสมัย	☐	☐	☐	☐	☐
3.3 สื่อดิจิทัลเน้นการมีปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของผู้เข้าอบรม	☐	☐	☐	☐	☐
3.4 เครื่องมือที่ใช้ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถฝึกปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ	☐	☐	☐	☐	☐
3.5 อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการฝึกทักษะในการฝึกอบรม	☐	☐	☐	☐	☐
4. การวัดและประเมินผล					
4.1 วิธีการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับเนื้อหา ของการฝึกอบรม	☐	☐	☐	☐	☐
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะ สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์	☐	☐	☐	☐	☐
4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์	☐	☐	☐	☐	☐
4.4 ผลการประเมินสามารถสะท้อนความก้าวหน้า ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้	☐	☐	☐	☐	☐

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ: .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่: ...../..... /.....

แบบฝึกทักษะปฏิบัติ
ระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

เรื่อง การเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ (Power Supply Ac)

คำชี้แจง

ให้ผู้เข้าอบรบเชื่อมต่อสายไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมคอนซูเมอร์ยูนิตตามมาตรฐานวงจรที่หน่วยงานการไฟฟ้ากำหนด และเชื่อมต่อสายไฟฟ้า THW 1*2.5 เข้ากับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริดโดยใช้ลูกเซอร์กิตย่อยที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 20 แอมป์

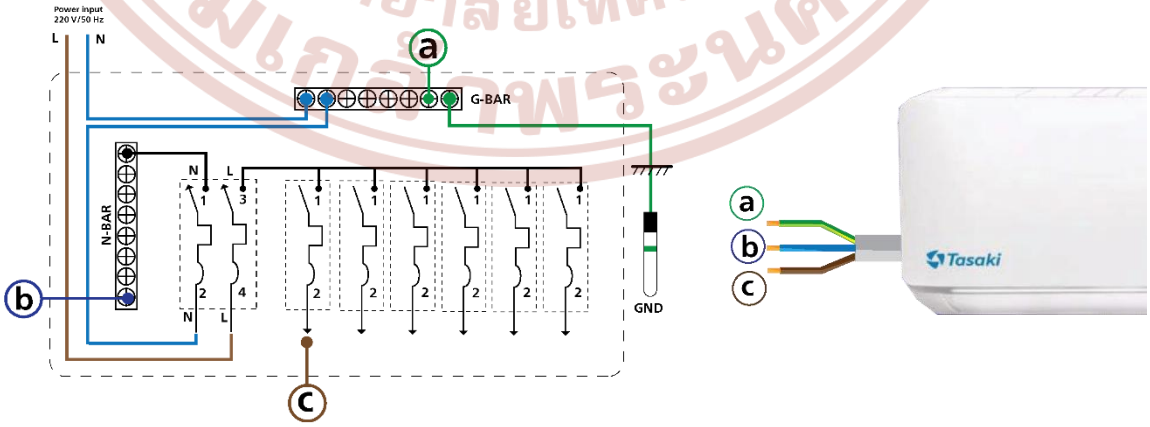
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า (Power Supply Ac) ให้กับเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้

สื่อ/เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม

1. เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด
2. ตู้ควบคุมไฟฟ้าคอนซูเมอร์ยูนิต
3. สายไฟฟ้า THW 1*2.5
4. ชุดเครื่องมือช่างพื้นฐาน
5. มัลติมิเตอร์ดิจิทัล

วงจรตู้ควบคุมคอนซูเมอร์ยูนิต



แบบฝึกทักษะปฏิบัติ
ระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

เรื่อง การเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ (Power Supply Dc)

คำชี้แจง

1. ให้ผู้เข้าอบรบติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าเซอร์กิตเบรกเกอร์ Dc และอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า (Surge Protection) พร้อมทั้งเชื่อมต่อสายไฟฟ้าตามวงจรที่กำหนดให้จากไดอะแกรม
2. ให้ผู้เข้าอบรมเชื่อมต่อสายไฟฟ้า Pv-1F จากตู้ควบคุมไฟฟ้า Dc ไปยังเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดพร้อมทั้งเชื่อมต่อ Mc4 ให้เรียบร้อย

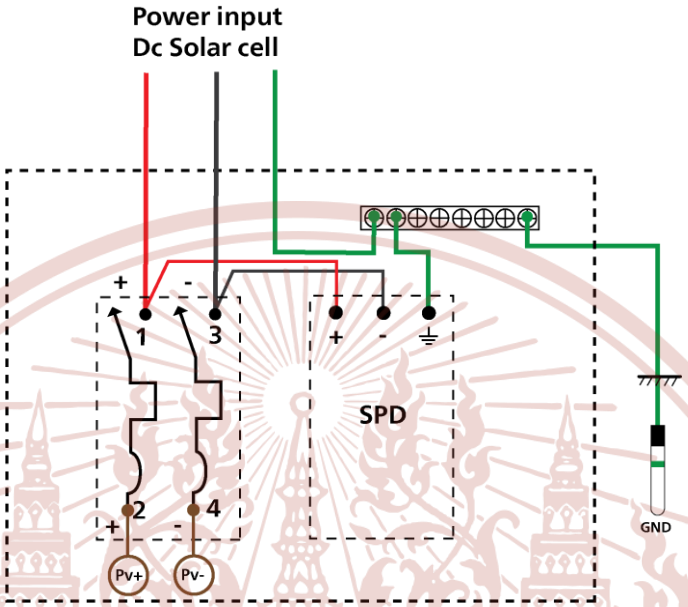
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า (Power Supply Dc) ให้กับเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้

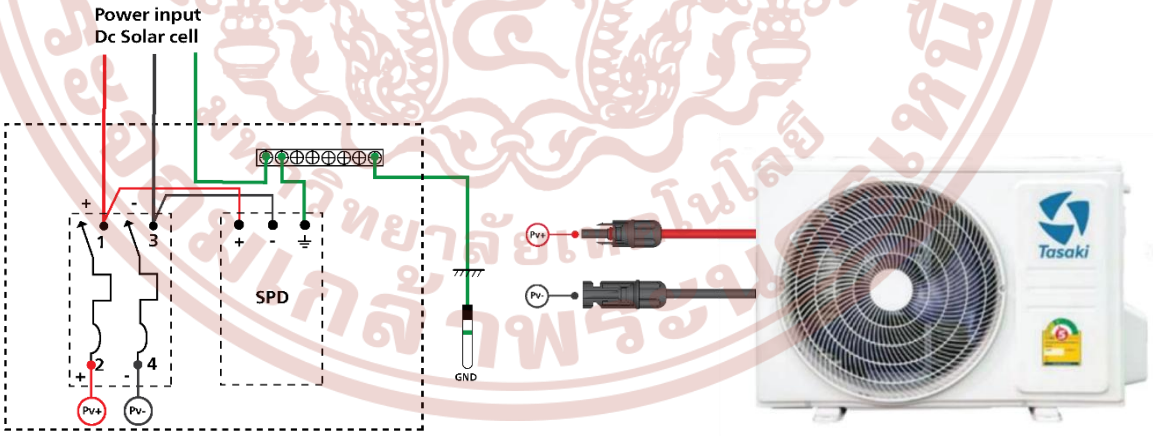
สื่อ/เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม

1. เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด
2. แผงโซลาร์เซลล์ 550 W
3. ตู้ควบคุมไฟฟ้า Dc
4. สายไฟฟ้า Pv-1F
5. ชุดเครื่องมือช่างพื้นฐาน
6. ชุดเครื่องมือย้ำสาย Mc4
7. Mc4 คอนเนคเตอร์
8. มัลติมิเตอร์ดิจิทัล

ลักษณะการวางติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า Dc



วงจรการเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า (Power Supply Dc) ให้กับเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด



แบบฝึกทักษะปฏิบัติ
ระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

เรื่อง การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU

คำชี้แจง

1. ให้ผู้เข้าอบรบเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU ให้ถูกต้อง

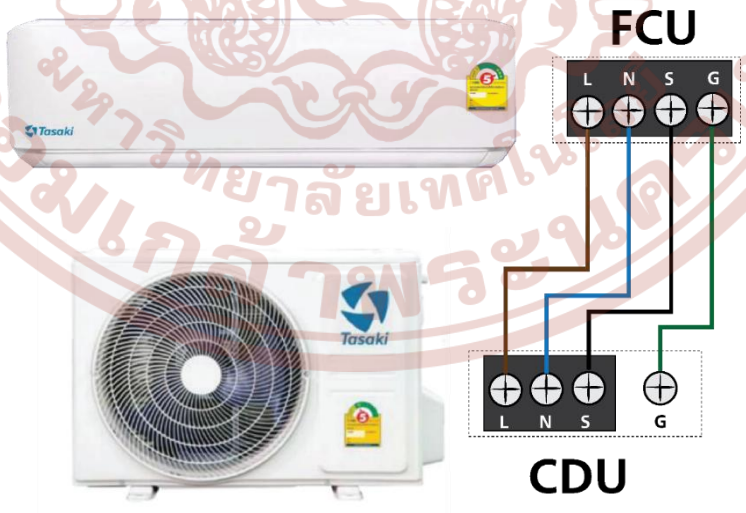
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU ได้ถูกต้อง

สื่อ/เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม

1. เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด
2. ชุดเครื่องมือช่างพื้นฐาน
3. มัลติมิเตอร์ดิจิทัล
4. สายไฟฟ้า THW 1*2.5

วงจรการเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU



แบบฝึกทักษะปฏิบัติ
ระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

เรื่อง ระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

คำชี้แจง

1. ให้ผู้เข้าอบรบเลือกสารทำความเย็นชนิด R-32 เพื่อใช้เติมเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดโดยให้ค่ากระแสไฟฟ้าในการเติมต้องไม่สูงเกินกว่าค่าที่กำหนดในเนมเพรท และมีพิกัดแรงดันสารทำความเย็นด้านแรงดันต่ำไม่สูงเกินกว่า 150 PSI พร้อมทั้งบันทึกค่าลงในตารางตามที่กำหนดให้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เลือกใช้ประเภทของสารทำความเย็นได้ถูกต้อง
2. เติมสารทำความเย็นเข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้

สื่อ/เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม

1. เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด
2. ชุดเครื่องมือช่างพื้นฐาน
3. แคลมป์มิเตอร์
4. แมนนิโฟลเกจ
5. สารทำความเย็น R-32 R-22 R-410a

ตารางบันทึกผลการเติมสารทำความเย็น

รายการ	ค่าที่ระบุในเนมเพรท	ค่าที่วัดค่าได้
กระแสไฟฟ้า		
แรงดันสารทำความเย็นด้าน LOW		

แบบฝึกทักษะปฏิบัติ
งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

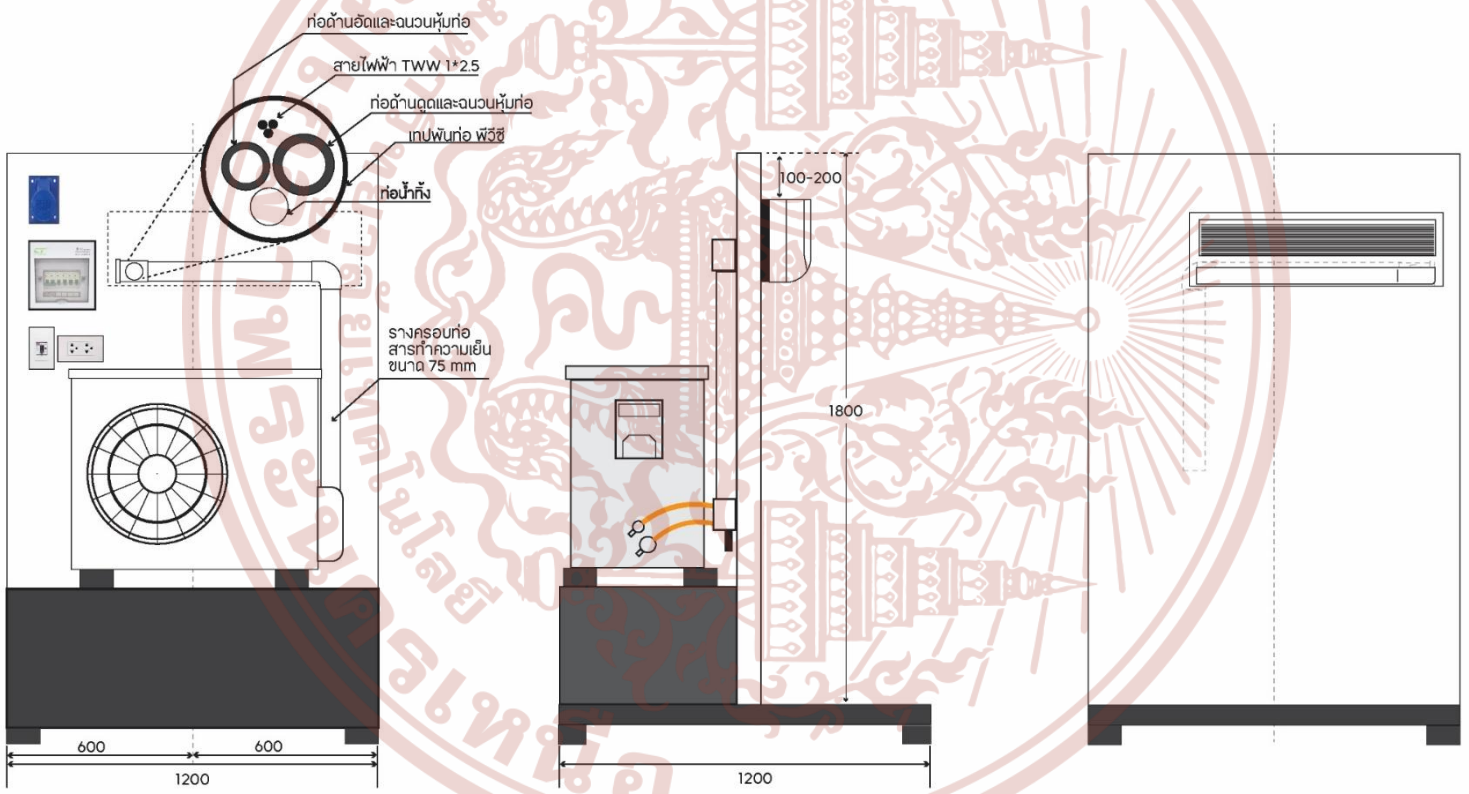
คำชี้แจง

1. ให้ผู้เข้าอบรบติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ตามแบบที่กำหนดให้พร้อมทั้งบันทึกผลการทำงานของเครื่องปรับอากาศลงในตารางให้ครบถ้วน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ติดตั้ง FCU และ CDU เข้ากับจุดติดตั้งได้
2. ติดตั้งท่อสารทำความเย็นได้
3. ติดตั้งท่อน้ำทิ้ง PVC ได้
4. กำหนดทิศทางการติดตั้งโซลาร์เซลล์ได้
5. ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาได้
6. เชื่อมต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุด้วย Mc4 ได้
7. เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Ac จากตู้ควบคุมไฟฟ้าคอนซูเมอร์ยูนิตเข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
8. ต่อวงจรควบคุมตู้ไฟฟ้า Dc ได้
9. เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Dc จากตู้ควบคุมไฟฟ้ากระแสตรง Dc เข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้

งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด กำหนดเวลาเสร็จสิ้นภายใน 200 นาที

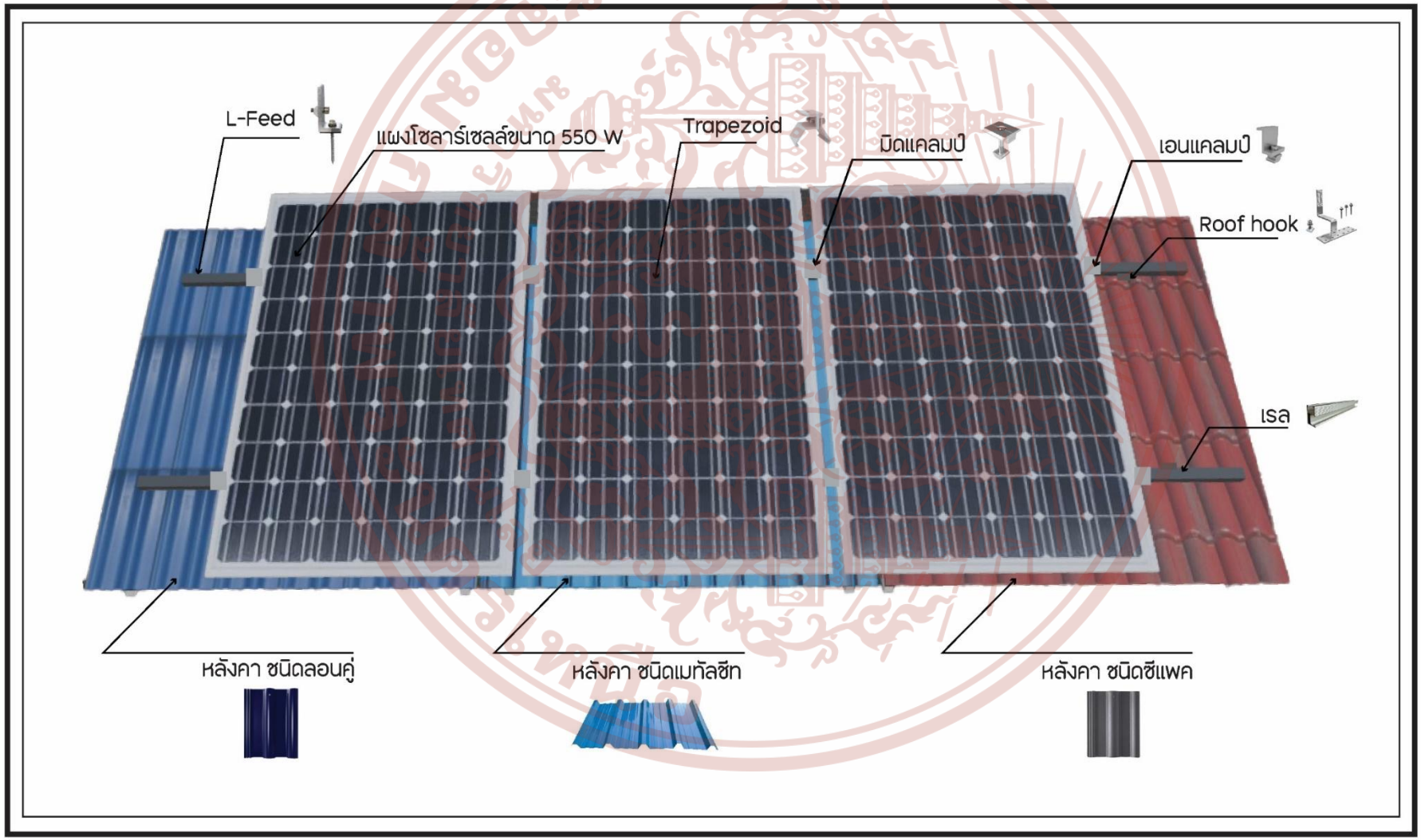


ภาพด้านหลัง (Rear View)

ภาพด้านข้าง (Side View)

ภาพด้านหน้า (Front View)

งานติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์ กำหนดเวลาเสร็จสิ้นภายใน 120 นาที



แบบบันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

คำสั่ง

ให้บันทึกข้อมูลหลังจากการติดตั้งและเดินเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ตามข้อมูลที่ระบุให้ดังนี้

1. ชนิดของสารทำความเย็น .....
2. ปริมาณสารทำความเย็นที่บรรจุ ..... กิโลกรัม (kg)
3. หาตำแหน่งขั้ว L และขั้ว N บนเบรกเกอร์ ขั้วด้านซ้ายเป็น .....
ขั้วด้านขวาเป็น .....
4. วัดแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย AC ..... Volt วัดแรงดันไฟฟ้าแหล่งจ่าย DC .....
Volt
5. วัดความต่อเนื่องสายดิน ระหว่างขั้ว Gnd ( ) ของเครื่องกับขั้ว N ของแหล่งจ่าย .....
6. วัดค่าความต้านทานระหว่างสาย (โดยใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัด R x 10K)
   - L กับ Gnd ..... MΩ
   - N กับ Gnd ..... MΩ
   - Control กับ Gnd ..... MΩ
7. วัดการลัดวงจรใต้เบรกเกอร์ ระหว่างขั้ว L กับขั้ว N .....
8. วัดการลัดวงจรที่ชุดคอยล์ร้อน ระหว่างขั้ว L กับขั้ว N .....
9. วัดกระแสไฟฟ้าของชุดคอล์ยร้อน ..... Amp (ก่อน run DC)
   วัดกระแสไฟฟ้าของชุดคอล์ยร้อน ..... Amp (หลัง run DC)
10. วัดความดันด้านดูด(Suction) ..... PSIG
11. วัดอุณหภูมิระเหย ..... องศา C
12. วัดอุณหภูมิลมส่งแฟนคอยล์ ..... องศา C
13. วัดอุณหภูมิลมกลับแฟนคอยล์ ..... องศา C
14. วัดค่า VOC ..... Volt

แบบประเมินผลทักษะปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

ชื่อ.....นามสกุล.....

ลำดับที่	จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1	เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ **ก่อนปฏิบัติงาน** ได้ถูกต้อง	☐	☐	
2	ติดตั้ง FCU และ CDU เข้ากับจุดติดตั้งตรงตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง	☐	☐	
3	ติดตั้งท่อสารทำความเย็น ตรงตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง	☐	☐	
4	ติดตั้งท่อน้ำทิ้ง PVC ตรงตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง	☐	☐	
5	เชื่อมต่อสายไฟฟ้าระหว่าง FCU และ CDU ได้ถูกต้องครบถ้วน	☐	☐	
6	ใช้สีสายไฟฟ้าตรงตามมาตรฐานที่กำหนด	☐	☐	
7	กำหนดทิศทางการติดตั้งโซลาร์เซลล์ได้ถูกต้อง	☐	☐	
8	ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาได้ถูกต้องครบถ้วนและแข็งแรงปลอดภัย	☐	☐	
9	เชื่อมต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุด้วย Mc4 ได้ถูกต้อง	☐	☐	
10	เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Ac จากตู้ควบคุมไฟฟ้าคอนซูเมอร์ยูนิตเข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้ถูกต้อง	☐	☐	

ลำดับที่	จุดประเมิน	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
11	ติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ควบคุมไฟฟ้าได้ถูกต้องตรงตามแบบที่กำหนด	☐	☐	
12	ต่อวงจรควบคุมตู้ไฟฟ้า Dc ได้ถูกต้องครบถ้วน	☐	☐	
13	เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Dc จากตู้ควบคุมไฟฟ้ากระแสตรง Dc เข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้ถูกต้อง	☐	☐	
14	บันทึกข้อมูลของเนมเพรทลงในตารางบันทุกผลได้ถูกต้องครบถ้วน	☐	☐	
15	บันทึกผลการทดสอบลงในตารางบันทึกผลได้ถูกต้องครบถ้วน	☐	☐	
16	จัดเก็บเครื่องมือหลังจบการฝึกปฏิบัติงานเป็นระเบียบเรียบร้อย	☐	☐	

เวลาปฏิบัติงาน.....**นาที**

สรุปผลการประเมิน ☐ ผ่าน ☐ไม่ผ่าน

เนื่องจาก.....

.....

.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

...../...../.....

แบบรวมผลประเมินทักษะปฏิบัติ

วัน.....เดือน.....พ.ศ..... สถานที่สอบ.....

ชื่อ-สกุล.....เลขที่สอบ.....

หัวข้อการประเมิน	เวลา	จำนวนข้อ	คะแนนที่ได้
1. การเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ (Power Supply Ac)	15 นาที	4	
2. การเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ (Power Supply Dc)	15 นาที	4	
3.การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU	15 นาที	6	
4.ระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด	30 นาที	6	
5.เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด	165 นาที	16	
รวม	4 ชั่วโมง	36	

หมายเหตุ

1.ใช้เวลาในการปฏิบัติ 4 ชั่วโมง หากเกินระยะเวลาที่กำหนดให้วิทยากรให้คะแนนประเมินตามผลงาน

2.เกณฑ์การผ่านการประเมินต้องมีคะแนนรวมไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80

ผลประเมิน ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน ☐

ลงชื่อผู้ประเมิน ลงชื่อผู้รวมคะแนน

1..... 1.....

2.....

3.....

ทักษะปฏิบัติที่ 1 เรื่อง การเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ (Power Supply Ac)

หัวข้อการให้คะแนน	คะแนน	คะแนนที่ได้
1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ก่อนปฏิบัติงาน ได้ถูกต้อง	5	
2.เลือกใช้งานประเภทของสายไฟฟ้าในการเชื่อมต่อวงจร ได้ถูกต้อง	5	
3.เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า (Power Supply Ac) ให้กับเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ได้ถูกต้อง	5	
4.จุดต่อสายไฟฟ้ามีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและปลอดภัย	5	
คะแนนรวม	20	
ตัวคูณ = 10/20 = 0.50		
คะแนนเต็ม = คะแนนรวม × ตัวคูณ	10	

ทักษะปฏิบัติที่ 2 เรื่อง การเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องปรับอากาศ (Power Supply Dc)

หัวข้อการให้คะแนน	คะแนน	คะแนนที่ได้
1.เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงาน ได้ถูกต้อง	5	
2.ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า เซอร์กิตเบรกเกอร์ Dc และอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า (Surge Protection) ได้ถูกต้อง	5	
3.เชื่อมต่อสายไฟฟ้าตามวงจรที่กำหนดให้จากไดอะแกรมได้ถูกต้องครบถ้วน	5	
4.เชื่อมต่อสายไฟฟ้า PV-1F จากตู้ควบคุมไฟฟ้า Dc ไปยังเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดพร้อมทั้งเชื่อมต่อ Mc4 ได้ถูกต้องครบถ้วน	5	
คะแนนรวม	20	
ตัวคูณ = 10/20 = 0.50		
คะแนนเต็ม = คะแนนรวม × ตัวคูณ	10	

ทักษะปฏิบัติที่ 3 เรื่อง การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU

หัวข้อการให้คะแนน	คะแนน	คะแนนที่ได้
1.เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงาน ได้ถูกต้อง	5	
2.เลือกใช้งานประเภทของสายไฟฟ้าในการเชื่อมต่อวงจร ได้ถูกต้อง	5	
3.ย้ำหางปลาได้แข็งแรงแน่นหน้า	5	
4.ใช้สีสายไฟฟ้าได้ถูกต้องตามที่กำหนด	5	
5.เชื่อมต่อสายไฟฟ้าระหว่าง FCU และ CDU ได้ถูกต้อง	5	
6.จุดขันแน่นสายไฟฟ้าบนเทอร์มินอล แน่นทุกจุด	5	
คะแนนรวม	30	
ตัวคูณ = 15/30=0.50		
คะแนนเต็ม = คะแนนรวม × ตัวคูณ	15	15

ทักษะปฏิบัติที่ 4 เรื่อง ระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หัวข้อการให้คะแนน	คะแนน	คะแนนที่ได้
1.เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงานได้ถูกต้อง	5	
2.เลือกใช้สารทำความเย็นได้ถูกต้องตามที่ระบุ	5	
3.ไล่อากาศในสายเมนิโฟเกจ ก่อนเติมสารทำความเย็น เข้าสู่ระบบ	5	
4.ระบุค่าจากเนมเพรท ลงในตารางบันทุกได้ถูกต้อง	5	
5.ระบุค่ากระแสไฟฟ้าขณะเครื่องปรับอากาศทำงานเต็มประสิทธิภาพ ลงในตารางได้ถูกต้อง	5	
6.ระบุค่าแรงดันดันสารทำความเย็นด้านแรงดันต่ำขณะ เครื่องปรับอากาศทำงานเต็ม ประสิทธิภาพ ลงในตารางได้ถูกต้อง	5	
คะแนนรวม	30	
ตัวคูณ = 15/30=0.50		
คะแนนเต็ม = คะแนนรวม × ตัวคูณ	15	

ทักษะปฏิบัติที่ 5 เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หัวข้อการให้คะแนน	คะแนน	คะแนนที่ได้
1.เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ก่อนปฏิบัติงาน ได้ถูกต้อง	5	
2.ติดตั้ง FCU และ CDU เข้ากับจุดติดตั้ง ตรงตามแบบที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง	5	
3.ติดตั้งท่อสารทำความเย็น ตรงตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง	5	
4.ติดตั้งท่อน้ำทิ้ง PVC ตรงตามแบบที่กำหนดได้ถูกต้อง	5	
5.เชื่อมต่อสายไฟฟ้าระหว่าง FCU และ CDU ได้ถูกต้องครบถ้วน	5	
6.ใช้สีสายไฟฟ้าตรงตามมาตรฐานที่กำหนด	5	
7.กำหนดทิศทางการติดตั้งโซลาร์เซลล์ได้ถูกต้อง	5	
8.ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาได้ถูกต้องครบถ้วนและแข็งแรงปลอดภัย	5	
9.เชื่อมต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุด้วย Mc4 ได้ถูกต้อง	5	
10.เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Ac จากตู้ควบคุมไฟฟ้าคอนซูเมอร์ยูนิตเข้าเครื่องปรับอากาศ โซลาร์ไฮบริดได้ถูกต้อง	5	
11.ติดตั้งอุปกรณ์ในตู้ควบคุมไฟฟ้าได้ถูกต้องตรงตามแบบที่กำหนด	5	
12.ต่อวงจรควบคุมตู้ไฟฟ้า Dc ได้ถูกต้องครบถ้วน	5	
13.เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Dc จากตู้ควบคุมไฟฟ้ากระแสตรง Dc เข้าเครื่องปรับอากาศ โซลาร์ไฮบริดได้ถูกต้อง	5	
14.บันทึกข้อมูลของเนมเพรท ลงในตารางบันทุกผลได้ถูกต้องครบถ้วน	5	
15.บันทึกผลการทดสอบลงในตารางบันทึกผลได้ถูกต้องครบถ้วน	5	
16.จัดเก็บเครื่องมือหลังจบการฝึกปฏิบัติงานเป็นระเบียบเรียบร้อย	5	
คะแนนรวม	80	
ตัวคูณ = 50/80 = 0.62		
คะแนนเต็ม = คะแนนรวม × ตัวคูณ	50	

แบบประเมินความพึงพอใจ

<u>คำชี้แจง</u>

5. วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

6. คำชี้แจงการตอบแบบประเมิน

โปรดแสดงความคิดเห็นที่มีต่อรายการประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ท่านโปรดให้ข้อมูลอันมีค่าและแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านที่ 1 แผนกิจกรรมการฝึกอบรม					
1.1 แผนกิจกรรมมีการวางลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย					
1.2 ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมแต่ละส่วนเหมาะสม ไม่ยาวหรือสั้นเกินไป					
1.3 กิจกรรมด้านการฝึกทักษะมีความหลากหลาย ไม่น่าเบื่อและสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เข้ารับการฝึกได้ดี					
1.4 กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
1.5 กิจกรรมมีการสรุปประเด็นสำคัญเพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนขึ้น					
1.6 แผนกิจกรรมสามารถปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมกับรูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน					
ด้านที่ 2 สื่อการฝึกอบรม					
2.1 ความสะดวกในการเข้าถึงและใช้งานสื่อดิจิทัล					
2.2 ความแปลกใหม่และทันสมัยของรูปแบบการนำเสนอ					
2.3 ประสิทธิภาพในการสนับสนุนการเรียนรู้หรือฝึกอบรม					
2.4 สื่อในส่งเสริมการเรียนรู้อย่างยั่งยืน					
2.5 ความพึงพอใจโดยรวมต่อศูนย์ฝึกอบรมเสมือน					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล

- รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล
- ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล

ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อดิจิทัล

1.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดารัตน์ กุลณัฐรวงศ์
ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

2.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอปอ กลับสกุล
รองผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมผู้ช่วย

3.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีรญา ทองเฉลิม
อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

4.อาจารย์ ดร.มนธิรา บุญญวินิจ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

5.อาจารย์พล เนื่องจำนงค์
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยุกระจายเสียงวิทยุโทรทัศน์และการผลิตสื่อสตรีมมิ่ง
คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ



ที่ อว 7104.5/46

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

1 ตุลาคม 2568

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล สำหรับประกอบการทำสารนิพนธ์

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดารัตน์ กุลณัฐรวงศ์
ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ด้วย นายศุภโชค ภูสิงห์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำสารนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์จากท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพของสื่อการฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยนักศึกษาจะติดต่อประสานงานในรายละเอียดกับผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสม สำหรับประกอบการทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวนันท์ แดงประเสริฐ)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
โทรศัพท์ / โทรสาร 0 2587 8256
นักศึกษา โทรศัพท์ 0 2312 3995 ต่อ 111

ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญด้านประเมินความคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล

แบบประเมินคุณภาพ ด้านสื่อการฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

ชื่อหัวข้อวิจัย การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด
Development of a Virtual Digital Training Center to Enhance Skills in Hybrid Solar Air Conditioner Installation

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาวพรรณ ขำทับ

ผู้วิจัย นายศุภโชค ภูสิงห์
นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา
ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อผู้ประเมิน .....
ตำแหน่ง .....
สถานที่ทำงาน .....

คำชี้แจง

1. วัตถุประสงค์ของแบบประเมิน

เพื่อประเมินคุณภาพของสื่อการฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เรื่อง การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

2. คำชี้แจงการตอบแบบประเมิน

โปรดแสดงความคิดเห็นที่มีต่อรายการประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก
3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3. สิ่งที่แนบมาด้วย

1 URL (https://shorturl.asia/214QM)
2 คู่มือการใช้งาน ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่ท่านโปรดให้ข้อมูลอันมีค่าและแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1.เว็บไซต์					
1.1 ด้านการออกแบบและการนำเสนอ					
1.1.1 การออกแบบดูทันสมัยและน่าสนใจ	☐	☐	☐	☐	☐
1.1.2 การใช้สีเพื่อเน้นจุดสำคัญ เช่น ปุ่มกด หรือลิงก์ ดูชัดเจน	☐	☐	☐	☐	☐
1.2.3 ข้อมูลต่างๆ มีการจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ ไม่ทำให้ผู้ใช้รู้สึกสับสน	☐	☐	☐	☐	☐
1.2.4 ตัวอักษรที่ใช้เหมาะสมและสามารถอ่านได้ง่าย	☐	☐	☐	☐	☐
1.2 ด้านการใช้งาน					
1.2.1 เมนูและฟังก์ชันต่าง ๆ ใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน	☐	☐	☐	☐	☐
1.2.2 ผู้ใช้สามารถเข้าใจวิธีการใช้งานเว็บไซต์ได้ง่าย	☐	☐	☐	☐	☐
1.2.3 เว็บไซต์ประมวลผลได้รวดเร็ว	☐	☐	☐	☐	☐
1.2.4 เว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้จากอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ มือถือ หรือแท็บเล็ต	☐	☐	☐	☐	☐
1.3 สื่อดิจิทัล					
1.3.1 ดิจิทัลบุ๊ค					
1.3.1.1 ตัวอักษรขนาดเหมาะสมและอ่านได้ง่าย	☐	☐	☐	☐	☐
1.3.1.2 เนื้อหามีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	☐	☐	☐	☐	☐
1.3.1.3 ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐
1.3.1.4 ภาพประกอบมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1.3.2 ระบบคำนวณแผงโซลาร์					
1.3.2.1 การออกแบบระบบมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	☐	☐	☐	☐	☐
1.3.2.2 ภาพสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	☐	☐	☐	☐	☐
1.3.2.3 ขนาดตัวอักษรมีความชัดเจนเหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐
1.3.2.4 ผู้ใช้สามารถเข้าใจวิธีการคำนวณได้โดยง่าย	☐	☐	☐	☐	☐
1.3.2.5 ผลลัพธ์ที่คำนวณมีความชัดเจนไม่ซับซ้อน	☐	☐	☐	☐	☐
2.ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน					
2.1 ด้านการออกแบบ					
2.1.1 ความสมจริงของสภาพแวดล้อมเหมือน	☐	☐	☐	☐	☐
2.1.2 ความสามารถในการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	☐	☐	☐	☐	☐
2.1.3 วัตถุต่าง ๆ ในพื้นที่เสมือนถูกจัดเรียงให้เหมาะสมกับการใช้งาน	☐	☐	☐	☐	☐
2.1.4 ขนาดพื้นที่ที่ใช้ในสภาพแวดล้อมเสมือนสามารถรองรับกิจกรรมการฝึกอบรมได้อย่างเหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐
2.2 ด้านการใช้งานและกิจกรรมการฝึกอบรม					
2.2.1 ระบบใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน	☐	☐	☐	☐	☐
2.2.2 สามารถดึงดูดและสร้างแรงจูงใจให้ผู้เข้าอบรม	☐	☐	☐	☐	☐
2.2.3 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้ารับการฝึกอบรมกับผู้สอน	☐	☐	☐	☐	☐
2.2.4 การออกแบบกิจกรรมที่เน้นการมีส่วนร่วมเชิงปฏิบัติ	☐	☐	☐	☐	☐
2.3ด้านสื่อดิจิทัล					
2.3.1 รูปทรงและขนาดของโมเดล 3 มิติ เหมาะสมกับบริบทในสภาพแวดล้อมเหมือน	☐	☐	☐	☐	☐
2.3.2 โมเดล 3 มิติ ถูกจัดวางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม	☐	☐	☐	☐	☐
2.3.3 ภาพประกอบสามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	☐	☐	☐	☐	☐
2.3.4 วิดีโอเหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ในการฝึกอบรม	☐	☐	☐	☐	☐

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ: .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่: ...../..... /.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาคผนวก จ

ผลประเมิน

- วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านเนื้อหา
- ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม
- ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านสื่อดิจิทัล
- ผลการหาคุณภาพด้านเนื้อหา
- ผลการหาคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม
- ผลการหาคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล
- ผลการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วยการฝึกอบรมที่ 1	
เรื่อง ความปลอดภัยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	
หัวข้อ	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**
1. อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล 2. ความปลอดภัยและการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า 3. ความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง	1. อธิบายวิธีการใช้งานของอุปกรณ์ PPE ได้ 2. เลือกอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลมาใช้งานได้ 3. อธิบายสาเหตุของการถูกไฟฟ้าช็อตได้ 4. วิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้าได้ 5. เรียงลำดับขั้นตอนการช่วยเหลือผู้เกิดอุบัติเหตุจากไฟฟ้าได้ 6. วิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานบนที่สูงได้ 7. เลือกใช้งานอุปกรณ์ PPE ในการปฏิบัติงานบนที่สูงได้ 8. เรียงลำดับขั้นตอนการช่วยเหลือผู้เกิดอุบัติเหตุจากการทำงานบนที่สูงได้

หน่วยการฝึกอบรมที่ 2	
เรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	
หัวข้อ	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**
1. เครื่องมือในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2. อุปกรณ์สำหรับงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	1. เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้ 2. บำรุงรักษาเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้ 3. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้ 4. เลือกใช้อุปกรณ์เมาท์ติง ให้ตรงกับประเภทของหลังคาได้ 5. เลือกใช้สายไฟฟ้าที่เหมาะสมกับงานไฟฟ้าแต่ละประเภทได้

หน่วยการฝึกอบรมที่ 3	
เรื่อง หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	
หัวข้อ	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**
1. ระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2. ระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	1. อธิบายหลักการทำงานทางไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้ 2. เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Power Supply AC ให้กับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้ 3. เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Power Supply DC ให้กับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้ 4. เชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU ได้ถูกต้อง 5. อธิบายวัฏจักรสารทำความเย็นได้ 6. เลือกใช้ประเภทของสารทำความเย็นได้ถูกต้อง 7. เติมสารทำความเย็นเข้าเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้

หน่วยการฝึกอบรมที่ 4	
เรื่อง งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	
หัวข้อ	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**
1. งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด 2. งานติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์	1. อธิบายขั้นตอนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้ 2. กำหนดจุดติดตั้ง FCU และ CDU ได้ 3. ติดตั้ง FCU และ CDU เข้ากับจุดติดตั้งได้ 4. ติดตั้งท่อสารทำความเย็นได้ 5. ติดตั้งท่อน้ำทิ้ง PVC ได้ 6. อธิบายขั้นตอนในการติดตั้งโซลาร์เซลล์ได้ 7. กำหนดทิศทางการติดตั้งโซลาร์เซลล์ได้ 8. ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาได้ 9. เชื่อมต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุด้วย MC4 ได้

หน่วยการฝึกอบรมที่ 5	
เรื่อง ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	
หัวข้อ	**วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**
1. การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 2. การบำรุงรักษาแผงโซลาร์เซลล์ 3. รหัสข้อผิดพลาดของการทำงานเครื่องปรับอากาศ (Error Code)	1. ล้างแผ่นกรองอากาศโซลาร์ไฮบริดได้ 2. ล้างบำรุงเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริดได้ 3. อธิบายขั้นตอนการล้างแผงโซลาร์เซลล์ได้ 4. ล้างบำรุงแผงโซลาร์เซลล์ได้ 5. อ่านรหัสข้อผิดพลาดของการทำงานเครื่องปรับอากาศ (Error Code) ได้

ตารางที่ จ-1 ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาการฝึกอบรม

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	(S.D)	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5				
1. เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักมาตรฐานการฝึกอาชีพ	1	1	1	1	1	5	0.00	1	ใช้ได้
2. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เข้าอบรม	1	1	1	1	0	4	0.45	0.8	ใช้ได้
3. เนื้อหาครอบคลุมทุกหัวข้อที่จำเป็นในการติดตั้ง เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	1	1	1	1	1	5	0.00	1	ใช้ได้
4. เนื้อหามีการแบ่งหมวดหมู่หรือหัวข้อย่อยที่ช่วยให้เรียนรู้ได้ อย่างเป็นระบบ	1	1	1	1	1	5	0.00	1	ใช้ได้
5. เนื้อหาใช้ภาษาในการสื่อสารที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน	1	1	1	1	1	5	0.00	1	ใช้ได้
6. เนื้อหามีความทันสมัยต่อเทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบัน	1	1	1	1	0	4	0.45	0.8	ใช้ได้
7. เนื้อหามีการเรียงลำดับจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นปฏิบัติงานจริง	0	1	1	1	1	4	0.45	0.8	ใช้ได้
8. เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ถูกต้อง	1	1	1	1	0	4	0.45	0.8	ใช้ได้
ค่าเฉลี่ย							0.30	0.9	ใช้ได้

ตารางที่ จ-2 ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	(S.D)	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5				
1. หัวข้อการฝึกอบรม									
1.1 หัวข้อการฝึกอบรมมีความเหมาะสมและตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.2 หัวข้อการฝึกอบรมมีความทันสมัยและสอดคล้องกับ สถานการณ์ปัจจุบัน	1	1	1	0	1	4	0.45	0.80	ใช้ได้
1.3 หัวข้อการฝึกอบรมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และสามารถ นำไปใช้ได้จริง	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.4 หัวข้อที่จัดอบรมมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกัน ในแต่ละบทเรียน	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.5 หัวข้อการฝึกอบรมครอบคลุมเนื้อหาได้ครบถ้วนและเพียงพอ	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.6 หัวข้อการฝึกอบรมเหมาะสมกับระดับความรู้ ของผู้เข้ารับการฝึก	1	1	1	0	1	4	0.45	0.80	ใช้ได้
2. แผนกิจกรรมการฝึกอบรม									
2.1 แผนกิจกรรมมีการวางลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
2.2 ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม แต่ละส่วนเหมาะสม ไม่ยาวหรือสั้นเกินไป	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
2.3 กิจกรรมด้านการฝึกทักษะมีความหลากหลาย ไม่น่าเบื่อ และสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เข้ารับการฝึกได้ดี	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ จ-2 ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	(S.D)	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5				
2. แผนกิจกรรมการฝึกอบรม									
2.4 กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบ ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
2.5 กิจกรรมมีการสรุปประเด็นสำคัญเพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนขึ้น	1	1	1	0	1	4	0.45	0.80	ใช้ได้
2.6 แผนกิจกรรมสามารถปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมกับรูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
3. สื่อดิจิทัล/เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม									
3.1 สื่อดิจิทัลที่ใช้มีความน่าสนใจและส่งเสริมการมีส่วนร่วม ของผู้เข้าอบรมได้ดี	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
3.2 เครื่องมือที่ใช้ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถฝึกปฏิบัติ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการฝึกทักษะ ในการฝึกอบรม	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
4. การวัดและประเมินผล									
4.1 การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับเนื้อหา ของการฝึกอบรม	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะ สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้ความสามารถสามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
4.4 ผลการประเมินสามารถสะท้อนความก้าวหน้าของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
ค่าเฉลี่ยรวม							0.07	0.97	ใช้ได้

ตารางที่ จ-3 ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านสื่อดิจิทัล

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	(S.D)	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5				
เว็บไซต์ฝึกอบรม									
1. ด้านการออกแบบ									
1.1 รูปแบบและโครงสร้างของเว็บไซต์มีความชัดเจน เข้าใจง่าย และเป็นระเบียบ	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.2 สีสันและกราฟิกเหมาะสม สบายตา และดึงดูดความสนใจ	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.3 ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสม อ่านง่าย	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.4 การจัดวางองค์ประกอบในแต่ละหน้าเหมาะสมและสมดุล	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.5 เว็บไซต์มีความสวยงาม ทันสมัย และตรงกับลักษณะของเนื้อหา	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.6 ภาพประกอบและสื่อดิจิทัลมีความเหมาะสม สื่อสารได้ชัดเจน และส่งเสริมเนื้อหา	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
2.ด้านการใช้งาน									
2.1 เมนูนำทางและลิงค์ต่าง ๆ ใช้งานง่าย สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ อย่างรวดเร็ว	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
2.2 ความเร็วในการโหลดข้อมูลของเว็บไซต์อยู่ในระดับที่น่าพอใจ	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
2.3 ข้อมูลในเว็บไซต์เป็นปัจจุบัน ถูกต้อง และครบถ้วน	1	1	1	1	0	4	0.45	0.80	ใช้ได้
2.4 สามารถใช้งานได้ดีบนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน	1	1	1	1	0	4	0.45	0.80	ใช้ได้
2.5 ระบบการค้นหาข้อมูลในเว็บไซต์ทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ จ-3 ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านสื่อดิจิทัล (ต่อ1)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	(S.D)	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5				
ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน									
1. ด้านการออกแบบ									
1.1 รูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนมีความสวยงาม ทันสมัย เหมาะกับเนื้อหาการอบรม	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.2 การจัดวางองค์ประกอบและสื่อการสอนภายในห้องเรียนเสมือน มีความชัดเจนเป็นระเบียบ	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.3 ตัวอักษร สี และกราฟิกที่ใช้มีความเหมาะสม อ่านง่าย ไม่ซับซ้อน	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.4 ภาพ เสียง วิดีโอ และสื่อประกอบมีความคมชัด ดึงดูดความสนใจ	1	1	1	1	0	4	0.45	0.80	ใช้ได้
1.5 อินเทอร์เฟส (Interface) ใช้งานง่ายและมีความเป็นมิตรต่อผู้อบรม	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
1.6 แบบจำลอง 3 มิติ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ มีความสมจริง	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
2.ด้านการใช้งาน									
2.1 เข้าใช้งานได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว และรองรับอุปกรณ์ที่หลากหลาย	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
2.2 ระบบมีความเสถียร ไม่สะดุดหรือเกิดข้อผิดพลาด ระหว่างการใช้งาน	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
2.3 ผู้เรียนสามารถควบคุมการเข้าถึงเนื้อหาได้ตามความต้องการ	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
2.4 ระบบมีการแสดงผลที่เหมาะสมและใช้งานง่ายบนทุกแพลตฟอร์ม เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และคอมพิวเตอร์	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ จ-3 ผลการหาความตรงเชิงเนื้อหาด้านสื่อดิจิทัล (ต่อ2)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					$\sum R$	(S.D)	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5				
ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน									
3. ด้านการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน									
3.1 ระบบสนับสนุนการสื่อสารและโต้ตอบระหว่างผู้สอนและผู้เรียนได้แบบเรียลไทม์	1	1	1	1	0	4	0.45	0.80	ใช้ได้
3.2 ผู้เรียนสามารถส่งคำถาม แสดงความคิดเห็นหรือมีส่วนร่วมในการสนทนาได้สะดวก	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
3.3 เครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน เช่น แบบทดสอบ เกม หรือกิจกรรมเสริม	1	1	1	1	1	5	0.00	1.00	ใช้ได้
ค่าเฉลี่ยรวม							0.08	0.96	ใช้ได้

ตารางที่ จ-4 ผลการหาคุณภาพด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			M	(S.D)	แปลผล
	1	2	3			
1. เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักมาตรฐานการฝึกอาชีพ	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
2. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับของผู้เข้าอบรม	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
3. เนื้อหาครอบคลุมทุกหัวข้อที่จำเป็นในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
4. เนื้อหามีการแบ่งหมวดหมู่หรือหัวข้อย่อยที่ช่วยให้เรียนรู้ได้ อย่างเป็นระบบ	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
5. เนื้อหาใช้ภาษาในการสื่อสารที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน	5	5	4	4.6	0.58	ดีมาก
6. เนื้อหามีความทันสมัยต่อเทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบัน	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
7. เนื้อหามีการเรียงลำดับจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นปฏิบัติงานจริง	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
8. เนื้อหาสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ถูกต้อง	5	5	5	5	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					0.07	ดีมาก

ตารางที่ จ-5 ผลการหาคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			M	(S.D)	แปลผล
	1	2	3			
1. หัวข้อการฝึกอบรม						
1.1 หัวข้อการฝึกอบรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 หัวข้อการฝึกอบรมมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 หัวข้อการฝึกอบรมมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกันในแต่ละบทเรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 หัวข้อการฝึกอบรมครอบคลุมเนื้อหาได้ครบถ้วนสมบูรณ์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2. แผนกิจกรรมการฝึกอบรม						
2.1 แผนกิจกรรมมีการวางลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม แต่ละส่วนเหมาะสม ไม่ยาวหรือสั้นเกินไป	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.3 กิจกรรมด้านการฝึกทักษะมีความหลากหลาย ไม่น่าเบื่อและสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เข้ารับการฝึกได้ดี	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 กิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ	5	4	5	4.60	0.58	ดีมาก
2.5 แผนกิจกรรมสามารถปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมกับรูปแบบของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	5	4	5	4.60	0.58	ดีมาก

ตารางที่ จ-5 ผลการหาคุณภาพด้านแผนกิจกรรมการฝึกอบรม (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			M	(S.D)	แปลผล
	1	2	3			
3. สื่อดิจิทัล/เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม						
3.1 สื่อมีความถูกต้องและสอดคล้องกับเนื้อหาการฝึกอบรม	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 สื่อดิจิทัลที่ใช้มีความน่าสนใจและทันสมัย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.3 สื่อดิจิทัลเน้นการมีปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของผู้เข้าอบรม	5	4	5	4.60	0.58	ดีมาก
3.4 เครื่องมือที่ใช้ช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถฝึกปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ	5	4	5	4.60	0.58	ดีมาก
3.5 อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการฝึกทักษะในการฝึกอบรม	5	4	5	4.60	0.58	ดีมาก
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 วิธีการวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมกับเนื้อหาของการฝึกอบรม	4	5	5	4.60	0.58	ดีมาก
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะ สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้สามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
4.4 ผลการประเมินสามารถสะท้อนความก้าวหน้าของผู้เข้ารับการฝึกอบรมได้	5	4	5	4.60	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย				4.81	0.39	ดีมาก

ตารางที่ จ-6 ผลการกาคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					M	(S.D)	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1. เว็บไซต์ฝึกอบรม								
1.1 ด้านการออกแบบและการนำเสนอ								
1.1.1 การออกแบบดูทันสมัยและน่าสนใจ	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
1.1.2 การใช้สีเพื่อเน้นจุดสำคัญ เช่น ปุ่มกด หรือลิงก์ดูชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
1.1.3 ข้อมูลต่างๆ มีการจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบ ไม่ทำให้ผู้ใช้ รู้สึกสับสน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	ดีมาก
1.1.4 ตัวอักษรที่ใช้เหมาะสมและสามารถอ่านได้ง่าย	5	5	4	5	5	4.80	0.45	ดีมาก
1.2 ด้านการใช้งาน								
1.2.1 เมนูและฟังก์ชันต่าง ๆ ใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	ดีมาก
1.2.2 ผู้ใช้สามารถเข้าใจวิธีการใช้งานเว็บไซต์ได้ง่าย	5	5	4	5	5	4.80	0.45	ดีมาก
1.2.3 เว็บไซต์ประมวลผลได้รวดเร็ว	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.2.4 เว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้จากอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ มือถือ หรือแท็บเล็ต	5	3	5	5	5	4.60	0.89	ดีมาก
1.3 สื่อดิจิทัล								
1.3.1 ดิจิทัลบุ๊ค								
1.3.1.1 ตัวอักษรขนาดเหมาะสมและอ่านได้ง่าย	5	5	4	5	5	4.80	0.45	ดีมาก
1.3.1.2 เนื้อหามีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.3.1.3 ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสม	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
1.3.1.4 ภาพประกอบมีขนาดและการจัดวางที่เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.3.2 ระบบคำนวณแผงโซลาร์								
1.3.2.1 การออกแบบระบบมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.3.2.2 ภาพสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.3.2.3 ขนาดตัวอักษรมีความชัดเจนเหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	0.45	ดีมาก
1.3.2.4 ผู้ใช้สามารถเข้าใจวิธีการคำนวณได้โดยง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	ดีมาก

ตารางที่ จ-6 ผลการกาคุณภาพด้านสื่อดิจิทัล (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					M	(S.D)	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1.3 สื่อดิจิทัล								
1.3.2 ระบบคำนวณแผงโซลาร์								
1.3.2.1 การออกแบบระบบมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.3.2.2 ภาพสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.3.2.3 ขนาดตัวอักษรมีความชัดเจนเหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	0.45	ดีมาก
1.3.2.4 ผู้ใช้สามารถเข้าใจวิธีการคำนวณได้โดยง่าย	5	4	5	5	5	4.80	0.45	ดีมาก
1.3.2.5 ผลลัพธ์ที่คำนวณมีความชัดเจนไม่ซับซ้อน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน								
2.1 ด้านการออกแบบ								
2.1.1 ความสมจริงของสภาพแวดล้อมเหมือน	4	4	5	4	4	4.20	0.45	ดี
2.1.2 ความสามารถในการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เข้ารับการฝึกอบรม	5	4	5	5	4	4.60	0.55	ดีมาก
2.1.3 วัตถุต่าง ๆ ในพื้นที่เสมือนถูกจัดเรียงให้เหมาะสมกับ การใช้งาน	5	3	4	5	5	4.40	0.89	ดี
2.1.4 ขนาดพื้นที่ที่ใช้ในสภาพแวดล้อมเสมือนสามารถรองรับกิจกรรมการฝึกอบรมได้อย่างเหมาะสม	5	4	4	5	5	4.60	0.55	ดีมาก
2.2 ด้านการใช้งานและกิจกรรมการฝึกอบรม								
2.2.1 รูปทรงและขนาดของโมเดล 3 มิติ เหมาะสมกับบริบทในสภาพแวดล้อมเหมือน	5	5	5	4	5	4.80	0.45	ดีมาก
2.2.2 โมเดล 3 มิติ ถูกจัดวางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.2.3 ภาพประกอบสามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.2.4 วิดีโอเหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ในการฝึกอบรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย						4.75	0.45	ดีมาก

ตารางที่ จ-7 ผลการประเมินทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด

ผู้เข้าอบรม	ผลการประเมินทักษะ					คะแนนรวม (เต็ม100)	แปลผล
	ทักษะปฏิบัติที่ 1	ทักษะปฏิบัติที่ 2	ทักษะปฏิบัติที่ 3	ทักษะปฏิบัติที่ 4	ทักษะปฏิบัติที่ 5		
คนที่ 1	7.5	10	10	12.5	43.4	83.4	ผ่าน
คนที่ 2	10	10	10	12.5	49.6	92.1	ผ่าน
คนที่ 3	10	10	10	15	49.6	94.6	ผ่าน
คนที่ 4	10	7.5	15	15	43.4	90.9	ผ่าน
คนที่ 5	10	10	15	12.5	40.3	87.8	ผ่าน
คนที่ 6	7.5	10	15	12.5	43.4	88.4	ผ่าน
คนที่ 7	10	10	15	15	43.4	93.4	ผ่าน
คนที่ 8	10	7.5	10	12.5	49.6	89.6	ผ่าน
คนที่ 9	10	10	15	15	46.5	96.5	ผ่าน
คนที่ 10	10	10	15	15	43.4	93.4	ผ่าน
คนที่ 11	7.5	10	10	12.5	46.5	86.5	ผ่าน
คนที่ 12	10	5	10	15	49.6	89.6	ผ่าน
คนที่ 13	10	10	10	15	46.5	91.5	ผ่าน
คนที่ 14	10	5	15	15	49.6	94.6	ผ่าน
คนที่ 15	10	5	10	12.5	49.6	87.1	ผ่าน
คนที่ 16	7.5	10	10	12.5	49.6	89.6	ผ่าน
คนที่ 17	10	7.5	15	15	43.4	90.9	ผ่าน
คนที่ 18	10	7.5	15	12.5	43.4	88.4	ผ่าน
คนที่ 19	10	10	15	15	43.4	93.4	ผ่าน
คนที่ 20	7.5	7.5	12.5	12.5	46.5	86.5	ผ่าน
ค่าเฉลี่ย	**9.375**	**8.625**	**12.625**	**13.75**	**46.035**	**90.41**	**ผ่าน**

ภาคผนวก ฉ

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

- เนื้อหาการฝึกอบรม
- แผนกิจกรรมการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด
- คู่มือการใช้งานสื่อดิจิทัล
- ภาพบรรยากาศการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด
- ประวัติผู้วิจัย

ตัวอย่างเนื้อหาการฝึกอบรม



ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

หัวข้อ

1 อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
2 ความปลอดภัยและการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า
3 ความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1 อธิบายวิธีการใช้งานของอุปกรณ์ PPE ได้
2 เลือกอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลมาใช้งานได้
3 อธิบายสาเหตุของการถูกไฟฟ้าช็อตได้
4 วิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้าได้
5 เรียงลำดับขั้นตอนการช่วยเหลือผู้เกิดอุบัติเหตุจากไฟฟ้าได้
6 วิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานบนที่สูงได้
7 เลือกใช้งานอุปกรณ์ PPE ในการปฏิบัติงานบนที่สูงได้
8 เรียงลำดับขั้นตอนการช่วยเหลือผู้เกิดอุบัติเหตุจากการทำงานบนที่สูงได้

ความปลอดภัยในการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

บทนำ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดถือเป็นการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้พลังงาน โดยผสานพลังงานจากแสงอาทิตย์เข้ากับระบบไฟฟ้าหลัก อย่างไรก็ตามการติดตั้งและการบำรุงรักษาระบบดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานไฟฟ้า ซึ่งมีความเสี่ยงสูง เช่น การสัมผัสกับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแผงโซลาร์เซลล์ ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จากระบบหลัก หรือการเดินสายไฟในพื้นที่ ที่อาจเกิดอุบัติเหตุได้ อุบัติเหตุที่พบบ่อยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ได้แก่ ไฟฟ้าดูด การเชื่อมต่อสายไฟผิดพลาด การลื่นตกจากที่สูง และการบาดเจ็บจากเครื่องมือที่ไม่ได้มาตรฐาน ความรุนแรงของอุบัติเหตุเหล่านี้สามารถหลีกเลี่ยงได้ หากผู้ปฏิบัติงานตระหนักถึงความเสี่ยงและปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยที่เหมาะสม หน่วยการฝึกนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด รวมถึงแนวทางการป้องกัน เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) ที่เหมาะสม การปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานอย่างเคร่งครัด และการตรวจสอบระบบไฟฟ้าก่อนเริ่มใช้งาน เพื่อให้การทำงานปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล หรือ PPE (Personal Protective Equipment) เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติงานจากความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมการทำงานไม่ว่าจะเป็นความเสี่ยงด้านร่างกาย เช่น การบาดเจ็บจากการตก การกระแทก หรือการถูกของมีคม ไปจนถึงความเสี่ยงด้านสุขภาพ เช่น การสัมผัสสารเคมี ฝุ่นละออง หรือเสียงดังเกินมาตรฐาน นอกจากนี้ อุปกรณ์ PPE มีบทบาทสำคัญในการลดอุบัติเหตุและป้องกันการบาดเจ็บในสถานที่ทำงาน โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูง เช่นงานก่อสร้าง งานไฟฟ้า งานเหมืองแร่ หรืองานในห้องปฏิบัติการเคมี แม้ว่าการใช้ PPE ไม่สามารถกำจัดความเสี่ยงได้ทั้งหมด แต่เป็นตัวช่วยป้องกันสุดท้ายที่ช่วยลดผลกระทบจากอันตรายเหล่านั้นให้น้อยลง โดยอุปกรณ์ PPE ที่ทำมาใช้กับการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดมีดังนี้

1.รองเท้านิรภัย (Safety Shoes) รองเท้านิรภัย หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า รองเท้าเซฟตี้ (Safety Shoes) เป็นหนึ่งในอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment - PPE) ที่มีบทบาทสำคัญในงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง และงานที่มีความเสี่ยงสูงต่ออุบัติเหตุ รองเท้านิรภัยไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือป้องกันอันตราย แต่ยังช่วยสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมที่อาจเกิดอันตราย เช่น การตกของวัตถุ การบาดเจ็บจากการลื่น หรือการสัมผัสสารเคมี

ความสำคัญของรองเท้านิรภัย

ป้องกันการบาดเจ็บจากแรงกระแทก รองเท้านิรภัยมักออกแบบด้วยหัวเหล็ก (Steel Toe) หรือหัวคอมโพสิต (Composite Toe) ที่สามารถรับแรงกระแทกจากวัตถุหนักตกลงมาได้ ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากกระดูกเท้าแตกหรือบาดเจ็บรุนแรง

ป้องกันการลื่นไถลและการเสียสมดุล พื้นรองเท้าของรองเท้าเซฟตี้ มักผลิตจากวัสดุที่มีคุณสมบัติทนต่อการลื่น (Slip-resistant) และออกแบบให้มีดอกยางเพื่อเสริมการยึดเกาะ ช่วยลดโอกาสการลื่นล้มในพื้นที่เปียกหรือมัน

ป้องกันการสัมผัสกับไฟฟ้าหรือสารเคมี รองเท้านิรภัยบางรุ่นมีคุณสมบัติพิเศษ เช่น การป้องกันไฟฟ้าสถิต (ESD Protection) การต้านทานไฟฟ้าหรือความสามารถในการป้องกันสารเคมีรั่วซึม ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับงานไฟฟ้าหรืออุตสาหกรรมเคมี



ภาพที่ 1-1 ส่วนประกอบของรองเท้าเซฟตี้

2.ถุงมือผ้า (Fabric Gloves) เป็นอุปกรณ์ป้องกันที่มีบทบาทสำคัญในงานอุตสาหกรรม งานเกษตรกรรม งานก่อสร้าง และการใช้งานทั่วไปในชีวิตประจำวัน หน้าที่หลักของถุงมือผ้าคือการปกป้องมือจากอันตรายต่าง ๆ เช่น การบาด การขีดข่วน ความร้อนต่ำ หรือการสัมผัสกับสิ่งสกปรกและสารเคมี

ประเภทของถุงมือผ้า

1) **ถุงมือผ้าทอ (Knitted Gloves)** ทำจากเส้นใยที่ทอเป็นถุงมือทั้งชิ้นเหมาะสำหรับงานเบา เช่น งานทำความสะอาดหรือจัดเรียงสินค้า



ภาพที่ 1-2 ถุงมือผ้าเซฟตี้

2) **ถุงมือผ้าเคลือบยาง (Coated Gloves)** มีการเคลือบยางหรือสารโพลีเมอร์บนฝ่ามือ เพื่อเพิ่มความสามารถในการยึดจับ เหมาะสำหรับงานที่ต้องจับวัตถุเปียกหรือมัน



ภาพที่ 1-3 ถุงมือผ้าเคลือบยาง

3) **ถุงมือผ้ากันบาด (Cut-Resistant Gloves)** ผลิตจากเส้นใยพิเศษ เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือเส้นใยโลหะ ใช้ในงานที่มีความเสี่ยงต่อการบาดสูง



ภาพที่ 1-4 ถุงมือผ้ากันบาด

การดูแลรักษาถุงมือผ้า

- ทำความสะอาดโดยการซักและตากให้แห้งในที่ร่ม เพื่อรักษารูปทรง และความแข็งแรงของเส้นใย
- ตรวจสอบถุงมือผ้าก่อนใช้งาน หากมีรอยขาดหรือชำรุดควรเปลี่ยนทันที

3. หมวกนิรภัย (Helmet) เป็นอุปกรณ์ป้องกันส่วนศีรษะที่สำคัญในงานอุตสาหกรรม งานก่อสร้าง และกิจกรรมที่มีความเสี่ยง เช่น การขับขี่มอเตอร์ไซค์หรือการปีนเขา หมวกนิรภัยช่วยลดความรุนแรงของอุบัติเหตุ เช่น การถูกของตกกระแทก การลื่นล้ม หรือการชนปะทะช่วยป้องกันศีรษะจากการบาดเจ็บที่อาจเกิดอันตรายถึงชีวิต

ประเภทของหมวกนิรภัย

หมวกนิรภัยมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน เช่น

1) หมวกนิรภัยอุตสาหกรรม (Industrial Safety Helmet) ใช้ในงานก่อสร้าง โรงงาน หรือเหมืองแร่ ป้องกันของแข็งตกกระแทก ไฟฟ้าแรงต่ำ และความร้อนได้รับมาตรฐาน



ภาพที่ 1-5 หมวกนิรภัยเซฟตี้

2) หมวกนิรภัยสำหรับงานไฟฟ้า (Electrical Safety Helmet) ออกแบบพิเศษเพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่วหรือแรงดันไฟฟ้าสูงเหมาะสำหรับช่างไฟฟ้าและงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าแรงสูง



ภาพที่ 1-6 หมวกนิรภัยสำหรับงานไฟฟ้า

3) หมวกนิรภัยสำหรับขับขี่ (Motorcycle Helmet) ใช้ป้องกันศีรษะจากการกระแทกและการลื่นไถลมีมาตรฐาน เช่น DOT, ECE, Snell



ภาพที่ 1-7 หมวกนิรภัยสำหรับขับขี่

4) หมวกนิรภัยกีฬา (Sport Helmet) เช่น หมวกสำหรับปั่นจักรยาน ปีนเขา หรือสกี น้ำหนักเบาและระบายอากาศได้ดี



ภาพที่ 1-8 หมวกนิรภัยกีฬา

5) หมวกนิรภัยสำหรับงานดับเพลิง (Firefighter Helmet) ผลิตจากวัสดุที่ทนความร้อนสูงและสารเคมีป้องกันเปลวไฟและของเหลวอันตราย



ภาพที่ 1-9 หมวกนิรภัยสำหรับงานดับเพลิง

การใช้งาน

- ตรวจสอบหมวกก่อนใช้งานว่ามีรอยแตกร้าวหรือเสียหายหรือไม่
- รัดสายรัดคางให้แน่นเพื่อป้องกันการหลุด

การดูแลรักษา

- ทำความสะอาดเปลือกหมวกด้วยผ้าชุบน้ำสบู่อ่อน ๆ
- หลีกเลี่ยงการเก็บหมวกในที่ที่มีอุณหภูมิสูงหรือแสงแดดจัด เพราะอาจทำให้หมวกเสื่อมคุณภาพ
- เปลี่ยนหมวกใหม่ทันทีหากหมวกได้รับแรงกระแทกรุนแรง หรือใช้งานเกินระยะเวลาที่กำหนด (ปกติประมาณ 3-5 ปี)

4. เข็มขัดนิรภัยสำหรับงานบนที่สูง (Safety Harness)

เป็นอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันการตกจากที่สูง ช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บหรือเสียชีวิตในงานที่ต้องทำงานบนพื้นที่สูง เช่น งานก่อสร้าง งานซ่อมบำรุง งานติดตั้งโครงสร้าง หรือการทำงานในที่อับอากาศ



ภาพที่ 1-10 เข็มขัดนิรภัยสำหรับงานบนที่สูง

ส่วนประกอบของเข็มขัดนิรภัย

1) สายรัด (Straps) ทำจากวัสดุแข็งแรง เช่น โพลีเอสเตอร์หรือไนลอนรองรับน้ำหนักและกระจายแรงกระแทกเมื่อเกิดการตก

2) จุดยึด (Attachment Points) ตำแหน่งยึดสายช่วยชีวิต มีทั้งด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้าง จุดยึดด้านหลังมักใช้สำหรับป้องกันการตก

3) หัวเข็มขัด (Buckles) ใช้ล็อคสายรัดให้พอดีกับตัว มีหลายรูปแบบ เช่น Quick-Connect หรือ Pass-Through

4) สายรัดต้นขา (Leg Straps) ช่วยรองรับน้ำหนักส่วนล่างและป้องกันการเคลื่อนตัวของเข็มขัด

5) แผ่นรองรับ (Padding) เพิ่มความสบายในระหว่างการทำงาน โดยเฉพาะงานที่ต้องใช้เวลานาน

การดูแลรักษา

- ทำความสะอาดเข็มขัดด้วยผ้าชุบน้ำสบู่อ่อนและตากให้แห้งในที่ร่ม
- เก็บในที่แห้งและปลอดภัย หลีกเลี่ยงความชื้นและแสงแดดจัด
- ตรวจสอบเข็มขัดอย่างสม่ำเสมอ เปลี่ยนทันทีหากพบความเสียหาย

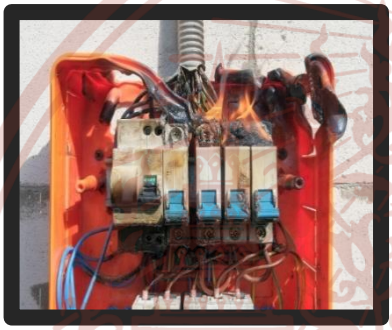
2. ความปลอดภัยและการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดเป็นงานที่มีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าทั้งกระแสตรง (DC) จากแผงโซลาร์เซลล์และกระแสสลับ (AC) จากระบบไฟฟ้าหลัก ซึ่งมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอุบัติเหตุ เช่น ไฟฟ้าดูด ไฟฟ้าช็อต ไฟฟ้าลัดวงจร หรืออุบัติเหตุจากการทำงานในพื้นที่สูง เช่น การตกจากหลังคาขณะติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ความประมาท หรือการขาดความรู้ความเข้าใจในมาตรฐานความปลอดภัย อาจส่งผลให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ ดังนั้นความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้าจึงเป็นเรื่องหลักที่ต้องให้ความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ปฏิบัติงานในหลักสูตรการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ผู้เข้าอบรม ต้องมีความเข้าใจในอันตรายที่อาจเกิดขึ้นและปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสม เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) เช่น ถุงมือกันไฟฟ้า แว่นตาป้องกันใบหน้า และรองเท้านิรภัย รวมถึงการปฏิบัติตามมาตรฐานการทำงานที่ถูกต้อง ในมอดูลการฝึกอบรมหน่วยที่ 1 นี้จะเน้นย้ำถึงแนวทางป้องกันอุบัติเหตุ ความสำคัญของการตรวจสอบระบบไฟฟ้าอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องก่อนการปฏิบัติงาน และขั้นตอนการทำงานที่ปลอดภัย เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง มีความมั่นใจในการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

สาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าดูดหรือไฟฟ้าช็อต



1) การสัมผัสสายไฟเปลือยโดยไม่ได้ตั้งใจ



2) อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า เช่น เบรกเกอร์ หรือฉนวนสายไฟชำรุด



3) การเดินสายไฟผิดพลาดหรือเชื่อมต่อจุดไฟฟ้าอย่างไม่ถูกต้อง



4) การทำงานในพื้นที่เปียกหรือมีความชื้นสูง ซึ่งเพิ่มโอกาสของการเกิดไฟฟ้ารั่ว

มาตรการความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้า

1) การตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ก่อนเริ่มงาน

การตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ก่อนเริ่มงานเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยป้องกันอันตรายที่ อาจเกิดขึ้นจากความบกพร่องของระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดที่ต้องเกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแผงโซลาร์เซลล์และไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จากระบบจ่ายไฟหลัก การละเลยหรือข้ามขั้นตอนนี้อาจนำไปสู่ไฟฟ้าลัดวงจร การเกิดไฟฟ้าช็อต หรือความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้

ขั้นตอนการตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องมือก่อนเริ่มงาน

1) ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟหลัก (AC): ตรวจเช็คว่ามีการตัดระบบไฟฟ้าหลักก่อนเริ่มงานเพื่อลดความเสี่ยงจากไฟฟ้าช็อต
2) ตรวจสอบแผงโซลาร์เซลล์ (DC): ตรวจหาค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม เนื่องจากแผงผลิตไฟฟ้าได้แม้ไม่มีโหลดต่ออยู่
3) การเดินสายดิน (Grounding): ตรวจสอบว่าสายดินทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อมต่อกับระบบอย่างถูกต้อง
4) ระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร: ตรวจสอบเซอร์กิตเบรกเกอร์หรือฟิวส์ให้ทำงานได้อย่างสมบูรณ์

ประโยชน์ของการตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์

- ลดความเสี่ยงในการเกิดไฟฟ้าช็อตหรือไฟฟ้าลัดวงจร
- ยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือ
- เพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ปฏิบัติงานและสถานที่ทำงาน
- ป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อระบบไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

2) การจัดการวงจรไฟฟ้าด้วยระบบล็อคเอาต์แท็กเอาต์ (Lockout/Tagout)

ระบบล็อคเอาต์แท็กเอาต์ (Lockout/Tagout – LOTO) เป็นกระบวนการความปลอดภัยที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องจักร โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการควบคุมพลังงานที่อาจเป็นอันตราย เช่น ไฟฟ้า เครื่องจักรที่เคลื่อนที่ได้ หรือแหล่งพลังงานอื่น ๆ เช่น ลม น้ำ หรือแรงดัน ดังนั้นการจัดการวงจรไฟฟ้าด้วยระบบล็อคเอาต์แท็กเอาต์ (LOTO) จึงเป็นมาตรการสำคัญในการป้องกันไฟฟ้าช็อต ไฟฟ้าดูด และการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรที่อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรง

ความสำคัญของระบบล็อคเอาต์แท็กเอาต์ (LOTO)

- ป้องกันการจ่ายพลังงานโดยไม่ตั้งใจ: ระบบ LOTO ช่วยป้องกันไม่ให้พลังงานกลับมาทำงานขณะที่ผู้ปฏิบัติงานยังคงทำงานอยู่
- เพิ่มความปลอดภัย: ลดความเสี่ยงจากไฟฟ้าช็อต ไฟฟ้าดูด หรือเครื่องจักรทำงานโดยไม่คาดคิด
- ลดความผิดพลาดในการทำงาน: การติดแท็กและล็อคอุปกรณ์ช่วยให้ทีมงานเข้าใจว่าอุปกรณ์นั้นอยู่ในสถานะ "ไม่ปลอดภัย"

ขั้นตอนการปฏิบัติงานระบบล็อคเอาต์แท็กเอาต์ (LOTO)

1. การเตรียมการและประเมินความเสี่ยง
   - ตรวจสอบอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าที่จะทำงาน
   - ระบุแหล่งพลังงานทั้งหมด เช่น แหล่งไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแผงโซลาร์เซลล์และไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จากระบบหลัก
   - แจ้งทีมงานให้ทราบถึงการทำ LOTO
2. การตัดแหล่งพลังงาน
   - ปิดอุปกรณ์ตัดไฟหลัก เช่น สวิตช์ไฟหรือเบรกเกอร์
   - ตรวจสอบว่าไม่มีไฟฟ้าไหลผ่านระบบอีกต่อไป โดยใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า (Multimeter)

3. การล็อคเอาต์ (Lockout)

- ใช้อุปกรณ์ล็อคเอาต์ เช่น กุญแจล็อก เพื่อป้องกันไม่ให้สวิตช์ไฟหรือเบรกเกอร์ถูกเปิดใช้งานโดยไม่ตั้งใจ
- อุปกรณ์ล็อคต้องแข็งแรง ป้องกันการถอดหรือทำลาย

4. การติดแท็กเอาต์ (Tagout)

- ติดป้ายแท็ก (Tag) ที่อุปกรณ์หรือแหล่งพลังงาน โดยระบุข้อความแจ้งเตือน เช่น "ห้ามเปิดใช้งาน" หรือ "กำลังดำเนินการซ่อมบำรุง"
- ป้ายต้องระบุชื่อผู้ดำเนินการ วันที่ และเวลาให้ชัดเจน

5. การตรวจสอบความปลอดภัยซ้ำอีกครั้ง

- ตรวจสอบอีกครั้งว่าไม่มีไฟฟ้าไหลผ่านและระบบอยู่ในสถานะปลอดภัย
- ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าทดสอบซ้ำทุกจุด

6. การดำเนินงานติดตั้ง

- หลังจากยืนยันว่าระบบปลอดภัยจึงเริ่มดำเนินการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

7. การคืนสถานะระบบหลังเสร็จงาน

- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าการทำงานเสร็จสมบูรณ์และไม่มีทีมงานอยู่ในพื้นที่
- นำกุญแจล็อคและป้ายแท็กออก
- แจ้งทีมงานให้ทราบก่อนคืนระบบไฟฟ้าเข้าสู่สถานะปกติ

3) การจัดพื้นที่ทำงานให้ปลอดภัย

การจัดพื้นที่ทำงานให้ปลอดภัยเป็นปัจจัยสำคัญในการป้องกันอุบัติเหตุและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยเฉพาะในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ซึ่งมีความเสี่ยงสูงจากระบบไฟฟ้า การทำงานบนพื้นที่สูง และการใช้เครื่องมือที่มีความซับซ้อน หากพื้นที่ทำงานไม่ถูกจัดการอย่างเหมาะสม อาจก่อให้เกิดอันตราย เช่น การสะดุดล้ม การตกจากที่สูง การเกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือเครื่องมือและอุปกรณ์ตกหล่นใส่ผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นการจัดพื้นที่ทำงานให้ปลอดภัยต้องครอบคลุมทั้งการเตรียมพื้นที่ก่อนเริ่มงาน การวางแผนพื้นที่สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือ และการควบคุมดูแลความปลอดภัยตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน

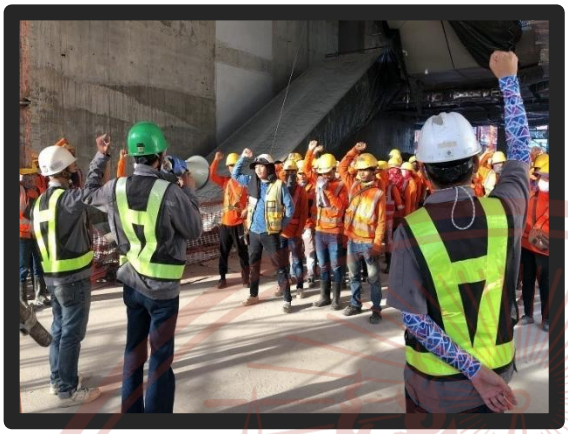
หลักการจัดพื้นที่ทำงานให้ปลอดภัย

1. การเตรียมพื้นที่ก่อนเริ่มงาน
    - ตรวจสอบพื้นที่หน้างานให้ปราศจากสิ่งกีดขวางหรือสิ่งแปลกปลอมที่อาจเป็นอันตราย
    - กำจัดฝุ่น เศษวัสดุ น้ำ หรือคราบน้ำมันที่อาจทำให้พื้นลื่น
    - ตรวจสอบแสงสว่างให้มีแสงสว่างที่เพียงพอในพื้นที่ทำงาน เพื่อให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจน
    - จัดการพื้นที่สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าแยกโซนสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ชัดเจน โดยไม่ให้สัมผัสกับพื้นที่เปียกชื้น
2. การวางแผนและจัดเก็บอุปกรณ์
    - จัดระเบียบเครื่องมือและอุปกรณ์ใช้กล่องหรือชั้นเก็บเครื่องมือให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันเครื่องมือตกหล่น และแยกเครื่องมือไฟฟ้า ออกจากเครื่องมือทั่วไปเพื่อป้องกันความเสียหาย
    - วางตำแหน่งอุปกรณ์ไฟฟ้าตู้ควบคุมไฟฟ้าและแผงโซลาร์เซลล์ควรอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมปลอดภัยจากความชื้น
    - จัดสายไฟให้เป็นระเบียบใช้ท่อร้อยสายไฟหรือเทปพันสายไฟที่เป็นฉนวนห้ามเดินสายไฟผ่านพื้นที่ที่มีน้ำขังหรือจุดที่มีคนเดินผ่านเป็นประจำ

3 ความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง

ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด หรืออุตสาหกรรมต่าง ๆ การปฏิบัติงานบนที่สูงถือเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการติดตั้งโครงสร้าง การซ่อมแซม หรือการทำความสะอาดในทุกงานล้วนต้องการ การเตรียมพร้อม และความระมัดระวังเป็นอย่างยิ่งเพราะการทำงานบนที่สูงนั้นมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุสูงมากหากไม่ระมัดระวัง หรือไม่มีมาตรการป้องกันที่เพียงพออาจนำไปสู่การบาดเจ็บหรือสูญเสียชีวิตได้ ความเสี่ยงในการปฏิบัติงานบนที่สูงมีความเสี่ยงหลายประการ อาทิ การลื่นล้ม การตกจากที่สูงการโดนสิ่งของตกใส่ หรือการใช้เครื่องมือไม่ถูกต้องการประเมินความเสี่ยง และการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบเป็นสิ่งสำคัญในการลดอุบัติเหตุ

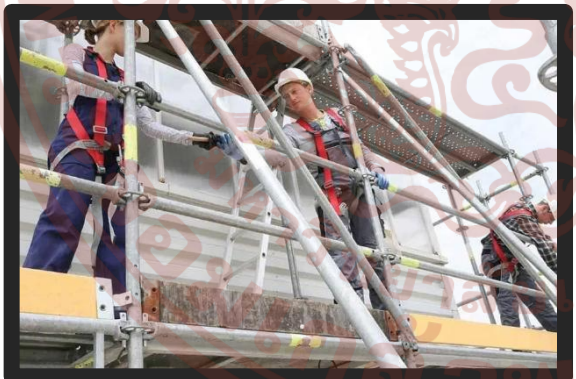
มาตรการความปลอดภัยที่ควรปฏิบัติ



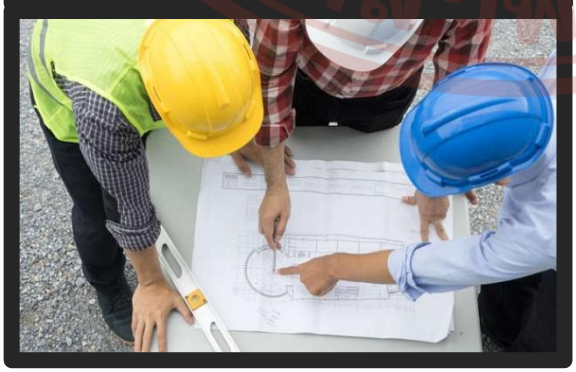
การฝึกอบรมและการให้ความรู้ พนักงานทุกคนควรได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับการทำงานบนที่สูง และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงวิธีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) อย่างถูกต้อง



เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสม ควรเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานและเหมาะสมกับงาน เช่น เข็มขัดนิรภัย หมวกนิรภัย ถุงมือ และรองเท้านิรภัย นอกจากนี้ยังควรตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ก่อนการใช้งานทุกครั้ง



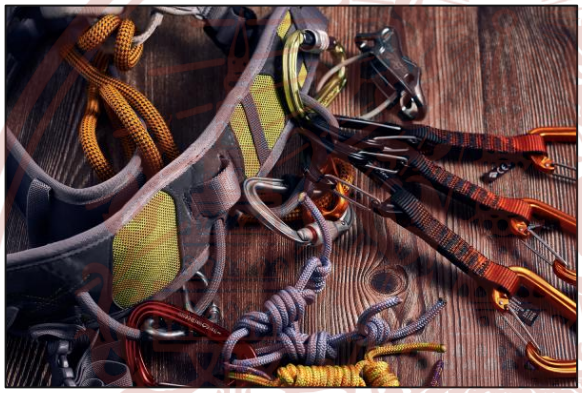
ติดตั้งระบบกันตก การใช้ระบบกันตกเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานบนที่สูง เช่น การติดตั้งราวกันตก การใช้เชือกนิรภัย และการติดตั้งตาข่ายนิรภัย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการตกลงมา



วางแผนและการเตรียมความพร้อม ควรมีการวางแผนงานล่วงหน้า โดยพิจารณาถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น และเตรียมความพร้อมในการป้องกัน เช่น การจัดทำแผนการหนีภัย การตรวจสอบ สภาพอากาศ และการกำหนดพื้นที่ปลอดภัย



การดูแลสุขภาพและความพร้อมของทีมงาน ทีมงานที่ปฏิบัติงานบนที่สูงควรมีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง และมีความพร้อมในการทำงานหากพบว่ามีอาการไม่สบายหรือมีปัญหาทางสุขภาพควรแจ้งให้หัวหน้างานทราบทันที



ตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ อุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในการทำงานบนที่สูงควรได้รับการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มั่นใจว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีและปลอดภัย

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

แผนกิจกรรมการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด



หน่วยการฝึกอบรมที่ 1
ความปลอดภัยในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

สาระสำคัญ

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริดถือเป็นงานที่มีความอันตรายเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงและไฟฟ้ากระแสสลับอีกทั้งในการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติงานบนที่สูงซึ่งอาจก็ให้เกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานได้ทุกเมื่อ ดังนั้นการปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดจะต้องมีมาตรการเรื่องความปลอดภัยเป็นพิเศษ เพื่อเสริมสร้างความรู้ และทักษะที่จำเป็นในการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลรวมถึงการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยในสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงสูง โดยเน้นให้ผู้เข้าอบรมสามารถประเมินและจัดการกับความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและการบาดเจ็บ

หัวข้อการฝึกอบรม

1. อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
2. ความปลอดภัยและการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า
3. ความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากการเรียนรู้บทเรียนนี้ ผู้เรียนสามารถ :

1. อธิบายวิธีการใช้งานของอุปกรณ์ PPE ได้
2. เลือกอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลมาใช้งานได้
3. อธิบายสาเหตุของการถูกไฟฟ้าช็อตได้
4. วิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้าได้
5. เรียงลำดับขั้นตอนการช่วยเหลือผู้เกิดอุบัติเหตุจากไฟฟ้าได้
6. วิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานบนที่สูงได้
7. เลือกใช้งานอุปกรณ์ PPE ในการปฏิบัติงานบนที่สูงได้
8. เรียงลำดับขั้นตอนการช่วยเหลือผู้เกิดอุบัติเหตุจากการทำงานบนที่สูงได้

แผนการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม (Training Activity Planning)

1. อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ระยะเวลา (30 นาที)

◆ **ขั้นสนใจ M (Motivation)**

- ผู้สอน เริ่มต้นด้วยการ (ถาม-ตอบ) กับผู้เข้าอบรมด้วยคำถามดังนี้
  - ท่านเคยเห็นอุบัติเหตุในที่ทำงานหรือไม่
  - ท่านคิดว่าอะไรคือสิ่งที่สามารถช่วยป้องกันความรุนแรงของอุบัติเหตุได้
- ผู้สอน ยกตัวอย่างเหตุการณ์จริงที่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยช่วยลดความรุนแรงของอุบัติเหตุ โดยใช้สื่อภาพข่าว ในการบรรยาย

◆ **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**

- ผู้สอน บรรยาย เนื้อหาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (PPE) โดยใช้สื่อโมเดล 3 มิติ (แสดงอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย) วิดีโอบรรยาย และภาพอินโฟกราฟฟิก ซึ่งมีเนื้อหาในการบรรยายดังต่อไปนี้
  - ประเภทของอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
  - วิธีการใช้งานอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
  - การบำรุงรักษาอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
- ผู้สอน ให้ผู้เข้าอบรม ศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากสื่อโมเดล 3 มิติ (แสดงอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย) วิดีโอ และภาพอินโฟกราฟฟิกที่จัดแสดงในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

◆ **ขั้นพยายาม A (Application)**

- ผู้สอน ใช้สื่อดิจิทัลเกม ให้ผู้เข้าอบรมฝึกการเลือกใช้งานอุปกรณ์ PPE ให้ตรงตามลักษณะงาน

◆ **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**

- ผู้สอน ให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันสรุปอธิบายวิธีการเลือกใช้อุปกรณ์ PPE

2. ความปลอดภัยและการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า ระยะเวลา (30 นาที)

◆ **ขั้นสนใจ M (Motivation)**

- ผู้สอนเปิดภาพข่าวที่เกี่ยวกับอุบัติเหตุจากไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงเพื่อนำไปสู่การสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของความปลอดภัยในการทำงานกับไฟฟ้า
- ผู้สอนตั้งคำถามกับผู้อบรมด้วยคำถาม ดังนี้
  - ผู้เข้าอบรมท่านใดเคยมีใครเคยโดนไฟฟ้าดูดบ้างหรือไม่
  - เมื่อถูกไฟฟ้าดูดหรือช็อตแล้วท่านรู้สึกอย่างไร
  - ท่านคิดว่าสาเหตุหลักของอุบัติเหตุจากไฟฟ้าคืออะไร

◆ **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**

- ผู้สอนใช้สื่อวิดีโอ และภาพอินโฟกราฟฟิกที่จัดแสดงในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนประกอบการบรรยายความปลอดภัยในการทำงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้าโดยมีเนื้อหาการบรรยายดังนี้
  - สาเหตุของการถูกไฟฟ้าช็อต
  - แนวทางการป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้า
  - การปฐมพยาบาลผู้ประสบเหตุจากไฟฟ้า

◆ **ขั้นพยายาม A (Application)**

- ผู้สอนใช้สื่อดิจิทัลเกมให้ผู้เข้าอบรมวิเคราะห์ความเสี่ยงของอุบัติเหตุในการทำงานไฟฟ้าจากเหตุการณ์จำลอง
- ผู้สอนใช้สื่อดิจิทัลเกมให้ผู้เข้าอบรมเรียงลำดับขั้นตอนการช่วยเหลือผู้ประสบอุบัติเหตุจากไฟฟ้า

◆ **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**

- ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันวิเคราะห์สรุปสาเหตุของการถูกไฟฟ้าช็อต
- ผู้สอนให้แบบทดสอบผ่านดิจิทัลเกมกับผู้เข้าอบรม

3. ความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง ระยะเวลา (30 นาที)

◆ **ขั้นสนใจ M (Motivation)**

- ผู้สอน (ถาม-ตอบ) ปากเปล่ากับผู้เข้าอบรมด้วยคำถามดังนี้
  - ท่านใดเคยทำงานบนที่สูงบ้างหรือไม่
  - เมื่อท่านทำงานบนที่สูงแล้วท่านรู้สึกอย่างไร
- ผู้สอนแสดงภาพเหตุการณ์การทำงานบนที่สูงที่ไม่ปลอดภัยให้กับผู้อบรมร่วมกันวิเคราะห์ว่าภาพนั้น ๆ กำลังสื่อถึงอันตรายอะไรบ้าง

◆ **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**

- ผู้สอนบรรยายความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง
  - กฎหมายและข้อบังคับในการทำงานบนที่สูง
  - อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานบนที่สูง
  - อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง

◆ **ขั้นพยายาม A (Application)**

- ผู้สอนใช้สื่อดิจิทัลเกมให้ผู้เข้าอบรมวิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากเหตุการณ์จำลอง
- ผู้สอนใช้สื่อดิจิทัลเกมให้ผู้เข้าอบรมได้ฝึกเลือกใช้งานอุปกรณ์ PPE ที่นำมาใช้ในการปฏิบัติงานบนที่สูง และเรียงลำดับขั้นตอนการช่วยเหลือผู้ประสบอุบัติเหตุจากการทำงานบนที่สูง

◆ **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**

- ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันสรุปสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุจาการทำงานบนที่สูง
- ผู้สอนให้แบบทดสอบผ่านดิจิทัลเกมกับผู้เข้าอบรม

สื่อ/เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	ห้องฝึกปฏิบัติงานจริง
◆ วิดีโอ (บันทึกเหตุการณ์) ◆ อินโฟกราฟิก ◆ ภาพข่าว ◆ โมเดล 3D ◆ ดิจิทัลเกม	- ไม่มี

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
- ดิจิทัลเกม	- แบบทดสอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

หน่วยการฝึกอบรมที่ 2
เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

สาระสำคัญ

(ระยะเวลารวม 120 นาที)

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริดนั้นจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่หลากหลายเฉพาะทาง ดังนั้นเนื้อหาการฝึกอบรมส่วนที่ 2 นี้จะมุ่งเน้นให้ผู้เข้าอบรมมีทักษะ และความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด เพื่อให้สามารถเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยรวมถึงการดูแลรักษาเครื่องมือหลังการใช้งานเพื่อยืดอายุการใช้งานมีประสิทธิภาพพร้อมสำหรับการใช้งานในครั้งต่อไป

หัวข้อการฝึกอบรม

1. เครื่องมือในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
2. อุปกรณ์สำหรับงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากการเรียนรู้บทเรียนนี้ ผู้เรียนสามารถ :

1. เลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
2. บำรุงรักษาเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
3. เลือกอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
4. เลือกใช้อุปกรณ์เมาท์ติ้งให้ตรงกับประเภทของหลังคาได้
5. เลือกใช้สายไฟฟ้าที่เหมาะสมกับงานไฟฟ้าแต่ละประเภทได้

แผนการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม (Training Activity Planning)

1. เครื่องมือในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ระยะเวลา (60 นาที)

◆ **ขั้นสนใจ M (Motivation)**

- ผู้สอนฉายวิดีโอแสดงการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดที่มีการใช้เครื่องมือที่หลากหลายแต่บางส่วนใช้ไม่ถูกต้อง หรืออยู่ในสภาพไม่พร้อมใช้งานทำให้เกิดปัญหาในการติดตั้ง หรืออันตราย
- ผู้สอน (ถาม-ตอบ) ปากเปล่ากับผู้เข้าอบรมด้วยคำถามดังนี้
  - ท่านใดเคยประสบปัญหาในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพราะเครื่องมือมีปัญหาบ้างไหม
  - ท่านคิดว่าการเลือกใช้เครื่องมือที่ไม่เหมาะสม หรือใช้งานไม่ถูกต้องจะส่งผลเสียอย่างไร
- ผู้สอนแสดงภาพเครื่องมือช่างที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดที่หลากหลายทั้งแบบที่ใช้งานได้ และแบบที่ชำรุดเสียหายโดยให้ผู้เข้าอบรมวิเคราะห์ความแตกต่าง

◆ **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**

- ผู้สอนใช้สื่อรูปภาพจริง และสื่ออินโฟกราฟิกประกอบการบรรยายโดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้
  - เครื่องมือในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
  - วิธีการบำรุงรักษาเครื่องมือการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
- ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากสื่อโมเดล 3D (แสดงเครื่องมือสำหรับงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด) วิดีโอ และภาพอินโฟกราฟฟิกที่จัดแสดงภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

◆ **ขั้นพยายาม A (Application)**

- ผู้สอนใช้สื่อดิจิทัลเกมให้ผู้เข้าอบรมฝึกเลือกใช้งานเครื่องมือติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดให้เหมาะสมกับงาน
- ผู้สอนใช้ห้องฝึกปฏิบัติงานจริงให้ผู้เข้าอบรมฝึกปฏิบัติเก็บรักษาเครื่องมือสำหรับติดตั้งเครื่องปรับอากาศและเครื่องมือสำหรับงานติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

◆ **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**

- ผู้สอนให้แบบทดสอบผ่านดิจิทัลเกมกับผู้เข้าอบรม

2. อุปกรณ์สำหรับงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ระยะเวลา (60 นาที)

◆ **ขั้นสนใจ M (Motivation)**

- ผู้สอน (ถาม-ตอบ) ปากเปล่ากับผู้เข้าอบรมด้วยคำถามดังนี้
  - ท่านเคยเห็นหรือเคยติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคากันหรือไม่
  - ท่านคิดว่าอุปกรณ์อะไรที่สำคัญที่สุดในการติดตั้ง
  - ถ้าเราเลือกสายไฟไม่ถูกต้องจะเกิดอะไรขึ้น
- ผู้สอนแสดงภาพการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดที่สมบูรณ์ และภาพการติดตั้งที่ผิดพลาดให้ผู้เข้าอบรมลองวิเคราะห์ความแตกต่าง และอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

◆ **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**

- ผู้สอนบรรยายเนื้อหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดโดยมีเนื้อหาในการบรรยายดังต่อไปนี้
  - อุปกรณ์ที่ใช้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
  - การเลือกใช้อุปกรณ์เมาท์ติ้ง
  - การเลือกใช้สายไฟฟ้า
- ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจากสื่อโมเดล 3D (แสดงอุปกรณ์สำหรับงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด) วิดีโอ และภาพอินโฟกราฟฟิกที่จัดแสดงในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

- **ขั้นพยายาม A (Application)**
  - ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมใช้ดิจิทัลเกมฝึกการเลือกใช้อุปกรณ์ติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด อุปกรณ์เมาท์ติ้ง และเลือกใช้สายไฟฟ้าตามขนาดที่เหมาะสม

- **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**
  - ผู้สอนให้แบบทดสอบผ่านดิจิทัลเกมกับผู้เข้าอบรม

สื่อ/เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	ห้องฝึกปฏิบัติงานจริง
◆ วิดีโอ (บันทึกเหตุการณ์) ◆ อินโฟกราฟิก ◆ ภาพนิ่ง ◆ โมเดล 3D ◆ ดิจิทัลเกม	◆ ชุดเครื่องมือติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ◆ ชุดเครื่องมือติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
- ดิจิทัลเกม	- แบบทดสอบ

หน่วยการฝึกอบรมที่ 3
หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

สาระสำคัญ

(ระยะเวลารวม 240 นาที)

หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับงานติดตั้งเนื่องจากระบบของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริดนั้นเป็นระบบที่มีความซับซ้อน และพิเศษกว่าเครื่องปรับอากาศชนิดอื่น ๆ โดยมีการนำพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง และพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับมาใช้เป็นพลังงานหลักสำหรับการทำงาน

ดังนั้นในหน่วยการฝึกอบรมที่ 3 นี้จึงศึกษาเกี่ยวกับระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดเพื่อให้ผู้อบรมได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบทำความเย็น และระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดตลอดจนสามารถปฏิบัติงานได้อย่างเป็นมาตรฐาน

หัวข้อการฝึกอบรม

1. ระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
2. ระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากการเรียนรู้บทเรียนนี้ ผู้เรียนสามารถ :

1. อธิบายหลักการทำงานทางไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
2. เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า (Power Supply AC) ให้กับเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
3. เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า (Power Supply DC) ให้กับเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
4. เชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU ได้ถูกต้อง
5. อธิบายวัฏจักรสารทำความเย็นได้
6. เลือกใช้ประเภทของสารทำความเย็นได้ถูกต้อง
7. เติมสารทำความเย็นเข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้

แผนการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม (Training Activity Planning)

1.ระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด **ระยะเวลา (120 นาที)**

- **ขั้นสนใจ M (Motivation)**
  - ผู้สอน (ถาม-ตอบ) ปากเปล่ากับผู้เข้าอบรมด้วยคำถามดังนี้
    - ท่านทราบหรือไม่ว่าเครื่องปรับอากาศ แบบทั่วไป (Fix Speed) และเครื่องปรับอาศแบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter) แตกต่างกันอย่างไร
    - ท่านคิดว่าอะไรคือความแตกต่างระหว่างเครื่องปรับอากาศแบบปกติทั่วไปและเครื่องปรับอากาศแบบพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด
  - ผู้สอนใช้สื่อภาพอินโฟกราฟิกอธิบายหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบทั่วไป (Fix Speed) และเครื่องปรับอากาศแบบ (Inverter) เพื่อนำเนื้อหาเข้าสู่หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด

- **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**
  - ผู้สอนใช้สื่อสไลด์ ภาพอินโฟกราฟิก และโมเดล 3D ของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน บรรยายเนื้อหาระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดโดยมีเนื้อหาในการบรรยายดังต่อไปนี้
    - หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
    - การเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า (Power Supply Ac) ให้กับเครื่องปรับอากาศ
    - การเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า (Power Supply Dc) ให้กับเครื่องปรับอากาศ
    - การเชื่อมต่อสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU ของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
  - ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรม ศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเองจากสื่อสไลด์ ภาพอินโฟกราฟิก และโมเดล 3D ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

- **ขั้นพยายาม A (Application)**
  - ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมใช้สื่อดิจิทัลเกมภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนฝึกเชื่อมต่อสายพลังงานไฟฟ้า Ac Dc และสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU ของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

◆ **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**

- ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันสรุปหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
- ผู้สอนให้ผู้อบรมใช้สื่อปฏิบัติงานจริงเชื่อมต่อสายพลังงานไฟฟ้า Ac Dc และสายไฟฟ้าควบคุมระหว่าง FCU และ CDU ของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
- ผู้สอนให้แบบทดสอบผ่านดิจิทัลเกมกับผู้เข้าอบรม

2. ระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด **ระยะเวลา (120 นาที)**

◆ **ขั้นสนใจ M (Motivation)**

- ผู้สอน (ถาม-ตอบ) ปากเปล่ากับผู้เข้าอบรมด้วยคำถามดังนี้
  - ท่านทราบหรือไม่ว่าเครื่องทำความเย็นกับเครื่องปรับอากาศแตกต่างกันอย่างไร
  - ท่านทราบหรือไม่ว่าสารทำความเย็นเกิดปฏิกิริยาความเย็นได้อย่างไร
- ผู้สอนฉายวิดีโอแอนิเมชัน แสดงการทำงานของระบบทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ เพื่อกระตุ้นความสนใจ และนำไปสู่การให้เนื้อหาของขั้นศึกษาข้อมูล

◆ **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**

- ผู้สอนใช้สื่อสไลด์ สื่อวิดีโอ และสื่ออินโฟกราฟิกบรรยายเนื้อหาระบบสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดโดยมีเนื้อหาในการบรรยายดังต่อไปนี้
  - วัฏจักรสารทำความเย็น
  - ประเภทของสารทำความเย็น
  - การเติมสารทำความเย็นในระบบเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด
- ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเองจากสื่ออินโฟกราฟิก และโมเดล 3D ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

◆ **ขั้นพยายาม A (Application)**

- ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมใช้สื่อดิจิทัลเกมเลือกประเภทของสารทำความเย็นสำหรับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด
- ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมใช้ห้องฝึกปฏิบัติงานจริงฝึกเติมสารทำความเย็นเข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

◆ **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**

- ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันอธิบายสรุปวัฏจักรสารทำความเย็น
- ผู้สอนให้แบบทดสอบผ่านดิจิทัลเกมกับผู้เข้าอบรม

สื่อ/เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	ห้องฝึกปฏิบัติงานจริง
◆ วิดีโอแอนิเมชั่น ◆ อินโฟกราฟิก ◆ โมเดล 3D ◆ ดิจิทัลเกม	◆ เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด ◆ สารทำความเย็น R-32 ◆ แมนนิโฟลเกจ

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
- ปฏิบัติงานจริง - ดิจิทัลเกม	- ใบงาน - แบบทดสอบ

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

หน่วยการฝึกอบรมที่ 4
งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

สาระสำคัญ

(ระยะเวลารวม 480 นาที)

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดที่ถูกต้องตามมาตรฐานมีความสำคัญมากเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการติดตั้งที่ผิดวิธีอาจส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศ มีอายุการใช้งานของอุปกรณ์ และความปลอดภัยของผู้ใช้งาน ดังนั้นในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริดจึงต้องศึกษาวิธี และแนวทางสำหรับการติดตั้งตามที่กำหนด โดยจะมีงานย่อย (Task) ที่ประกอบไปด้วย งานติดตั้ง FCU งานติดตั้ง CDU และงานติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อให้ผู้เข้าอบรมสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง และปลอดภัย

หัวข้อการฝึกอบรม

1. งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
2. งานติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากการเรียนรู้บทเรียนนี้ ผู้เรียนสามารถ :

1. อธิบายขั้นตอนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
2. กำหนดจุดติดตั้ง FCU และ CDU ได้
3. ติดตั้ง FCU และ CDU เข้ากับจุดติดตั้งได้
4. ติดตั้งท่อสารทำความเย็นได้
5. ติดตั้งท่อน้ำทิ้ง PVC ได้
6. อธิบายขั้นตอนในการติดตั้งโซลาร์เซลล์ได้
7. กำหนดทิศทางการติดตั้งโซลาร์เซลล์ได้
8. ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาได้
9. เชื่อมต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุด้วย MC4 ได้
10. เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า AC จากตู้ควบคุมไฟฟ้าคอนซูเมอร์ยูนิตเข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
11. ต่อวงจรควบคุมตู้ไฟฟ้า DC ได้
12. เชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า DC จากตู้ควบคุมไฟฟ้า กระแสตรง DC เข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้

แผนการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม (Training Activity Planning)

1.งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ระยะเวลา (360 นาที)

- **ขั้นสนใจ M (Motivation)**
  - ผู้สอนเปิดภาพตัวอย่างการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ดีตามมาตรฐาน และภาพการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ผิดมาตรฐานให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันวิเคราะห์ความแตกต่างและความอันตรายของการติดตั้งที่ผิดมาตรฐาน เพื่อนำเข้าสู่หน่วยการฝึกอบรมงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
- **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**
  - ผู้สอนใช้สื่อสไลด์ ภาพอินโฟกราฟิก โมเดล 3D ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนบรรยายเนื้อหางานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดโดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้
    - ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
    - งานติดตั้ง FCU และ CDU
    - งานท่อทองแดง
    - งานท่อ PVC
- **ขั้นพยายาม A (Application)**
  - ผู้สอนใช้สื่อปฏิบัติงานจริงให้ผู้เข้าอบรมฝึกติดตั้งงานติดตั้ง FCU และ CDU ติดตั้งงานท่อทองแดง และติดตั้งงานท่อ PVC ตามใบงานที่กำหนดให้
- **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**
  - ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันสรุปอธิบายขั้นตอนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
  - ผู้สอนให้แบบทดสอบผ่านดิจิทัลเกมกับผู้เข้าอบรม

2.งานติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์ ระยะเวลา (120 นาที)

- **ขั้นสนใจ M (Motivation)**
  - ผู้สอนเปิดภาพการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์เซลล์ให้กับผู้เข้าอบรมรับชม
  - ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันวิเคราะห์ลักษณะการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์เพื่อนำเข้าสู่ขั้นศึกษาข้อมูล

- **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**
    - ผู้สอนใช้สื่อสไลด์ ภาพอินโฟกราฟิก โมเดล 3D ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน บรรยายเนื้อหางานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดโดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้
        - ทิศและองศาสำหรับการติดตั้งโซลาร์เซลล์
        - งานติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคา
        - งานย้ำ Mc4
        - งานติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า Dc
    - ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมศึกษาวิธีการติดตั้งงานแผงโซลาร์เซลล์ จากโมเดล 3D ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน
- **ขั้นพยายาม A (Application)**
    - ผู้สอนใช้สื่อฝึกปฏิบัติงานจริงให้ผู้เข้าอบรมฝึก ย้ำ Mc4 ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า Dc ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ และเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Dc จากตู้ควบคุมไฟฟ้า กระแสตรง DC เข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดตามใบงานที่กำหนดให้
- **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**
    - ผู้สอนตรวจสอบความถูกต้อง และความเรียบร้อยของฝึกปฏิบัติงาน ย้ำ Mc4 ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า Dc ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ และเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Dc จากตู้ควบคุมไฟฟ้า กระแสตรง Dc เข้าเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด พร้อมให้คำแนะนำเพิ่มเติมหากพบข้อผิดพลาดในการฝึกปฏิบัติงาน
    - ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันสรุปอธิบายขั้นตอนการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์และเชื่อมต่อพลังงานไฟฟ้า Dc เข้ากับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด
    - ผู้สอนให้แบบทดสอบผ่านดิจิทัลเกมกับผู้เข้าอบรม

สื่อ/เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	ห้องฝึกปฏิบัติงานจริง
◆ ภาพนิ่ง (งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ) ◆ ภาพนิ่ง (งานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ) ◆ โมเดล 3D ◆ ดิจิทัลเกม	◆ เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด ◆ แผงโซลาร์เซลล์ 550 W ◆ บอร์ดติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ◆ บอร์ดติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ◆ ชุดเครื่องมืองานท่อทองแดง ◆ ชุดฝึกย้ำ Mc4 ◆ ชุดฝึกติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า Dc ◆ ชุดฝึกงานติดตั้งระบบไฟฟ้า AC ◆ ชุดเครื่องมืองานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
- ดิจิทัลเกม - ปฏิบัติงานจริง	- แบบทดสอบ - ใบงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

หน่วยการฝึกอบรมที่ 5
ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

สาระสำคัญ

(ระยะเวลารวม 210 นาที)

สำหรับงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริดนั้นนอกจากการติดตั้งที่ถูกวิธีตามมาตรฐานแล้วการบำรุงรักษา และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของระบบการทำงานเครื่องปรับอากาศก็เป็นสิ่งที่จำเป็นเช่นเดียวกัน เพื่อให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งาน ดังนั้นหน่วยการฝึกอบรมบทที่ 5 นี้จึงศึกษาเกี่ยวกับข้อควรรู้ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด เช่น การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ การบำรุงรักษาแผงโซลาร์เซลล์ และรหัสข้อผิดพลาดของการทำงานเครื่องปรับอากาศ (Error Code) เป็นต้น

หัวข้อการฝึกอบรม

1. การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
2. การบำรุงรักษาแผงโซลาร์เซลล์
3. รหัสข้อผิดพลาดของการทำงานเครื่องปรับอากาศ (Error Code)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังจากการเรียนรู้บทเรียนนี้ ผู้เรียนสามารถ :

1. ล้างแผ่นกรองอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
2. ล้างบำรุงเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดได้
3. อธิบายขั้นตอนการล้างแผงโซลาร์เซลล์ได้
4. ล้างบำรุงแผงโซลาร์เซลล์ได้
5. อ่านรหัสข้อผิดพลาดของการทำงานเครื่องปรับอากาศ (Error Code) ได้

แผนการจัดกิจกรรมการฝึกอบรม (Training Activity Planning)

1.การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ **ระยะเวลา (120 นาที)**

- **ขั้นสนใจ M (Motivation)**
  - ผู้สอนเปิดภาพเครื่องปรับอากาศที่ขาดการบำรุงรักษามีฝุ่น และคราบสกปรกให้ผู้เข้าอบรมชม
  - ผู้สอน (ถาม-ตอบ) ปากเปล่ากับผู้เข้าอบรมด้วยคำถามดังนี้
    - ท่านทราบหรือสิ่งสปกที่ติดอยู่บริเวณส่วนต่าง ๆของเครื่องปรับอากาศส่งผลเสียอย่างไรบ้างกับด้านการใช้งาน
    - ท่านทราบหรือไม่ว่าการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศควรทำเมื่อใด
- **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**
  - ผู้สอนใช้สื่อวิดีบรรยายสาธิตขั้นตอนการถอดประกอบเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน
  - ผู้สอนใช้สื่อวิดีบรรยายสาธิตขั้นตอนการล้างฟินคอยล์ของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน
- **ขั้นพยายาม A (Application)**
  - ผู้สอนใช้สื่อปฏิบัติงานจริงให้ผู้เข้าอบรมฝึกถอดประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
  - ผู้สอนใช้สื่อปฏิบัติงานจริงให้ผู้เข้าอบรมฝึกการ ล้างแผ่นฟิลเตอร์กรองอากาศ และล้างฟินคอยล์ของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
- **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**
  - ผู้สอนให้ผู้อบรมใช้สื่อปฏิบัติงานจริงถอดชิ้นส่วนของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด ล้างทำความสะอาดแผ่นฟิลเตอร์กรองอากาศ และฟินคอยล์ ตามคำสั่งใบงาน
  - ผู้สอนให้ผู้อบรมร่วมกันวิเคราะห์สรุปขั้นตอนในการล้างบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด

3.การบำรุงรักษาแผงโซลาร์เซลล์ **ระยะเวลา (60 นาที)**

- **ขั้นสนใจ M (Motivation)**
  - ผู้สอนเปิดภาพแผงโซลาร์เซลล์ที่ขาดการบำรุงรักษามีฝุ่น และคราบสกปรกให้ผู้เข้าอบรมดู
  - ผู้สอน (ถาม-ตอบ) ปากเปล่ากับผู้เข้าอบรมด้วยคำถามดังนี้
    - ท่านทราบหรือสิ่งสปกที่ติดอยู่บริเวณส่วนต่าง ๆ ของแผงโซลาร์เซลล์ส่งผลเสียอย่างไรบ้างกับด้านการใช้งาน
- **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**
  - ผู้สอนใช้สื่อวิดีบรรยายสาธิตขั้นตอนการล้างแผงโซลาร์เซลล์ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน
  - ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรมรับชม โมเดล 3D ลักษณะแผนโซลาร์เซลล์ที่มีความสกปรกและสื่ออินโฟกราฟิก ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน
- **ขั้นพยายาม A (Application)**
  - ผู้สอนใช้สื่อปฏิบัติงานจริงให้ผู้เข้าอบรมฝึกปฏิบัติ ล้างทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์
- **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**
  - ผู้สอนให้ผู้เข้าอบรม ร่วมกันวิเคราะห์สรุปขั้นตอนการล้างบำรุงรักษาแผงโซลาร์เซลล์

2.รหัสข้อผิดพลาดของการทำงานเครื่องปรับอากาศ (Error Code) ระยะเวลา (30 นาที)

- **ขั้นสนใจ M (Motivation)**
  - ผู้สอน (ถาม-ตอบ) ปากเปล่ากับผู้เข้าอบรมด้วยคำถามดังนี้
    - หากเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริดเกิดอากาศชำรุดรู้หรือไม่ว่าสามารถตรวจสอบอากาศเสียได้โดยวิธีใดบ้าง
- **ขั้นศึกษาข้อมูล I (Information)**
  - ผู้สอนใช้สื่อสไลด์บรรยายรหัสข้อผิดพลาดของการทำงานเครื่องปรับอากาศ (Error Code) ภายในศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน
- **ขั้นพยายาม A (Application)**
  - ผู้สอนใช้สื่อดิจิทัลเกม ให้ผู้เข้าฝึกแปลรหัสข้อผิดพลาดของการทำงานเครื่องปรับอากาศ
- **ขั้นสำเร็จผล P (Progress)**
  - ผู้สอนให้แบบทดสอบผ่านดิจิทัลเกมกับผู้เข้าอบรม

สื่อ/เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ภายในการฝึกอบรม

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน	ห้องฝึกปฏิบัติงานจริง
◆ ภาพถ่ายงานจริง ◆ อินโฟกราฟิก ◆ โมเดล 3D ◆ ดิจิทัลเกม	◆ เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ไฮบริด ◆ แผงโซลาร์เซลล์ 550 W ◆ บอร์ดติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ◆ บอร์ดติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ◆ ชุดล้างเครื่องปรับอากาศ

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล
- ดิจิทัลเกม - ปฏิบัติงานจริง	- แบบทดสอบ - ใบงาน

ตัวอย่างคู่มือการใช้งานสื่อดิจิทัล

คู่มือการใช้งาน

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน
เพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้ง
เครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คู่มือการใช้งานศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย
เรื่อง การติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด โดย นาย ศุภโชค ภูสิงห์
สาขาวิชา เทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา ภาควิชา ครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สารบัญ

01 ส่วนประกอบของเว็บไซต์

ส่วนที่ 1 : หน้าโฮมเพจ 1
ส่วนที่ 2 : เนื้อหาการฝึกอบรม 2
ส่วนที่ 3 : ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน 3
ส่วนที่ 4 : ระบบคำนวณแผงโซลาร์เซลล์ 4
ส่วนที่ 5 : ข้อมูลการติดต่อ 5

02 การเข้าฝึกอบรม

หนังสือดิจิทัล 6
ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน 7

03 ข้อมูลแผนที่

MAP 1 : Start room 9
MAP 2 : Safety room 10
MAP 3 : Equipment room 11
MAP 4 : System room 12
MAP 5 : install room 13
MAP 6 : Key room 14

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ส่วนที่ 1 ส่วนประกอบของเว็บไซต์

ในการเข้าใช้งานศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ผู้ใช้งานจะต้องเข้าสู่เว็บไซต์ https://url.in.th/VhdFx เมื่อเข้าสู่เว็บไซต์แล้วจะพบกับส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1.หน้าโฮมเพจ หรือหน้าเว็บไซต์เริ่มต้นเพื่อต้อนรับผู้ใช้งานศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน ในการเข้ารับการฝึกอบรม



2.หน้าเนื้อหาการฝึกอบรม จะประกอบไปด้วยดิจิทัลบุ๊คทั้ง 5 บทเรียน โดยแต่ละบทเรียนประกอบไปด้วย

บทที่ 1 ความปลอดภัยในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
บทที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
บทที่ 3 ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
บทที่ 4 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด
บทที่ 5 ข้อควรรู้ในงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด



พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

3

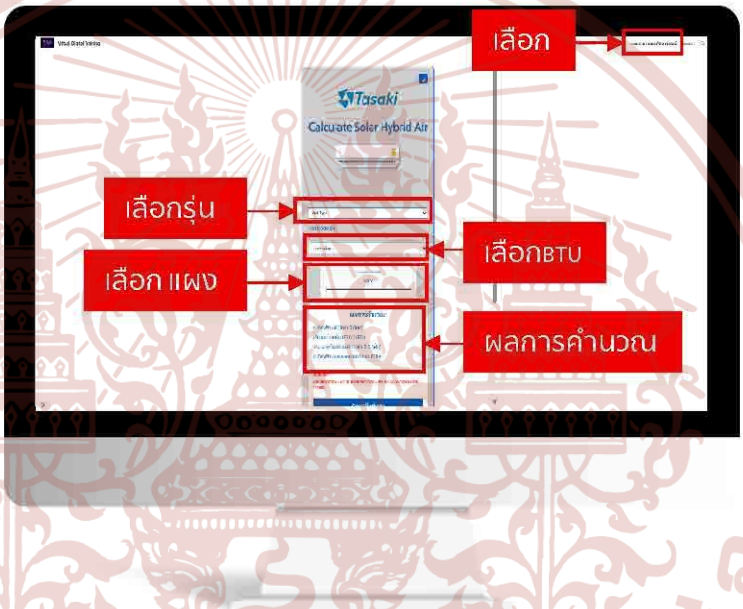
3.หน้าศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน เมื่อคลิกเลือกหน้าต่างนี้แล้วจะพบกับข้อความ ต้อนรับสำหรับการฝึกอบรม หากต้องการ เข้าสู่การฝึกอบรมในขั้นถัดไป ให้คลิกเลือกที่คำสั่ง “เดินทางเข้าสู่ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน”



พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

4

4.หน้าระบบคำนวณแผงโซลาร์เซลล์ เมื่อคลิกเลือกหน้าระบบการคำนวณแผงโซลาร์เซลล์ แล้วจะพบกับชุดคำสั่งการคำนวณจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ที่จำนำมาใช้กับเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

5

5.หน้าติดต่อเรา หากพบปัญหาหรือต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมในการฝึกอบรมสามารถเลือกได้ที่หน้าติดต่อเรา และจะพบกับช่องทางการติดต่อของผู้ฝึกอบรมหลัก



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ส่วนที่ 2 การเข้าฝึกอบรม

หนังสือดิจิทัล

เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกที่ "เนื้อหาการฝึกอบรม" หากผู้ฝึกอบรมประสงค์ที่จะเข้าใช้งานหนังสือดิจิทัล ให้ผู้ใช้งานคลิกเลือกที่กล่องข้อความตามหน่วยกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเข้าใช้งาน



จากนั้นระบบจะนำทางเข้าสู่ ดิจิทัลบุ๊ค เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ศึกษาข้อมูลในหน่วยการฝึกอบรม ทั้ง 5 บท



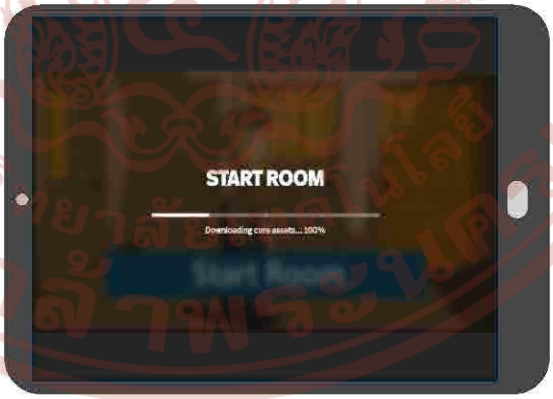
7

ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน

เมื่อผู้ใช้งานต้องการเข้าสู่ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน สามารถเข้าใช้งานได้โดยการคลิกเลือกคำสั่งเมนู **"เดินทางเข้าสู่ ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน"** เพื่อเข้าสู่หน่วยการอบรมในโลกเสมือน



เมื่อเริ่มเข้าสู่ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนแล้ว ผู้ใช้งานโปรด รอ 1-3 นาที เพื่อดาวน์โหลดข้อมูลเพื่อเข้าสู่หน้าการใช้งาน



8

เมื่อเริ่มเข้าสู่ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนแล้ว ผู้ใช้งานสามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนไหวของตัวละครได้ดังต่อไปนี้

W	เคลื่อนที่ไปด้านหน้า
A	เคลื่อนที่ไปด้านซ้าย
D	เคลื่อนที่ไปด้านขวา
S	เคลื่อนที่ด้านหลัง
Shift+ W/A/D/S	เคลื่อนที่ไปทิศทางต่าง ๆด้วยความไว
Spacebar	กระโดด

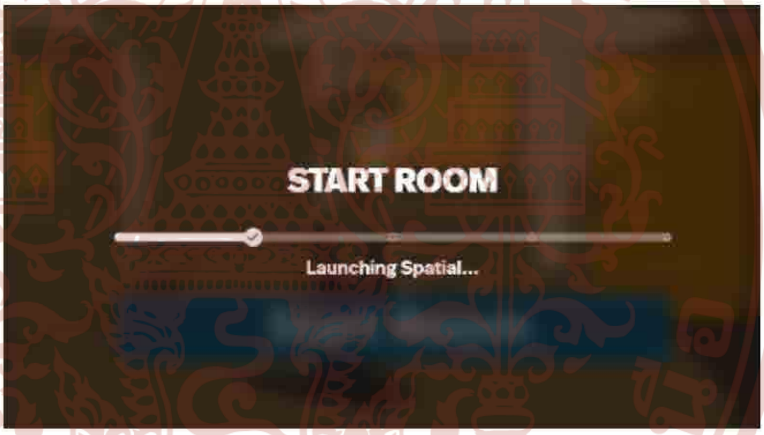


พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ส่วนที่ 3 ข้อมูลแผนที่

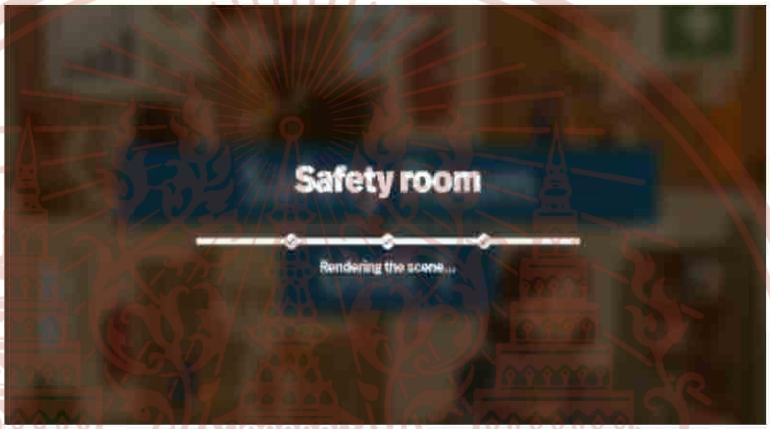
เมื่อเข้าสู่ศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนแล้วผู้ใช้ทุกท่านจะเข้าสู่จุด เริ่มต้นที่บริเวณหน้าทางเข้าหลักของศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือน โดยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนจะแบ่งออกทั้งหมด เป็น 6 Map ดังต่อไปนี้

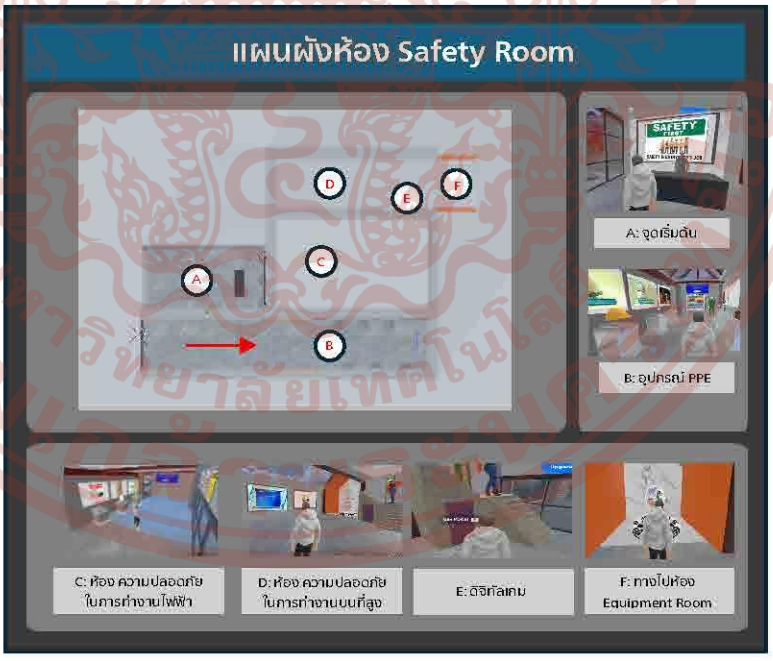
1. Start Room แผนที่เริ่มต้น สำหรับห้องจะผู้เข้าฝึกอบรมจะสามารถเลือกหน่วยการฝึกอบรมได้ โดยการฝึกอบรม ควรเริ่มการฝึกอบรมจากหน่วยการฝึกที่ 1 ไปจนถึงหน่วยการฝึกที่ 5 แต่หากไม่สามารถผ่านด่านหรือบรรลุเงื่อนไขการฝึกอบรมได้ผู้ฝึกอบรมสามารถเข้าสู่ห้องการฝึกอบรมก่อนหน้าได้



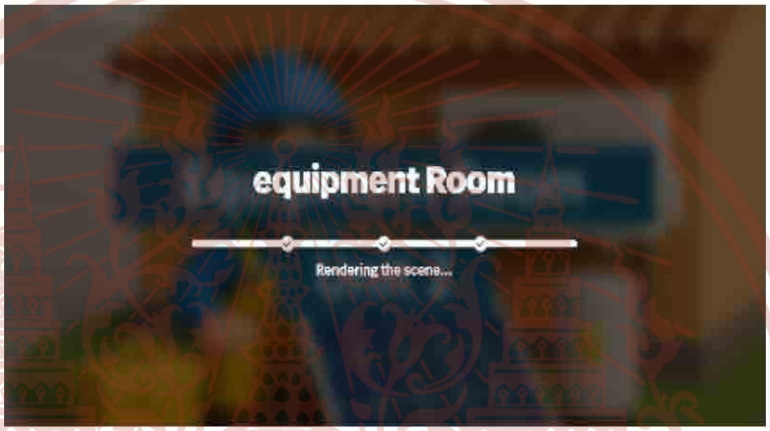


2. Safety Room แผนที่สำหรับหน่วยการฝึกอบรม ความปลอดภัยในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด



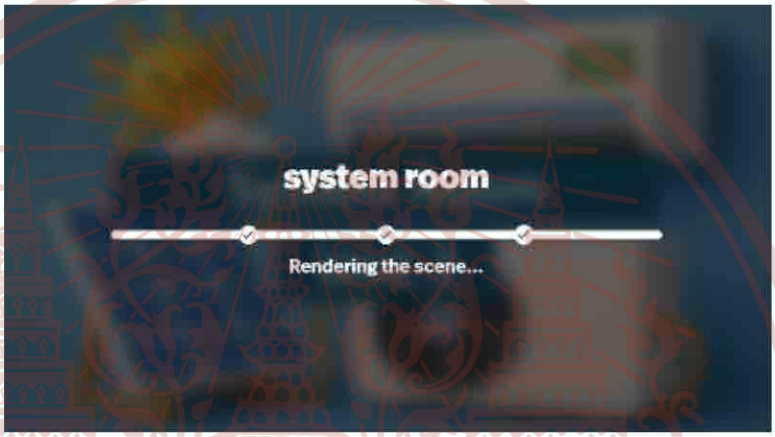


3. Equipment Room แผนที่สำหรับหน่วยการฝึกอบรม อุปกรณ์และเครื่องมือ ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด



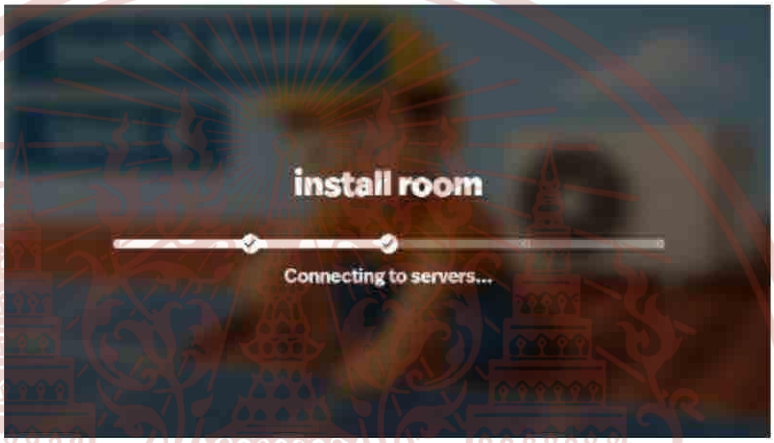


4. System Room แผนที่สำหรับหน่วยการฝึกอบรม ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด



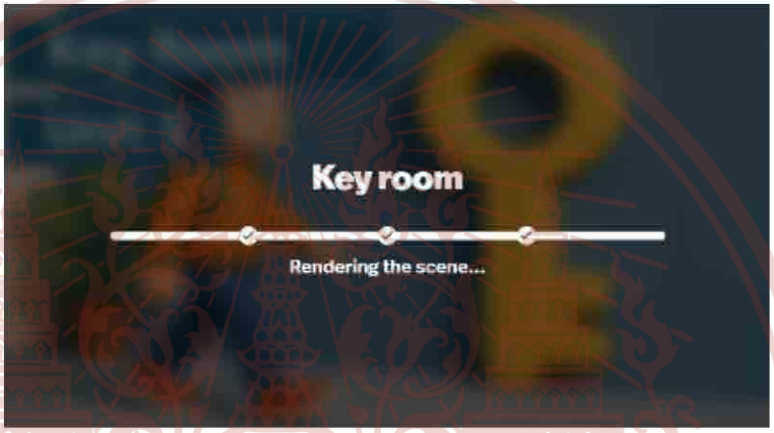


5. Install Room แผนที่สำหรับหน่วยการฝึกอบรม การติดตั้งเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด





4. Key Room แผนที่สำหรับหน่วยการฝึกอบรม ข้อควรรู้ในงานเครื่องปรับอากาศโซลาร์ไฮบริด





ภาพบรรยากาศการฝึกอบรมด้วยศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด











ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายศุภโชค ภูสิงห์
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาศูนย์ฝึกอบรมดิจิทัลเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฮบริด
สาขาวิชา	เทคโนโลยีดิจิทัลเทคนิคศึกษา
ประวัติ	ปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ